

۲-۲ لوله‌های چدنی و چدنی نشکن

۱-۲-۲ کلیات

لوله‌های چدنی که در خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب به کار می‌روند، شامل دو نوع کلی به شرح زیر می‌باشند.

۱-۱-۲-۲ لوله‌های چدنی معمولی تحت فشار

لوله‌های چدنی معمولی که از چدن خاکستری^۱ ساخته می‌شوند، از قدیمی‌ترین انواع لوله‌های مورد استفاده در خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب در کشورهای مختلف بوده‌اند. امتیاز اصلی این نوع لوله، مقاومت زیاد در مقابل خورندگی خاک و آب و در نتیجه طول عمر قابل توجه می‌باشد، ولی به علت خاصیت شکنندگی و وزن زیاد این لوله‌ها، خصوصاً برای قطرهای بزرگ، و در نتیجه مشکلات و هزینه‌های زیاد حمل و نقل و نصب، استفاده از این جنس لوله طی سالهای اخیر کاهش یافته و تقریباً منسوخ گشته است.

۲-۱-۲-۲ لوله‌های چدن نشکن

لوله‌های چدن نشکن^۲ با توجه به امتیازات قابل توجه آنها از نظر قابلیت انعطاف و مقاومت در مقابل ضربه، فشار، خورندگی آب و خاک و همچنین وزن کمتر، طی چند دهه اخیر به سرعت جایگزین لوله‌های چدنی معمولی گشته‌اند. از این‌رو در این مشخصات و پس از ذکر استانداردها، صرفاً لوله‌های چدن نشکن مورد بحث قرار می‌گیرند.

۲-۲-۲ استانداردهای ساخت لوله‌های چدنی

۱-۲-۲-۲ لوله‌های چدنی معمولی (خاکستری)

لوله‌های چدنی معمولی در دنیا عموماً براساس استاندارد ISO-R/13 تولید می‌شوند. استاندارد مورد استفاده در ایران به شماره ۴۲۶ می‌باشد که چاپ سوم آن در بهمن ماه ۱۳۶۳ منتشر گردیده است. در تهیه استاندارد فوق از استاندارد شماره ISO-R/13 چاپ ۱۹۵۵ استفاده شده است.

لوله‌های چدنی معمولی در سه کلاس "LA", "A", "B" تولید می‌شوند. فشار آزمایش^۳ آنها در کارخانه برای قطرهای تا ۶۰۰ میلیمتر به ترتیب معادل ۲۰، ۲۵ و ۳۰ اتمسفر و برای قطرهای بیش از ۶۰۰ میلیمتر به ترتیب معادل ۱۵، ۲۰ و ۲۵ اتمسفر است. فشار کار^۴ آنها برابر نصف ارقام فوق می‌باشد.

¹ Gray Cast Iron

² Ductile Iron Pipe

³ Test Pressure

⁴ Working Pressure

۲-۲-۲-۲ لوله‌های چدنی نشکن

لوله‌های چدن نشکن براساس استانداردهای مختلف تولید می‌شوند که مهمترین آنها استاندارد بین المللی شماره ISO-2531 است. این استاندارد مورد استفاده کلیه سازندگان معتبر دنیا بوده و کارخانجات فعلی تولیدکننده لوله و متعلقات چدن نشکن در ایران نیز محصولات خود را براساس این استاندارد تولید می‌نمایند.

نوع لوله و متعلقات چدن نشکن برای مصارف مختلف با توجه به فشار کار آنها بر اساس استاندارد شماره ISO - 2531 با ضریبی به نام K مشخص می‌شود که $K=9$ معمول ترین ضریب برای ساخت لوله‌های مورد استفاده برای مصارف آبرسانی و توزیع آب می‌باشد. البته با توجه به نیاز و مشخصات خطوط آبرسانی و توزیع آب و حسب مورد، لوله‌های ساخته شده با ضرایب $K=8$ و $K=10$ استفاده می‌شوند که در ایران معمولاً با سفارش تولید می‌گردند.

فشار آزمایش (P) لوله‌ها در کارخانه بر حسب اتمسفر براساس استاندارد ذکر شده به شرح زیر است :

$$P = 0.5(K + 1)^2 \quad \text{برای قطر اسمی ۱۰۰} \text{ الی} \text{ ۳۰۰ میلیمتر}$$

$$P = 0.5K^2 \quad \text{برای قطر اسمی ۳۵۰} \text{ الی} \text{ ۶۰۰ میلیمتر}$$

$$P = 0.5(K - 1)^2 \quad \text{برای قطر اسمی ۷۰۰} \text{ الی} \text{ ۱۰۰۰ میلیمتر}$$

$$P = 0.5(K - 2)^2 \quad \text{برای قطر اسمی ۱۲۰۰} \text{ الی} \text{ ۲۰۰۰ میلیمتر}$$

$$P = 0.5(K - 3)^2 \quad \text{برای قطر اسمی ۲۲۰۰} \text{ الی} \text{ ۲۶۰۰ میلیمتر}$$

تعدادی از سایر استانداردهای مورد استفاده در ساخت لوله‌های چدن نشکن به شرح زیر است. مذکور می‌شود که در این مشخصات فنی صرفاً به تعدادی از استانداردهای معتبر اشاره شده و به معنی محدود بودن تولید این لوله‌ها بر اساس استانداردهای ذکر شده نمی‌باشد.

- استاندارد شماره BS 4772

- استانداردهای شماره DIN 28648 DIN 28600

- استاندارد شماره ASTM A377

- استاندارد شماره ANSI / AWWA C151 / A21.51

۴-۲-۳-۲ انواع اتصالی‌های لوله‌های چدنی نشکن و کاربرد آنها

لوله‌های چدن نشکن در طولهای محدود و معمولاً حداقل ۶ متر برای لوله‌های تا قطر ۵۰۰ میلیمتر و ۹ متر برای اقطار ۶۰۰ میلیمتر و بیشتر تولید می‌شوند. بنابراین برای اتصال لوله‌ها به یکدیگر و یا به متعلقات، استفاده از اتصالی الزامی است. مذکور می‌گردد که لوله‌های چدن نشکن با شاخه‌های با طول بیش از ۶ متر در شرایط حاضر در ایران تولید نمی‌شوند. انواع مختلف اتصالی به شرح زیر است :

۱-۳-۲-۲ اتصال نوع فشاری^۱

در این نوع اتصالی، سرساده لوله^۲ به داخل سرکاسه^۳ فشار داده شده و آببندی توسط واشر لاستیکی که بین جدار خارجی سرساده و جدار داخلی سرکاسه قرار می‌گیرد تأمین می‌شود. واشرهای لاستیکی از نوع مخصوصی بوده که می‌توانند برای اقطار مختلف دارای اشکال متفاوتی باشند. به همین دلیل، سرکاسه لوله دارای شیار و برآمدگی خاص بوده که این شیارها و برآمدگی‌ها متناسبًا بر روی واشر لاستیکی نیز وجود دارد. لذا در نصب لوله‌ها باید توجه نمود که شیار و برآمدگی سرکاسه بر روی برآمدگی و شیار واشر قرار گیرد. برای نصب واشرها باید سطح خارجی سرساده لوله و همچنین قسمت داخلی واشر را با ماده مناسب روان‌سازی آغشته نمود.

به منظور برقراری صحیح اتصالی، تولیدکنندگان لوله مقدار مورد نیاز فروافتگی سرساده در داخل سرکاسه لوله را با علامت بر روی سرساده مشخص می‌نمایند که رایج‌ترین آنها یک خط محیطی بر روی سرساده می‌باشد.

متذکر می‌شود که اتصالی نوع تایتون^۴ نیز نوع خاصی از اتصال نوع فشاری است.

مهمنترین ویژگیهای اتصالی نوع فشاری به شرح زیر می‌باشد.

- این نوع اتصالی هیچ‌گونه نیازی به لوازم فرعی اضافی بجز واشر لاستیکی ندارد.

- برقرار نمودن اتصال، سریع و ساده بوده و از طریق فشار سرساده لوله به داخل سرکاسه تأمین می‌گردد.

واشر لاستیکی به واسطه کوچکتر بودن قطر داخلی آن نسبت به قطر خارجی سرساده لوله، کاملاً در محل چسبیده و فشار کافی به سرکاسه و سرساده لوله وارد نموده و بدین ترتیب آببندی کامل تأمین می‌شود.

- خط لوله در این نوع اتصالی می‌تواند، مقدار قابل توجهی منبسط و منقبض گردد.

- این نوع اتصالی دارای انعطاف‌پذیری^۵ خوبی می‌باشد و به همین دلیل هماهنگی لازم را با جابجایی و نشست زمین تا حد مجاز انحراف لوله و با حفظ آببندی محل اتصالی دارد.

- این اتصالی خصوصاً برای خطوط لوله مستقیم مناسب است.

در شکل شماره ۱-۲-۲ نمونه‌ای از اتصالی نوع فشاری نشان داده شده است.

۱-۳-۲-۲ اتصال نوع مکانیکی

در این نوع اتصال، سرساده لوله در داخل سرکاسه قرار داده شده و از طریق یک واشر لاستیکی که بین جدار خارجی سرساده لوله و جدار داخلی سرکاسه لوله قرار می‌گیرد و توسط یک غلاف فلزی بنام گلنده^۶ فشرده می‌شود، آببندی تأمین می‌گردد. غلاف فلزی به تناسب قطر لوله، دارای تعدادی سوراخ برای عبور پیچ می‌باشد. همچنین سرکاسه لوله به صورت فلنج بوده و دارای همان تعداد سوراخ است.

¹ Push on Joint = Bell & Socket

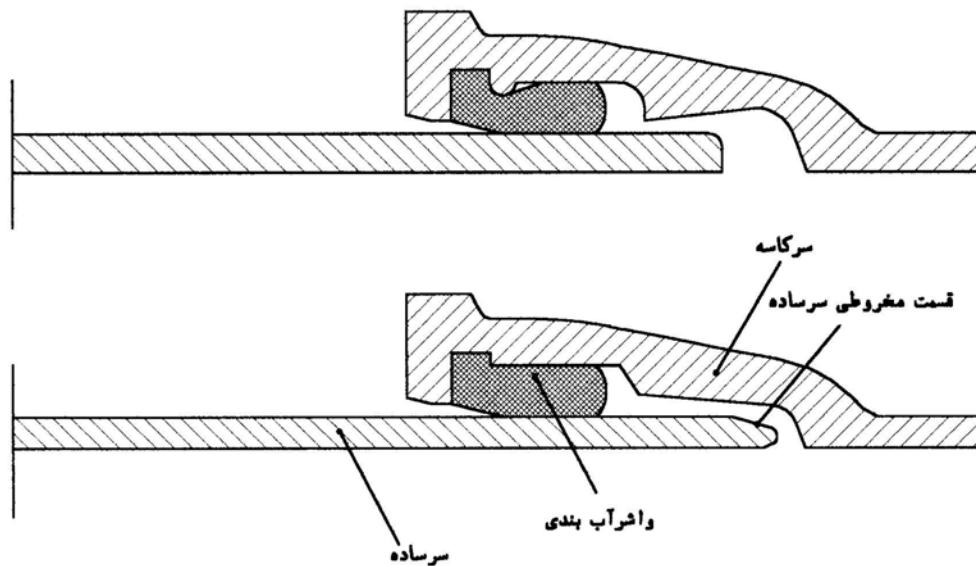
² Bell

³ Socket

⁴ Tyton Joint

⁵ Flexibility

⁶ Gland



شکل ۲-۲ : نمونه‌هایی از اتصال نوع فشاری

با قرارگرفتن پیچ و مهره در داخل این سوراخها و پیچاندن پیچ‌ها، غلاف به داخل سرکاسه رانده شده و زایده آن باعث فشردگی واشر لاستیکی می‌گردد که از یک طرف به سراساده یک لوله و از طرف دیگر به قسمت داخلی سرکاسه لوله دیگر کاملاً چسبیده و آب‌بندی را تأمین می‌نماید.

برای اینکه واشر لاستیکی به خوبی به جدار خارجی سراساده لوله و جدار داخلی سرکاسه لوله چسبیده و فشرده شود، قسمت انتهایی واشر لاستیکی نیز مخروطی شکل و کاملاً مطابق با ابعاد مخروط داخلی سرکاسه لوله می‌باشد. برای نصب و حرکت واشر در این نوع اتصالی، باید سطح خارجی سراساده لوله و واشر و همچنین سطح داخلی سرکاسه لوله را با ماده مناسب روان‌سازی آگشته نمود.

مهمنترین ویژگی‌های اتصالی نوع مکانیکی به شرح زیر می‌باشد :

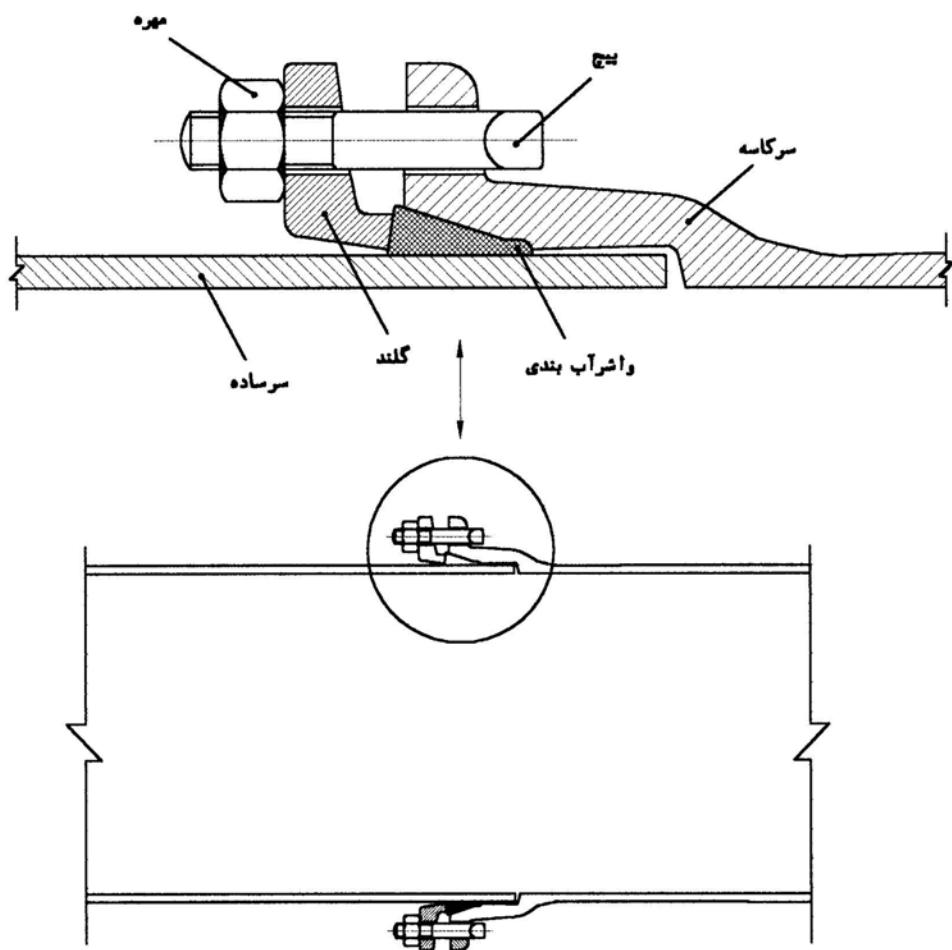
- خط لوله در این نوع اتصالی می‌تواند به مقدار قابل توجهی منبسط و منقبض گردد.
- این نوع اتصالی دارای انعطاف‌پذیری خوبی می‌باشد و به همین دلیل هماهنگی لازم را با جابجایی و نشست زمین تا حد مجاز انحراف لوله و با حفظ آب‌بندی محل اتصالی دارد.
- این نوع اتصالی خصوصاً برای نصب متعلقات مناسب است.

در شکل شماره ۲-۲ نمونه‌ای از اتصال نوع مکانیکی نشان داده شده است.

۲-۳-۳ اتصال نوع فلنجزی^۱

این نوع اتصالی قدیمی‌ترین نوع اتصال لوله‌های چدنی می‌باشد. در این نوع اتصالی، برای اتصال دو لوله به یکدیگر و یا اتصال لوله‌ها به متعلقات و شیرآلات، از فلنچ استفاده می‌شود. بنابراین هر دو سر لوله و متعلقات در این نوع اتصال فلنچ دار می‌باشند.

¹ Flanged Joint



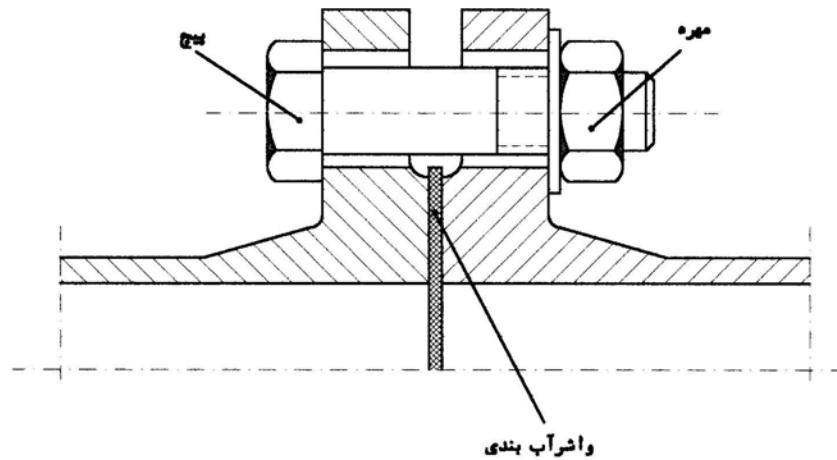
شکل ۲-۲: اتصال نوع مکانیکی

آببندی در این نوع اتصال، توسط واشر لاستیکی تأمین شده که بین دو فلنچ قرار گرفته و با پیچاندن مهره‌ها و نزدیک شدن فلنچ‌ها به یکدیگر، واشر بین آنها فشرده شده و آببندی برقرار می‌شود.

این نوع اتصالی برای اتصال لوله به تلمبه خانه‌ها و یا اتاق شیرآلات مناسب می‌باشد. به کارگیری اتصال نوع فلنچی باعث می‌گردد که خط لوله در محل اتصالی قادر به انقباض و انبساط نبوده و هیچ‌گونه انعطاف‌پذیری در محل اتصالی وجود نداشته باشد. در شکل شماره ۳-۲-۲ اتصالی نوع فلنچی نشان داده شده است.

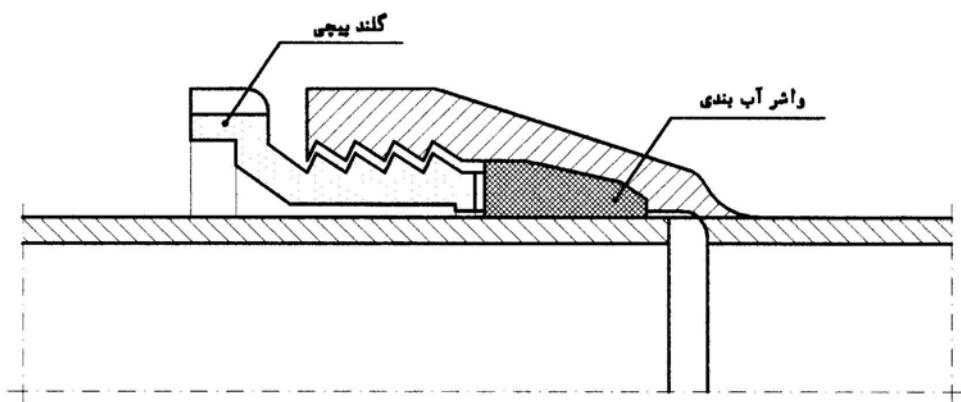
۴-۳-۲-۲ انواع دیگر اتصال

انواع دیگری از اتصال لوله‌های چدن نشکن کاربرد کمتری داشته و یا در حال حاضر در ایران مورد استفاده نمی‌باشند. ذیلاً در این مشخصات فنی به ذکر مختصر آنها اکتفا می‌گردد.



شکل ۲-۲-۳: اتصال نوع فلنجی

۱- اتصال با غلاف پیچی^۱ که در واقع نوعی اتصال مکانیکی است که قسمت سرکاسه لوله رزو شده و غلاف فلزی پیچی است که با پیچاندن، به داخل سرکاسه لوله رانده شده و باعث فشرده شدن واشر لاستیکی و آببندی لوله می‌گردد. نحوه این نوع اتصال در شکل ۲-۲-۴ نشان داده شده است.



شکل ۲-۲-۴: اتصال با غلاف پیچی

۲- انواع خاص دیگری از اتصالات مکانیکی که در برخی از آنها، نیازی به زائد و سوراخ در سرکاسه لوله نمی‌باشد و در شکل ۲-۲-۵ نشان داده شده است.

۳- انواع خاص دیگری از اتصالات نوع فشاری که در شکل ۲-۲-۶ نشان داده شده است.

۴- اتصالی قابل انعطاف^۲ که در فصل چهارم - بخش اول تحت عنوان قطعه قابل انعطاف (SM) معرفی شده است.

۵- اتصالی فلنجی هماهنگ کننده^۱ که در فصل چهارم - بخش اول تحت عنوان قطعه فلنجی هماهنگ کننده معرفی شده است.

¹ Screwed Gland

² Flexible Coupling

۶- اتصالی پیاده و سوار نمودن شیرآلات^۲ که در فصل چهارم - بخش اول تحت عنوان قطعه مخصوص باز و بسته کردن شیر (PAF) شرح داده شده است.

۴-۲-۴ ماده روان‌سازی^۳

برای نصب لوله و متعلقات با اتصالات غیرفلنجی، استفاده از مواد روان‌سازی برای آغشته نمودن سطوح و سهولت حرکت قطعاتی که باید در درون یکدیگر بلغزند ضروری است.

مواد روان‌سازی باید عاری از ترکیبات سمی و نفتی بوده و مناسب رشد میکروبها و قارچها و سایر آلودگیها نباشند و در عین حال نباید باعث خورنده‌گی و یا خراب و خشک شدن واشر گردیده و یا باعث تولید مواد معلق و رسوب و بو و طعم در آب شوند. همچنین این مواد نباید هیچ‌گونه صدمه‌ای به لوله وارد نمایند. استفاده از انواع روغن‌های دارای پایه نفتی و یا گیاهی و حیوانی، گریس و غیره به عنوان مواد روان‌ساز مجاز نمی‌باشد.

مواد روان‌ساز معمولاً^۱ توسط کارخانجات سازنده لوله و متعلقات تأمین و یا نوع آن اعلام می‌شود ولی در صورت ضرورت، می‌توان از ترکیب ۷۰ درصد آب و ۳۰ درصد صابون به عنوان مواد روان‌ساز استفاده نمود.

۴-۲-۵ حفاظت در مقابل خورنده‌گی و تعمیرات آنها

هر چند که لوله‌های چدن نشکن به عنوان لوله‌هایی با عمر زیاد و مقاوم در مقابل خورنده‌گی شناخته شده‌اند، ولی لوله‌های بدون پوشش حفاظتی در برخی از مناطق که خاصیت خورنده‌گی زمین بسیار زیاد است، مانند زمینهای دارای مواد پوسیده گیاهی، مناطق باتلاقی، مردابی و لجنی، سواحل دریا، و نظایر آن، می‌توانند در اثر خورنده‌گی صدمه دیده و عمر آنها کاهش یابد. همچنین پوشش داخلی لوله‌ها با اندود سیمانی، می‌تواند لوله را در مقابل خورنده‌گی مایعات محافظت نماید.

۴-۲-۶ پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله

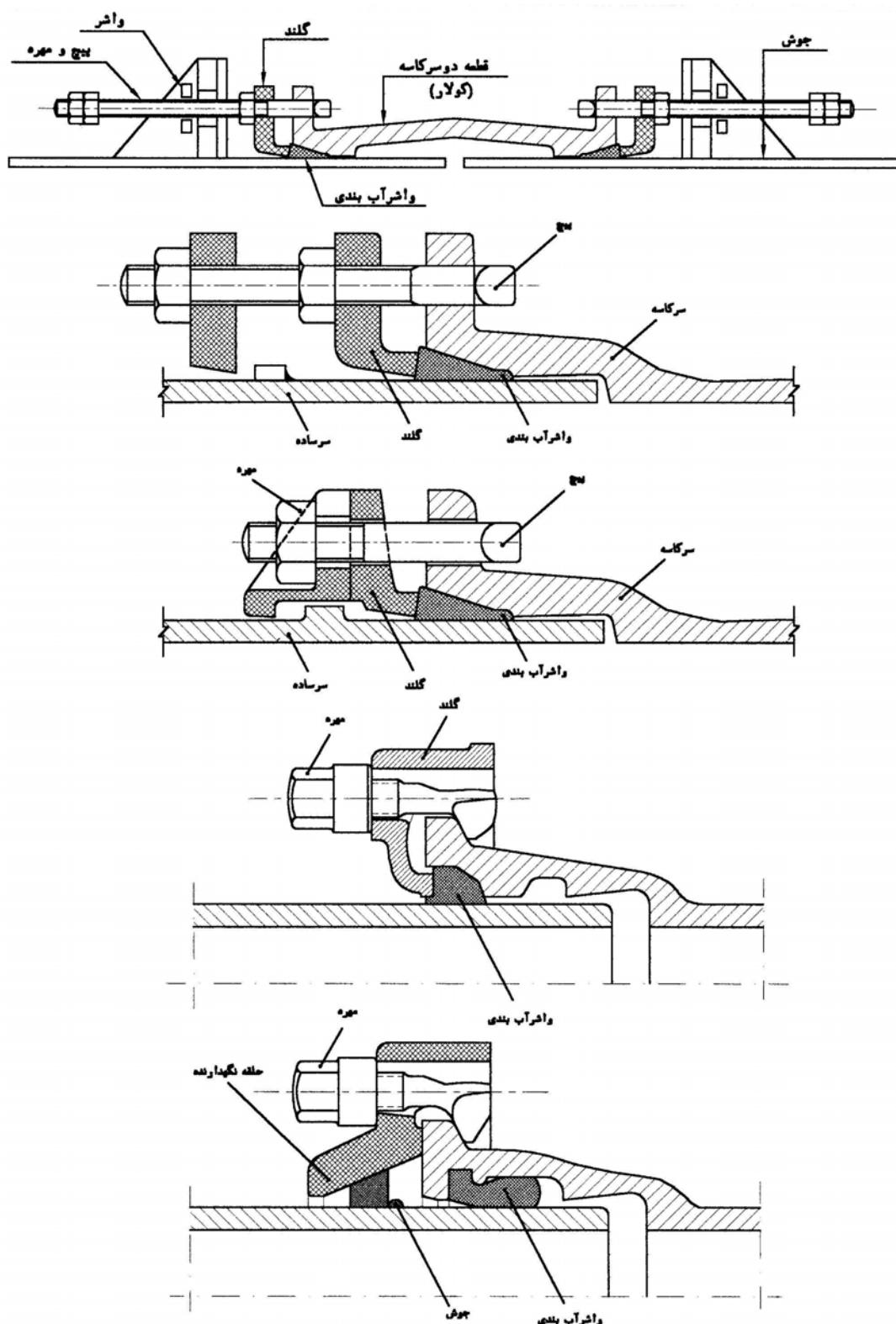
پوشش حفاظتی جدار داخل لوله‌های چدن نشکن که برای انتقال آب شرب مورد استفاده قرار می‌گیرند، از دیدگاه محافظت در مقابل خورنده‌گی آب شرب کاملاً ضروری نبوده ولی انجام این پوشش باعث می‌گردد که ضربی زبری لوله کاهش یافته و در نتیجه ظرفیت کشش آن افزایش یابد که منجر به انتقال مقدار بیشتر آب می‌شود.

پوشش حفاظتی سطوح داخلی لوله‌های چدن نشکن معمولاً^۲ اندود سیمانی بوده که به طریق گریز از مرکز (سانتریفوژ) بر اساس دستورالعمل و مشخصات مندرج در این مشخصات فنی و سایر استانداردهای معتبر بر سطح داخلی لوله پاشیده می‌شود.

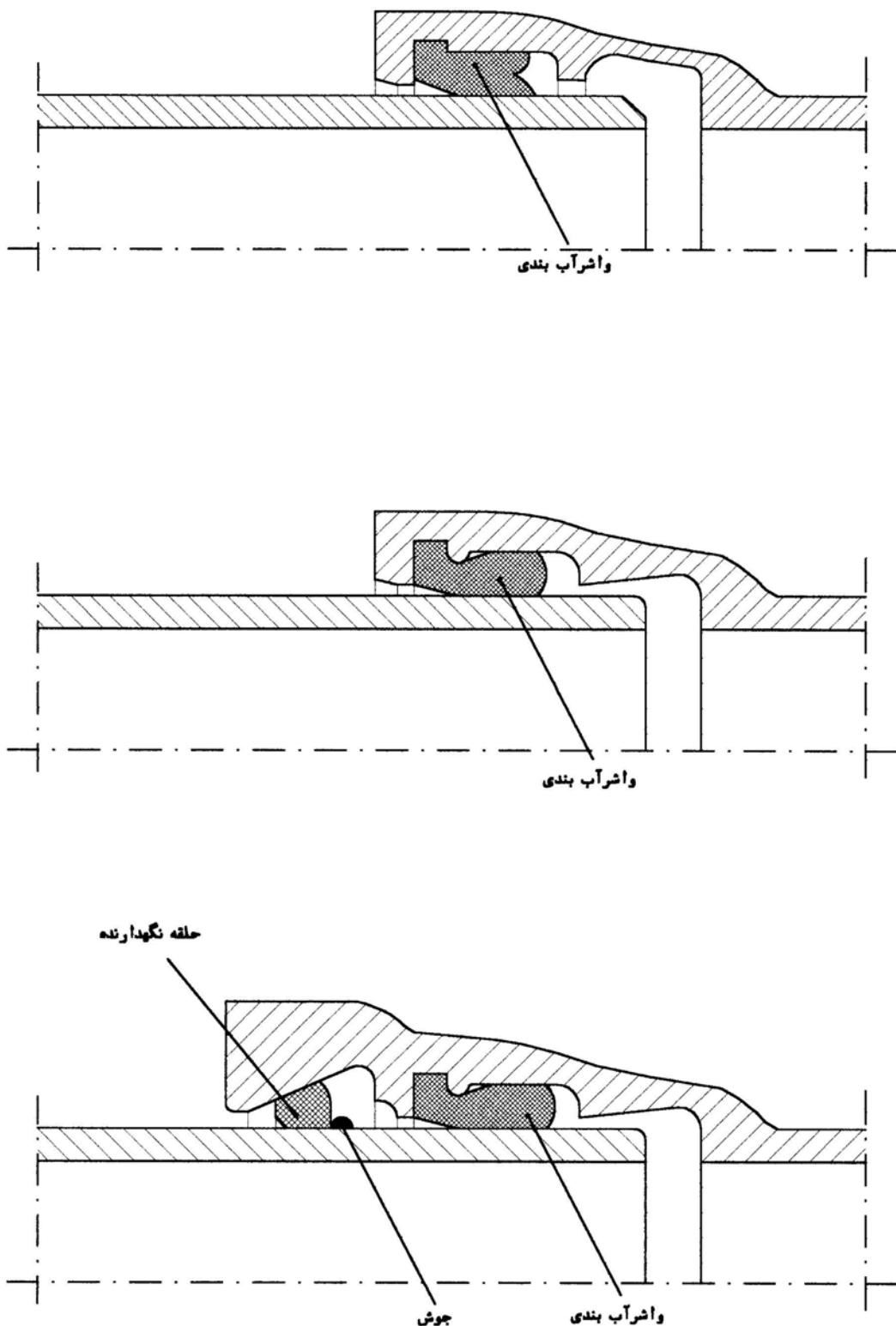
¹ Flange Adaptor

² Dismantling Joint

³ Lubricant



شکل ۲-۲-۵ : انواع خاص اتصال مکانیکی



شکل ۲-۲-۶: انواع خاص اتصال فشاری

ضخامت انود سیمانی براساس توصیه استاندارد JIS به شرح زیر می‌باشد. متذکر می‌گردد که استانداردهای دیگر می‌توانند ضخامت‌های کمتر و یا بیشتری را توصیه نمایند. لذا ارقام زیر صرفاً به عنوان راهنمایی بوده و پیمانکار باید ضخامت انود را مطابق با مشخصات فنی طرح و دستورالعمل مهندس مشاور اختیار و اجرا نماید.

ضخامت انود سیمانی به میلیمتر		قطر نامی لوله به میلیمتر
حداقل	متوسط	
۳	۴	۲۵۰ الی ۸۰
۵	۶	۳۰۰ الی ۶۰۰
۶	۸	۹۰۰ الی ۷۰۰
۷	۱۰	۱۲۰۰ الی ۱۰۰۰
۸	۱۲	۱۵۰۰ الی ۱۳۵۰
۱۱	۱۵	۲۶۰۰ الی ۱۶۰۰

انود سیمانی سطوح داخلی متعلقات به صورت دستی انجام می‌شود. به جای انود سیمانی در متعلقات، می‌توان از رنگ اپوکسی مورد تأیید به ضخامت ۱/۰ میلیمتر نیز استفاده نمود. سیمان مصرفی در انود سیمانی با توجه به هدف از انود فوق، از نوع پرتلند معمولی و یا ضد سولفات می‌باشد.

محافظت مضاعف انود سیمانی سطح داخلی لوله‌های چدن نشکن در صورت استفاده از خط لوله برای مایعات با خاصیت خورندگی، مانند آبهای دارای مقدار دی اکسید کربن آزاد (CO₂) بیش از ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و یا آبهای اسیدی و نظایر آن، ضروری می‌باشد. این امر در حالت‌هایی که آب مشروب در لوله جریان دارد بروز نموده، بلکه در صورتی که خط لوله برای انتقال آب خام (مثلاً از محل آبگیری تا تصفیه‌خانه‌ها) مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌تواند ضروری باشد. در این حالت، انود سیمانی توسط رنگهای اپوکسی مخصوص محافظت می‌گردد.

برای اطلاعات بیشتر در خصوص انود سیمانی سطوح داخلی لوله و نحوه اجرا و آزمایش آنها به سایر بخش‌های این مشخصات فنی مراجعه شود.

۲-۵-۲ پوشش حفاظتی سطوح خارجی لوله

از آنجائی که لوله‌های چدن نشکن مقاومت بسیار خوبی در مقابل خورندگی دارند، اجرای پوشش‌های حفاظتی عمدۀ و زیاد ضروری نخواهد بود. معمول ترین روش‌های حفاظت در مقابل خورندگی سطوح خارجی لوله‌های چدن نشکن به شرح زیر است.

۱-۲-۵-۲ پوشش عمومی

پوشش سطوح خارجی لوله‌ها و متعلقات درحالت عمومی در کارخانه توسط مواد اپوکسی انجام می‌شود که ضخامت لایه خشک آن معادل ۸۰ میکرون می‌باشد. در صورتی که لوله‌ها در بالای سطح زمین نصب شوند، یک لایه رنگ قطران آلومینیومی^۱ به ضخامت ۴۰ میکرون نیز بر روی لایه فوق اجرا می‌گردد.

۲-۲-۵-۲ پوشش غلاف پلی‌اتیلن

در صورتی که لوله‌های چدن نشکن در مناطقی نصب می‌گردند که خاک آن به شدت خورنده است، علاوه بر پوشش‌های استاندارد، استفاده از غلاف پلی‌اتیلن نیز می‌تواند ضروری باشد. روش ارزیابی خاک خورنده به شرح زیر می‌باشد.
بر اساس استاندارد شماره A21.4 / AWWA C105 / ANS1 مخصوص پلی‌اتیلن لوله‌های چدن خاکستری و چدن نشکن مورد استفاده در مصارف آب و سایر مایعات، پنج پارامتر خاک به شرح زیر باید اندازه‌گیری و مشخص شود.

- ۱ - مقاومت الکتریکی خاک
- ۲ - اسیدیته خاک (ph)
- ۳ - پتانسیل ریدوکس^۲ خاصیت الکتریکی خاک از نظر پتانسیل خورندگی باکتریها.
- ۴ - رطوبت خاک
- ۵ - مقدار سولفات^۳.

بر اساس استاندارد یاد شده، پس از اندازه‌گیری پارامترهای فوق و امتیازبندی طبق جدول پیوست، درصورتی که جمع امتیازات محل لوله‌گذاری، مساوی و بیشتر از ۱۰ باشد، در این حالت، خاک محل برای لوله‌های چدن نشکن خورنده بوده و حفاظت سطح خارجی لوله در مقابل خورندگی، لازم می‌باشد. حفاظت سطوح خارجی لوله با غلاف پلی‌اتیلن توصیه می‌شود.

نحوه اجرا و جزئیات و مشخصات پوشش پلی‌اتیلن براساس دستورالعمل سازنده و یا استانداردهای معتبر^۴ می‌باشد.

¹ Aluminium Pigmented Bituminous Paint

² Redox Potential

³ Sulphide Content

⁴ ANSI / AWWA C105 / A21.4 , DIN 30674-1 , DIN 30674-5

ارزیابی خاک بر اساس استاندارد ANSI A 21.4 (AWWA C105)

امتیاز	مقدار	پارامتر
۱۰	کمتر از ۷۰۰	مقاومت الکتریکی (اهم - سانتیمتر)
۸	۷۰۰ الی ۱۰۰۰	
۵	۱۰۰۰ الی ۱۲۰۰	
۲	۱۲۰۰ الی ۱۵۰۰	
۱	۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰	
صفر	بیشتر از ۲۰۰۰	
۵	صفر الی ۲	اسیدیته PH
۳	۲ الی ۴	
صفر	۴ الی ۶/۵	
* صفر	۶/۵ الی ۷/۵	
صفر	۷/۵ الی ۸/۵	
۳	بیش از ۸/۵	
صفر	بیش از ۱۰۰	پتانسیل ریدوکس (میلی ولت)
۳/۵	۱۰۰ الی ۵۰	
۴	۵۰ الی صفر	
۵	کمتر از صفر	
۲	زهکشی ضعیف و رطوبت دائم	درصد رطوبت
۱	زهکشی متوسط و عمدتاً مرطوب	
صفر	زهکشی خوب و عمدتاً خشک	
۳/۵	مثبت	سولفات
۲	ناچیز	
صفر	منفی	

* در صورت وجود سولفات و مقدار کم یا منفی پتانسیل ریدوکس، سه امتیاز در این محدوده منظور شود.

۳-۵-۳ حفاظت کاتدیک

حفاظت کاتدیک لوله‌های چدن نشکن به دلایل زیر توصیه نمی‌شود.

- لوله‌های چدن نشکن به واسطه مصرف واشرهای لاستیکی در اتصالی آنها، دارای مقاومت الکتریکی زیاد می‌باشند.
- پوشش حفاظتی لوله توسط غلاف پلی‌اتیلن مؤثرتر و بعضاً کم هزینه‌تر بوده خصوصاً آنکه در بسیاری از موقع، این حفاظت می‌تواند به صورت مقطعی و تنها در مناطقی که خاصیت خورنده‌گی خاک زیاد است انجام پذیرد.

۴-۵-۲ تعمیر پوشش‌های حفاظتی

پوشش‌های حفاظتی داخلی و خارجی لوله که در حین حمل و نقل و یا نصب صدمه دیده‌اند، باید بالافاصله و قبل از خواباندن لوله در کanal تعمیر و مرمت گردند.

۴-۲-۶ بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن

۱-۲-۶ کلیات

در بارگیری، حمل، باراندازی و ریسه کردن لوله و متعلقات چدن نشکن، باید تمهیدات لازم برای جلوگیری از وارد شدن صدمه به لوله و پوششهای آن پیش‌بینی گردد. در این خصوص باید منحصراً از وسایل و تجهیزات مناسب برای بارگیری و باراندازی استفاده نمود.

۲-۲-۶ بلند کردن و جابجایی، بارگیری، حمل و باراندازی و ریسه کردن لوله و متعلقات

در بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات، نکات عمدۀ زیر باید رعایت گردد.

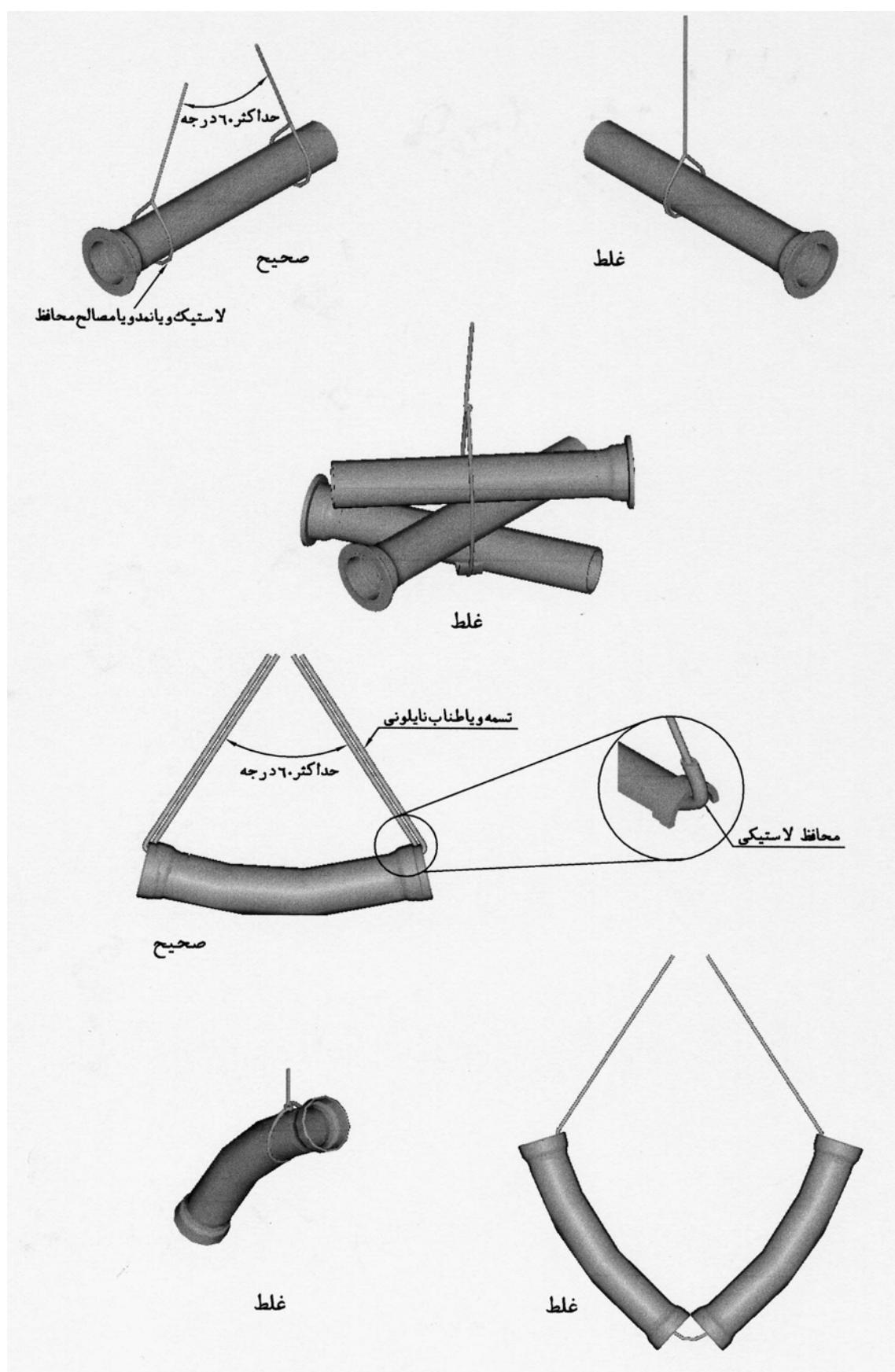
- بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات با استفاده مستقیم از جام و یا چنگک ماشین آلاتی نظیر بیل مکانیکی، لودر و ماشین آلات مشابه ممنوع می‌باشد. استفاده از لیفت تراک با پیش‌بینی تمهیدات لازم مجاز خواهد بود.
- در بلند کردن و جابجایی لوله‌ها و متعلقات، در حالتی که این عمل از دو سر لوله و متعلقات انجام و از قلاب و چنگک^۱ استفاده می‌شود، باید توجه نمود که قسمتهای تیز قلاب باعث صدمه به لوله و متعلقات و پوشش آنها نگردد. همچنین قلاب باید توسط صفحات و قطعات لاستیکی پوشانده شود.
- بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات از طریق عبور دادن سیم بکسل، طناب، زنجیر و وسایل مشابه از داخل لوله مجاز نمی‌باشد.
- در حالتی که بلند کردن و جابجایی لوله‌ها از بدنه آن انجام می‌شود، باید از سیم بکسل^۲ و یا تسممه استفاده نمود. در حالت استفاده از سیم بکسل و برای جلوگیری از صدمه به پوشش لوله، در بین محل تماس سیم بکسل با بدنه لوله، باید مصالحی از قبیل نمد، لاستیک و یا بالشتک نرم و سایر تمهیدات مشابه^۳ قرار داد. در صورت استفاده از تسممه‌های چرمی و یا برزنی به جای سیم بکسل، پیش‌بینی تمهیدات فوق ضروری نمی‌باشد. باید توجه شود که هر لوله و متعلقات به تنها بله شده و جابجایی و بلند کردن چند لوله و یا متعلقات با یکدیگر مجاز نمی‌باشد، مگر اینکه لوله و متعلقات به صورت مجموعه بسته‌بندی شده باشند. همچنین استفاده از یک عدد سیم بکسل و اتصال به لوله در یک قسمت مجاز نبوده و باید از دو سیم بکسل با اتصال در دو محل مناسب استفاده نمود (شکل ۷-۲-۲).
- سیم بکسلها و وسایل مورد استفاده در جابجایی لوله‌ها و متعلقات باید مرتباً کترل و از به کار بردن وسایل معیوب و مستعمل خودداری شود.

- توجه شود که در زمان بلند کردن و جابجایی لوله و متعلقات، کارگران و افراد زیر آن قرار نداشته باشند.
- از برخورد لوله و متعلقات با یکدیگر و سایر اشیاء و وسایل و ساختمانها در حین بلند نمودن و جابجایی جلوگیری شود.
- از پیچ خوردن و چرخیدن سیم بکسلها در حین بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها جلوگیری گردد.
- از حرکت تند و توقف ناگهانی بازوی جرثقیل در طول مدت بلند نمودن و جابجایی لوله‌ها اجتناب شود.

¹ Hook

² Wire Rope

³ Cushon Pad



شکل ۷-۲: نحوه بلند کردن لوله و متعلقات

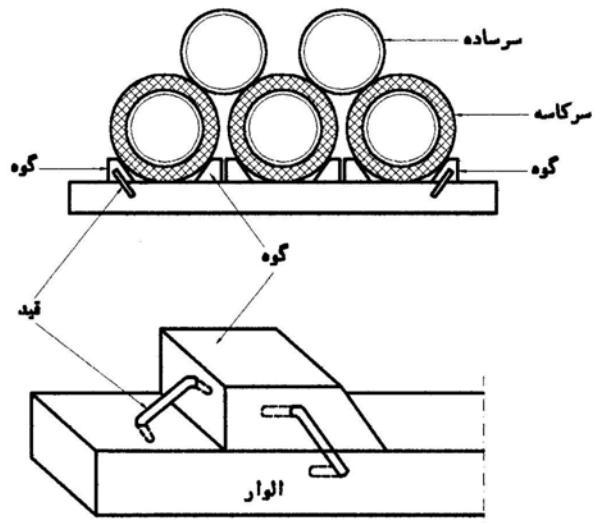
- کارگران و افرادی که در محدوده عملیات جابجایی و بلندکردن لوله‌ها و متعلقات قرار دارند از وسایل ایمنی شخصی (کلاه، کفش و دستکش) استفاده نمایند.
 - در بارگیری و حمل لوله و متعلقات، رعایت نکات عمدۀ زیر ضروری است.
 - حداقل دو عدد الوار^۱ عمود بر جهت لوله‌ها روی کف تریلی و یا کامیون قرارداده شود.
 - لوله‌ها روی الوارها قرار گرفته و برای جلوگیری از غلطیدن آنها، یک عدد گوه^۲ در هر یک از قسمتهای انتهایی الوارها نصب و توسط قید^۳ روی الوار محکم شود (شکل ۷-۲-۲). توجه شود که ضخامت الوارها و ابعاد گوهها باید یکسان باشند.
 - در حالتی که بیش از یک ردیف لوله بارگیری می‌شود، جهت لوله‌ها در ردیف بالا عکس ردیف زیر باشد (شکلهای ۸-۲-۲ و ۹-۲-۲).
 - در بارگیری روی تریلی، سرکاسه اولین ردیف روبروی یکدیگر قرار داده شده و سرساده لوله‌ها در همین ردیف، بطرف اتاق رانده و پشت تریلی قرار گیرد (شکل ۹-۲-۲).
 - در حد فاصل سرساده لوله‌های اولین ردیف با اتاق رانده و بین دو سرکاسه لوله‌های این ردیف یک الوار مناسب برای جلوگیری از حرکت طولی لوله‌ها قرار داده شود.
 - تمام ردیفهای لوله با سیم بکسل و یا زنجیر مهار شده و در محل تماس این مهاری‌ها با بدنه لوله‌ها، نمد و یا لاستیک و یا بالشتک نرم قرار داده شده و اطمینان حاصل گردد که کلیه مهاری‌ها کاملاً محکم باشند تا از غلطیدن و یا حرکت طولی لوله‌ها در حین حرکت جلوگیری شود.
 - متعلقات نیز به نحو مناسب روی کامیون قرار داده شوند به نحوی که در حین حمل و نقل، هیچ‌گونه جابجایی و حرکت آنها امکان‌پذیر نباشد.
 - در طول مدت حمل، مهاری‌ها متوالیاً کنترل و در صورت لزوم محکم گردند.
 - توجه شود که هر شاخه لوله در کارخانه قبل از حمل تحت آزمایش فشار هیدرواستاتیکی قرار گرفته است. لذا تمام احتیاطهای لازم برای جلوگیری از بروز صدمه به آنها باید به عمل آید.
- در باراندازی لوله و متعلقات، رعایت نکات اصلی زیر ضروری است.
- قبل از آزاد و باز نمودن سیم بکسلها و یا زنجیرهای مهاری، تمام گوهها کنترل شود تا از محکم بودن آنها و در نتیجه اجتناب از غلطیدن لوله‌ها اطمینان حاصل گردد.
 - پس از باز نمودن مهاری‌ها، لوله از ردیف بالا و ترجیحاً از دو طرف کامیون و یا تریلی تخلیه گردد.
 - انداختن و پرتاب لوله‌ها و متعلقات به هنگام تخلیه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
 - جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، روی یکدیگر و یا به هر نحو مشابه دیگر مجاز نمی‌باشد و برای جابجایی باید نکات مندرج در قسمتهای قبلی رعایت گردد.

¹ Timber

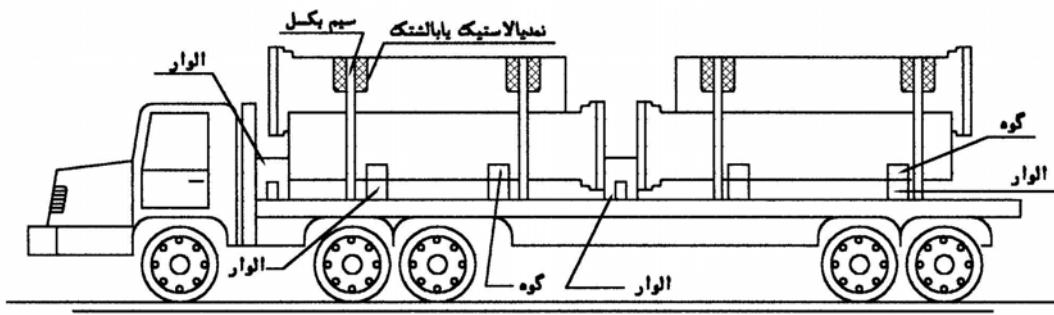
² Chock

³ Cramp

- تریلی و یا کامیون حامل لوله باید در زمان باراندازی روی سطح کاملاً صاف متوقف شود.



شکل ۲-۲-۸: نحوه قرارگرفتن لوله‌ها روی تریلی



شکل ۲-۹-۶: بارگیری و حمل لوله‌ها

۳-۶-۲ ریسه‌گردن

- لوله‌ها باید با توجه به نکات زیر در طول مسیر ریسه گردند.
 - هرگونه سنگ و یا سایر مصالح اضافی برداشته شده و پستی و بلندیهای مسیر هموار گردد.
 - در مسیر تراشه و ریسه نمودن لوله‌ها، الار به فواصل مناسب قرار داده شود.
 - لوله‌ها روی الارها قرار گرفته و از غلطیدن آنها با استفاده از گوه و قید جلوگیری گردد.
 - لوله‌ها به نحوی ریسه شوند که تمام سرهای ساده و کاسه لوله‌ها در یک جهت باشند. معمولاً سرکاسه لوله مخالف و عمود بر جهت جریان آب قرار می‌گیرد مگر این که در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل مهندس مشاور ترتیب دیگری پیش‌بینی شده باشد.
 - لوله‌های ریسه شده باید برای سایر عملیات اجرایی مانع ایجاد نمایند.

- ریسه کردن لوله‌ها در کنار ترانشه باید یا پس از اتمام عملیات حفاری و بستر سازی انجام و یا از ورود خاک و سایر مصالح به داخل لوله در حین عملیات اجرایی و بسترسازی جلوگیری شود.
- اطمینان حاصل شود که هیچ قسمت از لوله روی بستر سنگی قرار نگیرد.
- در صورت لوله‌گذاری در شیب، تمهیدات لازم برای جلوگیری از لغزش لوله‌های ریسه شده پیش‌بینی شود.

۷-۲-۲ انبارداری ▶

انبارداری لوله‌ها و متعلقات باید به نحوی باشد که ضمن سهولت در جابجایی و خارج نمودن مصالح مورد نیاز، از وارد آمدن صدمه و خسارت به آنها جلوگیری شود. در این رابطه حداقل نکات اساسی که لازم‌الاجرا است، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری معنکس و تذکر داده شده است. بمنظور یادآوری مجدد، نکات عمدۀ زیر باید در انبارداری رعایت گردد.

- محل تخلیه لوله‌ها کاملاً مسطح بوده و زهکشی شود. محل فوق در صورت امکان دارای پوشش بتنی و یا آسفالت بوده و در غیر این صورت، شن‌ریزی گردد.
- از ورود خاک و مواد خارجی به داخل لوله‌ها جلوگیری شود.
- لوله‌ها با زمین فاصله داشته باشند. برای این منظور می‌توان از الوار که به فاصله معین و مناسبی از یکدیگر قرار گرفته‌اند استفاده نمود.
- از غلطیدن لوله‌هایی که روی الوار قرار گرفته‌اند، با استفاده از گوه و قید جلوگیری گردد.
- لوله‌ها را می‌توان بر روی یکدیگر قرار داد. تعداد معمول مجاز ردیفهای لوله که روی یکدیگر قرار داده می‌شوند، از دیدگاه ایمنی و سهولت دسترسی با توجه به قطر آنها به شرح زیر است.

قطر لوله	حداکثر ردیف روی هم
۸۰ میلیمتر	۱۵۰ الى ۱۵۵ ردیف
۲۰۰ میلیمتر	۱۰ ردیف
۳۵۰ میلیمتر	۷ ردیف
۴۵۰ میلیمتر	۶ ردیف
۷۰۰ میلیمتر	۴ ردیف
۱۰۰۰ میلیمتر	۳ ردیف
بیش از ۱۰۰۰ میلیمتر	۱ ردیف

تعداد مجاز ردیفهای لوله روی یکدیگر در انبار بر اساس استانداردهای مختلف می‌تواند با ارقام فوق متفاوت باشد^۱. لذا ضروری است در صورت محدودیت فضای انبار و نیاز به قراردادن لوله‌ها روی یکدیگر با حداکثر تعداد مجاز، دستورالعمل فروشنده در این خصوص دریافت و رعایت گردد.

^۱ به عنوان مثال، استاندارد AWWA سه ردیف برای اقطار ۱۰۰۰ میلی‌متر الی ۱۶۰۰ میلی‌متر را نیز مجاز دانسته است.

- در قرار دادن لوله‌ها روی یکدیگر، باید بین هر دو ردیف لوله نیز الوارهایی به فواصل مناسب قرار داده و از غلطیدن لوله‌ها با استفاده از گوه و قید جلوگیری نمود. ضخامت السوارها باید به نحوی باشد که لوله‌های واقع در یک ردیف با لوله‌های ردیف دیگر در هیچ نقطه‌ای تماس نداشته باشند. لوله‌ها در این حالت باید طوری چیده شوند که سرساده و سرکاسه لوله‌ها در هر ردیف عکس ردیف قبلی قرار گیرد. ضمناً از قرار گرفتن سرکاسه یک لوله روی سرساده لوله ردیف دیگر باید اجتناب شود.

- جابجایی لوله‌ها از طریق غلطاندن روی زمین، ریل و یا لوله‌های دیگر مجاز نمی‌باشد.
- قرار دادن متعلقات در روی یکدیگر مجاز نمی‌باشد.
- واشرها باید در محل خنک و دور از تابش مستقیم آفتاب و طبق دستورالعمل سازنده قرارداده شوند. واشرها نباید تحت تابش اشعه ماواراء بنفس، ازن، اکسیژن و گرمای قرار گیرند و محل نگهداری آنها تاریک و بدون تهویه باشد.
- واشرها نباید زیر بار قرار داده شده و یا برروی یکدیگر فشرده شوند.
- در صورتیکه واشرها برای مدتی طولانی در انبار نگهداری می‌شوند، بهتر است در جعبه بسته‌بندی شده و یا توسط پوشش‌های مناسب پوشانده و محافظت شوند. توجه شود که تمامی مواد روغنی مانند گریس، بنزین و غیره بر روی واشر اثر مخرب دارند.
- واشرها و پیچ و مهره‌ها باید بر حسب نوع و اندازه گروه‌بندی و انبار شوند.
- تقسیم فضا و انبار نمودن لوله و متعلقات باید با توجه به زمانبندی مصرف، به نحوی باشد که دسترسی و خارج نمودن آنها بر حسب نیاز به آسانی و بدون جابجایی سایر اجناس امکان‌پذیر باشد.

۸-۲-۲ بسترسازی لوله

حفاری ترانشه برای بسترسازی بر اساس اصول و مبانی مندرج در فصل نکات مشترک لوله‌گذاری و سایر موارد مندرج در این مشخصات انجام می‌شود.

قبل از شروع حفاری، مسیر لوله‌گذاری باید بررسی شده و کلیه موانع آن شناسایی و نحوه عبور از آنها برنامه‌ریزی گردد. حفاری باید به ترتیبی انجام شود که امکان نصب مستقیم لوله‌ها به جز موارد مربوط به نصب زانویی‌ها، به خوبی فراهم باشد. همانطور که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری به تفصیل قید گردیده است، بستر لوله و کف ترانشه باید کاملاً صاف باشد به نحوی که لوله‌ها در تمام طول (به جز محل اتصالات) کاملاً بر روی بستر قرار گیرند و از بروز فشار متتمرکز به یک قسمت از لوله اجتناب شود. توصیه می‌شود که در شرایط حفاری با ماشین، حدود ۱۰ الی ۱۵ سانتیمتر نهایی تا کف ترانشه با دست برداشت شده و کاملاً تستیح گردیده و عاری از هرگونه قلوه سنگ باشد.

حداقل عرض ترانشه باید در نقشه‌های اجرایی منعكس گردد. هرگونه اضافه برداشت و یا افزایش عرض ترانشه به هر دلیل باید با تأیید مهندس مشاور صورت پذیرد.

در مواقعی که حفاری در زمینهای سنگی انجام می‌شود، فاصله دیواره و کف ترانشه سنگی با بدنه لوله، محل اتصالات، متعلقات، شیرآلات، دیوارهای پشت‌بندها و غیره باید حداقل ۱۵ سانتیمتر برای لوله‌های تا قطر ۶۰۰ میلیمتر و ۲۵ سانتیمتر برای لوله‌های

بزرگتر باشد تا از به وجود آمدن یک تکیه‌گاه سخت که می‌تواند باعث بروز خسارت شود، اجتناب گردد. به این ترتیب، خامات بسترسازی ترانشه با مصالح مناسب در زمینهای سنگی با توجه به قطر لوله، حداقل ۱۵ و یا ۲۵ سانتیمتر خواهد بود. پس از اتمام خاکبرداری و تسطیح کف، بسترسازی لوله انجام می‌شود.

در شکل شماره ۲-۱۰ پنج نوع بستر برای لوله‌های چدن نشکن^۱ نشان داده شده است. در این خصوص ذکر چند نکته زیر ضروری می‌باشد.

- خاکریزی و تراکم تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله نیز مشابه وضعیت اطراف لوله باشد.
 - بستر تیپ ۱ فقط برای لوله‌های با قطر نامی کمتر از ۳۵۰ میلیمتر استفاده شود.
 - منظور از کف صاف، بستر با خاک دست نخورده است.
 - منظور از خاک کوبیده نشده و یا دانه‌ای، خاک ناشی از حفاری ترانشه و یا قرضه است که عاری از سنگ، مواد خارجی اضافی و بخزدگی باشد. مشخصات کامل در این زمینه در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری شرح داده شده است.
 - علیرغم بسترهای پنج گانه ذکر شده، انتخاب بسترهای تیپ ۱ و ۲ باید با احتیاط زیاد صورت پذیرد. در صورت نرم بودن خاک زیر لوله، خصوصاً به صورت موضعی، نشست غیریکنواخت می‌تواند باعث صدمه به خط لوله شود. لذا و علیرغم نکات فوق، ضروری است که بستر لوله حداقل از ۱۰ سانتیمتر خاک سرندي تشکیل گردد.
- پیمانکار بسترسازی را باید براساس مشخصات فنی طرح و نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای مهندس مشاور اجرا نماید.

۹-۲-۲ بسترسازی محل اتصالات، متعلقات و شیرآلات

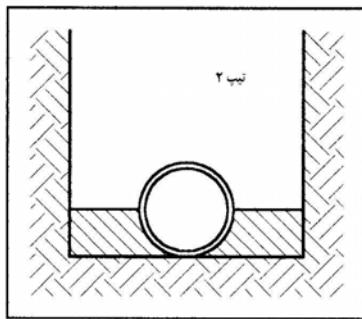
عرض و عمق ترانشه در محل هریک از اتصالات، متعلقات و شیرآلات باید بیش از سایر قسمتها باشد به نحوی که برقراری اتصالات و گردش ابزار کار و محکم نمودن پیچها در اتصالات فلنجی و یا مکانیکی به راحتی انجام پذیرد. افزایش عمق ترانشه در محل اتصالات به جز در زمینهای سنگی، باید پس از تکمیل بسترسازی و توسط دست انجام شود تا ضمن انجام یک بستر سازی یکنواخت، افزایش عمق ترانشه در حداقل طول لازم صورت گرفته و بدین ترتیب حداکثر ممکن از طول بدن لوله روی بستر ایجاد شده قرار گیرد.

طول و عمق اضافه برداشت محل اتصالات در کف ترانشه با توجه به ابعاد اتصالات و فضای لازم برای برقراری اتصال با توجه به قطر لوله به شرح زیر است (حداکثر قطر نامی لوله معادل ۱۰۰۰ میلیمتر در نظر گرفته شده است). عرض اضافه برداشت معادل عرض ترانشه در محل اتصال می‌باشد.

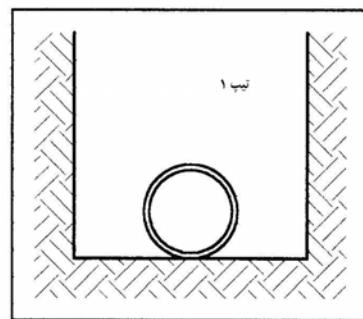
طول	عمق	
۳۰ الی ۸۰ سانتیمتر	۱۵ الی ۳۰ سانتیمتر	اتصال نوع فشاری
۴۰ الی ۱۰۰ سانتیمتر	۳۰ الی ۵۰ سانتیمتر	اتصالی نوع فلنجی و یا مکانیکی

برای اقطار بزرگتر لوله، ارقام فوق متناسبًا به نحوی افزایش یابند که ضمن رعایت حداقل ابعاد ممکن، برقراری اتصال به راحتی امکان‌پذیر گردد.

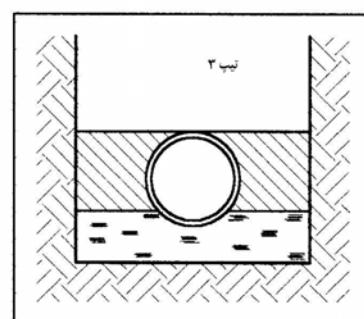
^۱ بر اساس استاندارد AWWA



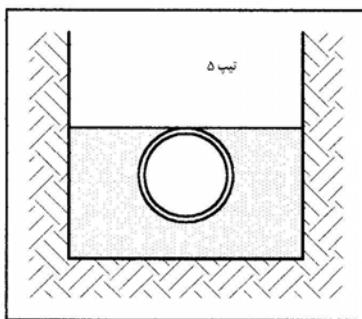
۲-کanal باکف صاف-خاکریز تاخط و سطح لوله
ثبت شده باشد.



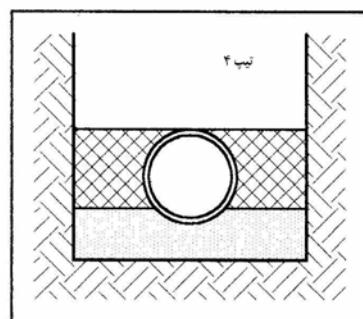
۱-کanal باکف صاف-خاکریز کوبیده نشده



۳-لوله در بستری از حداقل ۱۰۰ میلیمتر خاک کوبیده نشده قرار
دارد، خاکریز تابلای لوله ثبت شده باشد.



۵-لوله تاخط و سطح آن در مواد دانه‌ای کوبیده شده باشد و
حداقل ۱۰۰ میلیمتر در زیر لوله همین مواد باشند.
خاک کوبیده شده یا مواد دانه‌ای کوبیده شده باید تا
بالای لوله باشد. (مقدار کوبیدگی حدود ۹۰ درصد استاندارد
پروکتو، اشتون T99).



۴-لوله در بستری از شن، ماسه یا سنگ شکسته به ضخامت
 قطر لوله، حداقل ۱۰۰ میلیمتر - خاکریز تابلای
لوله کوبیده شده است. (مقدار کوبیدگی حدود ۸۵ درصد
استاندارد پروکتو، اشتون T99).

شکل ۲-۲-۱۰: بستر لوله‌های چدن نشکن بر اساس استاندارد AWWA

۴-۲-۱۰-۲ انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه

نکات عمده‌ای که در انتقال لوله، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه باید مورد توجه قرار گیرند، در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری قید گردیده است. تنها تأکید مجدد نکات زیر در خصوص لوله‌های چدن نشکن که باید کاملاً رعایت گردد، ضروری می‌باشد.

- لوله‌ها و سایر مصالح باید به آهستگی و با استفاده از طناب، سیم بکسل، تجهیزات حفاظتی لوله و ماشین‌آلات مناسب، با رعایت کلیه نکاتی که در خصوص جابجایی و حمل و باراندازی ذکر گردید، به داخل ترانشه انتقال داده شوند. لوله‌ها و متعلقات و شیرآلات کوچکتر را می‌توان توسط دست و با احتیاط کامل به داخل ترانشه منتقل نمود.
- پرتتاب این مصالح به داخل ترانشه تحت هیچ شرایطی مجاز نمی‌باشد.
- همزمان با انتقال هریک از لوله‌ها و متعلقات به داخل ترانشه، اتصال آن با لوله و یا متعلقات قبلی برقرار و توسط خاکریزی مناسب در محل خود ثابت گردد.

۴-۲-۱۱-۲ نصب لوله و متعلقات

پس از انتقال هریک از لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات به داخل ترانشه، نصب آنها و برقراری اتصال قبل از انتقال قطعه بعدی انجام می‌شود.

پیمانکار باید کلیه اقدامات لازم برای نصب صحیح و برقراری اصولی اتصال را انجام و با به کارگیری افراد متخصص و با تجربه و آگاه، مشخصات و دستورالعمل‌های مربوطه را کاملاً رعایت نماید. مهمترین نکاتی که در نصب لوله و برقراری اتصال در لوله‌های چدن نشکن باید مد نظر قرار گیرد، به شرح زیر است.

۴-۲-۱۱-۱ تذکرات عمومی

- انتهای کلیه خطوط با فلنچ کور مجهز به شیرهای تخلیه و هوا مسدود شود.
- پس از اتمام کار روزانه، سرلوله‌ها و متعلقات باید توسط درپوش موقت مسدود تا از ورود خاک، سنگ، حیوانات و غیره به داخل خط لوله اجتناب گردد. توجه شود که این عمل بالافاصله پس از نصب هرشاخه لوله یا متعلقات نیز صورت پذیرد.
- درصورتیکه متعلقات نیاز به ضربه گیر دارند، لوله‌ها در مقابل جابجایی ناشی از اجرای ضربه گیر مهار شوند.
- لوله‌ها باید دارای دو خط و یا نشانه محیطی در سر ساده باشند. اولین خط که نزدیکتر به سرساده است، به عنوان خط نصب، برای تعیین مقدار فرورفتگی سرساده در سرکاسه و دیگری (خط بیرونی)، به عنوان خط شاخص نامیده می‌شوند.
- هر شاخه لوله و متعلقات باید بالافاصله پس از نصب در مقابل جابجایی و یا بلندشدن ناشی از بالا بودن آبهای زیرزمینی مهار گردد. این عمل باید با خاکریزی مرحله اول بر روی بدنه لوله و یا نصب قطعات موقت پیش‌ساخته بتی و یا روشهای دیگر مورد تأیید مهندس مشاور انجام پذیرد.

۱۱-۲-۲ اتصال نوع فشاری

پس از اطمینان از قرار گرفتن صحیح لوله روی بستر، اقدامات زیر به ترتیب انجام شود.

- داخل سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده و کلیه مواد خارجی مانند خاک و ماسه و غیره که به داخل سرکاسه لوله چسبیده، باید با کمک برس سیمی و یا کاردک و ابزار مشابه جدا گردیده و نهایتاً با پارچه پاک شود، به نحوی که سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده باشد.

- واشر لاستیکی توسط پارچه کاملاً تمیز شود.

- واشر لاستیکی در داخل سرکاسه لوله قرار داده شده و در محل صحیح قرار گیرد. کنترل کامل برای اطمینان از قرار گرفتن واشر در محل پیش‌بینی شده به عمل آید. برای قرار دادن واشر در سرکاسه، ابتدا باید واشر را مانند شکل شماره ۱۱-۲-۲ فرم داده و سپس در داخل سرکاسه لوله نصب نمود.

- سطح داخلی واشر و سطح خارجی سرساده لوله تا اولین خط نشانه محیطی به مواد روان کننده آغشته گردند. برای این منظور، مواد روان کننده می‌تواند توسط برس نرم به سطوح مورد نظر مالیه شود. متذکر می‌گردد که داخل سرکاسه لوله باید به مواد روان کننده آغشته شود.

- سر ساده لوله در داخل سرکاسه قرار داده شده و توسط وسائل مناسب مطابق شکل شماره ۱۲-۲-۲ تا اولین خط نشانه محیطی (خط نصب) در داخل سرکاسه قرار گیرد، به نحوی که پس از نصب، فقط خط شاخص (خط دوم نشانه محیطی) قابل روئیت باشد. هرگونه انحراف لوله به مقدار پیش‌بینی شده، صرفاً پس از این مرحله مجاز خواهد بود. بنابراین لوله در این مرحله باید کاملاً مستقیم نصب گردد.

- توجه شود که سرساده لوله‌ها و قطعات بریده شده حتماً ماشین کاری شده و پیخ و اوریب^۱ گردند.

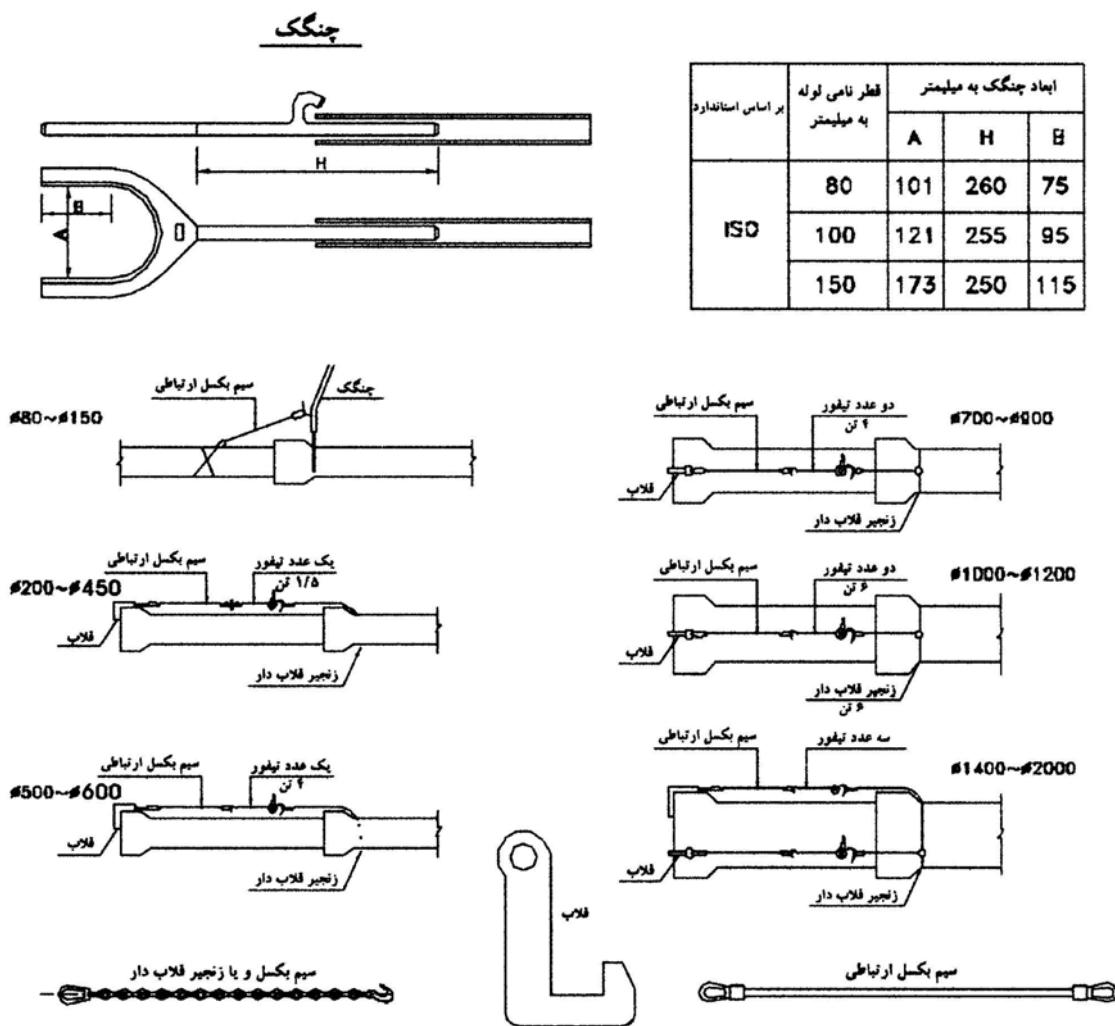
- برقراری اتصال باید توسط تجهیزات مخصوص از قبیل چنگک، تیفور و قلاب انجام شود. استفاده از سایر وسایل برای فشار دادن لوله به داخل سرکاسه تنها برای لوله‌های کوچکتر و با قطر حداقل ۳۰۰ میلیمتر توصیه می‌شود.

در شکل شماره ۱۲-۲-۲ برخی از تجهیزات متداول برقراری اتصال نوع فشاری نشان داده شده است.



شکل ۱۲-۲-۲ : نحوه نصب واشرهای اتصال فشاری

¹ Beveled



شکل ۱۲-۲ : ابزار و تجهیزات معمول برقراری اتصال لوله‌های چدن نشکن (برای اتصالات فشاری و مکانیکی)

۱۱-۲-۳ اتصال نوع مکانیکی

پس از اطمینان از قرار گرفتن صحیح لوله بر روی بستر، اقدامات زیر به ترتیب انجام شود.

- سطح سرساده لوله تا طول حداقل ۴۰ سانتیمتر از لبه ساده با پارچه و برس کاملاً تمیز و کلیه مواد چسبیده به آن جدا شود.
- گلنند نیز کاملاً تمیز و بر روی سرساده لوله قرار داده و دقت شود که جهت قرار گرفتن گلنند صحیح است.
- واشر لاستیکی نیز کاملاً تمیز شده و روی سرساده لوله و به فاصله حدود ۲۰ سانتیمتری لبه لوله قرار داده شود.
- داخل سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده و کلیه مواد خارجی مانند خاک و ماسه و غیره که به داخل سرکاسه لوله چسبیده، باید با کمک برس سیمی و یا کاردک و ابزار مشابه جدا گردند به نحوی که سرکاسه لوله کاملاً تمیز شده باشد.
- ماده روان‌کننده بر روی سطح داخلی سرکاسه و روی واشر و سطح خارجی سرساده لوله‌ها توسط برس مالیده شود.

- سرساده و کاسه لوله به هم جفت شوند. فاصله بین سطح خارجی سرساده و سطح داخلی سرکاسه لوله باید در تمام محیط یکسان باشد.
- واشر به داخل فضای بین سرساده و سرکاسه لوله فشار داده شود. در اینجا باید دقت زیادی برای جلوگیری از صدمه به واشر به عمل آید، در صورت نیاز می‌توان از قطعه‌ای چوب (مانند دسته چکش) برای تسهیل حرکت واشر به داخل فضای فوق استفاده نمود، ولی به کارگیری ابزار تیز مانند میخ، قلم، دیلم و مشابه آنها به هیچ عنوان مجاز نمی‌باشد.
- یک گوه مناسب بین بدنه لوله و گلنده قرار داده شود به نحوی که گلنده دقیقاً به صورت صاف و در راستای خط محور لوله قرار گیرد و پیچ‌ها به تدریج و آهستگی سفت گردند به نحوی که هیچ یک از پیچ‌ها از دیگری سفت‌تر نشده باشند. در این حالت پیچ‌ها به ترتیب قطری و عمود بر یکدیگر و با شروع از پیچ‌های بالا و پائین سفت و در هر مرحله مقداری از آن پیچانده شود تا گلنده صورت یکسان و آرام در محل خود مستقر و سفت شود.
- سفتی پیچ‌ها کنترل شود. مقدار نیروی گشتاور چرخشی^۱ مورد لزوم پیچ‌های مختلف در اتصال مکانیکی به شرح زیر است.

قطر لوله	اندازه پیچ	گشتاور چرخشی	اندازه اهرم مورد نیاز برای پیچاندن
۸۰ میلیمتر	M 16	۶ کیلوگرم متر	۱۵ سانتیمتر
۱۰۰ میلیمتر	M 20	۱۰ کیلوگرم متر	۲۵ سانتیمتر
۷۰۰ میلیمتر	M 24	۱۴ کیلوگرم متر	۳۵ سانتیمتر
۲۶۰۰ میلیمتر	M 30	۲۰ کیلوگرم متر	۴۵ سانتیمتر

- پیچ‌ها دقیقاً در جهت محور لوله قرار داده شده و مهره‌ها کاملاً موازی گلنده بسته شوند.
- در صورتی که پیچاندن پیچ‌ها به راحتی ممکن نباشد، پیچ و مهره‌ها توسط نفت تمیز گرددند.
- هرگونه انحراف لوله به مقدار پیش‌بینی شده، صرفاً پس از نصب لوله به صورت کاملاً مستقیم صورت پذیرد.
- ابزار و تجهیزات متداول مورد استفاده برای اتصالی نوع مکانیکی در شکل ۱۲-۲-۲ نشان داده شده است.

۱۲-۲-۲ اتصال نوع فلنجی و اتصالات خاص

نحوه نصب لوله و متعلقات با اتصالات فلنجی نیز در اصول مانند اتصالات فشاری و مکانیکی و رعایت نکات خاص خود می‌باشند، لذا در اینجا از تکرار مطالب خودداری می‌شود.

۱۲-۲-۳ نصب شیرآلات

شیرآلات در خطوط آبرسانی معمولاً پس از کارگذاری لوله‌ها نصب می‌شوند. در هر صورت و صرف نظر از زمان نصب شیرآلات، توجه به نکات عمدۀ ذکر شده در فصل نصب شیرآلات ضروری است.

^۱ Torque

۱۳-۲-۲ لوله‌گذاری در قوس

در برخی قسمتهای خطوط لوله و خصوصاً در مواقعی که لوله‌گذاری به موازات جاده‌ها و خیابانها انجام می‌شود و یا موانعی در مسیر خط وجود دارد، ایجاد قوس در خط لوله به منظور هماهنگی با پیچ جاده و خیابان و یا عبور از کنار و زیر و یا بالای موانع اجتناب ناپذیر است. در پیچ‌های با شعاع بزرگ می‌توان به جای به کارگیری زانو برای این منظور، با استفاده از انحراف مجاز برخی از انواع اتصالی‌ها و بدون به کار بردن زانویی و یا دیگر تمهیدات، قوس مورد نظر را در خط انتقال با انحراف متوالی چندین شاخه لوله‌ایجاد نمود. برای عبور از کنار، زیر و یا بالای موانع نیز می‌توان این عمل را از فاصله دورتر شروع نموده و با انحراف مجاز چندین شاخه لوله، از موانع عبور نمود.

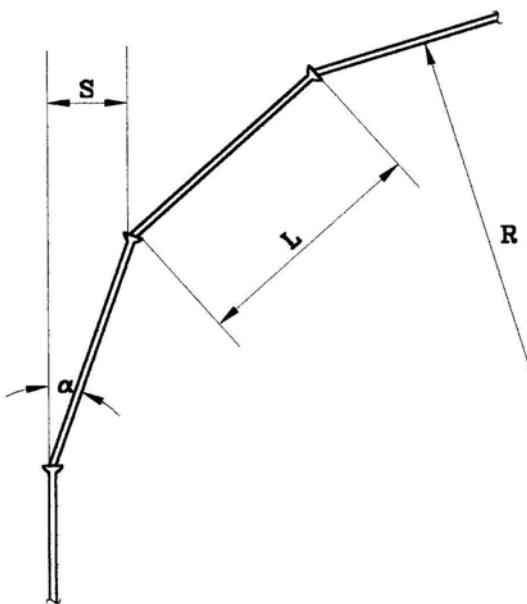
نحوه ایجاد قوس در یک خط لوله با استفاده از انحراف محل اتصالی و محاسبه حداکثر شعاع مجاز قوس در شکل شماره ۱۳-۲-۲ نشان داده شده است.

۱-۱۳-۲-۲ حداکثر زاویه انحراف لوله‌ها

به طوری که اشاره شده، اتصالات نوع فشاری و مکانیکی لوله‌های چدن نشکن دارای انعطاف‌پذیری خوبی می‌باشد. این خاصیت باعث می‌گردد که ایجاد چند درجه انحراف نسبت به خط مستقیم افقی و یا عمودی بین دو شاخه لوله در محل اتصالی آنها و بدون اینکه آب‌بندی اتصالی با مشکلی ایجاد شود، امکان‌پذیر بوده که مجموع این زوایا باعث ایجاد قوس در چند شاخه لوله متوالی می‌گردد.

در جدول شماره ۱-۲-۲ مقادیر حداکثر زاویه انحراف و زاویه انحراف مجاز هر اتصالی نوع فشاری و مکانیکی و همچنین حداکثر شعاع قوس که با انحراف متوالی شاخه‌های ۶ متری لوله‌ها نسبت به یکدیگر ایجاد می‌شود، منعکس گردیده است. مقادیر مندرج در جدول مزبور، توصیه شده توسط یکی از سازندگان معتبر می‌باشد که زاویه انحراف مجاز را معادل ۵۰ درصد حداکثر زاویه انحراف تعیین نموده است. سایر سازندگان نیز ارقامی را به عنوان انحراف مجاز اعلام نموده‌اند که بعضاً تا حدودی با اعداد جدول ۲-۲-۲ متفاوت است.

در مجموع اعداد مندرج در جدول شماره ۲-۲-۲ می‌تواند به عنوان راهنمای مورد استفاده قرار گیرد، مگر این که سازنده لوله‌ها ارقام دیگری را توصیه نماید.



حداکثر شعاع قوس از رابطه زیر حساب می‌شود:

$$R = \frac{L}{2 \tan \frac{\alpha}{2}}$$

که در این رابطه:

$=S$ = حداکثر انحراف اتصال

$=R$ = حداکثر شعاع قوس (به متر)

$=L$ = طول یک شاخه لوله (به متر)

$=\alpha$ = حداکثر زاویه انحراف در یک شاخه لوله به درجه (زاویه انحراف مجاز)

شکل ۲-۲: نحوه ایجاد قوس در یک خط لوله

جدول ۱-۲-۲: مقادیر حداکثر و انحراف مجاز و حداکثر شعاع قوس ناشی از انحراف لوله‌ها

اتصال نوع مکانیکی			اتصال نوع فشاری			قطر لوله (میلیمتر)	
حداکثر شعاع قوس (متر)	زاویه انحراف (درجه)		حداکثر شعاع قوس (متر)	زاویه انحراف (درجه)			
	مجاز	حداکثر		مجاز	حداکثر		
۳۴	۵	۱۰	۳۴	۵	۱۰	۸۰	
۳۴	۵	۱۰	۳۴	۵	۱۰	۱۰۰	
۳۴	۵	۱۰	۳۴	۵	۱۰	۱۵۰	
۳۴	۵	۱۰	۳۴	۵	۱۰	۲۰۰	
۳۴	۵	۱۰	۴۲	۴	۸	۲۵۰	
۳۴	۵	۱۰	۴۲	۴	۸	۳۰۰	
۳۵	۴/۸	۹/۶	۴۲	۴	۸	۳۵۰	
۴۱	۴/۱۵	۸/۳	۴۹	۳/۵	۷	۴۰۰	
۴۴	۳/۸	۷/۶	۵۷	۳	۶	۴۵۰	
۵۱	۳/۳	۶/۶	۵۷	۳	۶	۵۰۰	
۶۰	۲/۸	۵/۶	۵۷	۳	۶	۶۰۰	
۶۸	۲/۵	۵	۶۸	۲/۵	۵	۷۰۰	
۷۹	۲/۱۵	۴/۳	۶۸	۲/۵	۵	۸۰۰	
۸۵	۲	۴	۶۸	۲/۵	۵	۹۰۰	
۹۳	۱/۸	۳/۶	۸۵	۲	۴	۱۰۰۰	
۱۰۳	۱/۷	۳/۳	۸۵	۲	۴	۱۱۰۰	
۱۱۴	۱/۵	۳	۸۵	۲	۴	۱۲۰۰	
۱۲۸	۱/۳	۲/۳	۸۵	۲	۴	۱۴۰۰	
۱۴۷	۱/۱۵	۲/۳	۸۵	۲	۴	۱۵۰۰	
۱۱۴	۱/۵	۳	۸۵	۲	۴	۱۶۰۰	
۱۱۴	۱/۵	۳	۸۵	۲	۴	۱۸۰۰	
۱۱۴	۱/۵	۳	۸۵	۲	۴	۲۰۰۰	

۲-۱۳-۲-۲ روش ایجاد قوس

رعایت برخی نکات برای ایجاد قوس از طریق استفاده از انحراف مجاز لوله‌ها لازم است. مهمترین این نکات به شرح زیر

می‌باشد:

- عرض ترانشه لوله‌ها در قوس باید با توجه به زاویه انحراف مورد نظر براساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعملهای

مهندس مشاور بیشتر از معمول باشد تا ابتدا لوله به صورت مستقیم نصب شده و سپس انحراف مجاز و یا مورد نظر در آن داده شود.

- برای انحراف هر شاخه لوله، ابتدا اتصالی لوله باید به صورت کاملاً مستقیم افقی و عمودی برقرار و سپس انحراف مورد نظر در آن داده شود. توصیه می‌شود که در اتصال نوع مکانیکی، پیچ‌های گلندها تا حدودی سفت شده و سپس انحراف

داده شود. ارتباط دو شاخه لوله و برقراری همزمان اتصال و ایجاد انحراف در اتصالی مجاز نبوده و نباید مورد عمل قرار

گیرد.

- توجه شود که مقدار فرورفتگی لوله‌ها در یکدیگر پس از ایجاد انحراف، نباید کمتر از مقدار توصیه شده سازنده باشد.
- پس از انحراف هر شاخه لوله، باید با خاکریزی اولیه لازم روی بدنه لوله، از جابجایی آن جلوگیری شود. این امر خصوصاً در اتصالات مکانیکی که پیچ گلندها پس از انحراف لوله کاملاً سفت می‌شوند، حائز اهمیت است.

۱۴-۲-۲ لوله‌گذاری در شبیب

خطوط لوله نصب شده ببروی شبیب در خطر لغش قرار دارند. جلوگیری از لغش خطوط لوله چدن نشکن، در صورتی که شبیب کف ترانشه بیش از ۲۵ درصد باشد، ضروری است.

جلوگیری از لغش لوله‌ها در شبیب توسط بلوكهای مهاری بتی انجام می‌شود که قبل از سرکاسه لوله قرار داده می‌شود. نحوه نصب و ابعاد بلوكهای بتی به شرح شکل شماره ۱۴-۲-۲ می‌باشد. بدیهی است در صورت ارائه روش دیگر و یا ابعاد متفاوت برای بلوكهای بتی در مشخصات طرح و یا حین اجرا توسط مهندس مشاور، ملاک عمل می‌باشد.

۱۵-۲-۲ لوله‌گذاری در حالتهای خاص

در اکثر خطوط لوله اعم از خطوط انتقال و شبکه‌های توزیع آب، حالتهای خاص مقطعی بروز می‌نماید. در برخی از این حالات، تمیهیات خاصی باید در نظر گرفته شود. معمول‌ترین حالتهای خاص به شرح زیر است.

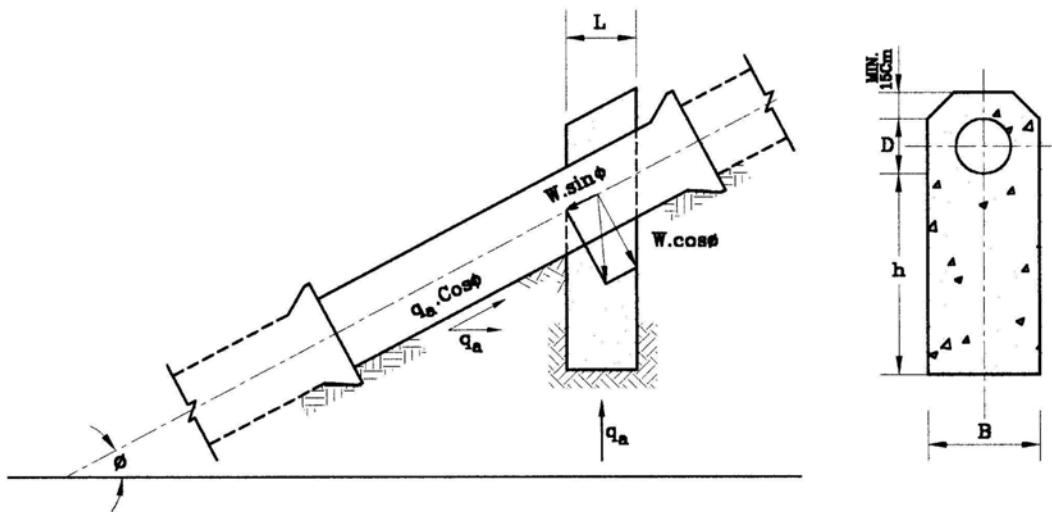
۱۵-۲-۱ نشست لوله

در برخی موقع و در طول خط لوله و به صورت مقطعی، با زمینهایی برخورد می‌شود که باربری آنها نسبت به بقیه قسمتها کمتر است، این گونه زمینهای از قبیل زمینهای لجنی و آبدار و نظایر آن، می‌توانند در مراحل بعدی و تحت تأثیر تحکیم زمین توسط زهکشی، تحکیم زمین در اثر متراکم نمودن خاکها، بار وارد ناشی از ترافیک و لرزش‌های آن قرار گرفته و نشست نمایند. بنابراین خطوط لوله‌ای که در این زمینهای قرار گرفته‌اند، باید قادر باشند که این نشستها و جابجایی‌ها را تحمل نموده و قابلیت بهره‌برداری خود را حفظ نمایند. در این قسمت صرفاً حالتی مورد بحث است که زمین به صورت مقاطع و طولهای کوچک واقع در مسیر نرم بوده و زمین بقیه مسیر عادی و با باربری قابل قبول می‌باشد. در غیر این صورت و در مواقعی که تمام و یا عمدۀ مسیر را زمینهای نوع نرم تشکیل می‌دهد، تمیهیات خاصی برای لوله‌گذاری ضروری است (مانند استقرار لوله روی شمع). برای بررسی و پیش‌بینی لازم در این خصوص، لازم است که در مرحله طراحی پروژه، تمام مقاطع زمین با باربری کم (زمینهای نرم) در طول مسیر خط لوله شناسایی و مشخص گردد. برآورد نشست زمین در این مقاطع و جابجایی مجاز خط لوله در اثر خاصیت انحراف اتصالی‌ها، می‌تواند در انتخاب نوع اتصالی کمک نماید، همچنین هرگونه پیش‌بینی لازم در مرحله طراحی نیز انجام می‌شود. نشست زمین در این حالت می‌تواند به صورت‌های زیر باشد.

الف : نشست یکنواخت و یکسان

ب : نشست غیریکنواخت که می‌تواند کم و یا زیاد باشد

پ : نشست تا حد لغش لوله.



-ضخامت بلوکبتنی (L) بزرگترین رقم (L_1) و (L_2) بدست آمده از رابطه‌های زیرمی‌باشد:

$$L_1 > \frac{F.W \cdot \sin\theta \cdot \cos\theta}{\pi \cdot D \cdot T_a} \quad , \quad L_2 > \frac{F.W}{q_a' \cdot B}$$

-عمق بلوکبتنی از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$h > \frac{F.W \cdot \tan\theta}{q_a' \cdot B}$$

که در این رابطه‌ها:

B = قطر اسمی لوله + حداقل ۳ سانتیمتر

F = ضریب ایمنی ۲

L = ضخامت بلوکبتنی به سانتیمتر

W = وزن یک شاخه لوله با آب به کیلوگرم

θ = زاویه شیب به درجه

D = قطر اسمی لوله به سانتیمتر

T_a = جسبندگی مجاز بین لوله و بلوکبتنی به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع (معولاً ۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

q_a = ظرفیت بار باری خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

q_a' = فشار منفی خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

h = عمق نصب بلوکبتنی در خاک به سانتیمتر

شکل ۲-۲-۱۴: بلوکهای بتنی

۱-۱-۱۵-۲ نشست یکنواخت و یکسان

در صورت نشست یکنواخت تمام قسمتهای زمین حتی به مقدار قابل توجه، مشکلی در خط لوله ایجاد نمی‌شود، مشروط براینکه در حدود مجاز انحراف زاویه لوله قرار گیرد. در این حالت لوله‌ها نیز به صورت یکنواخت انحراف خواهند نمود. مقدار انحراف خط لوله تا حدود معین و با توجه به خاصیت و امکان انحراف لوله‌های چدن نشکن در محل اتصالی‌ها می‌تواند انجام پذیرد بدون اینکه مشکلی از نظر بهره‌برداری از خط بروز نماید.

در شکل ۲-۲-۱۵ نحوه انحراف یکنواخت یک اتصالی و قسمتی از خط لوله و روابط محاسبه حداکثر نشست نشان داده شده است.

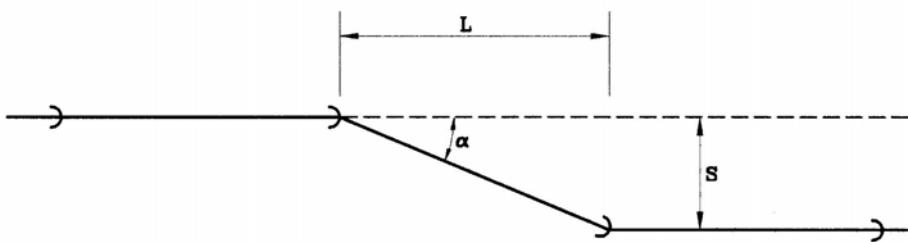
در جدول شماره ۲-۲-۲ مقدار انحراف یک شاخه ۶ متری لوله با توجه به مقادیر مجاز زاویه انحراف لوله برای اتصالات نوع فشاری و مکانیکی منعکس شده است.

جدول ۲-۲-۲ : مقدار انحراف مجاز یک شاخه لوله چدن نشکن

اتصال نوع مکانیکی			اتصال نوع فشاری			قطر لوله (میلیمتر)	
مقدار انحراف مجاز (سانتیمتر)	زاویه انحراف (درجه)		مقدار انحراف مجاز (سانتیمتر)	زاویه انحراف (درجه)			
	مجاز	حداکثر		مجاز	حداکثر		
۵۲	۵	۱۰	۵۲	۵	۱۰	۱۰۰	
۵۲	۵	۱۰	۵۲	۵	۱۰	۱۵۰	
۵۲	۵	۱۰	۵۲	۵	۱۰	۲۰۰	
۵۲	۵	۱۰	۴۱	۴	۸	۲۵۰	
۵۲	۵	۱۰	۴۱	۴	۸	۳۰۰	
۵۱	۴/۸	۹/۶	۴۱	۴	۸	۳۵۰	
۴۴	۴/۱۵	۸/۳	۳۷	۳/۵	۷	۴۰۰	
۴۰	۳/۸	۷/۶	۳۱	۳	۶	۴۵۰	
۳۵	۳/۳	۶/۶	۳۱	۳	۶	۵۰۰	
۳۰	۲/۸	۵/۶	۳۱	۳	۶	۶۰۰	
۲۶	۲/۵	۵	۲۶	۲/۵	۵	۷۰۰	
۲۳	۲/۱۵	۴/۳	۲۶	۲/۵	۵	۸۰۰	
۲۱	۲	۴	۲۶	۲/۵	۵	۹۰۰	
۱۹	۱/۸	۳/۶	۲۱	۲	۴	۱۰۰۰	
۱۷	۱/۷	۳/۳	۲۱	۲	۴	۱۱۰۰	
۱۶	۱/۵	۳	۲۱	۲	۴	۱۲۰۰	
۱۴	۱/۳	۲/۶	۲۱	۲	۴	۱۴۰۰	
۱۲	۱/۱۵	۲/۴	۲۱	۲	۴	۱۵۰۰	
۱۶	۱/۵	۳	۲۱	۲	۴	۱۶۰۰	
۱۶	۱/۵	۳	۲۱	۲	۴	۱۸۰۰	
۱۶	۱/۵	۳	۲۱	۲	۴	۲۰۰۰	

یادآور می‌شود که به علت خاصیت و امکان کشیده شدن (EXTENT) اتصالیهای فشاری و مکانیکی طبق شکل شماره ۱۶-۲-۲، مشکلاتی از نظر نشت آب از محل اتصالی در موقع انحراف خط لوله بروز نخواهد نمود مشروط بر اینکه مقدار کشیده شدن محل هر اتصالی بیش از ارقام مندرج در جدول شماره ۳-۲-۲ نباشد. ارقام مندرج در این جدول مزیت اتصالی نوع فشاری نسبت به نوع مکانیکی در اقطار بیش از 800 و بالعکس آن برای اقطار کمتر از 800 میلیمتر را برای این حالت نشان می‌دهد.^۱

- انحرافیک اتصالی



مقدار انحرافیک اتصالی نسبت به خط مستقیم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S \approx L \cdot \tan \alpha$$

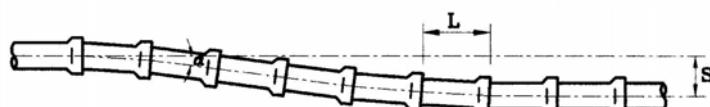
در این رابطه:

= طول یک شاخه لوله (به متر)

= مقدار انحراف (به متر)

= زاویه مجاز انحراف لوله (به درجه)

- انحرافیک خط‌لوله



مقدار انحراف قسمتی از یک خط‌لوله نسبت به خط مستقیم از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$S \approx L(2 \tan \alpha + 2 \tan 2\alpha + 2 \tan 3\alpha + \dots + 2 \tan \frac{n-1}{2} \alpha + \tan \frac{n+1}{2} \alpha)$$

در این رابطه:

= طول یک شاخه لوله (به متر)

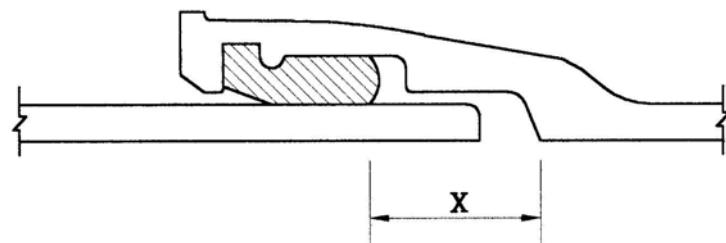
= مقدار انحراف خط‌لوله (به متر)

= زاویه مجاز انحرافیک شاخه لوله (به درجه)

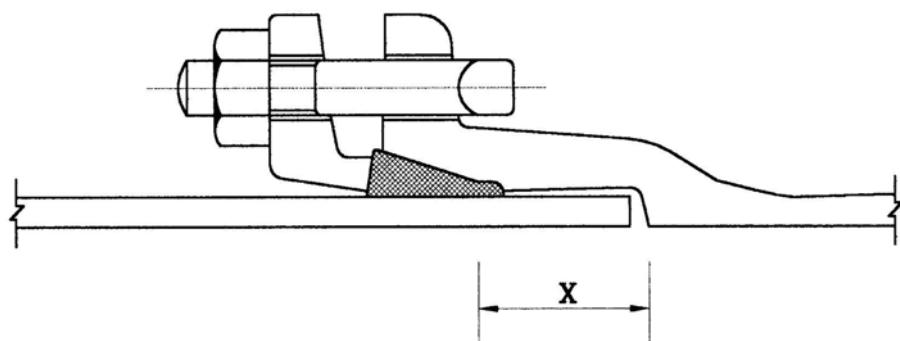
= تعداد شاخه‌لوله ارنفته شروع انحراف تا محل حد اکثر انحراف (عدد فرد)

شکل ۲-۲: نحوه انحراف یکنواخت لوله‌های چدن نشکن

^۱ متذکر می‌شود که ارقام جدول فوق برای لوله‌های چدن نشکن تولیدی طبق استاندارد ISO 2531 می‌باشد.



اتصالی نوع فشاری



اتصالی نوع مکانیکی

X = حد اکثر مجاز مقدار کشیده شدن محل اتصال

شکل ۲-۲ : نحوه کشیده شدن (Extent) اتصالی های فشاری و مکانیکی

جدول ۲-۲-۳: مقدار (X) کشیده شدن هر اتصالی لوله‌های چدن نشکن

اتصال نوع مکانیکی	مقدار (X) کشیده شدن مجاز محل اتصال به میلیمتر	قطر لوله میلیمتر
اتصال نوع فشاری		
۴۰	۳۳	۱۰۰
۵۰	۳۹	۱۵۰
۵۰	۴۲	۲۰۰
۵۰	۴۲	۲۵۰
۶۴	۵۰	۳۰۰
۶۴	۵۶	۳۵۰
۶۴	۵۶	۴۰۰
۶۴	۶۱	۴۵۰
۶۴	۶۶	۵۰۰
۶۴	۶۶	۶۰۰
۶۴	۶۹	۷۰۰
۶۴	۸۴	۸۰۰
۷۲	۸۲	۹۰۰
۷۲	۹۷	۱۰۰۰
۷۲	۱۱۲	۱۱۰۰
۷۷	۱۲۶	۱۲۰۰
۸۲	۱۳۳	۱۳۰۰
۸۵	۱۴۷	۱۴۰۰
۹۵	۱۶۲	۱۵۰۰
۱۰۵	۱۸۲	۱۶۰۰

۲-۱-۱۵-۲-۲ نشست غیریکنواخت

تفاوت در نشست زمین در مسیر خط لوله می‌تواند به علل زیر باشد.

- ضخامت مختلف طبقات خاک با تراکم کم

- حد فاصل بین ابنيه و مستحدثات با زمین نرم

- وقتی وضعیت زمین از زمین سخت به نرم تغییر می‌یابد.

در حالت نشست غیریکنواخت، نخست باید تفاوت نشست براساس مطالعات خاک شناسی زمین محاسبه و تعیین گردد. سپس روشها و تمهیدات زیر می‌تواند براساس این محاسبات در نظر گرفته شود.

الف - نشست غیر یکنواخت به مقدار مجاز

در صورتی که نشست غیریکنواخت به اندازه‌ای باشد که خط لوله در حد مقدار مجاز جابجایی و زاویه انحراف اتصالی‌ها از محور خود خارج شود، هیچ‌گونه تمهیدات خاص دیگری ضروری نمی‌باشد و اتصالی‌ها با این مقدار نشست آب‌بند خواهند بود.

ب - نشست غیر یکنواخت زیاد

در صورتیکه با توجه به محاسبات و یا اثرات نامشخص عواملی مانند عدم وجود اطلاعات کافی در گمانه‌های زمین شناسی، نشست غیریکنواخت زمین به میزان بیش از مقدار مجاز جابجایی و انحراف اتصالیهای لوله و نظایر آن، برآورد و تخمین زده می‌شود، می‌توان از قطعات دو سرکاسه یا کولار (U) در حد مجاز زاویه انحراف و جابجایی این قطعات استفاده نمود (رجوع شود به فصل چهارم). زاویه انحراف و جابجایی مجاز این قطعات در محل اتصالی معادل دو برابر اتصالی معمولی در لوله است. این قطعات هم چنین دارای خاصیت کشیده شدن بیشتری می‌باشند.

برای مقابله با نشست غیریکنواخت از طریق استفاده از قطعات دو سرکاسه، این قطعات باید به تعداد زوج انتخاب شوند.

در جدول شماره ۴-۲-۲ مقدار مجاز زاویه انحراف و کشیدگی قطعات دو سرکاسه (کولار) با اتصال مکانیکی منعکس گردیده است.

جدول ۴-۲-۲ : مقدار مجاز زاویه انحراف و کشیدگی قطعات دوسرکاسه (کولار)

مقدار کشیدگی مجاز به میلیمتر	مقدار مجاز زاویه انحراف به درجه	قطر قطعه
۱۶۰	۱۰	۱۰۰
۱۶۵	۱۰	۱۵۰
۱۷۰	۱۰	۲۰۰
۱۷۵	۱۰	۲۵۰
۱۸۰	۱۰	۳۰۰
۱۸۵	۹/۷	۳۵۰
۱۹۰	۸/۳	۴۰۰
۱۹۵	۷/۷	۴۵۰
۲۰۰	۶/۷	۵۰۰
۲۱۰	۵/۷	۶۰۰
۲۲۰	۵	۷۰۰
۲۳۰	۳/۴	۸۰۰
۲۴۰	۴	۹۰۰
۲۵۰	۳/۷	۱۰۰۰
۲۶۰	۳/۳	۱۱۰۰
۲۷۰	۳	۱۲۰۰
۳۴۰	۲/۷	۱۴۰۰
۳۵۰	۲/۳	۱۵۰۰
۳۶۰	۳	۱۶۰۰
۳۸۰	۳	۱۸۰۰
۴۰۰	۳	۲۰۰۰

پ - نشست تا حد لغزش لوله

در موقعی که نشست و یا حرکت زمین به حدی باشد که از طریق انحراف و جابجایی اتصالات معمولی قابل جبران نبوده و احتمال لغزش لوله و در نتیجه نشت آب از محل اتصالیها و یا کلاً جداشدن اتصالی وجود داشته باشد، پیش‌بینی تمهیدات خاص برای محافظت از لوله ضروری است. این عمل می‌تواند به روشهای گوناگون انجام شود که از آن جمله تحکیم زمین و یا استفاده از شمع و سایر راه حل‌های مشابه است که اکثراً ماهیت سازه‌ای داشته و برای کاهش نشست و یا حرکت زمین به کار گرفته می‌شوند. برخی از سازندگان خارجی لوله‌های چدن نشکن نوع خاصی از اتصالی نوع فشاری را تولید می‌نمایند که علاوه بر انحراف مجاز زاویه و جابجایی لوله در محل اتصالی (عموماً زیر ۲ درجه)، قادر به تحمل مقداری نیروی اضافی وارد به محل اتصالی ناشی از نشست و جابجایی زمین می‌باشند (رجوع شود به بند ۲-۳-۴).

ت - تمهیدات لازم برای نصب لوله در زمینهای نرم

مهمنترین نکاتی که برای نصب لوله در زمینهای نرم باید در نظر گرفت به شرح زیر است.

- از خمیری شدن خاک به واسطه نفوذ آب، خصوصاً خاکهای رسی و مشابه، در طی مدت عملیات نصب اجتناب شود. رفع سریع هرگونه عیب در جهت و اتصال لوله ضروری است.
- ایجاد یک بستر ماسه‌ای قبل از نصب لوله توصیه می‌گردد.
- از آنجائی که نشست در حین و بلافاصله پس از پر کردن ترانشه می‌تواند قابل توجه باشد، لذا پر کردن ترانشه باید یکنواخت و با دقت انجام شود. حتی در برخی مواقع، نگهداری لوله با طناب در حین پر کردن ترانشه می‌تواند ضروری و مفید باشد.
- توصیه می‌شود که پس از اتمام عملیات پر کردن ترانشه، از قرار دادن خاکهای اضافی و یا ماشین آلات سنگین و یا سایر تجهیزات بر روی ترانشه خودداری گردد.
- در موقعی که از سپر برای حفاظت کanal و ترانشه استفاده می‌شود، لوله‌های نصب شده در حین خارج نمودن سپرها می‌توانند جابجا شوند. بنابراین، خارج نمودن سپرها باید کاملاً آهسته و با روش مورد تأیید مهندس مشاور با توجه به نوع و ماهیت زمین به نحوی که تراکم خاک اطراف و روی لوله حفظ گردد صورت پذیرد.
- در زمینهایی که سطح آبهای زیرزمینی بالا است، لوله‌های نصب شده، قبل از تکمیل عملیات می‌توانند شناور گردند. یک راه حل برای جلوگیری از این وضعیت، خاکریزی سریع روی لوله است. در صورت امکان، پر کردن لوله با آب نیز می‌تواند از شناور شدن آن جلوگیری نماید. نیروی شناور شدن و ارتفاع خاکریز روی لوله برای جلوگیری از آن با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌گردد.

$$H = \frac{F - WP}{\gamma_d \cdot (OD)} \times 100 \quad \Rightarrow \quad \left. \begin{aligned} F &= \frac{\pi \cdot (OD)^2}{4000} \\ Wf &= \gamma_d \cdot H \cdot (OD) \end{aligned} \right\}$$

که در آن

F = نیروی شناور شدن به کیلوگرم در مترطول

OD = قطر خارجی لوله به میلیمتر

$$WP = \text{وزن یک متر لوله به کیلوگرم}$$

$$Wf = \text{فشار ناشی از خاکریز}$$

$$\gamma_d = \text{وزن مخصوص خاک در زیر تراز آبهای زیرزمینی}$$

$$H = \text{حداقل ارتفاع خاکریز روی لوله به سانتیمتر}$$

تمهیدات نهایی لازم به منظور جلوگیری از شناور شدن لوله، باید در مشخصات طرح ذکر شده باشد.

در جدول شماره ۲-۵ حداقل ارتفاع خاکریز روی لوله‌های با اتصال نوع فشاری کلاس ۹ K براساس استاندارد ISO 2531 و یا BS 4772 و با فرض وزن مخصوص خاک معادل ($0.18 - 0.10 = 0.08$) به منظور جلوگیری از شناور شدن و صرفاً به عنوان نمونه درج گردیده است. ارتفاع نهایی خاکریزی با توجه به شرایط پروژه توسط مهندس مشاور تعیین می‌گردد.

جدول ۲-۵: محاسبه جلوگیری از شناور شدن لوله

حداقل ارتفاع خاکریز (سانتیمتر) H	F – WP (کیلوگرم متر)	وزن هر متر لوله WP (کیلوگرم)	نیروی شناور سازی F (کیلوگرم متر)	قطر خارجی لوله (میلیمتر) OD	قطر اسمی لوله DN (میلیمتر)
--	- ۸/۱	۱۵/۶	۷/۵	۹۸	۸۰
--	- ۸/۵	۱۹/۵	۱۰/۹	۱۱۸	۱۰۰
--	- ۶/۳	۲۹/۰	۲۲/۷	۱۷۰	۱۵۰
--	- ۰/۵	۳۹/۲	۳۸/۷	۲۲۲	۲۰۰
۴	۷/۹	۵۱/۱	۵۹/۰	۲۷۴	۲۵۰
۶	۱۶/۰	۶۷/۵	۸۳/۵	۳۲۶	۳۰۰
۱۰	۲۸/۹	۸۳/۳	۱۱۲/۲	۳۷۸	۳۵۰
۱۳	۴۶/۲	۹۸/۳	۱۴۴/۵	۴۲۹	۴۰۰
۱۷	۶۵/۱	۱۱۵/۸	۱۸۱/۰	۴۸۰	۴۵۰
۲۱	۸۸/۸	۱۳۳/۵	۲۲۲/۳	۵۳۲	۵۰۰
۲۸	۱۴۴/۰	۱۷۲/۷	۳۱۶/۷	۶۳۵	۶۰۰
۳۴	۱۹۹/۶	۲۲۸/۲	۴۲۷/۸	۷۳۸	۷۰۰
۴۱	۲۷۸/۷	۲۷۸/۲	۵۵۶/۸	۸۴۲	۸۰۰
۴۹	۳۶۸/۹	۳۳۲/۵	۷۰۱/۴	۹۴۵	۹۰۰
۵۴	۴۵۵/۱	۴۰۷/۵	۸۶۲/۶	۱۰۴۸	۱۰۰۰
۶۲	۵۶۸/۳	۴۷۴/۰	۱۰۴۲/۳	۱۱۵۲	۱۱۰۰
۶۹	۶۹۳/۰	۵۴۴/۰	۱۲۳۷/۰	۱۲۵۵	۱۲۰۰
۸۲	۹۵۵/۷	۷۲۳/۰	۱۶۷۸/۷	۱۴۶۲	۱۴۰۰
۸۹	۱۱۱۵/۴	۸۰۸/۲	۱۹۲۳/۶	۱۵۶۵	۱۵۰۰
۹۳	۱۲۴۷/۷	۹۳۸/۰	۲۱۸۵/۲	۱۶۶۸	۱۶۰۰
۱۰۸	۱۶۱۹/۷	۱۱۴۱/۵	۲۷۶۱/۲	۱۸۷۵	۱۸۰۰
۱۲۲	۲۰۳۹/۶	۱۳۶۴/۸	۳۴۰۴/۵	۲۰۸۲	۲۰۰۰

۲-۱۵-۲ سایر موارد

در خصوص لوله‌گذاری در سایر موارد خاص، از قبیل لوله‌گذاری روی زمین، عبور از داخل تونلهای، عبور از زیر رودخانه‌ها و موارد مشابه، پیمانکار باید عملیات را براساس مشخصات فنی خصوصی طرح و دستورالعملهای مهندس مشاور انجام دهد.

۱۶-۲ برش لوله

برش لوله‌های چدن نشکن اغلب برای نصب شیرآلات، متعلقات، اتصال دو قسمت خط لوله به یکدیگر و یا تعویض شاخه معیوب خط لوله ضرورت پیدا می‌کند. برش لوله‌های چدن نشکن باید توسط سنگهای برش مسلح و یا غیرمسلح و کاترهای موتووری و یا اره‌های فلزی برقی انجام شود. در صورت تأیید سازنده و دستورات مهندس مشاور، پیمانکار می‌تواند از دستگاههای برش گازی (شعله گاز اکسی استیلن^۱) نیز می‌توان استفاده نمود.

استفاده از سایر ابزار مانند اره، برای برش لوله مجاز نبوده مگر با دستورات مهندس مشاور و رعایت شرایط اعلام شده در زمان برش لوله‌ها، باید کلیه اقدامات اینمی توصیه شده توسط کارخانه توسط پیمانکار رعایت شود و عملیات به نحوی انجام پذیرد که از صدمه به پوشش لوله جلوگیری و برش کاملاً صاف و یکنواخت باشد. برشهای مورب قابلیت آببندی ندارند. برای این منظور توصیه می‌شود که خط برش توسط نوار چسب و یا گج و یا روشهای مشابه علامت‌گذاری و سپس برش انجام شود. کلیه افرادی که با عملیات برش سروکار دارند باید دارای وسائل اینمی و حفاظتی کافی باشند.

سر ساده قطعات برش شده باید سنگ زده و اریب و پخ^۲ شوند. پخ نمودن سرساده لوله توسط پیمانکار باید براساس دستورالعمل کارخانه سازنده و مهندس مشاور و با ابزار و ماشین‌آلات اعلام شده انجام پذیرد.

۱۷-۲ جوشکاری لوله‌های چدن نشکن

لوله‌های چدن نشکن تحت شرایط ویژه دارای خاصیت جوش پذیری می‌باشند. جوشکاری لوله‌های چدن نشکن برای اتصال دو شاخه لوله به یکدیگر معمول نبوده و مورد استفاده نمی‌باشد، بلکه این عمل و با تأیید مهندس مشاور برای رفع عیوب کوچک مانند مسدود نمودن سوراخهای نشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جوشکاری لوله‌های چدن نشکن با روش‌های مختلف مانند جوشکاری قوس الکتریک^۳ شعله گاز اکسی استیلن، الکتروود محفوظ در گاز خنثی^۴ و لحیم‌کاری سخت^۵ انجام می‌شود.

در روش جوشکاری قوس الکتریکی از الکتروود با ترکیب شیمیایی ۴۵ درصد آهن^۶ و ۵۵ درصد نیکل^۷ (Ni – Rod 55 , EniFe – C1) استفاده می‌گردد. قبل از جوشکاری ضروری است که محل جوشکاری تا ۲۵۰ درجه سانتیگراد گرم شده و محل جوشکاری نیز پس از اتمام کار به آرامی سرد شود. جوشکاری نباید در هوای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد انجام شود.

¹ Oxyacetylene Torch

² Beveled

³ Arc Weld

⁴ Gas Shielding Arc Weld

⁵ Brazing

علاوه بر الکترودهای ذکر شده، الکترودهای زیر بر اساس DIN 8573 نیز برای جوشکاری چدن نشکن مناسب می‌باشند.

Nife BG 13 و E-Ni BG 1

توصیه می‌گردد که از الکترودهای با قطر $\frac{3}{25}$ و ۴ میلیمتر استفاده شود.

در روش لحیم کاری سخت باید از آلیاژهای نقره به عنوان سیم لحیم استفاده گردد.

در روش جوشکاری موضعی باید از سیمهای چدنی به عنوان الکترود استفاده شده و قبل از جوشکاری، محل مورد نظر توسط مشعل تا حد سرخ شدن گرم شده و سپس به وسیله سیم چدنی جوشکاری انجام شود.

۱۸-۲ مقدار فرورفتگی دو لوله درون یکدیگر

به منظور فراهم نمودن شرایط تغییرات طولی لوله برای انقباض و انبساط و همچنین انحراف لوله‌ها به مقدار زاویه مجاز، اکثر سازندگان مقدار فرو رفتگی سرساده لوله در داخل سرکاسه را توسط دو خط محیطی در سر ساده آن مشخص می‌نمایند. همانطور که قبلاً ذکر گردید، این دو خط که یکی از آنها (خط نزدیکتر به سرساده لوله) به عنوان خط نصب برای فرو رفتگی سرساده در سرکاسه و دیگری (خط بیرونی نسبت به سرساده لوله) به عنوان خط شاخص نامیده می‌شوند، برای نصب صحیح لوله‌ها حائز اهمیت می‌باشند.

لوله‌هایی صحیح نصب شده‌اند که خط شاخص آنها نمایان ولی خط نصب قابل روئیت نباشد. همچنین قبل از نصب لوله و در صورت لزوم با توجه به نوع اتصالی، حد فاصل سرساده لوله تا خط نصب به مواد روان‌سازی آگشته می‌گردد.

در صورتی که لوله‌ها دارای خطوط فوق نبوده و یا نشانه‌هایی برای این منظور روی بدنه لوله نصب نشده باشد، طول مجاز فرورفتگی لوله‌ها باید از فروشنده استعلام گردد تا مشکلی از نظر بهره‌برداری بروز ننماید.

متذکر می‌شود که فاصله خطوط نصب و شاخص از سرساده لوله معمولاً به ترتیب ۱۵ و ۲ میلیمتر کمتر از طول داخلی سرکاسه لوله می‌باشند، ولی این ارقام تنها در صورتی مورد استفاده قرار گیرند که خطوط و یا نشانه‌های فوق بر روی لوله وجود نداشته و امکان دریافت آنها از فروشنده نیز میسر نگردد.

۱۹-۲ جهت لوله‌گذاری

جهت لوله‌گذاری در اصول با جهت جریان آب مرتبط نمی‌باشد ولی به منظور حفظ آب‌بندی اتصالات در مراحل بهره‌برداری، توصیه می‌گردد که جهت لوله‌گذاری حتی‌الامکان با جهت جریان هماهنگ باشد به نحوی که سرکاسه لوله مخالف جریان آب نصب شود. این مسئله خصوصاً در خطوط پمپاژ دارای اهمیت زیادی می‌باشد و رعایت آن توصیه می‌شود. به این ترتیب و به صورت نظری، سرساده لوله در حین بهره‌برداری به طرف سرکاسه فشار وارد می‌کند.

مهمترین نکاتی که در جهت لوله‌گذاری باید رعایت شوند به شرح زیر می‌باشند.

- سعی شود که سرساده لوله به طرف ابتدای کار و سرکاسه آن به طرف ادامه کار قرار گیرد، به نحوی که در نصب

لوله بعدی، سرساده شاخه جدید در داخل سرکاسه لوله نصب شده قبلى قرار داده شود. هر چند که این امر اجباری

نمی‌باشد ولی با این عمل، در اتصال نوع فشاری، واشر لاستیکی در سرکاسه لوله نصب شده قرار گرفته و استقرار

سرساده شاخه جدید در سرکاسه نصب شده، به مراتب آسانتر از عکس آن است.

- در مواردی که لوله‌گذاری در شیب انجام می‌شود، لازم است جهت لوله‌گذاری به نحوی باشد که سرساده لوله‌ها به طرف سرپائینی و سرکاسه آن به طرف سربالایی باشد. این امر از نظر سهولت نصب و حفظ آببندی لوله‌ها در مرحله بهره‌برداری دارای اهمیت است.

۲-۲-۲۰ اتصال با انواع دیگر لوله

اتصال لوله‌های چدن نشکن به انواع دیگر لوله، مانند لوله‌های فولادی، آبست سیمان و پلاستیکی از طریق قطعات مخصوص مانند کولار تبدیلی، کوپلینگ‌های مخصوص و یا یک قطعه مخصوص دوسر فلنج که فلنج هر سر آن برای یک نوع لوله ساخته و نصب شده صورت می‌پذیرد.

۲-۲-۲۱ انقباض و انبساط لوله

لوله‌های چدنی در صورتی که تحت شرایط تغییرات قابل توجه دما قرار گیرند، دارای انقباض و انبساط خواهند بود. به این ترتیب و در موقعی که لوله‌ها به صورت روکار مصرف شده و تحت تغییرات قابل توجه دما قرار می‌گیرند، به نحوی که مقادیر انبساط و انقباض پیش‌بینی شده هر شاخه لوله کافی نباشد، استفاده از متعلقات مخصوص ضروری خواهد بود. البته در حالت عادی، هر شاخه لوله قادر است تا حدودی از طریق حرکت مجاز در داخل سرکاسه شاخه دیگر منقبض و یا منبسط گردد.

۲-۲-۲۲ انشعباب از خطوط لوله چدن نشکن

انشعاب از لوله‌های چدن نشکن با اهداف زیر انجام می‌شود که عمدۀ ترین آنها عبارتند از :

- انشعباب از خطوط آبرسانی برای انتقال آب به سایر نقاط مصرف
- انشعباب برای نصب انواع شیرآلات (هواء، تخلیه، آتش نشانی، فشارشکن و غیره)
- انشعباب برای اتصال به سایر خطوط و همچنین خطوط فرعی شبکه توزیع آب
- انشعباب برای اتصال مستقیم به تاسیسات مصرف کننده که می‌تواند از انشعباب کوچک برای یک واحد مسکونی تا یک انشعباب بزرگ برای مثلاً یک واحد صنعتی، متغیر باشد.

برای برقراری این انشعبابات، از متعلقات مناسب خود استفاده می‌شود که سه روش معمول آن به شرح زیر است.

- ایجاد انشعباب مستقیم از لوله

- انشعباب مستقیم از طریق استفاده از زین

- انشعباب از طریق نصب سهراهی

نحوه انشعباب مستقیم از لوله و یا از طریق استفاده از زین در بخش مربوط به متعلقات چدن نشکن توضیح داده شده است. لذا در اینجا صرفاً به توضیح روش انشعباب از طریق نصب سهراهی اکتفا می‌گردد.

پیش‌بینی سهراهی در محلهای مورد نظر برای انشعباب در طراحی و حین عملیات اجرایی، نصب انشعبابات را با مشکلی مواجه نمی‌نماید ولی لزوم اخذ انشعبابات بزرگ از خطوط لوله پس از نصب و یا حین بهره‌برداری در بسیاری از مواقع ضروری است که نیاز به نصب سهراهی روی لوله در حال بهره‌برداری دارد. نصب سهراهی بر روی خطوط نصب شده به دو صورت زیر انجام می‌پذیرد.

۲-۲-۱ نصب سهراهی روی لوله خالی

روش کار برای نصب سه راهی روی لوله خالی به شرح زیر است.

- در محل مورد نظر برای نصب سهراهی، قطعه‌ای مساوی با طول سهراهی از یک شاخه لوله نصب شده خط لوله برش داده و خارج می‌گردد.
 - از میان دو قطعه باقیمانده یک شاخه لوله **فوق**، یک قطعه معادل عمق سرکاسه لوله از وسط قطعه‌ای که دو سر آن ساده است بریده و خارج می‌شود. در این حالت قطعه دو سرساده فوق به دو عدد قطعه کوچکتر دو سرساده تقسیم شده است.
 - سهراهی در محل مورد نظر نصب می‌گردد.
 - با استفاده از یک عدد قطعه دو سرساده (کولار - U)، دو قطعه دو سرساده به دست آمده در بند ۲ در محل خود بین سهراهی و سرساده شاخه لوله بعدی مستقر و آببندی می‌شود.
- عمل فوق در حالتی است که سهراهی دارای دو سرساده و یک سر فلنچ و یا کاسه باشد.
- برای نصب سهراهی سه سر فلنچ نیز مانند بالا عمل شده ولی در این حالت، به دو قطعه یک سرساده یک سر فلنچ (E) برای اتصال سه راهی به دو طرف خط نیاز خواهد بود و طول قطعه بریده شده طبق بند ۲ نیز متناسبًا افزایش می‌یابد.

۲-۲-۲ نصب سهراهی روی لوله تحت فشار

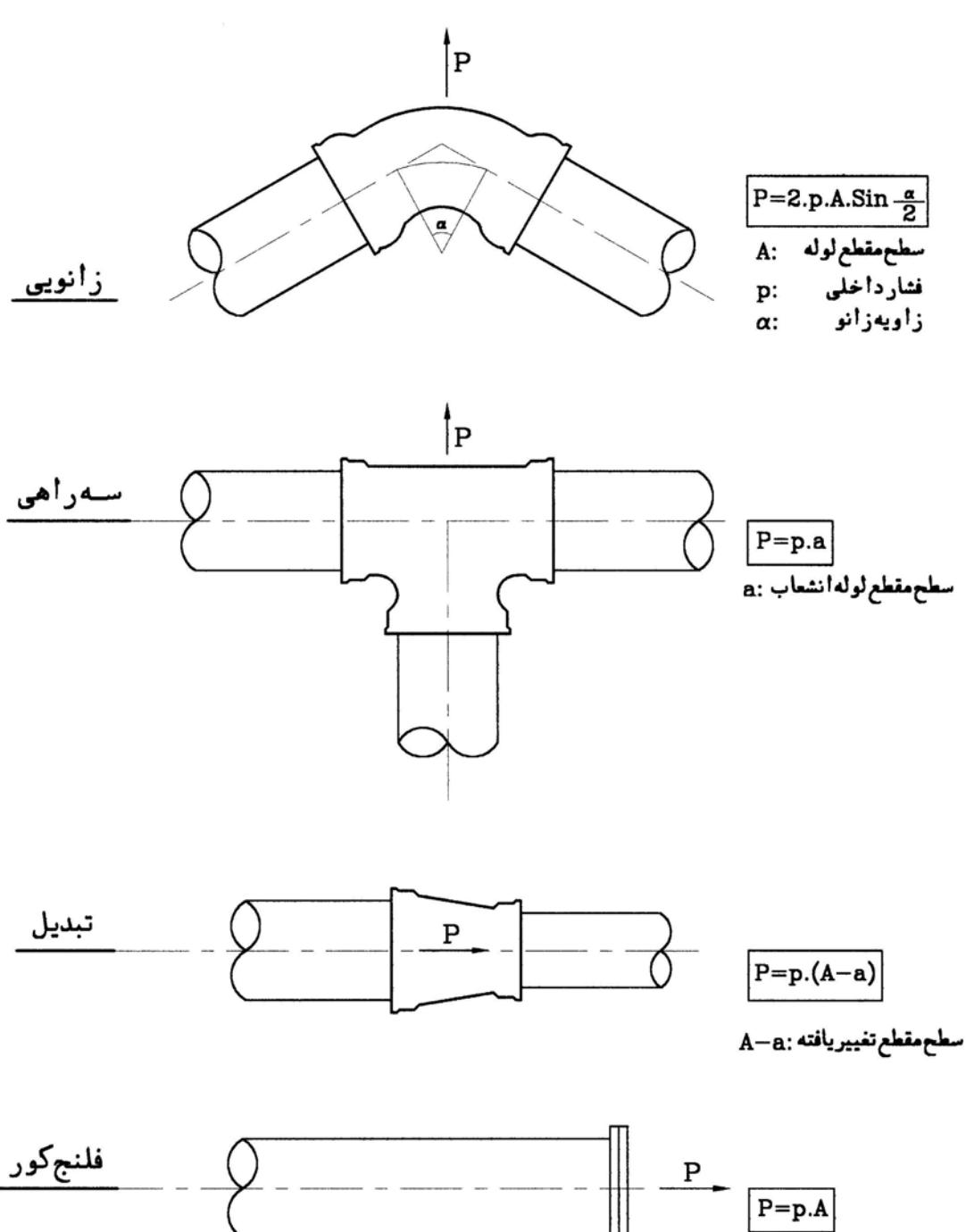
برای نصب سهراهی روی لوله تحت فشار به طریق زیر عمل می‌شود.

- ۱- یک سهراهی مخصوص که توسط پیچ و مهره روی لوله قرار گرفته محکم و آببند می‌شود، در محل مورد نظر نصب می‌گردد. این گونه سهراهی در حقیقت مانند تعدادی زین انشعباب به هم پیوسته بوده که یک انشعباب فلنچ دار با قطر مورد نظر روی آن نصب شده باشد.
- ۲- روی انشعباب فلنچ دار یک عدد شیر قطع و وصل دروازه‌ای نصب می‌گردد.
- ۳- با باز نمودن شیر و با کمک مته‌های مخصوص، سوراخی به ابعاد انشعباب مورد نظر بر روی لوله ایجاد و سپس مته مخصوص از محل خارج و با بستن شیر قطع و وصل از خروج آب از محل انشعباب برقرار شده بر روی لوله تحت فشار جلوگیری می‌شود و سپس با نصب لوله به دنبال شیر **فوق**، انشعباب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

۲-۳-۲ تکیه‌گاهها و پشت‌بندها

نحوه اتصال لوله‌های چدن نشکن، که عمدتاً فشاری و یا مکانیکی است، هیچ‌گونه امکان جلوگیری از حرکت طولی لوله و جدا شدن اتصالات از یکدیگر در اثر نیروهای وارد ناشی از تغییر جهت و یا قطع جریان و یا نیروهای وارد به فلنچ کور را فراهم نمی‌کند. تنها نیروی مقاوم در این مورد، اصطکاک بین واشر و سرساده لوله است که به نوبه خود بستگی زیاد به نحوه اجرا و سایر عواملی دارد که در نهایت این نیروی اصطکاکی را برای مقاومت در مقابل حرکت طولی لوله غیر قابل اطمینان می‌نماید. باید توجه داشت که در اینجا نیروی وارد ناشی از تغییر و انحراف مجاز زاویه نصب لوله‌ها مورد بحث نبوده و نیروهای اصطکاکی فوق، مقاومت لازم را در مقابل این نیروهای ناچیز، دارا می‌باشند.

مشخصات کلی انواع تکیه‌گاهها و پشت‌بندها در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تحت عنوان ضربه‌گیرها ذکر گردیده است. لذا در اینجا ضمن تذکر این نکته که تکیه‌گاهها و پشت‌بندها در حالت عادی، عمدتاً به صورت بتن درجا پیش‌بینی و اجرا می‌گردند، رابطه نیروی واردہ به معمول ترین اتصالات در شکل ۲-۲-۱۷ معکس و نمایش داده شده است. در جدول شماره ۲-۲-۶ مقدار این نیروها برای فلنچ کور و زانویی‌های $11/25$ ، $22/5$ ، 45 و 90 درجه برای یک کیلوگرم نیرو بر سانتیمتر مربع برای اقطار مختلف لوله محاسبه گردیده است. برای محاسبه نیروی واردہ به پشت بند، اعداد جدول فوق در نیروی مورد بحث در نقطه مورد نظر ضرب شود. در اینجا ذکر این نکته ضروری است که در مشخصات بلوکهای ضربه‌گیر، باید توجه شود که این بلوکها با توجه به وضعیت زمین و نصب دارای مقاومت کافی در تمام موارد باشند. در این ارتباط، وزن و ابعاد بلوک، وزن خاکریز روی بلوک، فشار منفی خاک بر بلوک، اصطکاک بین بدنه لوله و خاک اطراف باید در نظر گرفته شود.



شکل ۲-۲: نیروی وارد در اثر فشار آب به برخی متعلقات

جدول ۲-۲-۶: نیروی وارد بر پشت‌بند (کیلوگرم) برای فشار یک کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

زانویی درجه ۱۱/۲۵	زانویی درجه ۲۲/۵	زانویی درجه ۴۵	زانویی درجه ۹۰	فلنج کور	قطر اسمی لوله (میلیمتر)
۱۵	۲۹	۵۸	۱۰۷	۷۵	۸۰
۲۱	۴۳	۸۴	۱۵۵	۱۰۹	۱۰۰
۴۵	۸۹	۱۷۴	۳۲۱	۲۲۷	۱۵۰
۷۶	۱۵۱	۲۹۶	۵۴۷	۳۸۷	۲۰۰
۱۱۶	۲۳۰	۴۵۱	۸۳۴	۵۹۰	۲۵۰
۱۶۴	۳۲۶	۶۳۹	۱۸۰۱	۸۳۵	۳۰۰
۲۲۰	۴۲۸	۸۵۹	۵۸۷۱	۱۲۲۱	۳۵۰
۲۸۳	۵۶۴	۱۰۶۱	۰۴۴۲	۱۴۴۶	۴۰۰
۳۵۵	۷۰۶	۳۸۵۱	۵۵۹۲	۱۸۱۰	۴۵۰
۴۳۶	۸۶۷	۷۰۱۱	۱۴۳۴	۲۲۲۳	۵۰۰
۶۲۱	۲۳۵۲	۴۲۲۳	۴۷۸۵	۳۱۶۷	۶۰۰
۸۳۹	۶۶۹۱	۲۷۴۳	۰۴۹۷	۴۲۷۸	۷۰۰
۰۹۱۲	۱۷۲۳	۲۶۱۵	۸۷۵۸	۵۵۶۸	۸۰۰
۳۷۴۲	۷۳۶۳	۳۶۸۵	۹۱۹۹	۷۰۱۴	۹۰۰
۶۹۱۱	۳۶۵۴	۶۰۲۶	۱۹۹۱۲	۸۶۲۶	۱۰۰۰
۰۴۳۲	۰۶۶۵	۹۷۷۸	۷۴۰۱۴	۱۰۴۲۳	۱۱۰۰
۴۲۵۲	۸۲۶۵	۴۶۸۰	۴۹۴۱۷	۱۲۳۷۰	۱۲۰۰
۲۹۰۴	۵۵۰۶	۸۴۸۱۳	۷۴۱۲۳	۱۶۷۸۷	۱۴۰۰
۷۷۰۴	۵۰۵۸	۷۲۲۱۴	۲۰۴۲۷	۱۹۲۳۶	۱۵۰۰
۲۸۳۵	۵۲۶۸	۷۲۴۱۷	۹۰۲۳۱	۸۵۱۲۲	۱۶۰۰
۴۱۲۶	۷۷۳۱۱	۱۳۳۲۱	۰۴۸۴۰	۶۱۱۲۸	۱۸۰۰
۶۷۴۶	۲۸۳۱۷	۰۵۶۲۹	۱۴۶۴۹	۰۴۴۳۵	۲۰۰۰
۱۹۶۸	۳۲۴۱۴	۲۸۰۹۸	۹۱۷۵۲	۷۱۱۳۶	۲۱۰۰
۰۰۳۹	۹۳۰۱۵	۲۴۸۳۲	۷۳۹۵۸	۸۲۸۴۰	۲۲۰۰
۳۰۳۰	۵۱۴۱۹	۳۱۸۳۶	۱۰۷۶۷	۴۵۱۴۸	۲۴۰۰
۰۹۱۱۱	-۰۷۶۲۲	۳۰۳۴۴	۰۱۴۸۱	۵۷۹۵۶	۲۶۰۰

در زمینهای نرم، خاک اطراف بلوک باید با ماسه و یا خاکهای مناسب دیگر که فشار منفی کافی ایجاد می‌نماید، جایگزین گردد. باربری زمین باید به دقت بررسی شده و در صورتی که باربری زمین کم می‌باشد (مانند زمینهای رسی و یا آبدار)، یا شمعهای کوتاه درجا مورد استفاده قرار گیرند و یا سطح نشیمن بلوک افزایش یابد.

۲-۲-۲۴-۲ خاکریزی مقدماتی

خاکریزی مقدماتی در اصول براساس دستورات مهندس مشاور و مشخصات و ضوابط مندرج در بخش «نکات مشترک لوله‌گذاری» انجام می‌شود.

خاک مصرفی باید عاری از قلوه و پاره سنگ، خاک یخ زده، مواد گیاهی و آلی، زباله و خاکهای پوسیده، خاکستر، ذغال و سایر مصالح نامناسب مشابه باشد.

خاکریزی مقدماتی در هر قسمت باید براساس مشخصات بسترسازی تعیین شده در نقشه‌ها و مدارک اجرایی و دستورات مهندس مشاور انجام پذیرد.

با توجه به این که آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله قبل از خاکریزی انجام می‌شود، خاکریزی مقدماتی جسم و بدن لوله باید به نحوی انجام شود که محل اتصالات و متعلقات برای کنترل هرگونه نشت قابل رؤیت باشند. بنابراین، خاکریزی مقدماتی این محلها

پس از اتمام آزمایشها باید به نحوی انجام پذیرد که با خاکریزی مقدماتی قبلی روی جسم و بدن لوله به صورت همگن باشد.

خاکریزی مقدماتی لوله باید در محیط خشک انجام و هرگونه آبهای سطحی و ورودی به ترانشه قبلاً خارج شده باشد.

خاکریزی مقدماتی براساس مشخصات بسترسازی حداقل تا ۳۰ سانتیمتر بالای تاج لوله انجام می‌پذیرد، مگر اینکه در مشخصات فنی خصوصی و یا دستور مهندس مشاور مقادیر متفاوتی ذکر شده باشد.

۴-۲-۲۵ آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله چدن نشکن

آزمایش فشار هیدرواستاتیک لوله‌های چدن نشکن باید براساس مشخصات فنی خصوصی پروژه و یا دستورات مهندس مشاور انجام شود. در صورت فقدان مشخصات و دستورات فوق و یا ارجاع بهاین مشخصات، روش‌های زیر مورد عمل قرار گیرد.

نحوه و مراحل آزمایش هیدرواستاتیک در استانداردهای مختلف ذکر گردیده است. در اینجا مراحل و مشخصات مندرج در استانداردهای DIN و AWWA ذکر می‌گردد. پیمانکار می‌تواند استانداردهای دیگر در این زمینه را پیشنهاد و پس از تأیید مهندس مشاور مورد عمل قرار دهد.

بدیهی است که نکات و مشخصات عمومی ذکر شده برای آزمایش فشار هیدرواستاتیکی در سایر بخش‌های این مشخصات فنی مورد عمل بوده و باید رعایت گردد.

متذکر می‌شود که استاندارد DIN، مراحل و نحوه آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله‌های چدن نشکن را به دو بخش لوله‌های بدون پوشش داخلی و لوله‌های پوشش شده توسط انود ماسه سیمان تقسیم نموده است. ضوابط کلی آزمایشها براساس DIN 4279 – PART 1 می‌باشد که نکات مهم آن در بخش‌های قبلی این مشخصات ذکر شده است.

طول قطعه مورد آزمایش بین ۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰ متر انتخاب گردد.

۴-۲-۲۵-۱ مقدار آب تزریقی

مقدار آب تزریق شده برای پر نمودن خط لوله نباید از مقادیر مندرج در مشخصات طرح و یا دستورالعمل مهندس مشاور تجاوز نماید.

در صورت فقدان چنین مشخصاتی، مقدار تزریق آب به شرح زیر می‌باشد.

قطر اسمی خط لوله	مقدار تزریق آب به لیتر در ثانیه
۱۰۰	۰/۳
۱۵۰	۰/۷
۲۰۰	۱/۵
۲۵۰	۲
۳۰۰	۳
۴۰۰	۶
۵۰۰	۹
۶۰۰	۱۴
۷۰۰	۱۹
۸۰۰	۲۵
۹۰۰	۳۲
۱۰۰۰	۴۰
۱۲۰۰	۶۰

برای لوله‌های بزرگتر، مقدار تزریق نباید باعث افزایش فشار به میزان بیش از یک اتمسفر در دقیقه شود.

۲-۲-۲-۲ آزمایش فشار هیدرואستاتیک خطوط لوله بدون پوشش داخلی

این آزمایشها براساس 2 DIN 4279 – PART انجام می‌شود.

الف : آزمایش اولیه فشار

در صورت انجام آزمایش اولیه، مدت آن به شرح زیر می‌باشد. متذکر می‌گردد که آزمایش فشار اولیه، زمانی شروع می‌شود که فشار در خط لوله حداقل به فشار اسمی رسیده باشد.

قطر اسمی لوله (میلیمتر)	مدت تقریبی آزمایش
۲۰۰ تا	۳ ساعت
۴۰۰ الی ۲۵۰	۶ ساعت
بیش از ۴۰۰	۱۲ ساعت

ب : آزمایش اصلی فشار

در صورتی که آزمایش اولیه فشار انجام نشده است و هر دو آزمایش به صورت همزمان صورت می‌پذیرد، مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر خواهد بود.

مدت تقریبی آزمایش	قطر اسمی لوله (میلیمتر)
۳ ساعت	تا ۲۰۰
۶ ساعت	۴۰۰ الی ۲۵۰
۱۸ ساعت	۷۰۰ الی ۵۰۰
۲۴ ساعت	بیش از ۷۰۰

در صورتی که آزمایش اولیه فشار انجام گرفته است، مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر است.

مدت تقریبی آزمایش	قطر اسمی لوله (میلیمتر)
۳ ساعت	تا ۴۰۰
۱۲ ساعت	۷۰۰ الی ۵۰۰
۲۴ ساعت	بیش از ۷۰۰

خط لوله زمانی مورد تأیید بوده و آببند تلقی می‌گردد که حداقل افت فشار در خط پس از پایان مدت آزمایش به شرح زیر باشد.

حداقل افت فشار	فشار آزمایش	فشار کار خط
۱۰/۰ بار	۱۵ بار	۱۰ بار
۱۵/۰ بار	۲۱ بار	۱۶ بار
۲۰/۰ بار	فشار بار + ۵ بار	بیش از ۱۶ بار

متذکر می‌شود که با توجه به مقدار تقریباً مساوی واحدهای اتمسفر و بار (یک اتمسفر = ۱/۰۱۳ بار)، مقادیر فوق می‌تواند به عنوان اتمسفر نیز تلقی گردد.

۲-۲-۳-۲ آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان

آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان عموماً به دو روش اندازه‌گیری مقدار نشت آب و اندازه‌گیری افت فشار صورت می‌پذیرد. در هر دو حالت، اشباع خط لوله قبل از شروع افزایش فشار ضروری است.

۲-۲-۳-۱ آزمایش به روش اندازه‌گیری مقدار نشت مجاز آب

بر اساس استاندارد AWWA، مقدار نشت مجاز آب که از رابطه زیر محاسبه می‌گردد، به عنوان مبنای قضاوت در خصوص آب‌بند بودن و تأیید خط لوله مورد آزمایش می‌باشد. در صورتی که مقدار نشت از خط لوله مورد آزمایش کمتر از رقم محاسبه شده از رابطه زیر باشد، خط لوله آب‌بند تلقی می‌گردد.

که در آن :

$$L = \frac{S.D.\sqrt{P}}{71526}$$

L = مقدار مجاز نشت آب به لیتر در ساعت

S = طول خط لوله به متر

D = قطر نامی خط لوله به میلیمتر

P = فشار آزمایش به اتمسفر یا بار (یک اتمسفر = $1/0\ 13$ بار)

رابطه بالا بر اساس نشت مجاز $1/0\ 8$ لیتر در روز برای هر کیلومتر خط و هر میلیمتر قطر لوله در 10 اتمسفر فشار (معادل $11/65$ گالن در روز برای هر مایل خط و هر اینچ قطر در فشار 150 پوند بر اینچ مربع) تنظیم شده است.

۲-۲-۳-۲ آزمایش به روش اندازه‌گیری افت فشار

استاندارد شماره ۳ DIN 4279 – PART 1 در ارتباط و رعایت نکات و خوبایت کلی مندرج در استاندارد شماره DIN 4279 – PART 1 که در قسمتهای قبلی این مشخصات ذکر شده، نحوه انجام آزمایش‌های فشار هیدرواستاتیک خط لوله با اندود داخلی ماسه سیمان را تشریح نموده که برای لوله‌های چدن نشکن و فولادی مورد استفاده می‌باشد.

آزمایش فشار هیدرواستاتیک خطوط لوله بر اساس این استاندارد به سه روش قابل انجام است که عبارت است از :

۱ - روش پایه، ۲ - روش سریع، ۳ - روش مخصوص.

در اینجا صرفاً روش پایه توضیح داده می‌شود. برای اطلاع از جزئیات دو روش دیگر که به تجهیزات و تمهیدات بیشتری نیاز دارد، به استاندارد مربوط مراجعه شود.

فشارسنج‌های مورد استفاده در این روشها باید قادر به نمایش تغییرات فشار تا حدود $10/0$ اتمسفر یا بار باشند. همچنین مخازن آب مدرج شده با حداکثر خطای 5 درصد باید برای اندازه‌گیری مقدار آب تزریق و یا تخلیه شده مورد استفاده قرار گیرند. استفاده از مخازن مدرج برای موقع پر و یا تخلیه نمودن خط مد نظر نبوده، بلکه این مخازن برای مراحل افزایش فشار و یا تخلیه مقدار معینی آب مورد نیاز خواهد بود.

روش پایه شامل سه مرحله زیر است.

الف : آزمایش مقدماتی

ب : آزمایش کاهش فشار

ج : آزمایش اصلی

الف : آزمایش مقدماتی

هدف از آزمایش مقدماتی، اشباع نمودن پوشش اندود سیمانی می‌باشد. خط لوله در این مرحله حداقل به مدت ۲۴ ساعت تحت فشار آزمایش قرار داده می‌شود. فشار خط در فواصل زمانی معین و یا هر زمان که فشار خط حدود ۵٪ اتمسفر کاهش یافته، مجدداً افزایش داده می‌شود.

ب : آزمایش کاهش فشار

وقتی نشت آب از یک خط لوله ناچیز باشد، هوای احتمالی موجود در خط این تصور را ایجاد می‌نماید که خط آب بند است. در این وضعیت، انجام آزمایش کاهش فشار برای اندازه‌گیری حجم هوای موجود در خط لازم می‌باشد.

در این آزمایش، حجم معینی از آب از خط خارج و کاهش فشار ناشی از آن اندازه‌گیری می‌شود.

تغییر حجم (V1) و تغییر فشار ناشی از آن (P) با حداقل مقدار مجاز تغییر حجم (V2) که معادل ۱/۵ برابر تغییر حجم در هوای آزاد می‌باشد و از رابطه زیر محاسبه می‌شود، مقایسه می‌گردد.

$$V_2 = \frac{(1.5).a.P.L}{100}$$

که در آن :

P = کاهش فشار به بار

L = طول قطعه خط لوله تحت فشار به متر

a = ضریب فشار که مقدار آن برای فشارهای ۱۵ و ۲۱ بار به شرح زیر است.

ضریب a	قطر لوله به میلیمتر
۰/۰۴۹۲	۱۰۰
۰/۱۱۶۳	۱۵۰
۰/۲۱۴۷	۲۰۰
۰/۳۴۸۲	۲۵۰
۰/۵۱۷۲	۳۰۰
۰/۹۶۳۲	۴۰۰
۱/۵۶۱۴	۵۰۰
۲/۳۱۷۸	۶۰۰
۳/۲۳۴۰	۷۰۰
۴/۳۲۴۳	۸۰۰
۵/۵۶۷۹	۹۰۰
۶/۹۷۴۹	۱۰۰۰
۱۰/۳۲۸۰	۱۲۰۰

در صورتیکه V1 کوچکتر و مساوی V2 باشد، خط لوله از نظر عملی عاری از هوا است.
پ: آزمایش اصلی
پس از طی مراحل فوق، آزمایش اصلی انجام می‌شود. مدت زمان آزمایش اصلی به شرح زیر است.

مدت تقریبی آزمایش	قطر اسمی لوله (میلیمتر)
۳ ساعت	تا ۲۰۰
۶ ساعت	۴۰۰ الی ۲۵۰
۱۸ ساعت	۷۰۰ الی ۵۰۰
۲۴ ساعت	بیش از ۷۰۰

خط لوله زمانی مورد تأیید بوده و آببند تلقی می‌شود که افت فشار در فواصل زمانی معین اندازه‌گیری شده و حداکثر افت فشار در پایان مدت زمان آزمایش از مقادیر زیر تجاوز ننماید.

حداکثر افت فشار	فشار آزمایش	فشار کار خط
۱۰/۰ بار	۱۵ بار	۱۰ بار
۱۵/۰ بار	۲۱ بار	۱۶ بار
۲۰/۰ بار	فشار بار + ۵ بار	بیش از ۱۶ بار

مجددأً یادآور می‌شود که با توجه به مقدار تقریباً مساوی واحدهای اتمسفر و بار (یک اتمسفر = ۱/۰۱۳ بار) مقادیر فوق می‌تواند به عنوان اتمسفر نیز تلقی گردد.

۲-۲-۲ خاکریزی نهايی

خاکریزی نهايی از ۳۰ سانتیمتر بالاي تاج لوله شروع و تا سطح زمين و يا زير لايه زيرسازی جادهها و معابر ادامه می‌يابد مگر اين که در مشخصات فني طرح دستورالعمل ديگري داده شده باشد. خاکریزی نهايی در اصول بر اساس مشخصات مندرج در بخش «نکات مشترک لوله‌گذاري» انجام می‌شود.

خاک مصرفی برای خاکریزی نهايی لوله‌های چدن نشکن تا زير لايه زير سازی جاده و معابر می‌تواند دارای قلوه سنگ به ابعاد حداکثر ۲۰ سانتیمتر بسته به قطر لوله باشد، مگر اين که در مشخصات طرح محدوديت ديگري ذكر شده و يا دستور مهندس مشاور به نحو ديگري باشد.

خاک حاصل از حفر ترانشه در صورتی بنا به مندرجات مشخصات طرح و يا تأييد مهندس مشاور مناسب برای مصرف بوده که دارای مقادير مناسب رس، شن، مخلوط و مواد مشابه باشد. در صورتی که خاک حاصل از حفر ترانشه به علل مختلف از جمله

نامناسب بودن بخشی از آنها برای خاکریزی نهایی کفایت ننماید، باید از مخلوط رودخانه‌ای و یا خاک قرضه مناسب و مورد تأیید مهندس مشاور به عنوان جایگزین استفاده نمود.

خاکریزی نهایی باید بر اساس مشخصات طرح و یا دستورات مهندس مشاور و یا مندرجات سایر بخش‌های این مشخصات متراکم گردد.

ارتفاع خاکریزی نهایی مرحله اول که قبل از انجام آزمایش‌های فشار هیدرواستاتیکی بر روی بدنه لوله انجام می‌شود، حداقل ۳۰ سانتیمتر تا روی تاج لوله است. اضافه بر آن بر اساس مشخصات طرح خواهد بود.