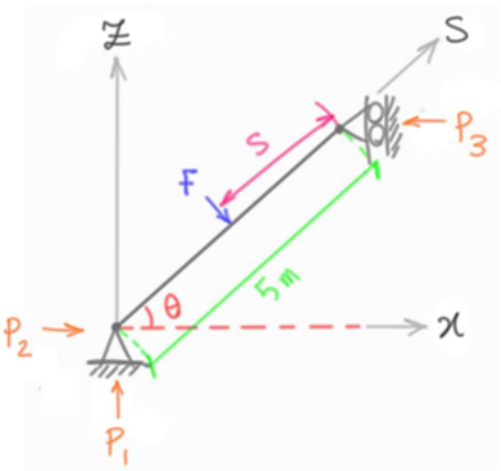
- پروژه را باید در گروه های ۲ یا ۳ نفره انجام دهید.
- بعضی از گروه ها به صورت رندوم دعوت به ارائه حضوری میشوند و باید تمام اعضای گروه بر تمام قسمت های کد مسلط باشند.
- به همراه این فایل، یک فایل پایتون ناقص به شما داده میشود. برای حل قسمت‌های مختلف، باید آن فایل را تکمیل کرده و تحویل دهید.
- علاوه بر کد تکمیل شده، باید یک فایل PDF گزارش کار شامل توضیحات کلی از نحوه کار هر بخش از کد خود ارائه کنید.
- ارزش همه قسمت های پروژه یکسان نیست و قسمت هایی که سخت تر هستند نمره بیشتری دارند.
- مهلت تحویل بخش اول پروژه، ۲۰ آذرماه است.

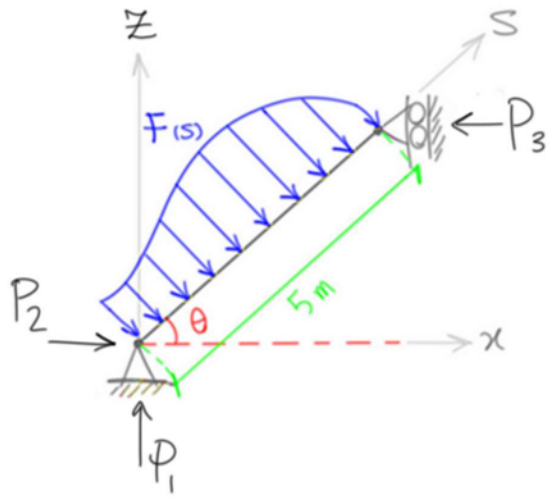
آرش، قصد دارد تا ساختمانی با معماری مدرن طراحی کند. وی جدولی از اطلاعات تیرآهن‌های موجود در بازار ایران را در قالب یک لیست پایتون در اختیار دارد. این جدول اطلاعاتی اعم از نام مقطع (تیرآهن)، مساحت مقطع (A)، وزن (G) و... را شامل می‌شود. آرش پس از قدری محاسبات، متوجه شده که در طراحی ستون‌های این بنا، عوامل خمش، برش و نیروی محوری بسیار تاثیرگذارند و در هنگام طراحی باید مقاومت مقطعِ انتخاب شده را در برابر این عوامل بررسی کرد.

روند طراحی به این صورت است که آرش ابتدا مقطعی را انتخاب می‌کند، سپس مقاومت مقطع را در برابر نیروی محوری، برش و خمش بررسی می‌کند. اگر مقطع مقاومت کافی در برابر هر دو عامل را از خود نشان بدهد، آن مقطع را برای استفاده در سازه انتخاب می‌کند؛ درغیر این‌صورت، مقطعی دیگر را آزمایش می‌کند. اگر بدانیم حداکثر نیروی محوری وارده به ستون برابر است با P_u و حداکثر لنگر خمشی در راستای محور x در طول ستون برابر است با M_{ux} و حداکثر لنگر خمشی در راستای محور y در طول ستون برابر است با M_{uy} و نهایتاً حداکثر نیروی برشی وارده به مقطع برابر است با V_u، با استفاده از زبان برنامه‌نویسی پایتون، برنامه‌ای بنویسید که در موارد زیر به آرش کمک کند:

الف) تابعی بنویسید به اسم $solve_alef$ که مقادیر f, s, θ را ورودی بگیرد و با استفاده از تحلیل استاتیکی، در یک لیست به ترتیب مقادیر p_1, p_2, p_3 ، P_u ، M_{uy} و V_u را بازگرداند.



ب) پس از تحلیل مرحله‌ی قبل، آرش به یاد می‌آورد که گونی ناشی از باد را فراموش کرده. بنابراین نیاز دارد این‌دفعه برنامه‌ای بنویسید که مقادیر قبل را برای یک گونیگزاری گسترده حساب کند. تابعی به اسم $solve_be$ بنویسید که **تابع** F و θ را ورودی بگیرد و همان مقادیر قسمت قبل را به صورت یک لیست خروجی بدهد.



نکته : برای انتگرال گیری در پایتون میتوانید به صورت زیر عمل کنید.

```
def F(x):
    return x**2 + 2*x # تابع مثالی

def integral(f,a,b):
    return(sum([f(x/100)*0.01 for x in range(a*100,b*100)]))

print(integral(F,0,2)) # حدود انتگرال گیری : ۰تا۲
```

ج) با فرض $M_{ux} = M_{uy}$ و استفاده از مقادیری که از تحلیل قسمت ب بدست آوردید، تابع $select_IPE$ را به گونه‌ای بنویسید که طبق گام هایی که در پیوست توضیح داده شده است، هر تیر از لیست IPE_list را بررسی کند و بهینه‌ترین(از نظر جرم) مقطع از نوع IPE را پیدا کنید.

د) همان قسمت قبل را برای لیست IPB_list انجام دهید و با تکمیل کردن تابع $select_IPB$ بهینه‌ترین مقطع از نوع IPB را پیدا کنید.

بخش امتیازی) درهر کدام از قسمت‌های ج و د، نهایتاً پس از انتخاب مقطع، با استفاده از کتابخانه‌ی $PyAutoCAD$ تیر انتخاب‌شده را در محیط $AutoCAD$ ترسیم کنید.

آرش متوجه میشود برای ساخت این تیر های کج به چیزی به اسم سیمان نیاز دارد. برای کمتر شدن هزینه ها آرش چند گونی سیمان دسته دوم از دیوار خریده است و میخواهد این ۱۰ عدد گونی نصفه و نیمه را با یک فرغون با ظرفیت ۱۵ کیلو حمل کند در حالی که ارزش گونی های حمل شده نیز حداکثر شود. به او کمک کنید بهترین گونی ها را انتخاب کند.

مشخصات گونی های سیمان :

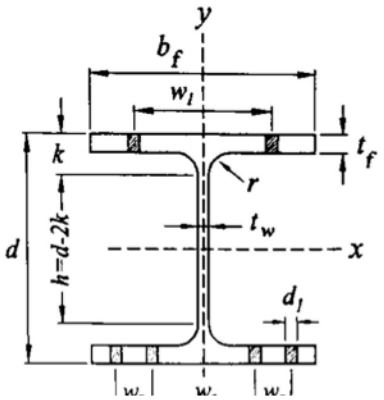
شماره گونی	وزن گونی سیمان(کیلوگرم)	ارزش گونی سیمان (تومان)
۱	۲	۱۰
۲	۵	۲۰
۳	۷	۱۵
۴	۴	۱۲
۵	۳	۸
۶	۶	۲۵
۷	۸	۱۸
۸	۱۰	۲۲
۹	۱	۶

۳۰	۹	۱۰

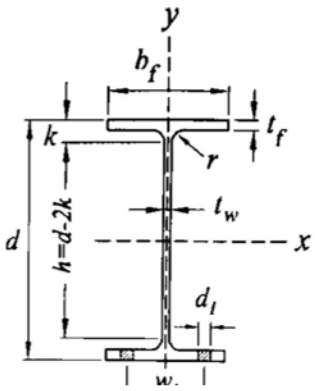
ه) تابع $solve_he$ را تکمیل کنید که خروجی آن لیستی از شماره گونی های سیمانی باشد که باید انتخاب شود.

ی) تابع $solve_ye$ را به گونه ای کامل کنید که لیستی از اطلاعات گونی های سیمان ($items$) و ظرفیت فرغون ($capacity$) را به عنوان ورودی بگیرد و جواب مسئله را در حالت کلی به دست آورد.

پیوست - روش بررسی کفایت مقطع



مقطع IPB



مقطع IPE

گام ۱) محاسبه‌ی حداکثر مقاومت مقطع در برابر نیروی محوری (P_n):

$$\left(\frac{L}{r}\right)_{max} = \max\left[\frac{L}{r_y}, \frac{L}{r_x}\right]$$

$$F_{e1} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2_{max}}$$

$$if\ F_{e1} \geq 0.44F_y \Rightarrow F_{cr1} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_{e1}}}\right] F_y$$

$$if\ F_{e1} \leq 0.44F_y \Rightarrow F_{cr1} = 0.877F_{e1}$$

$$F_{e2} = \left(\frac{\pi^2 E C_w}{L^2} + GJ\right)\left(\frac{1}{I_x + I_y}\right)$$

$$if\ F_{e2} \geq 0.44F_y \Rightarrow F_{cr2} = \left[0.658^{\frac{F_y}{F_{e2}}}\right] F_y$$

$$if\ F_{e2} \leq 0.44F_y \Rightarrow F_{cr} = 0.877F_{e2}$$

$$F_{cr} = \min(F_{cr1}, F_{cr})$$

$$P_n = A \times F_{cr}$$

گام ۲) محاسبه‌ی حداکثر مقاومت مقطع در برابر لنگر خمشی در راستای محور x (M_{nx}):

$$h_o = h + t_f$$

$$J = \frac{1}{3}\left(2b_f t_f^3 + h_o t_w^3\right)$$

$$C_w = \frac{1}{24} \times h_o^2 t_f b_f^3$$

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x F_y$$

$$if\ L_r < L \Rightarrow F_{cr} = \frac{2 \times \pi^2 E}{\left(\frac{L}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J}{S_x h_o} \left(\frac{L}{r_{ts}}\right)^2} \Rightarrow M_{nx2} = F_{cr} S_x$$

$$if\ L_p \le L \le L_r \Rightarrow M_{nx2} = 2 \times \left[M_{px} - \left(M_{px} - 0.7 F_y S_x\right)\left(\frac{L - L_p}{L_r - L_p}\right)\right]$$

$$\Rightarrow M_{nx} = \min(M_{nx}, M_{nx2})$$

گام ۳) محاسبه‌ی حداکثر مقاومت مقطع در برابر لنگر خمشی در راستای محور y (M_{ny}):

$$M_{ny} = M_{py} = Z_y F_y$$

$$if\ L_r < L \Rightarrow F_{cr} = \frac{2 \times \pi^2 E}{\left(\frac{L}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J}{S_y h_o} \left(\frac{L}{r_{ts}}\right)^2} \Rightarrow M_{ny2} = F_{cr} S_y$$

$$if\ L_p \le L \le L_r \Rightarrow M_{n2} = 2 \times \left[M_{py} - \left(M_{py} - 0.7 F_y S_y\right)\left(\frac{L - L_p}{L_r - L_p}\right)\right]$$

$$\Rightarrow M_{ny} = \min(M_{ny1}, M_{ny})$$

گام ۴) کنترل کفایت مقطع در برابر خمش و نیروی محوری:

$$if \frac{P_u}{0.9 \times P_n} + \frac{8}{9} \times \left(\frac{M_{ux}}{0.9 \times M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{0.9 \times M_{ny}}\right) \le 1 \Rightarrow OK \ \checkmark$$

$$if \frac{P_u}{0.9 \times P_n} + \frac{8}{9} \times \left(\frac{M_{ux}}{0.9 \times M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{0.9 \times M_{ny}}\right) > 1 \Rightarrow NOT\ OK \ \times$$

گام ۵) کنترل کفایت مقطع در برابر برش:

$$V_n = 0.6 F_y A$$

$$if \frac{V_u}{V_n} \le 1 \Rightarrow OK \ \checkmark$$

$$if \frac{V_u}{V_n} > 1 \Rightarrow NOT\ OK \ \times$$

اگر مقطع انتخاب‌شده، در مقابل برش و خمش و نیروی محوری پاسخگو بود، آن را به عنوان یکی از گزینه های مورد قبول انتخاب میکنیم.