

مشخصات مصالح

مدول الاستیسیته فولاد بکار رفته در آرماتور	$E_s = 2. E+05 \text{ N/mm}^2$
مقاومت فشاری مشخصه بتن (28 روزه استوانه ای استاندارد)	$f_c = 30 \text{ N/mm}^2$
وزن مخصوص بتن (بین 25 تا 25 متغیر است)	$\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$
مدول الاستیسیته بتن	$E_c = 2.54.E+04 \text{ N/mm}^2$
ضریب اثر بتن سبک	$\lambda = 1$
نسبت مدول الاستیسیته فولاد به بتن	$n = E_s / E_c = 7.88$
مدول گسیختگی بتن	$f_r = 0.63\lambda(f_c)^{0.5} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

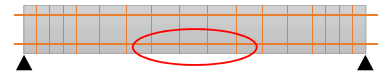
(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۱)  
(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۸)

ابعاد تیر و مقطع

عرض تیر	$b = 300 \text{ mm}$
ارتفاع تیر	$h = 500 \text{ mm}$
پوشش بتن	$\text{Cover} = 45 \text{ mm}$
ارتفاع موثر تیر	$d = h - \text{cover} - d_b/2 = 446.0 \text{ mm}$
فاصله میلگرد فشاری از تار بالای تیر	$d' = \text{cover} + d_b/2 = 54.0 \text{ mm}$
طول دهانه تیر	$L = 6.00 \text{ m}$

مشخصات آرماتور کششی (پایین) در وسط دهانه

تعداد آرماتور	$N_o = 4$
قطر اسمی آرماتور	$d_b = 18 \text{ mm}$
سطح مقطع آرماتور	$A_s = 1018 \text{ mm}^2$
درصد آرماتور کششی	$\rho = 0.008$



مشخصات آرماتور فشاری (بالا) در وسط دهانه

تعداد آرماتور	$N_o' = 4$
قطر اسمی آرماتور	$d_b' = 18 \text{ mm}$
سطح مقطع آرماتور	$A_s' = 1018 \text{ mm}^2$
درصد آرماتور فشاری	$\rho' = 0.008$



مشخصات آرماتور فشاری (بالا) در تکیه گاه

تعداد آرماتور	$N_o'' = 4$
قطر اسمی آرماتور	$d_b'' = 18 \text{ mm}$
سطح مقطع آرماتور (حداقل برابر $A_s'$ )	$A_s'' = 1018 \text{ mm}^2 \geq A_s'$
درصد آرماتور فشاری	$\rho'' = 0.008$



تعیین ممان اینرسی کل ( $I_g$ ) و ممان اینرسی ترک خورده تبدیل یافته ( $I_{ct}$ )

$$B = b / (nA_s) = 300 / (7.88 * 1,018) = 0.037$$

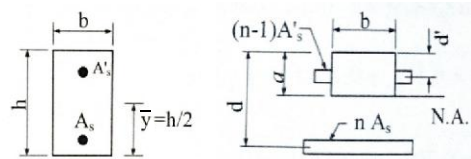
$$r = (n-1)A_s' / (nA_s) = (7.88 - 1) * 1,018 / (7.88 * 1,018) = 0.873$$

$$I_g = bh^3 / 12 = 300 * 500^3 / 12 = 3.125E+09 \text{ mm}^4$$

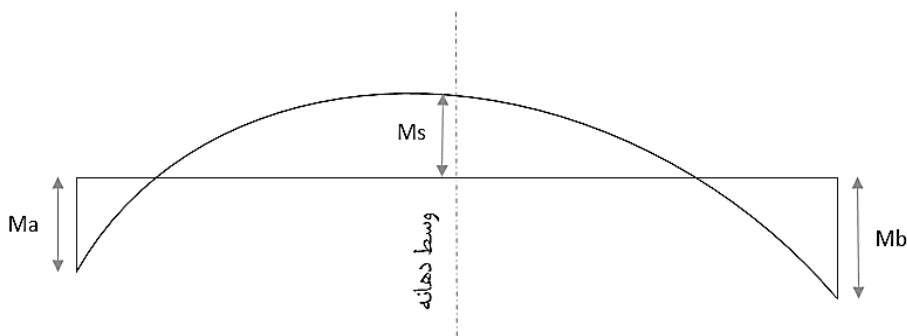
$$a = [(2dB(1 + rd' / d) + (1 + r)^{0.5} - (1 + r))] / B =$$

$$[(2 * 446 * 0.037 (1 + 0.873 * 54 / 446) + (1 + 0.873)^{0.5} - (1 + 0.873))] / 0.037 = 119.8 \text{ mm}$$

$$I_{ct} = ba^3 / 3 + nA_s(d - a)^2 + (n-1)A_s'(a - d')^2 = 1.055E+09 \text{ mm}^4$$



تعیین لنگرهای مورد نیاز تیر سراسری (دو سر ممتد)



<input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای چپ دهانه تحت تمام بارهای ثقلی بدون ضریب <input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای راست دهانه تحت تمام بارهای ثقلی بدون ضریب <input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت تمام بارهای ثقلی بدون ضریب	$M_a = 180$ kN.m $M_b = 185$ kN.m $M_s = 152$ kN.m	برای ترکیب بار کل (D+L)	
<input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای چپ دهانه تحت بارهای ثقلی دائم بدون ضریب <input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای راست دهانه تحت بارهای ثقلی دائم بدون ضریب <input type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت بارهای ثقلی دائم بدون ضریب	$M'_a = 125$ kN.m $M'_b = 115$ kN.m $M'_s = 102$ kN.m		برای ترکیب بار دائم (D+0.2L)
<input checked="" type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای چپ دهانه تحت وزن سازه <input checked="" type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در انتهای راست دهانه تحت وزن سازه <input checked="" type="checkbox"/> لنگر خمشی حداکثر در وسط دهانه تحت وزن سازه	$M_{str-a} = 20$ kN.m $M_{str-b} = 20$ kN.m $M_{str-s} = 20$ kN.m		در ETABS حدودا (0.25D)

ترک می خورد  
 ترک نمی خورد

#### محاسبه ممان اینرسی های موثر

فاصله دورترین تار کششی تا محور خنثای مقطع (بدون آرمتور)  $\bar{y} = h / 2 = 500 / 2 = 250$  mm

لنگر ترک خوردگی تیر  $M_{cr} = (f_r * I_g) / \bar{y} = (3.45 * 3,125,000,000) / 250 = 43.1$  kN.m

$\eta = M_{cr} / M'_g = 43.13 / 152.00 = 0.28$

$\eta' = M_{cr} / M'_s = 43.13 / 102.00 = 0.42$

$\eta'' = M_{cr} / M_{str-s} = 43.13 / 20.00 = 2.16$

ممان اینرسی موثر مقطع  $I_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta^3 = 1.103E+09$  mm<sup>4</sup>

ممان اینرسی موثر مقطع تحت بارهای دائم  $I'_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta'^3 = 1.212E+09$  mm<sup>4</sup>

ممان اینرسی موثر مقطع تحت وزن سازه ای سقف  $I_{str-e} = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta''^3 = 3.125E+09$  mm<sup>4</sup>

#### محاسبه افتادگی

$$\Delta = \frac{5L^2}{48EI} [M_s - 0.1(M_a + M_b)] \quad (*)$$

زمان بارگذاری	<b>5 Years &amp; More</b>
ضریب زمان بر اساس زمان بارگذاری	$\xi = 2.0$
ضریب اضافه افتادگی	$\lambda_\xi = \xi / (1 + 50\rho') = 1.45$
افتادگی آبی بار کل	$\Delta$ (Immediate All) * = 15.5 mm
افتادگی آبی بار سقف سازه ای	$\Delta$ (Immediate Structural) = 0.0 mm <span style="background-color: #e0ffe0; padding: 2px;">در جهت اطمینان</span>
افتادگی آبی بار نهایی ①	$\Delta$ (Imm All) - $\Delta$ (Imm Str) = 15.5 mm
افتادگی آبی بار دائم ②	$\Delta$ (Immediate Sustained) = 9.5 mm
افزایش افتادگی دراز مدت بار دائم ③	$\Delta$ (Long Term Sustained) = $\Delta$ (Immediate Sustained) * $\lambda_\xi = 9.5 * 1.45 = 13.8$ mm
<b><math>\Delta</math> (Total) = ① + ③ =</b>	<b>15.5 + 13.8 = 29.2 mm</b>

#### کنترل محدودیت افتادگی

خیر

در صورت افتادگی احتمال آسیب دیدگی در اعضای غیر سازه ای میباشد؟

$$\Delta$$
 (Total) = 29.2 > L / 240 = 25.0 mm

توجه: مقدار افتادگی تیر از مقدار مجاز بیشتر است و باید پیش خیز اعمال گردد

مقدار پیش خیز مورد نیاز در وسط دهانه تیر  $\delta_c = 5.0$  mm

#### منحنی پیش خیز مورد نیاز تیر

