

➤ در زمین‌های لجنی که آماده‌سازی بستر در آن‌ها در نقشه‌ها و مدارک فنی پیش‌بینی نشده باشد، برحسب مورد، نحوه اجرا، نوع و میزان برداشت و جایگزینی مصالح به‌منظور آماده‌سازی بستر، توسط دستگاه نظارت پیشنهاد و پس از تصویب کارفرما به‌اجرا گذاشته می‌شود. در این ارتباط روش‌های زیر می‌تواند برحسب مورد به کار برده شود:

- احداث زهکش حایل در بالادست
- برداشتن لجن و جایگزین کردن آن با خاک مناسب
- تثبیت بستر لجنی با استفاده از آهک، سیمان، قلوه‌سنگ و دیگر مصالح سنگی
- برگرداندن خاک و خشک کردن آن در برابر هوا و تابش آفتاب.

۴-۸-۲- تمهیدات ویژه در خاک‌های مساله‌ساز

در صورتی که مسیر خطوط لوله، محل احداث سازه‌ها و مخصوصاً بستر احداث استخرهای ذخیره آب در طرح‌های آبیاری تحت فشار، دارای خاک‌های مساله ساز از جمله خاک‌های فرسایش‌پذیر، متورم و منقبض شونده، انحلال پذیر، خاک‌های حساس به یخ‌بندان باشد، برای اصلاح این خاک‌ها و دستیابی به بستر مناسب باید براساس مشخصات فنی خصوصی یا طبق دستور دستگاه نظارت متکی به نتایج آزمایش‌های آزمایشگاهی عمل شود.

یکی از روش‌های متداول برای اصلاح خاک‌های مساله ساز، استفاده از آهک می‌باشد. تثبیت خاک با آهک سبب بهبود مشخصات فیزیکی خاک از جمله افزایش ظرفیت باربری و قابلیت تراکم و کاهش درصد انقباض و خاصیت خمیری می‌شود.

در صورتی که در اسناد پیمان تثبیت خاک با آهک پیش‌بینی شده باشد بایستی پیمان کار کلیه نکات فنی اجرایی را براساس مشخصات فنی ارایه شده و یا طبق دستورات دستگاه نظارت عمل نموده و مخصوصاً به موارد زیر توجه نماید.

- مشخصات آهک مصرفی
- خاک‌های مناسب جهت تثبیت با آهک
- درصد مناسب آهک
- آماده کردن خاک
- پخش آهک به صورت خشک یا دوغاب
- اختلاط خاک و آهک در محل
- کوبیدن مخلوط خاک و آهک
- سایر موارد ذیربط

از آهک مصرفی باید طبق روش آشتو T ۲۱۸ نمونه‌گیری شده و طبق روش T ۲۱۹ تحت آزمایش‌های دانه‌بندی و ترکیبات شیمیایی قرار گیرد. نتایج حاصل از آزمایش‌ها و نیز نحوه نگهداری و مشخصات فنی آهک مصرفی باید با مشخصات آشتو M ۲۱۶ مطابقت داشته باشد.

۴-۸-۳- مصالح خاک‌ریزی

مصالح مورد استفاده به‌عنوان خاک‌ریز باید دارای شرایط و مشخصات زیر باشد:

➤ مصالح مورد استفاده در خاک‌ریزی باید از مناطق خاک‌برداری شده و یا از نزدیک‌ترین منابع قرضه مورد تایید دستگاه نظارت، با رعایت مشخصات فنی ارایه شده در اسناد پیمان و یا نظر دستگاه نظارت، تامین گردد.

➤ کلیه خاک‌های گچی، نمکی، آلی، زراعی، لجنی، متورم و منقبض شونده در شمار مصالح نامناسب برای خاک‌ریزی قرار داشته و از مصرف آن‌ها باید خودداری شود. در صورت تردید در قابل استفاده بودن خاک‌ها، تشخیص مناسب بودن آن‌ها برای استفاده در هر نوع خاک‌ریزی با دستگاه نظارت و در صورت لزوم با آزمایشگاه مکانیک خاک مورد تایید معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری می‌باشد.

➤ در صورتی که به‌هر دلیل پیمان‌کار از مصالح نامناسب استفاده کند، بایستی به هزینه خود آن را برداشته و با مصالح مناسب و مورد تایید دستگاه نظارت جایگزین نماید.

➤ بزرگ‌ترین بعد دانه‌های مورد استفاده در مصالح خاک‌ریز نباید بیشتر از سه چهارم ضخامت لایه خاک‌ریز پس از کوبیدن باشد.

➤ جهت جلوگیری از بروز خسارات احتمالی، خاک‌ریزی با خاک‌های مساله‌ساز بایستی با تمهیدات پیش‌بینی شده در اسناد پیمان و یا دستورات دستگاه نظارت صورت پذیرد. روش مناسب خاک‌ریزی با این خاک‌ها با توجه به نوع خاک و با تایید دستگاه نظارت قابل اجرا می‌باشد.

➤ استفاده مجدد از خاک‌هایی که قبلاً کوبیده شده در صورتی امکان‌پذیر است که کلوخه‌های خاک با وسایل مناسب خرد و قبل از کوبیدن جهت حصول رطوبت آب‌پاشی و عمل‌آوری شده و به تایید دستگاه نظارت برسد.

۴-۸-۴- لایه‌های خاک‌ریزی

پخش مصالح در لایه‌های خاک‌ریزی باید به‌نحوی باشد که در هیچ قسمت از خاک‌ریز، هیچ‌گونه حفره، سوراخ و مواد خارجی وجود نداشته و خاک‌ریز به‌صورت همگن و یک‌نواخت باشد. به‌منظور جلوگیری از

گودشدن و ایجاد شیار ناشی از حرکت چرخ‌ها، بایستی عبور و مرور وسایل نقلیه و دیگر تجهیزات از روی قسمت‌های خاک‌ریزی شده کنترل شود.

مصلح خاک‌ریزی که به محل حمل می‌شود باید در نقاطی تخلیه شود که بتوان آن را با کمترین جابه‌جایی در سطح خاک‌ریز پخش نمود. عملیات خاک‌ریزی باید به‌صورت لایه‌های افقی صورت گیرد و هرلایه بعد از خاتمه کوبیدن لایه قبلی ریخته شود.

در صورتی که به تشخیص دستگاه نظارت سطح یک لایه بعد از کوبیدن خیلی صاف شود به‌طوری که اتصال کافی با لایه بعدی به‌وجود نیاید، باید سطح آن لایه به عمق حدود ۵ سانتی‌متر دیسک زده شود و سپس لایه بعدی اجرا گردد.

اگر سطح خاک‌ریزی‌های غیرقابل نفوذ خیلی خشک بوده و یا بیشتر از حد لازم مرطوب باشد، باید مقدار رطوبت آن قبل از اجرای لایه بعدی اصلاح شود.

عملیات پخش و تراکم لایه‌های خاک‌ریز، هم‌چنین کف ترانشه‌ها و بستر زمین‌های طبیعی حتی الامکان باید طوری برنامه‌ریزی و اجرا شود که در حداقل بازه زمانی ممکن هر لایه یا سطح متراکم شده با لایه بعدی پوشیده شود.

به این ترتیب همواره مشخصات و میزان تراکم لایه‌ها یا سطوح متراکم شده حفظ خواهد شد. در صورتی که لایه یا سطحی که متراکم شده قبل از اجرای لایه بعدی به هر دلیلی مشخصات و تراکم خود را از دست داده باشد، پیمان‌کار موظف است به هزینه خود مجدداً آن را به مشخصات و تراکم لازم برساند.

حداکثر ضخامت لایه‌ها و روش کوبیدن آن‌ها به عوامل مختلفی بستگی دارد که در اسناد پیمان‌ارایه می‌شود. راهنمای کلی در این مورد به شرح جدول ۴-۱ می‌باشد.

جدول ۴-۱- راهنمای کلی کوبیدن لایه‌ها در عملیات خاک‌ریزی

ردیف	طبقه‌بندی خاک‌ریز	روش کوبیدن	حداکثر ضخامت لایه پس از کوبیدن (سانتی‌متر)
۱	ریزدانه	لرزنده پاچه بزی چرخ لاستیکی	۲۰
		لرزنده دستی - صفحه لرزنده	۱۵
۲	درشت دانه	لرزنده (خودرو)	۴۰
		لرزنده دستی - صفحه لرزنده	۲۰

۴-۸-۵- رطوبت بهینه و تراکم خاک ریز

الف- خاک‌های ریزدانه

- قبل از شروع عملیات کوبیدن، خاک باید دارای رطوبت بهینه طبق روش پروکتور استاندارد (ASTM – D 698 آشتونر مال ۹۹-T) باشد.
- رطوبت بهتر است در محل قرضه اضافه شود، اما اضافه کردن رطوبت در محل خاک‌ریز با موافقت و روش مورد تایید دستگاه نظارت نیز قابل انجام است.
- رطوبت مصالح باید کاملاً یک‌نواخت بوده و برای این منظور پیمان‌کار باید از طریق شخم زدن، دیسک زدن، عمل‌آوری توسط گریدر و نظایر آن، یک‌نواختی رطوبت خاک را قبل از شروع عملیات کوبیدن تامین کند.
- در موارد خاص که با توجه به جنس خاک و کیفیت آن، تغییراتی در ضخامت لایه‌ها، درجه تراکم یا میزان رطوبت آن نیاز باشد، مراتب توسط آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفته و دستورات لازم توسط دستگاه نظارت صادر خواهد شد.
- هرگونه حالت خمیری در هر قسمت از خاک‌ریزی‌های کوبیده شده در هر لایه، مردود بوده و باید آن قسمت با خاک‌های مناسب مورد تایید دستگاه نظارت و با هزینه پیمان‌کار جایگزین و اصلاح گردد.
- در شرایط جوی که رطوبت خاک بسیار بیشتر از رطوبت مناسب برای تراکم باشد، دستگاه نظارت تصمیمات لازم را خواهد گرفت.
- از آنجا که پیمان‌کار با آگاهی کامل از شرایط جوی محل، پیمان را منعقد و برنامه‌ریزی عملیات را تنظیم نموده است، لذا توقف کار جهت رسیدن به رطوبت بهینه امری پیش‌بینی شده تلقی می‌شود و لذا طولانی شدن مدت اجرای کار حقی برای پیمان‌کار ایجاد نمی‌کند.

ب- خاک‌های درشت‌دانه

- حداکثر وزن مخصوص خشک و رطوبت بهینه خاک‌های درشت‌دانه و از جمله مصالح توونان طبق روش پروکتور استاندارد (ASTM D4718) برای مصالح با قطر کوچکتر از ۱۹ میلی‌متر در آزمایشگاه تعیین می‌شود.
- رطوبت خاک‌های در دست تراکم می‌تواند با نظر دستگاه نظارت در محدوده رطوبت بهینه به اضافه یا منهای ۲ درصد تغییر کند.

۴-۸-۶- عملیات کوبیدن

- در مواردی که کوبیدن مصالح خاک‌ریز لازم باشد، مصالح باید در لایه‌های افقی ریخته شده و طبق روش مندرج در اسناد پیمان و یا دستورات دستگاه نظارت کوبیده شود.

- نوع وسایلی که پیمان کار در نظر دارد از آن‌ها استفاده کند، باید متناسب با جنس و نوع خاک بوده و مورد تایید دستگاه نظارت باشد.
- چنانچه در حین اجرای کار، از کاربرد وسایل انتخابی، نتایج رضایت بخشی حاصل نشود، پیمان کار باید با نظر دستگاه نظارت در مورد جایگزینی ماشین آلات مناسب اقدام نماید.
- تعداد عبورهای متوالی وسایل و تجهیزات مکانیکی از هر نقطه و در هر لایه باید به گونه ای باشد که تراکم مورد نظر حاصل شود. میزان هم پوشانی نوارهای عبوری متوالی غلطک‌ها، نباید کمتر از ۳۰ سانتی متر باشد.
- لایه‌های بعدی خاکریزی به هیچ وجه بدون تایید دستگاه نظارت نباید اجرا شود.
- در محل‌هایی که دستگاه نظارت استفاده از غلطک‌های خودرو را به علت محدودیت جا و یا دلایل دیگر مانند احتمال آسیب رسیدن به سازه‌های مجاور مجاز نداند، باید با نظر دستگاه نظارت از انواع دیگر وسایل کوبنده مکانیکی دستی که دارای ظرفیت کافی بوده و تراکم مورد نیاز را ایجاد می‌کند، استفاده شود.
- کوبیدن توسط ترافیک باید به نحوی صورت گیرد که وسایل نقلیه و کامیون‌های سنگین حمل مصالح، بعد از ریختن هر لایه، روی تمامی سطح خاکریز تا حصول تراکم مورد نظر عبور کند.
- برای اندازه گیری وزن مخصوص خاک در محل که برای کنترل تراکم خاکریزها صورت می‌گیرد، در صورتی که در اسناد پیمان روشی پیش‌بینی نشده باشد باید از روش مخروط مناسب مطابق روش ASTM – DISS6 – آشتو T-۱۹۱ استفاده شود.
- تعداد و نوع آزمایش‌های مورد نیاز بستگی به سطح و حجم کار داشته و بایستی طبق نظر دستگاه نظارت انجام شود.

۴-۸-۷- پرکردن پشت سازه‌ها

- در محل‌هایی که در اثر گودبرداری برای احداث ساختمان و یا ابنیه فنی پس از احداث سازه، فضای خالی باقی می‌ماند، این فضا باید پس از تخلیه مواد زاید، با مصالح مورد تایید دستگاه نظارت پر شده و به روش زیر متراکم گردد:
- لایه‌های خاکریزی باید به ضخامت حداکثر ۱۵ سانتی متر ریخته شده و با وسایل دستی و در صورت تصویب دستگاه نظارت با وسایل مکانیکی کوبیده شود.
 - درصد رطوبت لایه‌ها باید طبق دستور دستگاه نظارت تنظیم شود تا تراکم ۹۵ درصد پروکتور استاندارد (ASTM D47/8) به دست آید.

- گودبرداری محل سازه‌ها در صورت امکان باید به گونه ای انجام شود که برای سطوح خارجی، احتیاج به قالب‌بندی نبوده و از جبهه خاکبرداری نشده به کمک پلاستیک یا مصالح مشابه برای بتن‌ریزی استفاده شود تا خاک‌ریزی و کوبیدن خاک پشت سازه ضرورت نداشته باشد.
- خاک‌ریزی و کوبیدن پشت سازه‌ها در صورت ضرورت، باید طوری انجام شود که آسیبی به سازه وارد نشود. در صورت آسیب رسیدن به سازه پیمان کار باید با هزینه خود و طبق نظر دستگاه نظارت نسبت به ترمیم آن اقدام نماید.

۴-۸-۸- بستر راه‌ها

الف- بستر راه در ترانشه خاکی

در صورتی که بستر راه در ترانشه خاکی بوده و زمین بستر تراکم مورد نظر در اسناد پیمان را نداشته باشد، حفاری کف چند سانتی‌متر بالاتر از بستر راه متوقف می‌شود، به گونه‌ای که پس از کوبیدن، تراز مورد نظر در نقشه‌های اجرایی حاصل شود. جهت کوبیدن بستر، پس از تامین رطوبت لازم و با استفاده از غلطک‌های مناسب، عملیات کوبیدن به گونه‌ای انجام می‌شود که تا عمق ۳۰ سانتی‌متر از بستر راه میزان تراکم نسبی مورد نظر حاصل شود.

در صورتی که وضعیت زمین کف ترانشه طوری باشد که تراکم لازم پس از کوبیدن حاصل شود، بستر راه به عمق ۲۰ سانتی‌متر شخم زده شده و مخلوط می‌گردد. سپس رطوبت لازم تامین و با غلطک‌های مناسب تا رسیدن به تراکم و تراز مورد نظر کوبیده می‌شود.

در صورتی که وضعیت زمین کف طوری باشد که احتیاج به تعویض خاک در بعضی قسمت‌ها باشد برای قسمت اضافه خاکبرداری شده، طبق دستور دستگاه نظارت عمل خواهد شد.

ب- بستر راه در ترانشه سنگی

در ترانشه‌های سنگی باید کف ترانشه چند سانتی‌متر پایین‌تر از تراز مورد نظر حفاری شده و سطح مزبور تا تراز بستر راه با خاک مناسب خاک‌ریزی و به میزان ۱۰۰ درصد به روش پروکتور استاندارد متراکم شود. در هر صورت ناهمواری‌های سنگی نباید از تراز زمین پی بالا بزند.

ج- بستر راه در خاک‌ریزی

در این حالت بستر راه تا ۳۰ سانتی‌متر از تراز مورد نظر باید از خاک مناسب با تراکم ۹۵ درصد باشد. در صورتی که از خاک‌های مناسب برای این منظور استفاده نشده و مشخصات مورد نظر به دست نیاید، باید خاک نامناسب تعویض شده و عملیات تراکم و کوبیدن تجدید شود.

د- بستر راه در سطح راه موجود

در صورتی که بستر راه بر روی سطح راه موجود قرار گرفته باشد و مصالح لایه فوقانی راه موجود، به عنوان خاک بستر راه جدید مورد تایید دستگاه نظارت باشد، سطح جاده تا عمق ۲۰ سانتی متری شخم زده شده و پس از تسطیح و آبپاشی تا حداقل ۹۵ درصد تراکم بهینه آشتوی نرمال کوبیده می شود.

در صورتی که مصالح لایه فوقانی راه موجود، به عنوان خاک بستر راه جدید مناسب نباشد، خاک سطح جاده پس از شخم، تا عمق ۲۰ سانتی متری خاک برداری و با مصالح مناسب مورد تایید دستگاه نظارت خاکریزی، آبپاشی و متراکم می شود تا تراز مورد نظر حاصل گردد.

ه- راه های انحرافی و راه های اتصالی

راه های انحرافی و اتصالی باید طبق دستور دستگاه نظارت احداث شوند. خاک های اضافی حاصله طبق تصمیم دستگاه نظارت به مصرف رسیده و یا تا محل مورد نظر حمل خواهد شد. به منظور راهنمایی و تامین ایمنی راه، پیمان کار موظف است به هزینه خود و طبق دستور دستگاه نظارت در محل های مناسب علائم راهنمایی و چراغ های چشمک زن نصب نماید.

فصل ۵

کارهای فلزی و تجهیزات

مکانیکی و هیدرومکانیکی

۵-۱- کلیات

در ارتباط با کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی، پیمان کار موظف به تهیه نقشه های کارگاهی و ساخت براساس نقشه های اجرائی ارائه شده در اسناد پیمان، تهیه کلیه مصالح، حمل، انبار، ساخت، نصب، آزمایش و رنگ آمیزی کلیه کارهای فلزی طبق مشخصات ارائه شده در این نشریه، مشخصات فنی خصوصی پیمان و دستورات دستگاه نظارت می باشد.

۵-۲- اقلام کارهای فلزی مورد نیاز در طرح های آبیاری تحت فشار

کارهای فلزی مورد نیاز در طرح های آبیاری تحت فشار شامل سه بخش عمده به شرح زیر است:

- ۱- کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی ایستگاه پمپاژ.
 - ۲- کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی ایستگاه تصفیه آب.
 - ۳- کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی شبکه خطوط لوله و دستگاه های آبیاری تحت فشار.
- جزئیات کارهای فلزی مورد نیاز در بخش های سه گانه یادشده شامل: تهیه، حمل، انبار، ساخت و نصب و تجهیزات زیر می باشد:
- ۱- پمپ، موتور (الکتروموتور یا دیزل)، شاسی و اتصالات مکش و رانش.
 - ۲- دستگاه های تصفیه آب شامل هیدروسیکلون، صافی شن، صافی توری، صافی دیسکی و صافی اتوماتیک خود شوینده.
 - ۳- تانک تزریق کود و مواد شیمیایی (در صورت استفاده از تانک های فلزی).
 - ۴- لوله ها و اتصالات مورد استفاده در ایستگاه پمپاژ، ایستگاه تصفیه آب، شبکه خطوط لوله و دستگاه های آبیاری.
 - ۵- انواع شیرآلات مورد استفاده در ایستگاه پمپاژ، ایستگاه تصفیه آب، شبکه خطوط لوله و دستگاه های آبیاری.
 - ۶- سایر کارهای فلزی شامل: نرده ها، دریچه ها و کارهای فلزی ساختمانی و کارهای فلزی مربوط به نصب دستگاه های آبیاری از جمله دستگاه ویل مو (آبفشان غلطان)، دستگاه گان (آبفشان قرقره ای)، دستگاه سنتریوت (آبفشان دوار) و دستگاه لنینر (آبفشان خطی).

۵-۳- نقشه های اجرایی پیمان

نقشه هایی که از طرف مهندس مشاور (طراح) برای تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی ارائه شده و بخشی از اسناد پیمان است، فقط جنبه راهنمایی داشته و نقشه کارگاهی (ساخت یا تفصیلی) تلقی نمی شود. این نقشه ها

فقط شامل اطلاعات و ابعاد کلی مورد نیاز و نیز شرایط و ضرورت‌های اختصاصی تجهیزات مورد نیاز بوده و جزییات اجرایی و ساخت و نیز نحوه اتصالات و راه اندازی را شامل نمی‌شود.

۵-۴- نقشه‌های کارگاهی (ساخت یا تفصیلی)

نقشه‌های کارگاهی شامل کلیه جزییات ساخت و نصب و انتقال بخش‌های مختلف تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی است که بایستی براساس نقشه‌های اجرایی پیمان یا دستورات دستگاه نظارت توسط پیمان‌کار تهیه شود. به‌طور کلی این نقشه‌ها باید در برگیرنده نکات زیر باشد:

- ترتیب و ترکیب کلی اجزای کارها.
- پلان‌ها و مقاطع و نماها.
- جزییات عملیات بتنی قبل از نصب لوازم و ادوات (مرحله اول کارهای بتنی).
- جزییات عملیات بتنی پس از نصب لوازم و ادوات (مرحله دوم کارهای بتنی).
- جزییات برش‌کاری، خم‌کردن، جوش‌کاری، سوراخ‌کاری و اتصال قطعات و تجهیزات با رعایت استانداردهای معتبر و روش حمل و نصب در محل.
- نحوه تنظیم قطعات ثابت در بتن‌ریزی مرحله اول برای رعایت رواداری‌های مجاز و جلوگیری از برهم خوردن تنظیم اندازه‌ها و فاصله‌ها در بتن‌ریزی مرحله دوم.
- اندازه و نوع پیچ‌ها، ضخامت و نوع جوش و نحوه آماده کردن محل جوشکاری‌ها براساس آیین‌نامه‌های معتبر مربوطه.
- مشخصات فنی کلیه مصالح مورد استفاده.
- مشخص نمودن محل‌های نصب دستگاه‌ها و تجهیزات با شماره‌گذاری یا هر روش مناسب دیگر و تعیین نوع جوش و یا نحوه تنظیم پیچ‌های مونتاژ.

۵-۵- جزییات اجرای کارهای فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی

قبل از شروع به ساخت و نصب قطعات فلزی و تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی، اندازه‌های مندرج در نقشه‌ها باید به دقت کنترل شده و با محل نصب انطباق داده شود. در صورت وجود اختلاف در اندازه‌ها، پیمان‌کار باید با نظر دستگاه نظارت اصلاحات لازم را انجام دهد. قطعات و تجهیزاتی که آماده حمل و نصب هستند باید در کارگاه طبق نقشه‌های کارگاهی شماره‌گذاری شده و سپس به ترتیب به محل نصب حمل شوند به گونه‌ای که در هنگام نصب هیچ گونه اشتباهی بروز نکند. جزییات اجرایی کارهای فلزی عبارتند از:

۵-۵-۱- بریدن و سوراخ کردن

- قطعات فلزی باید با ابعاد، اندازه‌ها و شکل‌های لازم مطابق نقشه‌های کارگاهی به دقت بریده و در محل‌های لازم سوراخ کاری شوند.
- محل‌های بریده شده یا جوش داده شده باید سنگ خورده و کاملاً صاف شوند.
- سوراخ‌های لازم باید به وسیله مته یا منگنه در محل دقیق خود به قطر $1/5$ میلی‌متر بزرگ‌تر از قطر پیچ یا پرچ ایجاد شود.
- قطعاتی که قرار است به هم پیچ شوند، باید پس از علامت‌گذاری به وسیله خال جوش به هم متصل شده و با هم سوراخ شود تا هنگام نصب، سوراخ‌ها کاملاً برهم منطبق باشند.
- حداکثر رواداری لبه‌های بریده شده اعضا و قسمت‌های اصلی ۳ میلی‌متر می‌باشد.

۵-۵-۲- اتصالات پیچ و مهره

- در اتصالات پیچ و مهره باید بین مهره و صفحه اتصال و اثر فولادی یا فلزی (بسته به شرایط) به کار رود.
- طول پیچ باید به اندازه‌ای باشد که پس از محکم شدن مهره آن، حداقل ۴ دندان پیچ از پشت مهره بیرون بماند.
- در محل‌هایی که سفت کردن مهره مجاز نیست، برای جلوگیری از بازشدن آن باید از مهره‌های اشیپ‌دار استفاده شود.

۵-۵-۳- سنبه‌زنی

- پس از این‌که سطوح قسمت‌ها و اعضا به دقت روی یکدیگر منطبق گردید و یا تعدادی از پیچ و مهره‌ها کاملاً به یکدیگر محکم شد، می‌توان سوراخ‌هایی را که قدری تنگ‌تر ایجاد شده‌اند، با سنبه‌زنی تا مقدار مورد نیاز فراخ‌تر نمود.

۵-۵-۴- اتصال لب به لب

- این گونه اتصالات باید مقابل یکدیگر و کاملاً در یک تراز قرار داده شود. پس از اتصال، فاصله آزاد بین دو عضو یا دو قسمت مجاور نباید از ۴ میلی‌متر تجاوز نماید.

۵-۵-۵- چدن و فولاد ریخته

- قطعات چدن و فولاد ریخته باید از نظر شکل و ابعاد دقیقاً مطابق نقشه‌ها بوده و عاری از هرگونه نقص ریخته‌گری، ترک و یا تغییر شکل باشد. تمامی سطوح قطعات ریخته‌ای باید صاف بوده و دقیقاً مطابق نقشه‌ها باشد.

۵-۵-۶- علامت‌های نصب

به منظور سهولت شناسایی و دقت سرعت در هنگام نصب، باید هر یک از قطعات و یا عضوها با رنگ و یا علامت‌های خاص مشخص شده و علامت‌ها به دستگاه نظارت ارایه گردد.

۵-۵-۷- جوشکاری

جوش کاری باید طبق نقشه‌های کارگاهی، دستورالعمل‌های دستگاه نظارت و نیز ضوابط مندرج در نشریه‌های شماره ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴ و ۲۶ انجام شود و کنترل کیفیت بر طبق مفاد نشریه شماره ۲۳ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری انجام خواهد شد.

۵-۶-۶- بازرسی‌ها و آزمایش‌ها

بازرسی‌ها و آزمایش‌ها به شرح زیر باید در کارخانه یا در کارگاه و در حضور نماینده دستگاه نظارت انجام شود.

۵-۶-۱- بازرسی عملیات مونتاژ

قبل از رنگ‌آمیزی و حمل لوازم و تجهیزات و پس از خاتمه مونتاژ در کارخانه، کلیه قسمت‌هایی که قرار است در بتن جای‌گذاری شوند، باید مورد بازرسی قرار گرفته، انطباق آن‌ها با مشخصات خواسته شده توسط دستگاه نظارت کنترل و به تایید برسد.

۵-۶-۲- بازرسی جوش کاری، پرچ و پیچ و مهره

کلیه اتصالات در حین اجرا و بعد از آن، از طرف دستگاه نظارت و مطابق با معیارهای مورد نظر دستگاه نظارت مورد بازرسی و آزمایش قرار خواهد گرفت.

۵-۶-۳- بازرسی نحوه بسته‌بندی

قبل از بارگیری تجهیزات برای حمل، مراتب باید به اطلاع دستگاه نظارت برسد تا کلیه بسته‌بندی‌ها مورد بازرسی قرار گرفته در صورت صدور و گواهی حمل نسبت به حمل اقدام گردد.

۵-۶-۴- بازرسی مصالح استاندارد

کلیه مصالح استاندارد خریداری شده در صورت تشخیص دستگاه نظارت مورد آزمایش و بازرسی قرار خواهد گرفت.

۵-۷- رنگ آمیزی

جزئیات رنگ آمیزی باید طبق استانداردهای مندرج در فصل دهم مشخصات فنی عمومی شبکه‌های آبیاری و زهکشی و مشخصات فنی خصوصی ارایه شده در اسناد پیمان و دستورات دستگاه نظارت اجرا شود.

۵-۸- حمل به کارگاه

- کلیه اجزای تجهیزات باید به طریقی به کارگاه حمل و تخلیه و انبار شود که جابه‌جا کردن و نصب آن در کارگاه به آسانی صورت گیرد.
 - در صورت لزوم قسمت‌های سنگین باید روی پایه‌های لغزنده سوار شوند.
 - قطعات یا مصالح کوچک‌تر باید در جعبه قرار گرفته و به نحو مطلوب بسته‌بندی شود و برای سهولت شناسایی در موقع نصب، روی بسته‌ها علامت‌گذاری شود.
 - کلیه تجهیزات باید طوری برای حمل آماده شوند که قلاب‌های مخصوص بلند کردن را بتوان به راحتی و در همان حال که وسایل روی زمین یا روی واگن یا کامیون است، به آن‌ها متصل نمود.
 - در مورد جعبه‌های بسته‌بندی شده که امکان وصل کردن قلاب وجود ندارد، جهت سهولت در جابه‌جایی باید تمهیدات لازم پیش‌بینی شود.
 - در مورد تجهیزات الکتریکی باید اقدامات احتیاطی لازم به شرح زیر انجام شود تا در حین حمل و نقل صدمه‌ای به آن‌ها وارد نشود:
۱. کلیه بسته‌ها و ظروف محتوی تجهیزات باید با دقت ساخته شده تا به محتویات آن‌ها در حین حمل و نقل صدمه‌ای وارد نشده و کاملاً محفوظ بمانند.
 ۲. پیچ و مهره‌ها باید به صورت جدا از هم در ظروف محکم فلزی یا چوبی حمل شود.
 ۳. روی هر یک از بسته‌ها باید لیست و شرح مختصری از محتوای آن‌ها به وضوح درج شود.
 ۴. حداکثر ظرف مدت پنج روز پس از ارسال تجهیزات به کارگاه، پیمان‌کار باید دو نسخه گزارش برای دستگاه نظارت ارسال نماید. در این گزارش‌ها باید شرح، وزن خالص، تاریخ ارسال و نیز هر گونه احتیاط یا دقت خاصی که باید در جابه‌جا کردن یا نگهداری تجهیزات به عمل آید، درج گردد.

۵-۹- نصب و آزمایش در کارگاه

- بتن‌ریزی مراحل اول و دوم باید با تایید دستگاه نظارت صورت گیرد.
- پیمان‌کار باید قبل از شروع نصب تجهیزات، کلیه کارهای بتنی مرحله اول را از لحاظ صحت اجرا کنترل نماید.

- کارشناس امور نصب باید در حین جاگذاری تجهیزات، در بتن مرحله دوم، در محل حضور داشته باشد.
- پس از خاتمه بتن‌ریزی مرحله دوم، کارشناس مربوطه باید صحت خطوط و تراز تجهیزات نصب شده در بتن مرحله دوم را تایید نماید.
- پیمان‌کار موظف است که جهت نصب صحیح و به موقع تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی، وسایل و ابزار لازم از قبیل جراثقال، دستگاه‌های بالابرنده، سکو، داربست، دستگاه جوش کاری و ابزار دستی لازم را به هزینه خود فراهم نماید.
- نصب کلیه تجهیزات باید طبق نقشه‌های کارگاهی مورد تایید دستگاه نظارت، مشخصات فنی خصوصی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت صورت گیرد.
- کلیه تجهیزات باید پس از نصب در حضور نمایندگان دستگاه نظارت مورد آزمایش قرار گیرد. کلیه آزمایش‌ها باید از طرف ناظر امور نصب گواهی شود.
- هر گونه عیب و نقصی که در نصب تجهیزات توسط دستگاه نظارت مشاهده شود، باید قبل از تحویل موقت توسط پیمان‌کار برطرف شود.
- هر قسمت از تجهیزات که با شرایط تعیین شده مطابقت نداشته باشد و یا به تشخیص دستگاه نظارت معیوب شده باشد توسط پیمان‌کار و بدون ایجاد هزینه اضافی برای کارفرما تعویض گردد.

۵-۱۰- دستورالعمل‌ها و نقشه‌های راهنما

پیمان‌کاری موظف است دستورالعمل‌ها و نقشه تجهیزات و اتصالات اجرا شده را به صورت گزارش مدون تهیه و به تعدادی که در اسناد پیمان قید شده تکثیر و پس از تایید دستگاه نظارت به کارفرما ارائه نماید. مندرجات و حدود و جزییات مطالب و نقشه‌های مورد نیاز باید قبلاً از طرف دستگاه نظارت اعلان گردد.

نقشه‌های اجرا شده باید با توجه به دستورات و تاییدات نهایی دستگاه نظارت تهیه شود. این نقشه‌ها باید تجهیزات را دقیقاً به همان صورتی که در کارگاه نصب شده همراه با کلیه تغییرات انجام شده در حین ساخت و نیز کلیه اصلاحات انجام شده در هنگام نصب و آزمایش نشان دهد. کلیه قسمت‌ها باید بر روی نقشه‌های شماره گذاری شده و این شماره‌ها با فهرست لوازم و مطالب ارائه شده در گزارش تطبیق نماید.

در گزارش مذکور باید شرح کلی تاسیسات و نیز مراحل مختلف کار از جمله نصب، آزمایش، بهره‌برداری، نگهداری، پیاده کردن و تعمیر برای دوران بهره‌برداری نگهداری ارائه شده باشد. در دستورالعمل‌های نگهداری باید نحوه روغن‌کاری، تعویض قطعات، کنترل و آزمایش روزانه، هفتگی، ماهانه و در صورت نیاز با فواصل طولانی‌تر درج شود. در دستورالعمل‌های مربوطه باید ترتیب راه‌اندازی و بهره‌برداری از تجهیزات به روشنی تشریح شود.

۵-۱۱- ابزار و لوازم یدکی

پیمان کار موظف است سری کامل ابزار لازم برای نصب، پیاده کردن (و در صورت نیاز آزمایش) تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی و نیز لوازم یدکی لازم به شرحی که در اسناد پیمان آمده تهیه و تحویل دهد.

۵-۱۲- کیفیت و استانداردهای تجهیزات مکانیکی و هیدرومکانیکی

کلیه تجهیزات مورد استفاده باید نو، دارای کیفیت قابل قبول و عاری از هرگونه عیب و نقص باشد. همچنین بایستی از نظر کیفی متناسب با شرایط آب و هوایی منطقه بوده و یا در مقابل شرایط جوی محل به خوبی محافظت شود.

کلیه تجهیزات مورد استفاده باید با تصویب دستگاه نظارت مطابق با شرایط ارایه شده در مشخصات فنی ارایه شده در اسناد طرح و این مشخصات فنی عمومی باشد. چنانچه در مواردی مشخصات مورد نظر کامل نبوده یا اشاره‌ای نشده باشد، در وهله اول باید به استانداردهای مصوب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و پس از آن به استانداردهای معتبر و مورد قبول بین‌المللی به ترتیب اولویت ANSI, AWWA, DIN, BSI, ISO مراجعه شود.

فصل ۶

عملیات لوله گذاری

۶-۱- کلیات

مقدمه

در انواع روش‌های آبیاری تحت فشار به منظور انتقال آب از محل منبع تا ابتدای اراضی و نیز توزیع آب در سطح اراضی و تامین فشار و دبی مورد نیاز وسایل خروجی آب (انواع آب‌پاش‌ها و گسیلنده‌ها)، از انواع خطوط لوله با تحمل فشار و جنس‌های متفاوت استفاده می‌شود. نوع و جنس و فشار کارکرد لوله‌ها و اتصالات و متعلقات مربوطه با توجه به مشخصات فنی و اقتصادی انتخاب می‌شود.

مشخصات فنی ارایه شده در این فصل، در برگیرنده کارهای مربوط به انواع خطوط لوله مورد استفاده در طرح‌های آبیاری تحت فشار از محل منبع تا محل مصرف می‌باشد.

نظر به این‌که مصالح مصرفی در پیمان مانند لوله و متعلقات آن، شیرها و مصالح، توسط کارفرما تامین می‌شود، در این مشخصات فنی در مورد مشخصات ساخت مصالح برحسب لزوم تنها به استانداردهای مربوطه اشاره می‌شود.

مصالح تحویلی کارفرما با توجه به شرایط قید شده در اسناد پیمان در محل‌های پیش‌بینی شده، نگهداری و به‌هنگام اجرا مطابق برنامه زمان‌بندی تفصیلی اجرای کار در اختیار پیمان‌کار قرار داده می‌شود. در این مشخصات فنی محل انبارهای مصالح تحویلی کارفرما به نام انبارهای اصلی (دپو اصلی) نامیده می‌شود. مسوولیت پیمان‌کار از زمان تحویل گرفتن این مصالح از انبار اصلی شروع می‌شود. در صورتی‌که کارفرما بخواهد مصالح را در محل تولید به پیمان‌کار تحویل نماید پیمان‌کار موظف است نسبت به تحویل گرفتن مصالح اقدام نماید.

پیمان‌کار در کلیه مراحل بارگیری، حمل، باراندازی، انبارداری، نگهداری و نصب مصالح تحویلی، براساس مندرجات این مشخصات فنی، استانداردهای مربوطه و دستورالعمل‌های توصیه شده توسط سازندگان مسوولیت کامل دارد. برای مواردی که در این مشخصات و سایر اسناد پیمان به آن‌ها اشاره نشده، براساس درخواست پیمان‌کار، بایستی دستگاه نظارت نسبت به تبیین و ابلاغ کتبی مشخصات فنی تکمیلی اقدام نماید.

نصب لوله برروی پایه و نظایر آن، هم‌چنین کارهایی مانند تونل زنی، نقب زنی، حفاری افقی و روش‌های مشابه دیگر، جزو این مشخصات فنی محسوب نمی‌شود و جزییات آن‌ها برحسب مورد باید در مشخصات فنی خصوصی طرح ارایه گردد.

۶-۱-۱- تعاریف عمومی

به منظور درک صحیح و یک‌نواخت از این مشخصات فنی و جلوگیری از تعابیر مختلف در به‌کارگیری احتمالی مندرجات این نشریه، تعاریف عمومی به شرح زیر ارایه شده است:

– شبکه خطوط لوله

شبکه خطوط لوله در طرح‌های آبیاری تحت فشار شامل لوله‌های انتقال و توزیع آب می‌باشد که آب مورد نیاز طرح را از محل منبع تحویل می‌گیرد و به آخرین نقاط خروجی شبکه (گسیلنده‌ها و آب‌پاش‌ها) می‌رساند.

– خط لوله

خط لوله عبارت است از لوله‌ها، اتصالات، متعلقات، شیرها، لوازم تکمیلی، حوضچه‌ها، آدم‌روها و سایر سازه‌های مربوطه که در خط لوله به کار گرفته می‌شود. احداث خط لوله به عنوان یک سازه هیدرولیکی به ترتیب شامل حفر ترانشه روباز، پی‌سازی (در صورت نیاز)، بسترسازی، نصب لوله، خاک‌ریزی مرحله مقدماتی، آزمایش هیدرولیکی، خاک‌ریزی نهایی، شستشو، تست، راه‌اندازی و کارهای تکمیلی مانند احداث حوضچه‌ها، آدم‌روها و نصب شیرها به منظور اجرای کامل کار است.

– ترانشه لوله گذاری

ترانشه لوله‌گذاری عبارت است از کانالی که براساس نقشه‌های اجرایی طرح و مسیرهای پیش‌بینی شده و مشخصات فنی به منظور قراردادن لوله، اتصالات و متعلقات احداث می‌شود.

– رقوم ارتفاعی

عدد ارتفاعی نقاط مورد نظر نسبت به سطح آب دریا‌های آزاد در سیستم کشوری (NCC) و یا سیستم محلی (BM) رقوم ارتفاعی می‌باشد.

– رقوم زیر لوله

رقوم پایین‌ترین نقطه داخل لوله (و نه در محل‌های اتصال) را رقوم زیر لوله گویند.

– رقوم بالای لوله

رقوم بالای لوله عبارت است از رقوم بالاترین نقطه خارج لوله یا تاج لوله (و نه در محل اتصال)

– رقوم زمین طبیعی

رقوم سطح زمین در مسیر لوله‌گذاری و تاسیسات مربوطه، قبل از شروع کار را رقوم زمین طبیعی نامند.

– رقوم کف ترانشه

رقوم زیر خاک بسترسازی کف ترانشه، رقوم کف ترانشه گفته می‌شود.

– عمق ترانشه

عمق ترانشه عبارت است از اختلاف ارتفاع بین کف ترانشه و متوسط رقوم زمین طبیعی یا زمین اصلاح شده در بالای ترانشه. در شرایطی که نیاز به پی‌سازی زیر بستر لوله باشد، این عمق متناسباً افزایش می‌یابد.

– عرض ترانشه

منظور از عرض ترانشه، عرض کف ترانشه است.

- شیب طولی

نسبت اختلاف رقوم زیر لوله بین دو نقطه موردنظر به فاصله آن دو نقطه را شیب طولی گویند.

- پی سازی ترانشه

منظور از پی‌سازی ترانشه، برداشتن محل‌های خاک و یا مصالح نامرغوب لجنی و نظایر آن از محل عبور لوله، تعویض مصالح نامرغوب با مصالح مناسب و آماده‌سازی بستر به‌منظور بهبود و تثبیت آن است.

- لوله سخت

لوله‌ای که در مقابل بار خارجی، قبل از شکستن تغییر شکل نمی‌دهد را لوله سخت گویند. مانند لوله‌های آذبت سیمان، چدن نشکن و لوله بتنی.

- لوله قابل انعطاف

لوله‌ای که در مقابل بار خارجی، قبل از شکستن تغییر شکل می‌دهد را لوله قابل انعطاف گویند. مانند لوله‌های پلاستیکی و فولادی.

- قطر لوله، متعلقات و شیرها

منظور قطر نامی آن‌ها است که در استانداردهای بین‌المللی یا جداول سازندگان تعریف می‌شود.

- اتصالات

منظور از اتصالی، قطعات و لوازمی است که دو قطعه لوله یا متعلقات آن را به هم متصل می‌کند مانند مانشون، گلنر، اتصال مکانیکی (کوپلینگ)، واشر، فلنج، رابط، بوشن، مهره ماسوره و...

- متعلقات

منظور از متعلقات لوازمی است که یا خط لوله را به شیرها متصل می‌کند یا در تغییر مسیر لوله‌گذاری به‌کار گرفته می‌شود. مانند زانو، سه راه، تبدیل و...

- محدوده حریم خط لوله

محدوده حریم خط لوله عبارت است از حداقل عرض محدوده‌ای که بتوان به راحتی لوله را ریشه کرد، استقرار و تردد ماشین‌آلات لوله‌گذاری در کنار آن به‌راحتی صورت گیرد و اجرای عملیات خاکی شامل تسطیح و آماده‌سازی حریم، حفاری ترانشه، دپوی خاک، خاکریزی مجدد و حمل خاک‌های اضافی به‌راحتی انجام پذیرد.

- جاده عملیاتی

جاده عملیاتی عرض قسمت مورد نظر از حریم خط لوله می‌باشد که به‌منظور نقل و انتقال ماشین‌آلات، ریشه نمودن لوله، کندن ترانشه هنگام اجرای عملیات و نیز بهره‌برداری و نگهداری از خط لوله در دوران بهره‌برداری، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

– خاک انتخابی

منظور از خاک انتخابی یا خاک مناسب برای خاکریزی در زیر، اطراف و روی لوله، خاکی است که دارای مشخصات مورد نظر باشد. خاک انتخابی باید عاری از مواد آلی، خاک‌های یخ زده، سنگ‌های درشت، شاخه و ریشه درختان باشد.

– زمین سنگی

زمین سنگی، زمینی است که برای کندن آن مصرف مواد سوزا و منفجره ضروری است و یا استفاده از ماشین آلات سنگین (مانند بولدوزر) با قدرت بیش از ۳۰۰ اسب بخار نیاز می باشد.

– زمین ریزشی

زمینی که برای کندن آن تمهیدات خاصی مانند چوب بست یا سپرکوبی لازم باشد و یا باید ترانشه با شیب مناسبی که از ریزش کلی خاک ممانعت کند حفر گردد را زمین ریزشی نامند.

– زمین معمولی

منظور از زمین معمولی زمین‌های خارج از تعاریف زمین سنگی و زمین ریزشی باشد.

۶-۱-۲- نکات مشترک لوله‌گذاری

۶-۱-۲-۱- استانداردهای فنی مصالح لوله‌گذاری

کلیه مصالح مورد نیاز لوله‌گذاری (لوله، اتصالات، متعلقات، شیرها و مصالح حفاظت لوله) از انواعی که دارای استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و سایر استانداردهای معتبر و مورد قبول باشد، توسط کارفرما تامین و به پیمان کار تحویل می‌شود. کارفرما موظف است که با رعایت کامل این مشخصات فنی (عمومی) و دستورالعمل‌های مربوطه اقدام به تهیه مصالح مناسب و مورد قبول نماید و آن‌ها را به موقع تحویل پیمان کار دهد.

۶-۱-۲-۲- استانداردهای فنی اجرای کار

مشخصات فنی حاضر به منظور اجرای کامل لوله‌گذاری شامل تحویل، بارگیری، حمل مصالح، نصب، آزمایش و راه‌اندازی می‌باشد. چنانچه در مواردی این مشخصات فنی عمومی کامل نباشد یا در زمینه مورد نظر مسکوت باشد، در وهله اول باید به استانداردهای مصوب موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI) و پس از آن به استانداردهای مورد قبول و معتبر بین‌المللی (به ترتیب اولویت ISO، BSI، DIN، AWWA، ANSI) مراجعه شود. در چنین مواردی مهندس مشاور (طراح) باید مشخصات فنی و دستورالعمل‌های لازم به منظور تکمیل کامل کار را در اسناد و مدارک طرح ارائه نماید. پیمان کار موظف است براساس دستورالعمل‌های تکمیلی دستگاه نظارت و سایر اسناد پیمان نسبت به انجام کامل کار اقدام کند.

۶-۱-۲-۳- مصالح، ماشین آلات و ابزار

تهیه لوله‌ها، اتصالات، متعلقات، شیرها و مصالح حفاظت لوله‌ها به‌عهده کارفرما می‌باشد، مگر در مواردی که در اسناد و مدارک پیمان و اسناد معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهوری روش دیگری تصریح شده باشد

تهیه، تامین و به‌کارگیری نیروی انسانی، ماشین آلات و ابزار کار به‌منظور اجرای کامل عملیات لوله‌گذاری، آزمایش، راه‌اندازی و نگهداری عملیات انجام شده تا زمان تحویل موقت نیز در تعهد و وظیفه پیمان کار می‌باشد. عملیات مربوط به کارهای آجری، بتنی و فلزی، باید براساس مشخصات فنی طرح و با انطباق با مندرجات آیین نامه بتن ایران (آبا) و همچنین مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نشریه شماره ۵۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهوری اجرا شود.

۶-۱-۲-۴- مصالح پی‌سازی، بسترسازی و خاک‌ریزی

تامین بستر مناسب و برابر برای قراردادن لوله (خصوصاً لوله‌های قابل انعطاف) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. جزییات بسترسازی و خاک‌ریزی ترانشه، باتوجه به نوع لوله، بارهای وارد به لوله اعم از بار مرده (سربار خاک) و بار زنده (نیروهای استاتیکی و دینامیکی) و نوع مصالح ترانشه لوله‌گذاری، در این بخش و بخش‌های دیگر این مشخصات فنی (عمومی) داده شده و در مشخصات فنی خصوصی طرح‌ها نیز ارایه می‌شود. پیمان کار موظف است با توجه به این موارد نسبت به اجرای کار اقدام کند.

در صورت عبور مسیر لوله‌گذاری از زمین‌های نامناسب مانند زمین‌های لجنی، ماسه‌ای روان و نظایر آن، چنان‌چه نیاز به برداشت مصالح نامرغوب و جایگزینی آن با مصالح انتخابی باشد، پیمان کار باید براساس جزییات ارایه شده در مشخصات فنی طرح و دستورات دستگاه نظارت عمل نماید.

پی‌سازی با بتن، سنگ و ملات، مواد سنگی دانه‌بندی شده، مصالح رودخانه‌ای و یا خاک انتخابی تا رسیدن به رقوم زیر بستر لوله‌گذاری انجام می‌شود. پس از احداث پی، بسترسازی کف ترانشه لوله‌گذاری انجام خواهد شد. چنان‌چه در مشخصات فنی طرح، بسترسازی مشخصی ارایه نشده باشد استفاده از مصالح بسترسازی با مشخصات زیر با توجه به نوع لوله‌گذاری توصیه می‌شود:

الف- خاک انتخابی

منظور از خاک انتخابی یا خاک مرغوب برای بسترسازی یا خاک‌ریزی اطراف و روی لوله، خاکی است با دانه‌بندی مناسب براساس مشخصات فنی طرح.

خاک انتخابی باید عاری از مواد کلوخه‌ای رسی، مواد آلی، خاک‌های یخ زده و عاری از شاخه و ریشه درختان باشد. خاک‌های ریزدانه (براساس طبقه بندی یونیفاید) با حد روانی بیش از $50 (LL > 50)$ مناسب برای خاک‌ریزی لوله‌های قابل انعطاف مخصوصاً لوله‌های پلاستیکی نیست.

معمولاً می‌توان خاک انتخابی را با سرند نمودن خاک‌های حاصل از خاک‌برداری ترانشه اولیه تهیه نمود، ولی در صورتی که این خاک‌ها به تشخیص دستگاه نظارت مناسب نباشد، خاک انتخابی باید از منابع قرضه و براساس دستور دستگاه نظارت تامین شود.

ب- مواد دانه‌بندی شده

بسترسازی لوله باتوجه به نوع لوله (صلب یا قابل انعطاف) و شرایط اجرای کار، با هدف تامین بستر مناسب و باربر و با توجه به ضریب بستر، از مسایل مهم در کار لوله‌گذاری است که طراح بایستی در مشخصات فنی طرح جزییات آن را منعکس نموده باشد. در این زمینه اطلاعات زیر به عنوان راهنما ارائه می‌شود:

- از تنوع دانه‌بندی مصالح در یک ترانشه لوله‌گذاری باید اجتناب کرد و از مصالح با یک نوع دانه‌بندی استفاده نمود.

- مصالح دانه‌بندی شده باید مقاوم در برابر تخریب ناشی از نفوذ آب‌های زیرزمینی باشد و به‌منظور حداکثر باربری بستر و با توجه به رطوبت و تراکم مورد نظر، به نحو مطلوب ریخته و کوبیده شود.

مصالح با دانه بندی مناسب با حداقل فضای منفذی (Void Ratio) حداکثر باربری را تامین خواهد نمود. با تعیین ضریب CF (Compaction Fraction) می‌توان مناسب بودن مصالح دانه بندی شده برای بسترسازی لوله را کنترل کرد. مقدار CF باید براساس استاندارد B.S.8005-1987 تعیین شود. برای این منظور مقدار CF باید از ۰/۱۵ کمتر باشد تا عمل کوبش و تحکیم به سهولت انجام شود و یک بستر مناسب و قابل قبول تامین گردد. اظهارنظر در مورد کیفیت مصالح براساس مقدار CF باتوجه به جدول زیر امکان پذیر می‌باشد:

جدول ۶-۱- کیفیت مصالح باتوجه به ضریب CF

مقدار CF	شرح کیفیت مصالح
$\leq 0/15$	مصالح مناسب است.
$0/15 - 0/30$	مناسب ولی نیاز به تمهیدات لازم جهت کوبش دارد. برای شرایطی که بعد از نصب زیر تراز آب قرارگیرد مناسب نیست.
$> 0/30$	مصالح مناسب نیست

انواع مصالح دانه‌بندی شده برای بسترسازی نیز با توجه به قطر لوله از جدول ۶-۲ قابل استخراج است:

جدول ۶-۲- مصالح مناسب بسترسازی

ضریب CF	B.S.882-1983 مصالح مناسب براساس		قطر اسمی لوله (میلی‌متر)
	مصالح دانه بندی شده (میلی‌متر)	مصالح با یک اندازه (میلی‌متر)	
CF < ۰/۳	(۵ تا ۱۴)	۱۰	۱۰۰
		۱۰ و ۱۴	۱۵۰
CF < ۰/۲	(۵ تا ۱۴) و (۵ تا ۲۰)	۱۰ و ۱۴ و ۲۰	۲۰۰ تا ۳۰۰
		۱۴ و ۲۰	۳۵۰ تا ۵۰۰
	(۵ تا ۱۴) و (۵ تا ۲۰) و (۴۰ تا ۵۰)	۱۴ و ۲۰ و ۴۰	۶۰۰ و بیشتر

توضیح ۱- ۲۰ میلی‌متر حداکثر قطر مصالح برای لوله با قطر کمتر از ۶۰۰ میلی‌متر و ۴۰ میلی‌متر برای لوله با قطر ۶۰۰ میلی‌متر و بیشتر.

توضیح ۲- مواد دانه‌ای گوشه گرد خصوصاً با یک دانه‌بندی، مناسب برای احداث بستر مطمئن برای لوله‌های با قطر ۳۰۰ و بالاتر نیست.

۶-۱-۲-۵- کارهای مقدماتی و آماده سازی

منظور از کارهای مقدماتی و آماده‌سازی، کلیه فعالیت‌هایی است که برای آماده نمودن شرایط کار لازم می‌باشد. این عملیات شامل پیاده کردن مسیر، تمیزکاری و رفع موانع، بوته‌کشی، قطع درختان و تخریب ساختمان‌ها و هرگونه تاسیسات موجود در مسیر لوله‌گذاری می‌باشد که ذیلاً تشریح می‌گردد:

الف- نقشه‌برداری و پیاده کردن مسیر لوله‌گذاری

- در شروع کار و قبل از هرگونه تغییر در وضعیت زمین، پیمان‌کار موظف است نقاط نشانه و مبداء تحویلی از کارفرما را با بتن و مصالح بنایی تثبیت و حفاظت کند. این محل‌ها در محدوده کارگاه باید به نحوی باشد که در طول اجرای عملیات صدمه‌ای به آن‌ها وارد نشود و همواره قابل استفاده باشد.
 - پیمان‌کار باید مسیرهای لوله‌گذاری، محل احداث حوضچه‌ها و سایر تاسیسات و یا موانع مندرج در نقشه‌های اجرایی را با نصب میخ‌های کمکی پیاده نماید و قبل از هرگونه اقدام به عملیات اجرایی، شرایط موجود را با استفاده از عوامل دستگاه نظارت صورت‌جلسه کند. در صورتی‌که تفاوت و یا تناقض بین نقشه‌ها با وضع موجود مشاهده شود باید فوراً به دستگاه نظارت اطلاع دهد و موضوع صورت‌جلسه گردد.
 - پیمان‌کار موظف است وضع موجود حریم خط لوله و پروفیل طولی و عرضی و مسیر لوله‌گذاری را برداشت و با نقشه‌های منضم به پیمان کنترل و به تایید دستگاه نظارت برساند.
 - پیمان‌کار موظف است در محل عبور از رودخانه‌ها، پل‌ها، راه‌ها و نظایر آن، نقشه‌های پلان رقوم‌دار و پروفیل طولی منضم به اسناد پیمان را کنترل و پس از آن عملیات اجرایی را آغاز کند.
- کلیه ابعاد و ارتفاعات صورت‌جلسه شده با دستگاه نظارت ملاک محاسبه پرداخت‌ها قرار خواهد گرفت.

ب- تمیزکاری، تسطیح و آماده‌سازی مسیر لوله‌گذاری

- قبل از شروع عملیات حفر ترانشه، مسیر لوله‌گذاری باید تمیز و عاری از مواد زائد شود. مواد اضافه باید با نظر و دستور دستگاه نظارت به نقاط مشخص شده در خارج کارگاه (دپوی مواد زائد) انتقال داده شود.
 - پیمان‌کار موظف به رعایت قوانین و مقررات عبور و مرور و تردد در هنگام حمل مواد زائد است و باید هماهنگی لازم را با کلیه ارگان‌های ذیربط بعمل آورد.
 - بوته‌های موجود در محدوده اجرای کار و نیز خاک نباتی (به عمق و عرض مورد نیاز مطابق نقشه‌های اجرایی) باید برداشت شود. خاک نباتی برداشت شده باید به نحوی در محل‌های تعیین شده دپو شود که با خاک حاصل از خاک‌برداری مخلوط نشود.
 - پیمان‌کار حق قطع اشجار موجود در مسیر لوله‌گذاری و مسیرهای تردد را ندارد و در صورت ضروری بودن قطع اشجار، باید مجوزهای لازم را از دستگاه نظارت و سایر ارگان‌های مربوطه دریافت کند.
 - پیمان‌کار موظف است نقشه مشخصات و موقعیت اشجار موجود در محدوده کار شامل نوع، تعداد، قطر مقابل سینه و محل آن‌ها را تهیه و در اختیار دستگاه نظارت قرار دهد.
 - درختان قطع شده متعلق به کارفرما هستند و پیمان‌کار باید آن‌ها را به نقاط مشخص شده توسط دستگاه نظارت حمل و دپو کند.
 - محل و موقعیت ساختمان‌ها و تاسیسات احتمالی که در مسیر لوله‌گذاری قرار دارد در نقشه‌های اجرایی مشخص شده است. پیمان‌کار موظف است نسبت به برداشت موقعیت و جزییات آن‌ها اقدام نماید و پس از تایید و دستور دستگاه نظارت، نسبت به تخریب آن‌ها اقدام کند.
 - مصالح و لوازم حاصل از تخریب ساختمان‌ها و تاسیسات کلاً متعلق به کارفرما است. پیمان‌کار موظف است مصالح اضافی حاصل از تخریب را با توجه به دستورات دستگاه نظارت، به محل دپوی مورد نظر حمل نماید.
 - همان‌گونه که در فصل اول کلیات (بند ۱-۱۲) گفته شد تخریب اماکن و تاسیسات مربوط به آثار باستانی مجاز نیست و پیمان‌کار موظف است به محض برخورد به این نوع ساختمان‌ها، مراتب را کتباً به دستگاه نظارت اطلاع دهد.
- در این موارد ادامه عملیات اجرایی زیر نظر و با دستور کارفرما و با هماهنگی کامل با ارگان‌های ذیربط امکان‌پذیر خواهد بود.

ج- حفر ترانشه و آماده‌سازی جای لوله‌گذاری

- طول حفاری ترانشه مسیر لوله‌گذاری بایستی متناسب با سرعت لوله‌گذاری باشد تا مشمول زمان و خرابی آن نشود.

- در مسیر حفر ترانشه در حد امکان انجام حفاری بخش‌هایی از مسیر که در خط‌القعرها قرار گرفته‌اند به نزدیک‌ترین زمان انجام لوله‌گذاری محول شود تا از سیلاب‌های احتمالی محفوظ بماند.

۶-۱-۲-۶- حمل مصالح لوله و متعلقات

الف- مقدمه

محل دپوی لوله و متعلقات در مشخصات فنی طرح ذکر می‌شود. پیمان‌کار موظف به بارگیری و حمل از محل دپوهای اصلی (یا مستقیماً از محل تولید آن از کارخانه) و تخلیه مصالح در دپوهای فرعی یا مسیرهای لوله‌گذاری می‌باشد. تعیین روش مناسب و اقتصادی حمل به اختیار و مسوولیت پیمان‌کار است و در هر حال باید به اطلاع و تایید دستگاه نظارت رسانده شود.

ب- بازدید قبل از حمل

پیمان‌کار باید قبل از حمل و هنگام تحویل لوله و متعلقات با توجه به اسناد حمل، آن‌ها را از نظر اندازه، بی‌عیب بودن شکل ظاهری، قطر، فشارکار، تعداد و متراژ لوله، کنترل و بازرینی نماید. کلیه کمبودها و یا صدماتی که با چشم قابل رویت است باید قبل از تحویل به اطلاع دستگاه نظارت رسانده شود. تحویل و تحول این اجناس در محل کارخانه و زیر نظر نماینده کارفرما باید صورت گیرد. پیمان‌کار باید نهایت دقت را هنگام تحویل مصالح از کارخانه یا انبار اصلی به عمل آورد، زیرا پس از تحویل و امضای صورت‌جلسه مربوطه، کلیه صدمات وارده هنگام حمل و یا کارگذاری، کلاً بر عهده و تعهد پیمان‌کار خواهد بود.

ج- بارگیری و حمل

پیمان‌کار باید توجه کند که حمل لوله، اتصالات و متعلقات از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و باید با به کارگیری ماشین‌آلات مناسب و دقت لازم در بارگیری و حمل، از وارد آمدن هر گونه صدمه به آن‌ها جلوگیری کند.

روش بارگیری و حمل باید با توجه به نوع، قطر، طول و وزن لوله، قبل از بارگیری به اطلاع دستگاه نظارت رسانده شود و تاییدات لازم دریافت گردد.

لوله‌ها به هیچ‌وجه نباید از ارتفاع رها شوند و یا با ضربه به لوله‌های دیگر برخورد کنند. لوله‌های با قطر کوچک را می‌توان با تعبیه دو الوار به صورت سطح شیب‌دار به سمت پایین هدایت و از کامیون یا کفی تخلیه نمود. لوله‌های با اقطار بزرگ‌تر را باید با ماشین‌آلات مناسب از جمله جراثقال یا سایدبوم تخلیه کرد.

استفاده از برزنت با قلاب‌های پوشش شده با پلاستیک برای بلندکردن لوله‌ها به‌منظور جلوگیری از صدمه زدن به آن‌ها الزامی است. از انداختن مستقیم کابل به دور لوله‌ها باید جداً اجتناب شود.

جزئیات عملیات باراندازی و دپوی لوله‌ها با توجه به مندرجات این مشخصات فنی (عمومی) و اسناد و مدارک طرح و دستورالعمل‌های سازندگان خواهد بود.

د- انبار کردن مصالح

محل دپوی اصلی و فرعی مصالح باید به نحوی انتخاب و آماده شود که از ورود آبهای سطحی و گل و لای و سایر مواد زائد به داخل لوله‌ها و دیگر مصالح جلوگیری شود. ردیف اول لوله‌ها باید بر روی الوارهای مناسب چوبی و یا روی بستر محکم طوری قرار داده شود که از غلطیدن آن‌ها جلوگیری شود. پیمان کار موظف به رعایت نکات عمومی زیر برای چیدن و قراردادن لوله‌ها در محل دپو می‌باشد:

- محل دپو باید حداقل ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از زمین طبیعی باشد تا از ورود روان آبهای سطحی یا مواد زائد به محل دپو یا داخل لوله‌ها جلوگیری شود.
- محل قرار گرفتن ردیف لوله‌ها باید محکم و یک‌نواخت باشد و با قرار دادن وادارهای مناسب از غلطیدن لوله‌ها جلوگیری شود.
- در مورد لوله‌های چدن نشکن و لوله‌های بتنی با اقطار بالا باید در بین هر لایه تخته نگهدارنده قرار داده شود.
- لوله‌ها و اتصالاتی که دارای یک سر ساده و یک سر کاسه‌ای هستند، انتهای سرکاسه‌ای در یک ردیف بالاتر و در خلاف جهت بین دو انتهای سر ساده قرار داده شود.
- لوله‌های با قطرهای و فشار کاری مساوی باید در یک محل انبار شوند. لوله‌های با طول کوتاه‌تر از بقیه لوله‌ها و همچنین متعلقات باید بطور جداگانه انبار شوند.
- از دپوی طولانی مدت لوله‌های پلاستیکی خودداری شود و حتی‌الامکان در کوتاه‌ترین مدت مصرف شوند. محل قرار گرفتن لوله‌ها باید به صورت سربسته و دور از تابش مستقیم آفتاب باشد. از قراردادن پلاستیک به‌منظور پوشش محافظ روی لوله‌ها خودداری شود. محل انبار لوله‌ها باید به نحوی باشد که امکان حرکت هوا و تهویه مناسب وجود داشته باشد.
- دستورالعمل‌های تکمیلی انبار کردن لوله‌ها و متعلقات با توجه به انواع لوله و متعلقات در بخش‌های دیگر این مشخصات فنی (عمومی) و اسناد و مدارک طرح ارائه شده که پیمان کار موظف به اجرای آن‌ها می‌باشد.

ه- حمل لوله و متعلقات به پای کار و ریشه کردن آن‌ها

پیمان کار موظف است پس از تحویل لوله و متعلقات از کارفرما، نسبت به حمل و ریشه نمودن آن‌ها در کنار ترانشه لوله‌گذاری براساس دستورالعمل‌های سازندگان و رعایت نکات زیر اقدام نماید:

- ریشه کردن لوله‌ها باید پس از تسطیح باند عملیات اجرایی و حتی‌الامکان در زمان مناسب قبل از حفر ترانشه انجام شود. از ریشه کردن طولانی مدت لوله‌ها باید جداً خودداری گردد.
- لوله‌ها در کنار ترانشه باید به نحوی ریشه شوند که از هر گونه جابه‌جایی و حرکت آن‌ها پیش‌گیری به عمل آید.

- چنان‌چه ریشه کردن لوله‌ها بعد از حفاری ترانشه انجام شود، لوله‌ها باید در طرف مقابل (دپوی خاک ترانشه) به نحوی ریشه شود که از آلوده شدن آن‌ها به خاک، گل و لای و سایر آلاینده‌ها پیش‌گیری شود. در این صورت به راحتی و در حداقل زمان می‌توان لوله‌ها را برای بلندکردن و جابه‌جایی آماده نمود.
- در مناطق کوهستانی و با شیب زیاد، نگهداری لوله‌ها به منظور جلوگیری از حرکت آن‌ها و ایجاد صدمات احتمالی، با توجه به مندرجات این مشخصات فنی (عمومی) و مشخصات فنی ارائه شده در اسناد طرح الزامی است.
- از ریشه کردن لوله‌ها در کنار آن بخش از مسیر ترانشه که واضحاً در خط‌القعر و در معرض سیلاب‌های احتمالی هستند خودداری شود.
- چنان‌چه ریشه کردن لوله‌ها قبل از حفاری ترانشه انجام شود، بایستی فواصل تخلیه خاک‌های حاصل از خاک‌برداری و مسیر دپوی لوله‌ها از طرفین محور ترانشه کنی به نحوی پیش‌بینی شود که هیچ‌گونه مانعی در جهت حرکت و جابه‌جایی ماشین آلات خاک‌برداری و لوله‌گذاری به‌وجود نیاید.
- دپو و ریشه کردن لوله‌ها باید به نحوی باشد که از ورود آب‌های سطحی به داخل آن‌ها جلوگیری شود. در صورتی‌که با توجه به شرایط زمین این مساله میسر نباشد، پیمان‌کار موظف است با قراردادن درپوش در انتهای لوله‌ها از ورود آب و مواد زاید به داخل آن‌ها جلوگیری کند.
- ریشه نمودن لوله‌هایی که سطح خارجی آن‌ها پوشش داده شده باید بر روی کیسه‌های خاک نرم یا الوارهای چوبی صورت گرفته و از قراردادن مستقیم آن‌ها بر روی زمین جداً خودداری شود.
- استقرار لوله‌ها در کنار ترانشه یا کناره جاده باید به نحوی باشد که از هر گونه صدمه احتمالی در اثر تردد ماشین‌آلات جلوگیری شود.
- لوله‌ها باید به‌نحوی ریشه و نگهداری شوند که از غلطیدن آن‌ها به داخل ترانشه جلوگیری شود. قراردادن زائده در طرفین لوله و یا ریختن خاک در محل‌هایی در طول لوله به‌منظور نگهداری کامل آن‌ها خصوصاً برای لوله‌های با قطر بالا الزامی است.

۶-۱-۲-۷- نصب لوله و متعلقات

در این بخش کارهای عمومی نصب لوله‌ها و متعلقات در مسیر ترانشه آماده شده ارائه گردیده است. جزییات مراحل نصب لوله‌ها در بخش‌های دیگر این مشخصات فنی (عمومی) و اسناد و مدارک طرح، ارائه شده است. نصب لوله از حساس‌ترین مراحل لوله‌گذاری به منظور تامین آب بندی کامل لوله و نیز بالا بردن عمر مفید آن بوده است و پیمان‌کار باید نهایت دقت در اجرای این بخش از کار را به‌عمل آورد.

الف- بازدید قبل از نصب

قبل از انتقال لوله به داخل ترانشه رعایت اصول و موارد زیر توسط پیمان کار الزامی است. مهندس مشاور موظف است پس از اطمینان از رعایت موارد زیر، مجوز نصب لوله را کتباً صادر کند:

- کلیه لوله‌ها باید از لحاظ صدمات احتمالی هنگام بارگیری، تخلیه و ریسه نمودن در محل کار، کنترل و بازرسی شوند.
- محل اتصال لوله‌ها به همدیگر (با توجه به نوع اتصال‌ها) نباید هیچ‌گونه صدمه و یا دو پهنی داشته باشند تا پس از اتصال آب‌بندی را دچار مشکل کنند.
- داخل لوله‌ها باید به دقت بررسی شوند تا هیچ‌گونه مواد زائد مانند روغن، گریس و یا حیوانات و بقایای آن‌ها در داخل لوله‌ها وجود نداشته باشد.
- لوله‌های با پوشش خارجی و یا اندود داخلی با دقت کامل از لحاظ سالم بودن با وسایل مناسب کنترل شود. نقاط آسیب دیده احتمالی با نظر مهندس مشاور در صورتی که قابل اصلاح باشد، در محل اصلاح گردد. در غیر این صورت دستگاه نظارت اجازه کارگذاری و نصب آن‌ها را نمی‌دهد و بایستی از کارگاه خارج شوند.

ب- لوله‌گذاری (خواباندن لوله)

- لوله به صورت معمولی بر روی بستر آماده شده در کانال حفر شده در زمین طبیعی و یا در خاکریزه قرار داده می‌شود. بدنه لوله باید در تمام طول لوله با کف ترانشه تماس کامل داشته باشد و تحت هیچ شرایطی نباید وزن لوله توسط اتصالات به بستر منتقل شود. به این منظور باید در محل اتصالات خاک‌برداری اضافی برای تامین فضای لازم فراهم شود.
- لوله‌گذاری باید از پایین‌دست شروع شود.
- لوله باید بر اساس مسیر و مقدار شیب کف نشان داده شده در نقشه‌های اجرایی نصب شود. حداقل شیب لوله ۰/۲ درصد است.
- در مواردی که باید لوله در قوس نصب شود، مقدار انحراف مجاز از مسیر باید با توجه به قطر، نوع لوله و توصیه کارخانه سازنده صورت گیرد.
- انحراف از مسیر باید بعد از اتصال کامل لوله‌ها در مسیر مستقیم صورت گیرد.
- در شرایطی که لوله‌گذاری در کانال با شیب تند صورت می‌گیرد، به‌منظور جلوگیری از حرکت و فرار لوله بر اثر بارهای خارجی، لوله باید توسط عوامل نگهدارنده عمود بر مسیر خط لوله (وادار) ثابت شود.
- انتخاب محل، نوع و فواصل وادارها باید طبق نقشه‌های اجرایی و مشخصات طرح باشد.
- در شرایط لوله‌گذاری در شیب تند، پیمان کار موظف است از ورود آب‌های سطحی به داخل کانال و جاری شدن در بستر کانال جلوگیری کند. هم‌چنین قبل از خاک‌ریزی مقدماتی بر اساس نقشه‌های اجرایی و

مشخصات طرح، باید دیوارهای نگهدارنده عمود بر محور لوله احداث شود تا مانع از حرکت لوله و نیز شستشوی کف بستر گردد و نهایتاً از ایجاد صدمات احتمالی جلوگیری شود.

- با توجه به شرایط کار و در صورت لزوم با نظر و تایید دستگاه نظارت، باید کل بستر با شن یا حداکثر دانه با قطر ۳۰ میلی‌متر زهکشی شود.
- در شرایط عبور از زمین‌های لجنی و یا زمین‌های بسیار خورنده و نامناسب یا عبور لوله از داخل تونل‌ها و یا از روی رودخانه‌ها و نهرها، لوله باید بر روی پایه مناسب نصب شود. جزییات پایه‌ها، فواصل و نحوه استقرار لوله براساس مشخصات طرح خواهد بود.

۶-۱-۲-۸- نگهداری لوله در شیب‌های تند

در مسیرهای با شیب تند به منظور جلوگیری از حرکت و فرار لوله به سمت جلو، نحوه کارگذاری لوله در نقشه‌های اجرایی و سایر مشخصات طرح ذکر می‌گردد. چنان‌چه این موارد به صراحت در اسناد طرح ذکر نشده باشد، پیمان‌کار می‌تواند کتباً این اطلاعات را از دستگاه نظارت بخواهد. موارد زیر به عنوان حداقل دستورالعمل‌های اجرایی در این مشخصات فنی عمومی ارایه می‌گردد:

چنان‌چه شیب مسیر لوله‌گذاری از ۱:۵ (۲۰ درصد) تندتر باشد، نگهداری لوله به منظور جلوگیری از رانش و فرار لوله الزامی است. نگهداری لوله باید با بلوک‌های بتنی نگهدارنده عمود بر مسیر لوله‌گذاری یا ترتیبات دیگری صورت گیرد. فاصله بلوک‌های نگهدارنده بایستی براساس مشخصات فنی طرح اجرا شود.

در جدول ۳-۶ فاصله بلوک‌های نگهدارنده برای لوله با طول ۵ متر در شیب‌های مختلف به‌عنوان راهنما ارایه شده است.

جدول ۳-۶- فاصله بلوک‌های نگهدارنده برای لوله با طول ۵ متر در شیب‌های مختلف

شیب مسیر لوله گذاری	فاصله بلوک های نگهدارنده (متر)
۱:۲ و تندتر (۵۰ درصد و بیشتر)	۵
۱:۲ تا ۱:۴ (۲۵ تا ۵۰ درصد)	۱۰
۱:۴ تا ۱:۵ (۲۰ تا ۲۵ درصد)	۱۵
۱:۵ تا ۱:۶ (۱۶ تا ۲۰ درصد)	۲۰
۱:۶ تا ۱:۱۲ (۸ تا ۱۶ درصد)	باتوجه به وضعیت زمین
کمتر از ۱:۱۲ (کمتر از ۸ درصد)	نیاز نیست

در ترانشه‌های با شیب تند معمولاً بعد از خاک‌برداری، ترانشه به صورت مسیر تخلیه آب‌های سطحی یا زیرزمینی عمل می‌کند و جریان سریع آب باعث شستشوی مواد کف بستر می‌شود و در نهایت عملیات نصب

لوله را با مشکل مواجه می‌سازد. در این موارد باید برای ساخت بستر لوله و خاک‌ریزی روی آن از مصالح انتخابی مورد تایید دستگاه نظارت استفاده شود.

۹-۲-۱-۶- ضربه گیرها

در خطوط لوله تحت فشار در محل اتصالات، شیرها، زانویی‌ها، سه‌راهی‌ها، تبدیل‌ها و نظایر آن که به‌نحوی در مسیر جریان تغییر ایجاد می‌شود، نیرویی در جهت ادامه مسیر جریان وارد می‌گردد و باعث حرکت و جابه‌جایی لوله و اتصالاتی‌ها می‌شود. به‌منظور جذب این نیرو و جلوگیری از حرکت لوله و اتصالات، پیش‌بینی تمهیدات خاص اجرایی به شرح زیر الزامی است:

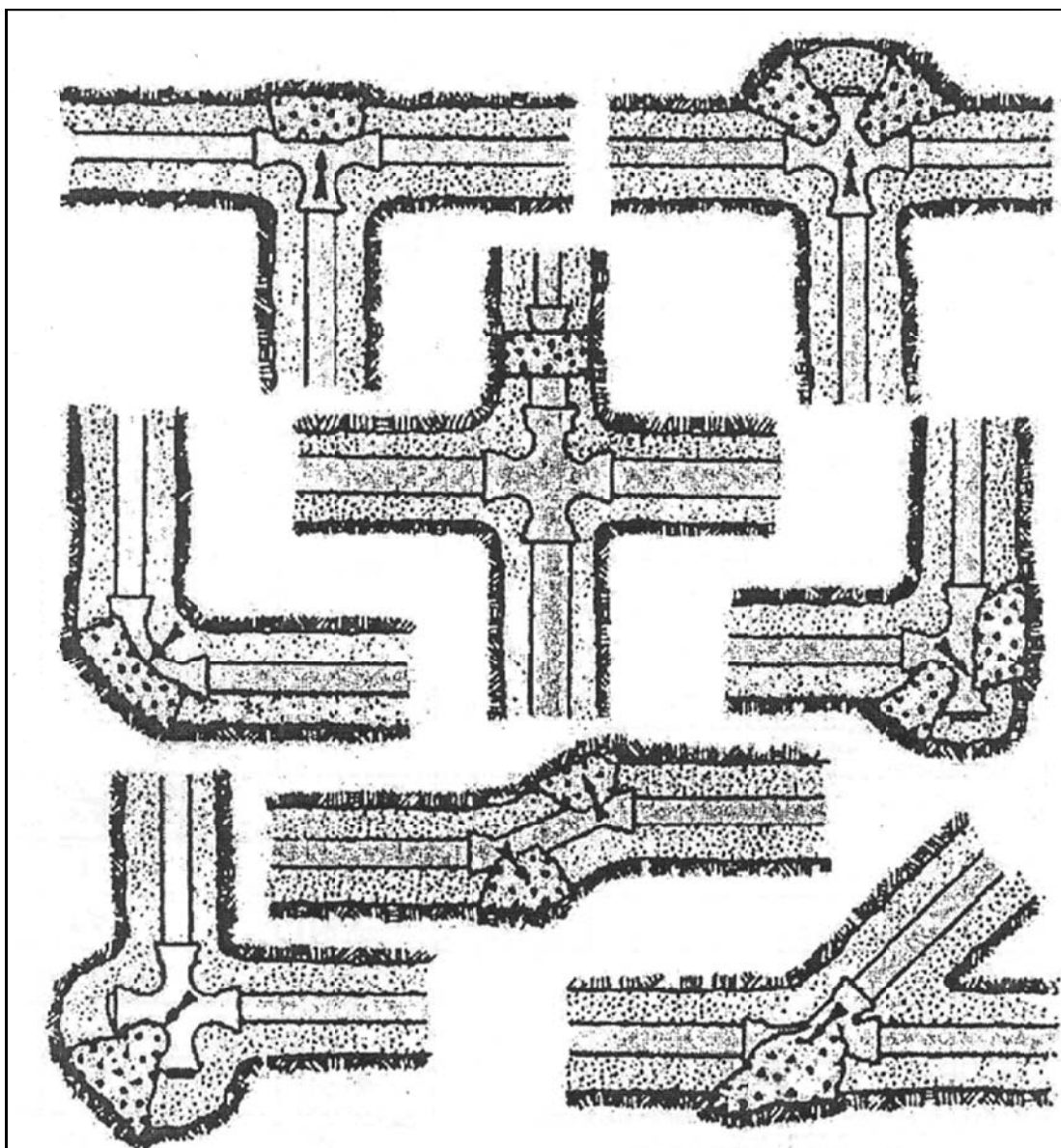
الف- ساخت بلوک ضربه‌گیر

معمول‌ترین روش کنترل و جذب نیروهای ضربه‌ای، ساخت بلوک‌های ضربه‌گیر به صورت اجرایی بتن در جا، به شرح شکل ۱-۶ است. جزییات و موقعیت بلوک‌های ضربه‌گیر در مشخصات طرح ارایه می‌شود.

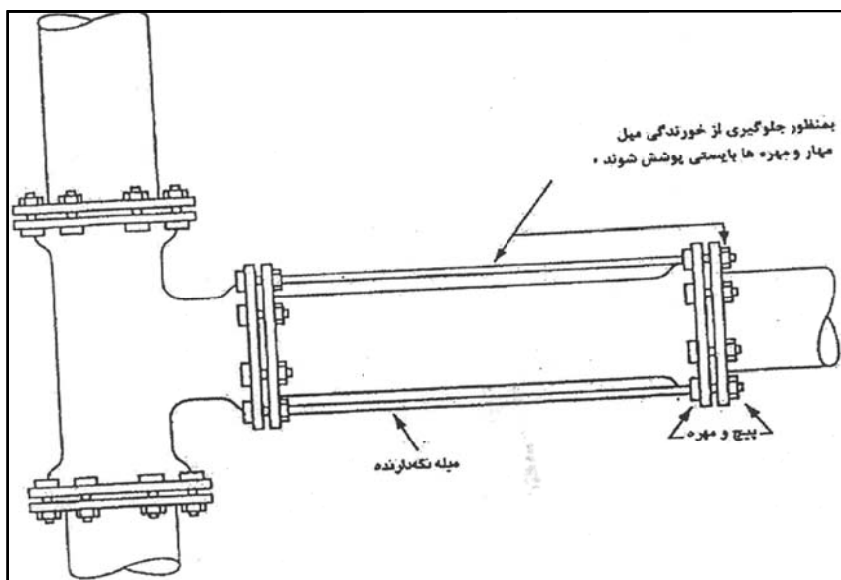
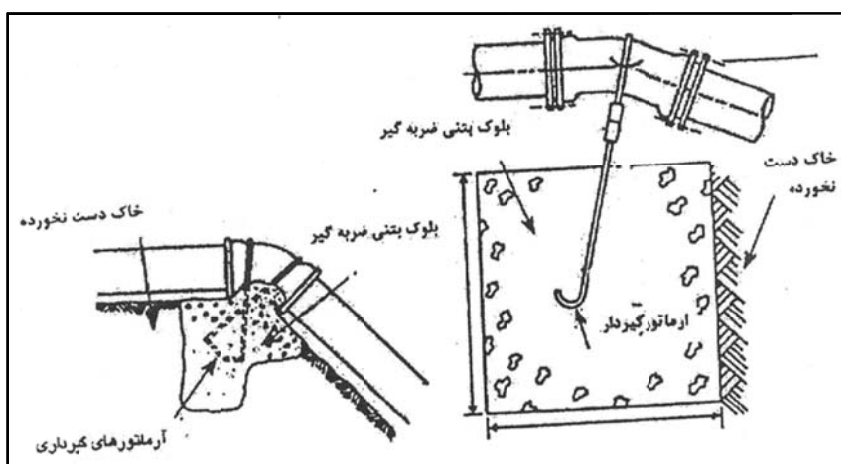
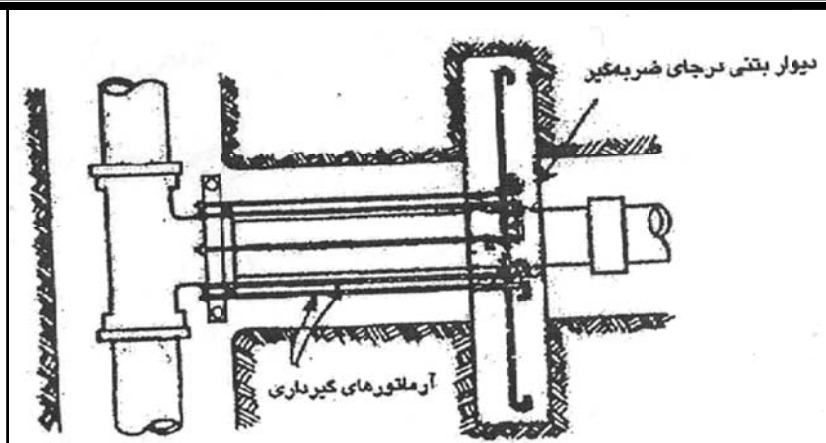
ب- میل مهار

در مواردی که امکان و فضای ساخت بلوک‌های ضربه‌گیر میسر نباشد، استفاده از روش‌های دیگر از جمله نصب میل مهار الزامی است.

در شکل ۲-۶ روش‌های مختلف جذب نیروی ضربه‌ای با نصب میل مهار نشان داده شده است. در این روش نیرو توسط میل مهار جذب می‌گردد و سپس به بتن و نهایتاً به زمین منتقل می‌شود. جزییات و موقعیت میل مهارها در مشخصات فنی طرح ارایه می‌شود.



شکل ۶-۱- بلوک‌های بتنی ضربه‌گیر درجا



شکل ۶-۲- روش های مختلف جذب نیروی ضربه ای با نصب میل مهار

۶-۱-۲-۱۰- آزمایش هیدرولیکی (هیدرواستاتیک)

آزمایش هیدرولیکی لوله به منظور اطمینان از صحت انجام کار و مناسب بودن لوله، شیرها، متعلقات و سایر لوازم به کار گرفته شده و تحمل فشار لازم توسط تمام قسمت‌های خط لوله و عدم نشت آب (به مقدار بیش از حد مجاز) انجام می‌شود.

دستورالعمل کلی آزمایش هیدرولیکی انواع خطوط لوله به شرح مندرجات این بخش است. جزییات بیشتر در بخش‌های دیگر این مشخصات فنی عمومی و مشخصات طرح ارائه شده و یا در زمان آزمایش توسط مهندس مشاور به پیمان کار ابلاغ خواهد شد. هنگام انجام آزمایش هیدرولیکی رعایت اصول و ضوابط عمومی به شرح زیر لازم است:

۱- فشار آزمایش- خطوط لوله بسته به مورد باید با فشار $1/5$ برابر فشارکار (برای خط لوله با فشارکار تا 10 اتمسفر) و با فشار کار به اضافه 5 اتمسفر (برای خطوط لوله با فشارکار بیش از 10 اتمسفر) مورد آزمایش قرار گیرد.

۲- طول مناسب هر قطعه جهت آزمایش- طول هر قطعه از خط لوله که مورد آزمایش واقع می‌شود، به نوع و قطر لوله بستگی دارد و بایستی در اسناد طرح ارائه شده باشد. در صورتی که اطلاعاتی در دست نباشد باید بر اساس مفاد فصل دوم نشریه شماره 303 عمل شود.

۳- آزمایش شیرها- آزمایش شیرهای قطع و وصل روی خط لوله، در مراحل بعدی و طی شستشوی سراسری لوله با فشار بهره‌برداری انجام می‌شود و نیازی به آزمایش جداگانه نیست.

۴- مقدار خاک‌ریزی روی لوله- در موقع آزمایش باید حداقل تا 30 سانتی‌متری روی تاج لوله خاک‌ریزی انجام شده باشد. محل اتصال لوله‌ها به یکدیگر و محل متعلقات باید باز و قابل رویت باشند.

۵- کلیه متعلقات لوله از قبیل زانو، سه راه، چهارراه و تبدیل باید طبق مشخصات طرح مهارشده باشند تا در اثر نیروی ضربه‌ای ناشی از فشار آزمایش تغییر مکان ندهند. نحوه مهار در مشخصات طرح منعکس شده است و یا توسط دستگاه نظارت به پیمان کار ابلاغ می‌شود. در غیر این صورت پیمان کار باید روش مهار را کتباً از دستگاه نظارت درخواست کند.

۶- پرکردن خط لوله باید به آهستگی و از نقطه پست شروع شود.

۷- کلیه پیچ و مهره ها و فلنج ها باید کنترل گردد و از محکم بودن آنها اطمینان حاصل شود.

۸- آب تزریق شده برای پرمودن و آزمایش هیدرولیکی لوله باید کاملاً صاف، بی بو و عاری از هرگونه مواد معلق قابل رویت با چشم غیر مسلح باشد.

۹- پس از پر شدن خط لوله و حصول اطمینان از اشباع شدن آنها (بسته به مورد) و تخلیه تمام هوای موجود در خط، افزایش فشار توسط تزریق آب باید شروع شود.

۱۰- معمولاً آزمایش فشار هیدرواستاتیکی در دو مرحله آزمایش اولیه و نهایی انجام می‌شود که نحوه و مقدار فشار هر یک در مشخصات طرح ذکر می‌شود و یا توسط دستگاه نظارت به پیمانکار ابلاغ می‌شود. در صورت فقدان این دستورالعمل، می‌توان به شرح زیر عمل نمود:

۱۱- در مرحله اول، فشار خط به تدریج تا یک سوم فشار مورد آزمایش بالا برده می‌شود و تمام طول خط مورد بازرسی قرار می‌گیرد و هرگونه نقصی مرتفع می‌شود. در مرحله دوم آزمایش، تدریجاً فشار افزایش داده می‌شود تا پس از هواگیری کامل به فشار مورد نظر برسد.

۱۲- پس از رسیدن به فشار مورد نظر، خط لوله باید برای مدت تعیین شده در مشخصات طرح تحت فشار باقی بماند و سپس اندازه‌گیری افت فشار و یا مقدار نشت آب براساس مشخصات مندرج در این مشخصات فنی و مشخصات طرح انجام شود. در صورتی که ارقام بدست آمده افت فشار و یا نشت آب کمتر از ارقام مجاز باشد، خط لوله آب‌بند تلقی می‌شود و در غیر این صورت، باید پس از رفع معایب، آزمایش هیدرولیکی تا حصول نتیجه مورد نظر تکرار شود.

۱۳- برای دستیابی به نتیجه مطلوب در آزمایش هیدرولیکی، پس از پرکردن خط از آب و حفظ آن برای مدت حداقل ۲۴ ساعت، باید از اشباع لوله‌ها، عدم جابه‌جایی واشرها و خروج هوا و همچنین عاری از هوای محبوس بودن لوله‌ها اطمینان حاصل شود. ضمناً محل کلیه اتصالات باید مرتباً بازدید گردد و عیوب احتمالی برطرف شود. مقدار نشت آب مجاز حسب مورد و با توجه به نوع لوله‌های به کار رفته، در سایر فصل‌های این مشخصات فنی منعکس شده است.

۱۴- تقسیم خط لوله به قطعات مورد آزمایش از طریق بستن شیرهای قطع و وصل روی خط مجاز نیست. به عبارت دیگر، نباید دیسک شیرهای قطع و وصل به عنوان درپوش انتهایی قطعه، مورد استفاده قرار گیرند، بلکه در هر دو انتهای قطعه مورد آزمایش، باید دو درپوش مناسب بر روی لوله نصب گردد و توسط مهارهای لازم از حرکت آن‌ها و همچنین خط لوله جلوگیری شود.

۱۵- بر روی بالاترین نقطه درپوش انتهایی (قسمت مرتفع تر خط لوله) باید یک شیر تخلیه هوا با قطر مناسب نصب شود. انتخاب قطر شیر تخلیه هوا متناسب با قطر خط اصلی صورت می‌گیرد و معمولاً بین ۵/۰ الی ۲ اینچ انتخاب می‌شود.

۱۶- بر روی پایین‌ترین نقطه درپوش انتهایی (قسمت پست تر خط لوله) باید یک شیر تزریق آب با قطر مناسب نصب شود. قطر این شیر نیز متناسب با قطر خط اصلی و مقدار آب تزریقی به خط انتخاب می‌شود و معمولاً بین ۱ الی ۴ اینچ است. از شیرهای تزریق آب می‌توان به عنوان شیر تخلیه خط نیز استفاده نمود. بر روی هر یک از درپوش‌های انتهایی خط، یک فشارسنج نصب می‌شود. فشار سنج‌ها باید قادر به نمایش تغییرات فشار تا حدود ۱۰/۰ بار (یک متر ستون آب) باشند.

۱۷- نتیجه آزمایش فشار هیدرواستاتیکی خط باید از پایین‌ترین نقطه قطعه مورد آزمایش قرائت شود. طول قطعات مورد آزمایش باید به نحوی انتخاب گردند که فشار در بالاترین نقطه حداقل معادل $1/10$ برابر فشار نامی خط باشد.

۱۸- انجام هرگونه عملیات اجرایی در ترانشه در طی مدت آزمایش فشار هیدرواستاتیکی مجاز نمی‌باشد.

۱۹- هرگاه در حین عملیات آزمایش فشار هیدرواستاتیکی عیوبی در خط و متعلقات و شیرها بروز نماید و مشاهده شود، عملیات باید متوقف گردد و آب تا فراهم شدن شرایط کار در محل و یا محل‌های مورد نظر برای اصلاح، تخلیه شود. شروع مجدد آزمایش تنها پس از رفع کلیه عیوب مجاز است.

۲۰- اصلاح و تعمیر اتصالات که آب‌بند نبودن آن‌ها در حین آزمایش مشاهده شود، می‌تواند بدون تخلیه آب لوله و پس از کاهش فشار خط تا حد ممکن انجام گیرد.

۲۱- جک و یا وسایل مشابه و درپوش‌های موقت مادام که خط لوله دارای فشار است نباید باز و جابه‌جا شوند.

۲۲- ظرفیت تانکر و تلمبه آب برای افزایش فشار داخل خط باید متناسب با طول خط مورد آزمایش و حداکثر فشار مورد نظر انتخاب شود.

۲۳- آزمایش فشار هیدرواستاتیکی لوله‌ها و متعلقات و شیرهایی که قطعات آزمایش شده خطوط لوله را به یکدیگر متصل می‌نمایند ضروری نمی‌باشد، بلکه آزمایش سراسری خط لوله برای این قطعات کوچک کفایت می‌کند.

۲۴- پس از پایان موفقیت‌آمیز آزمایش فشار هیدرواستاتیکی هر قطعه و تایید دستگاه نظارت، صورت جلسه انجام کار باید تنظیم شود. در این صورت جلسه باید اطلاعات لازم از قبیل؛ طول خط، فشار آزمایش، مدت آزمایش، عیوب مشاهده و رفع شده، مقدار افت فشار و یا کاهش آب و موارد ضروری دیگر به تشخیص دستگاه نظارت درج شود.

۶-۱-۲-۱۱- نکات عمومی احداث حوضچه شیرآلات

انواع مختلف شیرها بسته به مورد در خطوط لوله به کار گرفته می‌شود. به منظور حفاظت و بهره‌برداری از شیرها، حوضچه شیرآلات عموماً در مراحل بعد از اتمام نصب لوله احداث می‌شود. در احداث حوضچه شیرآلات باید نکات عمومی به شرح زیر مورد توجه قرار گیرد:

۱- برای شیرهای بزرگتر از ۳۰۰ میلی‌متر، نشیمن شیرها در درون حوضچه به نحو مناسب ایجاد شود تا وزن آن‌ها فشار اضافی به لوله وارد نکند. نشیمن شیر می‌تواند مستقیماً در زیر شیر و یا متعلقات دو طرف آن قرار گیرد.

۲- تخلیه آب‌های وارده به حوضچه و یا آب‌های ناشی از نشت محل اتصالات، از طریق نصب لوله در حد فاصل یکی از دیوارها و کف و زهکش اطراف حوضچه باید انجام شود، مگر در حالتی که کف حوضچه در

تمام و یا مواقعی از سال زیر تراز آب‌های زیرزمینی قرار گیرد و امکان ورود و پس زدن این آب‌ها به داخل حوضچه از طریق لوله زهکش وجود داشته باشد.

۳- آب‌بندی محل عبور لوله‌ها از دیواره‌های حوضچه‌ها تامین شود. برای این منظور، کنف قیراندود بین دیواره حوضچه و لوله قرار داده شود. در مواقعی که تراز آب‌های زیرزمینی بالاتر از کف حوضچه قرار می‌گیرد، علاوه بر کنف قیراندود که باید به خوبی کوبیده شود، از خمیرهای آب بند به ضخامت حدود ۳ سانتی متر برای پوشاندن سطح خارجی محل عبور لوله از دیوار استفاده شود.

۴- آب‌بندی کامل دیواره و کف حوضچه‌ها خصوصاً برای مواردی که تراز آب‌های زیرزمینی بالاتر از کف حوضچه قرار می‌گیرد تامین شود.

۵- در طراحی حوضچه‌ها، نیروی شناور شدن با توجه به تراز آب‌های زیرزمینی بایستی مراعات شده باشد.

۶- امکان خارج نمودن بزرگ‌ترین قطعه شیرها و متعلقات از داخل حوضچه برای مراحل بعدی در نظر گرفته شود. برای این منظور، یا سقف حوضچه قابل برداشتن باشد و یا قسمتی از سقف به صورت پیش‌ساخته نصب شود.

۷- اقدامات لازم برای جلوگیری از یخ‌زدگی شیرها خصوصاً شیرهای تخلیه هوا که در نقاط مرتفع لوله قرار می‌گیرند، به عمل آید.

۸- ارتفاع متعلقات و شیرهای روی لوله، خصوصاً شیر هوا در انتخاب ارتفاع حوضچه مد نظر قرار گیرد.

۹- شیرهای تخلیه حتی‌الامکان در نزدیکی رودخانه‌ها، مسیل‌ها، آبروها و سایر محل‌هایی که امکان تخلیه آب وجود دارد پیش‌بینی گردند.

۱۰- محل خروج آب شیرهای تخلیه تحت هیچ شرایطی نباید مستقیماً در زیر تراز آب، محل‌های طبیعی تخلیه آب (رودخانه‌ها، مسیل‌ها، کانال‌ها و غیره) قرار گیرند.

۱۱- شیرهای تخلیه هوا و یا مکش هوا نباید مستقیماً با مجاری فاضلاب و یا آب‌های سطحی در تماس باشند.

۱۲- تمام حوضچه‌هایی که در انتهای خط قرار گرفته‌اند باید دارای امکانات هم‌زمان تخلیه هوا و آب باشند.

۱۳- ابعاد حوضچه‌ها به نحوی انتخاب گردند که علاوه بر فضای شیرها و هرگونه پشت بند متعلقات، فضای لازم برای ایستادن و حرکت افراد نصاب، فاصله مناسب از دیواره‌ها برای باز و بسته کردن پیچ و مهره‌ها و گردش ابزار کار وجود داشته باشد.

۱۴- دریچه بازدید و ورود و خروج حوضچه‌ها و پله‌های دسترسی مستقیماً روی لوله و شیرها قرار داده نشوند.

۱۵- پرکردن اطراف حوضچه‌ها باید در زمان مناسب و پس از اطمینان از صحت عملیات اجرایی دیواره صورت پذیرد.

۱۶- نصب شیرها و متعلقات داخل حوضچه باید پس از حصول اطمینان از گیرایی کامل بتن و صحت عملیات اجرایی سازه شروع شود.

۱۷- در مواقعی که شیرها و متعلقات قبل از احداث دیوارها نصب می‌گردند، تمهیدات لازم به‌منظور جلوگیری از بروز صدمه به آن‌ها در حین عملیات اجرایی پیش‌بینی شود و این تجهیزات کاملاً حفاظت شوند.

۱۸- احداث حوضچه شیرها باید براساس مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی، نشریه شماره ۵۵ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور انجام شود.

۲-۶- عملیات لوله‌گذاری

۱-۲-۶- لوله‌گذاری لوله‌های آربست

لوله‌های آربست از ترکیب الیاف پنبه نسوز (آربست)، سیمان پرتلند و آب در اقطار و تحمل فشارهای مختلف در دو نوع PN و RN ساخته می‌شوند. این نوع لوله‌ها با توجه به مشخصات فنی مناسب طی سالیان متمادی تولید و در خطوط انتقال و توزیع آب مورد استفاده قرار داشته‌اند.

در سال‌های اخیر به‌دلیل مشکلات بهداشتی ناشی از کاربرد این نوع لوله‌ها و نیز به دلیل توسعه استفاده از لوله‌های با شرایط و مشخصات فنی مناسب‌تر از جمله لوله‌های ترموپلاستیک، استفاده از لوله‌های آربست مخصوصاً در طرح‌های آبیاری تحت فشار تقریباً منسوخ شده است.

در صورت کاربرد این نوع لوله‌ها در طرح‌های آبیاری تحت‌فشار، پیمان‌کار موظف است مشخصات فنی عمومی لوله‌های آربست سیمان آرایه شده در نشریه شماره ۳۰۳ (فصل دوم بخش چهارم) را متناسب با شرایط کار و با هماهنگی دستگاه نظارت رعایت نماید.

۲-۲-۶- لوله‌گذاری لوله‌های پلی‌اتیلن

۱-۲-۲-۶- مشخصات فنی لوله‌های پلی‌اتیلن

مشخصات فنی عمومی لوله‌های پلی‌اتیلن که باید مورد توجه پیمان‌کار و دستگاه نظارت قرار گیرد به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- لوله‌های پلی‌اتیلن از جمله لوله‌های ترموپلاستیک می‌باشند.
- ۲- پلی‌اتیلن از پلی‌مریزاسیون اتیلن و اولفین به همراه دوده آنتی اکسیدان تهیه می‌شود.
- ۳- پلی‌اتیلن به صورت تجاری در سه نوع، وزن مخصوص کم (Low Density)، وزن مخصوص متوسط (Medum density) و وزن مخصوص زیاد (High Density) در بازار عرضه می‌شود.
- ۴- هرچه وزن مخصوص مواد پلی‌اتیلن زیادتر باشد، مقاومت آن هم بیشتر است. نوع لوله مناسب از نظر وزن مخصوص براساس شرایط کاربرد انتخاب می‌شود.

- ۵- لوله‌های پلی‌اتیلن در مقابل اثرات مواد شیمیایی مقاوم می‌باشند، لذا نیازی به پوشش خارجی در مقابل اثرات خوردندگی خاک و یا پوشش داخلی برای مقاومت در مقابل خوردندگی آب (یا هر سیالی که از آن عبور می‌کند) ندارند.
- ۶- برای تولید لوله‌های پلی‌اتیلن از دستگاه اکسترودر (Extruder) استفاده می‌شود. در این دستگاه به طور خودکار مواد اولیه گرم و خمیری شکل شده و با فشار، از قالب مخصوص عبور کرده و پس از سرد شدن به صورت لوله از دستگاه خارج می‌شود.
- ۷- حداقل شعاع انحناء مجاز برای جمع کردن و یا خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن ۵ برابر اندازه قطر آن‌ها است.
- ۸- لوله‌های پلی‌اتیلن با اندازه قطر خارجی آن‌ها شناخته می‌شوند.
- ۹- به‌منظور استحکام بیشتر لوله‌های پلی‌اتیلن، در دهه ۷۰ میلادی لوله‌های PE80 و در اوایل دهه ۹۰ میلادی لوله‌های PE100 با قابلیت‌های ممتازتر نسبت به لوله‌های PE63 تولید و به بازار عرضه شدند.
- ۱۰- لوله‌های PE100 مقاومت بسیار خوبی در برابر رشد سریع ترک از خود نشان می‌دهند. این مساله خصوصاً برای لوله‌های با قطر بالاتر باعث افزایش ضریب ایمنی می‌گردد.
- ۱۱- ساختار مولکولی مواد پلی‌اتیلن PE80 و PE100 (پلی‌اتیلن سنگین) به‌گونه‌ای است که می‌توان لوله‌ها را با کیفیت بسیار مطلوب‌تر به یکدیگر جوش داد.
- ۱۲- توزیع وزن مولکولی گسترده و بلند در لوله‌های PE100 سبب بهبود فرآیندپذیری آن‌ها شده است. از جمله لوله‌های تولیدی سطوح کاملاً صاف و صیقلی دارند و افت اصطکاک در آن‌ها به حداقل رسیده است.
- ۱۳- بالا بودن ضریب خزش خمشی پلی‌اتیلن PE80 و PE100 باعث کاهش ضخامت جداره لوله و صرفه‌جویی در مصرف مواد اولیه و کاهش وزن لوله‌ها شده است.
- ۱۴- با توجه به میزان ضریب کشش مواد پلی‌اتیلن و بهبود آن در مواد PE60 و PE100 و استحکام کافی در برابر فشار ضربه‌ای، لوله‌های پلی‌اتیلن در برابر ارتعاشات زمین لرزه و جابه‌جایی لایه‌های خاک بهترین مقاومت را از خود نشان می‌دهند.
- ۱۵- لوله‌های پلی‌اتیلن مقاومت بسیار خوبی در مقابل اکثر مواد شیمیایی دارند. درجه مقاومت در مقابل مواد شیمیایی و در نتیجه طول عمر مفید و مؤثر لوله‌های پلی‌اتیلن بستگی به غلظت، درجه حرارت و فشار مواد شیمیایی دارد.
- ۱۶- لوله‌های پلی‌اتیلن خورده نمی‌شوند و لذا از ضخامت آن‌ها در مجاورت مواد شیمیایی کاسته نمی‌شود، زنگ نمی‌زنند و در مقابل جریان‌های الکتریکی مقاوم می‌باشند.
- ۱۷- لوله‌های پلی‌اتیلن سبب رشد موادی از قبیل جلبک‌ها و باکتری‌ها نمی‌شوند.
- ۱۸- لوله‌های پلی‌اتیلن دارای مزیت برجسته مقاومت در برابر سایش است.

۱۹- ضریب زبری لوله‌های پلی‌اتیلن کم است و این مشخصه مزیت هیدرولیکی را فراهم می‌کند.

۶-۲-۲- استانداردهای لوله‌های پلی‌اتیلن

استانداردهای مورد استفاده در مورد لوله‌های پلی‌اتیلن به شرح زیر می‌باشند:

الف- استانداردهای ISIRI

- ۱- رواداری قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن ISIRI 1331
- ۲- آیین نامه کاربرد و نصب لوله‌های تحت فشار ترموپلاستیک در زیر خاک ISIRI 2002
- ۳- روش‌های نمونه‌برداری و آزمون لوله‌های پلی‌اتیلن ISIRI 2178

ب- استانداردهای ISO

- ۱- قطر اسمی و فشار اسمی لوله‌های ترموپلاستیک ISO 161/1
- ۲- رواداری‌های قطر خارجی و ضخامت جداره لوله‌های پلی‌اتیلن ISO 3607

ج- استانداردهای BSI

- ۱- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن BSI 6437,3284
- ۲- مشخصات، ابعاد و فشار لوله‌های ترموپلاستیک BSI 5556
- ۳- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن آبی رنگ تا قطر ۶۳ میلی‌متر BSI 6572
- ۴- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن مشکی رنگ تا قطر ۶۳ میلی‌متر BSI 6730

د- استانداردهای DIN

- ۱- لوله‌های پلی‌اتیلن سخت- تیپ ۲- ابعاد DIN8074
- ۲- لوله‌های پلی‌اتیلن سخت- تیپ ۲- آزمایش DIN8075
- ۳- لوله‌های پلی‌اتیلن سخت- تیپ ۲- ابعاد DIN 80 76-3

هـ- استانداردهای ASTM

- ۱- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن ASTM D-3350
- ۲- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن ASTM D - 2104
- ۳- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر داخلی ASTM D - 2239
- ۴- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی ASTM D- 2447
- ۵- مشخصات لوله‌های پلی‌اتیلن با کنترل قطر خارجی ASTM D- 3035
- ۶- طبقه بندی لوله‌های پلی‌اتیلن ASTM D- 2737

و- استانداردهای AWWA

- ۱- لوله‌های پلی‌اتیلن تحت فشار آب به قطر ۴ تا ۳/۰ اینچ C-901 و C-906 ANSI - AWWA

۶-۲-۳- محدودیت‌های کاربرد لوله‌های پلی‌اتیلن

محدودیت‌های استفاده از لوله‌های پلی‌اتیلن که لازم است به هنگام به کارگیری آن‌ها مورد توجه قرار گیرد به شرح زیر ارائه شده است. این محدودیت‌ها سبب شده که اقدامات خاصی برای حمل، نگهداری و نصب لوله‌ها ضروری گردد. بنابراین لازم است پیمان‌کار ضمن توجه کامل به این محدودیت‌ها، اقدامات مورد نیاز را هنگام اجرا انجام دهد:

الف- محدودیت‌های ناشی از بسترسازی

تغییر شکل مقطع لوله بر اثر فشار خاک و یا فشارهای خارجی، ممکن است در حدی باشد که لوله را بیش از حد مجاز دو پهن نماید. در این موارد برای جلوگیری از دو پهن شدن لوله، باید بستر سازی خاصی برای لوله پیش‌بینی شود. نحوه بسترسازی بایستی در مشخصات فنی طرح ارائه شده باشد.

ب- محدودیت تامین متعلقات

بعضی از اقطار و فشارکاری لوله‌های پلی‌اتیلن و همچنین متعلقات و تبدیل‌های مربوطه ممکن است توسط کارخانه‌های داخلی تولید نشوند. در این ارتباط ممکن است محدودیت‌هایی بوجود آید که پیمان‌کار بایستی در هنگام اجرا مدنظر قرار دهد. در این موارد امکان استفاده از متعلقات چدنی یا فولادی نیز وجود دارد.

ج- محدودیت‌های درجه حرارت

ضریب انبساط خطی حرارتی لوله‌های پلی‌اتیلن معادل $10^{-5} \times 15$ می‌باشد. این ضریب به‌طور متوسط برای درجه حرارت‌های بین ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد صادق است. با توجه به این مشخصه، دقت‌های لازم در انتخاب لوله‌هایی که تحت تاثیر درجه حرارت‌های مختلف قرار خواهند گرفت ضروری است. این مساله به‌خصوص در اتصالات مکانیکی باید مورد توجه قرار گیرد تا از جدا شدن احتمالی این اتصالات با روش مناسب از جمله ساخت بلوک‌های نگهدارنده جلوگیری به‌عمل آید.

موقع نصب این لوله‌ها باید دقت شود که قبل از اتصال به شیرها و اتصالات دیگر، درجه حرارت آن‌ها به درجه حرارت محیط رسیده باشد. توصیه می‌شود که نصب اتصالات در زمان حداقل درجه حرارت روزانه انجام شود.

مقاومت لوله‌های پلی‌اتیلن با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. این اثر به‌صورتی است که چنانچه مقاومت لوله در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد معادل ۱۰۰ باشد در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد ۴۰ خواهد بود. عمر مفید لوله‌ها با افزایش درجه حرارت بخصوص بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد.

د- محدودیت‌های مواد شیمیایی

مواد شیمیایی مضر برای لوله‌های پلی‌اتیلن، به اکسید کننده‌ها و مواد ایجادکننده ترک و بعضی از حلال‌ها محدود می‌شود. این مساله اغلب در صنعت و برای موادی از جمله حلال‌های آلی، مواد روغنی، هالوژن‌ها و اسیدها، در فشارهای زیاد باید مورد توجه قرار گیرد.

ه- محدودیت خاک‌های آلوده

بعضی از مواد شیمیایی موجود در خاک و در مسیر خطوط لوله آب ممکن است اثرات نامطلوبی روی لوله و حتی آب بگذارند. در خاک‌های گازدار باید به این موضوع توجه شود.

و- سایر محدودیت‌های کاربرد لوله پلی‌اتیلن

۱- لوله‌های پلی‌اتیلن به علت هدایت حرارت کم، به‌سادگی در مقابل شعله مستقیم آسیب می‌بینند. بنابر این برای ذوب کردن لوله و متعلقات نباید از این روش استفاده نمود.

۲- لوله‌های پلی‌اتیلن هادی جریان الکتریسیته نمی‌باشند، بنابر این از این لوله‌ها برای اتصال زمینی وسایل برقی نمی‌توان استفاده کرد.

۳- به‌علت مقاومت بالای الکتریکی لوله‌های پلی‌اتیلن، در نقاطی که الکتریسیته ساکن مطرح است، باید اقدامات احتیاطی لازم انجام شود.

۴- تامین متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن از کارخانه‌های سازنده لوله عمدتاً با اشکال مواجه است.

۵- لوله‌های پلی‌اتیلن در مقابل اجسام نوک تیز باید محافظت شوند تا پاره یا سوراخ نشوند.

۶- تولید لوله‌های پلی‌اتیلن در قطرهای بزرگ معمولاً با محدودیت‌هایی همراه است که هزینه‌های طرح را نسبت به بعضی لوله‌های دیگر بالا می‌برد.

۶-۲-۴- روش‌های اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن

اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به چندین روش امکان‌پذیر می‌باشد. پیمان‌کار بایستی با توجه به نوع اتصال مورد نظر در مشخصات فنی طرح، تمهیدات لازم و پرسنل مجرب را تامین کند و چنان‌چه با توجه به شرایط کار، محدودیت‌هایی در این زمینه وجود داشته باشد، مراتب را کتباً به دستگاه نظارت اعلام و کسب تکلیف نماید. برای اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن به یکدیگر و به متعلقات و شیرآلات از یکی از روش‌های زیر باید استفاده شود:

الف- اتصال جوشی لب‌به‌لب

در این روش از دستگاه جوش مخصوص لوله پلی‌اتیلن استفاده می‌شود. مراحل انجام کار و نکات قابل توجهی که پیمان‌کار در این روش بایستی رعایت نماید به شرح زیر است:

۱- قبل از شروع به کار، تجهیزات کار و دستگاه جوش آماده شوند.

۲- با توجه به شرایط آب و هوایی و در صورت نیاز، چادر جوش‌کاری و یا محل مناسب دیگر (جهت حفاظت از دستگاه) ایجاد گردد.

۳- جعبه دنده بر روی دستگاه قرار داده شود.

- ۴- هر دو سر لوله در امتداد یکدیگر، در کمربندهای دستگاه قرار گیرد و با گیره در محل خود محکم شود. دقت شود در صورتی که سر لوله‌ها از حالت دایره خارج شده‌اند، با سفت کردن گیره‌ها، سرلوله به حالت اولیه و دایره کامل در آید.
- ۵- دو سر لوله از مواد زاید کاملاً تمیز شوند. لوله‌ها به تدریج و با فشار کم به جعبه دهنده نزدیک شوند و تراشیدن دو سر لوله تا جایی که براده پیوسته ظاهر گردد، ادامه یابد.
- ۶- با دور کردن لوله‌ها از یکدیگر، جعبه دنده از روی دستگاه برداشته شود.
- ۷- براده‌های ایجاد شده، از بین لوله‌ها و احیاناً از داخل آن‌ها خارج گردد و از اطراف دستگاه دور شود.
- ۸- از دست زدن به سطح مقطع لوله‌ها جداً خودداری شود.
- ۹- دو سر لوله کاملاً مقابل هم قرار داده شود تا از عدم یکنواختی سطوح و وجود فاصله خالی بین آن‌ها اطمینان حاصل گردد. حداکثر فاصله رواداری مجاز برای لوله‌های تا قطر ۲۰۰ میلی‌متر ۰/۵ میلی‌متر و از ۲۰۰ تا ۳۱۵ میلی‌متر ۱ میلی‌متر و برای لوله‌های با قطر بیشتر از ۳۱۵ میلی‌متر ۲ و ۰۰۰، می‌باشد.
- ۱۰- هم راستا بودن امتداد لوله‌ها کنترل شود. حداکثر رواداری مجاز انحراف از امتداد محور لوله‌ها ۰/۱ ضخامت لوله می باشد.
- ۱۱- قبل از اتصال به برق، صفحه حرارتی با دقت از هر گونه مواد زاید تمیز شود و برای این منظور از مواد الیافی یا الکلی استفاده نشود.
- ۱۲- دمای صفحه حرارتی با توجه به جداول توصیه شده، کنترل شود.
- ۱۳- دو سر لوله به تدریج به صفحه حرارتی نزدیک گردد و فشار و مدت تماس با صفحه حرارتی در دمای مورد نظر اعمال شود. تا زمانی که دو سر لوله به صفحه حرارتی تماس دارد و در حال ذوب شدن می‌باشد، به هیچ وجه نباید لوله‌ها تکان داده شوند.
- ۱۴- بعد از ایجاد برجستگی لازم در محیط لوله‌ها (حدود ۲ تا ۳ میلی‌متر)، فشار به آرامی به حداقل ممکن تقلیل یابد.
- ۱۵- زمان اتصال به صفحه حرارتی، فشار و دما مطابق جداول توصیه شده رعایت گردد.
- ۱۶- با دور کردن لوله‌ها از یکدیگر، صفحه حرارتی برداشته شده و با دقت در محل مخصوص خود قرار داده شود.
- ۱۷- با برداشته شدن صفحه حرارتی فوراً لوله‌ها به هم نزدیک شود (حداکثر در ۱۰ ثانیه) و فشار جوش به تدریج تا مقدار توصیه شده اعمال گردد. به این ترتیب دو سر ذوب شده لوله‌ها به یکدیگر می‌چسبد و با یک پارچه شدن آن‌ها اتصال محکم برقرار می‌شود.
- ۱۸- هنگام فشار دادن دو سر لوله بایستی کاملاً دقت شود که اعمال فشار زیادتر از حد مجاز، موجب بیرون زدن مواد مذاب از محل اتصال می‌شود و قسمت نسبتاً سرد دو سر لوله‌ها به یکدیگر وصل خواهند شد.

هم‌چنین اعمال فشار کمتر از حد مجاز باعث می‌شود که دو سر لوله در لبه باریکی به هم متصل شوند که در هر دو حالت اتصالی مناسب و محکم برقرار نخواهد شد.

۱۹-لوله‌ها باید حداقل ۵ تا ۱۰ دقیقه بدون حرکت نگهداشته شوند تا محل اتصال کاملاً سرد شود و به دمای محیط برسد.

۲۰-در صورتی که مواد مذاب به صفحه حرارتی بچسبد، پیمانکار باید عملیات را متوقف و پس از تمیز کردن صفحه حرارتی و برش قسمت‌های ذوب شده دو سر لوله، عملیات را تکرار نماید.

۲۱-جوش لب‌به لب لوله‌های پلی اتیلن نباید داخل ترانشه انجام شود. طول نسبتاً زیاد چند شاخه لوله که در خارج ترانشه بهم جوش شده اند، قابلیت انعطاف کافی ایجاد می‌کند که قسمت‌های جوش داده شده داخل ترانشه قرار گیرد و انتهای آن برای اتصال به شاخه‌های دیگر بالای ترانشه قرار داشته باشد.

۲۲-با توجه به این که برای هر نوع مواد پلی اتیلن، دامنه معینی برای پارامترهای اصلی جوش کاری (درجه حرارت، فشار لبه‌ها و زمان سرد شدن) وجود دارد، قبل از انجام عملیات با هماهنگی دستگاه نظارت باید براساس جداول و توصیه‌های سازندگان (لوله و دستگاه جوش) اقدام نمود.

۲۳-در هوای بارانی، بادهای تند و سرمای شدید، از جوش کاری خودداری شود. در صورت اجبار به انجام کار در این شرایط از چادر یا محل محافظت شده مناسب استفاده شود. در هر صورت دمای محیط کار تحت هیچ شرایطی نباید کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد باشد.

۲۴-حداقل تجهیزاتی که باید پیمان کار جهت انجام جوش لب‌به‌لب فراهم نماید عبارتند از:

- ژنراتور برای تامین انرژی صفحه حرارتی، جعبه دنده و فشار پمپ‌های هیدرولیکی.
- دستگاه جوش مجهز به گیره‌های مربوطه، زمان‌سنج و جعبه دنده.
- دستمال مناسب برای تمیز کردن صفحه حرارتی.
- وسایل لازم برای بردن لبه‌های اضافی برآمده لوله در داخل و خارج آن.
- وسیله لازم جهت اندازه‌گیری قسمت برآمده لوله.
- دماسنج برای اندازه‌گیری درجه حرارت صفحه حرارتی و دماسنج برای اندازه‌گیری دمای هوا.

توضیح- اتصال جوش لب‌به‌لب برای لوله‌های با قطرهای کمتر از ۶۳ میلی‌متر توصیه نمی‌شود و برای قطرهای بالا در صورت وجود دستگاه و امکانات متناسب، محدودیتی وجود ندارد.

ب- اتصال فلنجی

از این روش برای اتصال لوله پلی‌اتیلن به لوله‌های فولادی یا چدنی و نیز اتصال لوله پلی‌اتیلن به شیرآلات و متعلقات (فلنج دار) استفاده می‌شود. نکاتی که در کاربرد این روش توسط پیمان کار باید رعایت شود به شرح زیر می‌باشد:

- ۱- برای هر سر ساده لوله پلی اتیلن یک فلنج جوشی پلی اتیلن، یک رینگ فلزی سوراخ دارد استاندارد، واشر تخت لاستیکی و پیچ و مهره به تعداد و اندازه مورد نظر، تخصیص داده شود.
- ۲- برای ایجاد اتصال باید ابتدا رینگ فلزی روی سر ساده لوله قرار داده شود.
- ۳- سر ساده فلنج پلی اتیلن با رعایت نکات مورد نظر به سر لوله پلی اتیلن جوش (لبه لب) داده شود. باید دقت شود که محور فلنج پلی اتیلن و محور سر لوله پلی اتیلن کاملاً در امتداد هم قرار گیرند.
- ۴- رینگ فلزی به سمت فلنج پلی اتیلن جوش داده شده طوری در مقابل فلنج شیرآلات یا متعلقات قرار داده شود که سوراخ‌های آن‌ها در مقابل هم قرار گیرند.
- ۵- واشر تخت لاستیکی بین فلنج پلی اتیلن و فلنج شیرآلات و یا متعلقات، مقابل آن قرار داده شود و پیچ و مهره‌ها در محل خود قرار داده شوند.
- ۶- با پیچاندن و محکم کردن پیچ و مهره‌ها دو طرف اتصال به واشر تخت لاستیکی فرآیندی لازم تأمین شود.

ج- اتصال پیچی (Screw type joiat)

این نوع اتصال معمولاً برای لوله‌های با قطر کم (کمتر از ۱۲۵ میلی‌متر) کاربرد دارد. برای این منظور از اتصالات مکانیکی مخصوص باید استفاده شود. این نوع اتصال معمولاً از پنج قطعه شامل؛ قطعه میانی (دو طرف رزوه) دو مهره در طرفین، واشر ارینگ و قطعه مخروطی تشکیل شده است. از این روش برای اتصال دو سر ساده لوله‌های پلی اتیلن (به صورت رابط) و یا یک سر ساده لوله پلی اتیلن به شیرآلات و اتصالات فلزی رزوه‌ای و یا فلج دار استفاده می‌شود.

د- اتصال به روش الکتریکی (Electro fusion)

در این روش از اتصالات و متعلقات مخصوص مجهز به سیم پیچی حرارتی برقی استفاده می‌شود. این روش از مطمئن‌ترین روش‌های اتصال لوله‌های پلی اتیلن است. با حرارت دادن سیم پیچ حرارتی، مواد مجاور آن شروع به ذوب شدن می‌کند و با افزایش دامن ذوب مواد و رسیدن حرارت به جدار لوله، سطح خارجی لوله نیز ذوب می‌گردد. پس از قطع حرارت و سرد شدن تدریجی، اتصال محکم بوجود می‌آید. نکاتی که در این روش باید مورد توجه قرار گیرد عبارتند از:

- ۱- درجه حرارت و فشار قسمت ذوب شده براساس توصیه شرکت سازنده کنترل شود.
- ۲- از سالم بودن سیم پیچ حرارتی اطمینان حاصل گردد و از آسیب رساندن به آن جلوگیری شود.
- ۳- محل اتصال قبل، در حین و بعد از انجام اتصال از هر گونه عوامل خارجی محافظت شود.
- ۴- زمان مناسب برای جوش الکتروفیوژن مطابق توصیه سازندگان در نظر گرفته شود.
- ۵- دو سر لوله به صورت عمود بر محور آن کاملاً رنده و صاف شود.
- ۶- هر نوع مواد زائد از دو سر لوله تمیز شود.
- ۷- با توجه به ابعاد اتصال، مقدار فرورفتگی لازم روی دو سر لوله علامت‌گذاری شود.

- ۸- با استفاده از وسایل مناسب سطح خارجی دو سر لوله تا محل علامت‌گذاری شده به مقدار جزئی تراشیده شود. ایجاد خراش یا ناهموار کردن دو سر لوله کافی نخواهد بود.
- ۹- اتصال مورد نظر کاملاً تمیز شود (داخل و خارج).
- ۱۰- قسمت تراشیده شده دو سر لوله با مواد مناسب (ایزوپروپانول) تمیز شود.
- ۱۱- دو سر ساده لوله تا محل علامت‌گذاری شده داخل اتصال قرار داده شود به‌طوری که دو سر لوله با زائده میانی اتصال در تماس قرار گیرد.
- ۱۲- استفاده از گیره برای هر اتصال ضروری است.
- ۱۳- قسمت محافظ ترمینال‌های اتصال برق از روی اتصال برداشته شود.
- ۱۴- سیستم الکتریکی به ترمینال‌های اتصال وصل شود.
- ۱۵- ولتاژ و زمان مورد نظر براساس توصیه کارخانه سازنده برقرار گردد.
- ۱۶- وضعیت ذوب شدن مواد توسط سیستم مربوطه کنترل شود.
- ۱۷- تا زمان گیرایش کامل و اطمینان از عملیات جوش، گیره باز نشود.

ه- روش‌های دیگر اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن

انواع دیگر روشهای اتصال لوله‌های پلی‌اتیلن عبارتند از:

- ۱- اتصال حرارتی بوشنی (Soket Fusion)
 - ۲- اتصال به روش جوش اکستروژنی (Extrusion Welding)
 - ۳- اتصال به روش چفتی و واشر لاستیکی (O-Ring Type)
- استفاده از این روش‌ها در حال حاضر در ایران بسیار محدود می‌باشد.

۶-۲-۵- جابه‌جایی، حمل و نگهداری لوله و متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن

پیمان‌کار موظف است در بارگیری و تخلیه لوله و متعلقات، نهایت دقت و احتیاط را به‌عمل آورد تا هیچ‌گونه صدمه‌ای به آن‌ها وارد نشود. برای این منظور بایستی نکات و موارد زیر مد نظر قرار گیرد:

- ۱- بلندکردن و پایین گذاشتن لوله و متعلقات باید به‌آرامی انجام شود. به‌طوری که از هرگونه خطر افتادن، رها شدن، بریده شدن، ضربه خوردن و سوراخ شدن به نحو مناسب جلوگیری شود.
- ۲- کف وسیله حمل و نقل باید کاملاً صاف و عاری از هرگونه میخ و یا سطوح تیز برنده و یا ساینده باشد. هم‌چنین در انتخاب نوع و طول وسیله نقلیه باید دقت شود که بیشتر از یک متر از طول لوله‌های شاخه‌ای خارج از کف وسیله نقلیه قرار نگیرد.

- ۳- در صورتی که لوله و متعلقات در کارخانه به‌صورت بسته‌بندی تهیه و عرضه شود، در موقع بلندکردن بسته‌ها توسط جرثقیل، باید از تسمه‌های پهن استفاده شده و از به‌کار بردن زنجیر، قلاب و یا سایر

وسایل سخت اجتناب گردد. در هر شرایطی نباید بست های فلزی را مستقیماً به لوله های پلی اتیلن پیچاند.

۴- برای جابه جایی، لوله ها و متعلقات آن نباید روی زمین غلطانده شوند و یا روی ریل فلزی یا الوار چوبی سر داده شوند. به هر حال هنگام جابه جایی باید کاملاً دقت شود که ضربه ای به لوله ها وارد نشود و یا خراش و ساییدگی در آن ها بوجود نیاید. مخصوصاً در دمای زیر صفر درجه هرگونه ضربه به لوله و متعلقات ممکن است باعث شکستگی آن ها شود.

۵- هنگام حمل و نقل در شرایط مرطوب یا یخبندان، دقت شود که به علت لغزنده بودن سطح لوله و متعلقات و نیز لغزنده بودن زمین، صدمه ای به افراد و وسایل و لوله و متعلقات وارد نشود.

۶- در مورد حمل لوله هایی که به صورت کلاف تولید می شوند باید دقت شود که هنگام بارگیری تحت فشارهای جانبی قرار نگیرند. همچنین نباید کلاف لوله ها روی هم انباشته شود و هرگز سعی نشود بیش از ظرفیت وسیله نقلیه، بارگیری انجام شود.

۷- هنگام تخلیه لوله هایی که به صورت کلاف تولید می شوند، باید دقت شود که لوله از روی وسیله نقلیه به زمین پرتاب نشود و یا از ارتفاع رها نگردد.

۸- هنگام بازکردن کلاف لوله باید دقت شود که کلاف لوله روی سطح سخت کشیده و باز نشود و همچنین بازکردن کلاف به صورتی انجام شود که لوله پیچ نخورده و تاب برنماید زیرا که لوله و متعلقات پلی اتیلن در زیر بار، خصوصاً در درجه حرارت های بالا تغییر شکل می دهند و در اثر حرارت ناهمگن (غیریکنواخت) قوس دار می شوند.

۹- شرایط انبار کردن لوله و متعلقات باید به گونه ای باشد که از درجه حرارت های بالا و تابش مستقیم نور خورشید مصون باشند. همچنین لوله و متعلقات باید از قسمت های نوک نیز تیکه گاه دور باشند.

۱۰- در انبار و خروج از انبار باید دقت شود که لوله و یا متعلقات با توجه به تاریخی که انبار شده اند از انبار خارج شوند.

۱۱- اگر لوله های با کلاس های مختلف فشاری در یک محل انبار می شوند، همیشه لوله های با کلاس بالاتر، در پایین قرار گیرند.

۱۲- در صورتی که مدت انبارداری طولانی باشد، لوله و متعلقات باید با پارچه تیره پوشانیده شوند.

۱۳- لوله و متعلقات در محلی از انبار نگهداری شوند که در معرض تهویه مناسب باشند و از تجمع هوای گرم در اطراف آن ها جلوگیری شود.

۱۴- شرایط انبار لوله و متعلقات باید به گونه ای باشد که از شعله مستقیم آتش، منابع حرارتی و یا وسایل داغ نظیر بخاری، دیگ بخار و یا موتور خانه به اندازه کافی دور باشند.

- ۱۵- در صورتی که لوله‌ها در انبار روی یکدیگر قرار داده شوند، به منظور جلوگیری از خم شدن و یا دو پهن شدن، بایستی لوله‌ها کاملاً موازی یکدیگر قرار گیرند و ارتفاع لوله‌هایی که روی یکدیگر قرار می‌گیرند، نباید بیشتر از یک متر باشد. هم‌چنین لوله‌ها باید به صورت هرمی روی هم قرار گیرند و لوله‌های زیرین بوسیله گوه‌ها و یا الوار چوبی به فواصل یک متر در محل خود ثابت شوند.
- ۱۶- متعلقات لوله پلی‌اتیلن باید به‌طور مرتب داخل قفسه چیده شوند و هرگز روی هم قرار داده نشوند.
- ۱۷- لوله و متعلقات پلی‌اتیلن باید دور از مواد شیمیایی قابل تصعید نگهداری شوند. هم‌چنین باید دقت شود که تحت هیچ شرایطی خاک و یا هرگونه مواد خارجی دیگر داخل لوله و متعلقات نشود.
- ۱۸- در صورتی که در اثر انبارداری نامناسب، لوله آسیب دیده باشد، باید قسمت صدمه دیده به‌طور کامل بریده شود و مورد استفاده قرار نگیرد.
- ۱۹- برای به حداقل رساندن جابه‌جایی لوله و متعلقات در انبار، پیمان‌کار بایستی براساس مراحل پیشرفت عملیات اجرایی، برنامه منظمی برای انبارداری لوله و متعلقات آن تهیه کند.
- ۲۰- در صورتی که لوله‌ها با درپوش خاص (برای جلوگیری از هرگونه آلودگی به داخل آن‌ها) به کارگاه حمل شده باشند، این درپوش‌ها باید تا انتهای مدت انبارداری روی لوله‌ها باقی بمانند.

۶-۲-۲-۶- کنترل ورود لوله و متعلقات لوله‌های پلی‌اتیلن به کارگاه

- اصولاً لوله‌های پلی‌اتیلن از نظر کمی و کیفی در کارخانه طبق استاندارد ساخته و کنترل می‌شوند. کنترل‌های کیفیت تولید خارج از بحث این مشخصات فنی عمومی می‌باشد ولی پیمان‌کار موظف است در موقع تحویل لوله‌های پلی‌اتیلن به کارگاه نکات عمده زیر را مورد توجه قرار دهد. هم‌چنین در صورت وجود هرگونه ایراد و اشکال، موارد را با دستگاه نظارت مطرح و در صورت نیاز صورت جلسه نماید:
- ۱- مجموع مقادیر کالای حمل شده از نظر مقدار با برنامه کنترل گردد.
 - ۲- هر مقدار کمبود لوله یا متعلقات، همراه با لیست خسارت‌های احتمالی، در برگ رسید درج گردد.
 - ۳- لیست لوله‌های آسیب دیده و لیست نواقص در محموله حمل شده در اسرع وقت تهیه و اعلام شود.

۶-۲-۲-۷- حداقل عرض ترانشه مورد نیاز برای لوله‌های پلی‌اتیلن

- عرض ترانشه مناسب در اسناد طرح مشخص شده است. در صورت مشخص نبودن عرض ترانشه، حداقل عرض ترانشه مورد نیاز کوچک‌ترین عدد از دو مقدار زیر خواهد بود:

$$\text{④} \text{ (قطر خارجی لوله) } + (۴۰۰ \text{ میلی‌متر) }$$

$$\text{④} \text{ (۱/۲۵ برابر قطر خارجی لوله) } + (۳۰۰ \text{ میلی‌متر) }$$

حداقل عرض ترانشه در خاک‌های معمولی (غیر متراکم)، علاوه بر فضای لازم برای انجام تمهیدات حفاظتی، به قطر و سختی لوله، سختی مصالح دور لوله و اطراف آن و عمق لوله بستگی دارد و باید در اسناد طرح مشخص شود.

حداقل عرض ترانشه در خاک‌های دج یا متراکم مقداری است که جای کافی برای کار و نصب و ریختن خاک در زیر و اطراف لوله وجود داشته باشد. همچنین فضای بین لوله و دیوار ترانشه باید بیش از عرض وسایلی باشد که برای تراکم خاک در این محدوده لازم است.

چنانچه از وسایل خاص نظیر دستگاه حفار ترانشه (Trencher) در خاک‌برداری مسیر لوله استفاده می‌شود عرض‌های حداقل را می‌توان با نظر دستگاه نظارت تعیین نمود.

۶-۲-۸- بستر سازی برای لوله‌های پلی‌اتیلن

با توجه به اهمیت زیاد خاک زیر و اطراف لوله‌های پلاستیکی و نوع بسترسازی مناسب برای شرایط مختلف کاری، بایستی محدودیت‌های موجود مورد توجه قرار گیرند و توصیه‌های مربوطه به کار گرفته شوند. مقطع عمومی ترانشه کارگذاری لوله‌های پلی‌اتیلن و تعاریف مربوطه در شکل (۶-۳) نشان داده شده است.

طبقه بندی مصالح خاکی مورد استفاده در قسمت‌های مختلف ترانشه شامل پی، بستر، خاک‌ریزی زیر لوله از مآخذ نشریه شماره ۳۰۳ در جدول ۶-۴

مطابق استاندارد ASTM D2321 شرح

داده شده است. تشریح بیشتر انواع خاک‌ها در استاندارد ASTM D2487 ارائه شده است. کاربرد خاک‌ها با دانه‌بندی متفاوت نیز برای قسمت‌های مختلف ترانشه طبق توصیه همان نشریه در جدول ۶-۵ ارائه شده است.

جدول ۴-۶- طبقه‌بندی مصالح بستر و خاکریز لوله

ضرایب		حدود اتیر برگ	درصد عبور الک			شرح مصالح	طبقه‌بندی	نوع مصالح	کد طبقه‌بندی
CC	CU		PL	LL	۴ میلی‌متر				
۳ تا ۱	۳ تا ۱ <	غیر پلاستیک	۵/ <	۵۰/ <	۱۰۰/ <	شن یا دانه بندی ضعیف و مخلوط شن و ماسه یا یا بدون ریز دانه	II	مصالح درشت دانه و تمیز	
۳ تا ۱	۶ >	غیر پلاستیک	۵/ <	۵۰/ <	۱۰۰/ <	شن یا دانه بندی ضعیف و مخلوط شن و ماسه یا یا بدون ریز دانه	GP		
۳ تا ۱	۴ <	غیر پلاستیک	۵/ <	۵۰/ <	۱۰۰/ <	شن یا دانه بندی خوب و مخلوط شن و ماسه یا یا بدون ریز دانه	GW		
		غیر پلاستیک	۵/ <	۵۰/ <	۱۰۰/ <	تیز گوشه، سنگ شکسته، شن شکسته همراه با مخلوط ماسه یا دانه‌بندی مشخص برای تقلیل ورود مصالح ریز دانه اطراف په داخل آن، شامل کمی مصالح ریز دانه و یا بدون آن	IB	مصالح تهیه شده در کارخانه و تقریباً درشت دانه	
		غیر پلاستیک	۵/ <	۱۰/ <	۱۰۰/ <	تیز گوشه، سنگ شکسته، شن شکسته و بدون مصالح ریز دانه	IA	مصالح تهیه شده در کارخانه (درشت دانه تمیز)	

ادامه جدول ۴-۶- طبقه‌بندی مصالح بستر و خاکریز لوله

ضرایب	حدوداتر بزرگ	درصد عبور الک			شرح مصالح	طبقه‌بندی گروه و علامت	نوع مصالح	کد طبقه‌بندی
		۰/۰۷۵ میلی‌متر	۰/۰۷۵ میلی‌متر	۰/۰۷۵ میلی‌متر				
CC خاکریز	CU نسبت چسبندگی	PL حدوداتر بزرگ	LL حدوداتر بزرگ	>۶	ماسه یا شن و ماسه با دانه‌بندی ضعیف پس‌دو و یا با مصالح ریزدانه کم	SP		
					ماسه و شن با مصالح ریزدانه	GW-GC SP-SM	خاک های درشت دانه	
					شن سیلت دار، مخلوط شن، ماسه و سیلت	GM	خاک های با مصالح درشت و با ریزدانه	III
					شن رس دار، مخلوط شن، ماسه و رس	GM		
خاک‌های درشت دانه	A خط > ۴ و A خط > ۴	A خط > ۴	A خط > ۴	>۵۰	ماسه سیلت دار، مخلوط ماسه و سیلت	GC		
	A خط > ۴	A خط > ۴	A خط > ۴	>۵۰	ماسه رس دار، مخلوط ماسه و رس	SM		
	A خط > ۴	A خط > ۴	A خط > ۴	>۵۰	سیلت های غیر آلی و ماسه خیزی ریزدانه، گرسنگ، ماسه ریزدانه، سیلت یا رس دار، سیلت یا پلاستیسیته جزئی	ML	خاک های ریزدانه (غیر آلی)	IV A
	A خط > ۴	A خط > ۴	A خط > ۴	>۵۰				

جدول ۴-۶- طبقه‌بندی مصالح بستر و خاکریز لوله

ضرایب	حدود اتربرگ	درصد عبور الک			شرح مصالح	طبقه‌بندی طبقه و علامت	نوع مصالح	کد طبقه بندی
		۷۵٪	۴/۶٪	۱۰۰٪				
CC	خط >A	< ۵۰	PL	LL	رُس غیر آلی با پلاستیسیته کم تا متوسط، رُس شن دار، رُس ماسه دار، رُس سیلت دار، رُس لاغر	CL		
IV B	خط >A	< ۵۰	> ۵۰	٪۱۰۰	سیلت های غیر آلی خاک های ماسه ای و سیلتي ریزدانه از نوع میکا یا دیاتومه	MH	خاک های ریزدانه غیر آلی	
	خط >A				رُس غیر آلی با پلاستیسیته زیاد رُس های چاق	CH		
V	خط <A یا <۴ خط	< ۵۰	> ۵۰	٪۱۰۰	سیلت آلی و رُس های سیلت دار آلی با پلاستیسیته کم	OL	خاک های آلی	
	خط >A				رُس آلی با پلاستیسیته متوسط تا زیاد سیلت های آلی خاک های پیت و سایر خاک های با مواد آلی زیاد	OH PT	خاک های آلی با مواد آلی زیاد	

مأخذ: نشریه شماره ۲۰۳ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

* معادله خط $PL = 0.73 (LL - 20)$

* نقطه شروع $PL - 4$ روی محور افقی LL و محور عمودی PL می باشد.

جدول ۶-۵- انتخاب مصالح مختلف خاکی برای استفاده در پی‌سازی و بسترسازی و خاکریز مجدد روی لوله‌های پلاستیکی

طبقه‌بندی خاک بر طبق جدول شماره ۴-۶

شرح	طبقه IA	طبقه IB	طبقه II	طبقه III	طبقه IV
توصیه‌های کلی و محدودیت‌ها	با محدودیت توضیح ۱- مناسب برای مصالح زهکشی، (این توضیح در زیر جدول ارائه شده است)	دانه‌بندی مصالح به شکلی تامین شود که محدودیت توضیح ۱ برطرف شود. مناسب برای زهکشی	وقتی که گرا دیان هیدرولیکی وجود دارد، دانه‌بندی به منظور تامین محدودیت توضیح ۱ رعایت شود. مصالح تمیز برای استفاده در زهکشی مناسب است.	در مواقعی که شرایط آب در ترانشه ناپایداری ایجاد خواهد کرد استفاده نشود.	از ارزیابی مکانیک خاک برای استفاده از این مصالح استفاده شود ممکن است در خاک‌ریزی‌های با ارتفاع‌های زیاد که به وسیله غلطک‌های مختلف متراکم می‌شود مناسب نباشد چنانچه خاک داخل ترانشه ناپایداری ایجاد کند استفاده نشود.
پی سازی	با محدودیت توضیح ۱- مناسب برای فونداسیون و قسمتهایی از ترانشه که بیش از مقدار مورد نیاز حفاری شده است و هم‌چنین برای مواردی که کف ترانشه از جنس خاک غیر مقاوم است. ضخامت لایه ۱۵ سانتی‌متر	مناسب برای فونداسیون و قسمتهایی از ترانشه که بیش از مقدار مورد نیاز حفاری شده است و هم‌چنین برای مواردی که کف ترانشه از جنس خاک غیر مقاوم است. ضخامت لایه ۱۵ سانتی‌متر است.	مناسب برای قسمتهایی که بیش از مقدار مورد نیاز حفاری شده است و با محدودیت بالا، حداکثر ضخامت لایه‌ها ۱۵ سانتی‌متر است.	مناسب برای قسمت‌هایی از ترانشه که بیش از مقدار مورد نیاز حفاری شده است. وقتی ضخامت کلی بیش از ۳۰ سانتی‌متر است استفاده نشود. در ضخامت‌های ۱۵ سانتی‌متری ریخته شود.	فقط در محل‌های دست نخورده و محل‌هایی که ترانشه خشک است مناسب است. تمام مصالح سست قبلاً برداشته شود و با مصالح یکنواخت قبل از بسترسازی پر شود.
بسترسازی	با محدودیت توضیح ۱- سطح نهایی با وسایل دستی صاف خواهد شد. حداقل ضخامت ۱۰ سانتی‌متر و در ترانشه‌های سنگی ۱۵ سانتی‌متر.	در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری کوبیده شود. آخرین قشر با دست صاف شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتی‌متری (۱۵) سانتی‌متر در ترانشه‌های سنگی	مناسب با محدودیت بالا در لایه‌های حداکثر ۱۵ سانتی‌متر ریخته و کوبیده شود. آخرین قشر با دست ریخته و صاف شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتی‌متر (در ترانشه‌های سنگی ۱۵ سانتی‌متر)	مناسب فقط در ترانشه‌های خشک در لایه‌های ۱۵ سانتی‌متری ریخته و کوبیده شود.	فقط در ترانشه‌های خشک و وقتی که کنترل ریختن و متراکم نمودن ایتیم عملی است استفاده شود. در ضخامت‌های ۱۵ سانتی‌متری ریخته و کوبیده شود آخرین قشر با دست ریخته شود. حداقل ضخامت ۱۰ سانتی‌متر (۱۵ سنگی)

ادامه جدول ۵-۶- انتخاب مصالح مختلف خاکی برای استفاده در پی سازی و بستر سازی و خاکریز مجدد روی لوله های پلاستیکی طبقه بندی

خاک بر طبق جدول شماره ۴-۶

شرح	طبقه IA	طبقه IB	طبقه II	طبقه III	طبقه IV
بستر سازی اطراف لوله	با محدودیت توضیح ۱- ساخت بستر یکنواخت با دست.	در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود با دست ریخته و صاف شود.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود. بادست ریخته و صاف شود.	مناسب با محدودیت بالا، در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود. بادست ریخته و صاف شود.	فقط در ترانشه های خشک و وقتی که کنترل ریختن و متراکم نمودن اپتیمم عملی است استفاده شود. در ضخامت های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود آخرین قشر با دست ریخته شود.
خاک ریزی مقدماتی	با محدودیت توضیح ۱- حداقل در ضخامتی معادل ۱۵ سانتی متر روی تاج لوله ریخته شود.	در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتی متر	مناسب با محدودیت بالا، در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتی متری	مناسب با محدودیت بالا، در لایه های ۱۵ سانتی متری ریخته و کوبیده شود. حداقل پوشش روی لوله ۱۵ سانتی متری.	مناسب با محدودیت های فوق، حداقل تا ۱۵ سانتی متر روی لوله ریخته و کوبیده شود.
نحوه متراکم نمودن خاک اطراف لوله	با دست در محل جا داده و متراکم شود. بنحوی که تمام اطراف و زیر لوله پر شود. برای تراکم های بیشتر از کمپاکتورهای لرزاننده استفاده شود.	* حداقل تراکم ۸۵٪ پروکتور استاندارد. از تخمناق و یا وسایل لرزاننده برای تراکم استفاده نشود.	مناسب با محدودیت بالا حداقل تراکم ۸۵٪ پروکتور استاندارد از تخمناق با وسایل لرزاننده برای تراکم استفاده شود.	حداقل تراکم ۹۰ درصد پروکتور استاندارد از تخمناق دستی یا لرزاننده برای تراکم استفاده شود. از اپتیمم رطوبت به منظور حداقل انرژی تراکمی استفاده شود.	حداقل تراکم ۹۵٪ پروکتور استاندارد. از تخمناق دستی یا تریمر برای تامین تراکم نزدیک تراکم اپتیمم استفاده شود.
خاک ریزی نهایی روی خاکریز اولیه	بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.	بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.	با محدودیت ذکر شده در بالا مناسب است. بنحوی که مورد نظر طراح است کوبیده شود.

توضیح ۱- از این نوع خاک، در محلهایی که امکان حرکت مواد ریزدانه از خاک اطراف ترانشه به داخل این مصالح و کاهش تکیه گاه برای لوله وجود دارد نباید استفاده شود.

* حداقل تراکم های ارائه شده در این جدول به منظور حصول تراکم مناسب برای خاک اطراف لوله در شرایط مختلف است.

توضیح ۲- مصالح طبقه IV-B (شامل MH و CH) و طبقه V (شامل OL و OH و PT) برای استفاده به عنوان مصالح دور لوله مناسب نیستند. این مصالح را می توان با تایید دستگاه نظارت برای مصالح نهایی خاک ریزی استفاده کرد.

توضیح ۳- در صورت استفاده از غلطک های مکانیکی، از تماس آن ها با لوله جلوگیری شود. در صورت استفاده از غلطک های کوچک، ضخامت خاک روی لوله حداقل ۱۵ سانتی متر توصیه می شود. در صورت استفاده از غلطک های بزرگ، حداقل ضخامت روی لوله توسط دستگاه نظارت تعیین شود. مثلاً غلطک های وایره ای کوچک برای مصالح درشت دانه کلاس I و II مناسب است. در حالی که غلطک های دستی یا غلطک هایی که با هوا ضربه ایجاد می نمایند برای مصالح ریزدانه کلاس III و IVA مناسب است.

توضیح ۴- مقادیر حداقل تراکم های ذکر شده در جدول به منظور تامین تراکم مناسب برای خاک دور لوله در اکثر شرایط می باشد.

مأخذ: نشریه ۳۰۳ معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

۶-۲-۲-۹- مشخصات مصالح مورد استفاده در خاک‌ریز اطراف لوله

الف- مصالح طبقه IA

امکان قفل و بسته شدن دانه‌ها در داخل یکدیگر به علت شکسته بودن دانه‌ها از امتیازات این طبقه از مصالح می‌باشد. به همین علت حداکثر استحکام برای نگهداری لوله با تراکم مشخص را امکان‌پذیر می‌نماید. این مصالح با صرف حداقل انرژی، برای استفاده در بسترسازی لوله در ترانشه‌های سنگی آبدار مناسب است. چنانچه امکان وجود آب زیرزمینی در ترانشه وجود داشته باشد باید موضوع حرکت دانه‌های ریز خاک به داخل دانه‌بندی مصالح درشت مدنظر قرار داشته باشد.

ب- مصالح طبقه IB

این مصالح، اختلاطی از مصالح طبقه IA و ماسه طبیعی شکسته می‌باشند و به‌منظور کاهش جابه‌جایی مصالح ریزدانه اطراف ترانشه به داخل ترانشه، استفاده می‌شوند. دانه‌بندی این مصالح، متراکم‌تر از مصالح طبقه IA است و به همین علت، نیاز به انرژی بیشتر برای تراکم دارند. این مصالح، بعد از تراکم لازم، دارای سختی و مقاومت زیاد خواهند بود.

ج- مصالح طبقه II

این مصالح بعد از تراکم لازم تکیه‌گاه بسیار مناسبی برای لوله خواهند بود. در اکثر موارد، این مصالح تمام مشخصات مطلوب مصالح تیپ کوبیده شده IB را دارا می‌باشند. چنانچه دانه‌بندی این مصالح به‌صورتی باشد که امکان حرکت مواد ریزدانه به داخل آن امکان‌پذیر گردد از نظر سازگاری با خاک اطراف باید کنترل شود. این مصالح، عمدتاً گرد گوشه بوده و پایداری کمتری نسبت به مصالح نیز گوشه دارند، مگر این‌که متراکم شده باشند.

د- مصالح طبقه III

این مصالح با تراکم مشابه، تکیه‌گاه کمتری نسبت به مصالح طبقه I و II برای لوله ایجاد خواهند کرد. برای متراکم شدن، ممکن است به انرژی زیادی نیاز بوده و مقدار رطوبت باید کنترل شده باشد. این مصالح چنانچه به تراکم مناسب برسند می‌توانند تکیه‌گاه مناسبی برای لوله ایجاد نمایند.

هـ- مصالح طبقه IV.A

این مصالح باید قبل از استفاده، از نظر مشخصه‌های مختلف مکانیک خاک ارزیابی شوند. مقدار رطوبت این مصالح، باید نزدیک به رطوبت بهینه باشد، تا حداقل انرژی برای تراکم آن مورد نیاز باشد. چنانچه این مصالح به‌طور مناسبی ریخته و متراکم شوند، تکیه‌گاه قابل قبولی برای لوله خواهند بود. در هر صورت، این مصالح، ممکن است برای استفاده در خاک‌ریزی‌های مرتفع، سرباره چرخ‌های سنگین و امثال آن مناسب نباشند. هم‌چنین این مصالح برای استفاده در ترانشه‌هایی که آب کنترل نشده داخل ترانشه سبب از بین رفتن استحکام کف ترانشه می‌شود، مناسب نخواهند بود.

و- مقدار رطوبت مصالح

چنانچه رطوبت مصالح داخل ترانشه در محدوده مشخص و نزدیک به حد بهینه باشد، تراکم‌پذیری مصالح با کمترین انرژی مقدور می‌باشد. بنابراین حفظ رطوبت در محدوده مشخص از عوامل مهم برای انتخاب مصالح در داخل ترانشه می‌باشد. چنانچه خاک‌ریزی‌ها با تراکم مناسب انجام نشود، سبب تغییر شکل‌های بیش از حد مجاز برای لوله خواهد شد.

ز- حداکثر ابعاد مصالح خاک‌ریزی

حداکثر ابعاد مصالح ریخته شده داخل ترانشه، محدود به $37/5$ میلی‌متر یا $1/5$ اینچ، (به جدول ۶-۱ مراجعه شود)، می‌باشد به منظور بهبود وضعیت مصالح دور لوله‌های کوچک‌تر و جلوگیری از وارد شدن صدمه به جدار لوله‌ها، انتخاب حداکثر ابعاد دانه‌های کمتر ممکن است ضروری گردد. برای لوله‌های به قطر ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر، حداکثر ابعاد دانه‌ها ۱۹ میلی‌متر با $0/75$ اینچ است. برای قطرهای کوچک‌تر، حداکثر ابعاد دانه‌های مصالح معادل 10% قطر لوله توصیه می‌شود. چنانچه مصالح لایه‌های فوقانی لوله در داخل ترانشه دارای ابعاد بزرگ‌تری باشد، دستگاه نظارت ممکن است ارتفاع خاک روی لوله را افزایش دهد.

۶-۲-۲-۱۰- خاک‌برداری ترانشه

روش کار برای خاک‌برداری ترانشه در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری اشاره شده است، علاوه بر آن برای نصب لوله‌های پلی‌اتیلن، نکات زیر نیز باید مورد توجه قرار گیرد:

ترانشه باید به صورتی خاک‌برداری شود که دیواره‌های طرفین آن تا پایان عملیات پایدار بماند. شیب دیواره‌ها، ابعاد و طول ترانشه‌برداری، باید همیشه در حدی باشد که در مشخصات طرح قید گردیده است و از خاک‌برداری اضافی در هر مقطع باید جلوگیری گردد. ترانشه‌ها بلافاصله پس از اتمام عملیات باید خاک‌ریزی و پر شوند. هم‌چنین نباید دیرتر از پایان هر روز کاری، با مقطع تعریف شده در مشخصات طرح باشد.

۶-۲-۲-۱۱- کنترل آب در ترانشه

مادام که در داخل ترانشه حفر شده برای اجرای خطوط لوله، آب وجود داشته باشد، از انجام عملیات خاک‌ریزی روی لوله باید اجتناب شود. پیمان‌کار باید نسبت به پایین انداختن سطح آب تا تراز مورد نظر براساس نقشه‌های اجرایی اقدام نماید. هم‌چنین باید از ورود آب‌های سطحی به داخل ترانشه جلوگیری شود. با توجه به اهمیت زیاد تراکم خاک‌های اطراف لوله در لوله‌های پلی‌اتیلن، در ادامه اثرات نامناسب آب‌های زیرزمینی شرح داده شده است.

الف- آب‌های زیرزمینی

وقتی که رقوم آب زیرزمینی بالاتر از رقوم کف ترانشه در محدوده اجرای کار باشد، تخلیه آب‌ها به منظور حفظ پایداری و انجام تراکم مصالح ضروری است. سطح آب در چنین شرایطی باید تا زیر سطح مصالح بستر لوله و یا پی‌سازی زیر لوله پایین انداخته شود، به‌صورتی که کف ترانشه، به صورت پایدار درآید. با توجه به شرایط و امکانات محلی، می‌توان از پمپ لجن‌کش، نایلون‌های مخصوص (ژئوتکستایل)، لوله‌های زهکش و یا قشرهای سنگ‌ریزه با ضخامت مناسب، برای خروج و کنترل آب در ترانشه استفاده نمود. روش بهینه در مشخصات طرح تعیین و پیمان‌کار موظف به اجرای آن می‌باشد. وقتی که خاکبرداری همزمان با پائین انداختن سطح آب انجام می‌شود، باید مطمئن شد که در هر حال، در حین اجرای کار، سطح آب پایین‌تر از کف ترانشه حفر شده حفظ شود. این اقدام به‌منظور جلوگیری از شسته شدن مصالح پشت چوب بست حفاظتی یا دیواره آزاد ترانشه و حرکت آن به داخل ترانشه است. برای جلوگیری از شناور شدن لوله، کنترل سطح آب در تمام مراحل، اعم از قبل یا در حین و یا بعد از نصب لوله و تا زمانی که اجرای خاک‌ریز دوره لوله انجام می‌شود، ضروری است. به منظور حفظ پایداری خاکی که در آن ترانشه حفر می‌شود، روش تخلیه آب باید به‌نحوی انتخاب شود که خروج مواد ریزدانه از طریق آن، به حداقل کاهش یابد. این مساله باید در مشخصات طرح قید شود.

ب- آب‌های جاری در کف ترانشه

به منظور حفاظت کف و دیواره‌های ترانشه، پی و یا سایر قسمت‌های بسترسازی، آب‌های ورودی به داخل ترانشه باید کنترل گردند. ایجاد موانع در کف ترانشه به‌منظور جلوگیری از حرکت آب و مواد ریزدانه در کف ترانشه، مانند شن‌ریزی، ضروری است. خاک‌ریزی نهایی روی لوله نیز باید در اسرع وقت انجام و تکمیل شود.

ج- مصالح برای کنترل آب

برای پی‌سازی زیر لوله یا مصالح بستر و یا مصالح زهکشی، باید از مصالح دانه‌بندی شده مناسب استفاده گردد. این کار، با هدف انتقال آب به حوضچه‌های تخلیه و یا سایر محل‌های زهکشی است. در صورت نیاز، از مصالح دانه‌بندی شده مناسب همراه با لوله‌های زهکش سوراخ‌دار به منظور بهبود کیفیت انتقال آب می‌توان استفاده کرد. انتخاب دانه‌بندی مناسب مصالح زهکشی به منظور کاهش حرکت مواد ریزدانه از مصالح اطراف ترانشه به داخل مصالح زهکش نیز ضروری است. دانه‌بندی مصالح فوق، در مشخصات طرح باید درج گردد.

۶-۲-۱۲- نگهداری دیواره ترانشه‌ها

وقتی که برای نگهداری دیواره ترانشه‌ها از سپرکوبی، جک یا صندوقه استفاده می‌شود، از عدم حرکت و یا سست شدن لوله و بسترسازی اطراف لوله در زمان نصب، به ویژه در موقع بیرون کشیدن سیستم‌های حفاظتی، باید اطمینان حاصل کرد. هم‌چنین، در صورت استفاده از سپر در زمین‌های آبدار، از قفل و بست شدن سپرها

به منظور جلوگیری از شسته شدن دیواره ترانشه باید اطمینان حاصل کرد. در زیر پل‌ها و تاسیسات موجود نیز باید از عدم حرکت خاک دیواره ترانشه مطمئن شد.

۶-۲-۲-۱۳- محافظ‌هایی که در ترانشه باقی خواهند ماند

در موارد بسیار خاصی که چوب بست تا زیر سطح خاک‌ریز اطراف لوله ادامه می‌یابد و باز کردن چوب بست سبب سست شدن مصالح پی‌سازی و زیرسازی لوله شود و راه حل دیگری وجود نداشته باشد، بهتر است که قسمتی از چوب بست در ترانشه باقی بماند. در چنین حالتی، قسمت فوقانی چوب بست بریده خواهد شد. محل بریدگی باید حداقل ۵/۰ متر بالاتر از تاج لوله قرار گیرد. بادبندهای نصب شده در داخل قسمت‌های سپرکوبی شده که در محدوده لوله‌گذاری است نیز باید در محل باقی بماند. چوب بست‌هایی که در محل باقی خواهند ماند، باید به عنوان یک سازه دایمی تلقی شوند و در مقابل عوامل بیولوژیک حفاظت گردند. بعضی از انواع محلول‌های حفاظتی چوب بست‌ها می‌توانند اثر منفی در بعضی از انواع لوله‌های پلاستیکی داشته باشند، لذا از به کارگیری آن‌ها در مجاورت لوله‌ها، باید اجتناب شود.

۶-۲-۲-۱۴- استفاده از صندوقه‌ها در حفاظت دیواره ترانشه

چنانچه از صندوقه برای حفاظت دیوارهای ترانشه در جریان عملیات لوله‌گذاری استفاده شود، مصالح دوره لوله نباید در زمان برداشت صندوقه‌ها جابه‌جا شوند. در لوله‌های پلاستیکی، موضوع متراکم ماندن مصالح بعد از حرکت صندوقه‌ها، اهمیت بسیار زیادی دارد و در صورت تردید در انجام تراکم، بهتر است از صندوقه‌ها در زیر سطح خاک محدوده لوله استفاده نشود، مگر این که به صورتی قابل قبول از متراکم ماندن مصالح بستر لوله اطمینان حاصل گردد. قبل از حرکت صندوقه‌ها، مصالح زیرسازی اطراف لوله باید ریخته و کوبیده شود و به تناسب خارج کردن صندوقه‌ها، مصالح دور لوله باید تکمیل و کوبیده شود.

۶-۲-۲-۱۵- وجود سنگ یا مواد درشت دانه در کف ترانشه

چنانچه کف ترانشه از جنس سنگ یا مصالح سخت مشابه و یا سنگ‌های با ابعاد بیش از ۴۰ میلی‌متر باشد، کف ترانشه باید به میزان حداقل ۱۵۰ میلی‌متر پایین تر از کف لوله، خاک‌برداری شده و با مصالح ماسه‌ای مناسب، مجدداً پر گردد.

۶-۲-۳- بسترسازی برای متعلقات و شیرآلات

بسترسازی کف ترانشه برای نصب متعلقات و شیرآلات، تابع بسترسازی کف ترانشه برای نصب لوله است. ولی از آنجا که ابعاد خارجی متعلقات و شیرآلات و با هر نوع اتصالی، دقیقاً معادل ابعاد خارجی لوله نیست، در

بسترسازی مربوطه باید به این مساله توجه شود. هم‌چنین در محل‌هایی که نیاز به ساخت بلوک‌های بتنی نگهدارنده است، باید برداشت خاک و بسترسازی مناسب انجام شود.

پیمان‌کار موظف است با توجه به نقشه‌های اجرایی و نوع بسترسازی مورد نظر، با اندازه‌گیری دقیق، محل اتصالات را تعیین و کف ترانشه را به ابعاد مناسب مطابق نقشه اجرایی خاک‌برداری کند، به‌طوری که فضای کافی برای نصب اتصالات فراهم شود.

۶-۲-۴- لوله‌گذاری

۶-۲-۴-۱- بازرسی قبل از لوله‌گذاری

پیمان‌کار موظف است تمام لوله‌ها، متعلقات و شیرآلات را قبل از نصب به دقت بازدید و بررسی نماید و هر گونه صدمه یا عیب را نشانه‌گذاری و در محل معینی برای بازدید مهندس مشاور نگهداری کند. مهندس مشاور پس از ارزیابی قطعه موردنظر، ممکن است برحسب مورد، دستور تعمیر یا تعویض قطعه را صادر کند.

۶-۲-۴-۲- برش

در مواردی که برش لوله لازم می‌شود، باید سرلوله‌های حاصل از برش، کامل و سالم باشد و آسیبی به لوله وارد نشود. مقطع برش لوله، باید کاملاً عمود بر محور لوله باشد. برای برش لوله نباید از اره نجاری استفاده شود.

استفاده از اره دستی دانه‌ریز (آهن‌بر) فقط برای لوله‌های تا قطر ۱۱۰ میلی‌متر مجاز است برای برش لوله‌های بزرگ‌تر باید از ماشین‌ها و ابزارهای مخصوص برش لوله‌های پلاستیکی استفاده شود.

هنگام برش برای ثابت نگهداشتن لوله، نباید از گیره استفاده شود، زیرا عمل گیره، باعث جمع شدن لوله و هم‌چنین آسیب رسیدن به جداره آن می‌شود.

در کار با ماشین برش مخصوص لوله پلی‌اتیلن، باید دستورالعمل‌ها و توصیه‌های سازنده درباره نحوه استفاده و نیز نکات ایمنی، کاملاً رعایت شود.

برای برش لوله، باید از دستگاه‌هایی استفاده شود که حداقل براده و ترانشه را در محل ایجاد کند. پس از اتمام برش، لازم است با استفاده از سوهان مناسب، سطح برش را کاملاً مسطح نمود و تمام براده و ترانشه را جدا کرد تا آماده برای جوش لب‌به‌لب شود.

۶-۲-۴-۳- تمیز کردن لوله و متعلقات

قبل از نصب، داخل و خارج سر ساده هر یک از شاخه‌های لوله و سرمتعلقات، باید با پارچه خشک و کاملاً تمیز شود.

۶-۲-۴-۴- نصب لوله و متعلقات

پیمان کار موظف است با رعایت کلیه موارد قبلی، لوله‌هایی که باید داخل ترانشه نصب شوند را به تعداد شاخه و در اقطار مورد نیاز و حسب مورد متعلقات مربوطه را با نظر و تایید دستگاه نظارت تعیین کند و در کنار ترانشه، به ترتیبی که باید نصب شوند، ریشه نماید.

اتصالات جوشی لب‌به‌لب لوله‌ها و متعلقات باید در خارج ترانشه انجام شود. برای تامین این منظور، باید پیمان کار الوارهایی به ضخامت، عرض و طول مناسب به تعداد کافی تهیه نماید و در کارگاه آماده داشته باشد. این الوارها، باید به فواصل معین روی ترانشه و در جهت عمود بر امتداد ترانشه، به نحوی گذاشته شوند که کاملاً در یک تراز باشند. سپس، شاخه لوله‌های پلی‌اتیلن را که قرار است به یکدیگر جوش داده شوند باید به صورت آزاد روی این الوارها، به‌صورتی گذاشته شود که محور هر دو شاخه لوله در محل اتصال در یک امتداد باشند و زیر هر شاخه لوله، تعداد کافی الوار به فواصلی قرار داده شود تا مانع از انحنای شاخه لوله بر اثر وزن خود گردد. ابعاد، تعداد و فواصل الوارها، بستگی به قطر، طول و وزن شاخه لوله‌هایی خواهد داشت که قرار است در مسیر مورد نظر نصب شوند.

در هنگام انتقال لوله و متعلقات به روی الوارها، باید دقت شود که هیچ‌گونه مواد زاید، داخل لوله و متعلقات آن نشده باشد. پس از این‌که هر شاخه لوله و هر یک از متعلقات در جای خود روی الوارها گذاشته شد، باید بلافاصله مورد بازدید قرار گیرد و اطمینان حاصل گردد که داخل لوله تمیز و عاری از اشیاء خارجی است.

پیمان کار می‌تواند باتوجه به شرایط محلی و امکانات خود، عملیات لوله‌گذاری در مسیر مورد نظر را به چند قطعه تقسیم کند و تعداد شاخه لوله و متعلقاتی را که در نظر دارد در هر قطعه به یکدیگر متصل کند، همراه با ابعاد، تعداد و فواصل الوارها تعیین نماید و پس از اخذ تایید دستگاه نظارت ملاک عمل قرار دهد.

عملیات اتصال به روش‌های مختلف در بند ۶-۲-۲-۴ تشریح شده است. برای تسهیل کار با دستگاه مخصوص جوش لب‌به‌لب، پیمان کار می‌تواند به‌طور موقت، قطعه الوار بزرگ‌تری روی ترانشه در محل اتصال دو شاخه لوله قرار دهد و دستگاه مخصوص جوش لب‌به‌لب را روی این الوار مستقر کند.

عملیات اتصال باید از یک طرف مسیر شروع شود و اتصالات به‌ترتیب، یکی پس از دیگری وصل گردند، تا اتصال تمام اتصالات لوله‌ها و متعلقاتی که در یک مسیر نصب می‌شوند، برقرار گردد.

شاخه لوله‌ها و متعلقاتی که به شرح فوق به یکدیگر متصل و یک‌پارچه شده اند، یک قطعه از خط لوله را تشکیل می‌دهد که باید به‌آرامی در ترانشه قرار داده شود. برای تامین این منظور باید از ماشین‌آلات مناسب که در فواصل معینی در طول این قطعه خط لوله قرارداده شده استفاده شود. در مقابل هر دستگاه ماشین، قطعه خط لوله با استفاده از تسمه‌ای از زیر لوله عبور داده شود و به چنگک جرثقیل وصل و آویزان گردد. در این حالت، باید جرثقیل لوله‌ها را بالا ببرد تا قطعه خط لوله را از الوارها جدا سازد و الوارها آزاد شوند. سپس الوارها

باید یکی پس از دیگری از زیر قطعه خارج گردند و با استفاده از جرثقیل، قطعه خط لوله به آرامی در کف ترانشه قرار داده شود.

در صورتی که انتهای قطعه خط لوله به تبدیل پلی‌اتیلن فلنجی ختم نشده باشد و در نظر باشد به انتهای شاخه لوله‌ای از مرحله بعدی عملیات، اتصال داده شود، نباید انتهای قطعه خط لوله را در داخل ترانشه قرار داد. بلکه انتهای این قطعه خط لوله باید بر روی الواری که روی ترانشه گذاشته شده است باقی بماند و عملیات اتصال قطعه بندی خط لوله، نظیر قطعه قبلی انجام شود.

خارج نگهداشتن انتهای یک قطعه خط لوله به شرحی که اشاره شد، زمانی میسر است که طول قطعه خط لوله مورد نظر و قطر لوله در حدی باشد که قطعه خط لوله، انعطاف کافی برای خم شدن داشته باشد. در لوله‌های با قطر کوچک و وزن نسبتاً کم، ممکن است به جای استفاده از ماشین، قطعه خط لوله را به کمک چند کارگر که هر یک تسمه‌ای را از زیر لوله عبور می‌دهند، به آرامی در داخل ترانشه قرار داد.

۶-۲-۴-۵- نصب شیرآلات و متعلقات

چنانچه اتصال شیرآلاتی که برای نصب در خط لوله پلی‌اتیلن در نظر گرفته شده از نوع فلنجی باشد، نصب این نوع شیرآلات عیناً نظیر نصب شیرآلات در خطوط لوله فشاری می‌باشد. در صورتی که اتصالی این شیرآلات از نوع دیگری باشد در آن صورت می‌توان از تبدیل پلی‌اتیلنی که این اتصال را تبدیل به اتصال فلنجی می‌کند استفاده کرد. قطعات فلنج‌دار واسط در بخش متعلقات شرح داده شده است.

۶-۲-۴-۶- پشت بندها و مهارهای بتنی

پشت بندها و مهارهای بتنی خطوط لوله پلی‌اتیلن فشاری، عیناً نظیر پشت‌بندهای سایر خطوط لوله فشاری است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است.

۶-۲-۵- خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن

لوله‌های پلی‌اتیلن را می‌توان به دو روش به شرح زیر خم کرد. (برای خم کردن لوله، پیمان‌کار باید مجوز انجام کار را از مهندس مشاور دریافت نماید):

۶-۲-۵-۱- خم کردن سرد

لوله‌های پلی‌اتیلن با قطر کم، انعطاف‌پذیری زیاد دارند و می‌توان آن‌ها را در قوس‌های بزرگ به راحتی خم کرد. بنابراین امکان دارد برای تغییر مسیر یا زاویه خط لوله، بدون استفاده از زانویی یک شاخه لوله را خم نمود و زاویه مورد نظر را به دست آورد. شعاع قوس، تابع جنس لوله، وزن مخصوص، ضخامت جداره و قطر آن است و

نباید از حدی که کارخانه سازنده تعیین کرده، کمتر باشد. معمولاً شعاع خم، حداقل در حدود ۱۲ تا ۲۰ برابر قطر لوله می‌باشد.

زانویی که از خم کردن یک قطعه لوله به دست می‌آید، باید بدون ترک و یا زائیده و برآمدگی باشد. در مواردی که ایجاد زانویی به زاویه مورد نظر از طریق خم کردن لوله امکان پذیر نباشد، تغییر امتداد مورد نظر در خط لوله باید با ترکیبی از زانویی‌های استاندارد ساخت سازندگان لوله‌های پلی‌اتیلن ایجاد شود. محل نصب خم، باید حداقل ده برابر قطر لوله، از شیرآلات و متعلقات مجاور فاصله داشته باشد.

۶-۲-۵-۲-۶ خم کردن گرم

خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن با شعاع‌های کمتر، به وسیله تجهیزات حرارت‌زای بدون شعله باید انجام شود. برای تامین این منظور، می‌توان از دستگاه‌های دمنده هوای داغ و یا حمام روغن استفاده کرد. باید دقت نمود که توزیع حرارت در سرتاسر محل خم لوله، یکنواخت شود و از حرارت دادن موضعی اجتناب گردد.

دمای مورد نیاز برای خم کردن لوله‌های پلی‌اتیلن، ۱۰۵ تا ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد است. در تمام مدت حرارت‌دهی، باید از افزایش دما بیش از دمای نرم شدن اجتناب شود. زیرا، جداره لوله در دمای نرم شدن، از شکل خود خارج می‌شود و غیرقابل استفاده می‌گردد.

به منظور جلوگیری از مسطح شدن لوله در هنگام خم کردن، می‌توان لوله را با ماسه گرم و یا قطعات لاستیکی، یا فترهای خم کننده و یا سایر مواد مناسب پرکرد. در روند حرارت دادن لوله، ضریب هدایت گرمایی کم لوله‌های پلی‌اتیلن باید مدنظر باشد. در صورت افزایش بیش از حد حرارت لوله، تغییر رنگ در لوله پلی‌اتیلن به وجود خواهد آمد و تغییر شکل‌های نامناسب ایجاد خواهد شد. در درجه حرارت‌های پایین‌تر از مقدار مشخص نیز، خم کردن لوله صحیح نمی‌باشد، زیرا سبب ایجاد تنش‌های نامناسب در محدوده خم می‌شود.

پس از این که لوله به طور یکنواخت تا درجه مناسب گرم شد، لوله را باید به دور قلاب ساده‌ای ثابت نمود و تا سرد شدن آن به همین حالت نگهداری کرد. قلاب مورد نظر، باید به صورتی باشد که بعد از این که لوله سرد شد و در اثر برجهندگی تا حدودی به حالت اول برگشت، به زاویه مورد نظر برسد.

۶-۲-۶-۶ خاک‌ریزی مقدماتی روی لوله‌های نصب شده

قبل از آنکه آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله نصب شده آغاز شود، لازم است اطراف و روی لوله‌ها با خاک مناسب پر شود و متراکم گردد، تا خط لوله در جای خود ثابت بماند و بر اثر فشار داخلی ضمن انجام آزمایشات، از جای خود تکان نخورد. نظر بر این که هنگام آزمایش هیدرواستاتیک خط لوله لازم است تمام اتصالات در محل شیرآلات و متعلقات قابل رویت باشند تا در صورت نشت آب از آن‌ها، بتوان محل نشت را به آسانی پیدا کرد. لذا خاک‌ریزی قبل از انجام آزمایش هیدرواستاتیک باید طوری انجام شود که اتصالات و متعلقات و

شیرآلات قابل رویت باشند. خاکریزی که بدین ترتیب انجام می‌گیرد، خاکریزی مقدماتی نامیده می‌شود. خاکریزی مقدماتی، در نکات مشترک و در شکل ۶-۱ تعریف شده است.

پیمان‌کار موظف است قبل از انجام خاکریزی مقدماتی، محل تمام اتصالات و متعلقات و شیرآلات را به دستگاه نظارت اعلام کند تا دستگاه نظارت با در نظر گرفتن آن و توجه خاص به نوع اتصالات، شیرآلات و متعلقات، محلهایی از خط لوله مجازند زیر پوشش خاکریزی مقدماتی قرار گیرند را تعیین و به پیمان‌کار ابلاغ کند. دستگاه نظارت باید این محل‌ها را طوری تعیین کند که بدنه هر شاخه لوله زیر خاکریز مقدماتی قرار گیرد، ولی اتصالات آن خارج از خاکریزی مقدماتی باشد.

در خاکریزی مقدماتی، لازم است نکات مربوط به نوع بسترسازی که برای خط لوله تعیین شده است رعایت گردد. خاکریزی مقدماتی تا آن‌جا که با لوله تماس دارد، باید با همان مصالحی انجام شود که در بخش ۶-۲-۸ برای خاکریزی زیر و اطراف لوله تعیین شده است. بقیه خاکریزی مقدماتی نیز باید مطابق مشخصات طرح انجام شود.

خاکریزی مقدماتی باید اطراف لوله را پر کند و در چند لایه به طور یکنواخت انجام شود. حداقل ارتفاع خاکریزی مقدماتی روی تاج لوله ۳۰ سانتی‌متر است.

۶-۲-۷- تمیز کردن خطوط لوله

تمیز کردن خط لوله پلی‌اتیلن عیناً نظیر تمیز کردن سایر خطوط لوله است که در بخش نکات مشترک لوله‌گذاری تشریح شده است.

۶-۲-۸- آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده

۶-۲-۸-۱- روش آزمایش

پیمان‌کار باید پس از نصب خط لوله و اطمینان از این که بتن پشت بندها و مهارها کاملاً مقاوم شده‌اند و قسمت‌های آزاد متعلقات به‌خصوص قسمت انتهایی شاخه‌ای از خط لوله که قرار است مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار گیرد، کاملاً با درپوش و پشت‌بندهای مناسب، مهار موقت شده است، اقدام به آزمایش هیدرواستاتیک خطوط لوله کند.

قبل از انجام آزمایش، پیمان‌کار موظف است، آمادگی خط لوله برای انجام آزمایش را به دستگاه نظارت کتباً اعلام نماید. دستگاه نظارت پس از بازدید از خطوطی که باید آزمایش شوند و اطمینان از این‌که کلیه تکیه‌گاه‌ها و مهارها، اعم از دائمی و موقت به‌نحو مناسب ایجاد شده‌اند، تمام وسایل و لوازم و تجهیزات مورد نیاز آماده کار هستند و همچنین اطمینان از کافی بودن آب برای انجام آزمایش، ضمن تایید برنامه ارایه شده توسط پیمان‌کار،

موافقت خود را با انجام آزمایش اعلام می‌کند. برای انجام آزمایش هر یک از قسمت‌های خط لوله لازم است به ترتیب زیر عمل شود:

الف- در پایین‌ترین نقطه خط لوله، انشعابی ایجاد شود که از طریق آن بتوان آب تحت فشار را به خط لوله وارد کرد.

ب- با استفاده از پمپ مناسب، آب تمیز را از این انشعاب به خط لوله وارد نمود و با بازکردن شیرهای هوا در مسیر خط لوله و یا شیر قطع و وصل واقع در بالادست، هوای موجود در خط لوله مورد آزمایش را کاملاً تخلیه کرد. تخلیه کامل هوا از این نظر مهم است که اگر هوا در خط لوله باقی مانده باشد، به علت قابل تراکم بودن آن، نمی‌توان فشار لازم برای انجام آزمایش را در خط ایجاد نمود.

پ - طول مسیر خط لوله تحت آزمایش باید دقیقاً بازرسی و بررسی شده باشد. در صورتی که در قسمتی از اتصالی، اثرات نشت آب ملاحظه شده باشد، باید آزمایش متوقف گردد و از نقطه‌ای که نشت داشته رفع نقص شود و پس از تایید دستگاه نظارت، دوباره اقدام به پرکردن خط لوله با آب و انجام اقدامات مذکور در فوق شود تا این که در اتصالات خط لوله، هیچ‌گونه اثری از نشت مشاهده نشود.

ت - با استفاده از پمپ‌های پیستونی دستی مخصوص یا هرگونه پمپ مورد تایید دستگاه نظارت، تزریق آب به خط لوله و در نتیجه افزایش فشار خط لوله ادامه یابد تا فشار به حد فشار آزمایش برسد و این فشار طی مدت زمان مشروح در ردیف (ث) حفظ گردد.

فشار آزمایش حداکثر $1/5$ برابر فشار اسمی خط لوله می‌باشد، در شرایط خاص ممکن است دستگاه نظارت این مقدار را تا $1/5$ برابر فشار کار خط لوله کاهش دهد.

ث - خط لوله تحت آزمایش باید حداقل به مدت ۲ ساعت تحت فشار آزمایش نگهداشته شود، مگر آن که در مشخصات طرح زمان دیگری تعیین شده باشد. مدت زمان فوق باید قبل از اقدام به خرید، از کارخانه سازنده لوله نیز استعلام شده باشد.

ج - لوله‌های پلی‌اتیلن باید در طول‌هایی متناسب با قطر و شرایط محلی مورد آزمایش قرار گیرند. طول لوله تحت آزمایش در قطرهای کوچک در حدود ۸۰۰ متر و در قطرهای بزرگ، کمتر از این مقدار توصیه می‌شود.

چ - چنانچه گرمای لوله پلی‌اتیلن بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد، نباید آن را مورد آزمایش هیدرواستاتیک قرار داد. بنابر این در تابستان زمان مناسب برای انجام آزمایش، صبح خیلی زود است.

۶-۲-۸-۲- نتیجه آزمایش

الف- بعد از قطع پمپاژ آب به داخل خط لوله تحت فشار و پس از مدت یک ساعت، در صورتی نتیجه آزمایش مورد قبول خواهد بود که مقدار آب لازم برای تامین فشار به مقدار اولیه، از مقدار ۳ لیتر در هر کیلومتر خط لوله به ازای هر ۲۵ میلی‌متر قطر داخلی لوله و برای هر ۳ اتمسفر فشار تست در ۲۴ ساعت تجاوز نکند.

ب - اگر افت فشار در طول زمان آزمایش قابل توجه باشد، ولی عملاً نشت آبی ملاحظه نشود، به معنی این است که مقدار هوای محبوس شده در خط لوله زیاد است و باید نسبت به تخلیه این هوا اقدام گردد تا مجدداً نسبت به آزمایش هیدرواستاتیکی لوله اقدام شود.

پ - چنانچه در حین آزمایش، مقدار نشت غیرمجاز نشان داده شود، ابتدا متعلقات و شیرآلات و سپس جوش‌های پلی‌اتیلن باید مورد کنترل قرار گیرند و پس از رفع اشکالات، نسبت به انجام آزمایش مجدد اقدام شود.

ت - پس از انجام آزمایش، فشار داخل لوله باید به تدریج کاهش داده شود تا به شرایط پیش از آزمایش برسد.

ث - چنانچه به هر دلیل، آزمایش مجدد مورد نظر باشد، باید فاصله زمانی مناسبی بین دو آزمایش در نظر گرفت. این فاصله در هر صورت نباید از ۵ برابر مدت زمانی که لوله تحت آزمایش بوده است کمتر باشد.

۶-۲-۹- تکمیل خاکریزی روی لوله‌های نصب شده

پس از اتمام آزمایش هیدرواستاتیک خطوط نصب شده و رفع نواقص، چنانچه خطوط نصب شده مورد قبول دستگاه نظارت واقع گردد، پیمان‌کار اجازه دارد که عملیات خاکریزی داخل ترانشه را ادامه دهد و تکمیل نماید، به‌طوری که ترانشه با خاک پر شود و خاکریزی حاصل در حد مطلوب متراکم گردد.

پیمان‌کار پس از اخذ اجازه دستگاه نظارت، موظف است با رعایت نکات مشروحه زیر، اقدام به خاکریزی تکمیلی نماید:

۱- قسمت‌هایی از خط لوله در محل اتصالات و شیرآلات که برای انجام آزمایش هیدرواستاتیک باز نگهداشته شده، با خاک مرغوب نظیر آنچه که در مورد خاکریزی مقدماتی تعیین شده، خاکریزی و متراکم گردد.

۲- با خاک مرغوب و مورد قبول دستگاه نظارت، عملیات خاکریزی در داخل ترانشه را در لایه‌های به ضخامت ۱۵ سانتی‌متر ادامه دهد و هر لایه را تا حد ۹۰ درصد پروکتور، متراکم کند تا این‌که رقوم سطح حاصل از این خاکریزی نهایی به‌حدی برسد که دستگاه نظارت تعیین کرده است.

۳- پیمان کار می تواند برای متراکم کردن خاکریزی های نهایی داخل ترانشه، به جای استفاده از روش تخمناک کوبی، تراکم مورد نظر را از طریق غرقاب کردن ترانشه به دست آورد، مشروط بر این که در این باره، تایید و اجازه دستگاه نظارت را اخذ کرده باشد در این موارد، ضخامت لایه های خاکریزی تکمیلی داخل ترانشه می تواند از ۱۵ سانتی متر بیشتر باشد.

۴- در مواردی که خط لوله موضوع عملیات پیمان در گذرگاهی نصب شده باشد که در معرض تردد وسایل نقلیه سنگین باشد، ضخامت پوشش خاکی لوله (از روی تاج لوله تا زیر لایه های روسازی گذرگاه) نباید از ۶۰ سانتی متر کمتر باشد. ولی در مواردی که گذرگاه محل تردد وسایل نقلیه سبک است ، حدود ۳۰ تا ۴۵ سانتی متر پوشش خاکی روی لوله نیز کافی خواهد بود. مشروط به این که از نظر عمق یخ بندان نیز کنترل های لازم صورت گرفته باشد.

فصل ٧

عملیات بتنی

۷-۱- عملیات بتنی در آبیاری تحت فشار

در شبکه‌های آبیاری تحت فشار در موارد زیر نیاز به عملیات بتنی می‌باشد:

- فوندانسیون ساختمان ایستگاه‌های پمپاژ و تجهیزات تصفیه آب.
 - فوندانسیون پمپ و الکتروموتور.
 - فوندانسیون برج مرکزی دستگاه‌های سنترپیوت.
 - بتن‌ریزی محل حوضچه شیرآلات (در صورت نیاز).
 - بلوک‌های سیمانی در محل اتصالی‌ها، زانویی‌ها، تیرها، سه راهی‌ها، تبدیل‌ها و نظایر آن که به‌نحوی در مسیر جریان تغییر ایجاد می‌شود و باعث حرکت و جابجایی لوله می‌گردد.
 - بلوک سیمانی در محل انشعاب رایزر شیر خودکار (در روش آبیاری بارانی کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک).
- با توجه به این‌که در فصل سوم نشریه شماره ۱۰۸ (ضوابط و معیارهای فنی شبکه‌های آبیاری و زهکشی- مشخصات فنی عمومی) تحت عنوان « بتن و بتن مسلح » کلیه مشخصات فنی عمومی عملیات بتنی به شرح زیر ارایه شده است، پیمان‌کار موظف است در کارهای آبیاری تحت فشار ضمن رعایت مشخصات فنی عمومی ذکر شده در آن فصل و مشخصات فنی ارایه شده در اسناد طرح، دستورات دستگاه نظارت را نیز رعایت نماید.
- سیمان- نگهداری، آزمایش، استانداردهای تعیین کیفیت، گیرش و گیرش کاذب، حرارت.
 - مصالح سنگی- ترکیب، کیفیت، استانداردها، دانه‌بندی، منابع تهیه، مصالح ریزدانه، مصالح درشت‌دانه. دپو، جابه‌جایی، تجهیزات و دستگاه‌های تهیه مصالح، نمونه برداری و آزمایش.
 - آب
 - فولاد (میل‌گرد)
 - مواد مضاف
 - دوام بتن- حداقل مقدار سیمان، بتن مقاوم در برابر یخ‌زدگی و کمک‌های یخ‌زدا، بتن مقاوم در برابر حملات شیمیایی، بتن مقاوم در برابر سایش.
 - طرح اختلاط و انتخاب نوع بتن- طبقه‌بندی عمومی و حداقل معیار سیمان، طرح اختلاط، انتخاب نوع بتن، میزان آب مصرفی و روانی بتن، اندازه‌گیری و اختلاط مصالح بتن،
 - حمل بتن- مشخصات کلی، روش‌های حمل
 - تدارکات و اقدامات اولیه برای بتن‌ریزی- مشخصات کلی، تخلیه آب از محل‌های بتن‌ریزی و آماده نمودن محل، قطعات مدفون و جاسازی‌های لازم در بتن، کنترل قالب‌ها، نظافت و مرغوب نمودن محل بتن‌ریزی.
 - عملیات بتن‌ریزی- مشخصات کلی، انتقال بتن به قالب و تخلیه آن، متوقف و شروع مجدد بتن‌ریزی
 - مراحل و لایه‌های بتن‌ریزی، درجه حرارت مخلوط بتن تازه، شرایط جوی بتن‌ریزی، اتمام سطوح بتن ریخته

- شده در هر لایه، بتن‌ریزی بتن مسلح، بتن‌ریزی در آب، بتن‌ریزی پوشش بتنی کانال‌های پخی، ماهیچه، متراکم کردن بتن، لرزاندن، محافظت و مراقبت بتن (عمل آوردن)، درزهای قطعات بتن.
- **بتن‌های ویژه** - بتن کم‌مایه (لاغر)، بتن پیش‌ساخته، بتن غیرقابل نفوذ، بتن هوادار، بتن تندگیر، بتن کندگیر، پر کردن زیر و پشت ورق‌های فلزی، تزریق دوغاب اطراف میل مهارها.
 - **کنترل کارهای بتنی** - مشخصات کلی، رواداری کارهای بتنی، نمونه‌برداری و آزمایش بتن تازه، تهیه و نگهداری نمونه‌ها، حد نصاب مقاومت بتن، روش نمونه‌برداری و آزمایش بتن تازه، ارزیابی نتایج آزمایش نمونه‌های عمل‌آوری شده در شرایط کارگاهی.

فصل ۸

روش‌های آبیاری تحت فشار

روش‌های آبیاری تحت فشار به دو دسته به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

- روش‌های آبیاری بارانی
- روش‌های آبیاری موضعی

۸-۱- روش‌های آبیاری بارانی

روش‌های آبیاری بارانی شامل دو روش عمده بشرح زیر می‌باشند :

- روش‌های آبیاری بارانی کلاسیک
- روش‌های آبیاری بارانی مکانیزه

اصولی که پیمان‌کار می‌بایست در زمان اجرای روش‌های آبیاری بارانی رعایت کند در این بخش آورده می‌شود.

الف- کلیات

یک شبکه کامل آبیاری بارانی شامل مجموعه تجهیزات ایستگاه پمپاژ، شبکه خطوط لوله‌های اصلی، فرعی، آب‌رسان، بال آبیاری یا دستگاه‌های آبیاری و پاشنده‌ها می‌باشد.

در روش آبیاری کلاسیک از نیروی کارگری جهت جابه‌جایی خطوط لوله، بال آبیاری و آبپاش‌ها استفاده می‌شود و شامل روش‌های کلاسیک کاملاً متحرک، کلاسیک نیمه متحرک و کلاسیک ثابت با آبپاش متحرک می‌باشد.

در روش‌های مکانیزه جابه‌جایی بال آبیاری توسط نیروی ماشین یا نیروی آب تحت فشار انجام می‌شود و شامل روش‌های آبفشان غلطان (wheel move)، آبفشان قرقره‌ای (Reel move system)، آبفشان دوار (Center pivot) و آبفشان خطی (Linear move) می‌باشند.

اجراء کنندگان باید توجه داشته باشند که هرکدام از سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی براساس فاکتورهای گوناگونی طراحی می‌شوند، این فاکتورها در برگیرنده شرایطی از قبیل وسعت اراضی تحت پوشش هر سیستم، نوع آب و هوا و نیاز آبی محصولات از نقطه نظر آبیاری کامل یا تکمیلی، نوع گیاهان و درختان، توپوگرافی و بافت خاک اراضی، نوع منبع تامین کننده آب و مقدار آن، میزان آگاهی و پذیرش بهره‌برداران از سیستم، درجه سهولت در امر سرویس‌دهی و خدمات پس از فروش و مسایل مربوط به ایمنی کاربرد سیستم و درجه امنیت حراستی آن‌ها می‌باشد.

دامنه گستره سطوح اراضی تحت پوشش در انواع سیستم‌های آبیاری بارانی متفاوت است، این گستره در سیستم‌های کلاسیک می‌تواند کمتر از یک هکتار تا چند هزار هکتار متغیر باشد و علاوه بر این ابعاد و شکل اراضی نیز مشکلی برای انتخاب این سیستم به حساب نمی‌آید، در حالی که برای انواع سیستم‌های آبیاری مکانیزه محدودیت‌هایی از نظر وسعت و شکل اراضی وجود دارد. بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، پیمان‌کار

ضمن بررسی‌های اولیه در صورتی که سیستم طراحی شده با شرایط زمین طرح تناسب نداشته باشد، لازم است نظرات اصلاحی خود را ارایه نموده و پس از تصویب از طریق دستگاه نظارت کار ادامه یابد.

ب- انطباق با مشخصات و استانداردها

هر کدام از سیستم‌های مورد استفاده در پروژه باید از نظر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی، فنی و سایر مشخصه‌های ظاهری با آنچه در نقشه‌ها، مشخصات فنی و خصوصی و سایر مدارک پیمان ذکر شده است مطابقت داشته باشد، به‌خصوص لازم است نمونه لوازم و تجهیزات مورد نیاز طرح قبل از نصب توسط دستگاه نظارت کنترل و به تایید برسد.

خصوصیات لوازم و تجهیزات سیستم‌های مختلف آبیاری بارانی و روش آزمایش آن‌ها باید مطابق با استانداردهای ایرانی و یا یکی از استانداردهای معتبر بین‌المللی باشد، تعیین استاندارد و قبول آن بعهده دستگاه نظارت می‌باشد. علاوه بر این سیستم‌های تولیدی، لوازم و تجهیزات باید دارای برگ شناسایی از کارخانه سازنده باشند.

ج- ویژگی‌ها و حداقل حدود قابل قبول

لوازم و تجهیزات بکار برده شده در سیستم‌های آبیاری بارانی و همچنین در شبکه‌های آبرسانی و آبیاری ایستگاه‌های پمپاژ باید عاری از تغییر شکل ظاهری و مشخصات فیزیکی باشند، خمش، پیچش، فرورفتگی یا ترک خوردگی در لوله‌ها و اتصالات آلومینیومی، لب‌پزدگی، شکستگی اتصالات فلزی و چدنی و الکتروپمپ‌ها، عدم یک‌نواختی جنس لوله‌های پلی‌اتیلن و سایر مواردی که موجب تغییر شکل طبیعی لوازم و تجهیزات شده باشد، نشانه نامرغوب بودن آن‌ها است و پیمان‌کار مجاز به استفاده از آن‌ها در پروژه نمی‌باشد.

مشخصات فنی عمومی تجهیزات به‌کار گرفته شده در هر یک از روش‌های آبیاری بارانی اعم از کلاسیک یا مکانیزه باید دارای ویژگی‌های بشرح زیر باشد.

۸-۱-۱- روش‌های آبیاری بارانی کلاسیک

آبیاری بارانی کلاسیک دارای انواع زیر است:

۸-۱-۱-۱- روش آبیاری کلاسیک کاملاً متحرک

در این روش کلیه خطوط لوله، اصلی، فرعی، آبرسان، بال آبیاری، پایه‌ها و پاشنده‌ها کلاً جابه‌جا می‌شوند، حتی در بعضی سیستم‌ها، تاسیسات پمپاژ نیز می‌تواند متحرک باشد. در این سیستم‌ها عموماً جنس کلیه لوله‌ها از آلومینیوم انتخاب می‌شود تا وزن کمتری داشته باشند. این لوله‌ها در انواع درز جوش یا بدون درز و طول‌های ۶، ۹ و ۱۲ متر و قطرهای ۲، ۳، ۵، ۶ و ۸ اینچ به بازار عرضه می‌شوند.

در اشکال ۸-۱ و ۸-۲ نمونه‌ای از لوله و لوازم مورد استفاده در این سیستم نشان داده شده است.

مراحل اجرای کار و راه اندازی سیستم در این روش شامل موارد زیر است و پیمان کار ملزم به رعایت آن‌ها می‌باشد:

- حمل لوله‌ها، اتصالات، شیرآلات و سایر لوازم از انبار به محل اجرای پروژه طبق ضوابط و دستور العمل‌های انبارداری و توصیه‌های کارخانه سازنده. قبل از نصب کلیه اتصالات، شیرآلات و تجهیزات، لازم است پیمان کار نسبت به کنترل آن‌ها اقدام کند تا از صحت عملکرد آن‌ها اطمینان حاصل نماید.
- نصب و راه‌اندازی تاسیسات پمپاژ مطابق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی خصوصی و پیشنهادات دستگاه نظارت. در این مرحله پیمان کار باید دقت لازم در نصب صحیح اجزاء تاسیسات پمپاژ به‌عمل آورد. این امر برای مواردی که از نیروی محرکه شافت تراکتور یا موتورهای احتراقی استفاده شود نیز الزامی است.
- کارگذاری خطوط لوله‌های اصلی، فرعی، آبرسان و بال‌های آبیاری در استقرار اولیه بر روی زمین مطابق نقشه‌های طرح و مشخصات فنی و پیشنهادات دستگاه نظارت.
- با توجه به این‌که خطوط لوله‌های اصلی، فرعی و بال‌های آبیاری بر روی زمین جابه‌جا می‌شوند، احتمال عدم رعایت فواصل تعیین شده خطوط لوله‌ها وجود دارد، بنابراین پیمان کار بایستی با نصب علایم قابل دید، نقاط ابتدا و انتهای خطوط لوله اصلی، فرعی آبرسان و بال آبیاری و محل استقرار پاشنده را مشخص نماید.
- راه اندازی تاسیسات پمپاژ و آزمایش شبکه خطوط لوله طبق دستورالعمل‌های فنی و روش‌های رایج شده و کنترل دبی و فشار پاشنده‌ها بر اساس ضوابط تعیین شده در مشخصات فنی طرح، در شروع آب‌اندازی به سیستم باید انتهای لوله‌های اصلی و فرعی و آبرسان باز گذاشته شود تا از مواد خارجی احتمالی درون لوله تخلیه گردد.
- در این سیستم‌ها خطوط لوله بوسیله نیروی کارگر روی زمین جابه‌جا می‌شود. یکی از وظایف مهم پیمان کار آموزش صحیح نحوه جابه‌جایی لوله‌ها، اتصالات و آبپاش‌ها به بهره‌برداران می‌باشد. نظر به این‌که در فصول غیرآبیاری کلیه خطوط لوله بایستی توسط تریلرهای مخصوص به انبار حمل شوند، بنابر این پیمان کار باید نسبت به آموزش‌های لازم به بهره‌برداران اقدام نماید. پاشنده‌ها و پایه‌های متصل به کوپلینگ‌ها یا لوله‌های آبپاش‌دار بایستی به نحوی حمل و انبار گردند که از وارد شدن ضربه به آن‌ها جلوگیری به‌عمل آید.

۸-۱-۲- روش آبیاری کلاسیک نیمه متحرک

در این روش خطوط لوله پس از اجراء مدفون می‌شوند و تنها بال‌های آبیاری با توجه به آرایش طراحی شده روی زمین استقرار می‌یابند. هر بال آبیاری مستقیماً توسط شیرهای آب‌گیری و یا از طریق اتصال چند شاخه لوله به پایه‌های نصب شده روی لوله آبرسان که به آن‌ها لوله‌های سرانداز گفته می‌شود آب‌گیری می‌شوند.

در اشکال ۸-۱ و ۸-۲ و ۸-۳ نمونه‌ای از لوله و لوازم مورد استفاده در این سیستم نشان داده شده است.

لوله اصلی ساده

قطر اینچ	طول متر	کد نقشه
۳	۶	۰۱.۰۶.۰۳
۳	۹	۰۱.۰۹.۰۳
۴	۶	۰۱.۰۶.۰۴
۴	۹	۰۱.۰۹.۰۴
۵	۶	۰۱.۰۶.۰۵
۵	۹	۰۱.۰۹.۰۵
۶	۶	۰۱.۰۶.۰۶
۶	۹	۰۱.۰۹.۰۶

کوپلر آلومینیومی جوش داده شده به لوله
یا بست و قلاب
بست آلومینیومی
قلاب از آهن گالوانیزه

لوله اصلی والو دار

قطر اینچ	طول متر	کد نقشه
۳	۶	۰۲.۰۶.۰۳
۳	۹	۰۲.۰۹.۰۳
۴	۶	۰۲.۰۶.۰۴
۴	۹	۰۲.۰۹.۰۴
۵	۶	۰۲.۰۶.۰۵
۵	۹	۰۲.۰۹.۰۵
۶	۶	۰۲.۰۶.۰۶
۶	۹	۰۲.۰۹.۰۶

کوپلر آلومینیومی جوش داده شده به لوله
یا بست و قلاب
بست آلومینیومی
قلاب از آهن گالوانیزه
کوپلر والو دار آلومینیومی جوشی

لوله های آبیاری

قطر اینچ	طول متر	کد نقشه
۳	۶	۰۳.۰۶.۰۳
۳	۹	۰۳.۰۹.۰۳
۴	۶	۰۳.۰۶.۰۴
۴	۹	۰۳.۰۹.۰۴
۳	۶	۰۴.۰۶.۰۳
۳	۹	۰۴.۰۹.۰۳
۴	۶	۰۴.۰۶.۰۴
۴	۹	۰۴.۰۹.۰۴

بدون بوشن

بوشندار


بدون بوشن

بوشندار (با جای آبپاش)


شکل ۸-۱- نمونه‌ای از لوازم مورد استفاده در سیستم آبیاری کلاسیک کاملاً متحرک و نیمه‌متحرک

زانوئی‌ها

۳۰-۰۲	۹۰ درجه
۳۰-۰۴	۴۵ درجه



۹۰ درجه





۴۵ درجه

۳ الی ۶ اینچ

سه راه


۳۰-۰۶	انتتهانی
۳۰-۰۸	جانبی


۳ الی ۶ اینچ

تبدیل‌ها

۳۰-۰۹	بزرگ به کوچک
۳۰-۱۰	کوچک به بزرگ



کوچک به بزرگ




بزرگ به کوچک

۳×۴ ۴×۵ ۵×۶

درپوش انتتهانی


۳۰-۱۲



۳ الی ۶ اینچ

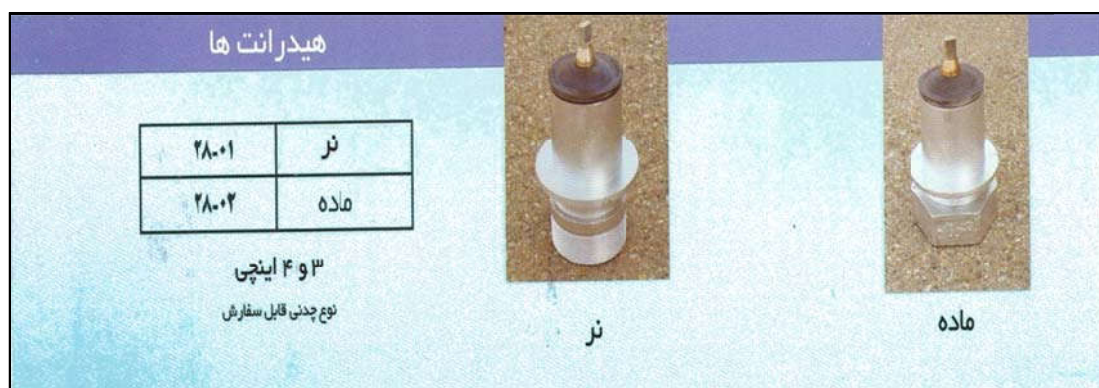
شیر فلکه

۳۰-۱۵-۳۳	۳×۳
۳۰-۱۵-۳۴	۳×۴
۳۰-۱۵-۴۳	۴×۳
۳۰-۱۵-۴۴	۴×۴



میلۀ بازکننده از جنس برنج
گوشواره ها از جنس آهن زنگ نزن

شکل ۸-۲- نمونه‌ای دیگر از لوازم مورد استفاده در سیستم آبیاری کلاسیک کاملاً متحرک و نیمه‌متحرک



شکل ۸-۳- شیرهای آبیاری (هیدرانت) در سیستم کلاسیک نیمه متحرک

مراحل اجرای کار و راه اندازی سیستم بشرح زیر است:

- رعایت دستورالعمل‌های حمل لوله‌ها، اتصالات و شیرآلات و سایر لوازم از انبار به محل اجرای پروژه توسط پیمان کار، این دستورالعمل‌ها باید حاوی توصیه‌ها و روش‌های آرایه شده توسط کارخانه سازنده باشد.
- نصب و راه‌اندازی تاسیسات پمپاژ مطابق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی و خصوصی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت.
- کارگذاری لوله‌ها و اتصالات و شیرآلات مطابق مشخصات فنی و خصوصی و با رعایت اصول و دستورالعمل‌های نصب اتصالات، جوشکاری و لوله‌گذاری مطابق مشخصات فنی و روش‌های آرایه شده در فصل ششم و پیشنهادات دستگاه نظارت.
- استقرار بال‌های آبیاری روی زمین مطابق نقشه‌های اجرایی و پیشنهادات دستگاه نظارت. در این مرحله پیمان کار موظف است مسیر حرکت، نقاط ابتدا و انتهای استقرار بال‌های آبیاری روی زمین را با نصب علایم قابل دید مشخص نماید. همچنین برنامه آبیاری را طبق دستورالعمل جداگانه ای به بهره‌برداران آرایه دهد.
- برای شستشوی خطوط لوله پس از راه‌اندازی ایستگاه پمپاژ در شروع آب‌اندازی به سیستم باید انتهای لوله‌ها جهت تخلیه مواد خارجی وارد شده به آن‌ها باز گذاشته شود.
- آزمایش شبکه خطوط لوله و کنترل اتصالات و شیرآلات مطابق مشخصات فنی و خصوصی و دستورالعمل‌های آرایه شده. در این مرحله پیمان کار باید نسبت به کنترل دبی و فشار در شبکه و پاشنده‌ها براساس ضوابط و معیارهای تعیین شده در پروژه اقدام و در صورت عدم تطابق، عیوب پیش آمده را با نظر دستگاه نظارت برطرف نماید.

متعاقب آزمایش خطوط لوله پس از راه‌اندازی، پیمان‌کار موظف است دستورالعمل بهره‌برداری و نگهداری و برنامه آبیاری را طبق مشخصات پروژه در طول دوره آبیاری به صورت مدون تهیه و در اختیار بهره‌برداران قرار دهد. همچنین پس از نصب و راه‌اندازی سیستم، آموزش‌های لازم را به بهره‌برداران ارائه نماید.

۸-۱-۱-۳- روش آبیاری کلاسیک ثابت با آبپاش‌های متحرک

در این روش خطوط لوله اصلی، فرعی، آبرسان و بال‌های آبیاری در زمین مدفون می‌شوند. روی لوله‌های بال آبیاری در فواصل معین شیرهای خودکاری که روی پایه‌های عمودی (لوله فلزی یا پی‌وی‌سی) سوار شده‌اند، نصب می‌شوند. شیرهای خودکار در حالت عادی بسته هستند و با نصب پایه آبپاش روی آن‌ها، جریان آب برقرار و پاشنده‌ها شروع به کار می‌کنند.

در شکل ۸-۴ نحوه اتصال شیر خودکار به بال آبیاری نشان داده شده است. این روش با بال‌های آلومینیومی که روی زمین قرار می‌گیرند نیز اجراء می‌شود در این حالت بال‌های آبیاری قابل جابه‌جایی هستند و بر این اساس برای تمام مواضع بال‌های آبیاری نصب نمی‌شود و ممکن است برای $\frac{1}{4}$ یا $\frac{1}{8}$ مواضع، بال آبیاری در نظر گرفته شود. بر روی لوله‌های آبرسان در فواصل معین شیرهای آگیری بر روی هیدرانت که توسط یک لوله قائم به خط آبرسان متصل می‌گردد، نصب می‌شود. از طریق این شیرها، آگیری بال‌ها انجام می‌گیرد. در شرایطی که کلیه خطوط لوله به‌صورت مدفون اجراء شود، هزینه سیستم بسیار زیاد است، لذا برای صرفه‌جویی در هزینه‌ها، فواصل آبپاش‌ها و بال‌های آبیاری در مقایسه با سیستم‌های کلاسیک متحرک و نیمه متحرک زیادتر در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه لازم است که از آبپاش‌های بزرگ‌تر که نیاز به فشار بیشتری دارند استفاده شود، از طرف دیگر آرایش آبپاش‌ها نیز با روش‌های ذکر شده متفاوت است، بدین معنی که همواره روی هر بال فقط یک آبپاش در حال کار است، بنابراین در سرتاسر طول هر بال آبیاری دبی یک آبپاش در جریان است. برای سهولت جابه‌جایی آبپاش‌ها در زمین خیس، باید دقت شود که هیچ‌گاه نباید دو آبپاش روی دو بال مجاور در یک زمان کار کنند و هم‌پوشانی داشته باشند.



شکل ۸-۴- نحوه اتصال شیر خودکار به بال آبیاری

مراحل اجرای کار و راهاندازی سیستم در این روش شامل موارد زیر است و پیمانکار ملزم به رعایت آنها می‌باشد:

- حمل لوله‌ها، اتصالات، شیرآلات و سایر لوازم از انبار به محل اجرای پروژه طبق ضوابط و دستورالعمل‌های انبارداری و توصیه‌های کارخانه سازنده.
- قبل از نصب کلیه اتصالات، شیرآلات و تجهیزات لازم است پیمانکار نسبت به کنترل آنها اقدام کند تا از صحت عملکرد آنها اطمینان حاصل نماید. این امر با توجه به فشار بالای سیستم در خصوص عملکرد اجزاء شیرهای خودکار شامل فنر، گوی واشر آب بندی حایز اهمیت بیشتری است.
- نصب و راه اندازی تاسیسات پمپاژ مطابق نقشه‌های اجرایی، مشخصات فنی و خصوصی و پیشنهادات دستگاه نظارت.
- کارگذاری لوله‌ها، اتصالات و شیرآلات مطابق نقشه‌های طرح و مشخصات فنی و خصوصی و با رعایت اصول و دستورالعمل‌های نصب اتصالات، جوش کاری و لوله‌گذاری براساس استانداردها و پیشنهادات دستگاه نظارت.
- نصب اتصالات مناسب برای نگهداری پایه و شیر خودکار روی بال آبیاری در محل‌های تعیین شده و هم‌چنین نصب شیر قطع و وصل ابتدای هر بال.

- برای شستشوی خطوط لوله پس از راه‌اندازی ایستگاه پمپاژ در شروع آب‌اندازی به سیستم باید انتهای لوله‌ها جهت تخلیه مواد خارجی وارد شده به آن‌ها باز گذارده شود.

- آزمایش شبکه خطوط لوله و کنترل اتصالات، شیرآلات به‌خصوص شیرهای خودکار طبق مشخصات فنی و خصوصی. در این مرحله پیمان‌کار باید نسبت به برطرف نمودن نشت‌های احتمالی از اتصالات و شیرآلات اقدام نماید، هم‌چنین دبی و فشار موجود در شبکه و پاشنده‌ها نیز بر اساس ضوابط و معیارهای تعیین شده در پروژه کنترل گردد و در صورت عدم تطابق، عیوب پیش‌آمده را با نظر دستگاه نظارت برطرف نماید.

با توجه به اینکه فشار کارکرد سیستم در این روش نسبت به روش‌های دیگر آبیاری زیادتر است، بنابراین در اجرای مراحل مختلف این روش علاوه بر احتیاط‌های لازم، موارد زیر نیز باید مورد توجه واقع شود.

۱- استفاده مستمر از شیرهای خودکار در طول بهره‌برداری و فشار زیاد کارکرد سیستم، امکان حرکت دادن پایه شیر خودکار در محل اتصال به بال آبیاری را افزایش می‌دهد، بنابراین بایستی مجموعه شیر خودکار، پایه و محل اتصال آن کاملاً محکم شود. در صورتی که در مشخصات فنی و خصوصی روشی ارایه نشده باشد باید با نظر دستگاه نظارت اطراف محل اتصال و زیر آن به صورت یک بلوک سیمانی به شکل مکعب به ابعاد ۲۵ سانتی‌متر بتن‌ریزی شود و محل اتصال در مرکز بلوک سیمانی قرار گیرد.

۲- اطراف پایه شیر خودکار لوله‌ای از جنس مناسب به قطر حداقل ۲۰۰ میلی‌متر به عنوان محافظ شیر قرار داده شود، به‌طوری‌که از قسمت پایین روی بال آبیاری و قسمت فوقانی ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح زمین قرار گیرد، در این حالت شیر خودکار ۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح زمین نصب شود و داخل لوله محافظ نصب شده از شن و ماسه پر گردد و کاملاً فشرده شود.

۳- در ابتدای هر بال آبیاری یک عدد شیر قطع و وصل نصب شده و انتهای آن نیز با فلنچ کور مسدود گردد به‌طوری‌که امکان بازکردن فلنچ شستشوی بال آبیاری وجود داشته باشد این امر باید براساس مشخصات فنی و خصوصی ارایه شده در پروژه انجام شود.

۴- جهت ایجاد امکان شستشو در مواقع ضروری، در انتهای لوله آبرسان و خطوط لوله اصلی و فرعی شیر قطع و وصل باید نصب گردد.

۵- در اراضی شیب‌دار رعایت اصول هیدرولیکی در شبکه خطوط لوله الزامی است و باید طبق ضوابط مندرج در مشخصات فنی و خصوصی شیرهای مناسب تخلیه هوا، شیر تخلیه فشار و شیر تخلیه رسوب در محل‌های مناسب طبق طرح ارایه شده نصب گردد.

۸-۱-۱-۴- روش آبیاری کلاسیک ثابت

روش آبیاری کلاسیک ثابت به سیستمی گفته می‌شود که تمام اجزاء آن غیر قابل انتقال و ثابت باشند، عموماً لوله‌های اصلی، فرعی و آبرسان در زیر زمین نصب می‌گردند و بال آبیاری روی زمین یا به صورت مدفون در فواصلی که طراحی شده است قرار داده می‌شوند. پاشنده‌ها نیز به فواصل تعیین شده روی بال آبیاری به طور ثابت و به تعداد لازم برای تمام نقاط مزرعه یا باغ نصب می‌شوند. در شرایطی که از این روش برای آبیاری درختان استفاده شود، آب‌پاش‌ها می‌توانند در زیر درختان یا در بالای آن‌ها قرار گیرند. کارکردن با این سیستم بسیار آسان است و با راه انداختن سیستم پمپاژ می‌توان تمام یا قسمتی از مزرعه را بسته به مقدار آبی که در اختیار است آبیاری نمود. از محاسن عمده این سیستم امکان اتصال آن به دستگاه‌های خودکار الکترونیک است که به کمک آن می‌توان برنامه آبیاری را بدون دخالت کارگر انجام داد.

از معایب عمده این سیستم هزینه بسیار بالای آن است. بنابراین کاربرد این سیستم محدود به آبیاری محصولات گران‌قیمت و یا باغات می‌شود. دیگر کاربرد این سیستم برای جلوگیری از سرمازدگی درختان است که در مواقعی که احتمال سرمازدگی آن‌ها وجود دارد با روشن کردن این سیستم می‌توان حرارت محیط باغ را چندین درجه اضافه کرد و از خسارت ناشی از سرمازدگی جلوگیری نمود.

عملیات اجرایی و نظارت فنی در این روش مشابه روش‌های قبلی است. تنها در مواردی که از سیستم خودکار برای راه‌اندازی این روش آبیاری استفاده می‌شود، باید مشخصات فنی و خصوصی سیستم خودکار انتخابی نیز کاملاً رعایت شود.

۸-۱-۲- روش‌های آبیاری بارانی مکانیزه

روش‌های آبیاری بارانی مکانیزه بشرح زیر تقسیم بندی می‌شود:

- دستگاه آبیاری آب‌فشان غلطان Wheel Move system
- دستگاه آبیاری قرقره‌ای Reel machine system
- دستگاه آب‌فشان دوار Center pivot system
- دستگاه آب‌فشان خطی Linear move system

۸-۱-۲-۱- دستگاه آبیاری آب‌فشان غلطان (Wheel Move)

الف- مشخصات فنی دستگاه

نحوه آبیاری در این سیستم آبیاری عیناً شبیه روش آبیاری کلاسیک نیمه متحرک است و کلیه مشخصات تاسیسات پمپاژ، شبکه خطوط لوله اصلی، فرعی و آبرسان مانند آن روش می‌باشد با این تفاوت که نیروی محرکه، لوله‌های خط فرعی را به وسیله چرخ‌های نصب شده در وسط آن‌ها به حرکت در می‌آورد. اتصال لوله‌ها

به‌وسیله کوپلینگ‌های دنداندار و ارتباط دستگاه با خط اصلی از طریق شیلنگ فشار قوی انجام می‌گردد (شکل ۸-۵).

اجزا اصلی دستگاه عبارتند از:

۱- نیروی محرکه

برای جابه‌جایی دستگاه پس از انجام آبیاری و استقرار در موقعیت جدید از یک موتور بنزینی، شاسی و سیستم انتقال نیروی هیدرولیکی استفاده می‌شود که به کمک زنجیرهای استیل ضد زنگ باعث حرکت چرخ‌ها و در نتیجه کل دستگاه به جلو و عقب می‌گردد. در شکل ۸-۶ قسمت مرکزی دستگاه و محل نصب موتور جهت انتقال نیرو به دستگاه نشان داده شده است.

۲- اتصالات اصلی

استفاده از کوپلینگ‌های آلومینیومی از نوع سخت به کمک کمربند ساخته شده از ورق گالوانیزه، ضمن استحکام بخشیدن به اتصال لوله‌ها با یک‌دیگر، امکان نصب و جدا کردن سریع هر لوله را به‌خصوص در مزارع با شکل نامنظم فراهم می‌کند.

۳- وزنه‌ها

به‌جهت داشتن عملکرد مطلوب یک آب‌پاش، عمود بودن محور آب‌پاش با زمین اجتناب‌ناپذیر است. برای این منظور کلیه آب‌پاش‌ها در این دستگاه از طریق یک وزنه که دارای لوله انتقال از جنس استیل ضد زنگ می‌باشد به کوپلینگ‌ها متصل می‌گردند.

۴- چرخ‌ها

چرخ‌های دستگاه از ورق گالوانیزه گرم ساخته می‌شوند و به‌کمک تیغه‌های مستحکم خود حرکت روان دستگاه را امکان‌پذیر می‌سازند. بسته به ارتفاع محصولات کشت شده قطر چرخ‌ها می‌تواند ۱۶۲، ۱۹۴ و ۲۸۶ سانتی‌متر تولید شوند.

۵- اتصال سر دستگاه

اتصال دستگاه به خط اصلی با استفاده از یک شیلنگ فشار قوی ۶ متری مخصوص و مقاوم در مقابل آفتاب و شیر آبگیری به‌راحتی در تمام وضعیت‌ها امکان‌پذیر می‌گردد.

۶- سوپاپ تخلیه سریع آب

برای جابه‌جایی دستگاه، تخلیه کامل آب از لوله‌ها و کاهش وزن آن الزامی است. برای این منظور در زیر کوپلینگ‌ها سوپاپ‌هایی نصب شده که هنگام کاهش فشار جریان آب، تخلیه از لوله‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد. وجود یک عدد شیر در انتهای دستگاه و امکان باز و بسته شدن آن نیز تخلیه سریع‌تر آب را فراهم می‌کند، هم‌چنین شستشو و خارج نمودن مواد مسدود کننده آب‌پاش‌ها را نیز امکان‌پذیر می‌سازد.



۱- لوله لاستیکی قابل انعطاف جهت اتصال دستگاه به شیر آبگیر

۲- آبپاش در حال کار

۳- لوله اصلی و محور حرکتی دستگاه

شکل ۸-۵ - بال آبیاری و نحوه ارتباط دستگاه به خط اصلی



شکل ۸-۶ - قسمت مرکزی دستگاه آبفشان خطی و محل نصب موتور جهت انتقال یرو به دستگاه

ب- نصب دستگاه

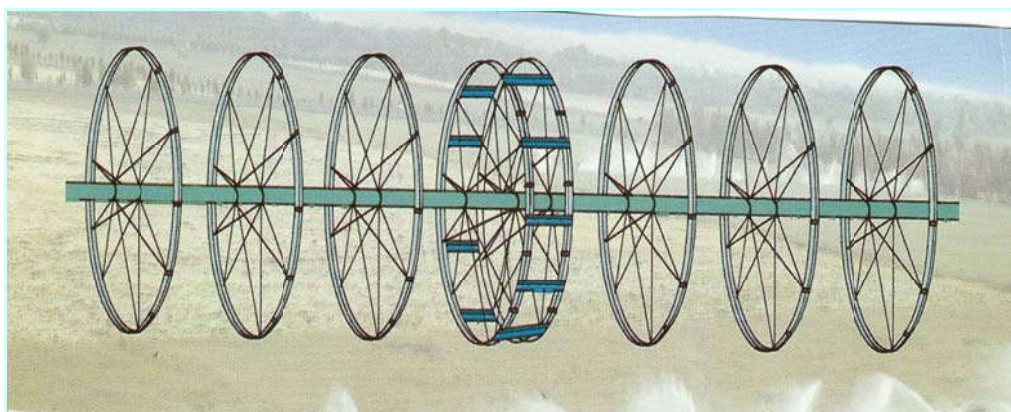
ماهیت این دستگاه ایجاب می‌کند که مراحل نصب در مزرعه طرح انجام گیرد. برای نصب این دستگاه اقدامات زیر باید توسط پیمان کار انجام شود:

- حمل لوله‌های مجهز به کوپلینگ از انبار به محل اجرای طرح و اتصال آن به یکدیگر.
- بستن و سوار کردن چرخ‌ها. در این مرحله طوقه، تیغه‌های چرخ، سیم پره‌ها و توپی چرخ مطابق دستورالعمل سازنده بهم نصب می‌شوند و سپس چرخ‌ها وسط هر شاخه لوله سوار می‌شوند.

- پس از سوار کردن چرخ‌ها روی لوله بایستی شاسی مرکزی دستگاه سوار شود و موتور محرکه روی آن نصب گردد، سپس اتصالات هیدرولیکی مربوطه روی موتور نصب شود و زنجیرهای انتقال نیرو از محل چرخ دنده بزرگ وسط به محورها وصل گردد.
- نصب سوپاپ‌های تخلیه و متعلقات لاستیکی، سوار نمودن پایه آب‌پاش، نصب آب‌پاش و اتصالات وزنه آب‌پاش در محل‌های مربوطه.
- پس از اجرای جزئیات دستگاه به شرح یاد شده، برای برپا نمودن بال آبیاری بایستی لوله‌های ۱۲ متری در مسیر پیش‌بینی شده در طرح در امتداد یک‌دیگر قرار گیرند، کوپلینگ‌ها توسط کمربند با هم درگیر شوند و از واشر لاستیکی جهت آب‌بندی اتصالات استفاده شود.
- مسیر استقرار اولیه دستگاه باید عمود بر خط لوله آبرسان باشد، بنابراین به منظور دقت عمل این امر لازم است از دوربین نقشه‌برداری استفاده شود.
- دستگاه با بستن چرخ‌های اضافی برای دو سر دستگاه و سایر قطعات باقی مانده اعم از اتصالات ابتدایی و انتهایی و شیلنگ‌آگیری، تکمیل می‌گردد و دستگاه آماده آب‌گیری است.
- پس از اتمام عملیات نصب، لازم است تنظیم‌های مورد نیاز اعم از تنظیم زنجیر شاسی، کنترل اتصالات، آماده‌سازی و تنظیم نیروی محرکه، شامل سرویس‌های روغن هیدرولیک، روغن موتور، گریس‌کاری و سوخت براساس دستورالعمل کارخانه سازنده صورت گیرد و سپس اقدام به راه‌اندازی دستگاه شود.

ج - نحوه کار دستگاه

پس از استقرار کامل دستگاه در مزرعه، عملکرد آن درست مثل یک بال آبیاری خواهد بود که برای آبیاری ابتدا در یک موضع ثابت می‌شود و پس از آبیاری آن موضع به موضع دیگر منتقل می‌گردد. فواصل جابه‌جایی در هر موضع معمولاً حدود ۱۸ متر است لیکن ممکن است این فاصله بسته به نوع آب‌پاش، سرعت باد، شیب مزرعه و سایر فاکتورهای طراحی متفاوت باشد. البته فواصل آب‌پاش‌ها روی بال آبیاری در شرایط معمول ۱۲ متر است که مضری از طول لوله‌ها می‌باشد. مناسب‌ترین شکل مزرعه برای کار با این دستگاه شکل مستطیلی است. طول دستگاه نیز باید متناسب با اندازه مزرعه انتخاب شود. حداکثر طول پیشنهادی حدود ۴۰۰ متر است. در مزارع کوچک که طول دستگاه کمتر از ۱۵۰ متر است می‌توان به جای استفاده از نیروی محرکه موتوری برای جابه‌جایی دستگاه، از نیروی انسانی و تعبیه چرخ‌های پله‌دار در وسط بال آبیاری استفاده نمود (شکل ۸- ۷).



شکل ۸-۷- دستگاه آبفشان غلطان که توسط نیروی کارگر جابه‌جا می‌شود.

د- راه اندازی دستگاه

برای راه‌اندازی دستگاه باید موارد زیر رعایت گردد:

- نقاط ابتدا و انتهای دستگاه در مواضع مختلف استقرار دستگاه در مزرعه با علایم قابل دید مشخص شود تا از انحراف دستگاه از فاصله تعیین شده جلوگیری به‌عمل آید.
- در موقع جابه‌جایی دستگاه باید دقت شود که پمپ خاموش بوده یا جریان آب تحت‌فشار به دستگاه قطع شده باشد و از سوپاپ‌های نصب شده زیر لوله‌ها کل آب داخل لوله‌ها تخلیه شده باشد.
- در اراضی شیبدار و مناطقی که سرعت باد زیاد است به‌منظور جلوگیری از جابه‌جایی دستگاه در موضع تعیین شده، از ترمزهای مخصوص به تعداد لازم استفاده گردد.
- در موقع حرکت دستگاه به‌طرف جلو یا عقب احتمال حرکت غیر یکنواخت چرخ‌ها و خارج شدن لوله‌ها از مسیر مستقیم وجود دارد، در این موارد به‌منظور جلوگیری از شکستگی لوله‌ها بایستی دستگاه از حرکت باز داشته شود و با تغییر جهت در مسیر حرکت، دستگاه به‌حالت خط مستقیم در آید.
- هنگام جابه‌جایی دستگاه در مزرعه، مسیر عبور چرخ‌ها، موجب له‌شدن گیاهان می‌شود. جهت کاهش این عمل بهتر است که دستگاه در جهت عمود بر ردیف‌های کشت به حرکت در آید.

۸-۱-۲-۲- دستگاه آبفشان قرقره‌ای (Reel move system)

الف- مشخصات فنی دستگاه

این دستگاه در کشورهای اروپایی، امریکایی و استرالیا با نام‌ها و شکل‌های مختلف ساخته می‌شود و کاربرد آن بیشتر برای آبیاری تکمیلی است.

نقطه مشترک تمام این دستگاه‌ها نحوه توزیع آب در آن‌ها است که توسط یک آب‌پاش بزرگ مستقر روی یک سورتمه انجام می‌شود، نوع متداول این دستگاه مشهور به قرقره‌ای است که در آن لوله پلی‌اتیلن تغذیه کننده آب‌پاش مستقر روی یک ارا به یا سورتمه، به دور یک قرقره بزرگ پیچیده شده است. در شروع آبیاری با

آزاد کردن قفل قرقره و کشیدن ارابه (معمولاً با تراکتور) در مسیر حرکت، لوله روی زمین استقرار می‌یابد. با شروع کار پمپ پخش آب از آب‌پاش بزرگ با شعاع پاشش زیاد انجام می‌گیرد و بخشی از آب تحت‌فشار با به حرکت در آوردن یک پیستون یا توربین مستقر در کنار قرقره، موجبات جمع شدن لوله به دور خود را فراهم می‌کند و در نتیجه ارابه حامل آب‌پاش مسیر آبیاری را به سمت قرقره طی می‌کند. در بعضی از این دستگاه‌ها نیروی آب تحت‌فشار با به حرکت در آوردن یک پیستون و چرخ‌دنده و از طریق یک کابل سیمی متصل به سورتمه یا ارابه موجب به حرکت در آمدن آب در داخل مزرعه می‌شود و عمل آبیاری انجام می‌گیرد، در نوع اخیر لوله آب تغذیه کننده آب‌پاش لاستیکی است و چون دستگاه فاقد قرقره است، هنگام حرکت ارابه یا سورتمه به دنبال آن روی زمین کشیده می‌شود. دستگاه‌های موجود در کشور عمدتاً از نوع قرقره‌ای است، مع‌هذا قابلیت این نوع دستگاه‌ها با توجه به متنوع بودن اندازه‌هایی که ساخته می‌شوند بسیار زیاد است.

به عنوان مثال جدول ۸- نشان‌دهنده انواعی است که توسط یک کارخانه سازنده تولید می‌گردد، در این جدول ملاحظه می‌شود که با تغییر در قطر لوله آبرسان، اندازه آب‌پاش و طول لوله آبرسان می‌توان با هر دستگاه سطوحی از چند هکتار تا چند ده هکتار را آبیاری نمود.