



# جلسه بیست و یکم

- ✓ فلسفه مهارجانبی تیرها
- ✓ ضوابط آیین نامه ای مهارجانبی تیرها
- ✓ مهارجانبی تیرها در ETABS

مهارجانبی تیرها (جلوگیری از کمانش پیچشی جانبی)



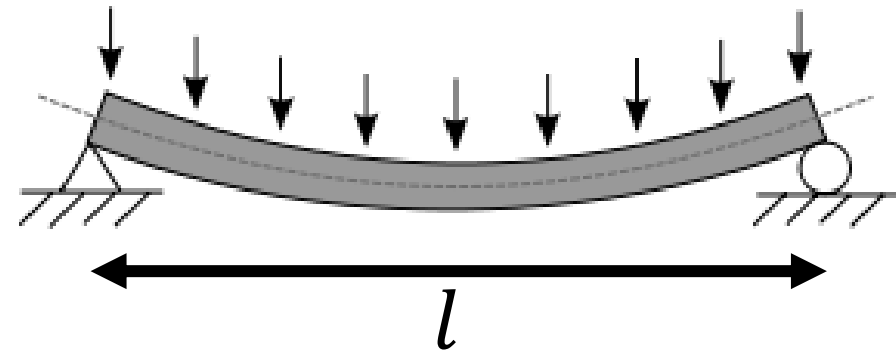
مهارجانبی تیرهای فولادی

✓ افزایش مقاومت خمشی تا حداکثر  $M_p$  (LTB)

✓ الزام لرزه‌ای برای تیرهای متوسط و ویژه (Major , Minor)

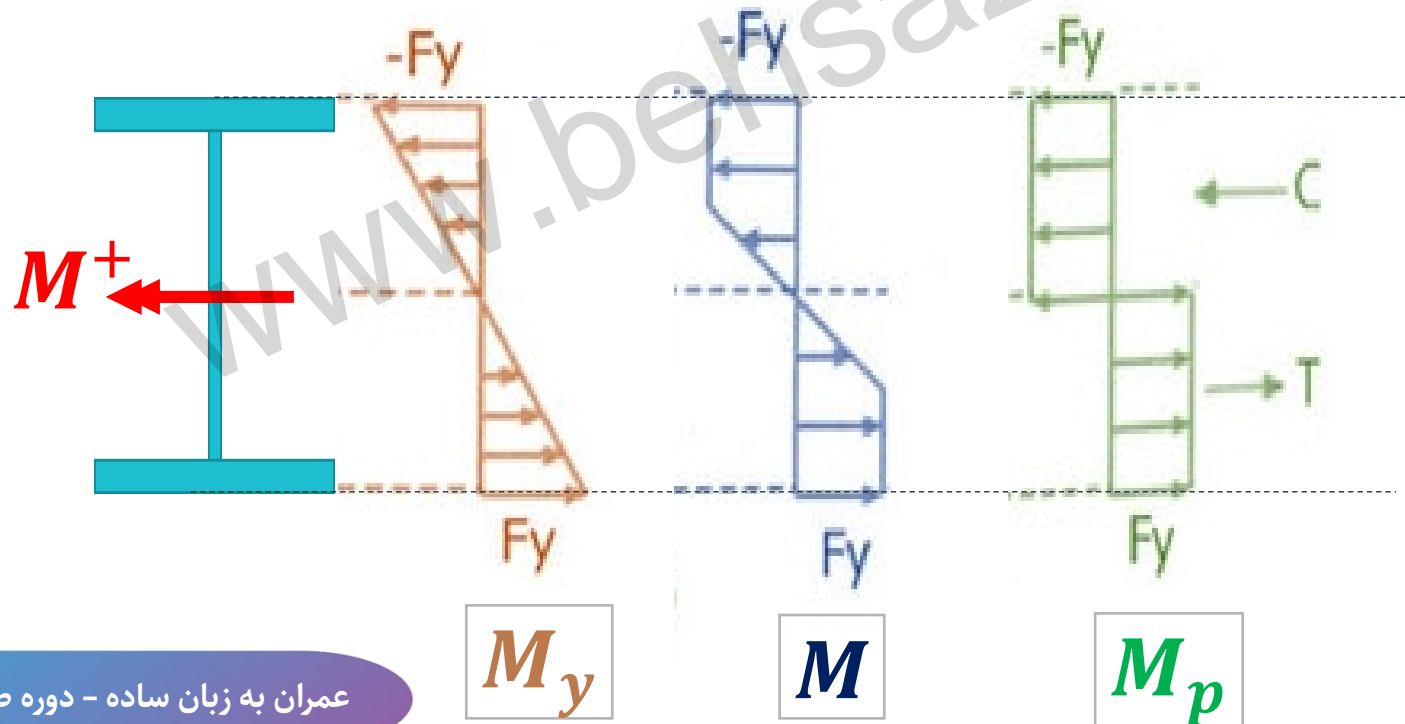


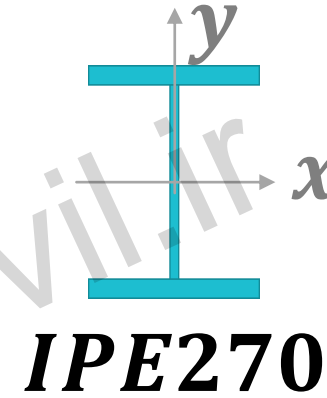
# مقاومت خمشی مقطع فولادی



$$M_y = SF_y$$

$$M_p = ZF_y$$
 **مقاومت خمشی حداکثر مقطع**





$$Z_x = 484 \text{ cm}^3$$

$$F_y = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$M_u = PL \leq \phi M_p = ZF_y \quad \checkmark$$

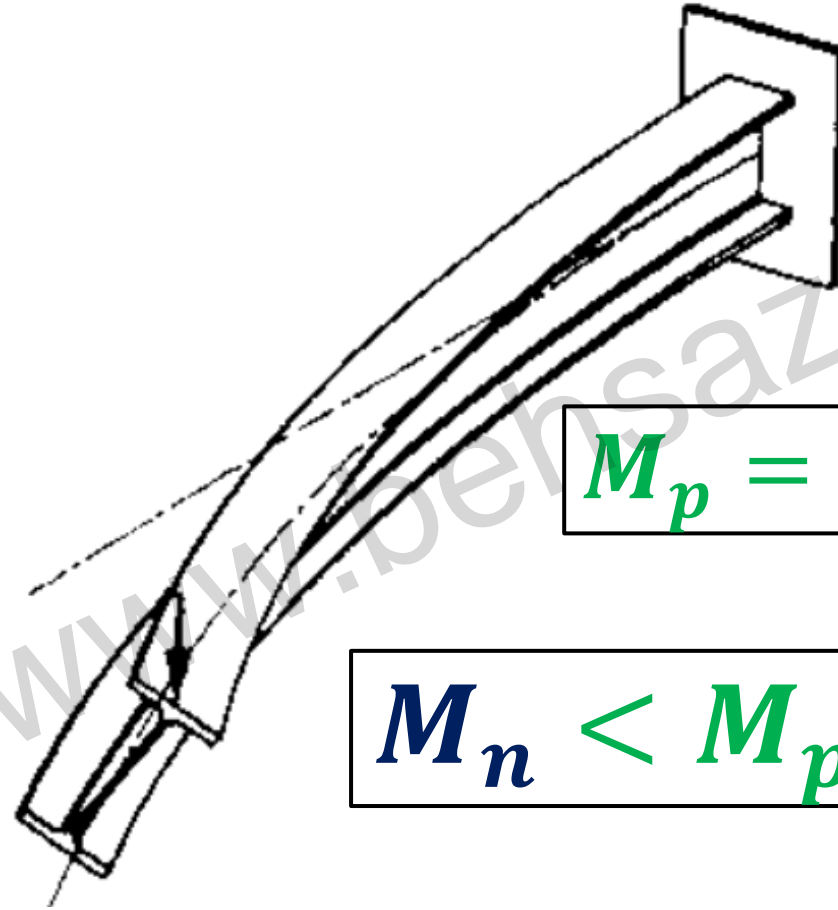
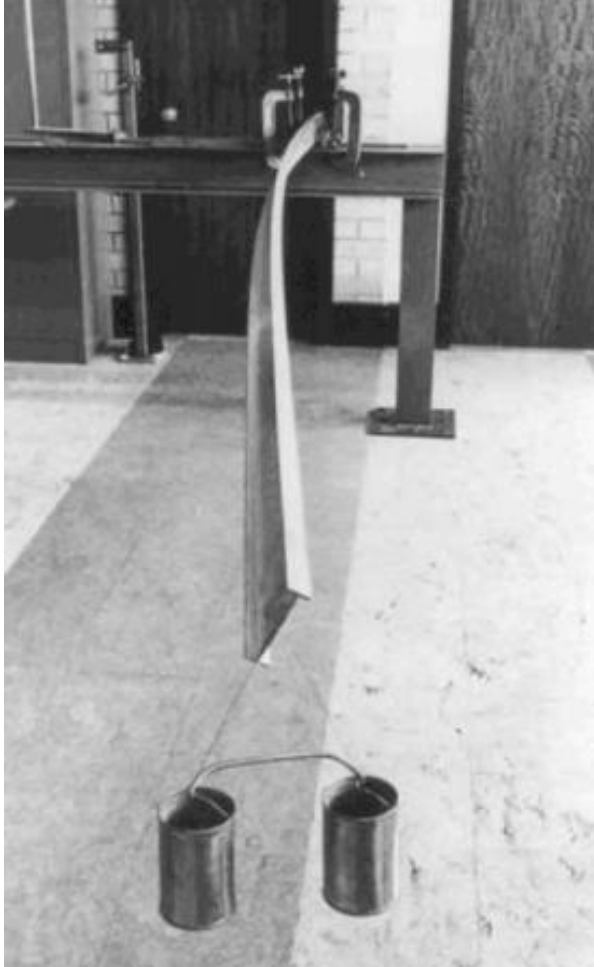
$$0.9 M_p = 0.9 \times 484 \times 2400 = 10 \text{ t.m}$$

$$M_u \leq \phi ZF_y$$



ممکنه مقاومت خمشی  
به حداکثر ( $M_p$ ) نرسه

# کمانش پیچشی جانبی

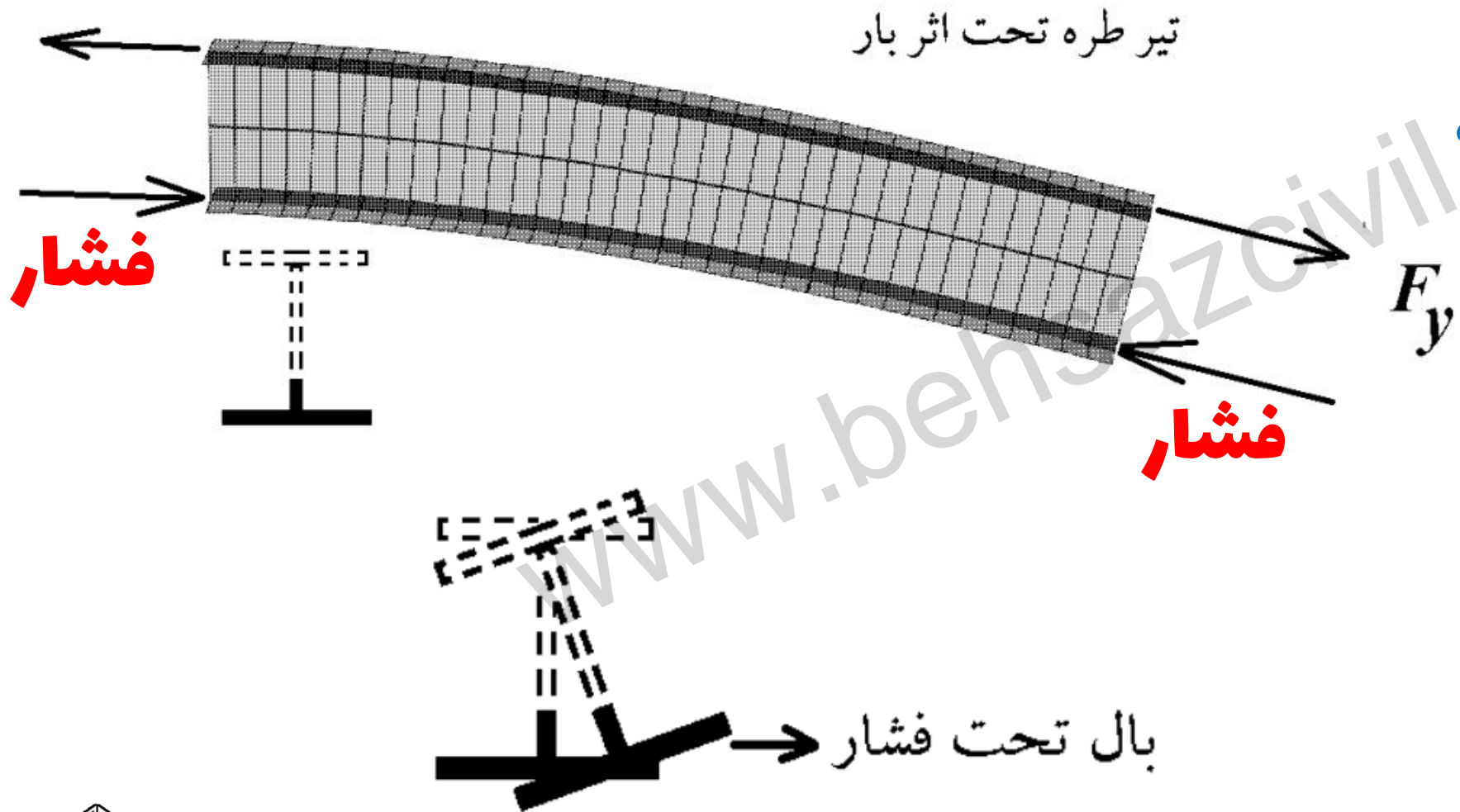


$$M_p = ZF_y$$



$$M_n < M_p = ZF_y$$

# خمش در تیر طره



برای جلوگیری از LTB  
**بال فشاری باید مهارشده**





# تیرهای دوسر مفصل



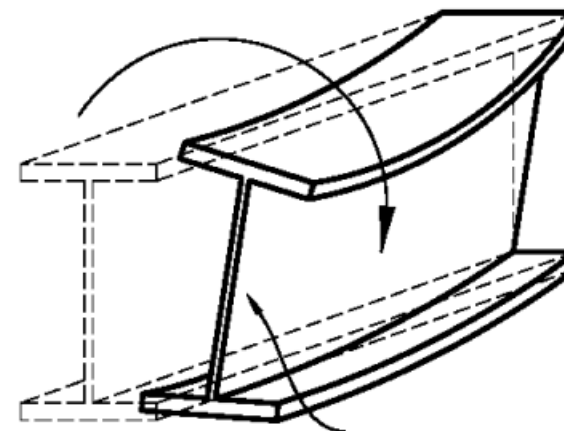
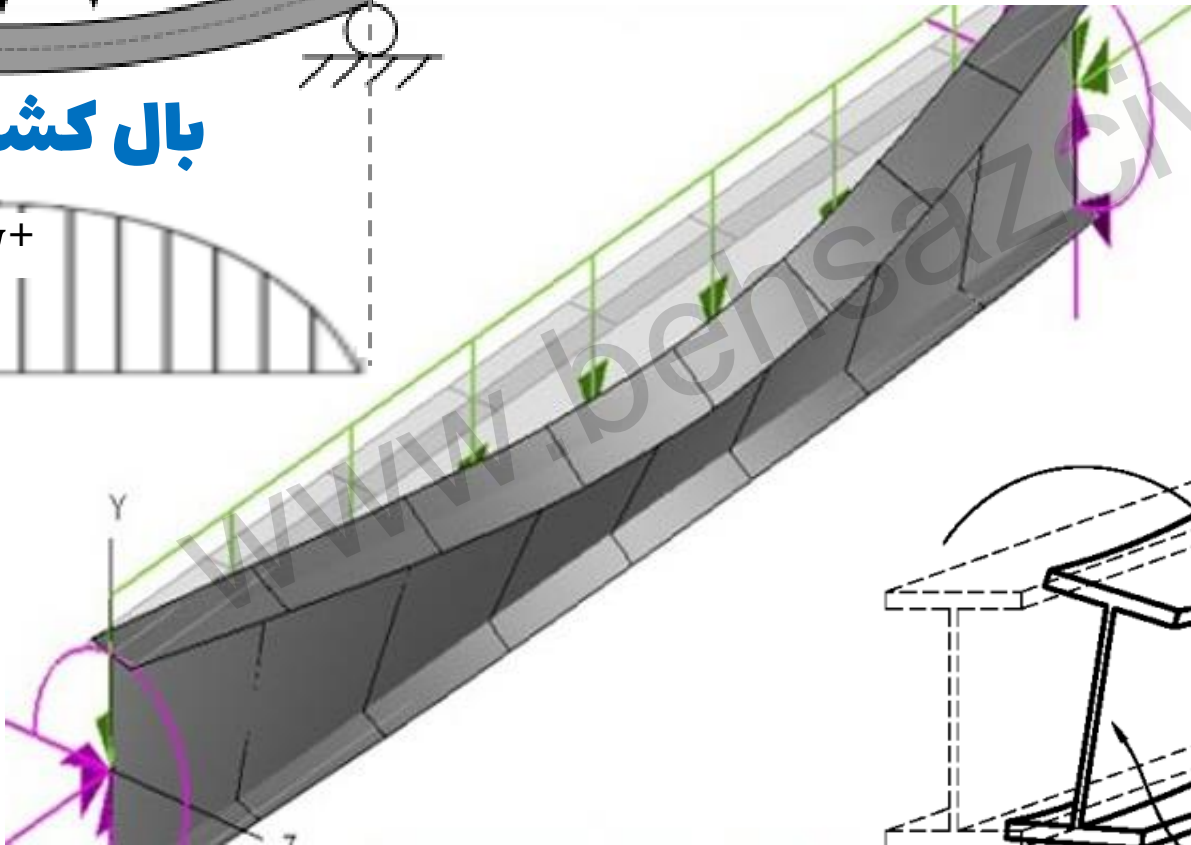
بال فشاری

بال کششی

$M^+$

بال بالا فقط تحت فشار

برای جلوگیری از LTB  
فقط بال فشاری مهار بشه



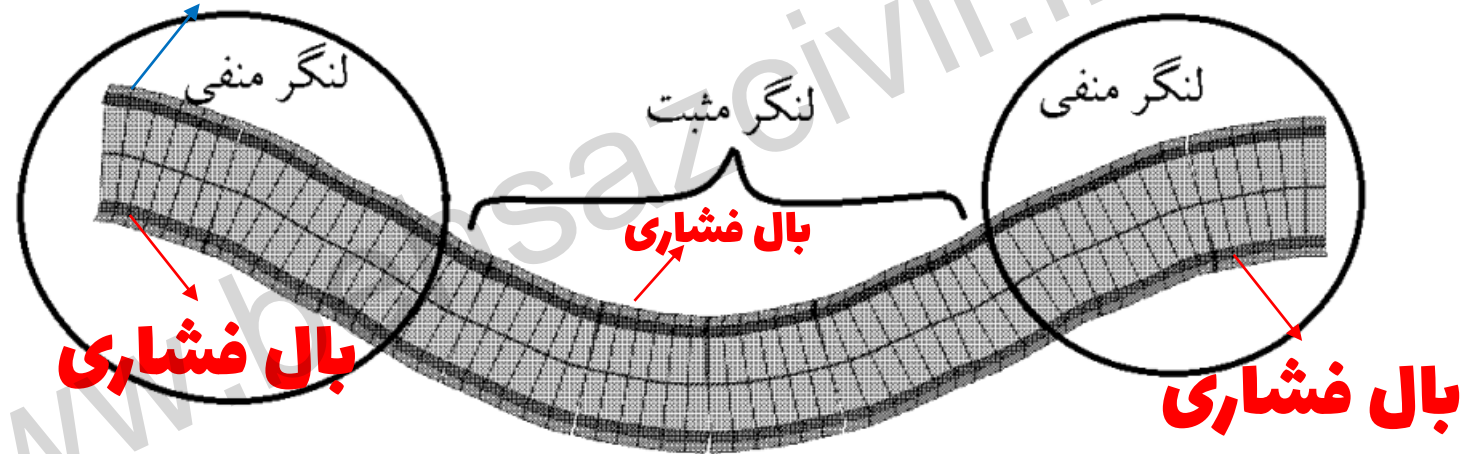
# تیر دوسرگیردار



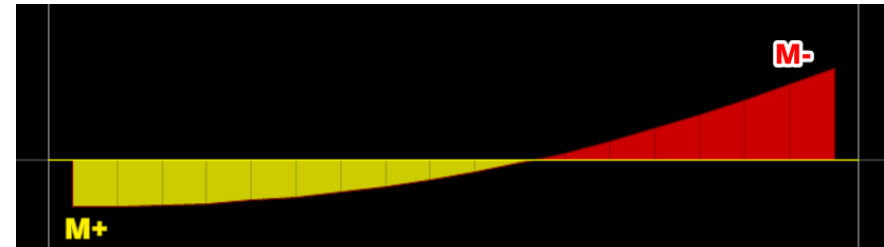
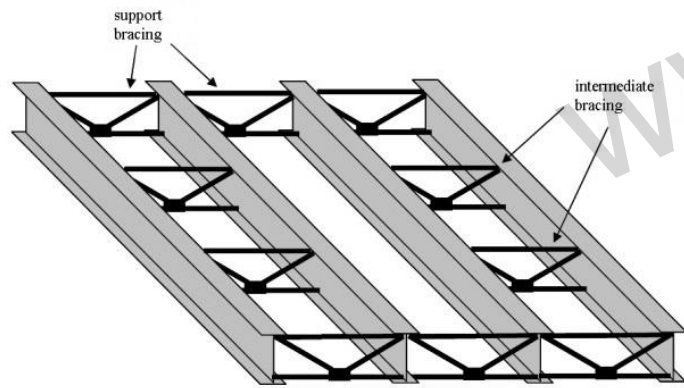
محل بال فشاری در طول تیر متغیر است



بال کششی



تیر دوسرگیردار تحت بار گسترده



تحت ترکیب بار زلزله



عمران به زبان ساده - دوره طراحی سازه فولادی



# مقاومت خمشی تیر فولادی در مبحث دهم ۱۴۰۱



$C_b$	نمودار M
1	
1.136	
1.25	
1.316	
1.667	
2.273	

۱۰-۲-۵-۲ مقاومت خمشی اسمی اعضای با مقطع I شکل فشرده با دو محور تقارن و

اعضای با مقطع ناودانی فشرده تحت اثر خمش حول محور قوی

(الف) حالت حدی تسلیم

(۱۰-۲-۵-۳)

$$M_n = M_p = F_y Z_x$$

(ب) حالت حدی کمانش جانبی-پیچشی

ب-۱) اگر  $L_b \leq L_p$  باشد لزومی به در نظر گرفتن کمانش جانبی-پیچشی نیست.

ب-۲) برای  $L_p < L_b \leq L_r$ :

$$M_n = C_b \left[ M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left( \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$$

(۱۰-۲-۵-۴)

ب-۳) برای  $L_b > L_r$ :



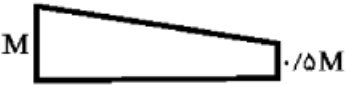

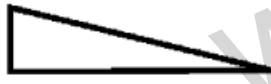
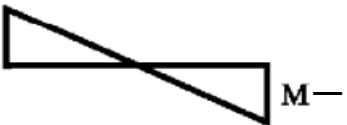
$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p$$

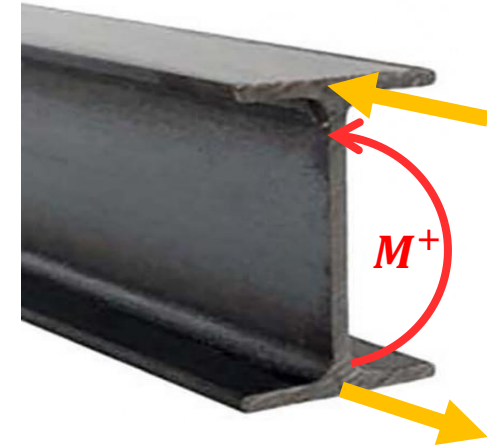
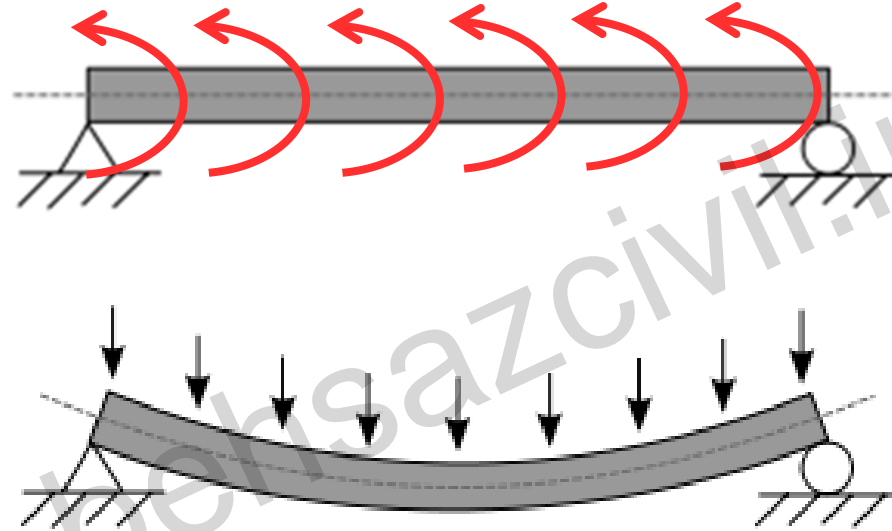
(۱۰-۲-۵-۵)



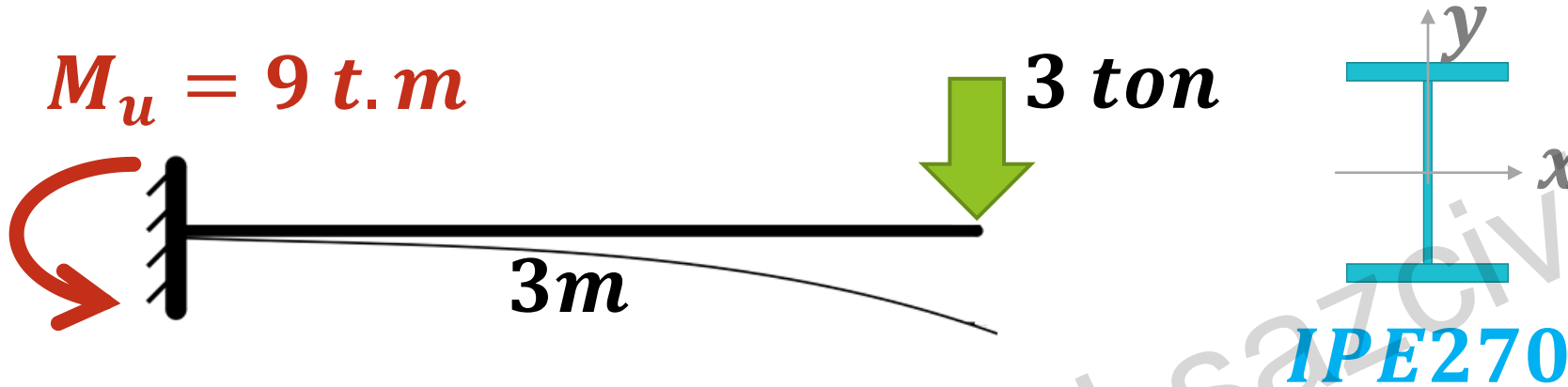
# تأثیر ضریب $C_b$ در اصلاح کمانش جانبی پیچشی



$C_b$	نمودار $M$
1	$M^+$  $M^+$
1.136	 $M^+$
1.25	 $M$ $-0.5M$
1.316	
1.667	
2.273	$+M$  $M^-$



# محاسبه طول مهارنشده $L_p$



$L_p$  = طول مهارنشده عضو مطابق رابطه زیر که مرز بین حالت حدی تسلیم و حالت حدی کمانش جانبی-پیچشی غیرالاستیک را مشخص می کند.

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 \times 3.02 \sqrt{\frac{2 \times 10^6}{2400}} = 153 \text{ cm} \quad (6-5-2-10)$$

$$300 \text{ cm} > 153 \text{ cm}$$

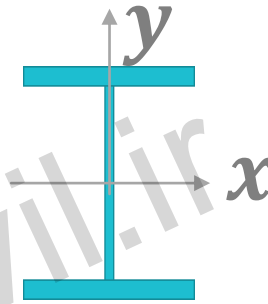
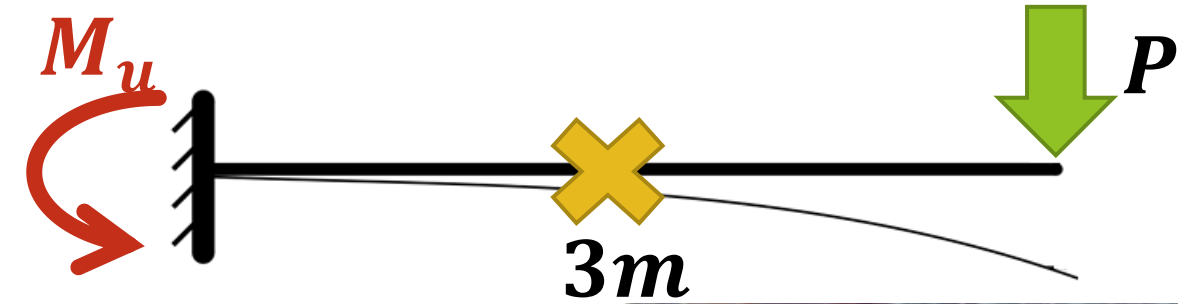


$$M_n \leq M_p = Z F_y$$

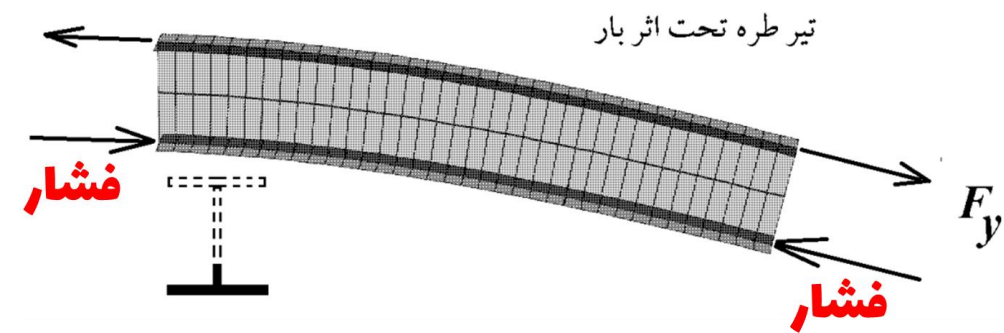
بدون در نظر گرفتن ضریب  $C_b$



# مهارجانبی تیر در بال فشاری



IPE270

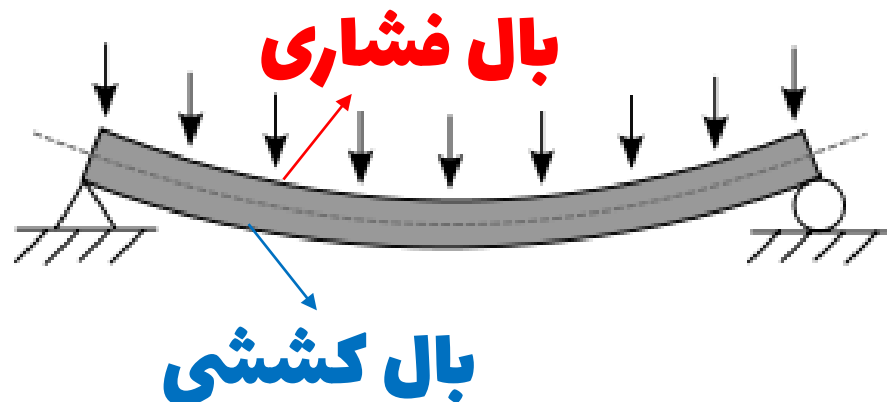




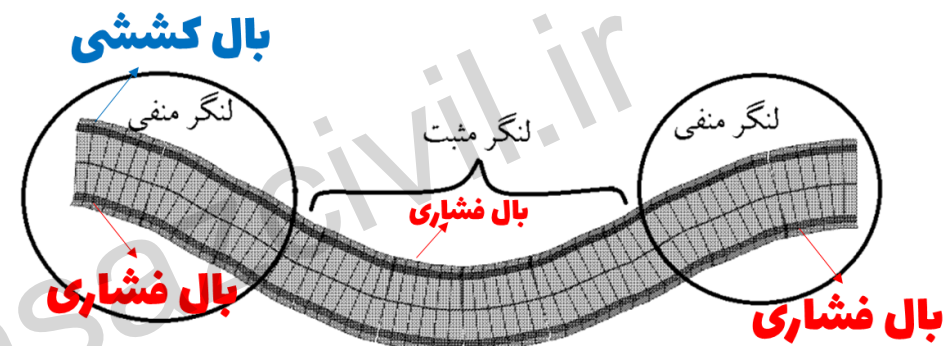
# مهاربال فوقانی در سقف عرشه فولادی و کامپوزیت



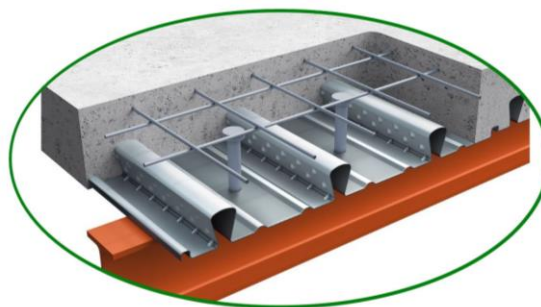
## تیر دوسر مفصل



## تیر دوسر گیردار



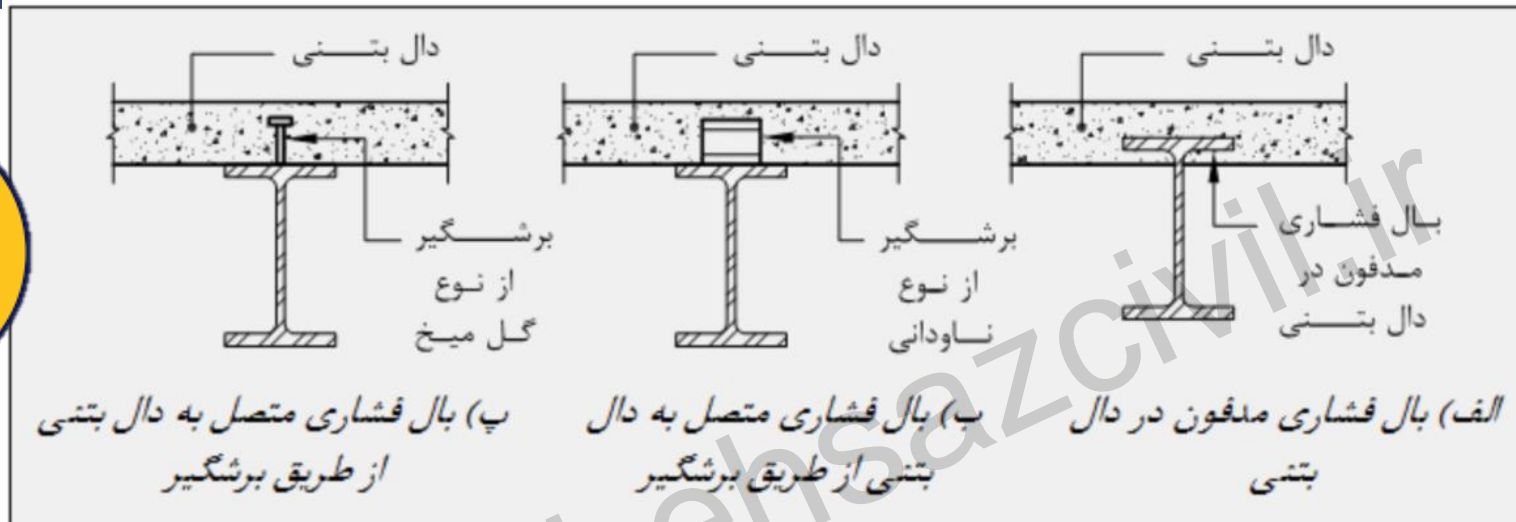
تیر دوسر گیردار تحت بار گسترده



# مهاربال فوقانی توسط سقف

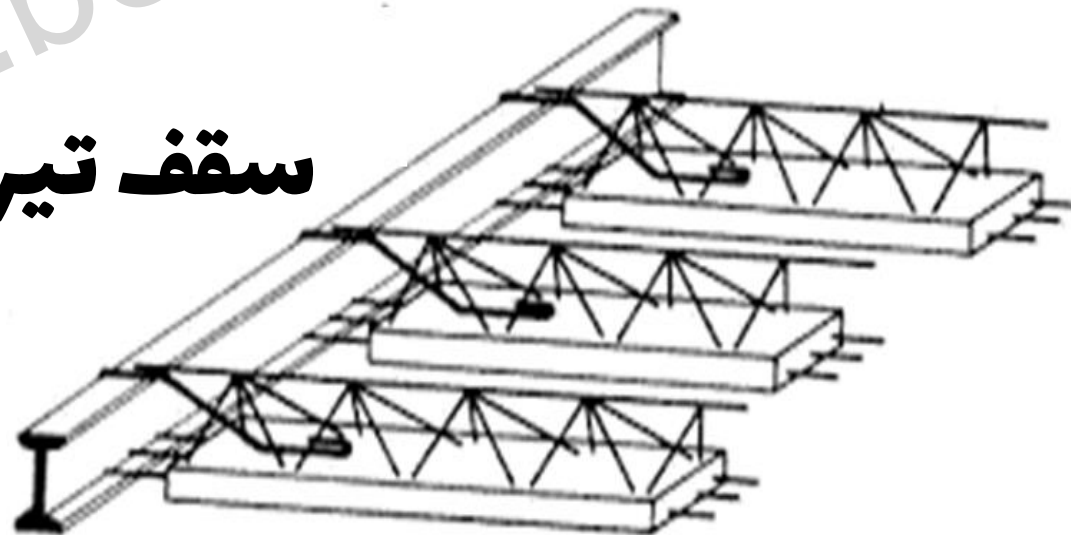


مبحث دهم 1401  
ص 268



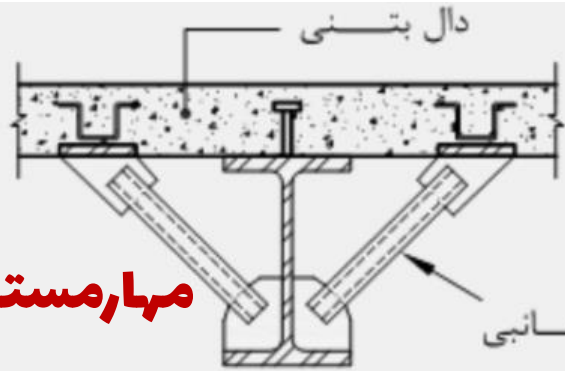
## سقف تیرچه بلوک

(اختلاف نظر و ابهام)

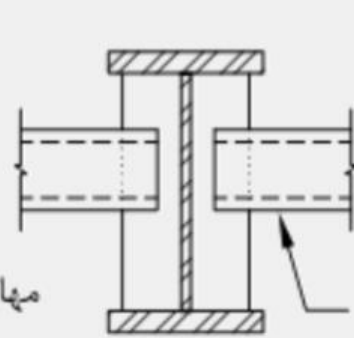




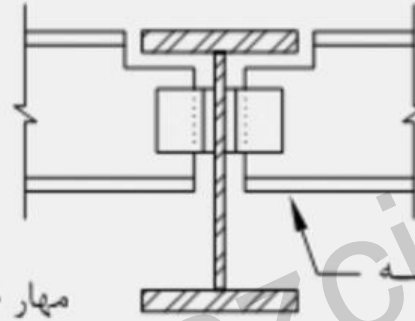
# مهار جانبی بال تحتانی (روش‌های مختلف)



مهار جانبی



مهار جانبی



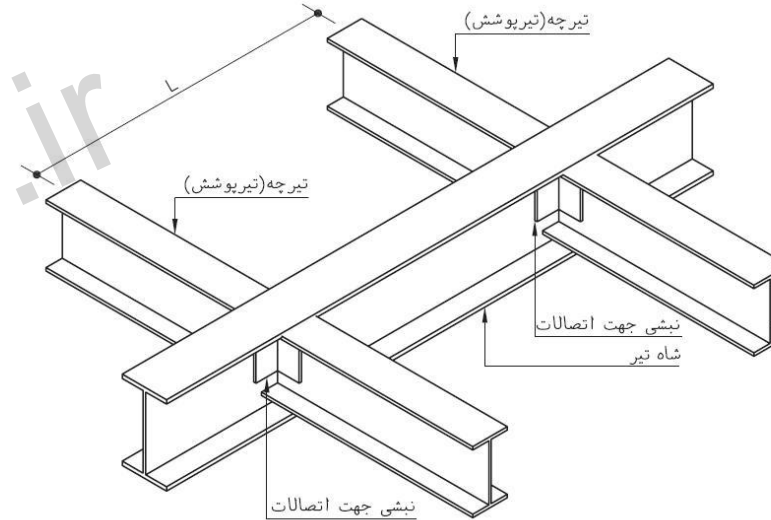
تیرچه

مهار مستقیم

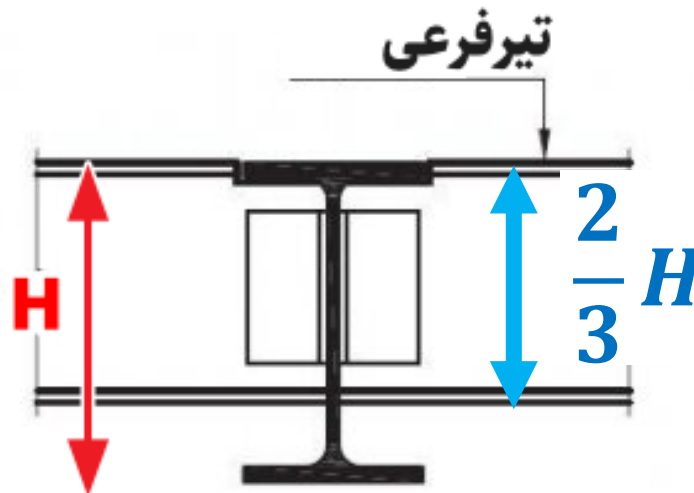
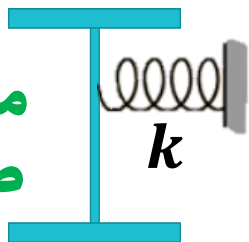
چ) مهار جانبی بال تحتانی از طریق مهار جانبی مورب و متصل به دال بتنی

ث) مهار جانبی و اتصال آن‌ها از طریق سخت‌کننده‌های عرضی به هر دو بال تیر

ت) مهار جانبی تیر از طریق تیرهای فرعی (تیرچه‌ها)



مبحث دهم  
صفحه 267



عمران به زبان ساده - دوره طراحی سازه فولادی

# مراحل اعمال ضریب صحیح LTB



## ضابطه عمومی گمانش پیچشی جانبی (LTB)

متصل به سقف ← (عدد کوچک)  $LTB=0.1$   
بدون اتصال به سقف ← (پیش فرض)  $LTB=1$

✓ تیر دوسر مفصل  
(مهار فقط بال بالایی)

مهار با تیر فرعی یا سینه بند ← (وابسته به تعداد مهار)  $LTB=0.5, 0.33, 0.25$   
بدون داشتن مهار ← (پیش فرض)  $LTB=1$

✓ تیر دوسر گیردار  
(مهار هر دو بال)

محاسبه مقاومت خمشی با و بدون لحاظ کردن LTB در ایتبس

$M_n$  (No LTB)

