# کتاب دانش فنی تخصصی (تاسیسات مکانیکی)

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

## «لینک‌های مفید و مرتبط»

**دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز تاسیسات**

**خرید و دانلود**

**دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز تاسیسات**

**خرید و دانلود**

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰی مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

# دانش فنی تخصصی

رشتهٔ تأسیسات مکانیکی

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

**وزارت آموزش و پرورش**
**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

**نام کتاب:** دانش فنی تخصصی(رشتهٔ تأسیسات مکانیکی) ـ ۲۱۲۴۴۱
**پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
**مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
**شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** حسن ضیغمی، ناصر جمادی، داود بیطرفان، محمد قربانی، میثم آقاجری، عقیل نوروزی، عباسعلی می‌بتی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
حسن ضیغمی، رضا افشاری‌نژاد، ناصر جمادی، سید وحید سجادی، شاهین دارابی، اشکان پازوکی، حمید صادق‌پور (اعضای گروه تألیف) ـ صیاد نصیری (ویراستار فنی)
**مدیریت آماده‌سازی هنری:** ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
**شناسه افزوده آماده‌سازی:** مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری)ـ علی بخشی (طراح جلد،صفحه‌آرا) ـ مریم دهقان‌زاده، مهدی دارابی، محمود شوشتری و رسول مطهری (رسام)ـ ابوالفضل بهرامی (عکاس)ـ سید وحید سجادی (رسام تصاویر تخصصی)ـ رضا بیاتی (مؤلف نرم‌افزار تخصصی)
**نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی) **تلفن:** ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶، **کدپستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ **وب سایت:** www.chap.sch.ir
www.irtextbook.ir
**ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)
**تلفن:** ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰/ **صندوق پستی:** ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
**چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
**سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ نهم ۱۴۰۵

کلیهٔ حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

**شابک** ۷-۳۲۲۸ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN** 978 - 964 - 05 - 3228-7



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

**امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)**

# فهرست


پودمان ۱: کسب اطلاعات فنی ..... ۱

پودمان ۲: تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات ..... ۳۷

پودمان ۳: انتخاب سیستم‌ها ..... ۹۱

پودمان ۴: انتخاب فناوری به کمک رایانه ..... ۱۵۹

پودمان ۵: تحلیل برآورد هزینه ..... ۱۹۹

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی بر اساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند تحلیل برآورد هزینه

۲. شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می باشد که ویژه رشته تأسیسات مکانیکی برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن براساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند یاددهی ـ یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید. و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به‌روزرسانی کنید.

هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید.

نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. درکارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین درکتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

## سخنی با هنرآموزان عزیز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته تأسیسات مکانیکی بازطراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای ـ تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان‌های این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد. به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

**پودمان اول:** کسب اطلاعات فنی

**پودمان دوم:** تحلیل وبررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

**پودمان سوم:** انتخاب سیستم‌ها

**پودمان چهارم:** انتخاب فناوری به کمک رایانه

**پودمان پنجم:** تحلیل برآورد هزینه

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**



# پودمان ۱

## کسب اطلاعات فنی

## مقدمه

برای دریافت اطلاعات فنی مربوط به سیستم‌ها، دستگاه‌ها ممکن است نیاز به مراجعه به اسناد و مدارک فنی و استانداردهای ملی و بین‌المللی داشته باشیم. این مراجع ممکن است فارسی یا غیرفارسی تدوین شده باشد. در هر صورت نیاز است برای خرید یک محصول، حمل‌ونقل آن، نصب محصول، راه‌اندازی آن، نگهداری و تعمیر آن و حتی راهنمای بهره‌بردار بدانیم چه واکنشی باید نشان دهیم و به عبارت دیگر دنبال آدرس درست برویم.

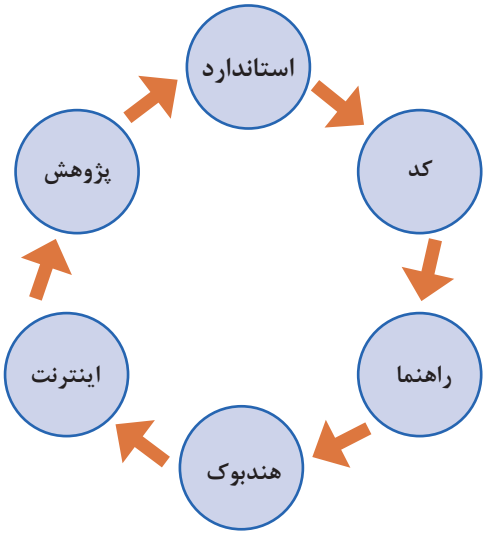
در این راستا پودمان حاضر با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازارکار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون و جداول، راهنمای ماشین‌های صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد.

هنرجویان عزیز شما می‌توانید علاوه بر کتاب همراه هنرجو، واژه‌نامه فنی را در فرایند یادگیری و ارزشیابی به همراه داشته باشید.

## What is Technical Information?

## اطلاعات فنی چیست؟

**اطلاعاتی است که ممکن است مرتبط با روش‌های طراحی، تولید، بهره‌برداری، استفاده، نگهداری، مهندسی، تحقیق و توسعه و ارزشیابی باشد.** برای اینکه بتوانیم در هنگام قرارگیری در هر کدام از موقعیت‌های پیش‌گفته کار درست را انجام دهیم، باید ببینیم چند نوع منابع اطلاعات فنی ممکن است وجود داشته باشد.




### انواع منابع اطلاعات فنی

منابع اطلاعات فنی ممکن است در قالب‌های زیر باشد:

- استاندارد، مقررات، آیین‌نامه، شیوه‌نامه و دستورالعمل
- راهنماها (manual & guide)
- کتاب‌های مرجع (Reference)
- نرم‌افزارهای رایانه‌ای معتبر
- نقشه، جدول، پلاک مشخصات دستگاه (Table specification)
- پرسش‌های متداول، مقالات نشر یافته انجمن‌ها، نظر خبرگان، پایان‌نامه‌های دانشگاهی
- جست‌وجو در فضای مجازی و...

در سال‌های گذشته با منابعی مانند نقشه و جدول و پلاک مشخصات و... آشنا شده‌اید و در بخش‌های بعد با نرم‌افزارهای رایانه‌ای تخصصی این رشته آشنا خواهید شد. در این بخش نیز به روش استخراج اطلاعات فنی از منابعی مانند استاندارد و مقررات و کتابچه راهنما و... خواهیم پرداخت.

## استاندارد (standard)

در تصویر نشان داده شده کدام لوله استاندارد است؟



**شکل ۱ــ مقایسه سه نوع لوله**

پاسخ شما چیست؟

اگر بخواهیم به این پرسش پاسخ درست دهیم، شاید باید چند پرسش دیگر مطرح کنیم؟

- برای چه کاری؟
- برای چه دما و فشاری؟
- جنس آنها چیست؟
- جدول مشخصات آن کدام است؟

و...

استاندارد به ویژگی‌های فنی و مدارک قابل دسترسی گفته می‌شود که بر نتایج پذیرفته شده علم، فن و تجربه مبتنی بوده و با هدف ارتقای بهره‌وری جامعه با همکاری و توافق ضمنی همه دست‌اندرکاران تهیه و توسط نهادی معتبر به تصویب رسیده باشد. این ملاک‌های مشخص به‌عنوان مبنای مقایسه و ارزیابی کیفی و کمی محصول و خدمات خلاصه می‌شود.

تعریف ارائه شده تعریف کاملی از استاندارد می‌باشد ولی تعریف‌های کوتاه‌تری نیز می‌توان برای استاندارد یافت. یکی از این تعریف‌ها «مرز پذیرش» است. دقت کنید که مرز پذیرش یا حد قابل قبول به معنی حداقلی شاخص است نه حداکثری آن. برای مثال در مبحث ۱۷ مقررات ملی ساختمان ایران آمده است:
«دودکش یک جداره لوله‌ای فلزی که از ورق فولادی گالوانیزه با حداقل ضخامت یک میلی‌متر و یا ورق فولادی سیاه با حداقل ضخامت یک و نیم میلی‌متر ساخته شده است.» این بدان معنی است که می‌توان ورق با ضخامت دو میلی‌متر نیز انتخاب نمود ولی نباید کمتر از یک و نیم میلی‌متر باشد.
برای به‌کارگیری استاندارد باید به دو موضوع توجه کنیم:

**نخست:** از استاندارد کدام نهاد می‌خواهیم استفاده کنیم.

**دوم:** کد کاری که در آن استاندارد آمده است.

## RESEARCH

۱ چند نهاد معتبر که در تعریف استاندارد به آن اشاره شد در جدول زیر آمده است، جدول را همانند نمونه تکمیل و دست‌کم نام سه استاندارد دیگر را به جدول اضافه کنید:

| ABBREVIATION | FULL NAME | نام کامل |
|---|---|---|
| ISIRI | Institute of Standards and Industrial Research of IRAN | سازمان ملی استاندارد ایران |
| ISO | | |
| ASME | | |
| ANSI | | |
| API | | |
| ASTM | | |
| ASPE | | |
| ASHRAE | | |
| NFPA | | |
| AGA | | |
| | | |

۲ در جدول زیر چند کد استاندارد مربوط به ASME آمده است، جدول را همانند نمونه تکمیل و دست‌کم نام سه کد استاندارد دیگر در رابطه با رشته تأسیسات مکانیکی را به جدول اضافه کنید:

| SUBJECT | CODE | کاربرد |
|---|---|---|
| PIPELINE AND PIPING | ASME B31 | لوله‌کشی تحت فشار |
| | ASME A31.1 | |
| | ASME B36.10M | |
| | ASME B36.19M | |
| FITTINGS, FLANGES & GASKETS | ASME B16 | |
| PLUMBING | ASME A112 | |
| | ASME B31.9 | |
| PUMPS | ASME B73 | |
| | ASME PTC 8.2 | |
| BOILERS | ASME BPVC | |

کار کلاسی

طی قراردادی که با کارفرما بسته شده می‌خواهیم لوله‌کشی یک ساختمان را با توجه به استاندارد ASME و کد B31 این استاندارد انجام دهیم. پس از ترجمه تمام فهرست بنویسید کدام یک از کدهای سری B31 این استاندارد مربوط به لوله‌کشی سیستم گرمایش ساختمان است؟

B31 Code for pressure piping, developed by American Society of Mechanical Engineers ASME, covers Power Piping, Fuel Gas Piping, Process Piping, Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids, Refrigeration Piping and Heat Transfer Components and Building Services Piping.

**B31.1 2016 Power Piping**

Piping for industrial plants and marine applications.

**B31.2 1968 Fuel Gas Piping**

is still available from ASME and is a good reference for the design of gas piping systems (from the meter to the appliance).

**B31.3 2016 Process Piping**

Design of chemical and petroleum plants and refineries processing chemicals and hydrocarbons, water and steam.

**B31.4 2016 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids**

**B31.5 2016 Refrigeration Piping and Heat Transfer Components**

**B31.8 2016 Gas Transmission and Distribution Piping Systems**

**B31.9 2017 Building Services Piping**

This Code Section has rules for the piping in industrial, institutional, commercial and public buildings, and multi_unit residences, which does not require the range of sizes, pressures, and temperatures covered in B31.1.

This Code prescribes requirements for the design, materials, fabrication, installation, inspection, examination and testing of piping systems for building services. It includes piping systems in the building or within the property limits.

**B31.11 2002 Slurry Transportation Piping Systems**

**B31.12 2014 Hydrogen Piping and Pipelines**

کار کلاسی

انجمن ASHRAE سازمانی است متشکل از چندین کمیته که در زمینه‌های گرمایش (Heating)، تهویه‌مطبوع (Air Conditioning)، تهویه (Ventilation) و تبرید (Refrigeration) استانداردهای صنعت (HVAC&R) را برای عموم نشر می‌دهد.




**شکل ۲ـ اشری و انرژی**

جامع‌ترین این نشریات در قالب هندبوک (HANDBOOK) است که در چهار کتاب با عنوان‌های زیر چاپ می‌شود:

۱ Fundamentals

۲ Refrigeration

۳ HVAC Applications (“Applications”)
۴ HVAC Systems and Equipment (“Systems and Equipment”)

هر کتاب در بخش‌های جداگانه تدوین شده است. در جدول زیر معادل فارسی نام بخش‌ها را بنویسید.
**راهنمایی:** برای پیدا کردن اصطلاحات فنی ممکن است در پیشرفته‌ترین واژه‌نامه‌ها با مشکل مواجه شویم لذا سازمان اشری اقدام به نشر واژه‌شناسی (Terminology) برای استانداردهای خود نموده است. پیشنهاد می‌شود که ابتدا آن را دانلود نموده و سپس اقدام به ترجمه نمایید.

**نام واژه‌شناسی اشری**

ASHRAE Terminology of Heating, Ventilating, Air Conditioning, and Refrigeration

Description of 2017 ASHRAE Handbook—Fundamentals

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 1. Psychrometrics | سایکرومتریک(ویژگی‌های هوا) |
| 2. Thermodynamics and Refrigeration Cycles | ترمودینامیک و چرخه‌های سردسازی |
| 3. Fluid Flow | |
| 4. Heat Transfer | |
| 5. Two-Phase Flow | |
| 6. Mass Transfer | |
| 7. Fundamentals of Control | |
| 8. Sound and Vibration | |
| 9. Thermal Comfort | |
| 10. Indoor Environmental Health | |
| 11. Air Contaminants | |
| 12. Odors | |

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 13. Indoor Environmental Modeling | |
| 14. Climatic Design Information | |
| 15. Fenestration | |
| 16. Ventilation and Infiltration | |
| 17. Residential Cooling and Heating Load Calculations | |
| 18. Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations | |
| 19. Energy Estimating and Modeling Methods | |
| 20. Space Air Diffusion | |
| 21. Duct Design | |
| 22. Pipe Design | |
| 23. Insulation for Mechanical Systems | |
| 24. Airflow Around Buildings | |
| 25. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Fundamentals | |
| 26. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Material Properties | |
| 27. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Examples | |
| 28. Combustion and Fuels | |
| 29. Refrigerants | |
| 30. Thermophysical Properties of Refrigerants | |
| 31. Physical Properties of Secondary Coolants (Brines) | |
| 32. Sorbents and Desiccants | |

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 33. Physical Properties of Materials | |
| 34. Energy Resources | |
| 35. Sustainability | |
| 36. Moisture Management in Buildings | |
| 37. Measurement and Instruments | |
| 38. Abbreviations and Symbols | |
| 39. Units and Conversions | |
| 40. Codes and Standards | |

پژوهش کنید

در جدول زیر معادل فارسی نام بخش‌های سه کتاب دیگر اشری را بنویسید و در جلسات بعدی برای بررسی به هنرآموز خود ارائه دهید. با نظر هنرآموز محترم خود می‌توانید این کار را به صورت گروهی انجام دهید:

Description of 2016 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 1. HVAC System Analysis and Selection | |
| 2. Decentralized Cooling and Heating | |
| 3. Central Cooling and Heating Plants | |
| 4. Air Handling and Distribution | |
| 5. In-Room Terminal Systems | |
| 6. Radiant Heating and Cooling | |
| 7. Combined Heat and Power Systems | |
| 8. Combustion Turbine Inlet Cooling | |
| 9. Applied Heat Pump and Heat Recovery Systems | |

| | |
|---|---|
| 10. Small Forced-Air Heating and Cooling Systems | |
| 11. Steam Systems | |
| 12. District Heating and Cooling | |
| 13. Hydronic Heating and Cooling | |
| 14. Condenser Water Systems | |
| 15. Medium- and High-Temperature Water Heating | |
| 16. Infrared Radiant Heating | |
| 17. Ultraviolet Lamp Systems | |
| 18. Variable Refrigerant Flow | |
| 19. Duct Construction | |
| 20. Room Air Distribution Equipment | |
| 21. Fans | |
| 22. Humidifiers | |
| 23. Air-Cooling and Dehumidifying Coils | |
| 24. Desiccant Dehumidification and Pressure-Drying Equipment | |
| 25. Mechanical Dehumidifiers and Related Components | |
| 26. Air-to-Air Energy Recovery Equipment | |
| 27. Air-Heating Coils | |
| 28. Unit Ventilators, Unit Heaters, and Makeup Air Units | |
| 29. Air Cleaners for Particulate Contaminants | |
| 30. Industrial Gas Cleaning and Air Pollution Control | |
| 31. Automatic Fuel-Burning Systems | |

| | |
|---|---|
| 32. Boilers | |
| 33. Furnaces | |
| 34. Residential In-Space Heating Equipment | |
| 35. Chimney, Vent, and Fireplace Systems | |
| 36. Hydronic Heat-Distributing Units and Radiators | |
| 37. Solar Energy Equipment | |
| 38. Compressors | |
| 39. Condensers | |
| 40. Cooling Towers | |
| 41. Evaporative Air-Cooling Equipment | |
| 42. Liquid Coolers | |
| 43. Liquid-Chilling Systems | |
| 44. Centrifugal Pumps | |
| 45. Motors, Motor Controls, and Variable-Frequency Drives | |
| 46. Pipes, Tubes, and Fittings | |
| 47. Valves | |
| 48. Heat Exchangers | |
| 49. Unitary Air Conditioners and Heat Pumps | |
| 50. Room Air Conditioners and Packaged Terminal Air Conditioners | |
| 51. Thermal Storage | |
| 52. Codes and Standards | |

**View the Description of the 2015** ASHRAE Handbook—HVAC Applications

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 1. Residences | |
| 2. Retail Facilities | |
| 3. Commercial and Public Buildings | |
| 4. Tall Buildings | |
| 5. Places of Assembly | |
| 6. Hotels, Motels, and Dormitories | |
| 7. Educational Facilities | |
| 8. Health Care Facilities | |
| 9. Justice Facilities | |
| 10. Automobiles | |
| 11. Mass Transit | |
| 12. Aircraft | |
| 13. Ships | |
| 14. Industrial Air Conditioning | |
| 15. Enclosed Vehicular Facilities | |
| 16. Laboratories | |
| 17. Engine Test Facilities | |
| 18. Clean Spaces | |
| 19. Data Centers and Telecommunication Facilities | |
| 20. Printing Plants | |

| | |
|---|---|
| 21. Textile Processing Plants | |
| 22. Photographic Material Facilities | |
| 23. Museums, Galleries, Archives, and Libraries | |
| 24. Environmental Control for Animals and Plants | |
| 25. Drying and Storing Selected Farm Crops | |
| 26. Air Conditioning of Wood and Paper Product Facilities | |
| 27. Power Plants | |
| 28. Nuclear Facilities | |
| 29. Mine Ventilation and Air Conditioning | |
| 30. Industrial Drying | |
| 31. Ventilation of the Industrial Environment | |
| 32. Industrial Local Exhaust | |
| 33. Kitchen Ventilation | |
| 34. Geothermal Energy | |
| 35. Solar Energy Use | |
| 36. Energy Use and Management | |
| 37. Owning and Operating Costs | |
| 38. Testing, Adjusting, and Balancing | |
| 39. Operation and Maintenance Management | |
| 40. Computer Applications | |
| 41. Building Energy Monitoring | |
| 42. Supervisory Control Strategies and Optimization | |

| | |
|---|---|
| 43. HVAC Commissioning | |
| 44. Building Envelopes | |
| 45. Building Air Intake and Exhaust Design | |
| 46. Air Cleaners for Gaseous Contaminants | |
| 47. Design and Application of Controls | |
| 48. Noise and Vibration Control | |
| 49. Water Treatment: Deposition, Corrosion and Biological Control | |
| 50. Service Water Heating | |
| 51. Snow Melting and Freeze Protection | |
| 52. Evaporative Cooling | |
| 53. Fire and Smoke Control | |
| 54. Radiant Heating and Cooling | |
| 55. Seismic- and Wind-Resistant Design | |
| 56. Electrical Considerations | |
| 57. Room Air Distribution | |
| 58. Integrated Building Design | |
| 59. HVAC Security | |
| 60. Ultraviolet Air and Surface Treatment | |
| 61. Smart Building Systems | |
| 62. Moisture Management in Buildings | |
| 63. Codes and Standard | |

**Description 2018 ASHRAE Handbook _ Refrigeration**

| CHAPTER | نام فصل |
|---|---|
| 1. Halocarbon Refrigeration Systems | |
| 2. Ammonia Refrigeration Systems | |
| 3. Carbon Dioxide Refrigeration Systems | |
| 4. Liquid Overfeed Systems | |
| 5. Component Balancing in Refrigeration Systems | |
| 6. Refrigerant System Chemistry | |
| 7. Control of Moisture and Other Contaminants in Refrigerant Systems | |
| 8. Equipment and System Dehydrating, Charging, and Testing | |
| 9. Refrigerant Containment, Recovery, Recycling, and Reclamation | |
| 10. Insulation Systems for Refrigerant Piping | |
| 11. Refrigerant Control Devices | |
| 12. Lubricants in Refrigerant Systems | |
| 13. Secondary Coolants in Refrigeration Systems | |
| 14. Forced-Circulation Air Coolers | |
| 15. Retail Food Store Refrigeration and Equipment | |
| 16. Food Service and General Commercial Refrigeration Equipment | |
| 17. Household Refrigerators and Freezers | |
| 18. Absorption Equipment | |
| 19. Thermal Properties of Foods | |
| 20. Cooling and Freezing Times of Foods | |

| | |
|---|---|
| 21. Commodity Storage Requirements | |
| 22. Food Microbiology and Refrigeration | |
| 23. Refrigerated-Facility Design | |
| 24. Refrigerated-Facility Loads | |
| 25. Cargo Containers, Rail Cars, Trailers, and Trucks | |
| 26. Marine Refrigeration | |
| 27. Air Transport | |
| 28. Methods of Precooling Fruits, Vegetables and Cut Flowers | |
| 29. Industrial Food-Freezing Systems | |
| 30. Meat Products | |
| 31. Poultry Products | |
| 32. Fishery Products | |
| 33. Dairy Products | |
| 34. Eggs and Egg Products | |
| 35. Deciduous Tree and Vine Fruit | |
| 36. Citrus Fruit, Bananas, and Subtropical Fruit | |
| 37. Vegetables | |
| 38. Fruit Juice Concentrates and Chilled Juice Products | |
| 39. Beverages | |
| 40. Processed, Precooked, and Prepared Foods | |
| 41. Bakery Products | |
| 42. Chocolates, Candies, Nuts, Dried Fruits, and Dried Vegetables | |

| | |
|---|---|
| 43. Ice Manufacture | |
| 44. Ice Rinks | |
| 45. Concrete Dams and Subsurface Soils | |
| 46. Refrigeration in the Chemical Industry | |
| 47. Cryogenics | |
| 48. Ultralow-Temperature Refrigeration | |
| 49. Biomedical Applications of Cryogenic Refrigeration | |
| 50. Terminology of Refrigeration | |

## Classwork

متن زیر بخشی از فصل چهل و هفت کتاب ASHRAE Handbook HVAC Systems and Equipment 2016 با نام VALVES و سایر هندبوک‌های لوله‌کشی ASPE است. با کمک هنرآموز با واژه‌نامه تخصصی این بخش را ترجمه کنید:

### Valves & Hose Bibs

**V**alves make it possible to shut off water or control of water at any point in the supply system.

## Match each item

| Globe valve | Strainer valve | Hose bib | Gate valve | Check valve | Safety valve | Plug valve | Float valve | Pressure reducing valve | Ball valve | Air vent valve | Butterfly valve |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

a. ..... is designed to be fully opened or closed.

b. ..... is a **non-return** valve

c. ..... is a type of valve used for regulating or controlling flow in a pipeline.

d. ..... have one or more hollow passageways going sideways through the plug,.

e. ..... is a valve controlling the release of a liquid or gas. spigot or faucet that is threaded to accept a hose.

f. ..... is a device that removes particles from a given liquid or gas.

g. ..... is a valve automatically releases a substance from a boiler, pressure vessel, or other system, when the pressure or temperature exceeds preset limits.

h. ..... is a control valve that reduces the input pressure of a fluid to a desired value at its output.

i. ..... is a form of quarter-turn valve which uses a hollow ball.

j. ..... **is used to control fluid level in water tanks**, such as those found in flush tank.

k. ..... is from a family of valves called **quarter-turn valves.** In operation, the valve is fully open or closed when the disc is rotated a quarter turn.

**l. ..... is a safety device that discharges air at the water supply piping in order to avoid air related problems in the water piping systems.**

Look at the pictures and name the valves with reason.

| | | | |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| | | | |
|  |  |  |  |
| | | | |
|  |  |  |  |
| | | | |

## مقررات (Regulation)

به مجموعه قانون‌ها، تصویب نامه‌ها، آیین نامه‌ها، بخشنامه‌ها و هر آنچه که توسط نهادهای حکومتی یک کشور صادر شده و ضمانت اجرایی داشته باشد، مقررات گویند.

در امور فنی بیشتر مقررات را با عنوان کد (CODE) می‌شناسند و همان‌گونه که از تعریف آن مشخص است استاندارد به خودی خود الزام‌آور نیست ولی کد یا آیین‌نامه الزام‌آور است. استاندارد زمانی الزام پیدا می‌کند که توسط نهادهای حکومتی یا کارفرما الزام‌آور شود.




شکل ۳ـ دو کد الزام‌آور در صنعت تأسیسات

چند کد در جدول زیر آورده شده است، نهادهایی که این کدها را ارائه داده است مشخص کنید و کاربرد هر کد را نیز بنویسید. جدول را همانند نمونه تکمیل و دست‌کم نام سه کد دیگر را به جدول اضافه کنید:

| نام | نهاد ارائه دهنده | CODE | |
|---|---|---|---|
| تأسیسات مکانیکی ساختمان (تهویه مطبوع) | وزارت راه و شهرسازی | چهاردهم | مبحث‌های مقررات ملی ساختمان ایران |
| | | شانزدهم | |
| | | هفدهم | |
| | | نوزدهم | |
| | | بیست و دوم | |
| مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان | سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور | **۱۲۸** | نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور |
| | | ۴۲۳ | |
| | | ۵۱۷ | |
| | | ۴۶۱ | |
| | | ۴۶۰ | |
| | | ۲۷۱ | |
| | | ۱۳۸ | |
| | | ۲۴۱ | |
| | | ۳۹ | |
| | | ۲۷ | |
| | | ۱۱۲ | |

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به جدول صفحه بعد که از مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان ایران برای انتخاب لوله‌های ترموپلاست استخراج شده است می‌توانید تفاوت بین کد و استاندارد را بررسی کنید.

**جدول ۱ـ بخشی از مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان**
**(جدول ۱۴ـ۱۰ـ۳ـ انتخاب لوله ترموپلاستیک تک‌لایه و چندلایه برای تأسیسات مکانیکی ساختمان)**

| تعداد لایه | نوع لوله | استاندارد ملّی | استاندارد ISO | استاندارد اروپایی | استاندارد ANSI/ASTM |
|---|---|---|---|---|---|
| تک‌لایه | PEX | 13205-1,2,3,5 | 15875-1,2,3,5 | BS 7291-3<br>DIN 16892, 16893 | F876<br>F877 |
| | PE-RT Type 2 | 13252-1,2,3,5 | 22391-1,2,3,5 | DIN 16833, 16834 | F2769<br>F2623 |
| چندلایه* | PEX/AL/PEX | 12753-1,2,3,5 | 21003-1,2,3,5 | DIN 16836, 16837 | F1281<br>F1335 |
| | PE-RT/AL/PE-RT Type 2 | 12753-1,2,3,5 | 21003-1,2,3,5 | DIN 16836, 16837 | F1282<br>F1335 |

* ضریب اطمینان این لوله‌ها باید حداقل ۱/۰۵ باشد.

### دستینه (HANDBOOK)

دستینه یا دست‌نامه نوعی کتاب مرجع (reference work or reference book) یا مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها است. علت نام‌گذاری آن به هندبوک این بوده است که یک کتاب دستی همراه باشد ولی در تعریف آکسفورد به هر کتابی که دارای ویژگی‌های نام‌برده باشد دستینه گویند.

کار کلاسی

۱ همان‌طور که گفته شد یکی از هندبوک‌های مورد تأیید برای رشته تأسیسات مکانیکی هندبوک اشری می‌باشد، چند هندبوک دیگر در جدول زیر آورده شده است. کاربرد هر کدام را مشخص کنید.

| HANDBOOK NAME | Author's | کاربرد |
|---|---|---|
| Handbook of Air Conditioning System Design | Carrier | |
| HANDBOOK OF AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION | Shan K. Wang | |
| HVAC Systems Design Handbook | Haines ,Myers | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Handbook on Plumbing Installation for Buildings | | Water Supplies Department | |
| HVAC Pump Handbook | | James B. Rishel | |
| Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation | | ALI VEDAVARZ<br>SUNIL KUMAR<br>IQBAL HUSSAIN | |
| INTERNATIONAL PLUMBING CODES HANDBOOK | | R. Dodge Woodson | |
| Plumbing Engineering Design Handbook | Volume1-Fundamentals of Plumbing Engineering | American Society of Plumbing Engineers (ASPE) | |
| | Volume2-Plumbing Systems | | |
| | Volume3-Special Plumbing Systems | | |
| | Volume4-Plumbing Components and Equipment | | |
| Boiler operator's handbook | | Heselton, Kenneth E | |

۲ همان‌طور که گفته شد یکی از هندبوک‌های مورد تأیید برای رشته تأسیسات مکانیکی هندبوک کریر است، در جدول زیر نام بخش‌های یک تا دوازده آن آورده شده است. همانند نمونه جدول را تکمیل نمایید.

| PART No. | PART NAME | نام بخش |
|---|---|---|
| 1 | HVAC Load Estimating | براورد بار HVAC |
| 2 | Air Distribution | |
| 3 | Piping Design | |
| 4 | Refrigerant-Brines-Oils | |
| 5 | Water Conditioning | |
| 6 | Air Handling Equipment | |
| 7 | Refrigeration Equipment | |

| PART No. | PART NAME | نام بخش |
|---|---|---|
| 8 | Auxiliary Equipment | |
| 9 | Systems Applications | |
| 10 | All Air Systems | |
| 11 | All Water System | |
| 12 | Water and DX System | |

در این قسمت بخشی از تهویه مطبوع ساختمانی برگرفته از هندبوک‌های معتبر را با هم مرور می‌نماییم:

## Common HVAC (Heating, Ventilation and air conditioning) System Types

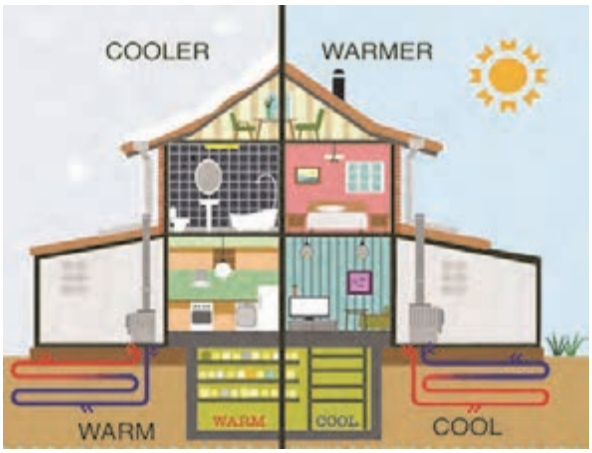
Match the words (1-20) with their meanings.

1_ Refrigeration 2_ air conditioning 3_ human comfort conditions 4_ heating
5_ Compressor 6_ pump 7_ evaporator 8_ cooling load 9_ heating load 10_ heating loss
11_ boiler 12_ centigrade 13_ roof 14_ ceil 15_ ventilation 16_ wall 17_ window 18_ Door
19_ air cooled condenser 20_ basement 21_ floor 22_ operate 23_ Temperature 24_ capacity

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| زیرزمین | | بار سرمایی | | کمپرسور | | تعویض هوا | | تبرید | | گرمایش | |
| کندانسرهوا خنک | | دیوار | | پنجره | | سقف | | بام | | سانتی گراد | |
| عملکرد | | کف | | دیگ | | در | | بارگرمایی | | تهویه مطبوع | |
| دما | | ظرفیت | | اتلاف گرمایی | | اپراتور | | پمپ | | شرایط آسایش | |

**Heating Loads vs. Cooling Loads**
**Heat Gain (Summer) vs. Heat Loss (Winter)**

| Heat Loss | Heat Gains |
|---|---|
| Air Leaks (Infiltration)<br>Transfer (conduction & radiant) through<br>Walls<br>Roofs<br>Floor<br>Windows | Solar thru windows/walls<br>Summer transfer/infiltration<br>Internal Electric Use, Lighting<br>Body Heat |




**Difference supplied by Heater or Air Conditioner**

**Common type of HVAC**

1. All Air System
2. Air & Water System
3. All Water System
4. Direct Expansion Coil (DX-Coil)

## راهنماها (MANUAL & GUIDE)

**کتابچه یا دفترچه راهنما یک نوع دستورالعمل در رابطه با یک موضوع خاص است که ممکن است در رابطه با یک کالا و یا توضیح چگونگی کارکرد یک محصول باشد که به‌طور معمول توسط یک شرکت یا گروه تدوین شده است.** در این کتابچه جزئیات آنچه که برای هر گروه از افراد مبتدی تا متخصص لازم است آورده می‌شود.

هر دو اصطلاح کتابچه راهنما (manual) و راهنما (guide) به‌طور معمول به یک سند اشاره دارد که هدف اصلی آن ارائه اطلاعات یا دستورالعمل است. به‌طور کلی انتظار می‌رود که راهنما نسبت به مانوال کوتاه‌تر و مختصرتر باشد و انتظار می‌رود که یک کتابچه راهنمای جامع‌تر از راهنما ارائه شود. با این حال، در عمل ممکن است از هر دو اصطلاح به یک مفهوم اغلب استفاده شود.

در جدول زیر عنوان‌های مترادفی که برای این دو وجود دارد و چند نمونه از هر خانواده آورده شده است:

| Manual | Guide |
|---|---|
| Handbook, textbook, workbook, guide-book, guide, reference book, etc. | Catalog, directory, guidebook, handbook, manual, key, reference key, etc. |
| Owner Manual - Instruction manual<br>Set up manual - Training manual | Guidebook - User Guide - Catalogue |

گفت‌وگوی کلاسی

- شما می‌خواهید نرم‌افزار آفیس را روی رایانه خود نصب نمایید. بعد از تهیه نرم‌افزار چه‌کار می‌کنید؟
- شما می‌خواهید یک دستگاه یخچال خریداری کنید، چه‌کار می‌کنید؟
- شما می‌خواهید یک دستگاه سختی‌گیر را نصب نمایید. چه‌کار می‌کنید ؟

پاسخ به پرسش‌های بالا اهمیت داشتن کتابچه راهنما در زندگی روزمره را مشخص می‌کند.




شکل ۴ـ نمونه کتابچه راهنما

## دسته‌بندی کتابچه راهنما (Classifications of Manual)

بسته به نوع صنعت یا هدف، انواع کتابچه‌های راهنما وجود دارد و شما با توجه به کاری که می‌خواهید انجام دهید **قبل از هر اقدام باید دنبال راهنمای آن باشید**.

۱ **کارنما (catalogue or catalog)**: کارنما، کاتالوگ، بروشور یا کالانما به فهرست اقلام یک مؤسسه گویند که به‌صورت سیستماتیک (برای مثال به ترتیب حروف الفبا یا به ترتیب ظرفیت دستگاه‌ها) برای فروش محصول یا خدمات مرتب شده‌اند.

۲ **راهنمای محصول (Product Manual)**: این یک کتابچه راهنمای کاربر است که (Instruction Manual) نیز نامیده می‌شود و به کاربران دستور می‌دهد که چگونه از محصول استفاده کنند.

۳ **راهنمای نصب (installation manual)**: این راهنمای نحوهٔ راه‌اندازی یا نصب محصول است.

۴ **راهنمای نگهداری و تعمیر (Maintenance Manual)**: این راهنما برای متخصصین نگهداری و تعمیر تهیه شده است. بسته به اینکه دستگاه به چه شکل باشد ممکن است در دو راهنمای جداگانه تعمیر (Repair Manual) و خدمات (service manual) آورده شود.

۵ **راهنمای عیب‌یابی (Troubleshoot Manual)**: نوعی از کتابچه راهنمای استفاده شده برای عیب‌یابی قطعات محصول است.

۶ **دفترچه راهنما (User Manuals)**: یک نوع از کتابچه راهنما است که برای افراد مختلف تدوین شده است که این افراد ممکن است شامل مدیران، پرسنل نگهداری و تعمیر، مبتدیان و دانش‌آموزان باشند.

۷ **راهنمای بازرسی (inspection manual)**: همان‌طور که از نام آن مشخص است برای بازرسی از این نوع راهنما استفاده می‌شود.

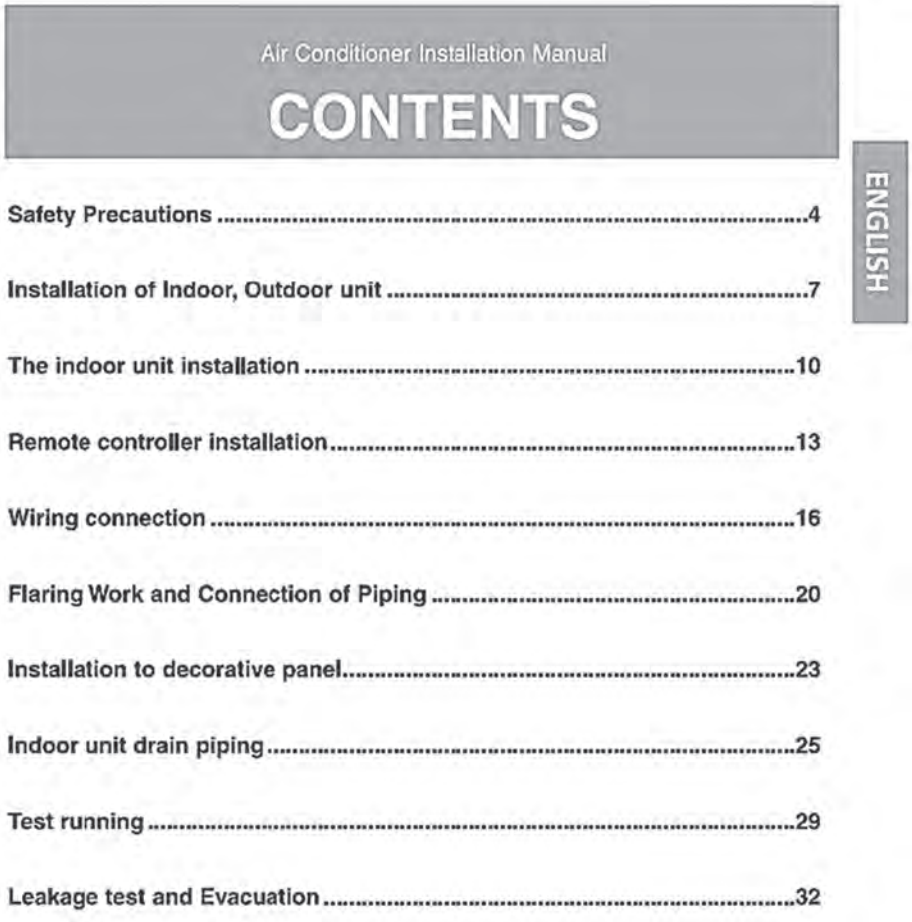
۸ **راهنمای عملیات (Operations Manual)**: این کتابچه راهنمای عملیات شرکت یا کسب‌وکار است. این مجموعه‌ای از استانداردها و رویه‌ها برای عملیات، استانداردهای کاری و سیاست‌های شرکت است.

۹ **راهنمای مدیریت بحران (Crisis Management Manual)**: راهنمای نحوه پاسخ به بحران مانند زمین‌لرزه، آتش‌سوزی، طوفان، سونامی، یا خشونت در محل کار.

۱۰ **راهنمای حسابرسی (Audit Manual)**: این نوع کتابچه راهنما، راهنمای نحوهٔ انجام یا ایجاد گزارش‌های مالی در رابطه با حسابداری و حسابرسی است.

کار کلاسی

تصویرهای زیر برگرفته از چند صفحه از راهنمای نصب (installation manual) یک دستگاه کولرگازی است. ترجمه فارسی آن را بنویسید.



Air Conditioner Installation Manual

CONTENTS

ENGLISH


Safety Precautions .....4

Installation of Indoor, Outdoor unit .....7

The indoor unit installation .....10

Remote controller installation .....13

Wiring connection .....16

Flaring Work and Connection of Piping .....20

Installation to decorative panel.....23

Indoor unit drain piping .....25

Test running .....29

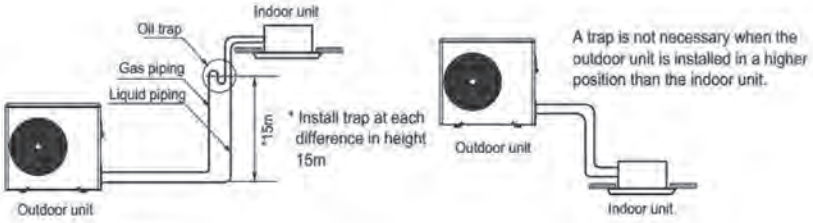
Leakage test and Evacuation .....32


شکل ۵ــ فهرست مندرجات یک کتابچه راهنما

ENGLISH

### 3. Piping length and the elevation

| Capacity | Pipe Size Unit : mm(inch) | | Length A Unit : m(ft) | | Elevation B Unit : m(ft) | | *Additional refrigerant Unit : g/m(oz/ft) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gas | Liquid | Standard | Max. | Standard | Max. | |
| 24k Btu/h | 15.88(5/8) | 9.5(3/8) | 7.5(25) | 50(164) cassette type<br>30(98) Floor standing type | 5(16) | 30(98) cassette type<br>20(66) Floor standing type | 35(0.38) |




**CAUTION:**
- **Rated performance for refrigerant line length of:7.5m(25ft)**
- **Capacity is based on standard length and maximum allowance length is on the basis of reliability.**
- **Improper refrigerant charge may result in abnormal cycle.**

**شکل ۶ــ بخشی از روش نصب برگرفته از یک کتابچه راهنما**

کار کلاسی

تصویرهای زیر برگرفته از چند صفحه از راهنمای (Operation and Maintenance Manual Centrifugal Pumps) یک دستگاه پمپ است. ترجمه فارسی آن را بنویسید.

### Troubleshooting

| PROBLEM | POSSIBLE CAUSE | SUGGESTED ACTION |
|---|---|---|
| Not Enough Liquid Delivered | Pump not primed. | Prime pump. Install a priming system if possible. |
| | Suction or discharge plugged or closed. | Open suction. If plugged shutdown pump and remove blockage. |
| | Air leak in supply or at seal area. | Check system for air leaks and repair as necessary. Replace seals if required. |
| | Wrong direction of rotation. | Adjust motor electrical wiring to correct rotation. |
| | Discharge head too high. | Lower discharge head requirement. |
| | Suction lift too high. | Lower pump in system until the pump is easily supplied with material. |
| | Speed too slow (low voltage, wrong frequency, wrong motor). | Adjust voltage and frequency. Change motor if necessary. |
| | Excessive air in material. | Adjust system to remove excess air from material before it reaches the pump. |
| | Insufficient NPSH (Net Positive Suction Head) available. | Adjust system to provide correct NPSH. |

**شکل ۷ــ بخشی از روش عیب‌یابی برگرفته از یک کتابچه راهنما**

## MAINTENANCE

1. Error code

| Malfunction name | Malfunction signal source |
|---|---|
| Ambient temp. sensor malfunction | F0<br>Alarm error code display: F0 |

2. Troubleshooting



پژوهش کنید

۱ نرم‌افزار Pipedata یا Piping Engineering را روی رایانه یا تلفن‌همراه خود نصب نمایید و در یک صفحه بنویسید که از این نرم‌افزارها چه موضوعاتی را می‌توان استخراج کرد؟
۲ بروشور تأسیسات مکانیکی یک شرکت را دانلود و در کلاس توضیح دهید که این کاتالوگ شامل چه بخش‌هایی است و چه ویژگی‌هایی از محصول در کاتالوگ آمده است؟
۳ راهنمای انگلیسی یک دستگاه تأسیسات مکانیکی را دانلود کرده و پس از تأیید هنرآموز محترم خود آن را ترجمه نمایید.

## What is Technical Terminology?

## اصطلاحات فنی چیست؟

در فرهنگ لغت ناظم الاطبای کرمانی عبارت است:
اصطلاح، الفاظ متداوله مابین اهل هر علم و صنعت است مانند: اصطلاحات سیاسی، اصطلاحات شرعی، اصطلاحات صنعتی، اصطلاحات طبی، اصطلاحات علمی، اصطلاحات نظامی و...

گفت‌وگوی کلاسی

در جدول زیر چند واژه یا حرف آمده است. معادل آن در رشتهٔ تأسیسات مکانیکی چیست؟

| Terms | Definitions |
|---|---|
| K (۲) | ۱ـ کیلو |
| k ( ) | ۲ـ کلوین |
| cfm ( ) | ۳ـ دبی هوا (فوت مکعب بر دقیقه) |
| PLUMBING ( ) | ۴ـ سرب‌کاری |
| | ۵ـ لوله‌کشی |

همان‌طور که از جدول مشخص است ممکن است یک حرف یا واژه در علوم مختلف معنی متفاوت بدهد. به همین علت قبل از ورود به هر مبحث باید اصطلاحات آن موضوع را بشناسیم تا بین کسانی که در رابطه با آن کار درگیر هستند زبان و فهم مشترکی ایجاد شود.
برای مثال استاندارد اشری یک ترمینولوژی دارد که در حدود ۲۵۰ صفحه است و بیشتر واژه‌های رایج در تأسیسات مکانیکی و معنی آنها را می‌توان در آن یافت. در تصویر زیر چند خط نخست این واژه‌نامه آمده است.

## ASHRAE Terminology of Heating, Ventilating, Air Conditioning, and Refrigeration

### Terms and Definitions

**abbreviation**
shortened or contracted form of a word or phrase, used to represent the whole.

**absorbate**
that substance absorbed by an absorbent.

**absorbent**
material which, due to an affinity, extracts one or more substances from a liquid or gaseous medium with which it is in contact and which changes physically or chemically, or both, during the process. Calcium chloride is an example of a solid absorbent, while solutions of lithium chloride, lithium bromide, and the ethylene glycols are examples of liquid absorbents.

**absorber**
1. device containing fluid, or other material, for absorbing refrigerant vapor or other vapors.
2. chill factor part of the solar collector receiving the incident radiation energy and transforming it into thermal energy. It may possess a surface through which energy is transmitted to the transfer fluid; however, the transfer fluid itself can be the absorber.

شکل ۸ــ ابتدای اصطلاحات اشری

یا در ابتدای هندبوک لوله‌کشی مانند تصویر زیر واژه‌های رایج در این صنعت و معنی آنها آمده است:



### PLUMBING TERMINOLOGY[1]

***Abrasion*** The withstanding of any material to rubbing, scratching, or wearing away.

***Absolute pressure*** The total pressure equal to that measured from an absolute vacuum. It equals the sum of gauge pressure plus barometric atmospheric pressure. It is expressed in pounds per square inch (psia) or kilopascals per square meter (kPa/m²).

***Absolute temperature*** Temperature measured from absolute zero.

***Absolute zero*** This is the point at which any substance has no molecular motion and no heat. It is equivalent to -459.72°F or -273.18°C.

***Adsorption*** The surface retention or adhesion of a gas on the surface of a solid.

***Administrative authority*** Also called the authority having jurisdiction, the individual official, board, department, entity, or agency established and authorized by a state, country, city, or other political subdivision created by law to administer and enforce the provisions of a particular code as adapted or amended.

***Aeration*** An artificial method of bringing a liquid and air into direct contact with one another.

***Aerobic*** Living or active only in the presence of free oxygen.

***Aerosol*** A small vapor particle suspended in air.

شکل ۹ــ ابتدای اصطلاحات هندبوک لوله‌کشی ASPE

در بعضی از منابع ممکن است در شروع یا پایان یک فصل یک واژه‌نامه تحت عنوان Glossary آورده شود.

کار کلاسی



بخشی از واژه‌نامه انتهای فصل هفتم هندبوک لوله‌کشی ASPE با عنوان:

**Energy and Resource Conservation in Plumbing Systems**

که در زیر آمده است را ترجمه کنید:

**GLOSSARY**

***British thermal unit (Btu)***

A heat unit equal to the amount of heat required to raise 1 pound of water 1 degree Fahrenheit.

.....

.....

***Coefficient of performance (COP)***

The ratio of the rate of heat removal to the rate of energy input, in consistent units, generally relating to a refrigeration system under designated operating conditions.

.....

.....

***Condenser***

A heat exchanger that removes heat from a vapor, changing it to its liquid state.

.....

.....

***Delta T (ΔT)***

Temperature differential.

.....

.....

***Domestic water heating***

Supply of hot water for domestic or commercial purposes other than comfort heating.

.....

.....

***Energy***

The force required for doing work.

.....

.....

***Solar energy source***

Source of chemical, thermal, or electrical energy derived from the conversion of incident solar radiation.

.....

.....

**نمادها**

در هندبوک اشری همان‌طور که گفته شد یک بخش به نمادهای HVAC&R

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

اختصاص یافته است. از نظر خود اشری تعریف ABBREVIATIONS به شکل زیر است:

“Abbreviations are shortened forms of names and expressions used in text, drawings, and computer programs.”

پژوهش کنید

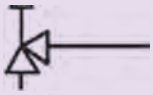
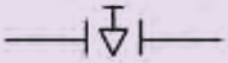
در جدول‌های صفحهٔ بعد تعدادی از نمادهای توصیه شده اشری آورده شده است، برگردان فارسی آن را بنویسید. و دست کم سه ترم دیگر به آن اضافه کنید.

**Table 1 Abbreviations for Text, Drawings, and Computer Programs**

| Term | Text | Drawings | برگردان |
|---|---|---|---|
| above finished floor | — | AFF | |
| air condition(-ing, -ed) | — | AIR COND | |
| air-conditioning unit(s) | — | ACU | |
| air-handling unit | — | AHU | |
| ambient | amb | AMB | |
| ampere | amp | AMP | |
| atmosphere | atm | ATM | |
| Celsius | °C | °C | |
| diameter | dia. | DIA | |
| diameter, inside | ID | ID | |
| diameter, outside | OD | OD | |

## GRAPHICAL SYMBOLS FOR DRAWINGS

Graphical symbols have been extracted from ANSI/ASHRAE Standard 134 -2005. Additional symbols are from current practice and extracted from ASME Standards Y32.2.3 and Y32.2.4.

| Description | SYMBOLS | برگردان |
|---|---|---|
| High-pressure steam | HPS | |
| Low-temperature hot water supply | HWS | |
| Refrigerant discharge | RD | |
| Condenser water supply | CWS | |
| Chilled water return | CHWR | |
| Sanitary drain above floor or grade | SAN | |
| Sanitary drain below floor or grade | SAN | |
| Vent | | |
| Ball valve |  | |
| Butterfly valve |  | |
| Gate valve |  | |
| Gate, angle valve |  | |
| Plug valve |  | |
| Three way valve |  | |

**نمونه ارزشیابی:**

۱ برای اجرای سیستم تهویه مطبوع یک ساختمان مسکونی چند منبع اطلاعاتی در اختیار ما قرار دارد، به‌کارگیری کدام منبع یا منابع برای ما الزام‌آور است و چرا؟ منابع را بر حسب اولویت الزامی‌بودن مرتب کنید.
الف) استانداردهای ASHRAE
ب) هندبوک HVAC کریر
پ) استانداردهای سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
ت) مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان ایران ـ تأسیسات مکانیکی
ث) نشریه ۱۲۸ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

۲ چنانچه کارفرمای یک ساختمان عمومی استاندارد مورد نیاز را در پیمان قید ننموده باشد، بهتر است براساس کدام استانداردها و مقررات بالا کار را انجام داد؟

۳ نام دوازده مرجع (اعم از استاندارد، کد، هندبوک و...) را که برای اجرای تأسیسات مکانیکی می‌توان به آنها مراجعه کرد با حدود کار آنها بیان کنید.

۴ از چه طریق می‌توان به دریافت اطلاعات در فضای مجازی اعتماد کرد؟

۵ برای نصب یک پکیج باید به کدام کتابچه راهنما مراجعه کنیم؟

الف) Catalog ب) Troubleshoot Manual
پ) installation manual ت) Maintenance Manual

*چنانچه از پنج پرسش بالا به چهار پرسش پاسخ دهید می‌توانید به مرحله بعد راه یابید.

**نمونه ارزشیابی برای دستیابی به حد قابل قبول**

۱ تفاوت بین کد و استاندارد در چیست؟ و کدام یک برای ما الزام‌آور است؟ نام سه کد در زمینه تأسیسات مکانیکی در ایران را بنویسید؟

۲ موضع استاندارد ASME B31 چیست؟

۳ با توجه به عنوان‌های هندبوک‌های اشری و سرفصل آنها، شرح دهید که زمینه‌های این استاندارد چیست؟

۴ بخشی از هندبوک تخصصی (اشری، کریر، ...) که هنرآموز محترم در اختیار شما قرار داده را ترجمه کرده و برداشت خود را در ارتباط آن موضوع شرح دهید.

۵ یک بخش مشخص از کتابچه راهنما (نصب، نگهداری، تعمیر و...) را که هنرآموز محترم در اختیار شما قرار داده را ترجمه کرده و برداشت خود را در ارتباط آن موضوع شرح دهید.

***دست‌کم باید به چهار پرسش بالا پاسخ داده باشید تا نمره قابل قبول را دریافت کنید و به مرحله بعد راه یابید.**

۱ بخشی از هندبوک تخصصی (اشری، کریر، ...) که هنرآموز محترم در اختیار شما قرار داده را به‌صورت کامل ترجمه کنید.

۲ بخشی از کتابچه راهنما (نصب، نگهداری، تعمیر و...) که هنرآموز محترم در اختیار شما قرار داده را به‌صورت کامل ترجمه کنید.

با پاسخ درست به هر کدام از دو پرسش بالا می‌توانید نمره بالاتر از حد انتظار را کسب نمایید.

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه ریزی هنرستان وجود دارد.

**الگوی ارزشیابی پودمان کسب اطلاعات فنی**

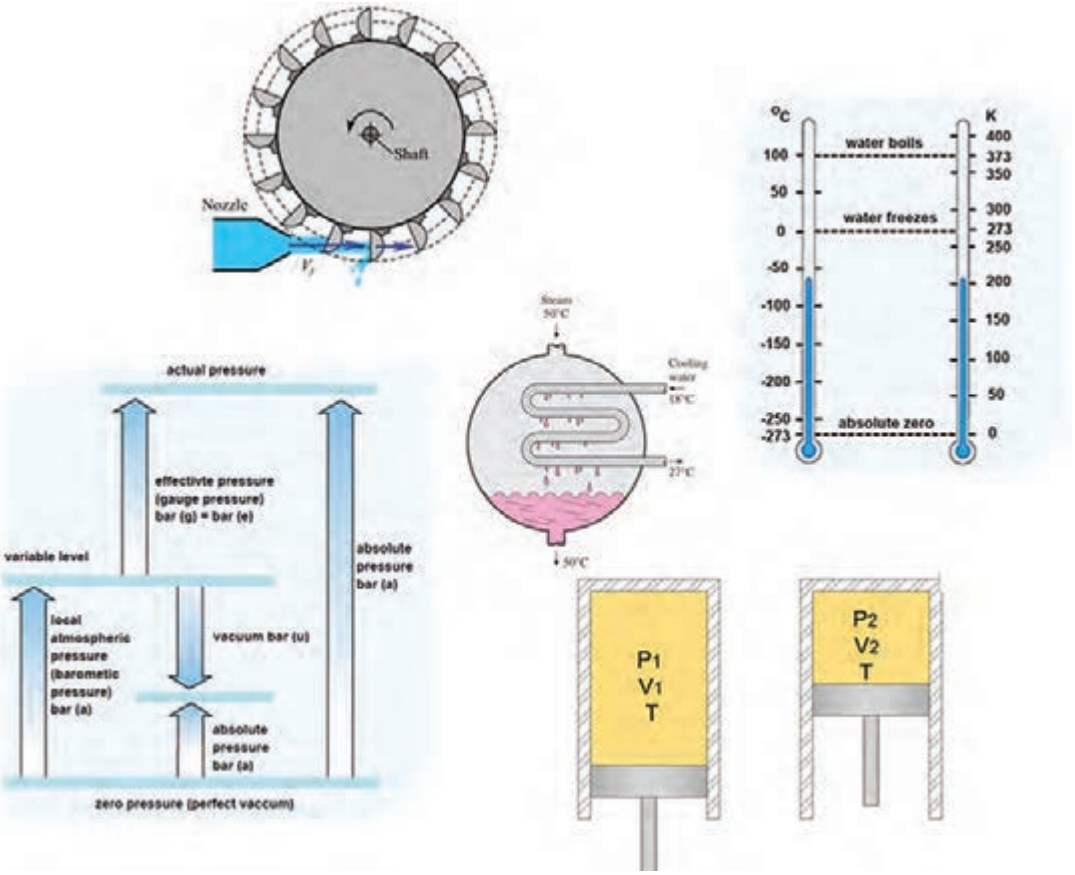
| تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|
| کسب اطلاعات فنی | روش به‌کارگیری منابع اطلاعات فنی در کارها اعم از استانداردها، راهنماها، نرم‌افزارها | بالاتر از حد انتظار | ۱ـ به‌کارگیری با ترجمه فنی بخشی از هندبوک تخصصی داده شده<br>۲ـ به‌کارگیری با ترجمه فنی بخشی از راهنمای نصب نگهداری داده شده | ۳ |
| | | در حد انتظار (کسب شایستگی) | ۱ـ تحلیل تفاوت بین کد و استانداردهای رشته<br>۲ـ به‌کارگیری هندبوک و راهنماهای تخصصی رشته | ۲ |
| | | پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی) | ۱ـ تحلیل منابع اطلاعاتی رشته<br>۲ـ روش به‌کارگیری از منابع اطلاعاتی مجازی | ۱ |
| نمره مستمر از ۵ | | | | |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ | | | | |
| نمره پودمان از ۲۰ | | | | |

# پودمان ۲

## تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

## مقدمه

از مباحث مهم و کلیدی در صنعت تأسیسات، توانایی تحلیل رفتار سیال (علم مکانیک سیالات) و نیز تحلیل تغییر خواص و ویژگی‌های مواد، در اثر تبدیل انرژی و روش‌های تبدیل انرژی (علم ترمودینامیک) می‌باشد که به فراخور نیاز به آن می‌پردازیم.




## پیش‌نیازها

فیزیک پایه دهم، دانش فنی پایه دهم، شیمی پایه یازدهم

# مکانیک سیالات

یادآوری

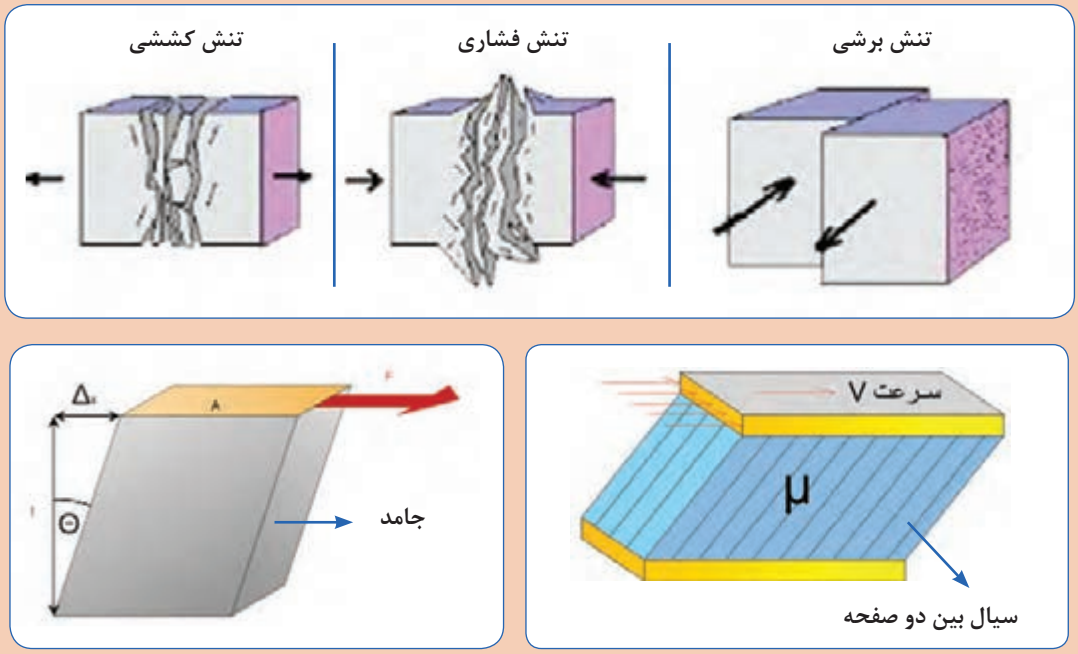
طبیعت مواد، میل به تعادل و پایداری دارد مگر اینکه عاملی بیرونی، تنشی بر شرایط تعادل وارد نماید و باعث تغییراتی در آن شود.
تنش‌ها به دو شکل تنش مکانیکی و تنش ترمودینامیکی تقسیم‌بندی می‌شود.
تنش‌های مکانیکی مانند تنش فشاری، تنش کششی، تنش پیچشی، تنش خمشی و تنش برشی و...
تنش‌های ترمودینامیکی مانند تنش گرمایی و تنش‌های شیمیایی و...
نکته۱: معمولاً مواد در مقابل تنش‌های وارده، مقداری کرنش می‌کنند، این کرنش‌ها در مواد جامد می‌تواند به‌شکل تغییر شکل دائم یا موقت و در مایعات به‌صورت جاری شدن ظاهر می‌شود.
نکته ۲: در مورد جامدات از واژه تنش و در سیالات از واژه فشار استفاده می‌شود.

### تعریف سیال[1] (شاره)

به ماده‌ای که با اعمال کمترین تنش برشی، قابلیت روان شدن یا جاری شدن داشته باشد، سیال گویند. سیالات به شکل گاز یا مایع هستند، نظیر هوا و آب.

گفت‌وگوی کلاسی

تفاوت بین جامدات و مایعات را با تحلیل تصاویر زیر بیان کنید.




۱- Fluid

کار کلاسی

**مواد زیر چه تفاوتی با هم دارند؟ آنها را در دسته بندی‌های خواسته شده تفکیک کنید؟**

| | عسل | شیر | آهن | سنگ | یخ | آب | بخارآب | هوا | قیر | روغن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **موادی که قابلیت جاری شدن دارند.** | | | | | | | | | | |
| **موادی که قابلیت جاری شدن ندارند.** | | | | | | | | | | |

## گرانروی[1] ( لزجت)

گفت‌وگوی کلاسی

ـ آیا دو سیال روغن و آب مانند هم جاری می‌شوند؟ کدام یک روان‌تر، جاری می‌شود؟
ـ آیا دو سیال هوا و بخار آب مانند هم جاری می‌شوند؟ کدام یک روان تر جاری می‌شود؟

به میزان مقاومت سیالات، در برابر جاری شدن **گرانروی** یا **لزجت** می‌گویند که از خواص یک سیال می‌باشد، لزجت را با $\mu$ نمایش می‌دهند و یکای آن در سیستم اندازه گیری SI، Pa.s است.
طبق قانون نیوتن، تنش برشی با لزجت رابطه مستقیم دارد، بنابراین هرچه لزجت یک سیال کمتر باشد، تنش برشی کمتری برای جاری شدن نیاز دارد.



**شکل ۱ـ مقایسه روانی جریان سیالات با لزجت متفاوت**

۱ -Viscosity

گفت‌وگوی کلاسی

ـ آیا گرانروی یک سیال مایع در دماهای مختلف یکسان است؟
ـ آیا گرانروی با میزان تنشی که به سیال وارد می‌شود، تغییر می‌کند؟

پژوهش کنید

آیا میزان گرانروی سیالات بر عملکرد تجهیزات تأسیساتی مانند لوله‌ها، مخازن، پمپ‌ها و فرایندهای مربوط تأثیر دارد؟

## تراکم پذیری

به‌دلیل فاصله‌ای که بین مولکول‌های گازی وجود دارد، قابلیت فشرده شدن را دارا می‌باشند که به آن خاصیت تراکم‌پذیری[۱] نیز می‌گویند.
به سیالاتی که قابلیت فشرده شدن را ندارند، سیالات تراکم ناپذیر[۲] می‌گوییم.

پژوهش کنید

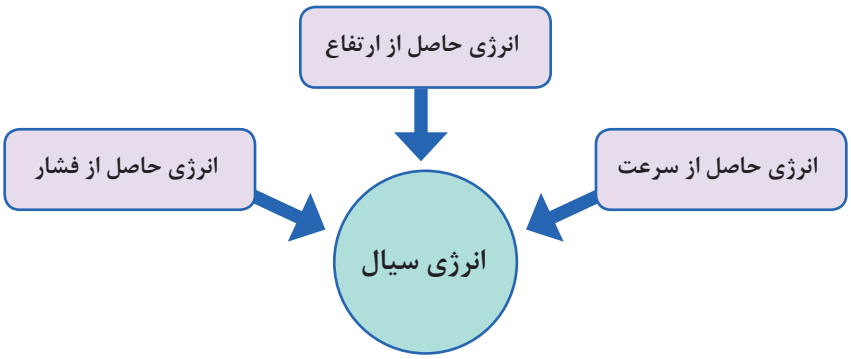
ـ ساختار مخزن انبساط بسته چگونه است، چرا از سیال گازی در آنها استفاده می‌شود؟
ـ دلیل استفاده از مخزن انبساط در مدارات لوله‌کشی آب، چیست؟
ـ در تأسیسات آبرسانی، برای انتقال آب در مدار لوله‌کشی از چه دستگاهی استفاده می‌شود؟
ـ در سیستم‌های سرمایشی، برای گردش گاز مبرد در مدار از چه دستگاهی می‌توانیم استفاده کنیم؟ تفاوت کمپرسور و پمپ چیست؟

پژوهش کنید



چگالی چیست؟
به چه دلیل هوای گرم به سمت بالا حرکت می‌کند؟
در مورد ترموسیفون در مدار گرمایش پژوهش کرده، نتایج را در کلاس ارائه دهید.

۱- Compressible
۲-Incompressible

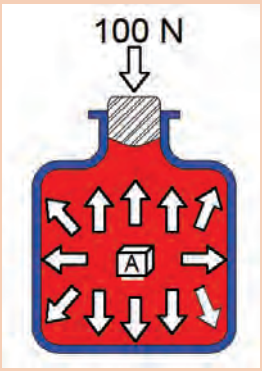



### اصل پاسکال

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها درباره سیالات تراکم ناپذیر این است که اگر بر بخشی از سیال تراکم ناپذیر محصور در یک ظرف فشار وارد کنیم این فشار، بدون ضعیف شدن به بخش‌های دیگر سیال و دیواره‌های ظرف منتقل می‌شود، این ویژگی سیالات تراکم ناپذیر، اصل پاسکال نامیده می‌شود.

نکته: فشار در تمام نقاط ظرف یکسان نیست بلکه میزان فشار وارده با فشار اولیه جمع می‌شود.

کار کلاسی

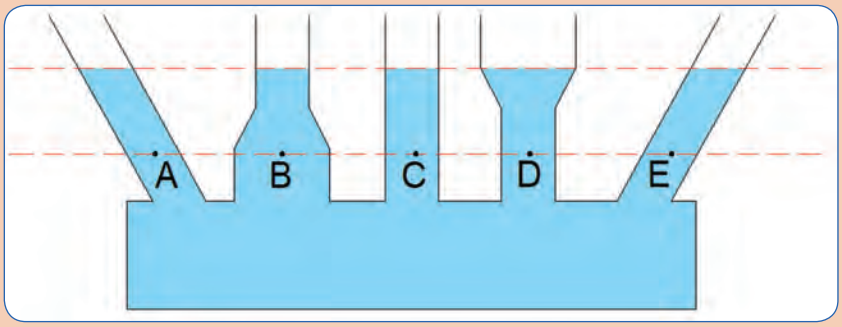



در شکل روبه‌رو نیروی ۱۰۰ نیوتنی بر چوب پنبه با مساحت یک سانتی‌متر مربع اعمال شده است، اختلاف فشاری که بر نقاط مختلف، از جمله بر سطوح مختلف مکعب A غوطه‌ور در سیال وارد می‌شود را تعیین کنید.

** دراین تصویر، انرژی حاصل از سرعت، در انرژی سیال نقشی ندارد.

گفت‌وگوی کلاسی

فشار کدام یک از نقاط A ، B ، C ، D و E بیشترین و کدام کمترین است؟



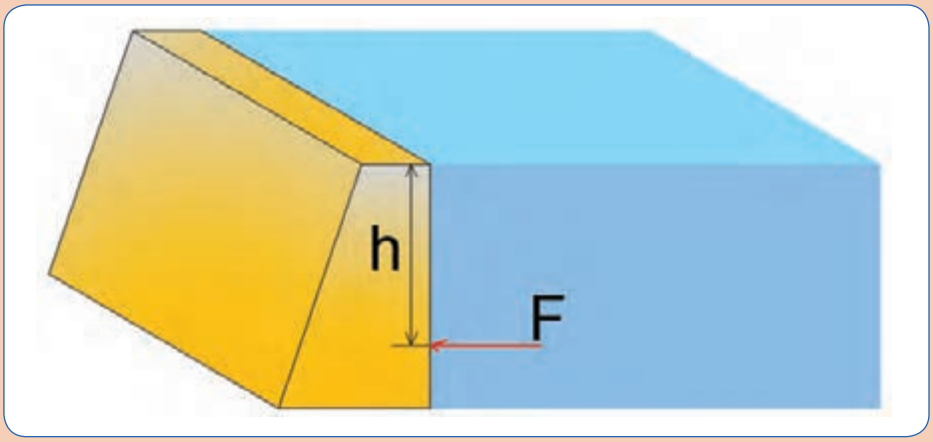

** در این تصویر انرژی حاصل از فشار و انرژی حاصل از سرعت در انرژی سیال نقشی ندارند.

نکته

در تصویر صفحه قبل فشار اتمسفر، یکسان به‌همه سطوح آزاد مایع وارد می‌شود، بنابراین از نوشتن آن در معادله فشار خودداری می‌کنیم و فقط فشارهای نسبی را با هم مقایسه می‌کنیم. $P = \rho gh$

گفت‌وگوی کلاسی

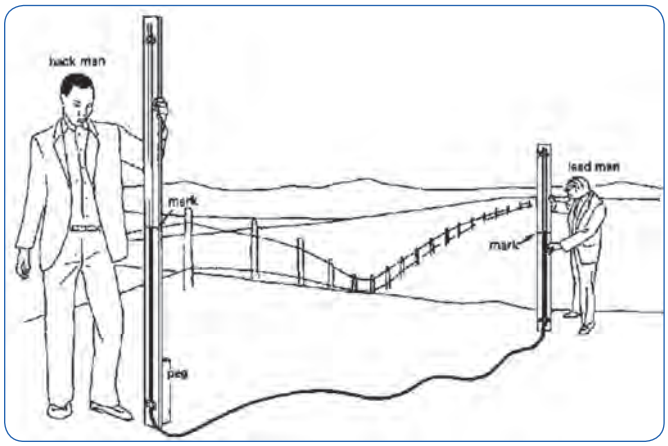
در تصویر زیر به‌چه دلیل هرچه عمق آب افزایش می‌یابد پایه سد در آن قسمت قطورتر می‌شود؟




**آزمایش**

| | |
|---|---|
| **هدف** | ترازیابی |
| **شرح** | $\frac{۲}{۳}$ یک شیلنگ شفاف به قطر ۵ میلی متر و طول ۴ متر را با آب پر کنید، دو سر شیلنگ را رو به بالا کنار هم نگه دارید و از هم سطح بودن آب در دو طرف اطمینان حاصل نمایید. مطابق تصویر نقاطی را که هنرآموز مربوطه تعیین می‌کند ترازیابی کنید. |
| **پرسش** | ـ توجیه علمی‌این آزمایش چیست؟<br>ـ آیا از این آزمایش می‌توانیم در شیب‌بندی لوله‌های تأسیسات استفاده کنیم؟<br>ـ اگر داخل شیلنگ حباب‌های هوا وجود داشته باشد چه اتفاقی می‌افتد؟<br>ـ آیا از این آزمایش می‌توانیم به تراز نصب رادیاتورهای یک مجموعه پی‌ببریم؟ |
| **نتیجه** | |





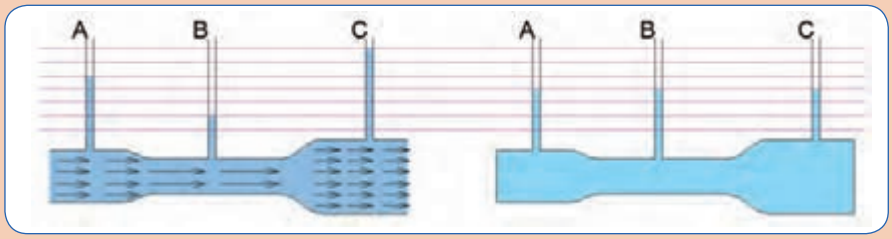

**شکل۲ـ استفاده از شیلنگ تراز در زمین‌های ناهموار**

## قانون برنولی

کار کلاسی

تصاویر زیر را مورد بحث قرار دهید :

الف) سیال بدون جریان، قطر لوله متغیر　　ب) سیال در حال جریان، قطر لوله متغیر




* در حالت افقی که بین نقاط A , B , C اختلاف ارتفاع نداریم، انرژی سیال شامل انرژی حاصل از فشار و سرعت خواهد بود.
* درجاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار کمتر است. ( فلش‌های با طول بلند به‌معنی سرعت بالاتر می‌باشد.)

قانون برنولی برای سیالی که به‌طور لایه‌ای و در امتداد افق حرکت می‌کند به‌صورت زیر بیان می‌شود:

**درمسیرحرکت شاره، با افزایش تندی شاره، فشارآن کاهش می‌یابد.**

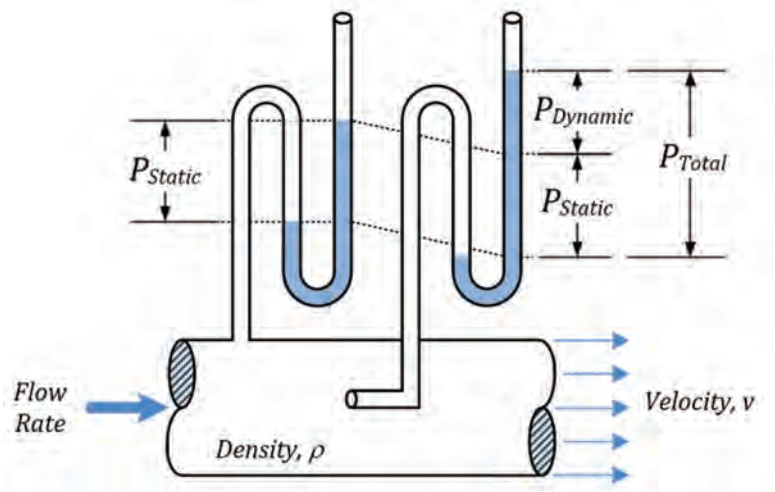
گفت‌وگوی کلاسی

در تصویر زیر، وضعیت آب دریا را پس از عبور هواپیما، با توجه به قانون برنولی تحلیل کنید.



نکته

قانون برنولی نه‌تنها برای مایع‌ها، بلکه برای گازها نیز برقرار است.

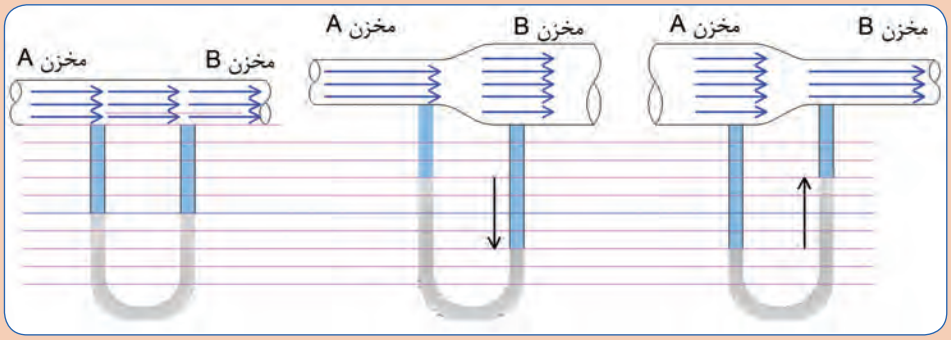



**شکل ۳ـ نحوهٔ اندازه‌گیری فشار استاتیک و فشار دینامیک**

| | | |
|---|---|---|
| آزمایش | هدف | بررسی فشار استاتیکی و دینامیکی |
| | شرح | شیر آب را تا حدی باز کنید که آب قطره قطره و خیلی محدود شروع به چکیدن کند، با دست خود خروجی آب را به مدت یک دقیقه مسدود کنید. |
| | پرسش | آیا فشار آب را روی دست خود احساس می‌کنید؟ |
| | | زمانی که جلوی خروج آب را گرفته‌اید سرعت آب چقدر خواهد بود؟ |
| | | زمانی که شیر کاملاً بسته است، چه نوع فشاری روی شیر وارد می‌شود؟ |
| | نتیجه | |

کار کلاسی

با درنظر گرفتن قانون برنولی تصاویر زیر را تحلیل کنید.




** قانون برنولی در حالت کلی

انرژی حاصل از ارتفاع + انرژی حاصل از سرعت + انرژی حاصل از فشار = انرژی جریان سیال

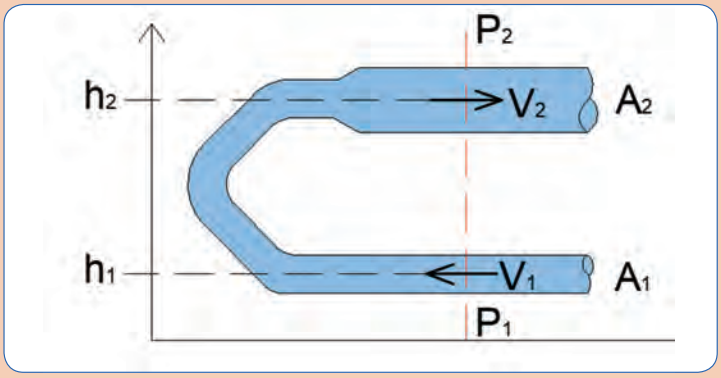
- در کدام مقطع، انرژی حاصل از فشار بالاتر است؟
- در کدام مقطع، انرژی حاصل از سرعت بالاتر است؟
- در مانومتر از کدام مؤلفه انرژی بهره برده‌ایم؟

پژوهش کنید

هد با فشار چه تفاوتی دارد؟

کار کلاسی

رابطه نوشته شده براساس قانون برنولی را با توجه به تصویر تحلیل کنید.



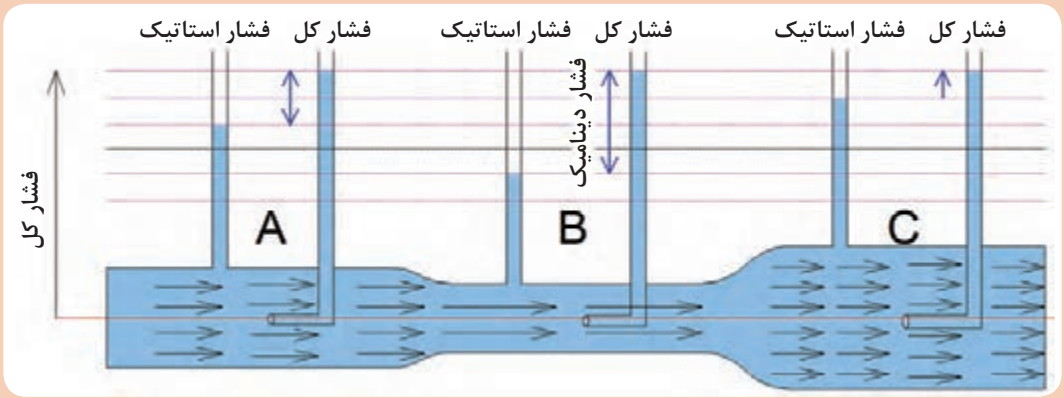

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{1}{2g}{v_1}^2 + h_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{1}{2g}{v_2}^2 + h_2$$

نکته

در صنعت، از سیال به‌عنوان عامل انتقال انرژی استفاده می‌شود، در صنعت تأسیسات انتقال انرژی بیشتر به شکل گرما یا سرما و در صنایع هیدرولیکی به‌شکل انتقال قدرت، صورت می‌گیرد.
در جاهایی که منظور از انتقال انرژی، گرما یا سرما می‌باشد از یکای انرژی و در جاهایی که انتقال قدرت مدنظر باشد از یکای فشار استفاده می‌کنیم.

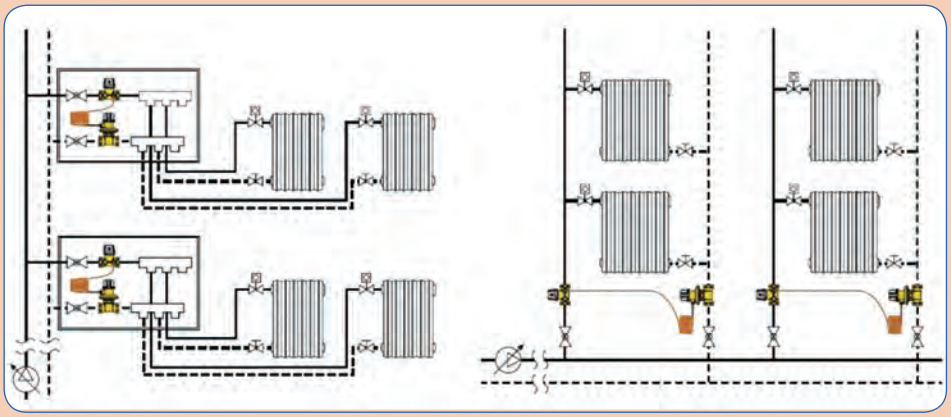
کار کلاسی

با توجه به قانون برنولی تصویر شماتیک زیر را تحلیل کنید. (از مقاومت مسیر در مقابل جریان صرف‌نظر شده است)

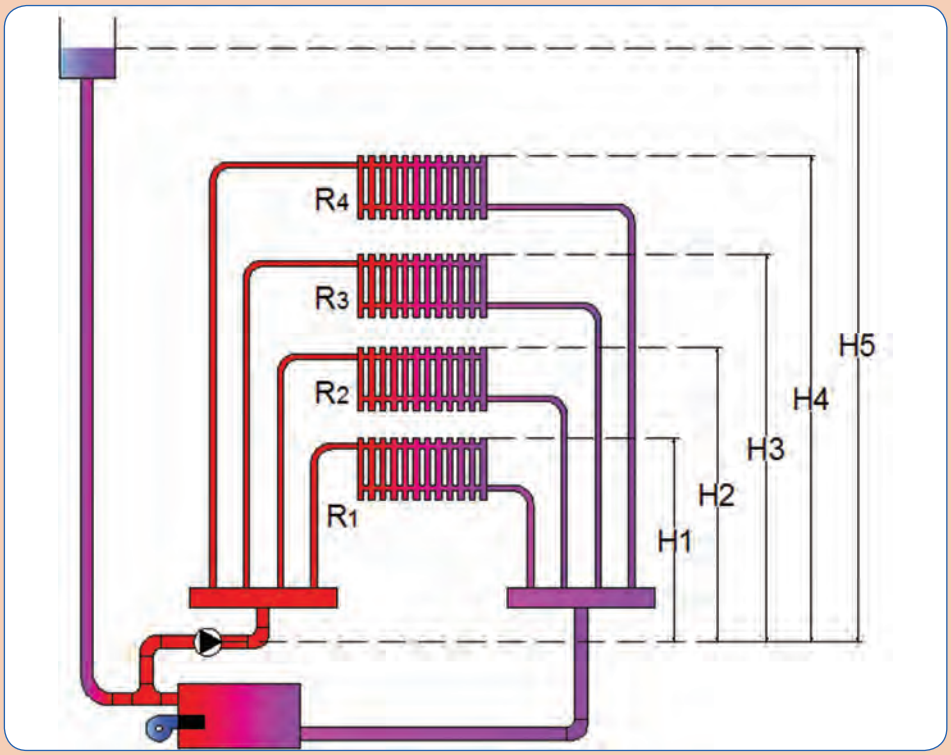


پژوهش کنید

در مورد عملکرد شیر picv که در بالانس مدار گرمایش و سرمایش استفاده می‌شود، پژوهش کرده و نتایج را درکلاس ارائه دهید.



کار کلاسی



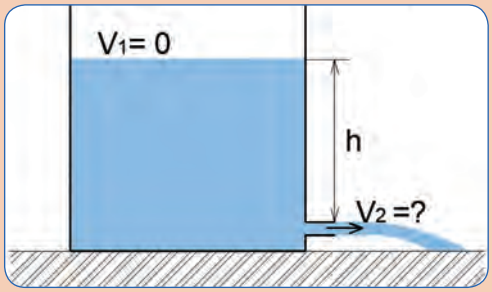

شکل ۴ـ تحلیل مؤلفه‌های معادله برنولی در سیستم گرمایش

با توجه به شکل بالا و معادله برنولی، تحلیل خود را در مورد مؤلفه‌های انرژی، فشار و هد بیان کنید.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| وضعیت الف) پمپ و دیگ خاموش است. | | | | | | | | |
| وضعیت ب) پمپ خاموش اما گردش طبیعی آب وجود دارد. | | | | | | | | |
| | وضعیت الف | | | | وضعیت ب | | | |
| مؤلفه | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ |
| هد استاتیک | | | | | | | | |
| هد دینامیکی | | | | | | | | |

کار کلاسی

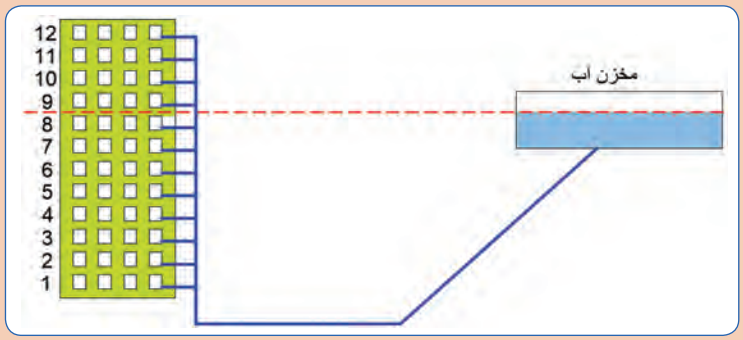
با استفاده از رابطه برنولی سرعت خروج آب را از مخزن به‌دست آورید. (چگالی آب $\rho$ و شتاب جاذبه $g$)




کار کلاسی

تصویر زیر را تحلیل کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید: (حداقل فشار استاتیک مورد نیاز را به اندازه ارتفاع دو طبقه از ساختمان بلند در نظر بگیرید.)

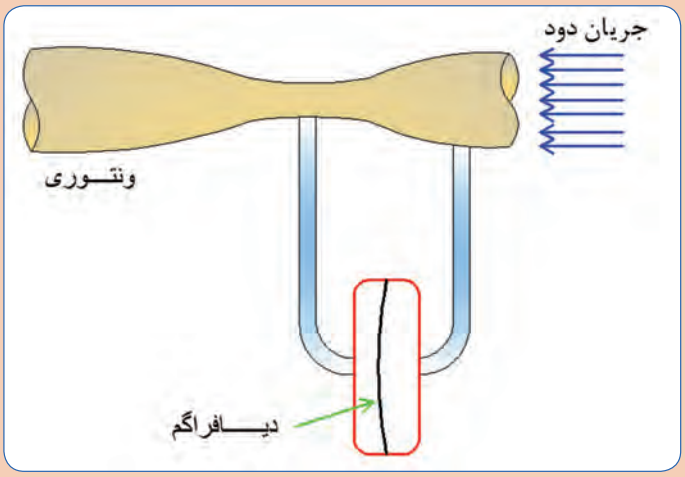
- آب به کدام طبقات نمی‌رسد؟
- آب به کدام طبقه از برج می‌رسد اما فشار لازم برای خروج از لوله را ندارد؟
- آب در کدام طبقات نیاز به فشار بیشتر دارد؟
- درکدام طبقات فشار خروجی آب مناسب است؟




نکته: از دید فشار استاتیکی بررسی شود.

آزمایش

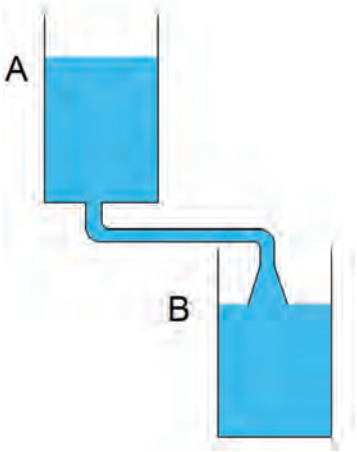
کاربرد ونتوری در پکیج شوفاژ دیواری را در کلاس به‌صورت عملی با دمیدن هوا مورد آزمایش قرار دهید.



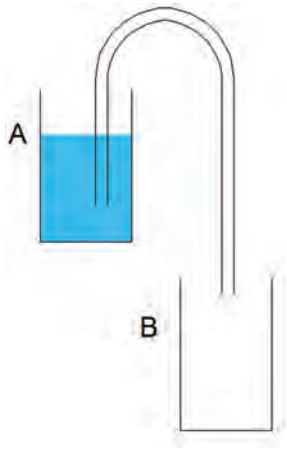

## سیفوناژ

گفت‌وگوی کلاسی

با مقایسه تصاویر بیان کنید، به چه‌دلیل سیال درون مخزن A در تصویر(ب) نمی‌تواند به مخزن B منتقل شود؟ آیا می‌توانیم شرایطی را ایجاد کنیم تا عمل تخلیه در تصویر (ب) خود به خود انجام شود؟



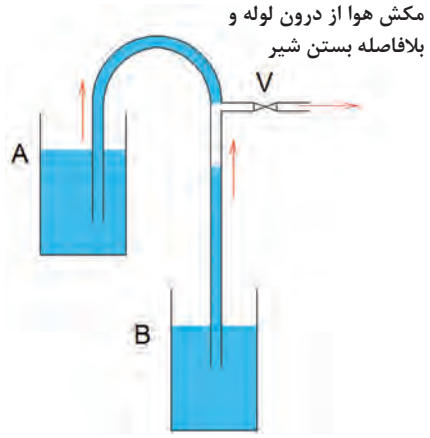

( الف )



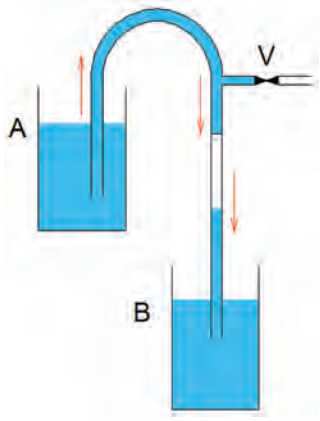

( ب )

گفت‌وگوی کلاسی

در تصویر (پ) هوای درون لوله را که به‌سیال هر دو مخزن ارتباط دارد مکش نموده و بلافاصله شیر را بسته‌ایم، در زمان مکش آب هر دو مخزن به‌سمت شیر مکش حرکت می‌نماید، اما پس از بسته شدن شیر، مطابق تصویر (ت) سیال درون لوله به‌صورت دائمی به‌سمت مخزن B جریان یافته است، با توجه به قوانینی که در مورد سیالات فرا گرفته‌اید دلیل این اتفاق را بیان کنید.




( پ )

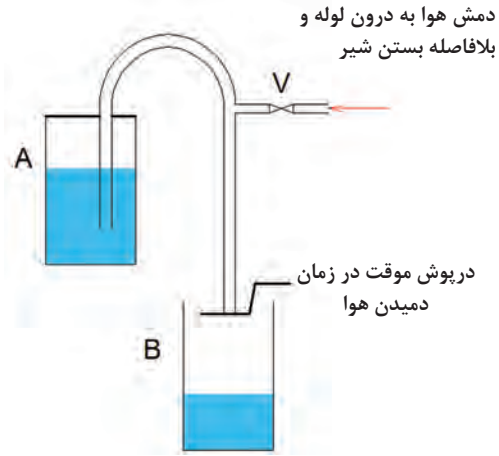



( ت )

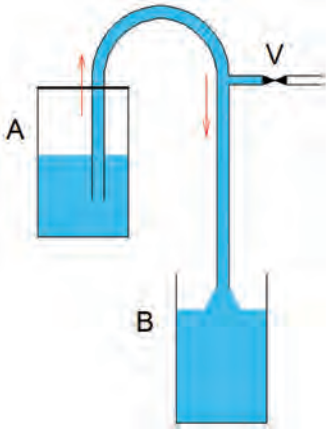
گفت‌وگوی کلاسی

در تصویر (ث) مقداری هوا به درون لوله دمیده و بلافاصله شیر را بسته‌ایم، در زمان دمش موقتاً خروجی به‌سمت مخزن B را مسدود کرده و ارتباط مخزن A را از فشار اتمسفر با بستن درب مخزن جدا کرده‌ایم.

در تصویر (ج) شیر دمش هوا را بسته و درپوش لوله را هم برداشته‌ایم، دلیل جریان دائمی را طبق قوانین سیالات بیان کنید.




( ث )




( ج )

آزمایش

مواردی را که در بحث کلاسی در صفحه قبل به آن اشاره شد، با راهنمایی هنرآموز محترم، به‌صورت عملی مورد آزمایش قرار دهید.

سیفون[1] مجرایی به‌شکل U معکوس است که برای انتقال مایع از یک مخزن به‌سمت بالا و سپس به‌سمت پایین تا سطح گرانش پایین‌تر، زمانی که نیروی اولیه‌ای به‌سیال، اعمال شده باشد استفاده می‌شود، به عمل انجام شده سیفوناژ می‌گویند.

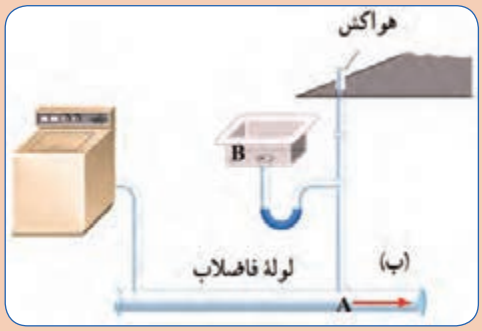
نکته

به زانویی شتر گلوی استفاده شده در زیر وسایل بهداشتی برای تخلیه فاضلاب، تله مایع (تراپ[2]) می‌گویند.

کار کلاسی

در تصویر (الف) در زمان عبور آب ماشین لباسشویی از نقطه A آب درون زانویی (تله مایع) زیر ظرف‌شویی تخلیه می‌شود، اما در تصویر (ب) این اتفاق نمی‌افتد، باتوجه به قانون برنولی و خاصیت سیفون تحلیل خود را بیان کنید.



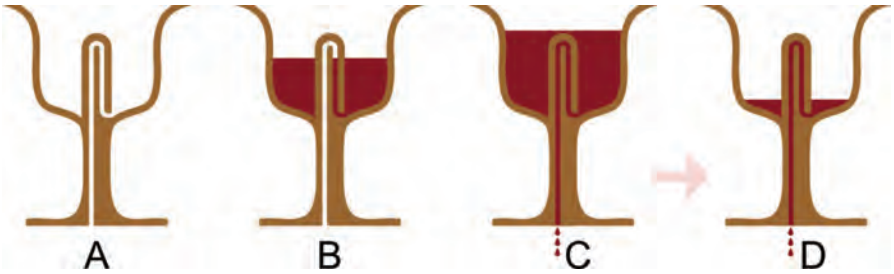




۱ـ Siphon

۲ـ trap

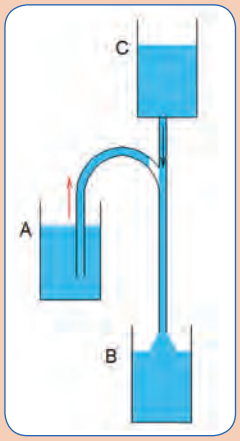
پژوهش کنید

در مورد مکانیزم کاس العدل و نحوه عملکرد آن براساس خاصیت سیفون پژوهش کنید و تحلیل خود را در کلاس ارائه دهید.

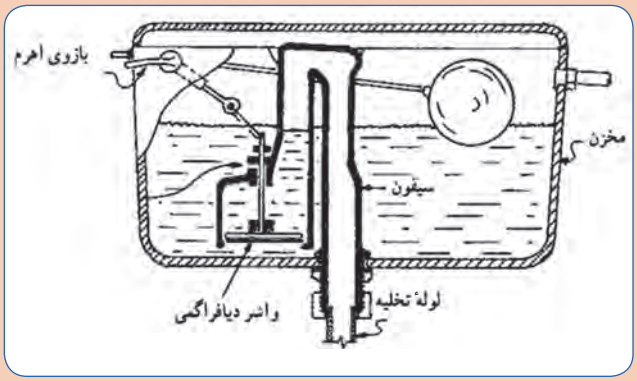



پژوهش کنید

در مورد تصاویر زیر پژوهش کنید و تحلیل خود را در کلاس ارائه دهید.




دلیل تخلیه مخزن A چیست؟

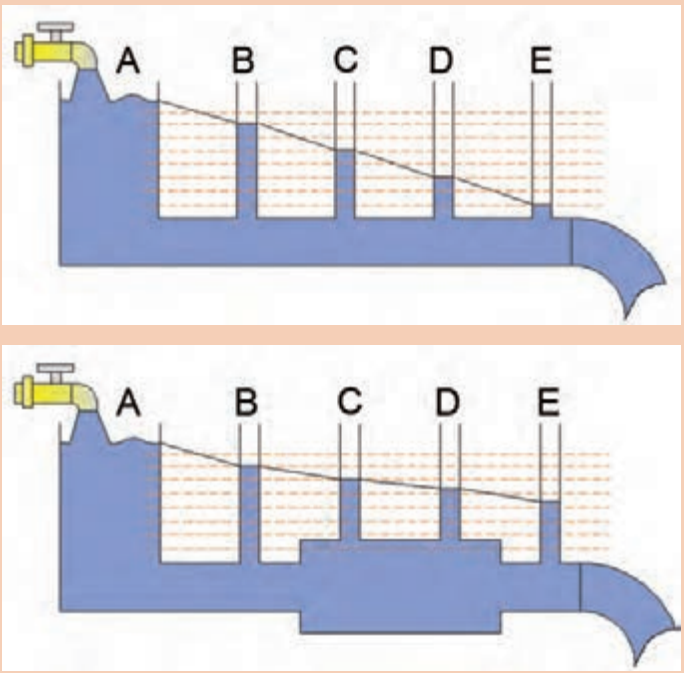



مکانیزم عملکرد فلاش تانک چگونه است؟

## افت فشار[1]

گفت‌وگوی کلاسی

ـ در کدام نقاط بیشترین و کمترین فشار وجود دارد؟
ـ دلیل کاهش فشار در نقاط مختلف، چیست؟
ـ نرخ کاهش فشار نقاط متناظر در دو خط لوله را با هم مقایسه کنید.




هنگامی‌که آب یا هر سیال دیگری در لوله‌ها و کانال‌ها جریان می‌یابد، در اثر اصطکاک ناشی از تماس سیال با جداره‌ها، مقداری از فشار سیال کاسته می‌شود که به آن افت فشار می‌گوییم.
عواملی که در افت فشار تأثیر دارند عبارت‌اند از : زبری جداره داخلی، قطر لوله، سرعت سیال، نوع اتصالات، انشعابات و تغییر مسیرها، آشفتگی جریان و...

پژوهش‌کنید

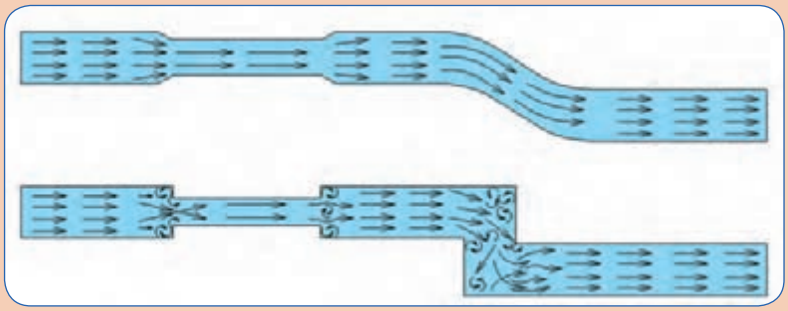
در مورد افت فشار موضعی و افت فشار طولی پژوهش کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

۱- Head loss

## جریان آرام[۱] و جریان آشفته[۲]

گفت‌وگوی کلاسی

وضعیت جریان در لوله‌های زیر را تحلیل و با هم مقایسه کنید.



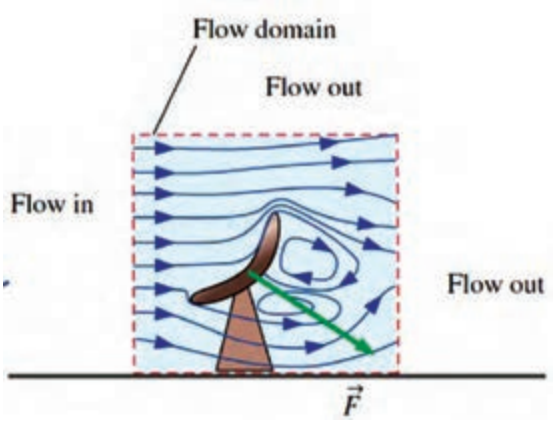
درشرایط ایده‌آل، ذرات یک مایع، در درون یک لوله، در مسیرهای مستقیم و موازی باهم حرکت می‌کنند، درچنین شرایطی گفته می‌شود که جریان سیال از نوع جریان آرام است، به جریان آرام جریان لایه‌ای هم می‌گویند.

در جریان آرام سرعت خطوط جریانی کم است و کمترین اصطکاک با جداره داخلی لوله ایجاد می‌شود در نتیجه افت فشار کم خواهد بود.

جریانِ آشفته در شرایطی به وجود می‌آید که ذرات سیال، به‌راحتی و در مسیرهای موازی حرکت نکنند.

معمولاً جریان آشفته، زمانی تولید می‌شود که مسیر جریان سیال و یا سطح مقطع لوله، ناگهان تغییر کند و یا آنکه سرعت حرکت ذرات سیال بسیار زیاد باشد.

جریان آشفته باعث افت فشار در مسیر جریان، سر و صدا و هدر رفت انرژی می‌شود.






شکل ۵ ـ جریان آشفته

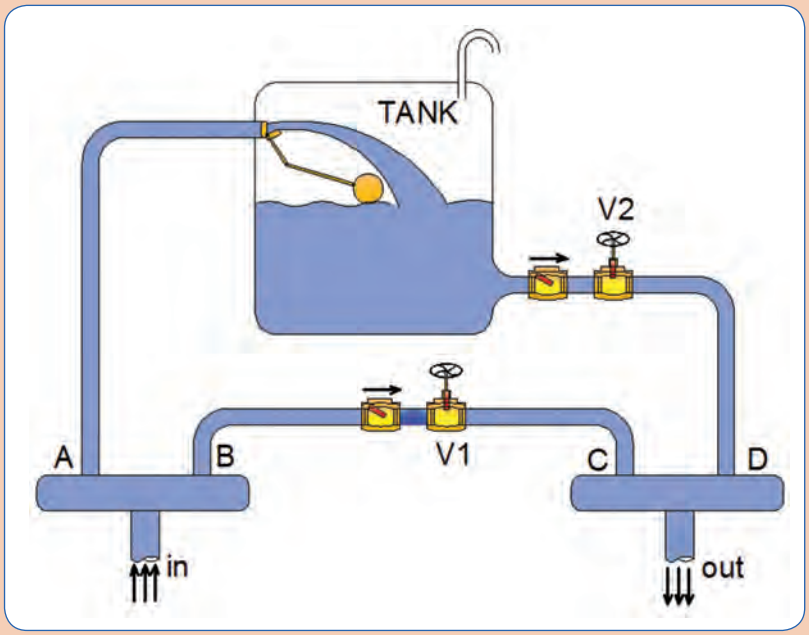
۱ - Laminar flow

۲- Tubulent flow

## قانون پیوستگی : ( بقای جرم)

کار کلاسی

تصویر زیر، بخشی از یک سیستم لوله‌کشی است که می‌خواهیم آن را تحلیل کنیم، در علم سیالات به چنین بخشی که برای تحلیل و مطالعه رفتار سیال جدا می‌کنیم، اصطلاحاً حجم کنترل گوییم.
حجم کنترل زیر را تحلیل و به سؤالات پاسخ دهید.




- در هر ثانیه ۱۰ لیتر آب وارد حجم کنترل می‌شود و ۶ لیتر خارج می‌شود، آب ذخیره شده در هر ثانیه چند لیتر است؟ (شیر V۲ بسته، شیر V۱ باز است.)
- در هر ثانیه ۱۰ لیتر آب وارد حجم کنترل می‌شود و ۶ لیتر خارج می‌شود، آب ذخیره شده در هر ثانیه چند لیتر است؟ (شیر V۲ باز، شیر V۱ بسته است.)
- در هر ثانیه ۱۰ لیتر آب وارد حجم کنترل می‌شود و ۱۱ لیتر خارج می‌شود، تحلیل خود را بیان کنید. (شیر V۲ باز، شیر V۱ بسته است.)
- آب خروجی از حجم کنترل در هر ثانیه ۱۰ لیتر است و همزمان حجم آب مخزن ۳ لیتر در هر ثانیه افزایش یافته است، آب ورودی به حجم کنترل در هر ثانیه چند لیتر خواهد بود؟
- آب خروجی و آب ورودی به‌حجم کنترل در هر ثانیه ۱۰ لیتر می‌باشد، آب درون مخزن چقدر کاهش یا افزایش داشته است؟
- آیا این امکان وجود دارد که در هر ثانیه ۱۰ لیتر آب وارد و ۸ لیتر آب از حجم کنترل خارج شود بدون اینکه افزایشی در آب ذخیره شده داشته باشیم؟

یادآوری

به حجم سیال عبوری در واحد زمان دبی حجمی می‌گوییم و آن را با Q نشان می‌دهیم، واحدهای دبی در سیستم اندازه گیری متریک لیتر بر ثانیه $\frac{Lit}{s}$، و در سیستم SI متر مکعب بر ثانیه $\frac{m^3}{s}$ می‌باشد.

پژوهش‌کنید

یکاهای دبی را در سیستم اندازه‌گیری IP بیان کنید.

طبق قانون بقای جرم تغییرات جرم داخل حجم کنترل برابر مجموع دبی‌های جرمی ورودی منهای مجموع دبی‌های جرمی‌خروجی است.

$$\frac{\text{تغییرات جرم داخل حجم کنترل}}{\text{زمان}} = \text{(دبی‌های جرمی ورودی)} - \text{(دبی‌های جرمی خروجی)}$$

## دبی جرمی

به‌میزان جرم عبوری در واحد زمان دبی جرمی‌گوییم و آن را با $\dot{m}$ نشان می‌دهیم، واحد دبی جرمی کیلوگرم بر ثانیه $\frac{kg}{s}$ می‌باشد.

نکته

می‌توانیم به جای دبی جرمی از دبی حجمی(Q) استفاده کنیم $\Rightarrow \dot{m} = \rho.Q$

پژوهش‌کنید

با استفاده از قانون پیوستگی چگونه می‌توانیم نشتی مدار لوله‌کشی آب ساختمان را تشخیص دهیم؟

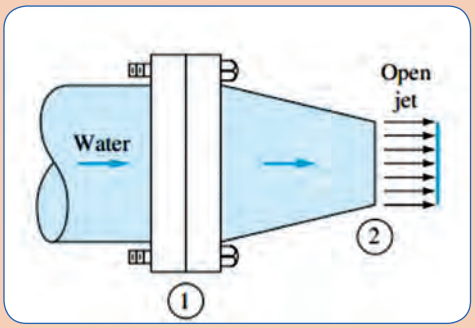
## ممنتوم[1]

گفت‌وگوی کلاسی

در نازل آتش نشانی داده شده :

ـ آیا نیرویی به پیچ و مهره‌های فلنج وارد می‌شود؟

ـ نازل به کدام سمت تمایل به حرکت دارد؟




حاصل ضرب جرم یک جسم در سرعت آن را ممنتوم ( اندازه حرکت ) گفته می‌شود، واحد ممنتوم کیلوگرم متر بر ثانیه است.

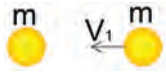
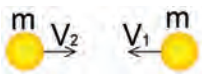
$$\text{ممنتوم} = m.v$$

هرگاه سیالی به یک جسم جامد برخورد نماید از طرف سیال، نیرویی بر آن جسم وارد می‌شود، مقدار این نیرو برابر تغییرات ممنتوم جسم، در راستای اعمال نیرو است.

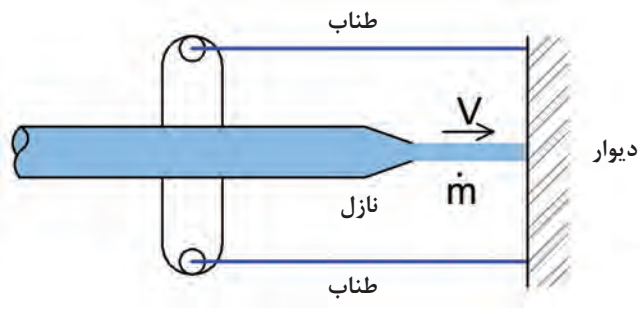
$$\text{نیرو (نیوتن)}\quad f = \dot{m}(v_2 - v_1)$$

کار کلاسی

- با توجه به فرضیات داده شده در کدام وضعیت دو جرم m با هم برخورد می‌کنند؟
- ممنتوم هر یک جرم را در ستون مربوطه بنویسید.
- نیرویی که دو جسم به جرم m به یکدیگر وارد می‌کنند را محاسبه کنید.

| فرضیات | ممنتوم جرم با سرعت $v_1$ | ممنتوم جرم با سرعت $v_2$ | نیرو | تصویر |
|---|---|---|---|---|
| $V_2<V_1$ | | | |  |
| $V_2>V_1$ | | | |  |
| $V_2=0$ | | | |  |
| $V_2>V_1$ | | | |  |

۱-Momentum




شکل ۶ـ مُمنتوم

برای محاسبه نیروی ممنتوم سیال از دبی جرمی $\dot{m}$ استفاده می‌شود:

$f = \dot{m}(v_2 - v_1)$ نیرو (نیوتن)

نکته

ممنتوم در دو نوع ممنتوم خطی و ممنتوم زاویه‌ای ایجاد می‌شود.

اگر برخورد دو جسم به یکدیگر به‌صورت ناگهانی و در زمان کم اتفاق بیافتد، به آن ضربه می‌گوییم.

گفت‌وگوی کلاسی

عامل چرخش آب پاش ستاره‌ای را در تصویر بیان کنید.



**ضربه قوچ : (چکش آبی[۱])**

گفت‌وگوی کلاسی

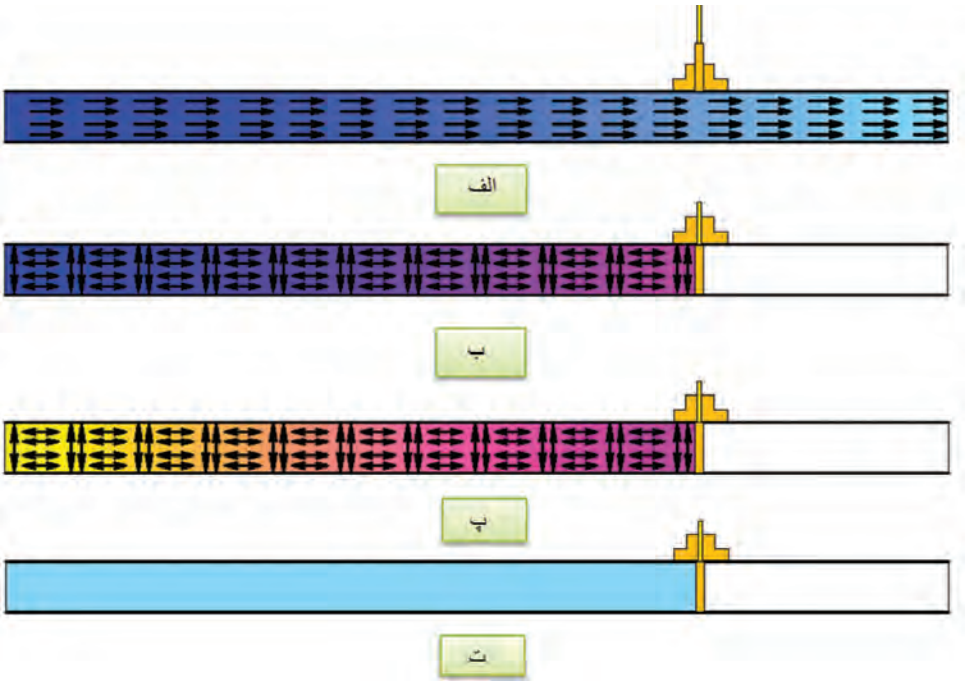
آیا می‌دانید دلیل آسیب‌دیدگی تجهیزات زیر چیست؟



۱-Water hammer

تحلیل

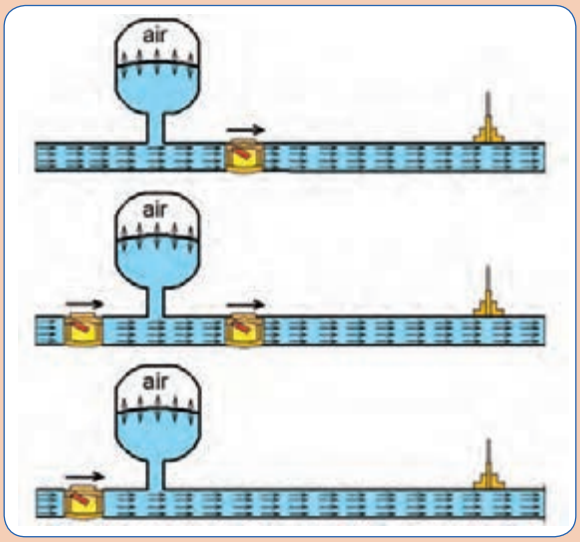
| | |
|---|---|
| الف | ■ جریان پرفشار آب در لوله برقرار است.<br>■ انرژی سیال شامل انرژی فشاری و انرژی جنبشی است.<br>■ طبق قانون ممنتوم، نیرویی متناسب با جرم سیال رو به جلو وجود دارد. |
| ب | ■ شیرفلکه بسته می‌شود و نیروی حرکتی سیال، به ضربه تبدیل می‌شود.<br>■ مؤلفه انرژی سرعتی، ناگهان به مؤلفه فشاری تبدیل می‌شود.<br>■ طبق قانون پاسکال فشار به همه جهات وارد می‌شود.<br>■ ذرات سیال که با سرعت به سمت جلو در حرکت بوده‌اند، با ذرات متوقف شده که انرژی فشاری بالا دارند برخورد می‌کنند. |
| پ | ■ این برخوردها و عکس العمل‌ها به شکل یک موج به عقب برمی‌گردد تا درجایی مستهلک شود.<br>■ موج ایجاد شده، تشدید شده (رزنانس) و در فشارهای کم باعث لرزش و سر و صدا می‌شود اما در فشارهای بالا و در خطوط انتقال، خطر ترکیدگی لوله‌ها و خسارت به تأسیسات، وجود دارد. |
| ت | ■ بعد از مستهلک شدن موج فشاری در چند رفت و برگشت، و انبساط و انقباض خط لوله، حالت سکون در سیال ایجاد می‌شود. |




پژوهش کنید

چه عواملی باعث ایجاد ضربه قوچ می‌شوند؟
چگونه می‌توان اثرات سوء ضربه قوچ را خنثی کرد؟
عدم طراحی صحیح که منجر به ضربه قوچ شود، در دراز مدت چه اثراتی ممکن است داشته باشد.

گفت‌وگوی کلاسی




۱ـ محل نصب شیر یک‌طرفه و منبع انبساط را در تصویر زیر تحلیل کنید، کدام‌یک برای دفع اثر ضربه‌قوچ کاربرد دارد؟

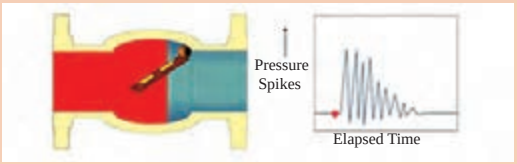
۲ـ از ضربه‌قوچ چه استفاده‌ای می‌توان کرد؟

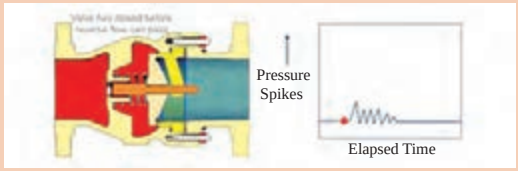
پژوهش کنید

مکانیزم پمپ قوچ آبی چگونه است و ضربه قوچ در پمپ قوچ آبی، چه کاربردی دارد؟

گفت‌وگوی کلاسی

کدام یک از شیرهای یک‌طرفه سوپاپی و بادبزنی در ضربه قوچ تأثیر بیشتری دارد؟



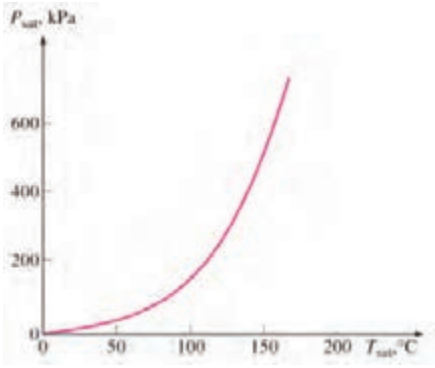

## ارتباط دما با فشار

پرسش کلاسی

- آیا می‌دانید دمای جوشیدن آب چند درجه سلسیوس است؟
- آیا این امکان وجود دارد که آب، در هر دمایی، شروع به جوشیدن کند؟
- آیا می‌توانیم با کاهش فشار یک سیستم، فشردگی مولکول‌های به هم پیوسته آب را کاهش دهیم و شرایط را برای جوشش و بخار شدن آب، بدون تغییر دما، فراهم کنیم؟
- چه ارتباطی میان فشار و دما در سیالات وجود دارد؟

جوشیدن آب در شرایط استاندارد، در کنار دریا، که فشار یک اتمسفر است، در دمای $100^{\circ}C$ اتفاق می‌افتد، اما در شرایط دیگری که فشار کمتر از یک اتمسفر باشد، جوشیدن آب در دمایی کمتر از $100^{\circ}C$ خواهد بود.

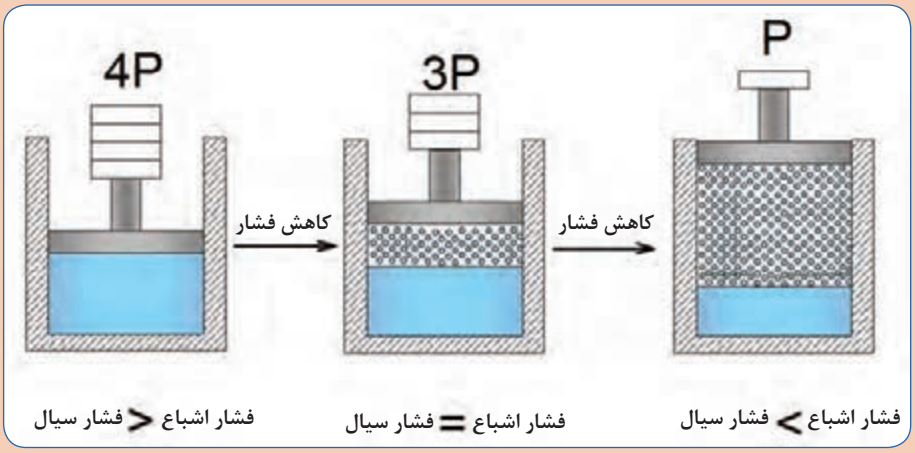
اثرات تغییر **فشار و دما** در سیال، در زمان تغییر فاز، با هم ارتباط مستقیم دارند، به‌عنوان مثال با کاهش فشار، درحالی‌که دما ثابت است، آب از حالت مایع به‌گاز تبدیل می‌شود.




**شکل ۷ــ نمودار فشار و دمای اشباع آب**

گفت‌وگوی کلاسی

سیلندر نشان داده شده در تصویر زیر حاوی آب و بخار آب است، با مقایسه وضعیت‌های نشان داده شده، تحلیل خود را در کلاس ارائه دهید.




ج) در این وضعیت، آب شدیداً، تمایل به بخار شدن پیدا کرده است.

ب) در این وضعیت، آب شروع به جوشیدن کرده و مقداری به بخار تبدیل شده است.

الف) در این وضعیت، آب، در فشار کل مجموعه درحال تعادل است.

آزمایش

**هدف :** جوشش آب در فشار کمتر از یک اتمسفر

**شرح :**

- مقدار مشخصی آب را درون ظرف شیشه‌ای مخصوص آزمایش بریزید و مقدار آن را ثبت کنید.
- دمای محیط را ثبت کنید.
- درب ظرف را با استفاده از چوب پنبه به‌صورت آب بند ببندید.
- پمپ وکیوم را به ظرف متصل کنید و آن را روشن کنید. (دقت کنید آب وارد پمپ وکیوم نشود)
- بعد از اینکه فشار وکیوم به فشار اشباع متناظر با دمای محیط رسید، پمپ وکیوم را خاموش و از ظرف جدا کنید.
- جرم آب موجود در ظرف را اندازه‌گیری و ثبت کنید.

**پرسش :**

- تغییر حالت مایع درون ظرف چگونه است؟
- آیا در طول زمان وکیوم کردن، جرم آب تغییر می‌کند؟
- چه نتیجه‌ای از این آزمایش دریافت می‌کنید؟

نکته

سیالات مایع از جمله آب می‌توانند در دماهای مختلف به‌حالت جوشش درآمده و به گاز تبدیل شوند، به شرط آنکه در فشار مناسب قرار داشته باشند.

- به دمایی که مایع در فشار مشخصی به‌جوش می‌آید دمای جوش (دمای اشباع[۱]) متناظر با آن فشار می‌گویند.
- به فشاری که مایع در دمای مشخصی به‌جوش می‌آید فشار اشباع[۲] متناظر با آن فشار می‌گویند.

چنانچه ماده‌ای به‌صورت مایع در دما و فشار اشباع وجود داشته باشد مایع اشباع[۳] و اگر دمای مایعی کمتر از دما و فشار اشباع باشد مایع متراکم[۴] نامیده می‌شود.

هرگاه ماده‌ای به‌صورت بخار در دما و فشار اشباع وجود داشته باشد بخار اشباع[۵] و اگر دمای بخار بیشتر از دما و فشار اشباع باشد بخار فوق گرم[۶] نامیده می‌شود.

---

۱- Saturation temperature

۲- Saturation Pressure

۳- Saturated liquid

۴- Compressed liquid (sub cooling)

۵- Saturated vapor

۶- Superheated vapor

**جدول ۱ــ دمای جوش و فشار اشباع آب**

| دمای اشباع آب (سلسیوس) | فشار اشباع آب kpa |
|---|---|
| -۱۰ | ۰/۲۶ |
| -۵ | ۰/۴ |
| ۰ | ۰/۶۱ |
| ۵ | ۰/۸۷ |
| ۱۰ | ۱/۲۳ |
| ۱۵ | ۱/۷۱ |
| ۲۰ | ۲/۳۴ |
| ۲۵ | ۳/۱۷ |
| ۳۰ | ۴/۲۵ |
| ۴۰ | ۷/۳۹ |
| ۵۰ | ۱۲/۳۵ |
| ۱۰۰ | ۱۰۱/۴ |
| ۲۰۰ | ۱۵۵۵ |
| ۲۵۰ | ۳۹۷۶ |
| ۳۰۰ | ۸۵۸۸ |

کار کلاسی

| تحلیل خود را از جملات زیر با تعیین درست یا نادرست بودن آنها بیان کنید. | درست | نادرست |
|---|---|---|
| آب در ۱۰۰ درجه سلسیوس می‌جوشد. | | |
| آب درفشار ۱اتمسفردر ۱۰۰ درجه سلسیوس می‌جوشد. | | |
| دمایی که آب درآن می‌جوشد به فشار بستگی دارد. | | |
| اگر فشار آب افزایش یابد، دمای جوش نیز کاهش می‌یابد. | | |
| اگر بخواهیم آب در دمای محیط بجوشد باید فشار آن را کاهش دهیم. | | |
| آب در مناطق مختلف در دماهای مختلف می‌جوشد. | | |

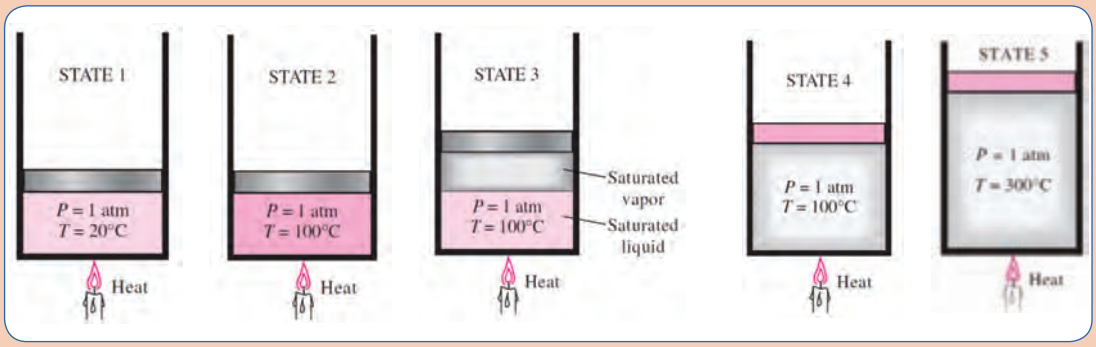
کار کلاسی

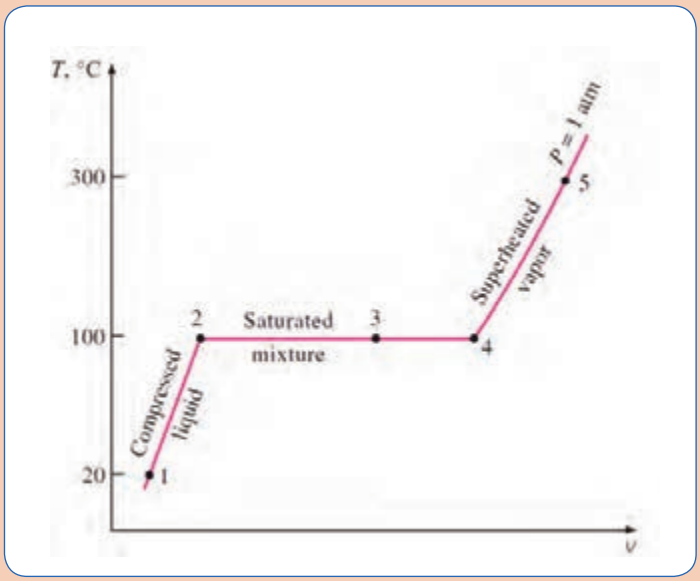
**عبارت‌های با مفهوم یکسان را به هم وصل کنید**

| | |
|---|---|
| مایعی که درآستانه تبخیر[۱] است. | بخاراشباع |
| مایعی که در آستانه تبخیر نیست. | مخلوط اشباع مایع- بخار |
| قسمتی از مایع اشباع تبخیر شده. | بخار فوق‌گرم |
| بخاری که درآستانه چگالش است. | مایع متراکم (مادون سرد) |
| بخاری که در آستانه چگالش نیست. | مایع اشباع |

گفت‌وگوی کلاسی

تصاویر زیر را تحلیل کنید:




۱ـ Saturated temperature

گفت‌وگوی کلاسی

دلیل ایجاد حباب‌های هوا در پروانه ملخی قایق‌ها چیست؟



پرسش کلاسی

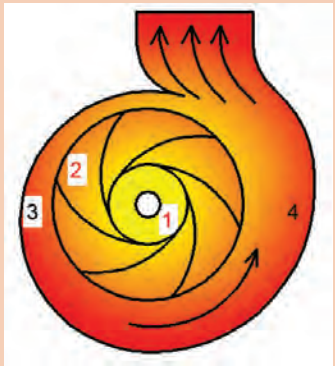
کاویتاسیون چیست وچگونه رخ می‌دهد؟

وقتی که فشار آب در یک مدار به‌مقداری کمتر از فشار بخار اشباع برسد ناپیوستگی درآب به‌صورت حباب‌ها یا حفره‌هایی که با بخار آب پر شده است به وجود می‌آید.
این حباب‌ها پس از طی مسیر کوتاهی به منطقه‌ای با فشار بیشتر رسیده و می‌ترکند و سر و صدا و امواج ضربه‌ای ایجاد می‌کنند و به‌سطح جامد ضربه وارد کرده و باعث فرسایش و خوردگی می‌شود که به این فرایند حفره‌زایی و ترکیدن مداوم کاویتاسیون می‌گویند.
فروید نخستین کسی بود که این پدیده را کشف کرده و نام حفره‌زایی (کاویتاسیون) را برآن نهاد.

گفت‌وگوی کلاسی

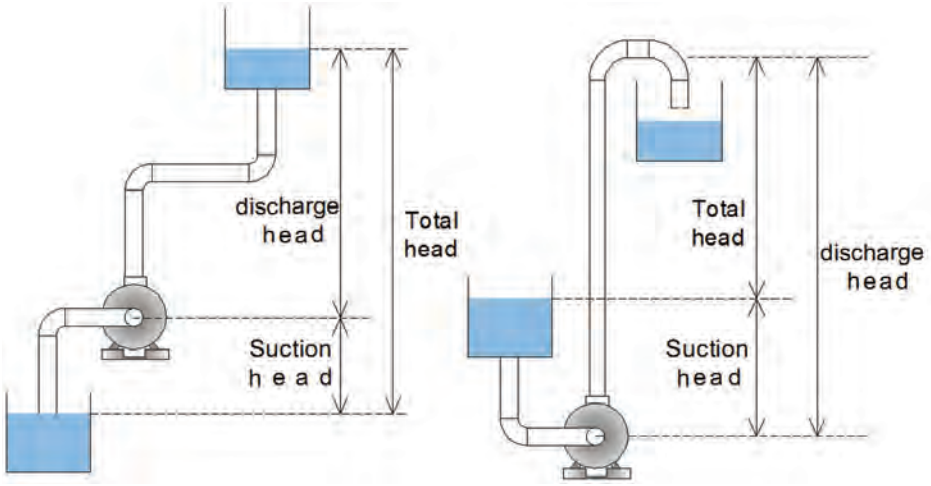
با توجه به توضیحات ذیل به پرسش‌ها پاسخ دهید.

- منطقه (۱): سیال با انرژی (فشار) بسیار پایین وارد این بخش می‌شود. (حرکت سریع هواپیما روی آب را مجدداً تحلیل کنید.)
- منطقه ( ۲ ): انرژی سیال، تحت تأثیر نیروی گریز از مرکز با مؤلفه انرژی جنبشی (فشار دینامیکی) پدیدار می‌شود.
- منطقه ( ۳ ): انرژی جنبشی ذرات سیال با قرار گرفتن در فضای بین لبه پروانه و پوسته حلزونی به مؤلفه انرژی فشاری (فشار استاتیک)تبدیل می‌شود.
- آیا آب به درون پمپ مکش می‌شود یا اینکه با انرژی خود تحت تأثیر فشار اتمسفر وارد پمپ می‌شود؟
- در کدام بخش پمپ، خطر کاویتاسیون وجود دارد؟
- اگر ورودی پمپ را محدود کنیم، چه تأثیری بر پدیده کاویتاسیون می‌گذارد؟
- فشار و سرعت در نقاط ۳ و ۴ را تحلیل کنید.
- آیا نوع طراحی پوسته حلزونی شکل پمپ تأثیری بر پدیده کاویتاسیون دارد؟



## هد مکش مثبت خالص[۱] (NPSH)

به حداقل انرژی با مفهوم هد (فشار) که پمپ برای انجام وظیفه خود به آن نیاز دارد، هد مکش مثبت خالص گفته می‌شود، لذا اگرهد مکش (فشار مکش) به‌اندازه کافی نباشد، پدیده کاویتاسیون رخ خواهد داد.




شکل ۸ ـ هد مکش[۲] و هد دهش[۳] پمپ

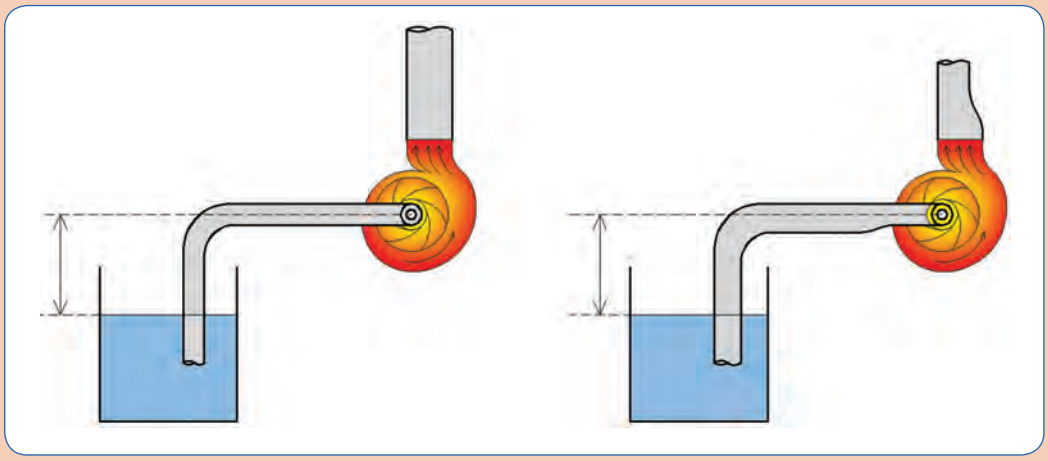
نکته

ـ میزان هد (فشار) قابل دسترس و مفید در نازل مکش پمپ هد مکش نام دارد.
ـ اگر پمپ آب را از مخزنی با سطح تراز پایین‌تر از مرکز پمپ دریافت کند دارای هد مکش منفی و اگر آب را از مخزنی با سطح تراز بالاتر دریافت کند دارای هد مکش مثبت خواهد بود.
ـ پمپ‌ها آب را در ورودی خود مکش نمی‌کنند بلکه آب دارای انرژی کافی (فشار کافی) را دریافت می‌کنند.
ـ پمپ با تبدیل کار مکانیکی به انرژی جنبشی، فشار دینامیکی را پدید آورده و با توجه به نوع طراحی پوسته حلزونی بخش زیادی از فشار دینامیکی به فشار استاتیکی تبدیل و آب به سمت خروجی پمپ هدایت می‌شود.

۱- Net Positive Suction Head
۲- Suction head
۳- Discharge head

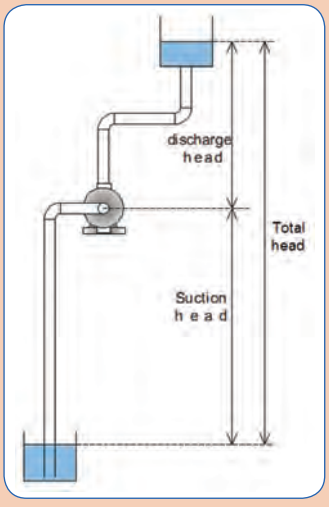
پژوهش کنید

با توجه به‌تفاوت موجود در لوله مکش و دهش پمپ در تصاویر زیر، در مورد پدیده کاویتاسیون پژوهش کنید و تحلیل خود را در کلاس بیان کنید.

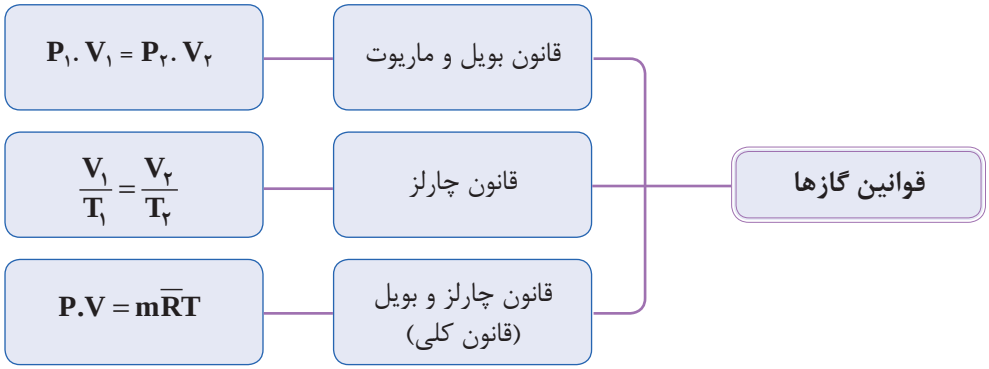


گفت‌وگوی کلاسی

ـ با توجه به اینکه پمپ‌ها، نمی‌توانند مکش کنند، چگونه آب را از مخزن با تراز ارتفاع پایین دریافت می‌کنند؟
ـ آیا پمپ‌ها می‌توانند آب را از هر عمقی دریافت کنند؟
ـ آب موجود در مخزن، انرژی بالقوه خود را از کجا دریافت کرده است؟



## قوانین گازها[1]

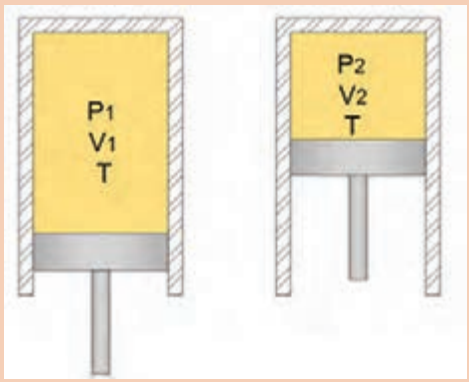



| | | | |
|---|---|---|---|
| **قانون بویل** | اگر دما ثابت باشد، حاصلضرب فشار در حجم گاز مقداری ثابت خواهد بود. | | |
| | P : فشار مطلق (پاسکال) | V : حجم ($m^3$) | $P_1 . V_1 = P_2 . V_2$ |
| **قانون چارلز** | اگر فشار ثابت باشد با افزایش دما حجم گاز افزایش خواهد یافت. | | |
| | T : دمای مطلق (کلوین) | V : حجم ($m^3$) | $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ |

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به تصویر، پرسش‌های زیر را تحلیل کنید. (دما ثابت فرض شده است.)

- هنگامی که حجم سیلندر کاهش یابد چه تغییری در فشار گاز حاصل می‌شود؟
- طبق قانون بویل، هنگامی که فشار سیلندر دو برابر شود حجم گاز چه تغییری می‌کند؟
- آیا این امکان وجود دارد که با افزایش فشار، حجم گاز افزایش یابد؟




۱ـ Gas laws

| قانون کلی گازها | ترکیبی از قوانین چارلز و بویل است و ارتباط بین فشار، حجم و دما را در گازها بیان می کند. | | |
|---|---|---|---|
| | m : جرم مولی ( کیلومول) | ثابت عمومی گازها | |

طبق قانون کلی گازها، اگر یکی از ویژگی های گاز تغییر کند، حداقل یکی دیگر از ویژگی‌ها تغییر خواهد کرد.

گفت‌وگوی کلاسی

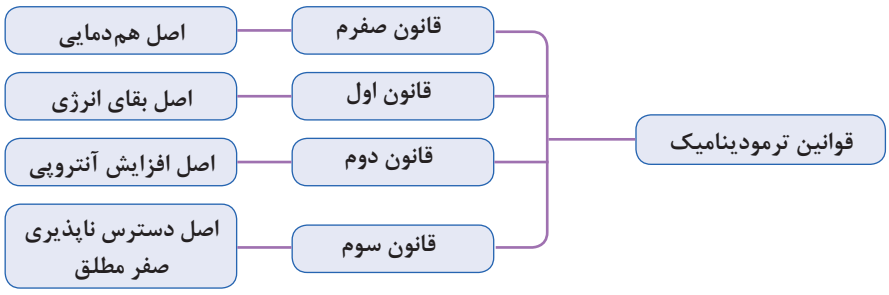
قانون کلی گازها را با فرضیات زیر تحلیل کنید:

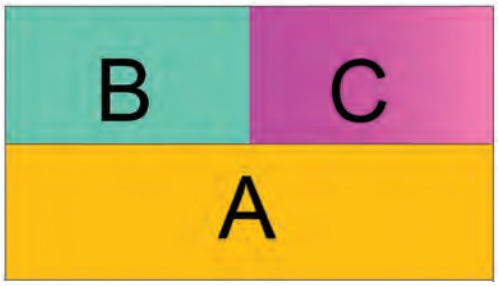
- اگر دما ثابت فرض شود، تغییرات فشار و حجم چگونه خواهد بود؟
- اگر فشار ثابت فرض شود، تغییرات دما و حجم چگونه خواهد بود؟
- اگرحجم ثابت فرض شود، تغییرات فشار و دما چگونه خواهد بود؟

کار کلاسی

- اگر دمای هوای یک اتاق افزایش یابد، فشار هوای اتاق چند پاسکال تغییر خواهد کرد؟
- در صورت افزایش دمای هوا، عبور هوا از منافذ به داخل خواهد بود یا به خارج از اتاق؟
- آیا توجیهی برای پایین بودن دمای هوا در ساختمان هایی که در ارتفاعات قرار دارند وجود دارد؟

## قوانین ترمودینامیک[1]




**قانون صفرم ترمودینامیک (اصل هم دمایی)**

- اگر جسم B با جسم A هم دما باشد و جسم C هم با جسم A هم دما باشد آنگاه نتیجه می‌گیریم که جسم B و جسم C نیز هم دما هستند.
- اگر دو جسم C و B هر کدام جداگانه با جسم A در تعادل گرمایی باشند، با هم در حال تعادل گرمایی‌خواهند بود.

۱- Termodynamic laws

گفت‌وگوی کلاسی

- آیا می‌توانید مثالی بیاورید که قانون صفرم ترمودینامیک را نقض کند؟
- شرط تعادل گرمایی بین دو جسم چیست؟
- کاربرد دماسنج را با قانون صفرم ترمودینامیک تحلیل کنید.

کار کلاسی

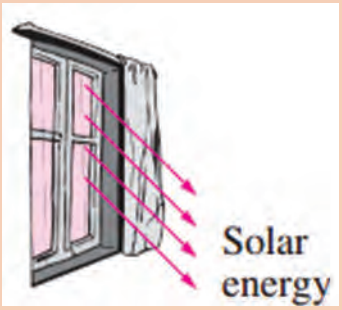


تعدادی قالب یخ $0^{\circ}C$ به وزن ۱۰۰ گرم را درون لیوان آب انداخته‌ایم، مقدار گرمایی که از آب به قالب‌های یخ انتقال می‌آید تا تمام یخ به آب $0^{\circ}C$ تبدیل شود چند ژول است؟

گفت‌وگوی کلاسی

فرض کنید در یک اتاق کاملاً بسته و تاریک قرار دارید، نه چیزی دیده می‌شود و نه هیچ صدایی شنیده می‌شود و نه حرکت مولکول‌های هوا را احساس می‌کنید.

- هنگامی که پرده‌ها کنار روند، با تابش امواج نورانی به اجسام، قادر خواهید بود اطراف خود را ببینید.
- هنگامی که پنجره‌ها باز شوند، قادر خواهید بود صدای طبیعت را بشنوید و با نسیمی، حرکت مولکول‌های هوا را احساس خواهید کرد.
- ممکن است در اثر تابش نور خورشید، یا جنبش مولکول‌های هوا، احساس سردی یا گرمی کنید.




- چه عاملی باعث شد بتوانیم ببینیم، بشنویم و وجود هوا را احساس کنیم؟
- در مورد انرژی چه می‌دانید؟
- اگر پنجره بسته و پرده‌ها کشیده شوند، چه می‌شود؟
- آیا انرژی از بین می‌رود؟
- در این بحث چه محدوده‌ای مورد مطالعه قرار گرفت؟

| یادآوری از کتاب فیزیک پایه دهم هنرستان | | | | |
|---|---|---|---|---|
| گرما | کار | فشار | انرژی پتانسیل | انرژی جنبشی |
| $Q = mc(T_2 - T_1)$ | $W = F.d$ | $P = \frac{F}{A}$ | $P_E = mgh$ | $K_E = \frac{1}{2}mv^2$ |

m: جرم　　T : دما　　c: گرمای ویژه　　h : ارتفاع　　v : سرعت　　g: شتاب جاذبه

F : نیرو　　A : مساحت　　d : مسافت طی شده در اثر نیرو

گفت‌وگوی کلاسی

گونه‌هایی از انرژی که در سیستم‌های تأسیساتی مانند سیستم گرمایش و سیستم سرمایش با آن سروکار داریم کدام‌اند؟

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | کار | ☐ | گرما | ☐ | پتانسیل سیستم | ☐ | جنبشی سیستم |
| ☐ | شیمیایی | ☐ | هسته ای | ☐ | پتانسیل مولکولی | ☐ | جنبش مولکولی |

نکته

- به مجموع انرژی‌های شیمیایی، هسته‌ای، پتانسیل مولکول‌ها و جنبش مولکول‌های یک سیستم، انرژی درونی U گفته می‌شود.
- انرژی درونی در طول فرایندها ازگرما و کار تأثیر پذیرفته و مقدار آن تغییر می‌کند.
- کار و گرما گونه‌هایی از انرژی هستند که در فرایندهای تغییر دما و فشار، تغییر فاز ماده و... به یک سیستم داده یا از آن گرفته می‌شوند.

### قانون اول ترمودینامیک (اصل بقای انرژی)

انرژی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود بلکه از گونه‌ای به گونهٔ دیگر تبدیل می‌شود.

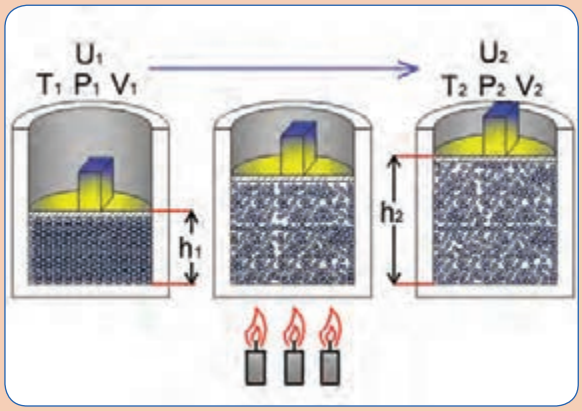
گفت‌وگوی کلاسی

آیا می‌توانید برای تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر نمونه‌هایی مثال بزنید؟

کار کلاسی

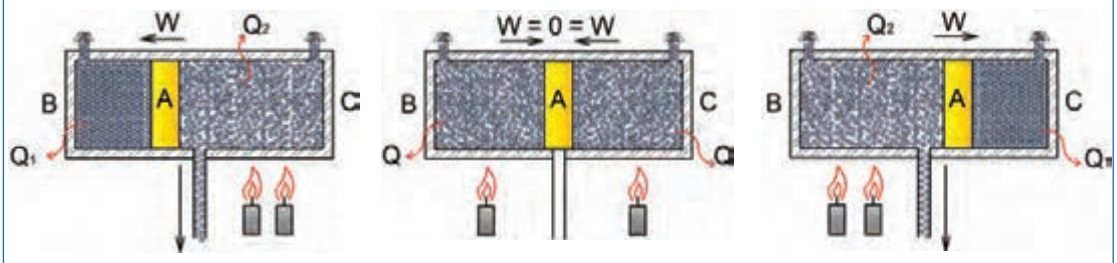
۱۰۰۰j گرما به مجموعه سیلندر و پیستون حاوی گاز با ویژگی‌های اولیه درحالت یک داده شده است، طی این فرایند پیستون به اندازه $h_2-h_1$ به سمت بالا حرکت کرده و به‌حالت ۲ با ویژگی‌های جدید رسیده است. تحلیل خود را با پاسخگویی به سؤالات زیر بیان کنید.

- کدام یک از ویژگی‌های T, P, V,U کاهش یافته است؟
- کدام ویژگی سیستم ثابت مانده است؟
- آرایش مولکولی گاز در کدام حالت نظم بیشتری دارد؟
- در حالت اول سیستم گرما یا کار دارد؟
- در حالت دوم سیستم گرما یا کار دارد؟
- در کدام حالت سطح انرژی سیستم افزایش داشته است؟
- اگر کار انجام شده در طول فرایند ۸۰۰j باشد، انرژی سیستم چه مقدار تغییر داشته است؟




کار کلاسی

تصاویر زیر را با توجه به قوانین صفرم و اول ترمودینامیک تحلیل کرده و به پرسش‌ها پاسخ دهید:
(دو طرف پیستون نشان داده شده درتصاویر زیر هوا وجود دارد)

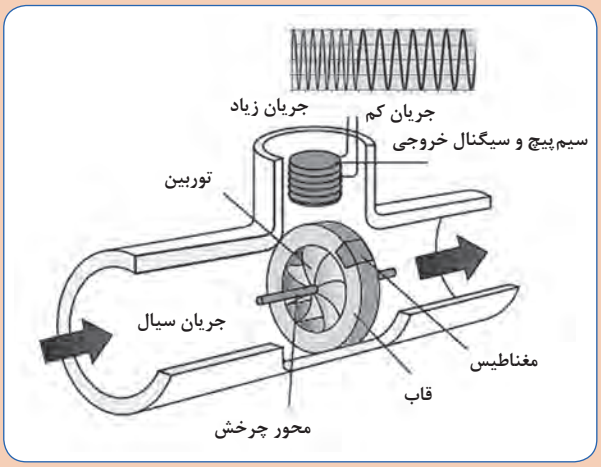



الف ب پ

- تعادل گرمایی در کدام وضعیت برقرار است؟
- انرژی به وجود نیامده و از بین هم نرفته است، چگونه از شکلی به شکل دیگر تبدیل شده است؟
- بیشترین احتمال عمل کردن سوپاپ اطمینان در کدام وضعیت وجود دارد؟
- تفاوت $Q_1$ و $Q_2$ در چیست؟

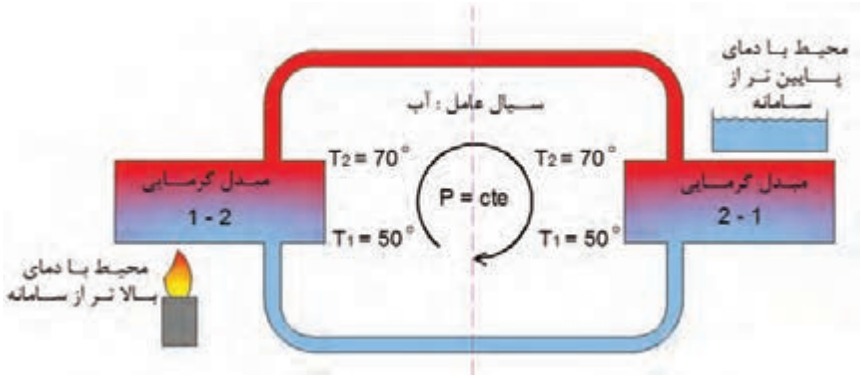
پژوهش کنید

در مورد نحوهٔ عملکرد توربین در فلومتر پکیج شوفاژ دیواری پژوهش کنید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.




## چرخه ترمودینامیکی

در تصویر زیر طی فرایند ۲-۱ انرژی گرمایی از محیط با دمای بالاتر به سیستم داده شده است و دمای آب از ۵۰°C به ۷۰°C رسیده است و پس از انتقال آب با حالت ترمودینامیکی جدید به مبدل گرمایی دیگر، طی فرایند ۱-۲ انرژی گرمایی از سیستم به محیط با دمای پایین ترداده شده و سیستم به حالت ترمودینامیکی اولیه رسیده است، البته می‌توان با قرار دادن یک پمپ در مدار و انجام کار بر روی سیستم سرعت چرخه را افزایش داد.




**شکل ۹ــ چرخه ترمودینامیکی مدار گرمایشی**

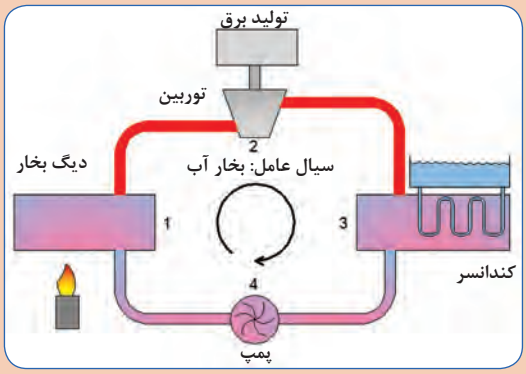
هنگامی‌که یک سیستم از حالت اولیه، چندین فرایند متفاوت را طی کند و درنهایت به‌حالت اولیه خود بازگردد، یک چرخه (سیکل[۱]) را طی کرده است، بنابراین در پایان یک چرخه، تمام ویژگی‌های سیستم و متغیرهای حالت، همان مقادیری را خواهند داشت که در اول داشته‌اند.

---

۱- Cycle

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به مراحل ذکر شده، چرخه نشان داده شده در شکل زیر را تحلیل کنید.




۱ـ تبدیل آب به بخار در دیگ بخار با دریافت گرما
۲ـ برخورد ذرات بخار با پره‌های توربین و تولید کار
۳ـ تبدیل بخار به آب با از دست دادن گرما
۴ـ جبران افت فشار مسیر با دریافت کار از محیط توسط پمپ

۱ـ به‌نظر شما هدف از اجرای این چرخه چیست؟
۲ـ برای کدام بخش از چرخه باید هزینه داد؟
۳ـ کدام بخش از این چرخه برای ما درآمد دارد؟

نکته

در یک چرخه به سیستمی که، کار و گرما با محیط تبادل کند به نحوی که کار خالصی که به محیط می‌دهد بیشتر از کاری باشد که از محیط دریافت می‌کند، موتور گرمایی نام دارد.

گفت‌وگوی کلاسی

ـ به چه دلیل برای اینکه به ویژگی‌های حالت اول برسیم باید از چرخه استفاده کنیم؟
ـ چرا مستقیماً فرایند را در جهت عکس طی نمی‌کنیم؟

### قانون دوم ترمودینامیک (اصل افزایش آنتروپی)

اگرچه طبق قانون اول کمیت انرژی در جهان ثابت است، اما کیفیت انرژی در اثر تبدیل یا انتقال کاهش می‌یابد.

#### نتیجه اینکه فرایندها الزاما بازگشت پذیر نیستند

کیفیت انرژی، پتانسیل انرژی برای تولید کار مفید است.
عوامل بازگشت ناپذیری در فرایندها
۱ـ اصطکاک و افت‌های مسیر
۲ـ اصل انتقال گرما از جسم به دمای بالاتر به جسم با دمای پایین تر

گفت‌وگوی کلاسی

انرژی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، پس چرا گفته می‌شود در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنید؟

## اگزرژی

اگزرژی (انرژی در دسترس ) ماکزیمم کار مفیدی است که از یک جریان ماده و یا انرژی قابل حصول است، البته کار مفید درصورتی ماکزیمم خواهد شد که فرایند بازگشت‌پذیر باشد.
به‌طور کلی در صنعت، انرژی به‌شکل کار مطلوب‌تر از گرما است، بنابراین اگر خروجی یک سیستم کار باشد مطلوب و اگر سیستم کارمصرف کند نامطلوب و البته اگر خروجی سیستمی گرما باشد نامطلوب خواهد بود.
در سیکل کاری سیستم‌ها، آنچه اهمیت دارد کاهش انرژی ورودی و افزایش انرژی مفید خروجی است لذا با داشتن راندمان دستگاه‌ها می‌توان انتخاب بهتری داشت.

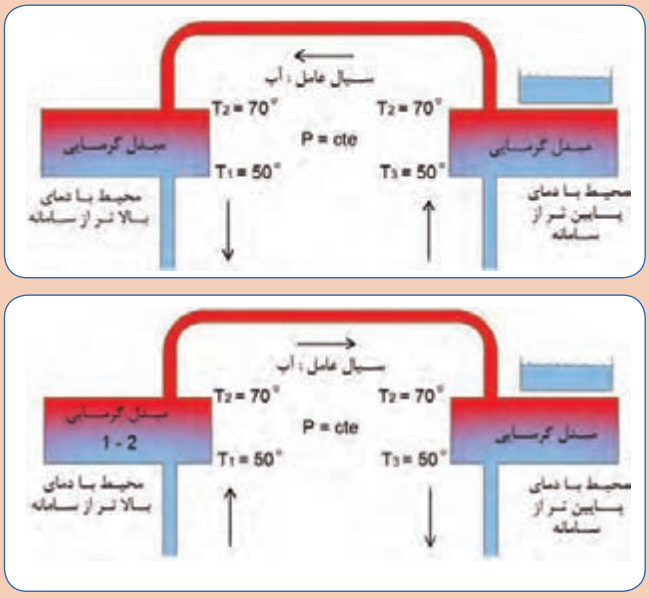
## بازده موتور گرمایی

$$\eta = \frac{W_T}{Q_H + W_P}$$

$$\text{بازده (راندمان)} = \frac{\text{انرژی قابل فروش}}{\text{انرژی هزینه شده}}$$

گفت‌وگوی کلاسی

آیا می‌توان انرژی گرمایی را از محیط با دمای پایین‌تر دریافت و به محیط با دمای بالاتر از سامانه داد؟




نکته

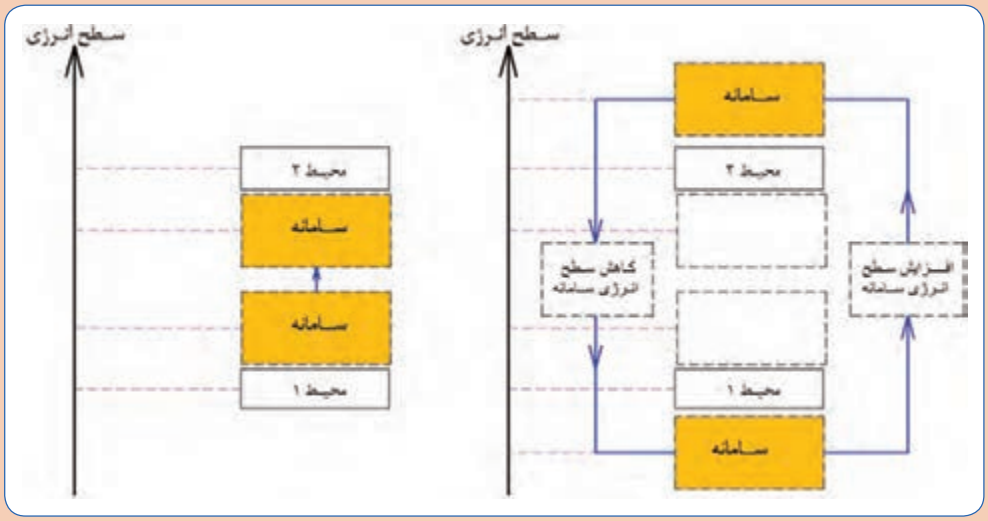
آنچه بیان‌گر و ارزیابی‌کننده کاهش کیفیت انرژی است، آنتروپی نام دارد که از ویژگی‌های یک سامانه است.

به موجب قانون دوم ترمودینامیک :

- در یک چرخه می‌توانیم تمام کار را به گرما تبدیل کنیم اما نمی‌توانیم تمام گرما را به کار تبدیل کنیم.
- نمی‌توان گرما را از محیط با دمای پایین‌تر به محیط با دمای بالاتر انتقال داد، مگر اینکه روی سامانه کار انجام گیرد.

گفت‌وگوی کلاسی

سامانه نشان داده شده در شکل زیر را با توجه به قانون دوم ترمودینامیک تحلیل و پرسش‌ها را پاسخ دهید:




الف ب

- در تصویر الف آیا سامانه می‌تواند گرما را از محیط ۱ با سطح انرژی پایین‌تر از خود دریافت و آن را به محیط ۲ با سطح انرژی بالاتر انتقال دهد؟
- چگونه می‌توان سطح انرژی سامانه را پایین بیاوریم؟
- چگونه می‌توان سطح انرژی سامانه را افزایش دهیم؟

در دستگاه‌های سردکننده از مدار سرمایشی (تبرید) جهت سردسازی محیط ۱ با سطح انرژی پایین (با دمای $T_L$) و انتقال گرما به محیط ۲ با دمای ($T_H$) با سطح انرژی بالاتر استفاده می‌کنیم، سیالی که در مدار سرمایش استفاده می‌شود ماده مبرد (سردکننده) نامیده می‌شود.

در مدار تبرید از کمپرسور برای افزایش سطح انرژی سامانه و از شیر انبساط برای کاهش سطح انرژی سامانه استفاده می‌شود.

گفت‌وگوی کلاسی

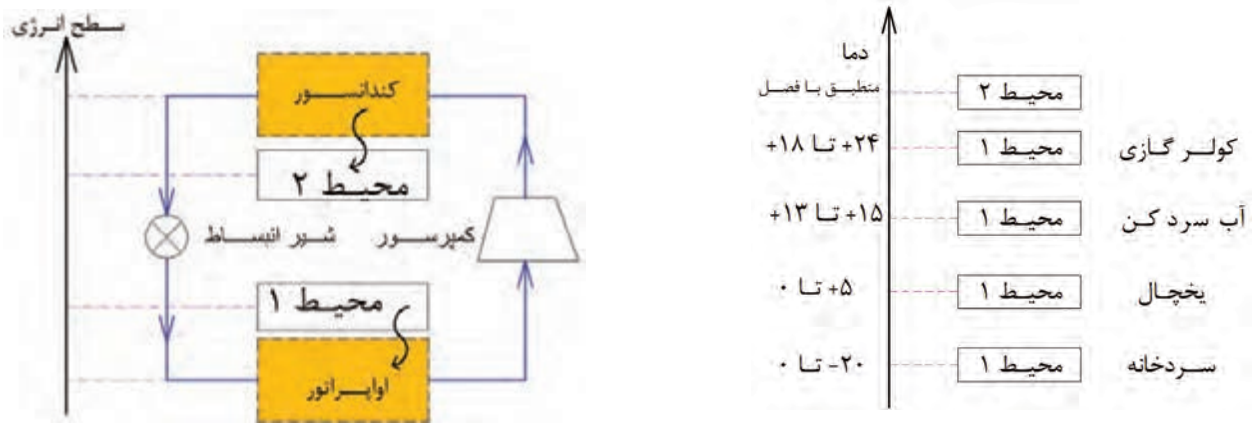
با توجه به قانون دوم ترمودینامیک مدار تبرید دستگاه‌های سردکننده را تحلیل و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید :

- آیا می‌توانیم از آب به‌عنوان سیال عامل مدار تبرید استفاده کنیم؟
- سیال مورد استفاده در مدار تبرید با توجه به سطح انرژی محیط ۱ چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟ (دمای اشباع/ فشار اشباع)

از پارامترهای مهم انتخاب اجزای مدار تبرید در دستگاه‌های سردکننده آگاهی از شرایط محیطی است که گرمای آن باید گرفته شود، می‌باشد.

گفت‌وگوی کلاسی

چرخه نشان داده شده در کدام یک از دستگاه‌های برودتی نیاز به کار کمتری دارد؟




نکته

اعداد نشان داده شده در تصویر، تقریبی و به‌عنوان نمونه داده شده‌اند.

**اواپراتور**

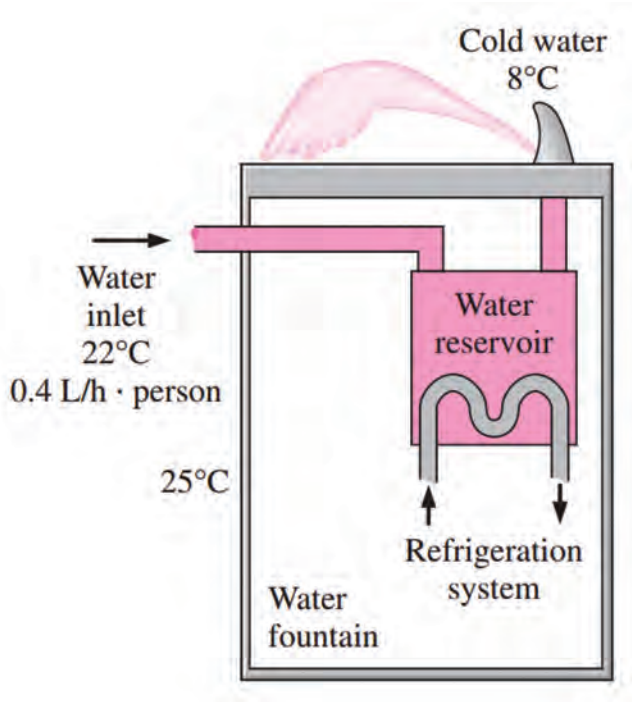
مبدلی که در سیستم‌های سردکننده جهت تبخیر ماده مبرد در قسمت فشار پایین و جذب گرمای موجود در محیط استفاده می‌شود اواپراتور نام دارد.

**کندانسور**

مبدلی که در سیستم‌های سردکننده جهت چگالش ماده مبرد در قسمت فشار بالا و انتقال گرمای جذب شده در سیستم به محیط بیرون استفاده می‌شود کندانسور نام دارد.

پژوهش کنید

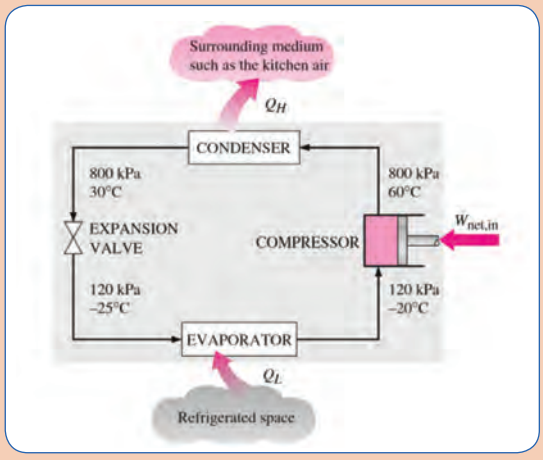
در مورد انواع کندانسور و انواع اواپراتور پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.




شکل ۱۰ ـ جذب گرمای آب در آب سرد کن

گفت‌وگوی کلاسی

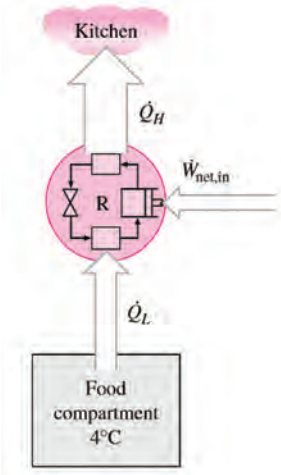
- در کندانسور چه اتفاقی باید رخ دهد تا گرما از سامانه خارج شود؟
- در اواپراتور چه اتفاقی باید رخ دهد تا گرما به سامانه وارد شود؟



بر خلاف چرخه موتور گرمایی که انرژی قابل فروش کار خروجی، در چرخه برودت، میزان گرمایی را که از محیط با سطح انرژی پایین (با دمای $T_L$) گرفته می‌شود دارای اهمیت است، لذا به‌جای واژه راندمان از ضریب عملکرد (کارایی سیستم) استفاده می‌شود.

همانطور که در تصاویر زیر مشاهده شد برای عملی شدن چرخه تبرید نیاز به‌کار ورودی وجود دارد، بنابراین هرچه بتوان با اعمال کارکمتر به سرمایش بیشتری دست یابیم کارایی سیستم بالاتر خواهد بود.

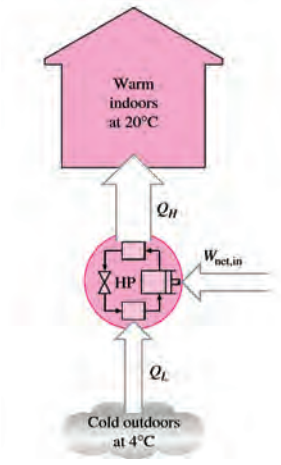
ضریب عملکرد[1] (کارآیی سیستم‌های برودتی)




$$COP = \frac{\text{سرمایش ایجاد شده}}{\text{کار ورودی}}$$

$$COP = \frac{T_L}{T_H - T_L}$$

ضریب عملکرد (کارآیی سیستم پمپ گرمایی)




$$COP = \frac{\text{گرمایش ایجاد شده}}{\text{کار ورودی}}$$

$$COP = \frac{T_H}{T_H - T_L}$$

---

۱ - Coefficient of performance (COP)

گفت‌وگوی کلاسی

پمپ گرمایی با یخچال چه فرقی دارد؟

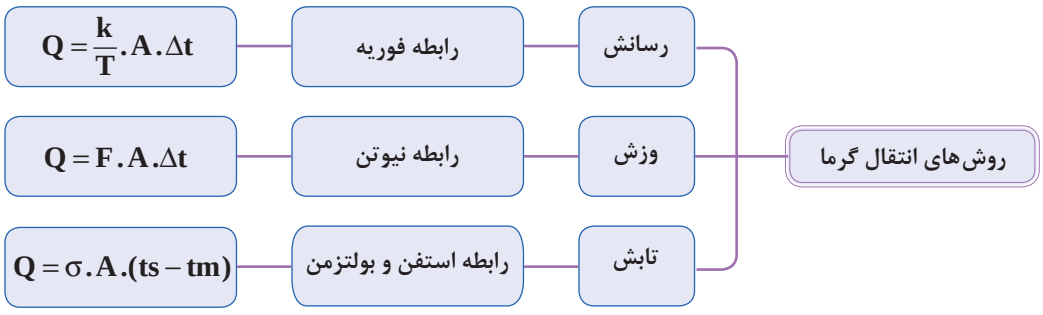
## قانون سوم ترمودینامیک

- هیچ وقت نمی‌توانیم به صفرمطلق برسیم بلکه می‌توانیم به آن نزدیک شویم.
- هنگامی‌که انرژی یک سیستم به‌سمت حداقل مقدار خود میل کند، آنتروپی سیستم قابل چشم پوشی خواهد بود. اگر بتوانیم به دمای صفر مطلق برسیم، مولکول‌های کلیه مواد از حرکت باز می‌ایستند و عملاً هیچ‌گونه انرژی نخواهیم داشت و در نتیجه آنتروپی هم صفر خواهد بود، اما رسیدن به صفر مطلق عملاً غیرممکن است.

کار کلاسی

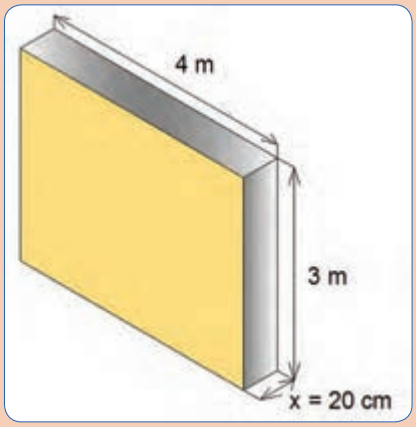
درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید.

| | نادرست | درست |
|---|---|---|
| طبق قانون صفرم ترمودینامیک اگر دو جسم هم دما داشته باشند، تعادل گرمایی بین آنها برقرار است. | | |
| طبق قانون اول ترمودینامیک اگر دمای دو جسم مجاور هم متفاوت باشد، انتقال گرما رخ می‌دهد. | | |
| طبق قانون دوم ترمودینامیک انتقال گرما همیشه از دمای بالاتر به دمای پایین تر اتفاق می‌افتد. | | |




ثابت تابش $\sigma = ۵/۶۷ \times ۱۰^{-۸} \frac{W}{m^۲ {}^\circ K^۴}$

کار کلاسی




در تصویر مقابل اگر اختلاف دمای دو طرف دیواره $40^{\circ}C$ باشد، میزان گرمای انتقال یافته را محاسبه کنید.

$$K = 0/5 \frac{W.m}{m^2 \, ^{\circ}K}$$

در تصویر مقابل اگر دمای سطح دیواره $80^{\circ}C$ و میانگین دمای هوا $10^{\circ}C$ باشد، میزان گرمای انتقال یافته از سطح دیواره به هوا را محاسبه کنید. $F = 8 \frac{W}{m^2 \, ^{\circ}C}$

کار کلاسی

مقدار گرمای تابشی از یک رادیاتور دارای سطح سیاه و دمای $82^{\circ}C$ با سطح مؤثر $1m^2$ در اتاقی با دمای $21^{\circ}C$ را محاسبه کنید.

پژوهش‌کنید



در مـــورد نرم‌افزارهـــا و دوربین‌های گرمایی و کاربردی که در صنعت تأسیسات دارند پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

پژوهش‌کنید

در مورد کاربرد اجسام عبوردهنده، جذب کننده و بازتاب‌کننده در صنعت تأسیسات پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

گفت‌وگوی کلاسی

اگر انتقال گرما ناخواسته اتفاق بیافتد اتلاف گرمایی نام دارد، با این تعریف تحلیل خود را در مورد تبادل گرمایی سامانه‌های زیر با محیط بیان کنید:

| سامانه | محیط | آیا اتلاف گرما داریم؟ | نوع انتقال گرما |
|---|---|---|---|
| فضای اتاق | اتاق مجاور هم دما | | |
| فضای داخل سردخانه | فضای بیرونی | | |
| فضای داخل یخچال | مواد غذایی | | |
| لوله‌های سیستم گرمایش | مسیر موتورخانه تا ساختمان | | |
| رادیاتور شوفاژ | فضای اتاق | | |
| مخزن انبساط باز | فضای بیرونی | | |

طراحان و مهندسین محاسب تأسیسات برای دستیابی به شرایط بهینه در طراحی و محاسبه تأسیسات ساختمان‌ها با کاربری‌های مختلف، در صورت آشنایی کامل اصول و قوانین انتقال گرما قادر خواهند بود میزان بار گرمایی مورد نیاز را برآورد کرده و ظرفیت مناسب برای تجهیزات سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی و نیز نوع تجهیزات را محاسبه نمایند.
آشنایی مجریان تأسیسات با اصول تبادل‌گرما در صرفه جویی منابع انرژی و نیز دستیابی به شرایط پیش‌بینی شده توسط طراح و محاسب بسیار مؤثر خواهد بود.

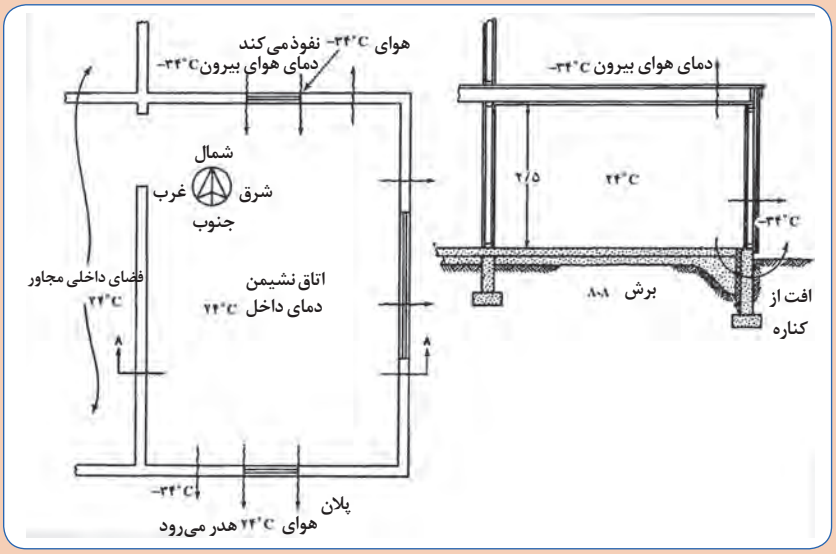
گفت‌وگوی کلاسی

تأثیر عوامل زیر در اتلاف گرمایی از طریق یک دیوار را بیان کنید؟ می‌توانید از رابطه فوریه استفاده کنید.

| | |
|---|---|
| جنس مصالح | |
| سطح | |
| ضخامت | |
| اختلاف دما | |

کار کلاسی

اتلاف گرمایی ساختمان با مشخصات نشان داده شده را تحلیل و جدول را تکمیل کنید.




| مشخصات جداره‌ها | آیا اتلاف داریم؟ | نوع تبادل گرما با محیط | پیشنهاد شما برای کاهش اتلاف گرمایی |
|---|---|---|---|
| دیوار و پنجره شمالی | | | |
| دیوار و پنجره جنوبی | | | |
| دیوار و پنجره شرقی | | | |
| دیوار و پنجره غربی | | | |
| سقف | | | |
| کف | | | |
| منافذ و سوراخ‌ها | | | |

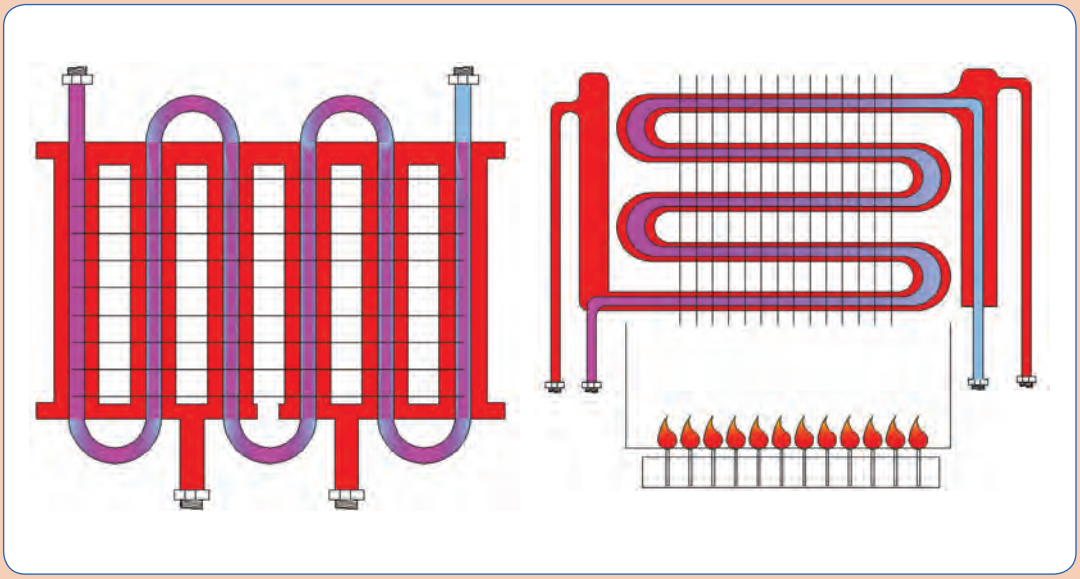
گفت‌وگوی کلاسی

تأثیر عوامل زیر در تبادل گرمایی رادیاتور با هوای اتاق را بیان کنید؟ می‌توانید از رابطه نیوتن استفاده کنید.

| | |
|---|---|
| کیفیت سطح | |
| سطح | |
| اختلاف دما | |

پژوهش کنید

در مورد تبادل گرمایی بین آب گرمایش و آب‌گرم مصرفی در پکیج را با توجه به‌تصاویر زیر پژوهش کرده و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

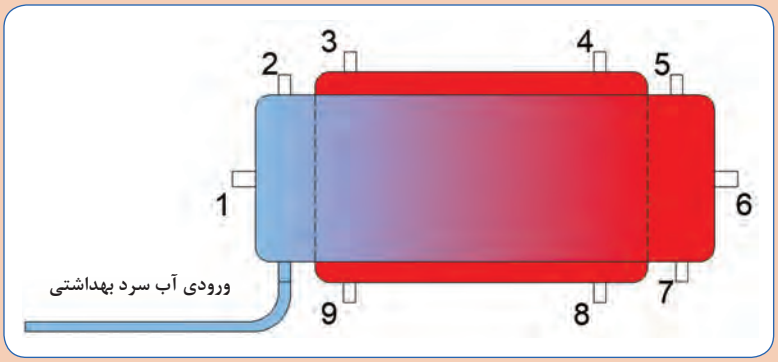


- پره‌هایی که بر روی مبدل نصب شده‌اند چه کاربردی دارند؟
- در کدام تصویر تبادل گرمایی بهتر صورت می‌گیرد؟
- آیا می‌توان گفت مقدار گرمایی که آب‌گرم مصرفی دریافت می‌کند برابر گرمایی است که آب سیستم گرمایش از دست می‌دهد؟
- آب سیستم گرمایشی از یک طرف با شعله مستقیم و از طرف دیگر با آب گرم مصرفی تبادل گرمایی دارد، آیا می‌توان گفت آب سیستم گرمایشی مانند یک دیوار بین شعله و آب گرم مصرفی هدایت گرمایی را انجام می‌دهد؟

پژوهش کنید

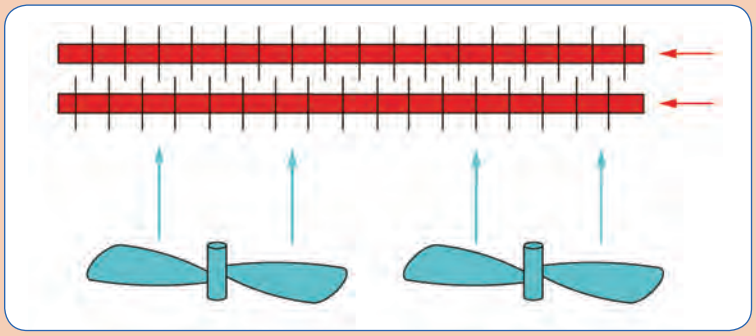
با توجه به تصویر داده شده، در مورد بهترین محل اتصال لوله‌های مخزن دو جداره، پژوهش کرده و نتیجه رادر کلاس مورد بحث قرار دهید.

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ورود آب سیستم گرمایشی | | خروج آب سیستم گرمایشی |
| | برگشت آب گرم مصرفی | | خروج آب گرم مصرفی |




گفت‌وگوی کلاسی

تصویر زیر را تحلیل کرده و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



**شکل ۱۱ــ جریان متقاطع در مبدل‌های گرمایی**

- برای انتقال گرما از چه روشی استفاده شده است؟
- تأثیر تغییر مؤلفه‌های زیر در انتقال گرما چگونه است؟

الف) سرعت وزش هوا　　ب) سرعت سیال در کویل

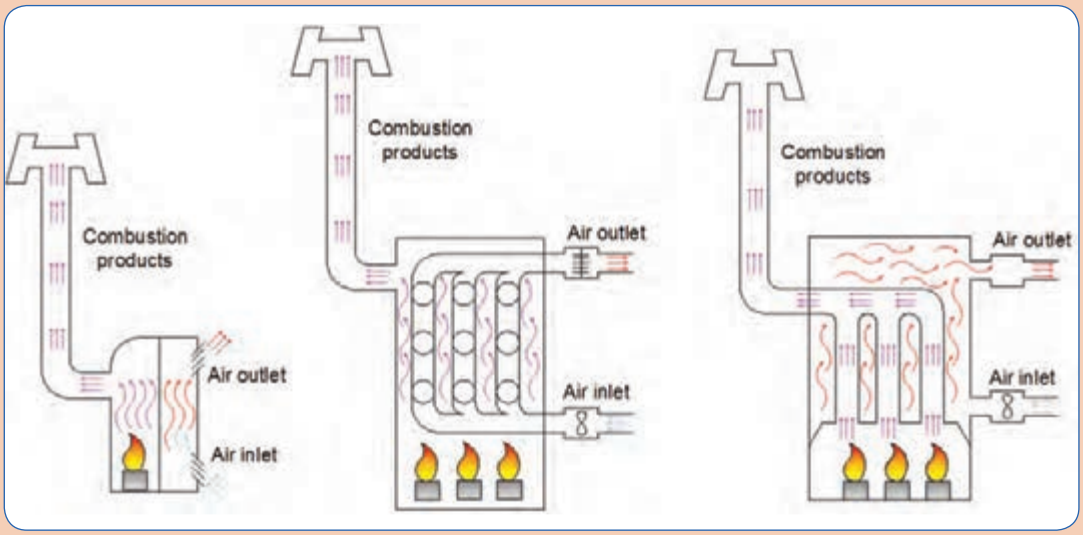
پ) تعداد فین روی کویل‌ها　　ت) تعداد کویل در دستگاه

## کوره‌ها

درصورت استفاده از هوای گرم برای گرمایش فضاها از دستگاهی به‌نام کوره هوای گرم برای تولید هوای گرم استفاده می‌شود، کوره‌ها در انواع مختلف با جریان طبیعی و جریان اجباری و نیز در ابعاد مختلف ساخته می‌شوند. بخاری‌هایی که در منازل مسکونی هم استفاده می‌شوند از ساده‌ترین نوع کوره می‌باشند.
در کوره‌های هوای گرم از شعله مستقیم جهت گرم کردن هوا استفاده می‌شود.

کار کلاسی

تصاویر زیر را از نظرانتقال گرما تحلیل و به پرسش‌ها پاسخ دهید.




الف ب پ

- مکانیزم گرم شدن هوا را در هر تصویر با یک جمله توصیف کنید.
- در تصاویر فوق از چه روشی برای انتقال گرما استفاده شده است؟
- سطح تماس هوا با شعله در کدام تصویر بیشتر است؟
- نصب فن جهت گردش هوا در کانال ورودی مناسب‌تر است یا کانال خروجی هوا؟
- رابطه $q = mc\Delta t$ را با توجه به تصاویر تحلیل کنید.

(گرمای مورد نیاز در واحد زمان، برای اینکه دمای جریان هوا با گرمای ویژه c و با دبی جرمی m از دمای $t_{in}$ به دمای برسد.)

پژوهش‌کنید

در مورد انواع کوره‌های هوای گرم پژوهش کنید و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

## نمونه ارزشیابی

**توجه**: سؤالات زیر درسه بخش طراحی گردیده است. درصورتی شما می‌توانید سؤالات بخش دوم (درحدقابل قبول) را پاسخ دهید که به ۸ سؤال از ۱۰سؤال بخش اول پاسخ صحیح داده باشید. ودرصورتی می توانید به سؤالات بخش سوم (بالاتر از حدانتظار) پاسخ دهید که به ۴ سؤال از ۶ سؤال بخش دوم پاسخ صحیح داده باشید.

## بخش اول

ارتباط موضوعی جملات داده شده را همانند نمونه در جدول تکمیل نمایید.

| موضوعات | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| قانون نیوتن | قانون دوم ترمودینامیک | پایستگی انرژی | قانون گازها | اصل برنولی | |
| اصل پاسکال | اصل تراکم ناپذیری مایعات | ضریب عملکرد | قانون فوریه | قانون پیوستگی | |
| | موضوع | جمله | | | |
| ۱ | اصل برنولی | اگر سرعت سیال درون لوله ای افزایش یابد فشار سیال کاهش می‌یابد. | | | |
| ۲ | | اگر فشار پکیج گرمایشی را یک بار افزایش دهیم، کل اجزای مدار گرمایش این فشار را دریافت می‌کنند. | | | |
| ۳ | | هر چه لزجت یک سیال کمتر باشد، تنش برشی کمتری برای جاری شدن نیاز دارد. | | | |
| ۴ | | گرمای داده شده به یک سیستم ۸۰۰ ژول و کار دریافتی ۲۰۰ ژول می‌باشد بنابراین انرژی درونی ۶۰۰ ژول افزایش یافته است. | | | |
| ۵ | | اگر دو ماده با دماهای مختلف در کنار هم قرار گیرند، به‌طور طبیعی انرژی به شکل گرما از ماده با دمای بالاتر به ماده با دمای پایین تر انتقال خواهد یافت. | | | |
| ۶ | | اگر آب ورودی به یک حوضچه ۵۰۰ لیتر و آب خروجی از آن ۳۰۰ لیتر باشد، میزان آب مانده در حوضچه ۲۰۰ لیتر خواهد بود. | | | |
| ۷ | | دمای گاز خروجی از کمپرسور، (ضمن افزایش فشار و تراکم گاز) افزایش می‌یابد. | | | |
| ۸ | | در یک دیوار عایق اگر سطح یک پنجره معمولی دو برابر شود، اتلاف گرمای مربوط به پنجره دو برابر خواهد شد. | | | |
| ۹ | | کاربرد دستگاه کمپرسور افزایش فشار گازها می باشد و اگر مایع وارد کمپرسور شود اجزای دستگاه صدمه خواهند دید. | | | |
| ۱۰ | | اگر محیط بیرونی و ماده مبرد یک دستگاه برودتی هم دما شوند کارایی چرخه تبرید صفر خواهد شد.(مانند زمانی که کندانسر دستگاه در موقعیتی قرار گیرد که نتواند با محیط تبادل گرما داشته باشد.) | | | |

## بخش دوم

چنانچه هنرجو از ده پرسش بخش اول به ۸ پرسش پاسخ درست دهد پرسش‌های زیر را مطرح کنید و چنانچه از ۶ پرسش این بخش به ۴ پرسش پاسخ درست دهد نمره قابل قبول را کسب می کند.

۱ـ تحلیل خود را در مورد پدیده‌های زیر در قالب یک جمله با یک مثال بیان کنید:

الف) سیفون

ب) ضربه قوچ

پ) کاویتاسیون

۲ـ اگر به آب درون یک مدار بسته مجهز به سوپاپ اطمینان (۲bar )گرما دهیم، در دمای ۱۲۱°C شروع به جوشیدن می‌کند.

الف) چه تحلیلی برای این اتفاق دارید؟

ب) آب در چه دمایی به حالت اشباع در می آید؟

۳ـ مفهوم عبارات زیر را بیان کنید:

الف) بخار فوق گرم

ب) بخار اشباع

پ) مایع متراکم

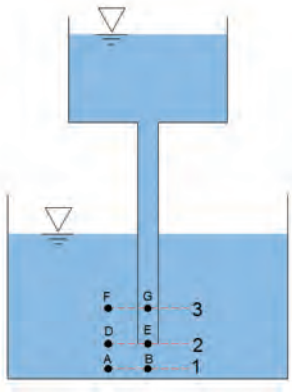
ت) اگزرژی

ث) بازگشت ناپذیری

ج) تبدیل انرژی

۴ـ تفاوت عملکرد کندانسر و اواپراتور را در سیستم تبرید بیان کنید.

۵ـ با توجه به تصویر به پرسش‌ها پاسخ دهید:



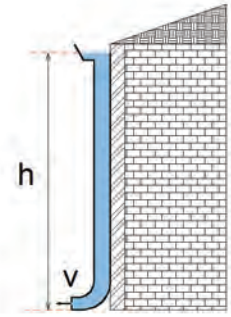

الف) کدام خط تراز بیشترین فشار و کدام خط تراز، کمترین فشار را دارد؟

ب) در خط تراز ۱، فشار کدام نقطه بالاتر است؟

پ) در خط تراز ۲، فشار کدام نقطه بالاتر است؟

ت) در خط تراز ۳، فشار کدام نقطه بالاتر است؟

۶ـ با توجه به تصویر به پرسش‌ها پاسخ دهید.




الف) در صورتی که ارتفاع ساختمان ۴متر باشد، سرعت خروج آب از لوله آب باران را محاسبه کنید.

ب) فشار استاتیک در ارتفاع ۱ متری از کف چند پاسکال است؟

$$\rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$$

$$g = ۹/۸ \frac{m}{s^۲} \approx ۱۰ \frac{m}{s^۲}$$

۷ـ نتایج یکی از پژوهش‌های انجام شده در این پودمان را به انتخاب خود، برای هنرآموز محترم تحلیل و شرح دهید.

## بخش سوم :

بعد از کسب شایستگی در بخش‌های قبلی از سه پرسش زیر به دو پرسش پاسخ دهید.
۱ـ دو اقدام عملی برای جلوگیری از ایجاد ضربه قوچ در یک مدار آبی تحت فشار بیان کنید.
۲ـ سه اقدام عملی برای اینکه در یک پمپ کاویتاسیون اتفاق نیفتد را بیان کنید.
۳ـ نتایج یکی از پژوهش‌های انجام شده در این پودمان، به انتخاب هنرآموز مورد سؤال قرار گیرد.

## ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

**الگوی ارزشیابی پودمان تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات**

| تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|
| تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات | به‌کارگیری مفاهیم مکانیک سیالات و ترمودینامیک در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان | بالاتر از حد انتظار | ـ تحلیل و به‌کارگیری مفاهیم گرانروی، ضربه قوچ، تراکم‌پذیری، قانون برنولی، جریان آرام و آشفته، قانون پیوستگی، قانون بقای انرژی و اصل دوم ترمودینامیک درتأسیسات، تبدیل انرژی<br>ـ تحلیل عوامل مؤثر برکاویتاسیون<br>ـ افت فشار ـ قوانین گازها، راندمان، روش‌های انتقال گرما، چرخه‌های ترمودینامیکی | ۳ |
| | | در حد انتظار (کسب شایستگی) | ـ به‌کارگیری مفاهیم گرانروی، تراکم‌پذیری، قانون برنولی، جریان آرام و آشفته، قانون پیوستگی، قانون بقای انرژی و اصل دوم ترمودینامیک در تأسیسات ـ به‌کارگیری چرخه‌های ترمودینامیکی | ۲ |
| | | پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی) | بیان مفاهیم ضربه قوچ ـ افت فشار ـ کاویتاسیون قوانین ترمودینامیک ـ قوانین گازها ـ انتقال گرما و مبادله انرژی | ۱ |
| نمره مستمر از ۵ | | | | |
| نمره شایستگی پودمان از ۳ | | | | |
| نمره پودمان از ۲۰ | | | | |

# پودمان ۳

# انتخاب سیستم‌ها

## پیشگفتار

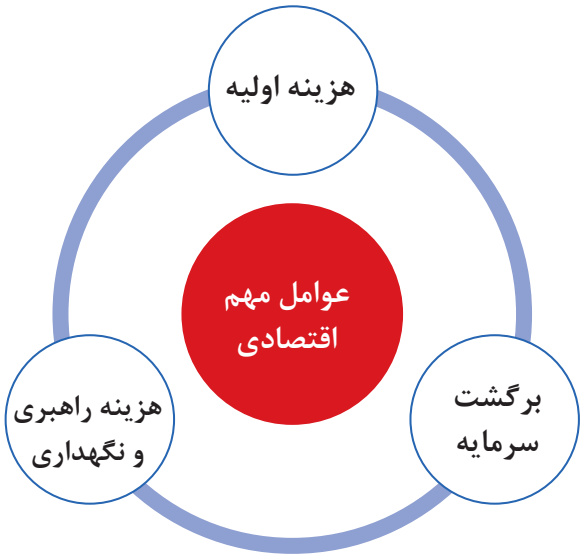
انتخاب سیستم تهویه مطبوع مناسب برای ساختمان از حساس‌ترین تصمیماتی است که مهندس طراح با آن مواجه است. در این گزینش باید به رضایت شخصی که سرمایه‌گذاری لازم را انجام می‌دهد، ساکنین ساختمان و تطابق لازم میان سیستم انتخاب شده و ساختمان موردنظر، توجه شود.

تفاوت زیادی بین سرمایش معمولی یک اتاق یا ساختمان کوچک و تهویه مطبوع ساختمان‌های بزرگ با تکیه بررعایت تمام اصول فنی و شرایط محیطی از جمله معماری، حذف ارتعاشات و صداهای مزاحم وجود دارد. تهویه مطبوع کامل، محیطی را به‌وجود می‌آورد که درجه حرارت، رطوبت، جابه‌جایی هوا، پاکیزگی و عدم آلودگی هوا، تجدید هوا و سطح صداهای ایجاد شده در حد مطلوب و قابل قبول خواهد بود.

عوامل مهم اقتصادی که از نظر خریدار در انتخاب سیستم مطرح هستند عبارت است از:

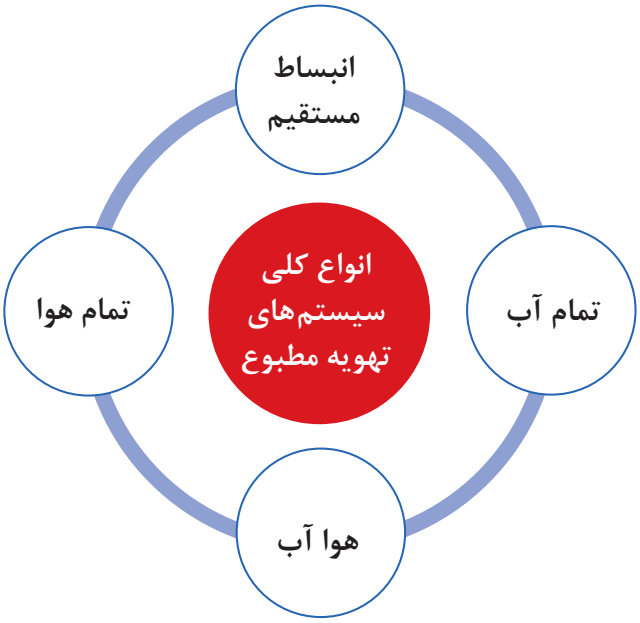
گفت‌وگوی کلاسی

در رابطه با هریک از فاکتورهای تأثیرگذار در ایجاد تهویه مطبوع مناسب با یکدیگر تبادل نظر کنید.



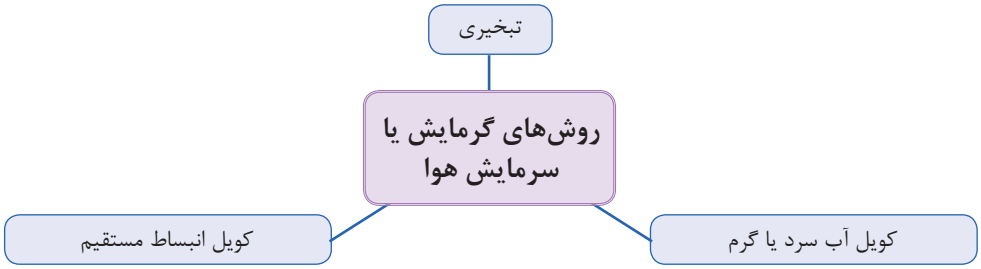
## جوانب اقتصادی

یک پروژه تأسیساتی ممکن است در زمره یکی از انواع سرمایه‌گذاری (کوتاه‌مدت، میان‌مدت یا بلندمدت) قرار گیرد و ممکن است سرمایه‌گذار مبنا را بر هزینه اولیه حداقل، که با سرمایه‌گذاری اصلی خرید دستگاه‌ها و هزینه عملیاتی متوازن شده باشد و یا حداقل سرمایه‌گذاری جهت خرید دستگاه‌ها و هزینه عملیاتی، قرار دهد. وجه مشترک میان تمام سرمایه‌گذاری‌ها برگشت سودآور سرمایه می‌باشد.
سیستم‌های تهویه مطبوع براساس سه عامل انتقال انرژی گرمایی یعنی آب، هوا و سیال مبرد به چهار صورت اجرا می‌شود.




### سیستم تمام هوا

در این سیستم، هوای مورد نیاز به سه روش سرد و یا گرم شده و از طریق سیستم کانال‌کشی به فضای موردنظر هدایت می‌شود.



**الف) تبخیری:** از دستگاه‌هایی مانند کولر آبی، زنت و ایرواشر برای سرمایش یا گرمایش هوا استفاده می‌شود. در ایرواشر هوای آلوده توسط فنِ که در انتهای دستگاه قرار دارد به‌داخل دستگاه مکیده شده و پس از عبور از فیلترهای غبارگیر هوای نسبتاً تمیز وارد محفظه آب‌فشان می‌شود. هوا پس از برخورد با قطرات پودری آب که از نازل‌ها پاشیده می‌شود پس از تبادل گرما با آب و خنک شدن، از دستگاه خارج می‌شود.







در این روش فقط از کانال رفت استفاده می‌شود زیرا هوای خروجی از دستگاه رطوبت بالایی داشته و امکان استفاده مجدد از این هوا وجود ندارد.

پژوهش کنید

عملکرد و ساختمان دستگاه زنت را با ایرواشر و کولر آبی مقایسه نمایید.

**ب) کویل آب:**

دستگاه هواساز از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود که عبارت‌اند از: فیلتر، فن دمنده، کویل‌های گرمایشی و سرمایشی و تجهیزات کنترلی و رطوبت زن.

در هواسازها جهت تأمین گرمای موردنیاز برای کویل گرمایشی معمولاً از آب داغ، برق و یا بخار و جهت تأمین سرمای مورد نیاز برای کویل سرمایشی از آب سرد استفاده می‌شود.




شکل ۱ ــ هواساز

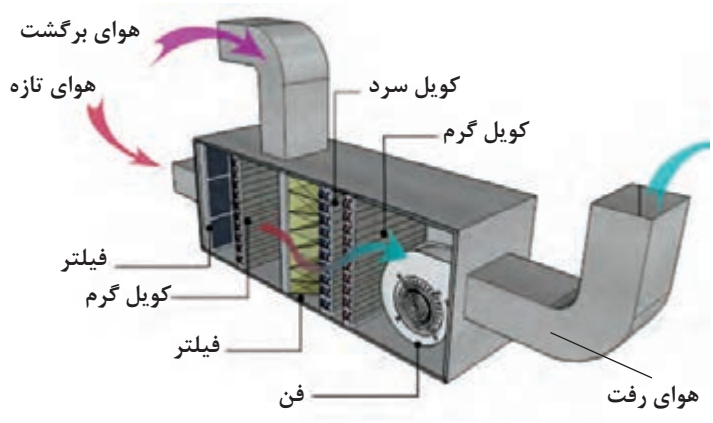
هوای برگشتی از ساختمان پس از اختلاط با هوای تازه در محفظه دستگاه هواساز و پس از عبور از کویل‌های سرمایشی و گرمایشی و سیستم رطوبت‌زن (در فصول سرد) وارد ساختمان می‌شود.
فرایند رطوبت‌زنی با استفاده از نازل‌های پاشنده آب و یا شبکه بخار می‌باشد و فرایند رطوبت‌گیری توسط کویل‌های سرمایشی صورت می‌پذیرد.
هواسازها از نظر نوع هوادهی به دو صورت افقی و عمودی ساخته می‌شوند.

**پ) کویل انبساط مستقیم:**

در این نوع هواساز به‌جای استفاده از آب، مبرد موجود در کویل دمای هوای اطراف آن را کاهش یا افزایش می‌دهد. مبرد موجود در این سیستم از نوع فریون‌ها می‌تواند باشد.

نکته

در روش استفاده از کویل آب و یا کویل انبساط مستقیم مقداری از هوای رفت تخلیه شده و به‌جای آن هوای تازه وارد سیستم توزیع هوا می‌شود.

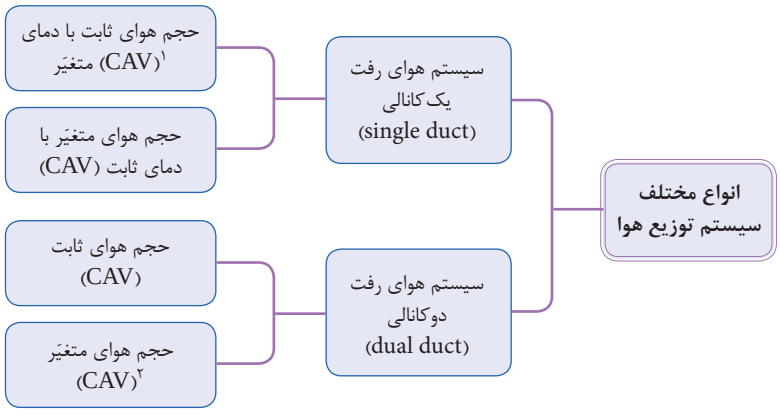



شکل ۲ـ هواساز با کویل انبساط مستقیم (DX) (روف تاپ)



شکل ۳ـ کویل انبساط مستقیم (Dx)

## انواع سیستم های توزیع هوا

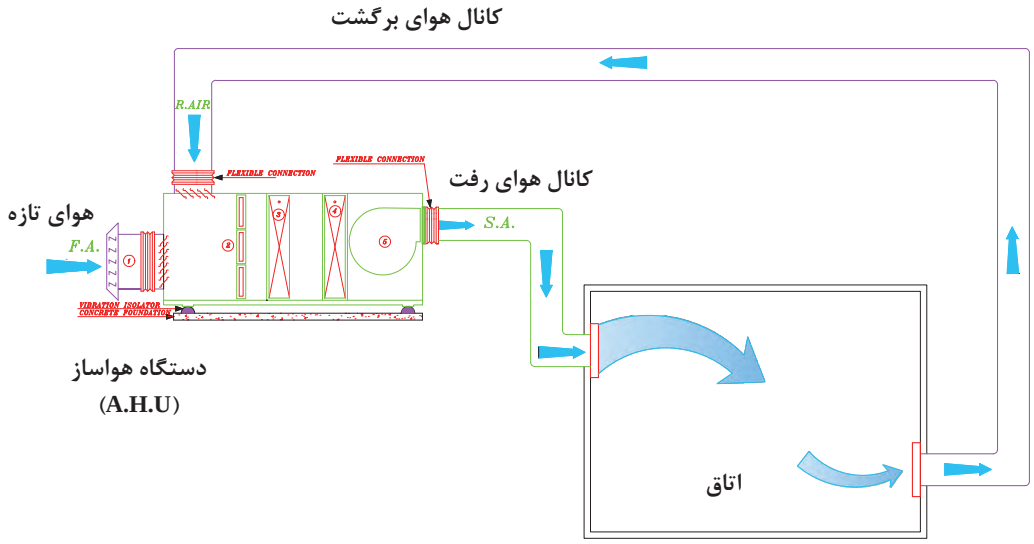



۱- CAV-Constant Air Valume

۲-VAV-Variable Air Valume

## سیستم هوای رفت یک‌کانالی با حجم هوای ثابت CAV

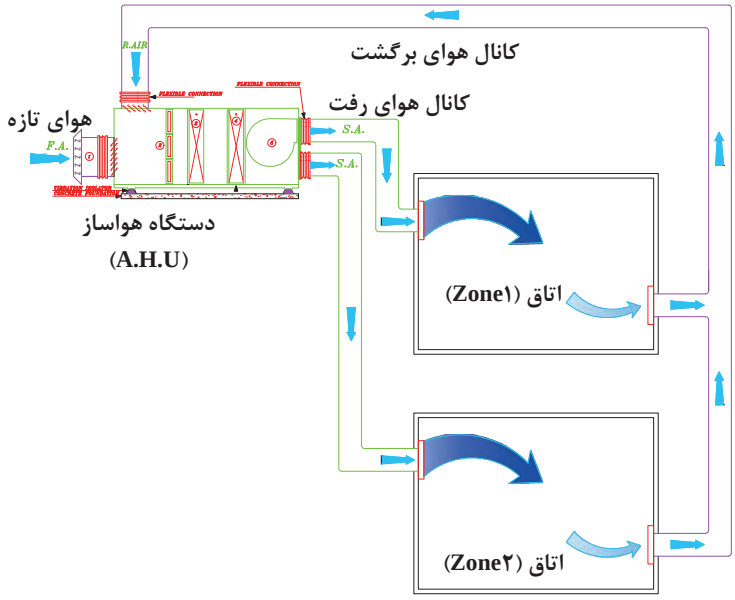
از روش‌های متداول تهویه مطبوع می‌باشد. در این سیستم با تغییر دمای هوا بار سرمایی و یا گرمایی ورودی به اتاق تنظیم شده و جریان هوای رفت در کانال ثابت می‌باشد.




شکل ۴ـ سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت یک منطقه‌ای

## سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت چند منطقه‌ای
## (Single duct (CAV) – Multi Zone System)

درصورتی که بخواهیم تهویه مطبوع چند اتاق با دماهای متفاوت را توسط یک دستگاه هواساز انجام دهیم از این روش استفاده می‌نماییم. خروجی دستگاه هواساز به چند قسمت تقسیم شده و از هر خروجی یک کانال تا اتاق امتداد می‌یابد. در انتهای کانال یک کویل دوباره گرم‌کن برای تنظیم دمای هر اتاق نصب می‌شود.



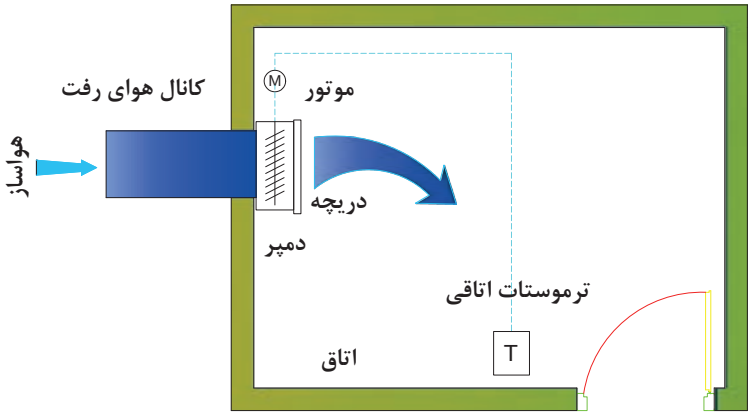

شکل ۵ـ سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت چند منطقه‌ای

### سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای متغیر (Single duct -VAV)

در این سیستم برای تغییر دمای اتاق مقدار حجم هوای ورودی را تغییر داده و دمای هوای خروجی از دستگاه تقریباً ثابت است.

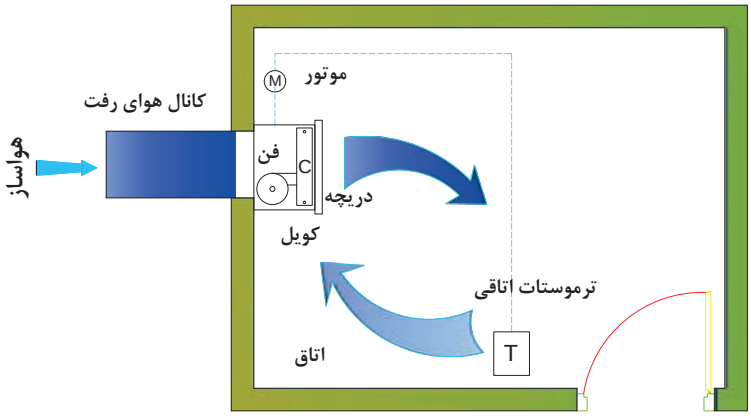
برای تنظیم حجم هوای ورودی به هر فضا می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:

الف) به‌کارگیری دمپر اتوماتیک در ورودی هوا




**شکل ۶ـ سیستم هوای رفت یک‌کانالی با حجم هوای متغیر و با دمپر اتوماتیک**

ب) استفاده از فن ثانویه برای تنظیم دبی هوا




**شکل ۷ـ سیستم هوای رفت یک‌کانالی با حجم هوای متغیر با فن ثانویه**

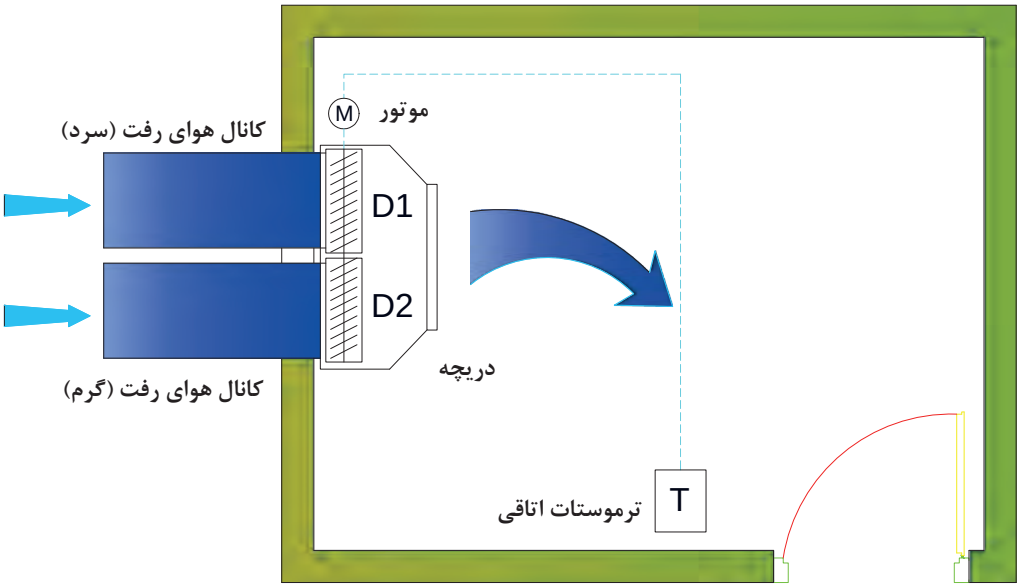
سیستم‌های حجم متغیر به دلیل به‌کارگیری تجهیزاتی همچون دمپر اتوماتیک و فن ثانویه برای هر اتاق هزینه بیشتری را در برخواهد داشت.

### سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم ثابت (Dual duct – CAV)

سیستم تمام هوای دوکانالی یکی از سیستم‌های مدرن است که می‌توان برای ساختمان‌های چندناحیه‌ای از قبیل مدارس، ادارات و ... و برای مناطقی که دمای هر اتاق به‌طور جداگانه کنترل شود به‌کار برد.

در این روش دو کانال برای تأمین هوای گرم و هوای سرد اتاق از دستگاه به سمت اتاق‌ها کشیده می‌شود و در هر اتاق یک جعبه اختلاط (Mixing box) برای اختلاط دو هوا تعبیه می‌گردد.

مقدار هوای سرد یا گرم مورد نیاز برای تنظیم دما با توجه به فرمان ترموستات از دمپر موتوری عبور کرده و در جعبه اختلاط یکی شده و وارد اتاق می‌شود.




دریچه ورودی هوا = Register

دمپر تنظیم جریان هوا= Damper

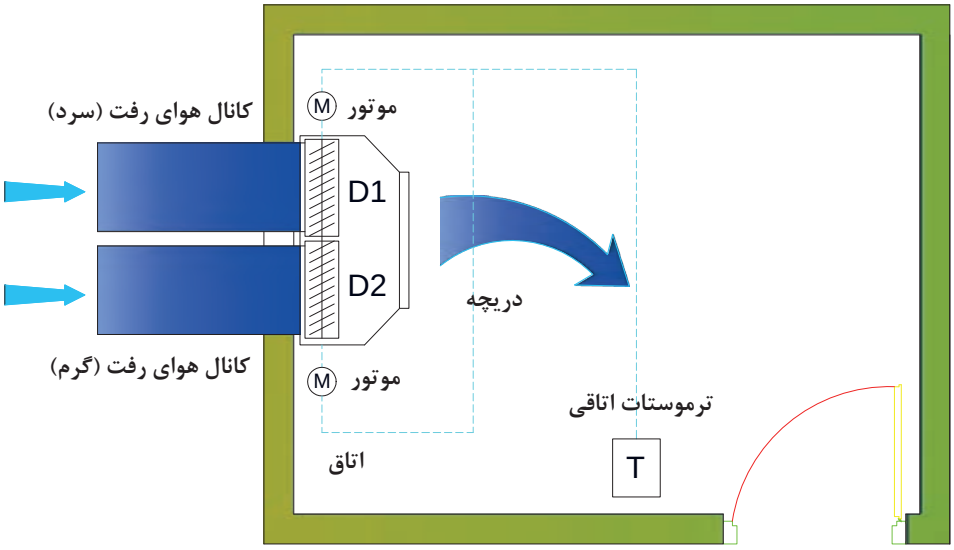
موتور فرمان اتوماتیک= Motor

ترموستات تنظیم درجه حرارت= Termostat

**شکل ۸ــ ترمینال سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم هوای ثابت و با دو دمپر سری شده**

### سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم متغیر (Dual duct ـ VAV)

در این روش هوای سرد و گرم رفت با دو کانال به جعبه اختلاط وارد شده و پس از اختلاط توسط دمپر اتوماتیک و یا فن ثانویه به‌صورت حجم متغیر وارد اتاق می‌شود.



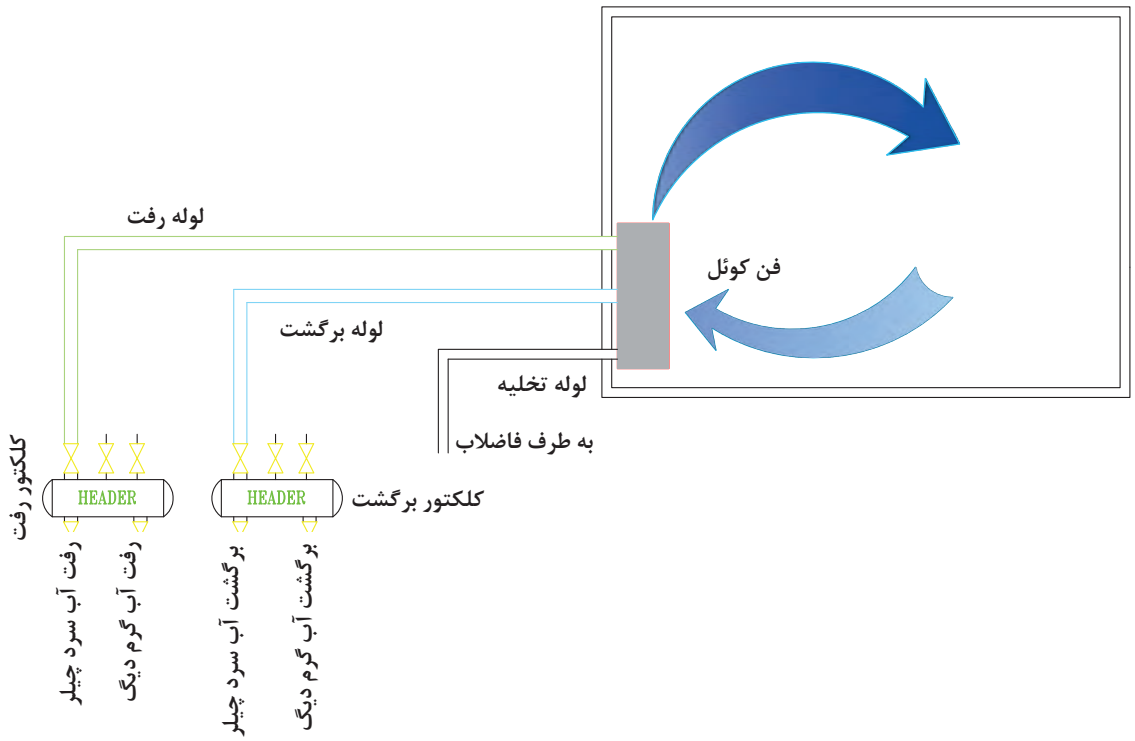

**شکل ۹ـ سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم هوای متغیر و با دو دمپر اتوماتیک**
(Multi Automatic Damper)

گفت‌وگوی کلاسی

۱ـ در هریک از سیستم‌های توزیع هوا کنترل دما توسط چه وسیله‌ای صورت می‌گیرد؟
۲ـ در صورتی که دمای تمامی اتاق‌ها یکسان باشد کدام روش مناسب است؟

## سیستم تمام آب

در موتورخانه مرکزی آب سرد توسط چیلر و آب گرم توسط دیگ تأمین شده و با استفاده از سیستم لوله‌کشی به دستگاه‌های توزیع که در اتاق نصب شده‌اند منتقل می‌شوند.



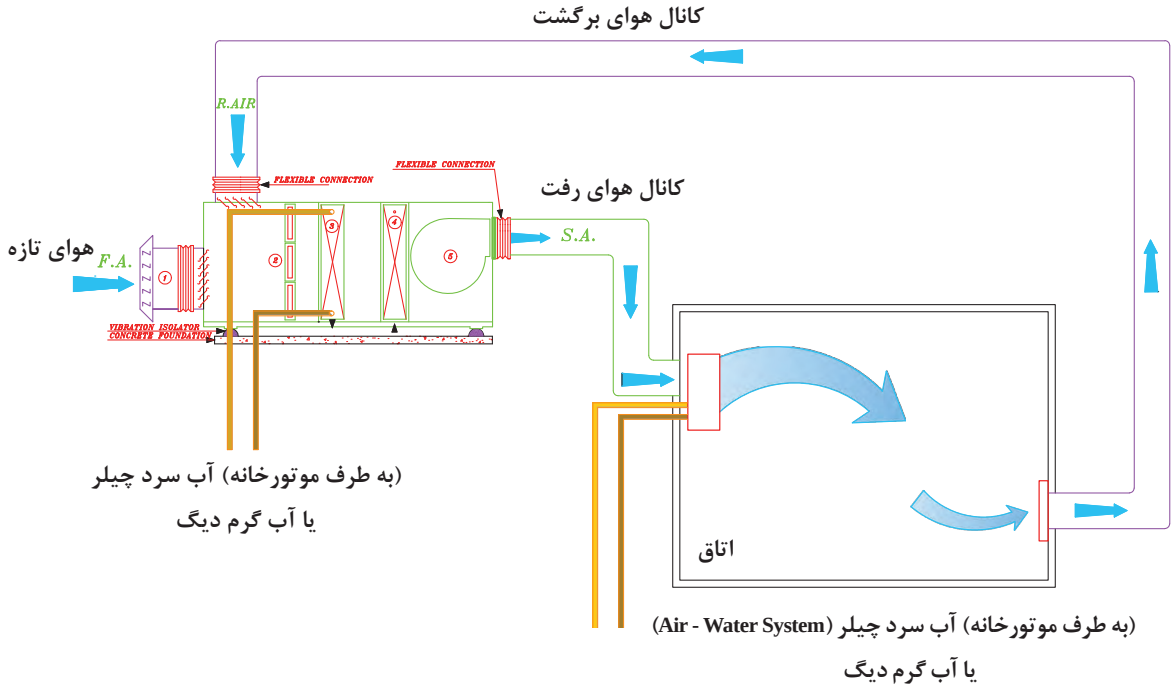

**شکل ۱۰ـ سیستم تمام آب شامل لوله رفت و برگشت فن کوئل**

گفت‌وگوی کلاسی

سیستم تمام آب را با سیستم تمام هوا مقایسه کنید.

## سیستم هوا ـ آب

در این سیستم هوا در هواساز به دمای مورد نظر نزدیک شده و توسط شبکه کانال‌کشی به اتاق منتقل می‌شود. همچنین آب سرد و گرم توسط شبکه لوله‌کشی از موتورخانه به‌طرف دستگاه توزیع اتاقی انتقال می‌یابد. از مزایای این روش می‌توان به تأمین هوای تازه مورد نیاز توسط شبکه کانال‌کشی، کاهش ابعاد شبکه کانال‌کشی و قطر شبکه لوله‌کشی اشاره نمود.



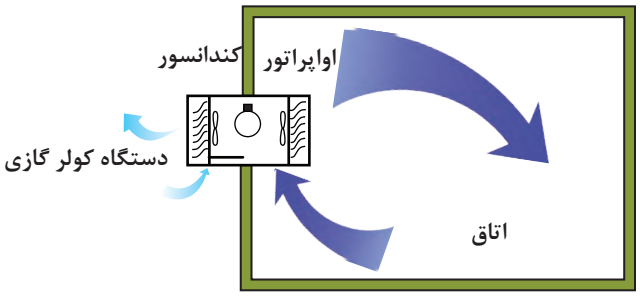

شکل ۱۱ـ سیستم هوا ـ آب شامل کانال هوا و لوله آب (سرد یا گرم) (Air ـ Water System)

گفت‌وگوی کلاسی

روش کنترل دمای اتاق چگونه صورت می‌گیرد؟

## سیستم انبساط مستقیم

در این سیستم تمام تجهیزات تبرید نظیر کمپرسور، کندانسر، کویل سرمایش و فن هوادهی در یک دستگاه قرار دارد. کویل سرمایش این سیستم از نوع انبساط مستقیم (DX) است. این دستگاه به‌صورت یکپارچه (Package) و یا دوتکه (Split) و در ظرفیت‌های متنوع ساخته می‌شود.
معمولاً از این سیستم در فضاهایی استفاده می‌شود که نیاز به کنترل درجه حرارت مجزا و یا سیستم تهویه مطبوع مستقل داشته باشد.




شکل ۱۲ــ سیستم کویل انبساط مستقیم
(DX - Coil System)

گفت‌وگوی کلاسی

سیستم انبساط مستقیم را با سیستم تمام هوا مقایسه نمایید.

پژوهش

انواع دستگاه‌های تهویه مطبوع یا انبساط مستقیم DX را نام برده و با یکدیگر از نظر ساختمان و عملکرد مقایسه نمایید.

## محاسبات تلفات گرمایی ساختمان

**یادآوری**

اتلاف گرمایی (heat loss) یک ساختمان، مقدار گرمایی است که به‌روش‌های مختلف از محیط گرم ساختمان در زمستان به هوای سرد بیرون انتقال می‌یابد.
بار گرمایی (heating load) مقدار گرمایی است که برای ثابت نگه‌داشتن دمای هوا در داخل ساختمان، به وسیلهٔ دستگاه‌های گرمایی تولید می‌شود.




اتلاف گرمایی شامل دو قسمت است:

**۱ـ تلفات پوسته ساختمان**

- تلفات جداره‌های خارجی
- تلفات سقف
- تلفات کف
- تلفات از طریق درها و پنجره‌ها
- $H_1 = UA(T_i - T_o)$

**۲ـ تلفات هوای تازه**

- تلفات هوای تازه و تخلیه (خواسته)
- تلفات گرمایشی ناشی از نفوذ هوا (ناخواسته)
- $H_2 = C_p V(T_i - T_o)$

پس از تعیین دمای طرح داخل و خارج از ساختمان محاسبات تلفات گرمایی را به ترتیب انجام می‌دهیم.

شرایط طرح هوای داخل:

- با توجه به فرمول کلی $H_1 = UA(T_i - T_o)$ یکی از عوامل تعیین‌کنندهٔ اتلاف گرمایی، دانستن دمای هوای داخل $T_i$ است که دمای آسایش ساختمان نیز محسوب می‌شود. دمای هوای پیشنهادی مکان‌های مختلف، در جدول شرایط طرح داخل آمده است:

| مکان | دمای طرح (°C) | مکان | دمای طرح (°C) |
|---|---|---|---|
| گالری‌های هنری | ۲۰ | آزمایشگاه‌ها | ۳۰ |
| سالن‌های تجمع | ۱۸ | اتاق‌های مشاوره | ۲۰ |
| کافه‌ها | ۱۸ | کتابخانه‌ها | ۲۰ |
| کانتین‌ها | ۲۰ | | |
| کلیساها | ۱۸ | دفاتر | |
| | | عمومی | ۲۰ |
| کارخانجات | | خصوصی | ۲۰ |
| کارهای نشستنی | ۱۹ | مراکز پلیس | ۱۸ |
| کارهای سبک | ۱۶ | رستوران‌ها | ۱۸ |
| کارهای سنگین | ۱۳ | | |
| | | هتل‌ها | |
| آپارتمان‌ها و خانه‌ها | | اتاق‌های خواب (استاندارد) | ۲۲ |
| اتاق‌های نشیمن | ۲۱ | اتاق‌های خواب (لوکس) | ۲۲ |

| مکان | دمای طرح (°C) | مکان | دمای طرح (°C) |
|---|---|---|---|
| اتاق‌های خواب | ۱۸ | اتاق‌های عمومی | ۲۱ |
| حمام‌ها | ۲۲ | | |
| هال ورودی | ۱۶ | مدارس و دانشکده‌ها | |
| | | کلاس‌های درس | ۱۸ |
| بیمارستان‌ها | | اتاق‌های سخنرانی | ۱۸ |
| راهروها | ۱۶ | | |
| دفاتر | ۲۰ | فروشگاه‌ها | |
| اتاق‌های عمل | ۱۸-۱۲ | کوچک | ۱۸ |
| نگهبانی | ۱۸ | بزرگ | ۱۸ |
| سالن‌های ورزشی | ۲۱ | استخرهای شنا | |
| انبارها | ۱۶ | اتاق‌های رخت‌کن | ۲۲ |
| | | سالن استخر | ۲۶ |

نکته

دمای هوای پیشنهادی مکان‌های مسکونی بین ۲۲°C تا ۱۸°C می‌باشد.

**شرایط طرح هوای خارج:**

این دما متوسط دما در سردترین شرایط در سال‌های مختلف برای محل مربوط (مطابق آمار سازمان هواشناسی) است.

در قسمت اقلیم‌بندی یا تیپ‌بندی محاسبات بار سرمایی، می‌توان از دمای متوسط زمستانه برای مناطق مختلف در هر گروه خاص استفاده نمود. در جدول میانگین کمینه دمای زمستانی هوای شهرهای مختلف ارائه شده است.

| نام شهر | میانگین کمینه دمای زمستانی (°C) | نام شهر | میانگین کمینه دمای زمستانی (°C) |
|---|---|---|---|
| آبادان | +۳ | ساری | -۳ |
| آمل | -۲ | سبزوار | -۸ |
| اراک | -۱۲ | سراب | -۱۹ |
| اردبیل | -۲۳ | سمنان | -۵ |
| ارومیه | -۱۳ | سنندج | -۱۴ |
| اصفهان | -۷ | سیرجان | -۷ |
| اهواز | +۳ | شهرکرد | -۱۴ |
| ایلام | -۴ | شیراز | -۴ |
| بابل | -۲ | کرج | -۹ |

| نام شهر | میانگین کمینه دمای زمستانی (°C) | نام شهر | میانگین کمینه دمای زمستانی (°C) |
|---|---|---|---|
| بجنورد | -۱۳ | کرمان | -۹ |
| بستان‌آباد | -۲۴ | کاشان | -۴ |
| بندرعباس | +۸ | کرمانشاه | -۱۰ |
| بوشهر | +۶ | کیش | +۱۱ |
| بیرجند | -۹ | گرگان | -۱ |
| تبریز | -۱۱ | فیروزکوه | -۲۲ |
| تهران | -۴ | قائمشهر | -۳ |
| تهران (تجریش) | -۷ | قزوین | -۱۱ |
| خرم‌آباد | -۷ | قشم | +۱۲ |
| خوی | -۱۴ | قم | -۴ |
| دزفول | +۱ | مشهد | -۱۰ |
| رشت | -۳ | نیشابور | -۱۲ |
| زاهدان | -۸ | همدان | -۱۹ |
| زنجان | -۱۶ | یزد | -۶ |

**اتلاف گرمایی از جداره‌های گرمایی $H_1$:**

برای محاسبهٔ اتلاف گرمایی از جداره‌های ساختمان از قبیل دیوار، سقف، کف، در، پنجره و شیشه از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

$$H_1 = UA\,(T_i - T_o)$$

اتلاف گرمایی محسوس ناشی از هدایت بر حسب $H_1$ = watt

مساحت دیوار خالص (پس از کسر مساحت در و پنجره) یا مساحت در و یا پنجره $A = [m^2]$

ضریب کلی هدایت گرمایی دیوار، در و یا پنجره = $U = \left[\frac{w}{m^2.k}\right]$

دمای طرح داخل $T_i = k$

دمای طرح خارج $T_o = k$

نکته

علت بیان دما برحسب کلوین به این دلیل است که در سیستم SI، دما باید برحسب کلوین (K) باشد ولی چون به‌طور معمول در مسائل از اختلاف دما استفاده می‌کنیم و اختلاف دمای کلوین و سلیوس یکسان است.

**جدول ۱ـ مقدار U برای دیوارهای متداول برحسب $W/m^2.K$**

| شرح | ضخامت (سانتی‌متر) | بدون اندود | | فقط با اندود داخلی | | با اندود داخلی و نمای سنگی | | با اندود داخلی و نمای سیمانی | | دیوار داخلی با اندود از دوطرف | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | بدون عایق | با عایق* ۲/۵cm | بدون عایق | با عایق* ۲/۵cm | بدون عایق | با عایق* ۲/۵cm | بدون عایق | با عایق* ۲/۵cm | بدون عایق | با عایق* ۲/۵cm |
| دیوار با آجر فشاری | ۱۱ | ۳/۲۵ | ۱/۰۷ | ۲/۸۰ | ۱/۰۲ | ۲/۴۷ | ۰/۹۷ | ۲/۴۱ | ۰/۹۶ | ۲/۴۵ | ۰/۹۷ |
| | ۲۲ | ۲/۲۵ | ۰/۹۴ | ۲/۰۲ | ۰/۸۹ | ۱/۸۴ | ۰/۸۶ | ۱/۸۱ | ۰/۸۵ | ۱/۸۳ | ۰/۸۵ |
| | ۳۳ | ۱/۷۲ | ۰/۸۳ | ۱/۵۸ | ۰/۸۰ | ۱/۴۷ | ۰/۷۷ | ۱/۴۵ | ۰/۷۶ | – | – |
| | ۴۵ | ۱/۳۷ | ۰/۷۴ | ۱/۲۷ | ۰/۷۱ | ۱/۲۰ | ۰/۶۹ | ۱/۲۸ | ۰/۷۱ | – | – |
| دیوار با آجر مجوف سفالی | ۱۱ | ۳/۳۳ | ۱/۰۸ | ۲/۸۵ | ۱/۰۳ | ۲/۵۲ | ۰/۹۸ | ۲/۴۶ | ۰/۹۶ | ۲/۵۰ | ۰/۹۸ |
| | ۲۲ | ۲/۲۲ | ۰/۹۳ | ۲/۰۰ | ۰/۸۹ | ۱/۸۳ | ۰/۸۵ | ۱/۸۰ | ۰/۸۵ | ۱/۸۲ | ۰/۸۵ |
| دیوار با بلوک سیمانی | ۱۰ | ۳/۳۸ | ۱/۰۸ | ۲/۸۵ | ۱/۰۳ | ۲/۵۵ | ۰/۹۸ | ۲/۴۹ | ۰/۹۷ | ۲/۵۳ | ۰/۹۸ |
| | ۲۰ | ۲/۷۳ | ۱/۰۱ | ۲/۴۰ | ۰/۹۶ | ۲/۱۶ | ۰/۹۲ | ۲/۱۱ | ۰/۹۱ | ۲/۱۵ | ۰/۹۲ |
| دیوار با بلوک بتن اسفنجی | ۱۰ | ۱/۱۳ | – | ۱/۰۷ | – | ۱/۰۲ | – | ۱/۰۱ | – | ۱/۰۲ | – |
| | ۲۰ | ۰/۶۳ | – | ۰/۶۱ | – | ۰/۵۹ | – | ۰/۵۹ | – | ۰/۵۹ | – |
| دیوار بتنی | ۱۰ | ۴/۴۱ | ۱/۱۷ | ۳/۶۱ | ۱/۱۰ | ۳/۰۸ | ۱/۰۵ | ۳/۰۰ | ۱/۰۴ | ۳/۰۵ | ۱/۰۵ |
| | ۲۰ | ۱/۲۵ | ۰/۷ | ۱/۱۸ | ۰/۶۸ | ۱/۱۱ | ۰/۶۶ | ۱/۱۰ | ۰/۶۵ | ۱/۱۱ | ۰/۶۶ |
| دیوار پلی استایرن با بتن پاشیده | ۱۱ | ۰/۴۴ | – | ۰/۴۳ | – | ۰/۴۳ | – | ۰/۴۲ | – | ۰/۴۳ | – |

* عایق از نوع استایرن با قابلیت هدایت گرمایی $k = ۰/۰۴ \frac{W.m}{m^2.K}$

نکته

مرجع اصلی محاسبات مقدار U مرکز تحقیقات مسکن و شهرسازی است.

**جدول ۲ـ مقدار U برای انواع در و پنجره**

| نوع در و پنجره | $\frac{W}{m^2.K}$ |
|---|---|
| در چوبی (داخلی و خارجی) | ۲/۳ |
| پنجره‌های داخلی شیشه‌دار | ۳/۵ |
| پنجرهٔ چوبی با شیشه (خارجی) | ۵/۲ |
| در آهنی (داخلی یا خارجی) | ۵/۸ |
| پنجرهٔ آهنی با شیشه | ۵/۸ |
| پنجره ویترینی | ۵/۸ |
| پنجره مضاعف با کادر چوبی | ۳/۲ |
| پنجره مضاعف با کادر فلزی | ۳/۳ |
| پنجره فلزی با شیشهٔ مضاعف | ۳/۷ |
| پنجره چوبی با شیشه مضاعف | ۳/۵ |
| پنجرهٔ UPVC با شیشهٔ ساده | ۵/۸ |
| پنجرهٔ UPVC با شیشهٔ دوجداره (۱۲ میلی‌متر فاصله هوایی) | ۱/۷ |
| پنجرهٔ UPVC با شیشهٔ دوجداره (۶ میلی‌متر فاصله هوایی) | ۲/۸ |
| شیشهٔ یک جداره | ۵/۶ |
| شیشهٔ دوجداره با ۲۰mm فضای خالی | ۲/۹ |
| شیشهٔ دوجداره با ۱۲mm فضای خالی | ۳ |
| شیشهٔ دوجداره با ۶mm فضای خالی | ۳/۴ |
| شیشهٔ دوجداره با ۳mm فضای خالی | ۴ |
| شیشهٔ سه‌جداره با ۲۰mm فضای خالی | ۲ |
| شیشهٔ سه‌جداره با ۱۲mm فضای خالی | ۲/۱ |
| شیشهٔ سه‌جداره با ۶mm فضای خالی | ۲/۵ |
| شیشهٔ سه‌جداره با ۳mm فضای خالی | ۳ |

جدول ۳ـ مقدار U برای سقف‌های مختلف $\frac{W}{m^2.^\circ C}$

| انواع سقف | ضخامت سقف به cm | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۷/۵ | ۱۰ | ۱۵ | ۲۰ | ۳۰ |
| سقف بتونی با آسفالت و اندود در داخل | ۳/۶ | ۳/۴ | ۲/۹ | ۲/۵ | ۲ |
| سقف بتونی با آسفالت بدون اندود | ۴/۲ | ۳/۸ | ۳/۳ | ۲/۸ | ۲/۲ |
| سقف بتونی با آسفالت و (۵ سانتی‌متر) عایق | ۱/۳ | ۱/۳ | ۱/۲ | ۱ | ۰/۹ |
| سقف بتونی با آسفالت و (۵ سانتی‌متر) عایق و اندود | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۷ | ۰/۶ | ۰/۶ |
| سقف بتونی با آسفالت و (۱۲ سانتی‌متر) عایق بدون اندود | ۱/۹ | ۱/۹ | ۱/۷ | ۱/۶ | ۱/۵ |
| سقف بتونی با آسفالت و سقف کاذب | - | ۲ | ۱/۹ | ۱/۹ | ۱/۶ |
| سقف بتونی با آجر میان‌تهی به ضخامت (۱۵ سانتی‌متر) و آسفالت و اندود | | | ۲/۵ | | |
| سقف معمولی آجری با آسفالت و اندود گچ | | | | ۲/۳ | |

**اتلاف گرمایی از کف و دیوارهای متصل به زمین:**

برای محاسبهٔ مقدار انتقال گرما از دیوارها و کف متصل به زمین، می‌توان برحسب دمای زمین مقدار اتلاف گرمایی هر مترمربع کف و دیوار متصل به زمین را از جدول تلفات گرمایی از کف به دست آورد و در مساحت کف یا دیوار متصل به زمین ضرب کرد.

**جدول ۴ـ تلفات گرمایی از کف و دیوارهای زیرزمین**

| اتلاف گرمایی از دیوارهای زیرزمین $\frac{W}{m^2}$ | اتلاف گرمایی از کف $\frac{W}{m^2}$ | دمای زمین $^\circ C$ | مناطق * |
|---|---|---|---|
| ۲۰ | ۱۰ | ۵ | سردسیر |
| ۱۲ | ۶ | ۱۰ | معتدل |
| ۶ | ۳ | ۱۵ | گرمسیر |

* میانگین دمای کمینه زمستانی کمتر از $-5^\circ C$ مناطق سردسیر

میانگین دمای کمینه زمستانی بین $0^\circ C$ تا $-5^\circ C$ مناطق معتدل

میانگین دمای کمینه زمستانی بیشتر از $0^\circ C$ مناطق گرمسیر

**تلفات گرمایی از راه نفوذ یا تعویض هوا ($H_۲$):** برای محاسبهٔ تلفات گرمایی از راه نفوذ یا تعویض هوا، ابتدا باید مقدار هوای نفوذ را محاسبه کنیم. چگونگی ورود هوا به داخل ساختمان :
نفوذ هوا به داخل ساختمان همواره یکی از روش‌های مهم دفع گرما در زمستان است.

۱ـ سرعت باد: سرعت باد باعث ایجاد فشار در سمت مشرف به باد و همچنین خلأ ملایمی در سمت داخل ساختمان شده، سبب نفوذ هوای خارج از درز درها و پنجره‌ها به‌ویژه به داخل می‌شود. در زمستان نفوذ هوا از پایین ساختمان و رانش هوا از بالای ساختمان خواهد بود.
مقدار هوای نفوذی بستگی دارد به میزان بسته بودن درها و پنجره‌ها، ارتفاع ساختمان، کیفیت روکار ساختمان، جهت و سرعت وزش باد و یا مقدار هوایی که برای تهویه یا تعویض درنظر گرفته می‌شود. تهویهٔ هوا به منظور تأمین اکسیژن مصرف شده توسط ساکنین و یا خروج دوده و گرما و غبار ناشی از بعضی وسایل در مکان‌هایی مثل کارخانجات امری ضروری است. این امر ممکن است به‌طور طبیعی با باز کردن درها و پنجره‌ها و یا به‌صورت اجباری توسط بادزن صورت گیرد. در محاسبات گرمایش مرکزی، حجم هوای ورودی به‌داخل ساختمان را می‌توان با یکی از روش‌های زیر محاسبه نمود:
۱) روش درزی ۲) روش حجمی

**۱ـ روش حجمی :**
در این روش جهت محاسبهٔ مقدار هوای نفوذی از این فرمول استفاده می‌شود: $V = v \times n$
- حجم هوای نفوذی برحسب مترمکعب در ساعت $v = [CFH]$
- حجم اتاق یا محیط موردنظر بر حسب مترمکعب $= v$
- دفعات تعویض هوای اتاق در ساعت از جدول $= n$

همان‌طور که از فرمول فوق استنباط می‌گردد، در این روش مقدار هوای نفوذی از پایهٔ تعداد دفعاتی که در مدت یک ساعت، هوای اتاق با هوای تازه تعویض می‌شود، برآورد می‌گردد.

| وضعیت اتاق | تعداد تعویض هوا در ساعت |
|---|---|
| اتاق بدون در و پنجره خارجی | ۰/۵ |
| اتاق با در و پنجره خارجی از یک طرف | ۱ |
| اتاق با در و پنجره خارجی از دو طرف | ۱/۵ |
| اتاق با در و پنجره خارجی از سه یا چند طرف | ۲ |

**توجه:** برای اتاق‌های در و پنجره‌دار، با زهوار و درزبند خوب، ۵۰ ٪ ارقام جدول منظور شود.
برای منازل مسکونی $\frac{۳}{۴}$ ارقام جدول محاسبه می‌شود.

نکته

باید توجه نمود تعداد دفعات تعویض (n) که در جدول ارائه گردیده بر مبنای نفوذ و تهویهٔ طبیعی هوا و بدون کمک وسایلی نظیر ونتیلاتور است.

با استفاده از روش حجمی مقدار V را برای اتاق‌ها محاسبه می‌کنیم.
در فضاهایی از قبیل آشپزخانه، کارگاه و... که از هواکش استفاده می‌شود، میزان هوای تازه نفوذی برابر با دبی یا ظرفیت هواکش (ونتیلاتور) خواهد بود.

**۲ـ محاسبهٔ بار گرمایی هوای نفوذی :**
پس از محاسبهٔ حجم هوای نفوذی به داخل اتاق، از طریق فرمول زیر، مقدار بار گرمایی آن را محاسبه می‌کنیم.

$$H_۲ = C_P \rho V (T_r - T_{od})$$

اتلاف گرمایی محسوس ناشی از نفوذ برحسب watt = $H_۲$

دبی هوای نفوذی برحسب $V = \left[\frac{m^۳}{hr}\right]$

ضریب گرمایی ویژه هوا در فشار ثابت در شرایط استاندارد $C_P = \left[\frac{W}{kg.^\circ C}\right]$

جرم مخصوص هوا در شرایط استاندارد = ρ

پس از اعمال مقادیر استاندارد و ساده‌سازی خواهیم داشت: $H_۲ = \frac{۱}{۳} nV(T_i - T_o)$

تعداد تعویض هوای اتاق در ساعت در اثر نفوذ هوا = n

حجم هوای اتاق برحسب $(m^۳)$ = V

دبی حجمی هوای نفوذی برحسب $nV = (\frac{m^۳}{hr})$

## ضرایب تصحیح در محاسبات بار گرمایی

اتلاف گرمایی محاسبه شده برای بعضی از ساختمان‌ها که شرایط ویژه‌ای دارند، نمی‌تواند ملاک تعیین ظرفیت دستگاه‌های گرمایش باشد. بنابراین لازم است که درصدی بار اضافی به‌عنوان ضرایب تصحیح به مقدار بار محاسبه شده اضافه شود که در برگه‌های محاسباتی تحت‌عنوان ضرایب تصحیح به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

### ۱ـ ضریب جهت

جدول ۵ـ ضریب جهت

| جهت جدار | ضریب |
|---|---|
| شمال و شرق | ٪۱۰ |
| مغرب | ٪۵ |

### ۲ـ ضریب موقعیت:

برای سطوحی که بادگیر هستند ٪۵ تا ٪۱۰

بادگیر بودن جدارها بستگی به جهت وزش باد دارد و در هر شهر متفاوت است و با تغییر وضعیت آب و هوا تغییر می‌کند (در ایران معمولاً از غرب به شرق است)

### ۳ـ ضریب تناوب:

جدول ۶ـ ضریب تناوب

| | |
|---|---|
| ساختمان‌هایی که فقط روزها گرم می‌شوند | ٪۱۰ تا ٪۱۵ |
| ساختمان‌هایی که روزها مورد استفاده نیستند | ٪۲۵ تا ٪۳۰ |
| ساختمان‌هایی که برای مدت طولانی گرم نمی‌شوند | تا ٪ ۵۰ |

### ۴ـ ضریب ارتفاع:

برای اتاق‌هایی که بیش از ۱۵ فوت (۴/۵) متر ارتفاع دارند با استفاده از جدول زیر :

جدول ۷ـ ضریب ارتفاع

| ارتفاع برحسب متر | ۱۱ | ۱۰ | ۹ | ۸/۲ | ۷/۳ | ۶/۴ | ۵/۵ | ۴/۵ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع برحسب فوت | ۳۶ | ۳۳ | ۳۰ | ۲۷ | ۲۴ | ۲۱ | ۱۸ | ۱۵ |
| درصد اضافی | ۲۰ | ۱۷/۵ | ۱۵ | ۱۲/۵ | ۱۰ | ۷/۵ | ۵ | ۲/۵ |

**مثال**: تلفات گرمایی از نمازخانه اداره‌ای در شهر قم و با دیوار شمالی و ارتفاع ۵/۵ متر برابر ۶۰۰۰ وات است. اتلاف گرمایی نمازخانه پس از درنظر گرفتن ضرایب تصحیح به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

**پاسخ**: به دلیل اینکه نمازخانه اداره فقط روزها گرم می‌شود ضریب تناوب طبق جدول ۱۵ درصد و چون ارتفاع نیز از ۴/۵ متر بیشتر است طبق جدول، ضریب ارتفاع ۵ درصد با توجه به اینکه دیوار در ضلع شمالی است باید ضریب جهت ۱۰ درصد درنظر گرفته شود.
چون دیوار در ضلع شمالی است باد غالب درنظر نمی‌گیریم.

$$H = ۶۰۰۰W \quad , F = ٪۱۵ + ٪۵ + ٪۱۰ = ٪۳۰$$

$$H = H + (F \times H) = ۶۰۰۰ + (٪۳۰ \times ۶۰۰۰) = ۶۰۰۰ + ۱۸۰۰ = ۷۸۰۰W$$ با اعمال ضرایب

* F = Factor ضریب

## انتخاب دستگاه

پس از اینکه بار گرمایی ساختمان محاسبه شد، با توجه به اینکه طراح کدام سیستم را برمی‌گزینند باید دستگاه‌های سه بخش زیر را انتخاب نمود:
۱ـ انتخاب دستگاه‌های مولد گرما (دیگ و مشعل و دودکش و مخزن آب گرم مصرفی و مخزن انبساط و پکیج و...)
۲ـ انتخاب دستگاه‌های انتقال گرما (پمپ و لوله و کانال هوا و...)
۳ـ انتخاب دستگاه‌های توزیع گرما (رادیاتور، فن کویل، گرمایش کف، هواساز، دریچه هوا و...)
انتخاب این دستگاه‌ها در سه پایه تحصیلی در موارد مختلف آمده است.

پروژه

با راهنمایی هنرآموز خود محاسبات بار گرمایی یک ساختمان را انجام داده و کلیه دستگاه‌های آن را انتخاب نمایید، سعی کنید این کار را به‌صورت گروهی انجام دهید.

## برگ محاسباتی نمونه

در این قسمت برگ محاسباتی نمونه ارائه شده است که برای محاسبات دستی می‌توان از آن استفاده نمود:

**برگه محاسباتی بار گرمایی**

اتاق: سالن‌هال و پذیرایی — حجم: ۴۴۵/۵۰m³ — طول: ۱۳/۵m — دمای طرح داخل: ti(°C)۲۲
طبقه: همکف — تاریخ:۱۳۹۵/۰۶/۰۵ — عرض: ۱۱m — دمای طرح خارج: to(°C) -۴/۴۴
کاربری: مسکونی — ارتفاع: ۳m — اختلاف دما: ti.to(°C)۲۶/۴۴

**اتلاف گرمایی از جدارها**

| جدار و جهت | تعداد | طول (m) | ارتفاع یا عرض (m) | سطح کم شده (m²) | سطح خالص (m²) | U W/m²-°C | اختلاف دما (°C) | اتلاف گرمایی (W) | ضریب جهت (درصد) | ضریب ارتفاع (درصد) | ضریب موقعیت (درصد) | ضریب تناوب (درصد) | جمع ضرایب (درصد) | اتلاف گرمایی کلی (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دیوار خارجی جنوبی | ۱ | ۱۱ | ۳ | ۷/۷۴ | ۲۵/۲۶ | ۱/۷۹ | ۲۶/۴۴ | ۱۱۹۵/۵۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۱۲۵۵/۲۷ |
| پنجره خارجی جنوبی | ۱ | ۴/۳ | ۱/۸ | ۰/۰۰ | ۷/۷۴ | ۲/۶ | ۲۶/۴۴ | ۵۳۲/۰۸ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۵۵۸/۶۸ |
| در خارجی جنوبی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۵/۸ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۰/۰۰ |
| دیوار خارجی شرقی | ۰/۰۰ | ۶ | ۳ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۸۲ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۱۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۰۰ |
| پنجره خارجی شرقی | ۰/۰۰ | ۰/۷۵ | ۱/۸ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۲/۶ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۱۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۰۰ |
| دیوار خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۶ | ۳ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۸۲ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰/۰۰ |
| پنجره خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۲/۵ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| در خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۵/۸ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| کف | ۱ | ۱۳/۵ | ۱۱ | ۰/۰۰ | ۱۴۸/۵۰ | ۰/۶۳۷ | ۱۵/۱ | ۱۴۲۸/۳۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۴۲۸/۳۸ |
| سقف | ۰/۰۰ | ۱۳/۵ | ۱۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۵ | ۰ | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| دیوار داخلی | ۱ | ۲۴/۵ | ۳ | ۰/۰۰ | ۷۳/۵۰ | ۲/۵۲ | ۱۵/۱ | ۲۷۹۶/۸۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۷۹۶/۸۲ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |

۵۸۳۰/۶۱ — اختلاف دما ۲۶/۴۴(°C) ×ارتفاع ۳(m) ×عرض ۱۱(m) ×طول ۱۳/۵(m) ×۱/۵ hr/l ×$\frac{۱}{۳}$(اتلاف گرمایی هوای تازه)

۱۱۸۶۹/۷۷ — جمع کل تلفات گرمایی

## سیستم‌های سرمایشی در تهویه مطبوع

**تعریف تبرید:** اگر گرما را از یک محیط خارج کنیم به آن محیط سرد می‌گوییم؛ همان‌طور که اگر از ورود نور به یک محیط جلوگیری کنیم به آن محیط، تاریک می‌گوییم. گرفتن گرما از یک محیط با دمای پایین و انتقال آن به یک محیط با دمای بالاتر را تبرید گویند.

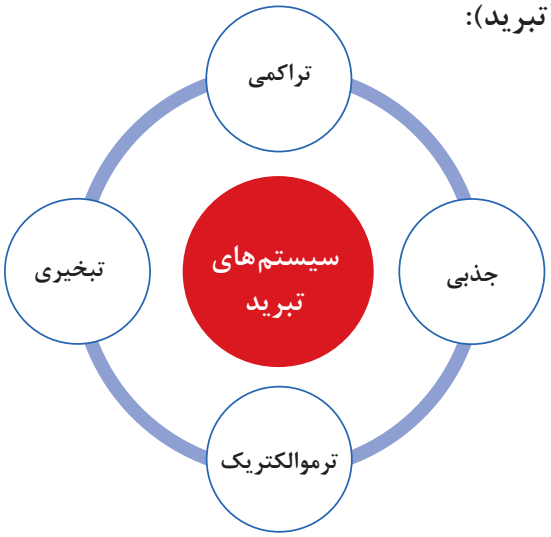
پژوهش کنید

کارکردهای مختلفی از سیستم‌های سرمایشی در زمینه صنعت، بهداشت و ساختمان را به کلاس ارائه دهید.

نکته

با توجه به بیان کلازیوس از اصل دوم ترمودینامیک انتقال گرما از یک محیط با دمای پایین به یک محیط با دمای بالا به خودی خود امکان‌پذیر نیست و نیاز به یک منبع دارد.

**سیستم‌های سرمایشی (تبرید):**




گفت‌وگوی کلاسی

در مورد سیستم‌های تبرید پیرامون خود بحث نمایید.

## سیستم تبرید تراکمی

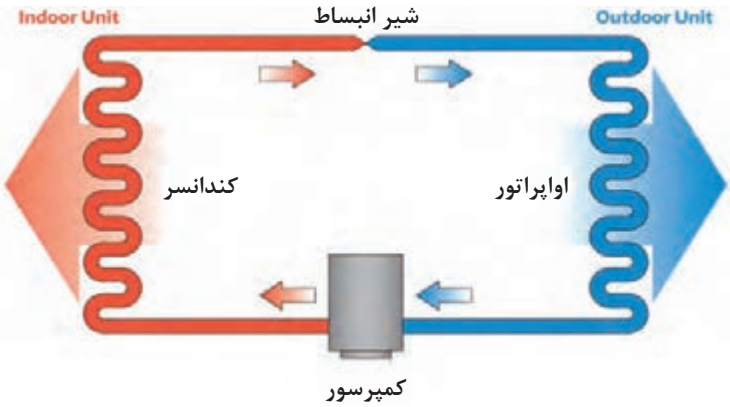
در سردکردن با عملیات مکانیکی از یک کمپرسور برای متراکم کردن گاز استفاده می‌شود و به این ترتیب سیکل حاصله را سیکل تراکمی می‌نامند.






اجزای اصلی سیستم تبرید تراکمی
- کمپرسور
- کنترل‌کننده مایع مبرد
- کندانسر
- اواپراتور

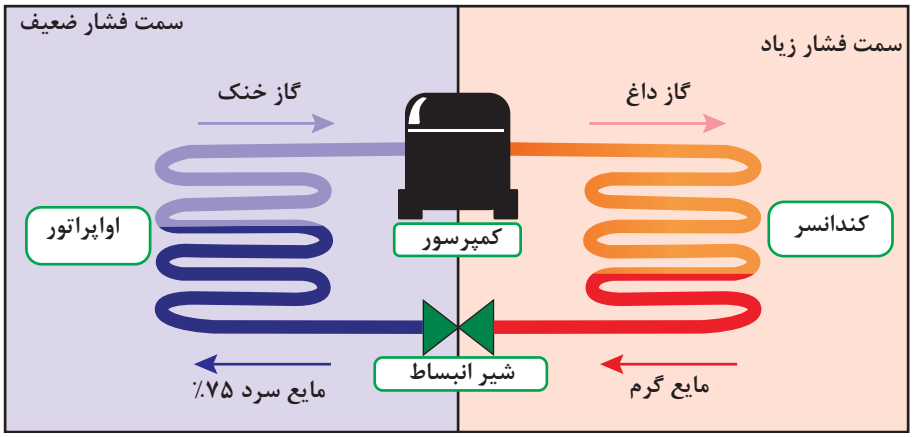
ماده سرمازا در اواپراتور، گرمای محیط اطراف خود را جذب کرده و در کندانسر آن را دفع می‌کند. به‌عبارت دیگر کمپرسور گاز سرمازا را در وضعیتی قرار می‌دهد که گرما را که قبلاً و از محیطی با فشار کم جذب کرده بود پس بدهد. چون کمپرسور گرما را از محیطی به محیط دیگر انتقال می‌دهد به آن پمپ گرمایی نیز می‌گویند. یک سیستم سردکننده از یک قسمت فشار قوی و یک قسمت فشار ضعیف تشکیل شده است که گرما از سمت فشار ضعیف گرفته می‌شود و در سمت فشار قوی دفع می‌شود.




شکل ۱۳ـ سیکل تبرید

**اجزای اصلی یک سیستم تبرید تراکمی:**

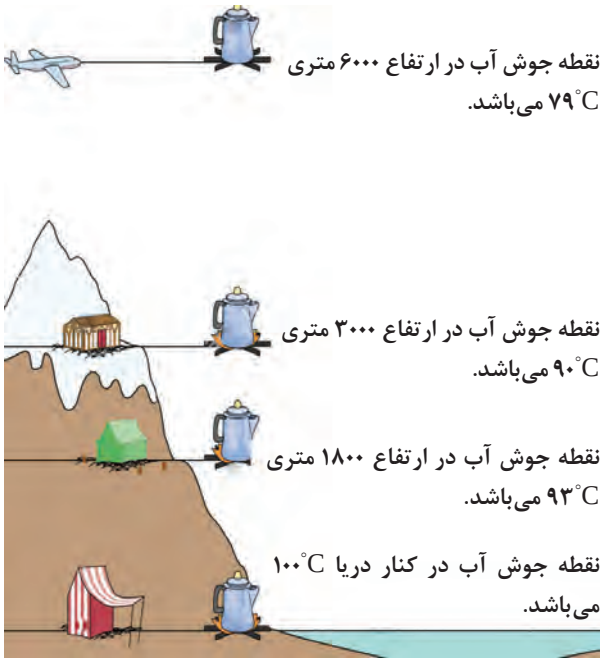
سمت فشار زیاد : کمپرسور – کندانسر　　سمت فشار ضعیف: شیر انبساط - اواپراتور

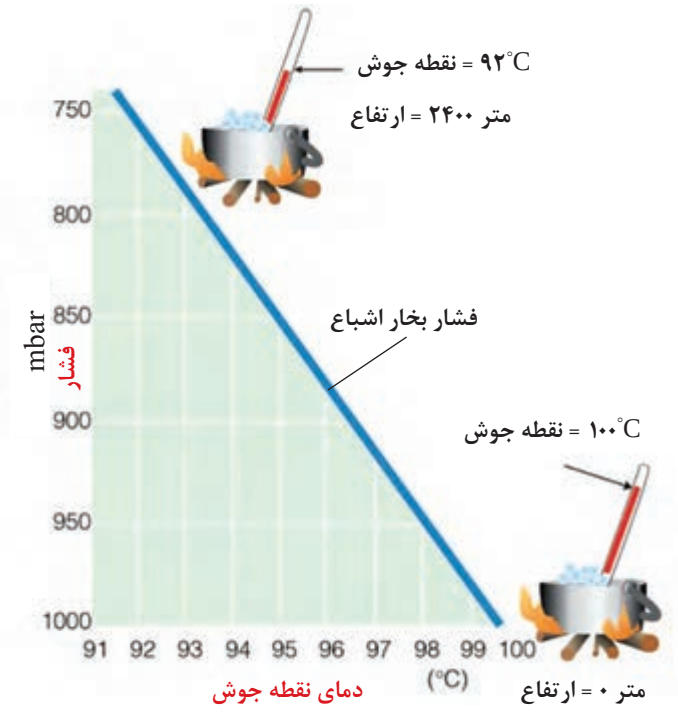



شکل ۱۴ـ چرخه تبرید

## رابطه دما و فشار

همان‌طور که می‌دانید آب خالص در کنار ساحل دریا و فشار یک اتمسفر در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس به‌جوش می‌آید و هرچه از سطح دریا به سمت ارتفاعات پیش برویم بر اثر کاهش فشار نقطه جوش آب نیز پایین می‌آید.



پرسش کلاسی



به نظر شما زودپز چه تأثیری بر دمای نقطه جوش آب دارد؟

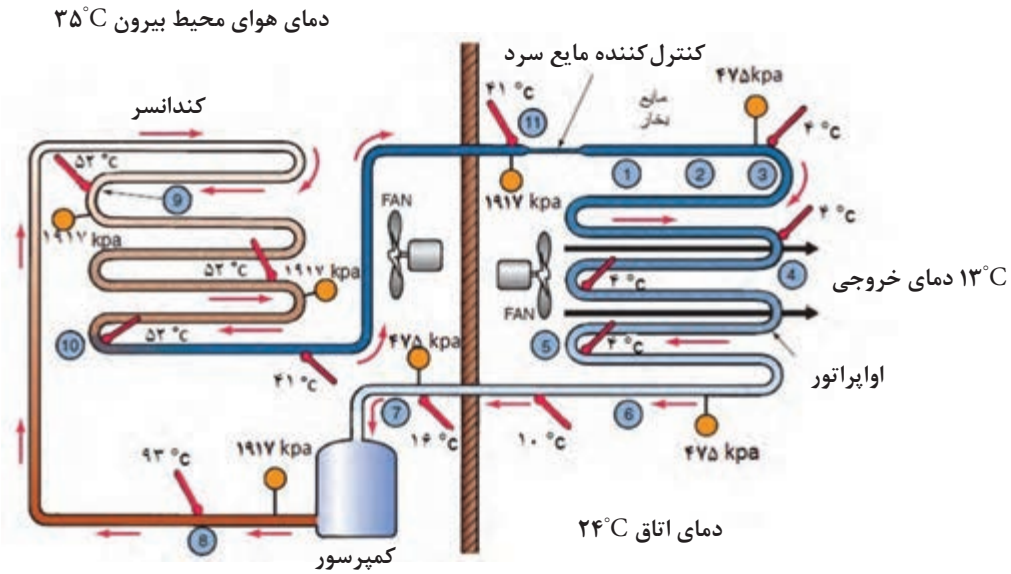
نکته

تقریباً به‌ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا ۱°C از دمای جوش آب کاسته می‌شود.

پرسش کلاسی

آب در ارتفاع ۱۵۰۰متری حدوداً در چه دمایی به جوش می‌آید؟

## رابطه فشار و دما بر روی مبردها




مبرد R-۲۲

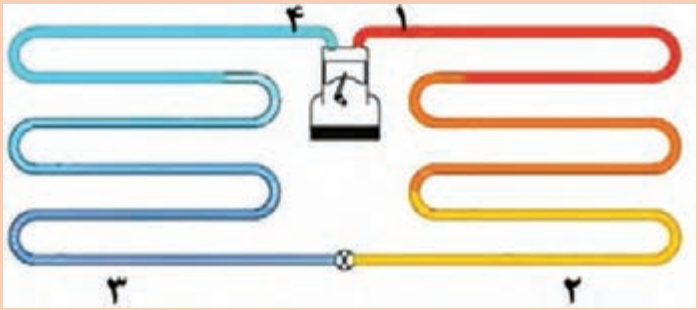
گفت‌وگوی کلاسی

بیان کنید چرا دمای مبرد در ورود به کندانسر زیاد و در خروجی آن کم است؟

پرسش کلاسی

با توجه به شکل و داده‌های زیر جدول را تکمیل کنید.

۹۳ °C -۴۲°C- ۱۵°C -۴۶۹kpa - ۱۹۳۰kpa - ۴۶۹kpa

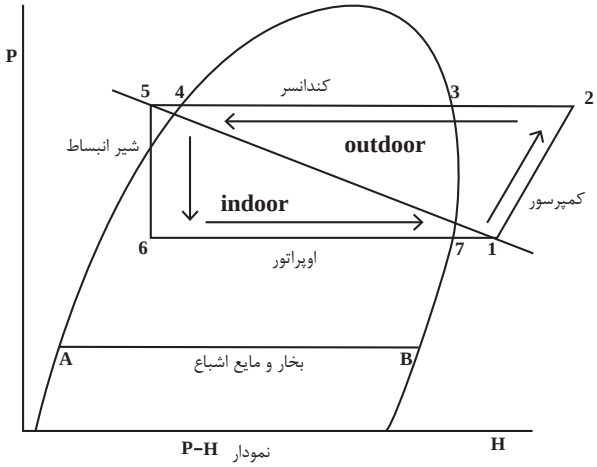



| فشار kpa | دما °C | قسمت |
|---|---|---|
| ۱۹۳۰ | | ۱ |
| | | ۲ |
| | ۵ | ۳ |
| | | ۴ |

## سیکل تبرید تراکمی

در چرخه زیر مسیر جریان ماده مبرد در حالت‌های مختلف از مایع سابکول تا گاز سوپرهیت نشان داده شده است. چرخه‌ها در نمودارهای متفاوتی ترسیم می‌شوند که یکی از آنها نمودار P-H یا همان فشار ـ آنتالپی (گرمای کلی) می‌باشد منحنی نشان داده شده مربوط به نوع ساده مبرد است. که با توجه به شرایط آن ماده منحنی کمی تغییر می‌کند.




گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به شکل دما - فشار و نمودار P-H جدول زیر را تکمیل کنید.

| فرایند | محل فرایند | شرح فرایند |
|---|---|---|
| ۱-۲ | کمپرسور | افزایش فشار گاز |
| ۲-۳ | | دفع گرمای گاز تا دمای اشباع |
| ۳-۴ | | |
| ۴-۵ | کندانسر | |
| ۵-۶ | شیر انبساط | |
| ۶-۷ | | جذب گرما – مخلوط گاز و مایع تا دمای اشباع |
| ۷-۱ | اواپراتور | |

## اجزای اصلی سیکل تبرید

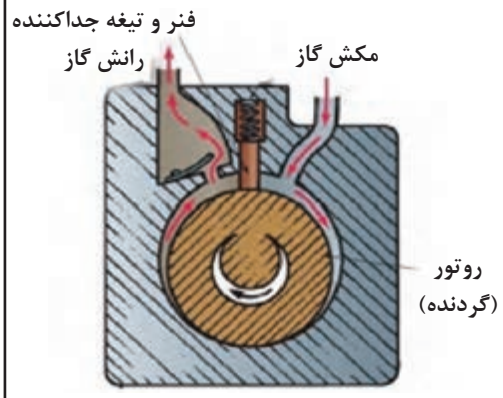
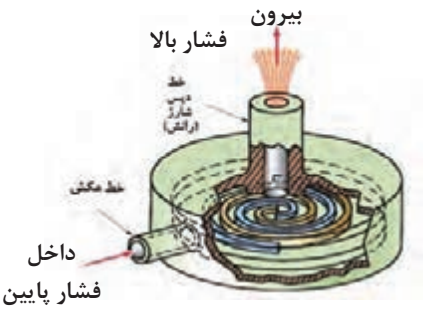
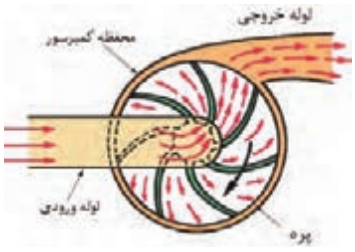
### کمپرسور

کمپرسور قلب یک سیستم تراکمی است. کمپرسور بخار سرد مبرد را از قسمت اواپراتور از طریق لوله مکش (برگشت- ساکشن)جذب کرده و پس از متراکم نمودن آن از طریق لوله رفت (دهش ـ دیس شارژ) با فشار و دمای بالا به سمت کندانسر هدایت می‌کند.





| انواع کمپرسور | | |
|---|---|---|
| نام کمپرسور | ساختمان | شکل |
| پیستونی |  |  |

| | | |
|---|---|---|
| روتاری |  |  |
| اسکرال |  |  |
| اسکرو |  |  |
| سانتریفیوژ |  |  |

پژوهش کنید

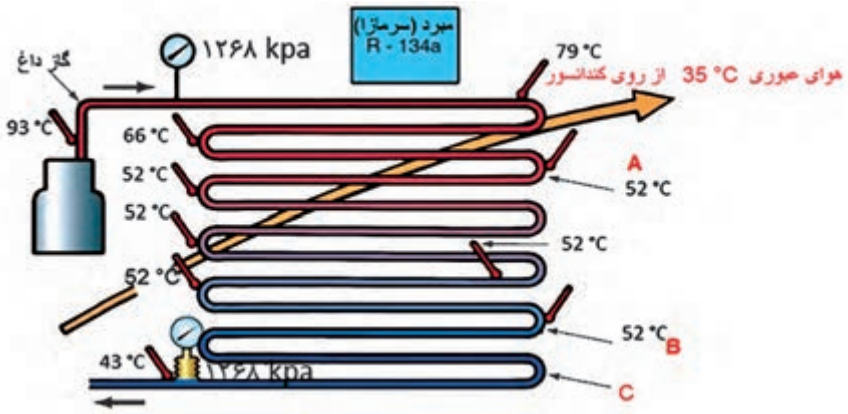
کدام‌یک از کمپرسورهای ذکر شده ویژه مناطق گرمسیر می‌باشد؟ چرا؟

کار کلاسی

کدام‌یک از انواع کمپرسورها در کولرهای گازی مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

### کندانسر یا تقطیرکننده

کندانسر یک مبدل گرمایی است که گاز داغ مبرد را پس از خروج از کمپرسور بر اثر تبادل گرمایی با سیالی دیگر مانند هوا یا آب خنک تقطیر کرده و به مایع مبرد تبدیل می‌کند. در تصویر زیر حالت‌های فشار و دما برای مبرد R -۱۳۴ بیان شده است.




گفت‌وگوی کلاسی

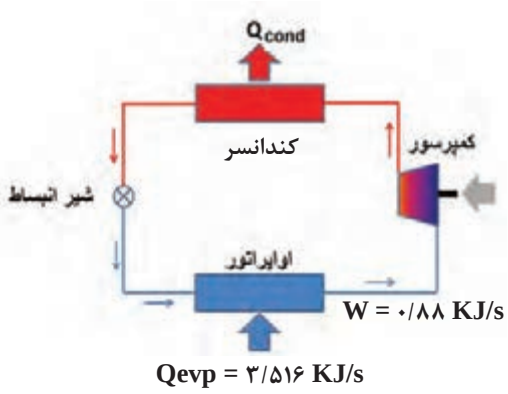
در کدام یک از نقاط A، B یا C بخار مبرد شروع به مایع شدن می‌کند؟

گرمای دفع شده در کندانسر = گرمای جذب شده در اواپراتور + گرمای حاصل از تراکم در کمپرسور




کار کلاسی

با توجه به‌شکل بالا درصورتی که گرمای جذب شده در اواپراتور ۳/۵۱۶ $\frac{KJ}{sec}$ و گرمای حاصل از تراکم در کمپرسور ۰/۸۸ $\frac{KJ}{sec}$ باشد مقدار گرمای دفع شده در کندانسر را برحسب $\frac{KJ}{sec}$ محاسبه کنید.



## ضریب عملکرد

برای بیان بازده در سیستم‌های سردکننده از ضریب عملکرد استفاده می‌کنیم. ضریب عملکرد عبارت است از نسبت سرمای ایجاد شده در اواپراتور به انرژی الکتریکی مصرفی در کمپرسور در شکل بالا ضریب عملکرد $\frac{۳/۵۱۶}{۰/۸۸}=۴$ که عددی بزرگتر از واحد است. یعنی به ازای هر کیلو وات انرژی مصرف شده، ۴ کیلو وات سرما حاصل شده است.

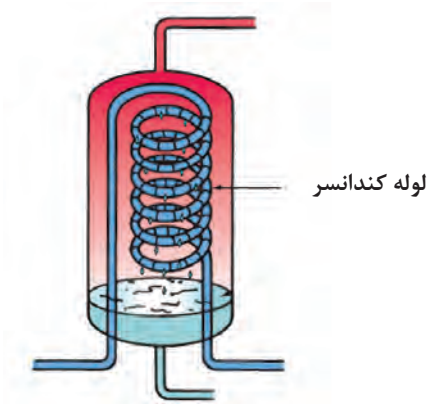
## انواع کندانسر

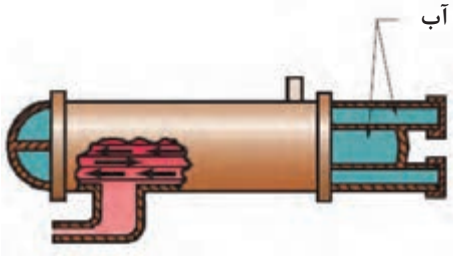
کندانسرها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

| | انواع کندانسر | |
|---|---|---|
| نوع | کاربرد | شکل |
| ۱ـ کندانسر هوایی: در این نوع کندانسر گاز مبرد به صورت مستقیم با هوا خنک می‌شود. | بیشتر در مناطق حاره‌ای با رطوبت بالا |  |
| ۲ـ کندانسر آبی: در این نوع کندانسر گاز مبرد با آب برج خنک کننده خنک می‌شود. | در مناطق گرم و خشک |  |
| ۳ـ کندانسر تبخیری: در این نوع کندانسر گاز مبرد با لوله مسی وارد فضای برج خنک‌کننده شده و ضمن خنک شدن با آب، با هوا نیز به‌صورت هم‌زمان خنک می‌شود. | در مناطق با فشار و دمای بالا |  |

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به جدول بالا در مورد هریک از کندانسرها بحث کنید.



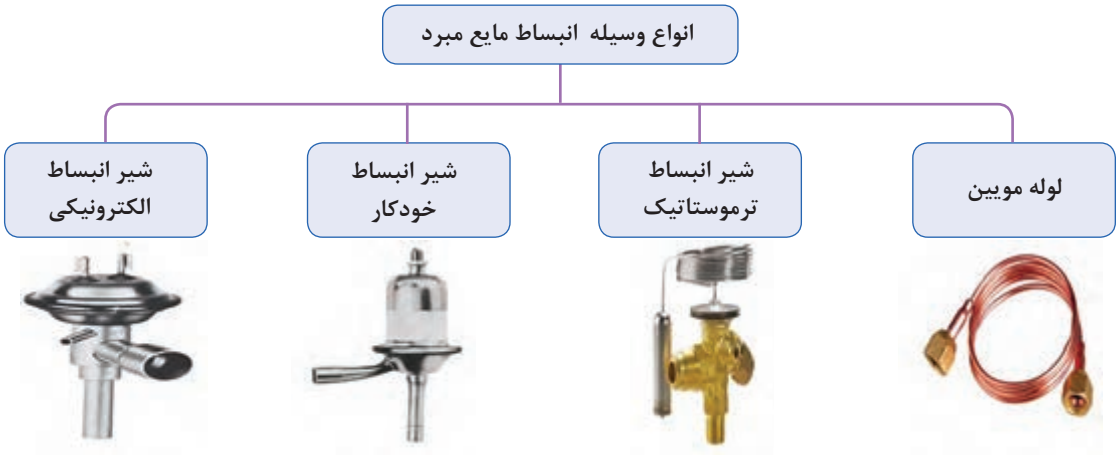




کار کلاسی

با توجه به‌شکل بالا مسیر سیال خنک‌کننده و مبرد را روی شکل مشخص کنید.

## وسیله انبساط مایع مبرد

وظیفه وسیله انبساط مایع مبرد ایجاد افت فشار در سیکل تبرید است.




گفت‌وگوی کلاسی

۱ـ با توجه به‌شکل سیکل تبرید، مایع مبرد در کدام بخش قرار دارد؟
۲ـ در سیستم‌های با ظرفیت پایین، از کدام نوع کنترل‌کننده مایع مبرد استفاده می‌شود ؟

نکته

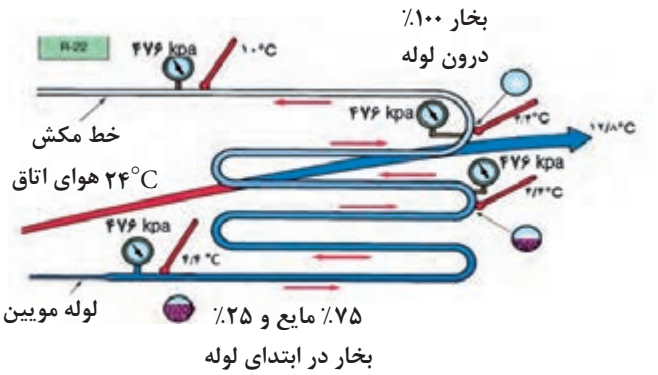
یکی از مزایای لوله مویین این است که به‌هنگام خاموشی کمپرسور، جریان مبرد از سمت فشار زیاد سیستم به‌سمت کم فشار ادامه می‌یابد تا تعادل فشار در سیستم برقرار شود، بنابراین کمپرسور بی‌بار راه‌اندازی می‌شود. انتخاب صحیح کنترل‌کننده مایع مبرد بستگی به‌ظرفیت سیستم سرمایی کمپرسور دارد.

پرسش کلاسی

چرا به‌هنگام خاموش کردن یخچال، بلافاصله نباید دستگاه را روشن نماییم؟

## اواپراتور یا تبخیرکننده

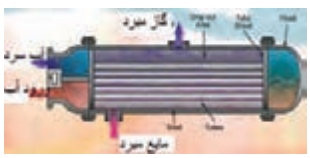
اواپراتور همانند کندانسر یک مبدل گرمایی است که گرما را از محیط اطراف خود جذب می‌کند و باعث خنک شدن محیط می‌شود. اواپراتور با جذب گرما از سیال دیگر مانند آب یا هوا مایع مبرد را تبخیر کرده و به گاز مبرد تبدیل می‌کند. مبرد در ابتدای ورود به اواپراتور مایع است ولی در انتهای اواپراتور باید بخار کامل باشد.




پرسش کلاسی

۱ـ به‌چه دلیل مبرد در خروجی اواپراتور باید به‌صورت ۱۰۰٪ به بخار تبدیل شود؟
۲ـ آیا مایع ورودی به اواپراتور می‌تواند ۱۰۰٪ مایع اشباع باشد؟ چرا؟

**انواع اواپراتورها**

| نوع | کاربرد | شکل |
|---|---|---|
| هوایی | در یخچال، صنایع تهویه مطبوع مانند کولر دوتکه و چیلرها استفاده می‌شوند. |  |
| آبی | در چیلرها، صنایع نفت و گاز و داروسازی و... کاربرد دارند. |   |

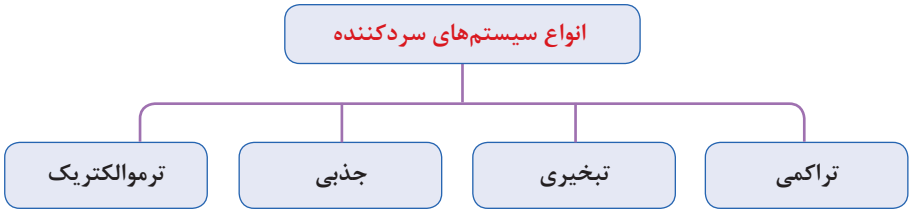
گفت‌وگوی کلاسی

چرا در زیر اواپراتورهای یخچال و کولر، برای جمع‌آوری آب و تخلیه آن سینی قرار می‌دهند؟




## انواع سیستم‌های سردکننده

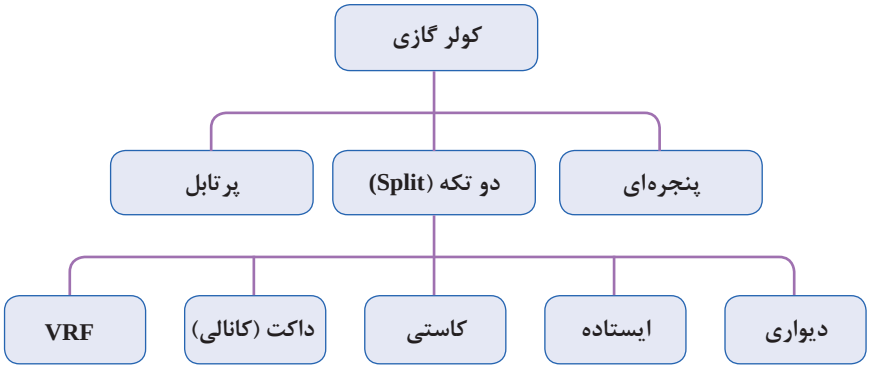
همان‌طور که قبلاً نیز بیان گردید سیستم‌های سردکننده به چهار دستهٔ زیر تقسیم می‌شوند:




سیستم‌های سردکننده به‌طور معمول در بخش‌های تهویه مطبوع و تبرید و به منظور کاهش دمای محیط برای اهداف صنعتی، تجاری و مسکونی با توجه به کارایی آن سیستم در محیط و قیمت تمام شده و میزان توان مورد نیاز به‌کار گرفته می‌شوند.

### کولر گازی

به نوعی از دستگاه‌های سردکننده که کاربرد آن در سیستم‌های تهویه مطبوع می‌باشد گفته می‌شود که چرخه سرمایش آن بیشتر به‌صورت تراکمی است.



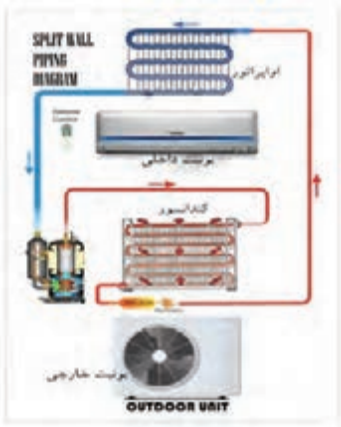
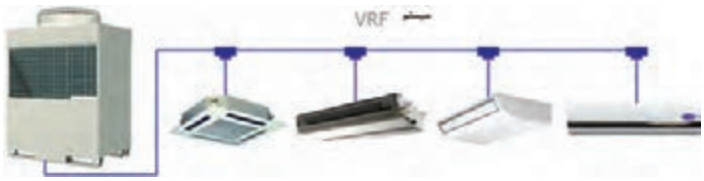
گفت‌وگوی کلاسی

تفاوت کولر گازی با کولر آبی در چیست؟

**دوتکه (split)**: کلمه اسپلیت در لاتین به‌معنای دوتکه یا جدا از هم می‌باشد. دستگاه اسپلیت از دو بخش داخلی (Indoor) و خارجی (Outdoor) تشکیل شده است. ارتباط بین واحد داخلی و خارجی توسط دو لوله مسی به‌عنوان لوله مکش و دهش برقرار می‌شود.

کار کلاسی

دلایل قرار دادن کمپرسور در بخش خارجی چیست؟

| انواع کولر دوتکه (اسپلیت) | |
|---|---|
| دیواری |  |
| ایستاده |  |
| سقفی (کاستی) |  |
| داکت (کانالی) |  |
| سیستم تهویه مطبوع مرکزی VRF |  |

پژوهش کنید

هرکدام از هنرجویان در مورد عملکرد یکی از انواع کولر گازی پژوهش نموده و به کلاس ارائه نمایید.



**کولر گازی پرتابل** : اغلب واحدهای تهویه مطبوع ثابت هستند و امکان جابه‌جایی آنها وجود ندارد یا اینکه به‌راحتی قابل جابه‌جایی نیستند. اما این محدودیت در کولر گازی پرتابل وجود ندارد و به‌راحتی با چرخ‌هایی که در زیر دستگاه تعبیه شده است و با ابعاد کوچک می‌توان آن را تغییر وضعیت داد تا در زاویه و محل موردنظر شما قرار گیرد.

در قسمت پشت کولر گازی پرتابل لوله‌ای خرطومی شکل وجود دارد که از آن حرارت موتور خارج می‌شود، لذا یک سر این لوله باید به بیرون هدایت شود. ظرفیت کولرهای گازی پرتابل معمولاً از ۱۵ هزار BTU فراتر نیست و برای اتاق‌های کوچک مناسب هستند.

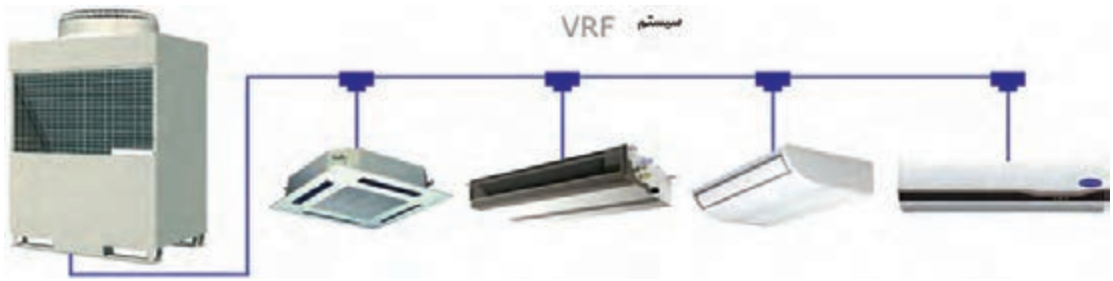
پژوهش کنید

مزایا و معایب کولر گازی پرتابل را مورد بررسی قرار دهید.

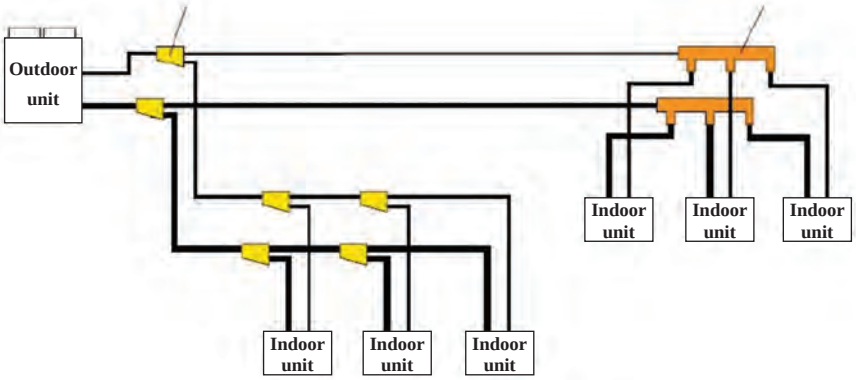
### سیستم VRF (Variable Refrigerant Flow)

VRFبه معنی جریان مبرد متغیر است و یک نوع سیستم تهویه مطبوع مرکزی می‌باشد. این سیستم خود دارای انواع زیر است:

- انواع سیستم‌های VRF
  - ۱ـ سیستم فقط سرمایش
  - ۲ـ سیستم فقط گرمایش
  - ۳ـ سیستم هیت پمپ
  - ۴ـ سیستم هیت پمپ با قابلیت بازیافت انرژی (HRVRF)

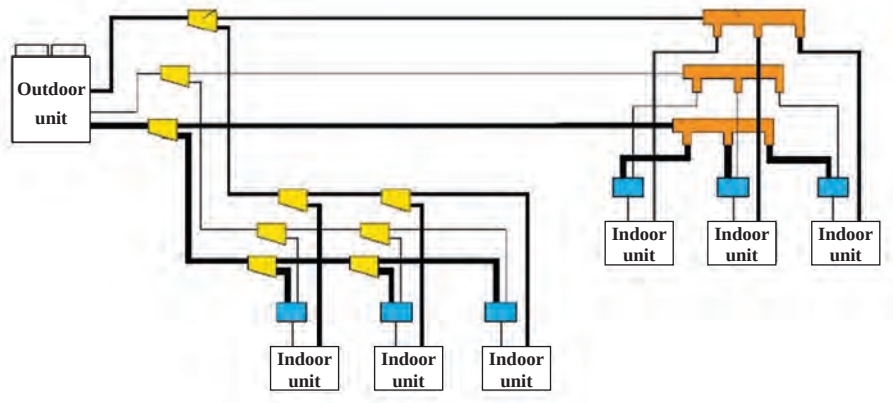


۱ـ سیستم فقط سرمایش: این سیستم شامل قطعات زیر است و قابلیت آن فقط ایجاد سرمایش در پنل‌های داخلی می‌باشد.
۲ـ سیستم فقط گرمایش
۳ـ سیستم هیت‌پمپ سرمایشی و گرمایشی




**شکل ۱۵ـ نمای سیستم VRF در حالت‌های ۱ و ۲ و ۳**

۴ـ سیستم هیت پمپ با قابلیت بازیافت انرژی (HR VRF) این قابلیت را به یونیت‌های داخلی می‌دهند که به‌طور همزمان چند یونیت در حالت سرمایش و چند یونیت در حالت گرمایش عمل کنند. بیشتر سازندگان VRF برای این سیستم از روش سه لوله‌ای با چیدمان خاص دریچه‌ها استفاده می‌کنند. خط مایع، خط گاز داغ و خط مکش هر یونیت داخلی با استفاده از دریچه‌های کنترل شونده از سه لوله انشعاب می‌گیرد.
هر یونیتی که بخواهد در حالت گرمایش عمل کند دریچه‌های خط گاز داغ و مایع را باز کرده و به عنوان کندانسر عمل می‌کند. همچنین گرمای دفع شده از یونیتی که درحال سرمایش است با استفاده از مبدل‌های حرارتی جذب و به مبرد مدار یونیت درحال گرمایش داده می‌شود و بدین ترتیب گرما بازیافت شده و در مصرف انرژی (روشن بودن کمپرسورها) صرفه‌جویی می‌شود.



مثلاً اگر یک یونیت در حال سرمایش با COP یا ضریب عملکرد ۳/۵ و یونیت دیگری در حال گرمایش با COP معادل ۴/۵ باشد، میزان COP سیستم بازیافت برابر ۸ می‌باشد. البته باید توجه کرد که در همه ایام سال و یا در همه ساختمان‌ها ممکن است به گرمایش و سرمایش همزمان نیاز نباشد. در برخی ساختمان‌ها ممکن است گاهی و یا همیشه این نیاز وجود داشته باشد که تعدادی از واحدها نیاز به گرمایش و تعداد دیگری نیاز به سرمایش داشته باشند. به عنوان مثال در پروژه‌هایی که اتاق برق و اتاق سرور وجود دارد در چهار فصل سال نیاز به سرمایش وجود دارد. پس اگر در زمستان سیستم در حالت گرمایش همه اتاق‌های پروژه باشد اتاق‌های سرور و اتاق برق نیاز به سرمایش دارند.

گفت‌وگوی کلاسی

چرا استفاده از گرمایش سیستم‌های اسپلیت و VRF به نفع اقتصاد کشور نمی‌باشد؟

پژوهش کنید

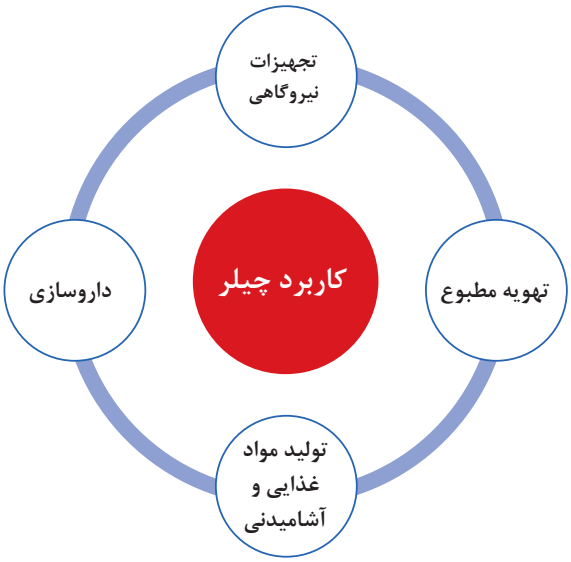
در مورد راندمان نیروگاه‌های کشور تحقیق کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

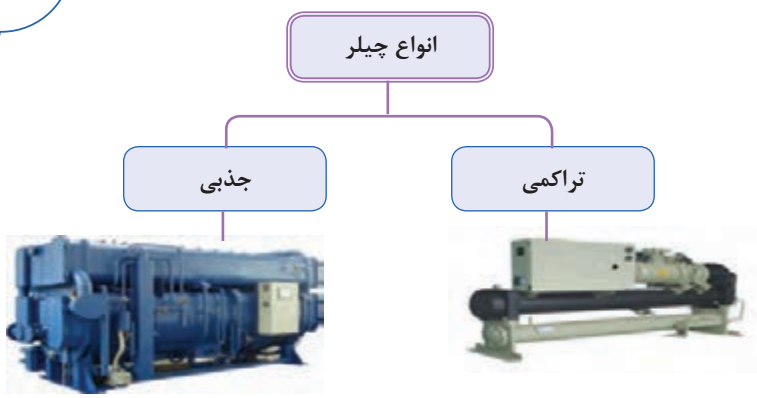
پژوهش کنید

در مورد تفاوت چیلر با سیستم جریان مبرد متغیر VRF تحقیق کرده و در کلاس ارائه دهید.

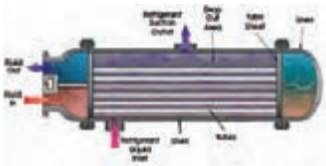
## چیلر

چیلر دستگاهی است که برای سرد کردن آب به عنوان سیال واسطه برای خنک‌کردن هوای محیط توسط دستگاهی مانند هواساز و فن کوئل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

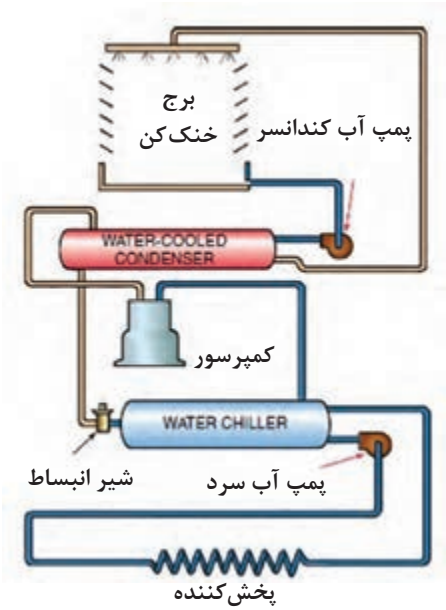


**چیلر تراکمی:** همان‌گونه که از نام آن مشخص است این دستگاه سردکننده براساس سیکل تبرید تراکمی کار می‌کند. چیلر تراکمی در ظرفیت‌های کوچک (مینی چیلر) و در ظرفیت‌های بزرگ‌تر تا حدود ۵۰۰ تن تبرید ساخته می‌شود.

| اجزای اصلی چیلر تراکمی با کندانسر آبی | کمپرسور | کندانسر | اواپراتور | شیر انبساط |
|---|---|---|---|---|
| |  |  |  |  |

شکل زیر اجزای سیکل یک دستگاه چیلر تراکمی را نمایش می‌دهد:




**مدار چیلر تراکمی با کندانسر آبی**

گفت‌وگوی کلاسی

۱ـ مدار چیلر تراکمی بالا را با هم‌گروهی‌های خود بررسی کنید.
۲ـ با توجه به شکل بالا عملکرد چیلر تراکمی را با کولر گازی مقایسه کنید.

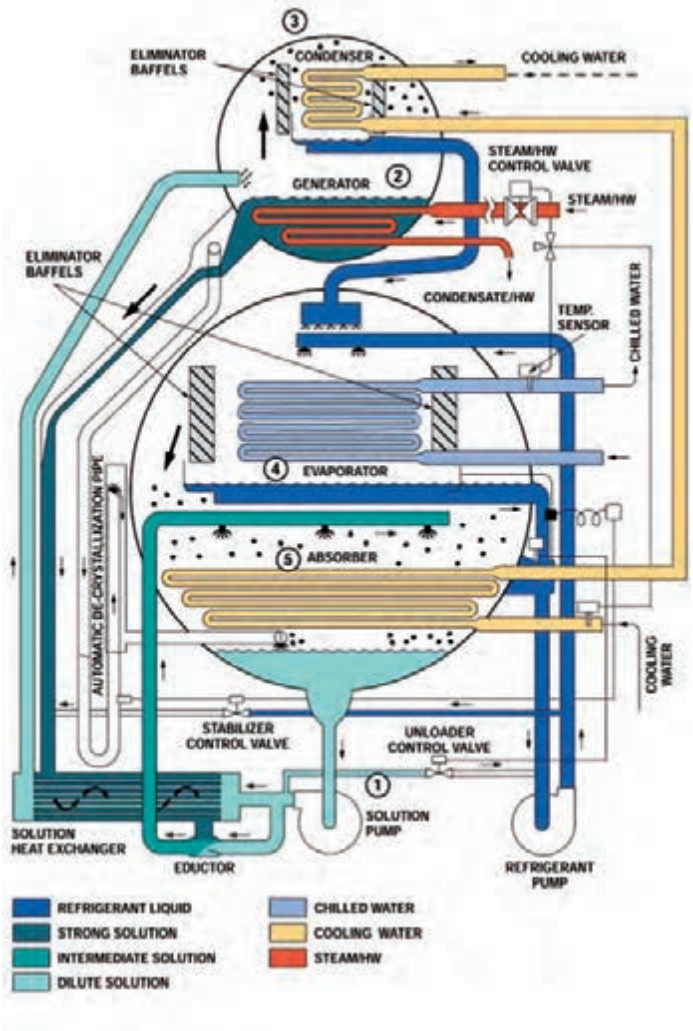
پژوهش کنید

دربارهٔ انواع دیگر چیلر تراکمی پژوهش کرده و به کلاس ارائه دهید.

کار کلاسی

ـ نحوه سرد شدن آب داخل اواپراتور را توضیح دهید.
ـ مسیر جریان آب خنک‌کننده کندانسور را توضیح دهید و علت استفاده از پمپ را بیان کنید.
ـ هدف استفاده از برج خنک‌کن چیست؟

**چیلر جذبی :** تفاوت عمده بین سیستم تبرید جذبی و سیستم تبرید تراکمی در چگونگی انتقال ماده سرمازا از سمت فشار کم به سمت فشار زیاد سیستم است. در سیستم تراکمی برای این منظور از کمپرسور استفاده می‌شود. درحالی که در سیستم تبرید جذبی برای انتقال بخار کم دما و کم فشار از یک فرایند شیمیایی استفاده می‌شود. دومین تفاوت عمده بین سیستم تبرید جذبی و سیستم تبرید تراکمی در نوع ماده سرمازا می‌باشد. ماده سرمازای مورد استفاده در سیستم‌های تراکمی هالو کربن‌ها در انواع مختلف می‌باشد در حالی که ماده سرمازای مورد استفاده در سیستم جذبی آب است. ظرفیت چیلر جذبی از ۳ تن تا ۵۰۰۰ تن دیده شده است.




محلول٪۵۹ ۳۷°C

پژوهش‌کنید

عملکرد چیلر جذبی را بررسی نموده و به کلاس ارائه نمایید.

| اجزای اصلی چیلر جذبی | |
|---|---|
| ژنراتور | با گرما دادن باعث جدا شدن محلول لیتیوم بروماید (محلول جاذب) از آب (مبرد) می‌شود |
| کندانسر | موجب تقطیر بخار آب برگشتی از ژنراتور می‌شود |
| اواپراتور | باعث کاهش دمای آب سرد تهویه درون لوله‌های اواپراتور می‌گردد |
| جذب‌کننده | برای جذب بخار مبرد (آب) در سیستم استفاده می‌شود و از ماده لیتیوم بروماید به عنوان محلول جاذب‌استفاده می‌شود |

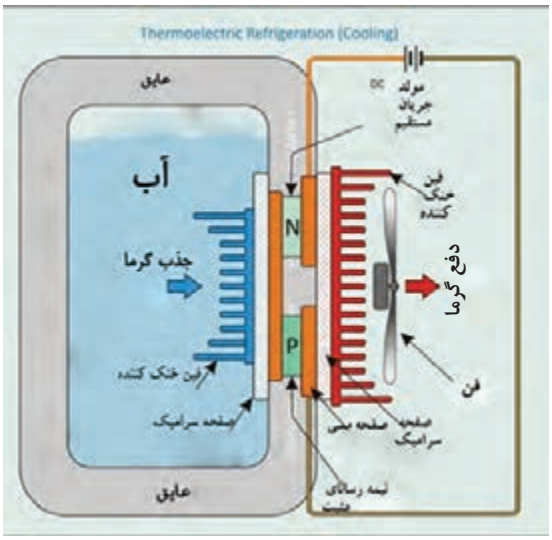
پرسش کلاسی

ـ چگونه می‌شود با استفاده از برق اما بدون استفاده از کمپرسور سرما تولید کرد؟
ـ آیا می‌دانید یخچال خودروها چگونه کار می‌کند؟

**ترموالکتریک:** یکی دیگر از روش‌های ایجاد سرما است؛ با این تفاوت که به جای ماده سرمازا از انرژی الکتریکی به عنوان انتقال‌دهنده گرما استفاده می‌شود و گرما را از محیط داخل جذب و به محیط بیرون منتقل می‌کند.

اِعمال اختلاف ولتاژ، باعث حرکت الکترون‌ها در ماده می‌شود و حرکت الکترون‌ها از یک سمت به سمت دیگر باعث ایجاد اختلاف دما می‌شود. عنصر اصلی سیستم‌های ترموالکتریک، نیمه‌هادی‌ها هستند.

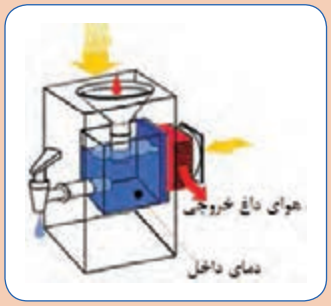
نیمه‌هادی‌ها گروهی از مواد هستند که از نظر توانایی هدایت الکتریکی بین هادی‌ها و عایق‌ها قرار دارند. این عناصر انرژی الکتریکی را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند. انتقال انرژی الکتریکی در این مواد به عواملی مانند تحریک نوری، افزایش دما و میزان ناخالصی‌ها (منظور از ناخالصی عنصر یا عناصر دیگری است غیر از عنصر اصلی یا پایه. مثلاً اگر عنصر پایه سیلیسیوم باشد ناخالصی می‌تواند آلومینیوم یا فسفر باشد) بستگی دارد.

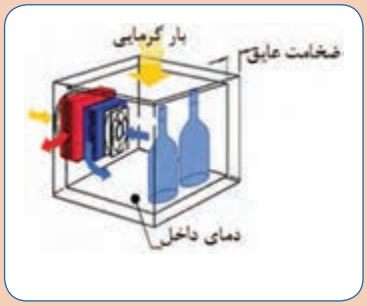





گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به فیلم ارائه شده و شکل زیر نحوه کار ترموالکتریک را توضیح دهید.




## انتخاب سیستم تهویه مطبوع

### انتخاب کولر گازی

برای انتخاب یک کولر گازی مناسب باید ابتدا بار سرمایی زیربنای موردنظر را به‌دست آوریم. در این کتاب دو روش برای محاسبه بار سرمایی آورده شده است.

۱ـ محاسبات دقیق

۲ـ محاسبات سرانگشتی

**محاسبات دقیق**

**کلیات:** محاسبات بار سرمایشی با گرمایشی متفاوت است، زیرا علاوه بر انواع جدارها، جهت قرارگیری جدارها با توجه به جابه‌جایی خورشید در ساعات مختلف و همچنین تغییرات میزان تابش آفتاب، ممکن است هر فضایی در یک زمان مشخص بیشترین بار را داشته باشد.

بنابراین با توجه به جدول زیر ابتدا باید جهت جداری را که می‌خواهیم محاسبه کنیم بدانیم و سپس بهترین زمان محاسبه بار سرمایی را برای آن در نظر بگیریم (در غیر این صورت می‌بایست بار سرمایی یک فضا را در تمام ساعت شبانه‌روز در کل روزهای گرم سال محاسبه کنیم و در نهایت بیشترین بار آن را استخراج کرده و طبق آن سیستم سرمایشی مناسب را انتخاب کنیم.

| تعیین زمان (ساعت) برای محاسبه بار سرمایی | |
|---|---|
| جهت جدار | زمان پیشنهادی جهت محاسبه |
| شرق (East) | ۹ الی ۱۰ صبح |
| جنوب (South) | ۱۲ ظهر تا ۲ بعدازظهر |
| غرب (West) | ۴ تا ۶ بعدازظهر |
| شمال (North) | ۶ تا ۸ بعدازظهر |
| محاسبه بار کل ساختمان در تمام جهات (Block load) | ۴ تا ۶ بعدازظهر |

در جدول زیر روش‌های افزایش بار سرمایشی و محاسبات آن به‌طور خلاصه بیان شده است:

<table>
<tr>
<td rowspan="6">۱ـ بار سرمایی ناشی از تابش و هدایت</td>
<td rowspan="5">بار ناشی از تابش به پنجره‌های خارجی ساختمان ($Q_1$)</td>
<td>$Q_1 = S.H.G \times A \times Fc \times Fs$</td>
</tr>
<tr>
<td>کسب گرمای خورشیدی S.H.G: Solar Heat Gain</td>
</tr>
<tr>
<td>ضرایبی که ممکن است در S.H.G ضرب گردد:<br>۱ـ پنجره‌ها بدون قاب و یا قاب فلزی باشد. ۱/۱۷۵<br>۲ـ منطقه مه‌آلود بوده و یا مقدار گرد و غبار زیاد باشد. ۰/۸۵<br>۳ـ اگر ارتفاع آن منطقه در سطح دریا نباشد. (یا با توجه به جداول کتاب همراه هنرجو)<br>H ارتفاع از سطح دریا برحسب متر می‌باشد<br>$\left[\frac{h}{۳۰۰} \times ۰/۰۰۷ + ۱\right]$<br>۴ـ به ازای هر $۵/۵^{\circ}C$ افزایش نقطه شبنم از $۱۹/۵^{\circ}C$: (یا با توجه به جداول کتاب همراه هنرجو)<br>$\left[۱ - \frac{۱۹/۵ - \text{دمای نقطه شبنم محیط}}{۵/۵} \times ۰/۰۷\right]$<br>به ازای هر $۵/۵^{\circ}C$ کاهش نقطه شبنم از $۱۹/۵^{\circ}C$:<br>$\left[\frac{۱۹/۵ - \text{دمای نقطه شبنم محیط}}{۵/۵} \times ۰/۰۷ + ۱\right]$</td>
</tr>
<tr>
<td>A: مساحت برحسب متر مربع</td>
</tr>
<tr>
<td>Fc: ضریب تصحیح براساس نوع شیشه و رنگ پرده‌ها (مراجعه به جدول کتاب همراه هنرجو)</td>
</tr>
<tr>
<td>Fs : ضریب ذخیره
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2"></th><th colspan="2">ساعت</th></tr>
<tr><th>جهت</th><th>۱۲ـ۶ قبل از ظهر</th><th>۶ـ۱۲ بعدازظهر</th></tr>
<tr><td rowspan="4">مقدار تقریبی</td><td>شمال</td><td>۰/۸</td><td>۰/۹</td></tr>
<tr><td>جنوب</td><td>۰/۶</td><td>۰/۷</td></tr>
<tr><td>شرق</td><td>۰/۵</td><td>۰/۲</td></tr>
<tr><td>غرب</td><td>۰/۰۹</td><td>۰/۰۵</td></tr>
</table>
</td>
</tr>
<tr>
<td>بار سرمایی ناشی از تابش و هدایت گرمایی سقف و دیوارهای خارجی ساختمان ($Q_2$)</td>
<td>ΔTe: اختلاف دمای معادل جدار برحسب درجه سلسیوس (مراجعه به جدول کتاب همراه هنرجو)<br>U: ضریب انتقال گرما $w/m^2K$<br>A: مساحت $m^2$<br>$Q_2 = U.A.\Delta Te$</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="6"></td><td>بار سرمایشی ناشی از هدایت گرمایی پنجره‌های خارجی ساختمان ($Q_۲$)</td><td>A: مساحت پنجره $m^۲$<br>u: ضریب انتقال گرما $w/m^۲K$<br>$\Delta T$: اختلاف دما خشک داخل و خارج برحسب درجه سلسیوس (مراجعه به جدول کتاب همراه هنرجو)<br>$Q_۲ = U.A.\Delta T$</td></tr>
<tr><td>بار سرمایشی ناشی از هدایت گرمایی جداره‌های داخلی ساختمان ($Q_۴$)</td><td>A: مساحت پارتیشن $m^۲$<br>u : ضریب انتقال گرما $w/m^۲K$<br>$\Delta T$: اختلاف دما خشک دو طرف جدار برحسب درجه سلسیوس (مراجعه به جدول کتاب همراه هنرجو)<br>$Q_۴ = U.A.\Delta T$<br>نکته: محاسبه این بار تنها در صورتی انجام می‌گردد که $\Delta T \geq ۲^{\circ}C$ باشد. در مواقعی که پارتیشن به‌عنوان دیوار داخلی، دو فضای تهویه شده و تهویه نشده را از همدیگر جدا می‌کند برای محاسبه $\Delta T$ باید دما فضای تهویه نشده را با استفاده از رابطه زیر تخمین بزنیم:<br>$t_u = (t_i - t_o) \times ۰/۵ + t_i$</td></tr>
<tr><td rowspan="4">۲ـ بار سرمایشی ناشی از منابع و اجزای داخلی ساختمان $Q_۳$</td><td>بار سرمایی ناشی از افراد ($Q_۵$)</td><td><table><tr><th>درجه فعالیت</th><th>گرمای کل (وات)</th></tr><tr><td>نشسته ـ راحت (تئاتر ـ سینما ـ مسکونی)</td><td>۱۰۰</td></tr><tr><td>نشسته با کار سبک (اداره)</td><td>۱۳۰</td></tr><tr><td>نشسته در حال خوردن (رستوران)</td><td>۱۶۰</td></tr><tr><td>ایستاده با کار خیلی سبک یا آهسته قدم زدن (فروشگاه)</td><td>۲۰۰</td></tr><tr><td>سری کاری و کار سبک با ماشین (کارگاه)</td><td>۳۰۰</td></tr><tr><td>کار سنگین (کارخانه)</td><td>۴۶۰</td></tr><tr><td>ورزش حرفه‌ای (سالن ورزشی)</td><td>۵۳۰</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>بار سرمایی ناشی از روشنایی‌ها ($Q_۶$)</td><td>برابر مجموع ولتاژ روشنایی‌ها در نظر گرفته شود. یعنی برای یک لامپ ۱۰۰ وات، می‌توانیم ۱۰۰ وات بار سرمایی در نظر بگیریم.</td></tr>
<tr><td>بار ناشی از الکتروموتورها ($Q_۷$)</td><td>با توجه به توان دستگاه و راندمان آن تعیین می‌گردد.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">۳ـ بار سرمایی ناشی از نفوذ هوای خارج</td><td rowspan="2">بار محسوس ($Q_۸$)</td><td>$Q_۸ = ۲۰/۴ \times \dot{V} \times (T_o - T_i)$<br>$\dot{V}$: مقدار نفوذپذیری هوا<br>$T_o$: دمای طرح خارج<br>$T_i$: دمای طرح داخل</td></tr>
<tr><td>حجم فضا بر حسب $m^۳$<br>$\dot{V} = \frac{\text{حجم فضا} \times \text{ACH}}{۶۰}$<br>ACH: تعداد دفعات تعویض هوا مراجعه شود به کتاب راهنمای هنرجو</td></tr>
<tr><td>بار نهان</td><td>از بار نهان ناشی از نفوذ هوا در محاسبات صرف‌نظر شده است.</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| ۴ـ سایر بارهای متفرقه ($Q_۹$) | تجهیزات و لوازمی که ممکن است باعث افزایش بار سرمایش شوند. (رایانه، فن دستگاه‌های تهویه مطبوع و...) |

بنابراین مجموع بارهای یک ساختمان از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$Q_T = Q_۱ + Q_۲ + Q_۳ + Q_۴ + Q_۵ + Q_۶ + Q_۷ + Q_۸ + Q_۹$$

با توجه به جدول نشان داده شده، متغیرهای زیادی جهت محاسبه دقیق بار سرمایشی وجود دارد که بسیار طولانی و زمان‌بر می‌باشند. بنابراین در انتخاب یک کولر گازی با ظرفیت مناسب می‌توان از روش محاسبات سرانگشتی نیز استفاده کرد.

**محاسبات سرانگشتی**

در محاسبات سرانگشتی می‌بایست چهار عامل اقلیم، مساحت، افراد و روشنایی در نظر گرفته شود.

اقلیم در کشور ایران به سه منطقه آب و هوایی تقسیم می‌شود که برابر جدول زیر بار سرمایی به ازای هر متر مربع برای کاربری‌های متفاوت داده شده است.

| نوع کاربری / اقلیم | مسکونی $w/m^۲$ | اداری $w/m^۲$ | تجاری $w/m^۲$ |
|---|---|---|---|
| معتدل و مرطوب | ۱۰۰ـ۱۵۰ | ۱۵۰ـ۲۰۰ | ۲۰۰ـ۳۰۰ |
| گرم و خشک | ۱۵۰ـ۱۷۵ | ۱۷۵ـ۲۲۵ | ۲۲۵ـ۳۰۰ |
| گرم و مرطوب | ۱۷۵ـ۲۲۵ | ۲۲۵ـ۲۰۰ | ۳۰۰ـ۳۵۰ |

نکته

۱ـ در گروه‌های آب و هوایی جدول بالا عدد کوچک‌تر برای محیط‌هایی که غیرآفتاب‌گیر بوده یا از یک طرف به محیط ارتباط داشته و تعداد پنجره‌های آن کم است و عدد بزرگ‌تر برای محیط‌های با تعداد پنجره بیشتر یا آفتاب‌گیر است.

۲ـ بار سرمایی مورد نیاز برای افراد و روشنایی در جدول بالا دیده شده است.

**جدول ۸ ـ اقلیم آب و هوایی برخی شهرهای ایران**

| تیپ(۱) گرم و خشک | | تیپ (۲) گرم و مرطوب | | تیپ(۳) معتدل و مرطوب | |
|---|---|---|---|---|---|
| آباده | فسا | آبادان | بندر عباس | آستارا | گرگان |
| اردستان | قم | آغاجاری | بندر بوشهر | آستانه | لاهیجان |
| اصفهان | قمشه | اهواز | بندر جاسک | آمل | منجیل |
| اقلید | کاشان | اندیمشک | بندر خرمشهر | ارومیه | نور |
| بافق | کاشمر | بهبهان | بندر یلم | بابل | |
| باشت | کرج | حمیدیه | بندر ماهشهر | بانه | |
| بیرجند | کرمان | دزفول | بندر خرمشهر | بابلسر | |
| تبریز | کهریزک | دشت آزادگان | بندر گناوه | بندرانزلی | |
| تهران | گرمسار | رامهرمز | بندر امام | بندر ترکمن | |
| جهرم | نجف آباد | سوسنگرد | جزیره قشم | بهشهر | |
| جیرفت | نیریز | شوش | جزیره کیش | تنکابن | |
| خمینی شهر | یاسوج | شوشتر | | چالوس | |
| دامغان | یزد | کهنوج | | رامسر | |
| رفسنجان | | لار | | روانسر | |
| زاهدان | | مسجد سلیمان | | ساری | |
| سمنان | | میناب | | صومعه سرا | |
| سیرجان | | چابهار | | فومن | |
| شیراز | | بندر عسلویه | | قائمشهر | |

نکته

TR= Ton of Refrigration

۱TR= ۳۵۰۰ w و ۱w= ۳/۴ $\frac{BTU}{hr}$

**مثال :** مقدار بار سرمایی حداقل و حداکثر تخمینی یک واحد مسکونی به مساحت ۱۵۰ متر مربع را بیابید ($Q_{۱}$). این ساختمان در بندرعباس واقع شده است (هر تن تبرید ۳۵۰۰ وات است).

$$Q_{۱min} = ۱۵۰ \times ۱۷۵ = ۲۶۲۵۰W = \frac{۲۶۲۵۰}{۳۵۰۰} \simeq ۷/۵\ TR$$

$$Q_{۱max} = ۱۵۰ \times ۲۲۵ = ۳۳۷۵۰W = ۹/۶\ TR$$

کار کلاسی

بار سرمایی را برای منزل خود به‌دست آورید.

بیشتربدانید

## محاسبه دقیق

**مثال:** مقدار بار سرمایی یک دفتر اداری در شهر کرج را در ساعت ۴ بعدازظهر با توجه به داده‌های زیر محاسبه کنید. (محاسبات به هر دو روش انجام شود) (از محاسبات دیوار جنوبی و غربی صرف‌نظر شود.)

۱ـ ارتفاع ساختمان ۳ متر

۲ـ تعداد افراد ۸ نفر

۳ـ تعداد رایانه ۵ دستگاه (هر دستگاه به‌طور متوسط ۱۷۵W گرما تولید می‌کند)

۴ـ روشنایی هر کدام ۱۰۰W

۵ـ شیشه‌ها معمولی و بدون سایبان هستند و قاب پنجره فلزی می‌باشد.

۶ـ محیط با گرد و غبار و مه

۷ـ ضریب انتقال حرارت دیوارها و سقف $u = ۲\frac{w}{m^۲K}$

با توجه به داده‌های مسئله و جداول کتاب همراه هنرجو داریم:

۱/۱۷۵= ضریب تصحیح قاب پنجره فلزی ۱/۲۸= ضریب تصحیح ارتفاع از سطح دریا

۱/۱۲= ضریب تصحیح نقطه شبنم ۰/۸۵= ضریب محیط با گرد و غبار

$F_s$=۰/۲ با توجه به جدول کتاب $F_C$=۱ شیشه معمولی و بدون سایبان (جدول همراه)

SHG= ۶۷/۲ مقدار تشعشع آفتاب در ساعت ۴ بعدازظهر در جهت شرق (جدول همراه)

جدول همراه هنرجو u=۶/۲ پنجره معمولی و $\Delta Te = ۲۱^{\circ}C$ جدول همراه ساعت ۴ بعدازظهر

$$Q_۱ = \begin{cases} Q_۱ = SHG \times A \times F_C \times F_S \\ Q = ۶۷/۲ \times (۱/۷۵ \times ۱/۰۲۸ \times ۱/۱۲ \times ۰/۸۵) \times (۲ \times ۱/۵) \times ۱ \times ۰/۲ = ۴۶/۳۶\ w \end{cases}$$

$$Q_۲ = U.A.\Delta Te \begin{cases} Q_{\text{شرقی}} = ۲ \times ((۵ \times ۳) - (۲ \times ۱/۵)) \times ۲۱ = ۵۰۴\ w \\ Q_{\text{شمالی}} = ۲ \times (۱۰ \times ۳) \times ۲۱ = ۱۲۶۰\ w \\ Q_{\text{سقف}} = ۲ \times (۱۰ \times ۵) \times ۴۳ = ۴۳۰۰\ w \end{cases}$$

$Q_۳ = U.A.\Delta T$

$Q_{۳\ \text{پنجره}} = ۶/۲ \times (۲ \times ۱/۵) \times ۱۶/۲ = ۳۰۱/۳۲ w$

به دلیل اینکه $\Delta T < ۲^{\circ}C$، بنابراین بار دیوارهای داخلی در سؤال صرف‌نظر شده است. $Q_۴$ = دیوار داخلی

$Q_۵$ افراد = تعداد نفرات × بار سرمایی = ۸×۱۳۰ = ۱۰۴۰ w

$Q_۶$ روشنایی = ۴×۱۰۰ = ۴۰۰ w

$$Q_۸ = ۲۰/۴ \times \dot{V} \times (T_o - T_i)$$

۱= ACH با توجه به جدول همراه هنرجو

$$\dot{V} = \frac{\text{حجم فضا} \times ACH}{۶۰} =$$

$$\dot{V} = \frac{(۵ \times ۱۰ \times ۳) \times ۱}{۶۰} = ۲/۵\ m^۳/min$$

$Q_{۴} = ۲۰/۴ \times ۲/۵ \times (۴۰ - ۲۳/۸) = ۸۲۶/۲ \ w$

$Q_{۵} =$ تعداد رایانه $\times ۱۷۵ = ۱۴۰۰ \ w$

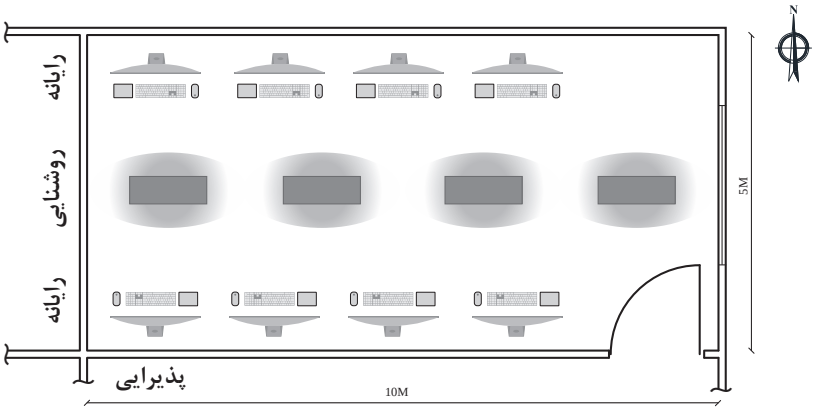
$Q_{tot} = Q_{۱} + Q_{۲} + Q_{۳} + Q_{۴} + Q_{۵} + Q_{۶} + Q_{۸}$

$Q_{tot} = (۴۶/۳۶ + ۵۰۴ + ۱۲۶۰ + ۴۳۰۰) + (۳۰۱/۳۲) + (۱۰۴۰ + ۴۰۰) + ۸۲۶/۲ + ۱۴۰۰$

$Q_{tot}$ کل $= ۱۰۰۷۷/۸۸ \ w$

## روش سرانگشتی

با توجه به مثال (بیشتر بدانید) و اینکه کرج در منطقه گرم و خشک واقع شده و اتاق مورد نظر از دو طرف با محیط خارج در ارتباط است بنابراین با توجه به جداول محاسبات سرانگشتی در کتاب همراه هنرجو مقدار بار سرمایی برابر خواهد شد: $Q = ۲۲۵ \times (۵ \times ۱۰) = ۱۱۲۵۰ \ w$




همان‌طور که ملاحظه می‌شود محاسبه بار سرمایی سرانگشتی با تقریب خوبی نسبت به محاسبات دقیق به‌دست آمده است. برای انتخاب کولر گازی موارد زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

۱ـ انتخاب ظرفیت سرمایش کولر گازی

۲ـ انتخاب دستگاه از روی کاتالوگ

۳ـ مصرف برق و برچسب انرژی




بنابراین با توجه به بار سرمایی ۱۱۲۵۰w از کاتالوگ نمونه کولر پنجره‌ای می‌توان دو دستگاه کولر مدل CW-CM24-GR3 و CW-CM18-BP3 برای این فضا در نظر گرفت.

پژوهش کنید

با توجه به بار سرمایی فوق نوع کولر گازی اسپلیت مناسب برای این فضا را از کاتالوگ انتخاب نمایید.

در زیر یک نمونه کاتالوگ کولر پنجره‌ای جهت انتخاب دستگاه نشان داده شده است.

| مدل | | واحد | CW-CM18BR3 | CW-CR18BR3 | CW-CM18BP3 | CW-CM24GR3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ظرفیت | | W | 5275 | 5276 | 5277 | 7032 |
| توان ورودی | | W | 2100 | 2189 | 1875 | 2500 |
| رطوبت زدایی | | L/h | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2.6 |
| گردش هوا (کم،متوسط،زیاد) | | m3/h | 770/690/590 | 770/690/590 | 780/690/630 | 920/820/740 |
| ضریب بازده انرژی (EER) | | W/W | 2.51 | 2.41 | 2.81 | 2.81 |
| نوع مبرد | | Kg | R22/0.61 | R22/0.55 | R22/0.66 | R22/0.84 |
| صدای نویزداخلی (کم،متوسط،زیاد) | | (dB)A | 56/53/51 | 56/53/50 | 61/58/55 | 62/59/56 |
| صدای نویز خارجی | | (dB)A | 62/59/56 | 62/59/56 | 67/63/59 | 67/64/61 |
| منبع تغذیه | | Ph.v.Hz | 220-240V,50Hz,1P | 220-240V,50Hz,1P | 220-240V,50Hz,1P | 220-240V,50Hz,1P |
| حداکثر جریان | | A | 14.2 | 15 | 17 | 19 |
| جریان قفل موتور | | A | 49 | 53 | 54.1 | 54 |
| حداکثر توان مصرفی ورودی | | W | 2800 | 3000 | 3450 | - |
| کمپرسور | برند | | GMCC | GMCC | KK | GMCC |
| | نوع | | Rotary | Rotary | PISTON | Rotary |
| کندانسر | تعداد ردیف | عدد | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | فاصله فین | mm | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.3 |
| | نوع و قطر لوله خارجی | mm | innergroove,Φ۵ tube | innergroove,Φ۵ tube | innergroove,Φ۵ tube | innergroove,Φ۹,۵۲ tube |
| | تعداد لوله | عدد | 3 | 3 | 4 | - |
| سایر | | | | | | |
| طراحی فشار | | MPa | 2.94/1.0 | 2.94/1.0 | 2.94/1.0 | 2.94/1.0 |
| نوع کنترل | | | مکانیکی(سلکتوری) | ریموت کنترل | مکانیکی(سلکتوری) | مکانیکی(سلکتوری) |
| دمای عملکرد | داخلی | C* | 17-32 | 17-32 | 17-32 | 17-32 |
| | خارجی | C* | 18-52 | 18-52 | 18-43 | 18-43 |
| ابعاد | | mm | 428*680*660 | 428*680*660 | 428*680*660 | 515*815*660 |
| ابعاد بسته بندی | | mm | 515*815*746 | 515*815*746 | 515*815*746 | 515*815*746 |
| وزن خالص بسته بندی | | Kg | 51.8/56.3 | 53/57 | 63/67.6 | 58/63 |

## تأسیسات بهداشتی

تأسیسات بهداشتی بخشی از تأسیسات مکانیکی ساختمان است که شامل طراحی[۱]، ترسیم[۲]، انتخاب مصالح[۳]، چگونگی اجرا[۴]، آزمایش[۵]، راه‌اندازی[۶] و نگهداری[۷] می‌شود که حیطه‌های زیر را دربر می‌گیرد:

۱ـ لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی در داخل ساختمان

۲ـ شبکهٔ تهیه و ذخیره آب گرم مصرفی

۳ـ شبکهٔ تأمین فشار آب سرد مصرفی و آب گرم مصرفی

۴ـ شبکهٔ جمع‌آوری و هدایت فاضلاب داخل ساختمان تا نقطه دفع از ساختمان

۵ـ شبکهٔ لوله‌کشی هواکش فاضلاب

۶ـ شبکهٔ جمع‌آوری و هدایت آب باران به داخل

۷ـ نصب لوازم بهداشتی داخل ساختمان

## محاسبهٔ سیستم آبرسانی

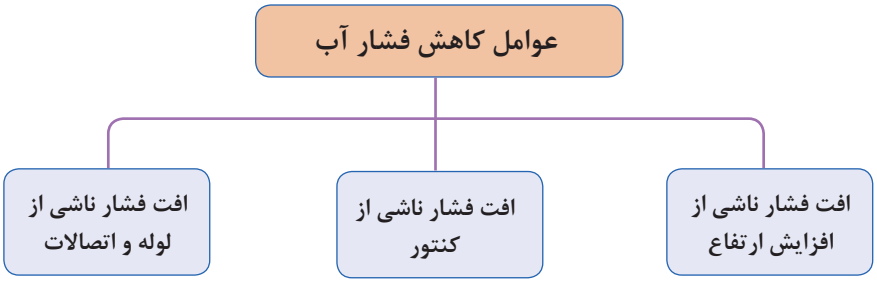
با هدف برآورد مقدار مصرف واقعی آب[۸] (متوسط مصرف شبانه‌روزی یک فرد ایرانی ۱۵۰ لیتر) و تعیین قطر لازم[۹]، برای انتقال آب به شیرهای مصرف انجام می‌گردد.

**ـ محاسبه فشار مورد نیاز یک ساختمان**

برای اینکه در شیرهای برداشت فشار موردنیاز را تأمین کنیم باید بر عوامل مؤثر بر کاهش فشار غلبه کنیم پس برای محاسبه فشار به دو عامل نیاز داریم:

ـ حداقل فشار موردنیاز در شیر برداشت

ـ عوامل مؤثر بر افت فشار شبکه که خود بر سه نوع هستند.




۱ـ Designing
۲ـ Drawing
۳ـ Materials
۴ـ Performance
۵ـ Test
۶ـ Start up
۷ـ Repair & Maintenance
۸ـ Supply Fixture Unit (SFU)
۹ـ Pipe Sizing

$$H = h_g + h_L + h_C + h_R$$

فشار مورد نیاز شبکه :H

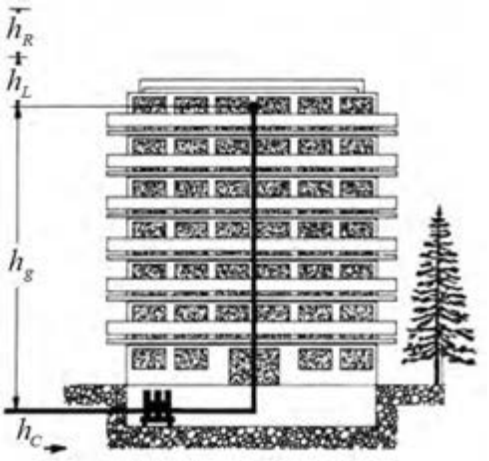
ارتفاع هندسی (اختلاف ارتفاع بین کنتور تا بالاترین نقطه مصرف آب) : $h_g$

افت فشار در لوله‌ها، شیرآلات و سایر وسایل نصب شده در شبکه :$h_L$

افت فشار در کنتور : $h_C$

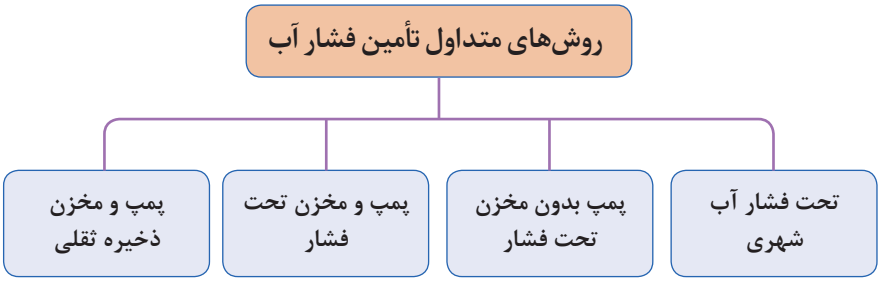
■ (افت فشار مجاز در کنتور آب حداکثر ۱ بار است)

حداقل فشار مطلوب در بالاترین و دورترین واحد پشت مصرف‌کننده: $h_R$




**شکل ۱۶ـ افت فشارهای آب مصرفی ساختمان**

**تأمین آب ساختمان:** فشار آب ساختمان، در ساعات پرمصرف، باید بتواند آب بالاترین وسیله بهداشتی را به مقدار کافی تأمین نماید به‌طوری که سرعت خروج آب از شیر موردنظر مطابق استانداردهای مقررات ملی باشد. برای تأمین یا تنظیم این فشار در شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی باید یکی از سیستم‌های نمودار زیر یا ترکیبی از آنها نصب شود.

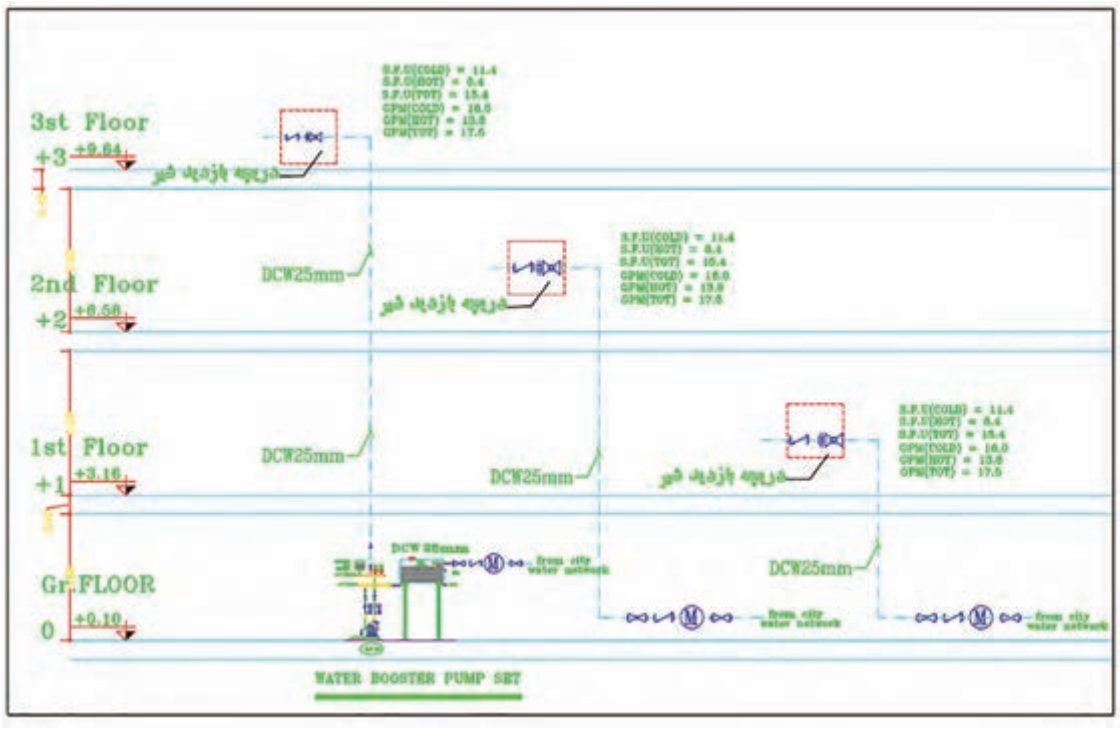



### شبکهٔ تحت فشار آب شهری

به‌دلیل اختلاف فشار آب شهری در نقاط مختلف و عدم اطلاعات کافی، مهندس طراح باید با توجه به تجربیات قبلی و یا با بررسی فشار آب در اماکن مجاور محل احداث ساختمان در مورد کافی بودن فشار آب شهر تصمیم‌گیری نماید. برای نمونه در شهر سیرجان مناسب‌ترین ارتفاع آب‌دهی تا طبقه دوم حداکثر ۱۰ متر است.

پژوهش

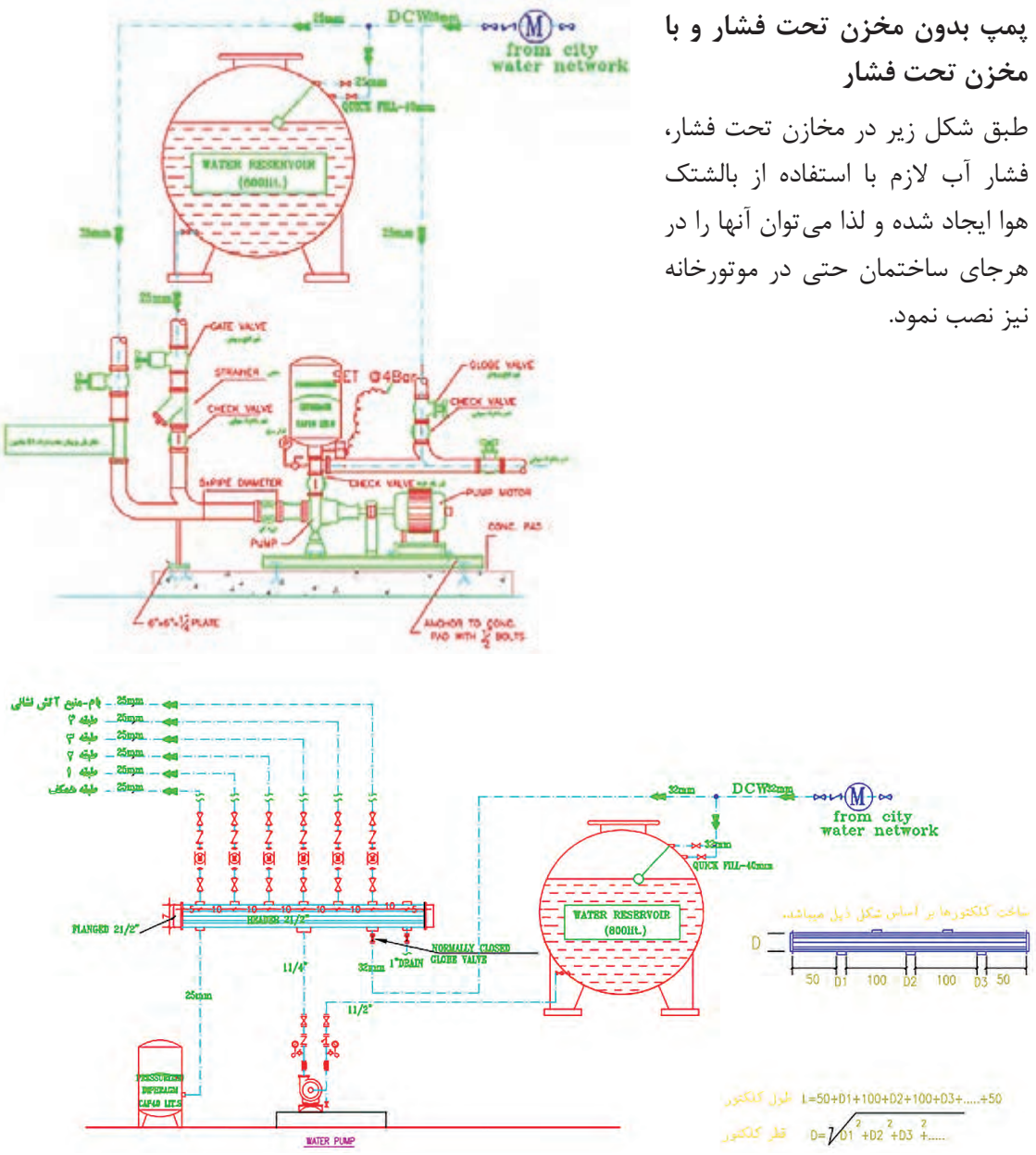
در مورد فشار آب شهر خود، تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.




**فلودیاگرام آبرسانی طبقات**

## پمپ بدون مخزن تحت فشار و با مخزن تحت فشار

طبق شکل زیر در مخازن تحت فشار، فشار آب لازم با استفاده از بالشتک هوا ایجاد شده و لذا می‌توان آنها را در هرجای ساختمان حتی در موتورخانه نیز نصب نمود.



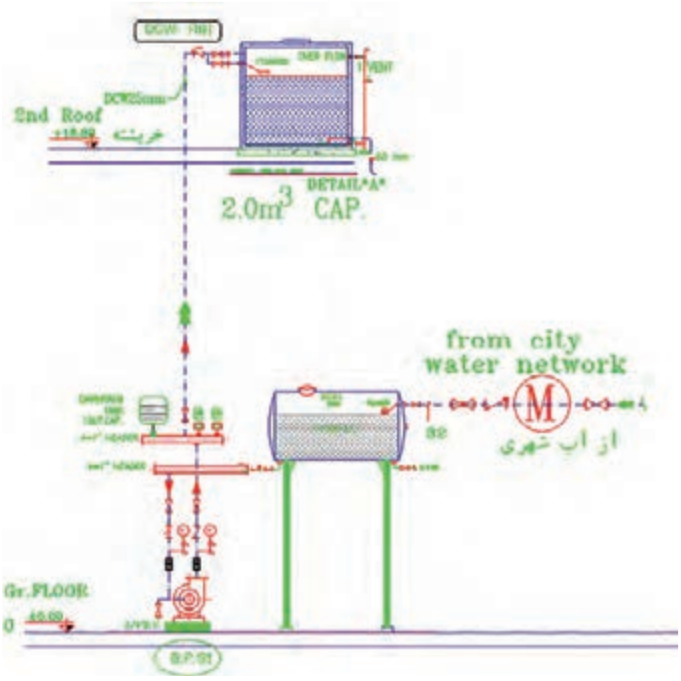

**شکل ۱۷ـ جزئیات نصب پمپ زمینی خانگی به همراه مخزن ذخیره و تحت فشار**

## پمپ و مخزن ذخیره ثقلی

در این روش با نصب مخزن ذخیره آب در پایین‌ترین طبقه ساختمان آب شهر در آن ریخته می‌شود و سپس توسط یک پمپ آب از این مخزن ذخیره به مخزن ذخیره ثقلی که معمولاً در پشت بام نصب می‌شود انتقال می‌یابد. برای ساختمان‌های مسکونی با بیش از ۴ طبقه یا بیش از ۱۰ واحد مسکونی پیش‌بینی مخزن ذخیره آب ضروری است. حجم مخزن ذخیره آب بایستی جواب‌گوی ۱۲ ساعت مصرف، براساس ۱۵۰ لیتر در شبانه‌روز باشد.




شکل ۱۸ــ مخزن ذخیره در ارتفاع




شکل ۱۹ــ پمپ تأمین فشار آب طبقات ساختمان مسکونی به همراه مخزن ذخیره در بام

پرسش کلاسی

حجم مخزن ثقلی مناسب برای یک ساختمان ۵طبقه ۲واحدی که در هر واحد به‌طور متوسط ۳ نفر ساکن باشند چند لیتر خواهد بود؟

**مثال:** با توجه به رایزر دیاگرام زیر، فشار لازم برای آبرسانی با پمپ تأمین فشار برای واحد طبقه چهارم یک ساختمان چند متر است؟

با توجه به شکل برای تأمین فشار مناسب پمپ بایستی بر عوامل کاهش فشار غلبه نماید بنابراین داریم:

$$H = h_g + h_L + h_C + h_R$$

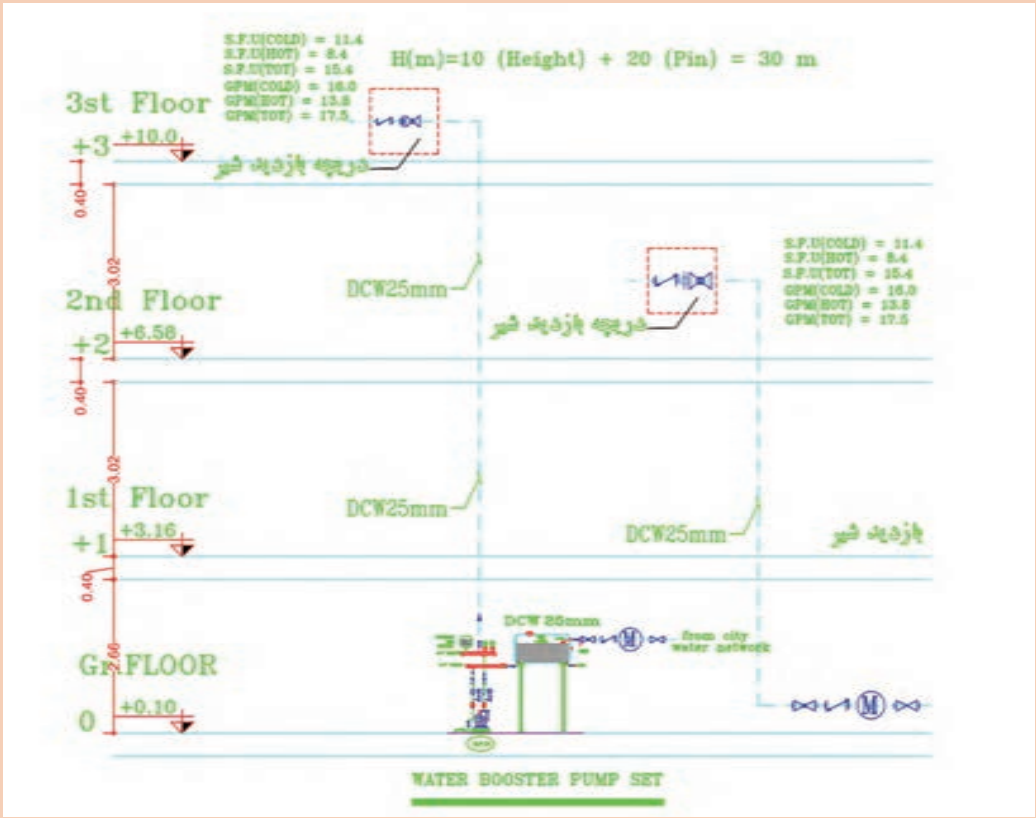
بر طبق تجربه کاری و برای ساده‌سازی افت فشارهای شبکه آبرسانی مجموعه افت فشارهای جزئی در لوله‌کشی معادل ۲۰ متر در نظر گرفته می‌شود، بنابراین داریم :

$$H = h_g + h_L + h_C + h_R = h_g + ۲۰m$$

با توجه به رابطه بالا پس از ساده‌سازی متوجه می‌شویم برای محاسبه هد پمپ باید ارتفاع هندسی (اختلاف ارتفاع بین کنتور تا بالاترین نقطه مصرف آب) را به‌دست بیاوریم و با عدد ۲۰ جمع کنیم تا هد پمپ به‌دست بیاید.

$$H = h_g + ۲۰m = ۱۰ + ۲۰ = ۳۰m$$

هد مورد نیاز پمپ ۳۰ متر یا حدود ۳ بار (bar) خواهد بود.




پرسش کلاسی

با توجه به رایزر دیاگرام ترسیمی برای یک ساختمان ۷ طبقه روی پیلوت و زیرزمین (۹ سقف) فشار مورد نیاز پمپ هر طبقه را محاسبه و بر روی رایزر دیاگرام بنویسید (با فرض اینکه حداقل فشار پشت واحد در هر طبقه ۲۰ متر ستون آب باشد).

## انتخاب پمپ

برای انتخاب پمپ به دو عامل نیاز داریم:

- هد یا فشار پمپ $H_p$
- دبی پمپ $q_p$

پس از آنکه حداکثر دبی آب واحدها محاسبه شد از فرمول تجربی زیر می‌توان مقدار دبی پمپ را به‌دست آورد:

$$q_p = \frac{Q}{۳}$$

Q: دبی حداکثر برحسب L/min

$q_p$ : دبی پمپ برحسب L/min

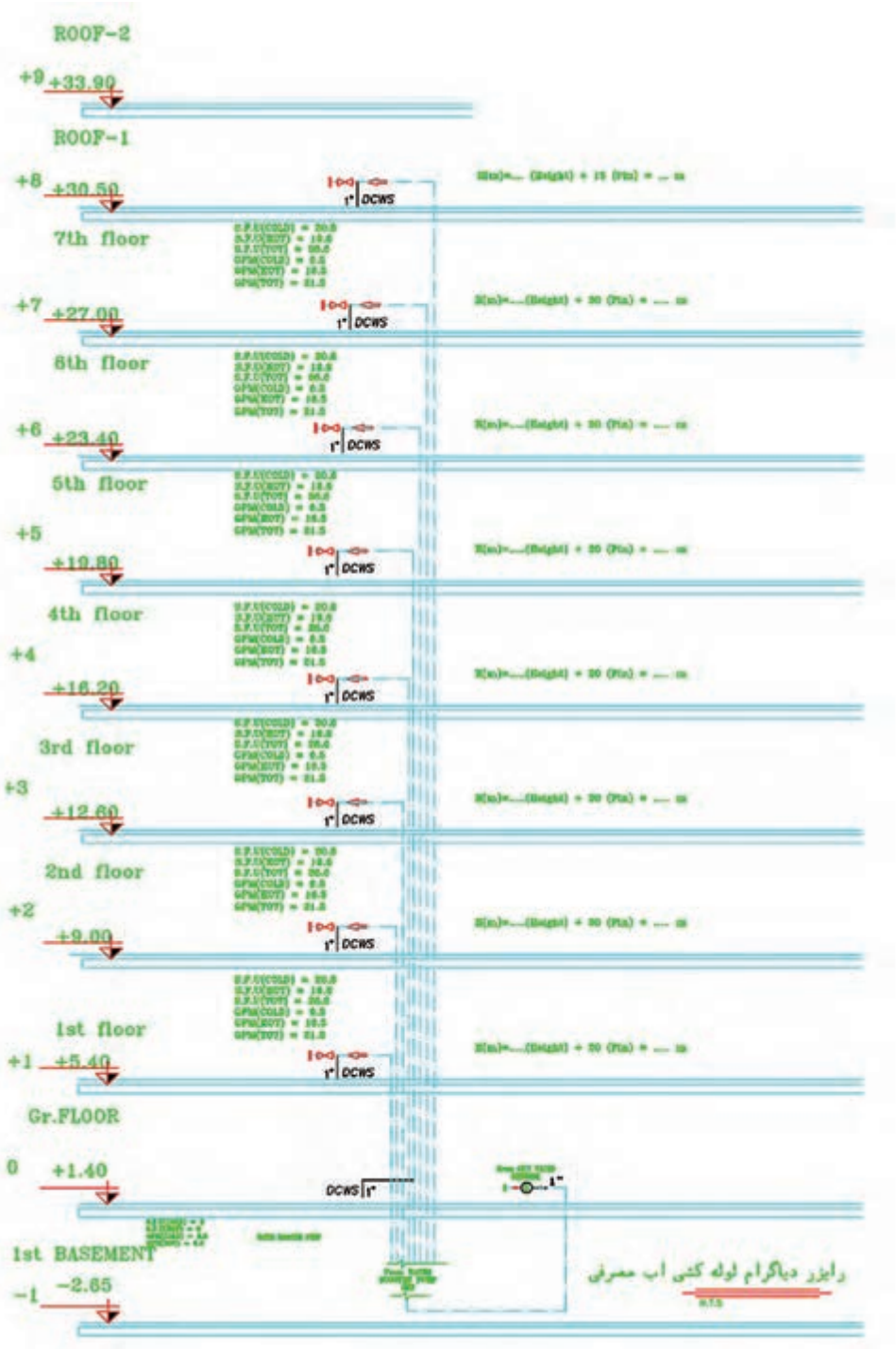
(با توجه به ضریب هم‌زمانی مصرف برای محاسبه پمپ حدود ۳۰٪ حداکثر احتمال مصرف آب در نظر گرفته شود)

$$q_p = ۲۲ \times \sqrt{\frac{A \times n}{۱۰۰}}$$

n: تعداد واحد

A: مساحت واحد $m^۲$

$$(\frac{H_۲}{H_۱}) = (\frac{Q_۲}{Q_۱})^۲$$




کار کلاسی

مزایای مخزن ذخیره آب در ارتفاع را بیان نمایید.

● مهم‌ترین مشکل مخزن ثقلی لزوم تقویت سازه برای تحمل وزن آن و نیز محافظت از مخزن در برابر نورخورشید و یخ‌زدگی است.

●● نکته: طبق مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان، در صورت استفاده از مخزن تحت فشار و مخزن ذخیره، نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهری مجاز نیست و نیاز به مخزن روزانه قبل از پمپ است.

## محاسبه قطر لوله آب بهداشتی ساختمان

پرسش کلاسی

با توجه به هدف آبرسانی، کدام یک از موارد زیر در تعیین قطر لوله مؤثر خواهد بود؟

| | بله |
|---|---|
| تعداد طبقات | |
| تعداد واحد | |
| مقدار آب مصرفی ساختمان | |
| ارتفاع ساختمان | |
| سرعت آب در لوله | |
| تعیین الگوی مصرف هر نفر در شبانه‌روز | |
| قطر لوله اصلی و قطر کنتور | |
| افت فشار شبکه لوله‌کشی | |

### برآورد قطر لوله آبرسانی(pipe sizing)

برای اینکه به یک شیر برداشت آب برسانیم باید قطر لوله تغذیه آن طوری طراحی شود که بتواند دو عامل زیر را پوشش دهد:

ـ میزان آب مورد نیاز

ـ فشار آب مورد نیاز

جدول زیر که برگرفته از مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ایران است، حداکثر مقدار آب مورد نیاز و حداقل قطر نامی لوازم بهداشتی را نشان می‌دهد.

**جدول ۹ـ حداکثر مقدار آب مورد نیاز در لوازم بهداشتی**

| شیر | | حداکثر مقدار جریان | حداقل قطر نامی لوله |
|---|---|---|---|
| نام | نماد | (لیتر بر دقیقه) | (میلی‌متر) |
| روشویی | LAV. | ۶ | ۱۰ |
| دوش | SH. | ۸ | ۱۵ |
| سینک ظرفشویی | K.S. | ۸ | ۱۵ |
| شیرآفتابه | MT | ۶ | ۱۵ |
| فلاش تانک | FT | ۶ | ۱۵ |
| ماشین رخت‌شویی | CW | ۸ | ۱۵ |

برای محاسبه قطر لوله به‌صورت دقیق، روش‌های مهندسی متفاوتی وجود دارد که استانداردها و کدها آن را توصیه نموده‌اند و در این روش‌ها به طور معمول طراح علاوه بر دو عامل نامبرده باید به عواملی همچون میزان فشار آب ورودی، نوع کنتور، نوع لوله‌های به‌کاررفته، تعداد طبقات، طول لوله‌کشی، فشار مورد نیاز برای هر مصرف‌کننده، حداکثر سرعت جریان آب، مقدار دبی و افت فشارها توجه کند. به کارگیری روش‌های دستی برای این موضوع وقت‌گیر است و با کاربرد نرم‌افزاری آن در پودمان‌های دیگر این کتاب آشنا خواهید شد. ولی برای اینکه بتوانیم یک محاسبه سرانگشتی نیز داشته باشیم روش تجربی زیر را به‌کار می‌گیریم:

**روش تجربی محاسبه قطر لوله:**

در این روش فقط با داشتن دبی مورد نیاز عمل قطرزنی را انجام می‌دهیم. برای اینکه مقدار آب مورد نیاز هر مصرف‌کننده را داشته باشیم به مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ایران مراجعه و از آنجا با توجه به جدول زیر دبی آب مورد نیاز هر شیر برداشت را پیدا کرده و در معادله زیر قرار می‌دهیم. در این معادله قطر داخلی لوله بر حسب میلی‌متر و دبی آب بر حسب لیتر بر دقیقه باید قرار داده شود:

$$d = ۳/۵\sqrt{Q}$$

Q= دبی آب در لوله L/min

d= قطر داخلی لوله mm

پس از به دست آوردن قطر داخلی چنانچه لوله مربوط به یک شیر است آن را با جدول حداقل قطر مقایسه می‌کنیم که از آن کمتر نباشد. ولی چنانچه لوله مربوط به تغذیه چند وسیله است با توجه به نوع لوله‌ای که انتخاب کرده‌ایم از جدول مربوط قطر مورد نیاز را به‌دست می‌آوریم.

**مثال:** قطر لوله آب ورودی به یک دوش چند میلی‌متر است؟

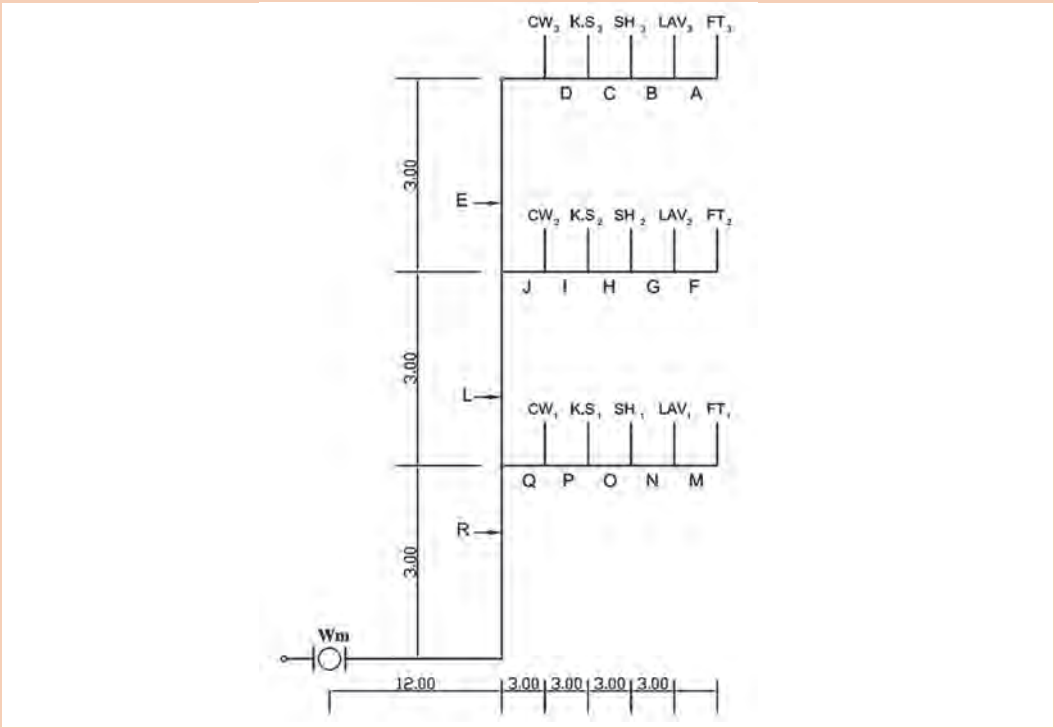
از جدول بالا مقدار آب برای دوش ۸ لیتر بر دقیقه تعیین می‌شود پس قطر داخلی لوله:

چون جدول حداقل قطر ۱۵ را پیشنهاد کرده پس باید آن را انتخاب کنیم.

$$d = ۳/۵\sqrt{Q} = ۳/۵\sqrt{۸} = ۱۰\,mm$$

کار کلاسی

قطر لوله‌های آب یک ساختمان سه طبقه نشان داده شده را به صورت تجربی به دست آورید و جدول زیر را کامل نمایید. فرض کنید لوله‌های به کار رفته پنج لایه پلیمری با مشخصات زیر است:




**جدول ۱۰ـ مشخصات یک نوع لوله پنج لایه پلیمری**

| ضخامت دیواره | قطر داخلی | قطر خارجی | سایز |
|---|---|---|---|
| ۲/۲ | ۱۱/۶ | ۱۶ | ۱۶ |
| ۲/۵ | ۱۵/۵ | ۲۰ | ۲۰ |
| ۳ | ۲۰ | ۲۵ | ۲۵ |
| ۳/۸ | ۲۵/۵ | ۳۲ | ۳۲ |
| ۴/۴ | ۳۲ | ۴۰ | ۴۰ |
| ۴/۹ | ۴۰ | ۵۰ | ۵۰ |
| ۶ | ۵۱ | ۶۳ | ۶۳ |

| نام خط | دبی خط Q(L/min) | قطر داخلی $d(mm)=۳/۵\sqrt{Q}$ | قطر نامی D(mm) |
|---|---|---|---|
| A,F,M | | | |
| B,G,N | | | |
| C,H,O | | | |
| D,I,P | | | |
| E,J,Q | | | |
| L | | | |
| R | | | |

## جمع‌آوری و دفع فاضلاب و آب باران

فقط بخش کوچکی از آب مصرفی به‌صورت تبخیر از دسترس خارج می‌شود و بقیه نهایتاً به منابع و جریان آب‌های سطحی یا زیرزمینی برخواهد گشت و در همین سیکل است که آلودگی احتمالی می‌تواند به آسانی وارد آب های زیرزمینی، شبکه‌های آبرسانی شهری، مزارع و معادن مختلف شود.

یکی از انواع فاضلاب، فاضلاب بهداشتی ساختمان‌های مسکونی می‌باشد که در حقیقت می‌توان گفت که آب مصرفی جهت بهداشت فردی و شست‌وشوی لوازم، تبدیل به فاضلاب می‌گردد.

در این سیستم موارد ذیل بررسی می‌شود:

ـ مقدار فاضلاب

ـ هواکش فاضلاب

ـ مشخصات لوله‌کشی شبکه فاضلاب

**مقدار فاضلاب:** مقدار فاضلاب بهداشتی برابر ۸۵ درصد آب مصرفی افراد می‌باشد که با استفاده از جداول استاندارد و نیز شیب لوله‌های عمودی و افقی انتقال فاضلاب، سایز انتخاب می‌گردد.

**هواکش فاضلاب:** جهت کارکرد بهتر شبکه فاضلاب داخلی ساختمان و خروج هوا و بوهای مزاحم از داخل سیستم فاضلاب شبکه هواکش (vent) طراحی می‌گردد. طبق استانداردها برای هریک از وسایل بهداشتی بایستی یک عدد لوله هواکش منظور کرده و پس از به هم پیوستن آنها لوله مذکور را به خارج ساختمان انتقال داد.

مراحل محاسبه یک شبکه لوله‌کشی فاضلاب، هواکش و آب باران مناسب به شکل زیر است:




## محاسبه شبکه لوله‌کشی گاز ساختمان

مراحل محاسبه یک شبکه لوله‌کشی گاز مناسب به شکل زیر است که در پودمان نرم‌افزار به آن پرداخته می‌شود.



## برآورد مصرف گاز

مقدار مصرف گاز برای هر طرح برمبنای متر مکعب بر ساعت با توجه به جدول زیر به‌دست می‌آید:

**جدول ۱۱ـ مقدار تقریبی مصرف تعدادی از دستگاه‌های گازسوز**

| دستگاه گازسوز | مقدار تقریبی مصرف (مترمکعب در ساعت ) |
|---|---|
| آبگرمکن فوری | ۲/۵ |
| آبگرمکن مخزن‌دار | ۱/۵ |
| اجاق گاز خانگی (۵ شعلهٔ فردار) | ۰/۷ |
| اجاق گاز تجاری | ۴-۲/۵ |
| بخاری خانگی | ۰/۶ |
| کباب‌پز و پلویز خانگی | ۰/۳ |
| پلویز تجاری | ۴-۲/۵ |
| روشنایی | ۰/۱ |
| شومینه | ۰/۳ |

## طول دورترین مسیر

فاصله نقطهٔ خروجی رگولاتور تا دورترین مصرف‌کننده را می‌گویند. که از آن برای تعیین قطر لوله‌ها براساس مقدار گاز عبوری استفاده می‌شود.

## محاسبه قطر لوله

برای تعیین قطر لوله پس از تعیین مقدار مصرف و طول دورترین مسیر از جدول زیر قطر لوله مربوط به هر خط با توجه به مقدار مصرف آن تعیین می‌گردد.

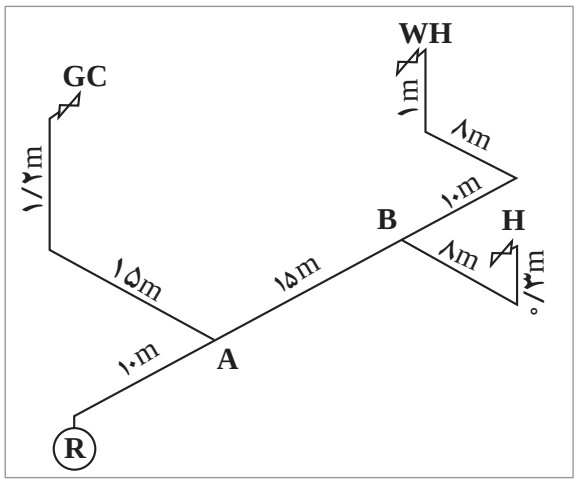
**جدول ۱۲ـ حداکثر ظرفیت لوله‌های فولادی به متر مکعب در ساعت برای گاز طبیعی با فشار ۱۷۶ میلی‌متر ستون آب و افت فشار ۱۲/۷ میلی‌متر ستون آب و چگالی ۰/۶۵**

| طول لوله (متر) | قطر اسمی لوله (اینچ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱/۲ | ۳/۴ | ۱ | ۱ ۱/۴ | ۱ ۱/۲ | ۲ | ۲ ۱/۲ | ۳ | ۴ |
| ۲ | ۵/۹ | ۱۲/۳ | ۲۳/۳۰ | ۴۷/۹ | ۷۲/۰ | ۱۳۸/۳ | ۲۲۰/۰ | ۳۹۰/۷ | ۸۰۱/۹ |
| ۴ | ۴/۰ | ۸/۵ | ۱۶/۰ | ۳۲/۹ | ۴۹/۴ | ۹۵/۱ | ۱۵۱/۲ | ۲۶۸/۵ | ۵۵۱/۱ |
| ۶ | ۳/۲ | ۶/۸ | ۱۲/۹ | ۲۶/۴ | ۳۹/۷ | ۷۶/۴ | ۱۲۱/۵ | ۲۱۵/۷ | ۴۴۲/۸ |
| ۸ | ۲/۸ | ۵/۸ | ۱۱/۰ | ۲۲/۶ | ۳۴/۰ | ۶۵/۴ | ۱۰۴/۰ | ۱۸۴/۷ | ۳۷۹/۱ |
| ۱۰ | ۲/۴ | ۵/۰ | ۹/۶ | ۱۹/۷ | ۲۹/۶ | ۵۶/۹ | ۹۰/۴ | ۱۶۰/۶ | ۳۲۹/۷ |
| ۱۲ | ۲/۲ | ۴/۷ | ۸/۸ | ۱۸/۱ | ۲۷/۳ | ۵۲/۵ | ۸۳/۴ | ۱۴۸/۲ | ۳۰۴/۳ |
| ۱۴ | ۲/۰ | ۴/۳ | ۸/۱ | ۱۶/۷ | ۲۵/۰ | ۴۸/۲ | ۷۶/۶ | ۱۳۶/۱ | ۲۷۹/۴ |
| ۱۶ | ۱/۹ | ۴/۰ | ۷/۵ | ۱۵/۵ | ۲۳/۳ | ۴۴/۸ | ۷۱/۳ | ۱۲۶/۷ | ۲۶۰/۰ |
| ۱۸ | ۱/۸ | ۳/۷ | ۷/۱ | ۱۴/۶ | ۲۱/۹ | ۴۲/۲ | ۶۷/۱ | ۱۱۹/۳ | ۲۴۴/۸ |
| ۲۰ | ۱/۷ | ۳/۵ | ۶/۷ | ۱۳/۸ | ۲۰/۷ | ۳۹/۸ | ۶۳/۲ | ۱۱۲/۵ | ۲۳۱/۰ |
| ۲۲ | ۱/۶ | ۳/۳ | ۶/۳ | ۱۳/۱ | ۱۹/۶ | ۳۷/۸ | ۶۰/۱ | ۱۰۶/۸ | ۲۱۹/۲ |
| ۲۴ | ۱/۵ | ۳/۲ | ۶/۱ | ۱۲/۵ | ۱۸/۷ | ۳۶/۱ | ۵۷/۴ | ۱۰۱/۹ | ۲۰۹/۲ |
| ۲۶ | ۱/۴ | ۳/۱ | ۵/۸ | ۱۲/۰ | ۱۸/۰ | ۳۴/۶ | ۵۵/۱ | ۹۷/۹ | ۲۰۰/۹ |
| ۲۸ | ۱/۴ | ۲/۹ | ۵/۵ | ۱۱/۴ | ۱۷/۲ | ۳۳/۱ | ۵۲/۶ | ۹۳/۶ | ۱۹۱/۰ |
| ۳۰ | ۱/۳ | ۲/۸ | ۵/۳ | ۱۱/۰ | ۱۶/۶ | ۳۱/۹ | ۵۰/۸ | ۹۰/۲ | ۱۸۵/۱ |
| ۳۵ | ۱/۲ | ۲/۶ | ۴/۹ | ۱۰/۲ | ۱۵/۳ | ۲۹/۴ | ۴۶/۸ | ۸۳/۱ | ۱۷۰/۶ |
| ۴۰ | ۱/۱ | ۲/۴ | ۴/۶ | ۹/۴ | ۱۴/۱ | ۲۷/۱ | ۴۳/۳ | ۷۶/۹ | ۱۵۷/۹ |
| ۴۵ | ۱/۱ | ۲/۲ | ۴/۳ | ۸/۸ | ۱۳/۳ | ۲۵/۵ | ۴۰/۶ | ۷۲/۲ | ۱۴۸/۱ |

**مثال:** با توجه به شکل قطر لوله اصلی را به‌دست آورید.
(قطر لوله اصلی از کنتور تا اولین انشعاب می‌باشد)

طولانی‌ترین مسیر $L = ۱۰+۱۵+۱۳+۸+۱=۴۲\ m$

$$\begin{cases} L = ۶۰\ m \\ \text{مقدار مصرف} = ۱/۵+۰/۷+۰/۶ = ۲/۸\ \frac{m^۳}{hr} \\ \text{قطر}\ d = ۱'' \end{cases}$$




| نام وسیله | حروف اختصاری |
|---|---|
| بخاری | H |
| آبگرمکن | W.H |
| اجاق گاز | G.C |
| رگولاتور | R |

توجه

هدف ما در این بخش آشنایی با شیوه محاسبات و تعیین قطر لوله گاز ساختمان بوده تا در پودمان بعد روش محاسبه از طریق نرم‌افزار بیان گردد.

## نمونه ارزشیابی

**بخش اول:**

۱ـ با توجه به نوع سیستم تهویه مطبوع و پخش‌کننده‌های گرمایی ستون سمت راست را به ستون سمت چپ متصل کنید:

| نوع سیستم | پخش‌کننده |
|---|---|
| انبساط مستقیم | فن‌کویل |
| تمام آب | کولر گازی |
| تمام هوا | فن‌کویل + هواساز |
| هوا آب | هواساز |

۲ـ کدام دستگاه در دسته‌بندی سردکننده‌های تبخیری قرار نمی‌گیرد؟

الف) کولر آبی ب) فن‌کویل پ) زنت ت) ایرواشر

۳ـ تفاوت عمده دو سیستم توزیع هوای VAV و CAV در چیست؟

چنانچه به دو سؤال از سه سؤال بالا پاسخ صحیح دهید می‌توانید سؤالات بخش دوم را پاسخ دهید.

**بخش دوم:**

۱ـ محاسبات بار گرمایشی یک ساختمان که نقشه و شرایط طرح آن توسط هنرآموز در اختیار شما قرار داده شده است را انجام دهید و در برگ محاسباتی درج نمایید.

۲ـ در یک سیکل تبرید تراکمی کولر گازی که فشار و دماهای مختلف در آن نشان داده شده است رابطه فشار و دما را تحلیل کنید.

۳ـ یک پلان ساختمان که در آن سیستم VRF اجرا شده است را تهیه و تحلیل کنید که سرمایش یا گرمایش یا هردو چگونه در آن انجام می‌شود.

چنانچه به دو سؤال از سه سؤال بخش دوم پاسخ دهید نمره قابل قبول را دریافت و می‌توانید سؤالات بخش سوم را پاسخ دهید.

**بخش سوم:**

۱ـ بار تهویه مطبوع تابستانی را برای یک پلان ساختمانی محاسبه و کولر گازی‌های مورد نیاز آن را انتخاب کنید.

۲ـ با توجه به رایزر دیاگرام سیستم آبرسانی و فاضلاب قطر لوله‌ها و پمپ مورد نیاز برای تأمین آب را انتخاب نمایید.

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) باتوجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

**جدول ۱۳ـ الگوی ارزشیابی پودمان انتخاب سیستم**

| تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|
| انتخاب سیستم | محاسبه سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی ساختمان براساس نوع سیستم طراحی شده و برابر استانداردها | بالاتر از حد انتظار | ـ محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها<br>ـ محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها<br>ـ محاسبات سیستم آبرسانی<br>ـ طراحی سیستم تهویه مطبوع یک ساختمان با توجه به معیارهای طراحی<br>ـ انتخاب پمپ آبرسانی با توجه به نوع ساختمان | ۳ |
| | | در حد انتظار (کسب شایستگی) | ـ محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها<br>ـ محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها<br>ـ محاسبات سیستم آبرسانی با توجه به ساختمان | ۲ |
| | | پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی) | ـ محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها | ۱ |
| **نمره مستمر از ۵** | | | | |
| **نمره شایستگی پودمان از ۳** | | | | |
| **نمره پودمان از ۲۰** | | | | |

# پودمان ۴

## انتخاب فناوری به کمک رایانه

# واحد یادگیری:
# انتخاب فناوری به کمک رایانه

## پیش گفتار

هم‌زمان با پیشرفت تکنولوژی صنایع مربوط به ساختمان در کلیه ابعاد و زمینه‌ها، روش‌های متنوع محاسباتی نیز مورد توجه طراحان قرار گرفته است. هر چند مبنا و اصول محاسبات ساختمان و تأسیسات، مربوط به چند دهه قبل است لیکن با وجود رایانه و گسترش محاسبات آن، روش‌های جدید و تکمیلی محاسباتی نیز پا به عرصه ظهور گذاشتند. در مجاورت این سیستم‌های متداول، که نیاز به دانش آکادمیک و تجربهٔ مداوم تخصصی دارند، همواره روش‌هایی که در مدت زمان کوتاه و سریع و حتی دقیق، بتواند پیش زمینه محاسبات اصلی و یا حتی جایگزین آن گردد، مورد نظر متخصصین و دانش‌پژوهان بوده است.

## پیش نیاز

در روند محاسبات و طراحی تأسیسات مکانیکی ساختمان و نیز به هنگام تهیه گزارش‌های توجیهی و حتی در مباحث روزمره کارگاهی همواره برای دستیابی به بسیاری از اطلاعات نیازمند مراجعه به منابع مختلف و متعددی از جداول و روابط هستیم. از این رو امکانات سخت‌افزاری و انواع نرم‌افزارهای رایانه‌ای و گوشی‌های همراه به‌گونه‌ای چشمگیر عملیات محاسباتی را سرعت بخشیده‌اند.

گفت‌وگوی کلاسی

آیا با روش‌های محاسباتی و طراحی، تخمین و برآوردهای اولیه در تأسیسات مکانیکی آشنا هستید؟

**در تأسیسات مکانیکی محاسبات به طور معمول به دو گونه انجام می‌شود:**

**ـ روش دقیق**

این روش برای محاسبات ساختمان‌های بزرگ به کار می‌رود و جزیی‌ترین مثال در آن دیده می‌شود با پیشرفت نرم‌افزارها در حال حاضر کار با این روش زمان کمتری نسبت به قبل می‌برد.

**ـ روش محاسبات سریع (Quickly)**

این روش که به روش برآورد (Estimate) و یا محاسبات سرانگشتی (Thumb) نیز معروف است برای ساختمان‌های کوچکتر و محاسبات جزیی‌تر به کار می‌رود و در بعضی مواقع که نیاز به حدود کار داشته باشیم این روش مناسب است.

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به توضیحات بالا در مورد روش‌های محاسبات بحث و گفتگو نموده و جدول زیر را کامل نمایید.

| روش محاسبات | دقت محاسبات و بهینه‌سازی مصرف انرژی و نیاز به رایانه | | | زمان محاسبات | | | کاربرد محاسبات | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | پایین | متوسط | بالا | پایین | متوسط | بالا | پایین | متوسط | بالا |
| روش حل دقیق | | * | | | * | | | | |
| روش سرانگشتی | * | | | | | | | | |

گفت‌وگوی کلاسی

۱ـ آیا دانستن نحوه کار با این نرم‌افزارها، یک علم است یا یک مهارت و ابزاری برای راحتی کار؟
۲ـ آیا بدون علم به روابط حاکم و فرمول‌ها و فلسفه محاسبات می‌توان نرم‌افزار را ابزاری مطمئن تصور نمود؟ و چه زمانی نرم‌افزار می‌تواند یک مهارت مناسب برای کار باشد؟
۳ـ تفاوت محاسبات دستی و نرم‌افزاری در کدام قسمت است؟

طراحی تأسیسات مکانیکی نیازمند دانستن میزان بار گرمایش و میزان بار سرمایش است که شامل ده‌ها مرحله محاسبه عددی می‌باشد.
نرم‌افزارها و اپلیکیشن‌ها، باعث شده که از محاسبات دستی کمتر استفاده شود.

گفت‌وگوی کلاسی

۱ـ با توجه به زمینه‌های کاری در تأسیسات طراحی و محاسبه، ترسیم و نقشه‌کشی دسته‌بندی نرم‌افزارها به چه صورت است؟
۲ـ در سال‌های گذشته با چه نرم‌افزارهای ترسیمی آشنا شده‌اید؟ آیا امکان ترسیم نقشه‌های تأسیسات به‌صورت سه بعدی را داشتید؟

هر بخش از طراحی تأسیسات ساختمان، نرم‌افزارهای ویژه خود را دارد که در ادامه به پرکاربردترین آنها اشاره شده است.

## نرم‌افزارهای محاسبه بار

به‌منظور محاسبات پیچیده و زمان بر محاسبه بار سرمایشی و گرمایشی، نرم‌افزارهای متعددی طراحی شده است مانند:

- **RHVAC و CHVAC:** این دو نرم‌افزار را شرکت الیت طراحی کرده است.

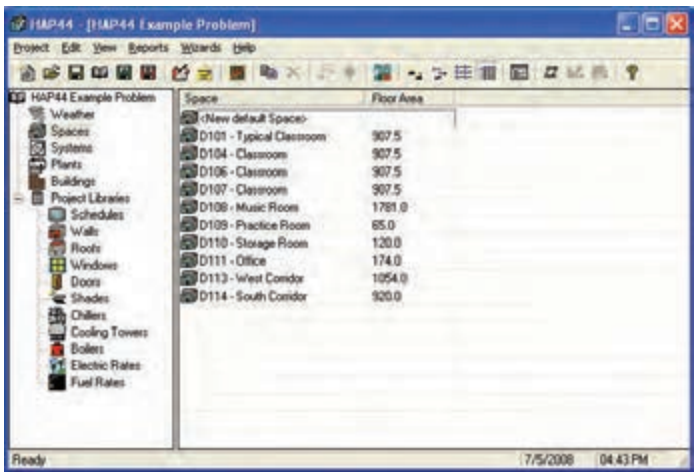
Elite Software

- **TRANE TRACE:** این نرم‌افزار متعلق به شرکت ترین است.

TRANE

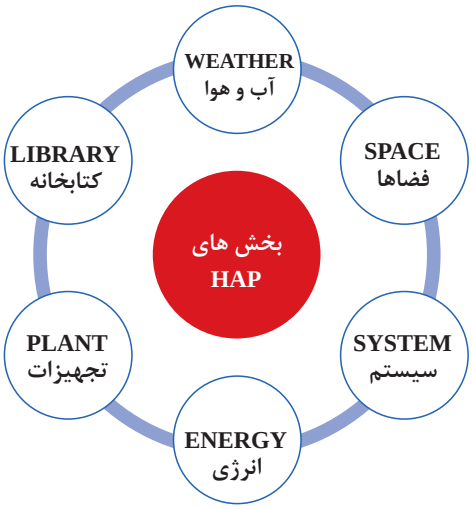
- **HAP:** ساده‌ترین و پرکاربردترین نرم‌افزار محاسبات بار گرمایش و سرمایش، Carrier HAP است. برنامه‌ای ساده و کم حجم و در عین حال پرکاربرد برای محاسبات بار تأسیسات مکانیکی و سایزینگ تجهیزات که توسط شرکت کریر، ساخته شده است.

Carrier




**شکل ۱ ــ محیط برنامه Carrier HAP**

نمودار روبه‌رو بخش‌های نرم‌افزارهای مشابه HAP را آورده است:




**PERSIAN HVAC ـ:** یکی از نرم‌افزارهای ایرانی محاسبه بارهای گرمایشی، سرمایشی و تهویه مطبوع انواع ساختمان‌های مسکونی، اداری، تجاری و... متناسب با شرایط اقلیمی ایران است.

**جدول اقلیم آب و هوایی برخی شهر های ایران**

| تیپ (۱) گرم و خشک | | تیپ (۲) گرم و مرطوب | | تیپ (۳) معتدل ومرطوب | |
|---|---|---|---|---|---|
| آباده | سیرجان | آبادان | میناب | آستارا | چالوس |
| اردستان | شیراز | آغاجاری | چابهار | آستانه | رامسر |
| اصفهان | فسا | اهواز | بندر عسلویه | آمل | روانسر |
| اقلید | قم | اندیمشک | بندر عباس | ارومیه | ساری |
| بافق | قمشه | بهبهان | بندر بوشهر | بابل | صومعه‌سرا |
| باشت | کاشان | حمیدیه | بندر جاسک | بانه | فومن |
| بیرجند | کاشمر | دزفول | بندر خرمشهر | بابلسر | قائمشهر |
| تهران | کرمان | دشت آزادگان | بندر یلم | بندرانزلی | گرگان |
| جهرم | کهریزک | رامهرمز | بندر ماهشهر | بندر ترکمن | لاهیجان |
| جیرفت | گرمسار | سوسنگرد | بندر خرمشهر | بهشهر | منجیل |
| خمینی شهر | نجف آباد | شوش | بندر گناوه | تنکابن | نور |
| دامغان | نیریز | شوشتر | بندر امام | | |
| رفسنجان | یاسوج | کهنوج | جزیره قشم | | |
| زاهدان | یزد | لار | جزیره کیش | | |
| سمنان | | مسجد سلیمان | | | |

از ویژگی‌های بارز این نرم‌افزار تهیه گزارشات محاسبات بار و انتخاب سیستم و تجهیزات برای دفترچه محاسباتی پروژه‌های تأسیساتی بوده و نیز تهیه چک لیست انرژی ساختمان براساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان است.



پارامترهای طراحی

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| نام استان : | قم | | | | |
| نام شهر : | قم / | | درجه حرارت خشک تابستانی : | 40 | °C |
| عرض جغرافیایی : | 34.63 | درجه | درجه حرارت مرطوب تابستانی : | 20.51 | °C |
| طول جغرافیایی : | -50.9 | درجه | درجه حرارت خشک زمستانی : | -4.44 | °C |
| ارتفاع از سطح دریا : | 928.35 | متر | درجه حرارت مرطوب زمستانی : | -5.89 | °C |
| ضریب انعکاس زمین : | 0.2 | | اختلاف دما در تابستان : | 17.78 | °C |
| ضریب هدایت خاک : | 1.385 | w/m/k | عدد ضافی هوا : | 1 | |

11/23/2017 11:33:27 ق.ظ Page 2

Persian HVAC نام پروژه : سالن عروسی نام شهر : قم نام سیستم : روف تاپ پکیج با کویل گرمایی رستوران

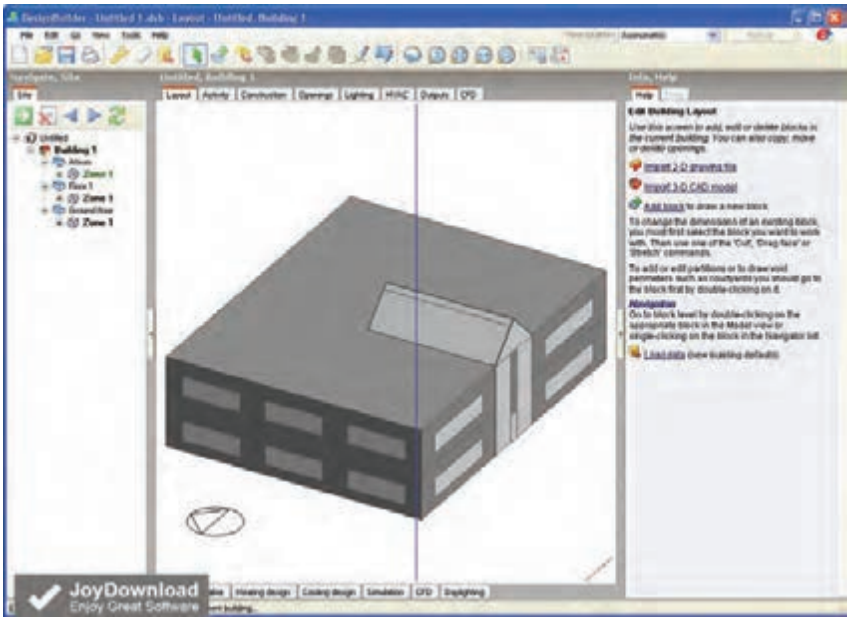
خلاصه محاسبات بارهای سرمایشی گرمایشی هرمنطقه

| <رستوران> | طراحی سرمایش (نیر)kal = ساعت 15 | | | طراحی گرمایش | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | حرارتی | محسوس (W) | نهان (W) | حرارتی | محسوس (W) | نهان (W) |
| بارشعشعی پنجره ها وروگیرها | 7.8 | 322.0 | -- | -- | -- | -- |
| بار کل دیوارها | 314.2 | 5984.1 | -- | 314.2 | 11195.3 | -- |
| بارکل سقف ها | 0.0 | 0.0 | -- | 0.0 | 0.0 | -- |
| بارهدایت وجابجایی پنجره ها | 7.8 | 240.8 | -- | 7.8 | 496.9 | -- |
| بارهدایت وجابجایی نورگیرها | 0.0 | 0.0 | -- | 0.0 | 0.0 | -- |
| بار کل درب ها | 0.0 | 0.0 | -- | 0.0 | 0.0 | -- |
| بارکل کف ها | 260.0 | 1254.4 | -- | 260.0 | 2457.6 | -- |
| بارکل پارتیشن های نوع اول | 80.0 | 1071.5 | -- | 80.0 | 2073.2 | -- |
| بارکل پارتیشن های نوع دوم | 40.0 | 1392.7 | -- | 40.0 | 2868.5 | -- |
| روشنایی های عمومی | 11400.0 | 11400.0 | -- | -- | -- | -- |
| روشنایی های متفرقه | 0.0 | 0.0 | -- | -- | -- | -- |
| تجهیزات الکتریکی | 3800.0 | 3800.0 | -- | -- | -- | -- |
| افراد | 150.0 | 12975.0 | 20010.0 | -- | -- | -- |
| نفوذ هوا | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| تجهیزات متفرقه | -- | 0.0 | 0.0 | -- | -- | -- |
| ضریب اطمینان | 5.0::5.0 | 1922.0 | 1000.5 | 5.0 | 954.6 | 0.0 |
| بارکـــل سیستم بدون هوای تازه | -- | 40362.5 | 21010.5 | -- | 20046.0 | 0.0 |
| هوای تازه | 2250.0 | 17215.1 | 6497.9 | 2250.0 | 28049.1 | 7724.7 |
| بارکـــل سیستم | -- | 57577.6 | 27508.4 | -- | 48095.1 | 7724.7 |
| | | 85086.026 | | | 55819.8 | |

میزان بخارآب موردنیازجهت رطوبت زنی درفصل زمستان 11.278091 kg/hr می باشد

**شکل ۲ ـ گزارش خلاصه بار فضاها PERSIAN HVAC**

**ـ نرم‌افزار DesignBuilder:** که اخیراً در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد، از نظر دقت و کیفیت نتایج و آنالیز دقیق و کامل بار گرمایش و سرمایش، را محاسبه می‌کند. اما بزرگ‌ترین مشکل آن، سنگین‌بودن برنامه و طولانی شدن زمان انجام محاسبات در این برنامه به‌علت دقت و الگوریتم محاسباتی آن است. در واقع دیزاین بیلدر یک نرم‌افزار تخصصی آنالیز انرژی در ساختمان است که به‌علت User-friend بودن محیط آن، گاهی توسط مهندسین برای محاسبات بار هم مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی استفاده از آن برای پروژه‌های بزرگ به‌خصوص بلند مرتبه‌ها، از نظر زمانی به صرفه نیست چرا که پردازش آن می‌تواند چند ساعت به طول انجامد.

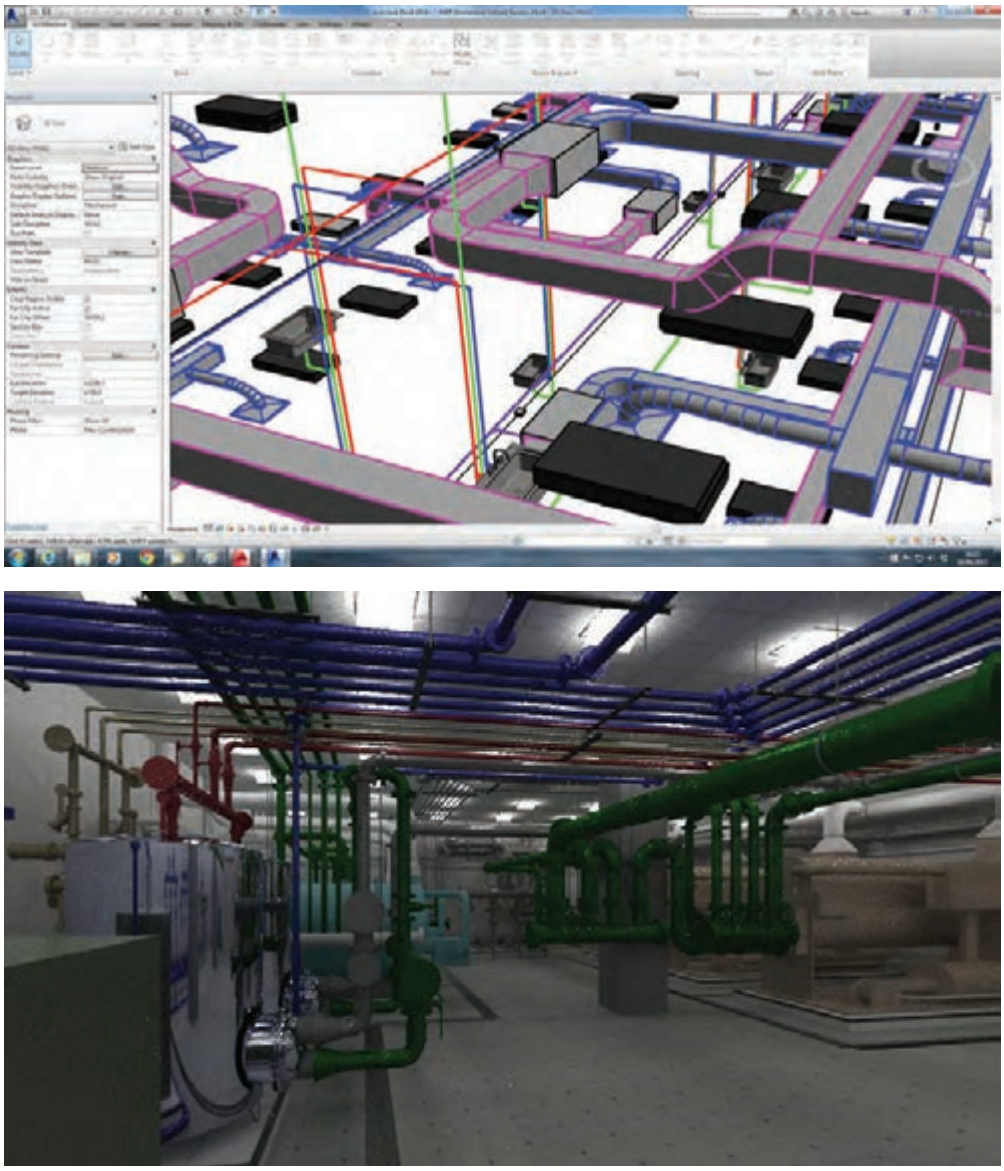



**شکل ۳ـ محیط برنامه Design Builder**

## نقشه‌کشی و ترسیم

رایج‌ترین نرم‌افزار برای نقشه‌کشی، اتوکد دو بعدی است. در حال حاضر تسلط بر اتوکد، برای کسانی که در زمینه تأسیسات فعالیت دارند مهم است اما امروزه، با توسعه مفهوم BIM[۱] و البته مدل‌سازی سه بعدی ساختمان، گرایش جامعه مهندسی به‌سوی این نرم‌افزارها بیشتر شده است. دو نرم‌افزار پرکاربرد نقشه‌کشی سه بعدی تأسیسات، AutoCAD MEP و Revit MEP هستند که امروزه در بسیاری از پروژه‌های بزرگ به‌کار می‌روند. که در بین این دو، Revit به علت قابلیت‌های گسترده‌تر و هماهنگی با ساختار، BIM محبوبیت بیشتری در سراسر جهان دارد.

۱- **BIM: Building information Modeling** (مدل اطلاعاتی ساختمان)

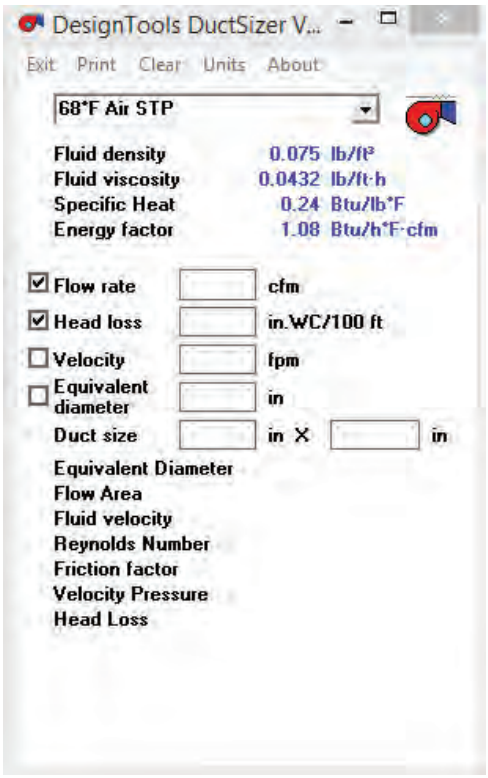


**شکل ۴- محیط برنامه** Revit MEP

## سایزینگ کانال Duct sizer

رایج‌ترین نرم‌افزار سایزینگ کانال، داکت سایزر است که با واردکردن دبی هوای موردنیاز عبوری در کانال و همچنین افت فشار یا سرعت هوا، با توجه به نوع کانال انتخابی نرم‌افزار میزان حجم هوا را برای شما محاسبه می‌نماید.

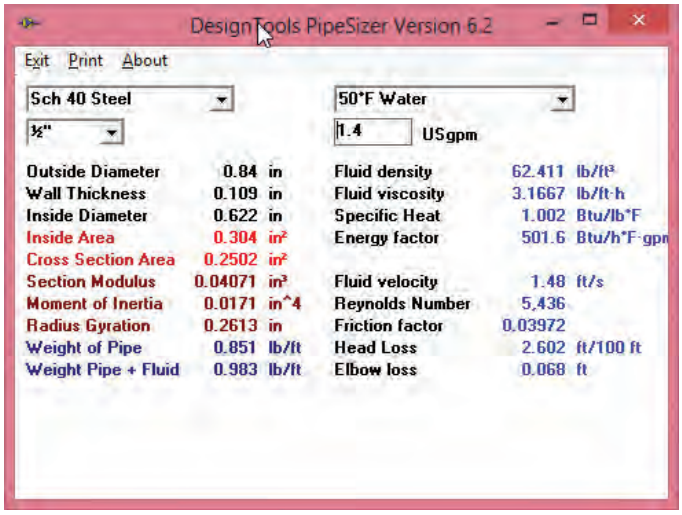
سپس با واردکردن طول کانال موردنیاز، عرض کانال برای شما نمایش داده می‌شود. قابل ذکر است این نرم‌افزار برای چک‌کردن سایز کانال‌هایی که از طریق جداول محاسباتی به‌دست آمده بسیار مفید و سریع می‌باشد این نرم‌افزار در زمینه طراحی و انتخاب کانال توزیع هوای تهویه از طریق هواسازها، ایر واشرها، کولرهای آبی و یا کانال‌های اگزاست کاربرد دارد.




شکل ۵ ـ محیط برنامه DuctSizer

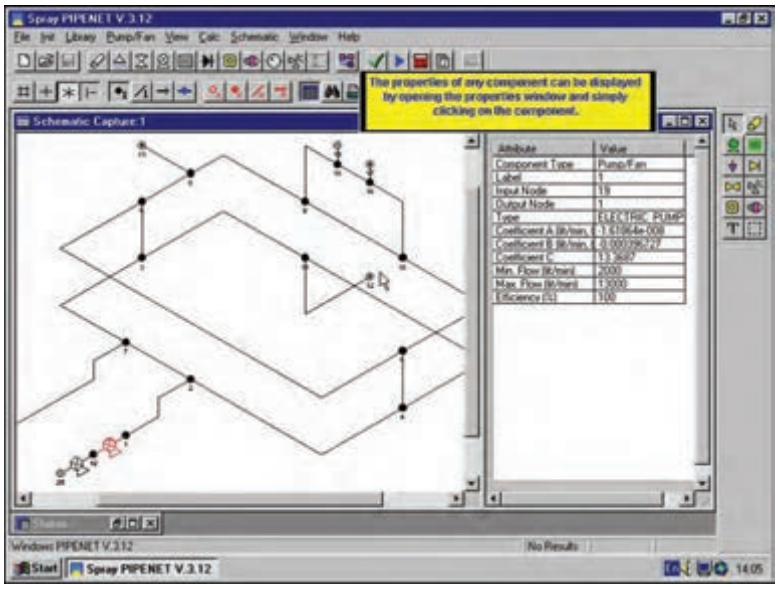
**سایزینگ لوله و محاسبات هیدرولیکی نرم‌افزار pipesizer:**

این نرم‌افزار بسیار ساده بوده و با وارد کردن اطلاعات مختصری از جمله قطر لوله و یا دبی موردنیاز کلیه اطلاعات موردنیاز را به شما ارائه می‌دهد. این نرم‌افزار همچنین دارای دو منوی کشویی برای انتخاب جنس لوله و دمای سیال عبوری از داخل لوله می‌باشد. به کمک این نرم‌افزار می‌توانید اطلاعات زیادی از جمله ضخامت مورد نیاز لوله‌ها، وزن لوله، وزن سیال عبوری، چگالی سیال، دبی عبوری، افت فشار و بسیاری از پارامترهای دیگر را به‌دست آورد.




شکل ۶ ـ محیط برنامه PipeSizer

**نرم‌افزار Pipenet:** پایپ نت یکی از قدرتمندترین برنامه‌های آنالیز جریان سیالات در لوله‌ها و محاسبات هیدرولیکی آنهاست. این نرم‌افزار در کلیه کاربردهای تأسیساتی، از جمله لوله‌های آتش نشانی، گرمایش و سرمایش، آبرسانی، سیستم بخار و... کاربرد دارد.

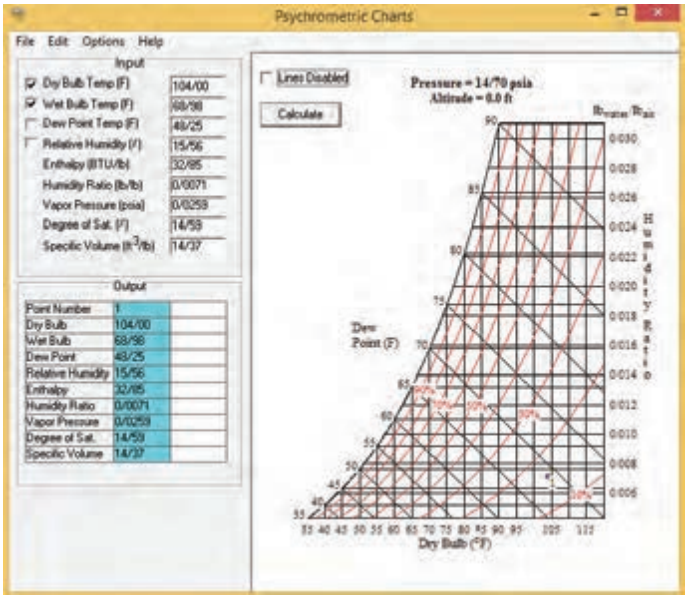



محیط برنامه Pipenet

**نرم‌افزار Psychrometric Chart:**

به‌کمک این نرم‌افزار تنها با وارد نمودن حداقل ۲ داده هوای ورودی، دیگر پارامترهای نمودار سایکرومتریک که مشخصات هوا را نشان می‌دهد به‌دست می‌آید.

مثلاً با ورود دمای حباب خشک (Dry Bulb Temp) و حباب تر هوا (Wet Bulb Temp) می‌توان مقدار رطوبت (نسبت رطوبت) (Humidity Ratio)، رطوبت نسبی (Relative Humidity) دمای نقطه شبنم (Dew Point Temp) و آنتالپی (Enthalpy) را می‌توان مشاهده نمود.




محیط برنامه Psychrometric Chart

پژوهش کنید

۱ـ در مورد سایر نرم‌افزارهای محاسباتی و ترسیم موجود در تأسیسات پژوهش نموده و مزایا و معایب هر کدام را بررسی نمایید.
۲ـ در مورد نرم‌افزارهای قفل شکسته موجود در بازار پژوهش نموده و معایب این نرم‌افزارها را به کلاس ارائه نمایید.
۳ـ برای تهیه یک نرم‌افزار مطمئن و در دسترس چه اطلاعاتی نیاز است؟
۴ـ در مورد اپلیکیشن‌های تخصصی محاسبات در تأسیسات و نحوه محاسبات آنها پژوهش نمایید و نمونه‌های معتبری از این اپلیکیشن‌ها را به کلاس ارائه نمایید.

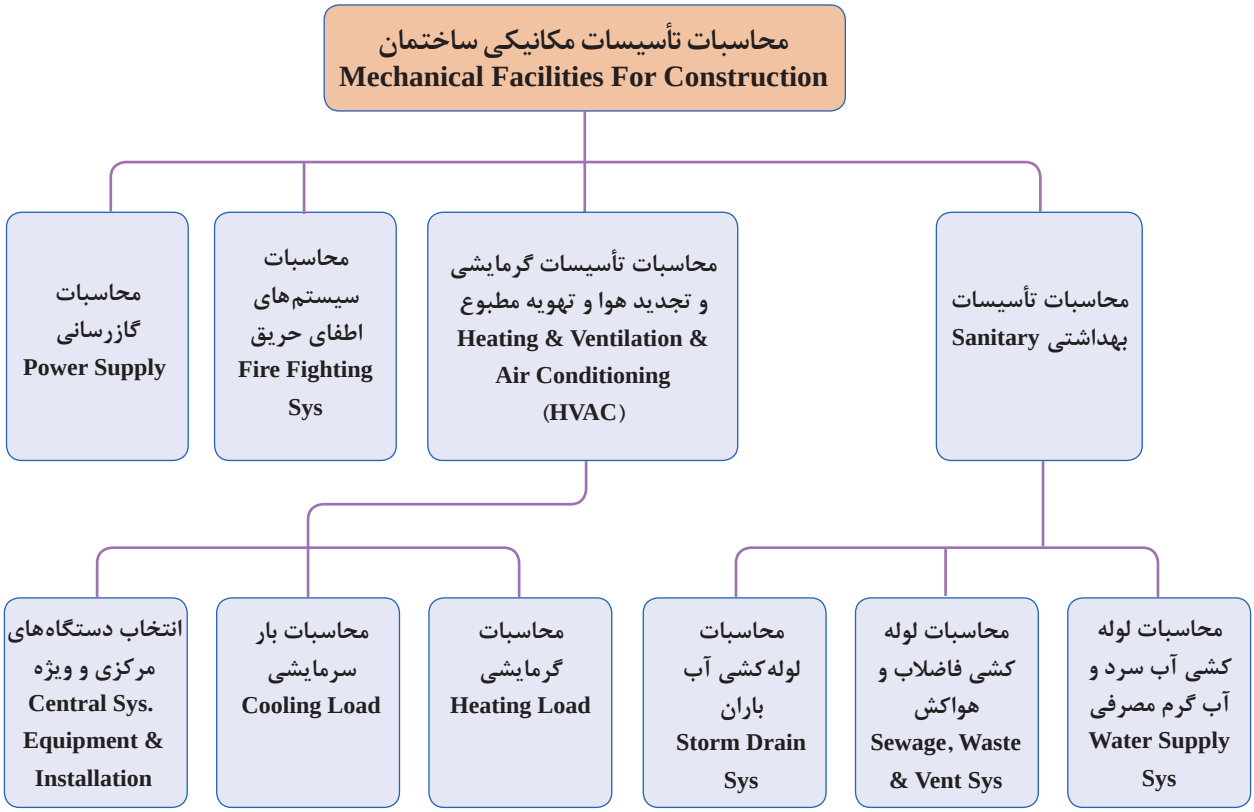
گفت‌وگوی کلاسی

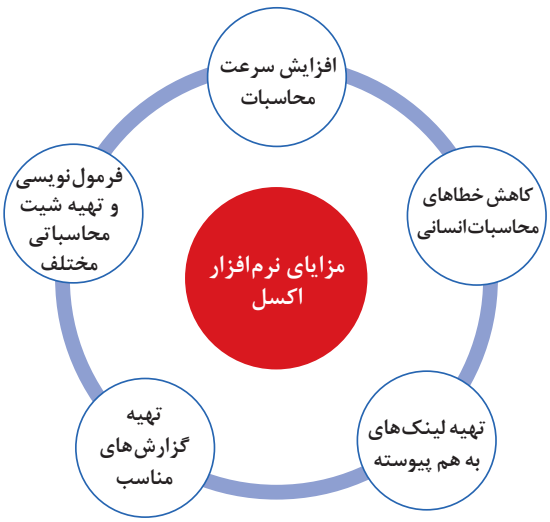
۱ـ کدها، هندبوک‌ها، استانداردها، مقررات ملی ساختمان و نشریات ایرانی و خارجی را در زمینه‌های مختلف تأسیسات مکانیکی با هم فکری یکدیگر به کلاس ارائه نمایید.
۲ـ برای انجام سریع تر فرمول‌ها و محاسبات تأسیسات کدام یک از نرم‌افزارهای مایکروسافت را پیشنهاد می‌کنید؟
۳ـ برای تهیه دفترچه محاسباتی پروژه‌های تأسیساتی کدام یک از نرم‌افزارهای مایکروسافت را پیشنهاد می‌کنید؟
۴ـ برای تهیه متره و برآورد پروژه‌ها کدام یک از نرم‌افزارهای مایکروسافت را پیشنهاد می‌کنید؟
۵ـ برای ارائه طرح مطالعاتی و معرفی سیستم‌ها و تجهیزات تأسیسات پروژه‌ها به کارفرمای خود، کدام یک از نرم‌افزارهای مایکروسافت را پیشنهاد می‌کنید؟
۶ـ برای ترسیم نقشه‌های تأسیسات مکانیکی و اجرای بهتر پروژه کدام نرم‌افزارها را پیشنهاد می‌کنید؟

## محاسبات تأسیسات مکانیکی ساختمان

گفت‌وگوی کلاسی

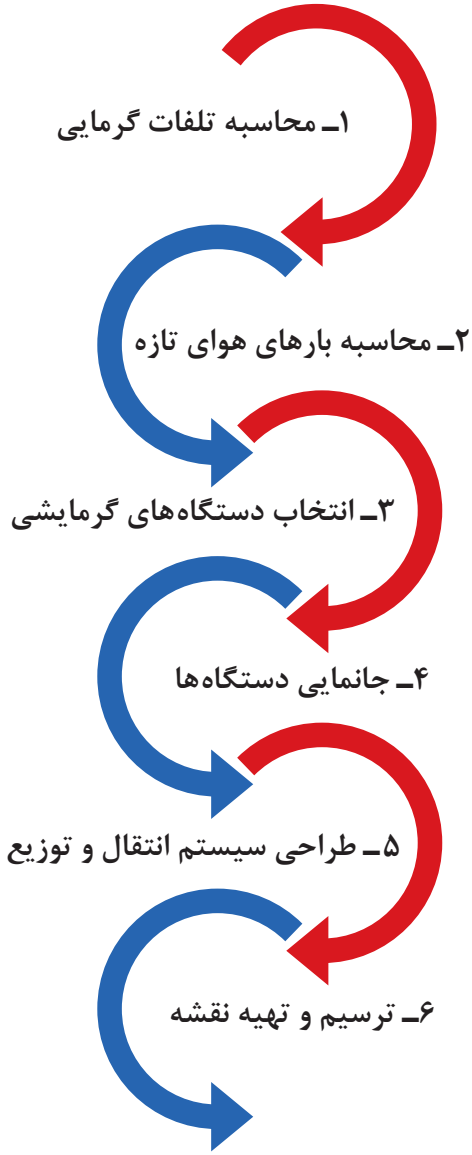
۱ـ با توجه به نمودار محاسباتی تأسیسات مکانیکی ساختمان داده شده و زمینه‌های کاری در تأسیسات طراحی و محاسبه هر یک از قسمت‌های تأسیسات نیازمند محاسبات دقیق، کدام قسمت نیازمند محاسبات نرم‌افزاری و کدام قسمت نیازمند محاسبات سرانگشتی دارد؟



**تهیه دفترچه محاسباتی بار گرمایشی به کمک نرم‌افزار اکسل:**

مراحل طراحی یک شبکه مناسب گرمایی به شکل زیر است:




**۱ـ محاسبه تلفات گرمایی**

- تلفات گرمایشی ناشی از جداره‌های خارجی
- تلفات گرمایشی ناشی از سقف
- تلفات گرمایشی ناشی از کف
- تلفات گرمایشی ناشی از طریق درها و پنجره‌ها
- $H_1 = UA\ (Ti - To)$

**۲ـ محاسبه بارهای هوای تازه**

- تلفات هوای تازه و تخلیه (خواسته)
- تلفات گرمایشی ناشی از نفوذ هوا (ناخواسته)
- $H_2 = C_pV\ (Ti - To)$

**۳ـ انتخاب دستگاه‌های گرمایشی**

- انتخاب سیال عامل
- انتخاب دستگاه‌های مولد
- انتخاب دستگاه‌های انتقال و توزیع
- انتخاب دستگاه‌های تبادل گرما

**۴ـ جانمایی دستگاه‌ها**

- جانمایی محل دستگاه‌های تبادل گرما
- استقرار دستگاه‌های موتورخانه

**۵ـ طراحی سیستم انتقال و توزیع**

- شبکه لوله‌کشی
- شبکه کانال‌کشی
- متعادل‌سازی شبکه انتقال

**۶ـ ترسیم و تهیه نقشه**

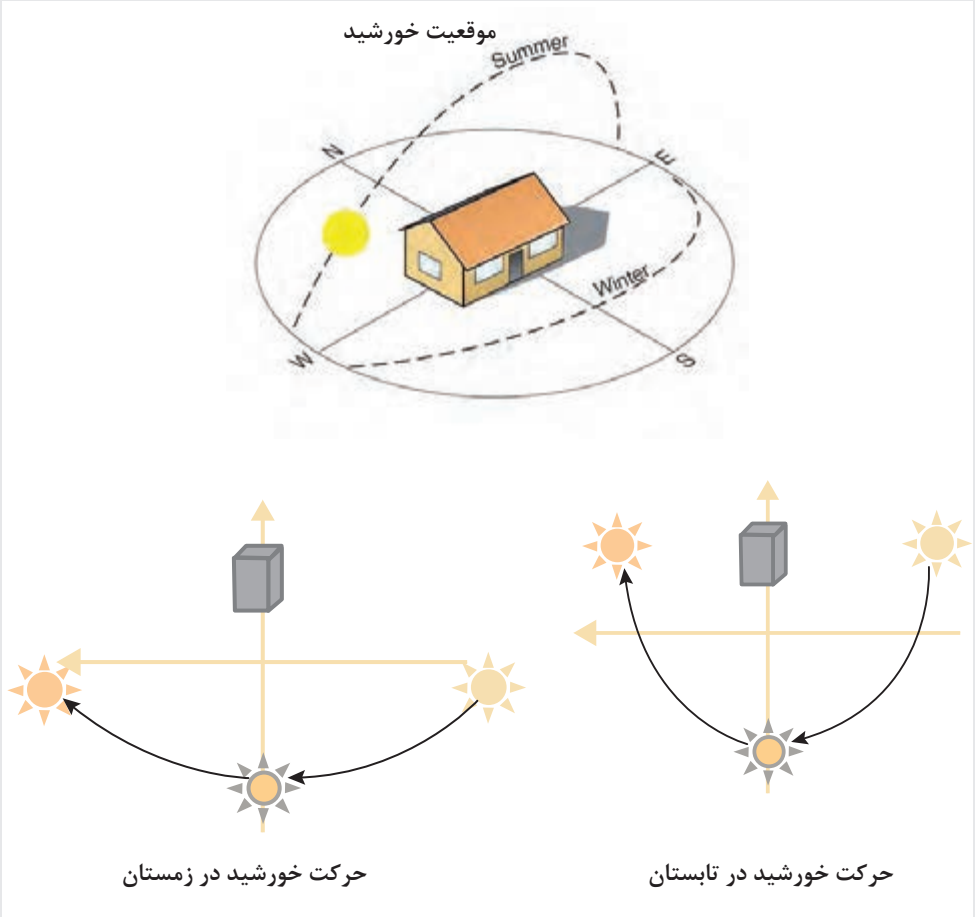
- پلان لوله‌کشی و کانال‌کشی و دیاگرام لوله‌کشی و کنترلی
- نقشه ارتباطی موتورخانه
- نقشه رایزر دیاگرام
- تهیه نقشه‌های دوبعدی و سه بعدی
- نقشه جزئیات

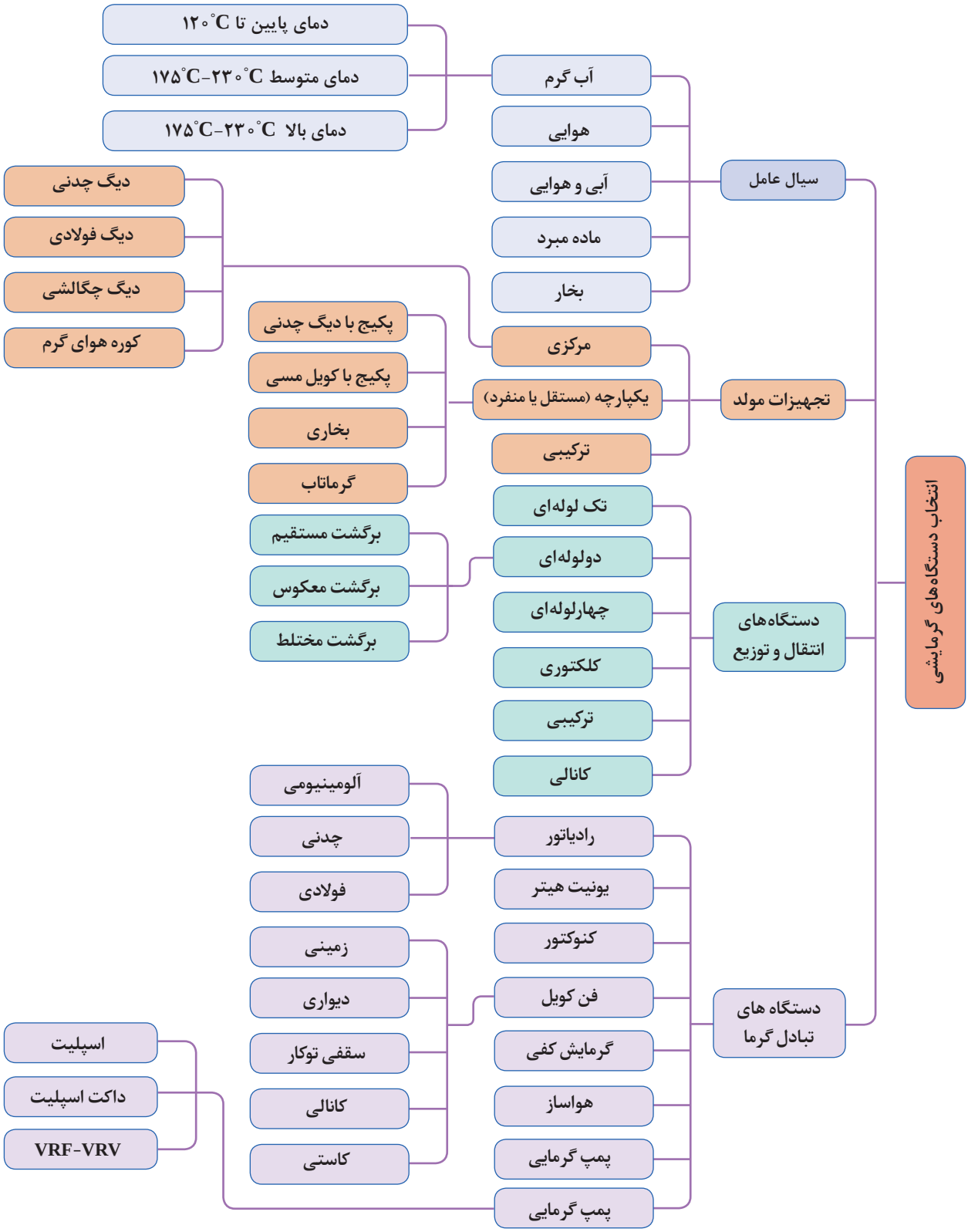
نکته

۱ـ تمام ترم‌های U-A-Ti در طول شبانه روز ثابت است و فقط ترم To وابسته به زمان است که بیشترین مقدار آن مربوط به یک لحظه قبل از طلوع خورشید است.

۲ـ جرم ساختمان (لختی ساختمان) باعث تأخیر درانتقال گرما از داخل ساختمان به بیرون از ساختمان می‌شود.

۳ـ مهم‌ترین عوامل بار غالباً در سرمایش اثر خورشید است، حرکت خورشید به دور ساختمان موجب می‌شود که ساعات پیک در ساعات مختلف متفاوت باشد البته می‌توان حدس زد که وجوه شرقی ۸ تا ۱۰ صبح و وجوه جنوبی۱۲ و وجوه غربی ۴ بعدازظهر پیک می‌شود اما مثال‌های نقض متعددی نیز وجود دارد. (مثال نقض چرخش ۱۵ درجه‌ای ساختمانی)




انتخاب دستگاه های گرمایشی
تجهیزات مولد
سیال عامل
آب گرم
دمای پایین تا ۱۲۰°C
دمای متوسط ۱۷۵°C-۲۳۰°C
دمای بالا ۱۷۵°C-۲۳۰°C
هوایی
آبی و هوایی
ماده مبرد
بخار
مرکزی
دیگ چدنی
دیگ فولادی
دیگ چگالشی
کوره هوای گرم
یکپارچه (مستقل یا منفرد)
پکیج با دیگ چدنی
پکیج با کویل مسی
بخاری
گرماتاب
ترکیبی
دستگاه های انتقال و توزیع
تک لوله‌ای
دولوله‌ای
چهارلوله‌ای
کلکتوری
ترکیبی
کانالی
برگشت مستقیم
برگشت معکوس
برگشت مختلط
دستگاه های تبادل گرما
رادیاتور
یونیت هیتر
کنوکتور
فن کویل
گرمایش کفی
هواساز
پمپ گرمایی
پمپ گرمایی
آلومینیومی
چدنی
فولادی
زمینی
دیواری
سقفی توکار
کانالی
کاستی
اسپلیت
داکت اسپلیت
VRF-VRV

## برگه‌های محاسبات تلفات گرمایی:

با توجه به اعداد به‌دست آمده و توضیحات داده شده حال بایستی شیت‌های محاسبات بار گرمایی را با فرمول‌نویسی مناسب، تشکیل دهیم این کار برای هر فضا به‌صورت مجزا در زیر آمده است.

● **برای طبقه همکف:**

**برگه محاسباتی بار گرمایی**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| اتاق: | سالن‌هال و پذیرایی | حجم: $۴۴۵/۵۰ m^۳$ | طول: ۱۳/۵m | دمای طرح داخل: ti(℃)۲۲ | |
| طبقه: | همکف | تاریخ:۱۳۹۵/۰۶/۰۵ | عرض: ۱۱m | دمای طرح خارج: to(℃) -۴/۴۴ | |
| کاربری: | مسکونی | | ارتفاع: ۳m | اختلاف دما: ti.to(℃)۲۶/۴۴ | |

**اتلاف گرمایی از جدارها**

| جدار و جهت | تعداد | طول (m) | ارتفاع یا عرض (m) | سطح کم شده ($m^۲$) | سطح خالص ($m^۲$) | U ($\frac{W}{m^۲-℃}$) | اختلاف دما (℃) | اتلاف گرمایی (W) | ضریب جهت (درصد) | ضریب ارتفاع (درصد) | ضریب موقعیت (درصد) | ضریب تناوب (درصد) | جمع ضرایب (درصد) | اتلاف گرمایی کلی (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دیوار خارجی جنوبی | ۱ | ۱۱ | ۳ | ۷/۷۴ | ۲۵/۲۶ | ۱/۷۹ | ۲۶/۴۴ | ۱۱۹۵/۵۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۱۲۵۵/۲۷ |
| پنجره خارجی جنوبی | ۱ | ۴/۳ | ۱/۸ | ۰/۰۰ | ۷/۷۴ | ۲/۶ | ۲۶/۴۴ | ۵۳۲/۰۸ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۵۵۸/۶۸ |
| در خارجی جنوبی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۵/۸ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰ | ۵ | ۰/۰۰ |
| دیوار خارجی شرقی | ۰/۰۰ | ۶ | ۳ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۸۲ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۱۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۰۰ |
| پنجره خارجی شرقی | ۰/۰۰ | ۰/۷۵ | ۱/۸ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۲/۶ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۱۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰/۰۰ |
| دیوار خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۶ | ۳ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۸۲ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۵ | ۰/۰۰ |
| پنجره خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۲/۵ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| در خارجی غربی | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۵/۸ | ۲۶/۴۴ | ۰/۰۰ | ۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| کف | ۱ | ۱۳/۵ | ۱۱ | ۰/۰۰ | ۱۴۸/۵۰ | ۰/۶۳۷ | ۱۵/۱ | ۱۴۲۸/۳۸ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۴۲۸/۳۸ |
| سقف | ۰/۰۰ | ۱۳/۵ | ۱۱ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۱/۵ | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| دیوار داخلی | ۱ | ۲۴/۵ | ۳ | ۰/۰۰ | ۷۳/۵۰ | ۲/۵۲ | ۱۵/۱ | ۲۷۹۶/۸۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۷۹۶/۸۲ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| | | | | ۰/۰۰ | ۰/۰۰ | | | ۰/۰۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰۰ |
| ۵۸۳۰/۶۱ | اختلاف دما (℃)۲۶/۴۴ × ارتفاع (m)۳ × عرض (m)۱۱ × طول (m)۱۳/۵ × ۱/۵ hr/l × $\frac{۱}{۳}$ (اتلاف گرمایی هوای تازه) | | | | | | | | | | | | | |
| ۱۱۸۶۹/۷۷ | جمع کل تلفات گرمایی | | | | | | | | | | | | | |

## محاسبات رادیاتورها

**● محاسبات تعداد پره رادیاتور:**

با توجه به‌دست آوردن بار گرمایی فضاهای مختلف ساختمان در برگه‌های محاسبات گرمایی، حال تعداد پره‌ها را براساس مدل تمپو ۵۰۰ و با توجه به اینکه ظرفیت گرمایی این مدل رادیاتور برای هر پره $۱۲۵\frac{kcal}{hr}$ می‌باشد را محاسبه می کنیم.

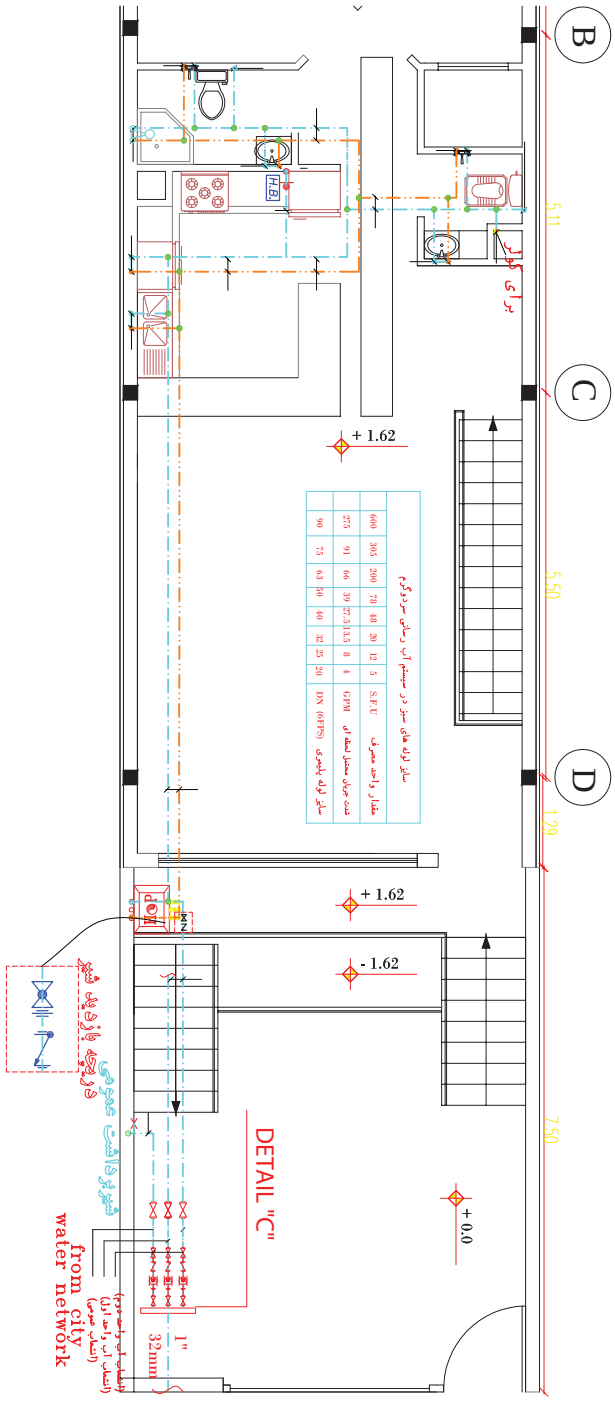
**● محاسبه قطر لوله‌های رادیاتور:**

از فرمول $GPM=\frac{BTU/hr}{۱۰۰۰۰}$ به‌دست خواهد آمد. GPM به‌دست آمده هر نقطه طبق جدول لوله‌های فولادی سیکل بسته که جدول آن در برگه‌های پیوست موجود است با دردست داشتن افت فشار $\frac{۲/۵}{۱۰۰}ft$ و مقدار GPM به‌دست آمده سایز لوله‌های رادیاتور به‌دست می‌آید.

| طبقه | ناحیه | تلفات حرارتی W | تلفات حرارتی kcal/hr | تلفات حرارتی BTU/hr | دبی حجمی GPM | معادله تعداد پره | تعداد پره: مجموع | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | دبی حجمی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 11869.77 | 10208.0 | 40508.4 | 4.05 | 61.7 | 82 | 20 | 20.00 | 21 | 21 | 11 | 11 | 11 | 1365 | 1365 | 1300 | 0.22 |
| | 2 | 2981.29 | 2563.9 | 10174.4 | 1.02 | 20.5 | 21 | 0 | 0.00 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2303.09 | 1980.7 | 7859.6 | 0.79 | 15.8 | 16 | 0 | 0.00 | 0 | 16 | 9 | 0 | 0 | 1040 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 4 | 2201.24 | 1893.1 | 7512.3 | 0.75 | 15.1 | 16 | 0 | 0.00 | 0 | 16 | 9 | 0 | 0 | 1040 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 5 | 1806.88 | 1553.9 | 6166.4 | 0.62 | 12.4 | 14 | 0 | 0.00 | 0 | 14 | 8 | 0 | 0 | 910 | 0 | 0 | 0.03 |
| | tot | 21162.27 | 18199.6 | 72221.3 | 7.22 | 145.6 | 149 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 9915.96 | 8527.7 | 33840.6 | 3.38 | 68.2 | 72 | 18 | 18 | 18 | 18 | 10 | 10 | 10 | 1170 | 1170 | 1170 | 0.18 |
| | 2 | 2981.29 | 2563.9 | 10174.4 | 1.02 | 20.5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2102.45 | 1808.1 | 7175.1 | 0.72 | 14.5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 8 | 0 | 0 | 975 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 4 | 1823.13 | 1567.9 | 6221.9 | 0.62 | 12.5 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 845 | 0 | 0 | 0.03 |
| | 5 | 4217.34 | 3626.9 | 14392.7 | 1.44 | 29.0 | 30 | 0 | 0 | 15 | 15 | 8 | 8 | 8 | 975 | 975 | 975 | 0.08 |
| | 6 | 540.51 | 464.8 | 1844.6 | 0.18 | 3.7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | 7 | 281.58 | 242.2 | 961.0 | 0.10 | 1.9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | tot | 21862.26 | 18801.5 | 74610.2 | 7.46 | | 181 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | 9915.96 | 8527.7 | 33840.6 | 3.38 | 68.2 | 72 | 18 | 18 | 18 | 18 | 10 | 10 | 10 | 1170 | 1170 | 1170 | 0.18 |
| | 2 | 2981.29 | 2563.9 | 10174.4 | 1.02 | 20.5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2102.45 | 1808.1 | 7175.1 | 0.72 | 14.5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 8 | 0 | 0 | 975 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 4 | 1823.13 | 1567.9 | 6221.9 | 0.62 | 12.5 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 845 | 0 | 0 | 0.03 |
| | 5 | 4217.34 | 3626.9 | 14392.7 | 1.44 | 29.0 | 30 | 0 | 0 | 15 | 15 | 8 | 8 | 8 | 975 | 975 | 975 | 0.08 |
| | 6 | 540.51 | 464.8 | 1844.6 | 0.18 | 3.7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | 7 | 281.58 | 242.2 | 961.0 | 0.10 | 1.9 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | tot | 21580.68 | 18559.4 | 73649.2 | 7.36 | | 156 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1 | 9915.96 | 8527.7 | 33840.6 | 3.38 | 68.2 | 72 | 18 | 18 | 18 | 18 | 10 | 10 | 10 | 1170 | 1170 | 1170 | 0.18 |
| | 2 | 2981.29 | 2563.9 | 10174.4 | 1.02 | 20.5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2102.45 | 1808.1 | 7175.1 | 0.72 | 14.5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 8 | 0 | 0 | 975 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 4 | 1823.13 | 1567.9 | 6221.9 | 0.62 | 12.5 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 845 | 0 | 0 | 0.03 |
| | 5 | 4217.34 | 3626.9 | 14392.7 | 1.44 | 29.0 | 30 | 0 | 0 | 15 | 15 | 8 | 8 | 8 | 975 | 975 | 975 | 0.08 |
| | 6 | 540.51 | 464.8 | 1844.6 | 0.18 | 3.7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | 7 | 281.58 | 242.2 | 961.0 | 0.10 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | tot | 21580.68 | 18559.4 | 73649.2 | 7.36 | | 156 | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 9915.96 | 8527.7 | 33840.6 | 3.38 | 68.2 | 72 | 18 | 18 | 18 | 18 | 10 | 10 | 10 | 1170 | 1170 | 1170 | 0.18 |
| | 2 | 2981.29 | 2563.9 | 10174.4 | 1.02 | 20.5 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2102.45 | 1808.1 | 7175.1 | 0.72 | 14.5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 | 8 | 0 | 0 | 975 | 0 | 0 | 0.04 |
| | 4 | 1823.13 | 1567.9 | 6221.9 | 0.62 | 12.5 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 845 | 0 | 0 | 0.03 |
| | 5 | 4217.34 | 3626.9 | 14392.7 | 1.44 | 29.0 | 30 | 0 | 0 | 15 | 15 | 8 | 8 | 8 | 975 | 975 | 975 | 0.08 |
| | 6 | 540.51 | 464.8 | 1844.6 | 0.18 | 3.7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | 7 | 281.58 | 242.2 | 961.0 | 0.10 | | 5 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 0 | 0 | 325 | 0 | 0 | 0.01 |
| | tot | 14407.13 | 12390.1 | 49187.8 | 4.92 | 99.1 | 100 | 25 | 25 | 25 | 25 | 13 | 13 | 13 | 1625 | 1625 | 1625 | 0.27 |
| 5 | 1 | 9340.13 | 8032.5 | 31875.4 | 3.19 | 64.3 | 68 | 17 | 17 | 17 | 17 | 9 | 9 | 9 | 1105 | 1105 | 1105 | 0.17 |
| | 2 | 3175.35 | 2730.6 | 10835.6 | 1.08 | 21.8 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 | 12 | 0 | 0 | 1430 | 0 | 0 | 0.06 |
| | 3 | 2936.16 | 2525.1 | 10020.3 | 1.00 | 20.2 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 | 11 | 0 | 0 | 1365 | 0 | 0 | 0.05 |
| | 4 | 6192.52 | 5325.6 | 21133.4 | 2.11 | 42.6 | 43 | 0 | 0 | 20 | 23 | 11 | 12 | 12 | 1495 | 0 | 1300 | 0.11 |
| | 5 | 833.35 | 716.7 | 2844.0 | 0.28 | 5.7 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 390 | 0 | 0 | 0.02 |
| | 6 | 407.81 | 350.7 | 1391.7 | 0.14 | 2.8 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 390 | 0 | 0 | 0.01 |
| | tot | 36884.64 | 31720.8 | 125877.6 | 12.59 | | 260 | | | | | | | | | | | |
| | tot-4 | 123488.93 | 106200.48 | 421435.35 | 29.56 | | | | | | | | | | | | | |

## محاسبه آبرسانی ساختمان به کمک نرم‌افزار

**مثال:** با توجه به رایزر دیاگرام ترسیمی برای یک ساختمان ۷ طبقه روی پیلوت و زیرزمین (۹ سقف) و به کمک فایل اکسل ارائه شده دبی موردنیاز پمپ هر طبقه را محاسبه و بر روی رایزر دیاگرام بنویسید.



به‌منظور تسریع در انجام محاسبات فایل اکسل طراحی شده است که با وارد کردن تعداد مصرف‌کنندگان یک واحد می‌توان به جواب مطلوب برسیم بنابراین خواهیم داشت:

**تیپ طبقات (DOMESTIC WATER SIZE)**

| قطر مجموع ۴ درصد | قطر گرم ۴ درصد | قطر سرد ۴ درصد | قطر مجموع ۲/۵ درصد | قطر گرم ۲/۵ درصد | قطر سرد ۲/۵ درصد | GPM مجموع | S.F.U مجموع | GPM مجموع گرم | S.F.U مجموع گرم | GPM مجموع سرد | S.F.U مجموع سرد | S.F.U مجموع | S.F.U گرم | S.F.U سرد | شرح | تعداد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۳/۶ | ۱/۵ | ۲/۷ | سرویس کامل حمام با فلاش تانک | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۸/۰ | ۳/۰ | ۶/۰ | سرویس کامل حمام با فلاش والو | |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۱/۴ | ۱/۰ | ۱/۰ | وان با شیر مخلوط (خصوصی) | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۳/۰ | ۳/۰ | وان با شیر مخلوط (عمومی) | |
| $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | ۳/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۳ | ۱/۰ | ۱/۴ | ۱/۰ | ۱/۰ | دوش تکی (خصوصی) | ۳ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۳/۰ | ۳/۰ | دوش تکی (عمومی) | |
| $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | ۳/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۰/۷ | ۰/۵ | ۰/۵ | دستشویی (خصوصی) | ۵ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۲/۰ | ۱/۵ | ۱/۵ | دستشویی (عمومی) | ۰ |
| $\frac{۳}{۴}$ | ۰ | $\frac{۳}{۴}$ | $\frac{۳}{۴}$ | ۰ | $\frac{۳}{۴}$ | ۸/۰ | ۴/۴ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۸/۰ | ۴/۴ | ۲/۲ | ۰/۰ | ۲/۲ | توالت با فلاش تانک (خصوصی) | ۴ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۵/۰ | ۰/۰ | ۵/۰ | توالت با فلاش تانک (عمومی) | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۶/۰ | ۰/۰ | ۶/۰ | توالت با فلاش والو (خصوصی) | |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۱۰/۰ | ۰/۰ | ۱۰/۰ | توالت با فلاش والو (عمومی) | |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۲/۰ | ۰/۰ | ۲/۰ | شیر تکی شستشوی توالت | ۰ |
| $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۳}{۴}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | ۵/۰ | ۲/۰ | ۳/۰ | ۱/۵ | ۳/۰ | ۱/۵ | ۱/۰ | ۰/۸ | ۰/۸ | شیر مخلوط شستشوی توالت خصوصی | ۴ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۲/۰ | ۱/۶ | ۱/۶ | شیر مخلوط شستشوی توالت عمومی | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۲/۰ | ۱/۵ | ۱/۵ | بیده (خصوصی) | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۳/۰ | ۳/۰ | بیده (عمومی) | |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۱/۴ | ۱/۰ | ۱/۰ | سینک آشپزخانه یک لگنه (خصوصی) | ۰ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۳/۰ | ۳/۰ | سینک آشپزخانه یک لگنه (عمومی) | |
| $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | $\frac{۱}{۲}$ | ۳/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ | ۱/۰ | ۱/۰ | سینک آشپزخانه دو لگنه (خصوصی) | ۲ |

| تعداد | شرح | S.F.U سرد | S.F.U گرم | S.F.U مجموع | S.F.U مجموع سرد | GPM مجموع سرد | S.F.U مجموع گرم | GPM مجموع گرم | S.F.U مجموع | GPM مجموع | قطر سرد ½ درصد | قطر گرم ½ درصد | قطر مجموع ½ درصد | قطر سرد ۴ درصد ½ | قطر گرم ۴ درصد ½ | قطر مجموع ۴ درصد ½ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | سینک آشپزخانه دو لگنه (عمومی) | ۳/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۱ | ماشین لباسشویی (خصوصی) | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ | ۱/۰ | ۳/۰ | ۱/۰ | ۳/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | ½ | ½ | ½ | | ½ | ½ |
| | ماشین لباسشویی (عمومی) | ۳/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۱ | ماشین ظرفشویی (خصوصی) | ۰/۰ | ۱/۴ | ۱/۴ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | ۱/۴ | ۳/۰ | | | | ۰ | | |
| | ماشین ظرفشویی (عمومی) | ۴/۰ | ۰/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۱ | آبخوری | ۰/۵ | ۰/۰ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۵ | ۰/۵ | ½ | ۰ | ½ | ½ | ۰ | ½ |
| ۰ | سینک جاروشوی | ۳/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | پیسوار با فلاش تانک | ۳/۰ | ۰/۰ | ۳/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | پیسوار با فلاش والو | ۵/۰ | ۰/۰ | ۵/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۰ | شیر مخلوط تراس | ۱/۰ | ۱/۰ | ۱/۴ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۱ | کولر آبی | ۱/۰ | ۰/۰ | ۱/۰ | ۱/۰ | ۳/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۱/۰ | ۳/۰ | ½ | ۰ | ½ | ½ | ۰ | ½ |
| | سینک اسکراب تا دو لگنه | ۱/۵ | ۱/۵ | ۲/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | سینک اسکراب سه لگنه | ۳/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | کلینیکال سینگ | ۵/۰ | ۲/۵ | ۶/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | لگن‌شوی | ۳/۰ | ۳/۰ | ۴/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | خالص ورودی FU | | | | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰/۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| | **جمع** | | | | ۱۱/۴ | ۱۶/۰ | ۵/۵ | ۹/۴ | ۱۳/۵ | ۱۷/۰ | ۱¼ | ۱¼ | ۱¼ | ¾ | ¾ | ¾ |

## پروژه محاسبات آبرسانی

با نظر هنرآموز خود محاسبات آب سرد و گرم مصرفی یک ساختمان را به کمک نرم‌افزار اکسل ارائه شده انجام داده و تجهیزات پمپ خانه (هد و دبی پمپ تأمین فشار) آن را به صورت کامل انتخاب نمایید. و در پایان به‌صورت یک گزارش کامل ( دفترچه محاسباتی) تحویل هنرآموز خود دهید.

### آب گرم مصرفی کل ساختمان

معمولاً برای تهیه آب گرم مصرفی از یک مخزن غیر مستقیم استفاده می‌شود. تعیین ظرفیت، ابعاد و اندازه این سیستم در درجه نخست به تعداد دوش‌ها و چگونگی استفاده از آن در بخش حمام بستگی دارد. توصیه می‌گردد که مخزن غیر مستقیم با ظرفیتی در حدود ۰/۲۲ متر مکعب برای هر دوش و با مبدل گرمایی که قادر باشد محتوی آن را طی مدت زمان یک ساعت از ۱۰ درجه سانتی‌گراد به ۶۵ درجه سلسیوس افزایش دهد طراحی شود.

## محاسبه و انتخاب تجهیزات موتورخانه گرمایشی

| مشاور | هنرستان فنی قدس | کارفرما: | برج مسکونی بوعلی |
|---|---|---|---|
| طرح: | مهندس سید وحید سجادی | | |
| محاسبه و انتخاب پمپ برگشت آبگرم (جدول مصرف آب ساختمان مسکونی) | | صفحه | ۱ |
| محاسب: مهندس سجادی | کنترل: | مهندس بیطرفان | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۵ |

### جدول مصرف آب ساختمان مسکونی

| ردیف | شرح وسیله بهداشتی | سرد F.U | گرم F.U | تعداد | سرد F.U | گرم F.U | GPH آبگرم | GPH کل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | شیر مخلوط توالت | ۱ | ۱ | ۳۵ | ۳۵ | ۳۵ | ۲ | ۷۰ |
| ۲ | شیر مخلوط دستشویی | ۱/۵ | ۱/۵ | ۹۰ | ۱۳۵ | ۱۳۵ | ۲ | ۱۸۰ |
| ۳ | فلاش تانک توالت | ۵ | ۰ | ۳۵ | ۱۷۵ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۴ | دوش خصوصی | ۳ | ۳ | ۵۵ | ۱۶۵ | ۱۶۵ | ۳۰ | ۱۶۵۰ |
| ۵ | وان حمام | ۳ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۰ | ۰ |
| ۶ | ماشین رختشویی ۳/۶ کیلویی | ۳ | ۳ | ۳۴ | ۱۰۲ | ۱۰۲ | ۱۵ | ۵۱۰ |
| ۷ | ماشین ظرفشویی اتوماتیک | ۱/۴ | ۱/۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲۰ | ۰ |
| ۸ | سینک ظرفشویی | ۱/۵ | ۱/۵ | ۳۴ | ۵۱ | ۵۱ | ۱۰ | ۳۴۰ |
| ۹ | سینک آبدارخانه | ۳ | ۳ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۰ | ۰ |
| | جمع | | | | ۶۶۳ | ۴۸۸ | GPH | ۲۷۵۰ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مقدار واقعی مصرف آب گرم | GPH | ۸۲۵ | = | ۰/۳۰ | × | ۲۷۵۰ |
| ضریب همزمانی ۰/۳ | LPH | ۳۱۹۷ | | | | |
| ضریب ذخیره ۱/۲۵ | Gal | ۱۰۳۱ | = | ۱/۲۵ | × | ۸۲۵ |
| ضریب اطمینان ۱ | Gal | ۱۰۳۱ | = | ۱/۰۰ | × | ۱۰۳۱ |
| حجم نهایی مخزن ذخیره با اعمال ضرایب | Lit | ۴۱۲۵ | ⇒ | ۴۱۲۵Lit | ×۴ = | ۱۰۳۱ |

دمای آب سرد ورودی T۱ ۶۰ °F ۱۵/۶ °C

دمای آب گرم مصرفی T۲ ۱۴۰ °F ۶۰ °C

گرمای مورد نیاز تأمین آب‌گرم مصرفی $Q = q \times \rho \times C\ (T2-T1)$

$Q = ۸۲۵ \times (۱۶۰ - ۶۰) = ۵۴۹۷۸۰$ BTU/hr

$Q = ۳۱۹۷ \times ۱ \times (۶۰ - ۱۵/۶) = ۱۴۲۰۸۳$ Kcal/hr

| مشاور | هنرستان فنی قدس | کارفرما: | برج مسکونی بوعلی |
|---|---|---|---|
| طرح: | مهندس سید وحید سجادی | | |
| محاسبه و انتخاب پمپ برگشت آبگرم (جدول مصرف آب ساختمان مسکونی) | | صفحه | ۲ |
| محاسب: مهندس سجادی | کنترل: | مهندس بی‌طرفان | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۶ |

برای هر متر لوله آب گرم حدود ۲۸/۸ وات بر متر تلفات حرارتی درنظر گرفته می‌شود (روش ۱)

طول مسیر رفت و برگشت $L = ۱۲۰m$

تلفات حرارتی $H(kw) = l \times ۲۸/۸ \ \frac{w}{m} \ / ۱۰۰۰$

دبی سیرکوله آب گرم مصرفی (۱) $Q = H(kw) \ / ۴۶/۵ \frac{lit}{s}$

تلفات حرارتی $H = ۱۲۰ \times ۲۸/۸ \ / ۱۰۰۰ = ۳/۴۵۶ \frac{w}{m} >> Q = \frac{۳/۴۵۶}{۴۶/۵} =>$

دبی سیرکوله آب گرم مصرفی (۱) $Q = ۰/۰۷۴ \frac{lit}{s} = ۱/۲GPM$

با توجه به تعداد یک دستگاه پمپ در حال کار دبی حرارتی تقسیم بر (۱) خواهد شد.

دبی هر پمپ $۱/۲ \ / ۱ = ۱/۲GPM$

افت فشار مسیر $= ۱/۵ \times ۱۲۰ \times ۲/۵ \ / ۱۰۰ = ۴/۵m = ۱۵ft$

(با توجه به سرعت آب در لوله در جدول افت فشار وصاله‌ها و شیرآلات)

افت فشار کلکتور = ۶ FT

افت فشار منبع = ۵ FT

(با توجه به کاتالوگ کارخانه سازنده)

افت فشار کلی = (۱۵ + ۶ + ۵)

$H = ۲۶ ft = ۸m$

$Q = ۱/۲ GPM = ۰/۰۷۴ \frac{lit}{s}$

از کاتالوگ کارخانه دو پمپ خطی با مشخصات فنی مقابل انتخاب می‌شود. و یکی از پمپ‌ها به‌صورت رزرو خواهد بود

| | | |
|---|---|---|
| مدل | = | S100-۱″ HV |
| سرعت | = | ۱۴۲۵ RPM |
| قدرت مصرفی | = | ۱/۱۲ HP |
| V-PH-HZ | = | ۲۲۰-۱-۵۰ |

| مشاور: نظام مهندسی | پروژه | برج مسکونی بوعلی |
|---|---|---|
| هنرستان فنی امام رضا (ع) | طرح | مهندس سید وحید سجادی |

| محاسبه و طراحی دیگ حرارتی | HWB | صفحه: ۱ |
|---|---|---|
| محاسب: مهندس سجادی | مهندس کنترل: مهندس بیطرفان | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۵ |

بار گرمایی مخزن ذخیره آب‌گرم مصرفی = ۵۴۹۷۸۰ BTu/hr
بار گرمایی سالن استخر = BTu/hr
بار گرمایی طبقه دوم = ۰ BTu/hr
بار گرمایی طبقه اول = ۰ BTu/hr
کل بارهای گرمایی رادیاتورها = ۹۹۵۰۰۰ BTu/hr
بار گرمایی استخر = BTu/hr = ۲۵۰۷۳۷ Kcal/hr
بار گرمایی جکوزی = BTu/hr = ۰ Kcal/hr
کل بارهای گرمایی ساختمان = ۱۵۴۴۷۸۰ BTu/hr = ۳۸۹۲۸۰ Kcal/hr

با در نظر گرفتن ۲۰ درصد ضریب اطمینان خواهیم داشت:
با در نظر گرفتن ضریب اطمینان = ۱/۲۰ × ۳۸۹۲۸۰ = ۴۶۷۱۳۶ Kcal/hr
بار حرارتی دیگ‌های حرارت مرکزی با اعمال ضریب اطمینان = ۴۶۷۱۳۶ Kcal/hr
برای این پروژه تعداد ۲ دستگاه دیگ آب گرم با ٪۷۰ ظرفیت درنظر گرفته می‌شود.
۲ دستگاه دیگ حرارتی مرکزی با مشخصات زیر انتخاب می‌گردد:

شوفاژ کار = کارخانه سازنده
نوع دیگ = آب‌گرم و چدنی
مدل = ۱۳۰۰ - ۱۳ پره SUPER HEAT
ظرفیت اسمی دیگ حرارت مرکزی = ۵۰۰۰۰۰ Kcal/hr
طول دیگ = ۱۶۳ cm
عرض دیگ = ۹۰ cm
ارتفاع دیگ = ۱۲۰ cm
تعداد = ۲ دستگاه
۱ BTu/hr = ۰/۲۵۲ Kcal/hr

نکته

۱ـ کل بار گرمایی ساختمان حاصل‌جمع بارهای گرمایی در قسمت‌های مختلف می‌باشد که از جداول قبل استخراج شده و در این جدول قرار داده می‌شود.
۲ـ انتخاب دستگاه‌ها براساس کاتالوگ شرکت سازنده و ظرفیت محاسبه شده دستگاه می‌باشد.

| مشاور: نظام مهندسی | پروژه | برج مسکونی بوعلی |
|---|---|---|
| هنرستان فنی امام رضا (ع) | طرح | مهندس سید وحید سجادی |

| محاسبه و طراحی مخزن انبساط باز | EXP | صفحه: ۲ |
|---|---|---|
| محاسب: مهندس سجادی | مهندس کنترل: مهندس بیطرفان | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۶ |

قدرت دیگ حرارت مرکزی $Q = ۵۰۰۰۰۰$ Kcal/hr

حجم مخزن انبساط باز $V = \frac{Q}{۵۰۰}$

$$= \frac{۵۰۰۰۰۰}{۵۰۰}$$

$$V = ۱۰۰۰ \text{ Lit}$$

$$۲ \times V = ۵۰۰ \text{ Lit}$$

قطر لوله رفت به منبع $= D_S = ۱۵ + ۱/۵ \sqrt{(\frac{Q}{۱۰۰۰})}$

$$= ۱۵ + ۱/۵ \sqrt{(\frac{۵۰۰۰۰۰}{۱۰۰۰})}$$

$$= ۴۹ \text{ mm}$$

$$= ۱/۹۴ \text{ in}$$

$$D_S = ۲ \text{ in}$$

قطر لوله برگشت از مخزن $= Dr = ۱۵ + \sqrt{(\frac{Q}{۱۰۰۰})}$

$$= ۱۵ + \sqrt{(\frac{۵۰۰۰۰۰}{۱۰۰۰})}$$

$$= ۳۷/۴ \text{ mm}$$

$$= ۱/۵ \text{ in}$$

$$Dr = ۱۱/۲ \text{ in}$$

۱ BTu/hr = ۰/۲۵۲ Kcal/hr

**جدول مشخصات فنی مخزن انبساط باز**

| شماره | استفاده | حجم Lit | تعداد | محل نصب | جنس منبع | ضخامت ورق | | وزن kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| EXP | حرارت مرکزی | ۵۰۰ | ۱ | بام | گالوانیزه | mm | ۲/۵ | ۷۰ |

**یادآوری:** در محاسبه قطر لوله‌های رفت و برگشت منبع انبساط باز با توجه به فرمول‌های زیر که در سال یازدهم آورده شده است.

$$\begin{cases} D_s = ۱۵ + ۱/۵\sqrt{H} \\ D_r = ۱۵ + \sqrt{H} \end{cases}$$

| مشاور: نظام مهندسی | پروژه | برج مسکونی بوعلی | |
|---|---|---|---|
| هنرستان فنی امام رضا (ع) | طرح | مهندس سید وحید سجادی | |
| محاسبه و طراحی دودکش | | Chimney | صفحه: ۳ |
| محاسب: مهندس سجادی | مهندس کنترل: مهندس بیطرفان | | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۶ |

محاسبه قطر دودکش براساس ظرفیت دیگ حرارت مرکزی و ارتفاع دودکش

چنانچه ظرفیت دیگ حرارت مرکزی در حدود ظرفیت‌های زیر باشد:

۴۰۰ Kcal < Q < ۲۵۰۰۰۰۰۰ Kcal

$$A=\frac{Q+1000}{H\sqrt{(25+2\times\sqrt[4]{Q})}}$$

با توجه به مساحت صفحه قبل

قدرت دیگ حرارت مرکزی $Q = 500000$ Kcal/hr

$H = 50$ m

$$A=\frac{500000+1000}{50\sqrt{(25+2\times\sqrt[4]{500000})}}$$

$A = 906$ cm$^2$

$D = 34$ cm$^2$

**نکته:** توجه کنید که قطر به دست آمده برای مقطع دایره است و چنانچه از مقطع چهارگوش بخواهیم استفاده کنیم باید قطر هیدرولیکی آن مقطع حداقل برابر قطر دایره باشد. معادله قطر هیدرولیکی به شکل زیر است:

$$D_{H=}\frac{4A}{P}$$

که در آن $D_H$ قطر هیدرولیکی یا قطر دایره، $A$ مساحت دودکش و $P$ محیط داخلی دودکش است.

**مثال:** آیا می‌توان از یک دودکش با مقطع ۴۰×۳۰ سانتی‌متر به‌جای دودکش دایره‌ای مثال بالا استفاده کرد؟

$$D_H=\frac{4\times30\times40}{2(30+40)}=\frac{4800}{140}=34.02>34$$

پس قابل قبول است.

| مشاور: نظام مهندسی | پروژه | برج مسکونی بوعلی |
|---|---|---|
| هنرستان فنی امام رضا (ع) | طرح | مهندس سید وحید سجادی |

| محاسبه و طراحی مشعل | BURNER | صفحه: ۴ |
|---|---|---|
| محاسب: مهندس سجادی | مهندس کنترل: مهندس بیطرفان | تاریخ: ۹۶/۰۶/۰۶ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ارتفاع منطقه | = | ۱۱۰۰ | | m |
| ارزش حرارتی گاز در کنار دریا | = | ۱۰۰۰۰ | | Kcal/hr |
| درصد کاهش ارزش حرارتی گاز | = | | | ۱۲/۶ |
| ارزش حرارتی گاز در ارتفاع پروژه | = | ۸۷۴۳ | Kcal/m³ | = ۱۰/۲ Kw/m³ |
| قدرت حرارتی هر دیگ | = | ۵۰۰۰۰۰ | Kcal/hr | = ۵۸۱ Kw |
| قدرت حرارتی هر مشعل | = | ۵۰۰۰۰۰ × ۲/۰ | | = ۱۰۰۰۰۰۰ Kcal |
| مصرف گاز هر مشعل | = | ۱۰۰۰۰۰۰ / | ۸۷۴۳ | = ۱۱۴ $\frac{m^3}{hr}$ |
| مصرف گاز هر مشعل | = | ۱۱۶۳ / | ۱۰/۲ | = ۱۱۴ $\frac{m^3}{hr}$ |

با توجه به قدرت حرارتی هر مشعل، برای هر دیگ حرارتی مرکزی، یک دستگاه مشعل گاز سوز با مشخصات زیر انتخاب می‌گردد.

| | | | |
|---|---|---|---|
| مدل | = | PGN ۱B | کارخانه ایران رادیاتور |
| حداقل و حداکثر قدرت خروجی | = | ۶۰ ـ ۶۸۹ | Kw |
| حداقل فشار گاز | = | ۲۰/۰ | mbar |
| مشخصات برقی | = | ۲۴۶ـ۱ـ۵۰ | |
| قدرت مصرفی | = | ۱۱۰۰ | W |
| دور در دقیقه | = | ۲۹۰۰ | |
| مصرف گاز مشعل | = | ۱۱۴ | $\frac{m^3}{hr}$ |
| سایز خط گاز | = | ۱۱/۲" | |
| تعداد | = | ۲ | دستگاه |

۱ BTu/hr = ۸۶۰ Kcal/hr

## پروژه محاسبات بار

محاسبات بار سرمایی و گرمایی و همچنین محاسبه آب گرم مصرفی یک ساختمان را به کمک نرم‌افزار اکسل ارائه شده انجام داده و تجهیزات موتورخانه گرمایشی آن را به‌صورت کامل انتخاب نمایید و در پایان به‌صورت یک گزارش کامل (دفترچه محاسباتی) تحویل هنرآموز خود دهید.

## معرفی نرم‌افزار محاسبات تأسیسات مکانیکی ساختمان

**مقدمه**

با توجه به افزایش و گستردگی اطلاعات و تجهیزات فنی مورد استفاده در رشته تأسیسات مکانیکی ساختمان لزوم ایجاد یک نرم‌افزار ایرانی که از منابع و جداول استاندارد مرجع و مورد قبول مراکز رسمی که در کتب آموزشی مورد استفاده شده اند، ضروری می‌باشد.

در رشته تأسیسات هم فرایندهایی از قبیل محاسبات گرمایش و سرمایش و دیگر قسمت‌های آن دارای پارامترها و محاسبات زیاد و پیچیده ای می‌باشند. لذا ضروری است این محاسبات با نرم‌افزارهای استاندارد و مورد تأیید انجام و آموزش داده شوند. ایجاد و معرفی این‌گونه نرم‌افزارهای محاسباتی به هنرجویان، کمک مؤثری به چشم انداز آینده این رشته خواهد داشت.

## اهداف

ـ آشنایی هنرجویان با استفاده از کامپیوتر در جهت دقت و سرعت بخشیدن به محاسبات

ـ جمع‌بندی کاملی از آموزش‌های هنرجو وهدایت هنرجویان به سمت مسائل کاربردی

ـ انجام محاسبات قسمت‌های مختلف که روش‌های علمی و محاسباتی آن در کتاب‌های آموزشی تدریس شده اند.

ـ منطبق با شرایط اقلیمی و تجهیزات و قوانین مربوط به کشور ایران

ـ کاهش مصرف کاغذ و ایجاد منابع بایگانی اطلاعات با حداقل فضاو شرایط فیزیکی

**ویژگی نرم‌افزار:**

ـ دسترسی به اطلاعات و تغییرات مورد لزوم در صورت نیاز

ـ کاربری آسان بدون نیاز به آموزش (خود مراحل به سمت جواب هدایت می‌شوند)

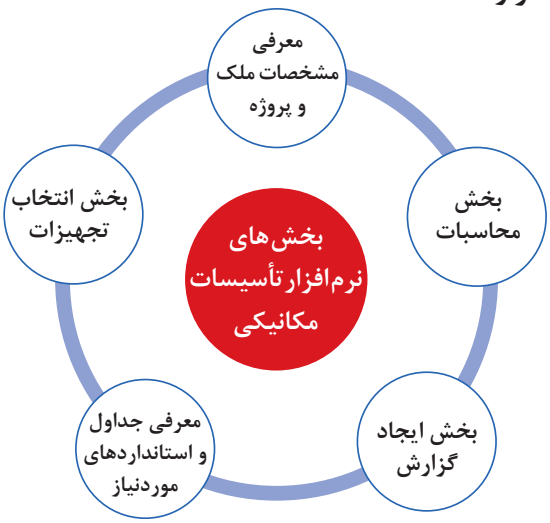
ـ قابل ارتقا مطابق با تغییر کتاب‌های درسی

ـ محیط گرافیکی کاملاً گویا و منطبق با تکنولوژی تاچ اسکرین

ـ از آنجایی که مطالب کتب درسی باید منطبق بر استانداردها و جداول مورد تأیید باشد و از طریق کمیسیون دفتر تألیف تأیید شده لذا کلیه موارد ارائه شده از طریق نرم افزارها نیز باید به تأیید این دفتر برسد.مطالب و منابع مورد استفاده این نرم‌افزار از طریق کمیسیون دفتر تألیف قابل بررسی و تغییر می‌باشد.




**بخش‌های مختلف نرم‌افزار:**




## معرفی پروژه:

اولین اقدام معرفی مشخصات پروژه و ثبت آن می‌باشد. در این بخش پروژه به نرم‌افزار معرفی شده و در جداول داخل برنامه ثبت و بایگانی می‌شود و در صورت نیاز قابل دسترس می‌باشد.

راهنمای بخش محاسبه گرمایش :

این قسمت از دیوار داخلی شروع و با تکمیل اطلاعات مورد نیاز به قسمت اتلاف گرمای ناشی از نفوذ می رسد . از آنجایی که یک پروژه از زون یا منطقه های مختلف تشکیل می شود در این قسمت نام زون انتخاب و محاسبات مربوط به آن زون ادامه می یابد .




با اشاره روی مشاهده نتایج، محاسبات انجام شده و نمایش داده می شوند. بعد از بررسی و تایید صحت آن اگر روی آن کلیک شود، نتیجه محاسبه که همان اتلاف گرمایی از طریق دیوار خارجی این زون می‌باشد، به لیست پایین که لیست اتلاف از بخش های مختلف در آن نمایش داده می‌شود، انتقال می یابد.




درصورتی که روی این دیوار پنجره و یا در وجود نداشته باشد، با زدن تیک مربوط به آن ، نمایش داده نمی شود .




لیست زون‌ها، شهرها، نوع پنجره‌ها و نوع در، اطلاعات پیش‌فرض نرم‌افزار بوده و در صورتی که هر یک از موارد گفته شده در لیست نباشد می‌توانید در بخش ورود اطلاعات، موارد مورد نیاز خود را وارد نرم‌افزار کرده و مجدداً به این قسمت برگردید .

با انتخاب هر قسمت اطلاعات مورد نیاز خود در پروژه را می‌توانید به نرم افزار اضافه نمایید.




ورود اطلاعات مربوط به شهرهای مختلف در این قسمت انجام می‌شود.



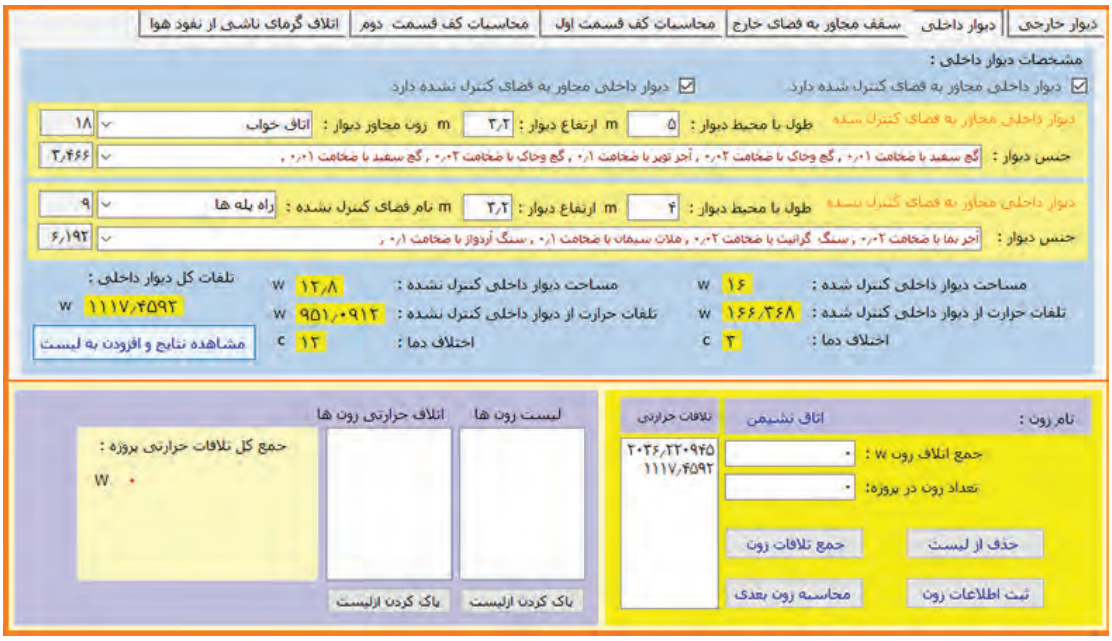

درصورتی که زون موردنظر در نرم‌افزار نباشد، از این طریق نام و دمای زون مربوطه را به نرم‌افزار وارد کنید.




برخی مصالح رایج در ایران و انواع دیوارهای مرسوم در نرم‌افزار تعریف شده اند . ولی در صورتی که مصالح و نوع دیوار موجود نباشد . می‌توانید با توجه به ضخامت دیوار و مصالح به کار رفته ضریب انتقال حرارت آن را به دست آورده و در نرم‌افزار ثبت نمایید فقط با انتخاب نوع مصالح و ضخامت آن این عمل انجام می شود .
همچنین می‌توانید با وارد کردن نام دیوار و ضریب آن ثبت نهایی را کلیک کرده و دیوار موردنظر را ثبت نمایید.
برای قسمت‌های سقف، کف، پنجره و در نیز در قسمت مربوط به خود ، به همین صورت انجام می‌شود .




در ادامه محاسبه گرمایش، درتب مربوط به دیوار داخلی با انتخاب هر کدام از انواع دیوار داخلی مشخصات مربوط به آن نمایش داده شده و شما می‌توانید اطلاعات پروژه خود را در قسمت‌های خواسته شده وارد و با اشاره به سمت نمایش اطلاعات نتایج محاسبات مربوطه را مشاهده نمایید.




بعد از کلیک روی افزون به لیست مقدار تلفات گرمایی به لیست پایین اضافه می‌شود .
اگر در این مرحله جواب منفی یا صفر شود، با اخطار و راهنمایی اینکه جواب در محاسبه منظور نشده و به مرحله بعد بروید مواجه می‌شوید .
مرحله بعدی محاسبه تلفات مربوط به سقف می‌باشد. با انتخاب مصالح سقف و طول و عرض سقف مقادیر محاسبه شده و بعد از کلیک بر روی مشاهده نتایج و افزودن به لیست به مرحله بعد بروید.



قسمت بعدی محاسبه مربوط به تلفات گرمایی از کف می‌باشد. بسته به نوع کف زون کف مربوطه را انتخاب و مقادیر موردنیاز را وارد می‌کنیم.
یک زون می‌تواند یک یا چند مورد از انواع کف را داشته باشد که انتخاب شده و با واردکردن مقادیر آن جواب نمایش داده شده که بعد از اطمینان از صحت اطلاعات داده شده بر روی افزودن به لیست کلیک نمایید. تا در قسمت پایین به لیست اضافه شود.



در این زون فقط از کف مجاور به دمای کنترل‌شده استفاده شده است.



همچنین بستگی به نوع زون می‌توانید از کف مجاور به فضای کنترل نشده یا کف متصل به زمین یا زیرزمین استفاده نمایید. در هر قسمت در صورت نیاز با انتخاب و وارد کردن مقادیر موردنیاز نتایج را کنترل و سپس افزودن به لیست را بزنید.

در قسمت هوای نفوذی از در و پنجره‌ها با انتخاب طول ، عرض، و ارتفاع زون و نوع درزبندی زون مقادیر را تکمیل و انتخاب نموده و سپس به لیست پایین اضافه نمایید.



بعد از اتمام بخش‌های بالا نوبت به جمع‌بندی اطلاعات زون می‌رسد. این عمل قسمت پایین صفحه انجام می‌شود . با کلیک بر روی جمع تلفات زون مقادیر لیست شده جمع شده و در محل جمع اتلاف زون قرار می‌گیرند.
در صورت اشتباه و یا کلیک اضافی و قرار گرفتن مقادیر اضافه در لیست با انتخاب آن در لیست روی دکمه حذف از لیست کلیک نمایید. تا از لیست و جمع تلفات خارج شوند.
با وارد کردن تعداد مشابه این زون در پروژه و کلیک بر روی دکمه ثبت اطلاعات زون مقدار تلفات این زون در لیست زون‌ها قرار گرفته و با کلیک بر روی محاسبه زون بعدی مراحل گفته شده برای زون بعدی تکرار می‌شود.




با تکمیل اطلاعات زون‌های پروژه جمع نهایی اتلاف گرمایی پروژه به دست می‌آید.
در صورتی که بخواهید تلفات یک واحد ساختمانی را به دست آورید عدد یک را در قسمت تعداد زون وارد نمایید.




**راهنمای آب گرم مصرفی:**

با کلیک بر روی آب گرم مصرفی وارد قسمت محاسبات آب گرم مصرفی می‌شود.




در این قسمت با انتخاب نوع ساختمان وسایل بهداشتی مربوط به آن ساختمان در لیست وسیله بهداشتی قرار می‌گیرد. با انتخاب نوع وسیله بهداشتی و مشخص‌کردن تعداد آن و کلیک‌کردن بر روی دکمه افزودن به لیست، در لیست قرار گرفته و مقدار مصرف آن در پایین لیست مشخص می‌شود.

با توجه به جمع وسایل موجود در پروژه مقدار مصرف واقعی، ظرفیت گرمایی مخزن، ظرفیت گرمایی کویل مخزن و حجم مخزن آب گرم محاسبه و نمایش داده می‌شود.

**راهنمای محاسبات آب‌رسانی:**

در این قسمت با داشتن نوع وسیله بهداشتی و تعداد آن مجموع S.F.U سرد ،گرم و مجموع به‌دست آمده و با توجه به این مقدار میزان جریان آن مسیر نیز برحسب لیتر بر ثانیه، مشخص می‌شود.



**راهنمای محاسبات فاضلاب:**

با انتخاب محاسبات فاضلاب ، صفحه زیر باز می‌شود.

با انتخاب نوع وسیله بهداشتی، قطر اسمی سیفون آن نیز مشخص می‌شود.

با زدن کلیک بر روی دکمه افزودن به لیست وسیله بهداشتی انتخاب شده در لیست قرار می‌گیرد .با توجه به انتخاب نوع وسیله و تعداد آنها در پروژه ، قطر شاخه افقی و عمودی مشخص می‌شود.(اطلاعات سایز لوله با توجه به مقدار D.F.U از جداول مربوط به مبحث ۱۶ مقررات ملی برداشت شده است).







**راهنمای محاسبات گازرسانی:**

با زدن دکمه مربوط به محاسبات گازرسانی وارد صفحه ورود اطلاعات مربوط به این قسمت می‌شوید.

با انتخاب نوع وسیله گاز سوز میزان مصرف آن نمایش داده می‌شود. با انتخاب تعداد این وسیله و زدن دکمه افزودن به لیست، به لیست وسایل اضافه شده و جمع مصرف آن نیز محاسبه می‌شود.

با وارد کردن طول مسیر لوله سایز لوله مشخص می‌شود.

**راهنمای محاسبات سرمایش:**

با انتخاب قسمت محاسبات سرمایش وارد فرم محاسبه سرمایش می‌شوید.

در این قسمت با انتخاب شهر موردنظر، وضعیت آب و هوایی آن نیز انتخاب می‌شود. برای عملکرد دقیق این قسمت در بخش ورود اطلاعات شهر وضعیت آب و هوایی شهر باید مشخص شده باشد.




با وارد کردن طول و عرض واحد و مشخص نمودن نوع کاربری ساختمان، در قسمت شرایط پنجره‌ها ، نوع آن را مشخص کرده و سپس دکمه محاسبه سرمایش را کلیک کنید. مقدار مساحت، بار سرمایی برحسب btu/hr و وات محاسبه می‌شود.

**راهنمای گزارش‌گیری از اطلاعات ثبت شده در نرم‌افزار:**

کلیه اطلاعاتی که در بخش ورود اطلاعات به نرم‌افزار ثبت می‌شود، در این قسمت قابل ارائه و چاپ می‌باشد.
با فشردن دکمه هر قسمت گزارش قابل چاپ از اطلاعات آن بخش در دسترس قرار می‌گیرد.
نمونه‌هایی از گزارشات در ذیل آورده شده است.

**صفحه ۱** — **لیست مصالح دیوار**

| مصالح دیوار | ضریب هدایت گرما | گرمای ویژه | چگالی دیوار |
|---|---|---|---|
| MDF | ۰٫۱۷ | ۱٫۳ | ۷۵۰ |
| آجر توپر | ۱٫۱۳ | ۰٫۸۴ | ۱۸۰۰ |
| آجر سوراخ‌دار | ۰٫۷۸ | ۰٫۸۴ | ۱۱۵۰ |
| آجرنما | ۱ | ۰٫۹ | ۲۱۰۰ |
| آسفالت خالص | ۰٫۷ | ۰٫۹۲ | ۲۱۰۰ |
| ایزوگام | ۰٫۲۲ | ۰٫۹۲ | ۱۰۰۰ |
| بتن معمولی با سر باره | ۰٫۸ | ۰٫۸۸ | ۲۳۰۰ |
| بتن معمولی با ماسه رودخانه‌ای | ۱٫۴ | ۰٫۸۸ | ۲۳۰۰ |
| بلوک سفالی | ۰٫۵۸ | ۰٫۸۴ | ۱۰۰۰ |

## مشخصات پنجره‌های ثبت شده

**صفحه ۱**

| نام پنجره | نوع شیشه | ضخامت لایه هوا | جنس پروفیل | ضریب انتقال گرما |
|---|---|---|---|---|
| ساده | ساده | | چوبی | ۵ |
| ساده ۲ | ساده | | چوبی | ۵٫۵ |
| ساده فلزی | | | فلز | ۵/۸ |
| قاب‌های شیشه‌دار بدون پرده داخلی | دوجداره | ۵-۷ | پی.وی.سی | ۳٫۳ |
| قاب‌های شیشه‌دار با پرده داخلی متحرک ۲ | دوجداره | ۵-۷ | پی.وی.سی | ۳/۵ |
| قاب‌های شیشه‌دار | دوجداره | ۵-۷ | فلز | ۳٫۹ |
| ساده ۱ | دوجداره | ۷٫۱-۹ | فلز | ۴٫۲ |
| ساده ۲ | دوجداره | ۹٫۱-۱۱ | پی.وی.سی | ۳ |

## ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) باتوجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

**الگوی ارزشیابی پودمان انتخاب فناوری به کمک رایانه**

| تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|
| انتخاب فناوری به کمک رایانه | به‌کارگیری نرم‌افزارهای طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع و انتخاب تجهیزات برابر استاندارد | بالاتر از حد انتظار | ـ انتخاب نوع نرم‌افزار طراحی با توجه به نیاز مشتری<br>ـ به‌کارگیری نرم‌افزار محاسبه بار با توجه به استاندارد<br>ـ به‌کارگیری نرم‌افزار قطرزنی لوله با توجه به استاندارد<br>ـ به‌کارگیری نرم‌افزار انتخاب تجهیزات با توجه به استاندارد<br>ـ انتخاب ظرفیت کولر گازی با توجه به ساختمان | ۳ |
| | | در حد انتظار (کسب شایستگی) | ـ انتخاب نوع نرم‌افزار طراحی باتوجه به نیاز مشتری<br>ـ به‌کارگیری نرم‌افزار محاسبه بار باتوجه به استاندارد<br>ـ به کارگیری نرم‌افزار قطرزنی لوله باتوجه به استاندارد | ۲ |
| | | پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی) | ـ انتخاب نوع نرم‌افزار طراحی باتوجه به نیاز مشتری | ۱ |
| **نمره مستمر از ۵** | | | | |
| **نمره شایستگی پودمان از ۳** | | | | |
| **نمره پودمان از ۲۰** | | | | |

# پودمان ۵

## تحلیل برآورد هزینه

## پیش گفتار

متره و برآورد یکی از فاکتورهای اساسی در پروژه‌های عمرانی و صنعتی بوده و محاسبه مقادیر مصالح موردنیاز و سپس برآورد ریالی پروژه از روی آن مقادیر امکان‌پذیر می‌شود. در ابتدا مشخص شدن دو بعد از مسئله برای مجریان پروژه نقش اساسی دارد :

الف) با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای پروژه، مقدار مصالح مورد نیاز در مدت زمان اجرا پیش‌بینی شده و نسبت به تهیه آنها یا سفارش مصالح اقدام نمایند.

ب) هزینه مالی پروژه در صورت اجرا شدن چقدر خواهد بود.

## تعریف متره :

متره به معنای «اندازه گرفتن» می‌باشد و در زبان فارسی این لغت ریشه Metere است فرانسوی که معنی آن متر کردن و یا بیشتر در علم مهندسی کاربرد دارد. متره عبارت است از محاسبه و اندازه‌گیری مقادیر مصالح موردنیاز برای اجرای یک پروژه می‌باشد. این پروژه می‌تواند ساختمان، راه، پل، تونل، محوطه‌سازی، دیوارکشی، لوله‌کشی، سیم‌کشی و غیره باشد. با تعریف فوق مثلاً اگر در پروژه‌ای اجرای سیستم لوله‌کشی آب سرد و گرم بهداشتی موردنظر باشد باید بتوان مقدار مصالح مصرفی مانند متراژ لوله مصرف‌شده و تعداد اتصالات، شیرآلات و نیروی انسانی موردنیاز را محاسبه نمود.

## تعریف برآورد :

اگر مقادیری که در قسمت متره به‌دست آمده قیمت‌گذاری گردد برآورد ریالی یا برآورد قیمت پروژه نامیده می‌شود.

بنابراین در متره و برآورد دو هدف اساسی دنبال می‌شود:

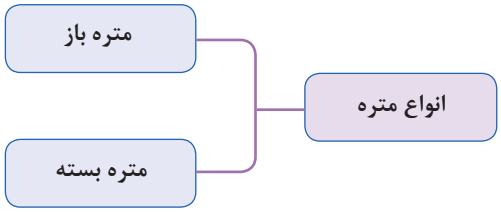
الف) تعیین مقادیر مصالح موردنیاز، نیروی انسانی و تجهیزات

ب) تعیین قیمت ریالی یا ارزی پروژه که معمولاً در دو مرحله انجام می‌گردد:

مرحله اول قبل از اجرای پروژه برای تعیین و پیش‌بینی بودجه پروژه جهت اجرا و مرحله بعدی حین اجرای پروژه است که معمولاً در قالب صورت وضعیت مطرح می‌شود.

نکته

به شخصی که عمل متره انجام می‌دهد در اصطلاح (مترور) می‌گویند.




**الف) متره باز:** در متره باز مقادیر مصالح و نیروی انسانی لازم به‌صورت تفکیک شده از روی نقشهٔ اجرایی یا کار ساخته شده محاسبه می‌گردد. مثلاً در یک شبکه لوله‌کشی آب رسانی چه مقدار لوله، اتصالات، شیرآلات، نوار تفلون و غیره و همچنین چند روز یا چند ساعت استادکار، کارگر، جوشکار و غیره لازم می‌باشد. این مقادیر از روی نقشه‌ها و یا از روی کار ساخته شده محاسبه و مشخص می‌شود و در جداول مربوطه وارد و در نهایت مقدار کل مصالح و نیروی انسانی مشخص می‌گردد.

البته برآورد و متره‌کردن میزان نیروی انسانی و دستگاه‌های مربوطه مبنای تئوری و محاسبه خاصی نداشته بلکه فقط از روی تجربه در کارگاه‌های مختلف محاسبه و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**ب) متره بسته:** در متره بسته مقادیر به‌صورت مجموعه‌ای که از طرف یک دستگاه ذی‌صلاح مشخص شده محاسبه می‌شود و در جداول مربوطه وارد می‌گردد. در ایران این مجموعه‌ها به‌وسیله سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی در دفترچه‌هایی به نام فهرست بها در اختیار گذاشته می‌شود. در این دفترچه‌ها بهای اجرای کامل کار مثلاً طول لوله‌کشی، کانال‌کشی، نصب وسایل بهداشتی و یا کارهای فلزی بر حسب کیلوگرم یا تن و غیره مشخص شده است. در این طریقه با توجه به واحدهای لازم نسبت به نوع مصالح و نیروی به‌کار رفته در فهرست بها مقادیر از روی نقشه‌های اجرایی یا کار ساخته شده استخراج و در جداول مربوطه وارد می‌شود. بدین ترتیب مقادیر مصالح و نیروی انسانی به‌صورت متره بسته به‌دست خواهد آمد.

پژوهش کنید

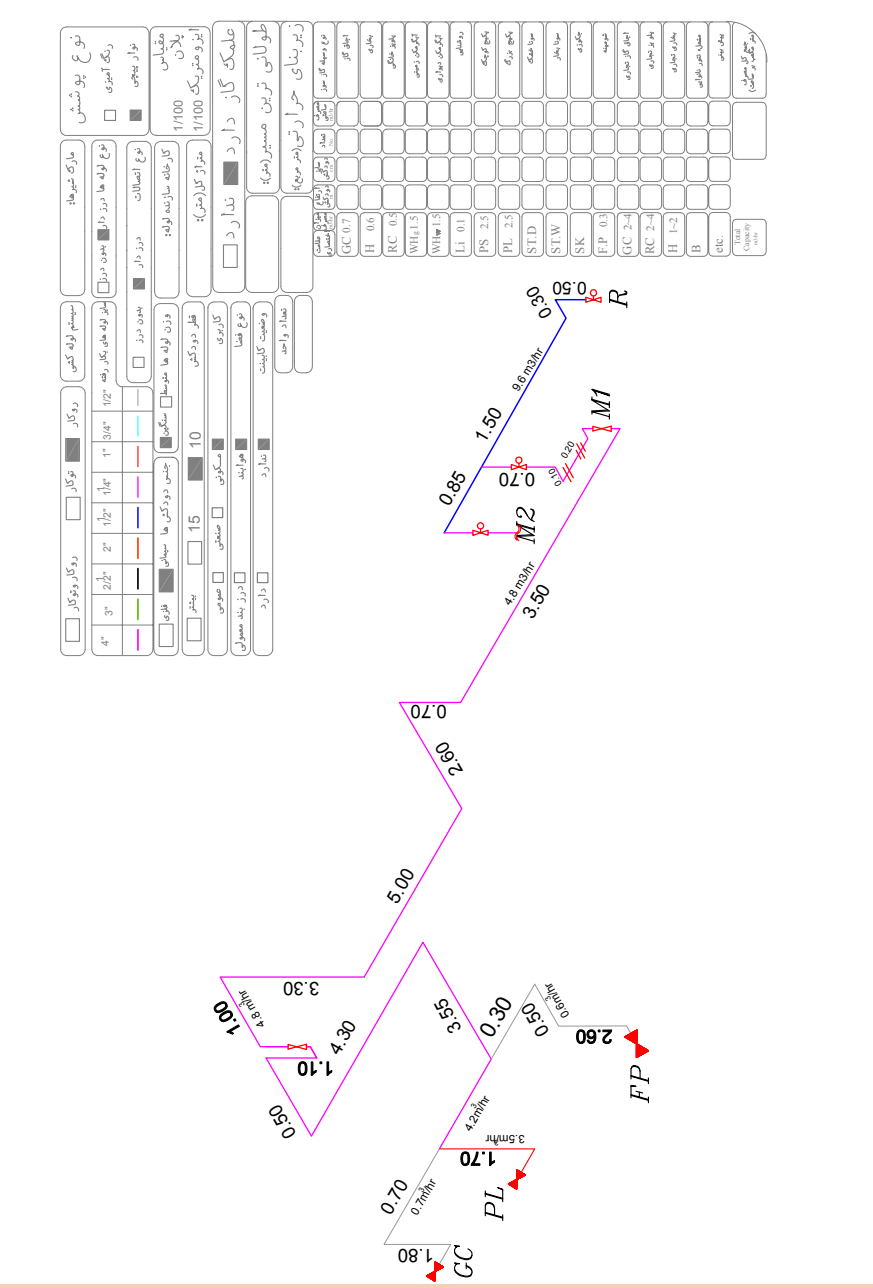
پس از دانلود فهرست بهای تأسیسات مکانیکی از سایت[1]، جدول زیر را کامل کنید.

| تجهیزات و مصالح | واحد | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | بهای واحد | مقدار | بهای کل |
| لوله گالوانیزه ۲ اینچ | متر طول | | ۱۸۰ | |
| شیر فلکه کشویی اندازه ۱۱/۴ | عدد | | ۵ | |
| دیگ چدنی آب گرم ۴۰۰۰۰۰ | دستگاه | | ۲ | |
| رادیاتور آلومینیومی | یکصد کیلوکالری در ساعت | | ۱۰۰ | |
| فن‌کویل زمینی | دستگاه | | ۸ | |
| مشعل گازوییل | دستگاه | | ۱ | |

۱ـ www.mporg.ir

کار کلاسی

از روی نقشه ایزومتریک شکل زیر ارائه شده مقادیر متره و برآورد مصالح مورد نیاز را به‌دست آورید.



کار کلاسی

واحد اندازه‌گیری مقادیر جدول را مشخص نمایید.

| | مترمکعب[1] بر ساعت | متر مربع | متر طول | Kg | عدد | دستگاه | سانتی‌متر مربع | فوت مربع |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ظرفیت دستگاه هواساز | * | | | | | | | |
| طول لوله‌کشی فاضلاب | | | * | | | | | |
| کلکتور دیگ | | | | | | | | |
| شیرها و صافی‌ها | | | | | | | | |
| وسایل بهداشتی مانند ظرفشویی | | | | | | | | |
| سطح دریچه‌های هوا | | | | | | | | |
| متراژ عایق به‌کار رفته در کانال‌های تهویه | | | | | | | | |
| شاسی دستگاه‌های تبرید | | | | | | | | |
| سطح برودتی دستگاه | | | | | | | | |

## آشنایی با فهرست بها

فهرست بها تأسیسات مکانیکی کتابچه‌هایی هستند که قیمت‌های واحد پایه رشته تأسیسات، با توجه به واحدهای مورد نیاز و با در نظر گرفتن هزینه مصالح پای‌کار، دستمزد نیروی انسانی و هزینه ساعتی ماشین‌آلات برای یک دوره سه ماهه مشخص، از طرف دفتر سازمان برنامه و بودجه تهیه می‌شود.

پژوهش کنید

فهرست بها برای چه رشته‌هایی منتشر شده است؟

نکته

در تهیه فهارس بها، کلیه آیتم‌ها توسط سازمان برنامه و بودجه به روش متره باز، تجزیه بها شده و قیمت واحد به‌دست آمده در فهرست بها گنجانده می‌شود. محاسبه قیمت‌ها براساس، هزینه‌های نیروی انسانی، ماشین‌آلات، ابزار و تأمین مصالح مورد نیاز (تهیه، بارگیری، حمل و باراندازی مصالح، جابه‌جایی مصالح در کارگاه) اتلاف مصالح و به‌طور کلی اجرای کامل کار می‌باشد. این قیمت‌ها بر مبنای متوسط هزینه اجرای کار در شهر تهران می‌باشد.

۱ـ در فهرست بها این مقدار ممکن است برحسب cfm داده شده باشد.

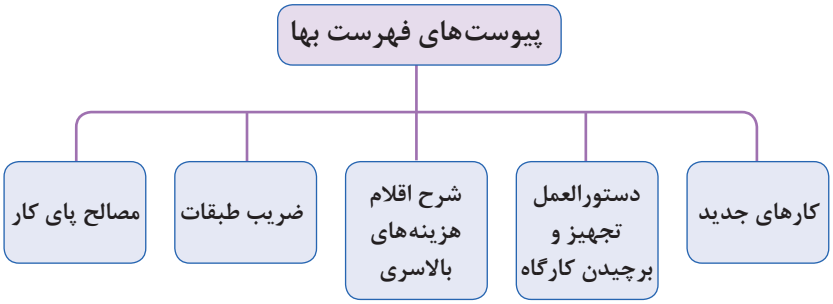
ـ معرفی فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیک (فهرست بهای مکانیک)
شرح ردیف‌های فهرست بهای تأسیسات مکانیک به نحوی تهیه شده که اقلام عمومی کارهای رشته تأسیسات مکانیک را زیر پوشش قرار دهد.

**جدول ۱ - ردیف‌های فهرست بها**

| فصل | موضوع | فصل | موضوع | فصل | موضوع |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | لوله‌های فولادی | ۱۳ | دیگ بخار | ۲۵ | عایق |
| ۲ | لوله‌های چدنی | ۱۴ | مشعل ـ دستگاه‌های گرم‌کننده تابشی | ۲۶ | _____ |
| ۳ | لوله‌های پی وی سی و پلی پروپیلن | ۱۵ | دستگاه‌های کنترل و اندازه‌گیری | ۲۷ | دستگاه مبرد |
| ۴ | لوله‌های پلی اتیلن | ۱۶ | آب گرم‌کن | ۲۸ | برج خنک‌کن |
| ۵ | _____ | ۱۷ | رادیاتور | ۲۹ | لوازم بهداشتی و شیرهای بهداشتی |
| ۶ | لوله‌های مسی | ۱۸ | آب سرد کن | ۳۰ | وسایل آتش‌نشانی |
| ۷ | شیرها | ۱۹ | کانال هوا، دریچه هوا و دودکش | ۳۱ | لوازم آشپزخانه |
| ۸ | قطعه انبساط | ۲۰ | هواکش | ۳۲ | سختی‌گیر |
| ۹ | لرزه‌گیر | ۲۱ | فن کویل و یونیت هیتر | ۳۳ | مخازن و مبدل‌ها |
| ۱۰ | _____ | ۲۲ | کولر آبی | ۳۴ | بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها |
| ۱۱ | صافی | ۲۳ | کولر گازی | ۳۵ | کارهای دستمزدی |
| ۱۲ | دیگ حرارتی آب گرم | ۲۴ | الکتروپمپ | | |

نکته

با توجه به جدول بالا، که لیست تمام فصول فهرست بها مکانیکی می‌باشد، برخی از فصول وجود ندارد.




گفت‌وگوی کلاسی

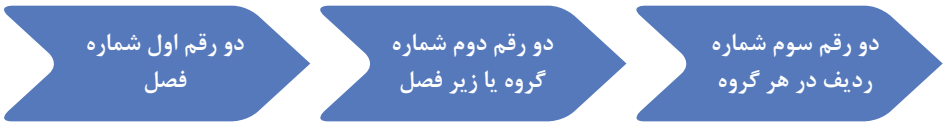
فهرست بهای مکانیک شامل پنج پیوست می‌باشد. کارکرد هر یک از فصول را بررسی کرده و برای همکلاسی‌های خود شرح دهید.

### نکاتی در ارتباط با استفاده از فهرست بها

ـ استفاده‌کنندگان از فهرست بها باید قبل از استفاده از موارد مربوط به هر فصل بخش کلیات فهرست بها و مقدمه هر فصل را به دقت مطالعه نموده تا در انجام برآورد قیمت دچار مشکل نشوند.

ـ قیمت‌های فهرست بها را نمی‌توان به نفع کارفرما یا پیمانکار تعبیر کرد، هرگاه شرح قیمت‌ها برای هر یک از طرفین روشن نباشد باید سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی نظر نهایی را ارائه دهد.

در فهرست بها به‌منظور سهولت دسترسی به ردیف‌های مورد نیاز و امکان درج ردیف‌های جدید در آینده، ردیف‌های هر فصل با توجه به ماهیت آنها، به گروه یا زیر فصل‌های جداگانه‌ای با شماره مشخص تفکیک شده است. شماره ردیف فهرست بها شامل شش رقم است که عبارت‌اند از :




**مثال :**

شماره ردیف ۰۱۰۲۰۵ نشان‌دهنده ردیفی است در فصل اول، زیر فصل دوم و ردیف پنجم

**جدول ۲ - فهرست بهای تأسیسات مکانیکی فصل اول**

| شماره | شرح | واحد | بهای واحد (ریال) | مقدار | بهای کل (ریال) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰۱۰۱۰۱ | لوله‌فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۱۵ (یک دوم اینچ) | متر طول | ۱۴۷,۵۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۲ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ). | متر طول | ۱۶۳,۰۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۳ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۵ (یک اینچ). | متر طول | ۱۷۸,۵۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۴ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۳۲ (یک و یک چهارم اینچ). | متر طول | ۲۰۷,۰۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۵ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۴۰ (یک و یک چهارم اینچ). | متر طول | ۲۵۱,۰۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۶ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۵۰ (دو اینچ). | متر طول | ۳۰۵,۵۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۷ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۶۵ (دو و یک دوم اینچ). | متر طول | ۳۸۳,۰۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۸ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۸۰ (سه اینچ). | متر طول | ۴۲۷,۰۰۰ | | |
| ۰۱۰۱۰۹ | لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۱۰۰ (چهار اینچ). | متر طول | ۵۶۹,۵۰۰ | | |

پژوهش کنید

بهای واحد فصل یک از نظر خرید و هزینه اجرا شامل چه قسمت‌هایی است؟

**جدول ۳ - فهرست بهای تأسیسات مکانیکی فصل سوم**

| شماره | شرح | واحد | بهای واحد (ریال) | مقدار | بهای کل (ریال) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰۳۰۳۰۱ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۴۰ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۵۱,۹۰۰ | | |
| ۰۳۰۳۰۲ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۵۰ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۵۷,۷۰۰ | | |
| ۰۳۰۳۰۳ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۶۳ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۷۵,۹۰۰ | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ۰۳۰۳۰۴ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۷۵ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۸۸,۰۰۰ | | |
| ۰۳۰۳۰۵ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۹۰ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۱۰۹,۰۰۰ | | |
| ۰۳۰۳۰۶ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۱۱۰ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۱۳۸,۰۰۰ | | |
| ۰۳۰۳۰۷ | لوله پی.وی.سی سخت، به قطر خارجی ۱۲۵ میلی‌متر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۱۶۷,۰۰۰ | | |

**برگزیده‌ای از مقدمه فصل اول فهرست بها**

۱ـ برای اختصار، در شرح ردیف‌های مربوط به لوله‌های فولادی سیاه، از درج عبارت «با تمام قطعات و مصالح اتصال جوشی یا دنده‌ای لازم و یک دست رنگ ضدزنگ» و در شرح ردیف‌های مربوط به لوله‌های فولادی درزدار گالوانیزه، از درج عبارت «با تمام قطعات گالوانیزه و مصالح اتصال دنده‌ای لازم»، صرف‌نظر شده است.

۲ـ لوله‌های موضوع ردیف‌های ۰۱۰۱۱۱ تا ۰۱۰۱۰۱، طبق استانداردهای BS۱۳۸۷ یا DIN۲۴۴۰ (وزن متوسط)، ردیف‌های ۰۱۰۱۱۲ تا ۰۱۰۱۱۶ طبق استاندارد DIN۲۴۵۸ (سری ۱) با ضخامت جدار نرمال، ردیف‌های گروه ۲، طبق استاندارد DIN۲۴۴۸ (سری ۱) با ضخامت جدار مشخص شده در شرح ردیف مربوطه و ردیف‌های گروه ۳، طبق استاندارد DIN۲۴۴۰ یا BS۱۳۸۷ (وزن متوسط) است.

۳ـ اضافه یا کسر بها نسبت به ردیف‌های لوله‌های فولادی، به ازای هر یک میلی‌متر ضخامت جدار بیشتر یا کمتر (۱۵، پانزده) درصد ردیف مربوط است. کسر میلی‌متر متناسباً محاسبه می‌شود.

۴ـ اضافه بها نسبت به ردیف‌های این فصل، در صورتی که لوله‌کشی در موتورخانه‌های اصلی، اتاق‌های هوارسان و سایر موتورخانه‌های فرعی به‌صورت نمایان اجرا شود بیست ۲۰ درصد ردیف مربوط است. برای لوله‌کشی در فضاهای دیگر مانند تونل‌های آدم رو، شفت‌ها و... هیچ اضافه بهایی پرداخت نخواهد شد.

۵ـ گالوانیزاسیون موضوع ردیف ۰۱۰۵۰۱ با روش فرو بردن در روی مذاب hot dip galvanizang برای واحد وزن کلکتورهای ساخته شده از لوله فولادی سیاه (درز دار یا بدون درز) و مقدار روی حداقل ۴۰۰ گرم بر متر مربع ضخامت ۵۶ میکرون می‌باشد.

۶ـ منظور سهولت دسترسی به ردیف‌های مورد نیاز، شماره و شرح مختصر گروه‌های این فصل در جدول درج شده است.

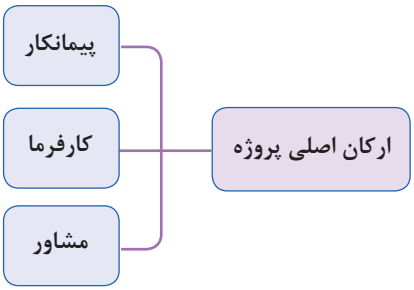
**جدول ۴ - شماره و شرح مختصر گروه‌ها**

| شماره گروه | شرح مختصر گروه |
|---|---|
| ۰۱ | لوله فولادی سیاه درزدار |
| ۰۲ | لوله فولادی سیاه بدون درز |
| ۰۳ | لوله فولادی گالوانیزه |
| ۰۴ | کلکتور فولادی سیاه |
| ۰۵ | گالوانیزاسیون |
| ۰۶ | کلکتور فولادی گالوانیزه |

کار کلاسی

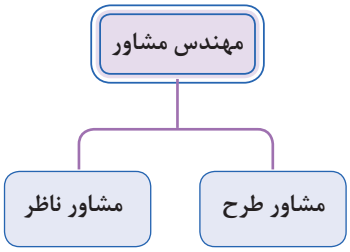
در مورد فهرست بهای تأسیسات ساختمان، توضیحات اول هر فصل را با دوستان خود و با کمک هنرآموز درس مربوطه برحسب نوع فعالیت تأسیساتی بحث کنید.

## ارکان اصلی پروژه‌های تأسیسات مکانیکی ساختمان




**۱ـ کارفرما :** کارفرما به معنای سفارش‌دهنده کار است. مالک یا بهره‌بردار یک پروژه که هزینه‌های اجرایی پروژه و تعیین عوامل طراحی و اجرایی آن را برعهده می‌گیرد، «کارفرما» محسوب می‌شود.
کارفرما شخصیت حقوقی (سازمان‌های دولتی یا شرکت‌های خصوصی) و یا افراد حقیقی (اشخاص عادی) است که اجرای عملیات موضوع پیمان (پروژه ساختمانی) را براساس اسناد و مدارک معین (مانند نقشه‌های کارگاهی و متره برآورد اولیه پروژه) به پیمانکار واگذار می‌نماید. کارفرما امضاکنندهٔ یک طرف قرارداد ساخت پروژه بوده و نمایندگان و جانشین‌های قانونی او (مانند مدیر طرح) در حکم کارفرما هستند.

**۲ـ مشاور (مهندس مشاور):** مهندس مشاور (فرد حقیقی) یا مهندسین مشاور (شرکت‌های حقوقی) رکن دوم پیشبرد یک پروژه ساختمانی محسوب می‌شوند و مهندس مشاور یک پروژه دارای تخصص‌های حرفه‌ای در زمینهٔ معماری، سازه یا تأسیسات ساختمان بوده و می‌تواند در دو فاز (مرحله کاری) ( مرحله اولیه و اجرایی) به کارفرمای پروژه خدمات ارائه دهد.




**الف) مهندس مشاور طراح:**

در این زمینه گروه مهندسین مشاور با سفارش کارفرما انجام مطالعات اولیه (فاز صفر)، نقشه‌های مقدماتی مرحله اول (فاز یک) و نقشه‌های اجرایی پروژه (فاز دوم) را بر عهده می‌گیرد.

**ب) مهندس مشاور ناظر:**

هرگاه پس از تهیهٔ نقشه‌های اجرایی و انتخاب پیمانکار اجرایی پروژه، کارفرما بخواهد نظارت فنی و مالی پروژه را برعهدهٔ یک مهندس مشاور (یا شرکت مهندسین مشاور) واگذار نماید، از آن به عنوان «ناظر» پروژه یاد می‌شود.

نکته

کارفرما می‌تواند در صورت صلاحیت فنی گروه مشاوران، کلیه مراحل طراحی (فاز صفر و یک و دو طراحی) و نظارت (فاز سه) را به یک شرکت واگذار نماید و یا هر مرحله از کار طراحی و نظارت را با توجه به صلاحیت‌های متفاوت مشاورین به افراد یا شرکت‌های جداگانه سفارش دهد.

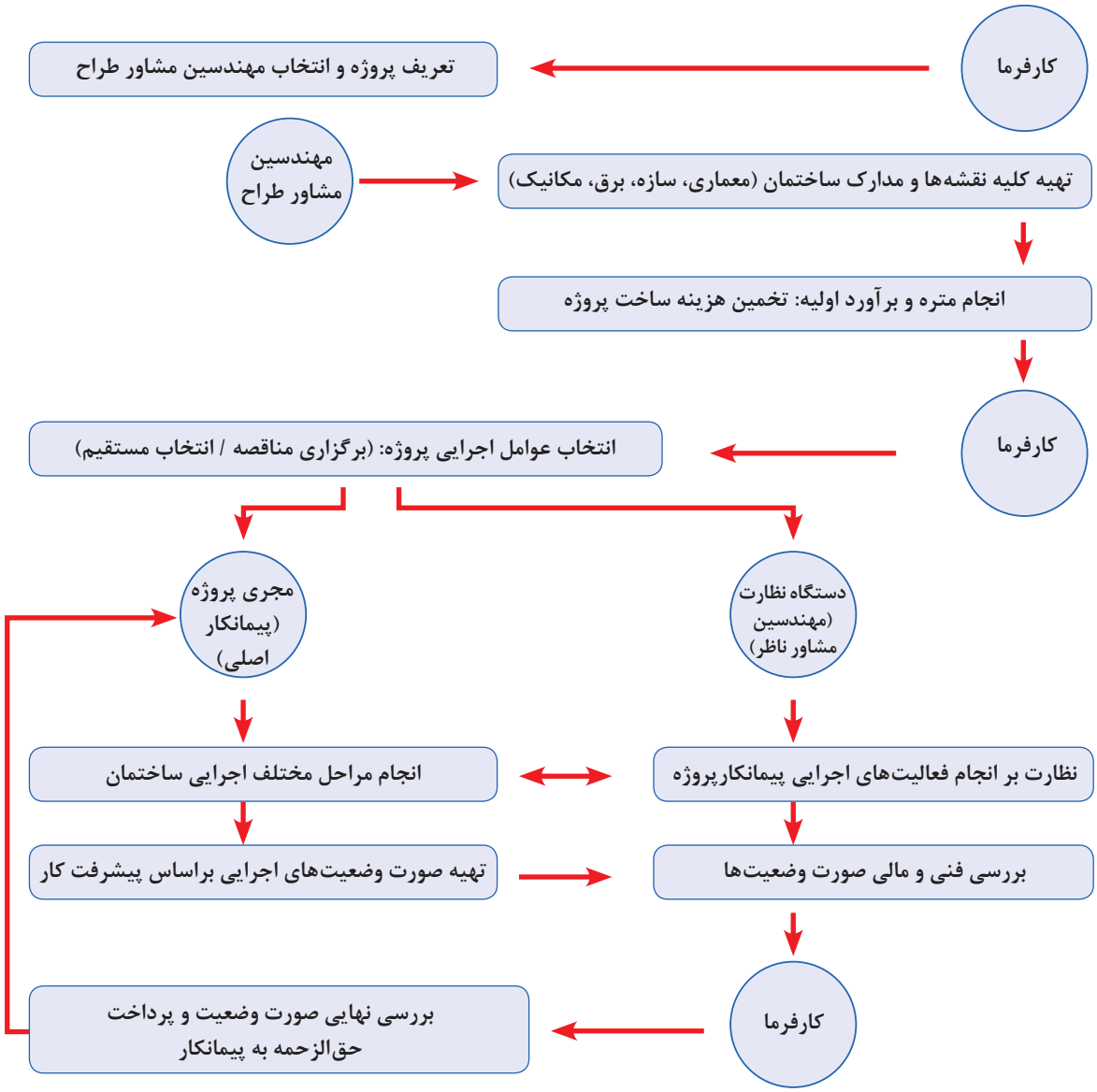
**دستگاه نظارت:** عبارت است از یک شخص حقیقی و یا حقوقی که از جانب کارفرما به‌منظور کسب اطمینان از حسن اجرای کارها، انتخاب و در چهارچوب اختیارات تعیین شده در اسناد و مدارک پیمان، به پیمانکار معرفی می‌گردد.

**۳ـ پیمانکار** : پس از آنکه کلیهٔ مدارک اجرایی پروژه توسط مشاور طراح تهیه گردید، کارفرما نسبت به انتخاب فرد یا شرکت تخصصی حوزهٔ ساختمان، برای اجرای پروژه اقدام می‌نماید. انتخاب پیمانکار اجرایی یک پروژه برحسب شرایط و مقیاس پروژه به‌صورت برگزاری مناقصه و یا انتخاب مستقیم کارفرما صورت می‌پذیرد.

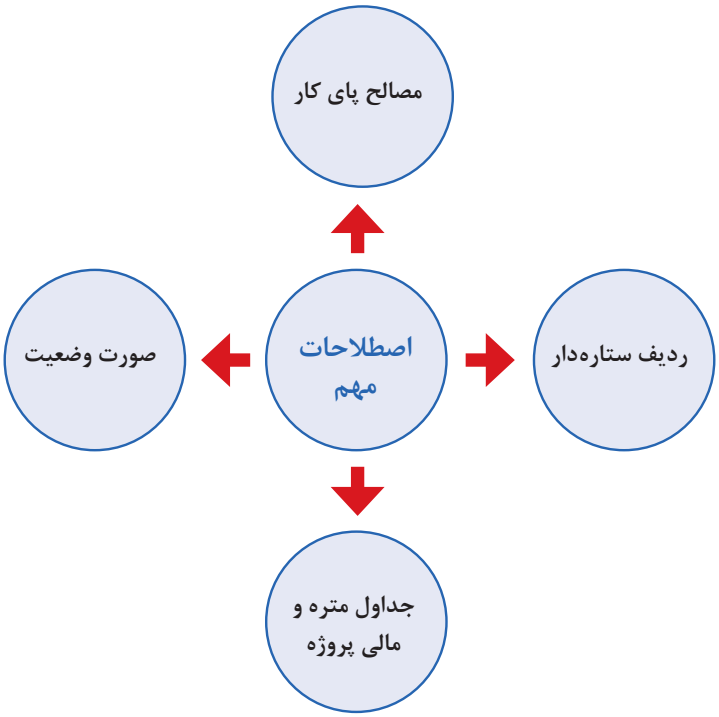
بنابر تعریف «موافقت‌نامه و شرایط عمومی پیمان»، پیمانکار شخصیت حقوقی و یا حقیقی است که اجرای عملیات موضوع پیمان را براساس اسناد و مدارک معین بر عهده گرفته و طرف دیگر پیمان است. نمایندگان و جانشین‌های قانونی پیمانکار در حکم پیمانکار هستند.

پیمانکار، شخصی را که تخصص و تجربهٔ کار اجرایی در سرپرستی کارگاه ساختمانی داشته باشد، به کارفرما و مهندس ناظر معرفی می‌کند که به او «رئیس کارگاه» می‌گویند.

## دیاگرام ارتباطی عوامل اجرایی در پروژه‌های ساختمانی




دیاگرام ارتباطی عوامل اجرایی در پروژه‌های اجرایی




**مصالح پای کار :** مصالح پای کار به مصالحی اطلاق می‌شود که برای اجرای موضوع پیمان، مورد نیاز باشد و با توجه به برنامه زمان‌بندی اجرای کار تهیه و در کارگاه به‌طور مرتب به شکلی انبار می‌شود که قابل اندازه‌گیری یا شمارش باشد، طبق مشخصات فنی توسط پیمانکار هنگام ورود مصالح به کارگاه باید صورت جلسه ورود که در آن نوع، مقدار و تاریخ ورود مشخص شده باشد با حضور مهندس مشاور تنظیم شود.

**ردیف ستاره‌دار:** در مواردی که مشخصات فنی و اجرایی ویژه‌ای در حین کار مورد نیاز باشد که اقلام آن با شرح ردیف‌های فهرست بها تطبیق ننماید، شرح ردیف مناسب برای آن اقلام، تهیه و در انتهای گروه مربوط با شرح ردیف جدید درج شده و به عنوان ردیف‌های ستاره‌دار مشخص می‌شوند. این ردیف‌ها نیازمند آنالیز بهای مربوط به خود است که توسط پیمانکار تهیه و به تأیید مهندس مشاور می‌رساند.

## جدول ۵ - تجزیه بهای لوله‌های فولادی

**فهرست بهای رشته:** تأسیسات مکانیکی **فصل اول لوله‌های فولادی**

**مبالغ به ریال**

| **شرح کار:** لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ). | | | **شماره ردیف فهرست بها:** ۰۱۰۱۰۲ **واحد:** متر طول | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **ردیف** | | **واحد** | **مقدار** | **بهای واحد** | **ضریب** | **بهای کل** |
| | **نیروی انسانی:** | | | | | |
| ۱ | کارگر ساده | نفر ـ ساعت | ۰/۲۶۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| ۲ | لوله‌کش درجه یک (شوفاژ کار) | نفر ـ ساعت | ۰/۰۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| ۳ | جوشکار لوله‌های فولادی | نفر ـ ساعت | ۰/۲۶۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| ۴ | کمک لوله‌کش | نفر ـ ساعت | ۰/۲۶۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع نیروی انسانی:** | | |
| | **ماشین‌آلات و ابزار:** | | | | | |
| ۱ | وانت یک تن بار با راننده | دستگاه ـ ساعت | ۰/۰۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| ۲ | ترانس جوشکاری ۲۵۰ آمپر | دستگاه ـ ساعت | ۰/۱۹۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۲۵۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع ماشین‌آلات و ابزار:** | | |
| | **مصالح:** | | | | | |
| ۱ | الکترود معمولی | کیلوگرم | ۰/۰۲۷۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | ضدزنگ معمولی | کیلوگرم | ۰/۰۱۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۳ | لوله فولادی سیاه درزدار به قطر نامی سه چهارم اینچ | کیلوگرم | ۰/۹۵۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۷۰۶۰ | ۰ |
| ۴ | زانوی جوشی فولادی به قطر سه چهارم اینچ | عدد | ۲/۰۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع مصالح:** | | ۰ |
| | **حمل:** | | | | | |
| ۱ | حمل لوله‌های فولادی یک دوم اینچ تا ۴ اینچ | کیلوگرم | ۱/۷۱۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | حمل اتصالات لوله‌های فولادی | کیلوگرم | ۲/۰۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۶۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع حمل:** | | ۰ |
| | | | | **جمع واحد کار:** | | ۰/۰ |

## جدول ۶ - تجزیه بهای شیرهای فلکه کشویی

**فهرست بهای رشته:** تأسیسات مکانیکی **فصل هفتم شیرها**

**مبالغ به ریال**

| **شرح کار:** شیر فلکه کشویی دنده‌ای، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ) | | | | **شماره ردیف فهرست بها:** ۰۷۰۱۰۲ **واحد:** عدد | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **ردیف** | | **واحد** | **مقدار** | **بهای واحد** | **ضریب** | **بهای کل** |
| | **نیروی انسانی:** | | | | | |
| ۱ | کارگر ساده | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | لوله‌کش درجه یک (دنده‌ای) | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۳ | جوشکار لوله‌های فولادی | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع نیروی انسانی:** | | |
| | **ماشین‌آلات و ابزار:** | | | | | |
| ۱ | وانت یک تن بار با راننده | دستگاه ـ ساعت | ۰/۰۷۱۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | دستگاه حدیده برقی | دستگاه ـ ساعت | ۰/۲۱۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع ماشین‌آلات و ابزار:** | | |
| | **مصالح:** | | | | | |
| ۱ | خمیر مورد مصرف در نصب صفحات آزبست سیمان | کیلوگرم | ۰/۰۲۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | کنف | کیلوگرم | ۰/۰۱۶۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۳ | مهره ماسوره به قطر سه چهارم اینچ | عدد | ۰/۵۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۴ | شیرفلکه کشویی دنده برنجی یا برنزی برای فشار کار ۱۰ بار به قطر سه چهارم اینچ | عدد | ۱/۰۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع مصالح:** | | ۰ |
| | **حمل:** | | | | | |
| ۱ | حمل شیرآلات برنجی بهداشتی و صافی دنده‌ای | کیلوگرم | ۱/۰۱۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع حمل:** | | ۰ |
| | | | | **جمع واحد کار:** | | ۰/۰ |

## جدول ۷ - تجزیه بهای لوله‌های پلی اتیلن

**فهرست بهای رشته:** تأسیسات مکانیکی **فصل هفتم شیرها**

**مبالغ به ریال**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **شرح کار:** شیر فلکه کشویی دنده‌ای، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ) | | | | | **شماره ردیف فهرست بها:** ۰۷۰۱۰۲ **واحد:** عدد | |
| **ردیف** | | **واحد** | **مقدار** | **بهای واحد** | **ضریب** | **بهای کل** |
| | **نیروی انسانی:** | | | | | |
| ۱ | کارگر ساده | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | لوله‌کش درجه یک (دنده‌ای) | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۳ | کمک لوله‌کش | نفر ـ ساعت | ۰/۲۸۸۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع نیروی انسانی:** | | |
| | **ماشین‌آلات و ابزار:** | | | | | |
| ۱ | وانت یک تن بار با راننده | دستگاه ـ ساعت | ۰/۰۷۱۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | دستگاه حدیده برقی | دستگاه ـ ساعت | ۰/۲۱۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع ماشین‌آلات و ابزار:** | | |
| | **مصالح:** | | | | | |
| ۱ | خمیر مورد مصرف در نصب صفحات آزبست سیمان | کیلوگرم | ۰/۰۲۴۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۲ | کنف | کیلوگرم | ۰/۰۱۶۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۳ | مهره ماسوره به قطر سه چهارم اینچ | عدد | ۰/۵۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| ۴ | شیرفلکه کشویی دنده برنجی یا برنزی برای فشار کار ۱۰ بار به قطر سه چهارم اینچ | عدد | ۱/۰۰۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع مصالح:** | | ۰ |
| | **حمل:** | | | | | |
| ۱ | حمل شیرآلات برنجی بهداشتی و صافی دنده‌ای | کیلوگرم | ۱/۰۱۰۰۰۰۰۰ | ۰ | ۱/۰۰۰۰ | ۰ |
| | | | | **جمع حمل:** | | ۰ |
| | | | | **جمع واحد کار:** | | ۰/۰ |

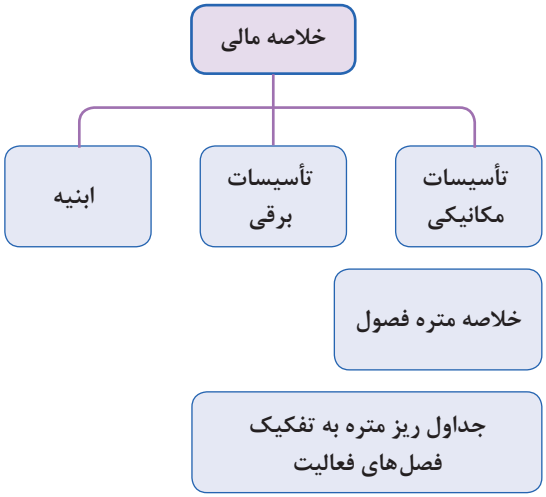
نکته

تهیه جدول قیمت جدید (ستاره‌دار) برعهده پیمانکار می‌باشد و بررسی آن برعهده مشاور است. که پس از تأیید کارفرما، به پیمانکار ابلاغ خواهد گردید.

پژوهش کنید

باتوجه به جدول آنالیز لوله‌کشی گرمایشی با لوله‌های پنج لایه را انجام دهید.

## چارت متره و مالی پروژه :




انجام متره و برآورد یک پروژهٔ ساختمانی نیاز به وجود یک فرمت و جداول مشخص برای درج اطلاعات مقادیر کارها (متره) و هزینهٔ مالی (برآورد) آنها دارد.

نکته

مترورها (مترکننده) چه براساس (متره باز) و چه بر پایهٔ فهرست بهای تأسیسات (متره بسته) عمل نمایند، باید اطلاعات مقادیر فعالیت‌ها و احجام مصالح مورد استفاده در پروژه را براساس نقشه‌های اجرایی محاسبه کرده و در «جداول ریز متره» وارد کنند.

در جدول ریزمتره مترور براساس نقشه‌های اجرایی، اطلاعات مربوط به هر حوزهٔ کاری را در ردیف‌های جدول درج می‌نماید. در انتها و پس از تکمیل جداول ریزمتره به دلیل حجم بالای برگه‌های ریزمتره و مشابه بودن تعداد زیادی از ردیف‌ها، آنها را دسته‌بندی می‌کنند و خلاصهٔ نتایج به‌دست آمده را در جدول‌هایی به نام «خلاصه متره» وارد می‌نمایند.

در جدول خلاصه متره، مجموع نهایی هر کدام از فعالیت‌های ساختمانی مشخص شده و آمادهٔ برآورد مالی می‌شود. در این مرحله نتایج به‌دست آمده از خلاصه متره به جدول «برگهٔ مالی» انتقال می‌یابد و براساس شمارهٔ فهرست بهای مربوطه، قیمت آن ردیف از عملیات مشخص و در عدد متره به‌دست آمده از خلاصهٔ متره ضرب می‌شود. از جمع این مقادیر هزینهٔ کل عملیات اجرایی به‌دست می‌آید. می‌توان مجموع نهایی هر بخش از هزینه‌های حوزه‌های کاری (هر فصل فهرست بها) را در جدول خلاصهٔ مالی پروژه ارائه نمود.

## صورت وضعیت‌نویسی:

در پروژه‌هایی که سازمان‌ها و نهادهای دولتی ساخت آنها را بر عهدهٔ پیمانکاران قرار می‌دهند، برای آنکه هزینه‌های جاری پیمانکاران تأمین گردد، باید به نسبت پیشرفت کار به پیمانکاران پول پرداخت شود. بدین لحاظ باید میزان کار انجام شده توسط پیمانکار هر ماه تعیین و یا اصطلاحاً «متره» شود.

به جداول متره که در آنها ریز محاسبات و نحوهٔ اندازه‌گیری مقادیر کار طبق پیشرفت پروژه و محاسبهٔ هزینهٔ آنها (براساس فهرست بها) درج شده است، «صورت وضعیت» گفته می‌شود.

بر این اساس پیمانکار پروژه جهت ارائهٔ گزارش عملکرد پیشرفت پروژه و ارائه صورت حساب هزینه‌های انجام شده در مقاطع زمانی مشخص (معمولاً یک ماهه)، متره و برآورد فعالیت‌های انجام شده در پروژه را تحت عنوان «صورت وضعیت موقت» به ناظر پروژه و پس از تأیید ناظر به کارفرما ارائه می‌دهد.

اولین صورت وضعیت هر پروژه، صورت وضعیت شماره ۱ نامیده می‌شود. ماه بعد نیز وضعیت شماره ۲ تهیه و ارائه می‌گردد که جهت جلوگیری از هرگونه اشتباه یا دوباره‌کاری، پروژه از اول متره می‌گردد. به عبارت دیگر صورت وضعیت هر ماه شامل مجموع کار انجام شده از ابتدا تا تاریخ تهیهٔ صورت وضعیت می‌باشد.

**کارفرما:** .....

**مشاور:** .....

**پیمانکار:** .....

**پروژه:** .....

**صورت‌جلسه شماره: ۱۲۵۴ب** **تاریخ:** .....

**موضوع: عملیات اجرای ساپورت و لوله‌کشی زیرسقفی و رایزرهای فاضلاب منفی یک**

**بدین‌وسیله امضاکنندگان ذیل تأیید و گواهی می‌نمایند که عملیات اجرا ساپورت و لوله‌کشی زیرسقفی و رایزرهای فاضلاب پیوست به شرح مقادیر زیر انجام گردیده است:**

| ردیف | کد فهرست | علائم | شرح | واحد | مقدار |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۳۰۳۰۱۴ | پ | لوله پلی اتیلن به قطر خارجی ۹۰ میلیمتر و فشار کار ۶ بار. | متر طول | ۸۶.۷۰ |
| ۲ | ۳۰۳۰۱۵ | پ | لوله پلی اتیلن به قطر خارجی ۱۱۰ میلیمتر و فشار کار ۶ بار. | متر طول | ۱۲.۶۰ |
| ۳ | ۴۰۱۱۲ | * | لوله پلی اتیلن به قطر خارجی ۱۶۰ میلیمتر و فشار کار ۶ بار | متر طول | ۳.۱۵ |
| ۴ | ۳۰۲۴۰۰۱ | پ | بست، آویز یا تکیه گاه فولادی، برای نگهداشتن لوله، کانال و دستگاه‌ها، ساخته شده از تسمه، میل‌گرد، نبشی، ناودانی، پروفیلهای مختلف و مانند آن، همراه با پیچ و مهره و اتصالات لازم، یک دست رنگ ضد زنگ و یک دست رنگ روغنی، طبق نقشه ها و مشخصات. | کیلو گرم | ۳۰.۲۹ |
| ۵ | ۳۴۰۲۱۹ | * | بست لینک برای لوله پلی اتیلن سایز ۹۰ | عدد | ۶۸ |
| ۶ | ۳۴۰۲۱۸ | * | بست لینک برای لوله پلی اتیلن سایز ۱۱۰ | عدد | ۱۱ |
| ۷ | ۳۴۰۲۱۷ | * | بست لینک برای لوله پلی اتیلن سایز ۱۶۰ | عدد | ۲.۰۰ |
| ۸ | ۳۴۰۲۴۱ | * | بست ترکیبی لینک برای لوله پلی اتیلن سایز ۹۰ | عدد | ۳۴.۰۰ |

پیمانکار: ناظر مقیم: سرپرست نظارت: نماینده کارفرما:

**جداول متره و مالی پروژه:**

**پروژه: سامان** **صورت وضعیت موقت: موقت۴۲** **پیمانکار: شرکت فارطان**

**خلاصه مالی فهرست بهای رشته: تأسیسات مکانیکی ۴۹۳۱**

| فصل | | جمع | | |
|---|---|---|---|---|
| | | کارکرد | پای کار | جمع کارکرد و پای کار |
| تأسیسات مکانیکی | پ | ۵,۵۰۰,۰۷۳,۱۲۸ | ۰ | ۵,۵۰۰,۰۷۳,۱۲۸ |
| | م | ۵,۳۴۲,۶۵۵,۹۹۹ | ✓ | ۵,۳۴۲,۶۵۵,۹۹۹ |
| جمع | پ | ۵,۵۰۰,۰۷۳,۱۲۸ | ۰ | ۵,۵۰۰,۰۷۳,۱۲۸ |
| | م | ۵,۳۴۲,۶۵۵,۹۹۹ | ✓ | ۵,۳۴۲,۶۵۵,۹۹۹ |

پیمانکار: شرکت فارطان ناظر: نوروزی مشاور: کارفرما:

نکته

این صورت وضعیت موقت به تأیید کارفرما نرسیده است. در صورت بررسی و تأیید از طرف کارفرما در موعد مقرر، یک ردیف به تمام ردیف‌ها اضافه می‌شود. و با ذکر نام کارفرما (ک) اصلاح می‌گردد.

**پروژه: سامان  صورت وضعیت موقت: موقت۴۲  پیمانکار: شرکت فارطان**

**خلاصه مالی فهرست بهای رشته: تأسیسات مکانیکی ۴۹۳۱**

| فصل | | جمع | | |
|---|---|---|---|---|
| | | کارکرد | پای کار | جمع کارکرد و پای کار |
| فصل اول: لوله‌های فولادی | پ | ۱۶۵,۸۰۱,۰۷۳ | ۰ | ۱۶۵,۸۰۱,۰۷۳ |
| | م | ۱۵۴,۳۲۲,۳۶۹ | ✓ | ۱۵۴,۳۲۲,۳۶۹ |
| فصل چهارم: لوله‌های پلی‌اتیلن | پ | ۴۰,۷۲۱,۲۹۹ | ۰ | ۴۰,۷۲۱,۲۹۹ |
| | م | ۳۸,۵۸۳,۲۹۸ | ✓ | ۳۸,۵۸۳,۲۹۸ |
| فصل هفتم: شیرها | پ | ۲۸۱,۱۰۶,۴۵۳ | ۰ | ۲۸۱,۱۰۶,۴۵۳ |
| | م | ۲۵۰,۱۶۱,۲۴۹ | ✓ | ۲۵۰,۱۶۱,۲۴۹ |
| فصل هشتم: مفصل انبساط | پ | ۴۰,۸۵۸,۶۹۰ | ۰ | ۴۰,۸۵۸,۶۹۰ |
| | م | ۳۸,۵۱۶,۲۶۸ | ✓ | ۳۸,۵۱۶,۲۶۸ |
| فصل نهم: لرزه‌گیر | پ | ۴۵,۹۱۵,۸۲۲ | ۰ | ۴۵,۹۱۵,۸۲۲ |
| | م | ۴۳,۲۳۰,۶۹۰ | ✓ | ۴۳,۲۳۰,۶۹۰ |
| فصل یازدهم: صافی | پ | ۱۴,۱۸۴,۳۶۲ | ۰ | ۱۴,۱۸۴,۳۶۲ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل دوازدهم: دیگ‌های حرارتی آب گرم | پ | ۵۲۹,۲۰۳,۱۴۰ | ۰ | ۵۲۹,۲۰۳,۱۴۰ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل چهاردهم: مشعل | پ | ۴۱۳,۷۰۶,۵۴۵ | ۰ | ۴۱۳,۷۰۶,۵۴۵ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل پانزدهم: دستگاه‌های کنترل و اندازه‌گیری | پ | ۴۱۴,۹۴۷,۶۴۰ | ۰ | ۴۱۴,۹۴۷,۶۴۰ |
| | م | ۳۷۴,۱۵۳,۰۹۱ | ✓ | ۳۷۴,۱۵۳,۰۹۱ |

پیمانکار: شرکت فارطان  ناظر: نوروزی  مشاور:  کارفرما:

| فصل | | جمع | | |
|---|---|---|---|---|
| | | کارکرد | پای کار | جمع کارکرد و پای کار |
| فصل نوزدهم: کانال هوا, دریچه هوا و دودکش | پ | ۳۲۷,۹۵۴,۶۵۰ | ۰ | ۳۲۷,۹۵۴,۶۵۰ |
| | م | ۲۷,,۸۴۷,۶۰۴ | ✓ | ۲۷,۸۴۷,۶۰۴ |
| فصل بیستم: هواکش | پ | ۶۲۷,۵۶۹,۴۹۹ | ۰ | ۶۲۷,۵۶۹,۴۹۹ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل بیست و یکم: فن کویل, یونیت هیتر | پ | ۷۱۸,۲۷۶,۵۰۷ | ۰ | ۷۱۸,۲۷۶,۵۰۷ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل بیست و سوم: کولرگازی | پ | ۱۴۸,۸۸۲,۸۱۵ | ۰ | ۱۴۸,۸۸۲,۸۱۵ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل بیست و چهارم: الکتروپمپ | پ | ۳۳۱,۰۶۳,۹۳۷ | ۰ | ۳۳۱,۰۶۳,۹۳۷ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل بیست و پنجم: عایق | پ | ۶۷۶,۵۱۷,۱۶۵ | ۰ | ۶۷۶,۵۱۷,۱۶۵ |
| | م | ۶۲۳,۹۸۰,۳۵۰ | ✓ | ۶۲۳,۹۸۰,۳۵۰ |
| فصل بیست و نهم: لوازم بهداشتی, شیرآلات بهداشتی | پ | ۱۰۵,۰۴۷,۳۸۲ | ۰ | ۱۰۵,۰۴۷,۳۸۲ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل سی ام: وسایل آتش‌نشانی | پ | ۱,۳۲۳,۳۳۴,۱۶۳ | ۰ | ۱,۳۲۳,۳۳۴,۱۶۳ |
| | م | ۱,۲۶۴,۰۰۴,۸۹۷ | ✓ | ۱,۲۶۴,۰۰۴,۸۹۷ |
| فصل سی و یکم: لوازم آشپزخانه | پ | ۲۸۶,۶۴۳,۵۰۰ | ۰ | ۲۸۶,۶۴۳,۵۰۰ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |

| فصل | | جمع | | |
|---|---|---|---|---|
| | | کارکرد | پای کار | جمع کارکرد و پای کار |
| فصل سی و دوم: سختی‌گیر | پ | ۶۱۲,۰۴۷,۰۵۳ | ۰ | ۶۱۲,۰۴۷,۰۵۳ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل سی و سوم: مخازن و مبدل‌ها | پ | ۱۹۹,۳۹۵,۵۳۹ | ۰ | ۱۹۹,۳۹۵,۵۳۹ |
| | م | ✓ | ✓ | ✓ |
| فصل سی و چهارم: پست‌ها, تکیه‌گاه‌ها | پ | ۱,۹۹۳,۶۷۷,۳۳۴ | ۰ | ۱,۹۹۳,۶۷۷,۳۳۴ |
| | م | ۱,۸۷۶,۴۰۹,۸۵۹ | ✓ | ۱,۸۷۶,۴۰۹,۸۵۹ |
| جمع | پ | ۷,۸۶۰,۶۲۰,۶۹۰ | ۰ | ۷,۸۶۰,۶۲۰,۶۹۰ |
| | م | ۷,۴۹۵,۱۰۴,۲۵۷ | ✓ | ۷,۴۹۵,۱۰۴,۲۵۷ |

پیمانکار: شرکت فارطان　　ناظر: نوروزی　　مشاور:　　کارفرما:

کارفرما :

مشاور:

پیمانکار :

# گزارش روزانه

شماره قرارداد:

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شماره گزارش: | ۷۶۱ | شیفت : | روز | | | جمع نفرشیفت غیر مستقیم حاضر: | ۱۴ | نفر روز | جمع کل نفرشیفت حاضر: | ۱۴ | نفر روز |
| تاریخ گزارش: | ۱۳۹۶/۰۱/۱۴ | ساعت کار: | ۷.۳۰ | تا | ۱۷.۳۰ | | ۱۱ | نفر روز | جمع کل ماشین شیفت آلات: | ۳۴ | ماشین روز |
| وضعیت آب و هوا: | بارانی | | | | | | | | | | |
| حداکثر دما: | ۹ | حداقل دما: | ۵ | | | | | | | | |

| ردیف | شرح فعالیت های کلیدی پروژه | واحد | مقدار کار انجام شده | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | تا روز گذشته | امروز | تجمعی |
| ۱ | کانل کشی اگزاست و هوای تازه وفن کویل | M۲ | ۳۳۹۷.۱ | | ۳۳۹۷.۱ |
| ۲ | لوله کشی کاندوییت | M | ۳۳۱۶۲ | | ۳۳۱۶۲ |
| ۳ | کاشی و سرامیک کاری و موزاییک | M۲ | ۴۹۳ | | ۴۹۳ |
| ۴ | عایق کاری(حرارتی و رطوبتی) | M۲ | ۵۲۵۴.۴ | ۵۱.۰۰ | ۵۳۰۵.۴ |
| ۵ | بتن ریزی | M۳ | ۵۲۶۲.۲ | | ۵۲۶۲.۲ |
| ۶ | سنگ کاری | M۲ | ۵۰۱۶.۳ | ۵.۰۰ | ۵۰۲۱.۳ |
| ۷ | نصب تیراصلی فرعی | Kg | ۷۹۷۱۰۷ | | ۷۹۷۱۰۷ |
| ۸ | کابل کشی و سیم کشی | M | ۴۶۵۲ | | ۴۶۵۲ |
| ۹ | نصب سینی کابل | M | ۲۳۳۰ | | ۲۳۳۰ |
| ۱۰ | لوله کشی فن کویل و درین فن کویل | M | ۲۱۶۲ | ۱۲.۰۰ | ۲۱۷۴ |
| ۱۱ | اجرای نمای HPL و کامپوزیت | M۲ | ۱۴۳ | | ۱۴۳ |
| ۱۲ | اجرای دیوار پیرامونی و داخلی | M۲ | ۸۷۶۱.۹ | | ۸۷۶۱.۹ |
| ۱۳ | لوله کشی فاضلاب و آب باران | M | ۲۳۳۹.۳ | | ۲۳۳۹.۳ |
| ۱۴ | لوله کشی آب سرد وگرم و VRF | M | ۱۱۸۶.۵ | ۶۵.۰۰ | ۱۲۵۱.۵ |
| ۱۵ | لوله کشی آتشنشانی و اسپرینکلر | M | ۴۲۷۰ | | ۴۲۷۰ |

| ردیف | شرح فعالیت روزانه | واحد | مقدار |
|---|---|---|---|
| ۱ | جوشکاری لوله های فن کویل طبقه ۴ | | |
| ۲ | تست لوله فن کویل طبقه ۴(۱۰درصد) | | |
| ۳ | نصب ساپورت لوله فن کویل طبقه ۴ | No. | ۶۲ |
| ۴ | ساخت کانال اگزاست طبقات منفی | M۲ | ۷۲ |
| ۵ | نصب شیر فلکه فن کویل طبقه ۴ | No. | ۴ |
| ۶ | نصب لوله های VRFطبقه ۲ | M | ۶۵ |
| ۷ | نصب عایق برای لوله VRFطبقه ۲ | M۲ | ۶۵ |
| ۸ | نصب لوله فن کویل طبقه ۴ | M | ۱۲ |
| ۹ | نصب پشم سنگ طبقه منفی ۱ | M۲ | ۶ |
| ۱۰ | آهن کشی داکت جنوب شرقی طبقه ۱ | M | ۱۸ |
| ۱۱ | نصب شیشه نورگیر شرقی و راه پله طبقات همکف الی ۴ | | |

مصالح وارده به کارگاه

| ردیف | عنوان مصالح | مقدار | واحد | ردیف | عنوان مصالح | مقدار | واحد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | ۳ | | | |
| ۲ | | | | ۴ | | | |

پیمانکاران اجرایی

| ردیف | عنوان پیمانکاری | ماهر | کارگر | ردیف | عنوان پیمانکاری | ماهر | کارگر |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | تاسیسات کار(مکانیک ) | ۱۰ | | ۸ | نماکار | | |
| ۲ | تاسیسات کار(برق ) | ۵ | | ۹ | کرگیر | | |

**مشکلات و موانع:**

عدم ابلاغ نقشه های سقف کاذب طبقه همکف که مانع از تهیه شاپ تاسیات الکتریکی و مکانیکی شده است.
حمل کانال های اضافه(شماره نامه ارسالی ۹۵۴/ ک پ/۹۵)

| ردیف | نیروی انسانی غیر مستقیم(نفرشیفت) | حاضر | مرخصی | کل |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | مدیر پروژه | ۱ | | ۱ |
| ۲ | رئیس کارگاه | ۱ | | ۱ |
| ۳ | سرپرست کنترل پروژه | | | |
| ۴ | کارشناس کنترل پروژه | ۱ | | ۱ |
| ۵ | سرپرست دفتر فنی | ۱ | | ۱ |
| ۶ | کارشناس دفتر فنی | ۱ | | ۱ |
| ۷ | تکنسین دفتر فنی | | | |
| ۸ | سرپرست کنترل کیفیت | | | |
| ۹ | مدیر ایمنی | ۱ | | ۱ |
| ۱۰ | سرپرست ایمنی | ۱ | | ۱ |
| ۱۱ | افسر ایمنی | | | |
| ۱۲ | مدیر اداری | ۱ | | ۱ |
| ۱۳ | کارمند اداری | | | |
| ۱۴ | منشی | | | |
| ۱۵ | مدیر مالی | ۱ | | ۱ |
| ۱۶ | کارمند مالی | | | |
| ۱۷ | کارپرداز | ۱ | | ۱ |
| ۱۸ | مسئول تدارکات | ۱ | | ۱ |
| ۱۹ | سرپرست انبار | | ۱ | ۱ |
| ۲۰ | کارمند انبار | ۱ | | ۱ |
| ۲۱ | سرپرست حراست | | | |
| ۲۲ | نگهبان | ۲ | ۲ | |
| ۲۳ | سرپرست ماشین آلات | | | |
| ۲۴ | کارمند ماشین آلات | | | |
| ۲۵ | راننده ماشین آلات سبک | | | |
| ۲۶ | تعمیر کار | | | |
| | **جمع نفرات غیر مستقیم** | **۱۴** | **۱** | **۱۵** |

| ردیف | نیروی انسانی مستقیم(نفرشیفت) | حاضر | مرخصی | کل |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | سرپرست اجرا | ۱ | | ۱ |
| ۲ | مهندس اجرا | ۱ | ۱ | ۲ |
| ۱۲ | گچ کار | | | |
| ۱۳ | کرگیر | | | |
| ۱۴ | ایزوگام (عایق) کار | | | |
| ۱۵ | داربست بند | | | |
| ۲۱ | پیمانکار VRF | ۱ | | ۱ |
| ۲۲ | اپراتور آسانسور کارگاهی | ۱ | | ۱ |
| ۲۳ | لوله کش | ۳ | | ۳ |
| ۲۴ | برقکار | ۴ | | ۴ |
| | **جمع نفرات مستقیم** | **۱۱** | **۱** | **۱۲** |

| ردیف | عنوان تجهیز و ماشین آلات(ماشین شیفت) | فعال | تعمیر | غیر فعال | کل |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | تاور کرین ۱۰-۲۰ تن | | | | |
| ۲ | جرثقیل کفی | | | | |
| ۳ | جرثقیل ۱۰ -۲۰ تن | | | | |
| ۴ | جرثقیل سقفی | | | ۲ | ۲ |
| ۵ | کفی تریلی | | | ۱ | ۱ |
| ۶ | لیفتراک | | | | |
| ۷ | کمپرسور | | | | |
| ۸ | دیزل ژنراتور | ۱ | | | ۱ |
| ۹ | رکتیفایر | ۱ | | ۱ | ۲ |
| ۱۰ | بالابر | ۱ | | ۳ | ۴ |
| ۱۱ | سنگ فرز | ۲ | | ۱ | ۳ |
| ۱۲ | مینی سنگ | ۳ | | ۲ | ۵ |
| ۱۳ | دریل | | | ۱۱ | ۱۱ |
| ۱۴ | پمپ آب | ۲ | | | ۲ |
| ۱۵ | کانکس | ۱۴ | | | ۱۴ |
| ۱۶ | ترانس جوشکاری | ۱ | | ۲ | ۳ |
| ۱۷ | پیکوردستی | | | ۳ | ۳ |
| ۱۸ | منبع گازوئیل | ۱ | | | ۱ |
| ۱۹ | دستگاه فیکس پلی اتیلن | ۲ | | ۱ | ۳ |
| ۲۰ | دستگاه پروفیل بر | | | | |
| ۲۱ | دستگاه اتو لوله | ۱ | | ۱ | ۲ |
| ۲۲ | دستگاه قیچی نبشی بر | ۲ | | ۱ | ۳ |
| ۲۳ | دستگاه کشو زن کانال | ۱ | | ۲ | ۳ |
| ۲۴ | دستگاه قیچی کج بر | ۱ | | ۱ | ۲ |
| ۲۵ | دستگاه دریل پایه دار | ۱ | | | ۱ |
| | **جمع کل ماشین آلات** | **۳۴** | | **۳۲** | **۶۶** |

| واحد برنامه ریزی و کنترل پروژه شرکت | سرپرست کارگاه شرکت | دستگاه نظارت (مشاور) |
|---|---|---|

کار کلاسی

باتوجه به انجام فعالیت‌های کارگاهی هنرستان خود فرم‌های زیر را تکمیل نمایید.

## گزارش روزانه

| لوگوی پیمانکار | نام پروژه | لوگوی دستگاه نظارت و کارفرما |
|---|---|---|
| تاریخ: | شماره: | وضعیت کارگاه: فعال / نیمه فعال / غیرفعال — صفحه: از |

**فعالیت‌های انجام شده:**

| Activity ID | Activity Name | کل حجم برآوردی | واحد | حجم کار انجام شده: امروز | حجم کار انجام شده: تجمعی | درصد پیشرفت | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

**نیروی کار مستقیم:**

| ردیف | سمت | تعداد نیروی امانی | تعداد نیروی پیمانکار | کل تعداد نفر ـ روز حاضر |
|---|---|---|---|---|
| | | | | ۰ |
| | | | | ۰ |
| | | | | ۰ |
| | | | | ۰ |
| کل | | ۰ | ۰ | ۰ |

**نیروی کار غیر مستقیم:**

| ردیف | سمت | تعداد نفر ـ روز حاضر |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| کل | | ۰ |

**مواد و مصالح:**

| نام و مواد و مصالح | واحد | حجم وارد شده: امروز | حجم وارد شده: تجمعی | موجودی |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

**ماشین‌آلات و تجهیزات:**

| نام ماشین | تعداد حاضر | تعداد فعال | ملکی/ اجاره‌ای |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| کل | ۰ | ۰ | |

**حوادث و رویداد امور ایمنی:**

| ردیف | شرح حادثه |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

**شرایط آب و هوا:**

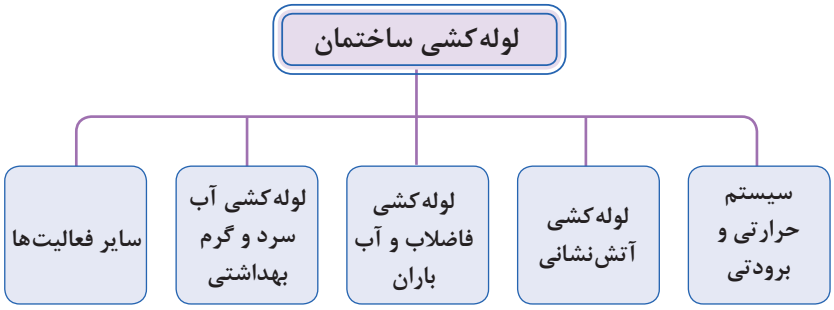
| وضعیت جوی: | | دما: | |
|---|---|---|---|
| بارانی | ☐ | حداقل دما: | |
| برفی | ☐ | | |
| ابری | ☐ | حداکثر دما: | |
| آفتابی | ☐ | | |

**موانع و مشکلات:**

| ردیف | شرح |
|---|---|
| | |
| | |
| | |

نام و امضا مسئول کنترل پروژه — نام و امضا سرپرست کارگاه — نام و امضا کارفرما / نظارت

**لوله‌کشی تأسیسات زیر مجموعه تأسیسات مکانیکی ساختمان :**



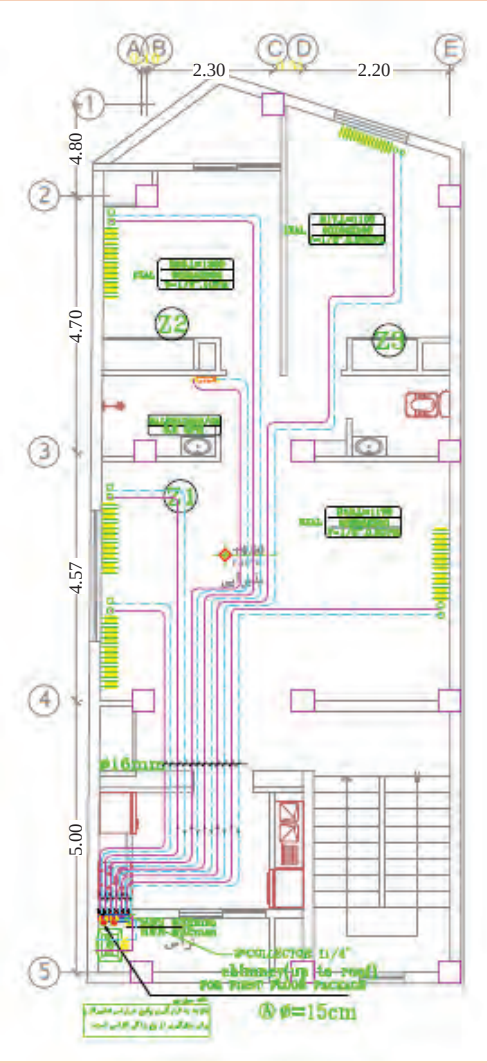

گفت‌وگوی کلاسی

با توجه به انواع لوله‌کشی در داخل ساختمان مشخص کنید که هر کدام از سیستم‌های فوق از چه جنسی استفاده می‌شود و مربوط به کدام فصل از فهرست بها مکانیک می‌باشد. و جدول زیر را تکمیل کنید.

| ردیف | نوع فعالیت | جنس لوله‌کشی | شماره فصل فهرست بها | توضیحات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | |
| ۲ | | | | |
| ۳ | | | | |
| ۴ | | | | |

کار کلاسی

با توجه به پلان جدول داده شده را با توجه به نوع فعالیت مشخص شده تکمیل نمایید.




پلان سیستم گرمایشی رادیاتور و پکیج طبقه اول

| فعالیت تأسیساتی | شرح | سایز | واحد | بهای واحد | مقدار | بهای کل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| لوله‌کشی سیستم گرمایش | لوله پلی اتیلن پنج لایه | ۱۶ | متر طول | ..... | ..... | ..... |
| | | ۲۰ | | | | |
| | | ۲۵ | | | | |
| | | ۳۲ | | | | |
| | فیتینگ‌ها | ۱۶ | | | | |
| | | ۲۰ | عدد | | | |
| | | ۲۵ | | | | |
| | | ۳۲ | | | | |
| | شیرها | ۱۶ | | | | |
| | | ۲۰ | عدد | | | |
| | | ۲۵ | | | | |
| | | ۳۲ | | | | |
| | کلکتورها | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

پژوهش کنید

با توجه به متراژ لوله‌کشی و اتصالات مصرفی و قیمت روز بازار، هزینه تهیه و اتصالات و لوله‌کشی را مشخص و درصد هر یک را مشخص نمایید.

| آنالیز هزینه مربوط به اتصالات جوشی نسبت به لوله فولادی بر مبنی فهرست بهای سال ۹۵ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | سایز لوله (اینچ) | درصد وزنی خرید مصالح (٪) | درصد وزنی نیروی انسانی (٪) | درصد وزنی حمل مصالح (٪) | نسبت خرید اتصالات به لوله (۲۶٪) | نسبت نیروی انسانی اتصالات به لوله (۱۳٪) | نسبت حمل اتصالات به لوله (۱۱٪) | جمع (٪) |
| ۱ | ۳/۴ | ۴۱/۰۵ | ۴۷/۴۶ | ۰/۲۴ | ۱۰/۶۷۳ | ۶/۱۷۰ | ۰/۰۲۶ | ۱۶/۸۶۹ |
| ۲ | ۱ | ۴۹/۲۱ | ۴۰/۹۶ | ۰/۲۴ | ۱۲/۷۹۵ | ۵/۳۲۵ | ۰/۰۳۷ | ۱۸/۱۵۷ |
| ۳ | ۱/۲۵ | ۵۶/۲۸ | ۳۵/۱۹ | ۰/۲۸ | ۱۴/۶۳۳ | ۴/۵۷۵ | ۰/۰۴۲ | ۱۹/۲۴۹ |
| ۴ | ۱/۵ | ۵۱/۴۳ | ۳۸/۹۸ | ۰/۳۶ | ۱۳/۳۷۲ | ۵/۰۶۷ | ۰/۰۴۰ | ۱۸/۴۷۹ |
| ۵ | ۲ | ۵۵/۵۷ | ۳۵/۵۹ | ۰/۴۳ | ۱۴/۴۴۸ | ۴/۶۲۷ | ۰/۰۴۷ | ۱۹/۱۲۲ |
| ۶ | ۲/۵ | ۶۰/۲۵ | ۳۱/۸ | ۰/۴۴ | ۱۵/۶۶۵ | ۴/۱۳۴ | ۰/۰۴۸ | ۱۹/۸۴۷ |
| ۷ | ۳ | ۶۲/۰۳ | ۳۰/۳۳ | ۰/۴۶ | ۱۶/۱۲۸ | ۳/۹۴۳ | ۰/۰۵۱ | ۲۰/۱۲۱ |
| ۸ | ۴ | ۶۸/۷۵ | ۲۴/۸۶ | ۰/۵ | ۱۷/۸۷۵ | ۳/۲۳۲ | ۰/۰۵۵ | ۲۱/۱۶۲ |
| ۹ | ۵ | ۶۷/۰۶ | ۲۳/۲۹ | ۰/۵۶ | ۱۷/۴۳۶ | ۳/۰۲۸ | ۰/۰۶۲ | ۲۰/۵۲۵ |
| ۱۰ | ۶ | ۷۰/۳۵ | ۲۰/۹۳ | ۰/۵۶ | ۱۸/۲۹۱ | ۲/۷۲۱ | ۰/۰۶۲ | ۲۱/۰۷۴ |
| ۱۱ | میانگین نتایج | | | | ۱۵/۱۳۱ | ۴/۲۸۲ | ۰/۰۴۷ | ۱۹/۴۶۱ |

نسبت خرید ۲۶٪ در میانگین وزنی خرید مصالح مربوط به هر سایز ضرب و در انتها میانگین نتایج اخذ شده است.

نسبت نیروی انسانی ۱۳٪ در میانگین وزنی نیروی انسانی مربوط به هر سایز ضرب و در انتها میانگین نتایج اخذ شده است.

نسبت حمل و نقل ۱۱٪ در میانگین وزنی حمل و نقل مربوط به هر سایز ضرب و در انتها میانگین نتایج اخذ شده است.

در انتها ۳ عدد به‌دست آمده از میانگین با یکدیگر جمع و ضریب نهایی بر این مبنا محاسبه شده است.

## نمونه ارزشیابی

**توجه:** سؤالات زیر درسه بخش طراحی گردیده است. درصورتی شما می‌توانید سؤالات بخش دوم (درحد قابل قبول) را پاسخ دهید که به یک سؤال از دو سؤال بخش اول پاسخ صحیح داده باشید و در صورتی می‌توانید به سؤالات بخش سوم (بالاتر از حد انتظار) پاسخ دهید که به یک سؤال از دو سؤال بخش دوم پاسخ صحیح داده باشید.

**بخش اول: باتوجه به نقشه تأسیسات مکانیکی داده شده به یک سؤال از دو سؤال زیر پاسخ دهید.**

۱ـ نوع فعالیت‌های انجام گرفته (مانند لوله‌کشی، نصب تجهیزات و....) را فهرست نمایید.

۲ـ ارتباط هرکدام از فعالیت‌های انجام گرفته را با فصول فهرست بها بنویسید.

**بخش دوم: باتوجه به نقشه تأسیسات مکانیکی داده شده به یک سؤال از دو سؤال زیر پاسخ دهید.**

۱ـ هرکدام از فعالیت‌ها براساس واحد سنجش مربوط در هر فصل فهرست بها را بنویسید.

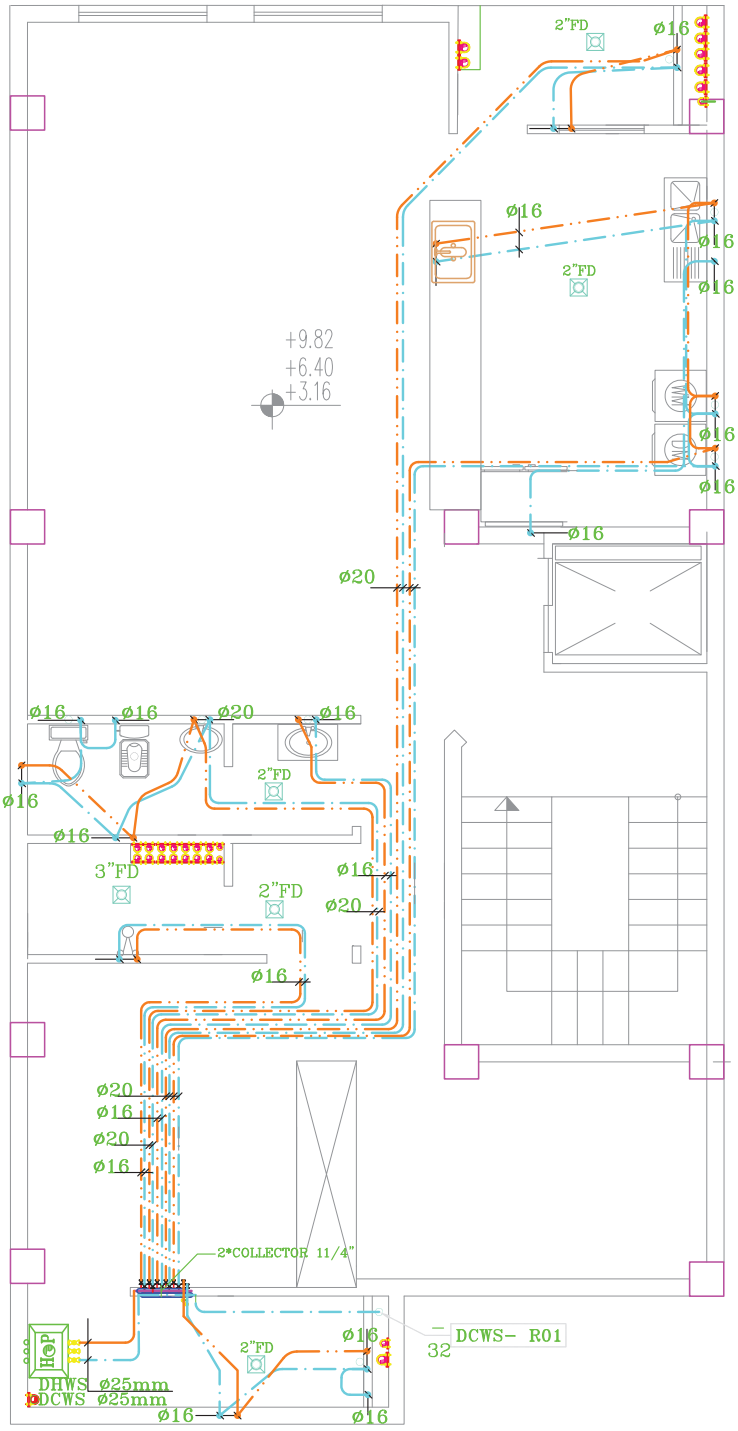
۲ـ برآورد هریک از فعالیت‌ها براساس میزان بهای هر ردیف فهرست بها را انجام دهید.

**بخش سوم: باتوجه به نقشه تأسیسات مکانیکی داده شده به دو سؤال از سه سؤال زیر پاسخ دهید.**

۱ـ برآورد ریالی فعالیت‌هایی که در فهرست بها قیمت ندارد را محاسبه و به صورت ردیف‌های قیمت جدید، براساس جداول داخل کتاب تهیه نمایید

۲ـ جمع‌بندی برآوردهای صورت گرفته براساس فصول فهرست بها را بنویسید.

۳ـ خلاصه مالی براساس متره و برآورد صورت گرفته از پلان تأسیسات مکانیکی فوق را تهیه نمایید.




پلان لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی تیپ طبقات

SC:1/100

## ارزشیابی:

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌ها در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

**الگوی ارزشیابی پودمان تحلیل برآورد هزینه**

| تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | استاندارد عملکرد | نتایج | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نمره |
|---|---|---|---|---|
| تحلیل برآورد هزینه | متره و برآورد یک پروژه تأسیسات مکانیکی برابر جدول‌های فهرست بها | بالاتر از حد انتظار | ـ متره وبرآورد یک سیستم کامل تأسیسات مکانیکی ساختمان برابر جدول های فهرست بها | ۳ |
| | | در حد انتظار (کسب شایستگی) | ـ متره وبرآورد یک سیستم گرمایشی ساختمان برابر جدول های استاندارد<br>ـ متره و برآورد یک سیستم بهداشتی ساختمان برابر جدول | ۲ |
| | | پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی) | ـ تشخیص فعالیت یک سیستم تأسیسات مکانیکی وتطابق آن با فهرست بها | ۱ |
| **نمره مستمر از ۵** | | | | |
| **نمره شایستگی پودمان از ۳** | | | | |
| **نمره پودمان از ۲۰** | | | | |

## منابع:


۱ـ برنامه درسی درس دانش فنی تخصصی رشته تأسیسات مکانیکی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
۲ـ کتابچه راهنمای نصب، راه‌اندازی، سرویس و تعمیر شرکت‌های سازنده کولر گازی و پکیج شوفاژ دیواری
۳ـ میرمنتظری، سید حسن، رئیسی، علی. علی آقازاده، احمد. تأسیسات بهداشتی شرکت. ۱۳۹۴.
۴ـ قدیری مقدم، اصغر. میرمنتظری، سید حسن، رئیسی، علی. آقازاده، احمد. بیطرفان، داود. نصیری جلیانی، محمدی تبار، رضا. تأسیسات حرارتی ، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۴.
۵ـ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی.
۶ـ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث چهاردهم، تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع.
۷ـ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی.
۸ـ کاتالوگ شرکت‌ها.
۹ـ هادی‌زاده، داریوش. مرجع کامل طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی، ۱۳۹۷.
۱۰ـ وکیل‌الرعایا، وحید. مرجع محاسبات تأسیسات مکانیکی ساختمان، ۱۳۹۳.
۱۱ـ Ashrae Handbooks
۱۲ـ Carrier Handbooks

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

**اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب  دانش فنی تخصصی رشته تاسیسات مکانیکی کد ـ ۲۱۲۴۴۱**

| ردیف | نام و نام خانوادگی | استان محل خدمت | ردیف | نام و نام خانوادگی | استان محل خدمت |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | رامین علوی | زنجان | ۱۱ | محمدجواد کاظمیان | قم |
| ۲ | علی ویسی | فارس | ۱۲ | روح اله تاج پور | گلستان |
| ۳ | مجید فلاح | مرکزی | ۱۳ | هادی بهکار | مازندران |
| ۴ | مهدی رشید گرمابی | خوزستان | ۱۴ | علی عبدالله زاده | سمنان |
| ۵ | علی محمدی میانه | آذربایجان شرقی | ۱۵ | کلام اله دینی | آذربایجان شرقی |
| ۶ | حسین اکرام فرد | قم | ۱۶ | سید رضا حسینی | خراسان رضوی |
| ۷ | علی اسداللهی | یزد | ۱۷ | حمیدرضا اسدی | شهرستان‌های تهران |
| ۸ | سید محمد حسینی گوکی | کرمان | ۱۸ | سجاد چشم براه | هرمزگان |
| ۹ | حمید گل صنملو | آذربایجان غربی | ۱۹ | فریدون بخشی | شهرستان‌های تهران |
| ۱۰ | قاسم عزیزی | اصفهان | | | |

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظر اصلاحی خود را درباره مطالب کتاب‌های درسی از طریق سامانه «نظرسنجی از محتوای کتاب درسی» به نشانی «nazar.roshd.ir» یا نامه به نشانی تهران ـ صندوق پستی ۴۸۷۴ ـ ۱۵۸۷۵ ارسال کنند.

**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**

Www.IranEstekhdam.Ir

## «لینک‌های مفید و مرتبط»

**دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز تاسیسات**

**خرید و دانلود**

**دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز تاسیسات**

**خرید و دانلود**

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir