

میلگرد، به پروفیلی با سطح مقطع دایره‌ای و توپُر گفته می‌شود که اغلب افراد، نوع فلزی آجدار آن را که در ساختمان‌سازی کاربرد دارد، می‌شناسند. به طور معمول، جنس میلگرد از فولاد است؛ اما باید بدانید که تنوع تولید این محصول، بسیار زیاد بوده و در صنعت، انواع میلگرد، تولید و استفاده می‌شود. اگر میخواهید با انواع میلگرد و کاربرد آن‌ها آشنا شوید و تفاوت میلگرد A1، A2، A3 و A4 را بدانید، با ما همراه باشید.

## فایل صوتی مطلب

فایل صوتی زیر برای آن دسته از مخاطبین مجموعه اصفهان آهن تهیه شده است که فرصت کافی برای مطالعه این مطلب نداشته و یا تمایل دارند در هنگام مطالعه به فایل صوتی مطلب نیز گوش دهند.

برای مشاهده [فایل صوتی](#) به سایت مراجعه کنید.

## انواع میلگرد

میلگرد، طول و قطر گوناگون و جنس‌های مختلفی دارد. از انواع میلگرد، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- میلگرد اروپایی (کربن، منگنز، سیلیکون، آلیاژی و غیره)
- فولاد کربن‌دار (میلگرد پایه «سیاه»)
- گالوانیزه
- اپوکسی پوشش داده‌شده
- فایبرگلاس پلیمر و ضد زنگ

## میلگرد اروپایی

ویژگی مهم میلگرد اروپایی، جنس آن است که به طور عمده از منگنز ساخته شده است. میلگرد اروپایی، مقاوم‌ترین نوع میلگرد با توجه به ویژگی خم‌شوندگی است. از دیگر ویژگی این محصول می‌توان به این اشاره کرد که کار با آن راحت است. به طور کلی برای استفاده در مناطق زلزله‌خیز و یا برای پروژه‌هایی که نیاز به ساختاری یکپارچه دارند، این میلگرد توصیه نمی‌شود.

## میلگرد با فولاد پرکربن

رایج‌ترین نوع میلگرد، میلگرد «سیاه» است که در هر نوع و مقیاس پروژه، به جز چند استثناء، استفاده می‌شود. بزرگ‌ترین ضعف میلگرد سیاه این است که زود دچار فرسایش می‌شود. اگر این فرسایش زیاد باشد، باعث شکسته شدن بتن‌های اطراف آن می‌شود. برای شرایطی که ممکن است میلگرد در معرض رطوبت و اشباع آب قرار بگیرد، گزینه‌های مناسب‌تری نسبت به میلگرد سیاه وجود دارد. با این حال می‌توان نتیجه گرفت که بهترین نوع میلگرد موجود از لحاظ قدرت و استحکام کششی، میلگرد سیاه است.

## میلگرد با پوشش اپوکسی

میلگرد با پوشش اپوکسی، در واقع همان میلگرد سیاه با پوشش اپوکسی است. این میلگرد، دارای مقاومت نسبی مشابه است. اما 70 تا 1700 در برابر خوردگی مقاوم‌تر است. با این حال، پوشش اپوکسی، فوق‌العاده ظریف است. هرچه آسیب وارده به پوشش بیشتر باشد، مقاومت کمتری به خوردگی از خود نشان می‌دهد.

## میلگرد گالوانیزه

اگر بخواهی میلگرد اپوکسی و گالوانیزه را با یکدیگر مقایسه کنیم، باید بگوییم که میلگرد گالوانیزه نسبت به میلگرد سیاه، **چهل برابر** مقاومت بیشتری در برابر خوردگی دارد، و شاید به همین دلیل هم از میلگردهای اپوکسی گرانتر هستند. از آنجایی که این نوع میلگردها آسیب‌پذیری کمتری دارند، بنابراین ارزش بیشتری نسبت به میلگرد اپوکسی دارند.

## میلگرد از جنس فیبر تقویت شده پلیمری (GFRP)



میلگرد FRP، محصولی کامپوزیتی است که به جای میلگردهای فولادی استفاده می‌شود و به طور قابل توجهی از خسارات ناشی از خوردگی میلگرد در محیط‌های خورنده و اسیدی جلوگیری می‌کند. استفاده از میلگرد FRP، در اماکنی که مشکل مجاورت با میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی وجود ندارد، بهترین انتخاب برای مسلح کردن بتن می‌باشد. این محصول، به دلیل مقاومت عالی و مناسبی که در برابر سولفات‌ها و کلریدها و همچنین مقاومت در برابر زنگ زدگی و زنگ خوردگی، مورد استفاده وسیع قرار می‌گیرند.

از میلگرد FRP می‌توان برای طراحی و ساخت ساختمان‌های جدید استفاده کرد. این مصالح با خواصی که دارند، باعث **کاهش قطر و افزایش فاصله بین میلگردها در ساختار بتنی مسلح**، از جمله دال‌ها، تونل‌ها، فونداسیون و ... می‌شوند. در نتیجه، در برابر ارتعاشات به وجود آمده ناشی از زلزله و یا تجهیزات صنعتی، مقاومتی ندارند.

### میلگرد فولادی ضد زنگ

میلگرد فولادی ضد زنگ، به عنوان بهترین نوع میلگرد قابل استفاده برای اکثر پروژه‌های موجود و به نوعی گران‌ترین میلگرد موجود در بازار است. (این نوع میلگرد، حدود

هشت برابر گران‌تر از میلگرد اپوکسی است.) با این حال، استفاده از فولاد ضد زنگ در همه‌ی موارد، به جز موارد خاص، پرهزینه است.

اما برای کسانی که دلیلی برای استفاده از آن دارند، میلگرد فولادی ضد زنگ، 1500 برابر مقاومت در برابر خوردگی بیشتری نسبت به میلگرد سیاه دارد. این نوع میلگرد، مقاومت بیشتری نسبت به سایر میلگردهای مقاوم به فرسایش و ضد زنگ دارد.

میلگرد فولادی ضد زنگ، در شبکه‌بندی‌ها و تقویت‌کننده‌ها و نگه‌دارنده‌ها و حتی لوازم تزئینی، مانند فرفرورژه‌کاری‌ها استفاده می‌شود و بیشترین کاربرد آن، در صنعت راه و ساختمان برای جبران مقاومت کششی بتن است.

میلگردها جنس‌های مختلفی دارند که بر حسب خواص و کاربردهایشان مورد استفاده قرار می‌گیرند ولی بیشترین میلگردهای که در صنعت بتن و بتن‌ریزی کاربرد دارد با مشخصه‌ی فولاد معمولی بوده که به شرح ذیل در ایران دسته‌بندی، تولید و مصرف می‌شوند. البته این دسته‌بندی، بر اساس استاندارد روسی بوده که در ایران رواج دارد.

### توری سیم جوش داده شده:

توری سیم جوش داده شده (WWF) به این صورت است که میله‌ها همچون تار و پود و با زاویه‌ی 90 درجه روی هم قرار می‌گیرند و در محل‌های تقاطع، به وسیله‌ی جوش نقطه‌ای، به هم جوشکاری می‌شوند. میله‌های به کار رفته در این محصول، از نوع فولاد پرکربن بوده و دارای انعطاف نیست. در نتیجه، معمولاً برای مسطح نمودن بتن فونداسیون کف، دیوارها، پل‌ها، جاده‌ها و ... از آن استفاده می‌شود. از توری‌های جوش‌خورده‌ی سنگین‌تر، می‌توان در دیوارها، آسفالت جاده، بسترهای جعبه‌مانند، سازه‌های زه‌کشی و کانال‌های بتنی کوچک استفاده کرد.

### میلگردهای فلزی جهت تولید مش مشبک:





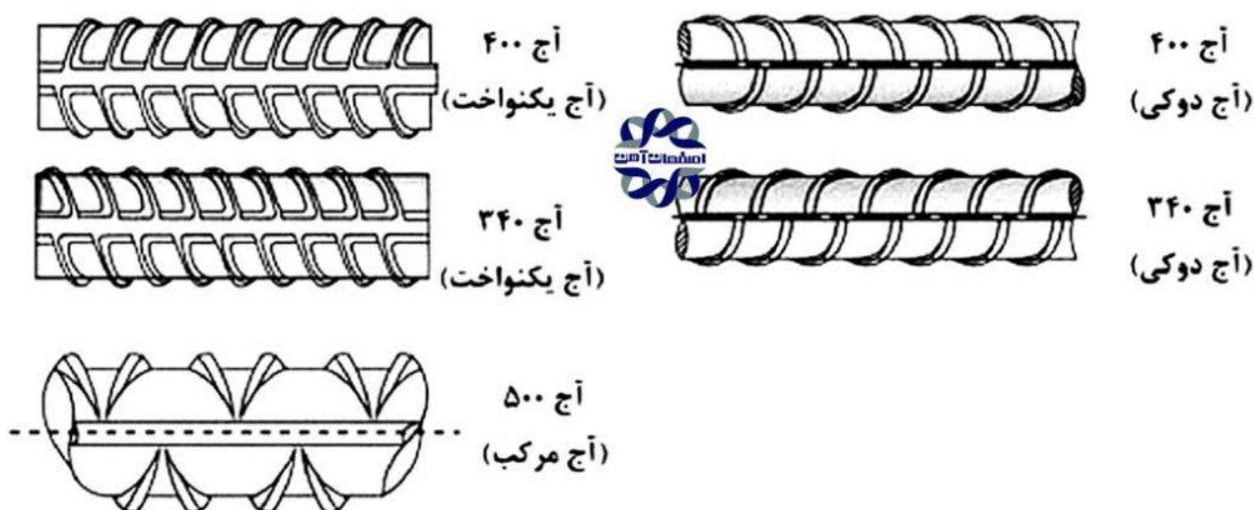
تقویت فلز یا سیم مش تقویت شده، محصول مناسب دیگری برای بتن است. فلز مشبک شده با بُرش میلگردهای فولادی در خطوط موازی ساخته می‌شود. از فلز مشبک شده، معمولاً در مناطقی که ضخامت قابل توجهی از بتن مورد نیاز است یا در تقویت بتن سبک استفاده می‌شود. از آرماتور مش، می‌توان در پیاده‌روها و صفحات بتنی کوچک استفاده کرد؛ چرا که فشار زیاد بر آن‌ها اعمال نمی‌شود.

### انواع میلگرد از نظر جنس:

- میلگرد فولاد کربن (میلگرد سیاه معمولی)
- میلگرد فولاد اروپایی (آلیاژ کربن، منگنز و...)
- میلگرد گالوانیزه
- میلگرد روکش اپوکسی
- میلگرد فایبرگلاس
- میلگرد فولاد استنلس

## انواع میلگرد از نظر استاندارد تولید (مطابق با استاندارد روسی)

- میلگرد A1 (S240)
- میلگرد A2 (S340)
- میلگرد A3 (S400)
- میلگرد A4 (S500)



استاندارد تولید میلگرد

## انواع میلگرد از نظر شکل ظاهری:

میلگردها از نظر شکل ظاهری به دو دسته‌ی ساده و آجدار تقسیم‌بندی می‌شوند و همان طور که گفته شد، میلگرد آجدار مصرف بیشتری دارد.

**مطالعه کنید: [انواع میلگرد آجدار](#)**

نحوه تشخیص میلگرد A1 و A2 و A3، به صورت چشمی

میلگردهای گروه A1 که از جنس فولاد نرم هستند، معمولاً به شکل صاف (بدون آج) تولید می‌شوند و به دلیل نداشتن آج، کاملاً قابل تشخیص هستند. مطابق استاندارد

ملی و مبحث نهم، میلگرد A3 دارای آج جناقی (۷ و ۸) است ولی میلگرد A2 دارای آج مارپیچ است.

- **نکته ۱:** اگر مجری یا ناظر سازه هستید، باید به نوع آرماتور مصرفی در سازه توجه کنید. در صورتی که نوع آن در نقشه‌ها مشخص نبود، از طراح، مطالبه کنید.
- **نکته ۲:** میلگرد را از کارخانه‌های معتبر تولید میلگرد تهیه کنید؛ چرا که ممکن است افراد سودجو اقدام به تهیه‌ی میلگرد A2 با آج جناقی بکنند.
- **نکته ۳:** اگر ناظر سازه هستید و به نوع میلگرد شک کردید، نمونه‌ای از میلگردها را برای تشخیص به آزمایشگاه ارائه کنید.

میلگرد چیست؟ با انواع میلگرد و تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 آشنا شوید



میلگرد A3



میلگرد A2



میلگرد A1

مشاهده کنید: [لیست کارخانه‌های تولیدکننده‌ی میلگرد در ایران](#)

استانداردهای قدیم میلگرد:



در کشورهای مختلف، فولاد به کار برده شده در انواع میلگرد با استانداردهای متفاوتی تولید می‌شود. در هر استاندارد، طبقه‌بندی مشخصی در ارتباط با خواص مکانیکی فولادها وجود دارد. بخش عمده‌ی فولادهای میلگرد در ایران، توسط کارخانه‌ی ذوب آهن اصفهان تولید می‌شوند که با استاندارد روسی مطابقت دارند. این فولادها به سه گروه فولاد نوع A-1، فولاد نوع A-2 و فولاد نوع A-3 تقسیم می‌شود:

- فولاد A-1 از نوع صاف بوده و مقاومت تسلیم و مقاومت کششی (تنش گسیختگی) آن به ترتیب ۲۴۰۰ و ۳۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.
- فولاد A-2 از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۳۴۰۰ و مقاومت کششی ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.
- فولاد A-3 نیز از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۴۰۰۰ و مقاومت کششی ۶۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع است.

تولیدکنندگان، استانداردهای مختلفی را برای قطر میلگردها در نظر دارند. در سیستم روسی که در کارخانه‌های ذوب آهن اصفهان مورد استفاده است، میلگردها تا قطر ۴۰ میلی‌متر ساخته می‌شوند.

تنها روش مجاز و قابل استفاده برای جوشکاری میلگردها به یکدیگر، جوشکاری فورجینگ سربه‌سر میلگرد است.

**مشاهده کنید: [قیمت میلگرد](#) - [قیمت روز میلگرد ساده](#)**

### تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 از نظر کاربرد و شکل ظاهری

تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 موضوع بسیار مهمی است که اطلاع داشتن از آنها برای هر شخصی که در بازار آهن آلات فعال است، لازم و ضروری است. زیرا به طور معمول از این نامگذاری در بازار، استفاده می‌شود.

این نوع نامگذاری، به استاندارد GOST 5781 روسیه بازمی‌گردد که استفاده از آن در کارخانه‌ها منسوخ شده و میلگرد تولیدی کارخانه‌های ایران، تحت استاندارد ملی 3132 ایران و بر اساس شماره و نوع آج، تولید می‌شوند.

اما از آن جایی که در بازار آهن آلات کشور، کماکان از نامگذاری به روش روسی استفاده می‌شود، مهم است که جزئیات آن را به خوبی بشناسیم. در ادامه به بررسی آن خواهیم پرداخت.

## میلگرد A1

اگر بخواهیم از میلگرد A1، تعریفی داشته باشیم باید بگوییم که میلگرد ساده‌ای است که هیچ آجی بر روی سطح آن نیست. این نوع میلگرد به طور کلی به عنوان «میلگرد داکتیل» شناخته می‌شود. مهمترین ویژگی‌های این محصول عبارتند از:

- میلگرد A1 یک استوانه‌ای فولادی است که از نظر ترکیب شیمیایی، تقریباً 24 درصد کربن و 60 درصد سیلیسیوم دارد و به همین دلیل، نسبت به سایر میلگردهای A2 تا A4، نرم‌تر بوده و مقاومت کششی پایین‌تری دارد.
- میلگرد A1 با تنش جاری ۲۳۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش گسیختگی ۳۸۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع، به عنوان میلگرد نرم شناخته شده و عمدتاً به صورت صاف و بدون آج است.
- این میلگرد برای آهن‌گری و جوشکاری مناسب است.
- میلگردهای A1 به دلیل ترکیب شیمیایی کم‌کربن، برای استفاده در مصارف جوشکاری ایده آل هستند؛ اما از نظر سختی، در گروه میلگردهای نرم قرار دارند.

## میلگرد A2

میلگرد A2، نوعی میلگرد آجدار است که آج آن به صورت یک مارپیچ از ابتدا تا انتهای میلگرد، ادامه پیدا کرده و در هیچ کجا قطع نمی‌شود. این نوع میلگرد به خاطر ظاهری که دارد، به عنوان میلگرد با آج مارپیچ ساده نیز شناخته می‌شود.

- تنش جاری ۳۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تنش گسیختگی ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و تغییر شکل نسبی پلاستیکی (در زمان گسیختگی) باعث شده تا میلگرد A2 را به عنوان میلگرد نیمه خشک (ترد) و نیمه نرم نیز بشناسند.
- در استاندارد 3132 ملی ایران، این نوع میلگرد با نام میلگرد آج 340 شناخته می‌شود.

- میلگرد A2 برای استفاده در ساختمان سازی سبک، گزینه‌ی بسیار مناسبی است و حتی در تولید [خاموت](#) نیز از آن استفاده می‌شود.

### میلگرد A3

میلگرد A3 با تنش جاری ۴۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و تنش گسیختگی ۶۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع، به‌عنوان میلگرد خشک (ترد) شناخته می‌شود که مناسب عملیات ساختمانی بوده و به صورت آجدار و عمدتاً آج جناقی است. اما از این نوع محصول در کجاها نمی‌توان استفاده کرد؟

برای آهنگری و تغییر شکل‌های فراوان با زوایای تند، میلگرد A3 مناسب نیست و به هیچ وجه عملیات جوشکاری بر روی آن مجاز نیست.

### تفاوت شکل ظاهری میلگردهای A2 و A3

در طراحی پی، از میلگرد طولی A3 و میلگرد عرضی A2 استفاده می‌شود. یکی از راه‌های شناسایی آن، شکل آج است. در میلگردهای A3، آج‌ها به صورت ضربدری هستند اما در A2، به صورت منفرد هستند. در میلگردهای A2، آج‌ها به صورت موازی هستند ولی در میلگردهای A3 به صورت هفت و هشت هستند.

| عنوان                                           | شکل | مقاومت کششی و فشاری مجاز (Kg/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------|
| میلگرد ساده<br>A I یا Ø                         |     | ۲۴                                             |
| میلگرد آج دار<br>A II یا Ø                      |     | ۳۰                                             |
| میلگرد آج دار<br>تابنده یا پیچیده<br>A III یا Ø |     | ۴۲ تا ۵۰                                       |

تفاوت شکل میلگرد A2، A1 و A3

## میلگرد A4

یکی دیگر از انواع میلگرد، میلگردهای A4 هستند. تولید میلگرد آجدار با استحکام بالا سبب جلوگیری از اتلاف منابع و همچنین سهولت امر طراحی و صرفه جویی در پروژه می شود. در گذشته، به دلیل عدم وجود امکانات لازم در خطوط کارگاه های نور، تولید آرماتور با استحکام بالا با مشکلاتی روبه رو بوده و عمدتاً از فولادهای با کربن معادل بالا

استفاده می‌شد که به دلیل پایین بودن داکتیلیتی، علاوه بر مشکلات مربوط به جوشکاری، موجب نگرانی مهندسين طراح سازه نیز می‌شد.

امروزه با پیشرفت تکنولوژی نورد، اتوماسیون بالا از نظر کنترل درجه حرارت و سرعت سرد کردن و وجود سیستم ترمکس، این امکان به وجود آمده است که از شمش‌هایی با کربن معادل پائین، آج 520 و بالاتر را با قابلیت جوش‌پذیری و مشخصات مکانیکی مطلوب، همراه با داکتیلیتی مناسب، تولید کرد.

سازمان ملی استاندارد ایران نیز همگام با استانداردهای معتبر جهانی در بازنگری جدید، میلگردهای آجدار 500 و 520 را تصویب نمود و به مرحله‌ی اجرا گذاشته شد.

### شکل ظاهری میلگرد A4

میلگردهای A4 دارای آج دوکی شکل است. مطابق استاندارد شماره‌ی 3132 سازمان ملی استاندارد ایران، میلگرد A4 یا میلگردهای با آج 520 و 500، از نوع آجدار مرکب می‌باشند. به این ترتیب که آج‌های عرضی دوکی شکل در دو طرف آج طولی و به صورت چهار نیم مارپیچ به شکل هفت - هشت و با زاویه‌ی 35 درجه یا 75 درجه است.

**مشاهده کنید: [محاسبه آنلاین وزن میلگرد](#)**



گیج میلگرد، ابزاری ساده و کارآمد برای اندازه‌گیری سایز انواع میلگرد است که در تصویر زیر نشان داده شده است.



### روش تشخیص میلگرد آج ۳۴۰ و میلگرد آج ۴۰۰

آج‌های میلگرد ۳۴۰، با زاویه‌ی ۴۵ درجه و به صورت مارپیچی است. زاویه‌ی آج‌های میلگرد ۴۰۰، ۴۵ درجه است ولی اگر از روبه‌رو به آن نگاه کنید، آج‌ها به صورت جناقی (هفت و هشت) است.

### خواص مکانیکی میلگردها - تست کرنش، کشش و خمش

#### تنش تسلیم

تنش تسلیم، حداکثر نیرویی است که به میلگرد وارد می‌شود اما باعث تغییر شکل دائمی آن نمی‌شود. اگر مقدار نیرو افزایش یابد، میلگرد به حالت اولیه بر نمی‌گردد و برای همیشه، تغییر شکل می‌دهد. خاصیت برگشت‌پذیری را الاستیکه و خاصیت برگشت‌ناپذیری را پلاستیک می‌نامند. در طراحی‌ها، ملاک انتخاب میلگرد، **مقدار تنش تسلیم** است. به همین خاطر است که مقدار تنش تسلیم در نام‌گذاری میلگردها نقش دارد. حداقل تنش تسلیم میلگرد آج ۳۴۰، ۳۴۰ مگا پاسکال (MPa) است.

## میلگرد چیست؟ با انواع میلگرد و تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 آشنا شوید

جدول ۱۱- ویژگی کششی میلگرد های ساده و آج دار

| میزان ازدیاد طول نسبی <sup>a</sup> |                   |                 | نسبت استحکام کششی به استحکام تسلیم بالایی<br>$R_m/R_{eH}$ | استحکام کششی<br>$R_m$<br>N/mm <sup>2</sup> | استحکام تسلیم بالایی<br>$R_{eH}$<br>N/mm <sup>2</sup> |       | علامت مشخصه | طبقه‌بندی     |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------------|---------------|
| حداقل<br>$A_{gt}$                  | حداقل<br>$A_{10}$ | حداقل<br>$A_5$  | حداقل                                                     | حداقل                                      | حداکثر                                                | حداقل |             |               |
| -                                  | ۱۸                | ۲۵              | ۱٫۲۵                                                      | ۳۶۰                                        | -                                                     | ۲۴۰   | س ۲۴۰       | ساده          |
| -                                  | ۱۵                | ۱۸              |                                                           | ۵۰۰                                        | -                                                     | ۳۴۰   | آج ۳۴۰      | آج دار مارپیچ |
| ۸                                  | -                 | <sup>b</sup> ۱۷ |                                                           | ۵۰۰                                        | ۴۵۵                                                   | ۳۵۰   | آج ۳۵۰      |               |
| -                                  | ۱۲                | ۱۶              |                                                           | ۶۰۰                                        | -                                                     | ۴۰۰   | آج ۴۰۰      | آج دار جناغی  |
| ۸                                  | -                 | <sup>b</sup> ۱۶ |                                                           | ۶۰۰                                        | ۵۴۵                                                   | ۴۲۰   | آج ۴۲۰      |               |
| -                                  | ۸                 | ۱۰              |                                                           | ۶۵۰                                        | -                                                     | ۵۰۰   | آج ۵۰۰      | آج دار مرکب   |
| ۸                                  | -                 | <sup>b</sup> ۱۳ |                                                           | ۶۹۰                                        | ۶۷۵                                                   | ۵۲۰   | آج ۵۲۰      |               |

<sup>a</sup> انتخاب یکی از طول‌های آزمون برای تعیین میزان ازدیاد طول نسبی کافی است. انتخاب میان یکی از  $A_{gt}$ ،  $A_{10}$ ،  $A_5$  با توافق میان تولیدکننده و خریدار خواهد بود. در شرایطی که توافقی در این خصوص انجام نگرفته باشد باید  $A_5$  ملاک عمل قرار گیرد.

<sup>b</sup> در خصوص میل‌گردهایی که قطر اسمی آنها ۳۲ میلیمتر یا بیشتر است، حداقل مقدار مشخصه تعریف شده برای  $A_5$  ممکن است تا ۳٪ به ازای هر ۳ میلیمتر افزایش در قطر کاهش یابد. اگرچه حداکثر کاهش از حداقل مقادیر تعریف شده در این جدول تا ۴٪ محدود می‌باشد.

### ویژگی‌های کششی میلگرد

#### فرآیند تولید میلگرد در کشورهای پیشرفته جهان به روش‌های مختلف انجام می‌شود:

در استانداردهای معتبر دنیا برحسب شرایط اقلیمی هر کشور فرآیندهای تولید به‌طور کاملاً روشن و با لحاظ پارامترهای مختلف تحت کنترل قرار می‌گیرند:

- در کشور ژاپن که از نظر شرایط اقلیمی کشوری زلزله خیز است، **استاندارد ملی آن کشور JIS** آنالیز شیمیایی را متناسب با فرآیند تولید (از روش آلیاژی) تعریف می‌نمایند و هیچ‌گونه اشاره‌ای به فرآیند تولید از طریق عملیات حرارتی (ترمکس) ننموده است و به عبارت دیگر مصرف میلگردهای ترمکسی در آن کشور توصیه نمی‌شود.
- در کشورهای اروپایی که از نظر زلزله خیزی در رده کشورهای امن هستند و نسبت به کشور ژاپن خطر زلزله در آن‌ها بسیار پائین تر است. روش ترمکس (عملیات حرارتی) را مدنظر قرار داده و آنالیز شیمیایی را متناسب با فرآیند تولید آرماتور با روش فوق‌الذکر در نظر گرفته‌اند.

• در [استاندارد ملی ایران به شماره ۳۱۳۲](#) که برگرفته از چندین استاندارد مرجع (اروپایی، EN، DIN، و ژاپن JIS و آمریکا ASTM و ISO) است هر دو روش فوق‌الذکر در نظر گرفته شده است ولی به خاطر ضریب امنیت بالای مصرف در بند ۱۳ استاندارد (نشانه گذاری)، تولید کنندگان موظف هستند موارد زیر را رعایت کنند:

- به این صورت که بایستی بر روی پلاک الصاقی علامت مشخصه ایی دال بر انجام تولید به روش ترمکس حک شود.
- مقطع شاخه‌های این نوع محصول به یک رنگ تعریف شده‌ای رنگ آمیزی گردد.
- در گواهینامه فنی جمله فرآیند تولید به وسیله خنک کاری و برگشت تحت کنترل درج گردد.
- با توجه به استاندارد ملی ایران انجام عملیات جوشکاری بر روی این نوع میلگردها مجاز نیست.

#### نکته:

لازم به ذکر است در روش آلیاژسازی شده، فولاد مورد نیاز برای تولید آرماتور مورد نظر، در فرآیند فولادسازی و از طریق اضافه نمودن فرو آلیاژها ساخته شده و شمش تولیدی در فرآیند نورد به شکل مورد نظر درمی‌آید، سپس در محیط آزاد و به‌مرور خنک می‌شود.

در این حالت آرماتور تولیدی از سطح بیرونی تا مرکز آن دارای خواص مکانیکی و مشخصات شیمیائی یکسان است و در مواقع زلزله و فشار مقاومت یکنواخت و مناسب‌تری را از خود بروز می‌دهد.

اما برای میلگردهای تولید شده به روش ترمکس این‌گونه است که شمش فولادی مورد استفاده دارای کلاس آنالیز شیمیائی پایین‌تری بوده و برای رسیدن به مقاومت مورد

نیاز مطابق استاندارد، میلگرد تولیدی را که دارای دمای بالایی است از داخل لوله‌های آب عبور داده و به یک باره سطح بیرونی خنک می‌شود.

در این حالت سطح میلگرد تا عمق مشخصی دارای مقاومت بالاتر (مثلاً ۴۰۰) و مغز آرماتور دارای مقاومت پایین‌تری (مثلاً حدود ۳۴۰) است. از این رو در به‌کارگیری این نوع آرماتور در سازه‌های تحت فشار و مناطق زلزله خیز باید احتیاط‌های لازم را به عمل آورد و در محاسبات آن دقت مضاعف اعمال گردد. قیمت تمام شده میلگردهای آلیاژی‌سازی شده بالاتر از ترمکسی است.

### **مشخصات میلگردهای ساختمانی**

مشخصات میلگردهای ساختمانی در تصویر زیر قابل مشاهده است:

میلگرد چیست؟ با انواع میلگرد و تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 آشنا شوید

| <p>میلگردهای ساختمانی</p> <p>REINFORCING STEEL BARS</p>  <p>BAR</p> |                      |           |         |                      |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|---------|----------------------|----------------------|
| d<br>mm                                                                                                                                               | A<br>cm <sup>2</sup> | G<br>kg/m | P<br>cm | I<br>cm <sup>4</sup> | W<br>cm <sup>3</sup> |
| 6                                                                                                                                                     | 0.283                | 0.222     | 1.885   | 0.0064               | 0.021                |
| 8                                                                                                                                                     | 0.503                | 0.395     | 2.513   | 0.0201               | 0.050                |
| 10                                                                                                                                                    | 0.785                | 0.617     | 3.142   | 0.0491               | 0.098                |
| 12                                                                                                                                                    | 1.13                 | 0.888     | 3.770   | 0.1018               | 0.170                |
| 14                                                                                                                                                    | 1.54                 | 1.21      | 4.398   | 0.1886               | 0.269                |
| 16                                                                                                                                                    | 2.01                 | 1.58      | 5.027   | 0.3217               | 0.402                |
| 18                                                                                                                                                    | 2.54                 | 2.00      | 5.655   | 0.5153               | 0.573                |
| 20                                                                                                                                                    | 3.14                 | 2.47      | 6.283   | 0.7854               | 0.785                |
| 22                                                                                                                                                    | 3.80                 | 2.98      | 6.912   | 1.1499               | 1.050                |
| 24                                                                                                                                                    | 4.52                 | 3.55      | 7.540   | 1.6286               | 1.360                |
| 25                                                                                                                                                    | 4.91                 | 3.85      | 7.854   | 1.9175               | 1.530                |
| 26                                                                                                                                                    | 5.31                 | 4.17      | 8.168   | 2.2432               | 1.730                |
| 28                                                                                                                                                    | 6.16                 | 4.83      | 8.796   | 3.0172               | 2.160                |
| 30                                                                                                                                                    | 7.07                 | 5.55      | 9.425   | 3.9761               | 2.650                |
| 32                                                                                                                                                    | 8.04                 | 6.31      | 10.053  | 5.1472               | 3.220                |

جدول (۱-۴)

چرا در ساختمان سازی از میلگرد استفاده می‌شود؟

مقاومت فشاری بتن فوق‌العاده است و برای خرد کردن بتن، نیروی بسیار زیادی مورد نیاز است. این در حالی است که ساختاری با این حد از مقاومت فشاری، مقاومت کششی و پیچی نسبتاً ضعیفی دارد. به همین منظور در سازه‌های بتنی برای افزایش استحکام کششی و پیچشی بتن از میلگرد آجدار استفاده می‌شود.

## انواع کاربرد میلگرد (آرماتور) در بتن

میلگردها به شکل‌های مختلف در اعضای بتنی مسلح مورد استفاده قرار می‌گیرند که معمولاً در نقشه‌های سازه‌ای، به‌طور دقیق ترسیم می‌شوند. در ادامه به معرفی کاربردهای مختلف انواع میلگرد می‌پردازیم:

- **خاموت:** برای جلوگیری از بیرون زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و جلوگیری از گسترش ترک.
- **میلگرد راستا:** برای افزایش مقاومت کششی بتن
- **سنجاقی:** برای تقویت مقاومت برشی خاموت‌ها و اتصال کامل بین میلگردهای طولی و خاموت
- **خرک:** برای قرار دادن دو شبکه متوالی افقی بافاصله معین در داخل قالب (در بتن‌ریزی‌های کف و فونداسیون)
- **رکابی:** برای در امتداد نگه داشتن آرماتورهای طولی یا عمودی در بتن‌ریزی دیوارها و دال‌ها (به شکل حرف U) یا بین دو سفره آرماتور (شبکه مش بندی)
- **ادکا:** برای تحمل لنگرهای منفی در تکیه‌گاه‌های تیر و برای تحمل نیروهای برشی

## کاربرد انواع میلگرد:

در ادامه مهمترین کاربردهای انواع میلگرد را توضیح خواهیم داد:

- **تقویت اولیه:** مورد استفاده برای ارائه مقاومت در برابر بارهای طراحی شده.
- **تقویت ثانویه:** برای ایجاد دوام و اهداف معمارانه با ارائه مقاومت موضعی برای محدود کردن ترک خوردگی و تنش‌های ناشی از دما، استفاده می‌شود.



- **ساختمان بتنی تقویت شده:** بعضی از بلوک‌های بتنی و مصالح ساخته شده از بتن شامل حفره‌هایی هستند که می‌توانند از میلگرد برای بارگیری کششی در آن‌ها استفاده شوند. میلگرد با استفاده از ملات و دوغاب در محل محکم می‌شود.

### انواع توری فلزی ساخته شده با میلگرد:

توری فلزی تقویت کننده یا یک پارچه را می‌توان در فرمت‌های مختلف با استفاده از انواع میلگرد و طبق BS 4483 تولید کرد. توری‌ها فولادی ساخته شده از میلگرد برای تقویت بتن مورد استفاده هستند.

اندازه توری استاندارد 4.8 متر طول و عرض 2.4 متر است. که با ترکیب و یا جوش الکترونیکی تشکیل شده به طوری که به طور معمولی آن را با دست می‌توان تولید کرد. این را می‌توان به روش‌های مختلف برای برنامه‌های مختلف تولید:

- **توری مربع:** اندازه مش  $200 \times 200$  میلی‌متر، محدوده وزنی 16/16 - 1/16 کیلوگرم / مربع متر به طور معمول برای اسلب طبقات استفاده می‌شود.
- **مش مستطیل:** مش با ابعاد  $200 \times 100$  میلی‌متر، محدوده وزن 9 - 10 میلی‌متر / کیلوگرم متر به طور معمول برای اسلب طبقات استفاده می‌شود.
- **مش با ابعاد بزرگ:** مش با ابعاد  $400 \times 100$  میلی‌متر، محدوده وزن 2.61 - 6.72 کیلوگرم / sq. متر به طور معمول برای ساخت جاده و پیاده رو استفاده می‌شود.
- **مش بسته بندی:** مش با ابعاد 100 میلی‌متر  $\times$  100 میلی‌متر. به طور معمول در اسکلت‌های معلق یا اسلب‌های کف استفاده می‌شود.

### به منظور اطلاع از ابعاد انواع میلگرد مطالعه کنید: [جدول اشتال میلگرد](#)

اگر از مطلب انواع میلگرد دانشنامه اصفهان آهن استفاده نمودید و آن را مناسب دانستید، می‌توانید نظراتتان را در انتهای همین صفحه با ما و سایر همراهان ما به اشتراک بگذارید.

میلگرد چیست؟ با انواع میلگرد و تفاوت میلگرد A3، A2، A1 و A4 آشنا شوید