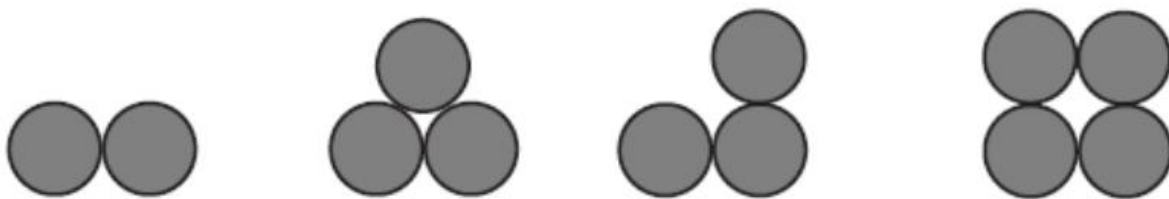


## گروه میلگردها در سازه‌های بتنی؛ ضوابط، الزامات و نکات طراحی

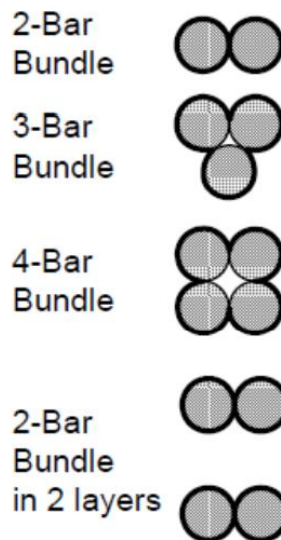
در طراحی و اجرای سازه‌های بتن آرمه، گاهی برای تأمین سطح مقطع لازم فولاد در فضاهای محدود، چند میلگرد به صورت دسته‌ای یا گروهی در کنار هم قرار می‌گیرند. به این مجموعه‌ها در آیین‌نامه بتن ایران (مبحث نهم مقررات ملی ساختمان) اصطلاحاً گروه میلگردها (Rebar Groups) گفته می‌شود.



استفاده از گروه میلگردها زمانی ضروری است که ابعاد عضو اجازهی توزیع مناسب میلگردها را نمی‌دهد یا به دلایل اجرایی و ازدحام آرماتورها، تمرکز میلگردها در یک ناحیه اجتناب‌ناپذیر است. با این حال، قرارگیری چند میلگرد در مجاورت یکدیگر باعث تغییر رفتار بتن و فولاد در ناحیه‌ی اطراف می‌شود؛ بنابراین آیین‌نامه محدودیت‌ها و الزامات دقیقی برای این حالت تعیین کرده است.

## ۲. ضوابط کلی تشکیل گروه میلگردها (بندهای ۱-۲۱-۵ تا ۲-۲۱-۵)

طبق بند ۱-۲۱-۵ مبحث نهم، تعداد میلگردها در هر گروه محدود به چهار عدد است و این میلگردها باید به نحوی در کنار هم قرار گیرند که به‌عنوان یک واحد عملکردی عمل کنند. در ادامه، بند ۱-۲۱-۵ توضیح می‌دهد که می‌توان از آرایش‌های مثلثی، مربعی یا شکل L برای چیدمان گروه‌های سه‌تایی یا چهارتایی استفاده کرد، به شرط آنکه بیش از دو میلگرد در یک صفحه قرار نگیرند. هدف از این محدودیت، جلوگیری از ایجاد فضاهای خالی بین میلگردها و تأمین پوشش مناسب بتن در اطراف تمام میلگردهاست.

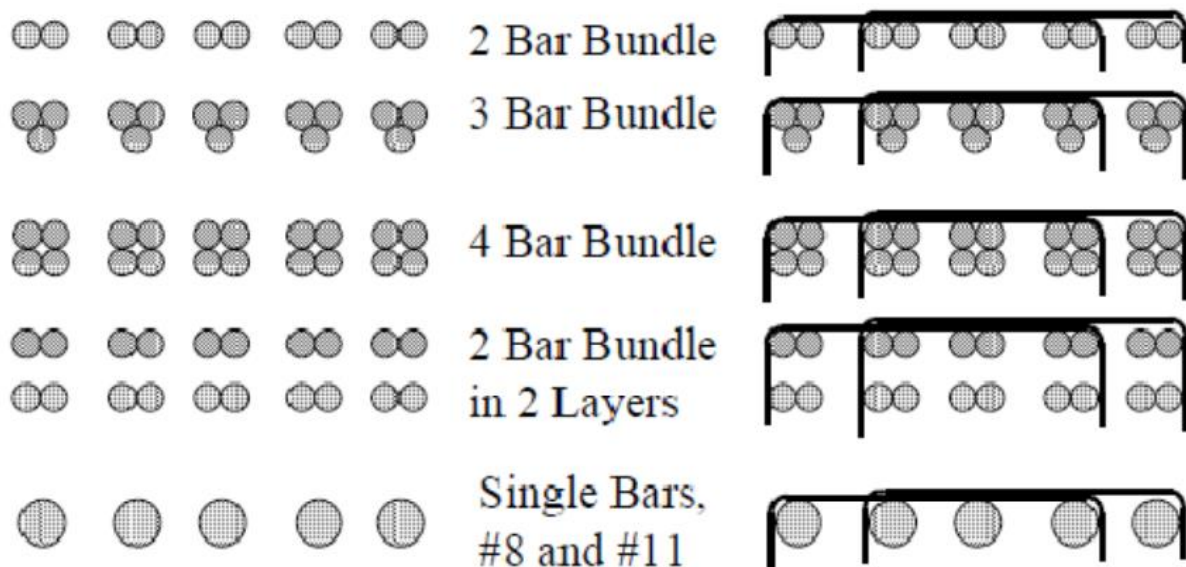


## ۳. خاموت‌گذاری و محصورسازی گروه میلگردها (بند ۳-۲۱-۵)

بر اساس بند ۳-۲۱-۵، هر گروه میلگرد باید به وسیله‌ی آرماتورهای عرضی (خاموت‌ها یا رکابی‌ها) به‌طور کامل محصور شود تا رفتار یکپارچه‌ی گروه تضمین گردد. در حالت فشاری، خاموت‌های عرضی پیرامون گروه میلگردها باید حداقل قطری برابر ۱۲ میلی‌متر داشته باشند. این الزام به‌ویژه در ستون‌ها اهمیت زیادی دارد، چرا که نبود خاموت مناسب باعث جدایی میلگردهای داخلی و کاهش مقاومت فشاری مقطع می‌شود.

#### ۴. محدودیت‌ها در تیرها و محل‌های وصله (بندهای ۵-۲۱-۳ تا ۵-۲۱-۵)

مطابق بند ۵-۲۱-۳، در تیرها استفاده از میلگردهایی با قطر بیش از ۳۴ میلی‌متر به صورت گروهی مجاز نیست. علت این محدودیت، خطر ایجاد حفره و ناحیه‌ی غیرتراکم در بتن اطراف گروه است که می‌تواند موجب کاهش چسبندگی و دوام عضو شود. بند ۵-۲۱-۴ نیز مشخص می‌کند که محل قطع هر میلگرد در گروه باید در طولی حداقل برابر ۴۰ برابر قطر میلگرد بزرگ‌تر گروه از محل قطع دیگر میلگردها فاصله داشته باشد تا تمرکز تنش در ناحیه‌ی وصله کاهش یابد.

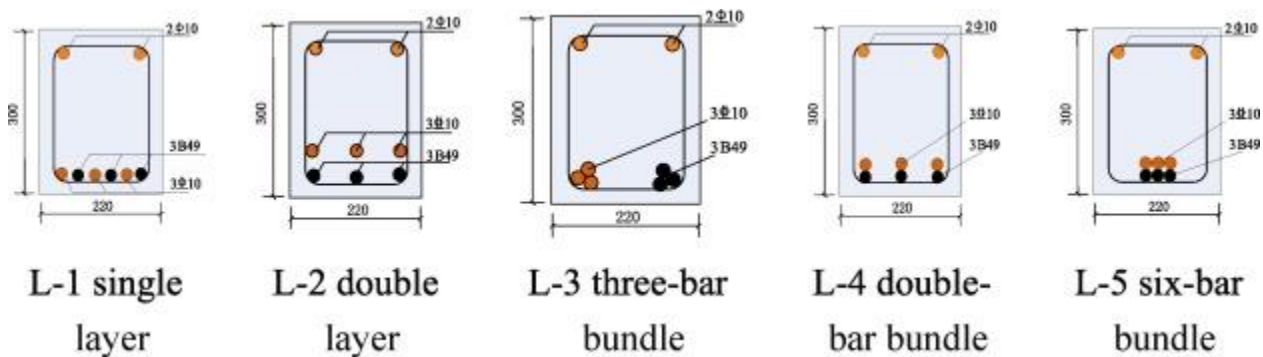


#### ۵. الزامات مربوط به فاصله، وصله و طول مهاری (بندهای ۵-۲۱-۵ تا ۵-۲۱-۸)

در بند ۵-۲۱-۵ آمده است که در گروه میلگردهایی که بیش از دو میلگرد در یک صفحه قرار می‌گیرند، محورهای میلگردها نباید در یک صفحه واقع شوند، مگر در محل وصله. در بند ۵-۲۱-۶ نیز نحوه‌ی کنترل فاصله، پوشش بتن و ضریب محصورشدگی تشریح شده است. آیین‌نامه توصیه می‌کند قطر معادل گروه میلگرد به گونه‌ای فرض شود که سطح مقطع کل گروه با

سطح مقطع یک میلگرد فرضی برابر باشد. مرکز این میلگرد فرضی باید با مرکز هندسی گروه منطبق در نظر گرفته شود.

همچنین، در بند ۷-۲۱-۵ طول گیرایی میلگردها در گروه‌ها بیان شده است. برای میلگردهای دوتایی، طول گیرایی باید برابر طول گیرایی میلگرد منفرد باشد. برای گروه‌های سه‌تایی و چهارتایی، این مقدار به ترتیب ۲۰ درصد و ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.



در بند ۸-۲۱-۵ به وصله‌ی پوششی در گروه میلگردها اشاره شده است. در این بند تأکید می‌شود که طول وصله پوششی باید براساس طول گیرایی میلگرد منفرد محاسبه شود و در امتداد وصله‌ها، نباید وصله‌ی تک‌میلگردها با گروه دیگر هم‌پوشانی داشته باشد. به عبارت دیگر، وصله‌ی پوششی دو گروه مجاور نباید در یک مقطع انجام شود.

#### ۶. حداقل قطر خاموت‌ها و پوشش بتنی برای گروه میلگردها (بندهای ۲۱-۶-۲ و ۸-۴-۱)

در بند ۲۱-۶-۲ مبحث نهم، حداقل قطر خاموت‌ها برای میلگردهای طولی یا گروه میلگردهای طولی مشخص شده است.

برای میلگردهای منفرد تا قطر ۳۲ میلی‌متر، حداقل قطر خاموت باید ۱۰ میلی‌متر باشد، و برای میلگردهای با قطر بیش از ۳۲ میلی‌متر، این مقدار حداقل ۱۲ میلی‌متر تعیین شده است. این مقادیر برای گروه میلگردهای طولی حداقل ۱۲ میلی‌متر تعیین شده است. در بند ۱-۸-۴ مربوط به دوام در شرایط محیطی معمولی، حداقل ضخامت پوشش بتنی روی گروه

میلگردها مشخص شده است. برای مثال، بند ۲-۱-۸-۴ بیان می‌کند که ضخامت پوشش نباید از مقدار تعیین‌شده در جدول ۴-۵ کمتر باشد. همچنین برای گروه میلگردها، ضخامت پوشش باید بر اساس قطر معادل گروه میلگردها در نظر گرفته شود تا محافظت کافی در برابر خوردگی فراهم شود.



در شرایطی که میلگردها در تماس مستقیم با خاک یا بتن در معرض رطوبت دائمی هستند، حداقل ضخامت پوشش بتنی افزایش می‌یابد. مطابق بند ۲-۱-۸-۴ ب، این مقدار در تماس دائمی با خاک، ۵۰ میلی‌متر و برای تماس غیرمستقیم یا کوتاه‌مدت ۷۵ میلی‌متر در نظر گرفته می‌شود.

رعایت این پوشش برای گروه میلگردها اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا در صورت زنگ‌زدگی یکی از میلگردهای داخلی، دسترسی برای ترمیم یا جایگزینی وجود ندارد و خرابی به کل گروه منتقل می‌شود.

### معادلسازی سایز گروه میلگردها

گروه میلگردها (**Bundled Bars**) باید به صورت یک میلگرد فرضی معادل در نظر گرفته شوند؛ به این معنا که سطح مقطع کل گروه برابر با سطح مقطع یک میلگرد منفرد فرض می‌شود و بر اساس آن، قطر معادل (**Equivalent Diameter**) محاسبه می‌گردد.

بعنوان مثال سه میلگرد ۱۶ و ۱۸ و ۲۰ تشکیل گروه میلگرد داده اند قدر معادل به صورت زیر محاسبه می شود:

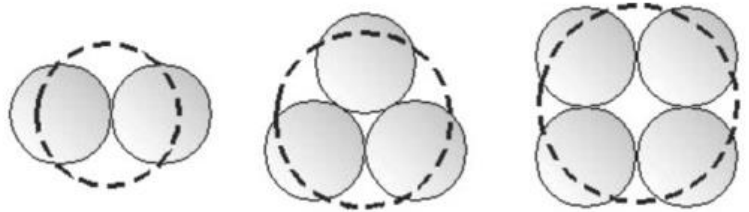
$$\frac{\pi * d_1^2}{4} + \frac{\pi * d_2^2}{4} + \frac{\pi * d_3^2}{4} = \frac{\pi * d_{eq}^2}{4}$$

$$\frac{\pi * 16^2}{4} + \frac{\pi * 18^2}{4} + \frac{\pi * 20^2}{4} = \frac{\pi * d_{eq}^2}{4}$$

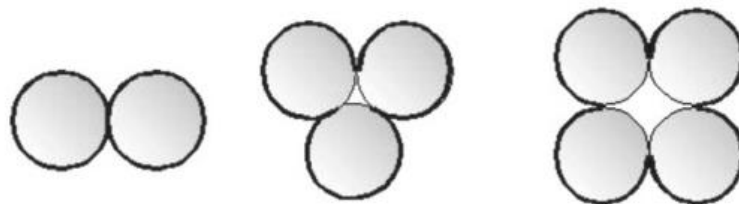
$$16^2 + 18^2 + 20^2 = d_{eq}^2$$

$$d_{eq} = 31.3$$

Equivalent bar



External perimeter



## ۸. جمع‌بندی و نکات اجرایی

گروه میلگردها ابزاری مفید در طراحی اعضای فشرده‌ی بتنی هستند، اما نیازمند دقت زیاد در آرایش، خاموت‌گذاری و وصله‌سازی‌اند.

برای اجرای صحیح گروه میلگردها باید به موارد زیر توجه شود:

- در هیچ شرایطی بیش از چهار میلگرد در یک گروه استفاده نشود (بند ۱-۲۱-۵).
- میلگردها در بیش از دو ردیف یا صفحه قرار نگیرند (بند ت-۱-۲۱-۵).
- خاموت‌ها با قطر کافی، تمام گروه را محصور کنند (بند ۳-۲۱-۵).
- محل وصله‌ها در گروه‌های مجاور هم‌پوشانی نداشته باشند (بند ۸-۲۱-۵).
- حداقل ضخامت پوشش بتنی و فاصله‌ی خاموت‌ها مطابق بندهای ۲۱-۶-۲ و ۱-۸-۴ رعایت شود.

در نهایت، رعایت این ضوابط نه‌تنها موجب افزایش ایمنی و دوام سازه می‌شود، بلکه از مشکلات اجرایی و ترک‌های ناشی از تراکم زیاد فولاد نیز جلوگیری می‌کند. در طراحی سازه‌های بتن‌آرمه، استفاده از گروه میلگردها باید با تحلیل دقیق، کنترل فاصله‌ها و لحاظ اثرات هم‌پوشانی انجام گیرد تا عملکرد واقعی عضو مطابق فرضیات طراحی باقی بماند.

