

فصل ۳

انتخاب سیستم‌ها

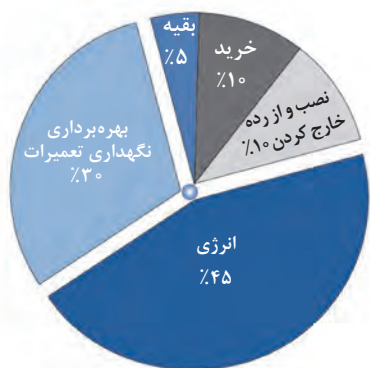


برای انتخاب مناسب‌تر سیستم‌های تهویه مطبوع لازم است هدف اصلی از انتخاب سیستم را مشخص و با توجه به دید فنی به بررسی مسائل اقتصادی سیستم از همه جوانب پرداخت برای این منظور بایستی ابتدا هدف سیستم تهویه مطبوع را مشخص نموده و سپس با محاسبات تهویه مطبوع بار سرمایی و گرمایی انجام و با آنالیز قیمت به نتیجه مطلوب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

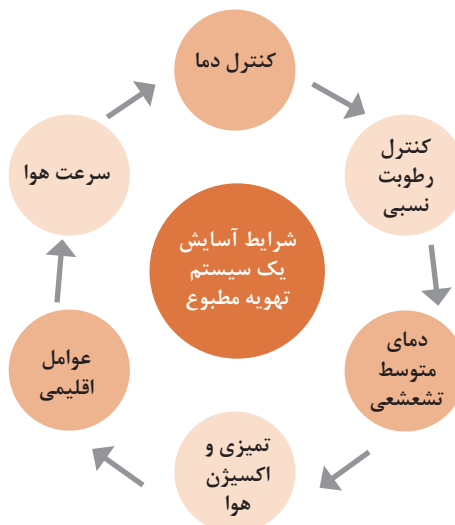
- تأمین فضای گرم در سرما
- مهیا نمودن محیط سرد در گرما
- جابه‌جا نمودن هوای آلوده با هوای پاک
- خارج نمودن هوای نامطبوع از محیط زندگی (آشپزخانه، سرویس بهداشتی)



شرایط آسایش

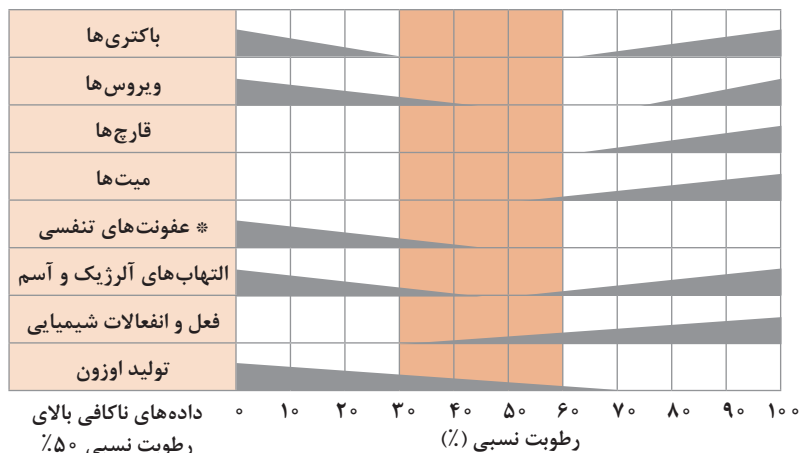
شرایط آسایش:

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

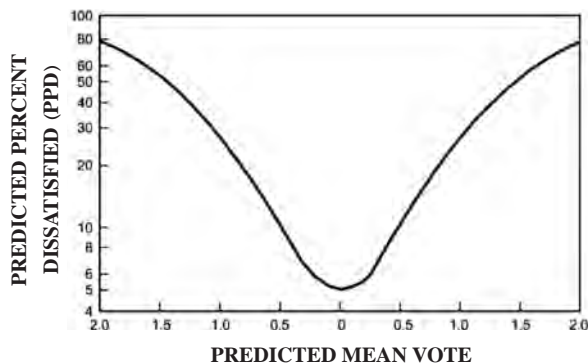


نمودار استرلینگ ۱۹۸۵

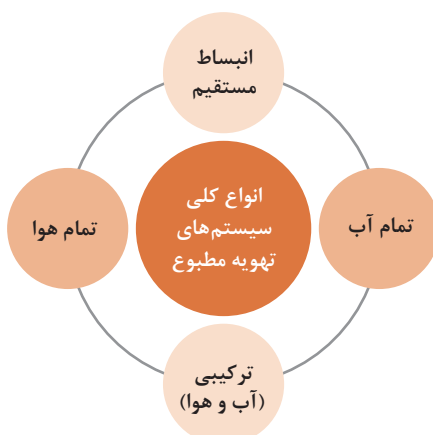
شرایط آسایش: بدن انسان در اثر فعالیت‌های مختلف حرارت تولید می‌کند و این حرارت به راحتی باید دفع شود. شرایطی که در آن انسان، نه نیاز به دفع حرارت و نه جذب آن داشته باشد را شرایط آسایش می‌نامند.

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.

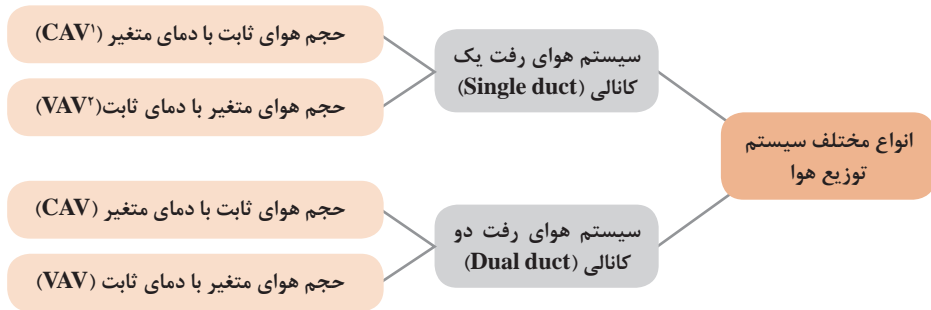
احساس	میزان انحراف دما (درجه سلسیوس)
خیلی گرم	+۳
گرم	+۲
کمی گرم	+۱
خنثی	۰
کمی خنک	-۱
خنک	-۲
سرد	-۳



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.

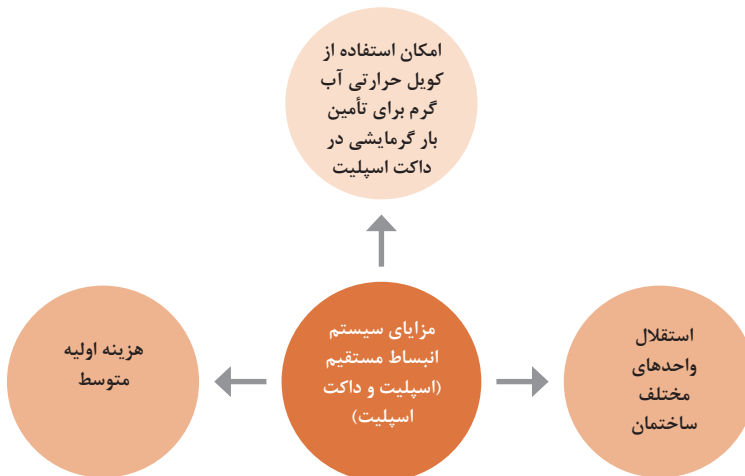


انواع سیستم‌های توزیع هوا



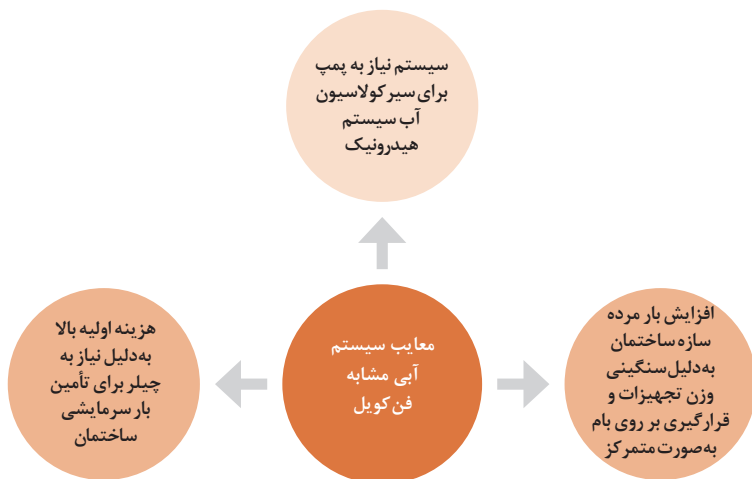
جدول نوع سیال دستگاه‌های توزیع‌کننده و نحوه جریان و انتقال حرارت به هوای محیط

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



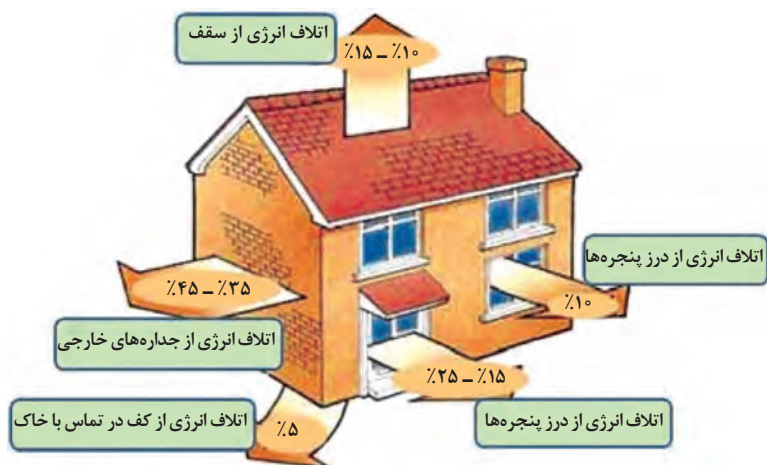
۱_ CAV_ Constant Air Volume

۲_ VAV_Variable Air Volume



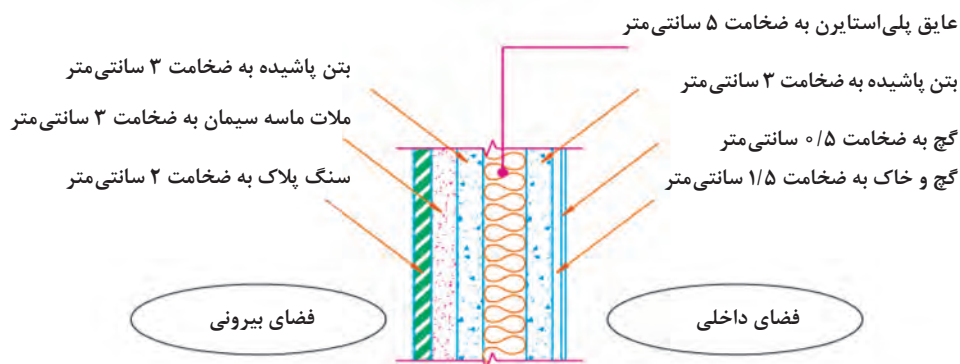
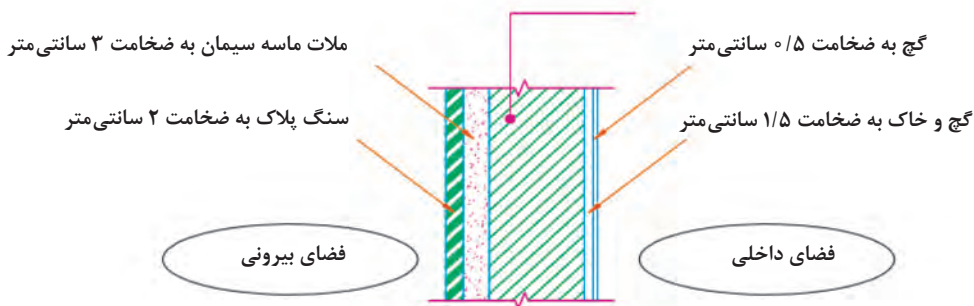
تلفات گرمایی ساختمان

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؛

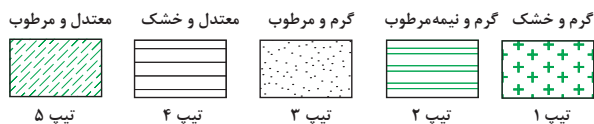
مناطق نیمه مرطوب مناطقی هستند که درجه حرارت تر آنها بین ۲۳ تا ۲۷ درجه سلسیوس باشد؛

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

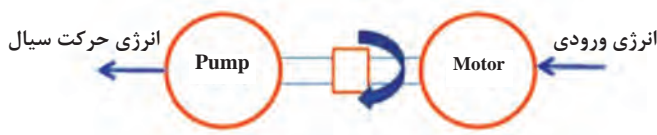
انتخاب پمپ

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؟

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

$$P_i = \frac{P_O}{\eta} = \frac{10kW}{\frac{30}{100}} = 33.3kW$$

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 تهیه 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 ۱۶-۳-۵ «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:

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

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

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

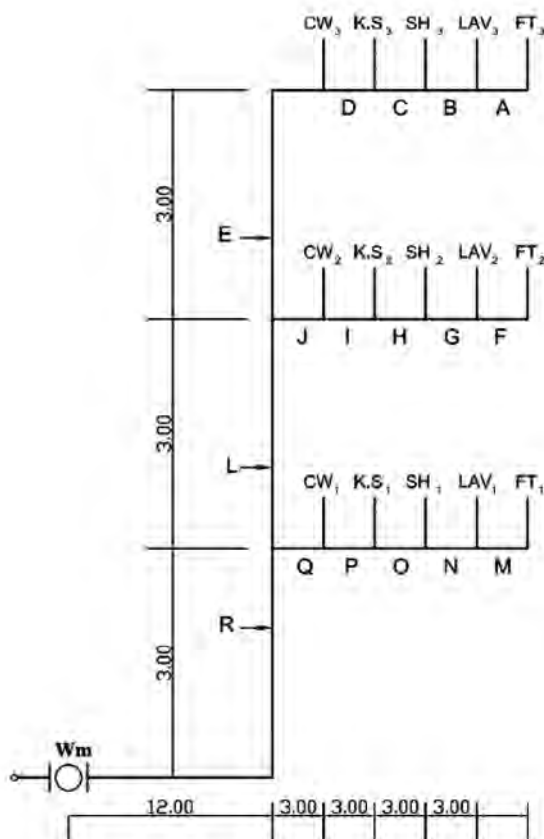
هنرآموزان عزیز همان‌طور که می‌دانید انتخاب عددهای سرعت $1/2$ و $2/4$ به دلیل توصیه‌های اشری برای حداکثر سرعت آب در طبقات و رایزرها است. در نهایت برای اینکه یک برآورد داشته باشیم و همه لوله‌ها را بر اساس آن سایزبندی کنیم پیشنهاد معادله زیر داده شد:

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

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

همان‌طور که توجه دارید ستون آخر که قطر نامی می‌باشد پس از انتخاب نوع لوله است. در جدول زیر یک نوع لوله پلیمری پنج لایه آورده شده است.

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

و اگر بخواهیم از لوله فولادی استفاده کنیم با توجه به شرکت سازنده و راهنمای محصولات آن می‌توان سایز لوله را انتخاب نمود. جدول صفحه بعد مشخصات یک سری از لوله‌های 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			