

## به نام خدا

گزارش پروژه پیچ و جوش درس طراحی اجزاء ۱

اعضاء:

ریحانه نیکوبیان ۹۹۱۰۶۷۴۷      عرفان رادفر ۹۹۱۰۹۶۰۳

نام استاد : دکتر محمد دورعلی

خرداد ۱۴۰۱

## فهرست

- ۲- فهرست
- ۳- صورت مسئله
- ۴- محاسبات اولیه
- ۶- به دست آوردن ضخامت ورق ها
- ۷- وزن اجزاء و نیروهای وارده
- ۷- جوش نبشی به مخزن بالا
- ۸- جوش لچکی های پایینی
- ۹- سطح مقطع ستون های اصلی
- ۱۰- محاسبه ابعاد و تعداد پیچ های نبشی به تیر
- ۱۱- پیچ نبشی به لچکی های پایین
- ۱۲- نصب در زمین
- ۱۳- اجزاء به کار رفته
- ۱۴- تخمین قیمت
- ۱۵- منابع
- ۱۶- نقشه ها

### سیلوی مصالح دانه بندی شده

در کارخانجات صنایع معدنی موارد زیاد پیش می‌آید که مصالح ساختمانی مانند شن و ماسه در ابعاد مختلف باید بطور مجزا انبار شوند. این کار بدلیل آن است که بعداً در زمان استفاده مثلاً برای ساخت بتن یا آسفالت بتوانند با ترکیب های مختلف از این مصالح استفاده کنند. پروژه این دفعه ما در مورد طراحی برای ساخت این سیلو هاست. اگر جمله کلیدی "سیلوی ذخیره مصالح دانه بندی شده" را در مرور گر جستجو کنید و تصاویر را نگاه کنید تعداد زیادی از آنها را مشاهده میکنید. معمولاً این سیلو ها دارای یک بخش مکعبی در بالا و یک بخش هرمی در پایین با یک حفره در پایین ترین قسمت برای تخلیه مواد هستند. حفره پایین با یک دریچه لولایی بسته شده که در موقع تخلیه باز میشود. مواد از بالا به داخل آنها ریخته شده و از پایین خارج میشود.

زاویه بخش هرمی را طوری می‌گیرند که ضمن داشتن بیشترین حجم زاویه مناسب برای سر خوردن مصالح و تخلیه را دارا باشد. این سیلو ها معمولاً با ورق ساخته شده و پایه های آنها از آلات ساختمانی ساخته میشود که با پیچ و مهره بهم متصل میشوند. این سیلو ها میتوانند دارای پایه های بلند باشند که کامیون مستقیماً زیر آنها برود و کامیون را با آنها بارگیری کنند. کامیون دنده عقب به زیر آنها میرود و وقتی پر شد از زیر سیلو خارج میشود.

50 داشته باشد و بتوانند m به کارخانه ما سفارش ۴ عدد از این سیلو ها داده شده که هر یک ظرفیت ۳ کامیون را بارگیری کنند. مشتری بدلیل اینکه محل استقرار این سیلو ها را تغییر می‌دهد علاقمند است که آنها طوری طراحی شوند که بتوان در حالت دمونتاز شده با حد اقل ارتفاع و ابعاد آنها را روی تریلر بارگیری نموده و در محل با یک جرثقیل نه چندان ظرفیت بالا این سیلو ها را دوباره مونتاژ کرد. این سیلو ها را طراحی، نقشه مونتاژی و نقشه های قطعات را استخراج نموده و با ذکر ملاحظات ساخت مونتاژی، لیست مواد، و برآورد قیمت اجرای پروژه منجمه هزینه های مهندسی به تفکیک در قالب یک گزارش تحویل دهید.

### محاسبات اولیه ابعاد:

در طراحی اعضای این سازه ، به علت عبور کامیون و راننده کامیون و کارکنان محیطی که از سیلو استفاده می‌شود، ضریب اطمینان را ۴ می‌گیریم.

عرض کامیون حدود ۲/۴ متر است که آینه ها حدود ۱۰ سانت از عرض کامیون بیشتر است و برای راحتی حرکت کامیون عرض مخزن را ۳ متر در نظر می‌گیریم تا کامیون بتواند مانور داشته باشد. برای طراحی با قابلیت محاسبه راحت تر و تقارن و استفاده از ورق ۱/۵ \* ۶ طول مخزن را نیز ۳ متر در نظر می‌گیریم. ارتفاع کامیون حدود ۳ متر است و ممکن است لبه ای برای بارگیری داشته باشیم و همچنین ماسه ها کپه شوند ارتفاع تیرها تا پیش از مخزن خروجی را ۳/۸ در نظر می‌گیریم که با محاسبه ارتفاع قیف و دریچه و طول پیچ شده تیر به مخزن تیر باید به ارتفاع باشد

زاویه ریزش ماسه خیس با توجه به اینکه زاویه اصطکاک ماسه و فولاد ۲۲ درجه است در نمودار [Jenicke](#) و با توجه به زاویه اصطکاک داخلی ۴۵ درجه است زاویه ریزش ماسه خیس ۶۰ درجه به دست می‌آید.

$$3-0.4=2.6$$

$$2.6*0.5=1.3$$

$$h_1=1.3*\tan(60)=2.2517$$

$$V_{\text{hopper}}=\frac{3*3*2.596}{3}-\frac{0.4*0.4*0.346}{3}=7.769 \text{ m}^3$$

$$H_{\text{tank}}=\frac{50-7.769}{3*3}=4.69 \text{ m}$$

همچنین برای دریچه خروجی ارتفاع را ۴۰ سانتی متر تخمین می‌زنیم و

با توجه به اینکه پین باید وزن ماسه را تحمل کند و ماسه را سیال در نظر می‌گیریم پس قطر پین را با در نظر گرفتن تحمل تنش برشی به دست می‌آوریم.

$$\frac{T_y}{4} = \frac{(2000*(4.69+2.25+0.4)*9.8*0.4^2)}{2*r^2*\pi}$$

$$F_s=4$$

$$r=8.9$$

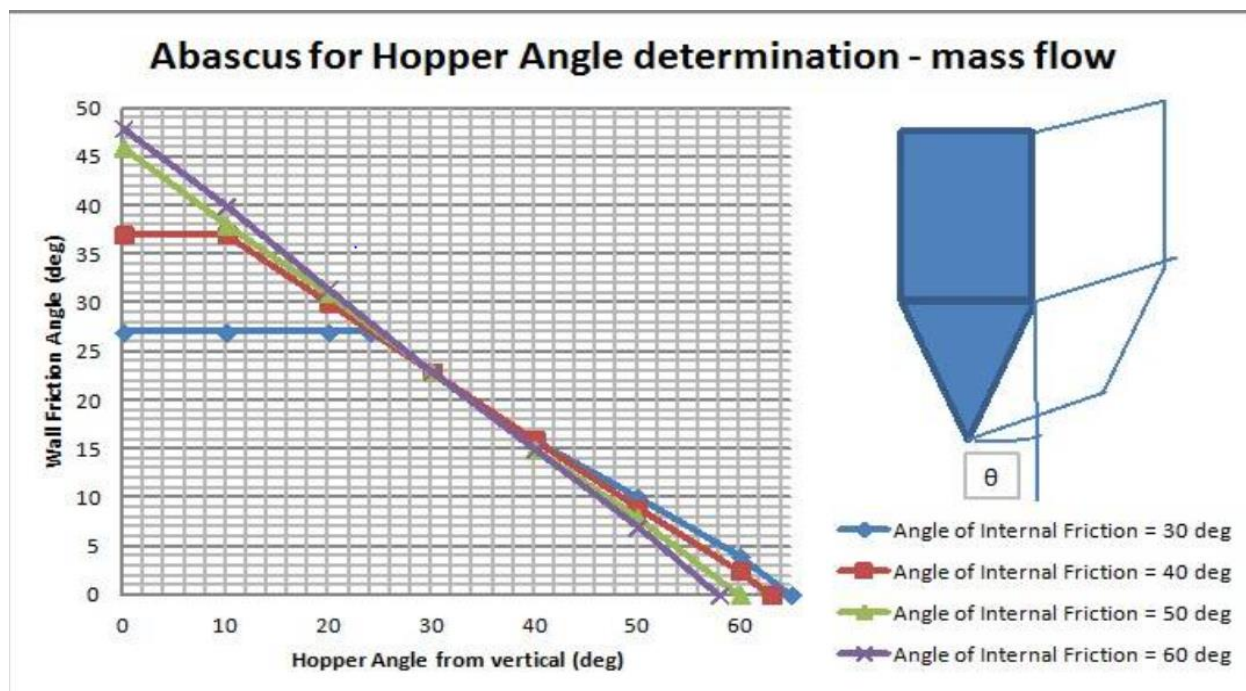
$$T_y=Q/2=370/2=185 \text{ MPa}$$

اما ما بر اساس دید مهندسی قطر را ۴ سانتی متر در نظر می گیریم و برای زدن جوش و جلوگیری از تمرکز تنش ۱/۵ برابر قطر از لبه بالایی فاصله می گذاریم و فاصله مرکز پین تا لبه بالایی ۸ سانتی متر می شود و ارتفاع مثلث قائم الزاویه ما ۲۲ سانتی متر و طول قاعده اش ۴۰ سانتی متر است بنابراین زاویه دریچه ما به ۸۴/۵ می رسد. همچنین حجم مخزن خروجی ما به  $0.4 \times 0.4 \times 0.3 = 0.48 \text{ m}^3$  می رسد.

تولید این کامیون از سال 1353 در ایران آغاز شد.

#### مشخصات فنی کامیون ولوو N10

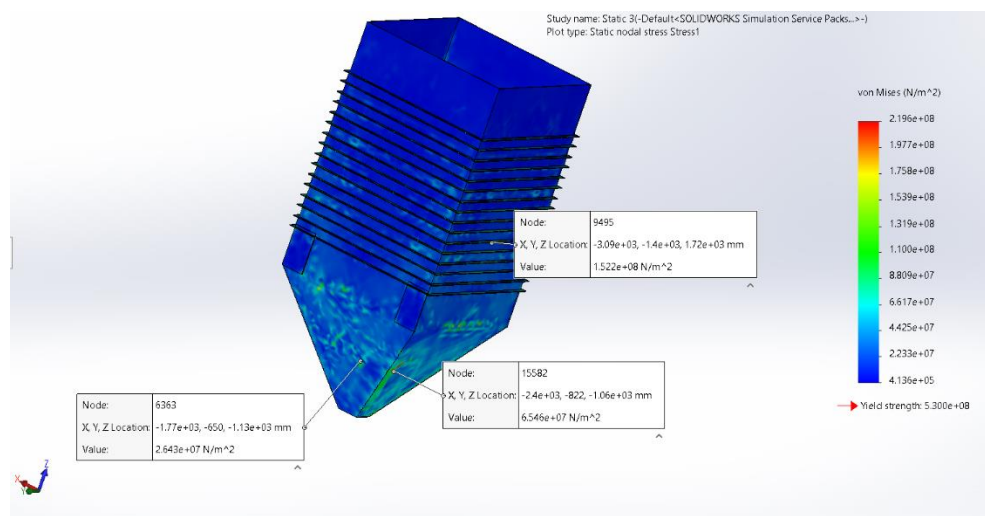
9600	حجم موتور
275	قدرت (اسب بخار)
—	گشتاور (نیوتون متر)
90	سرعت
800	طول (سانتی متر)
240	عرض (سانتی متر)
300	ارتفاع (سانتی متر)
9.16	وزن خالص (تن)
17.3	ظرفیت بار (تن)



### به دست آوردن ضخامت ورق ها:

برای به دست آوردن ضخامت ورق ها ، طرح اولیه خود را در simulation نرم افزار solidworks وارد کرده با نصب ساپورت های مختلف از جمله نبشی و ناودانی ، سعی می کنیم جلوی شکم دادن ورق ها ، شکست و تسلیم آن ها (بر اساس معیار von misses) را بگیریم . در عین حال کرنش از میزا ۱ درصد نباید فراتر برود.

با توجه به اینکه جنس ورقه ها را st37 می گیریم و با آزمایش و خطا به طرحی می رسیم که با کمک ناودانی و نبشی های نصب شده روی محل ها تمرکز تنش ، ضریب اطمینان ۴ را برای ما فراهم می کند.



در این شبیه سازی محل تکیه گاه، محاسبه ستون ها در نظر گرفته شده تا شرایط سازه اصلی از نظر اعمال نیرو و تنش مهیا باشد.

$$\text{وزن مخزن بالا (جداره)} \quad 4.7 \times 0.01 \times 12 \times 8030 \times 9.81 = 44.43 \text{ KN}$$

چگالی فولاد  $8030 \text{ kg/m}^3$

$$\text{وزن قیف (جداره)} \quad 4 \times (1.7 \times 2.6) \times 0.01 \times 8030 \times 9.81 = 13.93 \text{ KN}$$

$$\text{وزن قیف (ماسه)} \quad 2000 \times 9.81 \times \frac{(3 \times 3 \times 2.6 \times \sin(60) - 0.4^2 \times 0.346)}{3}$$

$$\text{وزن مخزن بالا (ماسه)} \quad 3 \times 3 \times 4/7 \times 2000 \times 9.81 = 830.0 \text{ KN}$$

$$\text{وزن دریچه پایین (ماسه)} \quad 9.81 \times 2000 \times 0.3 \times 0.4 \times 0.4 = 0.942 \text{ KN}$$

$$\text{وزن دریچه پایین (جداره)} \quad 0.4 \times 0.3 \times 5 \times 0.01 \times 9.81 \times 8030 = 0.472 \text{ KN}$$

وزنی که لچکی های پایینی تحمل می کند = وزن جداره قیف + وزن ماسه قیف + وزن ماسه مخزن

$$13.93 + 132.2 + 830 + 0.942 + 0.472 = 977.5 \text{ KN}$$

وزنی که نبشی های متصل به مخزن بالایی تحمل می کنند = وزن جداره قیف و مخزن + وزن ماسه قیف و مخزن

$$13.93 + 132.2 + 830 + 44.43 + 0.942 + 0.472 = 1022 \text{ KN}$$

برای وزن ناودانی و نبشی و لچک حدود ۲۰ کیلونیوتون به این اعداد اضافه می شود

۸ ناودونی مخزن + حدود ۲ ناودونی برای قیف + نبشی بین قیف و مخزن و نبشی های مخزن و قیف + ۱۶ لچکی

$$\text{وزن نبشی ها} \quad 42 \times 4500 \times 10^{-6} \times 8030 \times 9.81 = 14 \text{ KN}$$

$$\text{وزن ناودانی ها} \quad 10 \times 34 \times 9.81 = 3.3 \text{ KN}$$

وزن لچکی ها حدود ۲ کیلو نیوتون می گیریم و مجموع وزن اتصالات به ۲۰ کیلونیوتون می رسد

### جوش نبشی به مخزن بالا:

نیروی که به جوش نبشی متصل کننده ستون ها و بدنه وارد می شود حاصل از نیروی باد (با استفاده از جداول [استاندارد](#) برای سطح مقطع مستطیلی بدست می آید.) و همین طور نیروی حاصل از اصطکاک

ماسه های داخل مخزن که نسبت کمی از وزن (در حدود ۱۰ درصد) را دارد. اما با توجه به اینکه سازه ما باید در مواقع زلزله هم با بار پر ، بتواند پایستار باقی بماند می بایست بتواند حداکثر شتاب افقی زلزله را تحمل کند.

این مقدار برای زلزله هایی با شدت تخریب ۹ (زلزله ای مانند زلزله بم) کمتر از شتاب جاذبه زمین می-باشد. برای همین در محاسبات ، نیرویی افقی برابر وزن مخزن و ماسه به سازه وارد می شود.

در هنگام زلزله ، جوش نبشی در دو تیر با نیروی حداکثر، نیروی ۸۹۰ کیلونیوتن را تحمل می کند. از طرفی چون نیروی تیر با فاصله تقریباً نصف عرض نبشی به آن وارد می شود، خمش نیز برای خط جوش بالا و پایین آن رخ می دهد. (تنش خمش حدود نصف تنش برش می باشد).

در نتیجه با توجه به معادله زیر ، حداکثر تنش برشی در کمترین سطح جوش بدست می آید.

$$T_{max} = \frac{F}{0.707.h.l} + \frac{F \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{d}{2}}{0.707.h.b \cdot \frac{d^2}{2}} = 1.5 \frac{F}{0.707.h.l} = \frac{94 \cdot 10^6}{4}$$

$$F_s = 4$$

$$\sum M = 0 \quad 47 \cdot 4.7 + 1042 \cdot 2.35 = 3 \cdot F_2$$

$$\text{Min}(0.4S_y; 0.3S_u) = 94$$

$$S_y = 235 \text{ Mpa} ; S_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$\frac{3 \cdot (44 + 100 + 4 \cdot f) \cdot 10^3}{2 \cdot (0.707 \cdot 16 \cdot h)} = \frac{94}{4} \cdot 10^6 \quad f = 445 \text{ KN} \quad h = 10.9 \text{ mm}$$

چون ضخامت ۱۰ میلی متر است جوش ۷ میلی متر می زنیم. (از ۰/۷ ضخامت ورق ، ارتفاع جوش بیشتر نمی شود.)

ضریب اطمینان و طراحی کاهش می یابد اما چون زلزله در مدت کوتاه و احتمال کمی رخ می دهد ، این کاهش ضریب اطمینان قابل قبول است.

**جوش لچکی های پایینی :**

لچکی ها می باید نیروی وزن قیف و شن و ماسه بالای آن را تحمل کند. با فرض ارتفاع جوش 7mm به طول جوش زیر می رسیم.



$$\frac{977.5 \cdot 10^3}{0.707 \cdot 0.007 \cdot l} = \frac{94 \cdot 10^6}{4 \cdot 2} \quad L=16.808 \text{ m}$$

چون طول جوش خورده لچکی ها از دو طرف 30cm می باشد (۱۵ سانت از سطح لچکی از دو وجه به نبشی و بدنه قیف تماس دارد.) پس به ۱۴ لچکی از هر طرف نیاز داریم.

$$N=16.808/0.3=56 \quad \text{هر طرف ۱۴ لچکی}$$

با توجه به ضخامت لچکی ها (ضخامت هر لچکی ۱۰ میلی متر از ورق مورد استفاده در بدنه) نگرانی نسبت به شکست و تسلیم آن ها نداریم.

### سطح مقطع ستون های اصلی:

چهار ستون اصلی تحت نیروی عمودی ، در معرض کمانش قرار خواهند گرفت. با توجه به شکل کمانش آن ها (یک سر درگیر و یک سر آزاد) از معادله زیر استفاده می کنیم.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L^2} \quad L_e = 2L \quad L = 3.8 + 0.4 + 2.44 = 6.64 \text{ m} \quad E = 206 \text{ Gpa}$$

$$P_{cr} = 445 + 261 = 706 \text{ KN}$$

$$I_{min} = 22.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

اندازه  $I_{min}$  برابر با  $22600 \text{ cm}^2$  به دست می آید که همچنین تیری در جدول تیرهای استاندارد نداریم. اما می توانیم تیری با  $I_{max}$  فوق به دست آورده و در راستای عمود محور ممان ضعیف آن ، تیرهای ضربدری را قرار دهیم که باعث می شود طول موثر تیرها در راستای کمانش کاهش یابد و تیر تقویت شود.

$$I_y = 22930 \text{ cm}^4 \quad I_z = 6990 \text{ cm}^4$$

$$(انتخابی از جدول) \quad I_{min} = 7890 \quad \text{HE-A PBI 320}$$

با توجه به مطالب بالا تیر HE-A PBA 320 را از جدول انتخاب می کنیم.

### جوش تیر به فلنج بالایی:

برای اتصال تیرها به بدنه از پیچ استفاده می کنیم تا قابلیت دمونتاز شدن داشته باشد. برای اینکه تیرهای به صورت عمودی زیر نبشی مخزن بالایی نصب شوند (برای کاهش ارتفاع موثر)، باید فلنجی به سر بالایی آن جوش دهیم تا و سپس سوراخ پیچ ها را بر روی آن ونبشی ایجاد کنیم.

این جوش باید بتواند نیروی برشی باد و زلزله را تحمل کند.

$$T_{\max} = \frac{F}{0.707 \cdot h \cdot l}$$

$$F = 1042 \text{ (نیروی زلزله)} + 47 \text{ (نیروی باد)} = 1089 \text{ N}$$

$$\frac{94 \cdot 10^6}{4} = \frac{1089 \cdot 10^3}{4 \cdot 0.707 \cdot h \cdot 1.8}$$

$$h = 9.1 \text{ mm}$$

اما ما جوش تیر را ۷ میلی متر می زنیم که کمی ضریب اطمینان را تنها در برابر زلزله پایین می آورد که البته به خاطر احتمال کم زلزله و مدت کوتاه آن، این ضریب قابل قبول است. ( $F_s = 3.07$ )

محاسبه ابعاد و تعداد پیچ های نبشی به تیر:

اولین گزینه : پیچ ۶/۸

$$\tau_{\max} = \sqrt{\tau^2 + \frac{\sigma^2}{4}}$$

$$\sigma = x \cdot S_p$$

$$S_p = 0.85 S_y$$

موقع زلزله

$$\frac{S_p^2}{4} > \left( \frac{x \cdot S_p}{2} - \frac{706}{N \cdot A_t} \right)^2 + \left( \frac{F_s \cdot 706}{N \cdot A_r} \right)^2$$

$$S_p = 0.85(600 \cdot 0.8) = 408 \text{ MPa}$$

$$F_s = 4 \quad A_r = 52.3 \text{ mm}^2 \quad x = 0.9 \quad A_t = 58 \text{ mm}^2$$

ترم اول در محاسبات کوچکتر از صفر می شود پس نیروی عمود بر سطح پیچ ها وارد نمیکند و آن را صفر می گذاریم.

$$204 > \left( \frac{4 \cdot 272}{N \cdot 52.3} \right) \quad N = 101 \text{ تعداد پیچ}$$

زلزله نباشد

$$204 > \sqrt{183.6^2 + \frac{47}{N \cdot Ar \cdot 10^3}} \quad N=10 \quad \text{تعداد پیچ}$$

$$290/25=11$$

در نتیجه به حدود ۱۰۰ پیچ برای هر ستون نیاز داریم اما تعداد پیچ زیاد به قیمت افزایش ابعاد فلنج جوش شده به تیر تمام می‌شود پس ۶۰ پیچ قرار می‌دهیم که ضریب اطمینان را تا ۲/۴ پایین می‌آورد. اما به علت احتمال کم زلزله و نیروی کوتاه مدت آن، این اندازه قابل قبول است.

در انتها باید دقت شود که در سر تیرها به خاطر اعمال نیرو در سطح کم، احتمال خم شدن و پیچش نبشی بالایی وجود دارد، پس در آن نقاط برای هر ستون ۵ لچکی در داخل نبشی به دو طرف جوش می‌دهیم تا مانند خرپا عمل کند. لچکی‌ها ضخامت ۱۰ و مثلث‌های قائم الزاویه به ابعاد ۱۵۰\*۱۵۰ می‌باشد که ۲۰ میلی‌متر از راس آن‌ها بریده شده است. جوش ماهیچه‌ای آن‌ها سرتاسری و به ارتفاع ۷ میلی‌متر خواهد بود.

### پیچ نبشی به لچکی‌های پایین

برای اتصال لچکی‌هایی که قیف پایین را نگه داشته اند، از یک فلنج با طول بلند استفاده می‌شود (۱۶۵۰ میلی‌متر تا با ستون‌ها تلاقی پیدا نکنند). سپس نبشی مخزن بالایی و فلنج به هم پیچ می‌شوند. محاسبه نیروی پیچ آن‌ها مانند محاسبه نیروی جوش آن‌هاست، با این تفاوت که به علت وجود اهرم کوچک لچکی، خمش نیز اتفاق می‌افتد و تا دو برابر نیرو را بالا می‌برد.

در عین حال نکته مهم در این قسمت این است که فشردگی فلنج و نبشی نباید صفر شود و همیشه باید نیروی عمودی اعضای بین پیچ و مهره منفی (فشردگی) بماند.

پس

$$\frac{X \cdot A_t \cdot S_p}{F S} > \frac{(1-C) \cdot F}{N \cdot 4}$$

که  $C$  در آن نسبت  $K_b$  به مجموع  $K_b$  و  $K_m$  می‌باشد. با توجه به اینکه برای دو ورق هم ضخامت و با ضخامت نزدیک به قطر پیچ،  $C$  بین ۲ و ۲/۵ می‌باشد و اینکه  $F$  محاسبه شده و  $A_t$  با توجه به پیچ ۱۰ با گرید ۶/۸ به دست می‌آید

$$F=977.5 \text{ N}$$

( این نیرو همان نیرو قیف و ماسه بالای آن است )

اندازه  $N$  به دست می آید. این اندازه برای هر وجه مخزن است که برابر ۴۴ پیچ می باشد. این پیچ ها در دو ردیف و به تعداد ۲۲ در هر ردیف روی نبشی تعبیه خواهد شد.

#### نصب در زمین:

با توجه به اینکه وزن مخزن و قیف روی همدیگر ۶ تن می باشد، نصب آن با جرثقیل های معمول ممکن است.

برای نصب به پایین هر کدام از مخزن ها *anchor bolt* وصل می شود که با توجه به این که این پیچ در خاک و بتن پایه فرو می رود ، محاسبات آن مربوط به رشته عمران خواهد بود. در عین حال بهتر است که این مخزن در محل وزش باد شدید و خاک سست نصب نشود.

## اجزاء به کار رفته:

ورق ها (همگی از جنس  $st37$  و ضخامت ۱۰ میلی متر)

تعداد	شکل (mm)
۱۲	۱۵۰۰*۳۰۰۰
۴	۳۰۰۰*۲۰۰
۴	دورنقه ای (در نقشه قاعده ها مشخص شده) ارتفاع ۱۳۰۰
۴	دورنقه ای (در نقشه قاعده ها مشخص شده) ارتفاع ۱۵۰۰
۲	۴۰۰*۴۰۰
۲	۴۰۰*۴۰۰ با یکی از اضلاع قسمتی از دایره

## پروفیل ها

نام قطعه	طول (mm)	تعداد
HE-A PBA 320	۶۸۰۰	۴
ناودانی 200	2750	32
نبشی ۱۵۰	۳۰۰۰	۴
نبشی ۱۵۰ (زاویه میان ۱۰۲/۴۵)	۲۵۰۰	۴
نبشی ۱۵۰	۳۸۰۰	۴
نبشی ۱۵۰	۴۵۰۰	۴

## پیچ و مهره ها

۵۷۶ پیچ و مهره ۱۰ میلی متر – گرید 6.8

جوش ها (E6013)

نوع	ضخامت (mm)	طول خط جوش (mm)	محل جوش
مغزی	-	3000*12	ورق های مخزن بالایی به یکدیگر (افقی)
مغزی	-	0.4*4	مکعب دریچه
مغزی	-	4*(1607+1793)	ورق های قیف ها به یکدیگر
ماهیچه ای	5	4700*4	ورق های مخزن بالایی به یکدیگر (عمودی)
ماهیچه ای	7	8*3000	نبشی به مخزن
ماهیچه ای	5	32*4000	ناودانی ها به مخزن
ماهیچه ای	7	56*300	لچکی ها به قیف
ماهیچه ای	7	20*300	لچکی بین نبشی

تخمین قیمت:

جنس	قیمت (هزار تومان)
نبشی ها (۲۲ هزار تومان هر ۱۲ متر)	۱۲۰
ناودانی (۲۰ هزار تومان هر ۱۲ متر)	۱۴۶
پیچ و مهره (۲۵۰ تومان پیچ و مهره)	۱۴۴
تیر آهن ۳۲۰ (هر ۱۲ متر ۶۵ هزار تومان)	۲۶۰
ورق ۱۰، ۱۵۰۰*۶۰۰۰ = ۲۱/۴ هزار تومان	۲۱۴
الکتروود E6013 (۲/۵ کیلو = ۱۶۷ هزار تومان)	۶۴۷۹
۹۷ کیلو برای پروژه	
هزینه برق و تجهیزات جوش	۲۵۰۰
هزینه برش و مته	۳۰۰۰
هزینه حمل و نقل	۲۸۰۰

هزینه کل: 15.6 میلیون تومان

منابع:

[Calculation method to Design Hoppers and Silos - Hopper and Silo Flow of powder - Flowability issues solving - Discharge throughput \(Beverloo equation\)](#)

[/https://ahanonline.com](https://ahanonline.com)

<https://blog.swantonweld.com/the-various-types-of-structural-steel-shapes>

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Peak\\_ground\\_acceleration#:~:text=Peak%20Ground%20Acceleration%20\(PGA\)%20is,site%20during%20a%20particular%20earthquake](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Peak_ground_acceleration#:~:text=Peak%20Ground%20Acceleration%20(PGA)%20is,site%20during%20a%20particular%20earthquake)

<https://kimyas.ir/%D9%82%DB%8C%D9%85%D8%AA-%D9%BE%DB%8C%DA%86-%D9%88-%D9%85%D9%87%D8%B1%D9%87>

<https://www.geotechdata.info/parameter/angle-of-friction>

<https://eurocodeapplied.com/design/en1991/wind-force-rectangular#:~:text=The%20basic%20wind%20velocity%20is,provided%20in%20the%20National%20Annex>







