

## مشخصات فنی لوله های پلی اتیلن

- ۱- مواد اولیه جهت تولید (HDPE PIPE Grade PE80 Black) خارجی و دارای گواهینامه استاندارد بین المللی معتبر باشد و استفاده از مواد ضایعاتی به هیچوجه مجاز نمی باشد.
- ۲- تولید لوله بایستی براساس استاندارد (DIN 8074 1999-08) با ضریب اطمینان ۱/۶ و SDR انجام پذیرد.
- ۳- تولید کننده باید امکان نظارت و انجام آزمایشات استاندارد جنبی تولید را برای خریدار فراهم آورده و کلیه مستندات مربوط به کنترل کیفی محصول را به همراه هر محموله برای خریدار ارسال نماید. از جمله:
  - آزمون های کنترل ابعادی و ظاهری- کنترل وزن- تست MFI ، دانسیته، برگشت حرارتی، کشش، برست، طوا عمر، هیدرو استاتیکی (دمای ۸۰ درجه و ۱۶۵ ساعت) ترکیب، جنس مواد
- ۴- تولید کننده بایستی دارای استاندارد ملی ای ران و نظام کنترل کیفیت ایزو ۹۰۰۱ باشد و محصولات خود را بیمه و ضمانت نموده و به همراه هر محموله به ضمیمه صورت جلسات کلیه مدارک مزبوط به بیمه نامه و ضمانت نامه ها را به خریدار ارائه نماید.
- ۵- مواد اولیه جهت تولید محصول و خط تولید باید قبل از تولید به تأیید نماینده خریدار برسد.
- ۶- نشانه گذاری روی لوله ه ا باید به طور کامل (مشخصات فنی، تاریخ تولید / ساعت-روز-ماه-سال) فشار کار و غیره و رنگی باشد.
- ۷- به منظور کنترل روند کیفی لوله ها لازم است برنده مناقصه شرایط لازم جهت بازدید کارشناسان فنی شرکت آب و فاضلاب از خط تولید، فرایند ساخت، مواد اولیه مصرفی و آزمایشگاه های کنترل کیفی محصول ل را فراهم نماید. بدیهی است تا زمان اخذ تأییدیه از اکیپ مزبور تولید لوله در قالب قرار داد نباید آغاز گردد.
- ۸- لوله ها بایستی با درپوش و کلاف بندی صحیح حمل گردد. ضمناً کلیه هزینه های مربوط به بارگیری و حمل تا انبار خریدار (مشهد) به عهده تولید کننده می باشد و در هنگام تحویل حتما قبض باسکول ارائه گردد.

## مشخصات فنی در تولید لوله های پلی اتیلن

ردیف	مشخصات فنی
۱	در تولید لوله به هیچ عنوان نباید از مواد پرکننده معدنی و ضایعات در مواد اولیه مصرفی جهت تهیه لایه های داخلی و خارجی استفاده گردد ( تبصره : در صورت استفاده از مواد ضایعاتی تولید کننده موظف است کل محموله و لوله های کار شده را جمع آوری و نسبت به تهیه و نصب لوله جدید اقدام نماید) ( تبصره ۲ : در تولید از گرانول ضایعاتی نیز استفاده شود)
۲	نظارت بر پروسه تولید و بازرسی QC که توسط نماینده کارفرما انجام می شود و کارخانه موظف به اجازه دادن این نماینده در کارخانه می باشد ( تبصره : هر زمان که نماینده کارفرما تشخیص به عدم کیفیت لوله را ملاحظه نماید نمونه به آزمایشگاه مورد تایید کارفرما ارسال خواهد شد ) ( تبصره ۲ : علاوه بر تایید آزمایشگاه تولید کننده به دلخواه کلوفرما ، برخی از نمونه ها به آزمایشگاه بررسی و کنترل کیفیت و فنی مورد تایید کارفرما برسد ) ( تبصره ۳ : هزینه آزمایشگاه آنالیز مواد اولیه بعهدہ تولید کننده می باشد ) ( تبصره ۴ : در صورت آزمایش و آنالیز لوله ها و مغایرت با استاندارد هزینه آزمایشگاه از تولید کننده اخذ می شود )
۳	زمان تحویل لوله ها بایستی دقیقاً طبق زمان درخواستی کارفرما باشد ( تبصره : به ازاء هر روز تاخیر ۱٪ جریمه بابت باقیمانده لوله هایی که با تاخیر تحویل می گردد تعلق خواهد گرفت )
۴	تولید کننده خدمات پشتیبانی و بازرگانی ( مشتری مداری ) مناسبی داشته باشد و در صورت درخواست کارفرما حداکثر طی ۵ روز مشکلات پیش آمده را لازم است مرتفع نماید
۵	تولید کنندگان بایستی دارای سیستم مدیریت کنترل کیفیت باشند. تولید کننده ای که از مجامع مختلف بین المللی دارای سیستم های مدیریتی بیشتری باشند از امتیازات بیشتری برخوردار خواهند بود
۶	بر روی تولیدات هر کارخانه بایستی برجسی شامل تاریخ تولید- استاندارد ساخت ، علامت کیفیت محصول ، نام تولید کننده ، قطر داخلی و خارجی لوله ، فشار لوله ، نوع مواد مصرفی درج شده باشند و همچنین لوله های تولیدی بایستی دارای درپوش باشد) تبصره ۱ : کلیه سازندگان ملزم به ارائه گواهینامه استاندارد از مراجع ذیصلاح می باشد)
۷	پلی اتیلن پایه مورد استفاده در تولید لایه های داخلی و خارجی لوله های مورد نیاز (درخواستی) الزاماً بایستی از یک گونه پلی اتیلن با شاخص جریان (MFI) یکسان و در محدوده رواداری استاندارد گونه های مناسب پلی اتیلن برای تولید لوله (Pipe grade) و از نوع PE 80 همراه با مواد افزودنی لازم برابر استانداردهای (EN،DIN،BS) باشد. مشخصات استانداردهای مورد تأیید در جدول شماره (۱) بخش دوم مشخص می باشد. ( بند ۲-۳-۷)
۸	فروشنده موظف است لوله ها را بنحوی بسته بندی نماید که حین بارگیری ، حمل و باراندازی صدمه ای به آن وارد نشود و جبران هزینه هر گونه خسارت ناشی از قصور سازنده در بسته بندی و ارسال لوله ها بعهدہ فروشنده خواهد بود. ( بند ۲-۳-۹)

جدول ارزیابی لوله های پلی اتیلن

ردیف	اسناد ارزیابی	حداکثر رتبه پیشنهادی	حداقل رتبه پیشنهادی
۱	داشتن آزمایشگاه اکرودیته	۲۰	۲۰
۲	قیمت	۲۰	۲۰
۳	نحوه بسته بندی	۱۰	۱۰
۴	انجام به موقع تعهدات	۱۰	۱۰
۵	الف-تولید داخلی	-	۹
	ب-تولید خارجی	۱۰	-
۶	الف-ملی	۳	۳
	ب-بین المللی	۲	۲
۷	سابقه تولید	۳	۳
۸	ظرفیت تولید	۵	۵
۹	رضایت مشتریان قبلی	۲	۲
۱۰	الف-خود رنگ	۵	-
	ب-بی رنگ	-	۴
۱۱	توان مالی شرکت	۱۰	۱۰
	جمع	۱۰۰	۹۸

## ۲-۱- مقدمه

با توجه به اهمیت مصرف لوله های پلی اتیلن در شبکه های توزیع و خطوط انتقال آب و بحث کنترل کیفی در زمان تولید و ..... موارد ذیل به عنوان پارامترهای شاخص در ابتدای فصل مشخصات فنی و خصوصی تأکید می گردد.

- شرایط ساخت لوله و کنترل مواد اولیه می بایستی براساس استانداردهای معتبر از جمله ASTM ، DIN ، ISIRI ایران باشد بگونه ای که استانداردهای فوق و آزمایشات مرتبط با لوله های پلی اتیلن در بخش تولید و مواد مصرفی توسط فروشنده مهر و امضاء و پیوست قرارداد گردد.

- نمونه ای از آزمونهای یادشده عبارتند از تعیین دانسیته ، شاخص جریان مذاب و ..... که می بایستی توسط آزمایشگاه معرفی شده و مورد تأیید خریدار تست های لازم صورت گیرد.

- فروشنده می بایستی مشخصات محل و کارخانه سازنده ، مشخصات فنی مواد مورد استفاده در ساخت لوله ها و .... را پیوست پیشنهادات خود نماید.

## ۲-۱-۱- مواد اولیه مصرفی

پلی اتیلن مصرفی از پلیمریزاسیون اتیلن تولید می شود. این مواد از مقاومت تنشی بالا و جوش پذیری بسیار خوب و مقاومت قابل توجه در مقابل خوردگی برخوردار می باشند و خصوصیات مکانیکی بسیار عالی (تا ۵۰۰۰۰۰ ساعت) استفاده بدون وقفه در فشار اسمی تعیین شد ه و جریان آب ۲۰ درجه سانتیگراد) را در لوله ها تضمین می نماید.

طول عمر لوله های پلی اتیلن بصورت معمول ۵۰ سال در نظر گرفته می شود، لیکن مطالعات و بررسی های اخیر نشان داده است که طول عمر ۲۰ تا ۳۰ سال به جهت رشد سریع تغییرات زیست محیطی واقعی تر می باشد.

## ۲-۱-۲- استانداردهای مدنظر در ساخت و کاربرد لوله های پلی اتیلن

کارخانه های تولید کننده برای کنترل کیفیت مواد اولیه، فرآیند ساخت و نصب لوله های پلی اتیلنی ملزم به انجام آزمایشات کنترل کیفیت بر مبنای استانداردهای ملی و بین المللی مورد تأیید در این راستا می باشند، که از آن جمله می توان به استانداردهای ISO، EN، DVS، ASTM، ATV، DIN و استانداردهای ملی صنعت آب ایران (ISIRI) اشاره نمود.

## ۲-۱-۳- آزمایشات کنترل کیفی

برطبق استانداردهای ملی و بین المللی عنوان شده، جهت کنترل کیفی لوله های پلی اتیلن، آزمایشات ذیل انجام می گنجد.

## ۲-۱-۳-۱- شاخص جریان مذاب (MFI)

دراین آزمون سرعت جریان ذوب مواد در دما و زمان ثابت اندازه گیری می شود، تا از نتایج حاصل، چگونگی رفتار مواد در داخل اکسترودر بررسی شود. این آزمون برای کنترل مواد اولیه (جهت تأیید کیفیت مواد) و نیز بر روی محصول انجام می شود. مقدار MFI محصول نباید بیشتر از ۲۰ درصد با MFI ماده اولیه تفاوت داشته باشد، در غیر اینصورت فرآیند تولید، نیازمند تنظیمات جدید خواهد شد. حد قابل قبول شاخص جریان مذاب (MFI) در لوله های پلی اتیلن حدود ۰/۲-۰/۳ می باشد.

**۲-۱-۳-۲- تعیین دانسیته**

دانسیته مواد اولیه خریداری شده و نیز دانسیته محصول به روش شناور با استفاده از ترازوی دقیق و سیال با دانسیته معین، تعیین می گردد.

عدد دانسیته محصول، معرف کیفیت فرآیند تولید و بهینه بودن شرایط آن می باشد.

**۲-۱-۳-۳- تعیین درصد کربن (دوده)**

بطور کلی بمنظور افزایش مقاومت لوله های پلی اتیلن در برابر اشعه ماوراء بنفش و نور خورشید استفاده از کربن (دوده) بعنوان یک نوع ماده تثبیت کننده و محافظ در برابر اشعه UV کنترل می شود. براساس اعلام مراجع معتبر علمی و متخصصین علوم پلیمر، مواد محافظ در برابر نور خورشید بایستی بهنگام تولید، مواد اولیه مورد استفاده در تولید لوله های پلی اتیلن به آنها اضافه گردد. لیکن در حال حاضر در اکثر صنایع پتروشیمی داخل کشور این امکان بندرت فراهم شده است و ماده اولیه بصورت سفید رنگ در اختیار کارخانجات تولید کننده لوله پلی اتیلن قرار می گیرد و لذا کارخانجات مذکور نیز از ترکیبات کربن سیاه رنگ (بعنوان مستریچ) بهنگام تولید در مخازن میکسر مواد اولیه خود استفاده می نمایند که تا حدودی غیر فنی می باشد.<sup>(۱)</sup>

علی ایحال با توجه به جمیع موارد ضروری است میزان کربن در مواد اولیه و در محصول نهایی (تنها در صورتی که از مواد بدون رنگ PE-80 و مستریچ استفاده شده باشد) تعیین گردد. بدین منظور مقدار معینی از مواد مصرفی، در کوره ای تا دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد، تحت اثر گاز نیتروژن خالص پیرولیز شده و میزان به جامانده، پس از سرد شدن نمونه، اندازه گیری می گردد. در مرحله دوم آزمون، کربن به جا مانده تحت اثر اکسیژن، سوزانده می شود تا درصد خاکستر (مواد افزودنی و پر کننده ها) در نمونه اولیه تعیین گردد. درصد مجاز کربن در لوله پلی اتیلن ۲ الی ۲/۵ درصد وزنی بوده و بایستی بطور یکنواخت در سراسر آن، توزیع شده باشد.

در مناطقی که تجمع کربن بیش از درصد مجاز باشد، تمرکز تنش بوجود خواهد آمد و لوله آسیب پذیر می گردد و در صورتی که میزان کربن کمتر از حد مجاز باشد، استحکام لوله در برابر اشعه ماوراء بنفش

۱- لازم به توضیح می باشد که در حال حاضر پتروشیمی اراک و بندر امام شروع به تولید مواد اولیه دارای ماده محافظ در برابر اشعه UV نموده اند.

نور خورشید کاهش خواهد یافت . نکته قابل توجه اینکه استفاده از ترکیبات محافظ لوله در برابر اشعه ماوراء بنفش بایستی در جدارهای داخلی و خارجی لوله استفاده و الزاماً نبایستی سیاه رنگ باشند، بلکه می توانند بصورت رنگهای دیگر نیز مورد استفاده قرار گیرند.

## ۲-۱-۳-۴- تست کشش یونیورسال

با استفاده از دستگاه فوق، خواص گوناگون مکانیکی در لوله های پلی اتیلن، قابل اندازه گیری می باشند. به عنوان نمونه حداکثر استحکام در برابر بار خارجی، میزان تغییر طول در نقطه پارگی، تعیین ضریب الاستیسیته و میزان خمش تحت اثر بارهای سه نقطه ای، از نتایج حاصل از آزمونهای فوق، می توان چگونگی عملکرد محصول را در شرایط عملیاتی بررسی نمود.

## ۲-۱-۳-۵- آزمون فشار هیدرو استاتیک

به منظور بررسی استحکام محصول در برابر فشارهای هیدرواستاتیکی، آزمایش فوق با استفاده از مدرنترین و دقیق ترین دستگاه های آزمون، می تواند در آزمایشگاههای کنترل کیفی محصول انجام پذیرد. در این آزمایش نمونه های لوله پس از غوطه ور شدن در حوضچه آب در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰۰ ساعت و یا ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۶۵ ساعت، تحت فشار داخلی ثابتی قرار داده می شوند که با توجه به سایز لوله و نوع ماده اولیه آن، تعیین می گردد. پیدایش هرگونه نقص در نمونه ها (ترکیدگی، باد کردگی، تورم موضعی، نشستی و ترکه ای مویی) به معنای مردود بودن محصول می باشد. از فشار داخلی نمونه ها در طی زمان آزمون، نمودارهای دقیقی تهیه می شود که می تواند جهت بررسی رفتار لوله و نوسانات فشار، مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲-۱-۳-۶- آزمون فشار ترکیدگی

در آزمون فوق که بر روی لوله هایی با سایز کمتر از ۲۰۰ میلیمتر انجام می پذیرد، لوله شناور شده در حوضچه با دمای ثابت ۲۳ درجه سانتیگراد، تحت اثر فشار داخلی خطی افزایش یافته قرار می گیرد، به گونه ای که در طی زمان ۶۰ الی ۷۰ ثانیه، دچار تورم و پس از آن ترکیدگی می گردد. لوله ای که با مواد مرغوب و فرآیند صحیح تولید شده باشد، ابتدا دچار تغییر شکل پلاستیکی شده و باد می کند و پس از آن به

صورت نوک فناری دچار ترکیدگی می شود، در این حالت، مقطع شکست عمود بر محور طولی لوله می باشد. لوله ای که بدون باد کردگی دچار ترکیدگی شود و یا شکاف طولی در آن ایجاد گردد، غیر قابل مصرف می باشد.

## ۲-۱-۳-۷- آزمون برگشت حرارتی

در این آزمون نمونه های به طول تقریبی ۳۰ سانتیمتر درون آونی با سیرکولاسیون داغ ( $110 \pm 2$ ) درجه سانتیگراد به مدت یک الی سه ساعت (با توجه به ضخامت جداره لوله) قرار داده شده و کاهش طول نمونه پس از سرد شدن، نسبت به طول اولیه، محاسبه می گردد. میزان تغییر طول لوله پلی اتیلن پس از تحمل یک سیکل گرمایی و پس از سرد شدن به گونه ای است که طول لوله، کمتر از حالت اولیه در دمای نرمال خواهد شد، که این رفتار در لوله های نصب شده می تواند منجر به تغییر در گردی لوله گردد، لذا با آزمون فوق حد مجاز تغییرات طولی (حداکثر تا ۰.۳٪) در آزمایشگاه بررسی می شود.

## ۲-۱-۳-۸- اندازه گیری ابعاد و بررسی ظاهری لوله

لوله های پلی اتیلن باید عاری از هرگونه ناصافی (داخلی و سطحی) و خلل و فرج عمیق در سطوح خود باشند فرو رفتگی های جزئی به شرط آن که قطر لوله را تا کم تر از حد مجاز کاهش ندهند، قابل چشم پوشی می باشد. در این خصوص رعایت ضوابط و استانداردهای موجود در این زمینه (حداکثر مجاز تغییر قطر)<sup>(۲)</sup> الزامی است.

- تعیین دقیق ضخامت جداره لوله، با استفاده از کولیس های کالیبره در مقطع برش و ضخامت سنج اولتراسونیک در طول یک شاخه لوله، تعیین می شود.
- قطر خارجی لوله با استفاده از نوارهای فلزی مدرج (سیکرومتر) و در طول یک شاخه از لوله، اندازه گیری شده و مقدار متوسط آن، گزارش می گردد. حد مجاز تغییرات قطر خارجی در جدول (۲-۱-۳-۸) درج شده است.



**• میزان خارج شدن از گردی (Ovality)**

طبق استاندارد میزان تغییر شکل در مقطع لوله و خارج شدن از گردی پس از تولید لوله اندازه گیری می شود، حدمجاز این نوسانات، در جدول (۸-۳-۱-۲) و با توجه به قطر خارجی لوله مشخص شده است.

لازم به توضیح است که لوله پلی اتیلن به دلیل ماهیت انعطاف پذیر خود، به هنگام انبار، ح مل و نقل و نصب دچار تغییر شکل می گردد که این حالت پس از قرار گرفتن لوله در دستگاه جوش و انجام عملیات اتصال رفع شده و در مراحل بعدی، پس از کارگزاری و حرکت سیال در داخل لوله و اعمال فشار، کاملاً به شکل اولیه خود باز می گردد.

جدول (۲-۱-۳-۸) حدمجاز نوسان درقطره ای خارجی لوله های پلی اتیلن و میزان خارج شدن ازگردی

Do (mm)	Δ Do (mm)	Ovality (mm)	
		Coiled Pipe	Straight Pipe
۱۲	۰/۳	۱/۰	۱/۲
۱۶	۰/۳	۱/۰	۱/۲
۲۰	۰/۳	۱/۲	۱/۲
۲۵	۰/۳	۱/۵	۱/۲
۳۲	۰/۳	۲/۰	۱/۳
۴۰	۰/۴	۲/۴	۱/۴
۵۰	۰/۵	۳	۱/۴
۶۳	۰/۶	۳/۸	۱/۵
۷۵	۰/۷	۴/۵	۱/۶
۹۰	۰/۹	۵/۴	۱/۸
۱۱۰	۱/۰	۶/۶	۲/۲
۱۲۵	۱/۲	۷/۵	۲/۵
۱۴۰	۱/۳	۸/۴	۲/۸
۱۶۰	۱/۵	۹/۶	۳/۲
۱۸۰	۱/۷	-	۳/۶
۲۰۰	۱/۸	-	۴/۰
۲۲۵	۲/۱	-	۴/۵
۲۵۰	۲/۳	-	۵/۰
۲۸۰	۲/۶	-	۹/۸
۳۱۵	۲/۹	-	۱۱/۱
۳۵۵	۳/۲	-	۱۲/۲
۴۰۰	۳/۶	-	۱۴
۴۵۰	۴/۱	-	۱۵/۶
۵۰۰	۴/۵	-	۱۷/۵
۵۶۰	۵/۰	-	۱۹/۶
۶۳۰	۵/۷	-	۲۲/۱
۷۱۰	۶/۴	-	۲۴/۹
۸۰۰	۷/۲	-	۲۸
۹۰۰	۸/۱	-	۳۱/۵
۱۰۰۰	۹/۰	-	۳۵/۰
۱۲۰۰	۱۰	-	۴۲/۰

Do = قطر خارجی لوله

Δ Do = حدمجاز تغییر قطر خارجی

## ۲-۱-۳-۹- مقاومت حلقوی

مقاومت حلقوی یکی از پارامترهای مهم در طراحی لوله های انعطاف پذیر می باشد. بطوری که هر چه مقاومت حلقوی یک لوله بیشتر باشد میزان تغییر مکانهای لوله کمتر خواهد بود . با توجه به اهمیت مقاومت حلقوی در ادامه، نحوه انجام این آزمایش تشریح شده است.

آزمایش سختی حلقوی باید در دمای  $23 \pm 2$  درجه سانتی گراد انجام گیرد . بطورکلی این آزمایش مهمترین و اساسی ترین آزمایشی است که برای سنجش مقاومت استاتیکی لوله های پلی اتیلن انجام می گیرد و نتیجه آن پایه و مبنای طراحی و انتخاب لوله قرار می گیرد. آزمایش اعمال نیرو (سختی حلقوی) توسط فرمول (الف) برآورد می شود

$$F = \frac{S_{R24} \times 0.03d_i \times L}{\varepsilon} \quad \text{فرمول (الف)}$$

در حالیکه :

F: فشار آزمایشی بر حسب kN

$S_{R24}$ : مقاومت حلقوی بر حسب  $\text{KN/m}^2$

$d_i$ : قطر داخلی موثر لوله بر حسب m

L: طول موثر قطعه لوله بر حسب m.

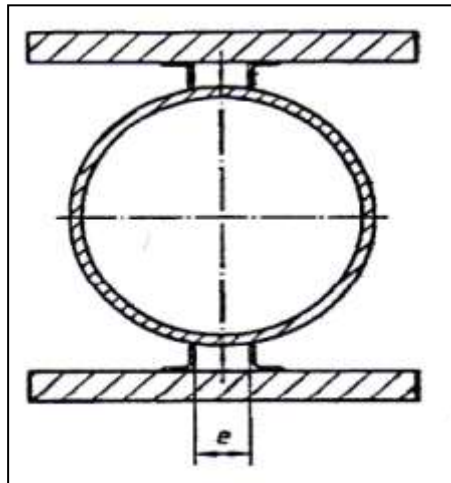
$\varepsilon$ : ضریب تغییر شکل براساس جدول (۲-۱-۳-۹)

جدول (۲-۱-۳-۹) ضریب تغییر شکل

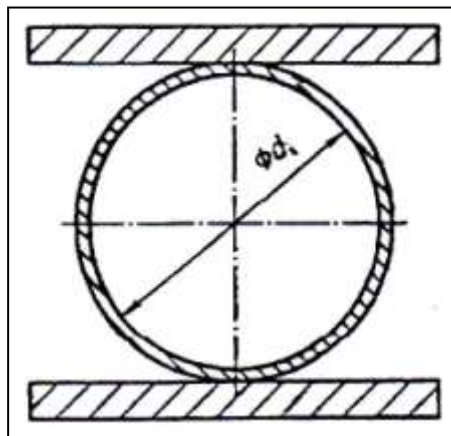
ضریب تغییر شکل	درصد تغییر مکان قائم $\Delta d_i/d_i$
۰/۱۴۸۸	۰
۰/۱۵۰۸	۱
۰/۱۵۲۸	۲
۰/۱۵۴۸	۳
۰/۱۵۶۸	۴
۰/۱۵۸۸	۵
۰/۱۶۰۸	۶
۰/۱۶۲۸	۷
۰/۱۶۴۸	۸
۰/۱۶۶۸	۹
۰/۱۶۸۸	۱۰
۰/۱۷۰۸	۱۱
۰/۱۷۲۸	۱۲
۰/۱۷۴۸	۱۳
۰/۱۷۶۸	۱۴
۰/۱۷۸۸	۱۵

در این آزمایش فشار در راستای محور لوله و در تمام طول قطعه نمونه اعمال می شود . تکیه لوله روی صفحه های تکیه گاهی و یا نبشی های فولادی خواهد بود که در تصویر (۹-۳-۱-۲) می توان هر دو روش آزمایش را مشاهده کرد. فاصله نبشی ها،  $e$ ، نباید بیش از  $0.05 di$  باشد. (باید مواظب بود که دیواره های لوله آسیب نبیند).

تصویر (۹-۳-۱-۲) روشهای انجام آزمایش سختی حلقه آزمایش استحکام با استفاده از پرس های فلزی



آزمایش استحکام حلقه با استفاده از نبشی های فولادی



قبل از بارگیری، قطر داخلی در جهت عمودی، و ۲۴ ساعت بعد از اعمال فشار آزمایشی، میزان انحراف، با دقت ۱٪ اما نه بیشتر از  $\pm 1 \text{ mm}$ ، اندازه گیری می شود. سپس قطعه نمونه ظرف مدت ده دقیقه بصورت یکنواخت بارگیری می شود تا میزان فشار آزمایشی  $F$  حاصل شود. میزان انحراف ۱، ۶ و ۲۴ ساعت بعد از اعمال فشار آزمایشی اندازه گیری می شود. در صورتیکه برآورد ۵۰ ساله نیاز باشد، مقاومت حلقوی با استفاده از تعداد نقاط اندازه گیری کافی تا ۲۰۰۰ ساعت پس از اعمال فشار آزمایشی اندازه گیری خواهد شد.

قابل توجه است که مقاومت حلقوی بعنوان یک پارامتر استا تیک ( ثابت ) لوله های پلاستیکی با فرمول زیر ارائه می شود :

$$S_R = \frac{E \cdot J}{r^3} \quad \text{فرمول (ب)}$$

و با اندازه گیری انحرافها در آزمایش، بارگیری تایید و قطعی می گردد.

پارامترهای فرمول (ب) به شرح زیر می باشد.

$E$  : ضریب الاستیسیته ( ارتجاعی ) مواد بر حسب  $\text{kN/cm}^2$

$J$  : ممان اینرسی دیواره لوله بر حسب  $\frac{m^4}{m}$  ، و

$r$  : شعاع خط خنثای دیواره لوله بر حسب  $m$  است.

هنگامیکه بار و پشتوانه خطی باشند،  $S_R$  را می توان به صورت فرمول زیر نوشت :

$$S_R = \frac{F}{\Delta d_{iv} \cdot l} \cdot \varepsilon \quad \text{فرمول (ج)}$$

و این در حالیست که :

$F$  : فشار آزمایش بر حسب  $\text{kN}$  .

$\Delta d_{iv}$  : متوسط انحراف عمودی قطعه نمونه، بر حسب  $m$  .

$L$  : طول قطعه نمونه

$\varepsilon$  : ضریب تغییر شکل

حصول مقاومت حلقوی شامل تعیین ممان اینرسی موثر لوله طرحدار و مدول الاستیسیته مواد اولیه ( مثلاً مواد ترکیبی ) است، و به این ترتیب می توان پلپامترهای معتبری را برای طرح لوله مهیا نمود.

## ۲-۲- حمل و نقل و بارگیری

لوله های پلی اتیلن هنگام حمل می بایست با نوارهای محکم به هم بسته شده و از استفاده هرگونه نوار یا تسمه یا زنجیر فلزی خودداری شود.

تخلیه لوله و بارگیری لوله حدالمقدور باید به وسیله لیفتراک و با جرثقیل های مخصوص انجام شود. کلافها باید به صورت عمودی و با کمی زاویه به دیوار چیده شوند. شاخه ها باید روی زمین کاملاً هموار روی هم چیده شوند و ارتفاع آنها نباید از ۱/۵ متر تجاوز کند و دقت و مراقبت خاص درخصوص چیدن لوله های با فشار ۴-۳/۲-۲/۵ می بایست بکار گرفته شود.

- لوله ها باید در محلی قرار گیرند که با گل ولای و لجن حفاری، مواد روغنی و مواد شیمیایی آتشزا، تماس نداشته باشند.

- لوله ها به صورت لایه های متقاطع روی هم گذاشته شوند و به تعدادی روی هم قرار گیرند که سبب تغییر شکل در ردیف های پایین نگردد.

- در زمان انبار کردن، حمل و نقل، جابجایی، باز نمودن حلقه ها و خواباندن، لوله باید از آسیب های خارجی، پیچ خوردگی و خم شدگی بیش از حد، محفوظ نگه داشته شوند.

**۲-۳- تذکرات مهم :**

- مشخصات کیفی و فنی لوله های پلی اتیلن تک جداره به اقطار اسمی ..... میلی متر و اتصالات آنها مطابق استانداردهای موجود، درج کلیه علائم و مشخصات بر روی لوله و اتصالات شامل نام سازنده، نام سفارش دهنده (شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان رضوی ) ، تاریخ تولید، استانداردهای ساخت ، علائم کیفیت محصول ، قطر داخلی لوله و اتصال و ... الزامی می باشد.
- ۲-۳-۱- قطر خارجی لوله های تولیدی (درخواستی) الزاماً می بایست معادل اقطار موجود در اسناد حاضر با حد رواداریهای مجاز ارائه شده در استانداردهای مذکور باشد . بدیهی است فروشنده بایستی اقطار خارجی لوله های مذکور را برابر شرایط تولید و سایر مشخصات فنی ملاک عمل در تولید مشخص و اعلام نماید.
- ۲-۳-۲- مواد اولیه مصرفی الزاماً بایستی از نوع مواد خود رنگ مشکی برای لایه خارجی و غیر مشکی برای لایه داخلی مطابق با مفاد استاندارد (ISIRI) ۷۱۷۴ باشد.
- ۲-۳-۳- تولید لوله های پلی اتیلن بایستی با استفاده از گرانول یا پودر باشد و نباید هیچگونه مواد بازیافتی دیگری در فرآیند تولید لوله ها بکار رود.
- ۲-۳-۴- الزاماً برای مواد غیر مشکی مورد استفاده در لایه داخلی بایستی حداقل ۰/۴ درصد ماده مناسب ضد اشعه فرابنفش (Anti-uv) مورد استفاده قرار گیرد .
- ۲-۳-۵- استفاده از هر گونه مواد پر کننده معدنی و ضایعات در مواد اولیه مصرفی جهت تولید لایه های داخلی و خارجی لوله مجاز نمی باشد .
- ۲-۳-۶- تأمین و تضمین کیفیت اتصالات بعهده سازنده لوله می باشد.
- ۲-۳-۷- پلی اتیلن پایه مورد استفاده در تولید لایه های داخلی و خارجی لوله های مورد نیاز (درخواستی) الزاماً بایستی از یک گونه پلی اتیلن با شاخص جریان (MFI) یکسان و در محدوده رواداری استاندارد گونه های مناسب پلی اتیلن برای تولید لوله (Pipe grade) و از نوع PE 80-100 همراه با مواد افزودنی لازم برابر استانداردهای (EN,DIN,BS) باشد. مشخصات استانداردهای مورد تأیید در جدول شماره (۱) بخش دوم مشخص می باشد.
- ۲-۳-۸- کیفیت لوله های تولیدی بایستی به تأیید آزمایشگاه بازرسی و کنترل کیفیت و فنی مورد تأیید کارفرما برسد.

۲-۳-۹- فروشنده موظف است لوله ها را بنحوی بسته بندی نماید که حین بارگیری ، حمل و باراندازی صدمه ای به آن وارد نشود و جبران هزینه هرگونه خسارت ناشی از قصور سازنده در بسته بندی و ارسال لوله ها بعهده فروشنده خواهد بود.

۲-۳-۱۰- کلیه لوله ها بایستی دارای درپوش مناسب در هر طرف لوله بوده بگونه ای که در زمان نگهداری در انبار کارفرما و یا در محل اجرای کار از تابش مستقیم نورخورشید به جدار داخلی آن جلوگیری گردد. همچنین فروشنده باید نسبت به تأمین برزنت به مقدار لازم جهت پوشش کامل روی لوله ها اقدام نماید. ضمناً هزینه ای از این بابت به فروشنده پرداخت نمی شود.



جدول (۱) مشخصات فنی و استانداردهای مورد تأیید خریدار (شرکت آب و فاضلاب روستایی خراسان رضوی) برای لوله های پلی اتیلن تک جداره به اقطار..... میلی متر

ردیف	پارامتر	مقدار	شرح مشخصات فنی و استانداردهای مورد تأیید خریدار	مشخصات فنی لوله تولیدی توسط سازنده در اقطار (میلیمتر)
	مشخصات و استانداردها			
۱	نوع لوله	-	پلی اتیلن تک جداره مطابق با مشخصات تعیین شده در استاندارد <b>DIN8074</b>	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار
	نوع اتصالات	-	مطابق با مشخصات فنی یکی از انواع اتصالات مورد تأیید در استانداردهای موجود	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار
	واشر آبندی O-ring	-	مطابق استاندارد <b>DIN4060</b>	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار
۲	قطر اسمی (mm)	-----	مطابق با محدوده رواداریهای قابل قبول در استاندارد	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار
	قطر خارجی	-		
	ضخامت جدار داخلی لوله	-		
	وزن هر متر طول لوله (kg/m)	-		
۳	مشخصات کامل ماده اولیه	-	مطابق مشخصات کیفی و فنی مندرج در بخش دوم	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار
۴	مشخصات فیزیکی و مکانیکی لوله و اتصالات	-	مطابق با معیارهای فنی مندرج در استانداردهای <b>DIN8074</b>	مطابق استانداردهای مورد تأیید خریدار

نکته مهم: مواد اولیه مصرفی الزاماً بایستی از نوع مواد خود رنگ مشکی برای لایه خارجی و غیر مشکی

برای لایه داخلی مطابق با مفاد استاندارد (ISIRI) ۷۱۷۴ باشد.