

مقایسه لوله های بتنی و پلی اتیلن در اجرا

شرکت آب و فاضلاب آذربایجانغربی

رامین مختارزاده

خرداد ۱۳۸۵

(به نام خدا)

فهرست مطالب	صفحه
۱- مقدمه	۳
۲- مقایسه فنی و اجرایی	۵
۳- مقایسه اقتصادی	۱۶
۴- مقایسه دوام	۱۸
۵- مقایسه بهره برداری	۲۰

در سال ۱۹۷۷ فقط ۱۵٪ لوله های مصرفی در انتقال گاز ، آب و فاضلاب در اروپا را لوله های ترموپلاستیک تشکیل می دادند ولیکن در سالهای اخیر این رقم به ۵۰٪ افزایش یافته و مصرف سایر لوله ها کاهش یافته است . با وجود اینکه استفاده از لوله های پلاستیکی روز به روز افزایش می یابد ولیکن رفتار آنها در داخل خاک و روشهای طراحی آنها هنوز در پرده ابهام می باشد، در حقیقت اکثر روش های طراحی امروزی قبل از پیدایش ترموپلاستیک های مدرن قابل انعطاف امروزی بوجود آمده اند و نمی توانند خواص ویسکوالاستیک آنها را تحلیل نمایند .

با توجه به جوان بودن صنعت فاضلاب در کشور ، کاستی هایی در روشهای اجرایی پروژه های فاضلاب به نظر می رسد که در این راستا می توان در کل به نقص آئین نامه های اجرایی ، مشخصات فنی و عمومی ، نقشه های تیپ ، استاندارد های تولید مصالح و عدم همخوانی پروژه های مشابه و جزئیات اجرایی اشاره نمود . اساسی ترین مشکلات در این مقوله بشرح زیر طبقه بندی می شوند :

۱-۱- فهرست بهاء واحد پایه

ضمن قدر دانی از گرد آورندگان فهرست بهاء واحد پایه رشته شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب که چندی است بصورت مرتب و سالیانه در ابتدای هر سال منتشر می گردد ، کاستی هایی در این فهرست بهاء واحد پایه ملاحظه می گردد که صد البته به مرور اقدام به اصلاحاتی در آن شده ولیکن همچنان مشکلاتی در آن وجود دارد که ذیلاً به تناسب موضوع این مقاله به مواردی که مشکلاتی را در تنظیم برآوردها و اجرای پروژه ها سبب می گردند ، اشاره شده است :

۱-۱-۱- در تجزیه بهاء ردیف های لوله گذاری با لوله های پلی اتیلن فاضلابی موضوع فصل ۴ با روشهای اجرائی تناسبی وجود ندارد به عنوان مثال در تجزیه بهاء این ردیفها هیچگونه اشاره ای به استفاده از اتصالات مکانیکی از جمله کوپلرها نشده است و کلیه ردیف ها براساس جوش با صفحه حرارتی تجزیه بهاء شده اند که درصد ناچیزی از روش اجرایی موجود می باشد .

۱-۱-۲- بهاء واحد ردیف های لوله گذاری با لوله های پلی اتیلن فاضلابی موضوع فصل چهارم هیچگونه تناسبی با بهاء واحد ردیف های لوله گذاری با لوله های بتنی فاضلابی موضوع فصل دوم ندارند . در جدول شماره ۱ مقایسه ای بین ردیفهای هشت گانه عملیات لوله گذاری فاضلابی به قطر ۲۵۰ میلی متر بتنی و پلی اتیلن انجام گرفته همانگونه که ملاحظه می گردد تنها ردیف های متفاوت از نظر اجرایی بین این دو گزینه ردیف های ۲ و ۵ و ۷ می باشند که حتی اگر در اجرای لوله گذاری با لوله های پلی اتیلن برای این ردیفها هیچگونه هزینه ای متصور نباشد در تناسب با بهاء واحد لوله گذاری بتنی ۲۵۰ بهاء واحد لوله گذاری پلی اتیلن حدود ۱۱ درصد کمتر منظور شده است این درحالی است که اگر برای این ردیفها نیز قیمت متناسب را منظور نمائیم کسر قیمت ارائه شده به حدود ۴۲ درصد می رسد .

جدول شماره (۱)

مقایسه بهاء واحد ردیفهای لوله گذاری پلی اتیلن و بتنی ۲۵۰

ردیف	شرح عملیات	لوله بتنی ۲۵۰		لوله های پلی اتیلن ۲۵۰		لوله پلی اتیلن به تناسب لوله بتنی
		درصد	بهاء	درصد	بهاء	
۱	تمیز کردن مسیر لوله گذاری و انجام کارهای نقشه برداری لازم	۸	۵۰۲۴	۷	۲۲۶۱	۵۰۲۴
۲	بارگیری و حمل لوله ها و اتصال ها ، از محل تحویل از کارفرما و باراندازی	۲۰/۵	۱۲۸۷۴	۱۳/۵	۴۳۶۱	۴۳۶۱
۳	حفر ترانشه	۱۸	۱۱۳۰۴	۳۲	۱۰۳۳۶	۱۱۳۰۴
۴	تسطیح و آماده کردن کف ترانشه	۵	۳۱۴۰	۵	۱۶۱۵	۳۱۴۰
۵	ارز دادن لوله ها و اتصالی ها درون ترانشه و نصب آنها	۱۷	۱۰۶۷۶	۱۴/۵	۴۶۸۳	۴۶۸۳
۶	خاکریزی اطراف و روی لوله درون ترانشه ، با خاک سرندي	۷	۴۳۹۶	۷	۲۲۶۱	۴۳۹۶
۷	آزمایش آب بندی خط لوله	۵/۵	۳۴۵۴	۳	۹۶۹	۹۶۹
۸	پخش و کوبیدن خاک سرندي ، خاکریز نهایی و عملیات تکمیلی	۱۹	۱۱۹۳۲	۱۸	۵۸۱۴	۱۱۹۳۲
جمع		۱۰۰	۶۲۸۰۰	۱۰۰	۳۲۳۰۰	۴۵۸۰۹

۱-۱-۳- عدم وجود ردیفهای تهیه و نصب کوپلر و اتصالات ، اجرای منهولهای پلی اتیلن ، تهیه و نصب سه راهی انشعاب و امثالهم سبب می گردد در تهیه برآوردها ناگزیر از ردیف های ستاره دار استفاده می گردد که با توجه به محدودیت بیست درصدی ردیف های ستاره دار عملاً نمی توان اجرای منهولهای پلی اتیلن را در برآوردها گنجانده ، که به نظر می رسد افزودن ردیف هایی برای ساخت و نصب منهولهای پلی اتیلن در فصل هفتم و تعریف تهیه و نصب کوپلر و اتصالات در فصل چهارم با فصل های جدید کارساز باشد .

۲-۱- آئین نامه های اجرایی و نقشه های تیپ و مشخصات فنی عمومی

عدم وجود آئین نامه های اجرایی ، نقشه های تیپ و مشخصات فنی عمومی موجب گردیده که روشهای اجرایی صرفاً منوط به مشخصات فنی که توسط مهندسين مشاور ارائه می شوند ، گردیده و این امر تنوع و تفاوت هایی را در نحوه اجرا ، پوشش های اطراف لوله و ... ایجاد مینماید که طبیعتاً با توجه به این تغییرات قیمت های پیشنهادی پیمانکاران و هزینه تمام شده پروژه های مختلف ، متفاوت بوده و حتی امکان مقایسه صحیح را نیز سلب می نماید .

شرکت آب و فاضلاب آذربایجانغربی با درک صحیح از این موضوع در سال ۱۳۸۱ با همکاری مهندسين مشاور فراز آب اقدام به تهیه مشخصات فنی عمومی کارهای فاضلاب و نقشه های تپ برای پروژه های محدوده اجرایی خود نمود، خوشبختانه با تدوین نشریه ۳۰۳ که صدا البته نیاز به بازنگری ها، اصلاحات و افزودنی هائی دارد بخشی از این نواقص در حال مرتفع شدن است .

۳-۱- استانداردهای تولید لوله های پلی اتیلن

در حال حاضر کارخانجات تولید لوله های پلی اتیلن فاضلابی با رشد چشمگیری در حال افزایش بوده و ظرفیت تولید این لوله ها روز به روز افزایش می یابند، تا حدی که در مناقصه های خرید این نوع لوله ها رقابت های شدیدی نیز بین تولید کنندگان ایجاد شده است ، ولیکن با توجه به عدم وجود استاندارد ملی تولید این نوع از لوله ها تولید کنندگان از استاندارد های متفاوت خارجی اعم از ISO ، DIN ، PREN و ... استفاده نموده و تعیین نوع رده سفتی لوله ها تبدیل به معضلی در بررسی کیفیت فنی لوله ها شده است. از سوی دیگر نحوه کنترل و بازرسی تولید این لوله ها نیز با توجه به شرایط پیش گفته با توجه به روشهای متفاوت انجام آزمایشات و تفاوت ابزار و عدم وجود ابزار رفتار سنجی بلند مدت و تعیین Creep ratio که با توجه به بخش (۶-۱) نشریه شماره ۱۶۳ دفتر امور فنی و تدوین معیارهای معاونت امور فنی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور می بایست مد نظر قرار گیرد ، مشکلاتی را در تحلیل صحیح رفتار لوله ها ، تعیین رده مورد نظر و نوع بستر سازی مناسب و مورد لزوم ایجاد می نماید .

طی سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ با همت تعدادی از کارشناسان این امر اعم از تولید کنندگان ، مهندسين مشاور و شرکت مهندسی ، بازرگانی ساتکاب پیش نویس استاندارد با استفاده از استاندارد ۱۳۴۷۶ PREN تهیه گردید و در حال حاضر در کمیته ای در حال جمع بندی و تدوین می باشد ، امید است با انتشار این استاندارد و تعیین و تامین پشتوانه های اجرایی آن و الزام به تعیین مشخصات فنی واحد توسط تولید کنندگان این مشکل نیز مرتفع گردد.

در سالهای اخیر قدمهای بلندی در جهت رفع این کاستی ها و پیشرفت این صنعت در سطح کشور برداشته شده ولیکن ظرفیتهای موجود این صنعت در کشور انتظارات بیشتری را ایجاد می نماید .

۲- مقایسه فنی و اجرایی

مزایای استفاده از لوله های پلی اتیلن نسبت به لوله های بتنی را می توان در بخشهای عمده زیر خلاصه نمود :

۱-۲- سبکی وزن این نوع لوله ها موجب می گردد که نصب و حمل آنها به سهولت انجام پذیرد و این مهم در شرایطی که موقعیت محل اجرا یا شرایط فصلی سرعت عمل لوله گذاری را ایجاب می نماید ، از اهمیت بسزایی برخوردار است .

۲-۲- این لوله ها در جوشکاری نتایج مطلوبی از خود نشان می دهند که نشأت از محل اتصالات را به صفر میرساند این مسئله از دو حیث حائز اهمیت است ، در نقاطی که سطح تراز آب زیرزمینی بالاتر از سطح لوله می باشد ترواش آبهای زیرزمینی به شبکه جمع آوری فاضلاب صورت نمی پذیرد که این امر موجب

جلوگیری از اخلاص در بهره برداری از تصفیه خانه فاضلاب، سرویس دهی شبکه و ظرفیت شبکه میگردد. در نقاطی که سطح تراز آب زیرزمینی پایین تر از سطح لوله می باشد نشت فاضلاب به آبهای زیرزمینی، شالوده منازل، تاسیسات زیرزمینی مجاور و ... صورت نمی پذیرد در جدول ۲ نشت های مجاز در مقایسه با نشت صفر لوله های پلی اتیلن ارائه شده است .

(جدول ۲)

نشت مجاز در واحد سطح بر حسب لیتر	قطر اسمی لوله بر حسب میلی متر
۰/۶	۱۲۵-۲۵۰
۰/۵	۳۰۰-۶۰۰
۰/۴	۷۰۰-۱۰۰۰
۰/۳	بیش از ۱۰۰۰

۳-۲- عمر مفید این لوله ها با توجه به مقاومت بالای آنها در برابر فاضلاب بسیار بالاتر از لوله های بتنی ، آژبست سیمانی و فولادی است .

۴-۲- انعطاف پذیری .

۵-۲- مقاومت مطلوب در برابر بارهای خارجی با رعایت بسترسازی مناسب و متناسب با مقاومت حلقوی لوله و بارهای وارده .

۶-۲- با توجه به سبکی و سهولت نصب در این لوله ها می توان عرض ترانشه را به حداقل رساند که این امر از دو جنبه حائز اهمیت است ، اول اینکه رفتار تقابلی خاک و لوله را مطلوب تر ساخته هزینه های اجرایی مرمت نوار حفاری و مشکلات حمل وعودت خاکهای حفاری شده را کاهش می دهد .

۷-۲- عمر انبارداری بسیار بالا ، در شرایطی که پوشش های مناسب جهت عدم تابش مستقیم آفتاب و امکان جریان هوا در دیوی این لوله ها ایجاد نمائیم ، قابل دسترسی است و از طرفی دیگر با توجه به امکان انبار داری تلسکوپی سازه های مختلف داخل هم و امکان انبار کردن لوله ها روی هم در این نوع لوله ها وجود دارد سطح مورد لزوم برای انبار لوله ها را کاهش می دهد .

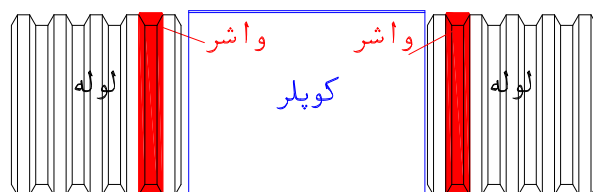
۸-۲- روشهای متنوعی جهت اتصال این لوله ها اعم از انواع جوشکاری و اتصالات مکانیکی می توان استفاده نمود که بسته به شرایط ، سرعت عمل مورد نیاز عملیات اجرایی ، استعدادها و امکانات محلی قابل انتخاب هستند .

ذیلاً به تعدادی از این روشهای اتصال اشاره می گردد :

۲-۸-۱- اتصال با کوپلر و واشر

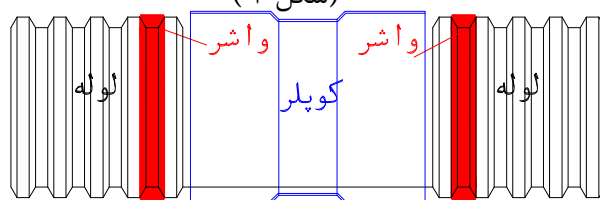
کوپلرها در انواع موفه دار و ساده تولید میگردند که ساده ترین روش اتصال لوله های پلی اتیلن به هم میباشند.

(شکل ۱)



الف- اتصال کوپلر ساده

(شکل ۲)

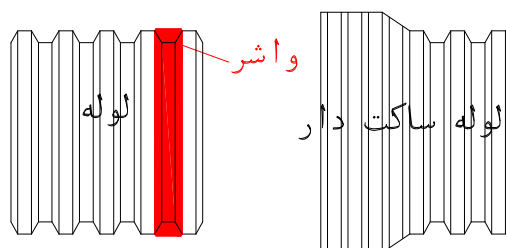


ب- اتصال کوپلر موفه دار

۲-۸-۲- اتصال با لوله ساکت دار و واشر لاستیکی

برخی از تولید کنندگان با تولید لوله های ساکت دار امکان این اتصال را ایجاد کرده اند که نسبت به حالت قبل از نظر مصرف واشر لاستیکی و نیاز به خرید کوپلر مقرون به صرفه تر است ولیکن مقدار افت لوله در این حالت قدری بیشتر از حالت قبل است .

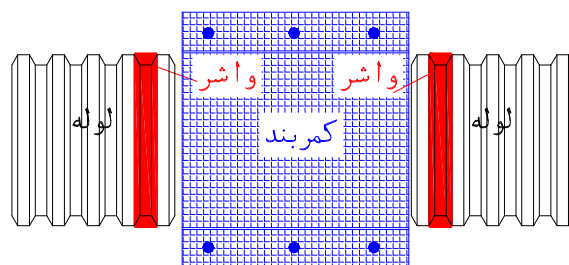
(شکل ۳)



۲-۸-۳ - اتصال با کمربند و واشر

این نوع اتصال در سازه‌های بالا و در تعمیرات دوران نگهداری کاربرد وسیعی دارد.

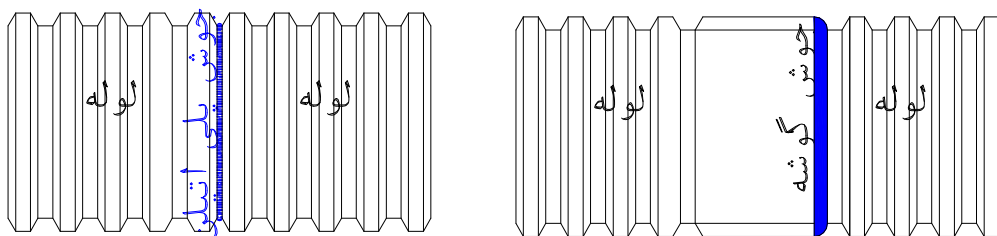
(شکل ۴)



۲-۸-۴ - اتصال با جوش پلی اتیلن

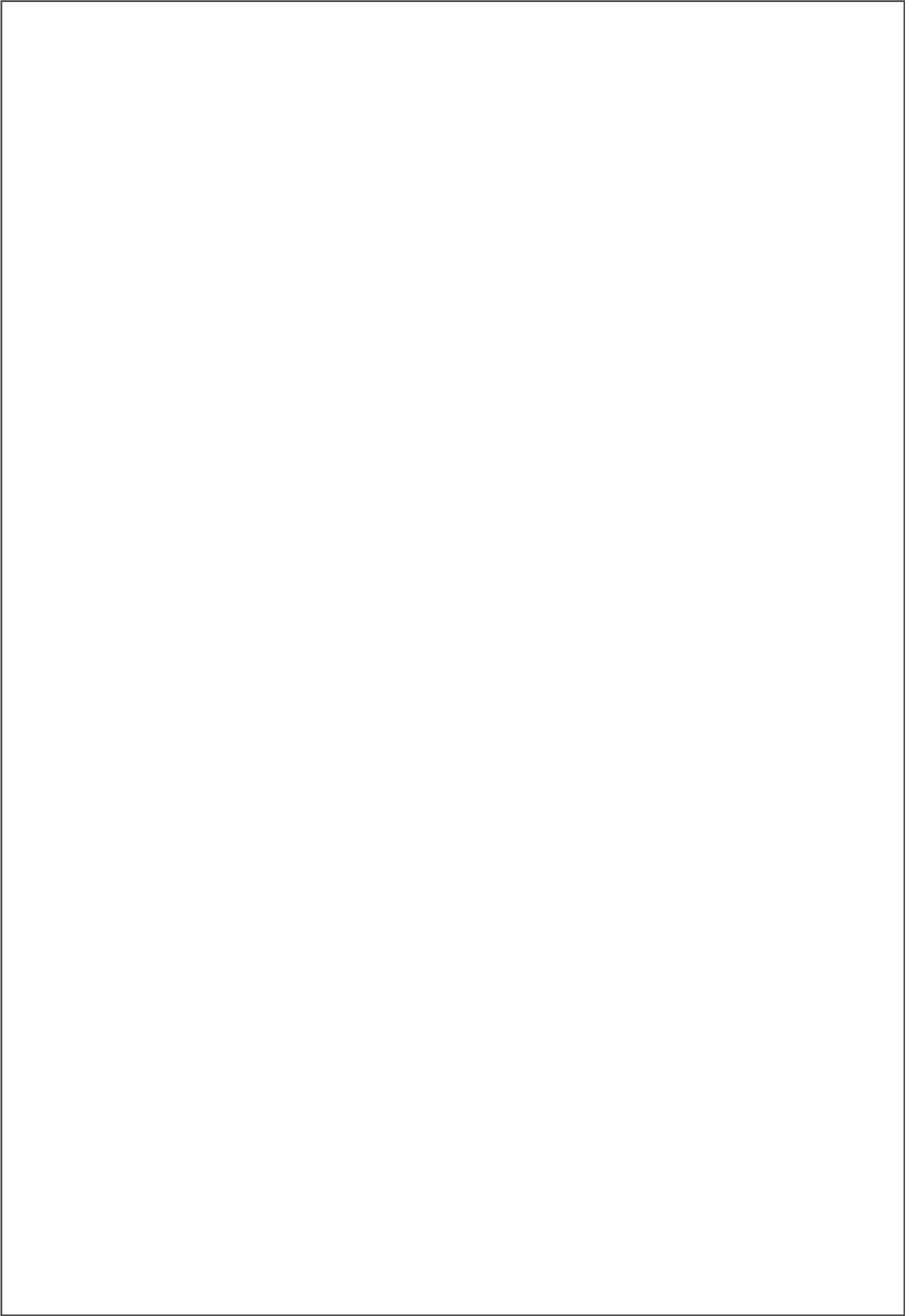
جوش پلی اتیلن به صورت لب به لب، جوش گوشه با کوپلر، جوش گوشه با لوله ساکت دارامکان پذیر است.

(شکل ۵)



مراحل اجرائی جوش اکستروژن به شرح زیر می باشد :

- سطوح داخلی و خارجی لوله در محل اتصال به دقت تمیز میگردند.
- اکسترودر دستی با استفاده از جریان الکتریسیته تا دمای ۲۰۰ الی ۲۳۰ درجه سلسیوس گرم میگردد.
- با استفاده از یک مشعل سطح جوشکاری گرم میگردد میتوان از دمنده های هوای گرم نیز استفاده کرد تا هیچگونه آسیب ناشی از کم دقتی عوامل اجرائی ایجاد نگردد.
- مقدار کافی از مواد خالص پلی اتیلن با استفاده از اکسترودر دستی به سطح جوشکاری تزریق میگردد و با استفاده از بخش پرس تفلونی اکسترودر متراکم میگردد موادی که در حین پرس از اکسترودر بیرون میزند پاک همیگردند.
- اگر عمق مورد نیاز جوشکاری در یک مرحله تأمین نگردد مراحل فوق تکرار میگردند البته بسته به نوع و قدرت اکسترودر مصرفی تا عمق متوسط ۲۰ میلیمتر میتوان در یک مرحله پر کرد.



- حالت دیگری نیز برای جوشکاری که بیشتر در حالت جوش لب به لب کاربرد دارد جوش نقطه ای با استفاده از مفتول های ۴ میلیمتری پلی اتیلن مانند الکترودهای جوش برقی است که با استفاده از دمیدن هوای داغ این مفتول داغ و ذوب شده و با گرم شدن همزمان سطح جوشکاری اتصال ایجاد میگردد.
- اکسترودر های دستی مشابه اکسترودرهای بزرگ که در کارخانه تولید لوله های پلی اتیلن مصرف دارند بوده فقط در سایز مینیاتوری آنها میباشد مواد خالص مورد استفاده در اکسترودر میتواند مفتول های ۴ میلیمتری یا دانه های مواد پلی اتیلن باشند .

۲-۸-۵- اتصال جوش الکترو فیوژن

این نوع اتصال با استفاده از جریان الکتریسیته و تزریق مواد دولایه را بطور سطحی به هم اتصال میدهد. اهم نکات اجرائی جوش الکترو فیوژن به شرح زیر می باشند :

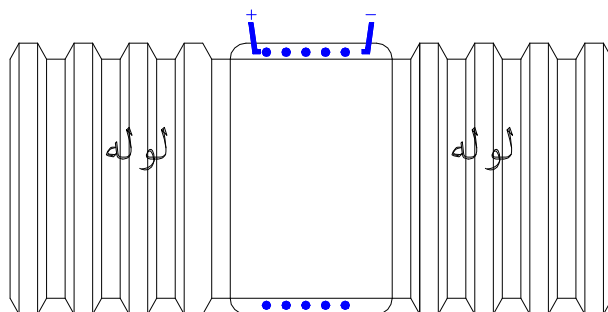
پاکسازی محل اتصال از هرگونه گرد و غبار ، رطوبت و چربی

رسیدن به حرارت ذوب مورد لزوم در سطوح اتصال

فشار کافی روی مواد خالص ذوب شده

خشک بودن محل اتصال

(شکل ۶)



- ۲-۹- به جهت ضریب زبری کم این لوله ها و جداره صاف آنها هنگام طراحی این نوع لوله ها قطره های کمتری نسبت به لوله های بتنی ، آریست سیمان و فولادی بدست می آید و علاوه براینکه از نظر اقتصادی برقیمت های تمام شده تاثیر می گذارد دستیابی به سرعت های شستشو را سهل تر می سازد . در جدول (۳) مقایسه هیدرولیکی بین لوله های مختلف و در سایزهای متنوع جهت روشنتر شدن مطلب ارائه شده است .

(جدول ۳)

لوله های بتنی		لوله های پلی اتیلن				لوله های پی وی سی		لوله های فایبر گلاس	
		کاروگیت		اسپیرال					
دبی مقطع پر لیتر در ثانیه	طر داخلی میلی متر	دبی مقطع پر لیتر در ثانیه	طر داخلی میلی متر	دبی مقطع پر لیتر در ثانیه	طر داخلی میلی متر	دبی مقطع پر لیتر در ثانیه	طر داخلی میلی متر	دبی مقطع پر لیتر در ثانیه	طر داخلی میلی متر
۲/۲۷	۹۰۰	۲/۵۲	۹۰۰	۲/۰۶	-	-	۹۰۰	۲/۳۱	۱۰۰۰
۱/۱۶	۷۰۰	۱/۳۴	۷۱۰	۱/۱۰	-	-	۷۰۰	۱/۲۷	۸۰۰
۰/۱۸	۳۵۰	۰/۲۲	۳۵۵	۰/۱۷	۳۵۵	۰/۲۲	۳۵۵	۰/۲۰	۴۰۰
۰/۰۷	۲۵۰	۰/۰۹	۲۵۰	۰/۰۷	۲۵۰	۰/۰۹	۲۵۰	۰/۰۹	۳۰۰

۲-۱۰- تحت تاثیر حرکات زمین شکسته نمی شوند .

۲-۱۱- به جهت وجود ماده کربنی سیاه در مواد اولیه تحت تاثیر نور مستقیم خورشید و اشعه ما وراء بنفش دوام می آورند ولیکن به جهت عدم تغییر شکل های ناشی از حرارت و وزن لوله های فوقانی بر روی لوله های تحتانی دپو ، در انبارداری آنها می بایست از تابش مستقیم نور خورشید محافظت گردند .

۲-۱۲- به جهت انعطاف پذیری و وزن سبک این لوله ها علاوه بر اینکه طول شاخه های آنها بلند تر می باشند می توان این لوله ها را در بیرون ترانشه به هم متصل کرد که از نظر سرعت عمل و هزینه های اجرایی و عرض ترانشه مقرون به صرفه تر می گردد .

۲-۱۳- تعداد اتصالات با توجه به طول بلند شاخه های تولیدی کمتر از لوله های بتنی بوده که از چندین حیث اعم از اقتصادی ، کنترل نشت ، کنترل شیب لوله گذاری حین عملیات و حائز اهمیت و دارای ارجحیت می باشد .

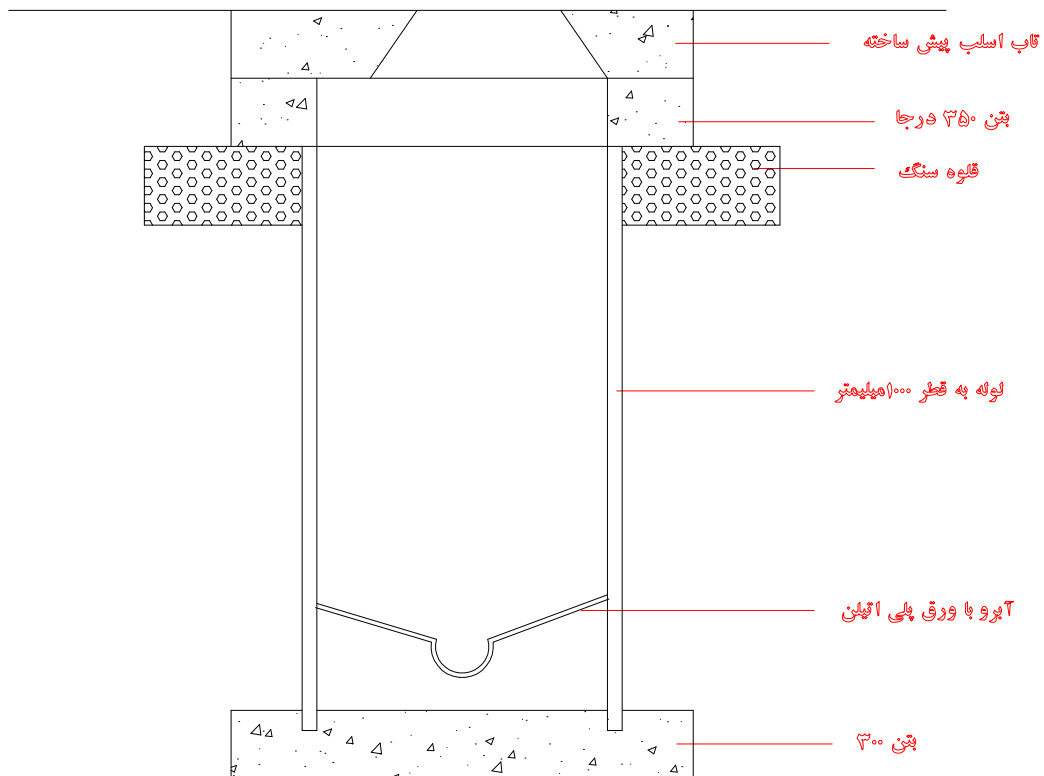
۲-۱۴- این لوله ها ۵۰ سال از نظر بهره برداری و ۱۰۰۰ سال از نظر تغییر شکل دوام می آورند .

۲-۱۵- کارخانجات تولیدی این لوله ها به راحتی می توانند به نقاط مختلف حمل و نصب گردند و در پروژه های بزرگ از هزینه های حمل لوله کاسته و سرعت تامین لوله افزایش یابد .

۲-۱۶- امکان ترمیم ، افزودن اتصال و رفع معایب پس از لوله گذاری و در حین بهره برداری به جهت انعطاف پذیری و اتصالات سهل الوصول براحتی وجود دارد .

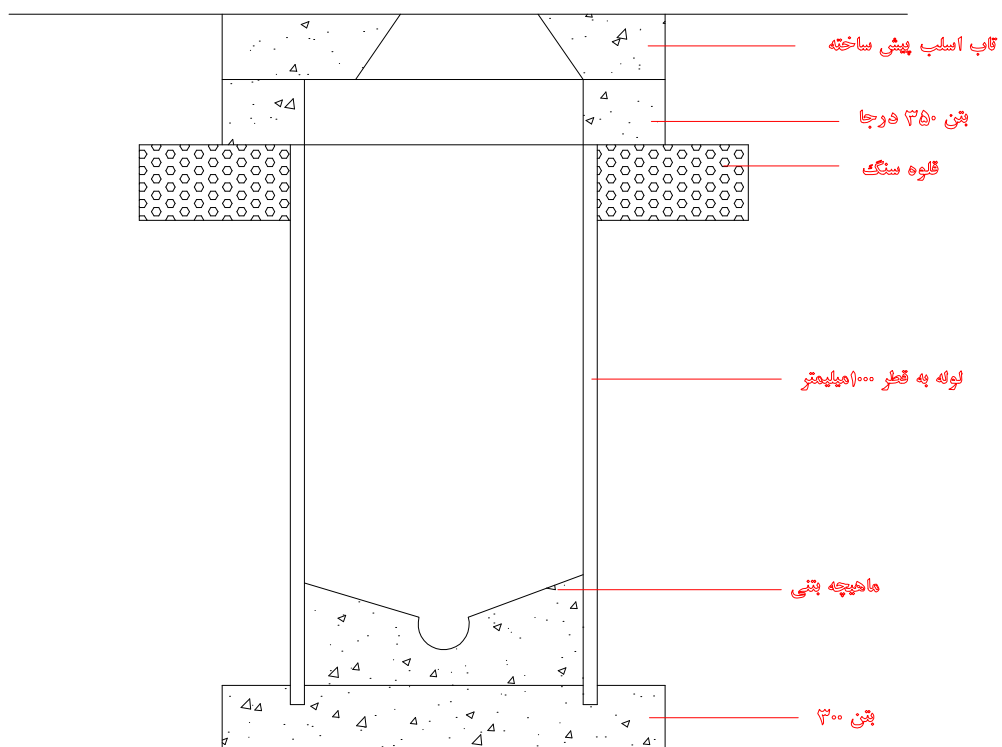
۲-۱۷- امکان ساخت آدم رو با استفاده از لوله های پلی اتیلن با سرعت، کیفیت، دوام و هزینه کمتر وجود دارد .

در اشکال ۶ لغایت ۱۰ به حالتهای مختلف آدم روهای پلی اتیلن اشاره شده است .



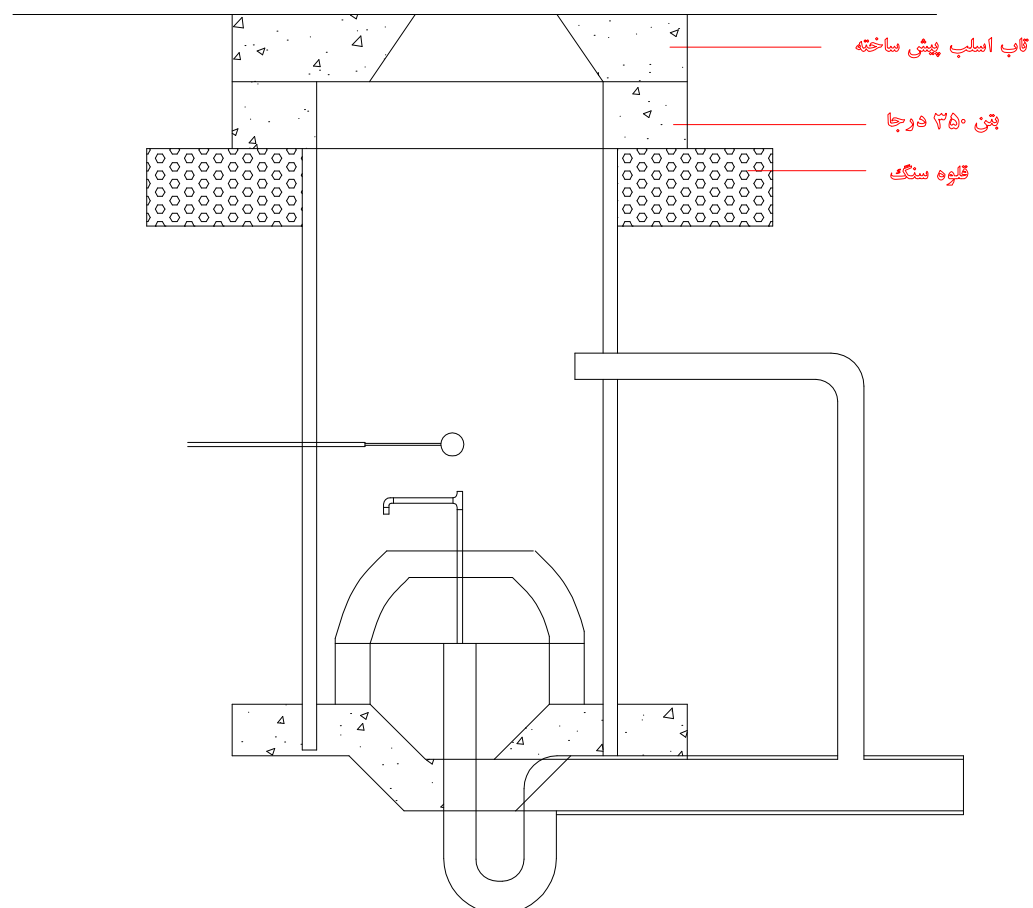
شکل (۶) آدم رو با آبرو پلی اتیلن

no scale



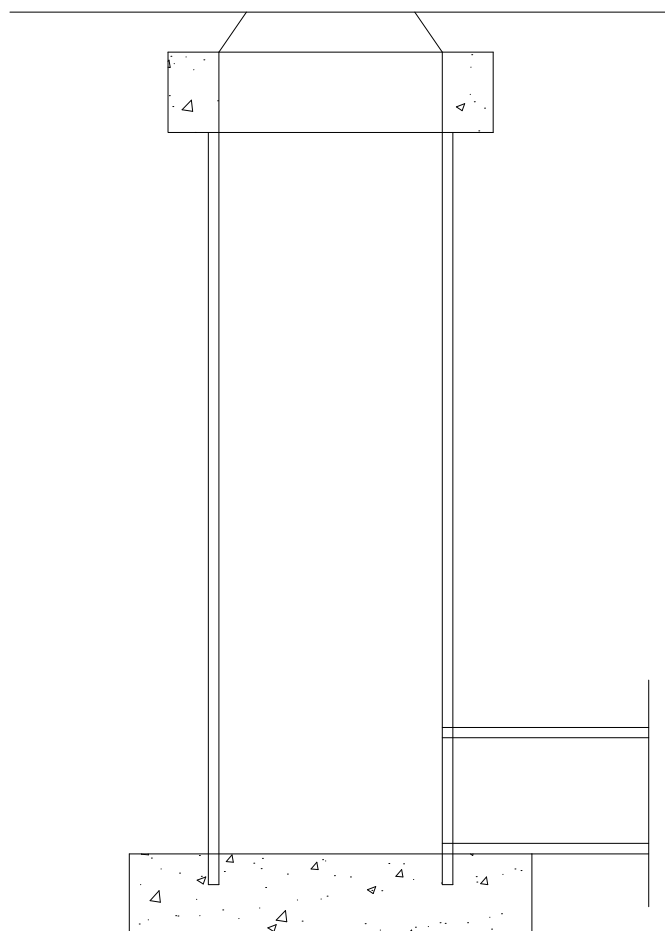
شکل (۷) آدم رو با آبرو بتنی

no scale



شکل (۸) حوضچه شستشوی خودکار

no scale



شکل (۱۰) د ریځه شستشو

no scale

۳- مقایسه اقتصادی

مقایسه اقتصادی بین لوله های پلی اتیلن و بتنی در چند بخش جداگانه و جمع جبری آنها مقدور می باشد :

۱-۳- قیمت تمام شده لوله تحویل در پای کار .

۱-۱-۳- قیمت تولید لوله های بتنی بویژه در اقطار مساوی یا بزرگتر از ۶۰۰ میلیمتر که این لوله ها بصورت مسلح تولید می گردند بالاتر از لوله های پلی اتیلن است .

۲-۱-۳- هزینه حمل لوله های پلی اتیلن با توجه به سبکی وزن و امکان بارگیری تلسکوپی کمتر از لوله های بتنی است و از سوئی دیگر همانگونه که در بند (۲-۱۵) اشاره شد امکان حمل کارخانه تولید در پروژه های بزرگو کاهش هرچه بیشتر هزینه های حمل نیز وجود دارد .

۳-۱-۳- مواد اولیه تولید لوله های پلی اتیلن از صنایع پتروشیمی بوده و مشکلات و هزینه های تامین سیمان، شن و ماسه و میلگرد برای تولید لوله های بتنی یکی از عوامل کاهش قیمت تمام شده برای لوله های پلی اتیلن است .

۲-۳- هزینه های لوله گذاری در فهرست بهاء واحد پایه برای اقطار معادل لوله های پلی اتیلن ما بین ۲۵ تا ۴۰ درصد لوله های بتنی است .

در این مقایسه چندین عامل نقش دارند :

۱-۲-۳- همانگونه که در بند (۲-۹) و جدول ۳ عنوان و ارائه گردید ، ضریب زبری کمتر شرایط هیدرولیکی بسیار مناسبتری ایجاد می نماید و قطر معادل نسبت به لوله بتنی کمتر میشود ، این عامل در هزینه های عملیات خاکی و مرمت نوار حفاری و لوله گذاری تاثیر کاهشی دارد.

۲-۲-۳- بهاء واحد ردیفهای لول گذاری لوله های پلی اتیلن حدود ۵۱٪ لوله های بتنی با قطر یکسان است که با توجه به بند (۳-۲-۱) این نسبت تا ۴۵٪ نیز کاهش می یابد .

۳-۲-۳- به جهت عرض کمتر ترانشه در لوله گذاری با لوله های پلی اتیلن در اقطار بزرگتر از ۳۵۰ میلی متر هزینه های عملیات خاکی و مرمت نوار حفاری نسبت به لوله های بتنی کمتر است .

۴-۲-۳- هزینه های بسترسازی لوله های پلی اتیلن در اقطار کمتر از ۴۰۰ میلیمتر بسته به مقاومت حلقوی لوله ما بین صفر تا ۲۵ درصد بیشتر از لوله های بتنی معادل بوده ولیکن در اقطار بزرگتر از ۴۰۰ میلیمتر و در شرایط لوله گذاری زیر ترازآب زیرزمینی این معادله تغییر یافته و هزینه های بسترسازی لوله های بتنی نسبت به لوله های پلی اتیلن افزایش حدود صفر تا ۳۵ درصدی دارند .

در جدول (۴) هزینه های اجرایی لوله های بتنی با سایر لوله ها با قطر معادل هیدرولیکی بصورت درصدی مقایسه شده اند .

جدول (۴)

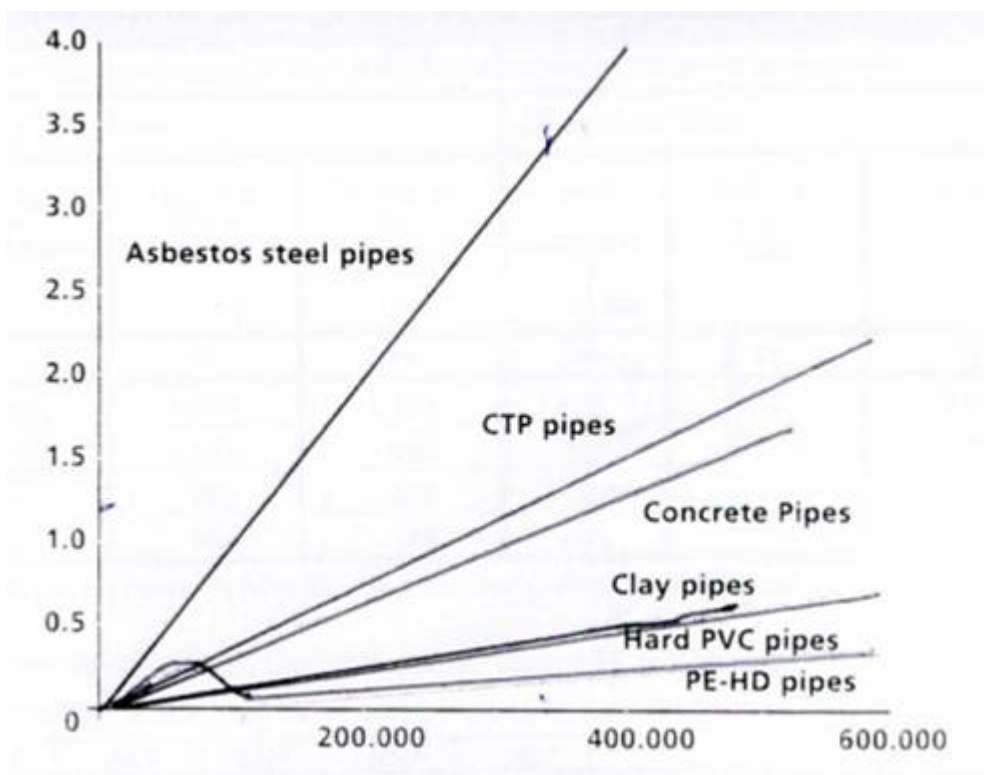
لوله های فایبرگلاس		لوله های پی وی سی		لوله های پلی اتیلن		لوله های بتنی
درصد قیمت تمام شده نسبت به لوله بتنی	قطر داخلی متناظر	درصد قیمت تمام شده نسبت به لوله بتنی	قطر داخلی متناظر	درصد قیمت تمام شده نسبت به لوله بتنی	قطر داخلی متناظر	قطر داخلی میلیمتر
۴۲/۵۷	۹۰۰	-	۹۰۰	۳۸/۷۹	۹۰۰	۱۰۰۰
۳۶/۱۱	۷۱۰	-	۷۱۰	۳۳/۶۳	۷۱۰	۸۰۰
۴۲/۵۷	۳۵۵	۲۴/۸۸	۳۵۵	۲۸/۳۳	۳۵۵	۴۰۰
۴۹/۰۸	۲۵۰	۲۵/۳۸	۲۵۰	۳۰/۶۲	۲۵۰	۳۰۰

۳-۳- برخی پارامتر ها که در بخش های مقایسه دوام و بهره برداری ارائه می گردند اعم از عمر طولانی ، امکان عملیات ترمیمی سهل تر و ارزان تر که از هزینه های مستمر بهره برداری و هزینه های تغییر و اصلاح شبکه می کاهند ، تاثیرات اقتصادی از خود برجای گذاشته که به جهت غالبیت لوله های پلی اتیلن در این زمینه و پرهیز از تطویل کلام از ارائه محاسبات آنها در این مقاله اجتناب می گردد .

۴- مقایسه دوام

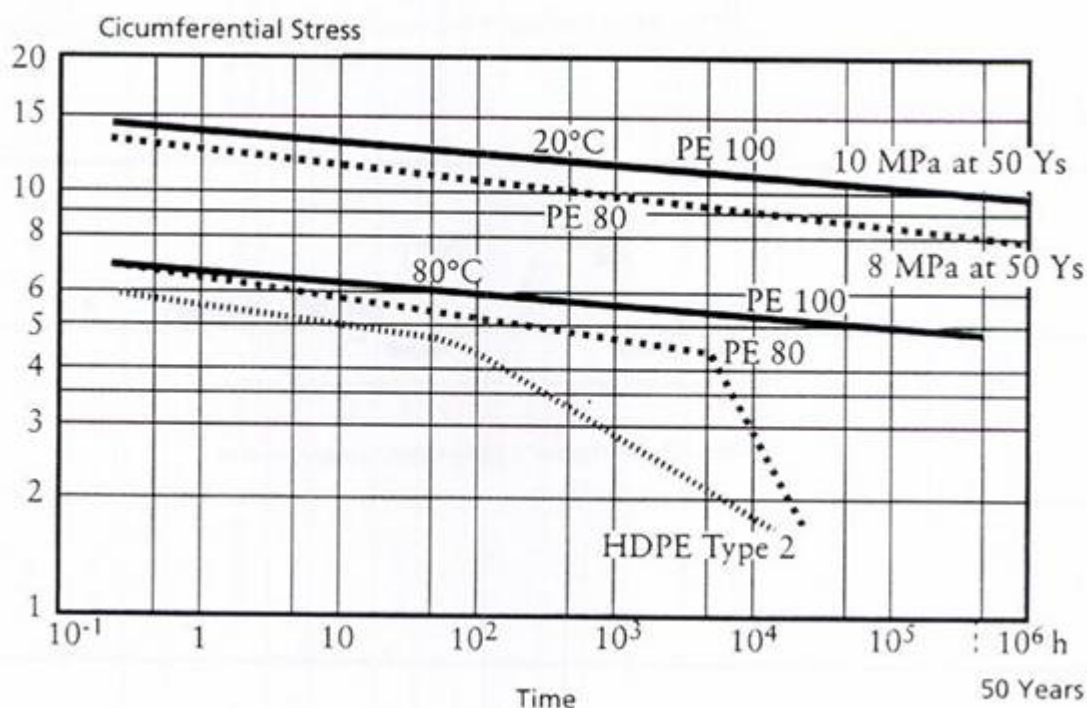
لوله های پلی اتیلن مقاومت بالائی در برابر سایش ،مواد اسیدی ، سیالهای نمکی و آکالاین از خود بروز می دهند .
۴-۱- در شکل (۱۱) دیاگرام مقایسه ای که حاصل تحقیقات به عمل آمده در دانشگاه آلمانی درمستاد می باشد ، ارائه شده است که نشان دهنده مقاومت بالای لوله های انعطاف پذیر در برابر سایش می باشد .

شکل (۱۱)



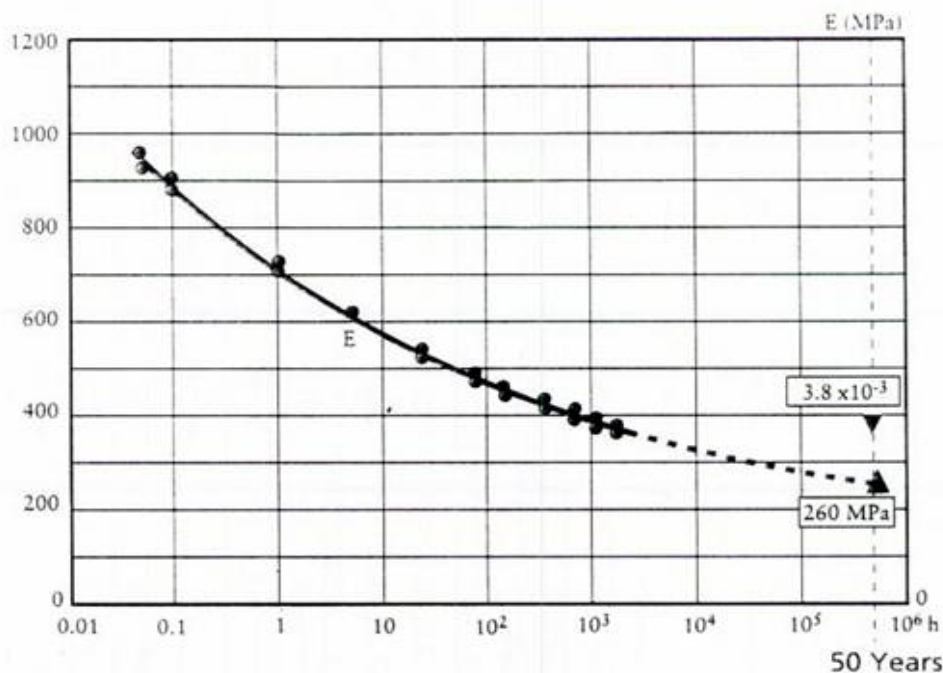
۲-۴- در شکل (۱۲) عمر مفید لوله های پلی اتیلن از نظر تغییرات مقاومت حلقوی در طول مدت زمان ارائه شده است و نشان دهنده تغییر جزئی در طول ۵۰ سال می باشد. این دیاگرام برای تولیدات یکی از کارخانه های اروپائی بوده و بسته به نوع مواد اولیه ، پروسه تولید ، جزئیات مقطع جدار لوله و قطر لوله تولیدی کارخانجات مختلف متفاوت بوده و یکی از مواردی است که در مقدمه این مقاله نیز به آن اشاره گردیده و تولید کنندگان داخلی می بایست برای تولیدات خود در اقطار مختلف و رده های مختلف این آزمایشات را انجام دهند .

شکل (۱۲)



۳-۴- در شکل (۱۳) تغییرات مدول الاستیسیته در طول مدت زمان برای تولیدات یکی از کارخانه های اروپائی ارائه شده است که مقدار Creep ratio از این دیاگرام برای اقطار ، رده های مختلف تولید ، مواد اولیه متفاوت و مقطع جدار لوله استخراج می گردد و می توان از آن در رفتارسنجی بلند مدت لوله های تولیدی استفاده کرد .

شکل (۱۳)



۵- مقایسه بهره برداری

۱-۵ همانگونه که در بندهای ۲-۱۰ و ۲-۱۶ عنوان شد، لوله های پلی اتیلن از نظر انجام عملیات ترمیمی و مقاومت در برابر جابجایی های زمین دارای مزایای بسیاری نسبت به لوله های بتنی هستند، این عامل عمر مفید شبکه های اجرا شده با لوله های پلی اتیلن را افزایش داده و دوره طرح را افزایش داده و نیاز به اصلاح شبکه را به تاخیر می اندازد و اصولاً نیاز به اصلاح شبکه های فرعی و خطوط اصلی را بسیار نادر ساخته و اصلاح خطوط انتقال را وابسته به توسعه های مجاور در بلند مدت می نماید در حالیکه در لوله های بتنی، عمر لوله نیز در این پارامتر تاثیر مستقیم دارد.

۲-۵ امکان ایجاد انشعابات و اتصالات پس از اجرا و در طول بهره برداری در لوله های پلی اتیلن بیشتر، ارزانتر و سهل تر می باشد.

۳-۵ در لوله های پلی اتیلن امکان جویده شدن توسط حیوانات موذی زیرخاکی وجود داشته که عمده‌تاً در محل عبور این لوله ها از آبراهه ها، مجاری فاضلاب و جمع آوری آبهای سنتی است. که به ندرت اتفاق افتاده و در صورت بروز نیز با تمهیداتی چون پوشش اطراف لوله در این مقاطع با مصالح آهکی قابل پیشگیری است.