انواع سیستم لوله کشی
و رادیاتور

سطح ۳
دوره پایه شوفاژ

گروه صنعتی بوتان
واحد مهندسی خدمات
ویرایش ۱ : ۸۹/۱

انتخابی مطمئن

فهرست مطالب

آشنایی با نسل قدیم لوله ها---------- 2
آشنایی با نسل جدید لوله ها---------- 7
سیستم لوله کشی آب ---------- 9
سیستم لوله کشی با بر گشت معکوس ---------- 10
سیستم لوله کشی با بر گشت مستقیم---------- 11
سیستم لوله کشی یک لوله ای ---------- 11
تاریخچه رادیاتور ---------- 12
رادیاتور و انواع آن ---------- 12
رادیاتور های فولادی وساختمان آن---------- 14
رادیاتورهای آلومینیومی وساختمان آن ---------- 15
رادیاتورهای چدنی وساختمان آن ---------- 16
جدول انواع رادیاتوردر نگاه کلی ---------- 17
تعاریف مهم در رادیاتور---------- 18
تعیین تعداد پره های رادیاتور ---------- 18
انتخاب محل نصب رادیاتور ---------- 19
معرفی اتصالات رادیاتور ---------- 21

۱-۱)آشنایی با نسل قدیم لوله ها

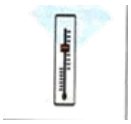
۱-۱-۱)لوله های فلزی

با شروع زندگی اجتماعی و شهرنشینی، استفاده ازمنابع آب متمرکز جوابگوی نیاز انسان ها نبوده وآنها را مجبورکرد تا آب را ازمسیرهای با روش های متعدد به محل زندگی خود انتقال دهند. ازجمله این روش ها استفاده از لوله های فلزی بود که پس از توسعه شهرنشینی این لوله ها برای کاربردهای مختلف در ساخت و ساز مورد استفاده قرار گرفتند. این شرایط با فراهم کردن آسایش نسبی، باعث حل بسیاری از مشکلات شد ولیکن درمواردی معضلاتی برای ساختمان ها و ساکنان آن ها به وجودآورده است. دراینجا لازم است مزایا و معایب لوله های فلزی را مورد بررسی قرار دهیم.

۱-۱-۱-۱) مزایای لوله های فلزی

- **مقاومت مکانیکی بالا**

لوله های فلزی به دلیل استحکام درساختار خود در مقابل ضربات و ارتعاشات ، هنگام حمل ونقل یا نصب (ازقبیل چکش خوردن و یا قرارگرفتن درزیرمصالح ساختمانی مانندآجر، ملات ، سیمان،.....) مقاومت بالایی ازخود نشان می دهند.

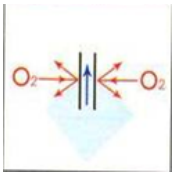


- **تحمل دمای بالا**

این لوله ها درمقابل آب با دمای بالا مقاومت خوبی از خود نشان می دهند.

- **ضریب انبساط طولی کم**

با تغییردمای درون لوله های فلزی، تغییرطول کمی در این لوله ها ایجاد می گرددکه این مزیت در شرایط گرمایی مانع از انحنای لوله و درشرایط انقباض (سردشدن) مانع از ایجاد تنش در لوله ها می شود.



- **نفوذ نا پذیری صددرصد**

در این نوع لوله ها تحت هیچ شرایطی امکان نفوذ نور و اکسیژن وجود نخواهد داشت. بنابراین در داخل این لوله ها جایی برای رشد جلبک ها که نور عامل اصلی تشکیل و رشدآن هاست، نمی باشد.

- **مقاوم در برابر آتش سوزی**

لوله های فلزی به دلیل نقطه ذوب بالا درآتش سوزی دچار حریق نشده و مهمتر اینکه هنگام بروز چنین حادثه‌ای آتش را از نقطه ای به نقطه دیگر انتقال نمی دهند.

۱-۱-۱-۲) معایب لوله های فلزی

- **خوردگی از داخل و خارج**

لوله های خارجی در برابر اکسیژن و املاح موجود درآب و خاک مقاومت کمی داشته و درمجاورت چنین عواملی دچار خوردگی می شوند.که این امر باعث کاهش مقاومت در این نوع لوله ها شده وبه شدت طول عمرآنها را کم می کند.

- **عدم شکل پذیری آسان**

لوله های فلزی به دلیل استحکام در ساختار خود به راحتی به خم دلخواه درنیامده و برای انجام چنین مواردی اتصالات متعدد، مورد نیاز است.

- **ضریب هدایت حرارتی بالا**

از دیواره لوله های فلزی مقدار زیادی انرژی هدر می رود

- **رسوب پذیری**

به دلیل زبری زیاد جداره داخلی وجذب املاح آب توسط فلزدر دیواره لوله رسوب تشکیل شده که این امر باعث کاهش عمر لوله وافت فشار و کاهش جریان آب می شود.

- **افت فشار بالا**

ناصافی سطح داخلی لوله های فلزی وهمچنین به کارگیری اتصالات متعدد در این نوع لوله کشی، باعث افت فشار زیاد در جریان آب می شود که این مسئله باعث انتخاب لوله با قطر بزرگ جهت رفع افت فشار می گردد.

- **وزن زیاد**

لوله های فلزی به دلیل وزن زیادی که دارند مشکلات متعددی را در حمل ونقل به وجود می آورند.

- **مشکلات نصب**

وزن زیاد این لوله ها وعدم انعطاف پذیری آنها درعملیات لوله کشی ،مشکلات متعددی برای مجری به وجود می آورد.

- **عمرکم**

عمرمفید لوله های فلزی، معمولاًبین ۱۰تا ۱۲ سال است. بنابراین پس از این مدت ، سیستم تاسیساتی دچار مشکلاتی ازقبیل پوسیدگی لوله ها، ترکیدگی، یا تغییردر رنگ و طعم آنها خواهد شد. این عوامل منجر به تعویض سیستم تاسیسات می شودکه هزینه جدید نسبت به هزینه اولیه بیشتر خواهدبود. همچنین این مشکل در بعضی موارد، مانند ترکیدگی لوله منجربه خسارات دیگری از قبیل ریختن قسمت یا کل ساختمان می‌شودکه این امرعلاوه بر این که باعث افزایش چشمگیر هزینه ها می شود، موجب کاهش آسایش فکری افرادی که دراین گونه ساختمانها زندگی می کنند، خواهد شد. زیرا هرزمان احتمال ترکیدگی و پوسیدگی لوله‌ها ی به کار رفته در ساختمانهای خود را میدهد.

با همه این اوصاف انتخاب لوله های فولادی باید براساس جداول ارائه شده درمبحث ١٤ مقررات فنی ساختمان باشد.

۱-۱-۲)لوله های پلی پروپیلن (موسوم به لوله های سبز)

باسپری شدن سالیان متمادی از تولید و مصرف لوله های فلزی، کارشناسان به دنبال راه حلی برای غلبه بر معایب لوله های فلزی از جمله پوسیدگی بوده اند. با حضور پلیمر درتکنولوژی صنعتی ، مهندسان پلیمر پلی پروپیلن را به عنوان پلیمرمصرفی درتولیدلوله های پلیمری انتخاب کرده اند.

لوله های پلی پروپیلن براساس استانداردهای DIN8077 , DIN8076 تولیدمی گردند. مزایا ومحدودیتهای این لوله ها پس از یک دوره مصرف چندده ساله مشخص گردیدکه در ذیل بخشی ازآنها آمده است:

۱-۱-۲-۱)مزایای لوله های پلی پروپیلن

- **عدم پوسیدگی از داخل و خارج**

لوله های سبز با قرارگیری در معرض رطوبت و مواد خورنده ای همچون گچ ، آهک و دیگر مواد ساختمانی دچار خوردگی و پوسیدگی نمی شوند.

- **وزن کم**

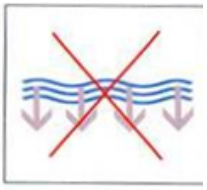
وزن لوله های سبز با توجه به پلیمری بودن جنس آنها ، بسیارکمتر از لوله های فلزی بوده وبه همین دلیل حمل ونقل و عملیات لوله کشی، با این لوله ها راحت ترمی شود.

- **کاهش ضریب هدایت حرارتی پلیمر نسبت به فلز**

مواد پلیمر ضریب هدایت حرارتی کمتری نسبت به لوله های فلزی دارند بنابراین در انتقال انرژی با استفاده ازاین لوله ها ، انرژی کمتری هدر می رود.

- **کاهش افت فشار نسبت به لوله های فلزی**

سطح داخلی لوله های پلی پروپیلن صیقلی بوده و زبری کمتری درمقایسه با لوله های فلزی دارند، بنابراین اصطکاک کمتر شده و در نتیجه افت فشار کمتری خواهیم داشت.



- **رسوب ناپذیری نسبی**

به دلیل کمتر بودن زبری سطح داخل لوله های سبز نسبت به لوله های فلزی ، رسوب تشکیل شده به خاطر جریان آب در این لوله ها، کمتر از لوله های فلزی است و همین امر باعث می شود تا جریان یکنواختی درطی سال های مورد استفاده داشته باشیم.

- **نصب سریع وآسان**

وزن کم وخط نشان در لوله ها و زوایای مختلف اتصالات، نصب این لوله ها را سریع وآسان می کند.

- **اقتصادی بودن نسبی**

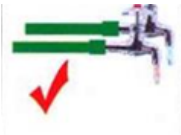
با توجه به مزایای لوله های سبز و همچنین نظر به طول زیاد آنها نسبت به لوله های فلزی (۵۰سال درصورت تولید واجرای استاندارد) ، (این لوله ها اقتصادی تراز لوله های فلزی می باشند.)

۱-۱-۲-۲-)محدودیت های لوله های پلی پروپیلن

با وجود مزایای نسبی لوله های سبز در مقایسه با لوله های فلزی، لوله های سبز به دلیل ساختار فیزیکی و شیمیایی دارای محدودیت هایی هستند که با آگاهی از این محدودیتها ورعایت آن حداکثر عمرمفید، قابل دستیابی است.

- **میزان تحمل دما و فشار**

اینگونه لوله ها توان تحمل حرارت مداوم ۶۵ درجه سانتیگراد و با فشار۱۰ بار، برای عمر۶۰ سال را دارند. بنابراین این لوله ها جهت لوله کشی آبگرم وآبسرد مصرفی مورد استفاده قرار می گیرند و برای لوله کشی سیستم گرمایشی (دمای ۹۰درجه سانتیگراد) مجاز به استفاده ازآن نمی باشیم.



- **امکان تخریب شدن پلیمر در معرض نور مستقیم، حتی در صورت تولید استاندارد**

اینگونه لوله ها در برابرشرایط محیطی، نظیر نور مستقیم خورشید و اشعه ماوراءِ بنفش (UV)، مقاومت نداشته و تخریب میشوند. بنابراین درمرحله تولید، حمل ونقل، نگهداری و بهره برداری از این لوله ها، نباید درمعرض نورمستقیم خورشید قرارگیرند.

- **امکان عبورنورومشکلات بهداشتی**

اغلب شنیده می شود بسیاری از افراد که از لوله های سبز استفاده می کنند، پس ازمدتی از طعم و بوی آب مصرفی شکایت دارند. این طعم و بوناشی از جلبکهایی است که در اثر عبور نور از این لوله ها در سطح داخلی آنها به وجود می آیند. البته درصورت تولید استاندارد و عدم عبور نور این مشکل به وجود نخواهد آمد.

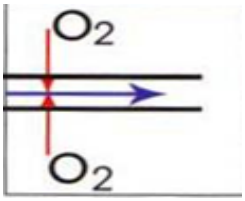
- **ضریب انبساط طولی زیاد**

ضریب انبساط طولی لوله های فلزی بیشتر است، لذا برای لوله کشی درمسیرهای مستقیم ، با طول زیاد لازم ا ست از وسایل کنترل انبساط استفاده نمود.

ضریب انبساط طولی لوله های پلی پروپیلن=0.00018 m/m ° k

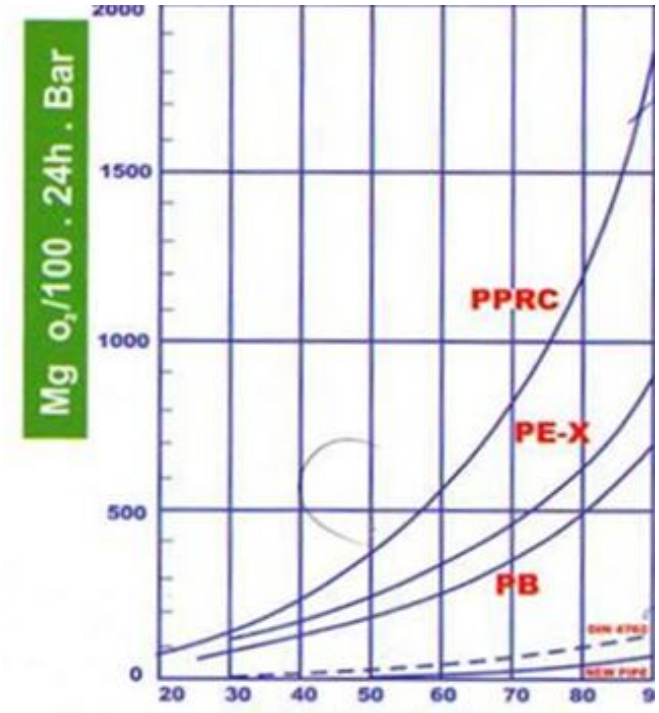
- **نفوذ اکسیژن**

برخلاف فلزات که دارای ساختمانی فشرده وغیرقابل نفوذ درمقابل گازها هستند. مواد پلیمری مانند پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی بوتیلن، پلی اتیلن مشبک شده سد خوبی در برابر عبور اکسیژن نمی باشند. نفوذ اکسیژن به داخل لوله سبب تشدید خوردگی در اجزای سیستم های بسته حرارتی می شود، که در این صورت پوسیدگی درسیستم های فلزی از قبیل پمپها و شیرآلات و مخازن فلزی ومنبع تولید آب گرم ،که به چنین لوله هایی متصل هستندزیادخواهدبود.



- **عدم شکل پذیری**

به علت ساختمان مولکولی خاصی که این لوله هادارند.نیرویی که جهت تغییرشکل به آنها واردمی شوددرآنها به صورت تنش ذخیره می شودکه دراثرافزایش ناگهانی فشاراحتمال ترکیدگی وجوددارد.



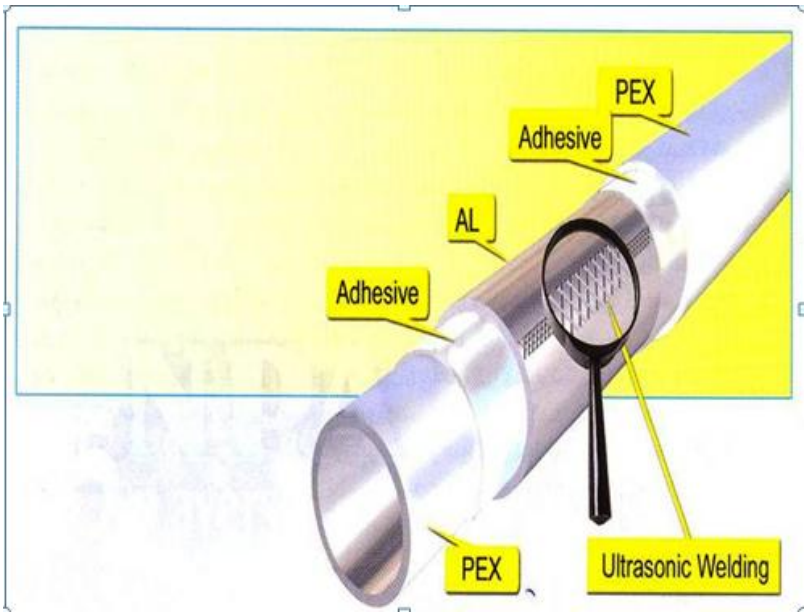
توضیح نمودار:

دراین نمودار محورافقی معرف افزایش دماومحورعمودی معرف اکسیژن عبوریافته ازسطح لوله ها می باشد.

همانگونه که مشاهده می شوددربین لوله های پلیمری لوله های پلی پروپیلن بیشترین مقداراکسیژن عبوریافته رابه خوداختصاص داده اند.

۱-۲)آشنایی با نسل جدید لوله ها

باتوجه به محدودیتهای لوله های قدیمی، متخصصان پلیمر، تصمیم گرفتند تا با روشهای مختلف ، مزایای لوله‌های کاربردی درساختمان را افزایش ومعایب آن را کاهش دهند. نتیجه این سعی وتلاش منجربه تولید لوله هایی شده است که درآن خواص لوله های فلزی و پلیمری گنجانده شده اند و با تلفیق این دو عنصر(فلز و پلیمر) نسل جدید را به وجود آورده اند که انقلابی درصنعت تاسیسات به شمارمیرود.



۱-۲-۱)پلیمر PEX

- **تاریخچه**

در دهه ۵۰ میلادی دانشمندان آلمانی موفق به ابداع پلیمری با ویژگیهای منحصر به فرد شدند.این پلیمرکه باگذشت نیم قرن درصنعت لوله های پلیمری پیشتاز بوده وهنوز رقیب قدرتمندی پیدا نکرده است، پلی اتیلن کراسلینک شده (crosslinked polyethylene) یا PEX نام دارد.

PEX ازدهه ۶۰میلادی ،دربعضی از کشورهای اروپایی گسترش یافت و به صورت صنعتی و انبوه تولیدگردید PEX در دهه ۸۰میلادی وارد بازار آمریکای شمالی شد و به عنوان رقیب جدی در مقابل لوله های فلزی قدرت نمایی نمود بطوریکه هم اکنون لوله های PEX-AL-PEX محصولاتی قابل اطمینان ، مطلوب وایده آل برای سیستم های لوله کشی هستند.

- **پلیمر PEX چیست؟**

پلیمرpexمحصول نهایی یک فرایندشیمیایی است که این فرآیندخواص یکی ازمعرفترین پلیمرهای پایه،یعنی پلی اتیلن را بهبودداده است.پلی اتیلن یکی ازمهمترین وعمومی ترین محصولات پتروشیمی است که به علت داشتن ویژگیهای بسیارخوب درسراسر دنیا تولید شده و با قیمت مناسب در دسترس می باشد. از جمله ویژگیهای این پلیمر می توان به وزن کم ،عایق الکتریکی ، خاصیت فیلم شدن ومقاومت شیمیایی اشاره کرد. با وجودمحاسنی که در پلی اتیلن مشهوداست ، متاسفانه بایدگفت که این پلیمر دارای مقاومت گرمایی ضعیف بوده، بطوریکه درمقابل آب با دمای بالاتراز۶۰ درجه سانتیگرادکارایی مطلوب ندارد. برای حل این مشکل،

دانشمندان با استفاده ازعملیات مشبک نمودن(cross linking) طی چندین مرحله فرآیندهای پیچیده شیمیایی، مولکولهای پلی اتیلن را به صورت عرضی به یکدیگر متصل نموده ، ابتدایی ترین دلیل برای کراسلینگ نمودن، بالابردن خواص گرمایی ومقاومت گرمایی محصول تحت فشاراست، باتبدیل PE به PEXپلیمری بوجود می آیدکه دارای خواص زیراست:

۱-افزایش مقاومت گرمایی تا۹۰درجه به صورت دائم (بیش از۵۰سال)و۱۲۰درجه به صورت شوک حرارتی .

۲-بهبود خواص فیزیکی که شامل مقاومت در برابر فشار داخلی ،افزایش ضربه پذیری ، مقاومت در مقابل ترک خوردگی و رشدآن می باشد.

۳-بهبود مقاومت در مقابل مواد شیمیایی خورندگی محیط، و نهایتا" افزایش بیش ا ز پیش طول عمر.

به طور خلاصه می توان گفت که درتبدیل PE به PEX یک ماده گرمانرم (thermoplast) به یک ماده گرما سخت (thermoset) تبدیل می گردد. مواد گرمانرم آن دسته از موادی هستند که در اثر حرارت دچار تغییر حالت دائمی نمی شوند. این مواد دراثر گرما جریان یافته ومی توان آنها را قالب گیری نموده ،بعد ازخنک شدن شکل خود را حفظ می کنند. البته چنین موادی پس از حرارت بافتن مجددا" سیال شده وقابل قالب گیری می شوند. پلیمرهای گرمانرم دارای مولکولهای خطی هستندکه قابلیت بکه ای شدن را ندارند. البته این مولکولهای خطی تحت شرایط خاص می توانند شبکه ای شوندکه درچنین شرایطی ماده طبیعت خود را از دست داده وگرماسخت می‌گرد.

مواد گرماسخت را می توان تا درصد زیادی شبکه ای نمود. این مواد را معمولا" درابتدای فرآوری گرمادهی می کنند بطوریکه بعد از فرآیند دیگر جریان پیدا نمی کنند.

به طورخلاصه یک ماده گرمانرم ، پلیمری است که می توان آن رابا اعمال گرما وفشارشکل داد و شکل دهی مجددآن با اعمال گرما وفشارامکان پذیرنیست ولی ماده گرما سخت پلیمری است که با اعمال گرما وفشارشکل می یابد،اماشکل دهی مجددآن با اعمال گرما وفشارامکان پذیرنیست.درجدول زیر نمونه ای ازترکیبات گرمانرم وگرماسخت آورده شده ا ست:

نمونه هایی از پلیمرهای گرماسخت		نمونه هایی ازپلیمرهای گرمانرم	
پلی اتیلن کراسلینک شده تادمای ۹۰°C		پلی اتیلن دمای بالا pert (دمای بالاتر از ۴۵°C پایین تراز 65 °C	
پلی استر	poly ester		
سیلیکون	silicon	پلی اتیلن معمولی	pe
پلی یورتان	poly urtane	پلی پروپیلن	pp
پلی آمید	poly amid	پلی وینیل کلراید	pvc
اپوکسی	epoxy	پلی استایرن	ps
فنل فرمالدئید	phenol phormaldehyde	پلی کربنات	pc

- **تبدیل PE پلیمر گرمانرم، به PEX (پلیمرگرما سخت)**

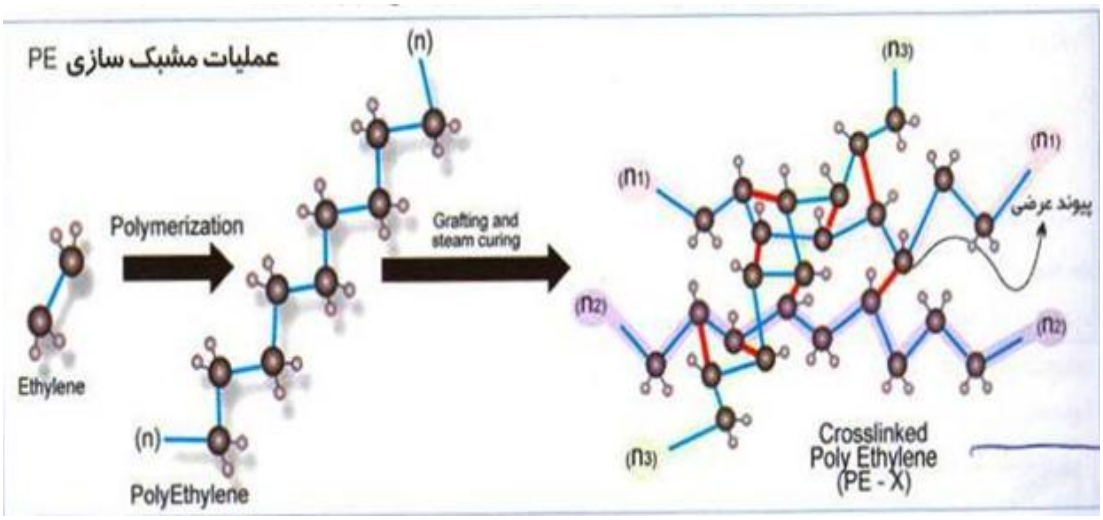
سه روش عملیاتی مشهور جهت تولید pex وجود دارد که به صورت زیر می باشد:

۱-روش شیمیایی پروکسیدی که محصول نهایی آن pex_a معروف است.

۲-روش شیمیایی سیلانی که محصول نهایی آن pex_b معروف است.

۳-روش شیمیایی تشعشعی که محصول نهایی آن pex_cمعروف است.

Pex معمولا" در دو نوع a,b تولید و عرضه می شود و نوع c به دلیل هزینه زیاد تولید به طور محدود تولیدمی گردد .pex نوع a,b از ترکیب موادشیمیایی وکاتالیزورهای مخصوص وهمراه کردن آن با پلی اتیلن درکنار دو عامل مهم دما و رطوبت به وجود می آید. درصورت استفاده از هر یک از روشهای مذکور، محصول نهایی باید عاری از هرگونه موادشیمیایی اضافی و از لحاظ مشخصات فیزیکی وشیمیایی کاملا" منطبق براستانداردهای مربوط باشد.



نکته بسیارمهم:

در مورد لوله هایی که با استفاده از پلیمر pex تولید میگردند. اینکه درصد ژل موجود در پلیمر پایه پس ازفرایند تولید نباید از ۶۵٪ کمتر باشد .بدیهی است در صورتی که درصد ژل مذکورکمتر از حد استاندارد ۶۵٪ باشد، لوله تولید شده فاقد ویژگیهای منحصر به فرد اعلام شده در استانداردهای بین المللی باشد.

- **سیستم های لوله کشی آب :**

سیستم باز (Open System)

سیستم بسته (Closed System)

سیستم باز به سیستمی اطلاق می شود که آب به سوی یک مخزن که به هوای آزاد باز میشود، جریان می یابد. برج های خنک کننده و هوا شوی (air washer) از جمله مثالهای خوبی برای برای سیستم باز می باشند.

سیستم بسته به سیستمی اطلاق می شود که جریان آب در هیچ نقطه ای در معرض هوای آزاد قرار نمیگیرد. چنین سیستم هایی معمولا" شامل یک منبع انبساط می باشند که می تواند از نوع بسته (همانند پکیج دیواری) و یا باز (همانند منبع انبساط موتورخانه مرکزی)باشند.

از طرف دیگر می توان سیستم های لوله کشی را به ترتیب ذیل نیز طبقه بندی نمود.

سیستم تک گذر : در این سیستم ، آب یکبار از وسیله ای که عبور نموده ، تخلیه میشود.

سیستم گردشی : در این سیستم، آب پس از رسیدن به وسیله مورد نظر تخلیه نمیگردد بلکه توسط یک مدار لوله کشی بین مبدل حرارتی و مبداءِ حرکت خود که میتواند مثلا" یک دیگ حرارت مرکزی یا دستگاه پکیج دیواری باشد ، گردش نماید. گردش آب نیز می تواند :

تحت نیروی ناشی از اختلاف وزن مخصوص آبگرم رفت و برگشت و بدون کمک عامل خارجی (پمپ) صورت گیرد. لازم بذکر است که بدلیل محدود بودن این نیرو و عدم توانایی آن برای مقابله با افت فشار زیاد در مسیر لوله کشی ، این سیستم تنها برای ساختمانهای کوچک قابل استفاده می باشد.

بصورت اجباری که در این سیستم انرژی لازم برای گردش آب و غلبه بر افت فشارهای مسیر توسط یک پمپ تامین میگردد

حال یک سیستم گردشی بر حسب چگونگی برگشت آب بصورت ذیل طبقه بندی می شود :

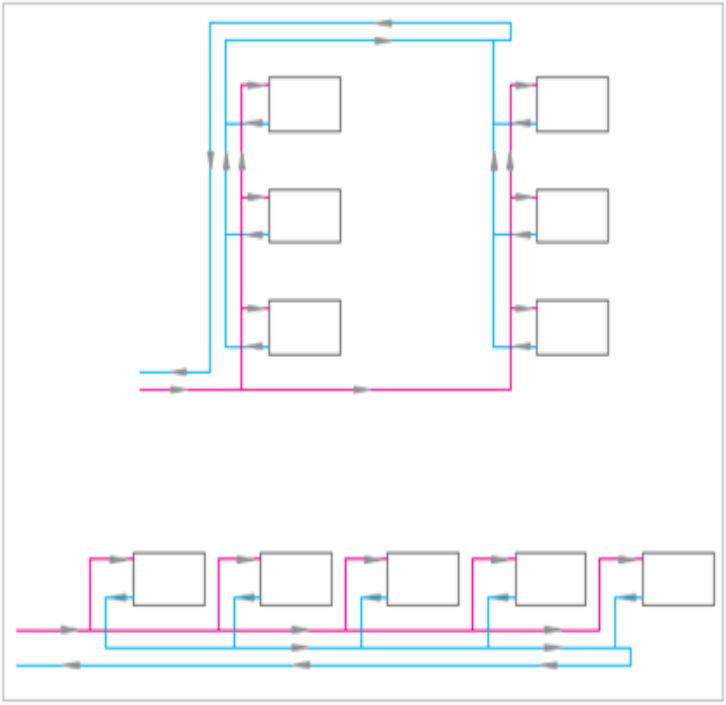
1. **سیستم لوله کشی با برگشت معکوس (Reverse Return Piping)**
2. **سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم (Direct Return Piping)**
3. **سیستم یک لوله ای (One-pipe System)**

حال به شرح کامل این سیستم ها می پردازیم:

1. **سیستم لوله کشی با برگشت معکوس (Reverse Return Piping)**

هرگاه در یک سیستم بسته، مبدلهای حرارتی دارای افت فشار تقریبا" یکسانی باشند، سیستم لوله کشی با برگشت معکوس توصیه میگردد. نکته مهم اینست که نمی توان از این سیستم برای سیستم های باز استفاده نمود.

در سیستم لوله کشی با برگشت معکوس طول مسیر گردش آب در لوله های رفت و برگشت برای تمام مبدل های حرارتی یکسان بوده لذا افت فشار برای نزدیکترین و دورترین مبدل حرارتی نسبت به دیگ برابر خواهد بود شکل ذیل شماتیک سیستم لوله کشی با برگشت معکوس را نمایش می دهد.

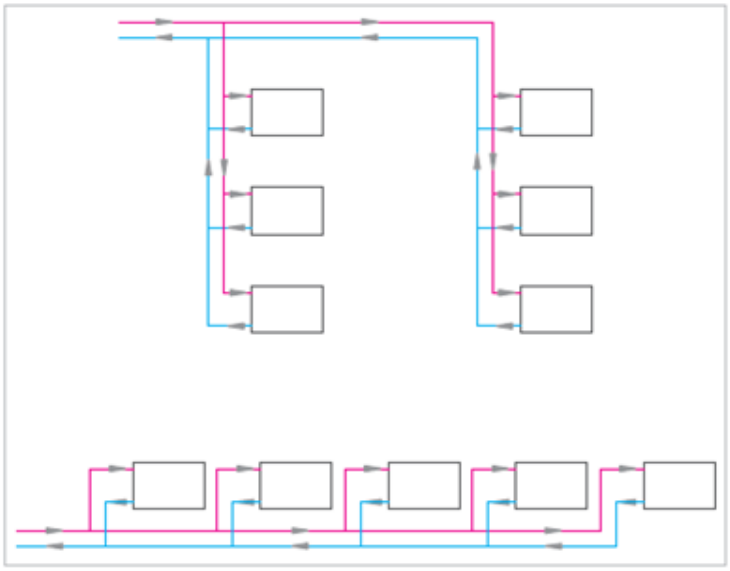


شبکه‌ی لوله‌کشی با برگشت معکوس

۲. سیستم لوله کشی با برگشت مستقیم (Direct Return Piping) :

اگر افت فشار در تمام مبدل های حرارتی یکسان نباشد، استفاده از سیستم برگشت مستقیم از نظر اقتصادی بیشتر مقرون به صرفه است.در این روش علاوه بر سیستم های بسته برای سیستم های باز نیز قابل استفاده است ، قطر لوله برگشت در تمام طول مسیر برابر قطر لوله رفت متناظر خواهد بود.بطوریکه در سیستم برگشت مستقیم برای تاسیساتی که در آنها مبدل های حرارتی از قبیل رادیاتور یا فن کویل دارای افت فشار داخلی و یا ظرفیت های متفاوتی باشند ، بکار میرود.

بلحاظ اینکه در این سیستم افت فشار در مسیر لوله کشی به مبدل های نزدیکتر به دیگ کمتر از افت فشار در مسیر لوله کشی به مبدلهای دورتر از دیگ بوده ، آب در مبدل های حرارتی نزدیکتر با سرعت بیشتری نسبت به مبدلهای دورتر گردش میکند لذا سیستم متعادل نیست و برای متعادل کردن آن باید از شیر های متعادل کننده (Balancing Valve) استفاده می شود. بدین ترتیب می توان افت فشار از دیگ تا تمام مبدل های حرارتی را یکسان کرده و سرعت گردش آب را در نزدیکترین و دورترین مبدل حرارتی برابر نمود.



روش لوله‌کشی با برگشت مستقیم

۳. سیستم یک لوله ای (One-pipe System)

در این سیستم برای برگشت آب از مبدل های حرارتی به دیگ ، لوله مستقلی در نظر گرفته نمی شود بلکه همانطور که در شکل ذیل مشاهده میگردد جهت رفت و برگشت آب به مبدل های حرارتی تنها از یک لوله اصلی استفاده می شود. برای اتصال لوله های رفت و برگشت مبدل حرارتی به لوله اصلی در این سیستم از وصال های مخصوصی استفاده میگردد. در این سیستم قطر لوله اصلی در تمام طول مسیر ثابت بوده و دمای آب ورودی به واحدهای نزدیکتر به دیگ بیشر و در واحدهای دورتر بتدریج کمتر می شود لذا مبدل های حرارتی دورتر را باید بزرگتر در نظر گرفت.