

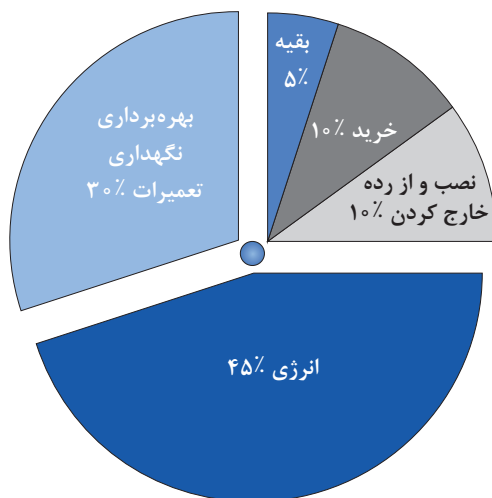
## پودمان ۵

نصب و راه‌اندازی و سرویس دستگاه‌های گرمایی

برای راه‌اندازی پمپ‌ها نیاز به کسب مهارت‌هایی از قبیل پلاک‌خوانی مشخصات مکانیکی و الکتریکی و کنترلی، نقشه‌خوانی، شناخت ابزارهای کارگاهی است.

### هدف از تألیف این پودمان

راه‌اندازی پمپ‌های سیرکولاتور با استفاده از ابزار لازم و رعایت اصول فنی و ایمنی و کنترل صحت انجام کار پمپ - روان‌سازی و غبارزدایی، رسوب‌زدایی و دوده‌زدایی یک سیستم تهویه مطبوع برابر فرم‌ها و چک لیست است.



مجموعه هزینه‌های پمپ در دوره یک دوره کار مفید

مطابق نمودار برای یک دوره عمر مفید (Life Cycle Cost) کارکرد ۱۵ ساله یک پمپ، هزینه اولیه (خرید) تجهیزات ۱۰٪، هزینه انرژی مصرفی یا بهره‌برداری (running cost) ۴۵٪ و هزینه تعمیرات و نگهداری ۳۵٪ و باقیمانده به‌عنوان بخش‌های پنهان، کل هزینه‌ها خواهد بود. راه‌اندازی سیستم نقش مؤثری در مصرف انرژی بر عهده دارد.

### شایستگی‌های فنی پیش نیاز:

- ۱ قوانین ایمنی را در کارگاه به کار برند.
- ۲ مواد و وسایل و ابزار کارگاهی و وسایل سنجش الکتریکی و مکانیکی را شناسایی نمایند.
- ۳ نقشه‌های لوله‌کشی و راه‌اندازی و نگهداری مکانیکی و الکتریکی را بخوانند. موارد پیش از راه‌اندازی شامل آزمایش فشار و ایمنی را بتوانند انجام دهند.

## واحد یادگیری ۶ راه‌اندازی پمپ‌های سیر کولاتور

### جدول بودجه‌بندی زمان - محتوای واحد یادگیری ۶

کار در منزل	کار کلاسی	روش تدریس	ابزار	مکان	موضوع	زمان دقیقه/ساعت	
تحقیق	بحث کلاسی، فکر کنید، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	راه‌اندازی پمپ سیر کولاتور	۲/۰۰	روز اول
تحقیق	بحث کلاسی، فکر کنید، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	بیان پارامترهای اصلی قبل راه‌اندازی پمپ	۱/۰۰	
تحقیق	بحث کلاسی، فکر کنید، کار کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	الکتروپمپ سیر کولاتور خطی	۱/۰۰	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	دستگاه الکتروپمپ نصب شده - تراز ۳۰ سانتی‌متری - آچار رینگ و تخت - پیچ گوشتی	کارگاه	هواگیری و راه‌اندازی پمپ زمینی و خطی	۴	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	دستگاه الکتروپمپ زمینی با مشخصات پمپ نصب شده - آچار لوله‌گیر - برس سیمی - تراز ۳۰ سانتی‌متری - آچار رینگ و تخت - پیچ گوشتی	کارگاه	تمیز کردن صافی و عملکرد شیرفلکه‌ها	۳	روز دوم
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	انواع الکتروموتورها	۱	
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	روش‌های راه‌اندازی موتورهای سه فاز آسترون	۱	
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	روش‌های راه‌اندازی موتورهای تک فاز	۱	
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	انواع الکتروپمپ‌ها	۱	
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	کنترل پارامترهای راه‌اندازی	۱	

تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتور پمپ‌ها	۱	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	دستگاه الکتروپمپ زمینی و خطی با مشخصات پمپ موجود	کارگاه	استخراج مشخصات الکتریکی و مکانیکی پلاک الکتروموتور پمپ خطی و زمینی	۲	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	دستگاه الکتروپمپ زمینی و خطی به همراه خط رانش و مکش و سایر متعلقات برقی و مکانیکی نصب شده در کارگاه آچار لوله‌گیر - تراز ۳۰ سانتی‌متری - آچار رینگی و تخت - پیچ‌گوشتی - اوومتر - آچارفرانسه سیم‌سیار - فاز متر	کارگاه	تکمیل چک لیست راه‌اندازی پمپ و انجام مراحل راه‌اندازی	۲:۰۰	روز سوم
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	تشریح بازرسی لازم حین کار پمپ سیرکولاتور و پس از راه‌اندازی	۱/۵	
تحقیق	کار کلاسی، بحث کلاسی	سخنرانی، پرسش و پاسخ فیلم	کتاب، پوستر، انیمیشن و فیلم با دیتا پرژکتور	کلاس	وسایل کنترلی پمپ سیرکولاتور- ترموستات یا اکوستات جداری	۱/۵	
	کار عملی در کارگاه	انجام نمایش عملی توسط هنرآموز	فازمتر - سیم‌سیار - تراز - تیلو برق - آچاررینگی - آچار تخت - اوومتر	کارگاه	کنترل پس از راه‌اندازی	۲	روز چهارم
ارزشیابی						۶	

## روش تدریس

این بخش باید به صورت تعاملی بین (هنرجو - هنرآموز) یا (هنرجو - محتوی) و (هنرجو - هنرجو) تدریس شود. هنرجویان را به گروه‌های دو یا چند نفره تقسیم نموده و هر گروه با توجه به نقشه کار پس از برآورد مواد مصرفی و لوازم مورد نیاز اقدام به انجام فعالیت کارگاهی نمایند.

بعد از انجام کار، نسبت به تکمیل ارزشیابی تکوینی هنرجویان اقدام نمایید. در این بخش که هدف راه‌اندازی پمپ سیرکولاتور خطی و زمینی می‌باشد هنرجو باید بتواند الکتروموتور پمپ را که در محل قبل نصب نموده راه‌اندازی نماید لذا لازم است مراحل راه‌اندازی شامل آب‌اندازی، هواگیری، اتصال کابل برق را با دقت انجام دهد.

در این بخش می‌توانید در صورتی که مدار بخش قبل شرایط لازم راه‌اندازی را ندارد نمونه‌ای از مدار را آماده و از هنرجویان بخواهید به صورت گروهی این مراحل را روی نمونه آزمایشگاهی انجام دهند.

در بخش شست‌وشوی سهره صافی شاید سؤال ایجاد شود چه ضرورتی دارد که در این بخش آورده شود و مربوط به بخش تعمیرات سال دوازدهم می‌باشد. اما به این مهم توجه کنید که در مرحله راه‌اندازی امکان این که ذرات فلز، گچ و سنگ‌ریزه در لوله‌ها وجود داشته باشد و به همراه آب جریان یابد و در توری سهره صافی جذب شوند لذا بایستی از سهره خارج شوند تا سیستم بتواند به کار نرمال خود ادامه دهد.

دانش افزایی:

محاسبه مشخصات فنی انتخاب پمپ سیرکولاتور

۱ دبی پمپ سیرکولاتور آب گرم دیگ برای گرمایش ساختمان و یا تولید آب گرم مصرفی (دیگ به مخزن آب گرم مصرفی):

برای محاسبه دبی پمپ سیرکولاتور بار گرمایی، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:














$$Q = \frac{H}{\Delta t}$$

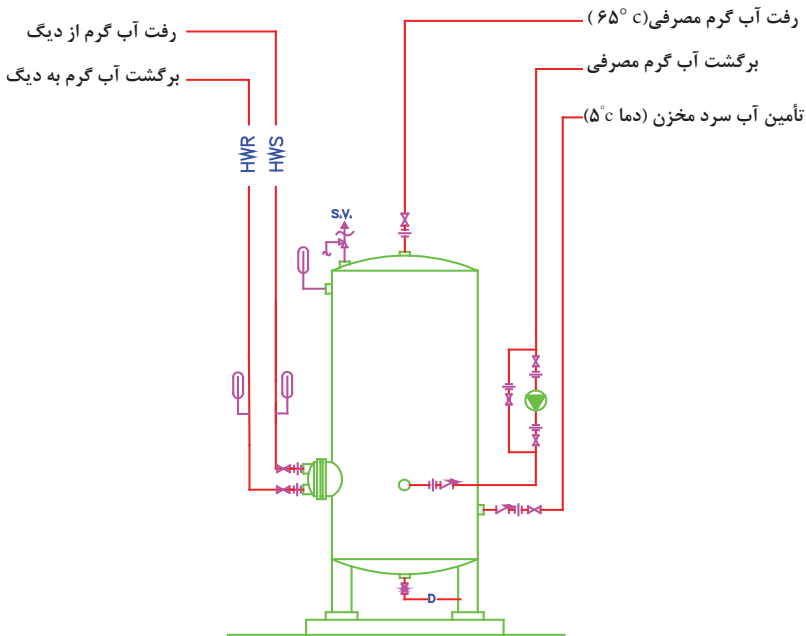
که در رابطه فوق  $H$ : بار گرمایی محل مورد نظر بر حسب kW

$\Delta t$ : ۵۰ عدد ثابت با توجه به اختلاف دمای رفت و برگشت آب گرم پیشنهادی  $12^\circ\text{C}$

$Q$ : دبی بر حسب Lit/sec

### نمادها

	آب شهر		شیر اطمینان
	لوله آب گرم مصرفی		پمپ خطی
	لوله برگشت آب گرم مصرفی		شیر یک طرفه
	لوله رفت آب گرم		شیر فلکه کف فلزی
	لوله برگشت آب گرم		شیر فلکه کشویی
	مهروه ماسوره		لوله تخلیه
	دما سنج		



شکل ۱- دتایل مخزن آب گرم کویلی

مقدار گرمای لازم برای تولید آب گرم مصرفی واقعی با توجه وسایل بهداشتی برای این منظور پس از محاسبه مقدار مصرف ممکن و با توجه به کاربری ساختمان، مقدار مصرف واقعی محاسبه می‌شود.

مطابق شکل فوق در محاسبات معمولاً درجه حرارت آب سرد ورودی به مخزن را ۵ درجه سلسیوس و درجه حرارت آب گرم خروجی از مخزن را ۶۵ درجه سلسیوس در نظر می‌گیرند بنابراین مقدار گرمای لازم برای گرم کردن آب برابر است با:

$$H = \rho q_v C_p (t_r - t_1)$$

$$H = 1 \frac{\text{kg}}{\text{lit}} \times q_v \left( \frac{\text{lit}}{\text{sec}} \right) \times 4.186 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{C}} (65^\circ \text{C} - 5^\circ \text{C}) \approx 250 \times q_v (\text{kW})$$

H: مقدار گرمای لازم برای گرم کردن آب توسط دیگ، برحسب kW

$$\rho: \text{جرم حجمی آب } \frac{\text{kg}}{\text{lit}}$$

$$C_p: \text{گرمای ویژه آب در فشار ثابت } \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$t_1$ : دمای آب سرد ورودی به مخزن آب گرم  $5^\circ\text{C}$

$t_2$ : دمای آب خروجی از مخزن آب گرم  $65^\circ\text{C}$

$$q_v: \text{دبی مصرف واقعی آب گرم برحسب } \frac{\text{lit}}{\text{sec}}$$

۱ دبی پمپ سیرکولاتور دیگ به مخزن آب گرم مصرفی:

برای اینکه این مقدار گرمای لازم برای مصرف آب ساختمان تأمین شود نیاز است که آب گرم دیگ مطابق شکل فوق به مخزن آب گرم ارسال نماید و از آنجا که دبی پمپ سیرکولاتور بار گرمایی از رابطه  $Q = \frac{H}{\Delta t}$  به دست می‌آید با ترکیب این دو رابطه خواهیم داشت:

نکته



برای تولید ۱ لیتر آب گرم مصرفی در هر ثانیه، از مخزن آب گرم، با شرایط دمای آب شهر ۵ و آب گرم ۶۵ درجه سلسیوس، بایستی ۵ لیتر بر ثانیه آب گرم دیگ که با اختلاف دمای ۱۲ درجه سلسیوس از دیگ به مخزن آب گرم ارسال گردد. این اختلاف پنج برابر دبی آب دیگ نسبت به دبی آب گرم مصرفی به دلیل اختلاف دمای موجود است.

نکته صرفه جویی انرژی:

اگر دمای آب گرم مصرفی مطابق مبحث ۱۶ حدود ۴۰ درجه سلسیوس تنظیم گردد، دبی پمپ سیرکولاتور دیگ به مخزن آب گرم ۳۵ درصد کاهش خواهد یافت.

## دبی پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی

پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی، پمپی است که آب را در مدار لوله رفت، لوله برگشت و مخزن آب گرم مصرفی به جریان می‌اندازد، تا تلفات حرارتی آب گرم مصرفی در لوله‌ها را جبران کند، در نتیجه همیشه با باز نمودن شیر بلافاصله آب گرم خواهیم داشت و از هدر رفتن آب جلوگیری می‌شود. یک روش محاسبه سریع و قابل قبول محاسبه دبی پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی:

- ۱ مقدار کل طول لوله‌های رفت و برگشت آب گرم را برحسب متر تعیین می‌کنیم؛
- ۲ مقدار طول لوله را برای لوله‌های عایق شده در عدد تقریبی  $\frac{W}{m}$  (وات بر مترطول) ضرب می‌کنیم تا مقدار تلفات گرمایی لوله‌ها به دست آید.
- ۳ از رابطه  $Q = \frac{H}{\Delta T}$  دبی پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی به دست می‌آید.

### مثال:

ساختمانی مقدار مصرف واقعی آب گرم برابر ۳۰ لیتر در دقیقه است، دبی پمپ سیرکولاتور دیگ به مخزن آب گرم چند لیتر بر ثانیه و چند گالن بر دقیقه خواهد بود؟

$$Q = \Delta T \times qv = 5 \times 30 \frac{\text{lit}}{\text{min}} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ sec}} = 2.5 \frac{\text{lit}}{\text{sec}} \times 15/8.5 = 40 \text{ GPM}$$

اگر در ساختمانی مقدار کل لوله‌های رفت و برگشت آب گرم مصرفی برابر ۱۵۰۰ متر باشد، دبی پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی، چند لیتر بر ثانیه و چند گالن بر دقیقه خواهد بود؟

$$H = 1 \times 30 = 1667 \text{ m} \times 30 \frac{\text{W}}{\text{m}} = 45000 \text{ W} = 45 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{H}{\Delta T} = \frac{45000}{50} = 1 \frac{\text{lit}}{\text{sec}} \times 15/8.5 \cong 16 \text{ GPM}$$

### هد پمپ سیرکولاتور:

مقدار فشار یا هد سیرکولاتور با توجه افت فشار ناشی از اصطکاک لوله رفت و برگشت، اتصالات مسیر (معادل نصف طول مسیر) و با در نظر گرفتن افت فشار ثابت حدود  $200 \frac{\text{pa}}{\text{m}}$  در نظر گرفته می‌شود. بنابراین خواهیم داشت:

$$\Delta P = 3L(\text{m}) \times 200 \left( \frac{\text{pa}}{\text{m}} \right) = 600 \times L(\text{Pa})$$

۳L: مجموع طول لوله رفت و برگشت به اضافه هم ارز طولی اتصالات در هر دو مسیر

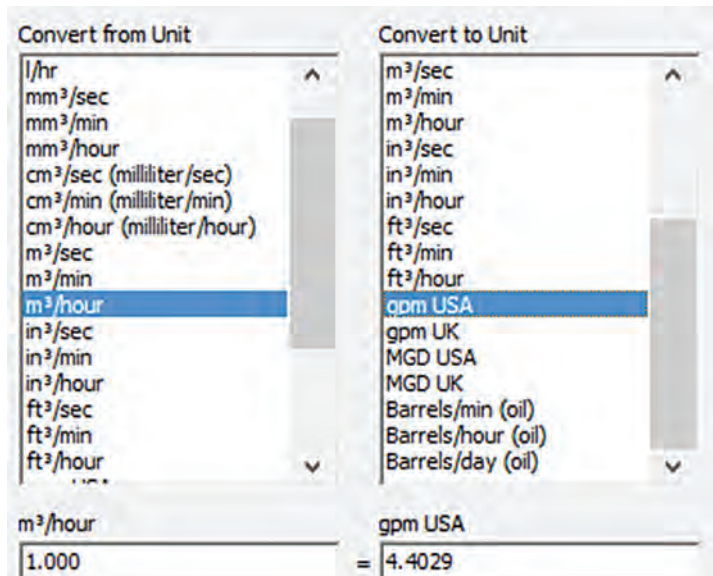
$$(L+L) \times 1/5 = 3L$$



$\Delta P$ : افت فشار یا هد پمپ بر حسب پاسکال Pa  
**نکته:** هر ۱۰ کیلو پاسکال فشاری معادل یک متر ستون آب است بنابراین داریم:

$$\Delta P = 600 \times L(\text{Pa}) = 60 \times L(\text{m})$$

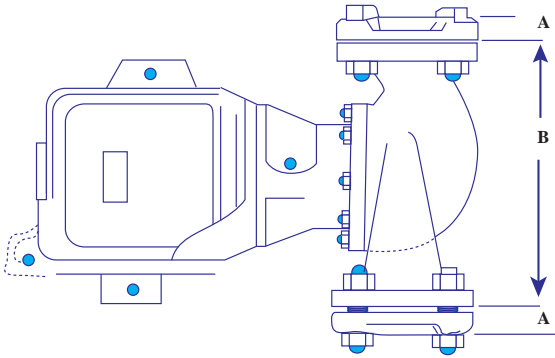
**مثال:** با استفاده از نرم‌افزار اکسل مقدار ذخیره و بارگرمایی و دبی و هد پمپ سیرکولاتور برگشت آب گرم مصرفی را محاسبه نمایید.



مشاور :		گروه مهندسی ۳۵		کارفرما:		اقای مهندس	
طرح:		سید وحید سجادی					
محاسبه و انتخاب پمپ برگشت آبگرم (جدول مصرف آب ساختمان مسکونی)		صفحه		۱		تاریخ: ۹۵/۰۶/۰۵	
مهندس: سعادی		کنترل:		مهندس:			
جدول مصرف آب ساختمان کلوب							
ردیف	شرح	سرد	گرم	تعداد	سرد	گرم	GPH
	وسيله بهداشتی	f.u	f.u		F.U	F.U	gph
1	شیر مخلوط نوات	1	1	5	5	5	3
2	شیر مخلوط دستشویی	1.5	1.5	10	15	15	3
3	فلاش ناک نوات	5	0	10	50	0	0
4	دوش خصوصی	3	3	5	15	15	150
5	وان حمام	3	3	5	15	15	20
6	ماشین رختشویی ۳۶ کیلویی	3	3	5	15	15	20
7	ماشین ظرفشویی اتوماتیک	1.4	1.4	5	7	7	20
8	سینک ظرفشویی	1.5	1.5	5	8	7.5	20
9	سینک آبدارخانه	3	3	0	0	0	10
	جمع کل				130	79.5	1195
	مقدار واقعی مصرف آبگرم	GPH					1195
	ضریب همزمانی 0.35	LPH					418
	ضریب ذخیره 1.25	Gal					523
	ضریب اطمینان 1.2	Gal					627
	حجم نهایی منبع ذخیره با اعمال ضرایب	Lit					2510
							2510
	دمای آب سرد ورودی T1	60 °F					15.6 °C
	دمای آب گرم مصرفی T2	140 °F					60 °C
	حرارت مورد نیاز گرمایش آبگرم مصرفی						
	$Q = q \times p \times C (T_2 - T_1)$						
	$Q = 418 \times (140 - 60) =$	278722					BTU/HR
	$Q = 1621 \times 1 \times (60 - 5) =$	72032					Kcal/HR

مشاور :		گروه مهندسی ۲۵		کارفرما:		اقای مهندس																			
طرح:		سید وحید سجادی																							
محاسبه و انتخاب پمپ برگشت آبگرم (جدول مصرف آب ساختمان مسکونی)		صفحه		۲																					
محاسب: مهندس سجادی		کنترل:		مهندس		تاریخ: ۹۵/۰۶/۰۵																			
<p>برای هر متر لوله آب گرم حدود ۲۸۸ وات بر متر تلفات حرارتی در نظر گرفته می‌شود (روش ۱)</p> <p>برای هر 20FU از آبگرم مصرفی معادل 1GPM دبی پمپ در نظر گرفته می‌شود (روش ۲)</p> <p><math>H = l \times 28.8 \text{ W/m}^2 = \text{KW} \gg Q = H(\text{KW})/46 \text{ Lit/sec}</math>      <small>Unit: Lit/sec</small></p> <p>دبی سیرکوله آبگرم مصرفی ۱</p> <p><math>Q = 120 \times 28.8 = 3.456 \gg Q = 0.07 \text{ Lit/sec} = 1.2 \text{ GPM}</math></p> <p>دبی سیرکوله آبگرم مصرفی ۱</p> <p><math>FU = 80 \gg Q = 80 / 20 = 3.98 \text{ GPM}</math></p> <p>دبی سیرکوله آبگرم مصرفی ۲</p> <p><math>Q = 3.98 \text{ GPM}</math></p> <p>یا توجه به تعداد 1 پمپ در حال کار دبی حرارتی تقسیم بر 1 خواهد شد</p> <p>دبی هر پمپ <math>3.98 / 1 = 3.98 \text{ GPM}</math></p> <p>طول مسیر رفت و برگشت <math>100 / 2.5 \times 120 \times 1.5 =</math> افت فشار مسیر</p> <p><math>= 4.5 \text{ M} = 15 \text{ FT}</math></p> <p>افت فشار کلکتور <math>= 6 \text{ FT}</math></p> <p>افت فشار منبع <math>= 5 \text{ FT}</math></p> <p>افت فشار کلی <math>= ( 15 + 6 + 5 )</math></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>H =</math></td> <td>26</td> <td>FT</td> <td>8</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td><math>Q =</math></td> <td>3.98</td> <td>GPM</td> <td>0.25</td> <td>L/S</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">S100-1* HV      دستگاه پمپ</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>مدل</td> <td>= S100-1* HV</td> </tr> <tr> <td>سرعت</td> <td>= 1425 RPM</td> </tr> <tr> <td>قدرت مصرفی</td> <td>= 1/12 HP</td> </tr> <tr> <td>V -PH-HZ</td> <td>= 220 -1-50</td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>خطی ساخت کارخانه پمپ سمنان یا مشخصات فنی زیر انتخاب میشوند. و یکی از پمپها بصورت رزرو خواهد بود</p> </div>								$H =$	26	FT	8	m	$Q =$	3.98	GPM	0.25	L/S	مدل	= S100-1* HV	سرعت	= 1425 RPM	قدرت مصرفی	= 1/12 HP	V -PH-HZ	= 220 -1-50
$H =$	26	FT	8	m																					
$Q =$	3.98	GPM	0.25	L/S																					
مدل	= S100-1* HV																								
سرعت	= 1425 RPM																								
قدرت مصرفی	= 1/12 HP																								
V -PH-HZ	= 220 -1-50																								

## جدول ۱- مشخصات الکترو موتور پمپ خطی



MODEL	PH	RPM	HP	A (mm)	B (mm)
1" S100	1	1450	1/12	22	164
1½" S100	1	1450	1/12	22	166
1½" S100	1	1450	1/6	27	240
2" S100	1	1450	1/6	27	240
2" HV	1	1450	1/6	20	218
1½" AA	1	2900	1/4	32	180
1½" AA	1	1450	1/3	36	296
2" AA	1	1450	1/3	20	292
2" A6	1-3	1450	1	22	360
2" A7	1-3	1450	1½	20	360



MODEL	GPM	0	20	40	60	80	100
2" AA	Feet	20.5	20	19	17	14	10

محور عمودی هد پمپ بر حسب فوت و محور افقی دبی بر حسب گالن در دقیقه است.

تبدیل واحدها:  $1\text{m}^3/\text{hr} = 4/4\text{GPM}$  و  $1\text{m} = 3/3\text{ft}$  و  $1\text{HP} = 0.736\text{kW}$

### ارزشیابی تکوینی هواگیری و آب‌اندازی مدار پمپ سیرکولاتور

ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- کنترل مدار تغذیه		
۲	هواگیری و آب‌اندازی		۱- باز کردن شیرهای مسیر		
			۲- باز کردن شیرهای هواگیری		
			۳- کنترل مسیر تخلیه هوا		
			۴- بستن شیر هواگیری		

### ارزشیابی تکوینی (فعالیت کارگاهی تمیز کردن صافی و عملکرد صحیح شیرفلکه ها)

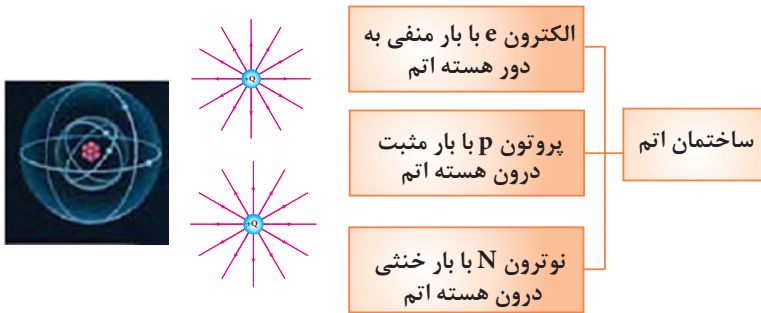
ردیف	طرح فعالیت	بالاتر از حد انتظار (۳نمره)	قابل قبول (۲نمره)	غیر قابل قبول (۱نمره)	نمره کسب شده
۱	آماده سازی لوازم و دستگاه		۱- شناخت و انتخاب ابزار مناسب		
			۲- بستن شیرهای فلکه رفت و برگشت پمپ		
۲	تمیز کاری صافی		۱- باز کردن فلنج کور		
			۲- خارج کردن توری صافی		
			۳- تمیز نمودن توری با فرچه		
۳	راه‌اندازی		۱- جازدن توری به درستی		
			۲- بستن فلنج کور		
			۳- باز کردن شیرهای رفت و برگشت		
۴	رعایت ایمنی و کارگاهی		رعایت ایمنی در کار با ابزار و به کارگیری دستکش و کفش کار		
۵	دقت و سرعت در انجام کار		زمان بندی شروع و پایان کار		

## مشخصات الکتروموتور پمپ

در بیان این بخش شاید لازم باشد که بخشی از مبانی برق هم گفته شود اما چون حجم صفحات کتاب این اجازه را نمی‌داد و همچنین در دوره اول راجع به این مبانی مطالبی در کتاب‌ها آورده شده بود لذا در ارتباط با مبانی شرحی در کتاب نیامده است.

برای آنکه شما بتوانید سطح کلاس را در ارتباط با این موضوع بسنجید بخش زیر به شما کمک خواهد نمود تا با طرح فعالیت‌های پیشنهادی هنرجویان را سنجش نموده و مطالب را یادآوری کنید.

### مبانی الکتریسیته:



\* پایه و اساس تولید و کاربرد الکتریسیته، الکترون است.  
\* تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های هر اتم در حالت عادی باهم برابر و بار کل اتم خنثی است.

با توجه به جداول و نمودارهای زیر برای هریک از مواد زیر مثال جدید بزنید.

مدار الکترونی	مثال	تعداد الکترون‌های لایه آخر	مواد از نظر هدایت الکتریکی
	مس	کمتر از ۴	هادی - رسانا
	کربن	برابر ۴	نیمه هادی
	شیشه	بیشتر از ۴	عایق (دی‌الکتریک)

بحث کلاسی



بحث کلاسی



روش‌های تولید انرژی الکتریکی را با توجه به جدول و نمودار بررسی نمایید و برای هر یک مثال جدید بنویسید.

انواع الکتریسیته	شرح	مثال
ساکن	اگر اتم‌های یک جسم خنثی الکترون‌های خود را از دست بدهند یا الکترون زیادی بگیرند آن جسم باردار می‌شود.	شانه کشیده شده بروی مو
جاری	حرکت الکترون‌ها (e) در اثر ایجاد اختلاف پتانسیل (ولتاژ) الکتریکی در دو سر یک رسانای برق را جریان برق می‌گویند	جریان برق شهر



پژوهش زیر را در کلاس ارائه دهید و از هنرجویان بخواهید آن را در قالب روزنامه دیواری به کلاس ارائه نمایند.

پژوهش

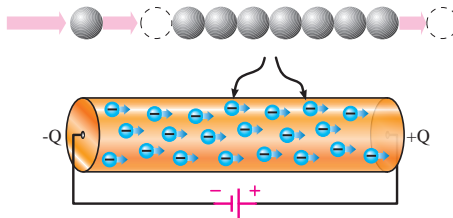


با توجه به آثار انرژی الکتریکی در زندگی روزمره در مورد، روش های تبدیل انرژی بحث و گفتگو نمایید.

تبدیل انرژی الکتریکی به	مثال	شرح
انرژی نورانی	لامپ روشنایی	با استفاده از هادی های ضعیف جریان (تنگستن) عبور می کند داغ شده گرما به نور قرمز یا سفید تبدیل می شود.
انرژی گرمایی	سماور برقی	عبور جریان از یک سیم با مقاومت بالا، و تولید گرما
انرژی شیمیایی	پدیده الکترولیز	آبکاری فلزات با الکتروشیمی
انرژی فشاری	بلندگو- هدفن	لرزش در دیافراگم متصل به منبع تولید صدا
انرژی مغناطیسی	آهن ربای موقت	اطراف هر هادی که جریان الکتریکی بگذرد، خاصیت مغناطیس ایجاد می شود.

## انواع الکتریسته جاری

هنگامی که تعداد زیادی الکترون های آزاد در یک سیم هادی در یک جهت حرکت کنند، می گوئیم از سیم جریان الکتریکی عبور می کند. از آنجا که اتم ها خیلی به هم نزدیک اند مدارهایشان روی هم قرار می گیرد، این حرکت الکترون آزاد نیاز به مسافت زیاد ندارد، بلکه این بار منفی خود را بر بار منفی الکترونی که در آن مدار وجود دارد انتقال می دهد. این عمل در آنی صورت گرفته و همه الکترون ها نیز این عمل را تکرار می کنند. به این عمل ضربان های الکترونی گویند.



شکل ۲- حرکت الکترون در سیم حامل جریان

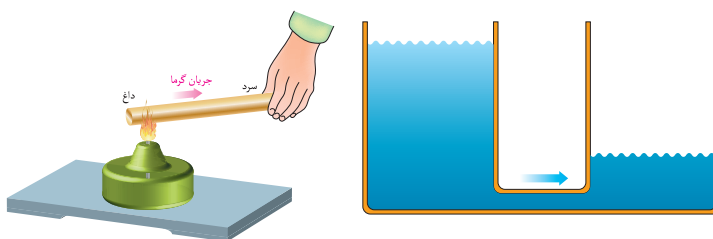


انواع الکتریسیته جاری	شرح	مثال	نمودار جریان بر حسب زمان
جریان مستقیم DC	نوعی جریان که در مدت زمان استفاده اندازه و جهت آن تغییر نمی‌کند (ناشی از ولتاژ مستقیم)	برق باتری	
جریان متناوب AC	نوعی جریان که در مدت زمان استفاده اندازه و جهت آن تغییر می‌کند (ناشی از ولتاژ متناوب)	جریان برق شهر	

\*نکته: امکان ذخیره کردن الکتریسیته تنها از نوع جریان مستقیم (DC) و در قالب باتری است.

### اختلاف پتانسیل الکتریکی Voltage-V :

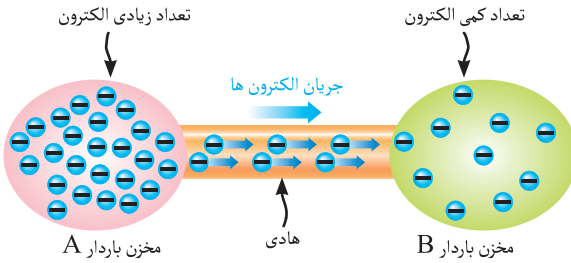
اختلاف پتانسیل در واقع تفاوت انرژی پتانسیل (قابلیت ذخیره) یک جسم نسبت به یک میدان یا جسم دیگر است. همان‌طور که اختلاف دما جهت انتقال گرما را در جسم مشخص می‌کند یا اختلاف فشار مایع حرکت مایع را نشان می‌دهد، اختلاف پتانسیل الکتریکی هم جهت جریان یافتن الکتریسیته را تعیین می‌کند.



شکل ۳- اختلاف پتانسیل (الف) گرانشی که اختلاف فشار مایع را جابه‌جا می‌کند (ب) گرمایی اختلاف دما سبب انتقال گرما می‌شود

اختلاف پتانسیل الکتریکی به اختلاف بار الکتریکی (e) بین دو نقطه از یک رسانا را اختلاف پتانسیل الکتریکی گویند: که قابلیت انجام کار را دارد لذا لازمه برقرار شدن جریان الکتریکی، اختلاف بار الکتریکی با یک نقطه با بار منفی بیشتر به یک

نقطه با بار منفی کمتر است که واحد اندازه‌گیری آن ولت  $v_-$  و علامت اختصاری اختلاف پتانسیل الکتریکی  $V$  است.



شکل ۴- جریان الکترون در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی

### شدت جریان الکتریکی $A$ - Ampere :

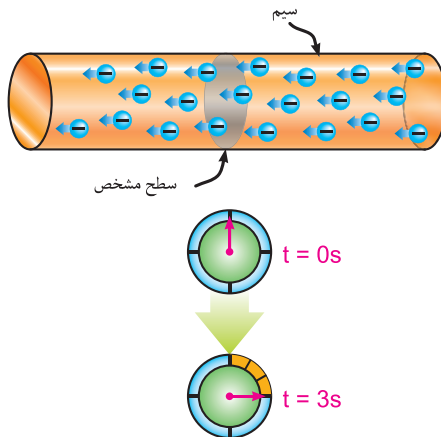
عبور بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) از یک سطح مقطع مشخص یک رسانای برق در واحد زمان را شدت جریان الکتریکی گویند و با  $I$  نمایش می‌دهند و واحد اندازه‌گیری آن برحسب آمپر  $A$  بیان می‌شود. بنابراین داریم:

$$I = \frac{q}{t}$$

$q$  : بار الکتریکی برحسب کولن  $C$

$t$  : زمان برحسب  $sec$

$I$  : شدت جریان الکتریکی برحسب  $A$



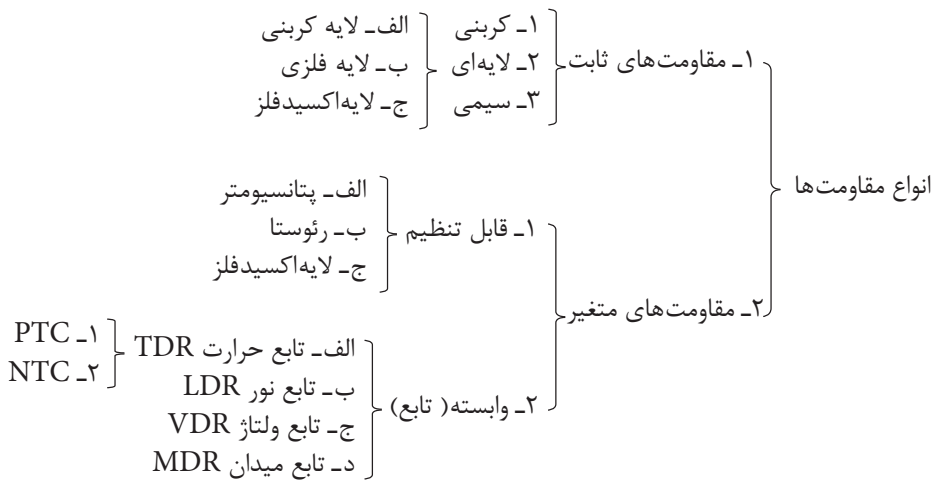
شکل ۵- جریان الکترون که از سطحی مشخص در طی زمانی معین عبور می‌کند

## مقاومت الکتریکی Resistor-R:

به‌طور کلی مقاومت یعنی مخالفت در برابر تغییر وضعیت موجود.



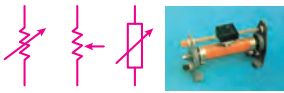
مقدار مخالفتی که یک جسم در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود نشان می‌دهد را مقاومت الکتریکی گویند و با  $R$  نمایش می‌دهند و واحد آن به افتخار کاشف آن اهم  $\Omega$  - نامیده می‌شود.



پژوهش



انواع مقاومت‌ها را با شکل در قالب یک پوستر به کلاس ارائه نمایید.



رئوستا یا پتانسیومتر



مقاومت سیمی



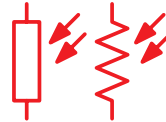
مقاومت کربنی -  
مقاومت سیمی



ترمیستور PTC



ترمیستور NTC

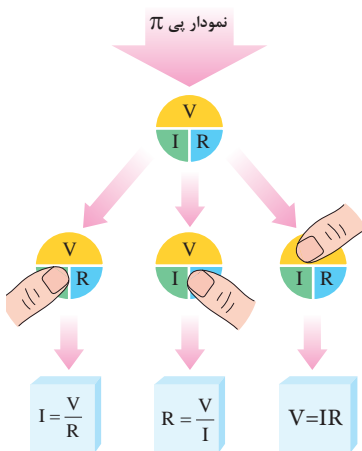


مقاومت تابع نور LDR

شکل ۶ - انواع مقاومت‌ها

- ۱- در مورد کاربردهای انواع مقاومت در تأسیسات تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.
- ۲- در مورد ابررسانا و کاربرد آن پژوهش و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

پژوهش



شکل ۷ - مثلث اهم

### قانون اهم (مثلث اهم)

طبق شکل نمودار پی یا مثلث اهم، قانون اهم بیان می‌کند نسبت اختلاف پتانسیل دوسر هادی به شدت جریان آن در دمای معین مقداری ثابت است که این مقدار ثابت را مقاومت الکتریکی هادی  $R$  گویند و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$V$  اختلاف پتانسیل دوسر هادی بر حسب  $V$

$I$  شدت جریان هادی بر حسب  $A$

$R$  مقاومت الکتریکی بر حسب  $\Omega$

## کار الکتریکی

کار الکتریکی عبارت است از مقدار انرژی که در مصرف‌کننده الکتریکی به‌سایر انرژی‌ها تبدیل می‌شود. کار الکتریکی را با  $W$  نشان می‌دهند و واحد آن ژول  $J$  است.

$$W = RI^2t$$

$W$ : کار الکتریکی بر حسب  $J$

$I$ : شدت جریان هادی بر حسب  $A$

$R$ : مقاومت الکتریکی بر حسب  $\Omega$

$t$ : زمان بر حسب  $sec$

## توان الکتریکی

توان الکتریکی، مقدار کار الکتریکی انجام شده در واحد زمان است. توان الکتریکی را با  $P$  نشان می‌دهند و واحد آن وات ( $W$ ) است.

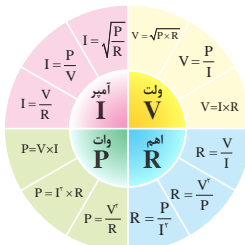
$$P = \frac{W}{t} = \frac{RI^2t}{t} = RI^2$$

$$P = RI^2 = RI \cdot I = VI$$

$P$ : توان الکتریکی بر حسب وات  $W$

$W$ : کار الکتریکی بر حسب  $J$

$t$ : زمان بر حسب  $sec$



شکل ۸- چرخ قانون اهم

**نکته مهم:** اداره برق برای محاسبه انرژی الکتریکی از واحد  $kWh$  استفاده می‌کنند، یعنی مقدار توان مصرفی را که همان حاصل ضرب ولتاژ در جریان است بر حسب کیلووات و زمان را بر حسب ساعت در نظر می‌گیرند. در نتیجه از ضرب آنها واحد کیلووات ساعت برای انرژی الکتریکی در نظر گرفته می‌شود.

$$W = V \cdot I \cdot t$$

$$W = P \cdot t$$

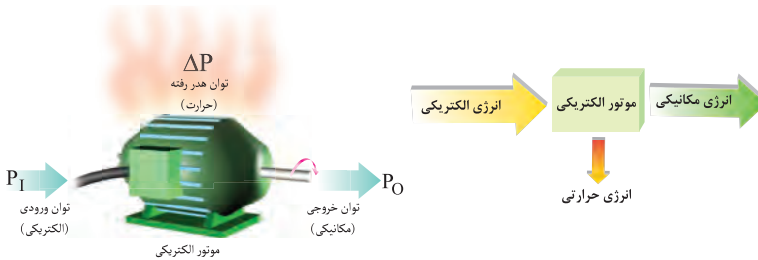
$$[KWh] = [KW] \cdot [h]$$

شکل ۹- کار الکتریکی بر حسب توان مصرفی

**مثال:** مقدار انرژی الکتریکی یک الکتروپمپ ۵ کیلوواتی در هر روز حدود ۴ ساعت کار می کند در یک ماه (۳۰ روز) چند کیلو وات ساعت است؟ اگر هزینه هر کیلووات ساعت ۴۰۰۰ ریال باشد مبلغ تمام شده در پایان ماه چند ریال خواهد بود؟

$$W = Pt = 5 \times 4 = 20 \frac{\text{kWh}}{\text{day}} \times 30 \frac{\text{day}}{\text{month}} = 600 \frac{\text{kWh}}{\text{month}}$$

$$600 \frac{\text{kWh}}{\text{month}} \times 4000 \frac{\text{Rials}}{\text{kWh}} = 2400000 \frac{\text{Rials}}{\text{month}}$$



شکل ۱۰-۱ راندمان الکتروموتورها

موتورهای الکتریکی انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کنند اما در این فرایند بخشی از انرژی الکتریکی به انرژی گرمایی تبدیل می شود که به آن تلفات توان گویند.

بازده یا راندمان نسبت توان خروجی به توان ورودی وسایل الکتریکی است و با

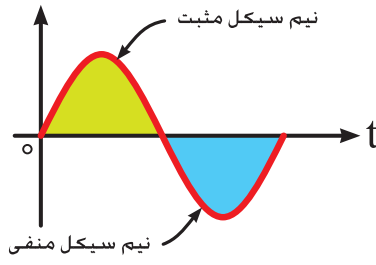
حرف یونانی  $\eta$  (eta) نشان می دهند.  $0 \leq \eta < 1$   $\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} \quad P_{in} > P_{out}$$

- ۱ معمولاً توان الکتروموتورها بر روی پلاک مشخصات بر حسب اسب بخار (HP) نیز یادداشت می شود.  $1 \text{HP} = 746 \text{W}$
- ۲ کار حاصل از عبور جریان در یک مقاومت گرماده، تماماً توسط جریان تبدیل به گرما می شود. هر دو شکل کار و گرما بر حسب  $W$  است بنابراین  $W=Q$

نکته





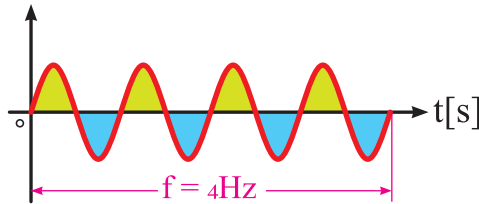
شکل ۱۱- یک سیکل کامل

### سیکل (Cycle)

به شکل موجی که در جریان متناوب به دلیل چرخش یک دور کلاف (روتور) در داخل میدان مغناطیسی (استاتور) در الکتروموتور، از حالتی شروع شده و پس از یک حرکت موجی به آن حالت اول برمی‌گردد.

### فرکانس (f)

به تعداد سیکل‌های زده شده در طی مدت یک ثانیه را فرکانس گویند. واحد اندازه‌گیری فرکانس هرتز یا Hz یا  $\frac{1}{\text{sec}}$  است. شکل زیر فرکانس ۴ هرتز را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۲- امواج زده شده در یک ثانیه

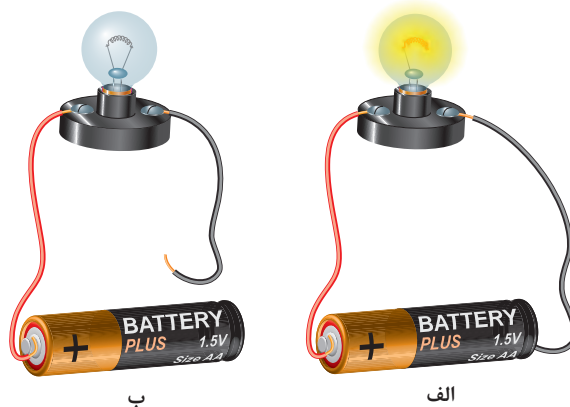
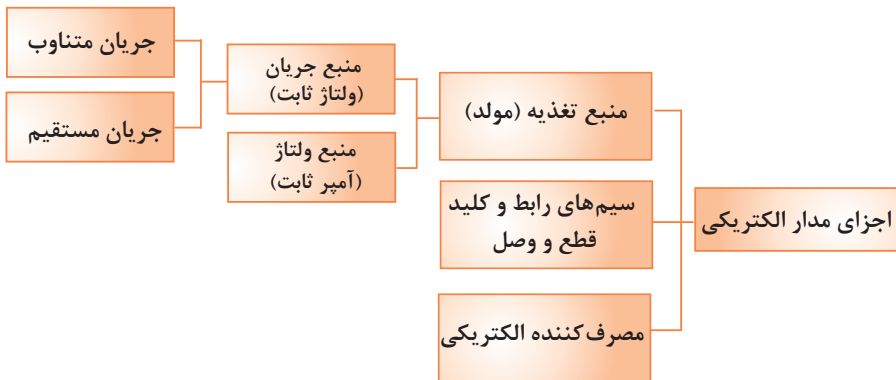


## جدول اندازه‌گیرهای کمیت‌ها و نشان‌دهنده‌های تابلوی برق

شکل	وظیفه	نماد نشان‌دهنده	ردیف
	نمایش شدت جریان الکتریکی - به صورت سری در مدار قرار می‌گیرد.	آمپر متر 	۱
	نمایش اختلاف پتانسیل بین فازهای مختلف یا اختلاف سطح الکتریکی بین هر فاز با نول - به صورت موازی در مدار قرار می‌گیرد.	ولت متر 	۲
	نمایش مقاومت الکتریکی - باشد.	اهم متر 	۳
	وسیله اندازه‌گیری توان مصرفی	وات متر 	۴
	برای اندازه‌گیری انرژی الکتریکی بر حسب kWh	کنتور 	۵
	برای اندازه‌گیری آمپر-اهم - ولتاژ (انبر برای اندازه‌گیری آمپر با عبور یک رشته سیم از هسته آن)	مولتی متر (اوومتر) انبری	۶

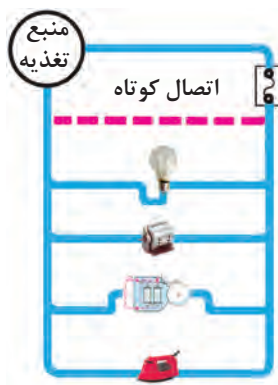


پودمان پنجم: نصب و راه‌اندازی و سرویس دستگاه‌های گرمایی



شکل ۱۳- مدار الکتریکی الف) مدار باز ب) مدار بسته

### حالت اتصال کوتاه (Short Circuit)



شکل ۱۴- اتصال کوتاه

زمانی که یک سیم هادی مستقیماً به دو ترمینال یک باتری یا ژنراتور متصل می‌شود، مدار اتصال کوتاه کرده و جریان بیشتر از آن چه که باتری یا ژنراتور می‌تواند تغذیه کند از سیم می‌گذرد و ممکن است سیم خیلی داغ شود و حتی باتری و ژنراتور را بسوزاند. یکی از روش‌های محافظت از مدار الکتریکی استفاده از فیوز است.

## اتصال سری و موازی مقاومت‌های اهمی

جدول معادل سازی کمیت‌های الکتریکی و مکانیکی

کمیت مکانیکی	معادل است با	کمیت الکتریکی
جریان آب		الکترون‌های آزاد
لوله آب		سیم هادی
$Q = \frac{V(m^3)}{t(sec)}$ دبی حجمی آب		$I = \frac{q(C)}{t(sec)}$ شدت جریان الکتریکی
H اختلاف فشار یا هد		V اختلاف پتانسیل الکتریکی
رادیاتورها ( افت فشار لوله و اتصالات) $\Delta P$		R مقاومت الکتریکی

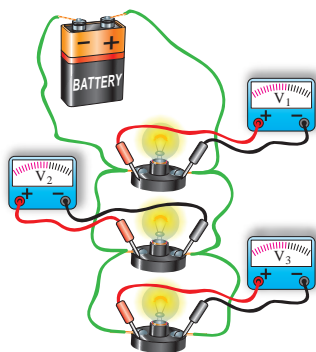
### اتصال سری

مدار سری را می‌توان مشابه پمپ‌هایی دانست که به صورت سری در کنار هم قرار گرفته‌اند و یا مانند حلقه‌های یک زنجیر است که وقتی نیرویی اعمال می‌شود به تمام زنجیرها به صورت یکسان نیرو به همه حلقه‌های آن منتقل می‌شود. در پمپ‌های سری مقدار دبی که معادل جریان الکتریکی است با هم برابرند. نکته جالب: اگر در پمپ‌های سری که همانند حلقه‌های یک زنجیر در کنار هم قرار گرفته‌اند، پمپی با دبی کمتر قرار گیرد، بسیار زودتر از بقیه پمپ‌ها از بین می‌رود و مدار را از کار می‌اندازد.

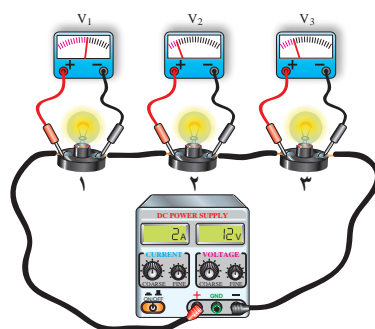
## اتصال موازی

مدار موازی را می‌توان مشابه پمپ‌هایی دانست که به صورت موازی در کنار هم قرار گرفته‌اند در پمپ‌های موازی مقدار فشار که معادل اختلاف پتانسیل الکتریکی است با هم برابرند.

مقاومت الکتریکی R	اختلاف پتانسیل الکتریکی V	شدت جریان الکتریکی I	اتصال سه مقاومت
$R_T = R_1 + R_2 + R_3$	$V_T = V_1 + V_2 + V_3$	$I_1 = I_2 = I_3$	سری
$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	$V_1 = V_2 = V_3$	$I_T = I_1 + I_2 + I_3$	موازی



ب

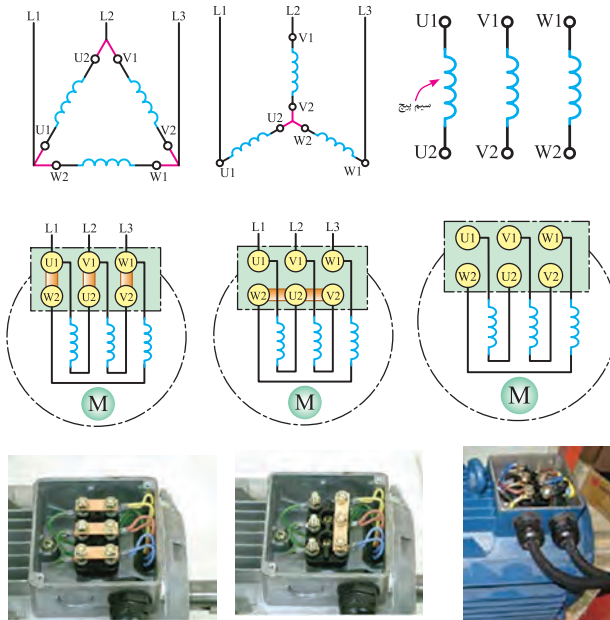


الف

شکل ۱۵- اتصال سه لامپ (بار) الف) به صورت سری ب) به صورت موازی

## اتصال ستاره و مثلث

جدول سربندی تخته کلم اتصال ستاره و مثلث الکتروموتور



ج

ب

الف

شکل ۱۶- سرو ته کلاف‌های یک موتور سه فاز شماتیک، داخل موتور و روی تخته کلم (الف) بدون هیچ اتصالی (ب) حالت ستاره (ج) حالت مثلث

$$I_{\Delta} = \sqrt{3} I_{\lambda} \quad P_{\Delta} = P_{\lambda}$$

در این بخش از هنرجو انتظار می‌رود که اتصال ستاره و مثلث را روی تخته کلم الکتروموتور انجام دهد و کابل دستگاه را در محل‌های مربوطه ببندد لازم به ذکر است که هدف ما کابل‌کشی از تابلو برق نیست بلکه فقط اتصال کابل مربوط به دستگاه به صورت صحیح در محل‌های مورد نظر روی دستگاه می‌باشد. بدیهی است که در حین و پس از اتصال باید هنرجو به نکات فنی اتصال و جهت صحیح گردش موتور دقت نماید.

نکته



آمپر نامی اتصال ستاره یک سوم آمپر نامی مثلث است. توان تولید اتصال مثلث سه برابر اتصال ستاره است.

$$I_{\Delta} = 3I_{\lambda} \quad P_{\Delta} = P_{\lambda}$$

### تشریح بازرسی لازم حین کار پمپ سیرکولاتور

بخش فیلم: مشاهده فیلم – بازرسی پس از راه‌اندازی پمپ  
با سرکشی مداوم وضعیت عمومی موارد چک لیست جدول پس از راه‌اندازی پمپ بررسی و زیر نظر قرار می‌دهیم.

۱- چک کردن فشارهای ورودی و خروجی پمپ	۵- بازرسی درجه حرارت یاتاقان‌ها
۲- چک کردن نشی آب بندها و بدنه پمپ	۶- چک کردن وضعیت لرزش و سروصدا (خلأزایی و ضربه قوچ)
۳- چک کردن میزان دبی پمپ و اطمینان از بیشتر بودن مقدار آن نسبت به حداقل دبی	۷- چک کردن میزان آمپر الکتروموتور
۴- چک کردن فشار و درجه حرارت آب	۸- اطمینان از کاردهی سیستم کویلینگ و مسدود نبودن مسیر

برای انجام فعالیت‌های هر چه بهتر این بخش چه برای الکتروموتور تک فاز و چه برای الکتروموتور سه فاز، می‌توانید به هنرجویان به صورت گروهی و یا انفرادی قبل از آن که کار کارگاهی کتاب را انجام بدهند الکتروموتوری در اختیار قرار دهید و از آنها بخواهید یک کابل را به محل‌های اتصال موتور (تخلیه کلم) اتصال دهند و سپس مورد ارزشیابی شما قرار بگیرد این کار موجب افزایش حس اعتماد به نفس هنرجویان خواهد گردید.

## عیب‌های عادی پمپ‌های سیرکولاتور

علل	عیوب مشهود
۱- سفت بودن پکینگ‌ها ۲- روغن کاری نامناسب و غیر کافی ۳- هم محور نبودن محوره‌های پمپ و الکتروموتور ۴- بالا بودن فشار رانش پمپ ۵- بازبودن کامل خط رانش ۶- معیوب بودن الکتروموتور	۱- مسائلی که باعث بیش از حد آمپر کشیدن الکتروموتور می‌شود.
۱- کاورتاسیون یا وجود هوا در مکش پمپ ۲- همراستا سازی نامناسب ۳- شل بودن پیچ‌های فونداسیون ۴- مناسب نبودن موقعیت نصب پمپ	۲- مسائلی که باعث لرزش و سرو صدا می‌شود
۱- هواگیری نشدن کامل پمپ ۲- پایین بودن سرعت گرداننده ۳- بالا بودن بیش از حد فشار رانش ۴- گرفتگی پروانه ۵- معکوس شدن جهت گردش پمپ ۶- نامناسب بودن طراحی سیستم لوله‌کشی مکش ۷- بالا بودن دمای آب ۸- کوچک بودن قطر پروانه و زیاد بودن فاصله پروانه از بدنه (جریان چرخشی اطراف پروانه)	۳- مسائلی که باعث کم شدن جریان می‌شوند و فشار رانش را افزایش می‌دهد.

کار کارگاهی زیر به عنوان یک پنل آموزشی پیشنهاد می‌گردد که به کمک هنرجویان قابل اجرا است:

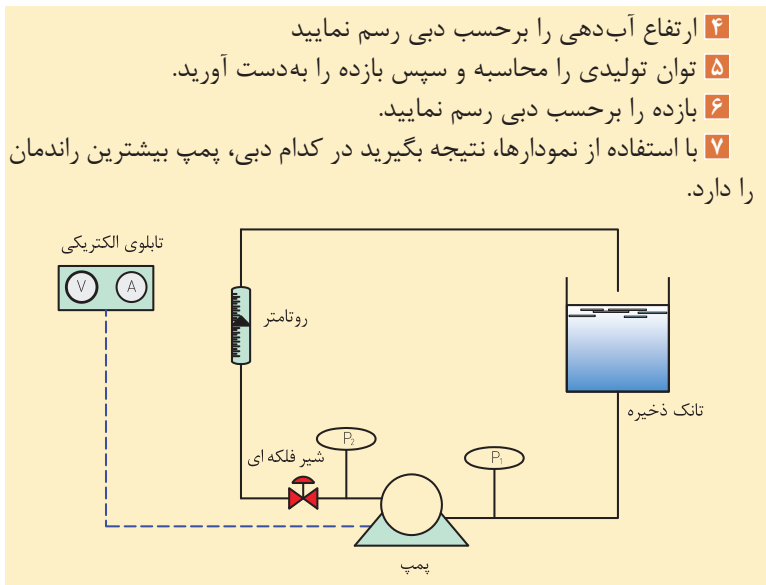
از یک پمپ گریز از مرکز در پمپ کردن آب از یک تجهیز به تجهیز دیگر استفاده نمایید. با راهنمایی مربی خود پمپ را راه‌اندازی نموده و توان مصرفی و تولیدی و راندمان و دبی و هد پمپ را محاسبه و اقدام به رسم منحنی عملکرد پمپ نمایید و به صورت یک نمونه شکل و روش کار به کلاس ارائه دهید.

روش کار:

- ۱ با تنظیم شیر دبی‌های مختلفی را اندازه‌گیری نمایید.
- ۲ در هر دبی ایجاد شده فشارهای ورودی و خروجی را بخوانید و اختلاف فشار را برای هر شدت جریان محاسبه نمایید.
- ۳ در هر دبی ایجاد شده ولتاژ و آمپر را بخوانید و توان الکتریکی را محاسبه نمایید.

پژوهش





در کلیه فعالیت‌های کارگاهی به موارد زیر توجه شود:

نکات 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 به موقع، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله، پیروی از قوانین کارگاهی؛
- ۳ مدیریت منابع: مدیریت مؤثر زمان، استفاده به جا از مواد و تجهیزات با روش‌های صحیح؛
- ۴ کار تیمی: حضور فعال در فعالیت‌های تیمی، انجام کارها و وظایف و پژوهش‌های محوله؛
- ۵ مستندسازی: گزارش نویسی فعالیت‌های کارگاهی.

در پروژه‌های تأسیساتی برای کنترل کلیه مراحل نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری معمولاً چک لیست‌هایی تهیه و در اختیار مجریان قرار می‌گیرد بهتر است هنرجویان را با این چک لیست‌ها آشنا نموده و نمونه‌هایی که در صفحات بعد آورده شده است در اختیار آنها قرار دهید تا بر روی یک پروژه کارگاهی انجام و نتیجه را به کلاس ارائه نمایند. برای این منظور می‌توانید از موتورخانه هنرستان نیز استفاده نمایید.