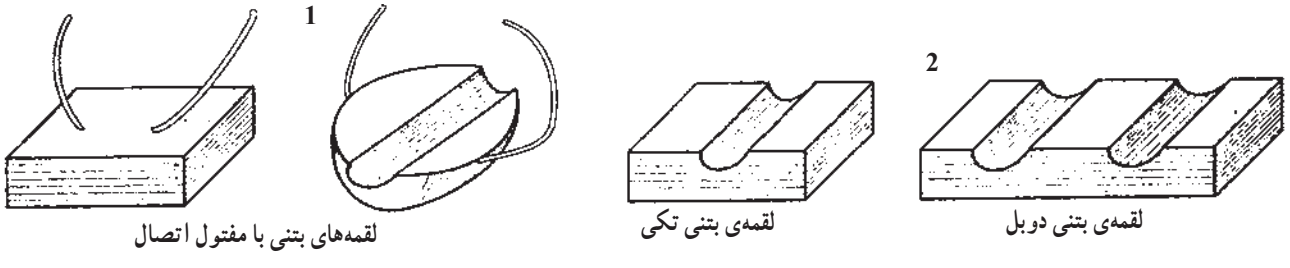
رطوبت همراه با یخ‌زدگی شدید قرار می‌گیرند، از قبیل نمونه‌های ذکر شده در مورد وضعیت محیطی شدید در صورتی که عوامل مذکور حادتر باشند.

هـ ــ وضعیت محیطی فوق‌العاده شدید: به شرایطی اطلاق می‌شود که در آن، قطعات بتنی در معرض فرسایش شدیدِ عبور وسایل‌نقلیه قرار می‌گیرند. رویه‌ی بتنی محافظت نشده‌ی پارکینگ‌ها و قطعات موجود در آبی که اجسام صُلبی را با خود جابه‌جا می‌کند، وضعیت محیط فوق‌العاده شدید به‌شمار می‌آیند.

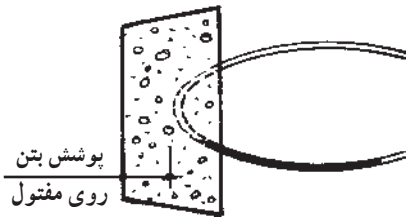
۵ــ۲ــ فاصله نگه‌دار

برای ایجاد پوشش یک‌نواخت بتن روی میل‌گردها،از قطعاتی به نام «فاصله نگه‌دار» (لُقمه) استفاده می‌کنند. این قطعات، قبل از بتن‌ریزی، در فواصل مناسب به شبکه‌ی میل‌گرد متصل می‌شوند. در صورت عدم استفاده از فاصله نگه‌دار، ممکن است هنگام بتن‌ریزی، بخصوص هنگام لرزاندن بتن، میل‌گردها تغییر مکان دهند و در نتیجه پوشش بتن کم و زیاد شود. گاهی این تغییر مکان آن‌قدر زیاد است که میل‌گردها به صفحات قالب می‌چسبند و در نتیجه هیچ‌گونه پوششی ایجاد نمی‌شود. فاصله نگه‌دارها را از جنس بتن، مواد پلاستیکی،فلز و غیره به شکل‌های مختلف می‌سازند. لقمه‌ها باید از جنس و نوع پایا باشند تا موجب خوردگی میل‌گرد و قلوه‌کن شدن پوشش بتن نشوند. بهتراست مخلوطی که در ساخت لقمه‌های بتنی به کار می‌رود، از نظر مقاومت، پایایی، تخلخل و ظاهر، با بتن اصلی یکسان باشد. در شکل ۱۷ــ۲ چند نوع فاصله نگه‌دار دیده می‌شود.

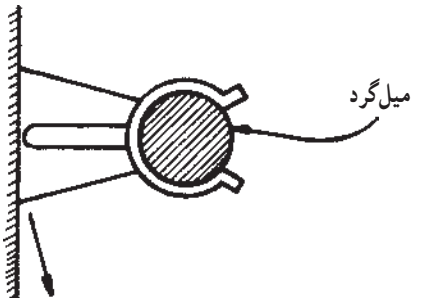


شکل ۱۷ــ۲ــ چند نمونه فاصله نگه‌دار

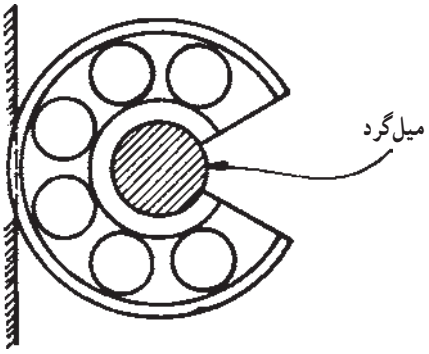
در شکل‌های ۱۸ــ۲ و ۱۹ــ۲ و ۲۰ــ۲ و ۲۱ــ۲ روش‌های صحیح استفاده از چند نوع فاصله نگه‌دار را مشاهده می‌کنید.



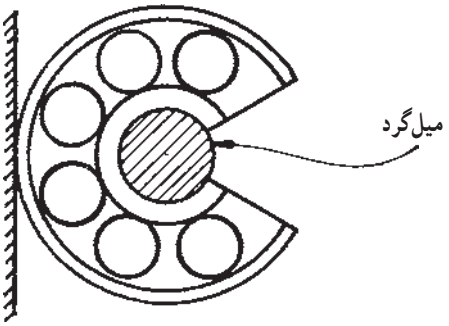
شکل ۱۸ــ۲ــ لقمه‌ی بتنی؛ در صورت استفاده از مفتول فولادی در لقمه‌ی بتنی، پوشش بتن روی مفتول باید به‌اندازه‌ی کافی باشد تا خرابی بعدی رخ ندهد. مخلوط بتنی باید مناسب باشد. استفاده از این لقمه‌ها، در صورتی که ساخت بتن شسته را در نظر داشته باشیم، نامناسب است.



شکل ۱۹ــ۲ــ لقمه‌های چهارپایه‌ای، به دلیل امکان چرخش، برای سطوح قائم، مناسب نیستند.



شکل ۲۰ــ۲ــ لقمه‌ها نباید از سطح بتن بیرون بزنند یا لایه‌های نازک بتن را پوسته کنند.



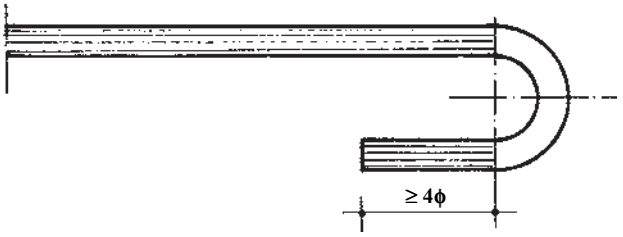
شکل ۲۱ــ۲ــ لقمه‌های مدوّر، برای سطوح قائم، مناسب‌اند.

۶ــ۲ــ قلاب انتهای میل‌گردها و اندازه‌ی استاندارد آن‌ها

برای افزایش چسبندگی بین میل‌گردها و بتن، باید در انتهای میل‌گردهای فولادی قلاب ایجاد کرد. حدّاقل اندازه‌ی قلاب‌های استاندارد در حالت‌های متفاوت اجرایی بدین شرح هستند :

الف ــ میل‌گردهای اصلی:

۱ــ خم ۱۸۰ درجه (خم نیم‌دایره) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۴ برابر قطر میل‌گرد)، مشروط بر این که طول مستقیم از ۶ سانتی‌متر کم‌تر نباشد (شکل ۲۲ــ۲).



شکل ۲۲ــ۲ــ خم ۱۸۰ درجه به علاوه‌ی طول مستقیم

۲ــ خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۸ برابر قطر میل‌گرد) در انتهای آزاد میل‌گرد (شکل ۲۳ــ۲).

۳ــ خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۱۲ برابر قطر میل‌گرد) در انتهای آزاد میل‌گرد (شکل ۲۴ــ۲).

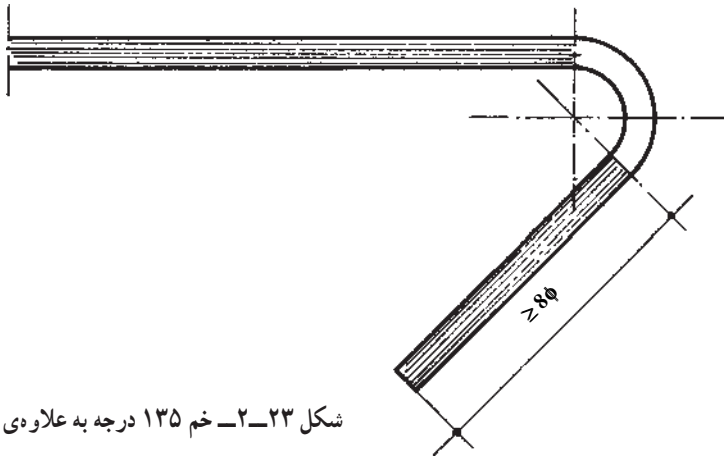
ب ــ میل‌گردهای تقسیم و خاموت‌ها:

۱ــ برای میل‌گردهای به قطر ۱۶ میلی‌متر و کم‌تر، خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۶ برابر قطر میل‌گرد)، مشروط بر این که از ۶ سانتی‌متر کم‌تر نباشد.

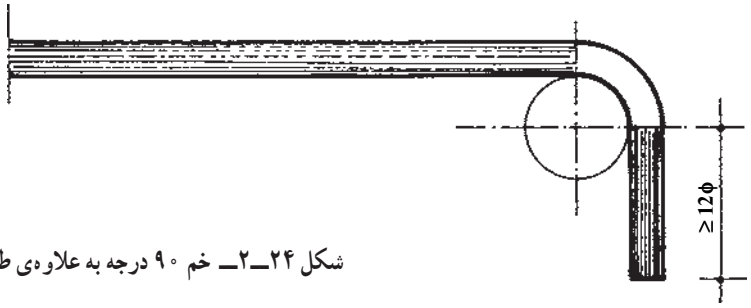
۲ــ برای میل‌گردهای به قطر بیش‌تر از ۱۶ میلی‌متر و کم‌تر از ۲۵ میلی‌متر، خم ۹۰ درجه (گونیا) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۱۲ برابر قطر میل‌گرد) در انتهای آزاد میل‌گرد.

۳ــ خم ۱۳۵ درجه (چنگک) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۶ برابر قطر میل‌گرد) به شرطی که از ۶ سانتی‌متر کم‌تر نباشد.

۴ــ خم ۱۸۰ درجه (خم نیم‌دایره) به اضافه‌ی طول مستقیم (حدّاقل ۴ برابر قطر میل‌گرد) به شرطی که از ۶ سانتی‌متر در انتهای آزاد میل‌گرد کم‌تر نباشد.



شکل ۲۳ــ۲ــ خم ۱۳۵ درجه به علاوه‌ی طول مستقیم



شکل ۲۴ــ۲ــ خم ۹۰ درجه به علاوه‌ی طول مستقیم

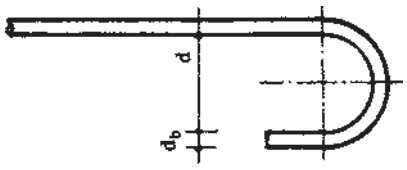
۷ــ۲ــ اندازه‌ی قطر قلاب‌های انتهایی

به منظور جلوگیری از کشش‌های نامطلوب در میل‌گردها در هنگام خم کردن و همچنین پرهیز از ایجاد تنش‌های زیاد در بتن (محلّ درگیری قلاب با بتن)، باید شعاع قوس از حدّ معینی کم‌تر نباشد. حدّاقل قوس میل‌گردها تابع نوع و قطر آن است. در آیین‌نامه‌ی بتن ایران میزان قطر خم میل‌گرد (d) برای فولادهای مختلف و با قطرهای متغیّر به صورت ضریبی از قطر اسمی آن (d_b) معین شده است که در جدول‌های ۲ــ۲ و ۳ــ۲ این مقادیر ذکر شده‌اند.

جدول ۲ــ۲ــ حدّاقل قطر خم‌های میل‌گردها

نوع میل‌گرد / قطر میل‌گرد	حدّاقل قطر خم«d»		
	فولاد نرمه $S220^*$	فولاد نیم سخت $S300^*$	فولاد سخت $S400-500^*$
کم‌تراز ۲۸ میلی‌متر	$5d_b$	$5d_b$	$6d_b$
۲۸ تا ۳۴ میلی‌متر	$5d_b$	$6d_b$	$8d_b$
۳۶ تا ۵۵ میلی‌متر	$7d_b$	$10d_b$	$10d_b$

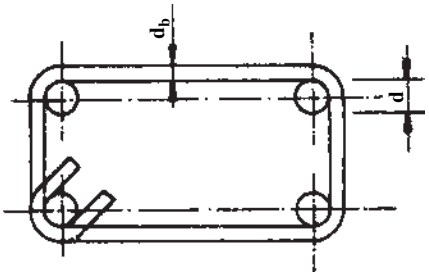
d_b قطر اسمی میل‌گرد



* S220 ، معرف فولادی است که تنش حد جاری شدن آن ۲۲۰ نیوتن بر میلی‌مترمربع است که تقریباً برابر ۲۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع می‌باشد.

جدول ۳ــ۲ــ حدّاقل قطر خم‌ها برای خاموت‌ها

نوع میل‌گرد / قطر میل‌گرد	حدّاقل قطر خم «d»		
	فولاد نرمه	فولاد نیم سخت	فولاد سخت
۱۶ میلی‌متر و کم‌تر	$۲/۵d_b$	$۴d_b$	$۴d_b$



۸ــ۲ــ فاصله‌ی میل‌گردها از یکدیگر در قطعات بتنی

در یک قطعه‌ی بتنی، باید فاصله‌ی میل‌گردها از یکدیگر به‌اندازه‌ای باشد که مصالح تشکیل‌دهنده‌ی بتن بتوانند از بین آن‌ها عبور کرده،در نتیجه بتن «کرمو» نشود.

۱ــ فاصله‌ی آزاد بین دو میل‌گرد متوازی واقع در یک ردیف (شکل ۲۵ــ۲)، طبق آیین‌نامه، نباید از هیچ‌یک از این مقادیر کم‌تر باشد :

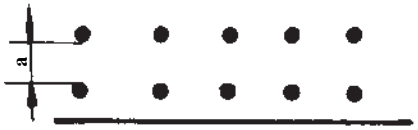
الف ــ قطر بزرگ‌ترین میل‌گرد ؛

ب ــ ۲۵میلی‌متر ؛

ج ــ ۱/۳۳برابر قطر اسمی بزرگ‌ترین سنگدانه‌ی بتن.

۲ــ در صورتی که میل‌گردهای متوازی در چند ردیف قرار گیرند (شکل ۲۶ــ۲) میل‌گردهای ردیف فوقانی باید طوری بالای ردیف تحتانی قرار گیرند که معبر بتن تنگ نشود. فاصله‌ی آزاد بین دو ردیف، نباید از ۲۵ میلی‌متر یا قطر بزرگ‌ترین میل‌گرد کم‌تر باشد.

شکل ۲۵ــ۲



a = فاصله‌ی آزاد بین دو ردیف میل‌گرد متوازی

شکل ۲۶ــ۲

۹ــ۲ــ بستن میل‌گردها به یکدیگر (گره زدن)

میل‌گردهای فولادی باید قبل از بتن‌ریزی، براساس طرح و محاسبه، به یک‌دیگر بسته و یک‌پارچه شوند تا از جابه‌جا شدن آن‌ها طّی عملیات بتن‌ریزی تا خودگیری بتن جلوگیری شود. بستن میل‌گردها به یکدیگر از نظر زمان و مکان بستگی به وضعیت کارگاه و نوع قطعه دارد که تصمیم‌گیری در مورد چگونگی آن به‌عهده‌ی تکنیسین ساختمان است تا حدّاکثر کارآیی حاصل شود. گاهی تمام یاقسمتی از میل‌گردها راخارج از قالب می‌بندند و یک شبکه را تشکیل می‌دهند و سپس آن را در قالب قرار می‌دهند (شبکه‌ی کف فنداسیون منفرد). گاهی نیز میل‌گردها را در روی قالب به یکدیگر می‌بندند (مانند میل‌گردهای سقف بتنی). برای بستن دو میل‌گرد به یکدیگر، بیش‌تر از مفتول فلزی نرم باقطر ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر استفاده می‌کنند که اصطلاحاً به این عمل «گره‌زدن» می‌گویند ؛ همچنین می‌توان با استفاده از وسایل جوش‌کاری پنوماتیک، میل‌گردها را به یکدیگر متصل کرد که در این جا به‌شرح آن‌ها می‌پردازیم :

۱ــ۹ــ۲ــ تپانچه‌ی جوش‌کاری (نقطه جوش): با استفاده از تپانچه‌ی جوش‌کاری می‌توان میل‌گردها را با سرعت و دقت کافی به یکدیگر متصل کرد. این اتصالات از مقاومت خوب و بالایی برخوردارند. عمل جوش‌کاری از طریق جریان برق با شدت زیاد (حدود ۱۸۰۰۰ آمپر) انجام می‌شود و روش آن به این صورت است که با فشردن دکمه‌ی دستی یا پدال پایی دستگاه، هوای فشرده، دو فک (دوقطب مثبت و منفی) دستگاه

را به میل‌گردها می‌چسباند و در نتیجه بین دو قطب، قوس الکتریکی ایجاد شده و جوش‌کاری با سرعت انجام می‌شود. چون این دستگاه وزن نسبتاً زیادی دارد (یک نوع آن ۴۷ کیلوگرم وزن دارد)، برای کارآیی بیش‌تر، آن را با جرثقیل متحرک ریلی در محیط کارگاه به‌صورت آویزان نگه می‌دارند. این دستگاه حول محورهای مختلف ۳۶۰ درجه می‌چرخد. در شکل‌های ۲۷ــ۲ و ۲۸ــ۲ دستگاه‌های تپانچه‌ی جوش‌کاری را در حال جوش دادن میل‌گردها مشاهده می‌کنید.

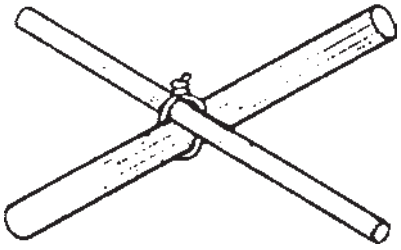
شکل ۲۷ــ۲ــ دستگاه نقطه جوش برای اتصال میل‌گردها به یکدیگر

شکل ۲۸ــ۲

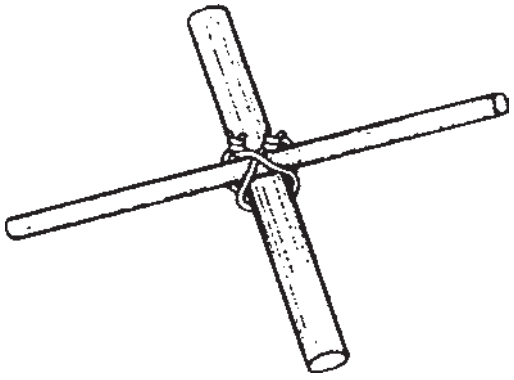
۲ــ۹ــ۲ــ انواع گره‌های متداول برای بستن دو میل‌گرد به یکدیگر:

۱ــ گره‌ی ساده (لغزان): گره‌ی ساده، متداول‌ترین گره برای اتصال میل‌گردهای اصلی و فرعی (مونتاژ) در شبکه‌های افقی مانند سقف و فنداسیون با امکان اجرای سریع است، (شکل‌های ۲۹ــ۲ و ۳۰ــ۲).

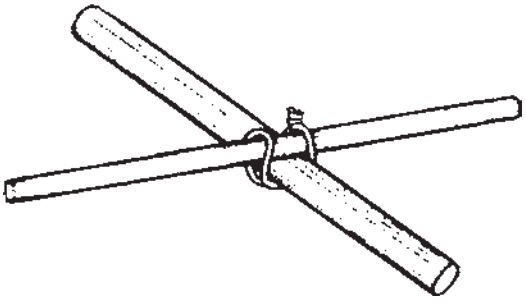
۲ــ گره‌ی صلیبی: در مواقعی که به علّت استفاده از میل‌گردهای قطور، تعداد نقاط اتصال کم باشند، برای استحکام بیش‌تر اتصال میل‌گردها به یکدیگر، از این گره استفاده می‌شود (شکل‌های ۳۱ــ۲ و ۳۲ــ۲).



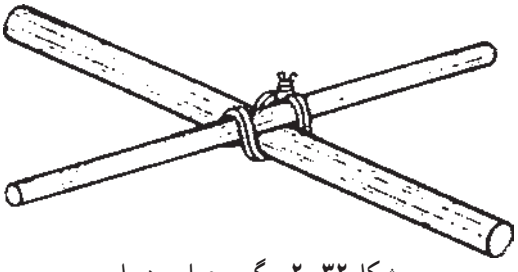
شکل ۲۹ــ۲ــ گره‌ی ساده (لغزان)



شکل ۳۰ــ۲ــ گره‌ی ساده (لغزان) دوبل

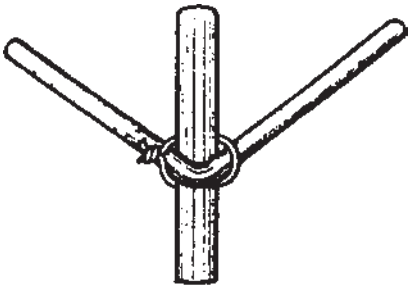


شکل ۳۱ــ۲ــ گره‌ی صلیبی

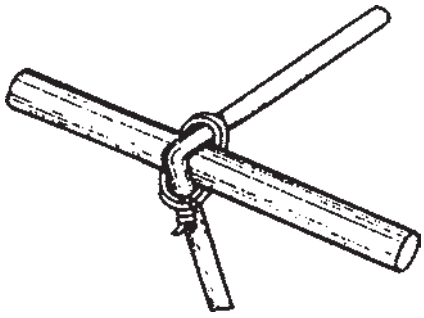


شکل ۳۲ــ۲ــ گره‌ی صلیبی دوبل

۳ــ گره‌ی پشت گردنی: در ستون‌ها و تیرها، برای اتصال محکم میل‌گردها به خاموت‌ها در گوشه‌ها، اغلب از این نوع گره استفاده می‌کنند (شکل‌های ۳۳ــ۲ و ۳۴ــ۲).



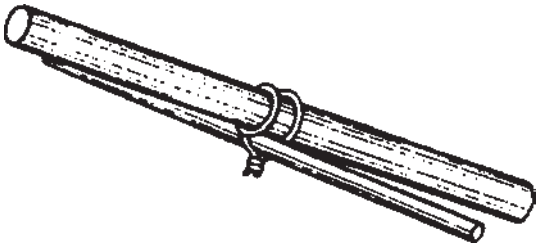
شکل ۳۳ــ۲ــ گره‌ی پشت گردنی



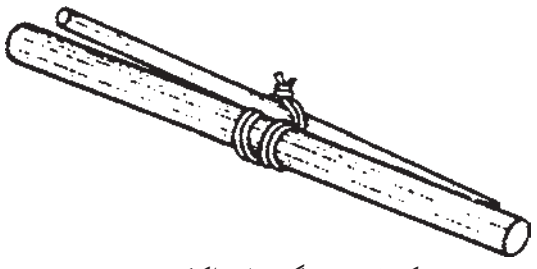
شکل ۳۴ــ۲ــ گره‌ی پشت گردنی دوبل

۴ــ گره‌ی اصطکاکی: در اتصال میل‌گردها در شبکه‌ها و صفحات قائم (شبکه‌ی دیوارهای بتنی)، برای جلوگیری از لغزش میل‌گردهای افقی، از این نوع گره استفاده می‌شود (شکل‌های ۳۵ــ۲ و ۳۶ــ۲).

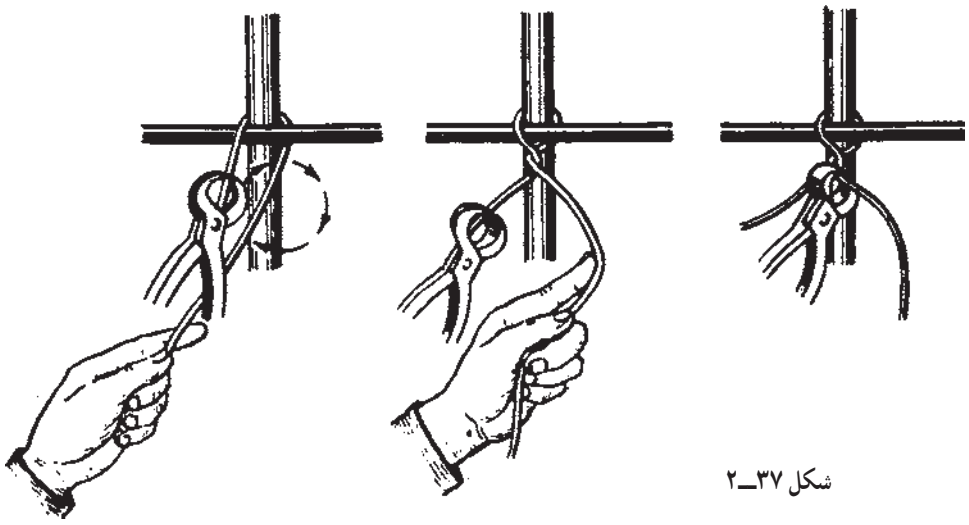
در شکل ۳۷ــ۲ روش زدن گره ساده را برای اتصال دو میل‌گرد به یکدیگر می‌بینید.



شکل ۳۵ــ۲ــ گره‌ی اصطکاکی

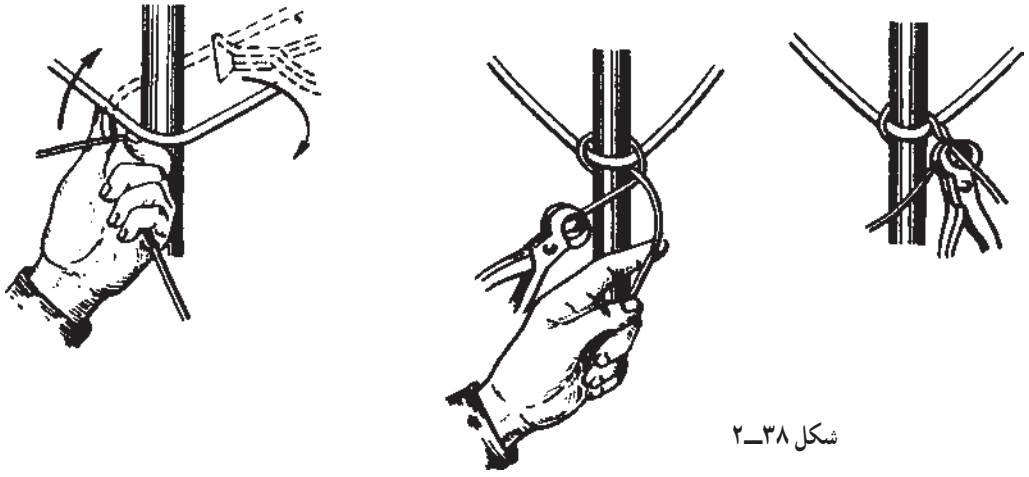


شکل ۳۶ــ۲ــ گره‌ی اصطکاکی دوبل



شکل ۳۷ــ۲

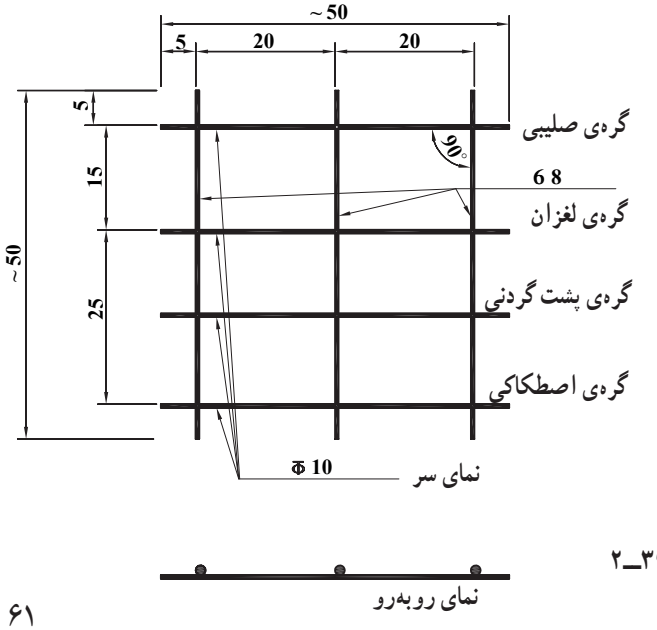
در شکل ۳۸ــ۲ اتصال میل گرد به خاموت، با گره‌ی پشت‌گردنی ساده نشان داده شده است.



شکل ۳۸ــ۲

تمرین ۷

هر دانش‌آموز سه عدد میل‌گرد ۸ϕ و چهار عدد میل‌گرد ۱۰ϕ به طول تقریبی ۵۰ سانتی‌متر انتخاب می‌کند. پس از قراردادن میل‌گردها بر روی هم مطابق شکل ۳۹ــ۲ با گره‌های مختلف آن‌ها را محکم می‌کند و یک شبکه را تشکیل می‌دهد.



شکل ۳۹ــ۲

۱۰ــ۲ــ حدّاقل طول چسبندگی میل‌گرد و بتن (طول مهاری میل‌گرد)

چسبندگی میل‌گرد و بتن، از طریق سطح تماس بین آن‌ها ایجاد می‌شود. برای استفاده‌ی کامل از حدّاکثر مقاومت میل‌گردهای داخل بتن، در مقابل نیروهای وارد شده، لازم است سطح تماس، با توجه به مقدار مقاومت چسبندگی بتن و فولاد درواحد سطح، به اندازه‌ای باشد که بتواند حدّاکثر نیروهای وارده را تا حدّ مقاومت مجاز به میل‌گرد وارد کند. با توجه به ثابت بودن محیط هر میل‌گرد، مقدار سطح تماس تابع طول میل‌گرد است. مقدار طول لازم برای تأمین چسبندگی، متناسب با قطر و مقاومت مجاز هر میل‌گرد را «طول چسبندگی مهاری» می‌گویند. میل‌گردهای قطور، به دلیل تحمل نیروهای بیش‌تر، به سطح تماسِ بیش‌تر و در نتیجه، طول مهاری بیش‌تری نیاز دارند. در مواقعی که به دلیل محدودیت، امکان ایجاد طول لازم برای چسبندگی مناسب وجود نداشته باشد، مهندسان محاسب می‌توانند با رعایت کلیّه‌ی ضوابط حاکم، ضمن ثابت نگه داشتن سطح مقطع میل‌گرد (با کم‌کردن قطر میل‌گردها و افزایش تعداد آن‌ها)، محیط میل‌گردها را اضافه کنند تا بتوانند با طول کم‌تری سطح لازم را تأمین کنند.

۱۱ــ۲ــ وصله‌ی میل‌گردها

گاهی لازم است میل‌گردهای مصرفی در بتن، به علّت محدودیت طولی، به یکدیگر وصله شوند و در اکثر مواقع لازم است که نیرو از یک میل‌گرد به میل‌گرد دیگر منتقل شود. برای این کار، از اتصالات پوششی، جوشی یا مکانیکی استفاده می‌کنند. برای اتصال میل‌گردها به یکدیگر لازم است این نکات مورد توجه قرار گیرد :

۱ــ محل‌های اتصال میل‌گردها تا آنجا که ممکن است پراکنده باشند ؛ یعنی میل‌گردهای مجاور در یک راستا وصله نشوند (شکل ۴۰ــ۲).

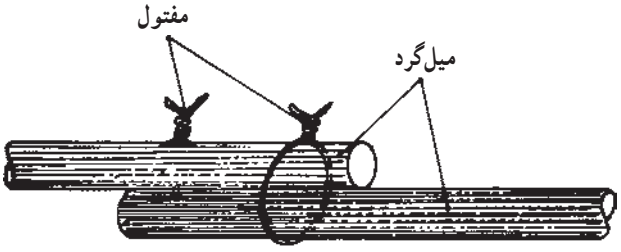
شکل ۴۰ــ۲ــ محل‌های اتصال میل‌گردها تا آنجا که ممکن است پراکنده باشند.

۲ــ در صورت امکان، وصله‌ها دور از نقاط کشش حدّاکثر واقع شوند.

۳ــ میل‌گردهای ساده، در محل اتّصال، قلاب انتهایی داشته باشند.

۱۲ــ۲ــ انواع اتصالات میل‌گردها

الف ــ اتصال پوششی: متداول‌ترین روش وصله کردن میل‌گردها روش پوششی است. برای این منظور دو میل‌گرد را روی یکدیگر قرار می‌دهند، به طوری که در طول معینی یکدیگر را بپوشانند ؛ سپس آن‌ها را به‌وسیله‌ی مفتول محکم می‌کنند. درشکل ۴۱ــ۲ وصل کردن دو میل‌گرد را به روش پوششی مشاهده می‌کنید. اتصال پوششی فقط در مورد میل‌گردهای با قطر ۳۶ میلی‌متر و کم‌تر از آن مجاز است.

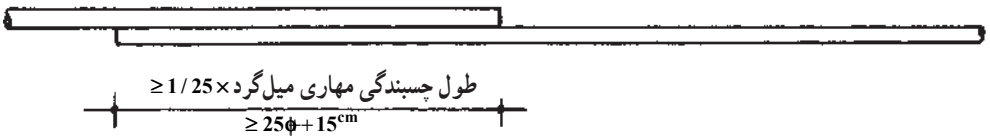


شکل ۴۱ــ۲ــ وصله کردن دو میل‌گرد به روش پوششی

با توجه به محلّ قرارگیری، نوع میل‌گردها و عملکرد آن‌ها (کششی یا فشاری)، طول پوشش میل‌گردها متغیّر است. این طول در آیین‌نامه‌های بتن آرمه مشخص شده است.

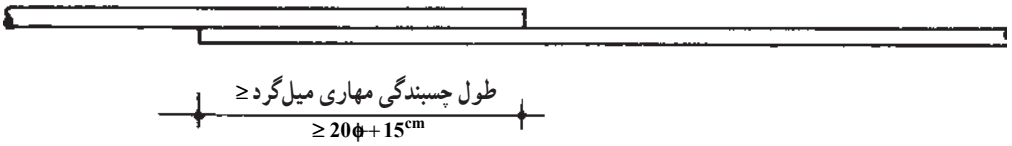
برای میل‌گردهای کششی، حدّاقل طول پوشش لازم، باید ۱/۲۵ برابر طول چسبندگی مهاری میل‌گرد کوچک‌تر باشد و درعین حال این طول نباید هیچ‌گاه کم‌تر از ۲۵ برابر قطر میل‌گرد

به‌اضافه‌ی ۱۵ سانتی‌متر انتخاب شود. در شکل ۴۲ــ۲ حدّاقل طول وصله‌ی میل‌گرد کششی به روش پوششی نشان داده شده است.



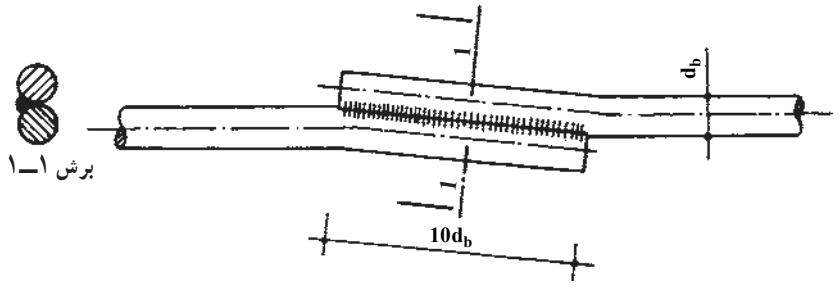
شکل ۴۲ــ۲ــ حدّاقل طول وصله‌ی میل‌گرد کششی (به روش پوششی)

برای میل‌گردهای فشاری، حدّاقل طول پوشش باید یک برابر طول چسبندگی مهاری میل‌گرد کوچک‌تر باشد و در عین‌حال، این طول نباید هیچ‌گاه کم‌تر از ۲۰ برابر قطر میل‌گرد، به‌اضافه‌ی ۱۵ سانتی‌متر انتخاب شود (شکل ۴۳ــ۲).

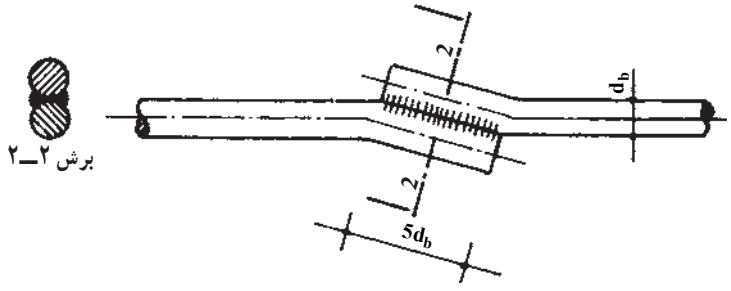


شکل ۴۳ــ۲ــ حدّاقل طول وصله‌ی میل‌گرد فشاری (به روش پوششی)

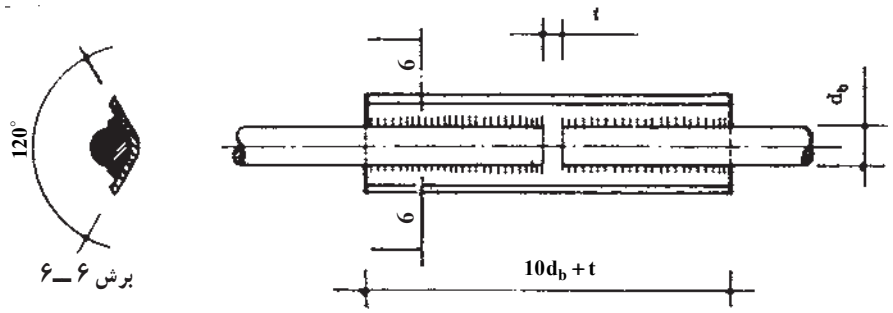
ب ــ اتصال جوشی: این اتصال به این ترتیب است که دو میل‌گرد را به فرم‌های مختلف به یکدیگر جوش می‌دهند. برای اجرای صحیح این نوع اتصال باید به آیین‌نامه‌ی مربوطه رجوع شود. در شکل‌های ۴۴ــ۲، ۴۵ــ۲، ۴۶ــ۲، ۴۷ــ۲، ۴۸ــ۲ و ۴۹ــ۲ چند نوع اتصال جوشی با اندازه‌های استاندارد دیده می‌شود.



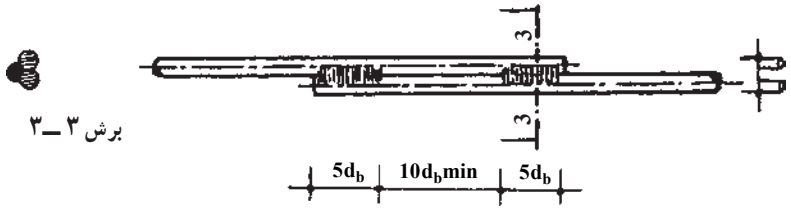
شکل ۴۴ــ۲ــ اتصال دو میل‌گرد با نوار جوش یک‌طرفه (با خم کردن میل‌گردها)



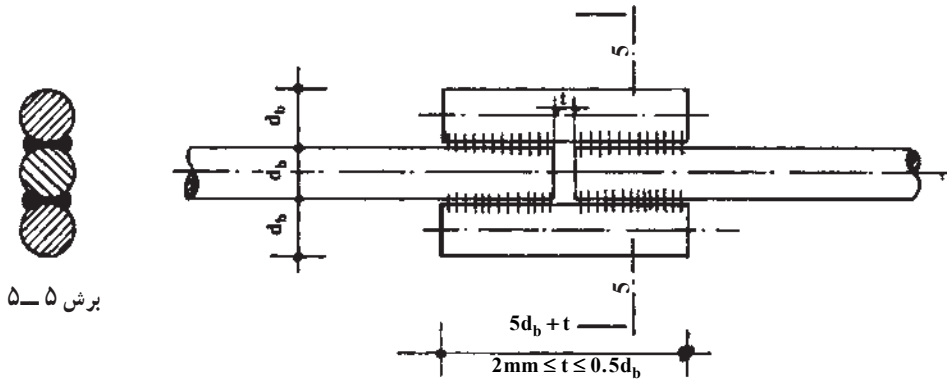
شکل ۴۵ــ۲ــ اتصال دو میل‌گرد با نوار جوش دو طرفه (با خم کردن میل‌گردها)



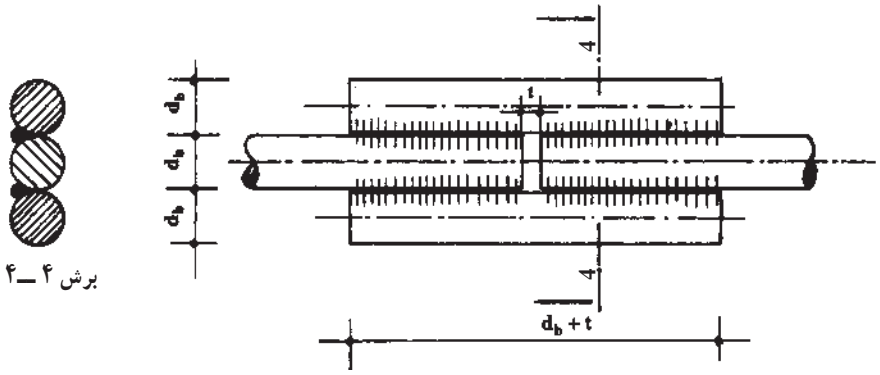
شکل ۴۶ــ۲ــ اتصال با یک وصله‌ی جانبی



شکل ۴۷ــ۲ــ اتصال دو میل‌گرد با نوار جوش یک‌طرفه (بدون خم کردن میل‌گردها)

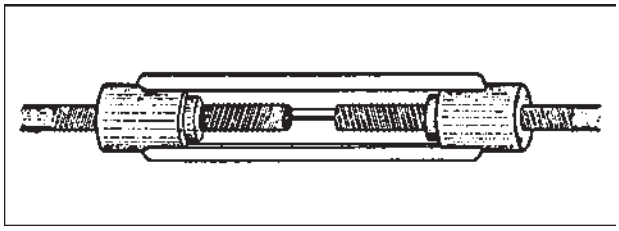


شکل ۴۸ــ۲ــ اتصال دو میل‌گرد توسط وصله (جوش دو طرفه)



شکل ۴۹ــ۲ــ اتصال دو میل‌گرد توسط وصله (جوش یک‌طرفه)

ج ــ اتصال مکانیکی: در این روش، برای وصله کردن دو میل‌گرد به یکدیگر، از بست‌های مخصوص استفاده می‌شود.



شکل ۵۰ ــ۲ــ مهاربند ــ بست دو سر پیچ برای اتصال دو میل‌گرد به یکدیگر

۱۳ــ۲ــ میز میل‌گرد خم‌کنی

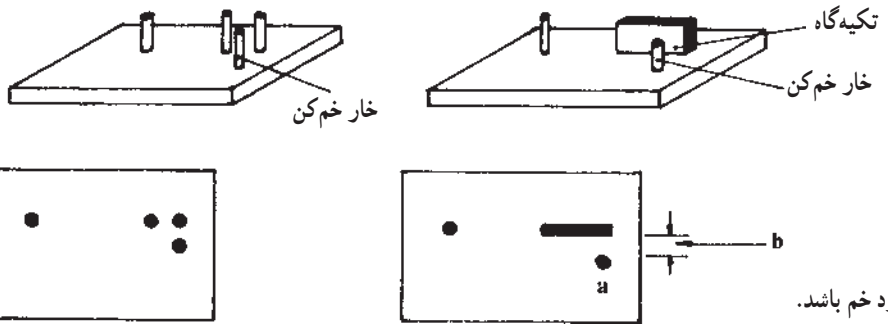
با توجه به سنگینی نسبی کار میل‌گرد خم‌کنی و فشارهای نسبتاً زیادی که درهنگام خم کردن میل‌گرد بر دست‌ها و کمر، و بعضاً کلیه‌ی اعضای بدن عامل وارد می‌شود، بهتر است برای کاهش این فشارها، از میز میل‌گرد خم‌کنی استفاده شود. ارتفاع مناسب این میز برای افراد مختلف با قدهای متفاوت می‌تواند تفاوت داشته باشد امّا به‌طور معمول ارتفاع آن ۸۰ سانتی‌متر انتخاب می‌شود. عرض میز میل‌گرد خم‌کنی معمولاً یک متر است و طول آن با توجه به طول میل‌گردها و امکانات کارگاه می‌تواند بین ۳ تا ۹ متر در نظر گرفته شود. چون از طریق میز، نیروی عکس‌العمل لازم برای خم کردن میل‌گردها وارد می‌آید، باید اتصالات بین قطعات تشکیل‌دهنده‌ی میز، به حدّ کافی محکم بوده وزن میز به‌حدّی باشد که در مقابل نیروهای وارد آمده برای خم کردن میل‌گردها حرکت نکند. اگر قطر میل‌گردها بسیار و اتصالات میز به حدّ کافی محکم باشد، در صورت کم بودن وزن میز، می‌توان پایه‌ها را به زمین محکم و ثابت کرد.

۱۴ــ۲ــ صفحه‌ی خم کن میل‌گرد

صفحه‌ی خم‌کن میل‌گرد عبارت است از صفحه‌ی فولادی مربع یا مستطیلی که بر روی آن تعدادی خار فولادی تعبیه شده است و این خارها از حرکت میل‌گرد در بعضی جهات (جهت اعمال نیرو به‌وسیله‌ی آچار) جلوگیری می‌کند. صفحه‌ی خم‌کن میل‌گرد را از طریق پیچ‌هایی بر روی میز، ثابت کرده و با استفاده از آچار F، میل‌گردها را به شکل‌های موردنظر خم می‌کنند. برای ایجاد قلاب‌ها و خم‌های استاندارد، قطر خار، که میل‌گرد به‌دور آن می‌چرخد و خم موردنظر را به‌وجود می‌آورد، باید متناسب با قطر میل‌گرد مورد خم باشد. قطر لازم را می‌توان با نصب غلتک (بوشن با قطرهای متفاوت) بر روی خار تأمین کرد. در شکل ۵۱ ــ۲ دو نمونه صفحه خم‌کن میل‌گرد را می‌بینید.

۱۵ــ۲ــ دستگاه کشش و صاف کردن میل‌گرد

با توجه به این که وظیفه‌ی اصلی میل‌گردها در بتن تحمّل نیروهای کششی است، باید میل‌گردهای مصرفی در بتن صاف باشند. با وارد شدن نیرو به میل‌گرد، مقطع آن باید در مقابل نیروی وارده مقاومت کند. در میل‌گردهای ناصاف، قبل از این که مقطع میل‌گرد مقاومتی بروز دهد، به دلیل طول اضافی (ناشی از ناصافی میل‌گرد)، فاصله‌ی بین دونقطه‌ای که بر آن‌ها نیروهای «عمل» و «عکس‌العمل» وارد می‌شود، می‌تواند زیاد شود که این امر در قطعات بتنی جایز نیست. بنابراین، میل‌گردهای مصرفی در بتن حتماً باید صاف و عاری از خمیدگی باشند. بعضی میل‌گردها در

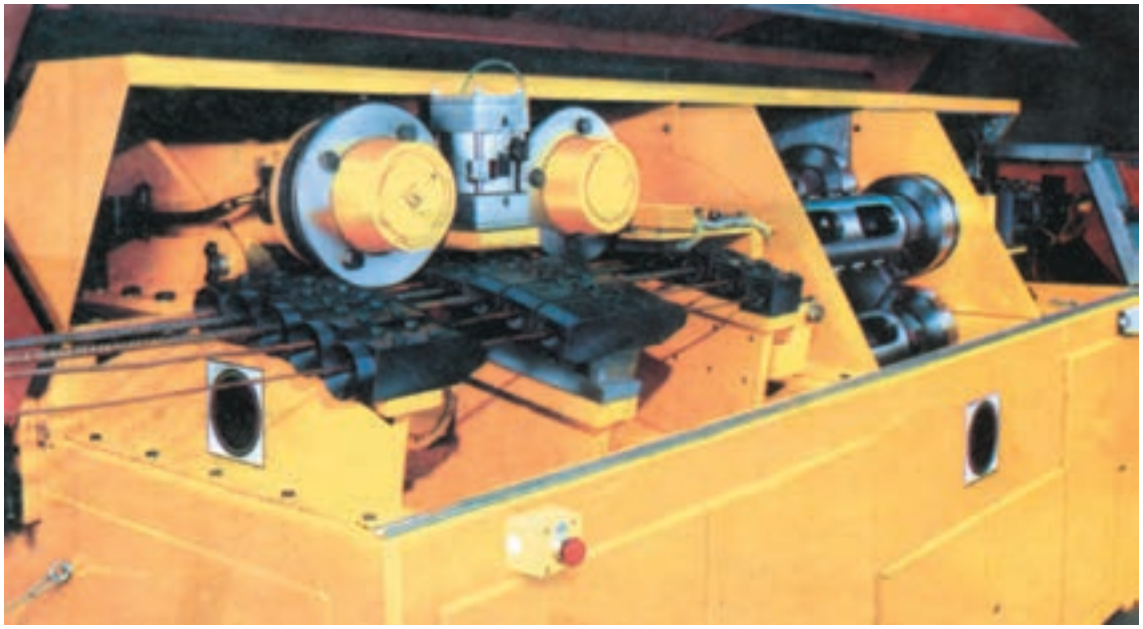


۱ــ فاصله‌ی b باید متناسب با قطر میل‌گرد مورد خم باشد.

۲ــ قطر a باید متناسب با قطرمیل‌گرد مورد خم باشد یا از غلتک استفاده شود.

شکل ۵۱ ــ۲ــ دو نمونه صفحه‌ی خم‌کن میل‌گرد

هنگام حمل و نقل کج می‌شوند و بعضی کارخانه‌ها، برای سهولت در امر حمل و نقل، میل‌گردهای با قطر کم را به صورت کلاف تولید می‌کنند. در کارگاه‌های ساختمانی میل‌گردهای خم شده را از طریق کشیدن، به‌وسیله‌ی دستگاه‌های کشش برقی، صاف می‌کنند. در شکل ۵۲ ــ۲ نمونه‌ای از یک دستگاه کشش برقی برای صاف کردن میل‌گرد فولادی دیده می‌شود.



شکل ۵۲ ــ۲ــ دستگاه کشش برقی برای صاف کردن میل‌گرد

۱۶ــ۲ــ پتک

در کارگاه‌های کوچک که فاقد دستگاه کشش برقی میل‌گرد صاف‌کن هستند ممکن است برای صاف کردن میل‌گردها از پتک و سندان استفاده شود. در این صورت باید حتماً توجه شود که وزن پتک انتخابی با توجه به قطر میل‌گرد سنگین نباشد. علاوه براین ضربات پتک باید به گونه‌ای بر میل‌گرد وارد شود که فقط قسمت کج شده را، آن هم به‌تدریج و بدون ایجاد هرگونه تغییر شکلی در مقطع میل‌گرد، صاف کند. چنانچه ضربات پتک سنگین باشد، امکان ایجاد تنش در میل‌گرد وجود دارد یا ممکن است در بعضی قسمت‌های میل‌گرد لهیدگی ایجاد شود و سطح مقطع آن از مقدار محاسبه شده کم‌تر گردد که در این صورت، میل‌گرد تمام امکانات خود را برای تحمّل نیروهای وارده حفظ نخواهد کرد.

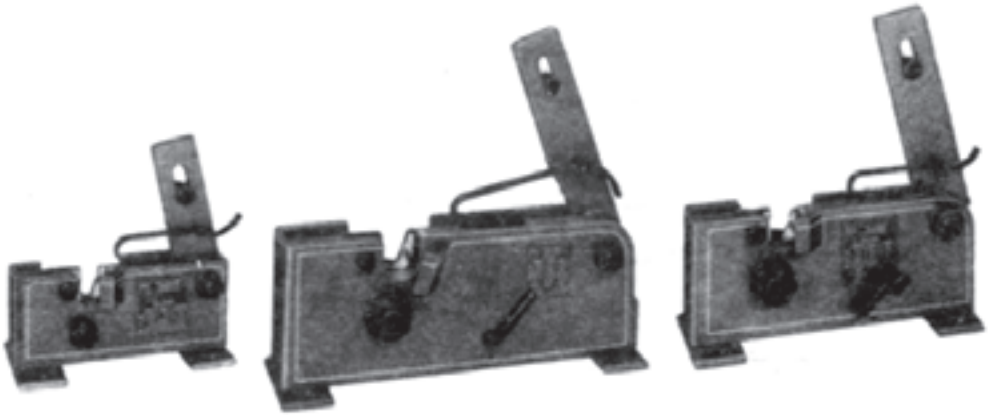
۱۷ــ۲ــ برش میل‌گرد

میل‌گردها را برای اعضای بتن مسلّح، 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. توصیه می‌شود برش سرد با استفاده از وسایل مکانیکی انجام شود.

وسایل برش میل‌گرد: برای برش میل‌گردهای با قطر کم، از قیچی‌های دستی ساده، مانند شکل ۵۳ ــ۲، استفاده می‌کنند. این قیچی‌ها در اندازه‌های متفاوت و با قدرت برشی مختلف ساخته می‌شوند وبعضی انواع آن‌ها قادرند میل‌گرد تا قطر ۱۶ میلی‌متر را نیز برش دهند.

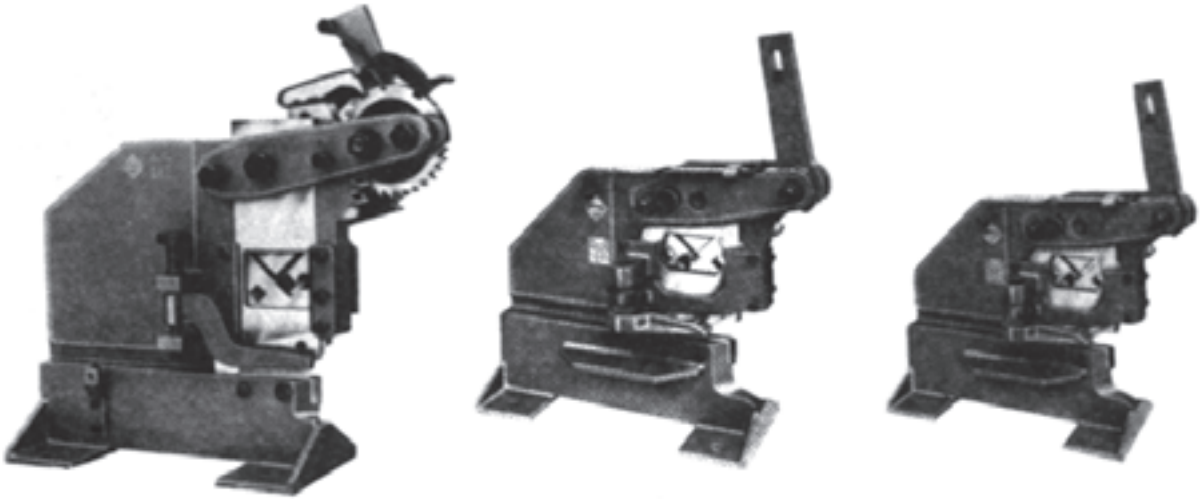
شکل ۵۳ ــ۲ــ قیچی‌های دستی ساده برای برش میل‌گرد فولادی

نوع دیگری از قیچی‌های دستی بر روی پایه (شاسی) قرار دارد. این قیچی‌ها نسبت به قیچی‌های دستی ساده از ظرفیت برشی بالاتری برخوردارند و می‌توان با آن‌ها میل‌گردهای قطور را برید. به‌وسیله‌ی بعضی انواع این قیچی‌ها می‌توان در هربار تعدادی میل‌گرد را با هم برید. در شکل ۵۴ ــ۲ قیچی‌های میل‌گرد بُر دستی که بر روی پایه قرار دارند دیده می‌شود.



شکل ۵۴ــ۲ــ قیچی‌های میل‌گرد بُر دستی که بر روی پایه قرار دارند.

قیچی دستی پایه‌دار دیگری به نام «قیچی پروفیل بُر یا قیچی چند کاره» وجود دارد که با آن می‌توان میل‌گرد، چارسو، نبشی، سپری و ورق را برید. در شکل ۵۵ ــ۲ قیچی پروفیل بُر دیده می‌شود.



شکل ۵۵ ــ۲ــ قیچی پروفیل بُردستی

استفاده از ماشین‌های برقی برش میل‌گرد (گیوتین) باعث سرعت در برش بدون نیاز به نیروی کارگر می‌شود. هدایت این ماشین‌ها با پدال پایی انجام می‌شود و ظرفیت برشی آن‌ها بستگی به قدرت موتور و تیغه‌ی برش دارد. در شکل ۵۶ ــ۲ یک نوع ماشین برقی برش میل‌گرد را می‌بینید.

در شکل۵۷ــ۲ برش تعدادی میل‌گرد به‌وسیله‌ی ماشین برقی برش میل‌گرد نشان داده شده است. برش میل‌گردهای قطور را می‌توان به‌وسیله‌ی دستگاه برش (بُرنول ــ سرپیک) با استفاده از گاز (بوتان) و اکسیژن، در کارگاه‌های ساختمانی انجام داد.

به علّت حفظ کامل مشخصات میل‌گرد، بهتر است تا حدامکان از برش گرم خودداری شود.

شکل ۵۶ ــ۲ــ یک نمونه ماشین برقی برش میل‌گرد

شکل ۵۷ ــ۲ــ برش چند میل‌گرد آجدار به‌وسیله‌ی تیغه‌ی ماشین برقی برش میل‌گرد

۱۸ــ۲ــ آچار خم‌کن میل‌گرد (آچار F)

ساده‌ترین وسیله‌ی دستی برای خم کردن مناسب میل‌گردهای نازک، وسیله‌ای است به شکل F که اصطلاحاً به آن «آچار F»می‌گویند. قسمت سر آچار F را از فولاد سخت می‌سازند تا در اثر نیروهایی که هنگام خم کردن میل‌گرد به آن وارد می‌شود، فشرده و له نشود. فاصله‌ی دهانه و طول دسته‌ی آچار خم‌کن باید متناسب با قطر میل‌گرد مورد خم باشد تا امکان خم کردن میل‌گرد

شکل ۵۸ ــ۲ــ برش میل‌گردهای قطور به طریق گرم

به فرم دلخواه با حدّاقل نیرو فراهم شود. با استفاده از دو عدد آچار خم‌کن (در صورت نیاز از طریق دو نفر) می‌توان خم موردنظر را در میل‌گرد ایجاد کرد که البته این عمل معمولاً در مورد میل‌گردهای قطور انجام می‌شود.

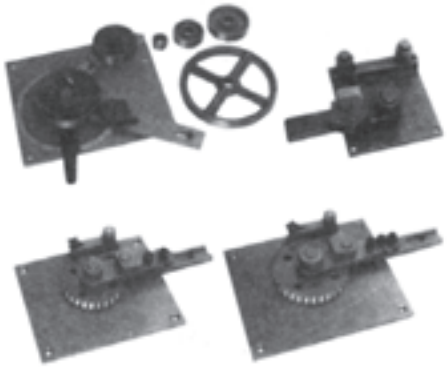
در شکل ۵۹ ــ۲ چند نمونه آچار خم‌کن (آچار F) را می‌بینید.

شکل ۵۹ ــ۲ــ چند نمونه آچار F

۱۹ــ۲ــ دستگاه خم‌کن دستی میل‌گرد

دستگاه‌های خم‌کن دستی میل‌گرد به شکل‌های گوناگون مطابق شکل ۶۰ ــ۲ ساخته می‌شوند. بعضی از انواع این دستگاه‌ها مدرّج هستند لذا سرعت و دقت بیش‌تری در خم کردن میل‌گردها دارند.

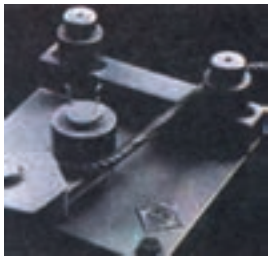
در شکل ۶۲ ــ۲ دستگاه خاموت خم‌کن دستی را می‌بینید.



شکل ۶۰ ــ۲ــ چند نمونه دستگاه خم‌کن دستی میل‌گرد

۲۰ــ۲ــ دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی

ماشین‌های میل‌گرد خم‌کن برقی می‌توانند میل‌گردهای نازک و قطور را به شکل‌های موردنظر به‌طور سریع، آسان و با دقت زیاد خم کنند. این ماشین‌ها دارای یک موتور برقی هستند که صفحه‌ی گردان را در جهات مختلف می‌چرخاند و حرکت و کنترل آن به‌وسیله‌ی پدال‌پایی انجام می‌شود. در روی صفحه‌ی گردان و صفحه‌ی اصلی میز، تعدادی سوراخ ایجاد کرده‌اند که با قرار دادن غلتک‌های فلکه‌ی مناسب در سوراخ‌ها و عبور میل‌گردها از بین غلتک‌ها، هر نوع خمی را که بخواهند در میل‌گردها به‌وجود می‌آورند. در شکل ۶۳ ــ۲ دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی را می‌بینید.



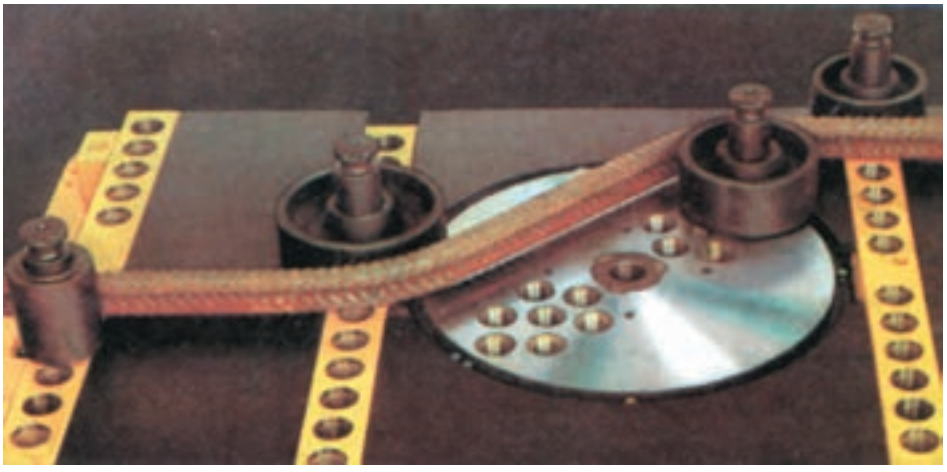
شکل ۶۱ ــ۲ــ خم‌کن دستی میل‌گرد

شکل ۶۲ ــ۲ــ دو نوع خاموت خم‌کن دستی

شکل ۶۳ ــ۲ــ دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی

در شکل ۶۴ ــ۲ خم کردن اتکا به وسیله‌ی دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی دیده می‌شود.

در شکل ۶۵ ــ۲ خم انتهایی (قلاب) میل‌گرد را به‌وسیله‌ی دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۴ ــ۲ــ ساختن اُتکا به‌وسیله‌ی دستگاه میل‌گرد خم‌کن برقی

شکل ۶۵ ــ۲

۲۱ــ۲ــ ضوابط کلی خم‌کردن میل‌گردها

ــ کلیه‌ی میل‌گردها باید به صورت سرد خم شوند، مگر آن‌که دستگاه نظارت، روشی دیگر را مجاز بداند.

ــ خم کردن میل‌گردها باید تا آنجا که ممکن است به‌طور مکانیکی به‌وسیله‌ی ماشین مجهز به فلکه خم‌کن و با یک بار عبور در سرعت ثابت انجام پذیرد به‌طوری که قسمت خم شده دارای انحنای ثابتی باشد.

ــ برای خم کردن میل‌گردها باید از فلکه‌هایی استفاده شود که قطر آن‌ها برای نوع فولاد موردنظر مناسب باشد.

ــ میزان سرعت خم کردن میل‌گردها باید متناسب با نوع فولاد و دمای محیطی اختیار شود. سرعت خم کردن میل‌گردهای سرد اصلاح شده باید به‌طور تجربی تعیین شود.

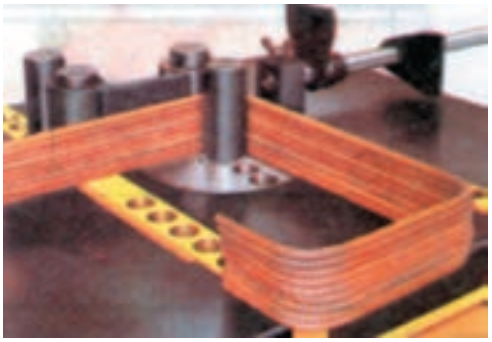
ــ در هوای سرد و در شرایطی که دمای میل‌گردها از $5^{\circ}C$ کم‌تر باشد، باید از خم کردن آن‌ها خودداری کرد.

ــ به‌طورکلی باز و بسته کردن خم‌ها به‌منظور شکل دادن مجدد به میل‌گردها مجاز نیست، مگر در موارد استثنایی که دستگاه نظارت اجازه دهد. در این صورت نیز کلیه‌ی میل‌گردها را باید از نظر ترک‌خوردگی بازرسی و کنترل کرد.

ــ 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.

ــ برای خم کردن میل‌گردهای به قطر ۳۶ میلی‌متر به بالا و با زاویه‌ی بیش از ۹۰ درجه، به روش‌های خاصی نیاز است.

با استفاده از دستگاه میل‌گرد خم کن برقی می‌توان انواع خاموت‌ها را به صورت دسته‌ای با سرعت و دقت کافی خم کرد (شکل‌های ۶۶ ــ۲ ، ۶۷ ــ۲ و ۶۸ ــ۲).



شکل ۶۶ ــ۲ــ دستگاه خاموت خم‌کن برقی

شکل ۶۷ ــ۲ــ دستگاه خاموت خم‌کن برقی

شکل ۶۸ ــ۲ــ دستگاه خاموت خم‌کن برقی (مارپیچی)

۲۲ــ۲ــ نکات لازم برای خم کردن میل‌گردها، با استفاده از آچار F و صفحه‌ی 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 خم‌کننده‌ی میل‌گرد مختلف است، بنابراین چگونگی ساخت میل‌گرد (خم کردن میل‌گرد)، از نظر محلّ قرارگیری آن بین خارِ خم‌کن و خارِ تکیه‌گاهی و فاصله‌ی محل قرارگیری آچار F از خارِ خم‌کن، همیشه به یک شیوه انجام نمی‌گیرد. معمولاً استادکاران با توجه به تجربیات خود، فواصل لازم را برای به‌وجود آوردن خم‌های موردنظر از طریق آزمون و خطا به دست می‌آورند. در این جا، برای آشنایی هنرجویان با روش خم کردن میل‌گرد، به‌تشریح آن می‌پردازیم :

۱ــ با در نظر گرفتن قطر میل‌گرد و حدّاقل قطر قوس خم موردنظر، صفحه و آچار F مناسب انتخاب می‌شود.

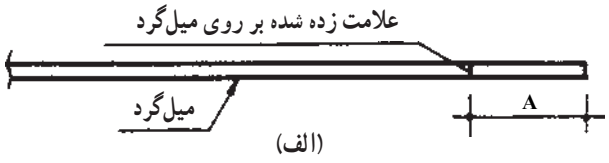
۲ــ محلّ نقطه‌ی عطف خم، با توجه به طول لازم و نوع خم (90°، 135°، 180° یا ...)، بر روی میل‌گرد علامت‌گذاری می‌شود (شکل ۶۹ــ۲ ــ الف).

۳ــ چون میل‌گردها در هنگام خم شدن با صفحات مختلف

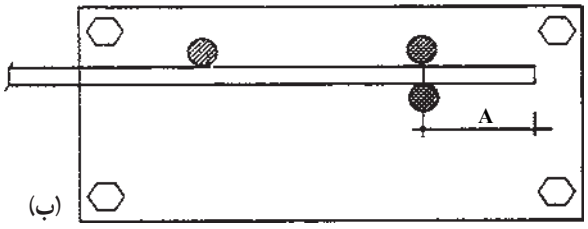
حرکت و کشش یکسانی ندارند، بنابراین فاصله‌ی محلّ قرارگیری نقطه‌ی عطف تا خار خم‌کن، در شرایط مختلف،ثابت نخواهد بود. هر چه کشش و مقدار حرکت میل‌گرد در هنگام خم شدن آزادتر باشد باید محلّ علامت به خار خم‌کن نزدیک‌تر باشد. در شکل ۶۹ ــ۲ ــ ب، علامت میل‌گرد را منطبق بر محور خارخم‌کن می‌بینید.

در مواقعی که امکان حرکت و کشش میل‌گرد خیلی زیاد باشد، ممکن است لازم شود که محلّ علامت زده شده مقداری عقب‌تر از خار خم‌کن قرار گیرد (شکل ۶۹ ــ۲ــ ج).

در مواردی که امکان حرکت و کشش میل‌گرد کم باشد، باید محلّ قرارگیری نقطه‌ی عطف، با توجه به شعاع قوس خم، مقداری جلوتر از خار خم‌کن صفحه قرار گیرد (شکل ۶۹ ــ۲ــ د).

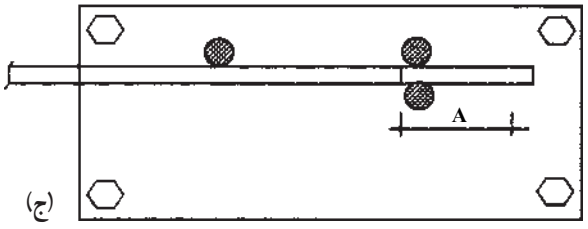


(الف)



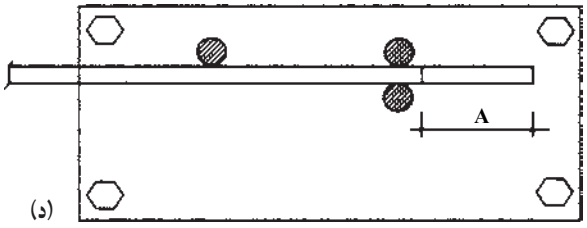
(ب)

علامت نقطه‌ی عطف خم، بر محور خار خم‌کن منطبق است.



(ج)

علامت نقطه‌ی عطف خم، عقب‌تر از محور خار خم‌کن قرار دارد.



(د)

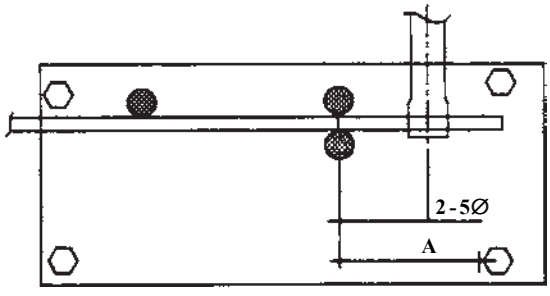
علامت نقطه‌ی عطف خم، جلوتر از محور خار خم‌کن قرار دارد .

شکل ۶۹ ــ۲

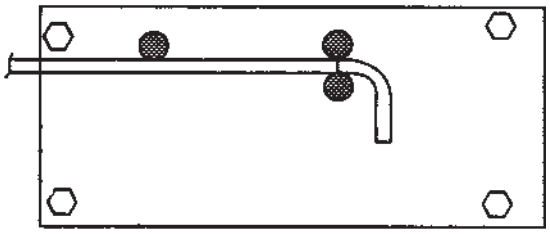
۴ــ با در نظر گرفتن حدّاقل قطر خم موردنیاز (براساس استاندارد مربوط و نوع میل‌گرد) فاصله‌ی قرارگیری آچار F نسبت به خار خم‌کن مشخص می‌شود. هر چه زاویه‌ی خم کم‌تر باشد، باید فاصله‌ی محلّ قرارگیری آچار F تا خار خم‌کن کم‌تر باشد. مثلاً برای خم کردن گوشه‌های ۹۰ درجه (میل‌گردهای اصلی)، این فاصله حدود ۲ تا ۵ برابر قطر میل‌گرد در نظر گرفته می‌شود (شکل ۷۰ ــ۲).

برای خم کردن قلاب انتهایی میل‌گردهای اصلی کوچک‌تر از ϕ۲۸ با حدّاقل قطر ϕ۵ ، این فاصله حدود ۷ــ۲ برابر قطر میل‌گرد انتخاب می‌شود (شکل ۷۱ــ۲) و در مورد حدّاقل قطر خم خاموت‌ها (ϕ۵ / ۲) این فاصله کم‌تر در نظر گرفته می‌شود.

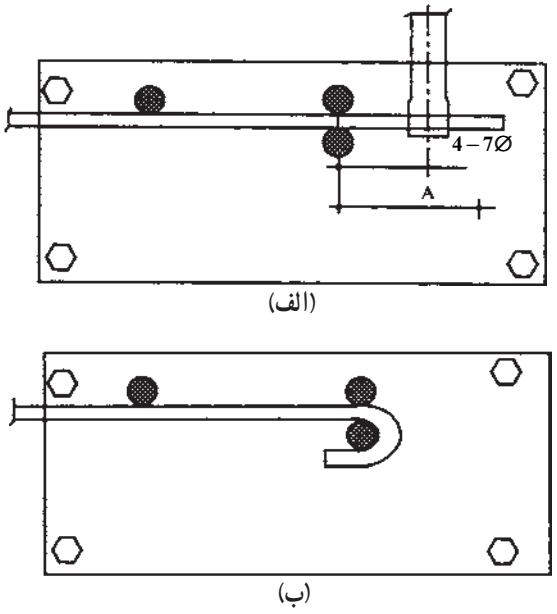
توجه: ارقام داده شده، صرفاً به‌عنوان محدوده‌ی اولیّه مطرح شده‌اند. ممکن است با استفاده از صفحات و آچارهای F



(الف)


(ب)

شکل ۷۰ــ۲

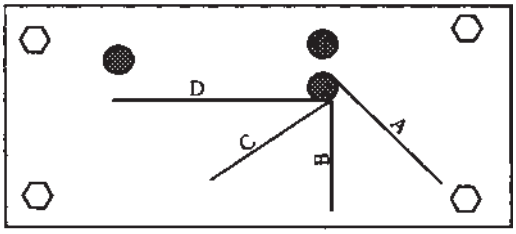


شکل ۷۱ــ۲

موجود در کارگاه‌ها و به کار بردن ارقام ذکر شده، خم‌های استاندارد موردنظر در میل‌گردها به‌وجود نیایند که در این صورت می‌توان با کم و زیاد کردن فاصله‌ی محلّ قرارگیری آچار F تا خار خم‌کن (روش آزمون و خطا)، محلّ مناسب قرارگیری آچار F را دقیقاً تعیین کرد.

۵ ــ بهتر است برای سرعت و سهولت در خم کردن میل‌گردها، مطابق شکل ۷۲ــ۲، زاویه‌ی خم‌های موردنظر، درروی صفحه‌ی خم‌کن علامت زده و مشخص شوند.

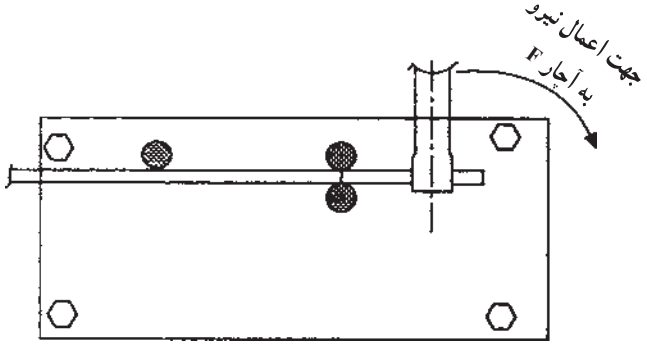
۶ ــ پس از تعیین موارد یاد شده، میل‌گرد، بین خارهای تکیه‌گاهی و خار خم‌کن قرار می‌گیرد و مانند شکل ۷۳ــ۲ به‌وسیله‌ی آچار F، با وارد کردن نیرو در جهت لازم، میل‌گرد تا محلّ مشخص شده بر روی صفحه، خم می‌شود.



خط A برای زاویه‌ی ۴۵ درجه　　خط B برای زاویه‌ی ۹۰ درجه

خط C برای زاویه‌ی ۱۳۵ درجه　　خط D برای زاویه‌ی ۱۸۰ درجه

شکل ۷۲ــ۲



شکل ۷۳ــ۲

در مورد قطعاتی که دارای چند خم هستند، باید توجه شود که کلّیه‌ی خم‌ها در یک صفحه (معمولاً افقی) قرار گیرند تا در مونتاژ میل‌گردها اشکالی به‌وجود نیاید (شکل ۷۴ــ۲).

شکل ۷۴ــ۲

۱ــ۲۲ــ۲ــ مراحل خم کردن میل‌گردهای راستا (سیتکا):

۱ــ پس از انتخاب میل‌گرد موردنظر، در صورتی که میل‌گرد کاملاً صاف نباشد، آن را با وسایل مربوط صاف کنید.

۲ــ میل‌گرد را در طول لازم (طول پزیسیون به اضافه‌ی قلاب‌های انتهایی) به‌وسیله‌ی قیچی یا سایر وسایل برش میل‌گرد قطع کنید.

۳ــ محلّ نقطه‌ی عطف خم را با گچ، مداد شمعی یا سنگ‌های چرب علامت‌گذاری کنید.

۴ــ پس از قرار دادن میل‌گرد در بین خارهای صفحه‌ی خم‌کن، آچار F را، با توجه به قطر میل‌گرد، در فاصله‌ی مناسب از خار خم‌کن قرار دهید (شکل ۷۵ــ۲).

شکل ۷۵ــ۲

۵ ــ با وارد کردن نیرو در جهت لازم، قلاب انتهایی اوّل را به‌وجود آورید (شکل ۷۶ــ۲).

۶ ــ از نقطه‌ی عطف قلاب اوّل، طول پزیسیون را به‌وسیله‌ی متر جدا کرده و با زدن علامت، نقطه‌ی عطف قلاب دوم را روی میل‌گرد مشخص کنید.

۷ ــ میل‌گرد را با توجه به محلّ قرارگیری محل نقطه‌ی

شکل ۷۶ــ۲

عطف، بین خار خم‌کن و خار نگه‌دارنده‌ی صفحه‌ی خم‌کن قرار داده، پس از کنترل این که قلاب انتهایی اوّل، کاملاً در صفحه‌ی افق قرار گرفته باشد، قلاب انتهایی دوم را به‌وجود آورید.

۸ ــ اندازه‌ی پشت تا پشت میل‌گرد خم شده را با متر کنترل کنید (شکل ۷۷ــ۲).

شکل ۷۷ــ۲

۲ــ۲۲ــ۲ــ مراحل ساخت خاموت:

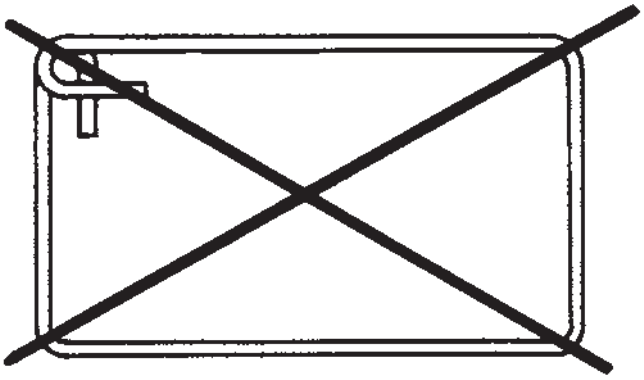
۱ــ میل‌گرد لازم را انتخاب کرده و در صورت نیاز، آن را صاف کنید.

۲ــ طول لازم رااندازه‌گیری کنید و پس از علامت‌گذاری آن را با قیچی (معمولاً قیچی دستی به خاطر کم بودن قطر میل‌گرد) ببرید.

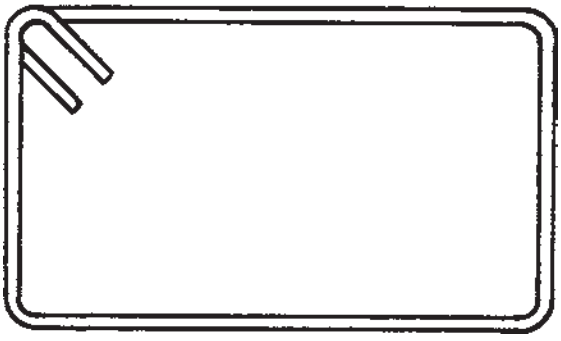
۳ــ قلاب اوّل را با در نظر گرفتن کلیّه‌ی نکات لازم به‌وجود آورید.

تذکّر: به علّت این که قلاب‌های خاموت‌های بسته روی یکدیگر قرار می‌گیرند، در صورتی که این قلاب‌ها با زاویه‌ی ۱۸۰ درجه خم شوند، مونتاژ میل‌گردهای اصلی در گوشه‌ها بسیار مشکل خواهد بود، لذا این قلاب‌ها را با زاویه‌ی ۱۳۵ درجه خم می‌کنند تا امکان مونتاژ میل‌گردهای اصلی در گوشه‌ها فراهم شود (شکل ۷۸ــ۲).

۴ــ بر روی میل‌گرد، ضلع اوّل را با متر، از نقطه‌ی عطف قلاب اوّل اندازه‌گیری کرده و پس از علامت‌گذاری (شکل ۷۹ــ۲ــ الف) با رعایت کلیّه‌ی نکات فنی یاد شده، آن را مطابق شکل ۷۹ــ۲ــ ب خم کنید.

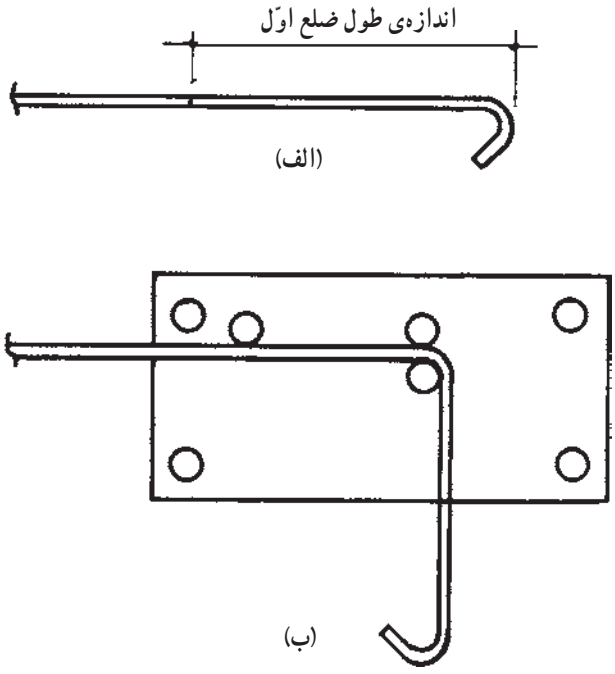


الف ــ خاموت با قلاب نامناسب برای مونتاژ میل‌گرد در گوشه

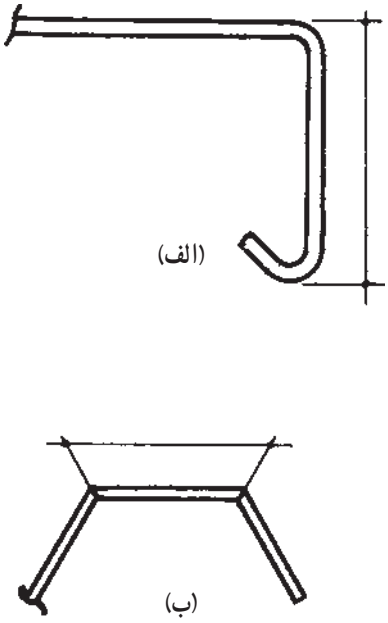


ب ــ خاموت با قلاب مناسب برای مونتاژ میل‌گرد در گوشه

شکل ۷۸ــ۲



شکل ۷۹ــ۲



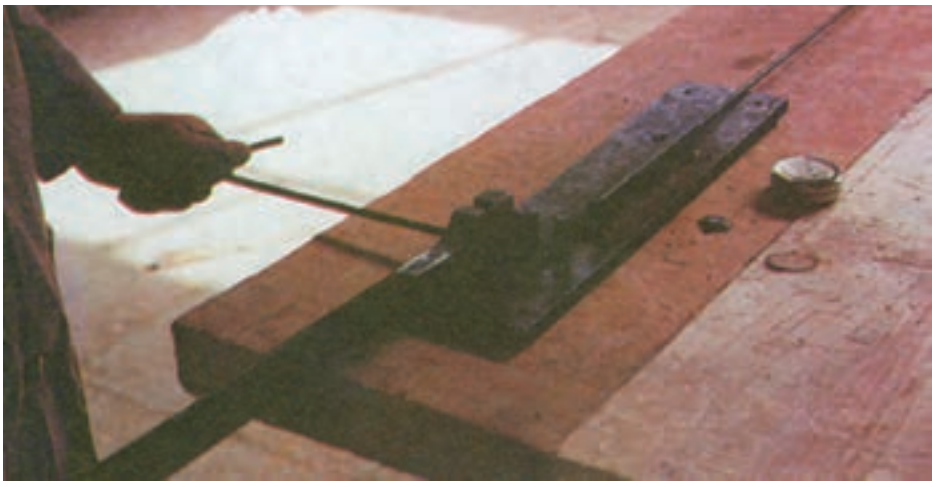
شکل ۸۰ــ۲

۵ ــ طول ضلع خم شده را کنترل کنید.

تذکّر: در خم‌های ۹۰ درجه، اندازه‌ی طول از پشت تا پشت قطعه، مطابق شکل ۸۰ــ۲ــ الف اندازه‌گیری می‌شود و در مورد سایر خم‌ها، از محور تا محور خم اندازه‌گیری می‌شود (شکل ۸۰ــ۲ــ ب).

۶ ــ اضلاع بعدی را مطابق شرح داده شده اندازه‌گیری کرده و خم‌ها را به‌وجود آورید. پس از ساخت خاموت آن را از نظرصحّت اندازه‌ی طول و زوایا کنترل کنید. در شکل‌های ۸۱ــ۲، ۸۲ــ۲ ، ۸۳ــ۲ و ۸۴ــ۲، مراحل خم کردن یک خاموت مستطیل شکل را مشاهده می‌کنید.

شکل ۸۱ــ۲



شکل ۸۲ ــ ۲

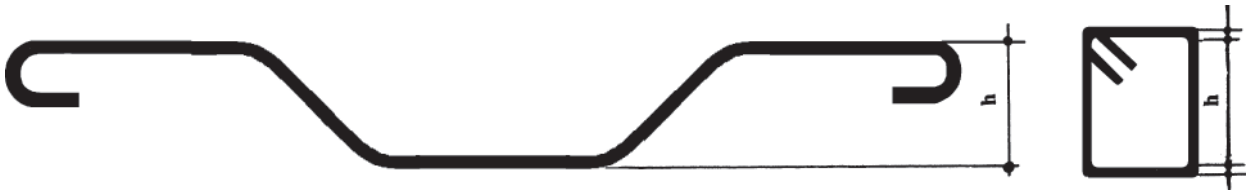
شکل ۸۳ ــ ۲

شکل ۸۴ ــ ۲

۲۳ــ۲ــ ساخت اتکا

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

۱ــ چون معمولاً اتکاها در داخل خاموت‌ها قرار می‌گیرند، باید توجه شود که ارتفاع اتکا (پشت تا پشت) برابر اندازه‌ی داخلی خاموت باشد (شکل ۸۵ ــ۲).



شکل ۸۵ ــ۲

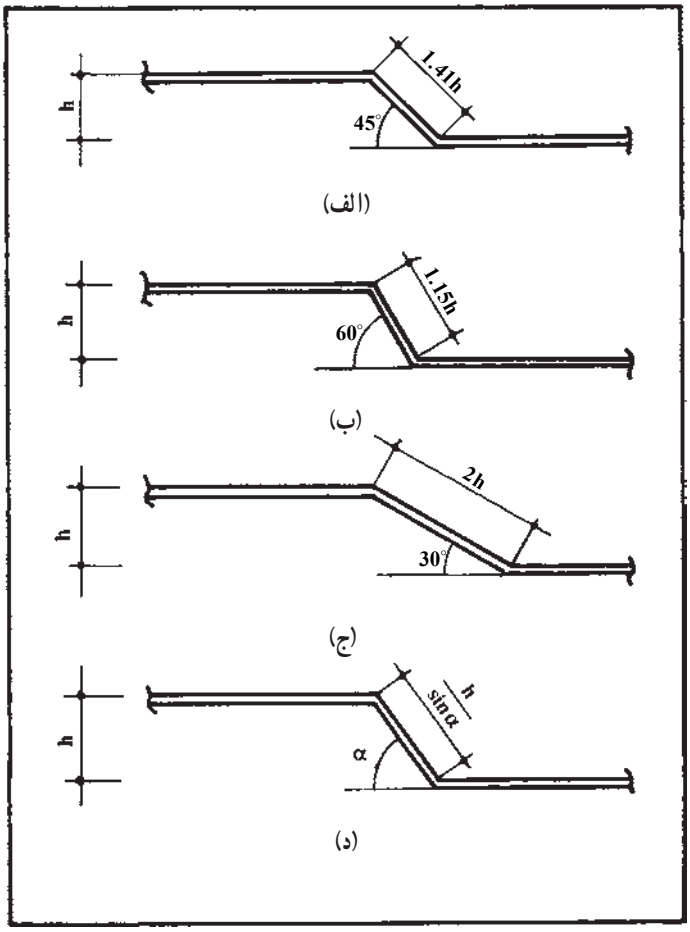
۲ــ طول مورب اتکاها با توجه به زاویه‌ی خم و ارتفاع اتکا محاسبه می‌شود. در صورتی که زاویه‌ی اتکا ۴۵ درجه باشد، طول مورب، ۱/۴۱ برابر ارتفاع اتکا می‌باشد ؛ (شکل ۸۶ ــ۲ــ الف).

اگر زاویه‌ی اتکا ۶۰ درجه باشد، طول مورب ۱/۱۵ برابر ارتفاع اتکا خواهد بود (شکل ۸۶ ــ۲ــ ب).

در صورتی که زاویه‌ی اتکا ۳۰ درجه باشد، طول مورب ۲ برابر ارتفاع اتکا خواهد شد (شکل ۸۶ ــ۲ ــ ج).

در مورد سایر زوایا می‌توان با تقسیم ارتفاع اتکا بر سینوس زاویه‌ی خم، طول مورب را به‌دست آورد (شکل ۸۶ ــ۲ــ د).

در شکل‌های ۸۷ ــ۲، ۸۸ ــ۲، ۸۹ ــ۲، ۹۰ــ۲، ۹۱ــ۲ و ۹۲ــ۲، مراحل خم کردن یک اتکا نمایش داده شده است.



شکل ۸۶ ــ۲

شکل ۸۷ ــ ۲

شکل ۸۸ ــ ۲

شکل ۸۹ ــ ۲

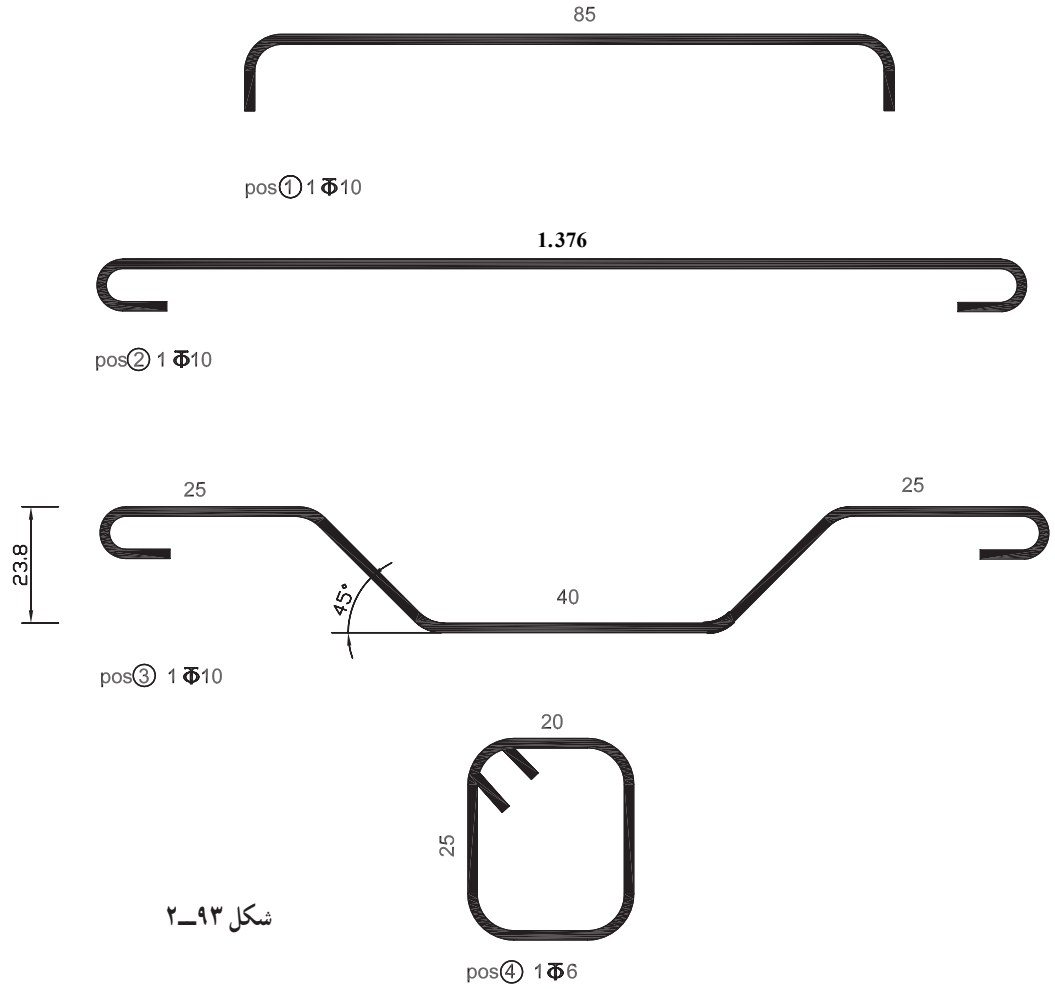
شکل ۹۰ــ۲

شکل ۹۱ــ۲

شکل ۹۲ــ۲

تمرین ۸

هر دانش‌آموز، مطابق شکل ۹۳ــ۲، پزیسیون‌های ۱ تا ۴ را با توجه کامل به نکات فنّی آموزش داده شده با دقّت بسازد و پس از ارزشیابی، میل‌گردها را صاف کرده و در محلّ خود قرار دهد.



شکل ۹۳ــ۲

۲۴ــ۲ــ بستن (مونتاژ) میل‌گردها

پس از خم کردن و شکل دادن به میل‌گردهای لازم، باید آن‌ها را به یکدیگر، به شکل خواسته شده مطابق طرح و نقشه پیوند داد. این عمل به محل و نوع کار بستگی دارد. گاهی مونتاژ تمام یا قسمتی از میلگردها در خارج از قالب انجام می‌شود و گاهی این عمل در رو یا کنار قالب انجام می‌گیرد. برای کارهای کوچک (نظیر تمرین تیر بتنی این کتاب) با در نظر گرفتن وزن نسبتاً کم مجموعه‌ی میل‌گردها، بهتر است مونتاژ در خارج از قالب انجام شود. به منظور ایجاد وضعیت مناسب برای مونتاژ میل‌گردها با سرعت و دقت کافی و جلوگیری از وارد شدن فشارهای بی‌مورد به کمر، پا و غیره (در اثر خم شدن یا نشستن روی پاها)، بهتر است میل‌گردها روی خرک‌های چوبی یا فلزی مونتاژ شوند. در شکل ۹۴ــ۲ خرک‌های فلزی کناری و وسط نشان داده شده است. این خرک‌ها را می‌توان ثابت یا متحرک ساخت که نوع متحرک آن به مراتب بهتر از نوع ثابت است. در شکل ۹۵ــ۲ طریق کم و زیاد کردن ارتفاع خرک با استفاده از سوراخ‌های تعبیه شده در پایه‌ها و میله‌ی نگه‌دارنده را می‌بینید. در شکل ۹۶ــ۲ مونتاژ میل‌گرد تیر بتنی را با استفاده از خرک فلزی متحرک مشاهده می‌کنید.

در صورت عدم وجود خرک، می‌توان از تخته‌هایی که به‌وسیله‌ی تنگ به میز کار متصل می‌شوند کمک گرفت و برای مونتاژ میل‌گردها از آن‌ها استفاده کرد (شکل ۹۷ــ۲).

شکل ۹۴ــ۲ــ خرک‌های فلزی برای مونتاژ میل‌گرد

شکل ۹۵ــ۲ــ خرک قابل تنظیم برای ارتفاع‌های متفاوت

شکل ۹۶ــ۲ــ مونتاژ میل‌گرد با استفاده از خرک فلزی متحرک

شکل ۹۷ــ۲ــ مونتاژ میل‌گرد با استفاده از تخته‌هایی که با پیچ‌دستی به میز متصل شده‌اند.