

## فصل ۱

### برش و خم میلگرد



## برش و خم میلگرد

### مقدمه

در این فصل ضمن معرفی سازه‌های بتن مسلح، با فلسفه استفاده از میلگردهای فولادی در این نوع سازه‌ها آشنا شده و با ضوابط بریدن و خم کردن میلگردهای فولادی بر اساس مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، اقدام به برش و خم کردن انواع فرم‌های رایج میلگردها مطابق نقشه خواهید نمود.

### استاندارد عملکرد

با استفاده از وسایل برش و خم کردن میلگرد، بتواند میلگرد مورد نیاز را از نقشه استخراج نموده و مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی، اقدام به بریدن و خم کردن میلگرد مورد نظر نماید.

## آشنایی با سازه بتنی

به شکل‌های زیر نگاه کنید.



شکل ۲ ▲



شکل ۱ ▲



شکل ۳ ▲



شکل ۴ ▲

هر کدام از تصاویر، چه نوع سازه‌ای\* را نشان می‌دهد؟

- ۱- .....
- ۲- .....
- ۳- .....
- ۴- .....

وجه مشترک آنها در چیست؟

- ۱- .....
- ۲- .....
- ۳- .....
- ۴- .....

\* سازه: به مجموعه‌ای از اعضاء که برای تحمل و انتقال نیرو به کار می‌رود سازه می‌گویند.

حالا به تصاویر زیر با دقت نگاه کنید.



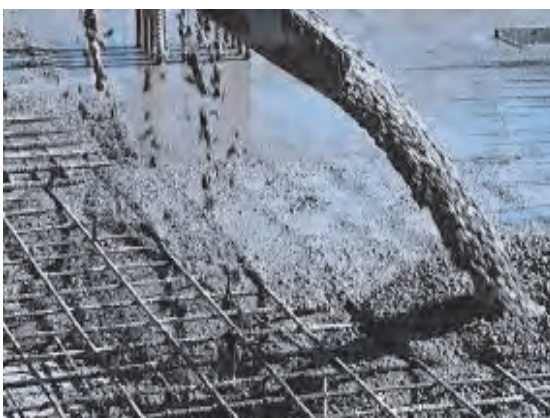
▲ شکل ۶



▲ شکل ۵



▲ شکل ۸



▲ شکل ۷

- آیا مصالح به کار رفته در تصاویر فوق را می‌شناسید؟

- آن مصالح را نام ببرید.

۱- .....

۲- .....

- نحوه ساخت و مشخصات هر کدام از این مصالح چگونه است؟

- علت در کنار هم قرار گرفتن و کاربرد همزمان مصالح مختلف در تصاویر فوق چیست؟



همان‌طور که در تصاویر صفحات قبل مشاهده کردید بتن و فولاد باهم به کار رفته است. حال می‌خواهیم این مصالح را بهتر بشناسیم.

### تعریف بتن

بتن مخلوطی است که با نسبت‌های معینی از سیمان، شن، ماسه و آب ساخته می‌شود و در مواقعی برای تغییر برخی خواص بتن، حین اختلاط (ترکیب مواد) کمی مواد افزودنی به آن اضافه می‌شود. بتن تازه حالت خمیری دارد و بعد از ریختن در قالب، شکل قالب را به خود می‌گیرد و پس از مدت زمان معینی سخت شده و مقاومت لازم را کسب می‌کند.



شکل ۱۰ ▲



شکل ۹ ▲



شکل ۱۲ ▲



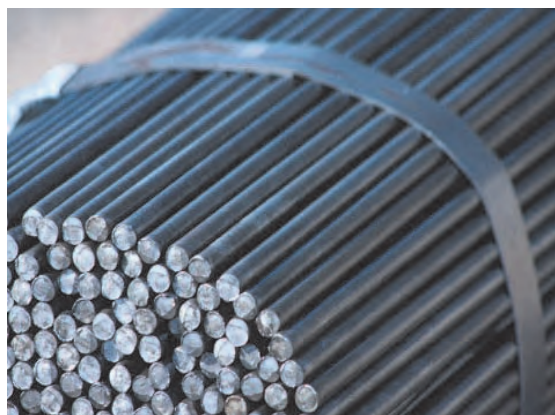
شکل ۱۱ ▲

### فولاد

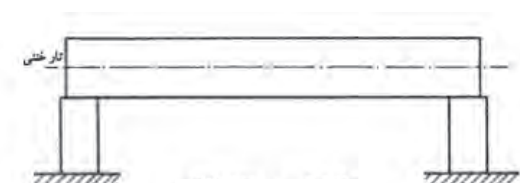
فولاد، آلیاژی از آهن و کربن و برخی عناصر دیگر است. مقدار کربن نقش تعیین کننده‌ای در خصوصیات فولاد از جمله مقاومت، جوش پذیری، شکل پذیری و ... دارد.

## میلگرد

فولادهای با سطح مقطع دایره‌ای شکل و نسبت طول به قطر بالا را میلگرد گویند.



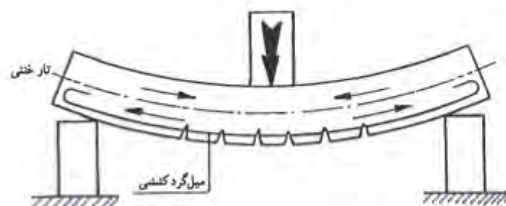
شکل ۱۳ ▲



شکل ۱۴-۱ - تیر بتنی قبل از بارگذاری ▲



شکل ۱۴-۲ - تیر بتنی پس از بارگذاری ▲

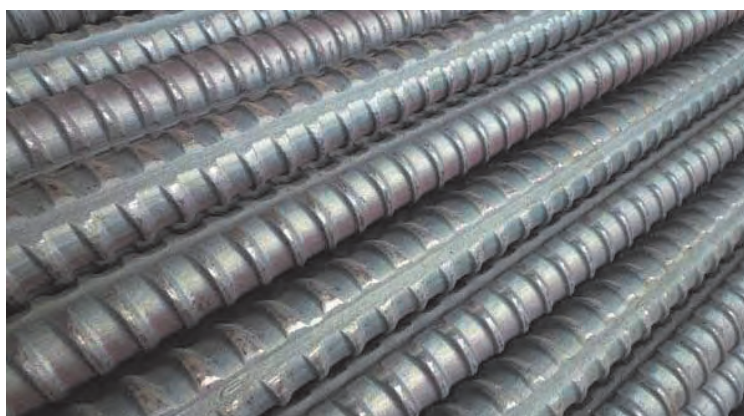


شکل ۱۴-۳ - میلگرد فولادی در تیر بتنی ▲

**هدف از بکارگیری میلگردهای فولادی در بتن**  
بتن مقاومت فشاری بالایی دارد ولی مقاومت کششی آن بسیار کم است. (مقاومت فشاری بتن در حدود ۱۰ برابر مقاومت کششی آن است) و استفاده از بتن در قطعات تحت فشار مانند ستون‌ها و پایه‌ها مناسب است ولی پایین بودن مقاومت کششی آن، موجب می‌شود که به تنهایی برای استفاده در قطعاتی که به طور همزمان تحت تأثیر کشش و فشار هستند با محدودیت همراه باشد، که با استفاده از میلگرد، این محدودیت برطرف می‌شود. به این ترتیب، جسم مرکبی که از ترکیب فولاد و بتن حاصل می‌شود را بتن مسلح یا بتن آرمه می‌نامند.

### شکل ظاهری میلگردها

از نظر شکل ظاهری، میلگردها به دو صورت با سطح رویه ساده (صاف) و آج‌دار تولید می‌شود. میلگرد ساده را با  $\varnothing$  و آج‌دار را با  $\Phi$  نمایش می‌دهند.



شکل ۱۵ ▲

### طبقه‌بندی میلگردها

میلگردها براساس مقدار معینی از مقاومتشان در برابر نیروی کششی طبقه‌بندی می‌شوند که در اصطلاح به آن «مقاومت مشخصه فولاد» می‌گویند. در استاندارد روسیه، میلگردها مطابق جدول ۱ به سه نوع AI، AII و AIII تقسیم می‌شوند.

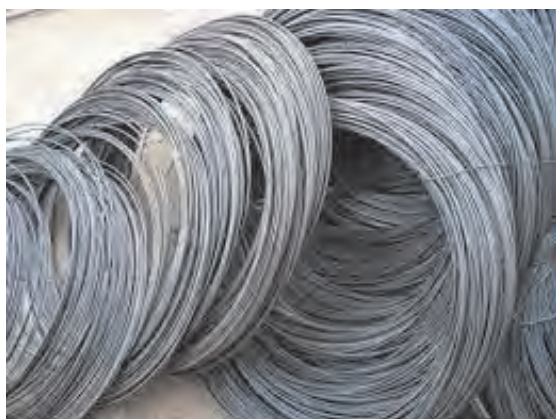
نوع فولاد میلگرد	تنش جاری شدن ( $N/mm^2$ )	تنش گسیختگی ( $N/mm^2$ )	تغییر شکل نسبی در هنگام گسیختگی (درصد)
AI	۲۲۰	۳۸۰	۲۵
AII	۳۰۰	۵۰۰	۱۹
AIII	۴۰۰	۶۰۰	۱۴

جدول ۱ ▲



## طول و قطر میلگردها

قطر میلگردها به استاندارد مورد استفاده در کشورهای مختلف بستگی دارد و معمولاً بین ۶ تا ۶۰ میلی‌متر است. میلگردها در قطرهای بین ۶ تا ۳۲ میلی‌متر به راحتی در بازار یافت می‌شود و برای قطرهای بزرگ‌تر باید سفارش داده شود. طول معمول میلگردهای تولیدی ۱۲ متر است ولی برای قطرهای کمتر از ۱۰ میلی‌متر به صورت کلاف نیز تولید می‌شود.



میلگرد کلاف



میلگرد شاخه ۱۲ متری

شکل ۱۶ ▲



مشخصات پروفیل‌ها و مقاطع فولادی از جمله میلگرد در کتابی با عنوان پروفیل‌های ساختمان فولادی (اشتال) آمده است. جدول زیر بخشی از این کتاب می‌باشد که مشخصات میلگردها با قطرهای مختلف را نشان می‌دهد.



جرم شاخه ۱۲ متری میلگرد W (kg)	جرم واحد طول میلگرد G (kg/m)	مساحت یا سطح مقطع میلگرد A (cm <sup>۲</sup> )	قطر میلگرد D (mm)
۲/۶۶*	۰/۲۲۲	۰/۲۸۳	۶
۴/۷۴*	۰/۳۹۵	۰/۵۰۳	۸
۷/۴۰	۰/۶۱۷	۰/۷۸۵	۱۰
۱۰/۶۶	۰/۸۸۸	۱/۱۳	۱۲
۱۴/۵۲	۱/۱۲	۱/۵۴	۱۴
۱۹	۱/۵۸	۲/۰۱	۱۶
۲۴	۲	۲/۵۵	۱۸
۲۹/۶۴	۲/۴۷	۳/۱۴	۲۰
۳۵/۷۶	۲/۹۸	۳/۸۰	۲۲
۴۲/۲۰	۳/۸۵	۴/۹۱	۲۵
۵۸	۴/۸۳	۶/۱۶	۲۸
۶۶/۶	۵/۵۵	۷/۰۷	۳۰
۷۵/۷۲	۶/۳۱	۸/۰۴	۳۲

\* این قطرها معمولاً به صورت کلاف تولید می‌شود.

## جدول ۲ ▲

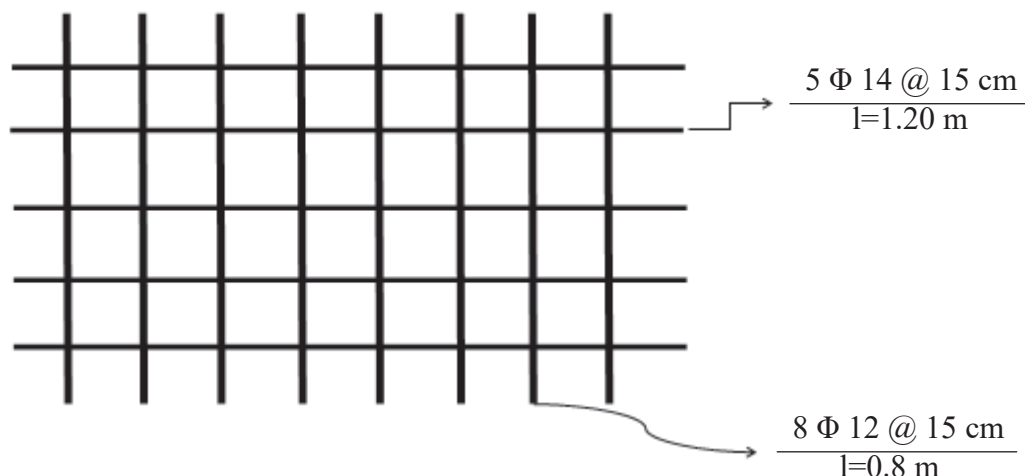
جرم کل ۳ عدد میلگرد به قطر ۲۰ میلی‌متر را که طول هر کدام ۲/۴ متر است حساب کنید.

فعالیت  
کلاسی ۱





با استفاده از جدول شماره (۲) و راهنمایی هنرآموز، جرم کل میلگرد به کار رفته در شبکه زیر را محاسبه کنید.




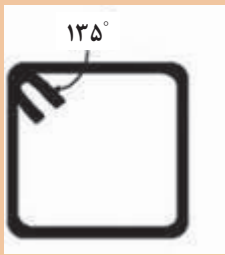
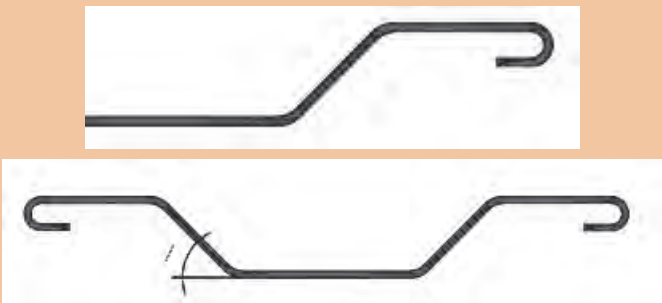


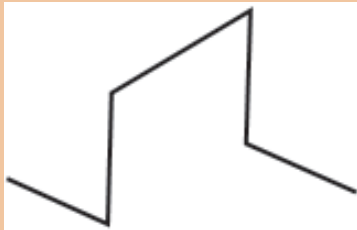
شماره پوزیسیون* Pos	قطر Φ (mm)	تعداد N	طول واحد l (m)	طول کل L (m)	وزن واحد طول G (kg/m)	وزن کل W (kg)	شکل یا فرم
۱							
۲							

\* پوزیسیون: به قطعات هم نوع، هم شکل و هم اندازه، یک پوزیسیون گفته می شود.

### شکل های رایج و کاربرد میلگردها در بتن

در جدول زیر شکل و عملکرد میلگردهای مصرفی در بتن آورده شده است.

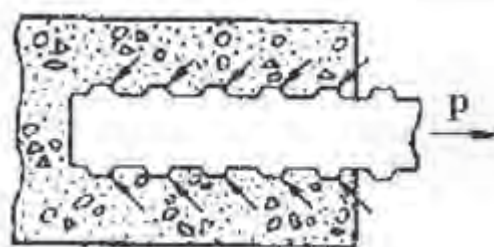
نام رایج میلگرد	شکل کاربردی	عملکردها
راستا (سیتکا)		- برای جبران ضعف کششی بتن

<p>۱- برای تحمل نیروی برشی و جلوگیری از گسترش ترک‌های برشی</p> <p>۲- برای کاهش طول آزاد میلگردهای فشاری</p> <p>۳- نگهداری میلگردهای راستا در موقعیت خود مطابق نقشه</p>		<p>خاموت</p>
<p>۱- برای تحمل لنگرهای منفی</p> <p>در تکیه‌گاه‌های تیرهای سراسری</p> <p>۲- برای تحمل نیروی برشی</p>		<p>ادکا</p>
<p>- برای تقویت مقاومت برشی مقطع بتنی همانند خاموت عمل می‌کند (کمک به کاهش مصرف خاموت)</p>		<p>سنباجک</p>
<p>- برای تنظیم فاصله بین دو شبکه میلگرد در دیوارها</p>		<p>رکابی</p>
<p>- برای نگهداری میلگردهای شبکه فوقانی با فاصله معین از شبکه تحتانی در فونداسیون، کف و سقف‌های بتنی مطابق نقشه</p>		<p>خرک</p>

ادامهٔ جدول ۳ ▲

## پیوستگی و مهار میلگرد در بتن

عامل اصلی در عملکرد یک قطعه بتن مسلح به عنوان یک جسم یک پارچه، پیوستگی و چسبندگی کامل بین میلگرد و بتن است، تا در صورت کشیده شدن میلگرد تا حد پاره شدن، پیوستگی بین بتن و میلگرد حفظ شود. طبیعت پیوستگی و چسبندگی بین میلگرد و بتن، اصطکاک موجود در سطح تماس آنها می باشد. در میلگردهای صاف، این اصطکاک کم است. برای بهبود اصطکاک بین میلگرد و بتن، از میلگرد آجدار استفاده می شود و به همین دلیل است که آیین نامه بتن ایران (آبا)، استفاده از میلگردهای صاف را در اعضای بتن مسلح مجاز نمی داند. در شکل زیر پیوستگی بین میلگردهای آجدار و بتن نشان داده شده است.



شکل ۱۷ - پیوستگی بین میلگردهای آجدار و بتن ▲

## حفاظت و انبار کردن میلگردها

به علت جذب رطوبت محیط به وسیله میلگردهای فلزی و اکسید شدن فلز آهن و نیز کمتر شدن قطر مؤثر میلگرد که باعث کاهش مقاومت سازه بتنی می شود، لازم است میلگردها در محیطی خشک و سرپوشیده و عاری از رطوبت و گل و خاک نگهداری شود. انبار کردن میلگردها باید بر اساس نوع، قطر و اندازه آنها و به صورت منظم و مجزا باشد. (شکل ۱۸)

این روش موجب تسریع در کار می شود، زیرا گروه آرماتور بند و برش کار به راحتی می تواند میلگردهای مورد نیاز را انتخاب کند. میلگردها باید به روشی حمل و انبار شوند که دچار خمیدگی بیش از حد نشوند. در صورت مشاهده هر نوع آلودگی در ظاهر میلگردها باید قبل از مصرف، آلودگی برطرف شود.



شکل ۱۸ ▲



## ایمنی اجرای برش و خم میلگرد

موارد ایمنی که باید در اجرای برش و خم میلگرد رعایت نمود:

- ۱- توجه ویژه به این موضوع که رعایت ایمنی مهم‌ترین عامل حفظ سلامت و بهداشت فرد و افرادی می‌باشد که در داخل کارگاه مشغول به کار می‌باشند.
- ۲- تمرکز کامل حواس هنگام کار با وسایل برش میلگرد
- ۳- توجه به اطراف هنگام حمل و کار با میلگرد
- موقع حمل میلگرد در داخل کارگاه‌های آموزشی جهت جلوگیری از آسیب زدن به سایر افراد توصیه می‌شود آن را به صورت عمودی حمل نمایند. (معمولاً طول میلگرد در داخل کارگاه آموزشی محدود است)
- به دلیل نزدیک بودن فاصله میزهای کارگاهی هنگام کار با میلگرد توجه به اطراف امری ضروری است
- ۴- استفاده از وسایل ایمنی فردی

در زیر برخی از وسایل ایمنی فردی و ویژگی آنها آورده شده است:



شکل ۱۹ ▲

### لباس کار

- لباس کار باید با نوع کار تناسب داشته باشد و در صورتی که از روپوش استفاده شود نباید آن قدر بلند باشد که به جایی گیر کند.
- آستین‌های گشاد مانع انجام کار درست می‌باشند و اگر از مچ بسته شود بهتر است.
- جنس آنها نخی باشد که در تابستان خنک و در زمستان گرم باشد.
- رنگ‌های تیره مانند سرمه‌ای برای آرماتوربندی توصیه می‌شود.

### کفش کار

با توجه به اینکه پاهای افرادی که در کارگاه‌های ساختمانی مشغول به کار هستند در معرض خطر اجسام بُرنده یا سقوط اجسام قرار دارند، لازم است که از کفش ایمنی استاندارد متناسب با کار استفاده شود. همچنین کف کفش‌های ایمنی باید آج‌دار باشد تا مانع سر خوردن افراد گردد.



شکل ۲۰ ▲

### دستکش کار

- برای کار کردن با مصالح تیز باید از دستکش کار استفاده شود.
- دستکش کار عموماً با پارچه‌هایی با الیاف طبیعی و یا پارچه و چرم دوخته می‌شود.
- استفاده از دستکش در هوای سرد بازدهی کار را بالا می‌برد.



▲ شکل ۲۱

### کلاه ایمنی

سقوط اجسام در کارگاه‌های ساختمانی به فراوانی اتفاق می‌افتد و با هرکس یا هرچیز که سر راهش باشد برخورد می‌کند. نتیجه برخورد بستگی به وزن و ارتفاع جسم دارد که وسعت آن از ضرب‌دیدگی سطحی تا مرگ است. برای محافظت از این خطرات از کلاه ایمنی استفاده می‌شود.



▲ شکل ۲۲

استفاده از لباس کار مناسب، دستکش کار و کلاه ایمنی و کفش کار مناسب در محیط کارگاهی الزامی است.

ایمنی



## برش میلگرد

میلگردها را برای اعضای بتن مسلح معمولاً از شاخه‌های ۱۲ متری یا کلاف میلگرد در طول‌های لازم برش می‌دهند. بریدن میلگرد به دو صورت سرد و گرم انجام می‌شود که برش سرد از مزایای بیشتری برخوردار است. وسایل برش میلگرد به روش سرد:

- ۱- قیچی دستی ساده: برای برش میلگردهای با قطر کم استفاده می‌شود. بعضی از انواع آن می‌تواند میلگردهای تا شماره ۱۶ را برش دهد.
- ۲- قیچی دستی نصب شده روی پایه: با این قیچی‌ها می‌توان میلگردهای با قطر بالا را برید.
- ۳- ماشین‌های برقی برش میلگرد (گیوتین): برای برش هر نوع میلگردی به کار می‌رود.

هنگام کار با انواع قیچی باید در نظر داشت که موقع برش میلگرد، قطعات بریده شده کوچک در راستای میلگرد پرتاب می‌شود.

ایمنی



در شکل‌های ۲۳، ۲۴ و ۲۵ انواع قیچی نشان داده شده است.



شکل ۲۳ ▲



شکل ۲۵ ▲



شکل ۲۴ ▲

استفاده از سنگ فرز نیز برای برش میلگرد رایج می‌باشد ولی آیین‌نامه این روش برش را توصیه نمی‌کند.

### برش میلگرد به روش گرم

برش میلگردهای قطور را می‌توان به وسیله دستگاه برش (برنول) با استفاده از گاز (بوتان) و اکسیژن در کارگاه‌های ساختمانی انجام داد. برش گرم موجب تغییر برخی مشخصات میلگرد از جمله کاهش مقاومت کششی در ناحیه برش می‌شود؛ بنابراین بهتر است تا حد امکان از برش گرم خودداری کرد.

با توجه به میلگردهای موجود در کارگاه، با راهنمایی هنرآموز، تعداد شش عدد میلگرد در دو قطر و طول مختلف را برش زده و جدول زیر را مطابق میلگردهای برش خورده کامل کنید.

فعالیت  
عملی ۱



شماره پوزیسیون Pos	قطر $\Phi$ (mm)	تعداد N	طول واحد l (m)	طول کل L (m)	وزن واحد طول G (kg/m)	وزن کل W (kg)	شکل یا فرم
۱							
۲							
۳							
۴							
۵							
۶							

### استانداردهای قطر خم قلاب انتهایی میلگرد

در مواردی که بر اساس نقشه‌های سازه‌ای باید انتهای میلگردها دارای خم باشد، برای جلوگیری از ترک خوردگی فولاد در محل خم، حداقل قطر خم باید از ضوابط آیین‌نامه‌ای پیروی کند. براساس آیین‌نامه، ضوابط خم قلاب‌ها به شرح زیر است:

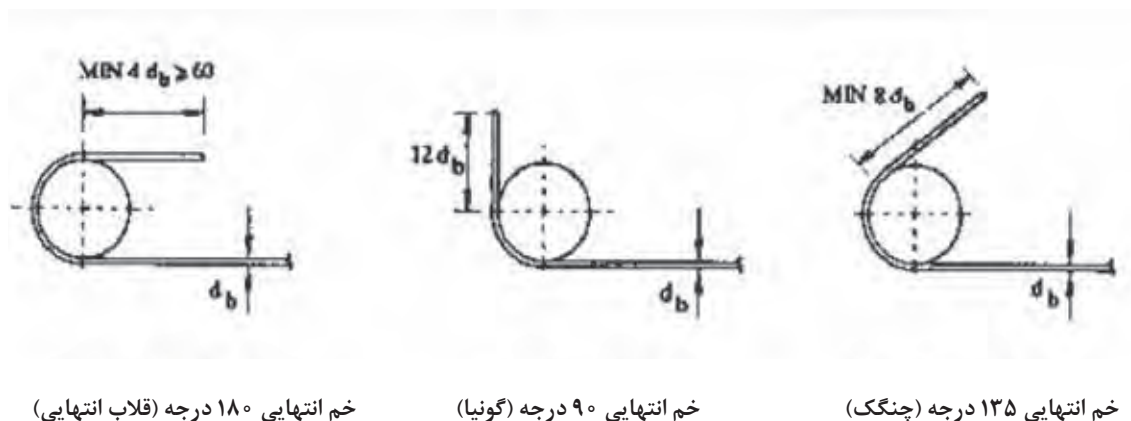
#### الف) میلگرد اصلی

- خم نیم‌دایره با قلاب انتهایی ۱۸۰ درجه به اضافه حداقل ۴ db طول مستقیم ولی نه کمتر از ۶۰ میلی‌متر.
- خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه حداقل طول مستقیم برابر ۱۲ db در انتهای آزاد میلگرد.
- خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه حداقل طول مستقیم برابر ۸ db در انتهای آزاد میلگرد.

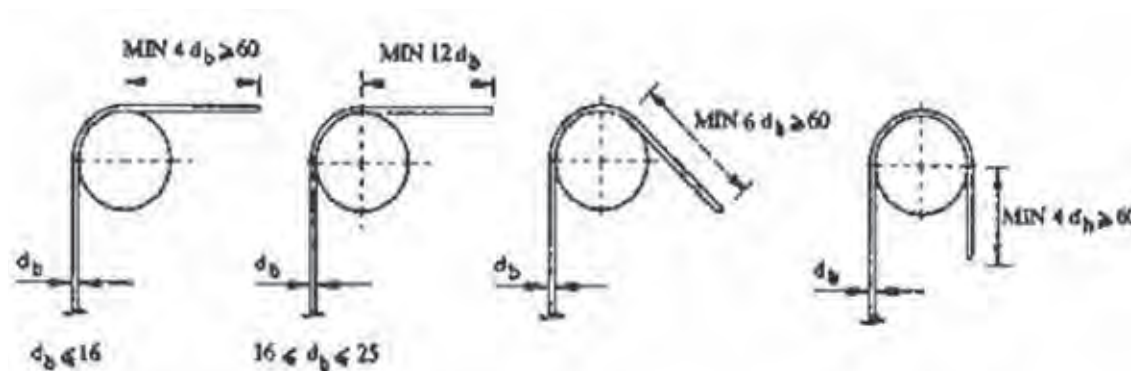
#### ب) خاموت‌ها

- خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه حداقل طول مستقیم برابر ۶ db ولی نه کمتر از ۶۰ میلی‌متر در انتهای آزاد میلگرد.





قلاب‌های استاندارد برای میلگرد (به جز خاموت‌ها)

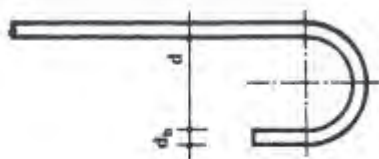


### اندازه قطر خم قلاب استاندارد انتهایی میلگردها

به منظور جلوگیری از کشش‌های نامطلوب در میلگردها در هنگام خم کردن و همچنین پرهیز از ایجاد تنش‌های زیاد در بتن (محل درگیری قلاب با بتن) باید شعاع قوس از حد معینی کمتر نباشد. حداقل قوس میلگردها تابع نوع میلگرد و قطر آن است. در آیین‌نامه بتن ایران میزان قطر خم میلگرد ( $d$ ) برای فولادهای مختلف و با قطرهای متغیر به صورت ضریبی از قطر اسمی آن ( $d_b$ ) معین شده است که در جدول‌های صفحه بعد این مقادیر ذکر شده است.

جدول (۴) - اندازه قطر خم قلاب انتهایی میلگردهای اصلی

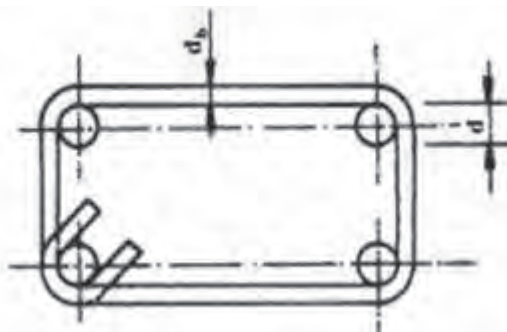
حداقل قطر خم «d»			نوع میلگرد قطر میلگرد
فولاد سخت S ۴۰۰ - ۵۰۰	فولاد نیم سخت S ۳۰۰	فولاد نرمه S ۲۲۰	
$6d_b$	$5d_b$	$5d_b$	کمتر از ۲۸ میلی متر
$8d_b$	$6d_b$	$5d_b$	۲۸ تا ۳۴ میلی متر
$10d_b$	$10d_b$	$7d_b$	۳۶ تا ۵۵ میلی متر



$d_b$  قطر اسمی میلگرد

جدول (۵) - اندازه قطر خم قلاب انتهایی خاموت‌ها

حداقل قطر خم «d»			نوع میلگرد قطر میلگرد
فولاد سخت	فولاد نیم سخت	فولاد نرمه	
$4d_b$	$4d_b$	$2/5d_b$	۱۶ میلی متر و کمتر



## خم زدن میلگردها

با توجه به شکل‌های رایج و کاربردی میلگردهای مصرفی در بتن، لازم است میلگرد را برابر اندازه مورد نیاز بریده و در آن خم‌های لازم را ایجاد نمود. وسایل مورد استفاده در بریدن و خم کردن میلگردها به شرح زیر است:

### میز کار (برای خم میلگرد)

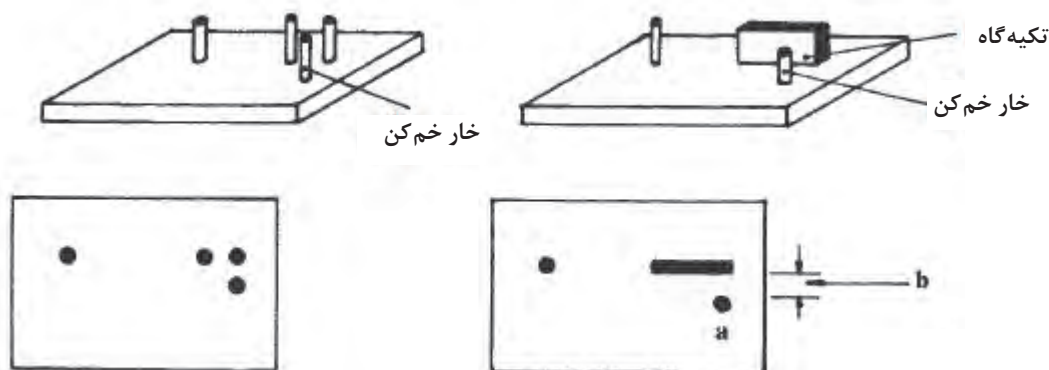
خم کردن میلگرد فشار نسبتاً زیادی بر روی دست‌ها و کمر و در مواقعی بر روی کلیه اعضای بدن وارد می‌کند. برای کاهش این فشارها بهتر است از میز کار استفاده شود. ارتفاع این میز با توجه به قد افراد متفاوت است، اما به طور معمول ارتفاع میز ۸۰ سانتی‌متر انتخاب می‌شود. عرض این میز معمولاً یک متر است و طول آن با توجه به طول میلگردها و امکانات کارگاهی بین ۲ تا ۴ متر است. این میز باید استحکام کافی در برابر نیروی ناشی از خم کردن میلگرد را داشته باشد و از جای خود حرکت نکند. در صورت کم بودن وزن میز کار می‌توان پایه‌های آن را به زمین محکم و ثابت نمود. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷ ▲

### صفحه خم کن میلگرد

صفحه‌ای فولادی به شکل مربع یا مستطیل است که چند خار (زائده) فولادی روی آن تعبیه شده و این خارها از حرکت میلگرد در بعضی جهات هنگام خم زدن میلگرد جلوگیری می‌کند. این صفحه را می‌توان با پیچ و یا جوش به میز کار متصل کرده و ثابت نمود. برای ایجاد قلاب و خم استاندارد، باید فاصله بین خارها متناسب با قطر میلگرد باشد که با نصب بوشن (لوله نازک توخالی فولادی) بر روی خار یا خارها این نیاز برطرف می‌شود. (شکل ۲۸)



۱- فاصله  $b$  باید متناسب با قطر میلگرد مورد خم باشد.

۲- قطر  $a$  باید متناسب با قطر میلگرد مورد خم باشد یا از غلتک استفاده شود.

شکل ۲۸ - دو نمونه صفحه خم کن میلگرد ▲

### دستگاه کشش و صاف کردن میلگرد

با توجه به این که وظیفه اصلی میلگرد در بتن تحمل نیروهای کشش است، میلگرد مصرفی در بتن باید صاف و عاری از خمیدگی باشد. بعضی میلگردها هنگام حمل و نقل کج می شوند و بعضی کارخانه ها، برای سهولت در حمل و نقل، میلگردهای با قطر کم را به صورت کلاف دایره ای تولید می کنند. این میلگردها باید قبل از مصرف در بتن صاف شوند. این کار بهتر است با کمک دستگاه های کشش میلگرد انجام شود. شکل (۲۹) دستگاه کشش برقی برای صاف کردن میلگرد را نشان می دهد.



شکل ۲۹ - دستگاه کشش برقی برای صاف کردن میلگرد ▲



### پتک و سندان

در کارگاه‌هایی که فاقد دستگاه کشش میلگرد برای صاف کردن میلگرد می‌باشد، ممکن است برای صاف کردن میلگرد از پتک و سندان استفاده شود. در این صورت باید وزن پتک انتخابی با قطر میلگرد متناسب باشد و ضربات وارده از پتک بر روی میلگرد به آرامی و به تدریج باشد تا مقطع میلگرد تغییر شکل ندهد. شکل (۳۰) انواع پتک و سندان را نشان می‌دهد.



شکل ۳۰ ▲

### آچار خم‌کن میلگرد (آچار F)

ساده‌ترین وسیله دستی برای خم کردن مناسب میلگردهای نازک (با قطر کم)، وسیله‌ای به شکل F است که اصطلاحاً به آن «آچار F» می‌گویند. قسمت سر آچار F را از فولاد سخت می‌سازند تا در اثر وارد شدن نیروهای ناشی از خم کردن میلگرد به آن، فشرده، له یا خراب نشود. فاصله دهانه و طول دسته آچار خم‌کن باید متناسب با قطر میلگرد باشد تا امکان خم میلگرد به شکل و فرم دلخواه با کمترین نیرو فراهم شود (شکل ۳۱).



شکل ۳۱ ▲

### دستگاه میلگرد خم کن برقی

این دستگاه‌ها می‌توانند میلگردهای نازک و قطور را با سرعت بالا و دقت زیاد و به آسانی به شکل مورد نظر خم کنند. این ماشین‌ها به کمک موتور برقی خود، صفحه گردان دستگاه را در جهات مختلف می‌چرخاند و حرکت و کنترل آن به وسیله پدال پایی انجام می‌شود. در روی صفحه گردان و صفحه اصلی آن تعدادی سوراخ ایجاد شده که با قراردادن غلتک‌های فلکه مناسب در سوراخ‌ها و عبور میلگرد از بین غلتک‌ها هر نوع خمی را که بخواهند در میلگرد ایجاد می‌کنند (شکل ۳۲).



شکل ۳۱ ▲

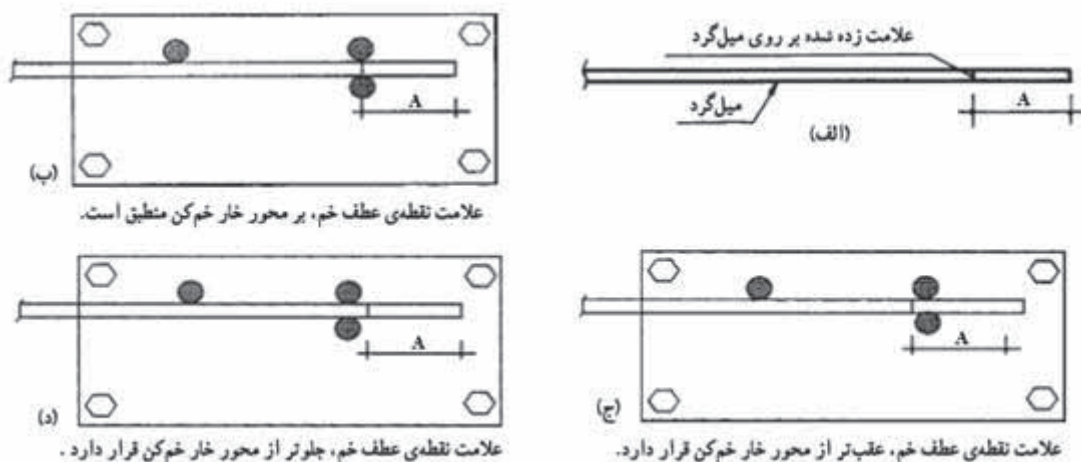
## ضوابط کلی خم کردن میلگردها

- کلیه میلگردها باید به صورت سرد خم شوند، مگر آن که دستگاه نظارت، روشی دیگر را مجاز بداند.
- خم کردن میلگردها باید تا آنجا که ممکن است به طور مکانیکی به وسیله ماشین مجهز فلکه خم‌کن و با یک بار عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد به طوری که قسمت خم شده دارای انحنای ثابتی باشد.
- برای خم کردن میلگردها باید از فلکه‌هایی استفاده شود که قطر آنها برای نوع فولاد مورد نظر مناسب باشد.
- میزان سرعت خم کردن میلگردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیط اختیار شود. سرعت خم کردن میلگردهای سرد اصلاح شده باید به طور تجربی تعیین شود.
- در هوای سرد و در شرایطی که دمای میلگردها از ۵ درجه کمتر باشد، باید از خم کردن آنها خودداری کرد.
- به طور کلی باز و بسته کردن خم‌ها به منظور شکل دادن مجدد به میلگردها مجاز نیست، مگر در موارد استثنایی که دستگاه نظارت اجازه دهد. در این صورت نیز کلیه میلگردها را باید از نظر ترک‌خوردگی بازرسی و کنترل کرد.
- خم کردن میلگردهایی که یک سر آنها در بتن قرار دارد مجاز نیست مگر آن که در طرح مشخص شده باشد یا دستگاه نظارت اجازه دهد.
- برای خم کردن میلگردهای به قطر ۳۶ میلی‌متر به بالا و با زاویه بیش از ۹۰ درجه، به روش‌های خاصی نیاز است.

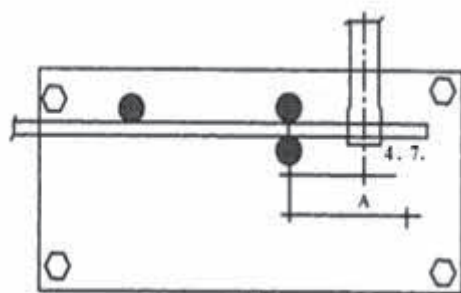
## - نکات لازم برای خم کردن میلگردها، با استفاده از آچار F و صفحه خم‌کن

چون صفحات خم‌کن و آچارهای F در شکل‌ها و انواع مختلف وجود دارند و نیز وضعیت و شرایط جسمی و قدرت بدنی فرد یا افراد خم‌کننده میلگرد مختلف است، بنابراین چگونگی ساخت میلگرد (خم کردن میلگرد)، از محل قرارگیری آن بین خار خم‌کن و خار تکیه‌گاهی و فاصله محل قرارگیری آچار F از خار خم‌کن، همیشه به یک شیوه انجام نمی‌گیرد. معمولاً استادکاران با توجه به تجربیات خود، فواصل لازم را برای به وجود آوردن خم‌های مورد نظر از طریق آزمون و خطا به دست می‌آورند. در اینجا، برای آشنایی هنرجویان با روش خم کردن میلگرد، به تشریح آن می‌پردازیم:

- ۱- با در نظر گرفتن قطر میلگرد و حداقل قطر قوس خم مورد نظر، صفحه و آچار F مناسب انتخاب می‌شود.
- ۲- محل نقطه عطف خم، با توجه به طول لازم و نوع خم ( $90^\circ$  و  $135^\circ$  و  $180^\circ$  و ...) بر روی میلگرد علامت‌گذاری می‌شود (شکل ۳۳).
- ۳- چون میلگردها در هنگام خم شدن با صفحات مختلف حرکت و کشش یکسانی ندارد، بنابراین فاصله محل قرارگیری نقطه عطف تا خار خم‌کن، در شرایط مختلف، ثابت نخواهد بود. هر چه کشش و مقدار حرکت میلگرد در هنگام خم شدن آزادتر باشد باید محل علامت به خار خم‌کن نزدیک‌تر باشد. در (شکل ۲۳-ب) علامت نقطه عطف خم میلگرد را منطبق بر محور خار خم‌کن می‌بینید.
- ۴- در مواقعی که امکان حرکت و کشش میلگرد زیاد باشد لازم است که محل علامت زده شده مقداری عقب‌تر از خار خم‌کن قرار گیرد (شکل ۳۳-ج).
- ۵- در مواقعی که امکان حرکت و کشش میلگرد کم باشد لازم است که محل قرارگیری نقطه عطف با توجه به شعاع قوس خم مقداری جلوتر از خار خم‌کن صفحه قرار گیرد (شکل ۳۳-د).

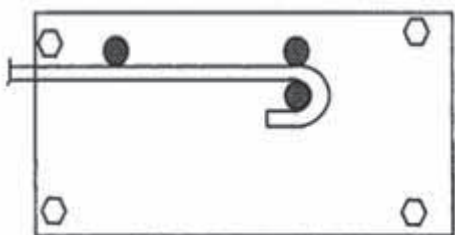


شکل ۳۳ ▲



شکل ۳۴ ▲

۶- با در نظر گرفتن حداقل قطر خم مورد نیاز (بر اساس استاندارد مربوط و نوع میلگرد) فاصله قرارگیری آچار نسبت به خار خم کن مشخص می‌شود. هر چه زاویه خم کمتر باشد، مثلاً برای خم کردن گوشه‌های ۹۰ درجه (میلگردهای اصلی)، این فاصله حدود ۲ تا ۵ برابر قطر میلگرد در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۵ ▲

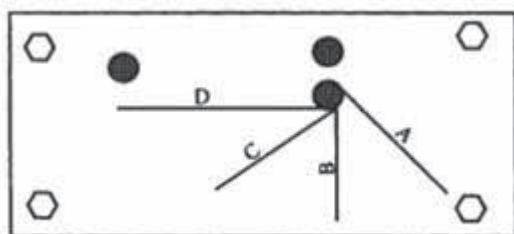
۷- برای خم کردن قلاب انتهایی میلگردهای اصلی کوچک‌تر از  $\phi 28$  این با حداقل قطر  $\phi 5$  این فاصله حدود ۲-۷ برابر قطر میلگرد انتخاب می‌شود (شکل ۳۵) و در مورد حداقل قطر خم خاموت‌ها ( $\phi 2/5$ ) این فاصله کمتر در نظر گرفته می‌شود.

ارقام داده شده، صرفاً به عنوان محدوده اولیه مطرح شده‌اند. ممکن است با استفاده از صفحات و آچارهای F موجود در کارگاه و به کار بردن ارقام ذکر شده، خم‌های استاندارد مورد نظر در میلگردها به وجود نیایند که در این صورت می‌توان با کم و زیاد کردن فاصله محل قرارگیری آچار F تا خار خم کن (روش آزمون و خطا)، محل مناسب قرارگیری آچار F را دقیقاً تعیین کرد.

نکته

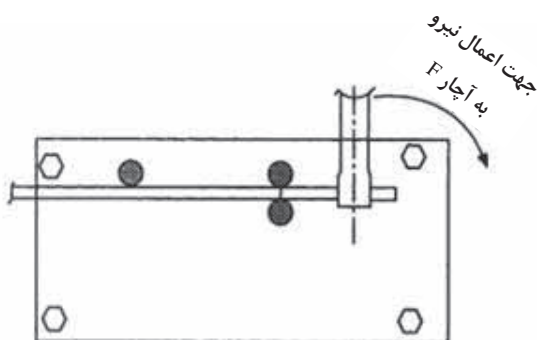






خط A برای زاویه ۴۵ درجه      خط C برای زاویه ۱۳۵ درجه  
خط B برای زاویه ۹۰ درجه      خط D برای زاویه ۱۸۰ درجه

شکل ۳۶ ▲



شکل ۳۷ ▲

۸- بهتر است برای سرعت و سهولت در خم کردن میلگردها، مطابق شکل ۳۶، زاویه خم‌های موردنظر، در روی صفحه خم‌کن علامت زده و مشخص شوند.

۹- پس از تعیین موارد یاد شده، میلگرد، بین خارهای تکیه‌گاهی و خار خم‌کن قرار می‌گیرد و مانند شکل (۳۷) به وسیله آچار F، با وارد کردن نیرو در جهت لازم، میلگرد تا محل مشخص شده بر روی صفحه، خم می‌شود.



در مورد قطعاتی که دارای چند خم هستند، باید توجه شود که کلیه خم‌ها در یک صفحه (معمولاً افقی) قرار گیرند تا در مونتاژ میلگردها اشکالی به وجود نیاید (شکل ۳۸).

شکل ۳۸ ◀

### مراحل خم کردن میلگردهای راستا (سیتکا)

- ۱- پس از انتخاب میلگرد مورد نظر، در صورتی که میلگرد صاف نباشد، آن را با وسایل مناسب صاف کنید.
- ۲- میلگرد را در طول لازم (مطابق نقشه) به وسیله قیچی یا سایر وسایل برش میلگرد، قطع کنید.
- ۳- محل نقطه عطف خم را با گچ، مداد شمعی یا سنگ‌های چرب علامت گذاری کنید (شکل ۳۹).



شکل ۳۹ ▲

- ۴- پس از قرار دادن میلگرد در بین خارهای صفحه خم کن، آچار F را، با توجه به قطر میلگرد، در فاصله مناسب از خار خم کن قرار دهید (شکل ۴۰).



شکل ۴۰ ▲

۵- با وارد کردن نیرو در جهت لازم، قلاب انتهایی اول را به وجود آورید (شکل ۴۱).



▲ شکل ۴۱

۶- از نقطه عطف قلاب اول، طول پوزیسیون را به وسیله متر جدا کرده و با علامت‌زدن، نقطه عطف قلاب دوم را روی میلگرد مشخص کنید.

۷- میلگرد را با توجه به محل قرارگیری محل نقطه عطف، بین خارخم‌کن و خارنگهدارنده صفحه خم‌کن قرارداده، پس از کنترل اینکه قلاب انتهایی اول، کاملاً در صفحه افقی قرار گرفته باشد، قلاب انتهایی دوم را به جود آورید (شکل ۴۲).



▲ شکل ۴۲

۸- اندازه پشت تا پشت میلگرد خم شده را با متر کنترل کنید (شکل ۴۳).



▲ شکل ۴۳

#### مراحل ساخت خاموت

- ۱- میلگرد لازم را انتخاب و در صورت نیاز آن را صاف کنید.
- ۲- طول لازم برای ساخت خاموت را روی آن علامت گذاری کرده و آن را با قیچی ببرید.
- ۳- قلاب یا خم اول را با در نظر گرفتن نکات لازم ایجاد کنید. خم مناسب معمولاً خم ۱۳۵ درجه می باشد (شکل ۴۴).



▲ شکل ۴۴



۴- بر روی میلگرد، ضلع اول خاموت را با متر نواری از نقطه عطف قلاب (خم) اول اندازه گیری و علامت گذاری نموده و آنرا با رعایت کلیه نکات فنی لازم خم کنید (شکل ۴۵).



▲ شکل ۴۵

۵- طول ضلع خم شده را کنترل کنید. (در قلاب‌های باخم ۹۰ درجه طول ضلع از پشت تا پشت قطعه اندازه گیری می‌شود).

۶- اضلاع بعدی خاموت را نیز با توجه به شکل یا نقشه آن ایجاد کنید. (شکل‌های ۴۶ - ۴۷ - ۴۸)



▲ شکل ۴۶





▲ شکل ۴۷



▲ شکل ۴۸

### روش ساخت اتکا (ادکا)

روش خم کردن اتکا، چندان فرقی با سایر قطعات ندارد، بنابراین در اینجا فقط چند نکته در مورد آن یادآور می‌شویم.

معمولاً اتکاها در داخل خاموت‌ها قرار می‌گیرند. باید توجه شود که ارتفاع اتکا (بالا تا پایین) برابر اندازه داخلی ارتفاع خاموت باشد (شکل ۴۹).



▲ شکل ۴۹

برای ساخت اتکا بهتر است الگوی آن را مطابق نقشه روی کف کارگاه پیاده کرده و پس از خم کردن روی میز کار، با الگوی ترسیم شده روی زمین مقایسه نمود.

طول مورب اتکاها با توجه به زاویه خم و ارتفاع اتکا محاسبه می‌شود. در صورتی که زاویه اتکا ۴۵ درجه باشد، طول مورب، ۱/۴۱ برابر ارتفاع اتکا می‌باشد.

اگر زاویه اتکا ۶۰ درجه باشد، طول مورب، ۱/۱۵ برابر ارتفاع اتکا خواهد بود.

در حالتی که زاویه اتکا ۳۰ درجه باشد، طول مورب، ۲ برابر ارتفاع اتکا خواهد شد.

در مورد سایر زوایا می‌توان با تقسیم ارتفاع اتکا بر سینوس زاویه خم، طول خم را به دست آورد؛ یعنی:

$$l = \frac{h}{\sin \alpha}$$

در شکل‌های ۵۰ تا ۵۶ مراحل ساخت یک اتکا نشان داده شده است.



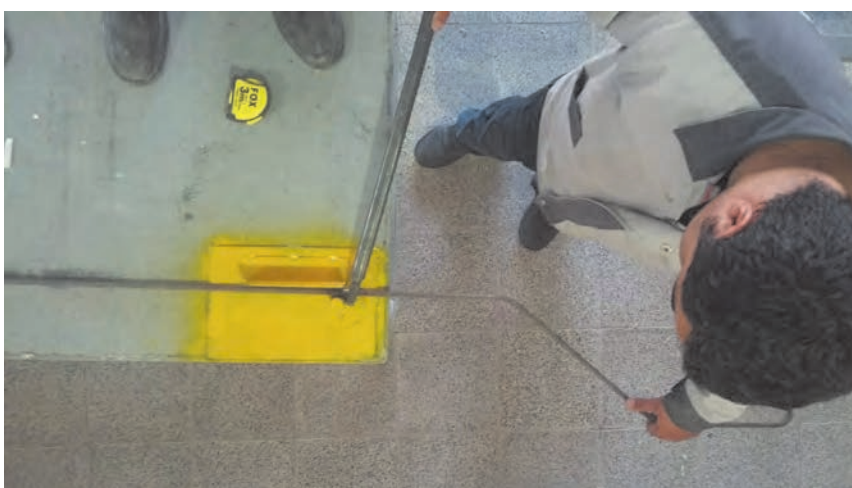
▲ شکل ۵۰



▲ شکل ۵۱



▲ شکل ۵۲



▲ شکل ۵۳



▲ شکل ۵۴





▲ شکل ۵۵



▲ شکل ۵۶

شکل ۵۷ نمونه‌های ساخته شده میلگرد راستا، خاموت و اتکا (ادکا) را نشان می‌دهد.



▲ شکل ۵۷



هر هنرجو با راهنمایی هنرآموز و با استفاده از میلگردهای بریده شده موجود در کارگاه و نیز توجه به موارد فنی آموزش داده شده، میلگردهای زیر را با دقت بسازد:

– (تعداد به انتخاب هنرآموز)

- ۱- میلگرد راستا با انتهای خم ۹۰ درجه و ۱۸۰ درجه
- ۲- میلگرد سنجاقک
- ۳- میلگرد رکابی



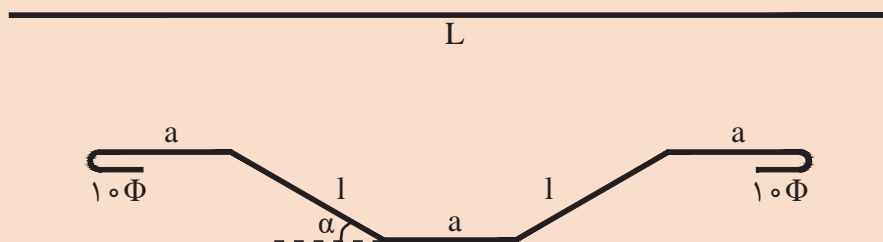
هر هنرجو با استفاده از میلگردهای بریده شده موجود در کارگاه، تعداد ۲ عدد خاموت با نسبت ضلع‌های زیر را بسازد:

– (تعداد به انتخاب هنرآموز)

- ۱- نسبت اضلاع خاموت ۱ به ۱
- ۲- نسبت اضلاع خاموت ۳ به ۲
- ۳- نسبت اضلاع خاموت ۲ به ۱



هر هنرجو با استفاده از میلگردهای بریده شده موجود در کارگاه، تعداد ۳ عدد میلگرد اتکا با زاویه ۴۵ درجه را مطابق شکل زیر با راهنمایی هنرآموز خود بسازد.



راهنمایی:

$$L = 3a + 2\phi + 2l$$

$$l = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$a = \frac{L - 2\phi - 2l}{3}$$

در روابط فوق داریم:

$L$ : طول میلگرد موجود در کارگاه

$l$ : طول مورب ادکا

$h$ : ارتفاع ادکا

$\phi$ : قطر میلگرد

$\alpha$ : زاویه مورد نظر

$3a$ : مقداری که از طول کل، بعد از طول‌های مورب و قلاب‌ها باقی می‌ماند.



## ارزشیابی شایستگی برش و خم میلگرد

## شرح کار:

مطابق نقشه، جدول میلگرد مورد نیاز را برآورد و تکمیل نموده و در مدت زمان ۲ ساعت بتواند تعداد ۴ عدد خاموت و ۱ عدد اتکا را بسازد.

## استاندارد عملکرد:

با استفاده از وسایل برش و خم کردن میلگرد، بتواند میلگرد مورد نیاز را از نقشه استخراج نموده و مطابق ضوابط مبحث نهم مقررات ملی، اقدام به بریدن و خم کردن میلگرد مورد نظر نماید.

## شاخص‌ها:

تشخیص نوع و سایز میلگرد از روی نقشه، بریدن و خم کردن میلگرد مطابق نقشه، عدم تابیدگی میلگرد و هم‌صفحه بودن اضلاع آن.

## شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: با استفاده از نقشه، میلگرد و وسایل مورد نیاز را تهیه نموده و بتواند شکل مورد نظر را در مدت زمان معین مطابق نظر هنرآموز، ساخته و تحویل دهد.

ابزار و تجهیزات: میلگرد - قیچی - آچار F - میز کار - صفحه خم کن - متر.

## معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی نقشه و تکمیل جدول میلگرد مصرفی	۲	
۲	رعایت موارد انتخاب میلگرد و برش آن	۲	
۳	رعایت موارد خم صحیح میلگرد و دقت در اندازه طول‌ها و زوایا	۲	
۴	رعایت عدم پیچیدگی و هم‌صفحه بودن اضلاع	۲	
	شایستگی‌های غیبرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: رعایت ایمنی و بهداشت محیط کار، لباس کار مناسب، دقت اجرا، جمع‌آوری زباله، مدیریت کیفیت، مسئولیت‌پذیری، تصمیم‌گیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان.	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

