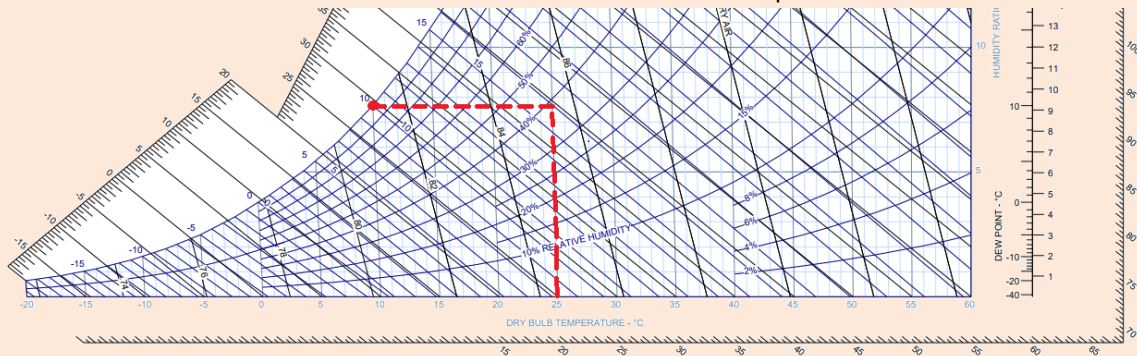




پرسش ۱-۲۲) مشترک نقطه شبنم هوا در دمای خشک ۲۵ درجه سلسیوس و دمای مرطوب ۱۶ درجه سلسیوس، چه مقدار است؟ (در سطح دریا) (خرداد ۹۳ «۳۵»)

الف) ۵ درجه سلسیوس ب) ۱۵ درجه سلسیوس ج) ۲۰ درجه سلسیوس د) ۱۰ درجه سلسیوس

پاسخ) طبق نمودار سایکرومتریک (SI) داریم:



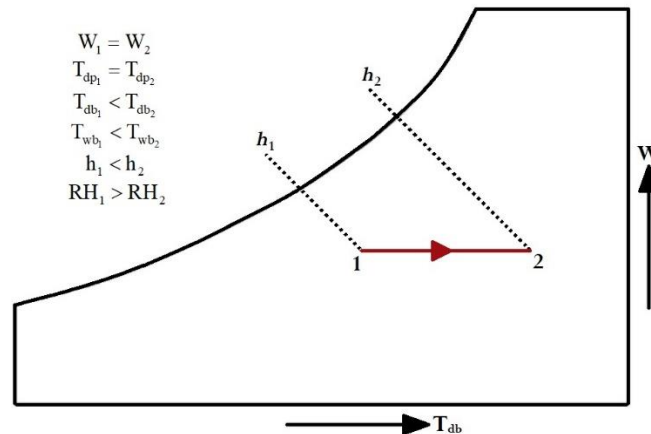
گزینه د صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۱۹» آزمون «اسفند» سال ۸۹ می‌باشد.

۱-۴-۳ فرایندهای سایکرومتریک

با تغییر دما و رطوبت هوا، یک فرآیند ترمودینامیکی رخ می‌دهد در واقع در نمودار سایکرومتریک طی یک فرآیند، نقطه‌ای که دما و رطوبت اولیه هوا را نشان می‌دهد، به نقطه‌ای دیگر در نمودار منتقل می‌شود.

چند نمونه از مهم‌ترین فرایندهای سایکرومتریک که در لوازم تهویه مطبوع مانند کولر آبی، ایرواشر و ... رخ می‌دهد، به صورت زیر است: فرآیند گرمایش محسوس^۱: در این فرآیند بدون اینکه رطوبت مخصوص هوا تغییر کند، دمای خشک آن افزایش یافته و هوا گرم می‌شود، فرآیند گرمایش محسوس در نمودار سایکرومتریک به صورت زیر است:



شکل (۱-۱۶): نمودار فرآیند گرمایش محسوس

پرسش ۱-۲۳) مشترک در صورتی که میزان بخار آب در هوا ثابت باشد، با افزایش دما، رطوبت نسبی چه تغییری می‌کند؟ (اسفند ۹۵ (طراحی) «۵۶»)

الف) کاهش می‌یابد.

ب) بستگی به ارتفاع از سطح دریا دارد.

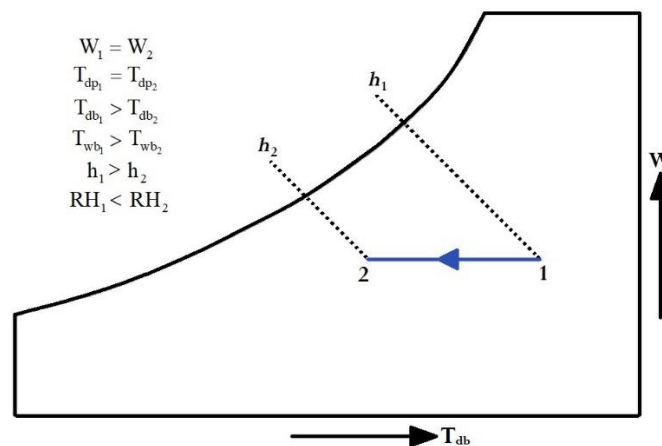
ج) افزایش می‌یابد.

د) تغییر نمی‌کند.

پاسخ) چون میزان بخار آب در هوا ثابت است بنابراین رطوبت مخصوص هوا تغییری نکرده و تنها دمای خشک افزایش می‌یابد بنابراین با توجه به نمودار فرآیند گرمایش محسوس، رطوبت نسبی کاهش می‌یابد. گزینه الف صحیح است.

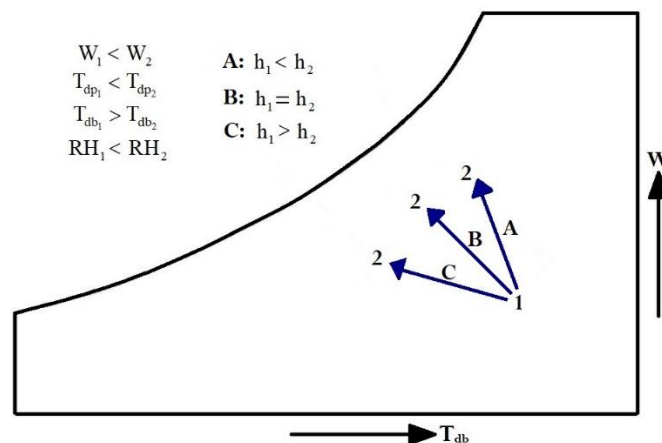
^۱ Sensible Heating

فرآیند سرمایش محسوس^۱: در این فرآیند بدون اینکه رطوبت مخصوص هوا تغییر کند، دمای خشک آن کاهش یافته و هوا سرد می‌شود، فرآیند سرمایش محسوس در نمودار سایکرومتریک به صورت زیر است:



شکل (۱۷-۱): نمودار فرآیند سرمایش محسوس

فرآیند سرمایش و رطوبت زدن^۲: به افزودن قطرات ریز آب به هوا و افزایش رطوبت آن، رطوبت زنی گفته می‌شود، در این فرآیند عمل رطوبت زنی به وسیله‌ی اسپری قطرات ریز آب به درون جریان هوا می‌باشد، این قطرات آب با گرفتن گرمای نهان تبخیر خود از جریان هوا، تبخیر شده و علاوه بر سرد کردن هوا باعث افزایش رطوبت آن هم می‌شود، به این فرآیند "سرمایش تبخیری" نیز گفته می‌شود. اگر مقدار حرارت محسوس گرفته شده از هوا با مقدار حرارت نهان داده شده به آن برابر باشد، فرآیند اشباع آدیاباتیک بوده و می‌توان آنتالپی آن را ثابت در نظر گرفت (نمودار B)، در غیر این صورت در این فرآیند، آنتالپی ممکن است کاهش یا افزایش داشته باشد (نمودار A و C). فرآیند اشباع آدیاباتیک همان فرآیندی است که در کولر آبی و ابرواشر هوا طی آن خنک می‌شود.



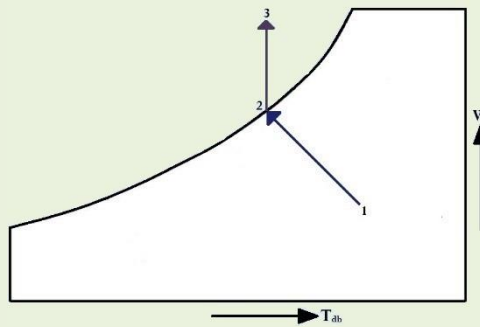
شکل (۱۸-۱): نمودار فرآیند سرمایش و رطوبت زدن

نکته ۱-۱۹) فرآیند سرمایش تبخیری به همراه فوق اشباع نمودن هوا:

در این فرآیند ابتدا سیستم طی یک فرآیند سرمایش و رطوبت‌زدن و در حالت آنتالپی ثابت (سرمایش تبخیری) به حالت اشباع می‌رسد سپس سیستم آنقدر عمل پاشش آب را انجام می‌دهد تا مه تشکیل شود (هوا فوق اشباع شود)، در این حالت اگر هوا پس از فوق اشباع شدن وارد محیطی غیر اشباع شود، مقداری از آب موجود در هوا تبخیر شده و سبب کاهش بار سرمایی محیط می‌شود.

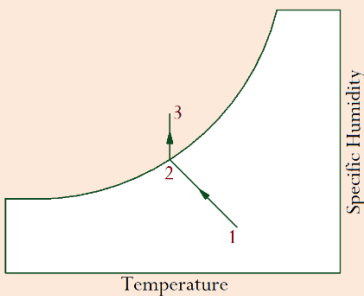
^۱ Sensible Cooling

^۲ Cooling & humidifying



شکل (۱۹-۱): فرآیند سرمایش تبخیری به همراه اشباع نمودن هوا

پرسش ۱-۲۴) **مشترک** در شکل روبه رو که فرآیند سرمایش تبخیری فوق اشباع را نشان می‌دهد، کدام گزینه صحیح است؟ (مهر ۹۶ (طراحی) «۵۳»)



الف) بخشی از رطوبت موجود در هوا در نقطه ۳ در داخل فضا کندانس شده و موجب افزایش بار سرمایی می‌شود.

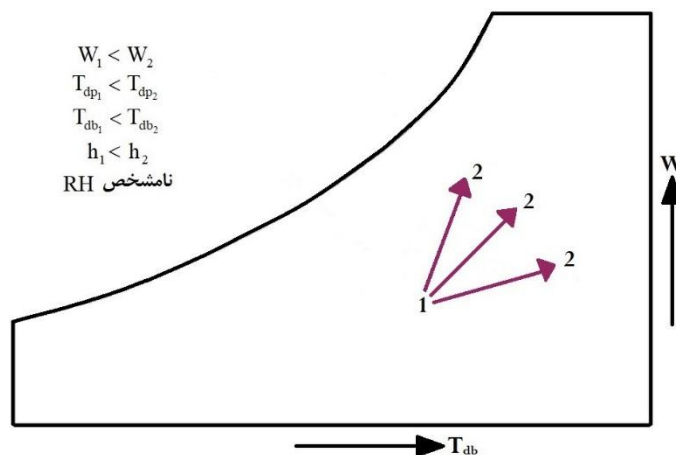
ب) نقطه ۳ در حالت فوق اشباع است و از آنجا که بخشی از آب پاشیده شده به هوا هنوز تبخیر نشده است، باعث افزایش بار سرمایی می‌شود.

ج) به دلیل اینکه نقطه ۳ خارج منحنی سایکرومتریک است، فرآیند ۲-۳ تحقق پذیر نیست.

د) بخشی از رطوبت موجود در هوا در نقطه ۳ در داخل فضا تبخیر می‌شود و می‌تواند باعث کاهش بار سرمایی شود.

پاسخ) طبق نکته بالا، گزینه د صحیح است.

فرآیند گرمایش و رطوبت زدن^۱: در این فرآیند علاوه بر افزایش دمای خشک هوا، رطوبت آن نیز افزایش می‌یابد که این عمل می‌تواند به وسیله عبور هوا از روی کویل گرم و رطوبت زن بخار انجام شود البته رطوبت زن بخار به تنهایی نیز کمی دمای خشک هوا را افزایش می‌دهد.



شکل (۲۰-۱): نمودار فرآیند گرمایش و رطوبت زدن

^۱ Heating & humidifying



پرسش ۱-۲۵) مشترک در هر فرآیند رطوبت زنی: (بهمن ۹۷ طراحی) «۵۰»

الف) رطوبت نسبی همواره افزایش می‌یابد.

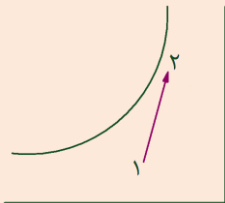
ب) نسبت رطوبت (رطوبت مطلق) همواره افزایش می‌یابد.

ج) دمای مرطوب هوا همواره افزایش می‌یابد.

د) چگالی هوا همواره افزایش می‌یابد.

پاسخ) با توجه به نمودار سایکرومتریک فرایند رطوبت زنی در حالت‌های مختلف، رطوبت مخصوص یا مطلق (W) همواره افزایش می‌یابد. گزینه ب صحیح است.

پرسش ۱-۲۶) مشترک در شکل مقابل فرایند ترمودینامیکی از نقطه ۱ به نقطه ۲ نشان دهنده چه نوع فرآیندی است؟ (بهمن ۹۴ «۹»



ب) سرمایش همراه با رطوبت‌زنی

الف) گرمایش همراه با رطوبت‌گیری

د) گرمایش همراه با رطوبت‌زنی

ج) سرمایش همراه با رطوبت‌گیری

پاسخ) طبق مطالب فوق این فرایند، فرایند گرمایش همراه با رطوبت‌زنی می‌باشد. گزینه د صحیح است.

نکته ۱-۲۰) هوای استاندارد، هوایی با دمای ۲۱ درجهٔ سلسیوس (۷۰ درجه فارنهایت) و فشار مطلق ۱۰۱/۳ کیلوپاسکال (۲۹/۹۲ اینچ جیوه) می‌باشد. (آیین‌نامه ۱۴-۲ تعاریف)

پرسش ۱-۲۷) مشترک شرایط هوای استاندارد چیست؟ (دی ۱۴۰۱ طراحی) «۴۰»

الف) دمای ۲۱ درجه سلسیوس و فشار اتمسفر محل مورد نظر

ب) دمای ۲۱ درجه سلسیوس و فشار ۱۰۱/۳ کیلوپاسکال

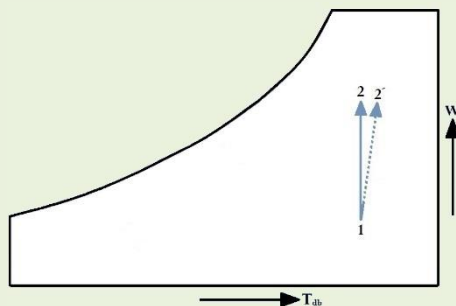
ج) دمای صفر درجه سلسیوس و فشار ۱۰۱/۳ کیلوپاسکال

د) دمای صفر درجه سلسیوس فشار اتمسفر محل مورد نظر

پاسخ) طبق آیین‌نامه ۱۴-۲ صفحه ۲۵ مبحث ۱۴، گزینه ب صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۲۵» آزمون "طراحی آذر" سال ۹۰ می‌باشد.

نکته ۱-۲۱) فرآیند رطوبت زنی^۱ را می‌توان با افزودن بخار آب به هوا نیز انجام داد، در این روش آب آنقدر گرم شده تا به بخار تبدیل شود سپس بخار آب با هوا ترکیب شده و رطوبت هوا افزایش می‌یابد، این فرآیند در نمودار سایکرومتریک به صورت یک خط عمودی به سمت بالاست ولی از آنجایی که همواره بخار آب گرم‌تر از هواست، این خط کاملاً عمودی نبوده و کمی به سمت راست انحراف دارد.

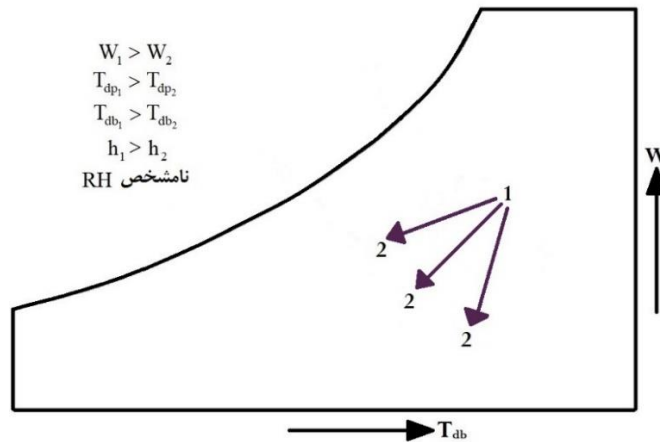


شکل (۱-۲۱): فرآیند رطوبت زنی

^۱ Humidifying



فرآیند سرمایش و رطوبت گیری^۱: در این فرآیند دمای خشک هوا کاهش یافته و با رسیدن به نقطه شبنم و در پی آن چگالش بخار آب موجود در هوا، رطوبت مخصوص هوا نیز کاهش می‌یابد، در این حالت بسته به شرایط و میزان کاهش دما، رطوبت نسبی می‌تواند کاهش یا افزایش داشته باشد، این فرآیند همانند عبور هوا از روی کویل سردی است که دمای سطح کویل از دمای نقطه شبنم هوا پایین‌تر باشد.



شکل (۲۲-۱): نمودار فرآیند سرمایش و رطوبت گیری

پرسش ۱-۲۸) مشترک در شهر بندرعباس، هوای بیرون (۱)، از روی کویل DX (کویل انبساط مستقیم) یک سیستم تأسیسات سرمایی گذر نموده و هوای (۲) حاصل می‌شود که این هوا به منظور سرمایش به فضای داخلی یک ساختمان منتقل می‌شود. اگر RH بیانگر رطوبت نسبی، w بیانگر محتوای رطوبت (رطوبت مطلق)، h آنتالپی هوا، DBT دمای خشک و WBT دمای تر باشد. کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (آذر ۹۲ «۲۸»)

(ب) $W_1 < W_2$, $WBT_1 > WBT_2$, $RH_2 \leq RH_1$

(الف) $W_1 \geq W_2$, $WBT_1 > WBT_2$, $RH_2 > RH_1$

(د) $W_1 < W_2$, $WBT_1 < WBT_2$, $RH_2 < RH_1$

(ج) $W_1 > W_2$, $WBT_1 < WBT_2$, $RH_2 > RH_1$

پاسخ) از آنجایی که بندرعباس شهری گرم و مرطوب است، بنابراین با عبور از روی کویل سرد طی یک فرآیند سرد کردن و رطوبت‌گیری، دمای خشک و رطوبت مخصوص آن کاهش می‌یابد، همچنین با توجه به نمودار سایکرومتریک، در فرآیند سرد کردن و رطوبت‌گیری، آنتالپی و دمای تر هوا نیز کاهش می‌یابد اما رطوبت نسبی بسته به شرایط می‌تواند افزایش یا کاهش داشته باشد گزینه الف صحیح است.

پرسش ۱-۲۹) مشترک در فصل سرد که دمای بیرون پشت پنجره‌های اتاق، پایین است، غالباً نمی‌توان رطوبت نسبی هوای داخل اتاق را در حد مورد نیاز انتخاب کرد و شیشه از داخل عرق می‌کند، چه راه‌حلهایی برای مقابله با این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟ (خرداد ۸۲ «۲۳»)

(ب) رطوبت نسبی پایین‌تری انتخاب کرد

(الف) دمای اتاق را بالاتر برد

(د) راه حل مهندسی ندارد

(ج) شیشه‌ها دو جداره انتخاب شود

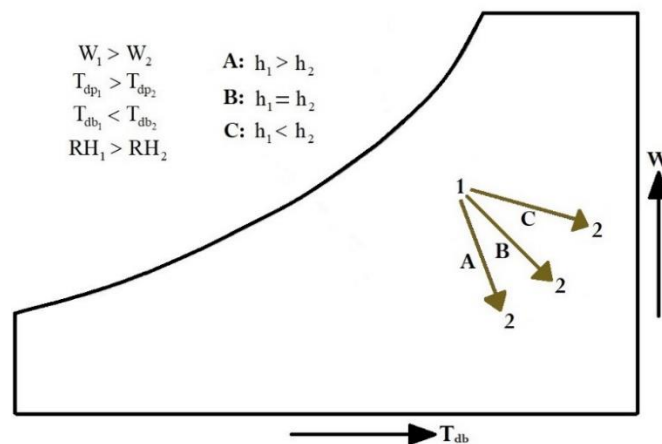
پاسخ) هدف از نصب شیشه‌ی دوجداره ایجاد یک عایق حرارتی می‌باشد و لذا دمای بیرون شیشه‌ی جدار سمت بیرون برابر با دمای جدار داخلی نخواهد بود و دمای جدار داخلی به سردی دمای بیرون نبوده و به اندازه‌ی شیشه‌ی تک‌جداره عامل تقطیر رطوبت اتاق نمی‌شود. گزینه ج صحیح است.

این پرسش، مشابه پرسش «۶۹» آزمون «تیز» سال ۷۸ می‌باشد.

^۱ Cooling & dehumidifying

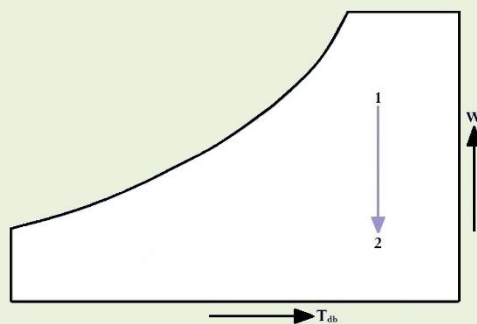


فرآیند گرمایش و رطوبت‌گیری^۱: در این فرآیند رطوبت هوا گرفته شده و دمای خشک آن افزایش می‌یابد، عمل رطوبت‌گیری می‌تواند به روش رطوبت‌گیری جذبی باشد.



شکل (۱-۲۳): نمودار فرآیند گرمایش و رطوبت‌گیری

نکته (۱-۲۲) در خشک‌کن‌های شیمیایی و مکانیکی فرآیند رطوبت‌گیری^۲ باعث کاهش رطوبت مخصوص هوا شده درحالی‌که دمای خشک آن تغییری نمی‌کند، در این فرآیند که به رطوبت‌گیری جذبی معروف است رطوبت از طریق نیروهای چسبندگی به سطح مواد جاذب می‌چسبد و بدون وقوع هیچ‌گونه واکنش شیمیایی، رطوبت هوا بر روی مواد جاذب باقی می‌ماند.



شکل (۱-۲۴): فرآیند رطوبت‌گیری

پرسش (۱-۳۰) **مشترک** عمل رطوبت‌گیری از هوا به چه صورت ممکن است صورت گیرد؟ (آذر ۷۷ «۳۵»)

(ب) تماس هوا با آب خیلی سرد

(الف) عبور از کویل سرد

(د) الف ب ج (هر سه)

(ج) تماس هوا با مانع سرد و رطوبت‌گیر

پاسخ) زمانی که دمای هوا تا زیر دمای نقطه شبنم آن پایین بیاید چگالش اتفاق افتاده و رطوبت هوا گرفته می‌شود، این عمل می‌تواند بر اثر عبور هوا از روی کویل سرد، تماس با آب خیلی سرد و یا تماس با مانع سرد و رطوبت‌گیر (مواد جاذب رطوبت)، اتفاق بیافتد، گزینه د صحیح است.

^۱ Heating & dehumidifying

^۲ Dehumidifying

لوله کشی تأسیسات مکانیکی

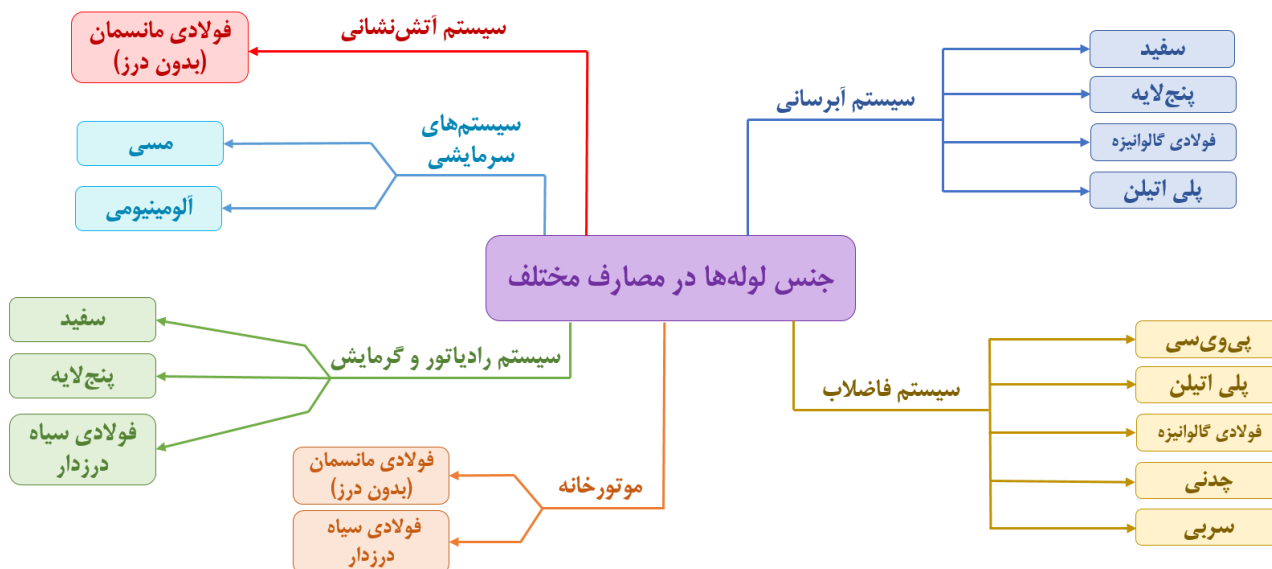
- ✓ کلیات لوله کشی تأسیسات
- ✓ فاصله لوله های فولادی در شفت تأسیساتی
- ✓ حلقه انبساط – قطعه انبساط
- ✓ تونل آدمرو



۱-۲ کلیات لوله کشی تأسیسات

لوله کشی تأسیسات ساختمان شامل لوله کشی آب گرم کننده، لوله کشی بخار، لوله کشی چگالیده بخار، لوله کشی آب سرد کننده و لوله کشی آب خنک کننده کندانسور می‌شود.

در طراحی این لوله‌ها باید اندازه‌گذاری‌ها برای تأمین جریان سیال به مقدار لازم و با سرعت مناسب در هر سیستم کافی بوده و موجب تولید صدای آزاردهنده و سایش زود هنگام لوله‌ها نشود، همچنین کاهش سرعت جریان سیال در لوله‌ها، باید تا حدی باشد که افزایش قطر لوله‌ها موجب افزایش غیرقابل توجیه هزینه لوله کشی نگردد.



شکل (۱-۲): کاربرد انواع لوله در مصارف مختلف لوله کشی ساختمان

۱-۱-۲ مصالح لوله کشی

لوله و دیگر اجزای لوله کشی باید برای شرایط کار سیستم شامل دمای کار طراحی، فشار کار طراحی و نوع سیال داخل لوله، مناسب باشد. انتخاب لوله (۱۴-۱۰-۳-۳):

لوله‌های مورد استفاده در تأسیسات گرمایی و سرمایی، باید از نوع فولادی سیاه، مسی و یا ترموپلاستیک، انتخاب شود (بند الف).



شکل (۲-۲): انواع لوله در لوله کشی تأسیسات مکانیکی

در تأسیسات مکانیکی ساختمان، لوله‌های فولادی سیاه و مسی باید مطابق یکی از استانداردهای مقرر شده در جدول زیر باشد (بند ب).

جدول (۱-۲): لوله‌های فولادی سیاه و مسی برای تأسیسات مکانیکی ساختمان (طبق جدول (۱۴-۱۰-۳-۳) "ب")

جنس لوله	قطر اسمی لوله	استاندارد ملی ایران	استاندارد ISO	استاندارد EN	استاندارد ANSI/ASTM
فولادی سیاه	تا ۶ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر)	423, 9330, 6771	65	10255	A53-A106
	بالاتر از ۶ اینچ (۱۵۰ میلی‌متر)	9330, 6771	4200	10220	A53-A106
مسی	تا ۲ اینچ (۵۰ میلی‌متر)	---	274	1057	B88



لوله فولادی سیاه (بند پ):

در لوله‌کشی سیستم‌های آب گرم‌کننده، بخار و چگالیده بخار، کاربرد لوله فولادی گالوانیزه مجاز نیست (بند پ-۱). در شرایطی که لوله در محیط خورنده نصب می‌شود یا در معرض ضربات فیزیکی قرار می‌گیرد و یا در صورت خم کردن، لوله باید از نوع بی‌درز باشد (بند پ-۲).

در صورتی که اتصال لوله به لوله، یا لوله به فیتینگ از نوع دنده‌ای است، در هر مورد، حداکثر فشار کار مجاز لوله‌کشی باید با استفاده از روش‌هایی که در استاندارد مربوط مقرر شده، محاسبه شود (بند پ-۳).

لوله مسی (بند ت):

در لوله‌کشی تأسیسات گرمایی و سرمایی با لوله مسی، فقط لوله‌های بی‌درز با قطر خارجی حداکثر تا ۵۴ میلی‌متر (۲ اینچ)، کاربرد مجاز دارد (بند ت-۱).

در لوله‌کشی تأسیسات گرمایی با دمای کار بیش از ۱۲۰ درجه سلسیوس (۲۵۰ درجه فارنهایت)، نباید از لوله مسی استفاده کرد (بند ت-۲).

در لوله‌کشی بخار و چگالیده بخار، استفاده از لوله مسی مجاز نیست (بند ت-۳).

لوله ترموپلاستیک (بند ث):

در تأسیسات مکانیکی ساختمان با دمای کار حداکثر ۸۰ درجه سلسیوس (۱۸۰ درجه فارنهایت) و فشار کار حداکثر ۱۰ بار (۱۴۷ پوند بر اینچ مربع)، می‌توان از لوله ترموپلاستیک تک‌لایه و چندلایه طبق مشخصات و یکی از استانداردهای مندرج در جدول زیر استفاده کرد (بند ث-۱).

جدول (۲-۲): انتخاب لوله ترموپلاستیک تک‌لایه و چندلایه برای تأسیسات مکانیکی ساختمان (طبق جدول (۱۴-۱۰-۳-۳) "ث")

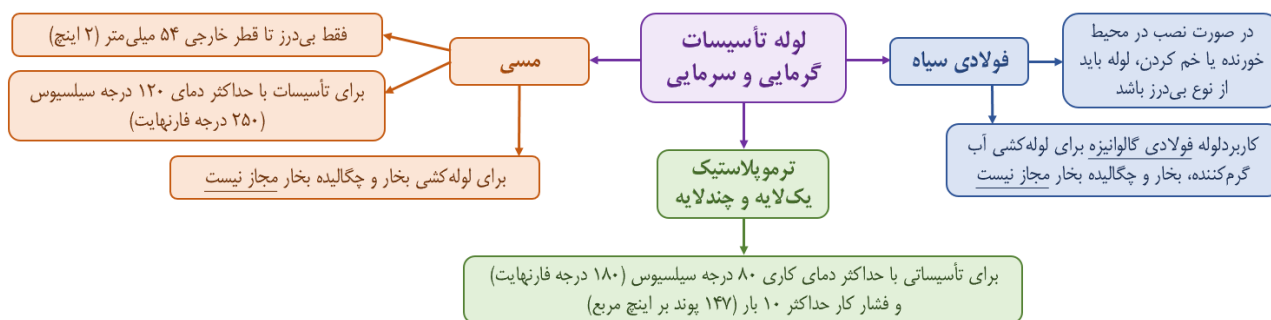
تعداد لایه	نوع لوله	استاندارد ملی	استاندارد ISO	استاندارد اروپایی	استاندارد ANSI/ASTM
تک لایه	PEX	13205-1,2,3,5	15875-1,2,3,5	BS 7291-3	F876
	PE-RT Type2	13252-1,2,3,5	22391-1,2,3,5	DIN 16892,16893	F877
	C-PVC	13251		DIN 16833,16834	F2769 F2623
چند لایه	PEX/AL/PEX	12753-1,2,3,5	21003-1,2,3,5	DIN 16836,16837	D2846 F441/F442
	PE-RT/AL/PE-RT Type2	12753-1,2,3,5	21003-1,2,3,5	DIN 16836,16837	F1281 F1282

عمر مفید لوله، مطابق استاندارد ISO 10508، باید سرجمع ۵۰ سال به ترتیب زیر باشد (بند ث-۲):

۲۰ °C (۶۸ °F)	۱۴ سال
۶۰ °C (۱۴۰ °F)	۲۵ سال
۸۰ °C (۱۷۶ °F)	۱۰ سال
۹۰ °C (۱۹۴ °F)	۱ سال
۱۰۰ °C (۲۱۲ °F)	۱۰۰ ساعت

در تأسیسات مکانیکی ساختمان، با شرایط تعریف شده در (۱۴-۱۰-۳-۳) "ث" (۱)، استفاده از دیگر لوله‌های ترموپلاستیک به شرطی مجاز است که از نظر فشار کار، دمای کار، عمر مفید، و جزاین‌ها، با این بند از مقررات، مطابقت داشته باشد (بند ث-۳).

در شکل زیر قوانین مربوط به انتخاب لوله‌های تأسیسات مکانیکی به صورت خلاصه آمده است:



شکل (۳-۲): نمودار انتخاب لوله برای تأسیسات مکانیکی

پرسش ۱-۲) نظارت-اجرا در لوله‌کشی سیستم‌های آب گرم‌کننده، بخار و بخار چگالیده، کاربرد کدام گروه از لوله‌ها مجاز نیست؟ (اسفند ۹۱ «۱۰»)

- الف) لوله‌های فولادی گالوانیزه
ب) لوله‌های فولادی زنگ ناپذیر
ج) لوله‌های فولادی سیاه درزدار
د) لوله‌های فولادی سیاه بدون درز
- پاسخ)** طبق بند «پ-۱» آیین‌نامه ۱۴-۱۰-۳-۳ صفحه ۱۲۰ مبحث ۱۴، گزینه الف پاسخ مورد نظر است.

پرسش ۲-۲) نظارت-اجرا استفاده از کدام گزینه برای لوله‌کشی آب کندانس بخار مجاز است؟ (مرداد ۱۴۰۰) (اجرا «۳۸»)

- الف) فولادی سیاه و مسی
ب) فولادی سیاه و فولادی گالوانیزه
ج) فولادی سیاه
د) فولادی سیاه، فولادی گالوانیزه و مسی
- پاسخ)** طبق بند «پ-۱» و «ت-۳» آیین‌نامه ۱۴-۱۰-۳-۳ صفحه ۱۲۰ مبحث ۱۴، گزینه ج صحیح است.

پرسش ۳-۲) نظارت-اجرا کدام گزینه در مورد خم کردن لوله فولادی سیاه درزدار مورد استفاده در تأسیسات گرمایی به جای استفاده از زانوی مخصوص اتصال جوشی درست است؟ (مرداد ۱۴۰۰) (نظارت «۲»)

الف) مجاز نیست.

- ب) برای لوله‌های با قطر $1\frac{1}{4}$ و کمتر، در صورت استفاده از خمکاری سرد مجاز است.
ج) برای لوله‌های با قطر ۲ اینچ و کمتر، در صورت استفاده از خمکاری سرد مجاز است.
د) برای لوله‌های با قطر $1\frac{1}{4}$ و کمتر در صورت استفاده از خمکاری گرم مجاز است.
- پاسخ)** طبق بند «پ-۲» آیین‌نامه ۱۴-۱۰-۳-۳ صفحه ۱۲۰ مبحث ۱۴، گزینه الف صحیح است.

پرسش ۴-۲) نظارت-اجرا در لوله‌کشی آب گرم‌کننده، در تأسیسات گرمایی ساختمان، می‌توان از لوله‌های مسی استفاده کرد. محدودیت‌های کاربرد لوله‌ی مسی در لوله‌کشی آب گرم‌کننده چیست؟ (شهریور ۹۱ «۱۹»)

- الف) - لوله‌ی مسی باید بی‌درز باشد.
- حداکثر قطر خارجی لوله ۶۴ میلی‌متر باشد.
- حداکثر دمای کار سیستم ۱۰۰ درجه سلسیوس باشد.
ب) - لوله مسی باید بی‌درز باشد.
- حداکثر قطر خارجی لوله ۵۴ میلی‌متر باشد.
- حداکثر دمای کار سیستم ۱۲۰ درجه سلسیوس باشد.
ج) - لوله‌ی مسی باید درز جوش باشد.
- حداکثر قطر خارجی لوله ۷۰ میلی‌متر باشد.
- حداکثر دمای کار سیستم ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس باشد.
د) - لوله‌ی مسی باید درز جوش باشد.
- حداکثر قطر خارجی لوله ۶۴ میلی‌متر باشد.
- حداکثر دمای کار سیستم ۱۲۰ درجه‌ی سلسیوس باشد.