



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

راهنمای هنر آموز

دانش فنی تخصصی

رشته تأسیسات مکانیکی

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز دانش فنی تخصصی (رشته تأسیسات مکانیکی) - ۲۱۲۸۸۰

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

داود بیطرفان - حسن ضیغمی - ناصر جمادی - میثم آقاجری - عباسعلی می‌بئی (اعضای

شورای برنامه‌ریزی)

حسن ضیغمی - حمید صادق‌پور - سید وحید سجادی - ناصر جمادی (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

جواد صفری (مدیر هنری) - الهه یعقوبی‌نیا (صفحه‌آرا)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن:

۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۷

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه 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 به صورت 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.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.

امام خمینی «قُدّس سرّه»

فصل اول: کسب اطلاعات فنی	۱
فصل دوم: تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات	۳۱
فصل سوم: انتخاب سیستم‌ها	۸۳
فصل چهارم: انتخاب فناوری به کمک رایانه	۱۰۷
فصل پنجم: تحلیل برآورد هزنیه	۱۱۵

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد. چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه دانش‌آموز/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است. در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌های اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است. امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه صبر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش



فصل ۱

کسب اطلاعات فنی

تحلیل برآورد
هزینه

انتخاب فناوری به
کمک رایانه

انتخاب
سیستم‌ها

تحلیل و بررسی
پدیده‌های حرارت
و سیالات

کسب اطلاعات
فنی

مقدمه

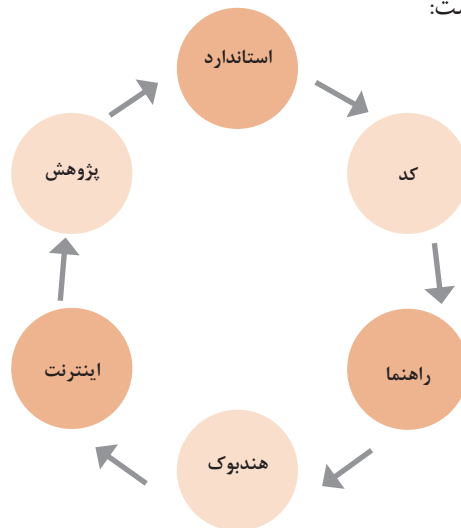
همکار محترم، هدف اصلی از تألیف این پودمان، رساندن هنرجوی رشته تأسیسات مکانیکی به یک نوع شایستگی است که با آن ابزار بتواند در حرفه خود از فنون یادگیری مادام‌العمر بهره ببرد.

فلسفه یادگیری، در سرتاسر زندگی انسان و انجام هر کاری وجود دارد. اگر چه این قابلیت همواره در طول تاریخ وجود داشته، اما در گذشته، نیاز کمتری نسبت به کاربرد آن احساس می‌شد. از اوایل قرن بیستم، تغییر و تحولات سریع جهانی، چهره تازه‌ای به زندگی انسان بخشیده و شرایط جدیدی را به وجود آورده است. این شرایط بیانگر آن است که دیگر نمی‌توان با تصورات، شیوه‌های سنتی و استراتژی‌های از پیش تعیین شده برای مقابله با مشکلات حاصل از روند رشد علم و فناوری و تغییر در ابعاد مختلف زندگی، مبارزه نمود.

سازمان یونسکو یادگیری مادام‌العمر را اینگونه توصیف نموده است:

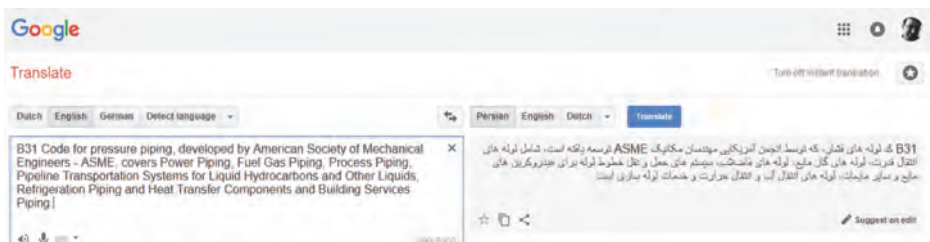
«یادگیری مادام‌العمر که با عنوان‌های دیگری مانند یادگیری مستمر، یادگیری مداوم، یادگیری در دوران زندگی نیز آورده شده است، یک مفهوم هنجاری نیست، بلکه یک اصل سازمان‌یافته چند بعدی است که جنبه عمودی آن شامل طی فرایند یادگیری از تولد تا مرگ است و جنبه افقی آن که کل گستره زندگی فردی و اجتماعی را در برمی‌گیرد، بر زمینه‌های متفاوت یادگیری شامل خانواده، اجتماع، مدرسه و محل کار متمرکز می‌شود. این نوع از یادگیری به جای تمرکز روی یادگیری یکنواخت در یک برهه از زندگی و استفاده از آن در بقیه عمر، ناگزیر از پراکنده‌سازی تمامی حواس و امکانات یادگیری در سرتاسر عمر است تا فرد بتواند متناسب با تغییرات روزمره زندگی و همراه با آنها، امکانات معیشتی خود را در این تطابق‌یابی جدید به بهترین وجه میسر سازد. در واقع، یادگیری مادام‌العمر اصل اساسی سازماندهی برای مشارکت در پیشبرد یادگیری رسمی، آزاد و غیررسمی است. این نوع از یادگیری برای سه مرحله از زندگی با سه هدف متفاوت متمرکز است: ۱- توسعه فرهنگی: وابسته به فهم، مالکیت فکری و مفهوم‌سازی ۲- توسعه اجتماعی: وابسته به شهروندی و مشارکت اجتماعی ۳- توسعه حرفه‌ای

و اشتغال‌پذیری: وابسته به تولید، رضایت شغلی، رفاه مالی و پایداری اقتصادی. اما هدف جزئی از گردآوری این پودمان آشنایی هنرجو با واژه‌های تخصصی زبان انگلیسی است که در حرفه تأسیسات مکانیکی کاربرد دارد. همان‌طور که در بخش سوم توصیف یونسکو از یادگیری مادام‌العمر آمد واژه «توسعه حرفه‌ای» قابل تأمل است و پرسشی که پیش می‌آید این است که چگونه توسعه حرفه‌ای محقق می‌شود. بی‌شک یکی از مواردی که باعث تحقق توسعه حرفه‌ای می‌شود، ارتقای سطح کیفی دانش و مهارت است و دستیابی به این امر محقق نمی‌گردد مگر اینکه ما قادر باشیم منابعی که قادر به کسب اطلاعات فنی از آن هستیم را شناخته و در موقعیت‌های مختلف زندگی حرفه‌ای بتوانیم آن منابع را به کارگیریم. لذا در ابتدای این پودمان یک دید کلی در یک نمودار در مورد انواع منابع اطلاعات فنی آورده شده است:



در ادامه نخستین بخشی که معرفی شده است استاندارد است. در این بخش پس از تعریف استاندارد تلاش شده که هنرجو را با نهادها و سازمان‌هایی که متولی استانداردهای تأسیسات مکانیکی هستند، معرفی کنیم. سپس طی یک پژوهش از هنرجو خواسته‌ایم که آن نهادها را شناسایی کند و در ادامه چند موضوع از استاندارد ASME و کاربرد آن که مربوط به رشته تأسیسات است را معرفی کرده‌ایم. در ادامه کد سری ASME B 31 را باز کرده‌ایم که خود این کد شامل چندین موضوع است و هر موضوع آن در چندین صفحه توسط نهاد مربوطه تدوین شده است. هنرآموزان عزیز عنایت داشته باشند که هدف از طراحی این پژوهش

آشناسازی هنرجویان با استاندارد و طبقه‌بندی آن است. ضمن اینکه از هنرجو مقداری ترجمه خواسته‌ایم تا با واژه‌ها تخصصی آشنا شود. زیرا برای جست‌وجوی مطالب اصلی در محیط اینترنت نیاز به یادگیری تعدادی واژه تخصصی می‌باشد. طبیعی است برای اینکه همه هنرجویان با این امر آشنا شوند می‌توانید گروه‌بندی انجام داده و ارائه را از ایشان بخواهید و نقش هر هنرجو در گروه مشخص شود. هنرجویان را با نرم‌افزارها و اپ‌های آفلاین و آنلاین ترجمه آشنا کرده و ایشان را راهنمایی کنید که گویش درست واژه‌ها چگونه انجام می‌شود. حتی‌المقدور از کلاسی استفاده کنید که مجهز به ویدئوپروژکتور و اینترنت آنلاین باشد تا بتوانید نرم‌افزارها و سایت‌هایی مشابه <https://translate.google.com> را به کار گیرید. محیط مترجم گوگل به شکل زیر است:



همان‌طور که مشخص است هنرجو می‌تواند یک واژه یا یک عبارت را در این محیط قرار داده و ترجمه نماید. بدیهی است ترجمه گوگل ممکن است دلخواه ما نبوده ولی خیلی می‌تواند در سرعت انجام کار مؤثر باشد. به طور حتم از هنرجویان بخواهید که با فشردن روی نماد بلندگو تلفظ درست واژه‌ها را فراگیرند.

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؟

راهنمایی: هدف از طرح این کار کلاسی چند موضوع است. نخست اینکه هنرجو بداند در محیط کار باید با قرارداد کار کند. دوم اینکه کاراکتر کارفرما را بشناسد. سوم اینکه تحت یک کد باید کار انجام شود. چهارم اینکه با حیطه‌های موضوع مربوط به این کد که از کدهای پرکاربرد در این رشته است آشنا شود.

کار کلاسی



پاسخ: ASME B31.9

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 کدی است برای لوله‌های تحت فشار، که توسط انجمن آمریکایی مهندسان مکانیک (ASME) توسعه یافته است، که پوشش می‌دهد: لوله‌کشی نیروگاهی، لوله‌کشی گاز سوختنی، لوله‌کشی فرایندی، خط لوله سیستم‌های انتقال هیدروکربن‌های مایع و سایر مایعات، لوله‌کشی تبرید و اجزای انتقال گرما و لوله‌کشی سرویس‌های ساختمان

B31.1 - 2016 - Power Piping

Piping for industrial plants and marine applications.

لوله‌کشی نیروگاهی

لوله‌کشی کارخانجات صنعتی و کاربردهای دریایی

توضیح: ویرایش ۲۰۱۶ این کد را مشاهده کنید ۳۶۶ صفحه است.

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).

لوله‌کشی گاز سوختنی

هنوز از ASME در دسترس است و مرجع خوبی برای طراحی سیستم‌های لوله‌کشی گاز (از کنتور تا دستگاه) است.

توضیح: این عبارت شاید به این دلیل آورده شده است که در کدهای جدید B31.2 وجود ندارد.

B31.3 - 2016 - Process Piping

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

لوله‌کشی فرایندی

طراحی کارخانه‌های شیمیایی و فراورده‌های نفتی و پالایشگاه‌ها پردازش مواد شیمیایی و هیدروکربن‌ها، آب و بخار

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

سیستم‌های خط لوله انتقال هیدروکربن‌های مایع و سایر مایعات
B31.5 - 2016 - Refrigeration Piping and Heat Transfer Components
لوله‌کشی تبرید و اجزای انتقال گرما
B31.8 - 2016 - Gas Transmission and Distribution Piping Systems
سیستم‌های لوله‌کشی توزیع و انتقال گاز

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.

لوله‌کشی سرویس‌های ساختمان
این بخش کد قوانینی مربوط به لوله‌کشی ساختمان‌های صنعتی، سازمانی، تجاری و عمومی و ساختمان‌های چند واحدی است که نیازی به طیف وسیعی از اندازه‌ها، فشارها و دماهای تحت پوشش B31.1 ندارد.
(منظور این است که B31.1 خیلی سخت‌گیرانه‌تر و ضریب ایمنی بالاتری دارد که ما در ساختمان معمولاً به آن نیاز نداریم).
این کد الزامات طراحی، مواد، ساخت، نصب، بازرسی، بررسی و آزمایش سیستم‌های لوله‌کشی برای سرویس‌های ساختمانی را مشخص می‌کند. این شامل سیستم‌های لوله‌کشی در محدوده مشخصات ساختمان است.

B31.11 - 2002 - Slurry Transportation Piping Systems
سیستم‌های لوله‌کشی حمل و نقل مایع
B31.12 - 2014 - Hydrogen Piping and Pipelines
لوله‌کشی هیدروژن و خط لوله آن

در کارکلاس بعدی ASHRAE معرفی شده است که در معرفی اشری به هندبوک‌های آن و ترمینولوژی آن پرداخته شده است. برای کارکلاسی هرنجو فصل‌های کتاب Fundamentals معرفی شده است که این کار باید به صورت مشارکتی در کلاس انجام شود و سه کتاب دیگر برای پژوهش آورده شده است. هر کتاب در بخش‌های جداگانه تدوین شده است. در جدول صفحه بعد 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.

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	جریان شاره (سیال)
4. Heat Transfer	انتقال گرما
5. Two - Phase Flow	جریان دو فازی
6. Mass Transfer	انتقال جرم
7. Fundamentals of Control	اصول کنترل
8. Sound and Vibration	صدا و ارتعاش
9. Thermal Comfort	آسایش گرمایی
10. Indoor Environmental Health	بهداشت محیط داخلی
11. Air Contaminants	آلاینده‌های هوا
12. Odors	عطر و بو
13. Indoor Environmental Modeling	مدل سازی محیط داخلی
14. Climatic Design Information	اطلاعات طراحی اقلیمی
15. Fenestration	پنجره‌بندی
16. Ventilation and Infiltration	تهویه و نفوذ

17. Residential Cooling and Heating Load Calculations	محاسبات بار گرمایی و سرمایی ساختمان مسکونی
18. Nonresidential Cooling and Heating Load Calculations	محاسبات بار گرمایی و سرمایی ساختمان غیر مسکونی
19. Energy Estimating and Modeling Methods	روش های برآورد انرژی و مدل سازی
20. Space Air Diffusion	پخش هوا
21. Duct Design	طراحی کانال
22. Pipe Design	طراحی لوله
23. Insulation for Mechanical Systems	عایق برای سیستم های مکانیکی
24. Airflow Around Buildings	جریان هوای خارج ساختمان
25. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Fundamentals	کنترل گرما، هوا و رطوبت در ساختمان - مبانی
26. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Material Properties	کنترل گرما، هوا و رطوبت در ساختمان - ویژگی مواد
27. Heat, Air, and Moisture Control in Building Assemblies—Examples	کنترل گرما، هوا و رطوبت در ساختمان - مثال ها
28. Combustion and Fuels	احتراق و سوخت
29. Refrigerants	مبردها
30. Thermophysical Properties of Refrigerants	ویژگی ترموفیزیکی مبردها
31. Physical Properties of Secondary Coolants (Brines)	ویژگی فیزیکی خنک کننده ثانویه (محلول های نمک)
32. Sorbents and Desiccants	مواد جاذب و جاذب آب
33. Physical Properties of Materials	ویژگی های فیزیکی مواد
34. Energy Resources	منابع انرژی
35. Sustainability	پایایی (منظور ساختمان های دوستدار محیط زیست)

36. Moisture Management in Buildings	مدیریت رطوبت در ساختمان
37. Measurement and Instruments	اندازه‌گیری و ابزار دقیق
38. Abbreviations and Symbols	علائم اختصاری و نمادها
39. Units and Conversions	واحدها و تبدیل‌ها
40. Codes and Standards	کدها و استانداردها

Description of 2016 ASHRAE Handbook—HVAC Systems and Equipment

CHAPTER	نام فصل
1. HVAC System Analysis and Selection	تحلیل و انتخاب سیستم‌های تهویه مطبوع
2. Decentralized Cooling and Heating	گرمایش و سرمایش غیرمتمرکز (مستقل)
3. Central Cooling and Heating Plants	گرمایش و سرمایش مرکزی (موتورخانه)
4. Air Handling and Distribution	ساخت هوا و توزیع آن
5. In-Room Terminal Systems	سیستم‌های پایانه اتاقی
6. Radiant Heating and Cooling	گرمایش و سرمایش تابشی
7. Combined Heat and Power Systems	سیستم‌های ترکیبی تولید برق و گرما
8. Combustion Turbine Inlet Cooling	سردسازی ورودی توربین احتراقی
9. Applied Heat Pump and Heat Recovery Systems	سیستم‌های پمپ گرمایی کاربردی و بازیافت گرما
10. Small Forced-Air Heating and Cooling Systems	سیستم‌های کوچک گرمایش و سرمایش هوای اجباری
11. Steam Systems	سیستم‌های بخار
12. District Heating and Cooling	گرمایش و سرمایش منطقه‌ای
13. Hydronic Heating and Cooling	گرمایش و سرمایش آبی
14. Condenser Water Systems	سیستم‌های کندانسر آبی

15. Medium- and High-Temperature Water Heating	گرمایش آب با دمای متوسط و بالا
16. Infrared Radiant Heating	گرمایش تابشی فروسرخ
17. Ultraviolet Lamp Systems	سیستم‌های لامپی فرابنفش
18. Variable Refrigerant Flow	جریان مبرد متغیر (VRF)
19. Duct Construction	ساخت کانال
20. Room Air Distribution Equipment	دستگاه‌های توزیع هوای اتاقی
21. Fans	فن‌ها
22. Humidifiers	رطوبت‌زن‌ها
23. Air-Cooling and Dehumidifying Coils	سرمايش هوا و کویل‌های رطوبت‌گیر
24. Desiccant Dehumidification and Pressure-Dry- ing Equipment	جاذب‌های رطوبت و فشار - دستگاه‌های خشک‌کن
25. Mechanical Dehumidifiers and Related Components	رطوبت‌گیرهای مکانیکی و اجزای آن
26. Air-to-Air Energy Recovery Equipment	دستگاه‌های بازیافت انرژی هوا به هوا (مبدل هوا به هوا)
27. Air-Heating Coils	کویل‌های گرمایش هوا
28. Unit Ventilators, Unit Heaters, and Makeup Air Units	واحد تهویه، یونیت هیترها و واحدهای ساخت هوا
29. Air Cleaners for Particulate Contaminants	تمیزکننده‌های هوا برای آلاینده‌های ذره‌ای
30. Industrial Gas Cleaning and Air Pollution Con- trol	تصفیه گاز صنعتی و کنترل آلودگی هوا
31. Automatic Fuel-Burning Systems	سیستم‌های احتراق سوخت خودکار
32. Boilers	بویلرها (دیگ‌ها)
33. Furnaces	کوره‌ها

34. Residential In-Space Heating Equipment	دستگاه‌های گرمایش فضاهاى مسكونى
35. Chimney, Vent, and Fireplace Systems	سیستم‌های دودکش، هواکش و شومینه
36. Hydronic Heat-Distributing Units and Radiators	گرمایش آبی - واحدهای توزیع و رادیاتورها
37. Solar Energy Equipment	دستگاه‌های انرژی خورشیدی
38. Compressors	کمپرسورها
39. Condensers	چگالنده‌ها (کندانسرها)
40. Cooling Towers	برج‌های خنک‌کننده
41. Evaporative Air-Cooling Equipment	دستگاه‌های سرمایش تبخیری هوا
42. Liquid Coolers	سردکننده‌های مایع
43. Liquid-Chilling Systems	سیستم‌های سردسازی مایع
44. Centrifugal Pumps	پمپ‌های گریز از مرکز
45. Motors, Motor Controls, and Variable-Frequency Drives	موتورها، کنترل‌های موتور و محرک‌های فرکانس متغیر
46. Pipes, Tubes, and Fittings	لوله‌ها، تیوب‌ها و اتصالات
47. Valves	شیرها
48. Heat Exchangers	مبدل‌های گرمایی
49. Unitary Air Conditioners and Heat Pumps	واحد تهویه مطبوع و پمپ گرمایی
50. Room Air Conditioners and Packaged Terminal Air Conditioners	تهویه مطبوع اتاقی پکیج تهویه مطبوع پایانه‌ای
51. Thermal Storage	ذخیره گرمایی
52. Codes and Standards	کدها و استانداردها

View the Description of the 2015 ASHRAE Handbook—HVAC Applications

CHAPTER	نام فصل
1. Residences	فضاهای مسکونی
2. Retail Facilities	تجهیزات کوچک
3. Commercial and Public Buildings	ساختمان های تجاری و عمومی
4. Tall Buildings	ساختمان های بلندمرتبه
5. Places of Assembly	مجمع ها
6. Hotels, Motels, and Dormitories	هتل، متل و خوابگاه ها
7. Educational Facilities	تجهیزات آموزشی
8. Health Care Facilities	تجهیزات بهداشتی
9. Justice Facilities	تجهیزات قضایی
10. Automobiles	خودرو
11. Mass Transit	حمل و نقل
12. Aircraft	هواپیما
13. Ships	کشتی ها
14. Industrial Air Conditioning	تهویه مطبوع صنعتی
15. Enclosed Vehicular Facilities	محل های وسایل نقلیه بسته (تونل، گاراژ، پایانه و...)
16. Laboratories	آزمایشگاه ها
17. Engine Test Facilities	تجهیزات آزمایش موتور
18. Clean Spaces	فضاهای پاک (مانند اتاق عمل و...)
19. Data Centers and Telecommunication Facilities	مرکز داده و تجهیزات مخابراتی

20. Printing Plants	چاپخانه
21. Textile Processing Plants	کارخانه فرایند نساجی
22. Photographic Material Facilities	تجهیزات مواد عکاسی
23. Museums, Galleries, Archives, and Libraries	موزه‌ها، گالری‌ها، بایگانی‌ها و کتابخانه‌ها
24. Environmental Control for Animals and Plants	کنترل محیط برای حیوانات و گیاهان
25. Drying and Storing Selected Farm Crops	خشک کردن و نگهداری محصولات منتخب مزرعه
26. Air Conditioning of Wood and Paper Product Facilities	تهویه مطبوع تجهیزات تولید چوب و کاغذ
27. Power Plants	نیروگاه‌ها
28. Nuclear Facilities	تجهیزات هسته‌ای
29. Mine Ventilation and Air Conditioning	تهویه مطبوع و تهویه معدن
30. Industrial Drying	خشک کردن صنعتی
31. Ventilation of the Industrial Environment	تهویه محیط صنعتی
32. Industrial Local Exhaust	خارج کردن (هوای) صنعتی
33. Kitchen Ventilation	تهویه آشپزخانه
34. Geothermal Energy	انرژی زمین گرمایی
35. Solar Energy Use	به کارگیری انرژی خورشیدی
36. Energy Use and Management	مدیریت و به کارگیری انرژی
37. Owning and Operating Costs	هزینه‌های اجرا و عملیات
38. Testing, Adjusting, and Balancing	آزمایش، تنظیم و تعادل
39. Operation and Maintenance Management	مدیریت عملیات و نگهداری و تعمیر
40. Computer Applications	برنامه‌های کامپیوتری

41. Building Energy Monitoring	نظارت انرژی ساختمان
42. Supervisory Control Strategies and Optimization	استراتژی‌های کنترل نظارت و بهینه سازی
43. HVAC Commissioning	راه‌اندازی HVAC
44. Building Envelopes	پوسته خارجی ساختمان
45. Building Air Intake and Exhaust Design	طراحی هوای ورودی و خروجی ساختمان
46. Air Cleaners for Gaseous Contaminants	پاک‌کننده‌های هوا برای آلاینده‌های گاز
47. Design and Application of Controls	طراحی و کاربرد کنترل‌ها
48. Noise and Vibration Control	کنترل نویز و ارتعاش
49. Water Treatment: Deposition, Corrosion and Biological Control	تصفیه آب: رسوب، خوردگی و کنترل زیستی
50. Service Water Heating	سرویس آب گرم
51. Snow Melting and Freeze Protection	ذوب برف و حفاظت از انجماد
52. Evaporative Cooling	سردسازی تبخیری
53. Fire and Smoke Control	کنترل آتش و دود
54. Radiant Heating and Cooling	گرمایش و سرمایش تابشی
55. Seismic- and Wind-Resistant Design	طراحی مقاوم در برابر زمین لرزه و باد
56. Electrical Considerations	ملاحظات برقی
57. Room Air Distribution	توزیع هوای اتاقی
58. Integrated Building Design	طراحی جمعی ساختمان (با حضور همه عوامل)
59. HVAC Security	امنیت HVAC
60. Ultraviolet Air and Surface Treatment	هوای فرابنفش و تصفیه سطحی

61. Smart Building Systems	سیستم‌های ساختمان هوشمند
62. Moisture Management in Buildings	مدیریت رطوبت در ساختمان‌ها
63. Codes and Standard	کدها و استانداردها

Description 2018 ASHRAE Handbook—Refrigeration

CHAPTER	نام فصل
1. Halocarbon Refrigeration Systems	سیستم‌های تبرید هالوکربنی
2. Ammonia Refrigeration Systems	سیستم‌های تبرید آمونیاکی
3. Carbon Dioxide Refrigeration Systems	سیستم‌های تبرید دی اکسیدکربن
4. Liquid Overfeed Systems	سیستم‌های بیش تغذیه مایع
5. Component Balancing in Refrigeration Systems	اجزای تعدیل در سیستم‌های تبرید
6. Refrigerant System Chemistry	شیمی سیستم ماده سرمازا
7. Control of Moisture and Other Contaminants in Refrigerant Systems	کنترل رطوبت و سایر آلاینده‌ها در سیستم‌های مبرد
8. Equipment and System Dehydrating, Charging, and Testing	تجهیزات و سیستم رطوبت گرفتن، شارژ و آزمایش
9. Refrigerant Containment, Recovery, Recycling, and Reclamation	محدودسازی، بازیابی، بازیافت و احیای ماده سرمازا
10. Insulation Systems for Refrigerant Piping	سیستم‌های عایق برای لوله‌کشی ماده سرمازا
11. Refrigerant Control Devices	دستگاه‌های کنترل ماده سرمازا
12. Lubricants in Refrigerant Systems	روان‌کننده‌ها در ماده سرمازا
13. Secondary Coolants in Refrigeration Systems	ماده سرمازای ثانویه در سیستم‌های تبرید
14. Forced-Circulation Air Coolers	کولرهای گردش هوای اجباری

15. Retail Food Store Refrigeration and Equipment	تبرید فروشگاه کوچک مواد غذایی و تجهیزات آن
16. Food Service and General Commercial Refrigeration Equipment	خدمات غذا و تجهیزات تبرید بازرگانی عمومی
17. Household Refrigerators and Freezers	یخچال و فریزر خانگی
18. Absorption Equipment	تجهیزات جذبی
19. Thermal Properties of Foods	ویژگی گرمایی مواد غذایی
20. Cooling and Freezing Times of Foods	زمان سردسازی و انجماد غذا
21. Commodity Storage Requirements	مقررات ذخیره سازی کالا
22. Food Microbiology and Refrigeration	میکروبیولوژی مواد غذایی و تبرید
23. Refrigerated-Facility Design	طراحی دستگاه سردکننده
24. Refrigerated-Facility Loads	طراحی دستگاه سردکننده
25. Cargo Containers, Rail Cars, Trailers, and Trucks	ظروف حمل، ماشین های ریلی، تریلرها و کامیون ها
26. Marine Refrigeration	تبرید دریایی
27. Air Transport	حمل و نقل هوایی
28. Methods of Precooling Fruits, Vegetables and Cut Flowers	روش های پیش سرد کردن میوه، سبزیجات و گل چیده شده
29. Industrial Food-Freezing Systems	سیستم های صنعتی انجماد غذا
30. Meat Products	محصولات گوشتی
31. Poultry Products	محصولات طیور
32. Fishery Products	محصولات آبزیان
33. Dairy Products	محصولات لبنی

34. Eggs and Egg Products	تخم مرغ و محصولات تخم مرغ
35. Deciduous Tree and Vine Fruit	میوه درختان برگ ریز و تاک
36. Citrus Fruit, Bananas, and Subtropical Fruit	میوه مرکبات، موز و میوه های نیمه گرمسیری
37. Vegetables	سبزیجات
38. Fruit Juice Concentrates and Chilled Juice Products	کنسانتره آب میوه و محصولات آبمیوه ای سرد شده
39. Beverages	نوشیدنی ها
40. Processed, Precooked, and Prepared Foods	مواد غذایی پردازش شده، پیش پز و آماده
41. Bakery Products	محصولات نانوائی
42. Chocolates, Candies, Nuts, Dried Fruits, and Dried Vegetables	شکلات، آب نبات، آجیل، میوه خشک و سبزیجات خشک
43. Ice Manufacture	تولید یخ
44. Ice Rinks	میدان یخ بازی
45. Concrete Dams and Subsurface Soils	سدهای بتنی و خاک های زیر سطحی
46. Refrigeration in the Chemical Industry	تبرید در صنعت شیمی
47. Cryogenics	کریوژنیک (مواد سرمازای دما پایین)
48. Ultralow-Temperature Refrigeration	تبرید دماهای خیلی پایین
49. Biomedical Applications of Cryogenic Refrigeration	کاربردهای پزشکی تبرید کریوژنیک
50. Terminology of Refrigeration	اصطلاحات تبرید

در ادامه یک کارکلاسی مربوط به شیرها آمده است که مربوط به متن اشری است و معرفی یک هندبوک مربوط به لوله کشی ASPE آمده است.

Valves & Hose Bibs

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

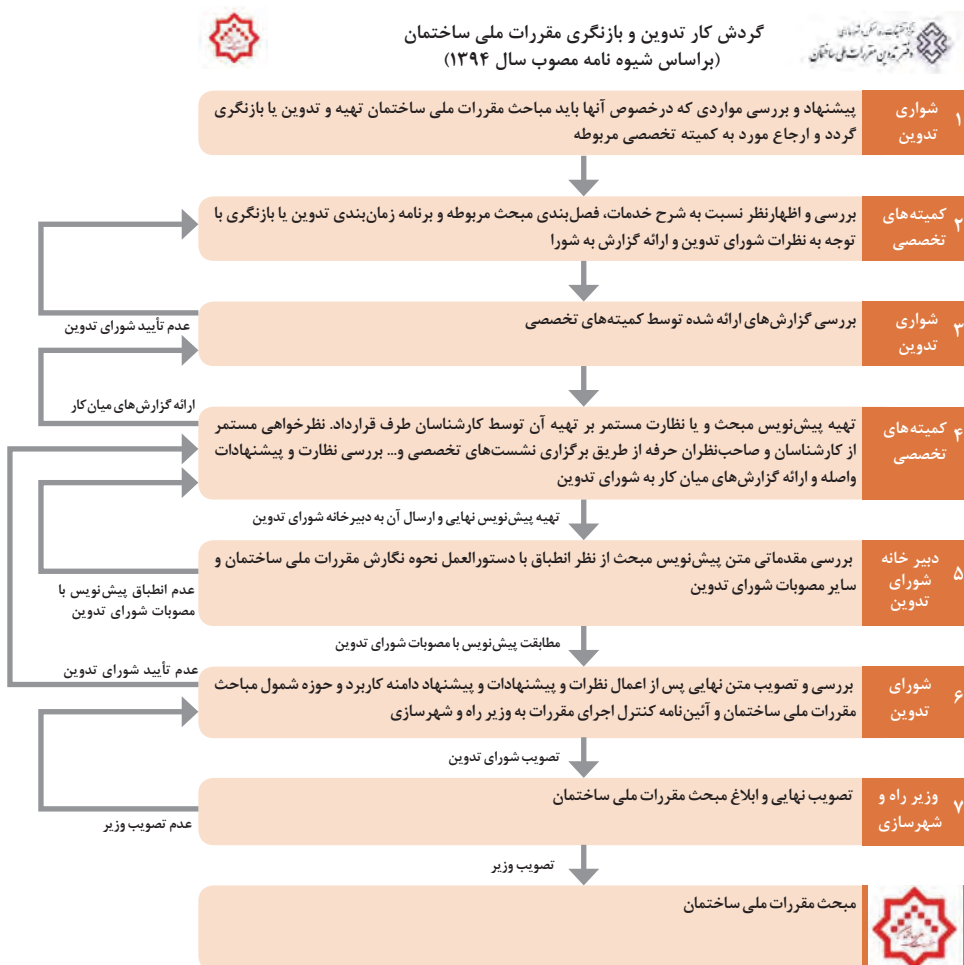
شیرهای بین مسیر ممکن است به صورت قطع کامل آب یا کنترل جریان آب، در هر نقطه از سیستم ساخته شوند.

در کار کلاسی این بخش خواسته شده که هر نوع شیر را به توضیح آن متصل کند. برای راهنمایی زیر بخش مشخصه خط کشیده شده است.

- a. Gate valve is designed to be fully opened or closed.
- b. Check valve is a non-return valve
- c. Globe valve is a type of valve used for regulating or controlling flow in a pipeline.
- d. Plug valve have one or more hollow passageways going sideways through the plug.
- e. Hose bib is a valve controlling the release of a liquid or gas. spigot or faucet that is threaded to accept a hose.
- f. Strainer valve is a device that removes particles from a given liquid or gas.
- g. Safety valve is a valve automatically releases a substance from a boiler, pressure vessel, or other system, when the pressure or temperature exceeds preset limits
- h. Pressure reducing valve is a control valve that reduces the input pressure of a fluid to a desired value at its output.
- i. Ball valve is a form of quarter-turn valve which uses a hollow ball.
- j. Float valve is used to control fluid level in water tanks, such as those found in flush tank.
- k. Butterfly valve 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. Air vent valve is a safety device that discharges air at the water supply piping in order to avoid air related problems in the water piping systems.

مقررات (Regulation)

در این بخش تلاش شده که به تفاوت بین کد و استاندارد توجه شود و نقش کد و معرفی کدهای رایج در رشته تأسیسات آورده شده است. در ادامه برای اینکه کدها و نهادهای ارائه‌دهنده را بشناسد یک پژوهش آورده شده است تا هنرجو با مبحث‌های مقررات ملی و نشریات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور آشنا شود. مبحث‌های ۲۲ گانه مقررات ملی که توسط دفتر تدوین مقررات ملی ساختمان که زیرمجموعه مرکز تحقیقات ساختمان مسکن است و خود زیر نظر وزارت راه و شهرسازی فعالیت دارد طی یک نموداری که خود دفتر منتشر کرده و برای آشنایی در زیر آمده است جمع‌آوری می‌شود.



برای آشنایی نام تمام مبحث‌های ۲۲ گانه آورده شده است و همان‌طور که ملاحظه می‌شود نام مبحث‌هایی که برای رشته تأسیسات مکانیکی بیشترین کاربرد را دارد در کتاب آورده شده است.

مبحث اول: تعاریف

مبحث دوم: نظامات اداری

مبحث سوم: حفاظت ساختمان‌ها در مقابل حریق

مبحث چهارم: الزامات عمومی ساختمان

مبحث پنجم: مصالح و فراورده‌های ساختمانی

مبحث ششم: بارهای وارد بر ساختمان

مبحث هفتم: پی و پی‌سازی

مبحث هشتم: طرح و اجرای ساختمان‌های با مصالح بنایی

مبحث نهم: طرح و اجرای ساختمان‌های بتن آرمه

مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی

مبحث یازدهم: طرح و اجرای صنعتی ساختمان‌ها

مبحث دوازدهم: ایمنی و حفاظت کار در حین اجرا

مبحث سیزدهم: طراح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها

مبحث چهاردهم: تأسیسات مکانیکی

مبحث پانزدهم: آسانسورها و پلکان برقی

مبحث شانزدهم: تأسیسات بهداشتی

مبحث هفدهم: لوله‌کشی گاز طبیعی ساختمان‌ها

مبحث هجدهم: عایق‌بندی و تنظیم صدا

مبحث نوزدهم: صرفه‌جویی در مصرف انرژی

مبحث بیستم: علائم و تابلوها

مبحث بیست و یکم: پدافند غیرعامل

مبحث بیست و دوم: مراقبت و نگهداری

برای اطلاع از مقررات ملی به سایت <http://www.nbri.ir/>

و برای اطلاع از نشریات سازمان مدیریت

<http://shaghoool.ir/list.php?gr=۲#maintable>

CODE		نهاد ارائه دهنده	کاربرد
مبحث‌های مقررات ملی ساختمان ایران	چهاردهم	وزارت راه و شهرسازی	تأسیسات مکانیکی
	شانزدهم		تأسیسات بهداشتی
	هفدهم		لوله کشی گاز طبیعی ساختمان‌ها
	نوزدهم		صرفه جویی در مصرف انرژی
	بیست و دوم		مراقبت و نگهداری
نشریات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	۱۲۸	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور	مشخصات فنی عمومی تأسیسات مکانیکی ساختمان
	۴۲۳		مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها
	۵۱۷		دستورالعمل انتخاب و طراحی تجهیزات کنترل ضربه قوچ در تأسیسات آبرسانی شهری
	۴۶۱		راهنمای پذیرش (Commissioning) تأسیسات مکانیکی ساختمان (تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع) - شرح خدمات در دوره تهیه و اجرای طرح
	۴۶۰		راهنمای راهبری و نگهداری تأسیسات مکانیکی ساختمان (تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع) - شرح خدمات در دوره تهیه و اجرای طرح
	۲۷۱		شرایط طراحی (DESIGN CONDITIONS) برای محاسبات تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع ویژه تعدادی از شهرهای کشور
	۱۳۸		مهندسی نگهداری ساختمان و تأسیسات
	۲۴۱		راهنمای نشت یابی و جلوگیری از تلفات آب در تأسیسات آبرسانی شهری
	۳۹		شرح قیمت‌های واحد تیپ برای کارهای تأسیسات حرارتی و تهویه مطبوع (تدوین سال ۱۳۵۳)
	۲۷		مشخصات فنی عمومی لوله کشی آب سرد و گرم و فاضلاب ساختمان (تدوین سال ۱۳۵۲)



در این گفت و گو خواستیم تفاوت کد و استاندارد را با توجه به جدول انتخاب لوله بباوریم. به طور مشخص این چند شماره استاندارد که در جدول آمده حکم کد را پیدا کرده و توسط مبحث، الزام آور شده است.

جدول (۱۴-۱۰-۳): انتخاب لوله ترموپلاستیک تک لایه و چند لایه برای تأسیسات مکانیکی ساختمان

تعداد لایه	نوع لوله	استاندارد ملی	استاندارد ISO	استاندارد اروپایی	استاندارد ANSI/ASTM
تک لایه	PEX	13205-1,2,3,5	15875-1,2,3,5	BS 7291-3 DIN 16892,16893	F876 F877
	PE-RT Type2	13252-1,2,3,5	22391-1,2,3,5	DIN 16833,16834	F2769 F2623
چند لایه	PEX/AL/PEX	12753-1,2,3,5	21003-1,2,3,5	DIN 16836,16837	F1281 F1335
	PE-RT/AL/ PE-RT Type2	12753-1,2,3,5	21003-1,2,3,5	DIN 16836,16837	F1282 F1335

* ضریب اطمینان این لوله ها باید حداقل ۱/۵۰ باشد.

دستینه (HANDBOOK)

در این بخش قصد داریم هندبوک را که یکی از منابع کسب اطلاعات فنی است معرفی کرده هنرجو را با هندبوک های رایج در رشته تأسیسات مکانیکی آشنا کنیم. در ادامه برای اینکه هنرجو با هندبوک های تأسیسات و واژه های فنی آشنا شود چند عدد را معرفی و از ایشان کاربرد را خواسته ایم.



۱ همان طور که گفته شد یکی از هندبوک های مورد تأیید برای رشته تأسیسات مکانیکی هندبوک اشری می باشد، 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	تهویه مطبوع
HANDBOOK OF AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION	Shan K. Wang	تهویه مطبوع و تبرید

HVAC Systems Design Handbook		Haines ,Myers	تهویه مطبوع
Handbook on Plumbing Installation for Buildings		Water Supplies Department	لوله کشی ساختمان
HVAC Pump Handbook		James B. Rishel	پمپ تهویه مطبوع
Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation		ALI VEDAVARZ SUNIL KUMAR IQBAL HUSSAIN	طراحی و پیاده سازی تهویه مطبوع
INTERNATIONAL PLUMBING CODES HANDBOOK		R. Dodge Woodson	لوله کشی
Plumbing Engineering Design Handbook	Volume-۱ Fundamentals of Plumbing Engineering	American Society of Plumbing Engineers(ASPE)	اصول لوله کشی
	Volume-۲ Plumbing Systems		سیستم های لوله کشی
	Volume-۳ Special Plumbing Systems		سیستم های لوله کشی ویژه
	Volume-۴ Plumbing Components and Equipment		تجهیزات و اجزای لوله کشی
Boiler operator's handbook		Heselton, Kenneth E	دیگ

در بخش دوم به معرفی بخش های هندیوک کریر که یکی از هندیوک های پرمصرف در این رشته است پرداخته شده است. این هندیوک با نام «راهنمای طراحی سیستم های تهویه مطبوع» توسط آقایان غلامرضا ملک زاده و محمد حسین کاشانی حصار ترجمه شده است.

PART No.	PART NAME	نام بخش
۱	HVAC Load Estimating	برآورد بار HVAC
۲	Air Distribution	توزیع هوا
۳	Piping Design	طراحی سیستم لوله کشی
۴	Refrigerant-Brines-Oils	مبرد - محلول های نمک - روغن ها
۵	Water Conditioning	تصفیه آب
۶	Air Handling Equipment	تجهیزات انتقال هوا
۷	Refrigeration Equipment	تجهیزات تبرید
۸	Auxiliary Equipment	تجهیزات کمکی
۹	Systems Applications	سیستم ها و کاربرد آن
۱۰	All Air Systems	سیستم های تمام هوا
۱۱	All Water System	سیستم تمام آب
۱۲	Water and DX System	سیستم آبی و DX (انبساط مستقیم = Direct eXpansion)

راهنماها (MANUAL & GUIDE)

این بخش شاید مهم ترین هدف این پودمان برای هنرجویان باشد. زیرا رویه کار برای یک فرد از کارگر ماهر گرفته تا تکنسین و مهندس باید به گونه ای باشد که هنرجو قبل از اقدام به هر کدام از عملیات سفارش خرید، انتخاب، نصب، راه اندازی، نگهداری، بازرسی، عیب یابی، تعمیر و... باید راهنما یا مانوال آن را مطالعه نموده و سپس کار مورد نظر را انجام دهد. چند راهنمای پرکاربرد در رشته تأسیسات شامل کاتالوگ، راهنمای کاربر، راهنمای نصب، راهنمای نگهداری و تعمیر و راهنمای عیب یابی می باشند.

در کارکلاسی و پژوهشی که بدین منظور داده شده یک راهنمای فارسی و یک راهنمای انگلیسی تهیه و به هنرجو نشان دهید و در بخش راهنمای انگلیسی از هنرجویان بخواهید که ترجمه بخشی از آن را انجام دهند. در کارکلاسی نخست راهنمای نصب یک کولرگازی آورده شده است و صفحه نخست آن که فهرست

است، بخش‌های مختلف آدرس داده شده و در یک بخش دیگر از همان راهنما عمل نصب نشان داده شده است. هدف از فهرست این است که هنرجو درکی از راهنما پیدا کند و بداند که شامل چه بخش‌های ممکن است، باشد.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود در صفحه contents یا فهرست چند موضوع مشخص شده است:

۱- نوع راهنما: راهنمای نصب کولرگازی

۲- زبان راهنما: انگلیسی است. حتماً این موضوع را با هنرجویان در میان بگذارید که تولیدکنندگان ترجمه‌های متفاوتی از راهنما دارند و بستگی به اینکه در کدام کشور محصول خود را به صورت رسمی به فروش می‌رسانند باید راهنما داشته باشند.

۳- فهرست: در این بخش توجه هنرجو را به این نکته جلب کنید که نخستین موضوع ایمنی است که در راهنما به آن اشاره شده است

ملاحظات ایمنی..... Safety precautions.....
نصب واحد داخلی و خارجی Installation of Indoor, Outdoor unit
نصب واحد داخلی The indoor unit installation
نصب کنترل از راه دور Remote controller installation.....
سیم‌کشی Wiring connection.....
کار با شعله و لوله‌کشی.... Flaring Work and Connection of Piping....
نصب پانل تزئینی Installation to decorative panel.....
لوله‌کشی تخلیه واحد داخلی..... Indoor unit drain piping.....
آزمون راه‌اندازی..... Test running.....
آزمون نشت و تخلیه..... Leakage test and Evacuation.....
راهنمای نصب کنار دریا..... Installation guide at seaside.....
در کار کلاسی بعد به راهنمای عیب‌یابی اشاره شده است و برای نمونه راهنمای عیب‌یابی یک پمپ داده شده است.

Troubleshooting	عیب یابی	
PROBLEM	POSSIBLE CAUSE	SUGGESTED ACTION
مشکل	علت احتمالی	اقدام پیشنهادی
Not Enough Liquid Delivered	Pump not primed.	Prime pump. Install a priming system if possible.
	پمپ دارای سیستم راه انداز اولیه نیست.	اگر ممکن است یک سیستم راه انداز اولیه نصب کنید.
	Suction or discharge plugged or closed.	Open suction. If plugged shutdown pump and remove blockage
مایع به اندازه کافی تحویل داده نمی شود.	مکش یا دهش مسدود یا بسته شده	مکش را باز کنید. اگر مسدود شده است پمپ را خاموش و انسداد را برطرف کنید
	Air leak in supply or at seal area.	Check system for air leaks and repair as necessary. Replace seals if required.
	نشت هوا در رفت یا در منطقه سیل بندی وجود دارد.	سیستم را از نظر نشت هوا چک و در صورت ضرورت تعمیر کنید. در صورت لزوم، سیل را جایگزین کنید.
	Wrong direction of rotation.	Adjust motor electrical wiring to correct rotation.
	جهت نادرست چرخش	سر سیم بندی موتور را درست کنید تا جهت چرخش درست شود.
	Discharge head too high.	Lower discharge head requirement.
	بار دهش خیلی زیاد است.	در صورت نیاز بار دهش را کاهش دهید.
	Suction lift too high.	Lower pump in system until the pump is easily supplied with material.
	ارتفاع مکش خیلی زیاد است.	پمپ را در سیستم پایین تر برده تا زمانی که پمپ به راحتی با مواد تغذیه شود.
	Speed too slow (low voltage, wrong frequency, wrong motor).	Adjust voltage and frequency. Change motor if necessary
	سرعت خیلی آهسته (ولتاژ پایین، فرکانس اشتباه، موتور اشتباه)	تنظیم ولتاژ و فرکانس در صورت لزوم موتور را تغییر دهید.
	Excessive air in material	Adjust system to remove excess air from material before it reaches the pump.
	هوا بیش از حد در مواد (منظور سیال پمپ مانند هوا در آب)	سیستم را تنظیم کنید تا هوا بیش از حد تا قبل از رسیدن به پمپ از مواد خارج شود.
	Insufficient NPSH (Net Positive Suction Head) available.	Adjust system to provide correct NPSH.
	NPSH کافی در دسترس نیست. (ارتفاع مثبت خالص مکش)	سیستم را برای ارائه NPSH درست تنظیم کنید.

در بخش بعدی به ترمینولوژی یا واژه شناسی پرداخته شده است کار کلاسی آن به شکل زیر است:

کار کلاسی



بخشی از واژه‌نامه انتهای فصل هفتم هندیوک لوله‌کشی ASPE با عنوان: همان‌طور که در جدول هندیوک‌ها آمد American Society of Plumbing Engineers (ASPE) این هندیوک همان‌طور که از نام آن مشخص است مربوط به لوله‌کشی می‌باشد که در چهار جلد ارائه می‌شود. Energy and Resource Conservation in Plumbing Systems حفاظت از انرژی و منابع در سیستم‌های لوله‌کشی

واژه‌نامه GLOSSARY

واحد گرمایی بریتانیایی (Btu) British thermal unit

A heat unit equal to the amount of heat required to raise ۱ pound of water ۱ degree Fahrenheit.

یک واحد گرما برابر با مقدار گرما مورد نیاز برای افزایش ۱ پوند آب ۱ درجه فارنهایت است.

ضریب عملکرد (COP) Coefficient of performance

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.

نسبت مقدار گرمای گرفته شده به مقدار انرژی ورودی در هر نوع واحد، به‌طور کلی مربوط به یک سیستم تبرید تحت شرایط عملیاتی تعیین شده است.

کندانسر Condenser

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

یک مبدل گرمایی است که گرمای بخار را گرفته و آن را تبدیل به مایع می‌کند

Delta T (ΔT)

اختلاف دما. Temperature differential.

(گرم کردن آب مصرفی) خانگی Domestic water heating

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

تأمین آب گرم برای مصرف خانگی و تجاری به غیر از گرمایش راحتی (ساختمان)

انرژی Energy

The force required for doing work.

نیروی مورد نیاز برای انجام کار

منبع انرژی خورشیدی Solar energy source

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

منبع انرژی شیمیایی، گرمایی یا الکتریسیته حاصل از تبدیل تابش خورشیدی است.

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 می گردد. امکان جبران پودمان های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان کسب اطلاعات فنی

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)
۳	۱- به کارگیری با ترجمه فنی بخشی از هندبوک تخصصی داده شده ۲- به کارگیری با ترجمه فنی بخشی از راهنمای نصب نگهداری داده شده	بالاتر از حد انتظار	روش به کارگیری منابع اطلاعات فنی در کارها اعم از استانداردها، راهنماها، نرم افزارها	کسب اطلاعات فنی
۲	۱- تحلیل تفاوت بین کد و استانداردهای رشته ۲- به کارگیری هندبوک و راهنماهای تخصصی رشته	در حد انتظار (کسب شایستگی)		
۱	۱- تحلیل منابع اطلاعاتی رشته ۲- روش به کارگیری از منابع اطلاعاتی مجازی	پایین تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)		
	نمره مستمر از ۵			
	نمره شایستگی پودمان از ۳			
	نمره پودمان از ۲۰			

فصل ۲

تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

تحلیل بر آورد
هزینه

انتخاب فناوری به
کمک رایانه

انتخاب
سیستم‌ها

تحلیل و بررسی
پدیده‌های حرارت
و سیالات

کسب اطلاعات
فنی

در درس دانش فنی سعی شده است برای یادگیری بهتر و مؤثرتر یادگیرندگان قبل از بیان هر موضوع درسی یک یا چند بحث کلاسی مرتبط مطرح شود تا زمانی که موضوع توسط هنرآموز مطرح می‌شود هنرجو فهم بهتری از موضوع داشته باشد ضمن اینکه هنرجو در فرایند یادگیری مشارکت فعال داشته و صرفاً مخاطب نخواهد بود.

مباحث دانش فنی به نحوی طراحی شده‌اند که تا حد زیادی از به کاربردن اعداد، ارقام و محاسبات خاص با هدف انتقال مفاهیم اصلی صرف نظر شود، تا هنرجویان بتوانند با تحلیل موضوعات و ارتباط کاربردی با مباحث تخصصی رشته، مفاهیم را دریافت نمایند.

پژوهش‌های مطرح شده در پایان هر موضوع نیز با هدف مشارکت یادگیرندگان در فرایند یادگیری، مطرح شده‌اند، البته برای اینکه پژوهش‌ها کاربردی باشند، هنرجو بایستی طبق فرمت داده شده، پژوهش را انجام دهد و به سؤالات هر چند اشتباه پاسخ و در کلاس ارائه دهد تا اشتباهات موجود رفع شوند.

بعضی از موضوعات درس دانش فنی در کتاب‌های فیزیک و شیمی پایه‌های قبل آمده است و در این درس سعی شده است ضمن یادآوری موضوعات، ارتباط کاربردی آنها با مباحث تخصصی رشته مورد بحث و پژوهش قرار گیرد.

پژوهش‌هایی که هنرجو انجام می‌دهد باید با فرمت نمونه زیر یا فرمت پیشنهادی هنرآموز مربوطه انجام گیرد.

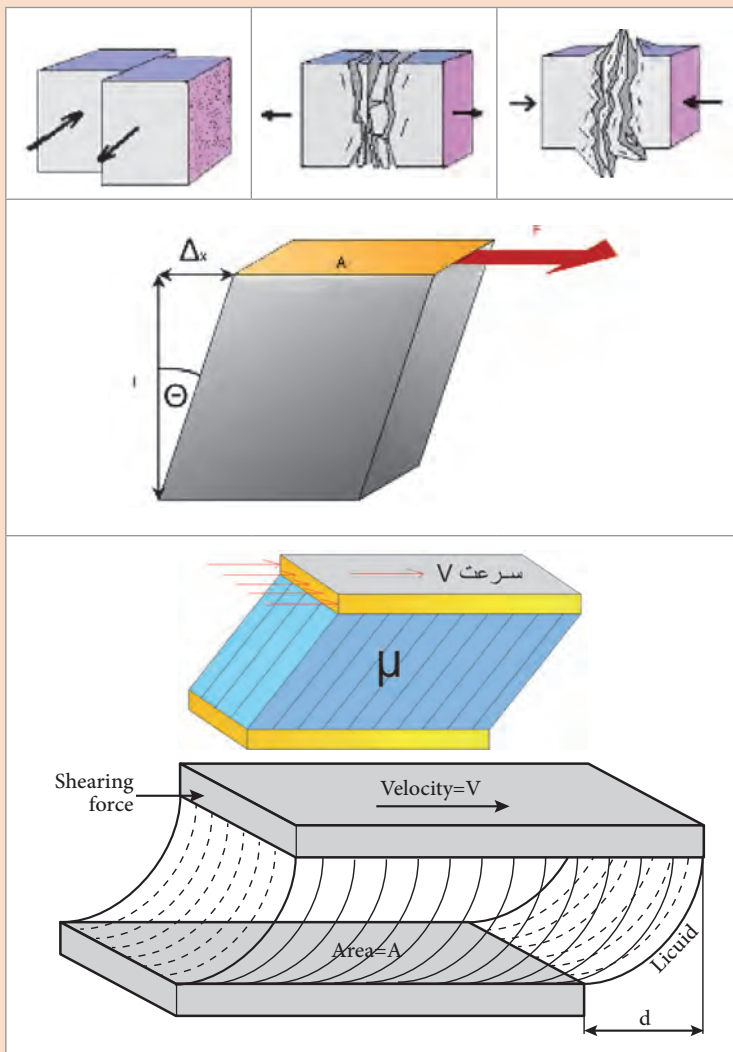
در پژوهش‌ها سعی شود هنرجو علاوه بر فضای مجازی از منابعی همچون کتاب، مجلات، نشریات تخصصی و پژوهش‌های میدانی استفاده کند، مسلماً هدف از پژوهش وسیله‌ای جهت مشارکت هنرجو در فرایند یادگیری است و اینکه هنرجویان به کافی‌نت‌ها مراجعه کنند و متون آماده را بدون مطالعه به کلاس ارائه دهند نباید مورد قبول باشد.

فصل ۲: تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

موضوع پژوهش			ساختار منبع انبساط بسته
فضای مجازی <input type="checkbox"/>	کتاب و مجلات <input checked="" type="checkbox"/>	پژوهش میدانی <input checked="" type="checkbox"/>	منابع
محل درج آدرس فضای مجازی	محل درج نام کتاب یا نشریه	محل درج نام کارگاه، شرکت یا آزمایشگاه	
	<div>۱ مجله صنعت تأسیسات</div> <div>۲ نشریه ۱۲۸</div> <div>۳ کتاب تهویه مطبوع X</div>	<div>۱ شرکت تولیدی X</div> <div>۲ نمایندگی خدمات پس از فروش شرکت Y</div>	
خلاصه پژوهش			
متن پژوهش			
نتیجه‌گیری			
پاسخ به پرسش‌های متن کتاب			
<input type="checkbox"/> ساختار منابع انبساط بسته چگونه است، چرا از سیال گازی در آنها استفاده می‌شود؟ <input type="checkbox"/> دلیل استفاده از منبع انبساط در مدارات لوله‌کشی آب، چیست؟			
نظر هنرآموز مربوطه			



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

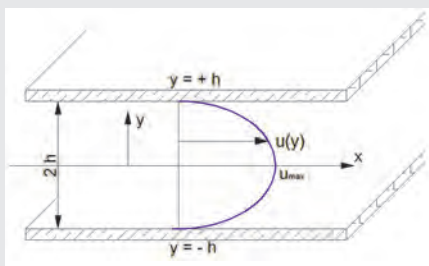


هدف از این بحث کلاسی، نمایش تفاوت رفتار سیال و مواد جامد، در مقابل تنش‌های ورودی می‌باشد، لذا طبق تصاویر، تغییر شکلی که مواد جامد در اثر اعمال تنش‌های مختلف دارند تغییر شکل جزئی است و چنانچه ادامه یابد به شکست منجر می‌شود ولی در سیال تغییر شکل پیوسته است.

راهنمایی

دانش افزایی

طبق قانون نیوتن $\tau = \mu \cdot \frac{\partial u}{\partial y}$ تنش برشی رابطه مستقیم با گرادیان سرعت و نسبت عکس با فاصله بین دو سطح دارد، ثابت این تناسب را لزجت می‌نامند.



از آنجایی که ممکن است درک کامل این موضوع توسط هنرجو سخت باشد از آوردن تحلیل رابطه نیوتن صرف نظر شده است، اما معلم می‌تواند به فراخور سطح هنرجویان این رابطه را شرح دهد.

بحث کلاسی



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

راهنمایی

گرانروی در گازها و مایعات متفاوت است، در مایعات با افزایش دما لزجت یا گرانروی کاهش می‌یابد، به عنوان مثال روغن درون موتور خودرو هنگامی که موتور سرد است لزجت بیشتری دارد و هنگامی که گرم می‌شود لزجت کمتری پیدا می‌کند.
در مورد بیشتر گازها این مورد برعکس است.

چند نکته مهم:

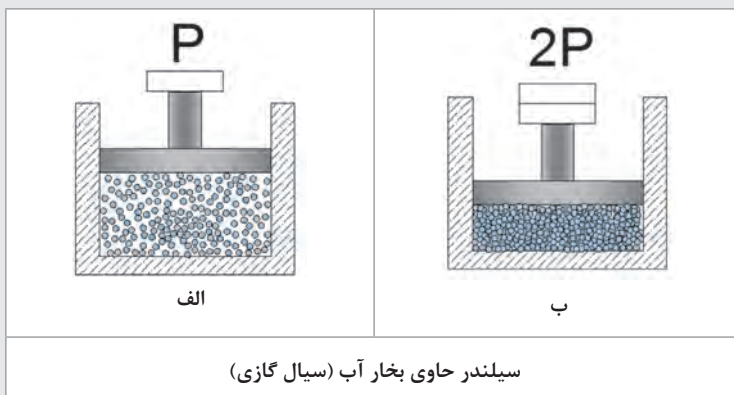
- در مایعات با افزایش دما نیروی بین مولکولی کاهش یافته و در نتیجه لزجت کاهش می‌یابد.
- در گازها با افزایش دما تعداد برخوردها زیاد شده و در نتیجه تبادل مومنتم مولکولی افزایش می‌یابد که حاصل آن افزایش لزجت است.
- میزان تغییرات لزجت با دما در مایعات بیشتر از گازهاست.
- اگر افزایش فشار خیلی زیاد نباشد لزجت مستقل از فشار است ولی در تغییر

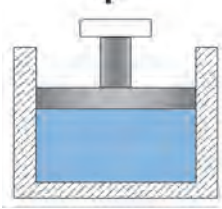
فشارهای بالا، لزجت مایعات و گازها با افزایش فشار افزایش می‌یابد. توجه داشته باشید که بی‌اثر بودن فشار روی لزجت گازها به این دلیل است که با افزایش فشار، سرعت برخورد مولکولی افزایش یافته ولی طول برخورد کاهش می‌یابد که این دو، اثر مخالف روی لزجت دارند و در نتیجه لزجت گازها مستقل از فشار خواهد بود.

گازها	ویسکوزیته (Poise)
هوا	۰/۰۰۰۱۸
هلیوم	۰/۰۰۰۱۹
متان	۰/۰۰۰۲۰
نیتروژن	۰/۰۰۰۱۸
اکسیژن	۰/۰۰۰۲۰
بخار آب	۰/۰۰۰۱۳

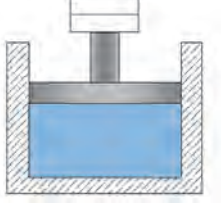
مایعات	ویسکوزیته (Poise)
استون	۰/۰۰۳۲
اتیل الکل	۰/۰۱۲
خون کامل	۰/۰۴
خون پلاسما	۰/۰۱۵
بنزین	۰/۰۰۶
گلیسرین	۱۴/۹
جیوه	۰/۰۱۶
نفت سبک	۱/۱
نفت سنگین	۶/۶
آب	۰/۰۱

در مبحث تراکم‌پذیری می‌توان از تصاویر زیر استفاده و مشابه سؤالاتی که مطرح شده در کلاس استفاده کنیم:





الف



ب

سیلندر حاوی آب (سیال مایع)

☐ دلیل کاهش حجم در سیلندر حاوی سیال گازی چیست؟

☐ به چه دلیل این کاهش حجم در سیلندر حاوی سیال مایع رخ نداده است؟

☐ در کدام تصویر خطر ترکیدگی بدنه سیلندر وجود دارد؟

دانش افزایی

جریان ایدئال و حقیقی

جریان ایدئال جریانی است که که غیرلزج بوده و سیال تراکم‌ناپذیر باشد و در غیر این صورت واقعی است. نکته مهم این است که دو شرط هم‌زمان برقرار باشند.

نکته: در حرکت شتاب‌دار سیال به صورت جسم صلب، سیال لزج است ولی جریان غیرلزج است. چون گرادیان سرعت و در نتیجه تنش وجود ندارد. یعنی ممکن است جریان یک سیال لزج، غیرلزج باشد.

☐ در جریان غیرلزج هیچ تنش برشی وجود ندارد.

☐ در جریان غیرلزج افزایش سرعت باعث کاهش فشار و بالعکس می‌شود.

اگر یک صفحه تخت در نظر بگیریم که روی آن سیالی جریان دارد، دو ناحیه کلی را می‌توان در این جریان تشخیص داد یکی ناحیه مجاور به مرز است که در این ناحیه تنش برشی وجود داشته و آن را لایه مرزی می‌نامند. در بیرون از این ناحیه سرعت برابر سرعت توده سیال است و شیب آن صفر، در نتیجه تنش برشی صفر است و می‌توان از نظریه سیالات غیرلزج بهره برد.

جریان دائم (پایا) و جریان غیردائم (ناپایا)

اگر خواص و شاخص‌های جریان مانند سرعت، فشار، دما و غیره در یک نقطه

خاص نسبت به زمان ثابت باشند (در هر نقطه با زمان تغییر نکند)، جریان در آن نقطه، دائم در غیر این صورت جریان غیردائم است.

جریان یکنواخت و غیریکنواخت

جریان یکنواخت در حالت کلی به جریانی گفته می‌شود که بردار سرعت در هر لحظه مشخص در تمام نقاط، در کلیه جهتها، یکسان باشد. حال اگر بردار سرعت در لحظه‌ای معین از نقطه‌ای به نقطه دیگر در امتداد جهتی دلخواه تغییر کند، آن جریان غیریکنواخت است. اگر سرعت در امتداد جریان افزایش یابد، جریان را تندشونده و اگر کاهش یابد آن را کندشونده می‌نامیم.

جریان پایدار و یکنواخت: (Steady uniform flow) حالت‌های سیال با زمان و مکان تغییر نمی‌کند. و در آن سرعت و سطح منطقه عبور جریان سیال در هر منطقه عبور، مشابه می‌باشد. برای مثال جریان مایعی که در یک خط لوله یکنواخت (دارای حفره یکنواخت) که کاملاً پر می‌باشد، با سرعت ثابت حرکت می‌کند.

جریان پایدار و غیریکنواخت: (Steady non-uniform flow) حالت‌ها از نقطه‌ای به نقطه دیگر تغییر می‌کند ولی با زمان نه. سرعت و سطح منطقه عبور جریان می‌تواند از یک منطقه عبور تا منطقه عبور دیگر تغییر کند ولی برای هر منطقه عبور مقادیر آنها با زمان تغییر نمی‌کند. برای مثال جریان مایعی که با دبی ثابت از یک خط لوله‌ای که کاملاً پر می‌باشد و کم کم باریک می‌شود، می‌گذرد.

جریان مایع در یک لوله خمیده، جریان آب در رودخانه‌ها و جریان در یک لوله با مقطع متغیر مثال‌هایی از جریان غیریکنواخت هستند.

جریان لایه‌ای و درهم (آشفته)

در جریان آرام یا لایه‌ای، ذرات سیال مسیرهایی منظم و هموار را طی می‌کنند به طوری که هر لایه به آرامی روی لایه مجاور خود می‌لغزد. این جریان از قانون لزجت نیوتن و یا تعمیم آن یعنی قانون استوکس پیروی می‌کند. در این جریان هر گونه گرایش به آشفته‌گی توسط نیروی اصطکاک مستهلک می‌شود.

در وضعیتی که ۱- لزجت کم ۲- سرعت جریان زیاد ۳- طول مشخصه زیاد (مثلاً قطر لوله) باشد، جریان پایداری خودش را حفظ نکرده و به جریان آشفته تبدیل می‌شود. در این جریان ذرات سیال به علت انرژی جنبشی بالا مسیرهایی نامنظمی را طی می‌کنند و با برخورد به یکدیگر سبب انتقال انرژی می‌شوند.

مثال: اگر ما یک شیر آب را به آرامی باز کنیم این طور به نظر می‌رسد که جریان آب به صورت لایه‌لایه حرکت می‌کند، این یک جریان لایه‌ای است. در صورتی که ما همین شیر را بیشتر باز کنیم جریان آشفته می‌شود.

ویژگی جریان‌های آشفته

- وجود گردابه در سیال‌ها نشان‌دهنده آشفته بودن جریان است.
- در جریان‌های آشفته اتلاف شدید انرژی جنبشی وجود دارد.
- از دیگر ویژگی‌های جریان‌های آشفته اختلاط شدید است؛ مثلاً اگر ما جوهر در داخل جریان آشفته بریزیم سریع حل می‌شود در صورتی که اگر همین جوهر را داخل جریان لایه‌ای بریزیم خیلی آرام حل می‌گردد.

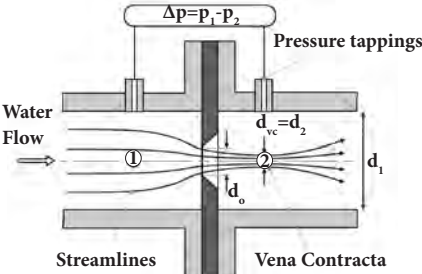
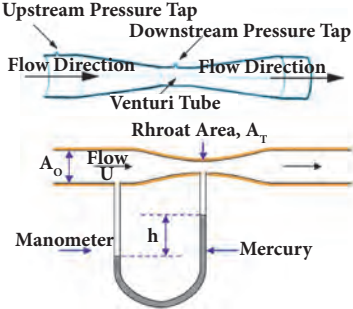
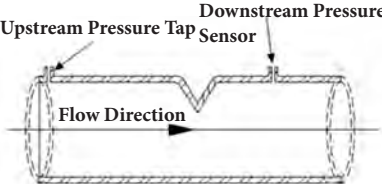
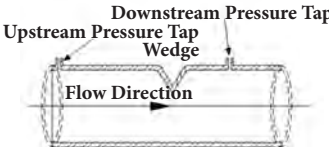
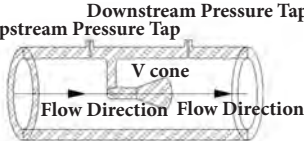
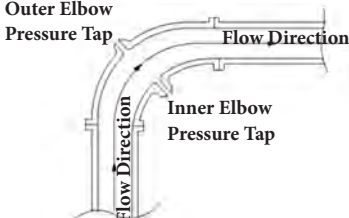
روش‌های اندازه‌گیری جریان

- روش‌های توزینی
- اندازه‌گیری حجم
- اندازه‌گیری تغییر حجم مؤثر توسط پمپ
- ولتاژ حاصل از عبور مایع از یک میدان مغناطیسی
- تغییر سطح مقطع جریان در اثر تغییر مقدار جریان (Rotameter)
- نیروی حاصل از برخورد جریان سیال با مانع
- نیروی حاصل از تغییر سرعت سیال در نتیجه تغییر سطح مقطع جریان
- سرعت گردش پروانه در مسیر جریان

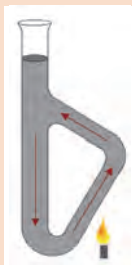
جریان‌سنج‌های مبتنی بر روش‌های انسدادی

- طبق قانون برنولی اگر سطح مقطع عبور مایع تغییر نماید سرعت جریان تغییر می‌کند.
- بر اساس قانون برنولی و پیوستگی می‌توان دبی جریان را محاسبه نمود.

روش های انسداد

 <p style="text-align: center;">Streamlines Vena Contracta</p>	<p>روزنه Orifice Plate</p> <p>هزینه کم - افت زیاد و دائمی - دقت کم - گیر کردن ذرات معلق</p> <p style="text-align: right;">۱</p>
 <p style="text-align: center;">Manometer Mercury</p>	<p>ونتوری Venturi Tube</p> <p>دقت زیاد - افت فشار خروجی کم - قیمت زیاد و نیاز به فضای زیاد عبور راحت تر ذرات معلق</p> <p style="text-align: right;">۲</p>
	<p>نازل یا شیبوره Nozzle</p> <p>مزایا مشابه ونتوری ولی افت فشار خروجی بیشتر - طول کمتر، هزینه کمتر - نصب آن مشکل تر است.</p> <p style="text-align: right;">۳</p>
	<p>استفاده از مانع گوه ای Segmental Wedge</p> <p style="text-align: right;">۴</p>
	<p>استفاده از زائده مخروطی شکل V- Cone</p> <p style="text-align: right;">۵</p>
	<p>استفاده از زانویی Elbow</p> <p>بر اساس اختلاف فشار در داخل و خارج زانویی در اثر نیروی گریز از مرکز اختلاف فشار ایجاد شده کمتر از انواع دیگر است.</p> <p style="text-align: right;">۶</p>

پژوهش



□ 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.

راهنمایی

با توجه به اینکه در پایه‌های پایین‌تر چگالی آموزش داده شده است برای یادآوری و بازنگری مطالب قبل پژوهش متناسب با رشته تأسیسات آورده شده است، لازم به ذکر است پژوهش‌ها از اهمیت خاصی در طراحی آموزشی برخوردار هستند. مؤلفه‌های انرژی سیال: مبحث انرژی سیال که بعد از این با آن بسیار سروکار خواهیم داشت به صورت زیر و به شکل یک نقشه ذهنی در کتاب آمده است و در مباحث بعدی (قانون پاسکال، برنولی و...) تغییرات پارامترهای عنوان شده را تحلیل می‌کنیم.

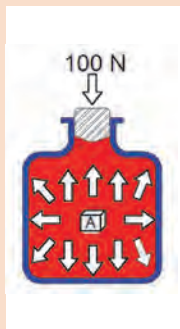
انرژی حاصل از فشار

انرژی حاصل از ارتفاع

انرژی حاصل از سرعت

انرژی سیال

کار کلاسی



در شکل روبه‌رو نیروی ۱۰۰ نیوتنی بر چوب پنبه با مساحت یک سانتی‌متر مربع اعمال شده است، میزان فشاری که بر نقاط مختلف، از جمله بر سطوح مختلف مکعب A غوطه‌ور در سیال وارد می‌شود را تعیین کنید. ** در این تصویر، انرژی حاصل از سرعت، در انرژی سیال نقشی ندارد.

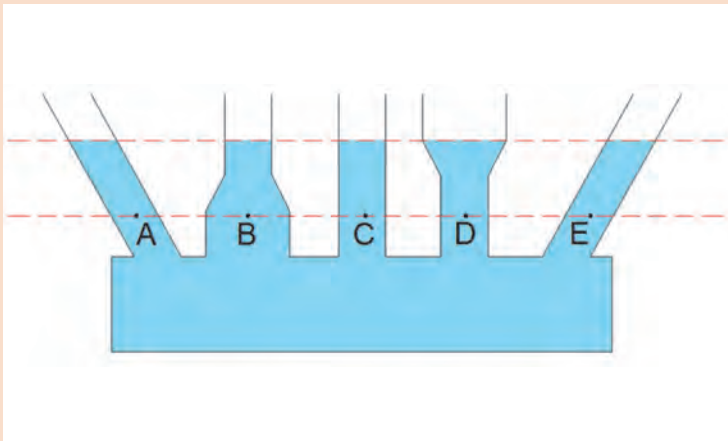
در صنایع هیدرولیک با هدف انتقال قدرت و نه انتقال سیال، از اصل پاسکال بهره برده و قدرت‌های بالا را توسط سیال انتقال می‌دهند.
در تأسیسات هدف انتقال سیال است نه انتقال قدرت، لذا از فشار با عنوان هد مورد نیاز سیال استفاده می‌شود.
برابر اصل پاسکال در حالت تعادل یک سیال فشار وارد بر آن را بدون کاهش به تمام نقاط دیگر ظرف انتقال می‌دهد که در این ظرف نیروی ۱۰۰ نیوتن به همه بخش‌ها اضافه می‌شود.
توجه کنید که این مقدار اضافه می‌شود ولی مقدار نیروی خالص طبیعتاً در بالای

$$\Delta p = \frac{F}{A} = \frac{100 \text{ N}}{1 \text{ cm}^2} = 100 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

ظرف کمتر از پایین آن است و اختلاف فشار برابر



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



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

در این تصویر ضمن معرفی اصل هم‌ترازی در سیال، مؤلفه‌های انرژی که قبلاً به آن اشاره شد تحلیل می‌شوند. و فشار بستگی به ارتفاع دارد نه طول و مایل بودن و عریض بودن لوله تأثیری در فشار ندارد پس فشار همه نقاط یکسان است.

نکته



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

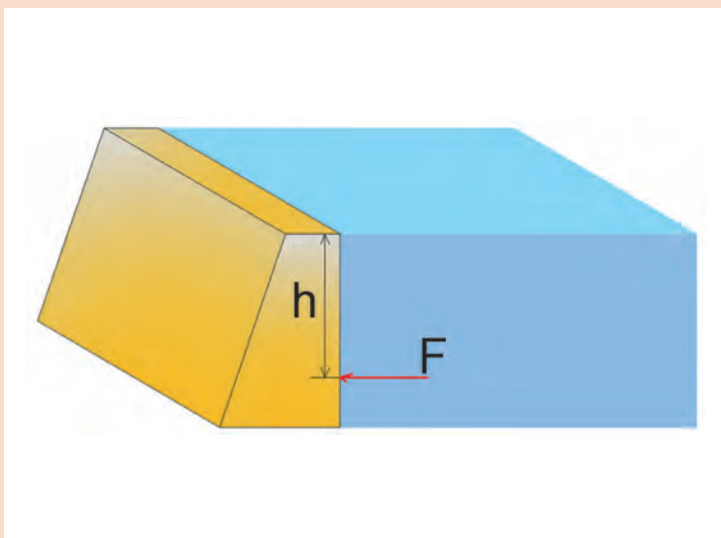
در این بحث هنجریان ممکن است فشار بعضی نقاط را بیشتر از بقیه نقاط هم‌تراز بدانند، همین نکته می‌تواند یکی از دلایل استفاده واژه ارتفاع به جای فشار در پمپ‌ها باشد.

از طرفی با توجه به رابطه می‌دانیم فشار به واسطه چگالی و جاذبه با ارتفاع ارتباط دارد لذا زمانی که دو سیال متفاوت مانند روغن و آب را بخواهیم با هم مقایسه کنیم باید از واژه فشار استفاده کنیم.

بحث کلاسی



در تصویر زیر به چه دلیل پایه سد را با ضخامت بیشتر از تاج سد ساخته‌اند؟

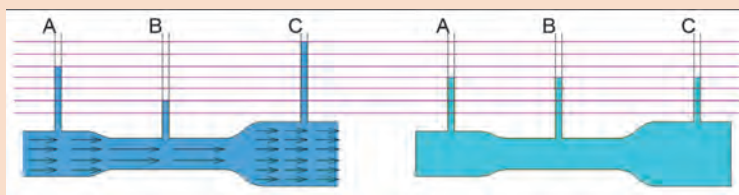


راهنمایی

هدف این بحث کلاسی تأکید به فشاری است که در اثر ارتفاع ستون آب پدیدار می‌شود و همین عامل در ساخت پایه سد مدنظر قرار می‌گیرد. همان‌طور که می‌دانید هرچه ارتفاع بیشتر می‌شود فشار بیشتر است یعنی اینکه ما نیروی بیشتری در پایین داریم و به طور طبیعی هرچه نیرو بیشتر مقاومت آن باید بیشتر باشد.



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 و B, C اختلاف ارتفاع نداریم، انرژی سیال شامل انرژی حاصل از فشار و سرعت خواهد بود.
 * در جاهایی از لوله که جریان آب تندتر است، فشار کمتر است. (فلش‌های با طول بلند به معنی سرعت بالاتر می‌باشد).

هنگامی که سیال ساکن است، اختلاف در قطر لوله‌ها تأثیری در فشار استاتیک ندارد، اما در هنگام وجود جریان قطر لوله‌ها اهمیت پیدا خواهند کرد.



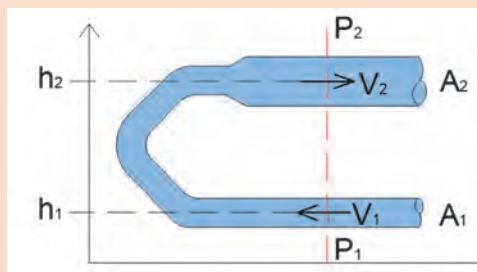
در تصویر روبه‌رو، وضعیت آب دریا را پس از عبور هواپیما، با توجه به قانون برنولی تحلیل کنید.

در این تصویر می‌توانیم مؤلفه‌های انرژی سیال را هم در مورد هوا و هم در مورد آب برای هنجرو تحلیل کنیم و اینکه با توجه به ثابت بودن انرژی کل با افزایش مؤلفه انرژی حاصل از سرعت مؤلفه فشار کاهش یافته باعث برخوردن آب از سطح می‌شود.

کار کلاسی



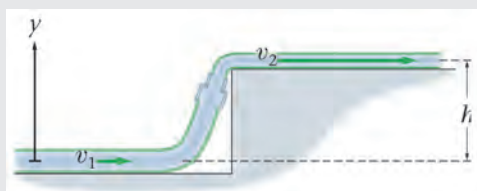
رابطه نوشته شده بر اساس قانون برنولی را با توجه به تصویر تحلیل کنید.



$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{1}{2} v_1^2 + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{1}{2} v_2^2 + h_2$$

راهنمایی

معادله برنولی به ما می‌گوید که حتی اگر مؤلفه‌های p ، $\frac{1}{2} \rho v^2$ و ρgh انرژی سیال از نقطه‌ای به نقطه دیگر در امتداد خط جریان تغییر کنند مجموع آنها مقداری ثابت خواهد ماند:



(انرژی سیال از نقطه‌ای به نقطه دیگر در امتداد خط جریان ثابت است):

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh$$

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 به شکل 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.

می توان از جملات زیر برای فهم بهتر رابطه انرژی، فشار و هد در کلاس استفاده کرد:

- پمپ A می تواند آب را به ارتفاع ۳۰ متر برساند.
- هد پمپ A، سی متر است.
- پمپ A می تواند ۴۵ Psi فشار تولید کند و آب را تا ارتفاع ۳۰ متر بالا ببرد.
- پمپ A آنقدر انرژی دارد که می تواند آب را تا ارتفاع ۳۰ متر بالا ببرد.
- پمپ A می تواند گازوئیل (نفت گاز) را به ارتفاع ۲۵ متر برساند.

دانش افزایی

معادله برنولی را می توانیم با توجه به نوع کاربرد به سه شکل مورد تحلیل قرار دهیم:

فرم	یکای حاصل	معادله
انرژی	انرژی	$\frac{P_1}{\rho} + \frac{1}{2} v_1^2 + gh_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{1}{2} v_2^2 + gh_2 = \text{constant}$ <p>ثابت = انرژی پتانسیل + انرژی جنبشی + انرژی فشاری</p>
هد	یکای طول	$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_1^2 + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_2^2 + h_2 = \text{constant}$ <p>ثابت = هد پتانسیل + هد جنبشی + هد فشاری</p>
فشار	یکای فشار	$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho gh_2 = \text{constant}$ <p>ثابت = فشار هیدرواستاتیک + فشار دینامیکی + فشار استاتیک</p>
<p>فشار شاره = p چگالی شاره = ρ وزن مخصوص $\gamma = \rho g$ سرعت شاره = v ارتفاع شاره = h</p> <p>معادله برنولی بین دو نقطه برای حالتی که افت فشار در مسیر داشته باشیم به شکل زیر بیان می شود:</p>		
$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_1^2 + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_2^2 + h_2 + h_f$ <p>معادله برنولی بین دو نقطه برای حالتی که پمپ در مسیر داشته باشیم به شکل زیر بیان می شود: (پمپ دستگاهی است که به سیال انرژی می دهد.)</p>		
$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_1^2 + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_2^2 + h_2 + h_f - h_p$		$h_p = \frac{\eta \cdot H_p}{\rho \cdot g \cdot Q}$
<p>معادله برنولی بین دو نقطه برای حالتی که توربین در مسیر داشته باشیم به شکل زیر بیان می شود: (توربین دستگاهی است که از سیال انرژی دریافت کرده و آن را به کار تبدیل می کند.)</p>		
$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_1^2 + h_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_2^2 + h_2 + h_f + h_T$		$h_T = \frac{H_T}{\eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q}$
H_T : توان توربین		H_p : توان پمپ η : راندمان

فصل ۲: تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

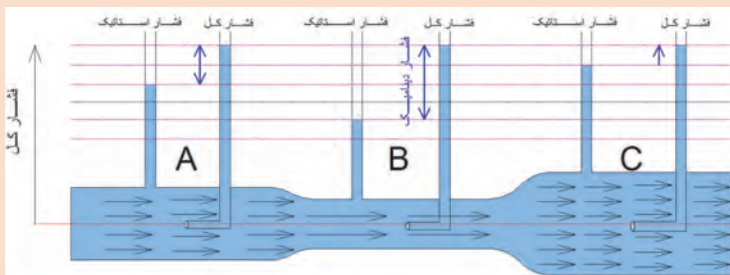
از تصویر زیر می‌توان برای بیان قانون برنولی استفاده نمود.



کار کلاسی

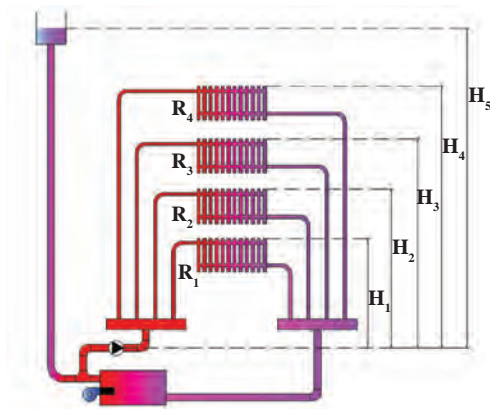


با توجه به قانون برنولی تصویر شماتیک زیر را تحلیل کنید. (از مقاومت مسیر در مقابل جریان صرف نظر شده است)



راهنمایی

در این کار کلاسی سعی شده است پارامترهای فشار کل در حالی که جریان برقرار است مورد بحث قرار گیرد، ضمن اینکه هنرجو در قالب تصویر می‌تواند اثر تغییر قطر لوله‌ها بر فشار استاتیک و دینامیک مشاهده نماید.





با توجه به شکل صفحه قبل 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 ب				وضعیت الف				مؤلفه
R_f	R_r	R_r	R_i	R_f	R_r	R_r	R_i	
$H_d - H_f$ +	$H_d - H_r$ +	$H_d - H_r$ +	$H_d - H_i$ +					هد استاتیک
فشار استاتیک ناشی از پدیده ترموسیفون	فشار استاتیک ناشی از پدیده ترموسیفون	فشار استاتیک ناشی از پدیده ترموسیفون	فشار استاتیک ناشی از پدیده ترموسیفون	$H_d - H_f$	$H_d - H_r$	$H_d - H_r$	$H_d - H_i$	
				°	°	°	°	هد دینامیکی
نیاز به اندازه‌گیری								

در وضعیت الف به دلیل خاموش بودن مشعل و پمپ جریان نداریم بنابراین هد دینامیک نخواهیم داشت و آنچه بر سیستم حاکم است فشار استاتیک ناشی از ارتفاع آب می‌باشد.

در وضعیت دوم که گردش طبیعی آب وجود دارد (مشعل روشن است ولی پمپ خاموش است) علاوه بر فشار استاتیک ناشی از ارتفاع آب سوار بر سیستم، فشار دیگری به دلیل پدیده ترموسیفون بر اجزای سیستم وارد خواهد شد که شامل فشار استاتیک و دینامیک خواهد بود، البته فشار دینامیک در وضعیت نمود زیادی نخواهد داشت مگر اینکه پمپ نیز روشن شود.

طبق اصل برنولی هرچه سرعت جریان بیشتر باشد فشار استاتیک ناشی از این پدیده کاهش و فشار دینامیک افزایش خواهد داشت.

اگر در مسیر عوامل کاهنده فشار (زبری، طول لوله‌ها، اتصالات و...) وجود داشته باشد در واقع باعث افت فشار دینامیکی و نهایتاً افت فشار کل خواهند شد. در مدارهای گردشی آب هدف از استفاده از پمپ، افزایش فشار و غلبه بر افت‌های مسیر استفاده خواهد بود.

یکی از اهداف این کار کلاسی آماده کردن مقدمات ذهنی هنرجو برای ورود به بحث افت فشار که در ادامه به آن اشاره شده است می‌باشد، البته هنرآموزان عزیز می‌توانند به فراخور کلاس موارد مشابه یا تحلیل‌های بیشتری در این خصوص ارائه دهند.

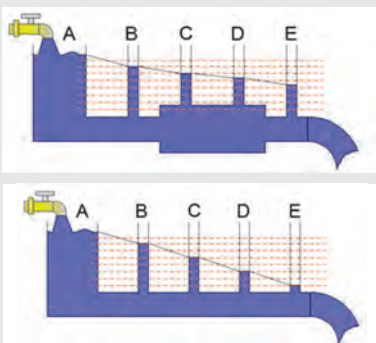
فصل ۲: تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

بحث کلاسی



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

راهنمایی

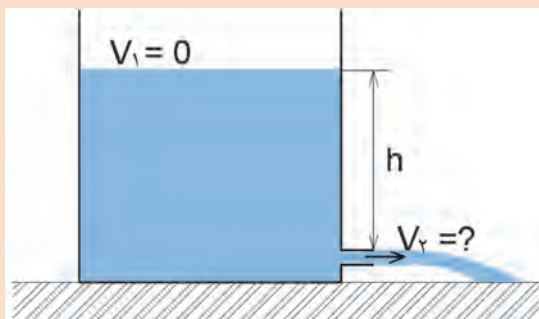


هدف از ارائه این تصاویر آشنایی هنرجو با واژه و مفهوم افت فشار است که از عوامل مؤثر بر افت فشار تأثیر قطر لوله مورد بررسی قرار گرفته است. در جاهایی که قطر لوله ثابت است افت فشار با شیب یکسان اتفاق افتاده اما در جایی که تغییر قطر اتفاق افتاده شیب افت فشار تغییر کرده است.

کار کلاسی



با استفاده از رابطه برنولی سرعت خروج آب را از مخزن به دست آورید. (چگالی آب ρ و شتاب جاذبه g)



راهنمایی

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

$$p_1 = p_2$$

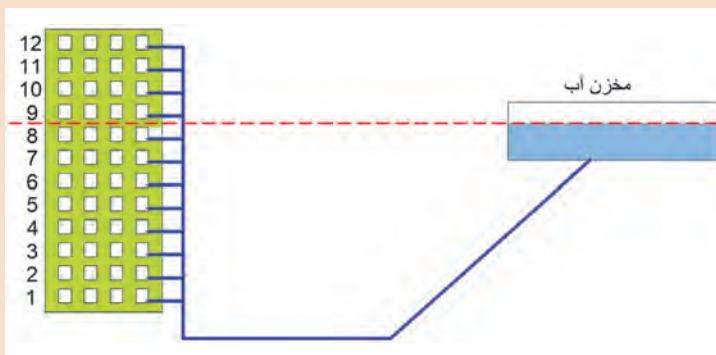
$$h_1 - h_2 = h$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

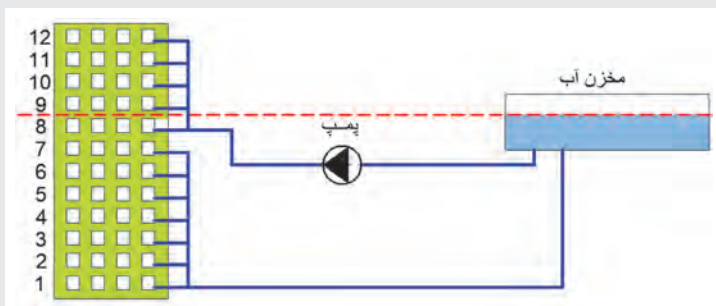


تصویر زیر را تحلیل کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید: (حداقل فشار استاتیک مورد نیاز را به اندازه ارتفاع دو طبقه از ساختمان بلند در نظر بگیرید.)

- ☐ 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؟
- ☐ در کدام طبقات فشار خروجی آب مناسب است؟



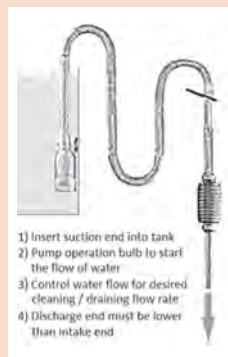
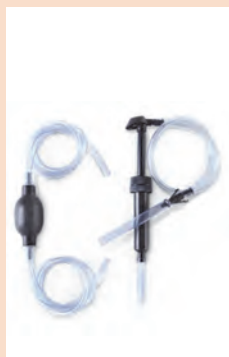
نکته: از دید فشار استاتیکی بررسی شود.



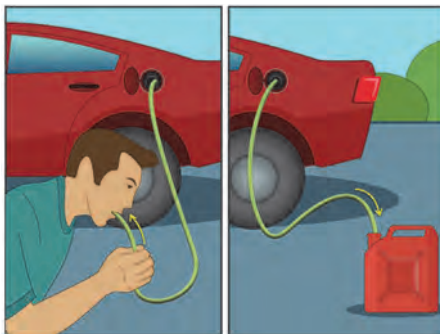
بحث کلاسی



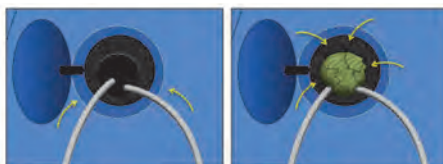
در بحث‌های کلاسی پیرامون سیفوناژ، پله پله خاصیت سیفون را شرح می‌دهیم. مبحث سیفون از مباحثی است که در علم فیزیک دلایل مختلفی برای آن مطرح می‌کنند و نمی‌توان یک دلیل خاص برای آن مطرح کرد. نمونه‌هایی از کاربرد خاصیت سیفون در بعضی تجهیزات را در تصاویر زیر مشاهده می‌کنید:



از تصاویر زیر می‌توانیم به عنوان مثال‌هایی از خاصیت سیفون در کلاس استفاده کنیم:



Siphoning Gas using Mouth



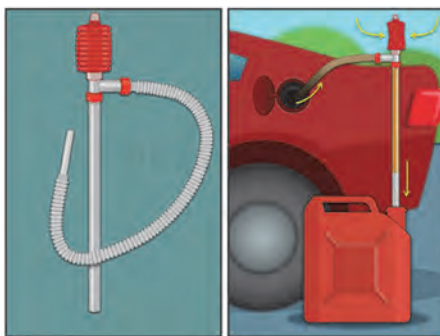
Insert Two Pipes

Seal the Opening



Blow into One Pipe

Gas Flows into Other Pipe

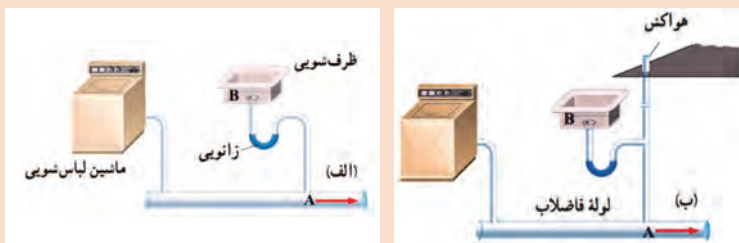


Siphoning Gas with Mechanical Pump

کار کلاسی



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



راهنمایی

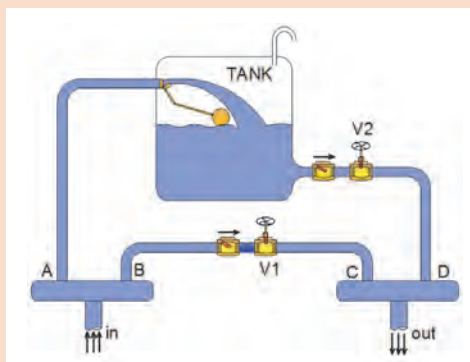
هنگامی که حجم زیاد آب با سرعت از نقطه A عبور می‌کند طبق اصل برنولی کاهش فشاری در لوله فاضلاب ظرف شویی اتفاق می‌افتد و نیروی اولیه برای پدیده سیفون فراهم خواهد شد و تمامی آب درون زانویی (تله مایع) به یکباره تخلیه خواهد شد که اصطلاحاً به آن سیفوناژ گفته می‌شود، در تصویر (ب) برای جلوگیری از پدیده سیفون که در اینجا مطلوب نیست از لوله هواکش استفاده شده است.

قانون پیوستگی (بقای جرم)

کار کلاسی



تصویر زیر، بخشی از یک سیستم لوله کشی 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 گوئیم. 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 ۷۲ بسته، شیر ۷۱ باز است).

پاسخ: ۴ لیتر

□ 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 ۷۲ باز، شیر ۷۱ بسته است).

پاسخ: ۴ لیتر

□ در هر ثانیه ۱۰ لیتر آب وارد حجم کنترل می‌شود و ۱۱ لیتر خارج می‌شود، تحلیل خود را بیان کنید. (شیر ۷۲ باز، شیر ۷۱ بسته است). پاسخ: آب سطح تانک کم می‌شود.

□ 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؟ پاسخ: $10 + 3 = 13$ لیتر

□ آب خروجی و آب ورودی به حجم کنترل در هر ثانیه ۱۰ لیتر می‌باشد، آب درون مخزن چقدر کاهش یا افزایش داشته است؟ پاسخ: تغییر نمی‌کند.

□ 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؟ پاسخ: خیر

راهنمایی

هدف از طرح این کارکلاسی تحلیل قانون بقای جرم توسط هنرجو و کاربردهای این قانون در صنعت تأسیسات است بنابراین هنرآموزان گرامی می‌توانند مشابه این کار کلاسی را در قالب‌های مختلف تئوری یا عملی طراحی و توانایی تحلیل هنرجو را افزایش دهند.

مثال: با استفاده از قانون پیوستگی چگونه می‌توانیم نشتی مدار لوله کشی آب ساختمان را تشخیص دهیم؟

واحدهای دبی را در سیستم اندازه‌گیری IP بیان کنید.

پژوهش



راهنمایی

واحد اندازه‌گیری (Imperial Unit) IP یا یکای اندازه‌گیری سلطنتی یا انگلیسی یا بریتانیایی است دبی حجمی ترکیبی از واحد حجم و زمان است که می‌تواند

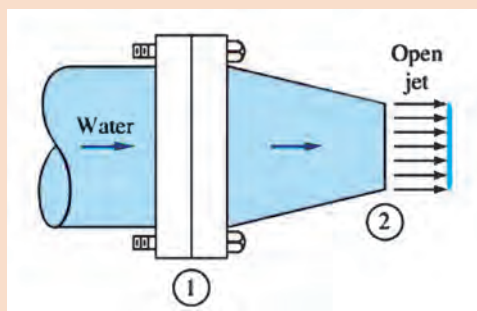
$\frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$ یکی از آنها باشد که مخفف آن fpm یا گالن بر دقیقه است. و دبی جرمی ترکیبی از واحد جرم و زمان مانند پوند بر ثانیه $\frac{\text{lb}}{\text{S}}$ است.

بحث کلاسی



در نازل آتش‌نشانی داده شده:

- ☐ آیا نیرویی به پیچ و مهره‌های فلنج وارد می‌شود؟
- ☐ نازل به کدام سمت تمایل به حرکت دارد؟



راهنمایی

مباحث ممنتوم در دروس دانشگاهی به‌طور مفصل تعمیم داده خواهد شد، طرح این موضوع در مباحث دانش فنی تخصصی تا حد امکان برای افزایش توان تحلیل هنجریان و نیز پایه‌گذاری انتقال صحیح مطالب توسط اساتید و هنرآموزان تأسیسات در سال جاری و مقاطع پیش‌رو است.

در این بحث کلاسی موارد زیر مد نظر خواهد بود:

- ☐ یکی از اثرات جریان وارد شدن نیرو به اتصالات و اجزا است.
- ☐ مقدار نیرو با توجه به دبی و سرعت جریان قابل محاسبه است که در ادامه فرمول آن در کتاب آمده است.
- ☐ علاوه بر کمیت اسکالر نیرو، جهت اعمال نیرو (کمیت برداری) به ذهن هنجرو القا شود.
- ☐ آمادگی ذهن هنجرو برای تحلیل مباحث بعدی که در کتاب آمده است.

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.

- هنرجو می‌تواند با جایگذاری عدد دلخواه کار کلاسی را به‌طور عینی تحلیل نماید.
- هنرآموز به فراخور وضعیت هنرجو می‌تواند این کار کلاسی را در مورد سیالات تعمیم دهد.

تصویر	نیرو	ممنتوم جرم با سرعت V_2	ممنتوم جرم با سرعت V_1	فرضیات
	$f = m(v_2 - v_1)$	$m \cdot V_2$	$m \cdot V_1$	$V_2 < V_1$
	برخورد نداریم پس نیرویی نداریم.	$m \cdot V_2$	$m \cdot V_1$	$V_2 > V_1$
	$f = m \cdot (V_1 - V_1)$ در این حالت نسبت به حالت قبل نیروی بیشتری داریم .	صفر	$m \cdot V_1$	$V_2 = 0$
	$f = m \cdot (V_2 + V_1)$ در این حالت نسبت به حالت قبل نیروی بیشتری داریم.	$m \cdot V_2$	$-m \cdot V_1$	$V_2 > V_1$

بحث کلاسی



عامل چرخش آب پاش ستاره‌ای را در تصویر بیان کنید.



در ادامه مبحث ممنتوم مثال‌های مختلف کاربردی از قبیل آب‌پاش ستاره‌ای می‌تواند در کلاس مطرح و به‌صورت تعاملی مورد تحلیل قرار گیرد.

در بحث کلاسی نازل آتش‌نشانی هنرجو در مورد اینکه نازل به کدام سمت تمایل به حرکت دارد نظر خود را بیان خواهد نمود، (نازل در جهت عکس خروج آب به سمت عقب تمایل به حرکت دارد اما فرد آتش‌ نشان آن را مهار می‌کند، حال اگر فرد آتش‌ نشان به جای اینکه نازل را در دست بگیرد شیلنگ رابط را در فاصله دو متری در دست بگیرد چه اتفاقی خواهد افتاد؟)

در آب‌پاش ستاره‌ای برای هر یک از نازل‌های خروجی آب چنین تمایلی وجود دارد اما به جای اینکه نازل‌ها مهار شوند با استفاده از رابط‌هایی که به مرکز ستاره وصل هستند اجازه حرکت در خلاف جهت خروج آب به نازل‌ها داده می‌شود.

در مقاطع بعدی دانشجویان با موضوع ممنتوم زاویه‌ای و روابط حاکم به‌طور کامل آشنا خواهند شد.

ضربه قوچ (چکش آبی)

پژوهش



راهنمایی

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.

علل به وجود آمدن ضربه قوچ آب

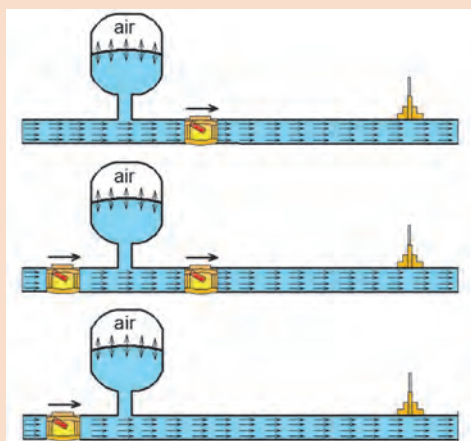
تغییرات سرعت باعث به وجود آمدن این پدیده می‌شود که این تغییرات سرعت به دلایل زیر به وجود می‌آید:

- ❑ روشن کردن یک یا چند پمپ
- ❑ خاموش کردن یک یا چند پمپ
- ❑ تغییر تنظیم شیرها و یا بسته شدن ناگهانی شیرها
- ❑ تغییر سرعت دورانی پمپ یا پمپ‌ها (در سیستم‌های دور متغیر)
- ❑ پر کردن غیراصولی خط لوله
- ❑ استفاده از شیرهای یک طرفه نامناسب
- ❑ از کار افتادن ناگهانی یک یا چند پمپ

بحث کلاسی



محل نصب شیر یک طرفه و منبع انبساط را در تصویر زیر تحلیل کنید، کدام یک برای دفع اثر ضربه قوچ کاربرد دارد؟



یکی از کاربردهای مخازن تحت فشار استهلاک ضربه قوچ است بنابراین از سه تصویر صفحه قبل، محل نصب شیر یک طرفه در تصویر اول و دوم اشتباه می باشد و کارایی مخزن تحت فشار را از بین خواهد برد. در بسیاری از ساختمان ها که از پمپ و مخزن تحت فشار استفاده می کنند به اشتباه شیر یک طرفه بعد از مخزن تحت فشار نصب می شود در حالی که شیر یک طرفه باید بین پمپ و مخزن تحت فشار نصب شود.



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

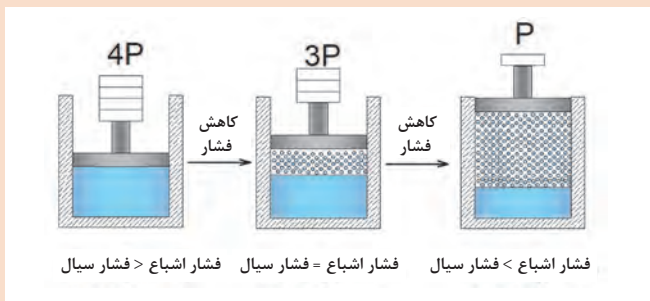
در کتاب های رشته صنایع شیمیایی در مورد پمپ قوچ آبی مطالبی آورده شده، البته در منابع انگلیسی زبان مطالب کامل و جامع موجود است و همچنین در نشریه ۵۱۷ سازمان مدیریت این موضوع آورده شده است.

ارتباط دما با فشار

قبل از ورود به بحث کاویتاسیون موارد مربوط به ارتباط دما با فشار در ادامه مباحث قبل در کتاب آمده است، این مبحث که معمولاً هنرآموزان عزیز اشراف کامل به آن دارند هم در بحث کاویتاسیون و هم در سیکل تبرید بسیار پر کاربرد می باشد.



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



نکته



راهنمایی

دما در هر سه حالت یکسان فرض شده است.

الف) در این وضعیت که فشار سیال از فشار اشباع متناظر با دمای موجود بیشتر است، سیال به شکل مایع خواهد بود.

ب) در این وضعیت اندکی از فشار سیال کاسته شده تا با فشار اشباع متناظر با دمای موجود برابر شود، بنابراین شرایط ناحیه اشباع برقرار خواهد شد و سیال به صورت بخار و مایع موجود خواهد بود.

ج) اگر فشار سیال از فشار اشباع متناظر با دمای موجود کمتر شود از ناحیه اشباع خارج می‌شود و کل سیال به شکل سیال گازی در خواهد آمد.

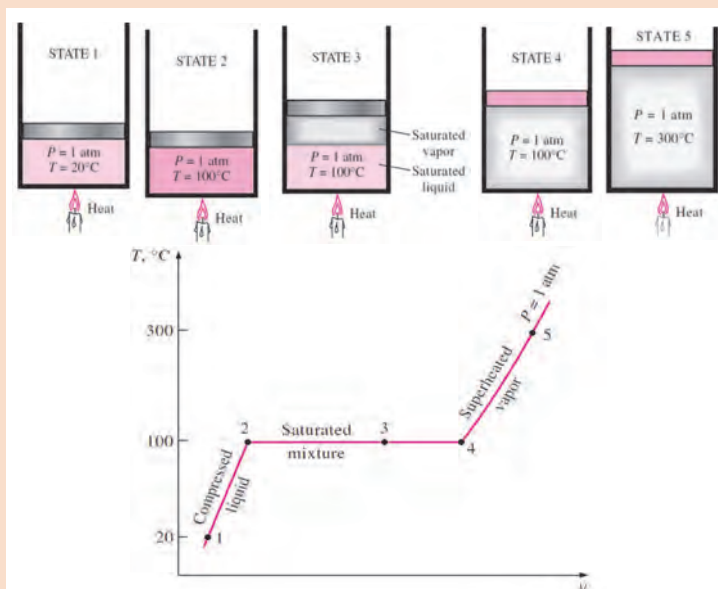
هدف از این گفت‌وگوی کلاسی تحلیل ارتباط فشار با نحوه تغییر فاز در دمای ثابت است، البته می‌توان با تغییر دما و ثابت نگه داشتن فشار سیال تغییرات فشار اشباع متناظر با تغییرات دما را تحلیل نمود.

در میحث کاویتاسیون که بعد از این میحث خواهد آمد دلیل تبدیل آب به بخار و ایجاد حباب کاهش فشار سیال طبق اصل برنولی می‌باشد.

بحث کلاسی

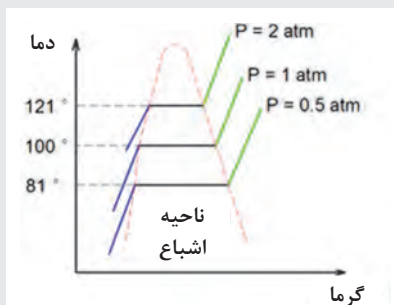


تصاویر زیر تحلیل کنید.



برای آشنایی بیشتر هنجو با موضوع ارتباط دما و فشار در سیال می‌توان از نمودار صفحه قبل استفاده نمود، این نمودار در فشار یک اتمسفر و برای آب ترسیم شده است. اگر به آب در فشار یک اتمسفر گرما داده شود دمای آب به‌طور محسوس افزایش خواهد یافت تا زمانی که آب در حالت مایع متراکم به دمای متناظر با فشار اشباع یک اتمسفر برسد (از نقطه ۱ تا نقطه ۲) و وارد ناحیه دو فازی گردد، در ناحیه دو فازی (از نقطه ۲ تا ۴) در فشار ثابت هر چه به آب گرما داده شود تغییری در دما مشاهده نمی‌شود و گرمای داده شده صرف تغییر فاز سیال از حالت مایع به بخار می‌شود این ناحیه؛ ناحیه اشباع نام دارد.

هنگامی که در نقطه ۴ تمام مایع به بخار تبدیل شده باشد گرمادهی به بخار باعث افزایش دما به‌طور محسوس خواهد شد، این ناحیه، ناحیه سوپرهیت (بخار فوق گرم) نام دارد. نمودار زیر رفتار آب را در فشارهای دیگر تحلیل می‌کند.



(برای سیالات دیگر هم می‌توان این نمودار را تعمیم داد)



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

راهنمایی

علاوه بر مبحث کاویتاسیون یکی دیگر از موارد مرتبط با موضوع ارتباط فشار دما و فشار در سیالات صنعت تبرید است، در صنعت تبرید از تغییر فاز استفاده می‌شود در حالی که در کاویتاسیون باید از تغییر فاز جلوگیری شود.

بحث کلاسی



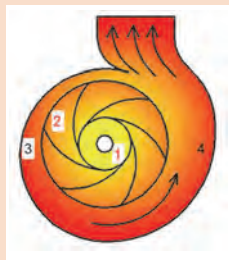
دلیل ایجاد حباب‌های هوا در پروانه ملخی قایق‌ها چیست؟



راهنمایی

طبق قانون برنولی با توجه به سرعت زیاد پروانه، فشار استاتیک سیال به فشار دینامیک تبدیل شده و حباب‌های بخار آب پدیدار می‌شوند، لذا هدف این است که قبل از ورود به بحث کاویتاسیون، مفهوم پیدایش حباب در اثر فشار دینامیکی برای هرنجو مشخص شده باشد.

بحث 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؟

سیال ورودی به پمپ باید انرژی کافی را دارا باشد و این انرژی می‌تواند به روش‌های زیر تأمین گردد در غیر این صورت با خطر کاویتاسیون مواجه خواهیم بود.

□ از طریق فشار اتمسفر در پروژه‌های انتقال آب از چاه یا منابع روباز (در ارتفاع مجاز که npsH مورد نیاز پمپ تأمین شود)

□ از طریق فشار استاتیک موجود در ورودی پمپ در سیکل‌های بسته (وجود منبع انبساط اهمیت خاص دارد) البته موقعیت نصب پمپ به نحوی که سیال در ورود به پمپ انرژی کافی داشته باشد. (به فرم‌های مختلف قانون برنولی که قبلاً در همین راهنما آورده شده‌اند توجه شود)



میزان هد (فشار) قابل دسترس و مفید در نازل مکش پمپ هد مکش نام دارد. 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.

پمپ‌ها آب را در ورودی خود مکش نمی‌کنند بلکه آب دارای انرژی کافی (فشار کافی) را دریافت می‌کنند.

پمپ با تبدیل کار مکانیکی به انرژی جنبشی، فشاردینامیکی 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.

قوانین گازها

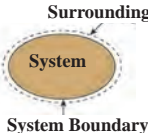
قبل از ورود به مباحث ترمودینامیکی و نیز اهمیتی که تحلیل رفتار گازها دارد قوانین گازها در قالب کار و بحث کلاسی آورده شده است.

قوانین مربوط به نحوه تغییرات فشار، حجم و دما در گازها برای هنرجویان تأسیسات علاوه بر کاربردی که تحلیل این ویژگی‌ها در تهویه مطبوع دارد در مباحث مربوط به سیکل تبرید و کمپرسورها مورد نیاز خواهد بود.


ترمودینامیک

برای تحلیل هر موضوعی باید محدوده‌ای را مشخص کنیم تا بتوانیم نتایج تحلیل را جمع‌بندی کنیم، این محدوده می‌تواند بخشی از یک فضا یا مقداری از یک ماده یا قسمتی از یک دستگاه باشد.

سامانه^۱

	سامانه (سیستم)	در مباحث ترمودینامیکی به محدوده‌ای که برای مطالعه، تحلیل و بررسی انتخاب می‌شود، سامانه یا سیستم می‌گویند.
	محیط ^۲	به جرم یا فضایی که اطراف سامانه را احاطه کرده باشد، محیط می‌گویند.
	مرز ^۳	به خط فرضی که از آن برای مشخص نمودن محدوده سامانه استفاده می‌شود مرز گفته می‌شود.

انواع سامانه

	سامانه باز	سامانه باز می‌تواند با محیط تبادل جرم و تبادل انرژی داشته باشد. (به سامانه باز حجم کنترل نیز گفته می‌شود).
	سامانه بسته	سامانه بسته فقط می‌تواند تبادل انرژی با محیط داشته باشد.
	سامانه منزوی ^۴	سامانه منزوی هیچ‌گونه تبادل جرم و تبادل انرژی با محیط نخواهد داشت.

با توجه به اهداف زیر ابتدا می‌توان سامانه و محیط را تعیین نمود و سپس به تحلیل پرداخت.		مثال برای سامانه
تهویه مطبوع برای ساکنین یک اتاق	هدف	
طراحی مدار گرمایش یک ساختمان		
طراحی مدار سرمایش یک ساختمان		
تأمین آب گرم مصرفی دستگاه پکیج دو مبدله		
تأمین آب گرم مصرفی دستگاه پکیج تک مبدله		
تأمین آب مدار گرمایشی دستگاه پکیج		
تأمین سرمایش مورد نیاز مواد غذایی درون یخچال		

- ۱- System
۲- Surrounding
۳- Boundary
۴- Isolate

ویژگی‌های سامانه

هنگامی که سامانه‌ای برای مطالعه ترمودینامیکی انتخاب می‌شود، می‌توانیم خواص یا ویژگی‌هایی از قبیل فشار، دما، حجم، چگالی، جرم و... را به آن اختصاص دهیم.

ویژگی‌های شدتی ^۱ (کیفی)	دما، فشار، چگالی و هر ویژگی سامانه که وابسته به مقدار ماده نباشد خاصیت شدتی نام دارد.
ویژگی‌های مقداری ^۲ (کمی)	حجم، جرم، وزن و هر ویژگی سامانه که وابسته به مقدار ماده باشد خاصیت مقداری نام دارد.

m	$\frac{1}{2} m$	$\frac{1}{2} m$	} Extensive properties
V	$\frac{1}{2} V$	$\frac{1}{2} V$	
T	T	T	} Intensive properties
P	P	P	
ρ	ρ	ρ	

مقایسه ویژگی‌های شدتی و مقداری

انرژی، توانایی انجام کار است، یک سامانه در صورتی توانا خواهد بود که انرژی داشته باشد، واحد انرژی در سیستم SI ژول است.

انرژی سامانه (E)		
انرژی جنبشی (K_E)	انرژی پتانسیل (P_E)	انرژی درونی (U)
$E = U + P_E + K_E$		

در مطالعه و تحلیل رفتار سامانه‌ها باید نوع دیدگاه خود را تعیین کنیم، آیا هدف، تحلیل کلیت سامانه است یا اینکه با نگاه ریزبینانه رفتار اتم‌ها و مولکول‌ها را مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

دیدگاه ماکروسکوپی ^۳	در ترمودینامیک کلاسیک با نگرش کلی ویژگی‌ها و خواص سامانه در شرایط مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد.
دیدگاه میکروسکوپی ^۴	در ترمودینامیک آماری با نگاه ریزبینانه به تحلیل رفتار سامانه‌ها پرداخته می‌شود.

انرژی درونی یک سامانه به صورت مجموع انرژی‌های جنبشی همه ذره‌ها تشکیل‌دهنده آن به اضافه مجموع انرژی‌های پتانسیل برهم‌کنش بین این ذره‌ها تعریف می‌شود.

انرژی درونی شامل انرژی پتانسیل و جنبشی ناشی از برهم‌کنش بین سامانه و محیط اطراف آن نیست، اگر سامانه یک بطری آب باشد، قرار دادن آن روی میز، انرژی پتانسیل گرانشی حاصل از برهم‌کنش بین لیوان و زمین را افزایش می‌دهد، اما این اثری روی برهم‌کنش بین مولکول‌های آب ندارد و در نتیجه انرژی درونی آب تغییر نمی‌کند.

۱- Intensive properties

۲- Extensive properties

۳- Macroscopic

۴- Microscopic

تحلیل انرژی سیستم

اگر انرژی سامانه (E) تغییر کند به این معنی است که حداقل یکی از مؤلفه‌های انرژی درونی، انرژی پتانسیل یا انرژی جنبشی سامانه تغییر کرده است.

شرط تغییر انرژی جنبشی چیست؟	شرط تغییر انرژی پتانسیل چیست؟	شرط تغییر انرژی درونی چیست؟

تغییر انرژی پتانسیل + تغییر انرژی جنبشی + تغییر انرژی درونی = ΔE (میزان تغییرات انرژی سامانه)

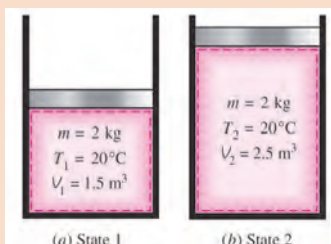
$$\Delta E = \Delta U + \Delta P_E + \Delta K_E$$

رابطه ΔE را برای حالتی که تغییر انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی نداشته باشیم:

$$\Delta E = \Delta U$$

حالت ترمودینامیکی^۱

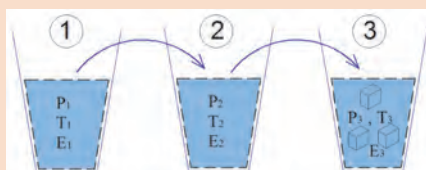
توصیف وضعیت سامانه با دو ویژگی مستقل از هم را حالت ترمودینامیکی گویند، در تصویر زیر دو حالت ترمودینامیکی سامانه نشان داده شده است.



حالت ترمودینامیکی

فرایند^۲

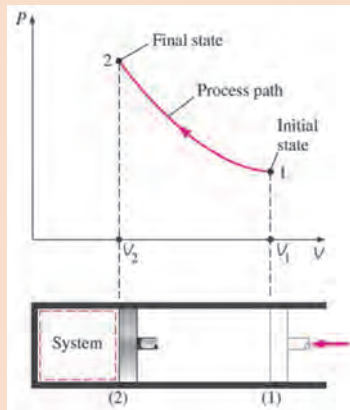
مسیری که طی آن وضعیت سامانه از حالتی به حالت دیگر تغییر کند فرایند نام دارد، به عبارت دیگر هر تغییری که سامانه را از یک حالت تعادل به حالت تعادل دیگری برساند فرایند گفته می‌شود، در تصویر زیر فرایندهای ۱-۲ و ۲-۳ مسیر تغییر حالت سامانه را در آزمایش بالا نشان می‌دهند.



فرایند تغییر دمای سامانه بر پایه تبادل گرما

۱- Thermodynamic state

۲- Process



فرایند تغییر حجم سامانه بر پایه تبادل کار

تبدیل انرژی

با توجه به اصل بقای انرژی و اینکه انرژی به وجود نمی‌آید و از بین نمی‌رود، کاهش یا افزایش انرژی یک سامانه، نتیجه تبادل و تبدیل انرژی بین سامانه و محیط خواهد بود که این تبادل و تبدیل در حین فرایندها رخ می‌دهد.

انرژی فرایندی انرژی‌ای است که در مسیر فرایند بین محیط و سامانه تبادل می‌شود. به عنوان مثال در حین فرایند انرژی به شکل گرما یا کار به سامانه منتقل شده و به انرژی درونی تبدیل می‌شود و یا انرژی درونی در حین فرایند به شکل گرما یا کار به محیط منتقل می‌شود.

انرژی‌های فرایندی

گرما (Q)

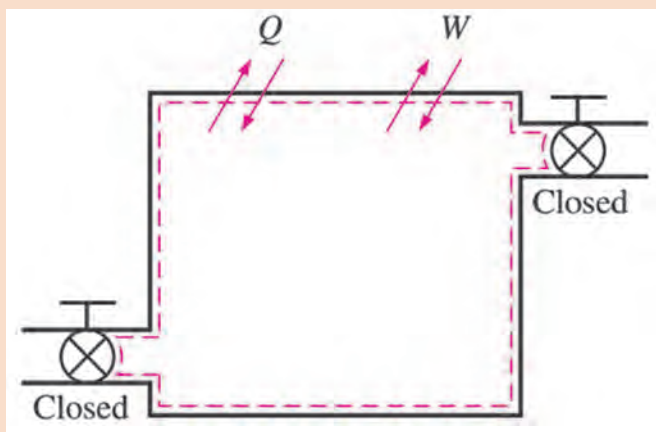
کار (W)

نکته

یک سامانه هرگز دارای گرما و کار نیست، کار و گرما هر دو پدیده‌های انتقالی هستند که یکی از آنها یا هر دو آنها زمانی که سامانه طی یک فرایند، از یک حالت تعادل به حالت تعادل دیگری تغییر کند، به شکل انرژی پدیدار شده و از مرز سامانه عبور می‌کنند.

با توجه به عدم تغییر انرژی جنبشی و پتانسیل سامانه، تغییرات انرژی سامانه برابر تغییر انرژی درونی سامانه متأثر از تبادل گرما و کار خواهد بود، بنابراین با تبادل کار و گرما بین سامانه و محیط ویژگی‌های دما، فشار، حجم و... در نتیجه سطح انرژی سامانه تغییر می‌کند.

$$\Delta E = \Delta U = Q + W$$



تبادل گرما و کار بین سامانه و محیط در حین فرایند

نوع تبادل انرژی سامانه با محیط	قرارداد
سامانه گرما می‌گیرد.	$Q > 0$
سامانه گرما می‌دهد.	$Q < 0$
سامانه روی محیط کار انجام می‌دهد.	$W > 0$
محیط روی سامانه کار انجام می‌دهد.	$W < 0$

پیشوند ایزو

برای فرایندهایی به کار برده می‌شود که در آنها یکی از ویژگی‌ها، ثابت باقی می‌ماند یا ثابت فرض شود.

- ☐ فرایند ایزوترم فرایندی است که در آن دما ثابت بماند.
- ☐ فرایند ایزوبار فرایندی است که در آن فشار ثابت بماند.
- ☐ فرایند ایزوکور (ایزومتریک) فرایندی است که در آن حجم ثابت بماند.

بحث کلاسی
پیشنهادی



یک ظرف محتوی آب را روی شعله اجاق گاز قرار داده‌ایم، بعد از مدتی آب درون ظرف شروع به جوشیدن می‌کند، کدام یک از خواص سیستم ثابت مانده است؟

☐ فشار ☐ دما ☐ حجم مخصوص

<p>هم‌فشاری به این معنی است که حجم افزایش می‌یابد در حالی که فشار ثابت است.</p> <p>گرم کردن گاز در سیلندری که دارای پیستون با بارگذاری ثابت است نمونه‌ای از فرایند فشار ثابت است.</p>	<p>تغییر هم‌حجمی حالت به این معنی است که فشار افزایش می‌یابد، در حالی که حجم ثابت است.</p> <p>گرمادهی گاز در یک فضای بسته مثالی از یک فرایند حجم ثابت است.</p>
<p>وقتی آنتروپی گازی که تراکم منبسط گردیده است، ثابت بماند، هیچ تبادل گرمایی با محیط اطراف صورت نمی‌گیرد. این تغییر در حالت از قانون پوسین تبعیت می‌کند.</p>	<p>هم‌دمایی حالت به این معنی است که دمای مخلوط گاز ثابت است، در حالی که فشار و حجم متغیر است.</p>
<p>نمونه‌ای از فرایند دما ثابت در سیلندر عایق</p>	<p>اگر گاز درون یک سیلندر طوری فشرده شود که دمای آن تغییر نکند گرمایی که از سیستم خارج می‌شود برابر کار انجام شده بر روی سیستم است، این پروسه در عمل غیرممکن است.</p>

فاز ماده

یک آرایش مولکولی مجزا از ماده، که همه جا یکنواخت می‌باشد و می‌توان آن را از دیگر آرایش‌ها، با سطوح مرزی مشخصی به سادگی جدا کرد، فاز می‌گوییم. در فاز جامد فاصله مولکول‌ها نسبت به فاز مایع کمتر و نظم بیشتری دارند و نیز سطح انرژی پایین‌تری دارد، بنابراین اگر بخواهیم طی یک فرایند، فاز جامد یک ماده را به فاز مایع یا فاز بخار تبدیل کنیم باید سطح انرژی آن را افزایش دهیم.



فاز گازی یک ماده با فاز مایع و فاز جامد همان ماده چه تفاوتی دارد؟
اگر بخواهیم فاز گاز را به فاز مایع تبدیل کنیم چه تغییری در سطح انرژی باید ایجاد کنیم؟

اگر به ماده‌ای گرما داده شود تا شروع به تغییر فاز کند تا زمانی که تغییر فاز کامل نشود دمای ماده تغییر نخواهد کرد، اما بعد از اینکه تمام ماده تغییر فاز دهد گرما دادن به ماده باعث افزایش دما خواهد شد، لذا به گرمایی که باعث افزایش یا کاهش دمای ماده شود گرمای محسوس و به گرمایی که صرف تغییر فاز ماده در فشار ثابت می‌شود گرمای نهان اطلاق می‌شود.

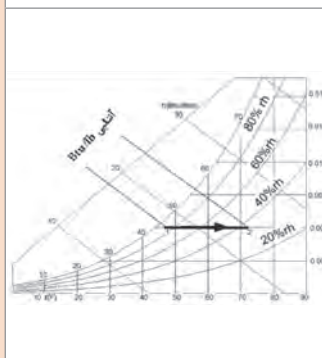
نمودار

یکی از ابزار مطالعه رفتار ترمودینامیکی سیستم‌ها استفاده از نمودارها می‌باشد، به این ترتیب که با داشتن خواص مستقل از سیستم تغییرات سیستم از حالتی به حالت دیگر بیان می‌شود.

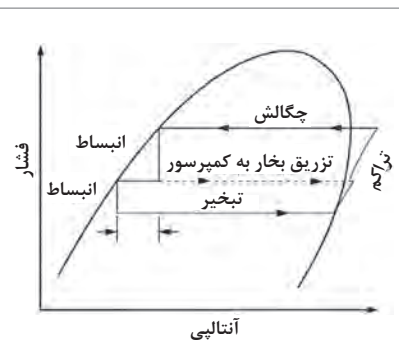
در یک نمودار می‌توانیم فازهای مختلف ماده را نمایش دهیم که این امر در طراحی‌ها و عیب‌یابی سیستم‌ها بسیار کمک‌دهنده است، ضمن اینکه تحلیل سیستم‌ها را برای ما آسان خواهد کرد.

در واقع نمودارها بستری برای نشان دادن فرایندها و چرخه‌ها می‌باشند. در زیر نمونه‌هایی از نمودارهای ترمودینامیکی که در تبرید و تهویه مطبوع کاربرد دارند آورده شده است.

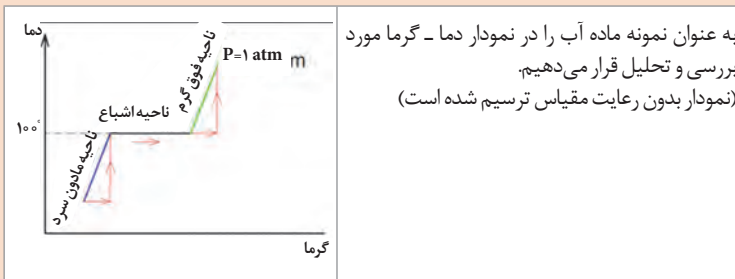
در زیر نمونه‌هایی از نمودارهای ترمودینامیکی که در تبرید و تهویه مطبوع کاربرد دارند آورده شده است.



نمودار مشخصات هوا (سایکرومتریک)



نمودار آنتالپی - فشار



تحلیل

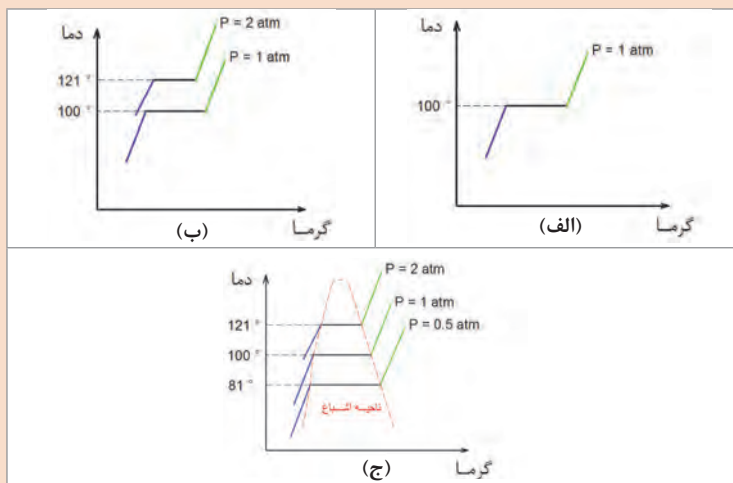
- در فشار ثابت یک اتمسفر به آب گرما می دهیم.
- تا هنگامی که آب در فاز مایع است به ازای دریافت هر مقدار گرما، مقداری افزایش دما خواهیم داشت، به این ناحیه که در نمودار با رنگ آبی مشخص شده است مادون سرد می گوییم.
- آب در ۱۰۰ درجه سلسیوس شروع به جوشیدن می کند و شروع به بخار شدن می کند.
- به ناحیه ای که در آن تغییر فاز اتفاق می افتد ناحیه اشباع می گوییم.
- در ناحیه اشباع، گرما باعث افزایش دما نخواهد شد، بلکه صرف تغییر فاز از مایع به گاز خواهد شد.
- پس از اینکه تغییر فاز کامل شد افزایش گرما باعث افزایش دمای فاز جدید خواهد شد.
- به ناحیه فاز گاز که دمایی بالاتر از دمای اشباع دارد ناحیه فوق گرم گفته می شود.
- به گرمایی که باعث افزایش دما شود گرمای محسوس می گوییم.
- به گرمایی که صرف تغییر فاز شود گرمای نهان می گوییم.

بحث کلاسی پیشنهادی



- تحلیل خود را از نمودارهای داده شده بیان کنید.
- در نمودار الف اگر از سیستم گرما بگیریم جهت فرایند به کدام سمت خواهد بود؟
- در نمودار ب چگونه می توانیم سیستم را از تراز فشار یک اتمسفر به تراز فشار دو اتمسفر برسانیم؟
- (چه نوع انرژی لازم داریم و از چه دستگاهی در تأسیسات می توانیم استفاده کنیم؟)
- در نمودار ب چگونه می توانیم از تراز فشار دو اتمسفر به تراز فشار یک اتمسفر برسیم؟
- دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس در نمودار ب، در کدام تراز فشار در ناحیه مایع مادون سرد قرار دارد؟
- دمای ۹۰ درجه سلسیوس در کدام نمودار و در چه فشاری در ناحیه گاز فوق گرم قرار دارد؟

- تحلیل خود را از ناحیه اشباع در نمودار ج، که با خط چین قرمز نمایش داده شده است را بیان کنید.
- طبق نمودار ج، اگر بخواهیم بخار را به مایع تبدیل کنیم، در کدام تراز فشار این تغییر سریع‌تر اتفاق می‌افتد؟
(توجه: نمودارها بدون رعایت مقیاس ترسیم شده‌اند.)

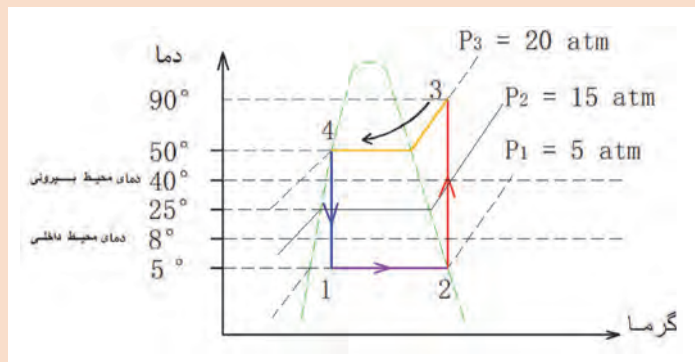


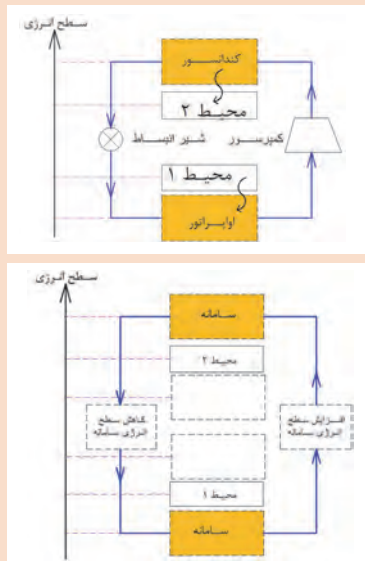
کار کلاسی



چرخه ساده مدار تبرید را در نظر بگیرید:

- سیستم در فرایند ۱-۲ گرما را در اواپراتور از محیط داخلی دریافت می‌کند.
- طی فرایند ۲-۳ فشار سیستم را از ۵ atm به ۲۰ atm افزایش داده در نتیجه دما هم افزایش می‌یابد.
- سیستم طی فرایند ۳-۴ گرما را به محیط بیرونی انتقال می‌دهد.
- طی فرایند ۴-۱ فشار سیستم کاهش یافته و سیستم به حالت اولیه خود می‌رسد.





تحلیل

- ☐ آیا می‌توانیم فرایند ۱-۲ را در تراز فشار 15 atm انجام دهیم؟
- ☐ آیا می‌توانیم فرایند ۳-۴ را در تراز فشار 15 atm انجام دهیم؟
- ☐ دمای اشباع ماده مبرد سیستم در فشارهای نشان داده شده را بیان کنید.
- ☐ در فرایند ۲-۳ چه نوع انرژی به سیستم داده می‌شود؟

روند مطالعه و تحلیل ترمودینامیکی سامانه‌ها:

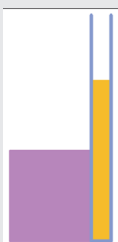


گفت‌وگوی
کلاسی



- ☐ 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.

راهنمایی



شرط برقراری تعادل گرمایی هم‌دما بودن دو جسم یا دو سیستم است. هنگامی که دماسنج در مجاورت یک جسم قرار می‌گیرد، انتقال گرما بین جسم و ماده درون دماسنج شروع می‌شود و ماده درون دماسنج منبسط یا منقبض می‌شود تا زمانی که تعادل گرمایی بین دماسنج و جسم برقرار شود.

- ☐ ماده درون دماسنج با شیشه دماسنج هم‌دماست.
- ☐ جسم با شیشه دماسنج هم‌دماست.
- ☐ طبق قانون صفرم دمای جسم با دمای ماده درون دماسنج برابر است.

کار کلاسی



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

راهنمایی

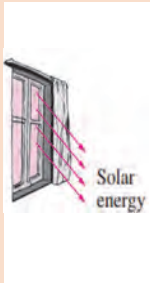
دمای آب و یخ با هم برابر است، بنابراین تعادل گرمایی بین آنها برقرار است و گرمایی بین آنها مبادله نمی‌شود. در این حالت گرما باید از بیرون به سیستم داده شود و تا زمانی که تمام یخ به آب تبدیل می‌شود دمای یخ با دمای آب برابر است.

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؟

راهنمایی

هدف از این بحث کلاسی آمادگی ذهن هنرجو برای ورود به بحث انرژی و قوانین اول و دوم ترمودینامیک است. در پایه‌های قبل مفهوم انرژی گفته شده است، در این پودمان بیشتر بر مفاهیم ترمودینامیکی و تبدیل انرژی بحث خواهد شد.

گفت‌وگوی کلاسی



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

جنبشی سیستم	پتانسیل سیستم	گرمای	کار
جنبش مولکولی	پتانسیل مولکولی	هسته‌ای	شیمیایی

راهنمایی

انرژی درونی یک سامانه به صورت مجموع انرژی‌های جنبشی همه ذره‌های تشکیل‌دهنده آن به اضافه مجموع انرژی‌های پتانسیل برهم‌کنش بین این ذره‌ها تعریف می‌شود.

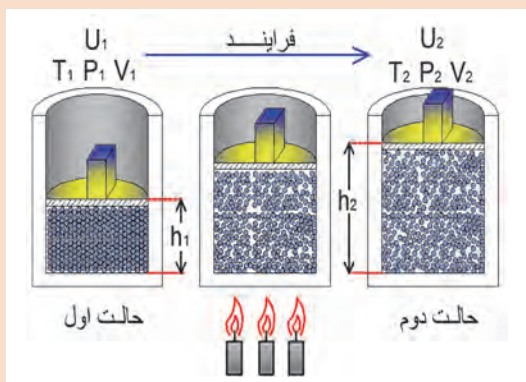
- ۱ یک بطری آب روی میز قرار دارد، بطری آب از روی میز به زمین می‌افتد، آیا انرژی درونی آب تغییر می‌کند؟
- ۲ به آب درون لیوان گرما می‌دهیم، آیا انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی تغییر می‌کنند؟

انرژی درونی شامل انرژی پتانسیل و جنبشی ناشی از برهم‌کنش بین سامانه و محیط اطراف آن نیست، اگر سامانه یک بطری آب باشد، قرار دادن آن روی میز، انرژی پتانسیل گرانشی حاصل از برهم‌کنش بین لیوان و زمین را افزایش می‌دهد، اما این اثری روی برهم‌کنش بین مولکول‌های آب ندارد و در نتیجه انرژی درونی آب تغییر نمی‌کند.

کار کلاسی



- ۱۰۰۰ ژول گرما به مجموعه سیلندر و پیستون حاوی گاز با ویژگی‌های اولیه در حالت یک داده شده است، طی این فرایند پیستون به اندازه $h_2 - h_1$ به سمت بالا حرکت کرده و به حالت ۲ با ویژگی‌های جدید رسیده است.
- تحلیل خود را با پاسخگویی به سؤالات زیر بیان کنید.
- ☐ کدام یک از ویژگی‌های U, P, V و T 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 ۸۰۰ ژول باشد، انرژی سیستم چه مقدار تغییر داشته است؟



راهنمایی

راهنمایی

- ☐ در این تصویر با توجه به ثابت بودن جرم وزنه، فشار ثابت مانده است اما سایر ویژگی‌ها افزایش داشته‌اند.
- ☐ هرچه سطح انرژی بالاتر باشد آرایش مولکولی مواد از نظم کمتری برخوردار خواهد بود. (آنتروپی)
- ☐ کار و گرما پدیده‌های انتقالی هستند که در طول فرایندها به سیستم انتقال یافته و در اثر تبدیل انرژی باعث تغییر انرژی سیستم‌ها می‌شوند. (طبق قانون اول ترمودینامیک انرژی به وجود نمی‌آید و از بین هم نمی‌رود بلکه از گونه‌ای به گونه دیگر تبدیل می‌شود). روند تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر در این

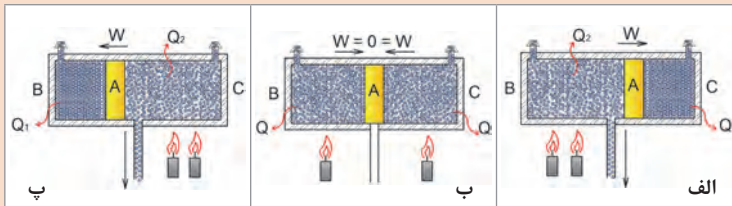
تصویر به شرح زیر است:

- ۱ تبدیل گرمای ورودی به انرژی درونی
- ۱ تبدیل بخشی از انرژی درونی به کار خروجی
- سطح انرژی سیستم در حالت دوم بالاتر است. (سطح انرژی ارتباط مستقیم با افزایش دما دارد).
- انرژی درونی سیستم افزایش یافته 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 در تصاویر زیر هوا وجود دارد)



- 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؟

راهنمایی

- در وضعیت‌های الف و پ انرژی گرمایی به انرژی درونی سیستم تبدیل می‌شود و پس از اینکه مقداری از انرژی درونی به کار تبدیل می‌شود مقداری از گاز درون سیلندر خارج می‌شود.
- در وضعیت ب تعادل گرمایی برقرار است و پیستون مانند کفه ترازو تعادل دو طرف را نشان می‌دهد، بنابراین با بالا رفتن فشار، سوپاپ اطمینان ایمنی سیستم را تأمین می‌کند.
- در وضعیت الف در اثر انبساط گاز در محدوده B، مقداری کار بر روی محدوده C انجام می‌شود، کار وارد شده به محدوده C به انرژی درونی سیستم تبدیل شده و مقداری از انرژی درونی به شکل گرما (Q_1) از سیستم خارج می‌شود، در

واقع Q_1 گرمای متأثر از انجام کار بر روی سیستم است (مانند گرمای تولید شده در کمپرسور در اثر کار کمپرسور بر روی گاز درون سیستم است) اما Q_2 گرمای متأثر از ورود گرما توسط شعله به سیستم است. (مانند گرمای خروجی از بدنه آبگرمکن‌ها و دیگ‌ها)

گفت‌وگوی
کلاسی



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

راهنمایی

تبدیل انرژی از شکلی به شکل دیگر همیشه مطلوب نیست، مانند گرمایی که توسط الکتروموتور پمپ تولید و به محیط داده می‌شود، در واقع انرژی الکتریکی داده شده به الکتروموتور تماماً به انرژی مفید مورد نظر تبدیل نشده است، این مطلب می‌تواند مقدمه‌ای برای ورود به بحث راندمان در سیستم‌های گرمایی و ضریب عملکرد سیستم‌های برودتی باشد.

گفت‌وگوی
کلاسی



پمپ گرمایی با یخچال چه فرقی دارد؟

راهنمایی

در چرخه برودت هدف سرد کردن محیط با دمای پایین است.
در چرخه پمپ گرمایی هدف گرم کردن محیط با دمای بالاست.

بخش اول

ارتباط موضوعی جملات مندرج در ستون سمت چپ جدول زیر را با موضوعات داده شده از طریق درج در ستون سمت راست تعیین کنید.

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

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

الف	سیفون	تعاریف و توضیحات مرتبط در متن کتاب آمده است، هدف این است که هنرجو به زبان خود تحلیلی از آنچه آموخته است بیان نماید.
ب	ضربه قوچ	
پ	کاویناسیون	

۲ اگر به آب درون یک مدار بسته مجهز به سوپاپ اطمینان ۲ bar گرما دهیم، در دمای 121°C شروع به جوشیدن می‌کند.

الف	چه تحلیلی برای این اتفاق دارید؟	تعاریف و توضیحات مرتبط در متن کتاب آمده است، هدف این است که هنرجو به زبان خود تحلیلی از آنچه آموخته است بیان نماید.
ب	آب در چه دمایی به حالت اشباع درمی‌آید؟	

۳ مفهوم عبارات زیر را بیان کنید:

الف	بخار فوق گرم	با توجه به نظر هنرآموز، این بخش می‌تواند به وسیله نمودار مندرج در متن پودمان از هنرجو سؤال شود.
ب	بخار اشباع	
پ	مایع متراکم	
ت	اگزرژی	به بیشترین کارمفیدی که می‌توان در جریان یک پروسه به آن دست یافت اگزرژی گفته می‌شود.
ث	بازگشت ناپذیری	بیان قانون دوم ترمودینامیک
ج	تبدیل انرژی	بیان قانون اول ترمودینامیک

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

۵ با توجه به تصاویر به پرسش‌ها پاسخ دهید:

	<p>الف</p> <p>کدام خط تراز بیشترین فشار و کدام خط تراز، کمترین فشار را دارد؟</p> <p>با استناد به رابطه $p = \rho \cdot gh$ در خط تراز ۱ بیشترین فشار و در خط تراز ۳ کمترین فشار وجود دارد.</p> <p>در خط تراز ۱، فشار کدام نقطه بالاتر است؟</p> <p>ب</p> <p>با توجه به یکسان بودن ارتفاع ستون آب در این خط تراز، فشار نقاط A و B یکسان است.</p> <p>در خط تراز ۲، فشار کدام نقطه بالاتر است؟</p> <p>پ</p> <p>ارتفاع ستون آب در نقطه E بیشتر است بنابراین فشار این نقطه بالاتر خواهد بود.</p> <p>در خط تراز ۳، فشار کدام نقطه بالاتر است؟</p> <p>ت</p> <p>ارتفاع ستون آب در نقطه G بیشتر است بنابراین فشار این نقطه بالاتر خواهد بود.</p>
	<p>در صورتی که ارتفاع ساختمان ۴ متر باشد، سرعت خروج آب از لوله آب باران را محاسبه کنید:</p> $p = 1000 \text{ kg/m}^3$ $g = 9.8 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$ <p>الف</p> $\frac{p_1}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_1^2 + h_1 = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{1}{2g} v_2^2 + h_2$ $p_1 = p_2$ $h_1 = h_2 = h$ $v = \sqrt{2gh}$ $v = \sqrt{2 \times 10 \times 4}$ $v = 8.9 \text{ m/s}$ <p>ب</p> <p>فشار استاتیک در ارتفاع ۱ متری از کف چند پاسکال است؟</p> $p = \rho \cdot gh$ $p = 1000 \times 10 \times 3$ $p = 30000 \text{ pa}$

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

با توجه به اینکه پژوهش‌های متن پودمان بخشی از فرایند آموزشی را پوشش می‌دهند بنابراین هنرجو باید در این بخش مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز مربوطه را کسب نماید.

کندانسور و اواپراتور هر دو مبدل انرژی (تبدیل انرژی قانون اول ترمودینامیک) و هر دو مبادل انرژی با محیط (تبادل انرژی قانون فوریه) هستند. طبق قانون دوم ترمودینامیک از کندانسور برای انتقال انرژی به شکل گرما در سطح انرژی بالا از ماده مبرد به محیط و از اواپراتور برای انتقال انرژی به شکل گرما از محیط به ماده مبرد با سطح انرژی پایین تر استفاده می‌گردد. در کندانسور ماده مبرد در فشار ثابت از حالت گازی به مایع تبدیل می‌شود (تغییر فاز در فرایند گرماده). در اواپراتور ماده مبرد در فشار ثابت از حالت مایع به حالت گازی تبدیل می‌شود (تغییر فاز در فرایند گرماگیر).

بخش سوم

بعد از کسب شایستگی در بخش‌های قبلی از سه پرسش زیر به دو پرسش پاسخ دهید.

۱ دو اقدام عملی برای جلوگیری از ایجاد ضربه قوچ در یک مدار آبی تحت فشار بیان کنید.

الف) طراحی صحیح سیستم لوله‌کشی (سایزینگ مناسب در لوله‌کشی‌ها)
ب) استفاده از شیرهای کنترل دبی به جای شیرهای قطع سریع
۲ سه اقدام عملی برای اینکه در یک پمپ کاویتاسیون اتفاق نیافتد را بیان کنید.

الف) افزایش ارتفاع مایع در مخزن مکش که مقدار هد استاتیکی را افزایش می‌دهد.
ب) در صورت امکان کاهش دما
پ) افزایش قطر چشمه پره پمپ

۳ نتایج یکی از پژوهش‌های انجام شده در این پودمان را به انتخاب هنرآموز مورد سؤال قرار گیرد.

با توجه به اینکه پژوهش‌های متن پودمان بخشی از فرایند آموزشی را پوشش می‌دهند بنابراین هنرجو باید در این بخش مورد ارزیابی قرار گرفته و امتیاز مربوطه را کسب نماید.

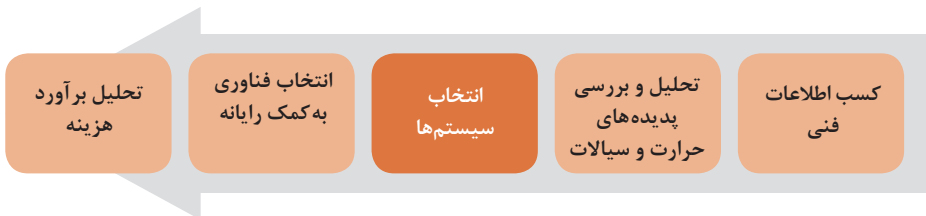
ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد. امکان جبران پودمان‌های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان تحلیل و بررسی پدیده‌های حرارت و سیالات

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

فصل ۳

انتخاب سیستم‌ها

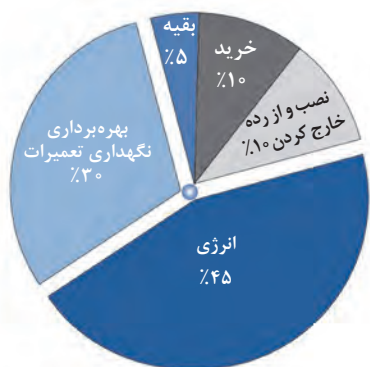


برای انتخاب مناسب‌تر سیستم‌های تهویه مطبوع لازم است هدف اصلی از انتخاب سیستم را مشخص و با توجه به دید فنی به بررسی مسائل اقتصادی سیستم از همه جوانب پرداخت برای این منظور بایستی ابتدا هدف سیستم تهویه مطبوع را مشخص نموده و سپس با محاسبات تهویه مطبوع بار سرمایی و گرمایی انجام و با آنالیز قیمت به نتیجه مطلوب برسیم.

هدف از تألیف این فصل

آشنایی با اهداف تهویه مطبوع و آشنایی با انواع سیستم‌های تهویه مطبوع و شناخت مزایا و معایب آن است و پس از آن آشنایی با عوامل مهم در محاسبات تهویه مطبوع، آبرسانی، فاضلاب، گازرسانی و آتش نشانی است.

برآورد تخمینی بارهای گرمایی و سرمایی



مجموعه هزینه‌های یک سیستم تأسیسات مرکزی در یک دوره کار مفید

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

هدف این پودمان بیان روش‌ها و اهمیت هزینه‌های پیدا و پنهان یک سیستم تأسیسات مرکزی در طول عمر مفید تجهیزات، برای تأمین ایمنی، بهداشت، آسایش ساکنین، بهره‌دهی مناسب و جلوگیری از به هدر رفتن سرمایه است. این بخش باید به صورت تعاملی بین (هنرجو - هنرآموز) یا (هنرجو - محتوای) و (هنرجو - هنرجو) تدریس شود.

روش تدریس

اهداف تهویه مطبوع:

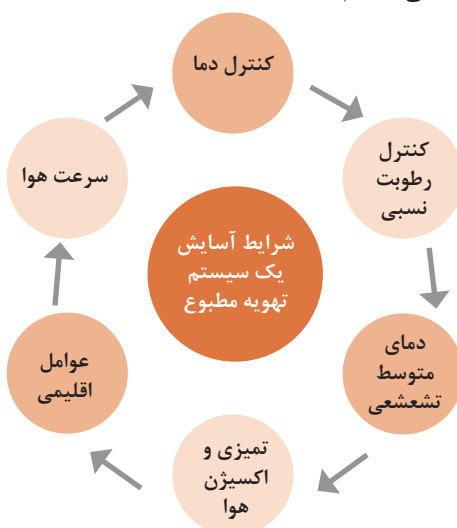
- تأمین فضای گرم در سرما
- مهیا نمودن محیط سرد در گرما
- جابه‌جا نمودن هوای آلوده با هوای پاک
- خارج نمودن هوای نامطبوع از محیط زندگی (آشپزخانه، سرویس بهداشتی)



شرایط آسایش

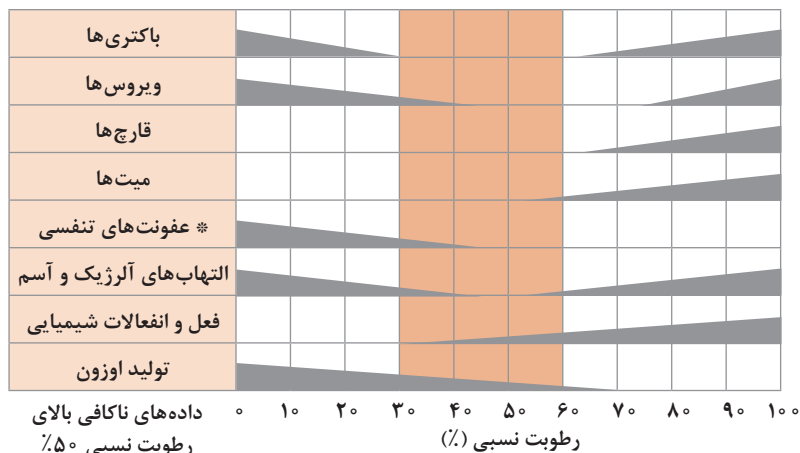
شرایط آسایش:

با توجه به آموخته‌های قبلی به هنرجو به صورت نموداری عوامل مهم در تأمین شرایط آسایش را ارائه می‌نماییم:



رطوبت نسبی مطلوب طبق استاندارد اشری ۶۰٪ - ۲۰٪

کاهش عرض ستون‌ها نشان‌دهنده کاهش وزن مناسب است

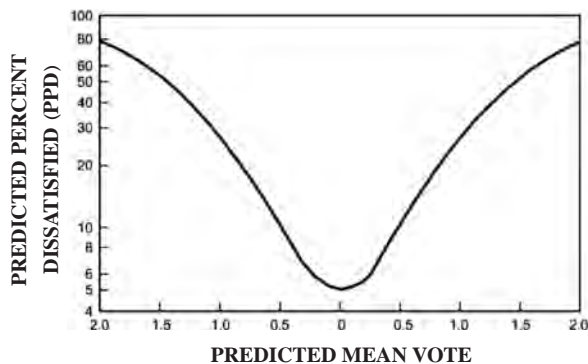


نمودار استرلینگ ۱۹۸۵

شرایط آسایش: بدن انسان در اثر فعالیت‌های مختلف حرارت تولید می‌کند و این حرارت به راحتی باید دفع شود. شرایطی که در آن انسان، نه نیاز به دفع حرارت و نه جذب آن داشته باشد را شرایط آسایش می‌نامند.

محدوده آسایش: محدوده آسایش براساس آنچه که درباره چگونگی سوخت‌وساز بدن انسان، فرهنگ و معیارهای اجتماعی امروزی مورد بررسی و تحقیق قرار گرفته است، نشان می‌دهد حداکثر می‌توان برای ۸۰ درصد افراد محدوده آسایش را تأمین نمود. بنابراین ایجاد شرایط آسایش برای ۱۰۰ درصد افراد غیرممکن است. میانگین آرای افراد نسبت به شرایط گرمایی محیط ملاک محدوده آسایش آنها است. جدول زیر نشان‌دهنده حساسیت گرمایی افراد نسبت به تغییر شرایط دمای آسایش است.

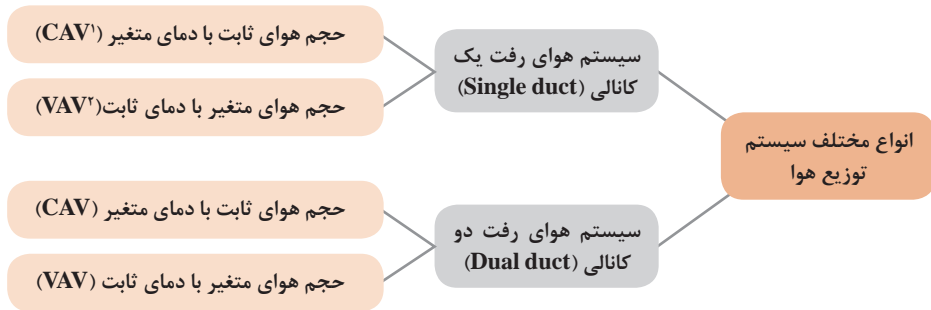
احساس	میزان انحراف دما (درجه سلسیوس)
خیلی گرم	+۳
گرم	+۲
کمی گرم	+۱
خنثی	۰
کمی خنک	-۱
خنک	-۲
سرد	-۳



بعد از این مرحله سیستم‌های تهویه مطبوع بر اساس سه عامل انتقال انرژی گرمایی یعنی آب، هوا و سیال مبرد به چهار صورت اجرا می‌شود.

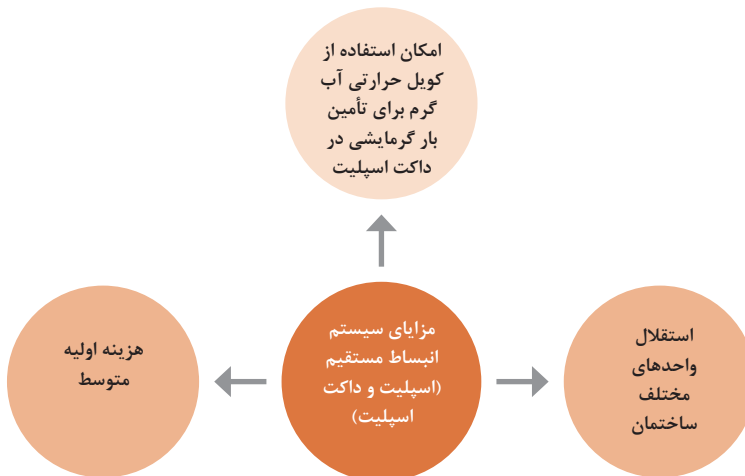


انواع سیستم‌های توزیع هوا



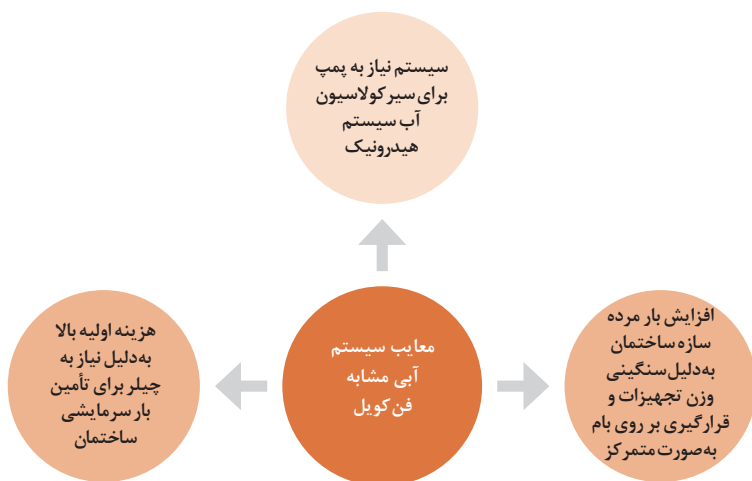
جدول نوع سیال دستگاه‌های توزیع‌کننده و نحوه جریان و انتقال حرارت به هوای محیط

کنوکتور	یونیت هیتر	فن کویل	رادیاتور	نوع سیال
آب، بخار	آب، بخار	آب	آب	نوع سیال
طبیعی	اجباری	اجباری	طبیعی	نوع جریان



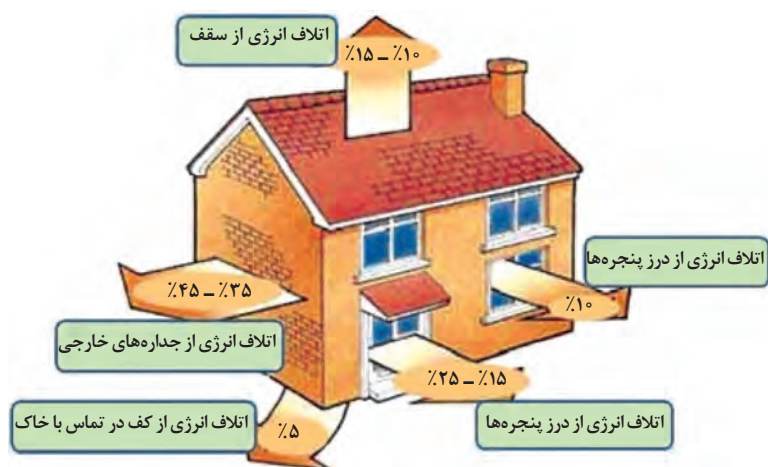
۱- CAV- Constant Air Volume

۲- VAV-Variable Air Volume



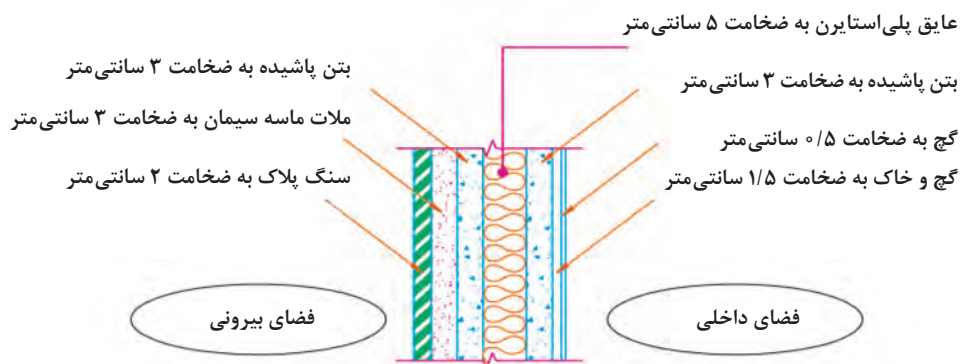
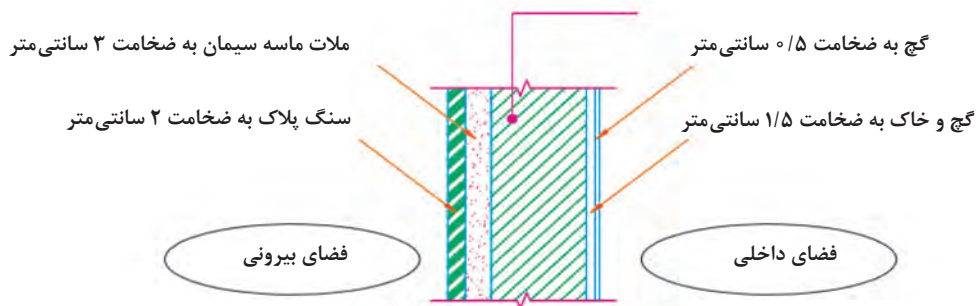
تلفات گرمایی ساختمان

برای بررسی تلفات گرمایی ساختمان بهتر است به صورت مصور این مهم توضیح داده شود و برای تشخیص بزرگی هر کدام از این تلفات درصدی از آن به هنرجو ارائه گردد

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$


برای نمونه تحلیل گرمایی و محاسبه بار گرمایش سالیانه با جنس‌های مختلف دیوار و سقف مختلف را در زیر خواهیم داشت:

دیوار از جنس آجر یا بتن یا بلوک سیمانی و یا بتن اسفنجی



تحلیل بار گرمایی برای انواع عایقکاری در سقف و دیوار

ردیف	نوع ساختمان	نوع عایقکاری			بار گرمایش سالیانه (Kwh/m ²)	درصد صرفه جویی نسبت به ردیف ۱
		سقف	دیوار	پنجره		
۱	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن با دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری بدون عایق و پنجره تک جداره				۲۳۳/۲۴	-
۲	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده با عایق پلی‌استایرن ۵ سانتی‌متر، دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری بدون عایق و پنجره دو جداره فلزی	P		P	۲۱۲/۲۰	٪۹
۳	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده بدون عایق با دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری با عایق ۵ سانتی‌متری و پنجره تک جداره		P		۱۹۵/۴۴	٪۱۶
۴	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده بدون عایق، دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری با عایق پلی‌استایرن ۵ سانتی‌متری و پنجره دو جداره فلزی		P	P	۱۸۸/۰۸	٪۱۹
۵	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده با عایق ۵ سانتی‌متری پلی‌استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری با عایق پلی‌استایرن ۵ سانتی‌متری و پنجره تک جداره فلزی	P	P		۱۷۴/۴۸	٪۲۵
۶	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده با عایق ۵ سانتی‌متری پلی‌استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری با عایق پلی‌استایرن ۵ سانتی‌متری و پنجره دو جداره فلزی	P	P	P	۱۶۷/۰۵	٪۲۸
۷	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی‌استایرن ساده با عایق ۱۰ سانتی‌متری پلی‌استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی‌متری با عایق پلی‌استایرن ۵ سانتی‌متری و پنجره دو جداره فلزی	PP	P	P	۱۶۰/۸۲	٪۳۱

تحلیل بار گرمایی برای انواع عایق کاری در سقف و دیوار و همجواری ساختمان

ردیف	نوع ساختمان	نوع عایق کاری			بار گرمایش سالیانه (Kwh/m ²)	درصد صرفه جویی نسبت به ردیف ۱
		سقف	دیوار	پنجره		
۱	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن با دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری بدون عایق و پنجره تک جداره- دو طرف همجواری				۲۰۱/۱۲	-
۲	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده با عایق پلی استایرن ۵ سانتی متر، دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری بدون عایق و پنجره دو جداره فلزی- دو طرف همجواری	P		P	۱۷۸/۵۶	٪۱۱
۳	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده بدون عایق با دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری با عایق ۵ سانتی متری و پنجره تک جداره- دو طرف همجواری		P		۱۸۰/۱۴	٪۱۰
۴	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده بدون عایق، دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری با عایق پلی استایرن ۵ سانتی متری و پنجره دو جداره فلزی - دو طرف همجواری		P	P	۱۷۲/۵۷	٪۱۴
۵	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده با عایق ۵ سانتی متری پلی استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری با عایق پلی استایرن ۵ سانتی متری و پنجره تک جداره فلزی- دو طرف همجواری	P	P		۱۵۸/۶۳	٪۲۱
۶	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده با عایق ۵ سانتی متری پلی استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری با عایق پلی استایرن ۵ سانتی متری و پنجره دو جداره فلزی - دو طرف همجواری	P	P	P	۱۵۰/۹۷	٪۲۵
۷	ساختمان با سقف تیرچه بلوک پلی استایرن ساده با عایق ۱۰ سانتی متری پلی استایرن، دیوار سفالی ۲۰ سانتی متری با عایق پلی استایرن ۵ سانتی متری و پنجره دو جداره فلزی - دو طرف همجواری	PP	P	P	۱۴۴/۴۸	٪۲۸

اقلیم

برای اقلیم‌بندی مناسب‌تر و آشنایی هنرجو با انواع اقلیم آب و هوایی ایران بهتر است از روی نقشه این کار انجام شود:

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

جدول تقسیم‌بندی کلی تابستانی

تیپ‌بندی	نوع هوا	شهرهای مهم
تیپ ۱	گرم و خشک	تهران، یزد، کرمان و...
تیپ ۲	گرم و نیمه مرطوب	اهواز، آبادان و...
تیپ ۳	گرم و مرطوب	بندرعباس، چابهار و...
تیپ ۴	معتدل و خشک	سنندج، زنجان و...
تیپ ۵	معتدل و مرطوب	رشت، رامسر و...

اقلیم‌بندی تابستانه:

مناطق گرم مناطقی هستند که درجه حرارت خشک آنها از ۴۰ درجه سلسیوس بیشتر باشد؛

مناطق معتدل مناطقی هستند که درجه حرارت خشک آنها از ۴۰ درجه سلسیوس کمتر باشد؛

مناطق خشک مناطقی هستند که درجه حرارت تر آنها از ۲۳ درجه سلسیوس کمتر باشد؛

مناطق نیمه مرطوب مناطقی هستند که درجه حرارت تر آنها بین ۲۳ تا ۲۷ درجه سلسیوس باشد؛

مناطق مرطوب مناطقی هستند که درجه حرارت تر آنها بالاتر از ۲۷ درجه سلسیوس باشد.

اقلیم‌بندی زمستانه: برای بررسی مناطق مختلف زمستان حداقل درجه حرارت خشک تنها پارامتر مهم است:

جدول تقسیم‌بندی کلی زمستانی

نوع هوا	شهرهای مهم
خیلی سرد	تبریز، سنندج، زنجان، همدان و...
سرد	تهران، اصفهان، کرمان، کاشان و...
معتدل	آبادان، اهواز، دزفول و...
گرم	بندرعباس، بوشهر، کیش، چابهار و...



با توجه به نزدیکی اقلیم گرم و نیمه مرطوب به اقلیم گرم و خشک یا گرم و مرطوب و نیز اقلیم معتدل و خشک به اقلیم گرم و خشک می‌توان تقسیم‌بندی کلی را در سه اقلیم گرم و خشک، گرم و مرطوب و معتدل و مرطوب خلاصه شود.

نکته



جدول شرایط طرح داخل برای طراحی سیستم‌های تهویه مطبوع

مرجع	شرایط طرح داخل زمستانی		شرایط طرح داخل تابستانی	
	دما (°F)	رطوبت (%)	دما (°F)	رطوبت (%)
ASHRAE	۶۸ - ۷۵	۳۰ - ۶۰	۷۳ - ۸۰	۳۰ - ۶۰
مبحث ۱۹	حداکثر ۶۸	-	حداقل ۸۲°	-

* در شهرهای گرم و مرطوب (مانند بندر جاسک، بندرعباس، بندر لنگه، بندر ماهشهر، بوشهر، جیرفت، چابهار، خرمشهر و رامهرمز) دمای طرح داخل تابستانی مجاز حداقل ۷۵°F است.

جدول شرایط طرح خارج برای مراکز استان‌های کشور

نام شهر	ارتفاع (ft)	ضرایب بار		شرایط طرح تابستانی		شرایط طرح تابستانی		دمای کولر آبی (°F)
		محسوس	نهان	Tdb (°F)	Tdb (°F)	Tdb (°F)	RH(%)	
اراک	۵۷۵۰	۰/۸۷۷	۰/۵۵۲	۹۶/۰	۶۲/۷	۱۰/۰	۷۹	۶۹/۳
اردبیل	۴۳۰۰	۰/۹۲۶	۰/۵۸۳	۸۵/۵	۶۸/۵	- ۷/۵	۷۸	۷۱/۸
ارومیه	۴۴۰۰	۰/۹۲۲	۰/۵۸۱	۸۸/۰	۶۵/۰	۱۰/۵	۸۲	۶۹/۵
اصفهان	۵۲۵۰	۰/۸۹۳	۰/۵۶۳	۹۸/۵	۶۱/۰	۱۲/۵	۸۰	۶۸/۵
اهواز	۴۰	۱/۰۸۲	۰/۶۸۲	۱۱۵/۵	۸۲/۰	۳۷/۰	۸۷	۸۸/۵
ایلام	۴۷۲۰	۰/۹۱۱	۰/۵۷۴	۹۵/۰	۶۷/۱	۲۴/۰	۷۵	۷۲/۶
بجنورد	۳۵۱۰	۰/۹۵۳	۰/۶۰۰	۹۵/۰	۶۸/۷	۹/۵	۸۲	۷۳/۹
بندرعباس	۳۳	۱/۰۸۳	۰/۶۸۲	۱۰۵/۰	۸۹/۵	۴۵/۵	۸۰	۹۲/۶
بوشهر	۱۶	۱/۰۸۳	۰/۶۸۲	۱۰۴/۰	۸۳/۷	۴۲/۵	۸۵	۸۷/۷
بیرجند	۴۸۵۰	۰/۹۰۷	۰/۵۷۱	۹۸/۰	۶۲/۴	۱۴/۵	۷۲	۶۹/۵
تبریز	۴۴۸۰	۰/۹۲۰	۰/۵۷۹	۹۳/۰	۶۴/۴	۱۲/۵	۸۰	۶۹/۹
تهران	۴۰۰۰	۰/۹۳۶	۰/۵۹۰	۱۰۰/۰	۷۳/۹	۲۴/۰	۷۴	۷۹/۱
خرم‌آباد	۳۸۵۰	۰/۹۳۸	۰/۵۹۱	۱۰۲/۵	۶۵/۵	۲۰/۵	۲۳	۷۲/۶
رشت	۱۲ -	۱/۰۸۵	۰/۶۸۳	۸۹/۵	۷۸/۳	۲۸/۰	۹۲	۸۰/۶
زاهدان	۴۴۳۰	۰/۹۱۹	۰/۵۷۹	۹۹/۵	۶۳/۰	۱۹/۵	۷۰	۷۰/۴
زنجان	۵۴۱۰	۰/۸۸۸	۰/۵۵۹	۹۱/۵	۶۳/۷	۲/۰	۸۰	۶۹/۳
ساری	۱۳۱	۱/۰۷۹	۰/۶۷۹	۹۲/۵	۷۹/۰	۲۶/۵	۹۲	۸۱/۷
سمنان	۳۷۳۰	۰/۹۴۶	۰/۵۹۶	۱۰۱/۰	۷۰/۳	۲۴/۰	۷۰/۵	۷۶/۶
سنندج	۴۵۰۰	۰/۹۰۷	۰/۵۷۱	۹۸/۵	۶۳/۷	۸/۵	۸۲/۵	۷۰/۶
شهرکرد	۶۷۵۰	۰/۸۴۴	۰/۵۳۲	۹۲/۰	۶۵/۲	۶/۵	۸۱	۷۱/۱

۶۸/۴	۷۸	۲۶/۰	۶۰/۷	۱۰۰/۵	۰/۵۶۷	۰/۹۰۰	۴۹۰۰	شیراز
۷۲/۷	۸۳	۱۳/۰	۶۶/۸	۹۵/۵	۰/۵۸۵	۰/۹۲۸	۴۲۳۰	قزوین
۷۵/۹	۶۹	۲۴/۰	۶۸/۹	۱۰۴/۰	۰/۶۱۱	۰/۹۷۰	۳۰۴۵	قم
۶۹/۹	۸۰/۵	۱۷/۰	۶۴/۰	۹۶/۰	۰/۵۸۰	۰/۹۲۰	۴۴۶۰	کرج
۶۷/۱	۷۳	۱۱/۵	۵۹/۷	۹۷/۵	۰/۵۵۲	۰/۸۷۷	۵۷۴۰	کرمان
۶۹/۱	۸۶	۱۴/۰	۶۲/۱	۹۷/۵	۰/۵۸۲	۰/۹۲۴	۴۳۳۵	کرمانشاه
۸۰/۹	۷۵	۳۰/۵	۷۷/۵	۹۵/۰	۰/۶۷۰	۱/۰۶۴	۵۲۵	گرگان
۷۲/۸	۸۹	۱۴/۰	۶۷/۱	۹۶/۰	۰/۶۰۸	۰/۹۶۵	۳۱۸۰	مشهد
۶۸/۷	۸۴/۵	۲/۵	۶۲/۷	۹۳/۰	۰/۵۴۶	۰/۸۶۶	۶۰۷۰	همدان
۶۸/۸	۸۴	۱۴/۵	۶۲/۳	۹۴/۰	۰/۵۴۴	۰/۸۶۴	۶۱۳۰	یاسوج
۷۲/۷	۷۱	۲۲/۵	۶۵/۰	۱۰۴/۰	۰/۵۹۰	۰/۹۳۶	۴۰۰۰	یزد

جدول مقادیر پیشنهادی ضریب کنارگذر

کاربرد	ضریب کنار گذر
کاربردهای با بار کل کم یا با نسبت بار محسوس کم	۰/۳ تا ۰/۵
کاربردهای با بار کل نسبتاً کم یا با نسبت بار محسوس نسبتاً کم	۰/۲ تا ۰/۳
کاربردهای متداول	۰/۱ تا ۰/۲
کاربردهای با نسبت بار محسوس زیاد یا با نیاز هوای تازه زیاد	۰/۱ تا ۰/۰۵
کاربردهای تمام هوای تازه	۰/۱ تا ۰/۰

جدول مقادیر ضریب کنار گذر برای کویل‌های پره‌دار

تعداد پره‌های کویل		تعداد ردیف کویل
۱۴ fin/in	۸ fin/in	
۰/۲۲ - ۰/۳۸	۰/۴۲ - ۰/۵۵	۲
۰/۱۰ - ۰/۲۳	۰/۲۷ - ۰/۴۰	۳
۰/۰۵ - ۰/۱۴	۰/۱۹ - ۰/۳۰	۴
۰/۰۲ - ۰/۰۹	۰/۱۲ - ۰/۲۳	۵
۰/۰۱ - ۰/۰۶	۰/۰۸ - ۰/۱۸	۶
-	۰/۰۳ - ۰/۰۸	۸

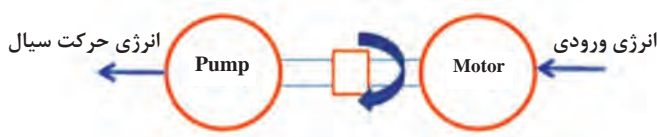
انتخاب پمپ

با توجه به اهمیت انتخاب پمپ تأمین فشار و آشنایی با مصرف انرژی پس از انتخاب پمپ از نظر مقدار هد و دبی بهتر است هنجار با مصرف واقعی برق پمپ‌های هیدرولیکی آشنایی مقداری یابد تا از نظر بزرگی واحد متوجه انتخاب مناسب و یا نامناسب گردد

برای ارزیابی این سیستم، از راندمان کل پمپ استفاده می‌شود، که بیانگر مقدار اتلاف انرژی در پمپ که صرف تلفات محرک و متحرک و وسیله انتقال قدرت می‌شود. هر چقدر راندمان بالاتر باشد، اتلاف انرژی کمتری صورت گرفته است. راندمان کل پمپ نسبت توان مفید (خروجی) (انرژی تحویل داده شده به مایع) به توان مصرفی (ورودی) پمپ است که از رابطه زیر حاصل می‌شود:

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

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



توان الکتریکی مصرفی

مقدار انرژی الکتریکی مصرف شده برای تأمین نیروی محرکه پمپ را توان الکتریکی مصرفی پمپ می‌نامند و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$P_i = V \times I$$

در این رابطه:

P_i توان مصرفی (ورودی) بر حسب وات W

V اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت V

I شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر A

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\Delta P \times Q}{V \times I}$$

نکته



به طور کلی یک اسب بخار توانی است که ۷۵ لیتر آب را در زمان یک ثانیه به ارتفاع یک متر می‌رساند
یا به عبارتی اگر پمپی ۱۰ لیتر آب را در یک ثانیه به ارتفاع یک متری برساند معادل ۱۰۰ وات انرژی است
یا به عبارتی اگر پمپی حدود ۶۰ لیتر در دقیقه آب را به ارتفاع ۱۰ متری برساند معادل ۱۰۰ وات انرژی خواهد بود

مسئله: می‌خواهیم ۲۰ لیتر آب را ظرف مدت یک ثانیه به ارتفاع ۱ متری برسانیم که توان هیدرولیکی پمپ برابر ۲۰۰ W می‌شود و نیز توان الکتریکی مصرفی نیز ۵۰۰ W باشد راندمان پمپ چه مقدار خواهد بود؟

$$\eta = \frac{P_O}{P_i} = \frac{200W}{500W} \times 100 = 40\%$$

مسئله: اگر بخواهیم ۱۰۰ لیتر آب را ظرف مدت یک ثانیه به ارتفاع ۱۰ متری برسانیم و اگر راندمان الکتروپمپ ۳۰٪ باشد. توان الکتریکی مصرفی پمپ چه مقدار خواهد بود؟

$$\eta = \frac{P_O}{P_i} \rightarrow P_i = \frac{P_O}{\eta}$$

$$P_i = \frac{P_O}{\eta} = \frac{10kW}{\frac{30}{100}} = 33.33kW$$

نکته

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

برای انتخاب پمپ به دو عامل نیاز داریم:

۱ هد یا فشار پمپ

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

(با توجه به ضریب هم‌زمانی مصرف برای سائز زنی پمپ حدود ۳۳ درصد حداکثر احتمال مصرف آب در نظر گرفته می‌شود).

Q: دبی حداکثر بر حسب L/min

q_p: دبی پمپ بر حسب L/min

$$q_p = \frac{Q}{3}$$

یک روش محاسبات سریع به این گونه است که به‌ازای هر واحد مسکونی دو خوابه ۱۰۰ متری حدود ۲۲ لیتر در دقیقه آب مورد نیاز است در صورتی که تعداد واحدها n باشد و مساحت آن A متر مربع باشد خواهیم داشت

$$q_p = 22 \times \sqrt{\frac{A \times n}{100}}$$

بر آورد قطر لوله آب‌رسانی (sizing pipe)

در این بخش تلاش شده است که با رعایت الزاماتی قطر لوله‌های آب‌رسانی را برآورد نمود. عنایت بفرمایید که روش‌های مهندسی که برای این موضوع به کار می‌رود کمی وقت‌گیر است و چون اساس کار هنرجو طراحی نمی‌باشد لذا لزومی به آموزش کامل روش‌های وقت‌گیر نمی‌باشد و موضوع دیگری که نداشت این بخش را به این صورت باعث شد این است که هنرجویان این رشته کار تهویه مطبوع را انجام می‌دهند و چنانچه قرار شد که برنامه‌ای برای رشته تأسیسات بهداشتی تهیه شود شاید بتوان روش‌های کامل‌تر را ارائه داد.

برای محاسبه قطر لوله به صورت 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 نام برده باید به عواملی همچون میزان فشار آب ورودی، نوع کنتور، نوع لوله‌های به کار رفته، تعداد طبقات، طول لوله کشی، فشار مورد نیاز برای هر مصرف‌کننده، حداکثر سرعت جریان آب، مقدار دبی و افت فشارها توجه کند. همان‌طور که آگاه می‌باشید در بیشتر روش‌های قطر زنی لوله آب‌رسانی ملاک را بر افت فشار ثابت فرض کرده و با توجه به سایر محدودیت‌ها مانند سرعت حرکت آب قطر لوله را انتخاب می‌نمایند.

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

■ میزان آب مورد نیاز

■ فشار آب مورد نیاز

این دو عامل از کجا به دست می‌آیند و چگونه کنترل می‌شوند؟

میزان مقدار آب مورد نیاز و فشار آن در جدول‌های مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان ایران آورده شده است.

جدول ۱۶-۳-۲-۵ «ت»- حداکثر فشار مصرف آب در لوازم بهداشتی

حداکثر فشار آب		حداکثر مقدار جریان		لوازم بهداشتی
پوند بر اینچ مربع	بار	گالن	لیتر	
۶۰	۴	۱/۶ (در دقیقه)	۶ (در دقیقه)	دستشویی خصوصی
۶۰	۴	۵/۰ (در دقیقه)	۲ (در دقیقه)	دستشویی عمومی
۶۰	۴	۱/۶ (در دقیقه)	۶ (در دقیقه)	دستشویی با شیر برقی خودکار

دوش	۸ (در دقیقه)	۲/۱ (در دقیقه)	۴	۶۰
سینک	۸ (در دقیقه)	۲/۱ (در دقیقه)	۴	۶۰
یورینال	۲ (در هر ریزش)	۵/۰ (در هر ریزش)	۴	۶۰
توالت	دو حالت ۳ و ۶ (در هر ریزش)	دو حالت ۸/۰ و ۱/۶ (در هر ریزش)	۴	۶۰
شیر آفتابه	۶ (در دقیقه)	۱/۶ (در دقیقه)	۴	۶۰

جدول ۱۶-۳-۳-۵ «ب»- حداقل فشار جریان آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	حداقل مقدار فشار آب	
	متر ستون آب	پوند بر اینچ مربع
وان	۵/۵	۸
وان با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
بیده	۲/۷	۴
بیده با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر مخلوط	۵/۵	۸
مایع ظرفشویی خانگی	۵/۵	۸
آب خوری	۵/۵	۸
لگن رختشویی	۵/۵	۸
دستشویی	۵/۵	۸
دوش	۵/۵	۸
دوش با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر سرشیلنگی	۵/۵	۸
شیر آفتابه	۵/۵	۸
سینک با سینی	۵/۵	۸
سینک آشپزخانه خانگی	۵/۵	۸
سینک شست و شوی عمومی	۵/۵	۸
یورینال با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش تانک	۵/۵	۸

حداقل قطر نامی لوله‌های آبرسانی برابر مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان برابر جدول زیر می‌باشد:

جدول ۱۶-۳-۴ «الف»- حداقل قطر نامی لوله‌های آبرسانی به لوازم بهداشتی

حداقل قطر نامی لوله		لوازم بهداشتی
اینچ	میلی‌متر	
یک دوم	۱۵	وان
سه هشتم	۱۰	بیده
یک دوم	۱۵	سینک با سینی
یک دوم	۱۵	ماشین ظرف‌شویی خانگی
سه هشتم	۱۰	آب خوری
یک دوم	۱۵	شیر سرشیلنگی
سه چهارم	۲۰	سینک آشپزخانه صنعتی
یک دوم	۱۵	سینک آشپزخانه خانگی
یک دوم	۱۵	لگن رخت‌شویی - یک، دو، سه خانه
سه هشتم	۱۰	دست‌شویی
یک دوم	۱۵	دوش با یک سردوش
سه چهارم	۲۰	سینک با شیلنگ و افشانک
یک دوم	۱۵	سینک شست‌وشوی عمومی
یک دوم	۱۵	یورینال با فلاش تانک
سه چهارم	۲۰	یورینال با فلاش والو
یک دوم	۱۵	شیر برداشت آب
یک دوم	۱۵	شیر آفتابه
یک دوم	۱۵	توالت با فلاش تانک
یک	۲۵	توالت با فلاش والو

روش تجربی که در کتاب دانش فنی تخصصی آورده شده است بر دو پایه استوار است:

۱ محاسبه دبی $Q = V \cdot A$ که رابطه آن با سرعت و سطح مقطع را نشان می‌دهد.

$$\frac{m^3}{hr} \text{ در این رابطه: } Q: \text{ بر حسب}$$

$$\frac{m}{s} \text{ بر حسب } V:$$

$$m^2 \text{ بر حسب } A:$$

۲ حداکثر سرعت حرکت آب در لوله

برابر پیشنهاد اشری در جدول بین ۱/۲ تا ۳ متر بر ثانیه به طور کلی پیشنهاد شده است.

Table 22 Water Velocities Based on Type of Service

Type of Service	Velocity, m/s	Reference
General service	1.2 to 3.0	a, b, c
City water	0.9 to 2.1	a, b
	0.6 to 1.5	c
Boiler feed	1.8 to 4.6	a, c
Pump suction and drain lines	1.2 to 2.1	a, b

^aCrane Co. (1976).

^bCarrier (1960).

^cGrinnell Company (1951).

حال چنانچه بخواهیم با پارامتر سرعت و دبی قطر لوله را برآورد کنیم معادله به شکل زیر به دست می‌آید:

$$Q = V \cdot A$$

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{\pi}{4} d^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}}$$

چون در مبحث مقدار دبی بر حسب لیتر بر دقیقه داده شده و قطر داخلی را به میلی‌متر می‌خواهیم معادله به ما بدهد تبدیل واحد زیر را انجام می‌دهیم:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \times 10^6}{\pi \times 60000}} \times \frac{Q}{V} = 406 \times \sqrt{\frac{Q}{V}}$$

$$i_{fv} = 1/2 \frac{m}{s} \Rightarrow d = 4/2 \sqrt{Q}$$

$$i_{fv} = 2/4 \frac{m}{s} \Rightarrow d = 2 \sqrt{Q}$$

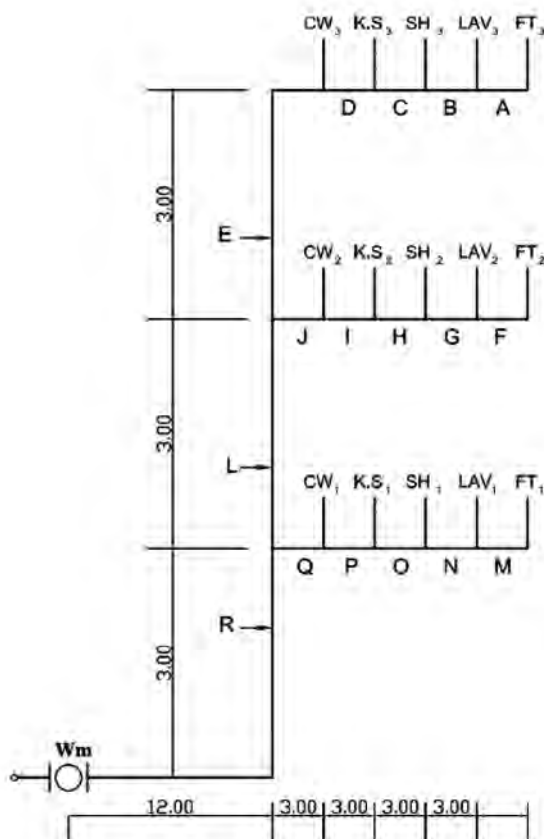
هنرآموزان عزیز همان‌طور که می‌دانید انتخاب عددهای سرعت $1/2$ و $2/4$ به دلیل توصیه‌های اشری برای حداکثر سرعت آب در طبقات و رایزرها است. در نهایت برای اینکه یک برآورد داشته باشیم و همه لوله‌ها را بر اساس آن ساینبدی کنیم پیشنهاد معادله زیر داده شد:

$$d = 3/5 \sqrt{Q}$$

در این معادله Q برحسب لیتر بر دقیقه و d قطر داخلی لوله برحسب میلی‌متر است. مثال: قطر لوله آب ورودی به یک دوش چند میلی‌متر است: از جدول صفحه قبل مقدار آب برای دوش ۸ لیتر بر دقیقه تعیین می‌شود پس قطر داخلی لوله:

$$d = 3/5 \sqrt{Q} = 3/5 \times \sqrt{8} = 9/9 \text{ mm}$$

پاسخ 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 لوله پنج لایه پلیمری با مشخصات زیر است:



نام خط	دبی خط Q (L/min)	قطر داخلی $d \text{ (mm)} = 3/5 \sqrt{Q}$	قطر نامی (پنج لایه) D (mm)	قطر نامی (فولادی رده ۴۰) D (mm)
A,F,M	۶	۸	۱۶	۱۰
B,G,N	۶+۶=۱۲	۱۲	۱۶	۱۰
C,H,O	۱۲+۸=۲۰	۱۵	۲۰	۱۵
D,I,P	۲۰+۸=۲۸	۱۸	۲۵	۲۰
E,J,Q	۲۸+۸=۳۶	۲۱	۲۵	۲۵
L	۳۶+۳۶=۷۲	۲۹	۳۲	۳۲
R	۳۶+۷۲=۱۰۸	۳۶	۴۰	۴۰

همان طور که توجه دارید ستون آخر که قطر نامی می باشد پس از انتخاب نوع لوله است. در جدول زیر یک نوع لوله پلیمری پنج لایه آورده شده است.

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

و اگر بخواهیم از لوله فولادی استفاده کنیم با توجه به شرکت سازنده و راهنمای محصولات آن می توان سایز لوله را انتخاب نمود. جدول صفحه بعد مشخصات یک سری از لوله های فولادی از هندبوک اشری آورده شده است.

Table 2 Steel Pipe Data

U.S. Nominal Size, in.	Nominal Size, mm	Schedule ^a	Wall Thickness d, mm	Inside Diame- ter d, mm	Surface Area		Cross Section		Mass		Working Pressure ^c ASTM A53 B to 200°C		
					Outside, m ² /m	Inside, m ² /m	Metal Area, mm ²	Flow Area mm ²	Pipe, kg/m	Water, kg/m	Mft, Process	Joint Type ^b	kPa (gage)
1/4	8	40 ST	2/24	9/25	0/043	0/029	80/6	67/1	0/631	0/067	T	CW	1296
		80 XS	3/02	7/67	0/043	0/024	101/5	46/2	0/796	0/046	T	CW	6006
3/8	10	40 ST	2/31	12/52	0/054	0/039	107/7	123/2	0/844	0/123	T	CW	1400
		80 XS	3/20	10/74	0/054	0/034	140/2	90/7	1/098	0/091	T	CW	5654
1/2	15	40 ST	2/77	15/80	0/067	0/050	161/5	196/0	1/265	0/196	T	CW	1476
		80 XS	3/73	13/87	0/067	0/044	206/5	151/1	1/618	0/151	T	CW	5192
3/4	20	40 ST	2/87	20/93	0/084	0/066	214/6	344/0	1/68	0/344	T	CW	1496
		80 XS	3/91	18/85	0/084	0/059	279/7	279/0	2/19	0/279	T	CW	4695
1	25	40 ST	3/38	26/64	0/105	0/084	318/6	557/6	2/50	0/558	T	CW	1558
		80 XS	4/55	24/31	0/105	0/076	412/1	464/1	3/23	0/464	T	CW	4427
1 1/4	32	40 ST	3/56	35/05	0/132	0/110	431/3	965/0	3/38	0/965	T	CW	1579
		80 XS	4/85	32/46	0/132	0/102	568/7	827/6	4/45	0/828	T	CW	4096
1 1/2	40	40 ST	3/68	40/89	0/152	0/128	515/5	1 313	4/05	1/313	T	CW	1593
		80 XS	5/08	38/10	0/152	0/120	689/0	1 140	5/40	1/140	T	CW	3972
2	50	40 ST	3/91	52/50	0/190	0/165	690/3	2 165	5/43	2/165	T	CW	1586
		80 XS	5/54	49/25	0/190	0/155	953	1 905	7/47	1/905	T	CW	3799
2 1/2	65	40 ST	5/16	62/71	0/229	0/197	1 099	3 089	8/62	3/089	CW	W	3675
		80 XS	7/01	59/00	0/229	0/185	1 454	2 734	11/40	2/734	CW	W	5757
3	80	40 ST	5/49	77/93	0/279	0/245	1 438	4 769	11/27	4/769	CW	W	3323
		80 XS	7/62	73/66	0/279	0/231	1 946	4 261	15/25	4/261	CW	W	5288
4	100	40 ST	6/02	102/26	0/359	0/321	2 048	8 213	16/04	8/213	CW	W	2965
		80 XS	8/56	97/18	0/359	0/305	2 844	7 417	22/28	7/417	CW	W	4792
6	150	40 ST	7/11	154/05	0/529	0/484	3 601	18 639	28/22	18/64	ERW	W	4799
		80 XS	10/97	146/33	0/529	0/460	5 423	16 817	42/49	16/82	ERW	W	8336
8	200	30	7/04	205/0	0/688	0/644	4 687	33 000	36/73	33/01	ERW	W	3627
		40 ST	8/18	202/7	0/688	0/637	5 419	32 280	42/46	32/28	ERW	W	4433
		80 XS	12/70	193/7	0/688	0/608	8 234	29 460	64/51	29/46	ERW	W	7626

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 جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد. امکان جبران پودمان های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان انتخاب سیستم

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)
۳	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم آبرسانی- طراحی سیستم تهویه مطبوع یک ساختمان- باتوجه به معیارهای طراحی- انتخاب پمپ آبرسانی باتوجه به نوع ساختمان	بالتر از حد انتظار	محاسبه سیستم های سرمایشی و گرمایشی ساختمان براساس نوع سیستم طراحی شده و برابر استانداردها	انتخاب سیستم
۲	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم آبرسانی با توجه به ساختمان	در حد انتظار (کسب شایستگی)		
۱	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها	پایین تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)		
	نمره مستمر از ۵			
	نمره شایستگی پودمان از ۳			
	نمره پودمان از ۲۰			

فصل ۴

انتخاب فناوری به کمک رایانه

تحلیل برآورد
هزینه

انتخاب فناوری
به کمک رایانه

انتخاب
سیستم‌ها

تحلیل و بررسی
پدیده‌های
حرارت و سیالات

کسب اطلاعات
فنی

انتخاب فناوری به کمک رایانه

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 به گونه‌ای چشم گیر عملیات محاسباتی را سرعت بخشیده‌اند اما هیچ یک منجر به حذف بخشی از عوامل و اجزای نمادین روابط محاسباتی نشده و نمی‌شوند.

هدف از تألیف این فصل

- ✓ آشنایی با نحوه استفاده از کامپیوتر در جهت دقت و سرعت بخشیدن به محاسبات
- ✓ آشنا نمودن هنرجویان با استفاده کردن از امکانات کامپیوتر در جهت دقت و سرعت بخشیدن در محاسبات
- ✓ جمع‌بندی کاملی از آموزش‌های هنرجو و هدایت هنرجویان به سمت مسائل کاربردی و به روز تأسیسات و بازار کار
- ✓ انجام محاسبات قسمت‌های مختلف که روش‌های علمی و محاسباتی آن در کتاب‌های آموزشی تدریس شده‌اند.
- از آنجایی که مطالب کتب درسی باید منطبق بر استانداردها و جداول مورد تأیید باشد. و از طریق کمیسیون دفتر تألیف تأیید شود لذا کلیه موارد ارائه شده از طریق نرم‌افزارها نیز باید به تأیید این دفتر برسد. مطالب و منابع مورد استفاده این نرم‌افزار از طریق کمیسیون دفتر تألیف قابل بررسی و تغییر است.
- این بخش باید به صورت تعاملی بین (هنرجو - هنرآموز) یا (هنرجو - محتوای) و (هنرجو - هنرجو) تدریس شود.

روش تدریس

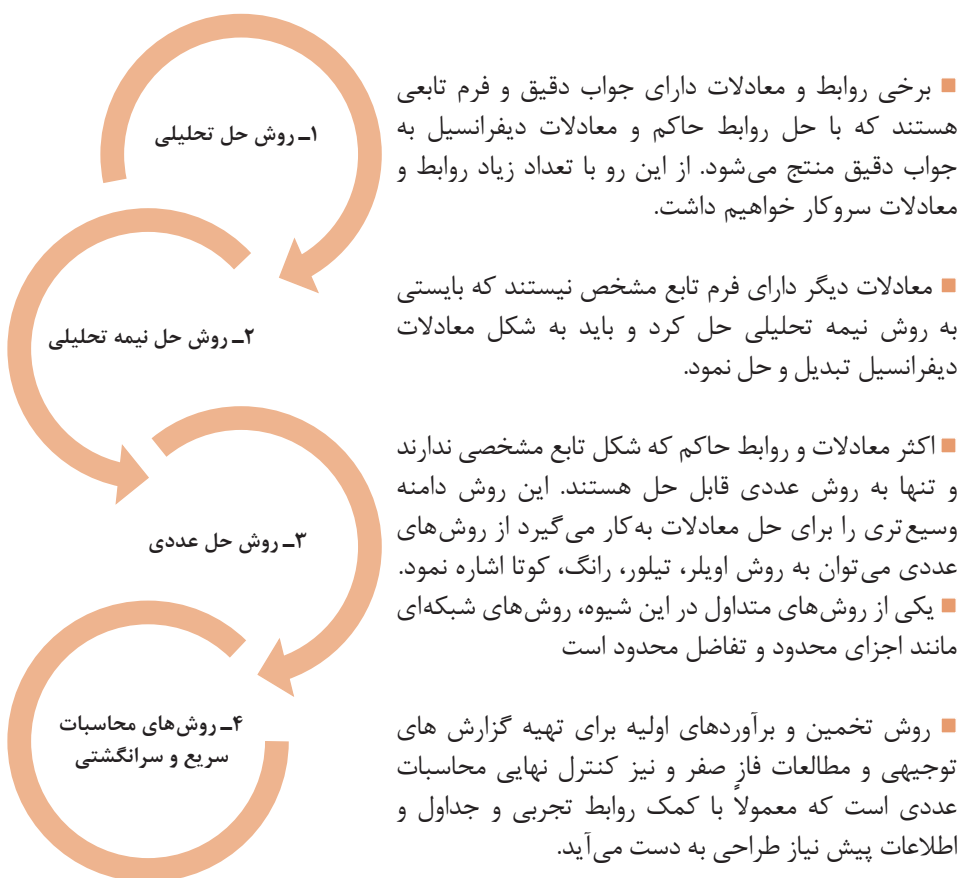
- ✓ با توجه به فراگیر شدن روز افزون نرم‌افزارهای محاسباتی در این پودمان سعی شده است که از نرم‌افزارهای معتبر و در دسترس استفاده شود. با توجه به اهمیت کار با رایانه در این پودمان تمامی آموزش بایستی در سایت یا به کمک

دیتا پروژکتور و به صورت عملی و نمایش نرم افزار و معرفی قسمت های مختلف آن توسط هنرآموز ارائه گردد.

گفت و گوی
کلاسی



✓ در این قسمت بهتر است روش های مختلف محاسبات و طراحی بیان گردد و سپس به معرفی نرم افزارها پرداخته شود.
✓ آیا با روش های محاسباتی و طراحی، تخمین و برآوردهای اولیه در تأسیسات مکانیکی آشنا هستید؟



با توجه به توضیحات صفحه قبل در مورد روش‌های محاسبات بحث و گفت‌وگو نموده و جدول زیر کامل شده است.

کاربرد محاسبات			زمان محاسبات			دقت محاسبات و بهینه‌سازی مصرف انرژی و نیاز به رایانه			روش محاسبات
بالا	متوسط	پایین	بالا	متوسط	پایین	بالا	متوسط	پایین	
		*	*			*			روش تحلیلی
			*			*			روش نیمه تحلیلی
				*			*		روش حل عددی شبکه‌ای
				*			*		روش حل عددی غیر شبکه‌ای
	*							*	روش سرانگشتی

برای معرفی نرم‌افزارهای تأسیسات مکانیکی بهتر است نرم‌افزارهای متداول را بر روی رایانه کلاس نصب و به کمک دیتا به معرفی قسمت‌های مختلف آن اقدام نمایید. تمامی نرم‌افزارهای تأسیسات مکانیکی از نوع قفل شکسته را از سایت‌های معتبر می‌توانید بارگیری نمایید مانند داکت سایزر- کریر HAP - اتوکد - رویت مپ - پایپ سایزر و....

به فراخور زمان بهتر است هنرجویان با سایر نرم‌افزارهای معتبر بازار آشنا شوند. با توجه به پیشرفت سیستم‌های گوشی هوشمند بهتر است به انتخاب یا به عنوان پژوهش از اپلیکیشن‌های علمی معتبر برای محاسبات سریع برای هنرجویان استفاده شود.

محاسبات تلفات گرمایی ساختمان

معرفی دفترچه محاسبات تلفات گرمایی و نحوه فرمول نویسی در اکسل ارائه شده با توجه به پارامترهای معرفی شده در پودمان سه و حل پروژه نمونه مطابق فیلم آموزشی ارائه شده توسط دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات بار گرمایی آب گرم مصرفی ساختمان

معرفی دفترچه محاسبات بار گرمایی آب گرم مصرفی و انتخاب پمپ برگشت آب گرم مصرفی با توجه به پارامترهای معرفی شده در کتاب نصب و راه‌اندازی سیستم تولید آب گرم بهداشتی و حل پروژه نمونه مطابق فیلم آموزشی ارائه شده توسط دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

تکمیل دفترچه انتخاب تجهیزات گرمایشی

معرفی دفترچه محاسبات تجهیزات موتورخانه گرمایی و نحوه فرمول نویسی در اکسل ارائه شده با توجه به پارامترهای معرفی شده در کتاب نصب و راه اندازی موتورخانه مرکزی و حل پروژه نمونه مطابق فیلم آموزشی ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات آب‌رسانی ساختمان

معرفی دفترچه محاسبات مقدار آب سرد و گرم مصرفی ساختمان و عوامل مهم در انتخاب سایز لوله اصلی و فرعی و انتخاب پمپ مطابق پارامترهای ارائه شده در پودمان ۳ و حل پروژه نمونه مطابق فیلم آموزشی ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

معرفی نرم‌افزار آموزشی تأسیسات مکانیکی ساختمان ارائه شده توسط آموزش و پرورش TMS

معرفی نرم‌افزار و نحوه نصب و معرفی محیط آن به کمک فیلم آموزشی ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات تلفات گرمایی ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم‌افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات بار سرمایی ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم‌افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات بار گرمایی آب گرم مصرفی ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم‌افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات آب‌رسانی ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم‌افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

محاسبات فاضلاب ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی.

محاسبات گازرسانی ساختمان

حل پروژه نمونه و گزارش گیری نتایج به کمک نرم افزار مطابق فیلم ارائه شده توسط دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی.

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 جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد. امکان جبران پودمان های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان انتخاب فناوری به کمک رایانه

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)
۳	<ul style="list-style-type: none"> - انتخاب نوع نرم افزار طراحی با توجه به نیاز مشتری - به کارگیری نرم افزار محاسبه بار با توجه به استاندارد - به کارگیری نرم افزار قطرنی لوله با توجه به استاندارد - به کارگیری نرم افزار انتخاب تجهیزات با توجه به استاندارد - انتخاب ظرفیت کولرگازی با توجه به ساختمان 	بالتر از حد انتظار		
۲	<ul style="list-style-type: none"> - انتخاب نوع نرم افزار طراحی با توجه به نیاز مشتری - به کارگیری نرم افزار محاسبه بار با توجه به استاندارد - به کارگیری نرم افزار قطرنی لوله با توجه به استاندارد 	در حد انتظار (کسب شایستگی)	به کارگیری نرم افزارهای طراحی سیستم های تهویه مطبوع و انتخاب تجهیزات برابر استاندارد	انتخاب فناوری به کمک رایانه
۱	<ul style="list-style-type: none"> - انتخاب نوع نرم افزار طراحی با توجه به نیاز مشتری 	پایین تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)		
	نمره مستمر از ۵			
	نمره شایستگی پودمان از ۳			
	نمره پودمان از ۲۰			

فصل ۵

تحلیل برآورد هزینه

تحلیل برآورد
هزینه

انتخاب فناوری
به کمک رایانه

انتخاب
سیستم‌ها

تحلیل و بررسی
پدیده‌های
حرارت و سیالات

کسب اطلاعات
فنی

مقدمه

هدف از این پودمان آشنایی با:

۱ متره کارها یا به عنوان دیگر، نحوه به‌دست آوردن مقادیر کارهایی که باید انجام شود یا انجام شده است.

۲ برآورد یعنی محاسبه مبلغ کارهای انجام شده که با کمک متره صورت گرفته است.
هدف یا اهمیت متره و برآورد: جهت سفارش مصالح و یا تعیین قیمت پایه مناقصه

متره

به‌دست آوردن مقادیر کارها می‌باشد. یکی از مهم‌ترین موضوعاتی که می‌بایست در این بخش عنوان کرد «واحد انجام» می‌باشد (عدد، متر طول؛ متر مربع، مترمکعب و). برای فهم بهتر این مطلب باید به فهرست بها مراجعه کرد.

انواع متره

- ۱- باز: برای سفارش مقادیر دقیق مصالح از روی نقشه‌های کارگاهی
- ۲- بسته: معمولاً روی نقشه‌های طراحی انجام می‌گیرد.

نکته

توجه داشته باشید بعضی از کارها، مقطع (کنتراتی) می‌باشد و به‌صورت توافقی فی‌ما بین بوده که دیگر نیازی به فهرست بها ندارند.



می‌توان این‌گونه بیان کرد: «متره مهم‌ترین بخش در قسمت صورت وضعیت نویسی می‌باشد» یا به بیان ساده اگر ما نتوانیم مقدار کارها را مشخص کنیم، نمی‌توانیم مدت زمان انجام کار و مبلغ کار را به‌دست آوریم. یکی از ملزومات یک متره خوب تسلط به نقشه‌خوانی می‌باشد چرا که از مهم‌ترین منابع متره نقشه‌های طراحی است. پس به‌طور خلاصه می‌توان گفت به چند پیش نیاز برای انجام متره نیازمند هستیم.

۱ واحد انجام کار

۲ نقشه‌خوانی

۳ تسلط به اجرای کار

۴ آشنایی با قطعات و ملزومات

۵ دانستن قطعات جانبی برای انجام کار اصلی

واحد انجام کار:

(الف) عدد: به کارهایی که واحد شمارش آنها تعداد قابل شمارش می‌باشد، عدد گفته می‌شود. مانند: ترموستات

(ب) متر طول: به کارهایی که به صورت طولی انجام می‌شود از واحد متر طول استفاده می‌کنیم. مانند: لوله کشی

(پ) متر مربع: در اجراء کارهایی وجود دارند که دارای سطح می‌باشند، مانند: اجرای کانال انتقال هوا که از واحد متر مربع استفاده می‌شود. (از واحد کوچک تر یعنی سانتی متر مربع نیز استفاده می‌شود. مانند: دریچه سقفی چهار گوش یا دمپر دستی) (ت) کیلوگرم: در بعضی از کارها می‌بایست به صورت وزنی کار ارائه گردد. مانند: اجرای آویز، بست، ساپورت

(ث) کیلوکالری بر ساعت: در قسمت‌هایی از کار که دارای اجزای مختلفی بوده و برای ما راندمان کار آن مهم می‌باشد در متره از واحد کیلو کالری بر ساعت استفاده می‌کنیم. مانند: دیگ‌های چدنی، رادیاتور

(ج) دستگاه: زمانی که در یک فرایند به سیستمی نیاز داریم که در کارخانه‌ها تولید و به صورت مجموعه واحد می‌باشند از آن استفاده می‌کنیم. مانند: چیلر (چ) کیلو وات: تعدادی از دستگاه‌های مورد استفاده در تأسیسات مکانیکی وجود دارند که خروجی آنها گرم‌کننده تابشی است و برای متره آنها از واحد کیلووات استفاده می‌کنیم. مانند: گرم‌کننده تابشی سرامیکی، گرم‌کننده تابشی لوله‌ای، ژنراتور گرم‌کننده تابشی

واحدهای دیگری نیز وجود دارد که برای اطلاع دقیق و کامل تر می‌توان به فهرست بها سازمان برنامه و بودجه مراجعه نمود.

(البته می‌توان این قسمت را به عنوان پژوهش از هنرجویان خواست).

مثال ۱: رقم برآورد ریالی رادیاتورهای یک ساختمان با مشخصات زیر را به دست آورید. «تعداد ۱۰۰۰ پره رادیاتور آلومینیومی به ارتفاع ۵۰۰ میلی متر و ظرفیت حرارتی هر پره ۱۲۰ کیلوکالری بر ساعت»

پاسخ: رقم برآورد ریالی رادیاتور را مطابق فصل ۱۷ فهرست بها سال ۱۳۹۶ و ردیف ۱۷۰۳۰۲ به دست می‌آوریم:

ابتدا باید بار حرارتی رادیاتورها را محاسبه کنیم: $120 \times 1000 = 120000 \text{ kcal/hr}$
حال باید بار حرارتی داده شده را با توجه به واحد فهرست بها به دست آوریم:

واحد $120000 \div 100 = 1200$

رقم برآورد ریالی رادیاتورهای ساختمان با توجه به فهرست بها ۹۶ محاسبه می‌شود:
 $۱۲۰۰ \times ۲۳۵,۵۰۰ = ۲۸۲,۶۰۰,۰۰۰$

فصل هفدهم. رادیاتور

فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیکی سال ۱۳۹۶

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۱۷۰۲۰۱	رادیاتور فولادی، به ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متر.	یکصد کیلو کالری در ساعت	۱۷۵/۰۰۰		
۱۷۰۲۰۲	رادیاتور فولادی، به ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر.	یکصد کیلو کالری در ساعت	۱۷۴/۵۰۰		
۱۷۰۳۰۱	رادیاتور آلومینیومی، به ارتفاع ۳۵۰ میلی‌متر.	یکصد کیلو کالری در ساعت	۲۶۴/۰۰۰		
۱۷۰۳۰۲	رادیاتور آلومینیومی، به ارتفاع ۵۰۰ میلی‌متر.	یکصد کیلو کالری در ساعت	۲۳۵/۵۰۰		
۱۷۰۳۰۳	رادیاتور آلومینیومی، به ارتفاع ۶۰۰ میلی‌متر.	یکصد کیلو کالری در ساعت	۲۳۴/۵۰۰		

مثال ۲: رقم برآورد ریالی مشعل گازسوز یک ساختمان به ظرفیت حرارتی ۵۳۰/۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت را به دست آورید.

پاسخ: رقم برآورد ریالی مشعل را مطابق فصل ۱۴ فهرست بها سال ۱۳۹۶ و ردیف ۱۴۰۲۰۵ به دست می‌آوریم. از آنجا که واحد آن، دستگاه می‌باشد و در شرح آیتم ظرفیت‌های مختلف مشعل نوشته شده است؛ بنابراین طبق ظرفیت نوشته شده در شرح آیتم فهرست بها ردیف مشعل و سپس مبلغ ریالی هر دستگاه را به دست خواهیم آورد.

بنابراین طبق فهرست بهای سال ۱۳۹۶ بهای یک دستگاه مشعل گازسوز ۵۳۰۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت معادل ۴۳/۸۰۸/۰۰۰ می‌باشد.

فصل چهاردهم، مشعل - دستگاه‌های گرم‌کننده تابشی
فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیکی سال ۱۳۹۶

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۱۴۰۱۰۶	مشعل گازوییل سوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۵۰۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۹۲/۸۰۸/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۱	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۱۷۵۰۰ تا ۴۰۵۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۳/۸۶۶/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۲	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۳۳۵۰۰ تا ۹۱۵۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۵/۰۰۱/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۳	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۷۵۵۰۰ تا ۱۸۳۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۷/۹۹۰/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۴	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۵۰۵۰۰ تا ۳۶۶۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۲۷/۱۷۴/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۵	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۳۲۳۰۰۰ تا ۵۸۱۵۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۴۳/۸۰۸/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۶	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۴۰۹۰۰۰ تا ۹۶۹۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۱۱/۶۵۱/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۷	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۴۲۰۰۰۰ تا ۱۲۳۸۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۴۴/۷۸۲/۰۰۰		
۱۴۰۲۰۸	مشعل گازسوز، برای دیگ آب گرم به ظرفیت گرمایی ۱۰۷۶۵۰۰ تا ۲۱۵۳۰۰۰ کیلو کالری در ساعت.	دستگاه	۱۸۴/۹۱۲/۰۰۰		

مثال ۳: رقم برآورد ریالی دیگ حرارتی یک ساختمان به ظرفیت ۴۷۰/۰۰۰ کیلو کالری بر ساعت را به دست آورید.

پاسخ: رقم برآورد ریالی دیگ را مطابق فصل ۱۲ فهرست بها سال ۱۳۹۶ و ردیف‌های ۱۲۰۱۰۱، ۱۲۰۱۰۲ و ۱۲۰۱۰۳ به ترتیب زیر به دست می‌آوریم:

۱ ردیف ۱۲۰۱۰۱ $۶۵ \times ۵۰۰,۴۹۷ = ۳۲,۳۳۷,۵۰۰$

۲ ردیف ۱۲۰۱۰۲ $۶۵ \times ۰۰۰,۴۰۴ = ۰۰۰,۲۶۰,۲۶$

۳ ردیف ۱۲۰۱۰۳ $۳۴۰ \times ۵۰۰,۳۱۱ = ۱۰۵,۳۳۷,۰۰۰$

توجه داشته باشید در محاسبه رقم برآورد ریالی دیگ می‌بایست از سه ردیف آن را برداشت کنیم. ابتدا مبلغ ریالی دیگ برای ظرفیت تا ۶۵۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت، سپس مبلغ ریالی از ۶۵۰۰۰ تا ۱۳۰۰۰۰ کیلو کالری بر ساعت که پر واضح است برای دیگ مورد سؤال این قسمت نیز ۶۵۰۰۰ در نظر گرفته می‌شود و مبالغ ظرفیت‌های بالاتر از ۱۳۰۰۰۰ از ردیف سوم به دست می‌آید.
(۴۷۰۰۰۰-۱۳۰۰۰۰=۳۴۰۰۰۰)

فصل دوازدهم، دیگ حرارتی آب گرم فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیکی سال ۱۳۹۶

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۱۲۰۱۰۱	دیگ چدنی آب گرم، برای ظرفیت تا ۶۵۰۰۰ کیلوکالری در ساعت.	هزار کیلو کالری در ساعت	۴۹۷/۵۰۰		
۱۲۰۱۰۲	دیگ چدنی آب گرم، برای ظرفیت بیش از ۶۵۰۰۰ کیلوکالری تا ۱۳۰۰۰۰ کیلوکالری در ساعت.	هزار کیلو کالری در ساعت	۴۰۴/۰۰۰		
۱۲۰۱۰۳	دیگ چدنی آب گرم، برای ظرفیت تا ۱۳۰۰۰۰ کیلوکالری در ساعت.	هزار کیلو کالری در ساعت	۳۱۱/۵۰۰		
۱۲۰۲۰۱	دیگ چدنی آب گرم، برای ظرفیت تا ۴۰۰۰۰۰ کیلوکالری در ساعت.	هزار کیلو کالری در ساعت	۵۹۶/۵۰۰		
۱۲۰۲۰۲	دیگ چدنی آب گرم، برای ظرفیت بیش از ۴۰۰۰۰۰ کیلوکالری تا ۶۵۰۰۰۰ کیلوکالری در ساعت.	هزار کیلو کالری در ساعت	۴۶۷/۵۰۰		

فصل ۵: تحلیل برآورد هزینه

آیتم	شماره فصل فهرست بها	مترمکعب بر ساعت	متر مربع	متر طول	کیلوگرم	عدد	دستگاه	سانتی متر مربع	اینچ مربع
ظرفیت دستگاه هواساز		✓							
طول لوله کشی فاضلاب	فصل ۳ و فصل ۴			✓					
کلکتور دیگ	فصل ۱				✓				
شیرها و صافی ها	فصل ۷					✓			
وسایل بهداشتی مانند ظرفشویی	فصل ۲۹						✓		
سطح دریچه های هوا	فصل ۱۹							✓	✓
مترائ عایق به کار رفته در کانال های تهویه	فصل ۱۵		✓	✓					
شاسی دستگاه های تبرید	فصل ۳۴				✓				

نقشه خوانی:

در اجرای کار متره می بایست برداشت های لازم از روی نقشه های طراحی شده صورت پذیرد. به عنوان مثال در یک نقشه طراحی شده در سیستم آب رسانی چند متر لوله و از چه جنسی وجود دارد. بنابراین نتیجه می گیریم نقشه خوانی از ارکان مهم و پیش نیاز کار متره می باشد.

تسلط بر اجرای کار:

برای یک متره دقیق نیاز به تجسم کار و نحوه اجرای آن می باشد چرا که اگر ما به نحوه اجرای کار تسلط کافی نداشته باشیم در انجام متره دچار خطا خواهیم شد. برای نمونه در اجرای لوله کشی آب گرم سیستم گرمایشی اگر به اجرای کار مسلط نباشیم به احتمال فراوان هنگام متره اجرای ضد زنگ و یا عایق کاری و از همه مهم تر مقدار چسب عایق کاری را فراموش می کنیم، پس قطعاً تسلط به اجرای کار در یک متره دقیق مورد نیاز می باشد.

آشنایی با قطعات و ملزومات:

یک متروور مسلط فردی است که با تمامی اجزای کار آشنایی داشته و بتواند قطعات را به خوبی تشخیص دهد. به عنوان مثال برای متره لوله کشی ابتدا باید بدانیم چند نوع لوله وجود دارد. مانند: لوله گالوانیزه، لوله سیاه، لوله پلی پروپیلن و.... یا قطعات اتصال مانند فلنج، بوشن، زانو، چپقی، سه راهی و که در صورت ندانستن اجزا و قطعات به طور یقین در متره دچار خطا و اشتباه می شویم.

دانستن قطعات جانبی:

در یک سیستم الزاماً تمامی جزئیات در نقشه های اجرایی قید نمی گردد. برای مثال تعداد پیچ متری یا نبشی در ساخت تکیه گاه ها برای سیستم کانال کشی را می توان ذکر کرد.

برآورد:

به محاسبه هزینه انجام کار برآورد گفته می شود. جهت برآورد ابتدا باید با چندین اصطلاح که به عنوان کلمات کلیدی هستند و همچنین انواع قرارداد آشنا شویم.

■ فهرست بها:

در حال حاضر در کارهای ابنیه تأسیسات مکانیکی و الکتریکی راه و باند و... مبنای برآورد کارفرما براساس فهرست بها می باشد. هر کاری که ما در پروژه انجام می دهیم احتمالاً دارای یک ردیف در دفترچه فهرست بها می باشد (به این خاطر گفته شد زیرا احتمالاً ممکن است بعضی از آیتم ها دارای ردیف نباشند و در واقع ستاره دار باشند که بعداً در مورد آنها توضیح خواهیم داد).

۱ ردیف های فهرست بها

۲ ستاره دار

۳ فاکتوری

ردیف های فهرست بها: فهرست بها شامل دفترچه هایی می باشد که سالیانه توسط سازمان برنامه و بودجه منتشر می گردد که شامل شاخه های مختلف کارهای اجرایی می باشد. برای نمونه می توان فهرست بهای تأسیسات مکانیکی یا تأسیسات برقی و یا ابنیه و... را نام برد که در آن شامل فصول مختلف کارهای اجرایی می باشد. همان گونه که در جدول ۳ کتاب ملاحظه می گردد، شامل شماره ردیف، شرح، واحد و بهای واحد وجود دارد. شماره ردیف بیانگر فصل (دو رقم اول)، زیر فصل (دورقم دوم) و شماره ردیف است.

بحث را با یک مثال ادامه می دهیم:

آیتم ۳۴۰۱۰۱ را در نظر بگیرید. این آیتم در واقع معرف نصب بست، آویز یا تکیه گاه فولادی در فهرست بهای سال ۹۴ می باشد. عدد ۳۴۰۱۰۱ را ردیف و «بست آویز برای

نگهداشتن لوله همراه با پیچ و مهره و رنگ کاری» را شرح آیتم می‌گویند. «کیلوگرم» نیز واحد انجام این کار است. این ردیف از فهرست بها دارای قیمت ۴۴,۱۰۰ ریال می‌باشد. اما این قیمت از کجا آمده است؟

فصل سی و چهارم، بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها

فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیکی سال ۱۳۹۴

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۳۴۰۱۰۱	بست، آویز یا تکیه‌گاه 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، طبقه نقشه‌ها و مشخصات.	کیلوگرم	۴۴/۱۰۰		
۳۴۰۲۰۱	بست، آویز یا تکیه‌گاه آلومینیومی، برای نگهداشتن لوله، کانال و دستگاه‌ها، ساخته شده از تسمه و سایر پروفیل‌ها، همراه با پیچ و مهره و اتصالات لازم، طبق نقشه‌ها و مشخصات.	کیلوگرم	۱۳۹/۰۰۰		
۳۴۰۵۰۱	تکیه‌گاه، آویز یا بست برای لوله‌ها، شامل غلطک چدنی و پایه از نبشی یا ناودانی با میل‌گرد، پیچ و مهره و اتصالات لازم، با یک دست رنگ ضد زنگ و یک دست رنگ روغنی.	کیلوگرم	۶۵/۳۰۰		

پاسخ به این سؤال خیلی مهم است.

ابتدا توسط معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی اسبق) یک جدول برای این آیتم طراحی شده است که در این جدول ستون‌های «نیروی انسانی» و «مصلح» و «ماشین‌آلات» و «حمل» وجود دارد و در واقع توسط کارشناسان محاسبه گردیده است که برای انجام یک کیلوگرم ساپورت زنی یک کارگر ساده چند ساعت باید کار کند؟ آیا این کار غیر از کارگر ساده به نیروی انسانی دیگری نیز نیاز دارد؟ اگر دارد چقدر؟ ماشین‌آلات چطور و...؛ پس از تعیین مقادیر، قیمت‌ها را در این جدول‌ها نوشته‌اند و در کل قیمت این آیتم را به دست آورده‌اند. این جدول‌ها که به جداول تجزیه بها معروف‌اند برای کلیه کارها تهیه شده‌اند و در دسترس هستند.

با انجام آنالیز بها مبنای قیمت به دست آمده هم برای پیمانکار و هم برای کارفرما روشن می‌شود. برای مثال قبلاً می‌گفتیم این لوله‌کشی شوفاز را در ازای پنج میلیون تومان انجام می‌دهیم، حالا این پنج میلیون تومان از کجا آمده است خدا می‌داند. اما امروزه و با انجام آنالیز دقیق معلوم است که برای لوله‌کشی چقدر هزینه لوله و اتصالات می‌شود، چقدر الکترو، چقدر ضدزنگ، چند نفر ساعت لوله‌کش

فصل ۵: تحلیل برآورد هزینه

ردیف	ابزار و ماشین آلات	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	کاتر برش کاری	دستگاه - ساعت	۱۰۰۰۰/۰	۵۰۰,۰۰۰	۱/۰۰	۵۰,۰۰۰
۲	قلم مو رنگ "۱"	دستگاه - ساعت	۱۰۰۰۰/۰	۵۰,۰۰۰	۱/۰۰	۵,۰۰۰
۳	وانت یک تن با راننده	دستگاه - ساعت	۰۳۰۰۰/۰	۱۴۵,۸۳۳	۱/۰۰	۴,۳۷۵
	جمع ماشین آلات					۵۹,۳۷۵
ردیف	مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	عایق الاستمری EPDM به ضخامت ۱۳mm جهت لوله ۳"	متر طول	۱/۰۰۰۰۰	۹۰,۰۰۰	۱/۰۰	۹۰,۰۰۰
۲	تیپ درزگیری	متر طول	۱/۰۰۰۰۰	۱۲,۸۰۰	۱/۰۰	۱۲,۸۰۰
۳	چسب مایع مخصوص	متر طول	۱/۰۰۰۰۰	۳۵۰	۱/۰۰	۳۵۰
	جمع مصالح					۱۰۳,۱۵۰
ردیف	حمل	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	وانت یک تن با راننده	سرویس	۱/۰۰۰۰۰	۱۰,۰۰۰	۱/۰۰	۱۰,۰۰۰
	جمع حمل					۱۰,۰۰۰
	بهای واحد ردیف					۲۰۳,۷۴۵

سؤال: واحد نفر ساعت را توضیح دهید و اعداد داخل آنالیز را باز کنید. مثال: ۰/۱۲۵۰۰ در نفر ساعت یعنی چه؟

وقتی گفته می شود جهت اجرای یک مترطول عایق کاری نیاز به مثلاً ۰/۱۲۵۰۰ نفر ساعت عایق کار درجه ۱ تأسیسات داریم، یعنی اینکه برای انجام یک متر طول عایق کاری باید یک نفر عایق کار درجه ۱، ۰/۱۲۵۰۰ ساعت که معادل ۷/۵ دقیقه می باشد، کار کند.

فاکتوری: بعضی از کارها در ساختمان می باشد که نیاز به خرید و نصب دارند، ولی

در فهرست بها وجود ندارد، یا اینکه با توجه به شرایط کار و محیط آن اجرای عملیات بسیار سخت می باشد و یا آن کالا بسیار نادر یا گران است، لذا کارفرما می تواند حداکثر به میزان ۱۰٪ از کل کار را به آن اختصاص دهد.

ضرایبی که به آن در ابتدای بخش فهرست بها اشاره شد، شامل ضرایب زیر است:

- ۱ ضریب پیمان
- ۲ ضریب بالاسری
- ۳ ضریب طبقات
- ۴ ضریب منطقه و

در مورد ضرایب و نحوه استفاده از آن به طور کامل در انتهای فهرست بها توضیح داده شده است.

ریز متره: پروژه مطابق نقشه و یا کارهای صورت گرفته، مطابق قرارداد با ذکر آدرس انجام کار و محل کار انجام می گردد.

خلاصه متره جمع بندی متره را خلاصه متره می گویند. به عنوان مثال در یک ساختمان ممکن است در قسمت های مختلف آن از لوله گالوانیزه ۲" استفاده شده باشد که در خلاصه متره به صورت مجموع نشان داده می شود ولی در ریز متره به صورت تفکیکی و جدا جدا نوشته می شود.

لوله فولادی سیاه

ردیف	شرح عملیات	۱/۲"	۳/۴"	۱"	۱۱/۴"	۱۱/۲"	۲"	۲۱/۲"	۳"	۴"	۵"	۶"
۱	زیرزمین											
۲	همکف		۵۷	۳۴	۴۱	۴۵	۱۵			۹۵		
۳	طبقه اول		۸۶	۸۶	۵۸	۳۴	۶۲	۱۸				
۴	طبقه دوم		۸۷	۴۱	۴۹	۲۵	۲۲	۵/۹				
۵	طبقه سوم		۲۱	۷۶	۶۱	۲۱	۹۰	۴۵				
	رایزرها					۳	۱۳/۶	۷/۶	۳۰/۴	۲۲/۸		
جمع		۰	۲۵۱	۲۳۷	۲۰۹	۱۲۸	۲۰۳	۷۱/۵	۳۰/۴	۱۱۸	۰	۰

اعداد نوشته شده طول لوله بر حسب متر می باشند.

صورت جلسه: با توجه به نوع فعالیت صورت گرفته و تهیه ریز متره مربوطه صورت جلسه فوق تهیه می گردد.

دستورکار: موارد اجرایی که در نقشه‌ها موجود نباشد یا در اثر تغییر در معماری با توجه به هماهنگی با مهندس طراح و مهندس مشاور تهیه می‌گردد و پیمانکار بعد از تأیید و ابلاغ توسط کارفرما لازم به اجرای مفاد آن می‌باشد.

پس از تهیه خلاصه متره و با کمک نوع قرارداد و قیمت‌های اولیه اقدام به محاسبه قیمت می‌نماییم. برای نمونه اگر در قرارداد لوله ۲" متری A ریال محاسبه شده باشد، در متر طول انجام شده به کمک خلاصه متره محاسبه می‌گردد.

خلاصه مالی، پس از انجام تهیه برگ‌های مالی اقدام به تهیه برگ‌های خلاصه مالی می‌نماییم. برای نمونه لوله گالوانیزه را در یک ردیف یا لوله سیاه را در ردیف دیگری می‌نویسیم.

روکش دفترچه، با توجه به تهیه خلاصه مالی، ممکن است ما از چندین فهرست بها استفاده کنیم. مثلاً برای ساختمان از فهرست بهای ابنیه، تأسیسات برقی و تأسیسات مکانیکی استفاده می‌شود که آنها را در جدولی می‌نویسیم. توجه داشته باشید در روکش دفترچه دسته‌بندی انجام گرفته از آخر به اول در آن قرار می‌گیرد.



صورت وضعیت

شامل کلیه فعالیت‌های اجرایی در پروژه می‌باشد که بر حسب حجم فعالیت‌های صورت گرفته توسط پیمانکار در یک بازه زمانی مشخص تهیه و به مشاور ارائه می‌گردد که لازم است مشاور پس از بررسی جهت تأیید به کارفرما ارائه دهد. در این مرحله با بررسی و تأیید کارفرما و ابلاغ به پیمانکار، هزینه ریالی فعالیت‌های صورت گرفته از طرف کارفرما به پیمانکار پرداخت خواهد شد.

با توجه به فعالیت‌های صورت گرفته در پروژه‌های ساختمانی ممکن است از چندین فهرست بها استفاده کنیم. به‌طور مثال از فهرست بهای ابنیه، تأسیسات برق و تأسیسات مکانیکی استفاده می‌شود.

آشنایی با اصطلاحات عنوان شده

- ۱ کارفرما
- ۲ مشاور
- ۳ ناظر و دستگاه نظارت
- ۴ پیمانکار
- ۵ بهره بردار
- ۶ صورت وضعیت

✓ **کارفرما:** به سازمان یا ارگان یا فردی اطلاق می‌شود که به عنوان متولی و هماهنگ‌کننده روند پروژه و تأمین‌کننده منابع مالی و نیز انتخاب مشاور و پیمانکار را عهده‌دار می‌باشد. به تعبیری دیگر کارفرما را می‌توان صاحب کار نامید (که می‌تواند اشخاص حقوقی یا حقیقی باشد). کارفرما عملیات موضوع پیمان را بر اساس اسناد و مدارک پیمان به پیمانکار واگذار می‌کند.

✓ **مشاور:** به عنوان راهنمای کارفرما و طبق نظر او می‌تواند مسئولیت‌های مختلفی داشته باشد از جمله طراحی، محاسبه و ترسیم نقشه‌های اجرایی، نظارت بر اجرای کار و... نام برد. مشاور می‌تواند در قالب شرکت‌های دولتی باشد که مجوزهای لازم را می‌بایست از سازمان برنامه و بودجه اخذ کند و نیز می‌تواند اشخاص حقیقی باشد که مجوزهای لازم را باید از سازمان نظام مهندسی دریافت کند. مشاور را به صورت زیر می‌توان تعریف کرد:

الف) مشاور طراح، بسته به اختیاراتی که از سوی کارفرما به وی اعطا می‌شود متفاوت می‌باشد. مشاور طراح سه وظیفه مهم را دارد (بستگی به کارفرما دارد).

۱- تهیه مطالعات اولیه (فاز صفر):

باید قبل از انجام هر پروژه‌ای مقادیر اطلاعات لازم و ضروری را جمع‌آوری و ارائه گردد. برای مثال جهت تهیه هوای مطبوع با توجه به نوع منطقه و اقلیم و کاربری ساختمان اعم از مسکونی، درمانی و آموزشی و با توجه به نیاز کنونی و گزارش توجیهی درباره طرح پیشنهاد شده، زمان تقریبی لازم برای اجرای مراحل مختلف طرح و برنامه، که به عنوان مطالعات اولیه یا فاز صفر اطلاق می‌شود، در نظر گرفته شود.

۲- تهیه نقشه‌های مقدماتی (فاز یک):

پس از مشخص شدن مقادیر نیاز و اطلاعات اولیه، مشاور طراح می‌بایست اقدام به محاسبات و ارائه نقشه‌های اولیه نماید که ملاک اجرای پروژه می‌باشد.

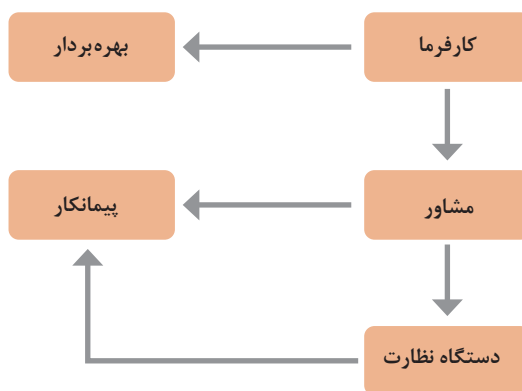
۳- تهیه نقشه‌های اجرایی (فاز دو):

مشاور می‌تواند نقشه‌های اجرایی و یا کارگاهی را طراحی کند. معمولاً به نقشه‌های اجرایی، نقشه‌های «Shop Drawing» گفته می‌شود. در این نقشه‌ها می‌بایست تمامی اجزای اجرایی مانند بست‌ها و تکیه‌گاه‌ها، فاصله‌های دقیق و... با تمام جزئیات ترسیم گردد.

✓ ناظر و دستگاه نظارت جهت دقت در حسن اجرای کار و اطمینان از رعایت اصول مهندسی و آیین‌نامه‌های اجرایی از سوی کارفرما منصوب می‌شود که اگر به عنوان شخص حقوقی باشد، دستگاه نظارت اطلاق می‌گردد. با توجه به حساسیت و حجم کار ناظر می‌تواند مقیم یا غیر مقیم باشد.

✓ **پیمانکار:** به شخص حقیقی یا حقوقی که از طرف کارفرما عهده‌دار اجرای پروژه

می‌گردد، پیمانکار نامیده می‌شود. پیمانکار موظف به اجرای نقشه‌های ابلاغی از سوی کارفرما و مطابق آیین‌نامه‌های اجرایی باشد. انتخاب پیمانکار می‌تواند به صورت برگزاری مناقصه یا ترک تشریفات یا استفاده از لیست کوتاه و... بنا به تصمیم کارفرما باشد. **✓ بهره‌بردار:** به شخص حقیقی یا حقوقی گفته می‌شود که در آینده می‌خواهد از پروژه بهره‌برداری نماید. این نمودار نشان‌دهنده ارتباط بین ارکان اصلی یک پروژه می‌باشد.



انواع قراردادهای اجرایی

در اجرای یک پروژه چند نوع قرارداد وجود دارد که هر کدام با توجه به شرایط پروژه ممکن است بین کارفرما و پیمانکار منعقد گردد.

۱- فهرست بهایی: بهای فعالیت‌های صورت گرفته براساس فهرست بهای سال مورد توافق مابین کارفرما و پیمانکار انجام می‌پذیرد.

۲- مترمربع: به دلیل مشکلات (وقت گیر بودن) قراردادهای فهرست بهایی، مجموع آحاد بهاء محاسبه شده و برای به‌دست آوردن هر مترمربع عدد محاسبه شده، بر زیربنای کل ساختمان تقسیم می‌شود تا قیمت اجرایی هر مترمربع از پروژه به‌دست آید.

این نوع قرارداد به این صورت است که قبل از اجرای پروژه کارها متره می‌گردد و پس از برآورد مطابق ردیف‌های فهرست بها و یا ستاره‌دار و... به یک عدد مجموع خواهیم رسید و در نهایت مبلغ را تقسیم بر مترمربع بنا کرده و در نتیجه به یک عدد می‌رسیم که بیانگر مبلغ هر مترمربع مطابق نقشه‌های پیوستی است. در این نوع قراردادها باید دقت نمود که نقشه‌ها حتماً به‌طور کامل و دارای حداقل تغییرات باشند؛ سپس پس از پایان کار ساختمان مترکشی گردیده و در قیمت واحد ضرب می‌گردد.

در صورت داشتن تغییرات، مبلغ واحد آن از فهرست بها استخراج گردیده و به علاوه ضریب پیشنهادی قیمت می گردد.



۳- مدیریت پیمان: به صورت درصدی از هزینه پروژه بامصالح یا دستمزدی بدون مصالح می باشد.

قراردادهای مدیریت پیمان به این صورت است که زمانی ما دقیقاً برآوردی از مبلغ انجام کار می توانیم داشته باشیم و یا اینکه بخواهیم از اجناسی استفاده کنیم که مبلغ آن مطابق با فهرست بها نمی باشد و یا ساخت تأسیسات خاص از این مدل قرارداد استفاده می گردد که حاصل درصدی از کل مبلغ هزینه شده می باشد (شامل خرید و دستمزد) این نوع قرارداد بسیار باز بوده و بستگی به توافق کارفرما و پیمانکار دارد.

۴- سرجمع یا کلید تحویل: از ابتدا تا انتهای پروژه با یک نفر قرارداد بسته می شود. قراردادهای سرجمع تقریباً شبیه قراردادهای مترمربع می باشد با این تفاوت قبل از اجرای کار و طبق نقشه ها پس از متره و برآورد به یک مبلغ مشخص شده خواهیم رسید، که همان مبلغ معیار قرارداد می باشد. این مبلغ ثابت بوده و دیگر مترکشی نمی گردد.

در اینجا لازم است در مورد جدول آنالیز که جهت پژوهش داده شده است، توضیحی داده شود:

۱ همان طور که می دانیم در فهرست بها قیمت اتصالات به طور مجزا داده نشده است، بلکه به صورت کلی در آیتم لوله ها آمده است. اگر هزینه خرید اتصالات را در یک پروژه محاسبه کنیم متوجه خواهیم شد، مبلغی که در فهرست بها داده شده است نمی تواند تمامی هزینه های اتصالات را پوشش دهد. در واقع ما باید قیمت خرید و حمل و اجرای اتصالات را نیز به مبلغ اصلی فهرست بها اضافه کنیم. اما مبلغ ریالی اتصالات را چگونه باید محاسبه کرد؟

هنگام نوشتن صورت وضعیت برای اعمال هزینه اتصالات در یک پروژه دو روش وجود دارد:

روش اول، محاسبه به کمک تجزیه بها، این روش یک روش دقیق مسلماً با توجه به تغییر قیمت ها بسیار زمان بر خواهد بود، زیرا برای کلیه سازه ها با جنس های مختلف باید جداول تجزیه بهای جدید تهیه شود، سپس در تعداد اتصالات موجود در پروژه ضرب گردد.

طبق صورت وضعیت سال ۹۵ لوله ۳/۴ اینچ به صورت صفحه بعد آورده شده است:

فصل اول. لوله‌های فولادی

فهرست بهای واحد پایه رشته تأسیسات مکانیکی سال ۱۳۹۵

شماره	شرح	واحد	بهای واحد (ریال)	مقدار	بهای کل (ریال)
۰۱۰۱۰۱	لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۱۵ (یک دوم اینچ).	متر طول	۱۲۸,۰۰۰		
۰۱۰۱۰۲	لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ).	متر طول	۱۴۰,۰۰۰		
۰۱۰۱۰۳	لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۵ (یک اینچ).	متر طول	۱۵۰,۵۰۰		

یعنی جهت اجرای ۱ متر طول لوله کشی سایز ۳/۴ اینچ، مبلغ ۱۴۰۰۰۰ ریال باید پرداخت گردد.
به آنالیز بهای همین آیتم توجه کنید:

<p>«جدول ۵. تجزیه بهای اقلام کار» فهرست بها: تأسیسات مکانیک ۹۵</p> <p>نام پروژه: پروژه جدید ۹ نام دستگاه اجرایی: کد پروژه: ۹۵/۰۶/۰۸ کد و عنوان طرح: نام مهندس مشاور:</p>						
فصل ۱ - لوله‌های فولادی						
مبالغ به ریال						
لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ).					شماره ردیف آنالیز: ۰۱۰۱۰۲	
					واحد: متر طول	مقدار
ردیف	نیروی انسانی	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	جوشکار لوله‌های فولادی	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰	۷۲,۸۱۸/۴	۱/۲۵۰۰	۲۴,۰۳۰/۱
۲	کارگر ساده	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰۰	۴۳,۸۷۶/۲	۱/۲۵۰۰	۱۴,۴۷۹/۱
	کمک لوله کش	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰۰	۵۲,۰۲۵/۰	۱/۲۵۰۰	۱۷,۱۶۸/۳
	لوله کش درجه یک (شوفازکار)	نفر - ساعت	۰/۰۸۸۰۰۰۰۰۰۰	۸۶,۶۹۲/۷	۱/۲۵۰۰	۹,۵۳۶/۲
وزنی: ۴۷/۴۶٪ جمع نیروی انسانی ۳۱,۲۲۰						

ردیف	ابزار و ماشین آلات	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	ترانس جوشکاری ۲۵۰ آمپر	دستگاه - ساعت	۰/۱۹۸۰۰۰۰۰۰۰	۱۲,۰۳۵/۹	۱/۲۵۰۰	۲,۹۷۸/۹
۲	وانت یک تن با راننده	دستگاه - ساعت	۰/۰۸۸۰۰۰۰۰۰۰	۱۱۳,۳۳۶/۵	۱/۲۵۰۰	۱۲,۴۶۷/۰
وزنی: ۱۱/۲۴٪						جمع ماشین آلات
۱۵,۴۴۵/۹						
ردیف	مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	الکتروود معمولی	کیلوگرم	۰/۰۲۷۰۰۰۰۰۰۰	۵۳,۸۹۷/۰	۰۰۰۰/۱	۱,۴۴۵/۲
۲	زانو جوشی فولادی به قطر سه چهارم اینچ	عدد	۲/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۱۰,۷۰۴/۵	۰۰۰۰/۱	۲۱,۴۰۹/۰
۳	ضد زنگ معمولی	کیلوگرم	۰/۰۱۴۰۰۰۰۰۰۰	۵۰,۲۴۲/۱	۰۰۰۰/۱	۷۰۳/۴
۴	لوله فولادی سیاه در زردار به قطر نامی سه چهارم اینچ	کیلوگرم	۰/۹۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۰,۲۵۹/۶	۷۰۶۰/۱	۳۲,۸۳۴/۷
وزنی: ۴۱/۰۵٪						جمع مصالح
۵۶,۴۰۲/۳						
ردیف	حمل مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	حمل اتصالات لوله های فولادی	کیلوگرم	۲/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۶/۲۶۸	۰/۰۶۰۰	۲/۳۲
۲	حمل لوله های فولادی یک دوم اینچ تا ۴ اینچ	کیلوگرم	۱/۷۱۰۰۰۰۰۰۰۰	۷/۱۷۶	۰۰۰۰/۱	۲/۳۰۲
وزنی: ۰/۲۴٪						جمع حمل مصالح
۳۳۴/۴						
شماره ردیف یا ردیف های معادل: ۰۱۰۱۰۲			بهای واحد کار:		۱۳۷,۳۹۶/۳	
جمع بهای واحد ردیف یا ردیف های معادل: ۱۴۰,۰۰۰		مقایسه پیشنهاد نسبت به برآورد (درصد)		+	-	۱/۸۶٪

حال می خواهیم با اضافه کردن ضرایب اتصالات در این آیتم، هزینه اتصالات را به رقم های واقعی نزدیک تر کنیم.

فصل ۵: تحلیل برآورد هزینه

<p>جدول ۵. تجزیه بهای اقلام کار» فهرست بها: تأسیسات مکانیک ۹۵ نام پروژه: پروژه جدید ۹ نام دستگاه اجرایی: کد پروژه: کد و عنوان طرح: نام مهندس مشاور: تاریخ: ۹۵/۰۶/۰۸</p>						
فصل ۱ - لوله های فولادی						
مبالغ به ریال						شماره ردیف آنالیز: ۰۱۰۱۰۲
لوله فولادی سیاه درزدار، به قطر نامی ۲۰ (سه چهارم اینچ).						واحد: متر طول
						مقدار
ردیف	نیروی انسانی	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	جوشکار لوله های فولادی	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
۲	کارگر ساده	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
	کمک لوله کش	نفر - ساعت	۰/۲۶۴۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
	لوله کش درجه یک (شوقاژکار)	نفر - ساعت	۰/۰۸۸۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
٪ وزنی: ۵۳/۶۶						
جمع نیروی انسانی ۶۵,۲۱۳/۷						
ردیف	ابزار و ماشین آلات	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	ترانس جوشکاری ۲۵۰ آمپر	دستگاه - ساعت	۰/۱۹۸۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
۲	وانت یک تن با راننده	دستگاه - ساعت	۰/۰۸۸۰۰۰۰۰۰۰		۱/۲۵۰۰	
٪ وزنی: ۱۱/۲۴						
جمع ماشین آلات						
ردیف	مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد	ضریب	مبلغ (ریال)
۱	الکترو د معمولی	کیلوگرم	۰/۰۲۷۰۰۰۰۰۰۰		۱/۰۰۰۰	
۲	زانو جوشی فولادی به قطر سه چهارم اینچ	عدد	۲/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰		۱/۰۰۰۰	
۳	ضد زنگ معمولی	کیلوگرم	۰/۰۱۴۰۰۰۰۰۰۰		۱/۰۰۰۰	
۴	لوله فولادی سیاه درزدار به قطر نامی سه چهارم اینچ	کیلوگرم	۰/۹۵۰۰۰۰۰۰۰۰		۱/۷۰۶۰	

٪ وزنی: ۴۱/۵۵٪ جمع مصالح						
ردیف	حمل مصالح	واحد	مقدار	بهای واحد	ضرب	مبلغ (ریال)
۱	حمل اتصالات لوله‌های فولادی	کیلوگرم	۲/۰۰۰۰۰۰۰۰۰		۵/۰۶۰۰	
	حمل لوله‌های فولادی یک دوم اینچ تا ۴ اینچ	کیلوگرم	۱/۷۱۰۰۰۰۰۰۰		۱/۰۰۰۰	
٪ وزنی: ۵/۲۴٪ جمع حمل مصالح						
شماره ردیف یا ردیف‌های معادل: ۰۱۰۱۰۲				بهای واحد کار:		
جمع بهای واحد ردیف یا ردیف‌های معادل: ۱۴۰,۰۰۰		مقایسه پیشنهاد نسبت به برآورد (درصد)			+	

روش دوم، به صورت تجربی به دست می آید. به عنوان مثال در یک پروژه متراژ کل لوله های ۳/۴ اینچ را حساب کنیم، سپس متراژ تمامی اتصالات سایز ۳/۴ اینچ را نیز به دست آوریم. سپس هزینه هایی که بابت خرید لوله و اتصالات برای اجرای پروژه را پرداخت شده است به طور جداگانه جمع می کنیم. سپس درصد نیروی انسانی، ماشین آلات، خرید و حمل اتصالات را به لوله حساب می کنیم.

ابتدا لازم است برای به دست آوردن درصد وزنی توضیحی داده شود. جهت محاسبه کافی است بهای هر ردیف (نیروی انسانی، ماشین آلات، خرید و حمل اتصالات) را بر بهای مبلغ کل آیتم تقسیم نموده و در عدد صد ضرب کنیم تا درصد وزنی مالی هر ردیف به دست آید. در مثال بالا بهای ردیف نیروی انسانی ۶۵/۲۱۳ می باشد که از تقسیم آن بر بهای کل برآورد شده آیتم مورد مثال یعنی ۱۳۷/۳۹۶ ریال برابر ۵/۴۷۴۶ خواهد شد و در صد ضرب می کنیم تا بر اساس درصد بیان گردد و در نتیجه ۴۷/۴۶ درصد وزنی ردیف نیروی انسانی نسبت به آیتم لوله ۳/۴ در فهرست بها خواهد بود. باید برای سایر ردیف ها نیز این عملیات را تکرار کنیم و درصد وزنی مالی آنها را به دست آوریم.

مثال ساده اینکه شما در یک پروژه برای خرید، حمل و اجرای لوله های ۳/۴ فولادی ۱۰۰۰,۰۰۰ ریال پول پرداخت کرده اید. بعد از خرید اتصالات سایز ۳/۴ و حمل آن و اجرا توسط نیروی انسانی (می توان برای رسیدن به درصد وزنی واقعی تر این محاسبه را برای پروژه های دیگر نیز انجام داد) در نهایت درصد وزنی آیتم های اتصالات را نسبت به لوله محاسبه کنیم. در خرید صورت گرفته در مثال فوق مبلغ ۲۶۰,۰۰۰ ریال بابت خرید اتصالات ، ۱۳۰,۰۰۰ ریال بابت اجرای اتصالات و ۱۱۰,۰۰۰ ریال بابت حمل اتصالات هزینه شده است. بنابراین

فصل ۵: تحلیل برآورد هزینه

درصدوزنی اتصالات نسبت به لوله برای تهیه و خرید مصالح ۲۶٪ نیروی انسانی ۱۳٪، ماشین آلات ۰٪، و جهت حمل مصالح ۱۱٪ می باشد. برای درک بهتر این روش جدول آنالیز که در کتاب نیز آورده شده است را بررسی می کنیم:

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 ماشین آلات	درصد وزنی حمل مصالح	نسبت خرید به اتصالات به لوله (۲۶٪)	نسبت نیروی انسانی اتصالات به لوله (۱۳٪)	نسبت ماشین آلات اتصالات به لوله (۰٪)	نسبت حمل اتصالات به لوله (۱۱٪)	جمع
۱	$\frac{3}{4}$	۴۱/۰۵	۴۷/۴۶	۱۱/۲۴	۰/۲۴	۱۰/۶۷۳	۶/۱۷۰	۰/۰۰	۰/۰۳	۱۶/۸۷۳
۲	۱	۴۹/۲۱	۴۰/۹۶	۹/۴۹	۰/۳۴	۱۲/۷۹۴	۵/۳۲۵	۰/۰۰	۰/۰۴	۱۸/۱۵۶
۳	$1\frac{1}{4}$	۵۶/۲۸	۳۵/۱۹	۸/۱۶	۰/۳۸	۱۴/۶۳۲	۴/۵۷۴	۰/۰۰	۰/۰۴	۱۹/۲۴۸
۴	$1\frac{1}{2}$	۵۱/۴۳	۳۸/۹۸	۹/۲۳	۰/۳۶	۱۳/۳۷۱	۵/۰۶۷	۰/۰۰	۰/۰۴	۱۸/۴۷۸
۵	۲	۵۵/۵۷	۳۵/۵۹	۸/۴۱	۰/۴۳	۱۴/۴۴۹	۴/۶۲۶	۰/۰۰	۰/۰۵	۱۹/۱۲۲
۶	$2\frac{1}{2}$	۶۰/۲۵	۳۱/۸۰	۷/۵۲	۰/۴۴	۱۵/۶۶۴	۴/۱۳۳	۰/۰۰	۰/۰۵	۱۹/۸۴۶
۷	۳	۶۲/۰۳	۳۰/۳۳	۷/۱۸	۰/۴۶	۱۶/۱۲۷	۳/۹۴۳	۰/۰۰	۰/۰۵	۲۰/۱۲۰
۸	۴	۶۸/۷۵	۲۴/۸۶	۵/۸۸	۰/۵۰	۱۷/۸۷۶	۳/۲۳۲	۰/۰۰	۰/۰۶	۲۱/۱۶۳
۹	۵	۶۷/۰۶	۲۳/۲۹	۹/۰۸	۰/۵۶	۱۷/۴۳۷	۳/۰۲۸	۰/۰۰	۰/۰۶	۲۰/۵۲۷
۱۰	۶	۷۰/۳۵	۲۰/۹۳	۸/۱۶	۰/۵۶	۱۸/۲۹۱	۲/۷۲۱	۰/۰۰	۰/۰۶	۲۱/۰۷۳
۱۱	میانگین نتایج									۱۹/۴۶
						۱۵/۱۳۱	۴/۲۸۲	۰/۰۰۰	۰/۰۴۷	

در این آنالیز ستون دوم مربوط به سایز لوله می باشد و ستون های سوم تا ششم (داخل کادر سمت راست) درصد وزنی مربوط تجزیه بهای آیتم لوله می باشد، که این درصدها معمولاً هر سال تغییر نمی کنند و فقط قیمت های مربوط به هر آیتم که باید در آن ضرب شود، توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی اعلام می گردد. ستون های هفتم تا دهم نیز مربوط به درصد وزنی اتصالات نسبت به لوله می باشد و از حاصل ضرب درصدهای ردیف اول هر ستون (۲۶٪ - ۱۳٪ - ۰٪ - ۱۱٪) در ستون متناظر با آن (سوم تا ششم) به دست می آید. به عنوان مثال ستون خرید اتصالات که درصد وزنی آن نسبت به لوله ۲۶٪ می باشد و حاصل ضرب آن در ۴۱/۰۵ به عددی خواهیم رسید که این عدد درصد وزنی اتصالات نسبت به لوله طبق ارقام فهرست است که باید به قیمت اصلی آنالیز بها در هر ۴ قسمت اضافه شود.

مثال: برای اجرای لوله ۳/۴ اینچ در فهرست بها رقم ۱۴۰،۰۰۰ ریال به ازای هر

متر طول پیشنهاد شده است که این عدد با توجه به آنالیز بهای تهیه گردیده ارائه شده است. طبق آنالیز ارائه شده از این مبلغ حدود ۶۵,۲۱۳ ریال بابت هزینه اجرا توسط نیروی انسانی (۴۷/۴۵ درصد وزنی) و ۱۵,۴۴۵ ریال بابت ماشین آلات (۱۱/۲۴ درصد وزنی) و ۵۶,۴۰۲ ریال مربوط به خرید مصالح (۴۱/۰۵ درصد وزنی) و ۳۳۴ ریال جهت حمل مصالح (۰/۲۴ درصد وزنی) برای هر متر طول لوله ۳/۴ در نظر گرفته شده است. از جمع تمامی این ستون ها طبق تجزیه بها مبلغ نهایی آیتم به دست خواهد آمد که در نهایت در فهرست بها نوشته می شود.

مثال: می خواهیم برای ۱۰۰ متر لوله ۳/۴ فولادی مبلغ جدید را پس از اعمال ضرایب اتصالات به دست آورید؟

مبلغ به ریال طبق فهرست بها $14,000,000 \times 100 = 1,400,000,000$

این مبلغ را با توجه به درصد وزنی هر قسمت محاسبه می کنیم:

خرید مصالح $14,000,000 \times 41.05\% = 5,747,000$

نیروی انسانی $14,000,000 \times 47.45\% = 6,644,000$

ماشین آلات $14,000,000 \times 11.42\% = 1,573,600$

حمل مصالح $14,000,000 \times 0.24\% = 33,600$

درصد وزنی که جهت اتصالات برآورد کردیم را اعمال می کنیم:

خرید مصالح $14,000,000 \times 10.673\% = 1,494,220$

نیروی انسانی $14,000,000 \times 6.170\% = 863,800$

ماشین آلات $14,000,000 \times 0\% = 0$

حمل مصالح $14,000,000 \times 0.03\% = 4,200$

جمع کل: $1,494,220 + 863,800 + 0 + 4,200 = 2,362,220$

در نتیجه ما باید مبلغ ۲/۳۶۲/۲۲۰ ریال بابت اتصالات به مبلغ اصلی فهرست بها یعنی ۱۴/۰۰۰/۰۰۰ ریال اضافه کنیم:

$14,000,000 + 2,362,220 = 16,362,220$

یعنی قیمت جدید اجرای ۱۰۰ متر لوله کشی فولادی جوشی سایز ۳/۴ اینچ مبلغ ۱۶,۳۶۲,۲۲۰ ریال می باشد.

در قسمت بالا هر آیتم جداگانه با درصد وزنی خودش اعمال شد که قیمت مربوط به هر کدام به صورت مجزا مشخص گردد و می توان به صورت کلی و از ستون ۱۱ جدول جهت برآورد جدید بهره جست:

در نتیجه مبلغ جدید برابر خواهد بود با: $16,362,220 = 14,000,000 + 2,362,220$

حال می توانید مبالغ به دست آمده از دو روش را باهم مقایسه کنید. خواهیم دید که هر دو روش با تقریب بسیار خوبی مشابه یکدیگر می باشند با این تفاوت که روش دوم بسیار سریع تر و آسان تر می باشد.

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 جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد. امکان جبران پودمان های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و بر اساس برنامه ریزی هنرستان وجود دارد.

الگوی ارزشیابی پودمان تحلیل برآورد هزینه

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)
۳	- متره و برآورد یک سیستم کامل تأسیسات مکانیکی ساختمان برابر جدول های فهرست بها	بالاتر از حد انتظار	متره و برآورد یک پروژه تأسیسات مکانیکی برابر جدول های فهرست بها	تحلیل برآورد هزینه
۲	- متره و برآورد یک سیستم گرمایشی ساختمان برابر جدول های استاندارد - متره و برآورد یک سیستم بهداشتی ساختمان برابر جدول	در حد انتظار (کسب شایستگی)		
۱	- تشخیص فعالیت یک سیستم تأسیسات مکانیکی و تطابق آن با فهرست بها	پایین تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)		
	نمره مستمر از ۵			
	نمره شایستگی پودمان از ۳			
	نمره پودمان از ۲۰			

- ۱ برنامه درسی رشته تأسیسات مکانیکی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۳.
- ۲ استاندارد شایستگی حرفه تأسیسات، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، ۱۳۹۳.
- ۳ کتابچه راهنمای نصب، راه‌اندازی، سرویس و تعمیر شرکت‌های سازنده کولر گازی و پکیج شوفاژ دیواری
- ۴ میرمنتظری، سید حسن، رئیسی، علی. علی آقازاده، احمد. تأسیسات بهداشتی شرکت. ۱۳۹۴.
- ۵ قدیری مقدم، اصغر. میرمنتظری، سید حسن، رئیسی، علی. آقازاده، احمد. بیطرفان، داود. نصیری جلیانی، علی، محمدی تبار، رضا. تأسیسات حرارتی، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. ۱۳۹۴.
- ۶ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم، تأسیسات بهداشتی.
- ۷ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث چهاردهم، تأسیسات گرمایی، تعویض هوا و تهویه مطبوع.
- ۸ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان مبحث نوزدهم، صرفه‌جویی در مصرف انرژی.
- ۹ کاتالوگ شرکت‌ها.

۱۰ Ashrae Handbooks

۱۱ Carrier Handbooks

