مهندس | هرآنچه یک دانشجوی مهندسی لازم دارد

دانلود رایگان : کتاب، جزوه، مقاله، پروژه، گزارشکار و ...

WWW.MOHANDES.ORG

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

طراحی سازه های بتن آرمه ۲

مدرس: مهندس فدائی

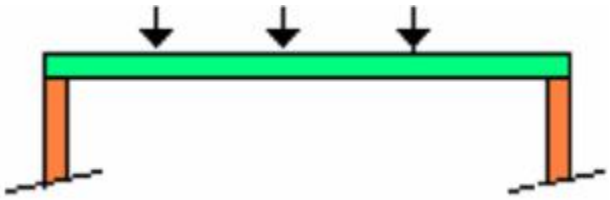
دال بتنی یک عضو صفحه ای لاغر است.

وظیفه دال در یک سازه بتن مسلح: *ایجاد یک سطح تخت قابل استفاده*.

انواع دالها از نظر محل قرار گیری

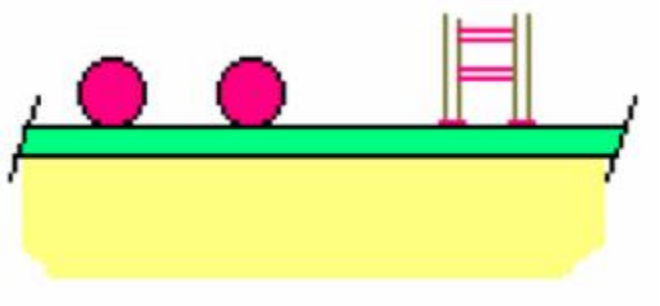
- دالهای آویخته

دالهای آویخته بارها را بوسیله عملکرد خمشی منتقل می نمایند و فضای بالایی و پائینی را جدامی کنند.



- دالهای روی زمین

دالهای روی زمین بارهای متمرکز را بر روی تکیه گاهی مثل زمین پخش می کند و سطحی برای کار کردن فراهم می نماید و سطح زمین را نیز محفوظ می کند.



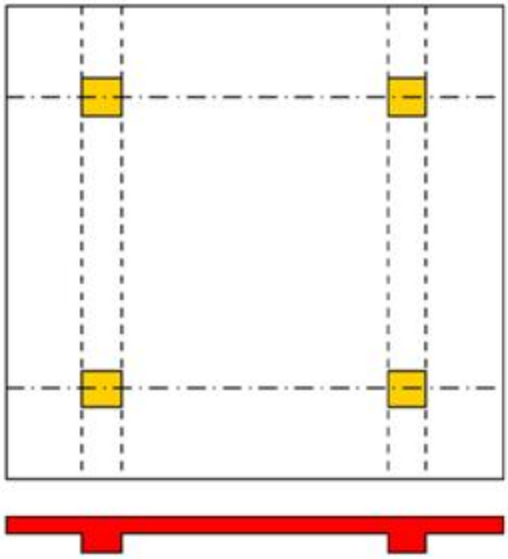
دال های بتن مسلح معمولا ضخامت ثابتی دارندو می توانند بر روی تیرهای بتن مسلح و فولادی، دیوار بتن مسلح و غیر مسلح و یا بستر زمین تکیه نمایند.

انواع دالهای آوی‌خته به صورت زی‌ر می باشد:

- دال یکطرفه
- دال دوطرفه
- دال مجوف
- دال تخت
- دال تخت قارچی

دال یکطرفه

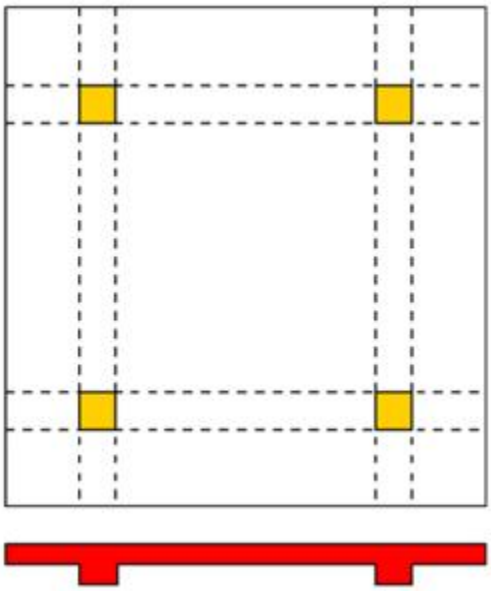
در صورتی که دال فقط بر روی دو لبه مقابل تکیه داده شده است دال از نوع ی‌کطرفه است و بار وارد بر دال در امتداد عمود بر تیرهای تکیه گاهی حمل می گردد.



دالی که بر روی چهار لبه تکیه داده شده است منتها نسبت طول به عرض چشمه دال بزرگتر از ۲ است نی‌ز ی‌کطرفه محسوب می شود که قسمت اعظم بارهای روی دال در امتداد دهانه کوتاهتر حمل می شود.

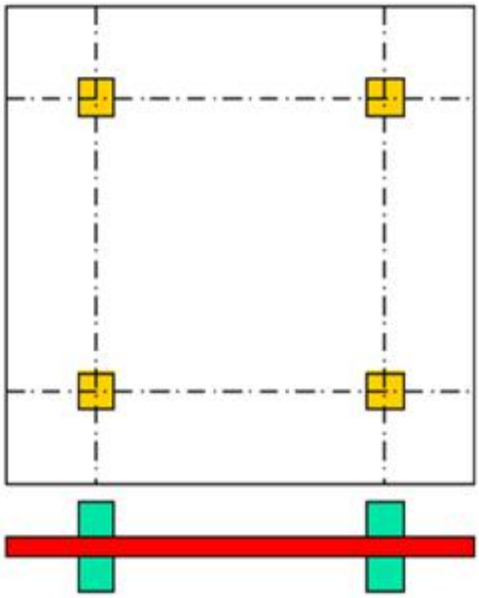
دال دوطرفه

در صورتی که دال در چهار طرف بر روی تیرهایی تکیه داشته باشد و نسبت طول به عرض چشمه دال کمتراز ۲ باشد رفتار دال دو طرفه خواهد بود.



دال تخت

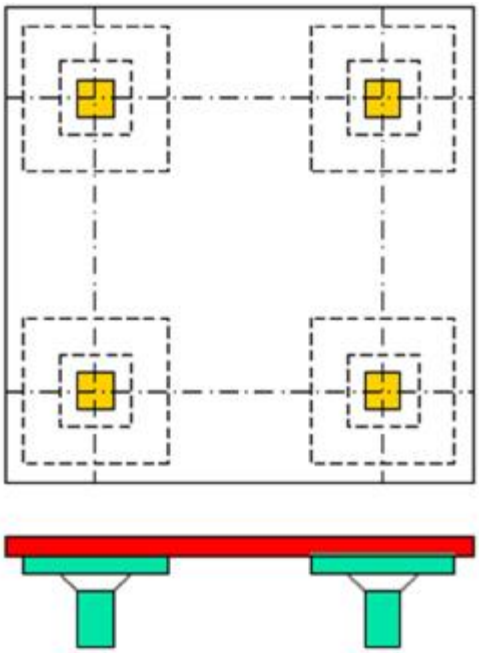
دالی که بدون استفاده از تیر مستقیماً روی ستونها تکیه می کند.



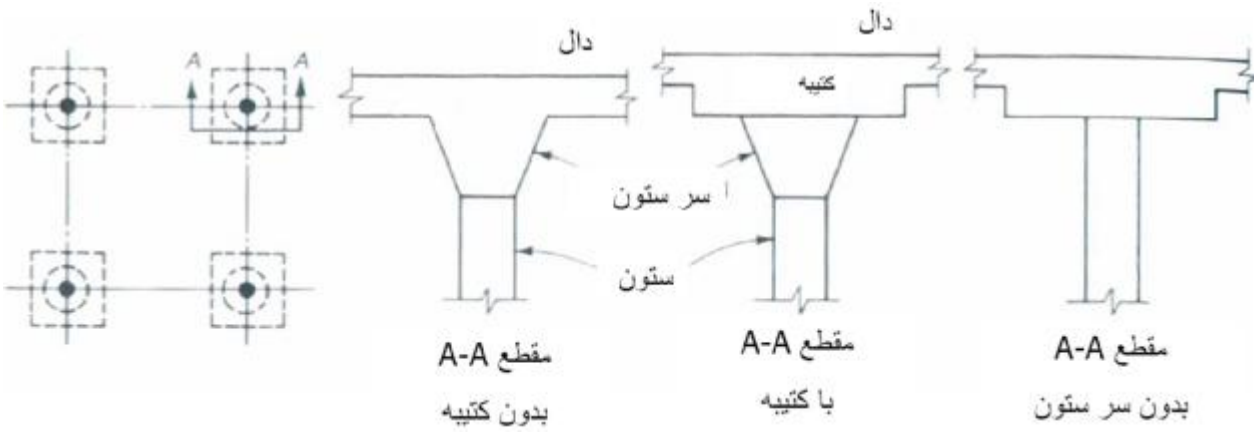
معمولا از این نوع دال در مواردی استفاده می شود که دهانه ها خیلی بزرگ و بارهای وارده سنگین نباشد.

دال تخت قارچی

همانند دال تخت مستقیما بر ستونها متکی است منتها بدلیل مقدار قابل توجه لنگر منفـی تکیه گاهی و تنشهای ناشی از برش بالا سرِسـتونها افزایش مقطع می یابد و احیاناً ضخامت دال در اطراف ستون قدری افزایش می یابد.

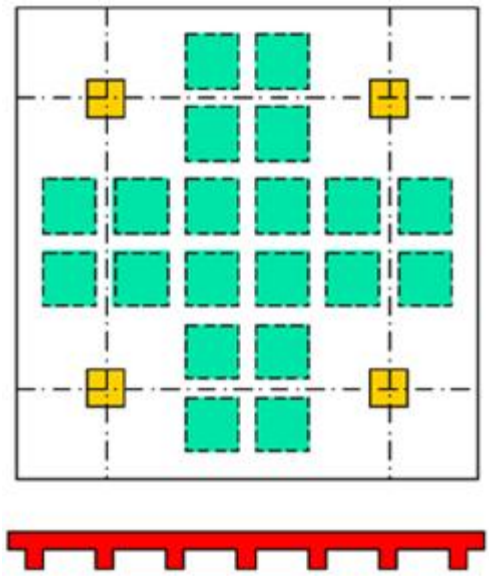


در دال تخت قارچی اتصال دال به ستون با سرستون یا کتیبه و یا هر دو صورت می پذیرد.



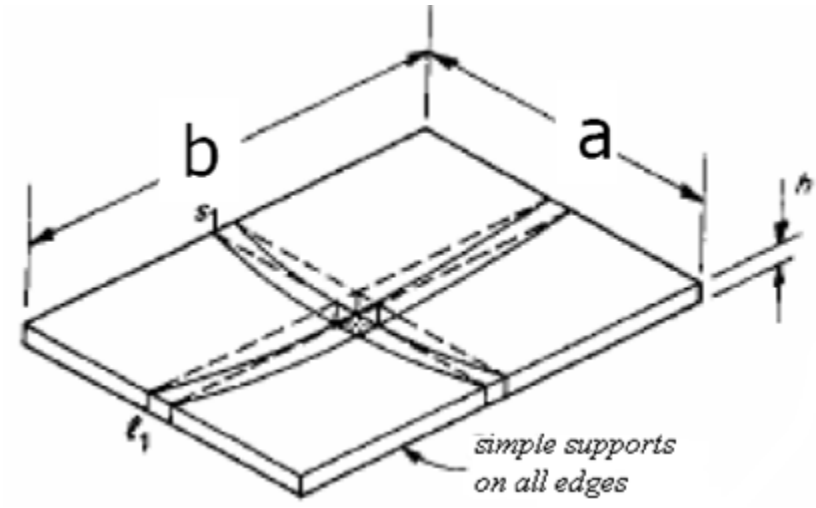
دال تخت مجوف

همانند دال تخت مستقیما بر ستونها متکی است منتها به منظور کاهش اثر وزن دال با استفاده از قالبهای جعبه ای شکل فضاهای داخلی در قسمت تحتانی دال ایجاد می گردد.



معمولاً برای بالا بردن مقاومت برشی در اطراف ستونها ، آن را بصورت توپر می سازند.

مقایسه رفتار دال یکطرفه و دو طرفه:



دال یکطرفه بار را در یک جهت منتقل می کند.

دال دوطرفه بار را در دو جهت منتقل می کند.

$$\frac{5w_s a^4}{384EI} = \frac{5w_l b^4}{384EI}$$

$$\frac{w_s}{w_l} = \left(\frac{b}{a}\right)^4 \rightarrow if\ \frac{b}{a} = 2 \rightarrow w_s = 16w_l$$

w_s: میزان باری که در جهت کوتاه منتقل می شود.

w_l: میزان باری که در جهت بلند منتقل می شود.

معیارهای انتخاب ضخامت دال بتن آرمه

معیارهای انتخاب ضخامت دال بتن آرمه

- **عدم نیاز به آرماتورهای فشاری**: معمولاً در محاسبات خمشی دالها سعی میشود با استفاده از نسبت فولاد کششی کمتر از ρ_b (ترجیحاً $0.5\ \rho_b$) مقدار d بگونه ای تعیین شود که مقطع به میلگرد فشاری نیاز نداشته باشد.

- **کنترل برش دال**: غالباً مقدار d به نحوی انتخاب می شود که نیازی به آرماتور برشی نباشد.

- **کنترل تغییر شکل های دال**: ضخامت دال می بایست به گونه ای باشد که تغییر شکلهای دال در محدوده مجاز باشد .

فاصله مجاز بین میلگردها

{۳۵۰ میلیمتر ,دو برابر ضخامت کل دال}Min>فاصله بین میلگردها

ضخامت پوشش بتن روی میلگردها

آئین نامه بتن ایران حداقل پوشش بتن روی میلگردها را در دالها ، دیوارها و تیرچه ها بسته به شرایط محیطی به صورت زیر تعیین کرده است:

ملایم: ۲۰ میلی‌متر

متوسط: ۳۰ میلی‌متر

شدید: ۳۵ میلی‌متر

بسیار شدید: ۵۰ میلی‌متر

فوق العاده شدید: ۶۰ میلی‌متر

میلگرد های حرارتی و جمع شدگی

بعلت پدیده جمع شدگی و کاهش درجه حرارت بتن تمایل به کاهش حجم و طول دارد ولی بعلت یکپارچگی دال با تیرهای تکیه گاهی و وجود مانع در برابر این کاهش طول در دال تنشهای کششی ایجاد می شود که منجر به ترک خوردگی در دال می شود لذا باید با تعبیه میلگردهای کافی مقدار جمع شدگی در بتن را کاهش داد تا ترکهای ایجاد شده بطور مناسبی در دال توزیع شوند تا به جای ایجادیک ترک با عرض بزرگ ترکهای متوالی با عرض مویی ایجاد شوند.

- در دالها در امتدادی که میلگردهای اصلی حضور دارند نیازی به میلگردهای حرارت و جمع شدگی نمی باشد.
- به میلگردهای حرارت و جمع شدگی، میلگردهای حرارتی نیز می گویند.

- در دالهای با ضخامت متعارف میلگردهای حرارتی را در یک سفره قرار می دهند اما اگر ضخامت دال زیاد باشد می توان نصف آنها را در سفره تحتانی و نصف آنها را در سفره فوقانی تعبیه نمود.
- براساس آئین نامه بتن ایران درصد میلگردهای حرارتی به سطح مقطع کل دال(bh) به ترتیب زیر می باشد.

$$r_{\min} = \frac{A_s}{bh} = 0.002 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \quad f_y < 400MPa$$
$$r_{\min} = \frac{A_s}{bh} = 0.0018 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \quad f_y = 400MPa$$
$$r_{\min} = \frac{A_s}{bh} = 0.0015 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots if \quad f_y \geq 500MPa$$

حداکثر فاصله بین فولادهای افت و حرارت$=\{2h, 350mm\}$

تعیین نسبت فولاد در دالها

$$\text{نسبت فولاد} = \frac{\text{سطح مقطع فولاد موجود در عرض واحد دال}}{\text{سطح موثر مقطع}(bd)}$$

b: عرض تیر که برابر با یک متر است.

d: ارتفاع موثر دال

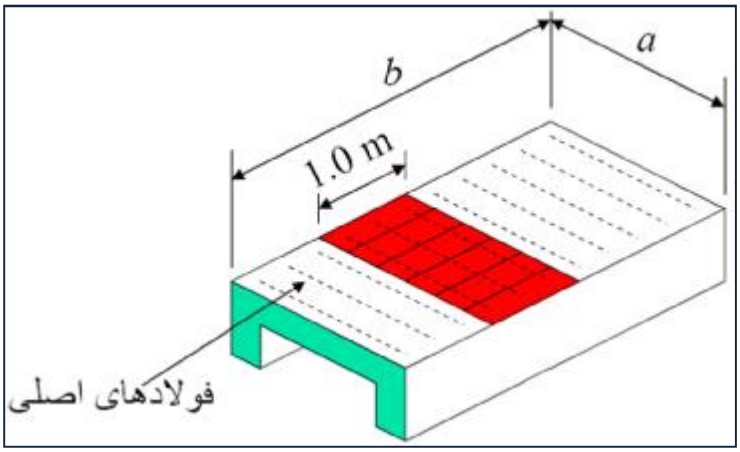
اگر میگرد با سطح مقطع A_1در فاصله s قرار گیرد سطح مقطع فولاد در عرض واحد برابر است با:

$$A_s = A_1 \frac{1000}{s}$$

طراحی دال های یکطرفه

کل بارهای وارد بر دال یکطرفه در جهت عمود بر تیرهای تکیه گاهی یا در جهت کوتاهتر حمل میگردد پس میلگردهایی باید در همین امتداد قرار گیرند. البته آرماتورهایی در جهت دیگر برای یکپارچگی و مقابله با ترکهای ناشی از حرارت و جمع شدگی قرار می گیرند.

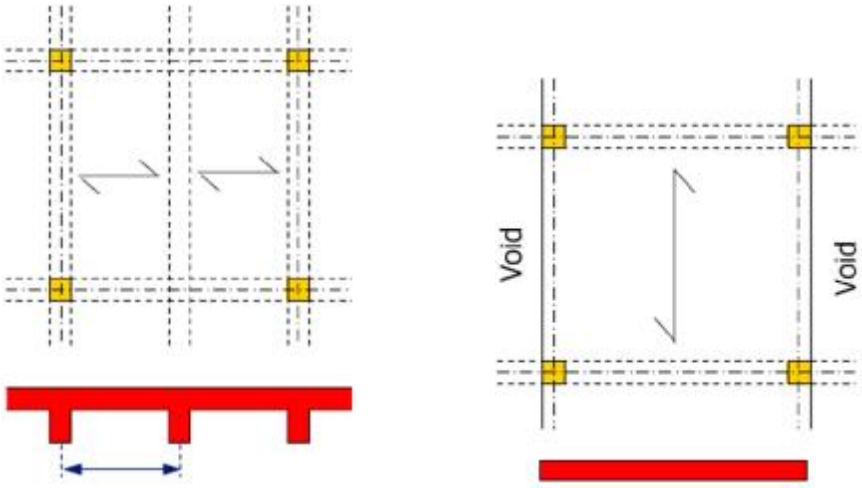
برای تحلیل و طراحی دالهای یکطرفه میتوان نواری به عرض واحد در امتداد عمود بر تیرهای تکیه گاهی بارگیر از دال بریده و آن را بعنوان تیری به عرض یک متر و ارتفاعی مساوی ضخامت دال تحلیل و طراحی نمود در این حالت بار وارد بر واحد سطح دال مساوی بار وارد بر واحد طول تیر مزبور خواهد بود.



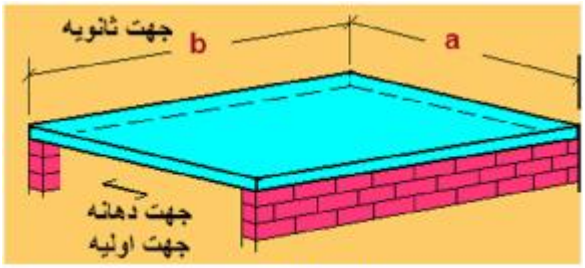
$$\frac{w\left(kN/m^2\right)\times a\times 1}{a}=w\times 1=w\left(kN/m\right)$$

طول دهانه محاسباتی:

طول دهانه محاسباتی در دالهای یکسره مساوی فاصله محور به محور تکیه گاه می باشد.



(طول دهانه آزاد+ ارتفاع موثر مقطع d ،فاصله محور به محوردو تکیه گاه)*Min*=طول دهانه محاسباتی در دهانهٔ ساده



دال یکطرفه ساده

تعیین و کنترل ضخامت دالهای یکطرفه

۱- ضخامت دال باید به میزانی باشد که تغییرشکلهای محاسبه شده باروشهای تحلیل سازه ها در محدوده مجاز باشند.

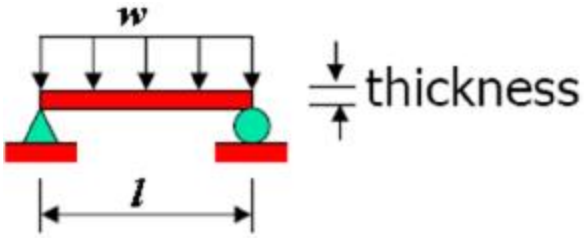
۲- مقدار حداقل ضخامت کل(h) دال های یکطرفه را می توان بر اساس آئین نامه بر اساس جدول زیر در نظر گرفت:

دهانه ساده	L/20
یک انتهای یکسره	L/24
دو انتهای یکسره	L/28
طره ای	L/10

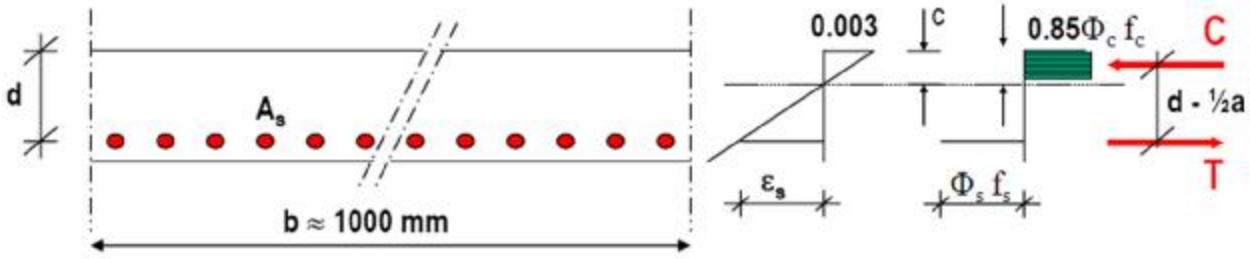
L:طول دهانه محاسباتی

توجه: مقادیر جدول فوق برای فولاد S400می باشد، برای سایر انواع فولاد مقادیر جدول فوق باید در ضریب $0.4+f_y/700$ ضرب شوند.

طراحی میلگردهای اصلی دال یکطرفه ساده



در وسط دهانه $M_{max}=\frac{wl^2}{8}\left(kN.m/m\right)$



با استفاده از لنگر ماکزیمم مقطع آرماتور مقطع فوق طراحی می شود:A_s سپس قطر میلگرد مورد استفاده انتخاب می شود: A_b فاصلهٔ بین میلگردها تعیین می شود.

طراحی میلگردهای اصلی دال یکطرفه یکسره

برای تعیین نیروی برشی و لنگر خمشی طراحی می توان از روش ضرایب لنگر و برش استفاده نمود که در این روش لنگرهای خمشی و نیروهای برشی براساس بحرانی ترین حالت از بارگذاری های متناوب و با رعایت تغییرنسبت طول دهانه های مجاور در یک محدودهٔ مشخص محاسبه شده است.

براساس آئین نامه بتن ایران در صورت وجودشرایط زیر برای تیرهای سراسری و دالهای یکطرفه ، می توان از روش ضرایب لنگر و برش استفاده نمود:

- ۱-تعداد دهانه ها دو یا بیشتر باشد
- ۲-دهانه ها تقریبا مساوی باشند بطوری که طول دهانه بلندتر از دودهانه مجاور ،از ۱/۲ برابر طول دهانه کوتاهتر بیشتر نباشد
- ۳- بارها بطور یکنواخت توزیع شده باشند
- ۴- بار زنده بدون ضریب از سه برابربار مرده بدون ضریب بیشتر نباشد

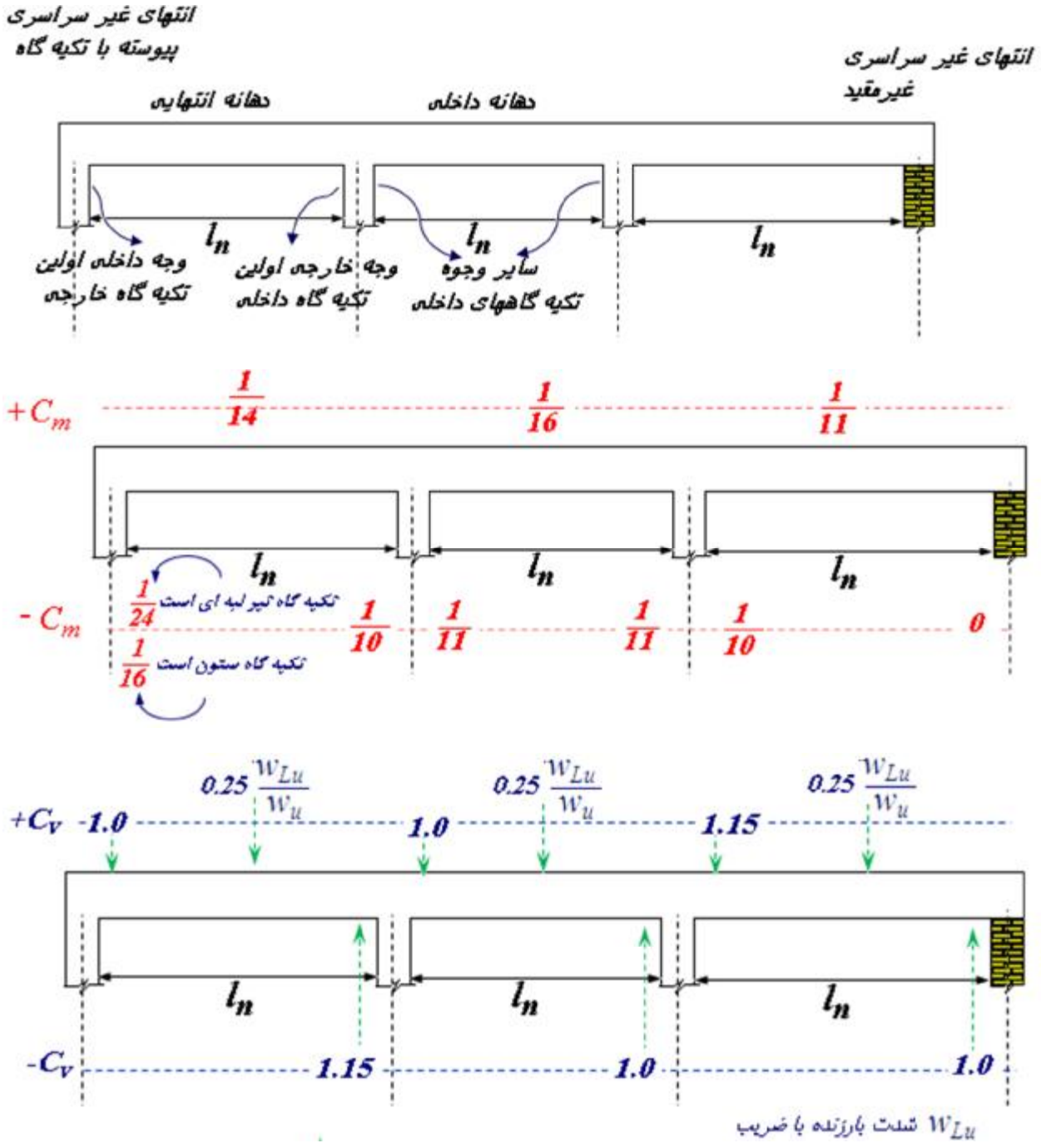
روش ضرایب لنگر وبرش

$$M_u = C_m \left(w_u l_n^2 \right) \qquad V_u = C_v \left(\frac{w_u l_n}{2} \right)$$

w_u: *مجموع بارهای مرده و زنده با ضریب در واحد طول*

C_m و C_v : *ضرایب تعیین لنگر خمشی و نیروی برشی*

l_n: *طول دهانه آزاد (برای محاسبه لنگر منفی تکیه گاههای داخلی برابر است با میانگین طول دهانه های آزاد طرفین تکیه گاه)*


انتهای غیر سراسری
پیوسته با تکیه گاه
انتهای غیر سراسری
غیرمقید
دهانه انتهایی
دهانه داخلی
l_n
l_n
l_n
وجه داخلی اولین تکیه گاه خارجی
وجه خارجی اولین تکیه گاه داخلی
سایر وجوه تکیه گاههای داخلی
$+C_m$
$\frac{1}{14}$
$\frac{1}{16}$
$\frac{1}{11}$
$-C_m$
$\frac{1}{24}$ تکیه گاه تیر لبه ای است
$\frac{1}{16}$ تکیه گاه ستون است
$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{11}$
$\frac{1}{11}$
$\frac{1}{10}$
0
$+C_v$
1.0
$0.25\frac{w_{Lu}}{w_u}$
1.0
$0.25\frac{w_{Lu}}{w_u}$
1.15
$0.25\frac{w_{Lu}}{w_u}$
$-C_v$
1.15
1.0
1.0
w_{Lu} شدت بارزنده با ضریب

طراحی دال های دو طرفه متکی در لبه ها

انواع دال های بتن مسلح که رفتار دو طرفه دارند:

- دالهای دوطرفه متکی بر تیرهای لبه ای

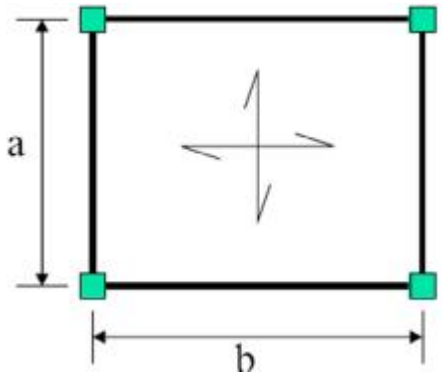
- دالهای دوطرفه متکی بر دیوارها

- دالهای تخت

- دالهای تخت قارچی

- دالهای تخت مجوف

اگر ارتفاع تیرهای تکیه گاهی دال کم باشد یا مانند دال تخت برابر با ضخامت دال باشد، تغییرشکل دال در امتداد خط واصل ستونها بطور موثری توزیع لنگرها را در چشمه دال تحت تاثیر قرار می دهد.



تغییرشکل دالهای دوطرفه تحت اثر بارهای وارده یک سطح کروی است بنابر این هر نقطه ای از دال در دو امتداد اصلی انحنا می یابد که نشان می دهد در هر دو امتداد لنگر خمشی وجود دارد لذا باید دو لایه میلگرد در دو امتداد عمود برهم قرار گیرند.

براساس آئین نامه بتن ایران دالهای دوطرفه متکی بر چهار لبه خود بر دیوار یا تیرهای قوی باید دارای شرایط زیر باشند:

۱- دال در چهار طرف روی تیرها یا دیوارهایی تکیه داشته باشند.

۲- ابعاد تیرهای زیرسری بگونه ای باشد که رابطه زیر برقرار باشد:

$$\frac{b_w h_b^3}{l_n h_s^3} \geq 2$$

۳- نسبت طول آزاد به عرض آزاد دال ، کوچکتر یا مساوی ۲ باشد.

۴- بارهای وارد بر دال، بارهای قائم بوده و به طور یکنواخت پخش شده باشد.

تحلیل دالهای دو طرفه متکی در لبه ها با روش ضرایب جدولی

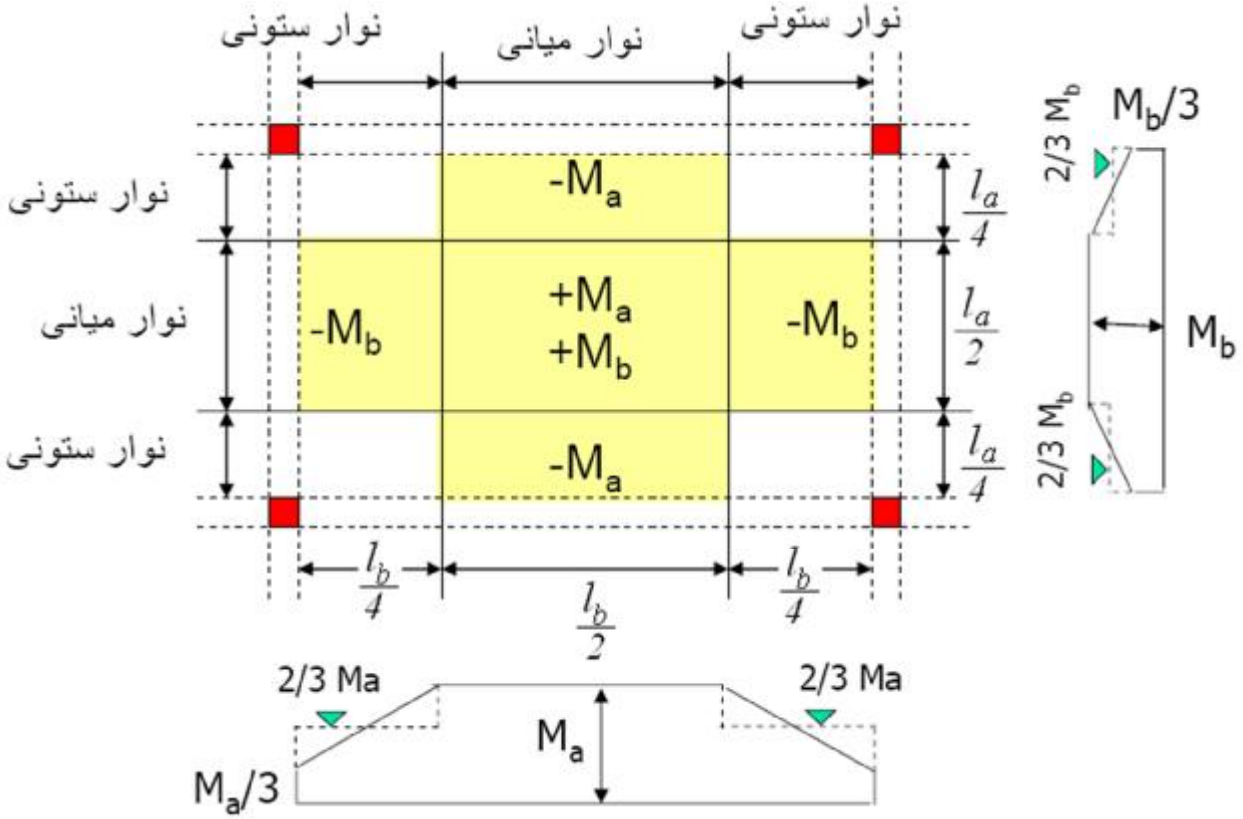
به جای انجام تحلیل دقیق دالهای دوطرفه می توان از روشهای ساده شده برای تعیین لنگرها ، برش و واکنشهای تکیه گاهی استفاده نمود.

در روش ساده شده ضرایب لنگر خمشی، لنگرها توسط ضرایبی تعریف می شوند که مقدار آنها بر حسب شرایط تکیه گاهی و نسبتهای مختلف ابعاد از جدول بدست می آیند.

دال دوطرفه در هر راستا به اجزای نوار میانی و دو نوار ستون تقسیم بندی می شود که نوار میانی دارای عرضی برابر با نصف عرض دال می باشد و بطور متقارن نسبت به محور مرکزی دال قرار می گیرد و هر کدام از نوارهای ستون که دارای عرض یک چهارم عرض دال می باشند در کنار نوار میانی قرار می گیرند.

همانند تکیه گاههای داخلی یک تیر سراسری، در لبه پیوسته یک دال نیز لنگر منفی وجود دارد و مقدار لنگر مثبت وسط دهانه به شرایط پیوستگی لبه ها بستگی دارد.

لنگر درهر امتداد در ناحیه مرکزی بزرگتر از نواحی نزدیک لبه هاست لذا کلیه نوارهای موجود در نوار میانی، برای تمام لنگر بدست آمده از ضرایب جدولی محاسبه می شوند و برای نوارهای موجود در نوار لبه ای لنگر از مقدار در لبه نوار میانی به یک سوم آن در لبه خارجی نوار کناری کاهش می یابد.



لنگرهای خمشی در *نوار میانی* با استفاده از روابط زیر تعیین می گردد:

$$M_a = C_a w l_a^2 \qquad , \qquad M_b = C_b w l_b^2$$

W: شدت بار با ضریب

C_a و C_b:ضرایب تعیین لنگر.

برای تعیین لنگرهای منفی در نوار میانی از ضرایب Ca^- و Cb^- *استفاده می شود و* W *شامل بارهای مرده و زنده می شود.*

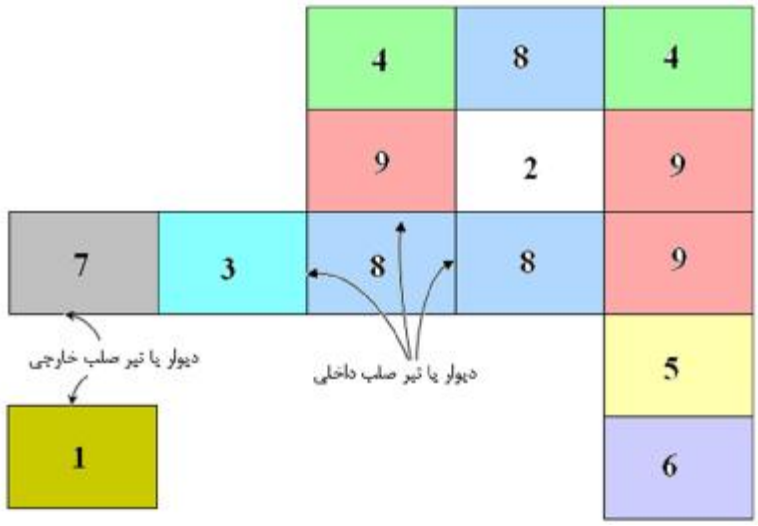
برای تعیین لنگرهای مثبت در نوار میانی از ضرایب CaD^+ و CbD^+ *برای بار مرده با ضریب استفاده می شود.*

برای تعیین لنگرهای مثبت در نوار میانی از ضرایب CaL^+ و CbL^+ *برای بار زنده با ضریب استفاده می شود.*

- تفکیک ضرایب لنگر مثبت برای لحاظ نمودن اثرات بارگذاری متناوب در دهانه های دال تحت اثر بار زنده می باشد.

توجه : برای یک چشمه منفرد *دال* که روی تکیه گاه قرار گرفته است هم برای بار مرده و هم بار زنده از ضرایب CaD^+ و CbD^+ برای تعیین لنگر خمشی مثبت استفاده می گردد.

شرایط تکیه گاهی دالهای دو طرفه:



جدول

جدول

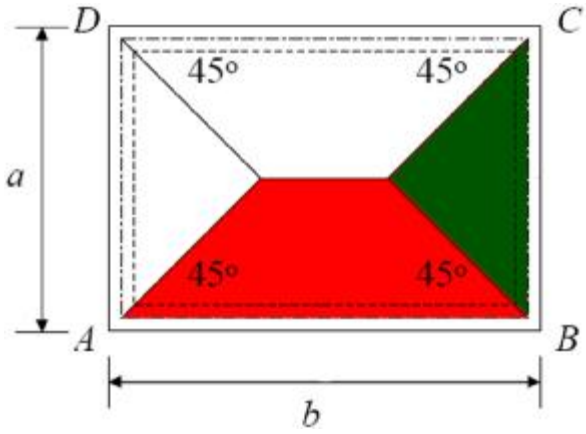
جدول

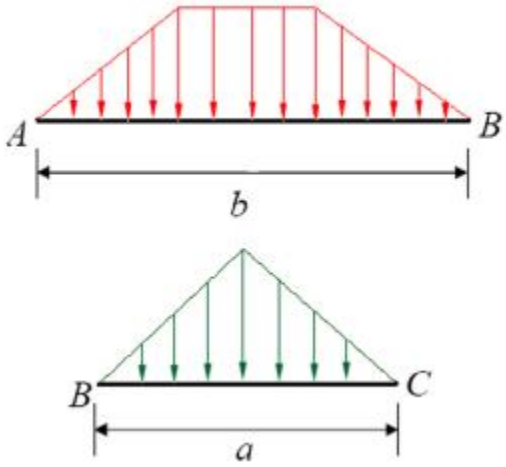
جدول

تلاش برشی در تیر و دال

برای محاسبه برش در دال(در نزدیکی تکیه گاه) می توان توزیع کل باررروی دال در جهتهای l_a و l_b را به ترتیب از ضرایب باربری W_a و W_b تعیین نمود که این ضرایب براساس نسبت ابعاد دهانه دال و شرایط تکیه گاهی در جدولی موجود است.

برای تعیین چشمه باربر هرکدام از تکیه گاههای دال و سهم آنها از بار روی دال می توان از رسم خطوط با زاویه ۴۵ درجه از گوشه ها بهره گرفت.





مقاومت برشی دال در طول مرز مشترک با تیر باید چنان باشد که دال بتواند بار منتقله را تحمل نماید

در طراحی تیرها علاوه بر برش منتقل شده از دالها، باید برش ناشی از بارهایی که مستقیما روی تیرها وارد می شود را نیز منظور نمود.

در صورت استفاده از روش ترسیم نیمسازها برای تعیین نیروی برشی منتقله از دال به تیر می توان کل بار(مثلثی یا ذوزنقه ای) را بطور یکنواخت در طول لبه های تکیه گاهی دال توزیع نمود.

بار یکنواخت معادل برای محاسبه لنگر خمشی در تیرها

در محاسبه لنگر خمشی در تیرها راحت تر است که توزیع یکنواخت معادلی به جای توزیع واقعی مورد استفاده قرار گیرد که آیین نامه بر مبنای تساوی لنگرهای تیرساده روابط زیر را پیشنهاد نموده است

بار یکنواخت تیر تکیه گاهی دهانه کوتاه به علت بار یک چشمه

$$q_e = \frac{w_u l_a}{3}$$

بار یکنواخت تیر تکیه گاهی دهانه بلند به علت بار یک چشمه

$$q_e = \left(\frac{w_u l_a}{3}\right)\left(\frac{3-m^2}{2}\right).$$

l_a: طول دهانه کوتاه

w_u: شدت بار نهایی وارد بر واحد سطح چشمه

m: نسبت ضلع کوتاه به ضلع بلند چشمه

بر اساس آئین نامه بتن ایران اگر لنگر خمشی در یک طرف تکیه گاه مشترک دال کمتر از ۸۰ درصد لنگر در طرف دیگر تکیه گاه باشد ، اختلاف لنگرها باید به نسبت سختیهای خمشی دو دال بین آنها تقسیم شود.

بر اساس آئین نامه بتن ایران اگر دالی در یک طرف ناپیوسته باشد باید آن را در هر نواری برای لنگر خمشی منفی معادل سه چهارم لنگر خمشی مثبت وسط دهانه در همان نوارطرح کرد.

بر اساس آئین نامه بتن ایران ضخامت دال در هیچ حالت نباید کمتر از مقادیر زیر در نظر گرفته شود:

۱- محیط دال تقسیم بر ۱۴۰ برای دالهایی که حداقل در یک سمت غیرپیوسته هستند.

۲- محیط دال تقسیم بر ۱۶۰ برای دالهایی که در هر چهار سمت پیوسته هستند.

۳- ۱۰۰ میلیمتر

ارتفاع موثر d

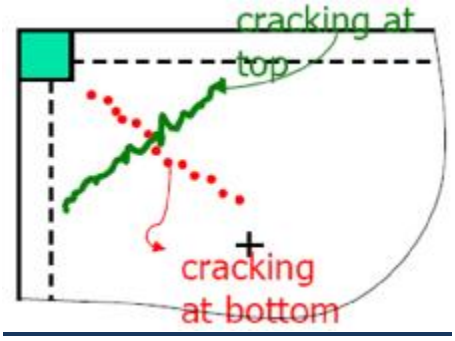
به علت قرارگیری میلگردهای مثبت در دو امتداد عمود برهم در دال دو طرفه ، ارتفاع موثر میلگردهای قرار گرفته در رو به اندازه قطر میلگرد از ارتفاع موثر میلگردهای قرار گرفته در زیر،کوچکتر است.

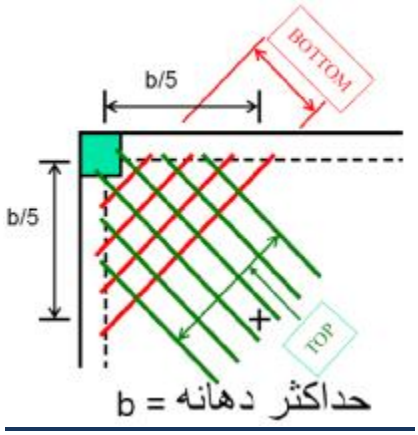
در دال دوطرفه لنگر امتداد بزرگتر، از لنگر امتداد کوچکتر، کمتر است.

اقتصادی تراست که میلگردهای دهانه کوتاهتر در زیر قرار داده شوند.

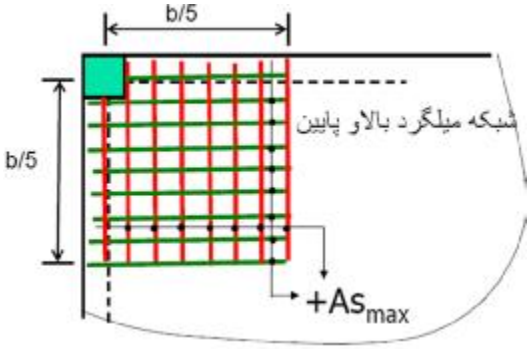
اثر لنگر پیچشی در گوشه ها

در گوشه های خارجی دال به دلیل وجود پیچش ، تمایل به ایجاد ترک در امتداد خط ۴۵ درجه وجود دارد به همین علت لازم است میلگردهای ویژه ای در گوشه های دال هم در پائین و هم در بالا در فاصله ای مساوی با یک پنجم دهانه بزرگتر از گوشه قرارداده شود. میلگردهای فوقانی به موازات نیمساز گوشه و میلگردهای تحتانی عمود بر نیمساز قرار داده می شوند. مقدار این میلگردها مساوی میلگردهای لازم برای لنگر مثبت حداکثر دال است.





به جای هر یک از میلگردهای قطری گفته شده برای تحمل پیچش در گوشه ها می توان از یک شبکه با میلگردهایی در دو امتداد به موازات لبه ها(یک شبکه در بالا و یک شبکه در پائین) استفاده نمود.



اثر سوراخ در دال

لبه سوراخهای بزرگ باید توسط تیرهای لبه ای طوری تقویت شود که یکپارچگی ان حفظ شود. این تیرهای لبه ای هم بار وارد از دال و هم بارهای مستقیم ناشی از پله یا آسانسور را حمل می نمایند

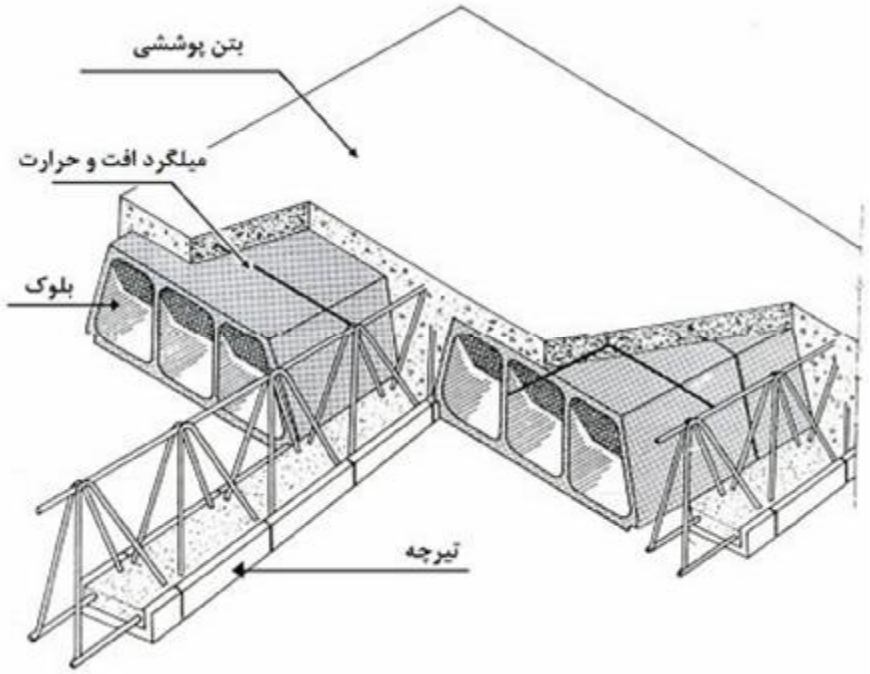
سوراخ های نسبتا کوچک معمولا در دالهای متکی بر تیرها اثرات سویی ندارند و در چنین سوراخهایی به تعداد میلگردهای قطع شده توسط سوراخ، میلگردهای اضافی در دو طرف سوراخ تعبیه می گردد، همچنین برای جلوگیری از ترک های پیچشی در گوشه ها ، تعدادی میلگرد قطری در بالا و پائین هر سوراخ قرار داده می شود.

سقف تیرچه بلوک

برای کاستن بارمرده سقف از بلوکهای سفالی یا بتنی توخالی برای پر کردن فضاهایی از سقف که در ناحیه کششی واقعند استفاده می شود.

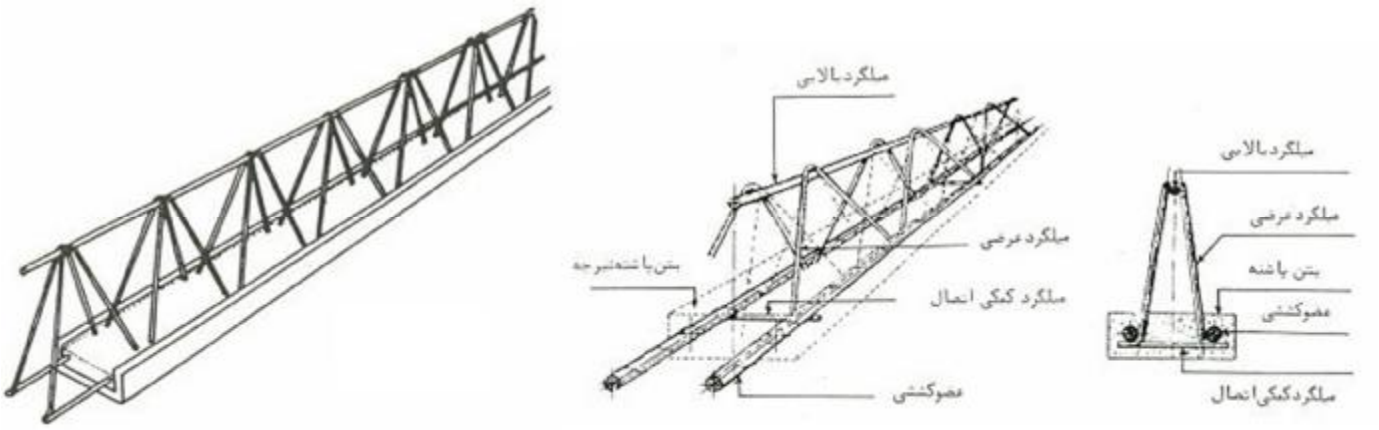
قسمتهای سقف تیرچه بلوک

۱- تیرچه هایی که در فواصل مشخص(معمولاً محور به محور ۵۰۰ میلیمتر)به موازات یکدیگر بر روی تیرهای باربر قرار می گیرند.
۲- بلوکهای تو خالی که بین تیرچه ها قرار می گیرند و پرکننده فاصله بین تیرچه ها می باشند.
۳- بتنی که فضای روی تیرچه ها را پرکرده و بر روی بلوکها قشری به ضخامت ۵۰ تا ۱۰۰میلیمتر تشکیل می دهد.



قسمتهای تیرچه

- میلگردهای طولی اصلی
- خرپا که بوسیله خرپا بوسیله جوش به میلگردهای اصلی جوش می شود
- بتن پرمقاومت و کم ضخامتی که باضخامت حدود ۳ تا ۵ سانتیمتر اطراف میلگردهای اصلی ریخته می شود.



- **عضو کششی** باید قبل از بتن ریزی بتواند بارهای حاصل از حمل و نقل ، وزن بلوک ها و وزن مرده سقف را در فاصله بین شمع ها تحمل کند و پس از گیرش بتن به عنوان عضو کششی تیر عمل کند.

- ***میلگرد بالایی*** برای تحمل نیروی فشاری خرپا در مرحله اول باربری(قبل از گرفتن بتن) استفاده می شود. پس از بتن ریزی این آرماتور اگر درون دال قرار گیرد به عنوان آرماتور افت و حرارت دال استفاده می شود و در غیر این صورت اثری ندارد.

قطر میلگرد بالایی از ۶ تا ۱۲ میلیمتر انتخاب می شودو توصیه می شود از جدول زیر به عنوان راهنما استفاده شود:

حدود دهانه	قطر میلگرد
تا دهانه سه متر	۶ میلی متر
دهانه ۳ تا ۴ متر	۸ میلی متر
دهانه ۴تا ۵/۵ متر	۱۰ میلی متر
دهانه ۵/۵ تا ۷ متر	۱۲ میلی متر

بلوک ها

- بلوک ها توخالی و از جنس بتن، سفال، پلاستیک و یا یونولیت می باشد.

- بلوک ها در محاسبات مقاومت سقف به حساب نمی آیند.

- وزن بلوک های سفالی هر عدد۷ کیلوگرم و وزن بلوک های بتنی بین ۱۱ تا ۱۷ کیلو گرم می باشد .

- ارتفاع بلوک ها تابعی از ارتفاع کل سقف می باشد.

- عملکرد سقف تیرچه بلوک یکطرفه می باشد و بار روی سقف در راستای تیرچه ها انتقال می یابد.

- به جای بلوکهای سفالی یا بتنی می توان از قالبهای فلزی قابل جابجایی که به قالب پرکننده یا قالب کفی موسومند، استفاده نمود.
- پس از گرفتن بتن، تیرچه بصورت یک مقطع T در می آید و بار را انتقال دهد.
- معمولاً در تیرچه های ساخته شده بصورت درجا از خاموت برشی استفاده نمی شود و ظرفیت برشی لازم با ظرفیت برشی بتن مقطع تامین می گردد.
- ارتفاع کلی تیرچه معمولاً براساس کنترل خیز و برش تعیین می شود.

ضوابط نشریه شماره ۹۴ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی در مورد سقف تیرچه و بلوک

- فاصله آزادبین تیرچه ها نباید از ۷۵۰ میلیمتر تجاوز کند.
- حداقل عرض جان تیرچه برابر با ۱۰۰ میلیمتر است.
- نسبت ارتفاع به عرض جان تیرچه نباید از ۳/۵ تجاوز کند.
- ضخامت قشر بتن روی بلوکها نباید از ۴۰میلیمتر یا $\frac{1}{12}$ فاصله خالص تیرچه ها کمتر باشد. در صورتی که مقاومت فشاری بلوک از مقاومت بتن تیرچه کمتر باشد و یا سقف تیرچه بلوک با قالب اجرا گردد، ضخامت حداقل به ۵۰ میلیمتر افزایش می یابد.
- نیروی برشی قابل حمل توسط بتن را می توان ۱۰درصد بزرگتر ازV_cمعمول برای تیرها در نظر گرفت.
- به منظور جلوگیری از پیچش تیرهای T و برای توزیع یکنواخت بار بر روی سقف تیرچه و بلوک و در محلهایی که بار منفرد حضور دارد، تعبیه کلاف میانی بتنی در جهت عمود بر تیرچه ها و با عرضی معادل حداقل برابر با عرض بتن پاشنهٔ تیرچه و ارتفاعی برابر با ارتفاع سقف مناسب خواهد بود.
- در حالتی که تیرچه ها با فرض تکیه گاه ساده طراحی می شوند لازم است فولادی معادل ۰/۱۵ سطح مقطع فولاد وسط دهانه(فولاد کششی) در روی تکیه گاه اضافه گردد و این میلگردها حداقل تا فاصلهٔ یک پنجم دهانه آزاد، از تکـــیه گاه به طرف داخل دهانه ادامه می یابند.
- برای مقابله با تنش های متفرقه در بتن بالایی لازم است میلگرد افت و حرارت در دو جهت عمود بر هم در قسمت بالایی تیر T قرار داده شود.
- قطر میلگرد افت و حرارت برای میلگرد ساده حداقل برابر با ۵ میلیمتر و برای میلگرد آجدار حداقل برابر با ۴ میلیمتر است.
- حداقل سطح مقطع میلگردهای افت و حرارت برابر با ۰/۰۰۱۲۵ سطح مقطع دال بالایی (معمولاًبه ضخامت ۵۰ میلیمتر) در امتداد تیرچه می باشد.
- حداقل سطح مقطع میلگردهای افت و حرارت برابر با ۰/۰۰۱۷۵سطح مقطع دال بالایی درجهت عمود بر تیرچه می باشد.
- میلگرد بالایی تیرچه در صورتی که تیرچه در داخل دال ۵۰ میلیمتر بالایی قرار گیرد بعنوان میلگرد حرارتی محسوب می شود.
- حداکثر فاصله بین دو میلگرد افت و حرارت ۲۵۰ میلیمتر می باشد

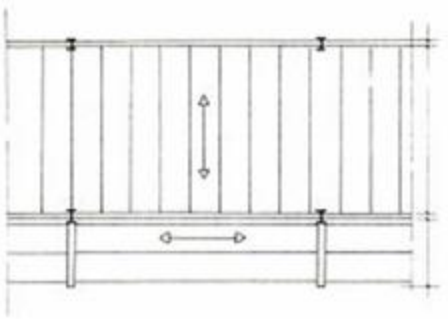
جزئیات اجرای تیغه روی سقف تیرچه بلوک:

اگر تیغه مستقیما روی تیرچه قرار گیرد، در زیر آن تیرچه بصورت مضاعف بکار رود و اگر جهت تیغه بر تیرچه ها عمود باشد این امر لزومی ندارد.

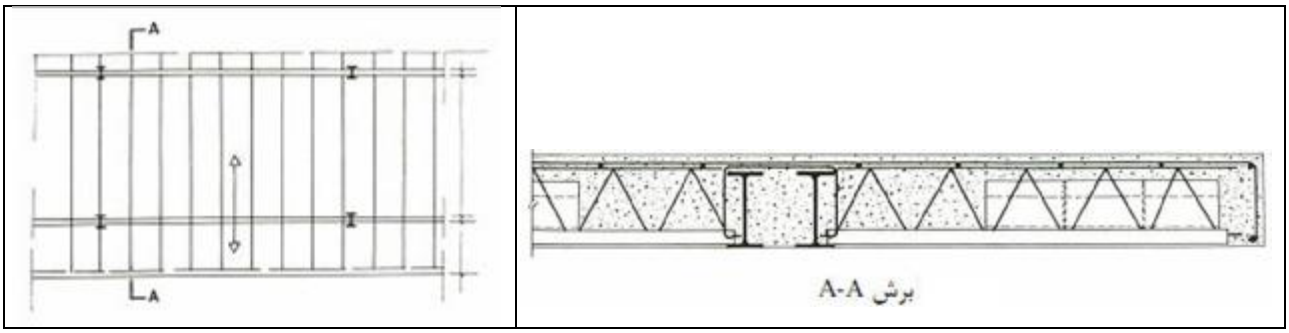
سقف های طره ای:

سقف طره ای تیرچه بلوک به دو روش قابل اجراست:

حالت اول: تیرهای اصلی به صورت طره ای است و دو انتهای تیرچه ها بر این تیرهای طره ای قرار دارد.



حالت دوم: تیرچه ها بصورت یکسره هستند و قسمتی از تیرچه ها که در خارج تکیه گاه واقع است عملکرد طره ای دارد. در این حالت باید کلاف لبه ای در انتهای سقف طره ای اجرا شود و با توجه به لنگر منفی موجود در این قسمت، ناحیه کششی مقطع تیر T در بال و ناحیـه فشاری در جان قرار می گیرد که درصورت کمبود مقاومت خمشی در مجاورت تکیه گاه قسمت طره ای یک یا چند بلوک درمجاورت تکیه گاه حذف می شود.



مثال: **دال یکطرفه تیرچه بلوک سراسری با دهانه مرکز به مرکز ۷/۹ متر و دهانه آزاد۷/۵ متر. را طراحی نمائید. مشخصات دیگر این سقف به شرح زیر است:**

$$f_c = 20MPa \quad , \quad f_y = 300MPa$$

$$LL = 2\,{kN}/{m^2} \quad ,$$

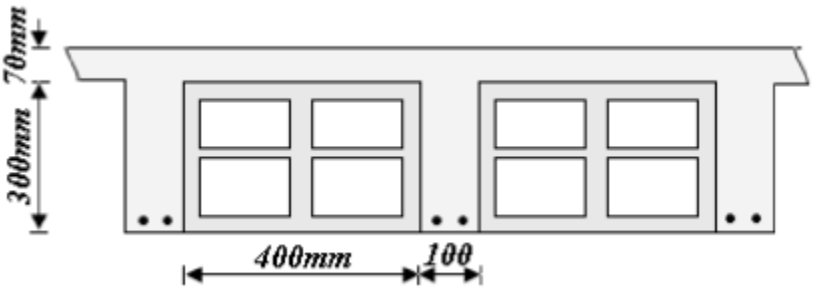
کف سازی $= 2.4 \, kN/m^2$

انتخاب ارتفاع اولیه:

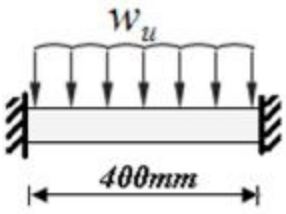
$$h_{\min} = \frac{L}{28} = \frac{7900}{28} = 282mm$$

ارتفاع انتخابی $= 300 + 70 = 370mm$

کنترل ضخامت لایه بتن روی بلوکها:



غالباً ضخامت بتن روی بلوکها بصورت تیر دو سر گیردار با مقاومت کششی بتن غیر مسلح مساوی با $0.6f_c\sqrt{f_c}$ طراحی میشود.



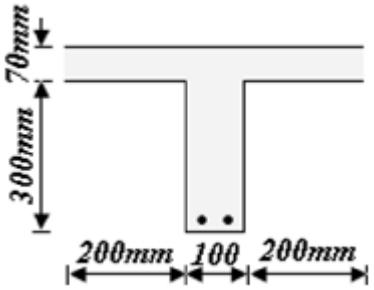
$$w_u = 1.25(0.07\times 24) + 1.25(2.4) + 1.5(2) = 8.1 \, kN/m^2$$

$$M_u = \frac{1}{12} w_u l^2 = \frac{1}{12}\times 8.1\times 0.4^2 = 0.11 \, kN.m/m \quad \rightarrow \quad f_{ct} = \frac{M_u}{S}\left(that: S = \frac{bh^2}{6} \right)$$

$$S = \frac{1000\times 70^2}{6} = 0.82\times 10^6 \, mm^3$$

$$f_{ct} = \frac{(0.11\times 10^6 \times 1) N.mm}{0.82\times 10^6 \, mm^3} = 0.13 \frac{N}{mm^2} < 0.6\times 0.65\times \sqrt{20} = 1.6 \, N/mm^2 \quad OK.$$

طراحی تیرچه:



وزن مرده سقف تیرچه بلوک $= 4.15\ kN/m^2$

$$w_u = 1.25(4.15+2.4)+1.5(2) = 11.2\ kN/m^2$$

$$q_u = 0.5\times 11.2 = 5.6\ kN/m$$

با استفاده از روش ضرایب لنگر و برش:

$$M_u^- = \frac{1}{11}\times 5.6\times 7.5^2 = 28.64\ kN.m$$

در ناحیه لنگر منفی تیر Tشکل بصورت مقطع مستطیلی رفتار می کند:

$$d = 370-30 = 340mm$$

$$R_r = \frac{M_r}{bd^2} = \frac{28.64\times 10^6}{100\times 340^2} = 2.48 \quad , \quad m_f = \frac{f_s f_y}{0.85 f_c f_c} = \frac{0.85\times 300}{0.85\times 0.6\times 20} = 25$$

$$r = \frac{1}{m_f}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2m_f R_r}{f_s f_y}}\right\} = \frac{1}{25}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2\times 25\times 2.48}{0.85\times 300}}\right\} = 0.011$$

$$r_b = 0.85 b_1 \frac{f_c}{f_s}\frac{f_c}{f_y}\frac{600}{600+f_y} = 0.85\times 0.85\frac{0.6}{0.85}\frac{600}{900} = 0.022 \rightarrow r < r_b .....OK.$$

$$\Rightarrow A_s = 0.011\times 100\times 340 = 374mm^2 .....use\ \ 1f18+1f16$$

لنگر مثبت ضریب دار:

$$M_u^+ = \frac{1}{16}\times 5.6\times 7.5^2 = 19.7kN.m$$

در ناحیه لنگر مثبت عملکرد تیر Tشکل تحقیق می شود:

$$0.85 j_c f_c h_f b = A_s j_s f_y \rightarrow A_s = \frac{0.85\times 0.6\times 20\times 70\times 500}{0.85\times 300} = 1400mm^2$$

با فرض عملکرد مستطیلی

$$M_r = A_s j_s f_y\left(d-\frac{a}{2}\right) = 1400\times 0.85\times 300\times\left(340-\frac{70}{2}\right) = 108kN.m > M_u$$

پس عملکرد مقطع مستطیلی است

$$R_r = \frac{19.7\times 10^6}{500\times 340^2} = 0.34 \quad , \quad m_j = \frac{0.85\times 300}{0.85\times 0.6\times 20} = 25 \qquad r = \frac{1}{25}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2\times 25\times 0.34}{0.85\times 300}}\right\} = 0.0013 < r_b = 0.022 \quad OK.$$

$A_s = 0.0013 \times 500 \times 340 = 221 mm^2 \rightarrow \ use....2f16$

کنترل برش:

ضریب برش بر تکیه گاه=۰/۵۷۵

$V_u = 0.575 q_u l_n - q_u d = 0.575 \times 5.6 \times 7.5 - 5.6 \times 0.34 = 22.25\ kN$ به فاصله d از بر تکیه گاه

براساس آئین نامه نیروی برشی قابل حمل توسط بتن در سقف تیرچه بلوک را می توان ۱۰ درصد بـــــزرگتر از Vc معمول برای تیر در نظر گرفت.

$V_u = 0.575 q_u l_n - q_u d = 0.575 \times 5.6 \times 7.5 - 5.6 \times 0.34 = 22.25\ kN$

$V_c = 1.1 \times 0.2 j_c \sqrt{f_c} b_w d = 1.1 \times 0.2 \times 0.6 \sqrt{20} \times 100 \times 340 = 20 kN$

$(V_u = 22.25) > (V_c = 20) ----NO.$

کمبود مقاومت برشی (۲۲/۲۵-۲۰) را می توان بوسیله عوامل زیر جبران نمود

-وجود خرپای تیرچه - خم کردن نصف میلگرد مثبت در نزدیکی تکیه گاه به سمت بالا.

طـــــــراحی شالـــــــوده ها

به قسمتی از یک سازه که غالبا زیر تراز سطح زمین قرار می گیرد و نیروهای ناشی از سازه را به پی (خاک یا بستر سنگی) انتقال می دهد، شالوده اطلاق می شود.

دو شرط اساسی در طراحی شالوده ها

۱- نشست کلی سازه باید به مقدار قابل قبول و کوچکی محدود شود.

۲-تاحد امکان قسمتهای مختلف سازه نباید دارای نشست های نامساوی باشند.

جهت دستیابی به شروط فوق لازم است :

الف: نیروهای ناشی از سازه را به لایه ای منتقل نماییم که دارای مقاومت کافی باشد.

ب: برای کاهش تنش فشاری تماسی ، نیرو را در سطح به قدر کافی بزرگ گسترده کنیم.

انواع شالوده ها

شالوده های سطحی: در صورتی که خاک با مقاومت کافی در عمق کم دردسترس باشد، نیروهای سازه را می توان با استفاده از شالوده هایی که در عمق کم قرار می گیرند به زمین انتقال داد.

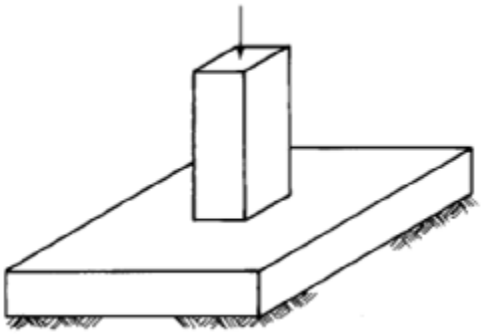
شالوده های عمیق: در صورتی که لایه خاک با مقاومت کافی در اعماق کم دردسترس نباشد، نیروهای سازه را می توان با استفاده از شالوده های عمیق به لایه های محکم واقع در اعماق پائین انتقال داد.

انواع شالوده های سطحی

شالوده های دیوار: یک نوار بتن مسلح با عرض بزرگتر از ضخامت دیوار که بار دیوار را روی سطح بزرگتری گسترده می کند.

شالوده های ستون: شالوده هایی که بار ستون را در سطح بزرگتری بر روی زمین گسترده می کنند.

شالوده منفرد

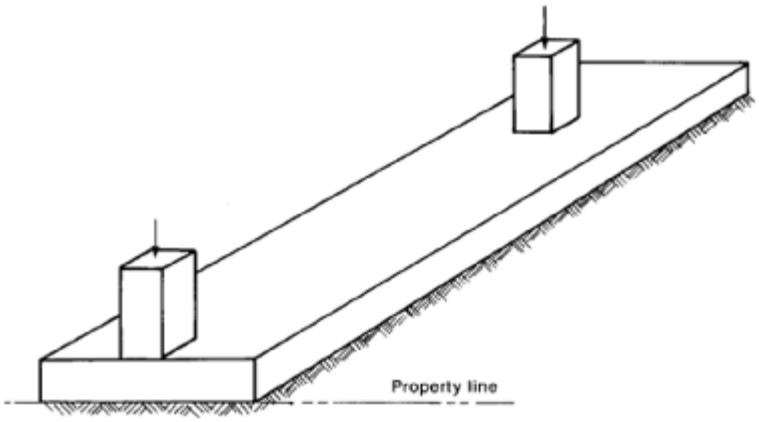


شالوده ای که بار یک ستون را به زمین منتقل می کند و می تواند دارای اشکال هندسی مختلف باشد. این شالوده ساده ترین و اقتصادی ترین نوع شالوده است.

* در صورت وجود همسایه در مجاورت سازه و عدم امکان تجاوز از محدوده زمین، ابعاد شالوده منفرد نمی تواند از بر ستون خارجی تجاوز نماید لذا استفاده از شالوده های منفرد به علت برون محوری زیاد بار نسبت به مرکز هندسی شالوده دچار اشکال می شود.

شالوده مرکب

در مواردی که استفاده از شالوده منفرد دچار اشکال می شود از شالوده مرکب استفاده می شود و شالوده ستونهای کناری را به شالوده ستونهای میانی متصل می کنند.
شالوده مرکب می تواند به دو نوع مستطیلی و باسکولی باشد.



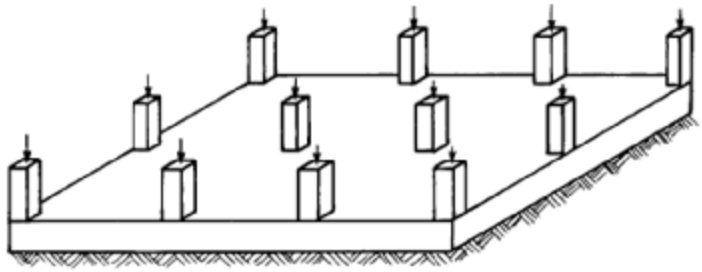
شالوده نواری

ملاحظات مقاومتی زمین وگاه ملاحظات اجرایی باعث می شود که شلوده چند ستون که حدوداً در یک محور قرار دارند بصورت نوار در آید که به این شالوده، شالوده نواری می گویند.

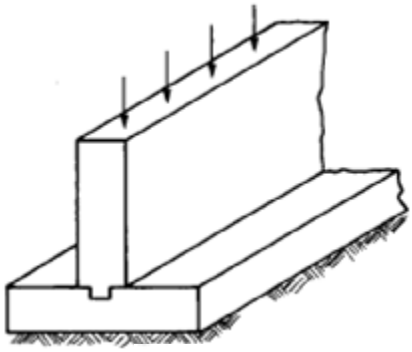
شالوده گسترده

در صورتی که نیروی محوری ستون زیاد یا مقاومت زمین کم باشد، سطح مورد نیاز برای شالوده وسیع می شود، که می توان از شالوده گسترده(رادیه) استفاده نمود. شالوده گسترده یک دال بتن مسلح یکپارچه است که در تمام سطح شالوده ساختمان گسترده شده است، در نتیجه نیروی محوری ستونها را در حداکثر سطح ممکن توزیع می نماید.

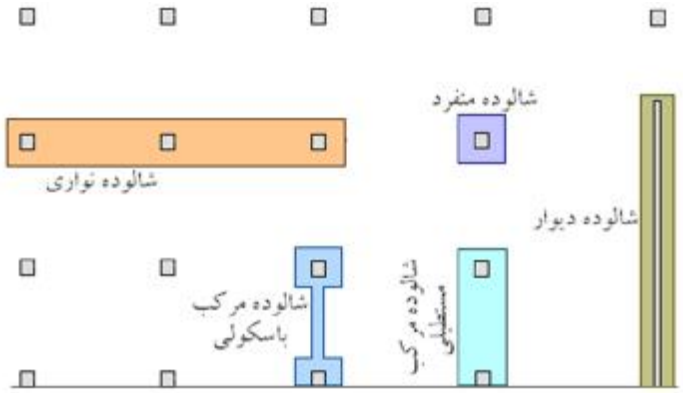
شالوده های گسترده بعلت داشتن سختی خمـــــشی زیاد، از نشستهای نامساوی جلوگیری می کنند.



Mat or raft footing.



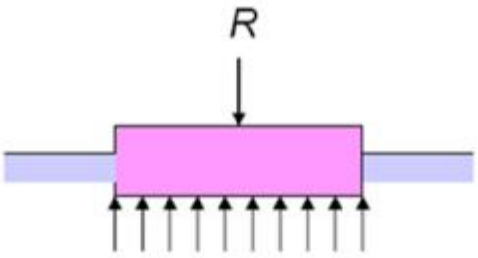
شالوده دیوار



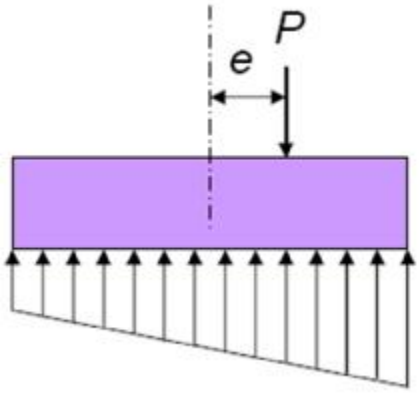
عوامل موثر در طراحی شالوده های بتن مسلح

در حالات معمولی بار ستون یا دیوار بطور قائم به شالوده وارد می شود که این نیرو با فشار رو به بالای عکس العمل زمین، خنثی می گردد.

اگر بار ناشی از ستون بر مرکز هندسی سطح تماس شالوده وارد شود، توزیع فشار تماسی زیر شالوده یکنواخت خواهد بود.



در صورتی که بار وارد بر شالوده، برون محوری نسبت به مرکز سطح تماس داشته باشدباعث می شود فشار در یک طرف شالوده بزرگتر از طرف دیگر شود و بعبارتی توزیع فشار در زیر شالوده یکنواخت نخواهد بود.



در صورت وجود اختلاف فشار(بدلیل اعمال بار با برون محوری) در خاکهای قابل نشست درخاک نشست نامساوی ایجاد شده و در نتیجه شالوده کج می شود پس در شالوده های منفرد نیروی ستون باید حدوداً بر مرکز هندسی سطح تماس شالوده وارد گردد و در شالوده های مرکب برآیند نیروهای ستونها باید بر مرکز هندسی سطح تماس شالوده مرکب اعمال شود.

استفاده از شالوده های تحت بار برون محور فقط در خاکهای متراکم و یا بستر سنگی توصیه می شود.

اصول طراحی شالوده ها

- کنترل تنش در خاک
- طراحی سازه ای شالوده

کنترل تنش در خاک

تنش فشاری تماسی مجاز خاک زیر شالوده به عوامل زیر بستگی دارد:

§ مقاومت فشاری نهایی خاک (در نقطه گسیختگی برشی) که با ضریب اطمینان ۲/۵ تا ۳ تبدیل به تنش فشاری مجاز می شود.
§ محدود کردن نشست ساختمان به یک حد مطلوب.

براساس آئین نامه بتن ایران در کنترل تنش فشاری خاک زیر شالوده باید ترکیبات بار بدون ضریب به ترتیب زیر مورد استفاده قرار گیرند:

$D+L$
$D+L\pm E(or\,W)$
$D\pm E(or\,W)$

در صورتی که اثر بارمحوری ناشی از نیروی باد W و نیروی زلزله E در ترکیب بار مورد نظر ظاهر شود، تنش مجاز خاک را می توان به میزان ۳۳ درصد افزایش داد.

کنترل تنش خاک زیر پی تحت بارمحوری

در صورتی که نیروی محوری از مرکز هندسی سطح تماس عبور کند، تنش تماسی در زیر شالوده به ترتیب زیر محاسبه می شود:

$$q = \frac{P_D + P_L}{A} \le q_a$$

P_D بارمحوری مرده بدون ضریب ، P_L بارمحوری زنده بدون ضریب A سطح تماس شالوده ، q_a تنش مجاز خاک

$$q = \frac{P_D + P_L \pm P_E\,(or\ P_W)}{A} \le 1.33 q_a$$
$$q = \frac{P_D \pm P_E\,(or\ P_W)}{A} \le 1.33 q_a$$

توجه: در تعیین تنش فشاری در محل تماس شالوده با خاک می بایست وزن خود شالوده و خاک احتمالی واقع روی آن نیز لحاظ گردد.

کنترل تنش تحت بار برون محوری

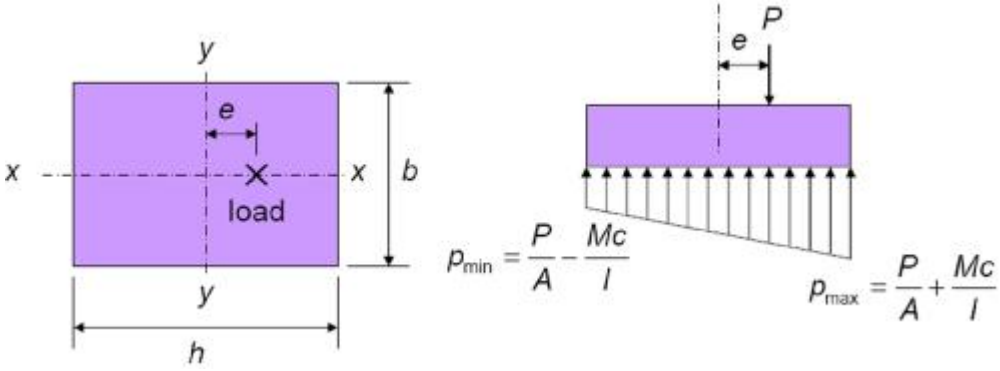
در صورتی که اتصال ستون به شالوده گیردار باشد و یا ستون در مرکز هندسی شالوده قرار نداشته بشد، شالوده تحت بار برون محور خواهد بود یا بعبارت دیگر شالوده وقتی تحت بار برون محور محسوب می شود که که برآیند نیروهای محوری ستون از مرکز هندسی سطح تماس عبور نکند و یا ستون علاوه بر نیروهای ، لنگر خمشی نیز به شالوده اعمال نماید.

اثر نیروهای خارجی را می توان توسط ترکیبی از نیروی محوری و لنگر خمشی نشان داد که در این حالت برون محوری بصورت زیر تعریف می شود.

$$e = \frac{M}{P}$$

اگر برون محوری از هسته سطح تماس تجاوز نکرده باشد ، تنش فشاری زیر شالوده را می توان با رابطه زیر محاسبه نمود:

$$q_{\max,\min} = \frac{P}{A} \pm \frac{Mc}{I}$$

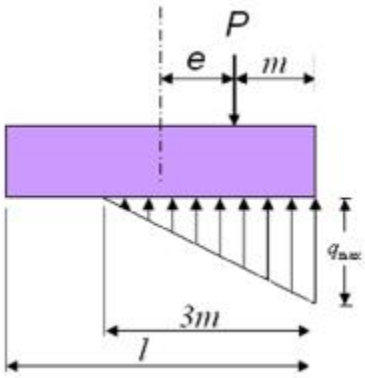


سطح لازم برای شالوده باید بگونه ای تعیین شود که نامساوی زیر برقرار گردد:

$$q_{\max} \le q_a$$

اگر برون محوری از هسته سطح تماس تجاوز کند، تنش فشاری زیر شالوده را می توان با رابطه زیر محاسبه نمود:

$$q_{\max} = \frac{2P}{3bm}$$



سطح لازم برای شالوده باید بگونه ای تعیین شود که نامساوی زیر برقرار گردد:

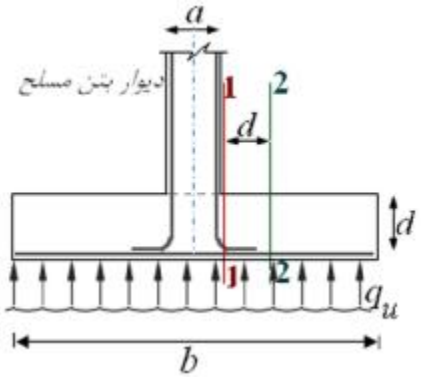
$$q_{\max} \le q_a$$

طراحی سازه ای شالوده

طراحی سازه ای شالوده برمبنای بارهای ضریب دار انجام می شود.

بر اساس ترکیبات بارهای ضریب دار تنش فشاری خاک زیر شالوده (q_u) تعیین می شود و سپس این تنش ها به صورت بارگسترده ای که از زیر شالوده بطور گسترده وارد می شود در نظر گرفته می شود.

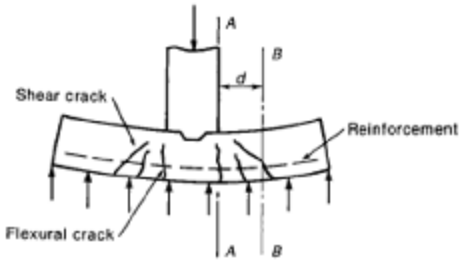
طراحی شالوده پای دیوار

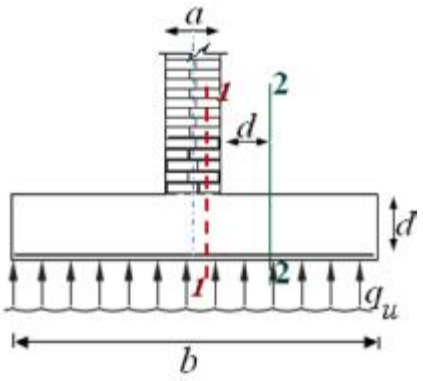


برای شالوده دیوار بتن مسلح:

مقطع بحرانی خمش= بر دیوار= مقطع ۱-۱

مقطع بحرانی برش= به فاصله d از بر دیوار= مقطع ۲-۲





برای شالوده دیوار های بنایی:

مقطع بحرانی خمش= وسط فاصله بر دیوار و محور مرکزی دیوار= مقطع ۱-۱

مقطع بحرانی برش= به فاصله d از بر دیوار= مقطع ۲-۲

مثال: دیوار بتنی به ضخامت ۴۰۰ میلیمتر ، بار مرده ای شامل وزن خودش به شدت ۲۰۰ کیلو نیوتن بر متر مربع و بار زنده ای به شدت ۱۴۰ کیلونیوتن بر مترمربع را حمل می کند، تنش فشاری مجاز خاک ۲۱۵ کیلو نیوتن بر مربع است و عمق یخبندان۱/۲ متر می باشد. مطلوبست طراحی شالوده این دیوار.

$$f_c = 25MPa \quad , \quad f_y = 300MPa$$

فرض: ضخامت شالوده =۳۰۰میلیمتر ← ارتفاع خاک روی شالوده=۹۰۰میلیمتر

فرض: وزن مخصوص بتن = ۲۴ کیلو نیوتن بر متر مکعب

فرض: وزن مخصوص خاک = ۱۶ کیلو نیوتن بر متر مکعب

تنش مجاز خالص خاک زیر پی(q_e): $q_e = 215 - (0.3\times 24 + 0.9\times 16) = 193.4 \ {kN}/{m^2}$

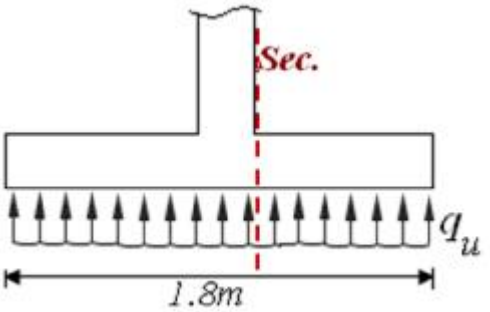
طول شالوده به موازات طول دیوار=L ، عرض شالوده=B

$$\frac{w_D + w_L}{A} \le q_e \quad \Rightarrow \quad A \ge \frac{w_D + w_L}{q_e} = \frac{(200+140)\times L}{193.4} = 1.758L \rightarrow BL \ge 1.758L \Rightarrow B \ge 1.758m$$

پس عرض شالوده(B) برابر با ۱/۸ متر انتخاب می شود.

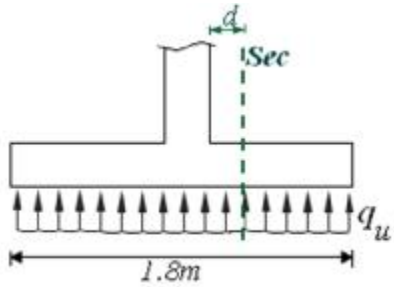
طراحی سازه ای شالوده

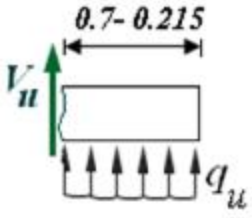
محاسبه تنش فشاری خاک زیر شالوده تحت اثر بارهای نهایی:



$$M_u = 255.6 \times \left(\frac{1.8-0.4}{2}\right) \times \left(\frac{1.8-0.4}{4}\right) = 62.6 \frac{kN.m}{m}$$

طبق آئین نامه برای بتن ریخته شده روی زمین و در تماس دائم با آن حداقل پوشش بتن روی میلگرد ۷۵ میلیمتر است پس $d=215mm$





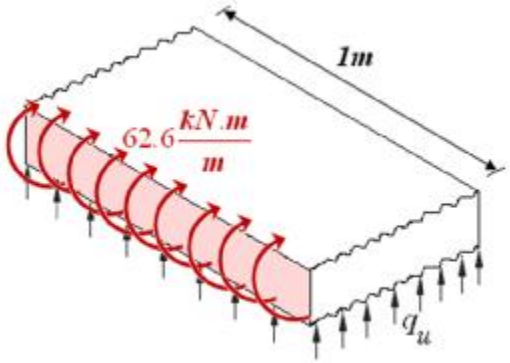
$$V_u = 255.6 \times (0.7 - 0.215) = 124 \frac{kN}{m}$$

$$V_c = 0.2\varphi_c\sqrt{f_c}bd = 0.2 \times 0.6 \times \sqrt{25} \times 1000 \times 215 = 129000\,{}^{N}/_{m}$$

$$\Rightarrow V_c = 129\,{}^{kN}/_{m} > 124\,{}^{kN}/_{m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots OK.$$

پس ضخامت فرضی از نظر مقاومت برشی کافی‌ست.

تعیین فولاد کششی:



$$R_r = \frac{M_r}{bd^2} = \frac{M_u}{bd^2} = \frac{62.6 \times 10^6}{1000 \times 215^2} = 1.35$$

$$m_\varphi = \frac{\varphi_s f_y}{0.85\varphi_c f_c} = \frac{0.85 \times 300}{0.85 \times 0.6 \times 25} = 20$$

$$\rho = \frac{1}{m_\varphi}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{2m_\varphi R_r}{\varphi_s f_y}}\right\} = \frac{1}{20}\left\{1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20 \times 1.35}{0.85 \times 300}}\right\} = 0.0056$$

$$r_{\max} = 0.85 b_1 \frac{j_c}{j_s}\frac{f_c}{f_y}\frac{600}{600 + f_y} = 0.85 \times 0.85 \frac{0.6}{0.85}\frac{25}{300}\frac{600}{600+300} = 0.028$$

$\boldsymbol{\rho < \rho_{max}}$ ..... $\boldsymbol{OK}$.

$A_s = 0.0056 \times 1000 \times 215 = 1204\frac{mm^2}{m}$ در یک متر طول $A_s = 1204 \times 1mm^2$

با فرض استفاده از میلگرد به قطر ۱۸ میلیمتر:

$$A_1 = \frac{\pi}{4}18^2 = 254.4mm^2 \rightarrow A_s = A_1\frac{1000}{s} \rightarrow s = \frac{A_s}{1000A_1} \rightarrow s = \frac{1000 \times 254.4}{1204} = 211mm$$

use: $\phi 18@200mm \quad at \ bottom$

کنترل طول گیرایی:

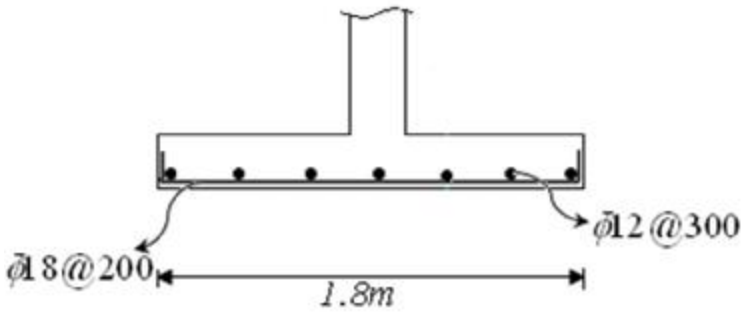
$$f_b = \lambda_1 \lambda_2 (0.65\sqrt{f_c}) = 1 \times 1.25 \times (0.65\sqrt{25}) = 4\frac{N}{mm^2} \quad ,$$

$$l_{db} = \frac{d_b f_y}{4f_b} = d_b\left(\frac{300}{4 \times 4}\right) = 18.75d_b = 338mm$$

آرماتورهای طراحی شده باید تا فاصله ۳۳۸ میلیمتری از مقطع بحرانی ادامه یابند.

میلگردهای حرارتی طولی:

$$r = 0.0012 \qquad \rightarrow A_S = 0.0012 \times 1000 \times 300 = 360\frac{mm^2}{m} \quad \rightarrow use \quad f12@300$$


ϕ12@300
ϕ18@200
1.8m

هدف : طراحی دال یکطرفه تیرچه بلوک سراسری با دهانه مرکز به مرکز 7.9متر و دهانه آزاد 7.5 متر. مشخصات دیگر این سقف به شرح زیر است:

$f_c = 20MPa \quad , \quad f_y = 300MPa$

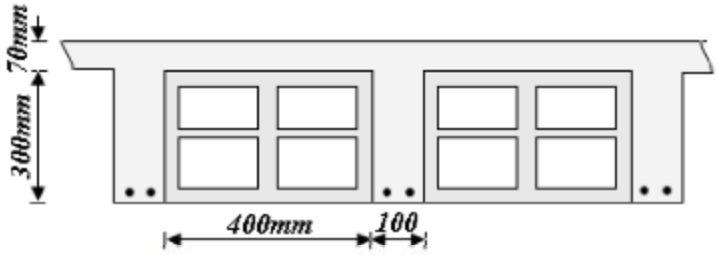
$LL = 2^{kN}/_{m^2} \quad , \quad \text{کف سازی} = 2.4^{kN}/_{m^2}$

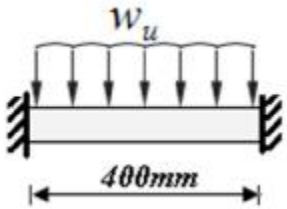
انتخاب ارتفاع اولیه:

$$h_{\min} = \frac{L}{28} = \frac{7900}{28} = 282mm$$

کنترل ضخامت لایه بتن روی بلوکها:

غالباً ضخامت بتن روی بلوکها بصورت تیر دو سر گیردار با مقاومت کشششی بتن غیر مسلح مساوی با $0.6\phi_c\sqrt{f_c}$ طراحی میشود.





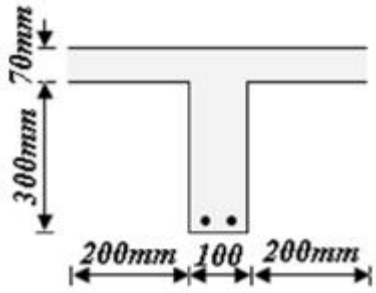
$$w_u = 1.25(0.07\times24)+1.25(2.4)+1.5(2) = 8.1^{kN}/_{m^2}$$

$$M_u = \frac{1}{12}w_u l^2 = \frac{1}{12}\times8.1\times0.4^2 = 0.11^{kN.m}/_{m} \rightarrow f_{ct} = \frac{M_u}{S}\left(that: S = \frac{bh^2}{6}\right)$$

$$S = \frac{1000\times70^2}{6} = 0.82\times10^6 mm^3$$

$$f_{ct} = \frac{(0.11\times10^6\times1)N.mm}{0.82\times10^6 mm^3} = 0.13\frac{N}{mm^2} < 0.6\times0.65\times\sqrt{20} = 1.6^{N}/_{mm^2} \quad OK.$$

طراحی تیرچه:



وزن مرده سقف تیرچه بلوک $= 4.15^{kN}/_{m^2}$

$$w_u = 1.25(4.15+2.4)+1.5(2) = 11.2^{kN}/_{m^2}$$

$$q_u = 0.5\times11.2 = 5.6^{kN}/_{m}$$

با استفاده از روش ضرایب لنگر و برش:

$$M_u^- = \frac{1}{11}\times5.6\times7.5^2 = 28.64\ kN.m$$

در ناحیه لنگر منفی تیر **T**شکل بصورت مقطع مستطیلی رفتار می کند:

$$d = 370-30 = 340mm$$

$$R_r = \frac{M_r}{bd^2} = \frac{28.64\times10^6}{100\times340^2} = 2.48$$

$$m_\phi = \frac{\phi_s f_y}{0.85\phi_c f_c} = \frac{0.85\times300}{0.85\times0.6\times20} = 25$$

$$\rho = \frac{1}{m_\phi}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2m_\phi R_r}{\phi_s f_y}}\right\} = \frac{1}{25}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2\times25\times2.48}{0.85\times300}}\right\} = 0.011$$

$$\rho_b = 0.85\beta_1\frac{\phi_c}{\phi_s}\frac{f_c}{f_y}\frac{600}{600+f_y} = 0.85\times0.85\frac{0.6}{0.85}\frac{600}{900} = 0.022 \rightarrow \rho < \rho_b .....OK.$$

$$\Rightarrow A_s = 0.011\times100\times340 = 374mm^2 .....use\ \ 1\phi18+1\phi16$$

لنگر مثبت ضریب دار:

$$M_u^+ = \frac{1}{16}\times5.6\times7.5^2 = 19.7kN.m$$

در ناحیه لنگر مثبت عملکرد تیر Tشکل تحقیق می شود:

با فرض عملکرد مستطیلی $0.85\varphi_c f_c h_f b = A_s\varphi_s f_y \rightarrow A_s = \frac{0.85\times0.6\times20\times70\times500}{0.85\times300} = 1400mm^2$

پس عملکرد مقطع مستطیلی است $M_r = A_s\varphi_s f_y\left(d-\frac{a}{2}\right) = 1400\times0.85\times300\times\left(340-\frac{70}{2}\right) = 108kN.m > M_u$

$$R_r = \frac{19.7\times10^6}{500\times340^2} = 0.34 \quad , \quad m_\varphi = \frac{0.85\times300}{0.85\times0.6\times20} = 25$$

$$\rho = \frac{1}{25}\left\{1-\sqrt{1-\frac{2\times25\times0.34}{0.85\times300}}\right\} = 0.0013 < \rho_b = 0.022 \quad OK.$$

$$A_s = 0.0013\times500\times340 = 221mm^2 \rightarrow use....2\phi16$$

کنترل برش:

ضریب برش بر تکیه گاه=۰.۵۷۵

به فاصله dاز بر تکیه گاه $V_u = 0.575q_u l_n - q_u d = 0.575\times5.6\times7.5 - 5.6\times0.34 = 22.25\ kN$

براساس آئین نامه نیروی برشی قابل حمل توسط بتن در سقف تیرچه بلوک را می توان ۱۰ درصد بـــــزرگتر از V_c معمول برای تیر در نظر گرفت.

$$V_u = 0.575 q_u l_n - q_u d = 0.575 \times 5.6 \times 7.5 - 5.6 \times 0.34 = 22.25\ kN$$
$$V_c = 1.1 \times 0.2 \varphi_c \sqrt{f_c} b_w d = 1.1 \times 0.2 \times 0.6 \sqrt{20} \times 100 \times 340 = 20 kN$$

$$(V_u = 22.25) > (V_c = 20) ----NO.$$

کمبود مقاومت برشی (۲۰-۲۲.۲۵) را می توان بوسیله عوامل زیر جبران نمود

—وجود خرپای تیرچه - خم کردن نصف میلگرد مثبت در نزدیکی تکیه گاه به سمت بالا.