به نام خدا

مرکز دانلود رایگان
مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، شمارهٔ ۲۳۱

اقتصاد مهندسی

تألیف

جی. جی. تیوزسن

پروفسور دانشگاه جورجیا (امریکا)

دابلیو. جی. فابریکی

پروفسور دانشگاه ویرجینیا (امریکا)

ترجمهٔ

مهندس سید محمدمهدی شهیدی پور ـ دکتر اسماعیل آیتی

اعضای هیأت علمی دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

فهرست مطالب

مقدمهٔ مؤلفان		یازده
مقدمهٔ مترجمان		پانزده
فصل اول ـ مهندسی و اقتصاد مهندسی		۱
۱-۱	مهندسی و علوم	۱
۱-۲	طبیعت دو محیطی مهندسی	۳
۱-۳	بازده فیزیکی و اقتصادی	۵
۱-۴	فرآیند مهندسی	۷
۱-۵	طراحی برای مطالعات اقتصاد مهندسی	۱۳
۱-۶	اقتصاد مهندسی و مهندس	۲۰
پرسشها		۲۲
فصل دوم ـ برخی از مفاهیم اقتصاد و هزینه		۲۵
۲-۱	مفاهیم ارزش و مطلوبیت	۲۵
۲-۲	کالاهای مصرفی و تولیدی	۲۷
۲-۳	جنبه های اقتصادی تبادل	۳۰
۲-۴	دسته بندی هزینه ها	۳۵
۲-۵	هزینهٔ دوران عمر	۴۲

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

۲-۶	بهره و نرخ بهره	۴۳
۲-۷	قدرت کسب درآمد پول	۴۷
۲-۸	ارزش زمانی پول	۴۹
	پرسشها	۵۱
	فصل سوم ـ استخراج فرمولهای بهره	۵۳
۳-۱	بهرهٔ ساده و مرکب	۵۳
۳-۲	توصیف جریانهای نقدی در زمان	۵۶
۳-۳	رابطه های بهره (ترکیب گسسته ، پرداختهای گسسته)	۵۹
۳-۴	رابطه های بین فرمولهای بهره	۷۸
۳-۵	نرخهای بهرهٔ اسمی و مؤثر	۸۱
۳-۶	فرمولهای بهره (ترکیب پیوسته ، پرداختهای گسسته)	۸۸
۳-۷	فرمولهای بهره (ترکیب پیوسته ، پرداختهای پیوسته)	۹۴
۳-۸	چکیدهٔ فرمولهای بهره	۹۹
	مسائل	۱۰۱
	فصل چهارم ـ محاسبات همسنگی اقتصادی	۱۱۵
۴-۱	مفهوم همسنگی	۱۱۵
۴-۲	محاسبات همسنگی مربوط به یک ضریب تکی	۱۱۸
۴-۳	محاسبات همسنگی مربوط به جریانهای نقدی	۱۳۱
۴-۴	اصول همسنگی	۱۳۵
	خلاصهٔ اصول همسنگی	۱۴۲
۴-۵	محاسبات همسنگی با تناوبهای ترکیب بیشتر	۱۴۳
۴-۶	محاسبات همسنگی برای اوراق قرضه	۱۴۹
۴-۷	محاسبات همسنگی مربوط به وام	۱۵۵
۴-۸	محاسبات همسنگی مربوط به سرمایهٔ در گردش	۱۶۲
	مسائل	۱۶۴

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل پنجم ـ تورم و قدرت خرید پول ۱۸۱
۵-۱ سنجش تورم و رکود ۱۸۲
۵-۲ نرخ تورم ۱۸۵
۵-۳ بررسی اثر تورم ۱۹۱
نرخ بهرهٔ بازار (i) ۱۹۱
نرخ بهرهٔ تورم‌زدایی شده ۱۹۲
نرخ تورم (f) ۱۹۲
۵-۴ تحلیل تورم در سرمایه گذاری ۱۹۹
مسائل ۲۱۸

فصل ششم ـ مبانی مقایسهٔ گزینه ها ۲۳۳
۶-۱ مقدار ارزش فعلی ۲۳۴
۶-۲ مقدار همسنگ سالانه ۲۳۷
۶-۳ مقدار ارزش آینده ۲۳۹
۶-۴ نرخ برگشت داخلی ۲۴۰
۶-۵ دورهٔ برگشت ۲۵۳
۶-۶ مبلغ همسنگ سرمایهٔ دائمی ۲۵۸
۶-۷ بازیافت سرمایه با برگشت ۲۶۰
۶-۸ تراز پروژه ۲۶۳
مسائل ۲۷۳

فصل هفتم ـ تصمیم گیری بین گزینه ها ۲۸۳
۷-۱ انواع پیشنهادهای مهندسی ۲۸۳
۷-۲ تشکیل گزینه های ناسازگار ۲۸۶
۷-۳ عناصر معیار تصمیم گیری ۲۹۰
۷-۴ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی ۲۹۷
۷-۵ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ۳۰۱

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۷-۶	مقایسه بر مبنای سرمایه گذاری کل	۳۰۶
۷-۷	معیارهای دیگر تصمیم گیری	۳۱۳
۷-۸	مقایسهٔ گزینه ها با عمرهای نامساوی	۳۱۸
مسائل		۳۳۰
فصل هشتم ـ ارزیابی جایگزینی (تعویض) گزینه ها		۳۵۱
۸-۱	ماهیت کلی تحلیل جایگزینی	۳۵۲
۸-۲	توصیف جایگزینی گزینه ها	۳۵۶
۸-۳	تحلیل جایگزینی برای عمرهای نامساوی	۳۶۴
۸-۴	عمر اقتصادی یک دارایی	۳۶۸
۸-۵	تصمیمها و فرضهای جایگزینی	۳۷۳
۸-۶	تصمیمات کنارگذاری یا واگذاری	۳۹۰
۸-۷	مثالهایی از مسائل جایگزینی	۳۹۳
مسائل		۴۰۲
فصل نهم ـ تحلیل سر به سر و کمترین هزینه		۴۲۵
۹-۱	تحلیل سر به سر دو گزینه	۴۲۵
۹-۲	تحلیل سر به سر چند گزینه	۴۳۰
۹-۳	تحلیل کمترین هزینه	۴۳۳
۹-۴	تحلیل کمترین هزینه ، برای گزینه های چندگانه	۴۳۸
مسائل		۴۴۳
فصل دهم ـ ارزیابی فعالیتهای عمومی		۴۵۳
۱۰-۱	اهداف عمومی رفاهی دولت	۴۵۳
۱۰-۲	ماهیت فعالیتهای عمومی	۴۵۶
۱۰-۳	تأمین اعتبار فعالیتهای عمومی	۴۵۹
۱۰-۴	فعالیتهای عمومی و اقتصاد مهندسی	۴۶۳

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰-۵ تحلیل منفعت در مقابل هزینه ۴۶۵
۱۰-۶ شناسایی منافع ، زیانها ، و هزینه ها ۴۸۱
۱۰-۷ تحلیل هزینه ـ کارآیی ۴۸۷
مسائل ۴۹۳

فصل یازدهم ـ پیوستها ۵۱۱
پیوست A ۵۱۱
ضرائب بهرهٔ مرکب تکی ۵۱۱

پیوست B ۵۴۱
نرخهای بهرهٔ مؤثر ۵۴۱
متناظر با نرخ اسمی r ۵۴۱

پیوست C ۵۴۳
ضرائب بهره ۵۴۳
در مورد ترکیب پیوسته ۵۴۳

پیوست D ۵۶۷
جریان وجوه مالی ۵۶۷
ضرائب تبدیل ۵۶۷

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقدمهٔ مؤلفان

اقتصاد مهندسی از مفاهیم روشهای تحلیلی که در ارزیابی هزینه و ارزش سیستمها، فرآورده ها، و خدمات به کار می روند گفتگو می کند . این کتاب تأکید می کند که شرط اساسی موفقیت کاربردهای مهندسی امکان پذیری اقتصادی آنهاست . هدف ما کمک به خواننده در درك اهمیت جنبه های اقتصادی مهندسی و ایجاد مهارت در ارزیابی طرحهای مهندسی به لحاظ ارزش و هزینهٔ آنها است .

دسترسی به حل مسائل مهندسی به اندازه ای پیشرفته و گسترده شده است که موقعیت درآنها غالباً به توانایی بررسی هردوعامل اقتصادی و فیزیکی وابسته است . مهندسان برای عادت کردن به استفاده از واقعیات و کسب مهارت درمحاسبه، باید مسؤولیت تفسیر اقتصادی کارهای خود را خود برعهده گیرند . برای برقرارکردن ارتباط بین جنبه های فیزیکی و اقتصادی کاربردهای مهندسی، تسلط یافتن مهندسان برمفاهیم بنیانی تحلیلهای اقتصادی، ازآموختن زمینه های فنی لازم به کسانی که آموزشهای فنی را ندیده اند، بسیار آسانتر است . هدف اولیهٔ این کتاب کمک به مهندسان درفراگیری این تحلیلهاست .

هدف دوم این کتاب آشناساختن مهندسان باعملیات[1] و امکان پذیری علمیاتی[2] است . عوامل اقتصادی درعملکرد سیستمها و تجهیزات را نمی توان به تصادف واگذار

1- Operations (منظور ازعملیات، مجموعهٔ فعالیتهای تولیدی و خدماتی است)

2- Operational Posibility

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کـــرد، بـلکه بـاید آنهـــا را درخـــلال طراحـی فـــرایند، مـــورد بررسی قـــرار داد. همـچنان کـه سیستـمهـای عملیاتی پیچیـده نیـاز به توجـه تعـداد بیـشتری از مـهندسـان پیـــدا می کنند، درك اســـاسی فـرمـــولبندی ریـاضی عـــملیـــات ازاهمـــیت بیـــشـــتـری برخوردار می شود.

تغییرات مهمی که دراین چاپ داده شده شامل موارد زیر است :

ـ یک روش کلی برای فـرمـولبـندی گـزینه های ناسـازگـار[1] ناشی از پیـشنهـادهای مهندسی.

ـ بررسی کلی تر مسألهٔ جایگزینی[2] که عمرهای نامساوی را هم دربرمی گیرد.

ـ تبیین قوانین مالیاتی جدید با حفظ اساسی قوانین قبلی.

ـ بسط قـسمتی کـه با عنوان اقـتـصـاد عملیـات آمـده است. دراین چاپ برارتبـاط بین طراحی و عملیات تأکیـدشده، و مواردی مـانند بررسی دورهٔ عمر فـرآورده، ساخت و تولیـــد، تحلیـل سـود-حـجـم، و مـدلهـایی برای بهـینه سـازی عـــملیـــات مـورد توجـه خـاص قـرار گـرفـتـه اند. جـواب مـسـائـل انتـخـاب شـده را هـم دراین چاپ اضافه کرده ایم.

کـسانی کـه با چاپهـای قبلی این کـتـاب آشنا هستند، توجـه دارند کـه مـا با حـفظ اسـاس روش مـفـهـومی، تأکیـد قـابل مـلاحظه ای برروی مـثـالهـا کـرده ایـم. همـچنین سیستـمی که ازابتدا توسط اچ. جی. تیـوسن برای طراحی کتـاب ارائه شده بود، حـفظ شده است.

عـلائم سیستم بنـا به پیشـنهاد کـمیتـهٔ اصطلاحـات مهـندسی صنعـتی انستیتـوی استانداردهای ملی آمریکایی تغییر یافته اند.

مـا درآمـوختن این مطالب به دانشـجـویان سـال دوم مـهندسی و سـالهـای بالاتر رشته های مدیریت، اقتصاد، و دانشجویان علوم فیزیکی که مایل به آشنایی با مهندسی از دیدگاه اقتصادی هستند مشکلی نداشته ایم.

1- Mutually Exclusive 2- Replacement

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

این کتاب مطالبی بیش از حد کافی برای سه ترم تحصیلی را دربردارد . برای یک دورهٔ کوتاهتر ، باید برخی از مطالب را حذف کرد . این کار را به آسانی می توان انجام داد . زیرا که عناوین اصلی در ده فصل اول متمرکز شده اند[1] .

موجب خرسندی ماست که از پیشنهادهای بسیار مفید دانشجویان و دست اندرکارانی که چاپهای قبلی این کتاب را سالهای زیاد مورد استفاده قرار داده اند قدردانی کنیم . همچنین ازآقای ترودی تاکر[2] به خاطر همکاری در ویراستاری و ماشین نویسی ، و از آقایان جیزس آریولا ـ ریسا[3] و چاندرا ونکاتاك ریشنان[4] که درتهیه و مسائل و مثالهای جدید کمک کرده اند تشکر می کنیم .

جی . جی . تیوزسن[5]

دابلیو . جی . فابریکی[6]

۱- ده فصل اول کتاب اصلی که عناوین عمده و پایه اقتصاد مهندسی را در بردارند ، در کتاب حاضر که جلد اول نامیده شده است آورده شده اند . نه فصل بعد و پیوستها و جداول مربوط به آنها که شامل مباحث تکمیلی حسابداری ، تنزل قیمتها و مالیات بر درآمد می باشد ، با عنایات خداوند متعال انشاءا . . . در جلد دوم تقدیم خواهد شد (مترجمین) .

2- Trudy Taker
3- Mr. Jesus Arreola-Risa
4- Mr. Chandra Venkatakrishnan
5- G. J. Thuesen
6- W. J. Fabrycky

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقدمهٔ مترجمان

خداوند متعال را بر توفیق ترجمه کتاب اقتصاد مهندسی سپاسگزاریم .

با افزایش جمعیت کرهٔ زمین و احساس کمبود در منابع طبیعی مورد نیاز انسان و تخریب محیط زیست ، در آستانه ورود به قرن بیست و یکم میلادی توجه محافل علمی و دانشگاهها و متفکرین و برنامه ریزان به سوی علومی جلب شده است که برای تصمیم گیری بهتر و صحیحتر در انتخاب محورهای توسعه و طرحهای سازندگی در مقیاسهای خرد و کلان به انسان کمک کنند . در حالی که منابع طبیعی و ذخایر زندگی نسلهای آیندهٔ بشر از طریق افزایش جمعیت ، تخریب محیط زیست و تصمیم گیریهای غیربهینه در حال کاهش و زوال می باشد ، برای نجات ، راهی جز تکیه بر علوم تصمیم گیری وجود ندارد . به عبارت دیگر اینک اتخاذ تصمیم صحیح و علمی در مورد چگونگی مصرف منابع محدود و این که کدام طرح و پروژه انجام شود ؛ بسیار مهمتر از این است که آن طرح از نظر فنی چگونه به اجرا در آید . بشر در قرن بیستم میلادی از نظر فنی و تکنولوژی پیشرفت زیادی کرده است . او هم اکنون بخوبی می داند که یک نیروگاه یا یک سد یا یک سیستم حمل و نقل سریع از زیر اقیانوسها را چگونه بسازد و حتی یاد گرفته است که چگونه به فضا برود و به کرات دیگر دسترسی پیدا نماید ؛ اما در آستانه ورود به قرن جدید ناگهان متوجه شده است که منابع لازم برای ادامه حیات او و برای به اجرا درآوردن طرحهای توسعه مورد نظر فکر جولان کنندهٔ او ؛ در حال کاهش و در خطر اتمام می باشد . بدین جهت است که دانشگاهها و مراکز علمی کشورهای توسعه یافته در برنامه ریزیهای درسی و تحقیقاتی خود در قرن جدید علوم تصمیم گیری

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را در رأس علوم فنی و تکنولوژی قرار داده اند .

علوم تصمیم گیری شامل یک طیف وسیع از مطالبی هستند که منجر به تصمیم گیری درست درجهت مصرف بهینه منابع محدودمی شوند . اقتصاد مهندسی ، مهندسی سیستم ، تحقیق در عملیات و سیستمهای اطلاعات بخش مهمی از پیکرهٔ علوم مزبور را شامل می شود ؛ اما اقتصاد مهندسی به عنوان اولین قدم در حرکت به سوی تصمیمات درست اقتصادی در دائرهٔ پروژه های مهندسی جایگاه ممتازی را دارا می باشد . به همین جهت است که اخیراً درس اقتصاد مهندسی به عنوان یکی از درسهای اجباری رشته های مهندسی مورد تصویب قرار گرفته است .

کتاب حاضر که توسط دو نفر از اساتید بزرگ دانشگاههای «جورجیا» و «ویرجینیا» در ایالات متحدهٔ آمریکا تألیف شده است ، یکی از بهترین کتابهایی است که در این زمینه نگارش یافته و در تمام دنیا و حتی در خود امریکا آنقدر مورد استقبال قرار گرفته است که تاکنون هشت بار تجدید چاپ شده است . جامعیت علمی و روانی مطالب و مثالهای متعدد مهندسی امتیازات مهمی است که مترجمان را متوجه ضرورت اقدام برای ترجمه این کتاب نمود . سوابق ممتد مترجمان در سالهای طولانی تدریس در رشته های برق و عمران دانشکده های مهندسی دانشگاه فردوسی و دانشگاه علم و صنعت ایران که توأم با تحقیق و تدریس در گرایشهای اقتصاد و مدیریت می باشد ، زمینه تسلط علمی لازم برای ارائه یک ترجمه قوی و جامع را فراهم نموده است .

ویژگیهای منحصر به فرد فوق الذکر موجب می شود که کتاب حاضر نه تنها به عنوان یک کتاب درسی کم نظیر جهت دانشجویان رشته های مهندسی و رشته های مدیریت ، اقتصاد ، حسابداری و علوم بانکی مورد استفاده قرار گیرد ؛ بلکه کلیه مدیران ، کارشناسان ، بانکداران ، برنامه ریزان ، تصمیم گیران و تحلیگران طرحها و پروژه های مختلف عمرانی ، صنعتی ، خدماتی ، کشاورزی و دیگر رشته ها نیز می توانند با مطالعه این کتاب و کاربرد روشهای علمی آن بنحو چشمگیری بر میزان موفقیتهای حرفه ای خود بیفزایند .

نسخه انگلیسی این کتاب در ۱۹ فصل تدوین شده است اما از آنجا که مطالب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اصلی درسی مورد نیاز دانشجویان در ده فصل اول متمرکز بوده و همچنین به لحاظ پایین آوردن قیمت تمام شده کتاب ، کتاب حاضر تخصیص به ده فصل اول به علاوهٔ جداول و پیوستهای مورد نیاز داشته و انشاالله ۹ فصل بعدی در کتاب دیگری با یاری و عنایت خداوند متعال در آینده ارائه خواهد شد . ده فصل ارائه شده در این کتاب شامل مباحث زیر می باشد :

فصل اول ارتباط بین مهندسی و اقتصاد و اهمیت این ارتباط را بیان می کند . در فصل دوم برخی از مفاهیم اصلی و مهم اقتصادی و دسته بندی هزینه هایی که در این زمینه کاربرد دارند ، تعریف شده است . مفاهیم ارزش ، مطلوبیت ، کالاهای مصرفی و تولیدی ، جنبه های اقتصادی مبادله ، دسته بندی هزینه ها ، بهره و نرخ بهره ، قدرت خرید و قدرت کسب درآمد پول در این فصل مشروحاً مورد بحث قرار گرفته است . فصل سوم به محاسبه فرمولهای بهره در شرایط مختلف می پردازد . فصل چهارم راجع به مفهوم «هم سنگی» با توجه به قدرت کسب درآمد پول گفتگو می کند . درفصل پنجم تورم و قدرت خرید پول مورد بررسی قرار می گیرد . همچنین چگونگی سنجش تورم ، تعیین نرخ تورم و بررسی و تحلیل اثرات تورم در سرمایه گذاریها در فصل مزبور بررسی شده است . فصلهای ششم و هفتم مبانی مقایسه طرحها و گزینه های مختلف را برای تصمیم گیری در انتخاب اقتصادی ترین آنها مورد بررسی قرار می دهد . فصل هشتم از تحلیل جایگزینی تجهیزات و طرحهای قدیمی با انواع جدید آنها گفتگو می کند . فصل نهم به «تحلیل سربسر» برای تصمیم گیری در شرایطی که هزینه ها تابع حجم تولید و با اهداف متفاوت باشد و ارزیابی این وضعیت می پردازد . فصل دهم فعالیتها و طرحهای عمومی و دولتی که طرفهای ذینفع متفاوت و با اهداف گوناگون دارند ، را ارزیابی می کند . فصلهای بعد که انشاالله در بخش دوم و در کتاب دیگری ارائه خواهد شد ، مربوط به حسابداری ، استهلاك ، اثر انواع مالیات ، تخمین عناصر اقتصادی ، تصمیم گیری ، موضوع ریسک ، شرایط نامعین ، تجزیه و تحلیل عملیات ساخت و تولید ، تجزیه و تحلیل سود در مقابل حجم در عملیات تولید و مدل سازیهای ریاضی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در عملیات بهینه سازی خواهد بود .

مترجمان هر جا لازم ، بوده است ، جهت کمک به رساتر شدن مطالب و یا ارائه توضیحاتی جهت تبیین دیدگاههای شرع مقدس اسلام ؛ پاورقیهایی ارائه نموده اند .

در اینجا بر خود لازم می دانیم از دانشگاه فردوسی مشهد جهت چاپ این اثر مفید و از استاد ارجمند جناب آقای دکتر علی حائریان اردکانی جهت ویرایش عالمانه ای که با دقت فوق العاده زیاد ارائه فرمودند و از کلیه عزیزانی که در چاپخانه دانشگاه فردوسی در کلیه مراحل چاپ با دقت و تلاش ارزنده همکاری کرده اند ، صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم .

مهندس سید محمد مهدی شهیدی پور ـ دکتر اسماعیل آیتی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل اول

مهندسی و اقتصاد مهندسی

فعالیتهای تحلیل و طراحی مهندسی به خودی خود هدف و غایت نیستند، بلکه ابزاری هستند برای برآوردن خواسته های بشر . بنابراین مهندسی دوجنبه دارد . جنبهٔ اول در رابطه با مواد و نیروهای طبیعت است ؛ و جنبهٔ دیگر آن به نیازهای مردم مربوط می شود . چون ما در دنیایی با منابع محدود زندگی می کنیم ، مهندسی باید ارتباط تنگاتنگی با اقتصاد داشته باشد . بنابراین قبل از اجرای پیشنهادهای مهندسی باید ارزش و هزینهٔ آنها را ارزیابی کرد . دراین فصل و درسرتاسر کتاب، تأکید می کنیم که امکان پذیری اقتصادی شرط اصلی برای موفقیت کاربرد مهندسی است .

۱-۱ مهندسی و علوم

مهندسی یک علم نیست، بلکه کاربرد علم است . هنری است مرکب از مهارت و ابتکار برای وفق دادن دانش با استفاده های بشر . **مؤسسهٔ تعیین استانداردهای فنی و مهندسی**[1] تعریف زیر را پذیرفته است :

مهندسی حرفه ای است که درآن دانش ریاضی و علوم طبیعی حاصل از مطالعه ،

1- Accrediation Board for Engineering and Technology

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تجربه، و تمرین همراه با قضاوت، برای توسعهٔ راههای بهره برداری اقتصادی ازمواد و نیروهای طبیعت درجهت منفعت نوع بشر به کار گرفته می شود . این تعریف همانند دیگر تعاریف پذیرفته شده برماهیت کاربردی مهندسی تأکید دارد .

نقش دانشمند ، افزودن به پیکرهٔ دانش سیستماتیک بشر و کشف قوانین حاکم برجهان است . نقش مهندس به کارگیری این دانش در شرایط خاص برای تولید فرآورده ها و خدمات است . برای یک مهندس، دانش به خودی خودهدف نهایی نیست، بلکه مادهٔ اولیه ای است برای تولید سازه ها ، سیستمها ، فرآورده ها و خدمات . بنابراین مهندسی مشتمل بر یافتن ترکیبی از مواد ، نیروها ، و عوامل انسانی است که به نتیجه ای مطلوب بینجامد . فعالیتهای مهندسی به ندرت به خاطر خوشنودی ای که ممکن است مستقیماً از خود آنها به دست آید انجام می شوند. به جز چند مورد استثنایی، اجرای آنها فقط به خاطر برآوردن خواستهای بشر است .

تمدن جدید وابستگی بسیار زیادی به مهندسی دارد . بیشتر فرآورده ها و خدماتی که در آسان کردن کار ، مخابرات ، حمل و نقل ، دفاع ملی ، تغذیه ، سرپناه ، و سلامتی مورد استفاده قرار می گیرند ، مستقیم یا غیرمستقیم نتیجهٔ یک فعالیت مهندسی هستند . مهندسی در فراهم کردن شرایط برای لذت بردن از امور فرهنگی نیز مفید بوده است . این حرفه ، از طریق توسعهٔ مخابرات فوری و حمل و نقل سریع ، و مسایل دیگر ، پیشرفت فرهنگی و اقتصادی بشر را فراهم کرده است .

علم ، شالوده ای است که مهندس بنای پیشرفت بشر را بر آن می نهد . با تداوم توسعهٔ علم و کاربرد جهانی مهندسی ، می توان انتظار داشت که استانداردهای زندگی بهبود یابد ، و تقاضا برای چیزهایی که مردم به خاطر آسایش و زیبایی آنها را دوست دارند ، افزایش بیشتری داشته باشد . این واقعیت که خواستهای بشری به طور فزاینده ای توجه مهندسان را به خود جلب می کنند ، بخشی از دلایل گنجاندن مباحث اجتماعی و انسانی در دوره های مهندسی است . از آن جا که مهندسان در جستجوی راه حلهایی برای مسائل پیچیدهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اجتماعی ـ فنی[1] هستند ، درك این رشته ها ضروری است .

۱ ـ ۲ طبیعت دو محیطی مهندسی

مهندسان با دو محیط مهم و به هم وابستهٔ **فیزیکی** و **اقتصادی** روبرو هستند . موفقیت آنها در تغییر دادن محیط فیزیکی برای تولید فرآورده ها و خدمات ، به دانش آنها از قوانین فیزیکی بستگی دارد . لیکن ارزش این فرآورده ها وخدمات باسودمندی اقتصادی آنها سنجیده می شود . نمونه های بسیاری ازسازه ها ، دستگاهها ، فرآیندها ، وسیستمها را می بینیم که با وجود طراحی فیزیکی عالی از امتیاز اقتصادی اندکی برخوردارند .

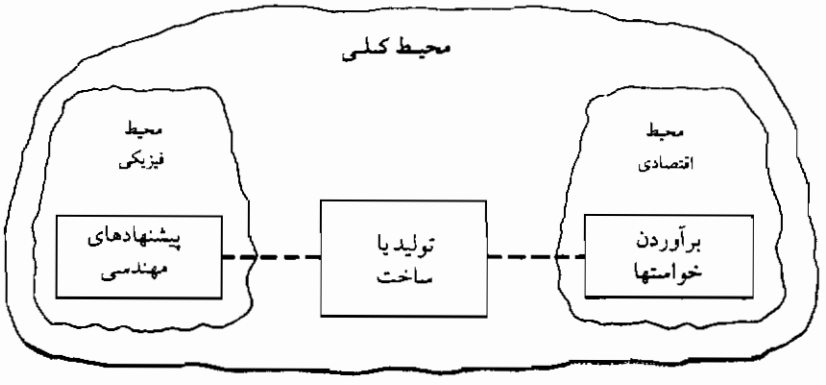
در رابطه با محیط فیزیکی ، مهندسان پیکره ای از قوانین فیزیکی را در اختیار دارند که دلایل خود را بر آن استوار سازند . این گونه قوانین مانند قانون بویل ، قانون اهم ، و قوانین حرکت نیوتن ابتدا با جمع آوری و مقایسهٔ موارد مشابه متعدد و با استفاده از یک فرآیند استقرایی تدوین شدند . حال می توان با استفاده از قیاس و استنتاج ، این قوانین را برای موارد خاصی به کار برد . این قوانین با فرمولها و واقعیتهای شناخته شدهٔ بسیاری تکمیل می شوند . همهٔ اینها مهندس را قادر می سازند که واقعیتهای محیط فیزیکی را در محدوده های کوچکی به هم پیوند دهد . در بارهٔ محیط فیزیکی دانسته های مطمئن زیادی وجود دارد .

دربارهٔ محیط اقتصادی ، بویژه از دیدگاه کمی دانسته ها بسیار کمترند . از آن جا که اقتصاد با عملکردهای مردم سر و کار دارد ، روشن است که قوانین اقتصادی باید براساس رفتار آنها استوار باشند . قوانین اقتصادی نمی توانند از توصیف رفتار مردم در عملکرد فردی و جمعی آنها دقیق تر باشند .

ارضای خواستها درمحیط اقتصادی ، و پیشنهادهای مهندسی در محیط فیزیکی توسط فرآیند تولید یا ساخت به هم پیوند می خورند . شکل (۱ ـ ۱) رابطهٔ بین پیشنهادهای مهندسی ، تولید یا ساخت ، و بر آوردن خواستها را نشان می دهد .

1- Sociotechnological

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۱-۱- محیطهای فیزیکی و اقتصادی

کار معمول مهندسی عبارت است از انجام تغییراتی در عناصر محیط فیزیکی ، برای ایجاد ارزش در محیط اقتصادی . لیکن گاهی اوقات مهندسها گرایش به بی توجّهی به امکان پذیری اقتصادی دارند ، و غالباً در عمل از ضرورت روبرو شدن با شرایطی که مبنایش برآورد یا داوری باشد ، می ترسند . با وجود این ، امروزه فارغ التحصیلان مهندسی به طور فزاینده ای خود را در جایگاهی می بینند که مسؤولیت آنها بررسیهای اقتصادی را نیز شامل می شود .

برخی از مهندسان و دست اندرکاران احساس می کنند که مهندسان باید تلاش خود را به بررسی عوامل فیزیکی محدود سازند ، و جنبه های اقتصادی و انسانی مهندسی را به دیگران واگذار کنند . حتی برخی دیگر این جنبه ها را در حیطه مهندسی نمی دانند . ممکن است دلیلشان این باشد که کسانی که از کشف ، و اعمال قوانین مطمئن و منظم دنیای فیزیکی لذت می برند ، تنظیم تفکر خود برای در نظر گرفتن پیچیدگیهای دنیای اقتصادی را دشوار می یابند .

مهندسان به آسانی می توانند توانایی تحلیل ذاتی خود را برای کسب مهارت در تحلیل جنبه های اقتصادی کاربرد مهندسی ، توسعه دهند . افزون بر این ، مهندسی که در آرزوی جایگاه خلاقیت در مهندسی است ، مهارت در تحلیل اقتصادی را مفید

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

خواهد یافت . این مهارت برای درصد بزرگی از مهندسان که سرانجام درگیر فعالیتهای مدیریتی می شوند ضروری خواهد بود .

پیشگامی دراستفاده از اندوخته های مهندسی با آنهایی است که خود را در پیامدهای اقتصادی و اجتماعی درگیر می کنند . مهندسان برای حفظ پیشگامی خود ، باید در هر دو بخش فیزیکی و اقتصادی محیط موفق باشند . هدف اقتصاد مهندسی این است که مهندسان را برای رویارویی با طبیعت دو محیطی کاربرد مهندسی آماده کند .

۱-۳ بازده[1] فیزیکی و اقتصادی

افراد و شرکتها ، هر دو ، دارای منابع محدودی هستند . بنابراین ، باید به ازای مقدار مشخصی از درونداد (ورودی) بیشترین برونداد (خروجی) را تولید کنند . یعنی باید بازده کارشان بالا باشد . پس ، برای به کارگیری منابع محدود ، نه تنها باید درصدد یک فرصت خوب بود ، بلکه باید بهترین فرصت را جستجو کرد .

مردم پیوستهٔ در جستجوی برآوردن خواستهایشان هستند . برای این کار آنها از امکانات مشخصی دست می کشند تا امکانات دیگری را که برایشان باارزشتر است به دست آورند . این خود یک فرآیند اقتصادی است که در آن هدف ، بیشینه کردن بازده اقتصادی می باشد .

مهندسی در ابتدا یک فعالیت تولیدکننده است که می خواهد خواستهای بشر را برآورده سازد . هدف آن کسب بیشترین نتیجه نهایی از هر واحد از منابع مصرف شده ، می باشد . این امر اساساً یک فرآیند فیزیکی است که هدف آن بیشینه کردن بازده فیزیکی است .

هدف از کاربرد مهندسی دستیابی به بیشترین نتیجهٔ نهایی به ازای هر واحد از منبع ورودی است . این عبارت ، بیانی از بازده فیزیکی است که می توان آن را به صورت زیر

1- Efficiency

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارائه کرد :

$$\text{بازدهی (فیزیکی)} = \frac{\text{خروجی}}{\text{ورودی}}$$

در یک تفسیر گسترده ، این بیان ، موفقیت فعالیت مهندسی را در محیط فیزیکی می سنجد . با این وجود ، مهندس باید به دو سطح بازدهی توجه داشته باشد . در سطح اوّل بازدهی فیزیکی قرار دارد که با نسبت ورودیها به خروجیهایی از واحدهای فیزیکی مانند بی تی یو ، کیلووات ، و فوت ـ پوند بیان می شود . هنگامی که با چنین واحدهای فیزیکی سر و کار داریم ، بازدهی همواره کمتر از یک ، یا کمتر از ۱۰۰٪ خواهد بود .

در سطح دوم بازدهی اقتصادی قرار دارد . این بازدهی برحسب نسبت واحدهای اقتصادی خروجی به واحدهای اقتصادی ورودی تعریف می شود . واحدهای اقتصادی خروجی و ورودی باید برحسب یک وسیلهٔ مبادله (مثلاً پول) بیان شده باشند . بازدهی اقتصادی را می توان به صورت زیر ارائه کرد :

$$\text{بازدهی (اقتصادی)} = \frac{\text{ارزش}}{\text{هزینه}}$$

کاملاً روشن است که بازدهی فیزیکی بالاتر از ۱۰۰٪ ممکن نیست ، در حالی که بازدهی اقتصادی می تواند از ۱۰۰٪ بیشتر شود ، و برای موفق بودن تعهدهای اقتصادی باید این گونه باشد .

بازدهی فیزیکی وابسته به بازدهی اقتصادی است . برای مثال ، یک نیروگاه ممکن است از دیدگاه اقتصادی سودآور ، و در عین حال بازدهی فیزیکی آن در تبدیل واحدهای انرژی ذغال سنگ به انرژی الکتریکی نسبتاً پایین باشد . به عنوان مثال ، فرض کنید در یک نیروگاه مشخص ، بازدهی نیروگاه در تبدیل انرژی ۳۶٪ است . همچنین فرض کنید ارزش اقتصادی هر میلیون بی تی تو خروجی به شکل انرژی الکتریکی ۱۴٫۶۵ دلار ، و هزینهٔ هر میلیون بی تی یو ورودی به شکل ذغال سنگ ۱٫۸ دلار است . آن گاه :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$\text{بازدهی (اقتصادی)} = \frac{\text{ارزش برق} \times \text{بی تی یو خروجی}}{\text{هزینهٔ ذغال‌سنگ} \times \text{بی تی یو ورودی}}$$

فرآیندهای فیزیکی ضرورتاً دارای بازدهی کمتر از ۱۰۰٪ هستند ، لیکن طرحهای اقتصادی تنها هنگامی از نظر اقتصادی امکان پذیرند که بازدهی بیشتر از ۱۰۰٪ داشته باشند . بنابراین روشن است که درطرحهای امکان پذیر اقتصادی ، ارزش اقتصادی هر واحد از برون داد فیزیکی باید همواره بزرگتر از هزینهٔ اقتصادی هر واحد از درون داد فیزیکی باشد . درنتیجه بازدهی اقتصادی بیش از آن که به بازدهی فیزیکی وابسته باشد ، به ارزش و هزینهٔ هر واحد از برون دادها و درون دادهای فیزیکی بستگی دارد .

در ارزیابی نهایی بیشتر طرحها ، حتی در آنها که مهندسی نقش اوّل را ایفا می کند ، باید بازدهی های اقتصادی را بر بازدهی های فیزیکی مقدم شمرد . زیرا وظیفهٔ مهندسی ایجاد مطلوبیت در محیط اقتصادی از طریق تغییر عناصر محیط فیزیکی است .

۱ـ۴ فرآیند مهندسی

چنان که در شکل (۱ـ۱) نشان داده شد ، فعالیتهای مهندسی که با محیط فیزیکی سر و کار دارند برای برآوردن آن دسته از نیازهای بشر است که جایگاهشان در محیط اقتصادی است . فرآیند مهندسی را می توان ، از زمان تشخیص یک نیاز خاص تا برآورده شدن آن ، به چند مرحله تقسیم کرد . این مراحل در این بخش مورد بحث قرار می گیرند .

تعیین اهداف . یکی از وجوه مهم فرآیند مهندسی جستجوی اهداف جدید برای کاربرد مهندسی است . یعنی باید خواستهایی از مردم را که مهندسی می تواند تأمین کند

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیدا کرد . موفقیت اختراعات مستقیماً از شناخت یک طرح جدید به دست نمی آید ، بلکه به قابلیت آن اختراع در برآورده ساختن خواستهای بشر بستگی دارد . بنابراین ، مطالعات بازار در جستجو برای شناخت پسند مردم انجام می شوند . تولیدکنندگان اتوموبیل ، مسائل مکانیکی ، آسایش و ویژگیهای تجهیزاتی که مردم در حمل و نقل به آنها توجه دارند را مورد بررسی قرار می دهند . مسؤولان بزرگراهها مطالعات ترافیک را برای دستیابی به برنامه هایی که بیشترین کاربرد را دارند انجام می دهند . بررسیهای فیزیکی و اقتصادی تنها پس از تعیین خواستها انجام می شود .

خواستهای مردم ممکن است نتیجهٔ بررسیهای منطقی آنها باشد ، اما غالباً این خواستها از تمایلات احساسی آنها سرچشمه می گیرند . به نظر می رسد هیچ دلیل منطقی برای ترجیح دادن یک اتوموبیل خاص ، یک نوع کار مشخص ، یا یک مدل لباس خاص وجود ندارد . نیازهای اولیه ای که برای حفظ وجود فیزیکی لازم هستند ، مانند خوراك ، پوشاك ، و مسکن محدودند و می توان آنها را با درجهٔ یقین مطلوبی تعیین کرد . اما آنچه از تمایلات احساسی سرچشمه می گیرد نامحدود به نظر می رسد .

محدودیتهای اقتصادی پیوسته با نیازها و خواستهای مردم تغییر می کنند . محدودیتهای فیزیکی پیوسته با کمک علم و مهندسی پشت سر گذاشته می شوند . درنتیجه ، گشایشهای جدید ، مرتباً فرصتهای جدید به وجود می آورند . در هر موفقیت ، راههای تازه ای برای گذشتن از سد محدودیتهای اقتصادی و فیزیکی پیدا شده است .

آن بخش از فرآیند مهندسی که خواستهای بشر را جستجو می کند ، نه تنها به آگاهی از محدودیتهای قابلیت مهندسی ، بلکه به اطلاعاتی کلی از جامعه شناسی ، روانشناسی ، علوم سیاسی ، اقتصاد ، ادبیات و دیگر زمینه های مرتبط با درك طبیعت بشر نیاز دارد . در بیشتر شاخه های مهندسی جدید ، اطلاعاتی از این زمینه ها مفید یا ضروری تشخیص داده شده اند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

شناسایی عوامل استراتژیک . عواملی که سد راه رسیدن به هدف می شوند را **عوامل محدودکننده** گویند . یک جزء مهم از فرآیند مهندسی ، شناسایی عوامل محدودکننده ای است که راه رسیدن به هدف مطلوب را سد می کنند . پس از شناسایی عوامل محدودکننده ، **عوامل استراتژیک** را از بین آنها تعیین می کنیم . عوامل استراتژیک ، عواملی هستند که می توان با تغییر آنها موانع دستیابی به موفقیت را از بین برد .

درك نتایج حاصل از توصیف عوامل محدودکننده و بررسی بیشتر آنها برای رسیدن به عوامل استراتژیک غالباً ایده های پیشرفت را بر می انگیزد . روشن است که تلاش برای چیرگی بر برخی از عوامل محدودکننده بیهوده است . مثلاً رانندهٔ کامیونی را در نظر بگیرید که با مشکل بار زدن یک جعبهٔ سنگین روبرو است . وی با سه عامل سر و کار دارد : جاذبهٔ زمین ، جرم جعبه ، و نیروی انسان . از تلاش برای کم کردن جاذبهٔ زمین نمی توان انتظار موفقیتی داشت . کاهش جرم جعبه هم ظاهراً امکان پذیر نیست . یک فرد قوی تر ممکن است بتواند مشکل را حل کند . اما منطقی این است که نیاز به نیروی لازم را با وسایلی که تکمیل کنندهٔ نیروی انسانی است تأمین کنیم . این تحلیل به بررسی وسایلی برای چیرگی بر عامل نیرو می انجامد .

شناسایی عوامل استراتژیک مهم است ؛ زیرا به ما اجازه می دهد که تلاش خود را بر زمینه هایی که موفقیت در آنها دست یافتنی است متمرکز کنیم . این کار به نوآوری یا توانایی در کنار هم قرار دادن موارد معلوم در ترکیبهای جدید نیاز دارد و روشن است که ذاتاً کاری خلاقانه است . وسایل رسیدن به هدف مطلوب ممکن است از یک روش ، یک فرآیند فنی ، یا یک تغییر مکانیکی ، سازمانی ، یا مدیریتی تشکیل شوند . چیرگی بر عوامل استراتژیک محدودکنندهٔ موفقیت با کار بر روی عوامل مهندسی ، انسانی ، و اقتصادی به طور جداگانه یا توأم ، امکان پذیر خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تعیین راهها : تعیین راهها در مرحلهٔ بعد از شناسایی عوامل استراتژیک قرار دارد ، درست همان گونه که شناسایی عوامل استراتژیک لزوماً در مرحلهٔ بعد از تعیین هدف است . عوامل استراتژیک را می توان به روشهای گوناگونی تغییر داد . برای تعیین موفق ترین روش از دیدگاه اقتصادی ، باید همهٔ آنها را ارزیابی کرد . مهندسان ازطریق آموزش و تجربه برای تعیین راههای تغییر دادن محیط فیزیکی کاملاً مجهز می شوند . اگر راههای طراحی شده برای چیرگی بر عوامل استراتژیک در زمینهٔ مهندسی باشند ، آنها را **پیشنهادهای مهندسی**[1] گویند .

برای داشتن خلاقیت در یک زمینه دانستن واقعیتهای آن زمینه ضروری است . به عنوان مثال ، احتمال چاره اندیشی در کاهش مصرف انرژی یک موتور احتراقی توسط کسی که در علم احتراق در طراحی ماشین مهارت دارد بیشتر از کسی است که اطلاعات کمی در این زمینه دارد و یا بدون اطلاع از آن است . همچنین برای استفاده از فرصتهای سودآور مهندسی دانستن هزینه ها و خواسته های مردم ضروری است .

مهندسان این فرصت را دارند که با بررسی عوامل انسانی و اقتصادی در کار خود خلاق باشند . طراح یک دستگاه می تواند ابزارها یا دستگاههایی طراحی کند که به کمترین میزان نگهداری نیاز داشته و آسانترین مشکل بهره برداری و بیشترین ایمنی را دارا باشند . طراح یک بزرگراه می تواند دوام ، هزینه ، و ایمنی را در طرح خود مورد بررسی قرار دهد . مهندسان باید توجه داشته باشند که پروژه ها اعم از خصوصی یا عمومی بر مبنای عملیات مهندسی خوب طراحی و ساخته شده و مورد بهره برداری قرار گیرند . مردم به درستکاری و توانایی مهندسان اعتماد زیاد دارند . شاید هیچ چیز بیشتر از مسؤولیت پذیری که ورای وسایل و تواناییها قرار دارد ، نتواند بر اعتماد مردم نسبت به مهندسان و پیشهٔ مهندسی بیفزاید .

1- Proposal

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارزیابی پیشنهادهای مهندسی : معمولاً دستیابی به یک نتیجهٔ مطلوب با وسایل و روشهای مختلف مقدور است . همهٔ این وسایل و روشها از جنبهٔ فنی کاربرد مهندسی امکان پذیر هستند . اما مطلوبترین پیشنهاد از بین پیشنهادهای مختلف آن است که بتواند با کمترین هزینه انجام شود . ارزیابی پیشنهادهای مهندسی برحسب هزینهٔ مقایسه ای ، یک وجه مهم فرآیند مهندسی و از اجزاء ضروری در تأمین خواستها با بازدهی اقتصادی بیشینه است . با این که غالباً گزینه های مهندسی[1] موجود برای تعیین اقتصادی ترین آنها ارزیابی می شوند ، ارزیابیهای جستجوگرانه ای هم برای یافتن پیشنهادهای مهندسی[2] که بتوان آنها را برای دستیابی سودمندانه به یک هدف فرمولبندی کرد انجام می شود .

در ارزیابی ارزش و هزینهٔ پیشنهادهای مهندسی ممکن است عوامل بسیار زیادی را مورد بررسی قرار داد . هنگام نیاز به سرمایه گذاری باید ارزش زمانی پول را در نظر گرفت . در استفاده از دستگاهها و ماشین آلات ، استهلاك عامل مهمی به حساب می آید . بیشتر پیشنهادها به تلاش سازمان یافته ای نیاز دارند که در نتیجه بررسی هزینه های نیروی انسانی را مهم می سازد . مواد جزء مهمی از فرآیند هستند که دستیابی به آنها ممکن است نیازمند تحلیل بازار و مطالعهٔ سیاستهای دسترسی به آنها باشد . امکان سر و کار داشتن با ریسک در محیطهای فیزیکی و اقتصادی وجود دارد و باید آن را هم مورد ارزیابی قرار داد . یک پیشنهاد مهندسی پذیرفته شده موفقیت آمیز ، درآمد خالصی را به دست می دهد . بنابراین لازم است مالیات بر درآمد آن بررسی شود . این کتاب به آموزشهای ویژهٔ روشهای تحلیل هر یک از این عوامل ، و آموزش عمومی فرآیند مهندسی به عنوان یک کل ، می پردازد .

کمک به تصمیم گیری . مهندسی با عملیاتی که باید در آینده انجام شوند ، سر و کار دارد . بنابراین ، یک وجه مهم فرآیند مهندسی بهبود بخشیدن به قطعیت

1- Alternative 2- Proposal

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تصمیم با توجه به هدف تأمین خواستها از کاربرد مهندسی است . تصمیمات درست می توانند بسیاری از نارساییهای عملیاتی را جبران کنند . از طرف دیگر ، تصمیمات نادرست غالباً برای همهٔ فعالیتهای بعدی مزاحمت ایجاد می کنند . یک تصمیم نادرست هر اندازه هم که کارشناسانه انجام شود ، در بهترین حالت به نتایج نامؤثر و در بدترین حالت به فاجعه می انجامد .

برای تصمیم گیری باید از بین چند رهیافت یکی را انتخاب کرد . یک تصمیم درست انتخاب رهیافتی است که نتیجهٔ آن نسبت به نتایج حاصل از هر یک از گزینه های دیگر مطلوبتر باشد . لازمه تصمیم گیری ، امکان داشتن انتخاب است . یعنی ، باید گزینه هایی وجود داشته باشند تا انتخاب از بین آنها صورت گیرد . مهندسی که با استعداد خلاق عمل می کند با این اندیشه به پیش می رود که مطلوبترین جواب وجود دارد ، اگر بتوان آن را پیدا کرد .

مهندسان بیشتر و بیشتر در می یابند که شکست بسیاری از پیشنهادهای معقول بدین علّت است که کسانی که ممکن است از آنها سود ببرند ، اهمیت آنها را درك نمی کنند . استفاده کنندگان از یک کالا یا خدمت پیش از هر چیز به ارزش و هزینهٔ آن توجه دارند . برای کسی که درك مهندسی ندارد بسیار دشوار و حتی ناممکن است که از جنبه های فنی یک پیشنهاد برای سنجش مطلوبیت اقتصادی آن برداشت کافی داشته باشد . تردیدی که از این طریق به وجود می آید ممکن است به آسانی موجب سلب اطمینان از پیشنهاد و تصمیم گیری برای ادامهٔ بررسی آن شود .

تعیین و ارزیابی منطقی گزینه ها با عوامل ملموس از دیر زمان به عنوان جزء جدایی ناپذیری از فرآیند مهندسی شناخته شده است . موفقیت مهندسان در برخورد با این عوامل ، تا اندازه ای موجب درگیر شدن درصد زیادی از آنان به طور مستقیم یا غیرمستقیم در فعالیتهای تصمیم گیری شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱-۵ طرحی برای مطالعات اقتصاد مهندسی

فرآیند مهندسی که در بخش قبل توصیف شد با یک محیط خلاق مبتنی بر به کارگیری مطالعات اقتصاد مهندسی سر و کار دارد . این مطالعات اقتصادی می توانند به طور نامنظم و یا برمبنای یک طرح منطقی انجام شوند . این طرح مشتمل بر یک گام خلاقیت[1] ، یک گام تعریف[2] ، یک گام تبدیل[3] ، و یک گام تصمیم[4] است .

گام خلاقیت : مهندسان درگیر در تحقیق ، طراحی ، ساخت ، تولید ، بهره برداری ، یا مدیریت ، همه باید به استفاده کارآمد از منابع محدود توجه داشته باشند . هنگامی که فرصتهای موجود چشم انداز مطلوبی برای استفادهٔ بهینه از منابع ندارند، فرصتهای خوش آتیه تر موردجستجو قرار می گیرند . افراد آگاه این منطق را می پذیرند که فرصتهایی بهتر از آنهایی که برایشان معلوم است وجود دارند . این دیدگاه همراه با ابتکار، به فعالیتهای کاوشگرانه می انجامد که به یافتن فرصتهای بهتر کمک می کند . کشف، پژوهش، کنجکاوی وفعالیتهایی از این دست، فعالیتهای خلاق هستند . در چنین فعالیتهایی ، گامها به سوی مجهولات برای یافتن امکانات جدید برداشته می شوند تا بتوان آنها را برای تعیین برترشان نسبت به فرصتهای معلوم ارزیابی کرد .

فرصتها ایجاد نمی شوند ، کشف می شوند . کسی که پذیرفته باشد که راه بهتری وجود ندارد ، پیشگویی دل خوش کننده ای انجام داده است . وقتی باور بر این باشد که راه بهتری وجود ندارد ، جستجو برای راههای دیگر صورت نمی گیرد ، و هرگز راه بهتر کشف نخواهد شد . هر موقعیت ، گروهی از واقعیتها را در بردارد که برخی از آنها معلوم و برخی دیگر مجهول هستند . فرصتهای جدید برای سود بردن از واقعیتها در وضع موجودشان به دست می آیند .

پیدایش برخی ایده های موفق ، بستگی به کشف واقعیتهای جدید دارد .

1- Creative
2- Definition
3- Conversion
4- Decision

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

واقعیتهای جدید ممکن است از طریق جستجو یا برحسب اتفاق شناخته شوند . در جستجوی محض واقعیتها بدون توجه به مورد استفادهٔ خاص آنها جستجو می شوند ، با این امید که انبوه دانش گرد آمده سرانجام به گونه ای در رفاه نوع بشر سهیم خواهد شد . بی تردید بسیاری از پیشرفتهای بشر حاصل واقعیتهایی است که در تلاش برای ارضای کنجکاوی کشف شده اند .

واقعیتها و ترکیبهای جدیدی از واقعیتها ، هر دو را می توان هوشمندانه جستجو کرد . جنبهٔ خلاقانهٔ اقتصاد مهندسی عبارت است از یافتن واقعیتهای جدید و ترکیبهای جدیدی از واقعیتهایی که بتوان از میان آنها به فرصتهای فراهم سازی خدمات سودآور در کاربردهای مهندسی دست یافت .

علی رغم این که غالباً گفته می شود «الهام ۹۹ درصد ابرام است»[1] ، یا : «۹۹ درصد ابرام ، یک درصد الهام» ، برای خلاقیت رهنمودهای چندی وجود دارد . به نظر می رسد که جستجوی هوشمندانه و الهام ، هر دو در ایجاد خلاقیت سهیم باشند . ظاهراً بعضی مردم دارای استعدادهای ذاتی برای ارائه افکار و نظریات نو هستند .

گام خلاقیت در مطالعات اقتصاد مهندسی اهمیت شایانی دارد . از آن جا که فرآیندهای ذهنی مربوطه از منطق خاصی پیروی نمی کنند ، این گام باید با هوشیاری و کنجکاوی زیاد وتمایل به بررسی ایده های جدید والگوهای فکری غیرمعمول انجام شود .

گام تعریف . گام تعریف از تعریف گزینه هایی که از گام خلاقیت سرچشمه می گیرند ، یا آنهایی که از راههای دیگر برای مقایسه برگزیده شده اند ، تشکیل می شود . یک گزینهٔ کامل و جامع به ندرت در شکل نهایی خود پدیدار می شود . گزینه به صورت یک ایدهٔ مبهم ، اما جالب شروع می شود . سپس فرد یا گروه به تحلیل و ترکیب می پردازند ؛ و نتیجهٔ کار یک پیشنهاد معین خواهد بود . یک گزینه در شکل نهایی باید توصیف کاملی از اهداف و نیازمندیهای آن را برحسب برون دادها و

1- Inspiration is 99% of Perspiration

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

درون دادها ارائه کند .

عبارت گزینه ، هم مقاصد مختلف و هم روشهای مختلف را در بر می گیرد . همهٔ گزینه های پیشنهاد شده لزوماً دست یافتنی نیستند . برخی از آنها برای تحلیل پیشنهاد می شوند ، هر چند که احتمال امکان پذیر بودنشان اندك باشد . عقیده بر این است که بررسی تعداد زیادی گزینه های غیرسودده از نادیده گرفتن یک گزینهٔ سودده بهتر است . گزینه هایی که مورد بررسی قرار نمی گیرند هر قدر هم که در عمل مطلوب باشند ، نمی توانند پذیرفته شوند .

علاوه بر گزینه هایی که رسماً برای ارزیابی در نظر گرفته می شوند ، همواره گزینهٔ دیگری وجود دارد ، این گزینه تصمیم نگرفتن است[1] . تصمیم به نگرفتن تصمیم ممکن است ناشی از بررسی فعالانه یا عمل نکردن غیرفعالانه باشد ؛ عامل محرك ، این تفکر است که در آینده فرصتهایی سودآورتر از آنچه در حال حاضر وجود دارد ، فراهم خواهند شد .

در اولین مرحله از گام تعریف ، هدف مهندس باید توصیف هر گزینه بر مبنای واحدها و فعالیتهای فیزیکی اصلی و فرعی آن گزینه باشد . منظور از این مرحله آن است که مطمئن شویم همهٔ عوامل مربوط به هر گزینه ، و نه چیزهای دیگر ، در نظر گرفته می شوند .

در دومین مرحلهٔ گام تعریف ، ورودیها و خروجیهای مورد انتظار هر گزینه را تا آن جا که ممکن است با عبارتهای فیزیکی کمی ، و از آن پس با مقوله های کیفی تعیین و بیان می کنیم . مقوله های کیفی را گرچه نمی توان به صورت عددی بیان کرد ، ولی غالباً از اهمیت عمده ای برخوردارند . این مقوله ها را باید به دقت فهرست کرد که بتوان در ارزیابی نهایی آنها را مورد بررسی قرار داد .

---

۱ - می توان گزینهٔ نگرفتن تصمیم (making no decision) را گزینهٔ هیچکار ، یا انجام ندادن هیچکار نامید (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گام تبدیل . برای مقایسهٔ درست گزینه ها ، تبدیل آنها به یک مقیاس مشترك اهمیت دارد . معیار مشترکی که معمولاً برای مقایسهٔ اقتصادی انتخاب می شود ، ارزش بر حسب پول است .

در مرحله اوّل گام تبدیل باید ورودیها و خروجیهای مورد انتظاری که در گام تعریف تعیین شده اند ، را به دریافتها و پرداختها در تاریخهای مشخص شده ، تبدیل کرد . این مرحله اساساً از ارزش هر واحد از هر فقرهٔ درون داد یا برون داد و محاسبهٔ مقادیر کل آنها تشکیل می شود . سرانجام ، هر گزینه باید بر حسب جریانهای نقدی معینی که در تاریخهای مشخص در آینده رخ می دهند ، به علاوهٔ شماری از ملاحظات کیفی که تبدیل آنها به عبارات پولی ممکن نیست ، بیان شود . چنین مواردی را غالباً «غیرقابل تبدیل»[1] گویند .

در دومین مرحله از گام تبدیل باید با توجه به ارزش زمانی پول ، جریانهای نقدی آیندهٔ برآورد نشدهٔ همهٔ گزینه ها را به یک مبنای مقایسه تبدیل کنیم . برای این کار از روشهایی که در فصلهای آینده ارائه خواهند شد استفاده می شود . انتخاب یک روش خاص ، با توجه به شرایط ، و مناسبتها به تشخیص فردی بستگی دارد . بررسی خطا در برآورد درون دادها و برون دادهای آینده را می توان بخشی از گام تبدیل در نظر گرفت و نباید از آن چشم پوشی کرد .

در آخرین مرحله از گام تبدیل باید گزارشی از جنبه های ضروری مطالعهٔ اقتصادی ، همراه با فهرستی از مقوله های غیرقابل تبدیل به گونه ای تهیه بشود ، که مسؤولان تصمیم گیری بتوانند به بررسی آن بپردازند . مسؤولیت پذیرش یا رد یک پیشنهاد مهندسی در بسیاری از موارد برعهدهٔ کسانی است که در ارتباط با مراحل فنی پیشنهاد نیستند . گذشته از این ، احتمال دارد که اشخاص که کنترل پذیرش را عهده دار هستند ، موضوعات فنی را درك نکنند .

1- Irreducible

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک پیشنهاد باید با عباراتی توضیح داده شود که اهمیتش برای کسانی که پذیرش آن را کنترل می کنند به بهترین وجه تفسیر شود . باید هدف بر این باشد که این افراد را به گردشی در آینده برد که بتوانند آنچه را که در صورت پذیرش یا رد پیشنهاد اتفاق خواهد افتاد ، لمس کنند . برای مثال ، فرض کنید می خواهیم پیشنهادی برای یک سیستم کنترل آلودگی محیط ارائه دهیم . چون افراد تصمیم گیرنده در پذیرش این پیشنهاد به ندرت وقت و تخصّص پرداختن به جزئیات و بررسی همهٔ جنبه های فنی را دارند ، لازم است اهمیت این جزئیات بر مبنای نتایج اقتصادی روشن گردد . برای تصمیم گیرندگان ، مواردی مانند مخارج لازم فعلی ، دورهٔ برگشت سرمایه ، انعطاف پذیری سیستم در برابر تغییرات حجم تولید ، تأثیر بر کیفیت فاضل آب ، و مشکلات تأمین اعتبار ، مورد توجه هستند . هزینه و دیگر اطلاعات باید به گونه ای تفکیک و ارائه شوند که بتوانند توجه را به جنبه های مؤثر در پیشنهاد متمرکز سازند . نمودارها ، شکلها ، تصاویر و حتی مدلها باید در جایی که می توانند سهمی در درك پیشنهاد داشته باشند مورد استفاده قرار گیرند .

گام تصمیم : در پایان گام تبدیل برون دادها و درون دادهای کمی و کیفی هر گزینه ، مبانی مقایسه و تصمیم گیری را تشکیل می دهند . با کم کردن درون دادهای کمی از برون دادهای کمّی ، می توان سود کمّی ، یا نسبت سود کمّی به ورودی کمّی را پیدا کرد . آن گاه هر یک از این معیارها توسط ملاحظات کیفی تعیین شده ، تکمیل می شوند .

تصمیم گیری بین گزینه ها باید **بر اساس تفاوتهای آنها** انجام شود . بنابراین همهٔ عوامل یکسان را می توان از مقایسهٔ هر دو یا چند گزینه در هر گام از یک مطالعهٔ اقتصادی حذف کرد . در این فرآیند باید بسیار دقت کرد که عواملی که به عنوان عوامل یکسان از بررسی حذف می شوند ، واقعاً از اهمیّت یکسانی برخوردار باشند . اگر یکسان بودن عواملی که برای حذف شدن در نظر

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گرفته می شوند کاملاً روشن نباشد ، بهتر است که آنها را تا پایان اولین مرحلهٔ تصمیم گیری نگه داشت . این کار ممکن است به محاسبات و کار بیشتری بینجامد ، اما قدری افزایش پیچیدگی و صرف وقت معمولاً در مقایسه با ارزش حاصل از آن بی اهمیت است .

هنگامی که با وجود جستجوی زیاد ، اطلاعات کافی برای توجیه یک گزینه به دست نمی آید ، باید تصمیم گیری را با دقتی که واقعیتهای موجود اجازه می دهند انجام داد . در چنین شرایطی معمولاً تمایل بر این است که از داده های موجود استفادهٔ منطقی کمتری شود . یعنی تصور می شود که چون برخی از عناصر گزینه به طور تقریبی برآورد می شوند ، این تقریب ، کل گزینه را در بر خواهد گرفت . اما معمولاً می توان یک گزینه را به چند قسمت تقسیم کرد ، و غالباً داده های موجود برای ارزیابی کامل یا نزدیک به کامل تعدادی از این قسمتها کافی نخواهد بود . جداسازی قسمتهای معلوم و نامعلوم ، خود دانش دیگری است . به علاوه هنگام تقسیم بندی معمولاً مشاهده می شود که قسمتهای نامعلوم با قسمتهایی که قبلاً با آنها روبرو شده ایم شبیه هستند و در نتیجه به معلوم تبدیل خواهند شد .

پس از آن که یک گزینه به دقت مورد تحلیل قرار گرفت و نتایج محتمل آن با دقت ممکن ارزیابی شد ، باید تصمیم گرفت . حتی هنگامی که بتوان همهٔ داده های قابل دسترسی برای یک گزینه را بررسی کرد ، امکان باقی ماندن برخی از موارد عدم یقین وجود دارد . در صورت الزام به تصمیم گیری در چنین حالتی باید این موارد را به مرحلهٔ بررسی داده های غیرکمّی ، یا به عبارت دیگر به ارزیابی موارد «غیرقابل تبدیل»* واگذار کرد . بعضیها این نوع ارزیابی که با بررسی موارد غیرقابل تبدیل سر و کار دارد را درك مستقیم[1] و بعضی دیگر آن را حدس[2] یا قضاوت[3] می نامند .

---

* موارد غیر کمی یا غیرقابل تبدیل را موارد کیفی یا نامعلوس هم می نامند .

1- Intuition
2- Hunch
3- Judgment

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پس از تکمیل اطلاعات در بارهٔ همهٔ حقایق مربوطه و روابط بین آنها ، استدلال می تواند قضاوت را تکمیل و پیشگوییها را تبدیل به یقین کند . قضاوت ماهیتاً کیفی است . استدلال ، هم کیفی و هم کمی است . قضاوت در بهترین حال ، یک بررسی غیررسمی و وزن دهی واقعیتها است ، و در بدترین حال تنها یک خوش خیالی است . ظاهراً قضاوت یک فرآیند غیررسمی برای بررسی اطلاعات ، تجارب گذشته ، و احساس در رابطه با یک مسأله است . بدون توجه به کاستیهایی که ممکن است در دانستن حقایق یک وضعیت وجود داشته باشند ، همواره می توان با قضاوت به نتایجی در آن باره دست یافت .

این نوع تفکر ، یا شاید بهتر است بگوییم ، این نوع احساس (یا هر چیز دیگری که آن را بنامیم) باید همواره مرحلهٔ نهایی یک تصمیم گیری در بارهٔ آینده باشد . اگر قرار باشد کاری انجام شود ، راه دیگری وجود ندارد . به نظر می رسد درغیاب برخی از حقایق و اطلاعات مربوط به یک موضوع تفاوتهای آشکاری در تواناییهای مردم برای رسیدن به نتایج معقول وجود دارد . شاید برای رسیدن به توانایی قضاوت معقول توجه بسیاری زیادتری لازم باشد ، زیرا آنهایی که چنین توانایی را دارا می باشند ، از آن بهرهٔ بسیار می برند . اما ابتکار ، حدس ، یا قضاوت ، هر اندازه که مؤثر باشند ، تنها می توانند در مواردی که حقایق و اطلاعات بنیانی یک تصمیم در دست نیستند ، مورد استفاده قرار گیرند .

یک هدف مهم مطالعات اقتصاد مهندسی ، جمع آوری و تحلیل حقایق برای استفادهٔ هرچه بیشتر از استدلال ، در رسیدن به یک تصمیم است . در این صورت قضاوت را می توان برای موارد عدم دسترسی به حقایق و اطلاعات نگه داشت . این ایده در این جمله نهفته است : «تا آن جا که می توانید حساب کنید ، آن گاه قضاوت را به آن بیفزایید»[1] .

1- Figure as far as you can, then add judgment

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱-۶ اقتصاد مهندسی و مهندس

اقتصاد ، یعنی رسیدن به یک هدف ، با کمترین هزینه از نظر استفاده از منابع ، همواره با مهندسی مربوط بوده است . در بیشتر دوران تاریخ عامل محدودکننده عمدتاً فیزیکی بوده است . بنابراین عدم تحقق پیدایش چرخ به عنوان یک اختراع بزرگ ، به خاطر مفیدنبودن یا پر هزینه بودن آن نبوده است ، بلکه به این دلیل که فکر بشر قبل از آن نمی توانست آن را طراحی کند ، بوده است . اما با توسعهٔ علم ، چیزهایی از نظر فیزیکی امکان پذیر شده اند که مردم توجه کمتری به آنها دارند و یا اصلاً مورد توجه مردم نیستند . بنابراین ، یک نوع سیستم مخابراتی جدیدممکن است از دیدگاه فیزیکی کاملاً امکان پذیر باشد اما به لحاظ هزینهٔ اولیه یا هزینهٔ بهره برداری کاربرد محدودی داشته باشد .

مهندسی غالباً با عدم قطعیت جنبهٔ اقتصادی مهندسی روبروست . لیکن باید دانست که ملاحظات اقتصادی ، بسیاری از ظرافتها و پیچیدگیهای شخصیتی مردم را دربردارند . اقتصاد با رفتار فردی و اجتماعی مردم، بویژه رفتارهای مرتبط با ارضای خواستهایشان سر و کار دارد .

خواستهای مردم بیشتر با محرکهای احساسی و هیجانی برانگیخته می شوند و کمتر از یک فرآیند مستدل منطقی پیروی می کنند . بخشی از خواسته های بشر را می توان با کالاها و خدمات فیزیکی مانند غذا ، پوشاك ، سرپناه ، حمل و نقل ، مخابرات ، تفریح ، مراقبتهای دارویی ، فرصتهای تحصیلی ، و خدمات شخصی تأمین کرد ؛ اما مردم به ندرت تنها با موارد فیزیکی ارضا می شوند . مردم غذا را می خواهند که با خوردن آن نیازهای احساسی خود را هم ، مانند نیاز به انرژی تأمین کنند . در نتیجه می بینیم که مردم به طعم و بوی غذا ، حالت آن ، ظروف چینی و نقره برای صرف آن ، شخص یا اشخاصی که آن را سر میز می آورند ، افرادی که در میهمانی با آنها غذا می خورند ، و فضای اتاقی که غذا در آن صرف می شود توجه دارند ، به همین ترتیب در رابطه با پوشاك و مسکن هم خواستهای بسیاری افزون بر آنچه که تنها برای تأمین نیازهای فیزیکی لازم است مورد توجه قرار می گیرند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کسانی که سهمی در تأمین خواستهای بشر دارند باید رفتار غیرقابل پیش بینی مردم را به عنوان یک عامل مورد بحث قرار دهند ، هر چند که توضیح قانع کننده ای برای این کار نداشته باشند . برای آموزش چگونگی پیش بینی واکنشهای مردم ، بسته به دیدگاه هرکس ، کما بیش پیشرفتهایی صورت گرفته است . بسیاری بر این باورند که واکنشهای بشر روزی آن قدر قابل درك خواهند شد که بتوان آنها را پیش بینی کرد . گرچه از آغاز تاریخ ، این مطلب هدف همهٔ متفکران جهان بوده است ، به نظر می رسد که پیشرفت در روانشناسی درمقایسه با پیشرفت سریع در علوم فیزیکی بسیار کم بوده است . علی رغم این واقعیت که واکنشهای بشر نه قابل پیش بینی و نه قابل توضیح هستند ، کسانی که با تأمین خواستهای بشر سر و کار دارند باید آنها را مورد توجه قرار دهند .

از آن جاکه عوامل اقتصادی دربیشترفعالیتهای مهندسی ازمواردستراتژیک به شمار می روند ، کارمهندسی ممکن است یا انفعالی[1] باشدو یا خلاقانه[2] . اگر طرز برخورد مهندس این باشد که بایدخودرا به جنبه های فیزیکی محدود کند ، ممکن است ابتکار برای کاربردمهندسی رابه کسانی که عوامل اقتصادی واجتماعی را درنظرمی گیرند ، واگذارکند .

مهندسی که به شیوهٔ **انفعالی** عمل می کند ، در واقع بر مبنای ابتکار دیگران کار کرده و محصول نهایی کار وی متأثر از دیگران خواهد بود . گرچه این وضع ، وی را نسبتاً از انتقاد مبرّا می سازد ، این رهایی به قیمت هویت و حیثیت حرفه ای او تمام خواهد شد . از بسیاری جنبه ها ، وی بیشتر یک تکنیسین است تا یک مهندس حرفه ای . بنابراین ، یک مهندس انفعالی ، یک مانع برای توسعهٔ حرفهٔ مهندسی است .

از طرف دیگر ، یک مهندس **خلاق** ، نه تنها در جستجوی راهی برای غلبه برمحدودیتهای فیزیکی است ، بلکه آغازگر ، پیشنهاددهنده ، وپذیرندهٔ مسؤولیت در موفقیت پروژه های مرتبط باعوامل انسانی و اقتصادی نیز خواهد بود . پذیرش مسؤولیت معتبربودن پینشهادها از هردوجنبهٔ فنی واقتصادی توسط مهندسان ، وتفسیر این پیشنهادها بر حسب ارزش و هزینه ، می تواند به اعتبار مهندسی به عنوان یک حرفه بیفزاید .

1- Responsive 2- Creative

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پرسشها

۱- نقش مهندسی و علم را مقایسه کنید .

۲- تفاوت عمده بین یک قانون فیزیکی و یک قانون اقتصادی در چیست ؟

۳- مثالی از یک محصول بیاورید که به لحاظ فنی امکان‌پذیر بوده ، اما از امتیاز اقتصادی اندکی برخوردار باشد .

۴- چرا مهندس باید با هر دو جنبهٔ فیزیکی و اقتصادی محیط مرتبط باشد ؟

۵- توضیح دهید چگونه ممکن است بازدهی فیزیکی زیر ۱۰۰ درصد را به بازدهی اقتصادی بالای ۱۰۰ درصد تبدیل کرد .

۶- چرا باید بازدهی اقتصادی بر بازدهی فیزیکی ارجح باشد ؟

۷- توضیح دهید چرا اهمیت نسبی جنبهٔ فیزیکی کاربرد مهندسی در مقایسه با جنبه اقتصادی آن ، رو به کاهش است .

۸- جستجوی اهداف جدید برای کاربرد مهندسی با چه مواردی سر و کار دارد ؟

۹- یک عامل محدودکننده چیست ؟ یک عامل استراتژیک کدام است ؟

۱۰- دلایلی بیاورید که چرا مهندسان به خوبی آمادگی تعیین راههای لازم برای دستیابی به یک هدف را دارند ؟

۱۱- مهندسی چگونه می تواند در فرآیند تصمیم گیری کمک کند ؟

۱۲- منافع بالقوهٔ طرح برای مطالعات اقتصاد مهندسی را توضیح دهید .

۱۳- طرح مطالعات اقتصاد مهندسی را به یک مسألهٔ مهندسی با انتخاب خودتان اعمال کنید .

۱۴- چگونه گام خلاقیت با تأمین خواستهای بشر در رابطه است ؟

۱۵- فهرستی از روشهای کشف راههای به کارگیری سودآورتر منابع را تهیه کنید .

۱۶- چرا بررسی همهٔ گزینه های ممکن ، امکان‌پذیر نیست ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۷- ماهیت قضاوت را بیان کنید و توضیح دهید چرا در موارد بیشتری در مقایسه با استدلال کاربرد دارد .

۱۸- توضیح دهید چرا تصمیم باید بر مبنای تفاوتهای بین گزینه هایی که در آینده رخ می دهند باشد ؟

۱۹- چرا تصمیمهای مربوط به آینده به جای واقعیتها ، بر مبنای برآوردها گرفته می شوند ؟

۲۰- چرا در یک تصمیم گیری مربوط به نتیجه ای در آینده ، همواره قضاوت ضروری است ؟

۲۱- چرا باید تفسیر اقتصادی پیشنهادها توسط مهندسان انجام شود ؟

۲۲- مهندسی انفعالی را با مهندس خلاق مقایسه کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل دوم

برخی از مفاهیم اقتصاد و هزینه

مفاهیم افکار متبلوری هستند که از آزمایش زمانه پیروز در آمده اند . آنها معمولاً طبیعتی کیفی دارند و لزوماً کاربردشان جهانی نیست . مفاهیم اقتصاد و هزینه ، اگر دقیقاً با واقعیت مرتبط باشند ، می توانند در پیشنهاد روش برخورد با مسائل اقتصاد مهندسی مفید واقع شوند . در این فصل همهٔ مفاهیم ارائه شده اند . در سرتاسر کتاب مفاهیم دیگری هم یافت خواهند شد . توانایی رسیدن به تصمیمات درست به درك معقول مفاهیم و مهارت در اعمال جنبه های کمی مسأله دارد . در این فصل برخی از مفاهیم اساسی و مفید در مطالعات اقتصاد مهندسی مورد توجه قرار خواهند گرفت .

۲-۱ مفاهیم ارزش[1] و مطلوبیت[2]

عبارت ارزش[1] معانی متعددی دارد . در اقتصاد ، این عبارت ، دسترسی یک شخص به یک کالا یا یک خدمت را مشخص کند . بنابراین ، ارزش یک کالا ویژگی ذاتی آن کالا نیست ، بلکه به اهمیتی که شخص به آن می دهد بستگی دارد . در مطالعات اقتصادی نباید ارزش یک مورد را با هزینه یا قیمت آن اشتباه کرد . ممکن است بین

1- Value 2- Utility

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارزشی که یک شخص به یک مورد نسبت می دهد و هزینهٔ تهیهٔ آن ، یا قیمتی که برای آن درخواست می شود رابطهٔ ضعیفی وجود داشته یا اصلاً رابطه ای وجود نداشته باشد .

معنای عمومی اقتصادی واژهٔ مطلوبیت توانایی ارضای خواستهای بشر است . مطلوبیت یک چیز برای هر فرد توسط خود آن فرد تعیین می شود . بنابراین ، مطلوبیت یک کالا ، مانند ارزش آن ، ذاتی خود آن کالا نیست ، بلکه به اهمیتی که شخص به آن می دهد بستگی دارد . مطلوبیت و ارزش از جهتی که در این جا مورد استفاده قرار می گیرند رابطهٔ نزدیکی با هم دارند . مطلوبیتی که یک مورد برای یک شخص دارد عبارت است از رضایتی که وی از آن کسب می کند . ارزش ، ارزیابی مطلوبیت برحسب نوعی وسیلهٔ مبادله است .

در شرایط معمولی کالاها و خدمات بسیار متعددی برای هر فرد وجود دارد . مطلوبیتی که این موارد موجود می توانند در مغز استفاده کننده داشته باشند ، ممکن است از تنفر ، تا بی تفاوتی ، یا تمایل شدید گسترده باشد . ارزیابی مطلوبیت موارد مختلف ، معمولاً ثابت نیست ، و ممکن است با گذشت زمان تغییر کند . همچنین هر شخص کالاها یا خدماتی برای ارائه کردن دارد . اینها برای آن شخص مطلوبیتی دارند که خود وی به آنها نسبت می دهد . همین کالاها و خدمات ممکن است برای دیگران هم مطلوب باشند ، و آنها مطلوبیتهای بسیار متفاوتی به این کالاها و خدمات نسبت دهند .

اگر ماوراء طبیعت را از بحث خارج کنیم ، هر چیزی که دارای مطلوبیت باشد ، نمودی فیزیکی دارد . این بیان در بارهٔ اشیاء فیزیکی که دارای مطلوبیت هستند ، مانند یک اتوموبیل ، یک تراکتور ، یک خانه ، یا یک شام استیک به آسانی قابل پذیرش است . اما همین بیان دربارهٔ اشیاء ناملموس تر هم به همان اندازه درست می باشد . موسیقی که برای مردم لذت بخش است ، برای آنها به صورت امواج هوا که به گوششان می خورد نمود پیدا می کند ، حتی دوستی هم تنها از طریق حواس پنجگانه درك می شود و بنابراین ، باید دارای جنبه های فیزیکی خاص خود باشد . در نتیجه مطلوبیتها بایستی با

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تغییر محیط فیزیکی ایجاد شوند .

برای مثال ، مطلوبیت استیک خام برای مصرف کننده ، می تواند با تغییر شرایط فیزیکی از طریق اعمال حرارت مناسب افزایش یابد . در زمینهٔ مطلوبیتهای تولیدکننده ، ماشینکاری یک میلهٔ فولادی برای تولید محور یک غلتک نورد ، مثالی از ایجاد مطلوبیت از طریق دستکاری ماهرانه در محیط فیزیکی است . هدف بیشتر تلاشهای مهندسی این است که چگونه می توان عوامل فیزیکی را برای ایجاد بیشترین مطلوبیت با کمترین هزینهٔ ممکن تغییر داد .

۲-۲ کالاهای مصرفی و تولیدی

اقتصاددانان کالاها را به دو دسته ، کالاهای مصرفی و کالاهای تولیدی تقسیم می کنند . کالاهای مصرفی[1] ، محصولات و خدماتی هستند که مستقیماً خواستهای بشر را برآورده می سازد . مثالهایی از کالاهای مصرفی عبارتند از تلویزیون ، خانه ، کفش ، کتاب ، ارکستر ، و خدمات بهداشتی . کالاهای تولیدی[2] هم خواستهای بشر را تأمین می کنند ، اما این کار را به طور غیرمستقیم به عنوان جزئی از فرآیند تولید یا ساخت انجام می دهند . به طورکلی ، سرانجام همهٔ فعالیتهای مهندسی عرضهٔ کالاها و خدماتی است که ممکن است مردم برای تأمین مطلوبیتها و نیازهایشان مصرف کنند .

کالاهای تولیدی سرانجام به عنوان وسیله ای برای یک هدف ، یعنی تولید کالاها و خدمات برای مصرف مردم به کار می روند . ماشینهای تراش ، بلدوزر ، کشتی ، و واگنهای قطار ، مثالهایی از این جمله می باشند . کالاهای تولیدی ، یک گام واسطه ای در تلاشهای مردم برای تأمین خواستهایشان هستند . این کالاها به خودی خود مطلوب نمی باشند ، بلکه مطلوبیت آنها به خاطر نقش سازندگیشان درتولید کالاهای مصرفی است .

پس از آن که نوع و مقدار کالاهای مصرفی مورد نیاز تعیین شد ، انواع و مقادیر

1- Consumer Goods 2- Producer Goods

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تجهیزات و کالاهای تولیدی لازم برای تولید آنها را می توان تعیین کرد . برای نمونه ، انرژی ، خاکستر ، و دیگر محتویات موجود در ذغال سنگ را می توان با دقت زیاد تعیین نموده و از آنها به عنوان مبنای ارزیابی مطلوبیت ذغال سنگ استفاده کرد . اما تا چه حد می توان مطلوبیت تولیدکننده را از طریق فرآیندهای منطقی مورد مطالعه قرار داد ؟ این حد تنها از طریق میزان دانش در مورد حقایق موجود در عالم و توانایی استدلال در مورد آنها محدود می شود .

مطلوبیت کالاهای مصرفی . مردم دو نوع مطلوبیت را در نظر می گیرند . یک نوع مطلوبیت ، کالاها و خدماتی است که مردم به خاطر خشنودیی که از آنها کسب می کنند ، تمایل به مصرفشان دارند . پس این باور معقول به نظر می رسد که مطلوبیتی که شخص به کالاها و خدمات مصرفی نسبت می دهد ، تا اندازهٔ زیادی ناشی از یک فرآیند فکری ذهنی غیرمنطقی است[1] . این مطلب را می توان از این واقعیت استنباط کرد که فروشندگان کالاهای مصرفی ظاهراً جاذبه های احساسی را مؤثرتر از اطلاعات واقعی می یابند . قبلاً آگهیهای تبلیغاتی اتوموبیل ، اطلاعات واقعی مربوط به طراحی و اجرا را در بر داشتند ، اما رویهٔ امروز آنها تأکید بر جنبه های ذهنی مانند راحتی ، زیبایی ، و تشخص است .

برخی از خواستهای بشر بسیار قابل پیش بینی تر از سایر آنها هستند . تقاضا برای غذا ، پوشاك ، و سرپناه ، که برای حیات فیزیکی صرف مورد نیاز می باشند ، پایدارتر و قابل پیش بینی تر از تقاضا برای مواردی هستند که نیازهای احساسی بشر را تأمین می کنند .

مقدار غذای مورد نیاز برای ادامهٔ حیات ، بر حسب کالری انرژی تا اندازهٔ معقولی قابل تعیین است . همچنین پوشاك و مسکن مورد نیاز را می توان با استفاده از داده های اقلیمی با دقت مناسبی تعیین کرد . اما وقتی که انسانها از حیات فیزیکی خود مطمئن شدند ، به جای این که تنها یک ارگانیسم فیزیکی باشند ، یک انسان می شوند و برای ارضای تمایلات شخصیّتی خود تلاش می کنند .

1- Subjective

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تحلیل آگهیهای تجاری و تجربیات فروشندگان کالاهای مصرفی نشان می دهد که آنها تکیه بر احساسات را بر استدلال ترجیح می دهند ، و واقعیت هم همین است . اگر لذت از کالای مصرفی صرفاً از چگونگی احساس مردم در بارهٔ آنها ناشی می شود و نه از استدلال ، معرفی کالاها برای فروش بر مبنای مطلوبتی که مشتریها به آنها نسبت می دهند ، منطقی به نظر می رسد .

مطلوبیت کالاهای تولیدی . نوع دوم مطلوبیتی که یک کالا یا خدمت ممکن است برای یک شخص داشته باشد ، وسیله بودن آن برای یک هدف نهایی است . کالاهای تولیدی مستقیماً برای ارضای خواستها مصرف نمی شوند ، بلکه به عنوان وسایلی برای تولید کالاهای مصرفی ، و معمولاً برای آسان سازی تغییر در محیط فیزیکی مورد مصرف قرار می گیرند. گرچه مطلوبیت کالاهای مصرفی اصولاً به طور ذهنی تعیین می شود ، مطلوبیت کالاهای تولیدی به عنوان وسیله برای یک هدف مشخص ، تا حد زیادی به طور واقعی مورد بررسی قرار می گیرد . در این رابطه ارضای تمایل بشر به صداهای موزون مانند کنسرت موسیقی ضبط شده را در نظر بگیرید . فرض کنید که تقاضا برای یک کنسرت ضبط شدهٔ مشخص را بتوان با ۱۰۰۰۰۰ بار فشردن دیسک استریو تأمین کرد . آن گاه تشکیلات هنرمندان ، تکنیسینها و تجهیزات لازم برای تولید دیسکها عمدتاً مشخصه ای منطقی دارند . مقدار پلاستیکی که باید ترکیب شود و بر روی آن فرآیندهای لازم برای تهیهٔ یک دیسک صورت گیرد را می توان با دقت بالایی محاسبه کرد . اگر یک بنگاه برای مدتی کار ضبط را انجام داده باشد ، کارهای مختلفی را که باید انجام دهد و زمان لازم برای انجام آنها را خواهد دانست . از این داده ها ، نوع و مقدار خدمات تولیدی ، مقدار و نوع نیروی انسانی ، و تعداد و انواع مختلف دستگاهها با دقت خوبی قابل تعیین هستند . در حالی که تعیین انواع و مقادیر کالاهای مصرفی مورد نیاز در هر زمان ، بیشتر به ملاحظات ذهنی و باطنی بشر بستگی دارند ، در مقایسه ، مسائل مربوط به تولید آنها کاملاً واقعی و منطقی هستند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳-۲ جنبه های اقتصادی تبادل[1]

اقتصاد تبادل ، هنگامی رخ می دهد که مطلوبیتها توسط دو یا چند نفر مبادله شوند . در این رابطه ، یک مطلوبیت به معنای هر چیزی است که یک شخص ممکن است در یک تبادل دریافت کند و دارای هر ارزشی باشد ـ مثلاً یک دستگاه گردتراش ، یک دوجین مداد ، یک وعده غذا ، موسیقی ، یا یک حرکت دوستانه .

منفعت متقابل در دادوستد . یک خریدار هنگامی کالایی را می خرد که پول آن موجود بوده و معتقد باشد کالایی را که می خرد دارای مطلوبتی برابر یا بیشتر از مبلغ لازم برای خرید آن است . برعکس ، یک فروشنده وقتی کالایی را می فروشد که معتقد است مقدار پولی که به ازای آن کالا دریافت می کند دارای مطلوبتی بیشتر از آن کالا است . بنابراین ، هیچ داوستدی انجام نخواهد شد ، مگر این که در زمان مبادله ، هر دو طرف معتقد باشند که این کار به نفعشان است . دادوستدها هنگامی انجام می شوند که طرفین فکر کنند منفعت متقابل آنها در انجام آن است . این کار شدنی است ؛ زیرا کالاهای مورد تبادل برای طرفین مبادله ارزش یکسانی ندارند .

اقتصاد تبادل بدین علت شدنی است که مطلوبیت کالاهای مصرفی ، تقریباً به طور کلی توسط مصرف کنندگان ، و با بررسیهای ذهنی آنها ارزیابی می شود . بنابراین یک دادوستد مطلوبیتهای مصرفی ، منفعت هر دو طرف را در بر خواهد داشت . دلیل این که مردم مطلوبیتهای مصرفی را به طریق ذهنی و به گونه ای ارزیابی می کنند که امکان سود بردن هردوطرف دادوستد وجود داشته باشد ، در این است که آنها به خاطر وضعیت گذشته و فعلیشان ، نیازهای متفاوتی دارند .

فرض کنید در یک دادوستد مطلوبیتهای تولیدی ، هر طرف کالاهای مورد تبادل را در رابطه با وضعیت خود به درستی ارزیابی کند . چگونه امکان منفعت بردن هر دو طرف وجود خواهد داشت ؟ پاسخ این است که طرفین داودستد در محیطهای

1- Exchange

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اقتصادی متفاوتی قرار دارند . برای مثال ، یک بازرگان دستگاههای چمن زنی را از یک تولیدکننده می خرد . در یک حجم مشخص فعالیت ، تولیدکننده می تواند چمن زن را با یک هزینهٔ کلی ۹۰ دلار برای هر واحد ، تولید و توزیع کند ؛ و بازرگان هر چمن زنی را به قیمت ۱۱۰ دلار می خرد . آن گاه بازرگان با ۴۰ دلار هزینه ای که برای فروش هر واحد صرف می کند ، تعدادی از چمن زنها را به قیمت هرکدام ۱۹۵ دلار به خانه دارها می فروشد . در این معامله هر دو طرف سود می برند . سود بردن تولیدکننده به این دلیل است که محیط وی طوری است که می تواند هر دستگاه چمن زنی را که با هزینهٔ ۹۰ دلار تولید کرده است به قیمت ۱۱۰ دلار به بازرگان بفروشد ، و نمی تواند آن را در جای دیگری با قیمت بالاتر به فروش برساند . دلیل سود بردن بازرگان این است که محیط او به گونه ای است که می تواند هر دستگاه چمن زنی را با صرف ۴۰ دلار برای فروش آن ، به قیمت ۱۹۵ دلار به فروش برساند . وی همین چمن زنی را از تولیدکنندهٔ موردنظر به ۱۱۰ دلار می خرد و نمی تواند آن را از جای دیگری با هزینهٔ کمتر تهیه کند .

چرا تولیدکننده وارد میدان بازرگانی نمی شود تا سود خود را افزایش دهد ، یا چرا بازرگان وارد میدان تولید نمی شود ؟ پاسخ این است که نه تولیدکننده و نه بازرگان نمی توانند چنین کنند مگر این که هر یک از آنها محیط خود را تغییر دهند . برای مثال بازرگان تجهیزات فیزیکی کارخانه و تشکیلات مهندسان و کارگران شایسته برای تولید چمن زنها را در اختیار ندارد . همچنین ممکن است وی نتواند اعتبار لازم برای درگیر شدن در کار تولید را به دست آورد ؛ هر چند که امکان دستیابی او به مقدار اعتبار بیشتری برای فعالیتهای بازرگانی به آسانی فراهم باشد . بنابراین کاملاً محتمل است که وی نتواند محیط خود را به گونه ای تغییر دهد که قادر به ساخت دستگاه چمن زنی با هزینه ای کمتر از ۱۱۰ دلار باشد . به همین ترتیب می توان در مورد تولیدکننده استدلال کرد . دادوستد اساساً از فعالیت فیزیکی برای انتقال کنترل کالاها (یا خدمات) از شخصی به شخص دیگر تشکیل می شود . بنابراین ، حتی در دادوستد هم مطلوبیت ، با

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تغییر محیط فیزیکی ایجاد می شود .

در یک معامله هر طرف باید چیزی را بدهد که مطلوبیت کمتری برای خودش ، اما مطلوبیت بیشتری برای دریافت کننده داشته باشد . به این ترتیب هر دادوستد می تواند به بیشترین سود برای هر یک از طرفین بینجامد . تقریباً هر کس ، یکی از طرفهای چنین مبادلهٔ مطلوبی بوده است . هنگامی که یک اتوموبیل دربرف فرومی رود ، ممکن است تنها یک هُل ناچیز برای در آوردن آن لازم باشد . این تلاش اندك احتمالاً برای کسی که آن را انجام می دهد دارای مطلوبیت بسیار کمی است ، آن قدر کم که وی انتظاری بیش از یک سر تکان دادن دوستانه برای جبران آن ندارد . از طرف دیگر همین کارممکن است برای کسی که اتوموبیلش از برف خارج می شود مطلوبیت زیادی داشته باشد ، آن قدر زیاد که یک پاداش چشمگیر را پیشنهاد کند . هدف بیشتر تلاشهای فروش ودیگرتحقیقات ، یافتن محصولاتی است که نه تنها دارای مطلوبیت زیادی برای خریدار باشند ، بلکه بتوان آن را با هزینهٔ کمی تهیه کرد ، یعنی مطلوبیت آنها برای فروشنده کم باشد . تفاوت بین مطلوبیتی که یک کالا یا خدمت مشخص برای خریدار ، با مطلوبیتی که برای فروشنده دارد ، ارائه کنندهٔ سود یا منفعت خالصی است که برای تقسیم بین خریدار و فروشنده وجود دارد ، و می توان آن را **محدودهٔ منفعت متقابل**[1] در مبادله نامید .

عوامل تولیدکنندهٔ قیمت در داخل محدودهٔ منفعت متقابلی که مبادله در آن انجام می شود ، بی نهایت متنوعند . این عوامل ممکن است ذهنی یا منطقی باشند . از شخصی که در جستجو برای فروش است انتظار می رود دو ارزیابی انجام دهد . حداقل مبلغی که وی خواهد پذیرفت ، و حداکثر مبلغی که می توان یک خریدار را ترغیب به پرداخت کرد . مقدار دوم را می توان تنها بر مبنای حدس یا برمبنای یک تحلیل دقیق از وضعیت ذهنی و منطقی خریدار برآورد کرد . در دادوستد معمولاً مبهم نگه داشتن وضع خود مفید خواهد بود . بنابراین ،

1- Range of Mutual Benefit

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فروشنده به طور عادی از آشکار کردن هزینهٔ چیزهایی که درصدد فروش آنهاست و یا از ارجاع خریدار به یک رقیبی که حاضر به فروش با قیمت کمتری هست خودداری می کند .

ترغیب [1] ***در دادوستد*** . برای یک فروشندهٔ تجهیزات امری غیرعادی نیست که به سراغ یک مشتری احتمالی رفته ، دستگاه مورد نظر را توصیف نموده و توضیح دهد ، قیمتش را بیان کرده و آن را برای فروش عرضه نماید ، ولی پیشنهادش رد شود . این امر یک گواه واقعی بر آن است که در آن لحظه وسیله مورد عرضه مطلوبیت کافی برای ترغیب مشتری به خریدش را ندارد . در چنین وضعی ، ممکن است فروشنده بتواند مشتری را تشویق کند که به صحبتهای بیشتری دربارهٔ فروش گوش دهد ، طی این صحبتها امکان مصمم شدن مشتری به خرید بر مبنای همان پیشنهاد اولیه وجود دارد . این مطلب گواه واقعی بر این است که در این حال وسیله مزبور مطلوبیت کافی برای ترغیب مشتری به خرید آن را دارد . از آن جا که هیچ گونه تغییری در وسیله یا قیمت پیشنهادی ایجاد نشده است ، باید در طرز تلقی مشتری از وسیله تغییری صورت گرفته باشد . در واقع نتیجه می گیریم پیشنهادی که در ابتدا نامطلوب بوده است حال در نتیجهٔ تغییر در مشتری (و نه در پیشنهاد) به صورت مطلوب در آمده است .

چه عاملی این تغییر را ایجاد کرده است ؟ دلایل متعددی می توان آورد . معمولاً گفته می شود که فروشنده مشتری را ترغیب به خرید کرده است ، به عبارت دیگر فروشنده به مشتری چیزی را باورانده است ، و آن این است که وسیله مطلوبیت کافی برای توجیه خرید دارد . برای ترغیب جنبه های بسیاری وجود دارند . ممکن است توجه را تنها به موجود بودن یک مورد جلب کرد . یک شخص نمی تواند چیزی را بخرد که از وجود آن اطلاع ندارد . بخشی از کار یک فروشنده این است که توجه خود را

1- Persuasion

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به چیزهایی که برای فروش دارد جلب کند .

دیده شده است که توانایی ترغیب مورد تقاضای شدید است . غالباً نتایج آن برای همهٔ دست اندرکاران بسیار سودمند بوده ، و معمولاً پاداش فراوانی در بردارد . استفاده از ترغیب در فروش کالاها از اهمیت اقتصادی زیادی در صنعت برخوردار است . تولیدکنندگان باید کالاهایی را که تولید می کنند بفروشند . آنها می توانند توانایی فروش فرآورده های خود را با جذاب ساختنشان برای مشتری افزایش دهند . این کار را می شود با ایجاد کارآیی بیشتر ، دوام بیشتر ، یا زیبایی بیشتر انجام داد و یا می توان کالاها را با تلاشی ترغیب کننده از طریق آگهیها و تبلیغات فروش در بازار همراهی کرد . هر یک از این شیوه ها مخارجی در بر دارند ، و هر دو در معرض قانون کاهش برگشت[1] هستند . تعیین سودآورترین سطح تلاش برای تولید و فروش ، خود یک مطالعهٔ اقتصادی است .

در این رابطه باید توجه داشت که ممکن است هزینهٔ مواردی که فروش فرآورده را افزایش می دهد ، بیشتر از عایدات اقتصادی حاصل از آنها باشد . بنابراین ، کیفیتهایی که یک فرآورده را مطلوب تر می سازند ، یا فروش را بالا می برند ، ممکن است دارای دو اثر سودمند باشند . (۱) قیمت مورد درخواست برای فرآورده را افزایش دهند ، و (۲) حجم فرآوردهٔ فروخته شده را به اندازه ای بالا ببرند که هزینهٔ تولید هر واحد کاهش یابد .

ترغیب به هر روش ، واقعی یا احساسی ، شخص را به گردشی در آینده می برد و می کوشد آنچه را که در صورت پذیرش پیشنهاد عایدش خواهد شد ، به او نشان دهد و وی را متقاعد سازد . هدف تحلیل اقتصاد مهندسی این است که نتایج اقتصادی یک تصمیم را تا آن جا که ممکن است بر یک مبنای واقعی برآورد کند . بنابراین خود یک روش مفید در ترغیب است .

1- Diminishing Returns

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲-۴ دسته بندی هزینه ها

هدف غایی کاربرد مهندسی برآوردن خواستهای بشر است . اما خواستهای بشر بدون هزینه برآورده نمی شوند . پیشنهادهای مختلف مهندسی به لحاظ هزینه های مربوط به هدف تأمین خواستها با یکدیگر تفاوت دارند . اگر نتیجهٔ نهایی چند پیشنهاد مهندسی رقیب با یکدیگر یکسان باشد ، کم هزینه ترین آنها به عنوان بهترین پیشنهاد در نظر گرفته می شود .

در تحلیلهای اقتصادی از چند نوع دسته بندی هزینه به عنوان مبنای کار استفاده می شود . این دسته بندیها به عنوان مفاهیمی در تجسّم منبع و اثر هزینه هایی که در نتیجهٔ نهایی یک پیشنهاد تأثیر دارند، مفیدمی باشند . این بخش به تعریف وبحث در بارهٔ این دسته بندیها می پردازد .

هزینهٔ اوّلیه . طبق تعریف ، هزینهٔ اوّلیه[1] ، کلیهٔ هزینه های شروع یک فعالیت را در برمی گیرد* . مزیت عمدهٔ این دسته بندی در این است که می توان توجه را به گروهی از هزینه های مربوط به آغاز کردن یک فعالیت جدید جلب کرد . درغیراین صورت

1- First Cost

* مبنای این نوع دسته بندی هزینه ها بر موقعیت زمانی آنها در دورهٔ عمر طرح قرار دارد . عموماً کلیهٔ هزینه های یک طرح از آغاز تا پایان عمر آن را هزینهٔ دوران عمر آن طرح گویند . از دیدگاه اقتصاد مهندسی هزینه های دوران عمر از سه نوع هزینه تشکیل می شود که عبارتند از :

۱- هزینهٔ اولیه : کلیهٔ هزینه هایی که از ابتدای اقدام به اجرای یک طرح تا زمان رسیدن آن طرح به بهره برداری انجام می شوند . این هزینه ها معمولاً برای یک بار و در آغاز طرح صورت می گیرند . هزینه های سفارش خرید تجهیزات ، قیمت خرید ، حمل و نقل و نصب آنها و همچنین آموزش افراد برای کار با آنها از این جمله اند .

۲- هزینهٔ بهره برداری و نگهداری : هزینه های تکراری که برای بهره برداری از طرح یا تجهیزات ، و نگهداری از آنها در طول دوران عم طرح انجام می شوند ، مانند دستمزد نیروی انسانی ، آب و برق ، بیمه و اجاره ، مالیات ، سرویس و تعمیرات و غیره .

۳- هزینهٔ فروش : کلیهٔ هزینه هایی که در پایان عمر آن طرح برای فروش آن و تجهیزات مربوطه انجام می شود : مخارج بازاریابی برای فروش تجهیزات اسقاطی ، هزینهٔ برچیدن و حمل و نقل آنها ، مالیات انتقال و غیره از این نوع هستند (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ممکن است انجام یک بررسی درست امکان‌پذیر نباشد . معمولاً ، هزینهٔ اولیه به هزینه هایی محدود می شود که تنها یک بار برای هر فعالیت مشخص رخ می دهند .

هزینهٔ اولیه ، معمولاً از هزینه هایی تشکیل می شود که دیگر پس از شروع فعالیت رخ نمی دهند . در مورد تجهیزاتی که باید خریداری شود ، این هزینه شامل قیمت خرید به علاوهٔ هزینهٔ حمل و نقل ، هزینهٔ نصب و هزینهٔ آموزش است . در مورد یک سازهٔ مونتاژشدنی ، سیستم ، یا تجهیزاتی که باید ساخته شود ، این هزینه شامل هزینهٔ طراحی و توسعهٔ مهندسی ، هزینهٔ آزمایش و ارزیابی ، و هزینهٔ ساخت و تولید و همچنین هزینه های حمل و نقل ، نصب و آموزش است .

بسیاری از فعالیتهای سودده ، به دلیل این که هزینهٔ اولیهٔ آنها ، سطح سرمایه گذاری بسیار بالایی را می طلبد پذیرفته نمی شوند ، و بسیاری از پیشنهادهای معتبر مهندسی به علّت این که هزینهٔ اولیهٔ آنها ورای توان مالی سازمانهای کنترل کنندهٔ آنهاست ، آغاز نمی شوند .

هزینهٔ بهره برداری و نگهداری . در حالی که هزینهٔ اولیه تنها یک بار در آغاز یک فعالیت رخ می دهد ، هزینه های بهره برداری و نگهداری به طور پیوسته در طول عمر مفید طرح وجود دارد . هزینه های نیروی انسانی برای پرسنل بهره برداری و نگهداری ، هزینه های سوخت و انرژی ، هزینه های انجام بهره برداری و نگهداری ، هزینه های قطعات یدکی و تعمیرات ، هزینه های بیمه و مالیات و بخشی از هزینه های غیرمستقیم که هزینه های بالاسری یا تحمیلی نامیده می شوند از این جمله هستند . این هزینه ها ممکن است در حد چشمگیری باشند و مبلغ کل آنها با هزینهٔ اولیه برابری کند . لیکن زمان صرف آنها اساساً متفاوت است . زیرا هزینه های بهره برداری و نگهداری در طول زمان و تا هنگامی که ساختار ، سیستم ، یا تجهیزات از کارافتاده و از خدمت خارج شوند ، وجود خواهند داشت .

تداوم بهره برداری از بسیاری از سیستمها و تجهیزات پیچیده به سیستمهای

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پشتیبانی گسترده نیاز دارد . خود این سیستمهای پشتیبانی نیز هزینه های نگهداری و بهره برداری دارند ، و به درستی به فعالیت یا طرح اولیهٔ مورد پشتیبانی ارجاع می گردد . این هزینه های سیستمهای پشتیبانی شامل موارد معمولی نیروی انسانی ، انرژی ، مواد، هزینه های بالاسری ، و همچنین هزینه های معمولاً فراموش شده انبارداری قطعات یدکی و تعمیراتی ، حمل و نقل ، پشتیبانی ، و هزینه های مخابراتی و هماهنگی هستند . تنها در سالهای اخیر سیستمهای پشتیبانی به طور جداگانه به عنوان جزء الحاقی عمدهٔ بهره برداری و نگهداری از ساختارها و سیستمهای پیچیده، مورد بررسی قرار گرفته اند .

هزینهٔ ثابت و متغیّر . هزینهٔ ثابت[1] به عنوان گروهی از هزینه های مربوطه به یک فعالیت در حال اجرا تعریف می شود که مقدار کل آنها در تمام گسترهٔ بهره برداری از فعالیت حدوداً ثابت باقی بماند . مفهوم هزینهٔ ثابت کاربرد گسترده ای دارد . برای مثال ، در بهره برداری از یک موتور تلفات خاصی وجود دارند که به یک مفهوم مستقل از توان خروجی آن هستند . در بین هزینه های ثابت ، برحسب انرژی در یک سرعت و بار مشخص ، هزینه های مربوط به چرخاندن پره های فن ، مکانیزم شیر ، و پمپهای روغنی و سوخت هستند . تقریباً هر کار ، تدارکاتی مستقل از اندازهٔ آن کار می طلبد . بنابراین ، تلاش لازم برای تمیز کردن یک برس در رنگ کاری یک سطح کوچک به همان اندازه ای است که باید در رنگ کاری یک سطح بزرگ انجام شود . به همین ترتیب تولید با هزینه های ثابتی سر و کار دارد که مستقل از حجم خروجی آن هستند .

هزینه های ثابت به خاطر حفظ آمادگی برای آینده انجام می شوند . یک دستگاه امروز به این منظور خریداری می شود که از هزینه های نیروی انسانی در آینده کاسته شود . موادی که ممکن است هرگز مورد نیاز نباشند به مقدار زیادی خریداری و با هزینه و ریسک زیاد انبار می شوند تا از بیکاری احتمالی تجهیزات تولیدی و افراد جلوگیری

1- Fixed Cost

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

شود . فعالیتهای تحقیقاتی بدون آن که منفعت آنی داشته باشند ، با این امید که در درازمدت هزینه های خود را بر خواهند گرداند انجام می شوند . سرمایه گذاری برای هزینهٔ ثابت ، در زمان حال به این امید انجام می شود که از طریق کاهش هزینه های متغیّر یا افزایش درآمد ، همراه با سود برگشت می شود .

هزینه های ثابت از هزینه هایی مانند استهلاك ، نگهداری ، بیمه ، اجاره ، و بهرهٔ مبالغ سرمایه گذاری شده ، برنامه های فروش ، مخارج آگهیها ، و تحقیقات تشکیل می شود . این هزینه ها از تصمیمات گذشته ناشی می شوند و به طور کلی در معرض تغییرات سریع قرار ندارند . از طرف دیگر ، حجم فعالیت بهره برداری ممکن است به طور گسترده و به سرعت در نوسان باشد . در نتیجه ، ممکن است هزینهٔ ثابت هرواحد تولید شده به آسانی از کنترل خارج شود . این امر احتمالاً علّت عمدهٔ عدم موفقیت برخی از فعالیتهاست . زیرا تعداد کسانی که این دوراندیشی یا شانس را داشته باشند که تصمیمات و تعهدات امروزشان ، الزامات آینده را ، حتی در حدی قابل قبول ، برآورده سازد بسیار اندك است . از آن جا که هزینهٔ ثابت را نمی توان به سرعت تغییر داد ، باید توجه را به نگهداشتن یک حجم و ویژگی رضایت بخشی از فعالیت معطوف داشت .

در عمل ، هزینه های ثابت تنها به طور نسبی ثابت هستند ، و می توان انتظار داشت که با افزایش فعالیت ، مقدار کل آنها تا اندازه ای افزایش یابد . این افزایش احتمالاً از یک منحنی هموار پیروی نمی کند . بلکه هماهنگ با مشخصه های سازمان تغییر خواهد کرد .

یک واحد صنعتی متشکل از چند بخش را در نظر بگیرید که به حالت تعطیل درآمده یا حجم بهره برداری آن صفر باشد . گرما ، روشنایی ، سرایداری ، و بسیاری از خدمات دیگر مورد نیاز نخواهد بود . اگر این واحد فعالیت اندکی داشته باشد ، بخش عمده ای از این خدمات در سطح حداقلی لازم خواهند بود که با سطح معینی از تولید کفایت می کنند . افزایش بیشتر در فعالیت ، مستلزم انجام

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینه کردن برای خدمات دیگری است که در حجم فعالیت فعلی مورد نیاز نیستند . بنابراین می توان انتظار داشت آنچه که در فعالیتهای اقتصادی به عنوان «هزینهٔ ثابت» نامیده می شود ، با افزایش حجم فعالیت ، با الگوی پلّه ای افزایش یابد .

هزینهٔ متغیّر[1] . به عنوان گروهی از هزینه ها تعریف می شود که به گونه ای در رابطه با سطح بهره برداری فعالیت تغییر می کنند . برای مثال ، می توان انتظار داشت که مصرف سوخت یک موتور متناسب با توان خروجی آن باشد ، یا مقدار رنگ مورد استفاده متناسب با سطح رنگ شده خواهد بود . در امر تولید می توان انتظار داشت که مقدار مواد مورد نیاز برای هر واحد فرآورده ثابت باقی بماند ، بنابراین ، هزینهٔ مواد مستقیماً با تعداد واحدهای تولید شده تغییر خواهد کرد . به طور کلی ، همهٔ هزینه هایی مانند نیروی انسانی مستقیم ، انرژی مستقیم ، و مانند آن را که می توان به آسانی به هر واحد از فرآورده اختصاص داد ، هزینه های متغیّر را تشکیل می دهند ؛ و سایر هزینه های شرکت به عنوان هزینه های ثابت در نظر گرفته می شوند .

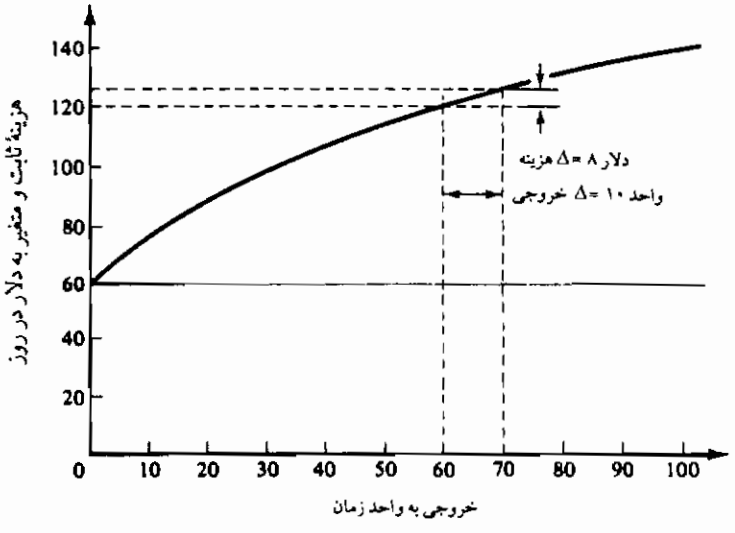
می توان انتظار داشت که هزینهٔ متغیّر هم در مواردی با یک الگوی پله ای افزایش یابد . فرض کنید افزایش تولید بیش از یک حد معین ، به افزودن دستگاه دیگری نیاز داشته باشد . حال گرچه ممکن است از ظرفیت کامل این دستگاه استفاده نشود ، لیکن برای بهره برداری از آن احتمالاً مجموعهٔ کاملی از کارکنان لازم خواهند بود . همچنین ممکن است یک افزایش در تولید به استفاده از مواد در مقدار زیاد بینجامد . بنابراین به دلیل تخفیفهایی که به خریدهای بزرگ تعلق می گیرد ، و جابه جاییهای در حجم زیادتر ، هزینهٔ به ازاء هر واحد تولید شده کمتر است .

1- Variable Cost

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ نموّی و حاشیه ای . عبارتهای هزینهٔ نموّی[1] و هزینهٔ حاشیه ای[2] اساساً دارای یک مفهوم هستند . در این جا نموّ به معنی افزایش است ، و یک هزینهٔ نموّی به معنای یک پلّه افزایش درهزینه می باشد . معمولاً یک پلّه افزایش هزینه در رابطه باعاملی دیگر مطرح می شود . بنابراین نتیجه به صورت عبارتهایی مانند هزینهٔ نموّی هر تن ، هزینهٔ نموّی هر گالن ، یا هزینهٔ نموّی هر واحد تولید بیان خواهد شد . عبارت هزینهٔ حاشیه ای برای افزایش در برون داد به کار می رود که هزینهٔ آن به سختی از طریق برگشت پول حاصل از آن افزایش جبران شود .

شکل (۲-۱) ماهیّت هزینهٔ ثابت و متغیّر را به صورت تابعی از واحدهای برون داد نشان می دهد . هزینهٔ نموّی تولید ۱۰ واحد بین برون دادهای ۶۰ و ۷۰ واحد در روز برابر با ۸ دلار است . بنابراین ، میانگین هزینهٔ نموّی این ۱۰ واحد را می توان به صورت (دلار بر واحد ۰٫۸ = ۸٫۱۰ دلار = Δ خروجی / Δ هزینه) محاسبه کرد .



شکل ۲-۱- هزینهٔ ثابت ، متغیّر و نموّی

1- Incremental Cost 2- Marginal Cost

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در عمل ، معمولاً تعیین هزینهٔ نموّی مشکل است . روش کلی برای این مسأله وجود ندارد ، اما هر حالت را باید بر مبنای واقعیتهای اعمال شده بر آن در زمان مربوطه و دورهٔ آینده ای که با آن سر و کار دارد تحلیل کرد . هزینه های نموّی ممکن است زیادتر یا کمتر برآورد شوند و هر یک از این اشتباهات می تواند پر هزینه باشد . برآورد زیادتر هزینه های نموّی ممکن است امکان پذیری سود را مبهم سازد ، از طرف دیگر برآورد کمتر این هزینه ها می تواند به پذیرش یک فعالیت زیان ده بینجامد . بنابراین برای تصمیم گیری معقول ، به اطلاعات دقیق نیاز است .

هزینهٔ ته نشین . در انجام تحلیلهای اقتصاد مهندسی ، تصمیم گیرنده در جستجوی شرایطی است که انتظار دارد مطلوبترین منافع آینده را نتیجه دهد . از آن جا که نتایج آیندهٔ سرمایه گذاری در گزینه ها می تواند تنها متأثر از تصمیمات فعلی باشد ، یک اصل مهم در مطالعات اقتصادی فراموش کردن هزینه هایی است که در گذشته رخ داده اند . یک هزینهٔ گذشته[1] یا هزینهٔ ته نشین[2] ، هزینه ای است که نتوان با کارهای آینده آن را تغییر داد* . بنابراین این هزینه ارتباطی با مطالعات اقتصادی مهندسی ندارد .

گرچه اصل نادیده گرفتن هزینه های ته نشین معقول به نظر می رسد ، اعمال آن برای بسیاری از مردم کاملاً دشوار است . برای مثال ، فرض کنید که شما دو سال قبل ۱۰۰۰ دلار سهام به ارزش هر سهم ۲۶ دلار خریده اید و اکنون ارزش آنها هر سهم ۱۵ دلار شده باشد . به احتمال زیاد سهام دیگری وجود دارند که نسبت به سهامی که شما دارید آیندهٔ بهتری خواهند داشت . واکنشی که بسیاری از مردم به این موضوع نشان می دهند ، به این صورت است که سهام فعلی خود را نگه می دارند تا بتوانند زیانهای خود را جبران کنند . بنابراین ، آنها از پذیرش زیانهای خود و در نتیجه از قبول شکستشان در قضاوت پرهیز می کنند . لیکن روشن است که به دلیل وجود فرصتهای

1- Past Cost 2- Sunk Cost

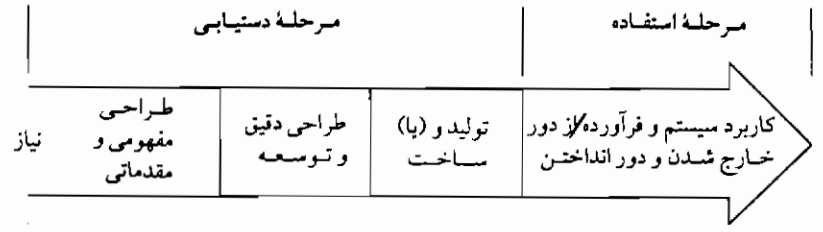
* هزینه های ته نشین را می توان به عنوان هزینه های گذشته ای که قابل بازیافت نیستند تعریف کرد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بهتر ، تصمیم گیری درست این است که با فروش سهام فعلی به زیانهای خود اعتراف کنند و از این پس پول باقیمانده را در شکل مولدتری برای آینده مورد استفاده قرار دهند . برخورد احساسی با هزینه های گذشته یا ته نشین ، عاملی است که نادیده گرفتن چنین هزینه هایی را در عمل دشوار می سازد .

۲-۵ هزینهٔ دوران عمر[1]

بیشتر فرآورده ها ، سیستمها و سازه ها برای دوران عمری که با شناسایی یک نیاز شروع شده و با از دور خارج شدن و دور انداختن پایان می یابد ، به وجود آمده و مورد استفاده قرار می گیرند . تعیین موقعیت زمانی فعالیتها شامل طراحی مفهومی و مقدماتی ، طراحی دقیق و توسعه ، تولید و (یا) ساخت ، و استفاده از فرآورده و دور انداختن است . به طور کلی دوران عمر مطابق شکل (۲-۲) دارای دو مرحلهٔ عمده است که عبارتند از : دستیابی[2] و استفاده[3] . بین مفهوم دوران عمر به صورتی که در این جا بیان شد و مفهومی که از شکل (۱-۱) در فصل اول بر می آید رابطهٔ نزدیکی وجود دارد .



شکل ۲-۲- دوران عمر سیستم و فرآورده

1- Life-Cycle Cost
2- Acquisition Phase
3- Utilization Phase

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ دورهٔ عمر . همهٔ هزینه ها را در بر دارد . هر دو دسته هزینه های غیرتکراری و تکراری که در دوران عمر رخ می دهند ، از هزینه های دورهٔ عمر هستند . هزینه های غیرتکراری در مرحلهٔ دستیابی رخ می دهند و اینها هزینهٔ اولیه ساختار یا سیستم را تشکیل می دهند . هزینه های تکراری طی مرحلهٔ استفاده انجام می شوند . تحلیل هزینهٔ دورهٔ عمر ، همهٔ هزینه های دوران عمر را بررسی می کند و در جستجوی یک توازن اقتصادی بین هزینهٔ دستیابی و هزینهٔ بهره برداری است . بسیاری از تصمیمهای سودمند طراحی را می توان طی مرحلهٔ دستیابی انجام داد که به کمینه سازی هزینهٔ بهره برداری و نگهداری فرآورده در خلال استفاده از آن بینجامند . معمولاً هدف ، باید کمینه سازی مجموع همهٔ هزینه های انجام شده در دوران عمر باشد .

تحلیل اقتصادی هزینهٔ دورهٔ عمر ، روشی است که باید قبل از دورهٔ عمر فرآورده ، و در خلال طراحی مفهومی و مقدماتی سرچشمه گیرد . آنچه که در تحلیل هزینه بیشترین اهمیت را در مهندسی دارد ، توجه به همهٔ دورهٔ عمر است . اقتصاد مهندسی هم مانند بسیاری از دیگر کارهای فنی ، غالباً بعد از انجام طراحی به کار گرفته می شود ؛ و این زمان بسیار دیر است . برآورد می شود که در این نقطه از فرآیند طراحی ، تقریباً ۸۰ درصد هزینه های دورهٔ عمر ، تخصیص داده شده اند . بنابراین ، طی فعالیتهای اولیهٔ طراحی دورهٔ عمر است که کنترل هزینهٔ دورهٔ عمر می تواند بیشترین تأثیر را داشته باشد .

۲-۶ بهره و نرخ بهره

عبارت بهره[1] برای تعریف مقدار اجاره بهایی که مؤسسات مالی برای استفاده از پول در نظر می گیرند به کار می رود . درخواست اجارهٔ بها برای استفاده از پول به زمان اولین تاریخ ثبت شدهٔ انسان بر می گردد . جنبه های اخلاقی و اقتصادی بهره ، سالها مورد بحث فلاسفه ، حکمای الهی ، سیاستمداران و اقتصاددانان بوده است . مفهوم

1 - Interest

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بهره را می توان به در اختیار گرفتن هر دارایی[1] که از مالک آن قرض گرفته شده و از طریق درآمدهای تولید شده از آن دارایی باز پرداخت می شوند ، تعمیم داد . ارزش زمانی پول ناشی از منفعت اقتصادیی است که با استفادهٔ از پول به دست می آید . از آن جا که طرحهای مهندسی برای سرمایه گذاری نیاز به پول دارند ، انعکاس درست ارزش زمانی پول مورد استفاده ، در ارزیابی این طرحها اهمیت دارد .

نرخ بهره[2] یا نرخ رشد سرمایه[3] . نرخ منفعت حاصل از یک سرمایه گذاری است . معمولاً این نرخ رشد بر مبنای سالانه بیان می شود ، و درصد منفعت حاصل از پول به کار گرفته شد را ارائه می کند . بنابراین یک نرخ بهرهٔ ۱۱٪ نشان می دهد که برای هر دلار از پول مورد استفاده باید ۰٫۱۱ دلار اضافه ، بابت استفاده از آن پول ، بازپرداخت شود . این نرخ بهره توسط نیروهای بازار که با عرضه و تقاضا سر و کار دارند تعیین می شود . قیمت (نرخ بهره) با توافق متقابل بین وام دهنده و وام گیرنده تعیین ، و به عنوان نرخ بازار[4] شناخته می شود .

از یک جنبه ، بهره مقدار پولی است که به عنوان نتیجهٔ سرمایه گذاری وجوه ، از طریق وام دادن یا ، استفاده از آنها در خرید مواد ، نیروی انسانی ، یا تجهیزات دریافت می شود . بهره ای که در این رابطه دریافت می شود ، یک منفعت یا سود خواهد بود . از جنبهٔ دیگر ، بهره مقدار پولی است که به خاطر وام گرفتن پول بازپرداخت می شود . در این حال ، بهرهٔ پرداخت شدهٔ ، یک هزینه خواهد بود .

نرخ بهره از دیدگاه وام دهنده[5] . شخصی که مبلغی پول دارد در رابطه با استفاده از آن با چند گزینه روبرو است :

۱- ممکن است پول را با کالاها و خدماتی که خواستهای شخصی او را برآورده

1- Earning Assets
2- Interest Rate
3- The Rate of Capital Growth
4- Market Rate
5- Lender

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می سازند مبادله کند . چنین مبادله ای با خرید کالاهای مصرفی سر و کار خواهد داشت .

۲- ممکن است پول را با کالاها یا ابزارهای تولیدی مبادله کند . چنین مبادله ای با خرید کالاهای تولیدی سر و کار دارد .

۳- این شخص ممکن است پول را صرفاً برای ارضای حس مالکیت آن ، یا در انتظار فرصتی مناسب برای استفادهٔ بعدی ، اندوخته کند .

۴- ممکن است پول را وام دهد ، و تنها مبلغ اصل پول را در زمانی در آینده مطالبه کند .

۵- ممکن است پول را با این شرط وام دهد که وام گیرنده مبلغ اولیهٔ پول به علاوهٔ بهرهٔ آن را در زمانی در آینده بازپرداخت کند .

به انتخاب گزینه های ۱ و ۲ بالا تشویق شود . زیرا می داند که این گزینه ها بعداً ارزش بیشتری خواهند داشت .

اگر تصمیم بر وام دادن پول با انتظار برگشت آن به علاوهٔ بهره باشد ، وام دهنده باید چند عامل را در تصمیم گیری برای نرخ بهره در نظر بگیرد . موارد زیر بیشترین اهمیت را دارند :

۱- احتمال این که وام گیرنده ، قرض خود را بازپرداخت نکند چقدر است ؟ پاسخ را می توان از درستکاری وام گیرنده ، سلامتی او ، قدرت کسب درآمد وی ، و ارزش وثیقه ای که وام گیرنده را تضمین می کند به دست آورد . اگر احتمال بازپرداخت نشدن وام سه درصد باشد ، وام دهنده ۳٪ مبلغ را برای جبران ریسک زیان برای خود منظور می کند .

۲- دادن وام چه مخارجی در بر خواهد داشت ؟ مثلاً هزینه های تنظیم قرارداد وام ، انتقال وجوه به وام گیرنده ، و جمع آوری وام چقدر خواهند بود ؟ اگر مبلغ وام ۱۰۰۰ دلار برای یک دورهٔ یک ساله باشد و وام دهنده ارزش تلاشهای خود را ۲۰ دلار بداند ، آن گاه وی ۲٪ مبلغ را برای جبران مخارج مربوطه در نظر خواهد گرفت .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳- وام گیرنده با وام دادن پول ، از انتخاب گزینه های دیگری که می تواند پولش را در آنها صرف کند محروم می ماند . چه مبلغ خالصی از دست دادن این فرصتها را جبران خواهد کرد ؟ فرض کنید ۶٪ برگشت برای فرصتهای سرمایه گذاری از دست رفته ، معقول باشد .

۴- احتمال تغییر نرخ بهره ناشی از اثرات تورمی چقدر است ؟ اگر انتظار بالا رفتن نرخهای تورم در طول دورهٔ وام وجود داشته باشد ، نرخ بالاتر مناسب خواهد بود ، و اگر نرخهای تورم رو به کاهش باشند ، نتیجه خلاف این خواهد بود .

بر اساس دلایل بالا ، بدون پیش بینی هرگونه تغییری در تورم ، نرخ بهره ای که به دست می آید ۳٪ به علاوهٔ ۲٪ ، به علاوهٔ ۶٪ یعنی برابر با ۱۱٪ خواهد بود . بنابراین ، می توان تصور کرد که یک نرخ بهره از درصدهای : (۱) ریسک زیان ، (۲) مخارج اداری ، و (۳) سود یا زیان خالص پس از تعدیل اثر تورم، تشکیل می شود .

نرخ بهره از دیدگاه وام گیرنده[1] . در همهٔ موارد و یا دست کم در بسیاری از موارد راههای استفاده از وجوه وام گرفته شده که برای وام گیرنده باز هستند ، توسط وام دهنده محدود می شوند . ممکن است وام دهنده ، مبلغ وام را تنها به شرط استفادهٔ آن برای یک منظور خاصی واگذار کند . به جز محدودیتهایی که شرایط وام ایجادمی کنند ، درست همان گزینه هایی که برای استفاده از پول توسط مالک آن وجود دارند ، برای وام گیرنده هم موجودمی باشند ؛ امّا وام گیرنده با الزام به بازپرداخت مبلغ وام گرفته شده وبهرهٔ آن برطبق شرایط قرارداد وام یا پیامدهای اعتباری خود روبروست . این پیامدهاممکن است شامل از دست دادن اعتبار ، تصرف داراییها یا دیگر پولها ، یا در گرو قرار گرفتن درآمدهای آیندهٔ وی باشند . جوامع سازمان یافته[2] فشارهای قانونی و اجتماعی زیادی برای اعمال بر وام گیرنده جهت بازپرداخت وام در نظر می گیرند . کوتاهی در این امر ممکن است پیامدهای جدی و حتی مصیبت باری برای وام گیرنده داشته باشد .

1- Borrower

2- Organized Society

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دیدگاه وام گیرنده در بارهٔ نرخ بهره ، متأثر از کاربردیست که وی برای وجوه وام گرفته شده در نظر دارد . اگر شخص وجوهی را برای استفادهٔ شخصی قرض کند ، نرخ بهرهٔ پرداختی معیاریست از مبلغی که آن شخص حاضر است برای برخورداری از امتیاز ارضای فوری به جای خشنودی آینده بپردازد .

اگر وجوه برای تأمین اعتبار عملیاتی با انتظار سودآوری وام گرفته شوند ، باید بهرهٔ از سود مورد انتظارشان کمتر باشد . کار معمول بانکها و مؤسسات مشابهی که وجوه را برای وام دادن به دیگران قرض می دهند مثالی از این نوع است . در این حال روشن است که برای سودآور بودن این کار ، باید مبلغی که به عنوان بهره پرداخت می شود ، به علاوهٔ ریسکهایی که رخ می دهد ، به علاوهٔ مخارج اداری ، از بهرهٔ حاصل از وام دادن دوبارهٔ آن پول کمتر باشد . می توان انتظار داشت که یک وام گیرنده در جستجوی قرض کردن وجوه در پایین ترین نرخ ممکن باشد .

اگر تورم وجود داشته باشد ، وام گیرنده اثر آن را بر نرخ بهرهٔ جاری در نظر خواهد گرفت . در زمانهایی که تورم افزایش می یابد ، معمولاً گرفتن وام به صرفه است ، بویژه اگر نرخ تورم بیشتر از نرخ بهره باشد . برعکس ، در زمانهای رکود ، وجوه وام گرفته شده بار اضافه ای را تحمیل می کنند ، زیرا که نرخ بهره احتمالاً از نرخ تورم بیشتر خواهد بود . کلید این رابطه هادرقدرت خریدآیندهٔ پول نسبت به ارزش زمانی آن است که توسط نرخ بهره تعیین می شود .

۲-۷ قدرت کسب درآمد پول

وجوهی که در جستجو برای سود ، وام گرفته می شوند معمولاً با کالاها ، خدمات ، یا ابزارهای تولید مبادله می شوند . این امر به بررسی قدرت کسب درآمد[1] پول می انجامد . قدرتی که سودآوری وام گرفتن پول را ممکن می سازد .

برای مثال شخصی را در نظر بگیرید که کانالهای مربوط به کابلهای زیرزمینی را

1- Earning Power of Money

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به روش دستی حفر می کند . برای هر فوت طول کانال ، ۰٫۴ دلار به وی پرداخت می شود و به طور متوسط روزانه ۲۰۰ فوت کانال حفر می کند . شرایط جوی این نوع کار را به ۱۸۰ روز درسال محدود می کند . بنابراین وی ۸۰ دلار در روز یا ۱۴۴۰۰ دلار در سال درآمد دارد .

یک آگهی فروش ، توجه وی را به خرید یک دستگاه حفاری به قیمت ۸۰۰۰ دلار جلب می کند . او ۸۰۰۰ دلار را با بهرهٔ ۱۴٪ قرض می کند و دستگاه را می خرد . این دستگاه به طور متوسط روزانه ۸۰۰ فوت کانال حفر می کند . با کاهش قیمت حفاری به ۰٫۳ دلار هر فوت و شرایط جوی مناسب وی می تواند کار کافی برای استفاده از ظرفیت کامل دستگاه پیدا کند .

هزینه های بهره برداری و نگهداری دستگاه حفاری ۴۰ دلار در هر روز برآورد می شود . در پایان سال دستگاه فرسوده و بی ارزش می شود . خلاصهٔ این معامله به صورت زیر است :

دریافتها		
مقدار وام	۸۰۰۰ دلار	
درآمد حفاری		
۰٫۳ دلار × فوت ۸۰۰ × ۱۸۰ روز	۴۳۲۰۰	جمع ۵۱۲۰۰ دلار
پرداختها		
خرید دستگاه حفاری	۸۰۰۰ دلار	
هزینه بهره برداری نگهداری		
۴۰ دلار × ۱۸۰ روز	۷۲۰۰	
بهرهٔ وام ۰٫۱۴ × ۸۰۰۰	۱۱۲۰	
بازپرداخت وام	۸۰۰۰	جمع ۲۴۳۳۰
دریافتها منهای پرداختها		۲۶۸۸۰ دلار

بنابراین درآمد این شخص نسبت به سال قبل به اندازهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۲۴۸۰ = ۱۴۴۰۰ - ۲۶۸۸۰ دلار افزایش می یابد .

مثال بالا نمایشی است از آنچه به عنوان «قدرت کسب درآمد پول» شناخته می شود . آنچه که این شخص را قادر به افزایش درآمدش کرد ، یک ابزار تولید ، یعنی دستگاه حفاری کانال بود . وام گرفتن پول امکان به کارگیری ابزار تولید را فراهم ساخت .

هنگامی که کالاهای تولیدی به طور سودآور به کار گرفته شوند ، دیگران هم سود خواهند برد . در این مثال دیگران با حفاری با دستگاه ، برای هر فوت طول کانال به جای ۰/۴ ، ۰/۳ دلار می پردازند . بنابراین همه سود خواهند بود . همچنین به علّت درآمد خالص بیشتری که عاید شخص می شود ، درآمد مالیاتی هم افزایش می یابد . افزایش توان تولید از طریق به کارگیری تجهیزات ، این سودها را ممکن می سازد .

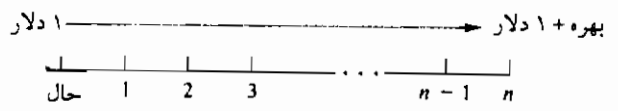
۲-۸ ارزش زمانی پول

از آن جا که پول می تواند از طریق سرمایه گذاری در یک دورهٔ زمانی با یک نرخ بهره معین درآمد کسب کند ، یک دلاری که درآینده دریافت شود هم ارزش با یک دلاری که درحال حاضر در دست است نمی باشد . این رابطهٔ بین بهره و زمان به مفهوم ارزش زمانی پول[1] می انجامد .

یک دلاری که در حال حاضر در دست است بیش از یک دلاری که n سال بعد دریافت می شود ارزش دارد ، چرا ؟ زیرا که فرصت موجود برای سرمایه گذاری یک دلار امروز ، n سال بیشتر از فرصت سرمایه گذاری یک دلار دریافتی در n سال بعد است . چون پول دارای قدرت کسب درآمد است ، این فرصت به یک برگشت می انجامد ؛ به گونه ای که پس از n سال ، دلار اصلی به علاوه بهرهٔ آن مبلغی بزرگتر از ۱ دلار ، در آن زمان خواهد بود . بنابراین ، این واقعیت که پول ارزش زمانی دارد به این معناست که مبالغ مساوی دلار (پول) درنقاط زمانی مختلف دارای ارزشهای مختلف هستند ؛ البته اگر نرخ بهره بیشتر از صفر باشد .

1- Time Value of Money

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۲-۳- نمایش ارزش زمانی پولی

واقعیت دیگر برای ارزش زمانی پول این است که قدرت خرید[1] یک دلار در طول زمان تغییر می کند . در خلال دوره های تورم مقدار کالایی که می توان با یک مبلغ مشخص از پول خرید ، با گذشت زمان کاهش می یابد ، و هر چه خرید در آیندهٔ دورتری رخ دهد ، با همان مبلغ پول ، مقدار کالای کمتری می توان خرید . بنابراین ، هنگام بررسی ارزش زمانی پول توجه به هر دو عامل قدرت کسب درآمد پول و قدرت خرید آن اهمیت دارد . این دو قدرت پول در فصلهای ۳ تا ۵ بررسی خواهند شد . در فصلهای ۳ و ۴ تأکید بر اثرات قدرت کسب درآمد است ؛ در حالی که فصل ۵ به بررسی اثرات تغییر در قدرت خرید پول می پردازد .

1- Purchasing Power

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پرسشها

۱ – ارزش و مطلوبیت را تعریف کنید .

۲ – توضیح دهید مطلوبیتها چگونه ایجاد می شوند .

۳ – دو طبقه بندی کالا که توسط اقتصاددانان مشخص شده اند را توصیف کنید .

۴ – مطلوبیت کالاهای مصرفی را با مطلوبیت کالاهای تولیدی مقایسه کنید .

۵ – چرا مطلوبیت کالاهای مصرفی به طور ذهنی ، و مطلوبیت کالاهای تولیدی معمولاً به طور منطقی تعیین می شود ؟

۶ – اقتصاد دادوستد را توضیح دهید .

۷ – چرا در یک دادوستد هر دو طرف می توانند سود ببرند ؟

۸ – ترغیب چه تغییراتی در وضع دادوستد ، می تواند ایجاد کند ؟

۹ – چه عناصری در ساختن هزینهٔ اولیه شرکت دارند ؟

۱۰ – چگونه هزینهٔ اولیه می تواند یک عامل محدودکنندهٔ یک فعالیت مهندسی موفق باشد ؟

۱۱ – چه عناصری در تشکیل هزینهٔ بهره برداری و نگهداری شرکت دارند ؟

۱۲ – هزینه های غیرتکراری و تکراری مربوط به یک طرح را مقایسه کنید .

۱۳ – برای شرایطی که باید هر دو هزینهٔ دستیابی و هزینهٔ بهره برداری را ارزیابی کرد یک مثال بیاورید .

۱۴ – تفاوت بین هزینهٔ ثابت و هزینهٔ متغیّر را توضیح دهید .

۱۵ – برخی از مشکلات مربوط به دسته بندی هزینه ها به صورت ثابت یا متغیّر را بیان کنید .

۱۶ – هزینهٔ نموّی چیست ؟

۱۷ – هزینهٔ ته نشین را تعریف کنید و توضیح دهید چرا نباید آن را در مطالعات اقتصاد مهندسی در نظر گرفت .

۱۸ – هزینهٔ دورهٔ عمر را تعریف کرده و آن را توضیح دهید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۹- تفاوت بین بهره و نرخ بهره در چیست ؟

۲۰- نرخ بهرهٔ بازار چیست و چگونه تعیین می شود ؟

۲۱- وام دهنده چه عواملی را باید در تعیین نرخ بهرهٔ مورد نظر خود بررسی کند ؟

۲۲- تورم چگونه بر رفتار یک وام گیرنده اثر می گذارد ؟

۲۳- چرا پول دارای قدرت کسب درآمد است ؟

۲۴- منظور ازارزش زمانی پول چیست ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل سوم

استخراج فرمولهای بهره

اقتصاد مهندسی با ارزیابی گزینه های مهندسی سر و کار دارد . این گزینه ها معمولاً با برآورد مقدار و زمان دریافتها و پرداختهایی که در آینده از هر یک از آنها نتیجه می شود، توصیف می شوند . از آن جا که ارزش زمانی پول با تأثیر زمان و بهره بر مقادیر پولی رابطه دارد ، باید این عنوان را در اقتصاد مهندسی مورد توجه عمده قرار داد . دراین فصل مبانی ریاضی برای بررسی ارزش زمانی پول با مقایسهٔ بهرهٔ ساده[1] ومرکب[2] و تشریح جریانهای نقدی[3] ، و استخراج تعدادی رابطهٔ مفید بهره ارائه می شود* .

۳-۱ بهرهٔ ساده و مرکب

نرخ اجارهٔ یک مبلغ پول را معمولاً به صورت درصدی از آن مبلغ که بایستی برای استفاده از آن دریک دوره ، یا یک سال پرداخت کرد، بیان می کنند . نرخهای بهره را می توان برای دوره ای غیر از یک سال که دوره های بهره[4] نامیده می شوند، به کار برد . این

1- Simple Interest
2- Compound Interest
3- Cash Flow
4- Interest Periods

* تأکید این فصل بر ارزش زمانی پول در غیاب اثر تورم است . تورم به طور جداگانه و صریح در فصل ۵ مورد بررسی قرار می گیرد (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بخش روشهای استفاده از بهرهٔ ساده و مرکب برای تعیین ارزش زمانی پول را با هم مقایسه می کند .

بهرهٔ ساده[1] . دربهرهٔ ساده، بهره ای که بایداضافه بر بازپرداخت وام پرداخت شود ، متناسب باطول زمان دراختیارداشتن مبلغ اصلی است . بهرهٔ حاصل رامی توان به شیوهٔ زیر محاسبه کرد . فرض کنید I نشان دهندهٔ بهرهٔ به دست آمده، P اصل پول، n دورهٔ بهره ، و i نرخ بهره باشد . آن گاه

$$I = Pni$$

مثال

فرض کنید ۱۰۰۰ دلار با نرخ بهرهٔ سادهٔ ۱۸٪ در سال وام گرفته شده باشد . در پایان یک سال ، بهره عبارت خواهد بود از :

$$I = \$1,000(1)(0.18) = 180 \text{ دلار}$$

اصل پول به علاوهٔ بهره برابر با ۱۱۸۰ دلار می شود که بدهی پایان سال است .

یک وام بابهرهٔ ساده رامی توان برای هردورهٔ زمانی استفاده کرد . بهره و اصل پول تنها درپایان دورهٔ وام پرداخت می شوند . هنگامی که لازم باشد بهره درکسری از یک سال پرداخت شود، معمول است که یک سال رامرکب از ۱۲ماه سی روزه، یا ۳۶۰ روز در نظر می گیرند . برای مثال، در یک وام ۱۰۰ دلاری با نرخ بهرهٔ ۱۸٪درسال، برای دوره ای ازاول فوریه تا ۲۰ آوریل، بهرهٔ مربوط به مبلغ ۱۰۰ دلار اصل پول ، در ۲۰ آوریل برابراست با[2] :

$$0.18(\$100)(80 \div 360) = 4 \text{ دلار}$$

بهرهٔ مرکب . هنگامی که یک وام برای چنددورهٔ بهره گرفته شود، بهره درپایان هریک از دوره های بهره محاسبه می شود. طرحهای مختلفی برای بازپرداخت وام وجوددارند. این طرحها درگستره ای از پرداخت بهره در پایان هردوره

1- Simple Interest

۲- از اول فوریه تا ۲۰ آوریل، ۸۰ روز می شودکه با تقسیم آن بر ۳۶۰ ، مدت به سال به دست می آید(م).

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تاجمع کردن همهٔ بهره ها تا زمان سررسید وام، گسترده هستند* . برای مثال ، پرداختهای مربوط به یک وام ۴ سالهٔ ۱۰۰۰ دلار با بهرهٔ ۱۶٪ در سال ، برای حالتی که بهره در پایان هر دوره پرداخت می شود ، در جدول (۳-۱) نشان داده شده است .

جدول ۳-۱ - محاسبهٔ بهرهٔ مرکب وقتی که بهره سالانه پرداخت می شود

سال	مبلغ بدهی در ابتدای سال	بهره‌ای که باید در پایان سال پرداخت شود	مبلغ بدهی در پایان سال	مبلغی که باید توسط وام گیرنده در پایان سال پرداخت شود
1	$1,000	$160	$1,160	$ 160
2	1,000	160	1,160	160
3	1,000	160	1,160	160
4	1,000	160	1,160	1,160

اگر وام گیرنده بهره را در پایان هر یک از دوره ها پرداخت نکند ، و بهره به حساب مقدار کل بدهی (اصل به علاوهٔ بهره) گذاشته شود ، بهره را مرکب[1] گویند . بهرهٔ پرداخت نشدهٔ سال قبل به عنوان جزیی از مقدار کلی بدهی امسال منظور می شود . آن گاه بهره ای که به امسال تعلق می گیرد شامل بهره روی بهرهٔ سال قبل هم خواهد بود . برای مثال ، یک وام ۱۰۰۰ دلاری با بهرهٔ ۱۶٪ و ترکیب سالانه برای یک دورهٔ ۴ ساله به اثرات نشان داده شده در جدول (۳-۲) می انجامد .

---

* معمولترین طرحهای بازپرداخت وام عبارتند از :

۱- اصل پول تاپایان آخرین دورهٔ بهره نزد وام گیرنده می ماند واما بهرهٔ آن درپایان هردوره پرداخت می شود .

۲- در پایان هر دورهٔ بهره ، درصدی از اصل پول همراه با بهرهٔ آن دوره پرداخت می شود .

۳- اصل پول و بهرهٔ آن در اقساط مساوی در پایان هر دورهٔ بهره پرداخت می شود .

۴- اصل پول و همهٔ بهره های مربوط به همهٔ دوره های بهره یکجا در پایان آخرین دورهٔ بهره بازپرداخت می شوند . چگونگی محاسبات مربوط به هر نوع در این فصل و فصل بعد مورد بررسی قرار خواهند گرفت (م) .

1- Compounded

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۳-۲- محاسبهٔ بهرهٔ مرکب هنگامی که بهره مرکب شود

سال	مقدار بدهی در ابتدای سال (A)	بهره‌ای که باید در پایان سال به بدهی افزوده شود (B)	مبلغ بدهی در پایان سال (A + B)	مبلغ پرداختی توسط وام گیرنده در پایان سال
1	$1,000.00	$1,000.00 × 0.16 = $160.00	$1,000(1.16) = $1,160.00	$ 00.00
2	1,160.00	1,160.00 × 0.16 = 185.60	1,000(1.16)² = 1,345.60	00.00
3	1,345.60	1,345.60 × 0.16 = 215.30	1,000(1.16)³ = 1,560.90	00.00
4	1,560.90	1,560.90 × 0.16 = 249.75	1,000(1.16)⁴ = 1,810.64	1,810.64

گرچه در هر دو طرح نشان داده شده در جدولهای (۳-۱) و (۳-۲) بهره برای «تراز پرداخت نشده»[1] محاسبه می شود ، لیکن دو طرح به دلیل روشهای متفاوت پرداخت ، اثرات مختلفی ایجاد می کنند . در حالت اول ، پرداخت بهره در زمان پرداخت آن ، از ایجاد بهره روی بهره جلوگیری می کند . در طرح دوم عکس این مطلب درست است . بنابراین ، اثر بهرهٔ مرکب به اندازهٔ پرداختها و زمان انجام آنها بستگی دارد .

۳-۲ توصیف جریانهای نقدی در زمان

در بسیاری از مطالعات اقتصاد مهندسی تنها عناصر کوچکی از یک کاربرد مورد بررسی قرار می گیرند . برای مثال ، در مجموعه ای از تجهیزات پیچیده غالباً مطالعات برای ارزیابی نتایج خرید یک مقولهٔ یگانه از آن تجهیزات انجام می شود . در این گونه موارد بهتر است که این مقولهٔ یگانه را با روشهای شبیه به نمودار «پیکرهٔ آزاد»[2] در مکانیک ، از کل مجموعه جدا کنیم . بنابراین ، باید همهٔ دریافتها و پرداختهایی را که از دستیابی و بهره برداری دستگاه مورد بررسی ناشی می شوند را قلم به قلم مشخص کنیم . آن گاه می توان پرداختها را از دریافتها کم کرد . این تفاوت ، سود یا منفعت را ارائه می کند ، که از آن می توان برگشت سرمایه گذاری را محاسبه کرد .

1- Unpaid Balance 2- Free-Body Diagram

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای کمک به شناسایی و ثبت اثرات اقتصادی سرمایه گذاریهای مختلف ، ممکن است از یک تشریح ترسیمی برای دریافتها و پرداختهای هر گزینه استفاده کرد . این توصیف کنندهٔ ترسیمی را نمودار جریان نقدی[1] گویند* . این نمودار همهٔ اطلاعات لازم برای تحلیل یک پیشنهاد سرمایه گذاری را فراهم می سازد . در یک نمودار جریان نقدی دریافتهایی که در خلال یک دورهٔ زمانی انجام می شوند ، با یک بردار رو به بالا (افزایش در نقدینگی) در محل انتهای دوره رسم می شوند . طول بردار را می توان متناسب با اندازهٔ دریافتها در خلال آن دوره در نظر گرفت** . به همین ترتیب ، پرداختهای یک دوره را با یک بردار رو به پایین (کاهش در نقدینگی) نشان می دهیم . چنین بردارهایی را در سرتاسر یک محور زمان که شامل همهٔ دوره های تحت پوشش گزینه می باشد ، رسم می کنیم .

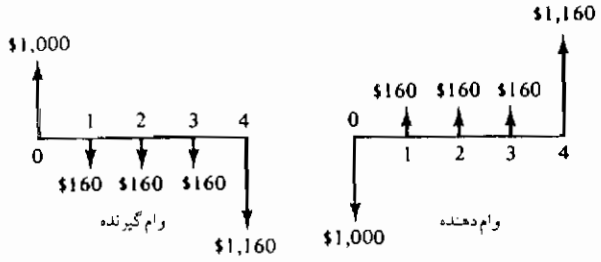
برای مثال ، جریان نقدی شکل(۳-۱) که مربوط به عملیات وام جدول (۳-۱) است را در نظر بگیرید . در این تصویر ، وام گیرنده ۱۰۰۰ دلار دریافت می کند . این مبلغ به صورت یک جریان نقدی مثبت بر روی نمودار جریان نقدی وام گیرنده ظاهر می شود . وی هر سال ۱۶۰ دلار بهره می پردازد . این مبالغ ، به علاوهٔ بازپرداخت ۱۰۰۰ دلار وام ، به صورت جریانهای نقدی منفی نشان داده می شوند . در شکل (۳-۱) نمودار جریان نقدی وام دهنده هم ارائه شده است . وام دهنده ابتدا با یک جریان نقدی منفی ۱۰۰۰ دلار روبروست که در پی آن جریانهای نقدی مثبت مربوط به بهرهٔ دریافتی و بازپرداخت اصل مبلغ وام قرار می گیرند . **درك این نکته مهم است که دیدگاه در نظر گرفته شده برای هر نمودار جریان نقدی ، شکل آن را تعیین می کند .**

1- Cash Flow Diagram

* به هریک از دریافتها یا پرداختهای مربوط به گزینهٔ سرمایه گذاری ، یک جریان نقدی گویند (م) .

** از آن جا که ممکن است دریافتها یا پرداختهای یک طرح دارای رقمهای بسیار متفاوتی باشند ، معمولاً نمی توان طول بردارها را متناسب با اندازهٔ آنها رسم کرد (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۳-۱- نمودارهای جریانهای نقدی

هنگامی که یک گزینهٔ سرمایه گذاری دارای دریافت و پرداخت همزمان باشد، می توان یک جریان نقدی خالص برای آنها محاسبه کرد. جریان نقدی خالص[1] عبارت از جمع جبری دریافتها (+) و پرداختها (-) است که در یک نقطهٔ زمانی قرار دارند*. استفاده از جریان نقدی خالص در تصمیم گیری به این معنی است که، تأثیر دلارهای دریافتی و پرداختی خالص یک سرمایه گذاری با تأثیر کل دریافتها و پرداختهای آن سرمایه گذاری هنگامی که جداگانه در نظر گرفته شوند، یکسان است.

برای آسان کردن توصیف جریانهای نقدی سرمایه گذاری، از قراردادهای زیر استفاده می کنیم.

فرض کنید:

F_t = جریان نقدی خالص در زمان t

$F_t < 0$ به معنی یک جریان نقدی پرداخت خالص

$F_t > 0$ به معنی یک جریان نقدی دریافت خالص

1- Net Cash Flow

* به خاطر وجود ارزش زمانی پول، تنها مبالغی را که در یک نقطهٔ زمانی رخ می دهند می توان با یکدیگر جمع و یا از یکدیگر تفریق کرد. مبالغی که در زمانهای مختلف قرار دارند، مستقیماً قابل جمع یا تفریق نمی باشند و تنها در صورتی می توان آنها را مستقیماً جمع یا تفریق کرد که نرخ بهره صفر فرض شود (م).

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در مطالعات اقتصاد مهندسی ، فرض بر این است که مخارجی که برای شروع یک گزینه انجام می شوند ، در ابتدای دوره ای که گزینه در آن واقع است مصرف می شوند . در مورد دریافتها و پرداختهایی که در خلال عمر گزینه انجام می شوند ، معمولاً فرض می شود که در پایان سال یا دورهٔ بهرهٔ مربوطه رخ می دهند . این قرارداد «پایان سال»[1] برای توصیف جریانهای نقدی در طول زمان و برای ایجاد قابلیت کاربرد نمودار جریان نقدی پذیرفته می شود . در باقیماندهٔ این فصل به استخراج تعدادی رابطه های بهره برای بررسی جریانهای نقدی در طول زمان می پردازیم .

۳-۳ رابطه های بهره (ترکیب گسسته[2] ، پرداختهای گسسته[3])

رابطه های بهره ای که در این بخش به دست می آیند ، برای شرایط معمولی بهره با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه قابل اعمال هستند . در این جا از نشانه های زیر استفاده می کنیم :

i = نرخ بهرهٔ سالانه

n = تعداد دوره های بهرهٔ سالانه

P = مبلغ اصل پول در زمان حال

A = پرداخت یگانه از مجموعه n پرداخت مساوی که در پایان هر دورهٔ بهرهٔ سالانه انجام می شود .

F = مبلغ آینده از جمع n دورهٔ بهرهٔ (سالانه) ، برابر با مقدار مرکب مبلغ اصل پول فعلی P ، یا برابر با مقدار مرکب n پرداخت هر کدام به مبلغ A .

در استخراج و استفاده از ضریبهای بهره[4] برای پرداختهای سالانه باید به چهار نکتهٔ مهم زیر توجه داشت :

۱ - پایان هر سال شروع سال بعدی است .

1- Year-End Convention
2- Discrete Compounding
3- Discrete Payments
4- Interest Factors

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

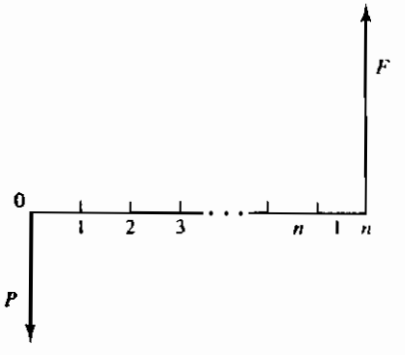
۲- P در ابتدای سالی است که به عنوان زمان حال در نظر گرفته می شود .

۳- F در پایان n امین سال بعد از زمانی است که به عنوان حال در نظر گرفته می شود .

۴- مقدار A در پایان هر یک از سالهای دورهٔ مورد بررسی رخ می دهد .

هنگامی که با P و A سر و کار داریم ، اولین مقدار A از مجموعه ، یک سال بعد از P خواهد بود ؛ و هنگامی که با F و A سر و کار داریم ، آخرین مقدار A از مجموعه در همان زمانی که F قرار دارد ، بروز می کند .

ضریب مقدار مرکب پرداخت یگانه [1] . اگر یک مقدار P در حال حاضر با نرخ برگشت سالانهٔ i سرمایه گذاری شود ، پس از n سال چقدر اصل و بهره جمع می شود؟ نمودار جریان نقدی برای این وضع در شکل (۳-۲) نشان داده شده است .



شکل ۳-۲- مقدار نقدی فعلی ، و مقدار نقدی آینده

از آن جا که این دادوستد تا پایان سرمایه گذاری هیچ گونه پرداختی فراهم نمی سازد ، بهره به صورتی که در جدول (۳-۲) نشان داده شده است ، ترکیب می شود . در پایان هر دورهٔ بهرهٔ سالانه ، بهرهٔ حاصل به اصل پول افزوده می شود . با قرار دادن عبارتهای کلی به جای مقادیر عددی در جدول (۳-۲) ، نتایج نشان داده شده

1- Single-Payment Compound-Amount Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در جدول (۳-۳) به دست می آیند . ضریب حاصل ، $(1 + i)^n$ ، را **ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی**[1] می نامند و به صورت زیر نشان می دهند :

$(\overset{F/P,i,n}{\quad})$.

جدول ۳-۳- به‌دست آوردن ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی

سال	مقدار در آغاز سال	بهرهٔ به‌دست آمده در طول سال	مقدار مرکب در آخر سال
1	P	Pi	$P + Pi = P(1 + i)^1$
2	$P(1 + i)$	$P(1 + i)i$	$P(1 + i) + P(1 + i)i = P(1 + i)^2$
3	$P(1 + i)^2$	$P(1 + i)^2 i$	$P(1 + i)^2 + P(1 + i)^2 i = P(1 + i)^3$
n	$P(1 + i)^{n-1}$	$P(1 + i)^{n-1} i$	$P(1 + i)^{n-1} + P(1 + i)^{n-1} i = P(1 + i)^n = F$

از این ضریب می توان برای پیدا کردن مقدار آینده (F) ، مربوط به مقدار اصل پول فعلی (P) استفاده کرد . این رابطه به قرار زیر است :

$$F = P(1 + i)^n$$

یا

$$F = P(\overset{F/P,i,n}{\quad}).$$

مشخصه ای که برای شناسایی ضریب مقدار مرکب پرداخت و تکی مورد استفاده قرار می گیرد ، $F/P,i,n$ است . این مشخصه در بالای محلی که باید مقدار ضریب نوشته شود قرارمی گیرد . اولین عنصر این مشخصه ، F/P بیانگر نسبت یا ضریبی است که باید در P ضرب شود تا F به دست آید . i نرخ بهرهٔ هر دوره و n تعداد دوره های تکراری بین P و F را نشان می دهند . در سرتاسر این کتاب از این سیستم نمایش برای شناسایی ضریبهای بهره استفاده می شود[2] .

---

۱ - مقادیر ضریبهای بهره برای حالت ترکیب گسسته و پرداختهای گسسته ، در پیوست A آمده اند .

۲ - استفاده از مشخصه برای ضریب به جای بیان جبری آن دو مزیت مهم دارد . (۱) معادله های مربوط به حل مسائل را می توان قبل از پیدا کردن مقادیر ضریبها از جداول و قرار دادن آنها در پرانتزها ، ساخت . و (۲) منبع و هویت مقادیر برداشته شده از جداول در سرتاسر روش حل حفظ می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با مراجعه به مثال جدول (۳-۲) ، اگر ۱۰۰۰ دلار با بهرهٔ ۱۶٪ و ترکیب سالانه در ابتدای سال اول سرمایه گذاری شود ، مقدار مرکب در پایان سال چهارم خواهد بود :

$$F = \$1{,}000(1 + 0.16)^4 = \$1{,}000(1.811)$$
$$= \$1{,}811.$$

یا با استفاده از مشخصهٔ ضریب و مقدار آن از جدول :

$$F = \$1{,}000(\overset{F/P,16,4}{1.811}) = \$1{,}811.$$

ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی[1] . رابطهٔ مقدار مرکب پرداخت یگانه را می توان به صورت زیر برای P حل کرد .

$$P = F\left[\frac{1}{(1 + i)^n}\right].$$

ضریب حاصل ، یعنی $1 / (1 + i)^n$ را ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی می نامند و به صورت زیر مشخص می کنند :

$$(\overset{P/F,i,n}{\quad}).$$

از این ضریب می توان برای محاسبهٔ ارزش فعلی ، P ، مربوط به یک مقدار آینده ، F ، برای سرمایه گذاری توصیف شده در شکل (۳-۲) استفاده کرد . در این جا سؤال این است که چقدر باید در حال حاضر با بهرهٔ ۱۶٪ و ترکیب سالانه سرمایه گذاری کرد تا بتوان ۴ سال بعد ۱۸۱۱ دلار دریافت نمود . محاسبه به صورت زیر است :

$$P = \$1{,}811\left[\frac{1}{(1 + 0.16)^4}\right] = \$1{,}811(0.5523) = \$1{,}000.$$

یا با استفاده از مشخصهٔ ضریب و جداول بهره

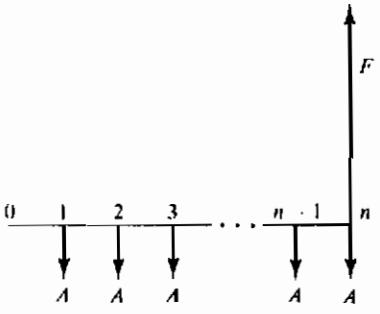
$$P = \$1{,}811(\overset{P/F,16,4}{0.5523}) = \$1{,}000.$$

توجه کنید که ضریب مقدارمرکب پرداخت تکی ، وضریب ارزش فعلی پرداخت تکی عکس یکدیگرند .

1- Single-Payment Present-Worth Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب مقدار مرکب مجموعهٔ پرداختهای مساوی[1] . در بسیاری از مطالعات اقتصاد مهندسی ، غالباً لازم است که مقدار تکی آیندهٔ حاصل از مجموعه ای از پرداختهای مساوی را که در پایان دوره های بهرهٔ متوالی رخ می دهند ، پیدا کنیم . چنین مجموعه ای از جریانهای نقدی در شکل (۳-۳) ارائه شده است .



شکل ۳-۳- مجموعهٔ مساوی سالانه و مقدار تکی آینده

مجموع مقادیر مرکب حاصل از چند پرداخت را می توان با استفاده از ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی محاسبه کرد . برای مثال ، محاسبهٔ مقدار مرکب مربوط به مجموعه ای از پنج پرداخت ۱۰۰ دلاری که در پایان هر سال با بهرهٔ ۱۲٪ و ترکیب سالانه انجام می شوند ، در جدول (۳-۴) نشان داده شده است .

جدول ۳-۴- مقدار مرکب یك مجموعه از پرداختهای پایان سال

پایان سال	حاصل ضرب پرداخت پایان سال در ضریب مقدار مرکب	مقدار مرکب در پایان ۵ سال	کل مقدار مرکب
1	$100(1.12)^4$	$157	
2	$100(1.12)^3$	141	
3	$100(1.12)^2$	125	
4	$100(1.12)^1$	112	
5	$100(1.12)^0$	100	$635

1- Equal-Payment-Series Compound-Amount Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

روشن است که این روش جدولی برای محاسبهٔ مقدار مرکب یک مجموعهٔ بزرگ مشکل است . بنابراین بهتر است که برای این نوع مسائل یک راه حل فشرده به دست آوریم .

اگر A بیانگر مجموعه‌ای از n پرداخت مساوی ، مانند مجموعهٔ ۱۰۰ دلاری در جدول (۳-۴) باشد ، آن گاه

$$F = A(1) + A(1 + i) + \cdots + A(1 + i)^{n-2} + A(1 + i)^{n-1}.$$

مبلغ کل آینده ، F ، برابر است با مجموع مقادیر آیندهٔ جداگانه‌ای که برای هر پرداخت A محاسبه می‌شود . با ضرب کردن این رابطه در $(1 + i)$ داریم

$$F(1 + i) = A(1 + i) + A(1 + i)^2 + \cdots + A(1 + i)^{n-1} + A(1 + i)^n.$$

رابطهٔ اول را از رابطهٔ دوم کم می‌کنیم .

$$\begin{array}{rl} F(1 + i) = & A(1 + i) + A(1 + i)^2 + \cdots + A(1 + i)^{n-1} + A(1 + i)^n \\ -F = & -A - A(1 + i) - A(1 + i)^2 - \cdots - A(1 + i)^{n-1} \\ \hline F(1 + i) - F = -A & + A(1 + i)^n. \end{array}$$

با حل این رابطه برای F داریم :

$$F = A\left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i}\right].$$

ضریب حاصل ، یعنی $[(1 + i)^n - 1] / i$ ، **ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی**[1] نام دارد و به صورت زیر مشخص می‌شود :

$$\left(\quad\right)^{F/A,i,n}.$$

از این ضریب می‌توان برای محاسبهٔ مقدار مرکب ، F ، مربوط به یک مجموعه پرداختهای مساوی A استفاده کرد . برای مثال ، مقدار آیندهٔ پرداختهای ۱۰۰ دلاری که در پایان هر سال در ۵ سال آینده با نرخ ۱۲ ٪ در سال ذخیره می‌شوند ،

1- Equal Payment-Series Compound-Amount Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

عبارت است از

$$F = \$100\left[\frac{(1 + 0.12)^5 - 1}{0.12}\right] = \$100(6.353) = \text{635 دلار}$$

که با نتیجه ای که در جدول ۳-۴ به دست آمد سازگار است . با استفاده از مشخصهٔ ضریب و جدولهای بهره داریم :

$$F = \$100(\overset{F/A,12,5}{6.352}) = \text{635 دلار}$$

ضریب وجوه پس اندازی مجموعه پرداختهای مساوی[1] . رابطهٔ مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی را می توان به صورت زیر برای A حل کرد :

$$A = F\left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1}\right].$$

ضریب حاصل ، یعنی $i / [(1 + i)^n - 1]$ ، **ضریب وجوه پس اندازی مجموعه زیرپرداختهای مساوی** نامیده شده و به صورت زیر مشخص می شود :

$$(\overset{A/F,i,n}{\quad}).$$

از این ضریب می توان برای محاسبهٔ پرداختهای آخر دوره ، A ، که برای جمع شدن یک مقدار آیندهٔ ، F ، لازم هستند استفاده کرد ، شکل (۳-۳) . برای مثال ، اگر بخواهیم با مجموعه ای از پنج پرداخت مساوی با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ با ترکیب سالانه ، مبلغ ۶۳۶ دلار جمع شود ، مقدار لازم برای هر پرداخت عبارت است از :

$$A = \$635\left[\frac{0.12}{(1 + 0.12)^5 - 1}\right]$$
$$= \$635(0.1574) = \$100$$

یا

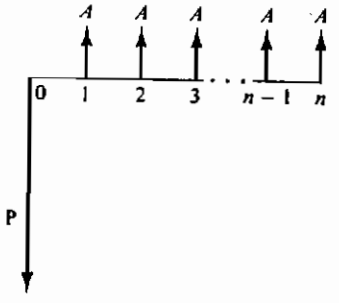
$$A = \$635(\overset{A/F,12,5}{0.1574}) = \text{100 دلار}$$

1- Equal Payment-Series Sinking-Fund Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

استخراج این ضریب و این مثال نشان می دهند که ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی و ضریب وجوه پس اندازی مجموعه پرداختهای مساوی، عکس یکدیگرند .

ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی[1] . سپرده ای به مقدار P در حال حاضر و با نرخ بهرهٔ سالانهٔ i انجام می شود . سپرده گذار ، می خواهد اصل ، به علاوهٔ بهرهٔ حاصل را در مجموعه ای مقادیر مساوی پایان سال در طول n سال آینده برداشت کند . هنگامی که آخرین برداشت انجام شود ، نباید وجهی در سپرده باقی بماند . نمودار جریان برای این وضع در شکل (۳-۴) نشان داده شده است .



شکل ۳-۴- مجموعه سالانهٔ مساوی و مقدار تکی فعلی

قبلاً نشان دادیم که F توسط ضریب وجوه پس انداز مجموعه پرداختهای مساوی ، با A مربوط می شود ، و F و P توسط ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی با یکدیگر در رابطه اند . با قراردادن $P\ (1 + i)^n$ به جای F در رابطهٔ ضریب وجوه پس اندازی مجموعه پرداختهای مساوی داریم :

$$A = P(1 + i)^n\left[\frac{i}{(1 + i)^n - 1}\right]$$

$$= P\left[\frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}\right].$$

1- Equal Payment-Series Capital-Recovery Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب حاصل ، یعنی $i\ (1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$ را **ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی** گویند و به صورت زیر مشخص می کنند :

$(\ ^{A/P,i,n}\ )$.

از این ضریب می توان برای محاسبهٔ پرداختهای آخر دوره ، A ، که از طریق یک مقدار فعلی P فراهم می شوند استفاده کرد . برای مثال ، سرمایه گذاری ۱۰۰۰ دلار با نرخ ۱۵٪ با ترکیب سالانه به مدت هشت سال ، پرداختهای آخر دورهٔ مساوی زیر را فراهم می سازد :

$$A = \$1{,}000\left[\frac{0.15(1+0.15)^8}{(1+0.15)^8 - 1}\right]$$
$$= \$1{,}000(0.2229) = \$223$$

یا

$$A = \$1{,}000(\ ^{A/P,15,8}_{0.2229}\ ) = \$223.$$

با برداشت هر مقدار سالانه ، مقداری که در ذخیره باقی می ماند ، کمتر از مقدار باقیمانده پس از برداشتهای قبلی است . از آن جا که بهره بر مبنای مقدار موجودی ذخیره به دست می آید ، بهرهٔ حاصل هم هر سال کمتر می شود . ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی ، این تغییرات سال به سال که رابطه ای پیچیده بین بهرهٔ حاصل و مقدار برداشتهاست را به حساب می آورد .

ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی[1] . برای یافتن مقدار یگانه ای که باید هم اکنون ذخیره شود ، تا بتوان پرداختهای آخر دورهٔ مساوی را انجام داد ، بایستی P را برحسب A پیدا کرد . ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی را می توان به صورت زیر برای P حل کرد :

1- Equal-Payment-Series Present-Worth Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب حاصل ، یعنی $[(1 + i)^n - 1)] / i\ (1 + i)^n$ را **ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی** می نامند و به صورت زیر مشخص می کنند :

$$P = A\left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}\right].$$

از این ضریب می توان در تعیین ارزش فعلی P مربوط به یک مجموعه پرداختهای مساوی ، A ، مانند شکل (۳-۴) استفاده کرد .

$$(\overset{P/A,i,n}{}).$$

مثال

ارزش فعلی مجموعه ای از هشت پرداخت مساوی ۲۲۳ دلار با بهرهٔ ۱۵٪ و ترکیب سالانه عبارت است از

$$P = \$223\left[\frac{(1 + 0.15)^8 - 1}{0.15(1 + 0.15)^8}\right]$$
$$= \$223(4.487) = \$1{,}000$$

یا

$$P = \$223(\overset{P/A,15,8}{4.487}) = 1{,}000 \text{ دلار}$$

این مثال و رابطهٔ آن نشان می دهد که ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی و ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی عکس یکدیگرند .

ضریب مجموعه با شیب یکنواخت[1] . در برخی موارد ، پرداختهای دوره ای در یک مجموعهٔ مساوی انجام نمی شوند . این پرداختها ممکن است با مقدار ثابتی افزایش یا کاهش یابند . برای مثال ، مجموعه پرداختهای ۱۰۰ دلار ، ۱۲۵ دلار ، ۱۵۰ دلار ،

1- Uniform-Gradient-Series Factor

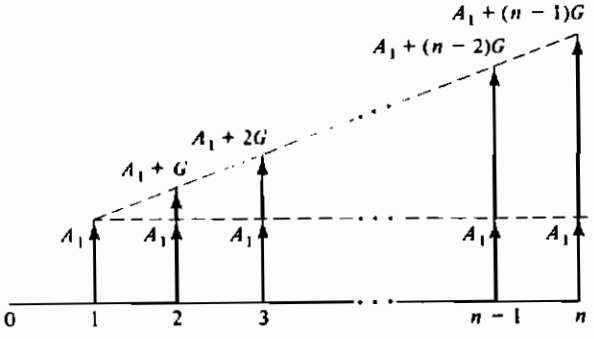
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

و ۱۷۵ دلار که به ترتیب در پایان سالهای اول ، دوم ، سوم و چهارم رخ می دهند ، یک مجموعه افزایشی یکنواخت را تشکیل می دهند . به همین ترتیب مجموعه پرداختهای ۱۰۰ ، ۹۰ ، ۸۰ و ۷۰ دلار که در پایان سالهای اول ، دوم ، سوم و چهارم رخ می دهند ، یک مجموعه یکنواخت کاهشی هستند .

به طور کلی ، یک مجموعهٔ افزایشی غیریکنواخت از پرداختها برای n دورهٔ بهره را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$A_1, A_1 + G, A_1 + 2G, \ldots, A_1 + (n-1)G$$

این مجموعه در شکل (۳-۵) نشان داده شده است . A_1 نشان دهندهٔ اولین پرداخت پایان سال از مجموعه ، و G مقدار تغییر در اندازهٔ پرداختهاست .



شکل ۳-۵- یك مجموعه شیب افزایشی یکنواخت

یک راه برای ارزیابی این گونه مجموعه ها اعمال رابطه های بهره ای که قبلاً پیدا کرده ایم ، به هریک از پرداختهای این مجموعه است . این روش به نتایج خوبی می انجامد اما وقت گیر خواهد بود . روش دیگر تبدیل مجموعه پرداختهای افزایشی یکنواخت به یک مجموعه پرداختهای مساوی به گونه ای است که بتوان از ضریب مجموعه پرداختهای مساوی استفاده کرد . در این جا نشانه های زیر را تعریف می کنیم :

A_1 = پرداخت در پایان سال اول

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

G = تغییر یا شیب سالانه

n = تعداد سالها

A = پرداختهای سالانهٔ یکنواخت همسنگ

یک مجموعه با شیب یکنواخت را می توان متشکل از دو مجموعهٔ جداگانه در نظر گرفت ، که عبارتند از : یک مجموعه پرداختهای مساوی A_1 که «پایه»[1] نامیده می شود ، و یک مجموعهٔ شیب دار G, $2G$, ..., $(n-1)G$ و G و 0 در پایان سالهای بعدی . هر پرداخت در مجموعه پرداختهای مساوی همسنگ با مجموعه با شیب یکنواخت را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$A = A_1 + A_2$$

که در این جا :

$$A_2 = F(\overset{A/F,i,n}{}) = F\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right]$$

و F مقدار آیندهٔ همسنگ با مجموعهٔ شیبدار است .

این مقدار همسنگ آینده را می توان با تجزیهٔ مجموعهٔ شیبدار به $(n-1)$ مجموعه پرداخت مساوی جداگانه با پرداختهای سالانهٔ G مطابق جدول (۳-۵)به دست آورد . مقدار همسنگ آینده را می توان به صورت زیر به دست آورد :

$$F = G(\overset{F/A,i,n-1}{}) + G(\overset{F/A,i,n-2}{}) + \cdots + G(\overset{F/A,i,2}{}) + G(\overset{F/A,i,1}{})$$

$$= G\left[\frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i}\right] + G\left[\frac{(1+i)^{n-2} - 1}{i}\right] + \cdots + G\left[\frac{(1+i)^2 - 1}{i}\right] + G\left[\frac{(1+i)^1 - 1}{i}\right]$$

$$= \frac{G}{i}[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \cdots + (1+i)^2 + (1+i) - (n-1)]$$

$$= \frac{G}{i}[(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \cdots + (1+i)^2 + (1+i) + 1] - \frac{nG}{i}.$$

1- Base

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۳-۵- مجموعهٔ شیبدار و دسته‌ای از مجموعه‌های همسنگ با آن

پایان سال	مجموعه پرداختهای مساوی	مجموعه شیبدار	دسته مجموعه های همسنگ با مجموعهٔ شیبدار
0	0	0	0
1	A_2	0	0
2	A_2	G	G
3	A_2	$2G$	$G+G$
4	A_2	$3G$	$G+G+G$
.	.	.	. . .
.	.	.	. . .
.	.	.	. . .
$n-1$	A_2	$(n-2)G$	$G+G+G+\cdots+G$
n	A_2	$(n-1)G$	$G+G+G+\cdots+G+G$

می توان تشخیص داد که عبارتهای داخل کروشه یک ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی برای n سال را تشکیل می دهند . بنابراین

$$F=\frac{G}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right]-\frac{nG}{i}.$$

همچنین :

$$A_2=F\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]$$

$$=\frac{G}{i}\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right]\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]-\frac{nG}{i}\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]$$

$$A_2=\frac{G}{i}-\frac{nG}{i}\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right]$$

یا

$$A_2=\frac{G}{i}-\frac{nG}{i}(A/F,i,n)=G\left[\frac{1}{i}-\frac{n}{i}(A/F,i,n)\right].$$

ضریب حاصل یعنی

$$\left[\frac{1}{i}-\frac{n}{(1+i)^n-1}\right],$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را ضریب مجموعه شیبدار یکنواخت نامیده و به صورت زیر مشخص می کنند :

$(\overset{A/G,i,n}{\quad})$.

مثال

به عنوان مثالی از کاربرد ضریب شیب ، فرض کنید که فردی تصمیم دارد ۱۰۰۰ دلار از درآمد خود را در سال جاری پس انداز کند و می تواند این مقدار را تا نه سال بعد هر سال به مقدار ۲۰۰ دلار افزایش دهد . از آن جا که به جز در موارد مشخص شده باید از قرارداد پایان سال استفاده کرد ، این مجموعه در پایان سال اول شروع می شود ، و آخرین مقدار ذخیره شده در پایان سال دهم خواهد بود . اگر بهره ۸٪ با ترکیب سالانه باشد ، می خواهیم مجموعهٔ مساوی سالانه ای را بیابیم که از پایان سال ۱ شروع شده و در پایان سال ۱۰ خاتمه یابد ، و همسنگ با مجموعهٔ شیبدار باشد .

$$A = A_1 + G(\overset{A/G,i,n}{\quad})$$

$$= \$1{,}000 + \$200(\overset{A/G,8,10}{3.8713})$$

$$= \$1{,}774 \quad \text{دلار در سال}$$

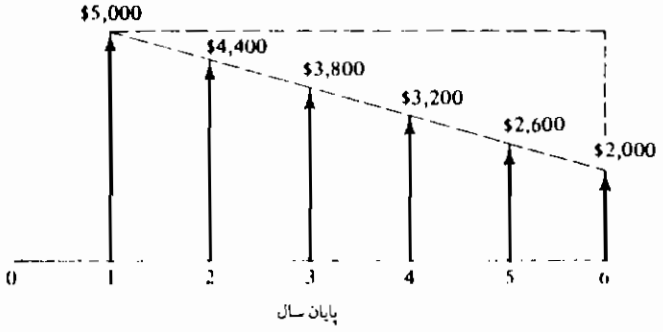
از ضریب شیب می توان برای یک شیب یکنواخت کاهش هم استفاده کرد . فرض کنید می خواهیم مجموعه مساوی سالانهٔ همسنگ با مجموعه شیب کاهشی شکل (۳-۶) را پیدا کنیم . جریان نقدی شکل (۳-۶) را می توان به عنوان حاصل تفریق یک مجموعه شیب افزایشی با $G = 600$ از یک مجموعهٔ مساوی سالانهٔ ۵۰۰۰ دلار در سال در نظر گرفت . اگر به این شیوه به مسأله نگاه کنیم به ضریب جدیدی نیاز نداریم . مجموعه سالانهٔ مساوی همسنگ با این مجموعهٔ شیب کاهشی با نرخ ۹٪ در سال عبارت است از :

$$A = A_1 - G(\overset{A/G,i,n}{\quad})$$

$$= \$5{,}000 - \$600(\overset{A/G,9,6}{2.2498})$$

$$= \$3{,}650 \quad \text{دلار در سال}$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۳-۶- یك دنبالهٔ شیب کاهشی

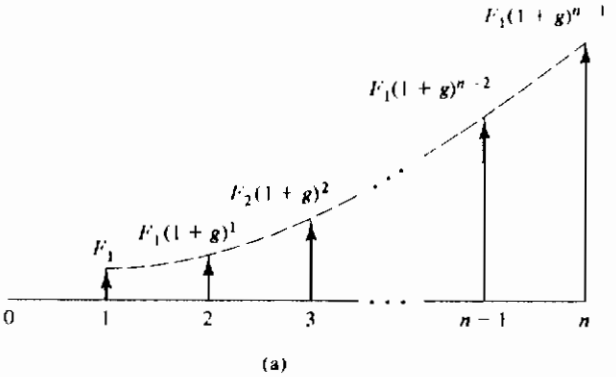
ضریب مجموعه شیب یکنواخت $(^{A/G,i,n})$ برای تبدیل هر یک ازمقادیر شیب مثبت $+G$ ، یا شیب منفی $-G$ به یک مقدار مساوی سالانهٔ همسنگ A_2 قابل استفاده است . پس از انجام این تبدیل ، می توان آن را با A_1 («پایهٔ» مجموعه شیب) ترکیب کرد و مقدار سالانهٔ همسنگ ، A ، را به دست آورد . هنگامی که $A_1 = 0$ باشد ، مجموعهٔ اصلی یک مجموعه شیبدار خالص خواهد بود . مقادیر جدولی برای ضریب مجموعهٔ شیب یکنواخت در آخرین ستون هریک از جدولهای بهرهٔ پیوست A ارائه شده اند .

ضریب مجموعهٔ شیب هندسی . در بسیاری از موارد پرداختهای سالانه ، در طول زمان با یک مقدار ثابت افزایش یا کاهش نمی یابند ، بلکه افزایش یا کاهش آنها با یک درصد ثابت رخ می دهد . اگر g نشان دهندهٔ درصد تغییر در اندازهٔ پرداخت از یک دوره به دورهٔ بعدی باشد ، اندازهٔ t امین پرداخت با اولین پرداخت F_1 به صورت زیر مربوط می شود .

$$F_t = F_1(1 + g)^{t-1}, \qquad t = 1, 2, \ldots, n.$$

هنگامی که g مثبت است ، مجموعه به صورت نشان داده شده در شکل ۳-۷ ، افزایش خواهد یافت . وقتی که g منفی باشد ، مجموعه کاهشی خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



(a)

شکل ۳-۷- یك مجموعه شیب هندسی با $g > 0$

برای به دست آوردن رابطه ای برای مقدار ارزش فعلی ، P ، می توان از رابطهٔ بین F_1 و F_1 همراه با ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی به صورت زیر استفاده کرد :

$$P = F_1\left[\frac{(1+g)^0}{(1+i)^1}\right] + F_1\left[\frac{(1+g)^1}{(1+i)^2}\right] + F_1\left[\frac{(1+g)^2}{(1+i)^3}\right] + \cdots + F_1\left[\frac{(1+g)^{n-1}}{(1+i)^n}\right].$$

با ضرب کردن هر کدام از عبارتها در $(1+g)/(1+g)$ و ساده کردن داریم

$$P = \frac{F_1}{1+g}\left[\frac{(1+g)^1}{(1+i)^1} + \frac{(1+g)^2}{(1+i)^2} + \frac{(1+g)^3}{(1+i)^3} + \cdots + \frac{(1+g)^n}{(1+i)^n}\right].$$

فرض کنید

$$\frac{1}{(1+g')} = \frac{1+g}{1+i},$$

که در این جا g' نرخ بدون رشد[1] است . اگر به جای هر یک از عبارتهای رابطهٔ بالا قرار دهیم :

$$P = \frac{F_1}{1+g}\left[\frac{1}{1+g'} + \frac{1}{(1+g')^2} + \frac{1}{(1+g')^3} + \cdots + \frac{1}{(1+g')^n}\right].$$

1- Growth-Free Rate

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

عبارتهای داخل کروشه ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی برای n سال را تشکیل می دهند . بنابراین

$$P = \frac{F_1}{1+g}\left[\frac{(1+g')^n - 1}{g'(1+g')^n}\right]$$

یا

$$P = F_1\left[\frac{(P/A,g',n)}{1+g}\right].$$

ضریب داخل کروشه ، **ضریب مجموعهٔ شیب هندسی**[1] نامیده می شود . استفاده از این ضریب مستلزم یافتن g' از رابطهٔ زیر است :

$$g' = \frac{1+i}{1+g} - 1.$$

$g' > 0$. هنگامی که $i > g$ باشد ، g' مثبت خواهد بود و $(P/A,g',n)$ شکل معمول خود را خواهد داشت .

مثال

فرض کنید دریافتهای یک طرح مشخص با شروع از ۳۶۰۰۰۰ دلار در سال اول ، هرسال ۷٪ افزایش یابند . ارزش فعلی مربوط به ۱۰ سال از این پرداختها با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ را می توان به صورت زیر پیدا کرد :

$$g' = \frac{1+0.15}{1+0.07} - 1 = 7.48\%$$

$$(P/A,7.48,10) = \frac{(1+0.0748)^{10} - 1}{0.0748(1+0.0748)^{10}}$$

$$P = \$360{,}000\frac{(P/A,7.48,10)}{1.07} = \$2{,}311{,}536.$$

1- Geometric-Gradient-Series Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مشاهده می شود که مقدار $(P/A,7.48,10)$ بین مقادیر P/A ، ۷٪ و ۸٪ جدول قرار می گیرد . بنابراین هنگامی که g' مثبت است امکان استفاده از جدولها وجود دارد . لیکن باید توجه داشت که اگر از درونیابی خطی استفاده شود ، نتیجهٔ حاصل تنها یک تقریب خواهد بود .

$g' = 0$. هنگامی که $i = g$ باشد، g' صفر خواهد بود و مقدار $(P/A,g',n)$ برابر با n می شود (جدول ۳-۶ را ببینید) . در این حال ضریب مجموعهٔ شیب هندسی به صورت سادهٔ زیر در می آیند .

$$P = F_1\left[\frac{n}{1+g}\right].$$

مثال

فرض کنید دریافتهای یک طرح مشخص از مبلغ پایهٔ ۱۰۰۰۰ در سال اول شروع و هر سال ۱۰٪ افزایش یابند . ارزش فعلی مربوط به n سال از چنین دریافتهایی با نرخ بهرهٔ ۱۰٪ عبارت است از

$$P = \$10{,}000\left[\frac{n}{1.10}\right] = \$9{,}091n.$$

این مبلغ برابر با ۱۰۰۰۰n نمی شود* ، زیرا بنا به قرارداد شیب، پرداخت سال اول $F_1(1+g)$ نیست ، و به جای آن مقدار F_1 را داریم . یعنی اعمال نرخ g از $t = 1$ شروع می شود ، در حالی که شروع تأثیر i از $t = 0$ است .

---

* از آن جا که نرخ افزایش دریافتها (g) با نرخ بهره (i) مساوی هستند ، ظاهراً بایستی در محاسبهٔ ارزش فعلی اثر یکدیگر را خنثی کنند و مقدار ارزش فعلی با نرخ خالص صفر محاسبه و برابر با ۱۰۰۰۰n (دریافت هرسال ضربدر تعداد سالها) شود . اما همان طور که در متن توضیح داده شده به دلیل تفاوت در زمان شروع تأثیر g و i این دو نرخ یکدیگر را کاملاً بی اثر نمی کنند (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$g' < 0$. سرانجام ، هنگامی که $i < g$ باشد ، g' منفی خواهد بود و نمی توان ضریب P/A را از جداول به دست آورد . در این حال باید مستقیماً از رابطه استفاده کرد .

مثال

فرض کنید حقوق یک فرد تازه استخدام شده از یک مقدار پایهٔ ۳۲۰۰۰ دلار در سال شروع و در پنج سال آینده هر سال ۱۲٪ افزایش یابد . اگر نرخ بهرهٔ مورد انتظار در این دوره ۱۰٪ باشد ، ارزش فعلی دریافتهای وی را می توان به صورت زیر به دست آورد :

$$g' = \frac{1 + 0.10}{1 + 0.12} - 1 = -1.79\%$$

$$\left(\overset{P/A,\,-1.79,5}{5.2801}\right) = \frac{(1 - 0.0179)^5 - 1}{-0.0179\,(1 - 0.0179)^5}$$

$$P = \$32{,}000\,\frac{\left(\overset{P/A,\,-1.79,5}{5.2801}\right)}{1.12} = \$150{,}860.$$

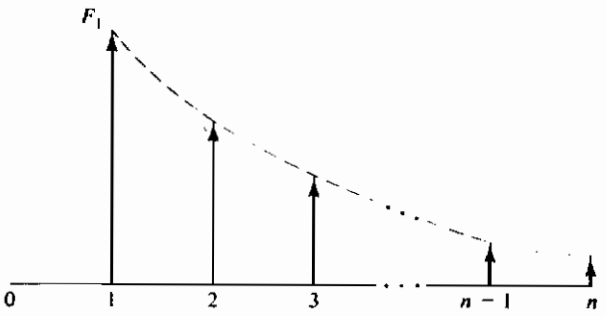
این مبلغ را می توان با ارزش فعلی در حالتی که بین g و i تفاوتی وجود نداشته باشد ، یعنی وقتی که هر دو برابر ۱۰٪ باشند ، مقایسه کرد . در این حالت :

$$P = \$32{,}000(5/1.10) = \$145{,}455.$$

خواهد بود ، که مبلغ ۵۴۵۰ دلار با حالت قبل تفاوت دارد . علت این تفاوت در این است که در حالت قبل افزایش حقوق با نرخی ۲٪ بیشتر از نرخ بهره برآورد شده بود .

از ضریب مجموعهٔ شیب هندسی می توان در ارزیابی شیبهای کاهشی مانند شکل (۳-۸) نیز استفاده کرد . در این حال ، g منفی خواهد بود و به ازای همهٔ مقادیر مثبت i به یک مقدار مثبت برای g' خواهد انجامید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



(b)

شکل ۳-۸- یك مجموعهٔ شیبدار هندسی برای $g < 0$

مثال

فرض کنید پرداخت مورد انتظار از یک چاه نفت کم عمق ۱۲۰۰ بشکه در سال اول و هر شبکه ۲۱ دلار باشد . اگر مقدار خروجی مورد انتظار این چاه هر سال ۱۰٪ کاهش یابد ، ارزش فعلی درآمد خالص آن طی هفت سال آینده با نرخ بهرهٔ ۱۷٪ را می توان به صورت زیر به دست آورد :

$$g' = \frac{1 + 0.17}{1 - 0.10} - 1 = 0.30 \text{ or } 30\%$$

$$P = \$21(12{,}000)\ \underbrace{\frac{(2.9247)}{1 - 0.10}}_{P/A,30,8} = \$818{,}916$$

در این مثال ، مقدار ضریب P/A مستقیماً در جدول بهرهٔ ۳۰٪ موجود بود .

۳-۴ رابطه های بین فرمولهای بهره

برای حالت معمول بهره با ترکیب گسسته وپرداختهای گسسته هشت فرمول بهره به دست آوردیم . دو تا از این فرمولهامربوط به حالت پرداخت تکی بودند . چهار فرمول به مجموعه پرداختهای مساوی مربوط می شدند . و دو فرمول آخر مربوط به حالت پرداختهای شیبدار بودند که برای بررسی مجموعه های افزایشی یا کاهشی به کار می آیند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

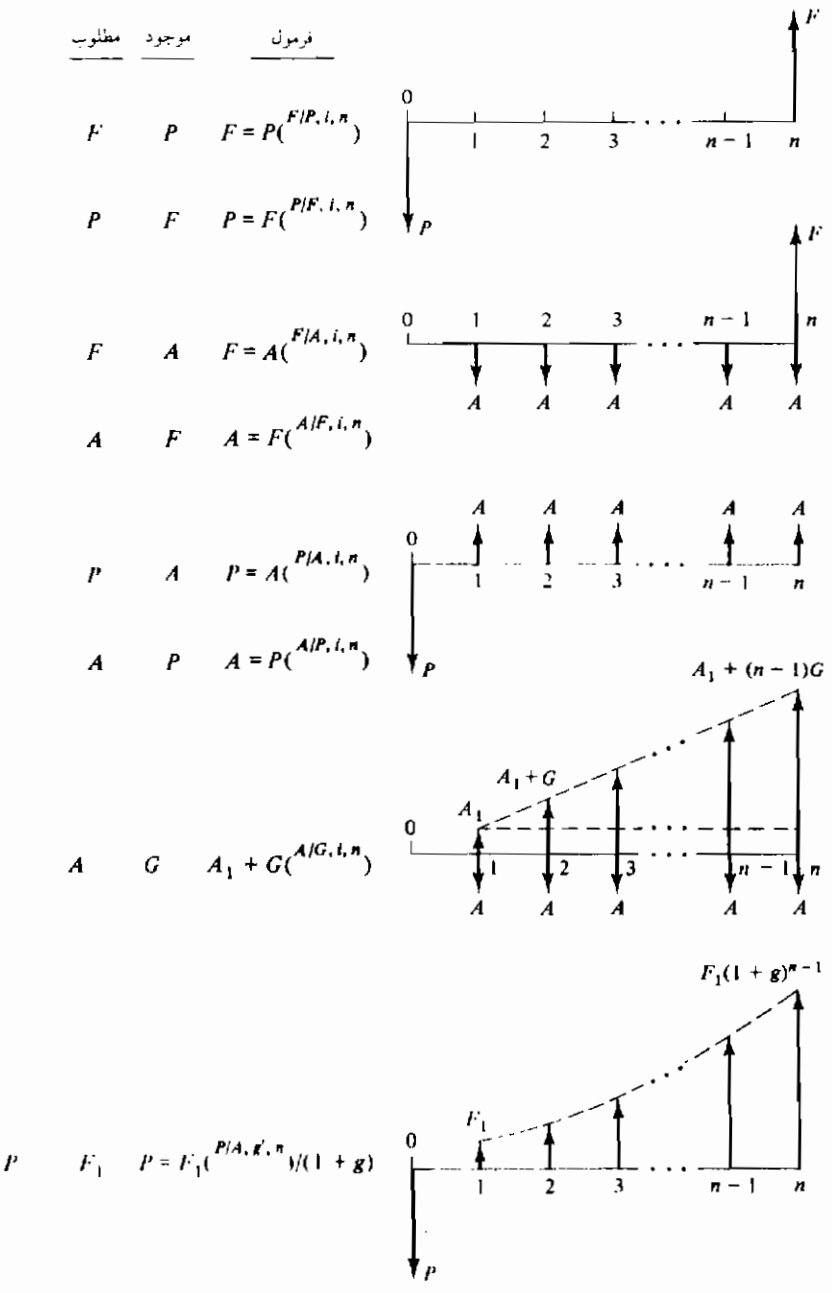
هنگام استفاده از این فرمولهای بهره ، لازم است جریانهای نقدی بر الگوی ضریبهای بهره منطبق باشند . در این رابطه توجه به نمودار ضرایب شکل (۳-۹) مفید خواهد بود .

روابط بین ضریبهای بهره . رابطه های متعدد بین ضرایب بهره ، امکان محاسبهٔ یک نوع ضریب از نوع دیگر را فراهم می سازند . آگاهی از این رابطه ها راههایی برای استفادهٔ مؤثرتر از جدولهای بهره ، همراه با درك بهتری از چگونگی انعکاس ارزش زمانی پول توسط این ضرایب به دست می دهد . این رابطه ها عبارتند از :

1. $(^{F/P,i,n}) = i(^{F/A,i,n}) + 1$
2. $(^{P/F,i,n}) = 1 - (^{P/A,i,n})i$
3. $(^{F/A,i,n}) = 1 + (^{F/P,i,1}) + (^{F/P,i,2}) + \cdots + (^{F/P,i,n-1})$
4. $(^{A/F,i,n}) = (^{A/P,i,n}) - i$
5. $(^{P/A,i,n}) = (^{P/F,i,1}) + (^{P/F,i,2}) + \cdots + (^{P/F,i,n})$
6. $(^{A/P,i,n}) = \dfrac{i}{1 - (^{P/F,i,n}_{\cdot})}$

مقادیر حدی ضرایب بهره . در برخی موارد آگاهی از مقادیر حدی ضرایب معمول بهره مفید خواهد بود . این آگاهی می تواند به محاسبات مربوط به مقادیری که در نقاط حدی گسترهٔ کاربرد مقادیر ضریب رخ می دهند ، کمک کند . جدول (۳-۶) برخی از این مقادیر حدی برای $n = \infty$ به ازاء مقدار معلوم i و برای $i = 0$ وقتی که n معلوم باشد را ارائه می کند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۳-۹- نمایش ترسیمی کاربرد ضریبهای بهره

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۳-۶- مقادیر حدی ضرایب بهره

ضریب بهره	i معلوم و $n = \infty$	n معلوم و $i = 0$
$F/P,i,n$ ( )	∞	1
$P/F,i,n$ ( )	0	1
$F/A,i,n$ ( )	∞	n
$A/F,i,n$ ( )	0	$1/n$
$P/A,i,n$ ( )	$1/i$	n
$A/P,i,n$ ( )	i	$1/n$

۳-۵ نرخهای بهرهٔ اسمی[1] و مؤثر[2]

رابطه هایی که تا این جا استخراج کردیم تنها با دوره های بهرهٔ یک ساله سر و کار دارند . لیکن در عمل ، جریانهای نقدی یا قراردادهای وام ممکن است مستلزم پرداختهای بهره تناوبهای بیشتر مثلاً هر نیمسال ، هر فصل ، یا هر ماه باشند . این گونه قراردادها به دوره های بهرهٔ نیم ساله ، فصلی ، یا ماهانه ، و به ترتیب به ترکیب بهره دو بار ، چهار بار یا دوازده بار در سال می انجامند .

نرخهای بهرهٔ مربوط به این ترکیبها با تناوب بیشتر را معمولاً بر یک مبنای سالانه مبتنی بر قراردادزیربیان می کنند . هنگامی که نرخ بهرهٔ واقعی یا مؤثر ، ۳درصدبهرهٔ مرکب برای هر دورهٔ شش ماهه باشد ، بهرهٔ سالانه یا اسمی به صورت ۶٪ درسال باترکیب نیم ساله بیان می شود . برای یک نرخ بهرهٔ مؤثر ۱٫۵٪ که در پایان هردورهٔ سه ماهه ترکیب می شود ، بهرهٔ اسمی ۶٪ در سال با ترکیب فصل خواهد بود . **بنابراین ، نرخ بهرهٔ اسمی ، بریک مبنای سالانه بیان شده و با ضرب کردن نرخ بهرهٔ واقعی یا مؤثر هر دورهٔ بهره در تعداد دوره های بهره در سال تعیین می شود** . اگر :

r = نرخ بهره اسمی سالانه

i = نرخ بهرهٔ مؤثر هر دورهٔ ترکیب ، و

1- Annual 2- Effective

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

c = تعداد دوره های ترکیب در سال

باشند ، آن گاه نرخ بهرهٔ اسمی عبارت است از :

$$r = c \cdot i$$

و نرخ بهرهٔ مؤثر هر دورهٔ ترکیب برابر است با :

$$i = \frac{r}{c}.$$

درمبادلات مالی معمولاً نرخ بهرهٔ سالانه را ، **نرخ درصد سالانه**[1] ، APR می نامند .

ترکیب گسسته . اثر ترکیب با تکرار بیشتر این است که نرخ بهرهٔ واقعی یا مؤثر در سال بیشتر از نرخ بهرهٔ اسمی می شود .

مثال

یک نرخ بهرهٔ سالانه ۱۲٪ با ترکیب نیم ساله را در نظر بگیرید . ارزش ۱ دلار در پایان یک سال وقتی که با نرخ ۶٪ در هر دورهٔ نیمساله ترکیب شود ، برابر است با :

$$F = \$1(1.06)(1.06)$$
$$= \$1(1.06)^2 = \$1.1236.$$

بهرهٔ واقعی به دست آمده از یک دلار برای یک سال عبارت است از ۱٫۱۲۳۶ دلار منهای ۱٫۰۰۰۰ دلار که برابر با ۰٫۱۲۳۶ دلار می شود . بنابراین نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه برابر است با ۱۲٫۳۶٪ .

با استدلال بالا می توان تعریفی برای نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه به دست آورد .

1- Annual Percentage Rate

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فرض کنید :

i_a = نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه

باشد . با استفاده از تعریف قبلی برای r ، و i ، نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه عبارت است از [۱] :

$$i_a = \text{نرخ مؤثر سالانه} = \left(1 + \frac{r}{c}\right)^c - 1.$$

در سرتاسر این کتاب برای نشان دادن نرخهای بهرهٔ مؤثر از حرف i ، و برای نرخهای بهرهٔ اسمی از حرف r استفاده می شود .

---

۱ – درحالت کلی می توان نرخ بهرهٔ مؤثر را برحسب نرخ بهرهٔ اسمی سالانه به صورت زیر به دست آورد :

اگر P دلار به مدت یک سال با نرخ اسمی سالانهٔ r سرمایه گذاری شود و تعداد دوره های ترکیب C دوره در سال باشد ، مقدار جمع شده در پایان سال عبارت است از :

$$F = (1 + i_c)^c$$

که i_c نرخ بهرهٔ هر دورهٔ بهره و برابر است با $i_c = \frac{r}{c}$. بنابراین

$$F = (1 + \frac{r}{c})^c$$

مقدار بهره در این یک سال عبارت است از :

$$\text{بهره} = F - P = P(1 + \frac{r}{c})^c - P = P[(1 + \frac{r}{c})^c - 1]$$

و بنابراین تعریف ، نرخ بهرهٔ برابر است با :

$$\text{بهره} = \frac{\text{بهره}}{\text{اصل پول}} \times 100\% = \frac{P[(1 + \frac{r}{c})^c - 1]}{P}$$

بنابراین نرخ بهرهٔ واقعی یا اسمی سالانه (i_a) بر حسب نرخ اسمی سالانه r به صورت زیر به دست می آید :

(م) . . . . .

$$i_a = (1 + \frac{r}{c})^c - 1$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ترکیب پیوسته[1] . به عنوان یک حد ممکن است ترکیب بهره را به تعداد بی نهایت بار در سال ، یعنی به صورت پیوسته در نظر گرفت . در این شرایط بهرهٔ مؤثر سالانه برای ترکیب پیوسته به صورت زیر تعریف می شود :

$$i_a = \lim_{c \to \infty} \left(1 + \frac{r}{c}\right)^c - 1.$$

اما چون

$$\left(1 + \frac{r}{c}\right)^c = \left[\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{c/r}\right]^r$$

و

$$\lim_{c \to \infty} \left(1 + \frac{r}{c}\right)^{c/r} = e = 2.7182,$$

پس

$$i_a = \lim_{c \to \infty} \left[\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{c/r}\right]^r - 1 = e^r - 1.$$

بنابراین ، هنگامی که بهره به صورت پیوسته ترکیب شود ،

$$i_a = \text{نرخ مؤثر سالانه} = e^r - 1.$$

مقایسهٔ نرخهای بهره . نرخهای بهرهٔ مؤثر مربوط به یک نرخ بهرهٔ اسمی سالانه ۱۸٪ با ترکیبهای سالانه ، نیم ساله ، فصلی ، ماهانه ، هفتگی ، روزانه ، و پیوسته در جدول ۳-۷ نشان داده شده اند .

1- Continuous Compounding

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۳-۷- نرخهای بهرهٔ مؤثر سالانه برای دوره‌های ترکیب مختلف در یك نرخ اسمی ۱۸٪

تکرار ترکیب	تعداد دوره‌ها در سال	نرخ بهرهٔ مؤثر هر دوره	نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه
سالانه	1	18.0000%	18.0000%
نیم ساله	2	9.0000	18.8100
فصلی	4	4.5000	19.2517
ماهانه	12	1.5000	19.5618
هفتگی	52	0.3642	19.6843
روزانه	365	0.0493	19.7142
پیوسته	∞	0.0000	19.7217

از آن جا که نرخ بهرهٔ مؤثر ، بهرهٔ به دست آمدهٔ واقعی است ، باید از این نرخ در مقایسهٔ نرخهای بهرهٔ اسمی مختلف استفاده کرد .

مثال

آیا دریافت ۱۶٪ با ترکیب سالانه مطلوبتر است یا دریافت ۱۵٪ با ترکیب ماهانه ؟ البته نرخ مؤثر بهرهٔ هر سال برای ۱۶٪ با ترکیب سالانه برابر با ۱۶٪ است . در حالی که برای ۱۵٪ با ترکیب ماهانه ، نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه عبارت است از :

$$i_a = \left(1 + \frac{0.15}{12}\right)^{12} - 1 = 16.08\%.$$

بنابراین ، ۱۵٪ با ترکیب ماهانه به نرخ بهرهٔ واقعی ای می انجامد که از ۱۶٪ با ترکیب سالانه بیشتر است .

کاربرد نرخهای بهرهٔ اسمی و مؤثر . فرمولهای بهره برای پرداختهای بهرهٔ مرکب سالانه را برمبنای نرخ بهرهٔ مؤثر برای یک دورهٔ بهره ، مشخصاً برای نرخ بهرهٔ سالانه با ترکیب سالانه به دست آوردیم . لیکن ، این فرمولها کاملاً عمومی هستند و می توان آن را در هر جا که تکرارهای ترکیب کمتر یا بیشتر از یک بار در سال باشند به کار برد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اصل مهمی که باید به خاطر داشت این است که در فرمولهای بهره برای ترکیب گسسته از یک نرخ بهرهٔ مؤثر ، i ، برای هر دوره ، و یک تعداد از دوره ها ، n ، استفاده می کنند ، که همواره باید هر دوی اینها (i و n) برحسب واحدهای زمانی سازگار باشند .

یعنی ، اگر نرخ بهرهٔ مؤثر ، i ، بر یک مبنای ماهانه بیان شده باشد ، آن گاه تعداد دوره ها ، n ، باید برحسب ماه بیان شود . اگر بهرهٔ مؤثر ، i ، برای هر روز باشد ، آن گاه باید در بیان تعداد دوره ها ، n ، از تعداد روزها استفاده کرد . حتی اگر i نرخ مؤثر یک دورهٔ پنج ساله باشد ، آن گاه n باید تعداد دوره های پنج سالهٔ مربوطه را منعکس کند . مثال زیر را در نظر بگیرید .

مثال

می خواهیم مقدار مرکب ۱۰۰۰ دلار را در سال چهارم با نرخ بهرهٔ اسمی سالانهٔ ۱۸٪ با ترکیب نیم ساله پیدا کنیم . با یافتن نرخ مؤثر سالانه از جداول[۱] یا مستقیماً از فرمول ، داریم :

$$i_a = \left(1 + \frac{0.18}{2}\right)^2 - 1 = 0.1881 \quad \text{در سال}$$

$$n = 4 \quad \text{سال}$$

$$F = \$1{,}000(1 + 0.1881)^4$$

$$= \$1{,}000(\underbrace{1.9926}_{F/P,18.81,4}) = \$1{,}992.60$$

یا ، از آن جا که نرخ اسمی ۱۸٪ با ترکیب نیم ساله است ، نرخ مؤثر برای یک دورهٔ بهره یک ساله عبارت است از :

$$i = \frac{0.18}{2} = 0.09 \quad \text{هرشش ماه}$$

در یک دورهٔ چهارساله ، ۸دورهٔ شش ماهه وجود دارد . بنابراین

۱- نرخهای بهرهٔ مؤثر مربوط به نرخهای اسمی سالانه برای تکرارهای ترکیب مختلف در پیوست B داده شده اند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$n = 8$ دورهٔ شش ماهه

$F = \$1{,}000(1 + 0.09)^8$

$= \$1{,}000(\overset{F/P,9,8}{1.9926}) = 1{,}992.60$ دلار

برای تعداد دوره ها هم می توان از مقادیر اعشاری استفاده کرد . البته باید نرخ مؤثر هردوره و تعداد دوره ها با یک واحد بیان شوند . فرض کنید برای این مثال فواصل زمانی سه ساله را برای تحلیل انتخاب کنیم . (ترکیب باز هم نیم ساله رخ می دهد) . نرخ مؤثر هر فاصلهٔ سه ساله عبارت است از

$i = \left(1 + \frac{0.18}{2}\right)^6 - 1 = 0.6771$ هر سه سال

در هر دورهٔ چهارساله $1\frac{1}{3}$ دورهٔ سه ساله وجود دارد . بنابراین :

$n = 1.3333$ دورهٔ سه ساله

$F = \$1{,}000\,(1 + 0.6771)^{1.3333}$

$= \$1{,}000\,(\overset{F/P,67.71,1.3333}{1.9926}) = \$1{,}992.60$

این فرمولبندیهای مختلف برای یک مسألهٔ مشخص ، روشهای موجود برای تحلیل جریانهای نقدی را انعطاف پذیر می سازند .

از این نوع تحلیل می توان برای نرخهای بهرهٔ اسمی با هر تناوبی از ترکیب ، حتی ترکیب پیوسته استفاده کرد . لیکن توجه داشته باشید که تکرار ترکیبهای بیشتر از ۵۲ بار در سال ، تنها مقدار اندکی با فرض ترکیب پیوسته تفاوت دارند .

فرمولهای بهرهٔ بخش ۳-۳ بر مبنای نرخ بهره در هر دوره یا یک نرخ بهرهٔ مؤثر استخراج شدند . در آن جا حرف i برای نشان دادن نرخ بهرهٔ مؤثر ، و حرف r برای نشان دادن نرخ بهرهٔ اسمی مورد استفاده قرار گرفت . البته ، هنگامی که ترکیب سالانه باشد ، می توان از نرخ بهرهٔ اسمی در فرمولها استفاده کرد، زیرا که در این حال نرخ بهرهٔ اسمی با نرخ بهرهٔ مؤثر برابر است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر نرخ بهره به صورت مؤثر بیان شده و تناوب ترکیب معلوم باشد ، می توان نرخ اسمی سالانه و همچنین نرخ مؤثر هر دوره را پیدا کرد . مثلاً برای نرخ بهرهٔ مؤثر سالانهٔ ۱۰٫۳۸٪ با ترکیب فصلی ، نرخ اسمی سالانه به صورت زیر محاسبه می شود :

$$0.1038 = \left(1 + \frac{r}{4}\right)^4 - 1$$

و

$r = 10\%$ با ترکیب فصلی

و نرخ مؤثر هر دورهٔ فصل عبارت است از :

$0.10/4 = 0.025$ یا 2.5% هر فصل

۳-۶ فرمولهای بهره (ترکیب پیوسته[1] ، پرداختهای گسسته[2])

در برخی از ارزیابیهای اقتصادی ، فرض ترکیب پیوسته به وضعیت واقعی نزدیکتر است تا ترکیب گسسته . همچنین فرض ترکیب پیوسته ممکن است در بعضی از کاربردها از نظر محاسباتی آسانتر باشد . بنابراین در این بخش فرمولهای بهره ای ارائه می شوند که می توانند برای پرداختهای گسسته و ترکیب بهرهٔ پیوسته مناسب باشند . ابتدا نشانه های زیر را تعریف می کنیم :

r = نرخ بهرهٔ اسمی سالانه

n = تعداد دوره های سالانه

P = مبلغ اصلی فعلی

A = پرداخت تکی در مجموعه ای از n پرداخت مساوی ، که در پایان هر دورهٔ سالانه انجام می شوند .

F = مبلغ آینده ، در n امین دورهٔ سالانه ، همسنگ با مقدار مرکب مبلغ اصل فعلی P ، یا همسنگ با جمع مقادیر مرکب پرداختهای A از یک مجموعه .

1- Continuous Compounding 2- Discrete Payment

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب مقدار مرکب پرداخت یگانه : ضریب مقدار مرکب پرداخت یگانه را می‌توان به عنوان تابعی از تعداد دوره‌های ترکیب به صورت زیر بیان کرد :

برای ترکیب سالانه : $F = P(1 + r)^n$

برای ترکیب نیم‌ساله : $F = P\left(1 + \frac{r}{2}\right)^{2n}$

برای ترکیب ماهانه : $F = P\left(1 + \frac{r}{12}\right)^{12n}$

به طور کلی ، اگر c دورهٔ ترکیب در سال وجود داشته باشند :

$$F = P\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{cn}$$

هنگامی که ترکیب بهره به صورت پیوسته فرض شود ، بهرهٔ حاصل در پایان هردورهٔ بهرهٔ بی‌نهایت کوچک ، بلافاصله با اصل پول جمع می‌شود . برای ترکیب پیوسته ، تعداد دوره‌های ترکیب در سال بی‌نهایت در نظر گرفته می‌شوند . بنابراین

$$F = P\left[\lim_{c\to\infty}\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{cn}\right].$$

با مرتب کردن دوبارهٔ عبارت داریم :

$$F = P\left\{\lim_{c\to\infty}\left[\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{c/r}\right]^{rn}\right\}.$$

اما

$$\lim_{c\to\infty}\left(1 + \frac{r}{c}\right)^{c/r} = e = 2.7182.$$

بنابراین

$$F = Pe^{rn}.$$

ضریب حاصل e^{rn} ، ***ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی***[۱] ، برای ترکیب بهرهٔ پیوسته

۱ـ مقادیر مربوط به ضرایب ترکیب بهرهٔ پیوسته ـ پرداختهای گسسته ، در پیوست C داده شده‌اند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نامیده می شود و آن را به صورت زیر نشان می دهیم :

$$\left| \begin{matrix} F/P,r,n \end{matrix} \right|$$

برای نشان دادن ضریبهای ترکیب پیوسته از کروشه استفاده کرده ایم تا از ضرایب ترکیب گسسته که با پرانتز مشخص می شدند قابل تشخیص باشند .

همچنین توجه کنید که هر ضریب ترکیب پیوسته ـ پرداخت گسسته را می توان با قرار دادن نرخ بهرهٔ پیوستهٔ مؤثر i در ضریب ترکیب گسسته ـ پرداخت گسستهٔ مربوط به آن به دست آورد . نرخ بهرهٔ پیوستهٔ مؤثر برای جایگزینی به صورت زیر به دست می آید : با قرار دادن

$$i = e^r - 1$$

در رابطهٔ

$$(1 + i)^n$$

داریم :

$$e^{rn}.$$

ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی . رابطهٔ مقدار مرکب پرداخت تکی را می توان برای P به صورت زیر حل کرد :

$$P = F\left[\frac{1}{e^{rn}}\right].$$

ضریب حاصل ، e^{-rn} ، ***ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی*** برای ترکیب بهرهٔ پیوسته نام دارد و به صورت زیر مشخص می شود :

$$\left| \begin{matrix} P/F,r,n \end{matrix} \right|.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی . اگر هر یک از پرداختهای مجموعه را به طور جداگانه در نظر بگیریم ، کل ارزش فعلی مجموعه حاصل جمع مقادیر ارزش فعلی جداگانه به صورت زیر است :

$$P = A(e^{-r}) + A(e^{-r2}) + \cdots + A(e^{-rn})$$
$$= Ae^{-r}(1 + e^{-r} + e^{-r2} + \cdots + e^{-r(n-1)})$$

که برابر است با Ae^{-r} ضرب در مجموعه هندسی $\sum_{j=0}^{n-1} \left(\frac{1}{e^r}\right)^j$. بنابراین :

$$P = Ae^{-r}\left[\frac{1 - e^{-rn}}{1 - e^{-r}}\right]$$
$$= A\left[\frac{1 - e^{-rn}}{e^r - 1}\right].$$

ضریب حاصل ، $(1 - e^{-rn}) / (e^r - 1)$ ، عبارت است از ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی برای ترکیب بهرهٔ پیوسته که به صورت زیر مشخص می شود :

$$\left[\begin{matrix} P/A,r,n \end{matrix}\right].$$

ضریب بازیافت سرمایه مجموعه پرداختهای مساوی . رابطهٔ ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی را می توان برای A به صورت زیر حل کرد :

$$A = P\left[\frac{e^r - 1}{1 - e^{-rn}}\right].$$

ضریب حاصل ، $(e^r - 1) / (1 - e^{-rn})$ ، ضریب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی برای ترکیب بهرهٔ پیوسته می نامند و به صورت زیر نشان داده می شود .

$$\left[\begin{matrix} A/P,r,n \end{matrix}\right].$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب وجوه پس‌اندازی [۱] ***مجموعه پرداختهای مساوی*** . با قرار دادن Fe^{-rn} به جای P در رابطهٔ بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی نتیجهٔ زیر به دست می آید :

$$A = Fe^{-rn}\left[\frac{e^r - 1}{1 - e^{-rn}}\right]$$

$$F\left[\frac{e^r - 1}{e^{rn} - 1}\right].$$

ضریب حاصل ، $(e^r - 1) / (e^{rn} - 1)$ ، ضریب وجوه پس اندازی مجموعهٔ پرداختهای مساوی برای ترکیب بهرهٔ پیوسته نام دارد و به صورت زیر نشان داده می شود :

$$[\ ^{A/F,r,n}\ ].$$

ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی . رابطهٔ وجوه پس اندازی مجموعه پرداختهای مساوی را می توان برای F به صورت زیر حل کرد :

$$F = A\left[\frac{e^{rn} - 1}{e^r - 1}\right].$$

ضریب حاصل ، $(e^{rn} - 1) / (e^r - 1)$ را ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی برای ترکیب بهرهٔ پیوسته گویند و به صورت زیر مشخص می کنند :

$$[\ ^{F/A,r,n}\ ].$$

ضریب مجموعه شیب یکنواخت . پرداخت سالانهٔ همسنگ A ، مربوط به یک پرداخت اولیهٔ A_1 ، شیب خطی G ، تعداد سالهای n ، و نرخ بهرهٔ r ، را می توان با روشی شبیه به آنچه که برای ترکیب سالانه به کار رفت ، پیدا کرد . می توان

---

۱ – این جا صحبت از پس انداز است ، بنابراین سرمایه هدر نمی رود . با قرارداد قبلی برای واژه ته نشین اشتباه نشود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نشان داد که :

$$A = A_1 + G\left[\frac{1}{e^r - 1} - \frac{n}{e^{rn} - 1}\right]$$

ضریب حاصل یعنی :

$$\left[\frac{1}{e^r - 1} - \frac{n}{e^{rn} - 1}\right],$$

را ضریب مجموعه شیب یکنواخت برای ترکیب بهرهٔ پیوسته می نامند و به صورت زیر نشان می دهند :

$$[\ ^{A/G,r,n}\ ].$$

ضریب مجموعه شیب هندسی . چنان که قبلاً گفته شد ، با قرار دادن نرخ بهرهٔ مؤثر با ترکیب پیوسته $(e^r - 1)$ به جای نرخ بهرهٔ مؤثر i در ضریب بهرهٔ مرکب گسستهٔ مربوطه ، ضریب ترکیب پیوستهٔ مطلوب به دست می آید . با استفاده از رابطهٔ

$$g' = \frac{(1 + i)}{1 + g} - 1$$

مربوط به جریان نقدی شکل (۳-۷) ، مقدار g' لازم برای ترکیب پیوسته تعیین می شود . سپس با قرار دادن

$$g' = \frac{(1 + e^r - 1)}{(1 + g)} - 1 = \frac{e^r}{(1 + g)} - 1$$

در رابطهٔ

$$P = F_1\left[\frac{(\ )^{P/A,g',n}}{1 + g}\right]$$

مقدار فعلی همسنگ با یک مجموعه از پرداختهای گسسته ، با نرخ رشد g درصد در هر دوره و با ترکیب پیوسته به دست می آید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳-۷ فرمولهای بهره (ترکیب پیوسته ، پرداختهای پیوسته)

درمحاسبات قبلی ، فرض براین بود که پرداختها درنقاط گسستهٔ زمانی متمرکزشده اند . لیکن در بسیاری از موارد فرض می شود که جریانهای نقدی به صورت نسبتاً یکنواختی در سرتاسرسال رخ می دهند . این گونه جریانهای نقدی با یک فرآیندجریان وجوه[1] سر و کار دارند که می توان آن را برحسب یک نرخ جریان سالانه بیان کرد . نشانه های زیر را تعریف می کنیم :

r = نرخ بهرهٔ اسمی سالانه

n = زمان بیان شده به سال

P = مبلغ اصلی فعلی

$\bar{A}$ = نرخ جریان یکنواخت پول در سال

F = مبلغ آیندهٔ همسنگ با مقدار مرکب یک جریان یکنواخت پول ، در زمان n

وقتی که جریانی از پرداختها (مانند پرداختهای سالانه) وجود نداشته باشند ضرایب مقدار مرکب و ارزش فعلی ، با حالت ترکیب پیوسته و پرداختهای گسسته ، یکسان خواهند بود . بنابراین چنان که در بخش ۳-۶ نشان داده شد ،

$$F = Pe^{rn}$$

معکوس این رابطه یعنی

$$P = Fe^{-rn}$$

هم قبلاً بیان شده است .

ضریب مقدار مرکب جریان وجوه . برای بیان فرمولهای بهره مربوط به فرآیند جریان وجوه از نشانه های زیر استفاده می کنیم :

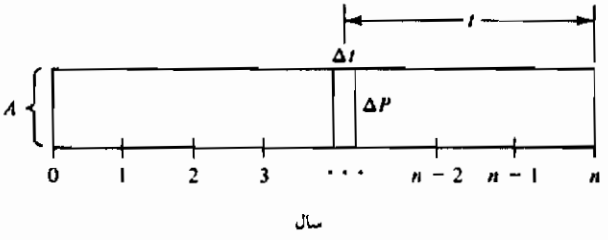
ΔF = مقدار آیندهٔ همسنگ با مقدارمرکب ΔP . این مقدار آینده چنان که در

1- Funds-Flow Process

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

شکل (۳-۱۰) نشـــان داده شـــده است ، t ســـال بعـــد از ΔP ، و در زمـــان n رخ می دهد .

A = نرخ جریان یکنواخت پول در سال



شکل ۳-۱۰- جریان وجوه پیوستهٔ یکنواخت

از آن جا که نشان داده شد : $F = Pe^{rn}$ ،

$$\Delta F = \Delta P e^{rt}.$$

اما ،

$$\Delta P = \bar{A}\,\Delta t$$

بنابراین

$$\Delta F = \bar{A} e^{rt}\,\Delta t.$$

اگر Δt را به سمت صفر میل دهیم ، داریم :

$$dF = \bar{A} e^{rt}\,dt.$$

و برای کل فاصلهٔ 0 تا n

$$F = \int_0^n dF = \int_0^n \bar{A} e^{rt}\,dt$$

$$F = \left[\frac{\bar{A}e^{rt}}{r}\right]_0^n = \bar{A}\left[\frac{e^{rn}}{r} - \frac{e^0}{r}\right]$$

$$F = \bar{A}\left[\frac{e^{rn} - 1}{r}\right].$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب حاصل ، $(e^{rn} - ۱) / r$ را **ضریب مقدار مرکب جریان وجوه**[1] نامیده و به صورت زیر مشخص می کنند :

$$[\ ^{F/\bar{A},r,n}\ ].$$

ضریب وجوه پس اندازی جریان وجوه . رابطهٔ مقدار مرکب جریان وجوه را می توان برای $\bar{A}$ به صورت زیر حل کرد :

$$\bar{A} = F\left[\frac{r}{e^{rn} - 1}\right].$$

ضریب حاصل ، $r/(e^{rn} - ۱)$ ، **ضریب وجوه ته نشین جریان وجوه**[2] نام دارد و به صورت زیر نشان داده می شود :

$$[\ ^{\bar{A}/F,r,n}\ ].$$

ضریب بازیافت سرمایهٔ جریان وجوه . با استفاده از رابطهٔ مقدار مرکب پرداخت یگانه برای ترکیب پیوسته ، $F = Pe^{rn}$ ، و رابطهٔ وجوه ته نشین جریان وجوه که در بالا به دست آمد ، می بینیم که :

$$\bar{A} = Pe^{rn}\left[\frac{r}{e^{rn} - 1}\right]$$

$$\bar{A} = P\left[\frac{re^{rn}}{e^{rn} - 1}\right]$$

ضریب حاصل ، $(re^{rn}) / (e^{rn} - ۱)$ ، **ضریب بازیافت سرمایهٔ جریان وجوه** نامیده شده و به صورت زیر مشخص می شود :

$$[\ ^{\bar{A}/P,r,n}\ ].$$

1- Funds-Flow Compound-Amount Factor

2- Funds-Flow Sinking-Fund Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب ارزش فعلی جریان وجوه . رابطهٔ بازیافت سرمایهٔ جریان وجوه را می توان برای P به صورت زیر حل کرد :

$$P = \overline{A}\left[\frac{e^{rn}-1}{re^{rn}}\right].$$

ضریب حاصل ، $(e^{rn}-1)/(re^{rn})$ ، ***ضریب ارزش فعلی جریان وجوه***[1] نام دارد و به صورت زیر مشخص می شود :

$$\left[\begin{matrix}P/\overline{A},r,n\end{matrix}\right].$$

ضریب تبدیل جریان وجوه . مقادیر جداول مربوط به ضرایب بهره با ترکیب پیوسته و پرداختهای گسسته را می توان با انجام تغییراتی برای ضرایب جریان وجوه به کار برد . برای به دست آوردن ضریب تبدیل ، باید مبلغ پایان سال همسنگ با مجموع بی نهایت پرداختهایی که در طی سال رخ می دهند را پیدا کرد . برای این کار می توان ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی ، یعنی

$$F = A\left[\frac{e^{rn}-1}{e^{r}-1}\right]$$

را به گونه ای تغییر داد که c دورهٔ بهره در هر سال ($n=1$) را منعکس کند :

$$F = \frac{A}{c}\left[\frac{e^{(r/c)c}-1}{e^{r/c}-1}\right] = \frac{A}{c}\left[\frac{e^{r}-1}{e^{r/c}-1}\right].$$

اما

$$\lim_{c\to\infty}\frac{A}{c}\left[\frac{e^{r}-1}{e^{r/c}-1}\right] = \lim_{c\to\infty}\overline{A}\left[\frac{\frac{e^{r}-1}{c}}{e^{r/c}-1}\right] = \overline{A}\left[\frac{e^{r}-1}{r}\right]$$

$$F = \overline{A}\left[\frac{e^{r}-1}{r}\right].$$

1- Funds-Flow Present-Worth Factor

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ضریب بالا همسنگی بین جریان وجوه پیوستهٔ یکنواخت در یک سال $(\bar{A})$ ، و مقدار آینده در پایان سال (F) را بیان می کند . برای دورهٔ زمانی بزرگتر از یک سال ، همین ضریب همسنگی بین جریان وجوه یکنواخت با نرخ $\bar{A}$ در سال با مقادیر مساوی سالانهٔ A در پایان هرسال را به دست می دهد . بنابراین ، برای دوره های زمانی بزرگتر از یک سال داریم :

$$A = \bar{A}\left[\frac{e^{r} - 1}{r}\right].$$

ضریب حاصل ، $(e^{r} - 1) / r$ ، ***ضریب تبدیل جریان وجوه***[1] نامیده شده و به صورت زیر نشان داده می شود[2] .

$$\left[\begin{matrix} A/\bar{A},r \\ \end{matrix}\right].$$

این ضریب را می توان با ضریبهای بهرهٔ مربوط به پرداختهای سالانه با ترکیب پیوسته به کاربرد و مقادیر ضرایب جریان وجوه را به صورت زیر به دست آورد :

$$\left[\begin{matrix} \bar{A}/P,r,n \\ \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} A/P,r,n \\ \end{matrix}\right] \div \left[\begin{matrix} A/\bar{A},r \\ \end{matrix}\right]$$

$$\left[\begin{matrix} P/\bar{A},r,n \\ \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} P/A,r,n \\ \end{matrix}\right] \left[\begin{matrix} A/\bar{A},r \\ \end{matrix}\right]$$

$$\left[\begin{matrix} \bar{A}/F,r,n \\ \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} A/F,r,n \\ \end{matrix}\right] \div \left[\begin{matrix} A/\bar{A},r \\ \end{matrix}\right]$$

$$\left[\begin{matrix} F/\bar{A},r,n \\ \end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix} F/A,r,n \\ \end{matrix}\right] \left[\begin{matrix} A/\bar{A},r \\ \end{matrix}\right].$$

مثال

به عنوان مثالی ازکاربرد ضریب تبدیل جریان وجوه، ارزش فعلی پرداخت ۸۰۰۰ دلار در سال با جریان یکنواخت به مدت ۶ سال و با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ با ترکیب

1- Funds-Flow Converesion Factor

۲- مقادیر مربوط به ضریب تبدیل نرخهای بهرهٔ مختلف در پیوست D داده شده اند.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیوسته به صورت زیر به دست می آید :

$$P = \overline{A}[\,^{P/\overline{A},r,n}\,] = \overline{A}[\,^{P/A,r,n}\,][\,^{A/\overline{A},r}\,]$$

$$= \$8,000[\,^{P/A,15,6}\,][\,^{A/\overline{A},15}\,][1.078894] = 31,650 \text{ دلار}$$

۸-۳ چکیدهٔ فرمولهای بهره

سه گروه فرمول بهره که در این فصل به دست آمدند ، در جدول (۳-۸) خلاصه شده اند . هرگروه مبتنی برفرضهای مربوط به ماهیت پرداختها و ترکیب بهره است . در اقتصاد مهندسی ، باید از گروهی که وضعیت مورد مطالعه را با بیشترین دقت ارائه می کند ، استفاده کرد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۳-۸- چکیدهٔ فرمولهای بهره و کاربرد آنها

	ضریب	مجهول	معلوم	پرداختهای گسسته	پرداختهای گسسته	پرداختهای پیوسته
				ترکیب گسسته	ترکیب پیوسته	ترکیب پیوسته
پرداخت تکی	مقدار مرکب	F	P	$F = P(1+i)^n = P(\quad)^{F/P,i,n}$	$F = Pe^{rn} = P[\quad]^{F/P,r,n}$	$F = Pe^{rn} = P[\quad]^{F/P,r,n}$
	ارزش فعلی	P	F	$P = F\frac{1}{(1+i)^n} = F(\quad)^{P/F,i,n}$	$P = F\frac{1}{e^{rn}} = F[\quad]^{P/F,r,n}$	$P = F\frac{1}{e^{rn}} = F[\quad]^{P/F,r,n}$
دنباله پرداختهای مساوی	مقدار مرکب	A	F	$F = A\left[\frac{(1+i)^n-1}{i}\right] = A(\quad)^{F/A,i,n}$	$F = A\left[\frac{e^{rn}-1}{e^r-1}\right] = A[\quad]^{F/A,r,n}$	$F = \bar{A}\left[\frac{e^{rn}-1}{r}\right] = \bar{A}[\quad]^{F/\bar{A},r,n}$
	وجوه پس اندازی	A	F	$A = F\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right] = F(\quad)^{A/F,i,n}$	$A = F\left[\frac{e^r-1}{e^{rn}-1}\right] = F[\quad]^{A/F,r,n}$	$\bar{A} = F\left[\frac{r}{e^{rn}-1}\right] = F[\quad]^{\bar{A}/F,r,n}$
	ارزش فعلی	P	A	$P = A\left[\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}\right] = A(\quad)^{P/A,i,n}$	$P = A\left[\frac{1-e^{-rn}}{e^r-1}\right] = A[\quad]^{P/A,r,n}$	$P = \bar{A}\left[\frac{e^{rn}-1}{re^{rn}}\right] = \bar{A}[\quad]^{P/\bar{A},r,n}$
	بازیافت سرمایه	P	A	$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}\right] = P(\quad)^{A/P,i,n}$	$A = P\left[\frac{e^r-1}{1-e^{-rn}}\right] = P[\quad]^{A/P,r,n}$	$\bar{A} = P\left[\frac{re^{rn}}{e^{rn}-1}\right] = P[\quad]^{\bar{A}/P,r,n}$
دنباله های شیب	دنبالهٔ شیب یکنواخت	A	G	$A = G\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n-1}\right] = G(\quad)^{A/G,i,n}$	$A = G\left[\frac{1}{e^r-1} - \frac{n}{e^{rn}-1}\right] = G[\quad]^{A/G,r,n}$	
	شیب هندسی	P	F_1	$P = \frac{F_1}{1+g}\left[\frac{(1+g')^n-1}{g'(1+g')^n}\right] = F_1\frac{(\quad)^{P/A,g',n}}{1+g}$		

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱- اگر امروز ۸۰۰۰ دلار با نرخ ۱۲٪ در سال با بهرهٔ مساوی سرمایه گذاری شود ، مبلغ آینده ای که درسال چهارم موجودخواهد بود چقدر است؟ جواب ۱۱۸۴۰ دلار .

۲- اگر اصل پول به علاوهٔ بهره در پایان $۲\frac{۱}{۴}$ سال ، ۱۴۰۰۰ دلار بشود ، و بهره ساده با نرخ ۱۸٪ در سال باشد ، اصل پول چقدر است ؟

۳- برای چه مدت زمان باید ۶۰۰ دلار سرمایه گذاری کرد تا ۱۷۲۵ دلار جمع شود ؟ بهره ساده و نرخ آن ۲۵٪ در سال است ؟ جواب ۷٫۵ سال

۴- بهرهٔ حاصل از ۱۰۰۰ دلار به مدت ۱۰ سال با نرخ بهرهٔ ساده ۱۲٪ را با بهرهٔ حاصل از همان مبلغ به مدت ۱۰ سال با نرخ مرکب ۱۲٪ با ترکیب سالانه مقایسه کنید .

۵- اگر ۸۰ دلار بهره از سرمایه گذاری ۴۰۰۰ دلار به مدت دو ماه به دست آید ، نرخ بهرهٔ سادهٔ سالانه چقدر است ؟ جواب ۱۲٪

۶- شخصی ۱۶۰۰ دلار را با نرخ بهرهٔ سادهٔ ۹٪ به مدت ۴ سال وام می دهد . در پایان این مدت کل مبلغ جمع شده (اصل پول به علاوهٔ بهره) را با نرخ ۱۱٪ با ترکیب سالانه به مدت ۱۰ سال سرمایه گذاری می کند . در پایان دورهٔ ۱۴ ساله چقدر جمع می شود ؟

۷- برای وضعیت بیان شده در مسأله ۶ نمودار جریان نقدی را از دیدگاه شخص وام دهنده و سرمایه گذاری بعدی رسم کنید .

۸- مقدار جمع شده حاصل از هر یک از سرمایه گذاری زیر را محاسبه کنید :

الف ـ ۳۰۰۰ دلار به مدت ۷ سال با نرخ ۱۴٪ با ترکیب سالانه .
(جواب ۷۵۰۶ دلار)

ب ـ ۶۰۰ دلار به مدت ۱۷ سال با نرخ ۱۹٪ با ترکیب سالانه .

پ ـ ۲۰۰۰۰ دلار به مدت ۳۸ سال با نرخ ۱۶٪ با ترکیب سالانه .

ت ـ ۳۵۰۰ دلار به مدت ۷۱ سال با نرخ ۱۸٪ با ترکیب سالانه .

ث ـ ۵۰۰۰ دلار به مدت ۳۴ سال با نرخ ۱۱٪ با ترکیب سالانه .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۹- ارزش فعلی پرداختهای آیندهٔ زیر را محاسبه کنید :

الف ـ ۱۹۰۰۰ دلار ، ۵ سال بعد با نرخ ۹٪ و ترکیب سالانه ،
(جواب ۱۲۳۴۸ دلار) .

ب ـ ۸۳۰۰ دلار ، ۱۲ سال بعد با نرخ ۱۹٪ با ترکیب سالانه

پ ـ ۶۲۰۰ دلار ، ۵۳ سال بعد با نرخ ۱۲٪ با ترکیب سالانه

ت ـ ۱۷۵۰ دلار ، ۶۴ سال بعد با نرخ ۱۰٪ با ترکیب سالانه

ث ـ ۱۳۰۰۰ دلار ، ۱۸٪ سال بعد با نرخ ۱۹٪ با ترکیب سالانه

۱۰- از مجموعه پرداختهای زیر چه مقدار جمع خواهد شد ؟

الف ـ ۳۰۰ دلار در پایان هرسال به مدت ۹ سال با نرخ ۱۲٪ با ترکیب سالانه
(جواب ۴۴۳۳ دلار)

ب ـ ۱۴۰۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۱۰ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب سالانه

پ ـ ۴۲۰۰ دلار در پایان هرسال به مدت ۴۳ سال با نرخ ۱۴٪ با ترکیب سالانه

ت ـ ۱۰۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۱۰۷ سال با نرخ ۱۰٪ با ترکیب سالانه

ث ـ ۲۵۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۲۳ سال با نرخ ۹٫۷٪ با ترکیب سالانه

۱۱- برای جمع شدن مقادیر زیر چه مجموعه پرداختهای مساوی را باید انجام داد ؟

الف ـ ۶۲۰۰۰ دلار ، ۱۴ سال بعد با نرخ ۱۵٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه
(جواب ۱۵۳۱ دلار)

ب ـ ۶۵۰۰ دلار ، ۸ سال بعد ، با نرخ ۱۲٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه

پ ـ ۱۸۰۰۰ دلار ، ۵۲ سال بعد ، با نرخ ۱۳٪ با ترکیب سالانه وپرداختهای سالانه

ت ـ ۵۴۰۰ دلار ، ۴۷ سال بعد ، با نرخ ۸٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه

ث ـ ۹۰۰۰۰ دلار ، ۷۲ سال بعد ، با نرخ ۶٫۳٪ با ترکیب سالانه و
پرداختهای سالانه

۱۲- ارزش فعلی مجموعه پرداختهای زیر را محاسبه کنید .

الف ـ ۱۵۰۰ دلار در سال به مدت ۱۶ سال با نرخ ۱۴٪ با ترکیب سالانه
(جواب ۹۳۹۸ دلار)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ ۲۳۰ دلار در سال به مدت ۳۷ سال با نرخ ۱۵٪ با ترکیب سالانه

پ ـ ۱۰۰۰ دلار در سال به مدت ۹ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب سالانه

ت ـ ۲۵۰۰ دلار در سال به مدت ۱۰ سال با نرخ ۱۰٪ با ترکیب سالانه

ث ـ ۹۰۰ دلار در سال به مدت ۴۲ سال با نرخ ۱۷/۶٪ با ترکیب سالانه

۱۳ - چه مجموعه پرداختهای مساوی برای بازپرداخت مقادیر فعلی زیر لازم است ؟

الف ـ ۴۰۰۰ دلار در ۵ سال با نرخ ۱۶٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه (جواب ۱۲۲۲ دلار)

ب ـ ۹۵۰۰ دلار در ۲۰ سال با نرخ ۱۰٪ با ترکیب و پرداختهای سالانه

پ ـ ۳۷۰۰ دلار در ۶۲ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه

ت ـ ۱۰۰۰۰ دلار در ۱۲۰ سال با نرخ ۱۱٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه

ث ـ ۱۰۰۰۰۰ دلار در ۳۰ سال با نرخ ۹/۶٪ با ترکیب سالانه و پرداختهای سالانه

۱۴ - برای نرخ بهرهٔ ۱۰٪ با ترکیب سالانه ، موارد زیر را به دست آورید .

الف ـ در حال حاضر چقدر می توان وام گرفت تا در پایان سال ۴ ، ۲۰۰۰ دلار پرداخت کرد ؟

ب ـ اگر در حال حاضر ۵۰۰۰۰ دلار وام گرفته باشیم ۶ سال بعد چقدر باید بازپرداخت کنیم ؟

۱۵ - برای بازپرداخت مجموعه پرداختهای شیب افزایشی یا کاهشی زیر چه مجموعه پرداختهای یکنواخت سالانه لازم است ؟

الف ـ مجموعه ای از ۷ پرداخت پایان سال که با ۲۰۰۰ دلار شروع و با نرخ ۱۰۰ دلار در سال افزایش می یابد . نرخ بهره ۱۰٪ با ترکیب سالانه است . (جواب ۲۲۶۲ دلار)

ب ـ مجموعه ای از ۴۷ پرداخت پایان سال که با ۲۵۰ دلار شروع و با نرخ ۵۰ دلار در سال افزایش می یابد . نرخ بهره ۹٪ با ترکیب سالانه است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پ ـ مجموعه ای از ۲۵ پرداخت پایان سال که با ۴۰۰ دلار شروع و با نرخ ۲۰۰ دلار در سال افزایش می یابد . نرخ بهره ۱۲٪ در سال با ترکیب سالانه است .

ت ـ مجموعه ای از ۱۰ پرداخت پایان سال که با ۶۰۰۰ دلار در سال شروع و با نرخ ۲۰۰ دلار در سال کاهش می یابد . نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب سالانه است .

ث ـ مجموعه ای از ۴۲ پرداخت پایان سال که با ۱۰۰۰۰ دلار شروع و با نرخ ۱۰۰ دلار در سال کاهش می یابد . نرخ بهره ۸٪ با ترکیب سالانه است .

ج ـ مجموعه ای از ۱۹ پرداخت پایان سال که با ۱۵۰۰ دلار در سال شروع و با نرخ ۴۰ دلار درسال کاهش می یابد . نرخ بهره ۱۴٫۳٪ با ترکیب سالانه است .

۱۶- چه مجموعه پرداختهای مساوی با یک مجموعه پرداختهایی که در پایان سال ۶ شروع و تا سال ۲۱ هر سال ۵۰۰ دلار کاهش می یابد ، همسنگ خواهد بود ؟ نرخ بهره ۱۰٪ با ترکیب سالانه است . (جواب ۹۳۶۱ دلار)

۱۷ - چه مقادیر مساوی سالانه ای را باید به مدت ۱۰ سال ذخیره کرد تا بتوان برداشتهای زیر را انجام داد ؟

۲۰۰ دلاردرپایان سال دوم ، ۴۰۰ دلار در پایان سال سوم، ۶۰۰ دلار درپایان سال چهارم ، و به همین ترتیب تا ۱۸۰۰ دلار در پایان سال دهم . نرخ بهره ۱۳٪ با ترکیب سالانه است .

۱۸- ارزش فعلی مجموعه پرداختهای شیب هندسی افزایشی زیر را به دست آورید :

الف ـ یک مبلغ مبنای سال اول ۲۰۰۰ دلار با نرخ ۵٪ افزایش سالانه تا سال ۱۰ و با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ . (جواب ۱۳۵۸۵ دلار)

ب ـ یک مبلغ مبنای سال اول ۱۵۰۰۰ دلار با ۱۰٪ افزایش سالانه تا سال ۸ و با نرخ بهرهٔ ۱۳٪

پ ـ یک مبلغ مبنای سال اول ۱۵۰۰۰ دلار با ۱۰٪ افزایش سالانه تا سال ۸ و با نرخ بهرهٔ ۱۳٪

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ت ـ یک مبلغ سال اول ۱۰۰۰ دلار با ۸٪ افزایش سالانه تا سال ۲۰ و با نرخ بهرهٔ ۸٪

ث ـ یک مبلغ مبنای سال اول ۸۰۰۰۰ دلار با ۱۵٪ افزایش سالانه تا سال ۷ و با نرخ بهرهٔ ۱۳٪ .

۱۹- ارزش فعلی مجموعه پرداختهای کاهشی هندسی زیر را به دست آورید :

الف ـ یک مبلغ مبنای ۹۰۰۰ دلار در سال اول با ۱۰٪ کاهش سالانه تا سال ۱۰ و با نرخ بهرهٔ ۱۷٪

(جواب ۳۰۹۱۵ دلار)

ب ـ یک مبلغ مبنای ۱۰۰۰۰۰۰ دلار در سال اول با ۲۵٪ کاهش سالانه تا سال ۴ و با نرخ بهرهٔ ۱۵٪

پ ـ یک مبلغ مبنای ۵۰۰۰۰ دلار در سال اول با ۵٪ کاهش سالانه تا سال ۴ و با نرخ بهرهٔ ۱۴٪

ت ـ یک مبلغ مبنای ۲۰۰۰۰۰ دلار در سال اول با ۶٫۸٪ کاهش سالانه تا سال ۴۱ و با نرخ بهرهٔ ۱۳٫۵٪

۲۰- با نرخهای بهرهٔ زیر با ترکیب سالانه ، چند سال طول می کشد تا یک سرمایه دو برابر شود ؟

الف ـ ۴٪ (جواب ۱۸ سال)
ت ـ ۱۲٪
ب ـ ۵٪
ث ـ ۱۹٪
پ ـ ۱۰٪
ج ـ ۴۰٪

۲۱- در تعدادسالهای زیر ، با چه نرخ بهره‌ای با ترکیب سالانه ، یک سرمایه سه برابر می شود ؟

الف ـ ۵ سال
ت ـ ۱۴ سال
ب ـ ۷ سال
ث ـ ۲۸ سال
پ ـ ۱۰ سال
ج ـ ۳۵ سال (جواب ۳٫۱۹٪)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۲- منحنی تغییرات i به‌عنوان تابعی از n را برای نشان دادن محدوده‌ای از ترکیبات این متغیرها که به دو برابر شدن یک سرمایه گذاری اولیهٔ P می انجامد ، رسم کنید .

۲۳- به ازاء چه مقداری از i با ترکیب سالانه و در مدت n برابر با ۱۲ سال ، یک مبلغ P برابر با ۱۰۰۰ دلار با یک مبلغ F برابر با ۴۰۰۰ دلار همسنگ می شود ؟

۲۴- در هر یک از موارد زیر ، نرخ بهره با ترکیب سالانه را به دست آورید :

الف ـ یک سرمایه گذاری ۱۰۰۰۰ دلاری که در حال حاضر انجام شده است ، به دریافت ۲۳۶۷۰ دلار ، ۱۰ سال بعد می انجامد (جواب ۹٪)

ب ـ یک سرمایه گذاری ۱۰۰۰ دلاری که ۱۸ سال قبل انجام شده است ، در حال حاضر به ۷۶۹۰ دلار افزایش یافته است .

پ ـ یک سرمایه گذاری ۲۵۰۰ دلاری در حال حاضر ، به دریافت ۴۲۱۲ دلار ، ۵ سال بعد می انجامد .

ت ـ یک سرمایه گذاری ۹۰۰۰ دلاری که ۲۱ سال قبل انجام شده است ، در حال حاضر به ۳۶۰۰۰ دلار افزایش یافته است .

۲۵- برای موارد زیر چند سال وقت لازم بوده است ؟

الف ـ یک سرمایه گذاری ۳۰۰۰ دلاری با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ با ترکیب سالانه ، به ۶۹۳۹ دلار افزایش یابد . (جواب : ۶ سال)

ب ـ یک سرمایه گذاری ۱۰۰۰ دلاری با نرخ بهرهٔ ۱۰٪ با ترکیب سالانه ، به ۷۴۰۰ دلار افزایش یابد .

پ ـ یک سرمایه گذاری ۵۰۰۰ دلاری با نرخ بهرهٔ ۶٪ با ترکیب سالانه ، به ۳۰۲۱۰۰ دلار افزایش یابد .

ت ـ یک سرمایه گذاری ۲۰۰ دلاری با نرخ بهرهٔ ۱۲٫۲٪ با ترکیب سالانه ، به ۲۸۲۴ دلار افزایش یابد .

۲۶- چه مقدار از n، یک مبلغ F برابر با ۴۰۰۰ دلار را با یک مبلغ P برابر با ۱۰۰۰ دلار ، همسنگ می سازد ؟ نرخ i ، ۱۲٪ با ترکیب سالانه است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۷- نمودار جریان نقدی را برای ضریب F/A ، از دیدگاه شخصی که ذخیره های سالانه را انجام می دهد ، رسم کنید .

۲۸- ضریب بهرهٔ $(P/G, i, n)$ را که یک دنبالهٔ شیبی مانند آنچه در جدول (۳-۵) تعریف شده است ، به مقدار آیندهٔ همسنگ آن در پایان سال n ام تبدیل کند ، پیدا کنید .

۲۹- نمودار جریان نقدی را برای ضریب A/P ، از دیدگاه شخصی رسم کنید که در حال حاضر از ذخیره ای که انجام داده است ، برداشت می کند .

۳۰- ضریب بهرهٔ $(P/G, i, n)$ را که یک دنبالهٔ شیبی مانند آنچه که در جدول (۳-۵) تعریف شده است ، به مقدار همسنگ آن در زمان حال تبدیل کند ، پیدا کنید .

۳۱- فرمول مربوط به ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی را برای حالت ترکیب بهره در پایان هر دوره وقتی که p تعداد دوره های ترکیب در سال ، y تعداد سالها ، و r نرخ بهرهٔ اسمی سالانه را ارائه کنند ، بنویسید . ارزش فعلی را با P ، و مقدار مرکب را با F نشان دهید ، و F را بر حسب P ، r ، p ، و y بیان کنید .

۳۲- فرمولی برای یافتن مقدار جمع شدهٔ F در پایان n دوره را که از یک دنبالهٔ پرداختهای مساوی B در ابتدای هر دوره حاصل می شود به دست آورید . فرض کنید پرداختها به حساب پس اندازی که نرخ بهرهٔ هر دورهٔ آن i با ترکیب دوره ای است ، واریز می شوند .

۳۳- اگر تنها جدول ضرایب زیر را داشته باشید ، چگونه یک ضریب بازیافت سرمایهٔ دنباله پرداختهای مساوی مطلوب را تعیین می کنید ؟

الف ـ ضرایب ارزش فعلی پرداخت تکی

ب ـ ضرایب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی

پ ـ ضرایب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی

ت ـ ضرایب مقدار مرکب پرداخت تکی .

۳۴- اگر تنها جدول ضرایب زیر را داشته باشید ، چگونه یک ضریب وجوه پس اندازی مجموعه پرداختهای مساوی مطلوب را تعیین می کنید ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ ضرایب مقدار مرکب ، پرداخت تکی

ب ـ ضرایب ارزش فعلی پرداخت تکی

پ ـ ضرایب مقدار مرکب دنباله پرداختهای مساوی

ت ـ ضرایب بازیافت سرمایهٔ دنباله پرداختهای مساوی .

۳۵- نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه مربوط به هر یک از موارد زیر را به دست آورید .

الف ـ نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب نیم ساله

ب ـ نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب ماهانه

پ ـ نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب فصلی

ت ـ نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب هفتگی

ث ـ نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب روزانه .

۳۶- نرخ بهرهٔ مؤثر هر دورهٔ ترکیب را برای نرخهای بهرهٔ اسمی زیر پیدا کنید :

الف ـ $r = ٪۸$ با ترکیب فصلی (جواب ۲٪ در فصل)

ب ـ $r = ٪۱۸$ با ترکیب ماهانه

پ ـ $r = ٪۱۱$ با ترکیب روزانه

ت ـ $r = ٪۱۴$ با ترکیب نیم ساله

ث ـ $r = ٪۹$ با ترکیب پیوسته .

۳۷- برای نرخهای بهرهٔ مؤثر سالانهٔ زیر ، نرخ بهرهٔ اسمی سالانه و نرخ مؤثر هر دورهٔ ترکیب را به دست آورید .

الف ـ ۱۲٫۳۶٪ با ترکیب نیم ساله (جواب : $r = ٪۱۲$ ، $i = ٪۶$ هر شش ماه)

ب ـ ۴٫۰۶٪ با ترکیب فصلی

پ ـ ۱۸٫۳۹٪ با ترکیب ماهانه

ت ـ ۲۹٫۶۱٪ با ترکیب هفتگی

ث ـ ۸٫۰۰٪ با ترکیب روزانه

ج ـ ۲۰۰٫۰٪ با ترکیب ماهانه .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳۸- اگر ترکیب بهره سالانه باشد نرخ بهرهٔ اسمی را در حالات زیر به دست آورید :

الف ـ با پرداختهای ۴۵۰۰ دلار در سال به مدت ۶ سال ، یک اصل وام ۱۷۰۰۰ دلاری بازپرداخت می شود .

ب ـ پس اندازهای سالانه ۱۰۰۰ دلار ، به ۲۵۰۰۰ دلار در پایان سال دهم می انجامند .

۳۹- یک مؤسسهٔ پولی ، وامی را با بهرهٔ ۰/۳٪ در هفته با ترکیب هفتگی پیشنهاد می کند . نرخ مؤثر سالانه چقدر است ؟ نرخ اسمی سالانه چقدر است ؟

۴۰- یک نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه ۱۲٪ مطلوب است .

الف ـ اگر ترکیب بهره نیم ساله باشد ، چه نرخ اسمی باید درخواست شود ؟

ب ـ اگر ترکیب بهره فصل باشد ، چه نرخ اسمی باید درخواست شود ؟

۴۱- ۱۰٪ با ترکیب ماهانه چقدر مطلوبتر از ۱۰٪ با ترکیب سالانه است ؟

۴۲- کدام یک از نرخهای بهرهٔ اسمی زیر بیشترین بهره را طی یک سال فراهم می سازند ؟

الف ـ ۸٪ با ترکیب روزانه یا ۹٪ با ترکیب سالانه (جواب ۹٪)

ب ـ ۱۱٪ با ترکیب ماهانه یا ۱۲٪ با ترکیب نیم ساله

پ ـ ۱۹٪ با ترکیب روزانه یا ۲۰٪ با ترکیب سالانه

ت ـ ۲۵٪ با ترکیب هفتگی یا نرخ ۲۶٪ با ترکیب نیم ساله

ث ـ ۳۲٪ با ترکیب روزانه یا ۳۳٪ با ترکیب فصلی

ج ـ ۳۸٪ با ترکیب ماهانه یا ۴۳٪ با ترکیب سالانه .

۴۳- نرخ بهرهٔ اسمی سالانه را برای نرخهای مؤثر سالانهٔ زیر وقتی که ترکیب پیوسته است پیدا کنید .

الف ـ ۱۰/۵۲٪ ت ـ ۳۱/۰۰٪

ب ـ ۱۵/۰۲٪ ث ـ ۱۶/۰۰٪

پ ـ ۱۲/۰۰٪ (جواب ۱۱/۳۳٪) ج ـ ۵/۰۰٪

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴۴- چند سال طول می کشد تا یک سرمایه گذاری در نرخهای بهرهٔ اسمی زیر دو برابر شود ؟ (توجه کنید که برای ترکیب پیوسته کسرهایی از سال هم ممکن خواهد بود) .

الف ـ ۱٪ با ترکیب پیوسته
ب ـ ۵٪ با ترکیب پیوسته
پ ـ ۱۰٪ با ترکیب پیوسته
ت ـ ۱۱٪ با ترکیب پیوسته
ث ـ ۱۳٪ با ترکیب پیوسته
ج ـ ۱۵٪ با ترکیب پیوسته

(جواب ۶٫۹۳ سال)

۴۵- اگر نرخ بهرهٔ اسمی با ترکیب پیوسته ۱۲٪ باشد نرخ بهرهٔ مؤثر چقدر خواهد بود ؟ اگر نرخ بهرهٔ ۸٪ مطلوب باشد، در صورت پیوسته بودن ترکیب ، نرخ بهرهٔ اسمی چقدر باید باشد ؟

۴۶- ارزش فعلی پرداختهای زیر چقدر است ؟

الف ـ ۷۵۰۰ دلار به مدت ۳۰ سال با نرخ بهرهٔ ۱۰٪ با ترکیب پیوسته

ب ـ ۹۲۰۰ دلار به مدت ۵ سال با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ با ترکیب هفتگی .

۴۷- مبلغ جمع شده از هر یک از مجموعه پرداختهای زیر را به دست آورید .

الف ـ ۴۰۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۵ سال با نرخ ۹٫۸٪ با ترکیب پیوسته (جواب ۲۴۵۶ دلار)

ب ـ ۵۰۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۳۹ سال با نرخ ۱۵٪ با ترکیب پیوسته .

۴۸- در حساب پس اندازی که بهرهٔ ۱۳٪ با ترکیب پیوسته می پردازد ، چه مبالغ مساوی سالانه ای به مدت ۲۰ سال باید ذخیره کرد تا در پایان این مدت ۶۰۰۰۰ دلار جمع شود ؟

۴۹- اگر نرخ بهره ۸٪ با ترکیب پیوسته باشد ، پرداختهای سالانهٔ لازم برای بازپرداخت یک وام ۲۵۰۰ دلاری به مدت ۳ سال را به دست آورید .

۵۰- اگر نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب پیوسته باشد ، ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی پایان سال ۱۴۰۰ دلاری به مدت ۱۰ سال را به دست آورید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵۱- یک نرخ بهرهٔ ۱۰٪ با ترکیب پیوسته برای یک سرمایه گذاری ۳۰۰۰۰ دلاری ، مطلوب است . اگر هر سال ۸۰۰۰ دلار از این سرمایه گذاری دریافت شود ، چند سال می توان این دریافتها را با برگشت مطلوب انجام داد ؟

۵۲- مجموعه پرداختهای مساوی سالانهٔ همسنگ با مجموعه پرداختهای شیب افزایشی زیر را به دست آورید . نرخ بهره ۱۰٪ و (الف) ترکیب سالانه ، (ب) ترکیب پیوسته است . (جواب (ب) ۱۲۲۱ دلار) .

۷۰۰ دلار در پایان سال اول

۹۰۰ دلار در پایان سال دوم

۱۱۰۰ دلار در پایان سال سوم

۱۳۰۰ دلار در پایان سال چهارم

۱۵۰۰ دلار در پایان سال پنجم

۱۷۰۰ دلار در پایان سال ششم

۱۹۰۰ دلار در پایان سال هفتم

۵۳- مجموعه مساوی سالانهٔ همسنگ با مجموعه شیب کاهشی زیر را به دست آورید . نرخ بهره ۸٪ و (الف) ترکیب سالانه ، و (ب) ترکیب پیوسته است

۳۰۰۰ در پایان سال اول

۲۶۰۰ در پایان سال دوم

۲۲۰۰ در پایان سال سوم

۱۸۰۰ در پایان سال چهارم

۱۴۰۰ در پایان سال پنجم

۵۴- ارزش فعلی همسنگ با مجموعه پرداختهای شیبهای افزایشی زیر را پیدا کنید .

الف ـ یک مبلغ پایهٔ سال اول ۴۰۰۰ دلار با افزایش سالانه ۴٪ به مدت ۱۵ سال با نرخ بهرهٔ ۱۷٪ و ترکیب پیوسته .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ یک مبلغ پایه ۱۰۰ دلار با افزایش سالانه ۱۰٪ به مدت ۱۲ سال با نرخ بهرهٔ ۶٪ با ترکیب پیوسته .

پ ـ یک مبلغ پایه ۷۰۰۰ دلار با افزایش سالانه ۷٪ به مدت ۲۰ سال با نرخ بهرهٔ ۱۹٪ با ترکیب پیوسته .

۵۵- ارزش فعلی همسنگ بامجموعه پرداختهای شیب هندسی کاهشی زیر را پیدا کنید .

الف ـ یک مبلغ پایهٔ ۱۰۰۰۰ دلار با کاهش سالانه ۳٪ به مدت ۷ سال با نرخ بهرهٔ ۹٪ با ترکیب پیوسته (جواب ۴۵۸۷۹)

ب ـ یک مبلغ پایهٔ ۲۰۰۰۰ دلار با کاهش سالانه ۱۴٪ به مدت ۳۰ سال با نرخ بهرهٔ ۸٪ با ترکیب پیوسته

پ ـ یک مبلغ پایهٔ ۴۰۰۰ دلار با کاهش سالانه ۱۵٪ به مدت ۱۰ سال با نرخ بهرهٔ ۲۰٪ و ترکیب پیوسته .

۵۶- ارزش فعلی جریان وجوه پیوستهٔ زیر را به دست آورید :

الف ـ ۹۰۰۰۰ دلار درسال به مدت ۷سال با نرخ ۶٪ باترکیب پیوسته (جواب ۵۱۴۴۳ دلار)

ب ـ ۷۰۰ دلار در سال به مدت ۱۰ سال با نرخ ۱۲٪ با ترکیب پیوسته

پ ـ ۴۰۰ دلار در سال به مدت ۱۴٫۳ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب پیوسته

ت ـ ۲۳۰۰ دلار در سال به مدت ۱۵٫۸ سال با نرخ ۱۶٪ با ترکیب پیوسته

۵۷- با هر یک از جریان وجوه پیوستهٔ زیر چه مبلغ جمع خواهد شد ؟

الف ـ ۹۰۰ دلار در سال به مدت ۶ سال با نرخ ۱۰٪ با ترکیب پیوسته (جواب ۷۳۹۹ دلار)

ب ـ ۶۰۰۰ دلار در سال به مدت ۲۱٫۲ سال با نرخ ۹٪ با ترکیب پیوسته .

۵۸- چند سال طول می کشد تا یک سرمایه گذاری ۴۰۰۰۰ دلاری ، جریان وجوه پیوسته ای با نرخ ۸۰۰۰ دلار در سال را به گونه ای فراهم سازد که نرخ بهرهٔ سالانه ۱۵٪ با ترکیب پیوسته را به دست دهد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵۹- چه مدت طول می کشد تا از یک جریان وجوه پیوسته با نرخ ۱۶۰۰ دلار در سال و نرخ بهرهٔ ۲۰٪ با ترکیب پیوسته ۱۰۰۰۰۰ دلار جمع شود .

۶۰- از یک سرمایه گذاری ۱۸۳۰۰ دلاری که جریان وجوهی با نرخ ۴۳۰۰ دلار در سال به مدت ۷٫۵ سال را فراهم می سازد ، چه نرخ بهرهٔ سالانه ای با ترکیب پیوسته به دست می آید ؟ (جواب ۱۶٫۸۶٪)

۶۱- اگر یک سرمایه گذاری از وجوه پیوسته با نرخ ۵۶۰۰ دلار در سال به مدت ۲۹ سال به جمع شدن ۵۰۰۰۰۰ دلار در پایان این مدت بینجامد ، نرخ بهره با ترکیب پیوسته را پیدا کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل چهارم

محاسبات همسنگی اقتصادی

در بیشتر محاسبات اقتصاد مهندسی لازم است که دریافتها و پرداختهای دو یا چند گزینهٔ پیشنهادی را برای مقایسه به یک مبنای همسنگ تبدیل کرد . این کار به درك مفهوم همسنگی ، و استفادهٔ درست از فرمولهای بهره ای که در فصل قبل به دست آمدند نیاز دارد . در این فصل به توسعهٔ مفهوم همسنگی و ارائه روشهای محاسباتی لازم برای استفاده از فرمولهای بهره در مطالعات اقتصاد مهندسی می پردازیم .

۴-۱ مفهوم همسنگی

اگر بخواهیم دو یا چند گزینه را مقایسه کنیم ، لازم است ویژگیهای آنها را بر یک مبنای همسنگ قرار دهیم . مثلاً در پاسخ به این پرسش که از ۴ اونس فرآوردهٔ ۸ یا ۱۸۰۰ دانه از این فرآورده ، کدام با ارزشتر است[۱] ، باید این دو مقدار را با استفاده از یک ضریب تبدیل مناسب، به یک مبنای همسنگ تبدیل کنیم . پس از تبدیل اونس

۱- در این جا فرض شده است که ۴ اونس از فرآوردهٔ مورد نظر شامل ۱۷۵۰ دانه از این فرآورده می باشد (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به دانه ، مسأله این خواهد بود که ۱۷۵۰ دانه فرآوردهٔ A با ارزشتر است یا ۱۸۰۰ دانه ؟ در این حال پاسخ روشن است .

دو چیز را هنگامی همسنگ گویند ، که دارای اثر یکسان باشند . برای نمونه ، گشتاورهای حاصل از اعمال نیروهای ۱۰۰ پاوند و ۲۰۰ پاوند به ترتیب بر فواصل ۲ و ۱ فوتی از تکیه گاه یک اهرم ، همسنگند ، زیرا هر دو گشتاور ۲۰۰ فوت ـ پاوند را تولید می کنند .

در همسنگی پولی سه عامل دخالت دارند ، که عبارتند از : (۱) مقدار پول ، (۲) زمان مربوط به پول ، و (۳) نرخ بهره . در فرمولهای بهره زمان و نرخ بهره منظور می شوند . بنابراین ، ضریبهای مناسبی برای محاسبهٔ همسنگی مقادیر پولی هستند که در مواقع مختلف زمانی ، رخ می دهند .

معمولاً ارزش نسبی دو یا چند گزینه مستقیماً با یک فهرست سادهٔ دریافتها و مخارج آیندهٔ روشن نمی شود . باید این مقادیر را بر یک مبنای همسنگ قرار داد . مثال زیر را در نظر بگیرید .

مثال

یک مهندس حق ثبت اختراع خود را به شرکتی می فروشد و در برابر آن دو انتخاب ۱۲۵۰۰ دلار در حال حاضر یا ۲۰۰۰ دلار در هر سال برای ۱۰ سال آینده (که عمر مفید برآورد شدهٔ حق ثبت اختراع برای شرکت است) ، به وی پیشنهاد می شود . این مهندس برای اقساط خانهٔ خود بهرهٔ ۱۲٪ می پردازد و در ارزیابی خود از همین نرخ استفاده می کند . الگوی دریافتها در جدول (۴-۱) نشان داده شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۱-۴- الگوی دریافتها برای دو گزینه

پایان سال	دریافتهای گزینهٔ A	دریافتهای گزینهٔ B
0	$12,500	0
1	0	$ 2,000
2	0	2,000
3	0	2,000
4	0	2,000
5	0	2,000
6	0	2,000
7	0	2,000
8	0	2,000
9	0	2,000
10	0	2,000
کل دریافتها	$12,500	$20,000

از آن جا که پول دارای ارزش زمانی است ، با یک بررسی سادهٔ دریافتهای دو گزینه نمی توان فهمید که کدام یک به لحاظ اقتصادی مطلوبترند . برای نمونه بر این مبنا که جمع دریافتهای گزینهٔ B ، ۲۰۰۰۰ دلار ، و از آن گزینهٔ A ، ۱۲۵۰۰ دلار است ، نمی توان نتیجه گرفت که گزینهٔ B مطلوبتر از گزینهٔ A می باشد . این نتیجه گیری تنها هنگامی درست است که نرخ بهره برابر با صفر فرض شود .

مقادیر همسنگ این دو گزینه برای نرخ بهرهٔ ۱۲٪ را بایستی با استفاده از فرمولهای بهره پیدا کرد . یک راه برای تعیین یک مقدار همسنگ برای گزینهٔ B ، یافتن مقداری در زمان حال است که با ۱۰ دریافت ۲۰۰۰ دلاری ، همسنگ باشد .

$$P = \$2{,}000(\underset{P/A,12,10}{5.6502}) = \$11{,}300.$$

این مقدار با ۱۰ دریافت آیندهٔ ۲۰۰۰ دلاری همسنگ است و مستقیماً با ۱۲۵۰۰ دلار قابل مقایسه هستند ، زیرا اکنون هر دو مبلغ دریک نقطه از زمان ، یعنی در زمان حال قرار دارند . بنابراین ، اکنون مهندس می تواند بیند که بر یک مبنای همسنگ ، مبلغ یکجای ۱۲۵۰۰ دلار مطلوبتر است .

باید توجه داشت که مبلغ ۱۱۳۰۰ دلار تنها یک مقدار همسنگ با مجموعه ای از دریافتهای پیش بینی شده است . حتی اگر گزینهٔ B انتخاب شود ، در عمل مبلغ ۱۱۳۰۰ دلار دریافت نخواهد شد . دریافتهای واقعی همان ۲۰۰۰ دلار در سال به مدت ۱۰ سال

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

خواهند بود . ۱۱۳۰۰ دلار یک عدد محاسبه شده است که مستقیماً با ۱۲۵۰۰ دلار قابل مقایسه می باشد .

۲-۴ محاسبات همسنگی مربوط به یك ضریب تکی

فرمولهای بهره ای که در فصل ۳ به دست آمدند ، رابطه های موجود بین چند عنصر تشکیل دهندهٔ فرمولها را بیان می کنند . این فرمولها روابط بین P ، A ، F ، i ، و n را برای ترکیب سالانه ، و بین P ، A ، F ، r و n را برای ترکیب پیوسته به دست می دهند . در حالی که جریان وجوه پیوسته فرض شوند ، روابط بین P ، $\bar{A}$ ، F ، r و n توسط این فرمولها بیان می شود . در پاراگرافهای بعدی روشهایی برای محاسبهٔ همسنگی هنگام کار با این فرمولها را توضیح می دهیم .

محاسبات ضریب مقدار مرکب پرداخت تکی . ضرایب مقدار مرکب پرداخت تکی ، مبلغ F را در زمان مشخصی در آینده که در یک نرخ بهرهٔ مشخص i با ترکیب سالانه ، یا r با ترکیب پیوسته ، با مبلغ اصل P ، همسنگ است را به دست می دهند .

مثال

برای یافتن مقدار مرکبی با نرخ بهرهٔ ۹٪ و ترکیب سالانه که در اول آوریل ۱۹۹۸ ، با مبلغ اصل ۲۰۰۰ دلار در اول آوریل ۱۹۹۰ همسنگ باشد ، داریم :

$$n = 1998 - 1990 = 8$$

$$F = P(^{F/P,i,n})$$

$$= \$2{,}000(^{F/P,9,8}\ 1.993) = \$3{,}986.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر ترکیب پیوسته باشد ؛

$$F = P[\overset{F/P,r,n}{\quad}]$$

$$= \$2{,}000[\overset{F/P,9,8}{2.054}] = \$4{,}108.$$

اگر اصل پول P ، مقدار مرکب F ، و تعداد سالها n ، معلوم باشند ، می توان نرخ بهرهٔ i را با درونیابی در جداول بهره به دست آورد .

مثال

اگر $P = ۳۰۰$ دلار ، $F = ۵۲۵$ دلار ، و $n = ۹$ باشند ، برای محاسبهٔ i داریم :

$$F = P(\overset{F/P,i,n}{\quad})$$

$$\$525 = \$300(\overset{F/P,i,9}{\quad})$$

$$\overset{F/P,i,9}{(1.750)} = \frac{\$525}{\$300}$$

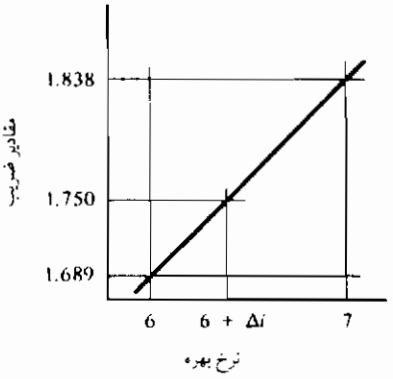
جستجو در جدولهای بهره با ترکیب سالانه نشان می دهد که ضریب ۱٫۷۵۰ بین ضریبهای مقدار مرکب پرداخت تکی برای $n = ۹$ در جدولهای ۶٪ و ۷٪ قرار دارد . مقدار این ضریب از جدول ۶٪ ، ۱٫۶۸۹ و از جدول ۷٪ ، ۱٫۸۳۸ است . با درونیابی خطی داریم :

$$i = 6 + (1)\frac{1.689 - 1.750}{1.689 - 1.838}$$

$$= 6 + \frac{0.061}{0.149} = 6.41\%.$$

درونیابی خطی که برای محاسبهٔ i مورد استفاده قرار گرفت ، در شکل (۴-۱) توضیح داده شده است . از آن جا که مبنای مطالعات اقتصاد مهندسی معمولاً بر برآوردهایی از آینده است ، خطای اندکی که در درونیابی خطی وجود دارد به ندرت دارای اهمیت خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۴-۱- درونیابی برای i

محاسبهٔ i را همچنین می توان با ماشین حساب[1] ، بدون استفاده از جدول به صورت زیر انجام داد :

$$F = P(1 + i)^n$$

$$\$525 \quad \$300(1 + i)^9$$

$$(1 + i)^9 = \frac{\$525}{\$300}$$

$$i = \sqrt[9]{1.750} - 1$$

$$i = 1.0642 - 1 = 0.0642, \text{ یا } 6.42\%.$$

اگر مبلغ اصل P ، مقدار مرکب آن F ، و نرخ بهره i معلوم باشند ، می توان تعداد سالها n را با درونیابی در جداول بهره پیدا کرد .

مثال

اگر $P = ۴۰۰$ ، $F = ۸۰۰$ ، و $i = ٪۹$ باشند ، برای محاسبهٔ n داریم :

۱- وجود گستردهٔ حسابگرهای الکترونیکی امکان حل مستقیم فرمولها را بدون استفاده از جداول و نیاز به درونیابی فراهم ساخته است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$F = P(^{F/P,i,n})$$

$$\$800 = \$400(^{F/P,9,n})$$

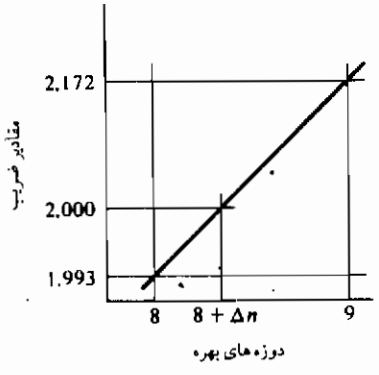
$$(^{F/P,9,n}\ 2.000) = \frac{\$800}{\$400}.$$

جستجو در جدول بهرهٔ ۹٪ نشان می دهد که ۲٫۰۰ بین ضرایب مقدار مرکب پرداخت تکی مربوط به $n = ۸$ و $n = ۹$ قرار دارد . بـرای $n = ۸$ مقدار ضریب ۱٫۹۹۳ و برای $n = ۹$ ، ۲٫۱۷۲ است . با درونیابی خطی داریم :

$$n = 8 + (1)\frac{1.993 - 2.000}{1.993 - 2.172}$$

$$= 8 + \frac{0.007}{0.179} = 8.04 \quad \text{سال}$$

درونیـابـی خطی مورداستفـاده درمحاسبـهٔ n درشکل (۴-۲) توضیح داده شده است .



شکل ۴-۲- درونیابی برای n

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

n را می توان بدون استفاده از جدول به صورت زیر محاسبه کرد :

$$F = P(1 + i)^n$$

$$\$800 = \$400(1 + 0.09)^n$$

$$(1.09)^n = \frac{\$800}{\$400} = 2.000$$

$$n = 8.043 \text{ سال}$$

تفسیر n در این مثال این است که ۸٫۰۴۳ سال لازم است تا از ۴۰۰ دلار آن قدر بهره به دست آورد که کل مقدار موجودی پس از این زمان برابر با ۸۰۰ دلار شود . لیکن ، وقتی که ترکیبها در پایان دوره های گسسته رخ می دهند ، (که در این مثال هم به همین صورت است) ، نتیجه ، تنها تقریبی از زمان لازم برای جمع شدن مقدار مورد نظر است . دلیل این عدم دقت آن است که بهره تنها در پایان هر دوره پرداخت می شود . بنابراین زمان لازم برای جمع شدن ۸۰۰ دلار یا بیشتر ، دست کم ۹ سال است . پس از ۹ سال مقدار مرکب ، عملاً ۸۶۸٫۷۶ دلار خواهد بود .

در اقتصاد مهندسی گاه مقدار n را نمی توان در محدودهٔ جداول بهره پیدا کرد . یک راه حل مفید استفاده از رابطهٔ زیر برای این ضریب خاص است :

$$(F/P,i,n) = (F/P,i,n_1)(F/P,i,n_2) \cdots (F/P,i,n_k)$$

یعنی

$$n = n_1 + n_2 + \cdots + n_k.$$

مثال

فرض کنید مقدار $(F/P,10,174)$ موردنیاز باشد . با استفاده از رابطهٔ بالا می توان نوشت :

$$(F/P,10,174) = (F/P,10,100)(F/P,10,70)(F/P,10,4)$$
$$= (13,780.612)(789.747)(1.464)$$
$$= 15,933,000.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بنابراین ، اگر نرخ بهره ۱۰٪ در سال با ترکیب سالانه باشد ، سرمایه گذاری ۱ دلار در حال حاضر ، در ۱۷۴ سال بعد ۱۵۹۳۳۰۰۰ دلار ارزش خواهد داشت . این گونه مثالها قدرت فوق العادهٔ ترکیب را آشکار می سازند .

محاسبات ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی . ضرایب ارزش فعلی پرداخت تکی ، مبلغ اصل P را در زمانی که به عنوان زمان حال در نظر گرفته می شود ، به دست می دهند که همسنگ با یک مبلغ آیندهٔ F است .

مثال

برای یافتن ارزش فعلی مبلغی برابر با ۴۰۰ دلار که ۱۲ سال بعد دریافت می شود ، در شرایط نرخ بهره ۶٪ با ترکیب سالانه ، داریم .

$$P = F(^{P/F,i,n})$$

$$= \$400(^{P/F,6,12}\ 0.4970) = \$199.$$

بنابراین ، اگر شخصی بخواهد در **پایان** سال ۲۰۰۲ ، ۴۰۰ دلار داشته باشد ، باید در **پایان** سال ۱۹۹۰ یا **آغاز** سال ۱۹۹۱ ، ۱۹۹٫۰۰ دلار در بانکی که بهرهٔ ۶٪ با ترکیب سالانه می پردازد ، ذخیره کند .

برای ترکیب پیوسته با نرخ ۶٪ ، با سرمایه گذاری پول کمتری در زمان حال می توان به همان هدف دست یافت . یعنی :

$$P = F|^{P/F,r,n}|$$

$$= \$400|^{P/F,6,12}\ 0.4868| = \$195.$$

محاسبات ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی . ضریب مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی ، مبلغ F را در زمان مشخصی در آینده به دست

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می دهد که همسنگ با مجموعه ای از پرداختهای A است . این پرداختها در پایان سالهای متوالی رخ می دهند و آخرین A همزمان با F می باشد .

مثال

می خواهیم مقدار همسنگ ۷ سال بعد مجموعه ای از هفت پرداخت ۴۰ دلاری در پایان هر سال که آخرین پرداخت همزمان با مقدار مرکب مورد نظر است را پیدا کنیم . نرخ بهرهٔ ۶٪ است .

$$F = A(^{F/A,i,n})$$

$$= \$40(^{F/A,6,7}\ 8.394) = \$336.$$

اگر مقدار مرکب F ، پرداختهای سالانه A ، و تعداد سالها n معلوم باشند ، نرخ بهرهٔ i را می توان با درونیابی در جداول بهره به دست آورد .

مثال

اگر $F = ۴۴۱٫۱۰$ دلار ، $A = ۱۰۰$ دلار ، و $n = ۴$ باشد ، برای محاسبهٔ i داریم :

$$F = A(^{F/A,i,n})$$

$$\$441.10 = \$100(^{F/A,i,4})$$

$$(^{F/A,i,4}\ 4.411) \quad \frac{\$441.10}{\$100}.$$

این مقدار بین ضریبهای مقدار مرکب مجموعه پرداختهای مساوی برای $n = ۴$ در جدولهای ۶٪ و ۷٪ قرار می گیرد . با درونیابی خطی داریم :

$$i = 6 + (1)\frac{4.375 - 4.411}{4.375 - 4.440}$$

$$= 6 + \frac{0.036}{0.065} = 6.55\%.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

این گونه محاسبات ، بخشی از طرحهای بازنشستگی را تشکیل می دهند . در این طرحها فردی قسمتی از درآمد خود را بر یک مبنای منظم کنار می گذارد تا برای بازنشستگی خود اندوخته‌ای فراهم سازد .

مثال

اگر شخصی هر سال ۸۰۰ دلار در یک طرح بازنشستگی با بهرهٔ ۷٪ با ترکیب سالانه پس انداز کند ، پس از ۳۵ سال چه مبلغ می شود ؟

مقدارتکی F که این شخص می تواند پس از ۳۵ سال برداشت کند عبارت است از

$$F = \$800(\overset{F/A,7,35}{138.237}) = \$110,590.$$

بنابراین ، با پس انداز کردن ۲۸۰۰۰ دلار طی ۳۵ سال (۳۵ × ۸۰۰) ، مبلغ ۸۲۵۹۰ دلار بهره جمع می شود ، و کل مقدار جمع شده ۱۱۰۵۹۰ دلار خواهد بود . اگر این شخص در همان آغاز دورهٔ ۳۵ سالهٔ ، ۲۸۰۰۰ دلار برای سرمایه گذاری داشته باشد ، چنان که محاسبات زیر نشان می دهد ، مقدار جمع شده بیشتر خواهد شد .

$$F = \$28,000(\overset{F/P,7,35}{10.677}) = \$298,956.$$

مثال

فرض کنید جریان نقدی مساوی سالانهٔ ۱۰۰ دلار در هر سال موجود باشد . مدت زمانی که طول می کشد تا ۲۰۰۰ دلار جمع شود را محاسبه کنید . نرخ بهره ۸٪ با ترکیب پیوسته است

$$F = A[\overset{F/A,r,n}{\quad}]$$

$$\$2,000 = \$100[\overset{F/A,8,n}{\quad}]$$

$$\overset{F/A,8,n}{[20.00]} = \frac{\$2,000}{\$100}$$

$$n = 12 + (1)\frac{19.351 - 20.000}{19.351 - 21.963}$$

$$n = 12 + \frac{0.649}{2.612} = 12.25 \text{ سال}$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک روش مستقیم ، استفاده از فرمول بهرهٔ لازم برای محاسبهٔ n ، بر حسب F ، A ، و r به صورت زیر است :

$$F = A\left[\frac{e^{rn} - 1}{e^{r} - 1}\right]$$

$$e^{rn} - 1 = \frac{F}{A}(e^{r} - 1)$$

$$rn = \log_e\left[\frac{F}{A}(e^{r} - 1) + 1\right]$$

$$n = \frac{\log_e\left[\frac{F}{A}(e^{r} - 1) + 1\right]}{r}.$$

برای $F = ۲۰۰۰$ دلار ، $A = ۱۰۰$ دلار ، و $r = ٪۸$ داریم :

$$n = \frac{\log_e\left[\frac{\$2,000}{\$100}(e^{0.08} - 1) + 1\right]}{0.08} = \frac{\log_e[20(0.0833) + 1]}{0.08}$$

$$= \frac{\log_e[2.666]}{0.08} = \frac{0.981}{0.08} = 12.26 \text{ سال}$$

وقتی که جدولهای ضرایب بهره در دسترس باشند ، معمولاً محاسبهٔ مقدار ضریب و سپس درونیابی از جداول ، نسبت به استفاده از روشی که توضیح داده شد ، به وقت کمتری نیاز دارد .

محاسبات ضریب وجوه پس‌اندازی مجموعه پرداختهای مساوی . ضریب وجوه پس‌اندازی مجموعه پرداختهای مساوی برای تعیین مقدار A از یک مجموعه پرداختهای مساوی در پایان سالهای متوالی ، و همسنگ با یک مبلغ آیندهٔ F به کار می رود .

مثال

برای یافتن وجوه پس‌اندازی سالانهٔ A که از اول ژوئن ۱۹۹۲ ، تا اول ژوئن ۱۹۹۹ پس‌انداز شده و همسنگ با یک مقدار تکی F برابر با ۴۰۰۰ دلار در اول

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ژوئن ۱۹۹۹ باشند ، با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ داریم :

$$A = F(^{A/F,i,n})$$

$$= \$4{,}000(^{A/F,12,7}\ 0.0991) = \$396.$$

توجه داشته باشید که پرداختها در پایان هر دوره انجام می شوند ، به گونه ای که اولین پرداخت در اول ژوئن ۱۹۹۳ و آخرین پرداخت در اول ژوئن ۱۹۹۹ رخ خواهد داد .

برای یافتن i و n وقتی که F ، A ، و n یا i معلوم هستند ، به همان ترتیب که برای ضریب مقدارمرکب پرداخت یگانه توضیح داده شد ، می توان از درونیابی درجداول بهره استفاده کرد .

مثال

فرض کنید بنگاهی برآورد کرده است که برای خرید تجهیزات جدیدی در شش سال بعد ، به ۱۰۰۰۰۰۰ دلار نیاز بوده و تصمیم دارد برای این خرید هر سال مبلغی را کنار بگذارد . اگر این بنگاه بتواند از وجوه خود ۸٪ بهره با ترکیب سالانه به دست آورد ، در پایان هر سال چه مقدار باید پس انداز کند تا شش سال بعد ، ۱۰۰۰۰۰۰ دلار جمع شود ؟

$$A = \$1{,}000{,}000(^{A/F,8,6}\ 0.1363) = \$136{,}300.$$

کل بهره ای که بنگاه در این شش سال به دست می آورد عبارت است از

$$\$1{,}000{,}000 - (\$136{,}300)(6) = \$182{,}200.$$

محاسبات ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی . ضرایب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی ، برای یافتن ارزش فعلی P مربوط به یک مجموعه از پرادختهای مساوی A که در پایان دوره های متوالی رخ می دهند ، به کار می رود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

برای یافتن ارزش فعلی P ، همسنگ با مجموعه‌ای از پنج پرداخت ۶۰ دلاری پایان سال با بهرهٔ ۱۰٪ که از پایان اولین دورهٔ بهرهٔ بعد از زمان حال شروع می‌شوند ، داریم :

$$P = A\left(^{P/A,i,n}\right)$$

$$= \$60\left(^{P/A,10,5}\ 3.7908\right) = \$227.$$

از این ضریب می‌توان در محاسبهٔ مقدار سرمایه گذاری موجه برای انجام یک صرفه جویی سالانه به مدت چند سال استفاده کرد .

مثال

فرض کنید یک طرح صرفه جویی انرژی پیشنهاد شده است که هزینهٔ انرژی را سالانه ۱۰۰۰۰ دلار به مدت ۱۵ سال کاهش می‌دهد . اگر نرخ بهره ۸٪ باشد ، حداکثر مقدار سرمایه گذاری موجه به صورت زیر به دست می‌آید :

$$P = \$10{,}000\left(^{P/A,8,15}\ 8.5595\right) = \$85{,}595.$$

محاسبات ضریب بازیافت سرمایه مجموعه پرداختهای مساوی . ضریاب بازیافت سرمایهٔ مجموعه پرداختهای مساوی برای تعیین مقدار A از مجموعه پرداختهایی که در پایان دوره‌های متوالی رخ می‌دهند ، و همسنگ با مبلغ فعلی P هستند به کار می‌روند .

مثال

برای یافتن پرداختهای پایان سال به مدت ۵ سال که همسنگ با یک مقدار P برابر با ۱۸۰۰۰ دلار در زمان حال باشند با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ داریم :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$A = P(^{A/P,i,n})$$

$$= \$18,000(^{A/P,15,5}\ 0.2983) = \$5,369.$$

بازیافت مبالغ سرمایه گذاری شده ، یک مسألهٔ معمولی در تصمیم گیری برای سرمایه گذاری است . در مثال بالا ، یک سرمایه گذاری ۱۸۰۰۰ دلاری باید به منافع سالانه ای دست کم برابر با ۵۳۶۹ دلار بینجامد . در این مقدار منافع ، طرح ، سر بسر خواهد بود .

وقتی جریان وجوه ، پیوسته و ترکیب نرخ بهره هم پیوسته باشد ، باید از ضرایب جریان وجوه که در فصل ۳ به دست آوردیم ، استفاده کنیم .

مثال

برای یافتن جریان وجوه همسنگ با مبلغ فعلی ۶۰۰ دلار در دورهٔ زمانی ۱۲ سال و نرخ بهره ۱۰٪ ، محاسبات به صورت زیر خواهند بود :

$$\bar{A} = P[^{\bar{A}/P,r,n}] = P[^{A/P,r,n}] \div [^{\bar{A}/A,r}]$$

$$\bar{A} = \$600[^{A/P,10,12}] = \$600[0.15050] \div [1.0517] = \$85.86 \quad \text{در سال}$$

با محاسبهٔ مستقیم داریم :

$$\bar{A} = P\left[\frac{re^{rn}}{e^{rn}-1}\right]$$

$$\bar{A} = \$600\left[\frac{(0.10)e^{(0.10)(12)}}{e^{(0.10)(12)}-1}\right] = \$600\left[\frac{0.332}{2.32}\right] = \$85.86 \quad \text{در سال}$$

محاسبات ضریب مجموعه شیب یکنواخت . ضرایب مجموعه شیب یکنواخت برای تعیین مقدار A از هر مجموعه پرداختهایی که در پایان دوره های متوالی رخ می دهند ، و همسنگ با یک مجموعهٔ افزایشی یا کاهشی یکنواخت از پرداختها در همان فاصلهٔ زمانی است به کار می روند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

اگر مجموعه ای از ۱۵ پرداخت صورت گیرد که اولین پرداخت آن ۱۰۰ دلار و هر پرداخت بعدی ۱۰ دلار بیشتر از پرداخت قبلی خود باشد ، مقدار A ، معادل با این مجموعه با نرخ بهرهٔ ۲۰٪ عبارت است از

$$A = A_1 + G(\overset{A/G,i,n}{})$$

$$= \$100 + \$10(\overset{A/G,20,15}{3.9589}) = \$140.$$

این نتیجه نشان می دهد که ۱۴۰ دلار در سال به مدت ۱۵ سال ، با مجموعه پرداختهای یاد شده همسنگ است .

برای یک شیب کاهشی هم می توان به همین ترتیب عمل کرد ، با این تفاوت که در این حال G منفی خواهد بود .

مثال

فرض کنید مجموعه ای از ۵ پرداخت صورت می گیرد که با ۸۰۰ دلار شروع ، و هر سال ۱۰۰ دلار کاهش می یابد . اگر $r = ۱۲٪$ با ترکیب پیوسته باشد ، مقدار A همسنگ با این مجموعه به صورت زیر به دست می آید :

$$A = A_1 - G[\overset{A/G,r,n}{}]$$

$$= \$800 - \$100[\overset{A/G,12,5}{1.7615}] = \$624.$$

این نتیجه بدین معناست که پنج دریافت ۶۲۴ دلاری ، با مجموعه شیب کاهشی یاد شده همسنگ است .

محاسبات ضریب مجموعهٔ شیب هندسی . با محاسبات همبستگی برای مجموعه های شیب هندسی می توان مقدار P ، همسنگ با یک شیب هندسی افزایشی یا

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کاهشی به دست آورد . افزایش یا کاهش به علامت g ، یعنی درصد ثابت تغییر از سالی به سال دیگر بستگی دارد . بسته به رابطهٔ g با i ، برای هر یک از شیبهای افزایشی یا کاهشی سه حالت مختلف وجود دارند که عبارتند از : $i > g$ ، $i = g$ ، $i < g$. مثالهای مربوط به هر یک از این حالتها در فصل قبل ارائه شدند .

۴-۳ محاسبات همسنگی مربوط به جریانهای نقدی

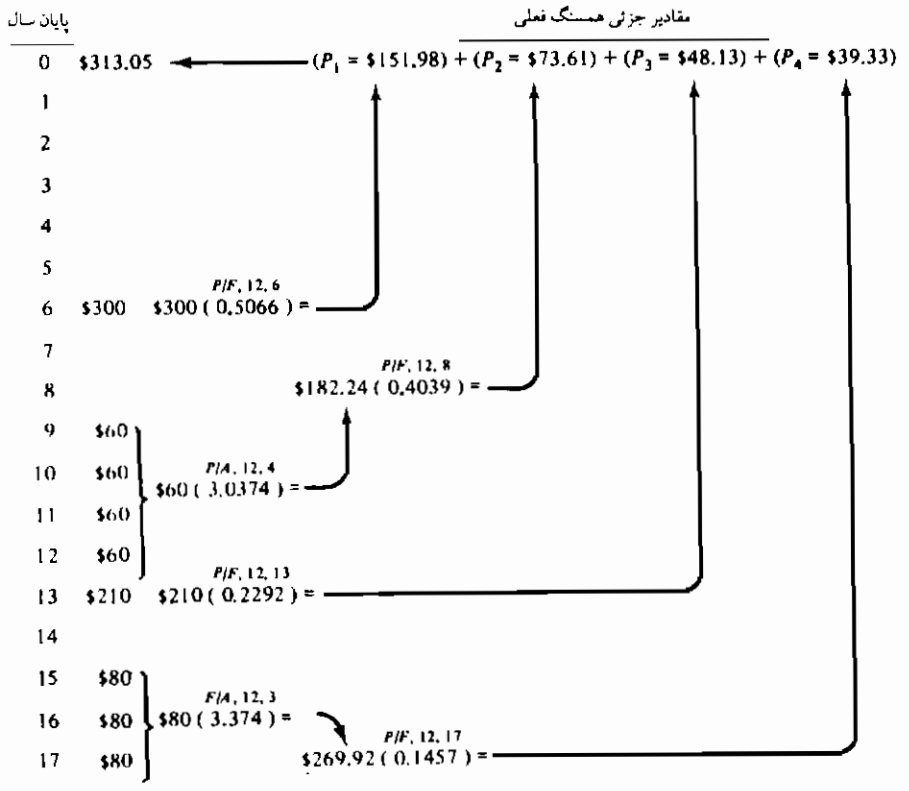
هنگامی که محاسبهٔ همسنگی با چند ضریب بهره سر و کار داشته باشد ، ممکن است در سازماندهی جریانهای نقدی و ضرایب بهره با مشکلاتی روبرو شویم . همچنین تا وقتی که قدری تجربه در این زمینه به دست نیاورده ایم ، احتمالاً ردیابی گذشت زمان دشوار خواهد بود . برای این گونه مسائل پیچیده یک نمایش ترسیمی به شکل جدولی یا ترسیمی می تواند مفید باشد .

ارائه جدولی جریان نقدی . به عنوان مثال ، فرض کنید می خواهیم تعیین کنیم جریان نقدی زیر با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ با چه مقداری در زمان حال همسنگ است : ۳۰۰ دلار در پایان سال ۶ ؛ ۶۰ دلار در پایان سالهای ۹ ، ۱۰ ، ۱۱ و ۱۲ ؛ ۲۱۰ دلار در پایان سال ۱۳ ؛ ۸۰ دلار در پایان سالهای ۱۵ ، ۱۶ و ۱۷ . این پرداختها را می توان به شیوهٔ ترسیمی جدول (۴-۲) ، ارائه کرد .

هدف ، تعیین مقداری در شروع سال ۱ است که با پرداختهای مختلف جریانهای نقدی بیان شده در جدول (۴-۲) همسنگ باشد . با تبدیل پرداختهای مختلف به مقادیر همسنگ آنها در یک نقطهٔ زمانی ، می توانیم این مقادیر را مستقیماً با یکدیگر جمع کرده و کل مقدار همسنگ را پیدا کنیم . **به یاد آورید که وقتی بهره وجود دارد ، دلارها را تنها در صورتی می توان مستقیماً با یکدیگر جمع کرد که در یک نقطهٔ زمانی باشند .**

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۴-۲- ارائه جدولی جریان نقدی



برای استفادهٔ درست از فرمولهای بهره ، توجه داشته باشید که P در ابتدای یک دورهٔ بهره و پرداختهای F و A در انتهای دوره های بهره صورت می گیرند . برای مثال ، جمع چهار پرداخت ۸۰ دلاری به یک مقدار تکی همسنگ ۱۸۲٫۲۴ دلاری در پایان سال ۸ تبدیل می شوند ؛ بنابراین با قرارداد فرمول تبدیل ، یعنی این که مقدار P باید یک دورهٔ بهره قبل از اولین پرداخت A واقع شود مطابقت دارد . در جدول (۴-۲)، ۲۶۹٫۹۲ دلار در پایان سال ۱۷ ، ارزش آیندهٔ همسنگ با سه پرداخت ۸۰ دلاری را به دست می دهد . توجه کنید که مبلغ ۲۶۹٫۹۲ دلار ، همزمان با آخرین ۸۰ دلار خواهد بود . دوباره ، این مورد با قرارداد محاسبهٔ ضریب تبدیل مجموعه پرداختهای A به مقدار نهایی F همسنگ با آن ، مطابقت دارد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ترتیب محاسبات مربوط به حل این مسأله به روشنی در جدول نشان داده شده است . پیکان بعد از هر مضرب ، محل نتیجه را نسبت به زمان ارائه می کند . یافتن کمیتهای میانی ۱۸۲٫۲۴ و ۲۶۹٫۹۲ دلار ضرورتی ندارد . اگر قبل از پیدا کردن ضریبها از جداول و انجام محاسبات ، همهٔ محاسبات لازم برای حل یک مسأله را مشخص کنیم ، وقت بسیار کمتری صرف خواهد شد . در مثال بالا این کار را می توان به صورت زیر انجام داد :

$$P_1 = \$300(\overset{P/F,12,6}{0.5066}) = \$151.98$$

$$P_2 = \$60(\overset{P/A,12,4}{3.0374})(\overset{P/F,12,8}{0.4039}) = 73.61$$

$$P_3 = \$210(\overset{P/F,12,13}{0.2292}) = 48.13$$

$$P_4 = \$80(\overset{F/A,12,3}{3.374})(\overset{P/F,12,17}{0.1457}) = 39.33$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = \$313.05$$

اگر بهره به جای ۱۲٪ با ترکیب سالانه ، ۱۲٪ با ترکیب پیوسته باشد ، بایستی مقادیر را از جداول مربوط به بهره با ترکیب پیوسته تعیین کنیم ، بقیهٔ محاسبات بدون تغییر باقی می مانند .

با انتخاب درست ضرایب بهره می توان ، حجم محاسبات لازم هر مورد را به حداقل ممکن رساند .

مثال

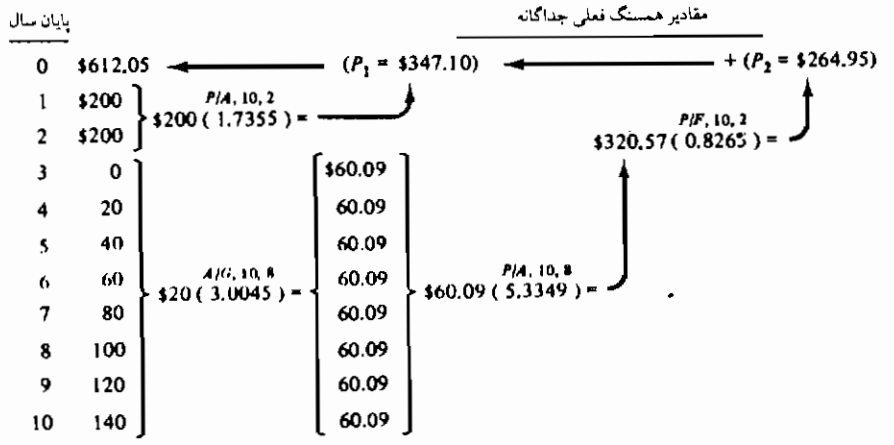
مقادیر نشان داده شده درجدول (۴-۳) را درنظر بگیرید . جریان نقدی که از پایان سال ۴ شروع شده ، یک مجموعه شیب یکنواخت ، با شیب ۲۰ دلار درسال است ، برای تبدیل این مجموعه به یک مجموعهٔ مساوی سالانهٔ همسنگ ، می توان از محاسبات زیر استفاده کرد :

$$A = A_1 + G(\overset{A/G,i,n}{\quad})$$

$$A = \$0 + \$20(\overset{A/G,10,8}{3.0045}) = \$60.09.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۴-۳- جریان نقدی با یك شیب



توجه کنید در حالی که مجموعه شیبدار از پایان سال ۴ شروع می شود ، شروع مجموعه پرداختهای مساوی ۶۰٫۰۹ دلاری از پایان سال ۳ خواهد بود . زیرا در محاسبهٔ ضریب مجموعه شیب یکنواخت فرض این است که شیب ، یک دوره بعد از اولین پرداخت مجموعه پرداختهای مساوی رخ می دهد .

محاسبات همسنگی در شروع سال ۱ ، برای جریان نقدی نشان داده شده ، در جدول (۴-۳) به صورت زیر خلاصه می شوند :

$$P_1 = \$200(1.7355)^{P/A,10,2} = \$347.10$$

$$P_2 = \$20(3.0045)(5.3349)(0.8265)^{A/G,10,8\ P/A,10,8\ P/F,10,2} = \$264.95$$

$$P = P_1 + P_2 = \$612.05$$

در مثالهای قبل مقادیر همسنگ با جریانهای نقدی را در شروع سال ۱ پیدا کردیم . در بسیاری از موارد مقدار همسنگ مطلوب ، یک پرداخت تکی در زمانی غیر از زمان حال ، و یا یک مجموعه پرداختهای مساوی در طول دورهٔ زمانی است . محاسبات لازم برای یافتن مقادیر مختلف همسنگ با جریان نقدی کاملاً شبیه به محاسبات نشان داده شده در جداول (۴-۲) و (۴-۳) است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

می خواهیم ۱۰ پرداخت سالانهٔ مساوی را که همسنگ با جریان نقدی جدول (۴-۳) باشند پیدا کنیم . برای این کار تنها لازم است که پرداخت تکی ۶۱۲٫۰۵ در شروع سال ۱ را به همسنگ مطلوب تبدیل کنیم :

$$A = P(^{A/P,i,n})$$

$$= \$612.05(^{A/P,10,10}\ 0.1628) = \$99.64.$$

از آن جا که در این گونه مسائل با محاسبات متفاوتی می توان به جواب یکسان دست یافت ، باید برای کمینه کردن حجم محاسبات لازم تلاش کرد . برای مثال در این مسأله می توانستیم هر پرداخت جریان نقدی را با استفاده از ضریب ارزش فعلی پرداخت تکی مناسب ، به مقدار همسنگ آن در شروع سال ۱ تبدیل کنیم . این روش به ۲۰ ضریب نیاز دارد ، در حالی که در محاسباتی که در بالا انجام شد تنها چهار ضریب لازم بود . توانایی در کمینه کردن حجم محاسبات برای یک جریان نقدی مشخص ، با تجربه افزایش می یابد .

۴-۴ اصول همسنگی

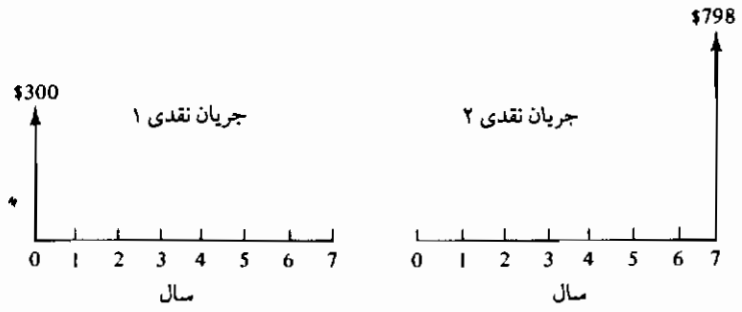
پس از مشاهدهٔ انواع محاسبات برای یافتن همسنگی بین جریانهای نقدی ، روشن است که استفاده از فرمولهای بهره در این فرآیند ، اساسی می باشد . لیکن ، تا این جا بحث ما به مثالهایی برای کسب مهارت در استفاده از فرمولهای بهره ، ضرایب بهره ، و نرخهای بهره محدود می شد . در اولین قسمت از این بخش مثالهایی برای معرفی یک یا چند اصل زیربنایی همسنگی ارائه می کنیم . خلاصهٔ این اصول در پایان این بخش بیان خواهد شد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

همسنگی بین جریانهای نقدی . در اقتصاد مهندسی مفهوم همسنگی در رابطه با ارزشی که در معاملات مطرح می شود بیشترین اهمیت را دارد . برای مثال ، مبلغ ۳۰۰ دلار در زمان حال با نرخ بهره ۱۵٪ ، با مبلغ ۷۹۸ دلار در ۷ سال بعد همسنگ است . زیرا برای شخصی که ۱۵٪ نرخ بهرهٔ رضایت بخشی است ، **دریافت ۳۰۰ دلار در زمان حال یا ۷۹۸ دلار در هفت سال بعد یکسان است . بنابراین به جریانهای نقدی همسنگ ، جریانهای نقدی هم ارزش گفته می شود .**

همسنگی بین دو جریان نقدی شکل (۴-۳) را می توان با استفاده از فرمولهای پرداخت تکی توضیح داد . مبلغ ۳۰۰ دلار در زمان حال با ۷۹۸ دلار در ۷ سال بعد معادل است ؛ زیرا :

$$\$300(1 + 0.15)^7 = \$300(\overset{F/P,15,7}{2.660}) = \$798$$



شکل ۴-۳- جریانهای نقدی همسنگ با نرخ ۱۵٪

به همین ترتیب ۷۹۸ دلار در ۷ سال بعد با ۳۰۰ دلار در زمان حال هم ارزش خواهد بود .

$$\$798\left[\frac{1}{(1 + 0.15)^7}\right] = \$798(\overset{P/F,15,7}{0.3759}) = \$300$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

محاسبهٔ اول ، مقدار همسنگ ۷ سال بعد را برای ۳۰۰ دلار امروز به دست می دهد . محاسبهٔ دوم مقدار فعلی همسنگ با ۷۹۸ دلار را که ۷ سال بعد دریافت خواهد شد به دست می دهد . تصمیم به محدود کردن تحلیل به زمان حال یا ۷ سال بعد تنها به خاطر سهولت محاسبات بوده است . **این همسنگی را می توان در نقاط زمانی دیگر هم برقرار کرد . زیرا برای همسنگ بودن یک جریان نقدی با جریان نقدی دیگر ، بایستی مقادیر همسنگ آنها در هر نقطهٔ زمانی ، مساوی باشند** . در غیر این صورت ، شخصی که هر یک از جریانهای نقدی را بررسی می کند ، نمی تواند بین آنها بی تفاوت باشد ، و جریانهای نقدی را نمی توان همسنگ گفت .

به عنوان مثال ، ارزش فعلی همسنگ با جریان نقدی ۱ در نقطهٔ دلخواهی در زمان $n = ۱۰$ عبارت است از :

$$\$300(\overset{F/P,15,10}{4.046}) = \$1,214.$$

و ، برای جریان نقدی ۲ ، مقدار همسنگ در $n = ۱۰$ به صورت زیر است :

$$\$798(\overset{F/P,15,3}{1.521}) = \$1,214.$$

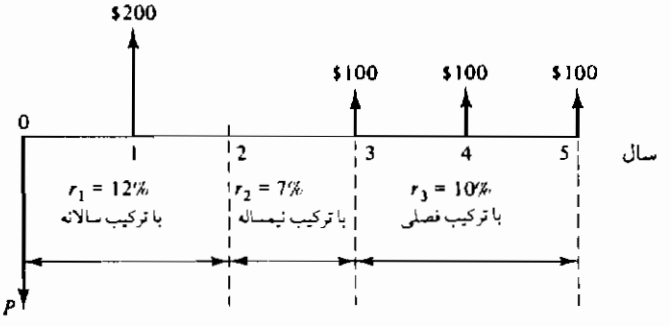
بنابراین ، دو یا چند جریان نقدی مختلف ، همسنگند ، اگر با یک جریان نقدی همسنگ باشند .

همسنگی برای نرخهای بهرهٔ مختلف . در مثالهایی که تا به حال ارائه شد ، فرض بر این بود که نرخ بهرهٔ مورد استفاده در فرمولهای بهره در سرتاسر دورهٔ زمانی جریان نقدی ثابت می ماند . در عمل نرخهای بهره مرتباً در طول زمان تغییر می کنند ، و تحلیل جریانهای نقدی در این شرایط دارای اهمیت است . بنابراین ، در تبدیل جریانهای نقدی به مقادیر همسنگشان از دوره ای به دورهٔ بعد ، بایستی نرخ بهرهٔ مربوط به هر دورهٔ زمانی را در محاسبه منظور کرد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

جریان نقدی شکل (۴-۴) که شامل سه نرخ بهرهٔ مختلف مورد استفاده در یک دورهٔ زمانی ۵ ساله است را در نظر بگیرید .



شکل ۴-۴- همسنگی برای نرخهای بهرهٔ مختلف

برای محاسبهٔ مقدار همسنگ P در زمان حال برای این مجموعه از شرایط ، داریم :

$$P = \left\{\$200 + \left[\$100 + \$100(1.7355)^{P/A,10,2}\right](0.9346)^{P/F,7,1}(0.8885)^{P/F,3,4}\right\}(0.8885)^{P/F,3,4} = \$380.$$

توجه کنید که از ضریب $\$100(\quad)^{P/A,10,3}$ استفاده نشده است . زیر این ضریب مقدار همسنگ مربوط به سه پرداخت ۱۰۰ دلاری را در ۲ = t محاسبه می کند . این دورهٔ زمانی شامل دو نرخ بهرهٔ متفاوت است ، و نمی توان هر دو را با یک ضریب تکی محاسبه کرد .

حال فرض کنید بخواهیم پرداخت تکی همسنگ با P را در ۵ = t تعیین کنیم . برای یافتن این مقدار آینده داریم :

$$F = \$380(1.267)^{F/P,3,8}(1.07)^{F/P,7,1}(1.210)^{F/P,10,2} = \$623.$$

این مقدار ۶۲۳ دلار نه تنها با P بلکه با چهار دریافت نشان داده شده در شکل (۴-۴) همسنگ است . این واقعیت را می توان با انتقال این جریانهای نقدی توسط نرخهای بهرهٔ مربوطه به زمان ۵ = t آزمود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پس از یافتن یک پرداخت یگانهٔ همسنگ ، پیدا کردن هر جریان نقدی همسنگ با جریان نقدی اصلی کار آسانی است .

مثال

مجموعه جریانهای نقدی پرداختهای مساوی A در سالهای $t = ۱$ تا $t = ۵$ را به گونه ای بیابید که با چهار دریافت شکل (۴-۴) همسنگ باشد .

$$\$380 = A(0.8885)^{P/F,3,4} + A(0.7894)^{P/F,3,8} + A(0.9346)^{P/F,7,1}(0.7894)^{P/F,3,8}$$
$$+ A(0.9091)^{P/F,10,1}(0.9346)^{P/F,7,1}(0.7894)^{P/F,3,8} + A(0.8265)^{P/F,10,2}(0.9346)^{P/F,7,1}(0.7894)^{P/F,3,8}$$

$A = \$103$ دلار در سال

با استفاده از نرخ مؤثر سالانه برای دو عبارت اول و با هم قرار دادن سه جریان نقدی دیگر ، می توان رابطهٔ بالا را به شکل بسیار فشرده تری بیان کرد :

$$\$380 = A(1.6779)^{P/A,12.55,2} + \left| A + A(1.7355)^{P/A,10,2} \right| (0.9346)^{P/F,7,1}(0.7894)^{P/F,3,8}$$

$A = \$103$ دلار در سال

در بیشتر مثالهای این کتاب فرض می شود که نرخ بهره در سرتاسر دورهٔ زمانی جریان نقدی ثابت باقی می ماند . این فرض معمولاً توسط بنگاههای مطالعات اقتصاد مهندسی مورد استفاده قرار می گیرد .

همسنگی بین دریافتها و پرداختها . در بسیاری از کاربردها باید همسنگی بین مخارج معلوم (پرداختها) و درآمدهای مجهول (دریافتها) را برای یک نرخ بهرهٔ مشخص شده پیدا کنیم . جداول (۴-۲) و (۴-۳) مثالهایی از این نمونه را نشان می دهند . همچنین غالباً محاسبات مربوط به تعیین نرخ بهرهٔ مجهولی که همسنگی بین دریافتها

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

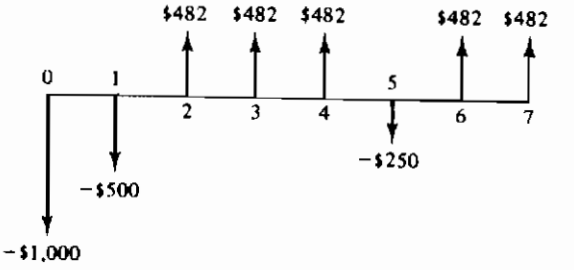
و پرداختهای معلوم را برقرار سازد مورد نیاز می باشند . این موارد ، گونه ای از اصل کلی همسنگی هستند که می گوید نرخ بهرهٔ حاصل از یک سرمایه گذاری ، نرخی است که تساوی بین مقدار همسنگ دریافتها و مقدار همسنگ پرداختها را برقرار می سازد .

مثال

نمودار جریان نقدی شکل (۴-۵) را در نظر بگیرید . می خواهیم نرخ بهره ای را که دریافتها را با پرداختها همسنگ می سازد پیدا کنیم . این کار را می توانیم با یافتن مقداری از i که در رابطهٔ زیر صدق کند انجام دهیم .

$$\$1{,}000 + \$500(^{P/F,i,1}) + \$250(^{P/F,i,5}) = \$482(^{P/A,i,3})(^{P/F,i,1}) + \$482(^{P/A,i,2})(^{P/F,i,5}).$$

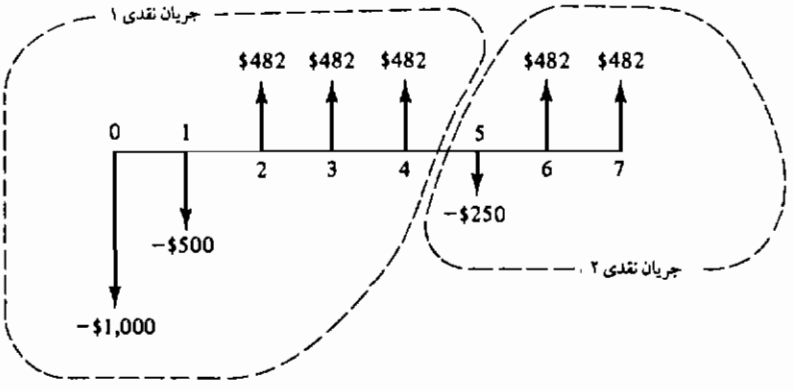
با آزمون و خطا ، آن مقدار i که دریافتهای مشخص شده با علامت مثبت و پرداختهای مشخص شده با علامت منفی در زمان $t = ۰$ را برابر می سازد ، ۱۰٪ خواهد بود .



شکل ۴-۵- جریان نقدی برای دریافتها و پرداختها

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

قبلاً نشان دادیم که همسنگی جریانهای نقدی ، مستقل از نقطهٔ زمانی است که به عنوان مبنا برای محاسبهٔ همسنگی مورد استفاده قرار می گیرد . این واقعیت را می توان برای جریان نقدی شکل (۴-۵) و با انتخاب دلخواه $n = 5$ به عنوان مبنای محاسبهٔ همبستگی به صورت زیر نشان داد .



شکل ۴-۶- ، شکل ۴-۵ به دو جریان نقدی تجزیه شده است

اصل دیگری که می توان برای همسنگی جریانهای نقدی بیان کرد این است : **اگر دریافتها و پرداختهای یک جریان نقدی در یک نرخ بهرهٔ مشخص ، همسنگ باشند ، آنگاه همسنگ جریانهای نقدی هر قسمت از سرمایه گذاری با آن نرخ بهره ، با منفی مقدار همسنگ جریانهای نقدی که قسمت باقیماندهٔ سرمایه گذاری را تشکیل می دهند ، برابر هستند .**

برای مثال به شکل (۴-۶) توجه کنید . این اصل برابر بودن مقدار همسنگ جریان نقدی ۱ را با منفی همسنگ جریان نقدی ۲ در نرخ بهرهٔ ۱۰٪ تضمین می کند . در شکل (۴-۶) جریانهای نقدی ۱ و ۲ به دلخواه انتخاب و دور آنها خط چین شده است . دریافتها با علامت (+) و پرداختها با علامت (-) مشخص شده اند . همسنگی بین جریانهای نقدی ۱ و ۲ ، در $n = 4$ به صورت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیر محاسبه می شود :

$$-\$1{,}000(\overset{F/P,10,4}{1.464}) - \$500(\overset{F/P,10,3}{1.331}) + \$482(\overset{F/A,10,3}{3.310})$$

$$= -\left[-\$250(\overset{P/F,10,1}{0.9091}) + \$482(\overset{P/A,10,2}{1.7355})(\overset{P/F,10,1}{0.9091})\right]$$

$$-\$534 = -\$534.$$

چنان که قبلاً در این بخش نشان داده شد ، قسمتهای به دلخواه انتخاب شده از جریان نقدی را می توان در هر نقطه از زمان ارزیابی کرد .

خلاصهٔ اصول همسنگی

۱- جریانهای نقدی همسنگ در یک نقطهٔ زمانی دارای ارزشهای اقتصادی یکسان هستند .

۲- جریانهای نقدی که در یک نقطه از زمان همسنگ هستند ، در **هر** نقطهٔ دیگر از زمان همسنگ خواهند بود .

۳- اگر جریان نقدی A ، همسنگ با جریان نقدی B ، و جریان نقدی C ، همسنگ با جریان نقدی B باشند ، آنگاه جریان نقدی A **باید** با جریان نقدی C همسنگ باشد .

۴- در تبدیل یک جریان به مقدار همسنگش در نقطهٔ دیگری از زمان ، بایستی نرخ یا نرخهای بهرهٔ جریانهای نقدی هر دوره از دورهٔ زمانی را منعکس کنند .

۵- نرخ بهرهٔ واقعی دریافت یا پرداخت شده ، نرخ بهره ای است که دریافتهای همسنگ را برابر با پرداختهای همسنگ قرار دهد .

۶- اگر یک جریان نقدی مشتمل بر دریافت و پرداخت ، هر دو ، باشد ، می توان یک نقطه بر روی خط زمان انتخاب کرد که این جریان نقدی را به دو قسمت تقسیم کند : (شکل ۴-۶را ببینید) . در نرخ بهره ای که دریافتها و پرداختهای جریان نقدی کل را با هم برابر می سازد ، مقدار همسنگ دریافتها و پرداختهای یک قسمت ، **همواره** با منفی مقدار همسنگ دریافتها و پرداختهای قسمت دیگر برابر خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴-۵ محاسبات همسنگی با تناوبهای ترکیب بیشتر

گرچه در بیشتر موارد با ترکیب سالانهٔ نرخ بهره روبرو هستیم ، هر طولی از زمان را می توان به عنوان دورهٔ ترکیب انتخاب کرد . این دوره ها معمولاً فواصل زمانی گسسته ای مانند روز ، هفته ، ماه ، ۳ ماه ، ۶ ماه ، یا سال هستند ، که انتخاب آنها به مؤسسهٔ مالی یا ابزار مالی مربوطه بستگی دارد . حتی هنگامی که دوره های بهره بی نهایت کوچک ، و نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه حداکثر مقداری باشد که می توان از یک نرخ بهرهٔ اسمی موجود به دست آورد ، ترکیب پیوسته مورد استفاده قرار می گیرد .

با توجه به تواتر ترکیب و تواتر پرداختها ، سه حالت را می توان در نظر گرفت :

۱- دوره های ترکیب و دوره های پرداخت بر یکدیگر منطبق هستند[۱] .

۲- دوره های ترکیب با تکرار بیشتری نسبت به دوره های پرداخت رخ می دهند[۲] .

۳- دوره های ترکیب با تکرار کمتری نسبت دوره های پرداخت رخ می دهند[۳] .

دوره های ترکیب و پرداخت منطبق بر یکدیگر . ضرایب بهرهٔ بخش ۳-۳ به استفادهٔ از نرخ بهرهٔ مؤثر هر دوره نیاز دارند . هنگامی که پرداختها به طور سالانه رخ می دهند ، صرفاً از نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه استفاده می شود . چگونگی استفاده از ترکیب برای سایر دوره ها (غیرسالانه) ، وقتی که دوره های ترکیب و دوره های پرداخت بر یکدیگر منطبق هستند را با مثال زیر توضیح می دهیم :

مثال

اگر پرداختهای ۱۰۰ دلاری به صورت نیم ساله (در پایان هر دورهٔ ۶ ماهه) ، به مدت ۳ سال انجام شوند ، و نرخ بهرهٔ اسمی ۱۲٪ با ترکیب نیم ساله باشد ، ارزش

۱- یعنی دورهٔ ترکیب مساوی با دورهٔ پرداخت است (م) .

۲- یعنی دورهٔ ترکیب کوتاهتر از دورهٔ پرداخت است (م) .

۳- یعنی دورهٔ ترکیب طولانی تر از دورهٔ پرداخت است (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فعلی P به صورت زیر تعیین می شود :

$$i = \frac{12\%}{2 \text{ periods}} = 6\% \quad \text{هر دورهٔ نیم ساله}$$

$$n = (\text{۳ سال})(\text{دوره در هر سال } ۲) = 6 \text{ دوره}$$

$$P = A(^{P/A,i,n}) = \$100(^{P/A,6,6}4.9173) = \$491.73.$$

مثال

فرض کنید شخصی ۲۰۰۰ دلار قرض می کند و باید این مبلغ را در ۲۴ قسط ماهانهٔ مساوی ۹۹٫۸۰ دلاری ، در ۲ سال آینده بازپرداخت کند . ترکیب بهره برای تراز پرداخت نشدهٔ وام ، ماهانه است . نرخ بهرهٔ مؤثر هر ماه ، و نرخ بهرهٔ اسمی که باید برای این وام پرداخت شود چقدر است ؟ نرخ اسمی مؤثر سالانهٔ این وام چقدر است ؟

این مثال به صورت زیر حل می شود :

$$\$99.80 = \$2,000(^{A/P,i,24})$$

$$(^{A/P,i,24}) = 0.0499.$$

با جستجو در جداول بهره ، مقدار این ضریب را در جدول $i = ٪۱٫۵$ می یابیم . از آنجا که دوره ها در این مسأله ، ماه می باشند ، نرخ مؤثر ماهانه ۱٫۵٪ است . نرخ بهرهٔ اسمی عبارت است از :

$$r = (1\tfrac{1}{2}\% \quad \text{در ماه})(12 \quad \text{ماه}) = 18\% \quad \text{در ماه}$$

و نرخ مؤثر سالانه عبارت است از :

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{c}\right)^c - 1 = \left(1 + \frac{0.18}{12}\right)^{12} - 1 = 19.56\%.$$

این نتیجه را می توان از جدول B.1 ، در پیوست B هم به دست آورد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تکرار ترکیب بیشتر از تکرار پرداختها . هنگامی که تکرارهای ترکیب بیشتر از تکرارهای پرداخت است ، بایستی از اصل تطبیق نرخ بهره با دورهٔ بهره استفاده کرد . این کار را با استفاده از نرخ بهرهٔ مؤثر مناسب برای دورهٔ بهره انجام می دهیم . مثال زیر این اصل را توضیح می دهد :

مثال

فرض کنید در پایان هر سال از ۳ سال آینده مبلغ ۱۰۰ دلار در یک حساب بانکی ذخیره می شود . نرخ بهره ای که بانک می پردازد ، ۶٪ با ترکیب فصلی است . در پایان ۳ سال چقدر پول در این حساب جمع خواهد شد ؟

محاسبات لازم را می توان بر مبنای دوره های ترکیب ۳ ماهه به صورت زیر انجام داد :

$$i \quad \frac{6\%}{4 \text{ فصل}} = 1\frac{1}{2}\% \text{ در فصل}$$

مبلغ جمع شده در حساب عبارت است از :

$$F = \$100(1.127)^{F/P,1\frac{1}{2},8} + \$100(1.061)^{F/P,1\frac{1}{2},4} + \$100 = \$318.80 \text{ دلار}$$

عبارت اول نشان می دهد که اولین ذخیرهٔ ۱۰۰ دلاری در پایان سال اول ، برای ۸ فصل آینده بهره خواهد داد . عبارت دوم نشان می دهد که دومین ذخیره برای ۴ فصل بهره می دهد ، و آخرین عبارت ذخیرهٔ ۱۰۰ دلاری در پایان سال سوم است .

یک روش دیگر برای حل این مسأله این است که نرخ بهرهٔ مؤثر را برای دورهٔ پرداخت پیدا کنیم و آنگاه کلیهٔ محاسبات را بر مبنای این دوره (سال) انجام دهیم . نرخ مؤثر سالانه عبارت است از :

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{c}\right)^c - 1.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در این حال $c = 4$ ، و $r = 6\%$ است . بنابراین :

$$i_a = \left(1 + \frac{0.06}{4}\right)^4 - 1 = 6.14\%.$$

مقدار جمع شده عبارت است از :

$$F = \$100(\overset{F/A,6.14,3}{3.188}) = \$318.80.$$

حال شرایط بهره با ترکیب پیوسته را در نظر بگیرید . می توان فرمولهای بهره برای ترکیب پیوسته را که در بخش ۳-۶ به دست آمدند ، برای استفاده در حالتی که پرداختهای مساوی با تکراری بیشتر از یک پرداخت در سال رخ می دهند ، اصلاح کرد . وقتی که c پرداخت در هر سال انجام شود ، n و r را به صورت زیر تعریف می کنیم

$n = c$ (تعداد سالها)

و

$$r = \frac{\text{نرخ بهرهٔ اسمی سالانه}}{c}.$$

مثال

فرض کنید در پایان هر ماه مبلغ ۱۰۰ دلار در حسابی که بهرهٔ ۱۵٪ با ترکیب پیوسته می پردازد برای مدت ۵ سال ، ذخیره کنیم . می خواهیم مبلغ آینده ای را که در پایان سال ۵ از این ذخیره ها به دست می آید بیابیم .

$$n = (12 \text{ دوره در سال})(5 \text{ سال})$$
$$= 60 \text{ دوره}$$
$$r = \frac{15\%}{12 \text{ دوره}}$$
$$= 1.25\%.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

چون جدول بهره با ترکیب پیوسته برای ۱٫۲۵٪ نداریم ، لازم است مقدار ضریب را از شکل جبری آن محاسبه کنیم :

$$F = A\left[\frac{e^{rn} - 1}{e^{r} - 1}\right]$$

$$= \$1{,}000\left[\frac{e^{(0.0125)(60)} - 1}{e^{0.0125} - 1}\right]$$

$$\$1{,}000\left[\frac{1.1170}{0.0126}\right]$$

$$= \$88{,}650.$$

مثال

فرض کنید ۱۰۰۰۰ دلار در حسابی که بهرهٔ ۸٪ با ترکیب پیوسته می پردازد ذخیره کنیم . مبالغ مساوی سالانه ای را که می توانیم طی ۵ سال آینده برداشت کنیم به گونه ای به دست آورید که با آخرین برداشت موجودی حساب صفر شود .

برای این مثال ، نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه به صورت زیر محاسبه می شود :

$$i_a = e^{r} - 1$$

$$= e^{0.08} - 1$$

$$= 8.33\%$$

این نرخ را می توان از جدول B-1 در پیوست B هم به دست آورد . مقدار برداشتهای سالانهٔ مساوی عبارتند از :

$$A = \$10{,}000(\overset{A/P,8,33,5}{0.2526}) = \$2{,}526$$

که مقدار ($\overset{A/P,8.33,5}{\quad}$) را از [$\overset{A/P,8,5}{\quad}$] در جدول C.8 ، پیوست C به دست آورده ایم .

مثال

فرض کنید مثال بالا را به گونه ای تغییر دهیم که بخواهیم در پایان هر فصل از دورهٔ زمانی ۵ ساله برداشتهای مساوی انجام شوند . با پرداختهای فصلی ، می توان

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

محاسبات را به صورت زیر انجام داد :

$$r = \frac{8\%}{4 \text{ فصل}}$$

$$= 2\% \quad \text{هر فصل با ترکیب پیوسته}$$

$$i = e^{r} - 1 \quad \text{(مؤثر هر فصل)}$$

$$= e^{0.02} - 1$$

$$= 2.02\% \quad \text{هر سال}$$

$$n = \text{(۵ سال) (۴ دوره در سال)}$$

$$= 20 \quad \text{دوره}$$

مقدار برداشتهای فصلی از رابطهٔ زیر به دست می آید :

$$A = \$10{,}000(\overset{A/P,2.02,20}{0.0613}) = \$613$$

که $\overset{A/P,2.02,20}{0.0613}$) = [$\overset{A/P,2,20}{0.0613}$] از جدول C.2 پیوست C به دست می آید .

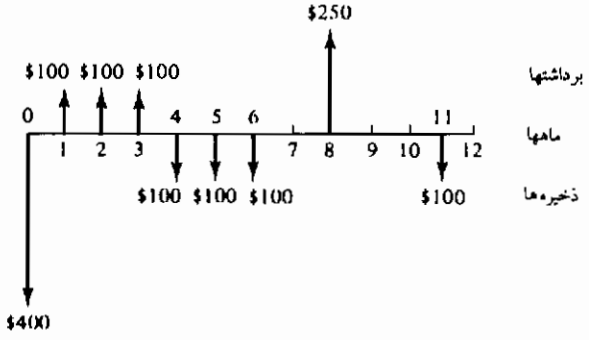
تکرار ترکیب کمتر از تکرار پرداختها . بیشتر مؤسسات اعتباری بهرهٔ یک دورهٔ بهره را با اعمال نرخ بهرهٔ آن دوره به وجوهی که برای دورهٔ کامل ذخیره شده اند محاسبه می کنند . **معمولاً به وجوهی که در خلال یک دورهٔ بهره ذخیره می شوند ، بهره ای پرداخت نمی شود** . محاسبهٔ بهره برای وجوهی که در خلال یک دورهٔ بهره ذخیره می شوند ، از آغاز دورهٔ بعد شروع می شود . به همین ترتیب وجوهی که در خلال یک دورهٔ بهره برداشت می شوند ، از آن دوره بهره ای دریافت نمی کنند . بنابراین ذخیره ها و برداشتهایی که در خلال یک دورهٔ بهره انجام می شوند ، به ترتیب به انتها و ابتدای دوره ای که مبادله در آن صورت گرفته است انتقال می یابند .

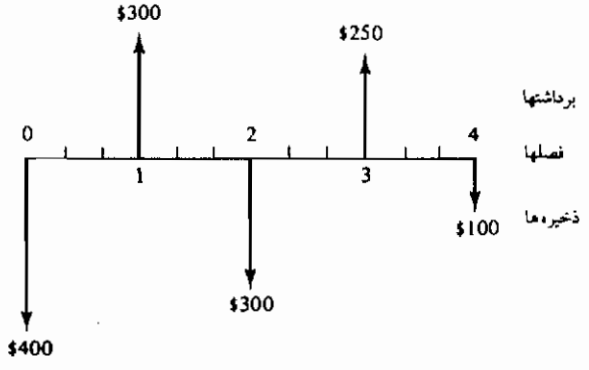
مثال

نمودارهای جریان نقدی شکل (۴-۷) را در نظر بگیرید . نمودار اول ذخیره ها و برداشتهای ماهانهٔ مربوط به حسابی با ترکیب فصلی را نشان می دهد . نمودار دوم محل جدید ذخیره ها و برداشتها را برای تطبیق با الزام پایان دوره ارائه می کند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با نمودار اول نمی توان محاسبات همسنگی را انجام داد ، اما پس از انجام تبدیل ، دوره های ترکیب و دوره های پرداخت بر یکدیگر منطبق می شوند ، و امکان ادامهٔ محاسبات با روشهایی که قبلاً بیان شده اند فراهم می گردد .





شکل ۴-۷- تبدیل جریان نقدی برای تکرارهای ترکیب کمتر از تکرار پرداختها

۴-۶ محاسبات همسنگی برای اوراق قرضه[1]

«ورق هزینه» یک ابزار اعتباری حاوی شرایطی است که پول با آن شرایط قرض گرفته می شود . به وسیلهٔ ورق قرضه ، قرض کنندهٔ وجوه متعهد می شود که درصدبهرهٔ مبلغ ورق قرضه (یا مبلغ اسمی) را درفواصل بیان شده بپردازد، و همچنین

1- Bonds

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اصل مبلغ اسمی را در زمان تعیین شده بازپرداخت کند[1]. ورقهای قرضه معمولاً با مبالغ اسمی که مضربی از ۱۰۰۰ دلار هستند نوشته می شوند. برای مثال یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰ دلاری ممکن است شامل تعهد به پرداخت ۶۰ دلار در سال به دارندهٔ آن، از یک سال پس از خرید تا زمان پرداخت اصل مبلغ روی ورق (یامبلغ اسمی) ۱۰۰۰ دلار در تاریخ مشخص شده باشد. چنین ورق قرضه ای را یک ورق قرضهٔ ۶٪ با بهره سالانه می خوانند. اوراق قرضه را می توان با پرداخت بهرهٔ نیم ساله یا فصلی نیز تهیه کرد.

قیمت و بهرهٔ ورق قرضه. از آن جا که بازپرداخت اوراق قرضه تضمین شده است[2]، این اوراق دارای ارزش هستند و خرید و فروش می شوند. قیمت بازاری

۱- معمولاً بر روی یک ورق قرضه مشخصه های زیر نوشته می شود (م):

الف ـ مبلغ اسمی (یا مبلغ روی ورق): اصل پولی که به وسیلهٔ هر ورق قرضه، قرض گرفته می شود.

ب ـ نرخ بهره: درصدی از بهرهٔ اسمی که بایستی به عنوان بهره در هر دورهٔ تعیین شده به دارندهٔ ورق پرداخت شود.

پ ـ دورهٔ بهره؛ فواصلی که در آن فواصل بهرهٔ ورق به دارندهٔ آن پرداخت می شود (سال، نیم سال، فصل، ...)

ت ـ زمان سررسید: تاریخی که در آن اصل پول (مبلغ اسمی) به دارندهٔ ورق قرضه بازپرداخت می شود.

۲- پرداخت بهره و بازپرداخت مبلغ اسمی اوراق قرضه در زمان مقرر شده به شیوه های مختلفی تضمین می شود. بسته به پشتوانهٔ لازم برای تضمین اوراق قرضه، آنها را به انواع مختلف تقسیم می کنند، که برخی از آنها عبارتند از:

الف ـ اوراق قرضهٔ شهری: این اوراق معمولاً توسط شهرداریها یا انجمنهای شهری و جهت تأمین بودجهٔ پروژه های عمرانی منتشر می شوند. پشتوانهٔ این اوراق، مالیات یا عوارض شهرداری و یا درآمدهای حاصل از پروژه ها است.

ب ـ اوراق قرضهٔ دولتی، که برای تأمین نیازهای مقطعی دولت مانند اجرای پروژه ها، تأمین کسری بودجه، کاهش حجم پول در گردش برای کاهش تورم و غیره منتشر می شوند و پشتوانهٔ آنها مالیات، درآمد پروژه ها و دیگر درآمدهای دولت است.

پ ـ اوراق قرضهٔ گروهی. معمولاً توسط شرکتها و مؤسسات خصوصی منتشر می شوند و پشتوانهٔ آنها داراییهای آن شرکت یا مؤسسه است.

ت ـ اوراق قرضهٔ اعتباری: این اوراق هم معمولاً توسط شرکتها و مؤسسات خصوصی بزرگ منتشر می شوند، که از اعتبار و شهرت آن شرکت یا مؤسسه در تضمین آنها استفاده می شود.

بدیهی است هر چه اوراق قرضه از پشتوانهٔ کمتری برخوردار باشند، باید نرخ بهرهٔ بالاتری داشته باشند تا تمایل به خرید آنها افزایش یابد.

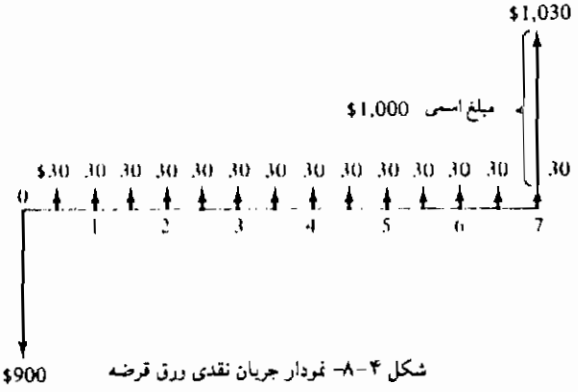
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اوراق قرضه ، بسته به شرایط حاکم و پیش بینی شدهٔ بازار ، ممکن است بیشتر یا کمتر از مبلغ اسمی آن باشد .

مثال

فرض کنید شخصی می تواند یک ورق قرضهٔ شهری ۱۰۰۰ دلاری را به ۹۰۰ دلار بخرد . این ورق دارای بهرهٔ ۶٪ هر نیم سال با معافیت مالیاتی[1] است . اگر زمان سررسید این ورق قرضه ۷ سال بعد باشد ، نرخ بهرهٔ همسنگ چقدر خواهد بود ؟ به عبارت دیگر بازده سررسید[2] این ورق قرضه چقدر است ؟

نمودار جریان نقدی ورق قرضهٔ مورد نظر در شکل (۴-۸) نشان داده شده است .



شکل ۴-۸- نمودار جریان نقدی ورق قرضه

بازده سررسید این ورق قرضه را می توان با تعیین نرخ بهره ای که هزینهٔ ۹۰۰ دلار در زمان حال را با ارزش فعلی دریافتهای پیش بینی شده مساوی می کند به صورت زیر پیدا کرد :

$$\$900 = \$30(P/A,i,14) + \$1,000(P/F,i,14).$$

---

۱ - گاه برای تشویق افراد به خرید اوراق قرضهٔ دولتی ، مبلغ اسمی یا بهره یا هر دوی آنها از مالیات معاف می شود (م) .

2- Yield to muturity

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای یافتن i باید از روش آزمون و خطا استفاده کرد . با بهره ۳٪ ، ارزش فعلی دریافتها عبارت است از :

$$\$30(\overset{P/A,3,14}{11.2961}) + \$1,000(\overset{P/F,3,14}{0.6611}) = \$1,000.$$

ارزش فعلی دریافتها به ازاء ۴٪ عبارت است از :

$$\$30(\overset{P/A,4,14}{10.5631}) + \$1,000(\overset{P/F,4,14}{0.5775}) = \$894.$$

مقدار i که به ازای آن ارزش فعلی دریافتها برابر با ۹۰۰ دلار می شود ، بین ۳٪ و ۴٪ قرار دارد . با درونیابی داریم :

$$i = 3\% + 1\%\left[\frac{\$1,000 - \$900}{\$1,000 - \$894}\right]$$
$$= 3\% + 0.94\% = 3.94\%$$

نرخ بهرهٔ اسمی سالانه عبارت است از :

$$r = (3.94\% \text{ نیم‌ساله})\,(\text{دورهٔ شش‌ماهه ۲}) = 7.88\%$$

و نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه یا بازده این ورق قرضه عبارت است از :

$$i_a = \left(1 + \frac{0.0788}{2}\right)^2 - 1 = 1.0804 - 1 = 8.04\%.$$

از آن جا که قیمت بازاری این ورق قرضه کمتر از ارزش اسمی آن است ، برگشت واقعی حاصل از آن بیشتر از مقدار بهرهٔ بیان شده برای ورق قرضه می‌باشد . همچنین چون اوراق قرضهٔ شهری از مالیات معاف هستند ، از این برگشت واقعی چیزی بابت مالیات بر درآمد کسر نمی شود .

ممکن است شخصی که سرمایه گذاری روی یک ورق قرضه را مورد بررسی قرار می دهد ، یک حداقل نرخ برگشت مشخصی را مورد نظر داشته باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

اگر از ورق قرضهٔ شهری که در شکل (۴-۸) نشان داده شد ، برگشت ۱۰٪ با ترکیب نیم ساله مورد نظر باشد ، حداکثر چه مبلغ می توان در حال حاضر برای آن پرداخت ؟

برای حل این مسأله باید مقدار P امروز که با مجموعه دریافتهای حاصل از ورق قرضه همسنگ است را تعیین کرد . این مقدار به صورت زیر بیان می شود :

$$P = \$30(\overset{P/A,5,14}{9.8987}) + \$1{,}000(\overset{P/F,5,14}{0.5051}) = \$802.06.$$

از آن جا که ۸۰۲٫۰۶ دلار خیلی پایین تر از قیمت بازاری جاری ورق قرضه است ، احتمال نمی رود که مقابله با این قیمت (۹۰۰ دلار) انجام می شود .

بازار اوراق قرضه . از آن جا که مواردی مانند ریسک عدم پرداخت بهره و مبلغ اسمی ، عرضه و تقاضا ، و چشم انداز آیندهٔ تورم بر اوراق قرضه تأثیر می گذارند ، قیمت آنها در طول زمان تغییر می کند . این عوامل همراه با **بازده جاری**[1] و **بازده سررسید** ، قیمتی را که ورق قرضه در آن دست به دست می شود تعیین می کنند .

بازده جاری یک ورق قرضه بهرهٔ سالانه ای است که به صورت درصدی از قیمت جاری بیان می شود و غالباً آن را **نرخ کوپن**[2] می نامند . در مثال شکل (۴-۸) بازده جاری عبارت است از :

$$\$60 \div \$900 = 6.67\%.$$

این بسازده شاخصی از برگشت بلافاصله و سالانهٔ حاصل از سرمایه گذاری است . **بازده** سررسید چنان که در بخش قبل توضیح داده شد ، با محاسبهٔ i به دست می آید . اگر شخصی یک ورق قرضه را با تنزیل (با قیمتی کمتر از مبلغ اسمی آن)

1- Current Yield 2- Coupon Rate

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بخرد ، و آن را تا زمان سررسید نگه دارد ، این شخص سرمایه گذار ، هم بهرهٔ حاصل و هم تفاوت بین قیمت خرید و مبلغ اسمی را دریافت می کند . اما اگر ورق قرضه را با اضافه قیمت (با قیمت جاری بیشتر از مبلغ اسمی) بخرد ، و آن را تا زمان سررسید نگه دارد ، بهرهٔ حاصل را دریافت می کند ، اما تفاوت بین قیمت خرید و مبلغ اسمی را از دست می دهد . بنابراین ، بازده سررسید نه تنها بهرهٔ حاصل بلکه سود و زیان رخ داده را هم در صورت نگه داشتن ورق تا زمان سررسید منعکس می کند .

ممکن است بین بازده سررسید و بازده جاری تفاوت قابل ملاحظه ای وجود داشته باشد . از آنجا که قیمت بازاری یک ورق ممکن است بیشتر یا کمتر از مبلغ اسمی آن باشد ، بازده جاری یا بازده سررسید می توانند به طور قابل ملاحظه ای با نرخ بهرهٔ بیان شده در ورق متفاوت باشند . تنها وقتی که یک ورق قرضه به قیمت مبلغ اسمی آن خریده شود ، بازده جاری و بازده سررسید آن با نرخ کوپن[۲] برابر خواهند بود .

با تغییر سطح عمومی نرخهای بهره مورد نظر سرمایه گذاران ، قیمتهای اوراق قرضه و همچنین بازدهی آنها تغییر می کند . بنابراین ، وقتی که بهرهٔ معمول موجود برای سرمایه گذاران افزایش یا کاهش می یابد ، مطابق با آن قیمت بازاری اوراق قرضه کاهش یا افزایش خواهد یافت . ممکن است خریدار یک ورق قرضه انتظار داشته باشد که از بالا و پایین رفتن قیمت ورق سود ببرد . با خرید یک ورق قرضه وقتی که نرخهای بهره بالا هستند ، و فروش آن هنگامی که نرخها پایین می باشند ، سرمایه گذار می تواند به سود ناشی از افزایش قیمت بازاری دست یابد . البته برای سرمایه گذار امکان نگه داشتن ورق تا زمان سررسید و دریافت بازده کلی بدون توجه به تغییرات سطح عمومی نرخهای بهره وجود خواهد داشت .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴-۷ محاسبات همسنگی مربوط به وام

وام قراردادی بین قرض گیرنده و وام دهنده است که طی آن مقدار پول مورد تبادل، شیوهٔ بازپرداخت پول، وثیقهٔ لازم، و دیگر اطلاعات مربوطه مورد توافق قرار می گیرند. اگرچه تعدادی قرارداد استاندارد برای تبادل وام وجود دارد. بسته به مذاکرات بین قرض گیرندگان و وام دهندگان، گوناگونی این قراردادها بسیار زیاد است.

محاسبات بنیانی همسنگی برای وام در این بخش ارائه می شوند. به خاطر گوناگونی زیاد در قراردادهای وام، توجه را به گونه های معینی از وام که بین افراد و بازرگانان متداول ترند متمرکز می کنیم. در رابطه با وامهای شخصی و تجاری برای تأمین اعتبار خرید اتومبیل وسایل زندگی، و دیگر فرآورده های مصرفی به ارائه چند مثال می پردازیم.

بهرهٔ مؤثر برای یک وام. یک قرض گیرنده بایستی از تفاوت بین هزینهٔ بهرهٔ واقعی یک وام و نرخ بهره ای که توسط وام دهنده بیان می شود، آگاه باشد.

نرخ بهرهٔ مؤثری که دریافتها و پرداختها را در یک مبنای همسنگ برابر با هم قرار می دهد، نرخی است که هزینهٔ بهرهٔ واقعی یک وام را به درستی منعکس می کند.

به عنوان مثال، یک وام «افزوده»[1] که در تأمین اعتبار خرید بسیاری از کالاهای مصرفی مورد استفاده قرار می گیرد را در نظر بگیرید. در این نوع وام، کل بهره ای که باید پرداخت شود، از پیش محاسبه و به اصل پول افزوده می شود. آنگاه اصل پول به علاوهٔ این مقدار بهره، در پرداختهای ماهانهٔ مساوی بازپرداخت می شوند.

1- Add-On

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

فرض کنید شخصی می خواهد یک وسیلهٔ خانگی را به ۳۰۰ دلار بخرد . فروشنده نرخ بهره را به صورت افزوده و با نرخ ۲۰٪ تعیین می کند . پرداختها را می توان طی یک سال انجام داد .

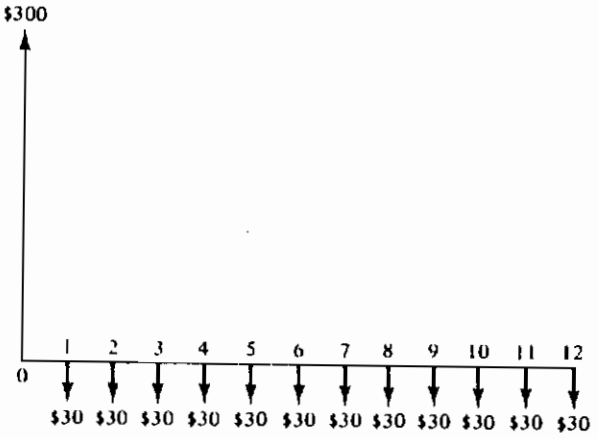
کل مبلغ بدهی به صورت زیر محاسبه می شود :

$300 + 0.20($300) = $360 دلار

از آن جا که پرداختها طی ۱۲ ماه انجام می شوند ، هر پرداخت ماهانه عبارت است از :

$360/12 = $30 دلار

شکل (۴-۹) جریان نقدی را برای این وام افزوده نشان می دهد .



شکل ۴-۹- جریان نقدی برای وام افزوده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخ بهرهٔ واقعی یا مؤثر برای این وام را می توان با یافتن مقدار i که به ازای آن دریافتها با پرداختها برابر می شوند ، به دست آورد . برای این کار از رابطهٔ زیر استفاده می کنیم :

$$P = A(^{P/A,i,12})$$
$$\$300 = \$30(^{P/A,i,12}10.000).$$

نتیجه عبارت است از :

$$i = 2.9\%$$
$$r = 2.9\%(12) = 34.8\%$$
$$i_a = (1.029)^{12} - 1 = 40.9\%.$$

گرچه نرخ بهرهٔ بیان شده ۲۰٪ است ، نرخ واقعی یا مؤثر سالانه ای که پرداخت می شود ، از ۴۰٪ هم متجاوز خواهد بود .

تراز باقیماندهٔ یک وام . تراز باقیماندهٔ وام با نامهای مختلفی مانند مقدار بدهی ، تراز بازیافت نشده ، تراز پرداخت نشده ، یا اصل بدهی نامیده می شود . برای محاسبهٔ تراز باقیماندهٔ یک وام پس از انجام تعداد مشخصی از پرداختها ، باید مقدار همسنگ بازپرداختهایی را که تا به حال انجام شده است (از جمله آخرین بازپرداخت) را از مقدار همسنگ مبلغ اصلی قرض شده کم کرد .

مثال

فرض کنید ۱۰۰۰۰ دلار قرض گرفته شده است که می بایست در پرداختهای فصلی مساوی به مدت پنج سال با نرخ بهرهٔ ۱۶٪ در سال با ترکیب فصلی بازپرداخت شود . پرداختهای فصلی عبارتند از :

$$A = \$10,000(^{A/P,4,20}0.0736) = \$736.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

قرض گیرنده می خواهد بلافاصله پس از انجام سیزدهمین پرداخت ، تراز باقیماندهٔ B_{13} را به وام دهنده برگرداند ؛ به گونه ای که تعهد وی به پایان برسد . تراز باقیمانده در شروع چهاردهمین دوره را می توان با محاسبهٔ مقدار همسنگ مبلغ اصلی وام در این نقطه از زمان ، منهای مقدار همسنگ مبلغ بازپرداخت شده به صورت زیر به دست آورد :

$$B_{13} = \$10{,}000(\overset{F/P,4,13}{1.665}) - \$736(\overset{F/A,4,13}{16.627}) = \$4{,}413.$$

به روش دیگر ، می توان مقدار همسنگ پرداختهای باقیمانده را در زمانی که باید تراز باقیمانده بازپرداخت شود محاسبه کرد . در این مثال ، تراز باقیمانده پس از سیزدهمین پرداخت ، با ۷ پرداخت باقیمانده عبارت است از :

$$B_{13} = \$736(\overset{P/A,4,7}{6.0021}) = \$4{,}418$$

تفاوت موجود بین دو مقدار ناشی از خطای گرد کردن است . دلیل این که دو مقدار باید همواره مساوی باشند ، در بخش ۴-۴ اثبات و در شکل (۴-۶) نشان داده شده است .

تفسیر این روش این است که وام دهنده پس از سیزدهمین پرداخت مبلغ یکجایی را دریافت می کند که با پرداختهای باقیمانده ، در نرخ بهرهٔ تعیین شده همسنگ است . از آن جا که تراز باقیمانده با پرداختهای باقیمانده همسنگ است ، وام دهنده بایستی بین دریافت مبلغ یکجای آنی ، یا مجموعه پرداختهای آیندهٔ همسنگ با آن بی تفاوت باشد .

برای وامهایی که در آنها نرخ بهره در طول زمان تغییر می کند ، می توان روش اول را با توجه به تغییرات نرخ بهره به کار برد .

مثال

فرض کنید شخصی ۶۰۰۰ دلار قرض می کند تا آن را در پرداختهای ماهانهٔ مساوی ۱۰۰ دلاری با تراز باقیمانده قابل پرداخت در پایان سال ۵ برگرداند . نرخ بهره بایستی هر سال تغییر کند تا با نرخ معمولی در بازار مطابقت داشته باشد . فرض کنید نرخ بازار در سال اول ۱٫۵٪ در ماه ، و در سال دوم ۱٪ در ماه باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پس از نوزدهمین پرداخت ، تراز باقیماندهٔ این وام ، B_{19} عبارت است از :

$$\$6{,}000\left(\overset{F/P,1.5,12}{1.196}\right)\left(\overset{F/P,1,7}{1.072}\right) - \left[\$100\left(\overset{F/A,1.5,12}{13.041}\right)\left(\overset{F/P,1,7}{1.072}\right) + \$100\left(\overset{F/A,1,7}{7.214}\right)\right] = \$5{,}573.$$

با دانستن نرخهای بهرهٔ بازار برای تمام دورهٔ ۵ ساله ، می توان از روش بالا برای محاسبهٔ تراز باقیمانده در هر نقطه از زمان استفاده کرد .

پرداختهای مربوط به اصل پول و بهره . در بیشتر وامها ، پرداختها از دو بخش تشکیل می شوند . یک بخش مربوط به بازپرداخت اصل پول و بخش دیگر مربوط به پرداخت بهرهٔ تراز پرداخت نشده است . در هر دوره به تراز پرداخت نشده در ابتدای آن دوره ، بهره تعلق می گیرد . برای هر پرداختی از وام که در پایان یک دورهٔ بهره دریافت می شود ، ابتدا باید بخش بهرهٔ آن کسر شود . آن گاه مقدار باقیماندهٔ آن برای کاهش تراز پرداخت نشدهٔ وام منظور گردد .

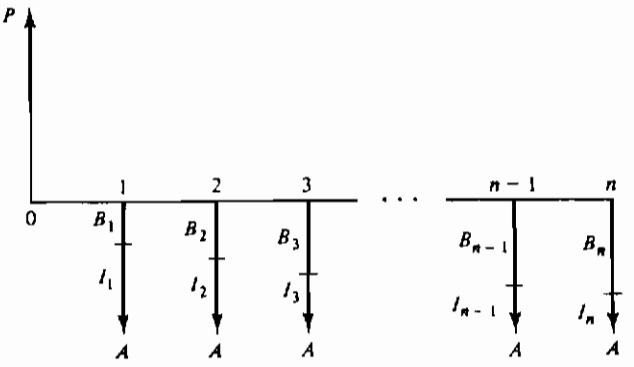
شکل (۴-۱۰) جریان نقدی مربوط به یک وام با نرخ ثابت و پرداخت ثابت را نشان می دهد . در این وام ، مبلغ P قرض گرفته شده و مبالغ مساوی A در هر دوره تا n دوره بازپرداخت می شوند . هر پرداخت به دو مقدار تقسیم می شود که عبارتند از بهره و مقدار باقیمانده برای کاهش اصل پول ، نشانه های زیر را تعریف می کنیم :

I_t = بخشی از پرداخت A در زمان t که بهره است .

B_t = بخشی از پرداخت A در زمان t که برای کاهش تراز باقیمانده به کار می رود .

$A = I_t + B_t$ ، که $t = 1, 2, \ldots, n$.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۴-۱۰- جریان نقدی برای یك وام با نرخ ثابت و پرداخت ثابت

برای **هر** وامی که بهرهٔ آن به تراز باقیمانده تعلق می گیرد ، بهرهٔ دورهٔ t از ضرب کردن تراز باقیمانده در **ابتدای** دورهٔ t (پایان دورهٔ $t-1$) ، در نرخ بهره محاسبه می شود . در یک وام با نرخ ثابت ، و پرداخت ثابت ، بهره به صورت زیر محاسبه می شود :

$$I_t = A\left(\overset{P/A,i,n-(t-1)}{\quad}\right)(i) = A\left(\overset{P/A,i,n-t+1}{\quad}\right)(i)$$

که $A\left(\overset{P/A,i,n-(t-1)}{\quad}\right)$ ، تراز باقیمانده در پایان دورهٔ $t-1$ است . این عبارت قبلاً به عنوان روش دیگری برای محاسبهٔ تراز باقیماندهٔ یک وام مورد استفاده قرار گرفت . همچنین :

$$B_t = A - I_t = A - A\left(\overset{P/A,i,n-t+1}{\quad}\right)(i)$$
$$= A\left[1 - \left(\overset{P/A,i,n-t+1}{\quad}\right)(i)\right].$$

از بخش ۳-۴ داریم :

$$\left(\overset{P/F,i,n}{\quad}\right) = 1 - \left(\overset{P/A,i,n}{\quad}\right)(i).$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بنابراین :

$$B_t = A\left(\overset{P/F,i,n-t+1}{\quad}\right).$$

به عنوان مثالی از کاربرد B_t و I_t برای پیدا کردن پرداختهای اصل و بهره برای یک وام با نرخ ثابت و پرداخت ثابت ، فرض کنید $P=$ ۱۰۰۰ دلار ، $n = ۴$ ، و $i = ٪۱۵$ باشد .

پرداخت یکنواخت وام عبارت است از :

$$A = \$1{,}000\overset{A/P,15,4}{(0.3503)} = \$350.30 \quad \text{در سال}$$

جدول (۴-۴) محاسبات مربوط به تفکیک این پرداخت یکنواخت وام به دو بخش اصل و بهره در هر سال از چهار سال را نشان می دهد . کل مبلغ پرداختی برای این وام ۱۴۰۱٫۲۰ = ۴ × ۳۵۰٫۳۰ دلار می باشد . چنان که در جدول (۴-۴) نشان داده شده است ، این مبلغ از مجموع مقدار پرداختی برای اصل پول (۱۰۰۰٫۱۴ دلار) ، و مبلغ پرداختی برای بهره (۴۰۱٫۰۶ دلار) تشکیل می شود .

جدول ۴-۴- پرداختهای اصل و بهره برای یك وام با نرخ ثابت و پرداخت ثابت

پایان سال	پرداخت	پرداخت	پرداخت
t	وام	اصل	بهره
1	\$350.30	$\$350.30\overset{P/F,15,4}{(0.5718)} = \$200.30$	\$150.00
2	\$350.30	$\$350.30\overset{P/F,15,3}{(0.6575)} = \$230.32$	\$119.98
3	\$350.30	$\$350.30\overset{P/F,15,2}{(0.7562)} = \$264.90$	\$ 85.40
3	\$350.30	$\$350.30\overset{P/F,15,1}{(0.8696)} = \$304.62$	\$ 45.68
کل	\$1,401.20	\$1,000.14	\$401.06

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۸-۴ محاسبات همسنگی مربوط به سرمایهٔ در گردش[1]

در سرمایه گذاریهایی که به عنوان داراییهای ثابت مانند دستگاهها یا خطوط تولید انجام می شود ، معمولاً داشتن وجوه اضافی تأمین اعتبار هر نقدینگی مورد نیاز ، حسابهای دریافتنی ، یا موجودیهای حاصل از اجرای پروژه ، ضروری خواهد بود . این سرمایهٔ در گردش اضافی را نباید نادیده گرفت . در غیر این صورت هزینهٔ پروژه کمتر از مقدار واقعی برآورد خواهد شد .

سرمایهٔ در گردش خالص توسط حسابداران به عنوان دارایی کوتاه مدت یا جاری بنگاه ، منهای بدهی جاری آن بنگاه تعریف می شود . از اجزای اولیهٔ این داراییهای کوتاه مدت می توان نقدینگی موجود ، صورتحسابهای پرداخت نشدهٔ مشتریان ، موادخام موجود در انبار ، قطعات در حال ساخت ، و کالاهای تمام شده را نام برد . هریک از این اجزا نیاز به وجوهی دارند که ممکن است از طریق قرض کردن (معمولاً در کوتاه مدت) یا از طریق درآمدهای حاصل تأمین شود . اگر پول قرض گرفته شود ، هزینهٔ سرمایهٔ در گردش لازم برای آنها کاملاً مشخص است . لیکن اگر از درآمدهای قبلی برای این منظور استفاده شود ، باید هزینهٔ فرصت از دست رفتهٔ آنها را به حساب آورد . زیرا استفاده از این درآمدها در این جا مستلزم عدم سرمایه گذاری آنها در دیگر فرصتهای موجود است .

فرمولبندی یک جریان نقدی نیازمندیهای سرمایه درگردش معمولاً کار سرراستی است . به عنوان مثال فرض کنیدیک سرمایه گذاری ۱۰۰۰۰۰ دلاری دریک پروژهٔ پنج ساله به ۵۰۰۰ دلار نقدینگی اضافی جهت تأمین هزینه های احتمالی نگهداری ونیروی انسانی نیازدارد . باتوجه به حسابهای دریافتنی که میانگین موردانتظارآنها درطول عمرپروژه ۸۰۰۰ دلار است ، و تقاضای ۷۰۰۰ دلاری انبار در طول عمر پروژه ، کلاً ۲۰۰۰۰ دلار سرمایه درگردش مورد نیازخواهد بود . از آن جا که انتظارمی رود که همهٔ سرمایهٔ در گردش در پایان پروژه بازیافت شود ، یک جریان نقدی هزینهٔ ۲۰۰۰۰ دلاری در $t = ۰$

1- Working Capital

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

همراه با دریافت ۲۰۰۰۰ دلار در ۵ = t نشان داده شده است . اگر انتظار داشته باشیم همهٔ درآمدها و مخارج دیگر ، به یک درآمد خالص ۳۵۰۰۰ دلاری در سال بیانجامند ، و نرخ بهره ۲۰٪ باشد ، هزینهٔ سالانهٔ همسنگ با این جریان نقدی عبارت است از :

$$A = -\$120{,}000(\overset{A/P,20,5}{0.3344}) + \$35{,}000 + \$20{,}000(\overset{A/F,20,5}{0.1344}) = -\$2{,}440 \quad \text{در سال}$$

بنابراین با منظور کردن تأثیر سرمایهٔ در گردش ، مخارج همسنگ ، از دریافتهای همسنگ بیشتر می شوند ، و این پروژه به لحاظ اقتصادی نامطلوب خواهد شد .

در این مثال ، اگر هزینهٔ نیازمندیهای سرمایهٔ در گردش را حذف کنیم ، مخارج سالانه به مقدار زیر کاهش می یابند :

$$A = -\$20{,}000(\overset{A/P,20,5}{0.3344}) + \$20{,}000(\overset{A/F,20,5}{0.1344}) = -\$4{,}000 \quad \text{در سال}$$

در این حال همسنگ سالانهٔ دریافتها و مخارج پروژه بدون در نظر گرفتن سرمایهٔ در گردش ، برابر با ۱۵۶۰ = ۴۰۰۰ + ۲۴۴۰- دلار است ، که نشان می دهد پروژه به لحاظ اقتصادی مطلوب[1] است .

این مثال ثابت می کند که در نظر گرفتن نیازمندیهای سرمایهٔ در گردش می تواند به طور قابل ملاحظه ای در ارزیابی درست ارزش پروژه مؤثر باشد .

همچنین این مثال نشان می دهد که اگر همهٔ سرمایهٔ درگردش ، سرانجام در پایان پروژه بازیافت شود ، هزینه دقیقاً برابر با حاصلضرب نرخ بهره (۲۰٪) در سرمایهٔ در گردش لازم (۲۰۰۰۰ دلار) یا برابر با ۴۰۰۰ دلار در سال خواهد بود . این هزینهٔ ۴۰۰۰ دلار در سال ، هزینهٔ فرصت از دست رفته ناشی از عدم سرمایه گذاری این وجوه در امور دیگر است باید به این نکتهٔ مهم توجه داشت که در بسیاری از موارد سرمایه گذاری در سرمایهٔ در گردش کاملاً بازیافت نمی شود (موجودیهای انباری که ارزششان کاسته شود ، زیان حسابهای دریافتنی ناشی از طلبهای وصول نشده) محاسبهٔ درست جریانهای نقدی این گونه موارد ، ارزیابی دقیق هزینه های سرمایهٔ در گردش را اطمینان بخش می سازد .

1- Viable

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ – از هر یک از سرمایه گذاریهای فعلی زیر چه مبلغ تکی همسنگی جمع خواهد شد ؟

الف ـ ۴۰۰ دلار به مدت ۲۰ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب نیم ساله .

(جواب ۱۹۲۰ دلار)

ب ـ ۱۶۰۰۰ دلار به مدت ۹ سال با نرخ ۲۰٪ با ترکیب فصلی .

پ ـ ۱۳۰۰ دلار به مدت ۴ سال با نرخ ۱۵٪ با ترکیب ماهانه .

ت ـ ۴۶۰۰ دلار به مدت ۱۷ سال با نرخ ۹٪ با ترکیب روزانه .

۲ – ارزش فعلی همسنگ با دریافتهای آیندهٔ زیر را به دست آورید :

الف ـ ۹۲۰۰ دلار در ۶ سال بعد با نرخ ۹٪ با ترکیب ماهانه .

(جواب ۵۳۷۲ دلار)

ب ـ ۱۳۰۰ دلار در ۱۰ سال بعد با نرخ ۱۸٪ با ترکیب فصلی .

پ ـ ۲۳۰۰۰ دلار در ۷ سال بعد با نرخ ۹٪ با ترکیب نیم سال .

ت ـ ۱۰۴۰۰۰ دلار در ۸۰ سال بعد با نرخ ۱۳٪ با ترکیب هفتگی .

۳– مجموعه پرداختهای مساوی همسنگ با مقادیر آیندهٔ زیر را به دست آورید .

الف ـ ۱۲۰۰۰ دلار در هر فصل به مدت ۸ سال با نرخ ۱۲٪ با ترکیب فصلی .

(جواب ۲۲۹ دلار)

ب ـ ۳۰۰۰ دلار در سال به مدت ۱۱ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب نیم ساله .

پ ـ ۲۴۰۰۰ دلار در هر نیم سال به مدت ۱۲ سال با نرخ ۸٪ با ترکیب فصلی .

ت ـ ۱۴۰۰۰ دلار در هر فصل به مدت ۵ سال با نرخ ۹٪ با ترکیب ماهانه .

ث ـ ۹۰۰۰ دلار در هر ماه به مدت ۸ سال با نرخ ۱۴٪ با ترکیب نیم ساله .

۴– چه مجموعه پرداختهای مساوی با هر یک از مقادیر فعلی زیر همسنگ است ؟

الف ـ ۱۲۰۰۰ دلار به مدت ۸ سال با نرخ ۹۶٪ ترکیب نیم ساله ، با پرداختهای نیم ساله . (جواب ۹۵۵ دلار)

ب ـ ۴۰۰۰۰ دلار به مدت ۵ سال با نرخ ۹۱۲٪ ترکیب ماهانه ؛ باپرداختهای ماهانه .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پ ـ ۸۰۰۰ دلار به مدت ۳ سال با نرخ ۱۶٪ و ترکیب فصلی؛ با پرداختهای سالانه .

ت ـ ۱۱۰۰۰ دلار به مدت ۵ سال با نرخ ۹٪ وترکیب روزانه ؛ با پرداختهای هفتگی .

ث ـ ۱۷۰۰ دلار به مدت ۴سال با نرخ ۱۱٪ و ترکیب نیم ساله؛ با پرداختهای فصلی .

۵- مقدار جمع شده حاصل از هریک از مجموعه پرداختهای زیر چقدر است ؟

الف ـ ۱۴۰۰ دلار در پایان هر فصل به مدت ۱۰ سال با نرخ ۱۶٪ و ترکیب فصلی .

ب ـ ۵۰۰ دلار در پایان هر ماه به مدت ۲ سال با نرخ ۱۳٪ و ترکیب نیم ساله .

۶- ارزش فعلی مجموعه پرداختهای زیر را به دست آورید :

الف ـ ۱۰۰۰ دلار در ماه به مدت ۴ سال با نرخ ۱۰٪ و ترکیب نیم ساله .

ب ـ ۵۰۰۰ دلار در سال به مدت ۶ سال با نرخ ۱۲٪ و ترکیب فصلی .

۷- مقادیر زیر را برای نرخ بهرهٔ ۱۶٪ با ترکیب نیم ساله به دست آورید :

الف ـ در حال حاضر چه پرداختی می توان انجام داد تا همسنگ با پرداخت ۲۲۰ دلار در هر ۶ماه به مدت ۷ سال آینده باشد ؟

ب ـ چه ذخیرهٔ نیم ساله ای باید انجام داد تا پس از ۸ سال جمعاً ۱۵۰۰۰ دلار جمع شود؟

۸- اگر ترکیب فصلی باشد ، چه نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه و چه نرخ بهرهٔ اسمی ، مقادیر P و F زیر را در مدت n سال با یکدیگر همسنگ می سازد ؟

الف ـ سال $n = 6$ و $F = 3000$ دلار و $P = 1000$ دلار (جواب ۲۰٫۱٪ در سال و ۱۸٫۷٪ با ترکیب فصلی)

ب ـ سال $n = 9$ و $F = 9000$ دلار و $P = 3300$ دلار .

پ ـ سال $n = 20$ و $F = 12000$ دلار و $P = 1700$ دلار .

ت ـ سال $n = 5$ و $F = 1200$ دلار و دلار $P = 2500$ دلار .

۹- اگر ترکیب نیم ساله باشد ، نرخ بهرهٔ مؤثر نیم ساله ، نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه ، و نرخ بهرهٔ اسمی که به ازای مقادیر داده شدهٔ n مقادیر P و A زیر را همسنگ می سازد ، به دست آورید :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ $P = ۵۰۰۰$ دلار ، $A = ۶۰۰$ دلار هر نیم سال ، $n = ۶$ سال

(جواب : ۶٫۱٪ هر شش ماه ، ۱۲٫۵۷٪ در سال ، ۱۲٫۲٪ با ترکیب نیم ساله)

ب ـ $P = ۱۰۰۰۰$ دلار ، $A = ۳۰۰۰$ دلار هر نیم سال ، $n = ۲$ سال

پ ـ $P = ۷۸۷۱$ دلار ، $A = ۹۰۰$ دلار هر ماه ، $n = ۱۴$ سال

ت ـ $P = ۸۵۰۰$ دلار ، $A = ۱۳۶۱$ دلار هر دو سال ، $n = ۱۸$ سال

(جواب : ۱٫۹۴٪ هر شش ماه ؛ ۸٪ هر دو ماه ؛ ۳٫۸۸٪ با ترکیب نیم ساله)

۱۰ – اگر ترکیب ماهانه باشد ، نرخ بهرهٔ مؤثر ماهانه ، نرخ بهرهٔ مؤثر سالانه ، و نرخ بهرهٔ اسمی که به ازای مقادیر داده شدهٔ n مقادیر F و A را همسنگ می سازد به دست آورید :

الف ـ $F = ۱۲۰۰۰$ دلار ، $A = ۳۵۰$ دلار در ماه ؛ $n = ۲۵$ سال

ب ـ $F = ۴۰۰۰$ دلار ، $A = ۵۳$ دلار در ماه ؛ $n = ۵$ سال

پ ـ $F = ۲۰۰۰۰$ دلار ، $A = ۳۹۴$ دلار در نیم سال ؛ $n = ۱۲$ سال

ت ـ $F = ۴۳۰۰۰$ دلار ، $A = ۲۰۰۰$ دلار در فصل ؛ $n = ۴$ سال

(جواب : ۱٫۲۵٪ در ماه ، ۱۶٫۰۸٪ در سال ، ۱۵٪ با ترکیب ماهانه) .

۱۱ – اگر نرخ بهره ۸٪ با ترکیب فصلی ، یا ترکیب پیوسته باشد ، مجموعه ای از پرداختهای مساوی ۱۶۰۰ دلاری به مدت ۲۵ سال با چه مبلغ فعلی همسنگ است ؟

۱۲ – مجموعه ای از پرداختهای مساوی فصلی ۷۲۰ دلاری به مدت ۱۰ سال انجام می شود ارزش فعلی همسنگ با این مجموعه را با نرخ ۱۸٪ با ترکیب سالانه ، ترکیب فصلی ، و ترکیب پیوسته به دست آورید .

۱۳ – یک جریان یکنواخت ۴۴۰۰ دلاری در سال در یک حساب پس انداز ذخیره می شود . اگر نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب سالانه ، ترکیب ماهانه ، و ترکیب پیوسته باشد ، تا پایان سا ل پنجم چه مبلغی جمع خواهد شد ؟

۱۴ – یک نرخ بهرهٔ ۱۰٪ با ترکیب پیوسته برای یک سرمایه گذاری ۱۵۰۰۰ دلاری مطلوب است . اگر هر سال ۲۵۰۰ دلار دریافت شود ، چند سال طول می کشد تا

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سرمایه با بهرهٔ مطلوب بازیافت شود ؟ (جواب ۹٫۳۷۵ سال) .

۱۵- چه جریان یکنواختی از پرداختها به مدت ۱۲ سال ، با مجموعه پرداختهای مساوی پایان سال ۷۵۰ دلاری به مدت ۱۰ سال همسنگ خواهد بود ؟ نرخ بهره ۸٪ با ترکیب پیوسته است .

۱۶- مقادیر همسنگ زیر را با نرخ بهرهٔ ۹٪ ترکیب سالانه محاسبه کنید :

الف ـ ارزش فعلی مجموعه‌ای از پرداختهای سالانهٔ ۱۵۰۰ دلاری به مدت ۱۲۰ سال . (جواب ۱۶٫۶۶۶ دلار)

ب ـ مقدار جمع شده از مجموعه پرداختهای سالانهٔ ۱۰ دلاری به مدت ۱۲۰ سال

پ ـ مجموعه پرداختهای مساوی که باید به مدت ۱۲۰ سال در حساب پس انداز واریز شودتا ۱۰۰۰۰۰۰ دلار جمع شود .

ت ـ مجموعه پرداختهای مساوی که باید برای بازپرداخت یک مبلغ فعلی ۸۵۰۰۰ دلار به مدت ۱۲۰ سال انجام شود .

۱۷- نرخ برگشت سرمایه گذاری در یک حساب پس انداز ، ۱۶٪ با ترکیب سالانه است . سالانه چقدر باید به این حساب واریز کرد تا پس از ۱۲ سال ، ۶۰۰۰۰ دلار جمع شود ؟

۱۸- مجموعه‌ای از پرداختهای ۱۰۰۰۰ دلاری در سال اول ، ۹۰۰۰۰ دلار در سال دوم ، ۸۰۰۰ دلار در سال سوم ، ۷۰۰۰ دلار در سال چهارم ، و ۶۰۰۰ دلار در سال پنجم با چه مبلغ فعلی همسنگ است ؟ نرخ بهره را ۱۰٪ و الف) با ترکیب سالانه ، و ب) با ترکیب پیوسته فرض کنید . مسأله را ابتدا با استفاده از ضرایب شیب و سپس تنها با استفاده از ضرایب ارزش فعلی پرداخت تکی حل کنید .

۱۹- یک بنگاه تولیدی درصدد دریافت یک وام ۴۰۰۰۰۰ دلاری برای تأمین اعتبار تولید یک خط تولید جدید است . یک بانک پذیرفته است که مبلغی برابر با ۹۰٪ ارزش فعلی سفارشهای دریافتی برای تحویل در ۵ سال آینده به این بنگاه وام دهد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سفارشهای دریافتی به صورت زیر هستند .

۵۰۰۰۰ واحد در سال اول

۴۰۰۰۰ واحد در سال دوم

۳۰۰۰۰ واحد در سال سوم

۲۰۰۰۰ واحد در سال چهارم

۱۰۰۰۰ واحد در سال پنجم

اگر هر واحد محصول ۴ دلار فروش رود ، آیا ارزش فعلی سفارشهای دریافتی وام مورد نیاز را تأمین می کند ؟ نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب سالانه است .

۲۰- چه مبلغ تکی ای در پایان سال پنجم با یک مجموعه یکنواخت سالانه ۱۰۰۰ دلار به مدت ۱۲ سال همسنگ خواهد بود؟ نرخ بهره ۷٪ با ترکیب سالانه است .
(جواب ۱۱۱۴۴ دلار)

۲۱- مجموعه ای از ۱۰ پرداخت سالانهٔ ۷۵۰۰ دلاری ، با سه پرداخت مساوی در پایان سالهای ۶ ، ۱۰ ، و۱۵ با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ با ترکیب سالانه همسنگ است . مقدار این سه پرداخت چقدر است ؟

۲۲- مجموعه ای از پرداختهای مساوی ۳۰۰ دلاری به طور فصلی به مدت ۶ سال دریافت می شود . پس از ۶ سال اول پرداختهای فصلی دو برابر می شوند ، و این مبالغ دو برابر شده به مدت ۸ سال دیگر دریافت می شوند . مقدار ارزش فعلی یگانهٔ همسنگ با این مجموعه پرداختها را که به مدت ۱۴ دورهٔ یک ساله دریافت می شوند به دست آورید . نرخ بهره را به صورت زیر فرض کنید :

الف ـ ۱۲٪ با ترکیب فصلی (جواب ۱۱۰۹۸ دلار)

ب ـ ۱۲٪ با ترکیب ماهانه

پ ـ ۱۲٪ با ترکیب پیوسته .

۲۳- چه مبلغ تکی ای در پایان سال ۵ با یک جریان پرداختهای یکنواخت ۲۳۰۰ دلاری که در ابتدای سال ۳ شروع و تا پایان سال ۱۵ ادامه دارد ، همسنگ خواهد بود ؟ نرخ بهره ۸٪ با ترکیب پیوسته است . (جواب ۲۳۶۲۹ دلار) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۴- یک بنگاه تولیدی خرید یک کمپرسور هوا را بررسی می کند . هزینه های نگهداری پایان سال کمپرسور به شرح زیر است :

سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
هزینه های نگهداری	۸۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰	۱۱۰۰	۱۲۰۰	۱۳۰۰	۱۴۰۰

ارزش فعلی همسنگ باهزینهٔ نگهداری درصورتی که نرخ بهره ۱۲٪ باشد را به دست آورید .

۲۵- یک شرکت باید پرداختهای فرایندی را که برای یک طرح جدید پذیرفته شده است ، تقبل کند . پرداختها با ۱۰۰۰۰ دلار شروع می شوند ، و اولین پرداخت ۳ سال بعد و در هنگام تکمیل طرح تولید انجام خواهد شد ، از آن پس پرداختها هر سه ماه به سه ماه انجام و در هرفصل ۵۰۰ دلار به مبلغ آنها افزوده می شود . چه مبلغ فعلی تکی ای با مجموعه پرداختهای تقبل شده به مدت ۸ سال همسنگ خواهد بود ؟ نرخ بهره ۸٪ با ترکیب فصلی است .

۲۶- یک تولیدکننده بابت مجوز تولید هر واحد از محصولی که تولید می کند ۱٫۱۵ دلار در پایان هر سال حق امتیاز می پردازد . تولید تا ۵ سال دیگر ادامه دارد . وی در سال جاری ۸۰۰۰ واحد محصول تولید می کند ؛ اما برآورد کرده است که در چهار سال بعدی میزان تولید سالانه ۱۰٪ افزایش خواهد یافت . وی می خواهد مجوز تولید خود را به صورت ارزش فعلی پرداخت تکی ، یا پرداختهای مساوی سالانهٔ همسنگ با آن که بایستی در پایان هر یک از ۵ سال پرداخت شوند ، به یک سهام دار واگذار کند . اگر نرخ بهره ۸٪ باشد ، الف) ارزش فعلی پرداخت تکی ، و ب) پرداختهای سالانهٔ همسنگ با پرداختهای یاد شده را بر اساس توافق فعلی به دست آورید .

۲۷- یک مجموعه شیب یکنواخت سالانهٔ افزایشی در پایان سال دوم شروع و پس از پانزده سال به پایان می رسد . مقدار شیب G که مجموعه شیبی را با جریان یکنواخت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پرداختهای ۹۰۰ دلاری در هر ماه به مدت ۷ سال همسنگ می سازد به دست آورید .
(جواب ۱/۴۱۵)

۲۸- حقوق سالانهٔ شخصی در حال حاضر ۳۲۰۰۰ دلار است . این شخص ۳۰ سال بعد بازنشسته خواهد شد . اگر حقوق وی ۱۰٪ در سال افزایش یابد و او ۵٪ از حقوق سالانهٔ خود را در حسابی که بهرهٔ ۸٪ با ترکیب سالانه می پردازد ، پس انداز کند ، مبلغ جمع شده در زمان بازنشستگی وی چقدر خواهد بود ؟

۲۹- یک مهندس نفت تولید فعلی مجموعه ای متشکل از ۱۰ چاه نفت را ۴۰۰۰۰۰ بشکه در سال برآورد کرده است که برای سالهای ۲ تا ۱۰ هر سال ۱۵٪ کاهش خواهد داشت . قیمت هر بشکه نفت ۲۵ دلار پیش بینی می شود . اگر نرخ بهره ۱۰٪ در سال با ترکیب سالانه باشد ، مقدار ارزش فعلی همسنگ با دریافتهای آینده حاصل از این چاهها را به دست آورید .

۳۰- هزینه های بهره برداری و نگهداری دستگاهی ۱/۵٪ در ماه افزایش می یابند . هزینهٔ این ماه ۲۰۰۰ دلار است . مجموعه مساوی سالانه همسنگ با مخارج ماهانه به مدت ۵ سال را به دست آورید . نرخ بهره ۲۱٪ با ترکیب ماهانه است .
(جواب ۲۹۹۷۸ دلار) .

۳۱- ۱۴۷۸۰ دلار سرمایه گذاری شده است تا از آن بتوان برداشتهایی به شکل یک مجموعه شیب هندسی سالانه با نرخ کاهشی ۱۰٪ در سال انجام داد . اولین دریافت ، ۴۰۰۰ دلار است که یک سال بعد از سرمایه گذاری برداشت می شود ، و در پی آن پنج دریافت دیگر صورت می گیرد (جمعاً ۶ برداشت) . نرخ بهرهٔ حاصل از این سرمایه گذاری چقدر است ؟

۳۲- یک پس انداز ۵۰۰۰ دلاری درحال حاضر انجام می شود . برگشت این سرمایه گذاری در ۱۰ سال اول ۸٪ با ترکیب سالانه است . در ۵ سال بعدی نرخ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بهره ۱۲٪ با ترکیب فصلی خواهد بود . برداشتهای سالانه دقیقاً از سال ۱۶ شروع و اولین برداشت ۱۵۰۰ دلار است که درسالهای بعد ، هر سال ۶٪ افزایش می یابد . نرخ بهره از سال پانزدهم به بعد ۱۰٪ با ترکیب سالانه است . این برداشتها را به مدت چند سال می توان انجام داد ؟

۳۳- یک مجموعه جریان نقدی به طور هندسی و با نرخ ۸٪ در سال افزایش می یابد . پرداخت اولیه در $t = 1$ ، ۵۰۰۰ دلار است و پرداختهای افزایشی تا پایان $t = 20$ ادامه می یابد . نرخ بهره در ۷ سال اول ۱۵٪ با ترکیب سالانه ، و در ۱۳ سال باقیمانده ۵٪ با ترکیب سالانه است . ارزش فعلی همسنگ با این جریان نقدی را به دست آورید .

۳۴- قراردادی برای تأمین آب یک واحد صنعتی در یک شهر برای ۱۰ سال آینده با شرایط زیر بسته شده است . هزینهٔ ۵ سال اول بایستی از پیش پرداخت شود ، و برای ۵ سال دوم مبلغ ۴۵۰۰۰ دلار در اول هر سال قابل پرداخت خواهد بود . دو سال پس از بهره برداری از سیستم ، شهرداری نیاز به پول پیدا می کند و می خواهد که واحد صنعتی همهٔ مبلغ قرارداد شده را یکجا پرداخت کند تا شهرداری مجبور به انتشار اوراق قرضه نشود .

الف ـ اگر نرخ بهره ۹٪ با ترکیب سالانه باشد ، چه مبلغ باید پرداخت شود ؟ (جواب ۱۴۷۳۲۸ دلار)

ب ـ اگر نرخ برگشت مورد انتظار واحد صنعتی ۲۰٪ با ترکیب سالانه باشد ، تفاوت بین آنچه که شرکت به عنوان مبلغ مناسب برای قرارداد در نظر می گیرد و مبلغ مورد نظر شهرداری چقدر خواهد بود ؟ (جواب ۵۳۸۶۴)

۳۵- نصب یک گرم کن آب تغذیه در مدار سیستم یک نیروگاه مورد بررسی است . برآورد می شود که افزایش بازدهی یک سال پس از نصب گرم کن ، هزینهٔ آن را جبران می کند و پیمانکار متعهد شده است که گرم کن را در مدت ۵ ماه نصب کند . اگر صرفه جویی حاصل از نصب گرم کن که طی یک سال هزینهٔ آن را جبران می کند ، ۱۴۰۰ دلار در ماه باشد ، در پایان هر ماه از مدت ساخت چه مبلغ باید

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به پیمانکار داده شود ؟ فرض کنید صرفه جویی ۱۴۰۰ دلار در پایان هر ماه رخ می دهد و پول پرداختی به پیمانکار را می شود و در جای دیگری با نرخ ۱۲٪ با ترکیب ماهانه سرمایه گذاری کرد .

۳۶- یک شرکت تولیدی یک دستگاه برقی را برای ۵ سال آینده تهیه کرده است و در حال حاضر ۷۰۰۰۰ دلار بابت آن پرداخته است . هزینهٔ استفاده از این دستگاه پس از ۵ سال ۱۵۰۰۰ دلار در سال خواهد بود ، که از سال ششم آغاز خواهد شد . پس از ۲ سال استفاده از این دستگاه ، شرکت سود مازاد داشته و می خواهد هزینهٔ استفاده از آن در ۵ سال دوم را از پیش بپردازد . اگر صاحب این دستگاه پیش پرداخت را قبول کند ، مبلغ پیشنهادی دوطرف چقدر خواهد بود اگر :

الف ـ برگشت مورد نظر صاحب دستگاه ۱۵٪ با ترکیب سالانه باشد

ب ـ برگشت مورد نظر شرکت تولیدی ۱۲٪ باشد .

۳۷- شخصی برای خرید یک اتوموبیل دست دوم ۳۵۰۰ دلار وام گرفته است . وی باید این وام را به صورت ۱۵۰۰ دلار در پایان دو سال اول و ۲۰۰۰ دلار در پایان سال سوم بازپرداخت کند . در چه نرخ بهره ای دریافت و پرداختها با یکدیگر همسنگ خواهند شد ؟

۳۸- شخصی یک اتوموبیل ۱۵۰۰۰ دلاری را می خرد و باید به مدت ۴۸ ماه ، هر ماه ۳۹۵ دلار بابت آن بپردازد . اگر ترکیب بهره ماهانه باشد ، نرخ بهرهٔ اسمی سالانه را برای این معامله به دست آورید .

۳۹- معمولاً حق بیمهٔ آتش سوزی و سیل برای یک دورهٔ ۳ سال ، ۲٫۵ برابر حق بیمهٔ یک دورهٔ ۱ ساله است . اگر یک بیمه شونده به جای استفاده از سه قرارداد بیمه ۱ ساله در شروع هر سال ، از یک بیمهٔ سه ساله در حال حاضر استفاده کند ، نرخ بهره ای که از سرمایه گذاری اضافی فعلی خود دریافت می کند چقدر خواهد بود ؟ (جواب ۲۱٫۶٪)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴۰- خانمی می خواهد ۱۰۰۰۰ دلار برای خرید یک اتوموبیل وام بگیرد . وام دهنده دو هزینه برای این وام تعیین می کند که باید ماهانه به مدت ۵ سال بازپرداخت شود . هزینهٔ اول ، یک هزینهٔ اولیه ، به مقدار ۲٪ مبلغ وام است که باید در آغاز دریافت وام پرداخت شود . هزینهٔ دوم یک نرخ افزودهٔ ۸٪ است که با پرداختهای ماهانه به صورت زیر تعیین می شود :

بهرهٔ افزوده برای ۱ سال = (۸٪) ۱۰۰۰۰

کل بهرهٔ افزوده برای ۵ سال = ۵ (۸۰۰) = ۴۰۰۰ دلار

مبلغ وام گرفته شده	۱۰۰۰۰
کل بهرهٔ افزوده	۴۰۰۰
دلار در ماه ۲۳۳٫۳۳ = ماه ۶۰ ÷	۱۴۰۰۰

نرخ بهرهٔ مؤثر ماهانه ، نرخ بهرهٔ اسمی ، و نرخ بهرهٔ مؤثر سالانهٔ این وام را با ترکیب ماهانه پیدا کنید .

۴۱- یک زوج جوان در فکر برنامه ریزی قبلی برای تأمین هزینهٔ تحصیلات دانشگاهی فرزند سه سالهٔ خود هستند . آنها می توانند پول خود را با نرخ ۷٪ با ترکیب سالانه پس انداز کنند . از چهارمین سالروز تولد تا هفدهمین سالروز تولد این فرزند ، هر سال چه مبلغ باید پس انداز کنند تا وی بتواند از هجدهمین تا بیستمین سالروز تولدش ، هر سال ۷۰۰۰ دلار برداشت کند ؟

۴۲- خانمی ۳۰ سال دیگر بازنشسته می شود . وی می خواهد هر سه ماه به سه ماه تا زمان بازنشستگی خود به طور منظم مبالغی را پس انداز کند ، به گونه ای که از یک سال پس از بازنشستگی بتواند تا ۲۰ سال بعد از آن سالانه ۲۵۰۰۰ دلار برداشت کند . اگر نرخ بهره ۸٪ با ترکیب فصلی باشد ، وی چه مبلغ باید پس انداز کند ؟

۴۳- یک سرمایه گذار می خواهد مبلغی را در اوراق قرضه سرمایه گذاری کند ، به این شرط که ۱۰٪ از این سرمایه گذاری ۱۰٪ برگشت داشته باشد . وی چه مبلغ باید

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای یک ورق قرضه ۱۰۰۰۰ دلاری با بهرهٔ ۷٪ در سال و سررسید ۲۰ ساله بپردازد؟ (جواب ۷۴۴۷) .

۴۴- برای خرید یک ورق قرضهٔ ۵۰۰۰ دلاری ، ۱۴٪ با پرداخت بهرهٔ نیم ساله و سررسید ۱۲ ساله چه مبلغ می توان پرداخت ؟ فرض کنید با توجه به این که اوراق قرضه توسط یک شرکت بسیارمعتبرمنتشرمی شوند ، نرخ بهره موردنظرخریدار ، ۹٪ باترکیب نیم ساله باشد .

۴۵- شخصی انتظار دارد که از محل پس اندازهای متمرکز در بانک مورد نظرش ، در چهار سال آینده بهرهٔ ۸٪ با ترکیب سالانه ، و از آن پس ۱۰٪ با ترکیب سالانه دریافت کند . به این شخص یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰۰ دلاری ، ۱۲٪ با سررسید ۹ ساله ، به مبلغ ۱۱۰۰۰ دلار پیشنهاد شده است . اگر فرض شود که شخص دریافتهای حاصل از ورق قرضه را در بانک یاد شده سرمایه گذاری می کند ، آیا باید ورق قرضه را بخرد ، یا ۱۱۰۰۰ دلار خود را در مدت ۹ سال به بانک بسپرد ؟

۴۶- یک ورق قرضه برای فروش به قیمت ۱۱۲۰ دلار عرضه شده است . مبلغ اسمی این ورق ۱۰۰۰ دلار و بهرهٔ آن ۱۱٪ با پرداخت سالانه است . اگر سررسید این ورق ۱۰ ساله باشد ، بازده زمانِ سررسید آن چقدر خواهد بود ؟ بازده فعلی این ورق قرضه را به دست آورید (جواب ۹٫۱۲٪ ؛ ۹٫۸۲٪)

۴۷- یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰ دلاری ، ۸٪ برای فروش به قیمت ۹۰۰ دلار عرضه شده است . اگر پرداخت بهرهٔ این ورق سالانه ، و سررسید آن ۵ سال بعد باشد بازده زمان سررسید و بازده فعلی این ورق چقدر است ؟

۴۸- سررسید یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰ دلاری ، ۱۰ سال بعد است . نرخ بهرهٔ سالانهٔ این ورق ۶٪ و پرداخت بهرهٔ آن نیم ساله است . اگر ترکیب بهره نیم ساله بوده ، و بتوان ورق را به ۸۷۰ دلار خرید ، بازده زمان سررسید این ورق را بر حسب نرخ مؤثر سالانهٔ قابل دستیابی به دست آورید . بازده فعلی این ورق قرضه را نشان دهید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۴۹- قیمت فروش یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰۰ دلاری ، ۱۰٪ ، ۱۲۰۰۰ دلار است . اگر پرداخت بهرهٔ این ورق نیم ساله و سررسید آن ۲۰ سال بعد باشد ، بازده فعلی و بازده زمان سررسید این ورق قرضه را به دست آورید . ترکیب بهره را سالانه فرض کنید .

۵۰- شخصی مبلغی پول در حساب پس انداز خود با بهرهٔ ۶٪ با ترکیب سالانه پس انداز می کند . وی می خواهد از این حساب بانکی اقساط وام خود (۲۵۰ دلار در سال) به مدت ۳ سال را بپردازد .

الف ـ چه مبلغی باید پس انداز کند تا با پرداخت سومین قسط حسابش خالی شود .

ب ـ تراز باقیمانده را دقیقاً پس از پرداختهای انجام شده در هر زمان ، از جمله زمان حال ، محاسبه و به شکل جدولی ارائه کنید .

۵۱- خانمی پس از مرگ شوهرش ۱۰۰۰۰۰ دلار از یک شرکت بیمه دریافت کرده است . وی می خواهد این مبلغ را در حساب پس انداز که بهرهٔ ۷٪ با ترکیب سالانه می پردازد ، به مدت ۵ سال ذخیره کند .

الف ـ اگر وی بخواهد از یک سال پس از انجام ذخیره مقادیر مساوی سالانه ای به مدت ۵ سال برداشت کند ، این برداشتها چقدر خواهند بود ؟

ب ـ تراز باقیمانده پس از برداشتهای انجام شده در هر نقطهٔ زمانی را محاسبه و به شکل جدولی ارائه کنید .

۵۲- پیمانکاری ۱۰۰۰۰ دلار وام گرفته است و قرار است آن را به مدت ۴ سال در پرداختهای مساوی سالانه و با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ بازپرداخت کند .

الف ـ مبلغ این پرداختها را به دست آورید .

ب ـ تراز باقیمانده پس از پرداختهای انجام شده در هر نقطهٔ زمانی ، از جمله زمان دریافت وام را محاسبه و به شکل جدولی ارائه کنید .

۵۳- دانشجویی ۵۰۰۰ دلار وام گرفته است و باید آن مقدار را در ۳۰ قسط مساوی ماهانه بازپرداخت کند . وی پس از برداشت بیست و پنجمین قسط تصمیم

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به بازپرداخت باقیماندهٔ وام در یک پرداخت تکی گرفته است . اگر نرخ بهره ۱۵٪ با ترکیب ماهانه باشد ، چه مبلغ باید بپردازد ؟

۵۴- خانواده‌ای برای خرید یک خانه ۱۰۰۰۰۰ دلار وام گرفته است . نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب ماهانه و مدت وام ۲۵ ساله است . تراز باقیماندهٔ این وام را بلافاصله پس از پرداختهای زیر پیدا کنید . همچنین مقدار بهره‌ای را که به این پرداختها تعلق می گیرد به دست آورید .

الف ـ پرداخت ۱	ز ـ پرداخت ۷۵
ب ـ پرداخت ۱۰	س ـ پرداخت ۹۰
پ ـ پرداخت ۲۵	ش ـ پرداخت ۱۰۰
ت ـ پرداخت ۳۰	ص ـ پرداخت ۲۰۰
ث ـ پرداخت ۴۰	ض ـ پرداخت ۲۵۰
ج ـ پرداخت ۶۰	ط ـ پرداخت ۲۷۵

(جواب ۲۳۱۹۰ ؛ ۲۴۰ دلار)

۵۵- شخصی یک آپارتمان ۸۰۰۰۰ دلاری را با یک پیش قسط ۲۰٪ و اقساط ۳۰ ساله با پرداختهای ماهانه خریده است . نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب ماهانه است .

الف ـ اگر خانه در پایان سال ۵ به ۹۰۰۰۰ دلار فروخته شود ، سود جاری این شخص چقدر خواهد بود ؟ (منظور از سود جاری تفاوت بین ارزش بازاری جاری و تراز بدهکار وام است) .

ب ـ از کل مبلغ پرداختی اقساط ، چه کسری اصل و چه کسری بهره بوده است ؟

۵۶- برای خرید یک اتوموبیل دست دوم ۶۰۰۰ دلار وام گرفته شده است . بازپرداخت این وام ماهانه ۲۶۴٫۷۲ دلار به مدت ۲۴ ماه است . پس از آخرین پرداخت ، تراز باقیمانده وام به طور یکجا پرداخت خواهد شد . نرخ بهرهٔ مؤثر سالانهٔ این وام ۱۹٫۵۶٪ با ترکیب ماهانه است . نرخ بهرهٔ اسمی و مبلغی که باید در پایان مدت وام به طور یکجا پرداخت شود ، را به دست آورید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵۷- شخصی ۱۰۰۰۰۰ دلار با نرخ ۸٪ و ترکیب سالانه وام گرفته است . این وام بایستی در اقساط مساوی سالانه به مدت ۳۰ سال بازپرداخت شود . اما درست پس از انجام هشتمین پرداخت ، وام دهنده موافقت می کند که وام گیرنده پرداختهای سالانهٔ خود را دو برابر کند . وام گیرنده هم با این افزایش پرادختها موافق است . اگر نرخ بهره برای تراز پرداخت نشدهٔ وام ، همچنان ۸٪ با ترکیب سالانه باشد ، تراز بدهی وام درست پس از انجام دوازدهمین پرداخت چقدر است ؟
(جواب : ۴۳۲۷۰ دلار) .

۵۸- چهار سال قبل ۱۰۰۰۰۰ دلار با نرخ ۱۴٪ در سال و ترکیب سالانه وام گرفته شده است که در اقساط مساوی سالانه به مدت ۲۰ سال بازپرداخت شود . پس از چهارمین پرداخت (در حال حاضر) به وام گیرنده امکان بازپرداخت وام موجود از طریق گرفتن وام جدیدی برابر با تراز باقیماندهٔ وام جاری فراهم شده است . نرخ بهرهٔ وام جدید ۱۲٪ با ترکیب سالانه است و باید به صورت پرداختهای مساوی سالانه ۱۰۰۰۰ دلار در ۵ سال اول و پرداختهای مساوی سالانه ۲۵۰۰۰ دلار از آن پس تا آخرین سالی که تراز باقیمانده در پایان آن سال کاملاً بازپرداخت می شود ، بازگردانده شود . (بهرهٔ هر وام به تراز باقیماندهٔ همان وام تعلق می گیرد) .

الف ـ اگر وام جدید با نرخ ۱۲٪ در سال گرفته شود ، از حالا تا چند سال بعد آخرین پرداخت انجام خواهد شد ؟

ب ـ چه بخشی از بهرهٔ پرداخت ۲۵۰۰۰ دلار اول در شرایط وام جدید انجام می شود ؟ (این مبلغ ششمین پرداخت وام جدید خواهد بود) .

۵۹- برای خرید خانهٔ مسکونی انواع وامها موجود می باشند . یکی از آنها وام با نرخ قابل تعدیل است ، که دارای پرداختهای ثابتی برای ۲ سال اول می باشد . از آن پس پرداختهای ثابت جدید با توجه به تغییر نرخ بهره (که توسط شاخص نرخ بهرهٔ خزانه داری سنجیده می شود) محاسبه می شوند . فرض کنید شما ۱۰۰۰۰۰ دلار به مدت ۳۰ سال وام گرفته اید . نرخهای مختلف بهره و پرداختهای

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مـربوط به آنهـا برای ۴ سـال اول این وام (۴۸ پرداخت مـاهانـه) در زیر نشـان داده شده است :

سال	نرخ بهره	پرداختهای ماهانه
۱ و ۲	۹٪ با ترکیب ماهانه	۸۰۴٫۶۲ دلار
۳ و ۴	۱۲٪ با ترکیب ماهانه	۱۰۲۱٫۳۶ دلار

الف ـ تراز باقیماندهٔ این وام پس از پنجاه و پنجمین پرداخت چقدر است ؟

ب ـ چه مبلغی از پرداخت پنجاه و ششم ، مربوط به کاهش اصل وام ، و چه مبلغ از آن مربوط به پرداخت بهره است ؟

۶۰- شخصی وامهای معوقهٔ زیر را دارد :

۱ - ۴ سال قبل ۱۰۰۰۰ دلار وام گرفته است با این شرط که آن را در ۶۰ قسط ماهانه بازپرداخت کند . ۱۲ پرداخت این وام عقب افتاده است و نرخ بهرهٔ آن ۶٪ با ترکیب ماهانه است .

۲- بیست و چهار پرداخت ماهانه ۵۰۰ دلاری مربوط به وامی که بهرهٔ تراز پرداخت نشدهٔ آن ۱٪ در ماه می باشد را بدهکار است .

۳- یک صورتحساب ۳۰۰۰ دلاری به مدت ۲ سال را باید بپردازد .

یک مؤسسهٔ پولی به این شخص پیشنهاد کرده است که همهٔ بدیهای وی را بپردازد ، به این شرط که شخص یاد شده مبالغ ماهانهٔ زیر را به مدت ۵ سال به مؤسسهٔ پولی پرداخت کند . اگر ترکیب بهره ماهانه باشد ، و اگر این شخص پیشنهادمؤسسهٔ پولی را بپذیرد چه نرخ بهره ای به مؤسسه پرداخت خواهد شد؟نرخ بهرهٔ اسمی ، ونرخ بهرهٔ مؤثر سالانه چقدر خواهد بود ؟

الف ـ ۳۳۷ دلار در ماه
ب ـ ۳۸۴ دلار در ماه
پ ـ ۳۰۱ دلار در ماه
ت ـ ۳٫۳ دلار در ماه
ج ـ ۳۶۱ دلار در ماه
چ ـ ۳۴۹ دلار در ماه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ت ـ ۳۷۲ دلار در ماه ح ـ ۳۲۵ دلار در ماه

(جواب : ۱٫۷۵٪ ، ۲۱٪ ، ۲۳٫۱۴٪)

۶۱- یک مؤسسهٔ اعتباری طرح پس انداز زیر را به خانواده ای برای تأمین مخارج تحصیل فرزندشان پیشنهاد می کند :

خانواده به مدت ۱۰ سال ، در پایان هر سال ، ۴۸۰ دلار ، به مؤسسه بپردازند و در زمان آخرین پرداخت ، ۶۴۰۰ دلار به آنها برگردانده شود . فرزند آنها که در حال حاضر ۱۴ ساله است ، از ۴ سال بعد ، به مدت ۴ سال ، سالانه ۵۰۰۰ دلار وام بگیرد ، و این وام ۲۰۰۰۰ دلاری را در ۱۰ قسط مساوی سالانه ۵۷۷۳ دلاری با شروع از ۱ سال پس از تکمیل تحصیلات دانشگاهی خود بازپرداخت کند .

نرخ بهرهٔ این اعتبارات در صورتی که ترکیب بهره سالانه باشد را پیدا کنید . (فرض کنید تحصیلات دانشگاهی دقیقاً ۴ سال طول می کشد) .

۶۲- شرکتی ۵۰۰۰۰۰۰ دلار را در یک طرح جدید برای تولید محصولی جدید سرمایه گذاری می کند . این شرکت برآوردکرده است که بایدبرای سرمایهٔ درگیر ، مقدار اضافه ای برابر با ۵٪ هزینهٔ کل درنظر بگیرد . عمرمحصول ۸ سال درنظر گرفته شده ، و فرض می شودکه درصدی از سرمایهٔ درگیر اولیه در پایان عمر محصول ، به صورت زیر بازیافت می شود . هزینهٔ سالانهٔ همسنگ سرمایه گذاری در سرمایهٔ درگیر را به دست آورید[1] . نرخ بهره ۱۵٪ است .

الف ـ ۱۰۰٪

ب ـ ۹۵٪

پ ـ ۹۰٪

ت ـ ۸۰٪

ث ـ ۵۰٪ (جواب ۴۶٫۶۱۲ دلار)

1- Working Capital

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۶۳- یک پروژهٔ تولیدی نیاز به ۳۰۰۰۰۰ دلار برای موجودیهای انبار ، ۲۰۰۰۰۰ دلار برای حسابهای دریافتنی ، و ۱۵۰۰۰۰ دلار نقدینگی دارد . اگر در پایان عمر ۱۰ سالهٔ پروژه ، ۴٪ حسابهای دریافتنی وصول نشده ، و ۳٪ از موجودی انبار از بین رفته ، و ۱۰٪ نقدینگی مورد استفاده قرار گرفته باشد ، نرخ بهره ای که در سرمایه گذاری سرمایهٔ درگیر ، به دست آمده یا از دست رفته است چقدر است ؟ اگر نرخ بهرهٔ مورد نظر بنگاه ۲۰٪ باشد ، هزینهٔ سالانهٔ همسنگ با سرمایهٔ درگیر چقدر است ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل پنجم

تورم و قدرت خرید پول

مطالعهٔ رفتار گذشتهٔ بیشتر شرایط اقتصادی در سرتاسر جهان نشان می دهد که قیمت کالاها و خدمات پیوسته در نوسان بوده است . از نظر تاریخی معمولاً حرکت قیمتها در جهت افزایش (تورم)[1] ، و در مواردی هم رو به کاهش (رکود)[2] بوده است . این تغییر قیمتها بر مقدار کالاها و خدماتی که می توان با مقدار مشخصی پول ، خریداری کرد تأثیر می گذارد . با افزایش قیمتها ، قدرت خرید پول کاهش می یابد ، در حالی که کاهش قیمتها قدرت خرید پول را بالا می برد .

برای این که ارزش زمانی پول به درستی در محاسبات همسنگی به حساب آورده شود ، انعکاس درست هر دو قدرت کسب درآمد و قدرت خرید پول اهمیت دارد . این فصل مفهوم قدرت خرید پول را به همراه روشهای تحلیلی مورد نیاز در وارد کردن این مفهوم به مطالعات اقتصاد مهندسی ارائه می کند .

1- Inflation

2- Deflation

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵-۱ سنجش تورم و رکود

تورم و رکود واژه های مربوط به تغییر در سطح قیمتها در یک اقتصاد هستند . در اینجا بدون پرداختن به علل تغییر در سطح قیمتها ، به روشهای تعیین نرخ این تغییرات ، و چگونگی انعکاس آنها در مطالعات اقتصاد مهندسی توجه داریم . از آن جا که در گذشتهٔ نزدیک بروز تورم بسیار معمولتر از رکود بوده است ، مثالهای مورد استفاده اصولاً از تورم گفتگو می کنند . با این وجود ، روشهای ارائه شده ، کلی هستند ، و به آسانی برای شرایطی که اقتصاد با کاهش قیمتها روبرو است نیز قابل استفاده اند .

عوامل متعددی در اقتصاد وجود دارند که موجب بالا و پایین رفتن قیمت کالاها و خدمات می شوند . اثر تجمعی این عوامل تغییر در مقدار قیمتها را ایجاد می کند . برای مثال ، افزایش در تولید و موجودیت کالاها به کاهش قیمتها می انجامد ، در حالی که سیاستهای دولت مانند حمایت از قیمتها[1] و کسر بودجه ، افزایش قیمتها را در پی خواهد داشت . با جمع شدن همهٔ این تأثیرها با هم ، معمولترین نتیجه ، افزایش قیمتها بوده است .

برای سنجش تغییرات گذشتهٔ سطح قیمت کالاهای خاص یا هزینهٔ عمومی زندگی ، محاسبهٔ یک **شاخص قیمت**[2] عبارت است از نسبت قیمت گذشتهٔ یک کالا در نقطه ای از زمان به قیمت آن کالا در نقطه ای از گذشتهٔ دیرتر . نقطهٔ واقع در گذشتهٔ دیرتر معمولاً یک سال **مبنای** انتخاب شده است ، به گونه ای که شاخص مورد نظر و سایر شاخصها را می توان نسبت به آن مبنا تعیین کرد .

شاخص قیمت معمولاً به صورت حاصلضرب نسبت قیمتها در عدد ۱۰۰ بیان

۱- گاهی دولتها برای حمایت از یک بخش اقتصادی مثلاً کشاورزی ، صنعت و غیره و یا حمایت از تولید یک محصول خاص ، از قیمت کالاهای یک بخش یا قیمت یک یا چند محصول خاص در بازار حمایت می کنند . یعنی با تعیین قیمتهای تضمینی از کاهش قیمت آن در بازار جلوگیری می کنند (م ۱) .

2- Price index

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می شود . برای مثال ، اگر قیمت هر پوند از کالایی در سال ۱۹۶۷ (سال مبنا) ، ۱٫۴۶ دلار ، و در سال ۱۹۹۰ ، ۵٫۷۴ دلار باشد ، شاخص قیمت آن کالا عبارت است از :

(۵٫۷۴ / ۱٫۴۶) (۱۰۰) = ۳۹۳٫۲

این شاخص نشان می دهد که قیمت این کالا در سال ۱۹۹۰ ، ۳۹۳٫۲ درصد قیمت آن در سال ۱۹۶۷ است .

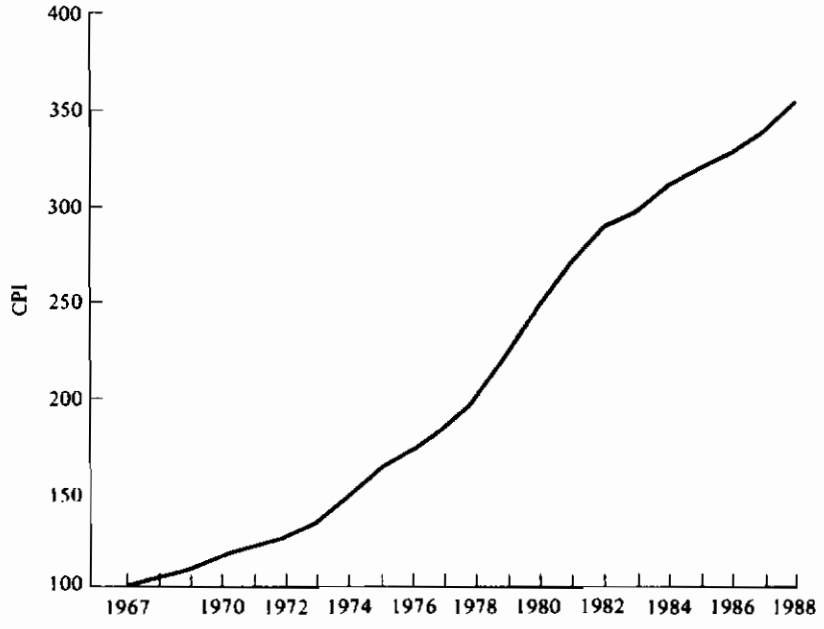
داده های مربوط به تهیهٔ شاخص قیمتها توسط مؤسسات دولت فدرال[۱] جمع آوری و تحلیل می شوند . ادارهٔ بازرگانی (ادارهٔ تحلیل اقتصادی) ، و ادارهٔ نیروی انسانی (ادارهٔ آمار نیروی انسانی) مؤسساتی هستند که در مرحلهٔ اول ، گردآوری شاخص قیمتها را بر عهده دارند . شاخص قیمتها نه تنها برای کالاها یا گروههایی از محصولات جداگانه ، بلکه شاخصهای مرکب[۲] هم گردآوری می شوند . این شاخصهای مرکب که شامل شاخص قیمت مصرف کننده[۳] (CPI) ، شاخص قیمت تولیدکننده[۴] (PPI) ، و شاخص قیمت ضمنی[۵] برای تولید ناخالص ملی[۶] (IPI-GNP) هستند[۷] ، بیانگر سنجشهای مختلفی از تغییرات سطح قیمتهای گذشته در اقتصاد می باشند . منحنیهای شاخص قیمت مصرف کننده و شاخص قیمت تولیدکننده در شکلهای (۵-۱) و (۵-۲) نشان داده شده اند .

۱- مؤسسات و اداراتی که در این قسمت از آنها نام برده شده است مربوط به کشور آمریکا هستند ، در جاهای دیگر مؤسسات دیگری این کار را انجام می دهند (م ۱) .

2- Composit indexes
3- Consumer Price Index
4- Producer Price Index
5- Implicit Price Index
6- Gross National Product

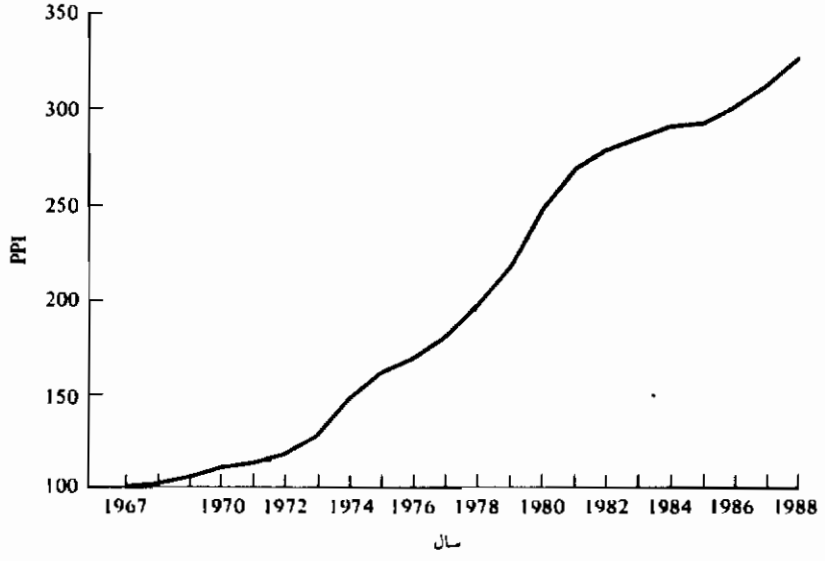
۷- شاخص ضمنی به صورت نسبت تولید ناخالص ملی به قیمت جاری به تولید ناخالص ملی به قیمت ثابت (سال مبنا) تعریف می شود (م ۱) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



ماخذ : خلاصهٔ آماری ایالات متحده

شکل ۵-۱- شاخص قیمت مصرف‌کننده (۱۰۰ = ۱۹۶۷)



ماخذ : خلاصهٔ آماری ایالات متحده

شکل ۵-۲- شاخص قیمت تولیدکننده همهٔ کالاها (۱۰۰ = ۱۹۶۷)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

معروفترین شاخص ، یعنی شاخص قیمت مصرف کننده ، تغییر در قیمتهای خرده فروشی را برای مجموعهٔ انتخاب شده ای از کالاها (سبد کالا) شامل پوشاك ، غذا ، مسکن ، حمل و نقل و خدمات عمومی ، ارائه می کند . هدف این شاخص ، سنجش تغییرات در قیمتهای خرده فروشی لازم برای نگهداشتن استاندارد تثبیت شده ای از زندگی برای یک مصرف کنندهٔ «متوسط» است[1] .

در تلاش برای انعکاس تغییرات سطح قیمتها در مطالعات اقتصاد مهندسی ، شاخص انتخاب شده باید آن دسته از تغییراتی را در برگیرد که با کار فرد یا بنگاه مطالعه کننده مرتبط باشند . بنابراین ، در بررسی اثرات تورمی در خرید یک ورق قرضه ، اگر خریدار یک فرد باشد ، باید از شاخص CPI استفاده کرد ، در حالی که اگر خریدار یک مؤسسهٔ صنعتی باشد ممکن است شاخص دیگری به کار رود . در این فصل به جای گفتگو از شاخصهای مختلف موجود ، همهٔ مباحث بعدی به استفاده از CPI محدود می شوند . از آن جا که روش کار کلی خواهد بود ، می توان هر شاخص دیگری از این نوع را بدون هیچ گونه تغییری در مفاهیم ، جانشین CPI کرد .

۵-۲ نرخ تورم

در بررسی اثرات تورم یا رکود در مطالعات اقتصاد مهندسی ، معمولاً از یک نرخ درصد سالانه ای که افزایش یا کاهش سالانهٔ قیمتها را در یک دورهٔ زمانی یک ساله ارائه می کند ، استفاده می شود . از آن جا که نرخ هر سال مبتنی بر قیمتهای سال قبل است ، این نرخ دارای یک اثر ترکیبی است . بنابراین ، اگر نرخ تورم در سال اول ۹٪ و سال بعد ۸٪ باشد ، قیمتها در پایان سال دوم عبارتند از :

$$\begin{pmatrix} \text{قیمتها در پایان} \\ \text{سال دوم} \end{pmatrix} = (1 + 0.09)(1 + 0.08)\begin{pmatrix} \text{قیمتها در آغاز} \\ \text{سال اول} \end{pmatrix}.$$

۱- برای توصیف دقیقتر تاریخچه و مفاهیم CPI ، به مقالهٔ شاخص قیمت مصرف کننده ، به شمارهٔ گزارش ۵۱۷ ، که توسط ادارهٔ آمار نیروی انسانی منتشر شده است مراجعه کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به خاطر ماهیت ترکیبی نرخهای تورم یا رکود ، فرمولها و ضرایبی که در فصل ۳ برای انعکاس قدرت کسب درآمد پول به دست آمدند ، برای استفاده در اثرات ترکیبی تغییرات قیمتها (یعنی تغییرات در قدرت خرید پول) هم مناسب هستند .

محاسبهٔ نرخ تورم . برای تورم ، نرخ سالانهٔ افزایش قیمتها در گذشته را می توان از هریک از چند شاخص موجود محاسبه کرد . با استفاده از مقادیر CPI که در جدول (۵-۱) داده شده است ، نرخ تورم سالانه را می توان به صورت زیر محاسبه کرد :

$$\text{نرخ تورم برای سال } (t+1) = \frac{\text{CPI سال } (t+1) - \text{CPI سال } (t)}{\text{CPI سال } (t)}$$

بنابراین ، نرخ تورم برای سال ۱۹۸۰ بر مبنای CPI عبارت است از :

$$\frac{246.8 - 217.4}{217.4} = 0.135 \text{ or } 13.5\% \quad \text{در سال}$$

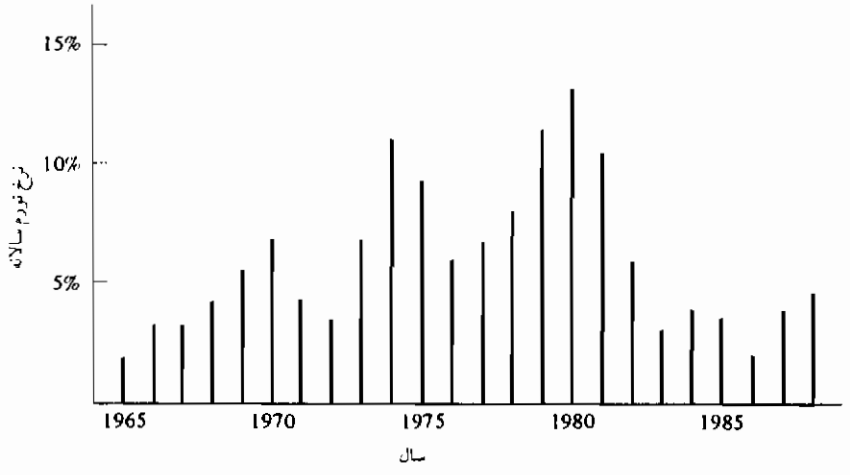
جدول ۵-۱- شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخهای تورم سالانه (۱۹۸۸-۱۹۶۵)

سال	CPI	نرخ تورم سالانه ، ٪	سال	CPI	نرخ تورم سالانه ، ٪
1965	94.5	1.7	1977	181.5	6.5
1966	97.2	2.9	1978	195.4	7.7
1967	100.0	2.9	1979	217.4	11.3
1968	104.2	4.2	1980	246.8	13.5
1969	109.8	5.4	1981	272.4	10.4
1970	116.3	5.9	1982	289.1	6.1
1971	121.3	4.3	1983	298.4	3.2
1972	125.3	3.3	1984	311.1	4.3
1973	133.1	6.2	1985	322.2	3.6
1974	147.7	11.0	1986	328.3	1.9
1975	161.2	9.1	1987	343.1	4.5
1976	170.5	5.8	1988	360.3	5.0*

* تخمین

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخهای تورم برای هر یک از سالهای ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۸ در جدول (۵-۱) نشان داده شده‌اند . توجه کنید که سال مبنا برای مقادیر CPI ، سال ۱۹۶۷ است . تغییرات این نرخهای سالانه طی ۲۳ سال از ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۸ در شکل (۵-۳) نشان داده شده است .



شکل ۵-۳- نرخهای تورم سالانه ۱۹۸۸-۱۹۶۵

بیشتر مطالعات اقتصادی به استفاده از تخمینهایی از نرخ تورم مورد انتظار در آینده نیاز دارند . تعیین این نرخهای آینده باید بر اساس روند نرخهای گذشته ، پیش بینی شرایط اقتصادی ، قضاوت شخصی ، و دیگر اجزای پیش بینی اقتصادی باشد . پیش گویی دقیق نرخهای تورم آینده ، مانند برآورد جریانهای نقدی آینده کاری دشوار و همراه با عدم قطعیت است .

هنگامی که عمر پروژهٔ سرمایه گذاری طولانی است ، بسیاری از مطالعات از یک نرخ متوسط تورم سالانه استفاده می کنند[1] . این روش نیاز به برآورد یک نرخ متوسط تکی دارد که ترکیبی از نرخهای سالانهٔ جداگانه را در بر گیرد . برای مثال ، نرخ متوسط

۱- در این فصل برای نرخ متوسط تورم سالانه ، به جای میانگین حسابی از میانگین هندسی استفاده می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تورم از پایان سال ۱۹۶۶ تا پایان سال ۱۹۸۰ (۱۴ سال) را می توان به روش زیر محاسبه کرد :

فرض کنید نرخ متوسط تورم سالانه را با $\bar{f}$ نشان دهیم . آن گاه :

$$97.2(1 + \bar{f})^{14} = 246.8$$

$$\bar{f} = 6.9\% \text{ در سال}$$

از پایان سال ۱۹۷۲ تا سال ۱۹۸۰ (۸ سال) نرخ متوسط تورم عبارت است از :

$$125.3(1 + \bar{f})^{8} = 246.8$$

$$\bar{f} = 8.8\% \text{ در سال}$$

مفهوم نرخ متوسط تورم سالانه ، محاسبات تورم را آسان می کند . در بیشتر نمونه ها ، برآورد نرخهای تورم سالانهٔ جداگانه وقت گیر است و معمولاً دقیقتر از استفاده از یک نرخ مرکب تکی نیست .

تصمیم گیری در استفاده از نرخهای تورم سالانهٔ جداگانه یا یک نرخ متوسط مرکب ، به قضاوت شخصی بستگی دارد . برای این کار باید ماهیت مسأله ، حساسیت آن به تغییرات نرخ تورم ، دقت مطلوب ، و بیش از همه اطلاعات موجود برای پیش بینی نرخ تورم آینده را در نظر گرفت .

قدرت خرید پول . با افزایش یا کاهش قیمتها ، مقدار کالاها و خدماتی که می توان با یک مقدار ثابت پول خریداری کرد به ترتیب کاهش یا افزایش می یابد . در شرایط تورمی قدرت خرید پول رو به کاهش است . در مطالعات اقتصاد مهندسی باید به از دست رفتن قدرت خرید پول توجه داشت . مقدار این کاهش قدرت خرید دلار در پنج دههٔ گذشته در جدول (۵-۲) نشان داده شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۵-۲- قدرت خرید دلار ۱۹۴۰ تا ۱۹۸۸*

متوسط سالانه که با قیمتهای زیر سنجیده شده است			متوسط سالانه که با قیمتهای زیر سنجیده شده است			متوسط سالانه که با قیمتهای زیر سنجیده شده است		
قیمتهای مصرف کننده	قیمتهای تولیدکننده	سال	قیمتهای مصرف کننده	قیمتهای تولیدکننده	سال	قیمتهای مصرف کننده	قیمتهای تولیدکننده	سال
$0.678	$0.678	1974	$1.127	$1.067	1960	$2.381	$2.469	1940
0.621	0.612	1975	1.116	1.067	1961	1.855	1.832	1945
0.587	0.586	1976	1.104	1.064	1962	1.387	1.252	1948
0.551	0.550	1977	1.091	1.067	1963	1.401	1.289	1949
0.512	0.510	1978	1.076	1.063	1964	1.387	1.266	1950
0.461	0.459	1979	1.058	1.045	1965	1.285	1.156	1951
0.405	0.405	1980	1.029	1.012	1966	1.258	1.163	1952
0.367	0.371	1981	1.000	1.000	1967	1.248	1.175	1953
0.346	0.356	1982	0.960	0.972	1968	1.242	1.172	1954
0.335	0.351	1983	0.911	0.938	1969	1.247	1.170	1955
0.321	0.343	1984	0.860	0.907	1970	1.229	1.138	1956
0.310	0.340	1985	0.824	0.880	1971	1.186	1.098	1957
0.305	0.333	1986	0.799	0.853	1972	1.155	1.073	1958
0.291	0.321	1987	0.752	0.782	1973	1.145	1.075	1959
0.278†	0.305†	1988						

مأخذ : خلاصهٔ آماری ایالات متحده

† برآورد

* ۱۰۰ = ۱۹۶۷ . قیمتهای تولیدکننده قبل از ۱۹۶۱ ، و قیمتهای مصرف کننده قبل از ۱۹۶۴ ، آلاسکا و هاوایی را شامل نمی شوند . برای ۱۹۴۰ و ۱۹۴۵ ، قیمتهای تولیدکننده بر اساس شاخص همهٔ کالاها ؛ و سالهای بعد بر اساس شاخص کالاهای در حال اتمام می باشد . مقادیر با تقسیم متوسط شاخص قیمت سال ۱۹۶۷ به‌عنوان سال مبنا (۱۰۰) ، بر شاخص قیمت سال مورد نظر و بیان نتیجهٔ حاصل به دلار و سنت ارائه شده اند . مقادیر سالانه بر مبنای متوسط داده های ماهانه به دست آمده اند .

فرض کنید فردی بتواند ۱۰۰ دلار در زمان حال ، با انتظار برگشت ۱۵٪ در سال برای ۵ سال آینده سرمایه گذاری کند . در پایان سال ۵ مقدار جمع شده عبارت است از :

$$\$100(\underset{2.011}{F/P,15,5}) = \$201.10$$

در حال حاضر این فرد می تواند یک تایر اتوموبیل را به ۱۰۰ دلار بخرد . اما فرض کنید قیمت آن تایر سالانه ۱۰٪ افزایش یابد . در پایان ۵ سال قیمت همین تایر از این قرار خواهد بود :

$$\$100(\underset{1.611}{F/P,10,5}) = \$161.10$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در این شرایط ، اگر این فرد در تصمیم برای سرمایه گذاری زیان ناشی از کاهش قدرت خرید را نادیده بگیرد ، گمراه خواهد شد . زیرا وی به اشتباه تصور خواهد کرد که با سرمایه گذاری در حال حاضر ، تا پایان سال پنجم وجه لازم برای خرید ۲ تایر برایش موجود خواهد بود . لیکن در واقع با پولی که وی از این سرمایه گذاری دریافت خواهد کرد می تواند تنها ۱٫۲۵ تایر بخرد . بنابراین هنگام بررسی ارزش زمانی پول ، باید اثر تغییرات قدرت خرید پول را هم مانند اثر قدرت کسب درآمد آن در نظر بگیریم .

گرچه افزایش قیمتها و کاهش قدرت خرید پول به لحاظ مفهومی شبیه به هم هستند ، روش محاسبهٔ آنها یکسان نیست . افزایش ۱۰٪ قیمتها با ۱۰٪ کاهش قدرت خرید پول یکسان نیست . اگر قیمتها ۱۰٪ افزایش یابد (۱۰٪ = نرخ تورم) ، درصد کاهش در قدرت خرید پول عبارت است از :

$$1 - (1/1.10) = 1 - 0.909 = 9.1\%.$$

جدول (۵-۲) ، قدرت خرید یک دلار را بر حسب درصد و با استفاده از شاخصهای قیمت مصرف کننده در جدول (۵-۱) ارائه می نماید . به عنوان مثال ، محاسبات مربوط به سال ۱۹۸۰ عبارت است از :

$$\frac{\text{قدرت خرید یک دلار (۱۹۸۰)}}{\text{نسبت به یک دلار (۱۹۶۷)}} = \frac{100}{246.8} = 0.405 \text{ یا } 40.5\%.$$

این نتیجه نشان می دهد که با یک دلار در ۱۹۸۰ تنها می توان ۴۰٫۵ درصد از کالاها و خدماتی را خرید که امکان خرید آنها در ۱۹۶۷ وجود داشته است . درصد کاهش در قدرت خرید طی این ۱۳ سال برابر با ۵۹٫۵٪ = ۴۰٫۵٪ - ۱۰۰٪ بوده است . در این کتاب تورم بر مبنای تغییرات قیمتها و نه بر اساس تغییرات قدرت خرید ، بیان می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵-۳ بررسی اثر تورم

هنگام بررسی ارزش زمانی پول در مطالعات اقتصادی ، به حساب آوردن تغییرات قدرت کسب درآمد پول و قدرت خرید آن ضروری است . در این جا دو روش اساسی برای بررسی همزمان این دو عامل ارائه می شود . این روشها با یکدیگر سازگارند ، و اگر درست به کار روند ، به نتایج یکسانی می انجامند . در روش اول فرض بر این است که جریانهای نقدی برحسب دلار عملی[1] سنجیده می شوند ، در روش دوم از مفهوم ثابت[2] استفاده می شود .

تعریف i ، i' ، و f . برای به دست آوردن رابطه های تحلیل با دلار عملی و تحلیل با دلار ثابت ، به تعاریف دقیقی از نرخهای بهرهٔ مختلف مورد استفاده در محاسبات نیاز داریم . تعاریف زیر ، نرخ بهرهٔ بازار ، نرخ تورم زدایی شده ، و نرخ تورم را از یکدیگر متمایز می سازند . تعیین نرخهای بهره با جزئیات بیشتر در فصل ۷ مورد بحث قرار خواهد گرفت .

نرخ بهرهٔ بازار (i)

نرخ بهرهٔ بازار فرصت کسب درآمد را آن گونه که توسط نرخهای بهرهٔ عملی موجود در مؤسسات اعتباری و بازرگانی منعکس می شود ، به دست می دهد . این نرخ تابعی از فعالیتهای سرمایه گذاری سرمایه گذارانی است که در این بازار کار می کنند . از آن جا که سرمایه گذاران زیرك به خوبی از قدرت کسب درآمد پول و زیان آوری تورم آگاهند ، نرخهای بهرهٔ بازار هر دو اثر قدرت کسب درآمد و قدرت خرید پول را شامل می شوند . هنگامی که نرخ تورم افزایش می یابد ، معمولاً مطابق با آن نرخهای بهرهٔ بازار نیز بالا می روند . از آن جا که در فصلهای قبلی و بعدی عموماً فرض بر این است که جریانهای نقدی برحسب دلارهای عملی بیان می شوند ، نرخ مورد استفاده

1- Actual Dollars 2- Constant Dollars

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در محاسبات نرخ بهرهٔ بازار است . این نرخ با i نشان داده شد ، و در سرتاسر این کتاب برای ارائهٔ نرخهای بهرهٔ موجود در بازار از همین نشانه استفاده می شود . وقتی که یک بنگاه از حداقل نرخ برگشت قابل قبول (MARR)[1] گفتگو می کند ، معمولاً منظور نرخ بهرهٔ بازار است .

نامهای دیگر : نرخ بهرهٔ ترکیبی ، نرخ بهرهٔ دلار جاری ، نرخ بهرهٔ عملی ، نرخ بهرهٔ تورمی .

نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده

نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده قدرت کسب درآمد پول با حذف اثرات تورم را به دست می دهد . این نرخ بهره یک نرخ انتزاعی است ، ونوعاً بایدمحاسبه شود ؛ زیرا معمولاً در معاملات اعتباری بازار مورد استفاده قرار نمی گیرد . نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده توسط بانکداران ، سهامداران ، و دیگرسرمایه گذاران به کارگرفته نمی شود ، وبنابراین معمولاً برای عموم شناخته شده نیست . اگر در اقتصادی تورم وجود نداشته باشد ، آن گاه ، نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده و نرخ بهرهٔ بازار یکسان خواهند بود .

نامهای دیگر : نرخ بهرهٔ واقعی و نرخ بهرهٔ دلار ثابت .

نرخ تورم (f)

نرخ تورم درصد افزایش سالانه در قیمت کالاها و خدمات است . تعیین این نرخ در بخش ۵-۲ مورد بحث قرار گرفت .

نامهای دیگر : نرخ افزایشهای متوالی ، نرخ افزایش در هزینهٔ زندگی .

هنگام استفاده از هر یک از سه نرخی که تعریف شد ، باید توجه داشته باشیم که مقادیر آنها بر مبنای برآوردهایی است که انتظارات آینده را منعکس می کنند .

1- Minimum Attractive Rate of Return

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارائهٔ جریانهای نقدی در شرایط دلار عملی یا ثابت . جریانهای نقدی را می توان برحسب دلار جاری یا دلار ثابت ارائه کرد .

دلار **عملی** ، دلار جاری دریافتی یا پرداختی در هر نقطه از زمان است . این مقدار توسط کل مبالغ جاری پرداختی یا دریافتی سنجیده می شود . جریانهای نقدی ارائه شده در فصلهای ۳ و ۴ برحسب دلارهای عملی هستند .

نامهای دیگر : دلار در جریان ، دلار جاری ، دلار آینده ، دلار مستورم و دلار تورمی .

یک جریان نقدی را می توان مستقیماً برحسب دلار عملی بیان کرد ، و یا آن را با دلار ثابت برآورد نموده ، و سپس به دلارهای عملی تبدیل کرد . به همین ترتیب ، اگر بخواهیم جریان نقدی را بر حسب دلار ثابت بیان کنیم ، می توانیم این دلار را مستقیماً برآورد کنیم ، و یا برآورد را بر حسب دلار عملی انجام داده و آن گاه به دلار ثابت تبدیل نماییم . این که کدام روش کارآمدتر است به ماهیت داده های مربوط به جریانهای نقدی آینده ، و این که تحلیل بایستی با دلار ثابت انجام شود یا با دلار عملی بستگی دارد .

معمولاً لازم می شود که دلار عملی در یک نقطهٔ زمانی خاص را به دلار ثابت (برمبنای قدرت خرید n سال قبل) ، در **همان** نقطهٔ زمانی تبدیل کنیم . برای تورم با یک نرخ درصد سالانهٔ f ، این تبدیل به صورت زیر بیان می شود :

$$\text{دلار ثابت} = \frac{1}{(1+f)^n}(\text{دلار عملی})$$

تبدیل دلار ثابت به دلار عملی برای **همان** مجموعه از نتایج ، با حل بیان یاد شده برای دلار عملی ، انجام می شود :

$$\text{دلار عملی} = (1+f)^n(\text{دلار ثابت}).$$

به عنوان مثالی از این محاسبات اساسی ، با استفاده از داده های گذشته ، تبدیل دلار

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

عملی سال۱۹۸۵ به دلارثابت همان سال را وقتی که سال مبنا ۱۹۶۷ باشد، بررسی کنید .
با استفاده از جداول (۵-۱) و شاخص CPI داریم :

$$\text{دلار ثابت}_{1985} = \frac{100}{322.2}(\$1) = \frac{1}{3.222}(\$1) = \$0.310.$$

مقدار دلار ثابت ۰٫۳۱۰ دلار را می توان از جدول ۵-۲ هم به دست آورد . این جدول مقادیر دلار ثابت تعدادی از سالها از جمله سال ۱۹۸۵ بر مبنای سال ۱۹۶۷ را به دست می دهد .

در این مثال ، رابطهٔ $(1+\bar{f})^{18} = 3.22$ قابل توجه است که $\bar{f}$ میانگین هندسی نرخ تورم در طول ۱۸ سال از ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۵ می باشد . در عمل نرخ تورم سالهای مختلف ، متفاوت است ، و حاصلضرب آنها طی ۱۸ سال عبارت است از :

$$(1+f_{1968})(1+f_{1969})(1+f_{1970})\cdots(1+f_{1985}) = (1+\bar{f})^{18}.$$

بسیاری از تحلیلها نیاز به بررسی عملکرد سرمایه گذاریهای گذشته دارند . دراین تحلیلها استفاده از نرخهای تورم برای برآورد جریانهای نقدی به دلار عملی یا ثابت ضروری است . این نوع تحلیلها را می توان با استفاده از شاخصهای موجود ، مانند CPI که در مثال قبل به کار رفت انجام داد . لیکن ، بیشتر تحلیلها به نتایج آیندهٔ سرمایه گذاریهای پیشنهاد شده مربوط می شوند ، و جریانهای نقدی دلار ثابت یا عملی باید بر مبنای برآوردهایی از نرخهای تورم آینده تخمین زده شوند . بنابراین ، انواع متداول تر مطالعات اقتصادی نمی توانند از شاخصهای گذشته استفاده کنند .

اگر به زمان سررسید یک ورق قرضهٔ ۵۰۰۰ دلار با نرخ ۸٪ ، پنج سال باقیمانده باشد ، نمودار جریان نقدی آن بر حسب دلار عملی مطابق جدول (۵-۳) است . جریان نقدی به دلار ثابت بر مبنای قدرت خرید پول در زمان حال ($t = 0$) در آخرین ستون این جدول نشان داده شده است . قدرت خرید ۵۴۰۰ دلار در پنج سال بعد برابر با ۳۹۷ ۳ دلار در زمان حال است . یعنی یک دلاری که ۵ سال بعد دریافت می شود ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تنها به اندازه ۰٫۶۹۲ دلار قدرت خرید دارد . در این مثال جریان نقدی به دلار عملی به طور قطعی معلوم است ؛ زیرا قرارداد ورق قرضه پرداختهای باقیمانده را بر حسب دلار عملی مشخص می کند .

جدول ۵-۳- تبدیل جریانهای نقدی دلار واقعی به جریانهای نقدی دلار ثابت

زمان	جریان نقدی (دلار واقعی)	ضریب تبدیل	جریان نقدی (دلار ثابت)
1	$ 400	$\frac{1}{(1.10)^1} = (0.9091)$ $P/F,10,1$	$ 364
2	400	$\frac{1}{(1.10)^2} = (0.8265)$ $P/F,10,2$	331
3	400	$\frac{1}{(1.10)^3} = (0.7513)$ $P/F,10,3$	301
4	400	$\frac{1}{(1.10)^4} = (0.6330)$ $P/F,10,4$	273
5	5,400	$\frac{1}{(1.10)^5} = (0.6290)$ $P/F,10,5$	3,397

برای مثالهای دیگر ، وقتی که سطح فعالیت در طول زمان ثابت باقی می ماند ، ممکن است برآورد هزینه ها بر حسب دلار ثابت آسانتر باشد . اگر از یک موتور به تعداد ساعات یکسانی در سال استفاده شود ، می توان انتظار داشت که مقدار سوخت یکسانی در هرسال مصرف شود . بنابراین هزینهٔ سوخت امسال ، با هزینهٔ سوخت سال آینده یکسان خواهد بود و همین طور برای بقیهٔ سالها . اگر لازم باشد که این هزینه های دلار ثابت را به دلار عملی تبدیل کنیم ، می توانیم از ضریب تبدیل $(f+1)^n$ که قبلاً ارائه شده است استفاده کنیم.

رابطهٔ بین i ، i' و f . از آن جا که محاسبهٔ همسنگی در هریک از فضاهای دلار عملی یا دلار ثابت مطلوب می باشد ، درك روابط بین این دامنه ها اهمیت دارد . شکل (۵-۴) یک جریان نقدی دریافت در نقطهٔ زمانی n سال بعد از سال مبنا (زمان حال)

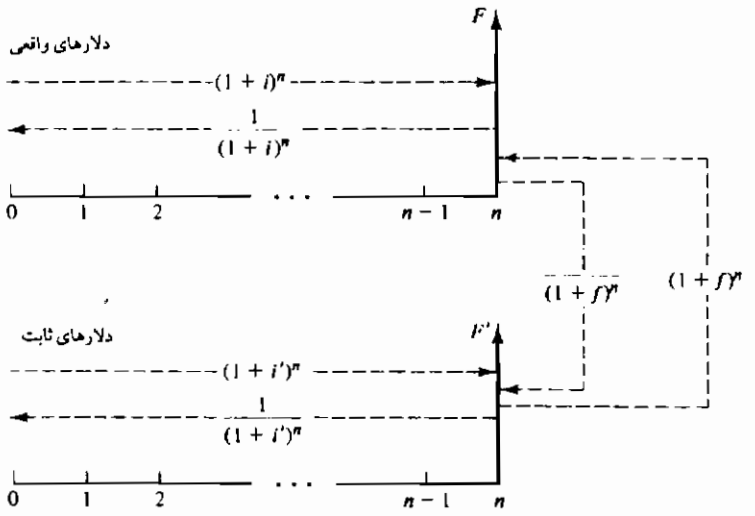
www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را نشان می دهد . این جریان دریافت در دامنهٔ دلار عملی با F و در دامنهٔ دلار ثابت با F' نشان داده شده است .

قبلاً نشان دادیم که اگر نرخ تورم مورد انتظار سالانه f باشد ، ضریب $1/(1+f)^n$ جریان نقدی F در زمان n و دامنهٔ دلار عملی را به یک جریان نقدی F' در همان زمان n و دلار ثابت تبدیل می کند . ضریب $(1+f)^n$ این فرآیند را معکوس می کند . **بنابراین برای تبدیل دلار ثابت از یک دامنه به دامنهٔ دیگر در همان نقطهٔ زمانی نرخ تورم f مورد نیاز است** . اگر سال مبنای انتخاب شده ، زمان حال نباشد (مثلاً دوسال قبل از زمان حال) ، ضریب تبدیل دلار عملی به دلار ثابت n سال بعد ، برابر با $1/(1+f)^{n+1}$ خواهد بود .

در دامنهٔ دلار عملی ، برای تبدیل دلارها به مقادیر همسنگشان در نقاط مختلف زمانی از نرخ بهرهٔ بازار (i) استفاده می شود . ضریب $1/(1+i)^n$ دلار واقعی در $t=n$ را به دلار عملی در $t=1$ تبدیل می کند . ضریب $(1+i)^n$ دلار عملی زمان گذشته را به همسنگ آنها دردوره های آینده تبدیل می کند .

بنابراین دردامنهٔ دلارعملی برای یافتن مقادیرهمسنگ ، ازنرخ بهرهٔ بازار i استفاده می شود .



شکل ۵-۴- رابطه های بین i ، i' و f

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

چنان که در شکل ۵-۴ نشان داده شده است ، نرخ تورم زدایی شده مبنای محاسبهٔ همسنگی در دامنهٔ دلار ثابت است . ضریب $1/(1+i')^n$ جریان نقدی دلار ثابت در $t = n$ را به همسنگ دلار ثابت آن در $t = 1$ تبدیل می کند . **بنابراین برای محاسبهٔ همسنگی در دامنهٔ دلار ثابت ، استفاده از نرخ آزاد از تورم i' ، مناسب خواهد بود** . دلیل این مطلب روشن است ؛ زیرا در دامنهٔ دلار ثابت اثرات تورمی از جریانهای نقدی حذف شده است . بنابراین ، در محاسبات مربوط به قدرت کسب درآمد پول باید از نرخ بهره ای که آزاد از اثرات تورمی باشد استفاده کرد .

برای به دست آوردن رابطهٔ بین i ، i' ، و f توجه کنید ، که اگر سال مبنای دلار ثابت ، زمان صفر باشد ، آن گاه با توجه به شکل (۵-۴) ، در زمان صفر دلارهای عملی و دلارهای ثابت دارای قدرت خرید یکسانی هستند ، یعنی ، با دلارهای عملی در سال مبنا همان مقدار کالا یا خدماتی را می توان خرید که با دلارهای ثابت .

این تبدیل یک به یک در هیچ نقطهٔ زمانی دیگری بین دلارهای عملی و ثابت وجود نخواهد داشت .

اگر بخواهیم تحلیل در دامنهٔ دلار عملی با تحلیل در دامنهٔ دلار ثابت با یکدیگر سازگار باشند ، باید مقدار همسنگ در زمان صفر برای هر دو دامنه ، یکسان باشد . با شروع از زمان $t = n$ با مبلغ F در دامنهٔ دلار عملی ، مقدار همسنگ آن در $t = 0$ را می توان به دو روش انجام داد . روش اول از دلارهای عملی استفاده کرده و آنها را به مقدار همسنگشان در $t = 1$ تبدیل می کند :

$$P = F\frac{1}{(1+i)^n}.$$

روش دوم دلارهای عملی را به دلارهای ثابت تبدیل و آن گاه مقدار همسنگ دلار ثابت در $t = 0$ را پیدا می کند :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$F' = F\frac{1}{(1+f)^n}$$

$$P = F'\frac{1}{(1+i')^n} = F\frac{1}{(1+f)^n}\frac{1}{(1+i')^n}.$$

از آن جا که مقادیر P باید در سال مبنا با هم مساوی باشند ، با مساوی قرار دادن نتایج دو روش محاسبهٔ همسنگی داریم :

$$F\frac{1}{(1+i)^n} = F\frac{1}{(1+f)^n}\frac{1}{(1+i')^n}$$

$$(1+i)^n = (1+f)^n(1+i')^n$$

$$1+i = (1+f)(1+i')$$

$$i = (1+f)(1+i') - 1.$$

با حل این رابطه برای i' داریم :

$$i' = \frac{1+i}{1+f} - 1.$$

به عنوان یک مثال ، فرض کنید نرخ تورم ۱۰٪ در سال و نرخ بهرهٔ بازار ۱۵٪ در سال باشد . i' را به صورت زیر محاسبه می کنیم .

$$i' = \frac{1.15}{1.10} - 1 = 4.55\%.$$

اگر یک دریافت تکی ۱۰۰ دلاری ۱۲ سال پس از زمان حال رخ دهد ، مقدار همسنگ این دریافت در $t = 0$ چقدر است ؟

$$P = \$100(\overset{P/F,15,12}{0.1869}) = \$18.69$$

یا

$$P = \$100(\overset{P/F,10,12}{0.3186})(\overset{P/F,4.55,12}{0.5866}) = \$18.69.$$

انتخاب بین این روشها معمولاً به عوامل زیر بستگی دارد :

ـ آیا نتیجه بایستی به دلار عملی بیان شود یا دلار ثابت ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ـ آیا برآوردهای جریانهای نقدی به دلارهای عملی هستند یا ثابت ؟
ـ کدام روش به محاسبات آسانتری می انجامد ؟

۵-۴ تحلیل تورم در سرمایه گذاری

از آن جا که امکان کار با هر یک از دلارهای عملی یا دلارهای ثابت وجود دارد ، یک مسأله را می توان با استفاده از روشهای مختلف حل کرد . گرچه انعطاف پذیریهایی در روش تحلیل وجود دارد ، لیکن باید از اصولی که در بخش ۵-۳ بیان شد پیروی کرد .

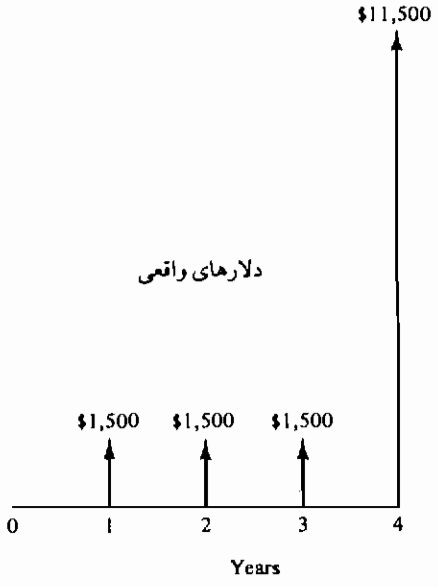
به طور خلاصه ، نرخ بهرهٔ قابل استفاده ، بستگی به دامنه ای دارد که محاسبات در آن انجام می شوند .

دامنهٔ جریان نقدی	نرخ بهرهٔ قابل کاربرد برای یافتن مقادیر همسنگ در نقاط مختلف زمانی
دلار عملی	نرخ بهرهٔ بازار ، i
دلار ثابت	نرخ بهرهٔ تورم زادیی شده ، i'
تبدیل بین دامنه ها	نرخ تورم (f)

تحلیل دلار عملی بر حسب دلار ثابت . مسائل همسنگی را می توان در هر یک از دامنه های دلار عملی یا دلار ثابت حل کرد .

فرض کنید جریان نقدی یک ورق قرضه که ۴ سال دیگر به سررسید آن باقیمانده است مطابق شکل (۵-۵) باشد . اگر نرخ بهرهٔ بازار ۱۱٪ و نرخ تورم آینده ۱۶٪ در سال باشد ، می خواهیم مقدار فعلی را که همسنگ با مجموعه دلار عملی شکل (۵-۵) است تعیین کنیم .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۵-۵- دریافتهای عملی باقیمانده از یك ورق قرضه ۱۰۰۰۰ دلاری ، ۱۵٪

این مثال را ابتدا در دامنهٔ دلار عملی و سپس در دامنهٔ دلار ثابت حل می کنیم ، تا سازگاری دو روش ثابت شود .

با استفاده از تحلیل دلار عملی با $i = ۱۱٪$ داریم :

$$P = \$1,500(\overset{P/A,11,4}{3.1024}) + \$10,000(\overset{P/F,11,4}{0.6587}) = \$11,241.$$

مجموعه همسنگ سالانه به دلارهای عملی به صورت زیر محاسبه می شود :

$$A = \$11,241(\overset{A/P,11,4}{0.3223}) = \$3,623 \quad \text{در سال}$$

برای استفاده از تحلیل دلار ثابت (سال مبنا $t = ۰$) ، باید جریانهای نقدی شکل (۵-۵) را با $i = ۱۶٪$ به دلار ثابت تبدیل کنیم :

$$F'_1 = \$1,500(\overset{P/F,16,1}{0.8621}) = \$1,293$$

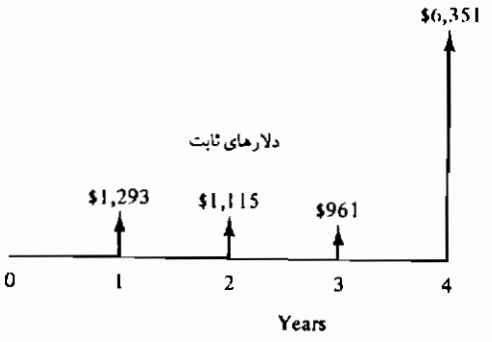
$$F'_2 = \$1,500(\overset{P/F,16,2}{0.7432}) = \$1,115$$

$$F'_3 = \$1,500(\overset{P/F,16,3}{0.6407}) = \$961$$

$$F'_4 = \$11,500(\overset{P/F,16,4}{0.5523}) = \$6,351.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جریان نقدی دلار ثابت حاصل در شکل (۵-۶) نشان داده شده است .



شکل ۵-۶- دریافتهای دلار ثابت باقیمانده از یك ورق قرضهٔ ۱۰۰۰۰ دلاری ۱۵٪

در تحلیل دلار ثابت باید از نرخ بهرهٔ آزاد از تورم i' که از رابطهٔ زیر به دست می آید استفاده کنیم :

$$i' = \frac{1.11}{1.16} - 1 = 0.95690 - 1.0 = 0.0431 \text{ یا } -4.31\%.$$

در این حال i' منفی است . زیرا نرخ تورم بیشتر از نرخ بهرهٔ بازار است . این حالت اگرچه نامعمول است ، اما امکان رخ دادن آن وجود دارد . مقادیر ضریب از شکل جبری ضرایب و با قرار دادن ۰/۰۴۳۱- برای نرخ بهره تعیین می شوند . مثالی از این جایگزینی عبارت است از :

$$\left(\overset{P/F,-4.31,4}{}\right) = [1 + (-0.0431)]^{-4} = 1.1927.$$

توجه کنید که ضریب P/F به ازای یک نرخ بهرهٔ منفی به مقداری بزرگتر از ۱ می انجامد . همسنگ فعلی عبارت است از :

$$P = \$1,293\left(\overset{P/F,-4.31,1}{1.0450}\right) + \$1,115\left(\overset{P/F,-4.31,2}{1.0921}\right) + \$961\left(\overset{P/F,-4.31,3}{1.1413}\right)$$
$$+ \$6,351\left(\overset{P/F,-4.31,4}{1.1927}\right) = \$11,241.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

این مقدار همسنگ فعلی با مقدار همسنگی که با استفاده از دلار عملی محاسبه شد ، یکسان است . بنابراین ، سازگاری بین دو روش ثابت می شود .

در این مثال تحلیل دلار ثابت وقت گیرتر از تحلیل دلار عملی است . لیکن چنان که در شکل (۵-۶) نشان داده شده است باتبدیل دلار عملی به دلار ثابت ، اطلاعات بیشتری به دست می آید . با نرخ تورم ۱۶٪ ، دریافت ۱۱۵۰۰ دلار در چهار سال بعد ، برای سرمایه گذار تنها به اندازهٔ ۶۳۵۱ دلار قدرت خرید امروز ارزش خواهد داشت .

مجموعه پرداختهای مساوی به دلار ثابت ، معادل با جریان نقدی شکل (۵-۶) عبارت است از :

$$A' = \$11{,}241\left(\overset{A/P,-4.31,4}{0.2237}\right) = \$2{,}515 \quad \text{در سال}$$

وقتی که مجموعه مساوی سالانه به دلار ثابت را با مجموعه دلارهای ثابت مربوط به آن مقایسه کنیم ، اثر تورم بر کل سرمایه گذاری آشکار است . زیرا از دست رفتن قدرت خرید سرمایه گذاری ، تنها به ۲۵۱۵ دلار در سال با قدرت خرید امروز می انجامد . این مقدار در دامنهٔ دلار عملی برابر با ۳۶۲۳ دلار در سال خواهد بود .

این مطلب که تحلیل بایستی برمبنای دلار عملی انجام شود یا دلار ثابت ، به شرایط مسأله بستگی دارد . مثال زیر استفاده از هر دو تحلیل دلار واقعی و دلار ثابت را برای درك بهتر انتخاب سرمایه گذاری مورد نظر نشان می دهد .

مثال

یک خانم ۳۰ ساله تصمیم به ذخیرهٔ وجوهی برای بازنشستگی خود در ۶۵ سالگی دارد . وی برآورد کرده است که بر مبنای قدرت خرید امروز پول ، با ۲۰۰۰۰ دلار در سال می تواند زندگی راحتی داشته باشد . نرخ تورم آینده ۸٪ در سال برآورد می شود و امکان پس انداز پول با نرخ ۱۲٪ با ترکیب سالانه برای او فراهم است . برای این که این خانم بتواند مبالغ مورد نظر خود را به مدت ۵ سال پس از بازنشستگی برداشت کند ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سالانه چه مبالغ مساوی تا زمان بازنشستگی خود باید پس انداز کند ؟

با استفاده از تحلیل دلار واقعی ، ابتدا مقادیر دلارهای واقعی که از سن ۶۶ سالگی تا ۷۰ سالگی برای تأمین زندگی راحت وی لازم است را پیدا می کنیم . این محاسبات در جدول (۵-۴) ارائه شده اند .

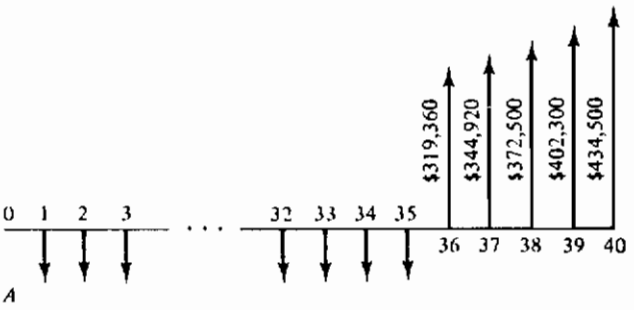
جدول ۵-۴- محاسبهٔ دلارهای عملی لازم برای تأمین زندگی مورد نظر

پایان سال	سن	دلارهای لازم در سال n برای تأمین ۲۰۰۰۰ دلار در سال به دلار جاری با نرخ تورم ۸٪ در سال
36	66	$\$20{,}000(15.968) = \$319{,}360$ $F/P,8,36$
37	67	$20{,}000(17.246) = 344{,}920$ $F/P,8,37$
38	68	$20{,}000(18.625) = 372{,}500$ $F/P,8,38$
39	69	$20{,}000(20.115) = 402{,}300$ $F/P,8,39$
40	70	$20{,}000(21.725) = 434{,}500$ $F/P,8,40$

اگر از قرارداد پایان سال استفاده شود ، مشاهده می شود که این خانم در سن ۷۰ سالگی به ۴۳۴۵۹۰ دلار نیاز دارد تا بتواند همان مقدار کالایی را که می توانست در سن ۳۰ سالگی با ۲۰۰۰۰ دلار بخرد ، تهیه کند . این تفاوت یک کاهش جدی در قدرت خرید نشان می دهد که در نرخهای تورم بالاتر جدی تر می شود .

جریان نقدی شکل (۵-۷) مقدار سالانهٔ A را که باید پس انداز شود (به دلارهای عملی) و مقادیر برداشت پس از بازنشستگی را ارائه می کند . از آن جا که پول دارای قدرت کسب درآمد است ، حال باید مقادیر سالانه ای را که باید پس انداز شود تا برداشتهای مورد نیاز را فراهم سازند ، محاسبه کنیم .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۵-۷- پس‌اندازها و برداشتها برحسب دلارهای عملی

برای یافتن مقدار A که باید در هر سال پس انداز شود ، بایستی جریان نقدی پس اندازها را که همسنگ با جریان نقدی برداشتهاست پیدا کنیم . از آن جا که دو جریان نقدی همسنگ را می توان در هر نقطهٔ زمانی مساوی با هم قرار داد ، برای آسانی پایان سال ۳۵ را انتخاب می کنیم ، چون تحلیل یک تحلیل دلار عملی است . از نرخ بهرهٔ بازار (۱۲٪) استفاده می کنیم :

$$A(431.664) = \$319{,}360(0.8929) + \$344{,}920(0.7972) + \$372{,}500(0.7118) + \$402{,}300(0.6355) + \$434{,}500(0.5674)$$

$$A = \$3{,}075 \quad \text{در سال}$$

مقدار ۳۰۷۵ دلار بیانگر دلارهای عملی است که باید در هر سال پس انداز شوند . گرچه تعداددلارهای پس اندازشده ثابت است ، لیکن در واقع هر پس انداز بعدی دارای قدرت خرید کمتری نسبت به پس انداز قبلی است . به دلیل وجود تورم با یک دلار در هردوره مقدار کالای کمتری نسبت به همان یک دلاردردورهٔ قبل می توان خرید .

برای کمی کردن قدرت خرید دلارهای عملی پس اندازشده ، می توانیم مقداردلار ثابت (سال مبنا ، زمان حال) رابرای هرپس اندازمحاسبه کنیم . برای مثال ارزش پس اندازی که در پایان سی و پنجمین سال انجام شده است بر حسب دلار ثابت عبارت است از :

$$F' = \$3{,}075(0.0676) = \$208.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

حال فرض کنید بخواهیم مقادیر مساوی سالانهٔ دلار ثابتی را که همسنگ با پس اندازهای مساوی سالانهٔ دلار عملی هستند محاسبه کنیم . این محاسبه به یک تحلیل دلار ثابت نیاز دارد ، اما برای رسیدن به نتیجهٔ درست ، روشهای مختلفی وجوددارند .

یک روش عبارت است از این که هر یک از پس اندازهای دلار عملی را سال به سال به معادل دلار ثابت آنها تبدیل کنیم ، سپس با استفاده از نرخ آزاد از تورم ، مجموعه مساوی سالانهٔ همسنگ با این ۳۵ پرداخت دلار ثابت را در طول ۳۵ سال به دست آوریم . متأسفانه ، از آن جا که هر یک از این پرداختهای دلار ثابت دارای مقدار متفاوتی هستند ، این روش بسیار طولانی است .

روش دیگر عبارت است از محاسبهٔ همسنگ فعلی دنبالهٔ دلار عملی با استفاده از نرخ بهرهٔ بازار :

$$P = \$3{,}075(\overset{P/A,12,35}{0.0189}) = \$25{,}140.$$

از آن جا که ۲۵۱۴۰ دلار ، در سال مبنا رخ می دهد ، می توان آن را یک مقدار دلار عملی یا یک مقدار دلار ثابت در نظر گرفت . استفاده از تحلیل دلار ثابت به نرخ تورم زدایی شده نیاز دارد ، که برای این مثال برابر است با :

$$i' = \frac{1.12}{1.08} - 1 = 0.037 \text{ یا } 3.7\%.$$

دنبالهٔ دلار ثابت مساوی سالانه در طول ۳۵ سال که همسنگ با ۲۵۱۴۰ دلار زمان حال می باشد ، عبارت است از :

$$A' = \$25{,}140(\overset{A/P,3.7,35}{0.0514}) = \$1{,}292 \quad \text{در سال}$$

همین نتیجه را می شود با انتخاب هر نقطهٔ زمانی برای تبدیل دلارهای عملی به دلارهای ثابت به دست آورد . زیرا بدون توجه به نقطهٔ زمانی انتخاب شده برای تبدیل ، می توان هر مجموعه جریان نقدی در یک دامنه را به جریان نقدی همسنگ با آن در دامنهٔ دیگر تبدیل کرد . با یافتن یک پرداخت یگانهٔ همسنگ با مجموعه یک دامنه ، و تبدیل آن

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به یک پرداخت یگانه در دامنهٔ دیگر و آن گاه تبدیل آن به مجموعه مطلوب ، جریانهای نقدی در هر دو دامنه که با یکدیگر همسنگ هستند به دست می آیند . مثال زیر این نوع محاسبه را نشان می دهد .

تبدیل در $t = 35$

$$A' = \$3{,}075(431.664)(0.0676)(0.01436)$$
$$= \$1{,}292 \quad \text{دلار در سال}$$

استفاده از تحلیل دلار ثابت نشان می دهد که انجام پس اندازهای ۳۰۷۵ دلار عملی به مدت ۳۵ سال تنها معادل با چشم پوشی از ۱۲۹۲ دلار در سال با قدرت خرید امروز طی ۳۵ سال آینده است . این روش ارزیابی واقعی تری از ارزش صرف کردن بخشی از درآمد دوران قبل از بازنشستگی ، برای بهره مند شدن در سالهای بعد از آن را برای این خانم ارائه می کند .

اگرچه بسیاری از مؤسسات عمومی و شرکتها از تحلیل دلار ثابت به عنوان روش مقدماتی خود استفاده می کنند ، لیکن در مطالعات اقتصاد مهندسی تحلیل دلار عملی معمولتر است .

برتری روش دلار عملی به خاطر سرراست بودن و درنتیجه درك آسانتر آن است . همچنین در این روش از نرخ بهره ای که معمولاً در بازار موجود است استفاده می شود و بنابراین تعیین آن آسانتر می باشد . برخلاف آن ، نرخ تورم زدایی شده یک نرخ انتزاعی است و چون مستقیماً از منابع اعتباری قابل تعیین نیست ، معمولاً باید محاسبه شود .

در جریانهای نقدی دلار ثابت ، القای مفهوم (قدرت خرید دلار بر حسب یک دورهٔ زمانی گذشته) معمولاً دشوار است . اما در جریانهای نقدی دلار عملی ، دریافتها و پرداختها با دلارهای جاری مورد تبادل در معاملات هستند . این دلارهای عملی معمولاً معنی دارتر هستند . زیرا که مردم مقادیر آنها را تجربه کرده اند ، در حالی که هیچ کس دریافت و پرداختی با دلار ثابت انجام نمی دهد .

بنا به دلایلی که گفته شد ، اگر جریانهای نقدی برحسب دلار عملی بیان شوند ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

معمولاً ارائهٔ نتایج یا بررسی یک تحلیل ، آسانتر خواهد بود . در این کتاب ، به جز در موارد مشخص شده ، همهٔ جریانهای نقدی با دلار عملی فرض می شوند ، و نرخهای بهره برحسب نرخ بازار خواهند بود .

کاربردهای مجموعهٔ شیب هندسی . ضریب شیب هندسی را در فصل ۳ به دست آوردیم . این ضریب هنگامی به کار می رود که یک مقدار دلار (F_1) از $t = 1$ شروع شده و با یک نرخ ثابت افزایش یابد . در برخی موارد ، ممکن است این افزایش ناشی از اثرات تورم باشد . مسائلی که در آنها هزینه ها با نرخ تورم افزایش می یابند ، غالباً با استفاده از ضریب شیب هندسی حل می شوند .

به عنوان مثال بنگاهی را در نظر بگیرید که هزینهٔ سوخت امسال آن ۲۰۰۰۰ دلار باشد . این بنگاه انتظار دارد هزینهٔ سوختش با نرخ ۹٪ در سال افزایش یابد . ۷٪ افزایش به خاطر تورم و ۱٫۸۶۹٪ ، [(۱٫۰۹) = (۱٫۰۷) (۱٫۰۱۸۶۹)] به خاطر افزایش در مقدار سوخت مصرفی است . اگر نرخ بهرهٔ موجود برای سرمایه گذاری ۱۲٪ باشد ، پرداخت تکی فعلی همسنگ با هزینه های سوخت ۸ سال آینده چقدر خواهد بود ؟

این هزینهٔ همسنگ را می توان با استفاده از شیب هندسی پیدا کرد . هزینهٔ سال اول شیب ۲۰۰۰۰ دلار است و هر سال با نرخ ۹٪ افزایش می یابد . بنابراین ،

$$g' = (1.12)/(1.09) - 1 = 0.0275$$

و

$$P = \frac{\$20{,}000(\overset{P/A,2.75,8}{7.0943})}{1.09} = \$130{,}170.$$

فرض کنید می خواهیم یک مقدار تکی در $t = 8$ همسنگ با ۸ سال هزینهٔ سوخت را پیدا کنیم ، این مقدار به دلار عملی عبارت است از :

$$F = \$130{,}170(\overset{F/P,12,8}{2.476}) = \$322{,}300.$$

اگر به مقدار همسنگ برحسب دلار ثابت (مبنا $t = 0$) نیاز داشته باشیم ، باید مقدار اخیر

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را با استفاده از نرخ تورم ٪۷ ، از دلارهای عملی در $t = ۸$ به دلار ثابت در $t = ۸$ تبدیل کنیم :

$$F' = \$322,300(0.5820)^{P/F,7,8} = \$187,579.$$

امکان استفاده از شیب هندسی برای جریانهای نقدی دلار ثابت هم وجود دارد .

مثال

فرض کنید یک مجموعه شیب هندسی دلار **ثابت** با نرخ ٪۵ در سال به مدت ۱۵ سال افزایش می یابد . اگر در این مدت $i = ٪۱۴$ و $f = ٪۶$ در سال ، و F_1 (به دلار ثابت) برابر با ۳۰۰۰ دلار باشد ، همسنگ فعلی این مجموعه چقدر است ؟

به یاد آورید که فرمولهای ارائه شده در فصل ۳ بر مبنای i ، نرخ بهره ای که پول در طول زمان تغییر می کند ، و g ، نرخ رشد مجموعه هستند .

$$g' = \frac{(1+i)}{(1+g)} - 1$$

در این مسأله ، مجموعه هندسی به دلار ثابت است . بنابراین باید در محاسبهٔ g' ، به جای i ، از نرخ آزاد از تورم i' استفاده کرد .

$$i' = \frac{(1+i)}{(1+f)} - 1 = \frac{(1.14)}{(1.06)} - 1 = 0.0755.$$

بنابراین

$$g' = \frac{(1.0755)}{(1.05)} - 1 = 0.0243$$

و

$$P = \frac{\$3,000(12.4492)^{P/A,2.43,15}}{1.05} = \$35,569.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخهای تورم مختلف برای مؤلفه های جریان نقدی . هنگام در نظر گرفتن تورم در مطالعات اقتصاد مهندسی دیده می شود که عناصر مختلف سهیم در کل جریان نقدی دارای نرخهای تورم متفاوتی هستند . ممکن است هزینهٔ مواد خاصی دارای نرخ تغییر قیمت یکسانی باشند ، در حالی که هزینهٔ مواد دیگر با نرخهای متفاوتی تغییر کند . افزون بر این ، هزینه های نیروی انسانی و بالاسری احتمالاً با نرخهای بیشتری افزایشی می یابند .

برای کسب اطمینان از درست به حساب آمدن این نرخهای متفاوت ، در تحلیل خود مؤلفه های جریانهای نقدی را به دلارهای عملی تعیین ، و آن گاه برای یافتن کل جریان نقدی دلار عملی آنها را با یکدیگر ترکیب کنید . ترکیب جریانهای نقدی دلار ثابت برای هر مؤلفه نتیجهٔ درستی به دست نخواهد داد . اگرچه روشی برای انجام تحلیل با دلار ثابت وجود دارد ، معمولاً انجام محاسبات درست دشوار است . بنابراین در این جا از تشریح آن صرف نظر می کنیم . به عنوان مثال شرکتی تهیهٔ دستگاهی را برای تولید یک فرآورده در دست بررسی دارد . این فرآورده به مواد اولیه X و Y نیاز دارد ، و برای تولید هر واحد آن باید ترکیبی از نیروی انسانی مستقیم به کار گرفته شود . انتظار می رود فرآیند تولید به مدت چهار سال ادامه یابد ، و در آن زمان دستگاه فروخته خواهد شد . جدول (۵-۵) جریان نقدی دلار ثابت را برای هر مؤلفهٔ جریان نقدی کل ارائه می کند .

جدول ۵-۵- جریانهای نقدی دلار ثابت مؤلفه‌ها

پایان سال	جریانهای نقدی سالانه (دلار ثابت)				
	هزینه های سرمایه	درآمدهای فروش	هزینه های نیروی انسانی	هزینه های مواد اولیهٔ X	هزینه های مواد اولیهٔ Y
0	-$100,000				
1		$40,000	-$3,000	-$1,000	-$2,000
2		40,000	- 3,000	- 1,000	- 2,000
3		40,000	- 3,000	- 1,000	- 2,000
4	20,000	40,000	- 3,000	- 1,000	- 2,000

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

انتظار می رود که ارزش اسقاطی دستگاه ۳٪ در سال تورم داشته باشد ، در حالی که تورم مورد انتظار درآمدهای فروش ۵٪ درسال هستند . همچنین افزایش دستمزدها ۸٪ در سال ، و افزایش هزینهٔ مواد اولیهٔ X ، ۶٪ در سال برآورد می شود . مواد اولیهٔ Y بر اساس یک قرارداد درازمدت تأمین می شوند و در نتیجه هزینهٔ آنها در طول چهار سال آینده ثابت باقی می ماند . جریانهای نقدی دلار عملی برای هر یک از این مؤلفه ها در جدول (۵-۶) ، به همراه جریان نقدی دلار عملی کل پروژه ارائه شده اند .

جدول ۵-۶- جریانهای نقدی دلار عملی مؤلفه‌ها

پایان سال	جریان نقدی کل	هزینه های مواد اولیهٔ Y (٪۱۰)	هزینه های مواد اولیهٔ X (٪۶)	هزینه های نیروی انسانی (٪۸)	درآمدهای فروش (٪۵)	هزینهٔ سرمایه (٪۳)
0	$100,000					-$100,000
1		$42,000	$3,240	$1,060	$2,000	35,520
2		44,100	3,499	1,124	2,000	37,477
3		46,305	3,779	1,191	2,000	39,335
4	22,510	48,620	4,081	1,262	2,000	63,785

با نرخ بازار ۲۰٪ ، مقدار همسنگ فعلی (در زمان حال) این پروژه عبارت است از :

$$P = -\$100,000 + \$35,520(P/F,20,1)(0.8333) + \$37,477(P/F,20,2)(0.6945) + \$39,335(P/F,20,3)(0.5787) + \$63,787(P/F,20,4)(0.4823) = \$9,154.$$

در یک مبنای دلار عملی ، دریافتهای همسنگ ، از پرداختهای همسنگ تجاوز می کند . بنابراین ، به نظر می رسد که در صورت درست بودن برآوردها ، پروژه از نظر اقتصادی قابل قبول خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخهای تورم مختلف برای هر دورهٔ زمانی . تحلیل سرمایه گذاریهای گذشته معمولاً نیاز به در نظر گرفتن نرخهای تورم مختلف برای هر سال دارد .

به عنوان مثال فرض کنید دریافتها و پرداختهای یک سرمایه گذاری گذشته مطابق جدول (۵-۷) باشد . می خواهیم نرخ بهرهٔ به دست آمده از سرمایه گذاری را برحسب قدرت خرید پایان سال ۱۹۷۵ محاسبه کنیم .

جدول ۵-۷- سرمایه گذاری گذشته با نرخهای تورم چندگانه

پایان سال	جریان نقدی (دلارهای واقعی)	نرخ تورم هر سال	جریان نقدی (دلارهای ثابت)
1975	-$1,000		-$1,000
1976	411	5.8%	388
1977	411	6.5%	365
1978	411	7.7%	339
1979	411	11.3%	305
1980	411	13.5%	268

جریانهای نقدی دلار ثابت جدول (۵-۷) ، با استفاده از نرخهای تورمی که برای هرسال در جدول (۵-۱) دیدیم ، تهیه شده اند . یعنی جریان نقدی دلار عملی هرسال، با این نرخها به دلارهای ثابت تبدیل شده اند . برای مثال ، تبدیل جریان نقدی دلار عملی سال ۱۹۷۸ به مقدار دلار ثابت در همان سال به صورت زیر انجام می شود :

$$F'_{1978} = \$411(\overset{P/F,5.8,1}{0.9452})(\overset{P/F,6.5,1}{0.9390})(\overset{P/F,7.7,1}{0.9295}) = \$339.$$

برای یافتن نرخ بهرهٔ به دست آمده بر مبنای نرخ آزاد از تورم ، در رابطهٔ زیر ، i' را به دست می آوریم :

$$\$1,000 = \$388(\overset{P/F,i',1}{\quad}) + \$365(\overset{P/F,i',2}{\quad}) + \$339(\overset{P/F,i',3}{\quad})$$
$$+ \$305(\overset{P/F,i',4}{\quad}) + \$268(\overset{P/F,i',5}{\quad}).$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با استفاده از روش آزمون و خطا ، مقدار i برابر با ۲۱٪ به دست می آید . این نرخ را می توان با نرخ بهرهٔ بازار i ، که دریافتهای همسنگ را با پرداختهای همسنگ مربوط به جریان نقدی دلار عملی برابر می سازد ، مقایسه کرد . نرخ بهره بازار به صورت زیر پیدا می شود :

$$\$1{,}000 = \$411(^{P/A,i,5}_{\quad i \quad 30\%})$$

با نرخهای تورم مختلف که در جدول (۵-۷) نشان داده شده است ، برگشت این سرمایه گذاری برحسب قدرت خرید سال ۱۹۷۵ ، تقریباً دوسوم برگشتی است که از دلارهای عملی حاصل می شود . اثرات تورمی معمولاً موجب بالاتر برآورد کردن درآمدها می شود ، و تشخیص درست این گونه برآوردهای اضافی دارای اهمیت است . در مطالعات اقتصاد مهندسی معمولترین روش برآورد نرخ تورم برای سالهای آینده ، استفاده از یک میانگین نرخ تورم[1] در طول دورهٔ زمانی مورد نظر است . با این کار اثر کلی تورم بدون روبرو شدن با مشکلات برآورد نرخهای تورم برای هر سال جداگانه منظور می شود . در غیر این صورت بایستی به جای یک میانگین نرخ تورم $\bar{f}$ ، نرخ تورم برای هر سال (f_t) مشخص شود ؛ آن گاه برای تبدیل دلار ثابت به دلار عملی در $t = n$ ، محاسبات به صورت زیر انجام می شود :

$$\text{دلار عملی} = [(1 + f_1)(1 + f_2) \cdots (1 + f_{n-1})(1 + f_n)]\,(\text{دلار ثابت})$$

تأثیر به کار گرفتن یک میانگین نرخ تورم به جای نرخهای سالانهٔ جداگانه با مثال جدول (۵-۷) آشکار می شود . میانگین نرخ تورم سالانه از رابطهٔ زیر به دست می آید :

$$(1 + \bar{f})^5 = (1.058)(1.065)(1.077)(1.113)(1.135)$$
$$\bar{f} = 8.92\%.$$

جریانهای نقدی دلار ثابت بر مبنای میانگین نرخ تورم ، و نرخهای تورم جداگانه در جدول (۵-۸) ارائه شده اند . درصدهای تفاوت ، تقریب ناشی از جایگزینی

1- Average Inflation Rate

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک میانگین نرخ تورم را با نرخهای جداگانه نشان می دهند . در این مثال خاص ، استفاده از میانگین نرخ تورم در مقایسه با استفاده از نرخهای جداگانه ، به برآورد پایین تری (درصد منفی) از مقادیر جریان نقدی دلار ثابت می انجامد . بنابراین ، عدم دقت ممکن در استفاده از میانگین نرخ تورم ، آشکار است . متأسفانه ، در بیشتر تحلیلهای جریانهای نقدی آینده ، مشکل برآورد دقیق نرخهای تورم جداگانهٔ سالها ، بسیار بیشتر از افزایش دقتی است که از آن نتیجه می شود . به این دلیل ، نرخهای تورم مشخص شده برای هر سال ، معمولاً به تحلیل بر مبنای جریانهای نقدی که در گذشته رخ داده اند ، محدود می شوند .

جدول ۵-۸- جریانهای نقدی دلار ثابت برای نرخهای تورم میانگین ، و جداگانه

سال	جریانهای نقدی دلار ثابت		درصد تفاوت
	نرخهای تورم جداگانه	میانگین نرخ تورم	
0	-$1,000	-$1,000	
1	388	377	-3.1%
2	365	347	-4.9%
3	339	318	-6.2%
4	305	292	-4.3%
5	268	268	0.0%

رکود[1] . وقتی با پول در جریان بتوان کالاها یا خدمات بیشتری نسبت به قبل خریداری کرد ، اقتصاد با رکود روبروست . در این شرایط ارزش پول در حال افزایش و قیمتها در حال کاهش هستند . کاهش قیمتها را می توان به صورت نرخ تورم منفی بیان کرد . با استفاده از داده های جدول (۵-۲) مشاهده می کنیم که در سال ۱۹۴۹ قدرت خرید دلار عملاً افزایش یافته ، به طوری که نرخ تورم آن سال عبارت است از :

$$1 + \text{نرخ تورم} \quad (1949) = \frac{1.387}{1.410} = 0.99$$

$$\text{نرخ تورم} \quad (1949) = 0.99 - 1 = -0.01 \text{ یا } -1\%$$

$$\text{نرخ رکورد} \quad (1949) = 1\%.$$

1- Deflation

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در تبدیل دلار عملی به دلار ثابت ، همان رابطه ای که برای تورم به کار می رفت برای رکود هم قابل استفاده است ، با این تفاوت که در حالت رکود نرخ افزایش قیمتها منفی است . اگر میانگین نرخ رکود در طی دو سال برابر با ۴٪ باشد ، مقدار دلار ثابت (برمبنای دو سال قبل) معادل با ۱۰۰ دلار عملی به صورت زیر بیان می شود :

$$\$100(\text{دلار عملی}) \frac{1}{(1-0.04)^2} = \$108.51\ (\text{دلار ثابت}).$$

بنابراین ، قدرت خرید ۱۰۰ دلار نسبت به آنچه دو سال قبل می توانست بخرد ، افزایش یافته است . محاسباتی شبیه به آنچه برای تورم انجام شد را می توان به آسانی با قرار دادن یک نرخ منفی در رابطه ، برای شرایط رکود هم انجام داد .

مبادلهٔ پول در جریان [1] ***(ارز)*** . عامل دیگری که می تواند قدرت خرید پول در جریان را افزایش یا کاهش دهد ، در تبدیل پول (ارز) یک کشور با کشور دیگر است . هر روز نرخ مبادلهٔ ارز در بازارهای جهانی ارز در نوسان است . این نوسانات منعکس کنندهٔ بسیاری از شرایط اقتصادی است و در مواردی می تواند کاملاً مؤثر باشد . در تاریخ اخیر تغییر ارزشهایی بیش از ۵۰٪ در یک روز دیده می شوند . وقتی که بنگاههای بین المللی در تجارت با چند کشور هستند ، تغییرات نرخ مبادله می تواند به طور قابل ملاحظه ای بر سودآوری نهایی یک سرمایه گذاری برحسب ارز مبنای بنگاه تأثیر بگذارد .

جدول (۵-۹) یک فهرست فرضی از نرخهای تبادل گذشته بین دو کشور را برحسب دلار و کرون [2] ارائه می کند . نرخ تبادل ، مقدار پول در جریان یک کشور را که می توان با یک واحد پول کشور دیگر خرید به دست می دهد . (برای مثال ، در سال ۱۹۸۳ ، با یک دلار می شد ۵ کرون خرید ، و بالعکس با ۱ کرون امکان خرید ۰٫۲۰ دلار وجود داشت) .

1- Currency Exchange 2- Kron

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۵-۹- نرخهای مبادلهٔ فرضی

تاریخ	دلار	کرون
1980	4.0	0.250
1981	4.5	0.222
1982	6.0	0.167
1983	5.0	0.200
1984	6.3	0.159
1985	6.1	0.164
1986	14.0	0.071
1987	13.9	0.072

فرض کنید یک بنگاه بین المللی یک پروژهٔ سرمایه گذاری در کشوری که پول رسمی آن کرون است را تکمیل کرده باشد . جریان نقدی پروژه برحسب کرون در جدول (۵-۱۰) داده شده است . این جدول همچنین معادل دلار عملی جریان نقدی را بر مبنای نرخهای مبادلهٔ جدول (۵-۱۰) ارائه می کند ؛ یعنی مقدار دلاری که در صورت تبدیل دریافتها از کرون به دلار در زمان انجام پرداختها بایستی دریافت شود را به دست می دهد . آخرین ستون جدول (۵-۱۰) دریافتهای همسنگ سرمایه گذاری اصلی را برحسب قدرت خرید دلار در پایان سال ۱۹۸۰ ارائه می کند .

جدول ۵-۱۰- جریان نقدی به کرون ، دلارهای عملی ، و دلارهای ثابت

تاریخ	کرون (عملی)	دلار (عملی)	دلار (ثابت بر مبنای ۱۹۸۰)
1980	-$80,000	-$20,000	-$20,000
1981	20,000	4,440	4,023
1982	20,000	3,340	2,851
1983	20,000	4,000	3,308
1984	20,000	3,180	2,552
1985	20,000	3,280	2,512
1986	20,000	1,420	1,067
1987	20,000	1,440	1,036

برای نشان دادن چگونگی تبدیل از کرونهای عملی به دلارهای عملی و آن گاه به دلارهای ثابت ، از سال ۱۹۸۶ به عنوان مثال استفاده می کنیم . ابتدا ، کرونهای عملی را با استفاده از نرخ مبادلهٔ جدول ۵-۹ ، به دلارهای عملی تبدیل می کنیم . این

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تبدیل برای سال ۱۹۸۶ به صورت زیر انجام می شود :

$1,420 = (20,000 کرون)(0.071 دلار / کرون).

برای محاسبهٔ دلار ثابت همسنگ با ۱۴۲۰ دلار در سال ۱۹۸۶ وقتی که سال ۱۹۸۰ به عنوان مبنا انتخاب شود، به داده های جدول (۵-۱) نیازداریم. نتیجه ازرابطهٔ زیربه دست می آید :

$$\$1,067 = \$1,420\left(\frac{246.8}{328.3}\right)$$

با محاسبهٔ نرخ بهره ای که دریافتهای همسنگ را با پرداختهای همسنگ برابر می سازد ، نرخ بهره ای که سالانه از سرمایه گذاری عاید می شود به دست خواهد آمد . نرخ بهرهٔ i حاصل از این سرمایه گذاری برحسب کرون ، نرخی است که در رابطهٔ زیر صدق کند :

$$80,000 \text{ کرون} = (20,000 \text{ کرون})(P/A,i,7)$$

$i = 16.3\%$ (برمبنای جریان نقدی برحسب کرون)

پس از تبدیل کرون به دلار عملی ، بهرهٔ حاصل را با استفاده از رابطهٔ زیر پیدا می کنیم :

$$\$20,000 = \$4,440(P/F,i,1) + \$3,340(P/F,i,2) + \$4,000(P/F,i,3) + \$3,180(P/F,i,4) + \$3,280(P/F,i,5) + \$1,420(P/F,i,6) + \$1,440(P/F,i,7)$$

$i = 1.6\%$ (برمبنای جریان نقدی برحسب دلار عملی)

از آن جا که در طول عمر سرمایه گذاری قدرت خرید کردن در مقایسه با دلار کاهش بیشتری داشته است، تبدیل کرون به دلار ، برگشت حاصل را کاهش داده است . محاسبهٔ نرخ بهرهٔ حاصل از سرمایه گذاری برای حالتی که اثرات تورم بر دلار را حذف کنیم ، مستلزم استفاده از جریان نقدی جدول (۵-۱۰) است . نرخ بهرهٔ حاصل برحسب قدرت خرید سال ۱۹۸۰ با یافتن نرخ بهره ای که پرداختهای همسنگ را با دریافتهای همسنگ برابر می سازد به دست می آید . این کار به رابطهٔ زیر می انجامد :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$\$20{,}000 = \$4{,}023(^{P/F,i,1}) + \$2{,}851(^{P/F,i,2}) + \$3{,}308(^{P/F,i,3}) + \$2{,}552(^{P/F,i,4}) + \$2{,}512(^{P/F,i,5}) + \$1{,}067(^{P/F,i,6}) + \$1{,}036(^{P/F,i,7})$$

$i = -4.2\%$ (برمبنای جریان نقدی دلار ثابت)

در این مثال با شرایطی روبرو هستیم که یک سرمایه گذاری در یک کشور و برحسب پول جاری آن کشور (کرون) سودآور به نظر می رسد ؛ لیکن اگر جریانهای نقدی سرمایه گذاری را با نرخهای تبدیل متداول ، به پول کشور دیگر (دلار) تبدیل کنیم ، کاهش قدرت خرید ناشی از تضعیف نسبی کرون آشکار می شود ؛ و در نتیجه نرخ بازدهی از ۱۶٪ به کمتر از ۲٪ کاهش می یابد . هنگامی کاهش قدرت خرید دلار ناشی از تورم هم در نظر گرفته شود بازده سرمایه گذاری عملاً منفی خواهد بود . به عبارت دیگر ، قدرت خرید مبالغی که در پروژه سرمایه گذاری شده است ، بیشتر از مقداری است که از پروژه عاید می شود .

این مثال نشان می دهد که جریان وجوه مربوط به یک سرمایه گذاری با تغییراتی در قدرت خرید ناشی از دو عامل روبروست . اولاً ، هنگام تبدیل بین پولهای در جریان کشورهای مختلف ، نرخ تبدیل یک زیان یا سود را در قدرت خرید تعیین می کنند . ثانیاً به علت تغییرات در قیمتها برحسب پول در جریان یک کشور ، قدرت خرید تغییر می کند . از آن جا که هدف ، انجام سرمایه گذاریهایی است که سرانجام به افزایش قدرت خرید بینجامند ، باید در مطالعات اقتصاد مهندسی عواملی را که بر قدرت خرید واقعی تأثیر می گذارند به حساب آورد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ - با استفاده ازشاخص قیمت مصرف کننده نرخ تورم سالانه را برای سالهای زیر محاسبه کنید:

الف ـ ۱۹۶۶ جواب ۲٫۸۶٪

ب ـ ۱۹۷۱

پ ـ ۱۹۷۷

ت ـ ۱۹۸۳

ث ـ ۱۹۸۶

۲- میانگین نرخ تورم سالانه بر مبنای CPI (شاخص قیمت مصرف کننده) را در فاصلهٔ سالهای زیر محاسبه کنید .

الف ـ پایان ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۴ . (جواب ۶٫۹۰٪)

ب ـ پایان ۱۹۷۴ تا ۱۹۸۳

پ ـ پایان ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۵

ت ـ پایان ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۸

ث ـ پایان ۱۹۶۵ تا ۱۹۸۴

۳- با وجود روند گذشتهٔ نرخ تورم بر مبنای CPI و درك خویشتن از شرایط اقتصادی محیط اطراف خود در حال حاضر ، نرخ تورم را برای سال آینده برآورد کنید .

۴- بااستفاده ازداده های جدول (۵-۲)، که قدرت خریددلار درسالهای مختلف را نشان می دهدنرخ تورم مبتنی برقیمتهای مصرف کننده را برای سالهای زیرمحاسبه کنید .

الف ـ ۱۹۷۳ . (جواب ۶٫۲۵٪)

ب ـ ۱۹۸۰

پ ـ ۱۹۵۶

ت ـ ۱۹۴۹

ث ـ ۱۹۸۴

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵- با استفاده از داده های جدول (۵-۲) ، که قدرت خرید دلار برحسب قیمتهای مصرف کننده را نشان می دهد ، میانگین نرخ تورم سالانه برای دوره های زمانی زیر را به دست آورید .

الف ـ پایان ۱۹۴۰ تا ۱۹۸۰ . (جواب ۴٫۵۳٪)

ب ـ پایان ۱۹۶۳ تا ۱۹۸۶

پ ـ پایان ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۹

ت ـ پایان ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۷

ث ـ پایان ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۰

۶- با استفاده از داده های قیمت تولیدکننده در جدول (۵-۲) ، میانگین نرخ تورم سالانه را برای دوره های زمانی زیر پیدا کنید :

الف ـ پایان ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸

ب ـ پایان ۱۹۵۱ تا ۱۹۶۷

پ ـ پایان ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۰

ت ـ پایان ۱۹۶۷ تا ۱۹۸۴

ث ـ پایان ۱۹۴۰ تا ۱۹۵۷ . (جواب ۴٫۸۸٪)

۷- با استفاده ازشاخصهای قیمت مصرف کننده (CPI) در جدول (۵-۱) ، ارزش دلار ثابت (به دلارسال۱۹۶۷) ، دلارهای عملی دریافتی درزمانهای زیررا به دست آورید .

الف ـ ۲۰۰۰ دلار در پایان سال ۱۹۸۶

ب ـ ۵۰۰ دلار در پایان سال ۱۹۶۸

پ ـ ۴۰۰۰ دلار در پایان سال ۱۹۷۸

ت ـ ۲۰۰۰۰ دلار در پایان سال ۱۹۸۳

ث ـ ۱۳۰۰۰ دلار در پایان سال ۱۹۸۱

۸- شخصی خواهان دریافت مبلغی به دلارهای عملی n سال بعد است که قدرت خرید آنها در زمان n برابر با ۱۰۰۰۰ دلار در حال حاضر است . نرخ تورم سالانهٔ ، f

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می باشد . مقدار این دلارهای عملی را پیدا کنید .

الف ـ $n = ۱۵$ ، $f = ٪۸$

ب ـ $n = ۵۰$ ، $f = ٪۶$

پ ـ $n = ۲۲$ ، $f = ٪۱۲$

ت ـ $n = ۲۰$ ، $f = ٪۹$

ث ـ $n = ۳۱$ ، $f = ٪۴$ (جواب : ۳۳۷۳۰ دلار)

۹- معادل دلار ثابت یک پرداخت ۳۰۰۰ دلار در n سال بعد را با نرخ تورم سالانهٔ f به دست آورید . سال مبنای دلار ثابت را زمان حال در نظر بگیرید :

الف ـ $n = ۲۲$ ، $f = ٪۴$ (جواب : ۱۲۶۶ دلار)

ب ـ $n = ۱۰$ ، $f = ٪۱۶$

پ ـ $n = ۱۵$ ، $f = ٪۸$

ت ـ $n = ۳۹$ ، $f = ٪۸$

ث ـ $n = ۳۷$ ، $f = ٪۳$

۱۰- شخصی ۸ سال بعد ۴۰۰۰۰ دلار از شرکتی دریافت خواهد کرد . میانگین نرخ تورم در این مدت ٪۶ در سال برآورد شده است . معادل دلار ثابت این دریافت را در هر یک از سالهای مبنای دلار ثابت زیر به دست آورید :

الف ـ $t = ۰$ (زمان حال)

ب ـ $t = ۴$ (چهار سال بعد از زمان حال)

پ ـ $t = -۵$ (پنج سال قبل از زمان حال)

۱۱- از یک سرمایه گذاری که برای ۵ سال آینده انجام می شود ، باید در پایان هر سال ۸۰۰۰ دلار دریافت شود . نرخ تورم سالانه ٪۹ است . هر یک از این پرداختهای دلار عملی را به معادل دلار ثابت آنها تبدیل کنید . سال مبنای دلار ثابت عبارت است از :

الف ـ $t = ۰$ (زمان حال)

ب ـ $t = -۳$ (سه سال قبل از زمان حال)

پ ـ $t = ۲$ (۲ سال بعد از زمان حال)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۲ – شخصی دارای یک ورق قرضهٔ ۵۰۰۰ دلاری ۱۲٪ است . پرداخت بهرهٔ این ورق نیم ساله و سررسید آن ۱۵ سال بعد است . نرخ تورم مورد انتظار آینده ، ۷٪ درهر نیم سال است . معادل دلار ثابت (سال مبنا $t = 0$) را برای پرداختهای زیر ازاین ورق قرضه به دست آورید :

الف ـ آخرین پرداخت . (جواب ۳۹٫۴۲ دلار)

ب ـ ۴ امین پرداخت

پ ـ ۲۰ امین پرداخت

ت ـ ۲۷ امین پرداخت

ث ـ ۸ امین پرداخت

۱۳ – مسألهٔ ۱۲ را برای نرخ تورم ۳٪ با ترکیب نیم ساله حل کنید .

۱۴ – خرید یک خانه نیاز به ۱۰۰۰۰۰ دلار وام دارد که باید در اقساط مساوی ماهانه به مدت ۳۰ سال بازپرداخت شود . اگر نرخ تورم $\frac{1}{2}$٪ در ماه و نرخ بهره ۱۲٪ درسال با ترکیب ماهانه باشد ، معادل دلار ثابت پرداختهای زیر را به دست آورید . سال مبنا را زمان حال در نظر بگیرید و مقدار دلار عملی و دلار ثابت را بنویسید :

الف ـ آخرین پرداخت . (جواب ۱۰۲۹ ، ۱۷۰٫۸۱ دلار)

ب ـ ۲۴۰ امین پرداخت

پ ـ ۱۲ امین پرداخت

ت ـ ۹۶ امین پرداخت

ث ـ ۲۱۳ امین پرداخت

۱۵ – مسأله ۱۴ را در حالتی که نرخ تورم سالانه ۱٪ در ماه و نرخ بهره ۹٪ در سال با ترکیب ماهانه است حل کنید .

۱۶ – هزینهٔ بهره برداری (مصرف برق) یک واحد سردخانه در سال گذشته ۱۴۰۰۰ دلار بوده است . از آن جا که این واحد پیوسته در حال بهره برداری است ، انتظار می رود توان مصرفی آن در آینده هم همان مقدار باشد . اگر هزینهٔ توان الکتریکی سالانه ۸٪ افزایش یابد ، جریان نقدی دلار عملی که نمایشگر هزینهٔ بهره برداری این واحد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در ۵ سال آینده باشد ، را به دست آورید .

۱۷- اگر نرخ تورم‌زدایی[1] شده و نرخ تورم برای یک دوره موجود باشند ، نرخ بهرهٔ بازار را برای این دوره پیدا کنید :

الف ـ $i' = ٪۳$ ، $f = ٪۸$

ب ـ $i' = ٪۶$ ، $f = ٪۴$

پ ـ $i' = ٪۱۰$ ، $f = ٪۳$

ت ـ $i' = ٪۵$ ، $f = ٪۹$ (جواب : ٪۱۴٫۴۵)

ث ـ $i' = ٪۴$ ، $f = ٪۸$

۱۸- نرخ بهرهٔ بازار برای چند سال مختلف ، در زیر داده شده است . نرخ تورم‌زدایی شده را برای این سالها به دست آورید[2] .

الف ـ ۱۹۸۱ ، $i = ٪۱۷$ ، جواب ٪۵٫۹۸

ب ـ ۱۹۶۷ ، $i = ٪۸$

پ ـ ۱۹۷۵ ، $i = ٪۱۰$

ت ـ ۱۹۸۶ ، $i = ٪۷$

ث ـ ۱۹۸۰ ، $i = ٪۲۰$

۱۹- شما P دلار برای خرید یک کالا که قیمت آن در حال حاضر دقیقاً P دلار است در اختیار دارید . قیمت این کالا با نرخ تورم افزایش خواهد یافت . از طرفی شما می‌توانید P دلار خود را در جای دیگری با نرخ بهرهٔ سالانهٔ i سرمایه گذاری و خرید کالای یاد شده را به زمانی در آینده موکول کنید . از آن‌جا که نرخ تورم سالانه f می‌باشد ، می خواهید منفعت یا زیان به تأخیر انداختن خرید کالا را محاسبه کنید . نرخ سالانه‌ای را که در آن به تأخیر انداختن خرید ، به نفع (یا به زیان) شما است پیدا کنید . یعنی x % را برحسب i و f به گونه‌ای بیابید که نرخ سالانهٔ افزایش (یا کاهش) مقدار کالایی که می‌توانید بخرید را نشان دهد .

1- Inflation-Free Rate

۲- برای نرخهای تورم ، از جدول ۵-۱ متن استفاده کنید (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۰- برای سالهای ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ نرخ تورم به ترتیب ۷٪ ، ۱۰٪ ، ۱۳٪ و ۹٪ پیش بینی شده است . اگر یک سرمایه گذار انتظار به دست آوردن بازده های سالانه مبتنی بر دلار ثابت ۵٪ ، ۴٪ ، ۲٪- ، و ۸٪ را داشته باشد ، نرخ بهرهٔ بازاری که در این سرمایه گذاری برای هریک از چهار سال یاد شده به دست می آید را پیدا کنید .

۲۱- نرخ تورم برای ۳ سال آینده ۸٪ در سال برآورد شده است . انتظار می رود که نرخ بهرهٔ قابل دستیابی از سرمایه گذاری درسالهای اول ، دوم و سوم به ترتیب ۱۰٪ ، ۹٪ و ۱۲٪ باشد . نرخهای بهرهٔ تورم زدایی شده برای هر یک از این ۳ سال را به دست آورید . با استفاده از نرخهای تورم زدایی شده هر سال ، میانگین نرخ تورم زدایی شده سالانه را محاسبه کنید .

۲۲- دو سال قبل نرخ تورم سالانه ۱۲٪ ، و نرخ بهرهٔ سالانهٔ موجود برای سرمایه گذاری ۲۰٪ بوده است . سال گذشته این نرخها به ترتیب ۸٪ و ۱۳٪ بوده اند . نرخهای تورم زدایی شده را برای هر یک از ۲ سال گذشته پیدا کنید ، و آن گاه میانگین نرخ تورم زدایی شده را برای این دورهٔ دو ساله به دست آورید . اگر ابتدا میانگین نرخ بازار و میانگین نرخ تورم ، برای این ۲ سال محاسبه شوند ، در این صورت میانگین نرخ تورم زدایی شده چقدر خواهد بود ؟

۲۳- مجموعه ای از چهار پرداخت پایان سالی ۴۰۰۰ دلاری را در نظر بگیرید . اگر طی ۴ سال آینده نرخ بهرهٔ بازار ۱۲٪ در سال و نرخ تورم سالانه ۷٪ باشد ، ارزش فعلی این مجموعه را با استفاده از تحلیلهای زیر به دست آورید :

الف ـ تحلیل دلار عملی . (جواب : ۱۲۱۴۹ دلار)

ب ـ تحلیل دلار ثابت . (جواب : ۱۲۱۴۹)

۲۴- قرار است مبلغ ۲۰۰۰۰ دلار ۱۰ سال بعد از زمان حال و پس از آن ۴۰۰۰۰ دلار ۱۷ سال بعد از زمان حال دریافت شود . در طول این فاصلهٔ زمانی نرخ تورم سالانه ۵٪ و نرخ بهرهٔ بازار ، سالانه ۹٪ می باشد . ارزش فعلی همسنگ با این دو پرداخت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را با استفاده از تحلیلهای زیر به دست آورید :

الف ـ تحلیل دلار عملی

ب ـ تحلیل دلار ثابت

۲۵- به شخصی دو کار با حقوقهای سالانه ۳۰۰۰۰ دلار و ۳۲۰۰۰ دلار پیشنهاد شده است انتظار می رود که دریافت وی در عمل سالانه ۶٪ و به مدت ۳۰ سال افزایش یابد . نرخ تورم ۵٪ در سال و نرخ بهرهٔ بازار ۱۵٪ در سال می باشد . ارزش فعلی همسنگ با تفاوت بین این دو پیشنهاد را با استفاده از تحلیلهای زیر به دست آورید :

الف ـ تحلیل دلار عملی با ضریب شیب هندسی . (جواب : ۲۰۲۹۶ دلار)

ب ـ تحلیل دلار ثابت با ضریب شیب هندسی .

۲۶- هزینه های نگهداری سالانهٔ یک پمپ برقی در سال جاری ۱۸۰۰ دلار برآورد شده است . انتظار می رود که با فرض نداشتن تورم ، این هزینه ها در آینده ثابت بمانند . اگر عمر پمپ ۱۳ سال باشد ، ارزش فعلی هزینه های نگهداری را با نرخ تورم ۹٪ و نرخ بازار ۱۲٪ به دست آورید . مسأله را

الف ـ با استفاده از شیب هندسی و

ب ـ با استفاده از تحلیل دلار ثابت حل کنید .

۲۷- هزینه های بهره برداری یک نیروگاه کوچک در صورت نادیده گرفتن تورم ، ثابت و برابر با ۱۵۰۰۰۰ دلار در سال باقی می ماند . بهترین برآوردها نشان می دهند که نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده سالانه ۴٪ و نرخ تورم سالانه ۸٪ خواهد بود . اگر این نیروگاه ، ۴ سال دیگر مورد استفاده قرار گیرد ، ارزش فعلی هزینه های بهره برداری آن چقدر است ؟

مسأله را با استفاده از تحلیلهای زیر حل کنید :

الف ـ تحلیل دلار ثابت . (جواب : ۵۴۴۴۸۵ دلار)

ب ـ تحلیل دلار عملی .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۸- مجموعه‌ای از ۲۰ پرداخت دلار ثابت با ۵۰۰۰ دلار در پایان سال اول شروع و با نرخ ۴٪ در سال رشد می‌کند . اگر نرخ تورم زدایی شده ۳٪ در سال و نرخ تورم ۶٪ در سال باشد ، ارزش فعلی این مجموعه از پرداختها را با استفاده از ضریب شیب هندسی و تحلیلهای زیر به دست آورید :

الف ـ تحلیل دلار ثابت .

ب ـ تحلیل دلار واقعی .

۲۹- یک مجموعه پرداختهای مساوی ۱۰۰۰۰ دلاری در پایان هر سال را به مدت ۱۰ سال در نظر بگیرید که از سال آینده شروع می‌شوند . نرخ تورم برای ۱۰ سال آینده ۱۲٪ برآورد می‌شود . اگر نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده ۷٪ با ترکیب سالانه باشد ، ارزش فعلی این پرداختها را برحسب دلارهای جاری با استفاده از تحلیلهای زیر به دست آورید :

الف ـ تحلیل دلار عملی

ب ـ تحلیل دلار ثابت .

۳۰- خانمی تصمیم دارد درصد ثابتی از حقوق خود را برای خرید یک اتومبیل در ۵سال بعد (پایان سال پنجم) پس‌انداز کند . قیمت اتومبیل در حال حاضر ۱۲۰۰۰ دلار است و انتظار می‌رود مطابق نرخ تورم که ۶٪ در سال است ، افزایش یابد . اولین پس‌انداز در سال آینده انجام می‌شود و حقوق این خانم در حال حاضر و در پایان سال جاری ۳۰۰۰۰ دلار است . وی انتظار دارد حقوقش ۸٪ در سال افزایش یابد . اگر بهرهٔ حساب پس‌انداز ۱۰٪ در سال باشد ، این خانم چه درصد ثابتی از حقوق سالانهٔ خود را باید در هر سال پس‌انداز کند؟ مسأله را با استفاده از تحلیل دلار عملی حل کنید .

۳۱- بنگاهی می‌تواند چهار سال بعد (از زمان حال) قطعه زمینی را که قیمت آن در حال حاضر ۲۵۰۰۰۰ دلار است بخرد . قیمت این زمین با نرخ تورم ۵٪ در سال افزایش می‌یابد . درآمد این بنگاه در سال گذشته ۱۰۰۰۰۰۰ دلار بوده است که فرض

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می شود در حال حاضر قابل وصول است . اگر این درآمد ۲۰٪ در سال افزایش یابد ، و نرخی که امکان سرمایه گذاری با آن برای بنگاه وجود دارد ۱۲٪ با ترکیب سالانه باشد ، این بنگاه در پایان هر یک از ۴ سال آینده چه درصدی از درآمد خود را باید پس انداز کند تا بتواند در سال چهارم ، زمین را بخرد ؟

۳۲- فرض کنید یک زوج جوان تصمیم به ذخیرهٔ مخارج دانشگاهی فرزند ۸ ساله خود دارند . همچنین فرض کنید که فرزند آنها ۱۰ سال بعد وارد دانشگاه می شود و ۴ سال تحصیلات دانشگاهی او سالانه ۹۰۰۰ دلار بر حسب دلار امروز هزینه خواهد داشت . نرخ تورم آینده ۸٪ در سال برآورد می شود و آنها می توانند پول خود را با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ با ترکیب سالانه پس انداز کنند . اقساط مساوی که این زوج باید در هر سال پس انداز کنند را به دست آورید . فرض کنید هزینه های دانشگاه باید در آغاز سال تحصیلی پرداخت شود . (جواب : ۴۱۹۸ دلار)

۳۳- الف ـ یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰۰ دلاری ، ۱۲٪ ، با سررسید ۱۰ ساله با پرداخت بهرهٔ فصلی برای فروش به قیمت ۸۰۲۱ دلار پیشنهاد می شود . اگر نرخ بهرهٔ بازار با ترکیب فصلی باشد ، چه نرخ مؤثر فصلی از این ورق قرضه به دست می آید ؟ نرخ بهرهٔ اسمی مربوطه را محاسبه کنید ، نرخ مؤثر سالانه چقدر است ؟

ب ـ اگر نرخ تورم ۲٪ در هر فصل باشد ، چه مجموعه پرداختهای مساوی فصلی به مدت ۴۰ فصل و برحسب دلار ثابت ، با پرداختهای بهرهٔ ۳۰۰ دلاری در هر فصل که باید از ورق قرضه دریافت شوند ، همسنگ خواهد بود ؟ مقدار دلار ثابت مبلغ اسمی ورق قرضه که در زمان سررسید دریافت می شود چقدر است ؟ ارزش فعلی همسنگ با ورق قرضه وقتی که تورم در نظر گرفته شود چقدر است ؟ نرخ بهرهٔ مؤثر تورم زدایی شده را که از این ورق قرضه و با توجه به نرخ تورم داده شده به دست می آید چقدر است ؟ این مقادیر را با مقادیر قسمت (الف) مقایسه کنید .

۳۴- یک زن و شوهر برای خرید خانه ۱۱۰۰۰۰ دلار با نرخ ۱۲٪ در سال با ترکیب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ماهانه وام می گیرند . وام باید در پرداختهای مساوی ماهانه به مدت ۳۰ سال بازپرداخت شود . میانگین نرخ تورم ماهانه ۰/۴٪ برآورد می شود .

الف ـ چه پرداختهای ماهانه ای برحسب دلار ثابت در ۳۰ سال آینده ، با مجموعه ای از پرداختهای دلار عملی که باید در مدت بازپرداخت وام انجام شود ، همسنگ خواهد بود ؟

ب ـ اگر نرخ تورم بیشتر از نرخ وام (مثلاً $f = ٪۱۵$ در سال با ترکیب ماهانه) باشد ، پاسخ قسمت (الف) را بیابید و نتیجه را با پاسخ قسمت (ب) مقایسه کنید .

۳۵- انتظار می رود که یک نیروگاه ۲۰ مگاواتی در دست بررسی ، ۲ سال بعد مورد بهره برداری قرار گیرد . این نیروگاه به گونه ای طراحی می شود که تنها با سوخت مازوت کار کند . هزینهٔ سوخت تابعی از اندازهٔ نیروگاه ، بازده تبدیل حرارتی (نرخ حرارتی) ، و ضریب بهره برداری است . اما چون انتظار می رود که هزینهٔ سوخت در آینده افزایش یابد ، هزینهٔ سالانهٔ سوخت با رابطهٔ زیر مشخص می شود :

$$F_n = (C)(H)(U)\left(\frac{8{,}760\ \text{ساعت / سال}}{10^6}\right)P_n$$

که $P_n = P_{n-1}(1+f)$ ، و P_n بهای سوخت به ازای هر میلیون BTU در سال n ام است ، و

F_n = هزینهٔ سالانهٔ سوخت در سال n ام (سال / دلار)

C = اندازهٔ واحد به kw ؛ (کیلووات ۱۰۰۰ = ۱ مگاوات)

H = بازدهٔ حرارتی در شرایط بهره برداری به BTU/kwh

u = ضریب بهره برداری واحد

f = میانگین نرخ تورم سالانه سوخت .

اگر قیمت اولیهٔ سوخت در اولین سال بهره برداری $۳/۵/۱۰^{۶}$ BTU دلار باشد ، و از

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

آن پس این هزینهٔ سوخت با نرخ ۶٪ در سال افزایش یابد ، هزینهٔ سالانهٔ سوخت برای ۱۰ سال پس از شروع بهره برداری نیروگاه چقدر خواهد بود ؟ نرخ بهره ۱۲٪ در سال است . (فرض کنید $H = ۹۳۰۰$ BTU/kwh ، و $u = ۰/۱۵$ است) .

۳۶- شخصی سرمایه گذاری در یک صندوق بازنشستگی که بهرهٔ ۱۴٪ در سال با ترکیب نیم ساله می پردازد را در دست بررسی دارد . وی در حال حاضر ۴۰ ساله است و تصمیم دارد در ۶۵ سالگی بازنشسته شود . اگر این شخص تا ۶۵ سالگی هرنیم سال ۲۰۰۰ دلار در صندوق یاد شده پس انداز کند ، از شصت و پنجمین سال عمر خود چه مبالغ مساوی سالانه ای به دلارهای عملی می تواند برداشت کند (اولین پرداخت را در شصت و پنج سالگی و آخرین آن را در هفتاد و پنج سالگی فرض کنید) . اگر نرخ تورم سالانه ۱۰٪ با ترکیب نیم ساله باشد ، مجموعه برداشتهای مساوی سالانه به دلار ثابت را برای همان ۱۱ سال به دست آورید . (سال مبنای دلار ثابت را چهلمین سال عمر این شخص در نظر بگیرید) . جواب ۱۳۲۸۹۸ دلار ؛ ۷۷۲۷ دلار) .

۳۷- شخصی یک ورق قرضهٔ ۱۰۰۰۰ دلاری با بهرهٔ ۸٪ در سال و پرداخت بهرهٔ نیم ساله را در حال حاضر به ۸۷۵۰ دلار خریده است . سررسید این ورق ۱۰ ساله است ، و میانگین نرخ تورم برای ۱۰ سال آینده ۴٪ با ترکیب نیم ساله برآورد می شود .

الف ـ اگر نرخ بهره در ۴ سال اول ۱۰٪ با ترکیب نیم ساله و در سالهای باقیمانده ۶٪ با ترکیب نیم ساله باشد ، کل مبلغی که تا پایان دهمین سال سرمایه گذاری در این ورق قرضه جمع خواهد شد را به دست آورید . (جواب ۲۱۱۲۴ دلار)

ب ـ مبلغ تکی به دلار ثابت که در پایان سال ۱۰ با دریافتهای حاصل از این ورق قرضه و در نرخهای داده شده در قمست (الف) همسنگ می باشد را پیدا کنید . (سال مبنا را پایان سال ۳ فرض کنید) .

پ ـ مجموعه پرداختهای مساوی نیم ساله به دلار ثابت (با سال ۳ به عنوان مبنا)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در این دورهٔ ۱۰ ساله که با دریافتهای حاصل از ورق قرضه همسنگ باشد ، را به دست آورید . (نرخهای بهرهٔ موجود برای سرمایه گذاری همان نرخهای قسمت (الف) هستند) .

۳۸- خانواده ای ۲۰ سال قبل ۱۰۰۰۰۰ دلار وام گرفته و یک خانه خریده است . مدت وام ۳۰ ساله و بهرهٔ آن ۷٪ با ترکیب سالانه بوده است . مؤسسه وام دهنده در حال حاضر پیشنهاد کرده است که وام گیرنده می تواند با پرداخت تنها ۸۵٪ تراز باقیمانده بدهی خود را بازپرداخت کند . میانگین نرخ بهرهٔ بازار برای ۱۰ سال آینده ۱۲٪ پیش بینی می شود . (فرض کنید که پرداختهای وام سالانه بوده و در حال حاضر ۲۰ امین پرداخت انجام شده است) . آیا وام گیرنده باید باقیماندهٔ وام خود را یکجا بپردازد ؟ نرخ تورم ۱۰٪ در سال است .

۳۹- پروژه ای را با مجموعه هزینه های زیر به مدت ۵ سال در نظر بگیرید .

پایان سال	1	2	3	4	5
هزینهٔ برآورده شده برای آینده به دلار ثابت	$1,000	$1,000	$1,000	$1,000	$1,000

الف ـ اگر نرخ تورم ۶٪ و نرخ بهرهٔ بازار ۱۰٪ باشد ، ارزش فعلی این مجموعه را به دست آورید .

ب ـ اگر نرخ تورم ۱۵٪ و نرخ بهرهٔ بازار ۱۱٪ باشد ارزش فعلی این مجموعه چقدر است ؟ مقدار سالانهٔ همسنگ با این مجموعه ، به دلار عملی چقدر است ؟

۴۰- در زیر دو روش تأمین اعتبار خرید یک خانهٔ ۱۲۰۰۰۰ دلاری داده شده است . برای هریک از این دو روش هزینهٔ همسنگ فعلی را به دست آورید . فرض کنید نرخ تورم آینده ۰٫۵٪ در ماه و نرخ بهرهٔ بازار ۱۲٪ در سال با ترکیب ماهانه است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تأمین اعتبار یك خانهٔ ۱۲۰۰۰۰ دلاری

	رهن بدون بهره	رهن با بهرهٔ ثابت
نرخ بهره	٪۰	٪۱۳٫۵
مدت	۵ سال	۳۰سال
پیش پرداخت	(٪۳۳) ، ۴۰۰۰۰ دلار	(٪۱۰) ، ۱۲۰۰۰ دلار
مبلغ اعتبار	۸۰۰۰۰ دلار	۱۰۸۰۰۰ دلار
پرداخت ماهانه	۱۳۳۳ دلار	۱۲۳۷ دلار
کل هزینهٔ خانه	۱۲۰۰۰۰ دلار	۴۵۷۳۲۰ دلار

۴۱- برای خرید یک سیستم تلویزیون کابلی موارد زیر پیشنهاد شده است :
می توانید در حال حاضر هزینهٔ ۱۰٫۵ ماه را به طور یکجا پرداخته و تا سال بعد از هرگونه پرداختی معاف باشید . همچنین می توانید برای ۱۲ ماه آینده در پایان هر ماه به طور منظم مبالغی مساوی را پرداخت کنید ، و پرداختهای بعد از سال اول را مطابق پرداختهای روش اول انجام دهید .

الف ـ اگر نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده ۹٪ با ترکیب ماهانه باشد ، در چه نرخ تورمی این دو انتخاب یکسان خواهند بود ؟

ب ـ اگر نرخ تورم f بزرگتر از نرخ تورم به دست آمده در قسمت (الف) باشد ، کدام انتخاب مطلوبتر است ؟

۴۲- شخصی خرید یک بیمهٔ عمر با منافع ۵۰۰۰۰ دلار را بررسی می کند . دو روش با پرداختهای متفاوت و پوشش یکسان وجود دارند . روش A مستلزم پرداخت حق بیمهٔ ۲۸۰دلار در پایان هر سال و به مدت ۲۵ سال است . (پس از ۲۵ سال حق بیمه ای پرداخت نمی شود) . در این روش از یک سال بعد از آخرین پرداخت ، شخص بیمه شده ، پنج مبلغ مساوی را که هر یک ۲۰٪ کل مبلغ حق بیمهٔ پرداخت شده است ، دریافت می کند . بنابراین در روش A ، بیمه شده اگر تا ۳۰ سال بعد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زنده بماند ، کل مبلغی را که پرداخت کرده است ، بازیافت می کند .

روش B شامل پرداخت حق بیمهٔ ۲۰۰ دلار در پایان هر سال به مدت ۳۰ سال است . در این روش یک مقدار نقدینگی به گونه ای جمع می شود که بیمه شونده می تواند در پایان سال ۳۰ ، ۲۰۰۰ دلار برداشت کند .

الف ـ در هر یک از دو روش پس از ۳۰ سال پرداختی انجام نمی شود و پوشش بیمه ادامه خواهد یافت . بیمه شونده برای ۳۰ سال آینده میانگین نرخ بهرهٔ بازار و نرخ تورم را به ترتیب ۹٪ و ۴٪ پیش بینی می کند . اگر وی فرض کند که بیش از ۳۰ سال دیگر زنده می ماند ، کدام روش را باید برگزیند ؟

ب ـ در روش A ، مقادیر مساوی سالانه به دلار ثابت همسنگ با دریافتهای عملی بیمه شونده در زمانهای $t = ۲۶, ۲۷, ۲۸, ۲۹, ۳۰$ را به دست آورید . سال مبنا را زمان حال ($t = ۰$) فرض کنید .

۴۳- شخصی در حال حاضر (امسال) ۴۰۰۰۰ دلار حقوق سالانهٔ خود را دریافت کرده است . در شرایط عادی وی ۱۶ سال بعد بازنشسته می شود . درآمد سالانهٔ دوران بازنشستگی وی ۶۰٪ حقوق سال گذشتهٔ اوست ؛ و اولین پرداخت آن در لحظهٔ بازنشستگی انجام می شود . وی انتظار دریافت ۲۰ پرداخت مساوی سالانهٔ دوران بازنشستگی را دارد .

از آن جا که این شخص قبل از استخدام در شرکت فعلی ، مدت سه سال را در ارتش خدمت کرده است ، مقررات جاری به وی امکان بازخرید ۳ سال از دوران خدمت او را فراهم می سازد ؛ یعنی با پرداخت مبلغی در حال حاضر می تواند ۳ سال زودتر بازنشسته شود . در این حال وی در دوران بازنشستگی ۶۰٪ حقوق آخرین سال خدمتش را دریافت خواهد کرد که اولین پرداخت آن در لحظهٔ شروع دورهٔ بازنشستگی است . در این صورت وی انتظار دریافت ۲۳ پرداخت مساوی سالانه را دارد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

انتظار می رود که حقوق این شخص سالانه ۶٪ افزایش یابد ، و میانگین نرخ تورم مورد انتظار ۴٪ است . اگر نرخ بهرهٔ بازار ۱۰٪ باشد ، حداکثر مبلغی را که وی حاضر است برای زودتر بازنشسته شدن خود بپردازد چقدر خواهد بود ؟ (فرض می شود که این شخص در صورتی از زودتر بازنشسته شدن خود خشنود خواهد شد که این بازنشستگی زودرس ، درآمدی را که در صورت ادامه خدمت عادی به دست می آورد ، جبران نماید) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل ششم

مبانی مقایسهٔ گزینه ها

همهٔ معیارهای تصمیم گیری که در این کتاب مورد بررسی قرار می گیرند ، از مفهوم همبستگی ، یا مبنای مقایسه استفاده می کنند . این مبنا تفاوتهای واقعی بین گزینه های سرمایه گذاری را بیان می کند . هر فرصت سرمایه گذاری توسط مجموعه ای از دریافتها و پرداختها مشخص می شود . **مبنای مقایسه**[1] شاخصی است که اطلاعات مشخصی در بارهٔ چنین مجموعه پرداخت و دریافتها را در بر دارد .

تبدیل گزینه ها به یک مبنای مشترك امری ضروریست تا بتوان از این طریق ضمن در نظر گرفتن ارزش زمانی پول ، تفاوتهای ظاهری بین گزینه ها را به تفاوتهای واقعی تبدیل کرد . با بیان گزینه ها در یک مبنای مشترك ، تفاوتهای واقعیشان مستقیماً قابل مقایسه شده و می توان از آنها در تصمیم گیری استفاده کرد . رایج ترین مبانی مقایسه عبارتند از : مقدار ارزش فعلی ، مقدار همسنگ سالانه ، مقدار همسنگ سرمایه ای ، مقدار ارزش آینده ، نرخ برگشت ، و دورهٔ برگشت .

1- Bases for Comparison

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۶-۱ مقدار ارزش فعلی

مقدار **ارزش فعلی**[1] یک مقدار همسنگ خالص در زمان حال است که تفاوت بین پرداختهای همسنگ برای جریان نقدی یک سرمایه گذاری در نرخ بهرهٔ مشخص را به دست می دهد . بنابراین ارزش فعلی یک گزینهٔ سرمایه گذاری در نرخ iبا عمر nسال را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$PW(i) \quad F_0(^{P/F,i,0}) + F_1(^{P/F,i,1}) + F_2(^{P/F,i,2}) + \cdots + F_n(^{P/F,i,n})$$

$$PW(i) = \sum_{t=0}^{n} F_t(^{P/F,i,t}).$$

But since $(^{P/F,i,t}) = (1 + i)^{-t}$,

$$PW(i) = \sum_{t=0}^{n} F_t(1 + i)^{-t}$$

گسترهٔ نرخهای بهره ای که به ازای آن ارزش فعلی مفهومی اقتصادی دارد از ۱ – تا ∞ است . با رسیدن i به ۱– ، ضریب $(1 + i)^t$ / ۱ به ∞ می رسد ، و در نتیجه مقدار ارزش فعلی تا بی نهایت افزایش می یابد . برای $i = -1$ مقدار ارزش فعلی معین نیست . گرچه در برخی از موارد نرخهای بهرهٔ منفی مناسب هستند (بخش ۵-۴ را ببینید) لیکن بیشتر وضعیتهای واقعی به نرخهای بهرهٔ مثبت نیاز دارند . بنابراین در بسیاری از شکلهای $PW(i)$ ، i در محدودهٔ $0 \leq i \leq \infty$ قرار می گیرد .

مقدار ارزش فعلی جنبه های مختلفی دارد که آن را به عنوان یک مبنای مقایسه ، مناسب می سازد . اولاً ارزش زمانی پول را به ازای مقداری از i که برای محاسبه انتخاب شده است ، بررسی می کند . ثانیاً مقدار همسنگ هر جریان نقدی را در یک شاخص تکی و در یک نقطهٔ زمانی مشخص ($t = 0$) متمرکز می کند . ثالثاً بدون توجه به الگوی جریان نقدی سرمایه گذاری ، به ازای هر نرخ بهرهٔ به کار رفته تنها یک مقدار همسنگ تکی برای مقدار ارزش فعلی به دست می دهد .

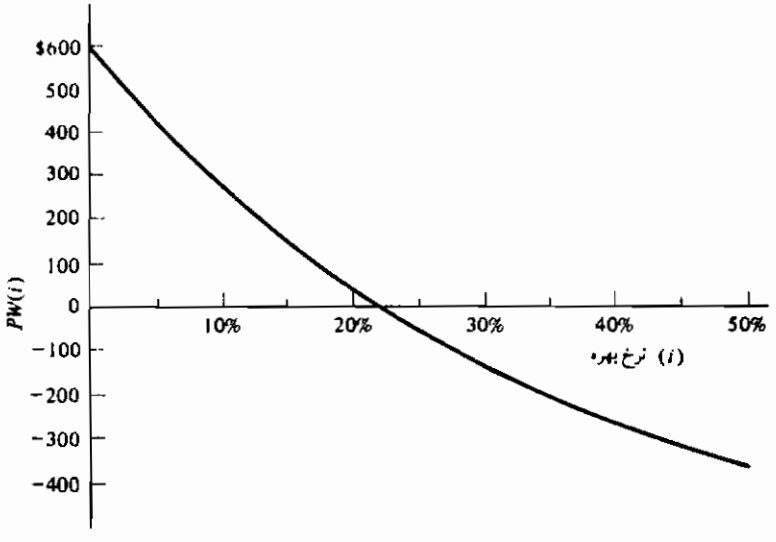
به علاوه ، ارزش فعلی ، مقدار همسنگی است که افزایش یا برابری دریافتهای

1- Present Worth Amount

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

همسنگ یک جریان نقدی را در مقایسه با پرداختهای همسنگ آن نشان می دهد . شکل (۶-۱) محدوده ای ازمقادیر ارزش فعلی برای یک جریان نقدی مشخص ارائه می کند . در این شکل مقدار ارزش فعلی جریان نقدی جدول (۶-۱) برحسب نرخ بهره رسم شده است .

با توجه به تابع $PW(i)$ شکل (۶-۱) ، اطلاعات مفیدی برای تصمیم گیری دربارهٔ فرصت سرمایه گذاری به دست می آید . در محدودهٔ نرخهای بهرهٔ $0\% \leq i \leq 22\%$ می بینیم که $PW(i)$ مثبت است و این نشان می دهد که مقدار همسنگ دریافتها در زمان حال ، بیشتر از مقدار همسنگ پرداختهاست . با این فرض که برآوردهای جریان نقدی جدول (۶-۱) درست باشند ، تابع $P(wi)$ نشان می دهد که به ازای یک مقدارمشخص i (مثلاً ۱۰٪) سرمایه گذاری مورد بحث به مقدار سود همسنگ فعلی ۲۶۸ دلار می انجامد . در این جا ۲۶۸ دلار تفاوت بین دریافتهای همسنگ با پرداختهای همسنگ درنرخ ۱۰٪ را ارائه می کند . این مبلغ را می توان به گونه ای دیگر هم تفسیر کرد و آن این است که جریان نقدی جدول (۶-۱) علاوه بر برگشت ۲۶۸ دلار در زمان حال ، به برگشت ۱۰٪ روی تراز سرمایه گذاری شده می انجامد .



شکل ۶-۱- ارزش فعلی به‌عنوان تابعی از نرخ بهره برای جریان نقدی جدول ۶-۱

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر $PW(i)$ را برای $i > \%۵۰$ محاسبه کنیم ، تابع در $PW(i) = -۱۰۰۰$ دلار یعنی مقدار F_0 همگرا خواهد شد . این مطلب را می توان با استفاده از تعریف $PW(i)$ دریافت . با افزایش نرخ بهره ، هر جریان نقدی آینده با ضریب $۱/(۱+i)^t$ به مقدار ارزش فعلی تنزیل خواهد شد . وقتی که i به بی نهایت برسد ، این ضرایب به ازای همهٔ مقادیر t به جز $t = ۰$ برابر با صفر خواهند بود . بنابراین $F_0 = -۱۰۰۰$ دلار .

برای جریانهای نقدی با پرداختهای اولیه ای که در پی آنها مجموعه ای از دریافتهای مثبت وجود داشته باشد ، $PW(i)$ دارای مشخصاتی شبیه به شکل (۶-۱) خواهد بود . یعنی با افزایش i از صفر ، تابع کاهش می یابد ، و محور افقی را تنها یک بار قطع می کند . از آن جا که در مسائل تصمیم گیری واقعی بیشتر جریانهای نقدی دارای چنین الگویی هستند یعنی پرداختهای اولیه ای که به دنبالشان دریافتهای آینده قرار دارند ، بیشتر بحثهای مربوط به انتخاب گزینه های سرمایه گذاری محدود به توابعی شبیه به شکل (۶-۱) می شوند . لیکن چنان که بعداً توضیح خواهیم داد ، سرمایه گذاریهای واقعی بسیاری وجود دارد که توابع $PW(i)$ آنها شبیه به شکل (۶-۱) نیست .

جدول ۶-۱- محاسبهٔ ارزش فعلی یك جریان نقدی برای محدوده‌ای از نرخهای بهره

$PW(i) = -\$1{,}000 + \$400\left\{\sum_{t=1}^{4}\left[\frac{1}{(1+i)^t}\right]\right\}$	i	جریان نقدی	پایان سال
$600	0%	-$1,000	0
268	10%	400	1
35	20%	400	2
-3	22%	400	3
-133	30%	400	4
-260	40%		
-358	50%		
-1,000	∞		

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۶-۲ مقدار همسنگ سالانه[1]

مقدار همسنگ سالانه مبنایی برای مقایسه با مشخصاتی شبیه به مقدار ارزش فعلی است . این تشابه وقتی آشکار می شود که دریابیم که هر جریان نقدی را می توان به مجموعه ای از مقادیر سالانهٔ یکنواخت تبدیل کرد . برای این کار ابتدا مقدار ارزش فعلی را برای مجموعه پیدا می کنیم و آن گاه مقدار ارزش فعلی را در ضریب $(A/P, i, n)$ ضرب می کنیم . بنابراین مقدار همسنگ سالانه در نرخ i و برای n سال را می توان به صورت زیر تعریف کرد :

$$AE(i) = PW(i)\left(^{A/P,i,n}\right)$$
$$= \left[\sum_{t=0}^{n} F_t(1+i)^{-t}\right]\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right].$$

دو ویژگی مهم این رابطه را باید درك کرد . اولاً اگر مقادیر i و n محدود باشند ، رابطه به [یک مقدار ثابت × $PW(i)$] = $AE(i)$ ساده می شود . بنابراین در ارزیابی جریانهای نقدی مختلف به ازای مقدار مشخصی از i و n ، نتایج حاصل از مقایسهٔ مقادیر همسنگ سالانهٔ این جریانهای نقدی ، با نتایجی که از مقایسهٔ آنها بر مبنای مقدار ارزش فعلی به دست می آید ، یکسان خواهد بود . یعنی ، نسبت مقادیر همسنگ سالانهٔ دو جریان نقدی مختلف ، با نسبت مقادیر ارزش فعلی آنها برابر است .

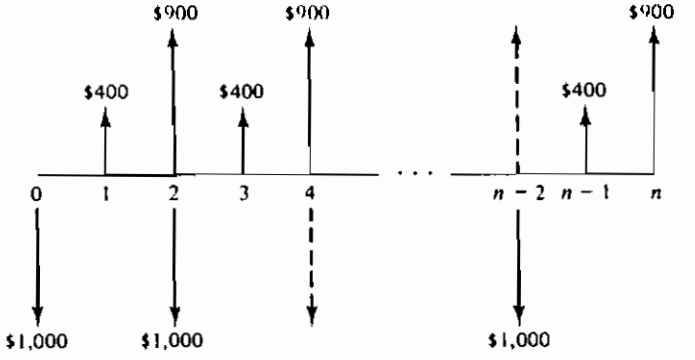
ثانیاً ، تا هنگامی که i و n محدود باشند ، هر دو مقدار $AE(i)$ و $PW(i)$ در یک نرخ یکسان i صفر خواهندشد . ازلحاظ ترسیمی این بدین معناست که تقاطع تابع $AE(i)$ با محور افقی ($AE(i) = 0$) در همان مقدار i رخ می دهد که تابع $PW(i)$ محور افقی ($PW(i) = 0$) را قطع می کند . بنابراین می توان گفت که مقدار ارزش فعلی ومقدار سالانهٔ همسنگ برای مقایسه ، مبناهایی سازگار[2] هستند . هر معیار تصمیم گیری که یکی از این دو مبنا را برای مقایسهٔ مستقیم به کار گیرد ، به انتخاب گزینه های یکسانی به ازای

1- Annual Equivalent Amount 2- Consistent

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقادیر i و n ثابت خواهد انجامید .

در مواردی که یک الگوی جریان نقدی عیناً تکرار می شود، مبنای مقایسهٔ $AE\ (i\ )$ به خاطرمزایای محاسباتی بر $PW\ (i\ )$ برتری دارد. شکل (۶-۲) یک نمونه جریان نقدی تکراری را برای سرمایه گذاری که هر ۲ سال یک بار تکرار می شود نشان می دهد . پرداخت ۱۰۰۰ دلار در پایان سال ۲، عملاً پرداخت درابتدای سال۳ برای پیشنهاددیگری است که به برگشت ۴۰۰ دلار در پایان سال ۳ و ۹۰۰ دلار در پایان سال ۴ می انجامد . بنابراین در این جا تنها لازم است که مقدارهمسنگ سالانه رابرای عمریکی ازپیشنهادهای سرمایه گذاری محاسبه کنیم . با تکرار سرمایه گذاری، همان مقدار همسنگ سالانه، برای دورهٔ تکرارسرمایه گذاری، تکرار می شود .



شکل ۶-۲- الگوی جریانهای نقدی تکراری

برای مثال اگر در شکل (۶-۲) ، مقدار همسنگ سالانه به صورت زیر محاسبه شود ،

$$\left[-\$1{,}000 + \$400\underset{P/F,10,1}{(0.9091)} + \$900\underset{P/F,10,2}{(0.8265)}\right]\underset{A/P,10,2}{(0.5762)} = \$61.93$$

بدون توجه به تعداد دفعات تکرار این سرمایه گذاری ، مقدار همسنگ سالانه همان ۶۱٫۹۳ دلار در سال خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۶-۳ مقدار ارزش آینده[1]

مقدار ارزش آینده مبنایی برای مقایسه است که در یک نقطهٔ زمانی در آینده و به ازای یک نرخ بهرهٔ مشخص محاسبه می شود . مقدار ارزش آینده از ارزش فعلی به صورت زیر به دست می آید :

$$FW(i) = F_0(^{F/P,i,n}\quad) + F_1(^{F/P,i,n-1}\quad) + \cdots + F_{n-1}(^{F/P,i,1}\quad) + F_n(^{F/P,i,0}\quad)$$

$$FW(i) = \sum_{t=0}^{n} F_t(^{F/P,i,n-t}\quad).$$

اما چون

$$(^{F/P,i,n-t}\quad) = (1+i)^{n-t}$$

پس

$$FW(i) = \sum_{t=0}^{n} F_t(1+i)^{n-t}.$$

روش دیگر محاسبهٔ مقدار ارزش آینده این است که ابتدا مقدار ارزش فعلی جریان نقدی را بیابیم و آن گاه آن را به مقدار همسنگ آینده تبدیل کنیم . بنابراین ، مقدار ارزش نهایی به صورت زیر بیان می شود :

$$FW(i) = PW(i)(^{F/P,i,n}\quad).$$

این رابطه نشان می دهد که برای مقادیر محدود i و n ، مقدار ارزش نهایی برابر است با حاصل ضرب مقدار فعلی در یک مقدار ثابت . بنابراین اگر i و n ثابت باشند ، تفاوت بین گزینه ها بر مبنای همسنگ فعلی ، همان تفاوت بین آنها بر مبنای همسنگ آینده است . پس اگر ارزش فعلی گزینه ای سه برابر ارزش فعلی گزینهٔ دیگر باشد ، ارزش نهایی آن گزینه هم سه برابر ارزش نهایی گزینهٔ دیگر خواهد بود .

1- Future-Worth Amount

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارزش آینده ، همسنگ سالانه ، و ارزش فعلی مبناهای مقایسهٔ سازگار هستند . اگر گزینه های A و B به ازای i و n ثابت با یکدیگر مقایسه شوند ، رابطه های زیر برقرار خواهد بود :

$$\frac{PW(i)_A}{PW(i)_B} = \frac{AE(i)_A}{AE(i)_B} = \frac{FW(i)_A}{FW(i)_B}.$$

از آن جا که مقادیر فعلی ، سالانه ، و آینده همه معیارهایی از همسنگی هستند ، و تنها تفاوتشان در نقاط زمانی است که در آنها قرار دارند ، بدیهی است که مبناهایی سازگار برای مقایسه را تشکیل می دهند .

بنابراین هر معیار تصمیم گیری که از مقایسهٔ مقادیر همسنگ فعلی استفاده کند ، دقیقاً می تواند از مقادیر همسنگ آینده ، یا مقادیر همسنگ سالانه هم استفاده کند و این تأثیری بر نتیجهٔ نهایی نخواهد داشت .

۴-۶ نرخ برگشت داخلی[1]

نرخ برگشت داخلی یا نرخ برگشت ، شاخصی از سودآوری است که به طور گسترده مورد پذیرش قرار گرفته است ؛ و عبارت است از نرخی که در آن دریافتهای همسنگ یک جریان نقدی با پرداختهای همسنگ آن برابر می شوند . راه دیگر بیان این مفهوم ، تعریف نرخ برگشت به عنوان نرخ بهره ای است که به ازای آن مقدار ارزش فعلی مجموعه ای از دریافتها و پرداختها برابر با صفر شود . یعنی نرخ برگشت داخلی یک پیشنهاد سرمایه گذاری ، عبارت است از نرخ بهرهٔ i^* برای عمر n دوره که در رابطهٔ زیر صدق کند :

$$0 = PW(i^*) = \sum_{t=0}^{n} F_t(1 + i^*)^{-t}$$

1- Internal Rate of Return

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

محاسبهٔ نرخ برگشت . محاسبهٔ نرخ برگشت معمولاً به حل با آزمون و خطا نیاز دارد . به‌عنوان مثال برای محاسبهٔ نرخ برگشت در مورد جریان نقدی جدول (۶-۲) ، باید مقداری از i^* که ارزش فعلی را صفر می کند را بیابیم .

یعنی باید مقدار i را به گونه ای پیدا کنیم که در رابطهٔ زیر صدق کند .

$$0 = PW(i)$$

$$= -\$1{,}000 - \$800(\overset{P/F,i,1}{}) + \$500(\overset{P/A,i,4}{})(\overset{P/F,i,1}{}) + \$700(\overset{P/F,i,5}{}).$$

به جای سعی در حل مستقیم رابطهٔ فوق برای i^* ، از روش آزمون و خطا استفاده می کنیم . $i = ٪۰$ را امتحان کنید .

$$PW(0) = -\$1{,}000 - \$800(1) + \$500(4)(1) + \$700(1)$$

$$PW(0) = \$900.$$

می بینیم که در $i = ۰$ ارزش فعلی بزرگتر از صفر است . حال باید دید که انتخاب نرخ بعدی چگونه بر مقدار ارزش فعلی اثر می گذارد . از آن جا که همهٔ جریانهای نقدی مثبت در آیندهٔ دورتری از جریانهای نقدی منفی هستند ، افزایش نرخ بهره به کاهش بیشتری در ارزش فعلی دریافتها نسبت به پرداختها می انجامد . بنابراین با افزایش نرخ هرمقدار کل ارزش فعلی به سمت صفرکاهش خواهد یافت . $i = ٪۱۲$ را امتحان کنید .

$$PW(12) = -\$1{,}000 - \$800(\overset{P/F,12,1}{0.8929}) + \$500(\overset{P/A,12,4}{0.0374})(\overset{P/F,12,1}{0.8929}) + \$700(\overset{P/F,12,5}{0.5674})$$

$$PW(12) = \$39.$$

از آن جا که PW (۱۰) هنوز بزرگتر از صفر است ، نرخ بهرهٔ بزرگتری را امتحان کنید . با $i = ٪۱۳$ داریم

$$PW(13) = -1{,}000 - \$800(\overset{P/F,13,1}{0.8850}) + \$500(\overset{P/A,13,4}{2.9745})(\overset{P/F,13,1}{0.8850}) + \$700(\overset{P/F,15,5}{0.5428})$$

$$PW(13) = -\$12.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۶-۲- الگوی جریان نقدی

انتهای سال t	جریان نقدی F_t
0	-$1,000
1	-800
2	500
3	500
4	500
5	1,200

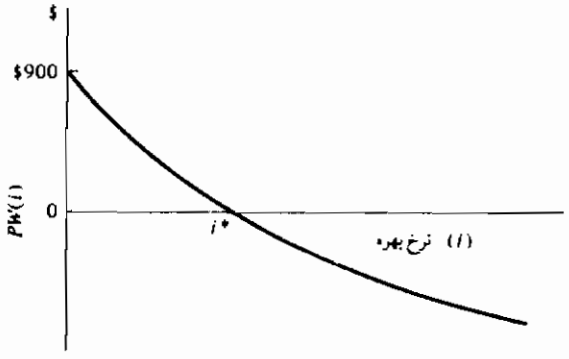
بنابراین معلوم می شود که نرخ برگشت بین ۱۲٪ و ۱۳٪ خواهد بود . با میانیابی داریم :

$$i^* = 12\% + 1\%\left[\frac{39-0}{39-(-12)}\right] = 12\% + 1\%\left[\frac{39}{51}\right] = 12.8\%.$$

یکی از تفاوتهای آشکار بین نرخ برگشت و دیگر مبناهای مقایسه این است که در تعیین نرخ برگشت نیازی به دانستن نرخ بهره نیست . مقادیر ارزش فعلی ، همسنگ سالانه ، و ارزش آینده همه به یک نرخ بهره بستگی دارند . برای محاسبهٔ مقدار این مبناها ، باید مقدار مشخصی از i را بدانیم . برای وضعیتهای سرمایه گذاری که اطلاعات در بارهٔ نرخهای بهره قطعی نیستند ، نرخ برگشت می تواندروش عملی برای درك مطلوبیت اقتصادی گزینه های سرمایه گذاری باشد .

چنان که در شکل (۶-۳)نشان داده شده است ، نرخ برگشت با مقدار ارزش فعلی در رابطه است . مقدار i که به ازای آن $PW(i)$ محور افقی را قطع می کند ، برابر با i^* است . یعنی مقداری از i که به ازای آن ارزش فعلی صفر می شود . توجه کنید که شکل (۶-۳) برای جریان نقدی جدول (۶-۳) رسم شده است . چنان که انتظار داریم ، رفتار جواب آن به همان ترتیبی است که در آزمون و خطا دیدیم .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۶-۳- نرخ برگشت و رابطهٔ آن با مقدار ارزش فعلی

مفهوم نرخ برگشت . نرخ برگشت از دیدگاه اقتصادی ، درصد یا نرخ بازده مربوط به تراز **بازیافت نشدهٔ** یک سرمایه گذاری است . محاسبات جدول (۶-۳) مفهوم اساسی نرخ برگشت را نشان می دهد . هر جریان نقدی را می توان به ترتیبی در نظر گرفت که در آن ۱۰۰۰ دلار با نرخ ۱۰٪ قرض گرفته شده و برنامه هایی برای به صفر رساندن تراز پرداخت نشده در پایان ۴ سال وجود داشته باشد . همچنین این جریان نقدی می تواند بیانگر خرید یک سرمایهٔ مولدی باشد ، که در دورهٔ عمر خود به برگشت ۱۰٪ برای دلارهای بازیافت نشده یا درگیر شده در جای دیگر می انجامد . بدون توجه به ماهیت این جریانهای نقدی ، واقعیت این است که نرخهای برگشت همهٔ گزینه های A ، B و C ، ۱۰٪ است . بنابراین $i^*_A = ٪۱۰$ ، $i_B = ٪۱۰$ ، $i^*_C = ٪۱۰$ در رابطه های زیر صدق می کند :

$$0 = -\$1,000 + \$400(^{P/F,i^*_A,1}) + \$370(^{P/F,i^*_A,2}) + \$240(^{P/F,i^*_A,3}) + \$220(^{P/F,i^*_A,4})$$

$$0 = -\$1,000 + \$100(^{P/A,i^*_B,4}) + \$1,000(^{P/F,i^*_B,4}).$$

$$0 = -\$1,000 + \$1,464(^{P/F,i^*_C,4})$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۶-۳- سه جریان نقدی نشان‌دهندهٔ مفهوم اساسی نرخ برگشت

انتهای سال	جریان نقدی در انتهای سال t	تراز پرداخت نشده در آغاز سال t	بهره به دست آمده روی تراز پرداخت نشده در خلال سال t	تراز پرداخت نشده در انتهای سال t
	Alternative $A(i_A^* = 10\%)$			
t	$F_{A,t}$	U_{t-1}	$U_{t-1}(0.10)$	$U_t = U_{t-1}(1 + 0.10) + F_{A,t}$
0	−$1,000	–	–	−$1,000
1	400	−$1,000	−$100	−700
2	370	−700	−70	−400
3	240	−400	−40	−200
4	220	−200	−20	0
	Alternative $B(i_B^* = 10\%)$			
t	$F_{B,t}$	U_{t-1}	$U_{t-1}(0.10)$	$U_t = U_{t-1}(1 + 0.10) + F_{B,t}$
0	−$1,000	–	–	−$1,000
1	100	−$1,000	−$100	−1,000
2	100	−1,000	−100	−1,000
3	100	−1,000	−100	−1,000
4	1,100	−1,000	−100	0
	Alternative $C(i_C^* = 10\%)$			
t	$F_{C,t}$	U_{t-1}	$U_{t-1}(0.10)$	$U_t = U_{t-1}(1 + 0.10) + F_{C,t}$
0	−$1,000	–	–	−$1,000
1	0	−$1,000	−$100	−1,100
2	0	−1,100	−110	−1,210
3	0	−1,210	−121	−1,331
4	1,464	−1,331	−133	0

اگر تراز بازیافت نشده در انتهای دورهٔ t را با U_t نشان دهیم ، تراز بازیافت نشده برای هر دورهٔ زمانی را می توان از رابطهٔ تکراری زیر پیدا کرد :

$$U_t = U_{t-1}(1 + i) + F_t$$

وقتی که

F_t = مقدار دریافت شده در انتهای دورهٔ t

i = نرخ بهرهٔ مربوط به تراز بازیافت نشده در دورهٔ t

U_0 = مقدار اولیهٔ قرض یا هزینهٔ اولیهٔ دارایی . (F_0)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تراز بازیافت نشدهٔ مربوط به جریان نقدی به صورت مقادیر منفی در جدول (۶-۳) ظاهر می شود . و این نشان می دهد که این مقادیر متعلق به خود قرض کننده یا مقادیری هستند که باید توسط وام دهنده بازیافت شوند .

همهٔ جریانهای نقدی جدول (۶-۳) در هر دوره دارای برگشتی برابر با ترازهای بازیافت نشدهٔ مربوطه ضربدر نرخهای برگشتشان می باشند . برگشتهای گزینهٔ A ، ۱۰٪ برای ۱۰۰۰ دلار ، ۷۰۰ دلار و ۴۰۰ دلار و ۲۰۰ دلار است . گزینهٔ B دارای برگشتهای ۱۰٪ برای ۱۰۰۰ دلار در هر یک از چهار دوره است ، و گزینهٔ C برگشتهایی برابر با ۱۰٪ برای ۱۰۰۰ دلار ، ۱۱۰۰ دلار ، ۱۲۱۰ دلار و ۱۳۳۱ دلار دارد . مقدار بهرهٔ حاصل برای هر گزینه متفاوت است . برای A ، ۲۳۰ دلار ، برای B ، ۴۰۰ دلار و برای C ، ۴۶۴ دلار است . با این وجود نرخ برگشت برای همهٔ آنها یکسان بوده **و عبارت است از نرخ بهرهٔ مربوط به تراز بازیافت نشدهٔ هر دوره ، به گونه ای که تراز باقیمانده در پایان عمر سرمایه گذاری صفر شود .**

بسط چندجمله ای نرخ برگشت . عبارت

$$PW(i) = \sum_{t=0}^{n} F_t(1+i)^{-t}$$

یک چندجمله ای درجه n است . زیرا اگر

$$x = \frac{1}{(1+i^*)}$$

قرار داده شده ، داریم :

$$0 = F_0 + F_1x + F_2x^2 + F_3x^3 + \cdots + F_nx^n.$$

اگرچه یک چندجمله ای درجهٔ n باید دارای n ریشه باشد ، اما همهٔ آنها دارای مفهوم واقعی نیستند . نرخ برگشت i^* باید در فاصلهٔ $(-1 < i^* < \infty)$ باشد تا از نظر اقتصادی مفهوم پیدا کند . برای این فاصلهٔ i^* ، x باید یک عدد حقیقی و مثبت باشد $(0 < x < \infty)$ زیرا

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$i^* \to \infty, \qquad x \to 0$

و

$i^* \to -1, \qquad x \to \infty.$

بنابراین ، تنها برای مقادیر حقیقی و مثبت ریشه ها ، جواب چندجمله ای برای نرخ برگشت دارای یک تفسیر اقتصادی است . در بیشتر مسائل واقعی که در فعالیتهای بازرگانی با آنها مواجه می شویم ، بررسی محدودهٔ نرخ برگشت در فاصلهٔ $0 \leq i^* < \infty$ یا $0 < x \leq 1$ کافی است .

جریانهای نقدی خاصی وجود دارند که برای آنها در فاصلهٔ $-1 < i < \infty$ نرخ برگشتی وجود ندارد . معمولی ترین مثال وقتی است که جریان نقدی کلاً از دریافتها یا کلاً از پرداختها تشکیل شده باشد و دریافت یا پرداخت اولیه در $t = 0$ رخ دهد . در عمل وقتی که فرض می شود گزینه ها دارای خدمت ، سود ، یا درآمد یکسان هستند ، معمولاً پیشنهادهای سرمایه گذاری تنها با جریانهای نقدی هزینه بیان می شوند . از آن جا که محاسبهٔ یک نرخ برگشت معنی دار برای چنین جریانهای نقدی به طور مستقیم غیرممکن است ، باید از روشهای دیگری برای تصمیم گیری با جریانهای نقدی هزینه استفاده کرد .

چون حل رابطهٔ نرخ برگشت یک جریان نقدی با عمر n دوره ، به جواب یک چندجمله ای درجهٔ n می انجامد ، روشهای ریاضی مختلفی وجود دارند که در ریشه ها یا مقادیر i که در چنین جمله ایهایی صدق کنند همگرا می شوند . روشهای کامپیوتری که از طریق آنها تقریبهای عددی با دقت زیاد قابل دستیابی هستند معمولترین این روشها می باشند .

جریانهای نقدی با یک نرخ برگشت تکی . در استفاده از قواعد تصمیم گیری قراردادی بر مبنای مقایسه های نرخ برگشت ، باید تابع ارزش فعلی مطابق شکل (۶-۳) باشد . این شکل اطمینان می دهد که یک نرخ برگشت وجود دارد و

$PW(i) > 0$ برای $i < i^*$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$PW(i) = 0$ برای $i = i^*$

$PW(i) < 0$ برای $i > i^*$

بنابراین باید ابزاری داشته باشیم که شکل جریان نقدی چنین تابعی را به آسانی پیش بینی کند .

آزمایش ۱ دارای سه شرط است که تضمین می‌کنند جریان نقدی دارای رفتار شکل (۶-۳) است . این سه شرط که همهٔ آنها باید برقرار باشند عبارتند از :

۱- $F_0 < 0$

(اولین جریان نقدی مخالف با صفر ، یک پرداخت باشد)

۲- در مجموعه $F_0, F_1, F_2, ..., F_n$ یک تغییر علامت وجود داشته باشد .

(جریان نقدی در ابتدا دارای یک پرداخت یا مجموعه ای از پرداختها باشد که مجموعه ای از دریافتها در پی آن قرار دارند) .

۳- $PW(0) > 0$

(جمع همهٔ دریافتها بزرگتر از جمع همهٔ پرداختها باشد) .

جدول (۶-۴) دو جریان نقدی (A و B) که در شرایط آزمایش ۱ صدق می کنند و سه جریان نقدی (C و D و E) که در این آزمایش صدق نمی کنند را نشان می دهد .

برای جریان نقدی A جمع دریافتها (۱۵۰۰ دلار) بزرگتر از جمع پرداختها (۱۰۰۰ دلار) است ، و برای B جمع دریافتها (۳۵۰۰ دلار) از جمع پرداختها (۲۵۰۰ دلار) بیشتر است . پس این جریانهای نقدی دارای یک نرخ برگشت تکی با جریان نقدی به شکل (۶-۳) هستند . بیشتر گزینه های واقعی دارای الگوهای جریان نقدی مشابه با A و B هستند . زیرا بیشتر سرمایه گذاریها نیازمند وجوه اولیه ای هستند که در پی آنها مجموعه ای از درآمدهای حاصل از پروژه قرار می گیرند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۶-۴- پنج الگوی جریان نقدی

جریان نقدی					انتهای سال
E	D	C	B	A	
−$1,000	−$2,000	0	−$1,000	−$1,000	0
4,700	0	−$3,000	− 500	500	1
− 7,200	10,000	1,000	− 500	400	2
3,600	0	1,900	− 500	300	3
0	0	− 800	1,500	200	4
0	−10,000	2,720	2,000	100	5

اگرچه جریان نقدی C در شرایط دوم آزمایش ۱ صدق نمی کند (دارای سه بار تغییر علامت است) باز هم یک نرخ برگشت یگانهٔ $i^* = ٪۲۰$ برای آن وجود دارد و تابع همسنگ فعلی آن به شکل (۶-۳) است . اگر یک جریان نقدی دارای چند تغییر علامت باشد ، برای تعیین شکل تابع آن ، آزمایش کاملتر زیر انجام می شود .

آزمایش ۲ ؛ در این آزمایش شرایط زیر باید برقرار باشند :

۱- $F_0 < 0$

۲- برای جریان نقدی یک نرخ برگشت i^* پیدا کنید . حال برای i^* معلوم ، باید به ازای $t = 0, 1, 2, ..., n-1$ ، $U_t < 0$ باشد .

(تراز بازیافت نشده ای که در نرخ برگشت معلوم ارزیابی می شود ، باید همواره منفی باشدبه جزدر $t = n$ که $U_n = 0$است . جدول (۶-۳) محاسبه نمونه وار U_tرا ارائه می کند .

برای جریان نقدی C ، پس از اطمینان از این که اولین جریان نقدی منفی است ، ارزش فعلی در $t = 1$ محاسبه می شود . سپس تراز بازیافت نشده را با $i^* = ٪۲۰$ برای هر دوره از عمر گزینه محاسبه می کنیم

$$U_0 = -\$3,000$$

$$U_1 = -\$3,000(\overset{F/P,20,1}{1.200}) + \$1,000 = -\$2,600$$

$$U_2 = -\$2,600(\overset{F/P,20,1}{1.200}) + \$1,900 = -\$1,220$$

$$U_3 = -\$1,220(\overset{F/P,20,1}{1.200}) - \$800 = -\$2,264$$

$$U_4 = -\$2,264(\overset{F/P,20,1}{1.200}) + \$2,717 = 0.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از آن جا که مقادیر $t = ۰, ۱, ۲, ۳$ غیرمنفی هستند ، شرط دوم برقرار است .

استفاده از آزمایش ۱ آسانتر از آزمایش ۲ است . زیرا تنها نیاز به محاسبهٔ ساده جمع ها و مشاهدهٔ تغییرات در علامت مقادیر جریان نقدی دارد . با این وجود ، ممکن است یک جریان نقدی که در آزمایش ۱ صدق نمی کند ، در آزمایش ۲ صدق کند . جریان نقدی C مثالی از این حالت است . بنابراین آزمایش مشکلتر ۲ ، توانایی تفکیک بهتری دارد و جریانهای نقدی گسترده تری را می توان توسط آن آزمایش کرد .

ممکن است به نظر رسد که جریانهای نقدی با $F_۰ > ۰$ یا $F_۰ = ۰$ در شرط اول صدق نمی کند . لیکن همواره با تغییراتی در جریان نقدی می توان آن را به جریان نقدی با $F_۰ < ۰$ تبدیل کرد . اگر چندجمله ای

$$0 = \sum_{t=0}^{n} F_t(1+i^*)^{-t}$$

را در یک مقدار ثابت ضرب کنیم ، تأثیری بر مقدار یا مقادیر i^* که در این رابطه صدق می کنند نخواهد داشت . بنابراین

اگر $F_۰ > ۰$ ، هر F_t جریان نقدی را در ۱− ضرب کنید .

و

اگر $F_۰ = ۰$ ، اولین جریان نقدی مخالف با صرف را بیابید و ارزش فعلی را در زمانی که این جریان نقدی رخ می دهد محاسبه کنید .

با استفاده از جریان نقدی C در جدول (۶-۴) و یافتن مقدار i^* که ارزش فعلی را $t = ۰$ برابر با صفر می کند ، داریم :

$$0 = -\$3{,}000(^{P/F,i^*,1}) + \$1{,}000(^{P/F,i^*,2}) + \$1{,}900(^{P/F,i^*,3}) - \$800(^{P/F,i^*,4}) + \$2{,}720(^{P/F,i^*,5})$$

و در $t = ۱$ داریم :

$$0 = -\$3{,}000 + \$1{,}000(^{P/F,i^*,1}) + \$1{,}900(^{P/F,i^*,2}) - \$800(^{P/F,i^*,3}) + \$2{,}720(^{P/F,i^*,4})$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هر دو رابطهٔ فوق به نتیجهٔ مساوی($i^* = ٪۲۰$) می انجامند . از آن جا که رابطهٔ دوم همان رابطهٔ اول است که در مقدار ثابت $(P/F,i^*,1)$ ضرب شده ، نرخ برگشت تغییری نمی کند . بنابراین استفاده از رابطهٔ دوم ، بدون این که اثری بر نرخ برگشت پیشنهاد داشته باشد ، تضمین می کند که اولین جریان نقدی مخالف با صفر یک پرداخت است .

جریانهای نقدی با نرخهای برگشت چندگانه . جریانهای نقدی D و E در جدول (۶-۴) دستهٔ معمولتری از الگوهای جریانهای نقدی هستند ، که از پرداختها ، دریافتها ، پرداختهای بعدی ، دریافتهای بعدی و به همین ترتیب تشکیل می شوند . این گونه جریانهای نقدی از الگوی دسته ای از جریانهای نقدی که شامل A و B هستند پیروی نمی کنند . بنابراین تضمینی وجود ندارد که تابع ارزش فعلی آنها به شکل (۶-۳) باشد .

تصمیم گیری برای جریانهای نقدی که دارای یک نرخ برگشت یگانه هستند و مانند مثال شکل (۶-۴) رفتار می کنند بسیار آسانتر از جریانهای نقدی با نرخهای برگشت چندگانه است . در مورد نرخهای برگشت چندگانه این سؤالات پیش می آید که ، کدام یک از نرخهای برگشت درست هستند ؟ و آیا قواعد تصمیم گیری که غالباً برای انتخاب سرمایه گذاری به کار می روند ، در این جا هم قابل استفاده اند ؟

پاسخ هر دو سؤال این است که وقتی نرخهای برگشت چندگانه پیدا شوند ، راهی برای قضاوت در این مورد که کدام یک از آنها برای تعیین مطلوبیت اقتصادی مناسبترین هستند وجود ندارد . از آن جا که روشهای معمول برای بررسی نرخهای برگشت چندگانه طراحی نشده اند ، بهترین کار این است که برای مقایسهٔ گزینه های با نرخهای برگشت چندگانه از نرخ برگشت به عنوان مبنای مقایسه استفاده نشود . بنابراین شناسایی جریانهای نقدی با نرخهای برگشت چندگانه در مراحل مقدماتی تحلیل دارای اهمیت است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

روشی که می تواند در شناسایی امکان وجود نرخهای چندگانه مفید باشد ، قاعدهٔ دیسکارت[1] برای علامتهای یک چند جمله ای درجهٔ n است . بر اساس این قاعده تعداد ریشه های حقیقی مثبت یک چندجمله ای درجهٔ n با ضرایب ثابت ، هرگز بیشتر از تعداد دفعات تغییر علامتهای مجموعهٔ ضرایب

$$F_0, F_1, F_2, F_3, \ldots, F_{n-1}, F_n$$

نیست ، و اگر کمتر می شد ، تفاوت همیشه یک عدد زوج است . برای مثال ، مجموعه علامتهای جریانهای نقدی A و B در جدول (۶-۴) تنها یک بار تغییر می کند ، در حالی که علامتهای C ، D و E به ترتیب سه ، دو و سه بار عوض می شوند . علامتهای D دارای یک تغییر از مقدار منفی اولیه به مثبت در انتهای سال ۲ است . (جریان نقدی صفر را می توان در اعمال قاعدهٔ تغییر علامت نادیده گرفت) . علامتها تا پایان سال ۵ بدون تغییر می ماند ، و در آن جا از مثبت به منفی عوض می شود .

قاعدهٔ تغییر علامت برای جریان نقدی D نشان می دهد که حداکثر تعداد ممکن ریشه های حقیقی مثبت دو خواهد بود . شکل (۶-۴) تابع ارزش فعلی D را نشان می دهد ، می بینیم که این جریان نقدی در واقع دو نرخ بهرهٔ جداگانه دارد که برای آنها ارزش فعلی صفر است . این دو نرخ برگشت عبارتند از : ۹٫۸٪ و ۱۱۱٫۵٪ .

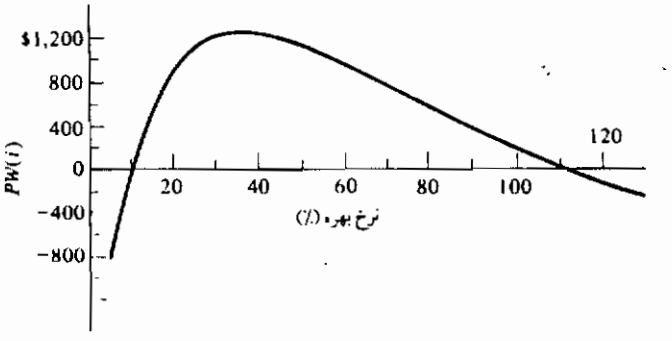
اگر تصمیم گیرنده ای مبنای روش تصمیم گیری خود را بر این فرض قرار دهد که گزینه های مورد بررسی ، دارای یک تابع ارزش فعلی شبیه به شکل (۶-۴) هستند ، باید خود را متقاعد سازد که جریان نقدی به راستی چنین تابعی را تولید می کند . برای این کار ، اولین گام ، استفاده از آزمایشهای ۱ و ۲ است (هر جریان نقدی که در آزمایش ۱ صدق کند ، همواره در آزمایش ۲ هم صدق می کند) . اگر جریان نقدی در این آزمایشها موفق نباشد آن گاه امکان نرخهای چندگانه وجود دارد . گام بعدی رسم

1- Descartes Rule

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$PW(i)$ است . با استفاده از منحنی تابع ارزش فعلی ، و مشاهدهٔ مقادیری از i که به ازای آنها ارزش فعلی بزرگتر از صفر است ، می توان مطلوبیت سرمایه گذاری پیشنهادی را به درستی تفسیر کرد . برای پیشنهاد E در جدول (۶-۴) ، منحنی ارزش فعلی در شکل (۶-۵) نشان داده شده است . این منحنی نشان می دهد که پیشنهاد یاد شده برای مقادیر i کمتر از ۲۰٪ و بین ۵۰٪ و ۱۰۰٪ ، مطلوب است . در بیشتر حالات ، تلاش برای تفسیر نرخهای برگشت چندگانه با استفاده از روشهای معمول و بدون در نظر گرفتن تابع ارزش فعلی ، بی معنی است .

ساختن یک الگوی جریان نقدی برای تولید نرخهای برگشت چندگانهٔ انتخاب شده کار آسانی است . فرض کنید بخواهیم الگویی با نرخهای برگشت ۲۰٪ ، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ بیابیم . برای این کار تنها باید مضاربی را که به این نرخهای برگشت می انجامند در هم ضرب کنیم .



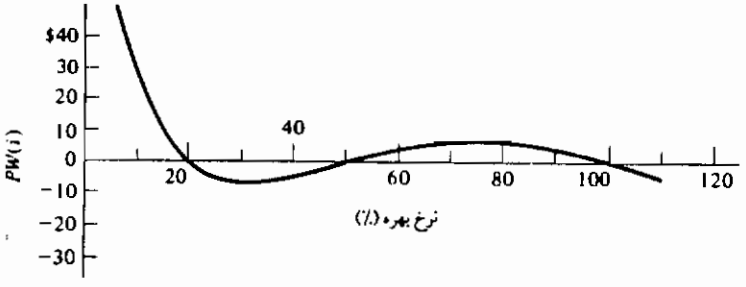
شکل ۶-۴- تابع ارزش فعلی برای جریان نقدی Dدر جدول ۶-۳

این نتیجه معادله ای است که برای محاسبهٔ ارزش آینده به کار می رود . از آن جا که نرخهای برگشت به عنوان نرخهای بهره ای که ارزش فعلی یا ارزش آینده را برابر با صفر می کنند تعریف می شوند ، پس باید این معادله را برابر با صفر قرار دهیم . یک مثال برای چنین محاسباتی در زیر آمده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

$$FW(i^*) = 0 = [(1 + i) - 1.2][(1 + i) - 1.5][(1 + i) - 2.0]$$
$$0 = (1 + i)^3 - 4.7(1 + i)^2 + 7.2(1 + i) - 3.6.$$



شکل ۶-۵- تابع ارزش فعلی برای جریان نقدی E در جدول ۶-۳

از ضرب کردن رابطهٔ بالا در ۱۰۰۰- دلار داریم :

$$0 = -\$1{,}000(1 + i)^3 + 4{,}700(1 + i)^2 - \$7{,}200(1 + i) + \$3{,}600.$$

ضرایب این معادله ، همان دریافتها و پرداختهای نقدی جداگانهٔ E در جدول (۶-۴) هستند . منحنی ارزش فعلی شکل (۶-۵) تأیید می کند که نرخ برگشت این جریانهای نقدی ، ۲۰٪ ، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ هستند .

۶-۵ دورهٔ برگشت[1]

بیانی از این قبیل که : « این سرمایه گذاری خودش را در کمتر از سه سال پرداخت می کند» در بازرگانی و صنعت معمول است ؛ و بر تمایل به ارزیابی دارایی برحسب یک دورهٔ بازپرداخت تأکید دارد . این بخش روشهایی را برای ارزیابی دورهٔ برگشت یک سرمایه گذاری ارائه می کند .

1- Payback Period

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دورهٔ برگشت بدون بهره . دورهٔ برگشت بدون بهره ، معمولاً به عنوان مدت زمان لازم برای بازیافت هزینهٔ اولیهٔ یک سرمایه گذاری توسط جریانهای نقدی خالص حاصل از آن در نرخ بهرهٔ صفر تعریف می شود . یعنی ، اگر F_0 = هزینهٔ اولیهٔ سرمایه گذاری و F_t = جریان نقدی خالص در دورهٔ t باشد ، آن گاه دورهٔ برگشت عبارت است از کوچکترین مقدار n که در رابطهٔ زیر صدق کند

$$\sum_{t=0}^{n} F_t \geq 0.$$

در مقایسهٔ دورهٔ برگشت برای پیشنهادهای سرمایه گذاری مختلف ، معمولاً دورهٔ بازپرداخت کوتاهتر ، مطلوبتر از دورهٔ برگشت طولانی تر است . یک دورهٔ برگشت کوتاه نشان می دهد که درآمدهای سرمایه گذاری در زمان کوتاهی هزینهٔ اولیه را می پوشانند . بنابراین می توان گفت که یک سرمایه گذاری با دورهٔ برگشت کوتاهتر ، نسبت به سرمایه گذاری با دورهٔ برگشت طولانی تر دارای درجهٔ نقدشوندگی بالاتری است .

همچنین این بازگشت سریعتر سرمایه ، گسترهٔ زمانی ای که امکان از دست دادن درآمد سرمایه گذاری در آن وجود دارد را کوتاه می کند .

در عمل ، دورهٔ برگشت به صورتهای دیگری هم تعریف می شود . لیکن محدودیتها و مزایای بیشتر روشهای دورهٔ برگشت به عنوان مبنایی برای مقایسهٔ گزینه ها را می توان با بررسی این روش به گونه ای که در بالا تعریف شد ، روشن ساخت .

برای مثال ، جدول (۶-۵) جریانهای نقدی مربوط به سه گزینهٔ سرمایه گذاری که دورهٔ برگشت هر یک از آنها سه سال است را نشان می دهد . تحلیل این جریانهای نقدی نشان می دهد که دورهٔ برگشت به عنوان معیاری از مطلوبیت سرمایه گذاری دارای نارساییهای جدی است . در شرایط عادی ، اگرچه این سه پیشنهاد دارای دوره های برگشت یکسان هستند ، لیکن مطلوبیت اقتصادی آنها یکسان نیست .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۶-۵- سه گزینه با یك دورهٔ برگشت سه ساله

C	B	A	انتهای سال
-$700	-$1,000	-$1,000	0
-300	200	500	1
500	300	300	2
500	500	200	3
0	1,000	200	4
0	2,000	200	5
0	4,000	200	6
$PW(0)_C = \$0$	$PW(0)_B = \$7,000$	$PW(0)_A = \$600$	ارزش فعلی ، $i = 0$
سه سال	سه سال	سه سال	دورهٔ بازپرداخت

به طور کلی ، عمده ترین نارسایی تحلیل دورهٔ برگشت در این است که موارد زیر را در نظر نمی گیرد :

۱- ارزش زمانی پول

۲- نتایج سرمایه گذاری بعد از دورهٔ برگشت شامل مقدار و زمان جریانهای نقدی و عمر مورد انتظار سرمایه گذاری .

به علت محدودیتهای یاد شده ، دورهٔ برگشت ، سرمایه گذاریهای کوتاه مدت را مطلوبتر نشان می دهد . در حالی که تجربه نشان می دهد که این مبنای درستی نیست و در بسیاری حالات از نظر اقتصادی معتبر نمی باشد .

باید گفت که دورهٔ برگشت ، هرگز معیاری از نرخی که در آن یک سرمایه گذاری هزینهٔ اولیهٔ خود را بازیافت می کند ، به دست نمی دهد . در شرایطی که درجهٔ عدم قطعیت برای آینده زیاد باشد ، و یک بنگاه بخواهد محل نقدینگی و تعهدات وامهای خود را بداند ، دورهٔ برگشت می تواند اطلاعات مفیدی دربارهٔ سرمایه گذاریهای مورد بررسی را به دست دهد . در نتیجه این سنجش مطلوبیت سرمایه گذاری ، به عنوان یک معیار تکمیلی برای مقایسه به کار می رود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دورهٔ برگشت با بهره . برای در نظر گرفتن ارزش زمانی پول ، در محاسبات دورهٔ برگشت ، می توان از روشی که **دورهٔ برگشت تنزیل شده**[1] نامیده می شود استفاده کرد . این روش مدت زمان لازم برای فراتر رفتن مقدار **همسنگ** دریافتهای سرمایه گذاری ، از مبلغ سرمایه گذاری **شده** را تعیین می کند . اگر F را به همان صورت بالا تعریف کنیم ، دورهٔ برگشت تنزیل شده عبارت است از : کوچکترین مقدار n' ، که در رابطهٔ زیر صدق کند :

$$\sum_{t=0}^{n'} F_t(1+i)^{-t} \geq 0.$$

برای مثال در مورد گزینهٔ A از جدول (۶-۵) ، با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ داریم :

$$-\$1{,}000 + \$500(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) + \$300(\overset{P/F,15,2}{0.7562}) + \$200(\overset{P/F,15,3}{0.6575})$$
$$+ \$200(\overset{P/F,15,4}{0.5718}) + \$200(\overset{P/F,15,5}{0.4972}) \geq 0.$$
$$\$7 \geq 0.$$

در این مثال ، $n'_A = ۵$ کوتاهترین دورهٔ زمانی لازم برای فراتر رفتن مقدار همسنگ دریافتها ، از مبلغ سرمایه گذاری شده است .

چنان که دیدیم کاربرد دورهٔ برگشت بدون نرخ بهره برای گزینهٔ A ، به یک دورهٔ برگشت سه ساله می انجامد . با $i = ۱۵٪$ دورهٔ برگشت برای گزینهٔ A به ۵ سال افزایش می یابد . بنابراین ، افزایش نرخ بهره ، به افزایش دورهٔ برگشت می انجامد .

محاسبهٔ دوره های برگشت تنزیل شده برای گزینه های A ، B و C و با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ ، $n'_A = ۵$ سال و $n'_B = ۴$ سال را به دست می دهد . در مورد گزینهٔ C ، n'_C هرگز هزینه های سرمایه گذاری را بازیافت نمی کند . با استفاده از دورهٔ برگشت قراردادی (بدون بهره) جدول (۶-۵) نشان می دهد که دورهٔ برگشت برای همهٔ گزینه ها یکسان و برابر با سه سال است . لیکن وقتی از دورهٔ برگشت تنزیل شده استفاده کنیم ، دوره های برگشت این سه گزینه به طور قابل ملاحظه ای متفاوت خواهند بود .

1- Discounted Payback Period

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک نوع جالب دورهٔ برگشت با بهره را می توان در حالت سادهٔ مجموعه ای از منافع سالانهٔ مساوی از یک سرمایه گذاری P دلاری در $t = 0$ مشاهده کرد . اگر فرض کنید که سالانه Aدلار بازیافت شود (A درصدی از P است) ، آن گاه تعداد سالهای لازم برای دورهٔ برگشت را می توان به عنوان تابعی از نرخ بهرهٔ i پیدا کرد .

در این حال می توان مجموعه ای از منحنی ها ، که هر کدام مربوط به یکی از درصدهای انتخاب شده از P باشند را به دست آورد .

فرض کنید

$$A = \%P, \text{ where } 0 < \% < 100$$

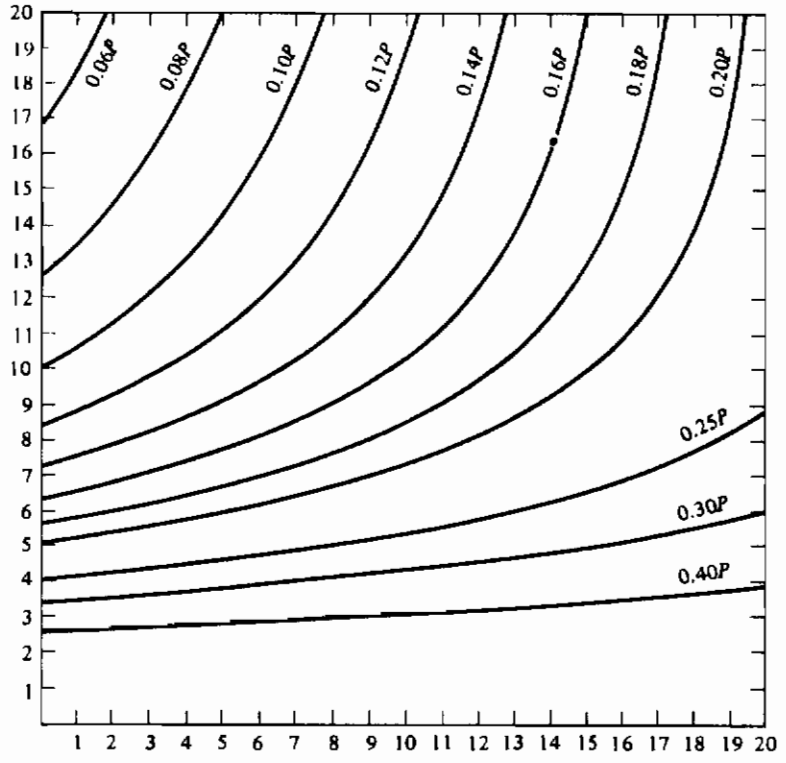
و

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)-1}\right].$$

شکل (۶-۶) رفتار n را به عنوان تابعی از i (وقتی که Aدرصد از P در محدودهٔ ۴٪ و ۶٪ است) ، نشان می دهد . این رفتار رابطهٔ بین دورهٔ برگشت و نرخ بهره را به دست می دهد .

شکل (۶-۶) در تعیین دورهٔ برگشت با بهره ، برای یک سرمایه گذاری با عمر بین صفر تا ۲۰ سال مفید است . اگر هردو متغیر از سه متغیر (نرخ بهره ، عمر پروژه ، و برگشت مطلوب به عنوان درصدی از سرمایه گذاری) ، ثابت باشند ، می توان متغیر سوم را تعیین کرد . برای مثال ، فرض کنید $A = 0/12P$ و $i = 9\%$ باشد . این مقادیر ، دورهٔ برگشت را برابر با ۱۶ سال به دست می دهند . با کاهش نرخ بهره به ۸٪ ، دورهٔ برگشت به ۱۴/۴ سال کاهش می یابد . به همین ترتیب با افزایش نرخ بهره به ۱۰٪ ، دورهٔ برگشت به ۱۸/۸ سال افزایش می یابد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۶-۶- دورهٔ برگشت به‌عنوان تابعی از نرخ بهره برای مقادیر بازیافت سالانهٔ انتخاب شده

۶-۶ مبلغ همسنگ سرمایهٔ دائمی

همسنگ سرمایهٔ دائمی $CE(i)$ ، حالت خاصی از مبنای مقایسهٔ همسنگ فعلی است . در تحلیلهای اقتصادی این عبارت بیانگر یک مبنای مقایسه است . این مبنا برای یافتن یک مقدار یگانه در زمان حال ، همسنگ با یک جریان نقدی خالص همیشگی به کار می رود . مفهوم همسنگ سرمایهٔ دائمی را نباید با مفهوم حسابداری هزینهٔ سرمایه گذاری شده که در دفاتر حسابداری ثبت می شود ، اشتباه کرد . برای حسابدار یک هزینه در صورتی که به عنوان دارایی یا هزینهٔ پیش پرداخت شده ثبت شده باشد ، به جای هزینه ، سرمایه گذاری به حساب می آید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای محاسبهٔ همسنگ سرمایهٔ دائمی یک سرمایه گذاری یا مجموعه ای از سرمایه گذاریها که انتظار می رود جریانهای نقدیی از حال تا بی نهایت تولید کنند ، معمولترین روش این است که ابتدا جریان نقدی موجود را به یک جریان نقدی همسنگ با مقادیر سالانهٔ مساوی ، A ، که تا بی نهایت ادامه دارند ، تبدیل ، و سپس با استفاده از ضریب ارزش فعلی مجموعه پرداختهای مساوی ، پرداختهای مساوی سالانه را به زمان حال تنزیل می کنیم .

$CE(i) = PW(i)$ جایی که جریان نقدی تا بی نهایت ادامه دارد $(n = \infty)$

$$CE(i) = A(^{P/A,i,\infty}) = A\left[\frac{(1+i)^{\infty} - 1}{i(1+i)^{\infty}}\right]$$

$$= A\left[\frac{1 - \frac{1}{(1+i)^{\infty}}}{i}\right] = \frac{A}{i}.$$

بنابراین

$$CE(i) = \frac{A}{i}.$$

روش سادهٔ درك رابطهٔ آخر این است که ببینیم چه مقدار ارزش فعلی بایستی در نرخ i سرمایه گذاری شود ، تا سرمایه گذار بتواند یک مبلغ Aرا در فواصل زیاد معین برای همیشه برداشت کند . اگر سرمایه گذار در هر دوره بیش از مبلغ A برداشت کند ، در واقع کسری از اصل پول اولیه را برداشت کرده است . و اگر در هر برداشت از اصل پول اولیه مصرف شود ، سرانجام ، این پول به صفر می رسد و برداشتهای بعدی غیرممکن می شود . لیکن اگر مبلغی که در هر دوره برداشت می شود ، برابر با بهرهٔ حاصل از اصل پول برای آن دوره باشد ، اصل پول دست نخورده باقی می ماند . بنابراین مجموعه برداشتها می تواند برای همیشه ادامه داشته باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مثال

به عنوان مثالی از کاربرد همسنگ سرمایهٔ دائمی فرض کنید یک سازمان بشردوست تصمیم دارد مبلغی برای ساختن یک بوستان و نگهداری آن برای همیشه ، به یک شهر هدیه کند . اگر نرخ بهرهٔ سالانه ۸٪ و هزینهٔ نگهداری سالانهٔ بوستان در ۱۵ سال اول ۱۶۰۰۰ دلار باشد و از آن پس ، این هزینه به ۲۵۰۰۰ دلار در سال افزایش یابد ؛ برای نگهداری همیشگی بوستان ، در حال حاضر چه مقدار باید هدیه شود ؟

$$CE(8) = \frac{\$16,000}{0.08} + \frac{\$9,000}{0.08}(P/F,8,15)(0.3153)$$
$$= \$200,000 + \$35,471 = \$235,471.$$

با این محاسبه می بینیم که اگر ۲۰۰۰۰۰ دلار در زمان حال با نرخ ۸٪ سرمایه گذاری شود ، برای همیشه سالانه ۱۶۰۰۰ دلار به دست می دهد ، البته در صورتی که ۲۰۰۰۰۰ دلار در سرمایه گذاری باقی بماند . ۳۵۴۷۱ دلار دیگر با نرخ ۸٪ به مدت ۱۵ سال سرمایه گذاری می شود ، و در این مدت به مبلغ زیر می رسد :

$$\$35,471(F/P,8,15)(3.172) = \$112,515.$$

پس از این مدت ، ۱۱۲۵۱۵ دلار حاصل ، سالانه ۹۰۰۰ دلار لازم را برای پوشاندن هزینه های نگهداری اضافی برای همیشه فراهم می کند .

۶-۷ بازیافت سرمایه با برگشت[1]

هرگونه دارایی (مثلاً یک دستگاه) خود یک واحد سرمایه است . چنین سرمایه ای در طول زمان و در طی فعالیتهای سرمایه ای از قیمتش کاسته می شود و ارزش خود را از دست می دهد . این نوع از دست رفتن ارزش ، درعمل به صورت مصرف تدریجی یا خرج سرمایه رخ می دهد . هزینهٔ ناشی از این کاهش قیمت را می توان

1- Capital Recovery With Return

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به آسانی با مقادیر همسنگ سالانه ای که ارزش زمانی پول در آن منظور شده باشد بیان کرد . داراییهای سرمایه ای با این باور که بیش از هزینهٔ خود را در می آورند ، خریده می شوند . یک بخش از این درآمدها به عنوان بازیافت سرمایه در نظر گرفته می شود . مبلغ سرمایه گذاری شده در یک دارایی به شکل درآمد حاصل از خدمات آن دارایی ، و فروش آن در پایان عمر مفیدش ، بازیافت می شود . اگر یک دارایی طی عمر ۵ ساله اش خدماتی به ارزش سالانهٔ ۸۰۰ دلار فراهم کند ، و ۱۰۰۰ دلار از فروش آن دریافت شود ، جمعاً ۵۰۰۰ دلار ، بازیافت شده است .

بخش دیگر از درآمدهای یک دارایی ، برگشت آن است . از آن جا که مبلغ سرمایه گذاری شده در یک دارایی معمولاً به تدریج بازیافت می شود ، لازم است که بهرهٔ مربوط به تراز بازیافت نشده را به عنوان هزینهٔ دارایی در نظر بگیریم . بنابراین انتظار داریم که یک سرمایه گذاری نه تنها مقدار اصل خود ، بلکه برگشت آن قسمت از سرمایه را هم که در دورهٔ عمر دارایی درگیر آن است ، برگرداند . این مطلب به مفهوم **بازیافت سرمایه با برگشت** (CR) می انجامد ، که در فصلهای بعد از آن استفاده خواهیم کرد .

در رابطه با فراهم کردن یک دارایی سرمایه ای و سپس بازنشستگی آن ، دو مقدار پولی وجود دارد ، که عبارتند از : هزینهٔ اولیه ، و ارزش اسقاطی . با این دو مقدار می توان یک رابطهٔ ساده برای هزینهٔ همسنگ سالانه دارایی به دست آورد و از آن در مطالعات اقتصادی استفاده کرد . فرض کنید :

P = هزینهٔ اولیه دارایی

F = ارزش اسقاطی برآورد شده

n = عمر مفید برآورد شده به سال

$CR\ (i\ )$ = بازیافت سرمایه با برگشت

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ دارایی را می توان به صورت هزینهٔ اولیهٔ همسنگ سالانه منهای ارزش اسقاطی همسنگ سالانه بیان کرد . یعنی :

$$CR(i) = P(\overset{A/P,i,n}{}) - F(\overset{A/F,i,n}{}).$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اما چون

$$(\quad)^{A/F,i,n} = (\quad)^{A/P,i,n} - i$$

با قرار دادن این مقدار در رابطهٔ قبل داریم :

$$CR(i) \quad P(\quad)^{A/P,i,n} - F\left[(\quad)^{A/P,i,n} - i\right]$$

و

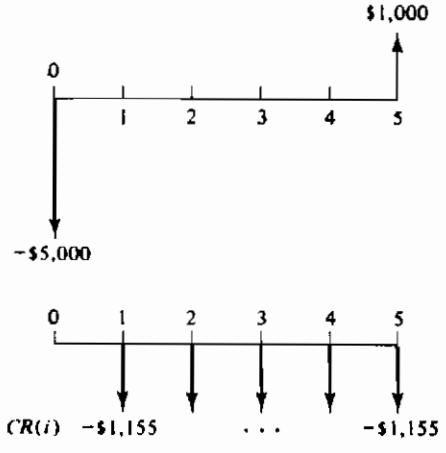
$$CR(i) = (P - F(\quad)^{A/P,i,n}) + Fi.$$

به‌عنوان مثالی از کاربرد این رابطهٔ مهم ، حالت زیر را در نظر بگیرید :

یک دارایی با هزینهٔ اولیهٔ ۵۰۰۰ دلار ، دارای عمر برآورد شدهٔ ۵ سال و ارزش اسقاطی برآورد شدهٔ ۱۰۰۰ دلار است . بازیافت سرمایه با بهره به ازاء نرخ بهرهٔ ۱۰٪ عبارت است از :

$$CR(10) = (\$5{,}000 - \$1{,}000)(\quad)^{A/P,10,5} + \$1{,}000(0.10)$$
$$= \$1{,}155.20.$$

همسنگی بین از دست رفتن ارزش دارایی ، و هزینهٔ همسنگ سالانهٔ ناشی از این کاهش ارزش (بازیافت سرمایه با برگشت) در شکل (۶-۷) نشان داده شده است .



شکل ۶-۷- بازیافت سرمایه با برگشت به‌عنوان یك همسنگ برای از دست رفتن ارزش یك دارایی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

روشن است که هزینهٔ یک دارایی از هزینهٔ ناشی از کاهش ارزش آن ، به علاوهٔ فرصت از دست رفته در کسب بهرهٔ سرمایهٔ درگیر این دارایی در دوران عمرش در جای دیگر تشکیل می شود . هزینهٔ دارایی این مثال ، در یک مبنای همسنگ سالانه ، ۱۱۵۵۲۰ دلار در سال است . این مقدار همسنگ شامل ۴۰۰۰ دلار کاهش ارزش بین خرید اولیه و ارزش اسقاطی ، و هزینهٔ بهرهٔ سرمایهٔ درگیر در این دارایی است .

۸-۶ تراز پروژه[1]

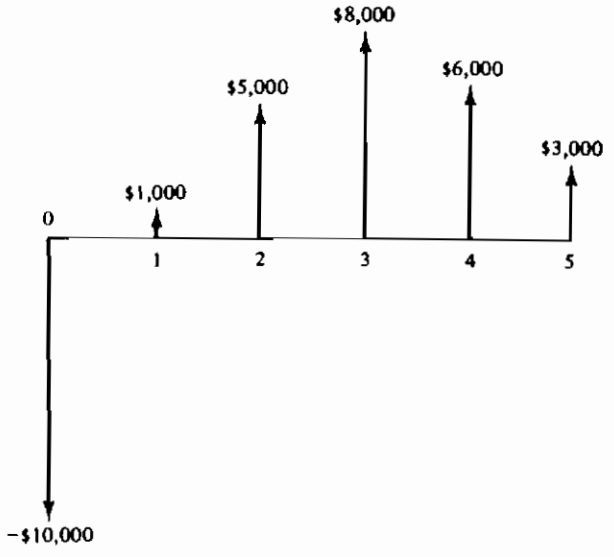
مبانی مقایسهٔ قراردادی ، توسط افرادی که با تحلیلهای اقتصادی گزینه سر و کار دارند ، کاملاً پذیرفته شده است . لیکن برای سنجش ارزش اقتصادی گزینه ها روشهای دیگری هم وجود دارد . این روشها دیدگاههای تازه و اطلاعات بیشتری را نسبت به مبانی قراردادی که قبلاً بیان شد ، فراهم می کنند . یکی از این روشها بر اساس مفهوم تراز پروژه است .

مفهوم تراز پروژه . دیدیم که هر یک از مبانی مقایسهٔ قراردادی گزینه ها مقادیر مختلف یک جریان نقدی را به یک شاخص یگانه تبدیل می کنند . لیکن تراز پروژه ، زیان یا سود همسنگ یک جریان نقدی را به صورت تابعی از زمان بیان می کند . نتیجه ، یک نمودار زمانی است که مقدار همسنگ خالص دلارهای درگیر در پروژه را در هر نقطهٔ زمانی از عمر جریان نقدی می سنجد . اگر جریان نقدی به طور غیرمنتظره ای در انتهای زمان t به پایان برسد ، تراز پروژه $PB(i)$ ، زیان یا سود همسنگ مربوط به جریان نقدی در آن زمان را تعیین می کند .

برای توضیح ایدهٔ تراز پروژه از جریان نقدی ارائه شده در شکل (۶-۸) استفاده می کنیم . دراین مثال ، فرض کنید نرخ بهره ۲۰٪ باشد .

1- Project Balance

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۶-۸- جریان نقدی مثال تراز پروژه

اگر سرمایه گذاری را در هر زمانی از دریافت ۱۰۰۰ دلار در زمان $t = ۱$ پایان دهیم ، تنها سرمایهٔ اولیه را از دست خواهیم داد (فرض می شود که تا پایان دوره هزینهٔ در گیر بودن پول در سرمایه گذاری رخ نمی دهد) . تراز پروژه دراین حال عبارت است از

$$PB(20)_0 = -\$10{,}000.$$

مقدار جمع شدهٔ سرمایه گذاری در زمان $t = ۱$ برابر با ۱۲۰۰۰ دلار است ، که از سرمایهٔ اولیه و هزینهٔ درگیر بودن این سرمایه در یک دورهٔ زمانی تشکیل می شود . لیکن ، این مقدار جمع شده ، بلافاصله با دریافت ۱۰۰۰ دلار در $t = ۱$ کاهش می یابد . تراز پروژه در $t = ۱$ عبارت است از :

$$PB(20)_1 = -\$10{,}000(1.20) + \$1{,}000 = -\$11{,}000.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگـر سرمـایه گـذاری را در $t = ۱$ یا قـبل از $t = ۲$ پایان دهیم ، زیان ، ۱۱۰۰۰ دلار خواهد بود . تراز پروژه در $t = ۱$ ، برابر با مقدار سرمایه گذاری در شروع دورهٔ بعدی است ، بنابراین در $t = ۲$ مقدار درگیر در سرمایه گذاری عبارت است از :

$$PB(20)_2 = -\$11{,}000(1.20) + \$5{,}000 = -\$8{,}200.$$

این مـقـدار بیـانگر هـزینهٔ نگـه داشتن ۱۱۰۰۰ دلار در شـروع دورهٔ دوم ، و بـرداشت ۵۰۰۰ دلار در انتهای این دوره است .

در انتهای دورهٔ سوم ($t = ۳$) تراز پروژه عبارت است از :

$$PB(20)_3 = -\$8{,}200(1.20) + \$8{,}000 = -\$1{,}840.$$

برای دو دورهٔ آخر از عمر سرمایه گذاری ، تراز پروژه به صورت زیر است :

$$PB(20)_4 = -\$1{,}840(1.20) + \$6{,}000 = \$3{,}792$$

و

$$PB(20)_5 = \$3{,}792(1.20) + \$3{,}000 = \$7{,}550.$$

اگـر سـرمـایه گـذاری تـا پایان عـمـر مـفـیـدش ($t = ۵$) ادامـه داشـتـه باشـد ، تـراز پـروژهٔ انتهایـی ، $PB\ (۲۰)_5$ ، همان ارزش آیندهٔ سرمایه گذاری خواهد بود . این واقعیت با بیان ارزش آیندهٔ جریان نقدی تأیید می شود :

$$\begin{aligned} FW(20) = &-\$10{,}000(\overset{F/P,20,5}{2.488}) + \$1{,}000(\overset{F/P,20,4}{2.074}) + \$5{,}000(\overset{F/P,20,3}{1.728}) \\ &+\$8{,}000(\overset{F/P,20,2}{1.440}) + \$6{,}000(\overset{F/P,20,1}{1.200}) + \$3{,}000 \\ = &\ \$7{,}550. \end{aligned}$$

تعریف ریاضی تراز پروژه با استفاده از مثال قبل ، به رابطهٔ تکراری زیر می انجامد* :

$$PB(i)_t = (1 + i)PB(i)_{t-1} + F_t \quad \text{for } t = 1, 2, \ldots, n$$

---

* در متن اصلی $PB\ (i\ )_{t=1}$ نوشته شده که اشتباه است و باید به صورتی که در اینجا آمده یعنی $PB\ (i\ )_{t-1}$ باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

که در این جا $PB(i)_0 = F_0$ است .

بنابراین F_t دریافت (+) یا پرداخت (−) نقدی در زمان t ، و طول مدت جریان نقدی n است .

با جایگزینی در رابطهٔ برگشتی بالا می توان بیان دیگری برای تراز پروژه به دست آورد ، در $t = 0$ داریم :

$$PB(i)_0 = F_0$$

بنابراین در $t = 1$:

$$PB(i)_1 = (1 + i)PB(i)_0 + F_1 = F_0(1 + i) + F_1$$

در $t = 2$:

$$PB(i)_2 = (1 + i)PB(i)_1 + F_2 = F_0(1 + i)^2 + F_1(1 + i) + F_2$$

به طور کلی برای هر زمان $t = T$ داریم :

$$PB(i)_T = (1 + i)PB(i)_{T-1} + F_T = F_0(1 + i)^T + F_1(1 + i)^{T-1} + \cdots + F_T.$$

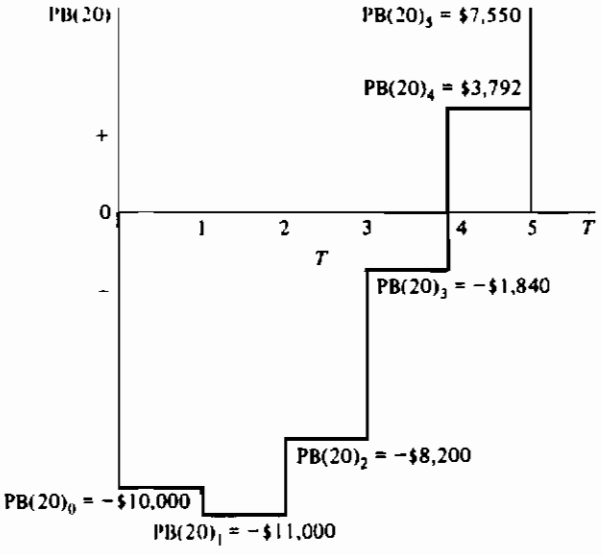
بنابراین ، می توان تراز پروژه را برای هر زمان T به صورت زیر تعریف کرد :

$$PB(i)_T = \sum_{t=0}^{T} F_t(1 + i)^{T-t} \quad \text{for } T = 0, 1, 2, \ldots, n.$$

اگر تراز پروژه مربوط به یک سرمایه گذاری را رسم کنیم ، نموداری به دست می آید که چهار مشخصهٔ مهم سرمایه گذاری روی آن مشاهده می شود . یک مثال مربوط به جریان نقدی شکل (۶-۸) در شکل (۶-۹) ارائه شده است .

این نمودار زمانی مربوط به سود یا زیان همسنگ ایجادشده درصورت پایان دادن زودرس به سرمایه گذاری، **نمودار تراز پروژه**نامیده می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۶-۹- نمودار تراز پروژه برای جریان نقدی شکل ۶-۸

چهار عنصر تراز پروژه : چهار مشخصهٔ مهمی که با نمودار تراز پروژه نشان داده می شوند عبارتند از :

۱ - ارزش آیندهٔ خالص سرمایه گذاری $PB\ (۲۰)_5$.

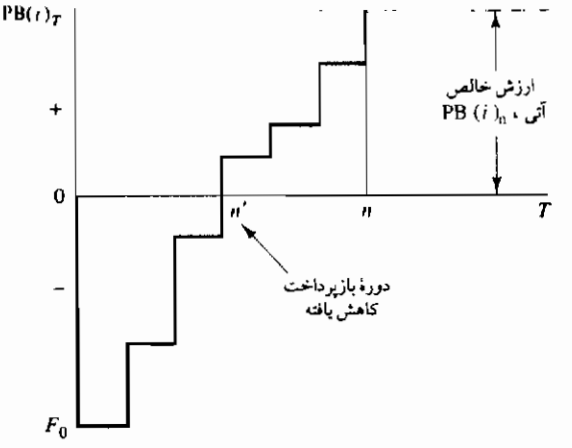
۲- هنگامی که دلارهای همسنگ درگیر از منفی به مثبت تغییر علامت می دهند که در این مثال ، $t = ۴$.

۳- دلارهای همسنگ خالص درگیری که در معرض خطر زیان هستند . ناحیه ای که $PB\ (i)$ منفی است .

۴- دلارهای همسنگ خالص به دست آمده . ناحیه ای که $PB\ (i)$ مثبت است .

به طور کلی ، اگر عمر سرمایه گذاری n ، و نقطه ای از زمان که در آن تراز پروژه مثبت می شود ، n' باشد ، نمایش قراردادی تراز پروژه مطابق شکل (۶-۱۰) خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۶- ۱۰- یك نمودار عمومی تراز پروژه

اگرچه الگوهای جریان نقدی زیادی وجود دارند که نمودار تراز پروژهٔ آنها با نمودار بالا متفاوت است ، لیکن برای بیشتر سرمایه گذاریهای عملی نمودار تراز پروژه از الگوی عمومی بالا پیروی می کند . همچنین از این نمودار عمومی می توان چهار عنصر مهم تراز پروژه را به شرح زیر درك کرد :

۱- ارزش **خالص آینده** $PB\,(i)_n$. چنان که دیدیم $PB\,(i)_n$ ارزش آیندهٔ همسنگ دریافتها منهای ارزش آیندهٔ همسنگ پرداختهای یک سرمایه گذاری بابهرهٔ i را می سنجد . از این عنصر می توان درست مانند ارزش فعلی یا همسنگ سالانه که در تحلیل قراردادی مورد بحث قرار گرفت ، استفاده کرد ، زیرا $PW\,(i) = PB\,(i)_n/(1+i)^n$.

۲- **دورهٔ برگشت** n' . یک دانش با ارزش مربوط به هر سرمایه گذاری ، زمانی است که احتمالاً سرمایه گذاری، دیگر خطر زیان نداشته باشد . این وضع هنگامی رخ می دهد که $PB\,(i)_t$ در $t = n'$ غیرمنفی شود . عموماً ، اگر پروژه بعد از زمان n' ، پایان پذیرد ، زیان اقتصادی مؤثری در کار نخواهد بود . البته ممکن است برای یک پروژهٔ یگانه بیش از یک n' وجود داشته باشد ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در این حالت هم نمودار تراز پروژه به آسانی قابل استفاده است .

۳- **در معرض خطر زیان بودن** . تراز پروژه به صورت دوره به دوره مشخص می کند که اگر پروژه قبل از n' پایان داده شود ، چه مقدار سرمایه در معرض خطر زیان خواهد بود . در شکل (۶-۱۰) ، چون دریافتها قبل از n' انجام می شوند ، مقدار زیان ممکن برای دورهٔ اول ، افزایش ، و سپس با افزایش زمان ، کاهش می یابد . در مورد جریان نقدی شکل (۶-۸)می بینیم که برای دورهٔ اول ، اگرچه یک دریافت ۱۰۰۰ دلاری در $t = ۱$ وجود دارد ، احتمال مخاطره افزایش می یابد . این وضع به درستی نشان می دهد که هزینهٔ وجوه درگیر در سرمایه گذاری در دورهٔ اول ، از درآمدهای دریافت شده در این دوره بیشتر می شود. با نمودار تراز پروژه ، مقدار سرمایه ای که در خطر زیان است ، وسرعتی که احتمال این خطر کاهش می یابد ، بلافاصله آشکار می شود .

۴- **قدرت سودآوری** . وقتی که سرمایه گذاری سودآور می شود(یعنی ، دریافتهای همسنگ ازپرداختهای همسنگ بیشترمی شوند) ، نمودار تراز پروژه مقدار سود موردانتظار وسرعت انباشته شدن سود را ، نشان می دهد . اگر سرمایه گذاری شکل (۶-۸) تا انتهای سال چهارم ادامه یابد ، شکل (۶-۹) نشان می دهد که چنانچه بتوان سرمایه گذاری را یک سال دیگر ادامه داد ، یک سود همسنگ اضافی برابر با (۳۷۹۲ - ۷۵۵۰) = ۳۷۵۸ دلار ، به دست خواهد آمد . این اطلاعات برای تصمیم گیری دربارهٔ بازنشسته کردن دارایی بسیارمفید هستند .

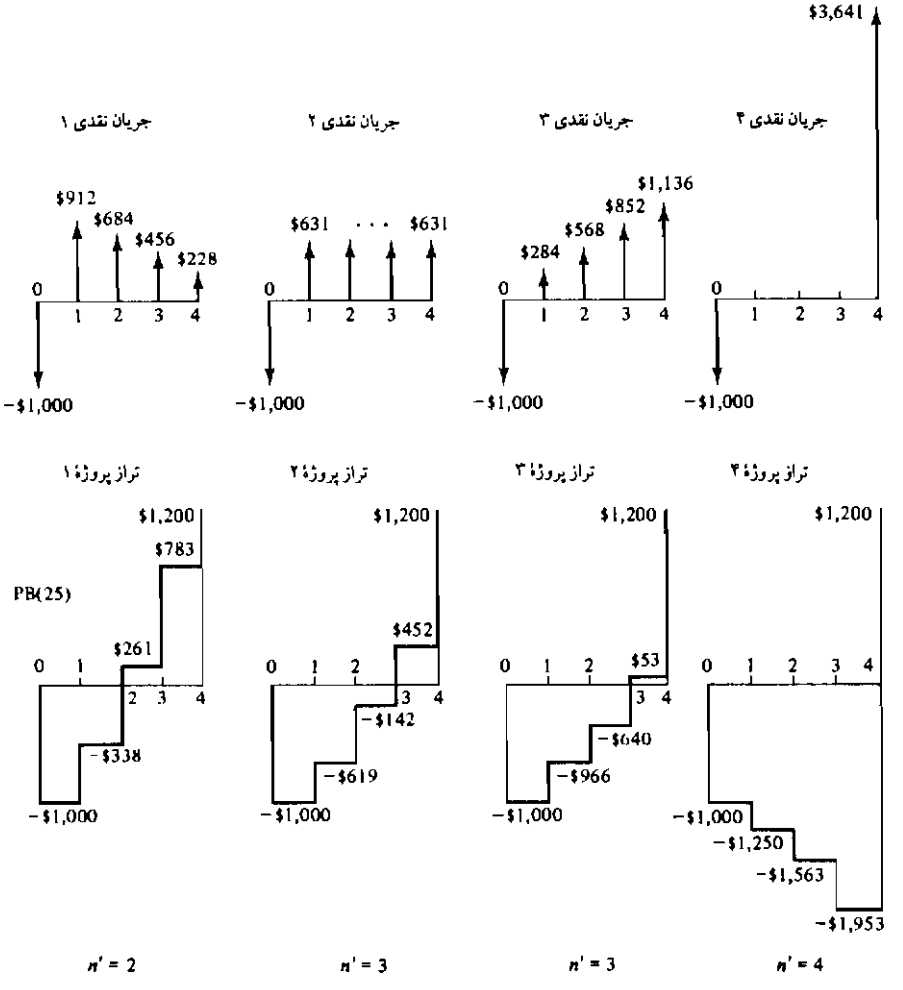
برای درك اطلاعات بیشتری که می توان از تراز پروژه به دست آورد ، شکل (۶-۱۱) را در نظر بگیرید . این شکل ، چهار جریان نقدی مختلف ، و نمودارهای تراز پروژهٔ آنها را نشان می دهد .

همهٔ این جریانهای نقدی وقتی که به ازاء $i = ٪۲۵$ ارزیابی شوند ، دارای ارزش آیندهٔ یکسان (۱۲۰۰ دلار) هستند . نمودارهای تراز پروژه در شکل (۶-۱۱) نشان می دهند که اگرچه این جریانهای نقدی دارای ارزش آیندهٔ یکسانی هستند ، خطر زیان و

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نقطهٔ دستیابی به سودشان معمولاً یکسان نیست .

جریان نقدی ۱ ، که دریافتهای نقدی آن سریعتر است ، کوتاهترین دورهٔ برگشت تنزیل (سال ۲ = n') را داراست . جریانهای نقدی ۲ و ۳ دارای دورهٔ برگشت تنزیل شدهٔ ۳ ساله هستند ؛ در حالی که جریان نقدی ۴ دارای طولانی ترین دورهٔ برگشت (سال ۴ = n') می باشد . اگر هر یک از جریانهای نقدی ، قبل از دورهٔ برگشت تنزیل شدهٔ خود ، متوقف شوند ، متحمل زیان خواهند شد .



شکل ۶-۱۱- تراز پروژه برای چهار الگوی جریان نقدی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با بررسی نمودار تراز پروژه ، به آسانی می توان مخاطرهٔ زیان را مشاهده کرد . روشن است که جریان نقدی ۴ بزرگترین خطر زیان را دارد ؛ زیرا مبلغ درگیر در آن تا دسترسی به یک دریافت بزرگ در $t = 4$ ، پیوسته رشد می کند . از طرف دیگر در سرمایه گذاری ۱ ، ۲ و ۳ با تداوم سرمایه گذاری ، خطر زیان کاهش می یابد . از این چهار جریان نقدی ، جریان نقدی ۱ دارای کمترین خطر زیان است .

همچنین تجمع سود برای جریان نقدی ۱ سریعتر رخ می دهد . با حرکت از نمودارهای تراز پروژهٔ ۲ به ۳ و به ۴ سرعت تجمع سود کاهش می یابد . چنان که گفته شد ، این اطلاعات می توانددرتصمیم گیری برای زمان متوقف کردن یک سرمایه گذاری سودآور ، بسیار مفید باشند .

باید نشان داد که مفهوم تراز پروژه می تواند اطلاعاتی در بارهٔ سه مشخصهٔ جداگانهٔ یک سرمایه گذاری فراهم کند : این سه مشخصه عبارتند از : (۱) دورهٔ برگشت تنزیل شده ، (۲) مخاطرهٔ زیان ، و (۳) سرعت تجمع سود . تحلیلهای قراردادی ارزش فعلی ، همسنگ سالانه ، و یا ارزش آینده به طور عادی این مشخصات را به دست نمی دهند . بنابراین تراز پروژه می تواند اطلاعات تازه ای در بارهٔ رفتار گزینه های سرمایه گذاری فراهم کند . با استفاده از گرافیک کامپیوتری به آسانی می توان نمودارهای تراز پروژه را محاسبه و آشکار ساخت .

تراز پروژه و تورم . هنگامی که منظور کردن اثرات تورم در محاسبات تراز پروژه اهمیت داشته باشد ، باید مقادیر وابسته به زمان $PB(i)$ را به مقادیری با قدرت خرید ثابت (چنان که در بخش ۵-۳ توضیح داده شد) تبدیل کرد .

فرض کنید :

$PB'(i')_T$ = تراز پروژه در قدرت خرید ثابت در $t = T$

f = نرخ تورم سالانه

i = نرخ بهرهٔ بازار

i' = نرخ بهرهٔ تورم زدایی شده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

آن گاه

$$PB'(i')_T = \sum_{t=0}^{T} F_t(1+f)^{-t}(1+i)^{T-t} \quad \text{for } T = 0, 1, 2, \ldots, n.$$

برای محاسبهٔ بالا ، نرخ تورم زدایی شده از رابطهٔ $i' = [(1+i)/(1+f)] - 1$ به دست می آید . با این تعدیل ، تراز پروژه خطر زیان را برحسب قدرت خرید ثابت به دست می دهد . (برای محاسبهٔ دلار ثابت ، $t = 0$ به عنوان سال مبنا در نظر گرفته می شود) . همچنین ارزش آیندهٔ خالص $PB'(i')_n$ ، برحسب قدرت خرید ثابت خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱- شخصی یک فرصت تجاری را با دریافتها و پرداختهای پیش بینی شدهٔ زیر در دست بررسی دارد . جریان نقدی خالص این سرمایه گذاری را محاسبه کنید ، و آن گاه ارزش فعلی جریان نقدی خالص را برای نرخ بهرهٔ ۱۲٪ بیابید .
(جواب ۷۵۹۱۵- دلار)

پایان سال	پرداختها	دریافتها
0	$300,000	$ 0
1	45,000	15,000
2	60,000	60,000
3	15,000	135,000
4	0	180,000
5	0	90,000

۲- با وجود جریان نقدی زیر ، مقدار ارزش فعلی را به عنوان تابعی از نرخ بهره پیدا کنید و نتایج آن را رسم کنید .

پایان سال	0	1	2	3
جریان نقدی	−$10,000	$6,000	$5,000	$3,000

الف ـ فرض کنید ترکیب بهره سالانه باشد .
ب ـ فرض کنید ترکیب بهره پیوسته باشد .
پ ـ مسأله را برای مقدار همسنگ سالانه تکرار کنید .
ت ـ مسأله را برای مقدار ارزش آینده تکرار کنید .

۳- مقدار ارزش فعلی را به عنوان تابعی ازنرخ بهره برای جریان نقدی زیر محاسبه و رسم کنید .

پایان سال	0	1	2	3	4	5
جریان نقدی	−$10,000	$2,500	$3,500	$4,500	$5,500	$6,500

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ فرض کنید ترکیب بهره سالانه است .

ب ـ فرض کنید ترکیب بهره پیوسته است .

پ ـ مسأله را برای مقدار همسنگ سالانه تکرار کنید .

ت ـ مسأله را برای ارزش آینده تکرار کنید .

۴- مقدار ارزش فعلی را به عنوان تابعی از نرخ بهره برای جریانهای نقدی زیر رسم کنید.

پایان سال	0	1	2	3	4
جریان نقدی به دلار	−8,000	$2,000	$2,000	$2,000	$2,000

پایان سال	0	1	2	3	4
جریان نقدی به دلار	$1,000	$1,500	$2,000	−$2,500	−$3,000

پایان سال	0	1	2	3	4
جریان نقدی به دلار	−$2,000	$7,800	−$10,000	$4,290	0

پایان سال	0	1	2	3	4
جریان نقدی به دلار	$500	−$500	$500	−$500	$1,000

.

Answers: (a) $PW(i) = -\$8{,}000 + \$2{,}000(P/A,i,4)$; (c) $PW(i) = -\$2{,}000 + \$7{,}800\,(P/F,i,1) - \$10{,}000(P/F,i,2) + \$4{,}290(P/F,i,3)$.

۵- برای جریان نقدی زیر ، ارزش فعلی را به عنوان تابعی از نرخ بهره محاسبه و رسم کنید .

پایان سال	0	1	2	3	4	5	6	7
جریان نقدی به دلار	−$50,000	$5,000	$8,000	$11,000	$14,000	$17,000	$20,000	$23,000

الف ـ فرض کنید ترکیب بهره سالانه است .

ب ـ فرض کنید ترکیب بهره پیوسته است .

پ ـ مسأله را برای مقدار همسنگ سالانه تکرار کنید .

ت ـ مسأله را برای ارزش آینده تکرار کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۶- سرمایه گذاریهای A و B دارای جریانهای نقدی زیر می باشند :

پایان سال	0	1	2	3	4
A	-$250	$ 75	$ 75	$175	$150
B	-$250	$150	$150	$ 75	$ 75

الف ـ با نرخ بهرهٔ ۵٪ ، ارزش فعلی A را با ارزش فعلی B مقایسه کنید . کدام یک دارای ارزش فعلی بالاتری است ؟ (جواب : A)

ب ـ اگر نرخ بهره ۱۵٪ باشد ، ارزش کدام یک بالاتر است ؟ (جواب : B)

پ ـ ارزش فعلی هر دو سرمایه گذاری را به عنوان توابعی از نرخ بهره بر روی یک دستگاه مختصات رسم کنید .

۷- دو پیشنهاد سرمایه گذاری C ، و D ، دارای هزینهٔ اولیهٔ یکسان ۵۰۰۰ دلار می باشند . تنها دریافت انجام شده از C ، یک مقدار یگانهٔ ۲۱۵۰۰ دلار ۸ سال بعد از زمان سرمایه گذاری است . پیشنهاد D دارای ۸ دریافت سالانهٔ ۳۰۰۰ دلاری است که از یک سال بعد از زمان سرمایه گذاری اولیه برداشت می شوند .

الف ـ $PW(۱۰)_C$ را با $PW(۱۰)_D$ مقایسه کنید . کدام بزرگتر است ؟

ب ـ $PW(۲۰)_C$ را با $PW(۲۰)_D$ مقایسه کنید . کدام بزرگتر است ؟

پ ـ مقادیر ارزش فعلی این دو پیشنهاد را به عنوان توابعی از نرخ بهره بر روی یک دستگاه مختصات رسم کنید . اگر مقادیر ارزش فعلی با نرخ بهرهٔ یکسان ارزیابی شوند ، آیا مقداری از i وجود دارد که به ازای آن $PW(i)_C > Pw(i)_D$ باشد ؟

۸- مالک یک اتوبوس نگران افزایش هزینهٔ بنزین است . وی احساس می کند که هزینهٔ بنزین با نرخ ۸٪ در سال از قیمت هر لیتر ۳۵ سنت در سال جاری افزایش می یابد . وی به تجربه دریافته است که اتوموبیلش به طور متوسط هر ۱۲ کیلومتر یک لیتر بنزین مصرف می کند . اگر وی به طور متوسط ۲۰۰۰۰ کیلومتر در سال رانندگی کند ، ارزش فعلی هزینهٔ سوخت او برای ۴ سال آینده چقدر خواهد بود ؟ هزینهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

همسنگ سالانهٔ سوخت در این مدت چقدر خواهد بود ؟ نرخ بهره ۱۲٪ است . (جواب : ۶۵۰ دلار)

۹- جریانهای نقدی زیر را با فرض $i = ۱۰٪$ در نظر بگیرید :

جریان نقدی	آخر سال				
	0	1	2	3	4
A	−$100	$50	$50	$50	$50
B	−$100	40	40	60	60

مقادیر ارزش فعلی ، همسنگ سالانه ، و مقادیر ارزش آیندهٔ این دو جریان نقدی را محاسبه کنید . سپس نسبتهای PW_A / PW_B ، AE_A / AE_B ، و FW_A / FW_B را به دست آورید . آن گاه این نسبتها را با یکدیگر مقایسه کنید . از این مقایسه چه مشاهدهٔ مهمی می توان انجام داد ؟

۱۰- انتظار می رود که دو فرصت سرمایه گذاری ، دریافتها و پرداختهای زیر را داشته باشند :

گزینه	آخر سال			
	0	1	2	3
A1	−$1,000	$1,100	$1,210	$1,130
A2	−$1,200	$1,100	$1,210	$1,330

نسبتهای PW_{A1} / PW_{A2} ، AE_{A1} / AE_{A2} ، FW_{A1} / FW_{A2} را برای نرخهای بهرهٔ الف) ۰٪ و ب) ۱۰٪ به دست آورید . (جواب : ۱٫۰ ، ۱٫۰۲۸)

۱۱- ارزش فعلی جریانهای نقدی زیر را به عنوان توابعی از نرخ بهره رسم کنید . نرخ برگشت هر یک از این جریانهای نقدی چقدر است ؟

	سال		
	0	1	2
(a)	−$35,000	$85,000	−$51,150
(b)	− 2,000	4,460	− 2,484
(c)	200	− 600	1,000
(d)	− 1,000	2,100	− 1,000

۱۲- مقدار ارزش فعلی هر یک از جریانهای نقدی زیر را به عنوان تابعی از نرخ بهره رسم کنید . گسترهٔ نرخ بهره مورد استفاده در رسم منحنی از ۰٪ تا ۵۰٪ است . از

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

منحنیهای به دست آمده نرخهای برگشت هر جریان نقدی را به دست آورید .

	آخر سال				
	0	1	2	3	4
(a)	−$4,000	$ 0	$ 0	$40,000	−$40,000
(b)	− 1,000	2,500	− 1,540		
(c)	10,000	50,000	93,500	77,500	24,024
(d)	− 1,000	3,900	− 5,030	2,145	
(e)	− 1,000	3,600	− 4,320	1,728	
(f)	− 1,000	1,000	− 100	1,000	

۱۳- آزمایشهای ۱ و ۲ را برای جریانهای نقدی مسألهٔ ۱۲ انجام دهید و تعیین کنید آیا تابع ارزش فعلی برای این جریانهای نقدی ، به شکل (۶-۳) هست یا نه ؟

۱۴- دستگاهی را می توان به ۱۰۰۰ دلار خرید . اگر یک طرح اعتباری ۲۰٪ این مبلغ را به صورت پیش پرداخت هزینهٔ اولیه و بقیه را به صورت ۱۲ پرداخت پایان ماه ۱۴۸ دلاری پیشنهاد کند، نرخ برگشت اعمال شده در این طرح چقدرخواهد بود؟ (جواب : ۱۵٫۱٪) .

۱۵- نرخ برگشت جریانهای نقدی زیر را به دست آورید :

	سال				
	0	1	2	3	4
(a)	−$10,000	$5,000	$5,000	$5,000	$5,000
(b)	− 200	100	200	300	400
(c)	− 500	500	1,000	1,000	1,000
(d)	− 100	25	25	25	20
(e)	− 1,000	800	400	700	600

۱۶- نرخ برگشت جریانهای نقدی زیر را پیدا کنید :

	سال				
	0	1	2	3	4
(a)	−$5,000	$2,500	$2,500	$2,500	$2,500
(b)	− 400	100	100	100	100
(c)	− 400	200	400	600	800
(d)	− 250	250	500	500	500
(e)	− 2,000	1,600	800	1,400	1,200
(f)	1,000	− 900	500	500	500

(جواب : الف ـ ۳۴٫۹٪ ، پ ـ ۸۲٫۶٪ ، ج ـ نرخ برگشتی وجود ندارد) .

۱۷- یک معدن نقره را می توان به ۵۰۰۰۰۰ دلار خرید . بر مبنای برآورد انجام شده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

درآمد خالص سالانهٔ این معدل برای ۱۵ سال آینده ۹۵۰۰۰ دلار پیش بینی می شود . پس از ۱۵ سال ، احتمالاً معدن بی ارزش خواهد بود . نرخ برگشت مورد انتظار چقدر است ؟

۱۸- یک ایستگاه آزمایش VLSI با هزینهٔ ۸۰۰۰۰ دلار طراحی و تأسیس شده است . انتظار می رود تأسیس این ایستگاه موجب صرفه جویی ۱۰۵۰۰ دلار در سال به مدت ۱۵ سال شود . اگر ارزش اسقاطی این ایستگاه در پایان ۱۵ سال صفر باشد ، نرخ برگشت مورد انتظار چقدر خواهد بود ؟ در عمل ، ایستگاه پس از ۶ سال از رده خارج ، و به قیمت ۲۰۰۰۰ دلار فروخته می شود . در این حال نرخ برگشت واقعی چقدر است ؟ (جواب : ۹٫۹۷٪ ؛ ۰٫۹٪) .

۱۹- اگر یک جریان نقدی از مجموعه پرداختهایی در سالهای اولیهٔ عمر و در پی آن مجموعه دریافتهایی که کل مقدار آنها بیشتر از پرداختهاست تشکیل شود ، در بارهٔ رابطهٔ بین نرخ برگشت و مقدار ارزش فعلی آن چه می توان گفت ؟

۲۰- یک الگوی جریان نقدی بیابید که دارای نرخهای برگشت چندگانهٔ زیر باشد :

الف ـ ۲۰٪ ، ۴۰٪ ، ۵۰٪ ، و ۶۰٪

ب ـ ۱۰٪ ، و ۵۰٪

پ ـ ۱۵٪ ، ۴۰٪ ، و ۱۰۰٪

ت ـ ۲۰٪ ، ۲۰٪ ، و ۲۰٪

ث ـ ۵٪ ، ۲۵٪ ، و ۱۲۵٪ .

۲۱- اگرچه قاعدهٔ علامتهای دیسکارت نشان می دهد که جریان نقدی دارای یک حداکثر تعداد ریشه های مثبت است که این تعداد متجاوز از یک خواهد بود ، یک جریان نقدی تهیه کنید که تابع ارزش فعلی آن تنها یک تقاطع با محور افقی داشته باشد .

۲۲- برای جریانهای نقدی مسألهٔ ۱۲ ، محدوده ای از i ، یعنی نرخهای بهره ای که به ازای آنها جریان نقدی از نظر اقتصادی مطلوب یا نامطلوب است را پیدا کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۳- دورهٔ برگشت با بهره را با دورهٔ برگشت بدون بهره برای جریانهای نقدی زیر و با فرض $i = ۱۵٪$ مقایسه کنید .

	جریان نقدی (آخر سال)					
	0	1	2	3	4	5
(a)	−$1,000	$ 300	$ 300	$ 300	$ 300	—
(b)	−$5,000	$1,000	$2,000	$3,000	$4,000	—
(c)	−$3,000	$3,000	$2,000	$1,000	—	—
(d)	−$1,000	$ 150	$ 150	$ 150	$ 150	$ 400
(e)	−$2,000	−$1,000	−$ 500	$ 600	$1,200	$2,400
(f)	$1,000	$1,000	−$1,300	−$ 700	$ 500	$1,000

۲۴- دورهٔ برگشت بدون بهره با دورهٔ برگشت با بهره را برای جریانهای نقدی زیر و با نرخهای بهرهٔ $i = ۱۰٪$ ، و $i = ۳۰٪$ مقایسه کنید .

	جریان نقدی (آخر سال)					
	0	1	2	3	4	5
(a)	−$1,000	$ 200	$ 200	$ 200	$ 200	$ 200
(b)	−$8,000	−$2,000	$11,000	$9,000	$7,000	—
(c)	−$5,000	$1,400	$ 1,400	$1,400	$1,400	$ 1,400
(d)	−$3,000	$1,000	$ 2,000	$2,000	—	—
(e)	$2,000	$3,000	−$ 4,000	−$2,000	−$1,900	$ 1,000
(f)	−$6,000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$20,000

(جواب برای پ) بدون بهره = ۴ ، با بهرهٔ ۱۰٪ = ۵ ، با بهرهٔ ۳۰٪ ، ۵ <)

۲۵- یک سرمایه گذاری ۱۰۰۰۰۰ دلاری برای بازدهی ۲۰۰۰۰ دلار منفعت خالص سالانه انجام شده است . با استفاده از شکل ۶-۶ دورهٔ برگشت را برحسب سال برای $i = ۱۰٪$ و $i = ۱۵٪$ به دست آورید . بار دیگر مسأله را به صورت تحلیلی با استفاده از فرمول مربوطه حل و نتیجه را با جواب ترسیمی مقایسه کنید .

۲۶- شخصی می خواهد با ذخیرهٔ ۲۰۰۰ دلار در حال حاضر مجموعه ای از دریافتهای سالانه را تولید کند . این مجموعه با ۱۰۰ دلار در سال آینده شروع و هر سال ۱۰٪ رشد می کند . اگر این مجموعه دائمی باشد ، چه نرخ بهره‌ای از ذخیره به دست می آید ؟ (جواب : ۱۵٪) .

۲۷- ارزش فعلی جریانهای نقدی هزینهٔ دائمی زیر را به دست آورید . نرخ بهرهٔ قابل دستیابی دائمی ۷٪ است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

	آخر سال					
	1	2	3	4	. . .	∞
(a)	$ 3,000	$ 3,000	$ 3,000	$ 3,000	. . .	$ 3,000
(b)	11,000	11,000	12,000	12,000	. . .	12,000
(c)	5,000	5,000	5,000	2,000	. . .	2,000
(d)	15,000	20,000	20,000	20,000	. . .	20,000
(e)	0	0	3,000	3,000	. . .	3,000

۲۸- هزینهٔ نگهداری یک کانال آب رسانی برای هر دورهٔ ۶ سالهٔ نگهداری به صورت زیر است . هزینهٔ سرمایه ای همسنگ با این مخارج را به دست آورید . نرخ بهره ۸٪ است .

آخر سال	1	2	3	4	5	6
هزینه های نگهداری	$35,000	$35,000	$35,000	$45,000	$45,000	$45,000

۲۹- خانمی در نظر دارد پیش پرداختی به یک دانشگاه پرداخت کند تا بتواند پرداختهای ۵۰۰۰ ، ۴۰۰۰ ، ۳۰۰۰ ، و ۲۰۰۰ دلاری به ترتیب در پایان اولین ، دومین ، سومین و چهارمین فصلهای سال را تأمین نماید . اگر نرخ بهره ۱۲٪ با ترکیب فصلی باشد ، همسنگ سرمایه ای که باید در حال حاضر ذخیره شود تا بتوان پرداختهای فصلی را برای همیشه ادامه داد به دست آورید . (جواب : ۱۱۷۹۰۰) .

۳۰- شرکتی می تواند در یکی از دو گزینهٔ ناسازگار زیر سرمایه گذاری کند . عمر هر گزینه ۵ سال ، با سرمایه گذاریهای اولیه و ارزشهای اسقاطی زیر برآورد می شود :

	گزینه	
	A	*B*
سرمایه گذاری	$10,000	$12,000
ارزش اسقاطی	1,500	3,500

الف ـ بازیافت سرمایه با برگشت را برای هر گزینه به دست آورید .

ب ـ ارزش اسقاطی در پایان عمر پروژه را برای گزینهٔ *B* به گونه ای به دست آورید که به بازیافت سرمایه با برگشت یکسانی برای هر دو گزینه بینجامد . نرخ بهره را ۱۷٪ فرض کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳۱- یک روبوت مکانیکی که جزیی از عملیات جوشکاری یک خط مونتاژ اتوموبیل است ، ۷۵۰۰۰۰ دلار ارزش دارد . به دلیل ویژه بودن عملکرد این روبوت ، عمر مفیدش تنها ۶ سال و ارزش اسقاطی آن در زمان از رده خارج شدن تقریباً ۴۰۰۰۰ دلار است . بازیافت سرمایه با برگشت را برای این سرمایه گذاری با نرخ بهرهٔ ۲۰٪ به دست آورید . برای موجه بودن مخارج استفاده از این روبوت چه مقدار صرفه جویی سالانه در هزینهٔ نیروی انسانی باید انجام شود ؟

۳۲- بنگاهی برای عملیات معدنی خود به تجهیزاتی با هزینه اولیهٔ ۵۰۰۰۰۰ دلار نیاز دارد . ارزش اسقاطی این تجهیزات در پایان ۱۰ سال کار ۷۰۰۰۰ دلار است . اگر این بنگاه در ارزیابی پروژه از نرخ بهرهٔ ۱۶٪ استفاده کند ، برمبنای همسنگ سالانه چقدر باید به دست آورد تا سرمایه و برگشت سرمایهٔ درگیر این تجهیزات را در دورهٔ عمرشان بازیافت کند ؟

۳۳- دانشجویی تصمیم به خرید یک کامپیوتر شخصی در حال حاضر و فروش آن در هنگام فارغ التحصیلی دارد . وی می تواند این کامپیوتر را به ۱۷۵۰ دلار بخرد و ارزش اسقاطی آن در پایان سال چهارم ۲۵۰ دلار است . هزینهٔ سالانهٔ همسنگ این سرمایه گذاری را با استفاده از بازیافت سرمایه با برگشت نرخ بهرهٔ ۱۴٪ به دست آورید . (جواب ۵۴۹٫۸۰ دلار) .

۳۴- در مسألهٔ ۳۳ ، فرض کنید ارزش اسقاطی کامپیوتر صفر باشد . هزینهٔ همسنگ سالانه را با استفاده از شکل ۶-۶ به دست آورید . نتیجه را با آنچه که با فرمول به دست آورده اید مقایسه کنید .

۳۵- برای جریانهای نقدی مسألهٔ ۲۳ ، تراز پروژه را برای هر دوره از عمر جریان نقدی رسم کنید . ارزش آیندهٔ این جریانهای نقدی را با استفاده از ضرایب بهره محاسبه و با $PB\ (15)_5$ مقایسه کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳۶- تراز‌های پروژه در هرنقطه از عمر جریانهای نقدی مسألهٔ ۲۴ را محاسبه کنید . دورهٔ برگشت پرداخت تنزیل شده و ارزش آینده سرمایه گذاری را از مقادیر تراز پروژه تعیین کنید .

۳۷- جدول تراز‌های پروژهٔ زیر را تفسیر کنید . دورهٔ برگشت با بهره ، ارزش آینده ، و مخاطرهٔ زیان را تعیین کنید .

	تراز پروژه (آخر سال)					
سرمایه گذاری	$PB(i)_0$	$PB(i)_1$	$PB(i)_2$	$PB(i)_3$	$PB(i)_4$	$PB(i)_5$
(a)	−$5,000	−$ 3,600	−$1,500	$1,200	$3,000	$3,500
(b)	−$3,000	$ 200	$ 200	$ 200	$ 200	$ 200
(c)	−$7,000	−$11,000	−$6,000	−$2,000	−$1,000	−$ 500
(d)	$6,000	$ 7,500	$5,300	$2,300	$2,000	1,500
(e)	−$4,000	$ 1,000	$1,500	−$2,000	−$1,100	$1,800
(f)	−$2,000	−$ 3,000	$4,000	$5,000	$6,000	$3,500

۳۸- تراز‌های پروژهٔ مربوط به پروژه های سرمایه گذاری پیشنهادی در زیر ارائه شده‌اند . جریان نقدی اولیه ، دورهٔ پرداخت تنزیل شده ، و ارزش آینده هر پروژه را تعیین کنید . مخاطرهٔ زیان و نرخ تجمع سود که توسط تراز پروژه مشخص شده است را توضیح دهید .

	تراز پروژه (آخر سال)					
پروژه	$PB(i)_0$	$PB(i)_1$	$PB(i)_2$	$PB(i)_3$	$PB(i)_4$	$PB(i)_5$
(a)	−$ 9,000	−$5,000	−$2,500	−$ 1,500	−$ 800	$ 500
(b)	−$15,000	$1,000	$1,500	$ 2,000	$2,000	$1,500
(c)	−$ 5,000	−$5,500	−$8,300	−$10,000	−$1,000	−$1,500
(d)	−$ 6,000	−$6,000	$ 500	$ 1,000	$1,000	$9,000
(e)	−$12,000	$8,000	$8,200	$, 8,400	$8,700	$9,000
(f)	−$ 4,000	$1,000	−$4,000	$ 500	−$4,000	−$1,000

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل هفتم

تصمیم گیری بین گزینه ها

در فصلهای قبل به مبانی محاسبهٔ همسنگی اقتصادی پرداختیم و چهار مبنا برای مقایسهٔ گزینه ها را بررسی کردیم . در این فصل به یک روش سیستماتیک برای تصمیم گیری بین گزینه ها طبق یک معیار مشخص می پردازیم .

یک ***معیار تصمیم گیری***[1] ، قاعده یا روشی است که به ما می گوید چگونه گزینه های سرمایه گذاری را برای رسیدن به اهداف مشخص انتخاب کنیم . درجهٔ دستیابی به هدف به کارآیی معیار تصمیم گیری بستگی دارد . درك کامل نقاط قوت و ضعف معیارهای تصمیم گیری متداول شایان توجه است . بنابراین در این فصل معیارهای تصمیم گیری را با توجه به مبانی همسنگی اقتصادی بررسی می کنیم .

۷-۱ انواع پیشنهادهای مهندسی

یک ***پیشنهاد مهندسی*** طرح یا پروژه ای است که به عنوان یک امکان سرمایه گذاری بررسی می شود . تفاوت گذاشتن بین یک پیشنهاد مهندسی و یک ***گزینهٔ سرمایه گذاری***[2]

1- Decision Criteria　　2- Investment Possibility

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

که به عنوان یک انتخاب برای تصمیم گیری تعریف می شود ، دارای اهمیت است . طبق این تعاریف ، هر پیشنهاد می تواند به عنوان یک گزینهٔ سرمایه گذاری در نظر گرفته شود . لیکن ، یک گزینهٔ سرمایه گذاری ممکن است از یک گروه یا یک مجموعه از پیشنهادات تشکیل شود . همچنین می توان اختیار حذف همهٔ پیشنهادهای مورد بررسی را به عنوان یک انتخاب ، که معمولاً «انجام هیچ کار» نامیده می شود ، در نظر گرفت .

پیشنهادهای مستقل[1] وقتی پذیرش یک پیشنهاد از یک مجموعه پیشنهادها ، اثری بر پذیرش هیچ کدام از پیشنهادهای دیگر مجموعه نداشته باشد ، پیشنهاد را مستقل (یا سازگار) گویند . گرچه در یک بنگاه ، تعداد کمی از پیشنهادها مستقل هستند ، درعمل می توان برخی پیشنهادهای مستقل فرض کرد . مثلاً تصمیم گیری در بارهٔ ایجاد سیستم تهویه در یک واحد تولیدی را می توان مستقل از تصمیم گیری در بارهٔ یک مبارزهٔ تبلیغاتی در نظر گرفت ، زیرا عملکردهای متفاوتی دارند .

تقریباً همواره می توان رابطه هایی بین پیشنهادها با عملکردهای متفاوت پیدا کرد . مثلاً می توان انتظار داشت که تهویهٔ واحد تولیدی موجب کاهش هزینه از طریق افزایش بهره وری شود . این کاهش هزینه ممکن است بر قیمت فروش تأثیر داشته و به نوبهٔ خود بر تقاضا اثر بگذارد . از طرف دیگر تبلیغات هم بر تقاضا تأثیر خواهد داشت . اگرچه ممکن است این گونه رابطه ها بین پیشنهادات وجود داشته باشند ، معمولاً ردیابی بسیار مشکل است ، و در بسیاری حالتها اثرشان ناچیز خواهد بود . بنابراین ، به جز در مواردی که رابطهٔ مستقیم وجود داشته باشد ، آنها را نادیده می گیرند . به علاوه ، اگر پول موجود برای سرمایه گذاری در کارهای تولیدی و بازاریابی بلافاصله قابل انتقال به یکدیگر نباشند ، می توان هر گونه وابستگی مالی بین پیشنهادها را نادیده گرفت .

معمولاً ، اگر پیشنهادها عملاً متفاوت بوده ، و وابستگی آشکار دیگری بین آنها

1- Independent Proposals

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

وجود نداشته باشد ، مستقل فرض کردن آنها قابل قبول خواهد بود . مثلاً ، پیشنهادهای مربوط به خرید یک دستگاه متهٔ خودکار ، یک سیستم ایمنی ، وسایل دفتری ، و یک چنگک بالابرنده ، را می توان در بیشتر موارد مستقل در نظر گرفت .

پیشنهادهای وابسته . در بسیاری از حالتهای تصمیم گیری ، گروهی از پیشنهادها به گونه ای با گروه دیگر ارتباط دارند ، که پذیرش یکی از آنها بر پذیرش بقیه اثر می گذارد . این وابستگی بین پیشنهادها به دلایل مختلف رخ می دهد .

اولاً اگرپیشنهادهای یک مجموعهٔ موردبررسی به گونه ای با یکدیگرارتباط داشته باشند ، که پذیرش یکی از آنها به نپذیرفتن بقیه بینجامد ، آنها را پیشنهادهای **ناسازگار**[1] گویند . پیشنهادهای ناسازگارمعمولاً وقتی رخ می دهندکه تصمیم گیرنده می کوشد نیازی را برآورده کند ، و پیشنهادهای متفاوتی وجود دارند که هرکدام به تنهایی این نیاز را به طورکامل برآورده می کنند .

برای مثال ، یک پیمانکار جاده سازی ممکن است به ظرفیت خاکبرداری اضافی نیاز داشته باشد . چند نوع تجهیزات وجود دارند که هر یک می توانند کار مطلوب را انجام دهند . اگرچه ممکن است این پیشنهادها هزینه های اولیه و مشخصات بهره برداری متفاوتی داشته باشند ، باز هم می توان آنها را پیشنهادهایی ناسازگار برای تصمیم گیری در نظر گرفت . زیرا انتخاب یکی از آنها به انتخاب نشدن بقیه منجر می شود .

نوع دیگری از رابطهٔ بین پیشنهادها از این واقعیت ناشی می شود که با شروع یک پروژه ، تعدادی سرمایه گذاریهای کمکی در اثر سرمایه گذاری اولیه ، امکان پذیر می شود . چنین پیشنهادهای کمکی را پیشنهادهای مشروط[2] می نامند ؛ زیرا پذیرش آنها مشروط به پذیرش پیشنهاد دیگری است . بنابراین ، پیشنهاد یک نرم افزار کامپیوتری مشروط به خرید یک سخت افزار کامپیوتری است . ساختن طبقهٔ سوم یک ساختمان ،

1- Mutually Exclusive 2- Contingent Proposals

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مشروط به ساختن طبقات اول و دوم است . رابطهٔ بین پیشنهادهای مشروط ، یک رابطهٔ یک طرفه است . یعنی پذیرش یک پیشنهاد مشروط به پذیرش یک پیشنهاد اولیه بستگی دارد ؛ اما پذیرش پیشنهاد اولیه ، به پذیرش پیشنهاد مشروط بستگی ندارد .

وقتی مقدار پول موجود برای سرمایه گذاری محدود است و هزینهٔ اولیهٔ همهٔ پیشنهادها بیشتر از پول موجود باشد ، یک وابستگی اقتصادی بین پیشنهادها در نظر گرفته می شود . معمولاً این وابستگیها پیچیده اند و ممکن است برای پیشنهادهای مستقل ، ناسازگار و یا مشروط رخ دهند . بنابراین ، هرگاه در یک مسألهٔ تصمیم گیری با محدودیت بودجه روبرو باشیم ، وابستگیهایی که آشکار نیستند ، را در آن وارد می کنیم .

۷-۲ تشکیل گزینه های ناسازگار

پیشنهادهای مهندسی ممکن است سازگار ، یا ناسازگار ، یا مشروط باشند ، و اگر مقدار پول برای سرمایه گذاری محدود باشد ، ممکن است وابستگیهای اضافی بین آنها وجود داشته باشد . طرح قواعد خاصی برای وارد کردن هر یک از این رابطه ها در یک معیار تصمیم گیری ، کاربرد روش را پیچیده و دشوار می سازد .

برای دستیابی به یک روش آسان که انواع مختلف پیشنهادها را در بر گیرد ، و دید لازم برای فرمولبندی مسألهٔ تصمیم گیری را فراهم سازد ، یک روش کلی ارائه می شود . در این روش کلی همهٔ پیشنهادها به گونه ای مرتب می شوند که تصمیم گیری تنها شامل بررسی جریانهای نقدی برای **گزینه های ناسازگار** باشد .

یک روش کلی برای تشکیل گزینه های ناسازگار ، از یک مجموعه از پیشنهادهای داده شده ، بر اساس شمارش همهٔ ترکیبهای ممکن پیشنهادها کار می کند . برای مثال ، اگر دو پیشنهاد (P_1 و P_2) مورد بررسی باشند ، چهار گزینهٔ سرمایه گذاری ناسازگار مطابق جدول (۷-۱) وجود خواهد داشت . توجه کنید که برای نشان دادن پذیرش یا رد یک پیشنهاد ، از یک متغیر دوتایی ۱ یا ۰ = X_j استفاده شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۱- تشکیل گزینه‌های سرمایه‌گذاری از پیشنهادها

گزینه ها	پیشنهادات		نوع عمل
	P1	P2	
A0	0	0	هیچ کاری نکنید
A1	1	0	P1 را قبول کنید
A2	0	1	P2 را قبول کنید
A3	1	1	P1 و P2 را قبول کنید

تعمیم روش بالا برای k پیشنهاد ، $k = 1, 2, 3, \ldots$ به تعداد گزینه های A ، به صورت زیر می انجامد :

$$A = 2^k.$$

حال می توان یک ماتریس ۱ - ۰ برای همهٔ گزینه های ممکن به دست آورد . فرض کنید ، ستونها (پیشنهادها)ی این ماتریس را از چپ به راست با $1, 2, 3, \ldots, k-1, k$ مشخص کنیم . از سطر . A که همهٔ عناصر آن برای انجام هیچ کار ، برابر با صفر هستند شروع می کنیم . آن گاه هر یک از $2^k - 1$[1] ستون دیگر را مطابق جدول (۷-۲) ، با صفر و یک های متناوب پر می کنیم .

این روش امکان بررسی ترکیبهای مختلف گزینه ها را در یک فرم فراهم می سازد . بنابراین ، اگر پیشنهادها به صورت گزینه های ناسازگار مرتب شوند ، هر معیاری که برای تصمیم گیری بین گزینه های ناسازگار انتخاب شود، می تواند پیشنهادهای مستقل، ناسازگار ، یا مشروط را هم در برگیرد . به علاوه ، می توان محدودیت بودجه را هم در فرآیند تصمیم گیری وارد کرد . بنابراین ، روشی آسان و مناسب برای طیف گسترده ای از وضعیتهای سرمایه گذاری ، موجود خواهد بود .

برای مثال ، فرض کنیدچهارپیشنهادمهندسی با جریانهای نقدی ۱۰ ساله ، مطابق جدول (۷-۳) در دست بررسی هستند . پیشنهادهای P_1 و P_2 ناسازگار ، پیشنهاد P_3 مشروط به پیشنهاد P_1، وپیشنهاد P_4مشروط به پیشنهاد P_2 است . محدودیت بودجه ۱۰۰۰۰۰ دلار است .

۱- در متن اصلی اشتباهاً 2^{k-1} چاپ شده است (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۲- ماتریس عمومی صفر و یك برای گزینه‌های مختلف سرمایه‌گذاری

پیشنهادات						گزینه‌های سرمایه گذاری
$P1$	$P2$	$P3$	. . .	$P(k-1)$	$P(k)$	
0	0	0	. . .	0	0	$A0$
1	0	0		0	0	$A1$
0	1	0		0	0	$A2$
1	1	0		0	0	$A3$
0	0	1		0	0	$A4$
1	0	1		0	0	$A5$
.					.	.
.					.	.
.					.	.
0	1	1		1	1	$A(2^k-2)$
1	1	1	. . .	1	1	$A(2^k-1)$

جدول ۷-۳- جریانهای نقدی به هزار دلار برای چهار پیشنهاد

پیشنهادات				جریانهای نقدی
$P1$	$P2$	$P3$	$P4$	
\$30	\$22	\$82	\$70	سرمایه گذاری
8	6	18	14	سود خالص سالانه
3	2	7	4	ارزش اسقاطی

روشن است که با داشتن چهار پیشنهاد ، 2^4 یا ۱۶ گزینهٔ سرمایه گذاری ناسازگار ، برای بررسی وجود دارد . این گزینه ها طبق روش جدول (۷-۲) شمارش ، و در جدول (۷-۴) ارائه شده اند .

سپس ، باید امکان‌پذیری هر گزینه را آزمایش کرد . آزمایشها با استفاده از رابطه های بین پیشنهادها انجام می شود . ابتدا با استفاده از جریانهای نقدی جدول (۷-۳) ، و با توجه به پیشنهادهای درگیر در هر گزینه جدول (۷-۴) ، جریانهای نقدی مرکب را برای گزینه ها محاسبه می کنیم . این جریانهای نقدی در جدول (۷-۵) نشان داده شده اند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۴- ماتریس گزینه‌های سرمایه‌گذاری برای چهار پیشنهاد

پیشنهادات				گزینه های سرمایه گذاری
P1	P2	P3	P4	
0	0	0	0	A0
1	0	0	0	A1
0	1	0	0	A2
1	1	0	0	A3
0	0	1	0	A4
1	0	1	0	A5
0	1	1	0	A6
1	1	1	0	A7
0	0	0	1	A8
1	0	0	1	A9
0	1	0	1	A10
1	1	0	1	A11
0	0	1	1	A12
1	0	1	1	A13
0	1	1	1	A14
1	1	1	1	A15

جدول ۷-۵- جریانهای نقدی مرکب به هزار دلار

ارزش اسقاطی	سود خالص سالانه	سرمایه گذاری اولیه	گزینه های سرمایه گذاری
$ 0	$ 0	$ 0	A0
3	8	30	A1
2	6	22	A2
5	14	52	A3
7	18	82	A4
10	26	112	A5
9	24	104	A6
12	32	134	A7
4	14	70	A8
7	22	100	A9
6	20	92	A10
9	28	122	A11
11	32	152	A12
14	40	182	A13
13	38	174	A14
16	46	204	A15

سرانجام، گزینه های امکان ناپذیر را شناسایی و از بررسیهای بعدی حذف می کنیم. جدول (۷-۶) نتایج جستجو برای گزینه‌های امکان ناپذیر را ارائه می کند. گزینه های سرمایه گذاری امکان پذیری که باقی می مانندعبارتند از A_0، A_1، A_2، و A_{10}، که همهٔ آنها ناسازگار هستند. انتخاب بهترین این گزینه ها، هدف بخشهای بعدی است.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۶- شناسایی گزینه‌های امکان‌ناپذیر

گزینه‌های سرمایه گذاری	آیا گزینه امکان‌پذیر است ؟	دلائل امکان‌ناپذیری
A_0	آری	
A_1	آری	
A_2	آری	
A_3	خیر	P_1 و P_2 ناسازگار
A_4	خیر	P_3 مشروط به P_1
A_5	خیر	محدودیت بودجه
A_6	خیر	P_3 مشروط به P_1 و محدودیت بودجه
A_7	خیر	P_1 و P_2 ناسازگار و محدودیت بودجه
A_8	خیر	P_4 مشروط به P_2
A_9	خیر	P_4 مشروط به P_2
A_{10}	آری	
A_{11}	خیر	P_1 و P_2 ناسازگار و محدودیت بودجه
A_{12}	خیر	P_3 مشروط به P_1 و P_4 مشروط به P_2 و محدودیت بودجه
A_{13}	خیر	P_4 مشروط به P_2 و محدودیت بودجه
A_{14}	خیر	P_3 مشروط به P_1 و محدودیت بودجه
A_{15}	خیر	P_1 و P_2 ناسازگار و محدودیت بودجه

۷-۳ عناصر معیار تصمیم گیری

در این بخش سه عنصر معیار تصمیم گیری که در فرآیند مقایسهٔ گزینه های ناسازگار دارای اهمیت خاصی هستند ، ارائه می شوند . اینها عبارتند از : (۱) تفاوتهای بین گزینه ها ، (۲) حداقل نرخ برگشت قابل توجه ، و (۳) گزینهٔ انجام هیچ کار .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تفاوتهای بین گزینه ها . در مقایسهٔ بین گزینه های ناسازگار ، مطلوبیت اقتصادی یکی نسبت به دیگری با تفاوتهای بین آنها تعیین می شود . این مفهوم اساسی که اولین بار در فصل ۱ معرفی شد ، اساس مبحث معیار تصمیم گیری در این فصل را تشکیل می دهد .

دلیل اساسی وجود تفاوت بین گزینه ها در جدول (۷-۷) ارائه شده است . برای مقایسهٔ گزینه های A_1 و A_2 کافی است ، جریان نقدیی که تفاوت بین آنها را نشان می دهد ، بررسی کنیم . چنان که در شکل (۷-۱) نشان داده شده است ، می توان جریان نقدی گزینهٔ A_2 را به عنوان مجموع دو جریان نقدی جداگانه در نظر گرفت . یکی از اینها ، همان جریان نقدی گزینهٔ A_1 ؛ و دیگری جریان نقدیی است که تفاوت بین A_1 و A_2 را به دست می دهد . برای تصمیم گیری اقتصادی بین این دو گزینه ، کافی است از قاعدهٔ تصمیم گیری سادهٔ زیر استفاده کنیم :

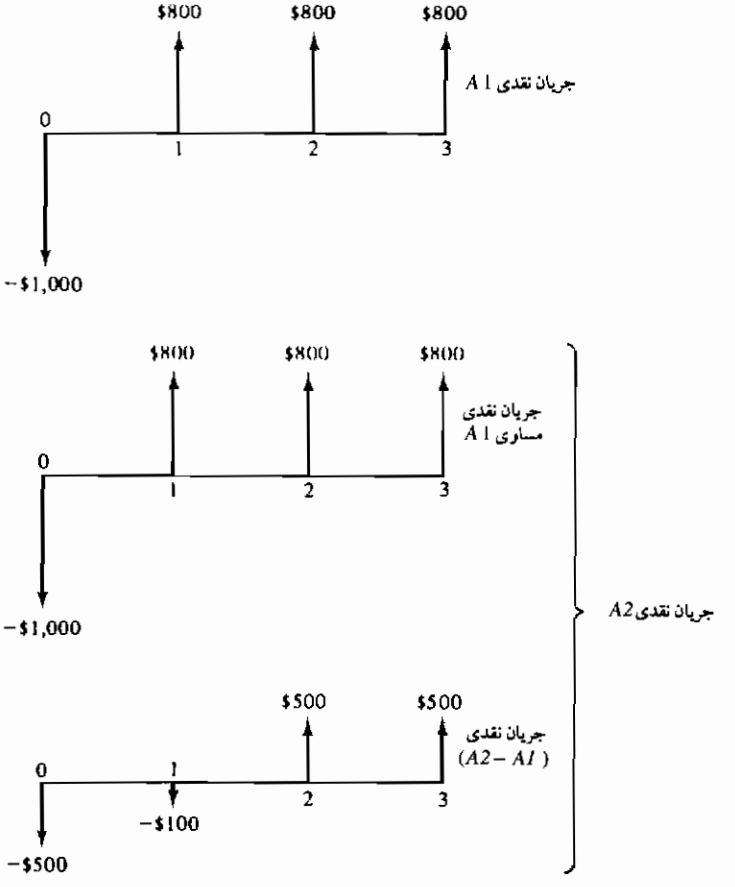
اگر جریان نقدی $(A_2 - A_1)$ از نظر اقتصادی مطلوب باشد ،
گزینهٔ A_2 بر گزینهٔ A_1 برتری دارد .
اگر جریان $(A_1 - A_2)$ از نظر اقتصادی نامطلوب باشد ،
گزینهٔ A_1 بر گزینهٔ A_2 برتری دارد .

اگر جریان نقدیی تفاوتهای بین گزینه ها از نظر اقتصادی مطلوب باشد ، آن گاه روشن است که گزینهٔ A_2 از نظر اقتصادی بر گزینهٔ A_1 برتری دارد . زیرا جریان نقدی گزینهٔ A_2 از مجموع جریان نقدی گزینهٔ A_1 ، و یک جریان نقدی مطلوب تشکیل می شود . از طرف دیگر ، اگر تفاوت بین دو گزینه نامطلوب باشد ، گزینهٔ A_2 برتر از گزینهٔ A_1 خواهد بود . این بحث در بسیاری از فرآیندهای تصمیم گیری از بحثهای اساسی است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۷- تفاوتهای بین گزینه‌های ناسازگار

(A2 − A1)	A2	A1	
−$500	−$1,500	−$1,000	0
− 100	700	800	1
500	1,300	800	2
500	1,300	800	3



شکل ۷-۱- تفاوت جریان نقدی بین دو گزینه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای مثال ارائه شده در جدول (۷-۷) ، انتخاب گزینهٔ A_2 به جای A_1 به یک سرمایه گذاری اضافی یا فزایندهٔ ۵۰۰ دلار در زمان حال و ۱۰۰ دلار در سال بعد نیازمند است . دریافت مورد انتظار ناشی از این سرمایه گذاری اضافی ، ۵۰۰ دلار در پایان هر یک از سالهای ۲ و ۳ است . آیا این دریافتهای اضافی ، سرمایه گذاری اضافی را توجیه می کند ؟ این سؤالی است که باید برای تعیین گزینهٔ مطلوبتر از نظر اقتصادی پاسخ داده شود .

حداقل نرخ برگشت جذاب [1] **(MARR)** . هدف معیار تصمیم گیری که در بخشهای بعدی مورد بحث قرار می گیرد ، بیشینه کردن سود همسنگ است ، با این شرط که همهٔ گزینه های سرمایه گذاری به برگشتی بیش از یک حداقل **نرخ برگشت جذاب** بینجامند . این نرخ سر به سر معمولاً نتیجهٔ یک سیاست تصمیم گیری است که توسط مدیر بنگاه انجام می شود . بنابراین ، بنگاه یک نرخ بهرهٔ مشخص را ، به عنوان پایین ترین نرخ برگشت پذیرفتنی ، در نظر می گیرد .

حداقل نرخ برگشت جذاب را می توان به عنوان نرخی که بنگاه همواره می تواند در آن سرمایه گذاری کند ، در نظر گرفت ، زیرا برای وی فرصتهای زیادی وجود دارند که به چنین برگشتی می انجامند . بنابراین ، هرگاه مبلغی در یک پیشنهاد سرمایه گذاری درگیر شود ، فرصت سرمایه گذاری آن پول در MARR ، از دست می رود . به این دلیل ، گاه حداقل نرخ برگشت جذاب را به عنوان یک هزینهٔ «فرصت» در نظر می گیرند .

اگر این دیدگاه «وجود فرصتهای سرمایه گذاری نامحدودی که به برگشت MARR می انجامند» را به آینده گسترش دهیم ، می توانیم فرض کنیم که درآمد حاصل از سرمایه گذاریهای فعلی را هم می توان در حداقل نرخ برگشت جذاب سرمایه گذاری کرد . در این شرایط ، حداقل نرخ برگشت جذاب ، نرخ «سرمایه گذاری مجدد» [2] نامیده

1- Minimum Attractive Rate of Return (MARR)

2- Reinvestment Rate

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می شود ؛ زیرا فرض می شود که درآمدهای آیندهٔ حاصل از سرمایه گذاری فعلی ، دوباره با همین نرخ سرمایه گذاری می شوند .

در بارهٔ چگونگی انتخاب MARR ، سالها بحث شده است . متأسفانه ، هنوز روش رضایت بخشی برای تعیین دقیق این نرخ وجود ندارد ؛ زیرا نرخی که برای ارائهٔ اهداف سود بنگاه انتخاب می شود ، معمولاً به قضاوت مدیران بنگاه بستگی دارد . این قضاوت به نوبهٔ خود به دیدگاه مدیران از فرصتهای آیندهٔ بنگاه ، همواره با وضع مالی آن وابسته است .

اگر MARR انتخاب شده بسیار بالا باشد ، ممکن است بسیاری از سرمایه گذاریهایی که برگشتهای خوبی دارند ، حذف شوند . از طرف دیگر ، یک نرخ بسیار پایین ممکن است به پذیرش پیشنهادهایی در مرز سودآوری و یا زیان ده بینجامد . بنابراین در تعیین MARR باید بین بیش از اندازه انتخابی بودن یا انتخابی نبودن آن ، مصالحه ای صورت گیرد .

یک روش برای انتخاب MARR این است که پیشنهادهای موجود برای سرمایه گذاری را بررسی و بیشترین نرخی را که می توان در صورت سرمایه گذاری نکردن وجوه در آنها به دست آورد ، پیدا کنیم . برای مثال ، یک فرد در MARR کمتر از نرخ بهره ای که بانکها به حسابهای پس انداز می پردازند ، سرمایه گذاری نمی کند . زیرا وی همواره فرصت سرمایه گذاری در نرخ بانک را بدون توجه به دیگر فرصتهای سرمایه گذاری خود دارد . به این دلیل ، گزینهٔ انجام هیچ کار (که برگشت حاصل را در صورت حذف همهٔ پیشنهادهای مورد بررسی ارائه می کند) فرض می کند که همهٔ وجوه موجود در MARR سرمایه گذاری می شوند .

نکتهٔ دیگر در انتخاب MARR ، جیره بندی کردن منبع کمیاب یا بودجهٔ سرمایه گذاری است . برای مثال ، یک بنگاه بزرگ ممکن است بخواهد مطمئن شود که از وجوه اختصاص یافته به قسمتهای مختلف بنگاه به طور کارآمد استفاده می شود . اگر در کیفیت پیشنهادهای یک قسمت در مقایسه با قسمت دیگر اختلاف قابل ملاحظه ای

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

وجود داشته باشد ، MARR مناسب از سرمایه گذاری در پیشنهادهای غیرسودده جلوگیری می کند . بنابراین امکان توزیع مجدد وجوه سرمایه گذاری نشده به قسمتهایی که پیشنهادهایشان برگشت بالاتری دارند ، وجود خواهد داشت .

این مفهوم جیره بندی سرمایه را می توان برای تصمیمهای سرمایه گذاری در یک فاصلهٔ زمانی هم به کار برد . واقعیت وجود دوره های بازرگانی در کیفیت پیشنهادهای سرمایه گذاری موجود در نقاط مختلف زمانی ، نوساناتی ایجاد می کنند . انتخاب درست MARR می تواند از سرمایه گذاری در پیشنهادهایی که در سالهای «رکود» به حاشیهٔ سوددهی می رسند ، جلوگیری کند . آن گاه می توان این وجوه خرج نشده را برای پیشنهادهایی با کیفیت بالاتر در سالهای «رشد» نگه داشت .

MARR را نباید با هزینهٔ سرمایه اشتباه کرد . هزینهٔ سرمایه ، نرخ مرکب هزینهٔ فراهم کردن پول از منابع خارجی از طریق فروش سهام ، فروش اوراق قرضه ، و یا از طریق وام است . در حالت عادی حداقل نرخ برگشت قابل قبول ، اساساً بالاتر از هزینهٔ سرمایه است . اگر هزینهٔ سرمایهٔ یک بنگاه ۱۲٪ باشد ، ممکن است حداقل نرخ برگشت قابل قبول آن ۲۰٪ باشد . دلیل وجود این تفاوت در وجود عناصر خطر (ریسک) در بیشتر پروژه ها و عدم قطعیت در بارهٔ آینده است . بنابراین تعداد کمی از بنگاهها حاضرند در پروژه هایی که برگشت مورد انتظار تنها اندکی بیشتر از هزینهٔ سرمایهٔ آنهاست ، سرمایه گذاری کنند .

گزینهٔ انجام هیچ کار . در بسیاری از مطالعات اقتصادی فرض می شود که اگر وجوه موجود در پروژه های مورد بررسی سرمایه گذاری نشوند ، این وجوه در گزینهٔ انجام هیچ کار سرمایه گذاری خواهند شد . گزینهٔ انجام هیچ کار به معنای «پنهان کردن وجوه ، زیر تشک» به گونه ای که هیچ برگشتی نداشته باشند ، نیست . بلکه به این معناست که سرمایه گذار در بارهٔ پروژه های مورد بررسی «کاری انجام نمی دهد» و وجوه موجود در سرمایه گذاریهایی که به نرخ برگشتی برابر با MARR می انجامند ، قرار

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

خـواهنـد گـرفت . نتـیـجـهٔ این فـرض برای گـزینهٔ انجـام هیچ کـار بـه صـورت زیر خلاصه می شود :

i^*_{A0} = MARR.

از آن جا کـه طبق تعـریف ، نرخ برگشت نرخی است کـه به ازای آن مقـادیر ارزش فـعلی ، همـسنگ سـالانه ، یا ارزش آینده بـرابر با صـفـر می شـوند ، بـرای گـزینهٔ انجـام هیچ کار داریم :

$PW(\text{MARR})_{A0} = 0$

$AE(\text{MARR})_{A0} = 0$

$FW(\text{MARR})_{A0} = 0.$

این رابطه ها نشـان می دهد که وقـتی گـزینهٔ انجام هیچ کـار با نرخ MARR ارزیابی شود ، سـود همسـنگ آن همواره صـفـر خـواهد بود . این واقعیت ، مـقـایسهٔ گـزینه ها را آسـان می کند . زیرا نـیـازی به مـعلوم بودن الگوی جـریان نقـدی گـزینهٔ انجام هیچ کـار وجـود ندارد ، و در مـحاسـبات می توان فـرض کـرد که جـریانهای نقـدی مـربوط به گزینهٔ انجـام هیچ کار ، صفر هستند .

در مقـایسهٔ گزینـه های سرمایه گـذاری اشتبـاهات زیادی در اثر حذف گـزینهٔ انجام هیچ کـار رخ می دهد . وقتی گـزینه های مـورد بررسی شامل دریافت و پرداخت باشـد ، در نظر گرفتن اختیار سرمـایه گذاری با نرخ MARR هم حائز اهمیـت است . در بسیاری از موارد این اختیار نادیده گرفته یا فراموش می شـود ، و تصمیمـهای سرمایه گـذاری که سودآوری آنهـا کمتـر از «انجام هیچ کـار» است ، انتخاب می شـوند . با تشخیص این که معـمولاً اختیـار سرمایه گـذاری نکردن در گزینه های مورد بررسی وجـود دارد ، به آسانی می توان از این گونه سرمایه گذاریهای نادرست ، جلوگیری کرد .

وقـتی دریافـتـهای تعـدادی از گـزینه های مـورد مـقـایسـه ، یکسان فـرض شـوند ، مـعـمـولاً جـریانهـای نقدی گـزینه ها را تنهـا با هزینه های آنـها بیـان می کنند . در این حـال

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گزینهٔ انجام هیچ کار ، در نظر گرفته نمی شود ؛ زیرا اساس این گزینه بر این فرض است که دریافتها و پرداختها هر دو به نرخ MARR ، که به سود خالص صفر می انجامد سرمایه گذاری می شوند .

۷-۴ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی

در فرآیند تصمیم گیری بین گزینه های ناسازگار ، تنها تفاوتهایشان مورد نظر است . معیار ارزش فعلی بر مبنای سرمایه گذاری اضافی مثالی از این قاعده است ، زیرا این معیار عملاً به محاسبهٔ جریانهای نقدی تفاوت بین گزینه ها نیاز دارد .

در مقایسهٔ یک گزینه با گزینهٔ دیگر ، ابتدا جریان نقدیی را که مشخص کننده تفاوت بین دو جریان نقدی است تعیین می کنیم . سپس تصمیم گیری برای انتخاب گزینهٔ بهتر ، به تعیین مطلوبیت اقتصادی سرمایه گذاری اضافی لازم برای یک گزینه نسبت به گزینهٔ دیگر تبدیل می شود . اگر سرمایه گذاری اضافی به برگشتی بیشتر از حداقل نرخ برگشت قابل قبول بینجامد ، از نظر اقتصادی مطلوب در نظر گرفته می شود . یعنی اگر :

$PW(i)_{A2\text{-}A1} > 0$: A_2 پذیرفته می شود

$PW(i)_{A2\text{-}A1} < 0$: A_2 حذف و A_1 پذیرفته می شود

برای اعمال این معیار تصمیم بر مجموعه ای از گزینه های ناسازگار ، مانند آنچه در جدول (۷-۸) نشان داده شده است ، به صورت زیر اقدام کنید :

۱ - گزینه ها را براساس هزینهٔ اولیهٔ آنها به ترتیب صعودی مرتب کنید . این کار در جدول (۷-۸) انجام شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۸- جریانهای نقدی چهار گزینهٔ ناسازگار

گزینه ها				آخر سال
A3	A2	A1	A0	
-$10,000	-$8,000	-$5,000	$0	0
2,500	1,900	1,400	0	1-10

۲- گزینه ای را که به کمترین هزینهٔ اولیه نیاز دارد ، به‌عنوان گزینهٔ «بهترین فعلی» انتخاب کنید . در بیشتر موارد ، مانند این مثال گزینهٔ «بهترین فعلی» اولیه ، انجام هیچ کار خواهد بود . در بسیاری از موارد گزینه های سرمایه گذاری بدون در نظر گرفتن این گزینه مقایسه می شوند . استثنا کردن گزینهٔ انجام هیچ کار می تواند به سرمایه گذاری یک منبع کمیاب (پول) ، در فعالیتهای غیرسوده ، یعنی فعالیتهایی که برگشتشان کمتر از MARR خواهد بود ، بینجامد .

۳- گزینهٔ «بهترین فعلی» را با اولین گزینهٔ «رقیب» مقایسه کنید . گزینهٔ رقیب ، همواره گزینه ای است که پس از گزینهٔ بهترین فعلی ، بیشترین هزینهٔ سال اول را در ترتیب گزینه ها دارا می باشد ، و قبلاً مقایسه نشده است . این مقایسه با بررسی تفاوتهای بین دو جریان نقدی انجام می شود . اگر ارزش فعلی جریان نقدی اضافی ارزیابی شده با نرخ MARR بزرگتر از صفر باشد ، گزینهٔ رقیب را ، به‌عنوان «بهترین فعلی» در نظر می گیریم . اگر ارزش فعلی یادشده کوچکتر یا مساوی با صفر باشد ، گزینهٔ «بهترین فعلی» همان گزینهٔ قبلی باقی می ماند ؛ و گزینهٔ رقیب فعلی از بررسیهای بعدی حذف می شود . رقیب جدید ، گزینهٔ با هزینهٔ سال اول بیشتر بعدی است که تا به حال به‌عنوان رقیب در نظر گرفته نشده است . آن گاه مقایسهٔ بعدی بین گزینه هایی که «بهترین فعلی» است و گزینه ای که رقیب فعلی است انجام می شود .

۴- مقایسهٔ بین گزینه های رقیب و «بهترین فعلی» را به صورتی که در گام ۳ بیان شد ، ادامه دهید . این مقایسه ها را تا آن جا که همهٔ گزینه ها به جز گزینهٔ «بهترین فعلی» اولیه به‌عنوان رقیب در نظر گرفته شوند ، ادامه دهید . آخرین گزینهٔ «بهترین فعلی» ، گزینه ای است که ارزش فعلی را بیشینه می کند و یک نرخ برگشت بیشتر از MARR

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

را فراهم می سازد .

گامهای ۳ و ۴ برای گزینه های مورد بررسی جدول (۷-۸) ، به محاسبات زیر می انجامند ؛ فرض کنید MARR برابر با ۱۵٪ است .

اولین مقایسه ای که باید در این مثال انجام شود ، بین گزینهٔ A_1 (اولین رقیب) و گزینهٔ انجام هیچ کار (گزینهٔ «بهترین فعلی» اولیه) است . پانویس عبارت $PW(15)_{A1-A0}$ نشان می دهد که ارزش فعلی ، مربوط به جریان نقدی تفاوت بین گزینهٔ A_1 و انجام هیچ کار است .

$$PW(15)_{A1-A0} = -\$5{,}000 + \$1{,}400(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = \$2{,}026.$$

توجه کنید که هنگام مقایسهٔ یک گزینه با گزینهٔ انجام هیچ کار ، جریان نقدی سرمایه گذاری اضافی ، همان جریان نقدی کل سرمایه گذاری است .

چون مقدار ارزش فعلی تفاوت بین جریانهای نقدی ، بزرگتر از صفر (۲۰۲۶ دلار) است ، طبق گام ۳ ، گزینهٔ A_1 به عنوان گزینهٔ «بهترین فعلی» جدید درنظر گرفته می شود . دومین رقیب A_2 است . آن گاه A_2 با A_1 بر مبنای سرمایه گذاری اضافی به صورت زیر مقایسه می شود :

$$PW(15)_{A2-A1} = -\$3{,}000 + \$500(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = -\$490.$$

چون این مقدار منفی است ، گزینهٔ A_2 از بررسیهای بعدی حذف ، و A_1 به عنوان گزینهٔ «بهترین فعلی» باقی می ماند . رقیب سوم ، گزینهٔ A_3 است . مقایسهٔ «بهترین فعلی» با رقیب بعدی به نتیجهٔ زیر می انجامد :

$$PW(15)_{A3-A1} = -\$5{,}000 + \$1{,}000(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = \$521.$$

ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی لازم برای گزینهٔ A_3 نسبت به A_1 مثبت است ، بنابراین سرمایه گذاری اضافی از نظر اقتصادی مطلوب می باشد . پس A_3 به عنوان گزینهٔ «بهترین فعلی» در نظر گرفته می شود . دراین حال همهٔ گزینه ها بررسی شده اند و رقیب جدیدی وجود ندارد . طبق گام ۴ ، وقتی همهٔ رقیبها مورد بررسی قرار

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گرفته اند ، گزینهٔ «بهترین فعلی» گزینه ای است که ارزش فعلی را بیشینه می کند و یک برگشت بزرگتر از MARR را فراهم می سازد . بنابراین ، گزینهٔ A_2 بهترین انتخاب از مجموعهٔ گزینه های نشان داده شده در جدول (۷-۸) خواهد بود .

معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی را می توان برای مقایسهٔ گزینه هایی که دارای جریانهای نقدی بدون درآمد هستند هم به کار برد . جدول (۷-۹) جریانهای نقدی مجموعه ای از گزینهٔ را نشان می دهد که فرض می شود خدمات یکسانی را فراهم می کنند . چون این جریانهای نقدی درآمدهای حاصل از گزینه های خود را منعکس نمی کنند ، گزینهٔ انجام هیچ کار معنایی نخواهد داشت ؛ یعنی ، اگر فرصت سرمایه گذاری نکردن وجود داشته باشد ، هیچکس یک جریان نقدی را که تنها به پرداختها (مخارج) می انجامد ، نمی پذیرد . بنابراین فرض می شود که انتخاب یکی از گزینه های جدول (۷-۹) الزامی است .

اعمال معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی به گزینه های جدول (۷-۹) برای MARR = ٪۱۰ به محاسبات زیر می انجامد .

$$PW(10)_{B2-B1} = -\$2,000 + \$1,000\overset{P/A,10,2}{(1.7355)} + \$500\overset{P/F,10,3}{(0.7513)} = \$111.$$

چون این مقدار مثبت است ، B_2 گزینهٔ «بهترین فعلی» و B_1 از بررسیهای بعدی حذف می شود . مقایسهٔ بعدی بین گزینهٔ B_3 و B_2 به صورت زیر خواهد بود :

$$PW(10)_{B3-B2} = \$0 + \$300\overset{P/A,10,2}{(1.7355)} + \$0 = \$520.$$

جدول ۷-۹- جریانهای نقدی خالص برای چهار گزینه با خدمات یکسان

گزینه ها				آخر سال
B4	B3	B2	B1	
-$15,000	-$12,000	-$12,000	-$10,000	0
-400	-1,200	-1,500	-2,500	1
-400	-1,200	-1,500	-2,500	2
3,000	1,500	1,500	1,000*	3

* مقادیر مثبت وقتی پدیدار می شوند که با فروش دارایی در انتهای غیرمفید آن ارزش اسقاطی دریافت گردد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بنابراین ، گزینهٔ B_3 پذیرفته و B_2 از بررسیهای بعدی حذف می شود . حال از مقایسهٔ گزینهٔ B_4 با B_3 داریم :

$$PW(10)_{B4-B3} = -\$3,000 + \$800(\overset{P/A,10,2}{1.7355}) + \$1,500(\overset{P/F,10,3}{0.7513}) = -\$484.$$

ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی $(B_4 - B_3)$ منفی است . بنابراین گزینهٔ B_4 پذیرفتنی نیست و از بررسیهای بعدی حذف می شود . چون گزینهٔ دیگری برای رقابت وجود ندارد ، فرآیند تصمیم گیری تکمیل شده است ، و B_3 ، یعنی آخرین گزینهٔ «بهترین فعلی» بهترین گزینه خواهد بود .

اگر به جای مبنای مقایسهٔ ارزش فعلی برای تصمیم گیری سرمایه گذاری اضافی ، از مبنای مقدار همسنگ سالانه یا مقدار ارزش آینده استفاده کنیم ، به همین نتایج می رسیم . رابطه های زیر این واقعیت را تأیید می کنند . این رابطه ها را می توان به روش شبیه آنچه برای مقدار ارزش فعلی مورد اِستفاده قرار گرفت ، اثبات کرد .

$$AE(i)_{A2} - AE(i)_{A1} = AE(i)_{A2-A1}$$

و

$$FW(i)_{A2} - FW(i)_{A1} = FW(i)_{A2-A1}.$$

۵-۷ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی

اساس نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ، بر همان نوع تحلیلی است که برای معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی به کار رفت . پس از مرتب کردن گزینه ها به ترتیب افزایش هزینهٔ سال اول ، جریان نقدی اضافی را با همان روشی که برای ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی بیان شد ، تعیین می کنیم . اگر یک جریان نقدی اضافی نتواند در آزمون ۱ یا ۲ موفق شود ؛ (امکان وجود نرخهای برگشت چندگانه بر اساس بحث بخش ۶-۴) **نباید** از روش نرخ برگشت استفاده کرد . در این حال مناسب است که از روش ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی استفاده کنیم .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پس از اطمینان از این که جریان نقدی اضافی مورد بررسی دارای یک تابع ارزش فعلی مانند شکل (۶-۳) است ، تنها تفاوت بین قواعد تصمیم گیری این دو معیار در گام ۳ است . این گام تعیین می کند که آیا یک سرمایه گذاری اضافی از نظر اقتصادی مطلوب هست یا نه ؟ برای معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ، قاعدهٔ تصمیم گیری به صورت زیر است :

$i^*_{A2-A1} >$ MARR: accept $A2$

$i^*_{A2-A1} \leq$ MARR: $A2$ را رد نموده و $A1$ را نگهدارید

برای اعمال مبنای نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ، ابتدا باید گزینه ها را به ترتیب افزایش هزینهٔ اولیه شان مرتب ، و آن گاه گزینهٔ «بهترین فعلی» را انتخاب کنیم . با استفاده از مجموعه گزینه های جدول (۷-۸) ، گامهای ۳ و ۴ تحلیل اضافی ، به محاسبات زیر نیاز دارد . مقدار i^* را به گونه ای تعیین کنید که معادلهٔ تعیین کنندهٔ ارزش فعلی جریان نقدی اضافی برابر با صفر شود . دوباره MARR را ۱۵٪ فرض کنید . برای تفاوت $A_1 - A_0$ داریم :

$$0 = -\$5{,}000 + \$1{,}400(P/A,i,10)$$

$$i^*_{A1-A0} = 25.0\%.$$

چون نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی بزرگتر از MARR است ، A_1 به عنوان گزینهٔ «بهترین فعلی» انتخاب و گزینهٔ انجام هیچ کار از محاسبات بعدی حذف می شود . سپس ، گزینهٔ A_2 را با A_1 مقایسه می کنیم . برای تفاوت $A_2 - A_1$ داریم :

$$0 = -\$3{,}000 + \$500(P/A,i,10)$$

$$i^*_{A2-A1} = 10.5\%.$$

چون نرخ برگشت سرمایه گذاری ، کمتر از MARR است ، گزینهٔ A_1 «بهترین فعلی» باقی می ماند ، و A_2 حذف می شود . سپس A_3 را با A_1 مقایسه می کنیم ؛

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای تفاوت $A_3 - A_1$ داریم :

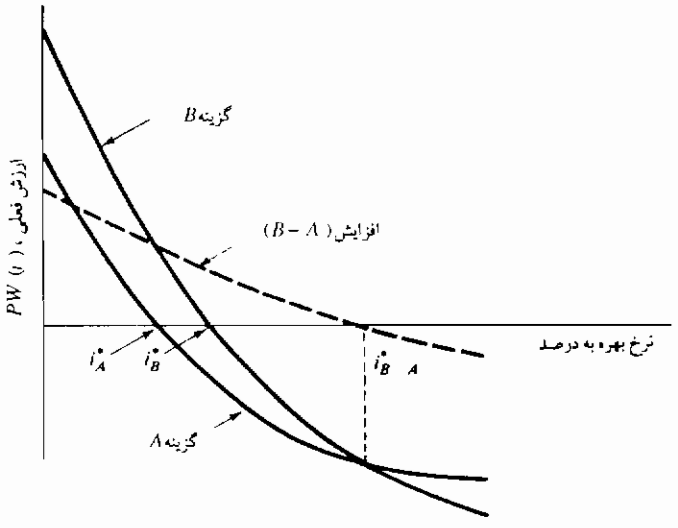
$$0 = -\$5,000 + \$1,100(P/A,i,10)$$

$$i^*_{A3-A1} = 17.6\%.$$

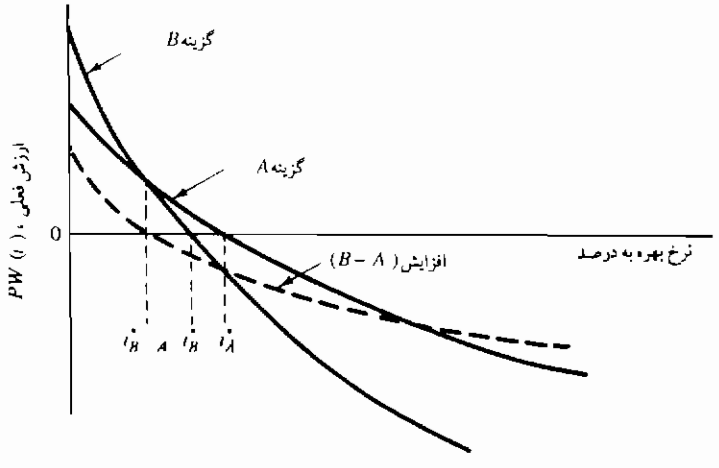
گزینهٔ A_3 به عنوان «بهترین فعلی» در نظر گرفته شده و A_1 از بررسیهای بعدی حذف می شود . چون گزینه ها مقایسه شده اند ، A_3 ، یعنی آخرین گزینهٔ «بهترین فعلی» جواب بهینه است . این همان جوابی است که با معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی به دست آمد .

به طور کلی ، معیارهایی که تا این جا مورد بحث قرار گرفتند ، برای بیشتر انواع مسائل تصمیم گیری سرمایه گذاری به جوابهای یکسان می انجامند . لیکن ، اگر جریان نقدی اضافی مورد بررسی دارای نرخهای برگشت چندگانه باشد ، آن گاه قواعد تصمیم گیری یاد شده ممکن است به جوابهایی متفاوت با معیارهای دیگر بینجامد . در شکلهای (۷-۲) و (۷-۳) منحنیهای خط چین مقدار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی بین دو گزینه را نشان می دهد . (روشن است که منحنی نشان دهندهٔ ارزش فعلی جریان نقدی اضافی ، تفاوت بین دو منحنی نمایشگر ارزش فعلی سرمایه گذاری کل برای هر یک از دو جریان نقدی است) . در هر دو حالت ، منحنی ارزش فعلی اضافی ، تنها یک بار محور افقی را قطع می کند . بنابراین تنها یک نرخ برگشت اضافی وجود خواهد داشت . این دو مثال منعکس کنندهٔ نوعی از گزینه ها هستند که در بیشتر موارد با آنها روبرو می شویم . بنابراین ، برای گزینه هایی که جریانهای نقدی اضافی آنها در آزمایشهای ۱ یا ۲ صدق کند ، معیار بحث شده به انتخاب گزینه ای می انجامد که ارزش فعلی کل را بیشینه ، و برگشتی بزرگتر از MARR فراهم می کند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۷-۲- تابع ارزش فعلی یك سرمایه‌گذاری اضافی



شکل ۷-۳- نرخهای برگشت سرمایه‌گذاری کل و سرمایه‌گذاری اضافی

معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی را می توان بدون تغییر در قواعدش برای جریانهای نقدی بدون درآمد هم به کار برد. مثلاً، مجموعهٔ گزینه های بیان شده در جدول (۷-۹) به صورت زیر تحلیل می شوند. پس از مرتب کردن گزینه ها به ترتیب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

افزایش هزینهٔ سال اولشان هر سرمایه گذاری اضافی با گزینهٔ «بهترین فعلی» مقایسه می شود . در این حال B_1 ، گزینهٔ «بهترین فعلی» است و MARR برابر با ۱۰٪ است .

$$0 = PW(i)_{B2-B1} = -\$2{,}000 + \$1{,}000(^{P/A,i,2}) + \$500(^{P/F,i,3})$$

$i^*_{B2-B1} = 13.5\%$ (گزینهٔ «بهترین فعلی» می شود B_2)

$$0 = PW(i)_{B3-B2} = \$0 + \$300(^{P/A,i,2}) + \$0$$

$i^*_{B3-B2} = \infty$ (گزینهٔ «بهترین فعلی» می شود B_3)

$$0 = PW(i)_{B4-B3} = -\$3{,}000 + \$800(^{P/A,i,2}) + 1{,}500(^{P/F,i,3})$$

$i^*_{B4-B3} = 1.5\%$ (گزینهٔ «بهترین فعلی» باقی می ماند B_3)

چنان که قبلاً دیدیم ، گزینهٔ B_3 بهترین انتخاب است .

روش محاسبهٔ نرخ برگشت اضافی برای دو گزینه بر این مبنا است که ابتدا جریان نقدی اضافی بین گزینه ها را پیدا کرده ، و سپس نرخ برگشت مربوط به این جریان نقدی را محاسبه می کنیم . روش دیگری برای محاسبهٔ نرخ برگشت اضافی وجود دارد که نیازمند تعیین صریح تفاوت بین گزینه ها نیست . این روش نرخ بهره ای که به ازای آن جریان نقدی یک گزینه با جریان نقدی گزینهٔ دیگر برابر شود را تعیین می کند . برای پی بردن به درستی این روش ، ابتدا فرمولبندی کلی نرخ برگشت اضافی برای دو گزینهٔ A_1 و A_2 را بررسی می کنیم .

$$0 = \sum_{t=0}^{n} (F_{A2,t} - F_{A1,t})(1 + i^*_{A2-A1})^{-t}.$$

اساس این فرمولبندی بر روشی است که در سرتاسر این بخش مورد استفاده قرارگرفت . در این جا جریانهای نقدی اضافی تعیین و آن گاه با استفاده از جریان نقدی اضافی نرخ برگشت اضافی پیدا می شود .

روش دیگر برای محاسبهٔ نرخ برگشت اضافی بر اساس این واقعیت است که می توان رابطهٔ بالا را به صورت زیر نوشت :

$$\sum_{t=0}^{n} F_{A2,t}(1 + i^*_{A2-A1})^{-t} = \sum_{t=0}^{n} F_{A1,t}(1 + i^*_{A2-A1})^{-t}.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با یافتن نرخ بهره ای که به ازای آن دو جریان نقدی برابر شوند ، نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی بین دو جریان نقدی به دست می آید . برای مثال ، با استفاده از گزینه های B_1 و B_2 در جدول (۷-۹) می توانیم نرخ برگشت اضافی را از رابطهٔ زیر تعیین کنیم :

$$-\$10{,}000 - \$2{,}500(^{P/A,i,2}) + \$1{,}000(^{P/F,i,3})$$
$$= -\$12{,}000 - \$1{,}500(^{P/A,i,2}) + \$1{,}500(^{P/F,i,3}).$$

حل این رابطه برای i ، به $i^*_{B2-B1} = ٪۱۳٫۵$ می انجامد ، که با نتیجهٔ قبلی یکی است .

۷-۶ مقایسه بر مبنای سرمایه گذاری کل

در این بخش روشهای ارزش فعلی ، همسنگ سالانه ، و ارزش آیندهٔ کل سرمایه گذاری ارائه می شوند . اگرچه این روشها از نظر محاسباتی متفاوتند ، مقایسه بر مبنای سرمایه گذاری کل گزینهٔ ناسازگار با بیشترین مطلوبیت را انتخاب می کنند . سازگاری بین روشهای سرمایه گذاری اضافی و کل در پاراگرافهای زیر توضیح داده می شود .

ارزش فعلی سرمایه گذاری کل . معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری کل یکی از پراستفاده ترین روشها برای انتخاب یک گزینهٔ سرمایه گذاری از بین مجموعه ای از گزینه های ناسازگار است . چون هدف ، انتخاب گزینه ای با بیشترین ارزش فعلی است ، قواعد این معیار نسبتاً ساده اند . اگر :

$PW(i)_{A2} > PW(i)_{A1}$: A_2 پذیرفته می شود .
$PW(i)_{A2} \leq PW(i)_{A1}$: A_2 حذف می شود .

برای نشان دادن سهولت محاسبات ، این معیار را برای گزینه های ناسازگار جدول (۷-۸) به کار می بریم . با استفاده از MARR = ٪۱۵ ، محاسبهٔ مقادیر ارزش

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فعلی به صورت زیر خواهد بود :

$$PW(15)_{A0} = \$ \quad 0$$

$$PW(15)_{A1} = -\$\ 5{,}000 + \$1{,}400(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = \$2{,}026$$

$$PW(15)_{A2} = -\$\ 8{,}000 + \$1{,}900(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = \$1{,}536$$

$$PW(15)_{A3} = -\$10{,}000 + \$2{,}500(\overset{P/A,15,10}{5.0188}) = \$2{,}547.$$

بیشترین مقدار از مقادیر ارزش فعلی این چهار گزینه ، ۲۵۴۷ دلار مربوط به گزینهٔ A_3 است . در این مثال می بینیم که گرچه گزینهٔ انتخاب شده دارای بیشترین هزینهٔ اولیه است ، این امکان وجود دارد که گزینه های با هزینهٔ اولیهٔ کمتر ، ارزش فعلی بزرگتری نسبت به گزینهٔ با بیشترین هزینهٔ اولیه داشته باشند . برای مثال ، اگر گزینهٔ A_3 را از بررسی خارج کنیم ، گزینهٔ A_1 بزرگترین ارزش فعلی را دارد ، هر چند که A_2 دارای هزینهٔ اولیهٔ کمتری است .

برای MARR = ٪۱۰ ، محاسبهٔ ارزش فعلی گزینه های ارائه شده درجدول (۷-۹) به صورت زیر است :

$$PW(10)_{B1} = -\$10{,}000 - \$2{,}500(\overset{P/A,10,2}{1.7355}) + \$1{,}000(\overset{P/F,10,3}{0.7513}) = -\$13{,}587$$

$$PW(10)_{B2} = -\$12{,}000 - \$1{,}500(\overset{P/A,10,2}{1.7355}) + \$1{,}500(\overset{P/F,10,3}{0.7513}) = -\$13{,}476$$

$$PW(10)_{B3} = -\$12{,}000 - \$1{,}200(\overset{P/A,10,2}{1.7355}) + \$1{,}500(\overset{P/F,10,3}{0.7513}) = -\$12{,}956$$

$$PW(10)_{B4} = -\$15{,}000 - \$\ 400(\overset{P/A,10,2}{1.7355}) + \$3{,}000(\overset{P/F,10,3}{0.7513}) = -\$13{,}440$$

مقادیر منفی به معنای هزینه های همسنگ فعلی مربوط به چهار گزینه اند . گزینهٔ B_4 این هزینه ها را کمینه می کند .

در نگاه اول به نظر می رسد که معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری کل ، قاعدهٔ اساسی تصمیم گیری که نیازمند بررسی تفاوت بین گزینه هاست ، را نقض می کند . (بخش ۷-۳ را ببینید) . این واقعیت که در مقایسهٔ ارزشهای فعلی کل سرمایه گذاری هم تفاوتهای یاد شده مشاهده می شوند ، با مثال زیر روشن می شود :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فرض کنید دو گزینهٔ ناسازگار A_1 و A_2 مطابق جدول (۷-۱۰) وجود دارند :

جدول ۷-۱۰- تفاوت بین دو گزینه

$A2 - A1$	$A2$	$A1$	آخر سال
-$500	-$1,500	-$1,000	0
400	900	500	1-5
$696	$1,191	$495	$PW(20)$

گزینهٔ A_1 را می توان متشکل از یک جریان نقدی یکسان با A_1 ، به علاوهٔ یک جریان نقدی نمایشگر تفاوت بین A_2 و A_1 در نظر گرفت . آن بخش از جریان نقدی A_2 که با A_1 یکسان است ، دارای همان ارزش فعلی A_1 خواهد بود . بنابراین ، تنها تفاوت بین ارزشهای فعلی برای سرمایه گذاری کل A_1 و سرمایه گذاری کل A_2 ، با ارزش فعلی جریان نقدی اضافی (دلار ۶۹۶ = ۴۹۵ - ۱۱۹۱) : $(A_2 - A_1)$ مشخص می شود .

بنابراین با مثالها نشان دادیم که روشهای ارزش فعلی اضافی، و ارزش فعلی کل ، به یک جواب می انجامند . در واقع می توان به طور کلی ثابت کرد که هر دو روش به انتخاب گزینه های یکسانی منتهی می شوند . برای این کاربایدنشان دهیم که ارزش فعلی هرگزینهٔ A_2 منهای ارزش فعلی هرگزینهٔ A_1 با ارزش فعلی تفاوت بین گزینه های A_1 و A_2 برابر است : یعنی

$$PW(i)_{A2} - PW(i)_{A1} = PW(i)_{A2-A1}.$$

طبق تعریف ، برای گزینهٔ j داریم :

$$PW(i)_j = \sum_{t=0}^{n} F_{j,t}(1 + i)^{-t}$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بنابراین

$$\begin{aligned}
PW(i)_{A2} - PW(i)_{A1} &= \sum_{t=0}^{n} F_{A2,t}(1+i)^{-t} - \sum_{t=0}^{n} F_{A1,t}(1+i)^{-t} \\
&= F_{A2,0} - F_{A1,0} + F_{A2,1}(1+i)^{-1} - F_{A1,1}(1+i)^{-1} + \cdots \\
&\quad + F_{A2,n}(1+i)^{-n} - F_{A1,n}(1+i)^{-n} \\
&= F_{A2-A1,0} + F_{A2-A1,1}(1+i)^{-1} + \cdots + F_{A2-A1,n}(1+i)^{-n} \\
&= \sum_{t=0}^{n} F_{A2-A1,t}(1+i)^{-t} \\
&= PW(i)_{A2-A1}.
\end{aligned}$$

به این ترتیب رابطهٔ بین قواعد تصمیم گیری مربوط به دو معیار همسنگ فعلی روشن می شود . اگر هدف بیشینه کردن همسنگ فعلی ، و $PW(i)_{A2} < PW(i)_{A1}$ باشد[1] ، معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری کل گزینهٔ A_1 را انتخاب می کند . اگر $PW(i)_{A2} > PW(i)_{A1}$ باشد ، آن گاه $PW(i)_{A2-A1}$ مثبت خواهد بود ، و قاعدهٔ تصمیم گیری معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی در صورت $PW(i)_{A2-A1} > 0$ ، A_2 را به جای A_1 انتخاب می کند .

اعتبار این رابطهٔ اساسی برای انواع مختلف جریان نقدی را می توان با استفاده از جریانهای نقدی جداول (۷-۸) و (۷-۹) مشاهده کرد .

$$PW(15)_{A2} - PW(15)_{A1} = \$1,536 - \$2,026 = -\$490 = PW(15)_{A2-A1}$$
$$PW(10)_{B2} - PW(10)_{B1} = -\$13,476 - (-\$13,587) = \$111 = PW(10)_{B2-B1}.$$

در مثال دوم باید هزینه ها با علامت منفی به کار روند تا تفاوتهای مطلوب سرمایه گذاری مثبت باشند .

همسنگ سالانه و همسنگ آیندهٔ کل سرمایه گذاری . در فصل ۶ نشان دادیم که مقدار ارزش فعلی ، مقدار همسنگ سالانه ، و مقدار ارزش آینده ، مبانی مقایسهٔ

۱- در متن اصلی $PW(i)_{A2} > PW(i)_{A1}$ نوشته شده که در ترجمه تصحیح شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گزینه ها را تشکیل می دهند . بنابراین اگر :

$AE(i)_{A2} > AE(i)_{A1}$: accept $A2$

$AE(i)_{A2} \leq AE(i)_{A1}$: reject $A2$

و اگر

$FW(i)_{A2} > FW(i)_{A1}$: accept $A2$

$FW(i)_{A2} \leq FW(i)_{A1}$: reject $A2$.

اگر به جای مقدار ارزش فعلی ، از مقدار همسنگ سالانه یا مقدار ارزش آینده به عنوان مبنای مقایسه در این معیار استفاده کنیم ، به همان نتایج می رسیم . با اعمال همسنگ سالانه در معیار سرمایه گذاری کل و یا ارزش آینده در معیار سرمایه گذاری کل ، برای گزینه های جدول (۷-۸) ، دوباره گزینه A_2 انتخاب می شود :

$$AE(15)_{A0} = \$\ 0$$

$$AE(15)_{A1} = -\$\ 5{,}000\left(\overset{A/P,15,10}{0.1993}\right) + \$1{,}400 = \$404$$

$$AE(15)_{A2} = -\$\ 8{,}000\left(\overset{A/P,15,10}{0.1993}\right) + \$1{,}900 = \$306$$

$$AE(15)_{A3} = -\$10{,}000\left(\overset{A/P,15,10}{0.1993}\right) + \$2{,}500 = \$507$$

یا

$$FW(15)_{A0} = \$\ 0$$

$$FW(15)_{A1} = -\$\ 5{,}000\left(\overset{F/P,15,10}{4.046}\right) + \$1{,}400\left(\overset{F/A,15,10}{20{,}304}\right) = \$\ 8{,}196$$

$$FW(15)_{A2} = -\$\ 8{,}000\left(\overset{F/P,15,10}{4.046}\right) + \$1{,}900\left(\overset{F/A,15,10}{20.304}\right) = \$\ 6{,}210$$

$$FW(15)_{A3} = -\$10{,}000\left(\overset{F/P,15,10}{4.046}\right) + \$2{,}500\left(\overset{F/A,15,10}{20.304}\right) = \$10{,}300$$

بررسی محاسبات مقادیر ارزش آینده نشان می دهد که دریافتهای حاصل از سرمایه گذاری عملاً ، از زمان دریافت پایان عمر گزینه با حداقل نرخ برگشت قابل توجه سرمایه گذاری می شوند . بنابراین گفته می شود که محاسبات ارزش آینده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

صریحاً سرمایه گذاری یا «سرمایه گذاری مجدد» دریافتهای آینده ای که توسط گزینه های سرمایه گذاری تولیدمی شوند را درنظرمی گیرد . از آن جا که سه معیارتصمیم گیری موردبحث قبلی با هم سازگاربوده و به انتخاب گزینه های یکسانی می انجامند ، می توان نتیجه گرفت که در استفاده از معیار ارزش فعلی و همسنگ سالانه **به طور ضمنی** فرض می شود که دریافتهای با نرخ MARR «سرمایه گذاری مجدد» می شوند .

در نظر گرفتن تورم . وقتی که انتظار می رود گزینه های مورد مقایسه در دوره های تورم قرار گیرند ، باید از روشهای بیان شده در فصل ۵ استفاده کنیم . فرض کنید جریانهای نقدی برای چهار گزینهٔ جدول (۷-۹) برحسب دلارهای ثابت برآورد شده باشند . اگر نرخ تورم ۹٪ باشد ، جریانهای نقدی جدول (۷-۱۱) ، جریانهای نقدی سرمایه گذاری پس از تبدیل به دلارهای واقعی با نرخ ۹٪ را نشان می دهند . برای مثال ، هزینهٔ واقعی گزینهٔ A_1 در انتهای سال ۲ عبارت است از :

$$F = -\$2{,}500(\overset{F/P,9,2}{1.188}) = -\$2{,}970.$$

جدول ۷-۱۱- جریانهای نقدی با توجه به تورم

گزینه ها				آخر سال
B4	*B3*	*B2*	*B1*	
−$15,000	−$12,000	−$12,000	−$10,000	0
−436	−1,308	−1,635	−2,725	1
−475	−1,426	−1,782	−2,970	2
3,885	1,943	1,943	1,295	3

برای مقایسهٔ این چهار گزینه ، ارزش فعلی هرکدام را با استفاده از MARR که در این مسأله ۱۰٪ است ، محاسبه می کنیم :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$PW(10)_{B1} = -\$10{,}000 - \$2{,}725\overset{P/F,10,1}{(0.9091)} - \$2{,}979\overset{P/F,10,2}{(0.8265)} + \$1{,}295\overset{P/F,10,3}{(0.7513)}$$
$$= -\$13{,}959.$$

$$PW(10)_{B2} = -\$12{,}000 - \$1{,}635\overset{P/F,10,1}{(0.9091)} - \$1{,}782\overset{P/F,10,2}{(0.8265)} + \$1{,}943\overset{P/F,10,3}{(0.7513)}$$
$$= -\$13{,}499.$$

$$PW(10)_{B3} = -\$12{,}000 - \$1{,}308\overset{P/F,10,1}{(0.9091)} - \$1{,}426\overset{P/F,10,2}{(0.8265)} + \$1{,}943\overset{P/F,10,3}{(0.7513)}$$
$$= -\$12{,}908.$$

$$PW(10)_{B4} = -\$15{,}000 - \$436\overset{P/F,10,1}{(0.9091)} - \$475\overset{P/F,10,2}{(0.8265)} + \$3{,}885\overset{P/F,10,3}{(0.7513)}$$
$$= -\$12{,}870.$$

برای نرخ تورم ۹٪ می بینیم که B_4 کم هزینه ترین گزینه است . اما در شرایط بدون تورم ، کم هزینه ترین گزینه B_3 خواهد بود .

روش یاد شده به تلاش محاسباتی قابل ملاحظه ای نیاز دارد ، اما مقادیر واسطه ای را فراهم می کند که به آسانی می توانند به تجربهٔ عملی سرمایه گذار مربوط شوند . وقتی که محاسبات با کامپیوتر ممکن باشد ، این روش پذیرفته شده ترین تحلیل است .

روش دلار ثابت فصل ۵ همان نتایج را با محاسبهٔ کمتر به دست می دهد . در این جا ابتدا i' ، یعنی نرخ بدون تورم را پیدا می کنیم . آن گاه برآوردهای به دلار ثابت را مستقیماً به مقدار فعلی تبدیل می کنیم . مثالی از این محاسبه به صورت زیر است :

$$1 + i' = \frac{1 + i}{1 + f} = \frac{1.10}{1.09} = 1.009174$$
$$i' = 0.917\%.$$

برای گزینهٔ B_1 محاسبهٔ ارزش فعلی در $i' = ۰/۹۱۷\%$ عبارت است از :

$$PW(0.917)_{B1} = -\$10{,}000 - \$2{,}500\overset{P/A,0.917,2}{(1.97281)} + \$1{,}000\overset{P/F,0.917,3}{(0.97297)}$$
$$= -\$13{,}959.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

این مقدار ، با ارز ش فعلی گزینهٔ A_1 که ابتدا جریانهای نقدی آن با نرخ تورم ۹٪ کاهش یافته و سپس با نرخ بهرهٔ ۱۰٪ محاسبه شده است یکسان می باشد .

با اعـمـال روش دلار ثابت روی گـزینه های جـدول (۷-۸) نتایـج زیر به دست می آید . نرخ تورم ۱۰٪ و MARR ، ۱۵٪ فرض شـده است . (همچنین فـرض بر این است که جریانهای نقدی جدول (۷-۸) برحسب دلار ثابت بیان شده اند) .

$$i' = \frac{1+i}{1+f} - 1 = \frac{1.15}{1.10} - 1 = 4.55\%$$

$$PW(4.55)_{A1} = -\$\ 5{,}000 + \$1{,}400(\overset{P/A,4.55,10}{7.8933}) = \$6{,}051$$

$$PW(4.55)_{A2} = -\$\ 8{,}000 + \$1{,}900(\overset{P/A,4.55,10}{7.8933}) = \$6{,}997$$

$$PW(4.55)_{A3} = -\$10{,}000 + \$2{,}500(\overset{P/A,4.55,10}{7.8933}) = \$9{,}733.$$

با در نظر گـرفتن تورم ، گـزینهٔ A_3 بر دو گـزینهٔ دیگر ارجح است . (این هـمـان نتـیـجـه ای است کـه با نرخ تورم زدایی شـده به دست آمـد) . لیکن بـرای یک نرخ تورم ۱۰٪ ، گـزینهٔ A_2 بر A_1 ترجیح دارد . چنان کـه قـبـلاً در این بخش نشـان دادیم در نظر نگرفتن تورم می تواند برتـری گـزینـه ها را تغـیـیـر دهـد . بنابراین ، بررسـی اثرات تورم در تحلیلها ، الزامی است .

۷-۷ معیارهای دیگر تصمیم گیری

برای انتـخاب گـزینه ها از یک مـجـمـوعه ، مـعـیارهای تصـمـیم گـیـری دیگری هم وجود دارد . در این بخش برای نشان دادن تفاوتهای بین معیارهای مختلف در تحلیلهای اقتـصادی ، دو روش را بررسی می کنیم . این دو مـعـیار عبارتند از مـعیار رتـبه بندی نرخ برگشت[1] ، و معیار بیشترین مقدار مورد انتظار[2] .

رتبه بندی نرخ برگشت . قواعد این معیار تصمیم گیری دقیقاً با نام آن : **رتبه بندی نرخ برگشت** (RORR) بیان می شـوند . در این معیار ، نرخ برگـشت هر پیشنهاد محـاسبه می شـود ، آن گـاه پیـشنهـادها به ترتـیـب کـاهش نرخ برگـشتـشـان رتبـه بندی می شـوند .

1- Rank On Rate of Return　　2- Maximum Prospective Value

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیشنهادی که دارای بالاترین نرخ برگشت است ، رتبهٔ اول ؛ و به پیشنهادی که دومین نرخ بالا را دارد ، رتبهٔ دوم ، داده می شود و به همین ترتیب همهٔ پیشنهادها رتبه بندی می شوند . حال قاعدهٔ تصمیم گیری به این صورت است که به پذیرش پیشنهادها از رتبهٔ پایین شروع می کنیم ، و تا آن جا که پیشنهادی با نرخ برگشت بزرگتر از MARR وجود نداشته باشد ، ادامه می دهیم . اگرچه این معیار کاربرد گسترده ای دارد ، کاستیهای عمده ای هم دارد .

برای مثال ، رتبه بندی نرخ برگشت تنها در صورتی انتخاب مجموعه ای از گزینه ها با ارزش فعلی بیشینه را تضمین می کند که پیشنهادها مستقل باشند و محدودیتی برای پول موجود برای سرمایه گذاری وجود نداشته باشد . بنابراین معیار رتبه بندی نرخ برگشت تنها در شرایط یاد شده معتبر خواهد بود . این مطلب را می توان با مقایسهٔ این معیار با معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ثابت کرد .

اولاً ، چون هیچ رابطه ای بین پیشنهادها وجود ندارد ، تصمیم گیری در بارهٔ هر پیشنهاد مستقل از تصمیم گیری برای هر یک از پیشنهادهای دیگر است . در رابطه با هر تصمیم گیری مستقل دو گزینهٔ ناسازگار وجود دارد : پذیرش پیشنهاد ، یا حذف آن (انجام هیچ کار) . بنابراین ، اگر معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی را بر چنین مجموعه ای از پیشنهادها اعمال کنیم ، هر پیشنهاد را می توان به طور مستقل قبول ، یا رد کرد . در این حال سرمایه گذاریهای اضافی ، تفاوت بین پذیرش پیشنهاد و انجام هیچ کار را به دست می دهد . درنتیجه نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ، **همان** نرخ برگشت کل سرمایه خواهد بود .

به یاد آورید که قاعدهٔ تصمیم گیری نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی پذیرش هر سرمایه گذاری اضافی تا آن جا که نرخ برگشت آن از MARR بیشتر باشد است . این قاعده درست همان قاعدهٔ تصمیم گیری رتبه بندی نرخ برگشت است که در آن هر پیشنهادی که نرخ برگشت سرمایه گذاری کل آن بزرگتر از MARR باشد ، پذیرفته می شود . بنابراین می بینیم که در شرایط بیان شده ، معیار رتبه بندی نرخ برگشت ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

همان معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی است . قبلاً نشان دادیم که معیار نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی هنگامی یک جواب بهینه را تضمین می کند که جریانهای نقدی دارای یک تابع ارزش فعلی متعارف باشند .

اگر رابطه های ناسازگار بین گزینه ها وجود داشته ، و یا پول موجود برای سرمایه گذاری محدود باشد ، معیار رتبه بندی قابل استفاده نخواهد بود . به محض ایجاد وابستگی بین گزینه ها دیگر نمی توان هر یک را با MARR مقایسه کرد . در این حال باید هر گزینه با یک گزینهٔ دیگر مقایسه شود .

توجه به این نکته مهم است که **ممکن است انتخاب گزینه ای با بالاترین نرخ برگشت جریان نقدی کل ، به گزینه ای که ارزش فعلی کل با نرخ MARR را بیشینه می کند ، منجر نشود** . نرخهای برگشت برای جریانهای نقدی کل گزینه های جدول (۷-۸) عبارتند از :

$$i^*_{A0} = 15\%, \quad i^*_{A1} = 25\%, \quad i^*_{A2} = 19.9\%, \quad i^*_{A3} = 21.9\%.$$

اگر گزینهٔ A_1 را به این دلیل که بیشترین نرخ برگشت را دارد ، انتخاب کنیم ، ارزش فعلی کل با MARR = ٪۱۵ بیشینه نخواهد بود . قبلاً نشان دادیم که گزینهٔ A_2 ، ارزش فعلی را با این نرخ MARR بیشینه می کند .

دلیل درست نبودن انتخاب بر مبنای نرخ برگشت سرمایه گذاری کل را می توان از راههای مختلف اثبات کرد . اولاً رابطهٔ بین نرخ برگشت جریان نقدی کل و نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی ، با رابطهٔ بین مقادیر ارزش فعلی یکسان نیست . یعنی برای دو گزینهٔ A و B

$$i^*_{A2} - i^*_{A1} \quad \text{الزاماً مساوی نیست با} \quad i^*_{A2} - A1.$$

بنابراین ، اگرچه نرخ برگشت بر مبنای سرمایه گذاری اضافی ، جواب بهینه را به دست می دهد ، رابطه ای بین روش جریان نقدی اضافی با روش جریان نقدی کل وجود ندارد که جواب بهینه را از روش دوم تضمین کند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ثانیاً مروری بر روشهای تصمیم گیری سرمایه گذاری اضافی نشان می دهد که پذیرش سرمایه گذاری اضافی $(A_2 - A_1)$ به یک نرخ برگشت ۱۷٫۶٪ می انجامد . این نرخ از MARR بالاتر ، اما از نرخ برگشت ۲۵٪ که در صورت پذیرش A_1 به دست می آید پایین تر است . از آن جا که استمرار سرمایه گذاری اضافی وجوه تا آن جا که برگشت آنها بیشتر از MARR باشد همواره مطلوب خواهد بود ، پس $(A_2 - A_1)$ قابل پذیرش است . بنابراین ، گزینهٔ A_2 مطلوبتر از گزینهٔ A_1 خواهد بود ؛ زیرا بخشی از جریان نقدی آن که با جریان نقدی A_1 یکسان است ، دارای برگشت ۲۵٪ و بخشی از جریان نقدی آن که بیانگر سرمایه گذاری اضافی $(A_2 - A_1)$ است ، ۱۷٫۶٪ برگشت دارد . پس انتظار می رود که ترکیب این دو جریان نقدی به برگشتی کمتر از ۲۵٪ و بیشتر از ۱۷٫۶٪ بینجامد . در واقع نرخ برگشت برای جریان نقدی کل A_2 برابر ۲۱٫۹٪ است .

ثالثاً ، شکل (۷-۳) حالتی را نشان می دهد که در آن نرخ برگشت سرمایه گذاری کل به جواب متفاوتی با هدف بیشینه سازی ارزش فعلی با یک نرخ MARR مشخص می انجامد . به ازاء هر نرخ MARR کمتر از نرخ بهره ای که درآن ارزش فعلی گزینه های A و B مساوی هستند (یعنی i_{B-A}) ، گزینهٔ B مقدار ارزش فعلی را بیشینه می کند . لیکن با توجه به شکل می بینیم که نرخهای برگشت گزینه های A ، (i^*_A) بزرگتر از نرخ برگشت گزینهٔ B ، (i^*_B) است و این با هدف بیشینه سازی ارزش فعلی با نرخ MARR تناقض دارد .

به علاوه ، اگر پیشنهادهای مورد بررسی غیرقابل تجزیه فرض شوند (نتوان بخشی از پروژه را پذیرفت) رتبه بندی این معیار می تواند به جوابهای غیربهینه بینجامد . این مطلب رامی توان به سادگی با در نظر گرفتن پیشنهادهای مستقل زیر با یک محدودیت بودجهٔ ۵۰۰۰۰ دلاری و MARR = ۱۰٪ مشاهده کرد .

پیشنهاد	هزینه اولیه	نرخ بازگشت
A	$ 1,000	25%
B	20,000	24%
C	30,000	23%

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر این پیشنهادها به ترتیب رتبه بندی نرخهای برگشت انتخاب شوند ، گزینه های A و B انتخاب خواهند شد . لیکن روشن است که سرمایه گذاری ۳۰۰۰۰ دلاری با برگشت ۲۳٪ ، از سرمایه گذاری ۱۰۰۰ دلاری با برگشت ۲۵٪ از نظر اقتصادی مطلوبتر است . زیرا در حالت دوم برگشت ۲۹۰۰۰ دلار باقیمانده ، ۱۰٪ خواهد بود . بنابراین ، انتخاب بهینه از این مجموعه پیشنهادها ، شامل پیشنهاد B و پیشنهاد C خواهد بود و این مشکلی است که برای هر معیار تصمیم گیری که از روش رتبه بندی استفاده کند ، وجود خواهد داشت . هنگامی که تعدادی پیشنهاد مستقل مورد بررسی باشند ، و هزینهٔ اولیهٔ هر کدام کسر کوچکی از کل بودجه باشد از این مشکل کاسته می شود .

معیار بیشترین مقدار مورد انتظار . هدف معیار بیشترین مقدار موردانتظار (MPV) انتخاب تعدادی پیشنهاد از میان مجموعه ای از سرمایه گذاریها که بیشترین مقدار مورد انتظار را بیشینه کنند ، است . مبنای مقایسهٔ مورد استفاده در معیار MPV به صورت زیر تعریف می شود :

$$P(\overline{m}, i_s) = F_0 \frac{(1 + i_s)}{(1 + \overline{m})} + \sum_{t=1}^{n} F_t (1 + \overline{m})^{-t}.$$

انتخاب دو نرخ بهرهٔ $(\overline{m}, i_s)$ مورد نیاز برای محاسبهٔ مقدار مورد نیاز ، برای موفقیت کاربرد این معیار تصمیم گیری اهمیت دارد . نرخ بهرهٔ i_s ، برگشت قابل دریافت از سرمایه گذاریهایی است که بتواند برای سرمایه گذاریهای دیگر هنگام تصمیم گیریهای بعدی موجود باشد . معمولاً ، این نرخ منعکس کنندهٔ برگشتی است که می توان از حسابهای بانکی ، اوراق قرضهٔ دولتی کوتاه مدت ، یا سرمایه گذاریهای مشابهی که به راحتی قابل تبدیل به پول هستند ، به دست آورد .

نرخ بهرهٔ $\overline{m}$ نرخی است که انتظار می رود جریان نقدی تفاوت بین دو تا از

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بهترین گزینه های یک مجموعه پیشنهاد ، با آن نرخ در آینده سرمایه گذاری شود . برای بیشتر سرمایه گذاریهای عملی می توان $\bar{m}$ را با حداقل نرخ برگشت قابل توجه تقریب زد . در سه حالت زیر MARR تقریب خوبی برای $\bar{m}$ خواهد بود .

۱- هنگامی که باید تعداد زیادی از پیشنهادها به طور همزمان بررسی شوند .

۲- وقتی که هر پیشنهاد تنها به کسر کوچکی از پول موجود برای سرمایه گذاری نیاز داشته باشد .

۳- هنگامی که پیشنهادها ، سرمایهٔ خود را به صورت دوره ای منظم برمی گردانند .

کارآیی معیار MPV آزمایش و با معیار ارزش فعلی سرمایه گذاری کل ، معیار رتبه بندی نرخ برگشت ، و سایر معیارها مقایسه شده است . به طور کلی ، این معیار از نظر بیشینه سازی رشد سرمایه بهتر است ، زیرا مزیت سرمایه گذاری در زمان حال یا سرمایه گذاری نکردن در این زمان با توجه به فرصتهای پیش بینی شده در آینده را بررسی می کند . همچنین فرمول بندی دو نرخی این معیار روابطی که معمولاً در عمل یافت می شوند را ترکیب می کند .

۸-۷ مقایسهٔ گزینه ها با عمرهای نامساوی

همهٔ مثالهایی که تا این جا ارائه شد ، کاربرد معیارهای مختلف برای گزینه هایی که دارای عمر یکسان هستند را نشان می داد . غالباً لازم است گزینه هایی با عمرهای متفاوت را با هم مقایسه کنیم . در این گونه موارد باید فرضهای مشخصی در بارهٔ دورهٔ زمانی گزینه ها را به گونه ای انجام دهیم ، که روشهای تصمیم گیری بحث شده قابل استفاده باشند .

هنگام مقایسهٔ گزینه های با عمر نابرابر ، اصل بررسی گزینه ها در یک دورهٔ زمانی یکسان برای تصمیم گیری معقول ، الزامی است . دورهٔ زمانی بررسی گزینه ها ، باید

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای همه مساوی باشد ؛ به گونه ای که اثر پذیرش یک گزینه را بتوان با اثر پذیرش هر گزینهٔ دیگر یکسان گرفت . روشن است که مقایسهٔ مستقیم گزینه ای با عمر ۵ سال با یک گزینهٔ دیگر با عمر ۱۱ سال ، امکان سرمایه گذاری در ۶ سال باقیمانده در صورت انتخاب گزینهٔ کم عمرتر را نادیده می گیرد .

دورهٔ زمانی مورد استفاده درمقایسه گزینه ها را معمولاً **دورهٔ مطالعه**[1] یا **چشم انداز طرح**[2] گویند . این دورهٔ مطالعه ، که با n نشان داده می شود ، ممکن است با سیاست شرکت یا با دورهٔ زمانی که می توان جریانهای نقدی را با دقت قابل قبولی برآورد کرد ، تعیین شود . همچنین طول عمر گزینه های مورد مطالعه می تواند مبنایی برای تعیین دورهٔ مطالعه باشد . برای مثال ، ممکن است دورهٔ مطالعه ، عمر کم عمرترین گزینه ، یا احتمالاً عمر پرّعمرترین گزینه باشد. اگر دورهٔ مطالعه با سیاستهای موجود ، از پیش تعیین نشده باشد ، انتخاب نهایی آن معمولاً به تحلیل گر واگذار می شود .

از آن جا که باید گزینه های مورد مقایسه برای یک دورهٔ زمانی مساوی بررسی شوند ، جهت تبدیل گزینه های با عمرهای مختلف به یک دورهٔ مطالعه مساوی ، فرضهای مختلفی انجام می شود . در این بخش فرضهای ممکن را بررسی می کنیم و می بینیم که چگونه این فرضها بر محاسبات تأثیر می گذارند .

یک گزینه ممکن است دارای عمری کوتاهتر ، مساوی ، و یا بزرگتر از دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده باشد . در هر حالت فرضهای مختلفی را می توان در نظر گرفت :

عمر گزینه ها برابر با دورهٔ مطالعه . در این حال نیازی به تعدیل جریان نقدی نیست . اگر همهٔ گزینه های مورد مقایسه دارای عمرهای مساوی باشند ، آن گاه تحلیل

1- Study Period 2- Planning Horizon

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به صورت مثالهای ارائه شده در بخشهای ۷-۴ تا ۷-۶ خواهد بود . در یک مجموعه از مثالهای مبنی بر گزینه های جدول (۷-۸) ، دورهٔ مطالعه ۱۰ سال فرض می شود . یک دسته مثالهای دیگر ، گزینه های جدول (۷-۹) را با استفاده از دورهٔ مطالعهٔ ۳ ساله تحلیل می کنند .

عمر گزینه ها طولانی تر از دورهٔ مطالعه . وقتی یک گزینه دارای عمری بیش از دورهٔ مطالعه باشد ، مقداری ارزش باقیمانده مربوط به گزینه در پایان دورهٔ مطالعه وجود خواهد داشت . این مقدار باقیمانده را می توان به عنوان بخش استفاده نشده از یک دارایی فیزیکی یا قدرت کسب درآمد باقیمانده از یک سرمایه گذاری در نظر گرفت . بنابراین ، برای داراییهای فیزیکی با عمرهای طولانی تر از دورهٔ مطالعه ، باید یک ارزش اسقاطی ضمنی ، یا مقدار استفاده نشده برای گزینه ، در انتهای دورهٔ مطالعه در نظر گرفت .

برای تعیین این مقدار ضمنی می توان از دو روش استفاده کرد . در روش اول باید برآوردی از ارزش بازاری عمل گزینه در صورت فروش آن در انتهای دورهٔ مطالعه به دست آورد . فرض کنید لازم باشد گزینه های جدول (۷-۱۲) برای یک دورهٔ مطالعهٔ ۳ ساله یعنی عمر گزینهٔ کم عمرتر تحلیل شوند . اگر بهترین برآورد از مقدار ارزش اسقاطی برای گزینهٔ A_1 در انتهای سال ۳ ، ۴۰۰۰ دلار باشد ، آن گاه از مقایسه بر مبنای همسنگ سالانهٔ سرمایه گذاری کل داریم :

$$AE(20)_{A1} = -\$15{,}000(\overset{A/P,20,3}{0.4747}) - \$6{,}000 + \$4{,}000(\overset{A/F,20,3}{0.2747})$$
$$= -\$12{,}021$$

$$AE(20)_{A2} = -\$20{,}000(\overset{A/P,20,3}{0.4747}) - \$2{,}000$$
$$= -\$11{,}494.$$

در این روش گزینهٔ A_2 سالانه ۵۲۷ دلار بر گزینهٔ A_1 مزیت دارد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

روش دوم ، محاسبهٔ مقدار همسنگ سالانه برای هر گزینه در دوران عمر خود آن گزینه است . آن گاه بخشی از جریان نقدی همسنگ سالانه که خارج از دورهٔ مطالعه قرار می گیرد ، حذف می شود . برای گزینه های جدول (۷-۱۲) این محاسبات به صورت زیر است :

$$AE(20)_{A1} = -\$15{,}000(\overset{A/P,20,5}{0.3344}) - \$6{,}000 + \$3{,}000(\overset{A/F,20,5}{0.1344})$$
$$= -\$10{,}613$$

$$AE(20)_{A2} = -\$20{,}000(\overset{A/P,20,3}{0.4747}) - \$2{,}000$$
$$= -\$11{,}494.$$

جدول ۷-۱۲- دو گزینه با عمرهای نامساوی

A2	A1	آخر سال
−$20,000	−$15,000	0
− 2,000	− 6,000	1
− 2,000	− 6,000	2
− 2,000	− 6,000	3
—	− 6,000	4
—	− 6,000 + 3,000	5

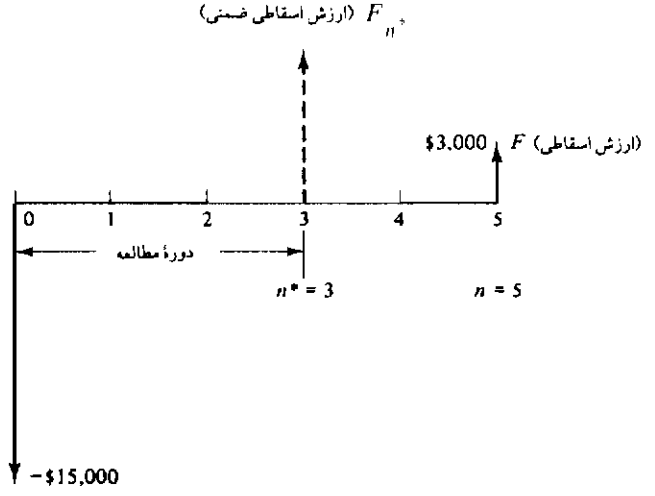
برای این مثال ، هزینه های سرمایه ، A شامل ۱۵۰۰۰ دلار سرمایه گذاری اولیه و ۳۰۰۰ دلار ارزش اسقاطی در طول عمر گزینه به هزینه های همسنگ سالانه تبدیل می شوند . چون دورهٔ مطالعه ۳ سال است ، هزینه های سرمایهٔ همسنگ سالانه برای سالهای ۴ و ۵ خارج از دورهٔ مطالعه هستند . علاوه بر هزینهٔ سرمایهٔ همسنگ سالانهٔ ۴۶۱۳ دلار مربوط به سه سال اول ، هزینه های بهره برداری سالانهٔ ۶۰۰۰ دلار هم برای سه سال اول وجود دارند . (هر هزینه ای که در سالهای ۴ و ۵ رخ دهد را نباید در دورهٔ مطالعه منظور کرد) .

با پیروی از این روش می توان مقادیر همسنگ سالانه برای A_1 و A_2 را مستقیماً مقایسه کرد . زیرا در این حالت دوره هایی که هزینه ها در آن مقایسه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می شوند ، یکسان هستند . مزیت گزینهٔ A_1 بر A_2 برای هر سال از دورهٔ مطالعهٔ ۳ ساله ۸۸۱ دلار است . این روش که مقایسهٔ مستقیم مقادیر همسنگ سالانهٔ محاسبه شده برای دوره های زمانی مختلف را ممکن می سازد ، کاربرد گسترده ای دارد ، زیرا محاسبات آن آسان است . همچنین تعدیل حاصل از این نوع مقایسهٔ مستقیم ، برای هر دورهٔ مقایسهٔ کمتر یا مساوی با طول عمر گزینهٔ کم عمرتر ، معتبر خواهد بود . در این مثال ، اگر یک دورهٔ مطالعهٔ ۱ یا ۲ ساله انتخاب می شد ، به نتیجه ای یکسان می رسیدیم .

با این وجود ، این روش به طور ضمنی برای گزینه هایی با عمر طولانی تر از دورهٔ مطالعه ، یک مقدار ارزش اسقاطی در پایان دورهٔ مطالعه منظور می کند . برای گزینهٔ A_1 ، شکل (۷-۴) ارزش اسقاطی ضمنی F_{n^*} در رابطه با هزینهٔ اولیهٔ آن و ارزش اسقاطی برآورد شده را در پایان عمر ۵ سال نشان می دهد . چنان که می بینیم ارزش اسقاطی ضمنی تنها متأثر از هزینه های سرمایهٔ مربوط به سرمایه گذاری است .



شکل ۷-۴- ارزش اسقاطی ضمنی (تلویحی)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای محاسبهٔ ارزش اسقاطی ضمنی F_{n^*} را به گونه ای بیابید که مقدار همسنگ سالانهٔ مربوط به همهٔ عمر گزینه ، با مقدار همسنگ سالانهٔ مربوط به دورهٔ مطالعه برابر شود . این عبارت برای گزینهٔ A ، عبارت است از :

$$\overbrace{-\$15{,}000(0.3344) + \$3{,}000(0.1344)}^{\text{AE در تمام مدت عمر مفید}} = \overbrace{-\$15{,}000(0.4747) + F_{n^*}(0.2797)}^{\text{AE در مدت مطالعه}}$$

$$F_{n^*} = \$9{,}128$$

اگر در عبارت زیر از این ارزش اسقاطی ضمنی برای محاسبهٔ همسنگ سالانهٔ گزینهٔ A ، استفاده شود ، همسنگ سالانه برای دورهٔ ۳ ساله عبارت است از :

$$AE(20)_{A1} = -\$15{,}000(0.4747) - \$6{,}000 + \$9{,}128(0.2747)$$
$$= -\$10{,}613 \text{ per year.}$$

این نتیجه با محاسبهٔ قبلی $AE\ (۲۰)_{A1}$ برای عمر خدمت ۵ سالهٔ این گزینه ، مطابقت دارد . نکتهٔ مهم این است که حذف بخشی از هزینه های سرمایه که خارج از دورهٔ مطالعهٔ واقع می شوند ، برای گزینه های با دورهٔ عمر بزرگتر از دورهٔ مطالعه ، یک مقدار باقیمانده ایجاد می کند . ارزش اسقاطی ۹۱۲۸ دلار که از محاسبات همسنگ سالانه به دست آمده است را با ارزش اسقاطی ۴۰۰۰ دلار برآورد شده که در محاسبات قبلی این بخش به کار رفت ، مقایسه کنید .

یک روش مستقیم برای یافتن ارزش اسقاطی ضمنی برای یک دورهٔ عمر n ساله و دورهٔ مطالعهٔ n' از رابطه زیر به دست می آید :

$$F_{n^*} = CR(i)(\quad) + F(\quad).$$

در این جا $CR(i)$ هزینهٔ همسنگ سالانه بازیافت سرمایه با برگشت ، و F ارزش اسقاطی برآورد شده در پایان دورهٔ عمر است . با استفاده از این رابطه برای مثال قبل ، داریم :

$$F_{n^*} = [\$15{,}000(0.3344) - \$3{,}000(0.1344)](1.5278) + \$3{,}000(0.6945)$$
$$= \$9{,}128.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از این رابطه مشاهده می کنیم که ارزش اسقاطی ضمنی یک دارایی از دو مؤلفه تشکیل می شود که عبارتند از : (۱) پرداخت یگانه همسنگ زیان سرمایه که پس از دورهٔ مطالعه رخ خواهد داد و (۲) مقدار همسنگ ارزش اسقاطی که باید در $t = n$ دریافت شود . مجموع این دو مؤلفه ، بیانگر کل ارزش همسنگ باقیمانده در سرمایه گذاری در پایان دورهٔ مطالعه است .

چون ارزش اسقاطی ضمنی در رابطه با مقایسه های همسنگ سالانه می باشد ، می توان از آن در قضاوت برای قابل قبول بودن تحلیل همسنگ سالانه استفاده کرد . اگر بین ارزش اسقاطی F که عملاً در انتهای دورهٔ مطالعه دریافت می شود ، با ارزش اسقاطی ضمنی برای گزینهٔ F_n تفاوت قابل ملاحظه ای وجود داشته باشد ، آن گاه فرض روش همسنگ سالانه واقعی نخواهد بود . در این حالت استفاده از این روش مناسب نیست . طبعاً اگر ارزش اسقاطی عملی در انتهای دورهٔ مطالعه را بدانیم ، باید چنان که در اولین مثال این بخش نشان دادیم ، محاسبات را بر مبنای این مقدار انجام دهیم .

چون ارزش اسقاطی برای درك فرض تحلیل همسنگ سالانه اهمیت ندارد ، از آن مستقیماً برای قضاوت در مطلوبیت پروژه ها استفاده نمی شود . غالباً آن را به منظورهای اطلاعاتی محاسبه می کنیم و بنابراین باید مفهوم آن را به خاطر داشت .

عمر گزینه کوتاهتر از دورهٔ مطالعه . وقتی عمر گزینه کوتاهتر از دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده باشد ، باید فرضهایی را با توجه به آنچه از انتهای عمر گزینه تا انتهای دورهٔ مطالعه رخ می دهد انجام داد . در این حالت باید دو نوع سرمایه گذاری مختلف را در نظر گرفت ، زیرا فرض انجام شده به نوع سرمایه گذاری مورد ارزیابی بستگی خواهد داشت .

ابتدا به حالتی که خدمت ارائه شدهٔ ناشی از سرمایه گذاری ، برای همه گزینه ها یکسان است ، می پردازیم . برای این نوع مقایسه ، تنها جریانهای نقدی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ مربوط به خدمات نشان داده می شود . فرض کنید برای تحلیل دو گزینهٔ جدول (۷-۱۲) بخواهیم از یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ساله استفاده کنیم . چه هزینهٔ اضافی در سالهای ۴ و ۵ باید انجام شود تا طی آن سالها گزینهٔ A_2 خدمات یکسانی با گزینهٔ A_1 ارائه کند ؟

برای توضیح این روش ، فرض کنید پیش بینی شده است که خدمات گزینهٔ A_2 از جدول (۷-۱۲) ، پس از اتمام این گزینه در $t=3$ ، همچنان با هزینه های ۱۵۰۰۰ دلار در پایان سالهای ۴ و ۵ ادامه یابند . با این فرض ، خدمات هر دو گزینه در فاصلهٔ زمانی یکسان ۵ سال ارائه خواهد شد . هزینهٔ همسنگ سالانه برای گزینهٔ A_2 و مخارج اضافی لازم در سالهای ۴ و ۵ عبارت است از :

$$AE(20)_{A2} = [-\$20{,}000 - \$2{,}000(\overset{P/A,20,3}{2.1065})(\overset{A/P,20,5}{0.3344}) - \$15{,}000(\overset{F/A,20,2}{2.200})(\overset{A/F,20,5}{0.1344})$$
$$= -\$12{,}532.$$

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ A_1 برای عمر ۵ سال ، ۱۰۶۱۳ دلار بود . در این حال امتیاز گزینهٔ A_1 نسبت به A_2 وقتی که به سالهای ۴ و ۵ گسترش یافته باشد ، در هزینهٔ سالانه ای معادل ۱۲۵۳۳ منهای ۱۰۶۱۳ دلار است . این مزیت برابر با ۱۹۱۹ دلار در سال برای ۵سال است .

روش دیگری که می توان برای این نوع سرمایه گذاریها به کار برد ، روش مضرب مشترك عمرهای دو گزینه است . برای اطمینان از این که عوامل تصمیم گیری مورد مقایسه ، خدمات قابل مقایسه در یک دورهٔ یکسان را در نظر می گیرند ، گاهی اوقات فرض می شود که هر گزینه را تا رسیدن به یک مضرب مشترك گزینه ها تکرار کنیم . برای گزینه های جدول (۷-۱۲) ، دورهٔ مطالعهٔ ۱۵ سال انتخاب می شود . چنان که در جدول (۷-۱۳) نشان داده شده است ، این دوره مضرب مشترك عمرهای گزینه است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۷-۱۳- دو گزینه با جایگزینهای یکسان برای یك مضرب مشترك عمرها

گزینه A2			گزینه A1		آخر سال
-$15,000			-20,000		0
-6,000			-2,000		1
-6,000			-2,000		2
6,000			-2,000	-20,000	3
-6,000			-2,000		4
-6,000	-15,000	+3,000	-2,000		5
-6,000			-2,000	-20,000	6
-6,000			-2,000		7
-6,000			-2,000		8
-6,000			-2,000	-20,000	9
-6,000	-15,000	+3,000	-2,000		10
-6,000			-2,000		11
-6,000			-2,000	-20,000	12
-6,000			-2,000		13
-6,000			-2,000		14
-6,000	+ 3,000		-2,000		15

با انجام این فرض می توان از مقایسهٔ همسنگ سالانه استفاده کرد ؛ زیرا از نظر محاسباتی کاراترین روش است . از آن جا که جریانهای نقدی برای هر گزینه از تکرار جریانهای نقدی یکسان تشکیل می شوند ، تنها لازم است که همسنگ سالانه برای گزینه اصلی را محاسبه کنیم . یعنی هزینهٔ سالانهٔ همسنگ ۵ سال برای گزینهٔ A از جدول (۷-۱۲) ، با هزینهٔ سالانهٔ همسنگ ۱۵ سال برای گزینهٔ A از جدول (۷-۱۳) برابرخواهد بود . بنابراین با فرض تکرار گزینه ها برای دو گزینهٔ جدول (۷-۱۳) داریم :

$$AE(20)_{A1} = -\$15{,}000(\overset{A/P,20,5}{0.2439}) - \$6{,}000 + \$3{,}000(\overset{A/F,20,5}{0.1344})$$
$$= -\$10{,}613 \text{ per year}$$

و

$$AE(20)_{A2} = -\$20{,}000(\overset{A/P,20,3}{0.4747}) + \$2{,}000 = -\$11{,}494 \text{ درسال}$$

کوچکترین مضرب مشترك سالهای عمر این دو گزینه ۱۵ سال است . بنابراین ، با استفاده از این روش برای دورهٔ زمانی مساوی مزیت هزینهٔ گزینهٔ A به گزینهٔ A ، ۸۸۱ دلار درسال برای ۱۵ سال خواهد بود . در واقع اگر گزینه ها را مطابق فرض انجام شده ، با گزینه های مشابه جایگزین کنیم ، این روش معتبر خواهد بود . لیکن

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به دلیل بهبود گزینه ها در آینده به خاطر پیشرفت تکنولوژی ، تکرار گزینه ها با خودشان به طور معمول اتفاق نمی افتد . اگر فرض کنیم تفاوت بین گزینه ها در یک دورهٔ زمانی بیشتر از عمرشان رخ دهد ، این روش تمایل به زیاد جلوه دادن تفاوتها دارد .

توجه کنید که محاسبات مضرب مشترك عمرها ، با محاسبات لازم برای وقتی که همسنگ سالانهٔ مربوط به هزینه های سرمایه ای را که خارج دورهٔ مطالعه قرار می گیرند نادیده بگیریم یکسان است . از آن جا که محاسبات همسنگ سالانه برای بسیاری از فرضهای مختلف معتبر است ، این روش برای گزینه های با عمرهای متفاوت به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد .

بحث قبل بر گزینه هایی که دارای خدمات یکسان و عمرهایی کوتاهتر از دورهٔ مطالعه باشند ، تأکید داشت . بسیاری از گزینه ها در طبقه ای از سرمایه گذاریها که تاکنون بررسی شد قرار نمی گیرند ، زیرا معمولاً تکرار نمی شوند (سرمایه گذاری یگانه است) و خدمات یکسانی را هم فراهم نمی کنند . این گزینه ها را باید با دریافتها و پرداختهایشان بیان کرد . برای ارزیابی این نوع سرمایه گذاریها روشهای مناسب دیگر وجود دارند .

در چنین حالتهایی ، یک راه این است که فرض کنیم همهٔ دریافتهای خالص یک گزینه ، از زمان دریافت تا پایان دورهٔ مطالعه با نرخ MARR سرمایه گذاری می شوند . با پذیرش این فرض ، می توانیم گزینه های سرمایه گذاری را برای دوره های زمانی مساوی (که در مقایسهٔ گزینه ها ضروری است) تحلیل کنیم .

به عنوان مثالی از کاربرد این فرض ، دو گزینهٔ جدول (۷-۱۴) را در نظر بگیرید . مقایسهٔ این گزینه ها برای یک دورهٔ مطالعه ۶ ساله ، و با نرخ بهرهٔ ۱۵٪ به صورت زیر است :

$$FW(15)_{B2} = -\$40{,}000\left(\overset{F/P,15,6}{2.313}\right) + \$14{,}000\left(\overset{F/A,15,6}{8.754}\right) = \$30{,}036$$

$$FW(15)_{B2} = \left\{-\$70{,}000\left(\overset{F/P,15,4}{1.749}\right) + \left[\$25{,}000\left(\overset{F/A,15,4}{4.993}\right) + \$15{,}000\right]\right\}\left(\overset{F/P,15,2}{1.323}\right)$$
$$= \$23{,}078.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای این که بتوانیم فرض سرمایه گذاری دریافتهای خالص گزینهٔ B_2 با نرخ MARR برابر با ۱۵٪ تا پایان سال ۶ را به طور صریح نشان دهیم ، از روش محاسبهٔ ارزش آینده استفاده شده است .

جدول ۷-۱۴- دو گزینه با یك دورهٔ مطالعه ۶ ساله

$B2$	$B1$	آخر سال
−$70,000	−$40,000	0
25,000	14,000	1
25,000	14,000	2
25,000	14,000	3
25,000 + 15,000	14,000	4
	14,000	5
	14,000	6

روش درست برای مقایسهٔ دو گزینه بر مبنای مقادیر همسنگ سالانه ، با استفاده از فرض یاد شده ، این است که ، ارزشهای آینده ای را که به دست آوردیم به مقادیر همسنگ سالانهٔ مربوطه تبدیل کنیم . داریم :

$$AE(15)_{B1} = \$30,036(\overset{A/F,15,6}{0.1142}) = \$3,430$$

$$AE(15)_{B2} = \$23,078(\overset{A/F,15,6}{0.1142}) = \$2,636.$$

محاسبهٔ مقادیر همسنگ سالانه در عمر هر یک از گزینه ها چنان که قبلاً در این بخش انجام شد ، برای فرضی که در این جا تحمیل می شود نتیجهٔ درست نخواهد داد .

استفادهٔ نادرست از ارزش فعلی . در این جا باید به یک نکته توجه کنیم . محاسبهٔ ارزش فعلی جریانهای نقدی با عمرهای نامساوی معمولاً نادرست است . برای مثال محاسبات زیر برای مقایسهٔ گزینه های A_1 و A_2 از جدول (۷-۱۲) ، درست نیست .

$$PW(20)_{A1} = -\$15,000 - \$6,000(\overset{P/A,20,5}{2.9906}) = -\$31,738$$

$$PW(20)_{A2} = -\$20,000 - \$2,000(\overset{P/A,20,3}{2.1065}) = -\$24,213.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

چنین محاسبه و مقایسه ای لازم می دارد که برای سالهای ۴ و ۵ ، گزینهٔ A_2 خدمت یا درآمدی برابر با خدمت یا درآمد A_1 را بدون هزینه فراهم کند . به این دلیل ، استفاده از مقایسهٔ ارزش فعلی بالا نشان می دهد که A_2 کم هزینه تر از A_1 است . لیکن تحلیل قبلی نشان می داد که

$$AE(20)_{A1} = -10,613$$
$$AE(20)_{A2} = -\$11,494$$

این مقادیر سالانه بر مبنای دورهٔ مطالعهٔ ۳ ساله یا فرض مضرب مشترك سالها به دست آمده اند . بنابراین مقایسهٔ درست این گزینه ها بر مبنای ارزش فعلی برای یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ سال به صورت زیر است :

$$PW(20)_{A1} = -\$10,613\overset{P/A,20,5}{(2.9906)} = -\$31,738$$
$$PW(20)_{A2} = -\$11,474\overset{P/A,20,5}{(2.9906)} = -\$34,374.$$

نتیجه به انتخاب گزینهٔ A_1 به عنوان بهترین گزینه می انجامد ، این نتیجه با نتایج قبلی که با استفاده از روشهای همسنگ سالانه به دست آمد یکسان است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ - سه فرد A ، B ، و C یک کار تجاری را شروع کرده‌اند ، و معاملات پولی زیر صورت گرفته است .

پایان سال	معاملات
۰	A ، B ، و C هر کدام ۹۰۰۰ دلار سرمایه گذاری کرده‌اند
۱	B ، ۲۰۰۰ دلار به A پرداخت کرده است ، و هریک از افراد B و C ، ۲۰۰۰ دلار از تجارت برداشت کرده‌اند .
۲	هیچ معامله ای انجام نشده است
۳	هریک از افراد A ، B و C ، ۲۰۰۰ دلار از تجارت برداشت کرده‌اند؛ و B به هریک از افراد A و C ، ۸۰۰۰ دلار بابت بهرهٔ آنها درکار تجاری پرداخت کرده است .
۴	B بابت بهرهٔ خوددرفعالیتهای تجاری ۳۶۰۰۰ دلار از تجارت برداشت کرده است .

جریان نقدی خالص هر دوره را برای هر یک از افراد ، و برای تجارت نشان دهید .

۲- شرکتی می خواهد یکی از ۳ پیشنهاد ۱ ، ۲ ، و ۳ را که در دست بررسی دارد ، انتخاب کند. پیشنهاد ۱ مشروط به پیشنهاد ۲ است ، و پیشنهادهای ۲ و ۳ ناسازگار هستند .

الف ـ همهٔ گزینه های سرمایه گذاری ناسازگار را در یک فهرست بنویسید .

ب ـ گزینه ها را با عنوان امکان پذیر یا امکان ناپذیر مشخص کنید . دلایل امکان ناپذیری را بیان کنید . (جواب : A_2 ، A_3 ، و A_4 امکان پذیر هستند) .

۳- بنگاهی پروژه های مهندسی ۱ ، ۲ ، و ۳ را که جریانهای نقدی آنها (به هزار دلار)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به صورت زیر برآورد شده است ، در دست بررسی دارد .

	پروژه ۱	پروژه ۲	پروژه ۳
سرمایه گذاری	$500	$600	$700
عمر پروژه	6 years	6 years	6 years
درآمد سالیانه	$300	$400	$450
هزینه سالانه	$150	$180	$200
ارزش اسقاطی	$ 60	80	$100

پروژه های ۱ و ۲ ناسازگار هستند و پروژهٔ ۳ مشروط به پروژهٔ ۲ است . بودجه ، محدود به ۹۰۰۰۰۰ دلار است .

الف ـ ماتریس گزینه های سرمایه گذاری را تهیه کنید .

ب ـ نشان دهید کدام گزینه ها امکان پذیر هستند و دلایل امکان ناپذیری را بیان کنید .

پ ـ جدول جریان نقدی گزینه های امکان پذیر را تهیه کنید .

۴- شرکتی پیشنهادهای مهندسی۱ ، ۲ ، و۳ را باجریانهای نقدی برآوردشدهٔ زیر دردست بررسی دارد :

	P1	*P2*	*P3*
سرمایه گذاری	$800,000	$600,000	$400,000
عمر پروژه	8 years	8 years	8 years
درآمد سالیانه	$450,000	$400,000	$300,000
هزینه سالانه	$200,000	$180,000	$150,000
ارزش اسقاطی	$100,000	$ 80,000	$ 60,000

پیشنهادهای ۱ و ۲ ناسازگار ، و پیشنهاد ۳ مشروط به پیشنهاد ۲ است . بودجه ، محدود به ۱۰۰۰۰۰۰ دلار می باشد .

الف ـ ماتریس گزینه های سرمایه گذاری را تهیه کنید ، نشان دهید کدام یک امکان ناپذیر هستند ، و دلایل امکان ناپذیری را بیان کنید . (جواب : A_2 ، A_4 ، A_5 ، A_7 امکان ناپذیر هستند .

ب ـ جدول جریان نقدی را برای گزینه های سرمایه گذاری امکان پذیر تهیه کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۵- شرکتی سه پیشنهاد ۱ ، ۲ ، و ۳ را بررسی می کند . این شرکت باید یک یا چند پیشنهاد را برای حل یک مشکل فوری خود به کار گیرد . پیشنهادهای ۱ و ۳ ناسازگارند و پیشنهاد ۲ مشروط به پیشنهاد ۱ است . جریانهای نقدی برای پیشنهادها ، دریک چشم انداز برنامه ریزی ۱۰ ساله به صورت زیر است . بودجهٔ شرکت محدود به ۸۵۰۰۰۰ دلار است . MARR برابر با ۲۰٪ می باشد .

	P1	P2	P3
سرمایه گذاری اولیه	$300,000	$450,000	$600,000
ارزش اسقاطی	$ 50,000	$ 50,000	$100,000
دریافتهای سالیانه	$350,000	$350,000	$450,000
پرداختهای سالیانه	$200,000	$100,000	$200,000

الف ـ همهٔ گزینه های ممکن از نظر سرمایه گذاری را تعیین و گزینه های امکان پذیر را مشخص کنید . دلایل مناسبی برای حذف گزینه های امکان ناپذیر بیان کنید .

ب ـ جدول جریان نقدی را برای گزینه های امکان پذیر تهیه کنید .

پ ـ با استفاده از ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی ، بهترین گزینه را انتخاب کنید (جواب : A_3)

۶- یک بنگاه صنعتی می تواند دستگاهی را به ۲۲۰۰۰ دلار بخرد . پیش پرداخت این خرید ۲۵۰۰ دلار است و تراز باقیمانده را می توان در ۵ قسط مساوی پایان سال با نرخ بهرهٔ ۱۴٪ برای تراز پرداخت نشده ، پرداخت کرد . یک دستگاه دیگر را می توان با ۱۹۰۰۰ دلار پرداخت نقدی خریداری کرد . اگر حداقل نرخ برگشت قابل قبول بنگاه ۲۰٪ باشد ، تعیین کنید کدام گزینه را باید انتخاب کرد . از روش ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی استفاده کنید .

۷- یک کالای جدید مورد نیاز را می توان به قیمت هر واحد ۱۰۲ دلار خرید . همان کالا را می توان توسط تجهیزاتی که هزینهٔ آنها ۱۰۰۰۰۰ دلار و ارزش اسقاطیش در پایان ۱۰ سال ، ۲۵۰۰۰ دلار است تولید کرد . مخارج بهره برداری سالانه ۵۵۰۰ دلار در سال به علاوه ۳۱ دلار به ازاء هر واحد تولید است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ اگر این برآوردها درست باشند ، و اگر ۴۰۰ واحد در سال تولید شود ، نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی چقدر خواهد بود ؟ (جواب : ۲۰٪)

ب ـ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی در صورت تولید ۲۵۰ واحد در سال چقدر است ؟

پ ـ اگر MARR بنگاه نیازمند به این کالا ۱۲٪ باشد ، در هریک از قسمتهای (الف) و (ب) کدام گزینه باید انتخاب شود ؟

۸- هزینهٔ تلفات حرارتی یک نیروگاه کوچک ۵۲۰۰ دلار برآورد شده است . دو پیشنهاد برای کاهش این تلفات مطرح هستند . پیشنهاد A هزینهٔ تلفات را ۶۰٪ کاهش می دهد و هزینهٔ آن ۳۰۰۰ دلار است . پیشنهاد B هزینهٔ تلفات را ۵۵٪ کاهش می دهد و هزینهٔ آن ۲۵۰۰ دلار می باشد . اگر نرخ بهره ۸٪ باشد ، و اگر نیروگاه به مدت ۱۰ سال از طرح کاهش تلفات حرارتی استفاده کند ، کدام پیشنهاد باید پذیرفته شود ؟

الف ـ از ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی استفاده کنید .

ب ـ از سرمایه گذاری اضافی همسنگ سالانه استفاده کنید .

پ ـ از نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی استفاده کنید .

۹- دو طرح سرمایه گذاری ناسازگار دارای جریانهای نقدی زیر هستند :

	سال			
برنامه	0	1	2	3
A	-$10,000	$5,000	$5,000	$5,000
B	- 12,000	6,100	6,100	6,100

با فرض MARR = ۲۵٪ ،

الف ـ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی را تعیین کنید .

ب ـ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی را تعیین کنید .

پ ـ کدام گزینه را ترجیح می دهید ؟ توضیح دهید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰ - از سه گزینهٔ سرمایه گذاری زیر ، تنها یکی از آنها را می توان انتخاب کرد :

	سال				
گزینه	0	1	2	3	4
D1	−$1,510	$ 900	$ 900	$ 900	$ 900
D2	− 3,360	1,550	1,550	1,550	1,550
D3	− 9,800	3,500	3,500	3,500	3,500

محدودهٔ مقادیری از MARR که در آن هر یک از گزینه ها اقتصادی ترین هستند ، را بیابید . از نرخ برگشت اضافی استفاده کنید .

۱۱ - سه گزینهٔ ناسازگار که به سرمایه گذاریهای متفاوتی نیاز دارند ، در دست بررسی هستند . عمر هر سه گزینه ۲۰ سال برآورد می شود و ارزش اسقاطی ندارند . حداقل نرخ برگشت قابل قبول ٪۷ است . جریان نقدی این سه گزینه در زیر داده شده است :

A3	*A2*	*A1*	
−$100,000	−$40,000	−$70,000	سرمایه گذاری
9,490	4,075	5,620	درآمد خالص در سال
7%	8%	5%	بازگشت نسبت به کل سرمایه

گزینه ای را که باید انتخاب شود ، با استفاده از روشهای زیر پیدا کنید :

الف ـ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی .

ب ـ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی .

پ ـ ارزش فعلی کل سرمایه گذاری (جواب : A_0)

۱۲ - گزینه های ناسازگار زیر تنها گزینه های امکان پذیر به دست آمده از یک مجموعه پیشنهاد هستند . همهٔ جریانهای نقدی به هزار دلار می باشند و MARR = ٪۲۵ .

	پایان سال		
گزینه ها	0	1–6	6
A0	0	0	0
A1	−600	220	80
A2	−500	150	60

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقادیر زیر را محاسبه کنید :

الف ـ PW سرمایه گذاری کل

ب ـ AE سرمایه گذاری کل

پ ـ FW سرمایه گذاری کل .

۱۳ - جذاب ترین گزینه را از بین گزینه های زیر انتخاب کنید . همهٔ جریانهای نقدی به هزار دلار است ، و MARR = ٪۲۰ .

گزینه	پایان سال		
	0	1-8	8
A0	0	0	0
A1	−600	220	80
A2	−1000	370	140
A3	−500	150	100

الف ـ PW سرمایه گذاری کل . (جواب : A_2)

ب ـ AE سرمایه گذاری کل . (جواب : A_2)

پ ـ FW سرمایه گذاری کل . (جواب : A_2) .

۱۴ - از بین گزینه های زیر کدام جذاب ترهستند؟ مبالغ به هزاردلار و MARR برابربا ٪۲۵ است .

گزینه	پایان سال		
	0	1-10	10
A0	- 600	250	100
A1	- 300	150	50
A2	−750	400	100

الف ـ PW کل سرمایه گذاری .

ب ـ AE کل سرمایه گذاری .

پ ـ FW کل سرمایه گذاری .

۱۵ - بنگاهی خرید یک دستگاه جدید را برای افزایش تولید فرآیند تولیدی موجود

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در دست بررسی دارد . از بین همهٔ دستگاههای بررسی شده ، مدیریت دستگاهی را که دارای جریانهای نقدی زیر هستند ، در نظر گرفته است :

دستگاه	سرمایه گذاری اولیه	هزینهٔ بهره برداری سالانه
1	$ 50,000	$22,500
2	60,000	20,540
3	75,000	17,082
4	80,000	15,425
5	100,000	11,374

اگر هریک از این دستگاهها کار یکسانی را به مدت ۸ سال انجام دهد ، و حداقل نرخ برگشت جذاب ۱۲٪ باشد ، کدام دستگاه باید انتخاب شود ؟ این نتیجه را با نتیجهٔ حاصل از همسنگ سالانهٔ کل سرمایه گذاری مقایسه کنید .

۱۶- یک توزیع کنندهٔ عمده تصمیم دارد در منطقه ای که تاکنون در آن فعالیت نداشته است یک انبار جدید بسازد . شش شهر وجود دارند که می توان در آنها انبار را ساخت . پس از مطالعهٔ زیاد درآمد مورد انتظار و هزینه های مربوط به محل انبار در هریک از شهرها به صورت زیر تعیین شده است :

شهر	هزینهٔ اولیه	درآمد خالص سالانه
A	$1,000,000	$407,180
B	1,120,000	444,794
C	1,260,000	482,377
D	1,420,000	518,419
E	1,620,000	547,771
F	1,900,000	562,476

عمر انبار ۱۵ سال فرض می شود . اگر MARR = ۱۲٪ باشد . انبار را در کدام شهر باید ساخت؟

الف ـ مسأله را با استفاده از یک روش سرمایه گذاری اضافی حل کنید .

ب ـ مسأله را با استفاده از یک روش سرمایه گذاری کل حل کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پ ـ اگر از روشی که نرخ برگشت کل سرمایه گذاری را بیشینه می کند استفاده شود ، کدام شهر بایدانتخاب شود؟ این پاسخ کدام یک ازنتایج قسمت(الف) یا (ب) را تأییدمی کند؟

ت ـ اگر درآمدهای برآورد شده به دلارهای ثابت و نرخ تورم ۹٪ در سال باشد ، کدام شهر باید انتخاب شود ؟ (جواب : E) .

۱۷ – ادارهٔ راهها شش مسیر را برای یک بزرگراه جدید بررسی می کند . هزینه های ساخت ، نگهداری ، و هزینه های استفاده کنندگان ، برای هر مسیر در زیر داده شده اند :

مسیر	هزینهٔ ساخت هر کیلومتر	هزینهٔ نگهداری سالانهٔ هر کیلومتر	هزینهٔ استفاده کنندگان هر کیلومتر
A1	$1,500,000	$9,789	$450,000
A2	1,687,500	9,225	437,262
A3	1,875,000	8,682	427,104
A4	2,100,000	7,977	400,326
A5	2,250,000	6,639	370,524
A6	2,437,500	6,399	356,094

عمر بزرگراه ۲۵ سال است و ارزش اسقاطی ندارد . اگر نرخ اولیه ۸٪ باشد ، کدام مسیر مطلوبترین خواهد بود ؟ مسأله را با روشهای زیر حل کنید :

الف ـ تحلیل سرمایه گذاری اضافی

ب ـ تحلیل سرمایه گذاری کل (جواب : A_5)

پ ـ اگر هزینه ها به دلار ثابت و نرخ تورم سالانه ۸٪ باشد ، کدام مسیر باید انتخاب شود ؟ (جواب : A_6) .

۱۸ – یک بنگاه کشتیرانی خرید سیستمی برای تخلیهٔ کشتیها در اسکله را در دست بررسی دارد . این بنگاه انتخاب خود را به پنج سیستم مختلف کاهش داده است . سرعت تخلیهٔ همهٔ این سیستمها یکسان است . هزینه های اولیه و بهره برداری هرسیستم در زیربیان شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سیستم	هزینهٔ اولیه	هزینهٔ بهره‌برداری سالانه
A	$650,000	$ 91,810
B	780,000	52,569
C	600,000	105,000
D	750,000	68,417
E	720,000	64,945

عمر هر سیستم ۵ سال برآورد می شود ، و MARR بنگاه ۱۵٪ است . اگر این بنگاه تنها بایستی یک سیستم را انتخاب کند ، کدام یک برای او مطلوبتر خواهد بود ؟ مسأله را با روشهای زیر حل حل کنید :

الف ـ روش سرمایه گذاری کل

ب ـ روش سرمایه گذاری اضافی

پ ـ فرض کنید هزینه ها به دلار ثابت هستند و نرخ تورم سالانه ۹٪ باشد . در این حال کدام سیستم باید انتخاب شود ؟

۱۹- یک تولیدکنندهٔ قطعات الکترونیکی معرفی چند محصول جدید را بررسی می کند . لیکن ، به دلیل نیاز به مخارج سرمایه ای بسیار زیاد ، تصمیم می گیرد که تنها یکی از این محصولات جدید را به بازار عرضه کند . از آن جا که تکنولوژی این محصولات به سرعت تغییر می کند ، اعتقاد بر این است که پس از ۶ سال تقاضا برای آنها به حداقل خود خواهد رسید . جریانهای نقدی زیر پنج گزینهٔ در دست بررسی را بیان می کنند (جریانهای نقدی منفی مخارج سرمایه ای هستند) :

	سال (جریانهای نقدی به میلیون دلار)						
محصول	0	1	2	3	4	5	6
A	−$8.0	$2.4	$2.4	$2.4	$2.4	$2.4	$2.4
B	−10.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
C	−14.0	6.7	6.7	6.7	6.7	0.0	0.0
D	− 9.0	−8.0	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
E	−10.0	−3.0	−3.0	−2.0	15.6	15.6	15.6

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر MARR این بنگاه ۳۰٪ باشد ، با روشهای زیر کدام محصول باید به بازار معرفی شود :

الف ـ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی

ب ـ ارزش فعلی سرمایه گذاری کل

پ ـ اگر نرخ تورم ۱۰٪ باشد ، کدام محصول جدید را باید معرفی کرد ؟ فرض کنید جریانهای نقدی مشخص کننده مخارج و درآمدها به دلار ثابت در زمان صفر هستند .

۲۰- شرکتی می خواهد برای تولید یک محصول از بین چهار محصول تصمیم گیری کند . جدول زیر جریانهای نقدی هر محصول پیشنهادی را ارائه می کند . اگر MARR این شرکت ۱۰٪ باشد ، کدام محصول باید تولید شود ؟

	سال				
محصول	0	1	2	3	4
1	−$ 80,000	−$80,000	−$ 70,000	$160,000	$160,000
2	− 150,000	50,000	50,000	55,000	55,000
3	− 200,000	−200,000	180,000	180,000	180,000
4	− 380,000	20,000	170,000	170,000	170,000

الف ـ ازروش نرخ برگشت داخلی سرمایه گذاری اضافی استفاده کنید . (جواب : ۳)

ب ـ از روش ارزش فعلی سرمایه گذاری کل استفاده کنید . (جواب : ۳)

۲۱- شرکتی برای افزایش بازدهی انبارهای خود سیستم حمل مواد را مورد مطالعه قرار داده است . افزون بر گزینهٔ هیچ کار ، که با ۰ نشان داده می شود ، سه گزینهٔ جدید در دست بررسی قرار دارند که عبارتند از : E_1 ، E_2 و E_3 . سرمایهٔ لازم برای هریک از این سه گزینه به ترتیب ۳۶۰۰۰۰ ، ۳۸۰۰۰۰ ، و ۴۰۵۰۰۰ دلار ، و همهٔ آنها دارای عمر یکسان هستند . جدول زیر نرخهای برگشت سرمایه گذاری اضافی را برای همهٔ مقایسه های ممکن ارائه می کند . اگر MARR برابر با ۱۲٪ باشد ، کدام سیستم باید انتخاب شود ؟ مقایسه های خود را نشان دهید . (جواب : E_3) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

Y \ X	نرخ برگشت اضافی ($Y-X$)			
	0	E1	E2	E3
E1	30%	—		
E2	15%	5%	—	
E3	25%	15%	40%	—

۲۲- تلفات حرارتی از طریق دیوارهای خارجی یک ساختمان هزینه ای برابر با ۲۱۵۰۰ دلار در سال را در بردارد . عایق بندیی که تلفات حرارتی را ۹۳٪ کاهش می دهد ، ۱۳۵۰۰ دلار ، و آن که این تلفات را ۸۹٪ کاهش می دهد ، ۹۰۰۰ دلار هزینه دارد . اگر ساختمان به مدت ۸ سال مورد استفاده قرار گیرد ، و اگر نرخ بهره ۱۲٪ باشد، کدام گزینه را پیشنهاد می کنید ؟

۲۳- یک طرح تولیدی و تجهیزات آن به مبلغ ۷۰۰۰۰۰ دلار بیمه می شود . حق بیمه در حال حاضر به ازای پوشش دادن هر ۱۰۰ دلار ، ۰/۹۶ دلار در سال است . از طرفی می توان یک سیستم آتش نشانی آب پاش را که عمر آن ۲۰ سال برآورد می شود ، و در پایان این مدت ارزش اسقاطی ندارد ، با هزینهٔ ۱۸۰۰۰ دلار نصب کرد . هزینهٔ بهره برداری و نگهداری این سیستم ۳۶۰ دلار در سال است . مالیاتها ۰/۸٪ از هزینهٔ اولیهٔ طرح و تجهیزات آن را تشکیل می دهند . اگر سیستم آب پاش نصب و نگهداری شود ، نرخ بیمه به ازای هر ۱۰۰ دلار ، ۰/۳۸ دلار کاهش می یابد .

الف ـ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی در صورت نصب سیستم آب پاش چقدر است ؟ (جواب : ۱۸/۸٪) .

ب ـ اگر MARR برابر با ۱۵٪ باشد ، کدام گزینه ها باید انتخاب شود ؟

۲۴- یک دانشجوی مهندسی که بزودی مدرك کارشناسی خود را می گیرد ، تصمیم به ارائه تحصیل در مقطع کارشناسی ارشد را دارد . وی برآورد کرده است که میانگین درآمد سالانهٔ او در ۶ سال آینده و با مدرك کارشناسی ۳۰۰۰۰ دلار است و اگر بتواند مدرك کارشناسی ارشد خود را در مدت یک سال بگیرد ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

میانگین درآمد سالانه اش در ۵سال بعدی ۳۲۰۰۰دلار خواهد بود . درآمد او در مدت تحصیلش در دورهٔ کارشناسی ارشد ناچیز است و مخارج اضافی او در این مدت ۱۰۰۰۰ دلار خواهد بود . این دانشجو برآورد کرده است که اگر مدرك کارشناسی ارشدخود را نگیرد ، میانگین درآمد سالانه اش در سه دهه بعد از دورهٔ ۶سالهٔ اول به ترتیب ۳۲۰۰۰دلار ، ۳۵۰۰۰دلار ، و ۳۹۰۰۰ دلار خواهد بود . اما اگر بتواند مدرك کارشناسی ارشد خود را دریافت کند ، درآمدش در آن سه دهه به ترتیب به صورت x + ۳۲۰۰۰ ، x + ۳۵۰۰۰ و x + ۳۹۰۰۰ بیان خواهد شد . اگر نرخ بهره ۱۳٪ باشد ، مقدار x را به گونه ای بیابید که سرمایه گذاری اضافی در ادامهٔ تحصیل ، با درآمدهای حاصل از آن جبران شود . (جواب : ۸۱۰۴ دلار) .

۲۵- ادارهٔ محلی یک شرکت بزرگ ، هر سال ۱۲۰۰۰۰۰ ورق کاغذ که هر یک دارای سه سوراخ برای صحافی هستند ، و ۲۵۰۰۰۰ ورق با گوشه های گرد شده مصرف می کند . در حال حاضر سوراخ کاری و گرد کردن گوشه ها توسط یک مؤسسه چاپ تجاری به ترتیب با هزینه های ۰٫۳۵ دلار و ۰٫۳۰ دلار برای هر هزار ورق انجام می شود . دو گزینه مورد بررسی قرار می گیرند . گزینهٔ A عبارت است از خرید یک کاغذ سوراخ کن به ۲۰۰۰ دلار و گزینهٔ B عبارت است از خرید دستگاهی که هر دو کار سوراخ کردن و گرد کردن گوشه ها را انجام می دهد و قیمت آن ۲۸۰۰ دلار است . روشن است که دو گزینه کار یکسانی را انجام نمی دهند . داده های زیر برای دو دستگاه داده شده اند :

عمر	سوراخ کن سال 15	برش و سوراخ کن سال 15
ارزش اسقاطی	$150	$200
نگهداری سالانه	35	46
هزینهٔ سالانهٔ فضا	30	30
نیروی انسانی سوراخ کردن	330	240
	...	100
نرخ بهره	25%	25%

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ یکی یا هر دو گزینهٔ بالا را به گونه ای تغییر دهد که بتوان آنها را بر یک مبنای یکسان مقایسه کرد . هزینهٔ همسنگ سالانهٔ هر یک از گزینه های تجدیدنظر شده را محاسبه کنید .

ب ـ کدام گزینه یا گزینه های دیگر باید بررسی شوند ؟ هزینهٔ سالانهٔ آن را تعیین کنید .

۲۶- یک موتور با توان ۱۰۰ اسب بخار برای تأمین نیروی یک بادبزن پرظرفیت ، مورد نیاز است ، دو موتور با داده های مهندسی و هزینهٔ زیر پیشنهاد شده اند :

	موتور A	موتور B
هزینهٔ اولیه	$ 13,500	$12,000
عمر پیش بینی شده	۱۲سال	۱۲سال
ارزش اسقاطی	0	0
بازده در بار $\frac{1}{2}$	85%	83%
بازده در بار $\frac{3}{4}$	92%	89%
بازده در بار کامل	89%	88%
ساعات کار در سال در بار $\frac{1}{2}$	800	800
ساعات کار در سال در بار $\frac{3}{4}$	1,000	1,000
ساعات کار در سال در بار کامل	600	600

هزینهٔ توان به ازای هر کیلو وات ساعت ، ۰٫۰۶ دلار است . هزینه های سالانه ، نگهداری ، مالیات ، و بیمه ۱٫۶٪ هزینهٔ اولیه می باشند . نرخ بهره ۱۰٪ است .

الف ـ هزینهٔ همسنگ سالانهٔ هرموتورچقدر است ؟ (جواب : ۱۰۹۶۸ دلار ؛ ۱۰۹۳۲ دلار) .

ب ـ برگشت مقدار سرمایه گذاری اضافی در موتور A چقدر است ؟ (جواب : ۶٫۵٪) .

۲۷- در طراحی یک سیستم هیدرولیکی در دست بررسی ، لازم است در مورد ارتفاع سدی که بایستی ساخته شود، تصمیم گیری شود. کار سد ایجاد فشارآب است. ارتفاعهای ۱۷۳ ، ۱۹۴ ، و ۲۱۱ فوت پیشنهاد شده اند . هزینه هر یک از این سه ارتفاع به ترتیب ۲۲۳۲۰۰۰۰ ، ۲۷۴۸۰۰۰۰ ، و ۳۶۲۴۰۰۰۰ دلار برآورد می شود. ظرفیت نیروگاه آبی بر اساس حداقل جریان رودخانه ۱۷۶۰ فوت مکعب در ثانیه است . این جریان توانی برابر با ۰٫۷۵ [۵۵۰ : ۶۲٫۴ × ۱۷۶۰ × h] اسب

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بخار تولید می کند ، که h ارتفاع سد به فوت می باشد . ارزش انرژی یک اسب بخار در سال ، ۳۷۲ دلار است . هزینهٔ نیروگاه ، شامل ۲۱۶۰۰۰۰ دلار برای ساختمان ، و ۴۰۸ دلار برای هر اسب بخار از ظرفیت تجهیزات ، می باشد . عمر محافظه کارانهٔ سد ، ساختمان ، و تجهیزات نیروگاه ۴۰ سال برآورد می شود و ارزش اسقاطی ندارند . هزینه های سالانهٔ نگهداری ، بیمه ، و مالیات سد و ساختمانها ۲٫۸٪ هزینهٔ اولیه برآورد می شود . هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ هر گزینه ۴۵۶۰۰۰ دلار است . نرخ برگشت را برای هر ارتفاع ، و نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی هر ارتفاع افزوده شده را تعیین کنید . اگر ۱۰٪ برگشت کل سرمایه گذاری مورد نظر باشد ، سد را با چه ارتفاعی باید ساخت ؟

۲۸- بنگاهی سه گزینهٔ سرمایه گذاری ناسازگار را در دست بررسی دارد . عمر هر سه گزینه ۵سال است و ارزش اسقاطی ندارند . MARR برابر با ۷٪ است .

	A1	A2	A3
سرمایه گذاری	$10,000	$14,000	$17,000
درآمد خالص سالانه	2,638	3,884	4,600
برگشت سرمایه گذاری کل	10%	12%	11%

با استفاده از روشهای زیر گزینه ای را که باید انتخاب شود ، تعیین کنید :

الف ـ نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی

ب ـ ارزش فعلی سرمایه گذاری اضافی

۲۹- بنگاهی دو گزینه برای بهبود سیستم تولید فعلی خود را بررسی می کند . داده ها به صورت زیر هستند :

	دستگاه A	دستگاه B
هزینهٔ اولیه	$15,000	$25,000
هزینهٔ بهره برداری سالانه	$8,000	$6,500
عمر	سال 5	سال 8
ارزش اسقاطی	$0	$0

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخ برگشت سرمایه گذاری اضافی برای دستگاه B را تعیین و بهترین گزینه را برای نرخ بهرهٔ ۱۵٪ انتخاب کنید . (جواب : ۲۰٪ ، B) .

۳۰- بنگاهی خرید یکی از دو دستگاه موجود را در دست بررسی دارد . داده های هر دستگاه به صورت زیر است :

	دستگاه A	دستگاه B
هزینهٔ اولیه	$3,400	$6,500
عمر مفید	3 سال	6 سال
ارزش اسقاطی	$100	$500
خالص هزینهٔ بهره برداری پس از مالیات	$2,000/سال	$1,800/سال

اگر MARR برابر با ۱۲٪ باشد ، کدام گزینه با استفاده از روشهای زیر باید انتخاب شود؟

الف ـ روش هزینهٔ همسنگ سالانه

ب ـ مقایسهٔ ارزش فعلی

پ ـ مقایسهٔ نرخ برگشت اضافی .

۳۱- یک شرکت کوچک تهیه و نصب تجهیزات تلفن ، دو پیشنهاد ناسازگار برای نصب تجهیزات مرکز تلفن خودکار در دست بررسی دارد . گزینهٔ A_1 دارای یک طرح توسعه در آینده است . ارزش آن در حال حاضر ۳۶۰۰۰۰ دلار می باشد . عمر آن ۱۲ سال و هزینه های بهره برداری سالانهٔ آن ۹۵۰۰۰ دلار است . در پایان سال ۵ سیستم با هزینهٔ ۳۰۰۰۰۰ دلار گسترش می یابد . این تجهیزات اضافی دارای عمر ۱۰ سال بوده و هزینه های بهره برداری را ۶۰۰۰۰ دلار در سال افزایش می دهند . گزینهٔ A_2 عبارت است از نصب سیستمی با ظرفیت کامل . این سیستم به سرمایه گذاری اولیهٔ ۵۸۰۰۰۰ دلار نیاز دارد ، عمر آن ۱۲ سال ، و هزینه های بهره برداری سالانهٔ آن در ۵ سال اول ۱۱۰۰۰۰ دلار و از آن پس ۱۷۰۰۰۰ دلار است . ارزش اسقاطی همهٔ سرمایه گذاریها پس از ۳ سال استفاده ، صفر خواهد بود . اگر حداقل ۱۰ سال استفاده از این سیستم

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مـورد نظر باشـد ، کـدام گـزینه باید انتـخاب شـود ؟ MARR برابر با ۱۵٪ است .
(جواب : A_1)

۳۲- یک سرمایه گذار خرید یکی از دو ورق قرضه را در دست بررسی دارد . ورق اول دارای بهرهٔ ۱۲٪ با پرداخت نیم ساله و سررسید ۸ ساله است . قیمت پیشنهادی آن ۸۰۰ دلار می باشد . ورق دوم دارای سررسید ۱۰ ساله و بهرهٔ ۷٪ است که هر شش ماه به شش ماه پرداخت می شود . مبلغ اسمی هر دو ورق قرضه ۱۰۰۰ دلار است . با توجه به شرایط زیر ، به ازای چه قیمت پیشنهادی برای ورق قرضهٔ دوم ، انتخاب بین این دو ورق قرضه برای سرمایه گذار یکسان خواهد بود ؟ نرخ برگشت مورد نظر سرمایه گذار ۱۶٪ در سال با ترکیب نیم ساله است .

الف ـ دورهٔ بررسی ۸ سال است .

ب ـ دورهٔ بررسی ۱۰ سال است .

پ ـ اگر نرخ تورم ۴٪ هر شش ماه باشد ، قسمتهای (الف) و (ب) را حل کنید .

۳۳- یک پالایشگاه می تواند ذخیرهٔ آب مورد نیاز خود را توسط یک مخزن هوایی و یا مـخزنی با همـان ظرفیت کـه در بالای تپه ای با مقـداری فـاصلـه از پالایشگاه قـرار می گیرد تأمین کند . هزینهٔ نصب مخزن هوایی ۱۰۲۰۰۰ دلار و هزینهٔ نصب مخزن در بالای تپـه به عـلاوهٔ خـط لولهٔ مـورد نـیاز ۸۳۰۰۰ دلار برآورد می شـود . عـمـر هر دو مـخـزن ۴۰ سـال و ارزش اسـقـاطی آنهـا ناچیز است . مـخـزن بالای تپـه به ۹۵۰۰ دلار سـرمـایه گـذاری اضـافی برای تجهـیـزات پمپـاژ نیـاز دارد . عـمـر این تجهیزات ۲۰ سال و ارزش اسقـاطی آنها در پایان این مدت ۵۰۰دلار است . هزینهٔ سـالانهٔ نیـروی انسـانی ، برق ، تـعـمـیـرات ، و بیـمهٔ مـربوط به تجهـیـزات پمپـاژ ، ۱۰۰۰ دلار برآورد می شود . نرخ بهره ۱۵٪ است .

الف ـ هزینهٔ همسنگ فعلی دو طرح را مقایسه کنید .

ب ـ دو طرح را برمبنای هزینهٔ سالانهٔ تجهیزات مقایسه کنید .

پ ـ دو طرح را بر مبنای هزینه های سرمایه ای آنها مقایسه کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳۴- نیاز یک بنگاه تولیدی را می توان با تأمین ۲۴۰۰۰۰ فوت مربع فضای انبار با هزینهٔ ۱۵ دلار هر فوت مربع در حال حاضر ، و ۶۰۰۰۰ فوت مربع دیگر با هزینهٔ ۵۵۰۰۰ دلار به علاوهٔ ۱۵ دلار برای هر فوت مربع در ۶ سال بعد تأمین کرد . طرح دوم تهیهٔ ۳۰۰۰۰۰ فوت مربع با هزینهٔ ۱۴ دلار هر فوت مربع در حال حاضر است . ارزش اسقاطی هر دو طرح پس از ۶ سال به صفر خواهد رسید . اگر هزینه های مالیات ، نگهداری ، و بیمه به ازای هر فوت مربع ۰/۱۵ دلار و نرخ بهره ۱۲٪ باشد ، کدام طرح باید پذیرفته شود؟ (جواب : طرح ۱) .

۳۵- در رابطه با ساخت یک خط انتقال فشار قوی دو گزینه در دست بررسی است . گزینهٔ I عبارت است از ساخت برجها و خط انتقالی با ظرفیت ۲۳۰ KVA ، که تا ۱۵ سال بعد کافی خواهد بود . پس از ۱۵ سال باید خط ۲۳۰ KVA برچیده شده ، و یک خط ۵۶۰KVA بر روی برجهای موجود نصب شود . گزینهٔ II عبارت است از ساخت یک خط انتقال ۵۶۰ KVA در حال حاضر . داده های مربوط به هزینه های این طرحها در زیر داده شده است :

	هزینهٔ فعلی	عمر مورد انتظار	ارزش اسقاطی مورد انتظار
برجهای انتقال	۱۵۰۰۰۰۰۰	۲۵ سال	۰
خطهای ۲۳۰KVA	۸۰۰۰۰۰۰	۲۵ سال	۱۰٪ هزینهٔ اولیه بدون توجه به عمر
خطهای ۵۶۰KVA	۱۲۰۰۰۰۰۰	۳۵ سال	۱۰٪ هزینهٔ اولیه بدون توجه به عمر

هزینهٔ خط ۵۶۰KVA با نرخ تورم ۱۰٪ در سال افزایش می یابد . MARR برابر با ۱۵٪ است . تحلیلی برای تعیین کم هزینه ترین گزینه برای یک دورهٔ زمانی ۳۵ ساله انجام دهید .

۳۶- یک مدیر فروش ۱۱ پیشنهاد برای مخارج آینده را از ۴ منطقهٔ فروش در ناحیهٔ خود دریافت کرده است . پیشنهادهای زیر به مدت ۱۰ سال کارآیی دارند . برای تعیین قابلیت پذیرش پیشنهادهای سرمایه گذاری مدیر فروش از ۱۲٪ = MARR استفاده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می کند . پیشنهادهای مناطق مختلف توسط نامه های جداگانه مشخص شده اند ، و پذیرش پیشنهادهای هر منطقه بر پذیرش پیشنهادهای مناطق دیگر تأثیری نمی گذارد ، مگر این که بودجه محدود باشد . پیشنهادهای مربوط به هر منطقهٔ مشخص ناسازگار با یکدیگر هستند ، بنابراین امکان انتخاب بیش از یک پیشنهاد برای یک منطقهٔ مشخص وجود ندارد . اگر پول موجود برای سرمایه گذاری یکی از مقادیر زیر باشد ، مدیر فروش کدام پیشنهاد یا پیشنهادها را باید بپذیرد ؟

الف ـ نامحدود (جواب : $Q_۲$ ، $R_۲$ ، $S_۲$ ، و $T_۲$)

ب ـ ۷۰۰۰۰ دلار

پ ـ ۴۵۰۰۰۰ دلار

ت ـ ۳۵۰۰۰۰ دلار

پیشنهادها	هزینه های اولیه	درآمدهای خالص سالانه
Q1	$100,000	$ 19,925
Q2	120,000	24,695
Q3	130,000	26,688
Q4	140,000	29,488
R1	150,000	35,778
R2	180,000	41,755
S1	200,000	32,550
S2	240,000	57,245
S3	300,000	48,825
T1	400,000	95,408
T2	000,000	123,415

۳۷- مدیر تولید یک طرح ، مجموعه پیشنهادهای زیر را از مسؤولان سه فعالیت تولیدی مستقل دریافت کرده است . پیشنهادهای مربوط به هر فعالیت تولیدی مشخص با یک حرف نام گذاری شده و با یکدیگر ناسازگارند . اگر عمر مورد انتظار پیشنهادها ۸ سال و بدون ارزش اسقاطی باشند و اگر حداقل نرخ برگشت قابل قبول ۱۵٪ باشد ، با توجه به هر یک از محدودیتهای بودجهٔ زیر کدام پیشنهاد باید پذیرفته شود ؟

الف ـ نامحدود ، ب ـ ۴۰۰۰۰ دلار ، و پ ـ ۲۰۰۰۰ دلار

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیشنهاد	سرمایه گذاری اولیه	درآمد خالص سالانه
A1	$10,000	$3,004
A2	20,000	6,530
A3	30,000	7,970
B1	5,000	1,006
B2	10,000	5,312
B3	15,000	6,209
B4	20,000	7,077
C1	15,000	4,506
C2	30,000	7,829

۳۸- چهار پروژهٔ سرمایه گذاری زیر را در نظر بگیرید . پروژه هایی که با حروف یکسان مشخص شده اند ، با یکدیگر ناسازگار هستند ، در حالی که پروژه هایی که با حروف متفاوت نام گذاری شده اند مستقل از یکدیگر می باشند . MARR برابر با ۱۵٪ است .

پروژه	سرمایه گذاری لازم
A1	$ 9,000
A2	12,000
B1	8,000
B2	10,000

جدول زیر نرخهای برگشت سرمایه گذاری اضافی برای همهٔ مقایسه های ممکن را ارائه می کند . گزینهٔ هیچ کار امکان پذیر نیست . اگر تنها ۲۰۰۰۰ دلار برای سرمایه گذاری موجود باشد ، با استفاده از تحلیل سرمایه گذاری اضافی (مقایسه های خود را نشان دهید) گزینه ای که سود همسنگ را بیشینه می سازد تعیین کنید . مرتب کردن گزینه ها به ترتیب هزینهٔ اولیهٔ آنها را به خاطر داشته باشید . (جواب : A_2 و B_2 را انتخاب کنید)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخ برگشت اضافی برای $Y - X$

گزینه های Y	گزینه های X	A1	A2	B1	B2	(A1, B1)	(A1, B2)	(A2, B1)	(A2, B2)
	A1	—							
	A2	16%	—						
	B1	40%	20%	—					
	B2	30%	8%	35%	—				
	(A1, B1)	13%	10%	17%	9%	—			
	(A1, B2)	18%	18%	24%	17%	35%	—		
	(A2, B1)	14%	13%	16%	14%	16%	4%	—	
	(A2, B2)	17%	17%	22%	16%	22%	22%	35%	—

۳۹- شرکتی شش پیشنهاد سرمایه گذاری زیر را در دست بررسی دارد :

پیشنهاد	سرمایهٔ اولیه لازم	درآمدخالص سالانه	عمر موردانتظار (سال)
A1	$1,200,000	$ 400,000	40
B1	1,500,000	450,000	35
C1	2,400,000	820,000	45
C2	2,600,000	840,000	38
D1	3,800,000	1,200,000	30
D2	5,000,000	1,500,000	35

ارزش اسقاطی خالص در پایان عمر هر پیشنهاد ، صفر بوده و نرخ برگشت قبل از مالیات شرکت ۲۰٪ است . اگر محدودیت بودجه وجود نداشته باشد ، کدام پیشنهاد یا پیشنهادها باید پذیرفته شود ؟ اگر بودجه محدود به ۸۰۰۰۰۰۰ دلار باشد کدام پیشنهاد (ها) باید پذیرفته شود ؟ همهٔ فرضهایی را که انجام می دهید ، بنویسید . پیشنهادهایی که با حروف یکسان نام گذاری شده اند (مانند C_1, C_2) ناسازگار هستند . (جواب : A_1 ، B_1 ، C_1 ، D_1 ؛ A_1 ، C_1 ، D_1) .

۴۰- شرکتی در حال حاضر مطالعهٔ چهار پیشنهاد سرمایه گذاری زیر را انجام می دهد . پیشنهادهایی که با حروف یکسان نام گذاری شده اند (مانند C_1, C_2) با یکدیگر ناسازگارند ، در حالی که پیشنهادهای نام گذاری شده با حروف متفاوت ، مستقل از یکدیگر می باشند . همهٔ پیشنهادها دارای ارزش اسقاطی صفر هستند و MARR برابر با ۲۰٪ است . کدام پیشنهادها باید پذیرفته شوند ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیشنهاد	سرمایه گذاری اولیه	درآمدخالص سالانه	عمر موردانتظار (سال)
C1	$200,000	$ 76,000	6
C2	260,000	80,000	9
C3	280,000	100,000	6
X1	100,000	50,000	6
X2	170,000	60,000	9

مسأله را با شرایط زیر حل کنید :

الف ـ دورهٔ بررسی را عمر کوتاه مدت ترین پیشنهادبگیرید، و بودجه رانامحدودفرض کنید .

ب ـ دورهٔ بررسی را عمر بلندمدت ترین پیشنهاد بگیرید ، و بودجه را نامحدود فرض کنید (جواب : C_2 ، X_2) .

پ ـ مسأله را با بودجهٔ محدود به ۳۷۵۰۰۰ دلار حل کنید .

ت ـ با فرض مقادیر بالا به دلار ثابت و نرخ تورم ۸٪ در سال ، قسمتهای (الف) و (ب) را حل کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل هشتم

ارزیابی جایگزینی[1] (تعویض) گزینه ها

تولید انبوه روشی است اقتصادی که برای برآوردن خواستهای بشر پیدا شده است . لیکن ، تولید انبوه نیازمند به کارگیری مقدار زیادی از داراییهای سرمایه ای است . بسیاری از این داراییها به علت کهنه شدن ، بی کفایت شدن و منسوخ شدن و یا به علل دیگر باید در طول زمان تعویض شوند . کوتاهی در بالا بردن کیفیت این داراییها می تواند به زیانهای جدی در کارآیی بهره برداری بینجامد . لذا یک برنامهٔ معتبر تحلیل جایگزینی می تواند در موفقیت سرمایه گذاریهای بزرگ اثری حیاتی داشته باشد .

روشهای تحلیلی که در فصل ۷ ارائه شدند ، برای مقایسهٔ جریانهای نقدی گزینه ای جایگزین مناسب هستند . لیکن مفاهیم و روشهای مشخصی در تحلیل جایگزینی مانند هزینهٔ ته نشین[2] ، **عمر اقتصادی**[3] ، و ارزش **استفاده نشده**[4] ، نیاز به توجه بیشتری دارند . این فصل به ارائهٔ این مفاهیم می پردازد و مثالهایی از کاربرد آنها در ارزیابی جایگزینی گزینه ها را به دست می دهد .

1- Replacement
2- Sunk Cost
3- Economic Life
4- Unused Value

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۸-۱ ماهیت کلی تحلیل جایگزینی

برای ساده کردن بحث اصول تحلیل جایگزینی ، لازم است دو عبارت مهمی که معمولاً توسط دست اندرکاران تحلیل جایگزینی استفاده می شود را معرفی کنیم .

مدافع . دارایی موجود که تعویض آن مورد بررسی قرار دارد .

رقیب . دارایی که برای جایگزین شدن پیشنهاد می شود .

از آن جا که ویژگیهای اقتصادی مدافع و رقیب معمولاً شبیه زمان یکدیگر نیستند ، مقایسهٔ این دو به توجه خاصی نیاز دارد . یک نکتهٔ آشکار این است که زمان و اندازهٔ جریانهای نقدی داراییهای قدیمی موجود و داراییهای جدید کاملاً متفاوت خواهد بود . داراییهای جدید معمولاً دارای هزینهٔ سرمایه گذاری زیاد و هزینه های بهره برداری کم هستند . در مورد داراییهای که بر کنار کردنشان مورد بررسی است ، غالباً عکس این حالت وجود دارد . بنابراین می توان انتظار داشت که هزینهٔ سرمایهٔ داراییهایی که باید تعویض شوند ، کم و هزینه های بهره برداری آنها زیاد و فزاینده باشد .

به علاوه ، عمر باقی ماندهٔ دارایی مورد بررسی برای تعویض ، معمولاً کوتاه است و می توان آن را با قطعیتی نسبی برآورد کرد . همچنین تصمیم به عدم تعویض در زمان حال دارای این مزیت است که می توان آن را در هر زمانی در آینده تغییر داد . بنابراین امکان تصمیم گیری برمبنای هزینهٔ سال آیندهٔ دارایی قدیمی وجود خواهد داشت ؛ و اگر نتیجهٔ تصمیم ابقای دارایی بود ، آن گاه تصمیم گیری جدید بر مبنای هزینهٔ دو سال بعد این دارایی انجام می شود و به همین ترتیب می توان تصمیم گیری را به سالهای آینده موکول کرد .

دلایل اساسی برای جایگزینی . برای بررسی جایگزینی یک دارایی فیزیکی دو دلیل اساسی وجود دارد : فرسودگی[1] فیزیکی ، ومنسوخ شدن . **فرسودگی فیزیکی**

1- Impairment

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تنها به شرایط فیزیکی خود دارایی مربوط می شود. منسوخ شدن ، براثرتغییرات محیط خارج از دارایی صورت می گیرد. فرسودگی فیزیکی و منسوخ شدن ممکن است مستقل از یکدیگر بوده و یا با هم بروز کنند .

فرسودگی فیزیکی ممکن است به کاهش ارزش خدمات ، افزایش هزینهٔ بهره برداری ، افزایش هزینهٔ نگهداری ، و یا ترکیبی از اینها بینجامد . برای مثال ، فرسودگی فیزیکی می تواند ظرفیت خاکبرداری یک بولدوزر را کاهش دهد و در نتیجه از ارزش خدماتش کاسته شود . ممکن است مصرف سوخت آن بالا رود و در نتیجه هزینهٔ بهره برداری آن افزایش یابد ، یا ممکن است در اثر فرسودگی فیزیکی نیاز به افزایش هزینه های تعمیر داشته باشد .

برای بررسی چگونگی بروز این هزینه ها در رابطه با طول دورهٔ خدمت دارایی اطلاعات مفید اندکی وجود دارد . مثلاً یک باطری ذخیرهٔ برق ممکن است خدمت کامل خود را انجام دهد و تا لحظهٔ از کار افتادن نیازی به نگهداری نداشته باشد . از طرف دیگر ممکن است از زمان نصب در لوله های آب رسوب جمع شود و ظرفیت آنها در بخشی از زمان خدمتشان کاهش یابد . بسیاری از داراییها ترکیبی از عناصر با عمر خدمت متفاوت هستند . سقف ساختمان معمولاً باید قبل از دیوارهای آن تعویض شود . سازهٔ اصلی پلها معمولاً برای چند بار تعویض روکش آن عمر می کند .

منسوخ شدن در نتیجهٔ بهبود مداوم ابزارهای تولید رخ می دهد . غالباً این پیشرفتها چنان سریع رخ می دهند ، که حتی تعویض یک دارایی فیزیکی در شرایط بهره برداری خوب با یک واحد پیشرفته تر ، به صرفه است . در برخی حالتها ، فعالیتی که برای آن از دستگاه خاصی استفاده نمی شده است ، تا آن جا کاهش می یابد که جایگزینی آن دستگاه با یک واحد کوچکتر به صرفه خواهد بود . در هر حال ، جایگزینی ناشی از منسوخ شدن است . این جایگزینی مستلزم واگذار کردن مطلوبیت باقیماندهٔ دارایی فعلی بوده و برای به کار گرفتن واحد کاراتر می باشد . بنابراین ، منسوخ شدن با

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تغییرات خارج از دارایی مشخص می شود و به عنوان دلیلی جداگانه برای جایگزینی به کار می رود .

جایگزینی باید بر مبنای عوامل اقتصادی باشد . وقتی که موقعیت یک طرح اقتصادی بستگی به سوددا‌شته باشد ، جایگزینی باید برمبنای بهره برداری اقتصادی آینده صورت گیرد . گرچه ابزار تولید باید به عنوان وسایلی برای کم هزینه ترین تولید در نظر گرفته شوند (که می شوند) ، غالباً عوامل دیگری غیر از عوامل اقتصادی هم در تحلیل جایگزینی داراییها وارد می شوند .

این تفکر که جایگزینی را باید در اقتصادی ترین موقعیت و نه هنگامی که دارایی فرسوده می شود انجام داد ، با مفهوم اساسی که بسیاری از مردم از صرفه جویی دارند مغایر است . به علاوه ، داراییهای موجود غالباً مانند دوستان قدیمی مورد علاقه قرار می گیرند . مردم تمایل به نگهداشتن تجهیزات آشنای قدیمی دارند و نسبت به تعویض آن بدبین هستند ، هرچند که ممکن است به چشم انداز پیشرفت آن معترف باشند . جایگزینی تجهیزات مستلزم تغییر در احساسات و علائق است . وقتی یک شخص تجهیزات جدیدی را پیشنهاد می کند ، معمولاً باید شوق و علاقهٔ قابل ملاحظه ای برای غلبه بر موانعی که سد راه پذیرش آن هستند ، ایجاد کند . بعدها ممکن است لازم باشد که این علاقه را به یک تجهیزات جایگزین متمایل سازد . انجام این کار دشوار است ، بویژه اگر لازم باشد شخص اقرار کند که در ایجاد علاقه نسبت به پیشنهاد قبلی زیاده روی کرده است .

بخشی از عدم تمایل به جایگزینی واحدی که از نظر فیزیکی رضایت بخش بوده اما به دلایل اقتصادی نامطلوب است ، ریشه دراین واقعیت دارد که تصمیم به جایگزینی بسیار مهمتر از تصمیم به ابقای تجهیزات قبلی است . تصمیم به جایگزینی ، الزام به ادامهٔ کار با تجهیزات جایگزین را در پی خواهد داشت . اما تصمیم به ابقای تجهیزات قدیمی تنها تصمیم به تعویض را به تعویق می اندازد ، و امکان بازنگری آن

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در هر زمانی که وضعیت ، روشنتر به نظر برسد وجود خواهد داشت . همچنین تصمیم به ابقای تجهیزات قدیمی در صورت منجر شدن به زیان ، نسبت به تصمیم به جایگزینی تجهیزات جدیدی که به همان مقدار زیان بینجامد ، انتقاد کمتری در پی خواهد داشت .

توجیه اقتصادی تعویض تجهیزات تولیدی که هنوز از نظر فیزیکی کارآیی دارد در مقدار تلاش ، انرژی ، مواد ، و زمانی است که توسط جایگزین آن صرفه جویی می شود . منافع استفاده نشدهٔ باقیمانده از یک واحد قدیمی ، در برابر صرفه جوییهایی که از یک جایگزین آن انتظار می رود ، فدا می شوند .

برای توضیح ، یک سقف تخته پوش را در نظر بگیرید . اگرچه ممکن است این سقف نقاط نشتی زیادی داشته باشد ، اما می توانند برای مواردی مانند حفاظت در برابر هوا سودمند بوده و ممکن است تخته های سالمی در آن وجود داشته باشد . با استفاده از تعمیر مداوم می توان از منافع باقیماندهٔ این سقف بهره برد . اما ممکن است نیروی انسانی و مواد بیشتری که برای تعمیرات جزیی در مقایسه با تعویض کلی آن لازم است ، از منافع باقیماندهٔ سقف بیشتر باشد . در این صورت می توان با تعویض سقف ، در نیروی انسانی و مواد صرفه جویی کرد .

وقتی دستگاه جدیدی خریده شود ، ممکن است علاوه بر قیمت خرید ، مخارج اضافی برای آمادهٔ بهره برداری کردن آن مورد نیاز باشد . چنین مخارجی می تواند شامل کرایه حمل و نقل ، پی سازی ، سیم کشی و لوله کشی ، نرده های حفاظتی ، خدمات پرسنلی لازم طی یک دورهٔ آزمایش و تنظیم باشند . این دسته مخارج جزء هزینه های اولیه بوده ، و در هر صورت به عنوان سرمایه گذاری در دستگاه مورد نظر مطرح هستند . به این دلیل همهٔ اقلام هزینهٔ اولیهٔ لازم برای رساندن یک دستگاه به مرحلهٔ بهره برداری را باید به عنوان بخشی از کل سرمایه گذاری در آن دستگاه در نظر گرفت .

تعویض یک دستگاه ، ممکن است مستلزم مخارج قابل ملاحظه ای برای برچیدن

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دستگاه قدیمی باشد . برخی از این هزینه ها عبارتند از : پیاده کردن اجزاء ، برچیدن زیرسازیها ، حمل و نقل ، برچیدن اتصالات آب و برق ، و تعویض سقف یا دیگر قسمتهای ساختمان . برای به دست آوردن ارزش اسقاطی خالص باید مجموع این هزینه ها را از مبلغی که از فروش دستگاه قدیمی دریافت می شود ، کم کرد . روشن است که با این کار ممکن است ارزش اسقاطی منفی شود . وقتی که ارزش اسقاطی خالص یک دارایی کمتر از صفر باشد ، باید آن را در محاسبات ریاضی بازیافت سرمایه یا برگشت ، به عنوان کیفیتی منفی منظور کرد (بخش ۶-۷ را ببینید) .

۸-۲ توصیف جایگزینی گزینه ها

شیوهٔ رفتار با داده های مربوط به یک دارایی موجود باید همان شیوهٔ رفتار با داده های مربوط به یک جایگزین ممکن باشد . در هر دو حالت تنها هزینه های فعلی و آیندهٔ یک دارایی در نظر گرفته می شوند و هزینه های **گذشته باید حذف شوند** . هزینه های گذشته ای که ارتباطی با انتخاب بین گزینه ها ندارند ، **هزینه های هدررفته** نامیده می شوند . بنابراین ، **ارزشی از مدافع که باید در مطالعهٔ جایگزینی استفاده شود ، هزینهٔ آن هنگام خرید اولیه نیست ، بلکه ارزش آن در زمان حال می باشد** .

توصیف جریان نقدی مدافع بر مبنای مفهوم اساسی **فرصت از دست رفته**[1] است . در فصلهای قبل دیدیم که وقتی پول در یک دارایی تولیدی سرمایه گذاری شود ، در رابطه با هر گزینه ، هزینهٔ فرصت از دست رفته ای وجود دارد که با هزینه های بهرهٔ آن پول تعیین می شود . به همین ترتیب ، وقتی به جای فروش یک دارایی فعلی ، تصمیم به نگهداشتن آن گرفته می شود ، فرصت استفاده از پول حاصل از فروش آن از دست می رود . **این فرصت اقتصادی از دست رفته باید به گزینه ای که موجب از دست رفتن آن**

1- Opportunity Foregone

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هم شده است مربوط شود. برای سهولت تعیین فرصت از دست رفته در مسائل جایگزینی، در این فصل از مفهومی که دیدگاه خارجی[1]* نامیده می شود استفاده می کنیم .

رفتار درست هزینه های هدر رفته در یک تحلیل جایگزینی . برای توضیح روش ارزیابی جایگزینهایی که با هزینه های هدر رفته سر و کار دارند ، از یک مثال استفاده می کنیم . به عنوان مثال فرض کنید دستگاه A ، ۴ سال قبل به قیمت ۲۲۰۰ دلار خریده شده است . عمر این دستگاه ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن در پایان عمرش ۲۰۰ دلار برآورد شده است . هزینهٔ بهره برداری آن ۷۰۰ دلار در سال است ، و به نظر می رسد که دستگاه تا پایان عمر برآورده شده اش به طور رضایت بخشی کار کند . در حال حاضر ، فروشنده ای دستگاه B را به ۲۴۰۰ دلار پیشنهاد می کند . عمر این دستگاه ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن در پایان عمرش ۳۰۰ دلار برآورد می شود . هزینه های بهره برداری ۴۰۰ دلار در سال است . فعالیتی که این دستگاهها برای آن به کار گرفته می شوند ، برای سالهای زیادی در آینده ادامه خواهد داشت . طبق سیاست شرکت حداقل نرخ قابل قبول سرمایه گذاری در تجهیزات ۱۵٪ است . فروشنده حاضر است دستگاه قدیمی را به ۶۰۰ دلار بخرد . این قیمت برای شرکت کم به نظر می رسد ، اما بهترین پیشنهادی که از جاهای دیگر دریافت شده است ۴۵۰ دلار می باشد . همهٔ برآوردهای مربوط به هر دو دستگاه به دقت بازنگری شده و معتبر به نظر می رسند .

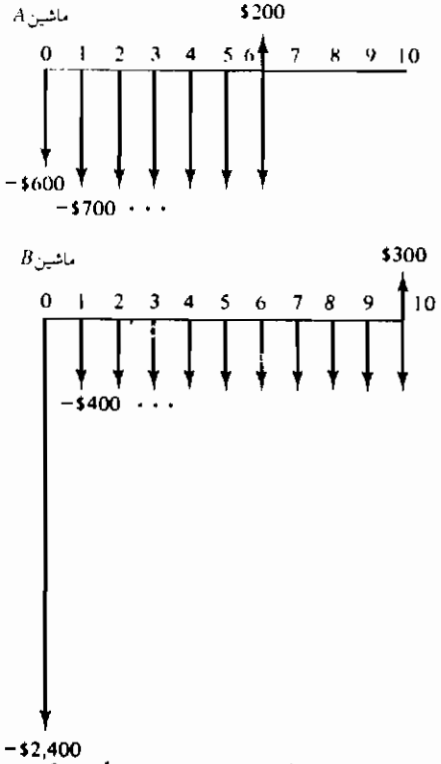
برای مقایسهٔ درست گزینه ها ، تحلیلگر باید از دیدگاه شخص دیگری که نیاز به خدماتی دارد که با دستگاه A یا دستگاه B فراهم می شود ، اما هیچکدام از دستگاهها متعلق به خودش نیست (دیدگاه خارجی) به مسأله نگاه کند . وی می تواند دستگاه A را

1- Outsider's Viewpoint

* به این دیدگاه مشورتی (Consultant Viewpoint) هم می گویند (توضیح مترجم)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به ۶۰۰ دلار و دستگاه B را به ۲۴۰۰ دلار بخرد . تحلیل این مسأله که کدام دستگاه را بخرد ، به گذشته بستگی نخواهد داشت ؛ زیرا شخص خارجی در خرید اولیهٔ دستگاه A شریک نبوده است . بنابراین مجبور نیست زیانی را بپذیرد . با این دیدگاه خارجی ، جریان نقدی پیشنهاد ابقای دستگاه A از زمان حال شروع ، و تنها جریانهای نقدی حال و آیندهٔ آن در نظر گرفته می شوند . هزینهٔ گذشتهٔ ۲۲۰۰ دلار که چهار سال قبل برای دستگاه A پرداخت شده است ، ربطی به شخص خارجی که دستگاه A متعلق به وی نیست ندارد . درست همان گونه که این هزینه هدر رفته توسط یک فرد خارجی نادیده گرفته می شود ، مالک آن هم هنگام تصمیم گیری برای آینده باید آن را نادیده بگیرد . بنابراین ، چنان که در شکل (۸-۱) نشان داده شده است ، دیدگاه خارجی اطمینان می دهد که هزینه های هدر رفته در تحلیل جایگزینی وارد نمی شوند .



شکل ۸-۱- دیدگاه خارجی برای یك مسألهٔ جایگزینی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقایسه بر مبنای دیدگاه خارجی . اگر دستگاه A نگهداشته شود ، ۲۲۰۰ دلار سرمایه گذاری اصلی آن نادیده گرفته می شود . اگر یک فرد خارجی می خواست این مسأله را بررسی کند ، وی پرداخت فقط ۶۰۰ دلار برای دستگاه A در نظر می گرفت . زیرا این مبلغ ارزش آن در زمان حال است . یعنی ۶۰۰ دلاری که در صورت خرید دستگاه B و فروش دستگاه A دریافت می شود ، بهترین برآورد ارزش آن را در زمان حال به دست می دهد . اگر فرد خارجی بخواهد دستگاه B را بخرد باید قیمت بازاری فعلی آن ، یعنی ۲۴۰۰ دلار را بپردازد . زیرا وی دارایی برای معامله با آن ندارد . بنابراین منطق گزینه های نشان داده شده در شکل (۸–۱) عبارت است از : (۱) در نظر گرفتن ارزش ۶۰۰ دلار برای دستگاه A و ادامه کار با آن به مدت ۶ سال ، و (۲) خرید دستگاه B به قیمت ۲۴۰۰ دلار و استفاده از آن به مدت ۱۰ سال . چون این گزینه ها دارای عمرهای متفاوتی هستند ، می توان از روش دورهٔ مطالعه که در بخش ۷–۸ بررسی شد ، استفاده کرد . دورهٔ مطالعه ۶ سال فرض می شود :

هزینهٔ همسنگ سالانه برای ادامه دادن با دستگاه A به مدت ۶ سال به صورت زیر محاسبه می شود :

$$CR(15)_A = (\$600 - \$200)(\overset{A/P,15,6}{0.2642}) + \$200(0.15)$$

هزینهٔ بهره برداری سالانه	\$136
	700
	\$836

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ فروش دستگاه A ، و خرید دستگاه B و استفاده از آن به مدت ۱۰ سال به صورت زیر محاسبه می شود :

$$CR(15)_B = (\$2,400 - \$300)(\overset{A/P,15,10}{0.1993}) + \$300(0.15)$$

هزینهٔ بهره برداری سالانه	\$464
	400
	\$864

اگر گزینهٔ ادامه دادن با دستگاه A پذیرفته شود ، صرفه جویی سالانهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مورد انتظار برای ۶سال آینده عبارت است از : دلار ۲۸ = دلار ۸۳۶ - دلار ۸۶۴ برای ۴ سال بعدی مقدار صرفه جویی به مشخصات دستگاهی که ممکن بود ۶ سال بعد برای جایگزینی با دستگاه A خریده شود بستگی خواهد داشت. اگر فرض کنیم دستگاه A پس از ۶ سال با دستگاهی مشابه با دستگاه B تعویض شود، هزینه های همسنگ سالانهٔ دوگزینه پس از۶سال اول یکسان خواهد بود.

دیدگاه خارجی را می توان برای انواع دیگر انتخابها هم به کار گرفت. برای مثال، فرض کنید یک بنگاه تولیدی واقع در جنوب شرقی ایالات متحده جایگزینی واحد گرمایش گاز طبیعی خود را بررسی می کند. برای نگه داشتن این واحد در دمای مطلوب، سالانه $۲٫۴۸۸ \times ۱۰^۹$ BTU انرژی مورد نیاز است. گزینه های زیر مورد بررسی قرار می گیرند :

گزینهٔ $A۱$: حذف کورهٔ موجود و خرید بخار

گزینهٔ $A۲$: استمرار استفاده از واحد گرمایش موجود

گزینهٔ $A۳$ حذف واحد موجود و خرید سیستم گرمایش جدید.

داده های لازم برای تحلیل به صورت زیر هستند :

	خرید بخار	واحد گرمایش موجود	سیستم گرمایش جدید
هزینهٔ اولیه	$0	$10000 (۱۰ سال قبل)	$40000
ارزش اسقاطی فعلی	--	-$3000 (هزینهٔ برچیدن)	--
ارزش اسقاطی آینده[۱]	$0	-3000 (هزینهٔ برچیدن)	$0
بازده	--	0.72	0.85
هزینهٔ نگهداری سالانه[۱]	$1500	$2500	$800
هزینهٔ سوخت فعلی برای هر 100000 BTU	--	$1.05	$1.05
هزینهٔ سالانهٔ بخار	$39000		
عمر مورد انتظار	۱۰ سال	۵ سال	۱۲ سال

۱- این مقادیر برحسب دلارهای ثابت نسبت به سال مبنای $t = ۰$ برآورد شده اند.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برآورد شده است که قیمت گاز طبیعی با نرخ سالانهٔ ۱۰٪ افزایش می یابد . همچنین انتظار می رود که هزینهٔ آیندهٔ برچیدن سیستم گرمایش موجود و هزینه های بهره برداری سه گزینه با نرخ ۱۰٪ در سال افزایش یابند . قرارداد خرید بخار هم شامل ۱۰٪ افزایش سالانه است . طبق قرارداد دست کم برای ۱۰ سال بخار تحویل خواهد شد ، اما خریدار می تواند پس از ۴ سال بدون پرداخت جریمه ، از خرید بخار خودداری کند .

ارزش اسقاطی منفی هزینهٔ برچیدن واحد ، گرمایش موجود را ارائه می کند . گزینهٔ خرید بخار هزینهٔ اولیه ای در بر نخواهد داشت . زیرا فروشنده پس از برچیدن واحد گرمایش موجود ، سیستم فعلی را بدون دریافت هزینه به بخار تبدیل می کند .

جریان نقدی بر مبنای دیدگاه خارجی برای سه گزینه در شکل (۸-۲) برحسب دلار ثابت ترسیم شده است . توجه داشته باشید که در این دیدگاه برای هر سه گزینه فرد خارجی باید همان دارایی را که بنگاه خواهد داشت ، داشته باشد . اگر بنگاه یک دارایی را به دست آورده و یا نگه دارد ، آن گاه فرد خارجی هم باید این دارایی را داشته باشد . اگر بنگاه دارایی را از دست می دهد ، شخص خارجی هم نباید آن دارایی را داشته باشد .

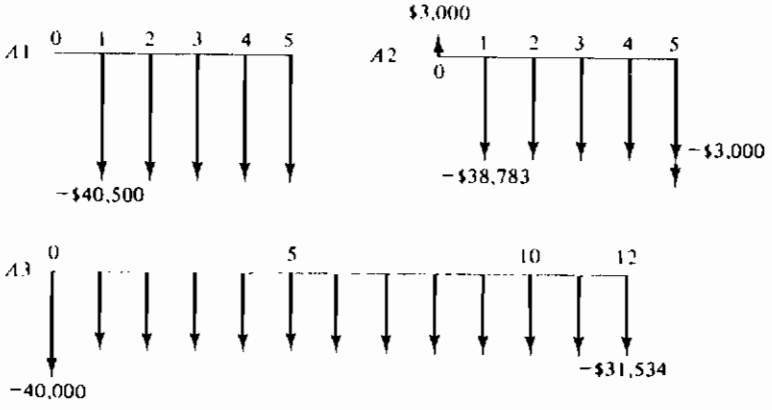
شکل (۸-۲) نشان می دهد که گزینهٔ $A1$ اثری بر جریان نقدی سال $t = 0$ ندارد . از دیدگاه خارجی ، خرید بخار به سرمایه گذاری اولیه نیاز ندارد و فروش کوره تأثیری برهزینهٔ اولیه نخواهد داشت . از آن جا که فرد خارجی از ابتدا دارای کوره نبوده است ، عمل فروش کوره چنان که برای گزینهٔ $A1$ نشان داده شد ، به فعالیتی از جانب فرد خارجی نیازمند نیست .

برای گزینهٔ $A2$ ارزش اسقاطی منفی نشان می دهد که هزینه های برچیدن واحد ، از ارزش بازاری فعلی آن بیشتر است . تصمیم بنگاه مبنی بر نگه داشتن این واحد ، فرصت اجتناب از مخارج ۳۰۰۰ دلار (یک صرفه جویی) مربوط به هزینهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برچیدن را برای بنگاه فراهم می کند . چنان که در شکل (۸-۲) دیده می شود این هزینهٔ برچیدن تا پایان عمر برآورده شدهٔ این واحد به تعویق می افتد .

گزینهٔ A۳ در شکل (۸-۲) تهیه سیستم گرمایش جدید و فروش واحد موجود توسط بنگاه را نشان می دهد . این گزینه ، دستیابی فرد خارجی به آن سیستم به قیمت بازار آن ر بدون تأثیر فروش کورهٔ موجود را به دست می دهد .



شکل ۸-۲- گزینه‌های A۱ ، A۲ و A۳ به دلار ثابت

هزینه های سوخت سالانه برای دو گزینه و با استفاده از گاز طبیعی به صورت زیر محاسبه می شود :

واحد گرمایش موجود :

$$\text{هزینه های سالیانه سوخت} = (2.488 \times 10^9 \text{ BTU})(\$1.05/100{,}000 \text{ BTU})/0.72$$
$$= \$36{,}283 \text{ per year.}$$

سیستم گرمایش جدید :

$$\text{هزینه های سالیانه سوخت} = (2.488 \times 10^9 \text{ BTU})(\$1.05/100{,}000 \text{ BTU})/0.85$$
$$= \$30{,}734 \text{ per year.}$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مقایسهٔ هزینهٔ سالانهٔ همسنگ این سه گزینه بر مبنای یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ ساله انجام می شود . از آن جا که تورم بر هر سه گزینه با یک نرخ یکسان اثر می گذارد ، مقایسه بر مبنای تحلیل دلار ثابت صورت می گیرد . $i' = (۱٫۲۰) / (۱٫۱۰) - ۱ = ۰٫۰۹۰۹$ یا ۹٫۰۹٪ .

اگر نرخ تورم برای اجزای مختلف این مسأله متفاوت باشد ، آن گاه بایستی تحلیل را برحسب دلار واقعی انجام داد . (بخش ۵-۴ را ببینید) .

گزینهٔ $A1$ (خرید بخار) :

$$CR(9.09)_{A1} = 0$$
هزینهٔ سالانه بخار $= -\$39,000$
هزینه های نگهداری سالانه $= -\$\ 1,500$
کل هزینه های $AE(۹٫۰۹)$ (دلار ثابت) $-\$40,500$

گزینهٔ $A2$ (نگه داشتن واحد گرمایش موجود) :

$$CR(9.09)_{A2} = \$3,000(\overset{A/P,9.09,5}{0.2577}) - \$3,000(\overset{A/F,9.09,5}{0.1668}) = \$\ 273$$
هزینهٔ سوخت سالانه $= -\$36,283$
هزینه های نگهداری سالانه $= -\$\ 2,500$
کل هزینه های $AE(۹٫۰۹)$ (دلارهای ثابت) $-\$38,510$

گزینهٔ $A3$ (خرید واحد گرمایش) :

$$CR(9.09)_{A3} = -\$40,000(\overset{A/P,9.09,12}{0.1403}) = -\$\ 5,612$$
هزینهٔ سوخت سالانه $= -\$30,734$
هزینه های نگهداری سالانه $= -\$\ 800$
کل هزینه های $AE(۹٫۰۹)$ (دلارهای ثابت) $-\$37,146$

در این مثال می بینیم که خرید واحد گرمایش جدید (گزینهٔ $A3$) کم هزینه ترین گزینه است . این نتیجه بر مبنای یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ ساله انجام شده است . با استفاده از دیدگاه خارجی هزینه های فرصت مربوط به هر یک از گزینه ها را به درستی یافته ایم .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۸-۳ تحلیل جایگزینی برای عمرهای نامساوی

از آن جا که بیشتر تصمیمهای جایگزینی در ارتباط با تعویض یک دارایی قدیمی با نوع جدید آن می باشند ، گزینه های اقتصادی مورد بررسی به ندرت عمرهای مساوی دارند . هنگامی که عمر خدمات داراییها معلوم باشد ، استفاده از روش دورهٔ مطالعه که در بخش ۷-۸ بیان شد ، مناسب است .

در پاراگرافهای زیر با انتخاب دوره های مطالعهٔ کمابیش دلخواه به توضیح یک روش کلی برای مقایسهٔ گزینه ها می پردازیم . گزینه ها بر مبنای هزینه ها و درآمدهایی که طی یک دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده در آینده ، رخ می دهند مقایسه می شوند . تأثیر مقادیری که پس از دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده پیش می آیند، با محاسبات مناسب حذف می شود . چنان که دربخش ۷-۸ اشاره شد ، در یک مقایسه باید دوره های مطالعه برای همهٔ گزینه ها یکسان باشد .

برای توضیح کاربرد دورهٔ مطالعه ، مثال زیر را در نظر بگیرید :

عملیات خاصی درحال حاضر بادستگاه E انجام می شود، که ارزش اسقاطی فعلی آن ۲۰۰۰ دلار برآوردشده است . انتظار می رود که این دستگاه ۵ سال دیگر عمر کند ، و در پایان این مدت ارزش اسقاطی آن صفر خواهد بود . هزینه های بهره برداری دستگاه E، ۱۲۰۰ دلار در سال برآورد شده است . قرار است دستگاه E پس از ۵ سال با دستگاه F تعویض شود. هزینهٔ اولیه ، عمر ، ارزش اسقاطی نهایی، و هزینه های بهره برداری سالانهٔ دستگاه F به ترتیب ، ۱۰۰۰۰ دلار ، ۱۵ سال ، صفر ، و ۶۰۰ دلار هستند. باید توجه داشت که برآوردهای مربوط به دستگاه F ممکن است همراه با قدری خطا باشند .

تعویض دستگاه E با دستگاه G در دست بررسی است . دستگاه G دارای هزینهٔ اولیه ، عمر ، ارزش اسقاطی نهایی ، و هزینه های بهره برداری سالانه به ترتیب برابر با ۸۰۰۰ دلار ، ۱۵ سال ، صفر ، و ۹۰۰ دلار و نرخ بهره ۱۰٪ است . جزئیات مربوط به داده های سرمایه گذاری و هزینه برای دستگاههای E ، F ، و G در جدول (۸-۱) داده شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۸-۱- تحلیل بر مبنای یك دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده

آخر سال	طرح I		طرح II	
	سرمایه گذاری ماشین	هزینه های بهره برداری	سرمایه گذاری ماشین	هزینه های بهره برداری
0	ماشین E, $2,000		ماشین G, $8,000	
1		$1,200		$900
2		1,200		900
3		1,200		900
4		1,200		900
5	ماشین F, $10,000	1,200		900
6		600		900
7		600		900
8		600		900
9		600		900
10		600		900
11		600		900
12		600		900
13		600		900
14		600		900
15		600		900
16		600		
17		600		
18		600		
19		600		
20		600		

۱۵ سال دورهٔ مطالعه

تحلیل بر مبنای یک دورهٔ مطالعهٔ پانزده ساله ، با توجه به ارزش اسقاطی ضمنی .

با توجه به دشواری برآورد دقیقتر برای آینده های دور ، یک دورهٔ مطالعهٔ ۱۵ ساله را که بر عمر دستگاه G منطبق است ، انتخاب می کنیم . این کار مستلزم محاسباتی برای گزینه های با عمر طولانی تر از دورهٔ مطالعه است . در این جا از روشی که منعکس کنندهٔ یک ارزش اسقاطی ضمنی است استفاده می کنیم . این روش در بخش ۷-۸ مورد بحث قرار گرفت .

در طرح I ، دورهٔ مطالعه شامل ۵ سال کار با دستگاه E و ۱۰ سال کار با دستگاه F است ، که عمر مفید آن تا ۵ سال بعد از دورهٔ مطالعه نیز ادامه دارد . بنابراین باید هزینه های مربوط به دستگاه F را بطور مناسبی برای دورهٔ عمر آن که در دورهٔ مطالعه و بعد از آن رخ می دهد تخصیص داد . با این فرض که هزینه های سالانه این دستگاه طی دورهٔ عمرش ثابت هستند ، هزینهٔ ارزش فعلی خدمات آن در دورهٔ مطالعه را می توان

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به صورت زیر محاسبه کرد :

هزینهٔ همسنگ سالانه برای دستگاه F در دورهٔ عمر آن برابر است با :

$$AE(10)_F = \$10{,}000(\overset{A/P,10,15}{0.1315}) + \$600 = \$1{,}915.$$

هزینهٔ ارزش فعلی ۱۵ سال خدمت در دورهٔ مطالعه برابر است با :

$$PW(10)_{\text{I}} = \$2{,}000 + \$1{,}200(\overset{P/A,10,5}{3.791}) + \$1{,}915(\overset{P/A,10,10}{6.1446})(\overset{P/F,10,5}{0.6209})$$
$$= \$13{,}856.$$

این محاسبات ، با توزیع هزینهٔ اولیهٔ دستگاه F در کل ۱۵ سال عمر خدمت برآورد شدهٔ آن ، نشان می دهد که ارزش ۵ سال دستگاه F (سالهای ۱۶ تا ۲۰) برای دورهٔ مطالعهٔ ۱۵ ساله مورد استفاده قرار نمی گیرد . بر این مبنا ارزش اسقاطی ضمنی که در انتهای دورهٔ مطالعه برای دستگاه F باقی می ماند را می توان به صورت زیر محاسبه کرد :

$$F_{n^-} = \$10{,}000(\overset{A/P,10,15}{0.1315})(\overset{P/A,10,5}{3.791}) = \$4{,}985.$$

در طرح II ، عمر دستگاه G بر دورهٔ مطالعه منطبق است . هزینهٔ ارزش فعلی ۱۵ سال خدمت در دورهٔ مطالعه عبارت است از

$$PW(10)_{\text{II}} = \$8{,}000 + \$900(\overset{P/A,10,15}{7.606}) = \$14{,}845.$$

بر مبنای هزینه های ارزش فعلی ۱۳۸۵۶ دلار و ۱۴۸۴۵ دلار برای یک دورهٔ مطالعهٔ ۱۵ ساله ، طرح I باید انتخاب شود .

تحلیل بر مبنای یک دورهٔ مطالعهٔ پنج ساله . کمبود اطلاعات غالباً استفاده از دوره های مطالعهٔ کوتاه مدت را لازم می دارد . برای مثال ، ممکن است در جدول (۸-۱) مشخصات جانشین دستگاه E نامعلوم باشد . در این حال ممکن است یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ ساله که بر زمان بازنشستگی دستگاه E منطبق است انتخاب شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ نگه داشتن دستگاه E در ۵ سال آینده عبارت است از :

$$AE(10)_E = \$2,000\overset{A/P,10,5}{(0.2638)} + \$1,200 = \$1,728.$$

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ دستگاه G بر مبنای عمر ۱۵ سال برابر است با :

$$AE(10)_G = \$8,000\overset{A/P,10,15}{(0.1315)} + \$900 = \$1,952.$$

برتری هزینهٔ ۲۲۴ دلار در سال دستگاه E نسبت به دستگاه G را می توان به دوصورت تفسیر کرد . می توان گفت که بازنشستگی دستگاه E ، چنین صرفه جوییهای را برای یک دورهٔ ۵ ساله (در صورتی که پیشامدهای بعد از ۵ سال را نادیده بگیریم) فراهم می کند . یعنی هزینه های دستگاه G برای ۱۰ سال عمر باقیماندهٔ آن در صرفه جویی ۲۲۴ دلار در سال برای ۵ سال منعکس نمی شود .

تفسیر دیگر ، این فرض است که هر دستگاه برای کوچکترین مضرب مشترك عمرهای دستگاهها بادستگاه مشابهی تعویض می شود . بنابراین ، اگر به جای خریددستگاه Gبرای عمرهای ۱۵ سال ، هر ۵ سال به ۵ سال دستگاه مشابه Eخریداری و بادستگاه قبلی تعویض شود ، یک صرفه جویی ۲۳۴ دلار درسال برای مدت ۱۵ سال فراهم خواهد شد ، در مقایسهٔ اقتصادی مقادیر همسنگ سالانه این فرض جایگزینی با جانشینهای مشابه بطور ضمنی نهفته است .

بطور کلی ، هر چه دورهٔ مطالعه طولانی تر باشد ، نتایج معنی دارتر خواهندبود . اما با طولانی تر شدن دورهٔ مطالعه ، احتمال وجود خطا در برآوردها بیشتر خواهد شد . بنابراین ، انتخاب یک دورهٔ مطالعه باید بر مبنای تخمین و داوری باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۸-۴ عمر اقتصادی یك دارایی

در بخش قبلی انواعی از تحلیلها که در صورت معلوم بودن عمر خدمت کاربرد دارند مورد بحث قرار گرفتند. لیکن در بسیاری از موارد ، تنها تخمینی از عمر یک دارایی مشخص در دست است . از آن جا که تحلیلهای جایگزینی معمولاً به عمر داراییها حساس هستند ، عاقلانه است که نتایج حاصل از درنظرگرفتن عمرهای متفاوت برای یک دارایی را بررسی کنیم . به ویژه تعیین مدت زمانی از عمر هر دارایی که عمر اقتصادی آن دارایی نامیده می شود دارای اهمیت است .

عمر اقتصادی یک دارایی ، فاصلهٔ زمانی است که کل هزینه های سالانهٔ همسنگ آن دارایی را کمینه و یا درآمد خالص سالانهٔ همسنگ آن را بیشینه می کند . عمر اقتصادی را کم هزینه ترین عمر ، یا فاصلهٔ بهینهٔ جایگزینی هم می نامند .

یافتن عمر اقتصادی یک دارایی . از آن جا که در تحلیل جایگزینی بایستی مدافع و رقیب را از جنبهٔ اقتصادیشان مقایسه کنیم ، لازم است که چگونگی محاسبهٔ عمر اقتصادی یک دارایی را مورد بررسی قرار دهیم . اگر آینده با قطعیت قابل پیش بینی باشد ، می توانیم عمر اقتصادی یک دارایی را در زمان خرید آن بطور دقیق پیش گویی کنیم . برای این کار کل هزینهٔ سالانهٔ همسنگ را در پایان هر سال از عمر دارایی محاسبه می کنیم . سپس سالی را که در آن هزینهٔ سالانهٔ همسنگ کمترین مقدار را دارد به عنوان کم هزینه ترین عمر آن دارایی در نظر می گیریم . کاربرد این روش در مثال زیر توضیح داده می شود :

آیندهٔ اقتصادی یک دارایی که هزینهٔ اولیهٔ آن ۳۰۰۰ دلار و ارزشهای اسقاطی آن به صورت کاهشی است در جدول (۸-۲) نشان داده شده است . هزینه های بهره برداری این دارایی از ۱۰۰۰ دلار شروع و هر سال ۷۰۰ دلار به آن افزوده می شود . نرخ بهرهٔ ۱۲٪ است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۸-۲- محاسبات جدولی عمر اقتصادی

آخر سال	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال nام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال nام	هزینه های معادل سالانه دارایی سرمایه ای وقتی در سال nام از خدمت خارج شود	هزینه معادل بهره برداری برای n سال	هزینه معادل کل سالیانه وقتی دارایی در سال nام از خدمت خارج شود
1	$1,500	$1,000	$1,860	$1,000	$2,860
2	1,000	1,700	1,303	1,330	2,633*
3	500	2,400	1,101	1,647	2,748
4	0	3,100	987	1,951	2,938

* طول دورهٔ حیات اقتصادی

برای یافتن عمر اقتصادی این دارایی، باید جریانهای نقدی مربوط به بازنشستگی آن را درسالهای ۱ ، ۲ ، ۳ یا ۴ پیدا کنیم . این جریانهای نقدی که برمبنای محاسبات همسنگ سالانهٔ جدول (۸-۲) هستند، درشکل(۸-۳) نشان داده شده اند. این هزینه های همسنگ سالانه عبارتند از :

$$n = 1: AE(12) = (\$3,000 - \$1,500)(\overset{A/P,12,1}{1.1200}) + \$1,500(0.12) + \$1,000 + \$700(\overset{A/G,12,1}{0.0000}) = \$2,860$$

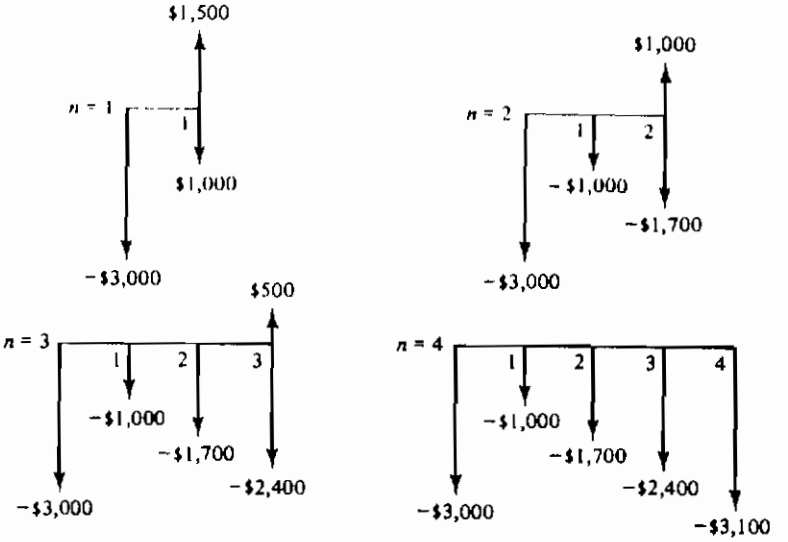
$$n = 2: AE(12) = (\$3,000 - \$1,000)(\overset{A/P,12,2}{0.5917}) + \$1,000(0.12) + \$1,000 + \$700(\overset{A/G,12,2}{0.4717}) = \$2,633$$

$$n = 3: AE(12) = (\$3,000 - \$500)(\overset{A/P,12,3}{0.4164}) + \$500(0.12) + \$1,000 + \$700(\overset{A/G,12,3}{0.9246}) \quad \$2,748$$

$$n = 4: AE(12) = (\$3,000 - \$0)(\overset{A/P,12,4}{0.3292}) + \$0(0.12) + \$1,000 + \$700(\overset{A/G,12,4}{1.3589}) = \$2,938$$

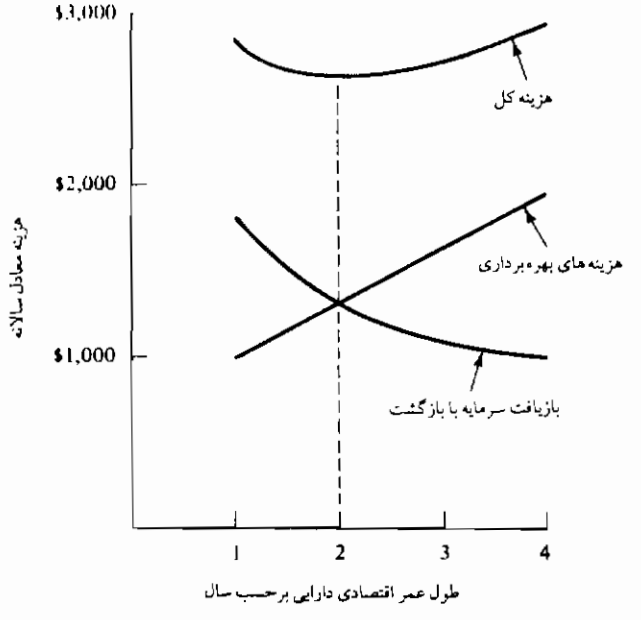
بنابراین عمر اقتصادی این دارایی ۲ سال است . اگر دارایی پس از ۲ سال فروخته شود ، کمترین هزینهٔ همسنگ سالانهٔ ۲۶۳۳ دلار در سال را خواهد داشت ، و این مناسبترین عمر برای مقایسه های عمر اقتصادی است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۸-۳- جریانهای نقدی بازنشستگی دارایی به‌دست آمده در ۱ ، ۲ ، ۳ و یا ۴ سال

جدول(۸-۲) روش جدولی رابرای تعیین عمراقتصادی یک دارایی نشان می دهد . مطالعهٔ منحنیهای هزینهٔ بهره برداری همسنگ سالانه ، هزینه های بازیافت سرمایه ، و منحنی کل هزینهٔ همسنگ سالانه ، درشکل (۸-۴) ، روابطی را که به واقع شدن عمر اقتصاد در بین کوتاهترین عمرممکن و عمرخدمت یک دارایی می انجامد نشان می دهند .



شکل ۸-۴- عمر اقتصادی یك دارایی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

علاوه بر این روش کلی ، دو حالت خاص وجود دارد که می توان عمر اقتصادی را بدون محاسبات طولانی به دست آورد .

حالت ۱ . یکی از این حالتها وقتی رخ می دهد که هزینه های بهره برداری سالانه در دورهٔ عمر دارایی ثابت هستند ، و مقادیر ارزش اسقاطی آینده شان بدون تغییر باقی می مانند . برای این حالت هر چه دارایی دیرتر بازنشسته شود ، کل هزینهٔ سالانهٔ همسنگ آن کمتر خواهد بود . بنابراین برای این دارایی عمر اقتصادی بر عمر خدمت آن منطبق است .

در بسیاری از موارد یک دارایی موجود ارزش اسقاطی صفر دارد ، و انتظار نمی رود که با تداوم استفاده از آن تغییری در این ارزش رخ دهد . اگر هزینه های بهره برداری این دارایی در دوران عمرش ثابت باشد ، استراتژی بهینه این است که هرچه دیرتر آن را بازنشسته کنیم .

به عنوان مثالی از این حالت ، فرض کنید ارزش اسقاطی فعلی یک دارایی ۱۰۰۰ دلار است ، اما انتظار می رود که در هر زمانی در آینده که این دارایی بازنشسته شود ، ارزش اسقاطی ۴۰۰ دلار خواهد داشت . در جدول (۸-۳) کل هزینه های سالانهٔ همسنگ این دارایی برای هریک از عمرهای ممکن آن و نرخ بهرهٔ ۱۲٪ نشان داده شده است .

جدول ۸-۳- محاسبهٔ عمر اقتصادی برای مثال حالت ۱

آخر سال	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال n ام	هزینه های معادل سالانه بازیافت سرمایه وقتی دارایی در n سال از خدمت خارج شود	هزینه های معادل سالانه بهره برداری برای n سال	هزینه معادل کل سالیانه وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود
0	$1,000	—	—	—	—
1	400	$1,500	$720	$1,500	$2,220
2	400	1,500	403	1,500	1,903
3	400	1,500	298	1,500	1,798
4	400	1,500	246	1,500	1,714*

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

حالت II . حالت خاص دیگر وقتی رخ می دهد که هزینهٔ اولیه و ارزشهای اسقاطی آینده **همواره با یکدیگر برابر** ، و هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانه **همواره در حال افزایش** باشند . برای چنین حالتهایی عمر اقتصادی کوتاهترین عمر ممکن ، یعنی ۱ سال (یا یک دوره که بستگی به تناوب مطالعات جایگزینی دارد) است . این واقعیت از رابطهٔ هزینه های کل دارایی برای هرسال آشکار است :

$$\text{کل هزینه های } AE(i) = \text{هزینه های بهره برداری } CR(i) + AE(i)$$

برای هر دارایی که در آن $P = F$ باشد ، بدون توجه به مدت خدمت آن دارایی ، بخش بازیافت سرمایه از هزینه های کل ثابت خواهد بود . زیرا :

$$CR(i) = (P - F)(\quad^{A/P,i,n}) + Fi.$$

تا وقتی که مخارج بهره برداری هر سال یک دارایی از مخارج بهره برداری آن در سال قبل بیشتر شود ، هزینه های بهره برداری همسنگ سالانهٔ آن دارایی پیوسته افزایش می یابند . بنابراین ، در این دو حالت کل هزینه های همسنگ سالانه برای کوتاهترین زمانی که بازنشستگی دارایی پذیرفتنی باشد ، کمینه خواهند بود .

مثالی از این حالت در جدول (۸-۴) ارائه شده است . در این مثال ارزش اسقاطی فعلی یک دارایی ۳۰۰ دلار است و همهٔ مقادیر ارزش اسقاطی آینده برابر با همین مقدار خواهند بود . مخارج بهره برداری سالانه با نموهای ۱۰۰ دلاری از ۱۰۰۰ دلار به ۱۳۰۰ دلار افزایش می یابند و نرخ بهره ۱۲٪ است . عمر اقتصادی برای این دارایی ۱ سال خواهد بود . محاسبات درجدول (۸-۴) ارائه شده است . چنین الگوی جریانهای نقدی هنگامی رخ می دهدکه یک دارایی در حال حاضر بی ارزش است و اگر در آینده بازنشسته شود باز هم بی ارزش خواهد بود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۸-۴- محاسبات عمر اقتصادی برای مثال حالت II

آخر سال	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال nام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال n ام	هزینه های معادل سالانه بازیافت سرمایه وقتی دارایی در n سال از خدمت خارج شود	هزینه های معادل سالانه بهره برداری برای n سال	هزینه معادل کل سالیانه وقتی دارایی در سال nام از خدمت خارج شود
0	$300	—	—	—	—
1	300	$1,000	$36	$1,000	$1,036*
2	300	1,100	36	1,048	1,084
3	300	1,200	36	1,094	1,130
4	300	1,300	36	1,138	1,174

۸-۵ تصمیمها و فرضهای جایگزینی

اثر اقتصادی یک تصمیم جایگزینی به دورهٔ مطالعه ای که برای تحلیل انتخاب می شود بستگی دارد . اگر دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده ، عمر کم عمرترین دارایی (معمولاً مدافع) باشد ، روش تحلیلی که در بخش ۸-۷ ارائه شد قابل استفاده خواهد بود . لیکن بسیاری فرضهای دیگر وجود دارند که می توان آنها را در مطالعات جایگزینی اعمال کرد .

این فرضها می توانند به دوره های مطالعه ای که از یک دوره تا فواصل زمانی برابر با مضرب مشترك عمرها در تغییر هستند بینجامند . در برخی حالتها ، دورهٔ مطالعه می تواند تا بی نهایت ادامه داشته باشد . هدف این بخش مرور بر مجموعه ای از فرضهای اساسی است که در تحلیل جایگزینی به کار می روند . چنان که خواهیم دید ، می توان برای هر مجموعه ای از فرضها یک روش یگانه را با استفاده از محاسبات ارزش فعلی به کار برد . همچنین استفاده از عمر اقتصادی و همسنگ سالانه برای تصمیم گیری در بارهٔ این فرضها مورد بحث قرار خواهد گرفت .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در این بخش فرضهای صریح دربارهٔ نوع و تعداد جایگزینیهایی که در پی برکناری مدافع و رقیبهای فعلی صورت می گیرد ، انجام می شوند . چهار فرض مختلف وجود دارند که باید بررسی و روشهای حل برای آنها ارائه شود . این فرضها از فرضهای ساده تا بسیار کلی تشکیل می شوند ، و نشان می دهند که هر چه اطلاع از پیشامدهای آینده مشخص تر باشد ، تحلیل دقیقتر خواهد بود .

فرض کنید بنگاهی سه دارایی مختلف که خدمت یکسانی را فراهم می کنند در دست بررسی دارد . یکی از آنها مدافع $D1$ است . یعنی دارایی که در حال حاضر آن را داراست . دو دارایی دیگر به عنوان جانشینهای ممکن برای $D1$ وجود دارند . این رقیبها را با $C1$ و $C2$ نشان می دهیم . سه گزینهٔ سرمایه گذاری ناسازگار هستند ، یعنی سطح خدمت به گونه ای است که در هر نقطهٔ زمانی تنها یکی از این سه دارایی باید مورد استفاده قرار گیرد . جریانهای نقدی مربوط به $D1$ ، $C1$ ، و $C2$ در جدول (۸-۵) ارائه شده است . مشاهده می کنید که عمر خدمت $D1$ تا ۵ سال دیگر است . عمرهای خدمت برای $C1$ و $C2$ به ترتیب ۶ و ۷ سال است . لیکن هر یک از این داراییها را می توان در هر زمانی قبل از پایان عمر خدمتشان رها کرد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۸–۵– اطلاعات مربوط به مدافع و دو رقیب در حال رقابت

گزینه ها									
C2			C1			D1			
هزینه های کل سالانه وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال n ام	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های کل سالانه وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال n ام	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های کل سالانه وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	هزینه های بهره برداری در خلال سال n ام	ارزش اسقاطی وقتی دارایی در سال n ام از خدمت خارج شود	آخر سال
		$2,500**	—	—	$1,800**	—	—	$1,200	0
$3,025	$150	0	$2,177	$ 107	0	$780*	$300	900	1
1,688	150	0	1,310	314	0	1,038	900	600	2
1,245	150	0	1,083	521	0	852	500	800	3
1,025	150	0	1,012	728	0	875	550	500	4
896	150	0	1,000*	935	0	905	800	300	5
811	150	0	1,017	1,142	0	—	—	—	6
751*	150	0	—	—	—	—	—	—	7

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فرض جایگزینی هر گزینه با گزینه های مشابه . این فرض در بارهٔ جایگزینیهای آینده مستلزم تعویض هر گزینهٔ فعلی با مجموعه‌ای از داراییهای مشابه با آن است . برای تعیین یک دورهٔ مطالعه باید فرض کرد که جریانهای نقدی تا رسیدن به یک مضرب مشترك عمرها تکرار می شوند (بخش ۷-۸ را ببینید) . در برخی موارد ، فرض می شود که گزینه ها تا بی نهایت تکرار می شوند . برای مثالی که با $D1$ ، $C1$ و $C2$ در جدول (۸-۵) ارائه شد ، گزینه های ممکن با مجموعه هایی از جایگزینها به صورت زیر مشخص می شوند . فرض کنید :

$D1_t$ =	مدافع با عمر t سال	$t = 1, 2, 3, 4, 5$
$C1_t$ =	رقیب ۱ با عمر t سال	$t = 1, 2, 3, 4, 5, 6$
$C2_t$ =	رقیب ۲ با عمر t سال	$t = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

گزینه ها ، $D1$

$D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ $D1_1$ . . .

$D1_2$ $D1_2$ $D1_2$ $D1_2$ . . .

$D1_5$ $D1_5$ . . .

گزینه ها ، $C1$

$C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ $C1_1$ . . .

$C1_2$ $C1_2$ $C1_2$ $C1_2$ . . .

$C1_6$ $C1_6$ . . .

گزینه ها ، $C2$

$C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ $C2_1$ . . .

$C2_2$ $C2_2$ $C2_2$ $C2_2$ . . .

$C2_7$ $C2_7$ . . .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نتیجه ، ۱۸ = ۷ + ۶ + ۵ گزینهٔ ناسازگار وجود دارد . این گزینه ها را باید در دوره های زمانی مساوی با هدف کمینه سازی ارزش فعلی در دورهٔ مطالعهٔ انتخاب شده مقایسه کرد . در این حال ، ممکن است دورهٔ مطالعه را برابر با مضرب مشترك عمرها ، یعنی ۲۱۰ سال ، و یا بی نهایت انتخاب کرد . اگر دورهٔ مطالعه ای انتخاب شود ، که برخی از جایگزینیها در خارج دورهٔ مطالعه واقع شوند ، باید از روش ارائه شده در بخش ۷-۸ استفاده کرد .

فرض کنید دورهٔ مطالعه ، بی نهایت انتخاب شود . با استفاده از همسنگ سرمایه ای $CE(i)$ ، که در بخش ۶-۶ مورد بحث قرار گرفت ، محاسبات هزینه ، برای انتخاب گزینهٔ برتر به صورت زیر خواهد بود :

$$PW(15)_{D1_1} = CE(15)_{D1_1} = AE(15)_{D1_1} \div i$$
$$= [(\$1{,}200 - \$900)(\overset{A/P,15,1}{1.1500}) + \$900(0.15) + \$300] \div i$$
$$= \$780/0.15 = \$5{,}200$$

$$PW(15)_{D1_2} = AE(15)_{D1_2} \div i = [(\$1{,}200 - \$600)(\overset{A/P,15,2}{0.6151}) + \$600(0.15)$$
$$+ \$300(\overset{P/F,15,1}{0.8696})(\overset{A/P,15,2}{0.6151}) + \$900(\overset{P/F,15,2}{0.7562})(\overset{A/P,15,2}{0.6151})] \div i$$
$$= \$1{,}038/0.15 = \$6{,}920$$

$$\vdots$$

$$PW(15)_{C1_1} = AE(15)_{C1_1} \div i = [\$1{,}800(\overset{A/P,15,1}{1.1500}) + \$107] \div i$$
$$= \$2{,}177/0.15 = \$14{,}513$$

$$\vdots$$

$$PW(15)_{C2_7} = AE(15)_{C1_7} \div i = [\$2{,}500(\overset{A/P,15,7}{0.2404}) + \$150] \div i$$
$$= \$751/0.15 = \$5{,}007$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

توجه کنید که به دلیل فرض تکرار جریانهای نقدی ، $AE(i)$ را تنها بایستی برای دورهٔ عمراولیهٔ هریک ازگزینه های جاری $C۲_۷$ ،...، $C۲_۰$ ،...، $C۱_۰$ ،...، $D۱_۲$ ،...، $D۱_۱$ و $D۱_۰$ محاسبه کرد . برای تعیین مقادیرارزش فعلی در دورهٔ عمر انتخاب شده ، مقادیر همسنگ سالانه به زمان حال تبدیل می شوند . برای دورهٔ مطالعهٔ نامتناهی هر یک از مقادیر همسنگ سالانه بر i تقسیم می شوند ، تا همسنگ سرمایه ای $CE(i)$ به دست آید . اگر دورهٔ مطالعه n ساله باشد باید هر یک از مقادیر همسنگ سالانه را در $(P/A,i,n)$ ضرب کرد .

استفاده از ارزش فعلی موجب انتخاب گزینه ای که ارزش فعلی هزینه ها را کمینه می کند خواهد شد . برای گزینه هایی که در جدول (۸-۵) ارائه شده اند ، گزینهٔ $C۲_۷$ انتخاب اقتصادی است . با انجام فرضهای مربوط به جایگزینهای آینده ، و استفاده از ارزش اسقاطی ضمنی بخش ۷-۸ ، این گزینه برای هر دورهٔ مطالعه ای که بین ۱ سال تا بی نهایت انتخاب شود ، گزینهٔ برتر خواهد بود .

اگر بخواهیم ازتبدیل مقادیر همسنگ سالانه به ارزشهای فعلی آنها پرهیز کنیم ، انتخاب گزینه ای که کمترین مقدار همسنگ سالانه را دارد ، به همان نتیجه می انجامد . بررسی جدول (۸-۵) نشان می دهد که کمترین مقدار همسنگ سالانه ، ۷۵۱ دلار برای گزینهٔ $C۲_۷$ است .

در یک روش دیگر برای این مسأله از مفهوم عمر اقتصادی استفاده می شود . با یافتن عمر اقتصادی برای مدافع $D۱$ ، و دو رقیب $C۱$ و $C۲$ ، و مقایسهٔ همسنگهای سالانهٔ آنها به همان نتیجهٔ قبلی می رسیم . این مقایسه به صورت زیر است :

$AE(i)_{D11} = \$780$ هر سال

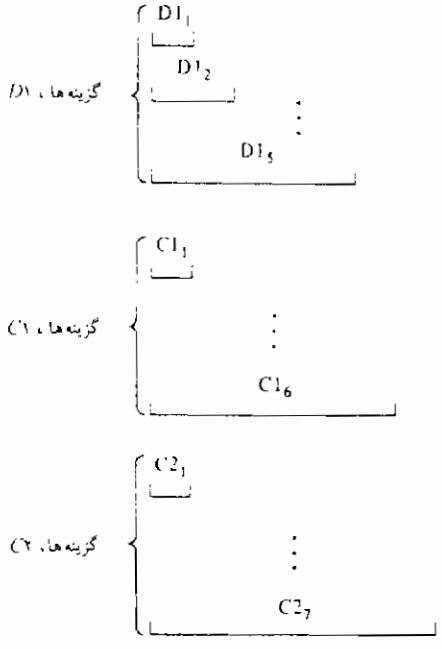
$AE(i)_{C15} = \$1,000$ هر سال

$AE(i)_{C27} = \$751$ هر سال

فرض عدم جایگزینی گزینه های جاری . این وضعیت معمولاً وقتی رخ می دهد که یک مدافع و رقیب با یکدیگر مقایسه می شوند و اطلاعی از جایگزینهای ممکن آنها در دست نیست . برای این فرض عمر کم عمرترین دارایی به عنوان دورهٔ مطالعه در نظر گرفته می شود . برای مثال ، گزینه های جدول (۸-۵) در زیر نشان داده شده اند و دیده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می شود که دورهٔ مطالعه یک سال است .



بخش ۷–۸ بیانگر تحلیل گزینه ها برای این نوع مقایسه هاست که در آنها عمر داراییها طولانی تر از دورهٔ مطالعه شان است . در این تحلیل بایستی $AE\ (i\ )$ برای عمر خدمت هر دارایی با احتساب یک ارزش اسقاطی ضمنی در پایان دورهٔ مطالعه اش محاسبه شود . در این صورت می توان مستقیماً مقادیر همسنگ سالانه را مقایسه کرد ، و یا ارزش فعلی مقادیر همسنگ سالانه را برای دورهٔ مطالعه مورد مقایسه قرار داد . محاسبات ارزش فعلی به صورت زیر است :

$$PW(15)_{D1_1} = AE(15)_{D1_1}(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$780(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$678 \quad \text{در سال}$$

$$PW(15)_{D1_2} = AE(15)_{D1_2}(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$1{,}038(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$903 \quad \text{در سال}$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

$$PW(15)_{C1_1} = AE(15)_{C1_1}(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$2,177(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$1,893 \quad \text{در سال}$$

$$PW(15)_{C2_7} = AE(15)_{C2_7}(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$751(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) = \$653 \quad \text{در سال}$$

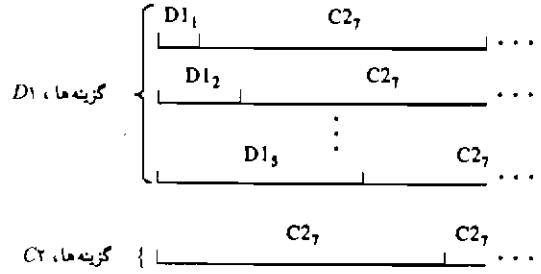
با این محاسبات همان گزینه ای انتخاب می شود که با فرض تکرار هر گزینه تا مضرب مشترك عمرها انتخاب می شد . به یاد آورید که در بحث مربوط به فرض عمرهای تکراری $AE\ (i)$ هر گزینه در یک مقدار ثابت $(\frac{1}{1})$ ضرب می شد . لیکن با فرض انجام شده در این بخش $AE\ (i)$ در مقدار ثابت $(\overset{P/F,i,1}{\ })$ ضرب می شود . بنابراین هر دو فرض به نتیجهٔ یکسانی می انجامند . در این مثال دوباره باید $C2_7$ انتخاب شود .

دیدیم که برای فرض عمرهای تکراری ، مقایسهٔ مقادیر $AE\ (i)$ مربوط به هرعمر اقتصادی دارایی به انتخاب درستی می انجامد . وقتی فرض شود که جایگزینی برای گزینه های جاری وجود ندارد همان قاعدهٔ تصمیم بر مبنای عمر اقتصادی به انتخاب همان گزینهٔ $C2_7$ می انجامد .

فرض جایگزینی هر گزینه با بهترین رقیب . در این جا فرض می شود که همهٔ رقبای **آینده** با بهترین رقیب **جاری** یکسان باشند . بهترین رقیب جاری ، رقیبی است که در میان رقبای جاری موجود کمترین هزینه های همسنگ را در برداشته باشد . مسألهٔ شناسایی کم هزینه ترین گزینه از بین ۱۳ گزینهٔ مربوط به $C1$ و $C2$ سرراست است . هر گزینه ای که انتخاب شود ، در آینده با خودش تعویض می شود . چون $AE\ (i)$ بیانگر یک جریان نقدی تکراری است ، رقیبی که $AE\ (i)$ را کمینه کند ، بهترین رقیب خواهد بود . با استفاده از گزینه های جدول (۸-۵) بهترین رقیب $C2_7$ می باشد . حال ، مقایسه از ۱۸ گزینهٔ بحث قبلی ، به ۶ گزینهٔ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیر کاهش می یابد :



با انتخاب یک دورهٔ مطالعه و محاسبهٔ ارزش فعلی ۶ گزینه ، بهترین سیاست جایگزینی برای دورهٔ مطالعه به دست می آید .

چون مقدار همسنگ سالانه برای همه گزینه ها پس از دورهٔ عمر طولانی ترین گزینه یکسان است ، می توان دورهٔ مطالعه را ۷ سال انتخاب کرد ($C2_7$ طولانی ترین گزینه است) . درصورت استفاده از ارزش فعلی ، خواه دورهٔ مطالعه ۷ سال باشد و یا بیشتر ، نتیجهٔ یکسانی به دست خواهد آمد . محاسبات لازم را با فرض یک دورهٔ مطالعهٔ بی نهایت با یک دورهٔ مطالعهٔ ۷ سال مقایسه کنید . برای یک دورهٔ مطالعهٔ بی نهایت و گزینه های بیان شده در جدول (۸-۵) ، نمونه ای از ارزشهای فعلی به صورت زیر خواهد بود :

$$PW(15)_{D1_1} = \$1{,}200 + (\$300 - \$900)(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) + \$751(\overset{P/A,15,6}{3.7845})(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) + (\$751/0.15)(\overset{P/F,15,7}{0.3759}) = \$3{,}150 + \$1{,}882$$

$$PW(15)_{D1_2} = \$1{,}200 + \$300(\overset{P/F,15,1}{0.8696}) + (\$900 - \$600)(\overset{P/F,15,2}{0.7562}) + \$751(\overset{P/A,15,5}{3.3522})(\overset{P/F,15,2}{0.7562}) + (\$751/0.15)(\overset{P/F,15,7}{0.3759}) = \$3{,}591 + \$1{,}882$$

$$PW(15)_{C2_7} = \$2{,}500 + \$150(\overset{P/A,15,7}{4.1604}) + (\$751/0.15)(\overset{P/F,15,7}{0.3759}) = \$3{,}124 + \$1{,}882.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جملهٔ آخر در هر سه عبارت یکسان است . بنابراین تنها لازم است که ارزشهای فعلی را برای دورهٔ مطالعهٔ ۷ ساله محاسبه کنیم . مقادیر ارزش فعلی گزینه ها بر مبنای این دورهٔ مطالعهٔ ۷ ساله در جدول (۸-۶) داده شده است . معمولاً تنها چیزی که باید در ستونهای $C1$ و $C2$ جدول (۸-۶) محاسبه شود ، محاسبه‌ای است که بهترین گزینهٔ رقیب را مشخص کند (در این حال $C2_7$) . در این جا همهٔ شکلهای مختلف ارائه شده اند تا نشان داده شود که با استفاده از روش ارزش فعلی بیان شده در این بخش نتیجهٔ درست به دست می آید .

مقایسهٔ ارزش فعلی برای بهترین رقیب $C2_7$ ، با ارزشهای فعلی گزینه ای مدافع (جدول ۸-۶) نشان می دهد که خرید $C2$ و بهره برداری از آ به مدت ۷ سال اقتصادی ترین انتخاب است . دوباره این تحلیل فرض جایگزینی گزینه ای مدافع با $C2_7$ پس از بازنشستگی آنها را در بردارد .

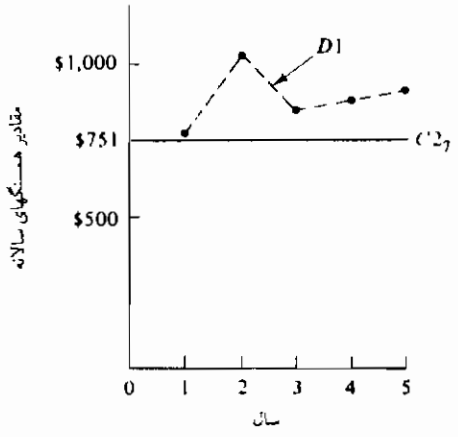
جدول ۸-۶- مقادیر ارزش فعلی برای گزینه های جاری که با $C2_7$ جایگزین شده اند برای یك دورهٔ مطالعهٔ ۷ ساله

گزینه ها			
$C2$	$C1$	$D1$	آخر سال
—	—	—	0
$5,102	$4,364	$3,150	1
4,647	4,033	3,591	2
4,252	3,883	3,354	3
3,909	3,869	3,479	4
3,609	3,959	3,640	5
3,350	4,131	—	6
3,124*	—	—	7

* بهترین گزینه رقیب جاری

برای این مسأله ، که اساساً مقایسه ای بین $C2_7$ و $D1$ است ، منحنی $AE(i)$ را برای هر انتخاب در شکل (۸-۵) مشاهده کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۸-۵- همسنگهای سالانه برای $D1$ و $C2_7$

در این حالت خاص که **همهٔ** هزینه های همسنگ سالانهٔ مدافع ، **بزرگتر** از هزینه های همسنگ سالانهٔ بهترین رقیب هستند ، دلیلی برای مطلوبیت مدافع وجود ندارد . حتی استفاده از کمترین هزینهٔ همسنگ سالانه در عمر اقتصادی یک سال برای $D1$ هم ، رقیب را مطلوب نشان می دهد . بنابراین مقایسهٔ گزینه ها بر مبنای عمر اقتصادی $D1$ و $C2$ به انتخاب درست می انجامد . با پیروی از این روش و استفاده از مقادیر همسنگ سالانهٔ جدول (۸-۵) داریم :

$AE(15)_{D1_1} = \$780$ هر سال

$AE(15)_{C2_7} = \$751$ هر سال

دوباره $C2_7$ گزینهٔ برتر است .

حال فرض کنید تنها رقیب ، $C1$ باشد ، و بخواهیم آن را با $D1$ مقایسه کنیم ($C2$ وجود ندارد) برای یافتن بهترین گزینهٔ رقیب ، به جدول (۸-۵) بروید و دورهٔ زمانی که مقدار همسنگ سالانه را کمینه کند پیدا کنید . دورهٔ زمانی برابر با ۵ سال برای یک مقدار همسنگ سالانهٔ ۱۰۰ دلار در سال است . با این فرض که بهترین گزینهٔ رقیب ، $C1_5$ جایگزین گزینه های فعلی مورد بررسی شود ، ارزشهای فعلی برای یک دورهٔ ۵ ساله محاسبه می شوند . این ارزشهای فعلی در جدول ۸-۷ آمده اند . ارزشهای فعلی کمینه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای $D1$ و $C1$ عبارتند از :

$$PW(15)_{D14} = \$2,996$$
$$PW(15)_{C15} = \$3,352.$$

جدول ۸-۷- ارزشهای فعلی برای گزینه‌های جاری که با $C1_5$ برای یك دورهٔ ۵ ساله تعویض می‌شود

گزینه		
$C1$	$D1$	آخر سال
—	—	0
$4,376	$3,161	1
3,857	3,414	2
3,542	3,013	3
3,386	2,996	4
3,352*	3,033	5

تصمیم درست ، انتخاب گزینهٔ $D1$ و نگه داشتن آن به مدت ۴ سال است ، با این فرض که در این زمان آن را با $C1_5$ (بهترین رقیب) تعویض کنیم . این نتیجه بر مبنای یک دورهٔ مطالعهٔ ۵ ساله ، یعنی عمر گزینه ای که بهترین رقیب جاری را مشخص می کند به دست می‌آید . برای هردورهٔ مطالعهٔ بزرگتر از ۵ سال هم همین نتیجه رخ می دهد . اگر حداکثر عمر مدافع از عمر بهترین رقیب جاری بیشتر شود ، باید عمر طولانی تر را به عنوان مبنا برای دورهٔ مطالعه در نظر گرفت . آیا اگر تصمیم را بر مبنای مقایسهٔ مقادیر همسنگ سالانه در عمر اقتصادی $D1$ و $C2$ می گرفتیم همان انتخاب صورت می گرفت ؟ اگرچه این روش برای فرضها و شرایط قبلی نتایج درستی به دست می داد ، لیکن در این حالت جواب ، نه ، خواهد بود . انتخاب گزینهٔ برتر با مقایسهٔ مقادیر همسنگ سالانه در عمر اقتصادی $D1$ و $C1$ به مقادیر زیر می انجامد :

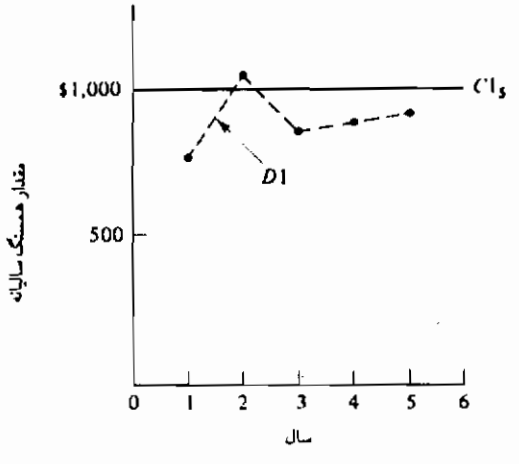
$$AE(15)_{D11} = \$780$$
$$AE(15)_{C15} = \$1,000.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بر مبنای این مقادیر ، به نظر می رسد که بهترین انتخاب ، نگه داشتن $D1$ به مدت یک سال دیگر و سپس تعویض آن با $C1_5$ باشد . همان گونه که از ارزشهای فعلی جدول (۸-۷) پیداست ، این نتیجه نادرست است . بررسی دقیقتر $D1$ در جدولهای (۸-۵) و (۸-۷) ، نشان می دهد که برای دوره های ۱ ، ۳ و ۴ سال ، کمترین مقادیر همسنگ سالانه کمترین ارزشهای فعلی را نشان نمی دهند . این شرایط مزاحم هنگامی پیش می آید که بیش از یک مقدار همسنگ سالانهٔ مربوط به مدافع ، از $AE(i)$ بهترین رقیب کمتر باشد . شکل (۸-۶) این وضع را نشان می دهد .

بنابراین ، وقتی فرض شود که برای جایگزینی در آینده از بهترین رقیب استفاده شود و بیش از یک مقدار همسنگ سالانهٔ مدافع کمتر از آن رقیب باشند ، مقادیر همسنگ سالانهٔ تعریف شده با عمرهای اقتصادی گزینه ها را مستقیماً مقایسه نکنید .

بررسی اطلاعات شکل (۸-۶) نشان می دهد که اگر مدافع دقیقاً برای ۲ سال نگه داشته شود ، گزینهٔ بهترین رقیب $(C1_5)$ ، برتر خواهد بود . اگر مدافع برای ۱ ، ۳ ، ۴ یا ۵ سال نگه داشته شود ، انتخاب مدافع اقتصادی ترین انتخاب خواهد بود . متأسفانه از اطلاعات شکل (۸-۶) امکان تعیین مطلوبترین مدت زمانی برای نگه داشتن مدافع وجود ندارد .



شکل ۸-۶- همسنگهای سالیانه برای $D1$ و $C1_5$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای تعیین بهترین گزینهٔ مدافع در شرایط این مسأله می توان از محاسبات $AE\ (i)$ استفاده کرد . محاسبات زیر را با استفاده از یک دورهٔ مطالعهٔ پنج ساله برای هر دورهٔ زمانی که هزینه های همسنگ سالانهٔ مدافع کمتر از آن بهترین رقیب هستند ، انجام دهید

$$AE(15)_{D11} = [\$780(\overset{P/A,15,1}{0.8696}) + \$1{,}000(\overset{P/A,15,4}{2.8550})(\overset{P/F,15,1}{0.8696})](\overset{A/P,15,5}{0.2983})$$
$$= \$943 \quad \text{در سال}$$

$$AE(15)_{D13} = [\$852(\overset{P/A,15,3}{1.6257}) + \$1{,}000(\overset{P/A,15,2}{1.6257})(\overset{P/F,15,3}{0.6575})](\overset{A/P,15,5}{0.2983})$$
$$= \$899 \quad \text{در سال}$$

$$AE(15)_{D14} = [\$875(\overset{P/A,15,4}{2.8550}) + \$1{,}000(\overset{P/F,15,5}{0.4972})](\overset{A/P,15,5}{0.2983}) = \$893 \quad \text{در سال}$$

$$AE(15)_{D15} = \$905 \quad \text{در سال}$$

$$AE(15)_{C15} = \$1{,}000 \quad \text{در سال}$$

بر اساس این نتایج ، بهترین تصمیم ، انتخاب مدافع و نگه داشتن آن به مدت ۴ سال است $(C1_4)$. سپس مدافع با $C1_5$ تعویض می شود ، با این فرض که همهٔ جایگزینهای آینده با $C1_5$ یکسان باشند .

فرض جایگزینی هر گزینه با رقبای متفاوت . فرضهای سه قسمت قبل همهٔ عوامل دست اندرکار اقتصاد را در نظر نمی گیرند . با نوآوریهای تکنولوژی ، انواع جدیدی از تجهیزات به وجود می آیند و ممکن است تجهیزات آینده کاملاً با تجهیزات موجود متفاوت باشند . به علاوه ، تورم و دیگر عوامل مالی جریانهای نقدی درآمدهای آینده را تغییر می دهند . بنابراین نمی توان انتظار داشت که همهٔ رقیبهای آینده ، یکسان باشند .

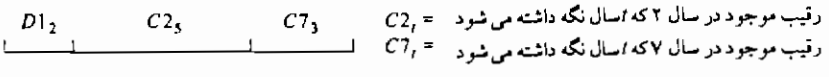
در این بخش ، شامل کردن رقیبهای آیندهٔ متفاوت به ما اجازه می دهد که بسیاری از عوامل مؤثر دیگر را در نظر بگیریم . اگرچه این دیدگاه واقعی تر جایگزینی ، مسأله را پیچیده تر می کند ، لیکن به جوابهای عملی تری می انجامد . متأسفانه این پیچیدگیها ، مانع استفاده از فرضهای ساده و راه حلهای آسان مورد بحث در بخشهای قبلی می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از آن جا که امکان ترتیبهای توالی مختلفی برای جایگزینیها وجود دارد ، باید از روشی استفاده شود که همهٔ ترکیبهای ممکن جایگزینیهای آینده را بررسی کند . بحث زیر چارچوبی برای فرمولبندی این نوع مسائل جایگزینی را به دست می دهد .

فرض کنید مدافع $D1$ (در جدول ۸–۵) ، در حال حاضر ۲ سال کار کرده و ۵ سال دیگر از عمر خدمت آن باقی مانده باشد و می توان آن را در پایان هر سال تعویض کرد . در هرسال یک رقیب جدید وجود دارد ، و هر رقیب که در جدول (۸–۵) با $C1$ نام گذاری شده دارای یک حداکثر عمر خدمت برابر با ۶ سال است . هر رقیب آینده را می توان در هر سنی تعویض کرد . همهٔ انتخابهای ممکن تعویض (R) و نگه داشتن (K) برای مدافع و رقیبها در یک دورهٔ ۱۰ ساله با شبکهٔ شکل (۸–۷) نشان داده شده اند .

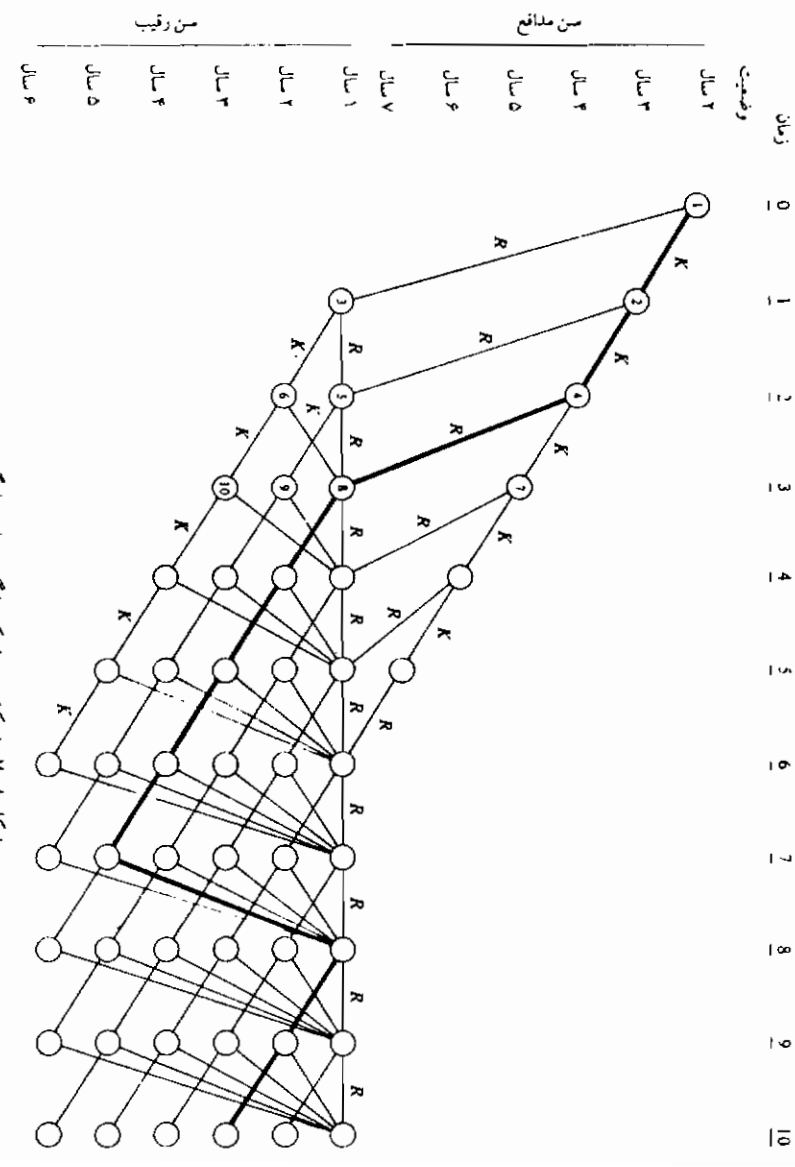
هریک از مسیرهای ممکن ، با حرکت از چپ به راست ، از گره ۱ به هر یک از گرههای سال ۱۰ ، یک توالی ممکن از جایگزینیها را برای یک دورهٔ ۱۰ ساله نشان می دهد . خط پررنگ در شکل (۸–۷) نشان دهندهٔ ترتیب عملیات زیر است :



مدافع دو سال نگه داشته می شود ، و در سال ۲ با رقیب جدید موجود تعویض می شود . این رقیب ۵ سال نگه داشته می شود ، و در پایان سال ۷ تعویض می گردد . جایگزین آن رقیب جدید موجود در سال ۷ است . در پایان سال دهم ، این دارایی ۳ ساله است و هنوز در خدمت می باشد .

تعداد مسیرها در شبکه ای مانند شکل (۸–۷) با افزایش تعداد رقبا و طول عمر خدمت آنها ، بطور نمایی افزایش می یابد . بنابراین ، معمولاً بررسی همهٔ ترکیبهای ممکن ، و تعیین کم هزینه ترین آنها بطور صریح ممکن نیست . خوشبختانه ، آلگوریتمهای محاسباتی کارآیی برای حل این نوع مسائل وجود دارد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۸-۷- شبکهٔ توصیف کنندهٔ گزینه‌های جایگزینی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر شبکه به اندازه ای کوچک باشد که بتوان همهٔ مسیرها را بطور کامل شمارش کرد ارزش فعلی هزینه های مربوط به هر مسیر را محاسبه می کنیم . برای ساده کردن این محاسبهٔ هزینهٔ کل ، یا محاسبات لازم هر آلگوریتم قابل استفاده ، بایستی **تغییر حاشیه ای** در ارزش فعلی کل که هنگام حرکت از یک گره به گره مجاور با آن رخ می دهد ، را بدانیم .

برای نمایش اطلاعات اقتصادی مربوط به مسیرهای بین هر یک از گرهها ، فرض می شود که $D1$ جریان نقدی تشریح شده در جدول (۸-۵) را داشته باشد . همهٔ رقبای جاری و آینده دارای جریانهای نقدی یکسانی با $C1$ در جدول (۸-۵) هستند .

مقادیر ارزش فعلی که باید بین گرههای مجاور قرار گیرند ، از جریانهای نقدی شکل (۸-۸) محاسبه می شوند . توجه کنید که اگرچه یک جریان نقدی مشخص هزینه رفتن از t به $t+1$ برای $t > 0$ را به دست می دهد ، همهٔ ارزشهای فعلی در $t = 0$ محاسبه می شوند .

گره ۱ به ۲

$$PW(15) = \$1,200 + (\$300 - \$900)(P/F,15,1)(0.8696) = \$678$$

گره ۲ به ۴

$$PW(15) = [\$900 + (\$900 - \$600)(P/F,15,1)(0.8696)](P/F,15,1)(0.8696) = \$1,010$$

گره ۴ به ۷

$$PW(15) = [\$600 + (\$500 - \$800)(P/F,15,1)(0.8696)](P/F,15,2)(0.7572) = \$256$$

گره ۱ به ۳

$$PW(15) = \$1,800 + \$107(P/F,15,1)(0.8696) = \$1,893$$

گره ۳ به ۶

$$PW(15) = \$314(P/F,15,2)(0.7562) = \$237.$$

پس از محاسبهٔ همهٔ ارزشهای فعلی هزینه های حاشیه ای ، آنها را بر روی مسیرهای بین گرههای مربوطه قرار می دهیم . سپس با استفاده از یک آلگوریتم

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کوتاهترین مسیر ، برنامه ریزی پویا ، یا شمارش کامل ، بهترین توالی از بین توالیهای ممکن جایگزینی را تعیین می کنیم[۱] .

معمولاً فوری ترین تصمیم مربوط به این است که آیا مدافع را نگه داریم یا آن را با رقیب جاری تعویض کنیم . (این تصمیمی است که باید در حال حاضر گرفته شود) . با استفاده از روشی که در این جا بیان شد ، ممکن است فرضهای مربوط به آینده را تغییر داد و حساسیت تصمیم جاری مربوط به مدافع و رقیب جاری به این تغییرات را امتحان کرد . اگرچه روشهای حل این مسائل جایگزینی بسیار پیچیده و خارج از بحث این کتاب است ، مهم است بدانیم که می توان در بارهٔ آنها بطور تحلیلی گفتگو کرد .

۸-۶ تصمیمات کنارگذاری یا واگذاری

دربسیاری از حالتها ، ممکن است یک دارایی هنوز کارآمد باشد ، اما بنگاه بایستی در مورد ادامهٔ فعالیت یا حذف آن تصمیم بگیرید . چنین تصمیمهایی را گاه تصمیمهای واگذاری می گویند . تصمیمهای بازنشستگی مطلق ، تنها با مدافع سر و کار دارند . بنابراین برای این بحث از مدافع $D1$ که در جدول (۸-۵) بیان شد ، استفاده می کنیم .

گزینه های مربوط به بازنشستگی عبارتند از :

- فروش فوری
- نگه داشتن $D1$ برای ۱ سال
- نگه داشتن $D1$ برای ۲ سال
- نگه داشتن $D1$ برای ۳ سال
- نگه داشتن $D1$ برای ۴ سال
- نگه داشتن $D1$ برای ۵ سال

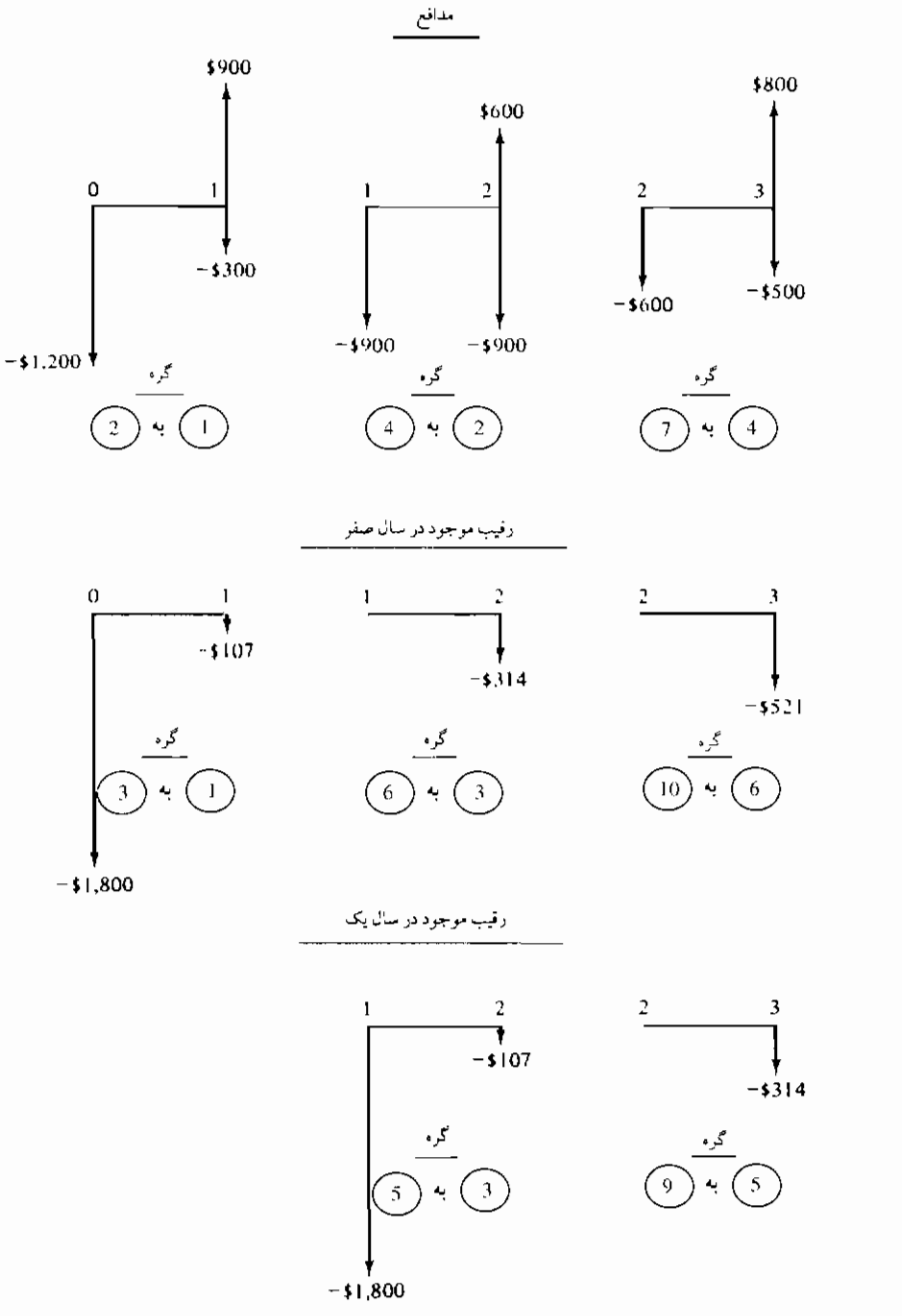
---

۱ – آلگوریتمهای یاد شده را می توانید در کتاب

Hillier and Liberman, Introduction to Operations Research,4th ed., Holden-Day, 1986, Chapters 10 and 11.

پیدا کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۸-۸- جریانهای نقدی مشخص‌کنندهٔ هزینه‌های حاشیه‌ای بین گرههای مجاور شکل ۸-۷

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای انتخاب گزینهٔ برتر ، گزینه ای که ارزش فعلی درآمد خالص را بیشینه می کند ، پیدا کنید (توجه کنید در تصمیم به بازنشستگی باید دریافتها و پرداختها معلوم باشند . برای استفاده از مثال جدول (۸-۵) فرض کنید $D1$ دارای درآمد سالانه ای برابر با ۱۳۰۰ دلار در سال باشد) . ارزشهای فعلی هر یک از این گزینه ها به صورت زیر است :

$$PW(15) = \$1,200 \quad (\text{فروش فوری درآمد ۱۲۰۰ دلار را فراهم می کند})$$

$$PW(15)_{D1_1} = -\$1,200 + (-\$300 + \$900 + \$1,300)(\overset{P/F,15,1}{0.8696})$$
$$= (-\$780 + \$1,300)(\overset{P/A,15,1}{0.8696}) = \$452$$

$$PW(15)_{D1_2} = (-\$1,038 + \$1,300)(\overset{P/A,15,2}{1.6257}) = \$426$$

$$PW(15)_{D1_3} = (-\$852 + \$1,300)(\overset{P/A,15,3}{2.2832}) = \$1,023$$

$$PW(15)_{D1_4} = (-\$875 + \$1,300)(\overset{P/A,15,4}{2.8550}) = \$1,213$$

$$PW(15)_{D1_5} = (-\$905 + \$1,300)(\overset{P/A,15,5}{3.3522}) = \$1,324.$$

برای آسان شدن محاسبات بالا ، هزینهٔ همسنگ سالانهٔ $D1$ ، از جدول (۸-۵) استخراج شده است .

بررسی این نتایج نشان می دهد که اگر $D1$ ، ۴ یا ۵ سال نگه داشته شود ، سود همسنگی بیشتری نسبت به بلافاصله بازنشسته کردن آن به دست می دهد . اما نگه داشتن $D1$ برای ۱ ، ۲ ، یا ۳ سال انتخابهای بدتری نسبت به دریافت ۱۲۰۰ دلار درآمد ناشی از ارزش اسقاطی فعلی این دارایی هستند . بنابراین باید $D1$ را به جای بازنشسته کردن آن ، دست کم چهار سال نگه داشت . در بسیاری از موارد ارزش اسقاطی فعلی یک دارایی که بازنشسته کردن آن مورد بررسی است ، بطور دقیق معلوم نیست . اگر دارایی ، قدیمی و یا از نظر تکنولوژیکی نامرغوب باشد ، امکان نبودن بازار برای آن وجود دارد ، و بنابراین ممکن است ارزیابی دقیق ارزش آن دشوار باشد . در این حالت ، می توان با بررسی ارزش اقتصادی فعلی آن برای بنگاه ، یک ارزش اسقاطی برای دارایی تعیین کرد . ارزیابی درآمدهای همسنگ تولید شده منهای هزینهٔ همسنگ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

رخ داده ، برآوردی از این ارزش را به دست می دهد .

روش دیگر تعیین آن مقدار پول فعلی است که لازم است در صورت عدم وجود این دارایی خرج شود . برای مثال گاهی اوقات ، ترانسفورماتورهای قدرت از محلی برداشته ، به انبار فرستاده شده و سپس در محلی دیگر نصب می شوند . اگرچه درخواست یک ترانسفورماتور از انبار ، بدون هزینه به نظر می رسد ، زنجیره ای از پیشامدهای ناشی از نبودن ترانسفورماتور در انبار را در نظر بگیرید . هر ترانسفورماتور مورد نیاز باید به قیمت جاری بازار خریداری شود . بنابراین می توان گفت که ارزش یک ترانسفورماتور موجود در انبار ، برابر با قیمت آن در بازار است .

۸-۷ مثالهایی از مسائل جایگزینی

دلایل اولیه ای که به جایگزینی می انجامند . در بخش ۸-۱ مورد بحث قرار گرفتند . این دلایل شامل تخریب فیزیکی و منسوخ شدن هستند . منسوخ شدن عاملی برای جایگزینی است که بر اثر از مدافتادگی ناشی از تغییر عوامل خارج از دارایی رخ می دهد . چنین تغییراتی ممکن است مشتمل بر وجود داراییهایی با کارآیی بهتر ، و یا عدم کفایت ناشی از نیاز به ظرفیت بزرگتر باشد . در بحث زیر برای تشریح روش تحلیل مسائل جایگزینی در چنین حالتهایی سه مثال ارائه می شود .

جایگزینی به علت بهبود کارآیی . برای توضیح تحلیل مربوط به جایگزینی براثر منسوخ شدن مثال زیر را در نظر بگیرید : کارخانه ای یک اتصال شلنگ که از دو قسمت تشکیل می شود را تولید می کند . هر قسمت روی یک ماشین گردتراش که ۱۳ سال قبل به قیمت ۸۳۰۰ دلار (شامل نصب) خریداری شده است ماشینکاری می شود . یک ماشین گردتراش جدید برای جایگزینی با دستگاه قبلی پیشنهاد شده ، که هزینهٔ نصب آن ۳۵۰۰۰ دلار است . زمان تولید هر ۱۰۰ قطعه از دو قسمت یاد شده با دستگاههای

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدید و قدیم به صورت زیر است :

قسمت	دستگاه فعلی	دستگاه جدید
اتصال دهنده	ساعت ۲٫۹۲	ساعت ۲٫۳۹
مفصل گردنده	ساعت ۱٫۸۴	ساعت ۱٫۴۵
کل	ساعت ۴٫۷۶	ساعت ۳٫۸۴

فروش شرکت بطور متوسط ۴۰۰۰۰ اتصال در سال می باشد ؛ و انتظار می رود که تقریباً در همین سطح ادامه یابد . دستمزد راهبرهای دستگاه ۱۷ دلار در ساعت است . دستگاههای قدیمی و جدید به فضای مساوی نیاز دارند . نرخ مصرف برق دستگاه جدید بیشتر از دستگاه فعلی است اما چون از آن در ساعات کمتری استفاده خواهد شد ، تفاوت این هزینه قابل ملاحظه نیست . همچنین هزینه های بالاسری کلی دو دستگاه یکسان است . نرخ بهره ۱۲٪ فرض می شود . فروشندهٔ دستگاه جدید کارگاه کوچکی پیدا کرده است که دستگاه قدیمی را به ۱۲۰۰ دلار می خرد . خریدار عمر دستگاه جدید را ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن را ۱۰٪ هزینهٔ نصب شده ۲۵۰۰۰ دلار برآورد می کند . دستگاه قدیم از نظر فیزیکی برای ۲ سال دیگر کافی به نظر می رسد و ارزش اسقاطی آن در پایان هر یک از دو سال آینده ۲۵۰ دلار است .

فرض کنید بررسی هر جایگزینی ممکن برای مدافع و رقیب مورد نظر نیست ، و دورهٔ مطالعه ۲ سال انتخاب می شود . این دورهٔ مطالعه بدین علت انتخاب می شود که عمر اقتصادی دستگاه فعلی ۲سال است . هزینهٔ همسنگ سالانه در صورت نگه داشتن مدافع عبارت است از :

$$CR(12)_D = (\$1{,}200 - \$250)(\overset{A/P,12,2}{0.5917}) + \$250(0.12) \qquad \$ \quad 592$$

نیروی انسانی مستقیم $(4.76 \div 100)(40{,}000)(\$17) \qquad 32{,}368$

$\$32{,}960$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ همسنگ سالانهٔ بهره برداری در صورت خرید دستگاه جدید C عبارت است از :

$$CR(12)_C = (\$25{,}000 - \$2{,}500)(\overset{A/P,12,10}{0.1770}) + \$2{,}500(0.12) \qquad \$\ 4{,}283$$
$$\text{نیروی انسانی مستقیم} \quad (3.84 \div 100)(40{,}000)(\$17) \qquad 26{,}112$$
$$\$30{,}395$$

$AE\ (i)$ دستگاه جدید ۲۵۶۵ دلار کمتر از دستگاه قدیم است . باید توجه داشت که دستگاه جدید ۱۵۳۶ = ۴۰۰۰۰ × (۱۰۰ : ۳٫۸۴) ساعت در سال مورد استفاده قرار می گیرد . این واقعیت که این دستگاه در ساعات بسیار بیشتری در سال برای استفاده موجود می باشد ارزش مستقیم ندارد ؛ ظرفیت استفاده نشده تا وقتی که به کار گرفته نشود ، ارزشی ندارد . اما ، چون ، ظرفیت اضافی بالقوه دارای ارزش است و می تواند عدم کفایت را جبران کند ، باید آن را به عنوان مزیتی برای دستگاه جدید در نظر گرفت .

جایگزینی به علت عدم کفایت . یک دارایی با ظرفیت ناکافی برای خدمات مورد نیاز نامزدی منطقی برای جایگزینی خواهد بود . هنگام بروز عدم کفایت ، معمولاً دستگاهی در شرایط عالی در دست می باشد . غالباً ظرفیت اضافی مطلوب را می توان تنها با خریدن دستگاه که کل ظرفیت مورد نظر را داراست ، برآورده ساخت . لیکن در بسیاری از موارد ، مانند پمپ ، موتور ، ژنراتور ، و فن می توان با خرید یک واحد مکمل با دستگاه فعلی ، ظرفیت اضافی مطلوب را تأمین کرد . در این حال بایدبرتری این گزینه نسبت به خریدیک دستگاه جدید که کل ظرفیت موردنظر را دارا باشد ثابت شود .

روش مقایسهٔ گزینه ها برای هنگامی که عدم کفایت عامل اصلی است ، با مثال زیر توضیح داده می شود . یک سال پس از خرید یک موتور با قدرت ۱۰ اسب برای چرخاندن تسمهٔ نقالهٔ ذغال سنگ ، تصمیم گرفته شده است که طول تسمه را دو برابر کنند . تسمهٔ جدید به ۲۰ اسب توان نیازمند است . قدرت مورد نیاز را می توان با افزودن یک موتور ۱۰ اسب دیگر و یا با تعویض موتور فعلی با یک موتور ۲۰ اسب تأمین کرد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

موتور نصب شدهٔ فعلی ۷۰۰ دلار می ارزد و بازده آن در بار کامل ۸۶٪ است . یک موتور مشابه را در حال حاضر می توان با ۸۰۰ دلار خریداری نصب کرد . یک موتور ۲۰ اسب با بازده ۹۰٪ را می توان به ۱۴۰۰ دلار خریداری و نصب کرد . موتور ۱۰ اسبی موجودبه شرط خریدن موتور ۲۰ اسب ، ۵۵۰ دلار خریده می شود . هزینه های برق مصرفی ۰٫۰۸ دلار به ازاء ، هر کیلو وات ساعت است و انتظار می رود سیستم نقاله ۲۰۰۰ ساعت در سال مورد بهره برداری قرار گیرد .

هزینه های نگهداری و بهره برداری علاوه بر هزینهٔ برق ، برای هر یک از موتورهای ۱۰ اسب ۱۰۰ دلار در سال و برای موتور ۲۰ اسب ، ۱۵۰ دلار در سال است . مالیات و بیمه ۱٪ قیمت خرید محاسبه می شود . نرخ بهره ۱۴٪ است . عمر موتور ۱۰ اسب جدید در کاربرد فعلی ۱۰ سال فرض می شود . انتظار می رود که موتور ۲۰ اسب ، ۱۲ سال عمر داشته باشد . عمر باقیمانده برای موتور فعلی ۱۰ سال در نظر گرفته می شود . ارزش اسقاطی همهٔ موتورها در هر زمانی در آینده ۲۰٪ هزینهٔ اولیهٔ آنها خواهد بود .

باید توجه داشت که نیاز به نقاله برای سالهای زیادی وجود خواهد داشت . بنابراین ، در تحلیل باید فرض کرد که نیروی محرکهٔ گزینه هایی که فعلاً در حال بررسی است ، در هر جایگزینی که در آینده رخ دهد ، با یک موتور ۲۰ اسب مشابه تأمین خواهد شد . این وضع ، همان مطلب **جایگزینی هر گزینه با بهترین رقیب** است که قبلاً مورد بحث قرار گرفت .

ابتدا ، هزینه های همسنگ سالانهٔ گزینه های جاری را محاسبه کنید ، تا معلوم شود کدامیک از شرایط شکلهای (۸-۵) یا (۸-۶) برقرار است . چون برای هر موتور ، هزینه های بهره برداری ، ثابت و همهٔ ارزشهای اسقاطی آینده مساوی هستند ، شرایط حالت I وجود خواهد داشت . بنابراین عمر اقتصادی هر موتور ۱۰ اسب برابر با عمر خدمت آنها ، یعنی ۱۰ سال خواهد بود . به همان دلایل عمر اقتصادی موتور ۲۰ اسب ، ۱۲ سال است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

گزینهٔ A شامل خرید موتور ۲۰ اسبی به قیمت ۱۴۰۰ دلار و فروش موتور فعلی به ۵۵۰ دلار است . هرگونه جایگزینی در آینده برای موتور ۲۰ اسبی با یک موتور ۲۰ اسبی که دارای هزینه های یکسانی است انجام خواهد شد . با استفاده از دیدگاه خارجی ، هزینهٔ سالانه برای عمر اقتصادی این گزینه به صورت زیر محاسبه می شود :

$CR(14)_A = (\$1,400 - \$280)(A/P,14,12)(0.1767) + \$280(0.14)$	\$ 237
هزینهٔ جاری , $\frac{20\text{ hp}}{0.90\text{ eff.}} \times \frac{0.746\text{ kw}}{\text{hp}} \times \frac{\$0.08}{\text{kwh}} \times 2,000\text{ hr.}$	2,652
هزینه نگهداری و بهره برداری	150
مالیات و بیمه , $\$1,400 \times 0.01$	14
کل $AE(14)_A$	\$3,053

گزینهٔ B شامل خرید یک موتور ۱۰ اسبی دیگر به قیمت ۸۰۰ دلار برای همراهی با موتور فعلی است . جایگزینی آیندهٔ این موتور با یک موتور ۲۰ اسبی که دارای هزینه های یکسانی با رقیب فعلی هست انجام خواهد گرفت . هزینهٔ سالانهٔ این گزینه به صورت زیر خواهد بود :

موتور ده اسبی فعلی :

$CR(14) = (\$550 - \$110)(A/P,14,10)(0.1917) + \$84(\$110)$	\$ 100
هزینهٔ جاری , $\frac{10}{0.86} \times 0.746 \times \$0.08 \times 2,000$	1,388
هزینهٔ نگهداری و بهره برداری	100
مالیات و بیمه , $\$700 \times 0.01$	7

موتور ده اسبی جدید :

$CR(14) = (\$800 - \$160)(A/P,14,10)(0.1917) + \$160(0.14)$	145
هزینهٔ جاری , $\frac{10}{0.86} \times 0.746 \times \$0.08 \times 2,000$	1,388
هزینه نگهداری و بهره برداری	100
مالیات و بیمه , $\$800 \times 0.01$	8
کل $AE(14)_B$	\$3,236

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از آن جا که هزینهٔ سالانهٔ ۳۲۳۶ دلار مربوط به دورهٔ عمر اقتصادی گزینهٔ B از کل هزینهٔ سالانهٔ ۳۰۵۳ دلار مربوط به دورهٔ عمر اقتصادی گزینهٔ A بیشتر است ، پس با شرایط نشان داده شده در شکل (۸-۵) روبرو هستیم . بنابراین ، هیچ دورهٔ زمانی وجود ندارد که در آن گزینهٔ B بتواند کم هزینه تر از گزینهٔ A باشد . انتخاب اقتصادی برای این مثال نشان می دهد که گزینهٔ A برای یک دورهٔ مطالعهٔ ۱۰ ساله ، یا برای هر محدوده ای از سالها ، گزینهٔ برتر خواهد بود . (در این حالت از روش ارزش اسقاطی ضمنی استفاده می شود) .

اگر محاسبات به نتیجه ای مانند شکل (۸-۶) انجامیده بود ، می بایست محاسبات بیشتری انجام می گرفت . این محاسبات برای تعیین بهترین مدت زمان نگهداشتن گزینهٔ B لازم است .

بر مبنای تحلیل بالا ، تعویض موتور ۱۰ اسبی در مقایسه با تکمیل آن ۳۲۳۶ دلار منهای ۳۰۵۳ دلار ، یعنی ۱۸۳ دلار در سال مزیت خواهد داشت . به علت تصمیم قبلی مبنی بر خرید یک موتور ۱۰ اسبی در یک سال قبل ، زیانی برابر با ۷۰۰ دلار منهای ۵۵۰ دلار رخ می دهد . تحلیل حاضر موجب این زیان نشده بلکه آن را آشکار کرده است . از آن جا که تحلیلهای اقتصادمهندسی در رابطه با آینده هستند ، این هزینهٔ هدر رفته را نبایدوارد تحلیل کرد .

ارزش تجارتی ۵۵۰ دلار ، به عنوان ارزش فعلی موتور ۱۰ اسبی اصلی در نظر گرفته شد ؛ زیرا در صورت تعویض ، مبلغ ۵۵۰ دلار بابت آن دریافت خواهد شد . بنابراین ، ارزش تجارتی یک عنصر لازم در تحلیلهای مقایسه ای است . هزینه های سالانهٔ مالیات و بیمه برمبنای هزینهٔ اصلی محاسبه شد ، زیرا مالیات و بیمه معمولاً بر مبنای ارزش دفتری محاسبه می شوند . اما برای سادگی ، کاهشی در این مقادیر جهت انطباق آنها بر کاهش مورد انتظار در ارزش دفتری صورت نگرفت .

گزینهٔ تکمیل موتور فعلی به سرمایه گذاری ۵۵۰ دلاری برای موتور فعلی به علاوهٔ ۸۰۰ دلار برای یک موتور ۱۰ اسبی جدید ، یعنی به یک سرمایه گذاری کل

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۳۵۰ دلاری نیازمند است . گزینهٔ دوم را می توان با یک سرمایه گذاری ۱۴۰۰ دلاری به کار گرفت .

این واقعیت که می توان ۵۵۰ دلار از فروش یک دارایی سرمایه ای آزاد کرد و آن را برای خرید موتور ۲۰ اسبی به کار گرفت ، مخارج لازم برای دستیابی به موتور یا مقدار سرمایه گذاری شده در آن را کاهش نمی دهد . بنابراین ، تحلیل بالا نشان می دهد که یک سرمایه گذاری اضافی دلار ۵۰ = ۱۳۵۰ - ۱۴۰۰ ، به برگشت ۱۴٪ روی سرمایه گذاری اضافی ، به علاوهٔ ۱۸۳ دلار در سال می انجامد .

جایگزینی به علت رشد تقاضا . در عمل حالتهای زیادی وجود دارند که دارایی موجود با گذشت زمان ناکافی می شود . معمولاً این وضع هنگام وجود رشد تقاضا رخ می دهد که سرانجام به افزایش ظرفیت دارایی موجود می انجامد . مثال زیر این وضع و تحلیل لازم برای آن را توضیح می دهد .

یک شرکت برق با رشد تقاضای توان الکتریکی در منطقهٔ جغرافیایی تحت پوشش سیستم انتقال موجودش روبرو است . برای همگامی با این رشد ، پیش بینی می شود که اگر بخواهد به استفاده از خط انتقال موجود (خط A) ادامه دهد ، باید ۷ سال بعد یک خط جدید (خط B) احداث کند . افزودن خط B به خط A ظرفیت سیستم انتقال را دوبرابر می کند .

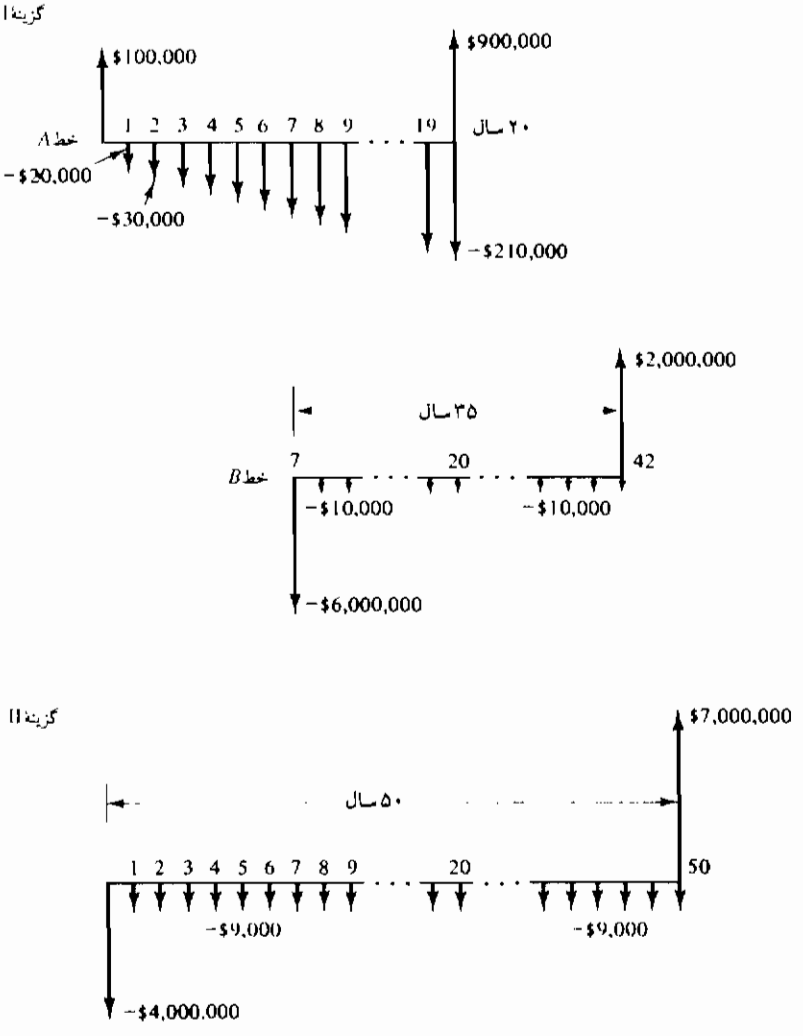
گزینهٔ دیگری که مورد بررسی است ، احداث یک خط یگانهٔ جدید (خط C) با ظرفیتی دو برابر ظرفیت خط موجود ، در حال حاضر است . چون برای خط C از یک مسیر جدید استفاده می شود ، می توان خط A را برچید و حق عبور آن را فروخت . اطلاعات زیر ، در مورد خطوط انتقال ، به دلار ثابت داده شده است . سال مبنا برای دلار ثابت ، زمان حال است .

خط A ، ۱۲ سال قبل با هزینهٔ ۲۰۰۰۰۰۰ دلار تکمیل شده است . عمر باقیماندهٔ آن ۲۰ سال برآورد می شود . هزینهٔ برچیدن آن ۵۰۰۰۰۰ دلار و درآمد حاصل

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از فروش حق عبور آن ، در پایان عمر آن ۱۴۰۰۰۰۰ دلار خواهد بود . اگر خط A ، در حال حاضر برچیده شود ، هزینهٔ برچیدن آن ۵۰۰۰۰۰ دلار و درآمد حاصل از فروش حق عبور آن ۴۰۰۰۰۰ دلار است . هزینه های نگهداری سالانه در پایان سال اول ، ۲۰۰۰۰ دلار خواهد بود و در هر یک از سالهای بعد ۱۰۰۰۰ دلار افزایش می یابد .

خط B ، ۷ سال بعد از زمان حال، با هزینهٔ ۶۰۰۰۰۰۰ دلار احداث خواهد شد .



شکل ۸-۹- جریانهای نقدی برای گزینه‌های I و II

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

عمر این خط ۳۵ سال برآورد می شود و در آن زمان دارای ارزش اسقاطی خالص ۲۰۰۰۰۰۰ دلار خواهد بود . هزینه های نگهداری ۱۰۰۰۰ دلار در سال خواهد بود .

خط C ، در حال حاضر با هزینهٔ ۴۰۰۰۰۰۰ دلار احداث خواهد شد ، که این هزینه شامل ساخت و حق عبور است . انتظار می رود این خط ۵۰ سال عمر داشته و ارزش اسقاطی خالص آن در آن زمان ۷۰۰۰۰۰۰ دلار باشد . هزینه های نگهداری ۹۰۰۰ دلار در سال خواهد بود .

جریان نقدی برای گزینهٔ I (نگهداشتن خط A و احداث خط B) و گزینهٔ II (برچیدن خط A و احداث خط C) در شکل (۸-۹) ارائه شده است . دراین مثال یک دورهٔ مطالعهٔ ۲۰ ساله انتخاب می شود ، و فرض می شود که اطلاعاتی در بارهٔ جایگزینهای آینده برای خطوط A ، B و C در دست نیست . به علاوه می دانیم که هر خط در صورت انتخاب شدن ، برای همهٔ عمر فیزیکیش نگهداشته خواهد شد . شرکت از یک نرخ MARR بدون تورم ۸٪ استفاده می کند . محاسبات به صورت زیر است :

گزینه I

$$AE(8)_A = \$100{,}000(\overset{A/P,8,20}{0.1019}) + \$900{,}000(\overset{A/F,8,20}{0.0219}) - [\$20{,}000 + \$10{,}000(\overset{A/G,8,20}{7.037})]$$
$$= \$ -60{,}470 \quad \text{در سال}$$

$$AE(8)_B = [-\$6{,}000{,}000(\overset{A/P,8,35}{0.0858}) + \$2{,}000{,}000(\overset{A/F,8,35}{0.0058}) - \$10{,}000](\overset{F/A,8,13}{21.495})(\overset{A/F,8,20}{0.0219}) = -\$241{,}584 \quad \text{در سال}$$

$$AE(8)_I \quad AE(8)_A + AE(8)_B = -\$60{,}470 - \$241{,}584 = -\$302{,}054 \quad \text{در سال}$$

گزینه II

$$AE(8)_C = -\$4{,}000{,}000(\overset{A/P,8,50}{0.0818}) + \$7{,}000{,}000(\overset{A/F,8,50}{0.0018}) - \$9{,}000$$
$$= -\$323{,}600 \quad \text{در سال}$$

$$AE(8)_{II} = -\$323{,}600 \quad \text{در سال}$$

توجه کنید که چون عمرهای خطوط B و C بیشتر از دورهٔ مطالعه است ، در مورد آنها از فرض ارزش اسقاطی که در بخش ۷-۸ بحث شد ، استفاده می شود . برای خط B تنها کسری از هزینهٔ همسنگ سالانهٔ آن که در دورهٔ مطالعه رخ می دهد ، به عنوان هزینهٔ خط B در تحلیل به کار می رود . در این مثال ، گزینهٔ I هزینهٔ $AE(i)$ را کمینه می کند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ - یک کارخانهٔ نوشابه سازی ، دستگاه بطری پرکنی خود را ۳ سال قبل به ۳۲۰۰۰۰ دلار خریده است . در زمان خرید ، عمر این دستگاه ۹ سال و ارزش اسقاطی آن صفر ، برآورد شده است . هزینهٔ نگهداری سالانه ۶۶۰۰۰ دلار می باشد . یک دستگاه بطری پرکنی جدید ، ۴۰۰۰۰۰ دلار قیمت دارد و هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ آن ۴۰۰۰۰ دلار است . عمر دستگاه جدید ۶ سال و ارزش اسقاطی آن صفر است . در تعویض دستگاه جدید با قدیم ، ارزش دستگاه قدیم ۹۵۰۰۰ دلار منظور می شود . نرخ بهره ۱۵٪ است .

الف ـ فهرست و دریافتها و پرداختها را برای ۶ سال آینده در صورتی که دستگاه قدیم تا پایان عمرش به کار گرفته شود ، و همچنین در صورت خرید دستگاه جدید ، تهیه کنید . ارزش فعلی دریافتها و پرداختها را مقایسه کنید .

ب ـ با استفاده از «دیدگاه خارجی» هزینهٔ $AE\,(i)$ را برای هر یک از دو گزینه محاسبه کنید .

پ ـ آیا باید دستگاه جدید خریده شود ؟ (جواب : نه)

۲ - ۲ سال قبل هنگام خرید یک کامپیوتر ، دو واحد دیسک حافظهٔ جانبی آن به ۱۷۵۰۰۰ دلار خریداری شده است . تکنولوژی جدید مجموعه ای از واحدهای حافظه را فراهم ساخته که زمان محاسبات سیستم کامپیوتر را ۱۸٪ کاهش می دهند . تولیدکنندهٔ واحدهای حافظه جدید ارزش معامله ای واحدهای قدیمی را ۳۰٪ ارزش اولیهٔ آن تعیین کرده است . هزینهٔ واحدهای حافظهٔ جدید ۳۸۰۰۰۰ دلار است . پیش بینی می شود که لازم باشد سیستم کامپیوتر فعلی ۴ سال بعد کلاً با یک سیستم کامپیوتری که به تازگی تولید شده است ، تعویض شود . در آن زمان ارزش اسقاطی واحدهای حافظهٔ قدیم و جدید به ترتیب ۳۰۰۰۰ و ۴۵۰۰۰ دلار خواهند بود . کامپیوتر ۸ ساعت در روز و ۲۱ روز در ماه کار می کند . اگر ارزش هر ساعت صرفه جویی در وقت کامپیوتر ۲۵۰ دلار و نرخ بهره ۱۵٪ با ترکیب ماهانه باشد ، آیا

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

باید واحدهای حافظهٔ موجود را تعویض کرد ؟ هزینه های نگهداری برای هر واحد قدیم و جدید یکسان فرض می شود . اگر زمان بهره برداری ، ۱۰ ساعت در روز باشد ، آیا تغییری در تصمیم ایجاد خواهد شد ؟

۳- شهرداری یک شهر ۵ سال قبل پمپی را برای پالایش فاضل آب شهر به ۶۰۰۰ دلار خریده است . هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ این پمپ ۳۲۰۰ دلار است و انتظار می رود که تا ۶ سال بعد کار آن رضایت بخش باشد . در آن زمان ارزش اسقاطی این پمپ ناچیز خواهد بود . برای شهرداری فرصت دیگری برای خرید یک پمپ جدید به ۸۵۰۰ دلار پیش آمده است . عمر پمپ جدید ۶ سال و ارزش اسقاطی آن در پایان این مدت ناچیز است . هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ این پمپ ۱۴۰۰ دلار می باشد . اگر پمپ جدید خریده شود ، پمپ قدیمی به ۱۶۰۰ دلار فروخته خواهد شد . نرخ بهره ۱۲٪ است . بدون اطلاع از جایگزینهای آینده ، و در یک دورهٔ بررسی ۶ ساله ، کدام پمپ را باید انتخاب کرد ؟

(جواب : دلار ۳۵۸۹ = $AE(12)_D$ و دلار ۳۴۶۷ = $AE(12)_C$) .

۴- چهار سال قبل یک واگن باری به ۱۴۰۰۰ دلار خریداری شده است . از آن جا که هزینهٔ بهره برداری این واگن در سال جاری ۰٫۳۵ دلار در هر مایل بوده و انتظار می رود از این پس هر سال ۶٪ افزایش یابد ، دارندهٔ آن تصمیم به خرید واگن جدیدی گرفته است . واگن جدید را می توان به ۱۸۰۰۰ دلار خرید و فروشندهٔ آن واگن قدیمی را به ارزش معامله ۴۰۰۰ دلار خواهد پذیرفت . هزینهٔ بهره برداری واگن جدید در سال جاری ۰٫۳۳ دلار در هر مایل است ، و هرسال ۵٪ افزایش می یابد . ارزش اسقاطی واگن قدیمی پس از ۵سال دیگر ، صفر خواهد بود ، در حالی که ارزش اسقاطی واگن جدید در آن مدت ۵۰۰۰ دلار می باشد . MARR برابر با ۱۸٪ است .

الف ـ اگر از هر واگن ۳۰۰۰۰ مایل در سال استفاده شود ، کم هزینه ترین گزینه را برای یک دورهٔ بررسی ۵ ساله پیدا کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ اگر هزینه های مسأله برحسب دلارهای ثابت ، (افزایش هزینه های بهره برداری ناشی از تورم نمی باشند) و نرخ تورم ۱۰٪ در سال باشد ، کدام گزینه باید انتخاب شود ؟

(جواب : $PW(۱۸) = ۵۶۰۲۹$ واگن جدید و $PW(۱۸) = ۴۹۹۴۱$ واگن قدیمی) .

۵- دستگاهی ۳ سال قبل به ۱۳۰۰۰ دلار خریده شده است . ارزش فعلی آن ۶۵۰۰ دلار و هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ آن ۱۲۵۰ دلار است و از این پس هر سال ۱۰٪ افزایش می یابد . یک دستگاه دست دوم که ۲۸۰۰ دلار قیمت دارد موجود است ، اما هزینهٔ بهره برداری آن ۲۴۰۰ دلار در سال می باشد . عمر مفید هر دو دستگاه تا ۶ سال دیگر پیش بینی می شود و ارزش اسقاطی دستگاه فعلی ۱۶۰۰ دلار و از آن دستگاه دست دوم صفر خواهد بود .

الف ـ اگر نرخ بهره ۱۲٪ باشد ، بهترین گزینه را پیدا کنید .

ب ـ اگر مقادیر داده شده به دلار عملی و نرخ تورم ۸٪ ، و نرخ بهرهٔ بدون تورم ۱۰٪ باشد ، بهترین گزینه را انتخاب کنید .

۶- شرکتی دو گزینه را در رابطه با دستگاه موجودی که ارزش اسقاطی خالص آن در حال حاضر ۱۰۰۰۰ دلار برآورد می شود در دست بررسی دارد . گزینهٔ اول نگه داشتن دستگاه به مدت ۴ سال دیگری که از عمر مفید آن باقیمانده است و بلافاصله تکمیل آن با دستگاه جدیدی که هزینهٔ اولیه ، عمر ، ارزش اسقاطی ، و هزینهٔ بهره برداری آن به ترتیب ۷۰۰۰ دلار ، ۶سال ، ۳۰۰۰ دلار ، و ۱۵۰۰ دلار در سال است ، می باشد . دستگاه قدیمی در پایان عمرش دارای ۲۰۰۰ دلار هزینهٔ بهره برداری سالانه ، و ۴۰۰۰ دلار ارزش اسقاطی است . گزینهٔ دوم نداشتن دستگاه است . در این حال کارهای لازم را باید با هزینهٔ ۷۰۰۰ دلار در سال به پیمانکار سپرد . با استفاده از یک دورهٔ بررسی ۴ ساله و MARR برابر با ۱۲٪ ، کدام گزینه باید انتخاب شود ؟ (جواب : فروش دستگاه موجود) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۷- تولیدکننده ای خرید یک دستگاه تراش خودکار را برای جایگزینی با یک یا دو دستگاه تراش کوچک در دست بررسی دارد . دستگاههای کوچک ۸ سال قبل به قیمت ۴۴۰۰ دلار خریده شده اند . دستگاه تراش خودکار را می توان به قیمت ۱۸۴۰۰ دلار خرید و دستگاه کوچک را به ۱۵۰۰ دلار فروخت . دیگر داده های مربوطه عبارتند از :

	دستگاههای کوچک	دستگاه خودکار
خروجی سالانه قطعهٔ A	۴۵۰۰۰ هر دستگاه	۹۰۰۰۰
استفادهٔ سالانه غیر از قطعهٔ A	۴۰۰ ساعت هر دستگاه	۰
تولید ، واحدهای قطعهٔ A در ساعت	۳۸ هر دستگاه	۸۸
نیروی انسانی (یک نفر هر دستگاه)	۱۴٫۲۰ هر ساعت	۱۲٫۴۰ هر ساعت
نگهداری سالانه	۱۳۵۰ دلار هر دستگاه	۲۱۰۰ دلار
هزینهٔ توان هر ساعت بهره برداری	۰٫۲۵ دلار	۰٫۴۰ دلار
مالیات و بیمه ، ۲٪ از	ارزش جاری	ارزش اولیه
هزینهٔ جا در سال	۳۵۰ دلار هر دستگاه	۵۷۰ دلار
ارزش اسقاطی آینده	۴۰۰ دلار هر دستگاه	۱۲۰۰ دلار

دستگاههای کوچک در شرایط مکانیکی خوبی هستند و انتظار می رود تا ۸ سال دیگر کار کنند . ارزش اسقاطی آنها احتمالاً هرگز کمتر از ۴۰۰ دلار نخواهد شد . اگر یکی از دستگاههای کوچک با دستگاه خودکار تعویض شود ، دستگاه خودکار کلاً ۹۰۰۰۰ واحد قطعه A را تولید می کند و از دستگاه کوچک باقیمانده ۸۰۰ ساعت در سال استفاده خواهد شد . اگر نرخ بهره ۱۶٪ باشد ، چند سال لازم است تا دستگاه خودکار هزینهٔ خود را جبران کند ؟ فرض کنید تعویض هر گزینه در آینده ، با گزینهٔ یکسان با آن انجام می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۸- دستگاهی ۶ سال قبل به ۱۲۰۰۰ دلار خریده شده است . ارزش بازاری فعلی آن ۵۰۰۰ دلار و هزینهٔ بهره برداری سالانه اش ۱۰۰۰ دلار است . یک دستگاه دست دوم به ارزش ۲۰۰۰ دلار موجود است ، که هزینهٔ بهره برداری آن ۱۶۰۰ دلار در سال می باشد . پیش بینی می شود که این دستگاهها ۶ سال دیگر کار کنند و ارزش اسقاطی دستگاه فعلی و دست دوم به ترتیب ۱۰۰۰ دلار و صفر باشد .

الف ـ با استفاده از روش نرخ برگشت و MARR ۱۵٪ ، بهترین گزینه را برای دورهٔ بررسی ۶ ساله انتخاب کنید .

ب ـ اگر هزینه ها به دلار ثابت ، و نرخ تورم سالانه ۸٪ باشد ، کدام دستگاه باید انتخاب شود ؟

۹- یک واحد فرآیند شیمیایی آب مورد نیاز خود را از چاهی که با یک پمپ ۶ اینچ مجهز شده است تأمین می کند . در حال حاضر پمپ در شرایط خوبی قرار دارد . این پمپ ۳ سال قبل به ۳۰۰۰ دلار خریده شده و عمر مورد انتظار آن ۱۰ سال بوده است . به دلیل بهبود تکنولوژی ارزش فعلی پمپهایی از این نوع تنها ۱۲۰۰ دلار است . ارزش معامله ای پمپ در ۷ سال بعد ۴۰۰ دلار برآورد می شود . پمپ پیشرفته تری از این نوع را می توان در حال حاضر به ۵۸۰۰ دلار خرید و عمر آن ۱۰ سال و ارزش معامله ای آن در پایان عمر ۳۰۰دلار خواهد بود .

پمپ مورد استفاده باید ۲۲۵ فوت مکعب در دقیقه را تا ارتفاع ۲۰۰ فوت بفرستد . بازده پمپ قدیمی برای این منظور ۷۵٪ و بازده پمپ جدید در همان مقدار تقاضا ۸۱٪ است . هزینهٔ توان لازم ۰٫۰۸۴ دلار بر اسب بخار ـ ساعت است ، و هر پمپ باید ۲۴۰۰ ساعت در سال کار کند . آیا بر اساس یک دورهٔ بررسی ۷ ساله و بدون اطلاع از جایگزینهای آینده ، خرید یک پمپ جدید موجه می باشد ؟ نرخ بهره ۱۵٪ است ، و ،

$$\text{اسب بخار} = h \times F \times ۶۲٫۴ : ۵۵۰$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

که h ارتفاع به فوت و F دبی به فوت مکعب درثانیه است .

(جـــواب : دلار ۲۳۱۲۷ = AE (۱۵) پمپ قـــدیم ؛ دلار ۲۲۳۲۲ = AE (۱۵) پمپ جدید) .

۱۰ – چهار سال قبل یک دستگاه سنگ شکن با هزینهٔ ۸۶۰۰۰ دلار در معدنی نصب شده است . هزینه هـای بهـره برداری این دستگـاه جـدای از هزینه های بهـره و اسـتـهـلاك ۳۵۴۰ دلار در سال می باشد . عـمر مفـید دستگاه ۱۰ سال اسـت و در حال حـاضر سـالم می باشـد . قـرار است مـقـدار سنگی کـه بـاید شکسـتـه شـود دو برابر شـود و تا ۲۰ سـال آینده این مـقـدار ثابت بـاقی بماند . برای تأمین این نیـاز ، می تـوان با هزینهٔ ۱۰۰۰۰۰ دلار دستگاهـی با ظرفیت و هزینـهٔ بهـره برداری سـالانه ای بـرابر با واحـد فـعلی نصب کـرد . از طرفی دستگاهی با دو برابر ظـرفیت فـعلی را می توان با هزینهٔ ۱۵۵۰۰۰ دلار ، عمر ۱۰ سال ، و هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ ۶۱۲۰ دلار خریداری کرد . ارزش دستگاه فعلی ، در حال حاضر ۳۲۰۰۰ دلار است . همهٔ دستگاههای مـورد بررسی در پایان عـمـر ، دارای ارزش اسـقـاطی برابر با ۱۲٪ هزینهٔ اولیـهٔ خـود هستنـد . نرخ بهره ۱۵٪ است . دو گـزینهٔ ممکن را بر اساس هـزینهٔ همسنگ سـالانه برای یک دورهٔ بررسی ۶ سـاله و با توجـه به ارزش اسـقـاطی ضـمنی باقـیـمـانده برای هردستگاه در پایان این دوره ، مقایسه کنید .

۱۱ – دو سال قبل یک پمپ گریز از مرکز کـه توسط یک موتور الکتریکی القایی چرخانده می شود ، برای تأمین دبی ۲۰۰۰ گالن آب در دقیقه کـه مورد نیاز یک فـرآیند ضمنی است خـریده شـده است . هزینهٔ این پمپ ۳۳۰۰ دلار و ارزش اسقـاطی آن پس از ۶ سال کار ۶۰۰دلار می باشد . توان الکتریکی مصرفی این پمپ ۴۷ کیلووات است و در ۳۰۰ روز از سال هر روز ۱۲ ساعت کـار می کرده است . فـرآیندی که بـه آب نیاز دارد تغـییـر کـرده و درآینده تنهـا ۸۰۰ گـالن در دقـیـقـه به مـدت ۳ ساعت در روز و ۳۰۰روز از سال مـورد نیاز خواهد بود . در این جـریان کاهش یافتـه ، پمپ و موتور هر دو نسبتاً بازده کمی دارند و توان مصرفی ۳۶ کیلووات می باشد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک پمپ جدید مطابق با ظرفیت مورد نیاز آینده ۲۳۵۰ دلار قیمت دارد . عمر این پمپ ۸سال و ارزش اسقاطی آن در پایان این مدت ۴۰۰ دلار خواهد بود . توان مصرفی این پمپ ۱۹ کیلووات است . پمپ فعلی را در حال حاضر می توان به ۱۰۰۰ دلار فروخت . انتظار می رود که عمرهای مفید و ارزشهای اسقاطی برآورد شده تغییر نکنند . بیمه ، مالیات ، و هزینه های نگهداری برای هر دو دستگاه ۶٪ هزینهٔ اولیهٔ آنها برآورد می شود . هزینهٔ توان الکتریکی۰٫۰۵۲ دلار هرکیلووات ساعت است و MARR برابر با ۱۰٪ می باشد .

الف ـ آیا باید واحد قدیمی را نگه داشت و یا بایستی واحد جدید را خرید ؟ دورهٔ بررسی را ۴ سال در نظر بگیرید ؟

(جواب : $AE\ (10) = 1436$ واحد جدید و $AE\ (10) = 2069$ واحد قدیمی)

ب ـ برای ۳۰۰ روز کار در سال و در صورت نیاز به ۸۰۰ گالن آب در دقیقه به ازای چندساعت کار در روز هزینهٔ $AE\ (i)$ آیندهٔ دو پمپ یکسان خواهد بود ؟

۱۲- پنج سال قبل در یک واحد تولیدی سیستم تسمه نقاله‌ای با هزینهٔ ۲۷۰۰۰ دلار نصب شده است . در زمان خرید این سیستم که هنوز در شرایط مناسبی بسر می برد ، عمر مفید آن ۲۰ سال برآورد شده است . هزینه های بهره برداری ۱۳۵۰ دلار در سال می باشد . تعداد قطعاتی که باید توسط این سیستم نقاله حمل شوند دو برابر شده است ، و در باقیماندهٔ عمر سیستم به همین تعداد خواهد بود . یک سیستم مشابه را می توان به ۲۲۰۰۰ دلار ، و یک سیستم با ظرفیت دو برابر و عمر ۲۰ سال را می توان به ۳۱۰۰۰ دلار خرید . هزینهٔ بهره برداری سالانه ۲۵۰۰ دلار است . سیستم فعلی در حال حاضر ۶۵۰۰ دلار فروش می رود . ارزش اسقاطی هریک از این سه سیستم ۱۰٪ هزینهٔ اولیهٔ شان است . برای قسمهای (الف) و (ب) زیر دو گزینه را بر مبنای $AE\ (i)$ و برای یک دورهٔ بررسی ۱۵ ساله و با توجه به ارزش اسقاطی ضمنی هر سیستم در پایان این دوره مقایسه کنید .

الف ـ نرخ بهره ۱۵٪ است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ فرض کنید که مقادیر داده شده در مسأله به دلار ثابت ، و نرخ تورم ۶٪ و نرخ بهرهٔ بازار ۱۵٫۵۴٪ است .

۱۳- یک مهندس تعویض پمپی را که ۱۰ سال کار کرده است مورد بررسی قرار داده است . از این پمپ برای تأمین ۱۴۰۰۰ گالن در دقیقه از مایعی با چگالی ۱٫۳۵ در ۱۲ فوت ارتفاع دینامیکی کل ، استفاده می شود .

پمپ موجود در حال حاضر ۵۰۰۰ دلار می ارزد ، و با بازده ۷۰٪ کار می کند . اگر این پمپ ۲ سال بعد کنار گذاشته شود ، در آن زمان می توان آن را به ۲۰۰۰ دلار فروخت و به جای آن پمپ جدیدی را با هزینهٔ ۲۰۰۰۰ دلار خریداری و نصب کرد . بازده این پمپ جدید که در پایان سال ۲ نصب خواهد شد ۸۵٪ است . عمر آن ۱۰ سال ، و ارزش اسقاطیش در پایان عمر ۵۰۰۰ دلار خواهد بود .

گزینهٔ دیگری که در دست بررسی است ، تعویض پمپ قدیمی در حال حاضر با یکی از پمپهای با مشخصه های زیر است :

	پمپ B	پمپ C
هزینهٔ اولیه	$15,000	$24,000
هزینهٔ نصب	$1,500	$1,500
عمر مفید	15 سال	14 سال
ارزش اسقاطی	$4,500	$4,000
بازده	80%	88%

هزینه های نگهداری برای همهٔ گزینه ها یکسان فرض می شود ، و توان الکتریکی ۰٫۰۸ دلار هر کیلووات ساعت است . مدت بهره برداری ۲۴ ساعت در روز و ۳۰۰ روز در سال می باشد .

اگر MARR برابر با ۱۵٪ باشد ، کدام گزینه باید انتخاب شود ؟ توجه : تعداد ساعت × چگالی × گالن در دقیقه × ارتفاع به فوت = انرژی مصرفی به کیلووات ساعت] [(راندمان × ۳۹۶۰) : ۰٫۷۴۶ ×

۱۴- یک واحد هیدروالکتریکی که با جریان پیوستهٔ ۱۲ فوت مکعب آب در ثانیه با ارتفاع مطلق ۸۶۰ فوت کار می کند ، ۴ سال قبل ساخته شده است . هزینه های

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

لوله ، نصب ، و حق عبور خط لولهٔ سیستم ۱۰۲۰۰۰ دلار ، و اتلاف ارتفاع ناشی از اصطکاك آن ۸۵ فوت است . امتیازات آبی اضافی به دست آمده جریان ۲۴ فوت مکعب آب را در ثانیه فراهم می سازد . برای استفاده از کل جریان طرحهای زیر در دست بررسی است : طرح A : استفاده از خط لولهٔ فعلی . این طرح مخارج اضافی در بر ندارد ، اما به خاطر افزایش سرعت آب کلاً به یک اتلاف ۳۰۰ فوت ارتفاع ناشی از اصطکاك می انجامد . طرح B : افزودن یک خط لولهٔ ۱۸ اینچی دیگر با هزینهٔ ۷۸۰۰۰ دلار . اتلاف ارتفاع مربوط به این خط لوله ۸۵ فوت خواهد بود . طرح C : نصب یک خط لولهٔ ۲۶ اینچی با هزینهٔ ۱۰۱۰۰۰ دلار و برچیدن خط لولهٔ جدید ، که از فروش آن ۸۸۰۰ دلار آزاد خواهد شد . اتلاف ارتفاع ناشی از اصطکاك در خط لولهٔ ۲۶ اینچی ۶۷ فوت خواهد بود .

ارزش انرژی آب تحویلی به توربین ۸۴ دلار بر اسب بخار ـ سال ارزیابی می شود که ۵۵۰ : ۶۲٫۴ × F × h = اسب بخار . در این رابطه h ارتفاع به فوت و F دبی به فوت مکعب در ثانیه است . بیمه و مالیات ۳٪ هزینهٔ اولیه اند . هزینه های بهره برداری و نگهداری برای هر سه واحد یکسانند . نرخ بهره ۱۲٪ است . اگر عمر هزینهٔ خط لوله ها از جمله خط لولهٔ فعلی ۳۵ سال و بدون ارزش اسقاطی باشند ، هزینه های $AE\ (i)$ قابل مقایسهٔ این سه گزینه را به دست آورید .

۱۵- شرکتی تصمیم به تعویض ژنراتوری را دارد که نیاز فعلی شرکت را برآورده نمی سازد . این ژنراتور را می تواند در حال حاضر به ۳۰۰۰ دلار بفروشد . سه ژنراتور برای جایگزینی با آن مورد بررسی قرار دارند که مشخصه های آنها به صورت زیر است :

	گزینه ها		
	HD	*WE*	*GE*
هزینهٔ اولیه	$20,000	$17,000	$19,000
عمر (سال)	5	7	6
ارزش اسقاطی	$4,000	$2,000	$2,900
هزینهٔ بهره برداری در ساعت (ساعت / دلار)	$500	$700	$590

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هنگامی که از ژنراتورها به صورت اضطراری استفاده شود ، کار آنها بطور متوسط ۱۵ ساعت در سال خواهد بود ، و هزینهٔ کاهش تولید در صورت عدم استفاده از ژنراتور اضطراری ۲۰۰۰ دلار در ساعت می باشد . MARR برابر با ۱۲٪ است . کدام ژنراتور (در صورت لزوم) باید انتخاب شود ؟ (جواب : HD)

۱۶ - ۸ سال قبل در یک مجتمع آپارتمانی یک مشعل حرارتی با هزینهٔ ۲۰۰۰۰ دلار جهت تأمین گرمای لازم نصب شده است . به علت گسترش مجتمع مشعل موجود تنها ۵۰٪ از نیاز گرمایی پیش بینی شده را تأمین می کند . ارزش اسقاطی این مشعل در حال حاضر ۹۰۰۰ دلار است و پیش بینی می شود که تا ۸ سال دیگر با هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ ۷۰۰۰ دلار کار کند و در آن زمان ارزش اسقاطی آن صفر خواهد بود .

اگر مشعل قدیمی کنار گذاشته شود ، بایستی مشعل جدیدی با همان ظرفیت و به قیمت ۱۸۰۰۰ دلار خریده شود . عمر مفید ، ارزش اسقاطی نهایی ، و هزینه های بهره برداری این مشعل به ترتیب ۱۰ سال ، ۳۰۰۰ دلار و ۶۰۰۰ دلار هستند .

امکان دیگر خرید مشعلی با دو برابر ظرفیت مشعل فعلی است . هزینهٔ اولیهٔ این مشعل ۳۲۰۰۰ دلار ، عمر مفید آن ۱۲ سال ، ارزش اسقاطی آن در پایان عمر ۴۰۰۰ دلار و هزینه های بهره برداری سالانهٔ آن ۱۱۰۰۰ دلار می باشد .

الف ـ همهٔ گزینه هایی را که می توان با اطلاعات موجود در صورت مسأله ارزیابی کرد ، تعریف کنید .

ب ـ اگر MARR برابر با ۱۵٪ باشد ، با استفاده از یک دورهٔ بررسی ۱۰ ساله ، کدام گزینه را باید انتخاب کرد ؟

(جواب : دلار ۱۷۴۴۶ = $AE\ (۱۵)_{A1}$ ، دلار ۱۶۸۷۹ = $AE\ (۱۵)_{A2}$ ، دلار ۱۶۷۶۶ = $AE\ (۱۵)_{A3}$)

۱۷ - دانشگاهی تصمیم به افزایش قابلیتهای محاسباتی خود دارد . کامپیوتر فعلی این دانشگاه ۲ سال قبل با هزینهٔ ۵۰۰۰۰۰ دلار خریده شده است . هزینه های

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بهره برداری این کامپیوتر در زمان خرید ۸۰۰۰۰ دلار در سال پیش بینی شده است ، و قرار بوده است که پس از ۶ سال استفاده از آن به علت عدم کفایت ، به ۹۰۰۰۰ دلار فروخته شود . ارزش اسقاطی این کامپیوتر در حال حاضر ۱۸۰۰۰۰ دلار است ، و پیش بینی می شود که اگر ۴ سال بعد کنار گذاشته شود ، ارزش اسقاطی آن در آن زمان ۴۰۰۰۰ دلار خواهد بود . هزینه های بهره برداری این دستگاه در حال حاضر ۸۰۰۰۰ دلار در سال است و هر سال ۳٪ افزایش می یابد و از هم اکنون باید با یک کامپیوتر متوسط تکمیل گردد که هزینه های اولیه ، عمر ، ارزش اسقاطی و هزینهٔ بهره برداری سالانه آن به ترتیب ۱۰۰۰۰۰ دلار ، ۵ سال ، ۳۰۰۰۰دلار و ۱۹۰۰۰ دلار می باشند .

یک کامپیوتر بزرگتر جدید با ظرفیت مطلوب را می توان به ۴۲۰۰۰۰ دلار خرید . عمر مفید این کامپیوتر ۵ سال ، ارزش اسقاطی نهایی آن ۱۲۰۰۰۰ دلار ، و هزینه های بهره برداری سالانه اش ۵۰۰۰۰ دلار می باشد .

به عنوان گزینه ای دیگر ، امکان اجارهٔ کامپیوتری با ظرفیت کافی به مدت ۴ سال وجود دارد . این کار به پرداخت اولیهٔ ۱۰۰۰۰ دلار ، و اجارهٔ سالانه ۱۴۰۰۰۰ دلار قابل پرداخت در شروع هر سال نیاز دارد .

اگر MARR برابر با ۱۲٪ باشد ، بهترین گزینه را برای یک دورهٔ بررسی ۴ ساله تعیین کنید .

۱۸- یک شرکت ساختمانی در حال تصمیم گیری در مورد بولدوزری است که چهار سال قبل خریداری کرده است . به علت استفادهٔ زیاد و عدم نگهداری مناسب ، به نظر می رسد که بولدوزر در ۸ سال باقیماندهٔ عمر خود ، تنها ۴۰٪ خاکبرداریهای مورد نیاز شرکت را انجام دهد و ارزش اسقاطی آن در پایان عمرش ۳۰۰۰ دلار خواهد بود . هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ این بولدوزر (شامل تعمیرات) ۱۴۰۰۰ دلار است . اگر این بولدوزر قدیمی نگه داشته شود باید کار آن را با یک بولدوزر کوچکی با هزینهٔ اولیه ، عمر ، ارزش اسقاطی ، و هزینهٔ بهره برداری سالانه به ترتیب برابر با

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰۰۰۰ دلار ، ۱۰ سال ، ۵۰۰۰ دلار ، و ۲۵۰۰ دلار ، تکمیل کرد .

از طرفی امکان تعمیر کلی بولدوزر موجود با هزینهٔ ۱۶۰۰۰ دلار وجود دارد . با این تعمیر کلی ، بولدوزر موجود قادر به انجام کل خاکبرداریهای مورد نیاز خواهد بود . دراین صورت ، هزینه های بهره برداری سالانه ۱۲۰۰۰ دلار خواهد بود و عمر باقیماندهٔ آن به ۱۰ سال افزایش خواهدیافت . ارزش اسقاطی درپایان این مدت ۷۰۰۰ دلار برآوردمی شود .

گزینهٔ دیگر ، خرید یک بولدوزر جدید با هزینهٔ ۴۵۰۰۰ دلار است . در این حال بولدوزر موجود به ۱۵۰۰۰ دلار فروخته خواهد شد . عمر بولدوزر جدید ۱۰ سال ، ارزش اسقاطی نهایی آن ۶۰۰۰ دلار ، و هزینهٔ بهره برداریش ۱۰۵۰۰ دلار در سال خواهد بود . اگر MARR برابر با ۱۵٪ باشد ، اقتصادی ترین گزینه کدام خواهد بود ؟

۱۹- هزینهٔ نگهداری یک دستگاه خاص در سال اول صفر است و از آن پس هر سال ۲۰۰ دلار افزایش می یابد . قیمت این دستگاه ۲۰۰۰ دلار است و در هر زمان بدون ارزش اسقاطی است . هزینهٔ بهره برداری سالانه ۱۰۰۰ دلار می باشد . اگر نرخ بهره ۱۰٪ باشد ، به ازای چه عمری هزینهٔ سالانهٔ همسنگ کمترین مقدار را خواهد داشت ؟ مسأله را با آزمون و خطا حل کنید و هزینه های سالانه را به شکل جدولی نشان دهید .

۲۰- یک دستگاه فرز با هزینهٔ اولیه ۱۰۰۰۰ دلار نصب شده است . هزینهٔ نگهداری آن ۵۵۰۰ دلار در سال اول است و از آن پس هر سال ۶٪ افزایش می یابد . اگر نرخ بهره ۱۲٪ و ارزش اسقاطی در هر زمان ۱۲۰۰۰ دلار باشد ، به ازای چه عمر مفیدی هزینهٔ $AE\ (i)$ کمترین مقدار را خواهد داشت ؟ (جواب : ۷ سال)

۲۱- یک دستگاه به قیمت ۲۰۰۰۰ دلار خریداری شده است . جدول زیر هزینه های بهره برداری ، و نگهداری سالانه ، و ارزش اسقاطی در هر سال از عمر دستگاه را نشان می دهد . اگر نرخ بهره ۱۰٪ باشد ، عمر اقتصادی دستگاه چقدر است ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سالهای عمر	هزینهٔ بهره برداری سالانه	هزینهٔ نگهداری سالانه	ارزش اسقاطی در پایان سال
1	$ 2,000	$ 200	$10,000
2	3,000	300	9,000
3	4,000	400	8,000
4	5,000	500	7,000
5	6,000	600	6,000
6	7,000	700	5,000
7	8,000	800	4,000
8	9,000	900	3,000
9	10,000	1,000	2,000
10	11,000	1,100	1,000

۲۲- هزینهٔ بهره برداری کامیونی پس از ده سال کار کردن ، در سال گذشته ۳۲۰۰ دلار بوده است ، و انتظار می رود که در صورت نبودن تورم ، این هزینه ۴٪ در سال افزایش یابد . در حال حاضر می توان این کامیون را به ۳۰۰ دلار به اوراقی فروخت . پیش بینی می شود که اگر تورم وجود نداشته باشد ، در هر زمانی در آینده که کامیون فروخته شود ، بتوان مبلغ ۳۰۰ دلار از فروش آن به دست آورد . عمر اقتصادی کامیون را در صورتی که نرخ تورم ۹٪ در سال و نرخ بهرهٔ بازار ۱۲٪ در سال باشد به دست آورید .

۲۳- تعویض یک کابل بزرگ تلفن در دست بررسی است . اگر این کابل به اوراقی فروخته شود ، بر اساس قیمت فعلی مس مبلغی که از فروش آن دریافت خواهد شد ۲۰۰۰۰۰ دلار بیشتر از هزینهٔ برچیدن آن است . لیکن ، پیش بینی می شود که در آینده به خاطر افزایش قیمت مس ، و هزینه های برچیدن کابل ، دریافت خالص حاصل از فروش آن در مبلغ ۱۳۰۰۰۰ دلار ثابت باقی خواهند ماند . اگر هزینه های نگهداری در باقیماندهٔ عمر این کابل ثابت باقی بمانند عمر اقتصادی آن چقدر است ؟

۲۴- ارزش معامله ای یک دستگاه موجود ۵۱۰۰۰ دلار است و در هر زمان در آینده ارزش اسقاطی آن صفر خواهد بود . عمر مفید دستگاههای مشابه با این دستگاه ۵ سال بوده است . هزینه بهره برداری سال جاری ۱۱۱۸۱ دلار است و پیش بینی می شود که هر سال با نرخ تورم ۸٪ افزایش یابد . برای نرخ تورم سالانه ۸٪ ، هزینهٔ بهره برداری سال چهارم $(۰٫۰۸ + ۱)^۳ \times ۱۱۱۸۱$ خواهد بود . اگر نرخ برگشت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سرمایه گذاری ۱۳٪ در سال باشد ، به ازای چند سال عمر کل هزینه های $AE(i)$ به دلار ثابت ، کمترین مقدار خواهد بود ؟

۲۵- شرکتی تعویض یکی از دستگاههای خود را در دست بررسی دارد . نصب دستگاه جدید پیشرفته تر ۳۰۰۰۰ دلار هزینه دارد و عمر اقتصادی آن ۱۲ سال و ارزش اسقاطی طی آن ۲۰۰۰ دلار می باشد . هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانه بطور متوسط ۱۰۰۰ دلار در سال می باشد . چهار سال قبل هزینهٔ اولیهٔ دستگاه فعلی ۲۰۰۰۰ دلار بوده است و در هنگام خرید عمر مفید آن ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن ۵۰۰۰ دلار برآورد شده است . در حال حاضر یک پیشنهاد خرید ۷۰۰۰ دلاری برای دستگاه دریافت شده است . هزینه های ۳ سال آیندهٔ این دستگاه به صورت زیر برآورد شده است :

سال	ارزش اسقاطی در پایان سال	ارزش دفتری در پایان سال	هزینه های نگهداری و بهره برداری طی سال
1	$4,000	$4,500	$3,000
2	3,000	3,000	3,400
3	2,000	1,500	6,000

با استفاده از نرخ بهرهٔ ۱۵٪ ، یک مقایسهٔ $AE(i)$ برای تعیین اقتصادی بودن یا نبودن تعویض انجام دهید . فرض کنید از جایگزینهای دیگر اطلاعی در دست نیست . دورهٔ بررسی مورد استفاده را تعیین کنید . (جواب : نگه داشتن دستگاه موجود ، دورهٔ بررسی ۲ سال)

۲۶- یک بیمارستان خصوصی تعویض یکی از دستگاههای خود را در دست بررسی دارد . چهار سال قبل ارزش این دستگاه ۳۸۵۰۰ دلار بوده است . اگر این دستگاه یک سال دیگر نگه داشته شود ، هزینه های بهره برداری و نگهداری آن ۲۷۰۰ دلار برآورد می شود . هزینه های بهره برداری و نگهداری در سالهای دوم و سوم به ترتیب ۲۸۰۰۰ و ۳۲۰۰۰ دلار است . دستگاه جدید ، در صورتی که در حال حاضر خریده شود ۴۶۰۰۰ دلار هزینه خواهد داشت و مخارج بهره برداری سالانهٔ آن

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۱۰۰۰ دلار خواهد بود . عمر اقتصادی این دستگاه ۶ سال و ارزش اسقاطی آن در آن زمان ۱۱۰۰۰ دلار خواهد بود . شرکت فروشندهٔ این دستگاه ارزش معامله ای دستگاه قدیمی را ۱۰۰۰۰ دلار تعیین کرده است . اگر بیمارستان خرید دستگاه جدید را به مدت ۱ ، ۲ یا ۳ سال به تأخیر اندازد ، ارزش معامله ای دستگاه موجود به ترتیب به ۸۰۰۰ ، ۶۰۰۰ و ۳۰۰۰ دلار کاهش خواهد یافت . اگر نرخ بهره ۱۵٪ باشد ، اقتصادی ترین تصمیم کدام است ؟ با فرض عدم اطلاع از جایگزینهای دیگر ، از مقایسهٔ $AE(i)$ استفاده کنید .

۲۷- یک تولیدکنندهٔ قوطی و بسته بندی مواد غذایی تعویض برخی از تجهیزات تولید خود را در دست بررسی دارد . یک طرح جدید ، نصب تجهیزاتی برای تولید ظروفی که از دو قسمت لحیم کاری شده تشکیل می شوند است . این طرح نسبت به طرح معمولی که از لحیم کاری سه قسمت تشکیل می شود انرژی و مواد فلزی کمتری مصرف می کند . تجهیزات فعلی ۵سال قبل با هزینهٔ ۱۰۰۰۰۰ دلار نصب شده است و در حال حاضر می توان آنها را به ۳۵۰۰۰ دلار فروخت . از آن جا که مشتریها مصرف خود را به ظروف سبکتر و مواد ارزانتر تغییر می دهند ، تجهیزات فعلی به سرعت کارآیی خود را از دست می دهد و هرسال ۴۰۰۰ دلار از ارزش اسقاطی آن کاسته می شود . اگر این تجهیزات یک سال دیگر نگه داشته شوند ، هزینه نگهداریشان ۶۵۰۰۰ دلار خواهد بود . از آن پس در هر سال ۳۰۰۰ دلار به این هزینه افزوده می شود . نصب تجهیزات جدید ۱۳۰۰۰۰ دلار هزینه دارد . عمر اقتصادی آن ۸ سال و ارزش اسقاطی آنها ۱۰۰۰۰ دلار است . هزینه های بهره برداری سالانه ۴۹۰۰۰ دلار خواهد بود . اگر MARR بنگاه ۱۵٪ باشد ، مطلوبیت پیشنهاد نصب تجهیزات جدید را ارزیابی کنید . فرض کنید اطلاعی از جایگزینهای ممکن در آینده در دست نبوده ، و دورهٔ بررسی را تعیین کنید .

جواب : دلار ۷۴۲۵۰ = $AE(۱۵)$ تجهیزات قدیمی برای ۱ سال

دلار ۷۷۲۴۸ = $AE(۱۵)$ تجهیزات جدید برای ۸سال .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۲۸- دو سال قبل یک توزیع کنندهٔ نوشابه یک سیستم جابه جایی دستی برای انبار خود خریده است . هزینهٔ اولیهٔ این سیستم ۸۰۰۰۰ دلار بوده است . پیش بینی می شود که این سیستم ۷ سال پس از زمان خرید برای انبار وی ناکافی خواهد بود و بنابراین فروخته خواهد شد . به نظر می رسد که تجهیزات فعلی در آینده ارزش بازاری نداشته و هزینه های بهره برداری سالانهٔ سیستم موجود در طول زمان افزایش می یابد . برای ۵ سال عمر باقیمانده ، این هزینه ها به ترتیب ۲۰۰۰ ، ۱۰۰۰۰ ، ۱۸۰۰۰ ، ۲۶۰۰۰ و ۳۴۰۰۰ دلار می باشند . یک شرکت فروشنده ، قیمت تجهیزات جدید را ۷۰۰۰۰ دلار و ارزش معامله ای امروز تجهیزات قدیمی را ۴۰۰۰۰ دلار پیشنهاد کرده است . هزینهٔ بهره برداری تجهیزات جدید ۸۰۰۰ دلار در سال و عمر آن ۵ سال است . اگر ارزش اسقاطی این تجهیزات جدید در هر زمانی از آینده صفر باشد ، عمر اقتصادی آن را تعیین کنید . برای MARR = ٪۸ جدولی تهیه کنید که هزینه های $AE(i)$ را برای هر دو گزینه و برای هر ۵ سال عمر این سیستمها نشان دهد . با فرض عدم اطلاع از جایگزینهای آینده چه نتایجی به دست می آورید ؟

۲۹- یک شرکت حمل و نقل ذغال سنگ از معادن مجاور به کارخانهٔ فولاد ، تعویض یکی از کشتیهای بخاری خود را با یک کشتی دیزلی در دست بررسی دارد . کشتی بخاری ۱۵ سال قبل به مبلغ ۲۵۰۰۰۰ دلار خریداری شده است . اگر این کشتی در حال حاضر فروخته شود ، ارزش بازاری آن ۱۵۰۰۰ دلار است ، و در آینده تغییری در ارزش اسقاطی آن انتظار نمی رود . هزینه های بهره برداری و نگهداری این کشتی بخاری در سال آینده ۲۰۰۰۰۰ دلار است و از آن پس هر سال ۱۵۰۰۰ دلار افزایش می یابد . گزینهٔ دیگر خرید کشتی دیزلی به ۴۷۰۰۰۰ دلار است . علاوه بر این هزینه بایستی ۳۰۰۰۰ دلار وسایل یدکی هم برای این کشتی خرید . هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانه و ارزشهای اسقاطی به هزار دلار به صورت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیر برآورد می شوند :

	پایان سال														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
O&M	100	100	100	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
تعمیر کلی موتور						50						50			
ارزش اسقاطی															
	430	370	320	280	250	220	190	160	130	100	70	50	40	30	20

عمر مفید کشتی دیزلی ۱۵ سال برآورد می شود. مخارج تعمیر کلی موتور زیر عنوان حسابهای جاری شرکت منظور می شوند . فرض کنید هزینهٔ وسایل یدکی از وجوه سرمایهٔ درگیر و کاملاً قابل بازپرداخت باشند . اگر MARRبنگاه ۱۲٪ باشد چه تصمیمی باید گرفته شود ؟

۳۰- یک بنگاه بافندگی تعویض یک دستگاه بافندگی را که ۳ سال کار کرده است مورد بررسی قرار می دهد . ارزش بازاری فعلی این دستگاه ۸۰۰۰ دلار است . به علت تغییرات سریع مد ، دستگاه فعلی تنها تا ۵ سال دیگر قابل استفاده خواهد بود . هزینه های بهره برداری و ارزشهای اسقاطی دستگاه قدیم به صورت زیر می باشند :

	پایان سال				
	1	2	3	4	5
هزینهٔ بهره برداری	$1,000	$1,500	$2,000	$2,500	$3,000
ارزش اسقاطی	6,000	4,000	3,000	2,000	0

گزینهٔ دیگر ، خرید دستگاه پیشرفته تری به قیمت ۱۰۰۰۰ دلار و عمر مفید ۶ سال است . هزینه های مربوط به این دستگاه را می توان به صورت زیر خلاصه کرد :

	پایان سال					
	1	2	3	4	5	6
هزینه بهره برداری	$ 700	$ 900	$1,100	$1,300	$1,500	$3,000
ارزش اسقاطی	8,000	6,000	4,000	2,000	0	0

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فرض می شود که اطلاعی از جایگزینهای آینده در دست نیست . اگر نرخ بهره ۱۵٪ باشد ، کدام گزینه باید انتخاب شود و چه مدت باید دستگاه را نگه داشت ؟ دورهٔ بررسی مورد استفاده را بیان کنید . (جواب : خرید دستگاه جدید ؛ دورهٔ بررسی ۴ سال)

۳۱- یک شرکت تولیدی کوچک ، ساختمانی را برای ماشینکاری قطعات فلزی مورد استفاده در محصول نهایی اجاره کرده است . اولین قلم اجارهٔ سالانهٔ ۱۰۰۰۰۰ دلار به صورت پیش پرداخت در اول ژانویه پرداخت می شود . این قرارداد اجاره تا ۳۱ دسامبر ۱۹۹۴ معتبر است مگر این که با توافق طرفین زودتر خاتمه یابد . مالک ساختمان مایل است که قرارداد اجاره را در ۳۱ دسامبر ۱۹۹۰ پایان داده و بابت فسخ قرارداد به شرکت پیشنهاد ۴۰۰۰۰ دلار داده است . اگر شرکت موافقت نکند قرارداد اجاره با همان مبلغ تا زمان پایان آن در سال ۱۹۹۴ برقرار خواهد بود . برای شرکت امکان ساختن یک ساختمان مناسب با هزینهٔ کل ۷۰۰۰۰۰ دلار وجود دارد که تا یک سال بعد تکمیل می شود . در صورت تکمیل ساختمان در سال ۱۹۹۰ ، هزینه های مزبور به صورت قطعی برای شرکت وجود خواهند داشت .

اگر شرکت ماندن در ساختمان اجاره ای را انتخاب کند ، باید در سالهای ۱۹۹۱ ، ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ به ترتیب ۸۰۰۰۰ ، ۶۵۰۰۰ ، و ۷۰۰۰۰ دلار برای تجهیزات ساختمان هزینه کند ، بدون این که ارزش اسقاطی از آنها باقی بماند . برآورد می شود که مخارج بهره برداری از ساختمان جدید سالانه ۳۵۰۰ دلار کمتر از ساختمان اجاره ای با سطوح قابل مقایسه بهره وری باشد . مالیات ، بیمه ، و هزینه های نگهداری سالانهٔ این ساختمان جدید ۳٫۵٪ هزینهٔ اولیهٔ آن است . عمر این ساختمان ۲۵ سال و بدون ارزش اسقاطی در هر زمانی در آینده است . نرخ بهره ۶٪ می باشد . در اول ژانویه سال ۱۹۹۰ باید بر اساس ارزش فعلی که دو طرح در ۳۱ دسامبر ۱۹۹۰ دارند تصمیم گیری شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ ارزش فعلی دو طرح در ۳۱ دسامبر ۱۹۹۰ چقدر است ؟ فرض کنید دورهٔ بررسی ۲۵ سال است وساختمان رقیب فعلی جایگزین آینده خواهد بود .

ب ـ اگر ارزش اسقاطی ضمنی منظور نشود ، ارزش فعلی دو طرح در ۳۱ دسامبر ۱۹۹۰ چقدر است ؟

پ ـ شرکت ارزش زمان حال استفاده از ساختمان فعلی به مدت ۴ سال دیگر را ۹۰۰۰۰ دلار ارزیابی می کند . بر این اساس و با توجه به نتیجهٔ قسمت (الف) ، کدام طرح باید پذیرفته شود ؟

۳۲- دستگاه D دارای ارزش بازاری ۵۷۰۰ دلار در حال حاضر است . این مبلغ یک ، دو و سه سال بعد به ترتیب به ۱۷۱۰ ، ۱۱۰۰ ، و ۲۸۵ دلار کاهش می یابد . هزینه های نگهداری و بهره برداری آینده به صورت زیر برآورد می شوند :

	پایان سال				
	1	2	3	4	5
هزینه نگهداری و بهره برداری	$1,200	$1,400	$4,300	$3,200	$3,800

سه رقیب ممکن برای جایگزینی با دستگاه D وجود دارند که هزینه های بهره برداری و ارزشهای اسقاطی آنها به صورت زیر برآورد می شود :

پایان سال	هزینه های بهره برداری — رقیب شماره ۱	رقیب شماره ۲	رقیب شماره ۳	ارزش اسقاطی — رقیب شماره ۱	رقیب شماره ۲	رقیب شماره ۳
0	—	—	—	$8,100*	$8,600*	$9,500*
1	$ 900	$ 860	$ 855	7,700	7,500	8,200
2	900	860	900	7,500	6,400	6,900
3	900	920	945	7,300	5,300	5,600
4	980	970	990	6,900	4,200	4,300
5	1,180	1,030	1,035	6,500	3,100	3,000
6	1,700	1,380	1,080	5,700	2,000	1,700
7	—	—	1,125	—	—	400

* هزینه سرمایه گذاری اولیه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بر اساس مقایسهٔ هزینهٔ سالانه و با استفاده از نرخ بهرهٔ ۱۲٪ ، و با فرض این که کار همهٔ دستگاههای رقیب آینده با کار بهترین رقیب فعلی یکسان خواهد بود ،

الف ـ آیا باید دستگاه D را نگه داشت ؟

ب ـ فرض کنید تنها رقیب موجود دستگاههای نمادهٔ ۲ و ۳ باشند ، آیا باید دستگاه فعلی را عوض کرد ؟

۳۳- یک دارایی موجود سه سال قبل به ۳۰۰۰ دلار خریده شده است و انتظار می رود که تا چهار سال دیگر کار کند . در حال حاضر خریداری حاضر است ۱۸۰۰ دلار بابت آن بپردازد .

دو رقیب فعلی C۱ و C۲ به ترتیب ۲۵۰۰ و ۳۶۰۰ دلار می ارزند و هزینه های بهره برداری و ارزش بازاری آیندهٔ آنها به صورت زیر است :

	هزینه بهره برداری		ارزش بازاری	
	رقیب		رقیب	
پایان سال	C_1	C_2	C_1	C_2
1	$ 250	$ 255	$1,130	$0
2	400	255	620	0
3	900	400	200	0
4	1,500	800	0	0
5	1,600	1,200	0	0
6	—	1,600	—	0

هزینه های بهره برداری و ارزشهای اسقاطی دارایی موجود در زیر نشان داده شده است :

	پایان سال			
	1	2	3	4
هزینهٔ بهره برداری	$1,425	$ 250	$380	$800
ارزش اسقاطی	450	$1,050	710	200

اگر MARR بنگاه ۱۶٪ و جایگزین آینده ، بهترین رقیب فعلی فرض شود :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الف ـ حداقل هزینهٔ کل سالانهٔ همسنگ بهترین رقیب را به دست آورید .

ب ـ اقتصادی ترین گزینهٔ موجود فعلی با توجه به فرضهای بیان شده کدام است ؟

۳۴- شرکتی تعویض یک پایانهٔ انتقال داده های موجود را با دو پایانهٔ پیشرفته تر در دست بررسی دارد . هزینه های سرمایه گذاری ، ارزشهای اسقاطی ، و هزینه های بهره برداری و نگهداری مربوطه عبارتند از :

پایان سال	پایانه فعلی		*T1*		*T2*	
	هزینه های *O & M*	ارزش اسقاطی	هزینه های *O & M*	ارزش اسقاطی	هزینه های *O & M*	ارزش اسقاطی
0	—	$400	—	$4,200*	—	$5,600*
1	$2,390	0	$ 900	1,200	$1,700	2,100
2	3,000	0	1,665	1,200	1,700	1,500
3	3,400	0	2,400	1,200	1,700	500
4	—	—	3,100	1,200	1,700	0
5	—	—	—	—	1,700	0

* هزینه اصلی

فرض کنید $i = ٪۱۸$ است و همهٔ رقیبهای آینده با بهترین رقیب فعلی یکسانند .

الف ـ هزینهٔ $AE(i)$ هر رقیب را در عمر اقتصادی آن تعیین کنید .

ب ـ کدام یک از گزینه های فعلی باید انتخاب شود ؟

۳۵- کامیونی در حال حاضر دارای ارزش بازاری ۴۱۰۰ دلار است . هزینه های بهره برداری سالانهٔ آن برای ۲ سال عمر باقیمانده اش ۱۰۲۵ دلار است . یک کامیون جدید با طراحی پیشرفته تر دارای مخارج بهره برداری سالانه ۸۰۰ دلار برای ۲ سال آینده است و از آن پس این هزینه ها هر سال ۴۰۰ دلار افزایش خواهند یافت . کامیون جدید ۷۹۸۵ دلار می ارزد و عمر مفید آن ۴ سال است . ارزش بازاری هر دو کامیون سالانه ۲۵٪ نسبت به سال قبل کاهش می یابد . MARR مورد نیاز ۱۵٪ است .

فرض کنید هر سال یک مدل جدید کامیون با همان هزینه ها و عمر مفید کامیون جدید فعلی در دسترس باشد .

الف ـ در شبکه ای مانند شکل (۸-۷) ، دنباله ای از تصمیمات ممکن در یک دورهٔ برنامه ریزی ۶ ساله را نشان دهید ، در حالی که همهٔ کامیونها باید تا آن زمان

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کنار گذاشته شوند .

ب ـ دنبالهٔ عملیات زیر را بر روی شبکه نشان دهید :

1. $D1_2 - C2_3 - C5_1$
2. $D1_1 - C1_3 - C4_1 - C5_1$
3. $D1_2 - C2_4$
4. $D1_0 - C0_4 - C4_2$

پ ـ مقادیر ارزش فعلی اضافی مربوط به خطوط اتصال گرههای مشخص کنندهٔ گزینه های مدافع و گزینه های رقیب را برای رقیب به دست آمده در $t = 0$ نشان دهید .

۳۶- شرکتی کنار گذاشتن یک دستگاه موجود را بررسی می کند . این دستگاه در سالهای ۱ ، ۲ ، و ۳ به ترتیب ۸۰۰۰ ، ۹۰۰۰ ، و ۱۰۰۰۰ دلار درآمد ایجاد خواهد کرد . هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانهٔ این دستگاه به صورت زیر افزایش و ارزش اسقاطی آن کاهش می یابد :

پایان سال	هزینه نگهداری و بهره برداری	ارزش اسقاطی
0	---	$5,500
1	$ 4,000	4,000
2	5,000	3,000
3	6,000	2,000
4	7,000	1,100
5	9,000	700
6	11,000	0

اگر نرخ بهرهٔ ۲۰٪ باشد ، زمان کنار گذاشتن دستگاه را تعیین کنید .

۳۷- یک مهندس ستاد برآوردهای تجدیدنظر شدهٔ زیر را برای یک ماشین ابزار قدیمی تهیه کرده است :

	پایان سال				
	1	2	3	4	5
هزینهٔ بهره برداری	$6,350	$6,350	$6,350	$6,350	$6,350
ارزش اسقاطی	2,550	3,550	4,550	5,550	6,550
	3,300	2,300	2,000	0	0

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ارزش بازاری فعلی ماشین قدیمی ۳۸۰۰ دلار است . فرض کنید نرخ بهره ۱۶٪ باشد . برای چه مدت باید این ماشین ابزار را نگه داشت ؟

۳۸- جریان نقدی مورد انتظار برای یک دستگاه آزمایش به صورت زیر است :

	پایان سال							
	0	1	2	3	4	5	6	7
هزینه بهره‌برداری	—	$1,600	$1,700	$2,000	$2,400	$2,900	$3,500	$3,800
ارزش اسقاطی	$2,500	2,000	1,500	1,000	500	0	−500	−1,000

دارندهٔ این دستگاه سالانه ۳۰۰۰ دلار در هزینه های اجارهٔ خود صرفه جویی می کند . اگر نرخ بهره ۱۸٪ باشد ، بهترین زمان کنار گذاشتن این دستگاه را پیدا کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل نهم

تحلیل سر به سر و کمترین هزینه

در اقتصاد مهندسی حالتهای بسیاری پیش می‌آید که هزینهٔ مربوط به یک گزینه تابعی از یک متغیر تصمیم گیری است . وقتی دو یا چند گزینه تابعی از یک متغیر مشترك باشند ، ممکن است یافتن مقداری از متغیر که به ازای آن هزینهٔ گزینه ها مساوی است ، مطلوب باشد . این مقدار را **نقطهٔ سر به سر**[1] گویند .

در حالتهای دیگری ، ممکن است یک متغیر تصمیم گیری ، به هزینه های بیشتر یا کمتر بینجامد که مقدار کلشان در سطح مشخصی از متغیر ، کمینه شود . این مقدار را **نقطهٔ کمترین هزینه**[2] برای گزینهٔ مورد بررسی می نامند . وقتی دو یا چند گزینه به یک متغیر مشترك بستگی داشته باشند ، می توان آنها را بر مبنای نقاط کمترین هزینه شان مقایسه کرد .

۹-۱ تحلیل سر به سر دو گزینه

وقتی هزینهٔ دو گزینه متأثر از یک متغیر تصمیم گیری مشترك باشد ، ممکن است به ازای مقدار مشخصی از این متغیر دو گزینه دارای هزینهٔ مساوی باشند . هزینهٔ هر یک

1- Break-Even Point 2- Minimum-Cost Point

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از گزینه ها را می توان به عنوان تابعی از متغیر مستقل مشترك به صورت کلی زیر بیان کرد :

$$TC_{A1} = f_1(x) \quad \text{و} \quad TC_{A2} = f_2(x)$$

که در این جا :

یک هزینهٔ کل مشخص برای یک دورهٔ زمانی، یک پروژه ، یایک قلم مربوط به گزینهٔ ۱ = $TC_{۱۰}$

یک هزینهٔ کل مشخص برای یک دورهٔ زمانی، یک پروژه، یایک قلم مربوط به گزینهٔ ۲ = $TC_{۲۰}$

یک متغیر تصمیم گیری مستقل مشترك که بر گزینهٔ ۱ و گزینهٔ ۲ تأثیر می گذارد = x

برای یافتن مقداری از x که به هزینهٔ مساوی برای گزینه های ۱ و ۲ بینجامد ، باید توابع هزینه را مساوی هم قرار دهیم . یعنی $TC_{۱۰} = TC_{۲۰}$

بنابراین

$$f_1(x) = f_2(x)$$

را برای x حل می کنیم . مقداری که برای x به دست می آید به هزینهٔ مساوی برای گزینه های مورد بررسی می انجامد . این مقدار ، نقطه سر به سر دو گزینه است .

مثالی از انتخاب تجهیزات . فرض کنید کشیدن آب از یک تونل نیازمند به یک واحد پمپاژ ۲۰ اسبی باشد . تعداد ساعتهایی در سال که از این تجهیزات بهره برداری خواهد شد به میزان بارندگی بستگی دارد و بنابراین غیرقطعی است . واحد پمپاژ برای یک دورهٔ چهارساله مورد نیاز خواهد بود .

دو گزینه در دست بررسی هستند . گزینهٔ ۱ شامل تهیهٔ یک پمپ برقی و یک مولد برق است . خرید این تجهیزات جمعاً ۱۸۰۰ دلار هزینه دارد و ارزش اسقاطی آنها در پایان دورهٔ چهارساله ، ۶۰۰ دلار برآورد می شود . هزینهٔ برق مصرفی به ازای هر ساعت بهره برداری ۱۰۱ دلار و هزینهٔ نگهداری ۳۶۰ دلار در سال و نرخ بهره ۱۲٪

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

است . چون این تجهیزات ، خودکار است نیازی به مراقب ندارد . فرض کنید :

TC_{A1} = کل هزینهٔ همسنگ سالانهٔ گزینهٔ ۱
$CR(i)_{A1}$ = هزینهٔ همسنگ سالانهٔ بازیافت سرمایه با برگشت

$$= (\$1,800 - \$600)(0.3292) + \$600(0.12) = \$467; \quad (A/P,12,4)$$

C_M = هزینهٔ سالانه $= \$360;$
C_P = تعداد ساعات بهره‌برداری در سال $= \$1.10;$
H = تعداد ساعات بهره‌برداری در سال

آن گاه

$$TC_{A1} = CR(i)_{A1} + C_M + C_P H.$$

گزینهٔ ۲ شامل خرید یک واحد پمپاژ بنزینی به قیمت ۵۵۰ دلار است . این تجهیزات در پایان دورهٔ چهار ساله ، ارزش اسقاطی ندارد . هزینهٔ سوخت و روغن برای هر ساعت بهره‌برداری ۰٫۶۰ دلار برآورد شده است . هزینهٔ نگهداری ۰٫۳۵ دلار به ازای هر ساعت بهره‌برداری ، و هزینهٔ کارگر مراقب که تنها هنگام کار کردن تجهیزات پرداخت می‌شود ، ساعتی ۱۴۰ دلار است . فرض کنید :

TC_{A2} = کل هزینهٔ همسنگ سالانهٔ گزینهٔ ۲
$CR(i)_{A2}$ = هزینهٔ همسنگ سالانهٔ بازیافت سرمایه با برگشت

$$= \$550(0.3292) = \$181; \quad (A/P,12,4)$$

C_F = هزینهٔ سوخت ، نگهداری ، و کارگر مراقب در ساعت

$$= \$0.60 + \$1.40 + \$0.35 = \$2.35;$$

H = تعداد ساعات بهره‌برداری در سال

بنابراین :

$$TC_{A2} = CR(i)_{A2} + C_F H.$$

مقداری از H وجود دارد که به ازای آن هزینهٔ دو گزینه یکسان است . این مقدار را می‌توان با قرار دادن $TC_{A1} = TC_{A2}$ و حل آن برای H به صورت زیر به دست آورد :

$$CR(i)_{A1} + C_M + C_P H = CR(i)_{A2} + C_F H$$

$$H = \frac{CR(i)_{A1} - [CR(i)_{A2} + C_M]}{C_P - C_F}.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با قرار دادن مقادیر بالا داریم :

$$H = \frac{\$181 - (\$467 + 360)}{\$1.10 - \$2.35} = 517 \text{ ساعت}$$

کل هزینهٔ همسنگ سالانه برای دو گزینه در نقطهٔ سر به سر یکسان است .

$$TC_{A1} = TC_{A2}$$

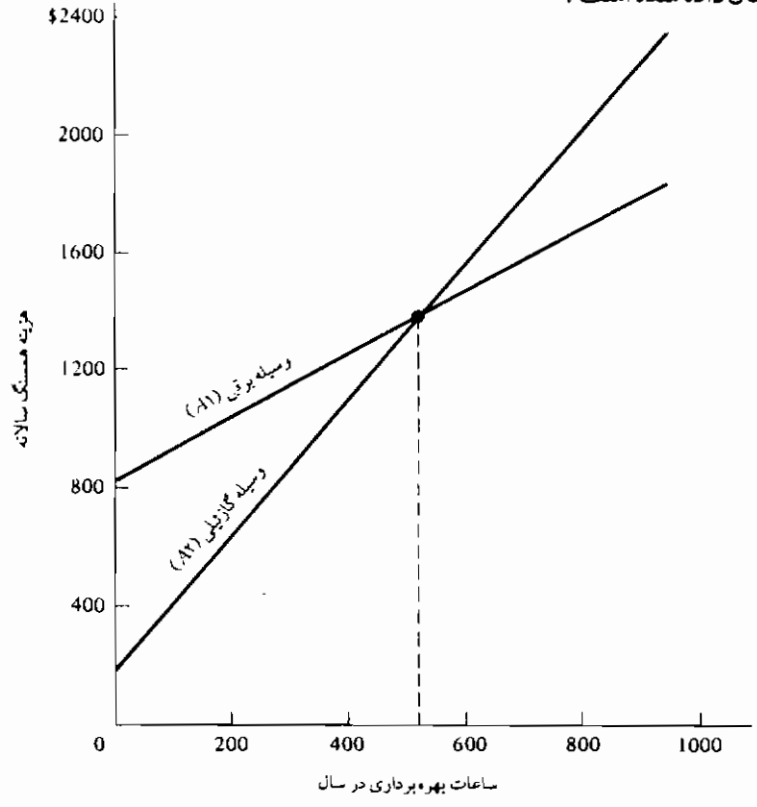
$$CR(i)_{A1} + C_M + C_P H = CR(i)_{A2} + C_F H$$

یا

$$\$467 + \$360 + 517(\$1.10) = \$181 + 517(\$2.35)$$

$$\$1,396 = \$1,396.$$

برای مثال بالا ، هزینهٔ دو گزینه به ازای ۵۱۷ ساعت بهره برداری در سال مساوی شد . هزینهٔ همسنگ سالانه برای هر گزینه به عنوان تابعی از تعداد ساعات بهره برداری در سال ، در شکل (۹-۱) نشان داده شده است .



شکل ۹-۱- کل هزینهٔ همسنگ سالانه به‌عنوان تابعی از ساعات بهره‌برداری در سال

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر تجهیزات کمتر از ۵۱۷ ساعت در سال مورد بهره برداری قرار گیرند ، انتخاب واحد بنزینی اقتصادی تر است . برای بیش از ۵۱۷ ساعت بهره برداری واحد برقی اقتصادی تر خواهد بود . تفاوت در هزینهٔ همسنگ بین گزینه ها را می توان برای هر تعداد ساعت بهره برداری محاسبه کرد . مثلاً اگر این تجهیزات ۳۰۰ ساعت در سال مورد بهره برداری قرار گیرند :

$$TC_{A1-A2} = TC_{A1} - TC_{A2}$$
$$= CR(i)_{A1} + C_M + C_P H - [CR(i)_{A2} + C_F H].$$

با قرار دادن مقادیر معلوم داریم :

$$TC_{A1-A2} = \$467 + \$360 + 300(\$1.10) - \$181 - 300(\$2.35)$$
$$= \$271.$$

مثالی از جایگزینی تجهیزات . به عنوان کاربردی از تحلیل سر به سر در مسألهٔ جایگزینی ، فرض کنید تصمیم گیرنده ای مایل به تعیین ارزش مقایسه ای[1] یک مدافع (دستگاه A) در مقایسه با یک رقیب (دستگاه B) باشد . همچنین فرض کنید که دستگاه A به مدت ۶ سال دیگر بطور رضایت بخشی کار کند و در آن زمان دارای ارزش اسقاطی ۲۰۰۰ دلار باشد . دستگاه B به ۲۴۰۰۰ دلار پیشنهاد شده و عمر خدمت آن ۱۰ سال و ارزش اسقاطی آن در آن زمان ۳۰۰۰ دلار پیش بینی می شود . جذابیت رقیب در این است که در صورت انجام جایگزینی هزینهٔ نگهداری و بهره برداری سالانه از ۷۰۰۰ دلار در حال حاضر به ۴۰۰۰ دلار کاهش می یابد . نرخ MARR برابر با ۲۰٪ است .

نقطهٔ سر به سر ، یا ارزش تطبیقی دستگاه A درمقایسه با دستگاه B با مساوی قرار دادن هزینه های همسنگ سالانه به دست می آید . با استفاده از CR و با این فرض که x ، ارزش مقایسه ای باشد ، داریم :

$$(x - \$2{,}000)\overset{A/P,20,6}{(0.3007)} + \$2{,}000(0.20) + \$7{,}000$$
$$= (\$24{,}000 - \$3{,}000)\overset{A/P,20,10}{(0.2385)} + \$3{,}000(0.20) + \$4{,}000$$

1- Comparative Use Value

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

با حل رابطهٔ بالا برای x داریم

$$0.3007x - \$601.40 + \$400 + \$7,000 = \$5,008.50 + \$600 + \$4,000$$

$$x = \$9,345.$$

دستگاه A در صورتی باید تعویض شود که بتوان آن را بیش از ۹۳۴۵ دلار در بازار کهنه فروشی فروخت . مدافع به علت شرایط جاری و تکنولوژیش در مقایسه با یک رقیب ، دارای ارزش سر به سری خواهد بود که درتصمیم گیری برای جایگزینی مفید است . البته ، بررسیهای مربوط به عمرهای نامساوی که در فصل ۸ بحث شد باید در تصمیم نهایی در نظر گرفته شوند .

۹-۲ تحلیل سر به سر چند گزینه

در مثالهای قبل ، تحلیل سر به سر را برای حالتی که تصمیم گیرنده تنها با دو گزینه روبروست بررسی کردیم . به آسانی می توان تحلیل سربه سر را به گزینه های چندگانه تعمیم داد .

برای مثال ، یک بنگاه مهندسی معماری را در نظر بگیرید که می خواهد نقشه های مقدماتی برای یک ساختمان تجاری یک طبقه را تهیه کند . مهندس بنگاه برای رسیدن به برخی از مبانی کمی جهت پیشنهاد یک نوع ساختمان ، اطلاعاتی از هزینه های ثابت و متغیر را جمع آوری کرده است . اطلاعات ارائه شده در زیر ، مربوط به هزینهٔ ساخت و بهره برداری برای ساختمانی است که بین ۲۰۰۰ تا ۶۰۰۰ فوت مربع زیربنا دارد .

فولادی :

هزینهٔ اولیهٔ هر فوت مربع	۷۲ دلار
نگهداری سالانه	۱۴۰۰۰ دلار
تهویه سالانهٔ هر فوت مربع	۳۰۰۰ دلار
عمر برآورد شده به سال	۲۰

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برآورد ارزش فروش ، ۸۰٪ هزینهٔ اولیهٔ برآورد شده است .

بتونی :

هزینهٔ اولیهٔ هر فوت مربع	۷۶ دلار
نگهداری سالانه	۹۰۰۰ دلار
تهویهٔ سالانهٔ هر فوت مربع	۳٫۴ دلار
عمر برآورد شده به سال	۲۰

برآورد ارزش فروش ، ۱۰۰٪ هزینهٔ اولیه برآورد شده است .

آجری :

هزینهٔ اولیهٔ هر فوت مربع	۸۱ دلار
هزینهٔ نگهداری سالانه	۶۰۰۰ دلار
تهویهٔ سالانه هر فوت مربع	۳٫۹ دلار
عمر برآورد شده به سال	۲۰

ارزش اسقاطی ۱۱۰٪ هزینهٔ اولیه برآورد شده است .

هزینهٔ کل برای هر کدام از انواع ساختمانها تابعی از فوت مربع زیربنا خواهد بود . برای نرخ بهرهٔ ۱۸٪ هزینهٔ کل برای هر گزینه به صورت زیر است :

فولادی :

$$TC = \$72(A))0.2)(\overset{A/P,18,20}{0.1868}) + \$72(A)(0.8)(0.18) + \$3.00(A) + \$14,000$$
$$= \$16.06(A) + \$14,000.$$

بتونی :

$$TC = \$76(A)(0.0)(\overset{A/P,18,20}{0.1868}) + \$76(A)(1.00)(0.18) + \$3.40(A) + \$9,000$$
$$= \$17.08(A) + \$9,000.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

آجری :

$$TC = \$81(A)(-0.10)(\overset{A/P,18,20}{0.1868}) + \$81(A)(1.10)(0.18) + \$3.90(A) + \$6,000$$
$$= \$18.42(A) + \$6,000.$$

هر یک از نقاط سر به سر را می توان با بررسی هر زوج گزینه به دست آورد . برای ساختمان فولادی در مقابل بتونی :

$$\$16.06(A) + \$14,000 = \$17.08(A) + \$9,000$$
$$A = 4,900 \text{ ft}^2.$$

برای ساختمان فولادی در مقابل آجری

$$\$16.06(A) + \$14,000 = \$18.42(A) + \$6,000$$
$$A = 3,390 \text{ ft}^2.$$

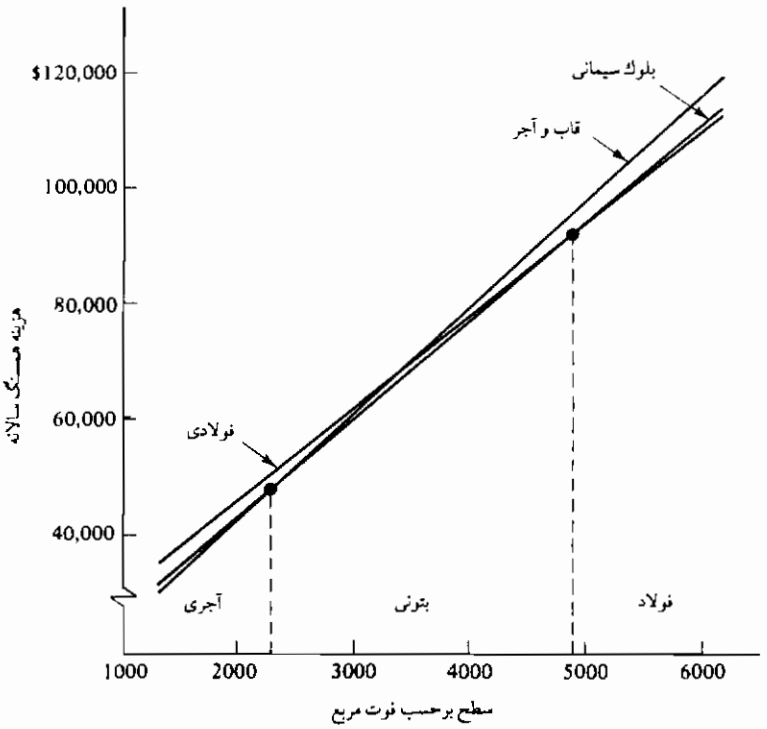
و برای ساختمان بتونی نسبت به آجری

$$\$17.08(A) + \$9,000 = \$18.42(A) + \$6,000$$
$$A \quad 2,240 \text{ ft}^2.$$

این نقاط سر به سر به روش ترسیمی در شکل (۹-۲) نشان داده شده اند . با توجه به شکل می بینید که نقطهٔ سر به سر بین ساختمانهای فولادی و آجری در تصمیم گیری ، فعال نیست . این نقطه تحت تأثیر دو نقطهٔ سر به سر دیگر ، که یکی بین آجری و بتونی و دیگری بین بتونی و فولادی است قرار می گیرد .

فرض کنید یک مشتری خواهان ساختمانی با ابعاد ۴۰ فوت در ۱۰۰ فوت زیربنا باشد . در این حال ، بنگاه مهندسی ، ساختمانی مرکب از بتن و آجر را پیشنهاد خواهد کرد . لیکن اگر مشتری به ساختمانی با بیش از ۴۹۰۰ فوت مربع زیربنا نیاز داشته باشد ، استفاده از فولاد و آجر به عنوان ساختار اصلی اقتصادی ترین خواهد بود . برای یک ساختمان با زیربنای کمتر از ۲۲۴۰ فوت مربع ، احتمالاً اقتصادی ترین حالت ، ساختمان آجری است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۹-۲- هزینهٔ همسنگ سالانه به‌عنوان تابعی از سطح زیربنای سه نوع ساختمان

۹-۳ تحلیل کمترین هزینه

یک گزینه ممکن است دارای دو یا بیش از دو مؤلفهٔ هزینه باشد که به گونه های متفاوت با یک متغیر مشترك تغییر می کنند . ممکن است با افزایش در مقدار یک متغیر ، مؤلفه های خاصی از هزینه بطور مستقیم و مؤلفه هایی دیگر ، بطور معکوس تغییر کنند . وقتی که هزینهٔ کل یک گزینه تابعی از مؤلفه های افزایشی و کاهشی هزینه باشد ، معمولاً مقداری برای متغیر مشترك وجود دارد که به کمترین هزینه برای گزینه می انجامد .

راه حل کلی برای وضعیت یاد شده را می توان برای یک مؤلفهٔ هزینهٔ افزایشی و

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک مؤلفهٔ هزینهٔ کاهشی به صورت زیر ارائه کرد :

$$TC = Ax + \frac{B}{x} + C$$

که در این جا :

TC = یک هزینهٔ کل مشخص برای هر دورهٔ زمانی ، هر پروژه ، و غیره
x = یک متغیر مشترک
$A, B,$ و C = ثابت

با گرفتن مشتق اول و مساوی صفر قرار دادن نتیجه ، و حل برای x داریم :

$$\frac{dTC}{dx} = A - \frac{B}{x^2} = 0$$

$$x = \sqrt{\frac{B}{A}}.$$

مقداری که از این روش برای x پیدا می شود ، یک مقدار کمینه خواهد بود و بنابراین نقطهٔ کمترین هزینه را به دست می دهد .

مثالی از طراحی یک پل . به عنوان مثالی از کاربرد تحلیل کمترین هزینه ، برای یک گزینهٔ پیشنهادی ، فرض کنید ساختن یک پل پیاده رو در دست بررسی باشد . طول پل ۶۰۰ فوت و وزن هر فوت روسازی آن $W = 12 (S) + 600$ پوند است ، که S فاصلهٔ بین پایه هاست . هزینهٔ هر پوند روسازی ۰٫۵۲ دلار برآورد شده است . هزینهٔ پایه ها و پایه های طرفین یا کوله ها (یکی در هرانتها) هر کدام ۱۳۵۰۰۰ دلار است .

قبل از شروع عملیات می خواهیم فاصلهٔ بهینهٔ پایه ها (کم هزینه ترین فاصله) را تعیین کنیم . رابطهٔ کلی عبارت است از یک رابطهٔ معکوس بین هزینهٔ روسازی و تعداد پایه ها . با افزایش تعداد پایه ها ، هزینهٔ روسازی کاهش می یابد . بالعکس ، با کاهش تعداد پایه ها ، مقدار و هزینهٔ روسازی افزایش می یابد . هزینهٔ پایه های پل ، با تعداد مورد نیاز آنها تناسب مستقیم دارد . پس این وضع طراحی با مؤلفه های افزایشی و

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

کاهشی هزینه سر و کار دارد ، که مجموع آنها به ازای تعداد مشخص از پایه ها کمینه خواهد بود .

هزینهٔ کل روسازی و پایه ها ، شامل کوله ها به عنوان تابعی از فاصلهٔ بین پایه ها عبارت است از :

$$TC = [12(S) + 600](\$0.52)(600) + \left(\frac{600}{S} + 1\right)\$135{,}000$$

$$= 3{,}744\,S + \frac{81{,}000{,}000}{S} + 322{,}200.$$

کم هزینه ترین فاصلهٔ بین پایه ها را می توان با مشتق گیری از رابطهٔ بالا به دست آورد :

$$\frac{dTC}{dS} = 3{,}744 - \frac{81{,}000{,}000}{S^2} = 0$$

$$S = \sqrt{\frac{81{,}000{,}000}{3{,}744}} = 147.$$

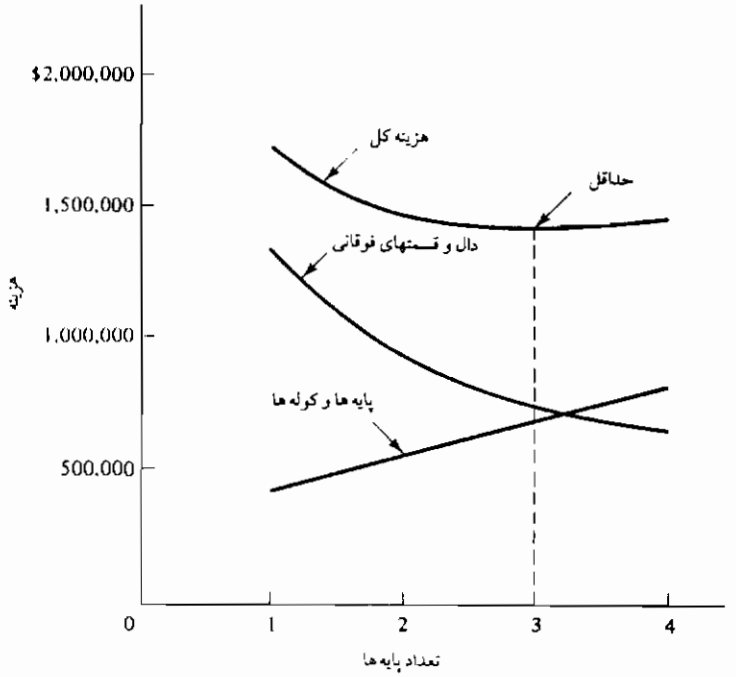
بنابراین در صورت استفاده از چهار دهنه ، هزینهٔ کل پل کمینه خواهد شد . تعداد سه پایهٔ میانی به علاوهٔ دو پایه در طرفین مورد نیاز خواهد بود .

هزینهٔ کل پل به عنوان تابعی از تعداد پایه ها در جدول (۹-۱) داده شده است . همچنین کم هزینه ترین طرح بطور ترسیمی در شکل (۹-۳) نشان داده شده است . در هر حالت ، تعداد کمینهٔ پایه ها برابر با سه است . به طبیعت افزایشی و کاهشی مؤلفه های هزینه توجه کنید .

جدول ۹-۱- هزینه پل به‌عنوان تابعی از تعداد پایه‌ها

پایه ها	هزینه پایه ها	هزینه کوله ها	هزینه دال و قسمتهای فوقانی	هزینه کل
1	$135,000	$270,000	$1,310,400	$1,715,400
2	270,000	270,000	936,000	1,476,000
3	405,000	270,000	675,000	1,350,000
4	540,000	270,000	636,480	1,446,480

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۹-۳- هزینهٔ پل به‌عنوان تابعی از تعداد پایه‌ها

کمترین هزینه در طول عمر مفید . هزینه های نگهداری و بهره برداری معمولاً با افزایش سن تجهیزات ، افزایش می یابند . این هزینهٔ افزایشی با کاهش هزینهٔ همسنگ سالانهٔ بازیافت سرمایه با برگشت ، خنثی می شود . بنابراین ، در یک سن مشخص ، یک هزینهٔ کل کمینه ، یا یک کم هزینه ترین عمر ، وجود خواهد داشت .

اگر ارزش زمانی پول نادیده گرفته شود ، کل هزینهٔ متوسط سالانهٔ یک دارایی که هزینهٔ نگهداری وبهره برداری آن بطور ثابت افزایش می یابد به صورت زیر خواهدبود :

$$TC = \frac{P}{n} + M + (n-1)\frac{m}{2}$$

که در این جا :

TC = کل هزینهٔ متوسط سالانه

P = هزینهٔ اولیهٔ دارایی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

M = بخش ثابت سالانهٔ و هزینهٔ بهره برداری (برابر با هزینهٔ بهره برداری سال اول که نگهداری جزو آن نیست)

m = مقداری که در هر سال به هزینه های نگهداری اضافه می شود

n = عمر دارایی به سال

کم هزینه ترین عمر را می توان به طریق ریاضی و با مشتق گیری به صورت زیر محاسبه کرد :

$$\frac{dTC}{dn} = -\frac{P}{n^2} + \frac{m}{2} = 0$$

$$n = \sqrt{\frac{2P}{m}}.$$

به عنوان مثال یک دارایی با هزینهٔ اولیهٔ ۸۰۰۰ دلار ، ارزش اسقاطی صفر در هر سنی ، و هزینه های نگهداری که پس از سال اول ، سالانه ۱۰۰۰ دلار افزایش می یابد را در نظر بگیرید . کم هزینه ترین عمر عبارت است از :

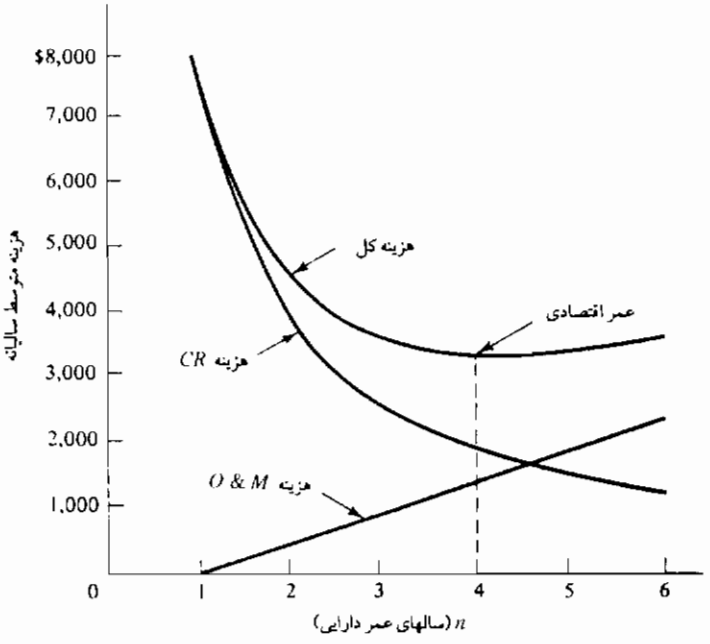
$$n = \sqrt{\frac{2(\$8{,}000)}{\$1{,}000}} = 4 \text{ سال}$$

این وضع راهمچنین می توان باجدولبندی مؤلفه های هزینه وکل هزینهٔ متوسط ، چنان که در جدول (۹-۲) نشان داده شده است ، مطالعه کرد . کل هزینهٔ کمینه در یک عمر چهارساله رخ می دهد وبرابر با ۳۵۰۰ دلار است . شکل (۹-۴) ماهیت افزایشی و کاهشی مؤلفه های هزینه ، و عمر اقتصادی چهار سال را نشان می دهد

جدول ۹-۲- عمر اقتصادی یك دارایی با هزینه‌های نگهداری که بطور ثابت افزایش می یابند

آخر سال	هزینه نگهداری در پایان سال	جمع هزینه های نگهداری	هزینه متوسط نگهداری	هزینه متوسط سرمایه ای	هزینه متوسط کل
A	B	C	D	E	F
		ΣB	$C \div A$	$\$8{,}000 \div A$	$D + E$
1	$ 0	$ 0	$ 0	$8,000	$8,000
2	1,000	1,000	500	4,000	4,500
3	2,000	3,000	1,000	2,667	3,667
4	3,000	6,000	1,500	2,000	3,500
5	4,000	10,000	2,000	1,600	3,600
6	5,000	15,000	2,500	1,333	3,833

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۹-۴- عمر اقتصادی دارایی

۹-۴ تحلیل کمترین هزینه ، برای گزینه‌های چندگانه

یک مثال کلاسیک از تحلیل کم هزینه ترین عمر را با مؤلفه های هزینهٔ افزایشی و کاهشی مربوط به انتخاب سطح مقطع یک هادی الکتریکی توضیح می دهیم . از آن جاکه مقاومت با مقطع هادی نسبت عکس دارد ، روشن است که هزینهٔ تلفات توان با افزایش مقطع هادی کاهش می یابد . لیکن با افزایش مقطع هادی ، هزینهٔ سرمایه گذاری زیاد می شود . مجموع دو مؤلفهٔ هزینه برای یک مقطع خاصی از هادی کمینه خواهد بود .

برای توضیح کاربرد تحلیل کمترین هزینه در مورد دو گزینه ، حالت زیر را در نظر بگیرید . یک هادی باید بار روزانه ۱۹۰۰ آمپر را برای ۳۶۵ روز درسال از یک نیروگاه منتقل کند . دو نوع ماده ، مس و آلومینیم مورد بررسی هستند . داده های لازم برای مقایسهٔ مواد در جدول (۹-۳) داده شده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۹-۳- داده‌های مربوط به دو نوع هادی

	ماده	
	آلومینیم	مس
طول	120 ft.	120 ft.
هزینهٔ نصب	$200 + 1.10/lb.	$200 + 1.00/lb.
عمر برآورد شده	10 سال	10 سال
ارزش اسقاطی	$0.62/lb.	$0.56/lb.
مقاومت الکتریکی هادی ۱۲۰ فوتی برای سطح مقطع ۱ اینچ مربع	0.000982 ohms	0.001498 ohms
چگالی ماده	555 lb/ft.^{3}	168 lb/ft.^{3}

اتلاف انرژی ناشی از مقاومت یک هادی به کیلووات ساعت برابر است با حاصلضرب I^2R در تعداد ساعات ، تقسیم بر ۱۰۰۰ ؛ که در این جا I جریان الکتریکی به آمپر و R مقاومت هادی به اهم است . مقاومت الکتریکی با سطح مقطع نسبت عکس دارد . ارزش انرژی تلف شده ، ۰/۰۵۲ دلار هر کیلو وات ساعت است . نرخ بهره ۱۵٪ می باشد .

برای گزینهٔ مسی تلفات I^2R در سال ، به دلار عبارت است از :

$$(1{,}900)^2 \frac{(0.000982)}{A} \frac{(24 \times 365)}{1{,}000} (\$0.052) = \frac{\$1{,}615}{A}.$$

وزن آن به پوند برابر است با :

$$\frac{(120)(12)(555)A}{1728} = 462.50A.$$

و هزینهٔ CR به دلار در سال عبارت است از :

$$[\$200 + (\$1.10 - \$0.62)(462.50)A] \left(\overset{A/P,15,10}{0.1993}\right) + \$0.62(462.50)A\,(0.15) = \$39.86 + \$87.25A.$$

کل هزینهٔ همسنگ سالانه برای مس ، برابر است با :

$$TC = \$39.86 + \$87.25A + \frac{\$1{,}615}{A}.$$

بهینه سازی برای یافتن کم هزینه ترین سطح مقطع را می توان به طریق ریاضی به صورت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیر انجام داد :

$$\frac{dTC}{dA} = \$87.25 - \frac{\$1,615}{A^2} = 0$$

$$A = \sqrt{\frac{\$1,615}{\$87.25}} = 4.30 \text{ in}^2.$$

و کل هزینهٔ همسنگ سالانهٔ کمینه برای مس ، عبارت است از :

$$TC = \$39.86 + \$87.25(4.30) + \frac{\$1,615}{4.30} = \$791.$$

حال می توان همین تحلیل را برای گزینهٔ آلومینیوم انجام داد . هزینهٔ تلفات I^2R به دلار در سال برابر است با :

$$(1,900)^2 \frac{(0.001498)}{A} \frac{(24 \times 365)}{1,000} (\$0.052) = \frac{\$2,463}{A}.$$

وزن آن به پوند برابر است با :

$$\frac{(120)(12)(168)A}{1,728} = 140A.$$

و هزینهٔ CR به دلار در سال عبارت است از :

$$[\$200 + (\$1.00 - \$0.56)(140)A] \overset{A/P,15,10}{(0.1993)} + \$0.56\,(140)A\,(0.15)$$
$$= \$39.86 + \$24.03A.$$

کل هزینهٔ همسنگ سالانه برای آلومینیوم عبارت است از :

$$TC = \$39.86 + \$24.03A + \frac{\$2,463}{A}.$$

مانند قبل ، بهینه سازی برای یافتن کم هزینه ترین سطح مقطع را می توان به طریق ریاضی به صورت زیر انجام داد :

$$\frac{dTC}{dA} = \$24.03 - \frac{\$2,463}{A^2} = 0$$

$$A = \sqrt{\frac{\$2,463}{\$24.03}} = 10.12 \text{ in}^2.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

و کل هزینهٔ همسنگ سالانهٔ کمینه برای آلومینیوم عبارت است از :

$$TC = \$39.86 + \$24.03(10.12) + \frac{\$2,463}{10.12} = \$526.$$

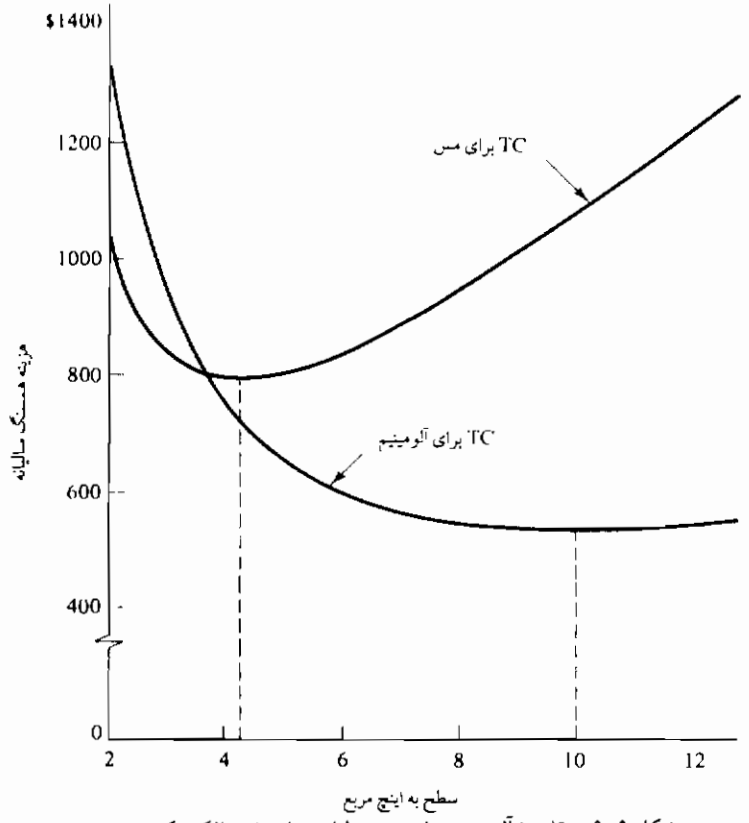
محاسبات بالا می تواند برای انتخاب کم هزینه ترین هادی و همچنین تعیین مقدار بهینهٔ متغیر طراحی مورد استفادهٔ طراح قرار گیرد .

برای این مثال ، باید آلومینیوم را برای هادی انتخاب کرد . سطح مقطع هادی باید تا آن جا که ممکن است به ۱۰/۱۲ اینچ مربع نزدیک باشد . شکل (۹-۵) ماهیت این تصمیم طراحی را نشان می دهد .

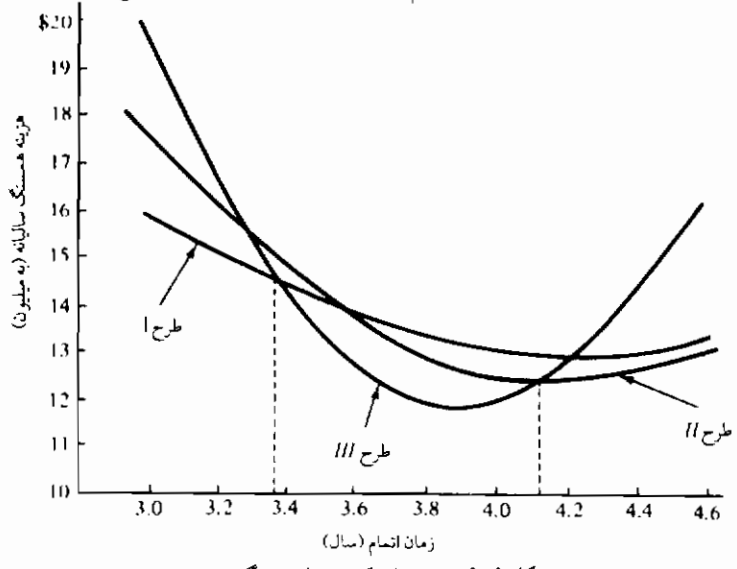
تعمیم تحلیل کمترین هزینه برای حالتهایی که بیش از دو گزینه وجود دارند ، از همان شیوه پیروی می کند . فرض کنید برای ساختن یک سد خاکی بزرگ سه طرح توسط یک پیمانکار در دست بررسی باشد . طرح I نسبت به هر دو طرح دیگر نیاز به هزینهٔ نیروی انسانی بیشتری دارد ، در حالی که طرح III نیازمند مخارج تجهیزات ساختمانی بیشتری است . کل هزینهٔ همسنگ سالانه برای هر طرح در شکل (۹-۶) به عنوان تابعی از زمان تکمیل پروژه داده شده است .

از منحنیهای هزینهٔ سالانه در شکل (۹-۶) دیده می شود که اگر کار در ۳/۸ سال تکمیل شود ، طرح III کم هزینه ترین طرح خواهد بود (با هزینهٔ کمینهٔ سراسری ۱۲ میلیون دلار در سال) . اگر بخواهیم پروژه را در کمتر از ۳/۳ سال تکمیل کنیم ، کم هزینه ترین طرح ، طرح I است ؛ در صورتی که پروژه بعد از ۴/۱ سال تکمیل شود ، طرح II کم هزینه ترین خواهد بود . برای هر زمان تکمیل مورد انتظار بین ۳/۳ و ۴/۱ سال باید طرح III انتخاب شود . این نوع تکمیل کمترین هزینه برای گزینه های چندگانه ، اطلاعاتی را فراهم می کند ، که می توانند در فرآیند انتخاب گزینهٔ برتر بسیار مفید باشند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد



شکل ۹-۵- مقایسهٔ آلومینیوم با مس در طراحی یك هادی الکتریکی



شکل ۹-۶- هزینه‌های کمینه برای سه گزینه

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ – در بررسی خرید یک اتومبیل تهویه دار برآورد شده است که وقتی دستگاه تهویه خاموش است ، مصرف بنزین ۱ گالن در هر ۲۴٫۰ مایل است و هنگامی که دستگاه تهویه روشن است ، مصرف ۱ گالن در هر ۲۱٫۱ مایل خواهد بود . دستگاه تهویه ۶۰۰ دلار به هزینهٔ اولیهٔ اتومبیل خواهد افزود و ارزش آن پس از ۵ سال کار ۳۰۰ دلار خواهد بود . از این دستگاه در ۲۰٪ موارد استفاده می شود و سالانه ۶۰ دلار بر هزینهٔ نگهداری اتوموبیل می افزاید . منفعت داشتن تهویه در هنگام لزوم ۰٫۰۴ دلار در هر مایل در نظر گرفته می شود . اگر هزینهٔ بنزین ۱٫۳ دلار برای هر گالن ، و نرخ بهره ۸٪ باشد ، به ازای چند مایل رانندگی در سال ، منافع حاصل از دستگاه تهویه ، هزینه های آن را جبران می کند ؟

۲– دو نوع رنگ برای پوشش حفاظتی مورد بررسی قرار گرفته اند . قیمت رنگ نوع A هر گالن ۱۵٫۸۰ دلار است . تجربه های گذشته نشان می دهد که هر گالن رنگ A ، ۳۵۰ فوت مربع از سطح را می پوشاند ، و ۳ سال دوام دارد . سرعت کار با این رنگ ۷۰ فوت مربع در ساعت است . قیمت هر گالن رنگ B ، ۲۰٫۴۰ دلار است و هر گالن آن ۴۰۰ فوت مربع از سطح را می پوشاند و سرعت کار با آن ۸۰ فوت مربع در ساعت است . دستمزد کارگر ۱۷ دلار در ساعت می باشد . اگر از یک نرخ بهرهٔ ۱۰٪ استفاده شود ، دوام رنگ B چقدر باید باشد تا هزینه های آن با رنگ A برابر شوند ؟ (جواب : ۲٫۷۵ سال)

۳– ارزش دستگاه A ، ۲۰۰۰ دلار ، ارزش اسقاطی آن در هر زمان صفر ، و هزینهٔ نیروی انسانی برای تولید هر واحد محصول با آن ۱۱٫۴۰ دلار است . ارزش دستگاه B ، ۳۶۰۰۰ دلار ، ارزش اسقاطی آن در هر زمان صفر ، و هزینهٔ نیروی انسانی برای هر واحد تولید با آن ۸٫۳۰ دلار می باشد . از هر دو دستگاه تنها برای تولید محصول مورد نظر می توان استفاده کرد . نرخ بهره ۶٪ است . اگر نرخ تولید سالانه ۳۰۰۰ واحد باشد ، در طی چند سال دو دستگاه بر مبنای هزینه های همسنگ

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سالانه سر به سر خواهند شد ؟

۴- یک تولیدکنندهٔ محصولات الکترونیک دو روش برای تولید یک مدار خاص را در دست بررسی دارد . این مدار را می توان با ۲٫۴۰ دلار هزینه به ازای هر واحد ، و ۳۰۰ دلار هزینهٔ تجهیزات ، با دست سیم کشی کرد . از طرفی می توان با ۹۰۰۰ دلار سرمایه گذاری در تجهیزات چاپ مدار ، مدار چاپی معادل با نوع دستی را تهیه کرد . عمر این تجهیزات ۹ سال و ارزش اسقاطی آنها ۱۰۰ دلار است . هزینهٔ نیروی انسانی برای تولید هر واحد ۰٫۲۵ دلار و هزینهٔ نگهداری تجهیزات ۴۰۰ دلار در سال است . اگر همهٔ هزینه های دیگر را یکسان فرض کنیم ، و اگر MARR برابر با ۱۸٪ باشد ، هر سال چند مدار باید تولید شود تا دو روش یاد شده بر مبنای هزینهٔ همسنگ سالانه سر به سر شوند ؟ (جواب : ۱٫۱۳۷)

۵- سه سال قبل دستگاهی با عمر پیش بینی شدهٔ ۸ سال و ارزش اسقاطی ۴۰۰۰ دلار به کار گرفته شده است . این برآوردها هنوز معتبر هستند . در حال حاضر دستگاه رقیبی به قیمت ۵۲۰۰۰ دلار ، ارزش اسقاطی ۷۰۰۰ دلار ، و عمر ۸ سال پیشنهاد می شود . در صورت تعویض دستگاه موجود ، هزینه های نگهداری ۸۰۰۰ دلار کاهش خواهند یافت . اگر MARR ، ۱۶٪ باشد ، مقدار سر به سر دستگاهها را پیدا کنید .

۶- یک زمین را می توان با لوله کشی آب از رودخانهٔ نزدیک آن آبیاری کرد . دو طرح رقیب یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرند ، که داده های مهندسی و هزینه به صورت زیر داده شده اند :

	سیستم ۶ اینچ	سیستم ۸ اینچ
اندازه موتور موردنیاز	25 hp	10 hp
هزینهٔ انرژی هر ساعت بهره برداری	$ 1.25	$ 0.55
هزینهٔ نصب موتور	$ 800	$ 500
هزینهٔ لوله و اتصالات	$2,900	$3,700
ارزش اسقاطی در پایان ۱۰ سال	$ 360	$ 280

بر مبنای یک عمر ۱۰ ساله و با نرخ بهرهٔ ۱۲٪ ، تعداد ساعتهای بهره برداری در سال که به ازای آن سیستمها سر به سر می شوند را تعیین کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۷- شرکتی می تواند جهت حمل و نقل بین املاك خود اتومبیلی را برای راننده خریداری و یا اتومبیل شخصی راننده را با مبلغ ۰/۲۵ دلار در هر کیلومتر کرایه کند . در صورتی که شرکت اتومبیل خریداری کند ، ارزش اتومبیل ۱۰۰۰۰ دلار ، عمر آن ۴ سال و ارزش معاملاتی آن در پایان این مدت ۲۵۰۰ دلار خواهد بود . هزینهٔ ماهانهٔ پارکینگ برای این اتومبیل ۳۰ دلار و هزینهٔ سوخت ، لاستیک ، و نگهداری آن ۰/۲ دلار در هر کیلومتر است . اگر نرخ بهره ۱۵٪ باشد ، به ازای چند کیلومتر رانندگی در سال ، دو گزینه دارای هزینه های یکسان خواهد بود؟ (جواب : ۲۵۸۶۳)

۸- یک بنگاه مهندسی مشاور می تواند کامپیوتر کوچکی را به ۳۰۰۰۰ دلار بخرد . عمرو ارزش اسقاطی این کامپیوتر به ترتیب ۶ سال و ۴۰۰۰ دلار برآورد می شوند . هزینهٔ بهره برداری ۵۰ دلار در روز ، و هزینهٔ نگهداری توسط پیمانکار ۳۰۰۰ دلار در سال است . به عنوان گزینه ای دیگر ، می توان وقت کامپیوتری کافی را با میانگین هزینهٔ ۱۳۰ دلار در روز اجاره کرد . اگر نرخ بهره ۱۲٪ باشد ، به ازای چند روز کار در سال خرید کامپیوتر موجه خواهد بود ؟ (جواب : ۱۲۳)

۹- هزینهٔ ساخت یک هتل ، شامل مواد ، نیروی انسانی ، مالیات ، حمل و نقل مصالح و دیگر موارد ، ۱۱۰۰۰۰۰ دلار است . زمینی که هتل در آن ساخته می شود ، ۳۰۰۰۰۰ دلار ارزش دارد . هزینهٔ لوازم و مبلمان ۲۰۰۰۰۰ دلار است . سرمایهٔ در گردشی برابر با درآمد ناخالص ۳۰ روز با ۱۰۰٪ ظرفیت مورد نیاز می باشد . سرمایه گذاری در لوازم و مبلمان باید در ۷ سال ، و سرمایه گذاری در ساختمان هتل باید در ۲۵ سال بازیافت شود . زمینی که هتل در آن ساخته خواهد شد ، بدون استهلاك فرض می شود . اگر هتل در ۱۰۰٪ ظرفیت خودکار کند ، درآمد ناخالص سرمایه ۲۰۰۰ دلار در روز برای ۳۶۵روز خواهد بود . هتل دارای هزینه های بهره برداری ثابت (مستقل از بازیافت سرمایه و بهره) برابر با ۱۱۵۰۰۰ دلار در سال ، و یک هزینهٔ بهره برداری متغیر ۸۵۰۰۰ دلار برای ۱۰۰٪ ظرفیت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می باشد . فرض کنید که هزینهٔ متغیر مستقیماً با ظرفیت تغییر می کند . اگر نرخ بهره ۱۵٪ با ترکیب سالانه باشد ، هتل در چه درصدی از ظرفیت باید کار کند تا سر به سر شود ؟

۱۰ - یک دستگاه قهوه پرکن دارای ترازویی برای پر کردن قوطیهای قهوه است . از آن جا که این ترازو حساسیت خود را از دست داده است باید قوطیها را بطور متوسط با ۱٫۰۰۵ کیلوگرم قهوه پر کرد تا بتوان اطمینان یافت که از ۱ کیلوگرم کمتر نیستند . ترازوی فعلی ۱۰ سال پیش به قیمت ۱۵۰۰ دلار خریداری شده و انتظار می رود ۵ سال دیگر کار کند . یک ترازوی جدید با حساسیت ۳٫۵ گرم در هر قوطی یک کیلوگرمی پیشنهاد شده است . ارزش این ترازو ۶۴۰۰ دلار است که ۳۰۰ دلار آن را می توان با تحویل ترازوی فعلی پرداخت کرد . ارزش اسقاطی هر یک از ترازوها ۱۰ سال بعد از زمان حال ناچیز فرض می شود و هزینه های بهره برداری آنها یکسان است . ارزش هر کیلوگرم قهوه ۱۰ دلار است . به ازای حداقل چه تعداد قوطی ۱ کیلوگرمی قهوه در سال ، خرید ترازوی جدید موجه خواهد بود ؟ نرخ بهره ۲۰٪ است . (جواب : ۵۷۰۴۳)

۱۱ - سه نوع موتور بنزینی ، دیزلی و گازی برای تأمین نیروی بولدوزری پیشنهاد شده است . موتور بنزینی ۲۰۰۰ دلار قیمت دارد و هزینهٔ نگهداری آن در سال ۲۰۰ دلار است ، و در ساعت ۷٫۲۰ دلار سوخت مصرف می کند . قیمت موتور دیزلی ۲۸۰۰ دلار ، هزینهٔ نگهداری آن ۲۴۰ دلار در سال ، و مصرف سوخت ۶٫۶۰ دلار در ساعت است . قیمت موتور گازی ۳۳۰۰ دلار ، هزینهٔ نگهداری سالانهٔ آن ۳۱۵ دلار ، و مصرف آن ۵٫۸۰ دلار سوخت در ساعت است . از آن جا که ارزش اسقاطی هر سه موتور یکسان است ، می توان آن را نادیده گرفت . همهٔ هزینه های دیگر سه موتور مساوی و نرخ بهره ۱۵٪ است . عمر هر موتور ۵ سال می باشد .

الف ـ منحنی هزینهٔ سالانهٔ هر موتور را به عنوان تابعی از تعداد ساعتهای بهره برداری در سال ترسیم کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ محدودهٔ تعداد ساعتهای بهره برداری که به ازای آن هر یک از موتورهای بنزینی ، دیزلیو گازی اقتصادی ترین موتورها هستند ، پیدا کنید .

۱۲ - یک موتور القایی با روتور قفسی ۳ فاز ۲۲۰ ولت برای چرخاندن پمپی که بایستی چند مخزن ذخیره را پر کند ، مورد نیاز است . در هر روز از ۳۶۵ روز سال ۳۰۰ اسب بخار نیروی محرکه لازم است . موتورهایی با مشخصه های زیر را می توان اجاره کرد :

اندازه (اسب بخار)	نرخ اجاره (در سال)	هزینهٔ بهره برداری (هر اسب بخار در ساعت)
20	$ 928	$0.044
40	1,000	0.037
75	1,142	0.031
100	1,250	0.027
150	1,510	0.025

منحنی هزینهٔ کل سالانه را به عنوان تابعی از اندازهٔ موتور رسم و اندازهٔ موتوری را که به حداقل هزینهٔ سالانه می انجامد تعیین کنید .

۱۳ - تلفات گرمایی از سقف یک ساختمان ۰/۱۳ بی تی یو در ساعت در هر فوت مربع برای هر یک درجهٔ فارنهایت است . اگر ۲۵۰۰ فوت مربع سقف عایق شود ، تلفات حرارتی به بی تی یو در ساعت در هر فوت مربع از مساحت به ازای هر درجه اختلاف دما برابر است با :

$$\frac{1}{\frac{1}{0.13}+\frac{t}{0.27}}$$

که t ضخامت سقف به اینچ است . هزینهٔ عایق بندی در محل برای ضخامتهای ۴ ، ۶ ، و ۱۰ اینچ به ترتیب برابر با ۰/۱۶ ، ۰/۲۹ ، و ۰/۴۲ دلار برای هر فوت مربع است . ساختمان با بخاری گازی به مدت ۳۰۰۰ ساعت در سال تا ۷۵ درجهٔ فارنهایت ، و بازده ۵۰٪ گرم می شود[1] . دمای محیط خارج ۴۵ درجه است .

---

۱ - ارزش گرمایی گاز طبیعی در حدود ۱۰۰۰ بی تو یو بر فوت مکعب است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هر ۱۰۰۰ فوت مکعب گاز مورد استفاده در بخاری ۴/۴۳ دلار هزینه دارد و ارزش گرمایی هر فوت مکعب آن ۲۰۰۰ بی‌تو یو است . اگر نرخ بهره ۶٪ ، و قیمت ساختمان با داشتن عایق سقف (بدون توجه به ضخامت آن) در ۶ سال بعد ۱۸۰ دلار باشد ، آیا عایق‌بندی سقف توجیه اقتصادی دارد یا خیر و در صورت جواب مثبت با چه ضخامتی ؟

۱۴- ایجاد یک تقاطع غیرهمسطح در محل تقاطع دو خط آهن در دست بررسی است . پل مورد نظر از فولاد ساخته خواهد شد و وزن هر فوت آن با طول دهانه به صورت $W = ۳۲ (S) + ۱۸۵۰$ مرتبط است . پایه ها از بتون ساخته می شوند و هزینهٔ هر یک از آنها ۲۱۵۰۰۰ دلار است . هزینهٔ نصب پل از قرار هر پوند ۰/۴۵ دلار است . اگر تعداد پایه های لازم یکی کمتر از تعداد دهانه ها ، و $L = ۱۲۷۵$ فوت باشد ، تعداد پایه هایی که منجر به حداقل هزینهٔ کل پایه ها و پل شود را به دست آورید (جواب : ۹ پایه)

۱۵- در یک نیروگاه باید ساعتی ۱۶۰۰ آمپر ، بار الکتریکی از ژنراتور به ترانسفورماتور منتقل شود . یک هادی مسی به طول ۱۵۰ فوت را می توان با هزینهٔ ۱۶۰ دلار به علاوهٔ ۰/۶۴ دلار هر پوند نصب کرد . عمر این هادی ۲۰ سال و ارزش اسقاطی آن ۰/۵۰ دلار هر پوند است . تلفات توان در هادی تابعی از سطح مقطع آن است که می توان آن را به صورت A : ۲۵۸۷۶ کیلووات ساعت در سال بیان کرد . هزینهٔ انرژی تلف شده ۰/۰۵۲ دلار هر کیلو وات ساعت است . ازمالیات ، بیمه و نگهداری صرف نظر می شود . نرخ بهره ۱۵٪ در سال است . وزن هر فوت مکعب مس ۵۵۵ پوند می باشد .

الف ـ هزینهٔ کل سالانهٔ بازیافت سرمایه و برگشت ، به علاوه هزینهٔ تلفات توان هادی را با سطح مقطع های ۱ ، ۲ ، ۳ ، ۴ ، و ۵ اینچ مربع رسم کنید .

ب ـ کم هزینه ترین سطح مقطع را به صورت ریاضی محاسبه و نتیجه را با نقطهٔ کمینه ای که در قسمت (الف) به دست می آید ، مقایسه کنید (جواب : ۴/۸۷ اینچ مربع) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۶ – هزینهٔ نگهداری دستگاهی در سال اول صفر است و از آن پس هر سال ۲۰۰ دلار افزایش می‌یابد . قیمت دستگاه ۲۰۰۰ دلار است و ارزش اسقاطی آن در هر زمان صفر است . هزینهٔ بهره‌برداری ، ۱۰۰۰ دلار در سال می‌باشد . اگر نرخ بهره ۱۰٪ باشد ، به ازای چه مدت عمر ، کمترین هزینهٔ سالانهٔ همسنگ را خواهد داشت ؟ مسأله را با آزمون و خطا حل کنید و هزینه‌های سالانه را به شکل جدولی نشان دهید .

۱۷ – دستگاهی باید به قیمت ۲۰۰۰۰ دلار خریداری شود . جدول زیر هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری سالانه ، و ارزشهای اسقاطی را برای هر سال عمر دستگاه نشان می‌دهد . اگر نرخ برگشت ۱۰٪ باشد ، عمر اقتصادی این دستگاه را به دست آورید . (جواب : ۵ سال)

عمر	هزینهٔ بهره‌برداری در هر سال	هزینهٔ نگهداری در هر سال	ارزش اسقاطی در پایان هر سال
1	$2,000	$200	$10,000
2	3,000	300	9,000
3	4,000	400	8,000
4	5,000	500	7,000
5	6,000	600	6,000
6	7,000	700	5,000

۱۸ – استات اتیل از اسید استیک و الکل اتیلیک ساخته می‌شود . فرض کنید

x = مقدار اسید استیک ورودی (به پوند)

y = مقدار الکل اتیلیک ورودی (به پوند)

z = استات اتیل خروجی (به پوند)

باشد . رابطهٔ بین ورودی و خروجی به صورت زیر است :

$$\frac{z^2}{(1.47x - z)(1.91y - z)} = 3.91.$$

الف ـ اگر نسبت اسید استیک به الکل اتیلیک هر یک از مقادیر ۲ ، ۱٫۵ ، ۱ ، ۰٫۶۷ ، و ۰٫۵ باشد ، مقدار استات اتیل خروجی به ازای هر پوند اسید استیک را تعیین ، و نتیجه را رسم کنید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ب ـ هزینهٔ مواد لازم برای هر پوند استات اتیل را برای هر یک از نسبتهای داده شده رسم کنید و نسبتی را که در آن ، هزینهٔ مواد لازم برای هر پوند استات اتیل کمترین مقدار را دارد ، به دست آورید . قیمت هر پوند اسید استیک و الکل اتیلیک به ترتیب ۰/۸ ، ۰/۹۲ دلار است .

۱۹- دولت جریمهٔ آلوده سازی را بر اساس مقدار فاضل آبی که به رودخانه وارد می شود ، در دست بررسی دارد . جریمه باید بر اساس مقدار آلایندهٔ باقیمانده در فاضل آب خروجی تخلیه شده باشد . شاخص مورد استفاده در اندازه گیری میزان آلودگی فاضل آبهای صنعتی اکسیژن بیوشیمیایی مورد نیاز [1] (BOD) است . در حال حاضر یک کارخانه به علت پالایش نکردن فاضل آب هر سال ۴۰۰۰۰۰۰ پوند BOD به رودخانه می ریزد ، هزینهٔ نصب و بهره برداری یک سیستم فاضل آب که BOD خروجی را به درصدی از مقدار فعلی آن کاهش می دهد در زیر نشان داده شده است :

درصد BOD باقیمانده	سرمایه گذاری اولیه	مخارج بهره برداری
5%	$250,000	$40,000
10%	100,000	25,000
15%	85,000	15,000
20%	75,000	10,000
25%	75,000	5,000

انتظار می رود که سیستم پالایش ۱۰ سال عمر کند و ارزش اسقاطی آن در آن زمان صفر باشد . حداقل نرخ برگشت قابل قبول کارخانه ۱۵٪ است .

الف ـ اگر جریمهٔ آلوده سازی ۰/۱۰ دلار برای هر پوند BOD باقیمانده باشد ، چه درصدی از BOD باقیمانده ، هزینهٔ سالانهٔ کارخانه را کمینه می سازد ؟

ب ـ اگر جریمهٔ آلوده سازی ۰/۰۵ دلار برای هر پوند BOD باقیمانده باشد ، چه درصدی از BOD باقیمانده هزینه های کارخانه را کمینه خواهد ساخت ؟

۱- یعنی مقدار اکسیژنی که برای تجزیهٔ مواد زاید لازم است و در نتیجه مقدار آن متناسب با مقدار مواد زاید خواهد بود (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پ ـ منحنی مقدار بهینهٔ BOD باقیمانده را به عنوان تابعی از جریمهٔ آلوده سازی رسم کنید . فرض کنید محدودهٔ جریمهٔ آلوده سازی از ۰٫۰۲ تا ۰٫۲۰ دلار برای هر پوند BOD باشد . اگر شما بخواهید جریمهٔ آلوده سازی این کارخانه را تعیین کنید ، چه مقداری را انتخاب خواهید کرد ؟

۲۰- قرار است درمحل یک تقاطع به طول ۱۲۰۰ فوت ، از یک پل هوایی استفاده شود . دوطرح پیشنهادشده است . درطرح اول وزن هرفوت ازقسمت بالایی پل $W_1 = ۲۲ (S) + ۸۰۰$ پوند است که S وزن هر فوت از دهانه است . در طرح دوم وزن هر فوت از قسمت بالایی پل $W_2 = ۲۰ (S) + ۱۰۰۰$ پوند می باشد . بدون توجه به نوع طرحی که انتخاب می شود ، هزینهٔ پایه ها و دو دیوارهٔ جانبی برای هریک از طرحها ۲۲۰۰۰۰ دلار است . هزینهٔ نصب هرپوند از قسمت بالایی پل ۰٫۴۰ دلار است . همهٔ هزینه های دیگر برای هر دو طرح یکسانند . طرحی را که به کم هزینه ترین پل می انجامد انتخاب ، و طول بهینه دهانه را تعیین کنید . (جواب : طرح دوم با ۱۶۶ فوت فاصلهٔ بین پایه ها) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل دهم

ارزیابی فعالیتهای عمومی[1]

استانداردهایی که مؤسسات خصوصی فعالیتهای خود را با آنها ارزیابی می کنند ، با آنچه که در مورد فعالیتهای ملی به کار می رود متفاوت است . بطور کلی ، فعالیتهای خصوصی برمبنای سود ارزیابی می شوند ، در حالی که فعالیتهای ملی ، رفاه عمومی را مورد نظر دارند .

یک دولت و زیر بخشهای آن ، درگیر فعالیتهای بی شماری است ، که در همهٔ آنها رفاه عمومی پیش بینی می شود . خدمات دولتی موجود برای شهروندان ، مؤسسات ، و شرکتهای خصوصی به اندازه ای گسترده و زیاد است که برای فهرست کردن آنها چندین کتاب مورد نیاز می باشد . این فصل مفاهیم و روشهای تحلیل مورد استفاده در ارزیابی چنین فعالیتهایی را ارائه می کند .

۱۰-۱ اهداف عمومی رفاهی دولت

یک دولت ملی ، ابر سازمانی است که همهٔ مؤسسه های دولتی و همهٔ سازمانهای ملی از جمله تقسیم بندی کشوری مانند ولایات ، استانها ، شهرها ، شهرستانها و

1- Public Activities

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بخشها ، و همچنین سازمانهای خصوصی و افراد ، تابع آن هستند . دولت یک کشور را از برخی جنبه ها می توان به یک شرکت بزرگ تشبیه کرد . شهروندان نقشی شبیه به سهامداران ایفا می کنند . هر فرد ، اگر بخواهد می تواند در انتخاب گروه سیاستگذار ، (مجلس) ، یک رأی داشته باشد . این گروه را می توان به یک هیأت مدیره تشبیه کرد .

به عنوان مثال در ایالات متحده ، تقسیمات کشوری کوچکتر ، مانند ایالات ، استانها ، شهرها ، و بخشها کارهای خود را بیشتر به همان شیوهٔ دولت مرکزی از پیش می برند . یعنی در آنها هم هر شهروند در تعیین سیاست یک حق رأی دارد . این تقسیمات کوچکتر اگرچه هرکدام به نوبهٔ خود تابع سازمان مافوقشان هستند، لیکن آزادی عمل مشخصی دارند . تقسیمات دولت بیشتر بر مبنای مناطق جغرافیایی که به آسانی قابل تشخیص هستند طراحی می شود .

این که هدف دولت خدمت به شهروندان است ، یک اصل اساسی است . هدف اصلی دولت ایالات متحده چنان که در قانون اساسی آن بیان شده است ، **دفاع ملی**[1] و **رفاه عمومی**[2] شهروندان است . برای آسانی بحث تنها عبارت «رفاه عمومی» را در برگیرندهٔ همهٔ این هدفها در نظر می گیریم . لیکن این هدف که ساده بیان شد، در واقع بسیار پیچیده است . برای دستیابی کامل به آن لازم است که خواسته های هر یک از شهروندان در بالاترین حد و بطور مساوی با خواسته های دیگر شهروندان برآورده شود .

از آن جا که هدف دولت ملی رفاه عمومی است ، به تبع آن تقسیمات کشوری تابع هم صرف نظر از هدفهای خاصی که ممکن است داشته باشند ، باید با این هدف کلی مطابقت کنند .

1- National Defense 2- General Welfare

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

رفاه عمومی از دیدگاه شهروندی . چون هر شهروند می تواند یک حق رأی داشته باشد . (در صورتی که بخواهد از آن استفاده کند) ، اهداف دولت از مردم ناشی می شود . به این دلیل باید خط مشی دولت در جهت اهداف لازم برای رسیدن به رفاه عمومی شهروندان باشد ، زیرا مرجع تصمیم گیری بالاتری وجود ندارد .

بنابراین ، وقتی دولت اعلان جنگ می دهد ، باید استنباط بر این باشدکه این کار به نفع رفاه عمومی است . به همین ترتیب ، وقتی ایالتی فروش اوراق قرضهٔ یک بزرگراه را تصویب می کند ، باید این کار را با این فرض که به نفع رفاه عمومی شهروندان است انجام دهد . همین استدلال در مورد همهٔ فعالیتهای هر یک از تقسیمات کشوری وجود دارد . زیرا در غیر این صورت ، باید فرض کنیم که مردم به صورت جمعی بر خلاف خواسته های خود عمل می کنند .

بطور کلی ، سنجش نهایی مطلوبیت یک فعالیت مربوط به هر واحد دولتی ، قضاوت مردم آن واحد است ؛ مگر وقتی که یک واحد تابع مبادرت به فعالیتی کند که هدفش مخالف با هدف واحد مافوق باشد . در این حالت سنجش نهایی مطلوبیت تا اندازه ای با مردم واحد مافوق است . همچنین این مطلب باید روشن باشد که فعالیتهای دولتی توسط مجموع قضاوتهای تک تک شهروندان ارزیابی می شود ، که مبنای قضاوتهای آنها رفاه عمومی از دیدگاه هریک از آنهاست . به نظر می رسد که اهداف بیشتر فعالیتهای دولتی دارای ماهیتی اجتماعی باشد ، هر چند که غالباً ملاحظات اقتصادی هم یک عامل هستند . فعالیتهای عمومی توسط گروهی از مردم یک دولت پیشنهاد ، تکمیل ، و توسط همان گروه مورد قضاوت قرار می گیرند .

وضعیت بخشهای خصوصی کاملاً متفاوت است . فعالیتهایی که در کنترل بخش خصوصی هستند ، خدماتی را برای عرضه به مردم پیشنهاد و ارائه می کنند . در این جا مبنای قضاوت مردم بر این است که آیا این خدمات به هزینه شان می ارزند یا نه ؟ یک سازمان بازرگانی خصوصی برای ادامهٔ حیات خود باید درآمدها و هزینه های خود را دست کم متعادل کند . بنابراین سود ، یک هدف لازم اولیه است . به همین دلیل

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

یک سازمان بخش خصوصی به ندرت می تواند اهداف اجتماعی را در نظر بگیرد مگر این که این اهداف بتواند وضعیت رقابتی او را بهبود بخشد .

هدف رفاه عمومی از دیدگاه فردی . فعالیتهای عمومی توسط مجموع قضاوتهای انفرادی شهروندان ارزیابی می شود . مبنای قضاوت هر فرد رفاه عمومی از دیدگاه خود او است . هر شهروند محصولی از وراثت یگانه و محیط خود می باشد ؛ خانه ، الگوهای فرهنگی ، تحصیلات ، و امیال او با همسایه اش متفاوت است . به این دلیل و همچنین این واقعیت که دیدگاههای بشر به ندرت بطور منطقی تعیین می شوند ، گروههای بزرگ شهروندان به ندرت در مطلوبیت فعالیتهای عمومی پیشنهادی توافق کامل دارند .

از پدر یک خانواده با چند فرزند فعال می توان انتظار داشت که خرج کردن برای مدرسه و امکانات تفریحی را بر یک برنامهٔ تعریض بزرگراه ، که صرفاً ارزش دارایی مرکز شهر را زیاد می کند ، منطقی تر بداند .

۲-۱۰ ماهیت فعالیتهای عمومی

فعالیتهای دولتی را می توان به عناوین کلی امنیت ، روشنگری افکار و توسعهٔ فرهنگی ، و منافع اقتصادی دسته بندی کرد . **حفاظت** ، خود مواردی مانند تأسیس ارتش ، نیروهای پلیس ، سیستم قضایی ، کنترل سیلابها ، خدمات رفاهی و بهداشتی را در بر می گیرد . **روشنگری و توسعهٔ فرهنگی** شامل خدماتی مانند سیستم آموزش عمومی ، کتابخانهٔ مجلس و دیگر کتابخانه های ملی ، تحقیقات ملی ، خدمات پستی ، و وسایل تفریحی می شود . **منافع اقتصادی** مشتمل بر اسکله ها و کانالها ، توسعهٔ نیروگاهها ، کنترل سیلابها ، خدمات اطلاعاتی و تحقیقاتی ، و مؤسسه های کنترلی می باشد .

فهرست بالا ، اگرچه کامل نیست ، نشان می دهد که در این دسته بندی تداخل

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیادی وجود دارد . برای مثال ، سیستم تحصیلات از دید خیلی ها در امنیت ، روشنگری و منافع اقتصادی مردم سهیم است . بررسی اهداف فعالیتهای دولتی مطابق دسته بندی بالا ، در بررسی ارتباط تحلیلهای اقتصادی با فعالیتهای عمومی لازم است .

موانع کارآیی در فعالیتهای عمومی . دو مانع مهم برای کارآیی فعالیتهای عمومی وجود دارد . اول ، **شخصی که مالیات می پردازد و خدمات دریافت می کند در بارهٔ ارزش مبادله ای که بین او و دولتش رخ می دهد اطلاع کمی دارد و یا اصلاً اطلاعی ندارد** . بنابراین وی راهی عملی برای ارزیابی آنچه که به ازای برگشت پرداخت مالیاتش دریافت می کند ندارد . پرداختهای مالیاتی او به یک صندوق مشترك می روند و هویت خود را از دست می دهند . بجز اندك موارد استثنایی ، مالیات دهنده در زمان و مکانی که مالیاتش را می پردازد چیزی دریافت نمی کند . بنابراین مبنایی برای مقایسه بین ارزش آنچه می پردازد با منافعی که به عنوان نتیجهٔ پرداختش دریافت می کند ، ندارد .

از آن جا که واحدهای دولتی دارای اختیاراتی انحصاری هستند ، مالیات دهنده در انتخاب واحدی که باید به آن مالیات بپردازد آزادی ندارد . بنابراین وی نه فرصت دارد که کارآیی واحدهای مالیاتی را بر مبنای یک شیوهٔ مقایسه ای ارزیابی کند ، و نه می تواند مالیاتش را به واحدی که به عقیدهٔ او کارآمدترین است بپردازد .

به علاوه ، دریافت کنندگان فرآورده های حاصل از فعالیتهای مالیاتی به آسانی نمی توانند ارزش این فرآورده ها را ارزیابی کنند . وقتی که پرداخت مستقیمی برای این فرآورده ها مبادله نمی شود ، شخص می تواند انتظار پذیرفتن آنها را بر مبنای ارزشی که تنها خود او برایشان قائل است داشته باشد . بنابراین فرآورده های فعالیتهای دولتی روح پذیرفته شدن دارند ، حتی اگر ارزش آنها برای گیرنده کمتر از هزینهٔ تولید آنها باشد .

مانع دوم در کارآیی فعالیتهای دولتی ، فقدان اجبارهای رقابتی است که برای استفادهٔ کارآمد از منابع لازم است . این وضع نتیجهٔ طبیعی ویژگیهای خاص دولت و

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

محیط کاری درون آن است . شاید مهمترین این ویژگیها این است که دولت از فشارهای یک مکانیزم بازار که وی را مجبور به کارآیی بیشتر در فعالیتهایش می سازد دوری می کند . بنابراین ، دولت با استفادهٔ غیرکارآمد از منابع «ورشکست نمی شود» . در واقع دولت مرکزی تنها ارگانی است که می تواند بیش از دریافتهایش خرج کند .

علاوه بر این ، هزینه های ناشی از تصمیمات ضعیف از جیب مسؤولان بازیافت نمی شود . فشارهای اقتصادی مستقیم بسیار کم احساس می شوند ، و ترفیعات و افزایش حقوقها به ندرت در رابطه با کارآیی هستند . در بسیاری از موارد گزینه های غیرکارا مورد بررسی قرار می گیرند . زیرا یک مؤسسه دولتی خاص بیشتر علاقه مند به تداوم وجود خودش هست .

پروژه های چندمنظوره . بسیاری از پروژه های دولتی بیش از یک هدف دارند . املاك ملی مانند جنگلها نمونهٔ خوبی هستند . برای مثال ، فرض کنید طراحی یک جاده برای بخش معینی از یک جنگل ملی مورد بررسی باشد . از آن جا که مدیریت املاك ملی مفهومی چندمنظوره است ، در صورت به خدمت گرفتن جاده چند منفعت عاید خواهد شد . از این میان می توان فرصتهای رانندگی در مناظر طبیعی ، فرصتهای اردویی ، حفاظت بهتر در برابر حریق ، و آسانی برداشت الوار را نام برد .

اگر هدف پروژهٔ عمومی ارائهٔ چند خدمت باشد ، معمولاً تعدیل آن آسانتر است ؛ بویژه اگر پروژه بسیار پرهزینه و مستلزم پشتیبانی چند گروه باشد . جادهٔ جنگلی ممکن است به اشخاصی که علاقه مند به رانندگی و اردو هستند ، ادارهٔ جنگلبانی که مسؤول کنترل حریق است ، و صنایع چوب که مرتباً با منابع چوبهای جنگلی قرارداد دارند ، خدماتی ارائه کند .

در رابطه با پروژه های چندمنظوره ممکن است چند سؤال مطرح شود . مهمترین آنها مسألهٔ ارزیابی مجموع منافعی است که باید عاید شود . منفعت رانندگی در مناظر طبیعی یا یک سفر اردویی چقدر است ؟ چگونه می توان منفعت ناشی از بهبود دسترسی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای آتش نشانی را سنجید ؟ منفعت برداشت آسانتر چوب چقدر است ؟ اگر بخواهیم یک تحلیل اقتصادی برای پروژه انجام دهیم ، باید هر یک از این پرسشها را بر حسب کمیتهای پولی پاسخ دهیم . همچنین این پاسخها باید به گونه ای باشند که هر گروه ذینفع بتواند در هزینهٔ پروژه سهیم باشد .

مسأله دیگری که در پروژه های چندمنظوره مطرح می شود ، برخورد بین اهداف موردنظر است . این برخوردها غالباً جنبهٔ سیاسی پیدا می کند . انگیزهٔ اولیهٔ هر یک از اعضای دولت ، گرفتن رأی برای رد یا قبول طرح است . یک طرح نامزد با نمایاندن منافع مستقیمی که برای گروههای ذینفع در بر خواهد داشت ، رأی می آورد . بنابراین باید نشان داد که آن منافع مستقیم بسیار پرهزینه نیستند ، به همین دلیل روال بر این است که هزینه های پروژه به آن دسته از منافعی که همه ، آنها را اساسی می دانند تخصیص داده شوند . برای مثال ، ممکن است بخش عمده ای از هزینهٔ جادهٔ یاد شده را به بهبود حفاظت در برابر آتش سوزی مربوط کرد ، و آن را برعهدهٔ ادارهٔ خدمات جنگلی گذاشت . در این صورت نشان دادن مطلوبیت عمومی پروژه ، به خاطر هزینهٔ اندکی که در رابطه با رانندگی در مناظر طبیعی و فرصتهای اردویی دارد ، آسان خواهد بود .

۱۰-۳ تأمین اعتبار فعالیتهای عمومی

در ایالات متحده دو دیدگاه اساسی بر جمع آوری وجوه و خرج آنها توسط بخشهای دولتی تأثیر عمده دارند . این دو عبارتند از جمع آوری مالیات بر مبنای **توانایی پرداخت**[1] ، وخرج کردن وجوه برمبنای **تساوی فرصت**[2] برای شهروندان . کاربرد دیدگاه «توانایی پرداخت» ، به روشنی در جداول مالیات بر درآمد و دارایی نمایان است . دیدگاه «تساوی فرصت» ، درهمکاری دولت مرکزی با مسؤولان ایالتها درتهیهٔ برنامه های آموزشی وبهداشتی ، سیستمهای بزرگراه ، کمک به افرادمسن ، ومانند آن ظاهر می شود .

1- Ability to Pay

2- Equalizing Opportunity of Citizens

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به خاطر این دو تفکر اساسی در بارهٔ مالیات ، غالباً بین منافع و دریافتهای فردی ، و مقدار مالیاتی که برای فعالیتهای عمومی می پردازد ، رابطهٔ اندکی وجود دارد . این مطلب بویژه در مقیاسهای بزرگ برای فعالیتهای عمده ای مانند خود دولت ، ارتش و پلیس ، رفاه ، سیستم بزرگراه ، و بیشتر فعالیتهای آموزشی ، واقعیت دارد .

روشهای تأمین اعتبار . وجوه مربوط به تأمین اعتبار فعالیتهای عمومی از راههای زیر به دست می آیند :

(۱) تعیین مالیاتهای مختلف ، (۲) وام ، (۳) گرفتن هزینه های خدمات . دولت مرکزی این وجوه را خصوصاً از مالیات شرکتها ، افراد ، مشروبات الکلی ، و مالیات ایالتها ، و از حقوق گمرکی کالاهای وارداتی دریافت می کند . درآمد ایالتها شامل مالیات بر شرکتها ، افراد ، بنزین ، دارایی ، و وسایل نقلیه است . مالیات شهرها از درآمد ، فروش ، مالیات بر دارایی ، و وسایل نقلیه تأمین می شود .

فروش اوراق قرضه یک روش معمول در تهیهٔ وجوه مربوط به انواع گسترده ای از فعالیتهای دولتی است . گرفتن وام در سطوح ایالتی و محلی ، معمولاً به منظور تأمین مالی پروژه های بهبود سرمایه و فعالیتهایی که توسط خودشان پشتیبانی می شوند محدود می گردد . این اوراق قرضهٔ شهری معمولاً از مالیات بر درآمد دولت مرکزی معاف هستند ؛ بنابراین عموماً نسبت به اوراق قرضهٔ دولت مرکزی و شرکتها ، بهرهٔ کمتری می پردازند . این مزیت مالیاتی کسانی را که در محدوده های بالای مالیات بر درآمد هستند به سرمایه گذاری در آنها تشویق می کند ، و برای شهرداریها ، یک منبع تأمین مالی کم هزینه را فراهم می سازد .

انواع مختلفی از اوراق قرضه وجود دارند ، اما دو نوع متداولتر آن عبارتند از : (۱) اوراق قرضهٔ تعهد عمومی[1] ، (۲) اوراق قرضهٔ درآمدی[2] . **ورق قرضهٔ تعهد عمومی** توسط اعتبار و قدرت مالیاتی منتشرکننده تضمین می شوند . بنابراین ریسک

1- General Obligation Bonds 2- Revenue Bonds

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دارندگـان این اوراق کم است . زیرا قـدرت مـالیـاتی دولت به عنوان وثیـقـهٔ پرداخت بهـره های این گـونه اوراق قرضـه عـمل می کند . این اوراق قـرضـه قبل از انتـشـار به رأی مـوافق شهـروندان آن منطقـهٔ مـالیـاتی نیـاز دارند . محـدودهٔ رأی های مـوافق لازم ممکن است از اکثریت دو سوم تا اکثریت ساده متغیر باشد . اوراق هزینهٔ مربوط به آموزشگاهها معمولاً اوراق تعهد عمومی هستند .

اوراق قرضهٔ درآمدی ، توسط درآمدهای پیش بینی شده ای که باید از طریق پروژهٔ مورد تأمین اعتبار تولید شوند ، پشتیبانی می شوند . این گونه اوراق قرضه به پروژه های درآمـدزا مـانند جـاده ها و پلهـای مـالیـات دار ، مـجتمـع های مسکونی ، سیسـتـمـهـای آب رسانی و جـمع آوری فاضل آب ، محدود مـی شوند . اوراق قرضهٔ درآمـدی به خاطر ریسک بالاتر (ممکن است پروژه ها نتوانند درآمدهای کـافی تولید کنند) دارای نرخـهای بهرهٔ بیشتری نسبت به اوراق قرضهٔ تعهد عمومی هستند .

بیـشتـر فعـالیـتهـایی کـه توسط دولت مرکـزی تأمین اعتبـار می شوند ، پول خـود را از وجـوه عـمـومی دریـافت می کنند . این وجـوه از طریق مـالیـاتهـا و وامـهـای مختلف (اوراق قـرضه ، اسکناسـها ، و بروات خـزانه داری) فراهم می شـوند بنابراین ، شناسـایی منبع وجـوه مـوجود بـرای سـرمـایه گـذاری در سطح دولت مـرکـزی بسـیـار مشکل است .

در برخی از سطوح دولتی بخش قابل مـلاحظه ای از درآمد از طریق دریافت هزینهٔ خدمات انجـام شده به دست می آید . مثالهایی در سطح ملی عبارتند از : درآمـد حاصل از خـدمات پستی و فـروش برق از پروژه های برق آبی[1] ؛ در سطح شهـری ، می توان از درآمـدهای حاصل از خـدمات آب رسانی و جـمع آوری فاضل آب ، و مـالیـاتهایی کـه از دارندگـان امـلاك برای پیـاده روها و خـیـابانهـای مـجاور با ملک آنهـا گـرفـتـه می شـود ، نام برد .

۱ـ در ایالات متحده ، انواع دیگر نیروگاههای تولیدکنندهٔ انرژی الکتریکی توسط بخش خصـوصی اداره می شوند (م ۱)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

رابطهٔ منافع با هزینهٔ تأمین اعتبار . بسیاری از مالیاتهای استفاده کنندگان با توجه به رابطهٔ بین منافع حاصل از پروژه و هزینه های آن وضع می شوند . آشکارترین این گونه مالیاتهای مربوط به استفاده کننده ، مالیاتهایی است که درآمد پروژه های بزرگراههای ایالتی را فراهم می سازند . مالیات استفاده کنندگان از بزرگراهها به گونه ای وضع می شود که هزینه های مربوط به آنها برای استفاده کنندگان روشن باشند . در یک روش فرض می شود که مخارج بهره برداری ارزیابی دقیقی از خدمات دریافتی را ارائه می کنند . یعنی یک فرد هر چه بیشتر رانندگی کند ، از سیستم بزرگراه استفادهٔ بیشتری خواهد کرد . مالیات بنزین هم که برمبنای همین فرض وضع می شود ، قطعاً درآمدهایی مرتبط با مقدار استفاده فراهم می سازد . البته ، وسایل نقلیه ای که سوخت کمتری مصرف می کنند ، در مقایسه با سایر وسایل نقلیه ، مالیات کمتری می پردازند .

در روش دیگر مالیاتها بر اساس هزینه های متفاوتی که برای انواع مختلف وسایل نقلیه لازم است ، وضع می شود . یعنی ، اگر وسایل نقلیه سنگین تر بخواهند از بزرگراه استفاده کنند ، بایستی جاده را با ضخامت بیشتر (با هزینهٔ بیشتر) ساخت ، و نرخ فرسایش و تخریب بیشتر خواهد بود . به عنوان مثال ، فرض کنید ایالتی روکش ۱۰۰۰ مایل بزرگراه زیرسازی شده جهت عبور وسایل نقلیهٔ سنگین را در دست بررسی دارد . مشخصات روکش لازم برای تحمل انواع مختلف وسایل نقلیه این ایالت در زیر داده شده است :

نوع وسیله نقلیه	ضخامت روکش (به اینچ)	هزینه هر مایل ، دلار	هزینهٔ نموی
اتومبیلهای سواری	5.5	$2,200,000	$2,200,000,000
کامیونهای سبک	6.0	2,400,000	200,000,000
کامیونهای متوسط	6.5	2,580,000	180,000,000
کامیونهای سنگین	7.0	2,740,000	160,000,000

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

تعداد وسایل نقلیهٔ موجود در این ایالت عبارتند از :

اتوموبیلهای سواری	2,000,000
کامیونهای سبک	200,000
کامیونهای متوسط	50,000
کامیونهای سنگین	20,000
کل	2,270,000

طرح زیر ، هزینهٔ نموی تکمیل بزرگراه را به انواع وسایل نقلیهٔ مربوطه تخصیص می دهد :

کامیونهای سنگین	کامیونهای متوسط	کامیونهای سبک	اتومبیلهای سواری	تخصیص هزینه های نموی برای هر وسیله
$ 969	$ 969	$ 969	$969	$2,200,000,000/2,270,000
741	741	741		200,000,000/270,000
2,571	2,571			180,000,000/70,000
8,000				160,000,000/20,000
$12,281	$4,281	$1,710	$969	جمع

اگر بخواهیم جمع آوری مالیات بر اساس هزینهٔ خدمات باشد ، باید یک طرح مالیاتی مناسب وضع کنیم . این کار را می شود با تعیین مقادیر مناسبی برای مالیات سوخت و مالیات بر مالکیت وسایل نقلیه انجام داد .

۴-۱۰ فعالیتهای عمومی و اقتصاد مهندسی

تقریباً درهمهٔ فعالیتهای عمومی به خاطر نیاز آنها به سطوح بالای تکنولوژی ، مهندسی یک عامل عمده است . روشن است که پیچیدگی سیستمها و پروژه های مورد تعهد دولتهای مرکزی و ایالتی به جای کاهش ، رو به افزایش است .

سهم مهندس در برنامه های فضایی ، دفاع ملی ، کنترل آلودگی ، شهرسازی ، و ساخت بزرگراهها به خوبی آشکار است . درون داد مهندس به این فعالیتها مهندسان را به عنوان شاغلان مؤسسات دولتی و مشاوران این مؤسسات درگیر کرده است . بنابراین فعالیتهای عمومی به همهٔ مهندسان به عنوان شهروندان ، و به بسیاری از مهندسان به خاطر برون دادهای ناشی از استعداد و مهارتشان مربوط می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فرآیند مهندسی که در فصل ۱ بیان شد ، از مراحل تعیین هدف ، شناسایی عوامل استراتژیک ، تعیین وسایل ، ارزیابی پیشنهادهای مهندسی ، و کمک در تصمیم گیری تشکیل می شود . هر یک از این مراحل را می توان در فعالیتهای عمومی به کار گرفت . تنها تغییری که باید داده شود ، قرار دادن منفعت یا رفاه عمومی به جای سود است .

برای مثال ، فرض کنید یک شهرداری دو پروژه را در دست بررسی دارد . یکی از آنها استخر شنا ، و دیگری کتابخانه است . این شهرداری منابع لازم برای یکی از اینها (اما نه برای هر دو) را در اختیار دارد . انتخاب را نمی توان بر مبنای سود انجام داد ، زیرا سودآوری مورد نظر نیست . انتخاب را باید بر این اساس انجام داد که از دیدگاه شهروندان (مثلاً با رأی گیری از آنها) کدام پروژه بیشترین سهم را در رفاه عمومی خواهد داشت .

به عنوان مثال دیگر ، ایجاد یک سیستم تسلیحاتی برای کمک به دفاع ملی را در نظر بگیرید . غالباً چند سیستم که از نظر فنی امکان پذیر هستند مورد بررسی قرار می گیرند . در این حال هدف ارزیابی هر یک از آنها با این تصور است که کارآیی سیستم تسلیحاتی با رفاه عمومی در رابطهٔ با یکدیگر هستند . با بررسی هزینهٔ هر سیستم در رابطه با کارآیی آن ، یک مبنا برای مقایسه به دست می آید .

باید توجه داشت که ارزیابی فعالیتهای عمومی برحسب رفاه عمومی ، منافع دریافتی و هزینهٔ فعالیت ، هر دو را در بر می گیرد . بدون توجه به میزان ذهنی بودن ارزیابی سهم یک فعالیت در رفاه عمومی ، غالباً می توان هزینه آن را بطور کاملاً واقعی تعیین کرد . تعیین هزینه های آنی ، و بعدی استخر شنا ، کتابخانه ، یا سیستمهای تسلیحاتی نسبتاً آسان است . دانستن هزینه های مورد انتظار برای منافع مورد نظر می تواند به انتخاب درست تر فعالیتهای عمومی در هر یک از بخشهای عمرانی یا دفاعی بینجامد .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰-۵ تحلیل منفعت در مقابل هزینه[1]

به علت رشد فزایندهٔ اندازهٔ دولت و نبود فشار رقابتی برای استفادهٔ کاراتر از منابع دولتی ، نیاز فزاینده ای به درك مطلوبیت اقتصادی استفاده از این منابع وجود دارد . مسألهٔ کلی تصمیم گیری عبارت است از به کارگیری منابع موجود به شیوه ای که رفاه عمومی شهروندان بیشینه شود . برای کمک به انجام این هدف ، بسیاری از مؤسسات دولتهای مرکزی ، ایالتی و محلی تکیه بر روشهایی دارند ، که مطلوبیتهای برنامه ها و پروژه های مشخص را بطور کمی می سنجند . یکی از پرکاربردترین این روشها ، روش **تحلیل منفعت ـ هزینه** است .

در استفاده از تحلیل منفعت ـ هزینه ، سنجش سهم یک پروژه در رفاه عمومی معمولاً برحسب منافع «طرحهای ذینفع» ، و هزینهٔ پرداخت کنندگان آن بیان می شود . برای این که پروژه ای مطلوب باشد ، باید منافع آن از هزینه هایش بیشتر باشد ، و یا نسبت منافع به هزینه ها بزرگتر از یک شود . در غیر این صورت ، واحد دولتی با استفاده از منابع عمومی به شیوه ای که رفاه کلی شهروندان را کاهش داده است ، در انجام مسؤولیت خود کوتاهی کرده است .

دیدگاه مورد استفاده در ارزیابی پروژه های عمومی . در ارزیابی پروژه های عمومی مانند همهٔ مطالعات اقتصادی دیگر باید هر گزینهٔ مورد بررسی را از یک **دیدگاه** درست تحلیل کرد . در غیر این صورت ، در توصیف گزینه ، همهٔ اثرات با اهمیت آن مطرح نخواهد شد . بنابراین قاعدهٔ کلی ، فرض دیدگاهی است که همهٔ نتایج مهم پروژهٔ مورد بررسی را دربر بگیرد . این دیدگاه می تواند جغرافیایی یا محدود به گروههایی از مردم ، سازمانها ، یا دیگر گروههای قابل شناسایی باشد .

معمولاً آسانترین روش این است که تعیین کنیم چه کسانی منافع را می برند و چه کسانی هزینهٔ آنها را می پردازند . دیدگاهی باید انتخاب شود که این دو گروه را

1- Benefit-Cost Analysis

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در بر گیرد . در زیر مثالهایی از پروژه های خاص و دیدگاههایی که قابل قبولترین به نظر می رسند ، ارائه شده اند :

پروژه	دیدگاه
سیستم بزرگراه درون ایالتی ، پروژه های عمدهٔ آب رسانی ، سیستمهای حمل و نقل انبوه	ملی
پروژه های کنترل کیفیت هوا با بودجهٔ منطقه ای	منطقه ای
برنامه های آموزشی ، برنامه های بزرگراههای ایالتی با بودجهٔ ایالتی	ایالتی
خدمات دارویی با بودجهٔ استانی	استانی
سیستم آب رسانی شهری ، بوستانها ، آتشنشانی با بودجهٔ شهری	شهری
تجهیزات مخابراتی و محاسباتی که توسط مؤسسات دولتی خریداری می شوند	مؤسسهٔ دولتی

به دلایلی خاص معمولاً روال بر این است که محدودهٔ مسألهٔ مورد بررسی را کوچکتر کنند . اگر اثرات ساخت یک کتابخانهٔ جدید که هزینه های آن از بودجهٔ شهری تأمین می شود ، برمبنای ملی تحلیل شود ، تلاشی افراطی برای بررسی دور از دسترسترین اثرات این پروژه صورت گرفته است . از طرف دیگر ، اگر یک سیستم حمل و نقل عمومی شهری که در ابتدا توسط دولت مرکزی تأمین اعتبار شده است ، بر مبنای منافع و هزینه های مستقیم آن برای شهرداری تحلیل شود ، هزینه های واقعی این سیستم به درستی درك نشده است . متأسفانه ، بسیاری از دولتهای ایالتی و محلی ، وجوهی را که از منابع بیرونی تهیه می شود ، وجوه «آزاد» می دانند . نتیجهٔ این دیدگاه ، انجام کارهایی است که برای عده ای منافعی را با هزینهٔ دیگران فراهم می سازد که بطور خالص به بهبود رفاه عمومی نمی انجامد .

در ارزیابی گزینه ها برای بخش خصوصی ، هزینه ها و منافع گزینه بر مبنای دیدگاه بنگاه یا مؤسسه ای که تحلیل را انجام می دهد ، سنجیده می شوند . استفاده از چنین دیدگاهی در یک واحد دولتی ، احتمالاً به توصیف نادرستی از گزینه ها می انجامد . یعنی اگر یک ادارهٔ بزرگراه ایالتی ، بهبود بزرگراه را به جای دیدگاه ایالتی ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از دیدگاه خودش تحلیل کند ، نمی‌تواند بسیاری از اثرات این گزینه را در توصیف آن بگنجاند .

بررسی منافع و هزینه ها با پروژه ، یا بدون آن . تعیین یک مبنا یا مرجع برای یافتن اثرات پروژه برکشور یا هرواحد فرعی آن ، یکی دیگر ازبررسیهای مهم است . بنابراین ، برای هرپروژه باید دیدکه شرایط ملی یا هرواحدفرعی با و بدون پروژه چگونه خواهدبود . این مبنای مراجعه ، چارچوبی برای شناسایی همهٔ منافع و هزینه های مهم مربوط به پروژه را فراهم می سازد .

باید توجه داشت که این روش با آزمایش شرایط کلی قبل و بعد از نصب پروژه تفاوت دارد . برای مثال ، ممکن است بهبود وضعیت کشتیرانی در یک آب راه داخلی ، ترافیک قایقها را افزایش دهد . لیکن ، اگر مقداری از این رشد ترافیک بدون بهبود وضعیت کشتیرانی هم مورد انتظار باشد ، نسبت دادن همهٔ تغییرات ترافیک به پروژهٔ مورد نظر ، مناسب نخواهد بود . **بنابراین ، در توصیف منافع و هزینه های یک پروژه ، تنها تغییراتی که از خود پروژه ناشی می شوند در مرحلهٔ اول اهمیت قرار دارند** .

از آن جا که هدف تحلیل منفعت هزینه کمک به تخصیص منابع است ، افزایش رفاه عمومی باید منعکس کنندهٔ تعداد زیادی از اهداف جامعه باشد . در حالی که بهبود وضع اقتصادی مردم یک هدف مهم است ، اهداف دیگری هم مانند تقاضای آب و هوای تمیز ، محیط دلپذیر ، و امنیت شخصی مورد نظر می باشند .

برخی از منافع و زیانهای مربوط به این اهداف چندگانه را می توان با تعریفهای اقتصادی بیان کرد در حالی که برای بقیه نمی توان این کار را انجام داد . ارائهٔ آن دسته از منافعی که دارای ارزش بازاری هستند برحسب واحدهای پولی دارای اهمیت است . همچنین وارد کردن منافعی که دارای ارزش بازاری نیستند درتحلیل به همان اندازه اهمیت دارد . لیکن ، تلاش برای بیان اهداف غیراقتصادی برحسب مقادیر پولی درست نیست . برای مثال ، تعیین ارزش تنهٔ درختهای یک بوستان بر مبنای تعداد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

الوارهای تخته ای که از آنها به دست می آید و قیمت بازار الوار کار اشتباهی است .

انتخاب یک نرخ بهره . مخارج مربوط به کالاهای سرمایه ای با این استدلال انجام می شوند ، که سرانجام ، کالاهای مصرفی حاصل از آنها بیشتر از مقداری خواهد بود که با صرف همین مخارج در حال حاضر می توان تهیه کرد . بهره ، تفاوت مورد انتظار بین این دو را ارائه می کند . در نظر نگرفتن بهره در ارزیابی فعالیتهای عمومی معادل با تصور منفعتی در آینده برابر با منفعتی شبیه به آن در حال حاضر است . این برخورد مخالف با طبیعت بشر به نظر می رسد . بنابراین ، در بررسی منافع و هزینه های اقتصادی آینده باید از نرخ بهره ای که ارزش زمانی پول را به درستی منعکس می کند استفاده کرد . این نرخ بایستی دست کم هزینهٔ پول قرض گرفته شده توسط دولت را منعکس کند .

هزینهٔ فعالیتهایی که اعتبار آنها از طریق مالیات تأمین می شود ، توسط شهروندان پرداخت می شود . بنابراین وجوه خرج شده در فعالیتهای عمومی باید به منافعی قابل مقایسه با منافع حاصل از همین وجوه در صورت خرج کردن آنها در طرحهای خصوصی بینجامند . تقریباً همهٔ افراد **برای تشویق به سرمایه گذاری وجوه شخصی خود تقاضای بهره یا معادل آن را دارند . برای قابل مقایسه نگهداشتن مخارج عمومی و خصوصی ، منطقی به نظر می رسد که نرخ بهرهٔ انتخاب شده بتواند فرصت از دست رفته ناشی از پرداخت مالیات را فراهم کند ، یعنی نرخ بهره بایدنرخی را که درصورت برنداشتن وجوه از بخش خصوصی به دست می آمد ، منعکس کند .**

اعتبار برخی از فعالیتهای عمومی کلاً یا بخشی از آن از طریق فروش خدمات یا محصولات تأمین می شود . توسعهٔ توان الکتریکی ، پروژه های آبیاری ، پروژه های خانه سازی ، و پلهای مالیات دار ، مثالهایی از این گونه فعالیتها هستند . بسیاری از این پروژه ها توسط شرکتهای خصوصی انجام می شوند ، و بطور کلی در رقابت با بخش خصوصی هستند . در این جا نیز چون بخش خصوصی الزاماً بهره را در نظر می گیرد ،

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در تحلیل منفعت ـ هزینهٔ فعالیتهای عمومی که به هر حال در رقابت با بخش خصوصی هستند ، بررسی فرصت از دست رفته ، منطقی به نظر می رسد .

نرخ بهرهٔ مورد استفاده در مطالعهٔ اقتصادی یک فعالیت عمومی به قضاوت اشخاص بستگی دارد . این نرخ نباید کمتر از نرخ بهره ای باشد که به وجوه وام گرفته شده برای فعالیت تعلق می گیرد . در بسیاری از موارد ، به ویژه وقتی که فعالیت قابل مقایسه یا در حال رقابت با فعالیتهای خصوصی است ، نرخ مورد استفاده باید با آنچه در ارزیابیهای بخش خصوصی به کار می رود قابل مقایسه باشد .

نسبت منفعت ـ هزینه[1] . یک روش معمول در تصمیم گیری برای توجیه اقتصادی پروژه های عمومی ، محاسبهٔ نسبت منفعت ـ هزینه است . این نسبت را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$BC(i) = \frac{\text{منافع عمومی}}{\text{هزینه های دولت}}$$

در این جا منافع و هزینه ها به ترتیب مقادیر $PW(i)$ یا $AE(i)$ هستند که با استفاده از هزینهٔ پول محاسبه می شوند . بنابراین ، نسبت BC منافع دلاری همسنگ استفاده کننده ، و هزینه های دلاری همسنگ پرداخت کننده را منعکس می کند . اگر این نسبت برابر با ۱ باشد ، منافع همسنگ ، و هزینهٔ همسنگ برابر خواهد بود . این حالت کمترین نسبت قابل توجیه برای مخارج یک مؤسسه عمومی را مشخص می کند .

در تحلیل منفعت ـ هزینه باید در به حساب آوردن منافع و هزینه های مربوطه بسیار دقت کرد . منافع به عنوان همهٔ مزایای استفاده کنندگان ، منهای هر گونه زیان آنها ، تعریف می شوند . بسیاری از پیشنهادهایی که منافع با ارزشی در بردارند ، زیانهای گریزناپذیری هم به بار می آورند . آنچه که مورد اهمیت است ، منافع خالص استفاده کنندگان می باشد . به همین ترتیب ، منظور از هزینه ، همهٔ هزینه ها منهای

1- Benefit-Cost Ratio

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هرگونه صرفه جوییهایی است که توسط پرداخت کننده انجام می شوند . این گونه صرفه جوییها ، منافع استفاده کنندگان به شمار نمی روند ، اما به عنوان کاهش در هزینه های دولت به حساب می آیند . درك این نکته مهم است ، که در نسبت BC ، افزودن یک عدد به صورت کسر دارای تأثیر متفاوتی با تفریق همان عدد از مخرج کسر است . بنابراین به حساب آوردن نادرست منافع و هزینه ها می تواند به نسبتی با تفسیر اشتباه بینجامد . بنابراین ، نسبت منفعت ـ هزینه عموماً به صورت زیر تعریف می شود :

$$BC(i) = \frac{\text{منافع همسنگ}}{\text{هزینه های همسنگ}}$$

که

منافع : همهٔ مزایا ، منهای زیانهای استفاده کننده

هزینه ها : همهٔ مخارج ، منهای صرفه جوییهای پرداخت کننده

منافع : (+) مزایا ، دریافتها ، صرفه جوییها

(−) زیانها ، مخارج

هزینه ها : (+) مخارج ، زیانها

(−) صرفه جوییها ، دریافتها

برای کسب اطمینان از این که نسبت منفعت ـ هزینه هنگامی بزرگتر از ۱ می شود که منافع همسنگ بیشتر از هزینه های همسنگ باشند ، پیروی از قراردادهای بالا ضروری است .

برای درك بهتر کاربرد این تعریف ، اجازه دهید هزینه های همسنگ را به دو مؤلفه تجزیه کنیم : (۱) سرمایهٔ همسنگی که در ابتدا توسط پرداخت کننده سرمایه گذاری می شود ، (۲) مقدار همسنگ هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانه ، منهای هر درآمد سالانه ای که پروژه تولید می کند .

با این تعریف جدید داریم :

I = سرمایهٔ همسنگ سرمایه گذاری شده توسط پرداخت کننده ؛

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

C = همسنگ هزینه های خالص سالانه برای پرداخت کننده ؛

B = همسنگ منافع برای استفاده کننده .

آن گاه نسبت منفعت ـ هزینه را می توان به صورت زیر بیان کرد :

$$BC(i) = \frac{B}{I + C}.$$

برای این که بررسی یک پروژه ادامه یابد ، باید نسبت منفعت ـ هزینه اش بیشتر از ۱ شود . بنابراین ، اولین آزمایش یک پروژه ، تعیین حداقل قابلیت پذیرش آن با پاسخگویی به این پرسش است که آیا منافع همسنگ آن از هزینه های همسنگش بیشتر است یا نه ؟ در زیر مشاهده می کنیم که استفاده از چنین معیاری همهٔ پروژه هایی که مقدار همسنگ خالصشان کمتر از صفر باشد را حذف خواهد کرد .

اگر

$$BC(i) > 1$$

آن گاه

$$\frac{B}{I + C} > 1$$

بنابراین داریم[۱] :

$$B - (I + C) > 0.$$

در برخی از تحلیلهای منفعت ـ هزینه از روش دیگری برای بیان نسبت منفعت ـ هزینه استفاده می شود . گرچه روشی که قبلاً توضیح داده شد ، گسترده ترین کاربرد را دارد ، درك رابطهٔ بین این دو نسبت دارای اهمیت است . تنها تفاوت روش دوم در این است که نسبت منفعت ـ هزینه به عنوان منافع خالص منهای هزینه های سالانهٔ بهره برداری از پروژه ، تقسیم بر هزینهٔ سرمایه گذاری تعریف می شود . این روش

---

۱ – در متن اصلی اشتباهاً $B + (I + C) > 0$ آمده است که در ترجمه تصحیح شده است (م ۱)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

به شکل ریاضی زیر بیان می شود :

$$BC'(i) = \frac{B - C}{I}.$$

مزیت تعریف نسبت منفعت ـ هزینه به شیوهٔ اخیر در این است که شاخص برای نشان دادن سود خالص مورد انتظار حاصل از سرمایه گذاری هر یک دلار را فراهم می سازد .

دیگر بار ، برای این که بررسی یک پروژه ادامه یابد ، بایستی نسبت منفعت ـ هزینهٔ جدید بزرگتر از ۱ باشد .

اگر

$$BC'(i) > 1$$

آن گاه :

$$\frac{B - C}{I} > 1$$

و در نتیجه داریم :

$$B - (I + C) > 0.$$

بنابراین، هردو نسبت درقابلیت پذیرش پروژه به یک نتیجه می رسند . (البته تا وقتی که I و $C + I$ بزرگتر از صفر باشند) .

به عنوانی مثالی از کاربرد تحلیل منفعت ـ هزینه و نسبت BC شرایط زیر را که مربوط به یک اداره بزرگراههای ایالتی است در نظر بگیرید . حوادث مربوط به وسایل نقلیهٔ موتوری در یک بزرگراه معین برای تعدادی از سالها مطالعه شده است . هزینه های قابل محاسبهٔ این گونه حوادث ، شامل خسارتهای جانی ، مخارج دارویی ، و خسارتهای مالی است . بطور متوسط به ازای هر حادثهٔ مرگ آور ، ۳۵ حادثهٔ مصدومیت و ۲۴۰ حادثهٔ همراه با خسارت مالی وجود دارد . میانگین هزینهٔ فعلی همسنگ این سه نوع حادثه به صورت

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیر محاسبه می شود :

$900,000	حادثهٔ منجر به مرگ هر نفر
10,000	حادثهٔ مصدوم ـ میت
1,800	حادثه دارای خسارت مالی

از این داده ها مجموع هزینهٔ حوادث وسایل نقلیهٔ موتوری به ازای مرگ هر نفر را می توان به صورت زیر محاسبه کرد :

$900,000	حادثه منجر به مرگ هر نفر
350,000	حوادث زخمی دار
432,000	حوادث دارای خسارت مالی
$1,682,000	کل

نرخ مرگ و میر در بزرگراه مورد بررسی ۸ نفر در هر ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ وسیلهٔ نقلیه ـ مایل بوده است . یک پیشنهاد تعریض بزرگراه در دست بررسی است . برآورد می شود که هزینهٔ هرمایل ۱۵۰۰۰۰۰ دلار ، و عمر پروژه ۳۰ سال باشد . هزینهٔ نگهداری سالانهٔ بزرگراه ۳٪ هزینهٔ اولیهٔ آن است . میزان ترافیک در بزرگراه ، ۱۰۰۰۰ وسیلهٔ نقلیه در روز ، و هزینهٔ پول ۷٪ خواهد بود . برآورد می شود که با اجرای این پروژه نرخ مرگ و میر به ۴ نفر در ۱۰۰۰۰۰۰۰۰ وسیلهٔ نقلیه ـ مایل کاهش یابد . اگرچه منافع دیگری هم از تعریض بزرگراه عاید خواهد شد ، لیکن نظر بر این است که کاهش حوادث برای توجیه پروژه کافی است .

برای اثبات مطلوبیت اقتصادی پروژهٔ تعریض ، ادارهٔ بزرگراهها محاسبات زیر را انجام می دهد . $AE\ (i)$ منافع هر مایل ، برای عموم عبارت است از :

$$\frac{(8-4)(10{,}000)(365)(\$1{,}682{,}000)}{100{,}000{,}000} = \$245{,}572.$$

و $AE\ (i)$ هزینهٔ هر مایل برای ایالت عبارت است از :

$$\overset{A/P,7,30}{\$1{,}500{,}000(0.0806)} + \$1{,}500{,}000(0.03) = \$165{,}900.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در نتیجه نسبت هزینه ـ منافع به صورت زیر به دست می آید :

$$BC(7) = \frac{\$245,572}{\$165,900} = 1.48.$$

بنابراین ، تعریض بزرگراه تنها بر اساس منافع حاصل از کاهش خسارتها توجیه می شود . منافع دیگر ، مانند کاهش زمان مسافرت ، در این تحلیل وارد نشده اند . در نظر گرفتن این منافع نسبت BC را افزایش خواهد داد .

برای محاسبهٔ نسبت منفعت ـ هزینهٔ این پروژه با روش دوم ، باید هزینه های بهره برداری سالانهٔ همسنگ را به جای مخرج کسر ، در صورت آن وارد کنیم . این روش به محاسبات زیر می انجامد :

$$BC'(7) = \frac{\$245,572 - \$45,000}{\$120,900} = \frac{\$200,572}{\$120,900} = 1.66.$$

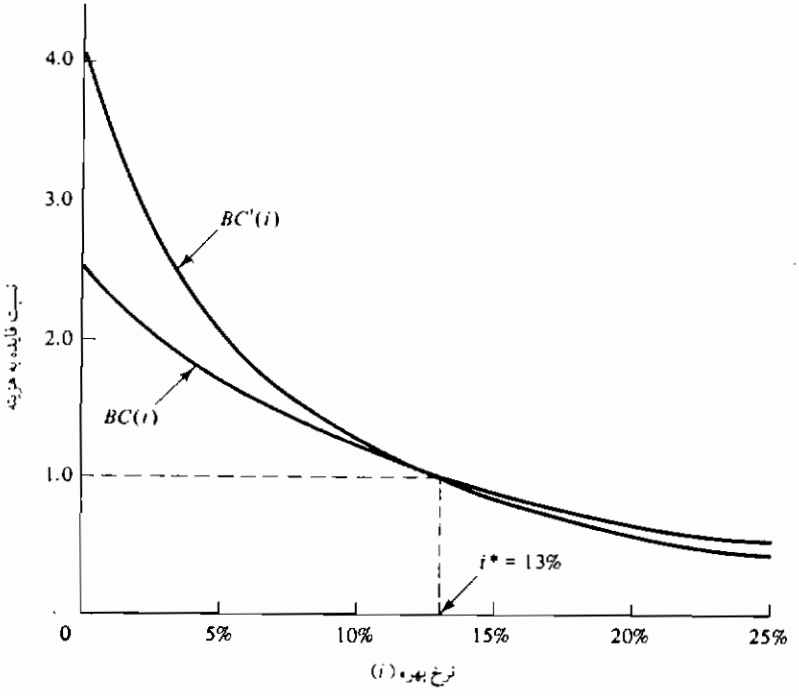
این نتیجه ، صرفهٔ خالص ۱٫۶۶ دلار را به ازای هر دلار سرمایه گذاری شده در پروژهٔ تعریض بزرگراه به دست می دهد . هر دو نسبت نشان می دهند که با خرج کردن وجوه لازم در این پروژه منافع قابل ملاحظه ای به دست خواهد آمد .

باید توجه داشت که در نرخ برگشت i ، هر دو نسبت منفعت ـ هزینه تعریف شده برابر با ۱ خواهند شد . شکل (۱۰-۱) ، محدودهٔ مقادیر دو نسبت منفعت ـ هزینه را به عنوان تابعی از نرخ بهره برای مسألهٔ بزرگراه یاد شده نشان می دهد . مشاهده کنید که دو منحنی یکدیگر را در نسبت ۱ ، یعنی جایی که نرخ بهرهٔ ۱۳٪ ، نرخ برگشت این جریان نقدی است ، قطع می کنند .

تحلیل منفعت ـ هزینه برای گزینه های چندگانه . مثال قبل حالتی را نشان می داد که در آن مؤسسهٔ پرداخت کننده با یک انتخاب سادهٔ تعریض بزرگراه یا رها کردن آن در وضعیت موجود روبرو بود . لیکن ، معمولا ، یک مؤسسه پرداخت کننده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

برای دستـرسی به یک هـدف مـشـخص ، با سطوح مـخـتلفی از منـافع و هزینـه ها سر و کـار دارد . در چنین حـالتی ، مسألهٔ تفـسیـر نسبـتـهـای منفـعت ـ هزینهٔ مـختلف مطرح می شـود . در پـاراگـرافـهـای زیر یک حـالت فـرضی و روش درست تحـلیل آن ارائه می شود .



شکل ۱۰-۱- نسبتهای منفعت ـ هزینه و نرخ برگشت داخل

فـرض کـنید در حـومهٔ یک شـهـر خـاص چهـار گـزینهٔ ناسـازگار[1] برای تهـیهٔ امکـانات تفـریحی مطرح شـده اند . منـافع سـالانهٔ همـسنـگ ، هزینه های سـالانهٔ همسنگ ، و نسبتهای منفعت ـ هزینه در جدول (۱۰-۱) داده شده اند .

1- Mutually Exclusive

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۱۰-۱- نسبتهای منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری برای چهار گزینه

گزینه	منافع سالانهٔ همسنگ	هزینه های سالانهٔ همسنگ	نسبت BC
$A1$	$182,000	$91,500	1.99
$A2$	167,000	79,500	2.10
$A3$	115,000	78,500	1.46
$A4$	95,000	50,000	1.90

مشاهدهٔ نسبتهای BC ممکن است به انتخاب گزینهٔ $A2$ بینجامد . زیرا نسبت مربوط به آن بیشترین مقدار را دارد . عملاً این انتخاب درست نیست . گزینهٔ درست را باید با استفاده از اصل تحلیل «سرمایه گذاری اضافی»[1] که در بخشهای ۷-۳ و ۷-۴ بیان شد ، انتخاب کرد . در این حال ، هزینه های اضافی در صورتی از نظر اقتصادی مطلوب هستند که منافع اضافی حاصل از آنها ، بیشتر از مخارج اضافی باشد . بنابراین ، هنگام مقایسهٔ گزینه های ناسازگار $A1$ و $A2$ قاعدهٔ تصمیم عبارت است از :

$BC(i)_{A2-A1} > 1$: $A2$ را بپذیرید

$BC(i)_{A2-A1} \leq 1$: $A2$ را رد ، و $A1$ را بپذیرید

در بخشهای ۷-۴ و ۷-۵ برای مقایسهٔ گزینه ها بر یک مبنای سرمایه گذاری اضافی ، آنها را به ترتیب صعودی هزینهٔ سال اول مرتب می کردیم . لیکن ، برای تحلیل منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی باید گزینه ها را به ترتیب صعودی مخرجهایشان مرتب کنیم . (به یاد آورید که در نسبت منفعت ـ هزینه ، هزینه ها در مخرج کسر ، و منافع در صورت آن ، همواره مقادیر مثبت در نظر گرفته می شوند) . بنابراین گزینهٔ دارای کوچکترین مخرج به عنوان اولین گزینه ، گزینهٔ دارای کوچکترین مخرج بعدی به عنوان دومین گزینه ، و به همین ترتیب ، در نظر گرفته می شوند . این ترتیب موجب می شود که مخرج سرمایه گذاریهای افزایشی[2] مورد بررسی همواره مثبت باشد ؛

1- Incremental

۲- مخرج کسری که از تفاوت هر دو گزینه به دست می آید و نشان دهندهٔ افزایش هزینه های یک گزینه نسبت به گزینهٔ قبلی است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بنابراین قواعد تصمیمی که در بالا بیان شد، به نتایجی درست خواهند انجامید.

استفاده از این قواعد تصمیم برای گزینه های بیان شده در جدول (۱۰-۱) نشان می دهد که مطلوبترین گزینه، $A1$ است نه $A2$. محاسبات نسبتهای منفعت ـ هزینهٔ افزایشی در جدول (۱۰-۲) خلاصه شده است.

اگر در نظر گرفتن گزینهٔ «هیچ کار» $A0$ هم لازم باشد، جریان نقدی مربوط به آن را صفر فرض می کنیم. این مطلب قبلاً در بخش ۷-۳ مورد بحث قرار گرفت. هنگام مقایسهٔ یک گزینه با گزینهٔ $A0$، نسبت منفعت ـ هزینه را با استفاده از فرض یادشده و قواعد تصمیمی که بیان شد، محاسبه کنید.

جدول ۱۰-۲- نسبتهای منفعت ـ هزینهٔ افزایشی

گزینه	منافع افزایشی سالانه	هزینه های افزایشی سالانه	نسبت BC افزایشی	تصمیم
$A4 - A0$	$95,000	$50,000	1.90	A4 را بپذیرید
$A3 - A4$	20,000	28,500	0.70	A3 را رد کنید
$A2 - A4$	72,000	29,500	2.44	A2 را بپذیرید
$A1 - A2$	15,000	12,000	1.25	A1 را بپذیرید

حال به محاسبات لازم برای دستیابی به نتایج جدول (۱۰-۲) می پردازیم. از آن جا که گزینهٔ هیچ کار به عنوان یک گزینهٔ امکان پذیر در نظر گرفته شده است، اولین مقایسهٔ سرمایه گذاری افزایشی بین گزینهٔ دارای کوچکترین مخرج با گزینهٔ $A0$ انجام می شود. بنابراین ابتدا باید $A4$ را با $A0$ مقایسه کنیم. با توجه به این که جریان نقدی $A0$ برابر با صفر در نظر گرفته می شود، داریم:

$$BC(i)_{A4-A0} = BC(i)_{A4} = \frac{\$95,000}{\$50,000} = 1.90$$

از آن جا که این نسبت منفعت ـ هزینه بزرگتر از ۱ است، گزینهٔ $A4$ بر گزینهٔ هیچ کار برتری دارد. بنابراین گزینهٔ هیچ کار (بهترین گزینهٔ فعلی) حذف، و گزینهٔ $A4$ به عنوان «بهترین گزینهٔ فعلی» در نظر گرفته می شود.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سپس ، باید تعیین کنیم که آیا در صورت انجام گزینهٔ $A3$ ، منافع اضافی حاصل از آن ، مخارج اضافیش را توجیه می کند یا نه ؟ بنابراین گزینهٔ $A3$ را با گزینهٔ $A4$ به صورت زیر مقایسه می کنیم :

$$BC(i)_{A3-A4} = \frac{\$115,000 - \$95,000}{\$78,500 - \$50,000} = \frac{\$20,000}{\$28,500} = 0.70.$$

نسبت منفعت ـ هزینهٔ اضافی کمتر از ۱ است ؛ بنابراین گزینهٔ $A3$ حذف ، و گزینهٔ $A4$ به عنوان «بهترین گزینهٔ فعلی» باقی می ماند .

سپس ، گزینهٔ $A2$ را با گزینهٔ $A4$ به صورت زیر مقایسه می کنیم :

$$BC(i)_{A2-A4} = \frac{\$167,000 - \$95,000}{\$79,500 - \$50,000} = \frac{\$72,000}{\$29,500} = 2.44.$$

در این حال نسبت منفعت ـ هزینهٔ اضافی بیشتر از ۱ است ؛ بنابراین گزینهٔ $A2$ بر گزینهٔ $A4$ برتری دارد . گزینه $A2$ به عنوان «بهترین گزینهٔ فعلی» در نظر گرفته می شود .

حال گزینهٔ $A1$ را با گزینهٔ $A2$ مقایسه می کنیم :

$$BC(i)_{A1-A2} = \frac{\$182,000 - \$167,000}{\$91,500 - \$79,500} = \frac{\$15,000}{\$12,000} = 1.25.$$

از آن جا که نسبت منفعت ـ هزینهٔ افزایشی برای این مقایسه ، بزرگتر از ۱ است ، گزینهٔ $A1$ برتر از گزینهٔ $A2$ است . بنابراین گزینه $A1$ به عنوان «بهترین گزینهٔ فعلی» در نظر گرفته می شود . اکنون گزینهٔ دیگری برای مقایسه باقی نمانده است . گزینه ای که سرانجام باید انتخاب شود ، بهترین گزینهٔ فعلی «پس از آخرین مقایسه» است . بنابراین ، گزینهٔ $A1$ بهترین گزینه از چهار گزینهٔ موجود خواهد بود . با انتخاب این گزینه مطمئن هستیم که $AE\ (i\ )$ منافع منهای $AE\ (i\ )$ هزینه ها بیشترین مقدار ممکن را دارند ، و نسبت BC بزرگتر از ۱ خواهد بود . گزینهٔ انتخاب شده ، بیشینهٔ منافع همسنگ ، منهای هزینه های همسنگ را به دست می دهد . برای اثبات این مطلب ، این مقدار خالص را برای هر گزینه در جدول (۱۰-۳) ارائه کرده ایم :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۱۰-۳- منافع منهای هزینه‌ها برای چهار گزینه

گزینه	منافع سالانهٔ همسنگ	هزینه های سالانهٔ همسنگ	بهبود خالص در رفاه عمومی
$A1$	$182,000	$91,500	$90,500*
$A2$	167,000	79,500	87,500
$A3$	115,000	78,500	36,500
$A4$	95,000	50,000	45,000

به یاد آورید که در فصل ۷ ، مقادیر ارزش فعلی (یا همسنگ سالانهٔ) کل سرمایه گذاری ، ارزش فعلی (یا همسنگ سالانهٔ) سرمایه گذاری افزایشی ، و نرخ برگشت سرمایه گذاری افزایشی همگی معیارهای تصمیم گیری سازگاری برای مقایسهٔ گزینه های ناسازگار بودند . می توان ثابت کرد که تحلیل منفعت ـ هزینه هم به نتایج یکسانی با این معیارهای تصمیم گیری می انجامد . برای این کار تحلیل افزایشی با استفاده از نسبت منفعت ـ هزینه را با تحلیل ارزش فعلی کل سرمایه گذاری مقایسه می کنیم .

فرض کنید سرمایه گذاری برای دو گزینهٔ ناسازگار $A1$ و $A2$ در دست بررسی است . همچنین فرض کنید که ارزش فعلی کل سرمایه گذاری برای هر گزینه معلوم است و رابطهٔ زیر بین آنها برقرار می باشد .

$$PW(i)_{A2} > PW(i)_{A1}.$$

یعنی ، ارزش فعلی خالص $A2$ بیشتر از ارزش خالص $A1$ است ، و در نتیجه ، $A2$ از نظر اقتصادی مطلوبتر از $A1$ می باشد . حال تعریفهای زیر را در نظر بگیرید :

$B(i)_j$ = ارزش فعلی منافع گزینهٔ j ؛

$I(i)_j$ = ارزش فعلی سرمایه گذاری برای گزینهٔ j ؛

$C(i)_j$ = ارزش فعلی هزینه های بهره برداری گزینهٔ j .

طبق این تعریفها ، نسبت منفعت ـ هزینه اضافی عبارت است از :

$$BC(i)_{A2-A1} = \frac{B(i)_{A2} - B(i)_{A1}}{I(i)_{A2} - I(i)_{A1} + [C(i)_{A2} - C(i)_{A1}]}.$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر چنان که در ابتدا فرض شده است ، $A2$ از نظر اقتصادی برتر از $A1$ باشد ، بایستی نسبت بالا بیشتر از ۱ شود . آیا این معیار به نتیجهٔ یکسانی با معیار ارزش فعلی کل سرمایه گذاری می انجامد ؟

اگر

$$BC(i)_{A2-A1} > 1$$

آن گاه

$$\frac{B(i)_{A2} - B(i)_{A1}}{I(i)_{A2} - I(i)_{A1} + |C(i)_{A2} - C(i)_{A1}|} > 1$$

بنابراین

$$B(i)_{A2} - B(i)_{A1} > I(i)_{A2} - I(i)_{A1} + C(i)_{A2} - C(i)_{A1}$$

با جابه جا کردن عبارتهای دو طرف نامساوی داریم :

$$B(i)_{A2} - I(i)_{A2} - C(i)_{A2} > B(i)_{A1} - I(i)_{A1} - C(i)_{A1}$$

که بنا بر تعریف[1] عبارت است از :

$$PW(i)_{A2} > PW(i)_{A1}.$$

همچنین استدلال را می توان برای روش دوم نسبت هزینه ـ منفعت هم به کار برد . بنابراین ، می توان ثابت کرد که تحلیل منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی ، به نتایجی سازگار با معیارهای تصمیم گیری ارائه شده در بخشهای ۷-۴ و ۷-۶ می انجامد .

---

۱ – منظور ، تعریف ارزش فعلی خالص است که به عنوان ارزش فعلی دریافتها (درآمدها) منهای ارزش فعلی پرداختها (سرمایه گذاری اولیه و هزینه های بهره برداری و نگهداری) بیان می شود (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰-۶ شناسایی منافع ، زیانها ، و هزینه ها

همان گونه که در بخش ۱۰-۵ نشان داده شد ، چگونگی به حساب آوردن منافع و هزینه ها دارای اهمیت زیادی است . اولاً ، تعریف قراردادی نسبت منفعت ـ هزینه لازم می دارد که منافع خالص برای استفاده کننده در صورت و هزینه های خالص مربوط به پرداخت کننده در مخرج قرار گیرند . برای یافتن منافع خالص باید نتایج مطلوب و نامطلوب برای استفاده کننده را شناسایی کنیم . منافع نامطلوب را معمولاً زیان می نامند . با کسر کردن زیانها از اثرات مثبتی که باید برای استفاده کننده حاصل شوند ، منافع خالص حاصل از پروژه به دست می آیند .

برای تعیین هزینهٔ خالص پرداخت کننده ، باید مخارج لازم و درآمدهای ناشی از آنها را شناسایی و دسته بندی کرد . درآمدها یا صرفه جوییها معمولاً ، درآمد تولید شده از فروش فرآورده ها یا خدمات حاصل از پروژه را معلوم می کنند ؛ و هزینه ها ، دریافتها و پرداختهای مربوط به سرمایه گذاری اولیه و هزینه های بهره برداری سالانهٔ پروژه را شامل می شوند .

در زیر ، مثالی از دسته بندی منافع و هزینه های مربوط به تکمیل یک جادهٔ دارای مالیات جدید ارائه می شود . این جاده برای کوتاه کردن فاصلهٔ دو مرکز بزرگ جمعیت کشیده می شود .

منافع برای عموم

کاهش هزینهٔ بهره برداری وسایل نقلیه (از جمله مالیات سوخت)

کاهش زمان مسافرتهای تجاری و غیرتجاری

افزایش ایمنی

افزایش دسترسی بین دو مرکز جمعیت

تسهیل رانندگی

افزایش ارزش زمین

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

زیانها برای عموم

زمینهایی که از تولید کشاورزی حذف می شوند

خسارتهای ناشی از تغییر مسیر آب

کاهش تحرك دامها در عرض بزرگراه

افزایش آلودگی هوا و تولید زباله

هزینه ها برای کشور

هزینه های ساخت

هزینه های نگهداری

هزینه های اداری

صرفه ها برای کشور

درآمد مالیاتی جاده[1] (عوارض)

افزایش مالیاتها ناشی از افزایش قیمت زمین و افزایش فعالیت تجاری

انواع منافع . در دسته بندی منافع این پرسش مهم مطرح است که «نتایج یک پروژه را تا کجا باید ردگیری کرد» ؟ پاسخ به این پرسش نه تنها در تلاش برای کمی کردن سهم پروژه در رفاه عمومی اهمیت دارد ، بلکه می تواند بر هزینهٔ انجام تحلیل منفعت ـ هزینه تأثیر بگذارد . برای تشخیص منافع مستقیم یک پروژه از منافعی که ارتباط مستقیم کمتری با آن دارند ، معمولاً منافع به دو دستهٔ زیر تقسیم می شوند :

منافع اولیه ، ارزش فرآورده ها یا خدمات مستقیم حاصل از فعالیتهایی را مشخص می کنند که انجام پروژه به خاطر آنهاست .

منافع ثانویه ، ارزش فرآورده ها و خدمات اضافی که از فعالیتهای پروژه ناشی می شوند و یا پروژه عامل محرك آنها است را ارائه می کنند .

1- Toll Revenues

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

بیشتر پروژه های عمومی هم منافع اولیه و هم ثانویه ، ایجاد می کنند . پروژه های آبیاری همان گونه که به افزایش محصول (منافع اولیه) می انجامند ، بر توانایی اقتصادی جامعهٔ کشاورزی (منافع ثانویه) هم می افزایند . یک تحلیل منفعت ـ هزینه باید همواره منافع اولیه ، و در صورت لزوم منافع ثانویه را در نظر بگیرید . واردکردن منافع ثانویه باید تابعی از اثر آنها در مقایسه با منافع اولیه ، و هزینهٔ تعیین آنها باشد .

ارزیابی منافع . منافع حاصل از فعالیتهای عمومی آن چنان گوناگون هستند که همواره نمی توان آنها را با مقادیر پولی ارزش گذاری کرد . آنچه که اهمیت دارد ، ارائهٔ منافع و هزینه ها با معنادارترین مقیاسها برای ارزیابان پروژه است . یک تحلیل منفعت ـ هزینهٔ کامل ، تنها به مقایسهٔ نتایج کمیت پذیر نمی پردازد ، بلکه ویژگیهای تبدیل ناپذیر و کمیت ناپذیر را هم با هرعبارت ممکن ، توصیف می کند .

ارزش واقعی برخی از منافع و هزینه ها دقیقاً با قیمت بازار منعکس می شود . برای برخی دیگر از منافع ، قیمت بازار وجود دارد ، اما این قیمت نمی تواند ارزش واقعی آنها را ارائه کند (مثلاً ، فرآورده ها یا خدماتی که دارای یارانه ، یا قیمتهای حمایتی هستند و یا به صورت عمدی از ورودشان به بازار جلوگیری می شود) .

افزون بر این ، برای برخی از منافع ارزش بازاری وجود ندارد اما می توان به آنها یک ارزش اقتصادی نسبت داد . یک روش برای ارزیابی این گونه منافع بررسی کم هزینه ترین وسایل برای دستیابی به همان خدمت است . روش دیگر ، یافتن مقداری است که استفاده کنندهٔ از یک خدمت ، حاضر است برای آن بپردازد . این کار را می شود با مشاهدهٔ مبلغی که وی برای بهره مند شدن از آن خدمت خرج می کند انجام داد . این روش دوم غالباً برای تعیین ارزش اقتصادی امور تفریحی به کار

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

می رود . بنابراین برای تعیین ارزش تفریحی یک پروژهٔ منابع آب ، آنچه را که استفاده کننده برای بهره مند شدن از فرصتهای تفریحی پروژه خرج می کند مورد تحلیل قرار می دهند .

سرانجام ، منافع و هزینه هایی وجود دارند که تخصیص ارزش اقتصادی به آنها ممکن نیست . اگر یک منفعت را بتوان با عبارتهای واقعی و معنی دار ، به صورت کمی در آورد ، باید آن را کمی کرد (مثلاً تعداد درختهایی که برحسب ارتفاع دسته بندی شده و به عنوان سنجشی از زیبایی یک بیشه به کار می روند) . برای منافعی که نمی توان سنجشهای مناسبی برایشان یافت ، توصیفهای کیفی کافی خواهند بود . لیکن ، گنجاندن همهٔ منافع و هزینه های معنی دار بدون توجه به درجهٔ قابل کمی بودن آنها اهمیت دارد .

بررسی مالیاتها . بسیاری از فعالیتهای عمومی به خاطر خارج کردن داراییها از فهرست مالیاتی یا به دلایل دیگری مانند معافیتشان از مالیات فروش ، به زیانهای مالیاتی می انجامند . در کشوری که تجارت آزاد فلسفه بنیادی است ، مبنای مقایسهٔ هزینهٔ فعالیتها ، هزینه ای است که یک بخش خصوصی با مدیریت خوب برای انجام آنها متحمل خواهد شد . بنابراین ، در نظر گرفتن مالیات در تحلیل منفعت ـ هزینه منطقی به نظر می رسد ، بویژه وقتی که فعالیتها در رقابت با بخش خصوصی باشد .

فرض کنید دولت مرکزی موافقت کرده است که به هر یک از دو ایالت آریزونا[1] و نوادا[2] در رابطه با پروژهٔ سد هوور[3] ، سالانه ۳۰۰۰۰۰ دلار به مدت ۵۰ سال بپردازد . اگر پروژه توسط بخش خصوصی ساخته و مورد بهره برداری قرار بگیرد ، بخشی از این پرداختها باید از طریق درآمد مالیاتی که عاید این ایالتها خواهد شد ، جبران شوند . این پرداختها یک هزینه به حساب می آیند و در توجیه اقتصادی پروژه

1- Arizona
2- Nevada
3- Hoover Dam

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

در نظر گرفته می شوند .

از آن جا که دولت مالیات نمی پردازد ، در برخی موارد امکان حذف آن از بررسیها وجود دارد . برای مثال ، وقتی که دولت پیشنهادهای خود را با یکدیگر مقایسه می کند ، تغییر خالص در رفاه عمومی ، بدون تعبیر باقی می ماند . (بسیاری از پرداختهای مالیاتی انتقال ارزش اقتصادی ، از یک گروه به گروه دیگر هستند) . در مطالعات بزرگراهها معمولاً مالیات سوخت را از ردیف هزینه های بهره برداری وسایل نقلیه خارج می کنند[1] . این خارج سازی ، هزینهٔ استفاده کننده را به اندازهٔ مالیات سوخت ، کاهش می دهد .

منافع و هزینه ها برای پروژه های چندمنظوره . چنان که قبلاً اشاره شد ، بسیاری از طرحهای عمومی ، پروژه های چندمنظوره هستند . به ویژه ، پروژه های منابع آب ، کارهای متنوعی ، از جمله تولید توان الکتریکی ، کنترل سیل ، آبیاری ، کشتیرانی ، و امور تفریحی را انجام می دهند .

مشکلی که ممکن است در تحلیل پروژه های چندمنظوره بروز کند ، ارزیابی مطلوبیت هر یک از عملکردهای پروژه است . برای مثال ، توان الکتریکی تولیدی توسط آب ذخیره شده ممکن است در رقابت با توان تولیدی بخش خصوصی باشد . آیا بایستی با نصب توربین ، از سد استفاده کرد ، یا باید توان الکتریکی را از منابع خصوصی فراهم داشت ؟ برای پاسخ گویی به چنین پرسشی باید هزینه هایی که مستقیماً به تولید توان مربوط هستند را جدا کرد . سدی که کنترل جریان ، آب آبیاری ، و دیگرمنافع را تأمین می کند ، جزء جدانشدنی تولید توان است . بنابراین ، هزینهٔ سد باید بطور مشترك بین همهٔ عملکردهای پروژه تقسیم شود . متأسفانه ، ناتوانی در تخصیص

1- C.H. Oglesby and R.G. Hicks, Highway Engineering, 4th ed. (New York: John Wiley & Sons, 1983)

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

دقیق هزینه های مشترك یک واقعیت زندگی است . در نتیجه روشهای زیادی برای کمک به این تخصیص ارائه شده اند ، اما هیچ کدام را نمی توان به عنوان یک روش کامل در نظر گرفت .

در مورد منافع و مخارج پروژه های چندمنظوره هم همین مسأله وجود دارد . بسیاری از این منافع از کل پروژه جدانشدنی هستند . برای مثال ، در پروژهٔ منابع آب ، با زدن سد ، بخشی از زمینهای کشاورزی زیر آب می روند ، و یک زیان ناشی از حذف تولید کشاورزی این زمینها رخ می دهد . این زیانها را چگونه باید بین کارهای مختلف پروژه تقسیم کرد ؟ روشن است که با بررسی قسمتهای مجزای یک پروژهٔ چندمنظوره بطور جداگانه نمی توان نتایج رضایت بخشی به دست آورد . جدول زیر برخی از هزینه ها (مشترك و غیر آن) و منافعی (جدانشدنی و غیر آن) که ممکن است در یک تحلیل منفعت ـ هزینهٔ مربوط به ساخت یک سد چندمنظورهٔ بزرگ وجود داشته باشند را نشان می دهد :

عملکرد	منافع	زیانها	هزینه ها	صرفه ها
توان برق آبی	افزایش دسترسی	زمین زیر آب رفته	سرمایه گذاری و بهره برداری	فروش برق
کنترل سیل	کاهش خسارت سیل	زمین زیر آب رفته	سرمایه گذاری و بهره برداری	اجتناب از هزینه های پیشگیری از سیل
آبیاری	افزایش محصول	زمین زیر آب رفته	سرمایه گذاری و بهره برداری	درآمد آب
کشتیرانی	صرفه جویی در هزینه های حمل و نقل با کشتی	زیان ترافیک راه آهن	سرمایه گذاری و بهره برداری	درآمد اسکله ها و آب راهها
تفریحی	افزایش دسترسی	خراب شدن مناظر رودخانه	سرمایه گذاری و بهره برداری	مخارج استفاده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۰-۷ تحلیل هزینه ـ کارآیی[1]

تحلیل هزینه ـ کارآیی ریشه در ارزیابی اقتصادی سیستمهای دفاعی و فضایی دارد . قبل از آن ، تحلیل منفعت ـ هزینه ، از بخش عمرانی اقتصاد سرچشمه گرفت و ممکن است آن را در قانون کنترل سیل ۱۹۳۶ ردیابی کرد . بسیاری از تفکرها و ویژگیهای روش هزینه ـ کارآیی ، از تحلیل منفعت ـ هزینه گرفته شده است ، و در نتیجه بین این دو روش شباهتهای زیادی وجود دارد . امروزه مفاهیم اساسی تحلیل هزینه ـ منفعت در گسترهٔ وسیعی از مسائل دفاعی و بخشهای عمرانی فعالیتهای عمومی به کار می روند .

در استفاده از تحلیل هزینه ـ کارآیی برای سیستمهای پیچیده ، سه نیازمندی را باید برآورده ساخت : **اول** ، سیستم مورد ارزیابی باید دارای اهداف و منظورهای مشترك باشد . مقایسهٔ یک هواپیمای باری با یک هواپیمای جنگی در این تحلیل نمی گنجد ، اما مقایسه هواپیماهای باری با کشتیهای باری در صورتی که هر دو مورد استفاده در پشتیبانی ارتش باشند ، درست خواهد بود . **دوم** ، باید روشهای جایگزین برای تأمین هدف وجود داشته باشند . در مقایسه هواپیماهای باری با کشتیهای باری این حالت وجود دارد . **سوم** ، باید بتوان حدود مسأله را تعیین کرد . لازم است جزئیات سیستم مورد تحلیل ، موجود یا برآورد شده باشند ، به گونه ای که بتوان هزینهٔ و کارآیی هر سیستم را ارزیابی کرد .

روش هزینه ـ کارآیی . روش استاندارد شده برای ارزیابی هزینه ـ کارآیی ، از گامهای معینی تشکیل می شود[2] . از آن جا که این گامها به این دلیل یک روش سیستماتیک برای ارزیابی سیستمهای پیچیده را با عبارتهای اقتصادی تعریف می کنند ،

1- Cost-Effectiveness Approach

2- A.D. Kazanowski, "A Standardized Approach to Cost-Effectiveness Evaluations" Chapter 7 in J. Morley English, ed., Cost Effectiveness (New York: John Wiley & Sons, 1968).

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مفیدند . پاراگرافهای زیر این گامها را بطور فشرده بیان می کنند .

اول ، لازم است هدف یا اهداف مطلوب سیستم مشخص شود . در مورد پشتیبانی ارتش که قبلاً یاد شد ، ممکن است هدف جابه جا کردن وزن معینی از نفرات و تجهیزات پشتیبانی از یک نقطه به نقطه دیگر و در یک فاصلهٔ زمانی مشخص باشد . این کار را می شود با تعداد نسبتاً اندکی کشتیهای باری کند یا با تعدادی هواپیمای باری سریع انجام داد . در این گام باید توجه داشت که اهداف ، نیازمندیهای مأموریت را برآورده سازند . هر سیستم تحویل ، باید توانایی تحویل ترکیبی از نفرات و تجهیزات لازم برای تأمین نیاز مأموریت را دارا باشد . مقایسهٔ هواپیمایی که تنها نفرات را تحویل می دهد ، با کشتیهایی که تجهیزات را حمل می کنند ، در مطالعهٔ هزینه ـ کارآیی نمی گنجد .

پس از تعیین نیازمندیهای مأموریت ، باید به ایجاد مفاهیم و طرحهای مختلف سیستم پرداخت . اگر تنها بتوان یک سیستم تصور کرد ، امکان استفاده از ارزیابی هزینه ـ کارآیی به عنوان مبنایی برای انتخاب وجود نخواهد داشت . همچنین ، باید انتخاب را برای هرسیستم بر مبنای ترکیب بهینهٔ آن انجام داد . در فصل ۹ پیش از تصمیم گیری ، کم هزینه ترین فاصلهٔ بین پایه ها را برای طراحی دو پل مورد بررسی ، پیدا کردیم . برای سیستم کشتی باری و سیستم هواپیمای باری هم باید یک مبنای مقایسه ای شبیه به آن ایجاد کرد . سپس باید به تعیین یک معیار ارزیابی برای هزینه ، و جنبه های کارآیی سیستم مورد مطالعه پرداخت . معمولاً مشکلات مربوط به تعیین معیار کارآیی بیشتر از مشکلات تعیین معیار هزینه است . این به معنای آسان بودن برآورد هزینه نیست ، بلکه بدین معناست که دسته بندی و مبانی خلاصه سازی هزینه معمولاً قابل فهمتر می باشند . دسته ای از هزینه ها ، هزینه هایی هستند که در سرتاسر دورهٔ عمر سیستم رخ می دهند ، هزینه های مربوط به تحقیق و توسعه ، مهندسی ، آزمایش ، تولید ، بهره برداری و نگهداری از این جمله اند . عبارت «**هزینه های دوران عمر**» غالباً در رابطه با تعیین هزینهٔ سیستمهای پیچیده به کار می رود . تعیین **هزینهٔ دوران عمر** برای یک سیستم خاص معمولاً بر مبنای ارزش فعلی یا همسنگ سالانه انجام می شود .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

وزارت دفاع[1] سیاست دستیابی به سیستمها و مبنای هزینهٔ دوران عمر را ، در برابر هزینهٔ اولیه که در گذشته انجام می شد ، پذیرفته است .

در مطالعات هزینه ـ کارآیی ، ایجاد معیار ارزیابی سیستم برای جنبهٔ کارآیی آن کاملاً دشوار است . همچنین ، بسیاری از سیستمها دارای اهداف چندمنظوره ای هستند که مسأله را پیچیده تر می کند . برخی از موارد کلی کارآیی عبارتند از : مطلوبیت ، مزیت ، ارزش ، منفعت ، و سود . کمی کردن این موارد ، دشوار است . بنابراین معمولاً از معیارهایی مانند تحرك ، دسترسی قابلیت نگهداری ، قابلیت اطمینان ، و غیره استفاده می شود . گرچه سنجشهای دقیقی برای همهٔ اینها وجود ندارد ، این معیارهای ارزیابی به عنوان مبانی توصیف کارآیی سیستم مفید هستند .

گام بعدی در مطالعهٔ هزینه ـ کارآیی انتخاب روش هزینهٔ ثابت یا کارآیی ثابت است . در روش هزینهٔ ثابت ، مبنای انتخاب مقدار کارآیی به دست آمده به ازاء هزینهٔ معلوم است . در روش کارآیی ثابت ، مبنای انتخاب هزینهٔ انجام شده برای دستیابی به یک سطح مشخص از کارآیی است . هنگامی که می خواهیم گزینه های چندمنظوره ای که خدمت یکسانی را فراهم می کنند ، بر مبنای هزینه مقایسه کنیم ، روش کارآیی ثابت را به کار می گیریم . این حالتی بود که برای طراحی دو پل قابل مقایسه ، در فصل قبل ارائه شد .

سیستمهای مورد مطالعهٔ هزینه ـ کارآیی را باید بر مبنای مزایایشان تحلیل کرد . این کار را می توان با رتبه بندی سیستمها به ترتیب تواناییشان در تأمین مهمترین معیار انجام داد . برای مثال ، اگر در پشتیبانی ارتش ، معیار ، وزن نفرات و تجهیزات جابه جا شده از نقطه ای به نقطهٔ دیگر در یک فاصلهٔ زمانی مشخص باشد ، این معیار ، یک معیار اولیه به حساب می آید . معیارهای دیگر مانند قابلیت نگهداری در مرتبهٔ دوم قرار می گیرند . این روش غالباً به حذف بی اهمیت ترین نامزدها می انجامد . آن گاه می توان هزینه و کارآیی نامزدهای باقیمانده را مورد تحلیل دقیق قرار داد . اگر

1- Department of Defense

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هر دو عامل هزینه و کارآیی یک نامزد نسبت به هزینه و کارآیی نامزدهای دیگر برتری داشته باشند ، انتخاب روشن است . اگر مقادیر معیار برای دو نامزد برتر ، یکسان ، یا تقریباً یکسان بوده و هزینهٔ آنها تفاوت قابل ملاحظه ای نداشته باشد ، هریک از آنها را می توان انتخاب کرد . سرانجام ، اگر هزینه های سیستمها بطور قابل ملاحظه ای متفاوت ، و کارآیی آنها هم تفاوت چشمگیری داشته باشند ، انتخاب را باید بر مبنای قضاوت شخصی انجام داد . در تحلیل هزینه ـ کارآیی سیستمهای پیچیده ، حالت آخر بیشتر رخ می دهد .

آخرین گام در مطالعهٔ هزینه ـ منفعت ، تهیهٔ گزارشی از اهداف ، فرضها ، روش کار ، و نتایج است . این گامی برای برقرار کردن ارتباط است و نباید آن را دست کم گرفت . هیچ تصمیم گیرندهٔ عاقلی سرمایه های کلان را برمبنای اعتماد کورکورانه به تحلیلگر ، خرج نمی کند .

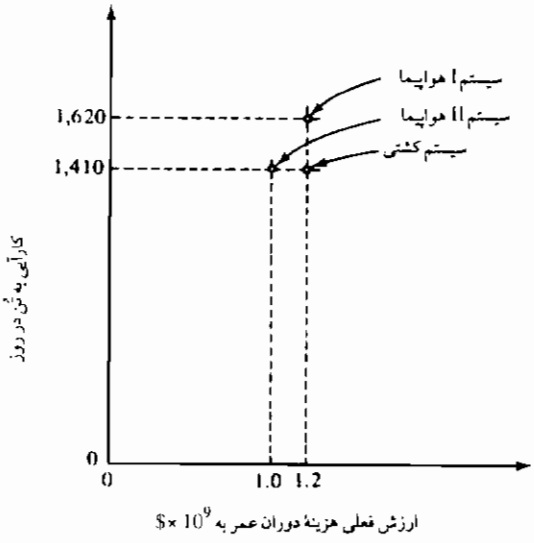
مثالی از هزینه ـ کارآیی . به عنوان مثالی ازبرخی جنبه های تحلیل هزینه ـ کارآیی ، هدف جابه جا کردن نفرات و تجهیزات ، از نقطه ای به نقطه دیگر را که قبلاً بحث شد ، در نظر بگیرید . فرض کنید که تنها دو گزینهٔ هواپیمای باری و کشتی باری امکان پذیر باشند . همچنین فرض کنید که در رابطه با هر گزینه طرحهای انعطاف پذیری وجود دارند ، به گونه ای که می توان با تلاش درطراحی ، کارآیی به تن در روز را مشخص کرد .

فرض کنید سازمان دفاع ، کنگره را متقاعد کرده است که باید این سیستم پشتیبانی ارتش ایجاد شود و کنگره برنامهٔ تحقیق و توسعهٔ سیستمی که ارزش فعلی هزینهٔ دوران عمر آن از ۱/۲ بلیون دلار بیشتر نشود را تصویب کرده است . سازمان دفاع با یک بنگاه تحقیقاتی و مهندسی غیرانتفاعی ، تصمیم گرفته است که سه سیستم قابل رقابت باید بررسی و هزینهٔ آنها تعیین شود . جدول (۱۰ – ۴) هزینهٔ دوران عمر حاصل و کارآیی مربوط به آن را به تن در روز ، برای هر سیستم در شرایط حداکثر استفاده از آن ، نشان می دهد . این داده ها در شکل (۱۰ – ۲) هم ارائه شده اند .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول ۱۰-۴- هزینه و کارآیی برای سه سیستم

سیستم	ارزش فعلی به میلیون دلار	کارآیی به تُن در روز
هواپیما I	1.2	1,620
کشتی	1.2	1,410
هواپیما II	1.0	1,410



شکل ۱۰-۲- هزینه و کارآیی برای سه سیستم مختلف

سیستمهای نامزد به دلیل منطق زیر مورد مطالعه قرار گرفتند . اول ، گروه مطالعه کننده با استفاده از روش هزینه ـ ثابت ، ترکیب سیستم I هواپیما ، و سیستم کشتی را پیشنهاد داده و کارآیی این سیستمها را به ترتیب ۱۶۲۰ و ۱۴۱۰ تن در روز یافته است . اگر مطالعه در این جا متوقف شود ، نتیجه ، هزینهٔ ۱٫۲ بلیون دلار برای سیستم I هواپیما خواهد بود . لیکن با توجه به این که کنگره و سازمان دفاع تمایل به بررسی برآورد کارآیی در سطوح دیگر مخارج را نیز دارند ، گروه مطالعه کننده تعیین هزینهٔ سیستم II هواپیما را نیز بررسی می کنند . این سیستم به گونه ای طراحی می شود

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

که کارآیی با کارآیی سیستم کشتی یکسان باشد . هزینهٔ سیستم کشتی ۱٫۲ بلیون دلار است ، در حالی که هزینهٔ سیستم II هواپیما ۱٫۰ بلیون دلار برآورد می شود . این مثالی از روش کارآیی ـ ثابت است .

حال بایستی بین سیستم I هواپیما و سیستم II آن تصمیم گیری شود . سیستم کشتی در یک هزینهٔ برابر با سیستم I هواپیما ، دارای کارآیی کمتر از آن ، و در یک کارآیی برابر با سیستم II هواپیما دارای هزینه ای بیشتر از آن است . بنابراین نامزد تصمیم گیری نیست . در انتخاب بین سیستم I هواپیما و سیستم II آن ، کنگره همراه با سازمان دفاع باید تصمیم بگیرند ، که آیا افزایش کارآیی به میزان ۲۱۰ تن در روز ، به اندازهٔ ارزش فعلی هزینهٔ دوران عمر ۰٫۲ بلیون دلار می ارزد یا نه ؟

فرضها و تحلیلهای مربوط به این مثال بسیار ساده شده اند . در بارهٔ این که گروه مطالعه ، چگونه میزان کارآیی معین حاصل از سیستمی با هزینهٔ فعلی دوران عمر ۱٫۲ بلیون دلار را می تواند تعیین کند ، بحثی به میان نیامده است . همچنین ، این مثال به هیچ سنجش ثانویه ای از کارآییها که انتخاب را پیچیده تر می کند اشاره نکرده است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مسائل

۱ – مفهوم هدف رفاه عمومی از دیدگاه تحلیلهای اقتصاد مهندسی در مورد فعالیتهای عمومی را بیان کنید .

۲ – معیارهای ارزیابی فعالیتهای خصوصی و عمومی را با یکدیگر مقایسه کنید .

۳ – موانع کارآیی در فعالیتهای دولتی را بیان کنید .

۴ – کار دولت و ماهیت فعالیتهای عمومی را توضیح دهید .

۵ – سه روش اساسی برای تأمین اعتبار فعالیتهای عمومی را نام ببرید .

۶ – فلسفهٔ اساسی دولت در خرج کردن وجوه مالیاتی چیست ؟

۷ – فلسفهٔ اساسی دولت در جمع آوری مالیات چیست ؟

۸ – سه نوع اوراق قرضه ای که توسط دولت فدرال برای قرض کردن پول از شهروندان منتشر می شود را نام ببرید[۱] .

۹ – تفاوت بین اوراق قرضه با تعهد عمومی و اوراق قرضهٔ درآمدی را بیان کنید[۱] .

۱۰ – اوراق قرضهٔ شهری چه تفاوتی با اوراق قرضهٔ دولت فدرال دارند[۱] .

۱۱ – عواملی که باید در تصمیم گیری برای نرخ بهرهٔ مورد استفاده در ارزیابی فعالیتهای عمومی در نظر گرفته شوند را نام ببرید .

۱۲ – نشان دهید که انتخاب پروژه بر مبنای روش دوم نسبت منفعت ـ هزینه $(B-C)/I$ سرمایه گذاری اضافی ، به بیشینه سازی ارزش فعلی می انجامد .

۱۳ – عواملی را که باید در تعیین منافع ، مخارج ، و هزینه ها در ارزیابی فعالیتهای عمومی در نظر گرفته شوند را بطور فشرده بیان کنید .

۱۴ – عواملی که تأثیر قابل ملاحظه ای بر تصمیم به ایجاد یک سیستم بزرگ حمل و نقل در یک شهر دارند را بیان کنید . نشان دهید کدام عوامل را می توان به صورت کمی بیان کرد و کدام را باید به صورت عوامل کمیت ناپذیر در نظر گرفت .

---

۱ – این پرسشها مربوط به شرایط موجود در کشور آمریکا هستند . البته در متن در بارهٔ آنها توضیحاتی داده شده است (م) .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۱۵- برخی از نشانه های غیراقتصادی را که می توانند در ارزیابی میزان تأثیر فعالیتهای عمومی در رفاه عمومی مفید باشند ، نام ببرید .

۱۶- فرض کنید یک ایالت در حال تکمیل بزرگراهی است که ۸۰۰۰۰۰۰ یارد مربع اسفالت ریزی دارد . وسایل نقلیهٔ موجود در این ایالت عبارتند از :

اتوموبیلهای سواری	1,000,000
کامیونهای سبک	200,000
کامیونهای متوسط	40,000
کامیونهای سنگین	10,000

شرایط اسفالت برای عبور وسایل نقلیه مختلف عبارت است از :

نوع وسیلهٔ نقلیه	ضخامت آسفالت (اینچ)	هزینهٔ هریارد مربع
اتوموبیلهای سواری	5.5	$10.50
کامیونهای سبک	6.0	11.80
کامیونهای متوسط	6.5	12.50
کامیونهای سنگین	7.0	13.00

با فرض این که هزینه روکش آسفالت بایستی بر مبنای تعداد وسایل نقلیه هر گروه ، و هزینه های افزایشی مورد نیاز مربوط به هر گروه ، تقسیم و پخش شود ؛ میزان مالیات هر وسیله منفرد واقع در هر گروه چقدر است ؟

۱۷- ایالتی با جمعیت ۴۶۰۰۰۰۰ نفر ، دارای ۱۳ کالج و دانشگاه ایالتی شامل ۶۵۰۰۰ دانشجو و بودجهٔ آموزشی سالانه ۱۶۲۵۰۰۰۰۰ دلار است .

الف ـ بیشتر دانشجویانی که در کالج ها ثبت نام می کنند معتقدند که افزایش مورد انتظار درآمدها دلیل مهمی برای ادامهٔ تحصیل آنهاست . به نظر شما چه گروههایی از مردم این ایالت به دلیل یاد شده مایل به حمایت برنامه های تحصیلات عالی از طریق مالیات هستند ؟

ب ـ به نظر شما افزایش درآمد سالانه چقدر باید باشد تا هزینهٔ تحصیلات چهار سال شما را تأمین کند ؟ فرض کنید اولین افزایش در پایان سال دوم کار شما رخ می دهد و شما ۴۵ سال کار می کنید . کمک ایالت برای هر دانشجو در سال ۲۵۰۰ دلار و نرخ بهره ۱۰٪ است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پ ـ منافعی که ایالت از سرمایه گذاری در تحصیلات به دست می آورد را مشخص کنید .

۱۸ - جاده ای با عوارض عبور بین دو شهر مورد بهره برداری قرار گرفته است . فاصلهٔ بین دو شهر از طریق این جاده ۹۳ مایل و از طریق یک بزرگراه مجانی دیگر ۱۰۴ مایل است . مزیت اقتصادی استفادهٔ از جادهٔ عوارض دار را (در صورت وجود) با توجه به شرایط زیر برای کامیونهای سبک تعیین کنید . هزینهٔ عبور ۴٫۵ دلار ، هزینهٔ راننده ۱۲٫۵۰ دلار هرساعت ، متوسط سرعت رانندگی بین دو شهر در جادهٔ با عوارض عبور ۵۵ مایل در ساعت و در بزرگراه مجانی ۵۰ مایل در ساعت ، و متوسط هزینهٔ بهره برداری از کامیون در هر مایل از جادهٔ با عوارض ۰٫۲۰ دلار و در هر مایل از بزرگراه ۰٫۲۲ دلار می باشد .

۱۹ - تحلیل حوادث رانندگی در یک ایالت نشان می دهد که افزایش عرض بزرگراهها از ۶ متر به ۷٫۵ متر می تواند نرخ سالانهٔ این حوادث را از ۱۲۵ در ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰ وسیله نقلیه ـ کیلومتر ، به ۷۵ در ۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰ وسیلهٔ نقلیه ـ کیلومتر کاهش دهد . میانگین تعداد روزانهٔ وسایل نقلیه ای که باید از بزرگراه استفاده کنند تا تعریض آن با توجه به برآوردهای زیر موجه باشد را تعیین کنید : متوسط تلفات هر حادثه ۱۵۰۰ دلار ، هزینهٔ ۱۰۵ متر تعریض هر کیلومتر از بزرگراه ۱۵۰۰۰۰ دلار ، عمر مفید ۲۵ سال ، هزینهٔ نگهداری سالانه ، ۳٪ هزینهٔ اولیه و نرخ بهره ۵٪ است . (جواب : ۵۲۲۱۰ وسیلهٔ نقلیه در روز)

۲۰ - یک مؤسسه دولتی برای سرمایه گذاری در پروژه های کنترل سیل ۵۰۰۰,۰۰۰ دلار موجودی دارد . پروژهٔ A به ۳۰۰۰,۰۰۰ دلار سرمایه گذاری نیاز دارد و منافع سالانهٔ حاصل از جلوگیری از خسارتهای سیل توسط این پروژه ۴۶۰۰۰۰ دلار می باشد . مخارج بهره برداری سالانهٔ این پروژه ۵۷۰۰۰ دلار است . پروژهٔ B ، ۴۰۰۰۰۰۰ دلار هزینه دارد و هزینهٔ نگهداری آن ۸۱۵۰۰ دلار در سال و منافع حاصل از آن ۶۱۳۰۰۰ دلار در سال می باشد . عمر هر پروژه ۴۰ سال است . با

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخ بهرهٔ ۱۰٪ ، نسبت منفعت ـ هزینه را برای هر پروژه محاسبه کنید و آن گاه نسبت منفعت ـ هزینهٔ اضافی را به دست آورید . کدام روش نتایج بهتری به دست می دهد ؟

۲۱- سرمایه گذاری در دو پروژهٔ ناسازگار در دست بررسی است . پروژهٔ A۱ به هزینهٔ اولیهٔ ۱۱۵۰۰۰ دلار نیاز دارد و درآمد سالانهٔ آن ۳۴۵۰۰ دلار در ۵ سال آینده است . پروژهٔ A۲ به ۲۳۰۰۰۰ دلار سرمایهٔ اولیه نیاز دارد و درآمد سالانهٔ آن در ۷سال آینده ۵۶۰۰۰ دلار است . حداقل نرخ برگشت قابل قبول ۱۳٪ است و پروژه ها ارزش اسقاطی ندارند . با استفاده از تحلیل منفعت ـ هزینه کدام پروژه باید انتخاب شود ؟ (جواب : A۲)

۲۲- یک شرکت تولیدکنندهٔ برق تصمیم به ساخت یک نیروگاه ۱۵۰ مگاواتی برای تأمین تقاضای اضافی برق در ساعات حداکثر مصرف دارد . دو گزینه مورد بررسی قرار گرفته اند . یکی از این گزینه ها ساخت واحدهای با توربین گازی است ، که به ویژه به خاطر نیاز به سرمایهٔ اولیهٔ کم برای بهره برداری در ساعات حداکثر مصرف مناسب است . عیب عمدهٔ این واحد پایین بودن بازده حرارتی آن می باشد که بر هزینه های سوخت و بهره برداری تأثیر می گذارد . واحد دیگر یک واحد بخاری است . این واحد بازده حرارتی بهتری دارد ، لیکن ساخت آن نسبتاً پرهزینه تر خواهد بود . فرض کنید هزینه های سوخت و بهره برداری با نرخ ۶٪ در سال افزایش می یابند و مقدار انرژی تولید شده در هرسال ثابت باقی می ماند . هزینهٔ سوخت در سال n به صورت زیر بیان می شود :

$$F_n = (C)(H)(U)\left(\frac{\text{ساعت در سال } 8{,}760}{10^6}\right)P_n$$

که

$$P_n = P_{n-1}(1 + 0.06).$$

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

هزینهٔ بهره برداری در سال n با رابطهٔ زیر بیان شده است :

$$O_n = (C)(H)(U)\left(\frac{8{,}760 \text{ ساعت / سال}}{10^6}\right)Q_n$$

که

$$Q_n = Q_{n-1}(1 + 0.06).$$

هر کدام از واحدها تا ۲ سال دیگر به بهره برداری کامل خواهد رسید . درآمد تولید شده در هرسال برای هر دو واحدیکسان و از کل هزینهٔ سالانهٔ همسنگ هر واحد بیشتر خواهد بود . داده های اقتصادی و بهره برداری مربوط به هر واحد در زیر داده شده است :

	توربین گازی	با سوخت نفت گاز
C = اندازه واحد (kw)	150,000	150,000
H = بازده حرارتی (Btu. kwh)	12700	9,300
U = ضریب استفاده از واحد	15%	15%
N = عمر مفید اقتصادی (سال)	25	25
P_0 = هزینهٔ سوخت در شروع کار	2.20	2.20
Q_0 = هزینهٔ نگهداری در شروع کار ($/10^6 But)	0.19	0.19
هزینهٔ ساخت ($/kw)	175	240
سایر مخارج سالانه (بیمه ، مالیات ، استهلاك و نگهداری) به صورت درصد ثابتی از هزینه های ساخت	5.5%	5.5%
ارزش اسقاطی به صورت درصد ثابتی از هزینه ساخت	−1%	−1%

الف ـ به ازای نرخ بهرهٔ ۱۲٪ ، تعیین کنید کدام گزینه جذاب تر است (از مقایسهٔ هزینهٔ سالانه در طول دورهٔ بهره برداری استفاده کنید) .

ب ـ با استفاده از نسبت $(B - C) / I$ سرمایه گذاری اضافی ، چه گزینه ای انتخاب خواهد شد ؟

پ ـ با استفاده از نسبت $B / (I + C)$ سرمایه گذاری اضافی ، چه گزینه ای انتخاب خواهد شد ؟ هر مشکل مربوط به استفاده از نسبت BCرا در این مسأله مورد بحث قرار دهید .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

ت ـ برای یک ضریب استفاده از واحد پایین تر (۵٪) ، قسمتهای (الف) ، (ب) ، و (پ) را تکرار کنید .

۲۳ - یک ایالت از طریق راه‌آهن به بندرگاه وصل شده است . کالای حمل شده از این راه ۵۰۰ میلون تن ـ مایل در سال است . متوسط هزینهٔ حمل کالا ۰٫۰۲۰ دلار در هر تن ـ مایل است . در خلال ۲۰ سال آینده احتمالاً میزان حمل کالا به ۲۵ میلیون تن ـ مایل در سال افزایش خواهد یافت . پیشنهاد شده است که مسیر رودخانه ای که از ایالت تا بندرگاه جریان دارد با هزینهٔ ۶۰۰,۰۰۰,۰۰۰ دلار به گونه ای تغییر یابد ، که امکان کشتیرانی در آن فراهم گردد . با این کار هزینهٔ حمل و نقل به ۰٫۰۵۰ دلار هر تن ـ مایل کاهش می یابد . ۸۰٪ هزینه های این پروژه توسط دولت فدرال و بدون وجود بهره تأمین می شود و ۲۰٪ باقیمانده از طریق اوراق قرضه با بهرهٔ ۹٪ با پرداخت بهرهٔ سالانه که توسط ایالت منتشر می شود سرمایه گذاری خواهد شد . سررسید اوراق قرضه ۲۰ ساله است . برخی از اثرات تغییرات جانبی استفاده از رودخانه به صورت زیر خواهد بود : (۱) راه‌آهن ورشکست و بدون ارزش اسقاطی فروخته خواهد شد . حق امتیاز راه در حال حاضر حدود ۴۰ میلیون دلار برای ایالت ارزش دارد (۲) ۳۶۰۰ نفر بیکار می شوند ، و ایالت بایستی به آنها هرماه ۵۶۰ دلار بیمهٔ بیکاری بدهد (۳) درآمد مالیاتی حاصل از راه‌آهن از طریق مالیات کشتیها جبران می شود . نرخ بهره ۱۲٪ است .

الف ـ جریانهای نقدی را از دیدگاه ایالت نشان دهید .

ب ـ با استفاده از دیدگاه رفاه عمومی ، نسبت منفعت ـ هزینه را بر مبنای ۲۰ سال بهره برداری آینده محاسبه کنید .

پ ـ در چه نرخ متوسطی از حمل و نقل سالانه ، دو گزینه از دیدگاه رفاه فدرال یکسان خواهند بود ؟

۲۴ - در شهری نرخ حق بیمهٔ آتش سوزی ۰٫۵۷ دلار برای هر ۱۰۰ دلار مبلغ بیمه شده

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

است . تقریباً ۸۰۰۰ خانهٔ مسکونی با ارزش متوسط ۸۰۰۰۰ دلار در این شهر وجود دارد . برآورده شده است که مبلغ بیمه شده تقریباً ۷۰٪ ارزش خانهٔ مسکونی باشد . نمایندهٔ شهر پیشنهاد کرده است که اگر اقدامات زیر جهت کاهش خسارات آتش سوزی انجام شوند ، نرخ حق بیمه به ۰٫۵۰ دلار به ازای هر ۱۰۰ دلار کاهش یابد .

اقدامات	هزینه (دلار)	عمر
افزایش ظرفیت خطوط آبرسانی از ایستگاه پمپاژ	۱۵۰۰۰۰۰	۴۰ سال
افزایش ظرفیت پمپها	۱۶۰۰۰	۲۰ سال
افزودن مخازن اضافی جهت افزایش جهت فشار در بخشهای دور از شهر	۶۰۰۰۰	۴۰ سال
خرید ماشینهای آتش نشانی بیشتر و تجهیزات مربوطه	۱۰۰۰۰۰	۲۰ سال
اضافه کردن دو نفر آتش نشانی	۷۰۰۰۰ دلار در سال	

انتظار می رود که هزینه های بهره برداری تجهیزات افزوده شده با کاهش هزینهٔ پمپاژ آب جبران شود . شهر می تواند اوراق قرضهٔ جدید منتشر کند و با ۷٪ بهره بفروشد . آیا با توجه به صرفه جویی مورد انتظاری که صاحبان خانه ها در حق بیمهٔ پرداختی خواهند داشت ، باید اقدامات یاده شده انجام شوند ؟ نسبت منفعت ـ هزینه را به دست آورید .

(جواب : $BC(۷) = ۱٫۵۸$) .

۲۵- دو بخش از یک شهر توسط یک منطقهٔ باتلاقی از یکدیگر جدا شده اند . پیشنهاد شده است که این دو بخش توسط یک بزرگراه چهار خطه به یکدیگر وصل شوند . طرح A احداث یک بزرگراه ۲٫۴ مایلی که مستقیماً با پر کردن باتلاق از روی آن بگذرد است . هزینهٔ اولیهٔ این طرح ۲۱۵۰۰۰۰۰ دلار و هزینهٔ نگهداری سالانهٔ آن ۲۸۰۰۰ دلار خواهد بود . طرح B یک بزرگراه ۴٫۲ مایلی است که از کنار باتلاق می گذرد . هزینهٔ اولیهٔ این طرح ۱۰۵۰۰۰۰۰ دلار و هزینهٔ بهره برداری سالانهٔ آن ۱۵۰۰۰ دلار خواهد بود . بررسی ترافیک ، میزان آن را به صورت زیر نشان می دهد :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

میزان ترافیک برحسب وسایل نقلیه در ساعت	سالهای بعد از پرداخت
150	1– 5
800	6–10
2,200	11–20

سرعت متوسط در شرایط یاد شده به ترتیب ۵۵ ، ۴۵ ، و ۳۰ مایل در ساعت خواهد بود . ۸۰٪ ترافیک مربوط به وسایل نقلیهٔ غیرتجاری با هزینهٔ بهره‌برداری ۰٫۱۶ دلار در هرمایل و ، ۲۰٪ آن مربوط به وسایل نقلیهٔ تجاری با هزینهٔ بهره‌برداری ۰٫۲۲ دلار در هر مایل و ۱۲٫۵۰ دلار در ساعت خواهد بود . اگر طرح *B* انتخاب شود ، افزایش ارزش املاك مجاور بزرگراه موجب ۴۰۰۰۰۰ دلار در سال افزایش درآمد مالیاتی خواهد شد .

الف ـ گزینه ها را برمبنای تحلیل منفعت ـ هزینه برای یک دورهٔ ۲۰ساله و با نرخ بهرهٔ ۶٪ مقایسه کنید .

ب ـ دو طرح در چه نرخ ترافیک با نرخ بهرهٔ ۶٪ یکسان خواهند بود ؟

(جواب : ۲۸۴ وسیلهٔ نقلیه در ساعت)

۲۶– دولت فدرال یک پروژهٔ هیدروالکتریکی را برای حوضهٔ رودخانه ای در دست بررسی دارد . این پروژه افزون بر تولید برق ، منافع حاصل از کنترل سیلاب ، آبیاری و امور تفریحی را هم در برخواهد داشت . منافع و هزینه های برآورد شدهٔ مورد انتظاری که باید از سه گزینهٔ مورد بررسی به دست آیند ، در زیر داده شده است :

	گزینه ها		
	A	*B*	*C*
هزینهٔ اولیه	$25,000,000	$35,000,000	$50,000,000
منافع و هزینه‌های سالانه :			
فروش برق	$1,000,000	$1,200,000	$1,800,000
منافع کنترل سیلاب	250,000	350,000	500,000
منافع آبیاری	350,000	450,000	600,000
منافع امور تفریحی	100,000	200,000	350,000
هزینه های نگهداری و بهره برداری	200,000	250,000	350,000

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

نرخ بهرهٔ ۵٪ است ، و عمر هر پروژه ۵۰ سال برآورد می شود .

الف ـ با استفاده از تحلیل منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی ، کدام پروژه باید انتخاب شود ؟

ب ـ نسبت منفعت ـ هزینه را برای هر گزینه محاسبه کنید . آیا گزینه ای که بیشترین نسبت منفعت ـ هزینه را دارد ، بهترین گزینه است ؟

پ ـ اگر نرخ بهره ۸٪ باشد ، کدام گزینه باید انتخاب شود ؟

۲۷ – شهرداری یک شهر تصمیم به ساختن یک ورزشگاه دارد و سه گزینه را برای مقایسه انتخاب کرده است .

$B1$: ساخت یک زمین فوتبال جدید و استفاده از زمین فوتبال موجود برای بازیهای تنیس

$B2$: ساخت یک ورزشگاه چندمنظوره برای هر دو بازی فوتبال و تنیس

$B3$: ساخت یک زمین فوتبال و یک زمین تنیس .

هزینه کل ساخت برای گزینه های $B1$ ، $B2$ و $B3$ به ترتیب ۱۶ میلیون دلار ، ۲۳ میلیون دلار و ۳۰ میلیون دلار می باشد . ساخت زمین فوتبال مربوط به گزینه $B3$ ، توسط بخش خصوصی تأمین بودجه شده و انتظار می رود که ۱۶ میلیون دلار هزینه داشته باشد . هزینه ها و منافع این گزینه ها در زیر نشان داده شده اند :

منافع و هزینه های سالیانه	گزینه ها		
	B1	B2	B3
درآمد حاصل برای شهر از طریق فروش بلیط در خارج شهر	$900,000	$1,000,000	$600,000
منافع پنداری و غیرمحسوس	300,000	500,000	300,000
هزینه های نگهداری	300,000	350,000	400,000
افزایش درآمد هتلها ناشی از خسارت وارد به ارزش املاک	380,000	850,000	850,000
به علت افزایش ترافیک	90,000	270,000	410,000
دوران عمر مورد انتظار (سال)	30	35	35

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

اگر یک نرخ بهره ۶٪ به کار رفته و از دیدگاه مقامات شهر روش تحلیل هزینه ـ منفعت مورد استفاده قرار گیرد ، کدام یک از سه گزینه پیشنهادی باید انتخاب شود ؟ جواب : گزینه B_2

۲۸- ادارهٔ راه ، ساخت پلی را بر روی دهانهٔ باریک یک دریاچه در دست بررسی دارد . با ساختن این پل ۲۰۰ مایل از طول بزرگراهی که از این محل می گذرد کاسته می شود . سه گزینه مورد مطالعه قرار دارند . (۱) ادامهٔ استفاده از بزرگراه فعلی ، (۲) ساختن یک پل ، (۳) ساختن پل و برقرار کردن هزینه ای به عنوان عبور از آن . اگر پل ساخته شود ، استفاده از بزرگراه ادامه خواهد یافت . اما انتظار می رود که میزان ترافیک در آن به طور قابل ملاحظه ای کاهش یابد و در نتیجه بازرگانان کنار جاده متحمل زیان در درآمدهای خود شوند . هزینه ها و درآمدهای مختلف مربوط به هر گزینه در زیر داده شده اند :

	بزرگراه فعلی	پل با حق عبور	پل
هزینهٔ سرمایه گذاری	$ 0	$46,000,000	$46,000,000
هزینه های بهره برداری و نگهداری سالانه	160,000	80,000	20,000
هزینه های بهره برداری سالانهٔ وسایل نقلیه	3,300,000	100,000	100,000
صرفه جویی سالانه در وقت	—	2,000,000	2,000,000
هزینهٔ سالانه و تصادفات	500,000	10,000	10,000
کاهش درآمد سالانهٔ بازرگانان کنار جاده	—	1,000,000	1,900,000
درآمد سالانه عوارض عبور	—	1,200,000	—

اگر عمر مورد انتظار پل ۴۰ سال بدون ارزش اسقاطی باشد ، این سه گزینه را با استفاده از تحلیل منفعت ـ هزینه مقایسه کنید . نرخ بهره ۱۰٪ و دورهٔ بررسی ۲۰ سال است .

۲۹- مسؤولان شهرداری در یک شهر تصمیم به گسترش باغ وحش آن شهر دارند . دو پیشنهاد در دست بررسی قرار گرفته است . پیشنهاد A_2 شامل گسترش ۴ هکتاری

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

(برنامهٔ ساختمانی کوچک) و پیشنهاد $A3$ شامل یک گسترش ۱۰ هکتاری (برنامهٔ ساختمانی بزرگ) است . هزینه ها و منافع برآورد شده در جدول زیر خلاصه شده اند :

	$A1$ عدم گسترش	$A2$ گسترش ۴ هکتاری	$A3$ گسترش ۱۰ هکتاری
هزینهٔ ساخت :			
پایان سال ۰	$ 0	$5,000,000	$4,000,000
پایان سال ۱	0	0	6,000,000
هزینهٔ گسترش دسترسی آماده :			
پایان سال ۰	50,000	100,000	90,000
پایان سال ۱	0	0	110,000
زیانهای خلع ید از مالکان زمین :			
پایان سال ۰	0	350,000	700,000
منافع و هزینه های سالانه :			
فروش جا	30,000	85,000	170,000
هزینهٔ بهره برداری و نگهداری	140,000	170,000	300,000
منافع بازرگانی شهر	100,000	400,000	650,000
منافع تفریحی برای عموم	210,000	480,000	900,000
عمر مورد انتظار (سال)	30	30	35

بر اساس تحلیل منفعت ـ هزینه با نرخ بهرهٔ ۹٪ ، کدام یک از دو پیشنهاد باید انتخاب شود ؟ دورهٔ مطالعه ۳۰ سال است . فرض کنید دیدار از باغ وحش بدون هزینه است .

۳۰- ادارهٔ بزرگراه ایالتی تصمیم به تعیین مسیر یک بزرگراه جدید را دارد . دو مسیر در دست بررسی هستند . برای هر مسیر ، دو نوع بزرگراه ۲ خطه و ۴ خطه مورد مطالعه قرار می گیرد . برآورد می شود که بزرگراه ۲ خطه برای ۱۰ سال آینده ، کافی خواهد بود ، اما پس از ۱۰ سال سرانجام بزرگراه ۴ خطه لازم خواهد شد . افزودن ۲ خط دیگر پس از ۱۰ سال ، ۱٫۸ برابر هزینهٔ ساخت ۲ خط فعلی هزینه خواهد داشت . داده های زیر برای دو محل جمع آوری شده اند . در مقایسهٔ مطلوبیت اقتصادی مسیر بزرگراه ، از نرخ بهرهٔ ۶٪ استفاده می شود . برای یک دورهٔ تحلیل ۲۰ ساله با ارزش اسقاطی صفر ، تعیین کنید با استفاده از نسبت منفعت ـ هزینه ، کدام مسیر انتخاب خواهد شد ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

	مسیر A		مسیر B	
بزرگراه	A1	A2	B1	B2
مشخصات	۲ خطه	۴ خطه	۲ خطه	۴ خطه
فاصله (مایل)	12	12	10.5	10.5
کل هزینه های ساخت	$20,100,000	$31,500,000	$22,500,000	$42,000,000
هزینه های سالانهٔ بهره برداری و نگهداری هر مایل	$3,000	$3,600	$2,850	$3,300
هزینهٔ روکشی مجدد هرمایل در پایان سال دهم	$156,000	$249,000	$156,000	$249,000

مشخصات ترافیکی	اتوموبیل سواری	وسایل نقلیهٔ تجاری
متوسط ترافیک روزانه (همهٔ مسیرها)	3,500	500
در سال اول	160	35
رشد سالانهٔ ترافیک	55 m.p.h	50 m.p.h.
سرعت یکنواخت معادل	$4.00	$12.50
ارزش هر ساعت وقت مسافرت وسیلهٔ نقلیه	$0.16	$0.30
هزینهٔ بهره برداری وسیلهٔ نقلیه در هر مایل		

۳۱- مؤسسه بوستانهای ایالتی ، گسترش یک منطقهٔ تفریحی را در زمینهای خود در دست بررسی دارد . در حال حاضر دو محل مورد مطالعه قرار گرفته اند . یکی از این محلها کوهستانی و دیگری ساحلی است . محل کوهستانی به ۸۵۰۰,۰۰۰ دلار سرمایه گذاری اولیه و ۱۲۰,۰۰۰ دلار هزینهٔ نگهداری سالانه نیاز دارد . به دلیل دسترسی بهتر به ناحیهٔ کوهستانی درآمد حاصل از بوستان دراین محل ۱۰۰۰۰۰ دلار بیشتر از درآمد محل ساحلی می باشد . محل ساحلی نیاز به سرمایه گذاری اولیهٔ ۵۰۰۰,۰۰۰ دلار و هزینهٔ نگهداری سالانه ۸۰,۰۰۰ دلار دارد . سود سالانهٔ بهره برداری از بوستان (شرکتهای خصوصی مجاز به کار در بوستان هستند) در ناحیهٔ کوهستانی ۳۰۰۰۰۰ دلار و در ناحیهٔ ساحلی ۲۰۰,۰۰۰ دلار است . منافع تفریحی و زیانهای عمومی مربوط به هر پروژه در ناحیهٔ کوهستانی ۷۰۰,۰۰۰ و ۴۰,۰۰۰ دلار و در ناحیهٔ ساحلی ۵۰۰,۰۰۰دلار و ۶۰,۰۰۰ دلار برآورد می شوند . فرض کنید که مدت بهره برداری از بوستان نامحدود باشد . با استفاده از تحلیل BC ، تعیین کنید کدام محل باید انتخاب شود ؟ نرخ بهره ۱۰٪ است . (جواب : محل کوهستانی)

۳۲- چهار پروژهٔ کنترل سیل در دست بررسی هستند . سرمایهٔ لازم و منافع و هزینه های

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

سالانه حاصل از این سرمایه گذاریها عبارتند از :

	گزینه ها			
	R1	*R2*	*R3*	*R4*
منافع و هزینه های سالانه	$ 6,500,000	$ 8,250,000	$ 7,000,000	$ 5,900,000
هزینه های بهره برداری و نگهداری	3,500,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000
منافع برای عموم	10,000,000	13,200,000	11,200,000	8,000,000
زیانها برای عموم	3,250,000	4,300,000	3,600,000	2,300,000
سرمایه گذاری اولیه	25,000,000	33,000,000	28,000,000	18,000,000
عمر مورد انتظار (سال)	40	40	45	45

الف ـ اگر از نرخ بهرهٔ ۵٪ استفاده شود، نسبت منفعت ـ هزینه را برای هر گزینه تعیین کنید .

ب ـ تعیین کنید با استفاده از نرخ بهرهٔ داده شده در قسمت (الف) ، و با استفاده از تحلیل نسبت منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی ، کدام گزینه باید انتخاب شود ؟ فرض کنید که گزینهٔ «هیچ کار» مورد بررسی قرار نمی گیرد .

۳۳- یک منطقهٔ روستایی به شهر مجاورش پیوسته است و از این پس آب آن از شهر تأمین می شود . رشد مورد انتظار این منطقه برآورد شده و بر مبنای این برآورد ، پنج طرح مختلف برای تأمین تقاضای آب آن پیشنهاد شده است . هزینه های پمپاژ آب که برای همهٔ طرحها یکسان هستند به صورت زیر می باشند :

سال	هزینهٔ سالانه پمپاژ (دلار)
1–14	$282,500
15–25	$316,400
26–40	$350,300

در زیر هزینه های جاری برای اندازه های مختلف لوله داده شده اند :

قطر لوله (اینچ)	هزینهٔ اولیه
10	$3,400,000
14	$4,500,000
18	$5,100,000

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

از دیدگاه ظرفیت انتقال آب ، یک لولهٔ ۱۴ اینچ معادل با دو لولهٔ ۱۰ اینچ ، و یک لولهٔ ۱۸ اینچ معادل با سه لولهٔ ۱۰ اینچ است . بر اساس تحلیل منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی و با استفاده از دلار ثابت ، طرحهای زیر را برای ۴۰ سال آینده مقایسه کنید . نرخ تورم ۹٪ و ارزش اسقاطی خط لوله ۱۵٪ هزینه اولیهٔ آن است . منافع برای همهٔ طرحها ، یکسان در نظر گرفته می شود .

سالها (از حالا به بعد)	طرح A	طرح B	طرح C	طرح D	طرح E
0	نصب ″10	نصب ″10	نصب ″14	نصب ″14	نصب ″18
14	نصب ″10 فروش ″10	نصب ″10	–	–	–
25	نصب ″10 فروش ″10	نصب ″10	نصب ″10	نصب ″10 فروش ″10	

۳۴- چهار پروژهٔ عمومی ناسازگار توسط یک مؤسسهٔ فدرال برای ارزیابی پیشنهاد شده اند .

پروژه	سرمایه گذاری اولیه	مخارج سالانه	منافع سالانه
S1	$83,000,000	$16,430,000	$49,750,000
S2	89,000,000	18,690,000	50,789,000
S3	57,000,000	9,120,000	26,101,000
S4	86,000,000	17,200,000	51,885,000
S5	51,000,000	8,160,000	25,591,000

عمر هر پنج پروژه ۱۸ سال برآورد می شود . پروژه ها را با استفاده از تحلیل منفعت ـ هزینهٔ سرمایه گذاری اضافی برای چند گزینه مقایسه کنید . نرخ بهره ۹٪ است . کدام یک از پنج پروژه باید انتخاب شود ؟

۳۵- دولت ایالات متحده تصمیم به توسعهٔ سیستمهای تولید برق را به گونه ای دارد که بتواند از منابع ذغال سنگ و اورانیوم خود با بیشترین بازده استفاده کند . شش حالت زیر کارآمدترین راههای استفاده از منابع موجود و تأمین نیازهای محیط زیست تمیز ، به نظر می رسند :

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

منبع انرژی	نفت	حالات I	II	III	IV	V	VI
		اورانیم	ذغال سنگ	ذغال سنگ	ذغال سنگ	D_2O، L_i	خورشیدی
سیستم قدرت	تکنولوژی موجود	تولید بخار	MHD، سیکل ترکیبی گازی و ترکیبی GTIST*		گازی	فیوژن	سلولهای خورشیدی

براساس تعاریفی که از سیستمهای پیشرفته شده است ، منافع اقتصادی زیر برای هرحالت (در مقایسه با تکنولوژی فعلی) تعیین شده است .

منافع روشهای تولید برق پیشرفته (دوره 2030-1990)

	مبنا	حالت I	حالت II	حالت III	حالت IV	حالت V	حالت VI
	*PW**	*PW*	*PW*	*PW*	*PW*	*PW*	*PW*
کل سرمایه گذاری	98	114	99	110	121	117	92
هزینهٔ بهره برداری	212	149	190	158	132	132	196
منافع	320	340	400	328	335	330	360

برای این مطالعه ، هزینه های سرمایهٔ واحدهای تولید برق مبتنی بر بهره برداری اقتصادی سال ۱۹۹۵ یعنی پس از یک دورهٔ ۵ سالهٔ بهره برداری آزمایشی است . همهٔ محاسبات ارزش فعلی با نرخ بهره ۷٪ انجام شده است . اگر قرار باشد از تحلیل منفعت ـ هزینه به عنوان الگوی تصمیم گیری استفاده شود ، کدام پروژه بالاترین اولویت سرمایه گذاری را خواهد داشت ؟

۳۶- برای گزینه های مختلفی که در مسألهٔ ۳۵ بیان شده اند ، موارد زیر را بررسی کنید : در ارزیابی سیستمهای قدرت پیشرفته ، به نظر دولت فدرال لازم است سهم هر سیستم قدرت در مسألهٔ آلودگی محیط بررسی شود . میزان آلاینده های خروجی و مصرف آب در یک سطح ثابت توان تولید شده می تواند بسته به نوع سوخت و بازده تبدیل توان متغیر باشد . بنابراین بررسی هزینهٔ این سیستمها و اثرات محیطی آنها دارای اهمیت است .

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

	مبنا	حالت I	حالت II	حالت III	حالت IV	حالت V	حالت VI
کل آلودگیهای تجمعی هوا(10^4 lb)	4,530	3,080	3,249	3,249	3,080	1,945	1,945
کل آب مصرفی (10^{12} gal)	249	254	194	194	161	253	215
هزینهٔ توسعه* ($\$ 10^{10}$)	0	4.3	2.0	1.7	1.1	4.7	3.0

* ارزش فعلی در ۷٪

نشان دهید چگونه می توان از روش هزینه ـ کارآیی دربررسی این عوامل مختلف استفاده کرد؟

۳۷- دولت فدرال در حال حاضر تعدادی پیشنهاد مربوط به افزایش سرعت جابه جایی نامه ها در یک دفتر بزرگ پستی را در دست بررسی دارد . وسیلهٔ سنجش کارآیی که برای ارزیابی این سیستمها مورد استفاده قرار می گیرد ، حجم محموله های پستی جابه جا شده در روز است . هزینهٔ خرید و نصب این سیستمهای مختلف ، صرفه جویی حاصل از آنها و میزان کارآیی آنها به صورت زیر است :

سیستم	هزینهٔ اولیه به میلیون دلار	صرفه جویی سالانه به میلیون دلار	کارآیی به میلیون نامهٔ جابه جا شده در روز
A	$1,200	$100	5
B	2,000	140	8
C	2,600	230	12
D	4,000	340	13
E	5,100	500	14

اگر نرخ بهره ۱۲٪ و عمر هر سیستم ۱۰ سال باشد ، رابطهٔ هزینه و کارآیی را برای هرپیشنهاد رسم کنید . کدام گزینه را می توان از ادامهٔ بررسی حذف کرد . چگونه می توانید بین گزینه های باقیمانده تصمیم گیری کنید ؟

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

۳۸- بنگاهی خرید یک سیستم ذخیره و فراخوانی مجدد خودکار[1] (AS/RS) را برای انبار اصلی خود مورد بررسی قرار داده است . پنج طرح AS/RS با هزینه ها و ظرفیتهای زیر توسط سازندگان مختلف پیشنهاد شده اند :

طرح	هزینهٔ اولیه به میلیون دلار	هزینهٔ نگهداری (سال / میلیون دلار)	ارزش اسقاطی (میلیون دلار)	عمر مور دانتظار (سال)	کارآیی برحسب تعداد عملیات در هفته
J1	68	0.8	1.2	6	6,900
J2	95	1.3	2.0	7	10,600
J3	125	0.4	4.4	8	16,000
J4	120	2.7	12.0	7	18,000
J5	126	1.6	17.5	9	21,300

در نرخ بهرهٔ ۷٪ ، رابطهٔ هزینهٔ کل برحسب کارآیی را برای هر طرح رسم کنید . به طریق ترسیمی طرحهایی را که باید حذف شوند ، تعیین کنید . از بین طرحهای باقیمانده ، چگونه باید بهترین طرح را انتخاب کرد ؟

1- Automated Storage and Retrieval System

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

فصل یازدهم

پیوستها

پیـوست A

ضـرائب بهـرهٔ مـرکب تکـی

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A1 - ضرائب بهره $\frac{1}{2}\%$ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب صندوق ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.005	0.9950	1.000	1.0000	0.9950	1.0050	0.0000
2	1.010	0.9901	2.005	0.4988	1.9851	0.5038	0.4988
3	1.015	0.9852	3.015	0.3317	2.9703	0.3367	0.9967
4	1.020	0.9803	4.030	0.2481	3.9506	0.2531	1.4938
5	1.026	0.9754	5.050	0.1980	4.9259	0.2030	1.9900
6	1.030	0.9705	6.076	0.1646	5.8964	0.1896	2.4855
7	1.036	0.9657	7.106	0.1407	6.8621	0.1457	2.9801
8	1.041	0.9609	8.141	0.1228	7.8230	0.1278	3.4738
9	1.046	0.9561	9.182	0.1089	8.7791	0.1139	3.9668
10	1.051	0.9514	10.228	0.0978	9.7304	0.1028	4.4589
11	1.056	0.9466	11.279	0.0887	10.6770	0.0937	4.9501
12	1.062	0.9419	12.336	0.0811	11.6189	0.0861	5.4406
13	1.067	0.9372	13.397	0.0747	12.6562	0.0797	5.9302
14	1.072	0.9326	14.464	0.0691	13.6887	0.0741	6.4190
15	1.078	0.9279	15.537	0.0644	14.4166	0.0694	6.9069
16	1.083	0.9233	16.614	0.0602	15.3399	0.0652	7.3940
17	1.086	0.9187	17.697	0.0565	16.2586	0.0615	7.8803
18	1.094	0.9141	18.786	0.0532	17.1728	0.0582	8.3658
19	1.099	0.9096	19.880	0.0503	18.0824	0.0553	8.8504
20	1.105	0.9051	20.979	0.0477	18.9874	0.0527	9.3342
21	1.110	0.9006	22.084	0.0453	19.8880	0.0503	9.8172
22	1.116	0.8961	23.194	0.0431	20.7841	0.0481	10.2993
23	1.122	0.8916	24.310	0.0411	21.6767	0.0461	10.7808
24	1.127	0.8872	25.432	0.0393	22.5629	0.0443	11.2611
25	1.133	0.8828	28.559	0.0377	23.4456	0.0427	11.7407
26	1.138	0.8784	27.692	0.0361	24.3240	0.0411	12.2195
27	1.144	0.8740	28.830	0.0347	25.1980	0.0397	12.6975
28	1.150	0.8697	29.975	0.0334	26.0677	0.0384	13.1747
29	1.155	0.8653	31.124	0.0321	26.9330	0.0371	13.6510
30	1.161	0.8610	32.280	0.0310	27.7941	0.0360	14.1265
31	1.167	0.8568	33.441	0.0299	28.6508	0.0349	14.6012
32	1.173	0.8525	34.609	0.0289	29.5033	0.0339	15.0750
33	1.179	0.8483	35.782	0.0280	30.3515	0.0330	15.5480
34	1.185	0.8440	36.961	0.0271	31.1956	0.0321	16.0202
35	1.191	0.8398	38.145	0.0262	32.0354	0.0312	16.4915
40	1.221	0.8191	44.159	0.0227	36.1722	0.0277	18.8358
45	1.252	0.7990	50.324	0.0198	40.2072	0.0249	21.1595
50	1.283	0.7793	56.645	0.0177	44.1428	0.0227	23.4624
55	1.316	0.7601	63.126	0.0159	47.9815	0.0209	26.7447
60	1.349	0.7414	89.770	0.0143	51.7256	0.0193	28.0064
65	1.383	0.7231	76.682	0.0131	55.3775	0.0181	30.2475
70	1.418	0.7053	83.566	0.0120	58.9394	0.0170	32.4680
75	1.454	0.6879	90.727	0.0110	62.4137	0.0160	34.6679
80	1.490	0.6710	98.068	0.0102	65.8023	0.0152	36.8474
85	1.528	0.6545	105.594	0.0095	69.1075	0.0145	39.0065
90	1.567	0.6384	113.311	0.0088	72.3313	0.0138	41.1451
95	1.606	0.6226	121.222	0.0083	75.4757	0.0133	43.2633
100	1.647	0.6073	129.334	0.0077	78.5427	0.0127	45.3613

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A2 – ضرائب بهره $\frac{3}{4}$٪ برای بهره‌ٔ مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب صندوق ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.008	0.9926	1.000	1.0000	0.9926	1.0075	0.0000
2	1.015	0.9852	2.008	0.4981	1.9777	0.5056	0.4981
3	1.023	0.9778	3.023	0.3309	2.9556	0.3384	0.9950
4	1.030	0.9706	4.045	0.2472	3.9261	0.2547	1.4907
5	1.038	0.9633	5.076	0.1970	4.8894	0.2045	1.9851
6	1.046	0.9562	6.114	0.1636	5.8456	0.1711	2.4782
7	1.054	0.9491	7.159	0.1397	6.7946	0.1472	2.9701
8	1.062	0.9420	8.213	0.1218	7.7366	0.1293	3.4608
9	1.070	0.9350	9.275	0.1078	8.6716	0.1153	3.9502
10	1.078	0.9280	10.344	0.0967	9.5996	0.1042	4.4384
11	1.086	0.9211	11.422	0.0876	10.5207	0.0951	4.9253
12	1.094	0.9142	12.508	0.0800	11.4349	0.0875	5.4110
13	1.102	0.9074	13.601	0.0735	12.3424	0.0810	5.8954
14	1.110	0.9007	14.703	0.0680	13.2430	0.0755	6.3786
15	1.119	0.8940	15.814	0.0632	14.1370	0.0707	6.8606
16	1.127	0.8873	16.932	0.0591	15.0243	0.0666	7.3413
17	1.135	0.8807	18.059	0.0554	15.9050	0.0629	7.8207
18	1.144	0.8742	19.195	0.0521	16.7792	0.0596	8.2989
19	1.153	0.8677	20.339	0.0492	17.6468	0.0567	8.7759
20	1.161	0.8612	21.491	0.0465	18.5080	0.0540	9.2517
21	1.170	0.8548	22.652	0.0442	19.3628	0.0517	9.7261
22	1.179	0.8484	23.822	0.0420	20.2112	0.0495	10.1994
23	1.188	0.8421	26.001	0.0400	21.0533	0.0475	10.6714
24	1.196	0.8358	26.188	0.0382	21.8892	0.0457	11.1422
25	1.205	0.8296	27.385	0.0365	22.7188	0.0440	11.6117
26	1.214	0.8234	28.590	0.0350	23.5422	0.0425	12.0800
27	1.224	0.8173	29.805	0.0336	24.3595	0.0411	12.5470
28	1.233	0.8112	31.026	0.0322	25.1707	0.0397	13.0126
29	1.242	0.8052	32.261	0.0310	25.9759	0.0385	13.4774
30	1.251	0.7992	33.503	0.0299	26.7751	0.0374	13.9407
31	1.261	0.7932	34.754	0.0288	27.5683	0.0363	14.4028
32	1.270	0.7873	36.015	0.0278	28.3557	0.0353	14.8636
33	1.280	0.7815	37.285	0.0268	29.1371	0.0343	15.3232
34	1.289	0.7757	38.565	0.0259	29.9128	0.0334	15.7818
35	1.299	0.7699	39.854	0.0251	30.6827	0.0326	16.2387
40	1.348	0.7417	46.446	0.0215	34.4469	0.0290	18.5058
45	1.400	0.7145	53.290	0.0188	38.0732	0.0263	20.7421
50	1.453	0.8883	60.394	0.0166	41.5665	0.0241	22.9476
55	1.508	0.6630	67.769	0.0148	44.9316	0.0223	25.1223
60	1.566	0.6387	75.424	0.0133	48.1734	0.0208	27.2666
65	1.625	0.6153	83.371	0.0120	51.2963	0.0195	29.3801
70	1.687	0.5927	91.620	0.0109	54.3046	0.0184	31.4634
75	1.751	0.5710	100.183	0.0100	57.2027	0.0175	33.5163
80	1.818	0.5501	109.073	0.0092	59.9945	0.0167	35.5391
85	1.887	0.5299	118.300	0.0085	62.6838	0.0160	37.5318
90	1.959	0.5105	127.879	0.0078	65.2748	0.0153	39.4946
95	2.034	0.4917	137.823	0.0073	67.7704	0.0148	41.4277
100	2.111	0.4737	148.145	0.0068	70.1748	0.0143	43.3311

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A3 – ضرائب بهره ۱٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.010	0.9901	1.000	1.0000	0.9901	1.0100	0.0000
2	1.020	0.9803	2.010	0.4975	1.9704	0.5075	0.4975
3	1.030	0.9706	3.030	0.3300	2.9410	0.3400	0.9934
4	1.041	0.9610	4.060	0.2463	3.9020	0.2563	1.4876
5	1.051	0.9515	5.101	0.1960	4.8534	0.2060	1.9801
6	1.062	0.9421	6.152	0.1626	5.7955	0.1726	2.4710
7	1.072	0.9327	7.214	0.1386	6.7282	0.1486	2.9602
8	1.083	0.9235	9.286	0.1207	7.6517	0.1307	3.4478
9	1.094	0.9143	9.369	0.1068	8.5660	0.1168	3.9337
10	1.105	0.9053	10.462	0.0956	9.4713	0.1056	4.4179
11	1.116	0.8963	11.567	0.0865	10.3676	0.0966	4.9005
12	1.127	0.8875	12.683	0.0789	11.2551	0.0889	5.3815
13	1.138	0.8787	13.809	0.0724	12.1338	0.0824	5.8607
14	1.149	0.8700	14.947	0.0669	13.0037	0.0769	6.3384
15	1.161	0.8614	16.097	0.0621	13.8651	0.0721	8.8143
16	1.173	0.8528	17.258	0.0580	14.7179	0.0680	7.2887
17	1.184	0.8444	18.430	0.0543	15.5623	0.0643	7.7613
18	1.196	0.8360	19.615	0.0510	16.3983	0.0610	8.2323
19	1.208	0.8277	20.811	0.0481	17.2260	0.0581	8.7017
20	1.220	0.8196	22 019	0.0454	18.0456	0.0554	9.1694
21	1.232	0.8114	23.239	0.0430	18.8570	0.0530	8.6354
22	1.245	0.6034	24.472	0.0409	19.6604	0.0509	10.0998
23	1.257	0.7955	25.716	0.0369	20.4658	0.0469	10.5826
24	1.270	0.7876	26.973	0.0371	21.2434	0.0471	11.0237
25	1.282	0.7798	28.243	0.0354	22.0232	0.0454	11.4631
26	1.295	0.7721	29.526	0.0339	22.7952	0.0439	11.9409
27	1.308	0.7644	30.821	0.0325	23.5596	0.0425	12.3971
28	1.321	0.7568	32.129	0.0311	24.3165	0.0411	12.8518
29	1.335	0.7494	33.450	0.0299	25.0658	0.0399	13.3045
30	1.348	0.7419	34.785	0.0288	25.8077	0.0388	13.7557
31	1.361	0.7346	36.133	0.0277	26.5423	0.0377	14.2052
32	1.375	0.7273	37.494	0.0267	27.2696	0.0367	14.6532
33	1.389	0.7201	38.869	0.0257	27.9897	0.0357	15.0996
34	1.403	0.7130	40.258	0.0248	28.7027	0.0348	15.5441
35	1.417	0.7059	41.660	0.0240	29.4086	0.0340	15.9871
40	1.489	0 6717	48 866	0.0205	32.8347	0.0305	18.1776
45	1.566	0.8391	56.481	0.0177	38.0945	0.0277	20.3273
50	1.845	0.6080	64.463	0.0156	39.1981	0.0255	22.4363
55	1.729	0 5785	72.852	0.0137	42.1472	0.0237	24.5049
60	1 817	0 5505	81.870	0.0123	44.9550	0.0223	26.5333
65	1.909	0.5237	90.937	0.0110	47.6268	0.0210	28.5217
70	2.007	0.4983	100.676	0.0099	50.1685	0.0199	30.4703
75	2.109	0.4741	110.913	0.0090	52.6871	0.0190	32.3793
80	2.217	0.4511	121.672	0.0082	54.8882	0.0182	34.2492
85	2.330	0.4292	132.979	0.0075	57.0777	0.0175	36.0801
90	2.449	0.4084	144.863	0.0069	59.1609	0.0169	37.8725
95	2.574	0.3888	157.354	0.0064	61.1430	0.0164	39.6265
100	2.705	0.3697	170.481	0.0059	63.0289	0.0159	41.3426

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A4 – ضرائب بهره $1\frac{1}{4}\%$ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.013	0.9877	1.000	1.0000	0.9877	1.0126	0.0000
2	1.026	0.9755	2.013	0.4970	1.9631	0.5095	0.4932
3	1.038	0.9635	3.038	0.3293	2.9265	0.3418	0.9895
4	1.051	0.9516	4.076	0.2454	3.8780	0.2579	1.4830
5	1.064	0.9398	5.127	0.1951	4.8177	0.2076	1.9729
6	1.077	0.9282	6.191	0.1616	5.7459	0.1741	2.4618
7	1.091	0.9168	7.268	0.1376	6.6627	0.1501	2.9491
8	1.105	0.9055	8.359	0.1197	7.5680	0.1322	3.4330
9	1.118	0.8943	9.463	0.1057	8.4623	0.1182	3.9158
10	1.132	0.8832	10.582	0.0946	9.3454	0.1071	4.3960
11	1.147	0.8723	11.714	0.0854	10.2177	0.0979	4.8744
12	1.161	0.8618	12.880	0.0778	11.0792	0.0903	5.3506
13	1.175	0.8509	14.021	0.0714	11.9300	0.0839	5.8248
14	1.190	0.8404	15.196	0.0659	12.7704	0.0784	6.2968
15	1.205	0.8300	16.366	0.0611	13.6004	0.0736	6.7669
16	1.220	0.8198	17.591	0.0569	14.4201	0.0694	7.2350
17	1.235	0.8097	18.811	0.0532	15.2298	0.0657	7.7009
18	1.251	0.7997	20.046	0.0499	16.0293	0.0624	8.1645
19	1.266	0.7898	21.296	0.0470	16.8191	0.0595	8.6264
20	1.282	0.7801	22.563	0.0444	17.5991	0.0569	9.0861
21	1.298	0.7704	23.845	0.0420	18.3695	0.0545	9.5439
22	1.314	0.7609	25.143	0.0398	19.1303	0.0523	9.9993
23	1.331	0.7515	26.457	0.0378	19.8818	0.0503	10.4528
24	1.347	0.7423	27.788	0.0360	20.8240	0.0485	10.9044
25	1.364	0.7331	29.135	0.0344	21.3570	0.0469	11.3539
26	1.381	0.7240	30.499	0.0328	22.0810	0.0453	11.8012
27	1.399	0.7151	31.880	0.0314	22.7960	0.0439	12.2465
28	1.415	0.7063	33.279	0.0301	23.5022	0.0425	12.6898
29	1.434	0.6976	34.695	0.0289	24.1998	0.0414	13.1311
30	1.452	0.6889	36.129	0.0277	24.8886	0.0402	13.5703
31	1.470	0.6804	37.580	0.0267	25.5690	0.0392	14.0074
32	1.488	0.6720	39.050	0.0257	26.2410	0.0382	14.4425
33	1.507	0.6637	40.538	0.0247	26.9047	0.0372	14.8756
34	1.526	0.6555	42.045	0.0238	27.5601	0.0363	15.3066
35	1.545	0.6475	43.570	0.0230	28.2076	0.0355	15.7357
40	1.644	0.6086	51.469	0.0195	31.3268	0.0320	17.8503
45	1.749	0.5718	59.915	0.0167	34.2578	0.0292	19.9144
50	1.861	0.5374	68.880	0.0146	37.0125	0.0271	21.9284
55	1.980	0.5050	76.421	0.0128	39.6013	0.0253	23.8925
60	2.107	0.4746	86.573	0.0113	42.0342	0.0238	25.8072
65	2.242	0.4460	99.375	0.0101	44.3206	0.0226	27.6730
70	2.366	0.4192	110.870	0.0091	46.4693	0.0216	29.4902
75	2.539	0.3939	123.101	0.0082	48.4886	0.0207	31.2594
80	2.702	0.3702	136.116	0.0074	50.3862	0.0199	32.9812
85	2.875	0.3479	149.965	0.0067	52.1698	0.0192	34.6560
90	3.059	0.3270	164.701	0.0061	53.8456	0.0186	36.2844
95	3.255	0.3073	180.382	0.0056	55.4207	0.0181	37.8671
100	3.463	0.2888	197.067	0.0051	56.9009	0.0176	39.4048

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A.5 – ضرائب بهره $\frac{1}{2}\%$ برای بهره‌ٔ مرکب تکی

	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
n	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.015	0.9852	1.000	1.0000	0.9852	1.0150	0.0000
2	1.030	0.9707	2.015	0.4963	1.9559	0.5113	0.4963
3	1.046	0.9563	3.045	0.3284	2.9122	0.3434	0.9901
4	1.061	0.9422	4.091	0.2445	3.8544	0.2595	1.4814
5	1.077	0.9283	5.152	0.1941	4.7827	0.2091	1.9702
6	1.093	0.9146	6.230	0.1605	5.6972	0.1755	2.4566
7	1.110	0.9010	7.323	0.1366	6.5982	0.1516	2.9405
8	1.127	0.8877	8.433	0.1186	7.4859	0.1336	3.4219
9	1.143	0.8746	9.559	0.1046	8.3605	0.1196	3.9008
10	1.161	0.8617	10.703	0.0934	9.2222	0.1084	4.3772
11	1.178	0.8489	11.863	0.0843	10.0711	0.0993	4.8512
12	1.196	0.8364	13.041	0.0767	10.9075	0.0917	5.3227
13	1.214	0.8240	14.237	0.0703	11.7315	0.0853	5.7917
14	1.232	0.8119	15.450	0.0647	12.5434	0.0797	6.2582
15	1.250	0.7999	16.682	0.0600	13.3432	0.0750	6.7223
16	1.269	0.7880	17.932	0.0558	14.1313	0.0708	7.1839
17	1.288	0.7764	19.201	0.0521	14.9077	0.0671	7.6431
18	1.307	0.7649	20.489	0.0488	15.6726	0.0638	8.0997
19	1.327	0.7536	21.797	0.0459	16.4262	0.0609	8.5539
20	1.347	0.7425	23.124	0.0433	17.1686	0.0583	9.0057
21	1.367	0.7315	24.471	0.0409	17.9001	0.0559	9.4550
22	1.388	0.7207	25.838	0.0387	18.6208	0.0537	9.9018
23	1.408	0.7100	27.225	0.0367	19.3309	0.0517	10.3462
24	1.430	0.6996	28.634	0.0349	20.0304	0.0499	10.7881
25	1.451	0.6892	30.063	0.0333	20.7196	0.0483	11.2276
26	1.473	0.6790	31.514	0.0317	21.3986	0.0467	11.6646
27	1.495	0.6690	32.987	0.0303	22.0676	0.0453	12.0992
28	1.517	0.6591	34.481	0.0290	22.7267	0.0440	12.5313
29	1.540	0.6494	35.999	0.0278	23.3761	0.0428	12.9610
30	1.563	0.6398	37.539	0.0266	24.0158	0.0416	13.3883
31	1.587	0.6303	39.102	0.0256	24.6462	0.0406	13.8131
32	1.610	0.6210	40.688	0.0246	25.2671	0.0396	14.2355
33	1.634	0.6118	42.299	0.0237	25.8790	0.0387	14.8556
34	1.659	0.6028	43.933	0.0228	26.4817	0.0378	15.0731
35	1.684	0.5939	45.592	0.0219	27.0756	0.0369	15.4882
40	1.814	0.5513	54.268	0.0184	29.9159	0.0334	17.5277
45	1.954	0.5117	63.614	0.0157	32.5523	0.0307	19.5074
50	2.105	0.4750	73.683	0.0136	34.9997	0.0286	21.4277
55	2.268	0.4409	84.530	0.0118	37.2715	0.0268	23.2894
60	2.443	0.4093	96.215	0.0104	39.3803	0.0254	25.0930
65	2.632	0.3799	108.803	0.0092	41.3378	0.0242	26.8392
70	2.835	0.3527	122.364	0.0082	43.1549	0.0232	28.5290
75	3.055	0.3274	136.973	0.0073	44.8416	0.0223	30.1631
80	3.291	0.3039	152.711	0.0066	46.4073	0.0216	31.7423
85	3.545	0.2821	169.665	0.0059	47.8607	0.0209	33.2676
90	3.819	0.2619	187.930	0.0053	49.2099	0.0203	34.7399
95	4.114	0.2431	207.606	0.0048	50.4622	0.0198	36.1602
100	4.432	0.2256	228.803	0.0044	51.8247	0.0194	37.5296

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A6 – ضرائب بهره ۲٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب وزنی فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب صندوق نشینی	ضرائب وزنی فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.020	0.9804	1.000	1.0000	0.9804	1.0200	0.0000
2	1.040	0.9612	2.020	0.4951	1.9416	0.5151	0.4951
3	1.061	0.9423	3.060	0.3268	2.8839	0.3468	0.9868
4	1.082	0.9239	4.122	0.2426	3.8077	0.2626	1.4763
5	1.104	0.9057	5.204	0.1922	4.7135	0.2122	1.9604
6	1.126	0.8880	6.308	0.1585	5.6014	0.1785	2.4423
7	1.149	0.8706	7.434	0.1345	6.4720	0.1545	2.9208
8	1.172	0.8535	8.683	0.1165	7.3255	0.1365	3.3961
9	1.195	0.8368	9.755	0.1025	8.1622	0.1225	3.8681
10	1.219	0.8204	10.950	0.0913	8.9826	0.1113	4.3367
11	1.243	0.8043	12.169	0.0822	9.7869	0.1022	4.8021
12	1.268	0.7885	13.412	0.0746	10.5754	0.0946	5.2643
13	1.294	0.7730	14.680	0.0681	11.3484	0.0881	5.7231
14	1.319	0.7579	15.974	0.0626	12.1063	0.0826	6.1786
15	1.346	0.7430	17.293	0.0578	12.8493	0.0778	6.6309
16	1.373	0.7285	18.639	0.0537	13.6777	0.0737	7.0799
17	1.400	0.7142	20.012	0.0500	14.2819	0.0700	7.6256
18	1.428	0.7002	21.412	0.0467	14.9920	0.0867	7.9681
19	1.457	0.6864	22.841	0.0438	15.6785	0.0638	8.4073
20	1.485	0.6730	24.297	0.0412	16.3514	0.0612	8.8433
21	1.516	0.6598	25.783	0.0388	17.0112	0.0588	9.2780
22	1.546	0.6468	27.299	0.0366	17.6581	0.0566	9.7055
23	1.577	0.6342	28.845	0.0347	18.2922	0.0547	10.1317
24	1.608	0.6217	30.422	0.0329	18.9139	0.0529	10.5547
25	1.641	0.6095	32.030	0.0312	19.5235	0.0512	10.9745
26	1.673	0.5976	33.671	0.0297	20.1210	0.0497	11.3910
27	1.707	0.5859	35.344	0.0283	20.7069	0.0483	11.8043
28	1.741	0.5744	37.061	0.0270	21.2813	0.0470	12.2145
29	1.776	0.5631	38.792	0.0268	21.8444	0.0458	12.6214
30	1.811	0.5521	40.568	0.0247	22.3965	0.0447	13.0251
31	1.848	0.5413	42.379	0.0238	22.9377	0.0436	13.4257
32	1.885	0.5306	44.227	0.0228	23.4683	0.0426	13.8230
33	1.922	0.5202	46.112	0.0217	23.9886	0.0417	14.2172
34	1.961	0.5100	48.034	0.0208	24.4986	0.0408	14.6083
35	2.000	0.5000	49.994	0.0200	24.9986	0.0400	14.9961
40	2.208	0.4529	60.402	0.0166	27.3555	0.0366	16.8886
45	2.438	0.4102	71.893	0.0139	29.4902	0.0339	18.7034
50	2.692	0.3715	84.579	0.0118	31.4236	0.0318	20.4420
55	2.972	0.3365	98.587	0.0102	33.1748	0.0302	22.1057
60	3.281	0.3048	114.052	0.0088	34.7609	0.0288	23.8961
65	3.623	0.2761	131.126	0.0076	36.1975	0.0276	25.2147
70	4.000	0.2500	149.978	0.0067	37.4986	0.0267	26.8632
75	4.416	0.2265	170.792	0.0059	38.6771	0.0259	28.0434
80	4.875	0.2051	193.772	0.0052	39.7445	0.0252	29.3572
85	5.383	0.1858	219.144	0.0046	40.7113	0.0246	30.6084
90	5.943	0.1683	247.157	0.0041	41.5869	0.0241	31.7929
95	6.562	0.1524	278.085	0.0036	42.3800	0.0236	32.9189
100	7.246	0.1380	312.232	0.0032	43.0984	0.0232	33.9863

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A7 – ضرائب بهره ۳ ٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.030	0.9709	1.000	1.0000	0.9709	1.0300	0.0000
2	1.061	0.9426	2.030	0.4926	1.9135	0.5226	0.4926
3	1.093	0.9152	3.091	0.3235	2.8286	0.3535	0.9803
4	1.126	0.8885	4.184	0.2390	3.7171	0.2690	1.4631
5	1.159	0.8626	5.309	0.1884	4.5797	0.2184	1.9409
6	1.194	0.8375	6.468	0.1546	5.4172	0.1846	2.4138
7	1.230	0.8131	7.662	0.1305	6.2303	0.1605	2.8819
8	1.267	0.7894	8.892	0.1125	7.0197	0.1425	3.3450
9	1.305	0.7664	10.159	0.0984	7.7861	0.1284	3.8032
10	1.344	0.7441	11.464	0.0872	8.5302	0.1172	4.2565
11	1.384	0.7224	12.808	0.0781	9.2526	0.1081	4.7049
12	1.426	0.7014	14.192	0.0705	9.9540	0.1005	5.1485
13	1.469	0.6810	15.618	0.0640	10.6350	0.0940	5.5872
14	1.513	0.6611	17.086	0.0585	11.2961	0.0885	6.0211
15	1.558	0.6419	18.599	0.0538	11.9379	0.0838	6.4501
16	1.605	0.6232	20.157	0.0496	12.5611	0.0798	6.8742
17	1.653	0.6050	21.762	0.0460	13.1661	0.0760	7.2936
18	1.702	0.5874	23.414	0.0427	13.7535	0.0727	7.7081
19	1.754	0.5703	25.117	0.0398	14.3238	0.0698	8.1179
20	1.806	0.5537	26.870	0.0372	14.8775	0.0672	8.5229
21	1.860	0.5376	28.676	0.0349	15.4160	0.0649	8.9231
22	1.916	0.5219	30.537	0.0326	15.9369	0.0628	9.3186
23	1.974	0.5067	32.453	0.0308	16.4436	0.0608	9.7094
24	2.033	0.4919	34.426	0.0291	16.9356	0.0691	10.0954
25	2.094	0.4776	36.459	0.0274	17.4132	0.0574	10.4768
26	2.157	0.4637	38.553	0.0259	17.8769	0.0559	10.8535
27	2.221	0.4502	40.710	0.0246	18.3270	0.0546	11.2256
28	2.288	0.4371	42.931	0.0233	18.7641	0.0533	11.5930
29	2.357	0.4244	45.219	0.0221	19.1885	0.0521	11.9558
30	2.427	0.4120	47.575	0.0210	19.6005	0.0510	12.3141
31	2.500	0.4000	50.003	0.0200	20.0004	0.0500	12.6679
32	2.575	0.3883	52.503	0.0191	20.3888	0.0491	13.0169
33	2.652	0.3770	55.078	0.0182	20.7658	0.0482	13.3616
34	2.732	0.3661	57.730	0.0173	21.1319	0.0473	13.7018
35	2.814	0.3554	60.462	0.0165	21.4872	0.0465	14.0375
40	3.262	0.3066	75.401	0.0133	23.1148	0.0433	15.6502
45	3.782	0.2644	92.720	0.0108	24.5187	0.0408	17.1556
50	4.384	0.2281	112.797	0.0089	25.7298	0.0389	18.5575
55	5.082	0.1966	136.072	0.0074	26.7744	0.0374	19.8600
60	5.892	0.1697	163.053	0.0061	27.6756	0.0361	21.0674
65	6.830	0.1464	194.333	0.0052	28.4529	0.0352	22.1841
70	7.916	0.1263	230.594	0.0043	29.1234	0.0343	23.2145
75	9.179	0.1090	272.631	0.0037	29.7018	0.0337	24.1634
80	10.641	0.0940	321.363	0.0031	30.2008	0.0331	25.0354
85	12.336	0.0811	377.857	0.0027	30.6312	0.0327	25.8349
90	14.300	0.0699	443.348	0.0023	31.0024	0.0323	26.5667
95	16.579	0.0603	519.272	0.0019	31.3227	0.0319	27.2351
100	19.219	0.0520	607.288	0.0017	31.5989	0.0317	27.8445

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A8 – ضرائب بهره ٤٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.040	0.9615	1.000	1.0000	0.9615	1.0400	0.0000
2	1.082	0.9246	2.040	0.4902	1.8861	0.5302	0.4902
3	1.125	0.8890	3.122	0.3204	2.7751	0.3604	0.9739
4	1.170	0.8548	4.246	0.2355	3.6299	0.2755	1.4510
5	1.217	0.8219	5.416	0.1846	4.4518	0.2246	1.9216
6	1.265	0.7903	6.633	0.1508	5.2421	0.1908	2.3857
7	1.316	0.7599	7.898	0.1266	6.0021	0.1666	2.8433
8	1.369	0.7307	9.214	0.1085	6.7328	0.1485	3.2944
9	1.423	0.7026	10.583	0.0945	7.4353	0.1345	3.7391
10	1.480	0.6756	12.006	0.0833	8.1109	0.1233	4.1773
11	1.539	0.6496	13.486	0.0742	8.7605	0.1142	4.6090
12	1.601	0.6246	15.026	0.0668	9.3851	0.1066	5.0344
13	1.665	0.6006	16.627	0.0602	9.9857	0.1002	5.4533
14	1.732	0.5775	18.292	0.0547	10.5631	0.0947	5.8659
15	1.801	0.5553	20.024	0.0500	11.1184	0.0900	6.2721
16	1.873	0.5339	21.825	0.0458	11.6523	0.0858	6.6720
17	1.948	0.5134	23.698	0.0422	12.1657	0.0822	7.0656
18	2.026	0.4936	25.645	0.0390	12.6593	0.0790	7.4530
19	2.107	0.4747	27.671	0.0361	13.1339	0.0761	7.8342
20	2.191	0.4564	29.778	0.0336	13.5903	0.0736	8.2091
21	2.279	0.4388	31.969	0.0313	14.0292	0.0713	8.5780
22	2.370	0.4220	34.248	0.0292	14.4511	0.0692	8.9407
23	2.465	0.4057	36.618	0.0273	14.8569	0.0673	9.2973
24	2.563	0.3901	39.083	0.0256	15.2470	0.0656	9.6479
25	2.666	0.3751	41.648	0.0240	15.6221	0.0640	9.9925
26	2.772	0.3607	44.312	0.0226	15.9826	0.0626	10.3312
27	2.883	0.3468	47.084	0.0212	16.3296	0.0612	10.6640
28	2.999	0.3335	49.968	0.0200	16.6631	0.0600	10.9909
29	3.119	0.3207	52.968	0.0189	16.9837	0.0589	11.3121
30	3.243	0.3083	56.085	0.0178	17.2920	0.0578	11.6274
31	3.373	0.2965	59.329	0.0169	17.5886	0.0569	11.9371
32	3.508	0.2851	62.701	0.0160	17.8736	0.0560	12.2411
33	3.648	0.2741	66.210	0.0151	18.1477	0.0551	12.5396
34	3.794	0.2636	69.858	0.0143	18.4112	0.0543	12.8325
35	3.946	0.2534	73.652	0.0136	18.6646	0.0536	13.1199
40	4.801	0.2083	95.026	0.0105	19.7928	0.0505	14.4766
45	5.841	0.1712	121.029	0.0083	20.7200	0.0483	15.7047
50	7.107	0.1407	152.667	0.0066	21.4822	0.0466	16.8123
55	8.646	0.1157	191.159	0.0052	22.1086	0.0452	17.8070
60	10.520	0.0951	237.991	0.0042	22.6235	0.0442	18.6972
65	12.799	0.0781	294.968	0.0034	23.0467	0.0434	19.4909
70	15.572	0.0642	364.290	0.0028	23.3945	0.0428	20.1961
75	18.945	0.0528	448.631	0.0022	23.6804	0.0422	20.8206
80	23.050	0.0434	551.248	0.0018	23.9154	0.0418	21.3719
85	28.044	0.0357	676.090	0.0018	24.1085	0.0418	21.8669
90	34.119	0.0293	827.983	0.0012	24.2673	0.0412	22.2828
95	41.511	0.0241	1012.765	0.0010	24.3978	0.0410	22.6550
100	50.505	0.0198	1237.624	0.0008	24.5050	0.0408	22.9800

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A9 – ضرائب بهره، ۵٪ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.050	0.9524	1.000	1.0000	0.9524	1.0500	0.0000
2	1.103	0.9070	2.050	0.4878	1.8594	0.5378	0.4878
3	1.158	0.8638	3.153	0.3172	2.7233	0.3672	0.9675
4	1.216	0.8227	4.310	0.2320	3.5460	0.2820	1.4391
5	1.276	0.7835	5.526	0.1810	4.3295	0.2310	1.9025
6	1.340	0.7462	6.802	0.1470	5.0757	0.1970	2.3579
7	1.407	0.7107	8.142	0.1228	5.7864	0.1728	2.8052
8	1.477	0.6768	9.549	0.1047	6.4632	0.1547	3.2445
9	1.551	0.6446	11.027	0.0907	7.1078	0.1407	3.6758
10	1.629	0.6139	12.587	0.0795	7.7217	0.1295	4.0991
11	1.710	0.5847	14.207	0.0704	8.3064	0.1204	4.5145
12	1.796	0.5568	15.917	0.0628	8.8633	0.1128	4.9219
13	1.886	0.5303	17.713	0.0565	9.3936	0.1065	5.3215
14	1.980	0.5051	19.599	0.0510	9.8987	0.1010	5.7133
15	2.079	0.4810	21.579	0.0464	10.3797	0.0964	6.0973
16	2.183	0.4581	23.658	0.0423	10.8378	0.0923	6.4736
17	2.292	0.4363	25.840	0.0387	11.2741	0.0887	6.8423
18	2.407	0.4155	28.132	0.0356	11.6896	0.0856	7.2034
19	2.527	0.3957	30.539	0.0328	12.0853	0.0828	7.5569
20	2.653	0.3769	33.066	0.0303	12.4622	0.0803	7.9030
21	2.786	0.3590	35.719	0.0280	12.8212	0.0780	8.2416
22	2.925	0.3419	38.505	0.0260	13.1630	0.0760	8.5730
23	3.072	0.3256	41.430	0.0241	13.4886	0.0741	8.8971
24	3.225	0.3101	44.502	0.0225	13.7987	0.0725	9.2140
25	3.386	0.2953	47.727	0.0210	14.0940	0.0710	9.5238
26	3.556	0.2813	51.113	0.0196	14.3752	0.0696	9.8266
27	3.733	0.2679	54.669	0.0183	14.6430	0.0683	10.1224
28	3.920	0.2551	58.403	0.0171	14.8981	0.0671	10.4114
29	4.116	0.2430	62.323	0.0161	15.1411	0.0661	10.6936
30	4.322	0.2314	66.439	0.0151	15.3725	0.0651	10.9691
31	4.538	0.2204	70.761	0.0141	15.5928	0.0641	11.2381
32	4.765	0.2099	75.299	0.0133	15.8027	0.0633	11.5005
33	5.003	0.1999	80.064	0.0125	16.0026	0.0625	11.7566
34	5.253	0.1904	85.067	0.0118	16.1929	0.0618	12.0063
35	5.516	0.1813	90.320	0.0111	16.3742	0.0611	12.2498
40	7.040	0.1421	120.800	0.0083	17.1591	0.0583	13.3775
45	8.985	0.1113	159.700	0.0063	17.7741	0.0563	14.3644
50	11.467	0.0872	209.348	0.0048	18.2559	0.0548	15.2233
55	14.636	0.0683	272.713	0.0037	18.6335	0.0537	15.9665
60	18.679	0.0535	353.584	0.0028	18.9293	0.0528	16.6062
65	23.840	0.0420	456.798	0.0022	19.1611	0.0522	17.1541
70	30.426	0.0329	588.529	0.0017	19.3427	0.0517	17.6212
75	38.833	0.0258	756.654	0.0013	19.4850	0.0513	18.0176
80	49.561	0.0202	971.229	0.0010	19.5995	0.0510	18.3526
85	63.254	0.0158	1245.087	0.0008	19.6838	0.0508	18.6346
90	80.730	0.0124	1594.607	0.0006	19.7523	0.0506	18.8712
95	103.035	0.0097	2040.694	0.0005	19.8059	0.0505	19.0689
100	131.501	0.0076	2610.025	0.0004	19.8479	0.0504	19.2337

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A10 – ضرائب بهره ۶٪ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.060	0.9434	1.000	1.0000	0.9434	1.0600	0.0000
2	1.124	0.8900	2.060	0.4854	1.8334	0.5454	0.4854
3	1.191	0.8396	3.184	0.3141	2.6730	0.3741	0.9612
4	1.262	0.7921	4.375	0.2286	3.4651	0.2886	1.4272
5	1.338	0.7473	5.637	0.1774	4.2124	0.2374	1.8836
6	1.419	0.7050	6.975	0.1434	4.9173	0.2034	2.3304
7	1.504	0.6651	8.394	0.1191	5.5824	0.1791	2.7678
8	1.594	0.6274	9.897	0.1010	6.2098	0.1610	3.1952
9	1.689	0.5919	11.491	0.0870	6.8017	0.1470	3.6133
10	1.791	0.5584	13.181	0.0759	7.3601	0.1359	4.0220
11	1.898	0.5268	14.972	0.0666	7.8869	0.1268	4.4213
12	2.012	0.4970	16.870	0.0593	8.3839	0.1193	4.8113
13	2.133	0.4688	18.882	0.0530	8.8527	0.1130	5.1920
14	2.261	0.4423	21.015	0.0476	9.2950	0.1076	5.5635
15	2.397	0.4173	23.276	0.0430	9.7123	0.1030	5.9260
16	2.540	0.3937	25.673	0.0390	10.1059	0.0990	6.2794
17	2.693	0.3714	28.213	0.0355	10.4773	0.0955	6.6240
18	2.854	0.3504	30.906	0.0324	10.8276	0.0924	6.9597
19	3.026	0.3305	33.760	0.0295	11.1581	0.0896	7.2867
20	3.207	0.3118	36.786	0.0272	11.4699	0.0872	7.6052
21	3.400	0.2942	39.993	0.0250	11.7641	0.0850	7.9151
22	3.604	0.2775	43.392	0.0231	12.0416	0.0831	8.2166
23	3.820	0.2618	46.996	0.0213	12.3034	0.0813	8.5099
24	4.049	0.2470	50.816	0.0197	12.5504	0.0797	8.7951
25	4.292	0.2330	54.865	0.0182	12.7834	0.0782	9.0722
26	4.549	0.2198	59.156	0.0169	13.0032	0.0769	9.3415
27	4.822	0.2074	63.706	0.0157	13.2105	0.0757	9.6030
28	5.112	0.1966	68.628	0.0146	13.4062	0.0746	9.8568
29	5.418	0.1846	73.640	0.0136	13.5907	0.0736	10.1032
30	5.744	0.1741	79.058	0.0127	13.7648	0.0727	10.3422
31	6.088	0.1643	84.802	0.0118	13.9291	0.0718	10.5740
32	6.453	0.1550	90.890	0.0110	14.0841	0.0710	10.7986
33	6.841	0.1462	97.343	0.0103	14.2302	0.0703	11.0166
34	7.251	0.1379	104.184	0.0096	14.3682	0.0696	11.2276
35	7.686	0.1301	111.435	0.0090	14.4983	0.0690	11.4319
40	10.286	0.0972	154.762	0.0065	15.0463	0.0665	12.3590
45	13.765	0.0727	212.744	0.0047	15.4558	0.0647	13.1413
50	18.420	0.0543	290.336	0.0035	15.7619	0.0635	13.7964
55	24.650	0.0406	394.172	0.0025	15.9906	0.0625	14.3411
60	32.988	0.0303	533.128	0.0019	16.1614	0.0619	14.7910
65	44.145	0.0227	719.083	0.0014	16.2891	0.0614	15.1601
70	59.076	0.0169	967.932	0.0010	16.3846	0.0610	15.4614
75	79.057	0.0127	1300.949	0.0008	16.4559	0.0608	15.7058
80	105.796	0.0095	1746.600	0.0006	16.5091	0.0606	15.9033
85	141.579	0.0071	2342.982	0.0004	16.5490	0.0604	16.0620
90	189.465	0.0053	3141.075	0.0003	16.5787	0.0603	16.1891
95	253.546	0.0040	4209.104	0.0002	16.6009	0.0602	16.2905
100	339.302	0.0030	5638.368	0.0002	16.6176	0.0602	16.3711

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A11 – ضرائب بهره ۷٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقدیر مرکب	ضرائب صندوق نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.070	0.9346	1.000	1.0000	0.9346	1.0700	0.0000
2	1.145	0 8734	2.070	0.4831	1.8080	0.5531	0.4831
3	1 225	0 8163	3.215	0 3111	2.6243	0.3811	0.9549
4	1 311	0 7629	4.440	0 2262	3.3872	0 2952	1 4155
6	1 403	0 7130	6.751	0.1739	4.1002	0.2439	1.8650
6	1 501	0 6664	7.163	0 1398	4 7665	0.2098	2.3032
7	1.606	0.6228	8.654	0.1156	5 3893	0.1856	2.7304
8	1.718	0.5820	10.260	0.0975	5.9713	0.1675	3.1466
9	1.838	0.5439	11.978	0.0835	6.5152	0.1535	3.5517
10	1.967	0.5084	13.816	0.0724	7 0236	0.1424	3.9461
11	2.105	0.4751	15.784	0.0634	7.4987	0.1334	4 3296
12	2 252	0 4440	17.888	0 0559	7 9427	0 1259	4.7025
13	2 410	0 4150	20.141	0 0497	8.3577	0.1197	6 0649
14	2 579	0 3878	22 560	0.0444	8.7455	0.1144	5.4167
15	2 759	0.3625	25.129	0.0398	9.1079	0.1098	5.7583
16	2 952	0 3387	27.888	0.0359	9.4467	0.1059	6.0897
17	3 159	0.3166	30.840	0.0324	9.7632	0.1024	6.4110
18	3.380	0.2959	33.999	0.0294	10 0591	0.0994	8.7225
19	3 617	0.2765	37.379	0.0268	10 3356	0.0968	7.0242
20	3.870	0 2584	40.996	0.0244	10 5940	0.0944	7.3163
21	4.141	0.2415	44.865	0 0223	10.8355	0.0923	7.5990
22	4 430	0.2257	49 006	0 0204	11.0613	0.0904	7.8725
23	4 741	0 2110	53.436	0.0187	11.2722	0.0887	8.1369
24	5 072	0.1972	58 177	0 0172	11.4693	o.0872	8.3923
25	5 427	0 1843	63 249	0 0158	11.6536	0.0858	8.6391
26	6.807	0 1722	68.676	0.0146	11 8258	0.0846	8.8773
27	6 214	0.1609	74 484	0.0134	11.9867	0.0834	9.1072
28	6 649	0.1504	80.698	0.0124	12 1371	0 0824	9 3280
29	7.114	0.1406	87.347	0 0115	12 2777	0 0816	9 5427
30	7.612	0.1314	94 461	0.0106	12.4091	0.0806	9.7487
31	8.145	0 1228	102 073	0 0098	12.5318	0.0798	9.9471
32	8 715	0 1148	110.218	0 0091	12.6466	0.0791	10.1381
33	9 325	0 1072	118 933	0.0084	12.7538	0.0784	10.3219
34	9 978	0 1002	128.259	0.0078	12.8640	0.0778	10.4987
35	10 677	0 0937	138 237	0.0072	12 9477	0.0772	10.6687
40	14 974	0.0668	199.635	0.0050	13.3317	0 0750	11.4234
45	21 002	0.0476	285.749	0.0035	13.6055	0.0735	12.0360
50	29.457	0.0340	406.529	0.0025	13.8008	0 0725	12.5287
55	41.315	0.0242	575.929	0.0017	13.9399	0.0717	12.9215
60	57.946	0.0173	813.520	0.0012	14.0392	0.0712	13.2321
65	81 273	0 0123	1146 755	0.0009	14.1099	0.0709	13.4760
70	113.989	0.0068	1614.134	0.0006	14.1604	0.0706	13.6662
75	159 876	0.0063	2269.657	0.0005	14.1964	0.0705	13.8137
80	224.234	0.0045	3189 063	0.0003	14 2220	0.0703	13.9274
85	314.500	0.0032	4478.576	0.0002	14.2403	0 0702	14.0146
90	441.103	0.0023	6287.185	0.0002	14 2533	0.0702	14.0812
95	618.870	0.0015	8823.854	0.0001	14.2626	0.0701	14.1319
100	867.716	0.0012	12381.662	0.0001	14.2693	0.0701	14.1703

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A12 – ضرائب بهره، ۸٪ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرایب مقادیر مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقادیر مرکب	ضرایب مبلغ ته نشینی	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.080	0.9259	1.000	1.0000	0.9259	1.0800	0.0000
2	1.166	0.8573	2.080	0.4808	1.7833	0.5608	0.4808
3	1.260	0.7938	3.246	0.3080	2.5771	0.3880	0.9488
4	1.360	0.7350	4.506	0.2219	3.3121	0.3019	1.4040
5	1.469	0.6806	5.867	0.1705	3.9927	0.2505	1.8465
6	1.587	0.6302	7.336	0.1363	4.6229	0.2163	2.2764
7	1.714	0.5835	8.923	0.1121	5.2064	0.1921	2.6937
8	1.851	0.5403	10.637	0.0940	5.7466	0.1740	3.0985
9	1.999	0.5003	12.488	0.0801	6.2469	0.1601	3.4910
10	2.159	0.4632	14.487	0.0690	6.7101	0.1490	3.8713
11	2.332	0.4289	16.645	0.0601	7.1390	0.1401	4.2395
12	2.518	0.3971	18.977	0.0527	7.5361	0.1327	4.5958
13	2.720	0.3677	21.495	0.0465	7.9036	0.1265	4.9402
14	2.937	0.3405	24.216	0.0413	8.2442	0.1213	5.2731
15	3.172	0.3153	27.152	0.0368	8.5595	0.1168	5.5945
16	3.426	0.2919	30.324	0.0330	8.8514	0.1130	5.9048
17	3.700	0.2703	33.750	0.0298	9.1216	0.1096	6.2038
18	3.996	0.2503	37.450	0.0267	9.3719	0.1067	6.4920
19	4.316	0.2317	41.446	0.0241	9.6036	0.1041	6.7697
20	4.661	0.2145	46.762	0.0219	9.8182	0.1019	7.0370
21	5.034	0.1987	50.423	0.0198	10.0169	0.0998	7.2940
22	5.437	0.1840	55.457	0.0180	10.2008	0.0960	7.5412
23	5.871	0.1703	60.893	0.0164	10.3711	0.0964	7.7768
24	6.341	0.1577	66.765	0.0150	10.5288	0.0950	8.0066
25	6.849	0.1460	73.106	0.0137	10.6749	0.0937	8.2254
26	7.396	0.1352	79.954	0.0125	10.8100	0.0925	8.4352
27	7.988	0.1252	87.351	0.0115	10.9352	0.0915	8.6363
28	8.627	0.1159	95.339	0.0106	11.0511	0.0906	8.8289
29	9.317	0.1073	103.966	0.0096	11.1584	0.0896	9.0133
30	10.063	0.0994	113.283	0.0088	11.2578	0.0888	9.1897
31	10.869	0.0920	123.346	0.0081	11.3499	0.0881	9.3584
32	11.737	0.0852	134.214	0.0075	11.4350	0.0875	9.5197
33	12.676	0.0789	145.951	0.0069	11.5139	0.0869	9.6737
34	13.690	0.0731	159.627	0.0063	11.5889	0.0863	9.8208
35	14.785	0.0676	172.317	0.0058	11.6546	0.0858	9.9611
40	21.725	0.0460	259.057	0.0039	11.9246	0.0839	10.5699
45	31.920	0.0313	396.606	0.0026	12.1064	0.0826	11.0447
50	46.902	0.0213	573.770	0.0019	12.2335	0.0818	11.4107
55	68.914	0.0146	848.832	0.0012	12.3186	0.0812	11.6902
60	101.257	0.0099	1253.213	0.0008	12.3766	0.0808	11.9016
65	148.780	0.0067	1847.248	0.0006	12.4160	0.0806	12.0602
70	218.606	0.0046	2720.080	0.0004	12.4428	0.0804	12.1783
75	321.205	0.0031	4002.557	0.0003	12.4611	0.0803	12.2658
80	471.955	0.0021	5886.935	0.0002	12.4735	0.0802	12.3301
85	693.459	0.0015	8656.708	0.0001	12.4820	0.0801	12.3773
90	1018.915	0.0010	12723.939	0.0001	12.4877	0.0801	12.4116
95	1497.121	0.0007	18701.607	0.0001	12.4917	0.0801	12.4365
100	2199.761	0.0005	27484.518	0.0001	12.4943	0.0800	12.4545

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A13 – ضرائب بهره ۹٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	صرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.090	0.9174	1.000	1.0000	0.9174	1.0900	0.0000
2	1.188	0.8417	2.090	0.4785	1.7591	0.5685	0.4785
3	1.295	0.7722	3.278	0.3051	2.5313	0.3951	0.9426
4	1.412	0.7084	4.573	0.2187	3.2397	0.3087	1.3925
5	1.539	0.6499	5.985	0.1671	3.8897	0.2571	1.8262
6	1.677	0.5963	7.523	0.1329	4.4859	0.2229	2.2498
7	1.828	0.5470	9.200	0.1087	5.0330	0.1987	2.6574
8	1.993	0.5019	11.028	0.0907	5.5348	0.1807	3.0512
9	2.172	0.4604	13.021	0.0768	5.9953	0.1668	3.4312
10	2.367	0.4224	15.193	0.0658	6.4177	0.1558	3.7978
11	2.580	0.3875	17.560	0.0570	6.8052	0.1470	4.1510
12	2.813	0.3556	20.141	0.0497	7.1607	0.1397	4.4910
13	3.066	0.3262	22.953	0.0436	7.4869	0.1336	4.8182
14	3.342	0.2993	26.019	0.0384	7.7862	0.1284	5.1326
15	3.642	0.2745	29.361	0.0341	8.0607	0.1241	5.4346
16	3.970	0.2519	33.003	0.0303	8.3126	0.1203	5.7245
17	4.326	0.2311	36.974	0.0271	8.5436	0.1171	6.0024
18	4.717	0.2120	41.301	0.0242	8.7556	0.1142	6.2667
19	5.142	0.1945	46.018	0.0217	8.9501	0.1117	6.5236
20	5.604	0.1784	51.160	0.0196	9.1286	0.1096	6.7675
21	6.109	0.1637	56.765	0.0176	9.2923	0.1076	7.0006
22	6.659	0.1502	62.873	0.0159	9.4424	0.1059	7.2232
23	7.256	0.1378	69.532	0.0144	9.5802	0.1044	7.4358
24	7.911	0.1264	76.790	0.0130	9.7066	0.1030	7.6384
25	8.623	0.1160	84.701	0.0118	9.8226	0.1018	7.8316
26	9.399	0.1064	93.324	0.0107	9.9290	0.1007	8.0156
27	10.245	0.0976	102.723	0.0097	10.0266	0.0997	8.1906
28	11.167	0.0896	112.968	0.0089	10.1151	0.0989	8.3572
29	12.172	0.0822	124.135	0.0081	10.1983	0.0981	8.5154
30	13.268	0.0754	136.308	0.0073	10.2737	0.0973	8.6657
31	14.462	0.0692	149.575	0.0067	10.3428	0.0967	8.8083
32	15.763	0.0634	164.037	0.0061	10.4063	0.0961	8.9436
33	17.182	0.0582	179.800	0.0056	10.4545	0.0956	9.0718
34	18.728	0.0534	196.982	0.0051	10.5178	0.0951	9.1933
35	20.414	0.0490	215.711	0.0046	10.5668	0.0946	9.3083
40	31.409	0.0318	337.882	0.0030	10.7574	0.0930	9.7957
45	48.327	0.0207	525.859	0.0019	10.8812	0.0919	10.1603
50	74.358	0.0135	815.084	0.0012	10.9617	0.0912	10.4295
55	114.408	0.0088	1260.092	0.0008	11.0140	0.0908	10.6261
60	176.031	0.0057	1944.792	0.0005	11.0480	0.0905	10.7683
65	270.846	0.0037	2998.288	0.0003	11.0701	0.0903	10.8702
70	416.730	0.0024	4619.223	0.0002	11.0845	0.0902	10.9427
75	641.191	0.0016	7113.232	0.0002	11.0938	0.0902	10.9940
80	986.552	0.0010	10950.674	0.0001	11.0999	0.0901	11.0299
85	1517.932	0.0007	16854.800	0.0001	11.1038	0.0901	11.0551
90	2335.527	0.0004	25939.184	0.0001	11.1064	0.0900	11.0726
95	3593.497	0.0003	39916.535	0.0000	11.1080	0.0900	11.0847
100	5529.041	0.0002	61422.675	0.0000	11.1091	0.0900	11.0930

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A14 - ضرائب بهره ۱۰٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				صرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.100	0.9091	1.000	1.0000	0.9091	1.1000	0.0000
2	1.210	0.8265	2.100	0.4762	1.7355	0.5762	0.4762
3	1.331	0.7513	3.310	0.3021	2.4869	0.4021	0.9366
4	1.464	0.6830	4.641	0.2155	3.1699	0.3155	1.3812
5	1.611	0.6209	6.105	0.1638	3.7908	0.2638	1.8101
6	1.772	0.5645	7.716	0.1296	4.3553	0.2296	2.2236
7	1.949	0.5132	9.487	0.1054	4.8684	0.2054	2.6216
8	2.144	0.4665	11.436	0.0875	5.3349	0.1875	3.0045
9	2.358	0.4241	13.579	0.0737	5.7590	0.1737	3.3724
10	2.594	0.3856	15.937	0.0628	6.1446	0.1628	3.7255
11	2.853	0.3505	18.531	0.0540	6.4951	0.1540	4.0641
12	3.138	0.3186	21.384	0.0468	6.8137	0.1468	4.3884
13	3.452	0.2897	24.523	0.0408	7.1034	0.1408	4.6988
14	3.798	0.2633	27.975	0.0356	7.3667	0.1358	4.9955
15	4.177	0.2394	31.772	0.0315	7.6061	0.1315	5.2789
16	4.595	0.2176	35.950	0.0278	7.8237	0.1278	5.5493
17	5.054	0.1979	40.545	0.0247	8.0216	0.1247	5.8071
18	5.560	0.1799	45.599	0.0219	8.2014	0.1219	6.0526
19	6.116	0.1635	51.159	0.0196	8.3649	0.1196	6.2861
20	6.728	0.1487	57.275	0.0175	8.5136	0.1175	6.5081
21	7.400	0.1351	64.003	0.0156	8.6487	0.1156	6.7189
22	8.140	0.1229	71.403	0.0140	8.7716	0.1140	6.9189
23	8.954	0.1117	79.543	0.0126	8.8832	0.1126	7.1085
24	9.850	0.1015	88.497	0.0113	8.9848	0.1113	7.2881
25	10.835	0.0923	98.347	0.0102	9.0771	0.1102	7.4580
26	11.918	0.0839	109.182	0.0092	9.1610	0.1092	7.6187
27	13.110	0.0763	121.100	0.0083	9.2372	0.1083	7.7704
28	14.421	0.0694	134.210	0.0075	9.3066	0.1075	7.9137
29	15.863	0.0630	148.631	0.0067	9.3696	0.1067	8.0489
30	17.449	0.0573	164.494	0.0061	9.4269	0.1061	8.1762
31	19.194	0.0521	181.943	0.0055	9.4790	0.1055	8.2962
32	21.114	0.0474	201.138	0.0050	9.5264	0.1050	8.4091
33	23.225	0.0431	222.252	0.0045	9.5694	0.1045	8.5152
34	25.546	0.0392	245.477	0.0041	9.6086	0.1041	8.6149
35	28.102	0.0356	271.024	0.0037	9.6442	0.1037	8.7086
40	45.259	0.0221	442.593	0.0023	9.7791	0.1023	9.0962
45	72.890	0.0137	718.905	0.0014	9.8628	0.1014	9.3741
50	117.391	0.0086	1163.909	0.0009	9.9148	0.1009	9.5704
55	189.059	0.0053	1880.591	0.0005	9.9471	0.1005	9.7076
60	304.482	0.0033	3034.816	0.0003	9.9672	0.1003	9.8023
65	490.371	0.0020	4893.707	0.0002	9.9796	0.1002	9.8672
70	789.747	0.0013	7887.470	0.0001	9.9873	0.1001	9.9113
75	1271.895	0.0008	12708.954	0.0001	9.9921	0.1001	9.9410
80	2048.400	0.0005	20474.002	0.0001	9.9951	0.1001	9.9609
85	3298.969	0.0003	32979.690	0.0000	9.9970	0.1000	9.9742
90	5313.023	0.0002	53120.226	0.0000	9.9981	0.1000	9.9831
95	8556.676	0.0001	85556.760	0.0000	9.9986	0.1000	9.9889
100	13780.612	0.0001	137796.123	0.0000	9.9993	0.1000	9.9928

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A15 – ضرائب بهره ۱۱٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.110	0.9009	1.000	1.0000	0.9009	1.1100	0.0000
2	1.232	0.8116	2.110	0.4739	1.7125	0.5839	0.4739
3	1.368	0.7312	3.342	0.2992	2.4437	0.4092	0.9306
4	1.518	0.6587	4.710	0.2123	3.1024	0.3223	1.3700
5	1.685	0.6935	6.226	0.1606	3.6969	0.2706	1.7923
6	1.870	0.5346	7.913	0.1264	4.2305	0.2364	2.1976
7	2.076	0.4817	9.783	0.1022	4.7122	0.2122	2.5863
8	2.305	0.4339	11.859	0.0843	5.1461	0.1943	2.9586
9	2.558	0.3909	14.164	0.0706	5.5370	0.1806	3.3144
10	2.839	0.3522	16.722	0.0598	5.8892	0.1698	3.6544
11	3.152	0.3173	19.561	0.0511	6.2065	0.1611	3.9788
12	3.498	0.2858	22.713	0.0440	6.4924	0.1540	4.2879
13	3.883	0.2575	26.212	0.0382	6.7499	0.1482	4.5822
14	4.310	0.2320	30.095	0.0332	6.9819	0.1432	4.8619
15	4.785	0.2090	34.405	0.0291	7.1909	0.1391	5.1275
16	5.311	0.1883	39.190	0.0255	7.3972	0.1355	5.3794
17	5.895	0.1686	44.501	0.0226	7.5488	0.1325	5.6180
18	6.544	0.1528	50.396	0.0198	7.7016	0.1298	5.8439
19	7.263	0.1377	56.939	0.0176	7.8393	0.1276	6.0574
20	8.062	0.1240	64.203	0.0156	7.9633	0.1256	6.2590
21	8.949	0.1117	72.265	0.0138	8.0751	0.1238	6.4491
22	9.934	0.1007	81.214	0.0123	8.1757	0.1223	6.6283
23	11.026	0.0907	91.148	0.0110	8.2664	0.1210	6.7969
24	12.239	0.0817	102.174	0.0098	8.3481	0.1199	6.9856
25	13.585	0.0738	114.413	0.0087	8.4217	0.1187	7.1045
26	15.080	0.0663	127.998	0.0078	8.4881	0.1178	7.2443
27	16.739	0.0597	143.079	0.0070	8.5478	0.1170	7.3754
28	18.580	0.0638	159.817	0.0063	8.6016	0.1163	7.4982
29	20.624	0.0485	178.397	0.0056	8.6501	0.1156	7.6131
30	22.892	0.0437	199.021	0.0050	8.6938	0.1150	7.7206
31	25.410	0.0394	221.913	0.0045	8.7331	0.1145	7.8210
32	28.206	0.0355	247.324	0.0040	8.7686	0.1140	7.9147
33	31.308	0.0319	275.529	0.0036	8.8005	0.1136	8.0021
34	34.752	0.0288	306.837	0.0033	8.8293	0.1133	8.0638
35	38.576	0.0259	341.590	0.0029	8.8552	0.1129	8.1594
40	65.001	0.0154	581.826	0.0017	8.9511	0.1117	8.4659
45	109.530	0.0091	986.639	0.0010	9.0079	0.1110	8.6763
50	184.565	0.0054	1668.771	0.0006	9.0417	0.1106	8.8186

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A16 – ضرائب بهره ۱۲٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.120	0.8929	1.000	1.0000	0.8929	1.1200	0.0000
2	1.254	0.7972	2.120	0.4717	1.6901	0.5917	0.4717
3	1.405	0.7118	3.374	0.2964	2.4018	0.4164	0.9246
4	1.574	0.6355	4.779	0.2092	3.0374	0.3292	1.3589
5	1.762	0.5674	6.353	0.1574	3.6048	0.2774	1.7746
6	1.974	0.5066	8.115	0.1232	4.1114	0.2432	2.1721
7	2.211	0.4524	10.089	0.0991	4.5638	0.2191	2.5515
8	2.476	0.4039	12.300	0.0813	4.9676	0.2013	2.9132
9	2.773	0.3606	14.776	0.0677	5.3283	0.1877	3.2574
10	3.106	0.3220	17.549	0.0570	5.6502	0.1770	3.5847
11	3.479	0.2875	20.655	0.0484	5.9377	0.1684	3.8953
12	3.896	0.2567	24.133	0.0414	6.1944	0.1614	4.1897
13	4.364	0.2292	28.029	0.0357	6.4236	0.1557	4.4683
14	4.887	0.2046	32.393	0.0309	6.6282	0.1509	4.7317
15	5.474	0.1827	37.280	0.0268	6.8109	0.1468	4.9803
16	6.130	0.1631	42.753	0.0234	6.9740	0.1434	5.2147
17	6.866	0.1457	48.884	0.0205	7.1196	0.1405	5.4353
18	7.690	0.1300	55.750	0.0179	7.2497	0.1379	5.6427
19	8.613	0.1161	63.440	0.0158	7.3658	0.1358	5.8375
20	9.646	0.1037	72.052	0.0139	7.4696	0.1339	6.0202
21	10.804	0.0926	81.699	0.0123	7.5620	0.1323	6.1913
22	12.100	0.0827	92.503	0.0106	7.6447	0.1308	6.3514
23	13.552	0.0738	104.603	0.0096	7.7184	0.1296	6.5010
24	15.179	0.0659	118.155	0.0085	7.7843	0.1285	6.6407
25	17.000	0.0588	133.334	0.0075	7.8431	0.1275	6.7708
26	19.040	0.0525	150.334	0.0067	7.8957	0.1267	6.8921
27	21.325	0.0469	169.374	0.0059	7.9426	0.1259	7.0048
28	23.894	0.0419	190.699	0.0053	7.9844	0.1253	7.1098
29	26.750	0.0374	214.683	0.0047	8.0218	0.1247	7.2071
30	29.960	0.0334	241.333	0.0042	8.0552	0.1242	7.2974
31	33.556	0.0298	271.293	0.0037	8.0850	0.1237	7.3811
32	37.582	0.0266	304.848	0.0033	8.1116	0.1233	7.4686
33	42.092	0.0238	342.429	0.0029	8.1354	0.1229	7.5303
34	47.143	0.0212	384.521	0.0026	8.1566	0.1226	7.5966
35	52.800	0.0189	431.664	0.0023	8.1766	0.1223	7.6577
40	93.051	0.0108	767.091	0.0013	8.2438	0.1213	7.8988
45	163.988	0.0061	1366.230	0.0007	8.2825	0.1207	8.0572
50	289.002	0.0035	2400.018	0.0004	8.3046	0.1204	8.1597

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A17 – ضرائب بهره ۱۳٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.130	0.8850	1.000	1.0000	0.8850	1.1300	0.0000
2	1.277	0.7831	2.130	0.4695	1.6681	0.5995	0.4695
3	1.443	0.6931	3.407	0.2935	2.3612	0.4235	0.9187
4	1.630	0.6133	4.850	0.2062	2.9745	0.3362	1.3479
5	1.842	0.5428	6.480	0.1543	3.6172	0.2843	1.7571
6	2.082	0.4803	8.323	0.1202	3.9975	0.2502	2.1466
7	2.353	0.4261	10.405	0.0961	4.4226	0.2261	2.5171
8	2.658	0.3762	12.757	0.0784	4.7988	0.2084	2.8685
9	3.004	0.3329	15.416	0.0649	5.1317	0.1949	3.2014
10	3.395	0.2946	18.420	0.0543	5.4262	0.1843	3.5162
11	3.836	0.2607	21.814	0.0458	5.6889	0.1758	3.8134
12	4.335	0.2307	25.650	0.0390	5.9176	0.1690	4.0936
13	4.898	0.2042	29.985	0.0334	6.1218	0.1634	4.3573
14	5.535	0.1807	34.883	0.0287	6.3025	0.1587	4.6050
15	6.254	0.1599	40.417	0.0247	6.4624	0.1547	4.8375
16	7.067	0.1415	46.672	0.0214	6.6039	0.1514	5.0552
17	7.986	0.1252	53.739	0.0186	6.7291	0.1486	5.2589
18	9.024	0.1108	61.725	0.0162	6.8399	0.1462	5.4491
19	10.197	0.0981	70.749	0.0141	6.9380	0.1441	5.6268
20	11.523	0.0868	80.947	0.0124	7.0248	0.1424	5.7917
21	13.021	0.0768	92.470	0.0108	7.1016	0.1408	5.9454
22	14.714	0.0680	105.491	0.0095	7.1695	0.1395	6.0881
23	16.627	0.0601	120.205	0.0083	7.2297	0.1383	6.2205
24	19.786	0.0532	136.831	0.0073	7.2829	0.1373	6.3431
25	21.231	0.0471	155.620	0.0064	7.3300	0.1364	6.4566
26	23.991	0.0417	176.850	0.0057	7.3717	0.1357	6.5614
27	27.109	0.0369	200.841	0.0050	7.4086	0.1350	6.6582
28	30.633	0.0326	227.950	0.0044	7.4412	0.1344	6.7474
29	34.616	0.0289	258.583	0.0039	7.4701	0.1339	6.8296
30	39.116	0.0256	293.199	0.0034	7.4957	0.1334	6.9052
31	44.201	0.0226	332.315	0.0030	7.5183	0.1330	6.9747
32	49.947	0.0200	376.516	0.0027	7.5383	0.1327	7.0386
33	56.440	0.0177	426.463	0.0023	7.5560	0.1323	7.0971
34	63.777	0.0157	482.903	0.0021	7.5717	0.1321	7.1507
35	72.069	0.0139	546.681	0.0018	7.5856	0.1318	7.1998
40	132.762	0.0075	1013.704	0.0010	7.6344	0.1310	7.3888
45	244.641	0.0041	1874.165	0.0005	7.6609	0.1305	7.5078
50	450.736	0.0022	3459.507	0.0003	7.6752	0.1303	7.5811

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A18 – ضرائب بهره ۱۴٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.140	0.8772	1.000	1.0000	0.8772	1.1400	0.0000
2	1.300	0.7695	2.140	0.4673	1.5467	0.6073	0.4673
3	1.482	0.6750	3.440	0.2907	2.3218	0.4307	0.8129
4	1.689	0.5921	4.921	0.2032	2.9137	0.3432	1.3370
5	1.925	0.5194	6.610	0.1513	3.4331	0.2913	1.7399
6	2.195	0.4556	8.536	0.1172	3.8887	0.2572	2.1218
7	2.502	0.3996	10.730	0.0832	4.2883	0.2332	2.4832
8	2.853	0.3506	13.233	0.0756	4.6388	0.2156	2.8246
9	3.252	0.3075	16.085	0.0622	4.9464	0.2022	3.1463
10	3.707	0.2697	19.337	0.0517	5.2161	0.1917	3.4490
11	4.226	0.2366	23.045	0.0434	5.4527	0.1834	3.7333
12	4.818	0.2076	27.271	0.0367	5.6603	0.1767	3.8996
13	5.492	0.1821	32.089	0.0312	5.8424	0.1712	4.2491
14	6.261	0.1597	37.581	0.0266	6.0021	0.1666	4.4819
15	7.138	0.1401	43.842	0.0228	6.1422	0.1628	4.6990
16	8.137	0.1229	50.980	0.0196	6.2651	0.1596	4.9011
17	9.276	0.1078	59.118	0.0169	6.3729	0.1569	5.0888
18	10.575	0.0946	68.394	0.0145	6.4674	0.1548	5.2630
19	12.056	0.0829	78.969	0.0127	6.5504	0.1527	5.4243
20	13.743	0.0728	91.025	0.0110	6.6231	0.1510	5.5734
21	15.668	0.0638	104.768	0.0095	6.6870	0.1495	5.7111
22	17.861	0.0560	120.436	0.0083	6.7429	0.1483	5.8381
23	20.362	0.0491	138.297	0.0072	6.7921	0.1472	5.9549
24	23.212	0.0431	158.659	0.0063	6.8351	0.1463	6.0824
25	26.462	0.0378	181.871	0.0055	6.8729	0.1455	6.1810
26	30.167	0.0331	208.333	0.0048	6.9061	0.1448	6.2514
27	34.390	0.0291	238.499	0.0042	6.9352	0.1442	6.3342
28	39.204	0.0255	272.889	0.0037	6.9607	0.1437	6.4100
29	44.693	0.0224	312.094	0.0032	6.9830	0.1432	6.4781
30	50.950	0.0196	356.787	0.0028	7.0027	0.1428	6.5423
31	58.083	0.0172	407.737	0.0025	7.0199	0.1425	6.5998
32	66.215	0.0151	465.820	0.0021	7.0350	0.1421	6.6522
33	75.485	0.0132	532.035	0.0019	7.0482	0.1419	6.6998
34	86.053	0.0116	607.520	0.0016	7.0599	0.1416	6.7431
35	98.100	0.0102	693.573	0.0014	7.0700	0.1414	6.7824
40	188.884	0.0053	1342.025	0.0007	7.1050	0.1407	6.9300
45	363.679	0.0027	2590.565	0.0004	7.1232	0.1404	7.0188
50	700.233	0.0014	4994.521	0.0002	7.1327	0.1402	7.0714

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A19 – ضرائب بهره، ۱۵٪ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.150	0.8696	1.000	1.0000	0.8696	1.1500	0.0000
2	1.323	0.7562	2.150	0.4651	1.6257	0.6151	0.4651
3	1.521	0.6575	3.473	0.2880	2.2832	0.4380	0.9071
4	1.749	0.5718	4.993	0.2003	2.8550	0.3503	1.3263
5	2.011	0.4972	6.742	0.1483	3.3522	0.2983	1.7228
6	2.313	0.4323	8.754	0.1142	3.7846	0.2642	2.0972
7	2.660	0.3759	11.067	0.0904	4.1604	0.2404	2.4499
8	3.059	0.3269	13.727	0.0729	4.4873	0.2229	2.7813
9	3.518	0.2843	16.786	0.0596	4.7716	0.2096	3.0922
10	4.046	0.2472	20.304	0.0493	5.0188	0.1993	3.3832
11	4.652	0.2160	24.349	0.0411	5.2337	0.1911	3.6550
12	5.350	0.1869	29.002	0.0345	5.4206	0.1846	3.9082
13	6.153	0.1625	34.352	0.0291	5.5832	0.1791	4.1438
14	7.076	0.1413	40.606	0.0247	5.7246	0.1747	4.3624
15	8.137	0.1229	47.580	0.0210	5.8474	0.1710	4.5650
16	9.358	0.1069	55.717	0.0180	5.9542	0.1680	4.7523
17	10.761	0.0929	65.076	0.0154	6.0472	0.1654	4.9251
18	12.375	0.0808	75.836	0.0132	6.1280	0.1632	5.0843
19	14.232	0.0703	88.212	0.0113	6.1982	0.1613	5.2307
20	16.367	0.0611	102.444	0.0098	6.2593	0.1598	5.3651
21	18.822	0.0531	118.810	0.0084	6.3125	0.1584	5.4883
22	21.645	0.0462	137.632	0.0073	6.3587	0.1573	5.6010
23	24.891	0.0402	159.276	0.0063	6.3988	0.1563	5.7040
24	28.625	0.0349	184.166	0.0054	6.4338	0.1554	5.7979
25	32.919	0.0304	212.793	0.0047	6.4642	0.1547	5.8834
26	37.857	0.0264	245.712	0.0041	6.4906	0.1541	5.9612
27	43.535	0.0230	283.569	0.0035	6.5135	0.1535	6.0319
28	50.066	0.0200	327.104	0.0031	6.5335	0.1531	6.0960
29	57.575	0.0174	377.170	0.0027	6.5509	0.1527	6.1541
30	66.212	0.0151	434.745	0.0023	6.5660	0.1523	6.2066
31	76.144	0.0131	500.957	0.0020	6.5791	0.1520	6.2541
32	87.565	0.0114	577.100	0.0017	6.5905	0.1517	6.2970
33	100.700	0.0099	664.666	0.0015	6.6005	0.1515	6.3357
34	115.805	0.0086	765.366	0.0013	6.6091	0.1513	6.3705
35	133.176	0.0075	881.170	0.0011	6.6166	0.1511	6.4019
40	267.864	0.0037	1779.090	0.0006	6.6418	0.1506	6.5168
45	538.769	0.0019	3585.128	0.0003	6.6543	0.1503	6.5830
50	1083.657	0.0009	7217.716	0.0002	6.6605	0.1501	6.6205

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A20 - ضرائب بهره ۱۶٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.160	0.8621	1.000	1.0000	0.8621	1.1600	0.0000
2	1.346	0.7432	2.160	0.4630	1.6052	0.6230	0.4630
3	1.561	0.6407	3.506	0.2853	2.2459	0.4453	0.9014
4	1.811	0.5523	5.066	0.1974	2.7982	0.3574	1.3156
5	2.100	0.4761	6.877	0.1454	3.2743	0.3054	1.7060
6	2.436	0.4104	8.977	0.1114	3.6847	0.2714	2.0729
7	2.826	0.3538	11.414	0.0876	4.0386	0.2476	2.4170
8	3.278	0.3050	14.240	0.0702	4.3436	0.2302	2.7388
9	3.803	0.2630	17.519	0.0571	4.6065	0.2171	3.0391
10	4.411	0.2267	21.321	0.0489	4.8332	0.2069	3.3187
11	5.117	0.1954	25.733	0.0389	5.0288	0.1989	3.5783
12	5.936	0.1685	30.850	0.0324	5.1971	0.1924	3.8189
13	6.886	0.1452	36.786	0.0272	5.3423	0.1872	4.0413
14	7.988	0.1252	43.672	0.0229	5.4675	0.1829	4.2464
15	9.268	0.1079	51.660	0.0194	5.5755	0.1794	4.4352
16	10.748	0.0930	60.925	0.0164	5.6685	0.1764	4.6086
17	12.468	0.0802	71.673	0.0140	5.7487	0.1740	4.7678
18	14.463	0.0691	84.141	0.0119	5.8178	0.1719	4.9130
19	16.777	0.0596	98.603	0.0101	5.8775	0.1701	5.0457
20	19.461	0.0514	115.380	0.0087	5.9286	0.1887	5.1866
21	22.574	0.0443	134.841	0.0074	5.8731	0.1874	6.2768
22	26.186	0.0382	167.415	0.0084	6.0113	0.1664	5.3766
23	30.378	0.0329	183.601	0.0054	6.0442	0.1654	6.4671
24	35.236	0.0284	213.978	0.0047	6.0726	0.1647	5.5490
25	40.874	0.0245	249.214	0.0040	6.0971	0.1640	5.6230
26	47.414	0.0211	290.088	0.0034	6.1182	0.1634	5.6898
27	55.000	0.0182	337.502	0.0030	6.1364	0.1630	5.7500
28	63.800	0.0157	392.503	0.0025	6.1520	0.1625	5.8041
29	74.009	0.0135	456.303	0.0022	6.1656	0.1622	5.8526
30	85.850	0.0116	530.312	0.0019	6.1772	0.1618	5.8964
31	99.586	0.0100	616.162	0.0016	6.1872	0.1618	5.9356
32	115.520	0.0087	715.747	0.0014	6.1959	0.1614	5.9706
33	134.003	0.0075	831.267	0.0012	6.2034	0.1812	6.0019
34	155.443	0.0064	968.270	0.0010	6.2098	0.1810	6.0299
35	180.314	0.0055	1120.713	0.0009	6.2153	0.1609	6.0548
40	378.721	0.0026	2360.757	0.0004	6.2335	0.1604	6.1441
45	795.444	0.0013	4965.274	0.0002	6.2421	0.1602	6.1934
50	1670.704	0.0006	10435.649	0.0001	6.2463	0.1601	6.2201

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A21 – ضرائب بهره ۱۷٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.170	0.8547	1.000	1.0000	0.8547	1.1700	0.0000
2	1.369	0.7305	2.170	0.4608	1.5852	0.6308	0.4608
3	1.602	0.6244	3.539	0.2826	2.2096	0.4526	0.8958
4	1 874	0 5337	5 141	0 1945	2.7432	0 3646	1.3051
6	2 192	0.4561	7.014	0.1426	3.1993	0.3126	1.8893
6	2 565	0.3898	9.207	0.1086	3.5892	0.2786	2.0489
7	3.001	0.3332	11.772	0.0849	3.9224	0.2549	2.3845
8	3.511	0.2848	14.773	0.0677	4.2072	0.2377	2.6989
9	4.108	0.2434	18.285	0.0547	4.4506	0.2247	2.8870
10	4.807	0.2080	22.393	0.0447	4.6586	0.2147	3.2555
11	5.624	0.1778	27.200	0.0368	4.8364	0.2068	3.5035
12	6.580	0.1520	32.824	0.0305	4.9884	0.2005	3.7318
13	7 699	0 1299	39.404	0.0254	5.1183	0.1954	3.9417
14	9 007	0 1110	47.103	0.0212	5.2293	0.1912	4.1340
16	10 539	0 0949	60.110	0.0178	5.3242	0.1878	4.3098
16	12.330	0.0811	66.649	0.0150	5.4053	0.1850	4.4702
17	14.426	0.0693	78.979	0.0127	5.4746	0.1827	4.6162
18	16.679	0.0592	93.406	0.0107	5.5339	0.1807	4.7488
19	19.748	0 0506	110.285	0.0091	5.5845	0,1791	4.8689
20	23.106	0.0433	130.033	0.0077	6.6278	0.1777	4.9778
21	27.034	0.0370	153.139	0.0065	5.8648	0.1765	5.0767
22	31.629	0.0316	180.172	0.0056	5.6964	0.1756	5.1641
23	37.006	0.0270	211.801	0.0047	5.7234	0.1747	5.2436
24	43.297	0.0231	248.808	0.0040	5.7465	0.1740	5.3149
25	50.558	0.0197	292.105	0.0034	5.7862	0.1734	5.3789
26	59.270	0.0169	342.763	0.0029	5.7831	0.1729	5.4362
27	69.345	0 0144	402.032	0.0025	5.7975	0.1725	5.4873
28	81.134	0.0123	471.378	0.0021	5.8099	0.1721	5.5329
29	94.927	0.0105	552.512	0.0018	5.8204	0.1718	5.5736
30	111.065	0.0090	647.439	0.0015	5.8294	0.1715	5.6098
31	129.946	0.0077	758.504	0.0013	5.8371	0.1713	5.6419
32	152.036	0.0066	888.449	0.0011	5.8437	0.1711	5.6705
33	177.883	0.0056	1040.486	0.0010	5.8493	0.1710	5.6958
34	208.123	0.0048	1218.368	0.0008	5.8541	0.1708	6.7182
35	243.503	0.0041	1426.491	0.0007	5.8582	0.1707	5.7380
40	533.869	0.0019	3134.522	0.0003	5.8713	0.1703	5.8073
45	1170.479	0.0009	6879.291	0.0001	5.8773	0.1701	5.8439
50	2566 215	0.0004	15089.502	0.0001	5.8801	0.1701	5.8629

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A22 – ضرائب بهره ۱۸٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.180	0.8475	1.000	1.0000	0.8475	1.1800	0.0000
2	1.392	0.7182	2.180	0.4587	1.5666	0.6387	0.4587
3	1.643	0.6086	3.572	0.2799	2.1743	0.4599	0.8902
4	1 939	0.5158	5.215	0.1917	2.6901	0 3717	1.2947
5	2.288	0.4371	7.154	0.1398	3.1272	0.3198	1.6728
6	2.700	0.3704	9.442	0.1059	3.4976	0.2859	2.0252
7	3.185	0.3139	12.142	0.0824	3.8115	0.2624	2.3525
8	3.769	0.2660	15.327	0.0652	4.0776	0.2452	2.6558
9	4.435	0.2255	19.086	0.0524	4.3030	0.2324	2.9358
10	5.234	0.1911	23.521	0.0425	4.4941	0.2225	3.1936
11	6.176	0.1619	28.755	0.0348	4.6580	0.2148	3.4303
12	7.288	0.1372	34.931	0.0286	4.7932	0.2086	3.6470
13	8.599	0 1163	42.219	0.0237	4.9095	0.2037	3.8449
14	10.147	0.0985	60.818	0.0197	5.0081	0.1997	4.0250
15	11.974	0.0835	60.965	0.0164	5 0916	0.1964	4.1887
16	14.129	0.0708	72.939	0.0137	5.1624	0.1937	4.3369
17	16.672	0.0600	87.088	0.0115	5.2223	0.1915	4.4708
18	19.673	0.0508	103.740	0.0098	5 2732	0.1898	4.5916
19	23.214	0.0431	123.414	0.0081	5.3162	0.1881	4.7003
20	27.393	0.0365	146.628	0.0068	5.3527	0.1868	4.7978
21	32.324	0.0309	174.021	0.0057	5.3837	0.1857	4.8851
22	38.142	0.0262	206.345	0.0048	5.4099	0.1848	4.8632
23	45.008	0.0222	244.487	0.0041	5.4321	0.1841	5.0329
24	53.109	0.0186	289.494	0.0035	5.4509	0.1835	5.0950
25	62.669	0.0160	342.603	0.0029	5.4669	0.1829	5.1502
26	73.949	0.0135	405.272	0.0025	5.4804	0.1825	5.1991
27	87.260	0.0115	479.221	0.0021	5.4919	0.1821	5.2425
28	102.987	0.0097	566.481	0.0018	5.5018	0.1818	5.2810
29	121.501	0.0082	669.447	0.0015	5.5098	0.1815	5.3149
30	143.371	0.0070	790.948	0.0013	5.5188	0.1813	5.3448
31	169.177	0.0059	934.319	0.0011	5.5227	0.1811	5.3712
32	199.629	0.0050	1103.496	0.0009	5.5277	0.1809	5.3945
33	235.563	0.0042	1303.125	0.0008	5.5320	0.1808	5.4149
34	277.964	0.0035	1538.688	0.0006	5.5358	0.1808	5.4328
35	327.997	0.0030	1818.642	0.0006	5.5385	0.1806	5.4485
40	750.378	0 0013	4163.213	0.0002	5.6482	0.1602	5.6022
45	1716.584	0.0006	9531.577	0.0001	5.5523	0.1801	5.6293
50	3927.357	0.0003	21813.094	0.0001	5.5541	0.1801	5.5428

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A23 – ضرائب بهره ۱۹٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.190	0.8403	1.000	1.0000	0.8403	1.1900	0.0000
2	1.416	0.7062	2.190	0.4566	1.5465	0.6466	0.4566
3	1.685	0.5934	3.606	0.2773	2.1399	0.4673	0.8846
4	2.005	0.4987	5.291	0.1890	2.6386	0.3790	1.2844
5	2.386	0.4190	7.297	0.1371	3.0576	0.3271	1.6566
6	2.840	0.3521	9.683	0.1033	3.4098	0.2933	2.0019
7	3.379	0.2959	12.523	0.0799	3.7057	0.2699	2.3211
8	4.021	0.2487	15.902	0.0629	3.9544	0.2529	2.6154
9	4.785	0.2090	19.923	0 0502	4.1633	0.2402	2.8856
10	5.695	0.1756	24.709	0.0405	4.3389	0.2305	3.1331
11	6.777	0.1476	30.404	0.0329	4.4865	0.2229	3.3589
12	8.064	0.1240	37.180	0.0268	4.6105	0.2169	3.5645
13	9.596	0.1042	45.244	0.0221	4.7147	0.2121	3.7509
14	11.420	0.0876	54.841	0.0182	4.8023	0.2082	3.9196
15	13.590	0.0736	66.261	0.0151	4.8759	0.2051	4.0717
16	16.172	0.0618	79.850	0.0125	4.9377	0.2025	4.2086
17	19.244	0.0520	96.022	0.0104	4.9897	0.2004	4.3314
18	22.901	0.0437	115.266	0.0087	5.0333	0.1987	4.4413
19	27.252	0.0367	138.166	0.0072	5.0700	0.1972	4.5394
20	32.429	0.0308	165.418	0.0060	5.1009	0.1960	4.6268
21	38.591	0.0259	197.847	0.0051	5.1268	0.1951	4.7045
22	45.923	0.0218	236.438	0.0042	5.1486	0.1942	4.7734
23	54.649	0.0183	282.362	0.0035	5.1668	0.1935	4.8344
24	65.032	0.0154	337.011	0.0030	5.1822	0.1930	4.8883
25	77.388	0.0129	402.032	0.0025	5.1951	0.1925	4.9359
26	92.092	0.0109	479.431	0.0021	5.2060	0.1921	4.9777
27	109.589	0.0091	571.522	0.0017	5.2151	0.1917	5.0145
28	130.411	0.0077	681.112	0.0015	5.2228	0.1915	5.0468
29	155.189	0.0064	811.523	0.0012	5.2292	0.1912	5.0751
30	184.675	0.0054	966.712	0.0010	5.2347	0.1910	5.0998
31	219.764	0.0048	1151.388	0.0009	5.2392	0.1909	5.1215
32	261.519	0.0036	1371.151	0.0007	5.2430	0.1907	5.1403
33	311.207	0.0032	1832.670	0.0006	5.2462	0.1906	5.1568
34	370.337	0.0027	1943.877	0.0005	5.2489	0.1906	5.1711
35	440.701	0.0023	2314.214	0.0004	5.2512	0.1904	5.1836
40	1051.668	0.0010	6529.829	0.0002	5.2562	0.1902	5.2251
45	2509.651	0.0004	13203.424	0.0001	5.2611	0.1901	5.2452
50	5988.914	0.0002	31515.336	0.0000	5.2623	0.1900	5.2548

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A24 – ضرائب بهره، ۲۰٪ برای بهره، مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.200	0.8333	1.000	1.0000	0.8333	1.2000	0.0000
2	1.440	0.6945	2.200	0.4546	1.5278	0.6546	0.4546
3	1.728	0.5787	3.640	0.2747	2.1065	0.4747	0.8791
4	2.074	0.4823	5.366	0.1863	2.5887	0.3863	1.2742
5	2.488	0.4019	7.442	0.1344	2.9906	0.3344	1.6405
6	2.986	0.3349	9.930	0.1007	3.3255	0.3007	1.9788
7	3.583	0.2791	12.916	0.0774	3.6046	0.2774	2.2902
8	4.300	0.2326	16.499	0.0606	3.8372	0.2606	2.5756
9	5.160	0.1938	20.799	0.0481	4.0310	0.2481	2.8364
10	6.192	0.1615	25.959	0.0385	4.1925	0.2385	3.0739
11	7.430	0.1346	32.150	0.0311	4.3271	0.2311	3.2893
12	8.916	0.1122	39.581	0.0263	4.4392	0.2253	3.4841
13	10.699	0.0935	48.497	0.0206	4.5327	0.2206	3.6597
14	12.839	0.0779	59.196	0.0169	4.6106	0.2189	3.8175
15	15.407	0.0649	72.035	0.0139	4.6755	0.2139	3.9589
16	18.488	0.0541	87.442	0.0114	4.7296	0.2114	4.0851
17	22.186	0.0451	105.931	0.0095	4.7746	0.2095	4.1976
18	26.623	0.0376	128.117	0.0078	4.8122	0.2078	4.2975
19	31.948	0.0313	154.740	0.0065	4.8435	0.2065	4.3861
20	38.338	0.0261	186.688	0.0054	4.8696	0.2054	4.4644
21	46.005	0.0217	225.026	0.0045	4.8913	0.2045	4.5334
22	55.206	0.0181	271.031	0.0037	4.9094	0.2037	4.5942
23	66.247	0.0151	326.237	0.0031	4.9245	0.2031	4.6475
24	79.497	0.0126	392.484	0.0026	4.9371	0.2026	4.6943
25	95.396	0.0105	471.981	0.0021	4.9476	0.2021	4.7352
26	114.475	0.0087	567.377	0.0018	4.9563	0.2018	4.7709
27	137.371	0.0073	681.853	0.0015	4.9636	0.2015	4.8020
28	164.845	0.0061	819.223	0.0012	4.9697	0.2012	4.8291
29	197.814	0.0051	984.068	0.0010	4.9747	0.2010	4.8527
30	237.376	0.0042	1181.882	0.0009	4.9789	0.2009	4.8731
31	284.852	0.0035	1419.258	0.0007	4.9825	0.2007	4.8908
32	341.822	0.0029	1704.109	0.0006	4.9854	0.2006	4.9061
33	410.186	0.0024	2045.931	0.0005	4.9878	0.2005	4.9194
34	492.224	0.0020	2456.118	0.0004	4.9899	0.2004	4.9308
35	590.868	0.0017	2948.341	0.0003	4.9915	0.2003	4.9407
40	1469.772	0.0007	7343.868	0.0002	4.9966	0.2001	4.9728
45	3657.262	0.0003	18281.310	0.0001	4.9986	0.2001	4.9877
50	9100.438	0.0001	45497.191	0.0000	4.9995	0.2000	4.9945

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A25 – ضرائب بهره ۲۵٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.250	0.8000	1.000	1.0000	0.8000	1.2500	0.0000
2	1.563	0.6400	2.250	0.4445	1.4400	0.6945	0.4445
3	1.953	0.5120	3.813	0.2623	1.9520	0.5123	0.8525
4	2.441	0.4096	5.766	0.1735	2.3616	0.4235	1.2249
5	3.052	0.3277	8.207	0.1219	2.6893	0.3719	1.5831
6	3.815	0.2622	11.259	0.0888	2.9514	0.3388	1.8683
7	4.768	0.2097	15.073	0.0664	3.1611	0.3164	2.1424
8	5.960	0.1678	19.842	0.0504	3.3289	0.3004	2.3873
9	7.451	0.1342	25.802	0.0388	3.4631	0.2888	2.6048
10	9.313	0.1074	33.253	0.0301	3.5705	0.2801	2.7971
11	11.642	0.0859	42.566	0.0235	3.6564	0.2735	2.9663
12	14.552	0.0687	54.208	0.0185	3.7251	0.2685	3.1145
13	18.190	0.0550	68.760	0.0146	3.7801	0.2646	3.2438
14	22.737	0.0440	86.949	0.0115	3.8241	0.2615	3.3560
15	28.422	0.0352	109.687	0.0091	3.8593	0.2591	3.4530
16	35.527	0.0282	138.109	0.0073	3.8874	0.2573	3.5366
17	44.409	0.0225	173.636	0.0058	3.9099	0.2558	3.6084
18	55.511	0.0180	218.045	0.0046	3.9280	0.2548	3.6698
19	69.389	0.0144	273.556	0.0037	3.9424	0.2537	3.7222
20	86.736	0.0115	342.945	0.0029	3.9539	0.2529	3.7667
21	108.420	0.0092	429.881	0.0023	3.9631	0.2523	3.8045
22	135.525	0.0074	538.101	0.0019	3.9705	0.2519	3.8365
23	169.407	0.0059	673.628	0.0015	3.9764	0.2515	3.8634
24	211.756	0.0047	843.033	0.0012	3.9811	0.2512	3.8861
25	264.698	0.0038	1054.791	0.0010	3.9848	0.2510	3.9052
26	330 872	0 0030	1319.489	0.0008	3.9879	0.2508	3.9212
27	413 590	0 0024	1650.361	0 0006	3.9903	0.2506	3.9346
28	516 988	0.0019	2063.952	0.0005	3.9923	0.2505	3.9457
29	646 235	0 0016	2580 939	0.0004	3.9938	0.2504	3.9551
30	807 794	0.0012	3227.174	0.0003	3.9951	0.2503	3.9628
31	1009.742	0.0010	4034.966	0.0003	3.9960	0.2503	3.9693
32	1262.177	0.0008	5044.710	0.0002	3.9968	0.2502	3.9746
33	1577.722	0 0006	6306.887	0.0002	3.9975	0.2502	3.9791
34	1972.152	0.0005	7964.609	0.0001	3.9980	0.2501	3.9828
35	2465 190	0.0004	9856.761	0.0001	3.9984	0.2501	3.9858

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A26 – ضرائب بهره ۳۰٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, i, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, i, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, i, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, i, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, i, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, i, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, i, n$
1	1.300	0.7692	1.000	1.0000	0.7692	1.3000	0.0000
2	1.690	0.5917	2.300	0.4348	1.3610	0.7348	0.4348
3	2.197	0.4552	3.990	0.2506	1.8161	0.5506	0.8271
4	2.856	0.3501	6.187	0.1616	2.1663	0.4616	1.1783
5	3.713	0.2693	9.043	0.1106	2.4356	0.4106	1.4903
6	4.827	0.2072	12.756	0.0784	2.6428	0.3784	1.7655
7	6.275	0.1594	17.583	0.0569	2.8021	0.3569	2.0063
8	8.157	0.1226	23.858	0.0419	2.9247	0.3419	2.2156
9	10.605	0.0943	32.015	0.0312	3.0190	0.3312	2.3963
10	13.786	0.0725	42.620	0.0235	3.0915	0.3235	2.6512
11	17.922	0.0558	56.405	0.0177	3.1473	0.3177	2.6833
12	23.298	0.0429	74.327	0.0135	3.1903	0.3135	2.7952
13	30.288	0.0330	97.625	0.0103	3.2233	0.3103	2.8895
14	39.374	0.0254	127.913	0.0078	3.2487	0.3078	2.9685
15	51.186	0.0195	167.286	0.0060	3.2682	0.3060	3.0345
16	66.542	0.0150	218.472	0.0046	3.2832	0.3046	3.0892
17	86.504	0.0115	285.014	0.0035	3.2948	0.3036	3.1345
18	112.455	0.0089	371.518	0.0027	3.3037	0.3027	3.1718
19	146.192	0.0069	483.973	0.0021	3.3105	0.3021	3.2025
20	190.050	0.0053	630.165	0.0016	3.3158	0.3015	3.2276
21	247.065	0.0041	820.215	0.0012	3.3199	0.3012	3.2480
22	321.184	0.0031	1067.280	0.0009	3.3230	0.3009	3.2646
23	417.539	0.0024	1388.464	0.0007	3.3254	0.3007	3.2781
24	542.801	0.0018	1806.003	0.0006	3.3272	0.3006	3.2890
25	705.641	0.0014	2348.803	0.0004	3.3286	0.3004	3.2978
26	917.333	0.0011	3054.444	0.0003	3.3297	0.3003	3.3050
27	1192.533	0.0008	3971.776	0.0003	3.3305	0.3003	3.3107
28	1550.293	0.0007	5154.311	0.0002	3.3312	0.3002	3.3153
29	2015.381	0.0005	6714.604	0.0002	3.3317	0.3002	3.3189
30	2619.996	0.0004	8729.985	0.0001	3.3321	0.3001	3.3219
31	3405.994	0.0003	11349.981	0.0001	3.3324	0.3001	3.3242
32	4427.793	0.0002	14755.975	0.0001	3.3326	0.3001	3.3261
33	5756.130	0.0002	19183.766	0.0001	3.3328	0.3001	3.3276
34	7482.970	0.0001	24939.899	0.0001	3.3329	0.3001	3.3288
35	9727.860	0.0001	32422.866	0.0000	3.3330	0.3000	3.3297

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A27 – ضرائب بهره ۳۰٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				خرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.300	0.7143	1.000	1.0000	0.7143	1.4001	0.0000
2	1.900	0.5103	2.400	0.4167	1.2245	0.8167	0.4167
3	2.744	0.3645	4.360	0.2294	1.5890	0.6294	0.7798
4	3.842	0.2604	7.104	0.1408	1.8493	0.5408	1.0924
5	5.378	0.1860	10.946	0.0914	2.0352	0.4914	1.3580
6	7.530	0.1329	16.324	0.0613	2.1680	0.4613	1.5611
7	10.541	0.0949	23.853	0.0420	2.2629	0.4420	1.7084
8	14.758	0.0678	34.395	0.0291	2.3306	0.4291	1.8166
9	20.661	0.0485	49.153	0.0204	2.3790	0.4204	2.0423
10	28.925	0.0346	69.814	0.0144	2.4136	0.4144	2.1420
11	40.496	0.0247	98.739	0.0102	2.4383	0.4102	2.2215
12	56.694	0.0177	139.234	0.0072	2.4560	0.4072	2.2846
13	79.371	0.0126	195.928	0.0052	2.4686	0.4052	2.3342
14	111.120	0.0090	275.299	0.0037	2.4776	0.4037	2.3729
16	155.568	0.0066	386.419	0.0026	2.4840	0.4026	2.4030
16	217.794	0.0046	541.986	0.0019	2.4886	0.4019	2.4262
17	304.912	0.0033	759.780	0.0014	2.4918	0.4014	2.4441
18	426.877	0.0024	1064.691	0.0010	2.4942	0.4010	2.4576
19	597.627	0.0017	1491.567	0.0007	2.4959	0.4007	2.4682
20	836.678	0.0012	2089.195	0.0005	2.4971	0.4005	2.4761
21	1171.348	0.0009	2925.871	0.0004	2.4979	0.4004	2.4821
22	1639.887	0.0007	4097.218	0.0003	2.4986	0.4003	2.4866
23	2295.842	0.0005	5737.105	0.0002	2.4990	0.4002	2.4900
24	3214.178	0.0004	8032.945	0.0002	2.4993	0.4002	2.4926
25	4499.847	0.0003	11247.110	0.0001	2.4995	0.4001	2.4945
26	6299.785	0.0002	15746.950	0.0001	2.4997	0.4001	2.4959
27	8819.695	0.0002	22046.730	0.0001	2.4998	0.4001	2.4970
28	12347.570	0.0001	30866.430	0.0001	2.4998	0.4001	2.4978
29	17286.590	0.0001	43213.990	0.0001	2.4999	0.4001	2.4984
30	24201.230	0.0001	60500.580	0.0001	2.4999	0.4001	2.4988

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول A28 – ضرائب بهره ۵۰٪ برای بهره مرکب تکی

n	پرداخت تکی		سری پرداختهای مساوی				ضرایب سریهای شیب یکنواخت
	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب مقادیر مرکب	ضرائب مبلغ ته‌نشینی	ضرائب ارزش فعلی	ضرائب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, i, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, i, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, i, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, i, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, i, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, i, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, i, n$
1	1.500	0.6667	1.000	1.0000	0.6667	1.5000	0.0001
2	2.250	0.4445	2.500	0.4000	1.1112	0.9001	0.4001
3	3.375	0.2963	4.750	0.2106	1.4075	0.7106	0.7368
4	5.063	0.1976	8.125	0.1231	1.6050	0.6231	1.0154
5	7.594	0.1317	13.188	0.0759	1.7367	0.5759	1.2418
6	11.391	0.0878	20.781	0.0482	1.8245	0.5482	1.4226
7	17.086	0.0586	32.172	0.0311	1.8830	0.5311	1.5648
8	25.629	0.0391	48.258	0.0204	1.9220	0.5204	1.6752
9	38.443	0.0261	74.887	0.0134	1.9480	0.5134	1.7597
10	57.665	0.0174	113.330	0.0089	1.9654	0.5089	1.8236
11	86.498	0.0116	170.995	0.0059	1.9769	0.5059	1.8714
12	129.746	0.0078	257.493	0.0039	1.9846	0.5039	1.9066
13	194.620	0.0052	387.239	0.0026	1.9898	0.5026	1.9329
14	291.929	0.0035	581.858	0.0018	1.9932	0.5018	1.9519
15	437.894	0.0023	873.788	0.0012	1.9955	0.5012	1.9657
16	656.841	0.0016	1311.681	0.0008	1.9970	0.5008	1.9757
17	985.261	0.0011	1966.522	0.0006	1.9980	0.5006	1.9828
18	1477.891	0.0007	2953.783	0.0004	1.9987	0.5004	1.9879
19	2216.837	0.0005	4431.671	0.0003	1.9991	0.5003	1.9915
20	3325.256	0.0004	6648.511	0.0002	1.9994	0.5002	1.9940
21	4987.882	0.0003	9973.765	0.0002	1.9996	0.5002	1.9958
22	7481.824	0.0002	14961.640	0.0001	1.9998	0.5001	1.9971
23	11222.730	0.0001	22443.470	0.0001	1.9999	0.5001	1.9980
24	16834.100	0.0001	33666.210	0.0001	1.9999	0.5001	1.9986
25	25251.160	0.0001	50500.330	0.0001	2.0000	0.5001	1.9991

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیـوست B

نرخهای بهرهٔ مؤثر

متناظـر بـا نـرخ اسمـی r

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول B1 – نرخهای بهرهٔ مؤثر متناظر با نرخ اسمی r

r	دورهٔ تواتر ترکیب					
	نیم‌سالی	فصلی	ماهیانه	هفتگی	روزانه	پیوسته
	$\left(1+\frac{r}{2}\right)^2-1$	$\left(1+\frac{r}{4}\right)^4-1$	$\left(1+\frac{r}{12}\right)^{12}-1$	$\left(1+\frac{r}{52}\right)^{52}-1$	$\left(1+\frac{r}{365}\right)^{365}-1$	$\left(1+\frac{r}{\infty}\right)^{\infty}-1$
.01	.010025	.010038	.010046	.010049	.010050	.010050
.02	.020100	.020151	.020184	.020197	.020200	.020201
.03	.030225	.030339	.030415	.030444	.030451	.030455
.04	.040400	.040604	.040741	.040793	.040806	.040811
.05	.050625	.050945	.051161	.051244	.051261	.051271
.06	.060900	.061364	.061678	.061797	.061799	.061837
.07	.071225	.071859	.072290	.072455	.072489	.072608
.08	.081600	.082432	.082999	.083217	.083246	.083287
.09	.092025	.093083	.093807	.094085	.094132	.094174
.10	.102600	.103813	.104713	.105060	.105126	.105171
.11	.113025	.114621	.115718	.116144	.116231	.116278
.12	.123600	.125509	.126825	.127336	.127447	.127497
.13	.134225	.136476	.138032	.138644	.138775	.138828
.14	.144900	.147623	.149341	.150057	.150217	.150274
.15	.155625	.158650	.160755	.161582	.161773	.161834
.16	.166400	.169859	.172270	173221	.173446	.173511
.17	.177225	.181148	.183891	.184974	.185235	.185305
.18	.188100	.192517	.195618	.196843	.197142	.197217
.19	.199025	.203971	.207451	.208828	.209169	.209250
.20	.210000	.215506	.219390	.220931	.221316	.221403
.21	.221025	.227124	.231439	.233153	.233584	.233678
.22	.232100	.238825	.243598	.245494	.245976	.246077
.23	.243225	.250609	.255863	.257957	.258492	.258600
.24	.254400	.262477	.268242	.270542	.271133	.271249
.25	.265625	.274429	.280731	.283260	.283901	.284025
.26	.276900	.286466	.293333	.296090	.298796	.298930
.27	.288225	.298588	.308050	.309049	.309821	.309964
.28	.299600	.310796	.318880	.322135	.322978	.323130
.29	.311025	.323089	.331826	.336350	.336264	.336428
.30	.322500	.336468	.344889	.346693	.349684	.349859
.31	.334025	.347936	.358068	.362168	.363238	.363425
.32	.345600	.360489	.371366	.376775	.376928	.377128
.33	.357225	.373130	.384784	.389516	.390766	.390988
.34	.368900	.385859	.398321	.403389	.404722	.404948
.35	.380625	.398676	.411979	.417399	.418827	.419068

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیوست C

ضرائب بهره

در مورد ترکیب پیوسته

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C1 – ضرائب مربوط ۱٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.010	0.9901	1.000	1.0000	0.9901	1.0101	0.0000
2	1.020	0.9802	2.010	0.4975	1.9703	0.5076	0.4975
3	1.030	0.9705	3.030	0.3300	2.9407	0.3401	0.9933
4	1.041	0.9606	4.061	0.2463	3.9015	0.2563	1.4875
5	1.051	0.9512	5.102	0.1960	4.8527	0.2061	1.9800
6	1.062	0.9418	6.153	0.1625	5.7945	0.1726	2.4708
7	1.073	0.9324	7.215	0.1386	6.7269	0.1487	2.9600
8	1.083	0.9231	8.287	0.1207	7.6500	0.1307	3.4475
9	1.094	0.9139	9.370	0.1067	8.5639	0.1168	3.9334
10	1.105	0.9048	10.465	0.0956	9.4688	0.1056	4.4175
11	1.116	0.8958	11.570	0.0864	10.3646	0.0965	4.9000
12	1.126	0.8869	12.686	0.0786	11.2515	0.0889	5.3809
13	1.139	0.8781	13.814	0.0724	12.1296	0.0825	5.8600
14	1.150	0.8694	14.952	0.0669	12.9990	0.0769	6.3378
15	1.162	0.8607	16.103	0.0621	13.8597	0.0722	6.8134
16	1.174	0.8522	17.264	0.0579	14.7118	0.0680	7.2876
17	1.185	0.8437	18.438	0.0542	15.5555	0.0643	7.7601
18	1.197	0.8353	19.623	0.0510	16.3908	0.0610	8.2310
19	1.209	0.8270	20.821	0.0480	17.2177	0.0581	8.7002
20	1.221	0.8187	22.030	0.0454	18.0365	0.0555	9.1677
21	1.234	0.8108	23.251	0.0430	18.8470	0.0531	9.6336
22	1.246	0.8025	24.485	0.0409	19.6496	0.0509	10.0978
23	1.259	0.7945	25.731	0.0389	20.4441	0.0489	10.5604
24	1.271	0.7866	26.990	0.0371	21.2307	0.0471	11.0213
25	1.284	0.7788	28.261	0.0354	22.0095	0.0454	11.4806
26	1.297	0.7711	29.545	0.0339	22.7806	0.0439	11.9381
27	1.310	0.7634	30.842	0.0324	23.5439	0.0425	12.3941
28	1.323	0.7558	32.152	0.0311	24.2997	0.0412	12.8484
29	1.338	0.7483	33.475	0.0299	25.0480	0.0399	13.3010
30	1.350	0.7408	34.811	0.0287	25.7888	0.0386	13.7520
31	1.363	0.7335	36.161	0.0277	26.5223	0.0377	14.2013
32	1.377	0.7262	37.525	0.0267	27.2484	0.0367	14.6490
33	1.391	0.7189	36.902	0.0257	27.9673	0.0368	15.0950
34	1.405	0.7116	40.293	0.0246	28.6791	0.0349	15.5394
35	1.419	0.7047	41.698	0.0240	29.3838	0.0340	15.9821
40	1.492	0.6703	46.937	0.0204	32.8034	0.0305	16.1711
45	1.566	0.6378	56.648	0.0177	36.0563	0.0277	20.3190
50	1.649	0.6085	84.648	0.0155	39.1505	0.0258	22.4261
55	1.733	0.5770	72.959	0.0137	42.0939	0.0238	24.4926
60	1.822	0.5488	81.802	0.0122	44.8938	0.0223	26.5187
65	1.916	0.5221	91.097	0.0110	47.5569	0.0210	28.5045
70	2.014	0.4966	100.869	0.0099	50.0902	0.0200	30.4505
75	2.117	0.4724	111.142	0.0090	52.5000	0.0191	32.3567
80	2.226	0.4493	121.942	0.0082	54.7922	0.0183	34.2235
85	2.340	0.4274	133.298	0.0075	56.9727	0.0176	36.0513
90	2.460	0.4066	145.232	0.0069	59.0468	0.0168	37.8402
95	2.586	0.3868	157.779	0.0063	61.0196	0.0164	39.5907
100	2.718	0.3679	170.970	0.0059	62.8965	0.0159	41.3032

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C2 – ضرائب مربوط ۲٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.020	0.9802	1.000	1.0000	0.9802	1.0202	0.0000
2	1.041	0.9608	2.020	0.4950	1.9410	0.5152	0.4950
3	1.062	0.9416	3.061	0.3267	2.8828	0.3469	0.9867
4	1.083	0.9231	4.123	0.2426	3.8059	0.2628	1.4750
5	1.105	0.9048	5.206	0.1921	4.7107	0.2123	1.9600
6	1.128	0.8869	6.311	0.1586	5.5976	0.1787	2.4417
7	1.150	0.8694	7.439	0.1344	6.4670	0.1546	2.9200
8	1.174	0.8522	8.589	0.1164	7.3191	0.1366	3.3951
9	1.197	0.8353	9.763	0.1024	8.1544	0.1226	3.8667
10	1.221	0.8187	10.960	0.0913	8.9731	0.1116	4.3351
11	1.246	0.8025	12.181	0.0821	9.7757	0.1023	4.8002
12	1.271	0.7868	13.427	0.0745	10.5623	0.0947	5.2619
13	1.297	0.7711	14.699	0.0680	11.3333	0.0882	5.7203
14	1.323	0.7558	15.995	0.0625	12.0891	0.0827	6.1754
15	1.350	0.7408	17.319	0.0579	12.8299	0.0780	6.6272
16	1.377	0.7262	18.668	0.0536	13.5561	0.0738	7.0757
17	1.405	0.7118	20.046	0.0499	14.2679	0.0701	7.5209
18	1.433	0.6977	21.451	0.0466	14.9655	0.0668	7.9628
19	1.462	0.6839	22.884	0.0437	15.6494	0.0639	8.4015
20	1.492	0.6703	24.346	0.0411	16.3197	0.0613	8.8368
21	1.522	0.6571	25.838	0.0387	16.9768	0.0589	9.2688
22	1.553	0.6440	27.360	0.0368	17.6208	0.0568	9.6976
23	1.584	0.6313	29.913	0.0346	18.2521	0.0548	10.1231
24	1.616	0.6188	30.497	0.0328	18.8709	0.0530	10.5453
25	1.649	0.6065	32.113	0.0312	19.4774	0.0514	10.9843
26	1.682	0.5945	33.762	0.0296	20.0719	0.0498	11.3801
27	1.716	0.5828	35.444	0.0282	20.6547	0.0484	11.7925
28	1.751	0.5712	37.160	0.0269	21.2259	0.0471	12.2018
29	1.786	0.5599	38.910	0.0257	21.7858	0.0459	12.6078
30	1.822	0.5488	40.696	0.0246	22.3348	0.0448	13.0106
31	1.859	0.5380	42.518	0.0235	22.8725	0.0437	13.4102
32	1.896	0.5273	44.377	0.0225	23.3998	0.0427	13.8066
33	1.935	0.5169	46.274	0.0216	23.9167	0.0418	14.1997
34	1.974	0.5068	48.209	0.0208	24.4233	0.0410	14.5897
35	2.014	0.4966	50.182	0.0199	24.9199	0.0401	14.9765
40	2.226	0.4493	60.666	0.0165	27.2591	0.0367	16.8630
45	2.460	0.4066	72.253	0.0139	29.3758	0.0341	18.6714
50	2.718	0.3679	85.068	0.0118	31.2910	0.0320	20.4028
55	3.004	0.3329	98.210	0.0101	33.0240	0.0303	22.0588
60	3.320	0.3012	114.850	0.0087	34.6921	0.0288	23.6409
65	3.669	0.2725	132.136	0.0076	36.0109	0.0278	25.1607
70	4.055	0.2466	151.236	0.0066	37.2847	0.0268	26.6899
75	4.482	0.2231	172.348	0.0058	38.4664	0.0260	27.9604
80	4.953	0.2019	195.682	0.0051	39.5075	0.0253	29.2640
85	5.474	0.1827	221.468	0.0046	40.4685	0.0247	30.5028
90	6.050	0.1853	249.968	0.0040	41.3191	0.0242	31.8786
95	6.686	0.1496	281.461	0.0036	42.0978	0.0238	32.7937
100	7.389	0.1353	316.289	0.0032	42.8024	0.0234	33.8499

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C3 – ضرائب مربوط ۳٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.030	0.9705	1.000	1.0000	0.9705	1.0305	0.0000
2	1.062	0.9418	2.030	0.4925	1.9122	0.5230	0.4926
3	1.094	0.9139	3.092	0.3234	2.8262	0.3538	0.9800
4	1.128	0.8869	4.186	0.2389	3.7131	0.2693	1.4625
5	1.162	0.8607	5.314	0.1882	4.5736	0.2186	1.9400
6	1.197	0.8353	6.476	0.1544	5.4090	0.1849	2.4126
7	1.234	0.8106	7.673	0.1303	8.2196	0.1608	2.8801
8	1.271	0.7866	8.907	0.1123	7.0063	0.1427	3.3427
9	1.310	0.7634	10.178	0 0983	7.7698	0.1287	3.8003
10	1.350	0.7408	11.488	0.0871	8.5105	0.1175	4.2529
11	1.391	0 7189	12.838	0.0779	9 2294	0.1084	4.7006
12	1.433	0.6977	14.229	0.0703	9.9271	0.1007	5.1433
13	1.477	0.6771	15.662	0.0839	10.6041	0.0943	5.5811
14	1.622	0.6571	17.139	0.0584	11.2612	0.0888	6.0139
15	1.586	0.6376	18.661	0.0536	11.8988	0.0841	6.4419
16	1.616	0.6188	20.229	0.0494	12.5176	0.0799	6.8650
17	1.665	0.6005	21.845	0.0458	13.1181	0.0762	7.2831
18	1.716	0.5828	23.511	0.0425	13.7008	0.0730	7.8964
19	1.768	0.5655	25.227	0.0397	14.2663	0.0701	8.1049
20	1.822	0.5468	26.995	0.0371	14.8152	0 0675	8.5085
21	1.879	0.5326	28.817	0.0347	15.3477	0.0652	8.9072
22	1 935	0.5169	30.695	0.0326	15.8646	0.0630	9.3012
23	1.994	0.5016	32.629	0.0307	16.3662	0.0611	9.6904
24	2 054	0.4866	34.623	0 0289	15.6529	0.0593	10.0748
25	2.117	0.4724	36.678	0.0273	17.3253	0 0577	10.4545
26	2.181	0.4584	38.795	0.0258	17.7837	0.0562	10.8294
27	2.249	0.4449	40.976	0.0244	18.2286	0.0549	11.1996
28	2.316	0.4317	43.224	0.0231	18.6603	0.0536	11.5652
29	2.387	0.4190	45.540	0.0220	19.0792	0.0524	11.9261
30	2.460	0.4066	47.927	0.0209	19.4858	0.0513	12.2823
31	2.535	0.3948	50.387	0.0199	19.8803	0.0503	12.6339
32	2.612	0.3829	52.921	0.0189	20.2632	0.0494	12.9810
33	2.691	0.3716	55.533	0.0180	20.5348	0.0485	13.3236
34	2.773	0.3808	58.224	0.0172	20.9954	0.0476	13.5614
35	2.858	0.3499	60.998	0.0164	21.3453	0.0469	13.9948
40	3.320	0.3012	76.163	0.0131	22.9459	0.0436	15.5953
45	3.857	0.2593	93.626	0.0107	24.3235	0.0411	17.0874
50	4.482	0.2231	114.324	0.0088	25.5092	0.0382	18.4750
55	5.207	0.1921	138.140	0.0072	26.5297	0.0377	19.7623
60	6.050	0.1653	165.609	0.0060	27.4081	0.0365	20.9538
65	7.029	0.1423	197.957	0.0051	28.1642	0.0355	22.0640
70	8.166	0.1225	235.307	0.0043	28.8149	0.0347	23.0677
75	9.488	0.1054	278.702	0.0036	29.3750	0.0341	23.9996
80	11.023	0.0907	329.119	0.0030	29.8570	0.0335	24.8543
85	12.807	0.0761	387.696	0.0026	30.2720	0.0330	25.6368
90	14.880	0.0672	455.753	0.0022	30.6291	0.0327	26.3516
95	17.288	0.0579	534.823	0.0019	30.9365	0.0323	27.0033
100	20.086	0.0498	626.590	0.0016	31.2010	0.0321	27.5963

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C4 – ضرائب مربوط ۴٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.041	0 9608	1.000	1.0000	0.9608	1.0408	0.0000
2	1.083	0.9231	2.041	0.4900	1.8839	0.5308	0.4900
3	1.128	0.8869	3.124	0.3201	2.7708	0.3609	0.9734
4	1.174	0 8522	4.252	0.2352	3.6230	0.2760	1.4500
5	1.221	0.8187	5.425	0.1843	4.4417	0.2251	1.9201
6	1.271	0.7865	6.647	0.1505	5.2283	0.1913	2.3835
7	1.323	0.7558	7.918	0.1263	5.9841	0.1671	2.8402
8	1.377	0.7262	9 241	0.1082	6.7103	0.1490	3.2904
9	1.433	0.5977	10.618	0.0942	7.4079	0.1350	3.7339
10	1.492	0 6703	12.051	0.0830	8.0783	0.1238	4.1709
11	1.553	0 6440	13.543	0.0738	8.7223	0.1147	4.6013
12	1.615	0.6188	15 096	0.0663	9 3411	0.1071	5.0252
13	1.682	0 5945	16.712	0.0598	9.9366	0.1007	5.4425
14	1.761	0 5712	18 394	0.0544	10.5088	0.0982	5.8534
15	1.822	0.5488	20.145	0.0497	11.0566	0.0905	6.2578
16	1.895	0 5273	21.967	0.0455	11.5829	0.0863	6.6558
17	1.974	0.5066	23.863	0.0419	12.0895	0.0827	7.0474
19	2.054	0.4866	25.837	0.0387	12.5763	0.0795	7.4326
19	2 138	0.4677	27.892	0.0359	13.0440	0.0767	7.8114
20	2.226	0.4493	30.030	0.0333	13.4933	0.0741	8.1840
21	2.316	0.4317	32.255	0.0310	13.9250	0.0718	8.5503
22	2.411	0.4148	34.572	0.0289	14.3398	0.0897	8.9105
23	2.509	0.3985	38.983	0.0270	14.7383	0.0579	9.2644
24	2.512	0.3829	39.492	0.0253	15.1212	0.0661	9.6122
25	2.718	0.3679	42.104	0.0238	15.4891	0.0646	9.9539
26	2.829	0.3535	44 822	0.0223	15.8425	0.0631	10.2896
27	2.945	0.3396	47.651	0.0210	16.1821	0.0619	10.6193
28	3.065	0.3263	50.596	0.0198	16.5084	0.0606	10.9431
29	3.190	0.3135	53.661	0.0186	16.8219	0.0595	11.2609
30	3.320	0.3012	56.851	0.0176	17.1231	0.0584	11.5730
31	3.456	0.2894	50.171	0.0166	17.4125	0.0574	11.8792
32	3.597	0.2780	63.828	0.0167	17.8905	0.0565	12.1797
33	3.743	0.2571	67.223	0.0149	17.9578	0.0557	12.4748
34	3.895	0.2587	70.966	0.0141	18.2143	0.0549	12.7638
35	4.055	0.2465	74.863	0.0134	18.4609	0.0542	13.0475
40	4.953	0.2019	96.862	0.0103	19.5562	0.0511	14.3845
45	6.050	0.1653	123.733	0.0081	20.4530	0.0489	15.5919
50	7.389	0.1353	156.553	0.0064	21.1872	0.0472	16.6775
55	9.025	0.1109	196.540	0.0051	21.7883	0.0459	17.6498
60	11.023	0.0907	245.601	0.0041	22.2806	0.0449	18.5172
65	13 464	0 0743	305.403	0.0033	22.8834	0.0441	19.2882
70	16.445	0 0606	378.445	0.0027	23.0133	0.0435	19.9710
75	20.086	0.0496	467.659	0.0021	23.2834	0.0430	20.5737
80	24.533	0.0408	876.525	0.0017	23.5045	0.0425	21.1038
85	29.964	0.0334	709.717	0.0014	23.6856	0.0422	21.5687
90	36.598	0.0273	872.275	0.0012	23.8338	0.0420	21.9751
95	44.701	0.0224	1070.828	0 0009	23.9562	0.0418	22.3298
100	54.598	0 0183	-1313.333	0.0008	24.0645	0.0418	22.6378

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C5 – ضرائب مربوط ۵٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.051	0.9512	1.000	1.0000	0.9512	1.0513	0.0000
2	1.108	0.9048	2.051	0.4875	1.8561	0.5388	0.4875
3	1.162	0.8607	3.156	0.3168	2.7168	0.3681	0.9867
4	1.221	0.8187	4.318	0.2318	3.5355	0.2829	1.4376
5	1.284	0.7788	5.540	0.1805	4.3143	0.2318	1.9001
6	1.350	0.7408	6.824	0.1466	5.0551	0.1978	2.3544
7	1.419	0.7047	8.174	0.1224	5.7598	0.1736	2.8004
8	1.492	0.6703	9.593	0.1043	6.4301	0.1555	3.2382
9	1.568	0.6376	11.064	0.0902	7.0678	0.1415	3.6678
10	1.649	0.6065	12.653	0.0790	7.6743	0.1303	4.0892
11	1.733	0.5770	14.301	0.0699	8.2513	0.1212	4.5026
12	1.822	0.5488	16.035	0.0624	8.8001	0.1138	4.9077
13	1.916	0.5221	17.857	0.0560	9.3221	0.1073	5.3049
14	2.014	0.4966	19.772	0.0506	9.8187	0.1019	5.6941
15	2.117	0.4724	21.786	0.0459	10.2911	0.0972	6.0753
16	2.226	0.4493	23.903	0.0418	10.7404	0.0931	6.4487
17	2.340	0.4274	26.129	0.0383	11.1678	0.0896	6.8143
18	2.460	0.4066	28.468	0.0351	11.5744	0.0864	7.1721
19	2.586	0.3868	30.928	0.0323	11.9611	0.0836	7.5222
20	2.718	0.3679	33.514	0.0298	12.3290	0.0811	7.8646
21	2.858	0.3499	36.232	0.0276	12.6789	0.0789	8.1996
22	3.004	0.3329	39.090	0.0256	13.0118	0.0769	8.5270
23	3.158	0.3166	42.094	0.0238	13.3284	0.0750	8.8471
24	3.320	0.3012	46.252	0.0221	13.6296	0.0734	9.1599
25	3.490	0.2865	49.572	0.0208	13.9161	0.0719	9.4654
26	3.669	0.2725	52.062	0.0192	14.1887	0.0705	9.7638
27	3.857	0.2593	55.732	0.0180	14.4479	0.0692	10.0551
28	4.056	0.2466	59.589	0.0168	14.6946	0.0681	10.3396
29	4.263	0.2346	63.644	0.0157	14.9291	0.0670	10.6170
30	4.482	0.2231	67.907	0.0147	15.1522	0.0660	10.8877
31	4.711	0.2123	72.389	0.0138	15.3645	0.0651	11.1517
32	4.953	0.2019	77.101	0.0130	15.5664	0.0643	11.4091
33	5.207	0.1921	82.054	0.0122	15.7584	0.0635	11.6601
34	5.474	0.1827	87.261	0.0115	15.9411	0.0627	11.9048
35	5.755	0.1738	92.735	0.0109	16.1149	0.0621	12.1429
40	7.389	0.1353	124.613	0.0080	16.8646	0.0593	13.2435
45	9.486	0.1054	165.548	0.0061	17.4485	0.0573	14.2024
50	12.183	0.0821	218.108	0.0046	17.9032	0.0559	15.0329
55	16.643	0.0639	285.592	0.0035	18.2573	0.0548	15.7460
60	20.086	0.0498	372.247	0.0027	18.5331	0.0540	16.3604
65	25.790	0.0388	483.516	0.0021	18.7479	0.0533	16.8822
70	33.115	0.0302	626.385	0.0016	18.9152	0.0529	17.3246
75	42.521	0.0235	809.834	0.0012	19.0485	0.0525	17.6979
80	54.596	0.0183	1046.367	0.0010	19.1489	0.0522	18.0116
85	70.106	0.0143	1347.843	0.0008	19.2280	0.0520	18.2742
90	90.017	0.0111	1736.206	0.0006	19.2875	0.0519	18.4931
95	115.584	0.0087	2234.671	0.0005	19.3354	0.0517	18.6751
100	148.413	0.0067	2875.171	0.0004	19.3728	0.0516	18.8258

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C6 - ضرائب مربوط ۶٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.062	0.9418	1.000	1.0000	0.9418	1.0618	0.0000
2	1.128	0.8869	2.062	0.4850	1.8287	0.5469	0.4850
3	1.197	0.8353	3.189	0.3136	2.6640	0.3754	0.9600
4	1.271	0.7866	4.387	0.2280	3.4506	0.2898	1.4251
5	1.350	0.7408	5.658	0.1768	4.1914	0.2386	1.8802
6	1.433	0.6977	7.008	0.1427	4.8891	0.2045	2.3254
7	1.522	0.6571	8.441	0.1186	5.5461	0.1803	2.7607
8	1.616	0.6188	9.963	0.1004	6.1649	0.1622	3.1862
9	1.716	0.5828	11.579	0.0864	6.7477	0.1482	3.6020
10	1.822	0.5488	13.296	0.0752	7.2966	0.1371	4.0080
11	1.935	0.5169	16.117	0.0662	7.8133	0.1280	4.4044
12	2.054	0.4868	17.062	0.0587	8.3001	0.1206	4.7912
13	2.181	0.4584	19.106	0.0523	8.7585	0.1142	5.1685
14	2.316	0.4317	21.268	0.0470	9.1902	0.1088	5.5363
15	2.460	0.4066	23.604	0.0424	9.5968	0.1042	5.8948
16	2.612	0.3829	26.064	0.0384	9.9797	0.1002	6.2442
17	2.773	0.3606	28.678	0.0348	10.3403	0.0967	6.5846
18	2.945	0.3396	31.449	0.0318	10.6798	0.0936	6.9157
19	3.127	0.3198	34.393	0.0291	10.9997	0.0909	7.2378
20	3.320	0.3012	37.520	0.0267	11.3009	0.0885	7.5514
21	3.526	0.2837	40.840	0.0245	11.5846	0.0863	7.8562
22	3.743	0.2671	44.366	0.0225	11.8517	0.0844	8.1525
23	3.976	0.2516	48.109	0.0208	12.1032	0.0826	8.4403
24	4.221	0.2369	52.084	0.0192	12.3402	0.0810	8.7199
25	4.482	0.2231	56.306	0.0178	12.5633	0.0796	8.9913
26	4.759	0.2101	60.786	0.0165	12.7734	0.0783	9.2548
27	5.053	0.1979	65.545	0.0153	12.9713	0.0771	9.5101
28	5.366	0.1864	70.598	0.0142	13.1577	0.0760	9.7578
29	5.697	0.1755	75.964	0.0132	13.3332	0.0750	9.9980
30	6.050	0.1653	81.661	0.0123	13.4985	0.0741	10.2307
31	6.424	0.1557	87.711	0.0114	13.6542	0.0732	10.4561
32	6.821	0.1466	94.135	0.0106	13.8008	0.0725	10.6743
33	7.243	0.1381	100.956	0.0099	13.9389	0.0718	10.8855
34	7.691	0.1300	108.196	0.0093	14.0689	0.0711	11.0899
35	8.166	0.1225	115.869	0.0086	14.1914	0.0705	11.2876
40	11.023	0.0907	162.091	0.0062	14.7046	0.0680	12.1809
45	14.880	0.0672	224.458	0.0045	15.0849	0.0663	12.9286
50	20.086	0.0496	308.646	0.0032	15.3665	0.0651	13.5619
55	27.113	0.0369	422.285	0.0024	15.5752	0.0642	14.0654
60	36.598	0.0273	575.683	0.0017	15.7296	0.0636	14.4662
65	49.402	0.0203	782.748	0.0013	15.8443	0.0631	14.8288
70	66.686	0.0150	1062.267	0.0010	15.9292	0.0628	15.1060
75	90.017	0.0111	1439.555	0.0007	15.9920	0.0625	15.3291
80	121.510	0.0082	1948.854	0.0005	16.0386	0.0624	15.5078
85	164.022	0.0061	2636.336	0.0004	16.0731	0.0622	15.6503
90	221.405	0.0045	3584.339	0.0003	16.0986	0.0621	15.7633
95	298.867	0.0034	4817.012	0.0002	16.1178	0.0621	15.8527
100	403.429	0.0026	6507.944	0.0002	16.1316	0.0620	15.9232

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C7 – ضرائب مربوط ۷٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.073	0.9324	1.000	1.0000	0.9324	1.0725	0.0000
2	1.150	0.8694	2.073	0.4825	1.8018	0.5550	0.4825
3	1.234	0.8106	3.223	0.3103	2.6123	0.3828	0.9534
4	1.323	0.7556	4.456	0.2244	3.3681	0.2969	1.4126
5	1.419	0 7047	5.780	0.1730	4.0726	0.2455	1.8603
6	1.522	0.6571	7.199	0.1389	4.7299	0.2114	2.2965
7	1.632	0.6126	8.721	0.1147	5.3425	0.1872	2.7211
8	1.751	0.5712	10.353	0.0966	5.9137	0.1691	3.1344
9	1.878	0.5326	12.104	0.0826	6.4463	0.1551	3.5364
10	2.014	0.4966	13.981	0.0715	6.9429	0.1440	3.9272
11	2.160	0.4630	15.995	0.0625	7.4059	0.1350	4.3069
12	2.316	0.4317	18.155	0.0551	7.8376	0.1276	4.6756
13	2.484	0.4025	20.471	0.0489	8.2401	0.1214	5.0334
14	2.664	0.3753	22.955	0.0436	8.6154	0.1161	5.3804
15	2.856	0.3499	25.620	0.0390	8.9654	0.1161	5.7168
16	3.065	0.3263	28.478	0.0351	9.2917	0.1075	6.0428
17	3.287	0.3042	31.542	0.0317	9.5959	0.1042	6.3585
18	3.525	0.2837	34.829	0.0287	9.8795	0.1012	6.6640
19	3.781	0.2645	38.355	0.0261	10.1440	0.0986	6.9598
20	4.055	0.2466	42.136	0.0237	10.3908	0.0963	7.2453
21	4.349	0.2299	46.191	0.0217	10.6205	0.0942	7.5215
22	4.665	0.2144	50.540	0.0198	10.8349	0.0923	7.7882
23	5.003	0.1999	55.205	0.0181	11.0348	0.0906	8.0456
24	5.366	0.1864	60.206	0.0166	11.2212	0.0891	8.2940
25	5.756	0.1738	65.573	0.0153	11.3949	0.0878	8.5335
26	6.172	0.1620	71.326	0.0140	11.5670	0.0865	8.7643
27	6 619	0.1511	77.500	0.0129	11.7080	0.0854	8.8867
28	7.099	0 1409	84.119	0.0119	11.8489	0.0844	9.2009
29	7.614	0.1313	91.218	0.0110	11.9802	0.0835	9.4070
30	8.166	0.1225	98.833	0.0101	12.1027	0.0828	9.6052
31	8.768	0.1142	106.999	0.0094	12.2169	0.0819	9.7958
32	9.393	0.1065	115.757	0.0086	12.3233	0.0812	9.9790
33	10.047	0.0993	125.150	0.0080	12.4226	0.0805	10.1550
34	10.805	0.0926	135.225	0.0074	12.5151	0.0799	10.3239
35	11.588	0.0863	146.030	0.0069	12.6014	0.0794	10.4860
40	16.445	0.0606	213.006	0.0047	12.9529	0.0772	11.2017
45	23.336	0.0429	308.049	0.0033	13.2006	0.0758	11.7768
50	33.115	0.0302	442.922	0.0023	13.3761	0.0748	12.2347
55	46.993	0.0213	634.316	0.0016	13.4981	0.0741	12.5967
60	66.686	0.0150	905.916	0.0011	13.5847	0.0736	12.9781
65	94.632	0.0106	1291.336	0.0008	13.6458	0.0733	13.0974
70	134.290	0.0076	1838.272	0.0006	13.6869	0.0731	13.2684
75	190.555	0.0053	2614.412	0.0004	13.7192	0.0729	13.3969
80	270.426	0.0037	3715.807	0.0003	13.7406	0.0728	13.4946
85	383.753	0.0026	5278.761	0.0002	13,7556	0.0727	13.5695
90	544.572	0.0018	7498.698	0.0001	13.7662	0.0727	13.6260
95	772.784	0.0013	10644.100	0.0001	13.7737	0.0726	13.6685
100	1096.633	0.0009	15110.476	0.0001	13.7790	0.0726	13.7003

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C8 – ضرائب مربوط ۸٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.083	0.9231	1.000	1.0000	0.9231	1.0833	0.0000
2	1.174	0.8622	2.083	0.4800	1.7763	0.5633	0.4800
3	1.271	0.7866	3.257	0.3071	2.5619	0.3903	0.9467
4	1.377	0.7262	4.528	0.2209	3.2880	0.3041	1.4002
5	1.492	0.6703	5.905	0.1694	3.9584	0.2526	1.8406
6	1.616	0.6188	7.397	0.1352	4.5772	0.2185	2.2678
7	1.751	0.5712	9.013	0.1110	5.1484	0.1942	2.6817
8	1.896	0.5273	10.764	0.0929	5.6757	0.1762	3.0829
9	2.054	0.4868	12.660	0.0790	6.1624	0.1623	3.4713
10	2.226	0.4493	14.715	0.0680	6.6117	0.1513	3.8470
11	2.411	0.4148	16.940	0.0590	7.0265	0.1423	4.2102
12	2.612	0.3829	19.351	0.0517	7.4094	0.1350	4.5611
13	2.829	0.3535	21.963	0.0455	7.7629	0.1288	4.8998
14	3.065	0.3263	24.792	0.0403	8.0891	0.1236	5.2266
15	3.320	0.3012	27.857	0.0359	8.3903	0.1192	5.5415
16	3.597	0.2780	31.177	0.0321	8.6684	0.1154	5.8449
17	3.896	0.2567	34.774	0.0288	8.9250	0.1121	6.1369
18	4.221	0.2369	38.670	0.0259	9.1620	0.1092	6.4178
19	4.572	0.2187	42.891	0.0233	9.3807	0.1066	6.6879
20	4.953	0.2019	47.463	0.0211	9.5826	0.1044	6.9473
21	5.366	0.1864	52.418	0.0191	9.7689	0.1024	7.1963
22	5.812	0.1721	57.781	0.0173	9.9410	0.1006	7.4352
23	6.297	0.1589	63.594	0.0157	10.0998	0.0990	7.6642
24	6.821	0.1466	69.890	0.0143	10.2464	0.0976	7.8836
25	7.389	0.1353	76.711	0.0130	10.3818	0.0963	8.0937
26	8.004	0.1249	84.100	0.0119	10.5067	0.0952	8.2948
27	8.671	0.1153	92.105	0.0109	10.6220	0.0942	8.4870
28	9.393	0.1065	100.776	0.0099	10.7285	0.0932	8.6707
29	10.178	0.0983	110.169	0.0091	10.8267	0.0924	8.8461
30	11.023	0.0907	120.345	0.0083	10.9175	0.0916	9.0136
31	11.941	0.0838	131.388	0.0076	11.0012	0.0909	9.1734
32	12.936	0.0773	143.309	0.0070	11.0785	0.0903	9.3257
33	14.013	0.0714	156.245	0.0064	11.1499	0.0897	9.4708
34	15.180	0.0659	170.258	0.0059	11.2157	0.0892	9.6090
35	16.445	0.0608	186.439	0.0054	11.2765	0.0887	9.7405
40	24.533	0.0408	282.647	0.0035	11.5172	0.0868	10.3068
45	36.598	0.0273	427.416	0.0023	11.6786	0.0856	10.7428
50	54.599	0.0193	643.536	0.0016	11.7866	0.0849	11.0738
55	81.451	0.0123	965.947	0.0010	11.8593	0.0843	11.3230
60	121.510	0.0082	1446.928	0.0007	11.9079	0.0840	11.5088
65	181.272	0.0055	2164.469	0.0005	11.9404	0.0838	11.6461
70	270.426	0.0037	3234.913	0.0003	11.9623	0.0836	11.7469
75	403.429	0.0025	4831.826	0.0002	11.9769	0.0835	11.8203
80	601.845	0.0017	7214.146	0.0002	11.9867	0.0834	11.8735
85	897.847	0.0011	10768.146	0.0001	11.9933	0.0834	11.9119
90	1339.431	0.0008	16070.091	0.0001	11.9977	0.0834	11.9394
95	1998.196	0.0005	23979.664	0.0001	12.0007	0.0833	11.9591
100	2980.958	0.0004	35779.360	0.0000	12.0026	0.0833	11.9731

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C9 – ضرائب مربوط ۹٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.094	0.9139	1.000	1.0000	0.9139	1.0942	0.0000
2	1.197	0.8353	2.094	0.4775	1.7492	0.5717	0.4775
3	1.310	0.7634	3.291	0.3038	2.5126	0.3980	0.9401
4	1.433	0.6977	4.601	0.2173	3.2103	0.3116	1.3879
5	1.566	0.6376	6.036	0.1657	3.8479	0.2599	1.8206
6	1.716	0.5826	7.603	0.1315	4.4306	0.2257	2.2388
7	1.878	0.5326	9.319	0.1073	4.9632	0.2016	2.6424
8	2.054	0.4868	11.197	0.0893	5.4500	0.1835	3.0316
9	2.248	0.4449	13.251	0.0755	5.8948	0.1697	3.4065
10	2.460	0.4066	15.499	0.0645	6.3014	0.1587	3.7674
11	2.691	0.3716	17.959	0.0557	6.6730	0.1499	4.1145
12	2.945	0.3396	20.650	0.0484	7.0126	0.1426	4.4479
13	3.222	0.3104	23.594	0.0424	7.3230	0.1365	4.7680
14	3.525	0.2837	26.816	0.0373	7.6066	0.1315	5.0750
15	3.857	0.2593	30.342	0.0330	7.8658	0.1271	5.3691
16	4.221	0.2369	34.199	0.0293	8.1026	0.1234	5.6507
17	4.618	0.2165	38.420	0.0260	8.3193	0.1202	5.9201
18	5.053	0.1979	43.036	0.0232	8.5172	0.1174	6.1776
19	5.529	0.1809	48.091	0.0208	8.6981	0.1150	6.4234
20	6.050	0.1653	53.620	0.0187	8.8634	0.1128	6.6579
21	6.619	0.1511	59.670	0.0168	9.0144	0.1109	6.8815
22	7.243	0.1381	66.289	0.0151	9.1525	0.1093	7.0945
23	7.925	0.1262	73.532	0.0136	9.2787	0.1078	7.2972
24	8.671	0.1153	81.457	0.0123	9.3940	0.1065	7.4900
25	9.489	0.1054	90.129	0.0111	9.4994	0.1053	7.6732
26	10.381	0.0963	99.618	0.0100	9.5958	0.1042	7.8471
27	11.359	0.0880	109.997	0.0091	9.6838	0.1033	8.0122
28	12.429	0.0805	121.356	0.0083	9.7643	0.1024	8.1688
29	13.599	0.0735	133.784	0.0075	9.8378	0.1017	8.3168
30	14.880	0.0672	147.383	0.0068	9.9050	0.1010	8.4572
31	16.281	0.0614	162.263	0.0062	9.9664	0.1003	8.5900
32	17.814	0.0561	178.544	0.0056	10.0225	0.0998	8.7155
33	19.492	0.0513	196.359	0.0051	10.0739	0.0993	8.8341
34	21.325	0.0469	215.850	0.0046	10.1207	0.0988	8.9460
35	23.336	0.0429	237.178	0.0042	10.1636	0.0984	9.0518
40	38.599	0.0273	379.004	0.0027	10.3296	0.0968	9.4980
45	57.397	0.0174	598.883	0.0017	10.4336	0.0959	9.8207
50	90.017	0.0111	946.238	0.0011	10.5007	0.0952	10.0569
55	141.175	0.0071	1488.463	0.0007	10.5434	0.0949	10.2263
60	221.406	0.0045	2340.410	0.0004	10.5707	0.0946	10.3464
65	347.234	0.0029	3678.529	0.0003	10.5880	0.0946	10.4309
70	544.572	0.0019	5771.975	0.0002	10.5991	0.0944	10.4598
75	864.059	0.0012	9056.298	0.0001	10.5062	0.0943	10.5307
80	1339.431	0.0008	14212.274	0.0001	10.6107	0.0943	10.5588
85	2100.548	0.0005	22295.318	0.0001	10.6136	0.0942	10.5781
90	3294.458	0.0003	34972.053	0.0000	10.6154	0.0942	10.5913
95	5166.754	0.0002	54853.132	0.0000	10.6166	0.0942	10.6002
100	8103.084	0.0001	86032.870	0.0000	10.6173	0.0942	10.6063

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C10 – ضرائب مربوط ۱۰٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.105	0.9048	1.000	1.0000	0.9048	1.1052	0.0000
2	1.221	0.8187	2.105	0.4750	1.7236	0.5802	0.4750
3	1.350	0.7408	3.327	0.3006	2.4644	0.4058	0.9335
4	1.492	0.6703	4.676	0.2138	3.1347	0.3190	1.3754
5	1.649	0.6065	6.166	0.1621	3.7412	0.2673	1.8009
6	1.822	0.5488	7.817	0.1279	4.2901	0.2331	2.2101
7	2.014	0.4966	9.639	0.1038	4.7866	0.2089	2.6033
8	2.226	0.4493	11.653	0.0858	5.2360	0.1910	2.9806
9	2.460	0.4066	13.876	0.0721	5.6425	0.1772	3.3423
10	2.718	0.3679	16.338	0.0612	6.0104	0.1664	3.6886
11	3.004	0.3329	19.066	0.0525	6.3433	0.1577	4.0198
12	3.320	0.3012	22.060	0.0453	6.6445	0.1505	4.3362
13	3.669	0.2725	25.381	0.0394	6.8170	0.1446	4.6381
14	4.055	0.2466	29.060	0.0344	7.1636	0.1396	4.9260
15	4.482	0.2231	33.105	0.0302	7.3867	0.1354	5.2001
16	4.953	0.2019	37.867	0.0266	7.6886	0.1316	5.4608
17	5.474	0.1827	42.540	0.0235	7.7713	0.1287	5.7086
18	6.050	0.1653	45.014	0.0208	7.9366	0.1260	5.9437
19	6.686	0.1496	54.063	0.0185	8.0862	0.1237	6.1667
20	7.389	0.1353	60.749	0.0166	8.2216	0.1216	6.3780
21	8.166	0.1225	68.138	0.0147	8.3440	0.1198	6.5779
22	9.025	0.1108	76.305	0.0131	8.4548	0.1183	6.7669
23	9.974	0.1003	85.330	0.0117	8.5550	0.1169	6.9454
24	11.023	0.0907	95.304	0.0105	8.6458	0.1157	7.1139
25	12.183	0.0821	106.327	0.0094	8.7279	0.1146	7.2727
26	13.464	0.0743	118.509	0.0084	8.8021	0.1136	7.4223
27	14.880	0.0672	131.973	0.0075	8.8693	0.1128	7.8631
28	16.445	0.0608	146.853	0.0066	8.9301	0.1120	7.8954
29	18.174	0.0550	163.297	0.0061	8.9662	0.1113	7.8196
30	20.066	0.0498	181.472	0.0055	9.0349	0.1107	7.9366
31	22.196	0.0451	201.587	0.0050	9.0800	0.1101	8.0469
32	24.533	0.0408	223.766	0.0045	9.1208	0.1097	8.1486
33	27.113	0.0369	248.266	0.0040	9.1578	0.1092	8.2446
34	29.964	0.0334	276.400	0.0036	9.1910	0.1088	8.3346
35	33.115	0.0302	305.364	0.0033	9.2212	0.1085	9.4186
40	54.598	0.0183	509.629	0.0020	9.3342	0.1071	8.7620
45	90.017	0.0111	846.404	0.0012	9.4027	0.1064	9.0025
50	148.413	0.0067	1401.653	0.0007	9.4443	0.1059	9.1692
55	244.692	0.0041	2317.104	0.0004	9.4695	0.1056	9.2626
60	403.429	0.0025	3826.427	0.0003	9.4848	0.1054	9.3592
65	665.142	0.0015	6314.879	0.0002	9.4940	0.1053	9.4105
70	1096.633	0.0009	10417.644	0.0001	9.4397	0.1053	9.4448
75	1808.042	0.0006	17181.959	0.0001	9.5031	0.1052	9.4668
80	2980.956	0.0004	28334.430	0.0001	9.5062	0.1052	9.4815
85	4914.769	0.0002	46721.745	0.0000	9.5064	0.1052	9.4910
90	8103.084	0.0001	77037.303	0.0000	9.5072	0.1052	9.4972
95	13359.727	0.0001	127019.209	0.0000	9.5076	0.1052	9.5012
100	22026.466	0.0001	209425.440	0.0000	9.5079	0.1052	9.5038

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C11 – ضرائب مربوط ۱۱٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت یکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.116	0.8958	1.000	1.0000	0.8958	1.1163	0.0000
2	1.246	0.8025	2.116	0.4725	1.6984	0.5888	0.4725
3	1.391	0.7189	3.362	0.2974	2.4173	0.4137	0.9288
4	1.553	0.8440	4.753	0.2104	3.0613	0.3267	1.3630
5	1.733	0.5769	6.306	0.1586	3.6383	0.2749	1.7811
6	1.935	0.5169	8.039	0.1244	4.1551	0.2407	2.1815
7	2.160	0.4630	9.974	0.1003	4.6181	0.2165	2.5644
8	2.411	0.4148	12.134	0.0824	5.0329	0.1987	2.9299
9	2.691	0.3716	14.545	0.0688	5.4045	0.1850	3.2785
10	3.004	0.3329	17.236	0.0580	5.7374	0.1743	3.6105
11	3.353	0.2982	20.240	0.0494	6.0356	0.1657	3.9262
12	3.743	0.2671	23.594	0.0424	6.3027	0.1587	4.2260
13	4.179	0.2393	27.337	0.0366	6.5420	0.1529	4.5104
14	4.666	0.2144	31.516	0.0317	6.7564	0.1480	4.7797
15	5.207	0.1920	36.180	0.0278	6.9484	0.1439	5.0346
16	5.812	0.1720	41.387	0.0242	7.1205	0.1404	5.2754
17	6.486	0.1541	47.200	0.0212	7.2746	0.1375	5.5026
18	7.243	0.1381	53.688	0.0186	7.4127	0.1349	5.7167
19	8.085	0.1237	60.931	0.0164	7.5364	0.1327	5.9183
20	9.025	0.1108	69.016	0.0145	7.6472	0.1308	6.1079
21	10.074	0.0993	78.041	0.0128	7.7464	0.1291	6.2859
22	11.248	0.0889	88.115	0.0113	7.8353	0.1278	6.4529
23	12.554	0.0797	99.361	0.0101	7.9150	0.1263	6.6093
24	14.013	0.0714	111.915	0.0089	7.9864	0.1252	6.7558
25	15.643	0.0639	125.928	0.0079	8.0503	0.1242	6.8927
26	17.462	0.0573	141.570	0.0071	8.1078	0.1233	7.0208
27	19.492	0.0513	159.032	0.0063	8.1589	0.1226	7.1400
28	21.758	0.0460	178.624	0.0056	8.2048	0.1218	7.2512
29	24.268	0.0412	200.282	0.0050	8.2460	0.1213	7.3548
30	27.113	0.0389	224.571	0.0045	8.2829	0.1207	7.4512
31	30.265	0.0330	251.683	0.0040	8.3159	0.1203	7.5408
32	33.784	0.0298	281.949	0.0035	8.3455	0.1198	7.6240
33	37.713	0.0265	315.733	0.0032	8.3720	0.1194	7.7012
34	42.098	0.0238	353.446	0.0028	8.3958	0.1191	7.7726
35	46.993	0.0213	395.544	0.0025	8.4171	0.1188	7.8391
40	81.451	0.0123	691.863	0.0014	8.4945	0.1177	8.1029
45	141.175	0.0071	1206.615	0.0008	8.5392	0.1171	8.2790
50	244.692	0.0041	2095.769	0.0005	8.5649	0.1168	8.3949

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C12 – ضرائب مربوط ۱۲٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.128	0.8869	1.000	1.0000	0.8869	1.1275	0.0000
2	1.271	0.7866	2.128	0.4700	1.6738	0.5975	0.4700
3	1.433	0.8977	3.399	0.2942	2.3712	0.4217	0.9202
4	1.616	0.6188	4.832	0.2070	2.9900	0.3346	1.3806
5	1.822	0.5488	6.448	0.1551	3.5388	0.2826	1.7615
6	2.054	0.4868	8.270	0.1209	4.0256	0.2484	2.1531
7	2.315	0.4317	10.325	0.0969	4.4573	0.2244	2.5257
8	2.612	0.3829	12.641	0.0791	4.8402	0.2066	2.8796
9	2.945	0.3396	15.253	0.0658	5.1798	0.1931	3.2153
10	3.320	0.3012	18.197	0.0550	5.4810	0.1828	3.5332
11	3.743	0.2671	21.518	0.0466	5.7481	0.1740	3.8337
12	4.221	0.2369	25.261	0.0396	5.9850	0.1671	4.1174
13	4.759	0.2101	29.482	0.0339	6.1952	0.1814	4.3848
14	5.366	0.1864	34.241	0.0292	6.3815	0.1667	4.6364
15	6.050	0.1653	39.606	0.0253	6.5469	0.1628	4.8728
16	6.821	0.1466	45.656	0.0219	6.6936	0.1494	5.0947
17	7.691	0.1300	52.477	0.0191	6.8238	0.1466	5.3025
18	8.671	0.1153	60.167	0.0166	6.9388	0.1441	5.4969
19	9.777	0.1023	68.836	0.0145	7.0411	0.1420	5.6785
20	11.023	0.0907	78.616	0.0127	7.1318	0.1402	5.8480
21	12.429	0.0805	89.636	0.0112	7.2123	0.1387	6.0058
22	14.013	0.0714	102.067	0.0098	7.2836	0.1373	6.1528
23	15.800	0.0633	116.080	0.0086	7.3469	0.1361	6.2893
24	17.814	0.0561	131.880	0.0076	7.4031	0.1351	6.4160
25	20.086	0.0496	149.694	0.0067	7.4528	0.1342	6.5334
26	22.646	0.0442	169.780	0.0059	7.4970	0.1334	6.6422
27	25.534	0.0392	192.426	0.0052	7.5362	0.1327	6.7426
28	28.789	0.0347	217.960	0.0046	7.5709	0.1321	6.8358
29	32.460	0.0308	246.749	0.0041	7.6017	0.1316	6.9215
30	36.598	0.0273	279.209	0.0036	7.6290	0.1311	7.0006
31	41.264	0.0242	315.807	0.0032	7.6533	0.1307	7.0734
32	46.525	0.0215	357.071	0.0028	7.6748	0.1303	7.1404
33	52.457	0.0191	403.597	0.0025	7.6938	0.1300	7.2020
34	59.145	0.0169	456.054	0.0022	7.7107	0.1297	7.2586
35	66.686	0.0150	515.200	0.0020	7.7257	0.1294	7.3106
40	121.510	0.0082	945.203	0.0011	7.7786	0.1286	7.5114
45	221.406	0.0046	1726.720	0.0006	7.8079	0.1281	7.6392
50	403.429	0.0025	3156.362	0.0003	7.8239	0.1278	7.7191

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C13 – ضرائب مربوط ۱۳٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.139	0.8781	1.000	1.0000	0.8781	1.1388	0.0000
2	1.297	0.7711	2.139	0.4675	1.6491	0.6064	0.4675
3	1.477	0.6771	3.436	0.2911	2.3262	0.4299	0.9136
4	1.682	0.5945	4.913	0.2036	2.9207	0.3424	1.3383
5	1.916	0.5220	6.595	0.1516	3.4428	0.2905	1.7419
6	2.181	0.4584	8.510	0.1175	3.9012	0.2563	2.1247
7	2.484	0.4025	10.692	0.0935	4.3037	0.2324	2.4872
8	2.829	0.3535	13.176	0.0759	4.6572	0.2147	2.8297
9	3.222	0.3104	16.005	0.0625	4.9675	0.2013	3.1527
10	3.669	0.2725	19.227	0.0520	5.2401	0.1908	3.4568
11	4.179	0.2393	22.897	0.0437	5.4794	0.1825	3.7426
12	4.759	0.2101	27.075	0.0369	5.6895	0.1758	4.0106
13	5.419	0.1845	31.834	0.0314	5.8740	0.1702	4.2616
14	6.172	0.1620	37.254	0.0268	6.0360	0.1657	4.4962
15	7.029	0.1423	43.425	0.0230	6.1783	0.1619	4.7150
16	8.004	0.1249	50.454	0.0198	6.3032	0.1586	4.9189
17	9.116	0.1097	58.459	0.0171	6.4129	0.1559	5.1084
18	10.381	0.0963	67.574	0.0148	6.5093	0.1536	5.2844
19	11.822	0.0846	77.956	0.0128	6.5938	0.1517	5.4476
20	13.464	0.0743	89.778	0.0111	6.6681	0.1500	5.5985
21	15.333	0.0652	103.242	0.0097	6.7334	0.1485	5.7380
22	17.462	0.0573	118.575	0.0084	6.7908	0.1473	5.8667
23	19.886	0.0503	136.036	0.0074	6.8409	0.1462	5.9853
24	22.646	0.0442	155.922	0.0064	6.8851	0.1452	6.0944
25	25.790	0.0388	178.568	0.0056	6.9238	0.1444	6.1947
26	29.371	0.0340	204.359	0.0049	6.9579	0.1437	6.2867
27	33.448	0.0299	233.729	0.0043	6.9876	0.1431	6.3710
28	38.092	0.0263	267.178	0.0037	7.0140	0.1426	6.4483
29	43.380	0.0231	305.269	0.0033	7.0371	0.1421	6.5189
30	49.402	0.0202	348.650	0.0029	7.0573	0.1417	6.5833
31	56.261	0.0178	398.052	0.0025	7.0751	0.1413	6.6422
32	64.072	0.0156	454.313	0.0022	7.0907	0.1410	6.6958
33	72.965	0.0137	518.384	0.0019	7.1044	0.1408	6.7446
34	83.098	0.0120	591.351	0.0017	7.1165	0.1405	6.7890
35	94.632	0.0106	674.447	0.0015	7.1270	0.1403	6.8293
40	181.272	0.0055	1298.526	0.0008	7.1634	0.1396	6.9813
45	347.234	0.0029	2493.974	0.0004	7.1824	0.1392	7.0732
50	665.142	0.0015	4783.904	0.0002	7.1923	0.1390	7.1279

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C14 - ضرائب مربوط ۱۴٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.150	0 8694	1 000	1.0000	0 8694	1.1503	0 0000
2	1.323	0 7558	2.150	0.4651	1.6251	0.6153	0 4651
3	1.522	0 6570	3 473	0.2879	2.2822	0.4382	0.9070
4	1.751	0.5712	4.995	0.2002	2.8534	0.3505	1 3260
5	2 014	0.4966	6.746	0.1482	3.3500	0.2985	1.7224
6	2 316	0.4317	8 760	0.1142	3 7817	0.2644	2 0965
7	2.664	0.3753	11.076	0.0903	4.1670	0.2406	2 4489
8	3 066	0.3263	13.741	0.0728	4.4833	0.2231	2.7802
9	3.525	0.2837	16.805	0.0595	4.7669	0.2098	3.0908
10	4 055	0.2466	20.331	0 0492	5 0135	0 1995	3 3814
11	4 665	0.2144	24.386	0.0410	5.2279	0.1913	3.6528
12	5.366	0.1864	29 051	0.0344	5.4143	0 1847	3.9057
13	6 172	0.1620	34 416	0 0291	5.5763	0 1793	4.1409
14	7 099	0 1409	40.588	0 0246	5.7172	0 1749	4.3592
15	8 166	0 1225	47 687	0.0210	5.8396	0 1712	4 6614
16	9 393	0 1065	55 854	0.0179	5 9461	0.1682	4 7482
17	10 805	0.0926	65.247	0.0153	6.0386	0.1658	4.9207
18	12.429	0 0805	76 052	0.0131	6.1191	0.1634	5.0795
19	14.296	0.0699	88.480	0.0113	6.1890	0.1616	5.2255
20	16.445	0.0608	102.777	0.0097	6.2499	0.1600	5.3596
21	18.916	0.0529	119 221	0.0084	6.3027	0.1587	5.4824
22	21.758	0.0460	138.137	0.0072	6 3487	0.1575	5.5947
23	25.028	0 0400	159.896	0.0063	6.3888	0.1565	5.8973
24	28.789	0.0347	184.924	0.0054	6.4234	0.1557	5.7909
25	33.115	0.0302	213.713	0.0047	6.4536	0.1550	5.8761
26	38.092	0.0263	246.828	0.0041	6.4798	0.1543	5.9536
27	43.816	0.0228	284.920	0.0035	6.5026	0.1538	6.0239
28	50.400	0.0198	328.736	0.0030	6.5225	0.1533	6.0877
29	57 974	0.0172	379.137	0.0028	6.5397	0.1529	6.1455
30	66.686	0.0150	437.111	0.0023	6.5547	0.1526	6.1978
31	76.708	0.0130	503.797	0.0020	6.5678	0.1523	6 2451
32	88.235	0.0113	680.505	0.0017	6.5791	0.1520	6.2677
33	101.494	0.0099	668.740	0.0015	6.6890	0.1518	6.3261
34	116.746	0.0066	770.234	0.0013	6.5975	0.1516	6.3608
35	134.290	0.0074	886.980	0 0011	6.6050	0.1514	6.3919
40	270.426	0.0037	1792.903	0.0008	6.5299	0.1508	6.5061
46	544.572	0.0018	3617.210	0.0003	6.5423	0.1506	6.5717
50	1095.633	0.0009	7290.913	0.0001	6.6485	0.1504	6.6089

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C15 – ضرائب مربوط ۱۵٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.162	0.8607	1.000	1.0000	0.8607	1.1618	0.0000
2	1.350	0.7408	2.152	0.4625	1.6015	0.6244	0.4526
3	1.569	0.6376	3.512	0.2946	2.2392	0.4466	0.9004
4	1.822	0.5489	5.080	0.1969	2.7880	0.3587	1.3137
5	2.117	0.4724	6.902	0.1449	3.2603	0.3067	1.7029
6	2.460	0.4066	9.019	0.1109	3.6669	0.2727	2.0686
7	2.858	0.3499	11.479	0.0871	4.0168	0.2490	2.4110
8	3.320	0.3012	14.336	0.0698	4.3180	0.2316	2.7311
9	3.857	0.2593	17.657	0.0566	4.5773	0.2185	3.0295
10	4.482	0.2231	21.514	0.0465	4.8004	0.2083	3.3070
11	5.207	0.1921	25.996	0.0385	4.9925	0.2003	3.5645
12	6.050	0.1653	31.203	0.0321	5.1578	0.1939	3.8028
13	7.029	0.1423	37.252	0.0269	5.3000	0.1887	4.0228
14	8.166	0.1225	44.281	0.0226	5.4225	0.1844	4.2255
15	9.488	0.1054	52.447	0.0191	5.5279	0.1809	4.4119
16	11.023	0.0907	61.935	0.0162	5.6186	0.1780	4.5829
17	12.807	0.0781	72.958	0 0137	5.6967	0.1755	4.7394
18	14.880	0.0672	85.765	0.0117	5.7639	0.1735	4.8823
19	17.288	0.0579	100.645	0.0099	5.8217	0.1718	5.0127
20	20.086	0.0498	117.933	0.0085	5.8715	0.1703	5.1313
21	23.336	0.0429	138.018	0.0073	5.9144	0.1691	5.2390
22	27.113	0.0369	161.354	0.0062	5.9513	0.1680	5.3367
23	31.500	0.0318	188.467	0.0053	5.9830	0.1672	5.4251
24	36.598	0.0273	219.967	0.0046	6.0103	0.1664	5.5050
25	42.521	0 0235	256.565	0.0039	6.0339	0.1657	5.5771
26	49.402	0.0203	299.087	0.0034	6.0541	0.1652	5.8420
27	67.397	0.0174	348.489	0.0029	6.0715	0.1647	6.7004
28	68.588	0.0150	406.886	0.0025	6.0865	0.1643	5.7529
29	77.476	0.0129	472.573	0.0021	6.0994	0.1640	5.8000
30	90.017	0.0111	550.051	0.0018	6.1105	0.1637	5.8422
31	104.566	0.0096	640.068	0.0016	6.1201	0.1634	5.8799
32	121.510	0.0082	744.653	0.0014	6.1283	0.1632	5.9136
33	141.175	0.0071	866.164	0.0012	6.1354	0.1630	5.9438
34	164.022	0.0061	1007.339	0.0010	6.1415	0.1628	5.9706
35	190.566	0.0053	1171.361	0.0009	6.1467	0.1627	5.9945
40	403.429	0.0025	2466.673	0.0004	6.1639	0.1622	6.0796
45	654.059	0.0012	5271.186	0.0002	6.1719	0.1620	6.1264
50	1808.042	0.0006	11166.006	0.0001	6.1758	0.1619	6.1515

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C16 – ضرائب مربوط ۱۶٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.174	0 8521	1.000	1.0000	0.8621	1.1735	0 0000
2	1 377	0.7261	2.174	0.4601	1.6783	0.6330	0.4601
3	1 616	0 6188	3.551	0.2816	2.1971	0.4552	0.8938
4	1 896	0.5273	5 167	0 1936	2 7244	0.3671	1.3014
5	2 226	0.4493	7.063	0.1416	3.1737	0.3161	1.6835
6	2.612	0.3829	9.289	0 1077	3.5566	0.2812	2.0405
7	3 065	0.3263	11.900	0.0840	3.8829	0.2575	2.3733
8	3.597	0.2780	14.965	0 0668	4.1609	0.2403	2.6824
9	4.221	0.2369	18.562	0.0539	4.3978	0.2274	2.9689
10	4.953	0.2019	22.783	0.0439	4.5997	0.2174	3.2336
11	5.812	0.1720	27.736	0.0361	4.7718	0.2096	3.4776
12	6 821	0.1466	33.548	0.0298	4.9184	0.2033	3.7018
13	8 004	0.1249	40.369	0.0248	5.0433	0.1983	3.9074
14	9.393	0 1065	48.374	0.0207	5.1498	0.1942	4.0953
15	11 023	0.0907	57.767	0.0173	5.2405	0.1908	4.2668
16	12 936	0.0773	68.790	0.0145	5.3178	0.1880	4.4228
17	15 180	0.0659	81.725	0.0122	5.3837	0.1857	4.5645
18	17.814	0.0561	96.906	0.0103	5.4398	0.1838	4.6928
19	20 905	0.0478	114.720	0.0087	5.4876	0.1822	4.8088
20	24 533	0.0408	135.626	0.0074	5.5284	0.1809	4.9134
21	28 789	0.0347	160.158	0.0062	5.5631	0.1798	5.0076
22	33.784	0 0296	188.947	0 0053	5.5927	0.1788	6.0923
23	39.646	0.0252	222.732	0.0045	5.6180	0.1780	5.1682
24	46.525	0.0215	262.378	0.0038	5.6395	0.1773	5.2362
25	54.598	0 0183	308.904	0.0032	5.6578	0.1767	5.2969
26	64 071	0.0156	363.502	0.0028	5.6734	0.1763	5.3511
27	75 189	0 0133	427.573	0.0023	5.6867	0.1758	5.3994
26	88 235	0.0113	602.762	0.0020	5.6980	0.1756	5.4424
29	103 644	0.0097	590.997	0.0017	5.7077	0.1752	5.4805
30	121.510	0.0082	694.541	0.0014	5.7159	0.1750	5.5144
31	142.594	0 0070	816.051	0.0012	5.7229	0.1747	5.5444
32	167.335	0.0060	958.645	0.0010	5.7289	0.1746	5.5709
33	196.370	0 0051	1125 981	0.0009	5.7340	0.1744	5.5944
34	230.442	0.0043	1322.351	0.0008	5.7383	0.1743	5.8151
35	270.426	0.0037	1552.793	0.0008	5.7420	0.1742	5.6334
40	601.845	0.0017	3462.887	0.0003	5.7538	0.1738	5.6968
45	1339.431	0.0007	7713.815	0.0001	5.7590	0.1736	6.7297
50	2980.958	0.0003	17174.474	0.0001	5.7614	0.1736	5.7466

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C17 – ضرائب مربوط ۱۷٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.185	0.8437	1.000	1.0000	0.8437	1.1853	0.0000
2	1.405	0.7118	2.185	0.4576	1.5564	0.6429	0.4578
3	1.665	0.6005	3.590	0.2785	2.1569	0.4638	0.8872
4	1.974	0.5066	5.256	0.1903	2.6625	0.3756	1.2892
5	2.340	0.4274	7.229	0.1383	3.0900	0.3236	1.6642
6	2.773	0.3606	9.569	0.1045	3.4506	0.2898	2.0128
7	3.287	0.3042	12.342	0.0810	3.7548	0.2663	2.3358
8	3.896	0.2567	15.629	0.0640	4.0114	0.2493	2.6343
9	4.618	0.2165	19.526	0.0512	4.2280	0.2365	2.9091
10	5.474	0.1827	24.144	0.0414	4.4107	0.2267	3.1614
11	6.488	0.1541	29.618	0.0338	4.5648	0.2191	3.3922
12	7.691	0.1300	38.106	0.0277	4.6948	0.2130	3.6030
13	9.116	0.1097	43.797	0.0228	4.8045	0.2081	3.7947
14	10.805	0.0926	52.912	0.0189	4.8971	0.2042	3.9687
15	12.807	0.0781	63.717	0.0157	4.9761	0.2010	4.1261
16	15.180	0.0859	76.524	0.0131	5.0410	0.1984	4.2682
17	17.993	0.0556	91.705	0.0109	5.0966	0.1962	4.3981
18	21.328	0.0469	109.698	0.0091	5.1435	0.1944	4.5110
19	25.280	0.0396	131.025	0.0076	5.1830	0.1929	4.6140
20	29.964	0.0334	156.305	0.0064	5.2164	0.1917	4.7060
21	35.517	0.0282	186.269	0.0054	5.2446	0.1907	4.7881
22	42.098	0.0238	221.786	0.0045	5.2683	0.1898	4.8612
23	49.899	0.0200	263 884	0.0038	5.2884	0.1891	4.9262
24	59.145	0.0169	313.783	0.0032	5.3053	0.1885	4.9838
25	70.105	0.0143	372.928	0.0027	5.3195	0.1880	5.0347
26	83.096	0.0120	443.034	0.0023	5.3316	0.1876	5.0798
27	98.494	0.0102	526.130	0.0019	5.3417	0.1872	5.1196
28	116.746	0.0086	624.624	0.0016	5.3503	0.1869	5.1546
29	138.379	0.0072	741.370	0.0013	5.3575	0.1867	5.1854
30	164.022	0.0061	879.750	0.0011	5.3636	0.1864	5.2126
31	194.416	0.0051	1043.772	0.0010	5.3688	0.1863	5.2362
32	230.442	0.0043	1238.188	0.0008	5.3731	0.1861	5.2570
33	273.144	0.0037	1468.630	0.0007	5.3768	0.1860	5.2753
34	323.759	0.0031	1741.774	0.0006	5.3798	0.1859	5.2912
35	383.753	0.0026	2065.533	0.0005	5.3825	0.1858	5.3051
40	897.847	0.0011	4839.848	0.0002	5.3905	0.1855	5.3519
35	2100.646	0.0005	11330.764	0.0001	5.3939	0.1854	5.3751
50	4914.769	0.0002	28517.216	0.0000	5.3964	0.1853	5.3863

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C18 – ضرائب مربوط ۱۸٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.197	0.8363	1.000	1.0000	0.8363	1.1972	0.0000
2	1.433	0.6977	2.197	0.4551	1.5329	0.6523	0.4551
3	1.716	0.6827	3.631	0.2754	2.1167	0.4727	0.8808
4	2.054	0.4868	5.347	0.1870	2.6024	0.3843	1.2770
5	2.460	0.4066	7.401	0.1351	3.0090	0.3323	1.6450
6	2.945	0.3396	9.861	0.1014	3.3488	0.2986	1.9852
7	3.525	0.2837	12.805	0.0781	3.6323	0.2753	2.2987
8	4.221	0.2369	16.331	0.0612	3.8692	0.2586	2.5866
9	6.053	0.1979	20.551	0.0487	4.0671	0.2459	2.8500
10	6.050	0.1653	25.604	0.0391	4.2324	0.2363	3.0902
11	7.243	0.1381	31.654	0.0316	4.3705	0.2288	3.3085
12	8.671	0.1153	38.897	0.0257	4.4858	0.2229	3.5062
13	10.381	0.0963	47.568	0.0210	4.5821	0.2182	3.6848
14	12.429	0.0806	57.949	0.0173	4.6626	0.2145	3.8456
15	14.880	0.0672	70.378	0.0142	4.7298	0.2114	3.9898
16	17.814	0.0561	85.258	0.0117	4.7859	0.2089	4.1190
17	21.328	0.0469	103.072	0.0097	4.8328	0.2069	4.2342
18	25.534	0.0392	124.399	0.0080	4.8720	0.2053	4.3369
19	30.569	0.0327	149.933	0.0067	4.9047	0.2039	4.4280
20	36.598	0.0273	180.503	0.0055	4.9320	0.2028	4.5087
21	43.816	0.0228	217.101	0.0046	4.9548	0.2018	4.5801
22	52.457	0.0191	260.917	0.0038	4.9739	0.2010	4.6430
23	62.803	0.0159	313.374	0.0032	4.9898	0.2004	4.6984
24	75.189	0.0133	378.177	0.0027	5.0031	0.1999	4.7470
25	90.017	0.0111	451.366	0.0022	5.0142	0.1994	4.7897
26	107.770	0.0093	541.383	0.0018	5.0235	0.1991	4.8270
27	129.024	0.0078	649.153	0.0015	5.0312	0.1988	4.8597
28	154.470	0.0065	778.177	0.0013	5.0377	0.1985	4.8881
29	184.934	0.0054	932.647	0.0011	5.0431	0.1983	4.9129
30	221.406	0.0045	1117.581	0.0009	5.0476	0.1981	4.9344
31	265.072	0.0038	1338.988	0.0007	5.0514	0.1980	4.9532
32	317.346	0.0032	1604.059	0.0008	5.0546	0.1978	4.9694
33	379.935	0.0026	1921.408	0.0005	5.0572	0.1977	4.9835
34	454.865	0.0022	2301.343	0.0004	5.0594	0.1977	4.9958
35	544.572	0.0018	2756.207	0.0004	5.0612	0.1976	5.0062
40	1339.431	0.0007	6786.577	0.0001	5.0668	0.1974	5.0407
45	3294.468	0.0003	16699.686	0.0001	5.0690	0.1973	5.0589
50	8103.084	0.0001	41082.001	0.0000	5.0699	0.1972	5.0644

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C19 - ضرائب مربوط ۱۹٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته‌نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.209	0.8270	1.000	1.0000	0.8270	1.2092	0.0000
2	1.462	0.6839	2 209	0.4526	1.5108	0.6619	0.4526
3	1.768	0.5655	3.672	0.2724	2.0783	0.4818	0.8741
4	2.138	0.4677	5.440	0.1838	2.5440	0.3931	1.2649
5	2.586	0.3867	7 578	0 1320	2 9308	0.3412	1.6258
6	3 127	0.3198	10 164	0 0984	3.2606	0.3076	1.9578
7	3.781	0.2645	13 291	0.0762	3.6150	0.2645	2.2619
8	4 572	0.2167	17.072	0.0586	3.7338	0.2678	2.5395
9	5.529	0.1809	21.644	0.0462	3.9146	0.2555	2.7918
10	6.686	0.1496	27.173	0.0368	4 0642	0.2461	3.0202
11	8.085	0.1237	33.859	0 0295	4.1879	0.2388	3.2264
12	9.777	0.1023	41.944	0 0238	4.2902	0.2331	3.4117
13	11.822	0 0846	51 720	0.0193	4 3748	0 2286	3.5778
14	14.296	0 0699	63 543	0 0157	4 4447	0.2260	3.7261
16	17.288	0.0578	77 839	0.0128	4.5025	0.2221	3.8560
16	20.905	0.0478	95.127	0.0105	4.5504	0.2198	3.9752
17	25 280	0.0396	116.032	0.0086	4.5899	0.2179	4.0788
18	30.569	0.0327	141.312	0.0071	4.6226	0.2163	4.1702
19	36.966	0.0271	171.881	0 0058	4.6497	0.2151	4.2507
20	44.701	0 0224	208 847	0.0048	4.6721	0.2140	4.3213
21	54.065	0.0185	253 548	0.0039	4.6906	0.2132	4.3832
22	65.366	0.0153	307 603	0.0033	4.7059	0.2125	4.4372
23	79.044	0.0127	372.969	0.0027	4.7185	0.2119	4.4843
24	95.583	0.0105	452.013	0 0022	4.7290	0.2115	4.5252
25	115.584	0 0087	547.595	0 0018	4.7376	0.2111	4.5608
26	139 770	0 0072	663.180	0.0015	4.7448	0.2108	4.5916
27	169.017	0.0059	802.951	0 0012	4 7507	0.2105	4.6183
28	204.384	0.0049	971.968	0.0010	4.7556	0.2103	4.6413
29	247.151	0.0040	1176 352	0.0009	4.7596	0.2101	4.6812
30	298.867	0.0033	1423.503	0.0007	4.7630	0.2100	4.6783
31	361.405	0.0028	1722.370	0 0006	4.7658	0.2098	4.6930
32	437.029	0.0023	2083.776	0.0005	4.7680	0.2097	4.7056
33	528 477	0.0019	2520 805	0 0004	4.7699	0.2096	4.7184
34	639.061	0.0016	3049.282	0.0003	4.7715	0.2096	4.7257
35	772.784	0.0013	3688 343	0.0003	4.7728	0.2095	4.7336
40	1998.196	0.0005	9544.563	0.0001	4.7766	0.2094	4.7590
45	5166.654	0.0002	24687.046	0.0000	4.7781	0.2093	4.7703
50	13359.727	0.0001	63841.111	0.0000	4.7788	0.2093	4.7762

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C20 – ضرائب مربوط ۲۰٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن P داده شده F $I/P, r, n$	برای یافتن F داده شده P $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.221	0.8187	1.000	1.0000	0.8187	1.2214	0.0000
2	1.492	0.6703	2.221	0.4502	1.4891	0.8718	0.4502
3	1.822	0.5488	3.713	0.2693	2.0379	0.4907	0.8678
4	2.226	0.4493	5.535	0.1807	2.4872	0.4021	1.2528
5	2.718	0.3679	7.761	0.1289	2.8651	0.3503	1.6068
6	3.320	0.3012	10.479	0.0954	3.1563	0.3168	1.9306
7	4.055	0.2466	13.799	0.0725	3.4029	0.2939	2.2255
8	4.953	0.2019	17.854	0.0560	3.6048	0.2774	2.4929
9	6.050	0.1663	22.808	0.0439	3.7701	0.2653	2.7344
10	7.389	0.1353	28.867	0.0347	3.9054	0.2561	2.9515
11	9.025	0.1106	36.246	0.0276	4.0162	0.2490	3.1480
12	11.023	0.0907	45.271	0.0221	4.1069	0.2435	3.3194
13	13.484	0.0743	56.294	0.0178	4.1812	0.2392	3.4736
14	16.445	0.0608	69.768	0.0143	4.2420	0.2357	3.6102
15	20.086	0.0498	86.203	0.0116	4.2918	0.2330	3.7307
16	24.533	0.0408	106.288	0.0094	4.3326	0.2308	3.8388
17	29.984	0.0334	130.821	0.0077	4.3659	0.2291	3.9297
18	36.598	0.0273	160.785	0.0062	4.3933	0.2276	4.0110
19	44.701	0.0224	197.383	0.0051	4.4156	0.2265	4.0819
20	54.598	0.0183	242.084	0.0041	4.4339	0.2255	4.1435
21	66.686	0.0150	296.683	0.0034	4.4489	0.2248	4.1970
22	81.451	0.0123	363.369	0.0028	4.4612	0.2242	4.2432
23	99.464	0.0101	444.820	0.0023	4.4713	0.2237	4.2831
24	121.510	0.0082	544.304	0.0018	4.4796	0.2232	4.3175
25	148.413	0.0067	665.814	0.0015	4.4862	0.2229	4.3471
26	181.272	0.0055	814.226	0.0012	4.4917	0.2225	4.3724
27	221.406	0.0045	995.500	0.0010	4.4963	0.2224	4.3942
28	270.426	0.0037	1216.906	0.0008	4.5000	0.2222	4.4127
29	330.300	0.0030	1487.333	0.0007	4.5030	0.2221	4.4286
30	403.429	0.0025	1817.632	0.0006	4.5055	0.2220	4.4421
31	492.749	0.0020	2221.061	0.0005	4.5075	0.2219	4.4538
32	601.845	0.0017	2713.810	0.0004	4.5092	0.2218	4.4634
33	735.095	0.0014	3315.655	0.0003	4.5106	0.2217	4.4717
34	897.847	0.0011	4050.750	0.0003	4.5116	0.2217	4.4788
35	1096.633	0.0009	4948.596	0.0002	4.5125	0.2216	4.4847
40	2980.958	0.0004	13469.444	0.0001	4.5152	0.2215	4.5032
45	8103.084	0.0001	36594.322	0.0000	4.5161	0.2214	4.5111
50	22026.466	0.0001	99481.443	0.0000	4.5165	0.2214	4.5144

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C21 – ضرائب مربوط ۲۵٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه نه نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F داده شده P $F/P, r, n$	برای یافتن P داده شده F $P/F, r, n$	برای یافتن F داده شده A $F/A, r, n$	برای یافتن A داده شده F $A/F, r, n$	برای یافتن P داده شده A $P/A, r, n$	برای یافتن A داده شده P $A/P, r, n$	برای یافتن A داده شده G $A/G, r, n$
1	1.284	0.7788	1.000	1.0000	0.7788	1.2840	0.0000
2	1.649	0.6065	2.284	0.4378	1.3853	0.7219	0.4378
3	2.117	0.4724	3.933	0.2543	1.8577	0.5383	0.8351
4	2.718	0.3679	6.050	0.1653	2.2256	0.4493	1.1929
5	3.490	0.2865	8.768	0.1141	2.5121	0.3981	1.5131
6	4.482	0.2231	12.256	0.0818	2.7352	0.3656	1.7975
7	5.755	0.1738	16.740	0.0597	2.9080	0.3438	2.0486
8	7.389	0.1353	22.495	0.0445	3.0443	0.3285	2.2687
9	9.488	0.1054	29.884	0.0335	3.1497	0.3175	2.4605
10	12.183	0.0821	39.371	0.0254	3.2318	0.3094	2.6266
11	16.643	0.0639	51.554	0.0194	3.2957	0.3034	2.7686
12	20.066	0.0498	67.197	0.0149	3.3456	0.2989	2.8921
13	26.790	0.0388	87.262	0.0115	3.3843	0.2955	2.9984
14	33.115	0.0302	113.072	0.0089	3.4145	0.2929	3.0849
15	42.521	0.0235	146.188	0.0069	3.4380	0.2909	3.1596
16	54.598	0.0183	188.709	0.0053	3.4563	0.2893	3.2223
17	70.105	0.0143	243.307	0.0041	3.4708	0.2881	3.2748
18	90.017	0.0111	313.413	0.0032	3.4817	0.2872	3.3186
19	115.584	0.0087	403.430	0.0025	3.4904	0.2865	3.3550
20	148.413	0.0067	519.014	0.0019	3.4971	0.2860	3.3851
21	190.566	0.0053	667.427	0.0015	3.5023	0.2855	3.4100
22	244.692	0.0041	857.993	0.0012	3.5064	0.2852	3.4305
23	314.191	0.0032	1102.685	0.0009	3.5096	0.2849	3.4474
24	403.429	0.0025	1416.876	0.0007	3.5121	0.2847	3.4612
25	518.013	0.0019	1820.305	0.0006	3.5140	0.2846	3.4725
26	665.142	0.0015	2338.318	0.0004	3.5155	0.2845	3.4817
27	854.059	0.0012	3003.459	0.0003	3.5167	0.2844	3.4892
28	1096.633	0.0009	3857.518	0.0003	3.5176	0.2843	3.4953
29	1408.105	0.0007	4954.151	0.0002	3.5183	0.2842	3.5002
30	1808.042	0.0006	6362.256	0.0002	3.5199	0.2842	3.5042
31	2321.572	0.0004	8170.298	0.0001	3.5193	0.2842	3.5076
32	2990.958	0.0004	10491.871	0.0001	3.5196	0.2841	3.5101
33	3627.826	0.0003	13472.829	0.0001	3.5199	0.2841	3.5122
34	4914.769	0.0002	17300.455	0.0001	3.5201	0.2841	3.5139
35	6310.688	0.0002	22215.223	0.0001	3.5203	0.2841	3.5153

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول C22 – ضرائب مربوط ۳۰٪ برای ترکیب پیوسته

n	پرداخت تکی		سریهای پرداخت مساوی				ضرایب مربوط به سریهای با شیب یکنواخت
	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب مقدار مرکب	ضرایب وجوه ته نشین شده	ضرایب ارزش فعلی	ضرایب بازیافت سرمایه	
	برای یافتن F P داده شده $F/P, r, n$	برای یافتن P F داده شده $P/F, r, n$	برای یافتن F A داده شده $F/A, r, n$	برای یافتن A F داده شده $A/F, r, n$	برای یافتن P A داده شده $P/A, r, n$	برای یافتن A P داده شده $A/P, r, n$	برای یافتن A G داده شده $A/G, r, n$
1	1.350	0.7406	1.000	1.0000	0.7408	1.3499	0.0000
2	1.822	0.5488	2.350	0.4256	1.2896	0.7754	0.4258
3	2.460	0.4066	4.172	0.2397	1.6962	0.5896	0.8030
4	3.320	0.3012	6.632	0.1508	1.9974	0.5007	1.1343
5	4.482	0.2231	9.952	0.1005	2.2205	0.4504	1.4222
6	6.050	0.1653	14.433	0.0693	2.3858	0.4192	1.6701
7	8.166	0.1225	20.483	0.0488	2.5083	0.3987	1.8815
8	11.023	0.0907	28.649	0.0349	2.5990	0.3848	2.0602
9	14.880	0.0672	39.672	0.0252	2.6682	0.3751	2.2099
10	20.086	0.0498	54.552	0.0183	2.7160	0.3682	2.3343
11	27.113	0.0369	74.638	0.0134	2.7529	0.3633	2.4371
12	36.598	0.0273	101.760	0.0098	2.7802	0.3597	2.5212
13	49.402	0.0203	138.349	0.0072	2.8004	0.3571	2.6897
14	66.686	0.0150	187.751	0.0053	2.8154	0.3552	2.6452
15	90.017	0.0111	254.437	0.0039	2.8266	0.3538	2.6898
16	121.510	0.0082	344.454	0.0029	2.8348	0.3528	2.7255
17	164.022	0.0061	465.965	0.0022	2.8409	0.3520	2.7540
18	221.406	0.0046	629.987	0.0016	2.8454	0.3515	2.7766
19	298.867	0.0034	851.393	0.0012	2.8487	0.3510	2.7945
20	403.429	0.0025	1150.261	0.0009	2.8512	0.3507	2.8086
21	544.572	0.0018	1553.689	0.0007	2.8531	0.3505	2.8197
22	735.095	0.0014	2098.261	0.0005	2.8544	0.3503	2.8283
23	992.275	0.0010	2833.356	0.0004	2.8554	0.3502	2.8351
24	1339.431	0.0008	3825.631	0.0003	2.8562	0.3501	2.8404
25	1808.042	0.0006	5165.062	0.0002	2.8567	0.3501	2.8445
26	2440.602	0.0004	6973.104	0.0002	2.8571	0.3500	2.8476
27	3294.468	0.0003	9413.706	0.0001	2.8574	0.3500	2.8501
28	4447.067	0.0002	12708.174	0.0001	2.8577	0.3499	2.8520
29	6002.912	0.0002	17155.241	0.0001	2.8578	0.3499	2.8535
30	6103.084	0.0001	23158.153	0.0001	2.8580	0.3499	2.8546
31	10938.019	0.0001	31261.237	0.0000	2.8580	0.3499	2.8555
32	14764.782	0.0001	42199.257	0.0000	2.8581	0.3499	2.8561
33	19930.370	0.0001	56954.038	0.0000	2.8582	0.3499	2.8566
34	26903.186	0.0001	76884.409	0.0000	2.8582	0.3499	2.8570
35	36316.503	0.0000	103797.595	0.0000	2.8582	0.3499	2.8573

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

پیـوست D

جـریان وجـوه مالـی

ضرائـب تبدیـل

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

جدول D1 – جریان وجوه مالی
ضرایب تبدیل

r	$\frac{e^r - 1}{r}$
	$(A/\bar{A}, r)$
1	1.005020
2	1.010066
3	1.015150
4	1.020270
5	1.025422
6	1.030608
7	1.035831
8	1.041088
9	1.046381
10	1.051709
11	1.057073
12	1.062474
13	1.067910
14	1.073384
15	1.078894
16	1.084443
17	1.090028
18	1.095652
19	1.101313
20	1.107014
21	1.112752
22	1.118530
23	1.124347
24	1.130204
25	1.136101
26	1.142038
27	1.148018
28	1.154035
29	1.160094
30	1.166196
31	1.172339
32	1.178524
33	1.184751
34	1.191022
35	1.197335
36	1.203692
37	1.210093
38	1.216538
39	1.223027
40	1.229561

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

مراجع انتخاب شده

AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH COMPANY, *Engineering Economy*, 3rd ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1977.

ANG, A. H. AND W. H. TANG, *Probability Concepts in Engineering Planning and Design*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1984.

AU, T. AND T. P. AU, *Engineering Economics for Capital Investment Analysis*, Boston, MA: Allyn and Bacon, 1983.

BARISH, N. N. AND S. KAPLAN, *Economic Analysis for Engineering and Managerial Decision Making*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1978.

BARNARD, C. I., *The Functions of the Executive*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1938.

BIERMAN, H. AND S. SMIDT, *The Capital Budgeting Decision*, 6th ed., New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1984.

BLANCHARD, B. S. AND W. J. FABRYCKY, *Systems Engineering and Analysis*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1981.

BLANK, L. T. AND A. J. TARQUIN, *Engineering Economy*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1983.

BROWN, R. J. AND R. R. YANUCK, *Introduction to Life Cycle Costing*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1985.

BUSSEY, L. E., *The Economic Analysis of Industrial Projects*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1978.

CANADA, J. R. AND J. A. WHITE, *Capital Investment Decision Analysis for Management and Engineering*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1980.

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

CLARK, F. D. AND A. B. LORENZONI, *Applied Cost Engineering*, 2nd ed., New York: Mercel Dekker, Inc., 1985.

COLLIER, C. A. AND W. B. LEDBETTER, *Engineering Cost Analysis*, New York: Harper and Row, Publishers, Inc., 1982.

DASGUPTA, A. K. AND D. W. PEARCE, *Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice*, New York: Barnes and Noble, 1972.

DEGARMO, E. P., W. G. SULLIVAN, AND J. A. BONTADELLI, *Engineering Economy*, 8th ed., New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1989.

DE LA MARE, R. F., *Manufacturing Systems Economics*, East Sussex, England: Holt, Rinehart and Winston, 1982.

ENGLISH, J. M., *Cost Effectiveness*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1968.

ENGLISH, J. M., *Project Evaluation*, New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1984.

FABRYCKY, W. J. AND G. J. THUESEN, *Economic Decision Analysis*, 2nd ed., Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1980.

FABRYCKY, W. J., P. M. GHARE, AND P. E. TORGERSEN, *Applied Operations Research and Management Science*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1984.

FLEISCHER, G. A., *Engineering Economy*, Monterey, CA: Brooks/Cole, 1984.

GOICOECHEA, A., D. R. HANSEN, AND L. DUCKSTEIN, *Multiobjective Decision Analysis with Engineering and Business Applications*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1982.

GRANT, E. L., W. G. IRESON, AND R. S. LEAVENWORTH, *Principles of Engineering Economy*, 7th ed., New York: John Wiley and Sons, Inc., 1982.

GRIFFITHS, R. F., *Dealing with Risk—The Planning Management and Acceptability of Technological Risk*, New York: John Wiley and Sons, Inc. 1981.

HALPIN, D. W., *Financial and Cost Concepts for Construction Management*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1985.

HERTZ, D. B. AND H. THOMAS, *Risk Analysis and Its Applications*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1983.

HIRSLEIFER, J., *Investment, Interest, and Capital*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1970.

JELEN, F. C. AND J. H. BLACK, *Cost and Optimization Engineering*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1983.

JEYNES, P. H., *Profitability and Economic Choice*, Ames, Iowa: The Iowa State University Press, 1968.

JONES, B. W., *Inflation in Engineering Economic Analysis*, New York: John Wiley and Sons Inc., 1982.

KAPLAN, S., *Energy Economics, Quantitative Methods for Energy and Environmental Decisions*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1983.

KEENEY, R. L. AND H. RAIFFA, *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1976.

KURTZ, M., *Handbook of Engineering Economics*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1984.

www.iran-mavad.com

مرجع علمی مهندسی مواد

LINDLEY, D. V., *Making Decisions*, 2nd ed., New York: John Wiley and Sons, Inc., 1985.

MARSH, W. D., *Economics of Electric Utility Power Generation*, New York: Oxford University Press, 1980.

MARSTON, A., R. WINFREY, AND J. C. HEMPSTEAD, *Engineering Valuation and Depreciation*, Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1963.

MEREDITH, J. R., ED., *Justifying New Manufacturing Technology*, Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press, 1986.

MCNAMEE, P. AND J. CELONA, *Decision Analysis for the Professional with Supertree*, Redwood City, CA: The Scientific Press, 1987.

NEWNAN, D. G., *Engineering Economic Analysis*, 3rd ed., San Jose, CA: Engineering Press, 1987.

OAKFORD, R. V., *Capital Budgeting*, New York: The Ronald Press Company, 1970.

OSTWALD, P. F., *Cost Estimating*, 2nd ed., Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1984.

PEARCE, D. W. AND C. A. NASH, *The Social Appraisal of Projects—A Text in Cost-Benefit Analysis*, New York: Halsted Press, 1981.

PETERS, M. S. AND K. D. TIMMERHAUS, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1980.

PEURIFOY, R. L., *Estimating Construction Costs*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1975.

RAIFFA, H., *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choice Under Uncertainty*, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1968.

RIGGS, J. L., *Engineering Economics*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill Book Company, 1982.

SEPULVEDA, J. A., W. E. SOUDER, AND B. S. GOTTFRIED, *Theory and Problems of Engineering Economics* (Schaum's Outline Series), New York: John Wiley and Sons, Inc., 1984.

SMITH, G. W., *Engineering Economy*, 4th ed., Ames, Iowa: Iowa State University Press 1987.

SPRAGUE, J. C. AND J. D. WHITTAKER, *Economic Analysis for Engineers and Managers*, Englewood Cliffs: NJ: Prentice-Hall, Inc., 1986.

STEINER, H. M., *Public and Private Investments, Socioeconomic Analysis*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1980.

STERMOLE, F. J., *Economic Evaluation and Investment Decision Methods*, Golden, CO: Investment Evaluations Corp., 1974.

STEVENS, G. T., *The Economic Analysis of Capital Investments for Managers and Engineers*, Reston, Virginia: Reston Publishing Co., Inc., 1983.

STEWART, R. D., *Cost Estimating*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1982.

STEWART, R. D. AND R. M. WYSKIDA, *Cost Estimator's Reference Manual*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1987.

TAYLOR, G. A., *Managerial and Engineering Economy*, 3rd ed., New York: D. Van Nostrand Company, 1980.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

VAN HORNE, J. C., *Financial Management and Policy*, 5th ed., Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc., 1980.

WHITE, J. A., M. H. AGEE, AND K. E. CASE, *Principles of Engineering Economic Analysis*, 2nd ed., New York: John Wiley & Sons, Inc., 1989.

WINFREY, R., *Economic Analysis for Highways*, Scranton, PA.: International Textbook Company, 1969.

ZELENY, M., *Multiple Criteria Decision Making*, New York: McGraw-Hill Book Company, 1982.

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد

www.iran-mavad.com
مرجع علمی مهندسی مواد