

تمرین فولاد I سری ۱- نیروهای طراحی و ضرائب بار

۱ - چنانچه مقدار متوسط حد اکثر نیروی محاسباتی جهت طراحی یک عضو کششی در طول عمر مفید آن 500 kN با انحراف معیار 30 kN باشد، و توزیع آماری نرمال فرض شود، احتمال آنکه در عمل مقدار نیرو از 550 kN فراتر رود چقدر میباشد؟

۲ - در مثال فوق چنانچه عضوی با مقاومت کششی متوسط 600kN و انحراف معیار 20 kN بکار رود، احتمال شکست آن در طول عمر مفید سازه چقدر است؟

۳ - چنانچه نیروی فشاری محاسبه شده در یک عضو تحت بار مرده 750 kN ، بار زنده 650 kN ، بار باد 500 kN و بار زلزله 400 kN باشد، بار طراحی باضریب (R_u) و حد اقل مقاومت اسمی (R_n) لازم برای مقطع را محاسبه نمایید.

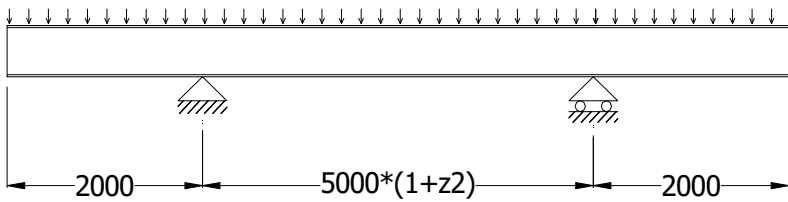
۴ - در تیر نشان داده شده در صورتی که بار مرده 70 kN/m و بار زنده 100 kN/m باشد، مطلوبست:

الف: لنگر طراحی با ضریب در روی تکیه گاه

ب: لنگر طراحی با ضریب در وسط دهانه

ج: مقاومت اسمی خمشی لازم برای تیر

$$z_2=0$$



۵ - در تیر مثال قبل چنانچه یک بار متمرکز زنده متحرک به میزان 150 kN نیز روی تیر وجود داشته باشد، مطلوبست:

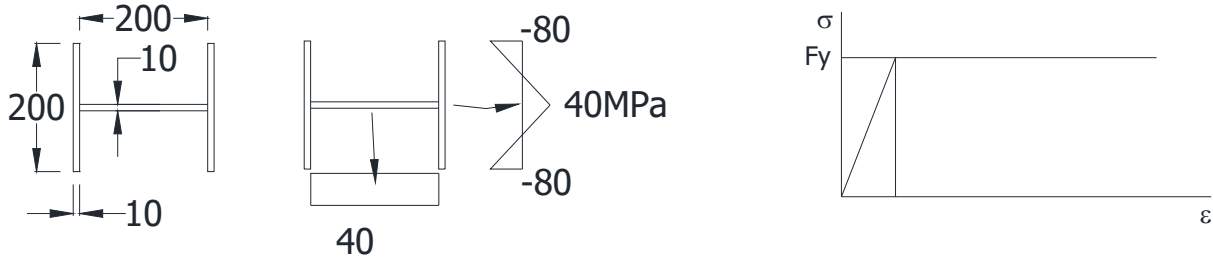
الف: لنگر طراحی با ضریب در روی تکیه گاه

ب: لنگر طراحی با ضریب در وسط دهانه

ج: نیروی برشی حداکثر در تیر و محل آن

ج: مقاومت اسمی خمشی لازم برای تیر

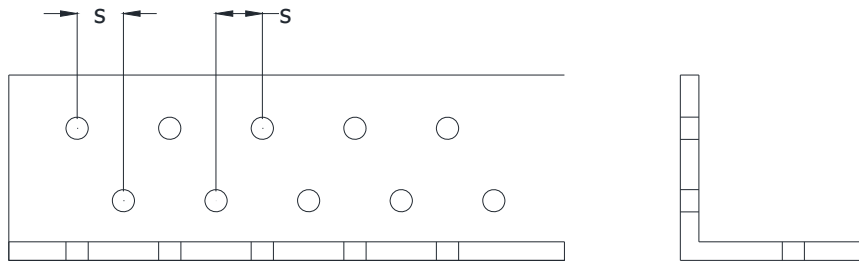
- ۱ - تنش‌های پس ماند در مقطع یک عضو کششی از پروفیل I در شکل نشان داده شده است. با فرض نمودار تنش - کرنش مصالح، منحنی نیروی کششی نسبت به کرنش در مقطع را تا مرحله تسلیم تمام مقطع ترسیم نمایید.
 $F_y = 300 \text{ MPa}$



(نمودار تنش - کرنش فولاد مطابق شکل فرض می شود)

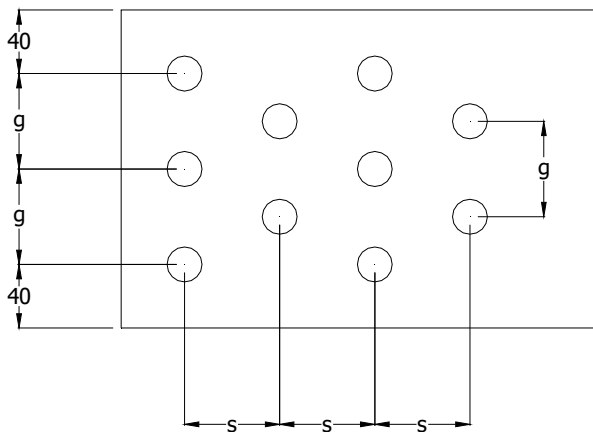
- ۲ - سطح مقطع خالص باقی مانده (A_n) را در نبشی $L80*8$ با یک ردیف سوراخ در هر بال در محل استاندارد با حد اکثر قطر استاندارد (طبق جدول) محاسبه نمایید.

- ۳ - سطح مقطع خالص باقی مانده (A_n) را در نبشی $L120*80*12$ با دو ردیف سوراخ در یک بال و یک سوراخ در بال دیگر در محل استاندارد محاسبه نمایید. در صورت اتصال با ۶ پیچ از طریق بال بزرگتر، سطح مقطع موثر را نیز محاسبه نمایید.



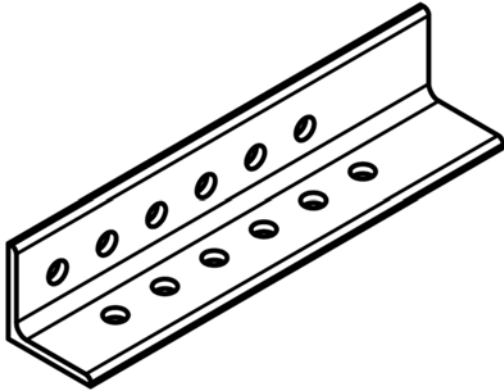
$s = 30 \text{ mm}$ و پیچ‌ها M22 می‌باشند.

- ۴ - در تسمه به ضخامت 12 mm با سوراخهای مطابق با شکل زیر سطح مقطع خالص باقی مانده را محاسبه نمایید. پیچ‌های مورد استفاده M20 می‌باشند.



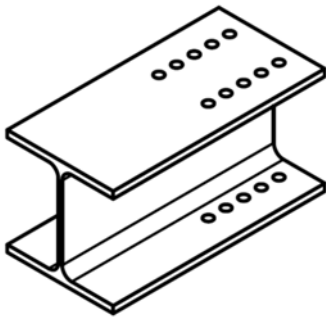
$s = 45 \text{ mm}$
 $g = 50 \text{ mm}$

- ۱- یک نبشی $L120*12$ با یک ردیف سوراخ در هر بال برای پیچ $M22$ مورد نظر می‌باشد. فاصله افقی S بین سوراخهای هر ردیف با ردیف مقابل چقدر باشد تا فقط یک پیچ از سطح مقطع کسر شود؟ فاصله مرکز سوراخ تا پشت پروفیل برابر با 60mm می‌باشد.



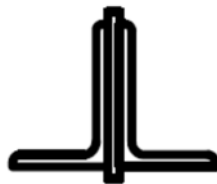
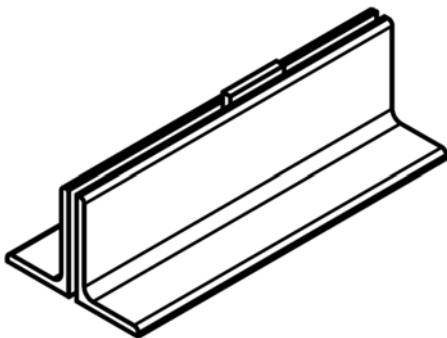
- ۲- در مسئله ۱ مقاومت کششی طراحی نبشی را محاسبه نمایید. نوع فولاد $st37$ می‌باشد.

- ۳- سبکترین مقطع $HE-B$ را برای تحمل بار با ضریب 2500 kN از فولاد $st37$ انتخاب نمایید. طول عضو 7.5m و در هر بال دو ردیف سوراخ برای 5 پیچ $M22$ در محل استاندارد با فاصله طولی 60mm (مرکز به مرکز) وجود دارد.



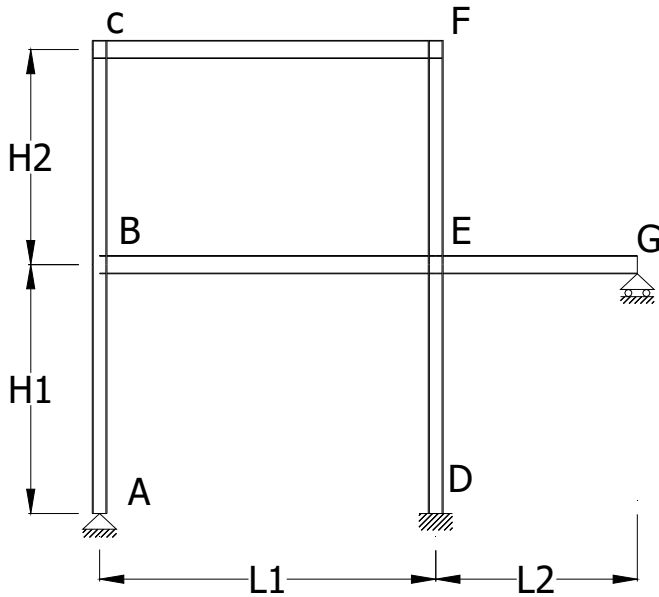
- ۴- عضو کششی از دو نبشی بال مساوی برای حمل بار با ضریب 400 kN طراحی نمایید. نوع فولاد $st52$ و اتصال از نوع جوش به طول 15cm می‌باشد. طول عضو را 5 m فرض نمایید. (سبک‌ترین مقطع استاندارد را انتخاب نمایید)
- ۵- در مسئله شماره ۴ عضو کششی را از دو نبشی بال نامساوی که در امتداد بال بزرگتر مجاور هم می‌باشند انتخاب نمایید.

ورق اتصال به ضخامت 10mm می‌باشد. (سبک‌ترین مقطع استاندارد را انتخاب نمایید).



- ۶- در مسئله ۴ سبک‌ترین عضو از تک نبشی بال نامساوی را پیدا نمایید.

- ۱ - طول مؤثر کمانش را برای ستونهای قاب زیر در صفحه قاب بدست آورید. مقاطع ستونها از HE-B 220 و تیرها از IPE 270 می‌باشند.



$$L1 = 5.5 \text{ m}$$

$$L2 = 3.5 \text{ m}$$

$$H1 = 3.5 \text{ m}$$

$$H2 = 3.5 \text{ m}$$

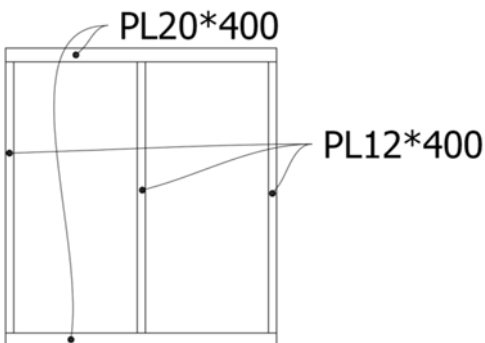
- ۲ - بار کمانش اولر و مقاومت فشاری (بر اساس کمانش خمشی) طراحی ستون ساخته شده از پروفیل HE-B 160 به طول 6 m را محاسبه نمایید. (فولاد st37، $K_x = K_y = 1.0$)



- ۳ - مقاومت فشاری طراحی ستون ساخته شده از پروفیل HE-A 140 به طول 5.5 متر را در حالت‌های زیر محاسبه نمایید. (فولاد st37، انتهای مفصلی، کمانش خمشی کنترل کننده مقاومت میباشد):

- الف) ستون بدون تکیه‌گاه جانبی در وسط می‌باشد.
 ب) ستون ستون وسط ارتفاع در جهت ضعیف تکیه‌گاه جانبی دارد.
 ج) ستون در وسط ارتفاع در هر دو جهت دارای تکیه‌گاه جانبی می‌باشد.
 د) ستون در جهت ضعیف دارای تکیه‌گاه در تمام طول می‌باشد.
 ه) ستون در هر دو جهت دارای تکیه‌گاه در تمام طول می‌باشد.

- ۴ - مقاومت فشاری طراحی ستون به طول 11 متر با شرایط انتهایی گیردار در پایین و مفصلی در بالا از فولاد st52 با مشخصات داده شده در شکل را بدست آورید:

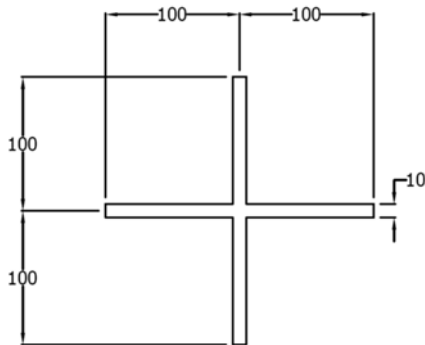


تمرین فولاد I سری ۵ - عناصر فشاری

۱ - سبک‌ترین مقطع از نیم‌رخ خواسته شده را برای شرایط داده شده تعیین نمایید :
(با فرض کنترل کننده بودن کمانش خمشی در تعیین مقاومت)

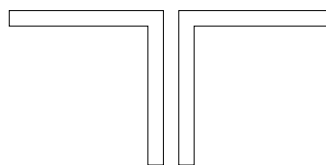
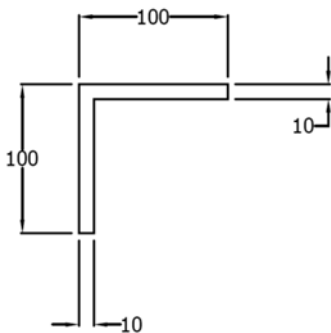
Steel	L(m)	K_y	K_x	DL (kN)	LL (kN)	مقطع	ردیف
St37	5.0	1.0	1.0	450	200	HE-A	الف
S275JR	4.5	0.5	1.0	100	300	IPE	ب
S355JR	3.0	1.0	1.0	200	300	Tube	ت
St37	8.0	0.65	0.65	150	250	Box	ت

۲ - در مقطع صلیبی شکل نشان داده شده در شکل، با فرض $L=5\text{ m}$ ، بار کمانش الاستیک، مقاومت اسمی و شعاع زیراسیون معادل را محاسبه نمایید. طول L چقدر باشد تا احتمال کمانش پیچشی و خمشی یکسان شوند. (نوع فولاد St37، تکیه‌گاه ساده و دوران مقطع آزاد است.)



$$C_w = \frac{b^3 t^3}{9}$$

۳ - عضو فشاری در جان خردپای خردپای صفحه ای با طول 4 متر تحت نیروی با ضریب 100 kN را در دو حالت نبشی تک و نبشی دابل با فاصله پشت به پشت 15mm طراحی نمایید. (فولاد S355JR)

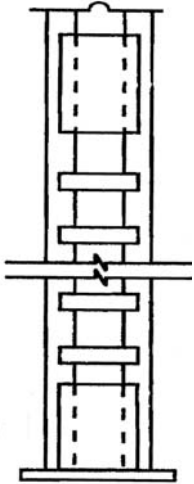


تمرین فولاد I سری ۶ - عناصر فشاری

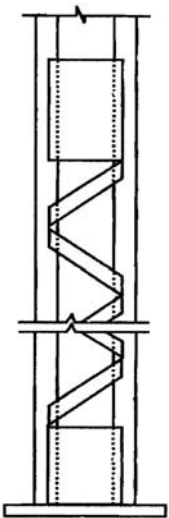
۱ - ستون قوطی مربع شکل با استفاده از ورق به ضخامت 8mm به ارتفاع 8 متر برای حمل بار زنده 300 kN و بار مرده 800 kN طراحی نمائید. (نوع فولاد St52، $K_x=K_y=1.0$ ، گام ابعاد ستون را 5cm در نظر بگیرید).

۲ - سبک‌ترین عضو فشاری از مقطع لوله به طول 5m برای تحمل بار با ضریب 350 kN را از جدول انتخاب نمائید. ضخامت و شعاع سبک‌ترین مقطع لوله تئوریک را با توجه به محدودیت‌های عرض به ضخامت آیین‌نامه برای حمل همین بار تعیین نمائید. نسبت وزن مقطع تئوریک به مقطع استاندارد چقدر می‌باشد؟ (نوع فولاد S235JR، $K_x=K_y=1.0$) (راهنمایی: در روابط هندسی نسبت ضخامت را به قطر ناچیز در نظر بگیرید).

۳ - مطلوب‌ست طراحی ستون متشکل از 2IPE 140 با بسط‌های افقی از ورق 8mm به ارتفاع 4.5 m برای استفاده از حداکثر ظرفیت باربری مجاز (P_n) (نوع فولاد St37، $K_x=K_y=1.5$).



۴ - ستون متشکل از IPE 160 با بسط‌های مورب تک از ورق با ارتفاع 5.5 m برای استفاده از حداکثر ظرفیت مجاز طراحی نمائید. (نوع فولاد St37، $K_x=K_y=1.0$)



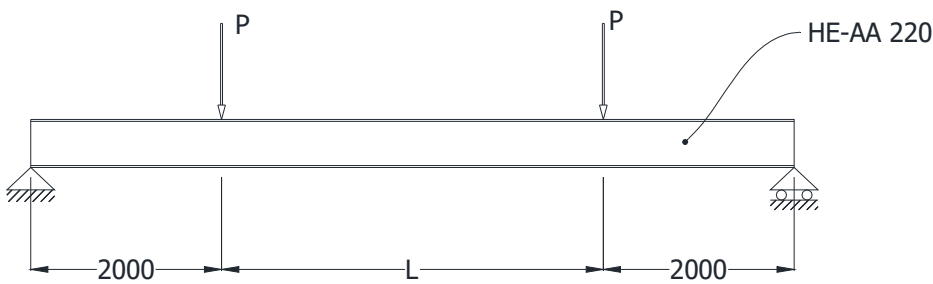
۱- ضریب شکل را برای مقطع دایره‌ای توپر و توخالی محاسبه نمائید. (M_p/M_y)

۲- ضریب شکل را برای تیر IPE 220 و HE-B 220 محاسبه نمائید.

۳- حداکثر لنگر و تغییر مکان را در تیر نشان داده شده در شکل با احتساب وزن تیر محاسبه و با مقادیر مجاز آنها مقایسه نمائید. بارهای متمرکز از نوع زنده میباشند. تیر دارای تکیه گاه جانبی پیوسته است.

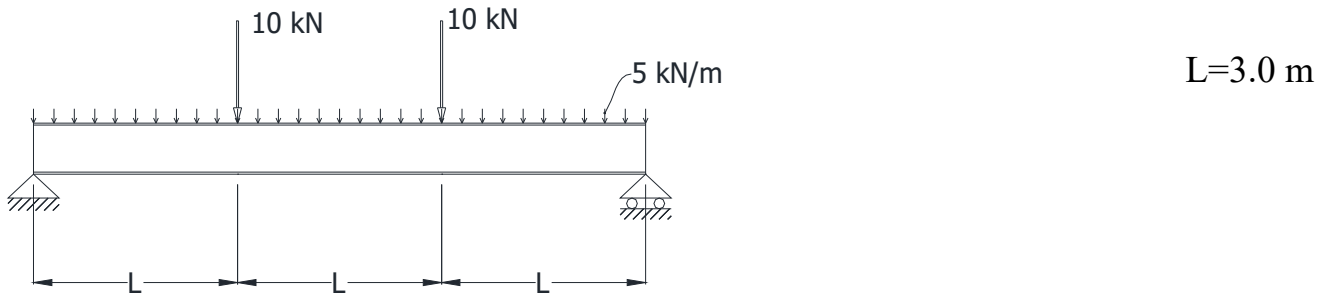
فولاد St52

$L=3\text{ m}$
 $P=7.5\text{ kN}$



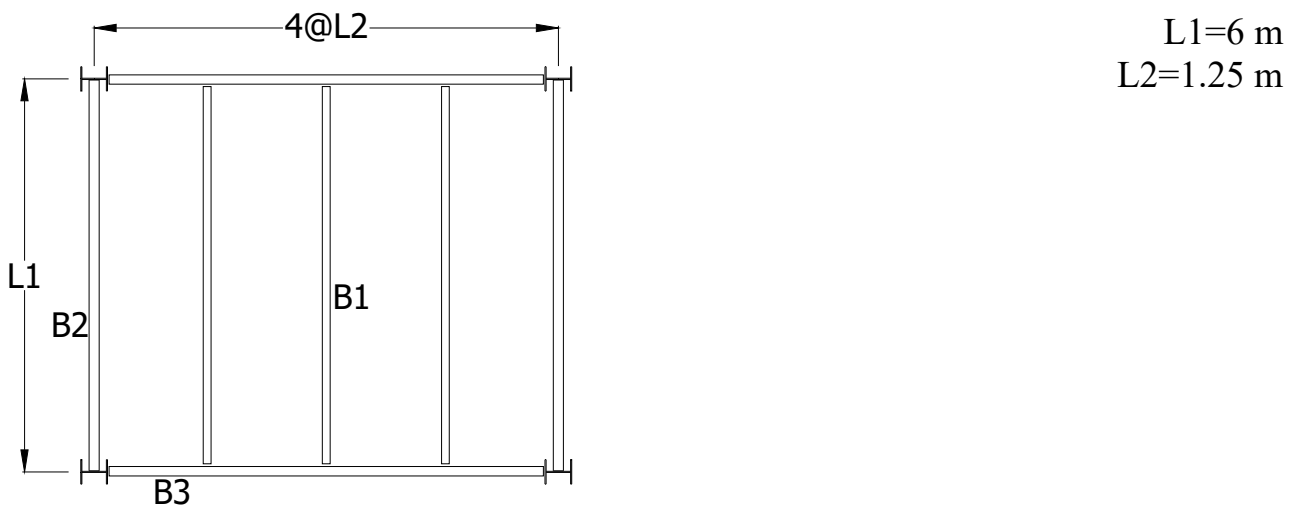
۴- با فرض تکیه گاه جانبی پیوسته، سبک‌ترین مقطع تیر IPE را برای تحمل بار گسترده مرده 30 kN/m و زنده 40 kN/m روی دهانه ساده طراحی نمائید. طول دهانه $L=7\text{ m}$ می‌باشد. فولاد St37

۱- با فرض کنترل کننده بودن مقاومت خمشی، سبک‌ترین مقطع IPE را برای تیر نشان داده شده در شکل زیر انتخاب نمائید. تیر در سرتاسر طول دارای تکیه‌گاه جانبی و بار گسترده مرده و بارهای متمرکز زنده می‌باشند. (نوع فولاد St37)



۲- در تیر مسئله ۱، تغییر شکل و مقاومت برشی تیر را محاسبه نموده و با مقادیر مجاز حداکثر توصیه شده در آئین‌نامه مقایسه نمائید.

۳- در پلان نشان داده شده در شکل زیر با فرض اینکه بار مرده 4 kN/m^2 و بار زنده 3 kN/m^2 می‌باشد و تیرها دارای تکیه‌گاه جانبی ممتد هستند، مقطع مناسب از پروفیل IPE برای تیرهای B1، B2 و B3 انتخاب نمائید. تغییر مکان‌های حداکثر را نیز کنترل نمائید. کلیه اتصالات مفصلی فرض میشوند. (نوع فولاد St37)



۴- مسئله ۱ را با فرض اینکه تیر فاقد تکیه‌گاه جانبی بین تکیه‌گاه‌های انتهایی می‌باشد حل نمائید.

تمرین فولاد I سری ۹ - عناصر خمشی

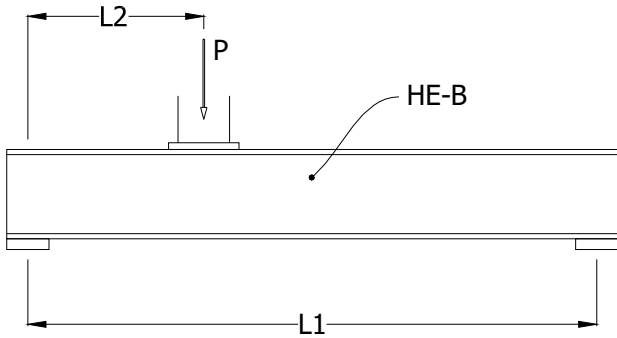
۱- مطلوبست طراحی تیر نشان داده شده در شکل از پروفیل HE-B با توجه به مقاومت مجاز خمشی و برشی و تغییر مکان مجاز طبق آئین نامه فولاد.

(نوع فولاد) (St37 تیر در تکیه گاه و محل بار متمرکز با ضریب دارای تکیه گاه جانبی می باشد).

$$L1 = 2.5 \text{ m}$$

$$L2 = 0.7 \text{ m}$$

$$P = 700 \text{ kN}$$

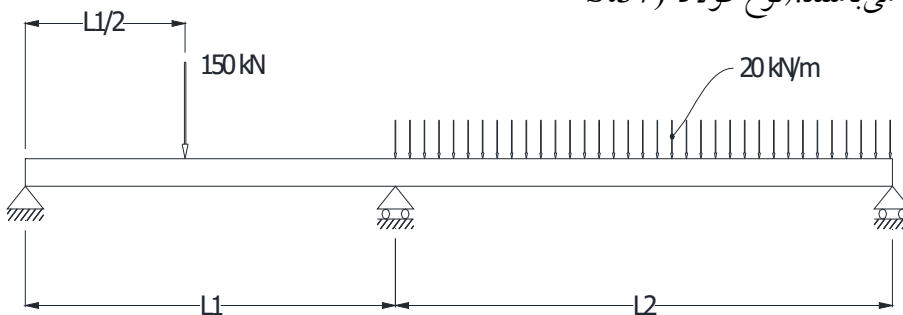


۲- در مسئله ۱ حداقل طول و صفحات تکیه گاهی و صفحه در محل بار متمرکز را با توجه به مسئله تسلیم موضعی جان و لهیدگی جان تعیین نمایید. (فولاد St37)

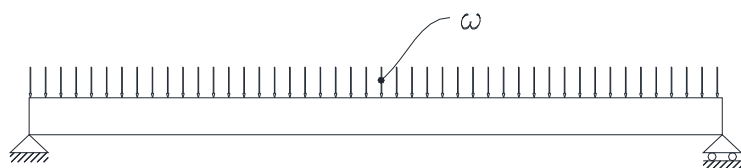
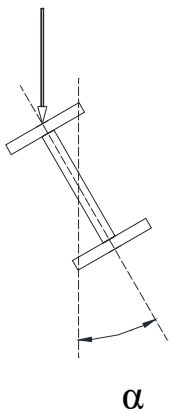
۳- یک مقطع IPE مناسب برای تیر سراسری دو دهانه زیر انتخاب نمایید. تیر دارای تکیه گاه جانبی در محل تکیه گاه ها بوده و بار های نشان داده شده با ضریب می باشند. (نوع فولاد St37)

$$L1 = 6 \text{ m}$$

$$L2 = 8 \text{ m}$$

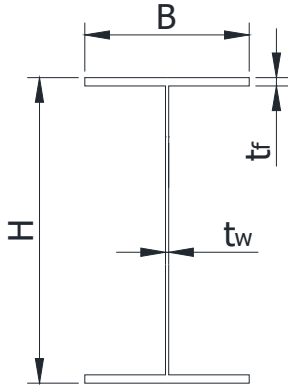


۴- تیر از مقاطع IPE، UPE و Z با دهانه ساده به طول ۶ m و بار گسترده با ضریب ۱,۵ kN/m در راستای قائم طراحی نمایید. مقطع تیر با صفحه بار زاویه $\alpha = 30^\circ$ داشته و تیر در دو انتها و وسط دهانه (برای کاهش لنگر حول محور ضعیف) دارای تکیه گاه جانبی می باشد. بار از نوع مرده است. (نوع فولاد St37)



تمرین فولاد I سری ۱۰ _ تیر ورق ها

۱- تیر با مقطع نشان داده شده بر روی تکیه گاه ساده با بار گسترده یکنواخت قرار گرفته است. تکیه گاه جانبی در تکیه گاه ها وجود دارد. ظرفیت خمشی مقطع (ϕMn) را محاسبه نمایید.



فولاد St37

$L=20\text{ m}$

$B=380\text{ mm}$

$H=1350\text{ mm}$

$t_f=10\text{ mm}$

$t_w=10\text{ mm}$

۲- تیر با مقطع داده شده بر روی تکیه گاه ساده با بار متمرکز در نقاط $L/3$ دهانه قرار گرفته است. تکیه گاه جانبی در تکیه گاه ها و محل بار متمرکز وجود دارد. ظرفیت خمشی تیر (ϕMn) را محاسبه نمایید.

فولاد St52

$L=12\text{ m}$

$B=500\text{ mm}$

$H=1750\text{ mm}$

$t_f=20\text{ mm}$

$t_w=8\text{ mm}$

۳- در تیر و ورق نشان داده شده در شکل مطلوب است:

الف- حد اکثر ظرفیت برشی (ϕVn) در چشمه $L1$

ب- حد اکثر ظرفیت برشی را در چشمه $L2$ بدون در نظر گرفتن اثر میدان کششی

پ- حد اکثر ظرفیت برشی را در چشمه $L2$ با در نظر گرفتن اثر میدان کششی

فولاد st52

$L=18\text{ m}$

$B=300\text{ mm}$

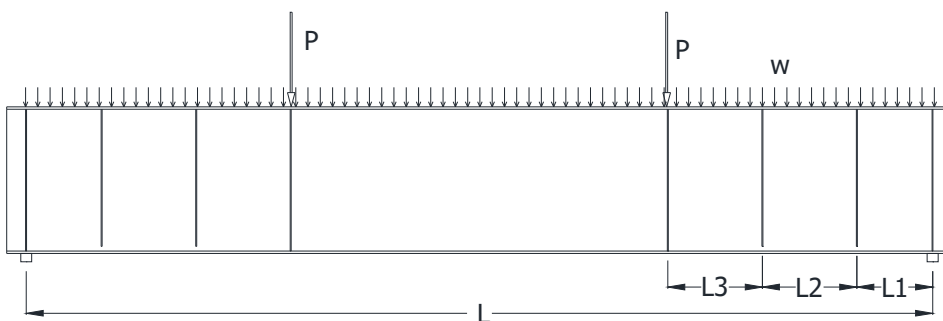
$H=1500\text{ mm}$

$L1=750\text{ mm}$

$L2=1500\text{ mm}$

$t_f=20\text{ mm}$

$t_w=8\text{ mm}$



تمرین فولاد I سری ۱۱ - تیرهای کامپوزیت

۱- در دال نشان داده شده در شکل چنانچه فاصله عرضی تیرها برابر با ۲,۵ m باشد، سبک‌ترین مقطع HE-B قابل استفاده را تعیین نمایید.

$$L=6.5 \text{ m}$$

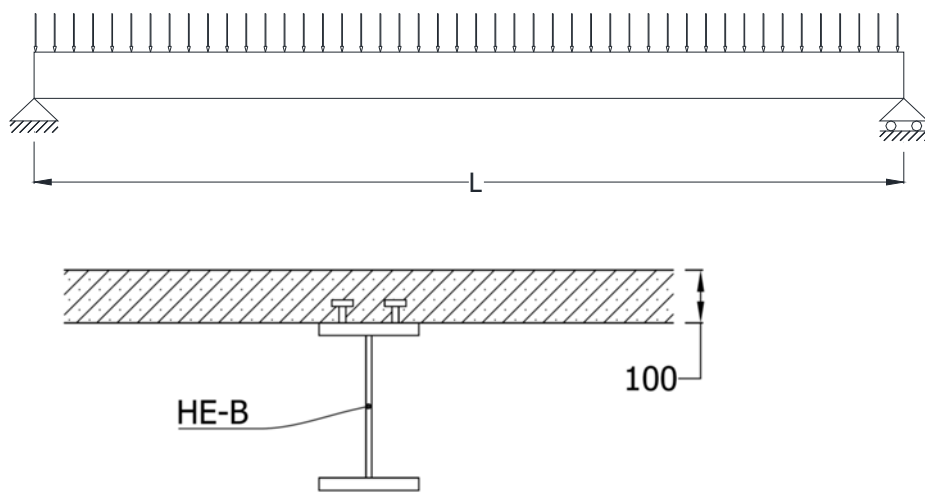
فولاد St37، $f_c=30 \text{ MPa}$

بار مرده غیر از دال بتنی شامل کف‌سازی و تیغه‌بندی ۲,۵ . kPa

بار زنده ۵ kN/m^2

وزن قالب‌بندی ۱ kN/m^2

از پایه موقت در حین اجرا استفاده می‌شود.



۲- در مسئله ۱ تعداد و فواصل برش گیر لازم جهت عملکرد مختلط کامل از نوع:

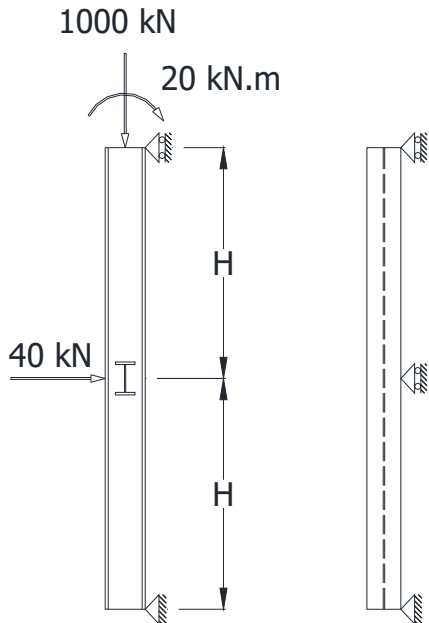
الف) گل میخ‌های با قطر ۲۰ mm

ب) ناودانی U60

را تعیین نمایید.

۳- در مسئله ۱ تغییر مکان تیر مرکب را در صورتی که از پایه موقت استفاده نشود محاسبه و با حالت با پایه و حالتی که از

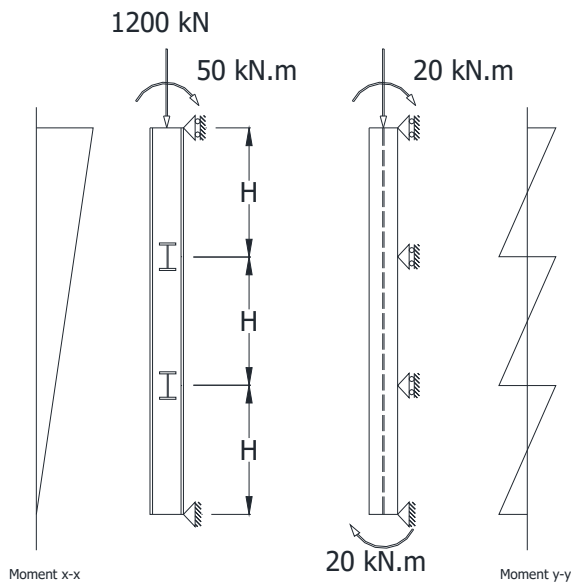
عملکرد کامپوزیت استفاده نشود مقایسه نمایید.



۱- تنش‌های مجاز را در تیر ستون HE-B 280 نشان داده شده در شکل را کنترل نمایید. نوع فولاد St37 و تیر ستون در جهت ضعیف در وسط ارتفاع دارای تکیه‌گاه جانبی می‌باشد.

تیر ستون در یک قاب مهاربندی شده قرار دارد و بارها با ضریب میباشند.
 $H=4\text{ m}$

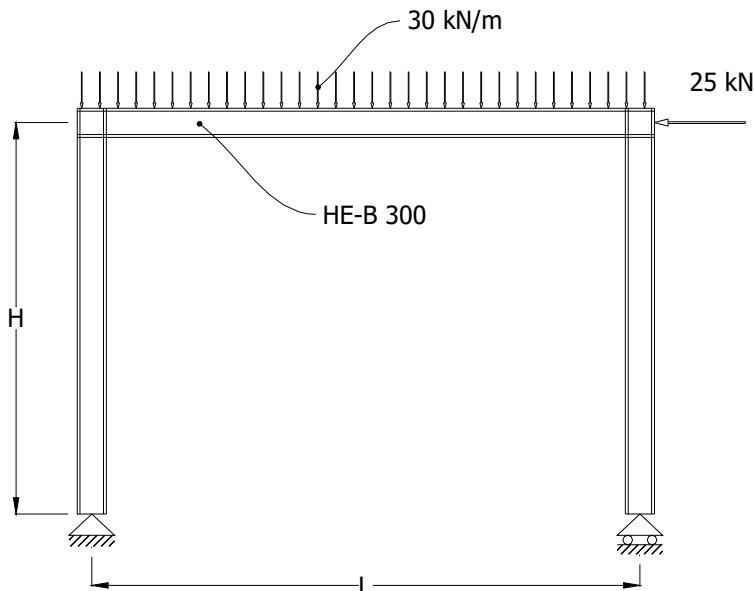
۲- یک مقطع مناسب از پروفیل HE-A جهت حمل بارهای با ضریب نشان داده شده در شکل انتخاب نمایید.
 (فولاد St52، قاب مهاربندی شده).



$H=5\text{ m}$

۳- در قاب نشان داده شده، یک مقطع مناسب از پروفیل HE-B برای ستون انتخاب نمایید (قاب در مقابل حرکت جانبی در جهت عمود بر صفحه مهار شده و تیر در این جهت دارای تکیه‌گاه سرتاسری می‌باشد).

(نوع فولاد St37 و بار از نوع زنده است)



$L=6\text{ m}$
 $H=4\text{ m}$