

نکات کلیدی در آرماتورگذاری سازه های بتنی با سقف تیرچه بلوک

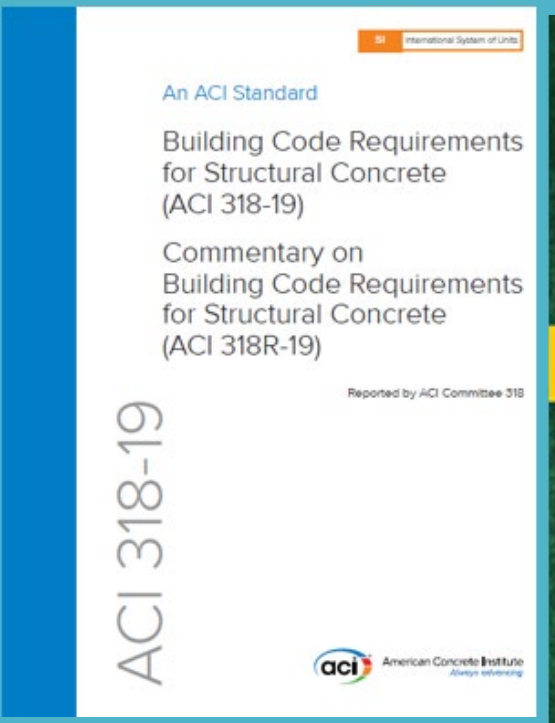
ارائه دهنده: دکتر محمد رضا جوانمردی
مهندس مهرداد خواجه‌پور

@rjavanmardi

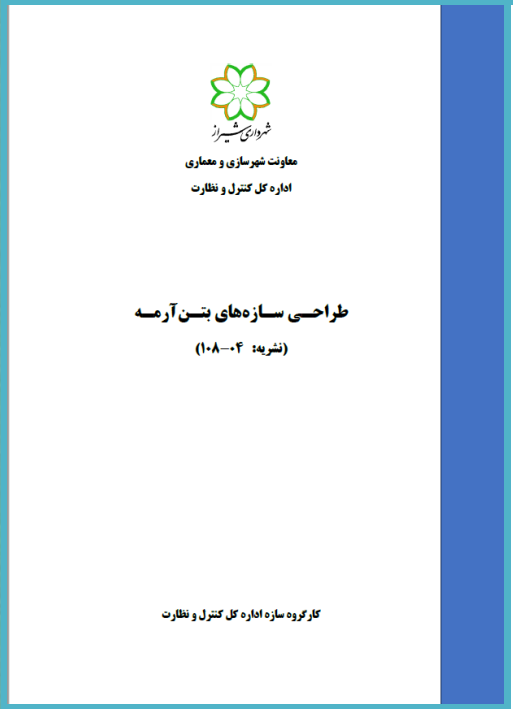
Civil.Khajehpour.Mehrdad

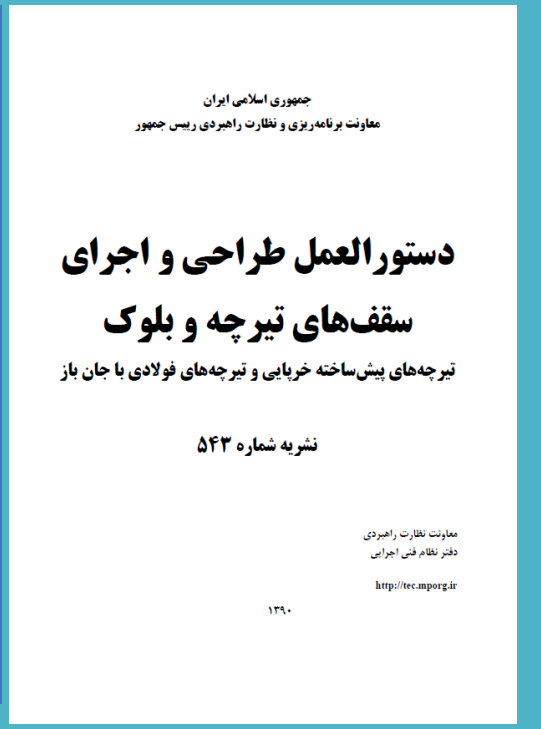
مراجع:

- مبحث نهم مقررات ملی ساختمان ویرایش سال ۱۳۹۹
- آیین نامه ACI-318 ویرایش ۲۰۱۹
- راهنمای ۱۰۸ معاونت فنی شهرداری شیراز
- نشریه ۵۴۳، دستورالعمل طراحی و اجرای سقف های تیرچه بلوک



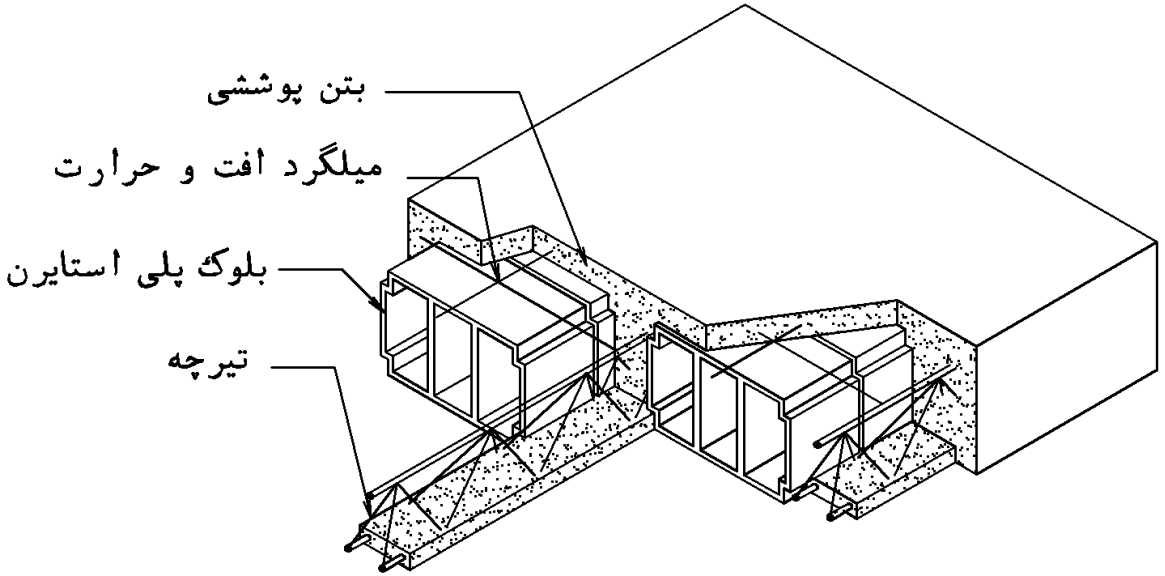


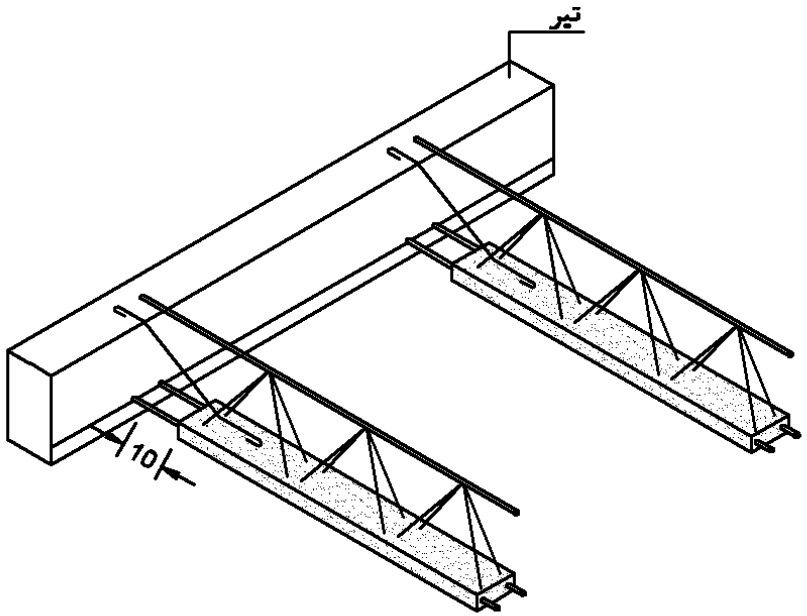




سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

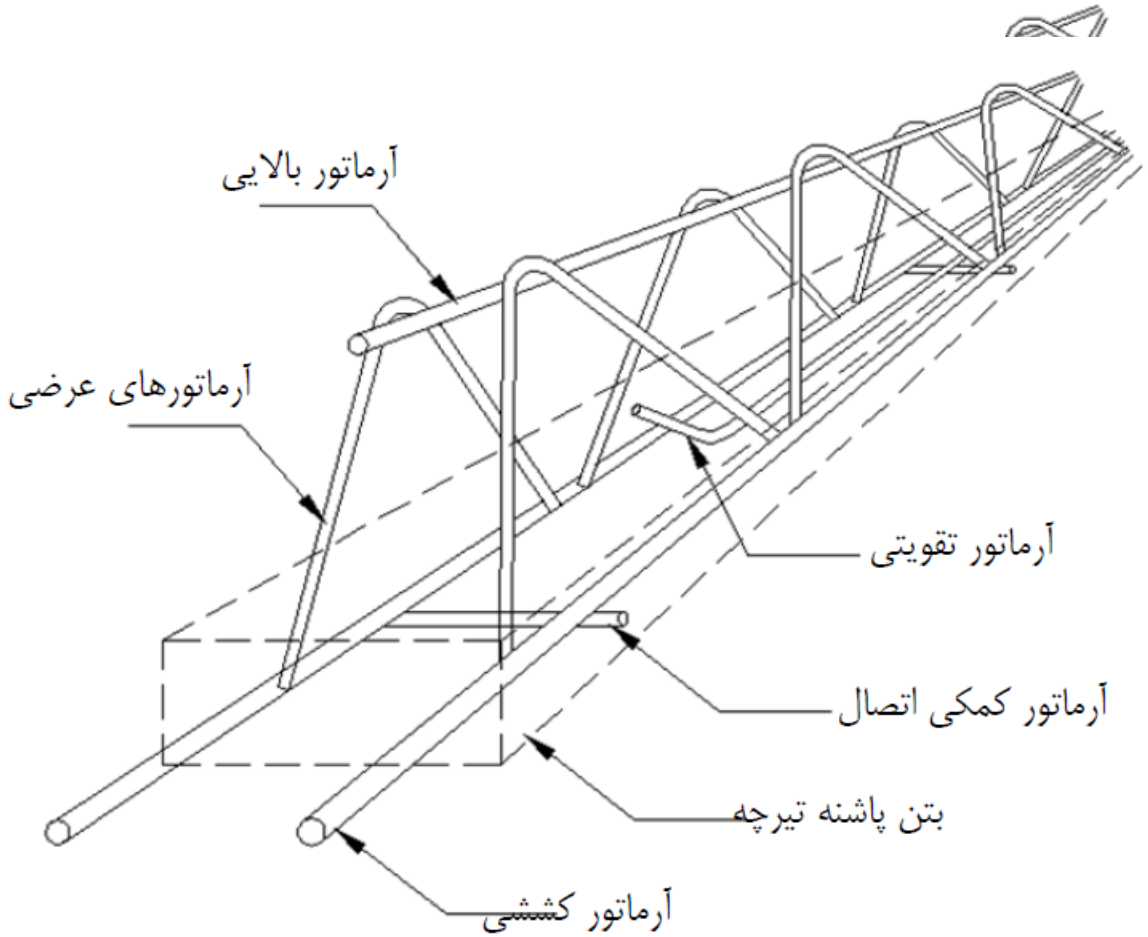
دتایل کلی سقف تیرچه بلوک

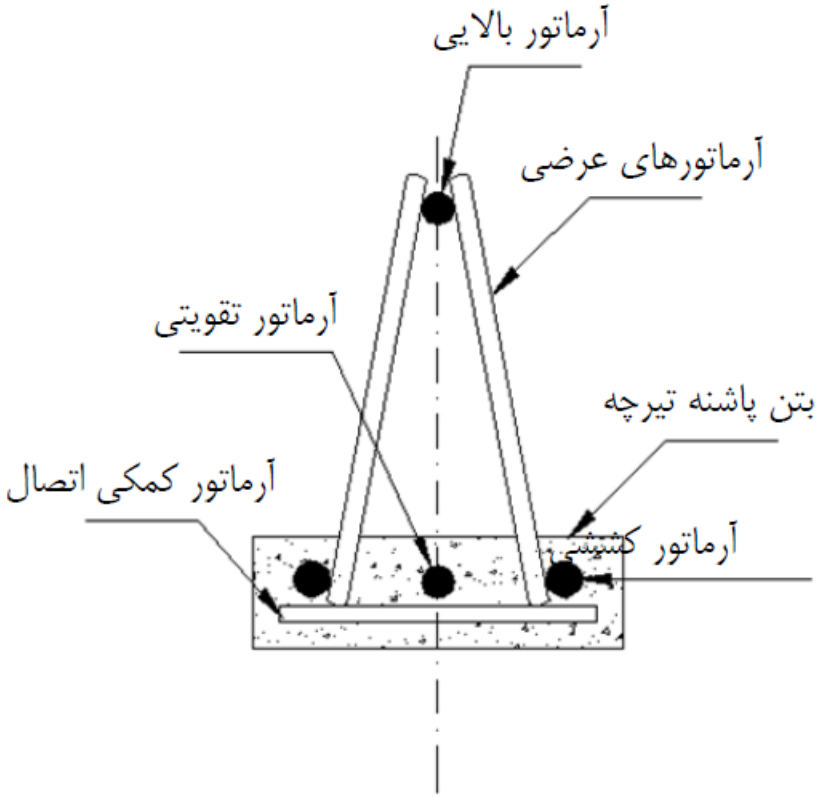




@rjavanmardi

دتایل کلی سقف تیرچه بلوک

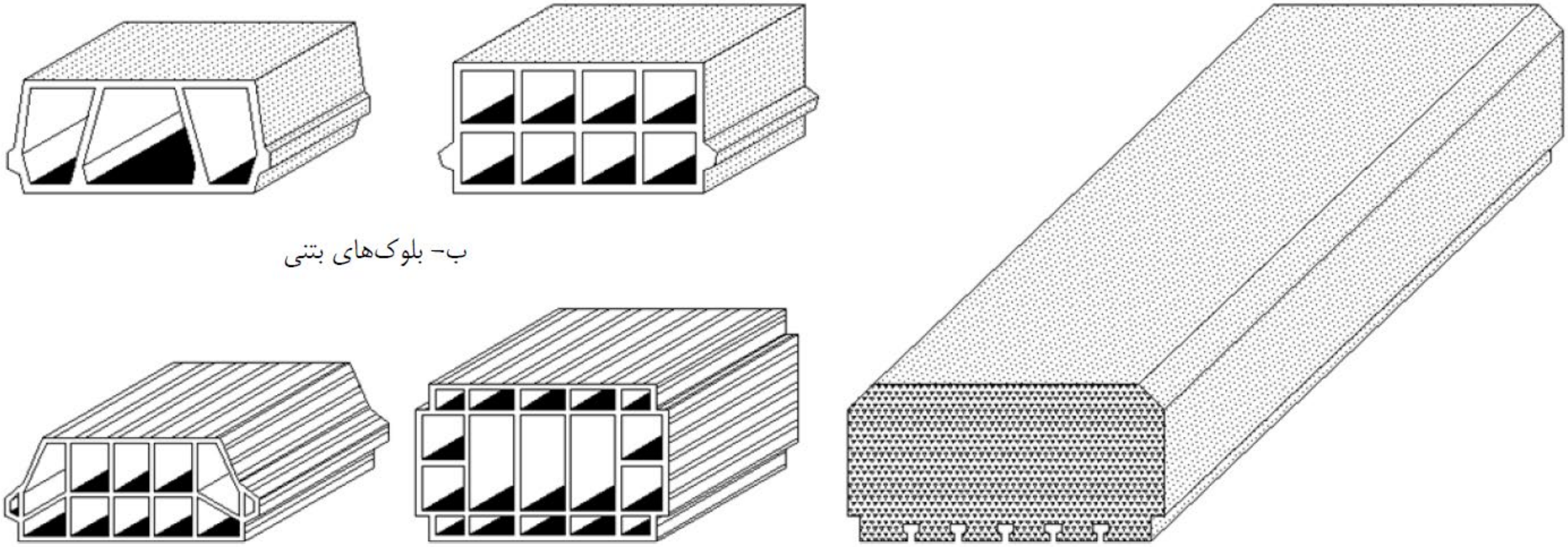




شکل ۱-۸- اجزای تیرچه پیش ساخته خرپایی

@rjavanmardi

دتایل کلی سقف تیرچه بلوک



ب- بلوک‌های بتنی

ج- بلوک‌های سفالی

الف- بلوک پلی‌استایرن

شکل ۱-۱۱- نمونه‌ای از بلوک‌های بتنی، سفالی و پلی‌استایرن

@rjavanmardi

آرماتور شبکه حرارتی سقف

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

۹-۴-۸-۱ کلیه‌ی آرماتورهای طولی و عرضی مصرفی در سازه‌های بتن آرمه باید آجدار باشند.
استفاده از آرماتورهای ساده فقط در دورپیچ‌ها مجاز است.

آرماتور شبکه حرارتی سقف نیز باید آجدار باشد، بنابراین حداقل آرماتور قابل قبول برای سقف Ø8 می باشد.

@rjavanmardi

آرماتور حرارتی سقف





❌ کیفیت نامناسب میلگرد حرارتی Ø6

@rjavanmardi

آرماتور حرارتی سقف



کیفیت مناسب میلگرد حرارتی Ø8

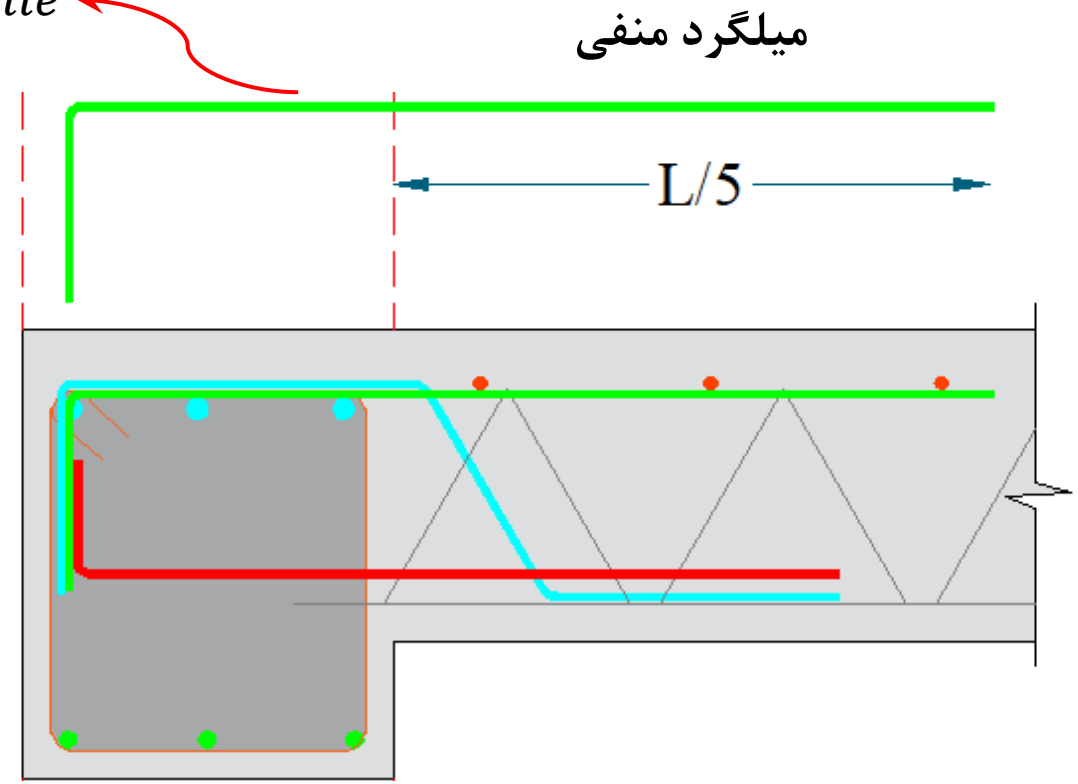
@rjavanmardi

جزئیات سقف تیرچه بلوک

نشریه ۵۴۳

۶) باوجود طرح تیرچه‌ها با فرض تکیه‌گاه ساده، لازم است تا آرماتور منفی معادل ۱۵درصد سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه، در روی تکیه‌گاه اضافه شود. این میلگردها حداقل تا فاصله‌ی $\frac{۱}{۵}$ دهانه آزاد از تکیه‌گاه به طرف داخل دهانه ادامه می‌یابند.

$$A_s \geq 0.15 A_{s,midlle}$$



@rjavanmardi

جزئیات سقف تیرچه بلوک

نشریه ۵۴۳

۲-۳-۲-۶- ضوابط و محدودیت‌های کلاف میانی

۱) عملکرد کلاف میانی، جلوگیری از پیچش تیرچه‌ها (تیرهای T شکل) و همچنین توزیع یکنواخت بار روی سقف تیرچه و بلوک است. همچنین در محل‌هایی که بار منفرد وجود داشته باشد، کلاف میانی اجرا می‌شود.

۴) در صورتی که بار زنده‌ی سقف کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و طول دهانه‌ی مؤثر کمتر از ۴ متر باشد، نیازی به تعبیه کلاف میانی نیست. ولی اگر در این حالت، طول دهانه بیشتر از ۴ متر باشد، یک کلاف میانی در سقف تعبیه می‌شود. حداقل سطح مقطع آرماتورهای طولی این کلاف، برابر نصف سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه‌ی تیرچه‌ها می‌باشد.

۵) در صورتی که بار زنده‌ی سقف بیشتر از ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمربع و طول دهانه مؤثر کمتر از ۴ متر باشد، یک کلاف میانی مورد نیاز است. در این حالت برای طول دهانه‌ی ۴ متر تا ۷ متر، دو کلاف میانی و برای دهانه‌ی بیش از ۷ متر، ۳ کلاف میانی اجرا می‌شوند. حداقل سطح مقطع آرماتورهای طولی هر کلاف، برابر سطح مقطع آرماتورهای کششی وسط دهانه تیرچه‌ها می‌باشد.

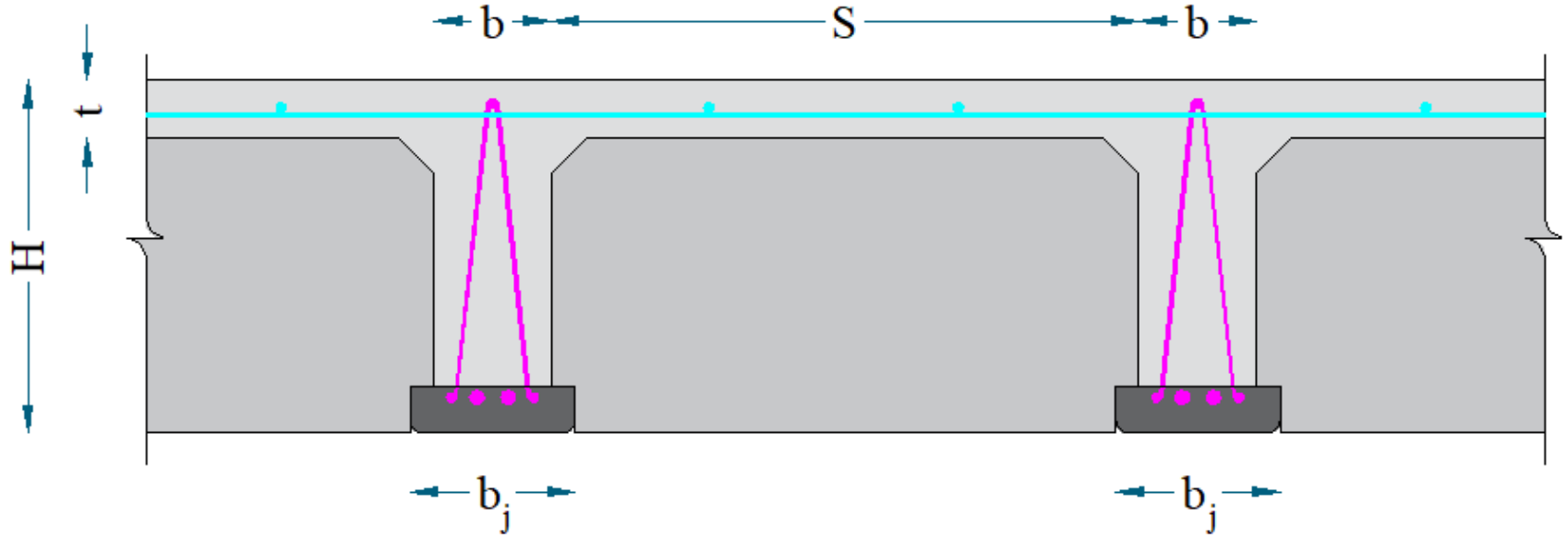
@rjavanmardi

محدودیت های هندسی تیرچه یک طرفه

۹-۱۱-۷ سیستم تیرچه‌ی یکطرفه

۹-۱۱-۷-۲ محدودیت‌ها و ضوابط

۹-۱۱-۷-۲-۱ عرض تیرچه در هیچ موقعیتی از ارتفاع آن، نباید کمتر از ۱۰۰ میلی متر باشد. ارتفاع کل تیرچه نباید بیشتر از سه و نیم برابر حداقل عرض آن باشد. فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌ها نباید بیش‌تر از ۷۵۰ میلی متر باشد.



$$S \leq 75\ cm$$

$$H \leq 3.5b$$

$$b \geq 10cm$$

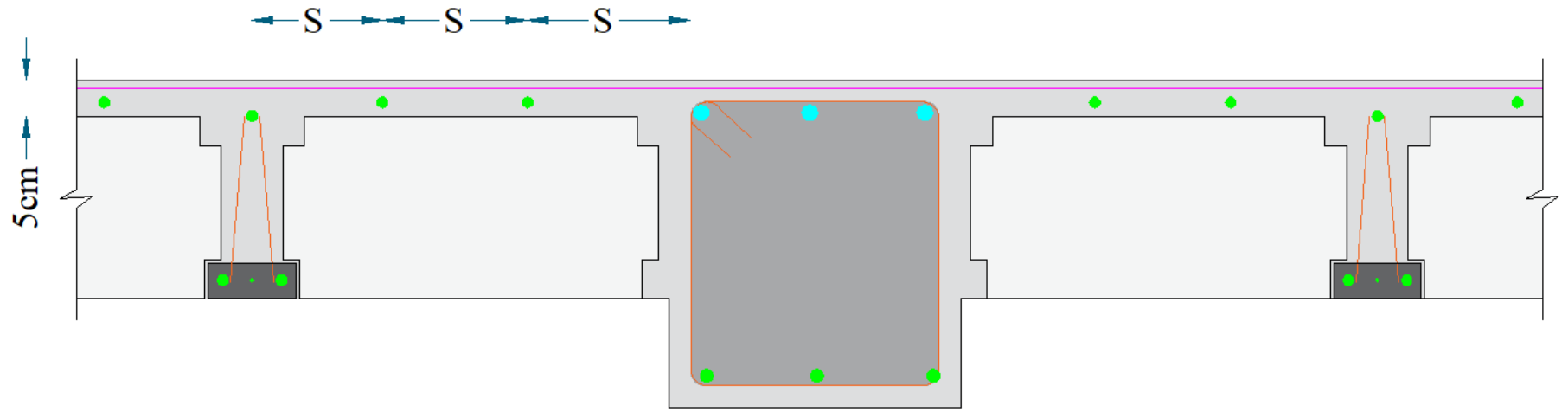
$$b_j \geq 15cm$$

@rjavanmardi

حداکثر فاصله آزاد میلگردهای حرارتی در سقف تیرچه بلوک

۹-۱۹-۴-۵ فاصله‌ی آرماتورهای حرارتی و جمع شدگی از یک دیگر نباید بیش‌تر از پنج برابر ضخامت دال و یا ۳۵۰ میلی متر در نظر گرفته شود.

اگر ضخامت دال رویه سقف، ۵ سانتی متر باشد، فاصله آرماتورهای روی تیرچه حداکثر ۲۵ سانتیمتر شده و باید حداقل دو شبکه آرماتور افقی بر روی سقف اجرا گردد.

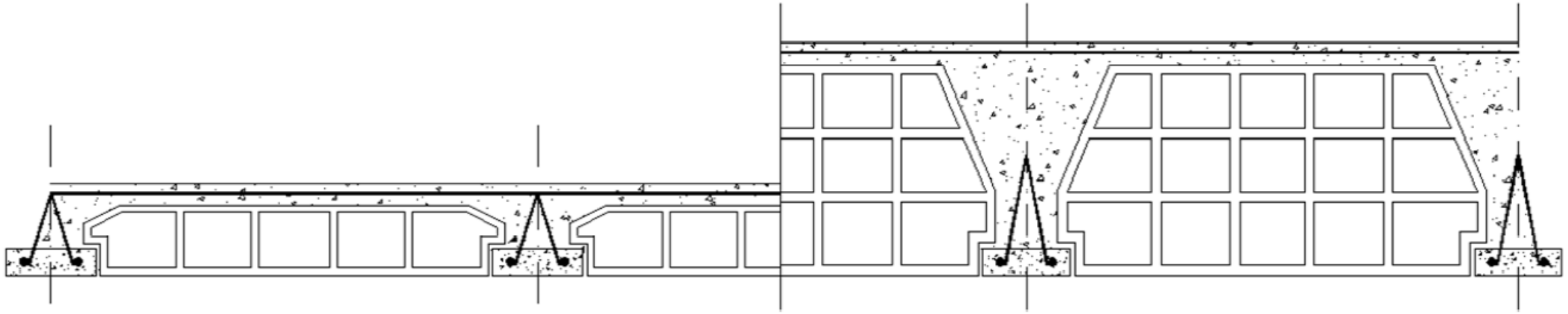


@rjavanmardi

آیا آرماتور فوقانی تیرچه را می توان به عنوان آرماتور حرارتی در نظر گرفت؟

نشریه ۵۴۳

در مرحله سوم بارگذاری تیرچه، اگر آرماتور بالایی در ضخامت بتن پوششی و بالاتر از سطوح بلوک‌ها قرار گیرد، در نقش آرماتور افت و حرارت (حرارت و جمع شدگی) مقطع مرکب سقف عمل می‌کند (شکل ۱-۹ – ب) و در صورتی که پایین‌تر از سطوح بلوک‌ها قرار گیرد، چنین نقشی را نخواهد داشت (شکل ۱-۹ – الف).



الف– عدم احتساب آرماتور بالایی به عنوان آرماتور افت و حرارت

ب– عملکرد آرماتور بالایی به عنوان آرماتور افت و حرارت

شکل ۱-۹– نقش آرماتور بالایی به عنوان آرماتور افت و حرارت

در اکثر موارد می توان بر روی آرماتور فوقانی به عنوان آرماتور حرارتی حساب کرد

@rjavanmardi

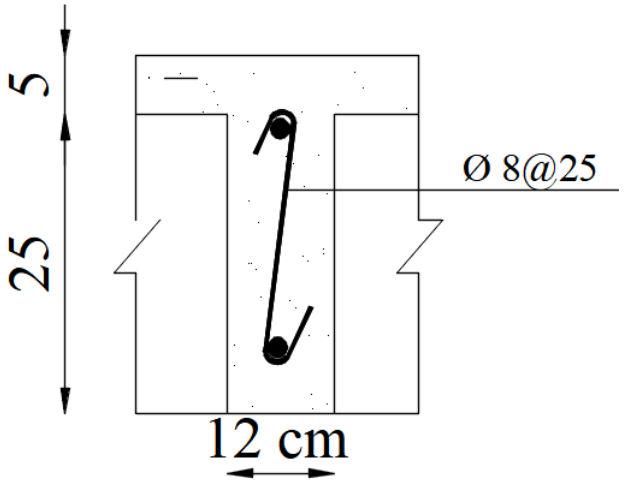
عرض پاشنه کلاف عرضی (ریپ) در تیرچه دوبل

نشریه ۵۴۳

۲) جهت کلاف میانی عمود بر تیرچه‌ها می‌باشد. حداقل عرض کلاف میانی برابر عرض بتن پاشنه‌ی یک تیرچه و ارتفاع آن برابر ارتفاع سقف خواهد بود.

نیازی به افزایش عرض کلاف عرضی

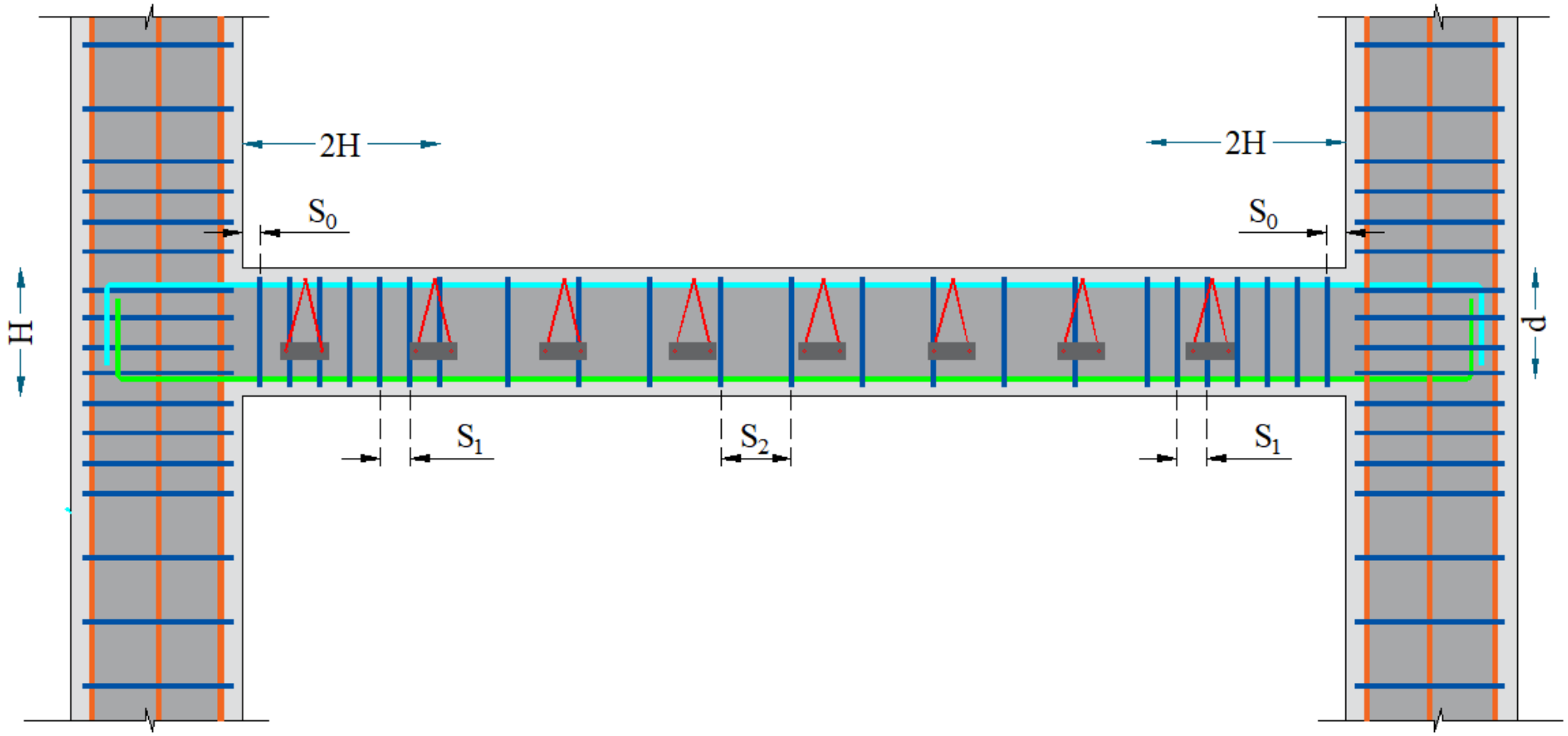
برای تیرچه دوبل وجود ندارد



جزئیات کلاف عرضی
برای تیرچه تک
و تیرچه دوبل

@rjavanmardi

فاصله دورگیر در تیرها



فاصله میلگردهای تیرچه باید بگونه ای باشد که فاصله دورگیرها در تیر خصوصا در ناحیه بحرانی را تغییر ندهد.

@rjavanmardi

فاصله دورگیر در تیرها

مورد	شکل‌پذیری متوسط	شکل‌پذیری زیاد
ناحیه بحرانی تیر	2H ابتدایی تیرها	2H ابتدایی تیرها و محل اتصال تیر به تیر به اندازه 2H از هر طرف
فاصله دورگیرها در ناحیه بحرانی (S_1)	$S_1 \le \min\left(\frac{d}{4}, 8d_b, 24d_{\text{آرماتورعرضی}}, 30cm\right)$	$\begin{cases} S_1 \le \min\left(\frac{d}{4}, 6d_b, 15cm\right) & \text{for S400} \\ S_1 \le \min\left(\frac{d}{4}, 5d_b, 15cm\right) & \text{for S500} \end{cases}$
فاصله دورگیرها خارج از ناحیه بحرانی (S_2)	$S_2 \le \min\left(\frac{d}{2}, 60cm\right)$ if $\frac{A_v}{s} \le \frac{1.03\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w$	$S_2 \le \min\left(\frac{d}{2}, 60cm\right)$ if $\frac{A_v}{s} \le \frac{1.03\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w$
	$S_2 \le \min\left(\frac{d}{4}, 30cm\right)$ if $\frac{A_v}{s} > \frac{1.03\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w$	$S_2 \le \min\left(\frac{d}{4}, 30cm\right)$ if $\frac{A_v}{s} > \frac{1.03\sqrt{f_c'}}{f_y} b_w$
فاصله اولین دورگیر از بر ستون (S_0)	5 cm	5 cm

@rjavanmardi

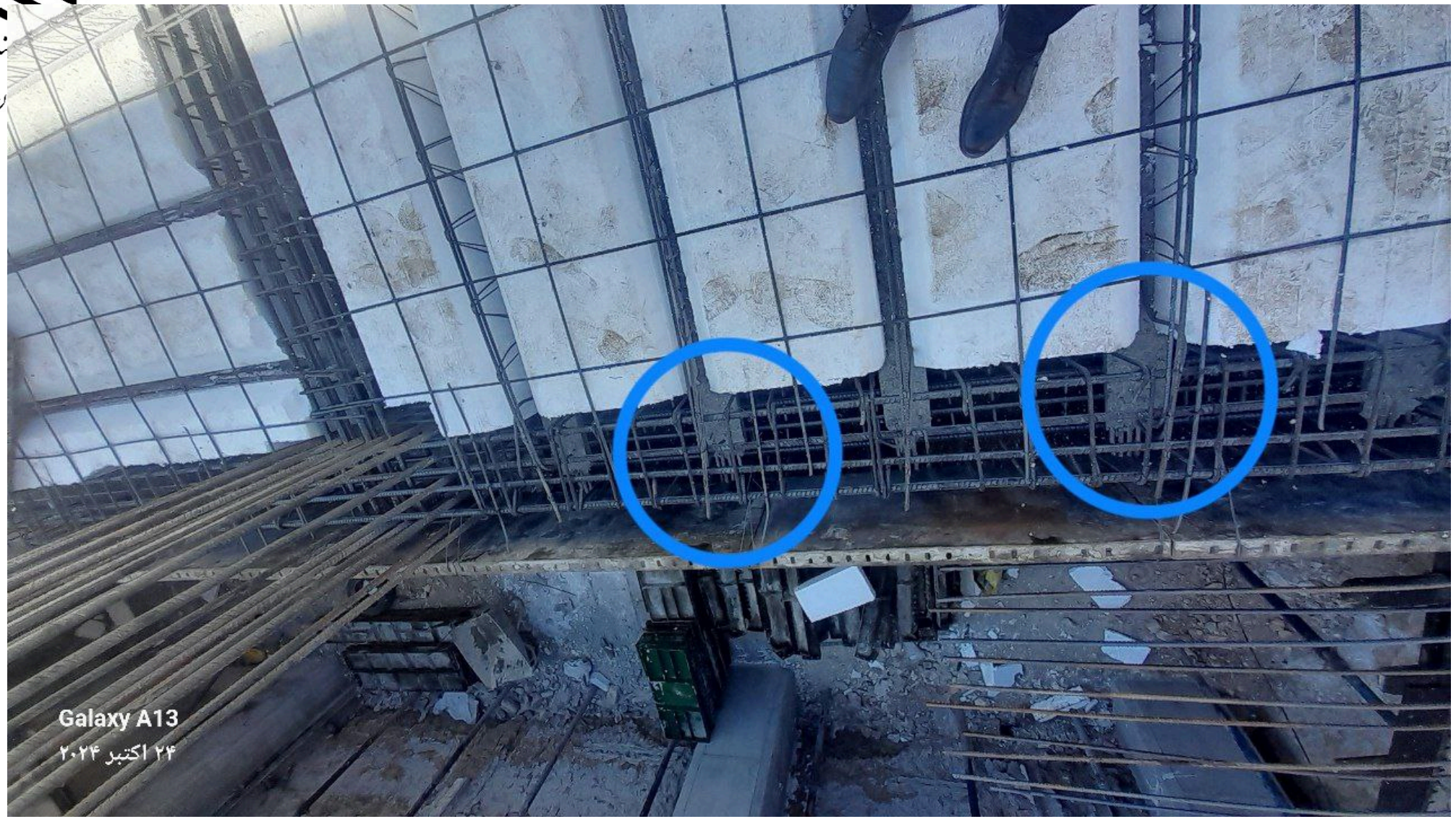
وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



تنها باید میلگرد پاشنه وارد تیرچه شود

@rjavanmardi

وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



❌ تنها باید میلگرد پاشنه وارد تیرچه شود

@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

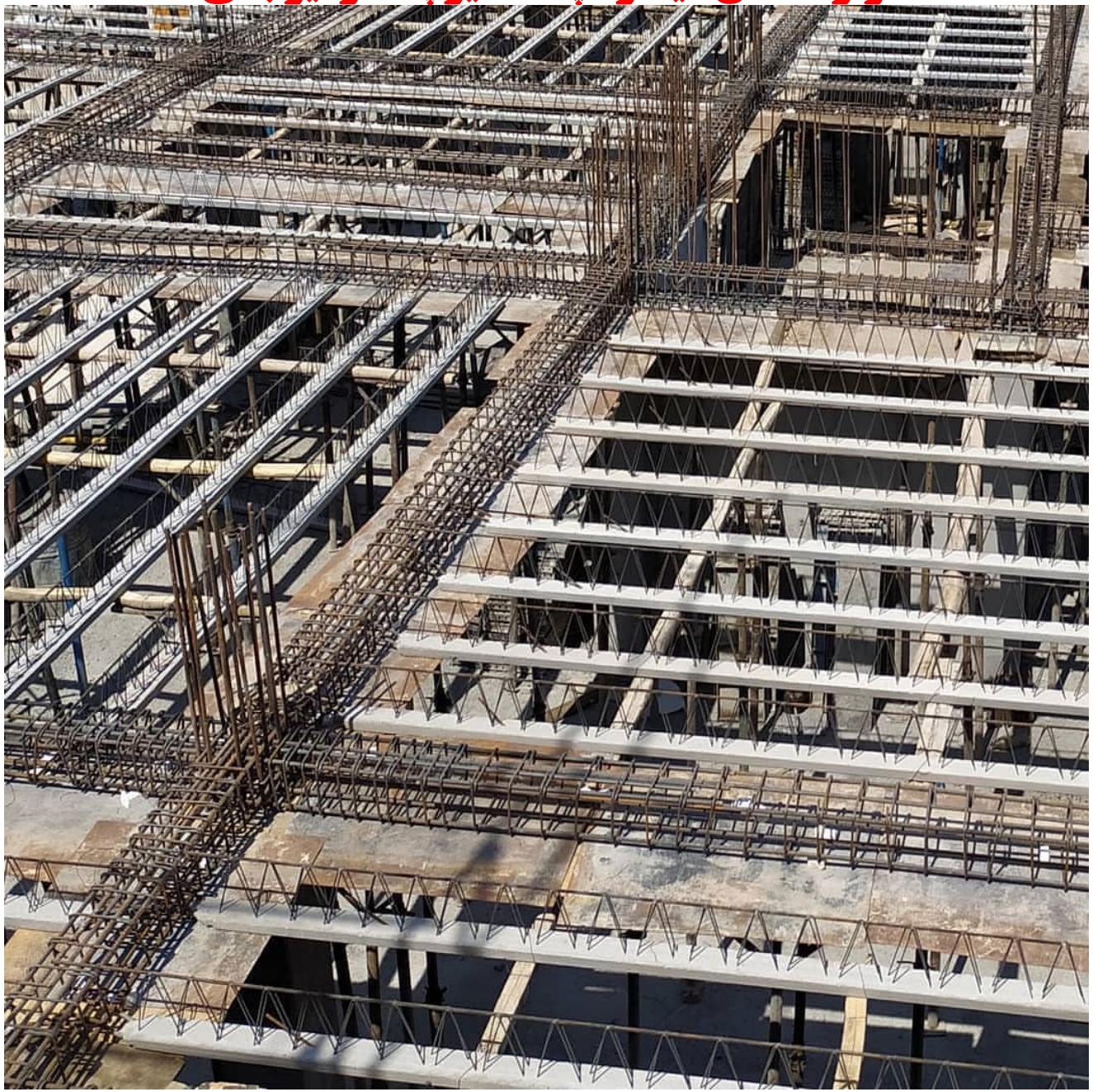
وارد شدن پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

وارد شدن میلگرد پاشنه تیرچه در تیر بتنی



@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟

اجرای تیرچه در کنار و مجاورت تیر باعث ایجاد ایرادات احتمالی زیر در اجرا می گردد:

۱- افزایش سختی و مقاومت تیر، و احتمال بالاتر تشکیل مفصل پلاستیک در ستون

۲- مشکلات اجرایی فراوان در هنگام اجرای لوله ها و داکت های تاسیساتی

۳- امکان کاهش عرض تیر، و نفوذ تیرچه در تیر خصوصا در دهانه های مورب

۴-عدم رعایت فاصله دورگیرها در نواحی بحرانی

@rjavanmardi

مفصل پلاستیک در تیر و یا ستون؟





@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



افزایش سختی و مقاومت تیر، و احتمال بالاتر تشکیل مفصل پلاستیک در ستون

@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



مشکلات اجرایی فراوان در هنگام اجرای لوله ها و

داکت های تاسیساتی

✕

@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



مشکلات اجرایی فراوان در هنگام اجرای لوله ها و داکت های تاسیساتی ✗

@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



مشکلات اجرایی فراوان در هنگام اجرای لوله ها و داکت های تاسیساتی ✗

@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



مشکلات اجرایی فراوان در هنگام اجرای لوله ها و داکت های تاسیساتی ✗

@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



✗ امکان کاهش عرض تیر، و نفوذ تیرچه در تیر خصوصا در دهانه های مورب

@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

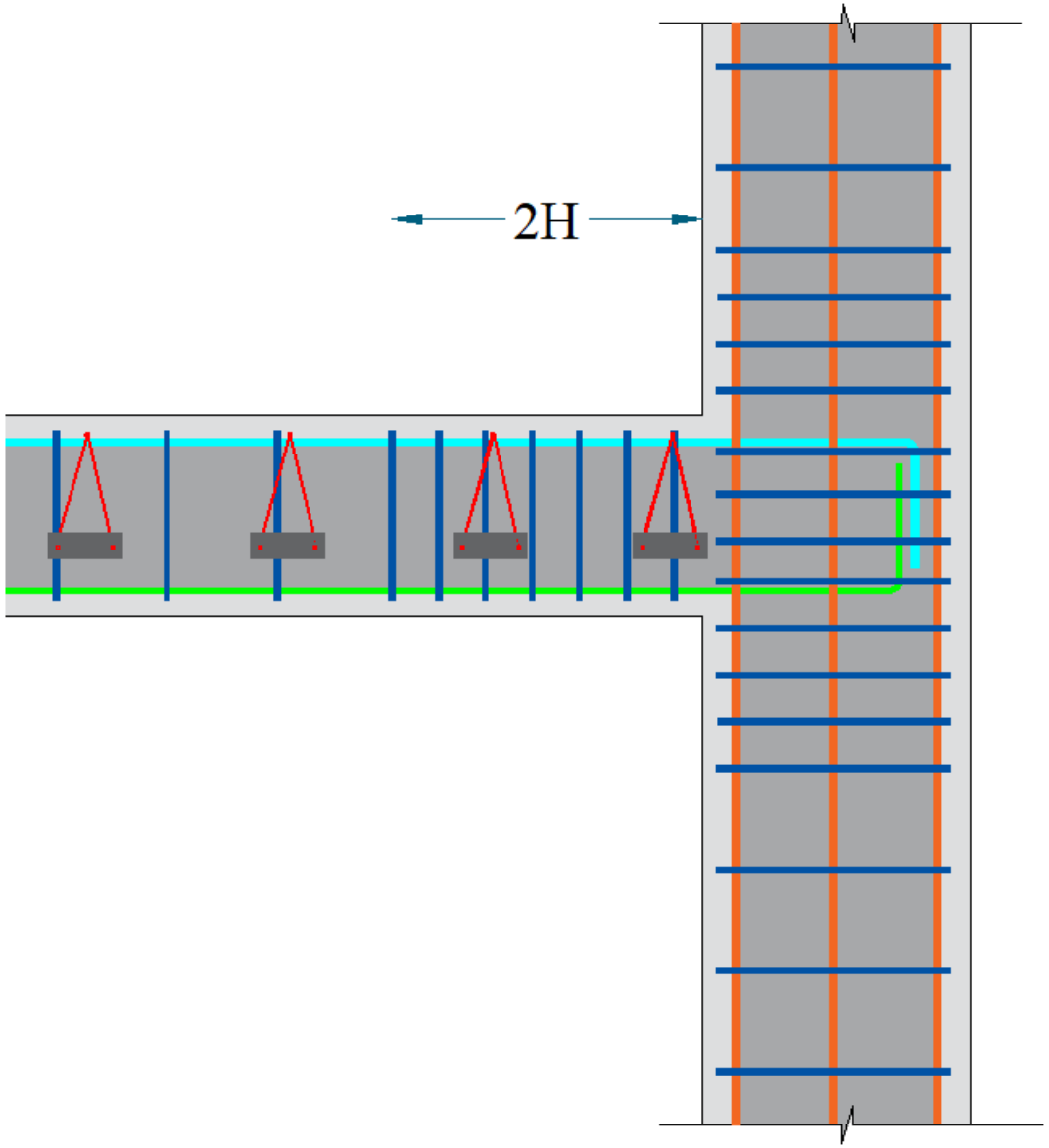
اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



✗ امکان کاهش عرض تیر، و نفوذ تیرچه در تیر خصوصا در دهانه های مورب

@rjavanmardi

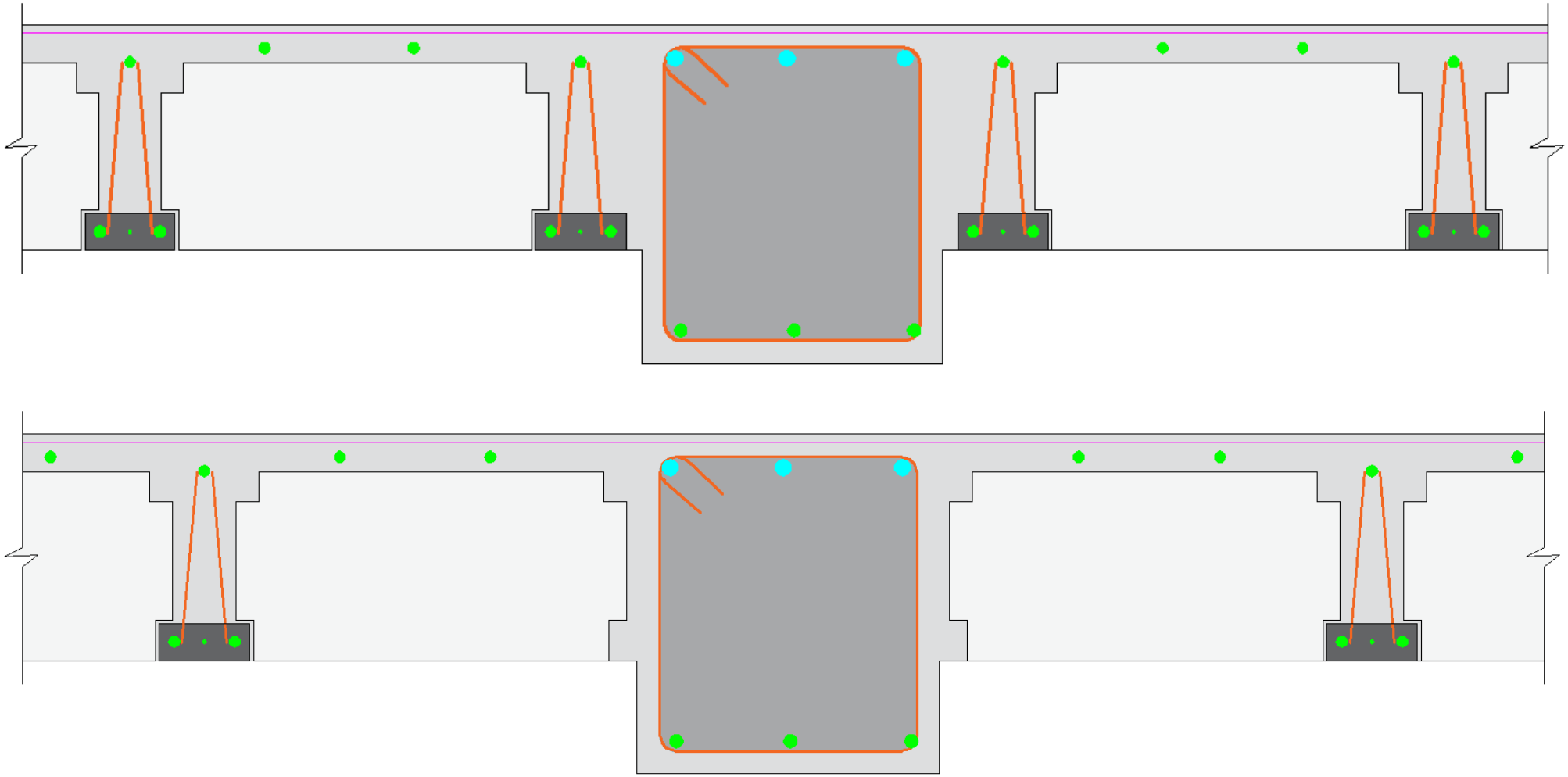
اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



✗ به هم ریختگی فاصله دورگیرها در نواحی بحرانی

@rjavanmardi

اجرای تیرچه در کنار تیر؟؟؟



@rjavanmardi

آرماتور پیوستگی در تیرچه

۹-۱۱-۷-۲-۳ به منظور تأمین یک پارچگی سازه‌ای، حداقل یک آرماتور در پایین هر تیرچه باید پیوسته بوده و مهار کافی داشته باشد تا در تکیه‌گاه به تنش جاری شدن خود برسد.

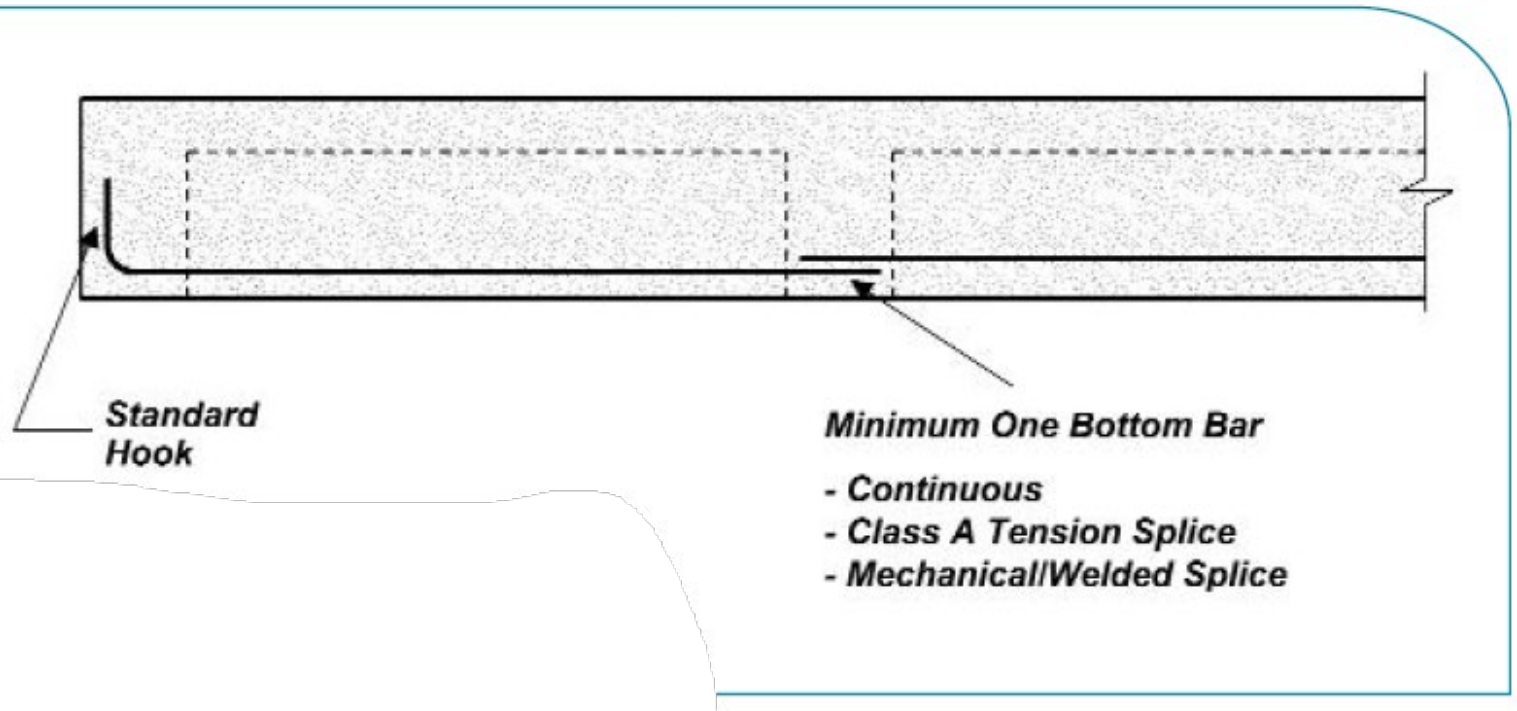
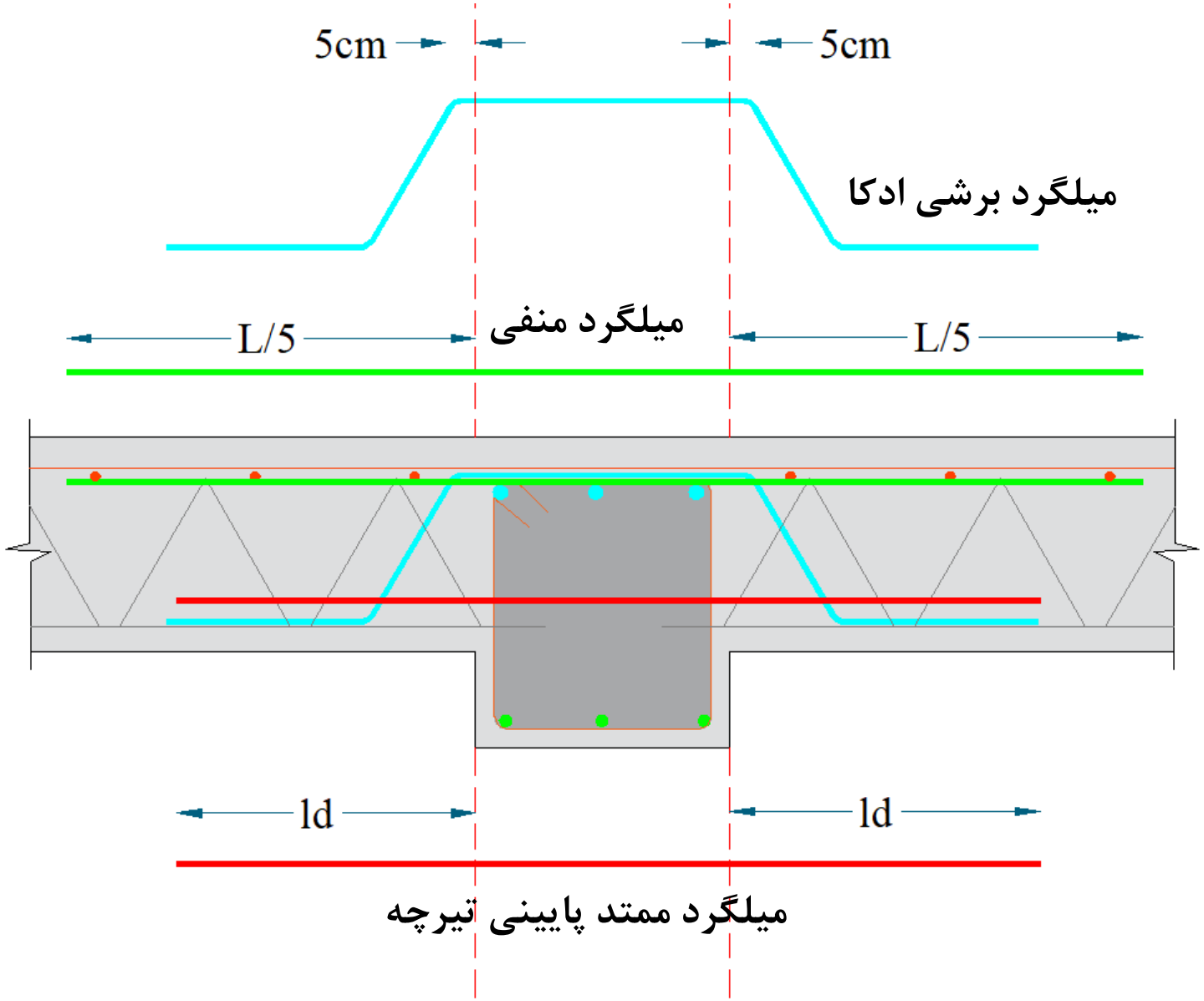


Figure 3. Structural integrity requirements for joist construction [7.13.2.1]

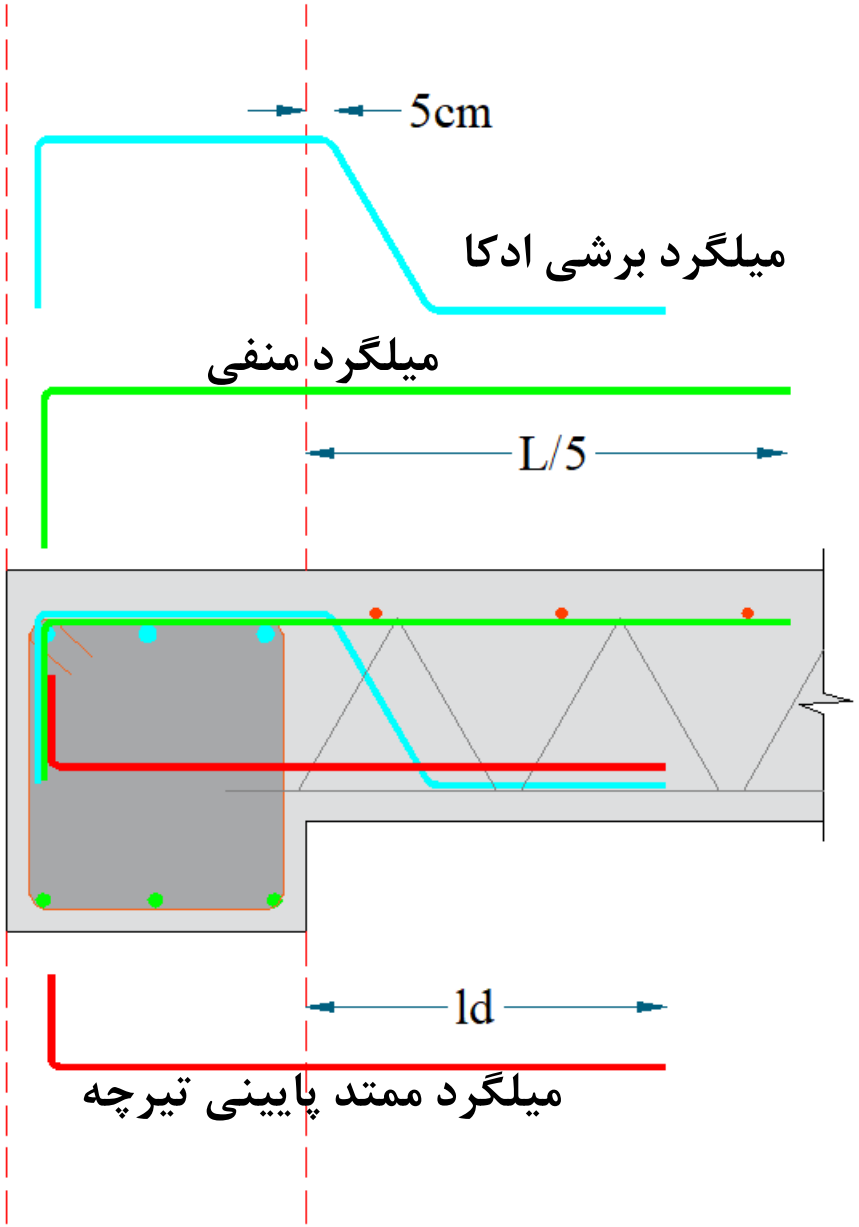
@rjavanmardi

آرماتور گذاری کلی در سقف تیرچه بلوک



@rjavanmardi

آرماتور گذاری کلی در سقف تیرچه بلوک



@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

آرماتور پیوستگی در تیرچه

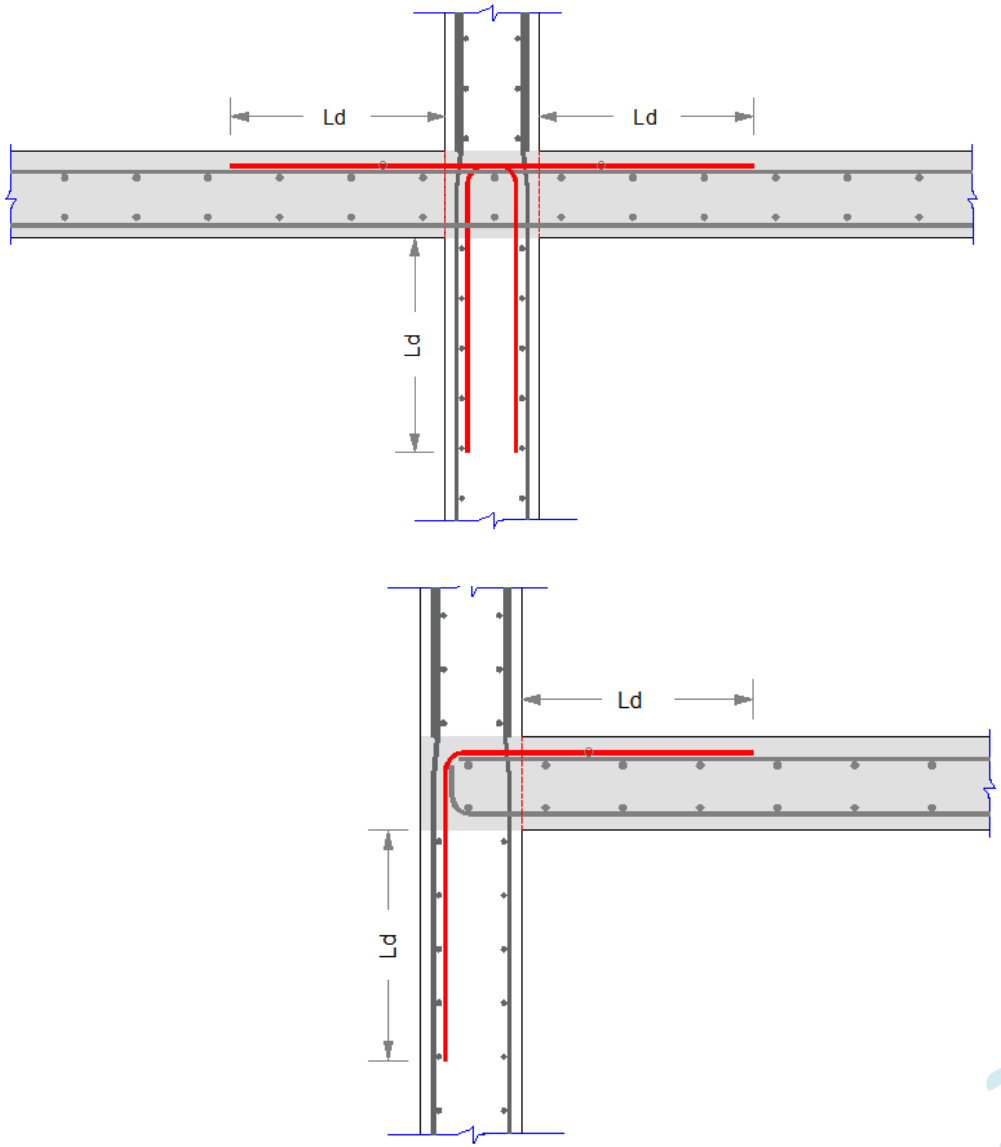




@rjavanmardi

اتصال سقف تیرچه به دیوار برشی





@rjavanmardi

شکم دادن تیرچه به دلیل ضعف قالب بندی



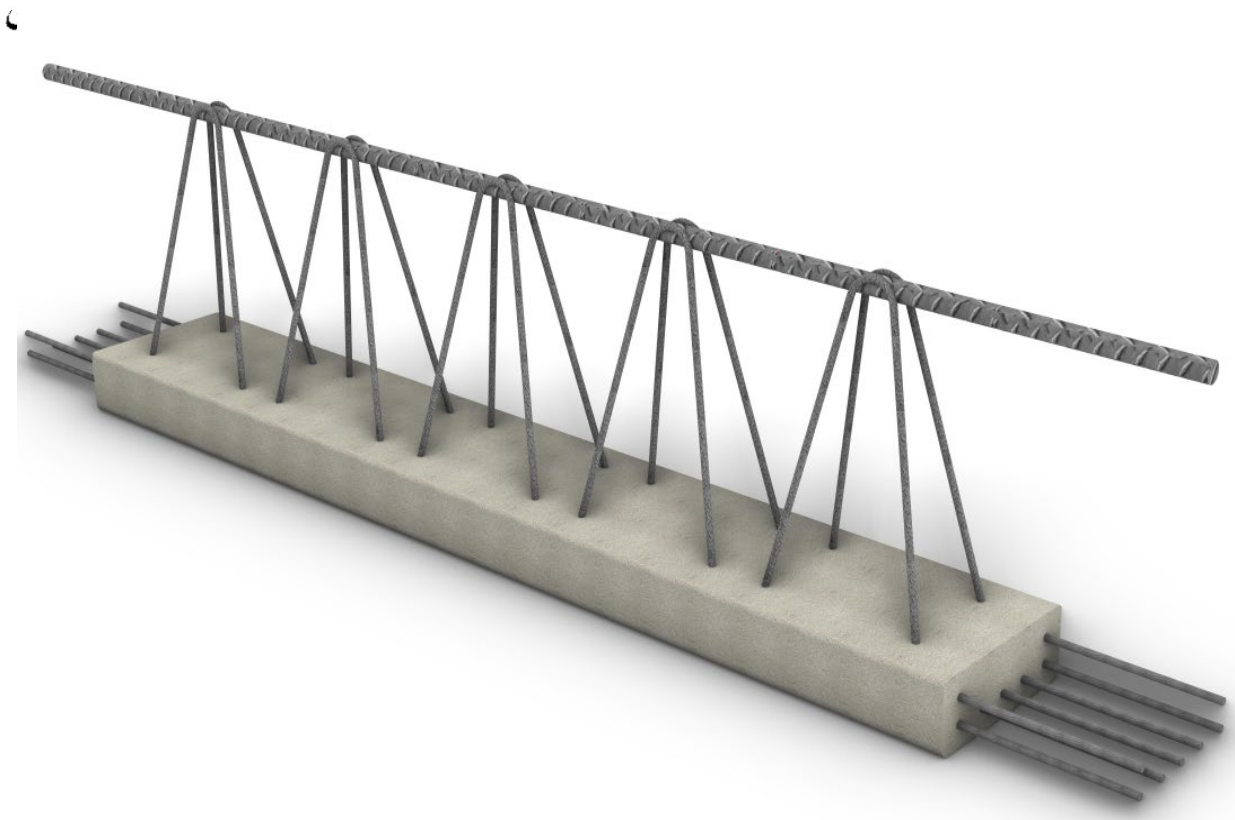
@rjavanmardi

برخورد کابل با تیرچه



@rjavanmardi

تیرچه های پیش تنیده





تیرچه های خرپایی پیش تنیده

تیرچه های T شکل پیش تنیده

@rjavanmardi

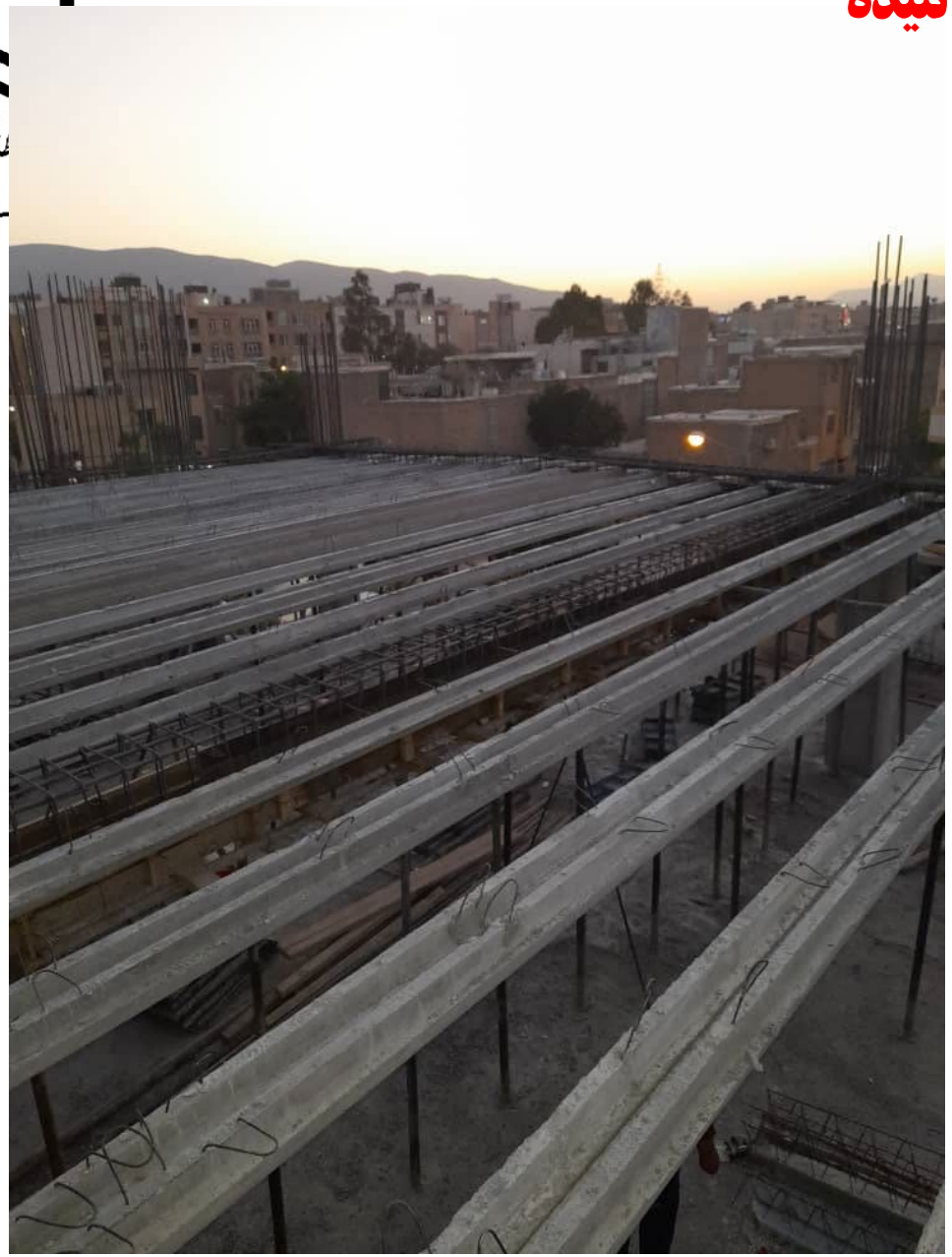
تیرچه های پیش تنیده



تیرچه های خرپایی پیش تنیده

@rjavanmardi

تیرچه های پیش تنیده





تیرچه های T شکل پیش تنیده

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های پیش تنیده

ایرادات اجرای متداول در تیرچه های پیش تنیده

۱- کم بودن عرض جان تیرچه های T شکل

۲- عدم امکان اجرای صحیح آرماتور ادکا در تیرچه های Tشکل

۳- عدم وجود آرماتور برشی اتصال در برخی تیرچه های T شکل

۴- عدم امکان اجرای میلگردهای ریپ به دلیل برخورد ریپ با تیرچه T شکل

۵- نفوذ تیرچه T شکل به درون تیر بتنی

۶- مشکلات اجرایی سقف کاذب و وال پست ها، به دلیل عدم امکان اتصال به پاشته تیرچه

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس



کم بودن عرض جان تیرچه های T شکل

✕

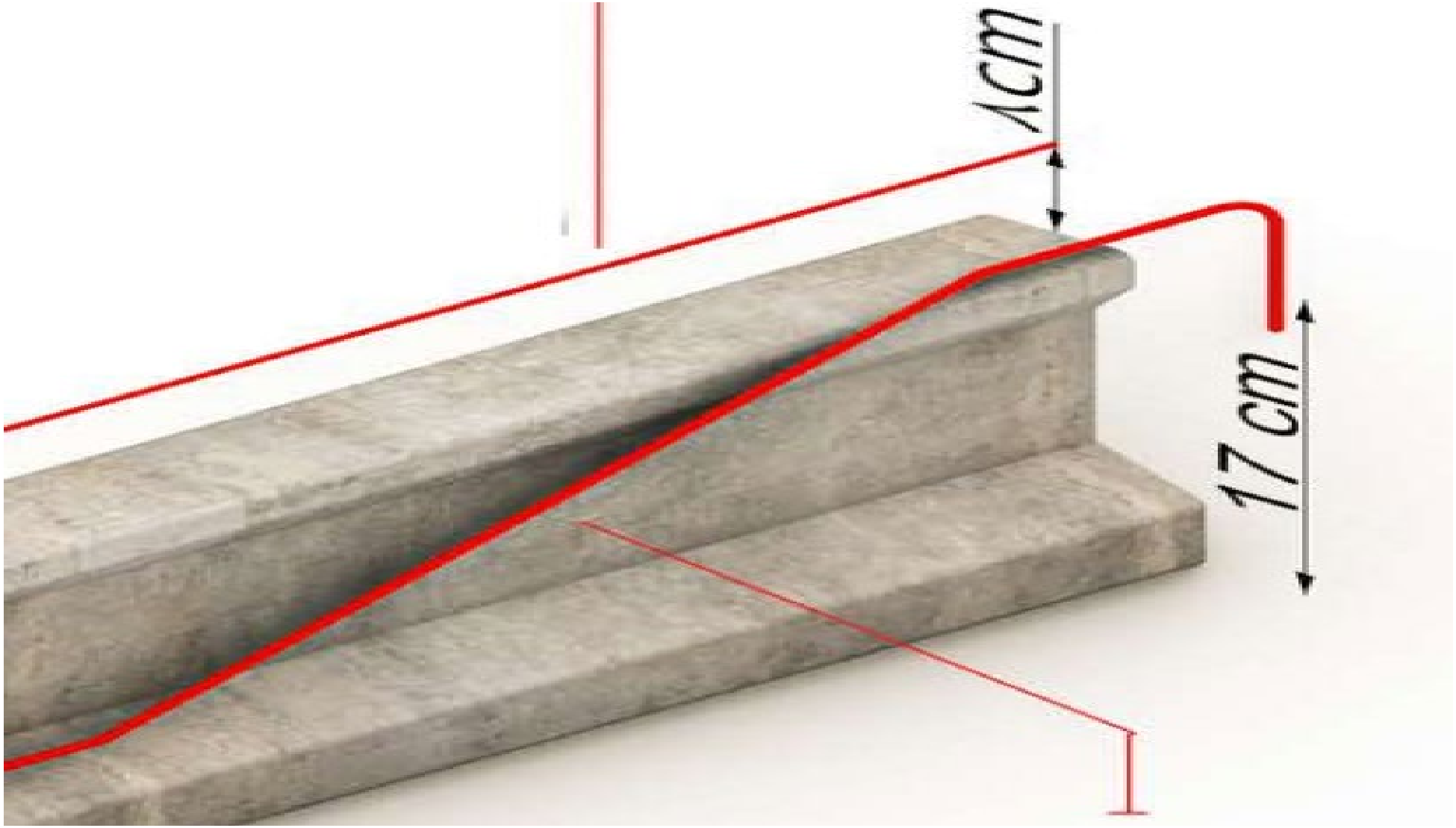
۹-۱۱-۷-۲ محدودیت‌ها و ضوابط

۹-۱۱-۷-۲-۱ عرض تیرچه در هیچ موقعیتی از ارتفاع آن، نباید کمتر از ۱۰۰ میلی متر باشد. ارتفاع کل تیرچه نباید بیشتر از سه و نیم برابر حداقل عرض آن باشد. فاصله‌ی آزاد بین تیرچه‌ها نباید بیش‌تر از ۷۵۰ میلی متر باشد.

۹-۱۱-۷-۲-۱ ضوابط و محدودیتهای تیرچه‌های بتنی در بخش ۹-۱۱-۷-۲ بیان شده اند. علاوه بر این ضوابط، تیرچه های خرپایی باید با استاندارد ملی شماره ی ۱-۲۹۰۹ مطابقت داشته باشند. تیرچه های پیش تنیده باید ضوابط استاندارد ملی شماره ی ۳-۲۹۰۹ را اقناع نماید.

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده



✗ عدم امکان اجرای صحیح آرماتور ادکا

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده



عدم وجود آرماتور برشی اتصال در برخی تیرچه های T شکل ✗

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده



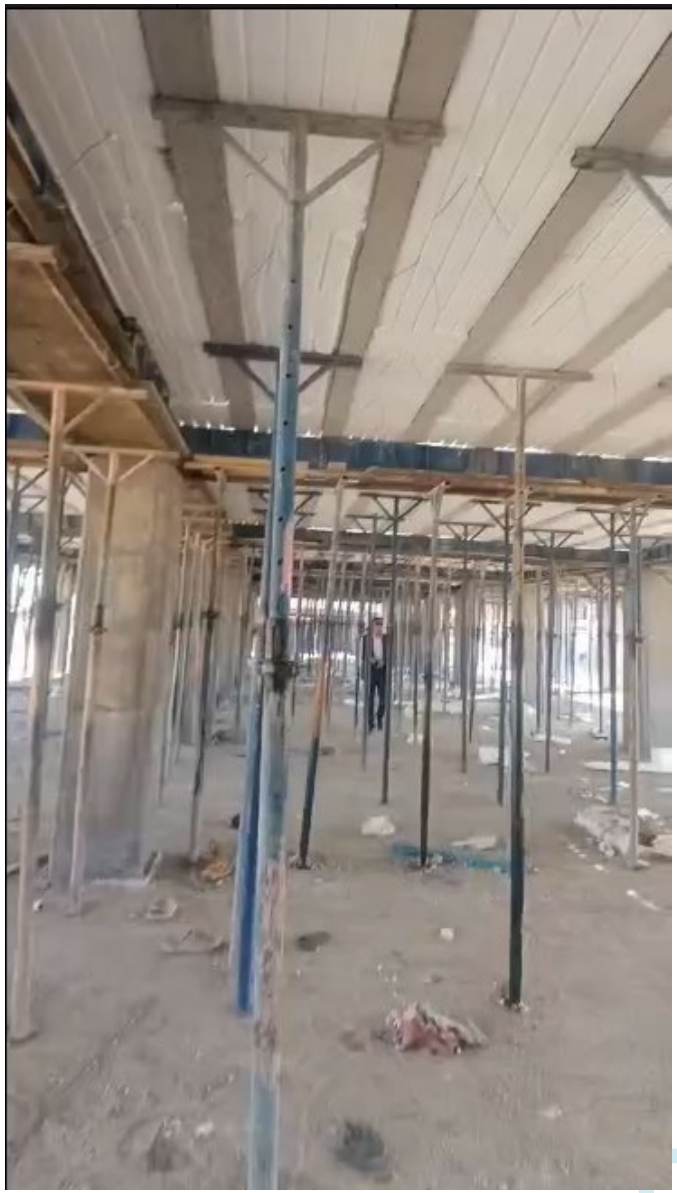


عدم وجود آرماتور برشی اتصال در برخی تیرچه های T شکل، شکست در تست های آزمایشگاهی پروفسور ماهری ✗

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده

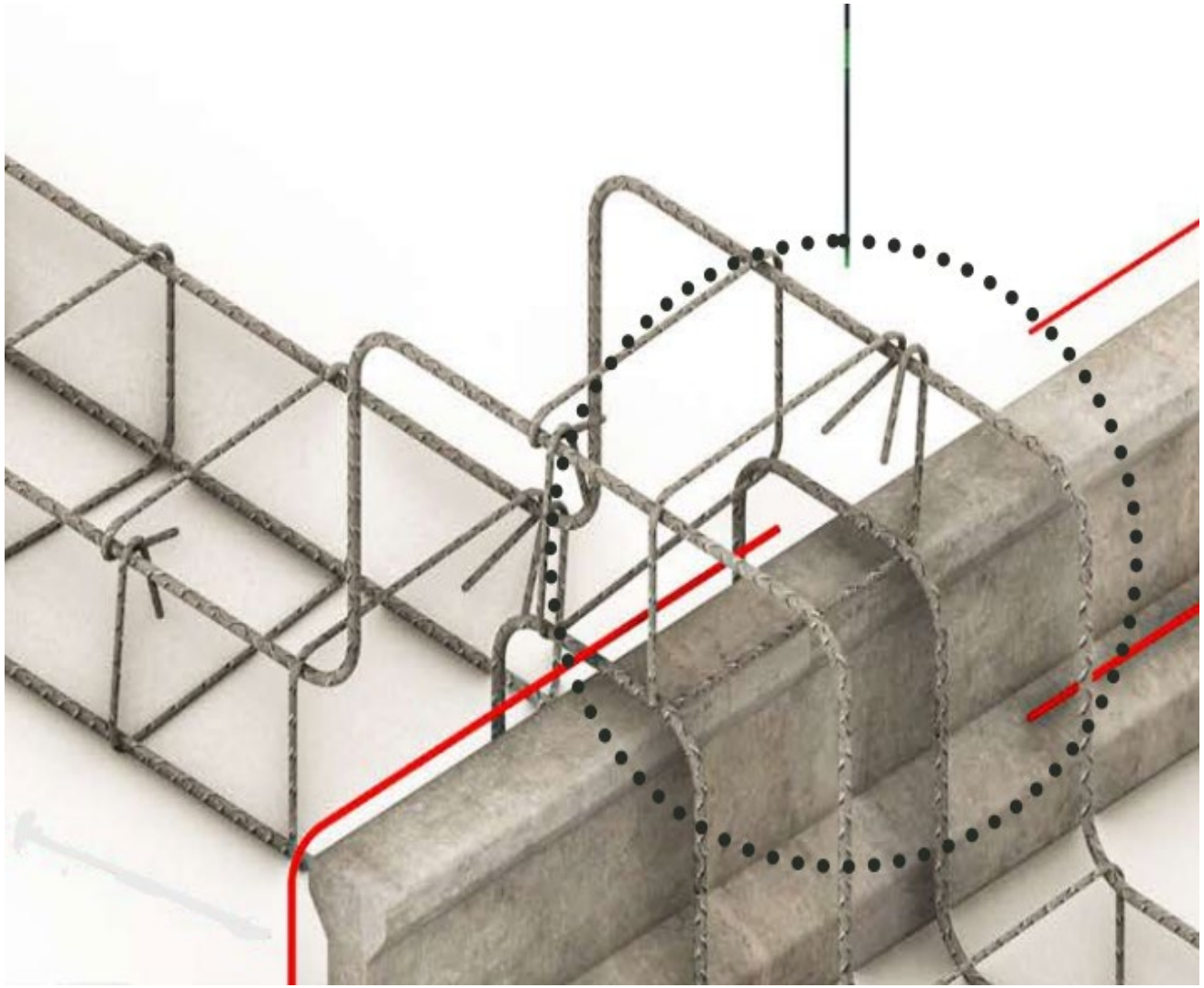




عدم امکان اجرای میلگردهای ریپ به دلیل برخورد ریپ با تیرچه T شکل

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده



✗ عدم امکان اجرای میلگردهای ریپ به دلیل برخورد ریپ با تیرچه T شکل

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده



نفوذ تیرچه T شکل به درون تیر بتنی ✗

@rjavanmardi

ایرادات تیرچه های T شکل پیش تنیده





نفوذ تیرچه T شکل به درون تیر بتنی ✗

@rjavanmardi

تیرچه پیش تنیده خرپایی





نفوذ میلگرد پاشنه در تیرچه خرپایی

@rjavanmardi

تیرچه پیش تنیده خرپایی



نفوذ پاشنه تیرچه خرپایی به درون تیر بتنی ✗

@rjavanmardi

تیرچه پیش تنیده خرپایی



✓ امکان اجرای ریپ و میلگردهای ادکا و منفی در تیرچه خرپایی

@rjavanmardi

تیرچه های فولادی



تیرچه فولادی در سازه فلزی

@rjavanmardi

تیرچه های فولادی



جوش تیرچه به پروفیل

تیرچه فولادی در سازه فلزی

@rjavanmardi

تیرچه فولادی در سازه بتنی

ایرادات اجرای تیرچه فولادی در سازه بتنی:

۱- عدم اتصال مناسب بین بتن و فولاد و عدم امکان انتقال نیروهای درون صفحه ای

۲- عدم رعایت فاصله دورگیرها در نواحی بحرانی به دلیل نفوذ تیرچه فولادی در تیر بتنی

@rjavanmardi

تیرچه فولادی در سازه بتنی



نفوذ پاشنه تیرچه فولادی در تیر بتنی ✗

@rjavanmardi

تیرچه فولادی در سازه بتنی





نفوذ پاشنه تیرچه فولادی در تیر بتنی

@rjavanmardi

سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان فارس

با تشکر از توجه شما