سایت علم و فن

مرجع آموزش نرم افزارهای عمرانی

civil.elmofan.ir

مرکز دانلود نرم افزارهای تخصصی

بارگذاری و طراحی تیر زیرسری:

الف) مشخصات جراثقال :

P(بارجراثقال) = 3ton

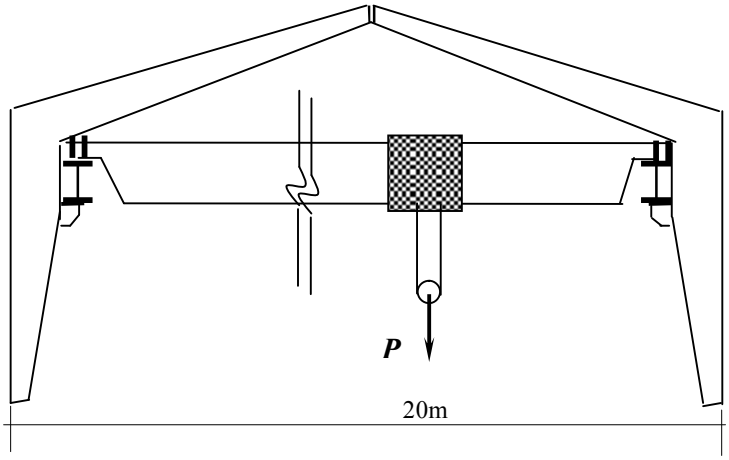
WT(وزن ارابه) = 0.5ton

WB(وزن پلهای جراثقال) = 1.5ton

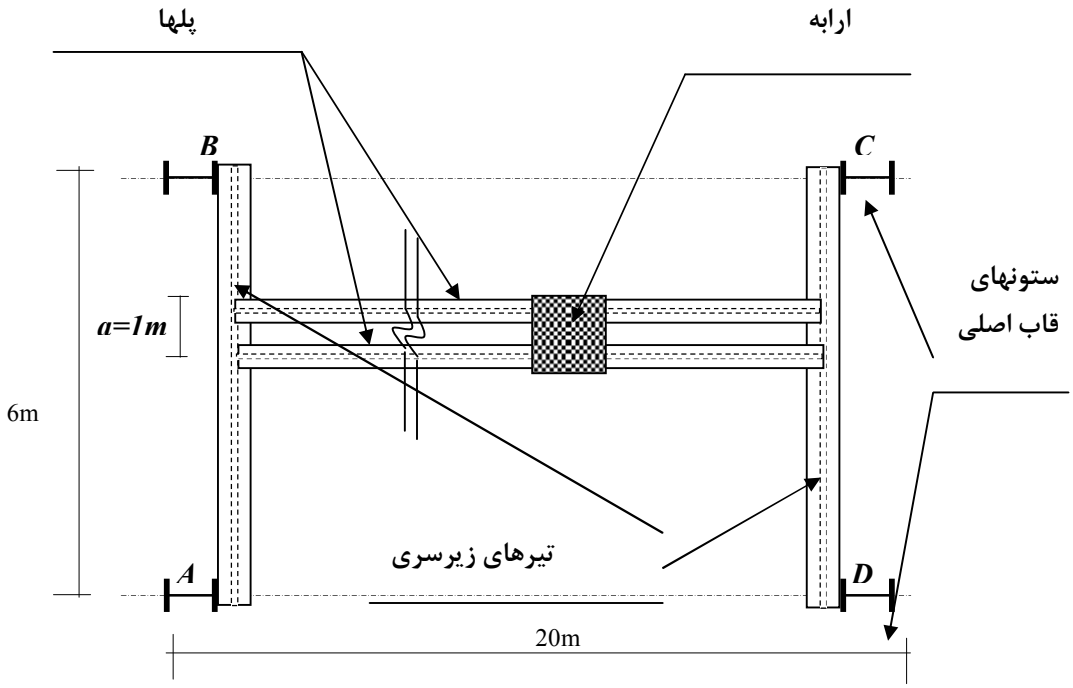
a(فاصلهٔ پلها) = 1m

V(سرعت حرکت) = 2m/s

L(فاصلهٔ قابها) = 6 m



نمای قاب و موقعیت تیر زیر سری



پلان یک دهانهٔ طولی

طبق آئین نامه 519 ایران(حداقل بار وارده بر ساختمانها و ابنیه فنی) و با توجه به آنکه بار جراثقال برابر 3ton بوده و حداکثرسرعت آن 2m/s می باشد ، جراثقال از نوع سنگین به حساب می آید و لذا ضرایب ضربه در راستای قائم (Z) ، عرضی (X) و طولی (Y) به قرار زیر می باشد:

$$\lambda_X = 1.2 \qquad \lambda_Y = 1.0 \qquad \lambda_Z = 1.9$$

1) نیروهای قائم مؤثر برتیر زیر سری :

$$F_V = W_B + \lambda_Z (P + W_T) = 1.5 + 1.9(3 + 0.5) = 8.15 \quad Ton$$ *(کل نیروی قائم)*

$$F_{V1} = F_{V2} = \frac{W_B}{4} + \frac{\lambda_Z (P + W_T)}{2}$$

$$= \frac{1.5}{4} + \frac{1.9(3 + 0.5)}{2} = 3.7 \quad Ton$$ (نیروی قائم به هر چرخ پلها)

(عدد 2 در مخرج کسر دوم به آن خاطر است که ممکن است بارو ارابه دقیقاً" در کنار یک تیر زیسری قرار گیرند)

2) نیروهای جانبی مؤثر برتیر زیر سری :

بار جانبی انتقالی خالص از پلها به تیر زیرسری برابر 20٪ بار جراثقال و وزن ارابه در نظر گرفته می‌شود.

$$F_H = 0.20\ \lambda_X (P + W_T)$$

$$= 0.2 \times 1.2(3 + 0.5) = 0.84 \quad Ton$$ (کل نیروی جانبی به تیر زیر سری)

$$F_{H1} = F_{H2} = \frac{F_H}{2} = 0.41 \quad Ton$$ (نیروی جانبی از طرف هر چرخ به تیر زیر سری)

3) نیروهای طولی مؤثر برتیر زیر سری :

بار طولی انتقالی خالص از پلها به تیر زیرسری برابر 10٪ بارقائم چرخهای جراثقال بدون افزایش سربار در نظر گرفته می‌شود.

$$F_{L_1} = F_{L2} = 0.10\ \lambda_Y \left[\frac{W_B}{4} + \frac{(P + W_T)}{2} \right]$$

$$= 0.1 \times 1 \times \left[\frac{1.5}{4} + \frac{(3 + 0.5)}{2} \right] = 0.212 \quad Ton$$

(نیروی جانبی از طرف هر چرخ به تیر زیر سری)

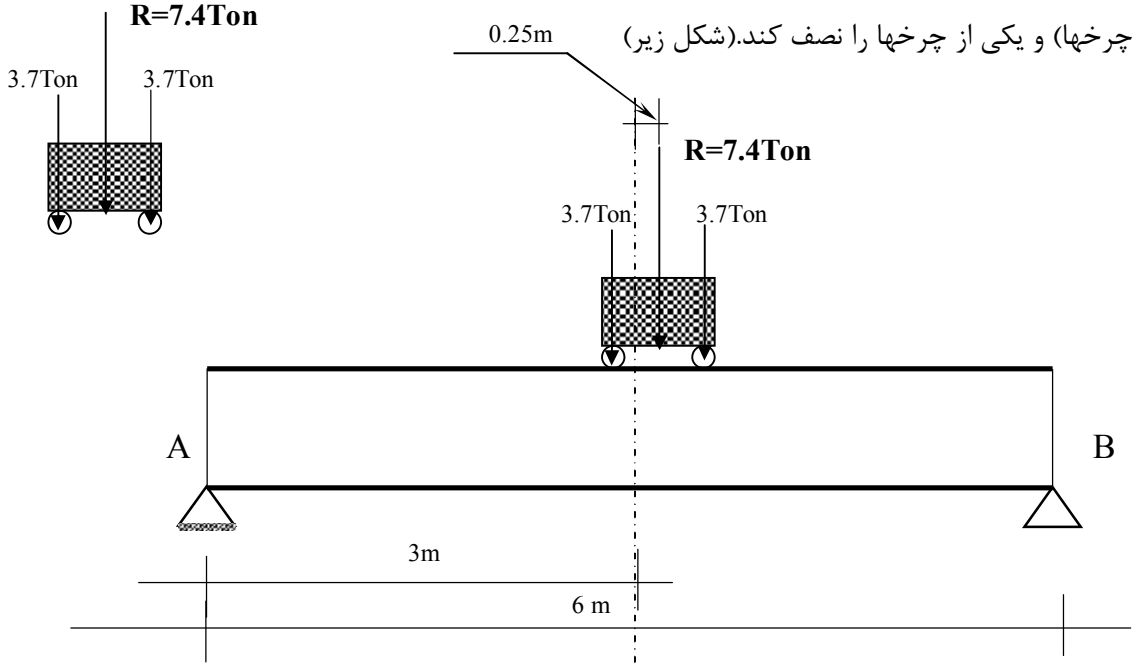
ب) تعیین حداکثر ممان خمشی ونیروی برشی درطراحی تیر زیرسری :

ب-**1**) حداکثر لنگر خمشی ب-**2**) حداکثر نیروی برشی

ب-1) حداکثر لنگر خمشی:

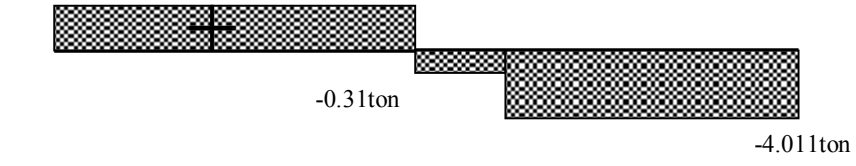
ب-**1-1**) حداکثر لنگر خمشی ناشی از بارهای قائم:

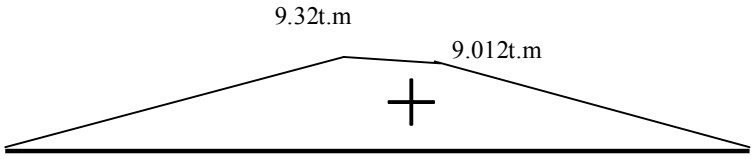
حداکثر لنگر خمشی هنگامی برای تیر زیر سری بوجود می آید که وسط تیر فاصلهٔ بین بین R (برآینـد دو نیروی چرخها) و یکی از چرخها را نصف کند.(شکل زیر)



$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A \times 6 - 3.7 \times 3.25 - 3.7 \times 2.25 = 0$$
$$\Rightarrow R_A = 3.3\,ton \;,\; R_B = 4.01\,ton$$

دیاگرام برش (V) ton :





دیاگرام ممان (M) t.m :

$M_{V(max)} = 9.32 \quad t.m$ **پس لنگر خمشی ناشی از بارهای قائم برابر خواهد بود با :**

ب-1-2) بارهای عرضی و لنگر خمشی ناشی از بارهای عرضی:

با توجه به موقعیت مشابه بارهای عرضی و قائم ، مقدار لنگر ناشی از بارهای عرضی برابر خواهد بود با:

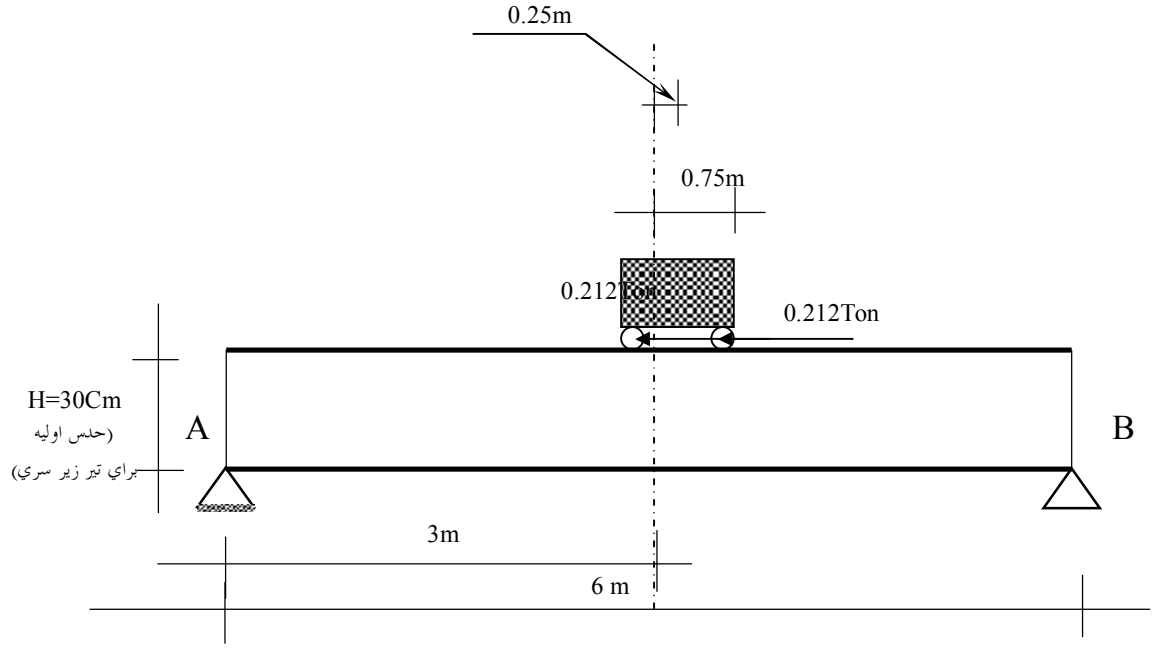
$$M_{H\,(\max)} = \frac{F_{H_1}}{F_{H_2}} \times M_{V\,(\max)} = \frac{0.41}{3.7} \times 9.32 = 1.032 \quad t.m$$

ب-1-3) بارهای طولی و لنگر خمشی ناشی از بارهای طولی:

$$\sum M_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{0.212 \times 0.3 \times 2}{6} = 0.0212 \quad ton$$

$$\Rightarrow R_B = -0.212 \quad ton$$

$$M_{VL\,(\max)} = 0.0212 \times 2.75 = 0.0583 \quad T.m$$



در نهایت ممانهای طراحی درراستای قائم و عرضی برابر خواهد بود با :

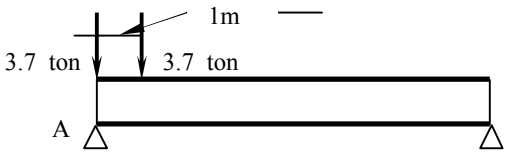
$$M_{3-3(major\ \ axe)} = 9.32 + 0.0583 = 9.38 \quad t.m$$

$$M_{2-2(\min\ or\ axe)} = 1.032 \quad t.m$$

تیر زیر سری باید برای تحمل این لنگرها طراحی گردد.

ب-2) حداکثر نیروی برشی:

حداکثر تلاش برشی زمانی ایجاد می گرددکه یکی از چرخها روی ابتدا یا انتهای تیر زیر سری باشد.



$$R_A = 3.7\frac{(5+6)}{6} = 6.783 \quad ton$$

$$R_B = 0.617 \quad ton \quad \Rightarrow V_{\max} = 6.783 \quad ton$$

ج) طراحی تیر زیر سری :

قبل از طراحی تیر زیر سری تحت لنگرهای بدست آمده ، باید خیز کنترل گردد. حداکثر خیزی که تیر زیر سری می تواند داشته باشد تا در اثر بارهای دینامیکی مشکلی برای ریلهای روی آن بوجود نیاید برابر 0.001 طـول دهانه می باشد. جهت تأمین چنین خیزی باید تیر زیر سری حداقل ممان اینرسی که از رابطهٔ زیر بدست می آید را دارا باشد.

$$I_{\min} = 100\ P(2L^2 - 3a^2 + \frac{a^3}{L})$$

$$I_{\min} = 100 \times 3.7 \times (2 \times 6^2 - 3 \times 1^2 + \frac{1^3}{6}) = 25591 \quad cm^4$$

بنابراین از IPB340سبک با ممان اینرسی $27690Cm^4$استفاده می نمـائیم جهـت کنتـرل اولیـه ایـن مقطع و تعیین نسبت تنشها داریم :

اگر تنشهای مجاز را برابر؛ $F_{bX} = 1400 \quad kg/Cm^2$, $F_{bY} = 1600 \quad Kg/cm^2$

در نظر بگیریم، با توجه به رابطهٔ نسبت تنشها باید داشته باشیم :

$$\frac{f_{bX}}{F_{bX}} + \frac{f_{bY}}{F_{bY}} \le 1 \qquad , W_X = 1680 \ Cm^4 \quad , W_Y = 496 \ Cm^4$$

$$\frac{\frac{9.38 \times 10^5}{1680}}{1400} + \frac{\frac{1.032 \times 10^5}{496}}{1600} = 0.5289 \le 1$$

در ادامه تیرزیرسری را با مقطع فوق تحت ترکیب بارهای مختلف توسط برنامهٔ SAP2000 آنالیز و طراحی نموده ایم.

بارگذاری ثقلی:

بارگذاری ثقلی را مطابق با آئین نامه مقررات ملی ساختمان مبحث ششم (بارهای وارد بر ساختمان) انجام می‌دهیم. مطابق با این آئین نامه بارهای زنده و برف از یکدیگر تفکیک می شوند. از آنجا که سوله مورد نظر در منطقه‌ای با برف زیاد قرار دارد ، مقدار باربرف را برابر $150\ Kg/m^2$ در نظر می گیریم .

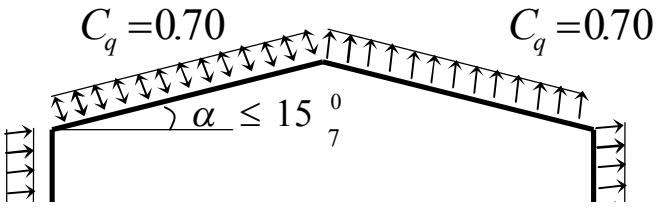
در مورد بارزنده نیز باید مطابق با این آئین نامه حداقل $50Kg/m^2$ برای سقفهای شیبدار با شیب کمتر از 10درجه درنظر گرفته شود. بار مرده سقف نیز با توجه به پوشش سبک آن که از ایرانیت سیمانی و پشم شیشه و توری مرغی تشکیل شده برابر $50Kg/m^2$ محاسبه شده است.

بارگذاری جانبی:

دربارگذاری جانبی ساختمان های صنعتی معمولا" بارگذاری باد بر بارگذاری زلزله غلبه می‌کند ولذا تنها یکی از این دو برای بارگذاری جانبی انتخاب می‌شود. در این سازه بارگذاری باد و زلزله صورت گرفته و برشهای پایه ناشی از این دو نوع بارگذاری باهم مقایسه شده اند.

1) بارگذاری باد:

بارگذاری باد را مطابق با مبحث ششم مقررات ملی ساختمان انجام می‌دهیم. مطابق با این آئین نامه ضرایب شکل(C_q) در جهت قاب بصورت زیر می‌باشد.



با توجه به آنکه سرعت مبنای باد در تهران برابر V=100Km/h می باشد ، فشار مبنای باد برابر:

$$q = 0.005V^2 = 0.005(100)^2 = 50Kg/m^2$$

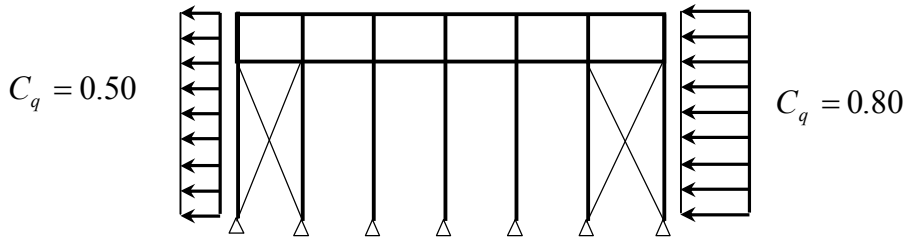
می‌باشد.

با فرض واقع شدن سوله در خارج از شهر مقدار ضریب اثر تغییر سرعت باد برابر C_e =2 پیشنهاد شده است. لذا مقدار فشار(P) باد برابر خواهد بود با:

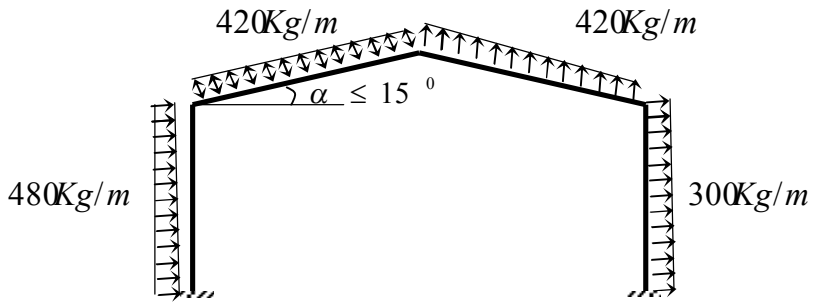
$$P = C_e.C_q.q$$

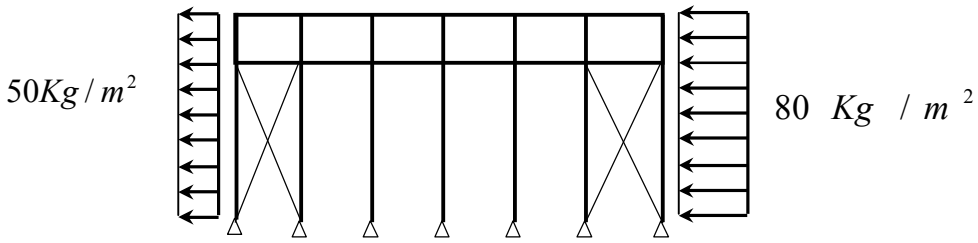
$$P = 2.C_q.50 = 100.C_q$$

در رابطهٔ فوق مقدار ضریب شکل در عرض سوله با استفاده از شکل صفحهٔ قبل بدست خواهد آمد .در راستای طولی نیز ضرایب شکل با استفاده از شکل زیر که توسط مبحث ششم پیشنهاد شده است ، تعیین می‌گردد.



بنا براین مقدار فشار باد در راستای قاب(یک قاب) و در راستای عمود بر قابها بصورت زیر خواهد بود:





با توجه به ارتفاع شانه سوله (4m) مقدار برش پایه در راستای قاب برابر خواهد بود با:

$$V_{BX} = (480\times 4 + 300\times 4)\times 6 = 18720Kg$$

از طرفی با توجه به مساحت بادگیر سطح قاب ($A=100\ m^2$) مقدارر برش پایه در راستای طولی برابر خواهد بود با:

$$V_{BY} = (80+50)\times 100 = 13000Kg$$

2) بارگذاری زلزله:

بارگذاری زلزله بر مبنای آئین نامهٔ 2800 بصورت زیر انجام می‌شود، ضرایب مورد نیاز به قرار زیر می باشند:

$$A = 0.35\ ,I = 1\ ,B = 2.5\ ,R = 6$$

$$C = \frac{ABI}{R} = \frac{0.35\times 2.5\times 1}{6} = 0.1458$$

$$W = (50 + 0.2(50+150))\times(6\times 6\times 20) = 64800Kg$$

$$V = CW = 0.1458\times 64800 = 9447.84 < 18720$$

بنابراین از بارهای ناشی از باد دربارگذاری جانبی استفاده می‌کنیم.

طراحی پرلین ها (لاپه ها)و میل مهارهای آنها:

الف) مشخصات پرلین و بارهای وارد برآن :

L(طول پرلین) = 6m

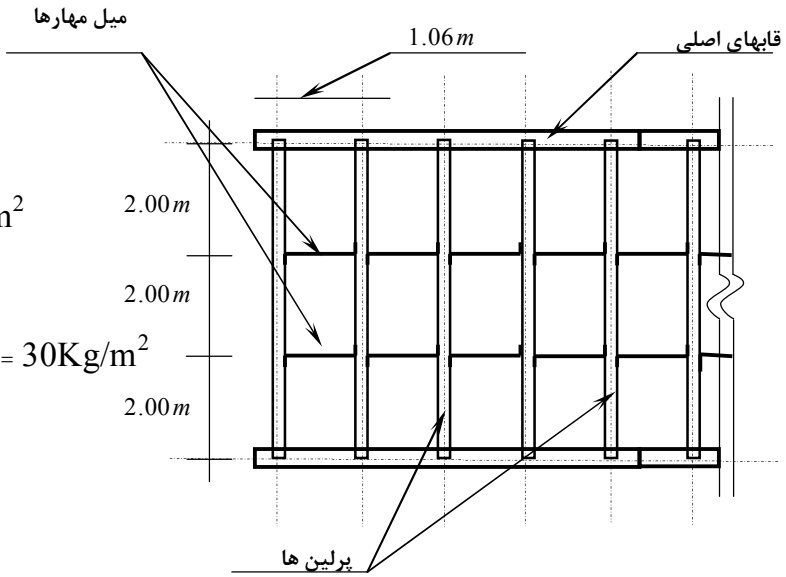
d(فاصلهٔ میل مهارها) = 2m

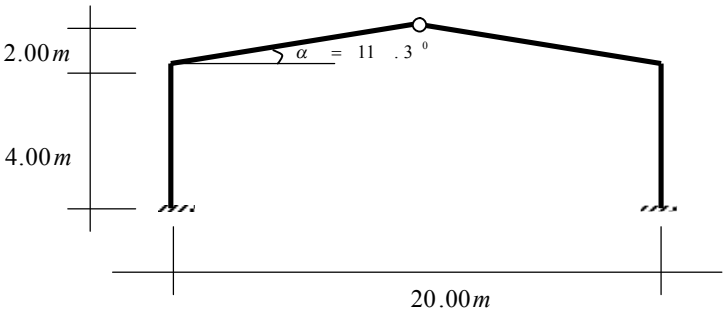
W_P(وزن پرلین ها) = $20Kg/m^2$

W_I(وزن ایرانیت و پشم شیشه) = $30Kg/m^2$

W_S(وزن برف) = $150Kg/m^2$

W_L(بارزنده) = $50Kg/m^2$





$DL+LL+SL=$

$50+50+150=250\ Kg/m^2$

$A_P(area\ of\ perlin)=1.06\times 6=$

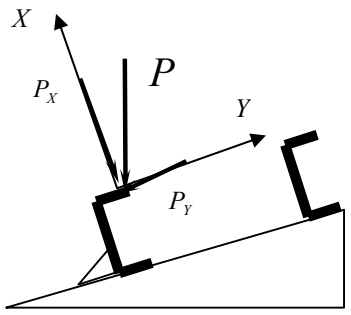
$A_P=6.36m^2$

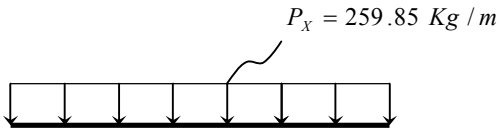
ب) شدت بار مؤثر روی پرلین :

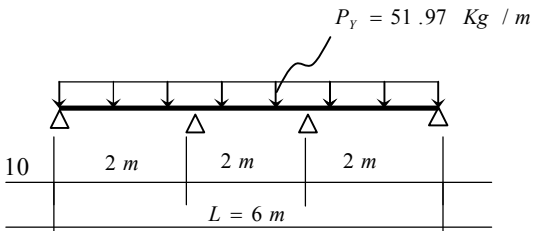
$P=1.06\times 250=265\ Kg/m$

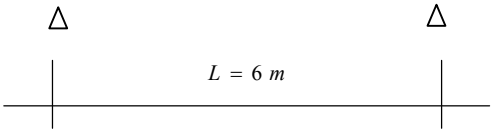
$P_X=265\times Cos(11.31)=259.85\ Kg/m$

$P_Y=265\times Sin(11.31)=51.97\ Kg/m$









خمش حول محور قوی

$$M^{+}_{X(\max)} = \frac{P_X L^2}{8} = \frac{259.85 \times 6^2}{8} = 1169\ Kg.m$$

خمش حول محور ضعیف

$$M^{+}_{Y(\max)} = \frac{P_Y L^2}{12} = \frac{51.97 \times 2^2}{12} = 17.32\ Kg.m$$

$$M^{-}_{Y(\max)} = \frac{P_Y L^2}{10} = \frac{51.97 \times 2^2}{10} = 20.79\ Kg.m$$

چنانچه از UNP160 استفاده کنیم، داریم :

$$\frac{f_{bX}}{F_{bX}} + \frac{f_{bY}}{F_{bY}} \le 1 \qquad ,W_X = 116 Cm^4 \quad ,W_Y = 18.3 Cm^4$$

$$\frac{\frac{1169 \times 10^2}{116}}{1400} + \frac{\frac{20.79 \times 10^2}{18.3}}{1750} = 0.784 \le 1 \quad O.K$$

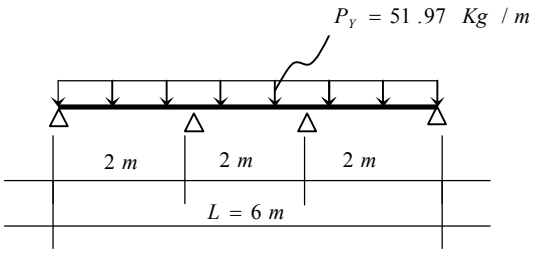
چنانچه از UNP140 استفاده کنیم، داریم :

$$\frac{f_{bX}}{F_{bX}} + \frac{f_{bY}}{F_{bY}} \le 1 \qquad ,W_X = 86.4 Cm^4 \quad ,W_Y = 14.8 Cm^4$$

$$\frac{\frac{1169 \times 10^2}{86.4}}{1440} + \frac{\frac{20.79 \times 10^2}{14.8}}{1750} = 1.019 \le 1 \quad O.K$$

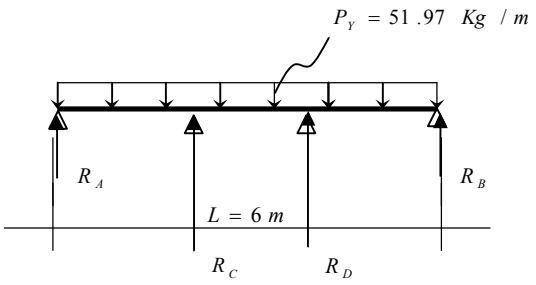
پس با کمی اغماض می توان از UNP140استفاده نمود.

ج) محاسبهٔ میل مهارهای پرلین :



مطابق با بارگذاری جانبی پرلین ها داشتیم :

اما مطابق با پیوست کتاب فولاد طاحونی داریم:



$$R_C = R_D = 1.1 \times 51.97 \times 2 = 114.33\ Kg \quad (Compression)$$

$$L_{(bracing\ length)} = 1.05m\ ,K = 1$$

$$assumed\ F_a = 600Kg/cm^2$$

$$\Rightarrow A = \frac{114.33}{600} = 0.19Cm^2 \Rightarrow use\ \phi_5$$

$$Kl/r = 375 > 300\ N.G$$

$$If\quad Kl/r = 300 = \frac{1 \times 106}{r} \Rightarrow r = 0.35cm$$

$$r = 0.35 = \sqrt{\frac{\frac{3.14 \times d^4}{64}}{\frac{3.14 \times d^2}{4}}} = \frac{d}{4}$$

$$\Rightarrow d = 0.35 \times 4 = 1.4Cm \Rightarrow Use\ \phi_{14}$$

پس از میلگردهای به قطر 14Cm بطول 1.20m در فواصل 2mاستفاده می‌نمائیم.

نکاتی مربوط به بارگذاری جراثقال روی قاب و بارهای دینامیکی و زلزله:

1) عکس العمل تیرزیرسری روی قاب در ارتفاع 4m از روی فونداسیون بصورت نیروی متمرکز و لنگر متمرکزی قرار داده شده است. بازوی این لنگر از آکس ستون برابر 45Cm در نظر گرفته شده است.

2) عکس العمل ماکزیمم $V_{max}=6.783ton$ (قبلا" محاسبه شد) بطور همزمان در ارتفاع یاد شده در بند (1) اعمال گشته است.

3) لنگر حاصله که در بند (1) به آن اشاره شد ، برابر $M=3.05t.m$ می باشد، که نقطهٔ فوق الذکر در خلاف جهت هم روی دو ستون اثر داده شده است.

4) در طراحی پی از مقاومت مجاز خاک $Fa=1.5Kg/Cm^2$ استفاده شده است.

5) ترکیبات بارگذاری مطابق با ضوابط آئین نامهٔ AISC انتخاب شده اند و به قرار زیر می باشند.

1) DL
2) $DL + LL + SL$
3) $DL + LL + SL + W_1$
4) $DL + LL + SL - W_1$
5) $DL + LL + SL + W_2$
6) $DL + LL + SL - W_2$
7) $DL + W_1$
8) $DL - W_1$
9) $DL + W_2$
10) $DL - W_2$

W_1وW_2 مربوط به بار باد در قسمت سمت چپ بام بصورت مکش و فشار می‌باشند.