



ابرسازه های عماد

آدرس : ایران - تبریز

تلفن تماس : ۰۹۱۴ ۳۳۸۶ ۹۳۰۱

موبایل : ۰۹۱۴ ۱۱۸ ۷۴۲۰

تلگرام : ۰۹۲۳ ۶۲۸ ۷۹۴۸

وب سایت : [www.EHSCO.ir](http://www.EHSCO.ir)

ایمیل : info@ehsco.ir

ایمیل : b\_hosseinpour2003@yahoo.com

## درباره میلگرد

- ۱- استانداردها میلگردها
- ۲- انواع فولاد مصرفی در بتن
  - ۱-۲ از نظر روش تولید
  - ۲-۲ از نظر شکل روبه
    - ۱-۲-۲ میلگردهای آجدار ۳۴۰ (A-2)
    - ۲-۲-۲ میلگردهای آج ۴۰۰ (A-3)
    - ۳-۲ از نقطه نظر شکل پذیری
    - ۴-۲ از نظر جوش پذیری و ترکیب شیمیایی
  - ۱-۴-۲ عوامل موثر بر ویژگیهای میلگرد یا آرماتور
  - ۲-۴-۲ مشخصات فولادهای تولیدی در ایران
- ۳- خواص مکانیکی
  - ۱-۳ آزمون کشش
  - ۲-۳ آزمون خمش
  - ۳-۳ کنترل مشخصات مکانیکی میلگردهای فولادی
- ۴- قطر میلگردها
- ۵- تولید و انبارداری میلگرد
  - ۱-۵ آرماتور بندی یا میلگردگذاری
  - ۲-۵ بسته بندی میلگردها
  - ۳-۵ انبار کردن و نگهداری آرماتور یا میلگردها
- ۶- چگونه در کارگاه سائز میلگرد را تشخیص بدهیم؟
  - ۱-۶ کنترل چشمی
  - ۲-۶ وزن کردن میلگرد
  - ۳-۶ استفاده از کولیس
  - ۴-۶ استفاده از شابلون
  - ۵-۶ استفاده از انگشتان دست
  - ۶-۶ استفاده از ریسمان
  - ۷-۶ آچار فرانسه
- ۷- مراجع

## ۱- استانداردهای میلگردها

در کشورهای مختلف فولاد میلگرد با استانداردهای متفاوتی تولید می‌شوند و در هر استاندارد طبقه‌بندی مشخصی در ارتباط با خواص مکانیکی فولادها وجود دارد. معمولاً میلگردهای ایران بر اساس استانداردهای ISIRI3132 , ASTM A 615 , BS 4449 (استاندارد ملی ۲۱۳۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران) می‌باشد. در ایران قسمت عمده فولادهای میلگرد که توسط کارخانه ذوب‌آهن اصفهان تولید می‌شوند با استاندارد روسی (GOST) مطابقت دارند. از نظر ابعادی میلگردها در ابعاد زیر موجودند:

- میلگرد ساده در سایزهای 14 - 32 میلیمتر
- میلگرد آجدار در سایزهای 12 - 32 میلیمتر
- مفتول ساده در سایزهای ۵/۵ - ۱۰ میلیمتر
- مفتول آجدار در سایزهای ۶-۱۲ میلیمتر

جدول ۱: استانداردهای میلگرد

| استانداردهای معادل |         |       | علامت مشخصه | طبقه بندی          |
|--------------------|---------|-------|-------------|--------------------|
| JIs                | ASTM    | GOST  |             |                    |
| SR24               | -       | A-I   | س ۲۴۰       | میلگرد ساده        |
| SD35               | A615G40 | A-II  | آج ۳۴۰      | میلگرد آجدار ماریچ |
| SD40               | A615G60 | A-III | آج ۴۰۰      | میلگرد آجدار جناقی |
| SD50               | A615G75 | -     | آج ۵۰۰      | میلگرد آجدار مرکب  |

## ۲- انواع فولاد مصرفی در بتن

معمولاً "میلگردهای فولادی مصرفی در بتن از نظر نوع روش تولید ، شکل رویه ، شکل پذیری و جوش پذیری تقسیم بندی می‌شوند.

### ۱-۲ از نظر روش تولید

فولادهای بتن به صورت گرم نورد شده ( hot-rolled ) ، سرد نورد شده ( cold-rolled ) ، اصلاح شده و به صورت سرد (پیچانیده شده tore و یا کشیده شده و از حدیده گذرانیده) ، و یا به صورت ویژه که دارای سخت شدگی به صورت عملیات حرارتی ، سطحی و آب دادن می‌باشد ، دیده می‌شود.

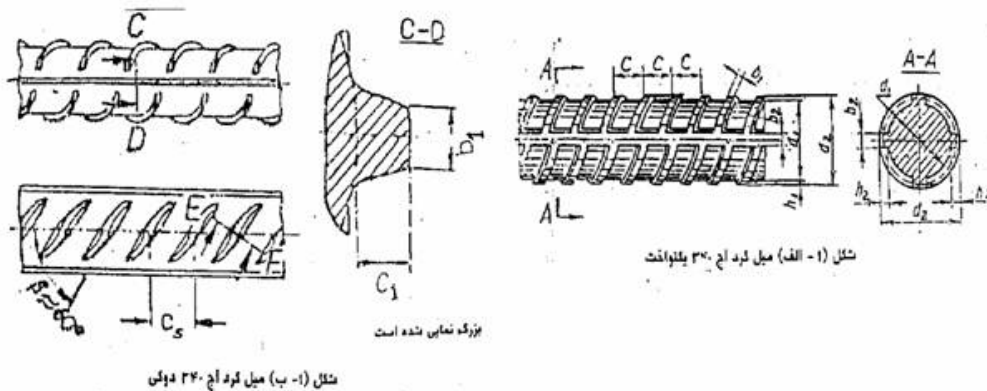
معمولاً اکثر فولادهای تولیدی و مصرفی در ایران از نوع گرم نورد شده می‌باشد . فولادهای سرد نورد شده به ویژه در ایران به کار نرفته است . اما فولادهای سرد اصلاح شده که tore نامیده می‌شود در بسیاری از پروژه ها به کار رفته و عمدتاً تولید خارج می‌باشند . این فولادها پس از تولید بصورت گرم نورد شده در بین دونک بسته شده و پیچانیده می‌شوند . به همین دلیل یک ماریچ با گام بزرگ روی سطح آن دیده می‌شود . فولادهای واقعا تر دارای تردی هستند و از نظر جوش پذیری مشکل دارند و از شکل پذیری کمتری برخوردارند . معمولاً به غلط در کارگاههای اجرایی به فولادهای آجدار ، تر می‌گویند.

### ۲-۲ از نظر شکل رویه

میلگردها به صورت ساده ( صاف ) و آجدار هستند که اگر میله های آجدار تر را به آن اضافه کنیم ، سه نوع شکل رویه داریم. معمولاً "میلگردهای ساده یا صاف از مقاومت کمی برخوردارند و به همین دلیل آنها را صاف تولید می‌کنند . میلگردهای آجدار درگیری بیشتری با بتن خواهند داشت و لذا میلگردهای با حد تسلیم بیش از را به صورت آجدار در می‌آورند . بهر حال میلگردهای آجدار باید برای تعیین مقاومت ، مورد آزمایش قرار گیرد .

### ۱-۲-۲ میلگردهای آجدار ۲۴۰ (A-2)

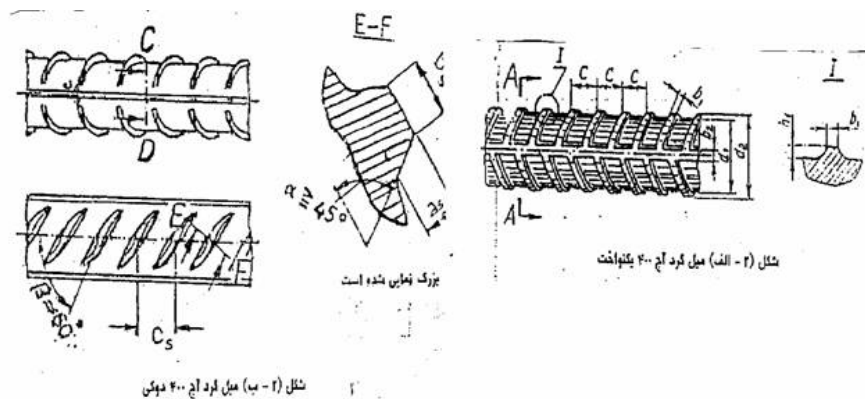
در این میلگرد برجستگیهای عرضی به صورت یکنواخ با زاویه ۴۵° نسبت به محور اصلی یا دوکي شکل ماریچ در دو طرف برجستگی طولی مطابق شکل (۱- الف) و (۱- ب) می باشد .



- آج میلگرد A2 حول خط میانی (محور) چرخیده و در امتداد و موازی یکدیگر بوده (//////)

### ۲-۲-۲ میلگردهای آج ۴۰۰ (A-3)

در این میلگرد برجستگیهای عرضی به صورت یکنواخت با زاویه حداقل ۴۵° نسبت به محور اصلی یا دوکي شکل در دو طرف برجستگی طولی و به صورت دو نیم ماریچ غیر هم جهت در دو نیمه طولی میلگرد مطابق شکلهاي (۲- الف) و (۲- ب) می باشد.



- درنوع A3 آج در روی خط میانی یکدیگر را قطع میکنند و آج A3 به صورت هفت و هشت فارسیه >>>>>>.

### ۲-۲ از نقطه نظر شکل پذیری

میلگردها به سه دسته نرم ، نیمه سخت و سخت تقسیم می شوند . فولادهای نرم دارای پله تسلیم مشخص به منحنی تنش - کرنش هستند. فولادهایی با رویه صاف و مقاومت تسلیم کم و بسیاری از فولادهای آجدار و غیر تر با مقاومت متوسط دارای پله تسلیم مشخص هستند . فولادهای آجدار و تر با مقاومت تسلیم بیش از ۴۰۰ بصورت نیمه سخت و یا سخت هستند و پله تسلیم محدود و یا بدون پله تسلیم مشخص در منحنی تنش - کرنش می باشند . مسلماً" برای کشورهای زلزله خیز، فولادهای نرم یا نیمه سخت به مراتب بهتر از فولادهای سخت هستند. برای خمکاری میلگردها بویژه با قطر زیاد ابتدا" میلگردهای سخت و حتی نیمه سخت مطلوب نیستند .

## ۲-۴ از نظر جوش پذیری و ترکیب شیمیایی

فولادها به دسته فولادهای جوش پذیر ، جوش ناپذیر و جوش پذیر مشروط تقسیم می شوند . اکثر فولادهای با رویه صاف و مقاومت کم می تواند در دسته فولادهای جوش پذیر قرار گیرند اما الزاما" همه آن ها جوش پذیر نیستند . بسیاری از فولادهای با مقاومت بیش از از دسته فولادهای جوش پذیر مشروط هستند و با شرایط معین و خاص و تجهیزات ویژه قابل جوشکاری هستند . بنابر این توصیه می شود بجز جوش های کار خانه ای ، کمتر از جوشکاری دستی برای بستن آنها به یکدیگر استفاده شود تا آسیبی به فولادهای مصرفی نرسد.

## ۲-۴-۱ عوامل موثر بر ویژگیهای میلگرد یا آرماتور

روش تولید ، میزان ناخالصی های موجود در فولاد ، عملیات حرارتی و نحوه سرد شدن فولاد بر ویژگیهای مکانیکی ، شکل پذیری و جوش پذیری میلگردها موثر است .  
اصلاح سرد معمولا" حد تسلیم را بالا می برد اما آن را ترد تر می کند و جوش پذیری را کاهش می دهد . نورد سرد نیز همین خصوصیات را به وجود می آورد .  
ناخالصی های فولاد شامل مواد مختلفی است که مهمترین آنها : کربن ، فسفر ، منگنز ، گوگرد و سیلیسیم می باشد . حد تسلیم ، شکل پذیری و جوش پذیری بشدت تحت تاثیر این ناخالصی ها قرار دارد .  
میزان کربن و کربن معادل معمولا" جوش پذیری فولادها را مشخص می کنند در تفسیر آبا جدولی ارائه شده است که جوش پذیری را مشخص می کند و قطر فولاد نیز در آن موثر است .  
برای داشتن جوش پذیری در جوشکاری پیوسته کربن باید مساوی یا کمتر ۰/۲۴ درصد و کربن معادل مساوی یا کمتر از ۰/۵۲ درصد باشد در حالیکه برای جوشکاری موضعی کربن معادل باید کمتر از ۰/۴۸ درصد و میزان کربن با توجه به قطر آن باید کمتر از ۰/۱۸ تا ۰/۳۲ درصد باشد . کربن معادل به میزان کربن ، منگنز ، کروم ، وانادیم ، نیکل و مس موجود در فولاد بستگی دارد اما باید گفت ناخالصی هایی مانند فسفر ، گوگرد و سیلیسیم نیز در خواص فولاد و جوش پذیری موثر است.

جدول-۲ : ترکیب شیمیایی

| طبقه بندی   | علامت مشخصه | کربن (C) | سیلیسیم (Si) | منگنز (Mn) | فسفر (P) | گوگرد (S) | حداکثر کربن معادل ( $C_{eq}^0$ ) |
|-------------|-------------|----------|--------------|------------|----------|-----------|----------------------------------|
| ساده        | س ۲۴۰       | ۰/۲۲     | ۰/۵۵         | ۰/۷۵       | ۰/۰۵۰    | ۰/۰۵۰     | -                                |
| آجدار ماریچ | آج ۳۴۰      | ۰/۳۲     | ۰/۶۰         | ۱/۳۰       | ۰/۰۴۵    | ۰/۰۴۵     | ۰/۵۰                             |
| آجدار جناقی | آج ۴۰۰      | ۰/۳۷     | ۰/۶۰         | ۱/۶۰       | ۰/۰۴۵    | ۰/۰۴۵     | *                                |
| آجدار مرکب  | آج ۵۰۰      | ۰/۴۰     | ۰/۹۰         | ۱/۸۰       | ۰/۰۴۵    | ۰/۰۴۵     | *                                |

## ۲-۴-۲ مشخصات فولادهای تولیدی در ایران

میلگردهای فولادی عمدتاً" در کارخانه نورد ذوب آهن اصفهان ، اهواز و فولاد آلیاژی یزد اسفراپی و ... تولید میشود. خوشبختانه فولادهای ایران به دلیل کمی فسفر ، گوگرد و سیلیسیم و منگنز از شکل پذیری خوبی برخوردارند. کرنش گسیختگی فولادهای معمولاً" بیش از ۲۵ درصد و برای فولادهای و بیشتر از ۱۵ درصد هستند و از این نظر مشکلی ندارند. متأسفانه برخی فولادهای وادراتی دارای شکل پذیری کمی می باشند و باید از مصرف آنها پرهیز کرد اما مصرف کنندگان معمولاً" صرفاً" به مقاومت میلگردها توجه دارند .  
در کارخانه های فولاد آلیاژی ، میلگردهای با مقاومت بالا و حسب سفارش تولید می شود . کربن میلگردهای مصرفی در ایران اکثراً" از ۲/۲ درصد بیشتر است لذا اغلب اوقات در محدوده جوش پذیر مشروط قرار دارند .

## ۲- خواص مکانیکی

در سیستم روسی که در کارخانه‌های ذوب‌آهن اصفهان مورد استفاده است میلگردها تا قطر ۴۰ میلیمتر ساخته می‌شوند. فولادی که در ایران تولید می‌شود (طبق استاندارد روسی) به سه گروه تقسیم می‌شود:

- فولاد نوع A-1 ، فولاد نوع A-2 ، فولاد نوع A-3

فولاد A-1 از نوع صاف بوده و مقاومت تسلیم و مقاومت کششی آن به ترتیب ۲۳۰۰ و ۳۸۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است. فولاد A-2 از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۲هزار و مقاومت کششی ۵ هزار کیلوگرم بر سانتیمترمربع است و فولاد A-3 نیز از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۴ هزار و مقاومت کششی ۶ هزار کیلوگرم بر سانتیمترمربع است (جدول-۲)

جدول-۲: خواص مکانیکی میلگردهای تولیدی

| شکل ظاهری     | مقاومت مشخصه $F_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> ) | حداقل مقاومت کششی $F_u$ (N/mm <sup>2</sup> ) | حداقل تنش تسلیم $F_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) | نام رایج | نام بر اساس استاندارد ISIRI3132 (مبحث نهم نظام مهندسی) |
|---------------|--|--|--|----------|--|
| بدون آج - صاف | ۲۲۰  | ۳۶۰  | ۲۴۰  | A-I      | S240   |
| آج ماریچ      | ۲۰۰  | ۵۰۰  | ۳۴۰  | A-II     | S340   |
| آج جناقی      | ۴۰۰  | ۶۰۰  | ۴۰۰  | A-III    | S400   |
| آج مرکب       | ۵۰۰  | ۶۵۰  | ۵۰۰  | ---      | S500   |

خواص مکانیکی شامل: آزمون کشش و خمش می باشد

## ۱-۳ آزمون کشش

شامل اندازه گیری تنش تسلیم (N/mm<sup>2</sup>.P) و اندازه گیری استحکام کششی (U.T.S N/mm<sup>2</sup>) و همچنین درصد ازدیاد طول نسبی برای میلگردهای ساده و آجدار می باشد که بایستی با جدول-۴ مطابقت داشته باشد:

جدول-۴: نتایج استاندارد آزمون کشش و خمش

| قطر فک خمش نسبت به قطر اسمی میلگرد | آزمون خمش        |                      | آزمون کشش      |                                       |                                      | علامت مشخصه | طبقه بندی   |
|------------------------------------|------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
|                                    | زاویه خمش (درجه) | حداقل ازدیاد طول (%) |                | حداقل مقاومت کشش (N/mm <sup>2</sup> ) | حداقل تنش تسلیم (N/mm <sup>2</sup> ) |             |             |
|                                    |                  | A <sub>10</sub>      | A <sub>5</sub> |                                       |                                      |             |             |
| دوبرابر                            | ۱۸۰              | ۱۸                   | ۲۵             | ۳۶۰                                   | ۲۴۰                                  | س ۲۴۰       | ساده        |
| سه برابر                           | ۱۸۰              | ۱۵                   | ۱۸             | ۵۰۰                                   | ۳۴۰                                  | آج ۳۴۰      | آجدار ماریچ |
| پنج برابر                          | ۱۸۰              | ۱۲                   | ۱۶             | ۶۰۰                                   | ۴۰۰                                  | آج ۴۰۰      | آجدار جناقی |
| پنج برابر                          | ۹۰               | ۸                    | ۱۰             | ۶۵۰                                   | ۵۰۰                                  | آج ۵۰۰      | آجدار مرکب  |

در تست کشش، ازدیاد طول نسبی دو طول معیار یکی به طول ۱۰ برابر قطر میلگرد (A<sub>10</sub>) و دیگری به طول ۵ برابر قطر میلگرد (A<sub>5</sub>) اندازه گیری می شود که باید از مقادیر حداقلی جدول فوق بیشتر باشد. اگر مقدار کرنش نهایی از این مقادیر کمتر بود، آرماتور برای کار ساختمانی مناسب نیست. میلگردهای کشیده شده معمولاً دارای کرنش کمتری از این مقادیر هستند و این روش مناسبی برای تشخیص آنها می باشد.

باید توجه کرد که هر چند شکل آج آرماتور می تواند نشان دهنده نوع آن باشد ولی معیار قابل اعتمادی نیست و بهتر است تست کشش انجام شود.

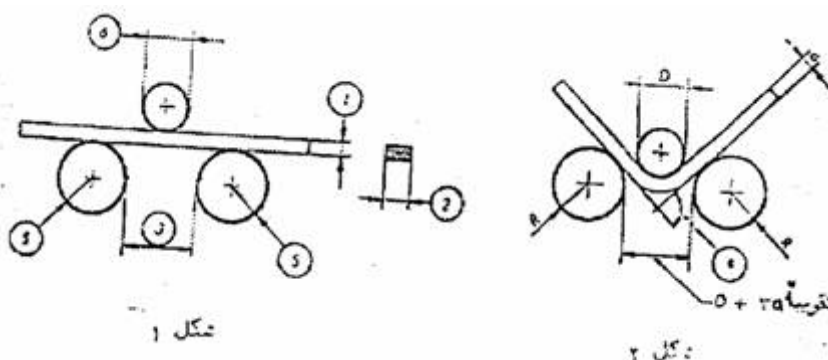
سود جویان زیادی با استفاده از شکل آج میلگردهایی را در بازار عرضه می کنند که در ساخت آن ممکن است از آج استاندارد مثلا A3 استفاده شده باشد ولی مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن با میلگرد A2 سازگار باشد (نمونه های فراوان داخلی و خارجی در بازار قابل مشاهده است) ولی در صورتیکه از تولیدکننده و نیز عرضه کننده مطمئن باشید که البته

کمتر این حالت پیش خواهد آمد مگر اینکه مستقیماً از تولید کننده معتبری خرید کنید می توانید با عنایت به آج آن رده میلگرد را تشخیص دهید.

ولی در هر صورت مطابق آئین نامه ملزم به انجام آزمایشات لازم در این خصوص هستیم ( که البته معمولاً انجام نمی دهیم) ولی توصیه می شود حداقل در پروژه های بزرگ آزمایشات لازم انجام گیرد. متأسفانه اکثریت قریب به اتفاق کارفرما ها بدون توجه به اینکه طراح در سازه از چه نوع میلگردی استفاده کرده در خوشبینانه ترین حالت در اجرا تعداد و قطر آرمانور را رعایت می کنند و اصلاً توجهی به رده میلگردها ندارند. بطور کلی تنها راه تشخیص میلگرد از روی ( بندیل ) یا شناسنامه روی کلاف آن (در صورت خرید از شرکت معتبر) می باشد. راه تشخیص میلگرد قلابی از اصلی هم آزمایش کشش می باشد.

### ۲-۲ آزمون خمش

این آزمون عبارت است از خم کردن يك نمونه ( به عنوان مثال میلگرد آجدار ) تا حد تغییر شکل خمیری بدون تغییر جهت در خمش ( حین آزمون ) مطابق شکل زیر :



جدول-۵ : شرح علائم مربوط به تصاویر آزمون خمش

| علامت ها و شرح آنها |       |   |
|---------------------|-------|---|
| شماره روی شکل       | علامت | توضیحات   |
| ۱                   | A     | کلفتی یا قطر نمونه  |
| ۲                   | B     | پهنای نمونه   |
| ۳                   | -     | فاصله بین تکیه گاهها ( شکلهاي ۱ و ۲) یا دهانه يك قطعه V شکل یا U شکل ( شکل ۲) |
| ۴                   |       | زاویه خمیدگی  |
| ۵                   | R     | شعاع تکیه گاههای استوانه ای   |
| ۶                   | D     | قطر استوانه ای فشار دهنده   |
| ۷                   | -     | شعاع انحنای قطعه فشار دهنده   |
| ۸                   | r     | شعاع داخلی قسمت خم شده نمونه پس از خمش  |

لازم بذکر است که نتایج حاصله در صورتی قابل استفاده می باشد که آزمونهای مربوطه مطابق شرایط قید شده در استاندارد ۳۱۳۲ از جمله ISIRI 1014 و ISO 6892 انجام گرفته باشد.

### ۲-۲ کنترل مشخصات مکانیکی میلگردهای فولادی

قاعدتاً بایستی میلگردها در کارخانه و قبل از تحویل ، بنابه درخواست خریدار مورد آزمایش قرار گیرد. آزمایشها باید روی محموله های حداکثر ۲۰ تنی (برای يك قطر ) صورت گیرد . پس از تحویل فولاد به کارگاه نیز آزمایش کنترل اجباری است. فقط در صورتی که وزن میلگردهای مصرفی در کارگاه کمتر از ۵۰ تن باشد (برای يك قطر) ، میتوان به تشخیص

دستگاه نظارت از انجام آزمایشهای کنترلی صرفنظر نمود ، وگرنه باید طبق ضوابط آئین نامه آبا نمونه برداری را انجام داد و پس از انجام آزمایشها ، طبق ضوابط پذیرش ، آنرا مورد ارزیابی قرار داد.

مقاومت مشخصه فولاد با توجه به مقدار تنش تسلیم آن مشخص میگردد و حداکثر ۵ درصد از نمونه های اندازه گیری شده ممکنست حد تسلیم کمتر از مقاومت مشخصه داشته باشند. اگر حد تسلیم فولاد مشخص نباشد باید آنرا معادل تنش متناظر با کرنش ۰/۲ درصد ( ماندگار) در نظر گرفت.

طبقه بندی مقاومتی میلگردها بر اساس مقاومت مشخصه آنها صورت می گیرد. میلگردهای بتن در آبا بصورت طبقه بندی شده اند که اعداد پس از حرف S نشانه مقاومت مشخصه بر حسب مگا پاسکال (نیوتن بر میلی متر مربع) می باشد. در ایران اکثراً "میلگردها را بصورت طبقه بندی می کنند که الهام گرفته از استانداردهای روسی است. فولاد در استاندارد روس معادل ندارد و بتازگی در آبا جزو طبقه بندی میلگردها منظور شده است .

نمونه برداری و توازن آن برای کنترل میلگردها در آبا بصورت زیر مشخص شده است هر آزمونه باید از یک نمونه یک متری تهیه شود . نمونه ها باید به تعداد ۵ نمونه و هر نمونه از هر پنجاه تن میلگرد یا کسری از آن ( برای هر قطر هر نوع فولاد) تهیه شود . در صورت موافقت دستگاه نظارت میتوان از هر سه بندل پنج تنی میلگردهای مشابه یک نمونه اختیار کرد . هر آزمونه به طول مطلوب برای انجام آزمایشهای مختلف ( بویژه کشش ) باید از نمونه یک متری بدست آید و نورد آزمایش قرار گیرد .

ضوابط پذیرش تنش تسلیم هیچکدام از ۵ آزمونه نباید کمتر از مقاومت مشخصه فولاد باشد، در غیر اینصورت باید از ۵ نمونه دیگر تهیه شود و نتایج ۱۰ آزمونه آزمایش شده باید در رابطه زیر صدق کند . متوسط نتایج تنش تسلیم ۱۰ آزمونه و انحراف معیار ۱۰ نتیجه موجود است .

اگر دو شرط فوق بر آورده نشود مقاومت مشخصه فولاد منطبق با طبقه مورد نظر نیست و قابل قبول نمی باشد . بهر حال طراح پروژه می تواند با توجه به واقعیت موجود میلگردهای مصرفی در طرح تجدید نظر کند و تعداد یا قطر میلگردها را افزایش دهد و یا در صورت کنترل مجدد ، آن را از نظر سازه ای بپذیرد . هم چنین میلگردها باید ضوابط زیر را ارضاء نمایند ( این ضوابط مربوط به شکل پذیری فولادها است )

حد الاستیسیته حاصل از آزمایش کشش و مقاومت کشش نهائی میلگردهای فولادی و تنش تسلیم میلگردها می باشد .

ضمناً "میلگردها در آزمایش تا شدگی با زاویه ۱۸۰ درجه با فلکه استاندارد و خم و باز کردن آن باید مورد آزمایش قرار گیرد. هم چنین کرنش گسیختگی در آزمایش کششی از ۸ تا ۱۲ درصد کمتر نباشد .وقتی طول علامت گذاری شده برای تعیین کرنش گریختگی ده برابر قطر باشد ضابطه ۸ درصد و اگر طول مورد نظر ۵ برابر قطرباشد ضابطه ۱۲ درصد ملاک کنترل می باشد . برای میلگردهای با قطر کم ، طول معادل ۱۰ برابر قطر و برای میلگردهای با قطر زیاد طول مورد نظر پنج برابر قطر در نظر گرفته شده میشود.

#### ۴- قطر میلگردها

قطر اسمی میلگردها بر روی علامت ( برگه) شناسائی آنها قید میشود. قطر میلگرد معادل قطر دایره هم مساحت مقطع میلگرد است . بویژه در مورد میلگردهای آجدار نمیتوان قطر میلگرد را مستقیماً اندازه گیری کرد . برای این منظور باید وزن واحد طول میلگرد را دقیقاً اندازه گرفت و با توجه به وزن مخصوص فولاد ۷/۸۵ گرم بر سانتیمترمکعب، سطح و قطر میلگرد را بدست آورد .

در آبا متاسفانه رواداری مجاز قطر میلگردها نسبت به قطر اسمی آنها ذکر نشده است. در برخی منابع رواداری ۰/۵ میلی متری مطرح است. مسلماً" برای قطرهای خیلی کم رواداری ۰/۵ میلی متری زیاد و برای قطرهای زیاد آن رواداری کم میباشد. در تفسیر جدید آبا سعی شده است با الهام از آئین نامه های معتبر یک رواداری مجاز متغیر برای قطرهای مختلف تعریف شود ، این رواداری از ۰/۳ میلی متر تا صد ۱ میلی متر می باشد. قاعدتاً" رواداری باید بر اساس سطح میلگرد تعیین شود زیرا آنچه در روابط طراحی مطرح است سطح مقطع میلگرد می باشد.



میلگرد از قطر ۵ تا ۵۰ میلی متر با گامهای مختلف وجود دارد ( گامهای ۱ تا ۲ میلی متری ). توصیه میشود قطرهای بصورت مرخج مورد استفاده قرار گیرد که عبارتند از : ۵، ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ و ۱۶ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۲ و ۴۰ و ۵۰ میلی متر. در ایران سعی میشود از قطرهای بیش از ۳۲ استفاده نگردد و کارخانجات مختلف نیز تولید خود را به قطر ۳۲ میلی متر محدود می کنند. مسلماً مصرف قطرهای دیگر مانند ۱۶ و ۱۸ و ۲۲ و ۲۴ و ۲۶ و ۲۸ و ۳۰ منع آئین نامه ای ندارد. مزیت قطرهای مرخج آنست که در کارگاه براحتی از یکدیگر تشخیص داده میشوند و همچنین مجموع سطح مقطع هر دو شماره متوالی تقریباً مساوی سطح مقطع میلگرد شماره بالاتر می باشد. در تفسیر جدید آئین نامه بتن ایران رواداری مجاز بصورت زیر داده شده است.

جدول-۶: مشخصات ابعادی و وزن میلگرد (ساده و آجدار) ساختمانی

| ملاحظات  | رواداری وزن % | وزن محاسباتی (kg/m) | سطح مقطع (mm <sup>2</sup> ) | رواداری قطر اسمی (mm) | قطر اسمی   |    |
|--|---------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|------------|----|
| در محاسبات وزن مقدار جرم مخصوص فولاد مقدار ۷/۸۵ (g/cm <sup>3</sup> ) در نظر گرفته شده است. | ±8            | 0.395               | 50.3                        | +0.3<br>-0.5          | 8          |    |
|  | ±5.5          | 0.616               | 78.5                        |                       | 10         |    |
|  |               | 0.888               | 113.1                       |                       | 12         |    |
|  |               | 1.21                | 154                         | 14                    |            |    |
|  |               | 1.58                | 201                         | 16                    |            |    |
| اختلاف بین حداقل و حداکثر قطر (بیضی بودن) در فاصله ۷۰ درصد دامنه رواداری می باشد.          | ±4.5          | 2.00                | 154                         | +0.4<br>-0.5          | 18         |    |
|  |               | 2.47                | 314                         |                       | 20         |    |
|  |               | 2.98                | 380                         |                       | 22         |    |
|  | ±4.5          | 3.85                | 491                         | +0.4<br>-0.6          | 25         |    |
|  |               | 4.83                | 616                         |                       | 28         |    |
|  |               | ±4.5                | 6.31                        | 804                   | +0.4~ -0.7 | 32 |

## ۵- تولید و انبارداری میلگرد

### ۱-۵ آرمانور بندی یا میلگردگذاری

در بتن میلگرد فولادی و معمولاً سیم آرمانور بندی برای بستن میلگردها به یکدیگر بکار می رود . بویژه میلگردهای مصرفی باید از کیفیت مطلوب و استاندارد برخوردار باشد و داشتن علامت شناسائی کارخانه سازنده ضروری است . این علامت ها معمولاً به صورت یک پلاک فلزی متصل به بندیل میلگردهای شاخه ای و یا بسته شده به کلاف میلگردهای مصرفی می باشد و باید دارای نام کارخانه ، نوع فولاد مصرفی و قطر میلگرد باشد .

### ۲-۵ بسته بندی میلگردها

میلگردهای شاخه ای بطول تقریبی ۱۲ متر و در بندیل های ۲ تا ۵ تنی تحویل داده می شوند . اکثر کارخانه های داخلی بندیل های ۵ تنی را تحویل می دهند در حالیکه کارخانه های خارجی به دلیل محدودیت های بارگیری و بار اندازی در بنادر و پایانه های مختلف از بندیل های ۲ تا ۲/۵ تنی و حتی کمتر از ۲ تن هم استفاده می کنند . میلگردهای کلاف معمولاً به صورت پیچیده شده دور یک قرقره در کارخانه تهیه می شوند . اکثر میلگردهای با قطر ۱۰ میلی متر یا کمتر به صورت کلاف در می آیند . حسن کلاف ها جایگیری کم آن ها در انبار کردن کمتر آن ها در هنگام مصرف می باشد . کلاف ها بین ۵۰۰ تا ۱۵۰۰ کیلو تهیه می شوند و طول آنها نا مشخص است . مسلماً باید کلاف ها باز و میلگردها صاف شوند بریده و مصرف گردند .



## ۳-۵ انبار کردن و نگهداری آرماتور یا میلگردها

باید دقت کرد میلگردهایی با قطر های مختلف و انواع متفاوت در محل‌هایی به تفکیک انبار شوند تا در مصرف مواجه با مشکل نشویم . حتی لازم است محموله هائی که از کارخانه های مختلف و در زمانهای متفاوت وارد کارگاه می شود جداگانه انبار گردند تا اگر پس از کنترل کیفیت آنها مواجه با مشکل بودند براحتی از دیگر محموله ها باز شناسی شوند . معمولاً در محل انبار کردن میلگردها در کارگاه لازم است علامت گذاری محل با ذکر نوع و قطر میلگرد و محل تولید با نصب یک تابلو کوچک در جلوی انجام می شود . رنگ زدن نوك میلگردهائی از انواع مختلف برای تمیز دادن آنها بویژه توسط افراد کم سواد توصیه می شود .

میلگردها باید در محل تمیز و بدور از رطوبت شدید انبار شوند معمولاً با گذاشتن چوب گرد یا چهار تراش سعی می شود بندل میلگردها یا کلافها در تماس با خاک و گل و آب نباشند . مسلماً با کم کردن فاصله این چوب ها احتمال تماس آن ها با زمین کم می شود .

استفاده از برزنت برای ایجاد پوشش نسبت به پوشش نایلونی ارجح است . در مناطق خورنده باید از انبار کردن طولانی میلگردها پرهیز نمود . زنگ زدگی روی میلگردها وقتی از حد تمیز شدن با ناخن فراتر رود مطلوب نیست و علاوه بر کاهش اتصال چسبندگی با بتن ، احتمال خوردگی را افزایش می دهد . بویژه با عدم تشکیل لایه محافظ ، در مناطق خورنده موجب تسریع خوردگی می شود اما زنگ بسیار کم مشکلی را بوجود نمی آورد .

زنگ زدگی زیاد موجب کاهش قطر میلگرد است و گاه خوردگی موضعی و عمیق موجب تضعیف میلگرد می شود و چنین خوردگی خطرناک تلقی می شود . مسلماً کاهش مقطع میلگرد باید در حد مجاز می باشد تا بعنوان میلگرد با قطر اسمی مشخص تلقی گردد و گرنه باید قطر جدید آن مشخص و در محاسبات منظور شود و یا غیر قابل مصرف اعلام گردد . مسلماً پوسته شدن زنگ نشانه ای نا مطلوب برای میلگرد است و آنرا غیر قابل مصرف می کند مگر اینکه زنگ آن پاک شود و خوردگی عمیق و موضعی نداشته باشیم .

از تماس میلگردها با چربی ، روغن ، رنگ ، ضد زنگ و مواد افزودنی بویژه کند گیر کننده ها باید جلوگیری نمود . در غیر این صورت باید قبل از مصرف این عوامل مزاحم را زدود و پاک کرد . یخ و برف و گل و لای نیز از این جمله است . دوغاب سیمان سخت شده نیز بر روی میلگرد نا مطلوب تلقی می شود و مانع درگیری میلگرد و بتن است .

در استفاده از میلگردها باید دقت کرد زنگ زده و کثیف نباشند. میلگرد A-3 زودتر از A-2 زنگ می زند و میلگردهای کشیده شده از این لحاظ شرایط بدتری دارند البته زنگ زدگی آنها را می توان با اسید شوئی یا ماسه پاشی رفع کرد.

## ۶-۱ چگونه در کارگاه سایز میلگرد را تشخیص بدیم ؟

یکی از مواردی که باید توسط مهندس ناظر در کارگاه کنترل شود ، کنترل آرماتوربندی فونداسیون ، ستون ، تیر و یا دیواربرشی است ، که اولین موردی که در این کنترل باید مورد بررسی قرار بگیرد ، سایز میلگرد هاست . معمولاً تشخیص سایز میلگردها کار دشواری نیست ولی اگر چندین سایز نزدیک به هم داخل کارگاه وجود داشته باشد ، هم احتمال اشتباه آرماتوربندی وجود دارد ، هم کنترل سایز توسط مهندس ناظر ممکن است با خطا همراه باشد . در ادامه هفت روش برای تشخیص سایز میلگردها پیشنهاد میشود :

### ۱-۶ کنترل چشمی

معمول ترین روش برای تشخیص سایز میلگرد ، همان کنترل چشمی است که بسیاری از مهندسين ناظر با توجه به تجربه کاری ، به راحتی با یک نگاه سایز میلگرد را متوجه میشوند ولی به هر حال این روش برای مهندسين تازه کار ، زیاد مناسب نیست و هم چنین وقتی چندین سایز شبیه به هم در کارگاه وجود دارد (که معمولاً در فونداسیون ها این مورد زیاد اتفاق می افتد)، حتی با وجود تجربه کاری ، احتمال خطا در کنترل چشمی وجود دارد و البته در آیین نامه ها هم به مهندس ناظر اجازه کنترل چشمی قطر میلگردها داده نشده است.

## ۲-۶ وزن کردن میلگرد

با وزن کردن یک میلگرد با طول مشخص ( در صورت استاندارد بودن آن ) میتوان قطر میلگرد را از رابطه زیر به دست آورد:

$$D = \sqrt{\frac{4000 \times W}{7.85 \times \pi \times L}} = 12.74 \times \sqrt{\frac{W}{L}}$$

که در آن:

W: وزن میلگرد بر حسب کیلوگرم

L: طول میلگرد بر حسب متر

D: قطر میلگرد بر حسب میلیمتر

این روش وقتی آرماتورها بسته شده اند ، شاید زیاد کارایی نداشته باشند، ولی به هرحال روشی است که می تواند دقیق باشد . البته پیدا کردن ترازو در یک پروژه و وزن کردن یک متر میلگرد با آن هم درد سرهای خاص خودش را دارد!

## ۳-۶ استفاده از کولیس

یکی از روشهای دقیق اندازه گیری سایز میلگرد با استفاده از کولیس است. در مورد کولیس سوال زیر مطرح می باشد: در موقع اندازه گیری با کولیس از روی اج میلگرد و یا از پایین اج باید اندازه بگیریم؟

جدول ۶- ویژگی های هندسی میلگردهای با آج یکنواخت

اعداد بر حسب میلیمتر

| پهنای آج طولی<br>$b_2$ | ارتفاع آج طولی<br>$b_3$ | کام<br>C | قطر خارجی<br>$d_2$ | پهنای آج عرضی<br>$b_1$ | ارتفاع آج عرضی<br>$h_1$ |              | قطر زمینه<br>$d_1$ |              | قطر اسمی<br>میلگرد<br>d |
|------------------------|-------------------------|----------|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------|--------------------|--------------|-------------------------|
|                        |                         |          |                    |                        | رواداری                 | حد استاندارد | رواداری            | حد استاندارد |                         |
| ۱۰                     | ۰.۵۰                    | ۵        | ۶.۷۵               | ۰.۵۰                   | ±۰.۲۵                   | ۰.۵۰         | ۵.۷۵               | ۶            |                         |
| ۱۲.۵                   | ۰.۷۵                    | ۵        | ۹.۰                | ۰.۷۵                   |                         | ۰.۷۵         | ۷.۵                | ۸            |                         |
| ۱۵                     | ۱.۰۰                    | ۷        | ۱۱.۴               | ۱.۰۰                   |                         | ۱.۰۰         | ۹.۴                | ۱۰           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۲۵                    | ۷        | ۱۴.۵               | ۱.۰۰                   | ±۰.۵                    | ۱.۲۵         | +۰.۲۳<br>۱۱.۰      | ۱۲           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۲۵                    | ۷        | ۱۵.۵               | ۱.۰۰                   |                         | ۱.۲۵         | -۰.۱۵<br>۱۳.۰      | ۱۴           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۵۰                    | ۸        | ۱۸.۰               | ۱.۵۰                   |                         | ۱.۵۰         | ۱۵.۰               | ۱۶           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۵۰                    | ۸        | ۲۰.۰               | ۱.۵۰                   |                         | ۱.۵۰         | ۱۷.۰               | ۱۸           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۵۰                    | ۸        | ۲۲.۰               | ۱.۵۰                   |                         | ۱.۵۰         | ۱۹.۰               | ۲۰           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۵۰                    | ۸        | ۲۴.۰               | ۱.۵۰                   |                         | ۱.۵۰         | +۰.۰۴<br>۲۱.۰      | ۲۲           |                         |
| ۲۰                     | ۱.۵۰                    | ۸        | ۲۷.۰               | ۱.۵۰                   |                         | ۱.۵۰         | -۰.۰۵<br>۲۴.۰      | ۲۵           |                         |
| ۲۵                     | ۲.۰۰                    | ۹        | ۳۰.۵               | ۱.۵۰                   |                         | ۲.۰۰         | ۲۶.۵               | ۲۸           |                         |
| ۳۰                     | ۲.۰۰                    | ۱۰       | ۳۴.۵               | ۲.۰۰                   |                         | ۲.۰۰         | ۳۰.۵               | ۳۲           |                         |

در میلگردهای آجدار بسته به نوع آج، سه قطر وجود دارد:

- قطر اسمی
- قطر زمینه (بدون احتساب آج)
- قطر خارجی ( با احتساب آج)

مثال: میلگرد شماره ۱۶ با آج یکنواخت:

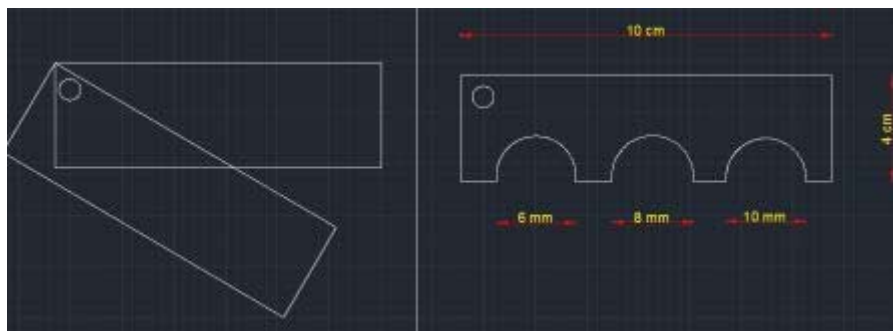
- قطر اسمی: ۱۶
- قطر زمینه: ۱۵
- قطر خارجی: ۱۸

بر طبق استاندارد ملی ۲۱۳۲ تحت عنوان: "میلگردهای فولادی گرم نوردیده - ویژگی ها و روش آزمون" به طور مثال برای میلگردی که قطر اسمی ۱۴ میلیمتر هست، قطر مفید ۱۳ میلیمتره ، و قطر واقعی (شامل قطر مفید و ارتفاع آج روی اون) 15.5 میلیمتره. بنابراین برای سایز ۱۴ آگه تو کارگاه با کولیس اندازه بگیرد باید به عدد 15.5 برسید (همین ۱۵.۵ هم به اندازه ۰.۵ میلیمتر رواداری مجاز داره و میتونه ۱۵ یا ۱۶ باشه)

## ۶-۴ استفاده از شابلون

بعضی از مهندسين برای راحتی کار ، شابلون های آماده ای را همراه خود دارند که سایز انواع میلگرد در آنها تعبیه شده و به راحتی بوسیله آنها میلگردها را کنترل میکنند . این شابلون ها را بعضی از مهندسين با فیلم رادیولوژی ، ورق های نازک کانال کولر و یا حتی رویان درست می کنند!

نمونه ای از نقشه یک شابلون برای کنترل سایز میلگردها:



نمونه ای از یک گیج جالب برای کنترل سایز میلگرد:



## ۶-۵ استفاده از انگشتان دست

بعضی از مهندسين ، از قیل بند های مختلف انگشتان خود را اندازه زده اند و با گذاشتن انگشت روی میلگرد به راحتی سایز میلگرد را متوجه میشوند. این روش بهترین روش برای کنترل سایز میلگردهاست بدون آنکه آرماتور بند یا پیمانکاران متوجه شوند. ولی به هرحال تمیز دادن میلگرد ۱۸ از ۲۰ با بند انگشت ، وقتی فقط ۲ میلیمتر با هم تفاوت دارند کار آسانی نیست.

## ۶-۶ استفاده از ریسمان

ریسمان بنایی ، ابزاری است که در پروژه ها معمولا وجود دارد و در دسترس می باشد و میتوان یک تکه ریسمان را دور میلگرد پیچید و با اندازه گیری آن ، محیط میلگرد را به دست آورده و بعد قطر میلگرد و سایز آن را به حساب کنیم . این روش یکی از راحت ترین ، دقیق ترین و کم دردسر ترین روش هاست . البته میتوان از قیل به ریسمان معمولی رو به اندازه محیط آرماتور های مورد نظر گره زده و آماده همراه مان باشد ، و با تطابق با محیط آرماتور ها را کنترل کنیم.

## ۶-۷ آچار فرانسه

تجربه یکی دیگر از مهندسين استفاده از یک آچار فرانسه مدرج برای کنترل سایز هاست . که در صورتی که از قیل آماده کرده و علامت گذاری شود ، میتواند روش راحت و مناسبی باشد.

بعضی از مهندسين اعتقاد دارند که به هیچ عنوان نباید جلوی چشم کارگرها برا پیدا کردن سایز میلگرد از ابزارى مثل کولیس ، ريسمان و وسايل ابتکارى استفاده شود . چون در ان صورت ديگر هیچ کارگرى از مهندس حساب نخواهد برد و تازه با نیش خند و متلک کارگر ها روبرو خواهد شد ولی در مقابل بعضی ديگر اعتقاد دارند استفاده از ابزار دقیقى مثل کولیس دیجیتالی باعث میشود که کارفرما ، آرماتور بند و عوامل اجرایی از همان ابتدا حساب کار دستشان بیاید!

### توصیه آخر:

مهندسين محاسب باید دقت کنند که در نقشه ها حتى الامکان از آرماتورهايی با سایز متوالی استفاده نکنند ، چون احتمال بروز خطا بسيار می باشد. به خصوص در فونداسيون ها این امر شایع تر می باشد. ناظرى تعريف میگرد که در پروژه ای مامور به نظارت فونداسیونی شده ، که محاسب در نقشه ها از سایزهای ۱۴ ، ۱۶ ، ۱۸ ، ۲۰ ، ۲۲ ، ۲۵ و ۲۸ استفاده کرده بوده ، خوب در چنین پروژه هایی حتى با وجود تجربه زیاد باز هم احتمال خطا وجود دارد. پس باید با معادل سازی از همان ابتدا از آرماتورهايی با سایز متوالی استفاده نشود. نکته اخر در مورد فونداسيون ها این است که معمولا پیمانکاران میلگرد های عرضی و طولی فونداسيون را با همان سایز مشخص طبق نقشه اجرا میکنند ولی در اجرای میلگردهای تقویتی گاهی اوقات متناسفانه زرنگی کرده و سایز ها را تغییر می دهند که وقتی میلگرد تقویتی پایین فونداسيون کار شده و کل آرماتورها اجرا شده اند ، ديگر شما امکان دسترسی به میلگردهای تقویتی پایین را ندارید که بخواهید با کولیس یا هر وسیله ديگرى سایز آن را کنترل کنید. این جاست که اهمیت بازرسی چشمی نمایان میشود و مهندسين باید ان قدر به سایز میلگردها در کارگاه توجه کنند که به اصطلاح چشمانشان متر شود!

**باتشکر و احترام به کلیه عزیزان ، مهندسين ، کارفرمایان و پیمانکاران محترم که اطلاعات مفید و صحیح را جهت استفاده سایرین در سایتها اینترنتی خود قرار میدهند.**

### ۷- مراجع

- ۱- وب سایت " کلینیک فنی و تخصصی بتن ، سال ۱۳۹۴"
- ۲- وب سایت آقای حسین یوسفی ، شهریور ۱۳۹۵
- ۳- چند سایت مرتبط با آرماتور و میلگرد



**ابرسازه های عماد**

آدرس : ایران - تبریز  
 تلفن تماس : +۹۸ ۴۱ ۳۳۸۶ ۹۲۰۱  
 موبایل : +۹۸ ۹۱۴ ۱۱۸ ۷۴۳۰  
 تلگرام : +۹۸ ۹۳۳ ۶۲۸ ۷۹۴۸  
 وب سایت : [www.EHSCO.ir](http://www.EHSCO.ir)  
 ایمیل : info@ehsco.ir  
 ایمیل : b\_hosseinpour2003@yahoo.com