

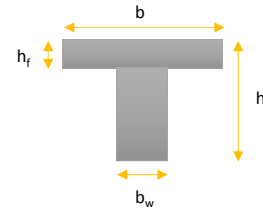
مشخصات مصالح

مدول الاستیسیته فولاد بکار رفته در آرماتور	$E_s = 2.0 \times 10^5$ N/mm <sup>2</sup>	
مقاومت فشاری مشخصه بتن (28 روزه استوانه ای استاندارد)	$f_c = 30$ N/mm <sup>2</sup>	
وزن مخصوص بتن (بین 25 تا 25 متغیر است)	$\gamma_c = 25$ kN/m <sup>3</sup>	
مدول الاستیسیته بتن	$E_c = 2.54 \times 10^4$ N/mm <sup>2</sup>	(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۱)
ضریب اثر بتن سبک	$\lambda = 1$	(مقررات ملی بند ۹-۱۳-۸)
نسبت مدول الاستیسیته فولاد به بتن	$n = E_s / E_c = 7.88$	
مدول گسیختگی بتن	$f_r = 0.63\lambda(f_c)^{0.5} = 3.5$ N/mm <sup>2</sup>	

ابعاد تیر و مقطع

عرض بال تیر (طبق ضوابط ACI318 محاسبه می شود)  
 ضخامت بال تیر  
 ارتفاع تیر  
 ضخامت جان تیر  
 پوشش بتن  
 ارتفاع موثر تیر  
 فاصله میلگرد فشاری از تار بالای تیر  
 طول دهانه تیر  
 فاصله مرکز تا مرکز تیر تا تیر مجاور

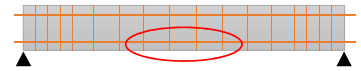
$b = 1100$ mm
$h_f = 50$ mm
$h = 500$ mm
$b_w = 300$ mm
Cover = 45 mm
$d = h - \text{cover} - db/2 = 446.0$ mm
$d' = \text{cover} + db'/2 = 54.0$ mm
$L = 6.00$ m
$C/C = 5.00$ m



مشخصات آرماتور کششی (پایین) در وسط دهانه

تعداد آرماتور  
 قطر اسمی آرماتور  
 سطح مقطع آرماتور  
 درصد آرماتور کششی

$N_o = 4$
$d_o = 18$ mm
$A_s = 1018$ mm <sup>2</sup>
$\rho = 0.008$



مشخصات آرماتور فشاری (بالا) در وسط دهانه

تعداد آرماتور  
 قطر اسمی آرماتور  
 سطح مقطع آرماتور  
 درصد آرماتور فشاری

$N_o' = 4$
$d_o' = 18$ mm
$A_s' = 1018$ mm <sup>2</sup>
$\rho' = 0.008$



مشخصات آرماتور فشاری (بالا) در تکیه گاه

تعداد آرماتور  
 قطر اسمی آرماتور  
 سطح مقطع آرماتور (حداقل برابر  $A_s'$ )  
 درصد آرماتور فشاری

$N_o' = 4$	
$d_o' = 18$ mm	
$A_s'' = 1018$ mm <sup>2</sup>	$\geq A_s'$
$\rho'' = 0.008$	



تعیین ممان اینرسی کل (I<sub>g</sub>) و ممان اینرسی ترک خورده تبدیل یافته (I<sub>ct</sub>)

$$C = b_w / (nA_s) = 300 / (7.88 * 1,018) = 0.037$$

$$f = h_f (b - b_w) / (nA_s) = 50 * (1,100 - 300) / (7.88 * 1,018) = 4.99$$

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

$$y_t = h - 0.5[(b - b_w)h_f^2 + b_w h^3] / [(b - b_w)h_f + b_w h] = 297.4$$

$$I_g = (b - b_w)h_f^3 / 12 + b_w h^3 / 12 + (b - b_w)h_f(h - h_f / 2 - y_t)^2 + b_w h(y_t - h / 2)^2 = 4.732E+09 \text{ mm}^4$$

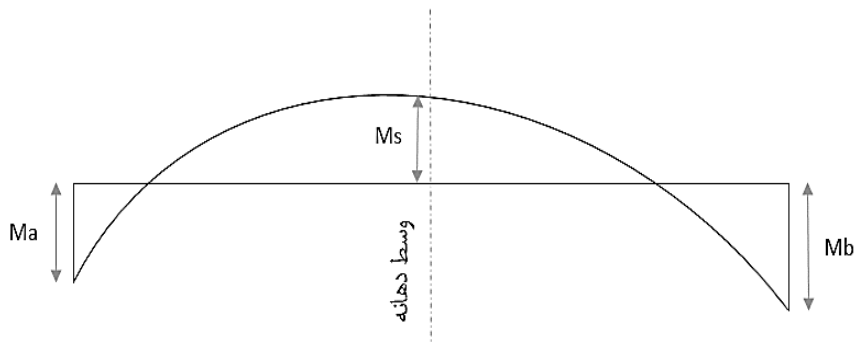
$$a = [(C(2d + h_f + 2rd') + (f + r + 1)^{0.5} - (1 + r + f))] / C = 74.8 \text{ mm} > hf = 50$$

توجه: روابط تیر T شکل برقرار است.

ممان اینرسی مقطع ترک خورده تبدیل یافته

$$I_{ct} = (b - b_w)h_f^3 / 12 + b_w a^3 / 3 + (b - b_w)h_f(a - h_f / 2)^2 + nA_s(d - a)^2 + (n - 1)A_s'(a - d')^2 = 1.257E+09 \text{ mm}^4$$

تعیین لنگرهای مورد نیاز تیر سراسری (دو سر ممتد)



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

ترک می خورد  
 ترک نمی خورد

#### محاسبه ممان اینرسی های موثر

فاصله دورترین تار کششی تا محور خنثای مقطع (بدون آرمتور)	$\bar{y} = 297.4$ mm
لنگر ترک خوردگی تیر	$M_{cr} = (fr * I_g) / \bar{y} = (3.45 * 4,732,017,544) / 297 / 1000000 = 54.9$ kN.m
$\eta = M_{cr} / M_a = 54.91 / 180 = 0.36$	
$\eta' = M_{cr} / M'_a = 54.91 / 125 = 0.54$	
$\eta'' = M_{cr} / M_{str-s} = 54.91 / 20 = 2.75$	
ممان اینرسی موثر مقطع	$I_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta^3 = 1.421E+09$ mm <sup>4</sup>
ممان اینرسی موثر مقطع تحت بارهای دائم	$I'_e = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta'^3 = 1.799E+09$ mm <sup>4</sup>
ممان اینرسی موثر مقطع تحت وزن سازه ای سقف	$I_{str-e} = I_{ct} + (I_g - I_{ct})\eta''^3 = 4.732E+09$ 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 and More</b>
ضریب زمان بر اساس زمان بارگذاری	$\xi = 2.0$
ضریب اضافه افتادگی	$\lambda_\Delta = \xi / (1 + 50\rho') = 1.45$
افتادگی آبی بار کل	$\Delta (\text{Immediate All}) = 12.0$ mm
افتادگی آبی بار سقف سازه ای	$\Delta (\text{Immediate Structural}) = 0.0$ mm <b>در جهت اطمینان</b>
افتادگی آبی بار نهایی ①	$\Delta (\text{Imm All}) - \Delta (\text{Imm Str}) = 12.0$ mm
افتادگی آبی بار دائم ②	$\Delta (\text{Immediate Sustained}) = 6.4$ mm
اضافه افتادگی دراز مدت بار دائم ③	$\Delta (\text{Long Term Sustained}) = \Delta (\text{Immediate Sustained}) * \lambda_\Delta = 6.4 * 1.45 = 9.3$ mm
<b><math>\Delta (\text{Total}) = ① + ③ = 12.0 + 9.3 = 21.3</math> mm</b>	

#### کنترل محدودیت افتادگی

**بله**

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

$$\Delta (\text{Total}) = 21.3 > L / 480 = 12.5 \text{ mm}$$

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

مقدار پیش خیز مورد نیاز در وسط دهانه تیر  $\delta = 9.0$  mm

#### منحنی پیش خیز مورد نیاز تیر

