



## پودمان ۵

### مکانیک و برق و آب در صنایع نساجی



## آیا می‌دانید

- قطر سیم‌های برق را بر چه اساسی تعیین می‌کنند؟
- ابزارهای برقی و مکانیکی چگونه کار می‌کنند؟
- وظیفه سیم اتصال زمین (سیم ارت) چیست؟
- چرخ‌دنده‌ها و چرخ تسمه و زنجیر چه کاربردی دارند؟
- منشأ آب‌های زمین چیست؟
- ناخالصی و انواع آن چیست؟
- چگونه آب را تصفیه می‌کنند؟

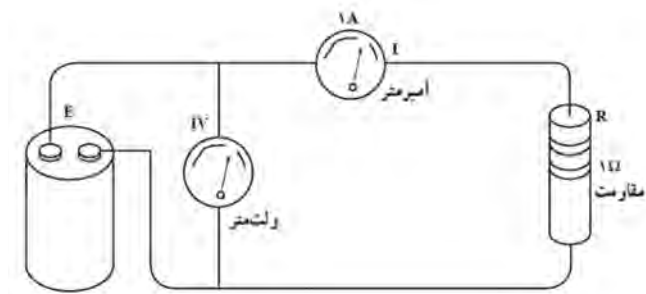
## استاندارد عملکرد

در پایان این پودمان انتظار می‌رود تا هنرجو بتواند انواع ابزار برقی را به کار ببرد. دکمه‌ها و کاپدهای روی ماشین‌آلات را بشناسد و به کار ببرد. کاربرد انواع چرخ‌دنده‌ها و چرخ زنجیر تسمه را بشناسد و خصوصیات هر کدام را بیان کند. خواص آب را بشناسد و روش‌های تصفیه آب را به کارگیرد.



## جریان الکتریکی

الکتریسیته در اثر برانگیختگی الکترون به وجود می‌آید و جریان الکتریکی در اثر عبور الکترون‌ها از یک سیم‌هادی تولید می‌شود. جریان الکتریکی را با  $I$  نشان می‌دهند و واحد اندازه‌گیری آن آمپر می‌باشد. در اثر عبور الکترون‌ها در دو سر مصرف‌کننده اختلاف پتانسیل به وجود می‌آید. اختلاف پتانسیل را با  $V$  نشان می‌دهند و با واحد ولت  $V$  اندازه‌گیری می‌کنند. از طرفی در هنگام عبور جریان، مصرف‌کننده‌ها از خود مقاومتی را نشان می‌دهند. و اجازه عبور آسان را به الکترون‌ها نمی‌دهند. مقاومت را با  $R$  نشان می‌دهند و با واحد اهم  $\Omega$  اندازه‌گیری می‌کنند. تولیدکننده‌های



شکل ۱- یک مدار الکتریکی

جریان الکتریکی را مولد می‌گویند. برای اینکه جریان الکتریکی برقرار شود به یک مدار الکتریکی احتیاج داریم. در ساده‌ترین مدار الکتریکی، یک تولیدکننده جریان الکتریکی، یک مصرف‌کننده، کلید قطع و وصل جریان الکتریکی و سیم‌هادی می‌باشد. در شکل ۱ یک مدار الکتریکی را مشاهده می‌کنید.

در مدار بالا نحوه اندازه‌گیری جریان الکتریکی و اختلاف پتانسیل را نشان می‌دهد. وسیله‌ای که آنها را اندازه‌گیری می‌کند مولتی‌متر (اهم‌متر) است.

در شکل ۲ یک نمونه اهم‌متر مشاهده می‌کنید.



شکل ۲- دستگاه مولتی‌متر

جریان الکتریکی به دو صورت وجود دارد. جریان DC مستقیم و جریان متناوب AC

### جریان الکتریکی DC:

در این نوع جریان مقدار و جهت جریان ثابت و یک سویه است و به همین دلیل آن را جریان مستقیم نیز می‌گویند. جریان مستقیم توسط باتری تولید می‌شود. همه با کاربرد باتری آشنایی دارند. در انواع ساعت، دستگاه کنترل تلویزیون، تلفن همراه و اتومبیل از باتری استفاده می‌شود. مدارهای داخلی سیستم‌های صوتی و تصویری و رایانه‌ها نیز از جریان الکتریکی DC استفاده می‌کند. به همین منظور جریان متناوب را به جریان مستقیم تبدیل می‌کنند. شارژرها نمونه پرکاربرد این مبدل‌ها می‌باشند. سیستم برق اتومبیل نیز یکی از کاربردهای مهم جریان DC است.

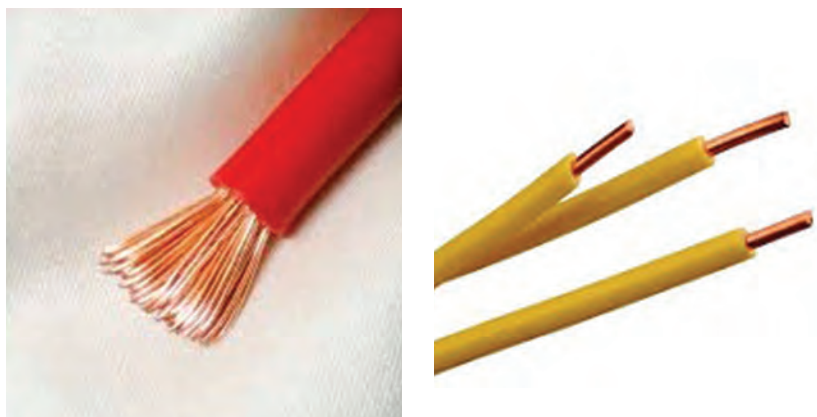
## جریان الکتریکی متناوب AC

در جریان متناوب جهت جریان الکتریسیته به طور تناوبی تغییر می‌کند. جریان متناوب توسط دستگاه ژنراتور تولید می‌شود. این ژنراتورها در نیروگاه مستقر است. نیروی حرکت چرخش ژنراتورهای نیروگاه‌ها توسط آب سدها، نیروی بخار آب حاصل از سوختن گاز، نفت گاز، نفت کوره و نیروی باد و یا استفاده از نیروی اتم (نیروگاه‌های اتمی) تأمین می‌شود. جریان AC به دو صورت تک فاز و سه فاز وجود دارد. برق تک فاز برای مصارف معمولی شهری و روستایی، مانند روشنایی، یخچال و فریزر، پنکه و کولر، وسایل صوتی و تصویری و موتورهای الکتریکی کوچک که در وسایل آشپزخانه به کار رفته است استفاده می‌شود. مقدار ولتاژ برق شهری در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر ۲۲۰ ولت است در حالی که در کشورهای آمریکا و ژاپن و بعضی کشورهای دیگر از برق ۱۱۰ ولت استفاده می‌کنند. برق تک فاز دارای دو سیم است که یکی از آنها نول و دیگری فاز می‌باشد. دست زدن به سیم فاز هنگامی که پای شخص روی زمین باشد بسیار خطرناک است. برق سه فاز، برای مصارف صنعتی و برای موتورهای الکتریکی قوی تر مثل آسانسور و الکتروموتورهایی که باید قدرت زیادی تولید کنند، استفاده می‌شوند. به خاطر ولتاژ بالاتر (۳۸۰ ولت) برق سه فاز بسیار خطرناک است. برق سه فاز دارای سه سیم می‌باشد که هر سه سیم آن فاز است. در صورتی که سیم اتصال به زمین نیز موجود باشد، برق تک فاز، سه سیم و برق سه فاز، چهار سیم خواهد داشت.

## انتقال جریان الکتریکی

برای انتقال جریان الکتریکی از سیم‌های مسی و یا آلومینیومی استفاده می‌شود. سیم‌ها را به سه دسته تقسیم می‌کنند.

سیم افشان: سیم افشان از چند رشته نازک تشکیل شده که در داخل روپوش پلاستیکی جای می‌گیرد. از مزایای سیم‌های افشان قابلیت انعطاف آن را می‌توان نام برد. ولی این سیم‌ها را نمی‌توان به شکل حلقه در آورد. در شکل ۳ سیم افشان و سیم مفتولی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳- سیم و افشان

سیم مفتولی: این سیم‌ها از یک میله مسی به نام مفتول تشکیل شده است که یک روکش پلاستیکی از جنس (PVC) به عنوان عایق روی آن کشیده می‌شود. این سیم‌ها قابلیت انعطاف‌پذیری بسیار کمی دارند ولی می‌توان آن را به شکل‌های مورد نیاز برای بستن سیم به شکل حلقه در آورد. قطر سیم‌ها به میلی‌متر، مشخصه مهم سیم‌ها می‌باشد. سیم‌هایی با اندازه قطر ۱، ۱/۵ و ۲/۵ میلی‌متر عموماً برای مصارف خانگی استفاده می‌شود ولی سیم‌های ضخیم‌تر عموماً برای مصارف صنعتی استفاده می‌شود.

کابل‌ها: کابل‌ها مجموعه‌ای از حداقل دو سیم روکشدار است که درون روکش جداگانه‌ای قرار داده شده است.



شکل ۴- چند نمونه کابل

کابل‌ها همانند سیم‌ها برای انتقال جریان برق به دستگاه‌ها استفاده می‌شود. کابل‌هایی که دارای سیم‌های ضخیم‌تری باشند. برای دستگاه‌هایی که جریان الکتریکی بیشتری لازم دارند استفاده می‌شود. هر کابل با سطح مقطع معینی قادر به انتقال مقدار مشخصی از جریان الکتریسیته است. اگر جریانی بیش از حد مجاز از کابل عبور کند، باعث گرم شدن و در نهایت سوختن کابل می‌شود. برای تشخیص دادن سیم کابل‌ها از یکدیگر معمولاً عایق آنها را رنگی می‌سازند. سیم کابل‌ها ممکن است مفتولی یا افشان باشد. شکل ۴ چند نمونه کابل را مشاهده می‌کنید.

## ابزارهای برق‌کشی

■ **فازمتر:** فازمتر وسیله‌ای شبیه پیچ‌گوشی است که می‌تواند سیم فاز و نول برق تک فاز را تشکیل دهد. اگر نوک فلزی فازمتر را داخل پریز کنیم و لامپ داخل فازمتر روشن شد آن سیم فاز است و در غیر این صورت باید سیم دیگر را امتحان کرد. در شکل ۵ یک فازمتر ساده و دیجیتال را مشاهده می‌کنید. فازمترهای دیجیتال قادر به اندازه‌گیری ولتاژ هستند. تشخیص سیم‌های برق زیر کار و ستون آهنی در ساختمان نیز از ویژگی این فازمترها می‌باشد.



شکل ۵- فازمتر

■ **انبردست:** انبردست برای نگه داشتن قطعه کار و بریدن سیم به کار می‌رود در شکل ۶ یک نمونه انبردست را می‌بینید.



شکل ۶- انبردست



شکل ۷- یک نمونه دم باریک

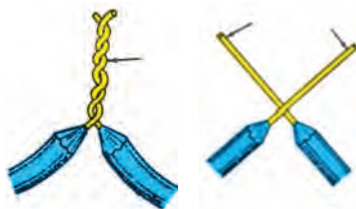
■ **دم باریک:** این وسیله شبیه انبر دست می باشد ولی نوک آن بلندتر و نازک تر است. و در جاهایی که فضای کمی دارد و برای فرم دادن سیم به کار می رود. نمونه دم باریک در شکل ۷ مشاهده می شود.



شکل ۸- سیم چین

■ **سیم لخت کن:** با اینکه با انبر دست و دم باریک نیز می توان روکش سیم را از آن جدا کرد ولی به خاطر آسیب نزدن به سیم ها وسیله خاصی برای این کار ساخته شده است. لخت کردن سیم با این وسیله بسیار ساده می باشد. ابتدا دهانه سیم چین را باز کرده و سیم را در محل شکاف قرار دهید، با فشردن دسته سیم چین، روکش از سیم جدا می شود. در شکل ۸ سیم چین را مشاهده می کنید.

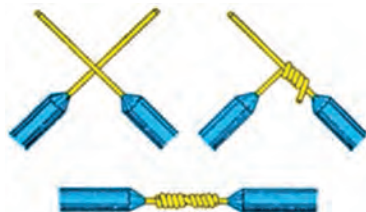
## اتصال سیم ها به یکدیگر



شکل ۹- اتصال سر به سر

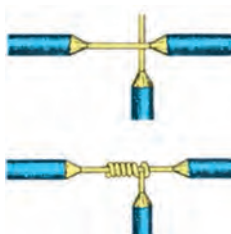
در برق کشی مواردی پیش می آید که باید دو سیم را به هم وصل کنیم. اتصال سیم ها به یکدیگر روش های مختلفی دارد که به کمک انبردست، دم باریک و سیم لخت کن می توان این اتصالات را درست کرد. این اتصالات به شرح زیر می باشند:

■ **اتصال سر به سر** که برای اتصال دو سیم و یا بیشتر استفاده می شود و در شکل ۹ نمونه اتصال سر به سر سیم ها نشان داده شده است.



شکل ۱۰- اتصال طولی

■ **اتصال طولی** برای مواقعی است که پس از اتصال مسیر سیم ادامه پیدا می کند و استحکام این اتصال زیادتر می باشد. در شکل ۱۰ این اتصال نشان داده شده است.



شکل ۱۱- اتصال سه راهی

■ **اتصال سه راهی** یا اتصال انشعاب، برای مواقعی است که بخواهیم از یک سیم اصلی، سیم دیگری را انشعاب کنیم به کار می رود. مطابق شکل ۱۱ ابتدا وسط سیم اصلی و بدون قطع کردن، حدود دو سانتی متر از روکش سیم را جدا می کنیم و سپس سر سیم دیگر را لخت کرده و به دور سیم اول می پیچیم و با انبردست آن را محکم می کنیم.



شکل ۱۲- تعدادی سر سیم و فیش

■ سر سیم‌ها و یا فیش‌ها: برای اتصال سیم‌ها به یکدیگر می‌توان از سر سیم‌ها و یا فیش‌ها نیز استفاده کرد. ابتدا سر سیم را لخت کرده و به این سر سیم‌ها و یا فیش‌ها محکم می‌کنیم و سپس آنها را به کمک پیچ در محل مورد نظر می‌بندیم. شکل ۱۲ نمونه‌هایی از این وسایل را نشان می‌دهد.

## تجهیزات الکتریکی

کلیه وسایلی که در صنایع برق کاربرد دارد را تجهیزات الکتریکی می‌گویند. این تجهیزات را به‌طور اختصار شرح می‌دهیم.

### تابلوهای برق

تابلوی برق، یک مرکز توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف‌کننده‌ها است. در یک تابلو برق انواع وسایل مورد نیاز نصب می‌شود. تابلو برق را با توجه به نوع مصرف در ابعاد گوناگون و با تجهیزات مختلف ساخته می‌شود. به عنوان مثال تابلوی برق یک منزل مسکونی، کوچک است. و از تجهیزات کمتری برخوردار است. یک کارخانه یا مرکز توزیع انرژی در یک شهر نیاز به تابلوی بزرگ با تجهیزات بیشتر دارد. ورودی این تابلوها، برق شبکه سراسری و خروجی آن مصرف‌کننده‌ها می‌باشند. معمولاً تابلوها و ترمینال‌ها که برای برق سه فاز ساخته می‌شود، قوی‌تر و ایمن‌تر و گران‌تر می‌باشد. در شکل ۱۳ نمونه تابلو برق را می‌بینید.



شکل ۱۳- تابلو توزیع برق صنعتی



## کلیدها

کلید وسیله‌ای است که به کمک آن جریان الکتریکی را قطع و یا وصل می‌کنیم وقتی به هر کدام از دستگاه‌های نساچی نگاه کنید، متوجه می‌شوید که هر کدام شامل ده‌ها کلید و چراغ و عقربه‌های مختلف است. برای راه‌اندازی این دستگاه ابتدا باید این تجهیزات را شناخت و سپس آنها را مورد استفاده قرار داد. کلیدهای دستگاه برای روشن و خاموش کردن سیستم‌های دستگاه می‌باشد.

کلیدها به انواع مختلف زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:



شکل ۱۴- نمونه کلید دستی

**کلیدهای دستی:** در این کلیدها نیروی لازم برای قطع و وصل به وسیله دست اعمال می‌شود. یک نوع رایج کلیدهای دستی کلید ساده زبانه‌ای است. در این کلیدها به کمک اهرم، نیروی مکانیکی لازم را با دست به کلید وارد می‌کنند. با چرخاندن اهرم، صفحه زبانه‌دار حول محور خود می‌چرخد و کنتاکت‌های متحرک را به کنتاکت ثابت وصل می‌کند و در نتیجه مدار الکتریکی وصل می‌شود. در شکل ۱۴ نمونه کلید دستی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۵- چند نمونه کلید شستی

**کلیدهای شستی:** یک کلید موقت است که معمولاً با فشار دست به حالت وصل (یا قطع) می‌رود و وقتی دست را از روی آن برداریم، به حالت اول خود بازمی‌گردد. کلید زنگ درب و کلیدهای تنظیم محل غلتک‌ها در ماشین‌های چاپ از این دسته می‌باشند. در شکل ۱۵ کلید شستی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۶- نمونه رله حرارتی

**رله حرارتی:** این نوع کلید برای مواقعی به کار می‌رود که باید درجه حرارت را کنترل کرد. مثلاً برای عملیات رنگرزی در مواقعی لازم است. درجه حرارت محلول رنگرزی بر روی دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه ثابت بماند. رله‌های حرارتی این کار را انجام می‌دهد. شکل ۱۶ چند نمونه رله حرارتی را مشاهده می‌کنید.

در هر دستگاه نساجی ده‌ها کلید وجود دارد که هر کدام وظیفه خاصی دارد. قبل از کار کردن با این دکمه‌ها حتماً با افراد مطلع مشورت کنید زیرا اشتباه و بی‌دقتی می‌تواند منجر به خسارات جانی و مالی شود.

**میکروسوئیچ‌ها:** میکروسوئیچ‌ها کلیدهایی هستند که با اعمال ضربه یا فشار مکانیکی جریان برق را قطع و یا وصل می‌کنند. میکروسوئیچ‌ها باعث روشن نشدن ماشین لباسشویی، مخلوط کن برقی و آسیاب برقی وقتی درب آنها باز است و روشن شدن لامپ یخچال، لامپ ماکروفر در هنگامی که درب دستگاه مورد نظر باز است می‌شود.



در ماشین‌های نساجی از میکروسوئیچ به تعداد زیاد استفاده می‌شود. کاربرد میکروسوئیچ در ماشین‌های نساجی عبارت‌اند از: روشن نشدن ماشین نساجی در هنگام باز بودن درب ماشین نساجی، اعلام هشدار و یا قطع برق در هنگام قطع شدن حرکت نخ، تغییر اندازه نخ و کاهش حجم آب در ماشین‌های رنگریزی توسط میکروسوئیچ انجام می‌شود.

در شکل ۱۷ نمونه‌هایی از میکروسوئیچ را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۷- نمونه‌های میکروسوئیچ

وجود دو میکروسوئیچ معمولاً در جایی که یک قطعه از ماشین باید حرکت رفت و برگشتی داشته باشد استفاده می‌شود. دو میکروسوئیچ در فاصله معین از هم قرار داده می‌شود و پس از آنکه قطعه به میکروسوئیچ اولی رسید، جهت جریان موتور برعکس شده و قطعه به طرف میکروسوئیچ دومی باز خواهد گشت و در نتیجه این حرکت و برگشتی تکرار خواهد شد. دقت عملکرد میکروسوئیچ‌ها به نوع آن بستگی دارد. برای دقت بسیار بالا از سیستم میکروسوئیچ مبتنی بر گیرنده و فرستنده‌های نوری استفاده می‌شود. آیا می‌توانید کاربرد یک نمونه از این میکروسوئیچ‌ها را در اطراف خود بنویسید؟

برای مثال برای کنترل غلتک‌های چاپ و شابلون‌ها از این سیستم استفاده می‌شود. کنترل حرکت پودر در بعضی از ماشین‌های بافندگی نیز از سیستم کنترل نوری استفاده می‌کند.

## فیوزها

فیوزها وسایلی هستند که هرگاه جریان الکتریکی بیش از حد از آنها عبور کند قطع می‌شوند و امکان برق‌گرفتگی را کاهش می‌دهند. انواع آن عبارت‌اند از: **فیوز ذوب شونده:** فیوزهای ذوب شونده از یک پایه و یک ذوب شونده تشکیل می‌شود. با عبور جریان بیشتر از حد مجاز، قطعه ذوب شونده ذوب می‌شود و جریان قطع می‌شود. شکل ۱۸، نمونه فیوز ذوب شونده را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- پایه و قطعه ذوب شونده



شکل ۱۹- فیوز اتوماتیک

فیوز اتوماتیک: این نوع فیوز مغناطیسی است و اگر جریان زیادی از مدار عبور کند، دکمه فشاری فیوز به سمت بیرون می‌پرد و مدار قطع می‌شود. برای اتصال مجدد کافی است که دکمه فیوز به طرف داخل رانده شود تا فیوز دوباره وصل شود. شکل ۱۹، این فیوز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- فیوز مینیاتوری

فیوز مینیاتوری: ساختمان و کاربرد این نوع فیوزها شبیه فیوز اتوماتیک است. اما ظریف‌تر ساخته شده است ولی کار فیوز و کلید را هم زمان انجام می‌دهد. شکل ۲۰، این نوع فیوز را نشان می‌دهد.

## موتورهای الکتریکی

موتورهای الکتریکی دستگاه‌هایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. موتورها را از نظر نوع جریان الکتریکی ورودی به دو نوع موتورهای DC (جریان مستقیم) و موتورهای AC (جریان متناوب) تقسیم‌بندی می‌شوند. از انواع موتورهای DC می‌توان موتور دستگاه ضبط صوت، اسباب بازی قدرت کم و ولتاژ کم و استارت اتومبیل (برای قدرت زیاد و ولتاژ کم) استفاده می‌شود. در شکل ۲۱ دو نمونه از موتورهای الکتریکی DC نشان داده شده است.



استارت اتومبیل

موتور یک نوع اسباب بازی

شکل ۲۱- دو نمونه موتور الکتریکی DC



شکل ۲۲- موتور الکتریکی سه فاز AC

موتورهای AC نیز خود به دو دسته موتورهای تک فاز و موتورهای سه فاز تقسیم می‌شوند. موتورهای الکتریکی AC تک فاز مانند: موتور چرخ خیاطی، موتور همزن الکتریکی، جاروبرقی و چرخ گوشت. و از موتورهای الکتریکی AC سه فاز می‌توان موتور آسانسور، موتور دستگاه تراش فلزات و موتورهای ماشین‌آلات صنایع نساجی را نام برد. موتورهای الکتریکی AC و DC با توان‌های مختلفی ساخته می‌شود. توان موتور الکتریکی به وات W و یا کیلووات KW بیان می‌شود. هرچه مقدار این عدد بیشتر باشد موتور الکتریکی قوی‌تر خواهد بود و مصرف برق آن نیز بیشتر خواهد بود. در شکل ۲۲ یک نمونه موتور الکتریکی سه فاز AC را مشاهده می‌کنید.

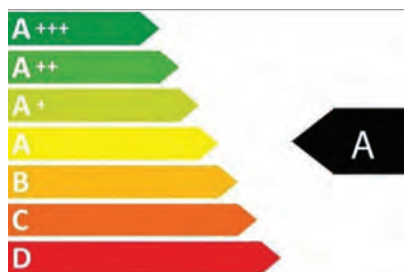
### موتورهای الکتریکی پالسی

یکی از ارزشمندترین اختراعات در زمینه موتورهای الکتریکی، موتورهای پالسی است. این موتورها قادرند با دقت بسیار زیادی کار کنند و قابلیت کنترل شدن توسط رایانه را دارند. تفاوت اساسی این موتورها با بقیه موتورهای الکتریکی در این است که حتی می‌توانند کمتر از یک دور چرخش انجام دهد. این عمل از آن جهت ارزشمند است که دیگر نیازی به میکروسویچ‌ها نیست. و کنترل قطعات ماشین‌های دقیق بسیار آسان‌تر خواهد بود.

## علائم اختصاری

### برچسب انرژی

بر روی بسیاری از دستگاه‌های الکتریکی یک برچسب مصرف انرژی نصب شده است. آیا می‌دانید این برچسب چیست؟ نمونه برچسب انرژی را در شکل ۲۳ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۳- برچسب انرژی

این برچسب میزان مصرف برق را نشان نمی‌دهد اما می‌گوید کارایی این دستگاه چقدر است. رنگ‌های سبز نشان می‌دهد کارایی دستگاه بالا است. در هنگام خرید دستگاه برقی به برچسب انرژی توجه کنید.

### علائم نقشه‌های برق

اگر بخواهیم در ترسیم نقشه‌های الکتریکی از تصویر واقعی وسایل استفاده کنیم، نقشه شلوغ و ترسیم آن مشکل می‌شود. برای برطرف کردن این مشکل از علائم اختصاری استفاده می‌کنند. علامت اختصاری هر وسیله یا قطعه الکتریکی به وسیله سازمان‌های استاندارد بین‌المللی تعیین می‌شود. هر علامت اختصاری باید تا حد امکان ساده باشد و تا حدودی مشخصات وسیله مورد نظر را ارائه دهد. در شکل ۲۴ چند نمونه علامت اختصاری ترسیم شده است.

نام وسیله	علامت الکتریکی	نام وسیله	علامت الکتریکی
آلام (بوی)		لامپ فلورسنت	
بخاری برقی		سیم روکار	
هادی (سیم) گاز به طور کلی		سیم عایق نده در لوله‌ی عایق (نوع لوله را نیز می‌توان ذکر کرد)	
هادی ویژه، مثلاً سیم تون		جعبه تقسیم	
سیم محافظ، مثلاً برای زمین کردن، نول کردن یا اتصال حفاظتی		مانسین لباس نسبی	
فیوز، به طور کلی		مانسین ظرف نسبی	
بادزن		آب گرم کن	
موتور		بریز دیوئیل با کنتاکت محافظ	
لامپ سیگنال		بریز سه فاز با کنتاکت محافظ	
لامپ رشته‌ای		سیم روکار	

شکل ۲۴- تعدادی علائم اختصاری

فعالیت



یک نقشه برق را تهیه کنید و علائم اختصاری آن را مشخص کنید.

### اتصال زمین (سیم ارت)

یکی از موارد بسیار مهمی که در تأمین حفاظت اشخاص و دستگاه‌های الکتریکی به کار می‌رود، استفاده از اتصال زمین است به طور کلی اتصال زمین عبارت است از اتصال دادن. اتصال زمین باعث جلوگیری از خطرات برق‌گرفتگی کارگران در کارخانه‌ها و کارگاه‌ها و همچنین ساکنان منازل می‌شود. اگر دستگاه به اتصال زمین متصل باشد و جریان برق در اثر اتصالی به بدنه دستگاه برسد بلافاصله فیوز جریان برق را قطع می‌کند تا خطری متوجه استفاده‌کنندگان نشود. اتصال زمین به خصوص برای دستگاه‌هایی که با آب سر و کار دارد اهمیت بیشتری دارد زیرا آب می‌تواند جریان الکتریکی را منتقل کند و سبب برق‌گرفتگی شود. از طرفی اتصال زمین خطر خسارت برخورد صاعقه به تأسیسات الکتریکی، دکل‌ها، برج‌های فلزی، آنتن‌ها و حتی ساختمان‌های مسکونی بزرگ را کاهش می‌دهد.

### روش‌های ایجاد یک سیستم اتصال زمین

الف) استفاده از صفحات فلزی قلع‌اندود در عمق زمین و اتصال آن از طریق یک سیم به دستگاه مورد نظر  
 ب) استفاده از نوارهای تابیده شده مسی در مکان‌هایی که دستیابی به عمق زمین به علت سختی آن غیر ممکن یا سخت است.  
 پ) قرار دادن میله‌ها یا لوله‌های مسی یا فولادی قلع‌اندود شده به شکل‌های شبکه‌ای، حلقه‌ای یا شعاعی.

## شافت‌ها

میله‌هایی هستند که نیرو را بدون تغییر مقدار نیرو، آن را به محل دیگر منتقل می‌کنند. قدرت انتقال نیرو در شافت‌ها بسیار زیاد است. و در جاهایی که بخواهیم مقدار زیادی نیرو را منتقل کنیم از شافت‌ها استفاده می‌شود. شکل ۲۵ نمونه شافت‌ها را نشان می‌دهد.

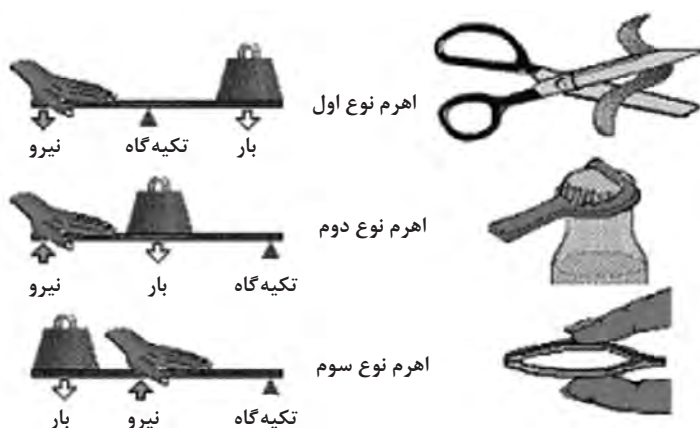


شکل ۲۵- چند نمونه شافت

شافت‌هایی که به صورت یک تکه (سمت چپ) وجود دارند نمی‌توانند امتداد نیرو را تغییر دهند. این نوع شافت در ماشین‌های ریسندگی کاربرد دارد. ولی شافت‌هایی که به صورت چند تکه (سمت راست) ساخته می‌شوند امتداد نیرو را نیز تغییر می‌دهند. از جمله کاربرد آنها فرمان اتومبیل می‌باشد. این نوع شافت در تراکتور و ماشین برداشت پنبه به کار رفته است. مقدار نیروی انتقالی در این شافت‌ها کمتر می‌باشد.

## اهرم‌ها

اهرم از سه بخش بازوی محرک، بازوی مقاوم و تکیه‌گاه تشکیل شده است. اهرم‌ها علاوه بر انتقال نیرو، مقدار آن را تغییر می‌دهند. نیروی محرک بر بازوی محرک وارد می‌شود و نیروی مقاوم بر بازوی مقاوم وارد می‌شود. اهرم‌ها بسته به محل تکیه‌گاه به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند. با تغییر محل تکیه‌گاه محل نیرو و بار وارده نیز تغییر می‌کند. در شکل ۲۶ انواع اهرم‌ها را مشاهده می‌کنید. اهرم‌ها می‌توانند نیرو را افزایش و یا کاهش دهند. اهرم‌ها کاربردهای مختلفی دارند و در ماشین‌آلات نساجی مخصوصاً در دستگاه‌های ریسندگی و بافندگی به کار می‌رود.

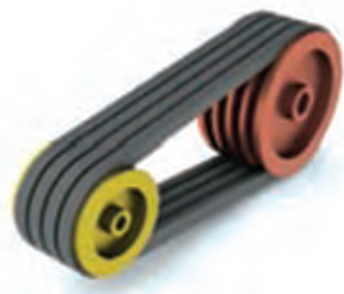


شکل ۲۶- انواع اهرم‌ها



با توجه به انواع اهرم‌ها برای هر کدام موارد مصرفی را پیدا کنید و سپس در هر کدام با تغییر مقدار نیروی وارد شده و همچنین با تغییر محل تکیه‌گاه، مشخص کنید مقدار نیروی به دست آمده چه تغییری می‌کند؟

## چرخ و تسمه

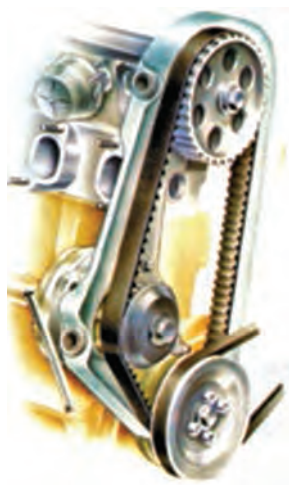


شکل ۲۷- مکانیزم چرخ و تسمه (دو پولی و چند تسمه کنار هم)

در انتقال حرکت از طریق تسمه، ابتدا حرکت به پولی اول منتقل می‌شود و سپس تسمه حرکت را به پولی دوم منتقل می‌کند. پولی وسیله مدور و شیارداری است که تسمه در آن قرار می‌گیرد. در شکل ۲۷ مکانیزم انتقال حرکت با چرخ و تسمه را می‌بینید. در انتقال چرخ تسمه جهت حرکت هر دو پولی یکسان است و اگر پولی بزرگ‌تر حرکت را منتقل کند سرعت حرکت پولی دوم بیشتر خواهد شد. مزیت مهم انتقال حرکت با چرخ و تسمه کاهش سروصدا می‌باشد. در صورتی که مقدار نیرو زیاد باشد، لازم است از چند تسمه در کنار هم استفاده کرد.

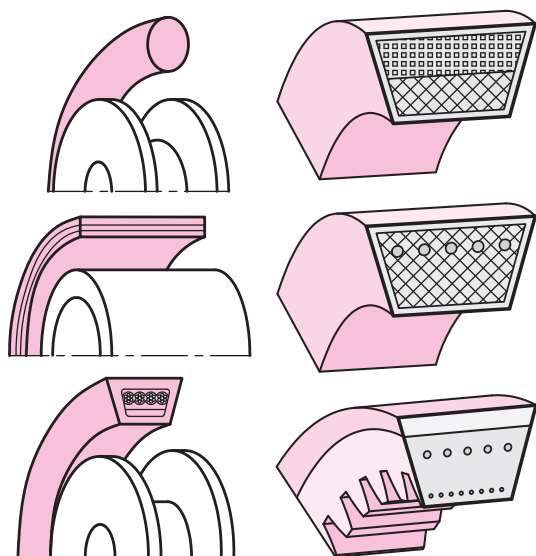


اگر کولرهای آبی را دیده باشید از روش چرخ و تسمه، حرکت از موتور به پره باد بزن کولر منتقل می‌شود و با چرخش آن باد تولید می‌شود. به نحوه انتقال حرکت دقت کنید. یکی از تعمیرکاران کولر می‌گوید: برای افزایش باد کولر (غیر از کلید دور تند) کافی است پولی روی موتور کولر را با یک پولی بزرگ‌تر تعویض کنیم. آیا شما این حرف تعمیرکار را قبول دارید؟ آیا شما راه دیگری به نظرتان می‌آید؟ از هنرآموزتان راهنمایی بخواهید.



شکل ۲۸- کار برد چرخ و تسمه در ماشین آلات نساجی

انتقال نیرو از این طریق در ماشین‌آلات مختلف نساجی به وفور دیده می‌شود. در ماشین‌های ریسندگی تعداد بسیار زیادی چرخ و تسمه وجود دارد. شکل ۲۸ یک نمونه از کاربرد چرخ و تسمه را در ماشین‌آلات نساجی نشان می‌دهد.



شکل ۲۹- انواع سطح مقطع تسمه و پولی

در شکل ۳۰ انواع شیار تسمه و پولی را مشاهده می‌کنید. هرچه میزان تماس بین تسمه و پولی بیشتر باشد، میزان انتقال نیرو بیشتر خواهد شد.



شکل ۳۰- انواع شیار تسمه و پولی



شکل ۳۱- روش سفت کردن چرخ و تسمه با پولی اضافه

### انواع تسمه‌ها

تسمه‌ها را با توجه به نوع جنس، سطح مقطع تسمه و سطح تماس آن تقسیم‌بندی می‌کنند. جنس تسمه‌ها چرم، پلاستیک و یا لاستیک می‌باشد. تسمه‌های پهن‌تر، سطح مقطع دوزنقه‌ای و شیاردار از سر خوردن تسمه روی پولی جلوگیری می‌کند و می‌تواند قدرت بیشتری را منتقل کند. در شکل ۲۹ انواع سطح مقطع تسمه‌ها و نوع سطح تماس آنها را نشان می‌دهد.

هر چقدر تسمه‌ها پهن‌تر و دارای شیار باشند عملکرد بهتری دارند. تسمه‌هایی که بر روی آنها شیارهای افقی وجود دارد حرکت را دقیق‌تر منتقل می‌کنند و روی پولی نمی‌لغزند. تسمه تایم در اتومبیل از نوع شیاردار، با شیار افقی می‌باشد. تسمه‌ها را از طریق کشیدن آن سفت می‌کنند تا روی پولی سر نخورد. سفت کردن زیاد تسمه، باعث کج شدن محور پولی می‌گردد. روش دیگر سفت کردن استفاده از یک پولی اضافه مانند شکل ۳۱ می‌باشد.



## چرخ و زنجیر



شکل ۳۲- چرخ زنجیر و یک نمونه زنجیر

مکانیزم‌های زنجیری بین مکانیزم‌های چرخ‌دنده و چرخ تسمه، یک مکانیزم میانی محسوب می‌شود.

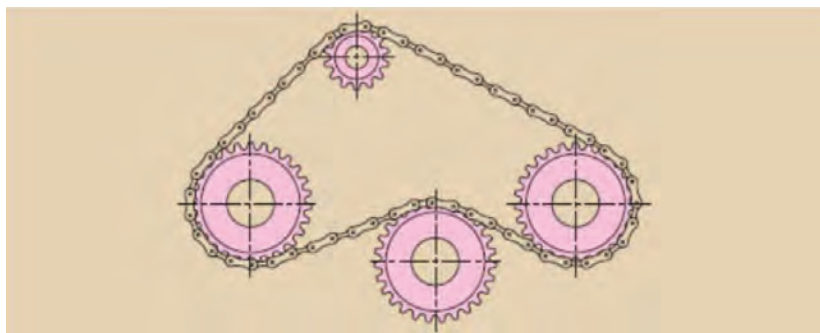
مکانیزم چرخ زنجیر همانند چرخ تسمه‌ای می‌باشد که به جای پولی از چرخ‌دنده و به جای تسمه از زنجیر استفاده شده است. در جاهایی که فاصله محورهای انتقال نیروها زیاد باشد و یا مقدار نیرو زیاد باشد بهتر است از چرخ و زنجیر استفاده کرد. دو چرخه نمونه‌ای از وسایلی است که از چرخ و زنجیر استفاده می‌کند. چرخ و زنجیر جهت حرکت را تغییر نمی‌دهد و همانند چرخ و تسمه، اگر چرخ اولی بزرگ‌تر از دومی باشد نیروی منتقل شده کاهش ولی سرعت آن افزایش می‌یابد. شکل‌های ۳۲ چرخ و زنجیر را نشان می‌دهد.

تحقیق کنید



با دقت در اجزا دوچرخه مکانیزم چرخ و زنجیر را مشاهده کنید. اگر دوچرخه دنده‌ای است مکانیزم تعویض دنده و مزایای آن را بنویسید.

در شکل ۳۳ دو روش سفت کردن زنجیر را در یک تصویر مشاهده می‌کنید. آیا می‌توانید به کمک این تصویر دو روش سفت کردن چرخ و زنجیر را شرح دهید؟



شکل ۳۳- روش سفت کردن زنجیر

## چرخ‌دنده

یکی از ابزار انتقال حرکت چرخ‌دنده‌ها می‌باشد. چرخ‌دنده‌ها، از پرمصرف‌ترین وسایل انتقال قدرت و حرکت هستند. هر چرخ‌دنده علاوه بر محل قرارگیری محور دارای تعدادی دنده می‌باشد. دنده‌ها برآمدگی‌های

روی چرخ می‌باشند. یک سیستم چرخ‌دنده از کنار هم قرار گرفتن حداقل دو چرخ‌دنده حاصل می‌شود اگر تعداد چرخ‌دنده‌ها بیشتر باشد آن را جعبه دنده یا گیربکس نیز می‌گویند. امروزه بیشتر دستگاه‌های موجود در صنایع مختلف دارای چرخ‌دنده هستند. چرخ‌دنده‌ها بر حسب موقعیت مکانی محورها نسبت به یکدیگر در شکل‌های گوناگونی طراحی و ساخته می‌شوند و حرکت چرخشی یک محور را به محوری دیگر منتقل می‌کنند. چند نمونه چرخ‌دنده را در شکل‌های ۳۴ مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۴- چند نمونه چرخ‌دنده

چرخ‌دنده‌ها را در بسیاری از دستگاه‌ها به کار می‌برند. از چرخ گوشت و همزن برقی گرفته تا اتومبیل، هواپیما، ماشین‌آلات ریسندگی و بافندگی، چاپ و رنگرزی و صنایع دیگر کاربرد دارد.

#### اهداف اتصال چرخ‌دنده‌ها به یکدیگر

علاوه بر انتقال حرکت، اتصال چرخ‌دنده‌ها به یکدیگر برای برآورده شدن اهداف طراحان و سازندگان آن دستگاه می‌باشد. این اهداف عبارت‌اند از:

- افزایش سرعت حرکت: در این حالت چرخ‌دنده با تعداد دنده کمتر، باید محرک<sup>۱</sup> باشد. وقتی سرعت افزایش می‌یابد، قدرت کاهش می‌یابد.
- کاهش سرعت حرکت: در این حالت چرخ‌دنده محرک باید تعداد دنده بیشتری داشته باشد. وقتی سرعت کاهش می‌یابد، قدرت منتقل شده افزایش می‌یابد.

#### جنس چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها از مواد مختلفی مانند چدن خاکستری و آلیاژی، فولادهای ریخته‌گری شده، برنز، مواد کائوچویی و پلاستیک ساخته می‌شوند. مقاومت چدن در مقابل عوامل استحلاکی و اصطکاکی خوب است، ولی مقاومت آن در مقابل نیروهای ضربه‌ای و خم‌کننده کم است و همین عامل باعث می‌شود دندانه‌های چرخ‌دنده‌های چدنی نسبتاً بزرگ انتخاب شوند.

پس از آنکه چرخ‌دنده‌ها ساخته شد، سطح آنها را سخت‌تر می‌کنند. علت این کار افزایش قدرت آنها در مقابل سایش می‌باشد.

از چرخ‌دنده‌هایی که از جنس مواد مصنوعی مانند انواع پلاستیک‌های سخت و پلی‌آمیدها نیز استفاده می‌شود. صدای کم و خاصیت ضربه‌گیری از مزایای این چرخ‌دنده‌ها می‌باشد. این چرخ‌دنده‌ها در دستگاه‌های خانگی، دستگاه‌های کپی، زیراکس، ابزار الکتریکی و اسباب‌بازی‌ها به کار می‌رود. به طور کلی در هر دستگاهی که وزن

۱- محرک به معنی حرکت‌دهنده می‌باشد.



شکل ۳۵- نمونه‌ای از چرخ‌دنده‌های پلاستیکی

پایین و انتقال نیروی کم مطرح باشد، چرخ‌دنده‌های پلاستیکی گزینه بسیار خوبی است. در بعضی از ماشین‌آلات از جمله در «صنایع نساجی» یکی از چرخ‌دنده‌ها را پلاستیکی می‌سازند. تا در اثر افزایش فشار به چرخ‌دنده‌ها، چرخ‌دنده پلاستیکی بشکند و به بقیه دستگاه آسیب وارد نشود. در اثر فشار زیادی که بر چرخ‌دنده‌ها وارد می‌شود تا اگر جسم سختی باعث جلوگیری از حرکت ماشین‌ها شد، این چرخ‌دنده بشکند و از آسیب رسیدن به قطعات دیگر ماشین جلوگیری شود. شکل ۳۵ نمونه‌هایی از چرخ‌دنده پلاستیکی را نشان می‌دهد.

### انواع چرخ‌دنده

#### الف) چرخ‌دنده‌های ساده

این چرخ‌دنده‌ها ساده‌ترین نوع چرخ‌دنده‌ها به حساب می‌آیند، دندانه‌های مستقیمی دارند و با شیار دنده‌ها با محور موازی است. در صورتی که چرخ‌دنده بزرگ‌تر حرکت را به چرخ‌دنده کوچک‌تر منتقل کند باعث افزایش سرعت چرخش ولی کاهش قدرت آن می‌گردد و اگر حرکت از چرخ‌دنده کوچک به بزرگ منتقل شود سرعت کاهش ولی قدرت افزایش می‌یابد. انتقال حرکت دو چرخ‌دنده باعث برعکس شدن جهت حرکت می‌گردد ولی با قرار دادن چرخ‌دنده سوم بین آنها جهت حرکت تغییر نمی‌کند. در شکل ۳۶ نمونه‌هایی از انتقال حرکت توسط چرخ‌دنده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۶- انتقال حرکت با چرخ‌دنده

این چرخ‌دنده‌ها به دلیل ساخت آسان ارزان‌تر است و به همین دلیل کاربرد زیادی در صنعت دارد. برای مثال در ساعت‌های کوکی و اتوماتیک، ماشین لباسشویی، پنکه و نمونه این‌ها کاربرد دارد. بزرگ‌ترین عیب آنها سروصدای زیاد است. هربار که دندانه یک چرخ، دندانه چرخ روبه‌رو می‌رسد، صدای کوچکی در اثر برخورد ایجاد می‌شود و زمانی که تعداد زیادی از این دندانه‌ها به هم برسند، صدا بیشتر می‌شود، تا جایی که حتی در دراز مدت، این برخوردها باعث شکستن این دندانه‌ها می‌شود.

#### ب) چرخ‌دنده‌های مارپیچ

دندانه‌های این چرخ‌دنده‌ها مورب هستند و با محور چرخ‌دنده در حالت زاویه‌دار قرار می‌گیرند. در هنگام چرخش یکی از چرخ‌دنده‌ها، ابتدا نوک دندانه‌ها با هم تماس می‌یابند، سپس به تدریج دو دندانه درگیر می‌شوند و این درگیری تدریجی باعث کاهش سروصدا می‌شود. و چرخ‌دنده نرم‌تر، نرم کار می‌کند، چون

سطح تماس دنده‌ها نیز، نسبت به چرخ‌دنده ساده بیشتر است و استحکام آن بیشتر و انتقال قدرت آن زیادتر خواهد بود. در شکل ۳۷ نمونه آنها را مشاهده می‌کنید. این گونه چرخ‌دنده‌ها در صنعت خودروسازی و صنایع نساجی کاربرد زیادی دارد.



شکل ۳۷- نمونه چرخ‌دنده‌های مارپیچ

#### پ) چرخ‌دنده‌های مخروطی

انتقال نیرو توسط این چرخ‌دنده‌ها تحت زاویه‌های کمتر و یا بیشتر از ۹۰ درجه امکان‌پذیر است. هر چند در صنعت اغلب با محورهای عمود برهم به کار برده می‌شوند. دندانه‌های آنها بر روی مخروط ناقص به صورت ساده و یا مارپیچ ساخته می‌شوند. شکل ۳۸ این چرخ‌دنده‌ها در جعبه دنده‌ها کاربرد زیادی دارند.



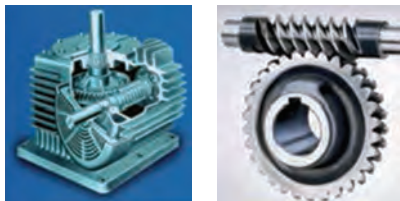
شکل ۳۸- چرخ‌دنده مخروطی

#### ت) چرخ‌دنده حلزون و پیچ حلزون

این چرخ‌دنده‌ها در صنعت جایگاه ویژه‌ای دارند. اگر بخواهیم تغییر زیادی در سرعت یا قدرت ایجاد کنیم، از این مکانیزم بهره می‌گیریم. بزرگ‌ترین مزیت جالب این مکانیزم این است که پیچ حلزون به راحتی می‌تواند چرخ‌دنده حلزونی را به حرکت درآورد، در صورتی که چرخ‌دنده حلزونی نمی‌تواند، پیچ حلزون را بچرخاند، زیرا زاویه دنده‌های پیچ حلزون به قدری کوچک است که وقتی چرخ‌دنده حلزون می‌خواهد آن را بچرخاند اصطکاک بسیار بزرگی پدید می‌آید و مانع از حرکت پیچ حلزون می‌شود. این ویژگی به ما امکان می‌دهد تا در جاهایی که انتقال حرکت باید یک طرفه باشد این چرخ‌دنده‌ها را به کار ببریم. این چرخ‌دنده‌ها در دستگاه‌هایی همچون بالابرها و جرثقیل‌ها کاربرد زیادی دارند. مثلاً در یک بالابر اگر موتور از کار بیفتد،



چرخ‌دنده‌ها قفل می‌شوند و از پایین آمدن بار جلوگیری می‌شود. چرخ‌دنده پیچ حلزون در ماشین بافندگی کاربرد دارد. در شکل ۳۹ نمونه از این چرخ‌دنده‌ها را مشاهده می‌کنید.

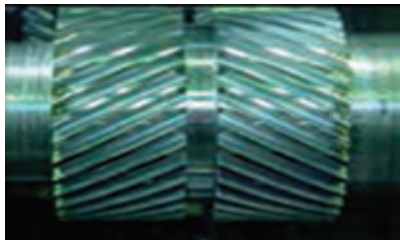


شکل ۳۹- نمونه‌هایی از چرخ‌دنده حلزونی



#### ث) چرخ‌دنده‌های جناغی

دندانه‌های این نوع چرخ‌دنده‌ها روی محیط استوانه نسبت به هم زاویه کوچک‌تر از  $90^\circ$  درجه می‌سازند و به صورت عدد ۷ یا ۸ ساخته می‌شوند. این چرخ‌دنده‌ها برای انتقال سرعت بالا مناسب نیستند ولی برای انتقال حرکت و قدرت زیاد مناسب هستند. در شکل ۴۰ هر دو نمونه را مشاهده می‌کنید.



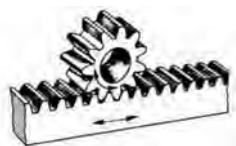
شکل ۴۰- چرخ‌دنده جناغی



شکل ۴۱- چرخ‌دنده متداخل

#### ج) چرخ‌دنده‌های متداخل

چنانچه در شکل ۴۱ مشاهده می‌شود یکی از این چرخ‌دنده‌ها در داخل حرکت می‌کند این چرخ‌دنده را سیاره‌ای نیز می‌گویند. دندانه‌های آنها می‌تواند ساده و یا مارپیچ باشد و اگر چرخ‌دنده داخلی باعث حرکت شود سرعت را کاهش و نیروی انتقال را افزایش می‌دهد.



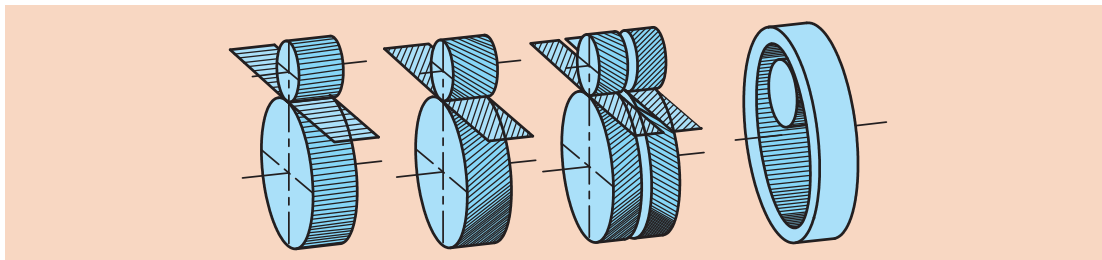
شکل ۴۲- چرخ‌دنده شانه‌ای ساده

#### چ) چرخ‌دنده شانه‌ای ساده

در این نوع چرخ‌دنده، حرکت رفت و برگشتی به حرکت چرخشی و بر عکس تبدیل می‌گردد. این نوع چرخ‌دنده در ماشین‌آلات نساجی کاربرد زیادی دارد. در شکل ۴۲ چرخ‌دنده شانه‌ای ساده را مشاهده می‌کنید.

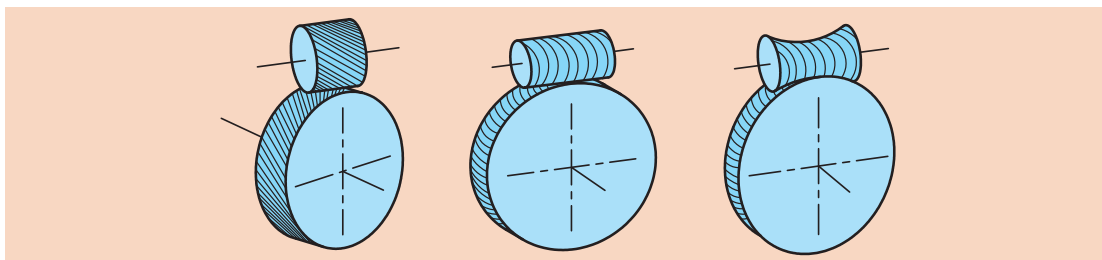
### طبقه‌بندی نحوه اتصال چرخ‌دنده‌ها

چرخ‌دنده‌ها بسته به موقعیت قرار گرفتن محور آنها در هنگام اتصال، به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند. الف) در این نوع از اتصال چرخ‌دنده‌ها، محورهای آنها در یک صفحه و موازی هم هستند. در شکل ۴۳ نحوه اتصال چرخ‌دنده با محورهای هم سطح موازی را می‌بینید.



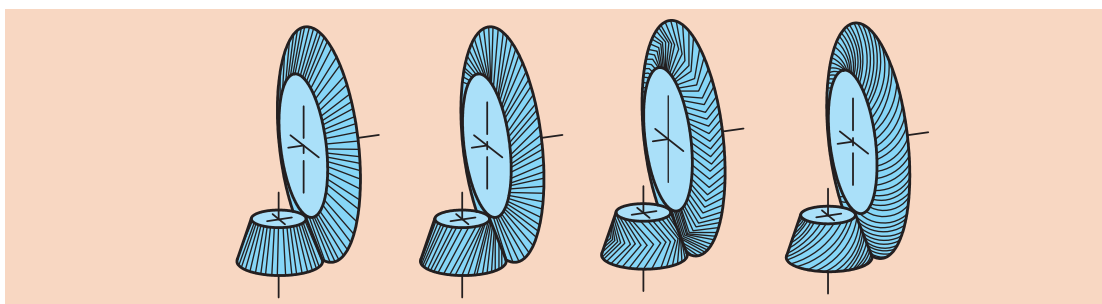
شکل ۴۳- نحوه اتصال چرخ‌دنده با محور هم سطح موازی

ب) این نوع اتصال چرخ‌دنده‌هایی که محور آنها در یک صفحه واقع است همدیگر را قطع می‌کنند و اغلب بر هم عمود هستند انتقال حرکت یک طرفه می‌باشد. در شکل ۴۴ این نوع اتصال چرخ‌دنده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۴- نحوه اتصال چرخ‌دنده با محور عمود بر هم

پ) چرخ‌دنده‌هایی که محور آنها در یک صفحه واقع نشده‌اند و این چرخ‌دنده‌ها را حلزونی نیز می‌گویند. در شکل ۴۵ نحوه اتصال چرخ‌دنده‌ها با محور غیر هم سطح (متناظر) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۵- نحوه اتصال غیر هم سطح (متناظر) چرخ‌دنده‌ها



سرپرست سالن ریسندگی یک دستگاه اندازه‌گیری دارد. این دستگاه تعداد چرخش یک شافت را در یک دقیقه اندازه می‌گیرد. این دستگاه به دورسنج معروف است. در شکل ۴۶ یک دستگاه دورسنج (RPM) مشاهده می‌کنید.

شکل ۴۶- دورسنج دیجیتالی

او می‌گوید هر شافت ماشین ریسندگی باید دور (چرخش) مشخصی داشته باشد. من باید به‌طور مداوم مقدار چرخش شافت‌ها را با مقدار استاندارد مقایسه کنم و در صورت مغایرت موضوع را به مسئول خود انتقال دهم. من فرم‌هایی دارم که باید مقدار دور بر دقیقه (RPM) هر شافت را در آن بنویسم. من قطعه سمت چپ شکل ۴۶، را روی دستگاه نصب می‌کنم و سپس نوک آن را در فرورفتگی سرشافت قرار می‌دهم تا نوک دستگاه دورسنج همراه با شافت شروع به چرخش کند. چند ثانیه بعد روی دستگاه دورسنج مقدار چرخش نشان داده می‌شود. مهندس، سرعت چرخش شافت دو چرخ‌دنده متصل به هم را اندازه گرفته است و در جدولی نوشته است وقتی نمره نخ عوض می‌شود این اعداد هم تغییر می‌کند.

تعداد دنده چرخ‌دنده (الف)	تعداد دنده چرخ‌دنده (ب)	RPM چرخ‌دنده (الف)	RPM چرخ‌دنده (ب)
نخ ۱	۱۲	۲۳۵	۷۰۵
نخ ۲	۱۲	۲۶۹	۸۰۷
نخ ۳	۱۲	۳۱۲	۹۳۶
نخ ۴	۱۲	۱۹۵	۵۸۵

مهندس در هنگامی که برای بازدیدکنندگان توضیح می‌داد گفت: چرخ‌دنده‌ها حرکت را منتقل می‌کنند ولی سرعت چرخش (RPM) در دقیقه آنها با تعداد دنده‌های آنها ارتباط دارد. شما با کمک اعداد داخل جدول یک ارتباط منطقی بین تعداد دنده‌ها و RPM آنها پیدا کنید. راهنمایی: نسبت تعداد دنده چرخ‌دنده با سرعت چرخش مستقیم است.

## روغن کاری چرخ دنده‌ها

چرخ دنده‌ها کار می‌کنند تولید سر و صدا می‌کنند، گرم می‌شوند و حتی در اثر ضربه‌هایی که به هم وارد می‌کنند می‌شکنند. برای جلوگیری از بروز چنین مشکلاتی باید آنها را به روغن آغشته کرد. روغن‌ها با کاهش اصطکاک، علاوه بر کم کردن سروصدا، عمر چرخ دنده‌ها را نیز افزایش می‌دهند. چرخ دنده‌ها در شرایط مختلفی کار می‌کنند و به همین دلیل روش‌های روانکاری آنها نیز متفاوت است. در این چرخ دنده‌های غیر محصور (روپاز) ماده روانکاری یا روغن دادن یا روغن چکان و یا به صورت بارشی به درون چرخ دنده‌ها وارد می‌شوند. روغن کاری مناسب و درست و روغن مناسب و زمان بندی درست در روغن کاری، عمر قطعات را افزایش داده و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. کاهش آلودگی صوتی و کاهش مصرف انرژی نیز از فواید روغن کاری می‌باشد. معمولاً سازنده دستگاه‌ها، زمان تکرار روغن کاری و نوع مناسب روغن و محل‌های روغن کاری دستگاه را در کاتالوگ‌ها ذکر می‌کنند. با مراجعه به کاتالوگ دستگاه‌های نساجی، محل‌های روان کاری و نوع روان کننده و زمان آنها را استخراج کنید.

## فنرها

فنرها اجزایی از ماشین‌ها هستند که انرژی وارد شده را در خود ذخیره می‌کنند. فنرها نیروی وارده به خود را برعکس می‌کنند. ساختار فنر به گونه‌ای است که همواره در مقابل تغییر حالت مخالفت می‌کند. فنرها انواع مختلفی دارند.



شکل ۴۷- انواع فنر فشاری

الف) فنرهای فشاری: این فنرها در اثر فشرده شدن از خود مقاومت نشان می‌دهند و در نتیجه در مقابل نیروی فشاری از خود مقاومت نشان می‌دهند. شکل ۴۷ فنرهای فشاری را نشان می‌دهد. نمونه کاربرد آن کلید زنگ، کمک فنر دوچرخه، موتورسیکلت و اتومبیل می‌باشد.



شکل ۴۸- انواع فنر کششی

ب) فنرهای کششی: این فنرها در مقابل نیروی کششی از خود واکنش نشان می‌دهند. در صورتی که دو جسم تحت اثر یک نیرو از هم دور شوند فنر کششی می‌تواند آنها را به حالت اول بازگرداند. شکل ۴۸ فنرهای کششی را نشان می‌دهد. این نوع فنر در سیستم ترمز دوچرخه و موتورسیکلت کاربرد دارد.

پ) فنرهای تخت: این فنرها به صورت صفحه صاف می‌باشد و در مقابل نیروی خمشی که بخواهد فنر را خمیده کند از خود مقاومت نشان می‌دهد. این نوع فنر در محور اتومبیل‌ها کاربرد دارد. شکل ۴۹ فنر تخت را نشان می‌دهد.



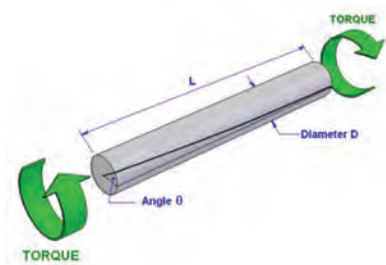
شکل ۴۹- فنر تخت





شکل ۵۰- انواع فنر بازویی

ت) فنرهای پیچشی: عکس‌العمل این فنرها به صورت پیچش اعمال می‌شود. این فنرها به عنوان برگشت‌دهنده اهرم‌ها و درپوش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ابتدا و انتهای بازوها با توجه به موارد مصرف آنها، صاف و یا خمیده می‌باشد معمولاً یک سر فنر باید به قسمت متحرک و سر دیگر آن به قسمت ثابت وصل می‌شود. شکل ۵۰ فنرهای پیچشی با کاربرد متفاوت را نشان می‌دهد.



شکل ۵۱- فنر میله پیچشی

ت) فنرهای میله پیچشی این فنر مانند یک میله است که یک سر آن را در جایی ثابت ولی سر دیگر آن حول محور میله پیچانده می‌شود. این فنر قادر است انرژی بسیار زیادی را ذخیره کند و در صورت برداشته شدن عامل نیرو آن را در جهت مخالف آزاد کند. شکل ۵۱ فنر میله پیچشی را نشان می‌دهد.



شکل ۵۲- انواع فنر لاستیکی

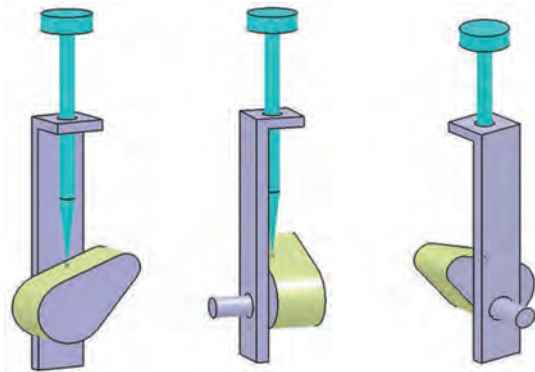
ت) فنرهای لاستیکی: این نوع فنرها از جنس لاستیک انعطاف‌پذیر است و به شکل‌های گوناگونی ساخته می‌شود و وظایف بسیار متنوعی دارد. ضربه‌گیری و پوشش روی قطعات متحرک، از جمله کاربرد این فنرها می‌باشد. شکل ۵۲ انواع فنرهای لاستیکی را نشان می‌دهد.

درباره استفاده از چرخ‌دنده، زنجیر، تسمه، فنر، اهرم‌ها و شافت‌ها در یک دستگاه انتخابی تحقیق کنید و به کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



## بادامک‌ها



شکل ۵۳- مکانیزم بادامک و پیرو

همان‌طور که در شکل می‌بینید یک جسم بیضی شکل (بادامک) که بر روی شافت قرار گرفته است، می‌چرخد و در اثر این چرخش، جسم دیگری که پیرو نام دارد را بالا و پایین می‌برد. در بعضی از ماشین‌های بافندگی تا هشت بادامک روی یک محور قرار دارد و با کمک آن بافت را انجام می‌دهد. در شکل ۵۳، اصول کار بادامک را مشاهده می‌کنید.

بادامک‌ها در ماشین‌های نساجی کاربردهای زیادی دارند که یکی از این کاربردها ماشین‌های بافندگی می‌باشد. در این ماشین‌ها پیرو توسط بادامک بالا و پایین می‌رود و نخ‌های تار را با خود بالا و پایین می‌برد. در شکل ۵۴ بادامک مربوط به ماشین‌های بافندگی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵۴- بادامک‌ها در ماشین بافندگی

## هوا و اجزای تشکیل‌دهنده آن

اجزای تشکیل‌دهنده هوای خشک، بدون در نظر گرفتن بخار آب، به نسبت حجم ترکیبی آن، در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنان که مشاهده می‌شود، ازت با ۷۸/۰۳ درصد و اکسیژن با ۲۰/۹۹ درصد بیشترین موادی هستند که در هوا وجود دارند.

جدول ۱- اجزای تشکیل دهنده هوای خشک

اجزای تشکیل دهنده هوای خشک	
ازت	۷۸/۰۳٪
اکسیژن	۲۰/۹۹٪
آرگون	۰/۹۳۲٪
کربن دی‌اکسید	۰/۰۳٪
هیدروژن	۰/۰۱٪
کریپتون	۰/۰۰۰۰۱٪
هلیوم	۰/۰۰۰۰۵٪
ازن	۰/۰۰۰۰۰۶٪
گزنون	۰/۰۰۰۰۰۰۹٪
	۹۹/۹۹۴۴۶۹٪ ≈ ۰/۰۱٪

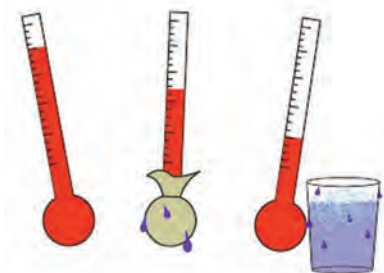
- **هوای خشک:** همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده کردید، هوا از اجزای مختلفی تشکیل شده است. در این ترکیب رطوبت وجود ندارد. به هوایی که در آن رطوبت وجود ندارد هوای خشک گفته می‌شود.
- **هوا:** هوایی که در اطراف ما وجود دارد، علاوه بر هوای خشک، مقداری رطوبت نیز دارد که آن را هوا می‌گویند.
- **رطوبت:** بخار آب موجود در هوا را رطوبت هوا می‌گویند. مقدار رطوبت هوا را با واحد  $g/m^3$  اندازه می‌گیرند. رطوبت هوا به صورت درصد نشان می‌دهند و آن را رطوبت نسبی هوا می‌گویند. رطوبت نسبی هوا، حاصل نسبت رطوبت هوا به هوای خشک می‌باشد. مقدار رطوبت نسبی هوای سالن‌های ریسندگی و بافندگی مطابق استانداردهایی تعیین می‌گردد.

فعالیت



با توجه به تعریف بالا یک فرمول برای رطوبت نسبی هوا بسازید.

دمای نقطه شبنم      دمای مرطوب      دمای خشک



- **درجه حرارت خشک (DBT):** با توجه به شکل ۵۵، هرگاه دماسنجی را در مجاورت هوا قرار دهیم، ماده درون دماسنج (الکل یا جیوه) در اثر دمای محیط بالا یا پایین می‌رود و در دمای معینی ثابت می‌شود. این دما را «درجه حرارت خشک هوا» می‌نامند.

شکل ۵۵- دماسنج درجه حرارت مرطوب و خشک و نقطه شبنم

■ **درجه حرارت مرطوب WBT:** هرگاه اطراف مخزن دماسنج، به وسیله پنبه خیس دائماً مرطوب نگه داریم هوای اطراف پنبه مرطوب، سردتر می شود و سطح جیوه دماسنج کم کم پایین می آید و بالاخره در مقابل عددی مثلاً ۱۹ ثابت می شود. درجه حرارتی را که به این طریق به دست می آید، «درجه حرارت مرطوب» هوا می نامند. همواره درجه حرارت مرطوب هوا کمتر از درجه حرارت خشک هوا خواهد بود، به عبارت دیگر  $DBT > WBT$ .

با توجه به DBT و WBT علت خنک کنندگی کولر آبی را شرح دهید.

پرسش



■ **نقطه شبنم:** هرگاه هوایی مرطوب را به تدریج سرد کنیم، به نقطه ای می رسیم که اولین قطرات آب ظاهر می شود این نقطه را «نقطه شبنم» و دمای را که در آن قطرات شبنم ظاهر شوند را «درجه حرارت نقطه شبنم» می نامند. برای مثال در تماس هوای اتاق با شیشه پنجره که در مجاورت هوای سرد بیرون است مقداری از بخار آب هوای اتاق، در نتیجه سرد شدن (میعان) به صورت قطرات شبنم در سطح شیشه پنجره ظاهر می شود. در شکل ۵۵ چگونگی اندازه گیری DBT، WBT و نقطه شبنم را مشاهده می کنید.

آیا می توانید شرح دهید چرا در مناطق مرطوب صبح زود گیاهان خیس هستند، در حالی که آن شب باران هم نباریده است؟

فکر کنید



## تأثیر رطوبت بر الیاف نساجی

الکتریسیته ساکن در اثر سایش بعضی اجسام به یکدیگر به وجود می آید. بنابراین در اثر سایش الیاف با قطعات ماشین الکتریسیته ساکن به وجود می آید. رطوبت هوا بر میزان الکتریسیته ساکن ایجاد شده بر روی الیاف اثر دارد. الکتریسیته ساکن با افزایش رطوبت هوا کاهش پیدا می کند. ولی کاهش الکتریسیته ساکن در الیاف به نوع الیاف نیز بستگی دارد. به عنوان مثال الکتریسیته ساکن ایجاد شده بر روی الیاف پنبه و پشم را می توان از طریق افزایش رطوبت هوا کاهش داد. در حالی که الیاف نایلون و پلی استر جذب رطوبت کمی دارند و در نتیجه با افزایش رطوبت محیط، الکتریسیته ساکن در این الیاف به اندازه کافی کاهش نمی یابد. الکتریسیته ساکن باعث بروز مشکلات زیر در ریسندگی می شود.

■ **پیچش الیاف به دور غلتک ها:** کمبود رطوبت موجب خشک شدن الیاف و در نتیجه تولید بارهای الکتریسیته ساکن در آنها می گردد. بارهای الکتریسیته ساکن تولید شده سطح غلتک و بار الکتریسیته الیاف، غیرهمنام می باشد و در نتیجه همدیگر را جذب می کنند. بنابراین الیاف به دور غلتک ها می پیچند.

■ **بالنی شدن الیاف:** وجود الکتریسیته ساکن در الیاف ممکن است شکلی دیگری موسوم به «بالنی شدن» الیاف را به وجود آورد. علت این پدیده، آن است که چون بارهای الکتریسیته ساکن موجود در خود الیاف همنام است، الیاف می خواهند از هم دور شوند و در نتیجه رشته تولیدی به صورت بالن دیده می شود. در چنین حالتی، اگر اصطکاک بین الیاف کم باشد فرار و پراکندگی الیاف از یکدیگر افزایش می یابد و در نتیجه رشته تولیدی پاره شده و بازدهی کاهش می یابد.

## رطوبت‌زنی

برای غلبه بر این مشکلات روش‌هایی وجود دارد یکی از این روش‌ها افزایش رطوبت هوای محیط به کمک عمل رطوبت‌زنی می‌باشد. «رطوبت‌زنی» به عملی گفته می‌شود که به کمک آن رطوبت محیط افزایش پیدا می‌کند. و در نتیجه رطوبت الیاف نیز تنظیم می‌شود. روش‌های رطوبت‌زنی عبارت‌اند از:

■ استفاده از جت‌های آب: در این روش آب را با فشار از لوله‌هایی که انتهای‌شان دارای سوراخ‌های ریز که نازل نام دارد، عبور می‌دهند، در نتیجه ذرات آب به صورت پودر در سالن پخش می‌گردد و باعث افزایش رطوبت هوای سالن می‌گردد.



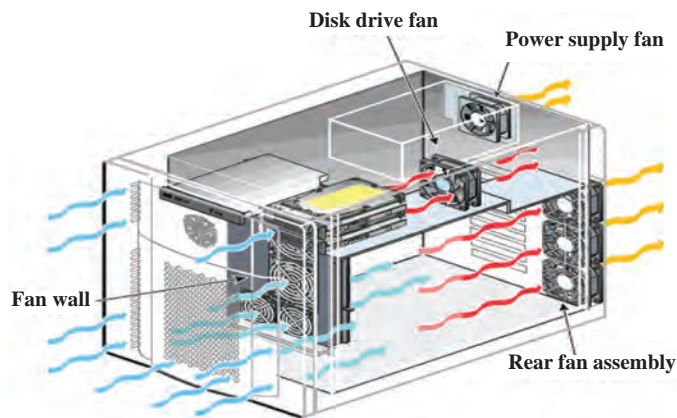
شکل ۵۶- پنکه مخصوص رطوبت‌زنی

■ استفاده از پنکه‌های مخصوص: در این روش که نمونه آن در شکل ۵۶ نشان داده شده است، آب به وسیله پروانه‌های مخصوصی که با سرعت می‌چرخند، به صورت پودر درآمده، در هوا پخش می‌گردد. این ذرات به صورت رطوبت در سالن پخش می‌گردد.

■ رطوبت‌زن المنتی: اگر زمستان باشد و هوا گرم نباشد با قراردادن المنت‌های برقی در داخل آب ضمن گرم کردن هوا، با تبخیر آب رطوبت لازم را ایجاد می‌کنند. این روش ساده و ارزان می‌باشد. ولی مصرف برق آن زیاد است و برای نواحی گرم مناسب نمی‌باشد.

■ روش تهویه مرکزی: در این روش که کامل‌ترین روش رطوبت‌زنی محسوب می‌شود علاوه بر تنظیم رطوبت، دمای سالن نیز تنظیم می‌شود. یک دستگاه مرکزی، هوای تنظیم شده از نظر درجه حرارت و رطوبت را وارد کانال‌های خاصی که در سراسر سالن قرار دارد می‌فرستد و کانال‌های دیگری هوای سالن را جمع‌آوری کرده و به دستگاه مرکزی می‌برد. در این روش هوا به صورت چرخشی در سالن به حرکت درمی‌آید. و هوا به همراه رطوبت و گرد و غبار و ضایعات ریز ناشی از کارکرد ماشین‌آلات، دوباره به سیستم تهویه مرکزی برمی‌گردد تا حرارت و رطوبت آن تنظیم شود. گرد و غبار و ضایعات ریز توسط صافی‌ها و فیلترهای مخصوصی که برای این کار تعبیه شده است، گرفته

می‌شود و در مخازنی جمع‌آوری می‌گردد. در شکل ۵۷ نمونه‌ای از کارکرد یک سیستم تهویه مرکزی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵۷- نمای یک تهویه مرکزی

## اهمیت کنترل رطوبت و حرارت در مراحل ریسندگی و بافندگی

درجه حرارت و درصد رطوبت نسبی سالن ریسندگی و بافندگی نباید از حد معمول و استاندارد کمتر یا بیشتر باشد. نوسان این دو عامل موجب عدم تعادل حرارتی سالن‌ها می‌شود و باعث پاره شدن مداوم نخ‌ها و در نتیجه کاهش کارایی کارخانه خواهد شد.

طبق گزارش مهندسان روزهای شنبه مقدار پارگی نخ‌ها در سالن‌های ریسندگی بالاترین میزان را نسبت به روزهای دیگر دارد. پس از بررسی مشخص شد در روز شنبه که کارخانه پس از یک روز تعطیل شروع به کار می‌کند مدتی طول می‌کشد تا درجه حرارت و رطوبت به میزان مورد نظر برسد. کار در این مدت باعث افزایش پارگی می‌شود.

آیامی دانید



## آب

■ آب خالص: مایعی بدون رنگ و بدون بو است که از مولکول  $H_2O$  ساخته شده است. جرم حجمی آب خالص  $1 \text{ gr/cm}^3$  و یا  $1000 \text{ kg/m}^3$  است. گرمای مخصوص<sup>۱</sup> آب خالص  $1 \text{ cal/gr}^\circ\text{C}$  می‌باشد. آب را مایع حیات نیز می‌گویند زیرا بدون وجود آب هیچ موجودی زنده نمی‌ماند.

آب ماده‌ای است که در طبیعت به مقدار زیادی وجود دارد، آب در طبیعت به سه صورت جامد (یخ)، مایع و گاز (بخار آب) وجود دارد و به آسانی از طریق برودت، جامد، و در اثر حرارت، تبدیل به بخار می‌شود. همه اجسام دارای ظرفیت گرمای ویژه کمتر از یک هستند ولی آب دارای گرمای ویژه یک است. این مقدار بیشتر از همه مواد دیگر می‌باشد. بنابراین بهتر از همه مواد دیگر گرما را منتقل می‌کند. دلایل اهمیت آب به قرار زیر است:

- حدود دو سوم بدن انسان از آب تشکیل شده است.
  - آب حلال بسیاری از مواد مهم طبیعی و مصنوعی می‌باشد.
  - آب برای رشد همه موجودات زنده و گیاهان لازم است.
  - آب در دو حالت مایع و بخار آب برای انتقال حرارت استفاده می‌شود.
  - آب به عنوان تمیزکننده و تطهیرکننده کاربرد دارد.
- کاربرد آب در صنعت نساجی به صورت زیر می‌باشد:
- آب و بخار آب در عملیات رنگرزی و چاپ و آهار زدن نخ و پارچه و عملیات تکمیل از قبیل شست‌وشو، سفیدگری، ضدآتش کردن. بنابراین مشخصات آب مورد مصرف در این صنعت اهمیت بسیاری دارد. وجود مواد ته‌نشین‌شونده در آب مورد مصرف برای صنعت نساجی مشکل‌آفرین می‌باشد.

۱- مقدار گرمایی که لازم است تا درجه حرارت یک گرم آب به اندازه یک درجه سانتی‌گراد افزایش یابد.



آب شیرین: آبی که در هر لیتر آن کمتر از یک گرم نمک وجود داشته باشد، را آب شیرین می‌گویند. آب شور: آبی که در هر لیتر آن بیش از یک گرم نمک وجود داشته باشد، آب شور گفته می‌شود. آب تلخ: به آب‌های شوری که از املاح زیادی برخوردار است و مزه آن تلخ باشد گفته می‌شود. آب بسیاری از دریاها و اقیانوس‌ها تلخ است. مصرف این آب به سرعت باعث مرگ انسان می‌شود.

## منابع آب

آب‌های موجود در زمین عبارت‌اند از:

- **نزولات آسمانی:** این نوع آب، شامل آب باران و برف است. این آب‌ها قبل از رسیدن به زمین به علت گذشتن از جو زمین، گازهای اکسیژن و کربنیک دی‌اکسید و مونو اکسید را به صورت محلول در خود به سطح زمین می‌آورند. در شهرهای صنعتی که هوا آلوده است، قطرات باران و برف حاوی سولفید ئیدروژن و گوگرد دی‌اکسید و گاهی با مواد آلی و گرد و غبار همراه است.
- **آب‌های سطحی:** به آب رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، دریاها و اقیانوس‌ها آب سطحی گویند. این آب‌ها حاوی کربنات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و مقدار زیادی سولفات‌ها و کلریدهای فلزات مختلف هستند و میزان هر یک از این مواد، به جنس زمین‌هایی که در مسیر حرکت آب قرار گرفته‌اند، بستگی دارد.
- **آب‌های زیرزمینی:** آب‌های زیرزمینی از نفوذ آب‌های سطحی به عمق زمین به وجود می‌آیند؛ مانند آب چاه‌ها و چشمه‌ها. معمولاً این آب‌ها به هنگام نفوذ در زمین مواد آهنی و املاح دیگری را در خود حل می‌کنند و به تدریج سنگین می‌شوند. این آب‌ها علاوه بر بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، ممکن است حاوی بی‌کربنات سدیم و همچنین گاز کربنیک باشد.

## مصارف آب

آب به مصارف گوناگونی می‌رسد آب آشامیدنی، آب مصارف عمومی زندگی، آب کشاورزی و آب با مصارف صنعتی از آن جمله می‌باشند.

آب آشامیدنی باید از نظر ناخالصی‌ها مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته، با روش‌های فیزیکی و شیمیایی تصفیه شود. آب شرب باید بی‌بو، بی‌رنگ و عاری از وجود میکروب‌ها و یا باکتری‌های مولد امراضی مانند: حصه، اسهال و وبا و... باشد، برخی از نمک‌های محلول موجود در آب، مانند کلرید منیزیم، کلرید سدیم، سولفات منیزیم و سولفات سدیم برای انسان مفیدند و به هضم غذا نیز کمک می‌کنند بدین جهت آبی که این نمک‌ها را در حد لازم برای شرب دارا باشد، «آب برنده» نامیده می‌شود.

آب با مصارف عمومی برای شست‌وشو، استحمام و پر کردن استخر استفاده می‌شود. این آب هم باید بی‌بو و بدون رنگ و عاری از مواد میکروبی باشد. ولی در مقایسه با آب شرب به تصفیه کمتری احتیاج دارد.

آب با مصارف کشاورزی، در مقایسه با آب شرب و مصارف عمومی به مراحل تصفیه کمتری احتیاج دارد. برای مثال گل آلود بودن و کمی شور بودن مشکلی را ایجاد نمی‌کند. ولی باید شامل خصوصیتی باشد که برای رشد نباتات لازم است. آب‌هایی که دارای املاح معدنی محلول زیاد باشند (آب دریاچه‌ها و یا دریا‌های شور)، جهت مصارف کشاورزی، مفید نیست و ممکن است باعث توقف رشد و یا از بین رفتن محصولات کشاورزی شوند. آب با مصارف صنعتی نیز با توجه نوع صنعت می‌تواند با هم تفاوت‌هایی را داشته باشد. برای مثال آبی که در واکنش‌های شیمیایی کاربرد دارد بسیار خالص‌تر از آبی است که در صنعت آلومینیوم‌سازی به کار می‌رود. آب‌هایی که از طریق منابع مختلف تهیه می‌شوند، کم و بیش ناخالصی‌هایی دارند.

## ناخالصی آب

مواد جامد و املاح و گازهایی محلولی که همراه آب در طبیعت وجود دارد را ناخالصی می‌گویند. از نظر شیمیایی همه آب‌های موجود در طبیعت ناخالص‌اند، حتی آب باران هنگام رسیدن به زمین حاوی گازهای جوی و مواد جامدی است که در هوا به صورت گرد و غبار وجود دارند. این ناخالصی‌ها در همه آب‌های زیرزمینی نیز به صورت محلول یا ذرات معلق وجود دارند. این آب‌ها چون مسافت زیادی را از میان سنگ‌ها و طبقات زمین طی می‌کنند معمولاً آب‌هایی که از نواحی سنگ‌های خارا و خاک‌های رسی عبور می‌کنند از آب‌هایی که در نواحی سنگ‌های آهکی یافت می‌شوند، ناخالص هستند. همچنین آب‌هایی که از مناطق سنگی عبور می‌کنند خالص‌تر از آب‌هایی هستند که از ناحیه خاکی عبور می‌کنند. به‌عنوان نمونه، در آب چشمه‌های گرم، گازهای محلول و در آب چشمه‌های معدنی، املاح محلول و در آب رودخانه‌ها، مواد جامد معلق بسیاری یافت می‌شود. همه ناخالصی‌ها مضر نیستند. بعضی از باکتری‌ها و مواد معدنی موجود در آب برای انسان مفید هستند و موجب رشد گیاهان نیز می‌شوند. ناخالصی‌ها می‌توانند مضر، مفید و یا بی‌ضرر باشند. باکتری‌ها، میکروب‌ها، مواد آلی و انواع مواد معدنی از جمله ناخالصی‌های موجود در آب می‌باشد.

### سختی آب

مواد معدنی و املاح موجود در آب را سختی آب می‌گویند. سختی آب را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی کرد.

- **سختی موقت:** سختی موقت آب، مجموع بی‌کربنات کلسیم و بی‌کربنات منیزیم موجود در آب می‌باشد. این بی‌کربنات‌ها در اثر جوشیدن در آب تجزیه شده و به گاز کربنیک و رسوبات کربنات کلسیم و کربنات منیزیم تبدیل می‌شود. رسوباتی که پس از جوشاندن آب در ته ظرف ایجاد می‌شود را باید جدا کرد زیرا با آب ترکیب می‌شود و قشری از کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم به وجود می‌آورند.
- **سختی دائم:** کلریدها، سولفات‌ها و یا نیترات‌های کلسیم و منیزیم در آب محلول می‌باشند. ولی در اثر جوشاندن آب از بین نمی‌روند. این نوع سختی را سختی دائم می‌گویند. این نمک‌ها در اثر جوشیدن در آب ممکن است تجزیه شوند، ولی تولید رسوب نمی‌کنند، در نتیجه وجود آنها موجب سختی دائم آب می‌شود.
- **سختی کل:** مجموع سختی موقت و سختی دائم را سختی کل می‌نامند. مجموع نمک‌های کلسیم منیزیم چه به صورت بی‌کربنات‌ها و چه به صورت نیترات‌ها، کلریدها، سولفات‌ها و سیلیکات‌ها در آب‌های مختلف باعث ایجاد «سختی کل» می‌گویند.



## تصفیه آب

منظور از تصفیه آب جداسازی مواد زائد از آب و از بین بردن ناخالصی‌های آن می‌باشد. برای اینکه تصفیه آب اصولی انجام شود ابتدا باید نوع مصرف آب مشخص شود. تا شیوه تصفیه آب نیز مشخص گردد. به‌عنوان مثال آبی که برای شرب استفاده می‌شود باید سبک و بدون ذرات معلق و میکروب باشد. ولی برای آبی که در دیگ‌های بخار مورد استفاده قرار می‌گیرد وجود میکروب اهمیتی ندارد.

برای اندازه‌گیری ناخالصی از ppm (یک قسمت ناخالصی، در یک میلیون قسمت آب) استفاده می‌شود. جداولی برای مناسب بودن آب، برای مصارف گوناگون تهیه شده است که مطابق آن عمل تصفیه آب انجام می‌شود.

## اهمیت تصفیه آب در صنعت نساجی

برخی از نمک‌های موجود در آب با مواد مصرفی مانند صابون و مواد شوینده ترکیب می‌شوند و موادی را به‌وجود می‌آورند که عمل رنگرزی و شست‌وشو را با اشکال مواجه می‌کند. این ناخالصی‌ها با مواد رنگرزی موجود در حمام رنگرزی نیز ترکیب شده، رسوبات لکه‌مانندی را بر روی پارچه ایجاد می‌کند. اگر ترکیبات آهن و منگنز در آب وجود داشته باشد، سبب رسوب و تغییر رنگ و یا لکه‌دار شدن پارچه می‌شود. نمک‌های این فلزات در قسمت سفیدگری، باعث تجزیه محلول حمام سفیدگری می‌شوند. بنابراین باید با تصفیه آب شرایط مناسبی را برای انجام عملیات نساجی فراهم می‌کنند.

## علل تصفیه آب شهری

- گوارا کردن، حذف رنگ و بو از آب
  - جلوگیری از مصرف زیاد پودرهای لباسشویی و صابون (صابون در آب‌هایی که سختی زیاد دارند، کف نمی‌کند).
  - شست‌وشوی راحت‌تر و زیاد شدن عمر لباس‌ها
  - جلوگیری از ته‌نشین شدن رسوبات در آب‌گرم‌کن‌ها
  - کاهش مشکلات پوستی با افزایش کیفیت آب در حمام‌ها
  - افزودن فلوئور برای جلوگیری از فساد دندان
  - جداسازی مواد کلوئیدی که سبب تیرگی آب می‌شوند.
  - از بین بردن باکتری‌های میکروسکوپی
- برای اینکه آب قابل آشامیدن شود باید پس از تصفیه، کلر و یا هیپوکلریت سدیم که ضدعفونی‌کننده می‌باشند را به آن افزود.

## روش‌های تصفیه آب صنعتی

- ناخالصی‌هایی که در آب مصرفی یک کارخانه صنعتی نباید وجود داشته باشد. عبارت‌اند از:
  - مواد معلق مانند گل و لای و سیلیس
  - گازهای محلول در برخی از آب‌ها مانند گاز کربنیک، اکسیژن و سولفید هیدروژن
  - املاح محلول در آب مخصوصاً بی‌کربنات و سولفات و کلریدهای کلسیم و منیزیم
  - رنگ و مواد آلی
- آب به دو روش کلی تصفیه می‌شود: الف) فیزیکی، ب) شیمیایی.

## تصفیه آب به روش فیزیکی

اصول تصفیه فیزیکی آب بر اساس عملکرد صافی می‌باشد. صافی‌ها به صورت کاغذی، پارچه‌ای و شنی وجود دارند. صافی وسیله‌ای است که از عبور دادن ذرات بزرگ‌تر از یک اندازه خاص، جلوگیری می‌کند. صافی‌های شنی کاربرد گسترده‌ای در تصفیه آب دارند. در انتخاب صافی دو نکته بسیار مهم است. سهولت پاک کردن منافذ و ارزانی آن. در اکثر تصفیه‌خانه‌های بزرگ از صافی‌های شنی استفاده می‌شود. برای تصفیه آب در حجم زیاد (مانند آب یک شهر) چند استخر بزرگ سیمانی (کلاریفایر)، چندین دستگاه پمپ قوی آب و همزن‌های بزرگ لازم می‌باشد.



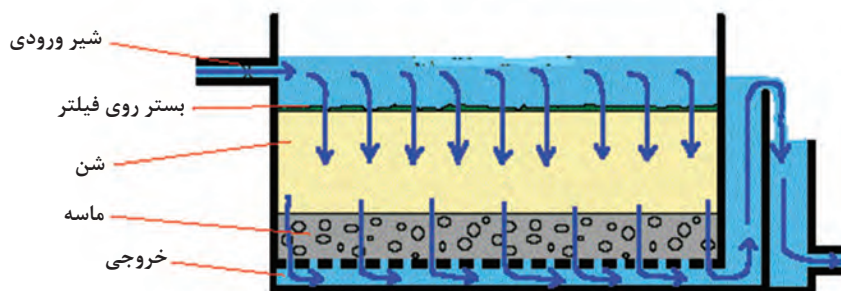
■ انعقاد: چون مواد ناخالصی در آب بسیار ریز هستند و معمولاً به راحتی از منافذ صافی عبور می‌کنند. می‌توان به کمک عمل انعقاد، اندازه ذرات را بزرگ‌تر کرد. به هم پیوستن ذرات ریز و ایجاد ذره بزرگ‌تر را انعقاد می‌گویند. عمل انعقاد توسط مواد منعقدکننده انجام می‌شود. در شکل ۵۸ یکی از این کلاریفایرها مشاهده می‌کنید.

شکل ۵۸- یک نمونه کلاریفایر

ابتدا آب را با مواد منعقدکننده مخلوط کرده و خوب هم می‌زنند. سپس این آب را از طریق پمپ‌ها به استخرها می‌ریزند. با گذشت حدود ۶ ساعت ذرات منعقد شده، به صورت رسوب ته‌نشین می‌شوند. سپس آب را از طریق صافی شنی و یا صافی شنی فشاری تصفیه کرده و با کلر زنی به آب قابل شرب تبدیل می‌کنند.

## ■ صافی شنی

در ساختمان این نوع صافی‌ها دانه‌های گرد سنگ‌های سیلیس، مرمَر، آنتراسیت با ابعاد مختلف به کار می‌رود. اگر آب برای تصفیه مقدماتی دیگ بخار مورد استفاده قرار گیرد، بهتر است که از سنگ‌های سیلیس استفاده نشود، زیرا وجود مقدار کمی سیلیس، باعث خوردگی جدار داخلی دیگ می‌شود. در شکل ۵۹ نمونه تصفیه آب با صافی شنی را می‌بینید.



شکل ۵۹- نمای کار صافی شنی

دانه‌های شن را به ترتیب از ریز به درشت و از پایین به بالا به صورت لایه‌ای روی هم قرار می‌دهند. و آب را از روی آنها عبور می‌دهند. آب ناخالص در اثر گذشتن از بین شن‌ها، ذرات معلق خود را از دست می‌دهد. لازم به یادآوری است که صافی‌ها پس از مدتی، به علت بسته شدن سوراخ‌هایشان از کار می‌افتند در این صورت مسیر عبور آب در صافی را بر عکس می‌کنند تا ذرات «گیر کرده» در سوراخ‌های صافی، به صورت ذرات معلق در سطح بالای صافی قرار گیرند. و سپس با سرریز شدن از سطح صافی خارج می‌شوند.

### ■ صافی‌های شنی فشاری



شکل ۶۰- روش تصفیه شنی و تمیز کردن شن‌ها

این نوع صافی از لایه‌های مختلف شن که بر روی یکدیگر قرار دارند ساخته شده است. در این صافی‌ها، فشار خروجی آب از یک اتمسفر بیشتر است. و برای عملکرد درست به منعقدکننده‌ها وابسته است. روش کاربرد این صافی‌ها به صورت زیر است. آب، بعد از اضافه شدن مواد منعقدکننده، بدون به هم زده شدن و یک پارچه شدن آب، وارد صافی می‌شود و صافی به سرعت ناخالصی‌ها را به دام می‌اندازد و سپس آب تصفیه شده از لوله خروجی آن بیرون می‌آید. در شکل ۶۰ مسیر حرکت آب در صافی شنی فشاری و طرز قرار گرفتن لایه‌های ماسه، شن و شن‌های درشت و سیستم لوله‌کشی آن را مشاهده می‌کنید.

این دستگاه تصفیه آب برای تأمین آب کارخانه‌ها و استخرها و شهرک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از مزایای این دستگاه سرعت عمل بالا (بدون نیاز به ته‌نشینی) و کم حجم بودن آن می‌باشد. بدیهی است برای آب شرب باید به آب کلر زد. (کلر ماده ضدعفونی‌کننده و از بین برنده میکروب‌ها می‌باشد). معمولاً منعقدکننده‌های مناسب برای این نوع صافی‌ها، سولفات آلومینیوم است. برای تصفیه آب‌هایی که گل و لای زیادی دارند از این صافی‌ها استفاده نمی‌شود.

فکر کنید

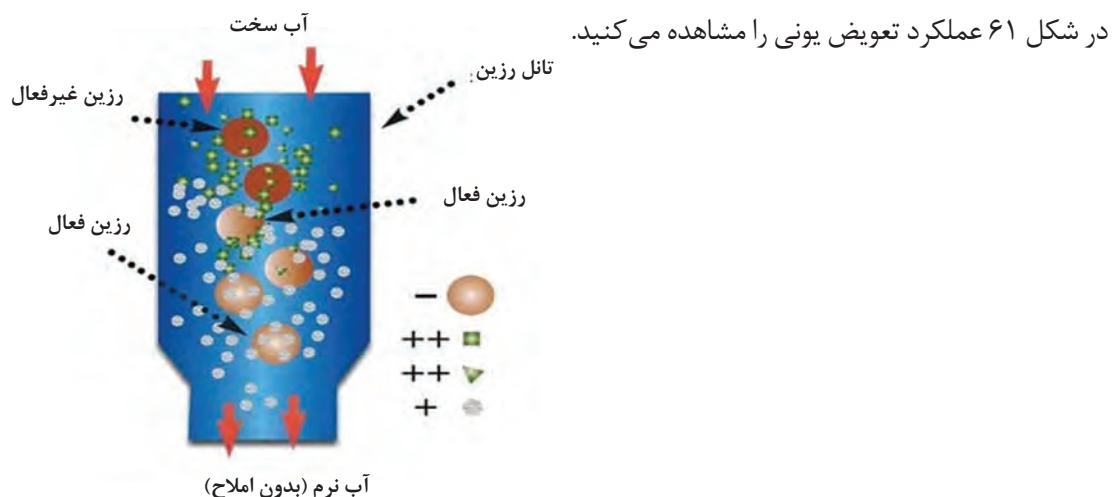
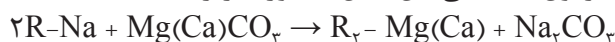


به نظر شما چرا از آب گل‌آلود برای ورودی این صافی‌ها استفاده نمی‌شود؟

### تصفیه آب به روش شیمیایی

تصفیه شیمیایی در مواردی کاربرد دارد که امکان جداسازی ناخالصی به روش فیزیکی امکان‌پذیر نباشد. برای جداسازی هر ماده ناخالصی، روش‌های خاصی مورد نیاز است. هرچه میزان این املاح بیشتر باشد، جداسازی آن نیز سخت‌تر است. تصفیه شیمیایی آب به دو روش انجام می‌شود. این دو روش عبارت‌اند از: روش رسوب دادن: در این روش با افزودن یک ماده شیمیایی، املاح محلول را به صورت نامحلول درمی‌آورند تا رسوب کند. مهم‌ترین مواد رسوب‌دهنده، آهک و کربنات سدیم است. برای بالا رفتن کارایی، بهتر است که از مخلوط کربنات سدیم و آهک استفاده شود. آبی که املاح آن با روش شیمیایی رسوب کرده است را به روش فیزیکی تصفیه می‌کنند.

روش استفاده از زئولیت‌ها: برای تصفیه آبی که دارای کلسیم و منیزیم (Ca و Mg) باشد، از روش‌های شیمیایی استفاده می‌شود زئولیت‌ها به روش تعویض یونی (Ion Exchan) عمل تصفیه آب را انجام می‌دهند. زئولیت‌ها موادی با ترکیبات پیچیده شیمیایی هستند و قادر هستند بعضی از ناخالصی‌ها را جذب کنند. برای درک چگونگی عملکرد زئولیت‌ها فرمول شیمیایی آن را به صورت  $R-Na$  نمایش می‌دهیم، که R نماینده قسمت بزرگ مولکول زئولیت و Na اتم سدیم است. هرگاه آب (شامل Mg منیزیم و Ca کلسیم) را از روی زئولیت عبور دهیم، یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب، جای خود را به یون‌های سدیم روی زئولیت‌ها می‌دهند. این عمل را «تعویض یون» می‌گویند. فرمول شیمیایی این عمل به صورت زیر است:



شکل ۶۱- چگونگی عملکرد تعویض یونی

به این ترتیب، آبی به دست می‌آید که املاح کلسیم و منیزیم خود را به زئولیت داده است. این آب را آب سبک می‌گویند. پس از مدتی، تمام یون‌های سدیم موجود در زئولیت، با کلسیم و منیزیم جایگزین می‌شود و در نتیجه اثر سختی‌گیری خود را از دست می‌دهد. برای احیای زئولیت محلول غلیظ نمک طعام به کار می‌رود.



شکل ۶۲- نمونه یک دستگاه سختی‌گیر آب است.

در این حالت آب نمک غلیظ را از پایین تانک به سمت بالا (برعکس زمان تصفیه آب) و به آرامی حرکت می‌دهند. تا فرصت کافی برای جایگزینی کلسیم و منیزیم چسبیده به زئولیت، با سدیم موجود در محلول غلیظ نمک به وجود می‌آید و زئولیت احیا می‌شود. این عمل را شست‌وشوی معکوس می‌گویند. زئولیت‌ها را می‌توان بارها استفاده کرد. در شکل ۶۲ یک دستگاه تصفیه آب به روش سختی‌گیر زئولیتی را مشاهده می‌کنید.

با دقت در شکل ۶۲، مسیر ورودی، خروجی آب و مسیر خروجی ناخالصی‌ها و تانکر نمک و شیر آب نمک ورودی و خروجی را مشخص کنید.



دستگاه‌های سختی گیر آب، جزء نیازهای اساسی در تأسیسات تولید بخار هستند.

به نظر شما چگونه می‌توان فهمید زئولیت‌ها، ظرفیت تصفیه آب را از دست داده‌اند؟



## بخار آب

با افزایش درجه حرارت، آب از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شود. این گاز را بخار آب می‌گویند. اگر آب را در ظرف باز حرارت دهیم با رسیدن دمای آب به ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد، آب شروع به جوشیدن می‌کند. و مقداری از آب به گاز تبدیل می‌شود. این گاز را بخار آب می‌گویند. اگر به حرارت دادن ادامه دهیم دمای آب از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد (کنار دریا) بالاتر نمی‌رود و دمای بخار آب نیز از ۱۰۰ درجه بیشتر نمی‌شود. این بخار آب را بخار اشباع می‌گویند. اما اگر این بخار کمی سرد شود دوباره به آب تبدیل می‌شود. چون بخار آب در صنایع کاربرد زیادی دارد و تبدیل شدن سریع آن به آب مشکل‌ساز است بنابراین از بخار داغ استفاده می‌شود. بخار داغ بخاری است که پس از ایجاد بخار، حرارت را به بخار آب می‌دهند. و در نتیجه با کمی سرد شدن بخار به آب تبدیل نمی‌شود. انتقال و مصرف بار آب داغ راحت‌تر و مناسب‌تر می‌باشد.

### کاربرد بخار آب در صنایع نساجی

بخار آب در تثبیت رنگ، پخت پارچه پنبه‌ای و بخار دادن الیاف و پارچه استفاده می‌شود. برای گرم کردن محلول رنگرزی و سفیدگری نیز از بخار آب استفاده می‌شود. در بعضی از ماشین‌های خشک‌کن، از انرژی گرمایی بخار استفاده می‌شود. در بعضی از دستگاه‌های خشک‌کن غلتکی، بخار وارد لوله‌های داخلی غلتک می‌شود و پس از گرم کردن سطح غلتک از طرف دیگر آن خارج می‌شود. پارچه ضمن تماس با سطح جانبی غلتک، رطوبت خود را از دست داده خشک و اتو می‌شود. بخار آب در تأسیسات حرارت مرکزی نیز استفاده می‌شود.

### مقایسه انتقال گرما با آب و بخار آب

■ میزان انتقال گرما: برای انتقال مقدار مشخصی انرژی گرمایی مقدار کمتری بخار آب منتقل می‌شود. بخار آب به خاطر فشار بالا بدون نیاز به پمپ در هر مسیری جریان می‌یابد. حداکثر درجه حرارتی که آب می‌تواند تولید کند ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است در حالی که درجه حرارت بخار تا ۲۰۰ درجه و حتی بالاتر نیز امکان‌پذیر است. بخار آب می‌تواند با برخورد با اجسام آنها را به حرکت در آورد. بخار آب با برخورد با الیاف فرم ظاهری آنها را در الیاف تثبیت می‌کند. انتقال حرارت با درجه حرارت کمتر از ۱۰۰ سانتی‌گراد، با بخار امکان‌پذیر نیست. لوله‌های انتقال بخار باید قوی‌تر و ایمن‌تر باشند و در نتیجه گران‌تر خواهند بود.



مزایا و معایب آب و بخار آب را در انتقال حرارت و با توجه به مطالب گفته شده جدا کنید.

### نحوه استفاده بخار در صنایع نساجی

- **روش مستقیم:** در این روش بخار آب مستقیماً به محلول رنگریزی و سفیدگری و پخت برخورد می‌کند و محلول را گرم می‌کند. بخار آب برای ایجاد جلا در الیاف پشم، باید مستقیماً به الیاف برخورد کند و یا برای تثبیت تاب نخ و تثبیت رنگ پارچه، در چاپ نیز باید مستقیماً به پارچه برخورد کند. در مورد تثبیت تاب و تثبیت رنگ، بخار آب نباید سرد شده و به آب تبدیل شود زیرا وجود آب به همراه بخار، کار را نایک‌نواخت می‌کند.
- **روش غیرمستقیم:** در این روش بخار آب وارد لوله‌های خاص و مارپیچی می‌شوند و در اثر حرکت، انرژی خود را به محیط منتقل می‌کنند. دستگاه‌های تهویه مرکزی و دستگاه‌های استتر و بعضی از دستگاه‌های رنگریزی نیز از این روش برای تأمین گرم کردن محلول استفاده می‌کنند.

### دیگ بخار و طرز کار آن

دیگ بخار وسیله‌ای است که با گرم کردن آب و به جوش رساندن آن، بخار آب لازم برای کارخانه را فراهم می‌کند. این دستگاه از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

پوسته دیگ، محفظه احتراق، مشعل، مسیر دود، منبع تغذیه و سیستم‌های کنترل‌کننده و فرمان‌دهنده.

- **پوسته دیگ:** پوسته یا بدنه دیگ را از ورقه‌های مختلف آهن که ضخامت‌های متفاوت دارند، می‌سازند. بدین طریق که ورق آهن مستطیل شکل را به شکل استوانه در می‌آورند و درزهای آن را جوشکاری می‌کنند.

یکی از مشخصات مهم دیگ، که در روی پلاک بدنه آن نوشته می‌شود، عدد حداکثر فشاری است که پوسته دیگ می‌تواند تحمل کند و عدم رعایت این نکته منجر به ضررهای جبران‌ناپذیری خواهد شد. از لحاظ اینکه پوسته دیگ همواره در مجاورت آب قرار می‌گیرد، باید در مقابل خطرات ناشی از رطوبت، مثل زنگ‌زدگی (که منجر به پوسیدگی آن می‌شود) مقاوم باشد. همچنین باید در برابر اثر رسوبات ته‌نشین شده در درون بدنه و اکسیژن و گازهای محلول در آب که منجر به اسیدی بودن محیط درون پوسته می‌شوند، حفاظت شود.

- **محفظه احتراق:** لوله استوانه‌ای که محل استقرار آن در طول دیگ و بین صفحات عقبی و جلویی است، را «کوره» یا «محفظه احتراق» دیگ می‌نامند که از جنس فلزی مقاوم در مقابل شعله‌های آتش ساخته می‌شود. شعله تولید شده باید دو سوم این محفظه را بپوشاند.

- **مشعل:** برای اینکه بخار تولید شود حرارت زیادی لازم است که این حرارت از طریق یک دستگاه به نام مشعل انجام می‌شود. این دستگاه گاز و یا گازوئیل را می‌سوزاند و حرارت زیادی تولید می‌کند. در شکل ۶۳ یک نمونه از دیگ بخار را مشاهده می‌کنید.



شکل ۶۳- دستگاه تولید بخار (دیگ بخار)

- **مسیر دود:** لوله‌هایی که در طول دیگ به صفحات جلو و عقب آن پرچ و یا جوش شده‌اند، مسیر عبور دود یا حرارت شعله مشعل هستند. در این مسیر انرژی گرمایی جذب شده و به آب منتقل می‌گردد. بخار آب تولید شده از طریق لوله‌هایی به قسمت‌های مورد نیاز فرستاده می‌شود. این لوله‌ها را باید کاملاً پوشاند تا حرارت در مسیر انتقال هدر نرود.
- **منبع تغذیه:** چون بدون آب ماندن دستگاه بخار باعث سوختن آن می‌شود. مخزنی از آب مناسب را در محلی قرار می‌دهند تا همیشه دستگاه بخار آب داشته باشد و حتی ذخیره مناسب نیز داشته باشد. آب در مخزن بالای دیگ بخار نگهداری می‌شود.
- **سیستم‌های کنترل و فرمان‌دهنده:** در یک دیگ بخار درجه حرارت و مقدار فشار بخار توسط وسایلی که روی دیگ نصب شده است اندازه‌گیری می‌شود. اگر مقدار حرارت و یا فشار از حد معینی بیشتر شود، بخش فرمان دستگاه فعال شده و دیگ را خاموش می‌کند و یا بخار اضافی را تخلیه می‌کند. کم شدن مقدار آب درون دیگ باعث هشدار به کاربر دستگاه می‌شود ولی در صورتی که آب وارد دستگاه نشود، دیگ بخار به‌طور اتوماتیک خاموش می‌شود.

### ارزشیابی پودمان ۵: مکانیک و برق و آب در صنایع نساجی

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان
۳	رفع ایرادات موجود در سیستم انتقال حرکت و پساب	بالاتر از حد انتظار	نحوه انتقال حرکت در ماشین‌ها و فواید چرخ‌دنده‌ها برای نساجی سیستم‌های برق‌کشی روی ماشین و تعمیرات سیستم‌های برق‌کشی در جهت رفع عیوب در تعیین پارامترهای آب و تصفیه ناخالصی‌های آب	۱- تعیین قطعاتی که بر روی ماشین‌ها به کار رفته و تعیین نوع برق‌کشی آن ۲- تعیین خواص آب و تعیین کاربرد نمونه آب و ارائه راه حل برای بهبود	پودمان ۵: مکانیک و برق و آب در صنایع نساجی
۲	تعیین عوامل مشکل‌ساز در کارخانه و تعیین عوامل آب و پساب	در حد انتظار			
۱	تعریف انواع سیستم‌های انتقال حرکت و برق و آب	پایین‌تر از حد انتظار			
			نمره مستمر از ۵		
			نمره شایستگی پودمان		
			نمره پودمان از ۲۰		



- ۱ برنامه درسی رشته صنایع نساجی کمیسیون تألیف کتب درسی رشته صنایع نساجی.
- ۲ مؤلف: یگانه غلامحسین کتاب: اجزای ماشین (کتاب‌های درسی) ۱۳۹۵.
- ۳ بولتن سازمان محیط زیست.
- ۴ مؤلف: جواد تهرانی - تأسیسات.
- ۵ مؤلفان: قیطرانی، فریدون، نظریان، محمدحسن، فتح‌الله اسالمی، کتاب: مبانی تکنولوژی برق صنعتی ناشر تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵.
- ۶ مؤلفان: نعمتی شمس‌آباد محمدجواد، ابراهیمی معتمد علی، کتاب: چاپ و تکمیل نساجی.
- ۷ By The Edition of American Fabrics Magazine. ENCICLOPEDIA OF TEXTILE.
- ۸ By Ann. M. Collier. A HANDBOOK OF TEXTILE.
- ۹ L. W. Miles 2010. TEXTILE PRINTING.
- ۱۰ E. R Trotman. TEE DYEING OF NATURAL FIBERES.

