

لوله و اتصالات با **مواد پلی اتیلن** به دلیل خواص منحصر به فرد خودش می تواند بهترین گزینه برای سیستم های انتقال سیالات (مانند آب) در پروژه های بزرگ و کوچک صنعتی، نیروگاهها و سیستم آبرسانی باشد. همچنین استفاده از لوله های پلی اتیلن در سیستم های فاضلاب شهری، سیستم های گازرسانی و پروژه های بزرگ اطفاء حریق بسیار متداول است. دلایل ذکر شده در پایین بخشی از عواملی است که موجب شده است تا استفاده از لوله های پلی اتیلن و اتصالات آن روز به روز رواج بیشتری پیدا کند:

- لوله و اتصالات پلی اتیلن در برابر تعداد زیادی از مواد شیمیائی مقاوم هستند و دچار خوردگی نمی شوند.
- لوله پلی اتیلن در صورت نصب و اجرای صحیح و جوشکاری استاندارد نشتی نخواهند داشت.
- با توجه به انعطاف پذیری بالای لوله پلی اتیلن، این لوله ها در برابر حرکات زمین و زلزله مقاوم می باشند و همچنین لوله های پلی اتیلن می توانند تنش های خمشی و کششی را به راحتی تحمل نمایند. این ویژگی هزینه تعمیرات، نگهداری سالیانه و یا بازسازی خطوط انتقال سیال را بسیار کاهش می دهد.
- هزینه ترانشه و بستر سازی شبکه های اجرا شده با لوله و اتصالات پلی اتیلن بسیار پائین تر از شبکه های مشابه با لوله های فلزی و یا بتنی می باشد و حتی در بعضی از پروژه های آبیاری و آبرسانی نیازی به بستر سازی برای اجرای لوله پلی اتیلن نمی باشد.
- عمر لوله و اتصالات پلی اتیلن بسیار طولانی می باشد.
- لوله پلی اتیلن داراری استاندارد آب شرب می باشد و برای مصارف آبرسانی شهری و روستایی بسیار مناسب است.
- وزن سبک لوله پلی اتیلن و نیز اتصالات آن باعث شده است تا جابجایی و حمل و نقل آن ها و ساده تر و کم هزینه تر از لوله های فلزی و بتنی بشود.

مزایای استفاده از لوله و اتصالات پلی اتیلن

لوله و اتصالات پلی اتیلن می توانند بهترین گزینه برای سیستم های انتقال سیالات در پروژه های مختلف صنعتی، نیروگاه ها، خطوط انتقال فاضلاب، سیستم های آبیاری تحت فشار قطره ای و بارانی، خطوط انتقال گاز، خطوط انتقال آب و شبکه های آبرسانی می باشد. از جمله مزایای لوله پلی اتیلن می توان موارد زیر را نام برد:

- قابلیت اتصال آسان
- انعطاف پذیری بالا
- نصب آسان، سریع و کم هزینه لوله و اتصالات پلی اتیلن
- عمر طولانی مدت لوله پلی اتیلن و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری
- مقاومت در مقابل خوردگی و اثر مواد شیمیایی مختلف
- ضریب اصطکاک کم پلی اتیلن و ثابت بودن آن در طول کاربرد
- بهداشتی و غیر سمی بودن **لوله پلی اتیلن** مناسب برای آب شرب
- وجود سایزهای متنوع لوله و اتصالات پلی اتیلن

- مقاومت در برابر آفتاب و اشعه ماوراء بنفش

استفاده از لوله های پلیمری تحت فشار و پلی اتیلن در حدود ۷۰ سال در صنایع مختلف اروپا و سپس ایالات متحده آغاز شد. از جمله کاربری های حال حاضر لوله پلی اتیلن می توان انتقال آب (سیستم های آبرسانی، آبیاری تحت فشار و ...)، انتقال و جابجایی سیالات شیمیایی، سیالات خنک کننده و گرم کننده، قطعات مختلف مصرفی در صنایع خودروسازی، استفاده از لوله پلی اتیلن به عنوان پوشش محافظ و عایق کابل های برق و فیبر نوری و مصارف گوناگون و مختلف دیگر را نام برد.

لوله پلی اتیلن تک جداره، از جمله این لوله ها است که می توان از آن در فشارهای بین ۲ تا ۴۰ اتمسفر (بسته به مواد اولیه و قطر و ضخامت لوله) در صنایع مختلف استفاده نمود. ویژگی های منحصر بفرد لوله پلی اتیلن نسبت به انواع دیگر لوله ها (فولادی، آریست، و ...) باعث گردیده است که سرعت رشد استفاده از این لوله ها در شبکه های انتقال و توزیع آب و سیستم های آبیاری تحت فشار نسبت به دیگر موارد بسیار بیشتر باشد. مصرف لوله های پلی اتیلن با گذشت زمان رشد چشمگیری داشته و این رشد فزاینده به دلیل استفاده از تکنولوژی های جدید در ساخت مواد اولیه لوله پلی اتیلن با کیفیت بهتر، باعث شده است تا نسل جدیدی از لوله های پلی اتیلن های گرید به وجود بیاید.

مواد اولیه تولید لوله پلی اتیلن و تفاوت آن ها

پلی اتیلن از هیدروکربن و اتیلن تحت اثر درجه حرارت زیاد و فشار فوق العاده بالا ساخته می شود. نام تجاری مواد مصرفی برای تولید لوله پلی اتیلن PE63, PE80, PE100 می باشد.

لوله پلی اتیلن با مواد PE 63

مواد PE 63 دارای دانسیته کمی نسبت به مواد جدیدتر بودند و بنابراین دارای وزن و ضخامت بیشتری هستند که باعث می شود هزینه تولید لوله پلی اتیلن با مواد PE 63 بسیار بیشتر از مواد جدید تر باشد، بنابر این استفاده از این مواد توجیه اقتصادی ندارد و در حال حاضر از رده خارج شده اند.

لوله پلی اتیلن با مواد PE 80

استفاده از مواد PE 80 برای تولید لوله پلی اتیلن بعد از آن رایج شد که تولید کنندگان فهمیدند که با افزایش دانسیته مواد اولیه می توان با داشتن ضخامت و وزن کمتر، لوله ای با قابلیت تحمل فشار بیشتر و قیمت ارزانتر تولید کرد.

لوله پلی اتیلن با مواد PE 100

مواد PE 100 جزء جدیدترین نوع مواد اولیه تولید لوله پلی اتیلن می باشد که جزء مواد مرغوب محسوب می شود. لوله پلی اتیلن PE 100 با داشتن دانسیته بیشتر، وزن و ضخامت کمتری دارد و نیز می تواند فشار بیشتری را تحمل کند.

به طور کلی می توان مزایای لوله پلی اتیلن PE100 را نسبت به دیگر مواد اولیه به شرح زیر بیان نمود:

۱. فرآیندپذیری بهتر و میزان خروجی بالاتر و کاهش هزینه های تولید
۲. انعطاف پذیری بهتر برای کلاف پیچی، نگهداری و نصب لوله
۳. مقاومت بالاتر در برابر رشد ترک آرام و ضریب ایمنی بالای محصول
۴. مقاومت بالاتر در برابر رشد ترک سریع

تولید کنندگان لوله پلی اتیلن فهمیدند که با افزایش چگالی مواد اولیه لوله پلی اتیلن می توان با داشتن ضخامت و وزن کمتر، لوله ای با قابلیت تحمل فشار بیشتر و قیمت کمتر تولید نمود. بنابر این استفاده از مواد PE 80 برای تولید لوله پلی اتیلن آغاز شد. مواد PE 100 جزء جدیدترین نوع مواد اولیه تولید لوله پلی اتیلن می باشد که جزء مواد های گرید و با کیفیت محسوب می شود و از سال ۱۹۹۰ در اروپا بعنوان گریدی مناسب در صنعت لوله مطرح گردیده است. لوله پلی اتیلن PE 100 با داشتن دانسیته بیشتر، وزن و ضخامت کمتری دارد و نیز می تواند فشار بیشتری را تحمل کند. هم اکنون در ایران تولید لوله پلی اتیلن با مواد اولیه PE 80 و PE 100 رواج دارد.

برتری سیستم فاضلاب پلی اتیلن نسبت به سیستم پوش فیت

مطالب ذیل جهت مقایسه اجمالی بین سیستم فاضلابی پلی اتیلن و سیستم پلی پروپیلن (پوش فیت) ارائه می گردد باشد تا این مقایسه بتواند در انتخاب صحیح و شایسته سیستم فاضلابی که هم از نظر قیمت و هم از نظر کیفیت و طول عمر بر دیگر سیستم های فاضلابی برتری فاحشی دارد مثمر ثمر واقع گردد.

1. تولید کنندگان پوش فیت مواد اولیه خود را با قیمت نازل تری نسبت به مواد اولیه پلی اتیلن خریداری نموده و در تولید لوله و اتصالات پوش فیت نیز از مواد کمتری نسبت به لوله و اتصالات پلی اتیلن استفاده می گردد در صورتی که قیمت لوله و اتصالات پلی پروپیلن (پوش فیت) به مراتب از قیمت لوله و اتصالات پلی اتیلن بیشتر بوده و این سود چند جانبه تعدادی از تولید کنندگان را بر آن داشته که به تولید لوله و اتصالات پلی پروپیلن (پوش فیت) روی آورده و تبلیغات گسترده ای نیز در این زمینه انجام دهند .

2. هزینه اجرای سیستم پوش فیت به مراتب بیشتر از هزینه سیستم پلی اتیلن می باشد زیرا در سیستم پوش فیت در هر یک متر حداقل از دو عدد بست استفاده می گردد و در صورتی که در سیستم پلی اتیلن در هر دو الی سه متر از یک عدد بست استفاده می گردد که هزینه اجرای هر بست در پوش فیت ۷۰۰۰ ریال، قیمت هر بست 110 نیز ۸۰۰۰ ریال و هزینه اجرای هر متر طول پوش فیت ۱۴۵۰۰ ریال بوده در صورتی که هزینه اجرای هر متر طول پلی اتیلن ۱۱۰۰۰ ریال و اجرای هر بست ۶۰۰۰ ریال و قیمت هر بست ۱۱۰ نیز ۸۰۰۰ ریال می باشد بنابراین اگر هزینه اجرای پلی اتیلن و پوش فیت را مقایسه نماییم اعداد ذیل به دست خواهد آمد.

هزینه اجرای سیستم پوش فیت بیش از ۲/۵ برابر هزینه اجرای سیستم پلی اتیلن می باشد.

3. نو ظهور بودن سیستم پوش فیت و نبودن پروژه ای در ایران که حداقل سه سال از زمان انجام سیستم فاضلاب آن توسط پوش فیت گذشته باشد و همان طوری که مطلع هستید کل سیستم پوش فیت در فواصل کم به وسیله اورینگ به یکدیگر مرتبط گردیده و اگر در اثر مرور زمان PH موجود در شوینده هایی مانند وایتکس که خاصیت اسیدی دارد بر روی اورینگ های سیستم اثر بگذارد و باعث شود سیستم پوش فیت از محل اورینگ ها با پوسیدگی و نشست فاضلاب مواجه گردد آیا می دانید (خصوصاً در پروژه های بلند مرتبه) با چه فاجعه ای مواجه می گردید؟ در صورتیکه ۳۵ سال پیش پروژه بزرگ اکباتان و ۴۰ سال پیش هتل کوروش شمال و پروژه های بی شمار دیگری توسط سیستم فاضلابی پلی اتیلن انجام گردیده و تاکنون حتی یک نمونه گرفتگی و یا شکستگی از محل جوشها گزارش نگردیده است.

4. همان طور که می دانید حداکثر ارتفاع تست آب بند توسط لوله و اتصالات پوش فیت تنها ۵ متر بوده که به ۲ طبقه هم نمی رسد در صورتی که در لوله و اتصالات پلی اتیلن تا ۱۰ طبقه یعنی حدود ۴۰ متر هم تست پر و آب بند انجام گردیده.

5. مقاوم نبودن محل اتصالات پوش فیت در مقابل نوسانات زمین (زلزله) به دلیل حساسیت بالای این سیستم در صورتیکه پلی اتیلن تنها سیستمی است که کاملاً در مقابل نوسانات زمین (زلزله) مقاوم می باشد زیرا به دلیل جرم مولکولی بسیار بالایی که پلی اتیلن دارا می باشد جوشها مقاومت خود لوله را پیدا کرده و یک سیستم فاضلاب یک پارچه بوجود می آید لذا این نکته مثبت و برتری مهم پلی اتیلن در کشور زلزله خیزی مانند ایران بسیار حائز اهمیت می باشد.

6. مقاومت بسیار بالای پلی اتیلن در مقابل حرکت خاک و فشار و توانایی قرار گرفتن در زیر بتن و اجسام سخت و سنگین یکی دیگر از خاصیت‌های مهم پلی اتیلن می باشد در صورتیکه سیستم پوش فیت زمانی آب بند می باشد که لوله و اتصالات به دور از هرگونه فشار و به صورت دایره کامل در داخل یکدیگر قرار گیرد اما به دلیل نرمی پوش فیت چنانچه از خارج فشاری بر آن وارد گردد از دایره کامل خارج شده و شکل بیضی به خود گرفته و همین مساله باعث بوجود آمدن نشت از محل اتصالات می گردد.

7. صدای عبور فاضلاب در سیستم پوش فیت به مراتب محسوس تر از پلی اتیلن می باشد.

8. یکی از بزرگترین ضعف های پوش فیت آب بند نشدن و نشت فاضلاب از محل اتصال زانوی سیفونها بوده که همین مشکل تولید کنندگان پوش فیت را بر آن داشته که روی به استفاده از سیفونهای نشتی ناپذیر پلی اتیلن بیاورند که این خود گویای برتری پلی اتیلن و ضعف سیستم پوش فیت می باشد.

9. استفاده تولید کنندگان پوش فیت از عصایی پلی اتیلن به جای پلی پروپیلن پشت بام ها یکی دیگر از ضعف های سیستم پوش فیت می باشد زیرا به دلیل مقاومت بسیار بالایی که لوله و اتصالات پلی اتیلن در مقابل اشعه ماوراء بنفش و اشعه UVA و UVB خورشید از خود نشان می دهد تجزیه ناپذیر بوده (بدلیل وجود کربن و دوده) و ساختمان مولکولی و خواص آن متجاوز از ۸۰ سال حفظ می گردد. در صورتی که لوله و اتصالات پلی پروپیلن بعد از مدت کوتاهی در برابر اشعه ماوراء بنفش خورشید بسیار ترد و شکننده می گردد.

10. در نتیجه از آنجایی که هیچ دوسیستم فاضلاب متفاوت در محل اتصالات کاملاً با هم فیت نمی شوند در سیستم پوش فیت هم در نقاطی که از لوله ها و سیفون های پلی اتیلن جوشی استفاده گردیده سیستم پوش فیت خواه ناخواه در آینده ای نچندان دور دچار مشکل خواهد شد و این هم یکی دیگر از ضعفهای بزرگ سیستم پوش فیت می باشد .

11. لازم بذکر است در فواصل گرم و مناطق گرمسیری بدلیل نرم شدن اتصالات پوش فیت امکان تست آب بند این سیستم بیش از یک طبقه امکان پذیر نمی باشد.

12. همانطوری که مطلع هستید بسیاری از ساختمانها در حین و یا در انتهای ساختن با پدیده ای به نام نشست مواجه می شوند که بدلیل حساسیت بسیار زیاد پوش فیت چنانچه در این گونه ساختمانها از سیستم پوش فیت استفاده گردد با مشکل از آب بند خارج شدن سیستم مواجه خواهیم شد در صورتی که پلی اتیلن تنها سیستمی است که کاملاً در مقابل نشست ساختمانها مقاوم بوده و از خود انعطاف قابل ملاحظه ای نشان می دهد زیرا یکی از خاصیتهای پلی اتیلن این است که اگر نیروی کششی به آن وارد گردد می تواند تا بیش از ۵ برابر اندازه خود کش آمده و بعد پاره شود و همچنین در سیستم فاضلاب پلی اتیلن از قطعه ای به نام موفه استفاده می گردد که یکی از خصوصیات آن به غیر از کنترل و خنثی کردن انقباض و انقباض سیستم، خنثی کردن نشست ساختمان نیز می باشد.

آزمون‌های معمول تولید لوله پلی اتیلن

عناوین آزمونهای تولید لوله پلی اتیلن به شرح ذیل است:

- شاخص جریان مذاب (ISO 1133)
- تعیین چگالی (ISO 1183)
- تعیین درصد کربن (ASTM D 1603)
- تست کشش (BS2782-EN63-ASTM D 2412)
- آزمون فشار هیدرواستاتیک (EN 921)
- آزمون فشار ترکیدگی (ASTM D 1599)
- آزمون برگشت حرارتی (ISO 2505)
- اندازه گیری ابعاد و بررسی ظاهری لوله (ISO 11922)
- آزمایش O.I.T
- آزمایش فشردن (ISO-4437) و (EN-12106)

مزایای لوله‌های پلی اتیلن HDPE نسبت به لوله‌های GRP

از مقایسه ویژگی های ساختاری و عملکرد کوتاه مدت و بلند مدت لوله های GRP و لوله پلی اتیلن (HDPE High Density Poly Ethylene) (و نیز مقایسه استانداردهای AWWA در هر مورد AWWA C950) برای لوله GRP و AWWA C906 برای لوله پلی اتیلن) و همچنین آزمایشات عملی انجام شده انستیتو مواد مرکب ساختاری SCI و آزمایشگاه مهندسی پلاستیک و انیسیتو پلاستیک پایپ که همگی مراکز تحقیقاتی ایالات متحده می باشند، نتایجی استنباط گردیده که در زیر می آید .

جهت مقایسه منطقی در آزمایشات از مطلوب‌ترین جنس پلی‌اتیلن فشرده یعنی نوع PE 100 به تصریح استاندارد AWWA C906 استفاده شده است. همچنین لوله‌های سایز ۱۵۰ و ۶۰۰ میلیمتر در هر دسته مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

1. استحکام کششی

استحکام کششی لوله پلی‌اتیلن حدوداً بیش از ۲۴ برابر لوله GRP می‌باشد

2. مقاومت فشاری

مقاومت در مقابل فشار هیدرواستاتیک ترکیدگی لوله پلی‌اتیلن بسیار بیشتر از لوله GRP است. مستقیم‌ترین روش جهت اندازه‌گیری مقاومت لوله مقابل فشار، تست هیدرواستاتیک است. تمامی لوله‌های پلی‌اتیلن که تا مرحله شکست تحت فشار قرار گرفتند فقط دچار ترک به طول ۳۷ تا ۱۰۰ سانتیمتر شدند درحالی که تمامی لوله‌های GRP در این فشار می‌شکنند.

3. استحکام ضربه

استحکام ضربه لوله پلی‌اتیلن بسیار بیشتر از لوله GRP است. استحکام ضربه یکی دیگر از مشخصات مهم انتخاب لوله است. این ویژگی بیشتر از سایر خواص، در شرایط حمل و نقل و نصب موثر است. شکل ۵ استحکام ضربه لوله پلی‌اتیلن را با لوله GRP مقایسه می‌کند. آزمایشات به هر دو روش شاری و ایزود و در دمای 21 ± 2 درجه سانتیگراد انجام شده است.

4. سازگاری با محیط زیست

تولید لوله‌های پلی‌اتیلن هیچگونه آثار زیست محیطی ندارد و لوله‌های پلی‌اتیلن نیز در مقابل حمله میکروارگانیسم‌ها مقاوم می‌باشند چراکه پلی‌اتیلن ماده تغذیه‌کننده‌ای برای آنها نمی‌باشد. با توجه به استفاده از الیاف شیشه در تولید لوله‌های GRP می‌تواند به محیط زیست صدمه بزند ولی لوله‌های پلی‌اتیلن به عنوان لوله‌های دوستدار محیط زیست قلمداد می‌شوند.

5. مقاومت در برابر مواد شیمیایی

لوله‌های پلی‌اتیلن از مقاومت قابل توجهی در مقابل مواد شیمیایی آلی و غیرآلی برخوردار می‌باشد از این منظر لوله‌های GRP بخاطر استفاده از مواد رزینی از مقاومت کمتری نسبت به مواد پلی‌اتیلن برخوردار می‌باشد.

6. شرایط بستر سازی

نظر به ضعف ذاتی لوله‌های GRP، شرایط بستر در مورد این نوع لوله بسیار مهمتر از لوله پلی‌اتیلن می‌باشد. بستر مناسب برای کنترل اعوجاج که تنها معیار طراحی لوله‌های GRP در مقابل بارهای خارجی است مورد نیاز است. استاندارد کارگذاری لوله‌های GRP بیان می‌دارد که بستر لوله باید شامل ریزترین ذرات ممکن خاک باشد که بستگی به قطر لوله دارد. بنابراین خاک اطراف لوله باید بقدری فشرده باشد که نیروهای جانبی را به صورت کاملاً یکنواخت به لوله اعمال ننماید. همچنین خاک بایستی عاری از هرگونه مواد آلی باشد. کف بستر باید مسطح و عاری از سنگ‌های بزرگ و کلوخه باشد چون این سنگ‌ها باعث کاهش استحکام در اثر ایجاد سایش و خراش لوله می‌گردند. لازم به یادآوریست بسیاری از این تمهیدات در عمل فراهم نمی‌گردد. برعکس بدلیل استحکام ذاتی لوله‌های پلی‌اتیلن کف مسطح بدون خاک‌ریزی یا کف مسطح با خاک ریزی سبک برای بسیاری از کاربردها در مورد لوله‌های پلی‌اتیلن کافی است. هرچند عدم رعایت این نوع ترانشه‌گذاری نیز مشکلی برای لوله‌های پلی‌اتیلن فراهم نمی‌نماید.

7. اتصالات و قطعات

اتصال پذیری لوله پلی‌اتیلن، ارزاتر و سریعتر از لوله GRP است. چون سریعتر آب بندی می‌شود و نشستی ندارد و سرعت پروژه را افزایش می‌دهد ضمن اینکه استفاده از چسب برای اتصال لوله‌های GRP با اتصالات عمر و استحکام این اتصالات را پائین می‌آورد و با کوچکترین تغییری شروع به

نشستی می نماید. این مشکل به عنوان یک از بزرگترین مسائل مدیران اجرایی در پروژه های لوله کشی با لوله های GRP می باشد که آنها را برای اجرای یک خط لوله بدون نقص دچار مشکلات زیادی می نماید. با استفاده از مواد پلی اتیلن امکان ساخت انواع اتصالات وجود دارد که با استفاده از انواع روشهای جوشکاری می تواند خط لوله مطمئنی را طراحی و اجرا نمود.

8. شناوری و اجرای پروژه های دریائی

لوله پلی اتیلن روی آب شناور می شود. بنابراین هنگامی که احتمال آمدن سیل در بستر لوله می رود یا سطح آب های زیرزمینی در محل بالاست، تمهیدات خاصی بایستی اندیشیده شود. به این منظور لوله بایستی مهار شود. اما لوله های GRP با توجه به ماهیت شکننده بودن امکان شناوری را ندارند و عملاً استفاده های در پروژه های دریائی ندارند.

9. اثر خراشیدگی

در مقایسه با لوله GRP، پلی اتیلن ماده بسیار نرمتری است. بنابراین در مقابل خراش ها و سایر صدمات ایجاد شده در حین حمل و نقل کمتر آسیب پذیرتر می باشد. در استاندارد لوله GRP علاوه بر الزام بر عاری بودن لوله از ترک، بریدگی، سوراخ، حفرات، ناخالصی ها یا سایر نقایص، تاکید شده است که خراش هایی عمیق تر از ۱۰ درصد ضخامت جداره بحرانی بوده و لوله با چنین خراش هایی قابل استفاده نمی باشد و بایستی تعویض شود. به دلیل استحکام لوله پلی اتیلن علاوه بر کاهش احتمال ایجاد اینگونه صدمات، خراش روی لوله تاثیر چندانی بر استحکام آن ندارد. اما کوچکترین ضربه به لوله GRP می تواند کیلومترها کار اجرا شده را نابود نماید.

10. سهولت حمل و نقل

با توجه به مقاومت در برابر ضربه و سهولت بارگذاری و سهولت در جابجائی لوله های پلی اتیلن حمل و نقل این نوع لوله ها بیشتر بوده و درصد از بین رفتن لوله در اثر حمل و نقل صفر بوده و این نوع لوله ها ضایعات حمل و نقل ندارد.