

به نام خدا



مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

www.Iran-mavad.com



دانشکده فنی دخترانه شریعتی

چکیده- فرآیند چاپ سه بعدی، فرآیندی است که کاربر رایانه را قادر به ساخت طرح موجود در سیستم می کند. در حال حاضر چندین روش و تکنولوژی برای ساخت شی سه بعدی وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و معایب منحصر به خود هستند. با وجود پیشرفت های زیاد در ساخت این ماشین ها همچنان سرعت ایجاد یک شی سه بعدی به علت ساخت لایه به لایه شی، کمی کند است که با تلاش شرکت های سازنده در بازار رقابتی موجود چاپگرهای سه بعدی، قابل بهبود است. لزوم استفاده از این فرآیند در عصر حاضر که عصر سرعت است به خوبی احساس می شود. این فرآیند علاوه بر صرفه جویی در زمان منجر به صرفه جویی هزینه نیز می شود که برای تولید کنندگان قابل توجه است.

کلید واژه: 3D Printer، FDM، DLM، Layer، SLS.

۱- مقدمه

هایی که می توانند به عنوان محصول نمونه های اولیه به کار برود را، به دست می دهد [۴].

۱-۱- تاریخچه چاپ

روند توسعه چاپگرها (شکل ۱):

- ۱- اختراع چاپ خشک (زیراکس) Electrophotography توسط «چستر کارلسون» در سال ۱۹۳۸.
- ۲- ساخت چاپگر لیزری اصلی به نام EARS که مهندس «گری استارک ودر» با اقتباس از تکنولوژی دستگاه کپی زیراکس و اضافه کردن پرتو لیزر به آن

چاپ سه بعدی یک شکل از فن آوری تولید لایه ای (افزودنی) است که در آن شی سه بعدی با لایه بندی متوالی لایه هایی از مواد ایجاد می شود. پرینترهای سه بعدی معمولاً برای استفاده از فن آوری های ساخت افزودنی (لایه ای) سریعتر، مقرون به صرفه تر و ساده تر هستند. پرینتر سه بعدی محصول توسعه دهندگان، توانایی چاپ قطعات و مجموعه های ایجاد شده از مواد مختلف با خواص مکانیکی و فیزیکی متفاوت در فرایند ساخت تک ساخته را ارائه می دهد. فن آوری های پیشرفته چاپ سه بعدی مدل

اولین چاپگر لیزری را در سال ۱۹۷۷ ایجاد کرد.

۳- اختراع چاپگر جوهر افشان در سال ۱۹۷۶ و انتشار آن به عنوان یک وسیله خانگی در سال ۱۹۸۸.

۴- ساخت اولین ماشین استریولیتوگرافی (حکاکی روی سنگ) تجاری در سال ۱۹۸۶.

۵- شروع به ساخت چاپگر سه بعدی اولیه در سال ۲۰۰۳ [۴].

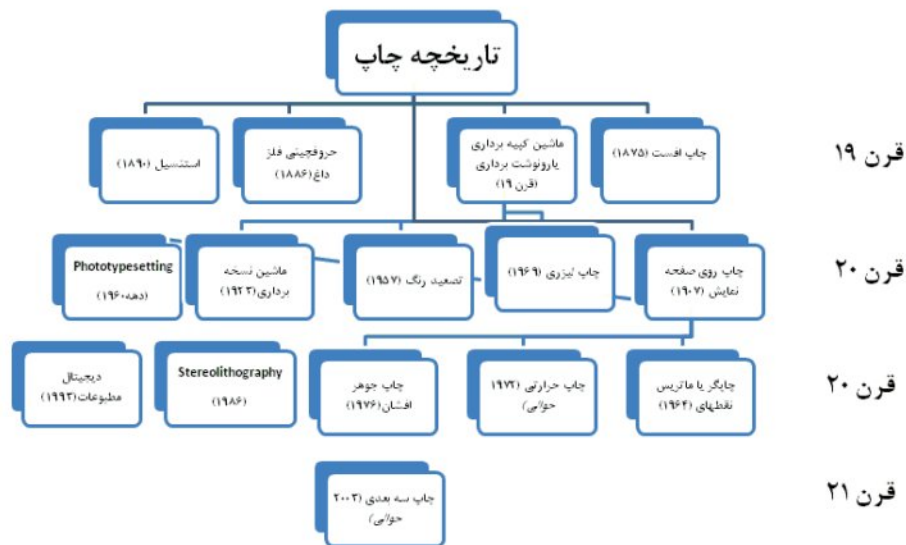
از سال ۲۰۰۳ رشد بزرگی در فروش پرینتر سه بعدی وجود داشته است. علاوه بر این، قیمت پرینتر سه بعدی کاهش پیدا کرده است. این تکنولوژی جدید همچنین در زمینه های جواهرات، کفش، طراحی صنعتی، معماری، مهندسی و ساخت و ساز، خودرو، هوافضا، صنایع دندانپزشکی و پزشکی، آموزش و پرورش، سیستم های اطلاعاتی، جغرافیایی، مهندسی عمران و بسیاری دیگر استفاده های زیادی پیدا کرده است. تولید اشیا جامد حتی یک شی کاملاً پیچیده با پرینتر سه بعدی رفته رفته آسان تر و ارزان تر می شود [۴].

۲-۱- چرا پرینتر سه بعدی؟

چند روز قبل از رفتن به سال نو شما تصمیم می گیرید که یک جفت ترینر بخرید. پروسه معمولی این چنین خواهد بود: زیر و کردن مغازه ها، انتخاب یک طرح و تلاش بر روی آن جفت تا مطمئن شویم آنها راحت هستند. به جای آن

انجام این کارها را تصور کنید: طراحی کفش ها در اندازه درست و واقعی در طرح و رنگی که شما می خواهید بر روی کامپیوتر یا دانهلود کردن یک طرح از وبسایت و تغییر دادن و سفارشی کردن آن؛ سپس فشار دادن دکمه پرینت و چاپ و رفتن برای خوردن ناهار در زمانی که دستگاهی روی میز شما آنها را برای شما میسازد. در برگشتن کفش های ترینر شما آماده هستند و البته آنها هنوز کامل نیستند. بنابراین یک بار دیگر پروسه را بر روی کامپیوتر تکرار می کنی و لنگه دوم را پرینت می کنی؛ عالیه تمام شد.

در اصطلاح عمومی صنعت برای "ساخت افزودنی" استفاده می شود؛ اما گسترده ترین استفاده آن برای ابزارهایی است که پرینتر سه بعدی نامیده می شوند. بعضی از این چاپگرها در حال کوچک شدن تا اندازه ای که به عنوان یک ابزار رومیزی مناسب باشند، هستند. آنها راهشان را نه تنها در محیط کار و کارخانه ها بلکه در بین ادارات، طراحان، معماران و محققان باز می کنند و مورد استقبال موسسان شرکت کسانی که از آنها برای اختراع تجارت های کاملاً جدید استفاده می کنند، واقع می شوند. بسته به اندازه شی، مواد تشکیل دهنده شی و سطح جزئیات مورد نیاز در فرآیند، چاپ کردن حدود یک ساعت برای یک شی ساده که در کف دست جای می گیرد و حدود یک روز برای محصولات بزرگتر و پیچیده تر طول می کشد. آخرین ماشین های ساخته شده می توانند اشیایی با دقت کمتر از ۰.۱ میلی متر تولید کنند [۳].



شکل ۱: نمودار توسعه چاپگرها از قرن ۱۹.

کنند آن را، در دستهایشان بگیرند، با دیگر مردمان به اشتراک بگذارند، تغییر بدهند و بعد به عقب برگشته و کپی دیگری از آن بگیرند" [۳].

در بخش ۲ به توضیح روش ها و مواد به کار رفته در هر روش می پردازیم سپس روش کار دو شرکت پیشگام در ساخت پرینتر سه بعدی را توصیف می کنیم. در بخش ۳ توضیحی اجمالی در مورد رزولوشن داریم و در بخش ۴ در مورد نرم افزار و طرح های ایجاد شده سخن می گوئیم. در بخش ۵ انواع چاپگرهای سه بعدی را نام می بریم و در بخش ۶ از کاربردها و موارد استفاده در زمینه های مختلف این تکنولوژی سخن می گوئیم.

۲- مواد و روش ها

تعداد زیادی از فناوری های رقیب در انجام چاپ سه بعدی وجود دارند. تفاوت اصلی آنها در راهی که برای ایجاد لایه ها و قطعات ساخته می

هر چند نرم افزار طراحی قدرتمند اجازه می دهد که شی سه بعدی مجازی بر روی یک صفحه کامپیوتر ایجاد شود ولی بسیاری از طراحان و مشتریان ترجیح می دهند تا شی فیزیکی را قبل از انجام شدن عمل ساخت و ساز با سرمایه گذاری عظیم، بررسی کنند، لمس کنند و نگه دارند. مدل ها کمک می کنند تا حدس هایی در مورد خروجی فرآیند بزنید. آنها به طور سنتی به وسیله دسته ای از مواد مانند خاک رس، چوب و آهن درست می شوند. این یک تجارت پرهزینه و کندی است حتی ایجاد یک مدل کاری از آنچه ممکن است چیز ساده ای به نظر آید شبیه یک لنگه جدید برای یک کفش در عمل یک فرآیند پیچیده است [۳].

قابلیت پرینترها برای سرعت بخشیدن به فرآیند طراحی اثر بزرگی در صنعت خواهد داشت. داویدریس (مدیر اجرایی objet) میگوید: "دانشمندان معاصر می توانند ایده ای را تصور کنند، چاپ

۲-۲-۱- فرآیند رسوب مواد مذاب

مدل سازی رسوب ذوب شده، یک تکنولوژی توسعه یافته توسط شرکت Stratasys (یک بازار پشتیبان در این زمینه) است که در نمونه سازی سریع سنتی استفاده می شود [۳].

فرآیند FDM شامل پیچاندن یک رشته تار از مواد پلاستیکی ارتجاعی از یک قرقره و تغذیه آن از طریق حرکت دهانه جدا، گرم کردن مواد برای ذوب آن و رسوب آن در یک الگو مطلوب بر طبقه ایجاد شده، است. لایه ها پی در پی به رسوبات ترموپلاستیک ذوب شده بر روی لایه های زیرین در نواحی مانند برآمدگی ها اضافه می شوند. به منظور ایجاد عملکرد مکانیسم، یک پشتیبان از مواد محلول آزاد در شکاف بین قطعات متحرک قرار داده می شود. پشتیبان های فیزیکی می توانند بعداً اضافه و حذف شوند یا مواد محلول در آب می تواند رسوب کنند و سپس شسته شوند [۱۰۳].

۲-۲-۲- سیستم چاپ جوهر افشان

یکی از روش سه بعدی چاپ شامل یک سیستم چاپ جوهر افشان است. پرینتر مدلی از یک لایه را در یک زمان با گسترش یک لایه از پودر (گچ، یا صمغ) ایجاد می کند و چاپ جوهر افشان یک اهرم در سطح مقطع از بخش را حرکت می دهد. این فرآیند تکرار می شود تا هر لایه چاپ شود. این فن آوری تنها فناوری است که اجازه چاپ از نمونه های کامل رنگی را می

شوند، یافت می شود. برخی از روش ها از ذوب یا نرم شدن مواد برای تولید لایه ها استفاده می کنند، به عنوان مثال رسوب لیزر انتخابی (SLS^۱) و مدل سازی رسوب ذوب شده (FDM^۲)، در حالی که سایر روش ها مواد مایع که با فن آوری های مختلف بهبود داده می شوند را بر روی هم قرار می دهند. در مورد ساخت شی چند لایه، لایه های نازک به اشکالی برش داده می شوند و به هم متصل می شوند [۱].

۲-۲-۱- چاپ سه بعدی مدل های روباتیک (جنبشی)

مدل به عنوان مجموعه ای از قطعات با ترکیب حرکتی و هندسی ساخته شده، است. علاوه بر خروج این مدل به عنوان نقشه، و تبدیل به تصاویر و انیمیشن ها سه بعدی، آن ممکن است برای چاپ به عنوان یک فایل در فرمت STL به نمونه ساز سریع فرستاده شود. این فایل سطوح جسم را شبیه به یک موزاییک کاری مثلثی شرح می دهد [۱].

۲-۲-۲- انواع روش های چاپ سه بعدی

چندین فناوری نمونه سازی سریع، از جمله تولید شی لایه به لایه (LOM^۳)، پخت با لیزر انتخابی (SLS)، حکاکی سنگی (SLA^۴) و مدل سازی با رسوب مواد مذاب (FDM) وجود دارند [۱].

^۱ Selective Laser Sintering
^۲ Fused Deposition Modeling
^۳ Laminated Object Manufacturing
^۴ Stereo Lithography

دهد. این روش همچنین اجازه وجود ناهموازی (برآمدگی ها) را نیز می دهد [۱].

۲-۲-۳- فرآیند پردازش دیجیتال نور

در پردازش دیجیتال نور^(۱) (DLP)، یک مخزن از پلیمر مایع در معرض نور از یک پروژکتور DLP تحت شرایط نور مطمئن (نور کنترل شده) قرار می گیرد. پلیمر مایع در معرض نور قرار داده شده سخت و سفت می شود. رویه ساخته شده سپس به سمت پایین در شکاف های کوچک حرکت می کند و پلیمر مایع دوباره در معرض نور قرار می گیرد. این روند تا زمانی که مدل ساخته شود، تکرار می شود. پلیمر مایع سپس به سمت مخزن کشیده می شود و تبدیل به مدل سه بعدی می شود. پرینتر پیشرفته Zcorp مثالی برای یک سیستم نمونه سازی سریع DLP است [۱].

۴-۲-۲- فرآیند چاپ با لیزر

یکی دیگر از رویکردها، ترکیب شدن انتخابی رسانه های چاپی در یک بستر با حفره های ریز است. در این دگرگونی، رسانه ادغام نشده با حمایت از برآمدگی ها و دیواره نازک در بخش در حال تولید، به کاهش دادن احتیاج به حمایت های کمکی موقت برای قطعه کار، کمک می کند. به طور معمول یک لیزر برای سفت و سخت کردن رسانه ها و شکل دادن جسم استفاده می شود. نمونه هایی از این روش پخت لیزر انتخابی و پخت لیزر مستقیم^(۲) (DMLS) با استفاده از فلزات است. در نهایت، ویژگی های فوق العاده کوچک ممکن است توسط تکنیک ریزساخت سه

بعدی تصاویر پولیمری شده ۲ فوتون (واحد شدت نور وارده بر شبکه) درست و ایجاد شود. در این رویکرد، شی مورد نظر سه بعدی در یک بلوک از ژل توسط یک لیزر متمرکز ترسیم می شود. این ژل با توجه به ماهیت غیر خطی از تصاویر متحرک، با یک ماده جامد فقط در مکان هایی که در آن لیزر متمرکز شده بود سفت می شود، سپس ژل باقی مانده جدا و شسته می شود. با این روش می توان ویژگی هایی با اندازه زیر ۱۰۰ نانومتر، همچنین ساختارهای پیچیده ای مانند قطعات متحرک و مجهز به قفل را نیز به آسانی تولید کرد [۱].

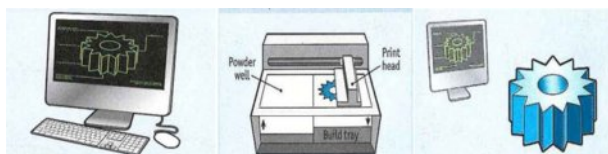
هر روش مزایا و معایب خودش را دارد، و در نتیجه برخی از شرکت های یک انتخاب بین پودر و پلیمر به عنوان ماده ای که شی از آن پدیدار می شوند، ارائه می دهند. به طور کلی، ملاحظات اصلی عبارتند از سرعت، هزینه نمونه اولیه چاپ، هزینه چاپگر سه بعدی، هزینه مواد و قابلیت های رنگی [۴].

۲-۳- شرح کامل فرآیند چاپ

اولین مرحله در همه فرآیندهای پرینت ۳ بعدی این است که به وسیله نرم افزار مقاطع عرضی از طریق بخش ایجاد شده و محاسبات که هر لایه احتیاج دارد تا ساخته شود، به دست آید. ماشین های متفاوت راه های متفاوتی را طی می کنند. این ماشین ها اشیا را به صورت یک لایه در یک زمان و به وسیله پیچاندن یک لایه باریک از صمغ مایع و یا استفاده از یک لیزر فرابنفش کنترل کننده تحت کامپیوتر اشیا را می سازند. طبقه ساخته شده سپس پایین آورده می شود، یک سطح مایع جدید اعمال می شود و پروسه

^۱ Digital Light Processing
^۲ Direct Metal Laser Sintering

پلیمر جامد هر کدام با رنگ ها و ویژگی های متفاوت، است [۳].



شکل ۲: فرآیند چاپ در پرینترهای سه شرکت objet [۳].

ماشین های Objet نه تنها می توانند اشیا جامد از مواد پلاستیکی به عنوان خروجی تولید کنند، بلکه یک شی پیچیده با قسمت های حرکتی را نیز می توانند تولید کنند. مانند یک مدل کاری از یک دوچرخه زنجیری یا یک جعبه دنده کوچک. همچنین آنها می توانند اشیا با چندین مواد مانند کنترل از راه دور با بدنه پلاستیکی و دکمه های لاستیکی را تولید کنند [۳].

۳-۲-۲- مراحل چاپ سه بعدی چاپگرهای شرکت Zcoperation

Zcoperation از هد چاپ در ماشین خود برای پراندن یک اهرم مایع بر روی یک بستر پودر سفید استفاده می کند، اما فقط در ناحیه ای که لایه احتیاج دارد تا شکل بپذیرد. در این زمان اجازه چند رنگی اشیا داده می شود و رنگ اعمال می شود. برای ساخت لایه، بستر به وسیله یک شکاف یک میلی متری کاهش داده می شود و یک لایه جدید از پودر پخش و صاف می شود. هد پرینت سپس فرآیند را برای ایجاد لایه جدید تکرار می کند. زمانی که فرآیند کامل شد و مواد

تکرار می شود. در آخر مازاد مایع نرم، پاک می شود و از حمام شیمیایی استفاده می کند. لیزر پخت در دما بالا برای ذوب کردن و ترکیب کردن سرامیک پودر شده با فلز و شیشه با هم یک در یک زمان برای تولید شکل سه بعدی مطلوب استفاده می شود [۳].

۳-۲-۱- مراحل چاپ سه بعدی چاپگرهای شرکت Objet

ابتدا یک مدل از اشیا بر روی کامپیوتر درست شده، نرم افزار این مدل را تجزیه و تحلیل می کند و یک سری مقاطع عرضی را محاسبه می کند و توزیع فضا و شکل پذیرفتن درون هر لایه را انجام می دهد. ماشین های objet چند هد چاپ دارند که به جلو یا عقب می لغزد و یک لایه خیلی باریک از دو نوع مایع پلیمر برجا می گذارند. یک نوع در مقاطع عرضی که برای شکل پذیر شدن نیاز دارند و دیگری جایی که حفره ها، برآمدگی ها و ویژگی های مربوط به فضا وجود دارند، چاپ می شود. بعد از چاپ هر لایه یک منبع نور فرابنفش در هد چاپ پلیمر در ناحیه ای که احتیاج دارد تا جامد شود، را سفت می کند و پلیمر دوم که به نظر یک وضعیت ژل مانند می آید تا ساختار پشتیبان فراهم کند را، ایجاد می کند. طبقه ایجاد شده سپس به پایین حرکت می کند و فرآیند برای لایه بعد تکرار می شود. در نهایت یک موتور آبی مواد پشتیبان ژل مانند را می شوید تا شی نهایی آشکار شود. این ماشین قادر به ایجاد اشیا خروجی با چندین نوع

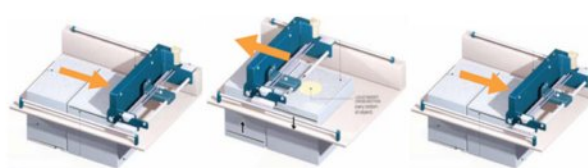
مدل تصویر عجیب در شکل زیر در سمت چپ به صورت دیجیتالی با استفاده از یک اسکنر سه بعدی به دست آورده شده است و داده سه بعدی تولید شده با استفاده از MeshLab (نرم افزار آنالیز طرح سه بعدی) پردازش شده است. در نتیجه مدل سه بعدی دیجیتالی، بر روی صفحه نمایش لپ تاپ نشان داده شده، با استفاده از یک دستگاه نمونه سازی سریع یک نمونه صمغی واقعی از شیء اصلی ایجاد می شود (شکل ۴) [۴].



شکل ۴: نمونه ای از رونوشت شیء واقعی با استفاده از اسکن سه بعدی و چاپگر سه بعدی [۴].

برنامه های کاربردی استاندارد شامل طراحی تجسمی، نمونه سازی / CAD (طراحی به کمک کامپیوتر) (شکل ۵)، ریخته گری فلز، معماری، آموزش و پرورش، جغرافیایی، بهداشت و سرگرمی / خرده فروشی است. برنامه های کاربردی دیگر شامل بازسازی فسیل در دیرینه شناسی، تکثیر آثار مکشوفه و بدون ارزش باستان شناسی، بازسازی استخوان ها و قسمت های بدن، آسیب شناسی در پزشکی قانونی و بازسازی شواهد به دست آمده از تحقیقات صحنه جرم که به شدت آسیب دیده، است؛ که در اکثر این برنامه ها طرح ها با پسوند Stl ذخیره می شود و توسط چاپگر سه بعدی به یک شیء تبدیل می شوند. اخیراً

تنظیم شد، پودر نرم شده را با یک موتور هوا پاک می کنیم تا ساختار کامل شده نمایان شود. پودر می تواند یکی از مواد مختلف شامل پلاستیک، یک ماده مخصوص که می تواند برای انعطاف پذیر شدن مثل لاستیک حل شود و تبدیل به مواد مناسب برای ایجاد مدل شود. هر لایه ممکن است ۲۰-۱۵ ثانیه برای خروجی طول بکشد [۳].



شکل ۳: فرآیند چاپ در پرینتر Zcorp [۴].

هم ماشین های objet و هم Z.copration از قالبهای دستکاری شده جوهرپرینت استفاده می کنند [۵،۳].

۳- وضوح (رزولوشن)

وضوح در ضخامت لایه و رزولوشن XY (افقی-عمودی) در نقطه در اینچ تخصیص داده می شود. ضخامت لایه معمولی (استاندارد) حدود ۱۰۰ میکرومتر (۰.۱ میلی متر) است، هر چند برخی از دستگاه ها مانند Objet Connex می توانند لایه هایی به باریکی ۱۶ میکرومتر چاپ کنند. رزولوشن XY (افقی-عمودی) با چاپگرهای لیزری قابل مقایسه است. ذرات (نقاط سه بعدی) در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ میکرومتر (۵/۱۰-۱ میلی متر) در قطر هستند [۴].

۴- نرم افزار

دانشگاهیان و هکرها کامل و هدفمند شده است [۴].



شکل ۷: نمونه ای از پرینتر خانگی (رومیزی).

۵-۳- RepRap

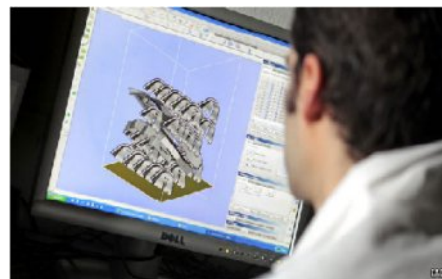
پروژه رپ رپ یک گروه تحقیقاتی منبع باز است که در دانشگاه "بس" که در انگلیس مستقر است، طرح هایی را برای یک پرینتر سه بعدی که می تواند برای تولید قسمت های پلاستیکی مورد نیاز برای ایجاد یک ماشین رپ دیگر استفاده شوند، ارائه می دهد. از نوامبر ۲۰۱۰، RepRap تنها می تواند قطعات پلاستیکی را چاپ کند. تحقیقات در جستجو راهی برای توانمند کردن دستگاهی برای چاپ بردهای مدار، و همچنین قطعات فلزی هستند. این کار می تواند برای نوابغ مکانیک جالب باشد. قیمت متوسط چاپگر RepRap، حدود ۴۰۰ یورو (۵۳۷ دلار) است. در شکل ۸ نمونه ای از چاپگر RepRap نشان داده شده است [۴،۳].



شکل ۸: RepRap نسخه ۲.۰ [۴].

۶- کاربرد پرینتر سه بعدی

استفاده از تکنولوژی چاپ سه بعدی برای تجلی و ظهور هنری، پیشنهاد شده است. هنرمندان در شیوه های مختلف از پرینتر سه بعدی استفاده می کنند [۴].



شکل ۵: نمونه ای از نرم افزار طراحی سه بعدی [۴].

۵- انواع پرینترهای سه بعدی

۵-۱- پرینتر صنعتی سه بعدی

پرینتر صنعتی سه بعدی (شکل ۶) توسط شرکت هایی مانند Objet Geometries، Z-corp، Stratasys سیستم های سه بعدی، ساخته می شود. میانگین قیمت این چنین پرینترها ۱۰,۰۰۰ یورو یا بیشتر است [۴].



شکل ۶: نمونه ای از پرینتر صنعتی شرکت objet [۷].

۵-۲- پرینتر سه بعدی خانگی

تلاش زیادی برای توسعه پرینتر سه بعدی مناسب برای استفاده رومیزی، و برای در دسترس قرار دادن این فن آوری در قیمت مقرون به صرفه برای بسیاری از کاربران، نهایی شده است (شکل ۷). بخش عمده ای از این کار با ارتباط بین

۶-۱- ارائه خدمت به کاربران آنلاین

برخی از شرکت ها مانند: Shapeways، Ponoko و Quickforge یک سرویس آنلاین چاپ سه بعدی هم برای مصرف کنندگان و هم صنعت کاران آزاد ارائه می دهند. افراد طرح های سه بعدی خود را به وب سایت شرکت آپلود می کنند، طرح ها از طریق پرینتر های صنعتی سه بعدی چاپ شده و سپس به مشتری ارسال می شوند (شکل ۹). ماشین های zcoperation به وسیله شرکت هایی که به بازیکنان بازی های ویدیویی اجازه می دهند تا مدل های سه بعدی رنگی خود را در هنگام بازی تولید کنند، استفاده می شود. شرکت "آلکسیس" مستقر در چین و هند خود را مجهز به ماشین های zcoperation و بروشورهای خدماتی آنلاین برای تولید مدل های معماری کرده اند و به مشتریان در سراسر دنیا تحویل می دهند [۴۳].



شکل ۹: کاربرد پرینتر سه بعدی در ایجاد ماکت.

۶-۲- کاربرد در تاریخ

استفاده از فن آوری های اسکن سه بعدی اجازه می دهد المثنی شی واقعی بدون استفاده از تکنیک های قالب گیری که در بسیاری از موارد می تواند گران تر، سخت تر یا خطرناک تر باشد، انجام شود. به خصوص در خصوص مصنوعات میراث فرهنگی با ارزش و ظریف که در آن تماس

مستقیم به ماده مدل اصلی می تواند به سطح شی اصلی آسیب برساند [۱].

۶-۳- کاربرد در علم پزشکی

تکنولوژی چاپ سه بعدی در حال حاضر توسط شرکت های بیوتکنولوژی و دانشگاه ها برای استفاده احتمالی در برنامه های کاربردی مهندسی بافت که در آن اندامها و قسمتهای بدن با استفاده از تکنیک های جوهر افشان ساخته شده مطالعه می شود. لایه هایی از سلول های زنده بر روی محیط ژل ماندی ته نشین می شوند و به آرامی به شکل سازه های سه بعدی ساخته می شوند. چند اصطلاح دیگر در اشاره به این زمینه تحقیقاتی، چاپ عضو، چاپ زیستی و مهندسی بافت به وسیله ی کامپیوتر، هستند. چاپ سه بعدی می تواند جایگزینی برای مفصل ران (لگن) شخص که به طور دائم در جای خود است تولید کند (شکل ۱۰) [۴].

ترکیبی از تصویربرداری سه بعدی و تکنیک های سریع نمونه سازی در جراحی فک و صورت برای تولید پروتز سفارشی جمجمه ای و برای برنامه ریزی قبل از عمل استفاده می شود. روش ارائه شده با هدف ایجاد یک مدل ایده آل سبب:

- کاهش خطر آسیب موضعی بافتی از واکنش گرمازا پخت
- کاهش زمان حین عمل
- جلوگیری از بازسازی نامتقارن با استفاده از تکنیک مهندسی معکوس.

شکل ۱۱: روند و نتیجه استفاده از چاپگر سه بعدی در عمل
جمجمه [۲].

می شود. به طور مثال در شکل ۱۱ زیر از پرینتر سه بعدی برای ایجاد قسمتی از بخش ناقص جمجمه استفاده شده است [۲].

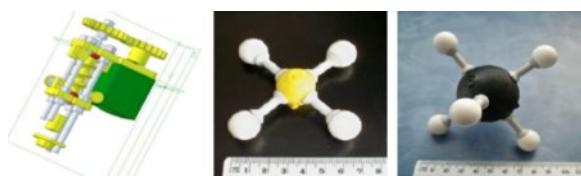


شکل ۱۰: نمونه پای مصنوعی ایجاد شده به وسیله پرینتر سه بعدی.

۴-۶- کاربرد در سایر علوم

۴-۶-۱- شیمی

- ایجاد سازه های مولکولی.
 - ساخت تجهیزات آزمایشی مورد نظر.
- تصویر مربوط به کاربرد پرینتر سه بعدی در شیمی در شکل ۱۲ نشان داده شده است [۶].



شکل ۱۲: شکل مولکولی ایجاد شده با پرینتر سه بعدی [۶].

هم اکنون چاپ مدل های سه بعدی از قسمت های دیجیتالی ایجاد شده به وسیله اسکن های محاسباتی تموگرافی ممکن است. این مدل ها ممکن است در آموزش، تشریح عملکرد عملیات پیچیده استفاده شوند [۳].

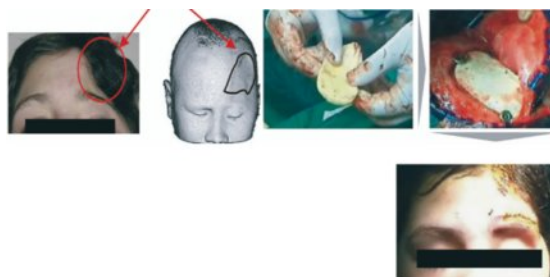
۴-۶-۲- رباتیک

- ایجاد قطعات با هر اندازه و شکل مورد نظر (شکل ۱۳).
- ایجاد بردهای مورد نیاز در ساخت ربات.



شکل ۱۳: ربات با اسکلت ساخته شده با پرینتر سه بعدی [۶].

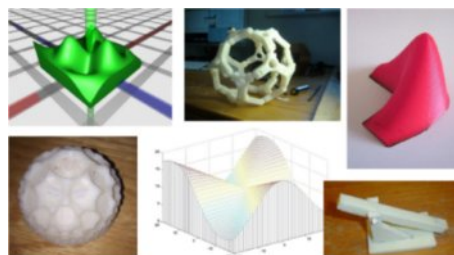
بعضی از بیمارستان ها شروع به استفاده از پرینترهای سه بعدی برای تولید پیش ساخت های فلزی و قسمت های پلاستیکی که به عنوان کاشت مصنوعی در جراحی های باز سازی استفاده می شوند، کرده اند. تری وولر (مشاور اقتصادی) می گوید: "مشکلات زیادی در غالب آمدن بر تولید عروق خونی خاصی وجود دارد ولی سرانجام ما خواهیم توانست قسمت های بدن را با نمونه چاپ شده آن جایگزین کنیم" [۳].



۴-۶-۳- ریاضیات

- طراحی اشکال هندسی.
- ایجاد شی سه بعدی از نمودارهای فضای سه بعدی.

کاربرد مربوط به پرینتر سه بعدی در ریاضیات در شکل ۱۴ نشان داده شده است [۶].



شکل ۱۴: طراحی و ساخت اشکال سه بعدی با پرینتر سه بعدی [۶].

۶-۴-۵- مصارف خانگی

- چاپ وسایل مورد نیاز (شکل ۱۵).
- ساخت قطعات گمشده یا شکسته سایر وسایل [۳].



شکل ۱۵: اشیاء ایجاد شده خانگی با پرینتر سه بعدی خانگی.

کاربرد خانگی دیگری که در حال آمدن است، امکان ایجاد غذا با نمونه های خاصی از چاپگرهای سه بعدی است. تصویری از این پرینتر را در تصویر ۱۶ مشاهده می کنید.



شکل ۱۶: تصویر فرضی از پرینتر سه بعدی با قابلیت ایجاد مواد غذایی.

در نهایت ما با استفاده از پرینتر سه بعدی قادر خواهیم بود تا هر چیزی را با تغییر دادن ظاهر آن بسازیم، ایجاد یک قاب جدید برای گوشی، یا انجام کارهای مفیدتر مثل درست کردن یک قسمت شکسته از یک اسباب بازی و یا حتی ایجاد خود پرینتر سه بعدی [۳].

۷- آینده پرینتر سه بعدی

شرکت objet معتقد است که روش به دست آوردن بازار مانند پرینتر دو بعدی از طریق تکنولوژی جوهری است. توانایی برای پرینت مواد مختلف با هد جوهری به سرعت در حال افزایش است؛ نه فقط با توانایی مدل سازی بلکه ساخت هر محصول ممکن دیگر. این شرکت فکر می کند به زودی توانایی پرینت با مواد پلاستیک در حد کیفیت مهندسی از طریق هدهای جوهرافشان وجود خواهد داشت. مدیر فروش و بازاریابی شرکت objet امیت شولدت می گوید: "ما به نقطه ای خواهیم رسید که اجازه داشته باشیم تا به کوتاه ترین روش ساخت برسیم" [۳].

به نظر یک اقتصاددان برتر در سال ۲۰۱۱: "چاپ سه بعدی باعث می شود به عنوان راهی ارزان قیمت برای ایجاد آیتم های مستقل (تکی)، در نظر گرفته شود. همچنین پرینترهای سه بعدی تولید هزاران شی و در نتیجه صرفه جویی اقتصادی ناشی از مقیاس را کاهش می دهند. این ممکن است تاثیر عمیقی بر جهان با عنوان "آمدن کارخانه...." داشته باشد. همان طور که هیچ کس نمی

توانست تاثیر موتور بخار در سال ۱۷۵۰ یا ماشین چاپ در ۱۴۵۰، و یا ترانزیستور در سال ۱۹۵۰ را پیش بینی کند، پیش بینی تاثیر دراز مدت چاپ سه بعدی نیز غیر ممکن است. اما این فن آوری در حال آمدن است، و احتمال گستردگی آن در هر زمینه ای لمس می شود" [۳،۴].

۸- نتیجه گیری

با وجود پیشرفت های زیاد در تکنولوژی چاپ سه بعدی و روش های موجود همچنان امید به ساخت روشی کارآمدتر برای پوشاندن عیوب سایر روش ها و در برداشتن تمامی مزایای آنها، وجود دارد. در روش رسوب مواد مذاب شاهد امکانات سفارشی سازی کمتری هستیم ولی در عوض ساده بودن پروسه ایجاد و کم هزینه بودن ساخت شی و بالاتر بودن سرعت از مزایای این روش است. در روش ساخت لایه به لایه یا پراکندن پودر پلیمر و چاپ با اشعه لیزر امکان ساخت شی به صورت حرکتی و با رنگ و ویژگی مورد نظر از جمله مزیت ها است ولی در مقابل کمتر بودن سرعت و پیچیدگی پروسه از معایب این روش هاست.

افراد زیادی در صنعت معتقدند که سرانجام قیمت پایین پرینترهای سه بعدی برای مشتریان بازار پدیدار خواهد شد مانند پرینترهای متنی دهه ۱۹۸۰ که حالا قیمت کمتر از ۱۰۰ دلار دارند، قیمت پرینترهای سه بعدی هم کاهش پیدا خواهد کرد. شرکت پاسادانا در کالیفرنیا امید دارد

تا یک پرینتر سه بعدی با قیمت ۴۹۹۵ دلار که سائز آن حدود اندازه یک پرینتر لیزری باشد راه اندازی کند [۳].

توسعه بازار در دو جهت است. از طرفی تقاضای بیشتر برای پرینترهای سه بعدی ساده تر و ارزانتر که توانایی دارند مدل های مخصوص را به سرعت ایجاد کنند و برای قرار دادن بر روی میز مهندسان و طراحان مناسب هستند، وجود خواهد داشت؛ از طرف دیگر تقاضاهایی برای ماشین هایی با جزئیات و با ویژگی های اضافه شده و عملکرد سریع که یک راه موثر برای ساخت هزاران یا حتی ده ها هزار شی و قطعه فراهم خواهد کرد، وجود خواهد داشت [۳].

سپاسگزاری

با تشکر از راهنمایی ها بی دریغ سرکار خانم عبدالحسینی.

مراجع

[1] H.Lispon and F. C.Moon and J.Hai and C.Paventi, "3-D Printing the History of Mechanisms". Journal of Mechanical Design, Vol. 127, pp. 2-3, 2005.

[۲] E.Maravelakis and K. David and A. Antoniadis and A.Manios and N. Bilalis and Y.Papaharilaou, "Reverse engineering techniques for cranioplasty: a case study", Journal of Medical Engineering & Technology, No.1, pp.2 - 7, 2007.

[3] "Technology Quarterly," Proc. Int. Conf. The Econome. China, 2009, pp. 3-5.

[۴] "3D Printer", Nov 2011, Available At: [Http://www.wikipedia.org/3dprinters.html](http://www.wikipedia.org/3dprinters.html)

[۵] "Z Corporation 3D Printing Technology Fast, Affordable and Uniquely Versatile", Dec 2011, Available At: [Http://www.zcorp.com/documents/1083DPrintingWhitePaperFINAL.pdf](http://www.zcorp.com/documents/1083DPrintingWhitePaperFINAL.pdf)

[۶] "Open 3D Printing and Open Hardware", J.crack, Dec 2011, Available At: [Http://www.jmccrack.com/ Open 3D Printing and Open Hardware.pdf](http://www.jmccrack.com/Open%203D%20Printing%20and%20Open%20Hardware.pdf)

[۷] "Objet260 Connex ", Nov 2011, Available At: [Http://www.Objet.com/Objet260 Connex open with Model.pdf](http://www.Objet.com/Objet260%20Connex%20open%20with%20Model.pdf)