

# نکات اجرایی سیستم‌های تأسیساتی گروه صنایع BTS



بیت



## BTS شناسنامه تأسیسات آبرسانی

کتاب راهنمای طراحی و اجرای تأسیسات BTS (آبرسانی و گرمایشی) تلاشی است در جهت تکمیل فرآیند درستی کار، به این منظور علاوه بر کیفیت محصولات، شایسته است تا در زمینه طراحی، اجرا و روش‌های نصب محصولات نیز استانداردسازی صورت گیرد تا مصداق این جمله معروف شویم که کار درست را باید درست اجرا کرد. گروه صنایع BTS با ارائه شناسنامه تأسیسات آبرسانی توانسته است این فرآیند را محقق نماید.

## پیشگفتار

طراحی، اجرا و کارایی صحیح سیستم‌های تأسیساتی، نسبت مستقیمی با آسایش و آرامش ساکنان یک ساختمان با کاربردهای مختلف دارد. به همین دلیل تأسیسات به عنوان قلب تپنده هر ساختمان تلقی می‌شود. با توجه به بحران کمبود آب در کشور و هزینه‌های حامل‌های انرژی، در نظر گرفتن نکات طراحی و اجرایی و همچنین بهینه‌سازی سیستم‌های تأسیساتی مطابق با علم روز دنیا امری ضروری است.

کتاب حاضر بخشی از کتاب راهنمای طراحی و اجرای تأسیسات BTS (آبرسانی و گرمایشی) است که با توجه به محصولات گروه صنایع BTS (که به صورت کاملاً تخصصی به تولید اتصالات، شیرآلات، کلکتور، لوله‌های پنج لایه و انواع مقاطع برنجی در سطح کشور و منطقه فعالیت دارد) تهیه شده است. کتاب یاد شده دارای ۸ فصل است که در آن مبانی طراحی سیستم‌های آبرسانی، گرمایش از کف، گرمایش رادیاتور، نکات اجرایی، استانداردها و آزمون‌های لازم به صورت کامل به همراه مثال و عکس‌های گویا بیان شده است.

در کتاب راهنمای جیبی پیش رو تنها فصل نکات اجرایی BTS ارائه شده است که در آن برخی از ابزارآلات مورد نیاز در اجرای لوله‌های پنج لایه و اتصالات برنجی به همراه نکات اجرایی لازم برای سیستم‌های آبرسانی و گرمایش از کف بیان شده است.

برای تهیه نسخه کامل کتاب راهنمای طراحی و اجرای تأسیسات BTS (آبرسانی و گرمایشی) می‌توانید با شماره ۰۳۱-۳۴۰۱۷۳۴۰ تماس بگیرید یا مشخصات خود را به شماره ۰۹۹۱۳۳۴۷۰۷۷ در پیام‌رسان‌های ایتا یا تلگرام ارسال نمایید.

## فهرست مطالب

فصل ۱	نکات اجرایی سیستم آبرسانی BTS	۱
۱-۱	مقدمه	۳
۲-۱	برخی از ابزارآلات لوله‌کشی	۳
۱-۲-۱	دستگاه پرس BTS	۳
۲-۲-۱	قیچی برش	۷
۳-۲-۱	خم کردن لوله	۸
۴-۲-۱	شعاع خم مجاز لوله پنج لایه	۱۲
۵-۲-۱	کالیبراتور	۱۳
۳-۱	نحوه نصب اتصالات به لوله پنج لایه	۱۵
۱-۳-۱	اجرای لوله‌کشی با اتصالات پرسی	۱۵
۲-۳-۱	اجرای لوله‌کشی با اتصالات کویلی	۱۶
۳-۳-۱	اجرای لوله‌کشی با اتصالات رزوه‌ای	۱۷
۴-۳-۱	اجرای لوله‌کشی با اتصالات کلمپی	۱۸
۵-۳-۱	اجرای لوله‌کشی با اتصالات مدولار	۱۹
۴-۱	نکات اجرایی سیستم‌های لوله‌کشی پنج لایه	۲۰
۵-۱	تست فشار با آب در سیستم لوله‌کشی BTS	۳۴
۱-۵-۱	راه‌اندازی سیستم تست فشار با آب	۳۴
۶-۱	تست فشار با گاز متراکم در سیستم لوله‌کشی BTS	۳۸
۱-۶-۱	راه‌اندازی سیستم تست فشار با گاز متراکم	۳۸
۲-۶-۱	تست نشستی	۳۹
۳-۶-۱	تست مقاومت	۳۹
۷-۱	نمونه اجرای سیستم‌های لوله‌کشی آبرسانی	۴۲
فصل ۲	نکات اجرایی سیستم گرمایش از کف BTS	۴۵
۱-۲	مقدمه	۴۷
۱-۱-۲	نقشه خوانی	۴۷
۲-۱-۲	آماده‌سازی و نکات لازم پیش از اجرای سیستم گرمایش از کف	۴۹
۳-۱-۲	نصب، مونتاژ و اجرای کلکتور و جعبه کلکتور سیستم گرمایش از کف	۵۲
۴-۱-۲	نصب عایق کناره، عایق کف و لایه محافظ	۵۸
۵-۱-۲	اجرای لوله و خط‌کشی آرایش لوله‌ها	۶۰

۶۱.....	۶-۱-۲ لوله و بست گذاری
۶۷.....	۷-۱-۲ درز انبساطی
۶۹.....	۸-۱-۲ نصب لوله به کلکتور
۷۱.....	۲-۲ شارژ و تخلیه آب و هواگیری در سیستم گرمایش از کف
۷۳.....	۳-۲ تست سیستم گرمایش از کف
۷۳.....	۱-۳-۲ هواگیری سیستم گرمایش از کف
۷۴.....	۲-۳-۲ تست فشار سیستم گرمایش از کف
۷۴.....	۴-۲ ضد یخ
۷۵.....	۵-۲ بتن‌ریزی و پوشش نهایی کف
۷۶.....	۶-۲ راه‌اندازی سیستم گرمایش از کف
۷۷.....	۱-۶-۲ تنظیم دبی هر مدار
۷۸.....	۲-۶-۲ شیر سوزنی و شیر برقی در سیستم گرمایش از کف
۸۱.....	۷-۲ تعیین مکان ترموستات‌ها
۸۲.....	۸-۲ راهکار استفاده هم‌زمان از سیستم گرمایش از کف و گرمایش رادیاتور
۸۱.....	۸۱.....
۸۲.....	۱-۸-۲ مبدل حرارتی
۸۲.....	۲-۸-۲ انواع مبدل‌های حرارتی
۸۳.....	۲-۸-۳ مبدل حرارتی صفحه‌ای (Plate)
۸۴.....	۴-۸-۲ نکات لازم برای نصب مبدل حرارتی جهت استفاده هم‌زمان سیستم‌های گرمایش از کف و گرمایش رادیاتور
۸۴.....	۸۴.....
۸۶.....	۹-۲ نمونه اجراهای سیستم گرمایش از کف
۹۳.....	فصل ۳ اطلاعات مورد نیاز و نقشه خوانی
۹۵.....	۱-۳ ارتفاع نصب لوازم بهداشتی
۹۸.....	۲-۳ فاصله مجاز بین لوازم بهداشتی
۹۹.....	۳-۳ نمادهای پرکاربرد در نقشه‌های تأسیساتی



# ۱ | فصل اول

نکات اجرایی سیستم آبرسانی BTS



## ۱-۱ مقدمه

حتی استفاده از با کیفیت‌ترین محصولات در تأسیسات ساختمان در صورتی که همراه با اجرای صحیح نباشد، نتیجه مطلوبی نخواهد داشت. بنابراین استفاده از ابزار با کیفیت و اجرای دقیق محصولات حائز اهمیت است. در ادامه به معرفی برخی از ابزارهای مورد استفاده در تأسیسات ساختمانی و نحوه کار کردن با آنها پرداخته شده است.

### ۲-۱ برخی از ابزارآلات لوله‌کشی

با توجه به پیدایش لوله‌های پنج لایه و اتصالات مخصوص مربوط به آنها، روش‌های اجرایی نصب نیز در مقایسه با روش‌های معمول لوله‌کشی لوله‌های فلزی و پلی‌پروپیلن (PP) تغییر کرده‌اند. در ادامه ابزارآلات مورد استفاده در اجرای سیستم‌های لوله‌کشی پنج لایه معرفی شده‌اند:



- دستگاه پرس
- قیچی برش
- فنر
- خم‌کن دستی یا
- هیدرولیکی
- کالیبراتور

شکل ۱-۱ برخی از ابزارآلات مورد نیاز برای اجرای تأسیسات

### ۱-۲-۱ دستگاه پرس BTS

از دستگاه پرس BTS برای پرس کردن اتصالات پرسی به لوله‌های پنج لایه استفاده می‌شود. این دستگاه دارای چندین فک، متناسب با سایزهای مختلف لوله (سایز ۱۶، ۲۰، ۲۵ و ۳۲) است که بر اساس نیاز مجری بر روی دستگاه نصب می‌شود. حلقه استیل اتصالات پرسی درون فک و بر روی سه برآمدگی فک قرار می‌گیرد و با اعمال فشار، حلقه استیل به لوله و لوله به سرشیلنگی و اورینگ‌های اتصال پرس می‌شود. با این عمل آب‌بندی بین

لوله و اتصال به درستی ایجاد می‌شود. در شکل ۲-۱ کیف دستگاه پرس و در شکل ۳-۱ اجزا و متعلقات دستگاه پرس نشان داده شده است.

**توجه:** مرحله پرس، یکی از مهم‌ترین مراحل اجرای سیستم لوله‌کشی پنج لایه با استفاده از اتصالات پرسی است. از این رو باید از دستگاه‌های پرس مورد تأیید گروه صنایع BTS استفاده شود.



شکل ۲-۱ کیف دستگاه پرس BTS و متعلقات

با اسکن QR Code کاتالوگ دستگاه پرس BTS را مشاهده کنید.



شکل ۳-۱ اجزای دستگاه پرس (۱) بدنه دستگاه، (۲) فک‌های پرس و (۳) باتری و شارژر

### ❖ روش کار با دستگاه پرس

- برای کار با دستگاه پرس شارژی، پس از خارج نمودن دستگاه پرس و باتری از کیف، باید باتری در مکان مناسب خود قرار گیرد (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱ نحوه قرارگیری باتری در دستگاه پرس

- با توجه به سایز لوله، لازم است فک متناسب با آن انتخاب شود. با فشردن ضامن مربوط به پین روی دستگاه، پین رها شده و بیرون می‌آید. سپس فک متناسب با سایز لوله در دستگاه پرس جا زده شده و با فشردن مجدد دکمه، پین به مکان اولیه خود بر می‌گردد و ضامن، آن را در جای خود ثابت نگه می‌دارد (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱ نحوه قرارگیری فک در دستگاه پرس

- انتهای فک پرس با دست فشار داده می‌شود تا دهانه فک باز شود. پس از آن حلقه استیل اتصال پرس درون فک قرار می‌گیرد. فک دستگاه پرس باید عمود بر لوله و حلقه استیل باشد و حلقه پلاستیکی اتصال به بدنه فک بچسبد (شکل ۶-۱).

- با فشار دادن شستی راه‌اندازی دستگاه، فشار هیدرولیکی از طرف پیستون به فک وارد می‌شود. این فشار سبب بسته شدن تدریجی دهانه فک شده

و اتصال پرسی به لوله پرسی می‌شود. پس از اتمام فرآیند پرسی، دستگاه فرمان قطع فشار پرسی را صادر می‌کند (شکل ۶-۱).

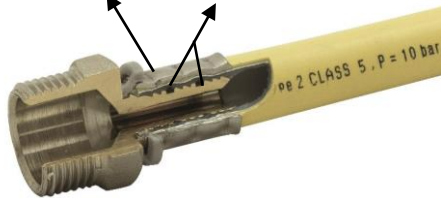


شکل ۶-۱ نحوه پرسی اتصالات به وسیله دستگاه پرسی

• عملیات پرسی اتصالات زمانی اتمام می‌یابد که دستگاه، عملیات فشار را قطع نماید. باید دقت نمود که در حین پرسی هرگز نباید عملیات را به صورت دستی متوقف کرد. در شکل ۷-۱ اتصال پرسی شده به صورت برش خورده نشان داده شده است. در این شکل می‌توان نحوه آب‌بندی بین لوله و اتصال که توسط اورینگ‌ها انجام شده است را مشاهده نمود.

حلقه استیل پرسی شده

اورینگ‌های آب‌بندی



شکل ۷-۱ نمای برش خورده لوله و اتصال پرسی شده

## ۲-۲-۱ قیچی برش

قیچی برش جهت برش انواع لوله‌های تک لایه و پنج لایه به کار می‌رود (شکل ۱-۱). تیغه این قیچی از جنس فولاد و دسته آن از جنس آلومینیوم است. قیچی برش مناسب‌ترین وسیله برای برش لوله‌های سایز پایین است و استفاده از ابزارهای دیگر مانند اره، کاتر و غیره مورد تأیید نیست.



شکل ۱-۱ قیچی برش

### ❖ روش برش لوله با قیچی

- پس از باز کردن دهانه قیچی، لوله باید به صورت عمود درون فک قیچی قرار داده شود. سپس قیچی بسته شده تا تیغه بالایی آن بر سطح لوله مماس شود.

- در ادامه دسته قیچی باید مرتباً باز و بسته شده تا لوله بریده شود. اگر در ابتدای عمل برش، قیچی به صورت دورانی به میزان ۹۰ درجه به سمت پایین بچرخد، از دو پهن شدن لوله جلوگیری شده و برش دقیق‌تری ایجاد می‌شود.

**توجه ۱:** دقت شود در هنگام بریدن لوله، انگشت دست درون دهانه قیچی قرار نگیرد.

**توجه ۲:** برای جلوگیری از مشکل کوتاه شدن طول لوله در هنگام اجرا، باید به برش لوله به اندازه مورد نیاز توجه شود.

در شکل ۹-۱ مراحل برش لوله توسط قیچی نشان داده شده است.



شکل ۹-۱ مراحل انجام برش توسط قیچی برش

### ۳-۲-۱ خم کردن لوله

لوله‌های پنج لایه به علت قابلیت انعطاف پذیری و همچنین کاهش مصرف اتصالات در ساختمان، به سرعت جایگزین لوله‌های تک لایه PP شده‌اند. در لوله‌های پنج لایه، یک لایه آلومینیوم وجود دارد که اگر لوله به درستی خم نشود ممکن است این لایه و در نتیجه لوله دچار شکست و نشستی شود. خم کردن لوله پنج لایه به سه روش انجام می‌شود:

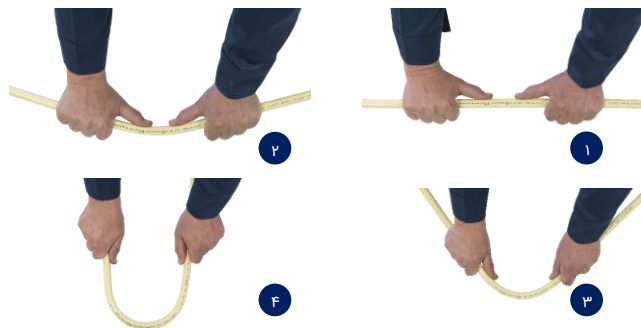
- خم کردن لوله با دست
- خم کردن لوله با فنر
- خم کردن لوله به وسیله خم‌کن دستی یا هیدرولیکی

#### ❖ خم کردن لوله با دست

به دلیل لایه خارجی PE-RT در لوله‌های پنج لایه BTS، اغلب در سایزهای پایین، قابلیت خم شدن با دست بدون دو پهن شدن را دارند. دقت شود که میزان حداقل شعاع خم لوله باید ۵ برابر قطر خارجی آن باشد.

- روش خم کردن لوله با دست

انگشت شست هر دو دست در زیر مقطعی از لوله که باید خم شود، قرار گیرد. سپس فشار به طور یکنواخت و پیوسته به وسیله هر دو دست و انگشت‌های شست در طول لوله وارد شود. شکل ۱۰-۱ مراحل خم کردن لوله با دست را نشان می‌دهد.

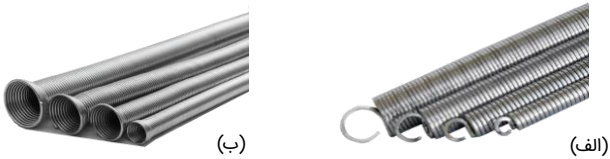


شکل ۱۰-۱ مراحل خم کردن لوله با دست

### ❖ خم کردن لوله با فنر

از بهترین راهکارها برای خم کردن لوله بدون آن که منجر به دو پهن شدن لوله شود، استفاده از فنر است. در این روش، شعاع خم کمتر و زاویه خم نیز دقیق‌تر می‌شود. فنرها در دو نوع توکار و روکار عرضه می‌شوند که در شکل ۱۱-۱ نشان داده شده‌اند.

- فنر توکار (داخل لوله): برای لوله‌های پنج لایه تا سایز  $32mm$  و با طول کوتاه استفاده می‌شود.
- فنر روکار (روی لوله): برای لوله‌های پنج لایه تا سایز  $32mm$  و با طول بلند (مانند اجرای گرمایش از کف که طول لوله بلند بوده و در مسیر، خم‌های زیادی وجود دارد) استفاده می‌شود.

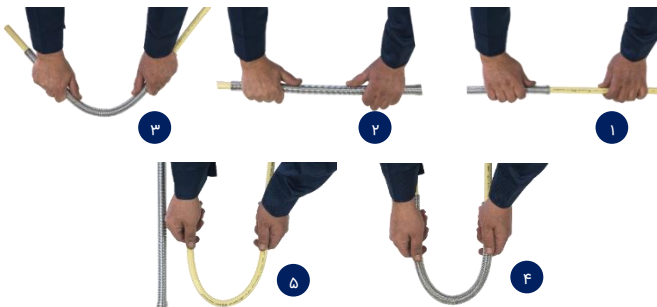


شکل ۱۱-۱ فنر مخصوص خم کردن لوله‌های پنج لایه از سایز ۱۶ تا ۳۲  
(الف) فنرهای توکار (ب) فنرهای روکار

### • روش خم کردن لوله با فنر

- فنر متناسب با سایز لوله انتخاب شود.
- بسته به طول لوله، باید فنر درون لوله رفته یا روی لوله قرار گیرد.
- به وسیله فنر و با وارد کردن نیروی دست، محل مورد نظر با توجه به شعاع خم مجاز باید به آرامی خم شود.
- پس از خم نمودن لوله، فنر از لوله جدا شود.

در شکل ۱۲-۱ نحوه کار با فنر روکار نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۱ مراحل خم کردن لوله با فنر روکار

### ❖ خم کردن لوله با استفاده از خم‌کن دستی یا هیدرولیکی

در برخی اجراها مانند سیستم‌های گرمایش از کف، لازم است لوله‌کشی در مترآژ بالا و بدون استفاده از اتصالات انجام شود. در این شرایط به منظور جلوگیری از دو پهن شدن یا شکستگی لوله، به ویژه در مکان‌هایی که لوله

باید ۱۸۰ درجه خم شود، استفاده از خم‌کن دستی یا هیدرولیکی توصیه می‌شود. این خم‌کن شامل یک دهانه کمانی شکل (فک متحرک) و دو فک کوچک با قابلیت چرخش در جای خود است که هر دو با توجه به سایز لوله انتخاب می‌شوند. در شکل ۱۳-۱ خم‌کن‌های هیدرولیکی و دستی نشان داده شده‌اند.



(ب)



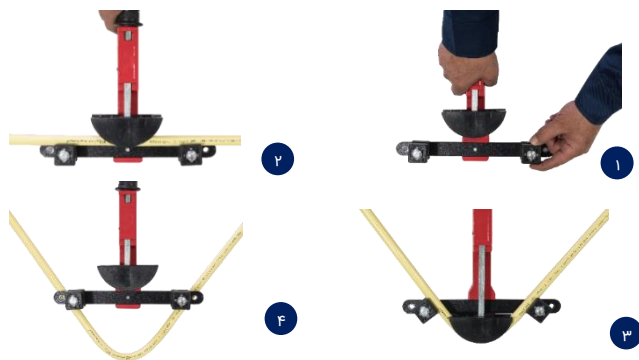
(الف)

شکل ۱۳-۱ (الف) خم‌کن هیدرولیکی و (ب) خم‌کن دستی

#### ❖ روش خم کردن لوله با استفاده از خم‌کن دستی

- فک کمانی متحرک و دو فک چرخان باید با توجه به سایز لوله انتخاب شود.
- لوله در دهانه فک متحرک دستگاه قرار داده شود.
- با وارد نمودن فشار بر دسته دستگاه، فک متحرک به سمت جلو حرکت می‌کند.
- لوله با قرار گرفتن میان فک‌های دستگاه به راحتی خم می‌شود.
- با کشیدن دسته متحرک در خلاف جهت قبلی، لوله آزاد شده و از دستگاه خارج می‌شود.

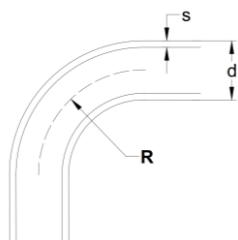
در شکل ۱۴-۱ نحوه کار با خم‌کن دستی نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۱ مراحل خم کردن لوله با استفاده از خم‌کن دستی

### ۴-۲-۱ شعاع خم مجاز لوله پنج لایه

در جدول ۱-۱ حداقل شعاع خم مجاز برای هر کدام از روش‌های مذکور متناسب با سایز لوله آورده شده است. در شکل ۱-۱۵،  $d$  قطر خارجی لوله،  $s$  ضخامت جداره لوله و  $R$  شعاع خم را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵-۱ شعاع خم لوله

جدول ۱-۱ حداقل شعاع خم متناسب با سایزهای مختلف لوله

d سایز لوله (mm)				R میزان شعاع خم (mm)
۳۲	۲۵	۲۰	۱۶	
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۸۰	حداقل شعاع خم با دست ( $5d$ )
۱۲۸	۱۰۰	۸۰	۶۴	حداقل شعاع خم با فنر ( $4d$ )
۱۲۶	۸۵	۷۶	۵۶	حداقل شعاع خم با خم‌کن

## ۵-۲-۱ کالیبراتور

کالیبراتور (برقو) یکی از اجزای اصلی اجرای سیستم لوله‌کشی پنج لایه است که به دو صورت تک سر با بدنه فلزی و سه سر (سه پره‌ای) با بدنه پلاستیکی عرضه می‌شود. کالیبراتورهای سه پره‌ای، برای کالیبره نمودن لوله‌ها با سایزهای ۱۶، ۲۰ و ۲۵ یا با سایزهای ۲۰، ۲۵ و ۳۲ مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کالیبراتورها که در شکل ۱-۱۶ نشان داده شده‌اند، به سه منظور استفاده می‌شوند:

اول: هنگامی که لوله توسط قیچی بریده شود، ممکن است سطح مقطع لوله از حالت دایره خارج شده و نتوان از آن استفاده نمود (گاهی سطح مقطع به شکل بیضی درآمده یا گوشه‌دار و تیز می‌شود). استفاده از کالیبراتور سبب می‌شود سطح مقطع لوله گرد شده و اتصال راحت‌تر داخل لوله فرو رود.

دوم: به دلیل وجود تیغه برشی در انتهای کالیبراتور، با چرخش آن (در جهت ساعت‌گرد یا خلاف آن) و فشار دست، پخ ۴۵ درجه بر روی لبه لوله (از سمت داخل و خارج) ایجاد می‌شود. با این کار اتصال به راحتی و به اندازه مورد نیاز داخل لوله قرار گیرد.

سوم: قطر کالیبراتور از قطر داخلی لوله کمی بیشتر است و استفاده از آن باعث می‌شود ابتدای لوله کمی گشاد شود. بنابراین با استفاده از کالیبراتور و روان کننده در زمان جا زدن اتصال درون لوله، اورینگ اتصال از جای خود خارج نمی‌شود و اتصال به اندازه مورد نیاز داخل لوله فرو می‌رود.



(ب)

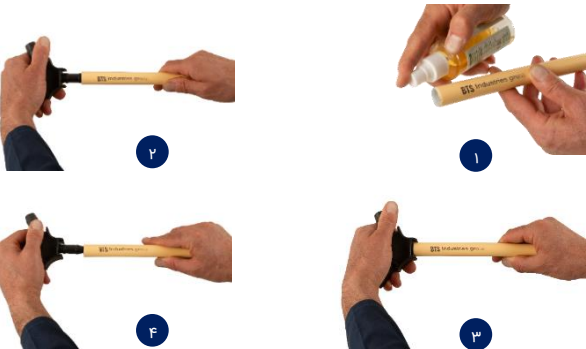


(الف)

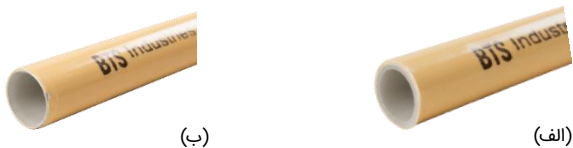
شکل ۱-۱۶ الف) کالیبراتورهای تک سر و ب) کالیبراتورهای سه سر

• روش کالیبره کردن لوله

در ابتدا باید کالیبراتور متناسب با سایز لوله انتخاب شود. سر کالیبراتور را به مایع روان کننده آغشته کرده (مایع روان کننده می‌تواند صابون مایع، شامپو یا مایع ظرف‌شویی باشد و هرگز نباید از انواع روغن و گریس به علت غیربهداشتی بودن آن‌ها استفاده شود)، سپس کالیبراتور به وسیله فشار دست وارد لوله شده و در جهت ساعت‌گرد یا خلاف آن دوران داده شود. زمانی که سطح مقطع لوله به حالت اولیه بازگشت و لبه داخلی و خارجی لوله به صورت کامل پخ زده شد، عمل کالیبره کردن به پایان می‌رسد. پس از آن کالیبراتور باید در جهت معکوس دوران داده و از داخل لوله خارج شود. شکل ۱-۱۷ نحوه کالیبره کردن لوله و شکل ۱-۱۸ لوله قبل و بعد از کالیبره شدن را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۷ نحوه کالیبره کردن لوله پنج لایه BTS و ایجاد پخ در سر لوله



شکل ۱-۱۸ لوله (الف) قبل از کالیبره شدن و (ب) بعد از کالیبره شدن

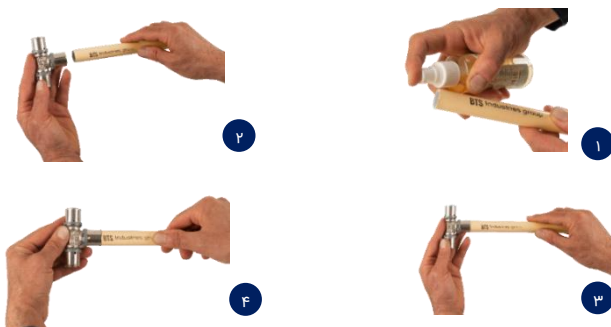
### ۳-۱ نحوه نصب اتصالات به لوله پنج لایه

اتصالات BTS در انواع پرس، کویلی، رزوه‌ای، کلمپی و مدولار تولید می‌شوند که در ادامه مراحل نصب هر کدام از این اتصالات بیان شده است.

#### ۱-۳-۱ اجرای لوله‌کشی با اتصالات پرس

پس از برش لوله به مقدار لازم و کالیبره کردن آن، برای نصب اتصال پرس لوله به لوله، لازم است در ابتدا اتصال و لوله به روان کننده آغشته شوند و سپس اتصال به اندازه‌ای درون لوله هدایت شود که لوله از شیار روی حلقه استیل مشاهده شود (شکل ۱۹-۱). پس از آن اتصال باید به وسیله دستگاه پرس، پرس شود.

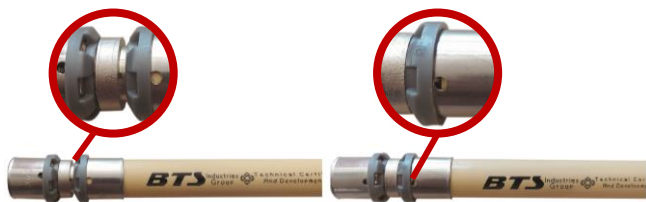
با اسکن QR Code فیلم نحوه اجرای اتصالات پرس BTS را مشاهده کنید.



شکل ۱۹-۱ نحوه اجرای اتصالات پرس

**نکته ۱:** حلقه پلاستیکی نگه‌دارنده و حلقه استیل نباید از اتصال پرس جدا شوند.

در برخی مواقع مجری برای سهولت کار، حلقه پلاستیکی نگه‌دارنده و حلقه استیل را از اتصال جدا می‌کند و بر روی لوله قرار می‌دهد و پس از آن اتصال را درون لوله فرو می‌برد. در این صورت ممکن است اتصال به درستی تا انتها درون لوله قرار نگیرد (شکل ۲۰-۱) و عملیات پرس به درستی انجام نشود (پرس بر روی اورینگ‌ها ایجاد شود).



شکل ۲۰-۱ اجزای غلط اتصالات پرس

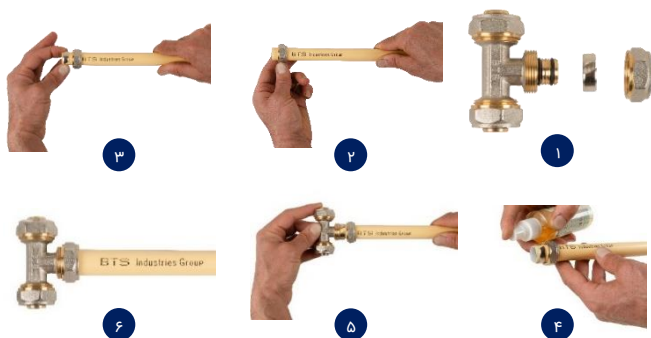
**نکته ۲:** برای اطمینان از پرس شدن صحیح و آب‌بندی کامل اتصالات پرس، باید علاوه بر بررسی چشمی، تست فشار نیز انجام شود.

### ۲-۳-۱ اجرای لوله‌کشی با اتصالات کوپلی

برای نصب اتصال کوپلی به لوله، در ابتدا مهره و حلقه چاک‌دار از اتصال جدا شده و لوله به ترتیب داخل مهره و حلقه چاک‌دار فرو برده می‌شود. پس از آن باید اتصال و لوله به روان کننده آغشته شوند و سپس اتصال داخل لوله فرو برده شود. سپس با نزدیک کردن حلقه چاک‌دار به رزوه، مهره با آچار مناسب به بدنه‌ی اتصال محکم شود. با بسته شدن مهره، حلقه چاک‌دار روی لوله محکم شده و آب‌بندی صورت می‌گیرد. این مراحل در شکل ۲۱-۱ نشان داده شده است.

با اسکن QR Code فیلم نحوه اجرای اتصالات کوپلی BTS را مشاهده کنید.





شکل ۲۱-۱ نحوه اجرای اتصالات کوپلی

### ۳-۳-۱ اجرای لوله‌کشی با اتصالات رزوه‌ای

اتصالات رزوه‌ای به عنوان رابط بین کلکتور، شیرآلات و دیگر اتصالات استفاده می‌شوند. عموماً در این اتصالات از واشر یا اورینگ استفاده نمی‌شود، به همین علت برای آب‌بندی در اتصالات رزوه‌ای باید از نوار با جنس PTFE (نوار تفلون) یا مایع آب‌بند رزوه استفاده کرد.



(ب)



(الف)

شکل ۲۲-۱ (الف) نوار تفلون و (ب) مایع آب‌بند رزوه

### ❖ نکات استفاده از نوار تفلون

- برای آب‌بندی مناسب، نوار تفلون باید به حد کافی دور رزوه پیچیده شود. استفاده کم از نوار تفلون، آب‌بندی را ایجاد نمی‌کند. همچنین استفاده زیاد از آن باعث می‌شود قسمت روپیچ و توپیچ اتصالات به سختی در داخل

یکدیگر قرار گیرند. به صورت تجربی ضخامت نوار تفلون باید به حدی باشد که با فشار دادن ناخن بر روی نوار، رد ناخن روی نوار پیچیده شده باقی بماند.

- نوار تفلون باید به صورت ساعتگرد و محکم بر روی رزوه پیچیده شود تا در هنگام سفت کردن اتصالات باز نشود.
- نوار تفلون باید به صورت صاف و یکنواخت در سراسر رزوه پیچیده شود و نباید دچار تابیدگی و گره شود.
- نوار تفلون نباید در قسمت سر اتصال جمع شود، زیرا این کار باعث مسدود شدن مسیر حرکت آب و کاهش دبی عبوری می‌شود.

#### ❖ نکات استفاده از مایع آب‌بند رزوه

- حداقل دو رزوه ابتدای اتصال باید به مایع آب‌بند آغشته شوند.
- برای آب‌بند شدن دو اتصال، الزامی به استفاده از آچار برای محکم کردن آن‌ها نیست و می‌توان اتصال را تا حد مورد نظر سفت نمود.
- مایع آب‌بند رزوه در دو مدل قفل شونده و باز شونده موجود است. در صورتی که از مدل قفل شونده استفاده شود، با سشوار صنعتی دمای قطعه باید به بالای  $250^{\circ}\text{C}$  برسد و پس از آن در صوذت نیاز با استفاده از ابزار مناسب می‌توان دو اتصال را از یکدیگر باز نمود. در مدل بازشونده با اعمال کمی فشار توسط ابزار می‌توان دو قطعه را باز نمود.
- برای قطعاتی که نیاز به تعویض دارند (مانند شیر یک‌طرفه) توصیه می‌شود از نوار تفلون جهت سهولت در باز شدن استفاده شود.
- پس از بستن اتصالات باید کمی صبر کرد تا آب‌بندی ایجاد شود و نباید بلافاصله جریان آب را در اتصالات برقرار نمود. اما در صورت استفاده از نوار تفلون می‌توان بس از محکم نمودن اتصالات جریان آب را برقرار نمود.

#### ۴-۳-۱ اجرای لوله‌کشی با اتصالات کلمپی

پس از کالیبره کردن لوله، اتصال کلمپی و لوله باید به مایع روان کننده آغشته شوند. سپس قسمت سرشیلنگی درون لوله فرو می‌رود و قسمت حلقه کلمپی روی لوله قرار می‌گیرد. با محکم کردن پیچ و مهره تعبیه شده

بر روی قسمت کلمپی، شیر ایجاد شده در این قسمت جمع شده و لوله را محکم بر روی سرشیلنگی نگه می‌دارد. در این حالت اورینگ‌های EPDM که بین لوله و سرشیلنگی قرار دارند فشرده شده و موجب آب‌بندی کامل بین اتصال و لوله می‌شوند. در شکل ۱-۲۳ نحوه کار با اتصالات کلمپی BTS نشان داده شده است.

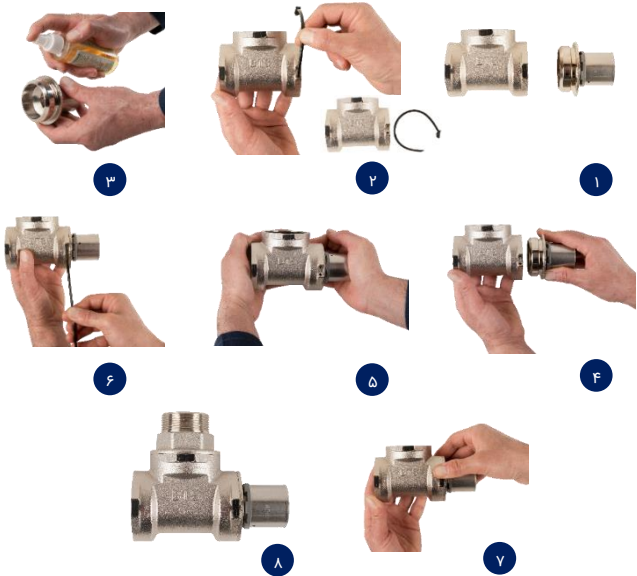


شکل ۱-۲۳ نحوه اجرای اتصالات کلمپی

### ۱-۳-۵ اجرای لوله‌کشی با اتصالات مدولار

اتصالات مدولار BTS از یک بخش مرکزی شامل بوشن، زانو، زانو ۴۵، سه‌راهی و واسط مدولار و بخش دیگر که شامل رابط‌های پرسی، کلمپی، روپیچ و توپیچ در سایزهای مختلف هستند تشکیل شده‌اند. با ترکیب بخش مرکزی و رابط‌ها می‌توان انواع اتصالات پرسی، کلمپی و رزوه‌ای (روپیچ و توپیچ) را در سایزهای متنوع ایجاد کرد. برای اتصال رابط به بخش مرکزی کافی است تسمه نگه‌دارنده را از اتصال جدا کرده و سپس رابط درون اتصال جا زده شود. اورینگ تعبیه شده در داخل بخش مرکزی سبب آب‌بندی اتصالات می‌شود. در انتها نیز با قرار دادن تسمه در جای خود پیوند بین دو اتصال محکم می‌شود. نحوه اتصال لوله پنج لایه به این نوع اتصالات به صورت پرسی یا کلمپی است. در شکل ۱-۲۴ نحوه کار با اتصالات مدولار BTS نشان داده شده است.

با اسکن QR Code فیلم نحوه اجرای  
اتصالات مدولار BTS را مشاهده کنید.



شکل ۲۴-۱ نحوه اجرای اتصالات مدولار

#### ۴-۱ نکات اجرایی سیستم‌های لوله‌کشی پنج لایه

- پیش از آغاز کار، مکان اجرای سیستم لوله‌کشی باید پاک‌سازی و عاری از نخاله ساختمانی شود.
- اجرای سیستم لوله‌کشی باید تا حد امکان مطابق با نقشه‌های طراحی شده باشد.
- لوله‌کشی باید در مسیرهایی اجرا شود که در اطراف لوله‌ها و دیگر اجزا فضای لازم برای تعمیر، تعویض و کار با ابزار عادی وجود داشته باشد.

- در هنگام اجرای لوله‌کشی باید از آسیب رسیدن به لوله‌ها به دلیل وجود مصالح ساختمانی و اجسام تیز و برنده در محل جلوگیری شود.
- مسیر لوله‌کشی باید به گونه‌ای انتخاب شود که در صورت نیاز به تعمیر لوله، به مصالح و لوازم بهداشتی آسیب وارد نشود (به عنوان مثال لوله از زیر سنگ توالت یا زبردوشی عبور نکند).
- مسیر لوله‌کشی تا حد امکان باید کوتاه‌ترین مسیر و کمترین تغییر جهت را داشته باشد.
- باید سعی شود مسیر لوله‌ها عمود یا موازی با دیوارهای ساختمان باشد.
- حرکت لوله به صورت افقی روی دیوار به علت امکان سوراخ شدن لوله در حین نصب سائز تجهیزات (مانند کابینت) به هیچ وجه مجاز نیست (شکل ۱-۲۵).



شکل ۱-۲۵ اجرای غلط - حرکت لوله به صورت افقی بر روی دیوار

- لوله‌ها نباید از داخل دودکش، کانال هوا، چاهک آسانسور و اتاق برق عبور کنند.
- برای عبور لوله‌ها نباید ستون و دیوار برشی تخریب شوند.
- لوله‌ها باید تا حد امکان نزدیک دیوارها و تیغه‌ها با رعایت فاصله حداقل ۱۰ cm قرار گیرند (شکل ۱-۲۶).
- تغییر در زاویه حرکت لوله‌های خوابانده شده در کف به منظور حفظ امتداد حرکت در کنار دیوارها باید طبق دستور مهندس ناظر انجام شود.



شکل ۲۶-۱ عبور لوله‌ها از نزدیکی دیوار (با رعایت حداقل فاصله مجاز از دیوار)

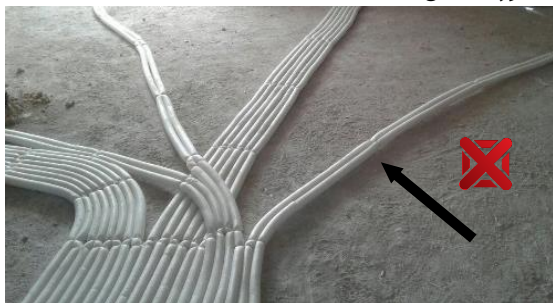
- لوله‌های مربوط به هر بخش (سرویس بهداشتی، حمام، آشپزخانه و غیره) بهتر است در صورت طولانی نشدن لوله از ورودی آن بخش عبور کنند (شکل ۲۷-۱).
- لوله‌ها باید تا حد امکان به صورت موازی با یکدیگر قرار گیرند.



شکل ۲۷-۱ عبور صحیح لوله از ورودی یک بخش

- بهتر است لوله‌ها تا حد امکان از روی یکدیگر عبور نکنند. زیرا این امر باعث افزایش ضخامت کف‌سازی ساختمان، سخت شدن تعمیرات احتمالی و همچنین در صورت عدم استفاده از عایق حرارتی باعث اتلاف حرارتی و تغییر دمای آب می‌شود.
- در برخی مواقع برای کاهش مصرف ملات و جلوگیری از افزایش ضخامت دیوار در حین نازک‌کاری و همچنین کاهش بار ساختمان، برای قرارگیری لوله در دیوار، مسیر لوله با دستگاه شیار زن شیار زنی می‌شود.

• به منظور مسیریابی آسان تر برای تعمیرات احتمالی، عبور لوله‌ها به صورت مورب در ساختمان مجاز نیست و زاویه مورد استفاده در سیستم‌های لوله‌کشی ۹۰ درجه است. در صورت عدم امکان رعایت این زاویه، ادامه کار باید طبق دستور مهندس ناظر انجام شود. در شکل ۲۸-۱ عبور غیر مجاز لوله به صورت مورب نشان داده شده است.



شکل ۲۸-۱ اجرای غلط - عبور لوله‌ها به صورت مورب

- حرکت لوله به صورت عمودی از سقف به کف و بالعکس بهتر است در گوشه‌ی دیوار انجام شود.
- در صورتی که لوله‌ها روی دیوار یا سقف اجرا شوند، باید لوله‌ها با استفاده از غلاف‌های فلزی محافظت شوند. این غلاف‌ها باید به گونه‌ای کار گذاشته شود که برای عبور لوله‌ها مشکلی ایجاد نکنند.
- برای نگهداری لوله در اجراهای زیر سقفی و یا عمودی بر روی دیوار و همچنین کنترل انبساط طولی لوله، باید از بست با فاصله مناسب استفاده شود (شکل ۲۹-۱).



شکل ۲۹-۱ استفاده از بست مناسب برای نگهداری لوله

• برای ثابت نگه‌داشتن لوله بر روی دیوار در ارتفاع کم، از بست‌های پلاستیکی که به صورت تکی و دوقلو موجود هستند استفاده می‌شود (شکل ۱-۳۰). در این بست‌ها لوله با اعمال فشار کم وارد بست نگه‌دارنده می‌شود. در صورت موجود نبودن این نوع بست، می‌توان از بست‌های کمربندی پلاستیکی استفاده نمود. استفاده از سیم‌های فلزی برای ثابت نگه‌داشتن لوله مجاز نیست.



(ب)



(الف)

شکل ۱-۳۰ الف) بست لوله ب) بست لوله دوقلو لوله

• فاصله بین بست‌ها در سایزهای مختلف لوله باید مطابق با جدول ۱-۲ و شکل ۱-۳۱ رعایت شود.

جدول ۱-۲ فاصله بین بست‌ها برای سایز مختلف لوله

حداکثر فاصله مجاز بین بست‌ها S		وزن هر متر لوله با آب در دمای ۱۰°C	سایز لوله
عمودی (m)	افقی (m)		
۱/۶۰	۱/۲۰	۲۲۰	۱۶
۱/۷۰	۱/۳۰	۳۵۱	۲۰
۲	۱/۵۰	۵۳۴	۲۵
۲/۱۰	۱/۶۰	۸۵۱	۳۲
۲/۲۰	۱/۷۰	۱۳۲۸	۴۰
۲/۵۰	۲	۲۰۴۸	۵۰
۲/۸۰	۲/۲۰	۳۲۹۲	۶۳



شکل ۱-۳۱ حداکثر فاصله مجاز بین بست‌ها

• فاصله بین لوله‌ها باید به گونه‌ای در نظر گرفته شود که مسئله‌ی تبادل حرارت بین آن‌ها، امکان عایق‌کاری و دسترسی به هر کدام از لوله‌ها جهت تعمیرات یا موارد مشابه (مانند اضافه کردن انشعاب و غیره) وجود داشته باشد.

• لوله‌هایی که در محوطه خارج ساختمان یا امتداد دیوارهای خارجی ساختمان نصب می‌شوند، باید در برابر یخ‌زدگی در فصل سرد و همچنین در برابر فشارها و نیروهای خارجی محافظت شوند.

• برای جلوگیری از صدمه دیدن لوله‌ها حین اجرا و قبل از پوشاندن آن‌ها با ملات، بهتر است از فوم‌های جاذب ضربه استفاده شود (شکل ۱-۳۲).

• در مواردی که لوله در معرض مستقیم نور خورشید قرار دارد، نیاز است از پوشش محافظ مقاوم در برابر نور خورشید استفاده شود. فوم‌های جاذب ضربه در برابر نور خورشید مقاوم نیستند.

• برای جلوگیری از هدر رفت حرارتی در لوله‌کشی آب گرم بهداشتی، رادیاتور و فن کوئل بهتر است از عایق‌های حرارتی مانند عایق الاستومری استفاده شود (شکل ۱-۳۲).



شکل ۱-۳۲ استفاده از عایق حرارتی (الاستومری) و فوم جاذب ضربه

• در مکان‌هایی که به عایق‌کاری رطوبتی (قیروگونی یا ایزوگام) نیاز است، باید از لوله‌ها و فوم آن‌ها در برابر شعله محافظت شود.

• برای لوله‌کشی و باز کردن رول لوله به خصوص برای مسیرهایی که طول لوله زیاد است، توصیه می‌شود از رول باز کن‌های افقی یا عمودی BTS جهت سهولت کار، افزایش سرعت اجرا و جلوگیری از آسیب دیدن و تاب خوردگی لوله استفاده شود. در شکل ۳۳-۱ رول باز کن‌های افقی و عمودی نشان داده شده است.



رول باز کن عمودی



رول باز کن افقی

شکل ۳۳-۱ رول باز کن‌های افقی و عمودی BTS

با اسکن QR Code فیلم‌های آشنایی با رول باز کن عمودی BTS را مشاهده کنید.



با اسکن QR Code فیلم‌های آشنایی با رول باز کن افقی BTS را مشاهده کنید.



• برای برش لوله پنج لایه BTS باید از قیچی لوله‌بر مخصوص استفاده شود. در زمان برش لوله، قیچی باید عمود بر محور لوله باشد (شکل ۳۴-۱).  
 • در سیستم لوله‌کشی نباید از لوله دو پهن شده استفاده نمود زیرا پس از مدتی لوله تحت فشار می‌شکند. معمولاً دو پهن شدن لوله زمانی رخ می‌دهد که لوله به وسیله دست خم شده باشد یا پس از برش لوله با قیچی از کالیبراتور استفاده نشده باشد (شکل ۳۵-۱).



شکل ۳۵-۱ دو پهن شدن لوله در اثر برش غلط



شکل ۳۴-۱ قیچی لوله بر مخصوص لوله پنج لایه

- توصیه می‌شود خم کردن لوله‌ها با استفاده از خم‌کن یا فنر انجام شود. بدین ترتیب شعاع خم بر اساس مقادیر مجاز تعیین شده در جدول ۲-۱ اجرا می‌شود.
- تا حد امکان از خم کردن لوله به وسیله دست خودداری شود. در شکل ۳۶-۱ اجرا صحیح و غلط خم لوله با دست نشان داده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۳۶-۱ (الف) اجرای خم صحیح با دست (ب) اجرای خم غلط با دست

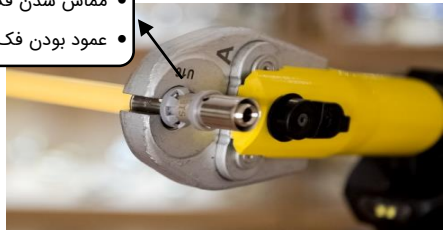
- اتصالات گالوانیزه نباید در کنار اتصالات برنجی استفاده شوند زیرا این عمل باعث ایجاد خوردگی بین اتصالات می‌شود. از طرف دیگر به علت عدم تطابق صحیح بین دنده‌های اتصالات برنجی و گالوانیزه عمل آب‌بندی به‌خوبی صورت نمی‌گیرد (شکل ۳۷-۱).



شکل ۳۷-۱ اجرای غلط استفاده از اتصالات گالوانیزه در کنار اتصالات برنجی

- در اتصالات پرسی، قبل از انجام عملیات پرس باید فک دستگاه بر روی لوله عمود باشد و از چسبیدن فک به قطعه پلاستیکی اطمینان حاصل شود (شکل ۳۸-۱).

- مماس شدن فک پرس به حلقه پلاستیکی
- عمود بودن فک پرس بر لوله هنگام پرس



شکل ۳۸-۱ نحوه صحیح اجرای پرس

- استفاده از آچارهایی نظیر لوله‌گیر یا شلاقی برای سفت کردن اتصالات کوپلی و رزوه‌ای مجاز نیست و بهتر است از آچار فرانسه یا تخت استفاده شود.
- اتصالات دیواری باید بر روی دیوار به صورت تراز و عمود نصب شوند.
- در سیستم‌های لوله‌کشی اعمال وزن بر روی لوله مجاز نیست. از این رو در مکان‌هایی که وزن خارجی بر روی لوله اعمال می‌شود (مانند مکان نصب شیرآلات بهداشتی)، باید از اتصالات دیواری همراه با صفحه نصب یا اتصالات صفحه‌دار استفاده شود (شکل ۳۹-۱).



(ب)



(الف)

شکل ۱-۳۹ الف) استفاده از صفحه نصب (صفحه باید به دیوار متصل شود)، ب) اجرای غلط به دلیل عدم استفاده از صفحه نصب، اعمال وزن بر روی لوله و همچنین استفاده از میخ و سیم فلزی به جای بست

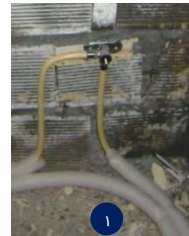
برای نصب اتصالاتی چون زانو دیواری، سه‌راه دیواری یا سه‌راه دیواری ۹۰ به دیوار باید از صفحه نصب استفاده کرد. صفحه نصب بسته به محل کاربرد آن دارای ابعاد و شکل‌های متفاوت است:

- صفحه نصب  $63\text{mm}$  (صفحه نصب تک): برای نصب یک اتصال (مانند شیر سیفون، شیر حیاطی، شیر یخچال و شیر تراس) استفاده می‌شود.
- صفحه نصب  $153\text{mm}$  (صفحه نصب دوبل): برای نصب دو اتصال (مانند شیر مخلوط، شیر دوش و شیر آبگرم کن) استفاده می‌شود.
- صفحه نصب  $280\text{mm}$  (صفحه نصب دوبل): برای نصب دو اتصال در محلی که لوله فاضلاب از زیر صفحه عبور نمی‌کند (مانند ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی و غیره) استفاده می‌شود.
- صفحه نصب  $500\text{mm}$  (صفحه نصب رادیاتوری): برای نصب دو اتصال لوله آب رفت و برگشت رادیاتور و حوله خشک‌کن استفاده می‌شود.
- صفحه نصب قوس‌دار: برای نصب دو اتصال به دیوار در محلی که لوله فاضلاب از زیر صفحه نصب عبور می‌کند (مانند سینک، روشویی، ماشین لباسشویی و ماشین ظرفشویی) استفاده می‌شود. ابعاد صفحه نصب قوس‌دار  $280\text{mm}$  است.

• صفحه نصب زیر پکیج: این صفحه برای نصب اتصالات زیر پکیج استفاده می‌شود و دارای ۴ محل برای نصب اتصالات شامل ۲ اتصال برای آب سرد و گرم بهداشتی و ۲ اتصال برای آب سرد و گرم سیستم گرمایش است. در شکل ۱-۴۰ انواع صفحه نصب و در شکل ۱-۴۱ کاربرد صحیح آن‌ها نشان داده شده است.



شکل ۱-۴۰: الف) صفحه نصب تک، ب) صفحه نصب دو اتصال (۱۵۳mm ، ۲۸۰ و ۵۰۰)، ج) صفحه نصب قوس‌دار، د) صفحه نصب زیر پکیج

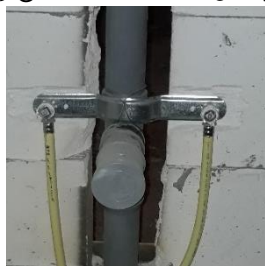


شکل ۱-۴۱: استفاده صحیح از صفحه نصب (۱) صفحه نصب ۶۳ mm (شیر تکی)، (۲) صفحه نصب ۱۵۳ mm (شیر مخلوط)، (۳) صفحه نصب ۲۸۰ mm (روشویی)، (۴) صفحه نصب قوس‌دار، (۵) صفحه نصب ۵۰۰ mm (حواله خشک‌کن) و (۶) صفحه نصب زیر پکیج

- برای مصرف کننده‌هایی که دارای دو خروجی سرد و گرم هستند، لوله آب گرم باید در سمت چپ و لوله آب سرد در سمت راست وصل شود.
- برای نصب لوله به اتصال باید از صفحه نصب متناسب با کاربری و با رعایت فاصله صحیح استفاده شود.
- برای مصرف کننده‌هایی که دارای دو خروجی سرد و گرم هستند نمی‌توان از ۲ عدد صفحه نصب تک استفاده نمود. استفاده از دو صفحه نصب تک باعث می‌شود فاصله بین دو خروجی صحیح یا در یک راستا نباشد و در زمان اتصال شیرآلات به این خروجی‌ها مشکل ایجاد شود. در شکل ۱-۴۲ و در شکل ۱-۴۳ استفاده صحیح و غلط از صفحه نصب نشان داده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۱-۴۲ الف) استفاده صحیح از صفحه نصب و رعایت فاصله استاندارد بین مصرف کننده‌های سرد و گرم ب) استفاده غلط از صفحه نصب و عدم رعایت فاصله استاندارد بین مصرف کننده‌های گرم و سرد



(ب)



(الف)

شکل ۱-۴۳ الف) اجرای غلط الف) لوله‌کشی در صفحه نصب قوس‌دار و عبور لوله به صورت افقی ب) استفاده غلط از صفحه نصب ساده به جای صفحه نصب قوس‌دار

- کلکتور و اتصالات متصل به آن باید در محفظه‌ای به نام جعبه کلکتور قرار گیرند. کلکتورها درون جعبه کلکتور توسط پایه و بست کلکتور ثابت نگه داشته می‌شوند.
- جعبه کلکتور باید مطابق با نقشه و در محلی که طراح در نظر گرفته است نصب شود.
- جعبه کلکتور باید در دسترس باشد و از نظر زیبایی دکوراسیون نیز به مکان نصب آن توجه شود.
- جعبه کلکتور تا حد امکان باید به دستگاه پکیج نزدیک باشد و به دلیل احتمال یخ زدگی در فصل سرما و همچنین افزایش اتلاف حرارتی، در فضای باز مانند تراس اجرا نشود.
- در صورت اجرای جعبه کلکتور بر روی دیوار خارجی (دیوار در تماس با هوای آزاد) یا در فضای باز (مانند تراس) باید از عایق‌های حرارتی و رطوبتی مناسب برای بدنه جعبه کلکتور و همچنین لوله‌ها استفاده شود.
- ابعاد جعبه کلکتور باید با توجه به سایز کلکتور، تعداد انشعابات و شیرآلات متصل به آن و همچنین فضای کافی برای کار با دست انتخاب شود.
- فاصله زیر جعبه کلکتور تا کف ساختمان باید  $15-20\text{cm}$  باشد.
- جعبه کلکتور باید به صورت تراز نصب شود. با قرار دادن مصالح ساختمانی در زیر جعبه و به کمک پایه‌های تنظیم جعبه می‌توان جعبه کلکتور را تراز و آن را در جای خود محکم نمود.
- برای راحتی انجام کار بهتر است قبل از نصب جعبه کلکتور بر روی دیوار، کلکتورها، اتصالات و شیرآلات به یکدیگر متصل و آب‌بند شوند و بعد از آن درون جعبه کلکتور نصب شوند.
- شیرآلات باید به صورت عمود و تراز بر روی کلکتورها نصب شوند.
- در شکل ۴۴-۱ نمونه‌هایی از اجرای جعبه کلکتور به همراه تجهیزات آن نشان داده شده است.
- برای تجهیزاتی که نیاز به تعمیر دوره‌ای یا تعویض دارند (مانند شیر یک‌طرفه)، بهتر است از مهره‌ماسوره استفاده شود تا به راحتی از مجموعه جدا شوند.



(ب)



(الف)

شکل ۴۴-۱ نمونه اجرا شده کلکتورها (الف) سیستم آبرسانی بهداشتی (ب) سیستم گرمایش رادیاتور

• برای استفاده از درپوش در سیستم آبرسانی یا گرمایش رادیاتور لازم است به رنگ آن‌ها توجه شود. درپوش‌های قرمز رنگ برای آب گرم بهداشتی و ورود آب به رادیاتورها و درپوش‌های آبی رنگ برای آب سرد بهداشتی یا برگشت آب از رادیاتورها استفاده می‌شوند. معمولاً استفاده از این درپوش‌ها به دلیل اینکه دارای اورینگ هستند و با فشار دست آب‌بندی می‌شوند و همچنین در مرحله نازک‌کاری داخل کار نمی‌مانند، توصیه می‌شود. شکل ۴۵-۱ استفاده درست و نادرست از این درپوش‌ها نشان داده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۴۵-۱ (الف) استفاده صحیح از درپوش قرمز برای خروجی آب گرم و درپوش آبی برای خروجی آب سرد (ب) استفاده غلط از درپوش قرمز برای خروجی آب سرد

• محکم بودن و عدم نشتی درپوش‌ها در تست فشار و پس از آن باید حتماً بررسی شود زیرا تا زمان استفاده از ساختمان و بستن شیرآلات و رادیاتورها این درپوش‌ها باید آب‌بند باشند.

- در پایان اجرای لوله‌کشی باید نقشه اجرا شده (As-Built) تهیه شود تا در مواقع ضروری به آن مراجعه شود.
- پس از اجرای لوله‌کشی، تست و تأیید مهندس ناظر، مسیر لوله‌کشی باید با استفاده از ملات سبک پوشانده شود تا از هرگونه آسیب دیدگی جلوگیری شود (شکل ۴۶-۱).



شکل ۴۶-۱ پوشاندن لوله‌ها با ملات پس از اتمام تست و تأیید مهندس ناظر برای جلوگیری از آسیب دیدگی

### ۵-۱ تست فشار با آب در سیستم لوله‌کشی BTS

تست فشار با آب در سیستم لوله‌کشی BTS مطابق با استاندارد DIN ۱۹۸۸-۲ و DIN EN ۸۰۶-۴/Part ۲ و با در نظر گرفتن الزامات بیان شده در مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم (ویرایش چهارم) باید اجرا شود

#### ۱-۵-۱ راه‌اندازی سیستم تست فشار با آب

۱- پیش از اجرای تست، باید از نصب صحیح تمامی اتصالات (پرس صحیح اتصالات پرسی و محکم بودن اتصالات کوپلی، کلمپی، مدولار و رزوه‌ای) اطمینان حاصل شود. همچنین درپوش‌ها باید به صورت صحیح نصب شده باشند.

۲- در اجرای تست فشار، باید از فشارسنج با حداقل دقت  $0.1\text{bar}$  و محدوده فشار  $0$  تا  $2.0\text{bar}$  حداقل استفاده شود.

۳- فشارسنج باید در پایین‌ترین نقطه سیستم نصب شود و دارای یک شیر قطع و وصل به‌منظور جدا کردن پمپ از سیستم باشد.

۴- برای هر واحد ساختمان، تست فشار باید به صورت مجزا انجام شود.  
 ۵- کلیه مخازن، اتصالات و تجهیزات نظیر شیر اطمینان در صورتی که برای تست فشار مناسب نباشند، باید در هنگام اجرای تست فشار از سیستم جدا شوند.

۶- قبل از ایجاد فشار در سیستم به منظور جلوگیری از خطا باید سیستم خالی از هوا شود. بنابراین باید سیستم را با آب تمیز پر نموده و همزمان با استفاده از شیر هواگیری، هوای سیستم خارج شود. توجه شود که در حین این فرآیند نباید هیچ مسیری بسته باشد و سیستم به طور کامل باید خالی از هوا شود.

۷- برای پر کردن و انجام تست فشار در سیستم‌های آبرسانی و گرمایشی به صورت همزمان نیاز است در زیر پکیج، لوله آب سرد بهداشتی به لوله رفت سیستم گرمایش، و لوله آب گرم بهداشتی به لوله برگشت سیستم گرمایش متصل شود. همچنین لازم است لوله‌های آب سرد و گرم نیز در یکی از مصرف‌کننده‌ها (به عنوان مثال ظرف شویی) به یکدیگر متصل شوند.  
 ۸- در مدت انجام تست همواره باید بررسی چشمی از مجموعه لوله و اتصالات صورت پذیرد.

۹- دمای آب در حین تست فشار باید با دمای محیط در تعادل باشد.  
 ۱۰- در صورت احتمال یخ‌زدگی سیستم، لوله‌ها باید با عایق حرارتی پوشانده شوند و پس از اجرای تست و بتن‌ریزی آب درون لوله‌ها تخلیه شود.  
 ۱۱- جهت جلوگیری از یخ‌زدگی لوله برای سیستم‌های سرمایشی - گرمایشی می‌توان از ضد یخ‌های مجاز استفاده نمود.

۱۲- در موارد زیر به بخش "تست فشار با گاز در سیستم لوله‌کشی BTS" مراجعه شود:

الف) نیاز به رعایت بیش از حد متعارف بهداشت در برخی از ساختمان‌ها  
 ب) فاصله زمانی زیاد مابین زمان اجرای تأسیسات و زمان بهره‌برداری از آن  
 ج) اجرای تأسیسات در فصول سرد، و احتمال یخ‌زدگی سیستم

## مرحله اول:

فشار اولیه تست باید به میزان  $5\text{bar}$  بیشتر از فشار کاری سیستم در نظر گرفته شود. با توجه به اینکه در سیستم لوله‌کشی پنج لایه رده کاربری ۵ حداکثر فشار کاری  $10\text{bar}$  است، از این رو حداکثر فشار تست باید  $15\text{bar}$  باشد.

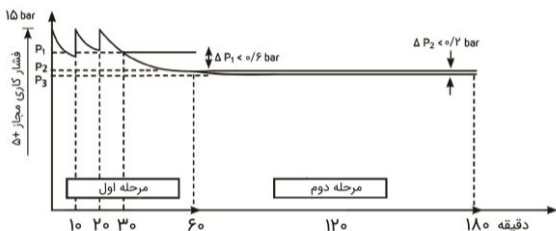
$$15\text{bar} \leq 5\text{bar} + 10\text{bar} \text{ (حداکثر فشار کاری مجاز) = فشار تست}$$

- اعمال فشار اولیه تست به سیستم لوله‌کشی
- تجدید فشار به فشار اولیه تست پس از گذشت ۱۰ دقیقه از شروع تست
- تجدید فشار به فشار اولیه تست پس از گذشت ۲۰ دقیقه از شروع تست
- ثبت فشار پس از گذشت ۳۰ دقیقه از شروع تست ( $P_1$ )
- حفظ سیستم بدون ایجاد تغییر در فشار به مدت ۳۰ دقیقه (در فاصله زمانی ۳۰ تا ۶۰ دقیقه پس از شروع تست)
- ثبت فشار پس از گذشت ۶۰ دقیقه از شروع تست ( $P_2$ )
- اندازه‌گیری افت فشار ( $\Delta P_1 = P_1 - P_2$ ) افت فشار در این محدوده زمانی نباید بیشتر از  $0.6\text{bar}$  باشد.

## مرحله دوم:

- حفظ سیستم بدون ایجاد تغییر در فشار پس از مرحله اول، به مدت ۲ ساعت
- ثبت فشار پس از گذشت ۲ ساعت از ابتدای مرحله دوم ( $P_3$ ) (۱۸۰ دقیقه پس از شروع تست)
- اندازه‌گیری افت فشار ( $\Delta P_2 = P_2 - P_3$ ) افت فشار در این محدوده زمانی نباید بیشتر از  $0.2\text{bar}$  باشد.

در شکل ۱-۴۷ نمودار تست فشار با آب در سیستم آبرسانی BTS نشان داده شده است.



شکل ۱- ۴۷- نمودار تست فشار با آب در سیستم آبرسانی BTS

### نکات قابل توجه:

- در صورتی که در یکی از مراحل تست، نشتی در سیستم یا افت فشار بیش از حد مجاز مشاهده شود، نقص سیستم باید رفع شده و مجدداً تست انجام شود.
- پس از انجام تست و اطمینان از اجرای صحیح لوله‌کشی بهتر است برای جلوگیری از آسیب رسیدن به لوله‌ها، روی آن‌ها با ملات سبک پوشانده شود. پس از اتمام این مرحله پیشنهاد می‌شود تست فشار مجدداً انجام شود.
- اگر تست فشار در فصل سرما انجام می‌شود بهتر است از محلول آب نمک برای تقلیل دمای انجماد آب داخل سیستم استفاده شود و در پایان سیستم کاملاً خالی از آب شود. در این شرایط از یخ‌زدگی آب داخل لوله قبل از پوشش کامل آن جلوگیری می‌شود.
- افزودن اتصال جدید بعد از تست فشار مجاز نیست.
- فشار اعمالی در ابتدای تست فشار برای کلیه لوله‌های پنج لایه، بیش از ۱۵bar مجاز نیست.
- در سیستم گرمایش از کف فلومتر دار تست فشار نباید بیش از ۶bar شود.
- در صورتی که بعد از تست و نظارت سیستم توسط مهندس ناظر، در زمان بتن‌ریزی آسیبی به سیستم لوله‌کشی وارد شود و پس از بررسی کارشناس مشخص گردد که آسیب در زمان بتن‌ریزی وارد شده است، گروه صنایع BTS هیچ گونه مسئولیتی در قبال آسیب وارده نخواهد داشت.
- در هنگام بتن‌ریزی، سیستم باید تحت فشار آب به مقدار ۳bar قرار گیرد.

## ۶-۱ تست فشار با گاز متراکم در سیستم لوله‌کشی BTS

تست فشار با گاز متراکم در سیستم لوله‌کشی BTS مطابق با استاندارد DIN ۱۸۳۸۰ است. در صورت اجرای تست فشار با گاز متراکم، باید پیش از بهره‌برداری سیستم، تست فشار مجدداً با آب انجام شود. توصیه می‌شود تست فشار با گاز متراکم فقط در موارد زیر انجام پذیرد:

- ۱- نیاز به رعایت بیش از حد متعارف بهداشت در برخی از ساختمان‌ها مانند مراکز بهداشتی و بیمارستان‌ها
- ۲- فاصله زمانی زیاد مابین زمان اجرای تأسیسات آبرسانی و سرمایشی گرمایشی، و زمان بهره‌برداری از آن به‌منظور جلوگیری از راکد ماندن آب
- ۳- اجرای تأسیسات آبرسانی و سرمایشی - گرمایشی در فصول سرد، و احتمال یخ زدگی سیستم در صورت استفاده از آب

**توجه:** در صورتی‌که در موارد ۲ و ۳ امکان تخلیه آب از سیستم بعد از تست وجود داشته باشد، تست فشار با گاز متراکم توصیه نمی‌شود.

### ۱-۶-۱ راه‌اندازی سیستم تست فشار با گاز متراکم

- پیش از اجرای تست، با بررسی چشمی باید از صحت اجرای مجموعه لوله و اتصالات اطمینان حاصل شود.
- دقت فشارسنج مورد استفاده در این تست، باید حداقل  $0.1\text{mbar}$  باشد.
- تست فشار به‌وسیله گاز در دو مرحله تست نشتی و تست مقاومت انجام می‌شود. در هر مرحله پس از افزایش فشار به میزان فشار اولیه تست، باید منتظر ماند تا سیستم به تعادل دمایی و شرایط پایدار برسد. در صورت رویت تغییرات فشار در فشارسنج، فشار اولیه تست باید مجدداً تنظیم شود.
- در تست فشار با گاز متراکم، حجم بالای لوله‌ها باعث می‌شود نشتی‌های کوچک با بررسی افت فشار به‌خوبی قابل تشخیص نباشد و تغییرات فشار به‌کندی و بسیار کم باشد. بنابراین توصیه می‌شود سیستم در بخش‌هایی با حجم محدود (حدود ۱۰۰ لیتر) تقسیم‌بندی شده و تست انجام شود.
- سیستم باید به‌وسیله گاز عاری از روغن و آلودگی مانند هوای متراکم، نیتروژن و دی‌اکسید کربن پر شود.

### ۲-۶-۱ تست نشتی

- برای تست نشتی، لازم است فشار سیستم به تدریج به میزان  $150\text{mbar}$  (شکل ۱-۴۸) افزایش یابد.
- مطابق با جدول ۳-۱ و شکل ۱-۴۸ سیستم باید به تعادل دمایی و فشاری برسد.
- در صورت مشاهده تغییرات فشار پس از زمان تعادل، باید فشار تجدید شود.
- پس از آنکه سیستم در فشار تست به تعادل دمایی رسید، مطابق با زمان تعیین شده در جدول ۳-۱ بر اساس حجم لوله، تست نشتی باید انجام شود.
- در انتهای زمان تست نشتی، مجموعه لوله و اتصالات به منظور یافتن نشتی مجدداً باید بررسی شود.
- در صورت یافتن نشتی در سیستم، باید نشتی رفع و مجدداً تست سیستم انجام شود.

جدول ۳-۱ زمان به تعادل رسیدن و تست نشتی به ازای حجم‌های مختلف در سیستم لوله‌کشی

حجم لوله (L)	زمان به تعادل رسیدن (دقیقه)	زمان تست نشتی (دقیقه)
$V < 100$	۱۰	۱۲۰
$100 \leq V < 200$	۳۰	۱۴۰
$200 \leq V$	۶۰	۱۴۰ + ۲۰ دقیقه به ازای هر ۱۰۰ لیتر افزایش حجم

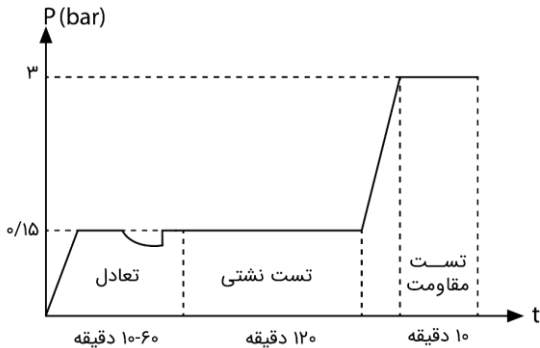
### ۳-۶-۱ تست مقاومت

- بلافاصله پس از پایان تست نشتی، باید فشار تست به تدریج به میزان  $3\text{bar}$  افزایش یابد (شکل ۱-۴۸).
- در صورت مشاهده تغییرات فشار، باید فشار تست مجدداً به میزان  $3\text{bar}$  تنظیم شود.
- به منظور یافتن نشتی، پس از پایان ۱۰ دقیقه زمان تست مقاومت، مجموعه لوله و اتصال باید مجدداً بررسی شود.
- در صورت یافتن نشتی در سیستم، نقص سیستم باید رفع شود و مجدداً سیستم تست شود.

- پس از تست مقاومت، گاز درون سیستم باید به تدریج تخلیه شود.
- در شکل ۴۸-۱ نمودار تست نشتی و مقاومت برای سیستم لوله‌کشی آبرسانی و سرمایشی - گرمایشی نشان داده شده است.
- برای به دست آوردن حجم درون لوله می‌توان از جدول ۴-۱ استفاده نمود.

جدول ۴-۱ راهنمای محاسبه حجم لوله

متر از لوله معادل ۱۰۰L	حجم ۱m لوله	سایز لوله
۸۸۵m	۰/۱۱۳L	۱۶
۴۹۸m	۰/۲۰۱ L	۲۰
۳۱۸m	۰/۳۱۴ L	۲۵
۲۰۴m	۰/۴۹۱ L	۳۲



شکل ۴۸-۱ نمودار تست نشتی و مقاومت سیستم آبرسانی و گرمایشی

فرم تست فشار سیستم لوله‌کشی BTS در شکل ۴۹-۱ آورده شده است.

بسمه تعالی			
		فرم تست سیستم‌های تأسیساتی BTS	
تاریخ:		شماره پرونده:	
کارفرما:		شماره تماس:	
ناظر یا پیمانکار ساختمان:		شماره تماس:	
مجری:		شماره تماس:	
محل اجرا:			
ساختمان . . . . . طبقه . . . . . طبقه‌های . . . . .			
سیستم اجرا و تست شده: <input type="checkbox"/> آبرسانی <input type="checkbox"/> رادیاتور <input type="checkbox"/> فن‌کوئل <input type="checkbox"/> گرمایش از کف			
کلید لوله و اتصالات به کار رفته در سیستم تأسیساتی متعلق به BTS است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
لوله‌کشی مطابق با نقشه تهیه شده در دیارتان آب و انرژی BTS اجرا شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
کلید نکات اجرایی مطابق با دستورالعمل BTS رعایت شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
کلید اقدامات پیش از تست گفته شده در دستورالعمل BTS رعایت شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
تست مطابق با دستورالعمل BTS انجام شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
تست سیستم			
شروع تست (فشار/ نشتی/ مقاومت)	ساعت	فشار تست (bar)	فشار در محدوده مجاز بوده؟
<input type="checkbox"/> عدم‌تأیید		<input type="checkbox"/> تأیید	<input type="checkbox"/> عدم‌تأیید
پایان تست (فشار/ نشتی/ مقاومت)		<input type="checkbox"/> تأیید	<input type="checkbox"/> عدم‌تأیید
بتن‌ریزی		<input type="checkbox"/> تأیید	<input type="checkbox"/> عدم‌تأیید
این قسمت توسط کارفرما تکمیل شود.			
توصیه‌های لازم برای پیش‌گیری از یخ‌زدگی سیستم به شما اعلام شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
اقدامات لازم برای پیش‌گیری از یخ‌زدگی صورت گرفته است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
تخلیه آب سیستم <input type="checkbox"/> تست سیستم با گاز <input type="checkbox"/> ضد یخ (فقط برای سیستم‌های سرمایشی - گرمایشی) <input type="checkbox"/>			
نحوه استفاده از سیستم گرمایش از کف، ترموستات و غیره به شما اعلام شده است.		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
توصیه‌های لازم برای مراقبت از بسته بودن کامل درپوش‌های پلاستیکی بعد از اتمام لوله‌کشی و تست جهت جلوگیری از آسیب و نشتی احتمالی در مراحل بعدی ساخت و ساز به شما اعلام شده است؟		<input type="checkbox"/> بلی	<input type="checkbox"/> خیر
کارفرما - ناظر ساختمان (امضا و تاریخ)		مجری (امضا و تاریخ)	

شکل ۴۹-۱ فرم تست فشار در سیستم لوله‌کشی BTS

## ۷-۱ نمونه اجرای سیستم‌های لوله‌کشی آبرسانی

در شکل ۵۲-۱ تا شکل ۵۵-۱ نمونه اجرای سیستم‌های پمپ‌خانه، موتورخانه، لوله‌کشی آبرسانی بهداشتی، رادیاتور، فن کوئل و جعبه کلکتور نشان داده شده است.



شکل ۵۱-۱ اجرای موتورخانه با محصولات سایز بزرگ BTS



شکل ۵۰-۱ اجرای پمپ‌خانه با محصولات سایز بزرگ، سه راه کلکتور و کلکتور مدولار BTS



شکل ۵۲-۱ اجرای موتورخانه با محصولات سایز بزرگ BTS



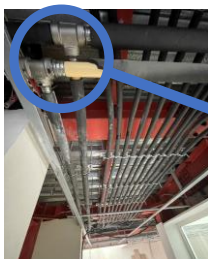
شکل ۵۳-۱ لوله کشی آبرسانی



شکل ۵۵-۱ لوله کشی و نصب اتصالات برای شیرآلات توکار



شکل ۵۴-۱ لوله کشی زیر سقفی با شیرآلات توکار



شکل ۵۶-۱ استفاده از محصولات مدولار BTS



شکل ۵۷-۱ اجرای جعبه کلکتور (استفاده از سه راه کلکتور جهت آبرسانی بهتر در کلکتور با انشعابات زیاد)



شکل ۵۸-۱ جعبه کلکتور BTS



شکل ۵۹-۱ جعبه کلکتور سیستم گرمایش رادیاتور



# ۲ | فصل دوم

نکات اجرایی سیستم  
گرمایش از کف BTS



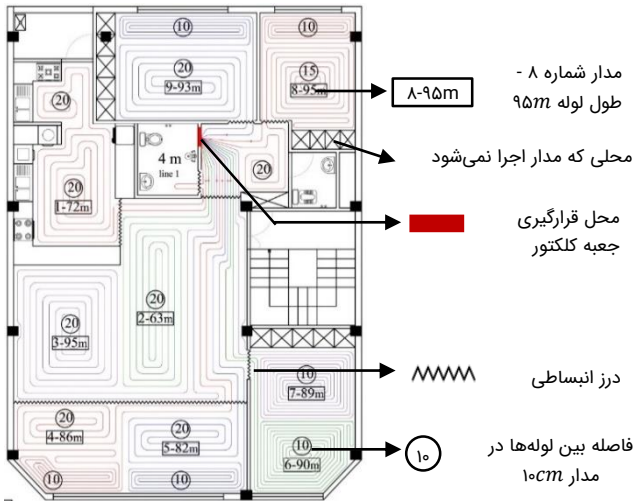
## ۱-۲ مقدمه

در سیستم گرمایش از کف نیاز است اجرا کاملاً مطابق با طراحی باشد و عدم رعایت نکات اساسی در اجرای این سیستم می‌تواند بر روی عملکرد صحیح آن به شدت اثرگذار باشد. به‌طور کلی به منظور اجرای سیستم گرمایش از کف نیاز به آماده سازی‌های پیش از اجرا و فرآیندهای پس از اجرا است. در ادامه، این موارد در سه بخش مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

### ۱-۱-۲ نقشه خوانی

برای داشتن یک سیستم گرمایش از کف مطلوب علاوه بر طراحی دقیق و علمی نیاز به اجرای درست مسیر مدارها، فاصله صحیح بین لوله‌ها، اجرای صحیح عایق کف و کناره به همراه درز انبساطی مطابق با نقشه طراحی شده است. بنابراین نیاز است مجری با نقشه و علائم به کار رفته در آن آشنا باشد و عملیات اجرایی گرمایش از کف را مطابق با آن اجرا نماید.

در شکل ۱-۲ نمونه نقشه طراحی و اجرای گرمایش از کف با جزئیات نشان داده شده است. با توجه به این نقشه می‌توان محل قرارگیری کلکتور، محل اجرای مدارها و محلی که مدار اجرا نمی‌شود (مانند زیر کمد و کابینت)، شماره و طول لوله هر مدار، فاصله بین لوله‌ها در هر مدار و محل قرارگیری درز انبساطی را مشاهده نمود. همچنین مشخصات مربوط به کلکتور شامل سایز و تعداد خروجی‌های آن، سایز لوله‌های ورودی و خروجی به کلکتور، دبی هر مدار برای تنظیم فلومتر، دبی کل و افت فشار در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

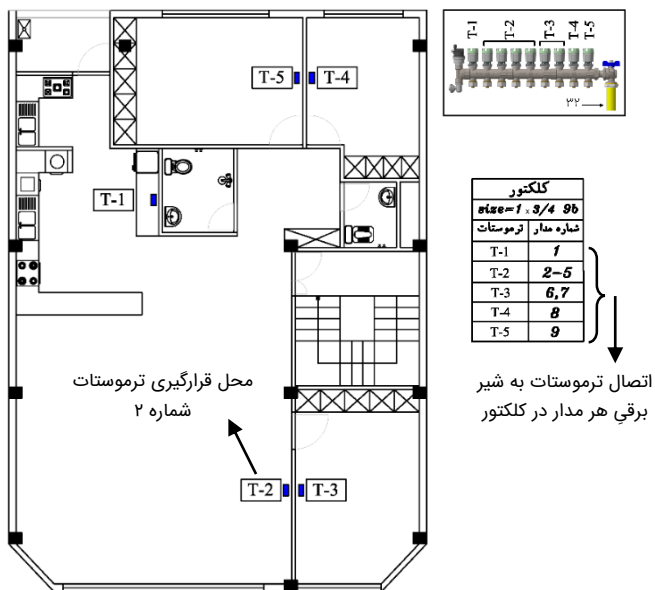


شکل ۱-۲ علائم به کار رفته در نقشه گرمایش از کف

کلکتور			سایز کلکتور و تعداد خروجی‌های آن
size = 1 x 3/4 9b			
$T_{in} = 49.5 (^{\circ}C)$			دمای ورودی به کلکتور
مدار	طول (m)	دبی ( $l/min$ )	
1	72	1.0	شماره مدارها طول هر مدار دبی مورد نیاز هر مدار
2	63	1.0	
3	95	1.0	
4	86	1.0	
5	82	1.0	
6	90	2.9	
7	89	2.9	
8	95	3.5	
9	93	2.0	
دبی مورد نیاز		17 ( $l/min$ )	دبی کل مورد نیاز
افت فشار		0.33 (bar)	میزان افت فشار

شکل ۲-۲ علائم به کار رفته در نقشه گرمایش از کف (مشخصات کلکتور و مدارها)

در شکل ۳-۲ محل قرارگیری ترموستات‌ها در ساختمان و کنترل هر مدار یا مدارها توسط هر ترموستات نشان داده شده است.



شکل ۳-۲ علائم به کار رفته در نقشه ترموستات گرمایش از کف

## ۲-۱-۲ آماده‌سازی و نکات لازم پیش از اجرای سیستم گرمایش از کف

بعد از اتمام سفت‌کاری ساختمان، انجام لوله‌کشی‌های فاضلابی و آبرسانی، اجرای سیستم‌های برقی، نصب کلکتورهای رفت و برگشت گرمایش از کف و انجام نازک‌کاری ساختمان می‌توان لوله‌کشی سیستم گرمایش از کف را انجام داد. قبل از شروع اجرای سیستم گرمایش از کف لازم است موارد زیر انجام شود:

- لازم است پیش از اجرای سیستم گرمایش از کف، تزئینات سقف‌ها (مانند اجرای سقف کاذب و رابیتس)، اجرای نما و گچ‌کاری ساختمان و کاشی‌کاری

سطوح نهایی شده باشند. در شکل ۴-۲ الف اجرای غلط و ناتمام گچ‌کاری و در شکل ۴-۲ ب اجرای صحیح و تمام شده کاشی‌کاری قبل از اجرای سیستم گرمایش از کف نشان داده شده است.



(ب)



(الف)

شکل ۴-۲ الف) اجرای غلط - عدم گچ‌کاری و انجام گرمایش از کف و ب) اجرای صحیح -  
اتمام کاشی‌کاری تمام سطوح قبل از اجرای گرمایش از کف

• اگر ساختمان دارای سقف کاذب است، توصیه می‌شود سیستم لوله‌کشی فاضلاب ساختمان برای هر طبقه داخل سقف کاذب طبقه زیرین قرار گیرد. تأسیسات برق و مکانیک پلان نیز بهتر است در داخل سقف کاذب اجرا شوند.

• قبل از اجرای سیستم گرمایش از کف باید سیستم لوله‌کشی آب بهداشتی ساختمان، خطوط لوله‌های ورودی و خروجی اصلی از کلکتورهای گرمایش از کف به موتورخانه یا پکیج گرمایشی، تأسیسات برق و همچنین سیستم لوله‌کشی فاضلاب اجرا و تست شده باشند. در صورت استفاده از سیستم گرمایش از کف با مدار کنترل باسیم لازم است سیم‌کشی برق ترموستات‌ها نیز در همین مرحله انجام شود. شکل ۵-۲ اجرای غلطی را نشان می‌دهد که در آن لوله‌های اصلی ورودی و خروجی به کلکتور گرمایش از کف قبل از کف‌سازی اولیه و عایق‌کاری اجرا نشده‌اند.



شکل ۵-۲ عدم اجرای لوله‌های اصلی ورودی و خروجی به کلکتور گرمایش از کف قبل از کف‌سازی اولیه و عایق‌کاری

- در صورت اجرای سیستم‌های برق و مکانیک روی کف باید پس از تست مجموعه، روی ادوات قرار داده شده در کف پوشانده شود و سطحی تراز برای قرار دادن عایق روی آن آماده شود.
- قبل از اجرای عایق‌کاری باید سطح کف کاملاً تمیز باشد (شکل ۶-۲).



شکل ۶-۲ سطح صاف، تراز و عاری از هرگونه نخاله ساختمانی و آماده شده برای اجرای گرمایش از کف

- وجود هر نوع برآمدگی در سطح زیر عایق مجاز نیست و قبل از عایق‌کاری باید تراز بودن سطح به‌طور کامل مورد بررسی قرار گیرد. در شکل ۷-۲ تراز نبودن سطح قبل از عایق‌کاری باعث ایجاد برآمدگی شده است.
- پنجره‌های ساختمان بهتر است قبل از اجرای گرمایش از کف نصب شوند. این موضوع در زمستان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.



شکل ۷-۲ نمونه‌ای از تراز نبودن سطح و ایجاد برآمدگی

- اجرای درب‌های ساختمان باید پس از اتمام مراحل سیستم گرمایش از کف انجام شود.
- نصب کلکتور و جعبه کلکتور قبل از اجرای لوله‌کشی گرمایش از کف الزامی است.
- قبل از اجرای سیستم گرمایش از کف، سطوحی که نیاز به عایق‌کاری رطوبتی دارند (مانند سرویس بهداشتی و حمام) باید با عایق رطوبتی پوشانده شوند.
- قبل از شروع به اجرا باید تطابق نقشه با معماری ساختمان بررسی و تأیید شود. در صورت وجود تمایز باید هرگونه تفاوت در نقشه به طراح اعلام شود.
- در صورت استفاده از سیستم گرمایش از کف ترموستاتیک لازم است کلیه سیم‌کشی‌ها در مرحله برق‌کشی ساختمان از جعبه فیوز تا جعبه کلکتور و محل قرارگیری ترموستات‌ها انجام شده باشد.

### ۳-۱-۲ نصب، مونتاژ و اجرای کلکتور و جعبه کلکتور سیستم گرمایش از کف

#### ❖ مشخصات فنی کلکتور گرمایش از کف

- سیستم گرمایش از کف BTS شامل یک جفت کلکتور برنجی رفت و برگشت همراه با فلومتر و شیر سوزنی به صورت مدولار است (کلکتور از یک سمت دارای روزه روپیچ و از سمت دیگر دارای روزه توپیچ است که به کاربر امکان اتصال چند کلکتور را به یکدیگر می‌دهد). آب گرم از کلکتور رفت

کلکتور دارای فلومتر) به سمت فضای مورد نظر خارج و آب سرد شده به کلکتور برگشت (کلکتور دارای شیر سوزنی) هدایت می‌شود.

• رزوه‌های کلکتورهای برنجی گرمایش از کف BTS است به گونه‌ای طراحی شده که به صورت کاملاً متوازن نسبت به یکدیگر قرار گیرند. حداکثر تعداد مجاز خروجی کلکتور گرمایش از کف ۱۲ خروجی است.

• در کلکتورهای سایز ۱" و ۱ ۱/۴" فاصله بین هر خروجی ۵cm است.

### ❖ نصب شیر ورودی و خروجی اصلی

• ورود آب گرم از منبع گرمایش (پکیج یا موتورخانه) به کلکتور رفت و خروج سیال سرد شده از کلکتور برگشت به سمت منبع گرمایش توسط شیرهای توپی مانند شیر زانویی کوپلی، شیر زانویی کوپلی مهره‌ماسوره دار یا شیر توپی دسته پروانه‌ای کنترل می‌شود که بر اساس سر روییج یا توپیج می‌توانند به کلکتورها متصل شوند. استفاده از شیرهای اصلی جهت انجام هواگیری سیستم، تست فشار یا تعمیرات احتمالی الزامی است. از این رو هر دو کلکتور باید دارای شیرهای کنترل جریان ورودی و خروجی باشند.

• آب گرم ورودی از منبع گرمایش باید به کلکتور دارای فلومتر و آب سرد شده باید به کلکتور دارای شیر سوزنی جهت برگشت به سمت منبع گرمایش متصل شود.

• در صورت اتصال آب برگشت به کلکتور دارای فلومتر، فتر فلومتر آسیب دیده و دیگر قابل تنظیم شدن نیست.

• در برخی مواقع که تعداد خروجی‌های کلکتور و دبی مورد نیاز زیاد است بهتر است آب ورودی و خروجی اصلی با استفاده از سه‌راهی کلکتور در وسط کلکتور تأمین شود تا توزیع آب در خروجی‌ها متعادل‌تر باشد (شکل ۲-۸).

• برای جلوگیری از تداخل شیر اصلی با کلکتور پایینی هنگامی که از سه‌راهی کلکتور استفاده می‌شود، بهتر است ابتدا کلکتور بالایی (کلکتور برگشت)، شیر و لوله آب اصلی آن بر روی جعبه کلکتور نصب شود و در مرحله بعد کلکتور پایینی (کلکتور رفت)، شیر و لوله آب اصلی آن بر روی جعبه کلکتور نصب شود.



شکل ۲-۸ استفاده از سه راهی کلکتور در وسط کلکتور برای آب ورودی و خروجی اصلی (کلکتور برگشت بالا باید بسته شود)

### ❖ سه راهی انتهایی کلکتور، شیر شارژ و تخلیه و شیر هواگیری اتوماتیک

- دو جزء اصلی در سیستم‌های گرمایش از کف، شیر هواگیری اتوماتیک و شیر شارژ و تخلیه است. برای اتصال این دو محصول به کلکتورهای گرمایش از کف لازم است در انتهایی کلکتورهای رفت و برگشت یک سه راهی نصب شود و شیرهای هواگیری و شارژ و تخلیه بر روی آن قرار گیرند. سه راهی انتهایی کلکتور BTS در سایز "۱/۲×۱" عرضه می‌شود که قسمت "۱" آن به دو صورت توپیچ و روپیچ تولید می‌شود (شکل ۲-۹).
- شیر هواگیری اتوماتیک بر روی هر دو کلکتور رفت و برگشت نصب می‌شود و جهت تخلیه هوای سیستم در حین پر کردن آن با آب و همچنین در حین بهره‌برداری از سیستم گرمایش از کف استفاده می‌شود. این شیر باید بر روی قسمت بالایی سه راهی انتهایی کلکتور متصل شود (شکل ۲-۱۰).
- شیر هواگیری اتوماتیک BTS دارای اورینگ است و برای آب‌بند کردن نیاز به تفلون ندارد.
- استفاده از شیر هواگیری دستی در سیستم گرمایش از کف مجاز نیست.



شیر زانویی کوپلی مهره‌ماسوره دار و سه‌راهی روپیچ انتهای کلکتور



شیر زانویی کوپلی و سه‌راهی توپیچ انتهای کلکتور

شکل ۹-۲ اتصال شیر و سه‌راهی انتهای کلکتور به کلکتور گرمایش از کف

- شیر شارژ و تخلیه برای پُر کردن سیستم با آب هنگام تست و همچنین خالی کردن سیستم برای جلوگیری از یخ‌زدگی یا تعمیرات احتمالی استفاده می‌شود. این شیر بر روی قسمت پایینی سه‌راهی انتهای کلکتور و بر روی هر دو کلکتور رفت و برگشت نصب می‌شود (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲ اتصال شیر هواگیری اتوماتیک و شیر شارژ و تخلیه

### ❖ نصب جعبه کلکتور

- محل جعبه کلکتور باید مطابق با مکان تعیین شده بر روی نقشه در نظر گرفته شود و فضای کافی برای نصب مطابق با اندازه جعبه کلکتور پیشنهادی وجود داشته باشد.

- پس از قرار دادن جعبه کلکتور در محل تعیین شده، باید کلکتورهای رفت و برگشت نصب شوند.
- برای سهولت کار بهتر است قبل از اجرای سیستم گرمایش از کف، نسبت به نصب شیرها بر روی کلکتور و سپس نصب کلکتورها بر روی جعبه کلکتور اقدام شود.
- در هنگام نصب و اجرای جعبه کلکتور باید به میزان افت فشار و دبی مورد نیاز سیستم گرمایش از کف که در نقشه قید شده است توجه شود و با مشخصات پمپ استفاده شده در منبع گرمایش (پکیج یا موتورخانه) مقایسه شود. در صورت نیاز باید از پمپ سیرکولاتور استفاده شود.
- در هنگام نصب کلکتور در جعبه، کلکتور برگشت باید بالاتر از کلکتور رفت نصب شود تا عمل هواگیری بهتر انجام شود (شکل ۲-۱۱ - الف).
- در صورت استفاده از شیر سه‌راهه (Mixing Valve) و پمپ سیرکولاتور، مکان قرارگیری کلکتور رفت و برگشت عوض شده و کلکتور رفت باید بالا قرار گیرد (شکل ۲-۱۱ - ب).



(ب)



(الف)

شکل ۲-۱۱ الف) نصب کلکتورهای گرمایش از کف دارای فلومتر و شیر و سوزنی و ب) نصب کلکتورهای گرمایش از کف به همراه شیر سه‌راهه (Mixing Valve) و پمپ سیرکولاتور درون جعبه کلکتور

- در صورت استفاده از سیستم گرمایش از کف ترموستاتیک لازم است کلیه کابل‌ها بر اساس شماره ترموستات‌هایی که داخل نقشه مشخص شده‌اند، شماره گذاری و نام گذاری شوند و داخل جعبه کلکتور نیز مشخص باشند.

• در صورتی که در شرایط خاص جعبه کلکتور بر روی دیوار خارجی یا دیواری تعبیه شود که پشت آن کمد قرار گرفته باشد، لازم است اطراف جعبه کلکتور به کمک عایق الاستومری عایق کاری شود. با این عمل از اتلاف حرارتی یا آسیب رسیدن به کمد جلوگیری می‌شود. استفاده از اتصالات گالوانیزه به علت عمر کم و خوردگی زیاد در سیستم گرمایش از کف مجاز نیست و باید از اتصالات برنجی استفاده شود. در شکل ۲-۱۲ از اتصالات غیر مجاز گالوانیزه در سیستم گرمایش از کف استفاده شده است.



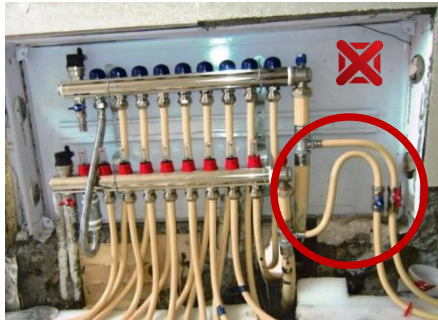
❌

استفاده غیر مجاز از اتصالات  
گالوانیزه در سیستم گرمایش از کف

شکل ۲-۱۲ استفاده غیر مجاز اتصالات گالوانیزه در سیستم گرمایش از کف

• هر گونه انشعاب از خطوط گرمایش از کف یا قبل از کلکتورها برای حوله خشک‌کن، رادیاتور و غیره به دلیل ایجاد افت فشار در سیستم گرمایش از کف و اختلال در کارکرد آن مجاز نیست. همچنین رسوبات ایجاد شده در سیستم‌های فلزی مانند حوله خشک‌کن ممکن است باعث ایجاد گرفتگی در فلومترها شود.

• هنگامی که از سیستم گرمایش از کف در یک ساختمان استفاده می‌شود، بهتر است برای گرمایش حمام نیز از گرمایش از کف استفاده شود. آب گرم شده توسط منبع گرمایش (پکیج یا موتورخانه) در سیستم گرمایش از کف دارای بیشینه دمای مجاز  $55^{\circ}\text{C}$  است که این دمای آب توانایی ایجاد گرمای مطلوب برای حوله خشک‌کن و در نتیجه گرم نمودن محیط حمام توسط آن را فراهم نمی‌کند. شکل ۲-۱۳ اجرای غلط به دلیل انشعاب لوله برای حوله خشک‌کن از کلکتور گرمایش از کف را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۲ اجرای غلط - استفاده همزمان حوله خشک‌کن و گرمایش از کف از یک کلکتور

### ۴-۱۲ نصب عایق کناره، عایق کف و لایه محافظ

پس از آماده سازی محیط و نصب کلکتور و جعبه کلکتور در محل تعیین شده باید عایق‌کاری ساختمان انجام شود. در ابتدا باید عایق کناره (پیرامونی) اجرا شده و پس از آن عایق کف نصب شود.

- نوار عایق کناره باید به‌طور کامل در کنار دیوارها کار شود و تمام درزهای احتمالی بین چارچوب درب‌ها و سایر نقاط باید به‌طور دقیق عایق‌کاری شوند.

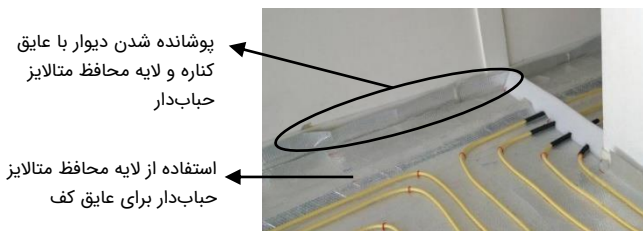
- ارتفاع نوار عایق باید حداقل  $15\text{cm}$  باشد و تا انتهای زمان تکمیل پوشش کف بریده نشود.

- ضخامت عایق کناره باید  $2\text{cm}$  باشد و به بتن امکان حرکت به میزان حداقل  $5\text{mm}$  (به دلیل انبساط حرارتی در بتن) را بدهد.

- عایق کناره مورد استفاده عموماً از جنس فوم‌های پلی‌اتیلن EPE یا XPE است.

- در اجرای سیستم گرمایش از کف لازم است پس از نصب عایق کناره، کلیه سطوح کف با استفاده از عایق کف پوشیده شوند. این عایق از جنس یونولیت پلی‌استایرن (EPS) با دانه‌بندی ریز یا پلی‌اتیلن (EPE یا XPE) است.

- ضخامت و چگالی این نوع عایق بر اساس فضای کاربری و بار حرارتی مکان مورد گرمایش توسط طراح تعیین می‌شود.
- چگالی عایق مورد استفاده باید  $25\text{kg/m}^3$  و ضریب هدایت حرارتی آن  $0.04\text{ W/m.K}$  -  $0.03\text{ W/m.K}$  باشد.
- حداقل ضخامت عایق کف معمولاً  $3\text{cm}$  است که به تناسب دمای کف می‌تواند تا  $4\text{cm}$  نیز افزایش یابد.
- درزهای باریک مابین عایق‌ها نیز باید به صورت کامل با عایق پر شوند.
- استفاده از پیچ، پرچ و سایر وسایل فلزی جهت ثابت نگه‌داشتن عایق کف مجاز نیست (قطعات فلزی باعث انتقال حرارت به کف ساختمان می‌شوند).
- برای ثابت نگه‌داشتن عایق‌ها در کنار یکدیگر می‌توان از چسب پهن نواری یا کاغذی استفاده نمود.
- لازم است عایق کف و عایق کناره به طور کامل توسط لایه محافظ آلومینیومی یا متالایز (ساده یا حبابدار) پوشانده شوند.
- در صورت عدم وجود لایه محافظ، خروج ناصحیح آب از داخل بتن باعث تخریب عایق‌ها و همچنین عدم یکنواختی بتن شده و درنهایت انتقال حرارت از لوله به سطح کف به خوبی انجام نمی‌شود (شکل ۲-۱۴).
- می‌توان از برخی عایق‌های کف یا کناره که مجهز به لایه متالایز هستند استفاده نمود. در این صورت نیازی به استفاده از لایه محافظ به صورت جداگانه نیست.



شکل ۲-۱۴ استفاده از لایه محافظ متالایز حبابدار برای عایق کناره و عایق کف

- استفاده از چسب چوب و چسب PVC برای چسباندن ورق متالایز به عایق کف و عایق کناره مجاز نیست زیرا باعث خورده شدن عایق‌ها می‌شود.

• به منظور اتصال ورق متالایز بر روی عایق‌ها از چسب عایق استفاده می‌شود. در هنگام استفاده از چسب عایق باید ۱۵ تا ۲۰ دقیقه به چسب فرصت داده شود تا کمی رطوبت خود را از دست دهد و پس از آن ورق متالایز بر روی عایق قرار گیرد. در غیر این صورت امکان آسیب رسیدن به عایق وجود دارد.

• عایق‌کاری (عایق کف و عایق پیرامونی) باید در قسمت‌هایی که گرمایش انجام نمی‌گیرد (مانند داخل کمد یا زیر کابینت) نیز انجام شود تا حرارت از مناطق گرم به این قسمت‌ها که گرمایش ندارند و در نهایت به کف ساختمان انتقال نیابد. در غیر این صورت امکان آسیب دیدن بتن و دیگر تجهیزات وجود دارد (شکل ۲-۱۵).



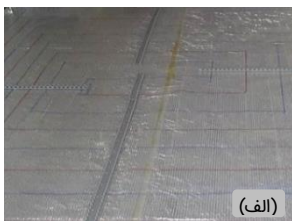
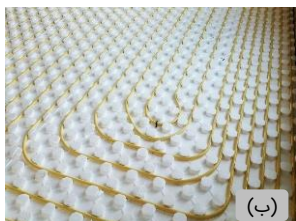
استفاده از عایق کناره برای محیط بدون گرمایش

استفاده از عایق کف برای محیط بدون گرمایش

شکل ۲-۱۵ عایق نمودن محیط‌های بدون گرمایش برای جلوگیری از اتلاف حرارت و آسیب دیدن بتن و تجهیزات

## ۵-۱-۲ اجرای لوله و خطکشی آرایش لوله‌ها

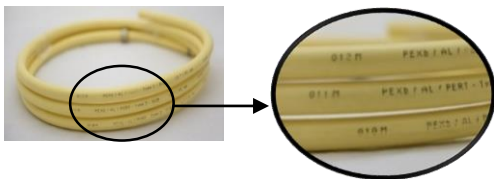
• به منظور اجرای ساده و دقیق در سیستم گرمایش از کف لازم است آرایش لوله‌ها دقیقاً مطابق با نقشه روی لایه محافظ رسم شود. در خطکشی آرایش لوله‌ها دقت شود که فواصل باید بر اساس نقشه رعایت شود. برای سهولت و افزایش سرعت در اجرا می‌توان از عایق کف شانه تخم مرغی نیز استفاده نمود (شکل ۲-۱۶).



شکل ۲-۱۶ الف) خط کشی ورق متالایز برای اجرای دقیق و ب) استفاده از عایق شانه تخم مرغی

## ۲-۱-۶ لوله و بست گذاری

- قبل از اجرا باید به نقشه و مترآژ لوله درج شده برای هر مدار گرمایش از کف توجه شود و با استفاده از اندازه‌های حک شده بر روی رول لوله، مترآژ مناسب انتخاب شود تا هدر رفت لوله به حداقل برسد (شکل ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۷ مترآژ حک شده بر روی لوله

- لوله‌ها باید به صورت منظم اجرا شوند و کاملاً بر روی سطح قرار گیرند.
- لوله‌های نصب شده نباید هیچ‌گونه ناهمواری داشته باشند.
- تا حد امکان سعی شود لوله‌ها از زیر دیوار عبور نکنند. در صورت عبور لوله از زیر دیوار باید محل عبور در نقشه مشخص گردد و به کارفرما اطلاع داده شود.
- برای جلوگیری از آسیب رسیدن به لوله در مکان‌هایی که احتمال سوراخ کاری کف وجود دارد (مانند اجرا پله‌های دوبلکس)، نباید لوله اجرا شود.
- در حمام‌ها به علت گرمایش ناشی از آب گرم استحمام، کل فضای کف نباید مانند سایر قسمت‌های ساختمان با لوله پوشانده شود.
- عموماً در سرویس بهداشتی به علت انتشار بوی نامطبوع گرمایش از کف اجرا نمی‌شود.

- در صورتی که حین انجام کار لوله دچار مشکل، آسیب، دو پهن شدگی و یا سوراخ شدگی شود استفاده از اتصالات در کف در سیستم گرمایش از کف BTS مجاز نبوده و باید کل مدار مورد نظر جمع و لوله جدیدی اجرا شود. شکل ۱۸-۲ استفاده غلط از بوشن برای اتصال بین دو لوله در سیستم گرمایش از کف را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸-۲ استفاده غلط از اتصالات در کف در سیستم گرمایش از کف

- لوله‌های گرمایش از کف باید به صورت منظم اجرا شوند و نباید از روی یکدیگر عبور نمایند. در شکل ۱۹-۲ لوله‌های گرمایش از کف به صورت نامنظم اجرا شده است.



شکل ۱۹-۲ اجرای نامنظم و عبور لوله‌ها از روی یکدیگر

- برای اجرای آسان، صحیح و مرتب لوله‌ها و همچنین جلوگیری از تاب خوردگی آن‌ها باید از رول بازکن لوله (افقی یا عمودی) استفاده نمود (شکل ۲۰-۲).



شکل ۲-۲۰ استفاده از رول باز کن برای اجرای لوله در گرمایش از کف

- به منظور جلوگیری از دو پهن شدن لوله، تا حد امکان نباید لوله‌ها با دست خم شوند. برای خم کردن لوله باید از خم‌کن یا فنر روکار استفاده شود (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱ استفاده از فنر روکار برای خم کردن لوله

- در خم‌های ۱۸۰ درجه برای مکان‌هایی مانند پهنای متراکم در مرز سرد، لوله باید با انحنای بیشتری (دمبلی شکل یا لوبیایی شکل) خم شود. همچنین برای انتهای حلزون با فاصله ۱۰ cm، لازم است با زاویه دادن به لوله از فاصله بیشتری استفاده شود (شکل ۲-۲۲).



(ب)



(الف)

شکل ۲-۲۲ الف) انحنای بیشتر (دمبلی یا لوبیایی) خم‌های ۱۸۰ درجه ب) زاویه دادن در وسط مدار حلزونی

• لوله‌ها باید مطابق با نقشه اجرا شوند و از دیوار حداقل  $10\text{cm}$  فاصله داشته باشند (شکل ۲-۲۳).

• اجرای لوله در زیر کابینت، کمد و یخچال مجاز نیست. در بعضی موارد که به اجبار برخی لوله‌ها از این قسمت‌ها عبور می‌کنند، باید این بخش با عایق الاستومری پوشش داده شود تا از آسیب رسیدن به کابینت، کمد و یخچال جلوگیری شود.



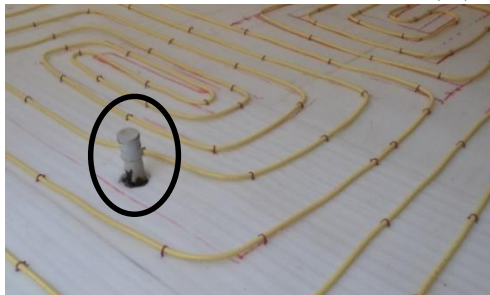
(ب) ❌



(الف) ✅

شکل ۲-۲۳ الف) اجرای صحیح - فاصله حداقل  $10\text{cm}$  لوله از دیوار (ب) اجرای غلط - عدم فاصله لوله از دیوار

• در ساختمان‌هایی که گرمایش از کف در آشپزخانه و حمام اجرا می‌شود، طول لوله‌های فاضلابی در مکان‌هایی مانند کف شور، توالت فرنگی و غیره را باید با در نظر گرفتن ضخامت‌های کف‌سازی، عایق کف، بتن و کف‌سازی نهایی در نظر گرفت (شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴ طول مناسب لوله فاضلاب با احتساب ضخامت‌های کف‌سازی، عایق کف، بتن و کف‌سازی نهایی

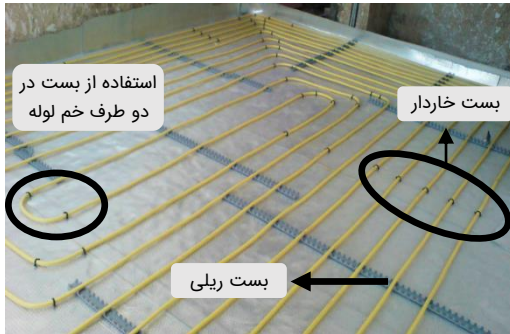
- لوله‌های اصلی ورودی به کلکتورهای رفت و برگشت بهتر است به وسیله‌ی فوم لوله‌ای (عایق الاستومری) عایق‌کاری شوند.
- به علت تراکم زیاد لوله‌ها در نزدیکی کلکتور، بخش ابتدایی لوله‌ها که به کلکتورها متصل می‌شوند باید عایق‌کاری شوند تا از انتقال بیش از حد گرما به سطوح نزدیک کلکتور جلوگیری شود (شکل ۲-۲۵).



شکل ۲-۲۵ عایق‌کاری لوله‌های گرمایش از کف در نزدیکی کلکتور رفت و برگشت

- در هنگام اجرای لوله‌ها، بهتر است لوله‌کشی از آخرین مدار (لوپ) شروع شود. با این روش لوله‌های ابتدایی در حین اجرا کمتر در معرض رفت و آمد قرار می‌گیرند.
- فضای کاری هر مدار و شیر برقی‌ها باید بر اساس نقشه و فضای مورد گرمایش شماره گذاری و نام گذاری شوند و داخل جعبه کلکتور نیز مشخص باشند.
- به منظور جلوگیری از سیفونه شدن هوا در لوله در مکان‌هایی که اختلاف ارتفاع وجود دارد، علاوه بر اینکه کلکتور باید در مکان بالاتر واقع شود، لوله کف‌خواب در یک مدار نیز حداکثر یک بار می‌تواند به سطح پایین‌تر حرکت کند و مجدداً به سطح بالاتر منتقل شود.
- در سیستم گرمایش از دیوار (مانند حمام ترکی) نیز کلکتور باید بالاتر از لوله‌های سطح مورد نظر قرار گیرد تا عمل هواگیری به درستی انجام شود.
- بست‌ها باید در مکان‌های مناسب قرار داده شوند.
- استفاده از بست‌های ریلی به منظور نظم بیشتر نسبت به بست‌های خاردار در آرایش لوله‌ها ارجحیت دارد (شکل ۲-۲۶).

- در ناحیه‌هایی که لوله خم می‌شود نیاز است در دو سمت خم، بست لوله قرار داده شود (شکل ۲-۲۶).



شکل ۲-۲۶ استفاده از بست‌های ریلی و خاردار در اجرای لوله سیستم گرمایش از کف

- به ازای حداکثر هر  $50\text{cm}$  از لوله یک بست باید قرار گیرد (شکل ۲-۲۷).
- بست خاردار را می‌توان با دست یا با استفاده از دستگاه منگنه بست خاردار نصب نمود (شکل ۲-۲۸).



شکل ۲-۲۸ دستگاه منگنه بست خاردار



شکل ۲-۲۷ اجرای صحیح استفاده از بست خاردار

- استفاده از لوله‌های سیستم گرمایش رادیاتور به عنوان گرمایش از کف سبب ایجاد مشکلات زیادی می‌شود. با این کار، دمای بالای آب درون لوله‌های رادیاتور، باعث عدم آسایش ساکنان و آسیب به کفپوش و بتن می‌شود. همچنین طولانی شدن مسیر لوله‌ها در کف، سبب افزایش اتلاف

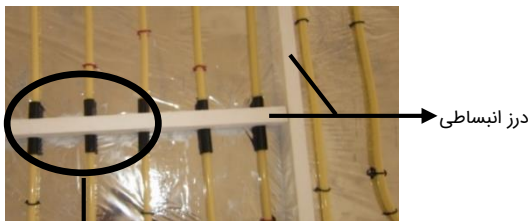
حرارتی درون لوله‌ها شده و آب با دمای کافی به رادیاتورها نمی‌رسد. در نتیجه رادیاتورها نمی‌توانند محیط مورد نظر را گرم کنند و کارایی مناسبی نخواهند داشت. شکل ۵-۸۸ نمونه‌هایی از اجرای غلط لوله‌کشی سیستم گرمایش رادیاتور که به عنوان گرمایش از کف هم استفاده شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۲۹ اجرای غلط - استفاده از لوله‌های سیستم گرمایش رادیاتور به عنوان گرمایش از کف

## ۲-۷-۱ درز انبساطی

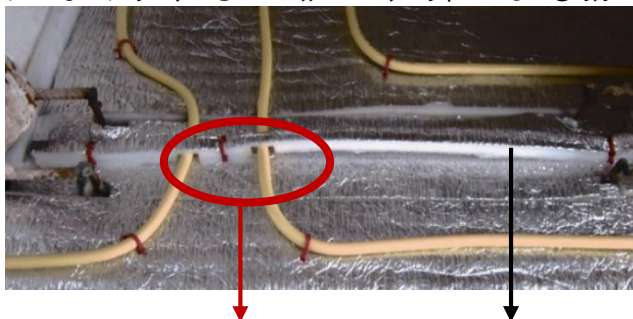
- برای حداقل نمودن آسیب احتمالی به بتن در اثر انبساط بتن، لازم است در محل‌های تعیین شده در نقشه، درزهای انبساطی قرار گیرند. درزهای انبساطی از جنس انعطاف‌پذیرند و به بتن اجازه انبساط و انقباض می‌دهند.
- ضخامت درز انبساطی باید ۲cm و ارتفاع آن به اندازه ارتفاع بتن یا کمی بیشتر باشد (شکل ۲-۳۰).
- درزهای انبساطی تا حد امکان نباید از روی مدارها عبور کنند. اگر درز انبساطی از روی لوله‌های گرمایش از کف عبور کند، لازم است لوله خرطومی (معمولاً از جنس PVC) اطراف لوله‌های گرمایش از کف در محل تقاطع را پیوشاند (شکل ۲-۳۰).



استفاده از لوله خرطومی در هنگام عبور درز انبساطی از روی لوله

شکل ۳۰-۲ نصب درزهای انبساطی در سیستم گرمایش از کف

- به علت متفاوت بودن دما در بخش‌های مختلف ساختمان، میزان حرارت وارد شده به بتن متغیر است. به همین منظور در ورودی هر قسمت مانند درب ورودی اتاق، حمام و غیره باید درز انبساطی اجرا شود (شکل ۳۱-۲).



عدم اجرای لوله خرطومی هنگام عبور درز انبساطی از روی لوله ❌

اجرای درز انبساطی برای درب ورودی اتاق ✅

شکل ۳۱-۲ نصب درز انبساطی برای درب ورودی اتاق

- در مساحت‌های یکپارچه بیش از  $40m^2$ ، باید از درز انبساطی استفاده شود. همچنین باید سعی شود درز انبساطی از روی لوله‌ها کمترین عبور را داشته باشد (شکل ۳۲-۲).



شکل ۲-۳۲ اجرای درز انبساطی برای مساحت بیش از  $40m^2$

• بهتر است در مکان‌هایی که لوله عبور نمی‌کند مانند زیر کابینت، کمد، یخچال و غیره درز انبساطی اجرا شود. همچنین اجرای درز انبساطی اطراف لوله فاضلاب ضروری است (شکل ۲-۳۳). با این عمل از انتقال حرارت به این تجهیزات و آسیب به آن‌ها جلوگیری می‌شود.



(ب) ❌



(الف) ✅ درز انبساطی

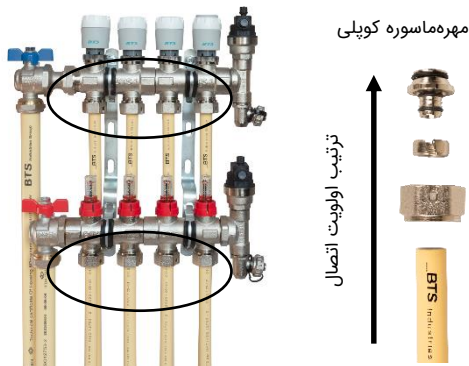
شکل ۲-۳۳ الف) اجرای صحیح درز انبساطی برای فضای خالی (ب) اجرای غلط به دلیل عدم اجرای درز انبساطی اطراف لوله فاضلاب و عدم رعایت فاصله مناسب لوله گرمایش از کف از لوله فاضلاب

## ۲-۱-۸ نصب لوله به کلکتور

پس از اتمام عملیات خواباندن لوله برای مدارهای سیستم گرمایش از کف باید آن‌ها را به کلکتور متصل نمود. ابزارآلات مورد نیاز برای این کار عبارت

است از: قیچی مخصوص برش لوله پنج لایه، کالیبراتور (برقو)، مواد روان کننده و ابزار متفرقه (مانند آچار تخت و فرانسه، پیچ گوشتی، مته و دریل و غیره)

- با استفاده از قیچی مخصوص برش لوله پنج لایه، لوله‌ها متناسب با محل قرارگیری در کلکتور برش داده می‌شوند.
- با استفاده از کالیبراتور لوله‌ها کالیبره می‌شوند. برای کالیبره نمودن لوله‌ها باید از روان کننده مناسب استفاده شود. مایع روان کننده می‌تواند صابون مایع، شامپو یا مایع ظرف‌شویی باشد و هرگز نباید از انواع روغن و گریس به علت غیر بهداشتی بودن به عنوان مایع روان کننده استفاده شود.
- با استفاده از مهره‌ماسوره کوپلی لوله به کلکتور متصل و آب‌بند می‌شود. عمل آب‌بندی توسط اورینگ تعبیه شده در این محصول انجام می‌شود و نیاز به استفاده از نوار تفلون نیست.
- برای اتصال لوله به کلکتور در ابتدا باید مهره و پس از آن حلقه چاک‌دار و در انتها سرشیلنگی ماسوره کوپلی به لوله متصل شود. سپس لوله توسط چرخاندن مهره بر روی کلکتور محکم گردد (شکل ۲-۳۴).



شکل ۲-۳۴ استفاده از مهره‌ماسوره کوپلی برای اتصال لوله به کلکتور

## ۲-۲ شارژ و تخلیه آب و هواگیری در سیستم گرمایش از کف

- برای پر یا شارژ کردن سیستم گرمایش از کف جهت تست یا راه‌اندازی، باید از آب تمیز و سبک (آب مقطر) که هم‌دما با محیط است، استفاده شود.
- عمل شارژ سیستم باید توسط کلکتور رفت و تخلیه توسط کلکتور برگشت انجام شود.

- فشار سیستم در زمان شارژ یا تخلیه آب و همچنین تست نباید از  $6\text{bar}$  بیشتر شود.

- مراحل پر یا شارژ کردن سیستم گرمایش از کف (مطابق شکل ۲-۳۵) عبارت است از:

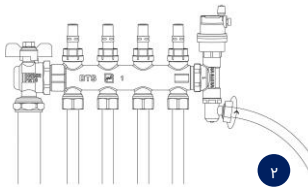
۱- درپوش شیر شارژ و تخلیه باز شود.

۲- شیلنگ مهره‌دار یا لوله منبع آب به شیر شارژ و تخلیه کلکتور رفت متصل شود.

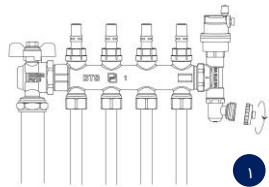
۳- درپوش در انتهای شیر قرار گرفته و شیر شارژ و تخلیه برای پر کردن سیستم باز شود. سیستم باید با آب تمیز، سبک (ترجیحاً آب مقطر) و هم‌دما با محیط پر شود، سپس شیر شارژ و تخلیه بسته شود.

۴- لوله یا شیلنگ از شیر شارژ و تخلیه جدا شده و درپوش را بر روی شیر قرار گیرد.

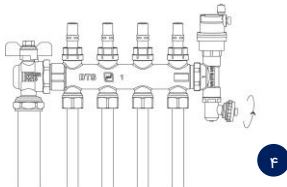
مراحل تخلیه سیستم نیز به صورت مشابه انجام می‌شود.



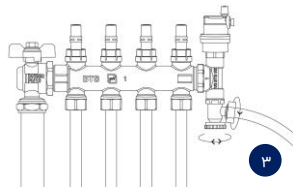
نصب نمودن لوله یا شیلنگ  
مهره دار تخلیه یا شارژ به شیر



باز نمودن درپوش شیر شارژ و تخلیه



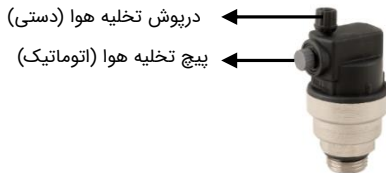
جدا نمودن لوله تخلیه یا شارژ و  
بستن درپوش بر روی شیر



باز نمودن شیر شارژ و تخلیه با  
استفاده از درپوش و بستن شیر پس  
از تخلیه یا شارژ سبتم

شکل ۲-۳۵ پرو شارژ کردن سیستم گرمایش از کف

- برای هواگیری اتوماتیک سیستم باید پیچ تخلیه هوا (پیچ طوسی رنگ) به اندازه دو روزه آزاد شود تا هوای سیستم به صورت خودکار خارج شود. همچنین برای تخلیه هوا به صورت دستی باید از درپوش واقع در بالای شیر هواگیری استفاده نمود. در حالت استفاده از درپوش تخلیه هوای دستی، هوا به همراه آب خارج می‌شود (شکل ۲-۳۶).



شکل ۲-۳۶ پیچ و درپوش شیر هواگیری اتوماتیک

## ۳-۲ تست سیستم گرمایش از کف

قبل از پوشش لوله‌ها با بتن، لازم است سلامت سیستم با استفاده از تست گرمایش از کف BTS بررسی شود. تست سیستم گرمایش از کف مطابق با استاندارد DIN EN ۱۲۶۴-۴ شامل دو بخش است که ابتدا سیستم هواگیری می‌شود و پس از آن تست فشار اجرا می‌شود.

## ۱-۳-۲ هواگیری سیستم گرمایش از کف

- وجود هوا در سیستم گرمایش از کف موجب کاهش انتقال حرارت و اختلال در سیستم می‌شود. از این رو در ابتدا باید هواگیری سیستم به صورت کامل و مطابق با دستورالعمل گفته شده اجرا شود:
- ۱- شیرهای ورودی و خروجی و همچنین فلومترها در حالت بسته قرار گیرند.
- ۲- کلیه شیرهای برقی از روی کلکتور باز شده و به جای آن درپوش شیر سوزنی قرار گرفته و شیرهای سوزنی بسته شوند (شیر برقی BTS در حالت اتوماتیک به صورت بسته بوده و در صورت اتصال این شیر به شیر سوزنی نیازی به باز کردن آن نیست).
- ۳- شیر شارژ و تخلیه کلکتور رفت (کلکتور دارای فلومتر) باز شده و آب ورودی به این شیر متصل شود.
- ۴- شیر شارژ و تخلیه کلکتور برگشت (کلکتور دارای شیر سوزنی) باز شده و یک لوله خروجی به این شیر متصل شود. سپس این لوله به محل تخلیه مانند فاضلاب یا یک سطل هدایت شود.
- ۵- پیچ تخلیه اتوماتیک هوا مستقر بر روی شیر هواگیری به میزان دو رزوه باز شود.
- ۶- شیر سوزنی و فلومتر هر مدار (لوپ) به صورت جدا جدا باز و پس از اتمام هواگیری بسته شود (برای شیر برقی BTS کافی است حالت آن از اتوماتیک به دستی تغییر یابد و پس از اتمام هواگیری به حالت اتوماتیک باز گردد).
- ۷- زمانی عملیات هواگیری پایان می‌پذیرد که آب از شیر شارژ و تخلیه کلکتور برگشت به صورت روان و عاری از هوا خارج شود و همچنین هوایی از شیر هواگیری خارج نشود. دقت شود در فرآیند هواگیری، هر مدار باید به صورت مجزا هواگیری شود.

۸- پس از اتمام هواگیری فلومتر و شیر سوزنی همه مدارها، شیرهای ورودی و خروجی کلکتورها بسته شوند.

### ۲-۳-۲ تست فشار سیستم گرمایش از کف

پس از هواگیری سیستم گرمایش از کف، مراحل انجام تست فشار باید به صورت زیر اجرا شود:

۱- شیرهای ورودی و خروجی کلکتورها بسته شده و تمامی فلومترهای کلکتور رفت و شیرهای سوزنی کلکتور برگشت باز شود.

۲- پمپ فشار به شیر شارژ و تخلیه کلکتور رفت متصل شود.

۳- شیر شارژ و تخلیه کلکتور رفت باز شود.

۴- فشار سیستم تا  $2\text{bar}$  افزایش یافته و به مدت ۱۰ دقیقه در این حالت قرار داده شود.

۵- در این مرحله مقداری افت فشار به علت انبساط لوله‌ها مشاهده خواهد شد و پس از آن فشار سیستم باید به حالت پایدار برسد.

۶- فشار سیستم تا  $6\text{bar}$  افزایش یافته و به مدت ۲ ساعت در این حالت قرار داده شود. در این مرحله نباید افت فشار بیش از  $2\text{bar}$  باشد. در صورت مشاهده افت فشار غیر مجاز، سیستم باید برای مشخص شدن علت افت فشار یا وجود نشتی بررسی شود.

۷- پس از اتمام تست فشار باید سیستم تا پایان بتن ریزی تحت فشار  $3\text{bar}$  قرار گیرد تا در هنگام بتن‌ریزی آسیبی به لوله‌ها وارد نشود.

**نکته:** فشار تست  $6\text{bar}$  برای کلکتورهای فلومتر دار است و در صورت استفاده از کلکتورهای معمولی باید سیستم گرمایش از کف مطابق با روش آبرسانی بهداشتی (بخش ۵-۶) تست شود.

### ۴-۲ ضد یخ

• اگر احتمال یخ‌زدگی آب در سیستم گرمایش از کف وجود داشته باشد، لازم است از ضد یخ به‌منظور کاهش دمای انجماد آب استفاده شود.

• ضد یخ جاری داخل سیستم نباید باعث خوردگی تجهیزات گرمایشی (مانند پکیج) شود.

- ضد یخ باید غیر سمی باشد تا در صورت نشستی برای کاربر مضر نباشد.
- سه ترکیب شیمیایی پروپیلن گلیکول، اتیلن گلیکول و منو اتیلن گلیکول ضد یخ‌های موجود در بازار هستند.
- برای سیستم‌های برنجی، پنج لایه و آهنی در درجه اول ضد یخ پروپیلن گلیکول (غیر سمی) و بعد از آن اتیلن گلیکول (سمی) مناسب است و باعث خوردگی داخل سیستم نمی‌شود.
- استفاده از ضد یخ‌های خودرو در سیستم گرمایش از کف به هیچ عنوان مجاز نیست.

## ۵-۲ بتن‌ریزی و پوشش نهایی کف

پس از انجام تست فشار و حصول اطمینان از صحت عملکرد سیستم گرمایش از کف، مرحله بتن‌ریزی آغاز می‌شود. لوله‌ها باید با بتن به ارتفاع ۵-۷cm از عایق کف پوشانده شوند. در جدول ۱-۲ درصد اختلاط بتن برای هر مترمربع از سطح که باید با بتن پوشیده شود، آورده شده است.

جدول ۱-۲ مقادیر اختلاط بتن به ازای هر مترمربع از سطح کف

(L)	(kg)	مواد مورد نیاز
-	۱۱۰	ماسه با دانه بندی ریز (بدون شن)
-	۲۰	سیمان
۱۰-۹	--	آب
۰/۲	--	افزودنی بتن

### ❖ نکات لازم در اجرای مرحله بتن‌ریزی

- برای ساخت ملات بتن باید از بتن عیار ۳۵۰ (۳۵۰ کیلوگرم سیمان در هر مترمکعب بتن) و شن دانه نخودی استفاده شود.
- حداکثر اندازه دانه‌ها از ۱cm بیشتر نشود.
- در حین بتن‌ریزی دمای هوا نباید کمتر از ۵°C باشد.

- به منظور جلوگیری از آسیب رسیدن به لوله‌ها باید در هنگام بتن‌ریزی سیستم پر از آب و تحت فشار ۳bar قرار داشته باشد و تا پایان مرحله بتن‌ریزی فشار از روی سیستم برداشته نشود.
- پس از اتمام مرحله بتن‌ریزی باید به مدت ۴ تا ۷ روز به بتن آب داده شود تا به استحکام لازم برسد.
- از شن طبیعی یا ماسه نمی‌توان به تنهایی برای تراز نمودن سطح و پوشاندن لوله‌ها استفاده کرد.
- برای اجرای بهتر بتن می‌توان از افزودنی بتن نیز استفاده نمود. افزودنی بتن یک ماده روان کننده بتن است که برای پوشاندن سیستم گرمایش از کف استفاده می‌شود. این ماده ذرات سیمان را پراکنده کرده و بتن را یکدست می‌نماید تا حرارت به صورت متعادل به سطح منتقل شود و مقاومت مکانیکی بتن نیز افزایش یابد.
- پس از خشک و مستحکم شدن بتن (حداقل ۳ هفته) می‌توان کف پوش نهایی را اجرا نمود.
- در مکان‌هایی که اجسام سنگین بر روی سیستم گرمایش از کف عبور می‌کنند (مانند کارخانه، رمپ پارکینگ، فرودگاه و غیره) برای اینکه به بتن روی لوله آسیب وارد نشود و همچنین بتن تحمل وزن را داشته باشد، باید از میلگرد و آرماتوربندی مطابق با دستورالعمل‌های اجرایی استفاده شود.
- حین اجرای آرماتوربندی باید دقت شود به لوله آسیب وارد نشود.

## ۶-۲ راهاندازی سیستم گرمایش از کف

بعد از اتمام مرحله بتن‌ریزی و گذشت حداقل ۳ هفته، باید سیستم را به آرامی از دمای محیط به دمای موردنظر رساند. اجرای این مرحله برای جلوگیری از به وجود آمدن تنش در بتن و شکستن آن، بسیار حائز اهمیت است. مراحل انجام این فرآیند در جدول ۲-۲ آورده شده است.

جدول ۲-۲ دستورالعمل راه‌اندازی سیستم گرمایش از کف ۳ تا ۴ هفته بعد از بتن‌ریزی

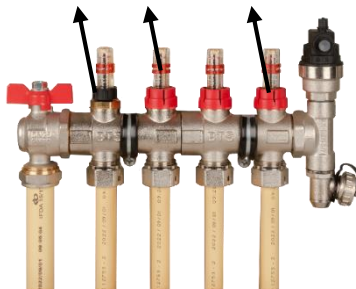
مدت روز	دمای آب ورودی به سیستم
سه روز اول راه‌اندازی	۳۵°C
چهارمین روز راه‌اندازی	۴۰°C
پنجمین روز راه‌اندازی	۴۵°C
روز ششم به بعد بر اساس دمای طراحی شده و آسایش	

• به‌منظور کاهش دمای سیستم نیز باید این روند تکرار شود و به ازای هر ۵°C یک روز به سیستم فرصت داده شود تا بتن دچار شوک حرارتی نشود.

### ۲-۶-۱ تنظیم دبی هر مدار

- فلومتر موجود بر روی هر خروجی کلکتور رفت گرمایش از کف، امکان تنظیم مقدار دبی مورد نیاز برای هر مدار در محدوده  $0-5L/min$  را می‌دهد.
- برای تنظیم دبی مدارها، باید سیستم به پمپ سیرکولاتور متصل باشد و در لوله‌ها فشار وجود داشته باشد.
- برای تنظیم دبی مطابق شکل ۲-۳۷، محافظ فلومتر جدا شده و نمایشگر تنظیم دبی روی عدد مورد نظر بر اساس طراحی انجام شده قرار داده شود. با چرخش پایه فلومتر در جهت خلاف عقربه‌های ساعت فلومتر باز شده و میزان دبی مدار مورد نظر تنظیم شود. پس از اتمام کار، محافظ فلومتر به‌منظور قفل شدن فلومتر در جای خود قرار گرفته و این کار برای تمام فلومترها باید تکرار شود.

محافظ فلومتر نمایشگر دبی پایه تنظیم کننده فلومتر

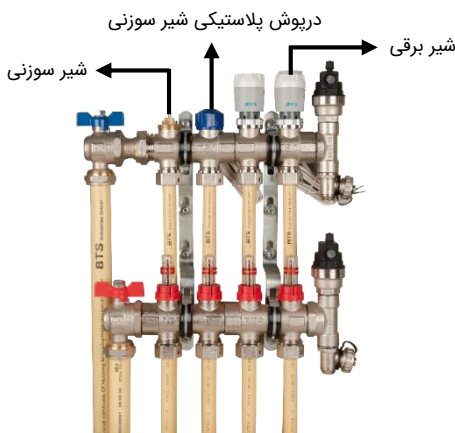


شکل ۲-۳۷ تنظیم فلومتر در کلکتور رفت گرمایش از کف

- تنظیم دبی‌ها باید یک بار انجام شود و پس از آن نباید دبی مدارها تغییر داده شود. در غیر این صورت با نظر طراح یا مهندس تأسیسات باید اقدام شود.
- هنگام تنظیم اولیه فلومترها به علت ثابت بودن دبی کل، میزان دبی در مدارها به یکدیگر وابسته هستند و با کم کردن دبی در یک مدار، دبی در مدار دیگر افزایش پیدا می‌کند. بنابراین نیاز است در زمان تنظیم دبی هر مدار، دبی در مدارهای قبلی نیز بازبینی شود.
- در صورتی که بخشی از ساختمان نیاز به گرمایش نداشته باشد، برای بستن مدار آن ناحیه باید شیر سوزنی مربوطه بسته شود (یا توسط ترموستات فرمان بسته شدن به شیر برقی صادر شود) و نباید تنظیمات فلومتر تغییر کند.

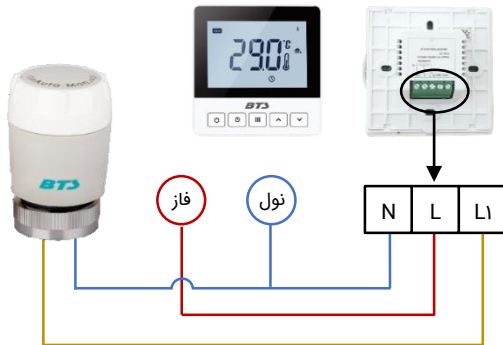
#### ۲-۶-۲ شیر سوزنی و شیر برقی در سیستم گرمایش از کف

- کلکتور برگشت گرمایش از کف مجهز به شیر سوزنی است. شیر سوزنی و درپوش پلاستیکی آن (شکل ۲-۳۸) که بر روی هر خروجی کلکتور نصب شده است، به کاربر امکان فعال یا غیر فعال کردن هر مدار را به صورت جداگانه می‌دهد.
- کنترل شیر سوزنی توسط درپوش پلاستیکی به صورت دستی انجام می‌شود. همچنین می‌توان شیر برقی را جایگزین درپوش پلاستیکی نمود تا به کمک ترموستات‌های اتاقی، جریان در هر مدار متناسب با دمای محیط به صورت خودکار کنترل شود (شکل ۲-۳۸).
- نصب شیر برقی بر روی شیر سوزنی کلکتور باید با دست و بدون استفاده از هر نوع ابزار مکانیکی (آچار) انجام شود.
- در هنگام نصب توصیه می‌شود شیر برقی در حالت "دستی" تنظیم شود. بعد از اطمینان از نصب، شیر به حالت "اتوماتیک" بازگردانده شود.



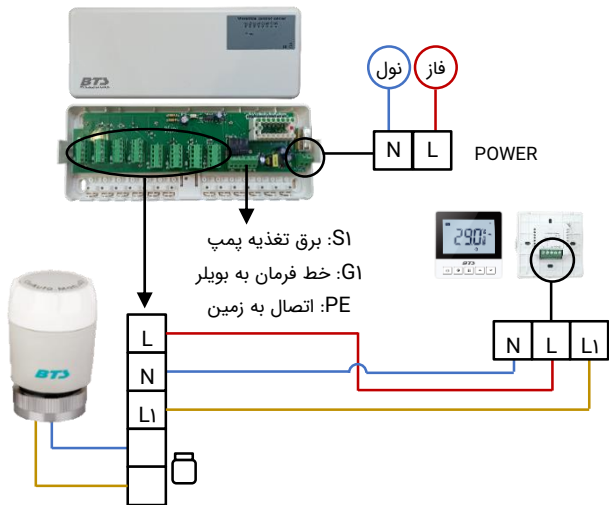
شکل ۲-۳۸ (۱) درپوش پلاستیکی و شیر سوزنی و (۲) شیر برقی در کلکتور برگشت گرمایش از کف

- زمانی که نیاز به تعمیر ترموستات باشد، باید شیرهای برقی در حالت کنترل دستی قرار گیرند.
- در هنگام نصب کلکتور همراه با شیرهای برقی در جعبه کلکتور لازم است حداقل فاصله ۲cm از بالای جعبه رعایت شود.
- کابل مورد استفاده برای سیم‌کشی بین ترموستات تا شیر برقی باید سایز ۰/۷۵ یا ۱ و به صورت سه رشته‌ای باشد.
- فاز و نول اصلی باید از جعبه فیوز گرفته شود و یک کلید مینیاتوری به آن اختصاص داده شود تا در فصل گرم بتوان ترموستات‌ها را خاموش و از مدار خارج کرد.
- مجموعه سیم‌ها باید خارج از جعبه کلکتور به یکدیگر متصل شوند. برای این کار می‌توان از یک ترمینال برق استفاده نمود یا سر سیم‌ها مستقیماً به هم متصل و آب‌بند شوند تا در صورت بروز نشتی آب، اتصال کوتاه ایجاد نشود.
- نحوه سیم‌کشی ترموستات به شیربرقی در شکل ۲-۳۹ و همچنین سیم‌کشی بین ترمینال، ترموستات و شیربرقی در شکل ۲-۴۰ نشان داده شده است.



شکل ۲-۳۹ سیم‌کشی ترموستات‌های اتاقی باسیم به شیر برقی

- با اتصال خط فرمان به بویلر یا پکیج، فرمان قطع و وصل به منبع گرمایش صادر می‌شود. با استفاده از این قابلیت می‌توان از شیر By-Pass استفاده نمود.



شکل ۲-۴۰ سیم‌کشی ترموستات‌های اتاقی باسیم به ترمینال و شیر برقی

## ۷-۲ تعیین مکان ترموستات‌ها

با استفاده از نرم‌افزارهای طراحی، نقشه مدارهای گرمایش از کف تهیه می‌شود تا مجری با استفاده از آن بتواند مدارها را به‌درستی اجرا نماید. توجه به نکات قید شده در نقشه سبب می‌شود سیستم دارای بهترین عملکرد باشد. همچنین با تعیین مکان ترموستات‌ها امکان سیم‌کشی برای مجری تأسیسات برق فراهم می‌شود. برای تعیین مکان مناسب ترموستات مطابق با شکل ۴۱-۲ باید نکات زیر در نظر گرفته شود:

- ترموستات باید در ارتفاع  $1/5m$  از سطح کف نهایی نصب شود.
- ترموستات باید روی دیوار داخلی نصب شود و ترجیحاً روی دیوار خارجی در تماس با هوای آزاد نباشد.
- ترموستات نباید در معرض تابش مستقیم آفتاب و در نزدیکی سایر وسایل گرمایشی قرار گیرد.
- ترموستات باید از مرز سرد و درب و پنجره  $1m$  فاصله داشته باشد.



شکل ۴۱-۲ محل نصب ترموستات اتاقی

## ۸-۲ راهکار استفاده هم‌زمان از سیستم گرمایش از کف و گرمایش رادیاتور

در برخی مواقع در فصول سرد سال، استفاده از یک سیستم گرمایشی نمی‌تواند به‌تنهایی بار حرارتی مورد نیاز برخی ساختمان‌ها و گرمای مطلوب برای ساکنان را تأمین نماید. در این حالت باید از دو سیستم گرمایشی به

صورت هم‌زمان استفاده شود (در قبل و بعد از سرمای شدید می‌توان تنها از یک سیستم استفاده کرد). استفاده هم‌زمان از سیستم گرمایش از کف و سیستم رادیاتور برای این شرایط یک راه حل مناسب است که باید نکات فنی در طراحی و اجرای این دو سیستم در نظر گرفته شود.

اختلاف دمای آب ورودی به این سیستم‌ها یکی از مسائل پیش رو برای استفاده هم‌زمان از این دو سیستم است. بیشینه دمای آب مجاز ورودی در سیستم گرمایش از کف  $55^{\circ}\text{C}$  است. درحالی‌که محدوده دمای آب ورودی برای سیستم گرمایش رادیاتور عموماً  $75-55^{\circ}\text{C}$  است. از این رو نمی‌توان به‌تنهایی از یک منبع حرارتی (پکیج یا موتورخانه) با یک دمای آب ورودی برای هر دو سیستم گرمایشی استفاده نمود. در چنین شرایطی باید از دو منبع گرمایشی جهت تولید سیال با دو دما استفاده کرد یا از یک منبع به همراه مبدل حرارتی استفاده نمود. همچنین با استفاده از شیر سه راهه (Mixing valve) می‌توان با اختلاط آب گرم تولید شده توسط منبع حرارتی و آب سرد شده از کلکتور برگشت، دما را برای ورود به سیستم گرمایش از کف کاهش داد. برای کاهش دما و دستیابی به دمای مطلوب ورودی، بر روی این شیر یک ترموستات قرار گرفته است و زمانی که دمای آب ورودی به دمای تنظیم شده بر روی ترموستات برسد مسیر باز می‌شود.

### ۱-۸-۲ مبدل حرارتی

مبدل حرارتی (Heat Exchanger) سیستمی جهت انتقال حرارت بین دو سیال (مایع یا گاز) است که در هر دو فرایند سرمایش و گرمایش به کار گرفته می‌شود. به‌منظور جلوگیری از اختلاط سیال‌های جاری در مبدل‌ها، سیال‌ها توسط دیواره جامدی از یکدیگر جدا می‌شوند.

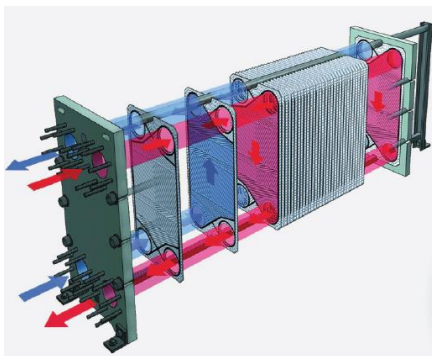
### ۲-۸-۲ انواع مبدل‌های حرارتی

مبدل‌های حرارتی معمولاً بر اساس آرایش جریان (همسو، ناهمسو یا عمود بر هم) و ساختار طراحی آن‌ها دسته‌بندی می‌شوند. انواع متداول مبدل‌های حرارتی عبارت است از:

- مبدل حرارتی دو لوله‌ای (Double Pipe)
- مبدل حرارتی پوسته و لوله (Shell and Tube)
- مبدل حرارتی صفحه‌ای (Plate)

### ۳-۸-۲ مبدل حرارتی صفحه‌ای (Plate)

در این نوع مبدل از صفحات نازک فلزی جهت انتقال حرارت بین دو سیال سرد و گرم استفاده می‌شود. این صفحات دارای سطوح صاف یا موج‌دار هستند که ضمن ایجاد کانال‌هایی برای جریان‌های سیال، آن‌ها را از یکدیگر جدا می‌سازند. از مزایای مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای نسبت به سایر مبدل‌ها می‌توان به ابعاد کوچک‌تر، اتلاف انرژی کمتر و سرعت بیشتر در تبادل گرما اشاره کرد. در مبدل حرارتی صفحه‌ای سیال‌های سرد و گرم روی صفحات فلزی کاملاً پخش می‌شوند و در معرض سطح بزرگ‌تری برای تبادل گرما قرار می‌گیرند.



شکل ۴۲-۲ نمونه‌ای از مبدل حرارتی صفحه‌ای

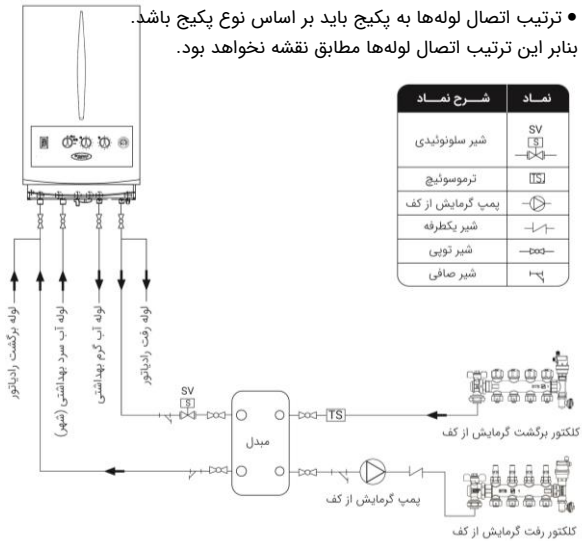
در نتیجه انتقال حرارت بهتری صورت گرفته و تغییر دما با سرعت بیشتری اتفاق می‌افتد. بنابراین برای نرخ یکسانی از انتقال حرارت، ابعاد یک مبدل حرارتی صفحه‌ای به مراتب کوچک‌تر از ابعاد یک مبدل حرارتی دو لوله‌ای یا پوسته و لوله خواهد بود. در شکل ۴۲-۲ نمونه‌ای از مبدل حرارتی صفحه‌ای نشان داده شده است.

## ۴-۸-۲ نکات لازم برای نصب مبدل حرارتی جهت استفاده همزمان سیستم‌های گرمایش از کف و گرمایش رادیاتور

- مبدل حرارتی بین کلکتورهای سیستم گرمایش از کف و منبع حرارتی (پکیج یا موتورخانه) قرار می‌گیرد. لوله‌های رفت و برگشت سیستم گرمایش از کف به یک سمت و لوله‌های ورودی و خروجی آب گرم منبع حرارتی، به سمت دیگر مبدل متصل می‌شوند. در هنگام نصب لوله‌ها با توجه به نوع مبدل باید به علامت‌های ورودی و خروجی هر بخش توجه نمود.
- مبدل حرارتی باید کاملاً محکم بسته شود. گرچه اغلب به صورت عمودی نصب می‌شود ولی در صورت نصب افقی باید تراز باشد (برای حالت‌های مختلف نصب اعم از افقی، عمودی و افقی به پهنا باید به دستورالعمل شرکت سازنده رجوع نمود). همچنین در حین نصب مبدل حرارتی باید دقت کرد که هوا به راحتی از آن خارج شود.
- قبل از نصب باید همه مجراها بازدید شوند تا پلیسه و زائده‌ای در آن‌ها نباشد.
- با افزایش اختلاف دمای ورودی - خروجی در مبدل، میزان رسوب‌گذاری به مقدار بسیار زیادی افزایش می‌یابد از این رو آب درون سیستم‌های گرمایشی باید سختی پایینی داشته باشد و استفاده از سختی گیرها (مانند مغناطیسی و غیره) در این سیستم‌ها الزامی است.
- تمامی ورودی و خروجی‌های مبدل حرارتی باید مجهز به شیر جهت کنترل جریان و مهره‌ماسوره رزوه‌ای برای سهولت در باز و بسته کردن مجموعه جهت تعمیرات، بازرسی‌های دوره‌ای و اسید شویی باشند.
- در صورت استفاده از موتورخانه به عنوان منبع حرارتی، کلیه قواعد و الزامات (نصب پمپ، عایق‌کاری و غیره) باید به درستی رعایت شود.
- بر روی لوله برگشت کلکتور گرمایش از کف جهت اندازه‌گیری دمای آب، باید ترموسوئیچ نصب شود.
- به منظور جلوگیری از ورود رسوب به منبع حرارتی و مبدل، بر روی لوله آب رفت از منبع حرارتی به مبدل یا بر روی لوله برگشت از مبدل به منبع حرارتی باید شیر صافی یا شیر صافی دار نصب شود.

- به منظور تنظیم دمای آب ورودی سیستم گرمایش از کف، باید بر روی لوله آب رفت از منبع حرارتی به مبدل، شیر سلونوئیدی نصب شود. این شیر با دریافت فرمان از ترموسوئیچ (که بر روی لوله برگشت کلکتور گرمایش از کف بسته شده) مسیر رفت آب از منبع حرارتی به مبدل را باز یا بسته می‌کند.
- به منظور تنظیم دمای آب ورودی سیستم گرمایش از کف، باید بر روی لوله آب رفت از منبع حرارتی به مبدل، شیر سلونوئیدی نصب شود. این شیر با دریافت فرمان از ترموسوئیچ (که بر روی لوله برگشت کلکتور گرمایش از کف بسته شده) مسیر رفت آب از منبع حرارتی به مبدل را باز یا بسته می‌کند.
- به منظور جلوگیری از ورود رسوب به سیستم گرمایش از کف، باید بر روی لوله آب رفت از مبدل به سیستم گرمایش از کف شیر صافی یا شیر صافی‌دار نصب شود.
- به منظور به جریان انداختن آب در مدارهای سیستم گرمایش از کف باید از پمپ سیرکولاتور استفاده شود. همچنین بعد از پمپ، نصب شیر یک‌طرفه الزامی است.
- شکل ۲-۴۳ نحوه قرارگیری و اجرای مبدل حرارتی در استفاده هم‌زمان سیستم‌های گرمایش از کف و رادیاتور با منبع گرمایش پکیج را نشان می‌دهد.

- ترتیب اتصال لوله‌ها به پکیج باید بر اساس نوع پکیج باشد. بنابراین ترتیب اتصال لوله‌ها مطابق نقشه نخواهد بود.



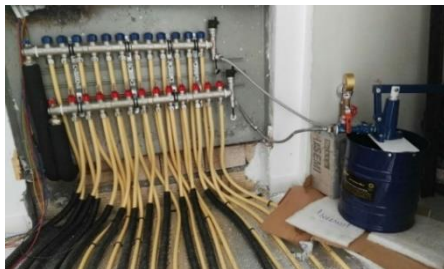
شکل ۲-۴۳ نحوه قرارگیری و اجرای مبدل حرارتی در استفاده هم‌زمان سیستم‌های گرمایش از کف و رادیاتوری با منبع گرمایش پکیج

## ۹-۲ نمونه اجراهای سیستم گرمایش از کف

در شکل ۲-۴۴ تا شکل ۲-۵۱ نمونه اجراهای سیستم گرمایش از کف نشان داده شده است.



شکل ۲-۴۴ اجرای جعبه کلکتور گرمایش از کف



شکل ۴۵-۲ تست فشار سیستم گرمایش از کف



شکل ۴۶-۲ اجرای سیستم گرمایش از کف ترموستاتیک در مسجد و حسینیه



شکل ۴۷-۲ اجرای سیستم گرمایش از کف در سوله صنعتی



شکل ۲-۴۸ اجرای سیستم گرمایش از کف به عنوان ذوب برف بر روی پشت بام



شکل ۲-۴۹ اجرای سیستم گرمایش از کف در حمام ترکی



شکل ۵۰-۲ اجرای سیستم گرمایش از کف در ویلا



شکل ۵۱-۲ بتن ریزی سیستم گرمایش از کف



شکل ۵۲-۲ اجرای سیستم گرمایش از کف برای ساختمان با سقف بلند



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۵۳-۲ مراحل اجرای سیستم گرمایش از کف (الف) عایق کف ، (ب) ورق متالایز (ج) لوله کشی





# ۳ | فصل سوم

اطلاعات مورد نیاز و نقشه خوانی

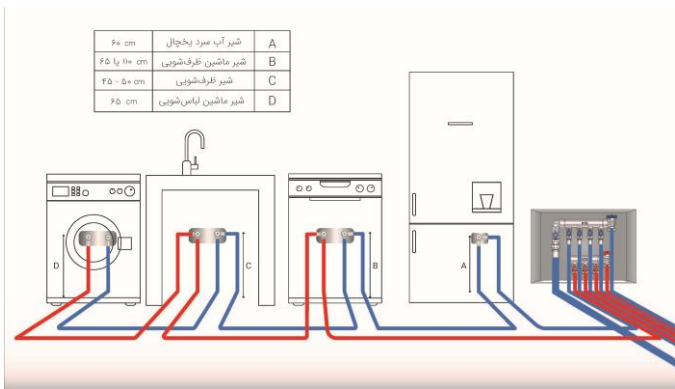


### ۱-۳ ارتفاع نصب لوازم بهداشتی

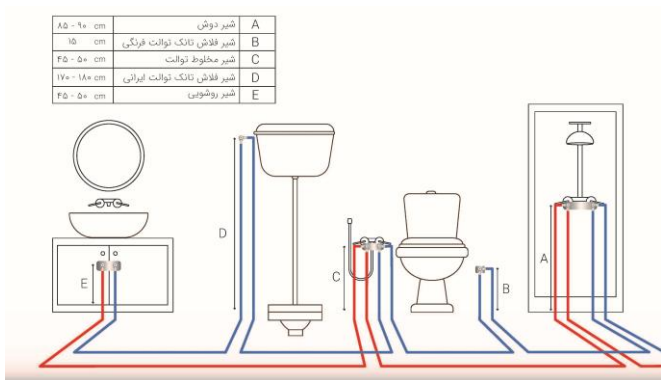
جهت طراحی درست و بهینه و جانمایی مناسب تجهیزات سیستم لوله‌کشی آبرسانی، طراح باید ارتفاع نصب لوازم بهداشتی را بداند و مطابق با استانداردهای موجود طراحی را انجام دهد. مجری سیستم آبرسانی باید بتواند کلیه لوازم بهداشتی را تراز و مطابق استانداردهای موجود نصب کند. در جدول ۱-۳ ارتفاع مناسب نصب این لوازم از کف تمام شده و در شکل ۱-۳ و شکل ۲-۳ نشان داده شده است.

جدول ۱-۳ ارتفاع نصب لوازم بهداشتی از کف تمام شده (cm)

ارتفاع نصب	لوازم بهداشتی	ارتفاع نصب	لوازم بهداشتی
سرویس حمام		آشپزخانه	
۸۵-۹۰	شیر دوش	۴۵-۵۰	شیر ظرف‌شویی
۶۵-۷۰	شیر وان	۶۵ یا ۱۱۰	شیر ماشین ظرف‌شویی
تجهیزات جانبی دوش		۶۵	شیر ماشین لباس‌شویی
۱۹۰	سر دوش	۶۰	شیر آب سرد یخچال
۱۰۰	جاصابونی و جاحوله‌ای	سرویس بهداشتی	
۲۰۰	میله پرده	۴۰-۵۰	شیر روشویی
		۴۵-۵۰	شیر مخلوط توالت ایرانی
تجهیزات جانبی وان		۶۰-۶۵	شیر مخلوط توالت فرنگی
۱۹۰	سر دوش	۱۵	شیر فلاش تانک توالت فرنگی
۷۰	جاصابونی	۱۷۰-۱۸۰	شیر فلاش تانک توالت ایرانی
۱۲۰	جاحوله‌ای	۲۰	شیر مخلوط بیده
۲۰۰	میله پرده	تجهیزات جانبی سرویس بهداشتی	
سایر تجهیزات		۶۵	قلاب نگه‌دارنده شینگ
۵۰	کولر	۸۰	روشویی
۳۰	زیر جعبه کلکتور	۱۵۰-۱۶۰	آینه
۱۲۰-۱۳۰	پکیج	۱۱۵	جاصابونی
۱۰۰-۱۲۰	آبگرمکن	۱۲۰	جاحوله‌ای



شکل ۱-۳ ارتفاع نصب تجهیزات آشپزخانه

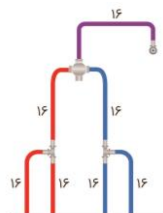


شکل ۲-۳ ارتفاع نصب تجهیزات حمام و سرویس بهداشتی

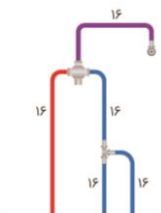
ارتفاع نصب لوازم بهداشتی و شیرآلات توکار مطابق با جدول ۲-۳ است. حالت‌های مختلف لوله‌کشی توکار برای شیر روشویی و شیر مخلوط در شکل ۳-۳، برای فلاش تانک توالت فرنگی و ایرانی در شکل ۳-۴ و برای دوش در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.

جدول ۲-۳ ارتفاع نصب لوازم بهداشتی و شیرآلات توکار از کف تمام شده (cm)

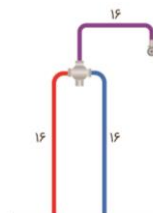
ارتفاع نصب	لوازم بهداشتی توکار	ارتفاع نصب	لوازم بهداشتی توکار
۱۰۰-۱۱۰	شیر دوش حمام	۵۰-۶۰	شیر مخلوط توالت ایرانی
۲۰۰-۲۲۰	سر دوش حمام	۶۰-۷۰	شیر مخلوط توالت فرنگی
۱۳۰	دوش متحرک	۲۰	فاصله زانویی تا شیر
۱۳۰	دایورتور	۶ - ۷/۵	عمق مورد نیاز در دیوار
۵۰-۶۰	پا شور یا وان پرکن	۱۰۰ (از محل تعیین شده)	فلاش تانک توالت فرنگی
۳۰	فاصله دوش متحرک تا دایورتور	۱۰۰ (از محل تعیین شده)	فلاش تانک توالت ایرانی
		۱۰	عمق مورد نیاز در دیوار



بعد از آب سرد و گرم  
مصرف کنند وجود دارد.

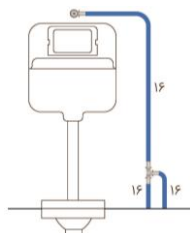


آب گرم مصرف کننده آخر  
است. بعد از آب سرد  
مصرف کننده هست

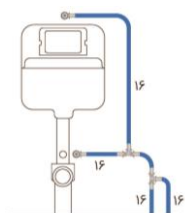


آب سرد و گرم هر دو  
مصرف کننده آخر هستند

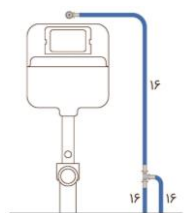
شکل ۳-۳ حالت‌های مختلف لوله‌کشی شیر روشویی و شیر مخلوط توکار



فلاش تانک توالت  
ایرانی

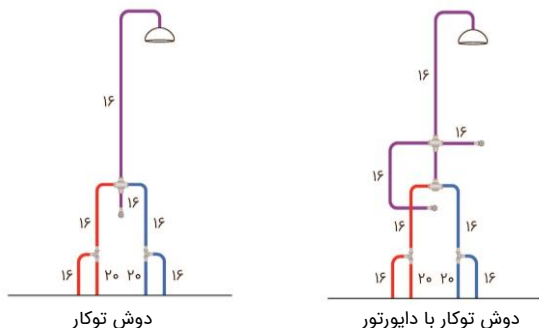


فلاش تانک توالت فرنگی  
با بیده (خودشور)



فلاش تانک  
توالت فرنگی

شکل ۴-۳ حالت‌های مختلف لوله‌کشی فلاش تانک توالت ایرانی و فرنگی



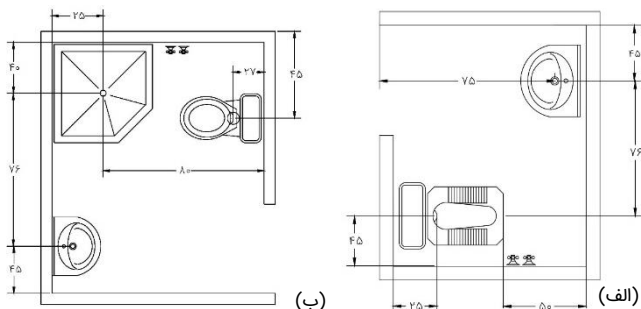
شکل ۵-۳- لوله‌کشی دوش توکار

## ۲-۳ فاصله مجاز بین لوازم بهداشتی

برای استفاده بهتر از لوازم بهداشتی باید فاصله‌ی مناسبی بین هر وسیله بهداشتی تا دیوارهای اطراف آن و لوازم بهداشتی مجاور وجود داشته باشد. این فواصل در جدول ۳-۳ و شکل ۶-۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۳-۳ حداقل فاصله وسیله بهداشتی تا دیوارهای جانبی و فاصله بین لوازم بهداشتی مجاور هم (cm)

ردیف	لوازم بهداشتی	حداقل فاصله محور لوازم بهداشتی از دیوار مجاور	حداقل فاصله محور لوازم بهداشتی نسبت به یکدیگر	حداقل فاصله لوازم بهداشتی از دیوار پشت	حداقل فاصله از دیوار پشت
۱	روشویی	۴۵	۷۶	۷۵	-
۲	توالت شرقی	۴۵	۷۶	۵۰	۲۵
۳	توالت غربی	۴۵	۷۶	۵۰	۲۵
۴	بیده	۴۵	۷۶	۴۶	۳۰
۵	وان	-	۷۶	۸۰	۲۵
۶	زیر دوشی	۴۰	۷۶	۸۰	۲۵
۷	سیفون ایرانی	۴۵	-	-	۳۰
۸	سیفون فرنگی	۴۵	-	-	۲۷



شکل ۳-۶ حداقل فاصله بین اجزا در سیستم آبرسانی الف) سرویس بهداشتی و ب) سرویس حمام (cm)

### ۳-۳ نمادهای پرکاربرد در نقشه‌های تأسیساتی











جدول ۳-۴ نماد لوله‌ها و شیرهای به‌کار رفته در نقشه‌های تأسیساتی



Name	نماد	نام
<b>لوله‌ها</b>		
Domestic Cold Water		خط لوله آب سرد
Domestic Hot Water		خط لوله آب گرم
Domestic Hot Water Return		برگشت آب گرم
<b>شیرها</b>		
Ball Valve		شیر توپی
Gate Valve		شیر کشویی
Globe Valve		شیر کروی (بشقابی)
Check Valve		شیر یک طرفه
Butterfly Valve		شیر پروانه‌ای

جدول ۵-۳ نمادهای ورودی آب، اتصالات و رایزر در نقشه‌های تأسیساتی

نام	نماد	نام	نماد
ورودی آب		زانو دیواری	
کنتور آب		سه‌راهی ۹۰ دیواری	
پمپ آب		سه‌راهی	
رایزر		صافی	

جدول ۶-۳ نماد تجهیزات به‌کار رفته در نقشه‌های تأسیساتی

نام	دید از بالا	دید از روبه‌رو
روشویی		
توالت شرقی با فلاش‌تانک		
توالت فرنگی (غربی) با فلاش‌تانک		
بیده		
شیر مخلوط بهداشتی		

نماد		نام
دید از روبه‌رو	دید از بالا	
		دوش
		وان
		زیر دوشی
		ماشین ظرف‌شویی
		ماشین لباس‌شویی
		اجاق‌گاز
		یخچال
		سینک ظرف‌شویی یک لگنه، یک سینی
		سینک ظرف‌شویی دو لگنه، یک سینی
		مبدل
		پکیج

