

پودمان ۵

خنک کاری تجهیزات

## مقدمه

در این پودمان هنرجویان با تهیه چند نمونه مایع خنک‌کن، انجام خنک‌کاری تجهیزات و حفظ ایمنی سامانه‌های خنک‌کاری آشنا می‌شوند. آموزش این پودمان به صورت تدریس تئوری و عملی پیش‌بینی شده است. در ابتدا مطالب تئوری مربوط به خنک‌کاری، انواع سامانه‌های خنک‌کننده، عوامل مؤثر در طراحی برج‌های خنک‌کننده، مشکلات برج‌های خنک‌کننده، مایعات خنک‌کننده، سامانه خنک‌کننده کمپرسور و ایمنی سامانه خنک‌کننده‌ها ارائه شده است. سپس به فراخور امکانات و تجهیزات موجود در هنرستان‌ها، فعالیت‌های عملی ساده و قابل اجرا آورده شده است. همچنین در این پودمان استفاده هم‌زمان از فیلم‌های آموزشی با مطالب درسی پیش‌بینی گردیده است. با توجه به این‌که بازدید از مراکز صنعتی مرتبط با هر دستگاه و فرایند، تأثیر بسزایی در امر یادگیری دارد، از هنرآموزان محترم درخواست می‌گردد که در این راستا نیز بازدیدهای خواسته‌شده را جامه عمل بپوشانند.

اغلب فعالیت‌های این پودمان به صورت گروهی در نظر گرفته شده است. بنابراین لازم است که هنرآموزان محترم با تقسیم‌بندی هنرجویان کلاس به گروه‌های مختلف ۳ تا ۴ نفره و با نظارت و هدایت دقیق گروه‌های دانش‌آموزی به‌طور مستقیم در فرایند یاددهی و یادگیری مشارکت مؤثر داشته باشند. همچنین هنرآموزان گرامی توجه داشته باشند که در فرصت‌های یادگیری پیش‌بینی شده به شایستگی‌های غیرفنی این واحد یادگیری مانند اخلاق حرفه‌ای (وقت‌شناسی، حضور منظم و به موقع، انجام وظایف و کارهای محوله پیروی از قوانین کارگاهی، ...)، کار گروهی (حضور فعال در فعالیت‌های گروهی انجام کارها و وظایف محوله، ...) و مستندسازی (گزارش‌نویسی فعالیت‌های کارگاهی و...) توجه ویژه داشته باشند.

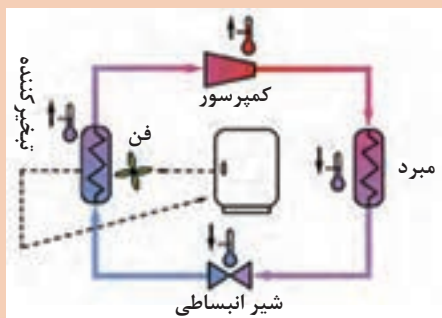
## مرحله ۱: به کارگیری مفاهیم خنک‌کاری در تجهیزات

**فعالیت ساخت یافته ۱:** بیان مفهوم خنک‌کاری با استفاده از پرسش، بحث گروهی و تصویر

پرسش



با توجه به چرخه سرمایش زیر، چرا یخچال و فریزر موجود در منازل باید در فاصله مناسبی از دیوار قرار داشته باشند؟



○ پاسخ: بالا رفتن دمای مواد و وسایل درگیر در فرایند سرمایش، کاهش بازدهی عملکرد دستگاه‌های مختلف از جمله یخچال و فریزر را در پی خواهد داشت. برای پیشگیری و کاهش این عیب، بایستی گرمای مزبور از دستگاه‌ها خارج شود. از آنجایی که چرخه سرمایش یخچال مجهز به اجزای مختلفی مانند کمپرسور و تبخیرکننده می‌باشد و این دستگاه‌ها نیاز به خنک شدن دارند، بنابراین باید فضای آزادی در نظر گرفته شود تا گرما بتواند به راحتی از آنها به محیط بیرونی و هوا منتقل گردد. در غیر این صورت سامانه سرمایش نیاز به کار بیشتری خواهد داشت و این موضوع باعث مصرف بیشتر جریان برق و انرژی و تولید گرمای بیشتر می‌گردد. در روزهای گرم تابستان و بسته بودن تمامی درب‌ها و پنجره‌های خانه، چسباندن یخچال به دیوار آشپزخانه و نبودن گردش مناسب هوا در پشت آن، پس از چند روز، قطعاً باعث سوختن کمپرسور (موتور) یخچال خواهد شد.

تحقیق کنید



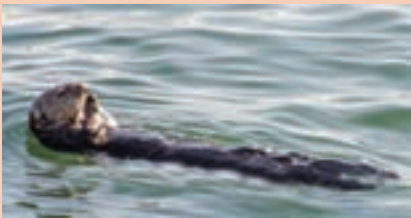
اگر آب گرم خروجی از انواع مبدل‌های حرارتی به‌طور مستقیم وارد دریاها و رودخانه‌ها شود، چه پیامدهایی را به دنبال خواهد داشت.



○ پاسخ: اگر آب گرم خروجی از انواع مبدل‌های حرارتی به طور مستقیم وارد دریاها و رودخانه‌ها شود، مشکلات زیست‌محیطی زیادی را به دنبال خواهد داشت. از جمله این مشکلات می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:



۱ آب در هنگام تبادل حرارت در مبدل‌ها به دلیل مشکلات ناشی از خوردگی تجهیزات و مخازن، آلوده به محصولات خوردگی، مواد نفتی، شیمیایی و غیره شده و چون این آب مجدداً به دریا برگشت داده می‌شود، باعث نابودی موجودات دریایی، رشد بیش از حد گیاهان و جلبک‌ها و... می‌گردد.

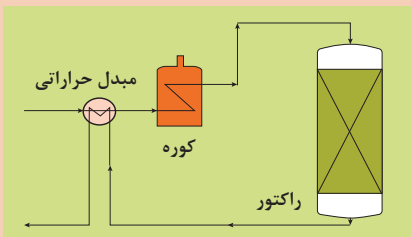


۲ آب پس از تبادل حرارت در مبدل‌ها، گرم شده و با دمای بالاتر وارد دریا می‌شود. این پدیده، ایجاد شوک حرارتی را برای موجودات دریایی کرده و تخریب محیط‌زیست و اکوسامانه دریایی را در پی خواهد داشت.

در واقع انواع آلودگی‌های حرارتی، آلی، معدنی و... را برای آب‌های کره زمین فراهم می‌کند.

آیا می‌توانید راهی برای استفاده از انرژی موجود در سیالات گرم خروجی از فرایندهای مختلف پیشنهاد کنید؟

پوسش



○ پاسخ: همانند شکل روبه‌رو می‌توان قبل از این‌که سیالات گرم از فرایندها یا تجهیزاتی مانند راکتور خارج شوند، از گرمای آنها، برای پیش گرم کردن سیالات دیگر فرایند (مانند سیال ورودی به کوره) استفاده کرد. به این ترتیب به جای این‌که سیالات گرم وارد محیط‌زیست شوند، سیالات با دمای محیط، از فرایندها خارج می‌شوند و مشکلات مطرح شده در قسمت «تحقیق کنید» به وجود نمی‌آید.

شکل: استفاده از گرمای سیالات گرم خروجی از راکتور برای پیش گرم شدن مواد سرد ورودی به کوره

بحث گروهی



در مورد خنک کاری مواد و وسایل موجود در جدول زیر با هم گروهی های خود بحث کلاسی کرده و جدول زیر را پر کنید.  
 ○ پاسخ:

| ردیف | نام وسیله                       | روش خنک کاری  | توضیح  |
|------|---------------------------------|---|--|
| ۱    | جاروبرقی                        | روش مستقیم - از طریق تماس با هوا  | بدنه جارو برقی، در هنگام کار کردن داغ می شود و هوای داغی از پشت آن با شدت خارج می گردد. بنابراین اگر زمان نظافت، خیلی طولانی و پیوسته باشد، جاروبرقی حتماً می سوزد. پیشنهاد می شود برحسب کیفیت جاروبرقی بعد از این که ۳۰ دقیقه از کارکرد آن گذشت، آن را خاموش کرده تا خنک شود و بعد مجدداً شروع به کار کنید. |
| ۲    | رایانه                          | روش مستقیم - تماس با هوای محیط  | با استفاده از چرخش فن موجود در رایانه، در هوای محیط خنک می شود.  |
| ۳    | هوای اتاق و ساختمان ها          | روش مستقیم - انواع پنکه، کولرهای آبی و گازی، چیلر، ...                  | برحسب بزرگی ساختمان و میزان خنک کنندگی مورد نیاز، از انواع کولرها و برج های خنک کن استفاده می گردد.  |
| ۴    | آب گرم خروجی از مبدل های حرارتی | انواع روش مستقیم و غیر مستقیم - برج خنک کن                              | معمولاً از برج خنک کننده آبی با جریان اجباری استفاده می شود.   |
| ۵    | محصولات برج تقطیر               | انواع روش مستقیم و غیر مستقیم - انواع مبردها، کندانسورها و خنک کننده ها | به دلیل گستردگی محصولات برج تقطیر از انواع مبردها، کندانسورها، مبدل های حرارتی، کولرهای آبی و هوایی و برج های خنک کننده ها استفاده می شود.   |
| ۶    | ...                             |   |  |

هنراًموزان محترم، سؤالات مشابهی را از انواع وسایل پیرامون هنرجو که نیاز به خنک کاری دارند، پرسیده و روش های خنک شدن آنها در کلاس به بحث گذاشته شود.

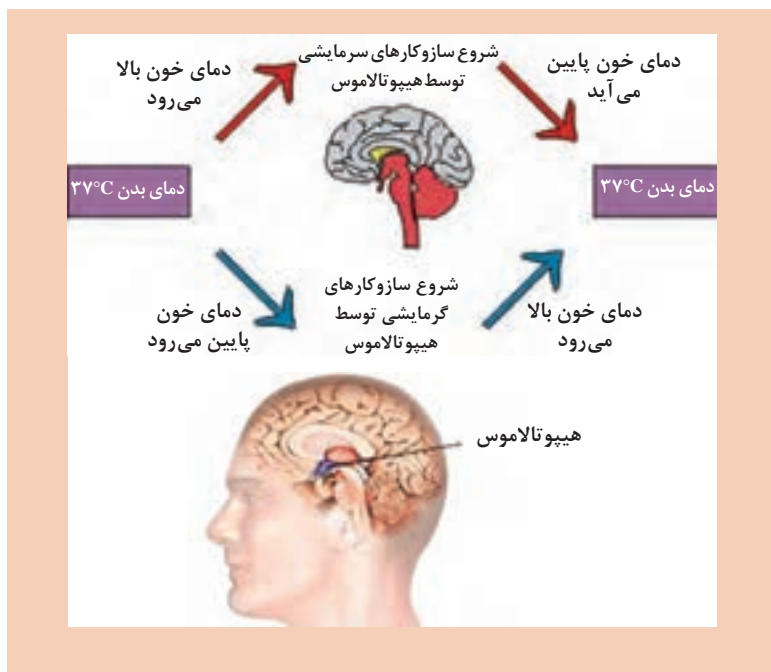
تحقیق کنید



بدن انسان به طور طبیعی چگونه خنک می شود؟

○ پاسخ: درجه حرارت بدن انسان به طور طبیعی به وسیله مرکز تنظیم درجه حرارت در هیپوتالاموس<sup>۱</sup> کنترل (در سرما، گرم و در گرما، خنک) می شود. این مرکز، پیام ها را از دو مجموعه گیرنده های گرما دریافت می کند: گیرنده هایی در خود هیپوتالاموس که درجه حرارت خون را هنگام عبور از مغز تحت نظر دارند (درجه حرارت مرکزی)، و گیرنده هایی در پوست که درجه حرارت خارجی بدن را تحت نظارت دارند. هر دوی این اطلاعات برای بدن لازم است تا تنظیم های لازم را انجام دهد. مرکز تنظیم درجه حرارت پیام هایی را به چندین عصب می فرستد تا درجه حرارت بدن را تنظیم کنند.

۱- Hypothalamus



اولین پاسخ بدن هنگام رویارویی با هوای گرم‌تر یا سردتر ارادی است. اگر هوا بسیار گرم باشد، ممکن است تصمیم بر کم کردن لباس‌ها گرفته شود، یا فرد به محل سایه‌دار برود؛ و اگر هوا خیلی سرد باشد، لباس‌های بیشتر بپوشد و یا درجه حرارت بخاری را زیاد کند!

هنگامی که پاسخ‌های ارادی بدن کافی نباشد، مرکز تنظیم درجه حرارت تحریک می‌شود. این مرکز بخشی از دستگاه عصبی است، بنابراین پاسخ‌های گوناگونی که ایجاد می‌کند، غیرارادی هستند. هنگامی که بدن بیش از حد گرم شود، مرکز کاهش حرارت در هیپوتالاموس تحریک می‌شود و هنگامی که بدن بیش از حد سرد شود، مرکز حفظ حرارت هیپوتالاموس به کار می‌افتد. توجه داشته باشید، که برخی از پاسخ‌ها به درجه حرارت پایین، باعث ایجاد گرما می‌شوند، در حالی که برخی دیگر تنها حرارت بدن را حفظ می‌کنند. به همین صورت برخی از واکنش‌ها به گرما، این است که به طور فعال بدن را سرد کنند و واکنش‌های دیگر تنها تولید درجه حرارت بدن را کاهش می‌دهند یا حرارت را به سطح بدن منتقل می‌کنند. بنابراین بدن طیفی از واکنش‌ها را در اختیار دارد که بسته به درجه حرارت درونی و بیرونی بدن، آنها را به کار می‌برد. خلاصه‌ای از این واکنش‌ها در جدول صفحه بعد آمده است:

| پاسخ به درجه حرارت  |   | اندام‌های عمل‌کننده                                     |
|---|---|---|
| بالا  | پایین   |   |
| عضلات شل شده و باعث گشادی عروق می‌شوند. حرارت بیشتری از مرکز به سطح بدن می‌آید، و از آنجا یا به وسیله جریان هوا یا تشعشع از دست می‌رود. روش رسانایی نقش چندانی ندارد مگر این که فرد در آب باشد و پوست قرمز می‌شود.      | عضلات منقبض شده و باعث تنگی عروق می‌شوند. حرارت کمتری از مرکز بدن به سطح بدن آورده می‌شود، درجه حرارت مرکزی بدن حفظ می‌شود. انتهای بدن (دست‌ها و پاها) کبود و سرد می‌شوند و ممکن است سرمازدگی در آنها رخ دهد. | عضلات صاف در شریانچه‌های پوست                           |
| غدد عرق، عرق را به سطح پوست ترشح می‌کنند تا در آنجا تبخیر شود. از آنجایی که آب، گرمای نهان تبخیر بالایی دارد، با این کار حرارت بدن از دست می‌رود. رطوبت زیاد، و لباس‌های تنگ، میزان عرق را برای تبخیر شدن کاهش می‌دهند. | عرق تولید نمی‌شود.  | غدد عرق   |
| عضلات شل می‌شوند، موهای پوست پایین می‌آیند و به هوا اجازه جریان یافتن در سطح پوست را می‌دهند، در نتیجه گرمایی بیشتری از بدن دفع می‌شود.   | عضلات منقبض می‌شوند، موهای پوست را راست می‌کنند، و لایه‌ای از هوای ساکن و گرم را در مجاورت پوست به دام می‌اندازند.  | عضلات راست‌کننده مو در پوست که به موهای پوست متصل هستند |
| لرزشی رخ نمی‌دهد  | لرزیدن: عضلات به طور مکرر منقبض و شل می‌شوند و در نتیجه اصطکاک و واکنش‌های سوخت و ساز، گرما تولید می‌کنند.  | عضلات اسکلتی  |
| کاهش ترشح آدرنالین و تیروکسین.  | این غده‌ها آدرنالین و تیروکسین تولید می‌کنند که سرعت سوخت و ساز را در بافت‌های مختلف به خصوص در کبد، افزایش می‌دهند و حرارت تولید می‌کنند.  | غده‌های آدرنال و تیروئید                                |
| دور شدن از یکدیگر، یافتن سایه، شنا کردن، درآوردن لباس‌ها.   | کنار یکدیگر جمع شدن و به هم چسبیدن، یافتن پناهگاه، پوشیدن لباس‌های بیشتر  | رفتار   |

**فعالیت ساخت یافته ۲:** معرفی و شرح انواع سامانه‌های خنک‌کاری با استفاده از پرسش، تحقیق، نمایش تصویر و فیلم

انواع مواد، وسایل و تجهیزات صنعتی و غیرصنعتی نیاز به عملیات خنک‌کاری دارند، بنابراین انواع سامانه‌های خنک‌کاری طراحی شده و در بازار موجود هستند، لذا تقسیم‌بندی واحدی را نمی‌توان برای این سامانه‌ها در نظر گرفت. در این پودمان برحسب مورد اشاره شده در متن درسی، انواع روش‌های دسته‌بندی دستگاه‌های خنک‌کن آورده شده است. مانند تقسیم‌بندی سامانه‌های خنک‌کننده به سه گروه اصلی سامانه‌های گردشی بسته، باز و گذرا.

پرسش



نمونه‌هایی از سامانه خنک‌کن گردشی بسته را نام ببرید.

○ پاسخ: سامانه خنک‌کاری موتور خودرو، یخچال، فریزر، کولر گازی، بدن انسان، حیوانات و... نمونه‌هایی از سامانه خنک‌کن گردشی بسته هستند.

پرسش



معایب و محاسن استفاده از سیال خنک‌کننده آب را برشمردید.

○ پاسخ:

تعدادی از محاسن استفاده از سیال خنک‌کننده آب عبارت‌اند از:

- ۱ به مقدار زیاد و ارزان در دسترس می‌باشد.
- ۲ به آسانی آب را می‌توان مورد استفاده قرار داد.
- ۳ قدرت سردکنندگی آب نسبت به مایعات دیگر بیشتر است.
- ۴ انقباض و انبساط آب با تغییر درجه حرارت جزئی است.

تعدادی از معایب استفاده از سیال خنک‌کننده آب عبارت‌اند از:

- ۱ آب با سختی زیاد باعث رسوب‌سازی در دستگاه‌ها می‌شود.
- ۲ از آنجایی که بیشتر دستگاه‌ها از آلیاژ آهن ساخته شده‌اند، در زمان تماس این تجهیزات با آب و هوا، مشکل خوردگی و تولید محصولات آلوده‌کننده آن وجود دارد.
- ۳ بیشتر برج‌های خنک‌کننده در برخورد مستقیم با هوا و نور خورشید می‌باشند و بنابراین محیط مناسبی برای رشد انواع میکروارگانیسم‌ها و باکتری‌ها هستند.
- ۴ وارد شدن گرد و خاک به داخل برج ایجاد اشکال و تولید رسوب می‌نماید و به مرور زمان بازدهی دستگاه‌های خنک‌کننده کم می‌شود.
- ۵ علی‌رغم مزایای بالای استفاده از آب، به دلیل مشکلاتی که شمرده شد، استفاده آب از نظر اقتصادی مخارج زیادی را به صنایع مختلف تحمیل می‌کند.



نمایش فیلم



نمایش فیلم آموزشی انواع خنک کننده ها و عملیات خنک کاری

راهنمایی: فیلم آموزشی انواع خنک کننده ها و عملیات خنک کاری نمایش داده شود. پس از اتمام نمایش فیلم سؤالات مرتبط از تک تک هنرجویان پرسیده شود و در صورت مشاهده اشکال، دوباره فیلم آموزشی نشان داده شود. هنرآموزان عزیز می توانند تهیه فیلم آموزشی را به صورت «تحقیق اضافه» به عهده هنرجویان گذاشته و نمره اضافی برای این دسته از دانش آموزان در نظر بگیرند. اگر تعداد فیلم های آموزشی تهیه شده، بیشتر از ساعات کلاس شود، با بررسی و تأیید هنرآموزان محترم، فیلم های آموزشی در شبکه های اجتماعی دانش آموزی قرار داده شوند.

تحقیق کنید



با چه روش هایی می توان محل زندگی خود را خنک کرد (حداقل پنج روش را بررسی کنید).

○ پاسخ: راه حل های ساده برای کاهش دمای منزل وجود دارد که در زیر شماری از آنها را بررسی می کنیم:

۱ بستن پنجره ها و کشیدن پرده ها:

این روش، باعث کاهش دمای هوای داخل منزل تا حد زیادی است. به طوری که بیش از ۳۰ درصد از گرمای هوای داخل منزل، از طریق پنجره وارد می شود. از این رو، بستن پنجره ها و کشیدن پرده ها، باعث کاهش دمای هوای درون خانه می شود.

۲ بستن درب اتاق ها:

بستن درب اتاق ها باعث جلوگیری از خروج هوای سرد به سایر بخش های گرم منزل مانند آشپزخانه و حمام می شود و می توان از این روش در هنگام خواب استفاده کرد.

۳ استفاده از پنکه به جای کولر:

استفاده از پنکه، به فرد احساس استفاده از نسیم خنک را می دهد. روش ساده ای وجود دارد که باعث خنک تر شدن فضای اتاق می شود، بدین ترتیب که پس از روشن کردن پنکه یک ظرف بزرگ آب یخ را در گوشه ای در مقابل پنکه قرار دهید.

۴ تعویض ملحفه ها:

در فصل تابستان از ملحفه های پشمی استفاده نکنید. بلکه بهتر است از ملحفه های پنبه ای استفاده کرد. زیرا این کار باعث پایین نگه داشتن دمای بدن می شود.

۵ تأکید بر کاستن دمای بدن به جای دمای هوای منزل:

پیشبینان ما بدون در اختیار داشتن کولر، با نوشیدنی های سرد و پوشیدن لباس های کمی خیس یا کاهش دمای بدن از داخل، خود را از گرمای هوا در امان می داشتند.



۶ استفاده از تهویه هوا در حمام یا آشپزخانه:  
با استفاده از این روش، می توان هوای گرم پس از آشپزی یا حمام را از منزل خارج کرد.

۷ استفاده از بالش های دارای کیسه آب سرد:  
با استفاده از این نوع بالش ها که در داخل آنها کیسه آب یا ژل سرد در طرفین آن قرار دارد، می توان حرارت بدن را کاهش داد. گذاشتن بطری آب یخ یا آب سرد در محل قرار گرفتن پاها باعث کاستن دمای بدن و آرام شدن اعصاب می شود.

۸ باز کردن پنجره در ساعات پایانی شب:  
در برخی مناطق، که دمای هوا در شب های تابستان کاهش می یابد، می توان با باز گذاشتن پنجره های منزل، اجازه داد قبل از خواب، هوای خنک وارد منزل شود.

۹ حذف لامپ های رشته ای:  
لامپ های رشته ای حدود ۹۰ درصد انرژی را به صورت گرما، هدر می دهند. از این رو، باید به جای آنها از لامپ های کم مصرف استفاده کرد.

۱۰ نوشیدن آب:  
با بالا رفتن دمای هوا، بدن از طریق تعریق، به طور خودکار دمای خود را کاهش می دهد و بدن با تعریق بیشتر، دما را کاهش می دهد. از این رو، بدن همواره به مایعات بیشتری برای جبران کمبود مداوم آب، نیاز دارد. علاوه بر این، نوشیدن آب باعث افزایش رطوبت بدن و شادابی می شود.

۱۱ خوابیدن بر روی زمین:  
استراحت بر روی زمین نسبت به تشک های موجود روی تخت خواب ها، به خنک کردن بدن کمک بیشتری می کند.

## بیشتر بدانید

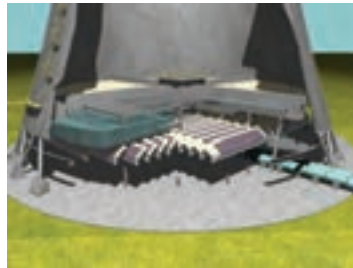
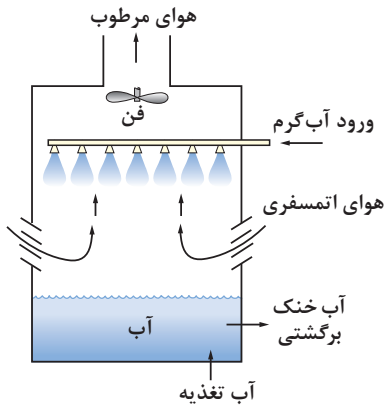
### مشکلات برج‌های خنک‌کننده

میکروارگانسیم‌ها و موجودات آبی جهت رشد نیاز به حرارت دارند، این حرارت مطلوب را، آب برج خنک‌کن در اختیار آنها قرار می‌دهد. در فصل تابستان رشد میکروارگانسیم‌ها و جلبک‌ها مشکلات فوق‌العاده زیادی را موجب می‌گردد، به طوری که جلبک‌ها در بستر فوقانی برج‌هایی که بیشتر در معرض نور خورشید قرار دارند، از آن چنان رشدی برخوردار هستند که آن قسمت را به شکل سبز رنگ در می‌آورند. تعدادی از میکروارگانسیم‌های شناسایی شده در برج خنک‌کن به قرار *Branched algae - Achnantes taeniata - Anabaena - Woronichinia naegeliana* می‌باشند. خسارت‌های حاصل از رشد جلبک‌ها در برج خنک‌کن باعث مسدود شدن سوراخ‌های آب پخش‌کن بستر فوقانی برج شده و مانع ریزش آب به صورت اسپری روی بند و بست‌های چوبی می‌شود و راندمان برج را از نظر خنک‌کردن آب کم می‌کند. جلبک‌ها به وسیله آب جدا شده، وارد مسیر می‌گردند و گرفتگی صافی‌ها و توری‌های بستر تحتانی برج را سبب شده و کار آبدهی را مختل می‌نمایند. مقدار بیش از حد جلبک‌ها می‌تواند بر پره پمپ‌های گردشی چسبیده و باعث افزایش آمپر مورد نیاز پمپ شود. همچنین جلبک‌ها با عمل فتوسنتزی که انجام می‌دهند، می‌توانند باعث خوردگی در سامانه گردند.



**فعالیت ساخت یافته ۳:** معرفی، کاربرد و اساس کار برج‌های خنک‌کننده با کمک تصویر و نمایش فیلم

برج خنک‌کن در اصل دستگاه خنک کردن آب است و وسیله‌ای می‌باشد که گرمای تولید شده توسط کندانسور را به محیط آزاد منتقل می‌کند. آب گرم خروجی از کندانسور به بالای خنک‌کن پمپ می‌شود و از آنجا به تشتک برج می‌ریزد. آب گرم شده برای خنک شدن به برج خنک‌کن باز می‌گردد. آب در برج به گردش در می‌آید و از بالای برج به سمت پایین ریخته می‌شود. این آب در حین سقوط از درون پوشش‌های داخلی برج با هوا برخورد کرده و گرمای خود را به هوا می‌دهد.



**فعالیت ساخت یافته ۴:** بیان چگونگی عملکرد برج‌های خنک‌کننده مرطوب، خشک و خشک - مرطوب و مقایسه آنها با یکدیگر با نمایش تصویر و فیلم.

در این مبحث در مورد انواع برج‌های خنک‌کننده بسته به میزان دسترسی به منابع آب، ساختمان، شیوه عملکرد، شرایط استفاده و تفاوت بین این سه نوع برج خنک‌کننده، توضیحات لازم آمده است. برای یادگیری عمیق‌تر هنرجویان از فیلم‌های موجود استفاده شود.

**فعالیت ساخت یافته ۵:** معرفی انواع برج‌های سردکننده آب خروجی از فرایندها با کمک تصویر

برج‌های خنک‌کننده در شکل و انواع مختلف ساخته شده و دسته‌بندی می‌شوند. از نظر جریان هوا: برج‌های خنک‌کن از نظر جهت جریان هوا در سه گروه جریان مخالف و جریان متقاطع و جریان موافق طبقه‌بندی می‌شوند.

از نظر وزش هوا: اجباری با فن و طبیعی بدون فن

از نظر فن: گریز از مرکز و جریان محوری

از نظر گردش آب: باز و بسته.

از نظر ساختار: برج مکعب فلزی و دوزنقه چوبی و فایبرگلاس

|   |   |  |
|---|---|--|
|  |  |  |
| برج دوزنقه چوبی   | برج فایبرگلاس   | برج مکعب   |

**فعالیت ساخت یافته ۶:** بیان چگونگی عملکرد برج‌های خنک‌کننده با کشش

طبیعی هوا با تصویر و نمایش فیلم

انواع برج‌های خنک‌کننده با کشش طبیعی هوا شامل استخرهای خنک‌کننده، استخرهای آبپاش، برج‌های جوی و برج خنک‌کننده با کوران طبیعی هستند. در این مبحث توضیح مختصر هر کدام از این برج‌ها به همراه تصویرهای مربوطه آورده شده است.

در این سامانه‌ها با پاشش سریع آب در هوا، فرایند خنک‌کاری انجام می‌شود و این نوع برج به شکلی طراحی شده که هوای خنک بیرون به طور طبیعی وارد برج خنک‌کننده شده و پس از خنک کردن آب از قسمت بالای برج خارج می‌گردد. اختلاف چگالی بین هوای بیرون و هوای گرم و مرطوب داخل برج موجب مکش هوا از جداره‌های اطراف و خروج آن از بالای برج می‌گردد.

برج هذلولی براساس خاصیت دودکشی هوا (تمایل هوای گرم به صعود) و بدون استفاده از فن، عمل کاهش دمای آب ورودی را انجام می‌دهد. البته در این گونه برج‌ها مدار آب خنک‌شونده، مدار بسته‌ای است و از داخل کویل‌هایی که در زیر برج تعبیه شده است، عبور می‌کند. برج‌های هذلولی کاربرد چندانی در تأسیسات سرمایشی و تهویه مطبوع ندارند و بیشتر در نیروگاه‌های برق استفاده می‌شوند.

**فعالیت ساخت یافته ۷:** بیان چگونگی عملکرد برج‌های خنک‌کننده با کشش

مکانیکی هوا با تصویر و نمایش فیلم

در این برج‌ها جریان هوا توسط یک یا چند فن با دور ثابت یا متغیر به حرکت درمی‌آید. هوای اجباری در برج به داخل آن کشیده شده و از آن به خارج ارسال می‌شود. بادزن‌ها بسته به نوع برج ممکن است جریان محوری و یا گریز از مرکز باشند. تمامی برج‌های خنک‌کننده سامانه تهویه و تبرید ساختمان از نوع وزش اجباری و مجهز به فن هستند.

برج‌های خنک‌کننده با کشش مکانیکی به دو نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

(الف) وزش هوای القایی<sup>۱</sup> با فن:

در برج‌های خنک‌کننده فوق فن در قسمت بالای برج خنک‌کننده نصب می‌گردد. و جریان هوا با سرعت ورودی پایین و سرعت خروجی بالا در برج ایجاد می‌گردد.

(ب) وزش هوای اجباری<sup>۲</sup> با فن

فن در این گروه از برج خنک‌کننده در قسمت پایین آن نصب می‌گردد و لذا جریان هوای ورودی به برج خنک‌کننده نصب به جریان خروجی آن داری سرعت بیشتری می‌باشد. در این برج‌های خنک‌کننده به دلیل این که سرعت هوای ورودی به برج بیشتر از هوای خروجی است. از طرف دیگر برج‌های خنک‌کننده هوای اجباری به فن قوی‌تری نسبت به برج از نوع القایی نیاز دارند. همچنین احتمال یخ‌زدگی این نوع برج در شرایط زمستان بیشتر خواهد بود.

**فعالیت ساخت یافته ۸:** معرفی قسمت‌های مختلف برج‌های خنک‌کننده و شرح

نقش هر کدام در عملکرد برج خنک‌کن و رابطه گرمای مبادله شده با کمک نمایش تصویر

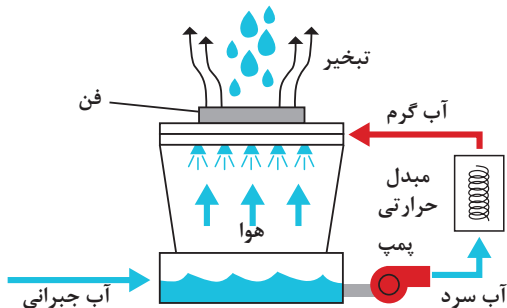
به طور کلی اگر بخواهیم اجزای اصلی یک برج خنک‌کن را نام ببریم می‌توان به مواردی هم چون: فن دستگاه - پکینگ‌ها - حوضچه آب و قطره‌گیر اشاره کرد که هر کدام دارای وظایف خاص خود هستند و در صورت عدم کارکرد صحیح یکی از موارد فوق، ممکن است کل روند خنک‌سازی دچار اختلال شود. از نظر جنس بدنه نیز می‌توان این دستگاه‌ها را به چند نمونه تقسیم‌بندی کرد: از جمله فایبرگلاس - گالوانیزه و بتنی را می‌توان نام برد. این برج‌ها جهت انتقال هوا و ایجاد سطح تماس بیشتر با آب، در دو نمونه فن دار و بدون فن طراحی و ساخته می‌شوند. سامانه‌های فن دار را به اصطلاح برج خنک‌کننده مکانیکی می‌نامند و سامانه‌های بدون فن را به اصطلاح برج‌های خنک‌کننده طبیعی نام‌گذاری کرده‌اند.

البته به جز آب، از برج خنک‌کن برای خنک‌سازی انواع سیالات دیگر نیز در مواقع لازم استفاده می‌شود.

۱\_ Induced Draft

۲\_ Forced Draft

فعالیت ساخت یافته ۹: شرح عوامل مؤثر در طراحی برج‌های خنک‌کننده و محاسبه مقدار آب جبرانی با استفاده از تصویر



عوامل مؤثر در خنک کردن برج‌های خنک‌کننده به شرح زیر است:

### ۱ سطح تماس آب و هوا

راندمان برج‌ها را با تبدیل هر چه بیشتر آب به قطرات ریز آب و سطح تماس بیشتر آب با هوا افزایش می‌دهند.

### ۲ سرعت آب

اگر سرعت آب را بتوان کاهش داد تا با هوای بیشتری در تماس قرار گیرد، راندمان خنک‌کننده افزایش پیدا می‌کند. این عمل توسط تخته‌های پخش‌کننده آب عملی می‌شود نقش مجموعه این تخته‌ها اعم از SPLASHBAR یا FILMPACKING و غیره در برج‌های خنک‌کننده جلوگیری از سرعت ریزش آب است. در چنین شرایطی آب با هوا تماس بیشتری داشته و در نتیجه تبادل حرارتی آن بیشتر می‌شود و بر این اساس در طراحی‌ها در محیطی که درجه حرارت آب خروجی از برج و درجه حرارت هوای ورودی به برج نزدیک باشد، ارتفاع برج را بلندتر اختیار کرده تا آب در نتیجه تماس بیشتر با هوا خنک گردد. در چنین وضعیتی قیمت‌های برج‌ها حدود ۷۰-۶۰ درصد بیشتر از برج‌هایی است که در محیطی قرار گرفته‌اند که اختلاف درجه حرارت آبی خروجی از برج و درجه حرارت هوای ورودی به برج زیاد می‌باشد.

### ۳ سرعت جریان هوا

اگر سرعت دمیدن هوا در داخل برج زیاد باشد، مقداری از آب را همراه خود برده و اگر سرعت کم باشد آب را به خوبی خنک نمی‌کند. معمولاً نسبت  $L/G$  یعنی نسبت آب به هوا را در برج‌های خنک‌کننده حدود  $۱/۵ - ۰/۷۵$  در نظر می‌گیرند.

تنظیم سرعت هوا در داخل برج به وسیله بادگیرها (LOUVERS) که می‌توان زاویه آنها را کم یا زیاد نموده و همچنین توسط تغییر زاویه پره‌های فن دمنده یا مکنده هوا انجام می‌گیرد.

۴ اختلاف درجه حرارت آب خروجی و هوای ورودی

۵ رطوبت هوا هر چه بیشتر باشد راندمان خنک شدن برج پایین می‌آید.

۶ روش پخش آب

**فعالیت ساخت یافته ۱۰:** ساختن برج خنک‌کننده آموزشی در کارگاه به صورت عملی

فعالیت عملی ۱

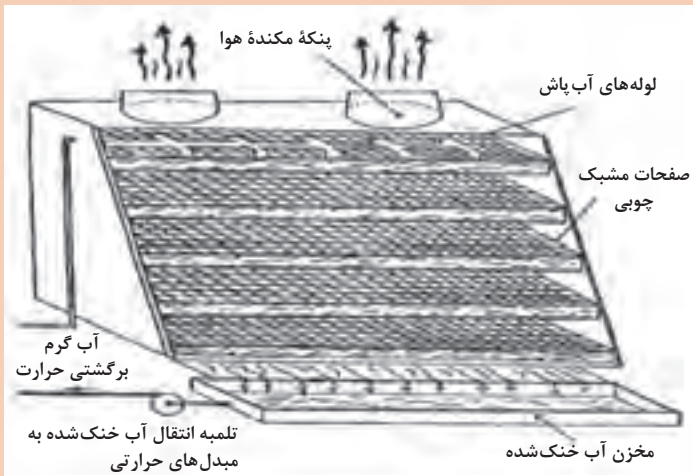


### ساخت برج خنک‌کن کارگاهی

با امکانات موجود در هنرستان خود یک نمونه برج خنک‌کن آبی چوبی (مکش طبیعی و کشش مکانیکی) تهیه نمایید. مسیرهای ورود و خروج آب و هوا را بررسی کنید.

راهنمایی: مطابق طرح ساده زیر و با امکانات موجود در هنرستان از هنرجویان، تهیه حداقل یک نمونه برج خنک‌کن آبی چوبی (مکش طبیعی و یا کشش مکانیکی) در ابعاد آزمایشگاهی خواسته شود.

در ساده‌ترین طرح، انتقال آب گرم به بالای برج می‌تواند به طور دستی صورت پذیرد.



طرح ساده‌ای از برج خنک‌کن آبی چوبی با کشش مکانیکی

**فعالیت ساخت یافته ۱۱:** بررسی چگونگی کارکرد برج خنک‌کننده ساخته شده با اندازه‌گیری دما و مقایسه میزان خنک‌کنندگی با روش کشش طبیعی و کشش مکانیکی به صورت عملی در کارگاه



فعالیت عملی ۲



بررسی چگونگی کارکرد برج خنک کن ساخته شده با استفاده از چهار دماسنج مختلف که در مسیرهای ورودی و خروجی آب و هوا در برج خنک کن قرار داده‌اید، جدول زیر را پر کنید. دمای آب ورودی را به تدریج افزایش دهید و سطرهای بعدی جدول را کامل کنید. راهنمایی: با نظارت و راهنمایی هنرآموزان محترم، چهار عدد دماسنج در قسمت‌های ورودی و خروجی آب و هوا در برج خنک کن آبی چوبی (مکش طبیعی و یا کشش مکانیکی) ساخته شده در فعالیت عملی ۱، نصب گردد. با رعایت کلیه نکات ایمنی برج راه‌اندازی شود و به طور مداوم دمای دماسنج‌ها خوانده شود و جدول زیر پر گردد. میزان دماهای خوانده شده در شهرهای مختلف (به دلیل تفاوت در دما و مقدار رطوبت هوای ورودی و زمان انجام فعالیت)، متفاوت می‌باشد.

جدول فعالیت عملی ۲

| ردیف | دمای آب (°C) |       | اختلاف دمای آب (°C) | دمای هوای (°C) |       | اختلاف دمای هوا (°C) |
|------|--------------|-------|---------------------|----------------|-------|----------------------|
|      | ورودی        | خروجی |                     | ورودی          | خروجی |                      |
| ۱    | ۲۰           |       |                     |                |       |                      |
| ۲    | ۳۰           |       |                     |                |       |                      |
| ۳    | ۴۰           |       |                     |                |       |                      |
| ۴    | ۵۰           |       |                     |                |       |                      |

میزان خنک‌کنندگی آب را در حالت‌های مکش طبیعی و کشش مکانیکی برج‌های ساخته شده، مقایسه کنید.

راهنمایی: هنرآموزان محترم می‌توانند جدول فعالیت عملی ۲ را بر روی تخته کارگاه رسم نموده و از گروه‌های دانش‌آموزی بخواهند، نتایج فعالیت‌های خود را در آن نیز یادداشت کنند. سپس به مقایسه اختلافات دما و میزان خنک‌کنندگی برج‌ها در حالات مختلف بپردازند. میزان خنک‌کنندگی آب در حالت برج با کشش مکانیکی از حالت مکش طبیعی بیشتر است. این نتیجه باید در جدول دیده شود. در پایان کار مطابق فرم گزارش کار از هنرجویان گزارش کار خواسته شود.

ایمنی



هنگام کار کردن برج با آب بالای ۳۰ درجه سلسیوس، مراقب خطرات ناشی از آن باشید.

## فعالیت ساخت یافته ۱۲: بازدید از مراکز صنعتی مجهز به انواع سامانه‌های برج خنک‌کن

فعالیت عملی ۳



بازدید از مراکز مجهز به انواع سامانه‌های برج خنک‌کن  
راهنمایی: به منظور آشنایی هر چه بیشتر هنرجویان با انواع سامانه‌های برج خنک‌کن و چگونگی عملکرد آنها، از کارخانه‌های مجهز به این سامانه و یا یکی از مراکز تولیدی، بازدیدی صورت پذیرد. در پایان بازدید از هنرجویان سوالات مرتبط پرسیده شده و گزارش بازدیدی مطابق فرم از آنها خواسته شود.

### بیشتر بدانید

#### نگهداری برج‌های خنک‌کننده

اگر در برج، آبی که دارای بی‌کربنات کلسیم و منیزیم باشد، استفاده شود، در اثر درجه حرارت به کربنات کلسیم و هیدروکسید منیزیم غیرمحلول تبدیل می‌شود. برای جلوگیری از ایجاد رسوب در جداره لوله‌های مبدل‌های حرارتی، به آب برج خنک‌کن سولفوریک اسید تزریق می‌شود. علت تزریق اسید این است که بی‌کربنات‌های کلسیم و منیزیم آب را به سولفات کلسیم و منیزیم تبدیل کنند. این سولفات‌ها در آب برج محلول بوده و در اثر حرارت ایجاد رسوب نمی‌کند. بدین‌سان عمل پیشگیری انجام می‌شود، یعنی قبل از این که بی‌کربنات‌ها وارد مبدل‌های حرارتی شده و رسوب ایجاد نمایند، توسط اسید از مدار خارج می‌شوند و به صورت سولفات‌های منیزیم و کلسیم محلول در آب برج درمی‌آیند. فرضاً اگر بر اثر واکنش‌های انجام شده در برج رسوب در جداره داخلی لوله‌های مبدل‌های حرارتی به وجود آمده باشد، اسید قدرت انحلال رسوب از سطح داخلی لوله‌ها را دارد. گاز کربن‌دی‌اکسید حاصل از واکنش اسیدها در برج خنک‌کننده به وسیله هوادهی از آن خارج می‌شود. فشار جزئی هوایی که از قسمت پایین در خلاف جهت ریزش آب،



با آب برخورد می‌کند، بیشتر از فشار جزئی گاز حل شده در آب برج بوده و کلیه گازهای محلول در آب را جدا و آزاد می‌کند. پس سولفوریک اسید نقش درمان‌کننده را برعهده دارد.

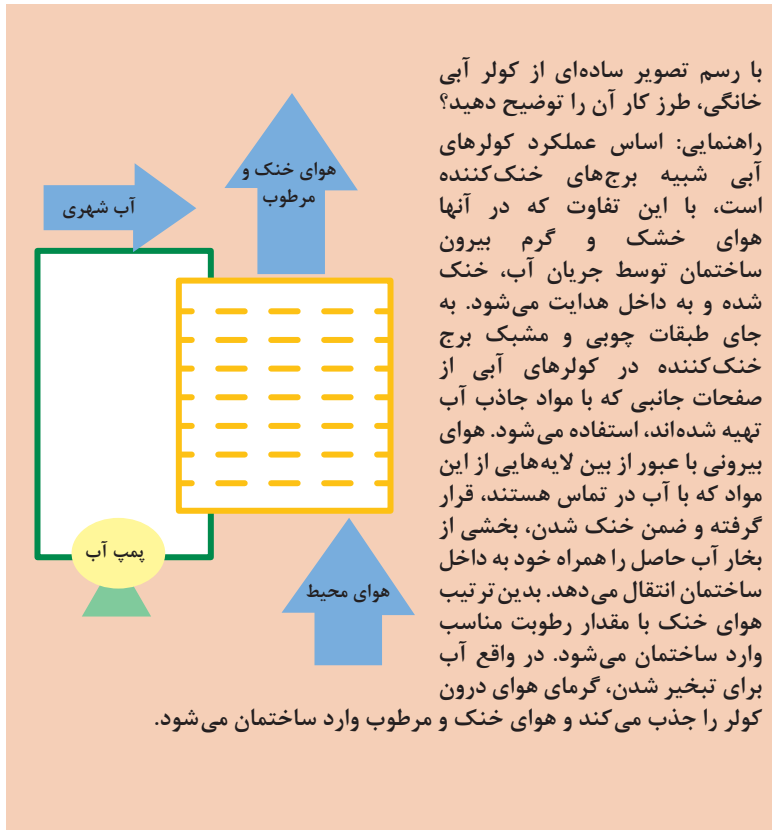
## مرحله ۲: کار با تجهیزات خنک کاری

**فعالیت ساخت یافته ۱۳:** معرفی انواع برج‌های خنک‌کننده بر اساس سیال خنک‌کن با کمک تصویر

در تقسیم‌بندی دیگری از برج‌های خنک‌کننده براساس سیال خنک‌کن، خنک‌کننده‌ها به دو دسته برج‌های خنک‌کننده روغنی و غیرروغنی تفکیک کرد.

**فعالیت ساخت یافته ۱۴:** معرفی انواع کولرهای روغن و شرح عملکرد هر کدام با پرسش، تحقیق و تصویر

پرسش

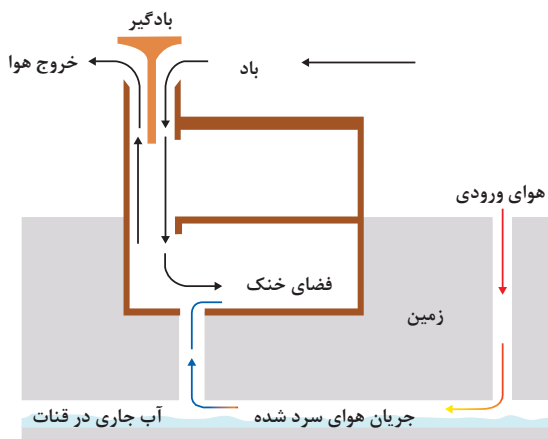


## بیشتر بدانید

کولر آبی، کولری است که با تبخیر آب، هوا را خنک می‌کند. کولرهای آبی با فرایند سرمایش تبخیری کار می‌کنند. سرمایش تبخیری فرایندی است که در آن از پدیده تبخیر به عنوان یک جاذب گرمایی طبیعی استفاده می‌شود. در این فرایند گرمای محسوس هوا جذب شده و به عنوان گرمای نهان لازم برای تبخیر آب استفاده می‌شود. مقدار گرمای محسوس جذب شده به مقدار آبی که تبخیر می‌شود، بستگی دارد.

سرمایش تبخیری یک فرایند بسیار قدیمی است که منشأ آن به هزاران سال قبل، در تمدن‌های باستانی ایران و مصر بازمی‌گردد. سرمایش تبخیری می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم و خود به خودی یا مختلط، انجام شود. در سرمایش تبخیری مستقیم، مقدار آب موجود در هوای خنک شده افزایش می‌یابد. در سرمایش تبخیری غیرمستقیم، تبخیر در درون یک مبدل حرارتی انجام می‌شود و مقدار رطوبت موجود در هوای خنک شده، تغییری نمی‌کند. از آنجایی که بالا بودن نرخ تبخیر، رطوبت نسبی را افزایش داده و ممکن است موجب عدم آسایش محیط شود، روش سرمایش تبخیری مستقیم باید در مناطقی اجرا شود که رطوبت نسبی در آنجا کم باشد. هرگاه فرایند تبخیر به‌طور طبیعی انجام شود، تبخیر خود به خودی انجام می‌شود. در صورتی می‌توان یک فضا را با تبخیر خود به خودی خنک نمود که در آن سدی از آب راکد یا در جریان مانند حوضچه یا فواره آب وجود داشته باشد. در مواردی که تبخیر توسط دستگاه‌های مکانیکی انجام شود، تبخیر مختلط است. واضح است که در این نوع تبخیر انرژی مصرف می‌شود، ولی مقدار انرژی مصرفی در مقایسه با تهویه مطبوع بسیار کمتر است. اساس روش سرمایش تبخیری، ترمودینامیک تبخیر آب یا به عبارت دیگر تغییر حالت آب از مایع به بخار است.

به دلیل استفاده از این نوع کولر در ایران بیشتر از هر جای دیگری جهان، گاه این نوع کولرها با عنوان کولر ایرانی شناخته می‌شوند. قدیمی‌ترین نمونه کولر آبی در جهان، همان بادگیر است که در حدود هزاران سال پیش در ایران اختراع شد. مطابق شکل، کارکرد بادگیرها به این ترتیب می‌باشد که هوای جاری بیرون از خانه را به داخل خود می‌کشد و با تشتهای آبی که درون آن تعبیه شده، هوا را خنک کرده و به داخل خانه هدایت می‌کند.



نکات بهداشتی



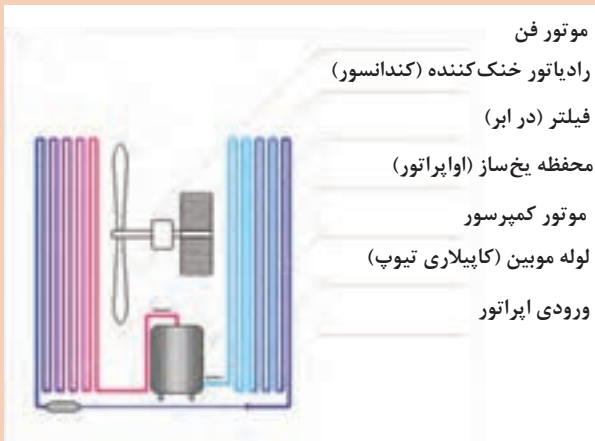
کولرهای آبی می‌توانند با دور تند ریزگردها را وارد اتاق کنند. باز بودن قسمتی از هواگیر کولر باعث وارد شدن ریزگردها به محوطه کولر و ورود به ساختمان می‌شود و باید پس از هر بار افزایش غلظت ریزگردها در هوا، پوشال‌های کولر شست‌وشو و آب محفظه آن تخلیه شود. برای جلوگیری از ورود ریزگردها و هوای گرم از طریق کولرهای آبی باید قسمت‌های هواگیر کولر کاملاً به وسیله پوشال گرفته شده و مقدار کافی آب داشته باشند.

جالب است بدانید که: مشکل اصلی کولرهای آبی مصرف بالای آب و انرژی آنها می‌باشد. در سال‌های اخیر این معضل به همت اندیشمندان ایرانی مرتفع گردیده است. دستگاه «کاهش مصرف آب کولر» به منظور کاهش مصرف آب در کولرهای آبی ساخته شده است و میزان مصرف آب را از ۳۰ لیتر به ۱۱/۷ لیتر در دور کند کاهش و راندمان کولر را نیز از ۸۹ به ۹۰ می‌رساند.



خنک کاری هوای یک سالن توسط کولر گازی به چه صورتی انجام می‌شود؟

○ پاسخ: کولر گازی، کولری است که با تبدیل گاز به مایع و سپس مایع به گاز، گرمای محیط را گرفته هوا را خنک می‌کند. کولر گازی را «ویلیس کریر» در سال ۱۹۰۲ میلادی اختراع کرد.



بیشتر بدانید

### انواع کولرهای گازی

تهویه مطبوع شاخه‌ای از تأسیسات در مهندسی مکانیک می‌باشد که با توجه به عملکرد و کاربری سامانه‌های مختلف در این زمینه، دارای تنوع بالایی می‌باشد. کولر گازی یکی از این سامانه‌ها می‌باشد و امروزه دارای طرفداران زیادی است. کولرهای گازی معمولاً در چند طرح ساخته می‌شوند:

- کولرهای یک تکه یا پنجره‌ای
- کولرهای دو تکه (اسپلیت)
- کولرهای پرتابل (قابل حمل)
- کولرهای ایستاده
- کولرهای سقفی
- کولرهای داکتی یا کانالی
- کولرهای چند شعبه یا مولتی

## کولرهای دو تکه



اسپلیت (Split) نوعی کولر گازی است که هوای گرم خانه را گرفته و به حالت خنک به داخل برمی گرداند، این کار تا جایی اتفاق می افتد که ترموستات به دمای دلخواه برسد. کولر در واقع همانند یخچالی است که محفظه عایق ندارد. مایع مبرد مانند فرئون گرما را گرفته، بخار می شود و محیط را خنک می کند. در کولرها دستگاهی که مبرد را بخار می کند همانند یخچال است.

کولرهای دو تکه یا اسپلیت ها از دو واحد مجزا ساخته می شوند، یونیت خارجی شامل کمپرسور و کندانسور است که در خارج از ساختمان نصب می گردد و یونیت داخلی که واحد تبخیر (اوپراتور) در آن جای دارد در داخل ساختمان جای می گیرد. یونیت خارجی و یونیت یا پنل داخلی توسط دو لوله مسی یا آلومینیومی به همدیگر مرتبط هستند. لوله باریک تر گاز سرد را از یونیت بالا به یونیت داخلی منتقل می کند و لوله ضخیم تر کار خروج و انتقال گاز گرم را به یونیت و کمپرسور بالا به عهده دارد. این کولرها معمولاً دارای دستگاه کنترل از راه دور هستند. این نوع کولرها شامل دو مدل معمولی و اینورتر می شوند که در نمونه اینورتر<sup>۱</sup> تا شصت درصد (البته در شرایط ایده آل) مصرف انرژی را نسبت به نمونه معمولی کاهش می دهد.

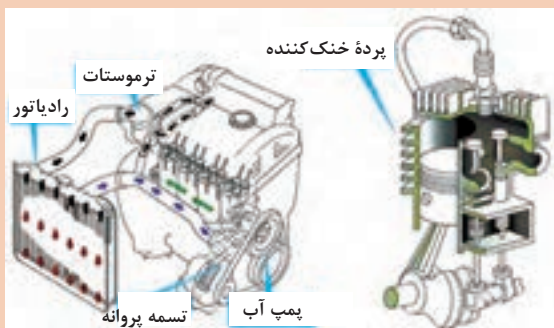
## مقایسه کولر گازی با کولر آبی

تفاوت کولرهای آبی و گازی در چیست؟ کولرهای آبی با تبخیر آب و تبدیل گرمای محسوس محیط به گرمای نهان، دمای محیط را کاهش می دهند ولی اساس کار کولر گازی به این صورت است که، وجود مبرد با دمای پایین در لوله های اوپراتور (یونیت داخلی) و مکش هوای گرم محیط به وسیله فن و گذر این هوا از بین لوله های اوپراتور سبب سرمایش هوای محیط می شود و گرمای دفع شده محیط توسط مبرد جذب شده و این گرما طی چرخه هایی از کندانسور به محیط خارج دفع می شود.

کولر گازی در صنعت تهویه و تبرید از جایگاه خاصی برخوردار است. زیرا:

- به سرعت از گرمای محیط می‌کاهد و در واقع تهویه مطبوع را حاصل می‌کند، زیرا هم رطوبت و هم دما را کاهش می‌دهد و هم با داشتن صافی، ذرات معلق در هوا را جدا می‌کند.
  - برخلاف کولرهای آبی، رطوبت را افزایش نمی‌دهد. کولر گازی از این جهت برای محیط‌های شرجی بسیار مناسب است.
  - مصرف انرژی کولر گازی بیشتر از کولر آبی است.
  - کولر گازی در واقع یک موتور گرمایی هست که گرما را از محیط سرد به محیط گرم تر یا بیرون انتقال می‌دهد؛ ولی کولر آبی یا کولر تبخیری گرمای محیط را به آب که مجبور به تبخیر می‌شود در محفظه کولر انتقال می‌دهد.
  - محیطی که کولر گازی نصب می‌شود، باید از محیط بیرون جدا باشد؛ ولی در کولر آبی محیط مجزا معنا ندارد و معمولاً در محیط بیرون نصب می‌شود.
  - چرخه انتقال گرما در برخی کولرهای گازی می‌تواند معکوس شود و از آن به‌عنوان بخاری نیز استفاده کرد؛ ولی در کولر آبی این امکان وجود ندارد.
- فعالیت ساخت یافته ۱۵:** بیان چگونگی عملکرد مبدل‌های حرارتی روغنی و غیرروغنی با نمایش تصویر و فیلم
- در این بخش کاربرد مبدل‌های حرارتی برای خنک کردن روغن روانکاری تجهیزات دوار (پمپ، کمپرسور، دمنده و مانند آنها) آورده شده است. مبدل‌های حرارتی به صورت دو لوله‌ای و پوسته و لوله می‌باشند. همچنین در این مبحث موضوعات مربوط به مبدل‌ها اعم از ساختمان، شیوه عملکرد، مبدل‌های همسو و ناهمسو و... آمده است.
- فعالیت ساخت یافته ۱۶:** شرح چگونگی عملکرد سامانه‌های خنک‌کننده خودرو و معرفی انواع آن با کمک تصویر و نمایش فیلم

با توجه به شکل زیر، چگونه از داغ شدن بیش از حد سامانه موتور خودرو جلوگیری می‌شود؟



پرسش



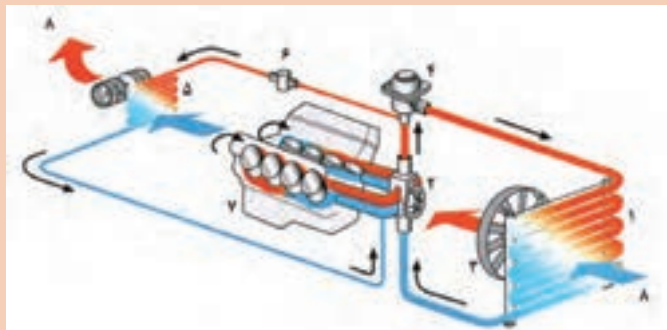


○ پاسخ: سامانه‌های خنک‌کاری خودرو به دو دسته مستقیم و غیرمستقیم تقسیم‌بندی می‌شوند. در سامانه خنک‌کننده مستقیم، کلیه دستگاه‌ها با هوا خنک می‌شوند ولی در سامانه خنک‌کننده غیرمستقیم، کلیه دستگاه‌ها با استفاده از مایع خنک‌کننده، خنک می‌شوند و دارای رادیاتور می‌باشند. در سامانه خنک‌کاری با مایع، برای خنک کردن موتور از لوله‌ها و مسیرهای مختلفی استفاده شده و مایع مورد نظر در این مسیرها گردش و جریان دارد. بر اثر جریان مایع در طول مسیر، گرمای موتور جذب شده و موتور خنک می‌شود. بعد از این که مایع، گرمای موتور را جذب کرد و از موتور خارج شد، به رادیاتور یا مبدل حرارتی وارد شده و بر اثر دمیدن هوا توسط فن و انتقال گرما به هوای اطراف خنک می‌شود.

برخی خودروهای قدیمی و تعداد زیادی از خودروهای امروزی، مجهز به سامانه خنک‌کاری با هوا هستند. بدنه موتور با پره‌های آلومینیمی پوشیده شده است تا گرمای سیلندر را به هوای اطراف منتقل کند. فنی بسیار قوی نیز تعبیه شده که هوا را با سرعت و فشار زیاد به سطح این پره‌ها می‌دمد و در نهایت گرما را به هوای اطراف منتقل می‌کند.

مطابق شکل ارائه شده، سامانه موتور خودرو به دو طریق خنک می‌شود:

- ۱ با استفاده از پره‌هایی که بر روی پیستون (بدنه) موتور نصب شده است.
- ۲ با استفاده از چرخش مایع خنک‌کن در چرخه خنک‌کاری با رادیاتور



- |               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| ۱ رادیاتور    | ۵ مبدل حرارتی (برای بخاری اتاق) |
| ۲ پمپ آب      | ۶ سوئیچ جریان مبدل حرارتی       |
| ۳ فن رادیاتور | ۷ موتور                         |
| ۴ ترموستات    | ۸ جریان هوا                     |

**فعالیت ساخت یافته ۱۷:** معرفی انواع مایعات خنک‌کننده موتور خودرو، خواص آنها و موارد ایمنی در کار

مایعات خنک‌کننده موتور است در بازار اصطلاحاً با عنوان ضد یخ شناخته می‌شوند. ضد یخ، یک ترکیب شیمیایی شامل اتیلن گلیکول، بازدارنده‌های خوردگی، مواد ضد کف، رنگ و آب است که مخلوطی از آن با آب، به عنوان پایین آورنده نقطه انجماد مایعات خنک‌کننده موتور خودرو به کار می‌رود. در این قسمت پس از معرفی ضد یخ به عنوان مایع خنک‌کننده خودرو، خواص مایعات خنک‌کننده، روش کاربرد آن، و نکات ایمنی کار با آن مورد بحث قرار گرفته است.

**فعالیت ساخت یافته ۱۸:** تهیه انواع مایعات خنک‌کننده موتور خودرو و خواص آنها و موارد ایمنی در کار

فعالیت عملی ۴



تهیه مایع خنک‌کن

مواد لازم: اتیلن گلیکول خالص و آب

روش کار:

- ۱ نقطه انجماد آب را در شرایط کارگاه اندازه‌گیری نمایید.
- ۲ نقطه انجماد اتیلن گلیکول را در شرایط کارگاه اندازه‌گیری نمایید.
- ۳ محلولی با نسبت مختلف از آب و اتیلن گلیکول مطابق جدول زیر تهیه نمایید.
- ۴ نقطه انجماد محلول‌های حاصله را در شرایط کارگاه اندازه‌گیری نمایید.

|                         |        |        |        |        |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| نسبت آب به اتیلن گلیکول | ۱ به ۰ | ۱ به ۱ | ۲ به ۱ | ۳ به ۱ |
| درصد اتیلن گلیکول در آب | ۱۰۰    | ۵۰     | ۳۳     | ۲۵     |
| نقطه انجماد °C          |        |        |        |        |

از مقایسه نقطه انجماد محلول‌های مختلف، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

راهنمایی: هنرجویان نقطه انجماد آب، اتیلن گلیکول و محلول‌های تهیه شده را با استفاده از روش‌های آموخته شده در سال‌های گذشته و حمام‌های سرمایش مختلف موجود در کارگاه هنرستان اندازه‌گیری کنند. با توجه به نتایج به دست آمده در آزمایش و با همفکری هنرجویان بهترین مایع خنک‌کاری انتخاب گردد.

برخی از مصرف‌کنندگان تصور می‌کنند با افزودن مقدار بیشتر ضد یخ می‌توان به نقطه انجماد پایین‌تری رسید. این تصور نیز اشتباه است و غلظت‌های بیشتر از ۶۸ درصد حجمی ضد یخ در آب توصیه نمی‌شود. زیرا در غلظت ۶۸ درصد حجمی (ضد یخ: ۶۸ و آب: ۳۲) مخلوط پایین‌ترین نقطه انجماد را خواهد داشت. مخلوط ۴۰ تا ۷۰ درصد آن در چهار فصل سال مناسب است. بنابراین با افزایش درصد اتیلن گلیکول به آب نقطه انجماد آن همواره پایین نمی‌آید و کمترین نقطه انجماد باید برای محلول ۱ به ۱ حاصل شود.

## فعالیت ساخت یافته ۱۹: مقایسه نقطه انجماد مایع خنک‌کننده تهیه شده با نمونه تجاری در کارگاه به صورت عملی

### فعالیت عملی ۵



مقایسه مایع خنک‌کاری ساخته شده با مایع خنک‌کننده صنعتی

- یک نمونه ضدیخ صنعتی خریداری کنید.
- همانند روش کار فعالیت عملی ۴، عمل نمایید ولی به جای اتیلن گلیکول از ضدیخ خریداری شده استفاده کنید. سپس جدول زیر کامل کنید.

|                 |        |        |        |        |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| نسبت آب به ضدیخ | ۰ به ۱ | ۱ به ۱ | ۲ به ۱ | ۳ به ۱ |
| درصد ضدیخ در آب | ۱۰۰    | ۵۰     | ۳۳     | ۲۵     |
| نقطه انجماد °C  |        |        |        |        |

نتایج جدول فعالیت‌های ۴ و ۵ را با یکدیگر مقایسه کنید. از نظر میزان خنک‌کنندگی، مایع خنک‌کننده تولید شما مناسب‌تر است یا ضدیخ خریداری شده؟ جدول زیر برای اطلاعات بیشتر شما آورده شده است.

|                 |            |        |        |        |
|-----------------|------------|--------|--------|--------|
| نسبت آب به ضدیخ | صفر به ۱۰۰ | ۱ به ۱ | ۲ به ۱ | ۳ به ۱ |
| درصد ضدیخ در آب | ۱۰۰        | ۵۰     | ۳۳     | ۲۵     |
| نقطه انجماد °C  | -۱۸        | -۳۴    | -۱۴    | -۱۰    |
| نقطه جوش °C     | ۱۷۰        | ۱۰۸    | ۱۰۵    | ۱۰۳    |

راهنمایی: همانند فعالیت عملی ۴، کارهای خواسته شده با استفاده از ضدیخ تجاری خریداری شده، انجام شود. هدف از این فعالیت، مشخص شدن این نکته است که ضدیخ تجاری به دلیل دارا بودن مواد افزودنی خاص، از کیفیت بهتری برخوردار می‌باشد. با توجه به جدول راهنما نسبت ۱ به ۱ محلول‌ها، دارای پایین‌ترین نقطه انجماد می‌باشد. این نتیجه‌گیری در جدول‌های پر شده دانش‌آموزی نیز باید دیده شود.

**فعالیت ساخت یافته ۲۰:** شرح سامانه‌های خنک‌کاری کمپرسورها با کمک تصویر و نمایش فیلم

- انواع سامانه‌های خنک‌کاری کمپرسورها مطابق کتاب درسی، تدریس شود.  
- یکی از روش‌های دیگر خنک‌کاری کمپرسورها، کاهش دمای هوای ورودی با روش‌های مختلف است.

### مرحله ۳: - کار با سامانه‌های ایمنی خنک‌کاری

**فعالیت ساخت یافته ۲۱:** بیان نکات ایمنی مهم در کار با سامانه‌های خنک‌کننده در این قسمت پیامدهای ناشی از اشکال در سامانه خنک‌کاری پمپ‌ها و کمپرسورها و چگونگی رفع مشکل توضیح داده شده است.

**دستورالعمل ایمنی، تعمیر و نگهداری و MSDS کمپرسور هوای فشرده**  
**ایزو**

اطلاعات کلی:

**۱** قبل از شروع به تعمیرات یا انجام هر عملیاتی بر روی کمپرسور هوا، کتابچه راهنمای کمپرسور را با دقت مطالعه کنید.

**۲** یک نسخه از کتابچه راهنمای تعمیرات و راهنمای دستگاه در محل کمپرسور وجود داشته باشد.

**۳** همهٔ افرادی که با کمپرسور کار می‌کنند، حتماً دوره دیده و آشنا با کمپرسور باشند و دخالت افراد غیرمختص در مورد تعمیرات و کار با کمپرسور ممنوع است.

**۴** هوای فشرده و جریان الکتریکی خطرناک می‌باشند. قبل از هرگونه عملیات بر روی کمپرسور مطمئن شوید که کمپرسور خالی از فشار هوا و جدا از منبع الکتریکی می‌باشد.

**۵** همهٔ کارکنانی که نزدیک به کمپرسور کار می‌کنند، باید به وسایل حفاظتی برای گوش و همچنین کلیه وسایل ایمنی که شامل قوانین ایمنی است، مجهز باشند.

- ۶ قبل از روشن کردن کمپرسور مطمئن شوید که همه درب‌ها و پوشش‌های کمپرسور محکم در جای خود قرار گرفته‌اند.
- ۷ توجه کنید که ساختار ماشین به صورتی است که برای مکان‌های با احتمال خطر گازهای اشتعال‌پذیر مناسب نمی‌باشد.
- ۸ استفاده از کاسه‌های پلاستیکی بدون حفاظ فلزی در صافی‌ها می‌تواند خطرناک باشد. در سامانه‌های هوای فشرده باید از صافی‌های فلزی استفاده شود.

### هوای فشرده:

- ۱ هوای فشرده اگر به طور غیرصحيح استفاده شود می‌تواند خطرناک باشد. قبل از انجام هر کاری بر روی سامانه مطمئن شوید که همه فشار از سامانه خارج شده و دستگاه به طور اتفاقی روشن نمی‌شود.
- ۲ مطمئن شوید که دستگاه در فشار مشخص شده کار می‌کند و همه کارکنان باید مقدار معین فشار را بدانند.
- ۳ هوای فشرده نباید مستقیماً برای تغذیه‌های تنفسی - آپاراتی یا ماسک استفاده شود.
- ۴ هوای فشرده خارج شده از دستگاه شامل ذرات بسیار ریز روغن دستگاه‌ها می‌باشد. بنابراین توجه کنید، دستگاه‌هایی که از این هوا استفاده می‌کنند متناسب با این شرایط باشند.
- ۵ اگر هوای فشرده در یک محیط محدود تخلیه می‌شود باید تهویه‌های مناسبی برای این محل در نظر گرفته شود.
- ۶ وقتی از هوای فشرده استفاده می‌کنید حتماً کارکنان از تجهیزات ایمنی استفاده کنند.
- ۷ همه تجهیزات تحت فشار به ویژه لوله‌های قابل انعطاف باید مرتباً مورد بازرسی قرار گیرند و قسمت‌های آسیب‌دیده باید طبق کتابچه راهنمای دستگاه‌ها تعویض شوند.
- ۸ از تماس بدنی با هوای فشرده پرهیز کنید.

#### نکات ایمنی



- کلیه مواد زیر که در عملکرد کمپرسور مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌توانند خطرناک باشند.
- گریس‌های نگهدارنده
- ضدزنگ‌ها
- خنک‌کننده‌های کمپرسور

## تخلیه مادهٔ خنک‌کننده

ماده را با یک وسیلهٔ جذب‌کننده (مانند اسفنج) جمع‌آوری کنید و سپس در یک ظرف پلاستیکی برای دفع بریزید. سپس آنها را به وسیلهٔ سوزاندن یا به وسیلهٔ راه‌های قانونی دفع زباله‌های سمی کاملاً از بین ببرید.

### نکات بهداشتی



نکات ایمنی بهداشتی مهم:

- ۱ از تماس بدنی یا استنشاق گازها خودداری کنید.
- ۲ اگر روغن دستگاه با چشم برخورد کرد، چشم را حداقل برای ۵ دقیقه شست‌وشو دهید.
- ۳ اگر روغن با بدن برخورد داشت، فوراً آن را بشویید.
- ۴ اگر مقدار زیادی از روغن دستگاه را به طور اتفاقی خوردید، فوراً به پزشک مراجعه کنید.
- ۵ اگر مقدار زیادی از روغن دستگاه را تنفس کردید، فوراً به پزشک مراجعه کنید.
- ۶ هرگز شخصی را که در حال بی‌هوشی یا تشنج می‌باشد، مجبور به خوردن مایعات یا استفراغ نکنید.

### نمایش فیلم



نمایش فیلم: نمایش فیلم آموزشی کم شدن جریان در کمپرسورها و پدیدهٔ سرج و عملکرد آنتی‌سرج آنها نشان داده شود. راهنمایی: فیلم آموزشی کم شدن جریان در کمپرسورها و پدیدهٔ سرج و عملکرد آنتی‌سرج نمایش داده شود. پس از اتمام تماشای فیلم، سؤالات مرتبط از هنرجویان پرسیده شود و در صورت مشاهده اشکال، دوباره فیلم آموزشی نشان داده شود. هنرآموزان عزیز می‌توانند تهیهٔ فیلم آموزشی را به صورت «تحقیق اضافه» به عهدهٔ هنرجویان گذاشته و نمرهٔ اضافی برای این دسته از دانش‌آموزان در نظر بگیرند. اگر تعداد فیلم‌های آموزشی تهیه شده، بیشتر از ساعات کلاس شود، با بررسی و تأیید هنرآموزان محترم، فیلم‌های آموزشی در شبکه‌های اجتماعی دانش‌آموزی قرار داده شوند.

## فعالیت ساخت یافته ۲۲: بازدید از مراکز مجهز به سامانه‌های خنک کاری پمپ و کمپرسور و تهیه گزارش کار

### فعالیت عملی ۶



بازدید از مراکز مجهز به انواع سامانه‌های خنک کاری پمپ و کمپرسور با هماهنگی مسئولین هنرستان خود، از قسمت‌های مختلف مرکز (موتورخانه مرکزی، آبدارخانه، کارگاه، ...) بازدید کنید. قسمت‌های مختلف خنک کاری پمپ و کمپرسورهای موجود را شناسایی کرده و برای هم گروهی‌های خود توضیح داده و یک نمونه گزارش تهیه کنید.

راهنمایی: هنرآموزان محترم با هماهنگی مسئولین هنرستان، قسمت‌های مختلف مرکز (موتورخانه مرکزی، آبدارخانه، کارگاه، ...) را به هنرجویان نشان داده و قسمت‌های مختلف خنک کاری پمپ و کمپرسورهای موجود را شناسایی کرده و در مورد چگونگی عملکرد این تجهیزات از هنرجویان سؤالاتی پرسیده شود و در پایان بازدید هر گروه دانش آموزی یک نمونه گزارش تهیه کنند.

### تمرین



هنرآموزان گرامی به فراخور شرایط کلاس انواع و اقسام پرسش‌های عملی، تئوری، جای خالی، چهار گزینه‌ای، ... را از هنرجویان به عمل آورند.

## ارزشیابی شایستگی خنک کاری تجهیزات

| <p><b>شرح کار:</b><br/> چگونگی استفاده از تجهیزات کارگاهی را بداند و کار داده شده را با دقت انجام دهد.<br/> هنگام کار مراقب باشد، که دستگاه صدمه نبیند.<br/> پس از انجام کار وسایل را تمیز و سالم در حالت اولیه قرار دهد.</p> |  |                       |            |
|---|--|-----------------------|------------|
| <p><b>استاندارد عملکرد:</b> انجام عملیات رسوب‌زدایی از دستگاه، مطابق دستور کار تعمیراتی، در شرایط ایمن کاری و بدون صدمه زدن به دستگاه و ابزارآلات کار</p>   |  |                       |            |
| <p><b>شاخص‌ها:</b><br/> - رعایت مسائل ایمنی حین کار<br/> - انجام کار طبق دستورالعمل</p>   |  |                       |            |
| <p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b><br/> شرایط مکان: کارگاه<br/> شرایط دستگاه: سرویس شده<br/> زمان: یک جلسه آموزشی<br/> ابزار و تجهیزات: وسایل ایمنی شخصی</p>  |  |                       |            |
| <p><b>معیار شایستگی:</b></p>  |  |                       |            |
| ردیف  | مرحله کار  | حداقل نمره قبولی از ۳ | نمره هنرجو |
| ۱   | تهیه چند نمونه مایع خنک‌کن   | ۱                     |            |
| ۲   | کار با تجهیزات خنک کاری  | ۲                     |            |
| ۳   | کار با ایمنی سامانه‌های خنک کاری   | ۱                     |            |
|   | <p><b>شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:</b></p> <p>۱ ایمنی: انجام کار کارگاهی با رعایت موارد ایمنی و استفاده از وسایل ایمنی شخصی</p> <p>۲ نگرش: صرفه‌جویی در آب مصرفی مبدل‌ها</p> <p>۳ توجهات زیست‌محیطی: جلوگیری از صدمه زدن به محیط‌زیست از طریق انجام کار بدون ریخت و پاش</p> <p>۴ شایستگی‌های غیرفنی: ۱- اخلاق حرفه‌ای ۲- مدیریت منابع ۳- محاسبه و کاربست ریاضی</p> <p>۵ مستندسازی: گزارش‌نویسی</p> | ۲                     |            |
|   | میانگین نمرات  |                       | *          |

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



## منابع و مراجع

- ۱ سنداستاندارد ارزشیابی صنایع شیمیایی، ۱۳۹۳، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- ۲ سند راهنمای برنامه درسی رشته صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- ۳ بریجانیان حسین و همکاران، سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی، ۱۳۹۶، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- ۴ شیوه‌نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیر فنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش شماره ۴۰۰/۲۱۱۴۸۲ مورخ ۹۵/۱۱/۳۰
- ۵ ابراهیمی، قنبر، مهندسی برج‌های خنک‌کننده (تر)، ۱۳۷۹، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران
- ۶ الیوگنر، ال، ترکی، محمود، راهنمای عملی روانکاری ماشین‌آلات، ۱۳۸۴ انتشارات پژوهشگاه صنعت نفت
- ۷ بایرن، وس، خاکساری، مجید، تئوری اسمز معکوس، ۱۳۸۳، شرکت ملی صنایع پتروشیمی
- ۸ تریبال، رابرت، جاودانی، کامبیز، عملیات انتقال جرم، ۱۳۶۲، چاپخانه دانشگاه صنعتی شریف
- ۹ چنگیزی، عالیه، شناسایی برخی زیست توده‌های موجود در برج خنک‌کن و راه مقابله با آنها، [ganj.irandoc.ac.ir/articles/download\\_sparse/739850](http://ganj.irandoc.ac.ir/articles/download_sparse/739850)
- ۱۰ چوبانگلوس، جورج، ابریشمچی، احمد، عباس افشار، بهشید جمشید، مهندسی فاضلاب، ۱۳۷۴، مرکز نشر دانشگاهی
- ۱۱ ساعتچی، احمد، مهندسی خوردگی، ۱۳۶۵، جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان
- ۱۲ صدرایی، ساسان، فرایندهای شیمیایی، ۱۳۹۵، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- ۱۳ صدرایی، ساسان، کارگاه فرایندهای شیمیایی، ۱۳۹۵، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- ۱۴ کنشلو، طیبه و همکاران، سند استاندارد شایستگی حرفه صنایع شیمیایی، ۱۳۹۲، ناشر سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی - دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

۱۵ کنشلو، طیبه و همکاران، سند راهنمای برنامه درسی درس سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی، ۱۳۹۴، دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

۱۶ گشایشی، حمیدرضا، برج‌های خنک‌کننده، ۱۳۸۷، چاپخانه شاهین، سخن‌گستر ملک‌زاده، کرامت، شهبازی کرمی، جواد، اصول طراحی یاتاقان و تئوری روغن‌کاری، ۱۳۸۱، امید انقلاب

۱۷ نیک‌آذر، منوچهر، مبانی کنترل فرایند در مهندسی شیمی، ۱۳۹۵، دانشگاه صنعتی امیرکبیر مرکز نشر دی

۱۸ ویسلند، آرن، مرتضوی، سیدباقر، مبانی مهندسی محیط‌زیست، ۱۳۸۰، شرکت ملی صنایع پتروشیمی

۱۹ یاری، مرتضی، فتواتی، مهرداد، مرجع شیرهای کنترل، ۱۳۸۳، انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی

۲۰ طالقانی، محمد، کاروان، فاطمه؛ (۱۳۸۲). از نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه تا نگهداری و تعمیرات بهره‌ور. رشت: انتشارات عالی.

۲۱ لوتکنز، گونتر؛ ویلسون، نورمن، (۱۹۹۵). خطرات الکتریسیته ساکن. ترجمه: همایون لاهیجانیان (۱۳۸۴). تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

۲۲ ابراهیمی، حمید؛ فیلی‌زاده، محمدرضا (۱۳۸۹). مقدمه‌ای بر مراقبت وضعیت و کاربرد و مراحل اجرایی آن در صنعت.

۲۳ پردیس فنی و مهندسی شهید عباسپور (دانشگاه شهید بهشتی). نقش نگهداری و تعمیرات در کاهش هزینه تولید. نگهداری و تعمیرات یک پارچه.

۲۴ جعفری نصر، محمدرضا، (۱۳۸۹). رسوب‌گذاری در مبدل‌های حرارتی. تهران: پژوهشگاه صنعت نفت.

25 Bloch, Heinz P., John. J, Reciprocating Compressors, ۱۹۹۶, Gulf Publishing Company

26 Bloch, Heinz P., Geitner, F.K, Major Process Equipment Maintenance and Repairs, ۱۹۹۷, Gulf Publishing Company

27 Brennen, Christopher Earls, Hydrodynamics of Pumps, ۱۹۹۴, Cambridge University Press

28 Crowl, Daniel A., Louvar, Joseph F., Chemical Process Safety: Fundamentals with Application, ۱۹۹۰, Prentice Hall

29 Dean, Angela, Voss, Daniel, Draguljić, Danel, Design and Analysis of Experiments, ۱۹۹۹, Springer

30 Hensley, John C., Cooling Tower Fundamentals, ۲۰۰۹, SPX, Cooling Technologies

- 31 Holman, J.P., Heat transfer, ۱۹۹۸, McGraw-Hill; ۶th edition
- 32 McCabe, Warren L., C.Smith, Julian, Harriott, Peter, Unit Operation of Chemical Engineering, ۱۹۸۵
- 33 McCabe, Warren L., Smith, Julian C., Harriott, Peter, Unit Operation of Chemical Engineering, ۱۹۸۵
- 34 Walas, Standey M., Chemical Process Equipment, ۲۰۱۰, Butterworth-Heinemann Publications



