

دفترچه محاسبات طراحی قسمت عمرانی بخش اول

کنترل پایپ رک های موجود در ضلع غربی سالن ذوب تحت لوله گذاری جدید
پروژه انجام عملیات های اجرایی و تصحیح قسمتی از خطوط و سیستم های
آتشنشانی در سایت شرکت فولاد هرمزگان به روش EPC
(ویرایش سوم – مرداد 1403)

پیمانکار: شرکت کیهان گستره غرب

شرکت مهندسی
گیت غیب
شرکت تهران

کارفرما: شرکت فولاد هرمزگان



شماره قرارداد: 144848

فهرست

3	مقدمه
4	خلاصه دفترچه محاسبات
5	محاسبه نیروهای لوله های موجود و جدید به سازه پایپ رک
10	طراحی و محاسبه تیر عرضی HEA200 ناشی از لوله جدید GRVE
14	طراحی اتصال تیر به ستون (در محل اجرای خط لوله جدید)
17	محاسبه بار زلزله
17	محاسبه نیروی برش پایه Vu
19	محاسبه ی ضریب زلزله:

مقدمه

این دفترچه محاسبات به جهت کنترل و تحلیل تیرهای پایپ رک های پروژه در قسمت ضلع غربی سالن ذوب تحت بارگذاری خط لوله جدید تدوین شده است. مدل سازی در نرم افزار SAP انجام شده است و طراحی دستی در ادامه انجام می شود. مطابق طراحی های دستی و خروجی مدل سازی نرم افزار، همانطور که در ادامه ارائه خواهد شد تمامی نسبت تنش ها در تیر ها که حوزه کاری پروژه می باشد زیر عدد 0.5 هستند که نشانگر قوی بودن تیر سازه فوق تحت خط لوله جدید می باشد.

مطابق وضع موجود تیرهای عرضی فرعی از مقطع HEA200 و تیرهای عرضی اصلی از 2UNP300 می باشد. تیر طولی از مقطع HEA200 هستند. همچنین در طبقات 1 تا 4 در جهت X مهاربند واگرا از مقطع 2L8*8 استفاده شده است. تحلیل تنش مطابق آیین نامه AISC 360 و مبحث 10 مقررات ملی صورت می پذیرد. مصالح استفاده شده فولاد ST37 و بارگذاری مطابق مبحث 6 و همچنین ASCE 2016 صورت گرفته است. طراحی لرزه ای مطابق ویرایش 4 آیین نامه 2800 انجام شده است.

خلاصه دفترچه محاسبات

شرح کنترل	نتیجه کنترل (حداکثر نسبت تنش)	آیین نامه مورد استفاده
تیر های عرضی پایپ رک در محل اتصال به خرپا اصلی	0.518 Ok	AISC360
تیر های عرضی پایپ رک از نوع HEA200	0.29 Ok	AISC360
تیر های طولی پایپ رک از نوع HEA200	0.641 Ok	AISC360
مهاربند میان قابی	0.698 OK	AISC360
مهاربند میان طبقه ای	0.495 OK	AISC360

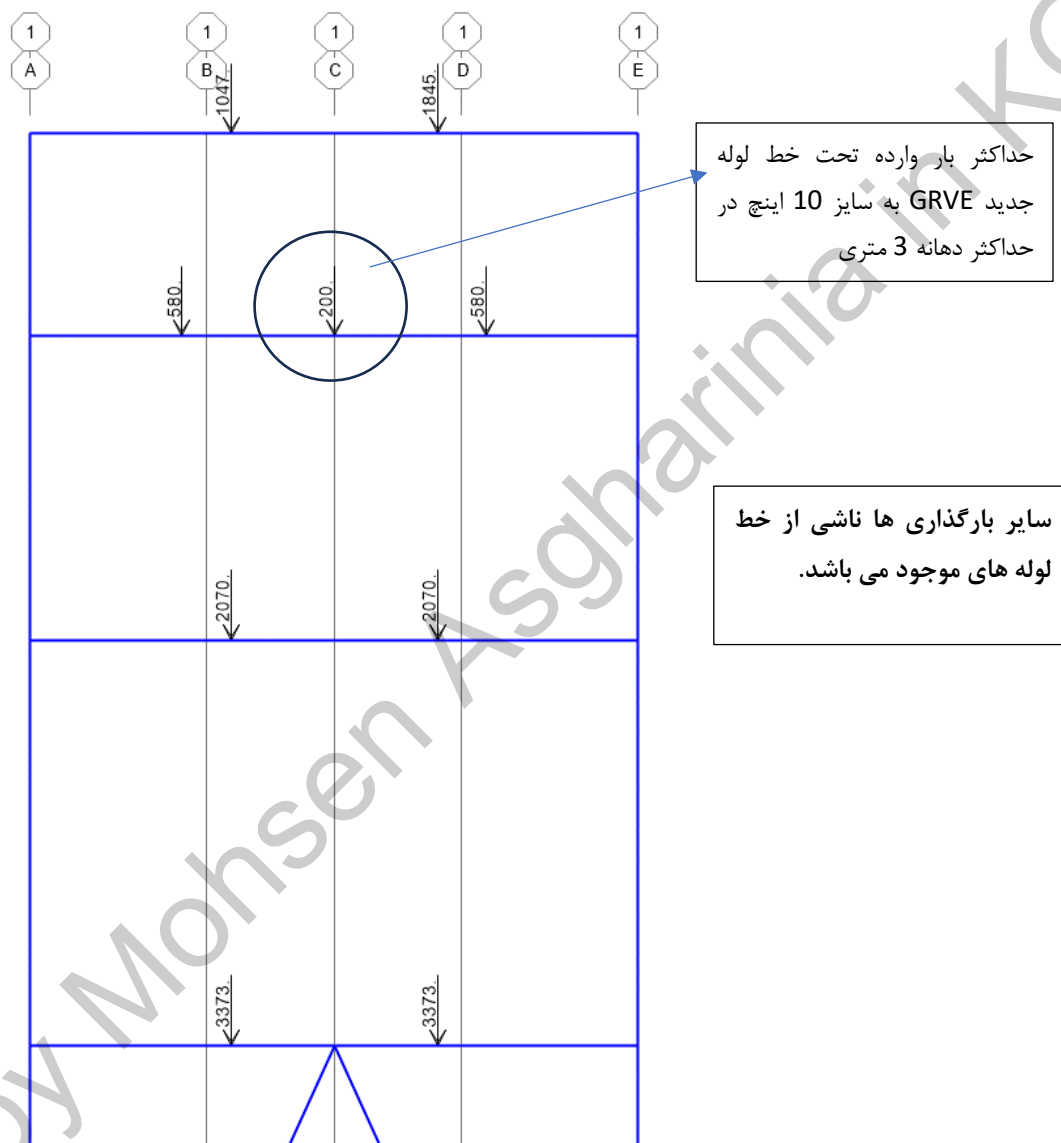
مقادیر ذکر شده در جدول بالا خروجی از نرم افزار SAP تحت بحرانی ترین حالت در قسمت اجرای لوله جدید می باشد. به علاوه طراحی در SAP در ادامه به کنترل و طراحی دستی تیر در محل اجرای خط لوله جدید پرداخته شده است. که طراحی کامپیوتری و دستی نشان می دهد تیر محل اجرای خط لوله جدید از **مقاومت کافی برخوردار می باشد.**

نکته حائز اهمیت: باتوجه به مدل سازی SAP در قسمت های از قبل کار شده در ستون ها و برخی از تیر های دیگر طبقات که در محدوده کاری این قرارداد و حوزه کاری این شرکت نمی باشد، مقاطع Over Stress شده و از مقاومت کافی برخوردار نمی باشد. در خروجی فایل سپ قسمت های Over Stress نمایش داده شده است.

محاسبه نیروهای لوله های موجود و جدید به سازه پایپ رک

*نیرو مربوط به لوله جدید: فرض شده است لوله GRVE سایز 10 اینچ با سفتی 10000 اجرا شود. وزن هر متر طول لوله برابر با 17.6 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 49 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیرهای عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله جدید در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 150 کیلوگرم می باشد. به پیوست این دفترچه برداشت فواصل و آکس بندی های وضع موجود ارائه گردیده است.

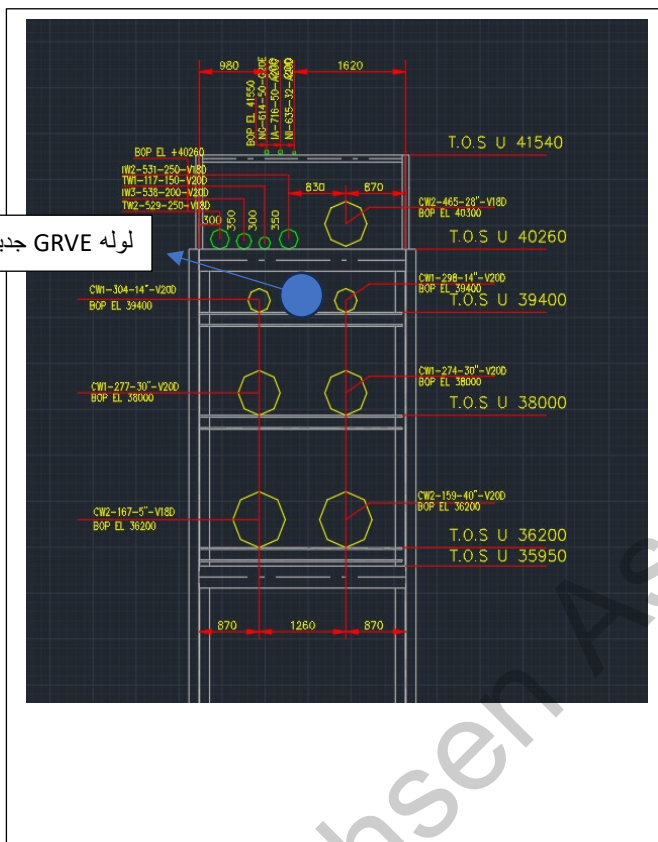
شکل زیر دیاگرام آزاد نیروهای وارده بر تیر را پایپ رک را نمایش می دهد:



محل اعمال بار ها مطابق نقشه های اجرا شده در محل لوله روی تیر انجام می شود.

Load Design on Pipe Rack level for new GRVE Pipe

Axe	Distance (m)	Load per meter (kg)	Load on Beam (Kg)
2-1	2.5	49	122.5
2-2	2.6	49	127.4
2-3	2.6	49	127.4
2-4	2.6	49	127.4
2-5	2.6	49	127.4
2-6	2.5	49	122.5
2-7	2.5	49	122.5
3-1	2.75	49	134.75
3-2	2.75	49	134.75
3-3	2.5	49	122.5
3-4	2.5	49	122.5
3-5	2.5	49	122.5
3-6	2.5	49	122.5
3-7	2.5	49	122.5
3-8	2.5	49	122.5
3-9	2.75	49	134.75
4-1	2.75	49	134.75
4-2	2.75	49	134.75
4-3	2.75	49	134.75
4-4	2.75	49	134.75
4-5	2.75	49	134.75
4-6	2.75	49	134.75
4-7	2.75	49	134.75
4-8	2	49	98
5-1	2	49	98
5-2	3	49	147
5-3	3	49	147
5-4	3	49	147
5-5	3	49	147
5-6	3	49	147
5-7	3	49	147
5-8	3	49	147
5-9	3	49	147
6-1	3	49	147
6-2	3	49	147
6-3	3	49	147
6-4	3	49	147
6-5	3	49	147
6-6	3	49	147
7-1	2	49	98
7-2	3	49	147
7-3	3	49	147
7-4	3	49	147
7-5	3	49	147
7-6	3	49	147
7-7	3	49	147
8-1	3	49	147
8-2	3	49	147
8-3	3	49	147
8-4	3	49	147
8-5	3	49	147
8-6	3	49	147
9-1	2.85	49	139.65
9-2	2.85	49	139.65
9-3	2.85	49	139.65
9-4	2.85	49	139.65
9-5	2.85	49	139.65
9-6	2.85	49	139.65
9-7	2.85	49	139.65
9-8	2.85	49	139.65
9-9	2.85	49	139.65
10-1	3	49	147
10-2	3	49	147
10-3	3	49	147
10-4	3	49	147
10-5	3	49	147
10-6	3	49	147
10-7	3	49	147
11	3	49	147



لوله جدید سایز 10 اینچ

نحوه محاسبه سایر نیروها تحت لوله های موجود و از قبل کار شده (بر اساس بحرانی ترین حالت)
(این بخش از کار در اسکپ کاری این شرکت نبوده و تنها جهت کنترل و نحوه اعمال بار در SAP ارائه گردیده است):

نیرو مربوط به لوله موجود 40 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 40 اینچ با رده 80 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 314 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 810 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 3373 کیلوگرم می باشد

نیرو مربوط به لوله موجود 30 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 30 اینچ با رده 80 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 234 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 455 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 2070 کیلوگرم می باشد

نیرو مربوط به لوله موجود 28 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 28 اینچ با رده 80 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 218 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 397 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 1845 کیلوگرم می باشد.

نیرو مربوط به لوله موجود 14 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 14 اینچ با رده 40 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 94 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 99 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 580 کیلوگرم می باشد

نیرو مربوط به لوله موجود 10 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 10 اینچ با رده 40 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 60 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 49 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 357 کیلوگرم می باشد

نیرو مربوط به لوله موجود 8 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 8 اینچ با رده 40 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 42 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 31 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله

بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 195 کیلوگرم می باشد

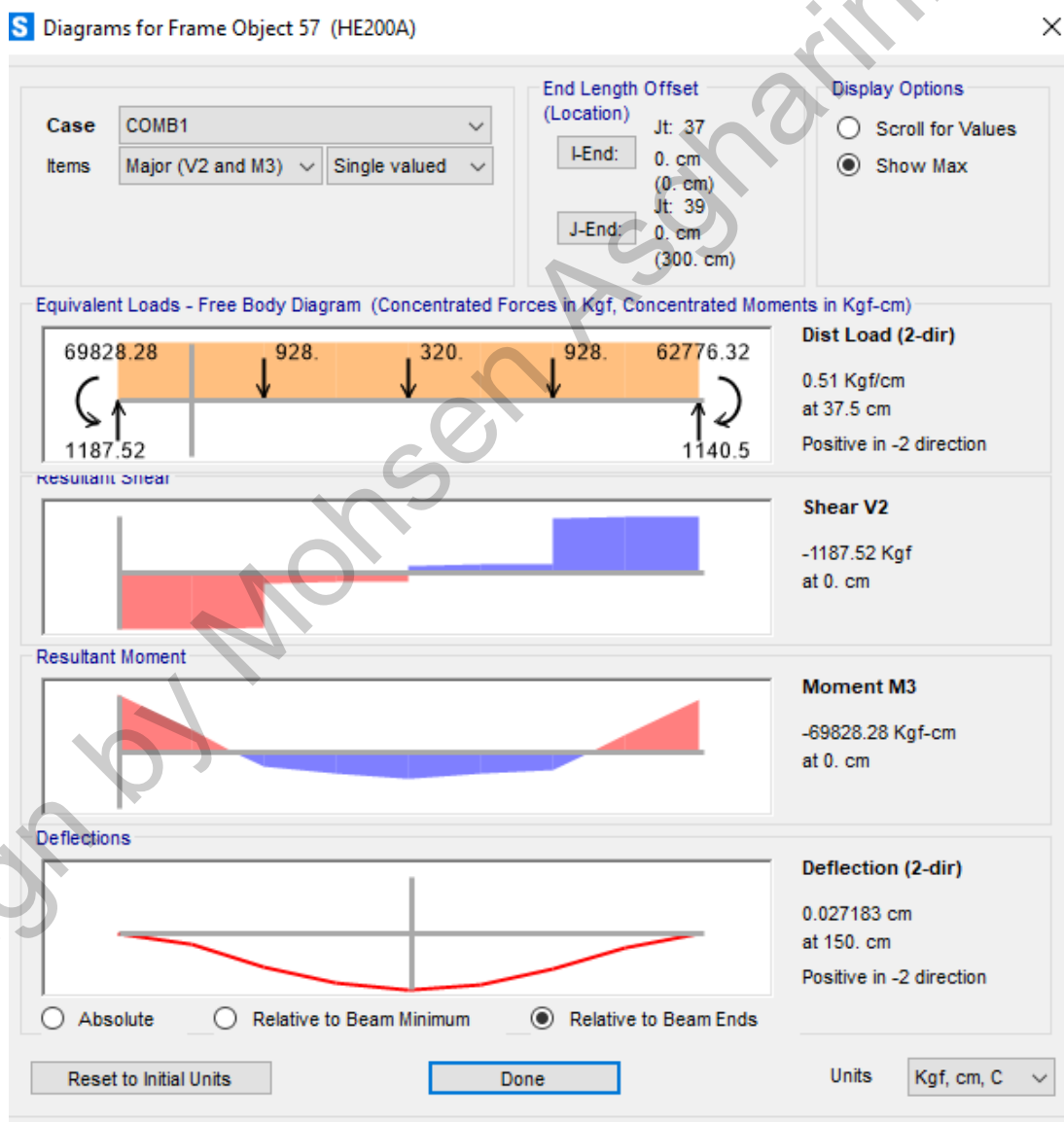
نیرو مربوط به لوله موجود 6 اینچ: فرض شده است لوله کربن استیل سایز 6 اینچ با رده 40 اجرا شده باشد. وزن هر متر طول لوله برابر با 28 کیلوگرم است و وزن آب داخل آن برابر 18 کیلوگرم می باشد. حداکثر فاصله بین تکیه گاه های لوله (تیر های عرضی) برابر 3 متر است پس سهم بار متمرکز بابت لوله موجود در محل مورد نظر بر روی تیر عرضی برابر با 138 کیلوگرم می باشد

طراحی و محاسبه تیر عرضی HE۲۰۰ ناشی از لوله جدید GRVE:

مطابق با بارگذاری بدست آمده در این طبقه پایپ رک 3 عدد بار متمرکز به مقدار 580 و 200 و 580 کیلوگرم در فواصل یک چهارم ابتدایی، میانی و انتهایی به تیر وارد می شود.

ترکیب بار در نظر گرفته شده بر اساس $P_u = 1.2W + 1.6P_{Live}$ خواهد بود که وزن لوله و آب داخل آن از نوع بار زنده (به دلیل بالا رفتن ضریب اطمینان) انتخاب شده است.

مطابق تحلیل سازه مقدار لنگر و برش در تیر فوق بصورت زیر خواهد بود:



تیر بصورت گیردار به ستون ها متصل شده است.

ابتدا به طراحی خمشی تیر حول محور قوی می پردازیم:

کنترل حالت حدی کمانش پیچشی-جانبی:

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

$$r_y = 4.98 \text{ cm}$$

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.76 * 5.07 * \sqrt{\frac{2 * 10^6}{2400}} = 257.5 \text{ cm} = 2.53 \text{ m} < 3 \text{ m} = L_b$$

$$M_n = 1 * \left[10.3 - (10.3 - 0.7 * 9.33) \left(\frac{3 - 2.53}{7.043 - 2.53} \right) \right] = 9907 \text{ Kg.m}$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J C}{S_x} + \sqrt{\left(\frac{J C}{S_x h_o} \right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E} \right)^2}}$$

$$L_r = 1.95 * 9.21 * \frac{2 * 10^6}{0.7 * 2400} \sqrt{\frac{21.1 * 1}{389} + \sqrt{\left(\frac{21.1 * 1}{389 * 18} \right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 * 2400}{2 * 10^6} \right)^2}} = 704.3 \text{ cm}$$

$$r_{ts} = \sqrt{\frac{I_y h_o}{2 S_x}} = \sqrt{\frac{3690 * 18}{2 * 389}} = 9.21 \text{ cm}^2$$

$$M_p = \phi M_n = 0.9 * 9907 = 8916 \text{ Kg.m} > 700 \text{ Kg.m} \triangleright OK$$

طراحی برشی تیر

مطابق طراحی بر اساس LRFD ترکیب بار برای نیروی برشی از رابطه زیر محاسبه می شود:

- ۱) $\frac{1}{4}D$
- ۲) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۳) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R) + [L \text{ یا } \frac{1}{5}(\frac{1}{4}W)]$
- ۴) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{10}(\frac{1}{4}W) + L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S \text{ یا } R)$
- ۵) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{10}E + L + \frac{1}{2}S$
- ۶) $\frac{1}{8}D + \frac{1}{10}(\frac{1}{4}W)$
- ۷) $\frac{1}{8}D + \frac{1}{10}E$
- ۸) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{5}L + \frac{1}{5}(L_r \text{ یا } S) + \frac{1}{2}T$
- ۹) $\frac{1}{2}D + \frac{1}{6}L + \frac{1}{6}(L_r \text{ یا } S) + \frac{1}{10}T$

حالت 2 بحرانی ترین حالت بارگذاری می باشد که مطابق آن نیروی برشی عدد $V=3.4 \text{ Ton}$ می شود.

مقاومت برشی اسمی (V_n) اعضای با مقطع دارای جان سخت نشده (بدون سخت کننده) و سخت شده (با سخت کننده) بر اساس حالت های حدی تسلیم برشی و کمانش برشی از رابطه زیر تعیین می شود.

$$V_n = 0.6 F_y A_w C_v \quad (1-6-2-10)$$

که در آن:

$$F_y = \text{تنش تسلیم فولاد جان}$$

$$A_w = \text{مساحت جان مقطع که برابر است با حاصل ضرب عمق کلی مقطع (d) در ضخامت جان (t_w)}$$

$$C_v = \text{ضریب برشی جان به شرح زیر:}$$

$$\text{الف) برای جان مقاطع I شکل نورد شده با } \frac{h}{t_w} \leq 2.24 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$V_n = 0.6 * F_y * A_w * C_v = 0.6 * 2400 * 11.7 * 1 = 16.85 \text{ Ton}$$

$$V_p = \phi_v * V_n = 1 * 16.85 = 16.85 \text{ Ton} > 1.2 \text{ Ton} \triangleright OK$$

کنترل تغییر شکل تیر اصلی از نوع HEA200:

خیر بار تیر طبق بند 6-7 نشریه 325 نباید از $1/1000$ طول دهانه بیشتر باشد که این عدد 0.123 میلیمتر است که از 3.3 میلیمتر کمتر است پس مقطع انتخابی مورد قبول است.

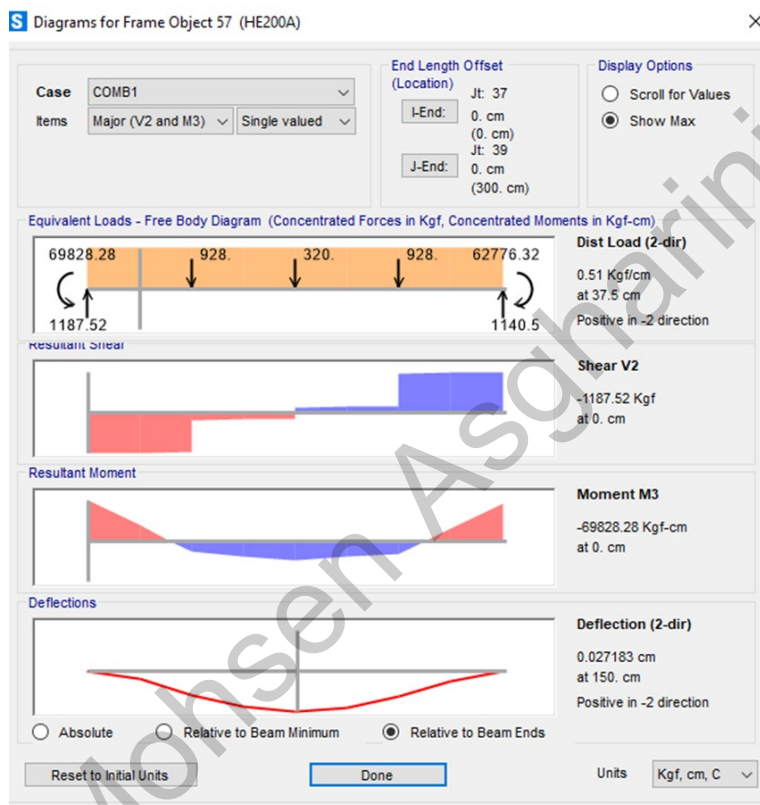
همچنین مطابق محاسبات دستی و روابط تحلیل سازه حداکثر خیر در وسط تیر ناشی از بار متمرکز در وسط تیر دو سر مفصل برابر با زیر خواهد بود:

$$\delta_{\max} = \frac{PL^3}{192EI_{HEA200}} = \frac{2 * 2070 * 330^3}{192 * 2 * 10^6 * 3690} = 0.0978cm = 0.978mm < L / 1000 = 3mm \triangleright OK$$

که در محدوده مجاز آیین نامه می باشد.

طراحی اتصال تیر به ستون (در محل اجرای خط لوله جدید)

اتصال این تیر به ستون از نوع اتصال ساده مفصلی با نبشی نشیمن به همراه نبشی در جان تیر می باشد که تحت حداکثر نیرو برشی ناشی از تیر طراحی می شود. اتصال موجود از نوع اتصال ساده با ورق 20*10*0.5cm و 8 عدد پیچ M12 می باشد.



مطابق نتایج تحلیل سازه از Sap تحت بار لوله جدید مقدار حداکثر لنگر و نیروی برشی به شرح زیر است:

$$V = 1186 \text{ kg}$$

$$M = 700 \text{ kg.m}$$

محدودیت ابعادی فواصل سوراخ ها از یکدیگر:

$$3(0.8) \leq S = 5 \text{ cm} < 7 \text{ cm OK}$$

فاصله سوراخ ها از لبه آزاد:

$$1.5(0.8) + 0 \leq L_e = 2.5cm < 4cm OK$$

سوراخ لوبیایی			سوراخ بزرگ شده	سوراخ استاندارد
موازی لبه	عمود بر امتداد لبه			
	لوبیایی بلند	لوبیایی کوتاه		
C = 0 mm	C = 0.75 d	C = 5 mm	C = 3 mm	C = 0 mm

با توجه به محاسبات محدودیت ابعادی وجود ندارد و مقطع کاملاً از لحاظ ابعادی مناسب می‌باشد.

پیچ‌هایی که داریم تحت اثر برش و خمش واقع شده‌اند. البته لنگر وارد شده به آن‌ها کم می‌باشد.

$$M=70000kg.cm$$

$$V=1186Kg$$

تحت برش و خمش:

$$y = \frac{d}{6} = 3.33cm$$

$$\frac{by^2}{2} = \sum A_{bi} (S_i - y)$$

$$y = 2.46cm$$

$$I = \frac{by^3}{3} + \sum A_{bi} (S_i - y)^2 = 403.719cm^4$$

تعیین تنش ناشی از برش:

$$f_v = \frac{V}{nA_b} = \frac{1186}{8 \times 0.8^2 \times 3.14 \times 0.25} = 295.083 \frac{kg}{cm^2}$$

تنش ناشی از خمش:

$$f_t = \frac{My}{I} = \frac{70000 \times 15.04}{403.719} = 2607.754 \text{ kg/cm}^2$$

اندرکنش:

$$\phi F_{nt}' = \phi F_{nt} \left[1.3 - \frac{f_{uv}}{\phi F_{nv}} \right] \leq \phi F_{nt} = 0.75 \times 6118.2 \left[1.3 - \frac{295.083}{0.75 \times 4486.68} \right] = 5562.85 \leq 6118.2 \text{ ok}$$

$$\phi F_{nv}' = \phi F_{nv} \left[1.3 - \frac{f_{ut}}{\phi F_{nt}} \right] \leq \phi F_{nv} = 0.75 \times 4486.68 \left[1.3 - \frac{2607.754}{0.75 \times 6118.2} \right] = 2461.786 \leq 4486.68 \text{ ok}$$

$$F_{nt} = 0.75(8157.76) = 6118.2$$

$$F_{nv} = 0.55(8157.6) = 4486.68$$

با توجه به برش و خمشی و اندرکنش این دو پیچ کفاف کامل دارد.

باید مقاومت ورق نیز بررسی شود.

مقاومت پارگی:

$$LRFD: R_u \leq \phi R_n$$

$$R_n = 1.2 L_e t F_u = 1.2 \times 2.1 \times 8157.6 \times 0.5 = 1027.8576 \times 0.75 = 770.893 \leq 1186 \text{ ok}$$

مقاومت اتکایی جدار سوراخ:

$$LRFD: R_u \leq \phi R_n$$

$$R_n = 2.4 d_b t f_u = 768 \leq 1186 \text{ ok}$$

محاسبه بار زلزله

مطابق بند 3-2-2 آیین نامه 2800 می توانیم از روش استاتیکی معادل برای محاسبه بار زلزله استفاده کنیم:
"روش های تحلیل خطی را می توان در کلیه ساختمان ها با هر تعداد طبقه به کاربرد . تنها، روش استاتیکی معادل را می توان در ساختمان های سه طبقه و کوتاه تر، از تراز پایه و یا ساختمان های زیر به کار گرفت:

الف- ساختمان های منظم با ارتفاع کمتر از 50 متر از تراز پایه

ب- ساختمان های نامنظم با ارتفاع کمتر از 50 متر از تراز پایه که دارای:

-نامنظمی زیاد و شدید پیچشی در پلان نباشد

-نامنظمی جرمی، نرم و خیلی نرم در ارتفاع نباشد"

محاسبه نیروی برش پایه V_u

نیروی برشی پایه، یا برش پایه، به مجموع نیروهای جانبی زلزله اطلاق می شود که در تراز پایه به ساختمان اعمال می شود. ای نیرو بایستی در هر یک از امتداد های سازه در نظر گرفته شود.

حداقل نیروی برشی پایه یا مجموع نیروهای زلزله در هر یک از امتدادهای ساختمان با استفاده از رابطه زیر محاسبه میگردد:

$$V = CW$$

که در این رابطه: V نیروی برش پایه

C : ضریب زلزله و W وزن کل ساختمان شامل تمام بار مرده و وزن تاسیسات ثابت به اضافه درصدی از بار برف

ضریب زلزله از رابطه ی زیر بدست می آید:

$$C = \frac{ABI}{R}$$

مشخصات مورد نیاز برای بدست آوردن ضریب زلزله:

1-نسبت شتاب مبنای طرح که درواقع نسبت شتاب زلزله به شتاب ثقل میباشد باتوجه به لرزه خیزی منطقه وبر اساس جدول (2) آیین نامه ی 2800 بدست می آید:

بندرعباس: منطقه با خطر نسبی زیاد

A=0.3

نسبت شتاب مبنای طرح در مناطق با لرزه خیزی مختلف

منطقه	توصیف	نسبت شتاب مبنای طرح
۱	پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد	٪۳۵
۲	پهنه با خطر نسبی زیاد	٪۳۰
۳	پهنه با خطر نسبی متوسط	٪۲۵
۴	پهنه با خطر نسبی کم	٪۲۰

2- ضریب اهمیت ساختمان که با توجه به گروه بندی ساختمان از جدول (5) آیین نامه 2800 بدست می آید.

کاربری: تاسیسات ضروری و کارکرد بی وقفه - گروه ساختمان از نظر اهمیت: گروه 1 با اهمیت متوسط $I=1.4$

3- ضریب رفتار ساختمان بر اساس سیستم های باربر جانبی مورد استفاده در سازه مطابق با جدول 6 بدست می آید.

سیستم مهاربندی همگرای معمولی فولادی (به جهت وجود بادبند در دهانه جهت X) در جهت X: $R=3.5$

سیستم قاب خمشی متوسط در جهت Y: $R=5$

ضریب بازتاب ساختمان: برای محاسبه ی ضریب بازتاب ساختمان ابتدا باید زمان تناوب سازه را در هردو جهت با توجه به سیستم های باربر جانبی بدست آورد:

مطابق با بند 2-3-6 آیین نامه 2800 زمان تناوب اصلی نوسان بستگی به مشخصات ساختمان و ارتفاع آن از تراز پایه با استفاده از روابط تجربی زیر تعیین میگردد:

- در قاب های فولادی

$$T = 0.08H^{0.75}$$

(۳-۳)

$$T = 0.08H^{0.75} = 0.08 * 18^{0.75} = 0.69s$$

با توجه به تیپ خاک که از نوع تیپ 2 میباشد بر اساس جدول 3 پارامترهای مربوط به محاسبه ی ضریب بازتاب ساختمان مشخص

میشوند: $T=0.15$ $T_s=0.7$ $S=1.75$

$$B = 1 + S \left(\frac{T}{T_0} \right) \quad 0 \leq T \leq T_0$$

$$B = S + 1 \quad T_0 \leq T \leq T_s$$

$$B = (S + 1) \left(\frac{T_s}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad T \geq T_s$$

همانطور که مشخص است در هر دو جهت زمان تناوب سازه بین دو عدد 0.1 و 0.5 می باشد که از فرمول دوم استفاده می شود

$$B = 1.75 + 1 = 2.75$$

محاسبه ی ضریب زلزله:

بعد از بدست آوردن کلیه پارامترهای مورد نیاز آنها را در فرمول جایگذاری کرده و ضریب زلزله را بدست می آوریم:

$$C = \frac{ABI}{R}$$

$$C_x = \frac{1.4 * 2.75 * 0.3}{3.5} = 0.33$$

$$C_y = \frac{1.4 * 2.75 * 0.3}{5} = 0.231$$

۳-۳-۹ نیروی قائم ناشی از زلزله

۳-۳-۹-۱ نیروی قائم ناشی از زلزله که اثر مؤلفه قائم شتاب زلزله در ساختمان است، در موارد زیر باید در محاسبات منظور شود.

الف- کل سازه ساختمان‌هایی که در پهنه با خطر نسبی خیلی زیاد واقع شده‌اند.

ب- تیرهایی که دهانه آنها بیشتر از پانزده متر می‌باشد، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها.

پ- تیرهایی که بار قائم متمرکز قابل توجهی در مقایسه با سایر بارهای منتقل شده به تیر را تحمل می‌کنند، همراه با ستون‌ها و دیوارهای تکیه‌گاهی آنها. در صورتی که بار متمرکز حداقل برابر با نصف مجموع بار وارده به تیر باشد، آن بار قابل توجه تلقی می‌شود.

ت- بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌هایی که به صورت طره ساخته می‌شوند.

۳-۳-۹-۲ مقدار نیروی قائم از رابطه (۳-۱۰) محاسبه می‌شود. در مورد بالکن‌ها و پیش‌آمدگی‌ها، این نیرو باید در هر دو جهت رو به بالا و رو به پایین و بدون منظور نمودن اثر کاهنده بارهای ثقلی در نظر گرفته شود.

$$F_{Vu} = 0.6 A I W_p \quad (۳-۱۰)$$

در این رابطه:

A و I مقادیری هستند که برای محاسبه نیروی برشی پایه منظور شده‌اند.

W_p : در مورد بند الف بالا بار مرده و در مورد سایر بندها بار مرده به اضافه کل سربار است.