Civilejra.ir

مرجع مهندسی عمران

آرشیوی جامع مهندسی عمران

کانال تلگرام ما :

@civilejra

معضلات اجرائی ساختمان های بتنی

عادل صادقی نیک [*۱]، محمد حسن خلیل پاشا[۲]، علی داداش زاده سیار[۳]، عارف صادقی نیک[٤]

۱و٤ . عضو باشگاه پژوهشگران جوان (YRC) دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار ، دپارتمان عمران
۲و۳ . عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جویبار ، دپارتمان عمران

(Adel.s@jouybariau.ac.ir)*
(Mh.Khalilpasha@jouybariau.ac.ir)
(ads@jouybariau.ac.ir)
(Aref.s@jouybariau.ac.ir)

خلاصه

بطور کلی ضعف ها و اشکالات اجرائی یکی از مهم ترین دلایل آسیب دیدگی جدی ساختمان ها در هنگام وقوع زلزله می باشد. قرارگیری صحیح آرماتور ها، در تامین مقاومت لازم قطعات بتن آرمه نقش بسزائی دارد. از این رو تثبیت موقعیت درست و دقیق آنها در هنگام مونتاژ از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. عدم توجه به جزئیات اجرائی می تواند تا مرز فرو ریختن کل سازه پیش رودکه با نظارت مستمر و کنترل عوامل اجرائی و شناسایی خطا ها می توان به میزان قابل توجهی از آسیب پذیری لرزه ای سازه ها کاست. این مقاله به گزارشی از ضعف ها و برخی از اشکالات اجرائی ساختمان های بتنی می پردازد و پیشنهاداتی در جهت رفع این نواقص اجرائی ارائه می دهد.

کلمات کلیدی : سازه های بتنی ، تیر ، ستون و اتصال تیرچه به تیر

۱. مقدمه

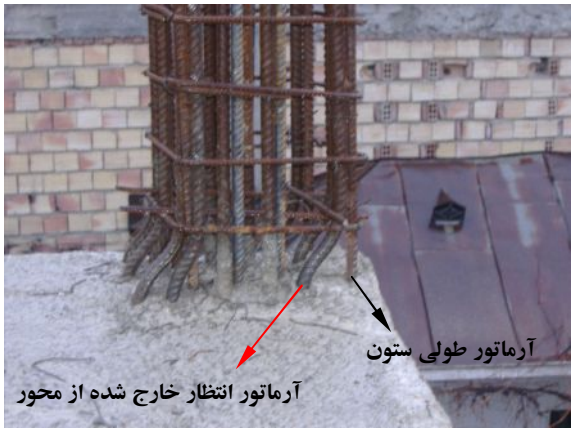
در سازه های بتنی، فولاد ضمن تامین مقاومت در مقابل تنش های کششی جهت جبران ضعف مقاومت کششی بتن، در تحمل فشار و برش نیز در کنار بتن قرار می گیرد. ازاین رو قرارگیری صحیح آرماتورها در تامین مقاومت لازم قطعات بتن آرمه ودوام آنها نقش بسزائی دارد، که با کنترل آنهاونظارت مستمربرجزئیات اجرائی می توان بر ایمنی سازه افزود. شکل- ۱ نمونه ای از این معضلات اجرائی را نشان می دهدکه موجب آسیب پذیری جدی در کلاف افقی شده است. این مقاله به ضعف ها و برخی از اشکالات اجرائی ساختمانهای بتنی پرداخته و پیشنهاداتی در جهت رفع این نواقص اجرائی ارائه می دهد.

شکل ۱ : پیامد های ناشی از اثر معضلات اجرائی در زلزله بم.

۲. ستون (Column)

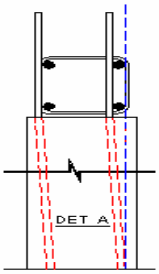
ستون ها یکی از مهم ترین اعضای سازه ای بشمار می روند. معضلات اجرائی ستون های بتن آرمه در اغلب موارد، خم کاری آرماتور های انتظاردرداخل بتن بوده و دلیل آن نیز ، انحراف آرماتورهای انتظار از موقعیت تعیین شده در پلان می باشد، بعنوان مثال می توان به زمانی که آرماتور انتظار از محور خارج می شود (شکل- ۳) ویاعدم قرارگیری صحیح آرماتورهای انتظار در محل تغیرمقطع ستون (شکل- ۲) اشاره نمود ،که خم کاری آنها کاهش پیوستگی بین بتن و آرماتور را پدید می آورد. برای اصلاح و یا به حداقل رساندن این مشکل بایستی قبل از بتن ریزی سقف ، محورها با ریسمانکار یا دوربین پیاده شوند و قرار گیری صحیح آرماتورهای انتظار را کنترل نمود .

شکل ۲- عدم قرارگیری صحیح آرماتور انتظار در محل تغییر مقطع که ضمن کوتاه شدن بازوی مقاوم سبب شده آرماتور طولی از آن فاصله بگیرد.

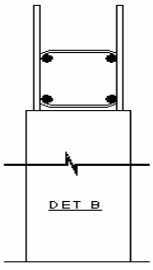


شکل ۳- خم کاری آرماتور ها ی انتظار به علت خارج شدن ازمحور (آرماتور های انتظار حدود ^{cm} ۸ شیفت شدند به سمت راست).

یکی از مهمترین اشکالات اجرائی درستون انحراف آرماتورهای طولی ستون از امتداد قائم می باشد، این مسئله از شرایط هم بعد بودن تیر و ستون ایجاد می شود ، شکل ۴ جزئیات این اشکال را نشان میدهد . در این حالت باید هنگام بتن ریزی ستون آگاهانه شبکه آرماتور طولی ستون را از امتداد قائم منحرف نمود تا ضمن جلوگیری از برخورد آرماتورهای تیر با ستون ، فضای کافی برای قرارگیری آرماتور سراسری تیر و پوشش بتن آن در محدوده تلاقی تیر با ستون تأمین شود. این روش اجرائی باعث می شود آرماتور های انتظار از محور خارج شوند و خطای اجرائی دیگری را در بتن ریزی و یا آرماتور بندی القاء کند، این مسئله پس از بتن ریزی سقف در زمان رامکا گیری خود را نشان می دهدکه در یک طرف پوشش بتن آرماتور های ستون خیلی زیاد شده و در طرف دیگر اصلا پوشش بتن ندارند، در این حالت عوامل اجرائی بتن دوغابی در محل اورلپ در پای ستون ریخته تا دوغاب آن آرماتور را پوشش دهد و یا اگر میزان خطا ی خروج از محورخیلی زیاد باشد مانند شکل ۳ به خم کاری انتظار ستون می پردازند. برای رفع این خطای اجرائی، بکارگیری جزئیات شکل ۴- ب پیشنهاد می گردد [۱].



الف-انحراف آرماتورهای طولی ستون از امتداد قائم که اندازه آن بستگی به قطر آرماتور سراسری تیر و پوشش بتن آن دارد.



ب- با کاهش عرض خاموت تیر می توان از برخورد آرماتورها جلوگیری کرد بدون اینکه خطای انحراف از امتداد شاقول را القاء نمود.

شکل ٤ – جزئیات اجرای تیر.

قطعا مقدار انحراف از قائم آرماتور های طولی ستون از رواداری مجازدرآیین نامه تجاوز می کند(جدول ۱) [۲].

جدول ۱- رواداری انحراف از امتداد قائم [۲].

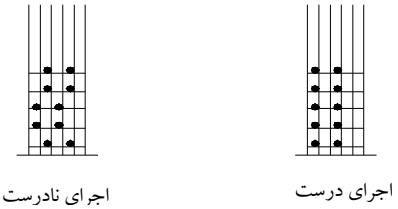
ردیف	شرح			رواداری
۱	انحراف از امتداد قائم	الف	در لبه و سطح ستون ها ، پایه ها ، دیوارها ،نبش ها و کنج ها	۶ mm در هر ۳ متر طول
				حداکثر ^{mm} ۲۵ در کل طول

اشکال دیگر در ستون ها عدم اجرای قلاب آرماتورهای طولی در ستون های سقف آخر می باشد که به دلیل وجود لنگر ماکزیمم، مهارشان در آن ناحیه ضرورت دارد. شکل ۵ نمونه ای از اجرای صحیح آنرا نشان می دهد. آرماتور های عرضی در فواصل مناسب، بعنوان قیدهای جانبی برای آرماتور های طولی عمل می کنند که با کوتاه کردن طول آزاد آرماتور های طولی، از کمانش آنها تحت تنش های فشاری بالا جلوگیری کرده و مقاومت ستون را بالا می برند و همچنین در مقابل نیروهای برشی احتمالی موجود در ستون مقاومت می کنند و بر شکل پذیری ستون می افزاید [۳]. متداول ترین اشکالات اجرائی درخصوص آرماتور های عرضی خاموت ها، در اغلب موارد اجرا نکردن خاموت ستون، در محل اتصال تیر به ستون می باشد. در بیشتر مواقع برای گره های اتصال تیر به ستون محیطی حتی در صورت اجرا نیز اغلب به دلیل اشتباهات اجرائی مانند، کمی بلندتر شدن طول آرماتور سراسری تیر و...، این خاموت ها در موقعیت صحیح خود تثبیت نشده و در داخل محل اتصال تیر به ستون رها می شوند. مطابقت نداشتن فواصل خاموت های مونتاژ شده در اجرا، بافواصل مندرج در نقشه، مسئله فراتر رفتن فواصل خاموت در ستون ها باعث زیاد شدن فاصله آزاد میلگردهای طولی گشته وموجب کاهش کیفیت عملکرد آنها درمقابل کمانش و همچنین شکل پذیری می شود. ازدیگر ضعف های ستون های بتن آرمه گاهاً ادامه ندادن خاموت های ستون در داخل فنداسیون می باشد (شکل- ۶).

شکل ۵- اجراء قلاب میلگردهای طولی ستون در سقف آخر.

شکل ٦- ادامه ندادن خاموت ستون در داخل فنداسیون .

همچنین از رایج ترین اشکالات آرماتور های عرضی سنجاقک که دراجرا به دلیل کم توجهی به فواصل آنها زیاد پیش می آید این است که یا بطور یک یا چند درمیان اجرا شده و یا اینکه در یک امتداد اجرا نمی شوند، بجای اینکه سنجاقک ها روی یکی از آرماتورهای طولی ستون اجرا شوند، به اشتباه روی آرماتورهای طولی مختلف توزیع می شوند که این اشتباه باعث زیاد شدن فواصل سنجاقک ها در روی هر یک از آرماتور های طولی شده و موجب کاهش مقاومت ستون در مقابل کمانش خواهد شد. شکل ۷ اجرای درست و نادرست سنجاقک ها را نشان می دهد.

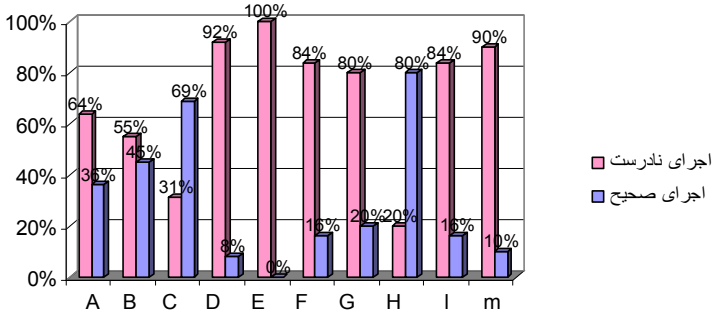


شکل ۷- اجرای درست و نادرست سنجاقک ها.

از دیگر معضلات اجرائی ستون ها با تراکم آرماتور بالا عدم رعایت فاصله آزاد آرماتور های طولی در محدوده وصله (overlap) می باشد که با اجرای S می توان این مشکل را بهبود بخشید(شکل - ۸).

مسئله دیگر ساختمان های بتنی که رعایت نمی شود قطرخم استاندارد آرماتورها می باشدکه ضمن ترک خوردگی میلگردها باعث تمرکز تنش در بتن می شود. همچنین در اکثر ساختمان ها به دلیل سهولت در اجرا، اورلپ در ثلث پایینی که محدوده لنگر ماکزیمم می باشد اجرا می گردد.

شکل ۸- اجرای S.



شکل ۹ – معضلات اجرائی در ستون ها.

A	اجرای خاموت ستون در محل اتصال تیر به ستون	**F**	اجرای اورلپ در ثلث پایینی ستون
B	مونتاژ سنجاقک	**G**	قلاب آرماتور های طولی ستون در سقف آخر
C	ادامه یافتن خاموت در داخل فنداسیون	**H**	فواصل آزاد آرماتور های طولی در محل وصله ها
D	خم کاری آرماتورها	**I**	انحراف از امتداد قائم (اجرای دیتیل A)
E	قطر خم آرماتور ها	**M**	فواصل خاموتهای مونتاژ شده

۳. تیر(Beam)

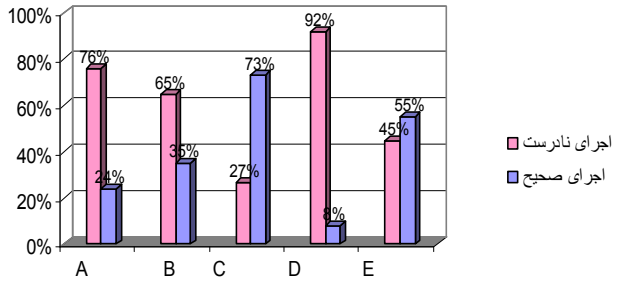
در قالب بندی تیر با قالب های چوبی مهمترین ضعف اجرائی، بی توجهی به اندازه ارتفاع قالب آویز می باشد، این بی توجهی در اجرا سبب کا هش ارتفاع خاموت تیر به اندازه ۲/۵-۳ سانتی متر می شود. کاهش ارتفاع آویز به این اندازه (ضخامت قالب کفی معمولا ۲/۵-۳ سانتی متر) منجر به کاهش نیروی مقاوم تیر می گردد.

ضعف های رایج آرماتور بندی تیر در ساختمان ها با سیستم سقف تیرچه و بلوک، سهل انگاری در اصلاح فواصل خاموت ها پس از تیر چه گذاری می باشد. به دلیل بر خورد تیرچه ها با خاموت، قرارگیری صحیح آرماتورهای خاموت در بعضی از نقاط امری است اجتناب ناپذیر اما بایستی میزان این خطا را به خصوص در محدوده ای که برش ماکزیمم است به حداقل رساند. طبق آمار ارائه شده در ۶۵٪ از ساختمان ها به این موضوع توجه نشده است. متأسفانه بجای اینکه اولین خاموت تیر در ۵ سانتی متری بر ستون قرارگیرد، در ۱۷ سانتی متری آن قرارگرفته است و یا در نقاطی از تیر فواصل مندرج در نقشه تا ۱۷ سانتی متربیشتر اجرا شده است [۴و۵].

اشکالات دیگر در تیرهای بتنی، عدم رعایت فاصله آزاد بین آرماتورهای طولی در محل اتصال تبربه ستون می باشد در این محدوده حضور توأم آرماتورهای تقویتی و اورلپ، باعث تراکم بالا آرماتور می شود، بخصوص در ساختمان های که طول تیر آنها ۱۲-۱۳/۲۰ متر می باشد و تیر با جزئیات شکل ۴- ب اجرا می شود، این مسئله بسیار حائز اهمیت می باشد. این خطای اجرائی به همراه خود خطا های دیگری را در بتن ریزی و تراکم صحیح بتن ایجاد می کند که باعث کاهش مقاومت فشاری بتن و دوام عضو سازه ای در آن محدوده می شود، زیرا به دلیل تراکم بالا آرماتورها، به ناچار باید اسلامپ بتن را افزایش داد (در اغلب ساختمان ها بدون استفاده از روان کننده این کار صورت می گیرد) تا بتن روانی لازم را برای عبور از میان تراکم بالا آرماتور هاو پر کردن قالب پیدا کند. برای رفع این اشکال اجرائی باید از قبل به محل اورلپ فکر شود تا زمان اجراء در محل اتصال تیر به ستون قرار نگیرد. مسئله دیگر خطا ی تراکم صحیح بتن می باشد چون معمولا از ویبراتور با خورطومی ۲ اینچ (۵ سانتی متر) استفاده می شود امکان عبور خرطومی ویبراتور از بین آرماتورها به هسته تیر به هیچ وجه میسر نخواهد بود (بخصوص در تیرهای با عرض ۳۵-۴۰ سانتی متر)، و انجام صحیح ویبراتور بصورت قائم امکان پذیر نیست و در این محدوده به ناچار عمل ویبره به صورت مایل یا کاملا افقی صورت می گیرد، در این شرایط استفاده از ویبراتور به قطر۱ اینچ (۲/۵ سانتی) پیشنهاد می شود.

یکی از متداولترین ضعف های اجرائی در آرماتور بندی تیرها در اکثر ساختمان ها رعایت ننمودن قلاب استاندارد، (بند ۸-۲-۴-۲ آیین نامه آبا) می باشد، به ویژه در آرماتورهای تقویتی سایزآرماتور ها به گونه ای بوده که قلاب استاندارد با رعایت 12dطول بعد از خم و 6d قطرخم قابل اجرا نمی باشد (جا نمی رود) [۶].

دیگر معضلات اجرائی درتیرهای بتن آرمه، استفاده از خاموت های تک قلاب می باشد، بدلیل استفاده از پرت های انتهای شاخه که فاقد طول کافی می باشند (حدود ۱۰ cm کوتاه تر) یکی از ضلع های خاموت فاقد قلاب یا طول بعداز خم می گردد. عیب دیگر در تیر ها رعایت ننمودن پوشش بتن می باشد این مسئله بخصوص در زمانی که تیر با جزئیات شکل ۴ –الف اجرا می شود پیش می آید پوشش بتن در یک طرف خیلی زیاد و در طرف دیگر خیلی کم می شود تا حدی که پوشش بتن آرماتورهای خاموت نزدیک به صفر می شود (بخصوص در محل های که یونولیت یا بلوک سقفی مستقیما روی قالب آویز بنشیند خاموت های تیر به آنها می چسبند).



شکل ۱۰- معضلات اجرائی در تیرها.

A	کاهش ارتفاع تیر (آویز)	**D**	قلاب استاندارد
B	اصلاح فواصل خاموت ها پس از تیرچه گذاری	**E**	خاموت فاقد قلاب استاندارد
C	عدم رعایت فاصله آزاد بین آرماتورها در داخل گره اتصال	-	-

۴ . اتصال تیرچه به تیر

درمواردی به دلیل کوتاه شدن ارتفاع خاموت در اجرا ، در هنگام جا گذاری تیرچه، آرماتور برشی تیرچه را بقطع کرده که سبب شده تیرچه در ناحیه برش ماکزیمم ، فاقد آرماتور برشی شود همچنین این مورد در هنگام اجرای تیر های هم ارتفاع با سقف که فاقد آویز می باشند نیز اتفاق می افتد .

عدم گیرداری مناسب تیرچه به تیر کنسول ، گاها مشاهده می شود به دلیل کوتاه شدن آرماتور طولی تیر کنسول ، بخشی از تیرچه ویا کل تیرچه داخل شبکه آرماتور قرار نمی گیرد (شکل های ۱۱ و ۱۲).

شکل ۱۱- اجرای درست تیرچه به تیر کنسول.

شکل ۱۲- اجرای غیر اصولی تیرچه به تیر کنسول.

۵. نتیجه گیری

با توجه به فراگیر شدن سازه های بتنی در سطح کشور، به دلیل در دسترس بودن مصالح آن و صلبیت بالا ومقاومت در مقابل آتش سوزی و صرفه اقتصادی و ... این موضوع حائز اهمیت است که با کاهش ضعف ها واشکالات اجرائی بتوان بردوام و مقاومت سازه در مقابل آسیب پذیری لرزه ای افزود. ازجمله موثر ترین روش ها ، نظارت مستمر، کنترل و توجه به جزئیات اجرائی، شناسایی خطاها و درخواست رفع نمودن آنها می باشد، که با اعمال آن می توان به میزان قابل توجهی بر قابلیت اطمینان سازه افزود.

۶. مراجع

[۱]. دکتر قالیبافیان ، مهدی " دستورالعمل طرح ، محاسبه و تهیه نقشه های اجرائی سازه ساختمان ها" ، انتشارات دانشگاه تهران چاپ ۱۳۸۰ جلد اول .

[۲]. مقررات ملی ساختمان ایران مبحث نهم "طراحی و اجرای ساختمان های بتن آرمه " ، انتشارات نشر توسعه ایران، سال ۱۳۸۵ .

[۳]. دکتر موستوفی نژاد ، داود " سازه های بتن آرمه" ، جلد ۱ ، چاپ دوازدهم ، انتشارات ارکان دانش ، سال ۱۳۸۸.

[۴]. دکتر قالیبافیان ، مهدی " ضعف ها و اشکالات اجرای ساختمان های در حال ساخت" ، دوره آموزشی ۲۹ و ۳۰ دی ۱۳۸۲ .

[۵]. کارگاه تخصصی" نقش کنترل و بازرسی در صنعت ساخت و ساز" کنفرانس ملی فناوری های نوین در علوم مهندسی، موسسه آموزش عالی خاوران – مشهد ، ۳۱ اردیبهشت ماه ۱۳۸۹.

[۶]. آیین نامه بتن ایران " آبا "، ناشر سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور- مرکز مدارک علمی و انتشارات، تجدید نظر اول، چاپ ششم، ۱۳۸۲.