

نکات کلیدی در نظارت سازه‌های بتنی با شکل‌پذیری ویژه

تهیه و تنظیم: مهدی علیرضایی



الف) مقدمه

سازه‌های بتنی در سه رده شکل‌پذیری (معمولی، متوسط و ویژه) طراحی و اجرا می‌شوند. متأسفانه بعضاً مشاهده شده که ناظران این سازه‌ها بدون توجه به شکل‌پذیری آن سازه، کار خود را انجام می‌دهند. اگرچه در نقشه‌های طراحی شده توسط مهندس محاسب بایستی دتایل‌های مورد نیاز و جزئیات اجرایی متناسب با شکل‌پذیری سازه وجود داشته باشد، ولیکن ناظر نیز بایستی به این مورد که شکل‌پذیری سازه چیست، اشراف کافی داشته باشد. استفاده از شکل‌پذیری معمولی در مناطق با لرزه‌خیزی بالا برای مجاز نیست و اکثراً طراحان از شکل‌پذیری متوسط استفاده می‌کنند. لیکن استفاده از سازه بتنی با شکل‌پذیری متوسط نیز طبق جدول ۳-۴ استاندارد ۲۸۰۰، تا حداکثر ۳۵ متر مجاز است. در این نوشتار برخی نکات نظارتی برای سازه‌های ویژه بطور خلاصه بررسی می‌شوند.

ب) کنترل‌های مهم اجرایی

در ادامه به برخی نکات مهم در نظارت سازه‌های خمشی ویژه بتنی اشاره خواهد شد:

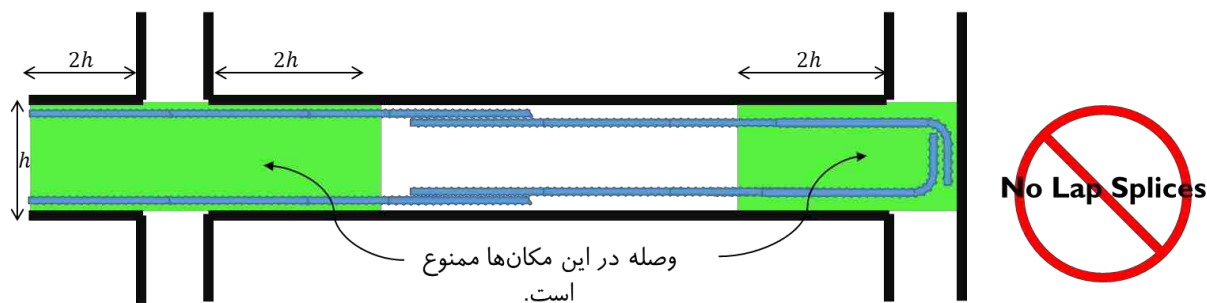
۱- به محل وصله‌های تیر دقت زیادی داشته باشید!

طبق ضوابط آیین‌نامه، استفاده از وصله پوششی در مکان‌های زیر برای تیرها، مجاز نیست:

الف) در اتصالات تیرها به ستون‌ها

ب) در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از بر تکیه‌گاه

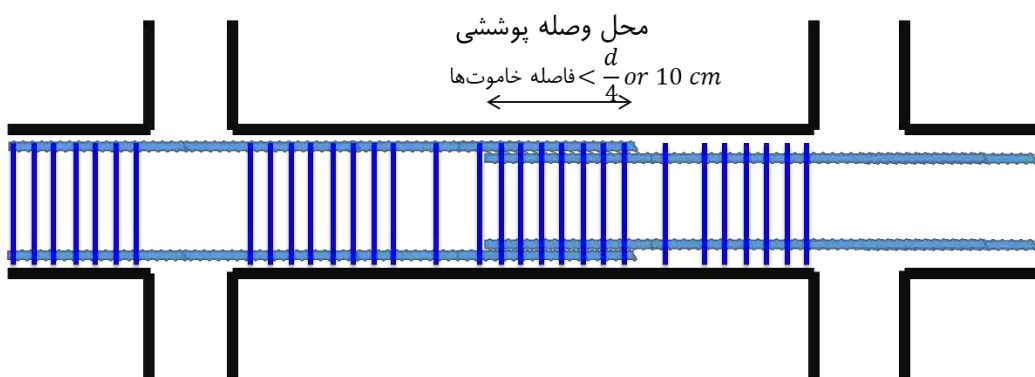
موارد فوق در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱. مکان‌های ممنوعه برای وصله آرماتورهای طولی تیر.

۲- در محل وصله آرماتورهای تیر، نیاز به خاموت‌های با تراکم بالا است!

طبق ضوابط، استفاده از وصله پوششی در میلگردهای طولی خمشی فقط در شرایطی مجاز است که در تمام طول وصله آرماتور عرضی از نوع دورگیر یا دورپیچ موجود باشد. فواصل سفته‌های آرماتور عرضی در برگزیده وصله از یکدیگر نباید بیشتر از کوچکترین دو مقدار یک چهارم ارتفاع موثر و ۱۰ سانتیمتر باشد. این مورد، در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۲. خاموت‌گذاری در محل وصله آرماتورهای تیر.

۳- در تیرها در طول قسمت بحرانی تیرها که در زیر مشخص می‌شوند، آرماتور عرضی باید از نوع دورگیر بوده و شرایط بند بعدی را تامین کنند:

الف) در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از هر تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه

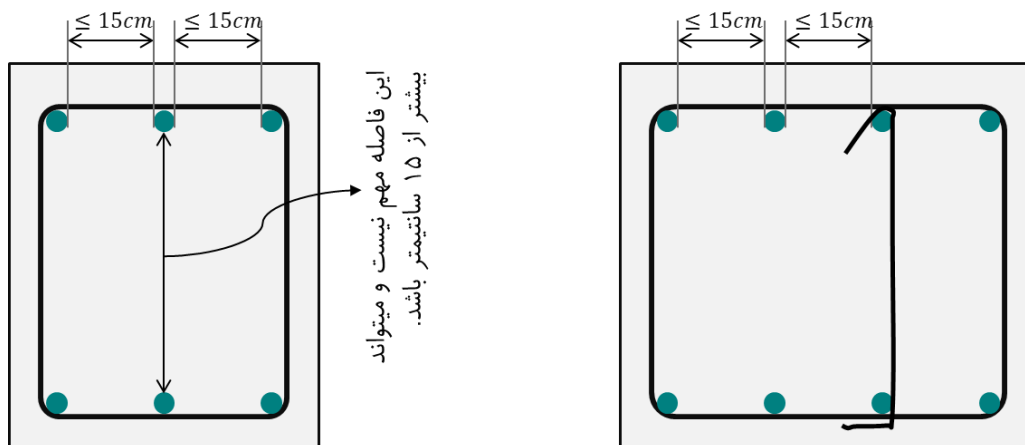
ب) در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع در دو سمت مقطعی که در آن امکان تشکیل مفصل پلاستیک در اثر تغییرشکل جانبی غیرالاستیک قاب وجود دارد.

۴- در قسمت‌هایی از تیر که در بند قبل به آن اشاره شد (در طولی معادل دو برابر ارتفاع مقطع از هر تکیه‌گاه)، میلگردهای طولی اصلی در مجاورت رویه‌های کششی عضو باید دارای تکیه‌گاه عرضی مطابق ضوابط زیر باشند. فاصله مرکز به مرکز میلگردهای خمشی که دارای تکیه‌گاهی جانبی هستند، نباید بیش از ۳۵ سانتیمتر باشد. برای آرماتورهای جلدی نیازی به تکیه‌گاه عرضی نیست.

الف) هر میلگرد طولی واقع در گوشه مقطع و سایر میلگردهای طولی بصورت یک در میان باید توسط خم با زاویه کمتر یا مساوی ۱۳۵ درجه مهار شود.

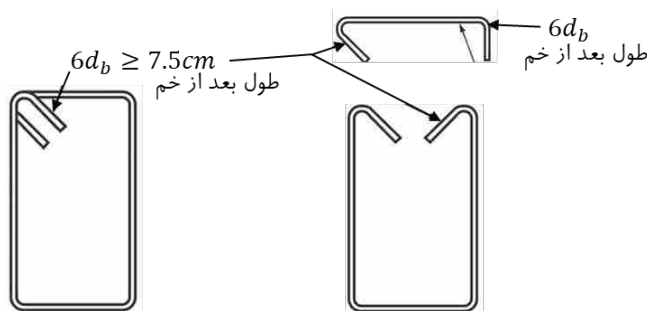
ب) میلگرد طولی بدون مهار جانبی نباید فاصله آزاد بیش از ۱۵ سانتیمتر از میلگرد طولی مهار شده داشته باشد. (شکل ۳)

پ) مهار تنگ‌ها در مقاطع مستطیلی با قلاب استاندارد که میلگرد طولی را در بر گرفته، انجام می‌شود.



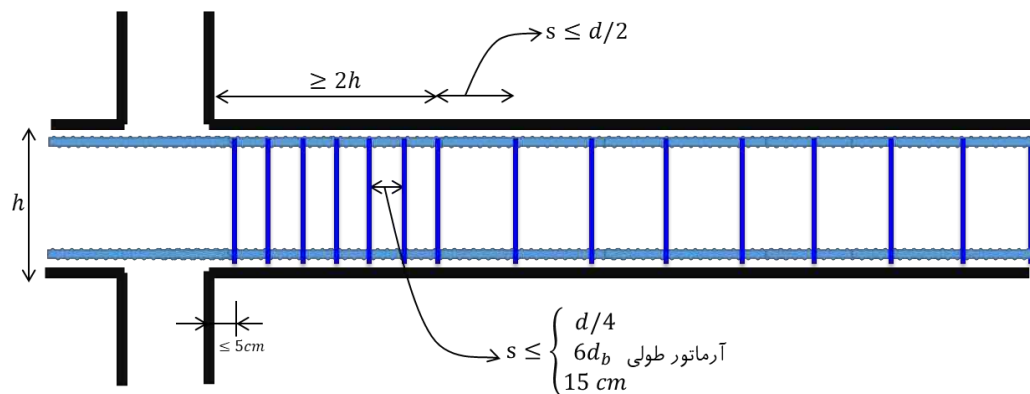
شکل ۳. مهار آرماتورهای طولی تیر در محل بحرانی.

۵- دورگیر در تیرها را می‌توان با دو قطعه میلگرد ساخت. یک میلگرد به شکل U که در دو انتها دارای قلاب لرزه‌ای باشد و میلگرد دیگر به شکل میلگرد دوخت که با میلگرد اول یک دورگیر تشکیل دهند. خم ۹۰ درجه میلگردهای دوخت متوالی که یک میلگرد طولی را در بر می‌گیرند باید بطور یک در میان در دو سمت تیر قرار داده شوند. چنانچه میلگردهای طولی که توسط میلگردهای دوخت نگهداری شده‌اند در داخل یک دال که تنها در یک سمت عضو خمشی قرار دارد محصور باشند، خم ۹۰ درجه میلگردهای دوخت را می‌توان در آن سمت دال قرار داد.



شکل ۴. روشی دیگر برای ساخت میلگردهای عرضی دورگیر.

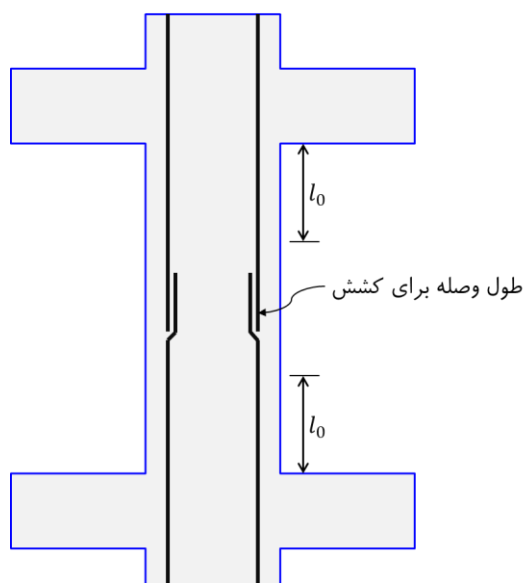
۶- فاصله اولین دورگیر از بر تکیه‌گاه بیشتر از ۵ سانتیمتر نباشد. همچنین فاصله بین آنها از یکدیگر نباید بیشتر از یک چهارم ارتفاع موثر مقطع، ۶ برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی به جز میلگرد طولی جلدی و ۱۵ سانتیمتر اختیار شود. (شکل ۵)



شکل ۵. حداکثر فاصله اولین خاموت از بر ستون و بقیه خاموت‌ها از یکدیگر.

۷- در قسمت‌هایی از طول تیر که به دورگیر نیازی نیست، خاموت‌ها باید در دو انتها دارای قلاب لرزه‌ای بوده و فاصله آنها از یکدیگر کمتر یا مساوی نصف ارتفاع موثر باشد. (شکل ۵)

۸- استفاده از وصله پوششی در میلگرد طولی فقط در نیمه میانی طول ستون مجاز است!

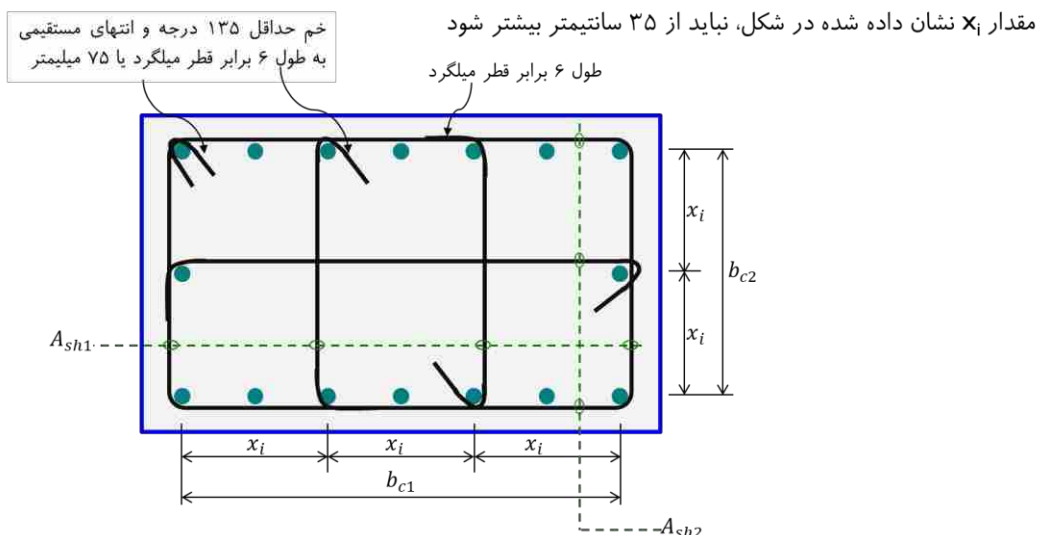


شکل ۶ محل وصله آرماتورهای ستون.

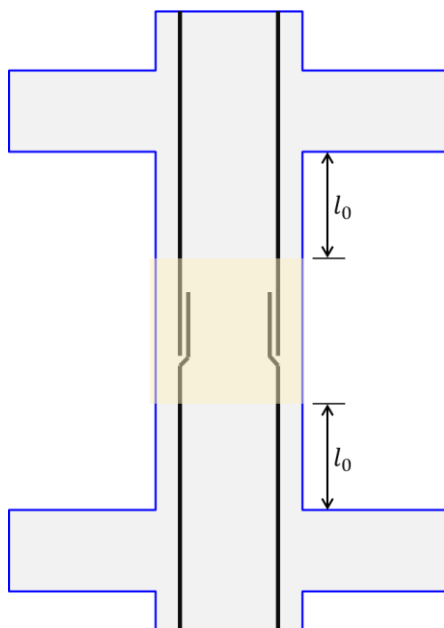
۹- در ستون‌ها ناحیه‌ای در بالا و پایین آنها به طول L_0 (که آن ناحیه بحرانی گفته می‌شود) خاموت گذاری بصورت متراکم‌تر صورت می‌گیرد. طول L_0 از بر اتصال به تیرها برابر بیشترین، یک ششم ارتفاع یا دهانه آزاد ستون، عمق ستون مقطع مستطیلی شکل یا قطر مقطع دایره ای شکل در بر اتصال به اعضای دیگر و یا سایر مقاطعی که ممکن است در آنها لولای پلاستیک ایجاد شود و ۴۵ سانتیمتر در نظر گرفته شود. فواصل خاموت‌ها در این ناحیه طبق نقشه باید کنترل شود.

۱۰- استفاده از خاموت یا قلاب دوخت با قطر کمتر از ۱۰ میلیمتر، مجاز نیست.

۱۱- آرماتورها در محیط ستون باید به ی آرایش داده شوند که فاصله آرماتورهای طولی، h_x که به قلاب های دوخت و یا گوشه دورگیرها متکی هستند، از یکدیگر بیشتر از ۳۵ سانتیمتر نباشد. در شکل ۷، مثالی از این مورد نشان داده شده است.

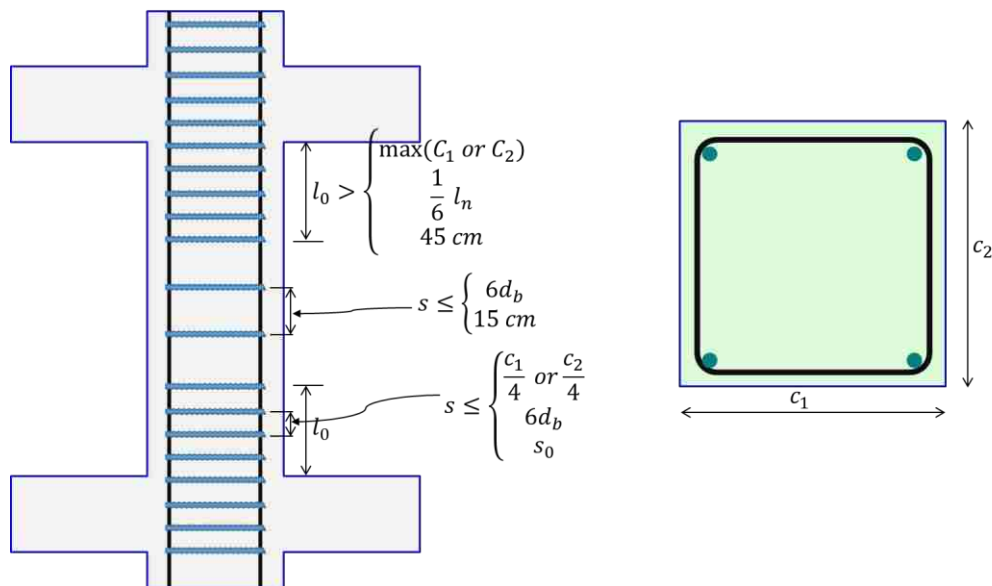


۱۲- در قسمت‌هایی از طول ستون که آرماتور عرضی ویژه اجرا نمی‌شود، باید آرماتورهای عرضی به صورت دورپیچ یا دورگیر با قطر حداقل ۱۰ میلیمتر برای میلگردهای طولی تا قطر ۳۲ و قطر ۱۲ برای میلگردهای طولی به قطر ۳۴ و بزرگتر و یا گروه میلگردهای طولی داشته باشد. فاصله این آرماتورهای عرضی در هر حال نباید از شش برابر قطر کوچکترین میلگرد طولی و یا ۱۵ سانتیمتر بیشتر اختیار شود.

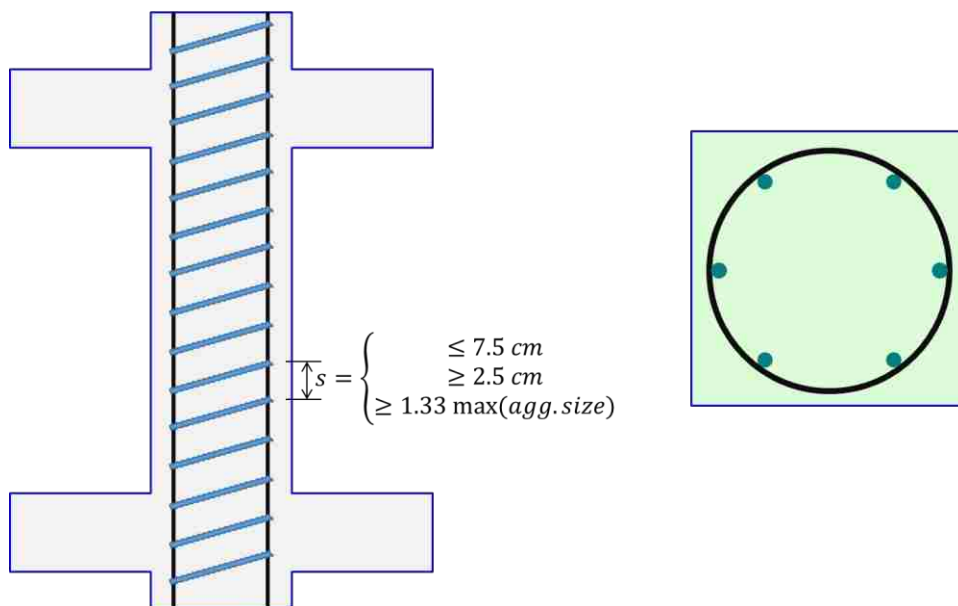


شکل ۸. قسمت‌هایی از طول ستون که آرماتور عرضی ویژه اجرا نمی‌شود.

۱۳- در شکل ۹ و ۱۰، خلاصه‌ای از حداکثر فواصل آرماتورهای عرضی ستون نشان داده شده است. در صورتی که نقشه‌ها فاصله‌ای کمتر از این مقادیر را نشان دهند، آن ملاک عمل است.

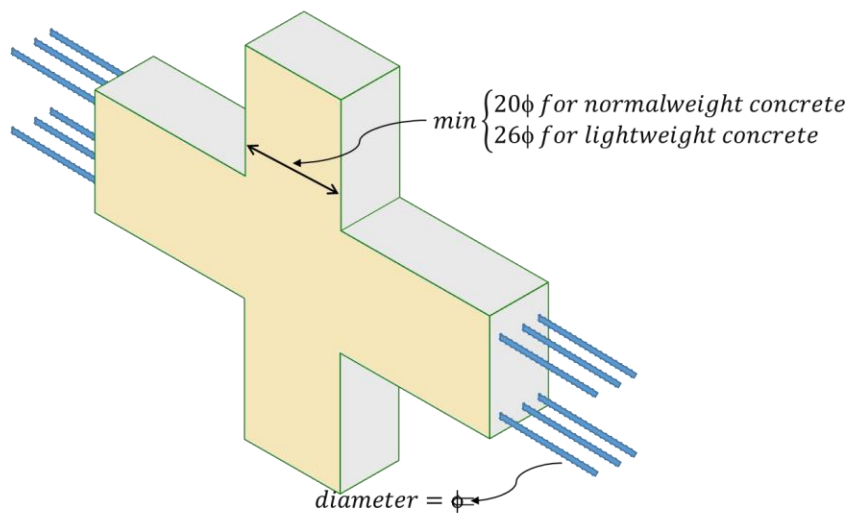


شکل ۹. خلاصه آرماتورهای عرضی ستون مربع مستطیلی.



شکل ۱۰. خلاصه آرماتورهای عرضی ستون دایره‌ای.

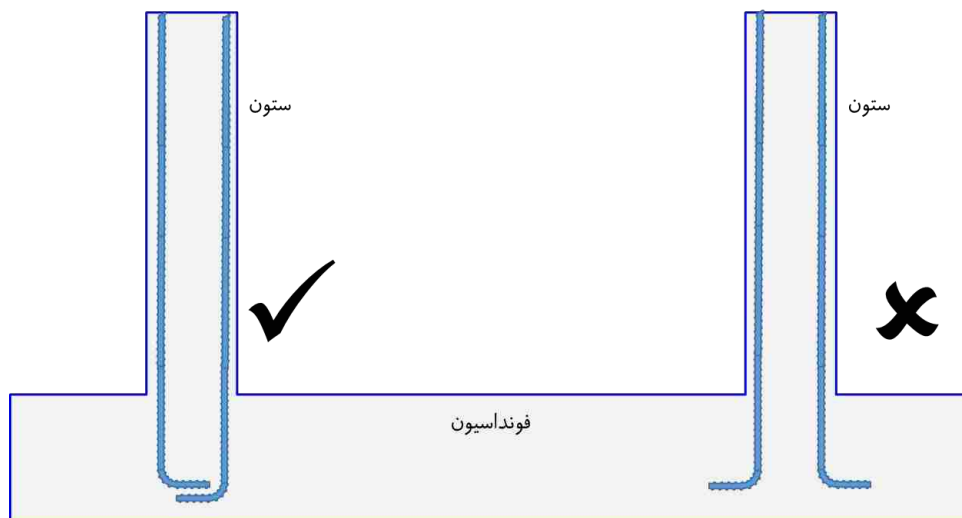
۱۴- وقتی که آرماتورهای طولی تیر از ناحیه اتصال تیر به ستون عبور می‌کنند، بعد ستون به موازات آرماتور طولی باید حداقل ۲۰ برابر قطر بزرگترین میلگرد تیر برای بتن معمولی و ۲۶ برابر قطر بزرگترین میلگرد تیر برای بتن سبک باشد. این مورد بیشتر وقتی مهم می‌شود که پیمانکار اقدام به معادل سازی آرماتورهای طولی به سمت قطر بزرگتر می‌کند.



شکل ۱۱. حداقل بعد ستون متناسب با قطر آرماتورهای عبور کرده.

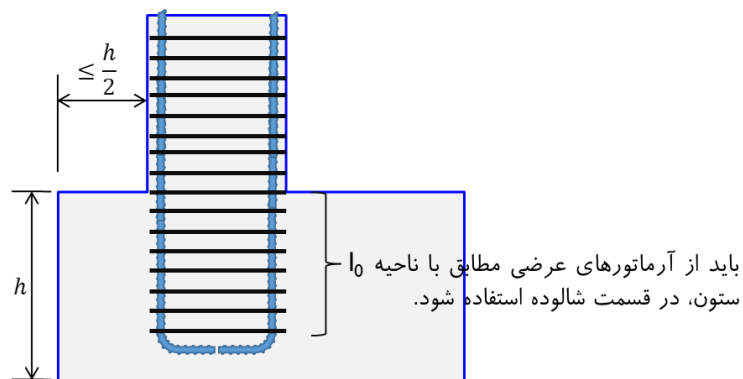
۱۵- خم آرماتورهای ریشه ستون‌ها به داخل پی به سمت مرکز ستون باشد!

در ستون‌هایی که برای اتصال گیردار به شالوده طراحی شده‌اند، در صورت نیاز به مهار قلابدار، انتهای آرماتورهای طولی تعبیه شده برای تحمل خمش باید دارای قلاب‌های با خم ۹۰ درجه رو بطرف مرکز ستون در نزدیک قسمت تحتانی شالوده باشند.



شکل ۱۲. خم صحیح آرماتورهای طولی ستون.

۱۶- در ستون‌ها یا اجزاء لبه دیوارهای سازه‌ای که فاصله لبه آنها از لبه شالوده از نصف ضخامت شالوده کمتر باشد، باید از آرماتورهای عرضی مطابق با ناحیه l_0 ستون، در قسمت شالوده استفاده شود. این آرماتورها باید از روی شالوده به اندازه طول مهار آرماتورهای طولی ستون و یا جزء لبه دیوار برشی ویژه که برای تنش f_y محاسبه شده است، در درون شالوده ادامه یابد.



شکل ۱۳. ادامه یافتن آرماتورهای عرضی ستون به داخل پی.

۱۷- در تیرهایی که آرماتورهای طولی آنها از داخل هسته محصور شده ستون عبور نمیکنند، در صورتی که آرماتورها توسط تیر دیگری محصور نشده باشند، باید در سراسر طول آرماتور طولی که در خارج از هسته قرار دارند، از آرماتورهای عرضی که آرماتورهای عرضی که از ستون عبور میکنند، با فاصله ای به میزان گفته شده برای آرماتورهای عرضی تیر در ناحیه بحرانی استفاده نمود.

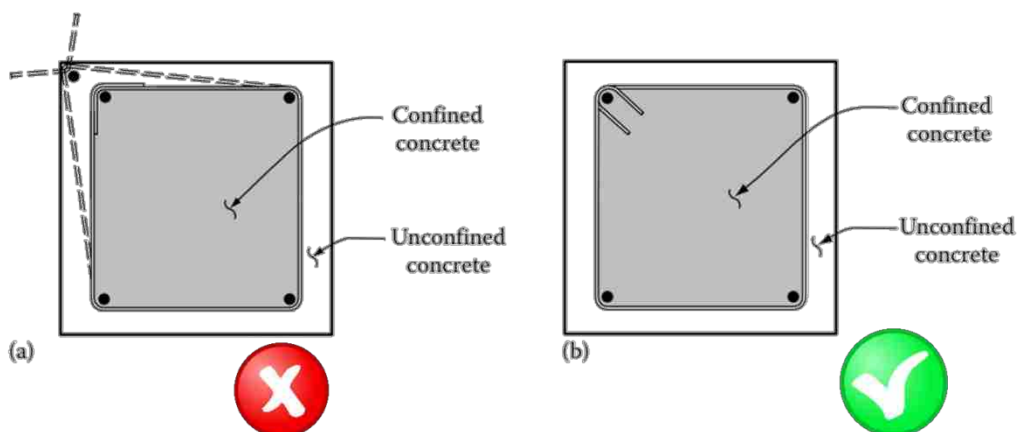


شکل ۱۴. عدم عبور آرماتور طولی تیر از هسته بتن.

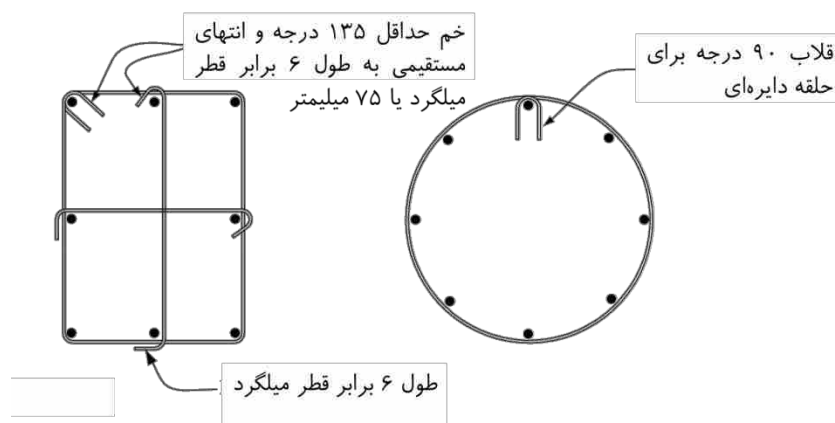
۱۸- قلاب خاموت‌ها و سنجاقی‌ها در تیرهای اصلی بایستی از نوع لرزه‌ای باشد. استفاده از خاموت با خم ۹۰ درجه در گوشه قادر به محصور نمودن بتن بعد از خرابی کاور نبوده و بایستی از قلاب ۱۳۵ استفاده نمود.



شکل ۱۵. قلاب نامناسب آرماتورهای تیر.

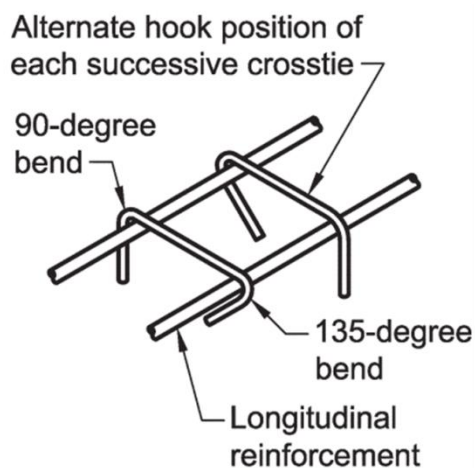


شکل ۱۶ روش صحیح و غیر صحیح قلاب‌های خاموت.

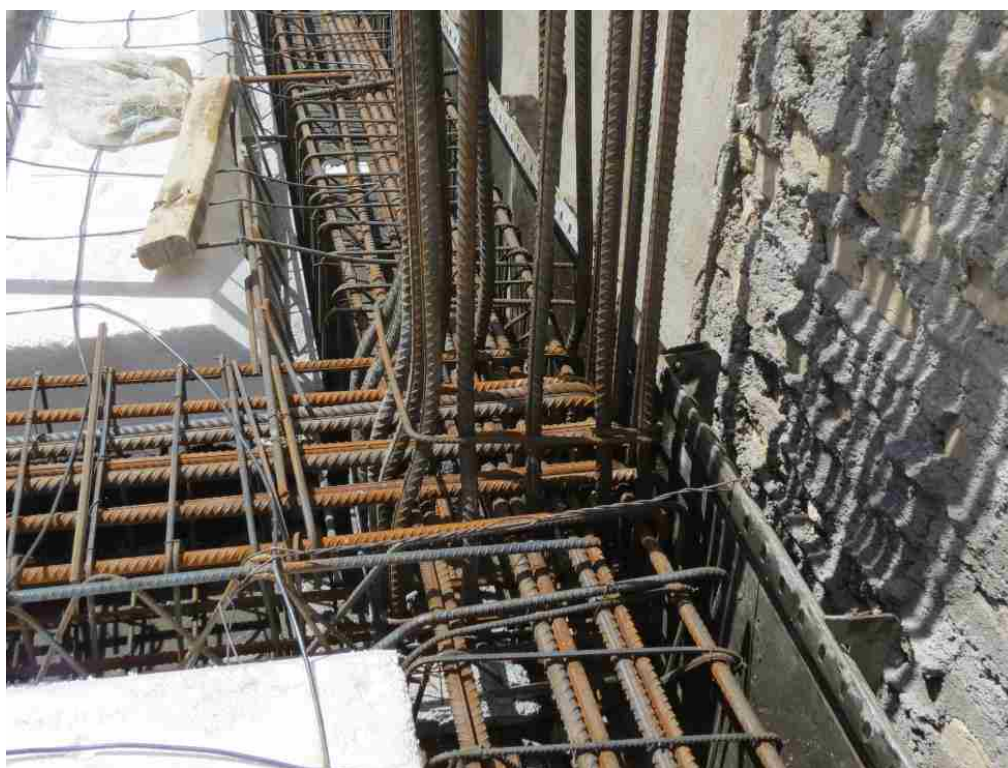


شکل ۱۷. الگوی صحیح قلاب‌های خاموت برای تنگ دایره‌ای و مستطیلی.

۱۹- در سنجاقی‌ها، قلابهای ۹۰ درجه دو سنجاقی پی در پی، بایستی یکی در میان جایشان عوض شود.



۲۰- خاموت‌های ناحیه چشمه اتصال، نقشی حیاتی در رفتار یک قاب خمشی با شکل‌پذیری ویژه ایفا می‌کنند. تعداد و آرایش آنها در مقطع ستون (در این ناحیه) توسط طراح بایستی به نحوه مناسبی داده شده باشد. به قطر و ابعاد و تعداد خاموت‌ها در این ناحیه توجه کنید و همان مقدار را از پیمانکار طلب کنید. به علت شلوغی این ناحیه، اجرای این خاموت‌ها در این ناحیه معمولاً با سختی‌های زیادی همراه است.



۲۱- در قاب‌های خمشی با شکل‌پذیری ویژه، محل وصله آرماتورهای ستون باید در میانه طول آنها باشد.



۲۲- هر گونه عبور تاسیسات از داخل تیرهای قاب با شکل پذیری ویژه، ممنوع است.

