

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



# نامگذاری فولادها

کامران خداپرستی

[kkhodaparasti@yahoo.com](mailto:kkhodaparasti@yahoo.com)

این مقاله پیش از این در "نشریه مشانیر، شماره های 27, 29, 30, 33، سالهای 1385 و 1386" به چاپ رسیده است.

## پیشگفتار

بر اساس شواهدی که توسط تاریخ نگاران به دست آمده است، استفاده بشر از مواد به حدود 10000 سال پیش باز می گردد. انسان نخستین با بهره جستن از چوب و استخوان حیوانات، سلاح های شکاری و دفاعی می ساخته است. در دنیای امروز، انسان نه تنها از مواد موجود استفاده می کند بلکه توانسته است با تغییرات در ساختار آنها، دامنه این کاربرد را گسترده تر نماید. آلیاژهای پر مقاومت، پلیمرهای شکل پذیر و سرامیکهای دیر گداز از جمله نتایج این تغییراتند.

استفاده از مواد مختلف یکی از فعالیتهای اصلی مهندسان است. سیستمهای مختلف مهندسی را می توان با استفاده از مواد مناسب، طرح و تولید نمود یا بهبود بخشید و علم و مهندسی مواد (MSE) به این موضوعات می پردازد.

در سالهای اخیر روند تخصصی شدن علوم و فنون، بر علم و مهندسی مواد نیز تاثیر گذاشته و آن را به گرایشهای مختلفی تقسیم کرده است. در حال حاضر در کشورمان تعدادی از این گرایشها در دانشگاه ها تدریس می گردند که در مقطع کارشناسی عبارتند از: متالورژی صنعتی، متالورژی استخراجی و سرامیک. در مقطع کارشناسی ارشد نیز گرایشهای حفاظت از خوردگی و اکسیداسیون، شناسایی و انتخاب مواد مهندسی، جوشکاری، ریخته گری، استخراج فلزات، شکل دادن فلزات، سرامیک و مواد پزشکی (بیو مواد) وجود دارند. این علم و فن در مقطع دکتری نیز در کشور رو به گسترش روزافزونی است.

در بین مواد مهندسی، فولاد از اهمیت فراوانی برخوردار است و باید به یاد داشت فولاد، طلایه دار تحولات قرن بیستم بوده است اما نباید چنین پنداشت که عصر فولاد به پایان رسیده است. نود درصد تولید جهانی فلزات به فولاد اختصاص دارد و ویژگی منحصر به فردش در ترکیب مشخصاتی مانند استحکام، چکش خواری، چقرمگی و قیمت ارزان، آن را بی جایگزین ساخته است. تولید جهانی 1414 میلیون تن (در سال 2010) که نسبت به سال پیش از آن 15 درصد افزایش یافته است، دلیلی است بر این مدعا.

فولاد در کشور ما اهمیتی راهبردی داشته و ایران با تولید 12 میلیون تن فولاد در سال 2010 در رتبه هفدهم کشورهای تولید کننده این فلز جای گرفته است.

با توجه به رو به رشد بودن صنایع کشور و افزایش ساخت و سازها در صنایع مختلف، امروزه شناخت و استفاده صحیح از استانداردهای مختلف فولادها به یک نیاز عمومی تبدیل شده است. ناگفته پیداست که تقریباً تمامی فعالان حوزه صنعت و نیز دانشجویان رشته های مختلف مهندسی، گاهی نیاز دارند تا درباره نحوه مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف، کاربردهای انواع مختلف آن و خواص شیمیایی، مکانیکی و فیزیکی فولادها اطلاعاتی داشته باشند. در نوشتاری که پیش روی شماست با فراهم نمودن اطلاعات پایه تلاش گردیده است تا ضمن آشنایی با متالورژی فولادها، شناخت و استفاده بهتر از قواعد و چارچوبهای تعیین شده پیرامون نامگذاری فولادها امکان پذیر گردیده و آشنایی نسبی با انواع استانداردهای این فلز پر کاربرد بدست آید.

در گردآوری مطالب این کتاب سعی بر این بوده تا خواننده به آسانی و در کمترین زمان ممکن بتواند اطلاعات مورد نیاز را در مورد شیوه نامگذاری فولادها در استانداردهای مختلف آمریکایی، اروپایی و نیز استانداردهای کشورهای صنعتی مانند آلمان، فرانسه و روسیه بدست آورد. در ضمن موضوع مهم نحوه مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف و به عبارت دیگر چگونگی تعیین استاندارد معادل فولادها نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

مخاطبان این نوشتار دانشجویان، مهندسان، کارشناسان و تمام افرادی هستند که به نحوی با محصولات مختلف فولادی سر و کار دارند و نیاز دارند تا درباره فولادها اطلاعاتی داشته باشند.

## تقسیم بندی فولادها

فولادها به روشهای مختلفی تقسیم بندی می شوند که تقسیم بندی آنها می تواند بر اساس موارد زیر باشد:

- بر اساس ترکیب شیمیایی، مانند فولاد کربنی، فولاد کم آلیاژ، فولاد زنگ نزن و ...
- بر اساس روش تولید، نظیر مانند **open hearth**، روش کوره الکتریکی و ...
- بر اساس روش ساخت، مانند نورد گرم، نورد سرد و ...
- بر اساس شکل محصول مانند ورق، لوله، میل، صفحه و ...
- بر اساس روش اکسیژن زدایی مانند فولاد آرام، نیمه آرام، جوشان و ...
- بر اساس ریز ساختار مانند فریتی، پرلیتی، مارتنزیتی
- بر اساس استحکام مورد نیاز
- بر اساس عملیات حرارتی مانند بازپختی، کوئنچ و تمپر و ...
- بر اساس کیفیت محصول مانند فولاد با کیفیت آهنگری، کیفیت تجاری و ...
- بر اساس کاربرد مانند فولاد فتر، فولاد ساختمانی، فولاد ابزار و ...

در حال حاضر استانداردهای ملی، منطقه ای و بین المللی بسیاری وجود دارند که سیستم نامگذاری مخصوص به خود جهت نامگذاری فولادها دارند. در ادامه سعی خواهد گردید برخی از رایج ترین این استانداردها که در سطح کشور ما نیز کاربرد بیشتری دارند مورد بررسی قرار گیرند. به این منظور روش های نامگذاری فولادها را در سه شاخه اصلی: استانداردهای آمریکایی، استانداردهای اروپایی و استانداردهای برخی از کشورهای صنعتی مورد بررسی قرار می دهیم. البته در اینجا منظور از استانداردهای آمریکایی استانداردهای مربوط به کشورهای آمریکایی شمالی (ایالات متحده و کانادا) است.

## سیستم نامگذاری فولادها در استانداردهای آمریکایی

در آمریکا سازمانهای مختلفی متولی امر استاندارد هستند که هر کدام از آنها سیستم ویژه ای جهت نامگذاری فولادها دارند. برخی از این سازمانها عبارتند از: انجمن آهن و فولاد آمریکا (**AISI**)، انجمن ملی استاندارد آمریکا (**ANSI**)، انجمن نفت آمریکا (**API**)، جامعه مهندسين مکانیک آمریکا (**ASME**)، موسسه آزمون و مواد آمریکا (**ASTM**)، انجمن جوشکاری آمریکا (**AWS**)، موسسه استاندارد کانادا (**CSA**) و جامعه مهندسين خودرو آمریکا (**SAE**) در زیر برخی از سیستم های نامگذاری رایج تر در بین استانداردهای آمریکایی مورد بحث قرار می گیرد.

## استاندارد ASTM

**ASTM** یکی از مراجع معتبر تدوین استاندارد به شمار می رود که در سال 1898 میلادی تاسیس شده است. **ASTM** کوتاه شده عبارت **American Society for Testing and Materials** است. اولین کتاب کامل استانداردهای **ASTM** در سال 1915 چاپ شد. امروزه 77 کتاب استاندارد **ASTM** در 15 بخش وجود دارند. استانداردهای مرتبط با فلزات در بخش های زیر یافت می شوند:

بخش 1- محصولات آهنی و فولادی (جلد 8) بخش 2- محصولات فلزی غیر آهنی (جلد 5) بخش 3- روشهای آزمون فلزات و دستور العمل های تحلیلی (جلد 6)

تمامی این استانداردها به صورت سالانه مورد بازبینی (**REVISION**) قرار می گیرند به عنوان مثال از سال 1992 تا 1993 تعداد 256 استاندارد از مجموع 631 استاندارد بخش 1 مورد بازبینی قرار گرفته اند. برخی استانداردهای نیز ممکن است در طول یک سال چندین مرتبه دچار تغییر شوند. مطالب گفته شده نشان می دهد که استاندارد فلزات اسنادی هستند که مدام دچار تغییر و تحول می شوند. استاندارد **ASTM** در حالت کلی در برگیرنده 15 فصل و 77 بخش به قرار زیر است:

فصل اول	:	مشمول بر هشت بخش پیرامون محصولات آهنی و فولادی
فصل دوم	:	مشمول بر پنج بخش پیرامون محصولات فلزی غیر آهنی
فصل سوم	:	مشمول بر شش بخش در حوزه روشهای آزمون فلزات و دستورالعمل های تحلیلی
فصل چهارم	:	مشمول بر سیزده بخش درباره مصالح ساختمانی
فصل پنجم	:	مشمول بر شش بخش شامل فرآورده های نفتی، روانکارها، سوختهای فسیلی
فصل ششم	:	مشمول بر چهار بخش رنگها و پوشش ها
فصل هفتم	:	مشمول بر دو بخش در بگرنده اطلاعات منسوجات

فصل هشتم	:	مشمول بر چهار بخش در برگیرنده اطلاعات پلاستیکها
فصل نهم	:	مشمول بر دو بخش در مورد اطلاعات لاستیکها و انواع آنها
فصل دهم	:	مشمول بر چهار بخش در برگیرنده اطلاعات عایقهای الکتریکی و مباحث الکترونیک
فصل یازدهم	:	مشمول بر شش بخش اطلاعات تکنولوژی آبی و مسایل محیطی
فصل دوازدهم	:	مشمول بر دو بخش پیرامون انرژی هسته ای، انرژی خورشیدی و انرژی زمین گرمایی
فصل سیزدهم	:	مشمول بر دو بخش پیرامون ابزارهای پزشکی
فصل چهاردهم	:	مشمول بر چهار بخش روشهای کلی و ابزارهای اندازه گیری
فصل پانزدهم	:	مشمول بر نه بخش در حوزه ویژگیهای محصولات عمومی

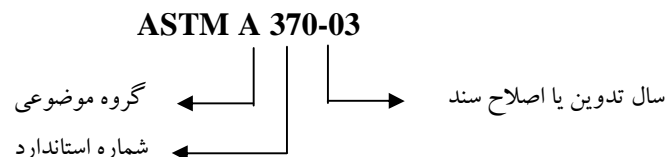
در ضمن فصل 00 آن هم به نمایه (Index) اختصاص دارد. با توجه به این که استاندارد ASTM استاندارد رایج در صنعت است لازم است نگاهی کلی به این استاندارد داشته باشیم .

## چند نکته درباره استاندارد ASTM

هریک از استانداردهای ASTM با ترکیبی از حروف و شمارهها معرفی می شوند که هر کدام از این حروف و شمارهها اطلاعاتی را درباره آن استاندارد در اختیار ما قرار می دهند. به عنوان مثال

### Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products

به صورت زیر معرفی می شود:



ذکر این نکته لازم است که اگر از حرف **M** پس از شماره استاندارد استفاده شده باشد، نشان دهنده تغییر سیستم استاندارد از سیستم اینچی به متریک است مانند: **ASTM F 606M-01**. در برخی موارد هم ممکن است حروف **a, b, c, d** دیده شوند که مربوط به ترتیب بازنگریها و اصلاحات انجام شده بر روی آن سند در همان سال می باشد مثلاً **99a** نشان دهنده دومین بازنگری در سال **99** سومین بازنگری در سال **1999** و الی آخر می باشد. برای استانداردهایی که در این بازنگریها بدون هیچ تغییری به تصویب می رسند، سال این تصویب مجدد را در پرانتز نشان می دهند مثلاً **(2004)**. اگر از افسیلون به صورت **superscript** استفاده شده باشد نشانگر تغییرات **editorial** بر روی آخرین بازنگری یا تصویب مجدد آن سند است **ε1** برای اولین تغییر و الی آخر. بعنوان مثال:

**ε1 A 144-90(2003)** . برای کامل تر شدن نکات مربوط به شناسایی شماره استاندارد **ASTM**، گروه بندی موضوعات این استاندارد در زیر آورده شده است:

**A ferrous metals; B nonferrous metals; C cementitious, ceramic, concrete, and masonry materials; D miscellaneous materials; E miscellaneous subjects; F materials for specific applications; G corrosion, deterioration, and degradation of materials; ES emergency standards; P proposals; PS provisional standards**

## سیستم نامگذاری استاندارد ASTM

در استاندارد ASTM همانطور که در بالا نیز اشاره شد فلزات با حرف **A** به همراه یک شماره مشخص می شوند. این روش نامگذاری اغلب برای مشخص کردن محصولی خاص بکار می رود مثلاً **A548** برای مفتول فولاد کربنی با کیفیت کله زنی سرد ( **cold heading** ) برای تولید پیچ به کار می رود.

## تعریف فلزات آهنی

تا قبل از 1993 میلادی، ASTM تعریف فلزات آهنی را بر مبنای ترکیب شیمیایی نامی قرار داده بود که در آن آلیاژ آهنی به آلیاژی گفته می شد که میزان آهن آن بیشتر یا مساوی 50 درصد بود. در اینصورت آلیاژ با حرف **A** شروع می شد. اگر میزان آهن کمتر از 50 درصد بود آلیاژ غیر آهنی شده و با حرف **B** آغاز می گشت. در حال حاضر ASTM تعریف اروپایی فولاد را که در استاندارد **CEN EN 10020** تحت عنوان "تعریف و تقسیم بندی فولادها" آمده است، پذیرفته است. در این استاندارد فولاد به صورت زیر تعریف می شود:

ماده ای که مقدار وزنی آهن در آن از هر عنصر مجزای دیگر بیشتر است و عموماً "میزان کربن آن کمتر از 2 درصد بوده و نیز شامل عناصر دیگری باشد. تعداد محدودی از فولادهای کرم دار ممکن است بیش از 2% کربن داشته باشند اما 2% مرز بین فولاد و چدن است. CEN همچنین پیشنهاد کرده است که عبارت وزنی (by weight) به جرمی (by mass) تغییر یابد تا هماهنگی با سیستم بین المللی واحدها (SI) ایجاد گردد.

## فولادهای ASTM

مثالهای زیر کاربرد حروف و اعداد را در این استاندارد برای نامگذاری فولاد ها مشخص می کنند.

### ASTM A 516/A 516M-01 Grade 70 – Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate- and Lower- Temperature Service

- حرف A نشان دهنده فلز آهنی است اما آنرا به زیر مجموعه های چدن، فولاد کربنی، فولاد آلیاژی یا فولاد زنگ نزن تقسیم نمی کند.
- عدد 516 یک شماره ترتیبی است که مستقیماً با خواص فلز ارتباطی ندارد.
- حرف M نشان می دهد که استاندارد بر مبنای واحدهای SI نوشته شده است (حرف M از واژه Metric آمده است) و A 516/A 516M یعنی واحد های SI و اینچ – پوند تواما" به کار رفته اند.
- عدد 01 نشان دهنده سال باز بینی یا انتشار است (2001).
- Grade 70 نشان می دهد که حداقل استحکام کششی (Tensile Strength) 70 ksi است.

توجه به این نکته لازم است که در صنعت فولاد واژه های Grade, Type و Class معانی مشخصی دارند.

"Grade" برای مشخص کردن ترکیب شیمیایی، "Type" برای اشاره به روش اکسیژن زدایی و "Class" برای نشان دادن سایر ویژگی ها نظیر درجه استحکام یا درجه پرداخت سطحی به کار می روند. اگر چه در استاندارد ASTM این واژه ها برای مشخص کردن یک فلز خاص در استاندارد تطبیق داده شده اند و معمولاً "بدون تعریف خاص بکار می روند اما اساساً همان معانی ذکر شده برای آنها صادق است. مثالهای زیر موضوع را روشن می کنند.

### ASTM A 106-99 Grade A, Grade B, Grade C - Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service

- ترتیب حروف از A به C نشان دهنده افزایش استحکام (کششی یا تسلیم) فولاد است و اگر فولاد از نوع غیر آلیاژی باشد نشانگر افزایش مقدار کربن است.

در این مثال :

Grade A - 0.25%C (max), 48 ksi Tensile Strength (min)

Grade B - 0.30% C (min), 60 ksi Tensile Strength (min)

Grade C - 0.35% C , 70 ksi Tensile Strength (min)

مثالی دیگر :

### ASTM A 48 - Class No. 20A, 25A, 30A - Gray Iron Castings

- Class No.20A نشان می دهد که این چدن دارای حداقل استحکام کششی 20 ksi است.
- به همین ترتیب Class No.25A , Class No.30A بیانگر حداقل استحکام کششی 25ksi و 30ksi هستند.

مثالی دیگر :

### ASTM A 276 Type 304,316,410 - Stainless and Heat-Resisting Steel Bars and Shapes

- Type 304,316,410 و بقیه بر اساس نامگذاری AISI برای فولاد زنگ نزن هستند که بعداً در مورد آن بحث خواهد شد.

در برخی از استانداردهای ASTM چند واژه مختلف برای توصیف یک فلز در گروهی از فلزات یک استاندارد به کار می روند. مثال زیر این موضوع را نشان می دهد.

### ASTM A 193/A 193M-01b - Alloy Steel and Stainless Steel Bolting Materials for High Temperature Service.

- عبارتهای "type" و "identification symbol" و "grade" و "class" برای توصیف مواد مورد استفاده در پیچ بکار رفته اند.
- به عنوان مثال :

Identification symbol: B8, type : austenitic steel Grade: unstabilized

[www.iran-mavad.com](http://www.iran-mavad.com)

صفحه 4 از 23

مرجع دانشجویان و مهندسیین مواد

## 18 chromium-8 nickel (AISI type 304)

در چهار Class مختلف وجود دارند : 1, 1A, 1D, 2

سیستم نامگذاری ASTM برای فولادهای زنگ نزن ریختگی (cast s.s.) از انجمن ریخته گری آلیاژ (Alloy Casting Institute) با مخفف ACI گرفته شده است. بر اساس این سیستم، روش نامگذاری شامل 2 حرف است که به دنبال آنها عدد آمده و پس از آنها حروف پسوند انتخابی اضافه می شوند. در این سیستم، اگر آلیاژ برای کاربرد در محیط های خورنده مایع باشد حرف "C" و برای کار برد در دماهای بالا حرف "H" به عنوان حرف اول در نظر گرفته می شود. حرف دوم نشان دهنده میزان کرم و نیکل آلیاژ است که با افزایش درصد نیکل، ترتیب الفبایی آن نیز اضافه می شود. عدد بعدی اضافه شونده بیانگر میزان کربن بر حسب صدم درصد است و در برخی موارد پسوندی نیز برای نشان دادن سایر عناصر آلیاژی افزوده می گردد. ذکر این نکته لازم است که گریدهای مختلف ریختگی این فولادهای زنگ نزن سیستم نامگذاری منحصر به فردی دارند که با سیستم نامگذاری آلیاژهای کار شده (wrought) متفاوت است. به عنوان مثال، فولاد زنگ نزن "cast 304" مطابق سیستم نامگذاری ASTM (ACI) نیست و نام آن فولاد در سیستم مورد نظر grade CF8 است. مثالهای دیگر در زیر آمده اند:

### ASTM A 351 Grade CF8M, Grade HK40 - Castings, Austenitic, Austenitic- Ferritic (Duplex) for Pressure Containing Parts

- حرف "C" در CF8M نشان دهنده فولادی مقاوم به خوردگی است و حرف "H" در HK40 نشان دهنده فولاد نسوز (heat resistant) است.
- قسمت عددی در فولاد مقاوم به خوردگی مشخص کننده حداکثر میزان کربن به صدم درصد است (C 0.08%) و در مورد فولاد نسوز میزان کربن اسمی (nominal) بر حسب صدم درصد است. (میزان اسمی C 0.40% و میزان واقعی -0.35-0.45% C)
- حرف "M" پس از اعداد نشانگر اضافه شدن عنصر مولیبدن به آلیاژ است.

یکی از استفاده های مفید نامگذاری با روش ASTM، کاربرد آن در لوله و تیوب و محصولات آهنگری شده است. در این موارد حرف "P" برای لوله، حرف "T" برای تیوب و "TP" برای لوله یا تیوب و "F" برای آهنگری (Forging) به کار می رود. مثالهای زیر این کاربرد ها را نمایش می دهند:

### ASTM A 335/A 335M-01 Grade P22 - Seamless Ferritic Alloy-Steel Pipe for High-Temperature Service.

### ASTM A 213/A 213M-01a Grade T22 - Seamless Ferritic and Austenitic Alloy-Steel Boiler, Superheater and Heat-Exchanger Tubes.

### ASTM A 269-01 Grade TP304 - Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Tubing for General Service

### ASTM A 312/A 312M-01a Grade TP304 - Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes

### ASTM A 336/A 336M-99 Class F22 - Alloy Steel Forgings for Pressure and High-Temperature Parts

## سیستم نامگذاری استاندارد ASME

بخش از این استاندارد که شامل استاندارد مواد برای کاربرد آنهاست عبارتست از:

### ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section II, Part A and B

در این بخش ها از تطبیق استاندارد ASTM با کد ASME استفاده شده است و حرف "S" جلو شماره استاندارد ASTM مربوطه اضافه می شود تا نشان دهد که این مربوط به کد ASME است. Part A از Section II کد ASME مربوط به فلزات آهنی و Part B مربوط به فلزات غیر آهنی است. مثال زیر ارتباط بین سیستم های نامگذاری ASME و ASTM را نشان می دهد.

### ASME SA 516/SA-516M-01 Grade 70 - Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate - and Lower – Temperature Service

این استاندارد همانند ASTM A 516/516-01 Grade 70 است با این تفاوت که "SA" نشان می دهد این استاندارد با کد ASME منطبق شده است.



## سیستم نامگذاری AISI/SAE

سیستم نامگذاری AISI/SAE از سیستم چهار رقمی برای مشخص کردن فولادهای کربنی و آلیاژی بر اساس ترکیب شیمیایی بهره می برد. بر اساس این سیستم، دو رقم آخر نشان دهنده میزان کربن برحسب صدم درصد است. رقم اول از سمت چپ مشخص کننده طبقه ای است که فولاد به آن تعلق دارد و مطابق است با :

- عدد 1 برای فولادهای کربنی
- عدد 2 برای فولادهای نیکل دار
- عدد 3 برای فولادهای نیکل - کرم
- عدد 4 برای فولادهای مولیبدن دار
- عدد 5 برای فولادهای کرم دار
- عدد 6 برای فولادهای کرم - وانادیم
- عدد 7 برای فولادهای تنگستن دار
- عدد 8 برای فولادهای سیلیسیم - منگنز

در این نشانه های رقم دوم عموماً " مشخصه درصد متوسط عنصر مسلط است. در این سیستم اضافه شدن عنصر **B** (بر) به آلیاژ جهت افزایش سختی پذیری با حرف "**B**" و اضافه شدن **Pb** (سرب) جهت بهبود قابلیت ماشینکاری با حرف "**L**" نمایش داده می شود. پیشوند "**M**" برای فولاد با کیفیت تجاری و پیشوند "**E**" برای فولاد تولید شده با کوره الکتریکی و پسوند "**H**" جهت قابلیت سختی پذیری به کار می روند. جدول زیر به شناخت بهتر این سیستم کمک می کند.

Carbon Steels	Description
10XX	Nonresulfurized, 1.00 manganese maximum
11XX	Resulfurized
12XX	Rephosphorized and resulfurized
15XX	Nonresulfurized, over 1.00 manganese maximum
Alloy Steels	Description
13XX	1.75 manganese
40XX	0.20 or 0.25 molybdenum or 0.25 molybdenum and 0.042 sulfur
41XX	0.50, 0.80, or 0.95 chromium and 0.12, 0.20, or 0.30 molybdenum
43XX	1.83 nickel, 0.50 to 0.80 chromium and 0.25 molybdenum
46XX	0.85 or 1.83 nickel and 0.20 or 0.35 molybdenum
47XX	1.05 nickel, 0.45 chromium, 0.20 or 0.35 molybdenum
48XX	3.50 nickel and 0.25 molybdenum
51XX	0.80, 0.88, 0.93, 0.95, or 1.00 chromium
51XXX	1.03 chromium
52XXX	1.45 chromium
61XX	0.60 or 0.95 chromium and 0.13 or 0.15 vanadium minimum
86XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.20 molybdenum
87XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.25 molybdenum
88XX	0.55 nickel, 0.50 chromium and 0.35 molybdenum
92XX	2.00 silicon or 1.40 silicon and 0.70 chromium
50BXX	0.28 or 0.50 chromium
51BXX	0.80 chromium
81BXX	0.30 nickel, 0.45 chromium and 0.12 molybdenum
94BXX	0.45 nickel, 0.40 chromium and 0.12 molybdenum

## فولادهای زنگ نزن

سیستم نامگذاری فولادهای زنگ نزن کارشده (wrought s.s)، که نخستین بار توسط AISI پیشنهاد شده و توسعه یافته است، از 3 عدد که در برخی موارد حروفی به دنبال آنها می آید، تشکیل شده است. نخستین رقم، کلاس آلیاژ را مشخص می کند. بدین صورت که 3xx, 2xx سری فولادهای زنگ نزن آستنیتی هستند و مارتنزیتی ها و فریتی ها با 4xx مشخص می شوند. متأسفانه در این سیستم نامگذاری، رقمهای دوم و سوم ترکیب شیمیایی آلیاژ را به ما نمی دهند. همچنین در مورد سری 4xx تمایز بین فولاد زنگ نزن فریتی با مارتنزیتی پیش بینی نشده است. مثلاً " 430 و 446 فریتی هستند در حالیکه 431 و 440 مارتنزیتی می باشند. معانی حروف پسوند و نیز دو رقم آخر در سیستم نامگذاری UNS در جدول زیر نشان داده شده است. (در مورد سیستم نامگذاری UNS در قسمت بعدی صحبت خواهد شد) برخی انواع فولاد زنگ نزن در سیستم نامگذاری AISI وجود ندارند. این فولادهای زنگ نزن غیر استاندارد شامل فولادهای زنگ نزن رسوب سخت شده، بیشتر فولادهای زنگ نزن DUPLEX و فولادهای زنگ نزن آلیاژی هستند.

AISI Suffix Designator	UNS No.	Description
xxxL	xxx01	Low carbon (<0.03% as compared to the normal <0.08%) for improved resistance to intergranular corrosion as discussed below
xxxS	xxx08	Low carbon (<0.08% as compared to standard <0.2% or higher)
xxxN	xxx51	Added nitrogen for increased strength
xxxLN	xxx53	Low carbon (<0.03%) plus added nitrogen
xxxF	xxx20	higher sulfur and phosphorus for improved machinability
xxxSe	xxx23	Added selenium for better machined surfaces
xxxB	xxx15	Added silicon to increase scaling resistance
xxxH	xxx09	Wider allowable range of carbon content
xxxCu	xxx30	Added copper

## سیستم نامگذاری شماره ای (UNS) برای فلزات و آلیاژها

متخصصان و کارشناسان ASTM و SAE در سال 1967 میلادی مطالعاتی را به منظور ایجاد سیستم شماره گذاری یکسان (Unified Numbering System : UNS) برای فلزات و آلیاژها آغاز نمودند. این برنامه سه وجه مختلف را دنبال می کرد.

1- ساده کردن سیستمهای نامگذاری متعددی که در طول سالهای گذشته به طور مستقل ایجاد شده بودند. 2- اختصاص دادن شماره ای مشابه برای نامهای تجاری بویژه در مواقعی که چند شرکت، یک آلیاژ را تحت نام های تجاری گوناگون تولید می کنند. 3- ایجاد یک سیستم جدید سازگار با رایانه توسط توسعه یک روش ثابت.

در سال 1969 میلادی ارتش آمریکا این پروژه را تحت حمایت قرار دارد. در سال 1975 میلادی نخستین چاپ UNS بطور مشترک توسط ASTM و SAE انجام شد. جزئیات نامگذاری به این روش در استاندارد زیر آمده است:

**ASTM E 527-83(Reapproved 1997): Standard Practice for Numbering Metals and Alloys (UNS)**

## سیستم نامگذاری به روش UNS

این روش سیستمی متشکل از یک حرف و 5 عدد است. این سیستم فقط ترکیب شیمیایی فلز یا آلیاژ را به تنهایی نشان می دهد و استاندارد یا مشخصه فلز محسوب نمی شود. در اکثر موارد سعی شده است تا سیستم UNS با سایر سیستم های نامگذاری موجود بویژه AISI/SAE تا حد امکان انطباق داشته باشد. بعنوان مثال، حرف پیشوند UNS برای فولادهای کربنی و آلیاژی حرف "G" است و



چهار رقم اول پس از آن مطابق همان سیستم **AISI/SAE** در نظر گرفته شده است مثلاً **G10400** . حروف **B** و **L** که کاربرد آنها پیش از این در سیستم **AISI/SAE** مورد بررسی قرار گرفت، در سیستم **UNS** با اعداد " 1 " و " 4 " به عنوان رقم پنجم جایگزین شده اند. بجای حرف **E** هم از عدد " 6 " استفاده می گردد. الزامات سختی پذیری فولاد که در **AISI/SAE** با **H** نشان داده می شد در **UNS** با **HXXXXX** نشان داده می شود. انواعی از فولادهای کربنی و آلیاژی که در سیستم نامگذاری **AISI/SAE** به آنها اشاره نمی شد، با پیشوند " **K** " در **UNS** مشخص می شوند. هر جا امکان داشته است، حرف اول در سیستم نامگذاری **UNS** به گونه ای انتخاب شده تا گروه فلز را مشخص نماید به عنوان مثال حرف " **S** " برای فولاد زنگ نزن . از 5 عدد مشخص کننده فولادهای زنگ نزن در این سیستم نامگذاری، سه رقم اول همانند نامگذاری آلیاژ به روش **AISI** است مثلاً " **S304XX** ". دو رقم باقیمانده معادل پسوند های سیستم **AISI** هستند که در جدول قبلی به آنها اشاره شده است. جزئیات سیستم نامگذاری **UNS** برای فلزات آهنی و آلیاژها در جدول زیر مشاهده می شود.

UNS Descriptor	Ferrous Metals
<b>Dxxxxx</b>	<b>Specified mechanical properties steels</b>
<b>Fxxxxx</b>	<b>Cast irons</b>
<b>Gxxxxx</b>	<b>AISI and SAE carbon and alloy steels (except tool steels)</b>
<b>Hxxxxx</b>	<b>AISI H-steels</b>
<b>Jxxxxx</b>	<b>Cast steels</b>
<b>Kxxxxx</b>	<b>Miscellaneous steels and ferrous alloys</b>
<b>Sxxxxx</b>	<b>Heat and corrosion resistant(stainless) steels</b>
<b>Txxxxx</b>	<b>Tool steels</b>
UNS Descriptor	Welding Filler Metals
<b>Wxxxxx</b>	<b>Welding filler metals, covered and tubular electrodes classified by weld deposit composition</b>

مراجع

1- Internet Document, [www.key-to-steel.com](http://www.key-to-steel.com)

2-The Metals Black Book, Ferrous Metals, Vol. 1, 2nd ed., CASTI Publishing Inc., 1995

### سیستم نامگذاری فولاد با استاندارد اروپا (CEN)

کمیته اروپایی استاندارد (CEN) تشکلی از موسسه های ملی استاندارد کشورهای عضو اتحادیه اروپا و جامعه تجارت آزاد اروپاست. وظیفه اصلی CEN تدوین و انتشار استانداردهای اروپا (EN) است که به مجموعه ای از مشخصات فنی اطلاق می شود که با مشارکت طرف های ذینفع کشورهای مختلف عضو CEN منتشر می گردد. این استانداردها بر اساس اجماع عمومی منتشر شده و با رای اکثریت تصویب می شوند. استانداردهای تصویب شده باید توسط هر کشور عضو، به عنوان استانداردهای ملی تلقی شده و هر استاندارد ملی مغایر با آن باید ملغی شود. نام گذاری استاندارد اروپا (EN) در هر کشور به این صورت است که ابتدا حروف مشخصه استاندارد ملی آن کشور آمده (مثلاً " **BS** برای انگلستان یا **DIN** برای آلمان) و سپس **EN** و پس از آن عددی 5 رقمی می آید.

مثلاً " **BS EN 10025** یا **DIN EN 10025** . هر استاندارد **EN** می تواند شامل یک سند با چندین بخش باشد که تحت نام **Part** می آیند مثلاً " **EN 10028 Parts 1 to 8** که هر **Part** ویژگی خاصی از محصولات فولادی را مشخص می کند و بجای آوردن واژه **Part** در شماره استاندارد از یک خط تیره (hyphen) استفاده می شود مثلاً " **EN 10028-1 Part 1** . پیشوند **pr** نشان می دهد که این سند یک استاندارد پیش نویس (draft standard) است که هنوز تأیید نهایی نشده است.

مثلاً " **prEN 10088-1** (pr از واژه انگلیسی preliminary اخذ شده است)

از جمله اسناد دیگر منتشره توسط CEN که اهمیت دارند اسناد هماهنگ سازی (Harmonization Document) و استانداردهای اولیه اروپایی (European Prestandards) هستند که اولی را اختصاراً **HD** و دومی را **ENV** می نامند. **HD** مراحل تدوین و تصویب مشابه سایر استانداردهای **EN** دارد اما کاربرد آن انعطاف بیشتری داشته به طوری که شرایط خاص فنی برخی کشورها می تواند در آن لحاظ گردد. در مورد این نوع سند فقط بجای **EN** از **HD** برای مشخص شدن آن استفاده می شود. **ENV** نوعی استاندارد آینده نگر است که بصورت موقت در حوزه هایی از فناوری که خیلی سریع دچار تغییر و تحول می شوند یا جایی که نیاز

اضطراری وجود دارد و جایی که ایمنی افراد و کالاها شامل نیست، تدوین می گردد. بدین ترتیب زمان لازم برای تدوین این استاندارد ها بسیار کاهش می یابد. **ENV** پس از تصویب، به مدت 3 سال به بوتۀ آزمون گذارده می شود به این منظور که نهایتاً "به **EN** یا **HD** تبدیل گردد. علامت شناسایی این گونه استاندارد ها همانند **EN** است فقط به جای حروف **EN** حروف **ENV** قرار می گیرند. از سال 1995، قریب 40 درصد استانداردهای **EN** که هر ساله منتشر می شوند مستقیماً از استانداردهای **ISO** استفاده کرده اند. توافق وین بین **CEN** و **ISO** یک توافق رسمی بین این دو سازمان است که در حال حاضر 800 پروژه تدوین استاندارد تحت این همکاری در حال اجراست.

## سیستم نامگذاری اروپایی فولادها – EN 10027

سیستم نامگذاری اروپایی فولادها در **EN 10027** استاندارد شده است و شامل دو بخش **Part 2-Steel Numbers** و **Part 1- Steel Names** است. این استاندارد مرجعی جهت فولادها بر اساس نام آن و شماره آن است. این روش بدین منظور به کار رفته است تا از سردرگم شدن احتمالی کاربر در تشخیص فولادها کاسته شده و نیز از مشکلات احتمالی آینده برای تصحیح نام یا شماره فولاد ها جلوگیری گردد. لازم به ذکر است که شماره فولاد و نام فولاد لزوماً قابل تبدیل به یکدیگر نیستند.

### نام فولاد (Steel Name)

نام فولاد ترکیبی از حروف و اعداد است که نحوه نام گذاری در **EN 10027-1** و در گزارش تکمیلی **CEN** با شماره **CR 10260** آمده است. مطابق این سیستم نامهای فولاد ها در دو گروه به شرحی که بعداً خواهد آمد تقسیم بندی می شوند. این سیستم از بعضی جنبه ها شبیه (اما نه همانند) روش نام گذاری **ISO** در گزارش فنی **ISO TR 4949: 1989** با عنوان " نام های فولاد بر اساس حروف " است.

### نام فولاد – گروه ۱

گروه 1 از استاندارد **EN 10027-1** به فولادهایی اشاره دارد که بر اساس کاربرد و خواص مکانیکی یا فیزیکیشان مشخص شده اند. این فولادها با یک یا چند حرف مرتبط با کاربرد و به دنبال آنها عددی مرتبط با خواص، مشخص می شوند. بعنوان مثال، اسامی فولادهای ساختمانی با **S** که مخفف **Structural** است، آغاز می گردد. این حروف در زیر نمایش داده شده اند.

<b>S</b>	<b>Structural steels</b>
<b>P</b>	<b>Pressure purpose steels</b>
<b>L</b>	<b>Linepipe steels</b>
<b>E</b>	<b>Engineering steels</b>
<b>B</b>	<b>Steels for reinforcing concrete</b>
<b>Y</b>	<b>Steels for prestressing concrete</b>
<b>R</b>	<b>Rail steels or steels in the form of rails</b>
<b>H</b>	<b>Cold rolled flat products of high strength steels for cold forming</b>
<b>D</b>	<b>Flat products for cold forming</b>
<b>T</b>	<b>Tinmill products (steel products for packaging)</b>
<b>M</b>	<b>Electric steels</b>

به دنبال این حروف عددی که مرتبط با ویژگی آن فولاد در ارتباط با کاربردش است، می آید. به مثال زیر توجه کنید:

**EN 10025 S 185 (structural steel with min. yield strength equal to 185 MPa.)**

### نام های فولادها – گروه ۲

این گروه برای مشخص کردن فولادها بر اساس ترکیب شیمیایی آنها در نظر گرفته شده است و به 4 زیر گروه بر اساس میزان عناصر آلیاژی تقسیم می شود. اولین زیر گروه شامل فولادهای غیر آلیاژی (به جز فولادهای تندبر) است که منگنز آنها به طور متوسط کمتر از 1 درصد است. این فولاد ها با حرف **C** که به دنبال آن میزان متوسط کربن برحسب صدم درصد می آید، مشخص می شوند. دومین زیر گروه شامل فولادهای غیر آلیاژی با منگنز مساوی یا بیشتر از 1 درصد، فولادهای خوش تراش غیر آلیاژی و فولادهای آلیاژی (به جز فولادهای تندبر) به صورتی که درصد وزنی هر عنصر آلیاژی کمتر از 5% باشد، است. برای این زیر گروه، نام فولاد شامل میزان متوسط کربن برحسب صدم درصد و به دنبال آن نشانه عناصر آلیاژی (البته به ترتیب مقدار درصد آن عنصر) می آید. بعد از این گروه علایم، اعدادی که نشان دهنده میزان عناصر آلیاژی است می آید (این اعداد به ترتیب نشان دهنده درصد متوسط عنصر آلیاژی نشان داده شده هستند که در ضریبی که بستگی به نوع عنصر دارد ضرب شده اند. این ضرائب در جدول زیر آمده اند)

Element	Factor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

اعدادی که به عناصر آلیاژی متفاوتی اشاره می کنند به نزدیکترین عدد صحیح، گرد شده و با خط تیره جدا می شوند. در زیر یک مثال آمده است.

#### EN 10028 Part 2, 13CrMo4-5 nominally contains 0.13%C, 1% Cr, and 0.5% Mo

سومین زیر گروه بر اساس ترکیب شیمیایی برای فولادهای آلیاژی است (به غیر از فولادهای تندبر) که درصد وزنی حداقل یکی از عناصر آلیاژی بیش از 5% باشد. برای این زیر گروه، نام مشخصه با حرف **X** شروع شده و پس از آن میزان کربن بر حسب صدم درصد و به دنبالش نشانه عناصر آلیاژی (به ترتیب نزولی مقادیر آنها) و پس از آن اعداد نشان دهنده مقادیر عناصر آلیاژی می آید. همانند زیر گروه قبلی گرد شدن به نزدیکترین عدد صحیح در اینجا نیز انجام می گردد. به مثال زیر توجه نمایید:

#### EN 10088 Part 1, X2CrNi18-9 nominally contains 0.02% C, 18% Cr, and 9%Ni

آخرین زیر گروه بر اساس ترکیب شیمیایی و برای فولادهای تند بر کاربرد دارد. در اینجا مشخصه فولاد شامل **HS** (که مخفف واژه **High Speed** می باشد) است که به دنبال آن عددی که نشان دهنده درصد عناصر آلیاژی که به ترتیب تنگستن، مولیبدن، وانادیم و کبالت هستند، می آید. هر عدد درصد متوسط عنصر مربوطه را مشخص می کند که به نزدیکترین عدد صحیح گرد شده و با سایر اعداد که نشانگر عناصر دیگر هستند توسط خط تیره فاصله ایجاد می گردد. برای هر دو سیستم نامگذاری گفته شده در گروه 1 (بر اساس کاربرد و خواص) و گروه 2 (بر اساس ترکیب) اگر نام با حرف **G** شروع شده باشد نشانگر این است که فولاد از نوع ریختگی است.

### شماره های فولادها (Steel Numbers)

استاندارد **EN10027 Part 2** نام گذاری فولادها بر اساس شماره بیان می کند که می تواند تکمیل کننده نام گذاری با نام فولاد که در بالا به آن اشاره شد، باشد. در این روش تعداد ارقام ثابت بوده و برای داده پردازی مناسب است. عدد به صورت **1.XXXX** است که عدد **1** اشاره به فولاد دارد. دو عدد اول پس از **1** گروه فولاد را مشخص می کنند. این گروه ها در جدول زیر آمده اند.

Non alloy steel		
Base steel	1.00XX - base steels	
Quality steels	1.01XX - general structural steels with $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$	
Special steels	1.11XX - structural, pressure vessel and engineering steels with $C < 0.50\%$	
Alloy steels		
Quality steels	1.08XX - steels with special physical properties	
Special steels		
	Tool steels	1.23XX - Cr-Mo, Cr-Mo-V or Mo-V steels
	Miscellaneous steels	1.35XX - bearing steels
	Stainless and heat resisting steels	1.46XX - chemical resistant and high temperature Ni alloys
	Structural, pressure vessel and engineering steels	1.51XX - Mn-Si or Mn-Cr steels

ارقام بعدی نشانگر ترتیب (شماره سریال) هستند. همانطور که در جدول بالا دیده می شود فولادها به انواع مختلفی تقسیم شده اند که تقسیم بندی آنها در **EN 10020** آمده است و در اینجا به آنها اشاره می کنیم.

## فولادهای غیر آلیاژی (Non-alloy steels)

فولادهای پایه (base steels)، کیفی (quality steels) و ویژه (special steels) در این گروه قرار دارند که بدین منظور ارقام دوم و سوم شماره فولاد، رده کیفی فولاد را با توجه به کاربرد یا خواص مشخص می کنند. مطابق استاندارد EN 10020، فولاد پایه غیر آلیاژی توسط روش های معمولی فولاد سازی تولید می شود و به عملیات حرارتی نیاز ندارد. این نوع فولاد الزامات کیفی خاصی (نظیر مطلوبیت جهت کشش سرد و ...) ندارد و عناصر آلیاژی دیگری به جز منگنز و سیلیسیم نیز ندارد. فولاد کیفی غیر آلیاژی الزامات کیفی بیشتری نسبت به فولاد پایه نظیر، استحکام شکست، اندازه دانه یا شکل پذیری دارد. در عین حال فولادهای کیفی الزامات خاصی برای عملیات حرارتی یا عاری بودن از آخال ها (non-metallic inclusion) ندارند. فولادهای ویژه غیر آلیاژی آخال کمتری نسبت به فولادها پایه دارند (تمیزترند). آنها عموماً برای کوئنچ و تمپرشدن یا سخت کردن سطحی تولید می شوند. کنترل دقیق ترکیب شیمیایی و دقت در تولید و کنترل فرآیند تولید باعث می شود تا این دسته از فولادها خواص بهبود یافته ای (بعنوان مثال استحکام تسلیم، سختی پذیری) داشته باشند و به همین سبب دارای ویژگیهای ثابتی نظیر استحکام ضربه یا سختی معین (پس از عملیات حرارتی خاص) یا مقادیر کم فسفر و گوگرد و آخال باشند.

## فولادهای آلیاژی (Alloy steels)

استاندارد EN 10020 بین فولادهای کیفی آلیاژی و فولادهای ویژه آلیاژی تفاوت قائل شده است. فولاد کیفی آلیاژی برای عملیات حرارتی کوئنچ- تمپر یا سخت کاری سطحی طراحی نشده اند بلکه جاهایی به کار می روند که خواص خاص مورد نیاز است. این رده شامل برخی فولادهای ساختمانی دانه ریز برای جوشکاری، برخی از فولادهای الکتریکی و فولادهای آلیاژی برای کاربردهای شکل دادن سرد با کاهش سطح مقطع زیاد می باشند. رده فولادهای آلیاژی ویژه شامل فولادهای زنگ نزن، فولادهای نسوز، فولادهای مقاوم به خزش، فولادهای ابزار، فولادهای مهندسی، فولادهای ساختمانی ویژه و فولادهای با خواص فیزیکی خاص می باشند. مشخصه این رده کنترل دقیق ترکیب شیمیایی و فرآیندهای تولید است.

## سایر استانداردهای اروپایی مرتبط با فولادها

همانطور که پیش از این اشاره شد، فولادها را می توان بر مبنای روش تولید، شکل محصول و ... نیز تقسیم بندی کرد. EN 10079 اشکال مختلف تولیدی فولادها را تقسیم بندی می کند. این تقسیم بندی شامل محصولات تخت (Flat Products) که پوشش دارند یا ندارند شامل ورق، نوار، فولادهای الکتریکی و ... محصولات طولی (Long Products) شامل سیم، مفتول و ... و سایر محصولات نظیر محصولات آهنگری و محصولات تولید شده توسط متالورژی پودر را در بر می گیرد. در ضمن واژه ها و تعاریف مرتبط با عملیات حرارتی را می توان در EN 10052 یافت.

### مقدمه

پیش از این به استاندارد اروپا و استاندارد های آمریکایی در نامگذاری فولادها پرداخته شد. در این فصل سعی می گردد که استانداردهای رایج در کشور ما (استانداردهای GOST و DIN) با جزئیات بیشتر و سایر استانداردها (AFNOR و JIS) در حد اشاره مورد بررسی قرار گیرند.

## سیستم نامگذاری فولادها طبق DIN

قبلاً هر فولادی با نام شرکت تولید کننده آن فولاد نامگذاری می شد. به این ترتیب ناهماهنگی کلی در نامگذاری وجود داشت. کمیته استاندارد آلمان در اولین انتشار برنامه فولاد، در سال 1942، تصمیم گرفت که به هر نوع استاندارد شده یک نشانه کوتاه اختصاص داده شود تا اینکه به صورت واضح در مدارک قطعات، نقشه ها، سفارشها و مکاتبات مشخص گردد. در ابتدا نام کوتاه فولادها تا حد ممکن ساده بود اما از سیستم واحدی پیروی نمی شد. مدتی بعد در DIN 17006 سیستمی متشکل از حروف و اعداد برقرار گردید که به سهولت بتوان به کمک نام کوتاه فولاد، خصوصیات مربوط را بدست آورد. علاوه بر این در DIN 17006 یک سیستم عددی به عنوان شماره مواد وضع گردیده که نه فقط برای فولادها بلکه برای سایر آلیاژهای غیر آهنی نیز صادق است.

### نام کوتاه

نام کوتاه فولادها بر اساس دو تقسیم بندی مختلف ساخته می شود: بسته به خواص کاربردی و بسته به ترکیب شیمیایی

## نامگذاری بر اساس خواص کاربردی

در اینجا نام کوتاه به فولادهای عمومی ساختمانی اختصاص داشته که بعد از St به معنی فولاد، عددی که مشخص کننده حداقل استحکام کششی است، نوشته می شود. این عدد بر حسب واحد  $\text{kg/mm}^2$  بیان شده که حدود 1/10 از مقدار آن بر حسب  $\text{N/mm}^2$  بزرگتر می باشد. مثلاً St37 فولادی است با حداقل استحکام کششی  $37 \text{ kg/mm}^2$  که معادل با  $360 \text{ N/mm}^2$  است.

در صورت نیاز به توضیحات ضروری از حروف زیر قبل از St استفاده می شود:

**Q** فولادهای ویژه شکل دادن سرد (کله زنی) مثلاً Q St37-3

**R** فولادهای آرام و نیمه آرام، مثلاً R St37-2

**U** فولاد ناآرام (جوشان) مثلاً U St37-2

در صورت نیاز درجه کیفیت فولادهای همانند را با عددی که در انتهای نام کوتاه فولاد نوشته می شود، مشخص می کنند.

## نامگذاری فولادهای غیر آلیاژی

نام کوتاه عموماً از علامت شیمیایی C و عدد مشخصه مقدار کربن تشکیل شده است، مثلاً C15.

جهت تمایز فولادهای غیر آلیاژی یا مشخصه وابستگی آن به گروه معینی از فولادها، بعد از علامت C حروف زیر با معانی معینی می آیند:

**f** فولاد برای سخت کاری شعله ای و القایی، مثلاً Cf 53.

**k** فولاد نجیب با مقدار پایین فسفر و گوگرد، مثلاً Ck 15.

**m** فولاد نجیب با محدوده معینی از - نه فقط حد مجاز بالا - مقدار گوگرد، مثلاً Cm 35.

**q** فولادهای کربوره و بهسازی جهت کله زنی سرد، مثلاً Cq 35.

گاهی بعد از عدد مشخصه مقدار کربن، حرف مشخصه زیر نیز می آیند:

**W** کیفیت فولاد ابزاری، مثلاً C 110 W.

**W1** فولاد ابزاری با کیفیت درجه اول مثلاً C 80 W1.

**W2** فولاد ابزاری با کیفیت درجه دوم، مثلاً C 80 W2.

## نامگذاری فولادهای آلیاژی

فولادهای آلیاژی فقط بر حسب ترکیب شیمیایی نامگذاری می شوند. این روش، مشخصه دقیق فولاد را بیان می کند. به علاوه این روش نامگذاری فولاد را در حالت بلوک خام ریخته گری امکانپذیر می کند. البته نمی توان به نوع فرآیند و عملیات حرارتی که روی آن انجام می شود و یا خواص استحکامی آن که بعداً به دست می آید، مثلاً بهسازی، پی برد. نامگذاری کامل یک فولاد آلیاژی به ترتیب زیر است:

حروف شناسایی نوع ذوب ریزی،

حروف شناسایی خواصی که مشروط به فرآیند ذوب ریزی و عمل آوری آن است،

عدد مشخصه کربن،

علامت شیمیایی عناصر آلیاژی،

عدد مشخصه افزوده های آلیاژی،

رقم مشخصه محدوده های تضمینی،

حروف مشخصه وضعیت عملیات حرارتی و

عدد مشخصه استحکام کششی تضمینی یا سایر خواص تعیین کننده

عدد مشخصه کربن

صد برابر مقدار کربن به عنوان عدد مشخصه کربن مطرح می شود، جهت تمایز نامهای تجاری خیلی مشابه، در صورت نیاز مقدار آن به اندازه 1 واحد کم و یا زیاد نشان داده می شود. در فولادهای آلیاژی - به منظور رعایت اختصار از C صرف نظر می شود. C فقط در فولادهای غیر آلیاژی قبل از عدد مشخصه قرار می گیرد.

## نشانه عناصر آلیاژی

برای مشخص کردن عناصر آلیاژی، اصولاً نشانه به کار می رود. این نشانه ها بلافاصله بعد از عدد مشخص کننده میزان کربن قرار می گیرند، البته به ترتیب مقدار درصد. در صورت یکسان بودن درصد عناصر، نشانه ها به صورت الفبایی مرتب می شوند. بعد از این گروه نشانه ها اعداد مشخصه آلیاژ مانند ترتیب نشانه ها می آیند، در حقیقت گروه اعداد در کنار هم قرار می گیرند. به عنوان یک قاعده می توان گفت

که آن دسته از عناصر آلیاژی برای نامگذاری انتخاب می شود که برای مشخصه فولاد یا تمایز آن از سایر فولادهای مشابه لازم است. یعنی اعداد مشخصه مربوط به این آلیاهاست .

### اعداد مشخصه افزوده های آلیاژی و ضرایب

مفهوم و هدف از استفاده از ضرایب، کوچکتر کردن اعداد مشخصه تا حد ممکن می باشد (همچنین حذف اعداد) که به همراه نشانه های عناصر بسته به مقدار درصد آنها در گروههایی مشخص قرار می گیرند. بدین ترتیب هر فولاد را می توان بسته به نوع و مقدار عناصر آلیاژی آن مرتب کرد، به علاوه در این سیستم آینده نیز در نظر گرفته شده است زیرا فولادهای جدید را هم می توان در استاندارد فولادها جای داد. اعداد مشخصه آلیاها با حاصلضرب مقدار میانگین عناصر آلیاژی (یا مقدار واقعی عناصر آلیاژی در مذاب) در ضرائب جدول صفحه بعد به دست می آیند. اگر مقدار عناصر آلیاژی زیاد باشد به منظور کوتاه شدن عدد مشخصه برای عناصر آلیاژی ضریب 1 به کار می رود، ولی برای کربن همان 100 استفاده می شود. برای تمایز فولادهای کم آلیاژ و پر آلیاژ حرف X در ابتدا می آید. سیستم نامگذاری بدین صورت می باشد:

حرف X (قبل از عدد مشخصه کربن)

عدد مشخصه کربن

نشانه عناصر آلیاژی تعیین کننده

نشانه عناصر آلیاژی

حذف حرف مشخصه X

اگر عدد مشخصه مقدار کربن به جهت عدم اهمیت حذف شود، به منظور هر چه کوتاه شدن مشخصه فولاد از نوشتن X نیز صرف نظر می شود. مثلا  $\text{NiCr20TiAl}$

به چند مثال توجه کنید:

نوع آلیاژ:  $\text{C0.1, Cr 18, Ni 8 \%}$  مشخصه این فولاد چنین است:  $\text{X10CrNi18 8}$

نوع آلیاژ:  $\text{C0.20, Cr 13 \%}$  مشخصه فولاد فوق چنین است:  $\text{X20Cr13}$

سیستم نامگذاری فولادهای ریختگی

نامگذاری فولادهای ریختگی، چدنهای خاکستری و چدنهای چکش خوار با حرف G شروع می شود و بعد از علامت خط تیره (-) مشخصه فولاد ذکر می شود.

نوع آلیاژ:  $\text{C0.07, Cr18, Ni9 \% + Nb}$  مشخصه فولاد فوق چنین است:  $\text{G-X7CrNiNb 18 9}$

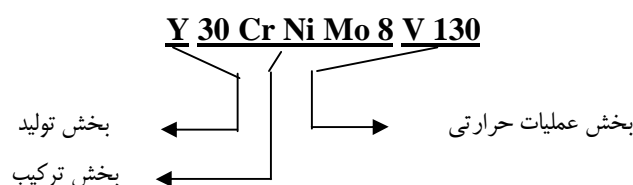
علامت کوتاه فولادهای تندبر

علامت کوتاه فولادهای تندبر بدین ترتیب نوشته می شود که بعد از علامت S (مخفف Schnellarbeitsstahl) اعدادی نوشته می شود که به ترتیب مقادیر عناصر آلیاژی تنگستن، مولیبدن، وانادیم و کبالت را بیان می کند، مثلا "5-2-5-6 S" اگر فولاد تندبری کبالت نداشته باشد چهارمین عدد حذف می شود، مثلا فولاد  $\text{S 6-5-2}$  علامت کرم در مشخصه فولاد نمی آید، زیرا همه فولادهای تندبر تقریباً 4% کرم دارند.

در فولادهایی که برخلاف معمول حاوی مقدار بالایی کربن ضمن داشتن ترکیب شیمیایی یکسان هستند، مانند فولادهای پایه، جهت مشخصه آن بعد از حرف S حرف C قرار می گیرد، که دلالت بر مقدار غیر معمول کربن دارد، مثلا "SC 6-5-2"

مشخصه کامل فولاد طبق DIN 17006

در بخشهای قبلی مطالبی به اختصار در خصوص نامگذاری فولادها طبق DIN 17006 آورده شد. نامگذاری فولادها طبق این استاندارد با توجه به مثال زیر از سه بخش مشخص تشکیل شده است:





با توجه به اینکه فولادها از نظر تولید، ترکیب و عملیات حرارتی انواع مختلفی دارند بدین جهت علائیم مشخصه فولادها که در نامگذاری ذکر می شود به صورت جدول زیر بیان می شود:

معنی حروف و اعداد مشخصه فولاد طبق DIN 17 006					
بخش تولید فولاد		بخش ترکیب فولاد		بخش عملیات حرارتی فولاد	
وضعیت عملیات حرارتی		قابل سختکاری-شعله ای و یا-القایی	f	علائیم ریختگی	
برگشت شده	A	محتوی کم-گوگرد و یا فسفر	k	ریخته گری عمومی	G
پیر سختی شده	AH	محتوی تضمینی گوگرد در فولاد غیر آلیاژی	m	چدن خاکستری	GG
رسوب سازی گرم شده	AL	دامنه تضمینی محتوی گوگرد در فولاد	S	چدن چاپیده	GH
قابلیت ماشینکاری خوب	B	فولاد (بدون ذکر ترکیب)	St	فولاد ریختگی	GS
عملیات حرارتی شده جهت دستیابی به استحکام معین	BF	ضریب	نشانه عنصر	چدن چکش خوار، چدن قیچی	GT
سختکاری کربوره شده	E	10	Al	چدن چکش خوار مغز سفید	GTS
بازپخت نرم شده	G	10	B	چدن چکش خوار مغز سیاه	GTW
براق	g	10	Be	چدن خاکستری آستنیتی-گرافیت ورقه ای	GGL
بازپخت شده سمئتیت کروی (در DIN 17 006 نیست)	GKZ	100	C	چدن گرافیت کروی	GGG
سختکاری شده	H	100	Ce	ریخته گری در قالب فلزی	GK
سختکاری سطحی شعله ای شده	HF	4	Co	ریخته گری گریز از مرکز	GZ
سختکاری سطحی القایی شده	HJ	4	Cr	فرآیند ذوب ریزی	
شکل دهی سرد شده	K	10	Cu	فولاد بسمر	B
کشش براق	KBK	-	Fe	بازی، مثلاً "MB"	...B
بازپخت انحلال	L	-	Mg	فولاد الکترو	E
مات	m	4	Mn	ذوب ریزی کوره شعله ای	F
بازپخت نرمال شده	N	10	Mo	فولاد الکترو(در کوره القایی)	J
نیتروره شده	NT	100	N	فولاد زیمسن-مارتین	M
وهر	r	10	Nb	فولاد پودلاژ	PP
بازپخت تنش گیری شده	S	4	Ni	فولاد جوشکاری	SS
پوسته گیری شده	SH	100	P	فولاد توماس	T
بدون عملیات حرارتی	U	10	Pb	فولاد بوته ای	TI
بهسازی شده	V	100	S	فولاد خلاء	V
فولاد ابزار غیر آلیاژی	W	4	Si	فولاد هوای تازه	W
گروه کیفی فولاد ابزاری = 1,2,3	W	-	Sn	فولاد دمش اکسیژن	Y
کار سختی سرد - گرم	WK	10	Ta	اکسیدی، مثلاً "MY"	...Y
رقم مشخصه محدوده تضمینی		10	Ti	نوع ریخته گری	
تنش تسلیم	.1	10	V	نیمه آرام ریخته شده	H
آزمایش تا و سرکوبی	.2	4	W	ناآرام ریخته شده	U
چقرمگی ضربه	.3	-	Zn	آرام ریخته شده	R
.1+.2	.4	10	Zr	آرام ویژه ریخته شده	RR
.2+.3	.5			خواص ویژه	
.1+.3	.6			پایدار به پیر سازی	A
				محتوی P- یا S- زیاد	G
.1+.2+.3	.7			محتوی P- و /یا S- کم	K
	.8			پایدار به قلیا	L
مقاومت دمای بالا و -خستگی				قابل کله زنی	Q,q
خواص الکتریکی یا مغناطیسی	.9			قابلیت جوشکاری ذوبی	S
				پر آلیاژ (ضریب 1)	X
				قابل کشش	Z

به برخی مثالها توجه فرمایید:

بخش عملیات حرارتی	بخش ترکیب	بخش تولید	مشخصه فولاد
	دارای 0/15 درصد کربن و فسفر و گوگرد کم		<b>Ck 15</b>
شکل دهی سرد شده	دارای 0/16 درصد کربن و 1/25 درصد منگنز ، مقدار کرم ذکر نشده		<b>16 Mn Cr5 K</b>
سختکاری کربوره شده	دارای 0/13 درصد کربن و 0/3 درصد وانادیم و 1/25 درصد کرم	فولاد الکترو، بازی	<b>EB 13 CrV5 3,8 E</b>
	فولاد ابزاری آلیاژی دارای 4 درصد کرم و 18 درصد تنگستن و 0/75 درصد کربن، مقدار وانادیم ذکر نشده		<b>X 75 WCrV 18 4</b>
	فولاد ساختمانی با استحکام کششی 37 کیلوگرم بر میلیمتر مربع	آرام ریخته شده	<b>RSt37-2</b>

## سیستم شماره گذاری مواد برای فولادها و فولادهای ریختگی طبق DIN 17 007

شماره مواد یک عدد هفت رقمی به قرار زیر است:

**X.XXXX.X**

**X** گروه اصلی مواد

**XXXX** شماره نوع

**X** ارقام پیوست

### گروه اصلی مواد

برای گروه اصلی مواد می توان نوشت:

**0** چدنهای و آلیاژهای فرو **1** فولادها **2** فلزات سنگین غیر از **Fe 3** فلزات سبک **4** تا **8** فلزات غیر آهنی **9** آزاد برای کاربردهای داخلی گروه اصلی **10** و **1** مربوط به همه موادی است که در آن آهن (**Fe**) بیشترین مقدار را دارد.

### شماره نوع

دو رقم اول شماره نوع فولاد و دو رقم بعدی ارقام شمارنده می باشند.

نوع فولاد به گروههای زیر تقسیم بندی می شود:

فولادهای پایه و کیفی و فولادهای نجیب

این گروهها بر حسب ترکیب شیمیایی و نیز ویژگیهای قابل توجه که از شرایط فنی کاربردی و تولیدی حاصل می شود، به زیر مجموعه های کوچکتر تقسیم بندی می شوند. از ارقام شمارنده نمی توان در مورد میزان کربن و عناصر آلیاژی اظهار نظر کرد.

### ارقام پیوست

ارقام پیوست فقط وقتی به کار می روند که برای مشخصه واضح مواد لازم است. اولین رقم پیوست جهت مشخصه فرآیند تولید فولاد به کار می رود، بدین ترتیب که :

**0** نامعین یا اهمیت نامشخص **1** فولاد توماس ناآرام **2** فولاد توماس آرام **3** فولاد نا آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلاً " فولاد ویژه - هوا دمش **4** فولاد آرام سایر انواع ذوب ریزیها، مثلاً " فولاد ویژه - هوا دمش **5** فولاد زیمنس - مارتین ناآرام **6** فولاد زیمنس - مارتین آرام **7** فولاد اکسیژن دمش ناآرام **8** فولاد اکسیژن دمش آرام **9** فولاد الکترو

دومین رقم پیوست جهت مشخصه وضعیت عملیات حرارتی به کار می رود:

**0** بدون عملیات حرارتی یا عملیات حرارتی دلخواه (بعد از شکل دادن هیچگونه عملیات حرارتی معینی نه درخواست می شود و نه انجام می گیرد، معمولاً " در وضعیت نورد گرم محصولات به همان صورت تحویل داده می شود). **1** بازپخت نرمال **2** بازپخت نرم **3** عملیات حرارتی جهت ماشینکاری آسان **4** بهسازی چقرمه **5** بهسازی **6** بهسازی سخت **7** تغییر شکل سرد **8** تغییر شکل سرد سختی فوری **9** عملیات حرارتی بر حسب داده های مشخص

## مثال برای شماره مواد

از شماره مواد 1.2713 می توان نتیجه گرفت :

1 شماره اصلی = فولاد

27 کلاس نوع = فولاد ابزاری، دارای نیکل

0.55% C, 0.7%Cr, 1.7%Ni, 0.3%Mo +V

13 ارقام شمارنده = مخصوص فولاد :

## استاندارد روسی نامگذاری فولادها ( GOST )

Russian	Transliteration	element
A	A	-
Б	B	نیوییم
В	V(W)	تنگستن
Г	G	منگنز
Д	D	مس
Е	E	-
Ж	Zh	-
З	Z	سلنیم
И	I	-
Й	Y	-
К	K	کبالت
Л	L	-
М	M	مولیبدن
Н	N	نیکل
О	O	-
П	P	-
Р	R	بر
С	S	سیلیسیوم
Т	T	تیتانیوم
У	U	کربن
Ф	F	وانادیم
Х	Kh	کرم
Ц	Ts	-
Ч	Ch	-
Ш	Sch	پیشوند
Щ	Shch	-
Ы	Y	-
Э	E	-
Ю	Ju	آلومینیوم
Я	Ya	-

طبق این استاندارد، مشخصه فولادها از نشانه عنصر آلیاژی و عدد بعد از آن که مقدار میانگین عناصر مربوطه را به درصد بیان می کند تشکیل شده است. از عناصری که مقدار آن جزئی است صرف نظر می شود. در آن صورت مقدار آلیاژ حدود 1 % است. برای گروههای مشخص فولادها این پیشوندها به کار می روند:

**R** - برای فولاد های تندبر

U – برای فولادهای ابزار غیر آلیاژی  
Sch – برای فولادهای یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگها)

### فولادهای ابزار

عدد اول مقدار میانگین C را به صدم درصد بیان می کند. اگر مقدار آن حدود 1% و یا بیشتر از 1% شود حذف می شود. فولادهای غیر آلیاژی:

**U8A** Mn 0.25 Si 0.25 C 0.80 (معادل 1.1525) فولاد نجیب A

**U8GA** Mn 0.50 Si 0.25 C 0.85 فولاد منگنز بالا G

فولادهای آلیاژی:

**4Ch5MF1S** V 1 Cr 5 Si 1 Mo 1.3 C 0.40 (معادل 1.2344)

**Ch12WM** V 0.2 Cr 12 W 0.7 Mo 0.8 C 2.00

فولادهای تندبر:

اولین عدد بعد از حرف R مقدار تنگستن را بیان می کند.

**R 18** W18% (معادل 1.3355)

**R10K5F5** W10; Co 5; V 5%

### فولادهای ساختمانی

فولادهای کربنی ساختمانی با کیفیت معمولی:

این فولادها با ST شروع شده و پس از آن اعداد 0 تا 6 می آید که این عدد بزرگتر باشد مقدار کربن موجود در فولاد بیشتر بوده و در نتیجه استحکام آن بیشتر و شکل پذیری کمتری دارد.

فولادهای کربنی ساختمانی با کیفیت:

اولین عدد مقدار میانگین C را به صدم درصد بیان می کند. حرف A علاوه بر مشخصه نیتروژن (اگر در آخر مشخصه قرار گیرد) بیان کننده درجه خلوص بالا، کاهش مقدار P و S و نیز تنگ بودن محدوده آنالیز می باشد.

**30Ch3MF** C0.3;Cr 2.7;Mo0.3;V0.1;P Max.0.035;S Max.0.035%

**30ChN3A** C0.3;Cr 0.8;Ni3;P Max.0.025;S Max.0.025%

### فولادهای زنگ نزن و نسوز

اولین عدد، مقدار میانگین و یا حداکثر C (در موارد معدودحد پایین) را به صدم درصد بیان می کند. حرف A (نیتروژن) نباید در آخر مشخصه قرار گیرد.

**08Ch 17N13M2T** CMax.0.08;Cr 17; Ni 13;Mo2;Ti 0.5%

**55Ch20G9AN4** C0.55;Cr20;Mn9;N 0.5;Ni 4% (معادل 1.4871)

### فولادهای یاتاقانهای غلتشی (بلبرینگها)

عدد بعد از نشانه عنصرکرم مقدار ده برابر کرم را بیان می کند.

**SchCh6** C 1.1;Cr 0.6 %

**SchCh15SG** C 1.1;Cr 1.5;Si 0.6;Mn %

### استاندارد فرانسوی نامگذاری فولادها

علامتهای قراردادی که توسط AFNOR در فرانسه معمول است، به قرار زیر می باشد:  
طبقه بندی فولادها ابتدا در چهار گروه زیر صورت می گیرد:

**1** فولادهای غیرآلیاژی معمولی

**2** فولادهای غیر آلیاژی قابل عملیات حرارتی

**3** فولادهای کم آلیاژی، که در آنها مقدار هیچ عنصری از 5 درصد بیشتر نیست

**4** فولادهای پرآلیاژ، که در آنها حداقل یکی از عناصر بیش از 5 درصد است

www.iran-mavad.com

صفحه 17 از 23

مرجع دانشجویان و مهندسی مواد

الف) گروه اول یا به صورت **Adx** نشان داده می شوند، (فولادهای معمولی تجاری که هیچ گونه مشخصه ای برای آنها داده نشده است)، و یا به صورت دیگری که با حرف **A** شروع می شود و سپس دو عدد دیگر به دنبال آن می آید. از این دو عدد، رقم اول مشخصه استحکام مکانیکی فولاد و رقم دوم شامل یکی از اعداد از 1 تا 5 می باشد که مشخص کننده درجه خلوص فولاد است (مانند **A30-2**).

ب) گروه دوم شامل فولادهای غیر آلیاژی برای عملیات حرارتی است که با دو حرف مشخص شده است. عددی که پس از این دو حرف می آید، صد برابر درصد کربن فولاد را نشان می دهد (مانند **CC40** یعنی فولاد با 0/4 درصد کربن).

اگر مقدار گوگرد و فسفر فولاد کم باشد، فولاد را با **XC** مشخص می کنند. در این حالت نیز دو عددی که پس از حروف مشخصه می آید، درصد کربن را نشان می دهد. چنانچه دنبال این دو حرف **TS** باشد، مقصود فولادی است که برای عملیات سختکاری سطحی به کار می رود و در صورتی که **S** به تنهایی باشد، برای فولادهائی است که از نظر جوشکاری تضمین شده اند.

	<b>XC 10</b>	<b>XC 38 TS</b>	<b>XC185</b>
معادل استانداردهای SAE, AISI	<b>1010</b>	<b>1038</b>	<b>1017</b>

ج) در گروه سوم، علامت قراردادی با عددی شروع می شود که صد برابر درصد کربن را مشخص می کند. به دنبال این عدد، حروفی که مشخصه عناصر اضافه شده به فولاد می باشند، به ترتیب مقدار درصد آنها نوشته می شوند. سپس در پی آنها عددهائی که مشخص کننده مقدار عنصر یا عناصری است که مهمتر (تعیین کننده) می باشند، می آیند.

	<b>32 C4</b>	<b>16 NC6</b>	<b>35 NCD6</b>
معادل استانداردهای SAE, AISI	<b>5132</b>	<b>5115</b>	<b>4337</b>

د) گروه چهارم، مربوط به فولادهای پر آلیاژ است. در این فولادها، اولین علامت با **Z** شروع می شود و سپس به دنبال آن عددی است که مشخص کننده صد برابر درصد کربن فولاد می باشد. بعد از آن، نشانه یا نشانه های مربوط به عناصر آلیاژی موجود در فولاد به ترتیب مقدار درصد آنها می آید و در آخر یک یا دو گروه و گاهی سه گروه از اعداد که معادل درصد این عناصر است، نوشته می شود.

مثال :

	<b>Z40C13</b>	<b>18-08</b>	<b>Z10 CN</b>
معادل استانداردهای SAE, AISI	<b>51420(420)</b>	<b>(301)</b>	<b>30301</b>

علامتهای اختصاری که برای عناصر آلیاژی به کار برده می شوند، به قرار زیر می باشد:

<b>Pb</b> سرب	<b>A</b> آلومینیوم
<b>S</b> سیلیسیم	<b>C</b> کرم
<b>F</b> گوگرد	<b>K</b> کبالت
<b>T</b> تیتانیوم	<b>U</b> مس
<b>W</b> تنگستن	<b>M</b> منگنز
<b>V</b> وانادیوم	<b>D</b> مولیبدن
	<b>N</b> نیکل

ملاحظه می شود که در چهار گروه فوق چگونه می توان فوراً ترکیب تقریبی شیمیایی فولاد را باز شناخت.

در مورد فولادهای کم آلیاژ باید توجه داشت که درصدهای داده شده برای عناصری نظیر **W, Si, Ni, Mn, Cr, Co** در 4 و بعضی عناصر دیگر نظیر **N, Mo, Cr, Al** و... در 10 و برای **S, P, N** در 100 و برای بر در 1000 ضرب می شود، ولی برای فولادهای پر آلیاژی، درصد عنصر آلیاژی مستقیماً" داده می شود، نظیر **Z50 N 36** که دارای **C=0.5%** و **Ni=36%** می باشد. در این استاندارد اولین شماره درصد کربن را نشان می دهد و پس از آن نشانه اختصاری عنصر آلیاژی می آید. اعدادی که به دنباله این نشانه می آیند، مقدار متوسط آن عنصر آلیاژی پس از ضرب شدن در ضریب مربوطه می باشد. این ضرایب به قرار زیر می باشند:

**Co, Cr, Mn, Ni, Si, W** ×4

**Al, Cu, Mo, Ti, V** ×10

**C, N, P, S** ×100

برای فولادهای آلیاژی (بیش از 5 درصد از هر یک از عناصر آلیاژی) ضرایب مذکور حذف و در عوض **X** در جلوی کربن قرار می گیرد.

## استاندارد ژاپنی نامگذاری فولادها JIS

این استاندارد، توسط کمیته استانداردهای ژاپنی که وابسته به وزارت صنایع و بازرگانی بین المللی ژاپن می باشد، تهیه و تدوین شده است. استاندارد ژاپنی، با حروف بزرگ JIS شروع می شود و به دنبال آن یک حرف که نوع محصول را مشخص می کند، (مثلا "G" برای فولادهای کربنی و کم آلیاژی) می آید و پس از آن چند شماره و حروف دیگر قرار دارد. مثالی از فولادهای استاندارد JIS و معادل SAE به صورت زیر می باشد:

G 4052 SCM15H	G 4804SUM12	G 334 5
1418	1108	1008
نزدیکترین معادل SAE		

## مراجع

- 1- Internet Document, [www.astm.org](http://www.astm.org)
- 2- ASM Metals Handbook, Properties and Selection: Iron, Steels and High Performance Alloys, Vol.1, 10th ed., ASAM International, Materials Park, OH, 1990
- 3- The Metals Black Book, Ferrous Metals, Vol. 1, 2nd ed., CASTI Publishing Inc., 1995
- 4- S.H. Avner, Introduction to Physical Metallurgy, 2nd ed., McGraw-Hill Inc., 1974
- 5- Metallurgist's Handbook, 2nd ed., MIR Publishers, Moscow, 1968
- 6 - Internet Document, [www.mesteel.com](http://www.mesteel.com)

- 7- جمشید قضاتی مصلح آبادی، استاندارد در قطعات و مواد، انتشارات آزاده، چاپ اول، 1379
- 8- لاختین، ترجمه افسانه ربیع نژاد، مهندسی متالورژی فیزیکی، 1363
- 9- عبدالمولی نژاد، جداول و استانداردهای فولاد، انتشارات طراح، چاپ پنجم، 1384
- 10- عبدالمولی نژاد، راهنمای کوچک فولادهای ماشین سازی، انتشارات طراح، چاپ اول، 1384

## مقدمه

هنگام بررسی و مقایسه فولادها در استانداردهای مختلف، چیزی به نام " فولاد معادل " وجود ندارد. بلکه در بهترین حالت می توان گروهی از " فولادهای قابل مقایسه " را بر اساس اصولی خاص تعیین کرد.

بعنوان مثال فولاد ASTM A 516/A516 M Grade 70 با JIS G 3118 Symbol SGV و با استاندارد اروپایی EN 10028-2 steel name P29SGH با توجه به ترکیب شیمیایی و خواص مکانیکی قابل مقایسه (comparable) است. در حقیقت آنها معادل (equivalent) نیستند زیرا تفاوتی در ترکیب شیمیایی آنها و خواص مکانیکیشان وجود دارد. مقایسه فولادها در استاندارد های مختلف همانند یک معادله ریاضی که در دو طرف آن مقادیری معادل با یکدیگر هستند، نیست زیرا همیشه تفاوتی بین استانداردهای مختلف وجود دارد. این تفاوت ها ممکن است برای یک کاربر (user) بسیار با اهمیت بوده و ممکن است برای فرد دیگری کم اهمیت باشد. برخی از استانداردهای فولادها بصورت مشترک تدوین شده اند، مثلاً " EN ISO 4957-Tool Steels استاندارد است که بصورت مشترک توسط CEN و ISO تدوین شده است. بدین ترتیب، داده ها و مشخصات در هر دو سیستم معادل هستند اما در حقیقت یک استاندارد وجود دارد. همچنین استانداردهایی وجود دارند که برخی از گریدهای فولادها در آنها مشترک است. بعنوان مثال در استانداردهای ASTM A 485 و EN ISO 683-17، هفت گرید فولاد بلبرینگ مشابه (identical) از لحاظ ترکیب شیمیایی وجود دارند. این در حالی است که سایر قسمتهای این دو نوع استاندارد شامل اندازه دانه، سختی پذیری، ریز ساختار، سختی، بازرسی و آزمون متفاوت است. در نتیجه این هفت فولاد بلبرینگ در این دو استاندارد معادل نیستند بلکه قابل مقایسه هستند. (not equivalent, but are comparable)

## قابل مقایسه و نزدیک ترین انطباق (Comparative and Closest Match)

در هنگام ارزیابی استانداردهای فولادها باید به تفاوت " قابل مقایسه " و " نزدیکترین انطباق " توجه کرد. گزینش گروهی از فولادهای قابل مقایسه از لحاظ فنی می تواند کاربر را در انتخاب مواد مبتنی بر امتیاز فنی یاری دهد. اگر چه، این روش تعداد فولادهای قابل مقایسه را محدود می کند. از سوی دیگر، استفاده از روش نزدیکترین انطباق معمولاً تعداد فولادهای قابل مقایسه را افزایش می دهد اما دامنه معیارهای مقایسه فنی نیز گسترده تر می گردد. در مجموع، روش مقایسه سخت گیرانه نتایج دقیق تری می دهد اما روش نزدیکترین انطباق داده های بیشتری در اختیار کاربر می گذارد. معمولاً در کتابهایی که جداول تبدیل فولادها در استانداردهای مختلف را ارائه می



دهند، اصول مشخصی برای فرموله کردن تمایز بین فولادهای قابل مقایسه و فولادهای نزدیکترین انطباق وجود ندارند. در زیر مثالی آمده است که فولادهای بدست آمده در هر دو روش در جدول آمده اند.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 958-00	SC 4330	---	---	0.28-0.33	0.60-0.90	0.30-0.60	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
	SC 4340	---	---	0.38-0.43	0.60-0.90	0.30-0.60	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
JIS G 5111:1991	SCNCRM 2	---	---	0.25-0.35	0.90-1.50	0.30-0.60	0.040	0.040	0.30-0.90	1.60-2.00	0.15-0.35	---
DIN 17205:1992	GS-25 CrNiMo 4	1.6515	---	0.22-0.29	0.60-1.00	0.60	0.020	0.015	0.80-1.20	0.80-1.20	0.20-0.30	---
	GS-34 CrNiMo 6	1.6582	---	0.30-0.37	0.60-1.00	0.60	0.020	0.015	1.40-1.70	1.40-1.70	0.20-0.30	---
	GS-30 CrNiMo 8 5	1.6570	---	0.27-0.34	0.60-1.00	0.60	0.015	0.010	1.10-1.40	1.80-2.10	0.30-0.40	---
	GS-33 CrNiMo 7 4 4	1.8740	---	0.30-0.36	0.50-0.80	0.60	0.015	0.007	0.90-1.20	1.50-1.80	0.35-0.60	---
AFNOR NF A 32-053:1992	20 NCD4-M	---	---	0.17-0.23	0.80-1.20	0.60	0.025	0.020	0.30-0.50	0.80-1.20	0.40-0.80	---
AFNOR NF A 32-054:1994	G30NiCrMo8	---	---	0.33	1.00	0.60	0.030	0.020	0.80-1.20	1.70-2.30	0.30-0.60	---

این جدول ترکیب شیمیایی 9 گرید مختلف فولاد ریختگی را نشان می دهد که همگی آلیاژهای **Cr-Ni-Mo** هستند و درصد کربن اسمی آنها **0.30** درصد است. اگر مقایسه، سخت گیرانه و بر اساس ترکیب شیمیایی باشد، هیچیک از این آلیاژها قابل مقایسه نخواهند بود زیرا مقادیر کربن، منگنز، کرم، نیکل یا مولیبدن متفاوت دارند. پس از مقایسه فنی و حذف 5 گرید فولاد نهایتاً به جدول زیر خواهیم رسید. در این جدول فولادها در دو گروه تقسیم بندی شده اند که هر یک از این دو گروه توسط خط سیاه رنگ نازکی از هم جدا می شوند. معیار انتخاب هر کدام از این گروه فولادها تفاوت در میزان مولیبدن بوده که فولادهای یک گروه بیشتر از **0.30-0.35** درصد و فولادهای گروه دیگر کمتر از این بازه مولیبدن دارند.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 958-00	SC 4330	---	---	0.28-0.33	0.60-0.90	0.30-0.60	0.035	0.040	0.70-0.90	1.65-2.00	0.20-0.30	---
JIS G 5111:1991	SCNCRM 2	---	---	0.25-0.35	0.90-1.50	0.30-0.60	0.040	0.040	0.30-0.90	1.60-2.00	0.15-0.35	---
DIN 17205:1992	GS-33 CrNiMo 7 4 4	1.8740	---	0.30-0.36	0.50-0.80	0.60	0.015	0.007	0.90-1.20	1.50-1.80	0.35-0.60	---
AFNOR NF A 32-054:1994	G30NiCrMo8	---	---	0.33	1.00	0.60	0.030	0.020	0.80-1.20	1.70-2.30	0.30-0.60	---

اگر مقایسه فنی سخت گیرانه انجام شود، گرید **SCNCRM 2** چون در مقایسه با **SC 4330** مقدار منگنز بیشتری دارد، باید کنار گذاشته شود. در این صورت **SC 4330** نیز خود به خود کنار گذاشته خواهد شد چون دیگر فولادی برای مقایسه شدن با آن وجود ندارد! همین مسئله در مورد گروه دوم در مقایسه بین **GS-33 CrNiMo 7 4 4** و **G30NiCrMo8** به هنگام در نظر گرفتن مقدار نیکل در یک مقایسه سخت گیرانه وجود دارد. مثالی در مورد روش انتخاب بر اساس نزدیکترین انطباق در جدول زیر نشان داده شده است. این جدول فولادهای **Cr-Mo-Al** را برای نیتروورده کردن نشان می دهد.

Standard Designation	Grade, Class, Type, Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 355-89 (2000)	A	---	K24065	0.38-0.43	0.50-0.70	0.15-0.35	0.035	0.040	1.40-1.80	---	0.30-0.40	Al 0.95-1.30
JIS G 4202:1979	SACM 645	---	---	0.40-0.50	0.60	0.15-0.50	0.030	0.030	1.30-1.70	0.25	0.15-0.30	Al 0.70-1.20, Cu 0.30
EN 10085:2001	32CrAlMo7-10	1.8505	---	0.28-0.35	0.40-0.70	0.40	0.025	0.035	1.50-1.80	---	0.20-0.40	Al 0.80-1.20
	34CrAlMo5-10	1.8507	---	0.30-0.37	0.40-0.70	0.40	0.025	0.035	1.00-1.30	---	0.15-0.25	Al 0.80-1.20
	34CrAlNi7-10	1.8550	---	0.30-0.37	0.40-0.70	0.40	0.025	0.035	1.50-1.80	0.85-1.15	0.15-0.25	Al 0.80-1.20
	41CrAlMo7-10	1.8509	---	0.38-0.45	0.40-0.70	0.40	0.025	0.035	1.50-1.80	---	0.20-0.35	Al 0.80-1.20
ISO 683-10:1987	41 CrAlMo 7 4	---	---	0.38-0.45	0.50-0.80	0.50	0.030	0.035	1.50-1.80	---	0.25-0.40	Al 0.80-1.20

توجه به جدول فوق نشان می دهد که چهار گرید فولادی که در استاندارد **EN** آمده اند با سه گروه دیگر (**ISO, JIS, ASTM**) متفاوت هستند و اگر بر اساس همین اطلاعات قضاوت کنیم شاید بگوییم این چهار فولاد **EN** نباید با سه گروه دیگر مقایسه شوند اما جالب است بدانید آلیاژهای **Cr-Al-Mo** که در گروه **EN** آمده اند بصورت فولادهای نیتروورده تیپ هستند و در حقیقت فولادهای **EN 10085** نزدیکترین انطباق برای این منظور هستند و این گروه می تواند کاربر را به سایر آلیاژهای نیتروورده مشابه هدایت کند پس نادیده گرفتن آنها به ضرر کاربر تمام می شود. موقعیت های زیادی برای ایجاد اشتباه و منجر شدن به انتخاب فولاد نامناسب وجود دارند. بعنوان مثال، در مقایسه فولادهای زنگ نزن باید تصمیم های فنی زیادی اتخاذ شوند زیرا یافتن ترکیب های شیمیایی یکسان در استانداردهای کشورهای مختلف، معمول نیست. جدول زیر لیستی از فولادهای کار شده آستینیتی **Cr-Ni-Mo** مربوط به کشورهای آمریکا، ژاپن و اتحادیه اروپا نشان می دهد.

Standard Designation	Grade, Class, Type Symbol or Name	Steel Number	UNS Number	Weight, %, max, Unless Otherwise Specified								
				C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	Others
ASTM A 276-03	316L	---	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	---
JIS G 4303:1998	SUS316L	---	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.00-18.00	12.00-15.00	2.00-3.00	---
JIS G 4318:1998	SUS316L	---	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.00-18.00	12.00-15.00	2.00-3.00	---
EN 10088-3:1995	X2CrNiMo17-12-2	1.4404	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.50-18.50	10.00-13.00	2.00-2.50	N 0.11
	X2CrNiMo17-12-3	1.4432	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	16.50-18.50	10.50-13.00	2.50-3.00	N 0.11
	X2CrNiMo18-14-3	1.4435	---	0.030	2.00	1.00	0.045	0.030	17.00-19.00	12.00-15.00	2.50-3.00	N 0.11

در جدول فوق به تفاوت مقادیر **Cr, Ni, Mo** در تمامی استانداردها و محدوده **N** در استاندارد **EN** توجه کنید. این تفاوت ها بر مقاومت خوردگی فولاد در بسیاری از کاربردها تاثیر دارند بنابر این کاربر باید در انتخاب فولاد مناسب دقت فراوانی داشته باشد.

### توجه به تعاریف

**ASTM** و **CEN** هر یک استاندارد برای تعریف عبارت های مرتبط با فولادها منتشر کرده اند:

**ASTM A 941-03 \***

**EN 10020:2000 \***

توجه به این نکته لازم است که هر یک از این استانداردها، از تعابیر مختلفی برای توصیف انواع مختلف فولاد استفاده می کنند. بنابراین کاربر باید از این مسئله آگاه باشد که هر استاندارد تعاریف خاص خودش را در مورد فولاد و محصولات مرتبط دارد و حتی ممکن است این تعاریف چندانگانه باشند. بعنوان مثال می توان با سه تعریف مختلف فولاد کربنی اشاره کرد که در استانداردهای **ASTM** با شماره های **F 1789-04, A902-03, A941-03** آمده اند. خلاصه ای از محدوده عناصر شیمیایی مربوط به **ASTM A 941-03** (فولاد آلیاژی) و **EN 10020:2000** (فولاد غیر آلیاژی) در جدول زیر آمده است.

Symbol	Name	EN 10020:2000 <sup>b</sup>	ASTM A 941-03
Al	Aluminum	0.30	0.30
B	Boron	0.0008	0.0008
Bi	Bismuth	0.10	---
Co	Cobalt	0.30	0.30
Cr	Chromium	0.30	0.30
Cu	Copper	0.40	0.40
La	Lanthanides	0.10	---
Mn	Manganese	1.65 <sup>b</sup>	1.65
Mo	Molybdenum	0.08	0.08
Nb	Niobium	0.06	0.06
Ni	Nickel	0.30	0.30
Pb	Lead	0.40	0.40
Se	Selenium	0.10	---
Si	Silicon	0.60	0.60
Te	Tellurium	0.10	---
Ti	Titanium	0.05	0.05
V	Vanadium	0.10	0.10
W	Tungsten	0.30	0.30
Zr	Zirconium	0.05	0.05
	Other (except C, P, S, N)	0.10	0.10

<sup>a</sup> Alloy steel when equal to or greater than the limit.

<sup>b</sup> Where manganese is specified only as a maximum the limit value is 1.80 % and the 70 % rule does not apply (see 3.1.2 of EN 10020:2000).

آنچه در جدول فوق در نگاه اول دیده می شود این است که محدوده ها به نظر شبیه هم هستند اما باید به اصل هفتاد درصد ( **70% rule**) در **EN 10020** توجه کرد. این اصل تصریح می کند:

- هر جا برای عناصر (به جز منگنز) فقط مقدار حداکثر ( **max.**) در استاندارد محصول یا مشخصه آنالیز مذاب، مشخص شده باشد، هفتاد درصد این مقدار حداکثر باید برای رده بندی فولاد به کار رود.

در برخی موارد، اصل هفتاد درصد باعث می شود برخی فولاد ها قابل مقایسه با یکدیگر نباشند.

بعنوان مثال، استاندارد **EN 10028-3:2003** با عنوان:

**Flat Products Made of Steels for Pressure Purposes Part3 : Weldable Fine Grain Steels, Normalized**

شامل فولادهایی با مقدار نیکل حداکثر 0/5 درصد است. (به عبارت دیگر الزامی در مورد حداقل میزان نیکل وجود ندارد). با کاربرد اصل 70 درصد، این فولاد می تواند 0.35% نیکل داشته باشد که بیشتر از مقدار 0.3% است که حداکثر میزان برای فولادهای غیر آلیاژی (فولاد کربنی) است. بدین ترتیب، با کاربرد این اصل این فولاد در رده فولادهای آلیاژی قرار می گیرد و غیر قابل مقایسه با فولادهای غیر آلیاژی خواهد بود.

## مشخص شدن مسئولیت ها

در اکثر استانداردهای مربوط به مشخصات محصول، بندهایی در ارتباط با مسئولیت های کاربر وجود دارند (بعنوان مثال بند 1.5 استاندارد ASTM A 53/A 53M-02). بدین ترتیب، مسئله بازبینی استاندارد به منظور اطمینان از مناسب بودن آن در کاربرد مورد نظر به منظور مقایسه استانداردهای فولادها، در حیطه مسئولیت کاربر قرار دارد.

## پرسشهایی که هنگام مقایسه استاندارد فولاد باید مطرح شوند

وقتی که دو یا چند استاندارد فولاد را مقایسه می کنیم، باید پرسش های زیر را مطرح کنیم:

آیا خواص مکانیکی باید معیار اصلی باشد یا ترکیب شیمیایی؟

اگر خواص مکانیکی قابل مقایسه هستند، کدام ویژگی باید اولین معیار مقایسه باشد؟ استحکام تسلیم، استحکام کششی، تغییر طول نسبی، استحکام ضربه، سختی یا ...؟

اگر معیار اولیه انتخاب استحکام کششی است آیا معیار دومی نیز برای رده بندی فولاد مقایسه شونده در یک گروه وجود دارد؟ مثلاً "استحکام تسلیم یا سختی یا ...؟"

در مواقعی که خواص مکانیکی یا ترکیب شیمیایی با تغییر ضخامت سطح مقطع یک گرید فولاد تفاوت می کند، کدام ضخامت سطح باید به عنوان معیار مقایسه انتخاب گردد؟

آیا دو فولادی که حداقل استحکام کششی یکسان اما استحکام تسلیم متفاوت دارند، مشابه هستند؟

مقایسه باید بر چه مبنایی انجام شود: بر اساس مقادیر حداکثر، حداقل یا مقادیر میانگین؟

آیا می توان فولادهای آلیاژی و فولادهای زنگ نزن را بر اساس خواص مکانیکی آنها مقایسه کرد در زمانی که آنها را معمولاً بر اساس قابلیت های عناصر آلیاژی شان به منظور کاربرد در شرایط مورد نظر انتخاب می کنند؟

آیا مقایسه فولادها تنها بر اساس ترکیب شیمیایی آنها صرف نظر از شکل محصول، صحیح است؟ در این صورت، آیا فولادهای آهنگری (Forging) قابل مقایسه با ورق های فولادی یا لوله ها تنها به این دلیل که ترکیب شیمیایی یکسان داشته و داده های مهندسی آنها برای کاربرد مورد نظر مناسب است، می باشند؟

## فولادهای غیر قابل مقایسه

نمی توان گفت هر فولادی حتماً یک فولاد مشابه دارد. دانستن غیر قابل مقایسه بودن یک فولاد اهمیتی همانند دانستن قابل مقایسه بودن آن دارد. در غیر اینصورت، زمان زیادی باید صرف یافتن چیزی شود که وجود ندارد.

## معیارهای مقایسه فولادها

مراجع و کتابهایی که جدولی برای مقایسه فولادها دارند، از روش های خاصی برای این منظور استفاده می کنند. عموماً دو معیار خواص مکانیکی و ترکیب شیمیایی بیشترین کاربرد را دارند. برای هر گرید فولاد، عموماً تنها یک ترکیب شیمیایی وجود دارد که این ویژگی باعث می گردد به عنوان معیاری ایده آل جهت مقایسه به کار رود. از سوی دیگر چند نوع خواص مکانیکی (استحکام تسلیم، استحکام کششی، سختی و ...) وجود دارند که می توانند مبنای مقایسه قرار گیرند که معمولاً استحکام کششی به عنوان معیار دوم انتخاب می گردد.

پس از انتخاب این دو معیار اصلی، قدم بعدی این است که آیا معیار اول انتخاب شود؟ یا از معیار دوم استفاده گردد؟ یا هر دو معیار به کار روند؟

از آنجایی که فولادهای کربنی معمولاً بر اساس خواص مکانیکی شان انتخاب می شوند، استحکام کششی به عنوان اولین معیار انتخاب به کار می رود. به همین ترتیب در مورد فولادهای آلیاژی و زنگ نزن و به دلیل انتخاب آنها بر اساس ترکیب شیمیایی، از ترکیب شیمیایی به عنوان معیار انتخاب و مقایسه استفاده می گردد.

یکی از استثنائات این روش در مورد فولادهای سازه ای (Structural Steel) است چون از استحکام کششی به عنوان معیار اصلی مقایسه فولادهای آلیاژی و کربنی استفاده می گردد. این معیار از این روی به کار می رود چون این رده از فولادها بر مبنای خواص مکانیکی آنها انتخاب شده و به کار برده می شوند.

قابل ذکر است که روشی کاملاً اثبات شده برای مقایسه وجود ندارد. بعنوان مثال **ASTM A 958 Grade SC4330** یک ترکیب شیمیایی دارد اما بر اساس انواع عملیات حرارتی دارای 13 نوع استحکام است. پس به دلیل اینکه دو گرید فولاد ترکیب شیمیایی قابل مقایسه دارند نمی توان گفت که آن دو گرید در خواص مکانیکی قابل مقایسه هستند و بالعکس. به عبارت دیگر استفاده از کتابها و مراجع جهت یافتن فولادهای مشابه تنها قدم اول دریافتن فولاد مناسب جهت کاربرد مورد نظر است.

**مرجع :**

**1- Handbook of Comparative World Steel Standards, ASTM DS67A, Lite E-book, 2<sup>nd</sup> ed. ASTM International, 2004**