

## فصل ۴

### نصب پمپ‌ها



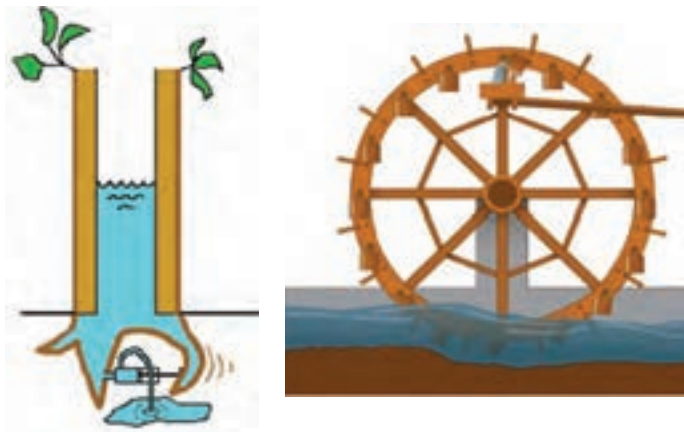
آب به عنوان یک سیال تراکم‌ناپذیر، به خودی خود به سمت سطوح پایین‌تر زمین جریان دارد. در حالی که بلندترین درختان، آب و مواد غذایی را از طریق ریشه از خاک جذب می‌کنند و علی‌رغم نیروی جاذبه زمین، آب را به کمک نیروی فشار ریشه‌ای، موینگی و پیوستگی، به بالاترین و دورترین نقطه خود می‌رساند. جزر و مد نیز جریان‌های موج آب قوی را در طبیعت ایجاد می‌کند. در این واحد یادگیری سعی می‌شود که هنرجو با اصول نصب پمپ‌های سیستم تهویه مطبوع برابر نقشه و با رعایت اصول فنی و ایمنی و به صورت هم‌راستا آشنا شود.

## واحد یادگیری ۵

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعاً مُخْتَلِفاً أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فِتْرَانَهُ مُصَفَّرًا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ (سورة زمر آیه ۲۱)

(آیا ندیدی که خدا از آسمان آبی را نازل کرد و همان را در منابع و چشمه‌های زیرزمینی جاری نمود و سپس به وسیله آن آب همواره زراعتی را بیرون می‌آورد که دارای رنگ‌های گوناگون است، پس از آن کشت را می‌خشکاند و تو می‌بینی که پس از سبزی و خرمی زرد رنگ می‌شود، آنگاه آن را به صورت کاه و خس متفرق می‌سازد، همانا در این امر برای صاحبان خرد تذکری است).

### نصب پمپ



### مقدمه

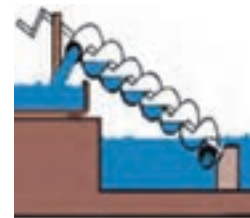
ایرانیان و مصریان باستان، حدود ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح، با ساخت چرخ‌های آبی بزرگ ابتدایی از انرژی جریانی رودخانه، برای انتقال آب به ارتفاعات یا شهرها و یا تولید نیروی مکانیکی، استفاده می‌کردند. برای نمونه، می‌توان به ناعوره یا چرخ پارسی (Persian Wheel)، وسیله‌ای برای جاری ساختن آب در سطوح بلندتر داخل کانال، توسط ایرانیان اشاره کرد. امروزه با پیشرفت سریع فنون، امکان انتقال مایع با افزایش فشار در جریان و همچنین امکان جابه‌جایی مایع به ارتفاع بالاتر یا نقطه دیگر، توسط پمپ‌های متنوع که هر کدام کاربرد خاص خود را دارند، فراهم می‌شود.

### استاندارد عملکرد

نصب پمپ‌های سیستم تهویه مطبوع برابر نقشه و با رعایت اصول فنی و ایمنی و به صورت هم‌راستا

### پیش نیاز ویادآوری

- لوله کشی فیتینگی، جوشی و فشاری
- نقشه خوانی

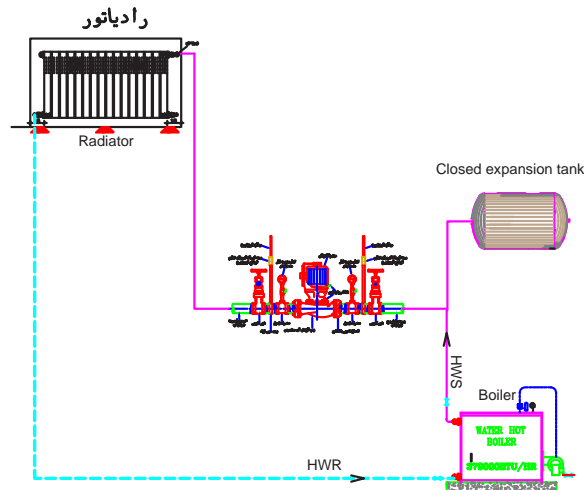


شکل ۲- تلمبه آب (سیلندر پیستونی قدیمی)

شکل ۱- پیچ ارشمیدس



شکل ۳- انتقال آب به نقاط دورتر و انتقال آب به ارتفاع بالاتر



شکل ۴- گردش آب گرم در سیستم بسته

مشاهده فیلم

فیلم شماره ۱ تاریخچه پمپ و پمپاژ و ۲ فرایند تلمبه قدیمی آب

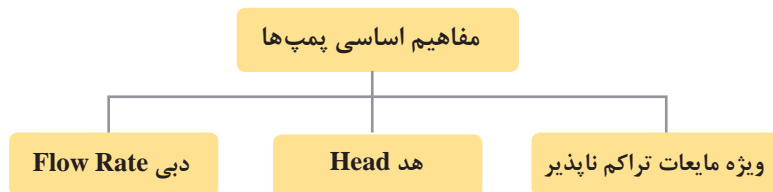
با توجه به شکل‌های بالا و فیلم، به سؤالات زیر پاسخ مناسب دهید.

- ۱ در مورد تاریخچه و کاربرد پمپ و پمپاژ بحث نمایید.
- ۲ برای انتقال آب و چرخاندن چرخ آب از چه نیرویی استفاده می‌شده است؟
- ۳ تفاوت نحوه انتقال آب به روش پیچ ارشمیدس شکل ۱ و چرخ پارسی در چیست؟
- ۴ با توجه به شکل ۲ نحوه عملکرد تلمبه آب را توضیح دهید.
- ۵ در شکل ۳ و ۴ هدف از قرار دادن پمپ در مسیر لوله‌کشی چیست؟

بحث کلاسی



به طور کلی پمپ یا تلمبه به دستگاهی گفته می‌شود که انرژی را از یک منبع خارجی مانند موتور الکتریکی، گرفته و به مایعی که از آن عبور می‌کند، انتقال می‌دهد. این افزایش انرژی به صورت‌های مختلف مانند جابه‌جایی سیالات و افزایش فشار مورد استفاده قرار می‌گیرد. چه حجمی از سیال در واحد زمان با چه فشاری و برای چه منظوری بایستی توسط پمپ، پمپاژ شود؟



**مقدار گذر آب یا آبدهی یا دبی (Q):**

مقدار حجم سیالی که در واحد زمان توسط پمپ از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا می‌شود. یکای آن در سیستم SI مترمکعب بر ثانیه  $\frac{m^3}{sec}$  و در سیستم متریک لیتر بر ثانیه  $\frac{Lit}{sec}$  و در سیستم IP از گالن بر دقیقه GPM استفاده می‌شود. در پمپ‌ها معمولاً از مترمکعب بر ساعت  $\frac{m^3}{hr}$  استفاده می‌شود.

**مثال:** دبی خوانده شده از روی پلاک یک پمپ گردش آب گرم GPM ۲۰ است. این مقدار برابر چند  $\frac{m^3}{sec}$  و چند  $\frac{Lit}{sec}$  است؟

$$20 \frac{gal}{min} = 20 \times \frac{3.785(lit)}{60(sec)} = \frac{3.785}{3} = 1.261 \frac{lit}{sec}$$

$$1.261 \frac{lit}{sec} = 1.261 \times \frac{3600}{1000} \times \frac{sec}{h} \times \frac{m^3}{lit} = 4.539 \frac{m^3}{h}$$

۱ با توجه به پلاک هیدرولیکی پمپ‌های موجود در کارگاه و موتورخانه هنرستان، دبی آن را در یکاهای دیگر، محاسبه و به کلاس ارائه دهید.

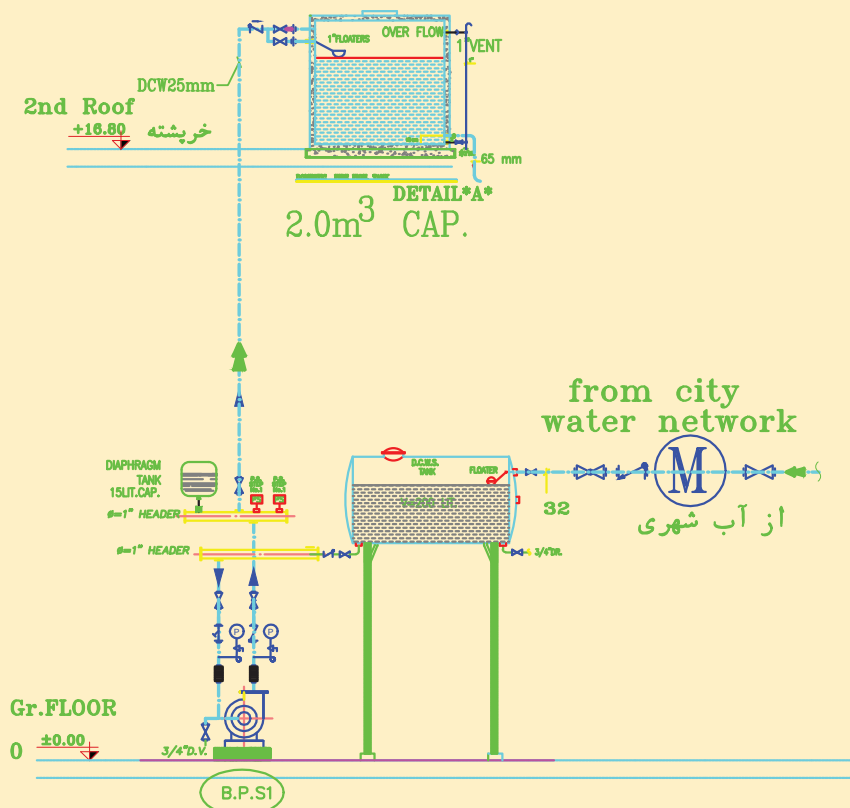


تحقیق





با توجه به شکل، پمپی با شرایط مشخص و پایدار، مخزن آبی را به حجم ۲۰۰۰ لیتر، ظرف ۴۰ دقیقه پر می کند. دبی پمپ، چند لیتر بر ساعت، چند مترمکعب بر ساعت است؟



پمپ تأمین فشار آب طبقات ساختمان مسکونی به همراه مخزن ذخیره در بام

با توجه به تعریف دبی، جدول زیر را کامل نمایید:



دبی پمپ	زمان پر شدن/خالی شدن	حجم ظرف
..... لیتر بر دقیقه	۵۰ دقیقه پر شدن	۵۰۰ لیتر
..... مترمکعب بر ساعت	۳۰ دقیقه	۱۵ مترمکعب
..... مترمکعب بر ثانیه	۵ دقیقه	۵ مترمکعب
۱۰۰ لیتر بر دقیقه	..... دقیقه	۲۰۰۰ لیتر
۲ لیتر بر ثانیه	۱۰ دقیقه	.....لیتر

### اختلاف ارتفاع یا فشار یا هد پمپ (H):

هد پمپ، مجموع انرژی‌هایی است که پمپ روی مایع اعمال می‌کند تا مایع در لوله خروجی به ارتفاع مشخصی بالا رود و برحسب واحد فشار متر ستون آب بیان می‌شود. وقتی گفته می‌شود فشار در یک نقطه برابر با ۱۰ متر آب است به این معنی است که فشار در آن نقطه وزنی از آب به ارتفاع ۱۰ متر روی آن وجود دارد.

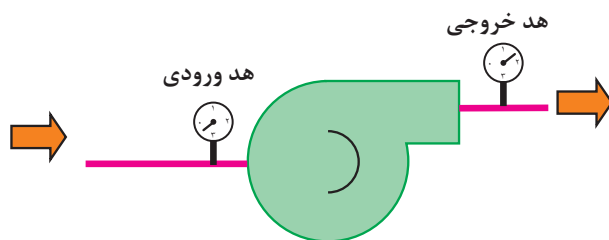
$$P = \rho gh \rightarrow h = \frac{P}{\rho g}$$

نسبت اختلاف فشار مایع در نقطه ورودی پمپ (نقطه ۱) و نقطه خروجی پمپ (نقطه ۲) را بر متغیر وزن مخصوص  $\gamma = \rho g$  (گاما) هد پمپ گفته می‌شود.

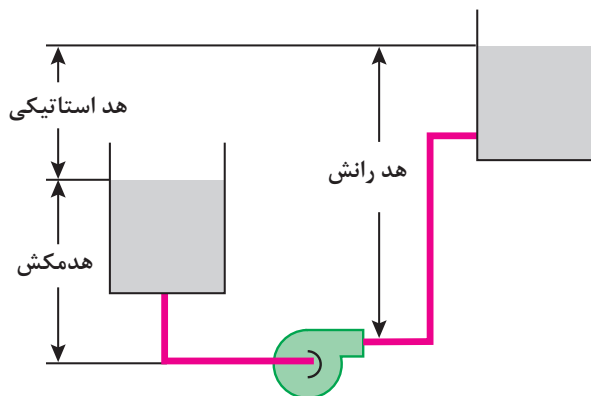
$$h = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\gamma}$$

به‌طور تقریبی:  $1 \text{ atm} \cong 1 \text{ bar} \cong 10 \text{ m H}_2\text{O}$

مطابق شکل ۵- هد کل پمپ برابر است با هد یا ارتفاع خروجی منهای هد ورودی پمپ



شکل ۵- فشار ورودی (مکش) و خروجی (دهش) پمپ

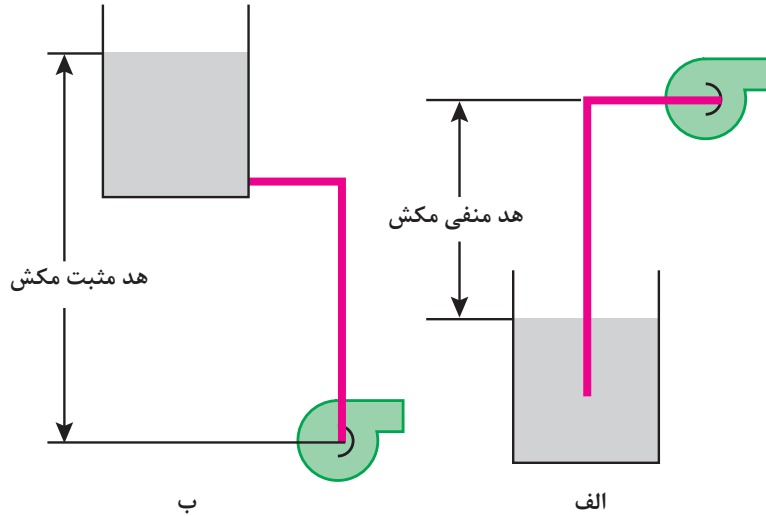


شکل ۶- هد استاتیکی پمپ

مطابق شکل ۶ هد استاتیکی، اختلاف بین دو سطح رانش و مکش پمپ درحالی‌که پمپ خاموش است را نشان می‌دهد، اما در مسیر لوله و اتصالاتی وجود دارد که خود باعث افت فشار در مسیر می‌شود که مجموع این هد و افت فشارها را هد کل پمپ گویند.

افت‌های ناشی از اصطکاک و اتصالات مسیر + هد استاتیک = هد کل پمپ

**نکته:** طبق شکل ۷- هد مکش می تواند مثبت یا منفی باشد.



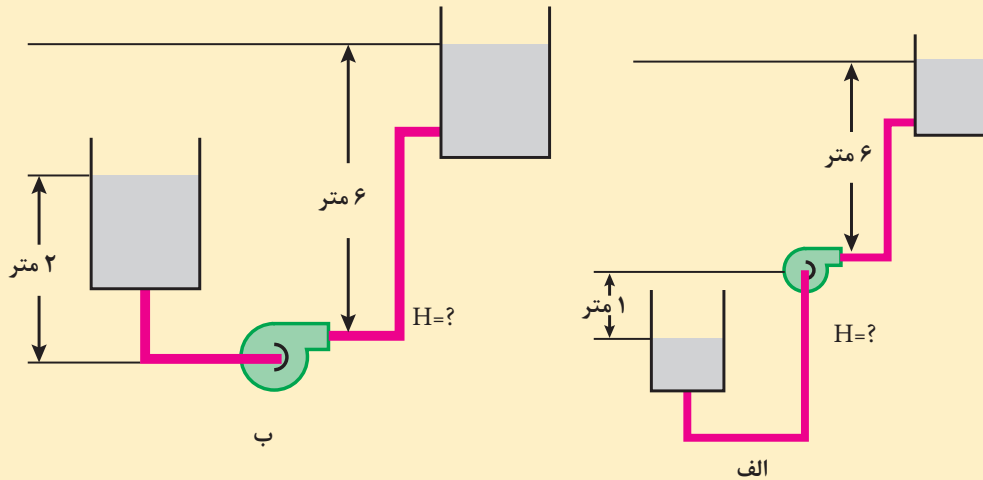
شکل ۷- الف) پمپ نصب شده در ارتفاع بالاتر از مخزن (ب) پمپ نصب شده در تراز پایین تر از مخزن

حداکثر هد مکش منفی، همان فشار مطلق صفر (خلاً کامل) در ورودی پمپ است که این مقدار در شرایط استاندارد (کنار ساحل دریا و دمای آب ۱۵ درجه سلسیوس و بدون افت فشار اصطکاکی) حدود ۱۰ متر ستون آب است که در شرایط واقعی حداکثر هد مکش هفت متر در نظر گرفته می شود.

نکته



با توجه به شکل هد پمپ  $H$ ، تقریباً چند متر (با صرف نظر کردن از افت فشار اصطکاکی) است؟



الف) پمپ نصب شده در ارتفاع بالاتر از مخزن (ب) پمپ نصب شده در تراز پایین تر از مخزن

پرسش کلاسی



## کاربرد پمپ‌ها

از پیدایش اولین پمپ تاکنون زمان زیادی سپری شده است ولی پمپ‌ها هنوز براساس همان اصول اولیه کار می‌کنند که شامل استفاده از انرژی برای بالابردن، انتقال مایع است. با گذشت زمان کاربرد پمپ در کشاورزی گسترش پیدا کرده و زمینه‌های دیگری مانند بالا کشیدن آب از چاه را نیز شامل شده است.

در مورد سایر کاربردهای پمپ در صنایع، ساختمان و کشاورزی تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

در مورد سایر انواع پمپ با توجه به کاربرد آن فیلم و انیمیشن تهیه و به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



پژوهش



### پمپ‌های حرکتی یا دینامیکی:

در این پمپ‌ها انرژی جنبشی مایع از طریق یک پروانه (impeller) افزایش می‌یابد (مانند نیروی گریز از مرکز) و به مایع سرعت داده می‌شود و بر اساس نحوه طراحی مجرای خروجی پمپ، در نهایت مقداری از انرژی جنبشی مایع تبدیل به فشار می‌شود.



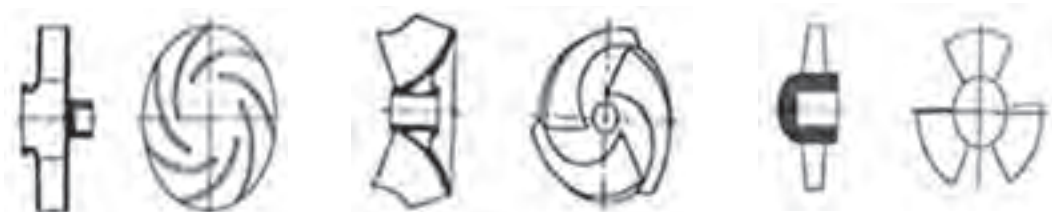
در مورد انواع پمپ جنبشی با توجه به حرکت مایع نسبت به محور دوران، فیلم و انیمیشن و تصویر تهیه و به کلاس ارائه دهید.

تحقیق





## انواع پمپ‌های جنبشی از نظر مسیر حرکت سیال نسبت به محور دوران



جریان شعاعی (گریز از مرکز)

پمپ‌های جریان محیطی نیمه سانتریفیوژ - مختلط

جریان محوری

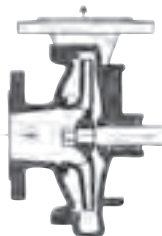
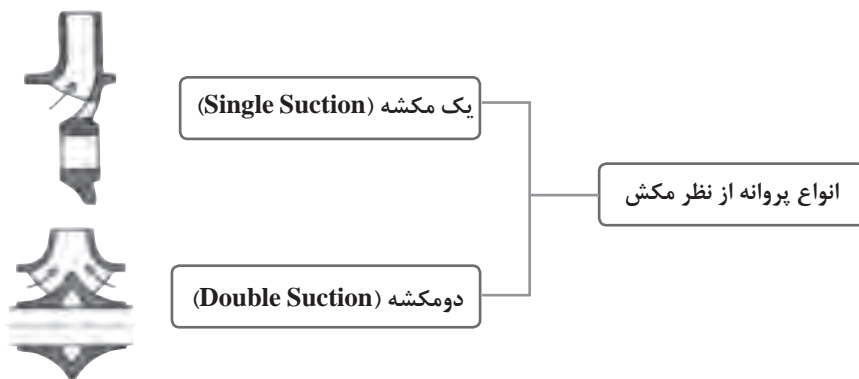
شکل ۸- انواع پمپ از نظر مسیر حرکت سیال

اجزای پروانه و انواع پروانه از نظر ساختمان، مسیر حرکت مایع، مکش و رانش و نیروی محرکه برای گردش پروانه فیلم یا انیمیشن یا تصویر تهیه و به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



## انواع پمپ از نظر مکش



الف) یک طبقه - دارای یک پروانه برای انتقال و ایجاد فشار  
ب) چند طبقه - دارای دو یا چند پروانه برای ایجاد فشار بیشتر (پمپ سری هم محور)

شکل ۹- انواع پمپ از نظر تعداد طبقات الف) یک طبقه ب) چند طبقه

## پمپ‌های گریز از مرکز

در این نوع پمپ‌ها چرخش پروانه داخل پوسته موجب گردش مایع می‌شود. در نتیجه این عمل، مایع تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز واقع شده و از مجرای خروجی خارج می‌گردد. دامنه کاربرد پمپ‌های گریز از مرکز بسیار وسیع بوده و کاربردهای مختلفی از جمله پمپ‌های جریان‌ی (سیرکولاسیون) برای به جریان انداختن آب گرم و سرد در سیستم‌های گرمایش و سرمایش، پمپ‌های شناور برای استفاده در چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، پمپ‌های لجن کش برای استفاده در سیستم‌های فاضلاب و... است. این پمپ‌ها در اندازه و انواع مختلف به بازار عرضه می‌گردند.



شکل ۱۰- مسیر جریان مایع در پمپ گریز از مرکز



الف) زمینی: دارای شاسی فلزی ویژه‌ای هستند که بر روی فنداسیون بتونی قرار می‌گیرد. برای تأمین ظرفیت‌های بالا



ب) پمپ خطی (هوایی) - در ظرفیت‌های کم و برای تأمین فشارهای پایین به صورت افقی یا عمودی بدون نیاز به شاسی و فنداسیون

شکل ۱۱- انواع پمپ گریز از مرکز از نظر محل نصب الف) خطی (شامل با کوپلینگ و بدون کوپلینگ) ب) زمینی

### جنس پروانه:

جنس پروانه به نوع کاربرد پمپ و مایع پمپ شونده بستگی دارد. بنابراین می‌تواند از نوع چدن، برنز، استیل و پلاستیکی باشد.

### مشاهده فیلم - فرایند پروانه پمپ

فیلم شماره ۷ را مشاهده و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱ با توجه به کاربرد پمپ، جنس پروانه از چه مصالحی ساخته می‌شود؟
- ۲ با توجه به دمای مایع، جنس مناسب برای سیرکوله آب گرم چیست؟

بحث کلاسی



- ۳ برای آب مصرفی، جنس مناسب برای پروانه و پوسته از نظر بهداشتی کدام است؟
- ۴ جنس معمول پروانه پمپ‌های گریزازمرکز زمینی، از چیست؟
- ۵ جنس معمول پروانه پمپ‌های خطی، از چیست؟
- ۶ علت ایجاد شتاب با وجود سرعت ثابت در مسیر دایره‌ای چیست؟
- ۷ شتاب مرکز گرانش از چه نیرویی است و باعث می‌شود جسم در چه مسیری حرکت کند؟
- ۸ پس از پاره شدن طناب، جسم در چه مسیری به حرکت خود ادامه می‌دهد و نمونه متداول این عکس‌العمل را بیان نمایید.
- ۹ علت مکش مایع به چشمه پمپ را بیان نمایید.
- ۱۰ مسیر حرکت مایع را در پمپ گریزازمرکز دنبال و بررسی نمایید.
- ۱۱ با افزایش سطح مقطع سرعت و فشار چه تغییری می‌کند و چه رابطه‌ای با هم دارند.

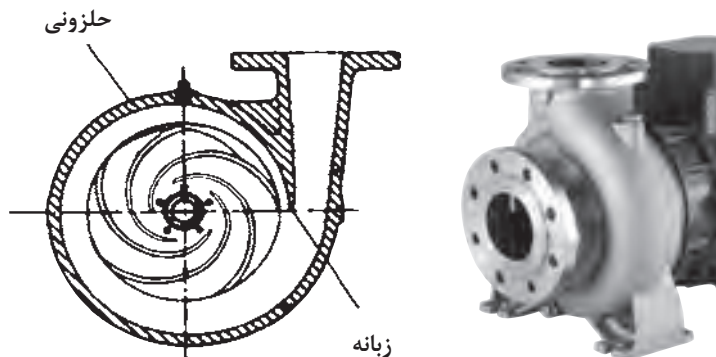
با توجه به شکل در مورد تغییر سرعت و فشار در طول مسیر، جریان مایع در پمپ گریزازمرکز و پوسته حلزونی بررسی و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



**مشاهده فیلم - فیلم شماره ۸ پوسته پمپ گریزازمرکز**  
 به منظور جمع‌آوری مایع در خروج از چرخ (Impeller) و یا کاهش‌دهنده (Diffuser)، از حلزونی (Volute) که در ضمن پوسته پمپ را تشکیل می‌دهد، استفاده می‌شود.

بحث کلاسی



شکل ۱۲- پوسته حلزونی پمپ گریزازمرکز

نقطه شروع حلزونی در زبان (Tongue) پمپ است که به عنوان نقطه شروع تعامل شدید بین پروانه و حلزونی، تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر روی جریان درون یک پمپ گریزازمرکز دارد.

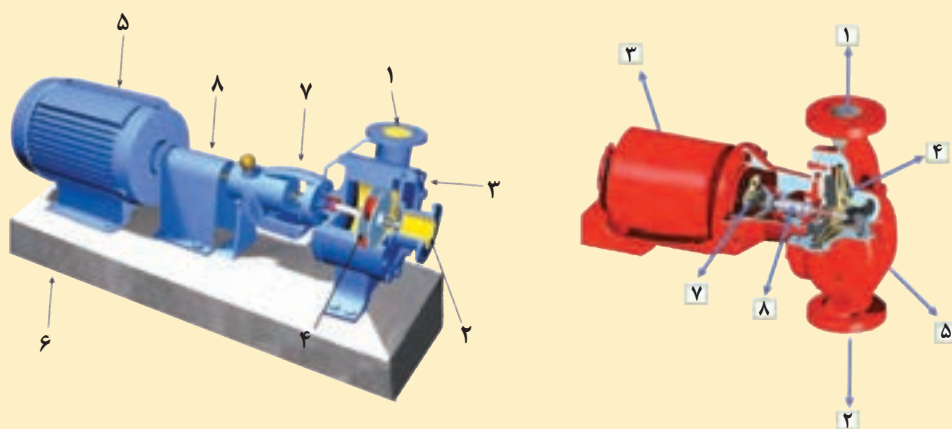
نکته





با توجه به شکل پمپ گریزازمرکز زمینی و خطی، مسیر ورود و خروج مایع را مشخص و اجزای شماره گذاری شده را نام ببرید.

شماره	نام قطعه	عملکرد
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷	کوپلینگ	انتقال قدرت
۸	شفت و محافظ شفت	انتقال قدرت و محافظت از تماس جسم خارجی



اجزای الکترو پمپ زمینی - اجزای الکترو پمپ خطی

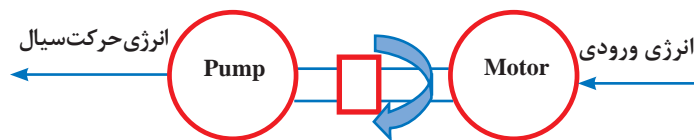
## ساختار انتقال قدرت

مکانیزم انتقال قدرت در پمپ‌ها متنوع است. وظیفه انتقال قدرت تبدیل انرژی ورودی به انرژی حرکتی مایع است این انرژی ورودی می‌تواند به صورت انرژی الکتریکی یا شیمیایی ناشی از سوخت فسیلی باشد. برای ارزیابی این سیستم، از راندمان کل پمپ استفاده می‌شود، که بیانگر مقدار اتلاف انرژی در پمپ که صرف تلفات محرک و متحرک و وسیله انتقال قدرت می‌شود. هر چقدر راندمان بالاتر باشد، اتلاف انرژی کمتری صورت گرفته است.

راندمان کل پمپ نسبت توان مفید (خروجی) (انرژی تحویل داده شده به مایع) به توان مصرفی (ورودی) پمپ است که از رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\eta = P_{\text{مصرفی}} / P_{\text{مفید}}$$

بازده همواره عددی بین صفر و یک است و بازده درصدی پمپ از ضرب این عدد در ۱۰۰ به دست می‌آید.



شکل ۱۳- شماتیک عملکرد سیستم انتقال قدرت



شکل ۱۴- الکتروموتور نیروی محرکه

راندمان واقعی الکتروپمپ‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است. که این مقدار در حالت بهترین نقطه راندمان پمپ اتفاق خواهد افتاد و با کاهش یا افزایش دبی و یا هد از نقطه بهترین راندمان و یا تغییر در قطر پروانه (به ویژه کاهش قطر) و یا افزایش دور موتور، این مقدار کمتر خواهد شد.

نکته



در مورد اجزای داخلی (یاتاقان، شفت و آب‌بندی‌ها) پمپ گریز از مرکز فیلم و انیمیشن و تصویر تهیه و به کلاس ارائه دهید.

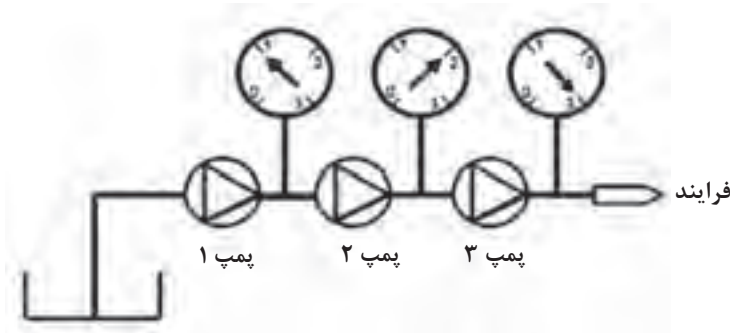
پژوهش



## روش‌های اتصال پمپ‌ها

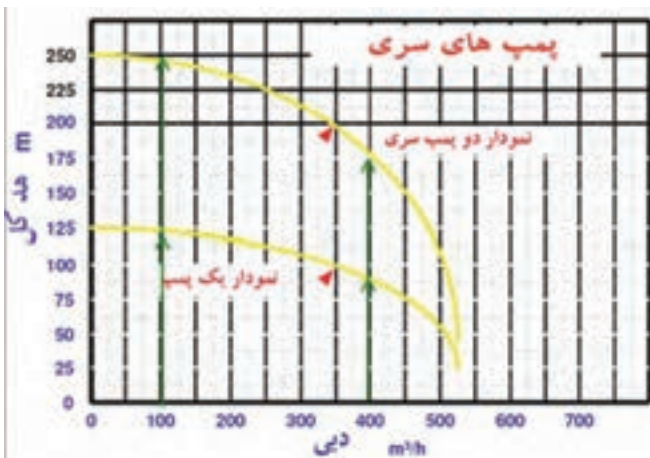
### مشاهده فیلم - فیلم شماره ۱۶- ترکیب پمپ‌ها

پمپ‌ها به دو روش سری یا موازی با توجه به مقدار دبی و هد مورد نیاز بسته می‌شوند. **اتصال سری پمپ‌ها (Serial Connection):** در برخی از موارد که دبی یک پمپ برای طرح کفایت می‌کند اما ارتفاع مورد نیاز بیشتر از فشار ایجاد شده توسط یک پمپ باشد (تأمین فشار آب‌رسانی ساختمان‌های بلند مرتبه) از سری کردن چند پمپ معمولاً مشابه استفاده می‌گردد.

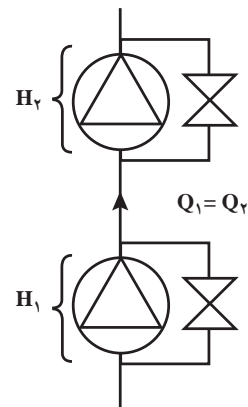


شکل ۱۵- شماتیک چند پمپ سری و افزایش فشار در هر مرحله

**نکته:** با سری کردن دو پمپ مشابه، مطابق شکل ۱۶ مقدار دبی ثابت می‌ماند ولی هد کمتر از دو برابر افزایش می‌یابد.



(ب)



(الف)

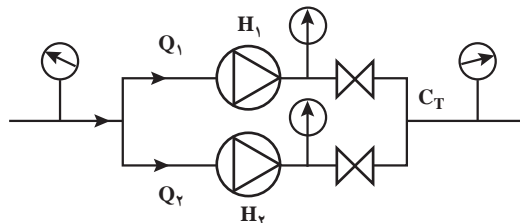
شکل ۱۶- دو پمپ سری مشابه (الف) شماتیک (ب) منحنی عملکرد

با توجه به اینکه سری‌سازی و هم‌راستایی این دو پمپ با هم بسیار مشکل است، تقریباً این کار به جز بر روی یک محور مشترک امکان‌پذیر نیست. برای این منظور از پمپ‌های چند طبقه بر روی یک شفت مشترک استفاده می‌شود.

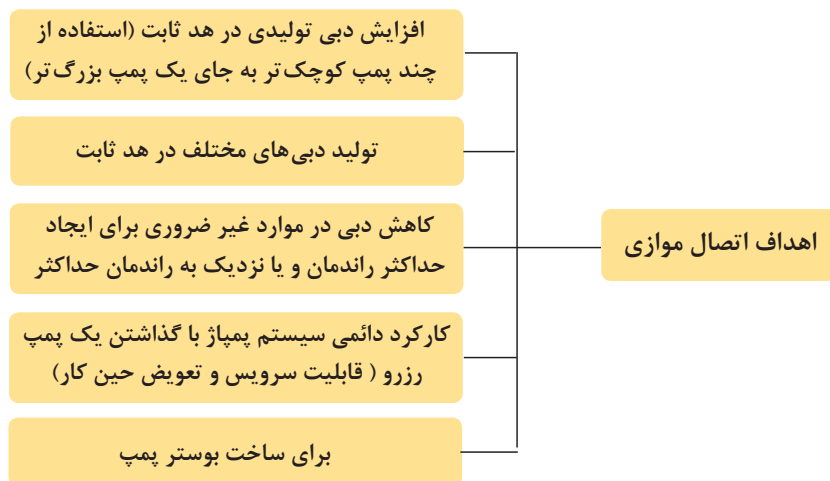
نکته



## اتصال موازی پمپ‌ها (Parallel Connection):



شکل ۱۷- شماتیک دو پمپ موازی



شکل ۱۸- بوستر پمپ به همراه شاسی فلزی، تابلو

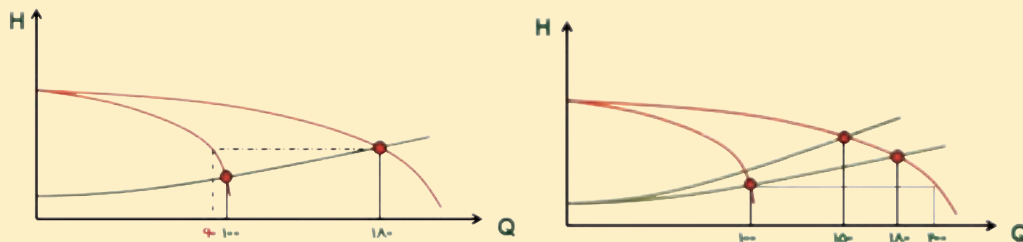
برق و مخزن تحت فشار

بوستر (تقویت کننده) پمپ به سیستمی اتلاق می‌گردد که در آن دو یا چند پمپ به صورت موازی به یکدیگر متصل شده باشند تا ضمن ثابت نگه داشتن فشار لازم برای تأمین شبکه مصرف دبی مورد نیاز را با کمترین انرژی و بالاترین راندمان تأمین نمایند.

در این سیستم یک دستگاه پمپ که جوکی (Jockey) نامیده می‌شود حداقل فشار سیستم مذکور را در دور ثابت تأمین می‌نماید.



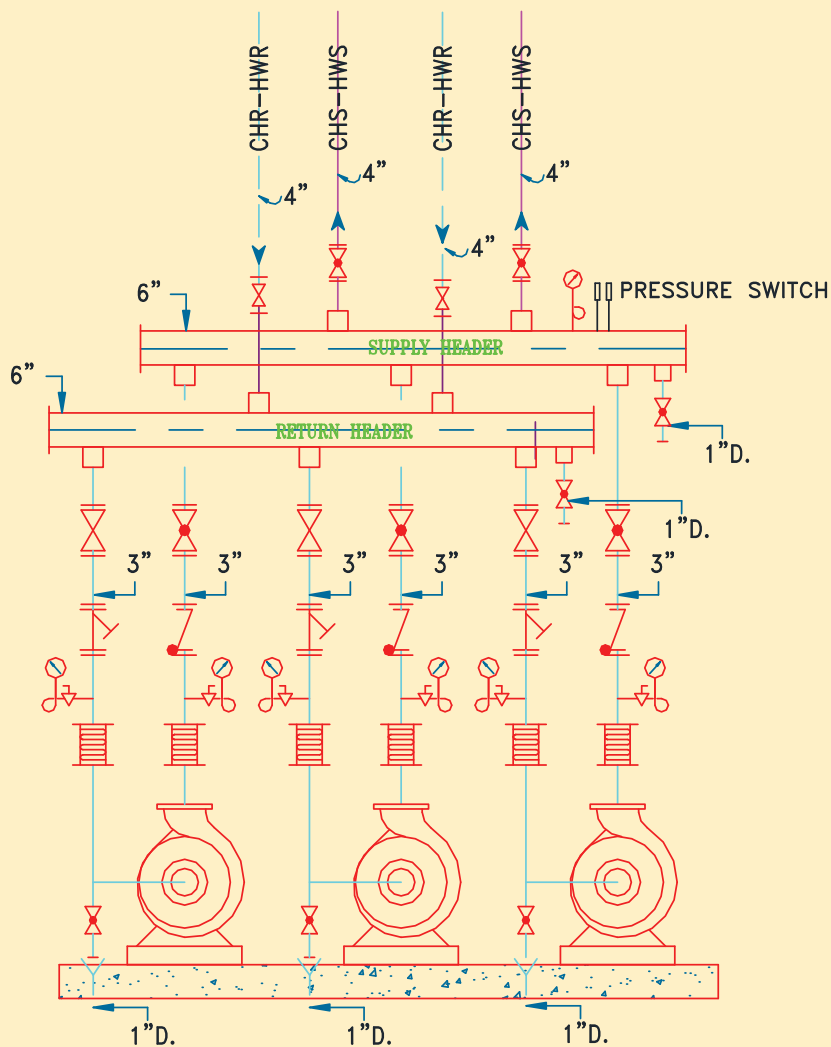
با توجه به فیلم ۱۶- ترکیب پمپ‌ها در حالت موازی راجع به شکل زیر بحث و گفت‌وگو نمایید



ب) دبی هر یک از پمپ‌های موازی در فشار ثابت، به تنهایی کاهش می‌یابد.

الف) دبی دو پمپ موازی در فشار مشخص از دو برابر دبی یک پمپ کمتر است.

منحنی عملکرد سیستم دو پمپ موازی (الف) شماتیک (ب) منحنی عملکرد



گردش آب فن کویل‌ها

سه پمپ موازی به همراه کلیه متعلقات مسیر مکش و دهش گردش آب فن کویل



جدول ۱- افت فشارهای معادل در لوله کشی پمپ

	<p>لوله به دلیل زبر بودن دیواره داخلی خود باعث اتلاف انرژی آب می‌شوند. این افت با توجه به مقدار دبی آب عبوری، قطر و جنس لوله محاسبه می‌شود.</p>	<p>افت هد ناشی از اصطکاک جداره لوله</p>
	<p>زانویی‌ها افت فشاری برابر ۵ متر معادل طول لوله ایجاد می‌کنند.</p>	<p>افت هد ناشی از اتصالات</p>
	<p>شیر تنظیم جریان افت فشاری برابر با ۱۵ متر و شیرهای یک‌طرفه افت فشاری برابر با ۵ متر از طول معادل لوله ایجاد می‌کنند.</p>	<p>افت هد ناشی از شیرآلات</p>

## اصول نصب پمپ (Installation)

مشاهده فیلم - فیلم شماره ۱۷- اصول نصب پمپ





**روش های استقرار پمپ زمینی فونداسیون**

فونداسیون از بتن آرمه مسلح با دوغاب ریزی صحیح بدون شکستگی و ترک



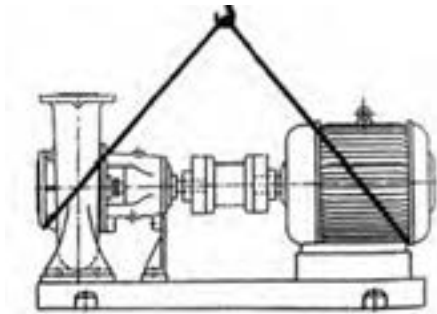
شاسی فلزی (از جنس چدن خاکستری ریختگی شده و یا با پروفیل های فولادی نظیر ناودانی، نبشی، تیر آهن و یا صفحات خم کاری شده)



	<p>با توجه به ابعاد پمپ و نقشه پلان استقرار فاصله‌گذاری شده و رعایت فواصل مجاز از دیوار جانبی - پشتی - تجهیزات مجاور (ابعاد فنداسیون طول شاسی فلزی به علاوه ۱۵ سانتی‌متر)</p>	<p>بسترسازی و اندازه‌گذاری</p>	<p>۱</p>
	<p>استحکام بتن، تقریباً ۳ تا ۵ برابر وزن موتور و پمپ و شاسی آهنی (لبه‌های پایه بتنی با نبشی مناسب نبشی کشی شود) - در صورت نیاز ناودانی‌گذاری زیر پایه‌های الکتروپمپ و اجرای لرزه‌گیرهای مناسب برای جذب لرزش الکتروپمپ</p>	<p>مسلح‌سازی پایه بتنی قالب‌بندی و آماده‌سازی برای بتن‌ریزی</p>	<p>۲</p>
	<p>کاملاً صاف بدون شکستگی و ترک خوردگی و چک کردن تراز بودن سطح و پاشش اپوکسی گروت روی سطح برای نفوذناپذیری و نماندن آب روی سطح</p>	<p>صاف و تراز بودن و جذب ارتعاشات پمپ</p>	<p>۳</p>
	<p>اجرای انکر بولت یا رول بولت بر روی پایه بتنی و اتصال شاسی پمپ توسط پیچ مهره‌های قابل انبساط به پایه برای جلوگیری از حرکت در هیچ جهتی در صورت اجرای ناودانی، محکم کردن شاسی فلزی روی ناودانی‌ها. (به‌منظور جلوگیری از لرزش پمپ، استفاده ارتعاش‌گیر مربوط به زیر شاسی پمپ (منجید) در اندازه‌های مناسب در زیر شاسی پمپ) برای اتصال کامل فنداسیون و شاسی فلزی و انتقال نیروهای پمپ به فنداسیون استفاده از گروت‌ریزی یا اپوکسی گروت</p>	<p>آماده‌سازی برای نصب شاسی فلزی (Base Plate)</p>	<p>۴</p>

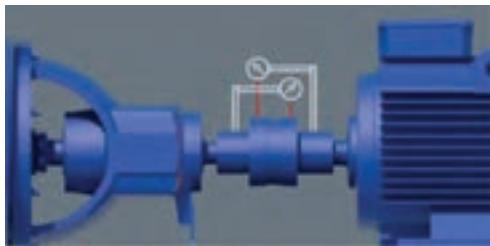
### حمل و نقل پمپ

مجموعه پمپ و الکتروموتور معمولاً سنگین هستند. عدم توجه به روش‌های صحیح جابه‌جایی پمپ ممکن است موجب خسارت به پمپ و یا برهم خوردن هم‌محوری شود.



شکل ۱۹- طریقه صحیح حمل الکتروپمپ

**نکته:** در هنگام حمل، چنانچه شاسی پمپ حلقه مخصوص حمل و نقل نداشت، طناب را مطابق شکل ۱۹ پمپ و موتور قرار دهید و با جرثقیل، جابه‌جا نمایید.

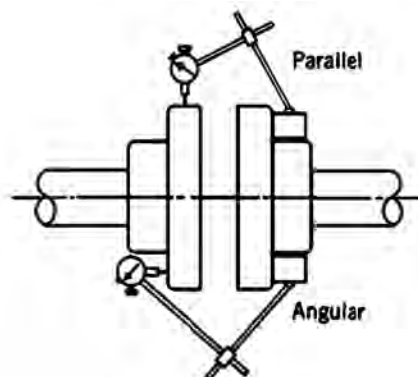


شکل ۲۲- طریقه صحیح هم‌محوری الکتروپمپ

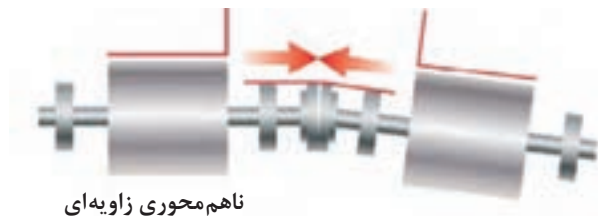
### هم‌راستاسازی (هم‌محوری) (Alignment) پمپ و موتور:

مشاهده فیلم - انیمیشن شماره ۱۸ و ۱۹- هم‌راستاسازی الکتروپمپ‌ها

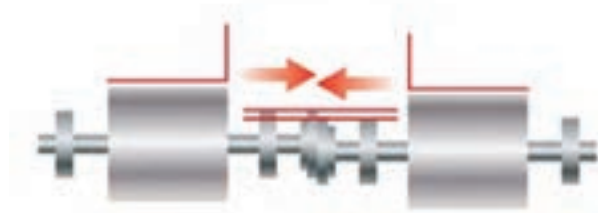
هم‌محوری در سیستم‌های دوار (محرک و متحرک)، به معنی در یک راستا قرار دادن تقارن چرخشی یک ماشین در مقابل ماشین دیگر است که با آن کوپل شده است به نحوی که محورهای چرخش (محور تقارن) دو ماشین بر روی یک خط قرار گیرند.



شکل - ۲۱

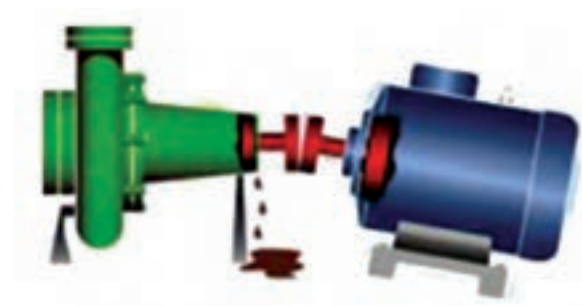


ناهم محوری زاویه‌ای



ناهم محوری موازی

شکل ۲۲- انواع ناهم محوری



شکل ۲۳ -

جدول - شرح روش‌های هم محور سازی - الف) تیغ اره ای ب) فیلر گیج ج) ساعت اندازه‌گیری د) لیزری

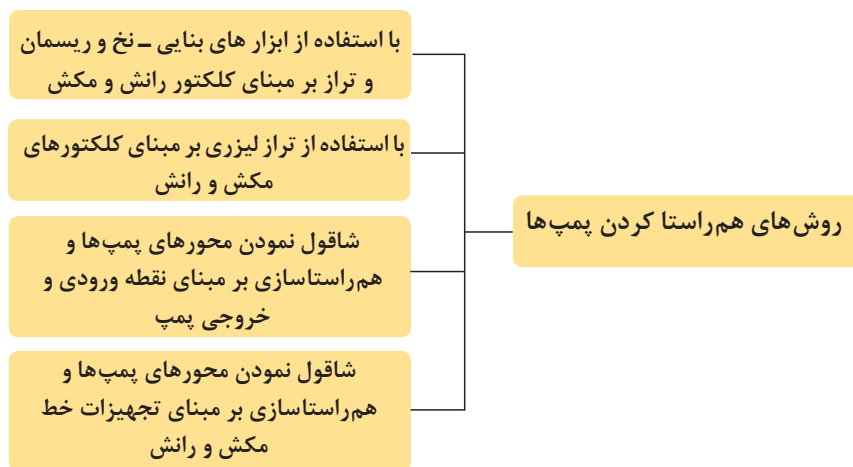
روش	شرح روش	روش
	<p>برای دستگاه‌های کوچک غیر حساس با قطر کوپلینگ کاملاً مساوی و با ضخامت کافی برای بررسی صاف و با محور موازی بودن بدون خارج از مرکزی</p>	<p>۱- روش تیغ اره‌ای</p>
	<p>با استفاده از بلوک‌های کاملاً موازی و فیلرزدن فاصله بین بلوک و کوپلینگ اندازه‌گیری و سپس با اعمال تغییرات یکنواخت‌سازی فاصله دو کوپلینگ در زوایای مختلف</p>	<p>۲- روش فیلر گیج</p>
	<p>یک ساعت اندازه‌گیری روی موتور و یک ساعت اندازه‌گیری دیگر روی شافت نصب می‌شوند. با گردش شفت‌ها و خواندن لنگی بین دو قطعه، میزان ناهم‌راستایی مشخص می‌شود. با قرار دادن یک سری ورقه نازک فلزی به نام شیم زیر پایه موتور، سعی می‌شود تا لنگی رویت شده به حد مجاز رسانده شود. این روش هر چند کم هزینه است اما بسیار زمان‌بر خواهد بود.</p>	<p>۳- روش ساعت اندازه‌گیری:</p>
	<p>در تنظیم لیزری از روش فرستنده و گیرنده استفاده می‌شود. یک دیود لیزری و یک سنسور وضعیت روی یک براکت قرار می‌گیرد که خود این براکت روی یکی از شافت‌ها نصب شده است. از براکت اول پرتوهایی به براکت دوم که روی شفت دیگر نصب شده است فرستاده می‌شود. با رسیدن پرتو اولیه به براکت دوم، یک پرتو بازگشتی به براکت اول فرستاده خواهد شد. با چرخاندن یکی از شفت‌ها مقادیر متفاوتی از لنگی بین دو شافت ثبت شده و به کامپیوتر کوچکی فرستاده می‌شود. بدین ترتیب اپراتور می‌تواند مقدار شیم مورد نیاز برای قرارگیری زیر پایه‌ها را محاسبه نماید. مزیت اصلی این روش، سرعت عمل بسیار بالای آن است.</p>	<p>۴- روش لیزری</p>



### همراستاسازی پمپ‌های موازی:

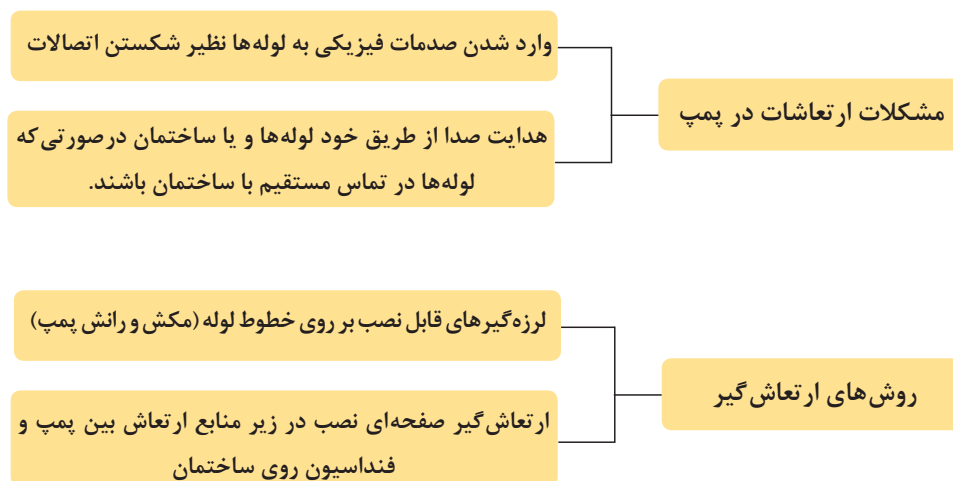
پیش از نصب کامل پمپ‌های موازی بایستی تمام پمپ‌ها در یک راستا قرار گیرند. این عمل با توجه به ابعاد پمپ‌ها، فضای در دسترس تعمیرات، فضای عبور کابل قدرت و سیم‌های فرمان و نیز همراستا نمودن کلکتورهای مکش و رانش انجام می‌پذیرد که باعث کاهش افت فشار و یکنواختی افت فشار در ورودی و خروجی پمپ و نیز زیبایی چشمی خواهد شد.

شکل ۲۴- همراستا کردن پمپ‌های موازی



### ارتعاش در لوله‌کشی و نصب تجهیزات

ارتعاشات از یک منبعی نظیر پمپ و یا کمپرسور سرچشمه می‌گیرد و اثرات نامطلوبی در سیستم خواهد داشت.



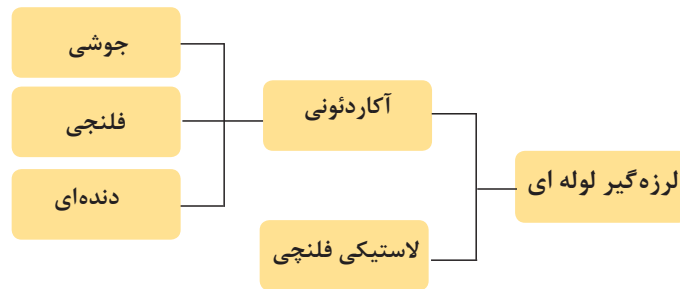


اینچ آکاردئوننی دنده‌ای  $2\frac{1}{4}$



اینچ آکاردئوننی جوشی  $2\frac{1}{4}$

### انواع ارتعاش گیرها

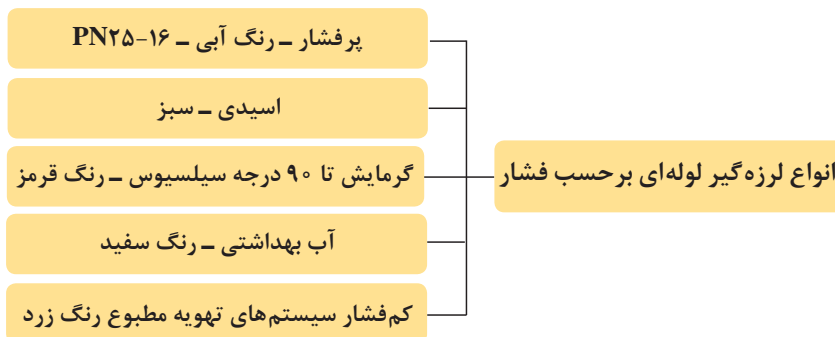


اینچ آکاردئوننی فلنجی



لاستیکی فلنجی

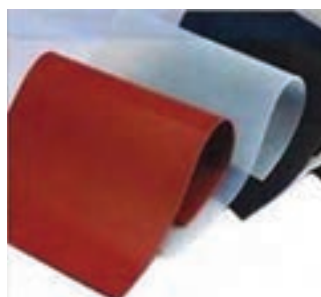
شکل ۲۵- لرزه گیر لوله‌ای - آکاردئوننی - لاستیکی فلنجی





ارتعاش گیرهای لاستیکی صفحه‌ای (Reinforced Rubber Sheet Style): از جنس پلی اتیلن با چگالی بالا، نئوپرن و ... ساخته می‌شود، با نصب آنها در زیر شاسی پمپ‌ها، می‌توان انتقال ارتعاشات ناشی از پمپ‌ها را از طریق فنداسیون به ساختمان به حداقل رساند.

**نکته:** این لرزه‌گیرها معمولاً مقاوم در برابر مواد شیمیایی، روغن و گریس، اسیدها، بازها و... و نیز تخریب فیزیکی مانند کشش، سایش، فشار، ضربه، حرارت، الکتریسیته، هستند و در ضخامت‌های مختلف و به شکل نوارهای طولی و پیوسته و جنس‌های مخصوص در صنعت ساخته می‌شوند.



ب



الف



د



ج

شکل ۲۶- ارتعاش گیر لاستیکی صفحه‌ای (الف) نئوپرن سفید (ب) سیلیکونی (ج) EPDM (د) نئوپرن

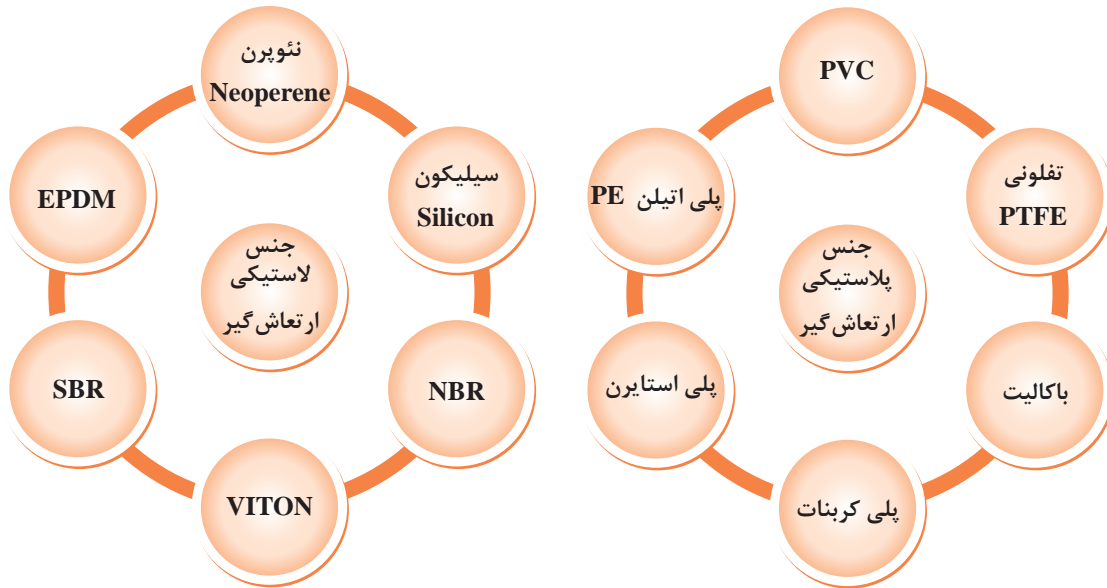
**نکته:** در لرزش‌های با حرکت طولی و یا عرض بالا از نوعی ارتعاش گیر کتان نخ‌دار (منجیددار) (به دلیل وجود نخ کتان به صورت تار و پود بافته شده در هم، برای افزایش مقاومت کششی) با ضخامت ۲ تا ۱۰ میلی‌متر و مقاومت کششی ۳/۵ مگاپاسکال مشابه تسمه نقاله یا لاستیک خودرو، استفاده می‌شود.



شکل ۲۷- لاستیک کتان منجید دار



راجع به انواع لرزه‌گیرهای موجود در بازار تحقیق و مقدار مقاومت کششی و فشاری هر کدام و نیز سایر کاربردهای آن در صنعت تأسیسات تحقیق و بررسی و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.



## ضربه گیر

در مواقعی که منبع تولید لرزه به صورت ضربه‌ای باشد از انواع ضربه‌گیرهای یک سر و دو سرپیچ استفاده می‌شود مانند ضربه‌گیرهای آسانسورها، دستگاه‌های هواساز، فن‌ها، فن‌کویل‌ها، پمپ‌ها و... این وسیله باعث می‌شود سازه ساختمان از بارهای ضربه‌ای ایزوله شود و به اصطلاح تجهیزات سوار بر سازه نباشد.



شکل ۲۸- ضربه‌گیرهای قابل نصب زیر منابع ارتعاش



ابعاد فنداسیون پمپ، و سایر موارد فنی را در کارگاه خود بررسی و نتایج آن را در جدول زیر ثبت کنید.

	ارتفاع فنداسیون H
	ابعاد فنداسیون W×L
	فاصله لبه فنداسیون تا دیوار پشتی
	فاصله لبه فنداسیون تا دیوارهای جانبی
	فاصله انتهایی شاسی فلزی پمپ تا لبه فنداسیون
	از چه مصالحی در محل قرارگیری پمپ استفاده شده است
	فاصله لبه فنداسیون پمپ تا تجهیزات جانبی
	وجود نبشی لبه فنداسیون
	وجود انکر یا رول بولت روی فنداسیون
	وجود کف شوی یا کانال آبرو یا گاتر (Gutter) مخصوص جمع‌آوری آب سطحی موتورخانه نزدیک فنداسیون پمپ
	سطح فنداسیون صاف و تراز و بدون ترک خوردگی
	سطح دارای گروت یا اپوکسی گروت یا مواد نفوذناپذیر

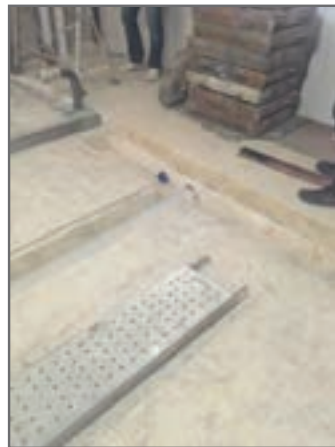
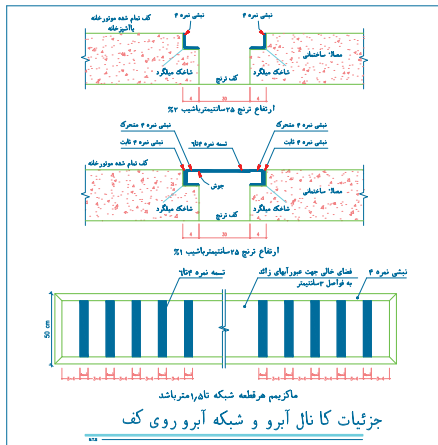
در مورد ضوابط و مقررات نصب پمپ زمینی و تجهیزات آن در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان و نشریه ۱۲۸ و کاپیتولاین‌های ترسیمات تحقیق و در کلاس ارائه نمایید.



**نکته:** تعدادی از وسایل جابه‌جایی تجهیزات مانند پمپ‌ها، جرثقیل کارگاهی، تی فور، دروازه‌ای در زیر نمایش داده شده است.



شکل ۲۹- وسایل حمل کارگاهی تجهیزات تأسیساتی



شکل ۳۰- نمونه کانال آبروی موتورخانه - گاتر

باتوجه به ابعاد فنداسیون الکتروپمپ زمینی موجود در کارگاه خود پلان استقرار و ابعاد و فواصل فنداسیون آن را به کمک اتوکد با مقیاس ۱:۱۰۰ ترسیم و پس از پیرنت گرفتن به هنرآموز خود ارائه نمایید.

کار کارگاهی



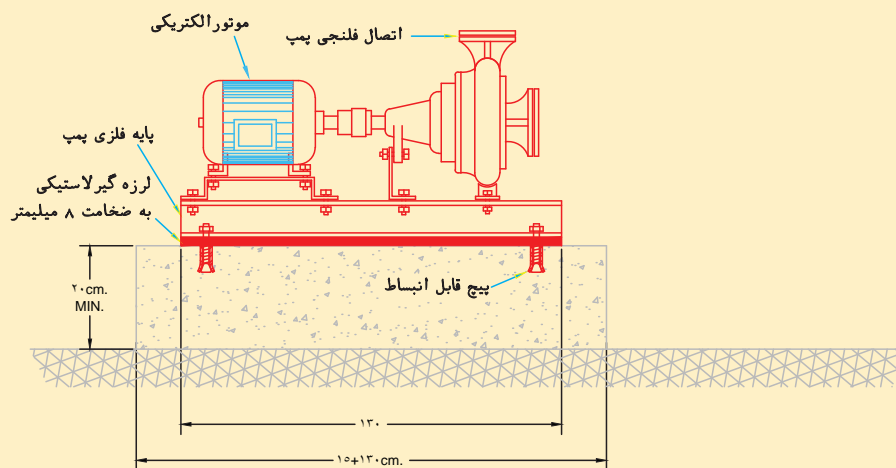
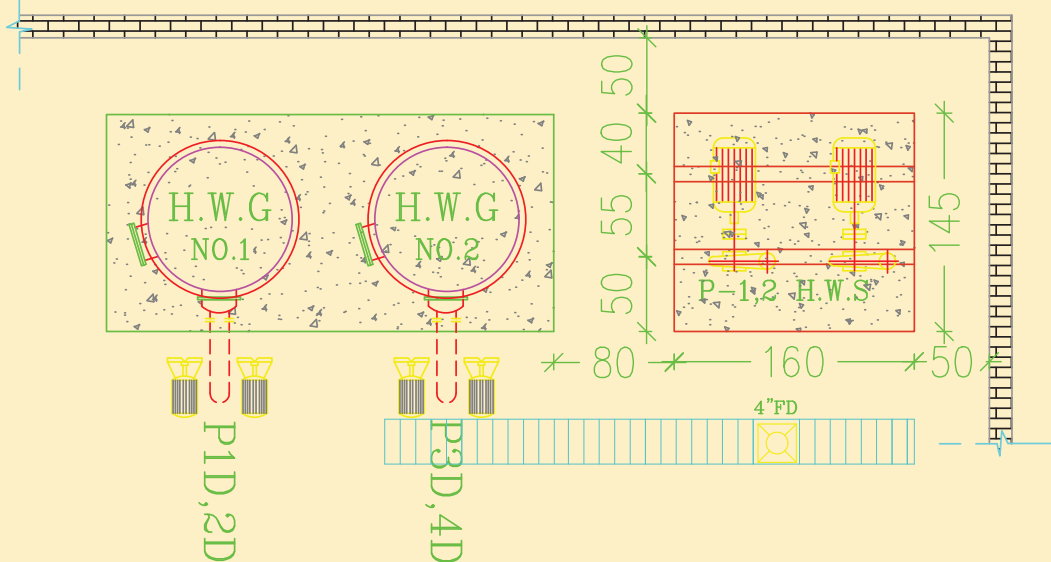


### استقرار الکتروپمپ روی فنداسیون (پایه بتنی)

به کمک هم‌گروهی‌های خود (گروه ۴ نفره) پمپ‌ها را برابر نقشه کار بر روی فنداسیون آماده و مستقر نمایید.

#### جدول تجهیزات و مواد مصرفی

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار/تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
یک عدد	دستگاه الکتروپمپ زمینی بامشخصات هد ۱۳m - دبی ۲۲GPM - قدرت ۱HP - و قطر لوله خروجی ۱۱/۴" مدل ۳۲-۲۰۰ مطابق مشخصات ارائه شده در جدول کار کارگاهی	۱ عدد برای هر ۴ نفر	نقشه استقرار و فاصله گذاری
یک عدد	متر ۳ متری	۱ عدد برای هر ۴ نفر	دستورالعمل نصب سازنده
یک عدد	فنداسیون بتنی آماده	۱ عدد برای هر ۵ نفر	گچ اندازه‌زنی
یک عدد	تراز ۳۰ سانتی متری	به تعداد هنرجو	لباس و دستکش و کفش کار
یک عدد	دریل گیربکسی سه کاره سه تنی با حالت چکش‌دار به همراه مت ۸-۱۰ سرالماسه و فولادی HSS ۴ شیار متناسب با سر دریل	۴ عدد برای هر الکتروپمپ	رول بولت نمره ۸ - ۱۰ cm
۱ دستگاه	جرثقیل کارگاهی به همراه زنجیر با تحمل بار ۳ تن متناسب با وزن الکتروپمپ و پیچ و قفل زنجیر - آچار قفل زنجیر	۱۴cm×۱۰۰cm به ازای هر پمپ	ارتعاش گیر به ضخامت ۸mm
۱ دست	آچار رینگی و تخت یگ سری	۵/۰ کیلو برای هر الکتروپمپ	اپوکسی گروت
یک عدد	چکش فلزی ۳ کیلوگرمی	۴ عدد برای هر الکتروپمپ	مهرو و واشر قابل انبساط ۸mm
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۶ اینچ		
۱ عدد	تیغ اره‌ای یا فیلر گیج برای هم‌راستاسازی پمپ		



جزئیات نصب الکتروپمپ زمینی بر روی فنداسیون الف) پلان نمای از بالا ب) نمای جانبی

### مراحل انجام کار:

- ۱ وسایل و ابزار کار را از انبار توسط سرگروه تحویل بگیرید.
- ۲ به لباس کار و وسایل ایمنی مجهز شوید.
- ۳ محل استقرار الکترو پمپ و فواصل مجاز اطراف و مسائل فنی آن را طبق جدول چک لیست فعالیت کارگاهی، بررسی نمایید. (دستگاه باید روی فنداسیون مسطح و مقاوم برای تحمل وزن در حال کار دستگاه و توزیع این وزن روی فنداسیون سوار شود، در ضمن فنداسیون زیر دستگاه بایستی از جنس نسوز باشد و فضای ایمنی بالای آن مطابق مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان باشد)
- ۴ نصب پمپ بایستی طبق دستورالعمل‌های سازنده صورت گیرد.
- ۵ با اندازه زنی دقیق با توجه به نقشه کار و شاسی الکتروپمپ، محل رول یا انکر بولت‌ها را علامت گذاری،

و به کمک دریل و مته مناسب فنداسیون را سوراخ کاری و اقدام به کاشت رول بولت نمایید.  
۶ زنجیر را طبق دستورالعمل سازنده به حلقه‌های حمل یا مطابق روش حمل بیان شده ببندید.  
۷ با اطمینان از صحت نصب زنجیر، دستگاه را بالا کشیده شده و بعد به سمت محل استقرار حرکت داده شود.

۸ بعد از قرار گرفتن در محل نصب و تنظیم شاسی آن به آرامی پایین آورده شود.  
۹ به منظور جلوگیری از ارتعاش پمپ، ارتعاش گیر صفحه‌ای مربوط به زیر شاسی پمپ را در اندازه لازم بریده و در زیر شاسی پمپ قرار دهید. (در بعضی از حالات روی شاسی و زیر پمپ قرار می‌گیرد)  
۱۰ بعد از استقرار، توسط تراز مجموعه الکتروپمپ را تراز نمایید.  
۱۱ با استفاده از روش تیغ اره‌ای، برای دستگاه‌های کوچک غیر حساس با قطر کویلینگ کاملاً مساوی عمل هم‌محوری پمپ مطابق توضیحات ارائه شده انجام دهید. (در صورت مجهز بودن از سایر روش‌های هم‌محورسازی مطابق توضیحات ارائه شده، عمل گردد)

۱۲ پس از هم‌محورسازی و تراز کردن، در صورت نیاز با شیم‌گیری زیر شاسی فلزی، الکتروموتور را تراز و سپس توسط پیچ مهره‌های قابل انبساط، شاسی پمپ را به فنداسیون با آچار مناسب محکم متصل نمایید.

۱۳ با استفاده از اپوکسی مناسب سطح فنداسیون و شاسی فلزی را مطابق توضیحات ارائه شده پر نمایید.

۱۴ پس از نصب هر دو پمپ از تراز بودن و هم‌راستایی پمپ‌ها نسبت به هم، به کمک فلنج رانش اطمینان حاصل گردد.

۱۵ بعد از اجرای کار، وسایل و ابزار کار را با دستمال تمیز و محیط کار را تمیز نموده و پس از جمع‌آوری توسط سرگروه تحویل انبار گردد.

از آلودگی‌های صوتی حتی‌المقدور پیش‌گیری شود.

نکات  
زیست محیطی



مسیر حرکت دیگ بررسی و موانع آن برداشته شود.  
قبل از انجام کار با جرثقیل حتماً از صحت و سالم بودن زنجیر مطمئن شوید.  
ابزار کار خود را در محیط کارگاه رها نکنید.

نکات ایمنی



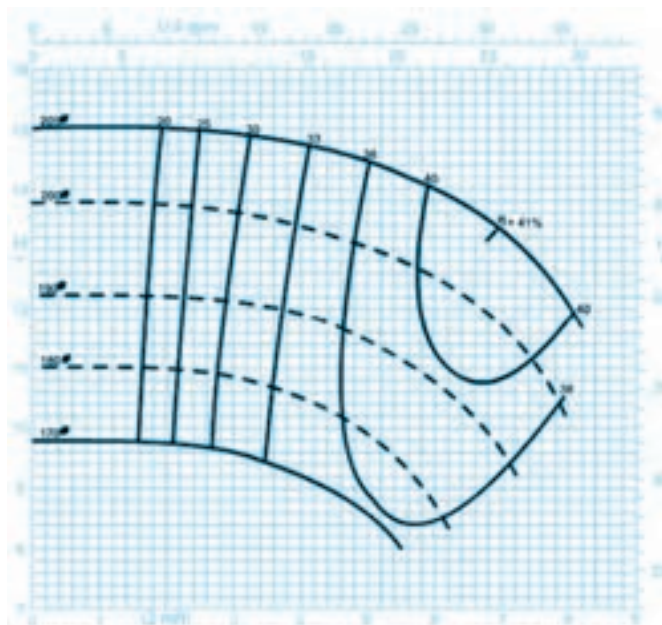
نکته فنی در انتخاب پمپ: تا حد امکان از انتخاب و استفاده از پمپ‌های با پروانه تراش خورده استفاده ننمایید.

نکته

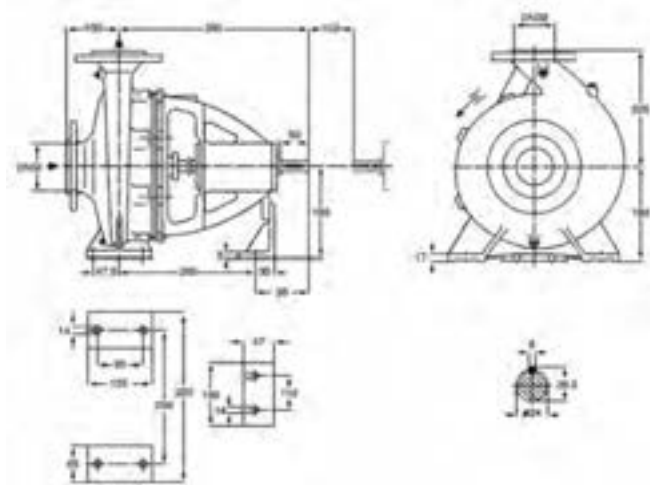








دور RPM 1450	آبدهی (مترمکعب بر ساعت) Capacity (m <sup>3</sup> /h)					قطر پروانه Imp Dia. (mm)	فلنج پمپ Pump Flange (mm)		مشخصات موتور Motor Characteristics			قطر لوله Pipe Dia . (inch)	
							مکش Inlet	رانش Outlet	قدرت / Power		جریان I /		مکش Inlet
	4	5	6	7	8		kW کیلووات	HP اسب بخار	Amp آمپر				
ارتفاع (متر) Head (m)	14/7	14/4	14	13/2	12	209	50	32	0/75	1	2/2		
	13/4	13/1	12/5	11/8	10/4	200			0/75	1	2/2		
	12	11/6	11	9/8	-	190			0/55	0/75	1/7		
	10/6	10	9	-	-	180			0/55	0/75	1/7		



توان موتور براساس حداکثر آبدهی محاسبه شده است و ممکن است در نقطه کار صفر باشد. اندازه فلنج مکش پمپ الزاماً برابر اندازه لوله مکش نمی‌باشد. قطر لوله مکش طوری در نظر گرفته شود تا سرعت مایع در آن ۱ متر بر ثانیه تجاوز ننماید. قطر لوله رانش طوری انتخاب گردد تا سرعت مایع در آن تا حد ممکن پایین نگه داشته شود تا از افت انرژی جلوگیری به عمل آید. لیکن در این مورد نیز برقراری توازن اقتصادی بین قطر لوله رانش و انرژی پمپ لازم می‌باشد. ارتفاع هندسی مکش پمپ با توجه به نقطه کار پمپ منحنی NPSH فشار اتمسفر محل نصب، مشخصات فیزیکی سیال و افت‌های لوله مکش قابل محاسبه است.

شکل ۳۱- مشخصات فنی الکتروپمپ الف) مشخصات کلی ب) منحنی عملکرد ج) جدول عملکرد د) ابعاد پمپ

## ساختار خط رانش و مکش پمپ

لوله کشی مناسب خطوط مکش و رانش از اصول حائز اهمیت در نصب و راه اندازی پمپ‌های سانتریفیوژ است. به طوری که استفاده از لوله‌های بی کیفیت و یا عدم رعایت نکات فنی مورد نیاز می‌تواند منجر به کارکرد ضعیف پمپ سانتریفیوژ، پایین آمدن راندمان و افزایش ناپایداری پمپ گردد.

## خط رانش (DISCHARGE)

جریان درون پوسته پمپ پس از دریافت انرژی جنبشی از پروانه به سمت خروجی هدایت می‌شود. برای حفظ انرژی که به جریان افزوده شده، بایستی با دقت هدایت و کنترل گردد. برای این منظور تجهیزات و اتصالات مناسب برای خط رانش در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۲ - خط رانش پمپ زمینی

جدول ۲- تجهیزات و اتصالات مناسب خط لوله رانش (به ترتیب از سمت پمپ)

ترتیب	نام اتصال	وظیفه	تصویر
۱	تبدیل هم‌مرکز افزایشده	کاهش سرعت جریان ترک‌کننده از پمپ و کنترل سرعت خروجی در یک مقدار قابل قبول در طراحی (به‌منظور کاهش تلفات اصطکاکی و توان مصرفی) و تبدیل آن به فشار-هد یا انرژی پتانسیل	
۲	ارتعاش‌گیر Flexible Connection	جلوگیری از وارد شدن صدمات فیزیکی ناشی از ارتعاشات پمپ به لوله‌ها نظیر شکستن اتصالات و جلوگیری از هدایت صدا از طریق لوله‌ها و یا ساختمان در صورت تماس لوله با ساختمان	
۳	مانومتر یا فشارسنج به همراه شیر سماوری	به منظور بررسی فشار تولیدی پمپ و پرمودن چک لیست نگهداری توسط نگهدار به همراه شیر سریع بازشو سماوری (در مواقع قرائت باز شود)	
۴	شیر یک‌طرفه یا شیر خودکار Check Valve	به منظور جلوگیری از برگشت آب پرفشار خروجی از پمپ به درون محفظه پمپ، و جلوگیری از ضربه قوچ و پدیده سرج و ایجاد خلأزایی در پمپ و همچنین برای اطمینان از کار کردن پمپ درحالتی که مملو از آب است، این شیر اجازه خروج آب از محفظه پمپ به سمت لوله‌کشی خط مکش را نمی‌دهد.	
۵	شیر فلکه دروازه‌ای - Gate Valve کشویی	به منظور قطع و وصل جریان در زمان سرویس و نگهداری و نیز راه‌اندازی پمپ (لازم به ذکر است در مواقعی که نیاز به تنظیم دبی است از شیر فلکه کف فلزی استفاده می‌شود)	
۶	کلکتور رفت Supply Header	به منظور توزیع یکنواخت و متناسب با مصرف‌کننده‌های مختلف مشاهده‌کننده‌های گرمایی یا سرمایی	



برای تخلیه کلکتور معمولاً از یک شیر تخلیه با اتصال مناسب به کلکتور استفاده می‌شود.



خط تخلیه کلکتور به همراه شیر فلکه کف فلزی



راجع به پدیده ضربه قوچ و آسیب‌ها و روش‌های پیشگیری آن در پمپ‌ها تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

راجع به خلأزایی و ترکیدن حباب (پدیده کاویتاسیون) و آسیب‌ها و روش‌های پیشگیری آن در پمپ‌ها تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.



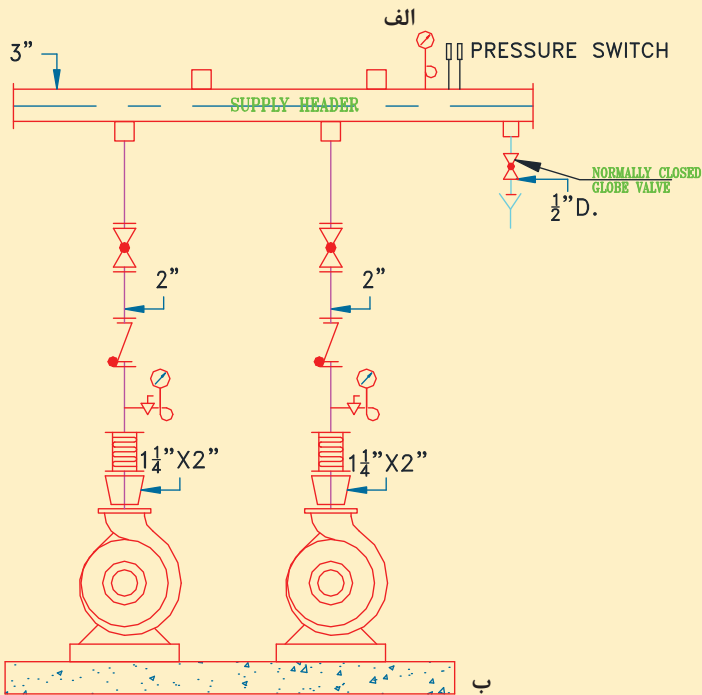
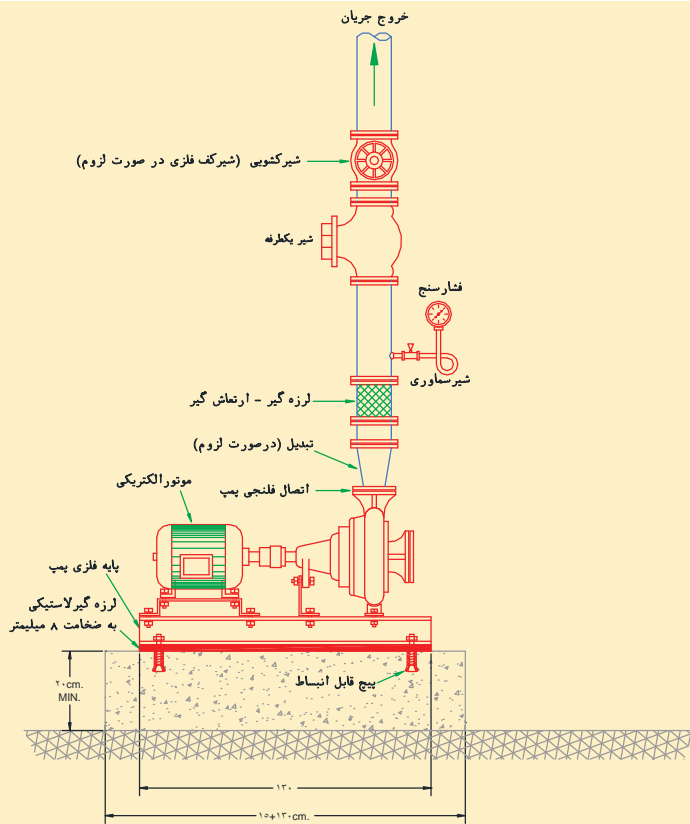
### نصب اجزای خط رانش پمپ

به کمک هم‌گروهی‌های خود (گروه ۴ نفره) خط لوله رانش دستگاه پمپ زمینی را برابر نقشه کار اجرا نمایید.

#### جدول تجهیزات و مواد مصرفی

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار/تعداد	نام وسیله	مقدار/تعداد	نام وسیله
یک عدد	دستگاه الکتروپمپ زمینی مستقرشده بر روی فنداسیون	۱ عدد	نقشه اندازه‌گذاری لوله‌کشی خط رانش
یک عدد	متر ۳ متری	به تعداد هنرجو	لباس و دستکش و کفش کار
۱ عدد	کلکتور رفت آماده ۳ اینچ - به همراه بوشن‌های مربوطه	۱ عدد	گچ اندازه‌زنی
یک عدد	تراز ۳۰ سانتی‌متری	یک قوطی ۲۵۰ گرمی	خمیر
دو عدد	آچار لوله‌گیر دودسته ۲۱/۲"	یک بسته نیم کیلویی	کنف

دست ۱	آچار رینگی و تخت یگ سری	۵ عدد	نوار تفلون
یک عدد	چکش فلزی ۳ کیلوگرمی	۱۵۰ سانتی متر	لوله فلزی درزدار ۲ اینچ
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۶-۲۴ اینچ	۱۵۰ سانتی متر	لوله فلزی درزدار ۱/۲ اینچ
۱ دستگاه	رکتی فایر	۲ عدد	تبدیل "X۲" ۱۱/۴
۱ عدد	حدیده دوپارچه رکس دستی با پارچه‌های "۲" و "۱/۲"	۱۰ عدد	سیم جوش نمره ۲/۵-۱۳-۶۰
۱ عدد	گیره صحرایی	۲ عدد	بوشن جوشی ۱/۲ اینچ
۱ عدد	گیره رومیزی لوله		
۱ دستگاه	حدیده برقی رومیزی		
۲ عدد	شیر فلکه کشویی دنده‌ای برنجی ۲ اینچ		
۲ عدد	شیر یک طرفه دنده‌ای برنجی ۲ اینچ		
۲ عدد	لرزه گیر جوشی فلنجی		
۲ عدد	فشارسنج ۴-۰ بار- اتصال ۱/۲ اینچ شیر سماوری ۱/۲ اینچ		
۲ عدد	لوله زیر شیر سماوری یا لوپ		
۲ عدد	فلنج جوشی ۲ اینچ ۴ سوراخ با پیچ و مهره و واشر کاغذی		
۱ عدد	فلنج جوشی ۱۱/۴ اینچ با پیچ و مهره و واشر کاغذی		
۱ عدد	مغزی ۲ اینچ		
۱ عدد	شیر فلکه ۱/۲ اینچ		



- نمادها
- HWS — لوله رفت آب گرم
  - HWR — لوله برگشت آب گرم
  - شیرفلکه کف فازی
  - شیرفلکه کشویی
  - مهره ماسوره
  - فلنج
  - فشارسنج با شیرسماوری
  - کلکتور
  - سه راهی صافی
  - لرزه گیر-ارتعاش گیر
  - شیر یک طرفه
  - اتصال غیر مستقیم

جزئیات نصب اجزای خط رانش پمپ زمینی به همراه کلکتور رفت الف) شماتیک نصب ب) نقشه لوله و اتصالات خط رانش

## مراحل انجام کار:

- ۱ وسایل و ابزار کار را از انبار توسط سرگروه تحویل بگیرید.
- ۲ به لباس کار و وسایل ایمنی تجهیز شوید.
- ۳ نقشه را بررسی و از محکم نصب بودن پمپ اطمینان حاصل نمایید.
- ۴ تبدیل "X۲" ۱۱/۴ را به فلنج‌های ۲ و ۱۱/۴ اینچ جوش دهید.
- ۵ فلنج‌ها و تبدیل‌های جوشی خط رانش پمپ را مطابق نقشه کار جوش کاری و با پیچ و مهره و واشر کاغذی متصل کنید.
- ۶ قبل از لرزه گیرهای خط رانش پمپ ابتدا به کمک شاقول از هم‌راستا بودن محور نافی پمپ و اتصال روی کلکتور آماده اطمینان حاصل فرمایید و سپس مطابق شکل اتصالات را در محل مربوطه ببندید.
- ۷ روی لوله با اندازه مشخص بریده شده بوشن جوشی ۱/۲ اینچ را برای بستن شیر سماوری و لوپ و فشارسنج جوش دهید.
- ۸ شیر یک‌طرفه را مطابق نقشه با اتصال دنده‌ای در محل‌های خود نصب نمایید.
- ۹ شیر فلکه مسیر رانش را توسط مغزی به شیر یک‌طرفه در خط رانش متصل نمایید.
- ۱۰ به وسیله لوله با اندازه مشخص شده و به کمک خمیر و کنف شیر فلکه کشویی را به کلکتور از قبل آماده و محکم شده وصل نمایید.
- ۱۱ کلکتور آماده شده را با ساپورت مناسب در محل مناسب نصب و تراز نمایید. قبل از نصب کلکتور داخل آن را تمیز نمایید.
- ۱۲ شیرهای سماوری مربوط به فشارسنج خط رانش و شیر تخلیه را در محل‌های خود مطابق نقشه کار متصل نمایید.
- ۱۳ یک قطعه لوله ۲ اینچ به طول ۱۵ سانتی‌متری را بریده و پس از حدیده‌کاری و مواد آب‌بندی به شیر فلکه‌های خط رانش متصل نمایید.
- ۱۴ بعد از اجرای کار، وسایل و ابزار کار را با دستمال تمیز، و محیط کار را تمیز نموده و پس از جمع‌آوری توسط سرگروه تحویل انبار گردد.

## نکات فنی:

- برای بستن شیرها از آچار فرانسه مناسب استفاده نمایید.
- بستن پیچ‌های فلنج را به صورت ضربدری انجام دهید.
- فاصله هوایی شیر تخلیه تا کف شور رعایت گردد.
- از لوپ و شیر سماوری مرغوب برای جلوگیری از نشتی استفاده شود.

از آلودگی‌های صوتی و دود حاصل از جوش کاری حتی‌المقدور پیش‌گیری شود.

نکات  
زیست محیطی







ابزار کار خود را در محیط کارگاه رها نکنید.  
در حین کار نکات ایمنی فردی و محیطی را رعایت نمایید.


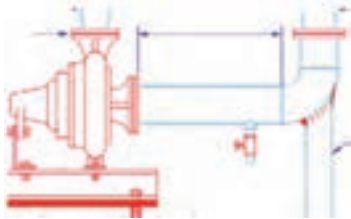
## خط مکش (Suction Line) پمپ



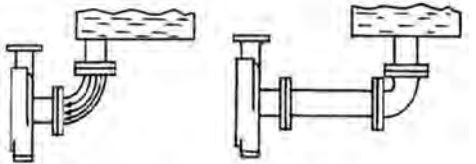

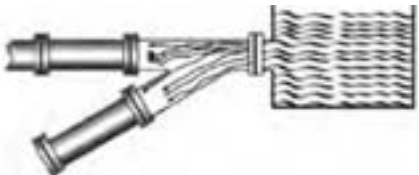
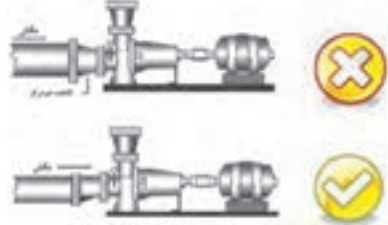

شکل ۳۳- خط مکش پمپ زمینی

جریان مایع در ورود به یک پمپ باید تا حد امکان دارای خطوط موازی و سرعتی یکنواخت باشد تا در کار پمپ ایجاد ناپایداری ننماید و پروانه آسیب نبیند.

### جدول توصیه‌های اجرایی خط مکش و راه حل‌های طراحی

<p>لوله‌کشی مکش باید به گونه‌ای باشد که سیال به‌طور یکنواخت وارد پمپ شود.</p> 	<p>سرعت حرکت سیال درون خطوط لوله‌کشی نباید از محدوده مشخصی تجاوز نماید. زیرا در صورت زیاد شدن سرعت حرکت آب (بالای ۲ متر برثانیه)، انرژی سیال به‌علت ایجاد اغتشاشات به‌هنگام حرکت و همچنین تولید گردابه‌ها تلف می‌گردد.</p>	<p>۱- اصل جریان آرام در ورودی چشمه پمپ</p>
<p>دست کم ۵ برابر قطر لوله شیر تخلیه</p> 	<p>لوله‌کشی خط مکش، باید به اندازه کافی بزرگ (قطر بالا) باشد و لوله‌ای مستقیم با طولی معادل ۵ تا ۱۰ برابر قطر لوله به دهانه مکش پمپ وصل شود.</p>	<p>۲- فرصت دادن به سیال برای خط جریانی شدن</p>



<p>استفاده از زانویی درست قبل از مکش پمپ باعث به هم خوردن نظم جریان و ایجاد اختلال در عملکرد و افت راندمان پمپ می شود.</p> 	<p>در صورت نیاز به قراردادن زانویی در مسیر خط لوله مکش، زانویی حتی الامکان باید از محل ورود سیال به پمپ دور باشد. استفاده بیش از حد و بی مورد از اتصالات مختلف نظیر زانویی ها افت فشار را افزایش می دهد. زانویی ها افت فشاری برابر ۵ متر طول معادل لوله ایجاد می کنند.</p>	<p><b>۳- فاصله زانویی از پمپ</b></p>
<p>شیر تنظیم جریان باید در لوله خروجی پمپ نصب شود نه قسمت مکش.</p> 	<p>برای کنترل دبی خروجی از پمپ بایستی از شیر تنظیم جریان (شیر فلکه کف فلزی) استفاده نمود. شیر تنظیم جریان بایستی حتماً در مسیر لوله کشی خروجی از پمپ نصب گردد. این نوع شیر افت فشاری برابر با ۱۵ متر از طول معادل لوله ایجاد می نماید.</p>	<p><b>۴- عدم کنترل دبی در ورودی</b></p>
<p>اتصال قائم باعث اغتشاش جریان شده و مکش پمپ را مختل می کند.</p> 	<p>در صورتی که لازم باشد چندین پمپ از یک کلکتور مکش تغذیه شوند، بهتر است تا از اتصال مایل (Y شکل) به جای اتصال T شکل استفاده شود. اتصال قائم باعث اغتشاش جریان شده و مکش پمپ را مختل می کند.</p>	<p><b>۵- کلکتور مشترک مناسب</b></p>
	<p>باعث صدای زیاد، کاهش راندمان و خرابی زودرس پمپ می گردد.</p>	<p><b>۶- تبدیل غیر هم مرکز</b></p>
	<p>استفاده از ساپورت مناسب در مکش هم ترازای اتصالات از نظر محوری زاویه ای و طولی - در غیر این صورت آسیب به اتصالات و تحمل وزن لوله توسط مجموعه پمپ</p>	<p><b>۷- ساپورت گذاری لوله ها</b></p>

جدول تجهیزات و اتصالات مناسب خط لوله مکش (به ترتیب از سمت پمپ)

ترتیب	نام اتصال	وظیفه	تصویر
۱	تبدیل غیر هم‌مرکز کاهنده	برای جلوگیری از تجمع هوا یا بخار آب بالای لوله و خلأزایی و ترکیدن حباب (کاویتاسیون) از این نوع تبدیل استفاده شود.	
۲	شیر فلکه کف فلزی تخلیه	برای تخلیه آب موجود در پوسته پمپ به هنگام تعمیرات و نگهداری و رهاسازی لوله درین با فاصله هوایی بالای گاتر (کانال ابرو)	
۲	ارتعاش‌گیر Flexible Connection	جلوگیری از وارد شدن صدمات فیزیکی ناشی از ارتعاشات پمپ به لوله‌ها نظیر شکستن اتصالات و جلوگیری از هدایت صدا از طریق لوله‌ها و یا ساختمان در صورت تماس لوله با ساختمان	
۳	فشارسنج به همراه شیر سماوری	به منظور بررسی فشار تولیدی پمپ و پرنمودن لایک شیت یا چک لیست نگهداری توسط نگهدار به همراه شیر سریع بازشو سماوری (در مواقع قرائت باز شود)	
۴	سه راه صافی Strainer	به منظور جلوگیری از ورود ذرات اضافی از جریان سیال، که ممکن است در زمان لوله‌کشی یا تعمیرات وارد لوله شده باشد.	
۵	شیر فلکه دروازه‌ای - کشویی Gate Valve	به منظور قطع و وصل جریان در زمان سرویس و نگهداری و نیز راه‌اندازی پمپ (لازم به ذکر است در مواقعی که نیاز به تنظیم دبی است از شیر فلکه کف فلزی استفاده می‌شود)	
۶	کلکتور رفت Return Header	به منظور جمع‌کننده‌ای یکنواخت و متناسب با لوله‌های برگشت از مصرف‌کننده‌ها و جلوگیری از جریان مغشوش در ورودی پمپ	

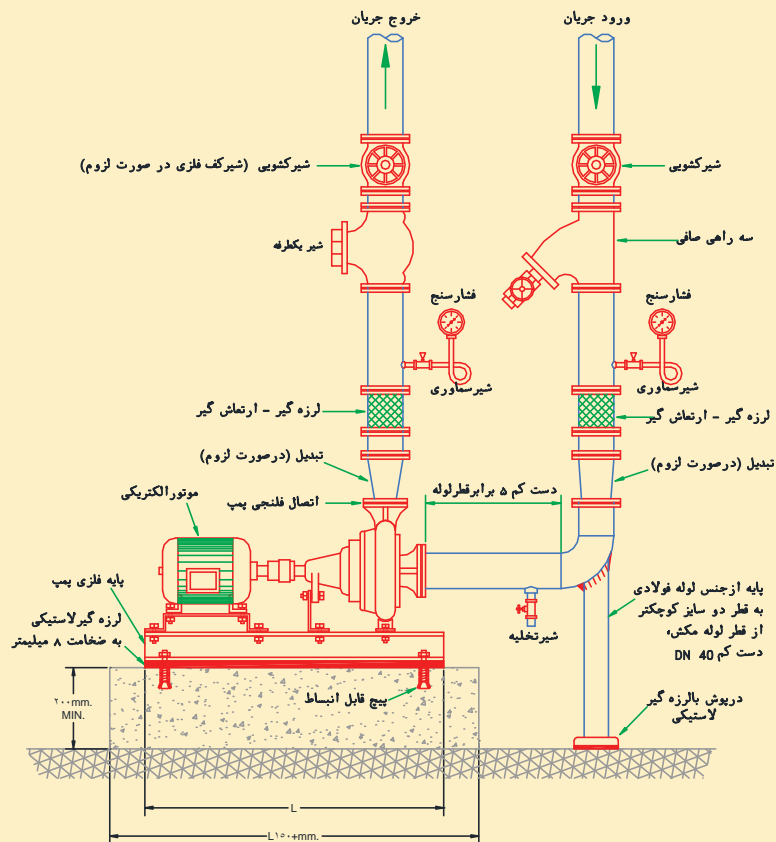


نصب اجزای خط مکش پمپ به کمک هم‌گروهی‌های خود (گروه ۴ نفره) خط لوله مکش دستگاه پمپ زمینی را برابر نقشه کار اجرا نمایید.

### جدول تجهیزات و مواد مصرفی

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار/تعداد	نام وسیله	مقدار / تعداد	نام وسیله
یک عدد	دستگاه الکتروپمپ زمینی مستقر شده بر روی فنداسیون به همراه خط رانش اجراشده	۱ عدد	نقشه اندازه‌گذاری لوله‌کشی خط مکش
یک عدد برای هر ۴ نفر	۳ متری	به تعداد هنرجو	لباس و دستکش و کفش کار
۱ عدد	کلکتور برگشت آماده ۳ اینچ - به همراه بوشن‌های مربوطه	۱ عدد	گچ اندازه‌زنی
یک عدد	تراز ۳۰ سانتی متری	یک قوطی ۲۵۰ گرمی	خمیر
دو عدد	آچار لوله‌گیر دودسته ۲۱/۲"	یک بسته نیم کیلویی	کنف
۱ دست	آچار رینگی و تخت یگ سری	۵ عدد	نوار تفلون
یک عدد	چکش فلزی ۳ کیلوگرمی	۱۵۰ سانتی‌متر	لوله فلزی درزدار ۲ اینچ
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۶-۲۴ اینچ	۱۵۰ سانتی‌متر	لوله فلزی درزدار ۱/۲ اینچ
۱ دستگاه	رکتی فایر	۲ عدد	تبدیل غیر هم‌مرکز "X۲"
۱ عدد	حدیده دوباچه رکس دستی با پارچه‌های ۲" و ۱/۲"	۱۰ عدد	سیم جوش نمره ۶۰۱۳-۲/۵
۱ عدد	گیره صحرايي	۳ عدد	بوشن جوشی ۱/۲ اینچ
۱ عدد	گیره رومیزی لوله		
۱ دستگاه	حدیده برقی رومیزی		

عدد ۲	شیر فلکه کشویی دنده‌ای برنجی ۲ اینچ		
عدد ۲	سه راهی صافی دنده‌ای برنجی ۲ اینچ		
عدد ۲	لرزه گیر جوشی فلنجی		
عدد ۲	فشار سنج ۰-۴ بار- اتصال ۱/۲ اینچ شیر سماوری ۱/۲ اینچ		
عدد ۲	لوله زیر شیر سماوری یا لوپ		
عدد ۲	فلنج جوشی ۲ اینچ ۴ سوراخ با پیچ و مهره و واشر کاغذی		
عدد ۱	مغزی ۲ اینچ		
عدد ۳	شیر فلکه ۱/۲ اینچ		



جزئیات نصب اجزای مکش پمپ سیر کولاتور

## مراحل انجام کار:

- ۱ وسایل و ابزار کار را از انبار توسط سرگروه تحویل بگیرید.
  - ۲ به لباس کار و وسایل ایمنی تجهیز شوید.
  - ۳ نقشه را بررسی و از محکم نصب بودن پمپ اطمینان حاصل نمایید.
  - ۴ فلنچ‌ها و تبدیل‌های جوشی خط مکش پمپ را مطابق نقشه کار جوش کاری و آماده کنید.
  - ۵ ارتعاش‌گیرهای خط مکش پمپ را مطابق شکل در محل مربوطه ببندید. قبل از لرزه‌گیرهای خط مکش پمپ ابتدا به کمک شاقول از هم‌راستا بودن محور نافی پمپ و اتصال روی کلکتور آماده اطمینان حاصل فرمایید و سپس مطابق شکل اتصالات را در محل مربوطه ببندید.
  - ۶ روی دو قطعه لوله‌های با اندازه مشخص بریده شده (لوله رابط بین پمپ و ارتعاش‌گیر حداقل ۵ برابر قطر نامی لوله باشد) بوشن جوشی ۱/۲ اینچ را جهت بستن شیر سماوری و لوله و فشارسنج و شیر تخلیه در نزدیک مکش پمپ، مطابق نقشه، جوش دهید.
  - ۷ سه‌راهی صافی را مطابق نقشه با اتصال دنده‌ای و مواد آب‌بند، در محل‌های خود نصب نمایید.
  - ۸ شیرفلکه مسیر مکش را توسط مغزی به سه‌راهی صافی در خط مکش متصل نمایید.
  - ۹ به وسیله لوله با اندازه مشخص شده و به کمک خمیر و کف شیر فلکه کشویی را به کلکتور از قبل آماده برگشت و محکم شده وصل نمایید.
  - ۱۰ کلکتور آماده شده را با ساپورت مناسب (زیر سری یا دیوارکوب) در محل مناسب نصب و تراز نمایید. قبل از نصب کلکتور داخل آن را تمیز نمایید.
  - ۱۱ برای اطمینان از عدم وارد شدن بار لوله به فلنچ پمپ و سایر متعلقات متحرک پمپ از ساپورت زیر سری زانوی مکش مطابق نقشه شماتیک ارائه شده اجرا نمایید.
  - ۱۲ شیرهای سماوری مربوط به فشارسنج خط رانش و شیر تخلیه را در محل‌های خود مطابق نقشه کار متصل نمایید.
  - ۱۳ یک قطعه لوله ۲ اینچ به طول ۱۵ سانتی‌متری را بریده و پس از حدیده کاری و مواد آب‌بندی به شیر فلکه‌های خط مکش متصل نمایید.
  - ۱۴ لوله شیر تخلیه را مطابق توضیحات گفته شده تا ۱۵ سانتی‌متری لبه کانال ابرو (گاتر) ادامه دهید.
  - ۱۵ از هم‌راستایی محور محرک و متحرک و نصب گاید روی آن و تراز بودن کلکتورها (با شیب ۰/۱٪ به سمت شیرتخلیه) اطمینان حاصل نمایید.
  - ۱۶ هم‌راستایی ورودی و خروجی پمپ‌ها و تجهیزات خط مکش و رانش و کلکتورهای رفت و برگشت به صورت چشمی بررسی نمایید.
  - ۱۷ بعد از اجرای کار، وسایل و ابزار کار را با دستمال تنظیف، و محیط کار را تمیز نموده و پس از جمع‌آوری توسط سرگروه تحویل انبار گردد.
  - ۱۸ گزارش کار را کامل نموده و با کار تکمیل شده را برای ارزشیابی به هنرآموز خود، تحویل دهید.
- شایستگی غیر فنی:**
- ۱ اصول نصب بایستی به گونه‌ای اجرا گردد که دقت و توجه به مصرف انرژی در اولویت کار قرار گیرد.
  - ۲ اخلاق حرفه‌ای: حضور منظم و به‌موقع، وقت‌شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از

قوانین کارگاهی؛

- ۳ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده به جا از مواد و تجهیزات با روش های صحیح؛
- ۴ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت های تیمی، انجام کارها و وظایف و تحقیقات محوله؛
- ۵ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت های کارگاهی.

### نکات فنی:

برای بستن شیرها از آچار فرانسه مناسب استفاده نمایید.  
بستن پیچ های فلنچ را به صورت ضربدری انجام دهید.  
طول لوله افقی خط مکش قبل از پمپ نباید کمتر از ۵ برابر قطر نامی لوله باشد.

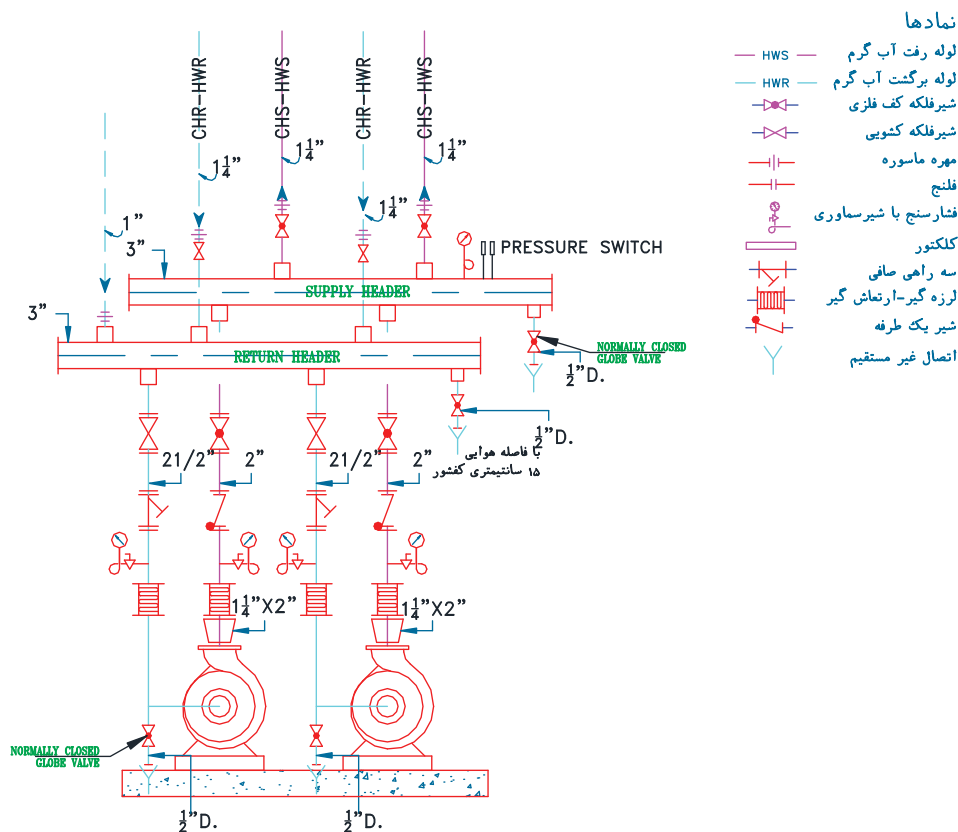
از آلودگی های صوتی و دود حاصل از جوش کاری حتی المقدور پیش گیری شود.

ابزار کار خود را در محیط کارگاه رها نکنید.  
در حین کار نکات ایمنی فردی و محیطی را رعایت نمایید.

نکات  
زیست محیطی



نکات ایمنی



شکل ۳۴- جزئیات نصب اجزای خط رانش پمپ زمینی به همراه کلکتور رفت و برگشت و شیر فلکه مصرف کننده ها

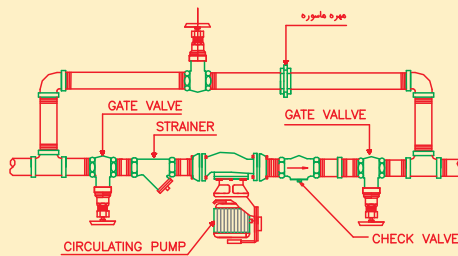
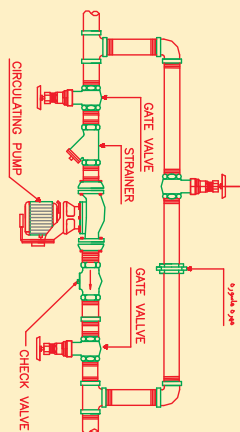
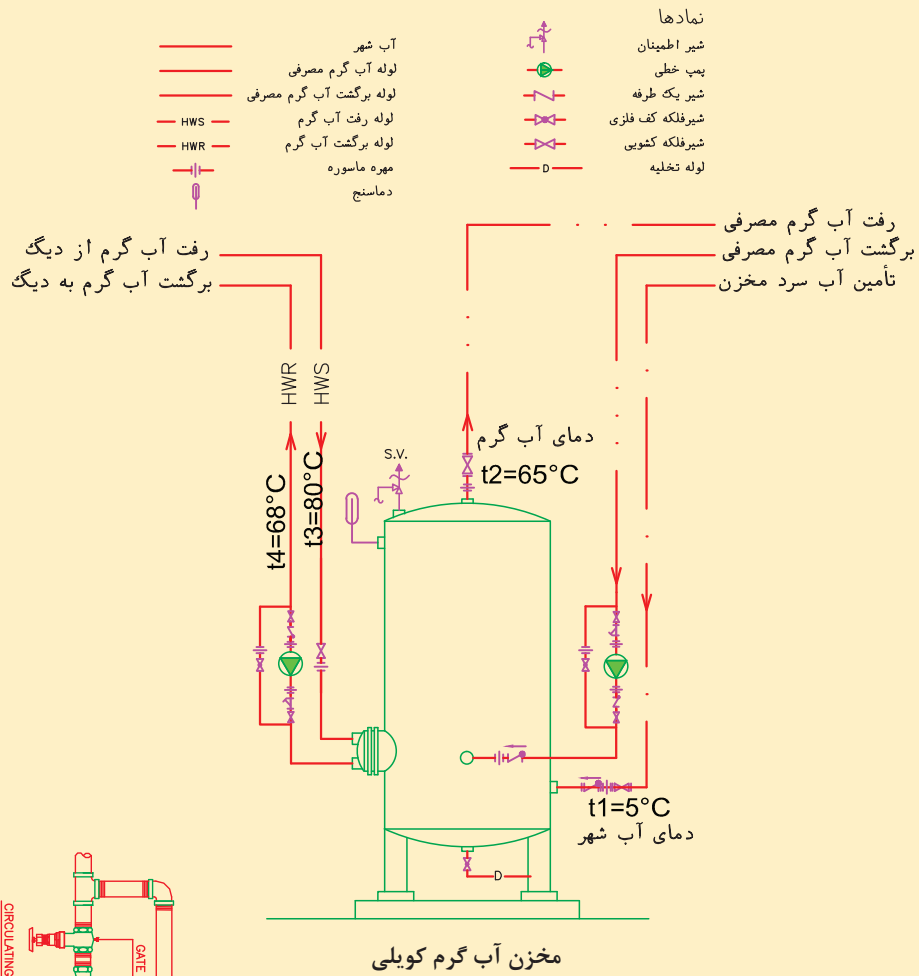


### نصب پمپ سیرکولاستور خطی

به کمک هم گروهی‌های خود و پمپ خطی دیگ به مخزن کویلی را برابر نقشه کار اجرا نمایید.  
جدول تجهیزات و مواد مصرفی

تجهیزات		مواد مصرفی	
مقدار/تعداد	نام وسیله	مقدار/تعداد	نام وسیله
۱ عدد	دستگاه الکتروپمپ خطی AA۱۱/۲	۱ عدد برای هر ۴ نفر	نقشه اندازه‌گذاری لوله کشی پمپ خطی
۱ عدد	متر ۳ متری	به تعداد هنرجو	لباس و دستکش و کفش کار
		۱ عدد	گچ اندازه زنی
۱ عدد	تراز ۳۰ سانتی متری	یک قوطی ۲۵۰ گرمی	خمیر
دو عدد	آچار لوله گیر دودسته ۲۱/۲	یک بسته نیم کیلویی	کنف
۱ دست	آچار رینگی و تخت یگ سری	۵ عدد	نوار تفلون
یک عدد	چکش فلزی ۳ کیلوگرمی	۱۵۰ سانتی متر	لوله فلزی درزدار ۱۱/۲ اینچ
۱ عدد	آچار فرانسه ۱۶-۲۴ اینچ	۱۵۰ سانتی متر	لوله فلزی درزدار ۱/۲ اینچ
		۲ عدد	تبدیل ۱۱/۴"X۲"
۱ عدد	حدیده دوپارچه رکز دستی با پارچه‌های ۱۱/۲" و ۱/۲"	۲ عدد	زانو گالوانیزه ۱۱/۲ اینچ
۱ عدد	گیره صحرائی	۲ عدد	بوشن جوشی ۱/۲ اینچ
۱ عدد	گیره رومیزی لوله	۳ عدد	مهره ماسوره ۱۱/۲ اینچ
۱ دستگاه	حدیده برقی رومیزی	۲ عدد	سه راهی دنده‌ای تبدیلی ۱۱/۲ * ۱/۲ اینچ
۳ عدد	شیرفلکه کشویی دنده‌ای برنجی ۱۱/۲ اینچ	۱ کیلو	گریس
۲ عدد	شیریک طرفه دنده‌ای برنجی ۱۱/۲ اینچ		
۲ عدد	فلنج دنده‌های ۱۱/۲ اینچ ۲ سوراخ با پیچ و مهره و واشر کاغذی		
۶ عدد	مغزی ۱۱/۲ اینچ		

عدد ۱	سه راهی صافی ۱۱/۲		
عدد ۱	شیر فلکه کف فلزی ۱۱/۲ اینچ		
عدد ۲	فشار سنج ۴-۰ بار- اتصال ۱/۲ اینچ شیر سماوری ۱/۲ اینچ		



جزئیات نصب اجزای خط رفت و برگشت پمپ سیرکولاتور دیگ به مخزن آب گرم



## مراحل انجام کار:

- ۱ وسایل و ابزار کار را از انبار توسط سرگروه تحویل بگیرید.
- ۲ به لباس کار و وسایل ایمنی تجهیز شوید.
- ۳ لازم است پمپ مطابق نقشه در محلی که پیش بینی شده است قرار گیرد.
- ۴ در مرحله بعد، اتصالات و شیرهای دو طرف پمپ را به کمک گیره به همدیگر اتصال دهید و اتصال یک طرف پمپ را تکمیل نمایید.
- ۵ مجموعه بسته شده بر روی گیره را به سیستم لوله کشی حرارت مرکزی و به کمک خمیر و کنف متصل نمایید و نکات زیر را به کار بندید:  
الف) لوله‌ها کاملاً هم‌راستا باشند.  
ب) فاصله بین فلنج بالا و پایین با اندازه پمپ منطبق باشد.  
ج) به کمک شیر سماوری و تکه لوله‌های اندازه‌گیری شده دو سردنده و زانو فشارسنج‌ها را به محل نافی سه راهی تبدیل وصل نمایید.  
د) واشرهای دو طرف پمپ را توسط گریس بر روی فلنج قرار دهید و پمپ را به آرامی بین دو فلنج فلنج دهید و پیچ‌های گالوانیزه فلنج را به حرکت ضربدری محکم کنید.
- ۶ لوله کنارگذر را مطابق نقشه اجرا نمایید تا در زمان تعمیر پمپ در صورتی که پمپ رزرو پیش‌بینی نشده باشد با بازکردن مسیر کنارگذر، اجازه دهیم آب بر اثر پدیده ترموسیفون در شبکه چرخش داشته باشد.
- ۷ در صورت اجرای پمپ خطی بر روی کلکتور با استفاده از نقشه کار و طبق جزییات اقدام به نصب نمایید.
- ۸ بعد از اجرای کار، وسایل و ابزار کار را با دستمال تمیز و محیط کار را تمیز نموده و پس از جمع‌آوری توسط سرگروه تحویل انبار گردد.

## نکات فنی و اجرایی

- ۱ این نقشه جزییات نصب پمپ روی لوله قائم یک سیستم گرمایشی را نشان می‌دهد.
- ۲ پمپ باید از نوع خطی (نصب روی لوله) باشد، وزن پمپ به لوله منتقل می‌شود.
- ۳ اطراف پمپ باید فضای کافی جهت دسترسی و تعمیر و تنظیم داشته باشد.
- ۴ در شرایط عادی لازم نیست قطعات انعطاف‌پذیر و صافی روی پمپ نصب شود.
- ۵ در صورت نصب دو یا چند پمپ به صورت موازی در سیستم‌های بسته، نصب شیر یک طرفه در خروج جریان از هر پمپ ضروری است.
- ۶ در اتصال فشارسنج، در مسیر ورودی و خروجی پمپ شیرهای قطع و وصل لازم است. و در حالت عادی بسته بوده و فقط موقع اندازه‌گیری موقت فشار باز هستند.
- ۷ اتصال لوله به پمپ باید طوری باشد که بدون تغییر در لوله‌کشی بتوان پمپ را باز کرد و دوباره بست.
- ۸ این پمپ می‌تواند روی لوله قائم و یا افقی نصب نمود. ولی در هر حالت محور پمپ باید به صورت افقی قرار گیرد.

- ۹ پس از نصب پمپ و تنظیم دقیق محور آن عمود بر لوله‌های ورود و خروج جریان، لازم است روغن کاری طبق دستورالعمل شرکت سازنده (کوپلینگ‌دار) انجام گیرد.
- ۱۰ برای بستن شیرها از آچار فرانسه مناسب استفاده نمایید.
- ۱۱ بستن پیچ‌های فلنج را به صورت ضربدری انجام دهید.
- ۱۲ از لوپ و شیر سماوری مرغوب برای جلوگیری از نشتی استفاده شود.

از آلودگی‌های صوتی و دود حاصل از جوش کاری حتی‌المقدور پیش‌گیری شود.

ابزار کار خود را در محیط کارگاه رها نکنید.  
در حین کار نکات ایمنی فردی و محیطی را رعایت نمایید.

نکات  
زیست‌محیطی



نکات ایمنی



## ارزشیابی شایستگی نصب پمپ

<b>شرح کار:</b> نصب دست کم دو پمپ سیرکولاتور به صورت موازی			
<b>استاندارد عملکرد:</b> نصب پمپ‌های سیستم تهویه مطبوع برابر نقشه اجرایی و با رعایت اصول فنی و ایمنی و به صورت هم‌راستا			
<b>شاخص‌ها:</b> - نصب لوله‌های ورودی و خروجی پمپ‌ها به صورت هم راستا - استقرار پمپ‌ها برابر نقشه - نصب تجهیزات خط رانش و مکش برابر نقشه - مهارسازی و پیش‌گیری از انتقال ارتعاش به شبکه لوله‌کشی به صورت محکم <b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b> <b>شرایط:</b> یک عدد فنداسیون به ابعاد خواسته شده در نقشه در کارگاهی مجهز به لوازم ایمنی و سیستم سرمایشی و گرمایشی ایمن زمان: ۸ ساعت <b>ابزار و تجهیزات:</b> نقشه کار - پمپ زمینی - ابزار لوله‌کشی - دستگاه جوش برق			
<b>معیار شایستگی</b>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	استقرار پمپ‌ها روی فنداسیون (یا پایه فلزی)	۱	
۲	نصب تجهیزات خط رانش	۲	
۳	نصب تجهیزات خط مکش	۲	
۴	تست نهایی	۱	
	<b>شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</b> ۱- تصمیم اخلاقی در محیط کار ۲- به‌کارگیری لباس کار، عینک، دستکش و کفش ایمنی و رعایت موارد ایمنی جوش ۳- رعایت اصول ایمنی ۴- دقت در هم‌راستایی لوله‌های ورودی و خروجی پمپ با یکدیگر ۵- پیش‌گیری از سر و صدای اضافی با تمهیدات ارتعاش‌گیر و لرزه‌گیر	۲	
	میانگین نمرات		*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			

