



جلسه سی و پنجم

✓ ادامه محاسبات دستی سقف کامپوزیت

✓ بررسی برخی ضوابط آیین نامه ای

✓ بررسی تنظیمات طراحی اعضای کامپوزیت در ETABS

فرآیند طراحی مقاطع سقف‌های کامپوزیت

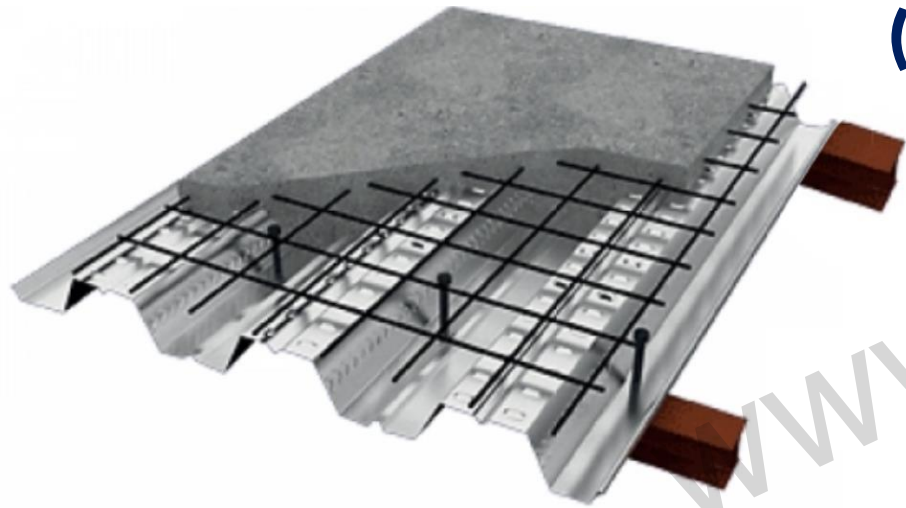


محاسبات دستی ✓

جزئیات سقف بر اساس ضوابط آیین‌نامه
محاسبات خمشی دال مابین تیرهای فرعی
محاسبات آرماتورهای سقف (افت و حرارت، خمشی و ...)

محاسبات نرم‌افزار ✓

طراحی تیرهای فرعی (خمشی و برشی) **حین اجرا**
طراحی مقطع کامپوزیت و برشگیرها (بعد از اجرا)
کنترل خیز و ارتعاش



مشخصات سقف‌های کامپوزیت



۱۰-۲-۸-۱-۲ محدودیت‌های مصالح در اعضای با مقطع مختلط

مشخصات مصالح بتنی، میلگرد و بخش فولادی اعضای با مقطع مختلط باید دارای شرایط زیر باشند:

۱- برای محاسبه مقاومت موجود اعضای با مقطع مختلط، تنش فشاری مشخصه نمونه استوانه‌ای بتن (f'_c) برای بتن‌های با وزن مخصوص معمولی نباید از 20 MPa کمتر و از 70 MPa بیشتر و برای بتن‌های با وزن مخصوص سبک نباید از 20 MPa کمتر و از 40 MPa بیشتر باشد. مصالح بتنی با مقاومت بیشتر را می‌توان برای استفاده آن‌ها در سختی اعضا به کار برد، لیکن در محاسبه مقاومت اسمی اعضای با مقطع مختلط نمی‌توان به آن تکیه کرد، مگر آنکه استفاده از آن‌ها توسط آزمایش یا تحلیل توجیه داشته باشد.

۲- در محاسبه مقاومت موجود اعضای با مقطع مختلط، تنش تسلیم مشخصه بخش فولادی و میلگردها به ترتیب نباید بیشتر از 460 و 550 مگاپاسکال در نظر گرفته شوند.

مشخصات سقف‌های کامپوزیت



۱۰-۲-۸-۳-۱ پهنای مؤثر و حداقل ضخامت دال بتنی

الف) پهنای مؤثر

پهنای مؤثر دال بتنی برابر با مجموع پهنای مؤثر در هر طرف محور مقطع فولادی بوده و با تیر فولادی به کمک برشگیرها به صورت مختلط عمل می‌نماید. پهنای مؤثر دال بتنی در هر طرف تیر نباید از کوچک‌ترین مقادیر زیر بزرگ‌تر در نظر گرفته شود:

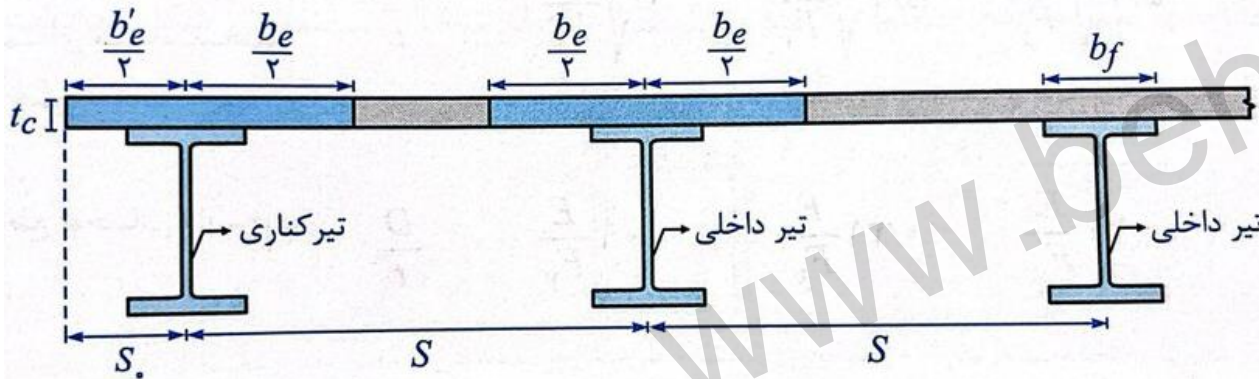
- ۱- یک‌هشتم طول دهانه تیر (مرکز تا مرکز تکیه‌گاه‌های تیر)
- ۲- نصف فاصله محور تیر تا محور تیر مجاور برای تیرهای مختلط میانی
- ۳- فاصله محور تیر تا لبه آزاد دال بتنی برای تیرهای مختلط کناری

ب) حداقل ضخامت دال بتنی

حداقل ضخامت دال بتنی در حالت بدون استفاده از ورق‌های عرشه که با مقطع فولادی به صورت مختلط عمل می‌نماید، برابر ۸۰ میلی‌متر است.

$$\frac{b_e'}{2} = \min\left(\frac{L_n}{8}, S_0\right)$$

$$\frac{b_e}{2} = \min\left(\frac{L_n}{8}, \frac{S}{2}\right)$$



$$t_c \geq 80 \text{ mm}$$



انواع آرماتورهای در سقف کامپوزیت

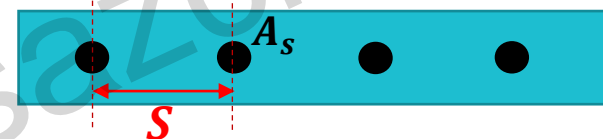


آرماتور افست و حرارت

۳-۴-۱۹-۹ نسبت سطح مقطع آرماتور آجدار حرارتی و جمع شدگی به سطح مقطع ناخالص بتن، باید بزرگتر یا مساوی ۰/۰۰۱۸ در نظر گرفته شود.

$$\rho = \frac{A_s}{S \times t_c}$$

$$0.0018 \leq \frac{A_s}{S \times 75}$$



عرشه فولادی $t_c \begin{cases} \geq 5.5 \text{ cm} \\ \geq 8 \text{ cm} \end{cases}$
کامپوزیت سنتی

$$S = 300 \rightarrow A_s \geq 40.5 \text{ mm}^2$$

$\varnothing 8 (50 \text{ mm}^2)$

$\varnothing 8 @ 300 \text{ mm}$

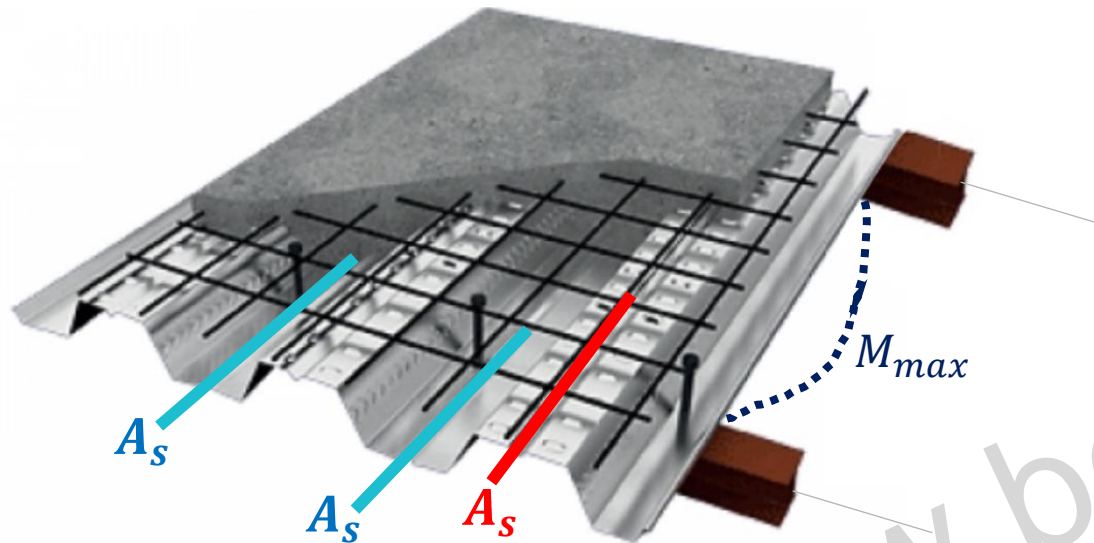


انواع آرماتورهای در سقف کامپوزیت



✓ آرماتور مثبت (خمشی)

بخش **تحتانی** سقف جهت تحمل لنگر مثبت وسط

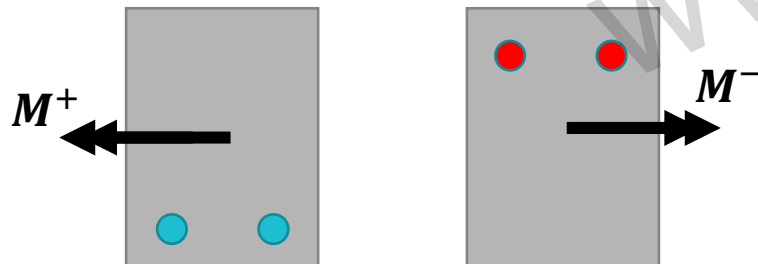


✓ آرماتور منفی (خمشی)

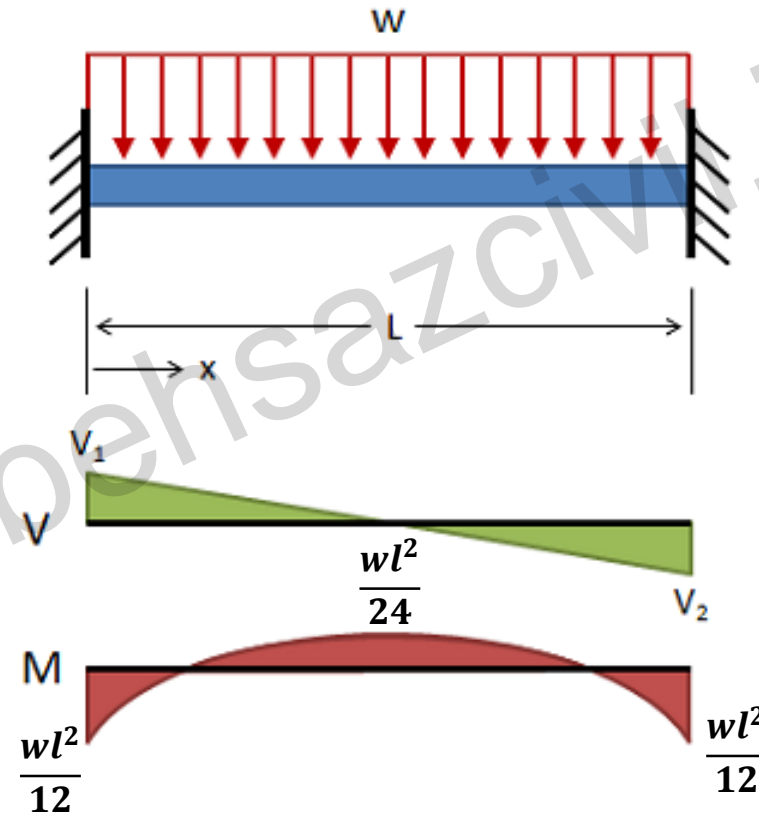
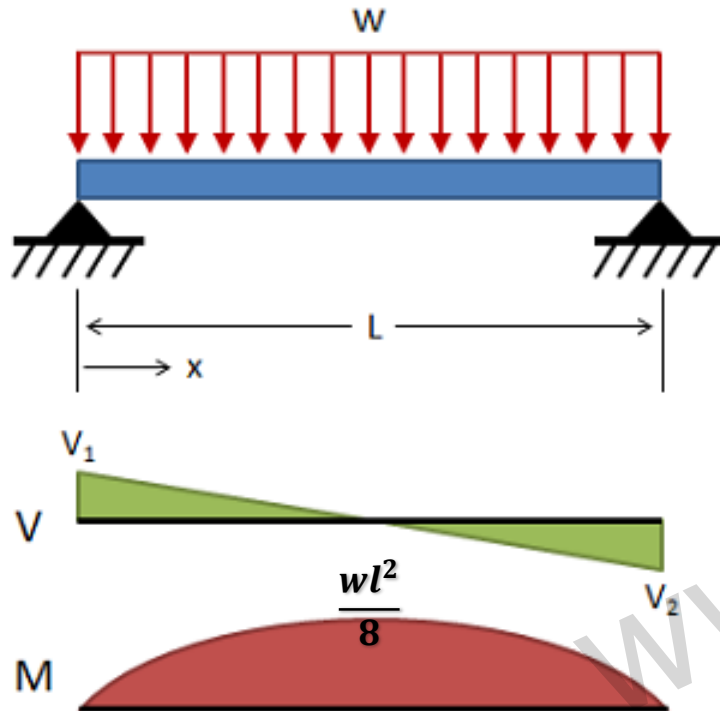
بخش **فوقانی** سقف جهت تحمل لنگر منفی تکیه‌گاه

✓ آرماتور تقویتی:

زیر بار متمرکز ، اطراف بازشوها



دیاگرام تیر با تکیه‌گاه گیردار و مفصلی



مقطع سقف کامپوزیت سنتی



CHAPTER 14—PLAIN CONCRETE

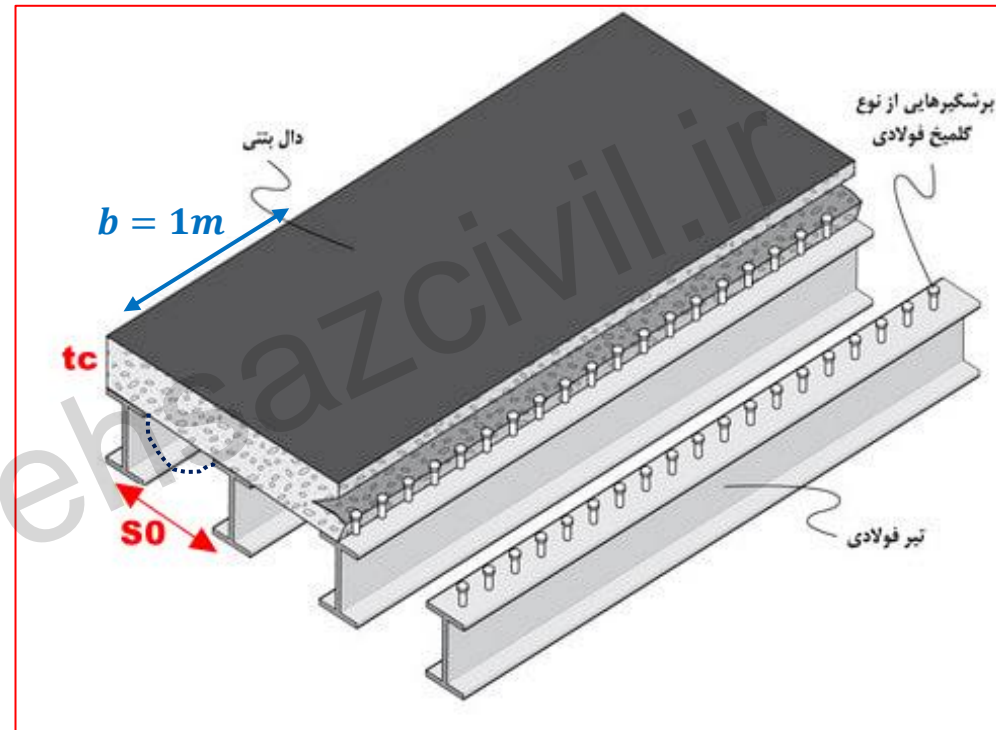
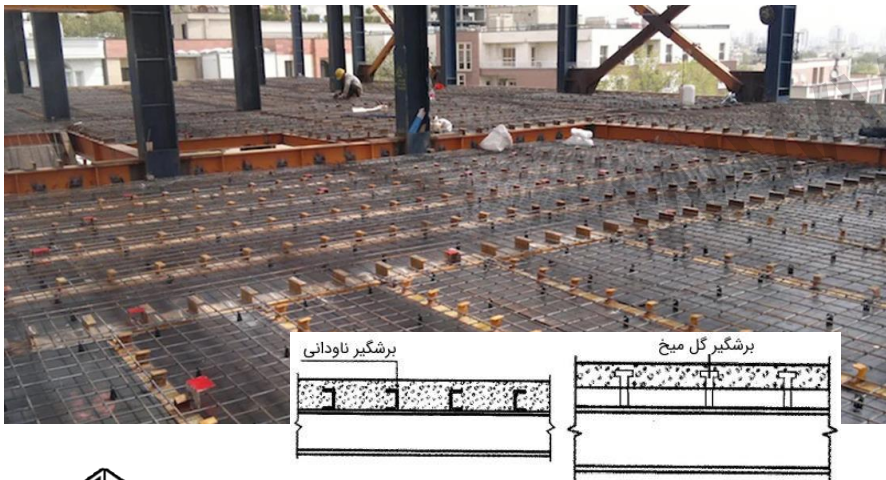
14.5.2 Flexure **بتن غیر مسلح**

14.5.2.1 M_n shall be the lesser of Eq. (14.5.2.1a) calculated at the tension face and Eq. (14.5.2.1b) calculated at the compression face:

$$M_n = 0.42\lambda\sqrt{f'_c}S_m \quad (14.5.2.1a)$$

$$M_n = 0.85f'_cS_m \quad (14.5.2.1b)$$

where S_m is the corresponding elastic section modulus.



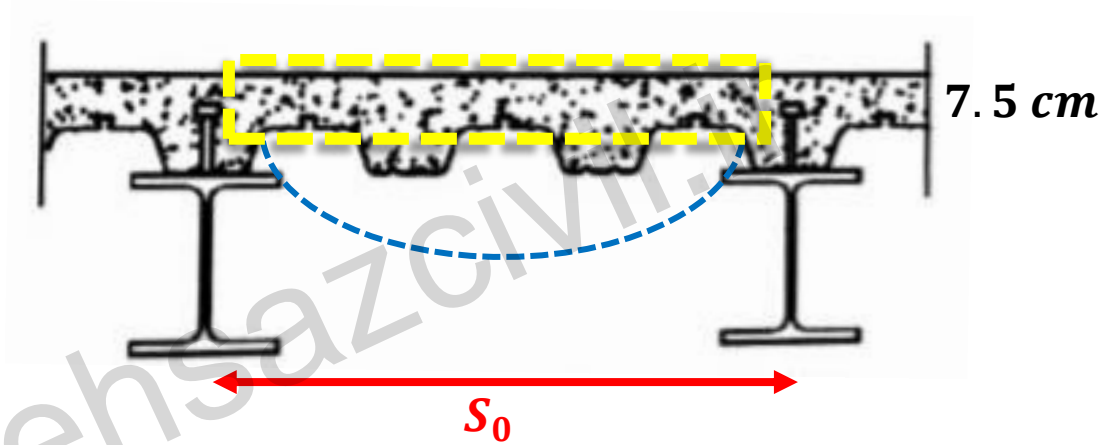
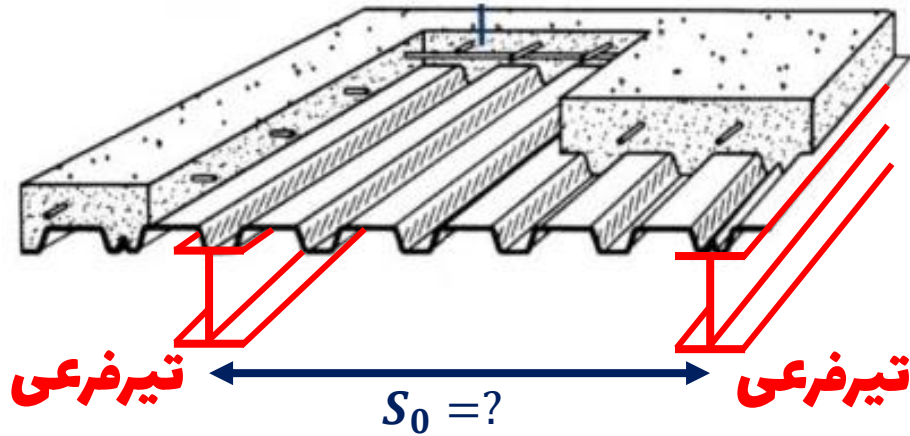
$$b = 1m$$

$$t_c$$

$$S = \frac{I}{C} = \frac{\frac{bt_c^3}{12}}{\frac{t_c}{2}} = \frac{bt_c^2}{6}$$



اگر جهت کنگره‌ها موازی با تیرفرعی باشد

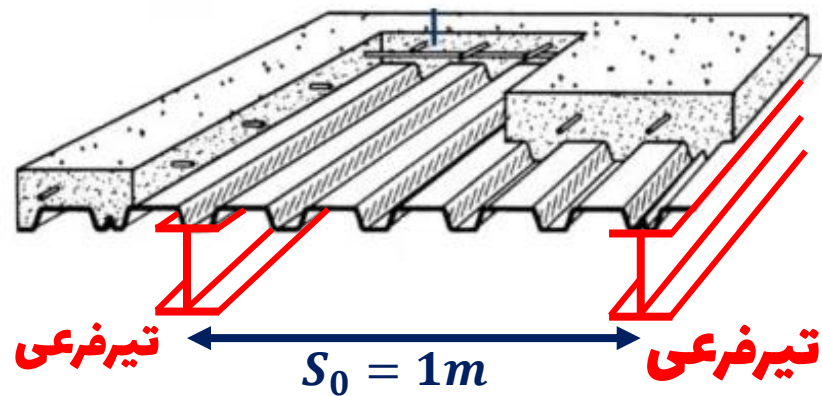


□ در ضخامت ۷.۵ سانت دال بتی رویه میلگرد خمشی نمیذاریم

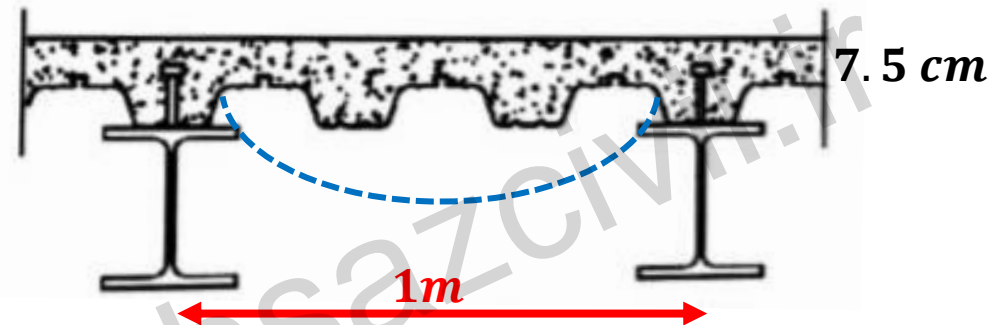
✓ با روابط مقاومت خمشی بتن غیرمسلح باید جوابگو باشد (مانند محاسبات دستی سقف کامپوزیت)



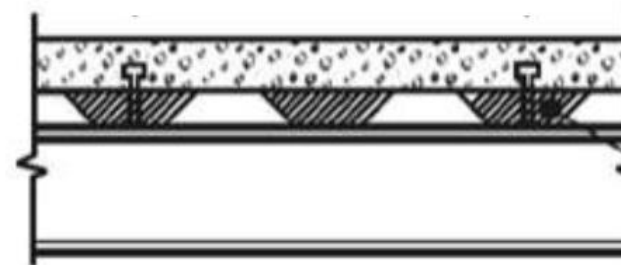
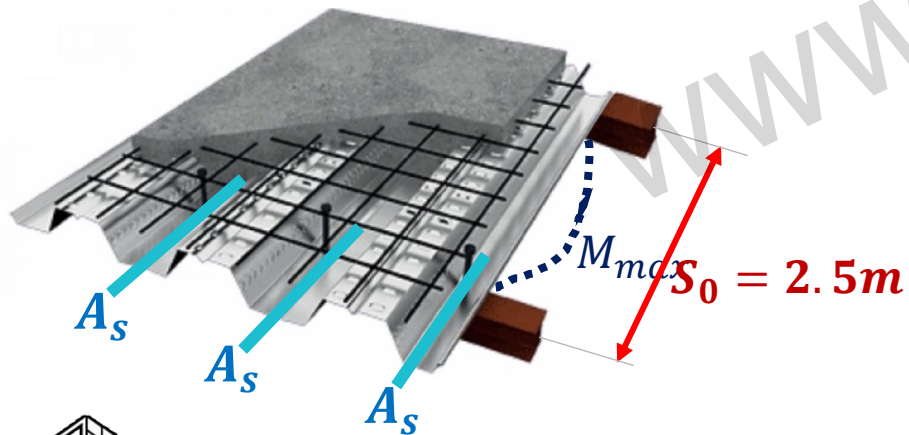
اگر جهت کنگره‌ها موازی با تیرفرعی باشد



راستای کنگره‌ها موازی با تیر فولادی



راستای کنگره‌ها عمود با تیر فولادی



از بتن این ناحیه
صرف نظر می شود



قالب بندی سقف (عدم نیاز به شمع بندی)



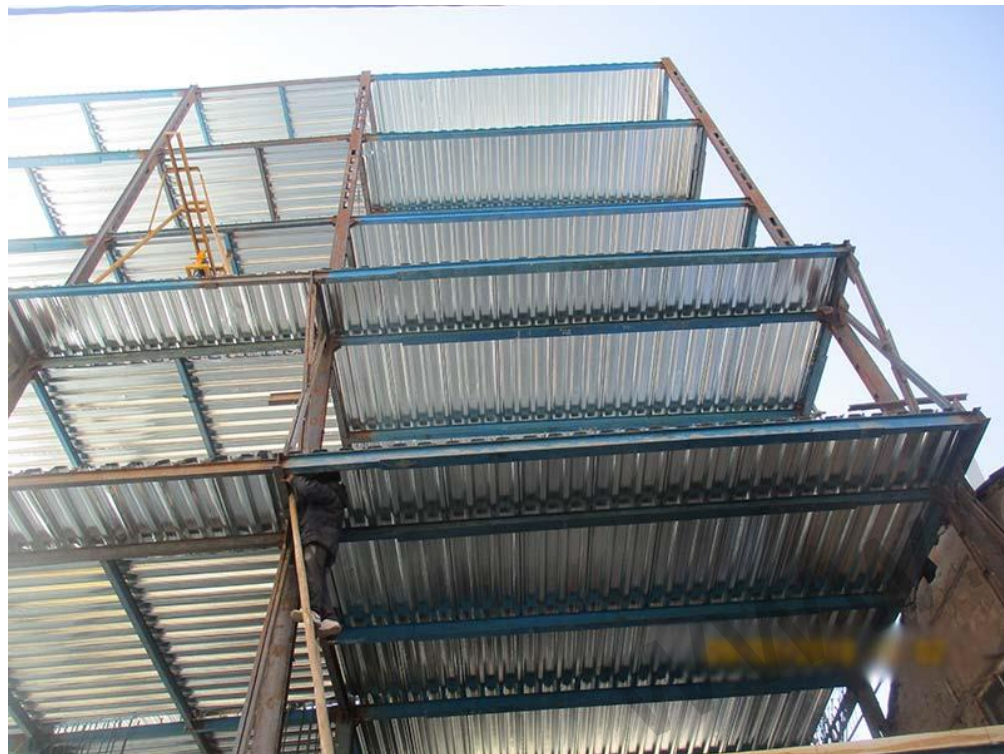
تخته کوبی

اجرای ورق عرشه



عمران به زبان ساده - دوره طراحی سازه فولادی

تکمیل ترسیم سقف‌ها در ایتبس (عرشه فولادی)



مفهوم نحوه اجرا Shored Construction



سقف عرشه فولادی
بدون شمع بندی
(تحمل وزن توسط تیر فولادی)

Shored Construction = NO



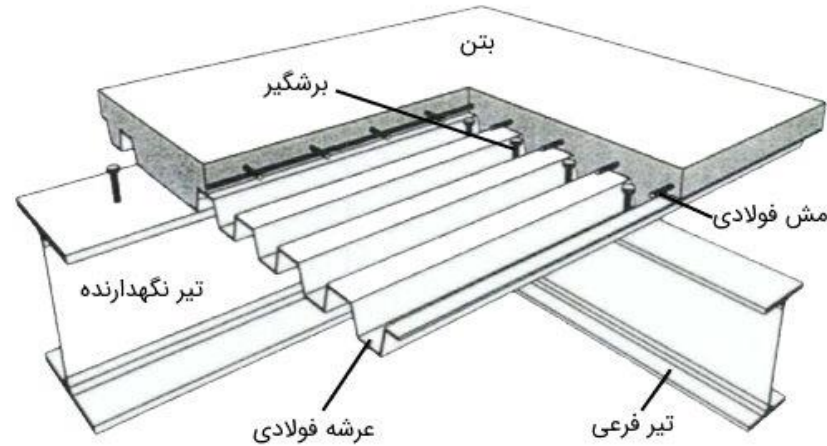
سقف تیرچه بلوک (بتنی)
با شمع بندی (جک)

Shored Construction = YES



Shored Construction = **NO**

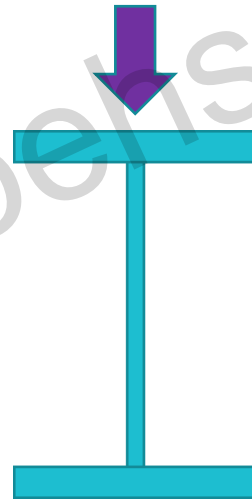
مفهوم بار Super Dead



$$M_u = 75 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_n = 80 \text{ kN.m}$$

وزن بتن خیس
وزن کارگرها و وسایل
وزن تیرچه فولادی (Dead)



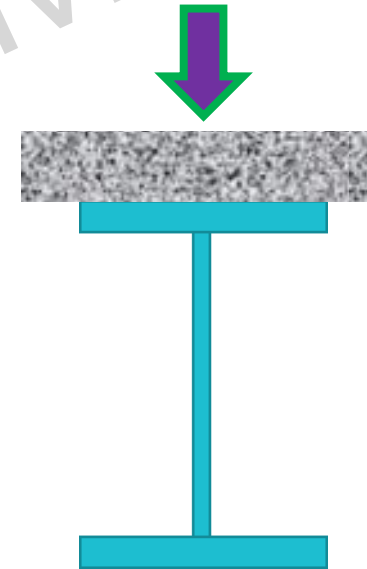
مقطع فولادی تنها (ضعیف)

قبل از گیرش بتن

حین اجرای سقف

(Super Dead) کفسازی + دیوارها و تیغه‌ها

وزن بتن (Dead)
وزن تیرچه فولادی



$$M_u = 130 \text{ kN.m}$$

$$\phi M_n = 150 \text{ kN.m}$$

مقطع کامپوزیت (قوی)

بعد از گیرش بتن

پس از اجرای سقف

