سویر یکس

سیستم لوله کشی و گرمایش کفی

دستورالعمل اجرایی سیستم های لوله کشی

نسخه اول - شهریور ماه ۹۵

فهرست مطالب

فهرست مطالب ۱

فهرست تصاویر ٤

فهرست جداول ٥

فهرست نمودارها ٦

مقدمه ۷

بخش اول ۱- شرح سیستم ۸

۱-۱ سیستم لوله‌کشی سوپرپکس ۹

۱-۲ لوله سوپرپکس ۹

۱-۳ سهولت نصب ۱۱

۱-۴ امنیت لوله های سوپرپکس در ساختمان ۱۱

۱-۵ خرطومی سوپرپکس ۱۲

۱-۶ علامت گذاری و مشخصات ۱۲

۱-۷ ضریب انبساط طولی ۱۳

۱-۸ ضریب انقباض طولی ۱۳

۱-۹ روش اتصال ۱۳

بخش دوم ۲ اصول محاسبات ۱٥

۲-۱ میزان مصرف ۱٦

۲-۲ جریان طراحی ۱۷

۲-۳ سرعت جریان ۱۸

۲-۴ چرخش آب گرم (HWC) ۱۹

۲-۵ افت فشار ۱۹

۲-۶ نتیجه گیری ۲۲

بخش سوم ۳ جداول و نمودارها ۲٦

۳-۱ دیاگرام اُفت فشار ۲۷

۳-۲ اتلاف حرارت ۲۹

۳-۳ اتلاف حرارت - Superpex 10 Bar 90°C ۳۰

۳-۴ اتلاف حرارت - Superpex 6 Bar 90°C ۳۰

۳-۵ فشار و دمای کارکرد ۳۱
۳-۶ انبساط طولی ۳۲
بخش چهارم ۴ روشهای محاسباتی ۳۳
۴-۱ اطلاعات و داده‌های مثال اول ۳۴
۴-۱-۱ مرحله ۱: محاسبه افت فشارها بر اساس اطلاعات داده شده ۳۵
۴-۱-۲ مرحله ۲: محاسبه افت فشار متوسط در رایزر ۳۵
۴-۱-۳ مرحله ۳: محاسبه افت فشار ماکزیمم در حمام ۳۵
۴-۱-۴ مرحله ۴: محاسبه افت فشار در رایزر ۳۶
۴-۱-۵ مرحله ۵: جمع بندی ۳۶
۴-۲ اطلاعات و داده‌های مثال دوم ۳۷
۴-۲-۱ مرحله ۱: محاسبه کمترین فشار قابل تامین در مخزن ۳۷
۴-۲-۲ مرحله ۲: محاسبه افت فشار از مخزن تا نزدیکترین حمام ۳۷
۴-۲-۳ مرحله ۳: محاسبه افت فشار ماکزیمم در نزدیکترین حمام ۳۸
۴-۲-۴ مرحله ۴: بررسی تامین فشار مناسب برای طبقه آخر ۳۸
۴-۲-۵ مرحله ۵: چک کردن فشار در طبقات پایین ۳۸
بخش پنجم ۵ روشها و دستورالعمل نصب ۴۰
۵-۱ روش کلاسیک ۴۱
۵-۲ روش کلکتوری ۴۱
۵-۳ محل قرارگیری مانیفولد ۴۲
۵-۴ نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت زیرسقفی ۴۳
۵-۵ نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت زیرسقفی با امکان حرکت جانبی ۴۵
۵-۶ نصب لوله‌های زیرسقفی بروی سینی (راک) ۴۵
۵-۷ نصب لوله‌های سوپرپکس در رایزرها و داکت ها ۴۵
۵-۸ روش‌هایی جهت جذب انبساط لوله‌ها ۴۶
۵-۹ محاسبات مربوط به بازوی انبساط و لوپ انبساط ۴۶
بخش ششم ۶ دستورالعمل های کلی ۴۸
۶-۱ نحوه صحیح انبار کردن و مراقبت های عمومی ۴۹
۶-۲ باز کردن رول لوله ۴۹
۶-۴ اجرای اتصال به روش سهل و سریع ۵۰

۶-۵ نحوه اتصال لوله توسط کوپلینگ جهت نصب بر روی مانیفولد ۵۱
۶-۶ تعمیرات جزئی ۵۲
۶-۷ وارد کردن لوله جدید در داخل خرطومی در صورت آسیب‌دیدگی لوله در سیستم کلکتوری ۵۳
۶-۸ خم کردن لوله ۵۴
۶-۹ حداقل شعاع خم ۵۵
۶-۱۰ پر کردن سیستم از آب ۵۶
۶-۱۱ تست فشار ۵۶
۶-۱۲ حفاظت در مقابل آتش ۵۷
بخش هفتم ۷ اطلاعات فنی سوپرپکس ۵۸
۷-۱ مشخصات مواد ۵۹
بخش هشتم ۸ کنترل کیفیت و گواهینامه‌های مرتبط ۶۰
۸-۱ استانداردها ۶۱
بخش نهم ۹ جداول تبدیل واحد ۶۲
بخش دهم ۱۰ توصیه ها ۶۹
۱۰-۱ طول عمر لوله های سوپرپکس ۷۰
۱۰-۲ نیروی حاصل از انبساط و انقباض ۷۰
۱۰-۳ توصیه های انبار داری ۷۱
۱۰-۴ مواد نفتی ۷۱
۱۰-۵ زانو دیواری ۷۲

فهرست تصاویر

تصویر ۱. زنجیره مولکولی پلی اتیلن مشبک شده ۱۰
تصویر ۲. لوله پکس سوپرپکس..... ۱۱
تصویر ۳. خرطومی لوله ۱۲
تصویر ۴. مشخصات فنی چاپ شده بر روی لوله‌های سوپرپکس ۱۲
تصویر ۵. هدر رفت حرارت در لوله با احتساب طول ۱ متر..... ۲۹
تصویر ۶. طریقه نصب به صورت خطی ۳۴
تصویر ۷. روش کلاسیک سیستم لوله کشی سوپرپکس..... ۴۱
تصویر ۸. روش کلکتوری سیستم لوله کشی سوپرپکس ۴۲
تصویر ۹. نمونه مانیفولد اجرا شده در سقف ۴۲
تصویر ۱۰.نمونه مانیفولد چسبیده به دیوار ۴۲
تصویر ۱۱. نمونه مانیفولد در کابینت..... ۴۲
تصویر ۱۲. بست گذاری ۴۴
تصویر ۱۳. رول باز کن ۴۹
تصویر ۱۴. مراحل اجرای اتصال به روش سهل و سریع ۵۰
تصویر ۱۵. نحوه اتصال لوله توسط کوپلینگ جهت نصب بر روی مانیفولد ۵۲
تصویر ۱۶. دو پهن شدن لوله سوپرپکس و قابلیت برگشت پذیری..... ۵۲
تصویر ۱۷. مراحل تعویض لوله در داخل خرطومی ۵۴
تصویر ۱۸.گواهی ملی استاندارد ملی ایران ۶۱
تصویر ۱۹.گواهینامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی ۶۱
تصویر ۲۰.تماس با مواد نفتی..... ۷۲
تصویر ۲۱. نصب زانو دیواری ۷۲

فهرست جداول

جدول ۱. دبی کل مثال اول (واحد: لیتر بر ثانیه) ۱۶
جدول ۲. دبی کل مثال دوم (واحد: لیتر بر ثانیه) ۱۷
جدول ۳. دبی کل مثال دوم - آشپزخانه (واحد: لیتر بر ثانیه) ۱۷
جدول ۴. جریان طراحی ۱۸
جدول ۵. افت فشار ۲۰
جدول6 . افت فشار در سایزهای مختلف لوله‌های پکس در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد – واحد جریان KPa/M ۲۱
جدول ۷. سایز لوله‌های ورودی بر اساس تعداد واحد آپارتمانی و سرویس بهداشتی ۲۲
جدول ۸. مقدار SFU برای وسایل بهداشتی مختلف ۲۳
جدول ۹. حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس SFU ۲۵
جدول ۱۰. محاسبه افت فشارها بر اساس معلومات مسئله ۳۵
جدول ۱۱. جدول ۱۴. افت فشار محاسبه شده برای تمامی مصرف کننده ها ۳۵
جدول ۱۲. محاسبه افت فشار در رایزر ۳۶
جدول ۱۳. محاسبه افت فشار برای سایز ۳۲ لوله سوپرپکس ۳۷
جدول ۱۴. جدول بررسی تامین فشار مناسب برای طبقه آخر ۳۸
جدول ۱۵. افت فشار در سایز ۴۰ لوله سوپرپکس ۳۹
جدول ۱۶. فاصله اتصال بر اساس prENV 12108 ..... ۴۴
جدول ۱۷. فاصله بین بست آویز (Hanger) بر اساس prENV 12108 ..... ۴۵
جدول ۱۸. مشخصات حداقل شعاع خمش ۵۵
جدول ۱۹. مشخصات مواد ۵۹
جدول ۲۰. استاندارد ISO/DIS 15875 برای میزان عمر لوله ۷۰
جدول ۲۱. بیشینه فشار در طولهای مختلف ۷۱

فهرست نمودارها

نمودار ۱. نمودار افت فشار - Superpex 1.0 MPa 90°C ۲۷
نمودار ۲. نمودار افت فشار - Superpex 0.6 MPa 90°C ۲۸
نمودار ۳.اتلاف حرارت (لوله ۱۰ بار) ۳۰
نمودار ۴. اتلاف حرارت (لوله ۶ بار) ۳۰
نمودار ۵. نمودار فشار و دمای کارکرد ۳۱
نمودار ۶. انبساط طولی ۳۲
نمودار ۷. آزمون فشار ۵۷

مقدمه

این کتابچه راهنما حاوی اطلاعات اولیه مربوط به طراحی سیستم های لوله‌کشی آب سوپرپکس بوده و عمدتاً جهت استفاده در طراحی آپارتمان ها و منازل مسکونی به کار گرفته می‌شود.

سیستم لوله‌کشی سوپرپکس بسیار ساده نصب میگردد و اصول محاسباتی آن مشابه سایر سیستم های لوله‌کشی است، با این حال توصیه می گردد که نصب و راه اندازی توسط مجریان مجرب و آموزش دیده در شرکت سوپرپکس انجام گیرد.

در صورت وجود هرگونه استاندارد محلی امکان اختلاف کم در روش های طراحی و اجرا وجود خواهد داشت.

در مورد ساختمان های مرتفع مانند هتل ها یا دفاتر کار اطلاعات تکمیلی از طریق دفتر مرکزی و یا نمایندگان فروش این محصول در سراسر ایران قابل دسترس خواهد بود.

بخش اول

شرح سیستم

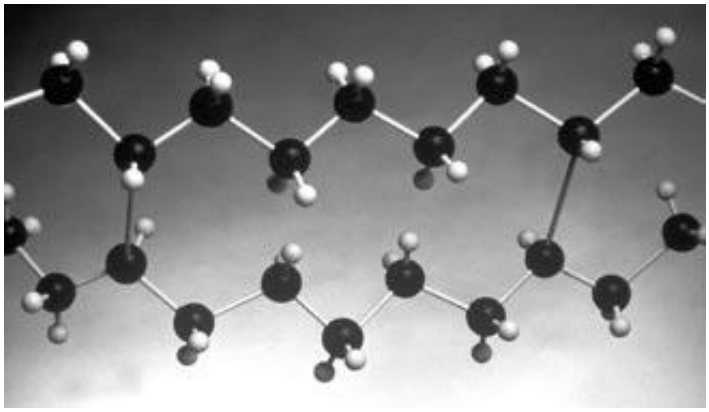
۱-۱ سیستم لوله‌کشی سوپرپکس

در سالیان گذشته انتخاب یک سیستم لوله‌کشی برای ساختمان ها به روش های سـنتی انجام میگرفت. حق انتخاب لوله محـدود بوده و بیشتر توجه صرف نیازهای اولیه برای لوله‌کشی متمرکز بوده است. امروزه انتخاب سیستم لوله‌کشی آب شرب طیف وسیع تری از عوامل را شامل می‌گردد.

اگرچه اهداف نهایی یکسان است، ولی مشخص شده است که یک سیستم لوله‌کشی مدرن دارای ویژگی‌های زیادی است که تأثیر مستقیم بر عملکرد سیستم در بلند مدت خواهد داشت. همچون سایر جوانب زندگی مدرن، توسعه و بهبود مستمر در تولید محصولات نیز امری دائمی است. سیستم لوله‌کشی سوپرپکس که با استفاده از تکنولوژی Pex-a تولید می گردد و به هیچ عنوان سیستمی جدید و امتحان نشده نیست. این نوع سیستم لوله‌کشی از سال ۱۹۷۲ میلادی توسط شرکت ویرسبو سوئد (در حال حاضر با نام تجاری uponor-pex) تولید شده و از آن زمان تاکنون تغییرات و پیشرفتهای شایانی در ارتقاء کیفیت سیستم لوله‌کشی بوجود آمده است. سوپرپکس یک سیستم کامـل برای سیستم لوله‌کشی سـرد و گرم داخـل واحـدها را ارائـه میدهد. این سیستم شامـل طیف گسترده ای از لوله، اتصالات و سایر لوازم جانبی می باشد، سیستمی که به سادگی نصب شده و ضمن بهداشتی بودن از انعطاف پذیری فوق العاده‌ای برخوردار می‌باشد. انعطاف پذیری لوله‌ها موجب شده است که این لوله‌ها با طول های بسیار بیشتری به صورت یکـپارچه نصب شده و نیاز کمتری به اتصالاتی همچون زانو خواهند داشت. سیستم لوله‌کشی سوپرپکس را می‌توان در پروژه‌های ساختمانی جدید و همچنین نوسازی واحدهای فرسوده استفاده نمود.

۱-۲ لوله سوپرپکس

لوله‌های سوپرپکس گزینه ای مناسب جهت لوله‌کشی سرد و گرم می باشند. این لوله‌ها از نوع Pex-a بوده و به روش اِنگِل (Engel) تولید میگردند. فرآیند مشبک شدن (کراسلینک) پروسه‌ای است که در آن ساختار شیمیایی مواد پلیمری به گونه‌ای تغییر می یابد که زنجیره‌های پلیمر با یکدیگر به یک شبکه سه بعدی قوی تشکیل میدهند.



تصویر ۱. زنجیره مولکولی پلی اتیلن مشبک شده

ساختار جدید مولکولی لوله پکس ذوب آن را بدون از بین بردن ساختار اولیه غیر ممکن میسازد. به همین دلیل، لوله‌های سوپرپکس بهترین گزینه برای استفاده در سیستم های با حرارت و فشار بالا میباشند. این لوله‌ها دارای حافظه شکلی هستند که به آن ها امکان می‌دهد در صورت گشاد شدن (expansion)، مجدداً به حالت اولیه خود بازگردند. این قابلیت بدین معنی است که لوله‌ها می‌توانند به روشی ساده و مطمئن که در فصلهای بعدی توضیح داده خواهـد شد به یکدیگر متصل گردند.

لوله‌های سوپرپکس در بلندمدت خواصی استثنایی داشته و در مقابل مواد خورنده بسیار مقاوم هستند. قطر داخلی این لوله‌ها بعلت عدم انباشت رسوب (که عموماً در لوله‌های فلزی اتفاق می افتد) کاهش نمی‌یابد. مواد اولیه این نوع لوله نیز تحت تأثیر سرعت و حرکت آب قرار نگرفته و در مقابل آب با PH پایین (آبهای خورنده) کاملاً مقاوم می باشد. لوله‌های سوپرپکس تغییری در طعم و بوی آب شرب ایجاد نکرده و هیچگونه مواد مضر برای آب آشامیدنی تولید نمی کنند. خاصیت الاستیک لوله‌ی سوپرپکس باعث می شود که *ضربه قوچ* (صدای تق تق در لوله‌ها در زمان باز کردن و یا بستن شیرها) در سیستم از بین برود.

توجه داشته باشید

تماس نوارهای پرایمر، رنگ و قیرگونی که دارای حلال می باشند با لوله‌های سوپرپکس باعث اثرات نامطلوب به کیفیت لوله در بلند مدت خواهند شد.

اشعه ماوراء بنفش (UV) باعث تخریب زنجیره‌های مولکولی لوله‌های پکس میگردد، بنابراین لوله‌های سوپرپکس به هیچ عنوان نمی‌بایستی در معرض اشعه ماوراء بنفش (نور خورشید) قرار بگیرند.

تصویر**۲** . لوله پکس سوپرپکس

۱-۳ سهولت نصب

لوله‌های سوپرپکس دارای ویژگی‌های خاصی است که اجرای آن ها را ساده تر می نماید. این لوله‌ها سبک و انعطاف پذیر بوده و نیازی به ابزار حرارتی جهت اتصال آن ها به هم وجود ندارد. با استفاده از روش سهل و سریع اتصال مورد نیاز به سرعت و سهولت انجام گرفته و لوله‌ها را می‌توان به راحتی با دست خم کرده و یا به راحتی با یک قیچی لوله را برش داد. لوله‌ها در رول های استاندارد و در جعبه‌های مخصوص تحویل می گردند. دستورالعمل مختصری نیز جهت نحوه نصب نیز در داخل هر کارتن جای داده شده است.

۱-۴ امنیت لوله های سوپرپکس در ساختمان

لوله های سوپرپکس را با اطمینان خاطر میتوان به صورت توکار استفاده نمود. در صورتی که لوله کشی توکار با لوله سوپرپکس انجام شود، با استفاده از خرطومی‌های یکپارچه از مانیفولد تا مصرف‌کننده، میتوان از سطح لوله در برابر آسیبهای احتمالی محافظت کرد. هنگام بروز وقایعی از قبیل سوراخ شدن لوله و نشتی در سیستم میتوان مطمئن بود که آب نشت کرده در آغاز حادثه از مجرای خرطومی خارج شده (در محل مانیفولد) و خسارت جدی به دیگر قسمتهای سیستم نخواهد زد. به همین دلیل زمان و هزینه کمتری نسبت به دیگر سیستمها برای ترمیم و تعمیر خرابی صرف خواهد شد. نکته مهم، تعبیه زیر آب در سیستم برای خروج آب نشت کرده از مانیفولد است که توسط شاخص نشت مشخص میشود.

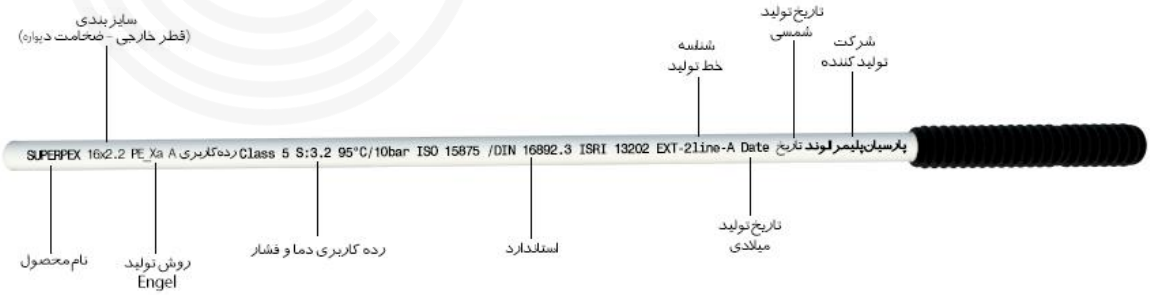
۱-۵ خرطومی سوپرپکس

در صورت آسیب دیدن لوله هنگام اجرای سیستم کلکتوری در داخل خرطومی می‌توان لوله آسیب دیده را بدون کنده کاری در کاشی ها و سرامیک از داخل خرطومی خارج کرده و لوله دیگری را به جای آن وارد خرطومی کرده و اتصال دو سر آن را تکمیل نمود (مشابه تعویض سیم برق در داخل لوله خرطومی برق).

تصویر ۳. خرطومی لوله

۱-۶ علامت گذاری و مشخصات

لوله‌های سوپرپکس همواره دارای مشخصاتی از قبیل نام محصول، قطر بیرونی لوله، ضخامت جداره لوله، تاریخ تولید و همچنین متراژ جهت سهولت نصب می باشند. این لوله‌ها همچنین دارای اطلاعات مربوط به استاندارد مربوطه هستند (استاندارد ISIRI 13205 و ISO 15875).



تصویر ۴. مشخصات فنی چاپ شده بر روی لوله‌های سوپرپکس

۱-۷ ضریب انبساط طولی

نیروی حاصل از انبساط طولی این لوله‌ها بسیار ناچیز و قابل اغماض است ولی در مقایسه با لوله‌های فلزی از انبساط طولی بیشتری برخوردارند. درصورت استفاده از لوله خرطـومی، انبساط طولی مذکـور به طور کامـل در درون لوله خرطومی گرفته خواهد شد. درصورت لوله‌کشی بدون استفاده از لوله خرطومی، لوله‌های سوپرپکس در داخل ملات کف مهار می گردند و هیچگونه مشکلی از بابت احتمال انبساط طولی وجود نخواهد داشت. در صورتی که لوله‌ها به صورت زیر سقفی و یا در داکت استفاده شوند، نیروهای حاصل از انبساط و انقباض طولی از طریق مهارهای تعبیه شد به پایه ها منتقل شده و از تغییر طول لوله بر اساس سرمایش و گرمایش جلوگیری خواهد شد.

۱-۸ ضریب انقباض طولی

در طول زمان بهره برداری از سیستم لوله‌کشی سوپرپکس، فشار و حرارت آب داخل لوله ممکن است کاهش زیادی را تجربه کند. این کاهش دما موجبات جمع شدگی لوله تا حداکثر 1.5% را ممکن است در پی داشته باشد، از این رو مقاومت محل اتصال لوله‌ها دارای مقاومتی بیشتر از خود لوله است، بنابراین جمع شدگی طولی مشکلی برای لوله و یا اتصال به وجود نخواهد آورد.

۱-۹ روش اتصال

تنوع گسترده ای از اتصالات جهت نصب بر روی لوله‌ها درسترس می باشد. از آن جمله می‌توان به اتصالات کوپلی، پرسی، کوپلینگی و جوشی اشاره نمود. سوپرپکس از روش خاصی جهت اتصالات استفاده میکند که مبتنی بر خواص منحصر به فرد لوله‌های Pex-a می باشد. اتصال سهل و سریع سوپرپکس با گشاد کردن تدریجی لوله و حلقه مربوطه و سپس قرار دادن اتصال در داخل آن و در نهایت جمع شدگی و آب‌بندی لوله و اتصال انجام می پذیرد.

روش سهل و سریع خاصیت الاستیک بالای لوله‌های سوپرپکس را نشان داده و فشار دائمی لوله و حلقه بر روی اتصال موجبات استحکام فوق العاده این نوع اتصال را فراهم نموده و عملکرد صحیح آن را در بلند مدت

تضمین خواهد نمود. نکته قابل تأمل این است که برخلاف سایر سیستم‌های اتصال لوله و اتصال، سرد و گرم شدن مداوم لوله و اتصال، نه تنها به اتصال آسیب نمی زند، بلکه عموما در جهت افزایش آب بندی اتصال عمل می کند.

بخش دوم

اصول محاسبات

۲-۱ میزان مصرف

با توجه به شرایط اقلیمی و فرهنگی در کشورهای مختلف میزان مصرف آب متفاوت است.

در این فصل از جداول مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان برای انجام محاسبات استفاده شده است.

مثال اول : محاسبه جریان مورد نیاز یک حمام با تجهیزات ذیل :

وان یک عدد، دوش یک عدد، روشویی دو عدد، توالت با فلاش تانک یک عدد

با توجه به به جدول ۱ خواهیم داشت.

مصرف کننده	آب سرد	آب گرم
وان	1	1
روشویی	2×0.5	2×0.5
توالت	2.2	-
مجموع SFU	4.2	3

جدول ۱. دبی کل مثال اول (واحد: لیتر بر ثانیه)

همانطور که مشاهده میشود مجموع SFU[1] در یک حمام 4.2 SFU است.که با استفاده از جدول ۹ میزان جریان 0.59 l/s به دست می‌آید.با توجه به اینکه استفاده همزمان از کلیه وسایل حمام محتمل نیست میتوان بیشترین SFU مصرف‌کننده ها را در نظر گرفت که در این مثال توالت با 2.2 SFU بالاترین میزان مصرف را دارد که از جدول ۹ جریان مورد نیاز آن 0.4 l/s است.

مثال دوم : مطلوبیت محاسبه جریان مورد نیاز یک آپارتمان با یک حمام، توالت، آشپزخانه، با مصرف کننده های ذیل:

جریان مورد نیاز در هر یک از مصرف‌کننده‌ها را محاسبه میکنیم:

حمام :

با توجه به مثال قبلی جریان مورد نیاز در حمام را ۲,۲ SFU در نظر میگیریم.

Error! Unknown switch argument.**Error! Unknown switch argument.**

[1] SFU : Supply Fixture Unit

توالت (سرویس بهداشتی) :

مصرف کننده	آب سرد	آب گرم
توالت با فلاش تانک	2.2	-
روشویی	2 × 0.5	2 × 0.5
مجموع SFU	3.2	1

جدول ۲. دبی کل مثال دوم (واحد: لیتر بر ثانیه)

آشپزخانه :

مصرف کننده	آب سرد	آب گرم
سینک	1	1
ماشین رختشویی	1	1
مجموع SFU	2	2

جدول ۳. دبی کل مثال دوم - آشپزخانه (واحد: لیتر بر ثانیه)

با توجه به مقادیر گفته شده در مثال ۲ و مراجعه به جداول جریان مورد نیاز برای واحد مذکور 0.8 l/s به دست می‌آید.

۲-۲ جریان طراحی

برای محاسبه مقدار جریان با توجه به SFU به دست آمده با توجه به اینکه استفاده همزمان از کلیه وسایل همینطور استفاده همزمان از تمامی شیرآلات یک ساختمان محتمل نمی باشد.همواره SFU کمتری نسبت به مقدار بدست آمده برای سایز بندی لوله ها استفاده میشود، به طور تجربی برای تعیین SFU طراحی میتوان SFU بیشترین مصرف‌کننده در آن سرویس را مد نظر قرار داد به طور مثال در یک آشپرخانه احتمال استفاده همزمان سینک به همراه ماشین رختشویی زیاد است.بنابراین SFU دیگر وسایل آشپرخانه را در نظر نمیگیریم.

در کشورهای حوزه اسکاندیناوی حداکثر میزان جریان برای یک واحد در صورتی که آب در سیستم حرارت مرکزی تامین شود 0.7 l/s و هنگامی که در داخل واحد تامین شود 4.6 l/s در نظر گرفته میشود.

جریان طراحی l/s	جریان کل l/s	جریان طراحی l/s	جریان کل l/s	جریان طراحی l/s	جریان کل l/s	جریان طراحی l/s	جریان کل l/s
1.46	27.00	0.98	12.00	0.59	3.20	0.30	0.30
1.49	28.00	1.00	12.50	0.61	3.40	0.35	0.40
1.52	29.00	1.01	13.00	0.62	3.60	0.37	0.50
1.55	30.00	1.03	13.50	0.63	3.80	0.39	0.60
1.60	32.00	1.05	14.00	0.64	4.00	0.40	0.70
1.60	34.00	1.07	14.50	0.65	4.20	0.41	0.80
1.71	36.00	1.08	15.00	0.66	4.40	0.42	0.90
1.77	38.00	1.10	15.50	0.67	4.60	0.43	1.00
1.82	40.00	1.12	16.00	0.68	4.80	0.44	1.10
1.95	45.00	1.13	16.50	0.69	5.00	0.45	1.20
2.08	50.00	1.15	17.00	0.71	5.50	0.46	1.30
2.33	60.00	1.17	17.50	0.74	6.00	0.47	1.40
2.57	70.00	1.18	18.00	0.76	6.50	0.48	1.50
2.81	80.00	1.20	18.50	0.78	7.00	0.49	1.60
3.04	90.00	1.22	19.00	0.80	7.50	0.49	1.70
3.26	100.00	1.23	19.50	0.82	8.00	0.50	1.80
3.49	110.00	1.25	20.00	0.84	8.50	0.51	1.90
3.70	120.00	1.28	21.00	0.86	9.00	0.52	2.00
3.92	130.00	1.31	22.00	0.88	9.50	0.53	2.20
4.13	140.00	1.34	23.00	0.90	10.00	0.54	2.40
4.34	150.00	1.37	24.00	0.92	10.50	0.56	2.60
4.55	160.00	1.40	25.00	0.94	11.00	0.57	2.80
4.76	170.00	1.43	26.00	0.96	11.50	0.58	3.00

جدول ۴. جریان طراحی

توجه: جدول فوق برای هتل ها و ساختمان های اداری و... قابل استفاده نیست.

۲-۳ سرعت جریان

سرعت جریان تاثیر مستقیم بر روی عوامل ذیل دارد:

۱. فرسایش داخلی لوله

۲. میزان صدا

۳. ضربه قوچ

۴. افت فشار

زمانی که در لوله‌کشی از لوله‌های مسی استفاده میگردد حداکثر سرعت جریان ۱/۵ متر بر ثانیه خواهد بود ولی در لوله‌های سوپرپکس این محدودیت وجود نخواهد داشت و می‌توان با سرعت حداکثر ۲/۵ متر بر ثانیه طراحی خود را انجام داد.

۲-۴ چرخش آب گرم (HWC)

در طراحی سیستم لوله کشی آب گرم توجه داشته باشید که طول مسیر لوله‌کشی، به نحوی انتخاب شود که در کوتاه‌ترین زمان ممکن آب گرم به مصرف‌کننده برسد و با صرفه جویی در زمان از سرد شدن آب در لوله‌های آب گرم جلوگیری شود. در مثال ذیل روش محاسبه طول لوله آب گرم مشخص شده است.

مثال: زمان مطلوب رسیدن آب گرم به مصرف کننده ۱۰ ثانیه است. فاصله بین روشویی و مانیفولد آب گرم ۱۰ متر است، برای انتقال آب از لوله سایز ۱۶ سوپرپکس استفاده شده است و حجم داخلی لوله سایز ۱۶ سوپرپکس $0.099\ l/m$ است. از آنجایی که طول لوله ۱۰ متر است مقدار آب داخل لوله $0.99\ l$ بوده و با توجه به میزان مصرف (مقدار مصرف $0.19\ l/s$) زمان رسیدن آب به مصرف کننده ۵/۲ ثانیه خواهد بود. بنابراین زمان رسیدن آب به کمتر از ۱۰ ثانیه است.

۲-۵ افت فشار

پس از آنکه جریان مورد نیاز هرکدام از خطهای اصلی محاسبه شد، قبل از محاسبه سایز لوله بایستی فشار مورد نیاز در نظر گرفته شده و همچنین افت فشار در کلیه اتصالات (شیرها، کنتور و اتصالات و...) مورد توجه قرار گیرند. نمودار افت فشار لوله‌های سوپرپکس در فصل بعدی آورده شده است که میتوانید از آن استفاده کنید. توجه داشته باشید که نمودار مذکور در دمای مشخص محاسبه شده و در دماهای دیگر از ضرایب تصحیح مطابق با جدول ۵ استفاده شود.

دما (سانتیگراد)	ضریب تصییح	
	۷۰ درجه سانتیگراد	۱۰ درجه سانتیگراد
90	0.95	0.76
80	0.98	0.78
70	1.00	0.80
60	1.02	0.82
50	1.05	0.84
40	1.10	0.87
30	1.14	0.91
20	1.20	0.96
10	1.25	1.00

جدول ۵. افت فشار

همچنین میتوان از جدول شماره ۶ برای بدست آوردن افت فشار استفاده نمود. اعداد پر رنگ شده در هر ستون مقدار افت فشار در سرعت پیشنهادی ۲/۵ متر بر ثانیه را نشان می‌دهد.

جریان l/s	12 × 2 mm	16 × 2.2 mm	20 × 2.8 mm	25 × 3.5 mm	32 × 4.4 mm	40 × 5.5 mm	50 × 6.9 mm	63 × 8.7 mm
0.1	***5.68***	1.01						
0.15	11.78	2.09						
0.2	19.79	3.52	1.13					
0.25		***5.25***	1.69					
0.3		7.3	2.35	0.84				
0.35		9.64	3.10	1.11				
0.40		12.27	***3.94***	1.41				
0.45			4.87	1.74				
0.50			5.90	2.11	0.62			
0.60			8.20	***2.93***	0.87			
0.70			10.83	3.87	1.14			
0.80				4.93	1.45			
0.90				6.10	1.80	0.61		
1.00				7.38	***2.18***	0.74		
1.20				10.27	3.03	1.02		
1.40					4.00	1.35	0.49	
1.60					5.10	***1.72***	0.63	
1.80					6.31	2.13	0.78	
2.00					7.64	2.58	0.94	0.28
2.50						3.87	***1.41***	0.43
3.00						5.39	1.96	0.59
3.50						7.13	2.6	0.78
4							3.31	***1***

4.5							4.1	1.23
5							4.97	1.49
6								2.08
7								2.76
8								3.51

جدول۶ . افت فشار در سایزهای مختلف لوله‌های پکس در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد – واحد جریان KPa/M

توضیح : مقادیر مشخص شده در جدول فوق بیانگر افت فشار در حداکثر سرعت پیشنهادی $2/5\ m/s$ است.

مثال:

مقدار جریان مورد نیاز $5\ l/s$ در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد می باشد. طول لوله ۲۰ متر و افت فشار مجاز $40\ KPa$ است، سایز لوله سوپرپکس مناسب را محاسبه نمایید.

با توجه به جدول ۶ برای این جریان، سایزهای ۵۰ و ۶۳ جوابگو است و افت فشار به ازای هر متر لوله سوپرپکس سایز ۶۳ $1.49\ KPa$ است.

$$20 \times 1.49 = 29.8\ KPa$$

با توجه به جدول شماره ۵ ضریب تصحیح دما را در عدد به دست آمده اعمال مینماییم.

$$29.8 \times 1.2 = 35.8\ KPa$$

مقدار بدست آمده از افت فشار مجاز کمتر بوده و قابل قبول می باشد.

۲-۶ نتیجه گیری

۱. برای انتخاب جریان طراحی مناسب میتوان بیشترین میزان مصرف در میان مصرف کننده های یک سرویس را در نظر گرفت.

۲. افت فشار در فیتینگها در اتصالات Q&E برابر ۰.۱ متر است.

۳. افت فشار مورد قبول هنگام سایز کردن لوله‌ها $1 - 10\ KPa/m$ می باشد.

۴. با توجه به جدول ذیل به صورت حدودی نیز می‌توانید سایز لوله ورودی را انتخاب کنید.

سایز لوله	تعداد واحد آپارتمانی	تعداد حمام	جریان کل l/s
20 × 2.8	1	2	1.4
25 × 3.5	3	6	3.7
32 × 4.4	12	24	14.2
40 × 5.5	29	57	34.2
50 × 6.9	43	86	51.5
63 × 8.7	107	213	127.9

جدول ۷. سایز لوله‌های ورودی بر اساس تعداد واحد آپارتمانی و سرویس بهداشتی

مثال ۱: مطلوبست سایز لوله ورودی سوپرپکس برای ۳۰ واحد (واحد مشابه مثال ۲ فصل ۲). با توجه به جدول ۷ لوله سایز ۵۰ سوپرپکس مناسب می باشد.

مثال ۲: مطلوبست سایز لوله سوپرپکس برای آپارتمان مثال ۱ در فصل ۲، با توجه به جدول لوله ۲۰ مناسب است.

مثال ۳: مطلوبست محاسبه سایز لوله سوپرپکس برای جریان 3 l/s.

با توجه به جدول لوله سایز ۲۵ سوپرپکس مناسب می باشد.

لوازم بهداشتی	نوع تصرف، سکونت یا اشتغال	نوع کنترل	مقدار S.F.U		
			سرد	گرم	کل
توالت	عمومی	فلاش والو $1\frac{1}{4}$"	10	-	10
توالت	عمومی	فلاش تانک	5	-	5
پیسوار	عمومی	فلاش والو "۱ ($25.4mm$)	10	-	10
پیسوار	عمومی	فلاش والو "۳/۴ ($19mm$)	5	-	5
پیسوار	عمومی	فلاش تانک	3	-	3
دستشویی	عمومی	شیر	1/5	1/5	2
وان	عمومی	شیر	3	3	4
دوش	عمومی	شیرمخلوط	3	3	4
سینک عمومی	ادارات،غیره	شیر	2/25	2/25	3
سینک آشپزخانه	هتل،رستوران	شیر	3	3	4
آبخوری	ادارات،غیره	شیر "3.8 ($9.52mm$)	0/25	-	0/25
توالت	خصوصی	فلاش والو $1\frac{1}{4}$"	6	-	6
توالت	خصوصی	فلاش تانک	2/2	-	2/2
دستشویی	خصوصی	شیر	0/5	0/5	0/7
وان	خصوصی	شیر	1/0	1/0	1/4
دوش	خصوصی	شیر مخلوط	1/0	1/0	1/4
سینک اشپزخانه	خصوصی	شیر	1/0	1/0	1/4
سینک رختشویی	خصوصی	شیر	1/0	1/0	1/4
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش والو	6	1/5	7
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش تانک	2/7	1/5	3/6
ماشین ظرفشویی	خصوصی	اتوماتیک	-	1/4	1/4
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	خصوصی	اتوماتیک	1	1	1/4
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	2/25	2/25	3
ماشین رختشویی ۷/۳ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	3	3	4

جدول۸ . مقدار SFU برای وسایل بهداشتی مختلف

حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U					
سیستم هایی که عمدتاً با فلاش تانک کار می کنند			سیستم هایی که عمدتاً با فلاش والو کار می کنند		
S.F.U	مقدار جریان		S.F.U	مقدار جریان	
	گالن در دقیقه	لیتر در ثانیه		گالن در دقیقه	لیتر در ثانیه
1	3	0/19	-	-	-
2	5	0/31	-	-	-
3	6/5	0/40	-	-	-
4	8	0/50	-	-	-
5	9/4	0/59	5	15	0/95
6	10/7	0/67	6	17/4	1/10
7	11/8	0/74	7	19/8	1/24
8	12/8	0/80	8	22/2	1/40
9	13/7	0/86	9	24/6	1/50
10	14/6	0/92	10	27	1/70
11	15/4	0/97	11	27/8	1/74
12	16	1/00	12	28/6	1/80
13	16/5	1/03	13	29/4	1/85
14	17	1/07	14	30/02	1/90
15	17/5	1/10	15	31	1/95
16	18	1/13	16	31/8	2/00
17	18/4	1/13	17	32/6	2/05
18	18/8	1/18	18	33/4	2/10
19	19/3	1/20	19	34/2	2/15
20	19/6	1/23	20	35	2/20
25	21/5	1/35	25	38	2/40
30	23/3	1/46	30	42	2/64
35	24/9	1/56	35	44	2/77
40	26/3	1/65	40	46	2/90
45	27/7	1/74	45	48	3/00
50	29/1	1/83	50	50	3/15

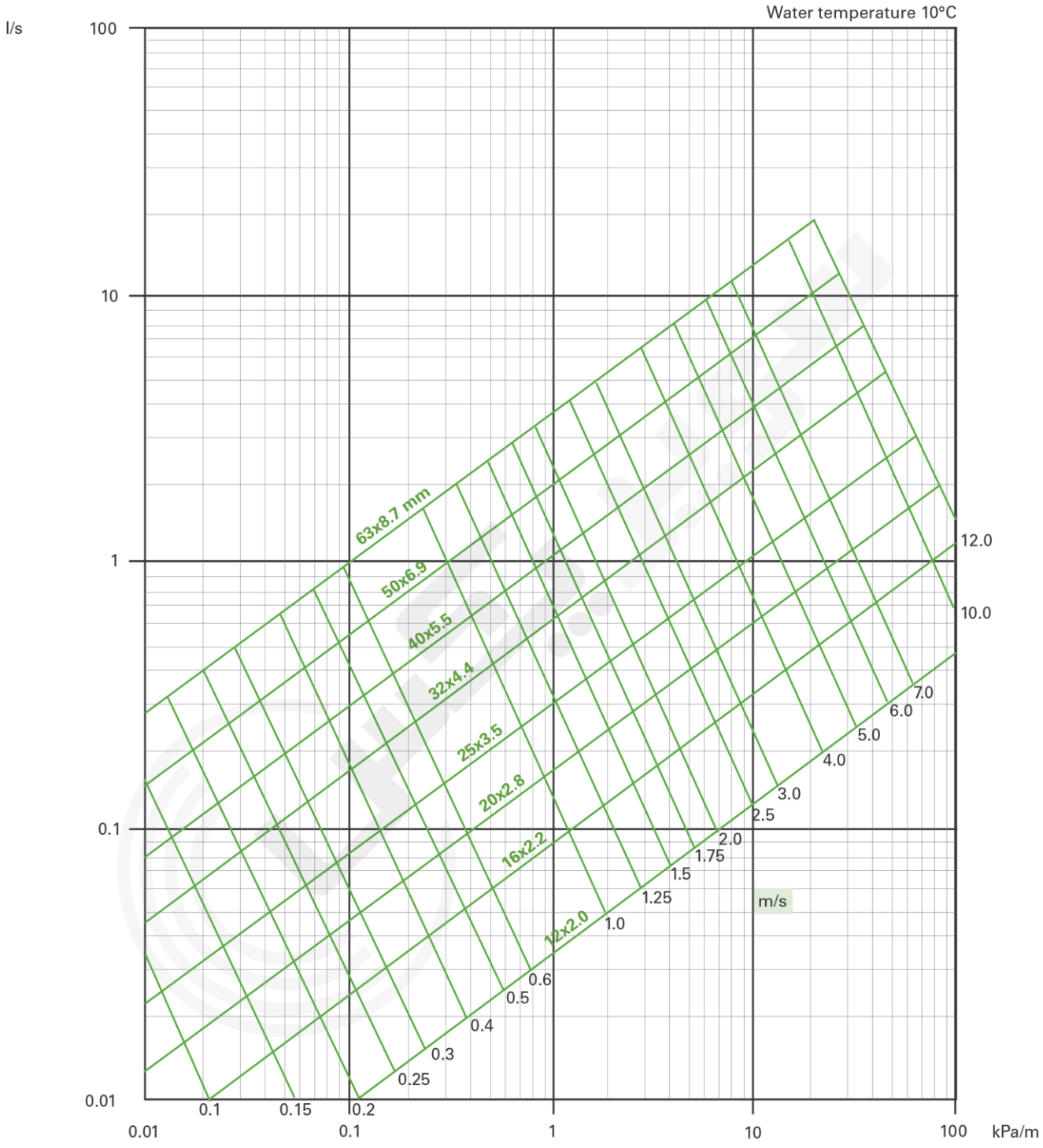
حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U					
سیستم هایی که عمدتاً با فلاش تانک کار می کنند			سیستم هایی که عمدتاً با فلاش والو کار می کنند		
S.F.U	مقدار جریان		S.F.U	مقدار جریان	
	گالن در دقیقه	لیتر در ثانیه		گالن در دقیقه	لیتر در ثانیه
60	32	2/01	60	54	3/40
70	35	2/20	70	58	3/65
80	38	2/4	80	61/2	3/85
90	41	2/58	90	61/3	4/05
100	43/5	2/74	100	67/5	4/25
120	48	3/00	120	73	4/60
140	52/5	3/30	140	77	4/85
160	57	3/60	160	81	5/10
180	61	3/84	180	85/5	5/40
200	65	4/09	200	90	5/67
225	70	4/41	225	95/5	6/01
250	75	4/72	250	101	6/35
275	80	5/04	275	104/5	6/60
300	85	5/35	300	108	6/80
400	105	6/61	400	127	8/00
500	124	6/61	500	143	9/00
750	170	10/7	750	177	11/15
1000	208	13/1	1000	208	13/1
1250	239	15/05	1250	239	15/05
1500	269	17/00	1500	269	17/00
1750	297	18/7	1750	297	18/70
2000	325	20/47	2000	325	20/47
2500	380	24/00	2500	380	24/00
3000	433	27/27	3000	433	27/27
4000	525	33/00	4000	525	33/00
5000	593	37/35	5000	593	37/35

جدول۹ . حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس SFU

بخش سوم

جداول و نمودارها

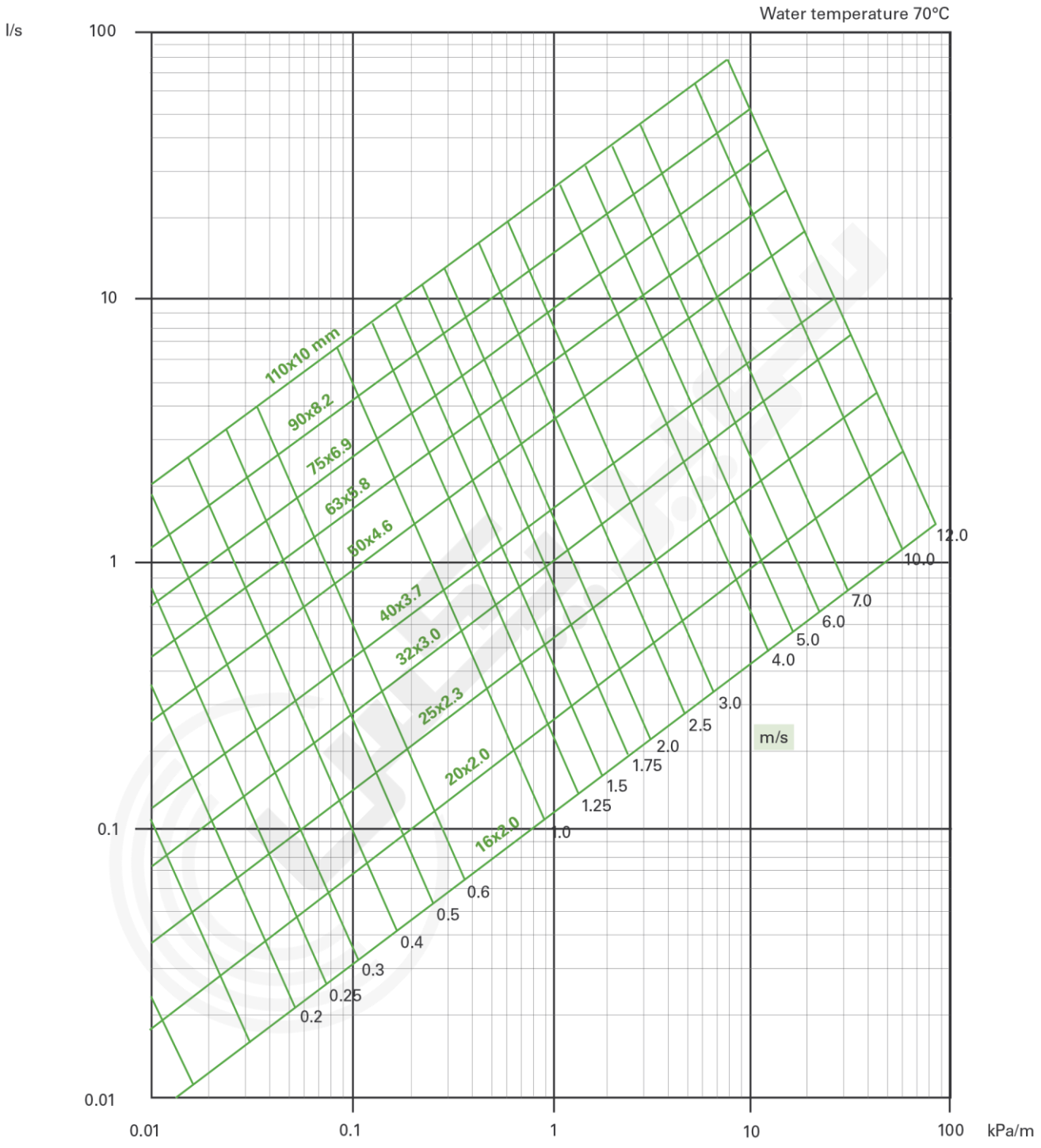
۳-۱ دیاگرام اُفت فشار



دما (سانتیگراد)	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ضریب	0.76	0.78	0.80	0.82	0.84	0.87	0.91	0.96	1.00

ضرایب تصحیح برای عوامل دیگر

نمودار ۱. نمودار افت فشار - Superpex 1.0 MPa 90°C

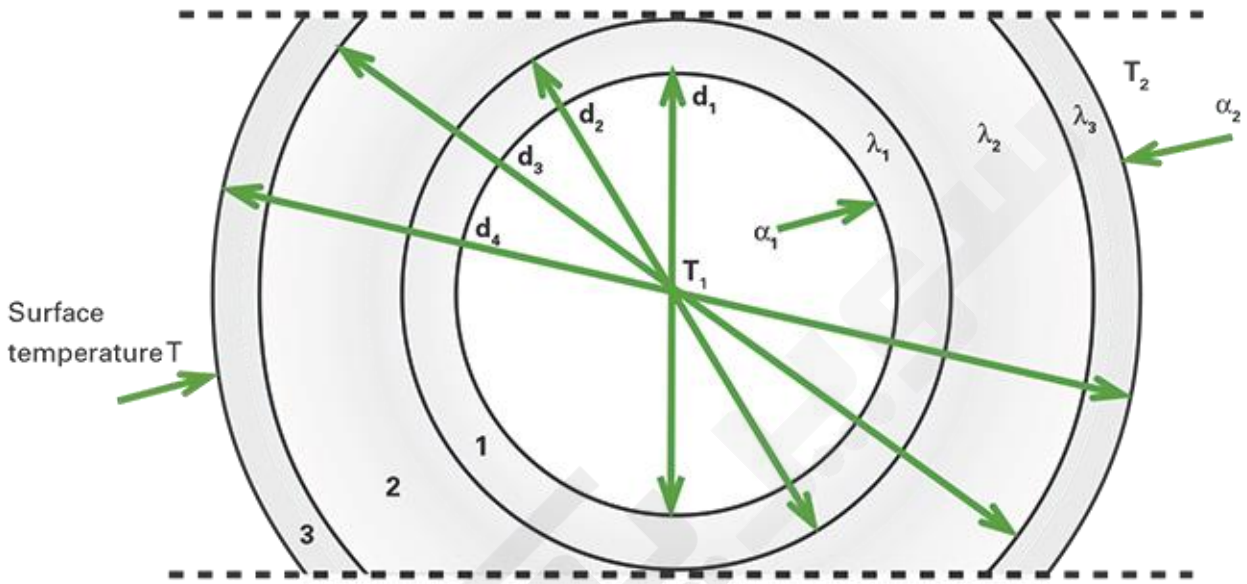


ضرایب تصحیح برای عوامل دیگر	دما (سانتیگراد)	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	ضریب	0.95	0.98	1.00	1.02	1.05	1.10	1.14	1.20	1.25

نمودار۲ . نمودار افت فشار - Superpex 0.6 MPa 90°C

۲-۳ اتلاف حرارت

اتلاف حرارتی در لوله‌ها طبق فرمول ذیل به دست می‌آید.اتلاف حرارتی در لوله های سوپرپکس 10 Bar و 6 Bar در دماهای مختلف را میتوانید از نمودارهای ۳ و ۴ استخراج نمایید.



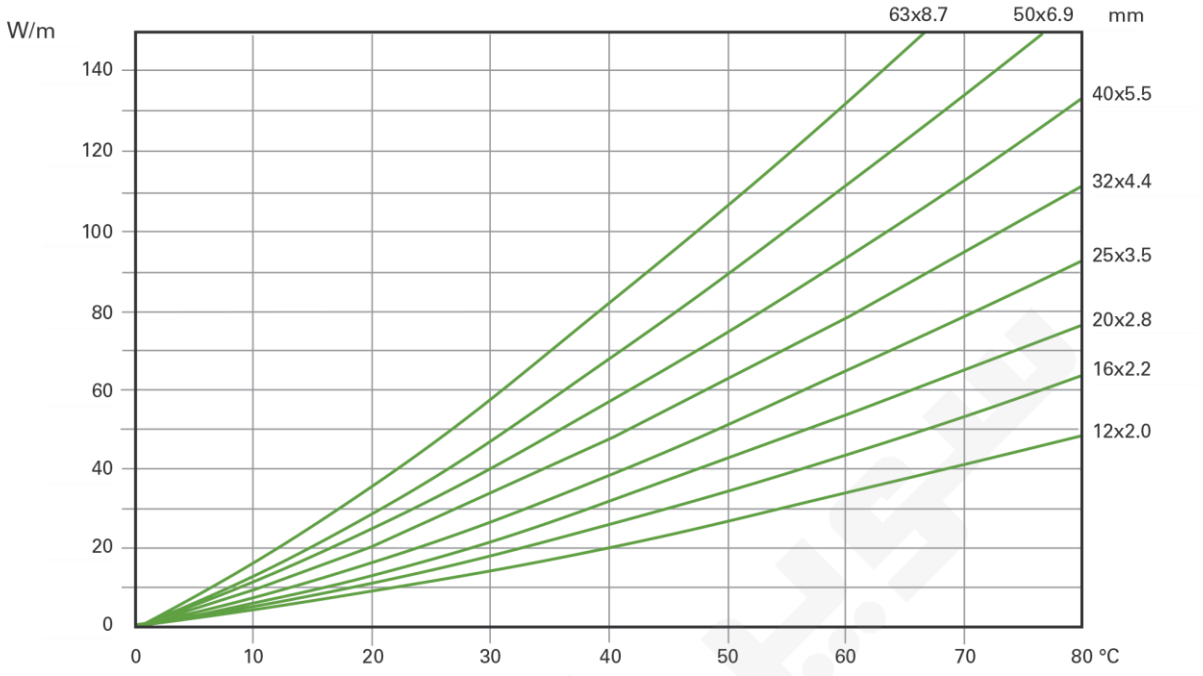
1 = Piping wall
2 = Insulating layer
3 = Insulating layer

$$T = \frac{Q}{\pi\, d_4\, \alpha_2} + T_2$$

Q	=	W
T	=	°C
d	=	m
λ	=	W/m °K
α	=	W/m² °K
l	=	m

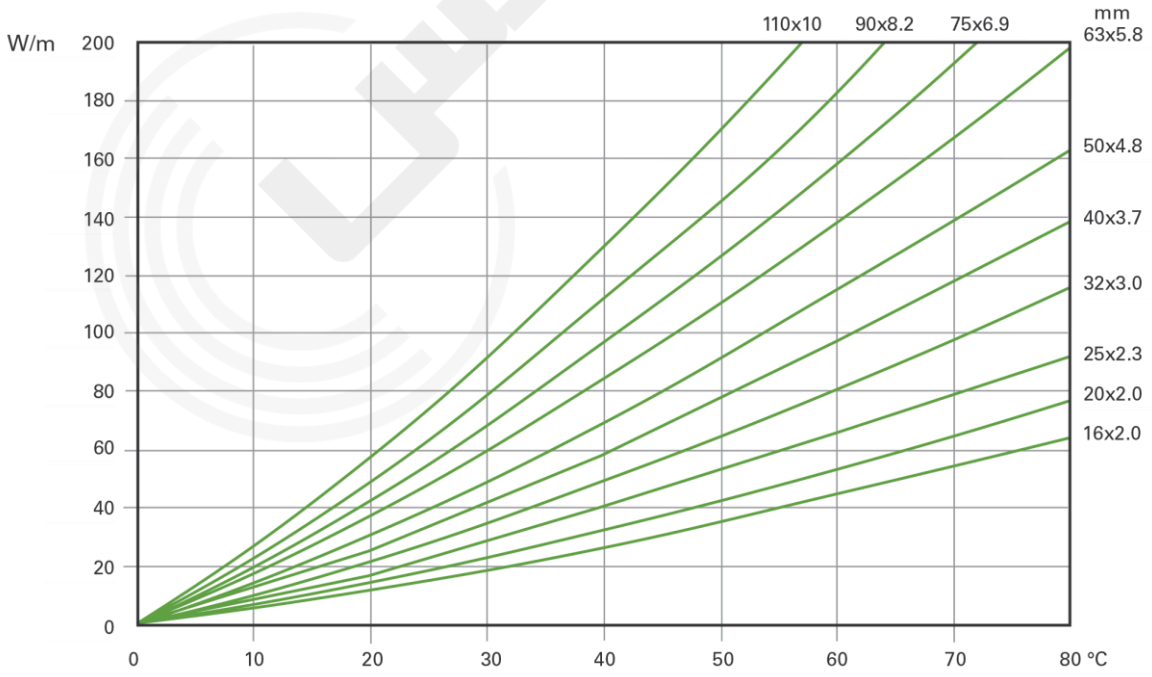
$$Q = \frac{\pi \cdot (T_1 - T_2) \cdot l}{\frac{1}{\alpha_1 d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_4} + \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{1}{2\lambda_2} \ln \frac{d_3}{d_2} + \frac{1}{2\lambda_3} \ln \frac{d_4}{d_3}}$$

۳-۳ اتلاف حرارت – Superpex 10 Bar 90°C



نمودار ۳.اتلاف حرارت (لوله ۱۰ بار)

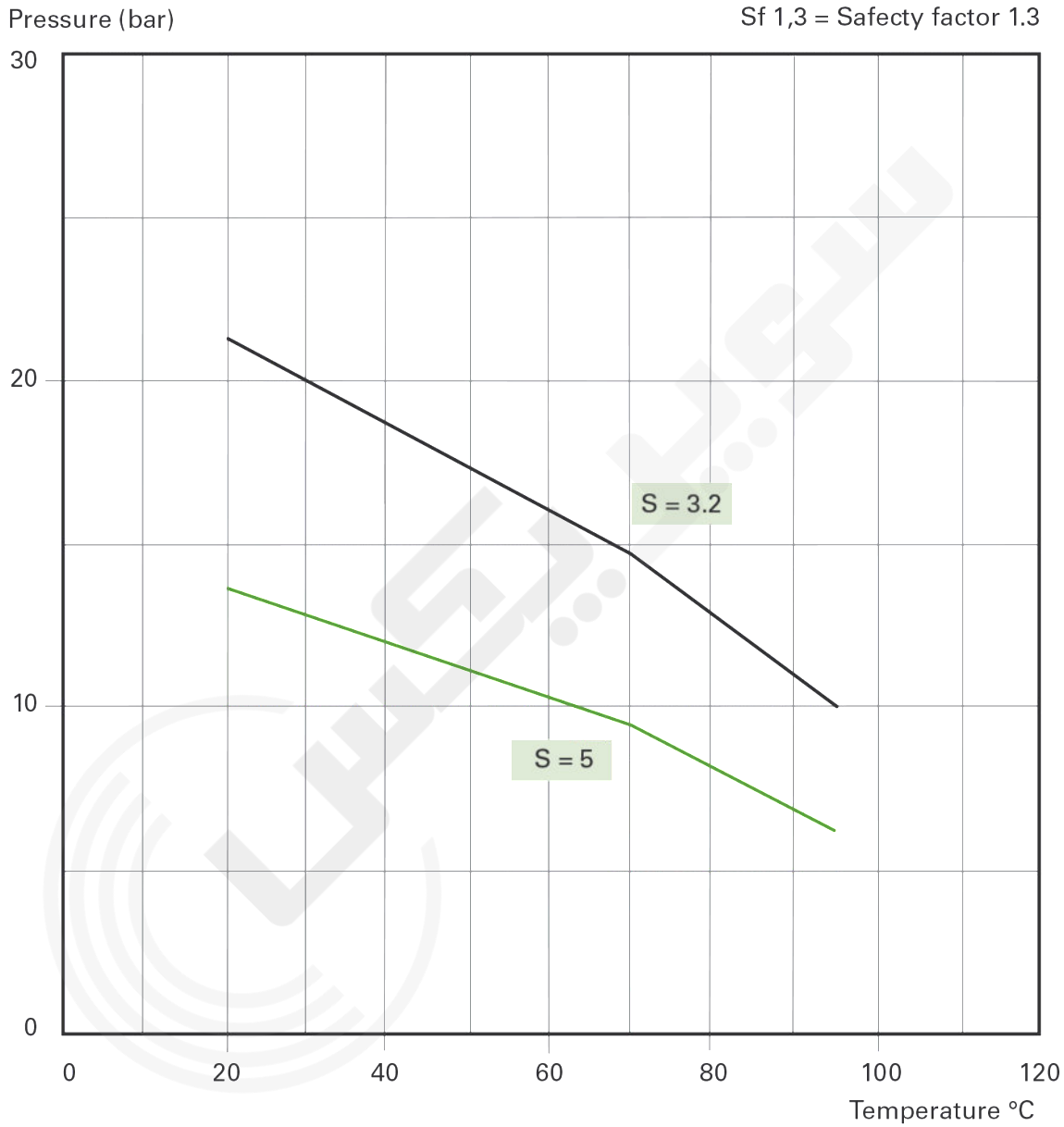
۳-۴ اتلاف حرارت – Superpex 6 Bar 90°C



نمودار ۴. اتلاف حرارت (لوله ۶ بار)

۳-۵ فشار و دمای کارکرد

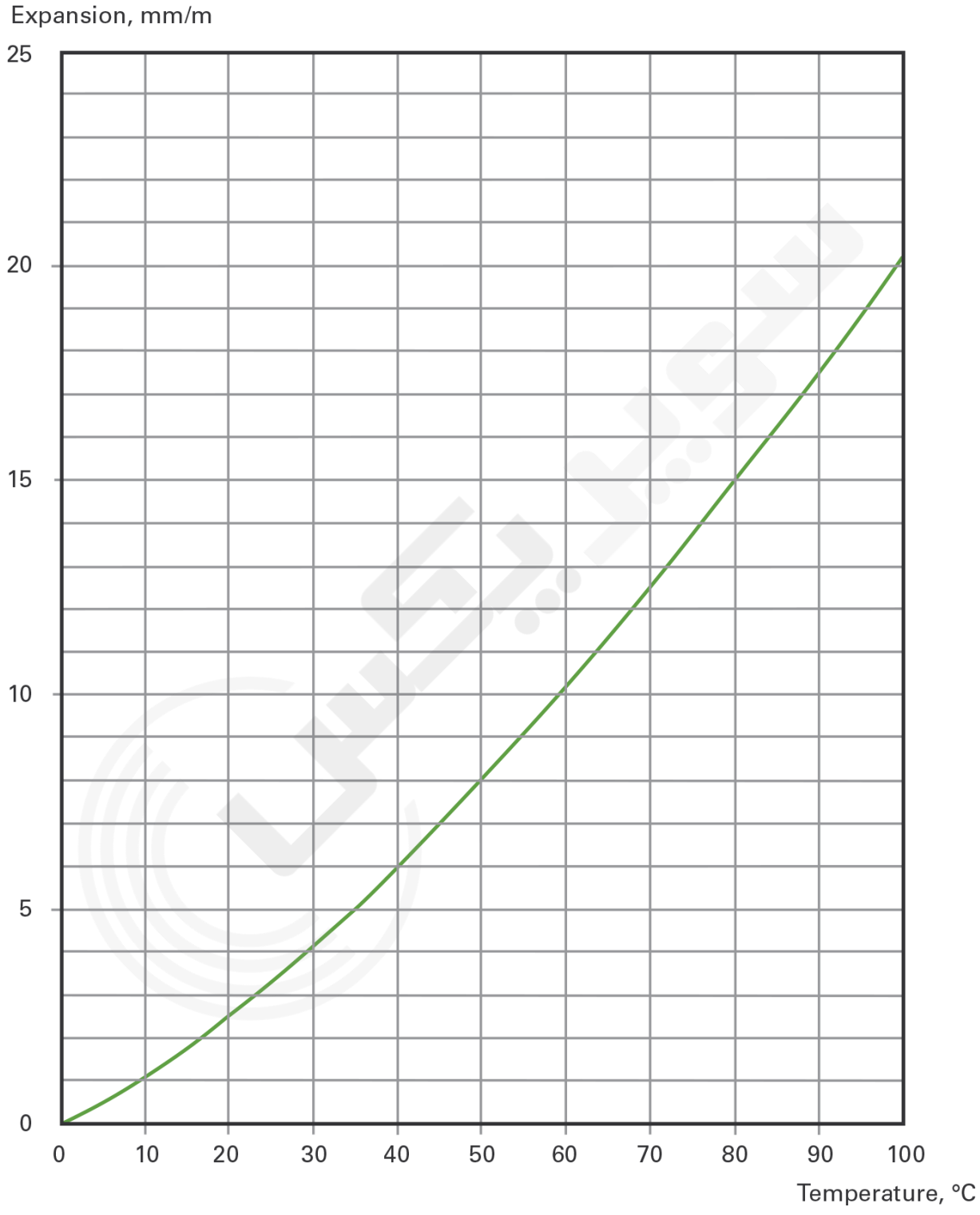
دیاگرام زیر فشار کاری مناسب برای لوله‌های سوپرپکس سری ۳/۲ ($10Bar$, $95C$) و سری ۵ ($6Bar$, $95C°$) را در شرایط دمایی متفاوت نشان می دهد.



نمودار ۵. نمودار فشار و دمای کارکرد

۳-۶ انبساط طولی

برای محاسبه انبساط طولی لوله های سوپرپکس میتوانید از نمودار ذیل استفاده نمایید.



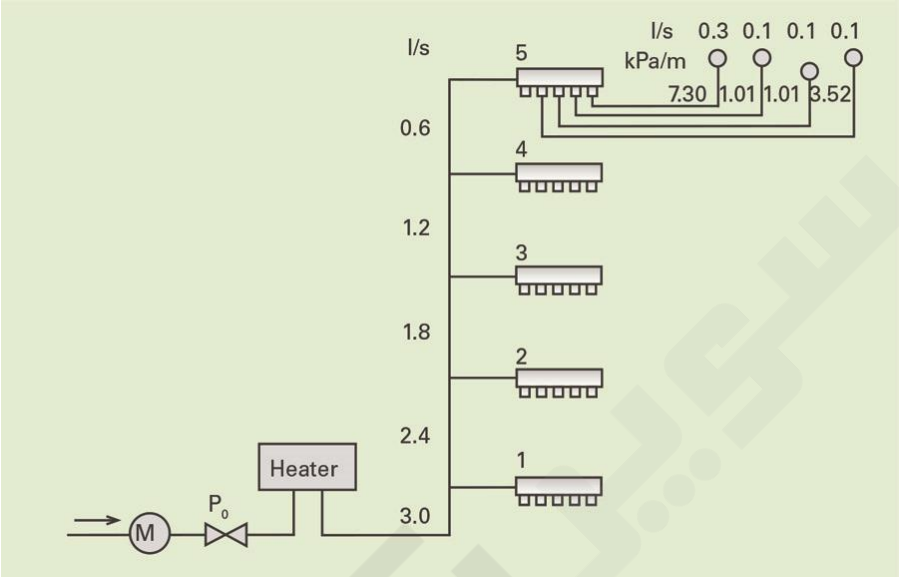
نمودار ۶. انبساط طولی

بخش چهارم

روش‌های محاسباتی

در فصل پیش رو دو مثال برای سایزینگ رایزر ذکر شده است. برای راحتی و سادگی کار افت فشار در مانیفولدها و اتصالات در نظر گرفته نشده است.

مثال ۱: در این مثال افت فشار در رایزر یک ساختمان کوچک نشان داده شده است.



تصویر ۶. طریقه نصب به صورت خطی

۴-۱ اطلاعات و داده‌های مثال اول

- ساختمان ۵ طبقه است.
- در هر طبقه یک حمام وجود دارد.
- ارتفاع هر طبقه ۳ متر است.
- فشار قابل دسترس در طبقه همکف 4 Bar است.
- افت فشار در گرم کن (heater) 1 Bar است.
- فشار مورد نیاز در شیرآلات (پشت دوش) 0.9 Bar است.

۴-۱-۱ مرحله ۱: محاسبه افت فشارها بر اساس اطلاعات داده شده

افت فشار در گرم کن	1 Bar
افت فشار به دلیل نیروی جاذبه	1.472 Bar
فشار مورد نیاز در شیر آلات	0.9 Bar
مجموع	3.372 Bar

جدول۱۰ . محاسبه افت فشارها بر اساس معلومات مسئله

۴-۱-۲ مرحله ۲: محاسبه افت فشار متوسط در رایزر

این مرحله برای بدست آوردن یک ذهنیت از افت فشار لوله‌ها برای انتخاب سایز است. به طور تقریبی طولانی ترین مسیر عبارت است از: $15\ (3\ m \times 5 floor) + 5\ (bathroom) = 20\ m$

فشار خارج شده از پمپ 4 Bar می باشد و افت فشار شناخته شده 3.372 Bar است و افت فشار متوسط تفاوت این دو مقدار باهم تقسیم بر طول لوله خواهد بود.

$$(4 \text{ Bar}) \div (3.372 \text{ Bar}) = 0.628 \text{ Bar}$$

$$(0.628 \text{ Bar}) \div (20\ m) = 0.0314 \text{ Bar}$$

۴-۱-۳ مرحله ۳: محاسبه افت فشار ماکزیمم در حمام

بیشترین جریان ورودی را در حمام خواهیم داشت، که برابر 0.3 l/s است و با توجه به جدول ۶، افت فشاری برابر 7.3 KPa/m برای لوله سایز ۱۶ سوپرپکس خواهد داشت. فاصله مانیفولد تا شیر ۴ متر است، بنابراین افت فشار 0.292 Bar خواهد بود. افت فشار در مصرف کننده‌ها بستگی به بیشترین میزان جریان، سایز لوله و طول لوله دارد، بنابراین همیشه بیشترین مصرف‌کننده بیشترین افت فشار را نخواهد داشت، در نتیجه باید افت فشار در تمامی مصرف کننده‌ها محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردند.

مصرف کننده	فاصله تا مانیفولد (متر)	سایز لوله	جریان l/s	افت فشار KPa/m	افت فشار KPa
حمام	4	16 × 2.2	0.3	7.3	**29.2**
روشویی	6	16 × 2.2	0.1	1.01	**6.06**
توالت	7	16 × 2.2	0.1	1.01	**7.07**
سینک آشپزخانه	4	16 × 2.2	0.1	1.01	**4.04**

جدول۱۱ . جدول ۱۴. افت فشار محاسبه شده برای تمامی مصرف کننده ها

۴-۱-۴ مرحله ۴: محاسبه افت فشار در رایزر

جریان کل 3 l/s است، با توجه به جدول ۴ جریان طراحی 0.58 l/s خواهد بود و با استفاده از جدول ۶ در رنج افت فشار مناسب، سایز لوله را انتخاب خواهیم کرد.

جریان کل l/s	جریان طراحی l/s	افت فشار در لوله سایز ۲۵ سوپرپکس KPa/m
0.6 l/s	0.39	1.35
1.2 l/s	0.45	1.74
1.8 l/s	0.50	2.11
2.4 l/s	0.54	2.44
3.0 l/s	0.58	2.77
افت فشار مجموع در رایزر		31.23 l/s

جدول ۱۲. محاسبه افت فشار در رایزر

۴-۱-۵ مرحله ۵: جمع بندی

افت فشارهای بدست آمده را با هم جمع میکنیم.

$$3.372\ \text{Bar} + 0.292\ \text{Bar} + 0.3123\ \text{Bar} = 3.976\ \text{Bar}$$

افت فشار بدست آمده کمتر از فشار در دسترس است، بنابراین فشار 4 Bar جوابگوی این ساختمان است.

اگر مقدار افت فشار بیشتر از فشار در دسترس بود باید با افزایش سایز لوله‌ها افت را کاهش میدادیم.

مثال ۲: محاسبه افت فشار در ساختمان ۵ طبقه مثال قبل، با این تفاوت که این بار با مخزن ذخیره در پشت بام را در نظر میگیریم.

۴-۲ اطلاعات و داده‌های مثال دوم

نکات اصلی و مورد نیاز مسئله عبارتند از:

- ساختمان ۵ طبقه است.
- ارتفاع هر طبقه ۳ متر است.
- در هر طبقه یک حمام وجود دارد.
- ارتفاع سطح آب در مخزن از بالاترین مصرف کننده ۹ متر است.
- فشار مورد نیاز در پشت مصرف کننده ها 0.9 Bar است.

۴-۲-۱ مرحله ۱: محاسبه کمترین فشار قابل تامین در مخزن

کمترین فشار تامین شده از مخزن در نزدیکترین وسیله به مخزن صورت میگیرد، که در این مثال ارتفاع تا نزدیکترین وسیله ۹ متر است.

$$9.81 \times 9 = 0.883 \text{ Bar}$$

۴-۲-۲ مرحله ۲: محاسبه افت فشار از مخزن تا نزدیکترین حمام

لوله سایز ۳۲ را برای مخزن تا طبقه پنجم انتخاب میکنیم، با استفاده از نمودار افت فشار و دبی برای جریان $0.6\ l/s$ با لوله سایز ۳۲ افت فشار 0.0082 Bar برابر خواهد بود.

$$0.0082 \text{ Bar} \times 9\text{m} \ = \ 0.738 \text{ Bar}$$

برای لوله ۳۲ سوپرپکس خواهیم داشت:

جریان کل	جریان طراحی	افت فشار
3.0 l/s	0.58 l/s	1.96
2.4 l/s	0.54 l/s	1.41

جدول ۱۳ . محاسبه افت فشار برای سایز ۳۲ لوله سوپرپکس

۴-۲-۳ مرحله ۳: محاسبه افت فشار ماکزیمم در نزدیکترین حمام

از آنجایی که مخزن ذخیره در پشت بام در نظر گرفته شده است نزدیکترین حمام در طبقه آخر است، که با توجه به مثال قبل افت فشار بدست آمده برابر 0.292Bar می باشد.

۴-۲-۴ مرحله ۴: بررسی تامین فشار مناسب برای طبقه آخر

فشار در دسترس	0.883 Bar
افت فشار در رایزر	−0.0738 Bar
ماکزیمم افت فشار لوله‌کشی داخل واحد	−0.292 Bar
فشار مورد نیاز	−0.9 Bar
مجموع	−0.3828 Bar

جدول۱۴ . جدول بررسی تامین فشار مناسب برای طبقه آخر

همانطور که مشاهده میشود فشار در دسترس قادر به تامین فشار طبقه آخر نمیباشد، از این رو با انتخاب یک پمپ در خروجی مخزن فشار را به اندازه 0.4 Bar افزایش میدهیم.

۴-۲-۵ مرحله ۵: چک کردن فشار در طبقات پایین

با توجه به نیروی جاذبه هر طبقه که پایین تر میرویم فشار در دسترس افزایش می یابد. چک کردن فشار طبقات پایین شامل موارد ذیل میشود.

- الف) مطمئن شوید که فشار مورد نیاز طبقه ۴ تامین میشود.

- افت فشار در رایزر:

$$0.8\ KPa/m \times 3m\ =\ 0.024\ \text{Bar}$$

- افزایش فشار ناشی از جاذبه:

$$9.81 \times 3\ =\ 0.2943\ \text{Bar}$$

از آنجایی که افزایش فشار بیشتر از افت فشار می باشد, فشار در دسترس جوابگوی طبقات پایینتر خواهد بود.

- ب) حال برای طبقات پایین تر فشار را بررسی میکنیم و در صورت نیاز سایز لوله رایزر را کاهش میدهیم. برای لوله سایز ۲۵ سوپرپکس خواهیم داشت:

جریان کل L/S	جریان طراحی l/S	افت فشار KPa/m
1.8	0.5	2.11
1.2	0.45	1.74
0.6	0.39	1.35

جدول ۱۵. افت فشار در سایز ۴۰ لوله سوپرپکس

افت فشار در رایزر برابر خواهد بود با:

$$0.72 \times 3 = 0.0216 \text{ Bar}$$

$$2.11 \times 3 = 0.0633 \text{ Bar}$$

$$1.74 \times 3 = 0.0525 \text{ Bar}$$

$$1.35 \times 3 = 0.0405 \text{ Bar}$$

$$\text{Total} = 1.1772 \text{ Bar}$$

افزایش فشار عبارت است از:

$$9.81 \times 12 = 1.172 \text{ Bar}$$

نکته: فشار در دسترس در واقع بیشتر از مقدار مورد نیاز می باشد بنابراین می‌توانیم از طبقه ۴ به پایین سایز رایزر را کاهش دهیم.

بخش پنجم

روش‌ها و دستورالعمل نصب

۵-۱ روش کلاسیک

سیستم لوله‌کشی سوپرپکس این امکان را فراهم می آورد تا لوله‌کشی به صورت کلاسیک (همانند لوله‌کشی با لوله‌های فلزی) انجام گیرد. در این روش مقدار لوله مصرفی کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته و هزینه نصب (چه از بابت مصالح و چه از بابت اجرا) به نحو چشمگیری کاهش میابد. از آنجا که اتصالات مصرفی از جنس پلیمر مهندسی شده (PPSU) است، هیچگونه نگرانی ار بابت استفاده از اتصالات برنجی و فلزی در کف (مسئله پوسیدگی) وجود نخواهد داشت. از مزایای دیگر این روش این است که اکثر مجریان و مهندسین با این روش آشنایی دارند.

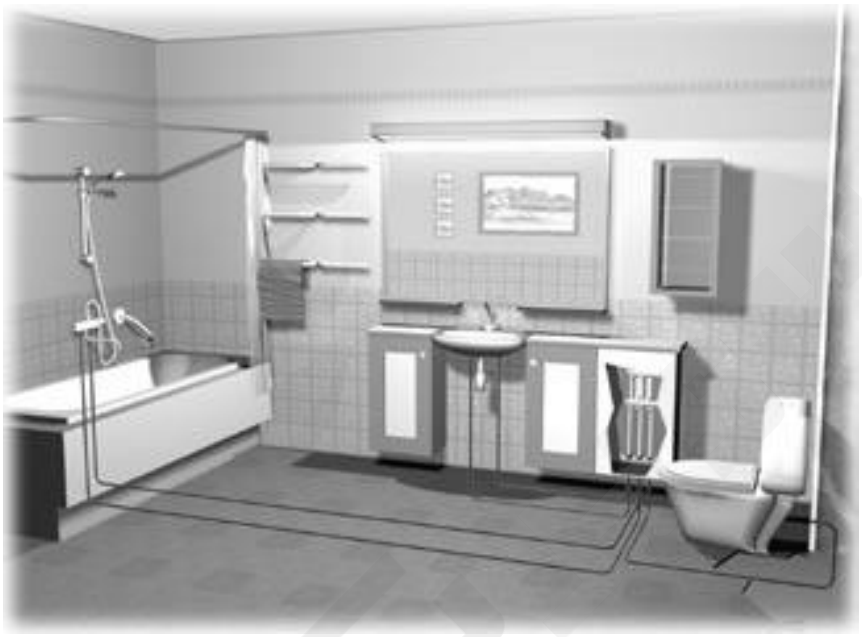
تصویر ۷. روش کلاسیک سیستم لوله کشی سوپرپکس

۵-۲ روش کلکتوری

در این روش عموماً تنها از یک سایز لوله از محل مانیفولد تا محل اتصال نهایی استفاده میگردد. مزیت های این روش را می‌توان به صورت ذیل بیان نمود:

- عدم استفاده از اتصالات در کف
- قابلیت تعویض لوله بدون تخریب بنا در صورت استفاده از لوله خرطومی
- سهولت سفارش (تعداد آیتم های کمتر)

جهت استفاده از قابلیت تعویض لوله بدون تخریب بنا، می‌بایستی لوله‌ها با کمترین تعداد خم و بیشترین شعاع خم کار شده باشند. این امر ضمن کاهش افت فشار در لوله‌ها امکان تعویض لوله از داخل خرطـومی در صورت هرگونه آسیب دیدگی احتمالی در آینده را به وجود خواهد آورد.



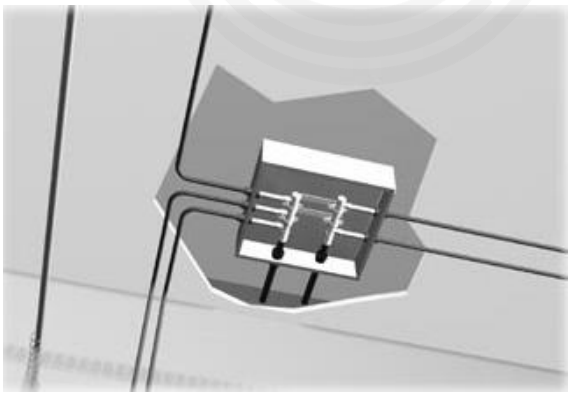
تصویر ۸. روش کلکتوری سیستم لوله کشی سوپرپکس

۵-۳ محل قرارگیری مانیفولد

مانیفولدها میباستی در محلی قرار گیرند که امکان نگهداری و بازدید در آینده را فراهم کرده و نسبت به شـیرآلات مرکزیت داشته باشد. همچنین مانیفولدها می‌بایستی حتی الامکان در نزدیکی رایزر لوله‌ها قرار گرفته و در صورت نصب در نقاط سردسیر حداقل امکان یخ زدگی را داشته باشند. گاهی بهتر است بیش از یک مانیفولد در واحدها در نظر گرفته شود.

تصویر ۱۱. نمونه مانیفولد در کابینت

تصویر ۱۰.نمونه مانیفولد چسبیده به دیوار



تصویر ۹. نمونه مانیفولد اجرا شده در سقف

ضـمناً اگر مانیفولد در محلی که دارای زیرآب است نصب گردد، سهولت بیشتری را در زمان بهره‌برداری فراهم خواهد نمود. بطور کلی مانیفولدها می‌توانند در داخل دیوارها و یا سقف تعبیه گردند.

نکته

در هر دو سیستم کلکتوری، لوله‌ها میبایستی حتی‌الامکان به دور از محلی که امکان سوراخ شدن به وسیله دریل جهت نصب آینه و شلنگ توالت و غیره نصب گردند. توجه داشته باشید که هر چه طول لوله‌ها کمتر باشند، افت فشار در داخل لوله‌ها نیز کاهش یافته و تعویض لوله در داخل خرطومی را نیز آسانتر خواهند نمود.

توجه داشته باشید:

۱. در زمان نصب خرطومی مطمئن باشید که هیچ ملاتی وارد خرطومی نگردد.

۲. خرطومی را به صورت یکپارچه استفاده نمائید.

۴-۵ نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت زیرسقفی

نصب لوله‌ها به صورت زیر سقفی می‌تواند در دو حالت زیر انجام پذیرد:

۱- نصب لوله با امکان حرکت، به دلیل انبساط و انقباض

۲- نصب لوله بدون امکان حرکت لوله (فیکس)

اگر چه نیروی حاصل از انبساط طولی لوله‌های سوپرپکس بسیار ناچیز است، ولی در مقایسه با لوله‌های فلزی و لوله‌های دارای فویل آلمینیومی مقدار بیشتری می‌باشد. سیستم‌های حرارتی، لوله‌ی نصب شده پلیمری ما بین بست‌ها عموماً به سمت پایین شکم خواهند داد. این امر اگر چه از لحاظ فنی هیچگونه مشـکلی به وجود نمی‌آورد، ولی احتمالاً از لحاظ زیبایی آن تأثیرگذار خواهدبود. جهت برطرف کردن این مسئله، بهتر است لوله‌ها در داخل مقاطع ناودانی کار شده و یا بر روی سینی‌های زیرسقفی نصب گردند.

عموماً نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت زیرسقفی بر اساس استاندارد اروپا prENV 12108 انجام میگیرد که در آن روش‌هایی جهت نصب و فیکس لوله‌ها توصیه شده است. لوله‌های روی ناودانی و یا سینی می‌بایستی توسط بست‌های کمربندی فیکس شـوند تا از احتمال بالا آمدن به دلیل انبساط حرارتی جلوگیری گردد.

فواصل بسـت کمربندی به روی ناودانی سـینی بسته به آب سـرد و یا گـرم و همچـنین سایز لوله‌ها متفاوت بوده و بر اساس جدول ذیل محاسبه خواهند گردید:

لوله پکس سوپرپکس (قطر خارجی)	فاصله (میلیمتر)	
	آب گرم	آب سرد
16 ، 20	200	500
25	300	500
32	400	750
40	600	750
50 ، 63 ، 75	750	750
90 ، 110	1000	1000

جدول۱۶ . فاصله اتصال بر اساس prENV 12108

نکته

در صورت نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت فیکس و بدون امکان انبساط طولی، این لوله‌ها قابلیت انبساط قطری خواهند داشت. بر طبق استاندارد prENV 12108 حداکثر فاصله محل نصب اصلی ناودانی به سقف ۶ مـتر می‌باشد. حد فاصل بین این نقاط لنگرگاه، لوله‌ها می‌بایستی توسط بست‌های U شکل بر روی ناودانی مهـار گـردد.

تصویر ۱۲. بست گذاری

در حد فاصل بین تکیه‌گاه‌های اصلی (لنگرگاه)، میله‌های نگه‌دارنده نیز به سقف متصل خواهند شد که به ناودانی وصـل می‌گردند. طول میله‌های نگه‌دارنده فـوق نیز حداکثر ۱۵ سانتیمتر در نظر گرفته خواهـد شد. فاصله میله‌های نگه‌دارنده نصب شده ما بین لنگرگاه‌های اصلی بر اساس جدول زیر محاسبه خواهد گردید.

لوله پکس سوپرپکس (قطر خارجی)	فاصله (میلیمتر)	
	آب گرم	آب سرد
20 ، 16	1000	1500
40 ، 32 ، 25	1200	1500
63 ، 50	1500	1500
110 ، 90 ، 75	2000	2000

جدول۱۷ . فاصله بین بست آویز (Hanger) بر اساس prENV 12108

۵-۵ نصب لوله‌های سوپرپکس به صورت زیرسقفی با امکان حرکت جانبی

در طراحی لوله‌کشی با امکان حرکت بدلیل انبساط و انقباض طولی، این حرکت توسط لوپ تعبیه شده در مسیر گرفته خواهد شد.آویزهای نصب شده در این روش مشابه حالت قبل بوده ولی بست‌ها به گونه‌ای نصب می‌گردند که امکان حرکت طولی و انتقال آن به لوپ را فراهم آورند.

۵-۶ نصب لوله‌های زیرسقفی بروی سینی (راک)

عموماً سینی‌ها در زمانی به کار گرفته می‌شوند که طول لوله‌های نصب شده زیاد باشد. در این حالت لوله‌ها از آزادی حرکت بروی سینی برخوردار خواهند بود و انبساط طولی را جـذب خواهند نمود. جهت کنترل حرکت طولی لوله‌ها بهتر است لوله‌ها حداکثر در فواصل یک متری و همچنین در نقاطی که اتصال (مانند سه راهی و غیره) وجود دارد بر روی سینی محکم گردند.

۵-۷ نصب لوله‌های سوپرپکس در رایزرها و داکت ها

لوله‌های نصب شده رایزر در داکت‌ها می‌بایستی توسط بست‌هایی که دارای لایه لاستیکی داخلی می‌باشند در هر طبقه محکم گردند. درصورت استفاده از سه راهی جهت گرفتن انشعاب می‌توان از بست‌های فوق در دو طرف سه‌راهی‌ها استفاده نمود که موجب مهار انبساط طولی از طبقه‌ای به طبقه دیگر خواهد گردید. در صورتی که لوله‌های عمودی به صـورت اکسپوز (قابل دیده شدن) اجرا گردند، این لوله‌ها می‌بایستی داخل ناودانی‌ها و با نصب مهار به گونه‌ای که در بخش قبلی (لوله‌های زیر سقفی) اشاره گردید کار شوند.

۵-۸ روش‌هایی جهت جذب انبساط لوله‌ها

جهت جذب آثار انبساط طولی در لوله‌های سوپرپکس، میتوان از روش های متفاوتی استفاده نمود. البته در موارد ذیل نیازی به استفاده از روش‌های فوق نمی باشد:

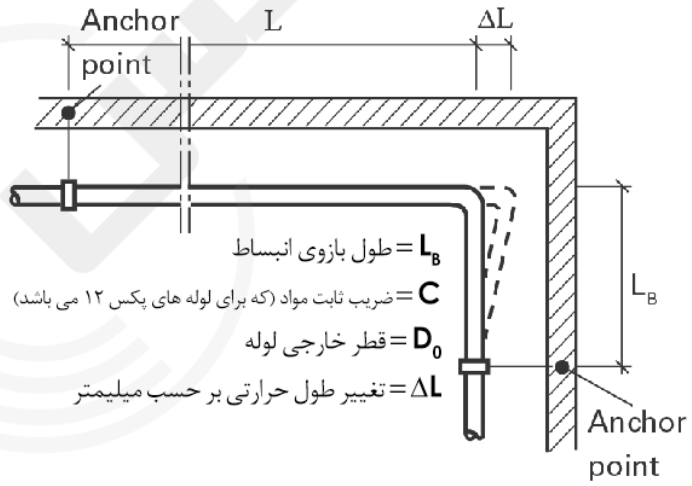
۱. زمانی که لوله‌ها با استفاده از ساپورت‌ها و بست‌ها مهار گردیده‌اند.

۲. زمانیکه که لوله‌ها در داخل خرطومی کار شده‌اند که امکان انبساط در داخل آن را دارند.

۳. زمانی که لوله‌ها بروی راک‌های مخصوص کار شده باشند، البته در مواردی که اجازه انبساط طولی به لوله داده شده است و در زمانی که می‌خواهیم لوله‌ها به صورت مستقیم باقی بمانند، می‌توان از روش جذب کننده انبساط لوله استفاده نمود.

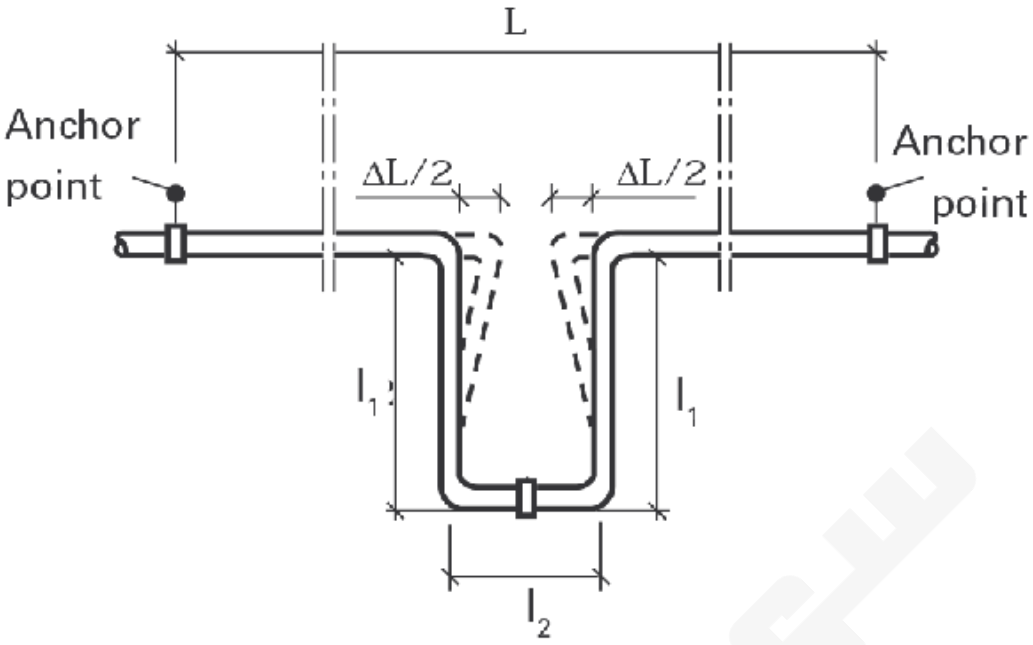
۵-۹ محاسبات مربوط به بازوی انبساط و لوپ انبساط

طول بازوی انبساط می‌بایستی به اندازه‌ای باشد که جلوی آسیب دیدگی را بگیرد و بست‌ها نیز می‌بایستی با فاصله کافی از دیوار نصب گردند تا اجازه به انبساط طولی کافی به لوله داده شود. با استفاده از رابطه زیر می‌توان طول بازوی انبساطی را محاسبه نمود.



$$L_B = C\sqrt{D_0 \times \Delta L}$$

در زمان طراحی یک لوپ انبساطی بهتر است که طول L_2 را نصف طول L_1 محاسبه نماییم. در این صورت بازوی انبساطی بر اساس رابطه زیر محاسبه خواهد گردید:



$$L_B = C\sqrt{D_0 * \frac{2DL}{2}} = 2L_1 + L_2$$

مثال

یک لوله سوپرپکس با قطر خارجی (D_0) ۵۰ میلیمتر در حد فاصله بین دو نقطه با فاصله ۳۰ متر نصب شده است. آب داخل لوله ۷۰ درجه سانتیگراد بوده و درجه حرارت محیط نیز ۲۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. مطلوب است طول بازوی انبساطی (L_B)

با استفاده از دیاگرام بخش۳ تغییرات طول بر اساس حرارت را محاسبه می‌نماییم. بر طبق این دیاگرام، انبساط طولی در ۲۰ درجه سانتیگراد معادل $2.5\,mm/m$ و در ۷۰ درجه سانتیگراد معادل $12.5mm/m$ می‌باشد. انبساط طولی لوله معادل $12.5 - 2.5 = 10\,mm/m$ خواهد بود. مجموع تغییر طول لوله در این شرایط معادل رابطه زیر خواهد بود: (به عبارت دیگر طول بازوی انبساطی معادل ۱۴۷۰ میلیمتر خواهد بود.)

$$\Delta L = 10\,mm/m \times 30m = 300\,mm$$

$$L - B = 12 \times \sqrt{(50 \times 300)} = 1470mm$$

بخش ششم

دستورالعمل‌های کلی

۶-۱ نحوه صحیح انبار کردن و مراقبت های عمومی

لوله‌های سوپرپکس در سایزها و طول‌های مختلفی تولید می‌گردند. اطلاعات محصول از جمله توصیه‌های مربوط به نصب در بسته‌بندی‌های لوله‌ها موجود است. جهت اطمینان از طول عمر مفید لوله‌ها، آنها را دور از اشعه خورشید (ماوراءبنفش) و در محیطی تمیز و خشک نگهداری نمائید. ضمناً جهت جلوگیری از ورود خاک به درون آنها بهتر است تا زمان نصب، لولـه‌ها را از بسته‌بندی‌های مربوطه خارج ننماییم.

لولـه‌ها می‌بایستی عاری از گرد و خاک، چربی، ملات و غیره باشند. جهت جلوگیری از ورود خاک به داخل لوله‌ها در زمان اجرا بهتر است از درپوش‌های پلاستیکی در انتهای آزاد لولـه‌ها استفاده گردد. در سیستم کلکتوری سوپرپکس همواره می‌بایستی مراقب بود تا ملات در حدفاصل بین لوله و خرطومی مربوطه وارد نگردد. در صورت وجود ملات سیمان در لوله خرطومی، تعویض لوله بدون تخریب بنا با مشکل مواجه خواهد گردید.

۶-۲ باز کردن رول لوله

بعنوان یک اصل کلی همواره از قرار دادن و باز کردن رول لوله بر روی زمین خودداری نمائید. بهترین روش استفاده از دستگاه رول بازکن ارائه شده توسط شرکت می‌باشد. در غیر این صورت احتمال ایجاد خراش و آلودگی آنها وجود خواهد داشت. بهتر است دستگاه رول‌بازکن را در نزدیک‌ترین نقطه نسبت به محل اجرا قرار دهیم.

تصویر ۱۳. رول باز کن

۶-۳ روش صحیح برش لوله

بهتر است از قیچی‌های ارائه شده توسط شرکت که جهت برش لوله‌های پکس طراحی گردیده‌اند استفاده گردد. قیچی‌های مستعمل می‌توانند مشکلاتی را در برش لوله به وجود آورده و نصب حلقه را با سختی میسر نمایند.

۶-۴ اجرای اتصال به روش سهل و سریع

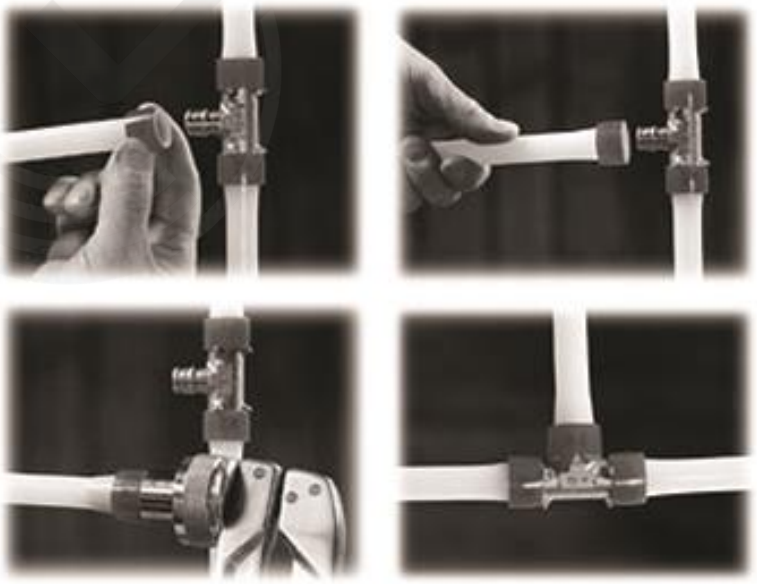
اگرچه اجرای اتصال در سیستم سوپرپکس یکی از ساده‌ترین و در عین حال مطمئن‌ترین روش‌های موجود در جهان است، ولی روش اصولی اتصال زدن را می‌توان به ترتیب ذیل بیان نمود:

۱. لوله‌ها را از محل دلخواه ببرید.

۲. حلقه مخصوص را در سر لوله قرار دهید.

۳. با استفاده از ابزار اکسپندر لوله و حلقه را گشاد کنید. در هر بار اکسپند کردن از گردش هد دستگاه در داخل لوله مطمئن شوید. (دستگاه‌های شارژی میلواکی عمل گردش هد را به صورت اتوماتیک انجام می‌دهند.)

۴. اتصال را در داخل لوله قرار دهید. لوله و حلقه ضمن بازگشت به حالت اولیه بروی اتصال محکم خواهندشد.



تصویر ۱۴. مراحل اجرای اتصال به روش سهل و سریع

یک اتصال صحیح در زمانی حدود ۶ ساعت (در دمای بالاتر از ۵ درجه سانتیگراد) می‌تواند تحت فشار کاری قرار گیرد. در دمای اتاق، استقامت محل اتصال همانند استقامت لوله در مقابل فشار خواهد بود.

اگرچه باید در نظر داشت که در درجات حرارت پائین‌تر مدت زمان تکمیل اتصال به مراتب بیشتر خواهد بود. شایان ذکر است لوله‌های با سایزهای بالاتر نیاز به زمان بیشتری جهت آب‌بندی خواهند داشت. در صورت اکسـپند لوله بیش از حد مورد نیاز زمان بیشتری جهت آب‌بندی مورد نیاز خواهد بود.

نکات مفید

- اکسپند لوله را در حداقل دفعات ممکن انجام دهید.
- گرم کردن لوله و حلقه به بازگشت سریعتر آنها کمک خواهدکرد. برای این کار هیچوقت از شعله مستقیم استفاده نکنید.
- راهنمای نصب لوله‌ها در کلیه جعبه‌های لوله‌های سوپرپکس موجود می‌باشد.

توجه داشته باشید:

اتصالات سهل و سریع تنها جهت استفاده با لوله‌های ویرسبو و سوپرپکس طراحی شده‌اند. استفاده از لوله‌های دیگر در بلند مدت مشکلات جدی برای سیستم به وجود خواهدآورد.

۶-۵ نحوه اتصال لوله توسط کوپلینگ جهت نصب بر روی مانیفولد

۱. مهره و حلقه را بر روی انتهای لوله قرار داده و پائین بکشید.
۲. انتهای ممه‌ای را داخل لوله قرارداده و با دست فشار دهید تا جایی که لوله به انتهای آن برسد. اگر فشار انگشتان کافی نبود میتوان از یک چکش لاستیکی برای این منظور استفاده کرد.
۳. مهره را ابتدا توسط انگشتان خود سفت کرده و سپس توسط آچار سفت کنید به صورتی که فشار کافی بر روی اتصال وارد شود.

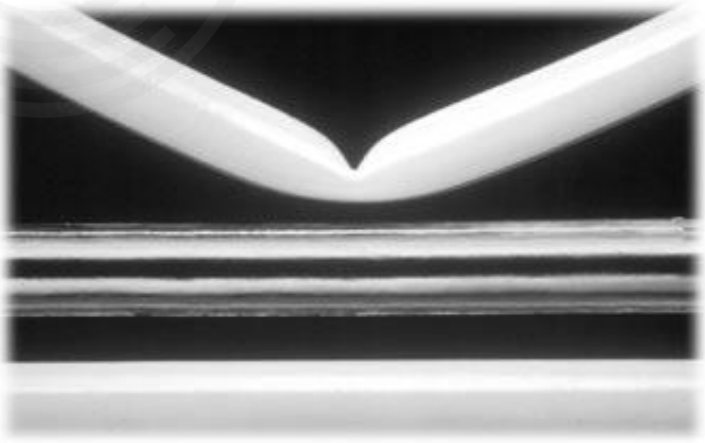
تصویر ۱۵. نحوه اتصال لوله توسط کوپلینگ جهت نصب بر روی مانیفولد

توجه داشته باشید:

اگر به هر دلیلی نیاز به باز کردن مجدد کوپلینگ بود، ترجیحاً از حلقه جدید استفاده نمائید.

۶-۶ تعمیرات جزئی

از آنجاکه لوله‌های پکس را نمی‌توان به یکدیگر جوش داده و یا از چسب استفاده کرد در صورت آسیب دیدگی و یا سوراخ شدن لوله بهترین روش ترمیم، قیچی کردن قسمت آسیب دیده و استفاده از رابط جهت برقراری مجدد اتصال لوله میباشد. البته در صورتی که لوله دو پهن شده باشد می‌توان با استفاده از یک سشوار صنعتی آن را تا حدود ۱۳۰ درجه سانتیگراد حرارت داد (تا لوله بی رنگ شود) پس از سرد شدن، خاصیت برگشت‌پذیری لوله‌های سوپرپکس باعث خواهد شد که لوله مجدداً به حالت اولیه برگشته و قابل استفاده باشد.



تصویر ۱۶. دو پهن شدن لوله سوپرپکس و قابلیت برگشت پذیری

توجه داشته باشید:

- از حرارت دادن توسط شعله مستقیم خودداری نمائید.
- از حرارت دادن لوله‌های سوپرپکس پلاس که دارای لایه محافظ اکسیژن می باشند خودداری نمائید چون موجب آسیب به لایه محافظ اکسیژن خواهد شد.
- از حرارت بیش از حد مورد نیاز خودداری نمائید. در صورت تغییر رنگ لوله، که نشانه آسیب به لوله است، آن قسمت را بریده و با لوله جدید جایگزین نمائید.
- لوله‌ها ی حرارت دیده کالیبراسیون لوله‌های اولیه را از دست می دهند، بنابراین جا زدن حلقه ممکن است با فشار بیشتری همراه باشد.

۶-۷ وارد کردن لوله جدید در داخل خرطومی در صورت آسیب‌دیدگی لوله در سیستم کلکتوری

یکی از مزیت های استفاده از سیستم کلکتوری سوپرپکس قابلیت تعویض لوله بدون تخریب بنا می باشد. تعویض لوله در صورتیکه خرطومی به صورت صحیح نصب شده باشد میسر می گردد. لوله خرطومی می‌بایستی در داخل ملات قرار گرفته و به صورت یک تکه از کلکتور تا زانوی دیواری امداد یافته باشند. ضمناً کلیه خم‌های مورد نیاز می‌بایستی به صورت دوردار بوده و حداقل تعداد خم مورد استفاده قرار گرفته باشد.

قبل از تعویض لوله در داخل خرطومی به نکات مفید زیر توجه فرمائید:

عموماً عمل بیرون کشیدن لوله توسط دست قابل انجام می‌باشد ولی در شرایطی که لوله خرطومی دارای خم‌های با دور کم در مسیر باشد می‌بایستی ابتدا لوله را از محل اتصال به مانیفولد جدا کرده و اقلام متصل به آن را نیز از آن جدا کرد و سپس به صورت زیر عمل می کنیم:

۱. ابتدا زانوی برنجی نصب شده بر روی لوله را از قاب انتهای مربوطه جدا می‌کنیم.

۲. گیره ای را همانند شکل به انتهای لوله وصل می کنیم.

۳. توسط اهرم کردن یک دیلم لوله را به تدریج از داخل خرطومی به بیرون هدایت می‌کنیم تا زمانی که لوله کاملاً از داخل خرطومی خارج گردد.

زمانی که لوله آسیب دیده بطورکامل خارج شد، لوله جدید را می‌توان وارد خرطومی نمود. یکی از راه‌های جایگزینی لوله جدید، اتصال سر لوله جدید به انتهای لوله آسیب دیده در محل مانیفولد است. لوله‌ها را بهم چسبانده و متصل کرده و روی آن را با چسب پهن، محکم کنید. در این حالت بیرون کشیدن سر دیگر لوله (زانوی دیواری) لوله جدید همزمان وارد لوله خرطومی شده و از سر دیگر آن خارج خواهد شد.

تصویر ۱۷. مراحل تعویض لوله در داخل خرطومی

۶-۸ خم کردن لوله

لوله‌های سوپرپکس عموماً بدون نیاز به هیچگونه ابزاری خم می شوند. در صورت نیاز به خم لوله با شعاع های خم کوچک تر می‌توان از ساپورت خم لوله استفاده نمود. در صورت نیاز می‌توان لوله‌ها را با حرارت دهی نیز به صورت زیر خم کرد.

۱. لوله را بدقت به وسیله سشوار صنعتی گرم کنید. حرکت سشوار در کلیه مقطع دور لوله باعث یکنواختی خواهد بود.

۲. لوله را تا دمای ۱۳۰ درجه سانتیگراد که در آن لوله به صورت شفاف و بی‌رنگ در می‌آید حرارت دهید.

۳. لوله را به مقدار لازم خم کنید.

۴. لوله را در همان حالت نگاه داشته و به وسیله جریان هوا و یا آب، خنک کنید. لوله پس از سرد شدن حالت خمیدگی خود را حفظ خواهد کرد.

نکته: در صورتیکه خمی با شعاع خیلی کم مورد نیاز باشد می‌توان قبل از مرحله ۳ یک فنر به داخل لوله وارد کرده و سپس مراحل ۳ و ۴ را انجام دهیم تا از دوپهن شدن لوله جلوگیری گردد.

توجه داشته باشید:

- هیچگاه از شعله مستقیم برای گرم کردن لوله استفاده نکنید.
- از حرارت دادن لوله بیش از حد مورد نیاز خودداری نمائید. در صورتی که حرارت زیاد باعث تغییر رنگ لوله شود نشانه تخریب لوله بوده و این لوله می‌بایستی تعویض گردد.
- به تغییرات احتمالی در سطح لوله در زمان حرارت دهی حتماً توجه داشته باشید.
- هیچگاه لوله‌های سوپرپکس با لایه محافظ اکسیژن را به صورت فـوق حـرارت ندهید چون باعث تخریب لایه محافظ اکسیژن خواهد گردید.

۶-۹ حداقل شعاع خم

جدول ذیل حداقل شعاع خم را با توجه به قطر خارجی لوله‌های سوپرپکس نشان می دهد. D_0 همان قطر بیرونی میباشد.

خم (سرد)	$8 \times D_0$
خم ثابت (سرد با استفاده از خم‌کن)	$5 \times D_0$
خم (گرم)	$5 \times D_0$

جدول۱۸ . مشخصات حداقل شعاع خمش

توجه داشته باشید:

- خم کردن لوله‌های سایز ۳۲ میلیمتر و بالاتر به وسیله دست غیر عملی می باشد.
- حداقل شعاع خمش لوله‌های سوپرپکس به درجه حرارت محیط، ضخامت جداره لوله و نوع آن بستگی دارد.

۶-۱۰ پر کردن سیستم از آب

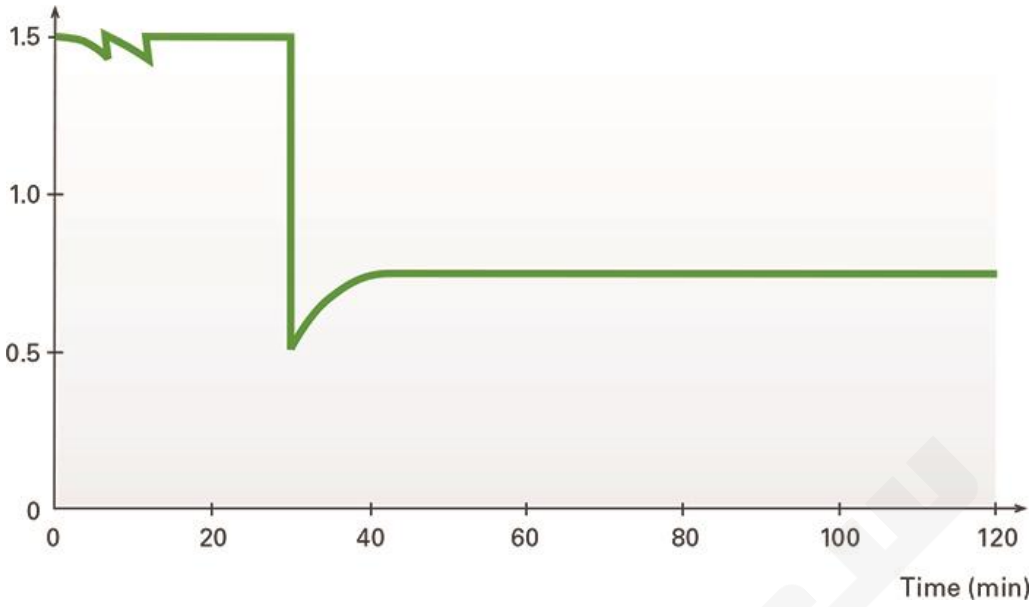
جهت کاهش هوای وارد شـده به سیستم می‌بایسـتی سیستم را به آهستگی از آب پر کرد. هواگیری سیستم پس از پر کردن آب باعث عملکرد بهتر آن خواهد شد. در زمان پر کردن سیستم می‌توان لوله و اتصالات را نیز بازرسی کرد. دقت کنید که در مناطق سردسیر از یخ زدگی سیستم جلوگیری گردد.

۶-۱۱ تست فشار

عموماً لوله‌های پکس را می‌توان به روشی که لوله‌های فلـزی را تست می کنند تست کرد. الـبته از آنجـا که لوله‌های پکس بر اثر تغییر فشار منبسط می گردند، روش ذیل جهت عملکرد بهتر توصیه می گردد.

ابتدا هوای داخل سیستم را تخلیه نمائید و سپس سیستم را تا ۱/۵ برابر فشـار کاری (مثلاً ۱۵ اتمسفر) تحت فشـار قرار دهید. این فشـار را به مدت ۳۰ دقیقه ثابت نگاه داشته و کلیه اتصالات را جهت نشتی احتمالی، بازرسی نمائید. پس از آن، فشار سیستم را به سرعت کاهش داده و به نصف فشـار کاری (مثلاً ۵ اتمسفر) برسانید و شـیر را ببندید.

اگر فشار به مقادیری بالاتر از نصف فشار کاری رسیده و ثابت باقی بماند نشانه ای از عملکرد صحیح و عدم نشـتی سیستم می‌باشد. فشار را به مدت ۹۰ دقیقه ثابت نگاه دارید. هرگونه کاهش فشار در این زمان به منزله نشتی سیستم می باشد.



نمودار ۷. آزمون فشار

۶-۱۲ حفاظت در مقابل آتش

در زمان نصب لوله‌های سوپرپکس در سازه‌هایی که در مقابل آتش سوزی مقاوم می باشند رعایت نکات ذیل توصیه می گردد:

- لوله می‌بایستی در داخل یک خرطومی یکپارچه و از داخل حفره ای در سازه نصب گردند.
- فاصله بین لوله و خرطومی می‌بایستی جهت جلوگیری از پخش دود ناشی از آتش گرفته شود. عموماً مسدود کردن فضای بین لوله و خرطومی در انتهای لوله می‌تواند این کار را انجام دهد.
- فضای بین لوله و خرطومی می‌بایستی توسط مصالحی که در مقابل آتش سوزی مقاوم می باشند (مانند ملات) گرفته شود.
- جهت جلوگیری از گسترش دود، فضاهای بین لوله و مصالح ساختمانی و همچنین فضای بین لوله‌ها می‌بایستی به اندازه‌ای باشد که بتوان هر لوله و خرطومی را به صورتی مجزا با مواد پرکننده مثلاً ملات مسدود نمود.

توجه داشته باشید:

کلیه دستورالعمل های مربوط به حفاظت در مقابل آتش سوزی را با توجه به استانداردهای محلی انجام دهیم.

بخش هفتم

اطلاعات فنی سوپرپکس

۷-۱ مشخصات مواد

Mechanical properties		Value	Unit	Standard
Density		0.938	g/cm³	
Tensile strength	(at 20°C)	19–26	N/mm²	DIN 53455
	(at 100°C)	9–13	N/mm²	
Modulus of elasticity E	(at 20°C)	800–900	N/mm²	DIN 53457
	(at 80°C)	300–350	N/mm²	
Elongation on failure	(at 20°C)	350–550	%	DIN 53455
	(at 100°C)	500–700	%	
Impact strength	(at 20°C)	No failure	kJ/m²	DIN 53453
	(at –140°C)	No failure	kJ/m²	
Moisture absorption	(at 22°C)	0.01	mg/4d	DIN 53472
Coefficient of friction with steel		0.08-0.1	–	
Surface energy		34 x 10^{-3}	N/m	
Oxygen permeability	(at 20°C)	80	m³ mm/m² x day x atm	ASTM D1434
	(at 55°C)	250	m³ mm/m² x day x atm	ASTM D1434
Thermal properties				
Temperature range		–100 to +110	°C	
Coefficient of linear expansion	(at 20°C)	1.4 x 10^{-4}	m/m°C	
Coefficient of linear expansion	(at 100°C)	2.05 x 10^{-4}	m/m°C	
Softening temperature		+133	°C	
Specific heat		2.3	kJ/kg°C	
Coefficient of thermal conductivity		0.35	W/m°C	DIN 4725
Electrical properties				
Specific internal resistance	(at 20°C)	10^{15}	Ω m	
Dielectric constant	(at 20°C)	2.3	–	
Dielectric loss factor	(at 20°C/50 Hz)	1 x 10^{-3}	–	
Rupture voltage	(at 20°C)	60–90	kV/mm	

جدول ۱۹. مشخصات مواد

بخش هشتم

کنترل کیفیت و گواهینامه‌های مربوط

۸-۱ استانداردها

جمهوری اسلامی ایران
سازمان ملی استاندارد ایران

شماره پروانه : ش۶۶۲۹۴۰۱۹۰
تاریخ صدور اولیه : ۹۰/۱۲/۱۶
تاریخ تمدید : ۹۴/۱۲/۱۶

پروانه کاربرد علامت استاندارد تشویقی

براساس قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب یکهزار و سیصد و هفتاد و یک و در اجرای مصوبات شورای عالی استاندارد :

به موجب این پروانه اجازه داده می شود ، **واحد تولیدی پارسیان پلی اتیلن مشبک الوند**

با رعایت استاندارد ملی شماره **۲-۱۳۲۰۵** از علامت استاندارد ایران برای فرآورده **لوله پلی اتیلن با پیوند عرضی (PE-X) رده ابعادی A** با نام تجاری SUPERPEX (ثبت علامت تجارتی به شماره ۱۵۴۵۹۰ مورخ ۸۷/۷/۱۷) استفاده نماید.

نیره پیروزبخت
ازطرف رئیس سازمان ملی استاندارد ایران
مسلم نیات

نشانی : تهران - خرمدشت/ کد پستی: ۱۶۵۷۱۱۹۶۹۱
نام مدیرعامل: آقای حسین تراقی زاده با کد شناسه ملی ۱۰۳۲۰٤٦۳٦۱۵

مدت اعتبار این پروانه از تاریخ تمدید سه سال است .

رعایت قوانین و مقررات پشت این صفحه الزامی است .

تصویر ۱۹.گواهی ملی استاندارد ملی ایران

بسم الله الرحمن الرحیم

جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و شهرسازی
مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شماره: ۶۸۷-۱
تاریخ اعتبار: ۱۳۹۵/۰۴/۰۳
دوره اعتبار : دوم

گواهینامه فنی

به استناد بند ۲ ماده دوم اساسنامه مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، بر اساس نتایج آزمایش‌ها و بررسی‌های انجام شده، گزارش فنی پیوست که جزء لاینفک این مدرک می‌باشد، محصول لوله PEXA با قطرهای ۱۶ الی ۳۲ میلیمتر بی رنگ، تولید شرکت پارسیان پلی اتیلن مشبک الوند با نام تجاری SUPER PEX، به نشانی کارخانه: تهران، جاده دماوند، هفت کیلومتر بعد از پلیس راه جاجرود، خیابان ۲۰متری شرقی، بلوار اصلی خرمدشت، خیابان دوم شرقی، پلاک۵۵، با ضوابط فنی مورد قبول این مرکز انطباق دارد و با رعایت دستورالعمل اجرایی مربوطه، به منظور استفاده در شبکه‌های آب سرد و گرم بهداشتی، انشعابات داخل ساختمان برای سیستم گرمایش و سرمایش مناسب است. لذا این گواهینامه فنی از تاریخ ۱۳۹۴/۰۴/۰۳ به مدت یک سال به شرکت پارسیان پلی اتیلن مشبک الوند برای بهره برداری قانونی اعطاء می شود.

محمد شکرچی زاده
رئیس مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

اعتبار این گواهینامه منوط به وجود نام و مشخصات شرکت و محصول تولیدی در فهرست دارندگان گواهینامه فنی به نشانی www.bhrc.ac.ir است.
این گواهینامه بدون مهر برجسته مرکز فاقد ارزش است و در هرصورت رافع مسئولیت‌های حقوقی دارنده آن نیست.

تصویر ۱۸.گواهینامه فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

بخش نهم

جداول تبدیل واحد

Length – Inches (fractions) into millimeters

in	mm
1/32	0.794
1/16	1.588
3/32	2.381
1/8	3.175
5/32	3.969
3/16	4.762
7/32	5.556
1/4	6.350
9/32	7.144
5/16	7.938
11/32	8.731

in	mm
3/8	9.525
13/32	10.319
7/16	11.112
15/32	11.906
1/2	12.700
17/32	13.494
9/16	14.288
19/32	15.081
5/8	15.875
21/32	16.669
11/16	17.462

in	mm
23/32	18.256
3/4	19.050
25/32	19.844
13/16	20.638
27/32	21.431
7/8	22.225
29/32	23.019
15/16	23.812
31/32	24.606
1	25.400

Length — Inches into millimeters and vice versa

in		mm
0.03937	1	25.4
0.07874	2	50.8
0.11811	3	76.2
0.15748	4	101.6
0.19685	5	127.0
0.23622	6	152.4
0.27559	7	177.8
0.31496	8	203.2
0.35433	9	228.6
0.3937	10	254.0
0.43307	11	279.4
0.47244	12	304.8
0.51181	13	330.2
0.55118	14	355.6
0.59055	15	381.0
0.62992	16	406.4
0.66929	17	431.8
0.70866	18	457.2
0.74803	19	482.6
0.7874	20	508.0
0.82677	21	533.4
0.86614	22	558.8
0.90551	23	584.2
0.94488	24	609.6
0.98425	25	635.0
1.02362	26	660.4

in		mm
1.06299	27	685.8
1.10236	28	711.2
1.14173	29	736.6
1.1811	30	762.0
1.22047	31	787.4
1.25984	32	812.8
1.29921	33	838.2
1.33858	34	863.6
1.37795	35	889.0
1.41732	36	914.4
1.45669	37	939.8
1.49606	38	965.2
1.53543	39	990.6
1.5748	40	1016.0
1.61417	41	1041.4
1.65354	42	1066.8
1.69291	43	1092.2
1.73228	44	1117.6
1.77165	45	1143.0
1.81102	46	1168.4
1.85039	47	1193.8
1.88976	48	1219.2
1.92913	49	1244.6
1.9685	50	1270.0
2.00787	51	1295.4

in		mm
2.04724	52	1320.8
2.08661	53	1346.2
2.12598	54	1371.6
2.16535	55	1397.0
2.20472	56	1422.4
2.24409	57	1447.8
2.28346	58	1473.2
2.32283	59	1498.6
2.3622	60	1524.0
2.40157	61	1549.4
2.44094	62	1574.8
2.48031	63	1600.2
2.51968	64	1625.6
2.55905	65	1651.0
2.59842	66	1676.4
2.63779	67	1701.8
2.67716	68	1727.2
2.71653	69	1752.6
2.7559	70	1778.0
2.79527	71	1803.4
2.83464	72	1828.8
2.87401	73	1854.2
2.91338	74	1879.6
2.95275	75	1905.0
2.99212	76	1930.4

Length — Feet into meters and vice versa

ft		m
3.2808	1	0.3048
6.5616	2	0.6096
9.8424	3	0.9144
13.1232	4	1.2192
16.404	5	1.524
19.6848	6	1.8288
22.9656	7	2.1336
26.2464	8	2.4384
29.5272	9	2.7432
32.808	10	3.048
36.0888	11	3.3528
39.3696	12	3.6576
42.6504	13	3.9624
45.9312	14	4.2672
49.212	15	4.572
52.4928	16	4.8768
55.7736	17	5.1816
59.0544	18	5.4864
62.3352	19	5.7912
65.616	20	6.096
68.8968	21	6.4008
72.1776	22	6.7056
75.4584	23	7.0104
78.7392	24	7.3152
82.02	25	7.62
85.3008	26	7.9248

ft		m
88.5816	27	8.2296
91.8624	28	8.5344
95.1432	29	8.8392
98.424	30	9.144
101.7	31	9.4488
104.99	32	9.7536
108.27	33	10.0584
111.55	34	10.3632
114.83	35	10.668
118.11	36	10.9728
121.39	37	11.2776
124.67	38	11.5824
127.95	39	11.8872
131.23	40	12.192
134.51	41	12.4968
137.79	42	12.8016
141.07	43	13.1064
144.36	44	13.4112
147.64	45	13.716
150.92	46	14.0208
154.2	47	14.3256
157.48	48	14.6304
160.76	49	14.9352
164.04	50	15.24
167.32	51	15.5448

ft		m
170.6	52	15.8496
173.88	53	16.1544
177.16	54	16.4592
180.44	55	16.764
183.72	56	17.0688
187.01	57	17.3736
190.29	58	17.6784
193.57	59	17.9832
196.85	60	18.288
200.13	61	18.5928
203.41	62	18.8976
206.69	63	19.2024
209.97	64	19.5072
213.25	65	19.812
216.53	66	20.1168
219.81	67	20.4216
223.09	68	20.7264
226.38	69	21.0312
229.66	70	21.336
232.94	71	21.6408
236.22	72	21.9456
239.5	73	22.2504
242.78	74	22.5552
246.06	75	22.86
249.34	76	23.1648

Surface — Square feet into square meters and vice versa

ft^2		m^2
10.76365	1	0.092903
21.5273	2	0.185806
32.29095	3	0.278709
43.05459	4	0.371612
53.81824	5	0.464515
64.58189	6	0.557418
75.34554	7	0.650321
86.10919	8	0.743224
96.87284	9	0.836127
107.6365	10	0.92903
118.4001	11	1.021933
129.1638	12	1.114836
139.9274	13	1.20774
150.6911	14	1.300643
161.4547	15	1.393546
172.2184	16	1.486449
182.982	17	1.579352
193.7457	18	1.672255
204.5093	19	1.765158
215.273	20	1.858061
226.0366	21	1.950964
236.8003	22	2.043867
247.5639	23	2.13677
258.3276	24	2.229673
269.0912	25	2.322576
279.8549	26	2.415479

ft^2		m^2
290.6185	27	2.508382
301.3822	28	2.601285
312.1458	29	2.694188
322.9095	30	2.787091
333.6731	31	2.879994
344.4368	32	2.972897
355.2004	33	3.0658
365.9641	34	3.158703
376.7277	35	3.251606
387.4914	36	3.344509
398.255	37	3.437412
409.0186	38	3.530316
419.7823	39	3.623219
430.5459	40	3.716122
441.3096	41	3.809025
452.0732	42	3.901928
462.8369	43	3.994831
473.6005	44	4.087734
484.3642	45	4.180637
495.1278	46	4.27354
505.8915	47	4.366443
516.6551	48	4.459346
527.4188	49	4.552249
538.1824	50	4.645152
548.9461	51	4.738055

ft^2		m^2
559.7097	52	4.830958
570.4734	53	4.923861
581.237	54	5.016764
592.0007	55	5.109667
602.7643	56	5.20257
613.528	57	5.295473
624.2916	58	5.388376
635.0553	59	5.481279
645.8189	60	5.574182
656.5826	61	5.667085
667.3462	62	5.759988
678.1099	63	5.852892
688.8735	64	5.945795
699.6372	65	6.038698
710.4008	66	6.131601
721.1645	67	6.224504
731.9281	68	6.317407
742.6918	69	6.41031
753.4554	70	6.503213
764.2191	71	6.596116
774.9827	72	6.689019
785.7464	73	6.781922
796.51	74	6.874825
807.2736	75	6.967728
818.0373	76	7.060631

Volume — Cubic feet into cubic meters and vice versa

ft³		m³	ft³		m³	ft³		m³
35.31338	1	0.028317	953.4612	27	0.764555	1836.296	52	1.472476
70.62676	2	0.056634	988.7746	28	0.792872	1871.609	53	1.500793
105.9401	3	0.084951	1024.088	29	0.821189	1906.922	54	1.52911
141.2535	4	0.113267	1059.401	30	0.849505	1942.236	55	1.557427
176.5669	5	0.141584	1094.715	31	0.877822	1977.549	56	1.585743
211.8803	6	0.169901	1130.028	32	0.906139	2012.863	57	1.61406
247.1936	7	0.198218	1165.341	33	0.934456	2048.176	58	1.642377
282.507	8	0.226535	1200.655	34	0.962773	2083.489	59	1.670694
317.8204	9	0.254852	1235.968	35	0.99109	2118.803	60	1.699011
353.1338	10	0.283168	1271.282	36	1.019406	2154.116	61	1.727328
388.4472	11	0.311485	1306.595	37	1.047723	2189.429	62	1.755644
423.7605	12	0.339802	1341.908	38	1.07604	2224.743	63	1.783961
459.0739	13	0.368119	1377.222	39	1.104357	2260.056	64	1.812278
494.3873	14	0.396436	1412.535	40	1.132674	2295.37	65	1.840595
529.7007	15	0.424753	1447.849	41	1.160991	2330.683	66	1.868912
565.0141	16	0.45307	1483.162	42	1.189308	2365.996	67	1.897229
600.3274	17	0.481386	1518.475	43	1.217624	2401.31	68	1.925546
635.6408	18	0.509703	1553.789	44	1.245941	2436.623	69	1.953862
670.9542	19	0.53802	1589.102	45	1.274258	2471.936	70	1.982179
706.2676	20	0.566337	1624.415	46	1.302575	2507.25	71	2.010496
741.5809	21	0.594654	1659.729	47	1.330892	2542.563	72	2.038813
776.8943	22	0.622971	1695.042	48	1.359209	2577.877	73	2.06713
812.2077	23	0.651287	1730.356	49	1.387525	2613.19	74	2.095447
847.5211	24	0.679604	1765.669	50	1.415842	2648.503	75	2.123763
882.8345	25	0.707921	1800.982	51	1.444159	2683.817	76	2.15208
918.1478	26	0.736238						

Volume — US gallons into litres and vice versa

gallons		l	gallons		l	gallons		l
0.246	1	3.785	6.642	27	102.195	12.792	52	196.82
0.492	2	7.57	6.888	28	105.98	13.038	53	200.605
0.738	3	11.355	7.134	29	109.765	13.284	54	204.39
0.984	4	15.14	7.38	30	113.55	13.53	55	208.175
1.23	5	18.925	7.626	31	117.335	13.776	56	211.96
1.476	6	22.71	7.872	32	121.12	14.022	57	215.745
1.722	7	26.495	8.118	33	124.905	14.268	58	219.53
1.968	8	30.28	8.364	34	128.69	14.514	59	223.315
2.214	9	34.065	8.61	35	132.475	14.76	60	227.1
2.46	10	37.85	8.856	36	136.26	15.006	61	230.885
2.706	11	41.635	9.102	37	140.045	15.252	62	234.67
2.952	12	45.42	9.348	38	143.83	15.498	63	238.455
3.198	13	49.205	9.594	39	147.615	15.744	64	242.24
3.444	14	52.99	9.84	40	151.4	15.99	65	246.025
3.69	15	56.775	10.086	41	155.185	16.236	66	249.81
3.936	16	60.56	10.332	42	158.97	16.482	67	253.595
4.182	17	64.345	10.578	43	162.755	16.728	68	257.38
4.428	18	68.13	10.824	44	166.54	16.974	69	261.165
4.674	19	71.915	11.07	45	170.325	17.22	70	264.95
4.92	20	75.7	11.316	46	174.11	17.466	71	268.735
5.166	21	79.485	11.562	47	177.895	17.712	72	272.52
5.412	22	83.27	11.808	48	181.68	17.958	73	276.305
5.658	23	87.055	12.054	49	185.465	18.204	74	280.09
5.904	24	90.84	12.3	50	189.25	18.45	75	283.875
6.15	25	94.625	12.546	51	193.035	18.696	76	287.66
6.396	26	98.41						

Mass, weight — Pounds into kilograms and vice versa

lb		kg
2.2046	1	0.4536
4.4092	2	0.9072
6.6138	3	1.3608
8.8184	4	1.8144
11.023	5	2.268
13.2276	6	2.7216
15.4322	7	3.1752
17.6368	8	3.6288
19.8414	9	4.0824
22.046	10	4.536
24.2506	11	4.9896
26.4552	12	5.4432
28.6598	13	5.8968
30.8644	14	6.3504
33.069	15	6.804
35.2736	16	7.2576
37.4782	17	7.7112
39.6828	18	8.1648
41.8874	19	8.6184
44.092	20	9.072
46.2966	21	9.5256
48.5012	22	9.9792
50.7058	23	10.4328
52.9104	24	10.8864
55.115	25	11.34
57.3196	26	11.7936

lb		kg
59.5242	27	12.2472
61.7288	28	12.7008
63.9334	29	13.1544
66.138	30	13.608
68.3426	31	14.0616
70.5472	32	14.5152
72.7518	33	14.9688
74.9564	34	15.4224
77.161	35	15.876
79.3656	36	16.3296
81.5702	37	16.7832
83.7748	38	17.2368
85.9794	39	17.6904
88.184	40	18.144
90.3886	41	18.5976
92.5932	42	19.0512
94.7978	43	19.5048
97.0024	44	19.9584
99.207	45	20.412
101.4116	46	20.8656
103.6162	47	21.3192
105.8208	48	21.7728
108.0254	49	22.2264
110.23	50	22.68
112.4346	51	23.1336

lb		kg
114.6392	52	23.5872
116.8438	53	24.0408
119.0484	54	24.4944
121.253	55	24.948
123.4576	56	25.4016
125.6622	57	25.8552
127.8668	58	26.3088
130.0714	59	26.7624
132.276	60	27.216
134.4806	61	27.6696
136.6852	62	28.1232
138.8898	63	28.5768
141.0944	64	29.0304
143.299	65	29.484
145.5036	66	29.9376
147.7082	67	30.3912
149.9128	68	30.8448
152.1174	69	31.2984
154.322	70	31.752
156.5266	71	32.2056
158.7312	72	32.6592
160.9358	73	33.1128
163.1404	74	33.5664
165.345	75	34.02
167.5496	76	34.4736

Density — Pounds per cubic foot into kilograms per cubic meter and vice versa

lb/ft^3		kg/m^3
0.062428	1	16.019
0.124856	2	32.038
0.187284	3	48.057
0.249712	4	64.076
0.31214	5	80.095
0.374568	6	96.114
0.436996	7	112.133
0.499424	8	128.152
0.561852	9	144.171
0.62428	10	160.19
0.686708	11	176.209
0.749136	12	192.228
0.811564	13	208.247
0.873992	14	224.266
0.93642	15	240.285
0.998848	16	256.304
1.061276	17	272.323
1.123704	18	288.342
1.186132	19	304.361
1.24856	20	320.38
1.310988	21	336.399
1.373416	22	352.418
1.435844	23	368.437
1.498272	24	384.456
1.5607	25	400.475
1.623128	26	416.494

lb/ft^3		kg/m^3
1.685556	27	432.513
1.747984	28	448.532
1.810412	29	464.551
1.87284	30	480.57
1.935268	31	496.589
1.997696	32	512.608
2.060124	33	528.627
2.122552	34	544.646
2.18498	35	560.665
2.247408	36	576.684
2.309836	37	592.703
2.372264	38	608.722
2.434692	39	624.741
2.49712	40	640.76
2.559548	41	656.779
2.621976	42	672.798
2.684404	43	688.817
2.746832	44	704.836
2.80926	45	720.855
2.871688	46	736.874
2.934116	47	752.893
2.996544	48	768.912
3.058972	49	784.931
3.1214	50	800.95
3.183828	51	816.969

lb/ft^3		kg/m^3
3.246256	52	832.988
3.308684	53	849.007
3.371112	54	865.026
3.43354	55	881.045
3.495968	56	897.064
3.558396	57	913.083
3.620824	58	929.102
3.683252	59	945.121
3.74568	60	961.14
3.808108	61	977.159
3.870536	62	993.178
3.932964	63	1009.197
3.995392	64	1025.216
4.05782	65	1041.235
4.120248	66	1057.254
4.182676	67	1073.273
4.245104	68	1089.292
4.307532	69	1105.311
4.36996	70	1121.33
4.432388	71	1137.349
4.494816	72	1153.368
4.557244	73	1169.387
4.619672	74	1185.406
4.6821	75	1201.425
4.744528	76	

Temperature — Degrees Fahrenheit into degrees Celsius and vice versa

°F		°C
-148	-100	-73.3333
-130	-90	-67.7778
-112	-80	-62.2222
-94	-70	-56.6667
-76	-60	-51.1111
-58	-50	-45.5556
-40	-40	-40.0
-22	-30	-34.4444
-4	-20	-28.8889
14	-10	-23.3333
23	-5	-20.5556
24.8	-4	-20.0
26.6	-3	-19.4444
28.4	-2	-18.8889
30.2	-1	-18.3333
32	0	-17.7778
33.8	1	-17.2222
35.6	2	-16.6667
37.4	3	-16.1111
39.2	4	-15.5556
41	5	-15.0
42.8	6	-14.4444
44.6	7	-13.8889
46.4	8	-13.3333
48.2	9	-12.7778

°F		°C
50	10	-12.2222
53.6	12	-11.1111
57.2	14	-10.0
60.8	16	-8.88889
64.4	18	-7.77778
68	20	-6.66667
71.6	22	-5.55556
75.2	24	-4.44444
78.8	26	-3.33333
82.4	28	-2.22222
86	30	-1.11111
89.6	32	0.0
93.2	34	1.111111
96.8	36	2.222222
100.4	38	3.333333
104	40	4.444444
113	45	7.222222
122	50	10.0
131	55	12.77778
140	60	15.55556
149	65	18.33333
158	70	21.11111
167	75	23.88889
176	80	26.66667
185	85	29.44444

°F		°C
194	90	32.22222
203	95	35.0
212	100	37.77778
248	120	48.88889
284	140	60.0
320	160	71.11111
356	180	82.22222
392	200	93.33333
437	225	107.2222
482	250	121.1111
572	300	148.8889
662	350	176.6667
752	400	204.4444
842	450	232.2222
932	500	260.0
1112	600	315.5556
1292	700	371.1111
1472	800	426.6667
1652	900	482.2222
1832	1000	537.7778
2192	1200	648.8889
2552	1400	760.0
2912	1600	871.1111
3272	1800	982.2222
3632	2000	1093.333

Thermal conductivity — Btu · in/ft2 · h · degrees F into W/K · m

Btu	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.0144	0.01584	0.001728	0.001872	0.002016	0.00216	0.002304	0.002448	0.002592	0.002736
0.2	0.0288	0.03024	0.03168	0.03312	0.03456	0.036	0.03744	0.03888	0.04032	0.04176
0.3	0.0432	0.04464	0.04608	0.04752	0.04896	0.0504	0.05184	0.05328	0.05472	0.05616
0.4	0.0576	0.05904	0.06048	0.06192	0.06336	0.0648	0.06624	0.06768	0.06912	0.07056
0.5	0.072	0.07344	0.07488	0.07632	0.07776	0.0792	0.08064	0.08208	0.08352	0.08496
0.6	0.0864	0.08784	0.08928	0.09072	0.09216	0.0936	0.09504	0.09648	0.09792	0.09936
0.7	0.1008	0.10224	0.10368	0.10512	0.10656	0.108	0.10944	0.11088	0.11232	0.11376
0.8	0.1152	0.11664	0.11808	0.11952	0.12096	0.1224	0.12384	0.12528	0.12672	0.12816
0.9	0.1296	0.13104	0.13248	0.13392	0.13536	0.1368	0.13824	0.13968	0.14112	0.14256
1	0.144	0.14544	0.14688	0.14832	0.14976	0.1512	0.15264	0.15408	0.15552	0.15696
1.1	0.1584	0.15984	0.16128	0.16272	0.16416	0.1656	0.16704	0.16848	0.16992	0.17136
1.2	0.1728	0.17424	0.17568	0.17712	0.17856	0.18	0.18144	0.18288	0.18432	0.18576
1.3	0.1872	0.18864	0.19008	0.19152	0.19296	0.1944	0.19584	0.19728	0.19872	0.20016
1.4	0.2016	0.20304	0.20448	0.20592	0.20736	0.2088	0.21024	0.21168	0.21312	0.21456
1.5	0.216	0.21744	0.21888	0.22032	0.22176	0.2232	0.22464	0.22608	0.22752	0.22896
1.6	0.2304	0.23184	0.23328	0.23472	0.23616	0.2376	0.23904	0.24048	0.24192	0.24336
1.7	0.2448	0.24624	0.24768	0.24912	0.25056	0.252	0.25344	0.25488	0.25632	0.25776
1.8	0.2592	0.26064	0.26208	0.26352	0.26496	0.2664	0.26784	0.26928	0.27072	0.27216
1.9	0.2736	0.27504	0.27648	0.27792	0.27936	0.2808	0.28224	0.28368	0.28512	0.28656
2	0.288	0.28944	0.29088	0.29232	0.29376	0.2952	0.29664	0.29808	0.29952	0.30096

Pressure

	1 Pa	1 kPa	1 bar	1 mm WS	1 lb/in²
1 N/m² = 1 Pa	1	10^{-3}	10^{-5}	0.102	$1.45 \cdot 10^{-4}$
1 kPa	1.000	1	0.01	102	0.145
1 bar	10^{5}	100	1	$1.02 \cdot 10^{4}$	14.50
1 mm WS	9.81	$9.81 \cdot 10^{-3}$	$9.81 \cdot 10^{-5}$	1	$1.42 \cdot 10^{-3}$
1 lb/in² (psi)	$6.89 \cdot 10^{3}$	6.89	0.069	703	1

Energy

	1 J = 1 Nm = 1 WS	1 kpm	1 kcal	1 kWh	1 Btu
1 J = 1 Nm = 1 WS	1	0.101972	$2.38844 \cdot 10^{-4}$	$2.77778 \cdot 10^{-7}$	$9.47817 \cdot 10^{-4}$
1 kpm	9.80665	1	$2.34228 \cdot 10^{-3}$	$2.72407 \cdot 10^{-6}$	$9.29421 \cdot 10^{-3}$
1 kcal	$4.1868 \cdot 10^{3}$	426.935	1	$1.163 \cdot 10^{3}$	3.96832
1 kWh	$3.6 \cdot 10^{6}$	$3.670978 \cdot 10^{5}$	859.845	1	$3.41214 \cdot 10^{3}$
1 Btu	$1.055056 \cdot 10^{3}$	$1.075857 \cdot 10^{2}$	0.251996	$2.93071 \cdot 10^{-4}$	1

بخش دهم

توصیه‌ها

۱۰-۱ طول عمر لوله های سوپرپکس

طبق استاندارد ISO/DIS 15875 که شرایط کاری برای لوله ها و اتصالات را طبقه بندی کرده است حداقل عمر لوله برای لوله های ۱۰ بار (Class 2 Hot Water Supply 70°C) در جدول ذیل مشخص شده است.

Dimension series	Operative Temp (°C)	Time at T years	Max Temp (°C)	Time at T (Years)	Malfunc. Temp. T (°C)	Time at T Hours	Typical Field Of application
3.2	70	47	80	1	95	100	Hot water Supply

جدول ۲۰ . **استاندارد** ISO/DIS 15875 برای میزان عمر لوله

توجه: سیستم به طور معمول در پنجاه سال عمر خود به طور مداوم در معرض دمای بالا قرار نمیگیرد. برای محاسبه طول عمر حقیقی سیستم باید مدت زمانی که سیستم در معرض دمای بالا قرار نمیگیرد را در نظر گرفت و برای آن زمانها با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد عمر لوله را محاسبه نمود.

برای سیستم‌های آب گرم با حداکثر فشار 10 Bar باید از لوله های سری ۳,۲ استفاده شود.لوله های سری ۵ برای آب گرم با حداکثر فشار 6 Bar استفاده میشود.

۱۰-۲ نیروی حاصل از انبساط و انقباض

این نیرو زمانی قابل مشاهده است که لوله در معرض تغییر ناگهانی دما قرار گیرد، به طور مثال لوله ای که در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار داشته است به طور ناگهانی در معرض آب ۹۰ درجه قرار گیرد. این نیرو میتواند در حالت انبساط و انقباض مشهود باشد.

اگر دما رفته رفته تغییر کند یا لوله بتواند به اطراف حرکت کند مقدار نیروی انبساط کاهش پیدا خواهد کرد. به طور طبیعی حرکت جانبی لوله میتواند تحت تاثیر طول لوله و بست گذاری باشد، اما به این نکته توجه داشته باشید که طول لوله تاثیری بر مقدار نیرو ندارد.

Dimension (mm)	Max Force (N)
22 × 3.0	250
25 × 2.3	200
25 × 3.5	300
28 × 4.0	400
32 × 2.9	400
32 × 4.4	500
40 × 3.7	600
40 × 5.5	800
50 × 4.6	900
50 × 6.9	1300
63 × 5.8	1500
63 × 8.7	2100
75 × 6.8	2100
90 × 8.2	2900
110 × 10.0	4400

جدول ۲۱. بیشینه فشار در طولهای مختلف

۱۰-۳ توصیه های انبار داری

لوله های سوپرپکس را در مقابل اشعه UV خورشید محافظت نمایید و از انبار نمودن آن در فضای باز و مقابل نور آفتاب پرهیز کنید.

۱۰-۴ مواد نفتی

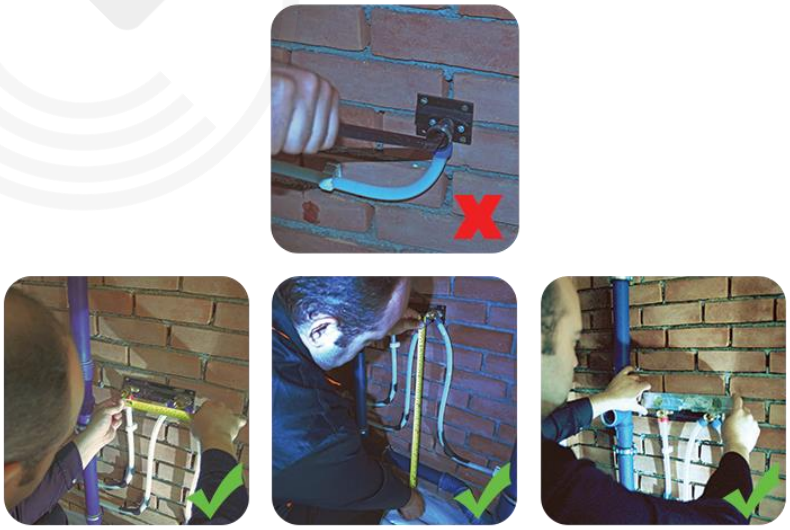
لوله های سوپرپکس نیابد در معرض مواد نفتی از قبیل گریس، قیر و ... قرار گیرد. و در فضاهایی که احتمال میدهید لوله با مواد نفتی تماس خواهد داشت از خرطومی برای محافظت لوله استفاده کنید.

تصویر ۲۰.تماس با مواد نفتی

توجه: از رنگ کردن، پرایمر و قیرگونی بر روی لوله های پکس خودداری نمایید.

۱۰-۵ زانو دیواری

زانو های دیواری حتماً باید بر روی شابلون و به صورت تراز نصب گردیده و بعد از اتمام کاشی کاری هرگز از لوله فلزی و یا اهرمی دیگر جهت اصلاح استفاده نگردد، زیرا امکان آسیب به قسمت انتهایی زانو دیواری وجود خواهد داشت. در صورت استفاده از زانو دیواریهای PPSU حتماً از روپیچ تو پیچ با دنده های مناسب استفاده شود تا از دنده به دنده شدن جلوگیری گردد، ضمناً جهت حصول از عملکرد صحیح سیستم (به غیر از مواقعی که سیستم در معرض یخ زدگی قرار داشته باشد) بهتر است که کل سیستم تحت فشار قرار داده شود. در صورت یخ زدگی سیستم ، عموماً اتصالات و شیرهای برنجی در معرض ترکیدگی قرار خواهند گرفت.



تصویر ۲۱. نصب زانو دیواری

ایـن کتابچـه جهـت اجـرای صحیـح سیسـتم لولـه کشـی سـوپرپکس تهیـه شـده اسـت، عـدم رعایـت نـکات ذکـر شـده موجب خسارات و آسیبهای احتمالی خواهد شد.

بـرای کسـب اطلاعـات بیشـتر بـا بخـش فنـی شـرکت سـوپرپکس تماس حاصل فرمایید.

info@superpex.com
www.superpex.com