

روش ساخت و تولید میلگرد بر روی خواص مکانیکی و فیزیکی آن تأثیر به سزایی دارد. این در حالی است که رعایت نکردن روش تولید استاندارد و یا خرید میلگرد نامناسب برای یک منطقه‌ی جغرافیایی، ممکن است زیان‌های جبران ناپذیری را به بار آورد. کارخانه‌های هر کشور، فرآیند تولید خود را بر اساس شرایط اقلیمی و نیاز بازار همان کشور انتخاب می‌کنند و از آن جایی که احداث و راه‌اندازی یک خط تولید میلگرد، بسیار پُرهزینه و زمان‌بر است، این فرآیند، پس از تأسیس کارخانه تغییری نمی‌کند. در این مطلب قرار است در مورد روش ساخت و تولید میلگرد در ایران صحبت کنیم. در ادامه با ما همراه باشید.

فایل صوتی مطلب

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

برای گوش دادن به [این فایل صوتی](#)، به سایت مراجعه کنید.

ویدئوی فرآیند تولید شمش فولاد و تولید میلگرد با دوبله فارسی:

در این ویدئو، دو روش تولید شمش فولاد که در ادامه به آن اشاره شده، نمایش داده می‌شود و فرآیند تولید میلگرد ساده نیز شرح داده می‌شود.

برای مشاهده [این ویدئو](#) به سایت مراجعه کنید.

فرآیند ساخت و تولید میلگرد

به طور کلی، فرآیند تولید اکثر مقاطع فولادی همچون میلگرد، تیرآهن، نبشی، ناودانی و ... مستلزم تولید شمش فولادی و یا همان بیلست است. از همین رو، مرحله‌ی اول تولید میلگرد نیز با تولید بیلست شروع می‌شود.

مرحله اول تولید شمش فولادی:



در این مرحله، آهن تولیدی به دست آمده از کوره‌ی بلند کارخانه‌های ذوب آهن، وارد فرآیند فولادسازی شده و پس از طی کردن مراحل مورد نیاز، وارد مرحله‌ی تولید شمش می‌شود. معمولاً تولید شمش فولادی به دو روش تولید شمش در قالب و تولید شمش به روش ریخته‌گری مداوم انجام می‌گیرد.

روش تولید شمش در قالب:

این روش، روش ساده‌ای است و فرآیند کار، به این گونه است که ابتدا قالب‌هایی با اندازه‌ی استاندارد آماده شده و در یک چرخه‌ی مشخص قرار می‌گیرند. سپس، فولاد مذاب، به وسیله‌ی پاتیل، درون آن‌ها ریخته می‌شود و پس از پُر شدن قالب بعدی برای بارگیری آماده می‌شود. این فرآیند، به صورت مستمر ادامه می‌یابد و شمش تولیدی، پس از خنک شدن از درون قالب‌ها تخلیه می‌شود.

روش ریخته گری مداوم:



این روش در کارخانه‌های بزرگ، روش متداول‌تری است. فولاد مذاب، درون محفظه‌ای به نام تقسیم‌کننده ریخته می‌شود. این محفظه، بسته به نوع آن، دارای 2 یا چند خروجی است. دلیل استفاده از این محفظه، کم کردن سرعت و یکنواخت‌سازی جریان مذاب برای ورود به بخش بعدی است.

مذاب خروجی از این بخش، به محفظه‌ی منجمدکننده وارد می‌شود. وظیفه‌ی محفظه‌ی منجمدکننده، سرد کردن مذاب تا دمای انجماد اولیه‌ی فولاد است. از آن جایی که خروجی این بخش، بالاتر از سطح زمین قرار دارد، فلز جامدشده، تحت تأثیر نیروی جاذبه و وزن خود به سمت پایین کشیده می‌شود و در نهایت، برای یکسان‌سازی طول و عرض، در خط نورد قرار می‌گیرد.

شمش به دست آمده، توسط دستگاه‌های بُرش در ابعاد مورد نیاز (معمولاً 6 یا 12 متری) بُریده شده و در واحد خنک‌سازی قرار می‌گیرند. این فرآیند، به دلیل ادامه‌دار بودن تا پایان تولید و قطع‌نشدن مذاب ورودی طی فرآیند، به روش «ریخته‌گری مداوم» معروف است.

ویدئوی فرآیند تولید میلگرد تا صادرات

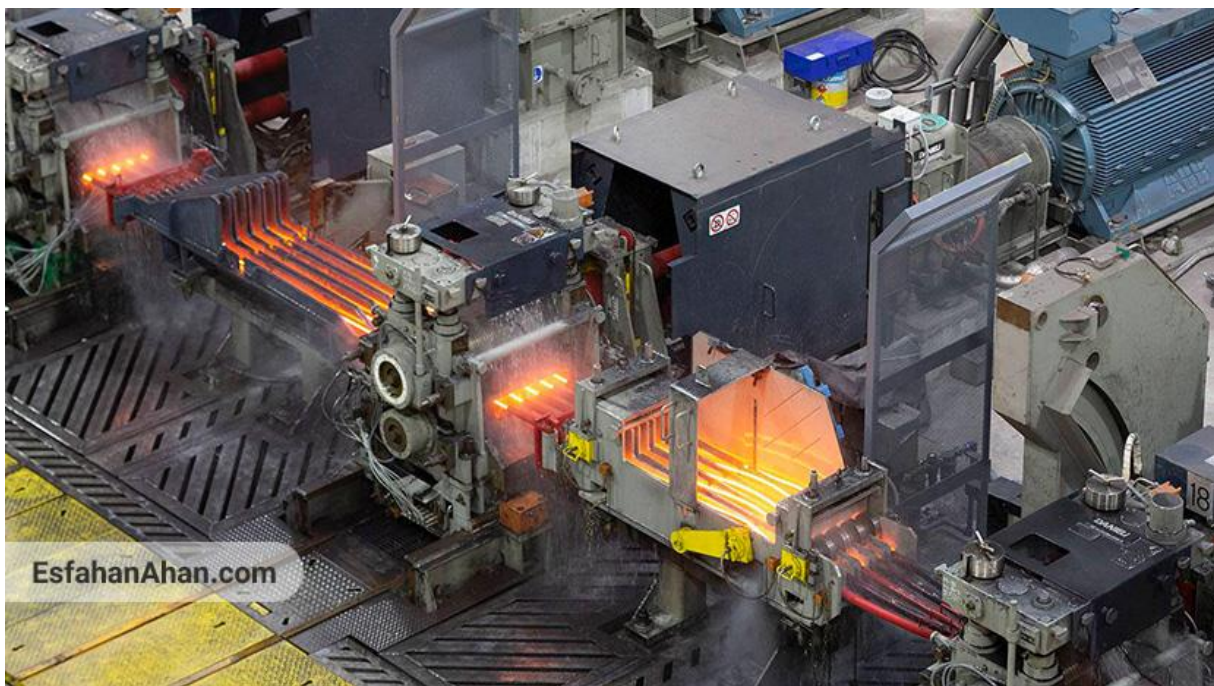
پیشنهاد می‌کنیم قبل از مطالعه‌ی ادامه‌ی متن و مشاهده‌ی چهار روش تولید میلگرد، ویدئوی زیر را که مربوط به تولید میلگرد به روش نورد گرم است، مشاهده فرمایید.

برای مشاهده ویدئوی فرآیند تولید میلگرد تا صادرات به سایت اصفهان آهن مراجعه کنید.

چهار روش تولید میلگرد

پس از آماده‌شدن شمش فولادی به یکی از دو روش گفته شده، حال به مرحله‌ی تولید میلگرد می‌رسیم. اما از آن جایی که تولید میلگرد با توجه به استاندارد و شرایط هر کارخانه متفاوت است، روش‌های ساخت میلگرد را به صورت مجزا شرح می‌دهیم.

تولید میلگرد به روش نورد گرم



برای تولید میلگرد به روش نورد گرم، ابتدا شمش فولادی را تا دمای نرم‌شوندگی حدود 1000 تا 1100 درجه در کوره‌های مخصوص، حرارت می‌دهند و سپس شمش را وارد فرآیند نورد می‌کنند. طی فرآیند نورد، شمش فولادی نرم‌شده از بین غلتک‌هایی با چینش 4 وجهی و 8 وجهی عبور می‌کند تا طی سه مرحله به سطح مقطع دایره و قطر مناسب برسد. طی فرآیند نورد، از قطر شمش کاسته و به طول آن افزوده می‌شود؛ به این مرحله از تولید، «مرحله‌ی رافینگ» گفته می‌شود.

پس از رسیدن به قطر مناسب، شمش، وارد مرحله‌ی استند یا همان قفسه‌های نورد می‌شود که در آن، خروجی‌های مختلفی برای تولید قطرهای مختلف میلگرد وجود دارد. پس از طی کردن این مرحله، میلگرد، وارد مرحله‌ی آج‌زنی شده و با توجه به استاندارد مد نظر، آج بر روی میلگرد ایجاد می‌شود.

تولید میلگرد آجدار بر اساس استاندارد ملی ایران در سه نوع آج 340 یا میلگرد A2، آج 400 یا میلگرد A3 و آج 500 یا همان میلگرد A4 انجام می‌شود. جهت ایجاد آج 340، آج‌زنی، مستقیماً در خط نورد گرم انجام می‌شود و برای ایجاد آج 400 و 500، پس از خنک‌کردن میلگرد با آب تا دمای محیط، فرآیند آج‌زنی انجام می‌گیرد.

ساخت میلگرد به روش نورد سرد



EsfahanAhan.com

تولید میلگرد به روش نورد سرد تا پایان مرحله‌ی رافینگ که به کوچک و گرد کردن تقریبی سطح مقطع شمش فولادی می‌پردازد، همانند فرآیند نورد گرم انجام می‌شود. اما پس از این مرحله، شمش، وارد مرحله‌ی خنک‌کاری شده و سرد می‌شود.

پس از این مرحله، شمش سرد شده، وارد مرحله‌ی نورد می‌گردد و مجدداً فرآیند تولید میلگرد، همانند روش نورد گرم پیگیری می‌شود. اما این بار، تعداد مراحل نورد و تعداد غلتک‌های بیشتری برای تولید میلگرد نیاز است؛ زیرا در این روش، دیگر خبری از نرم‌شدگی فلز نیست.

میلگرد ساخته شده به روش نورد سرد، به دلیل تغییر شکل و ساختار کریستال های فولاد، تأثیر زیادی در شکل پذیری و مقاومت تسلیم میلگرد تولیدی دارد. همچنین، فرآیند نورد سرد باعث می شود که مقاومت و سختی این نوع میلگرد، افزایش چشمگیری داشته باشد.

طبیعتاً این نوع میلگرد برای استفاده در مناطق زلزله خیز مناسب نیست؛ زیرا شکل پذیری و مقاومت کششی و مقاومت پیچشی کمتری نسبت به سایر روش های تولید میلگرد دارند.

تولید به روش ترمکس (فناوری QST)



تولید میلگرد به روش ترمکس، اقتصادی، سریع و از همه نظر مقرون به صرفه است. اما به دلیل مقاومت پایین، برای استفاده در مناطق زلزله خیز مناسب نیست. میلگرد تولیدی به روش ترمکس، دارای حداقل استحکام تسلیم 500 نیوتون بر متر مربع است.

در روش ترمکس، میلگرد تولیدی در فرآیند نورد گرم را با ورود به محفظه ی خنک سازی که همانند یک لوله است، به سرعت با آب و روغن خنک می کنند. این عمل، سبب می شود که سطح میلگرد به شدت سخت و شکننده شود. از آن جایی که در این مرحله، سردسازی به سرعت و سطحی انجام شده است، سطح میلگرد، سرد شده ولی مرکز آن هنوز داغ است. بنا بر این، در مرحله ی بعد که مرحله ی خنک سازی است، این گرما از مرکز به سطح آمده و موجب افزایش شکل پذیری میلگرد و حذف شکنندگی در سطح می شود.

ذکر این نکته ضروری است که ترکیب آلیاژی این میلگرد با میلگرد تولیدی به روش نورد گرم متفاوت است. از همین رو، میلگردهای ترمکس به میلگردهای نورد گرم ترجیح داده می‌شوند. تغییر در ترکیب شیمیایی، علاوه بر کاهش هزینه‌های تولید، به دلیل مصرف کمتر کربن، از شکل‌پذیری و مقاومت کششی بهتری برخوردار باشند.

یکی از مزایای دیگر میلگردهای ترمکس نسبت به سایر میلگردها امکان جوش‌پذیری آن‌ها به روش سربه‌سر است که در بسیاری از پروژه‌های عمرانی، امری ضروری است.

تولید به روش آلیاژسازی (میکرو آلیاژی)

فرآیند تولید میلگرد به روش میکروآلیاژی، هیچ تفاوتی با فرآیند تولید به روش نورد گرم ندارد. تنها تفاوت آن در بخش اولیه‌ی تولید، یعنی فرآیند تولید فولاد است. در این فرآیند با افزودن عناصر آلیاژی مانند وانادیوم، نیوبیوم، تیتانیوم و ... (که می‌توانید در مطلب [عناصر آلیاژی فولاد](#) در مورد آن‌ها بیشتر مطالعه کنید) خواص فیزیکی و مکانیکی میلگرد، به طور قابل توجهی افزایش داده می‌شود و می‌توان فولاد را برای هر نوع مصرفی، سفارشی‌سازی نمود.

میلگردهای آلیاژی، پس از اتمام فرآیند تولید در هوا سرد می‌شوند؛ از همین رو، خواص فیزیکی آن‌ها از سطح تا مرکز کاملاً برابر است. این نوع میلگردها برای مناطق زلزله‌خیز، بسیار مناسب و ایده آل هستند.

در ایران کارخانه‌های متفاوتی اقدام به تولید انواع میلگرد می‌نمایند که با مراجعه به مطلب **15 تولید کننده برتر میلگرد در ایران** می‌توانید با آن‌ها آشنا شوید.

روش ساخت و تولید میلگرد در ایران و جهان

به‌طور کلی در جهان، چهار روش پُرکاربرد و معمول برای تولید میلگرد وجود دارد و همان‌طور که گفته شد، هر کشور بر اساس شرایط جغرافیایی خود، یک یا چند روش را انتخاب نموده و کارخانه‌های مختلف، اقدام به تولید می‌نمایند. در ادامه به بررسی روش تولید در ژاپن، اروپا و ایران می‌پردازیم.

مشاهده کنید : [قیمت میلگرد](#)

روش تولید میلگرد در ژاپن



همان‌طور که می‌دانید ژاپن، یک کشور زلزله‌خیز و پُر جنب و جوش است و روزانه بیش از 10 زلزله‌ی ریز و درشت، آن را تکان می‌دهد. حال تصور کنید اگر میلگرد استفاده شده در سازه‌های بتنی و ساختمان‌های این کشور، خشک و شکننده باشند، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

بله، فاجعه رخ می‌دهد. با یک زلزله‌ی سنگین و یا چند زمین‌لرزه‌ی کوچک، طی چند روز متوالی، آرماتور کار شده در ستون‌ها و سقف‌ها شکسته و ساختمان‌ها فرو می‌ریزند.

پس، در کشورها و حتی شهرهای زلزله‌خیزی مانند ژاپن، مقاومت و استحکام کششی و پیچشی میلگرد تولیدی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از همین رو، ژاپن، میلگرد استاندارد خود را ایجاد کرده است که [JIS](#) نامیده شده و روش تولید آن، روش میکرو آلیاژی است.

روش ساخت میلگرد در اروپا

تقریباً هیچ یک از کشورهای اروپایی، زلزله‌خیز نیستند و همین امر، باعث شده تا میلگرد مورد استفاده در سازه‌های آن‌ها نیاز به استحکام بسیار بالا و خواص فیزیکی پیچیده نداشته باشد. در عوض، از روشی مقرون به صرفه و سریع برای تولید میلگرد استفاده می‌کنند.

روش تولید میلگرد در اکثر کشورهای اروپایی، روش ترمکس است و همان‌طور که اشاره شد، برای مناطق امن و بدون زلزله، ایده آل است.

روش تولید میلگرد در ایران



ایران، کشوری است که از نظر اقلیمی، چهار فصل بوده و از نظر جغرافیایی، چندین وضعیت گوناگون را در خود جای داده است. به صورتی که استان کرمانشاه، زلزله خیز و استانی مانند اصفهان، تقریباً عاری از زمین لرزه است.

همین امر، باعث شده تا سازمان استاندارد ایران، استاندارد 3132 را که برگرفته از چندین استاندارد بین المللی، همچون DIN آلمان، GOST روسیه، JIS ژاپن، ASTM آمریکا و ... را بررسی نموده و با توجه به شرایط جغرافیایی کشور، استاندارد تولید میلگرد خود را تعریف نماید.

در ایران، هر دو روش تولید میلگرد که در بالا به آن اشاره شد (یعنی روش آلیاژی و روش ترمکس) تولید می شود و تولیدکنندگان میلگرد در کشور، موظف هستند برای محصول تولیدی خود، پلاک هایی قرارداداده و روش تولید و مشخصات میلگرد تولیدی خود را درج نمایند، تا مصرف کنندگان بتوانند با توجه به نیاز خود، خرید نمایند.

ذکر این نکته خالی از لطف نیست که اکثر کارخانه های تولید میلگرد در ایران، علامت اختصاری ویژه ای را بر روی بدنه ی میلگرد حک می کنند که در آن، به روش تولید میلگرد نیز اشاره شده است.

شما می‌توانید با مراجعه به مطلب [علامت اختصاری میلگرد](#)، علائم حک‌شده روی میلگرد بیش از 50 کارخانه‌ی داخلی را مشاهده نمایید.

امیدواریم توانسته باشیم به طور کامل، روش تولید میلگرد را برای شما شرح دهیم. در صورتی که هر نکته یا تجربه‌ای در این زمینه دارید، آن را انتهای صفحه با ما و سایر کاربران اصفهان آهن به اشتراک بگذارید.