بررسی مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن ساخت ایران

حسن رحیمی و احمد رضا انصاری پور

استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷/۸/۲۰'

خلاصه

با توجه به لزوم صرفه جویی آب کشاورزی بخصوص در کشورهایی با منابع محدود آبی در جهت بالا بردن میزان تولیدات کشاورزی و بالا بردن سطح زیر کشت استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار راه حل اساسی می‌باشد و نظر به افزایش نرخ دستمزدها و مصالح، استفاده از مصالحی با عمر مفید طولانی وبهینه یکی از عوامل مهم و مؤثر در رسیدن به هدف مذکورمی باشد. هدف این تحقیق بررسی مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن ساخت ایران و مقایسه فنی با استانداردهای موجود ایرانی و خارجی در این رابطه می‌باشد. در این تحقیق ابتدا لوله‌های پلی اتیلن تا حداکثر قطر ده اینچ به صورت نمونه از کارخانجات تولیدکننده این لوله‌ها تهیه شده است.سپس با توجه به استانداردهای موجود در رابطه با مشخصات فنی لوله‌های مذکور آزمایشات مورد نظر که عبارتند از اندازه‌گیری ابعاد شامل قطر و ضخامت، وزن مخصوص، تأثیر لوله پلی اتیلن بر روی آب از نظر بو و مزه، پایداری در مقابل حرارت، آزمون فشار هیدرواستاتیک و حد گسیختگی بر روی تولیدات به تعداد ۴۴ عدد انجام گردیده است. بطور خلاصه نتایج آزمونها بر روی تولیدات ذکر شده بدین شرح می‌باشد. ۷۵ درصد تولیدات دارای ابعاد استاندارد نبوده و ۳۰ درصد دارای وزن مخصوص غیرمجاز و ۱۵ درصد بر روی آب تأثیر منفی و از نظر حرارت مشکل نداشته و آزمون فشار هیدرواستاتیک ۳۰ درصد از حد غیرمجاز و ۳۰/۵ درصد از لحاظ فشار حد گسیختگی غیرمجاز بوده‌اند. رفع اشکالات عمده در خط تولید این محصول و همچنین استفاده از مواد اولیه (PIPE GRADE) برای تهیه لوله‌های پلی اتیلن توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی : پلی اتیلن ، لوله های پلی اتیلن ، مشخصات فنی لوله و لوله های صاف

مقدمه

امروزه استفاده از روشهای پیشرفته آبیاری و بالا بردن راندمان و جلوگیری از به هدر رفتن آب از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در این راستا استفاده از لوله‌ها جهت انتقال و توزیع آب و به ویژه استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار که یکی از پیشرفته‌ترین روشهای آبیاری است از اولویت برخوردار است. باید توجه داشت که جنس لوله‌های مصرف شده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای داخل مزرعه تا ۹۸ درصد از پلی اتیلن می‌باشد و در آبیاری بارانی ۹۵ درصد خطوط انتقال آب تا ابتدای مزرعه از جنس لوله‌های پلی اتیلن سخت می‌باشند. لذا لوله‌ها و اتصالات مصرفی در این پروژه‌ها بایستی دارای مقاومت و دوام زیاد باشند چه در غیر این صورت خسارت ناشی از عدم استحکام و استقامت در برابر عوامل مختلف در یک یا چند ناحیه از سیستم لوله کشی باعث اتلاف وقت و هزینه‌های گزاف خواهد بود. به عنوان مثال سابقاً لوله‌های فولادی، چدنی، مسی و آزبست در قسمتهای مختلف پروژه‌های آبیاری به کار می‌رفت ولی پس از کشف و ساخت پلاستیکهای مصنوعی به ویژه ترموپلاستیکها به تدریج مصرف لوله‌های فلزی به لحاظ معایب آنها منسوخ و جای خود را به لوله‌های پلاستیکی (پلی اتیلن سبک و سنگین) داده است.

باتوجه به کاربرد لوله‌های پلی اتیلن سخت و سبک در پروژه‌های آبرسانی، خطوط انتقال (بخصوص در روستاها) و سیستم‌های آبیاری، تحت فشار (بارانی و قطره‌ای) در سطح وسیع، لزوم بررسی مشخصات فنی این لوله‌ها و کاربرد صحیح این محصول کاملاً مشخص و لازم می‌باشد. با توجه به شرایط آب و هوائی متفاوت حاکم بر سطح کشور و تغییرات شدید حرارتی در بعضی از مناطق باید در تعیین جنس لوله مناسب در پروژه‌ها دقت بیشتری بعمل آید. همانطور که ذکر شد مصرف لوله‌های پلی اتیلن در پروژه‌های آبیاری تحت فشار نقش عمده‌ای را به عهده دارد لذا کاربرد صحیح این محصول و همچنین شناخت مشخصات آن و واکنشهای آن در مقابل عوامل مختلف بسیار ضروری می‌باشد. در جهت افزایش راندمان آبیاری و استفاده صحیح از منابع آبی و همچنین کاهش هزینه‌ها، لازم است مشخصات نهادهای مصرفی در این رابطه شناخته شوند. ازجمله مشکلات بوجود آمده در پروژه‌های آبیاری ناشی از مصرف لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن، ترکیدن لوله‌ها از محل جوشکاری ناشی از تغییرات دما، عدم آببندی اتصالات پلی اتیلن، عدم توانایی عبور دبی لازم و مورد محاسبه، خمیدگی لوله‌ها و اشکال جوشکاری در این لوله‌ها، عدم جوش خوردن مناسب در محل اتصال و تورق در هوای معمولی می‌باشد. در این تحقیق سعی می‌گردد تا با انجام آزمایشهای استاندارد روی تعدادی از نمونه لوله‌های ساخت کارخانجات داخلی، نسبت به ارزیابی مشخصات فنی آنها اقدام گردد.

- تاریخچه، شناخت و تولید لوله‌های پلی اتیلن

تولید لوله‌های پلی اتیلن از حدود ۳۰ سال قبل در کشورهای اروپایی و امریکا شروع و مورد بهره برداری قرار گرفته است. اولین بار در سال ۱۹۳۳ پلی اتیلن سبک در مقیاس آزمایشگاهی توسط محقق انگلیسی به نام فاوست تولید شده، (۱). در سال ۱۹۵۵ پلی اتیلن سنگین توسط یک محقق آلمانی به نام زیگلر تهیه و از سال ۱۹۶۳ به بعد پلی اتیلن در مقیاس وسیع به صورت تجاری به بازار عرضه گردید. برای تهیه پلی اتیلن نیاز به اتیلن می‌باشد که از هیدروکربنهای موجود در نفت یا گاز طبیعی بدست می‌آید. همان طوری که از رابطه زیر ملاحظه می‌شود پلی اتیلن از پلیمرکردن اتیلن که خود حاصل هیدروکربنهای نفت یا گاز می‌باشد، حاصل می‌گردد(۱).

$$n[CH_2=CH_2] \xrightarrow{\text{پلیمریزاسیون}} [-CH_2-CH_2-]_n$$

اتیلن پلیمریزاسیون پلی اتیلن

پلی اتیلنهای مورد مصرف در تولید لوله‌های آبرسانی، گازرسانی و فاضلاب به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند.

۱- پلی اتیلن سبک (نرم)LDPE با وزن مخصوص ۰/۹۲۵ - ۰/۹۱۲ گرم برسانتی مترمکعب

۲- پلی اتیلن متوسط MDPE با وزن مخصوص ۰/۹۴۰ - ۰/۹۲۶ گرم برسانتی مترمکعب

۳- پلی اتیلن سخت HDPE با وزن مخصوص ۰/۹۶۵ - ۰/۹۴۱ گرم برسانتی مترمکعب

- خواص مهم پلی اتیلن

خواص پلی اتیلن به میزان شاخه مولکولی پلیمر خطی بستگی دارد و این میزان با روشهای تهیه در رابطه می‌باشد. معمولاً هرچه میزان شاخه‌های مولکولی در پلیمر بیشتر باشد وزن مخصوص، نقطه ذوب و سختی پلیمر کمتر و نفوذ گاز و بخار در آن بیشتر است.

- خواص فیزیکی

پلی اتیلن دارای وزن مخصوص ۰/۹۶۵-۰/۹۱۲ گرم بر سانتی متر مکعب، حد سیلان ۱/۳-۰/۴ گرم در ده دقیقه حرارت قابل تحمل تا ۸۰+ درجه سانتی گراد، نقطه نرمش ۸۰ + درجه سانتیگراد، نقطه انجماد ۱۰ - درجه سانتی گراد و فرسایش زمانی ۵۰ ساله می‌باشد. پلی اتیلن سخت یک عایق بسیار خوب یا مقاومت عبور مخصوص حدود 10^{18} اهم است. قابلیت جذب رطوبت انواع پلی اتیلن از ۰/۰۱۵ درصد وزنی تا ۰/۰۱ درصد می‌باشد.

- خواص شیمیائی

لوله‌های پلی اتیلن نسبت به اسیدها و بازهای موجود در خاک و آبهای زیرزمینی مقاوم می‌باشند و در اکثر حلالهای آلی و معدنی در شرایط عادی نامحلول بوده و فقط در حرارت حدود ۹۰ درجه سانتیگراد برخی از هیدروکربنهای زنجیری و حلقوی و مشتقات کلره آنها بر آن تأثیر می‌گذارند.

- خواص فیزیولوژیک

سازمانهای بهداشت جهانی اعلام داشته‌اند که اضافه کردن افزودنی هایی مانند دوده اکتیو، یا مقاومت کننده‌ها که پلی اتیلن را از آسیب در مقابل نور و حرارت محفوظ می‌دارند از نظر بهداشت و سلامتی ضرری نداشته و آزمایشهای انجام شده نشان می‌دهند که آب در لوله‌های پلی اتیلن فاقد طعم و بوی خاص می‌باشد.

مواد و روشها

آزمایشهای اساسی لوله‌های پلی اتیلن که براساس استانداردهای ایران ASTM,ISO و دین آلمان روی کلیه نمونه‌ها انجام گردیده به شرح زیر می‌باشند.

– آزمایش اندازه‌گیری ابعاد (ضخامت، قطر خارجی)

الف - آزمون قطر خارجی

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران و استاندارد شماره ۸۰۷۴ دین آلمان بر روی کلیه نمونه‌ها انجام گردید.

براساس استانداردهای مذکور حد مجاز تغییرات میانگین قطر خارجی لوله‌ها طبق روشهای زیر محاسبه می‌شود.

d<160mm برای [0.015d+0.2]mm + = حد مجاز تغیرات

180<d<750 برای [0.004d+2]mm + = حد مجاز تغییرات

d<750mm برای +5mm = حد مجاز تغییرات

ب - آزمایش اندازه‌گیری ضخامت جداره

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران و استانداردهای شماره ۸۰۷۲ و ۸۰۷۴ دین آلمان انجام گرفته است.

میزان تغییرات ضخامت جداره لوله‌ها براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E= A-B / A \times 100$$

که در آن :

A= حداکثر ضخامت اندازه‌گیری شده در سطح مقطع به میلی متر

B= حداقل ضخامت اندازه‌گیری شده در سطح مقطع به میلی متر

E= درصد تغییرات ضخامت

براساس استانداردهای ذکر شده، حدود تغییرات ضخامت جداره (E) نباید از ۱۲ درصد مقدار اندازه‌گیری شده در هر سطح مقطع لوله تجاوز نماید.

– آزمایش اثر لوله پلی اتیلن بر روی کیفیت آب

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران انجام گرفته است.

طبق استاندارد مذکور لوله پلی اتیلن نباید هیچ گونه تأثیری به لحاظ بو، مزه و رنگ بر روی کیفیت آب بگذارد، علت تغییر بو و مزه آب در مجاورت لوله‌های پلی اتیلن، وجود مواد معدنی در مواد اولیه پلی اتیلن بخصوص در کربن سیاه می‌باشد که در مجاورت آب حل شده و ایجاد بو و مزه می‌نماید.

– آزمایش اندازه‌گیری وزن مخصوص لوله پلی اتیلن

این آزمون طبق استانداردهای شماره ۱۳۲۱، ۲۱۷۸ ایران بروی کلیه لوله‌ها انجام گرفته است. براساس استانداردهای مذکور، وزن مخصوص لوله‌های پلی اتیلن سخت باید در محدوده ۰/۹۶۵ تا ۰/۹۴۱ گرم بر سانتی متر مکعب باشد.

– آزمایش پایداری در مقابل حرارت (HEAT REVERSION)

این آزمون براساس استاندارد ISO به شماره ۲۵۰۶ انجام گرفته است. براساس این استاندارد حداکثر تغییر طول مجاز نمونه نسبت به طول اولیه ۳± درصد می‌باشد.

– آزمایش فشار هیدرواستاتیکی فشار

این آزمون براساس استانداردهای شماره۲۱۷۸ و ۱۳۳۱ ایران و استاندارد ASTM به شماره ۳۰۳۵ انجام گرفته است.

مقدار فشار تحمل یکساعته یک لوله براساس رابطه زیر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد محاسبه می‌شود:

$$P= 2S / D/t-1$$

در این رابطه :

S.D.R= D /t = نسبت ابعادی استاندارد

S= تنش طرح هیدرواستاتیکی لوله برحسب مگاپاسگال

P= رده فشاری لوله برحسب مگاپاسگال

D= میانگین قطر خارجی لوله برحسب میلی متر

t= حداقل ضخامت جداره برحسب میلی متر

هرلوله مورد آزمایش باید فشار محاسبه شده طبق رابطه فوق (P) را به مدت یک ساعت تحمل نماید و در این مدت نباید نواقص زیر در لوله مشاهده شود:

- کاهش مداوم فشار
- متورم شدن غیرطبیعی جدار لوله (انبساط موضعی قسمتی از لوله آزمون)
- ترکیدن (براثر پاره شدن لوله افت فشار ایجاد خواهد شد)

– آزمایش فشار ترکیدن (حدگسیختگی)

این آزمون براساس استانداردهای شماره ۲۱۷۸ و ۱۳۳۱ و استاندارد ASTM به شماره ۳۰۳۵ انجام گرفته است. حد گسیختگی آزمونه‌ها براساس رابطه داده شده در بند (۴-۵) در حالتی بدست می‌آید که مقدار S برابر ۱۷/۳۴ مگاپاسگال باشد بعد از

اینکه لوله فشار یک ساعته را تحمل نمود، ظرف مدت ۶۰ الی ۷۰ ثانیه لوله تحت افزایش فشار تا حد گسیختگی قرار داده می‌شوند تا در این مدت به مرحله گسیختگی برسند. آزمونه‌ها نباید در فشاری کمتر از حد گسیختگی بترکند و یا در فشار گسیختگی به طور موضعی متورم گردند.

نتایج و بحث

الف - نتیجه آزمون اندازه‌گیری قطر خارجی

براساس نتایج حاصله از آزمون‌های انجام یافته بروی ۴۶ نمونه لوله به طور خلاصه ۲۱/۷ درصد از لوله‌های آزمایش شده دارای قطر خارجی کمتر از حد مجاز و ۷۸/۳ درصد دارای تغییرات قطر خارجی در حد مجاز بوده‌اند. شکل شماره ۱ بیانگر این مطلب می‌باشد. لازم به ذکر است که علیرغم آنکه ۷۸/۳ درصد از لوله‌ها دارای تغییرات قطر خارجی درحد مجاز بوده‌اند، اما این امر نشانگر کیفیت مناسب پارامتر قطر این لوله‌ها نیست زیرا معمولاً در لوله‌ها پارامتر تعیین کننده ضخامت جداره لوله‌ها می‌باشد که نتایج آن در قسمت بعد مورد بحث قرار گرفته است.

ب - نتایج اندازه‌گیری ضخامت جداره

براساس آزمایش‌های انجام شده بر روی ۴۶ نمونه لوله و با توجه به ارقام مندرج در شکل شماره ۲ بطور خلاصه ۸/۶ درصد از لوله‌ها دارای ضخامت کمتر از حد مجاز، ۲۸/۳ درصد از لوله‌ها دارای تغییرات ضخامت بیش از حد مجاز (بیش از ۱۲ درصد) و ۶۳/۰۴ درصد دارای تغییرات ضخامت جداره در حد مجاز (از ۱ الی ۱۲ درصد).

به منظور مقایسه ابعاد لوله‌های مورد آزمایش با ابعاد استاندارد، نسبت SDR کلیه نمونه‌ها محاسبه و با ارقام استاندارد مقایسه شده که نتایج آن در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. همانطوری که از این شکل مشاهده می‌شود، SDR لوله‌های مورد آزمایش در تمام موارد کمتر از حد استاندارد بوده است.

ج - نتایج آزمایش اثر لوله پلی اتیلن بر روی کیفیت آب

براساس آزمایش انجام شده بر روی لوله‌های مورد آزمایش ۱۴ درصد لوله‌ها بر روی کیفیت آب به لحاظ بو و مزه تأثیر گذاشته و ۸۶ درصد لوله‌ها هیچ گونه تأثیری بر روی کیفیت آب نداشته‌اند.

د - نتایج آزمایش اندازه‌گیری وزن مخصوص

طبق آزمایش‌های انجام شده بروی ۴۴ نمونه لوله و براساس شکل شماره ۴ بطور خلاصه ۲۹/۵ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص کمتر از حد مجاز، ۱۸/۲ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص بیشتر از حد مجاز و ۵۲/۳ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص متعارف و در حد مجاز بوده‌اند.

ذ - نتایج آزمایش پایداری در مقابل حرارت

براساس آزمایش‌های انجام شده، کلیه نمونه‌ها دارای تغییرات طول در حد مجاز (۳± درصد) بوده‌اند. از آنجا که تغییرات طول لوله‌های پلی اتیلن در اثر حرارت به ترکیب مواد اولیه و فرآیند تولید آن بستگی دارد و در این تحقیق اطلاعاتی در مورد کیفیت مواد اولیه مصرفی در خط تولید در دست نبود، لذا در این ارتباط اظهار نظر دیگری نمی‌توان ارائه نمود. در این آزمون، کلیه نمونه‌ها در فضای آزمایشگاه در داخل اتو قرار داده شده و تغییرات طول آنها براساس استاندارد آزمایش محاسبه گردیده و اثرات اشعه مستقیم خورشید بروی تغییرات کمی و کیفی لوله‌ها مشخص نمی‌باشد.

هـ - نتایج آزمایش فشار هیدرواستاتیک یک ساعته

براساس نتایج این بخش از آزمایش‌ها به طور خلاصه ۲۹ درصد نمونه‌ها فشار یک ساعته را تحمل ننموده و ۷۱ درصد لوله‌ها در مدت آزمون به صورت متعارف رفتار کرده‌اند که نتایج آن در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.

و - نتایج آزمایش فشار حد گسیختگی

براساس نتایج آزمایش مذکور، بطور خلاصه ۳۰/۵ درصد از لوله‌ها در فشاری کمتر از حد گسیختگی ترکیده یا بطور موضعی متورم گردیده و ۶۹/۵ درصد از لوله‌ها در مقابل فشار گسیختگی بصورت متعارف عمل کرده‌اند.

- نتیجه‌گیری و بحث

همانطوری که از مجموع نتایج ارائه شده در قسمتهای قبل مشاهده می‌شود علیرغم وجود استانداردهای دقیق و صریح در مورد کیفیت لوله‌های پلی اتیلن متأسفانه در موارد بسیار عدم مطابقت مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن تولید شده در کشور با مشخصات استاندارد مشهود است. براساس این نتایج ۹۲/۴ درصد نمونه‌های مورد آزمایش دارای ضخامت بیشتر از حد مجاز و ۷۶/۲ درصد نمونه‌ها دارای قطر مفید داخلی کمتر از حد مجاز می‌باشند که این امر در طراحی هیدرولیکی این لوله، به ویژه در طراحی سیستم‌های

آبیاری تحت فشار دارای اثرات نامطلوب می‌باشد به نحوی که در اغلب موارد محاسبات هیدرولیکی انجام شده بر اساس ابعاد اسمی با واقعیت انطباق ندارد.

از دیدگاه مشحصات مقاومتی و رفتار لوله‌ها در مقابل فشار، بطور کلی تقریباً ۳۰ درصد از نمونه‌های مورد آزمایش قادر به تحمل فشار یک ساعته مجاز نبوده و یا قبل از رسیدن به فشار حد گسیختگی، دچار گسیختگی شده‌اند که این امر نیز بیانگر کیفیت نامطلوب این بخش از لوله‌های تولیدی می‌باشد.

از آنجا که تنش گسیختگی لوله‌ها و قطر و ضخامت آنها و نسبت SDR در ارتباط می‌باشد، لذا در شکل شماره ٦ تغییرات تنشی تحمل شده لوله‌های مورد آزمایش برحسب قطر در مقایسه تنش‌های قابل تحمل مطابق استانداردهای این آزمایش نشان داده شده است.

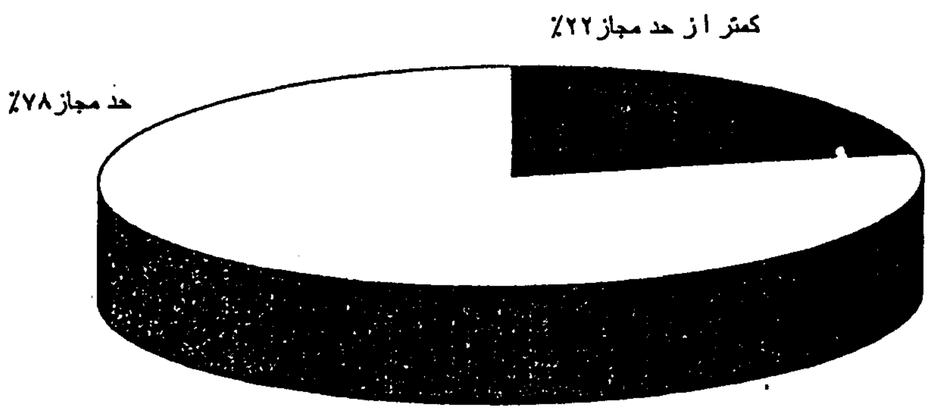
همانطوری که از این شکل مشاهده می‌شود، تنش تحمل شده لوله‌های قطر کوچک (تا حدود قطر ٦٣ میلی متر) تماماً کمتر از تنش استاندارد بوده است که این امر نیاز به اعمال دقت بیشتر در تولید لوله‌های پلی اتیلن با قطر کوچک را که به ویژه در سیستم‌های آبیاری، مصرف فراوان دارد به اثبات می‌رساند.

همانطور که نتایج سایر آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق نشان می‌دهد، از نظر وزن مخصوص و اثرات حرارتی، لوله‌های مورد آزمایش کیفیت نامطلوبی را نشان نداده‌اند و از نظر اثر بر کیفیت آب نیز حدود ۱۴ درصد از نمونه‌ها دارای اثر محسوس بر این کیفیت بوده‌اند. بطور خلاصه از مجموع نتایج بدست آمده در این تحقیق عدم انطباق لوله‌های پلی اتیلن ساخت کشور با استانداردهای موجود از دو دیدگاه زیر محسوس و قابل توجه می‌باشد.

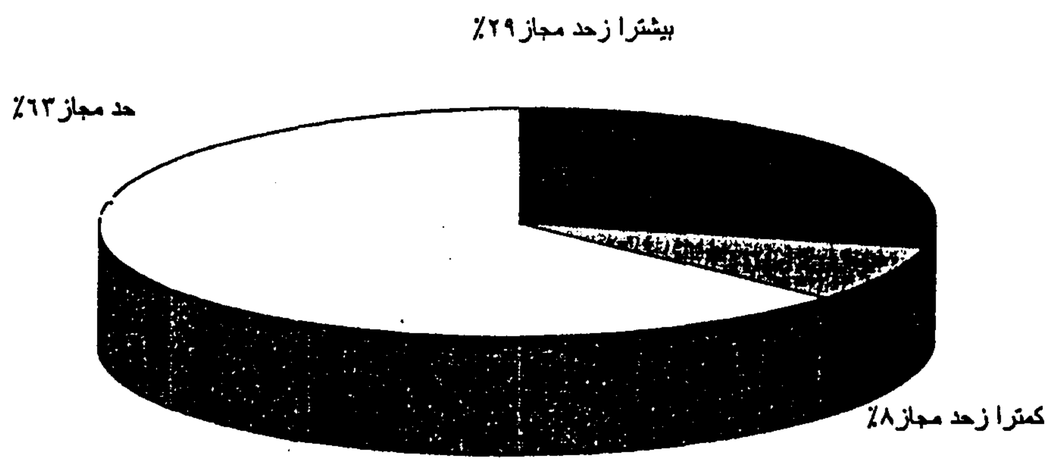
الف - ابعاد فیزیکی و به ویژه قطر داخلی

ب - فشار قابل تحمل

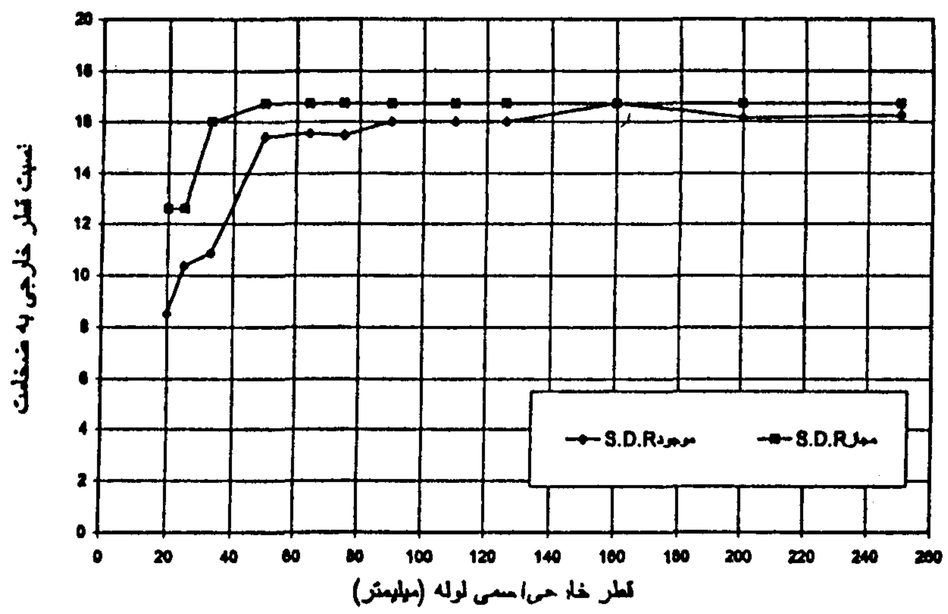
موضوع اول بطور مستقیم در طراحی و محاسبات هیدرولیکی این لوله ایجاد اشکال نموده و مورد دوم در عملکرد فنی این لوله‌ها در سیستم‌های تحت فشار مؤثر می‌باشد. البته موضوع دیگری که به علت عدم وجود استاندارد در ا ین تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته و لزوم آن احساس می‌شود، اثر برخورد اشعه مستقیم خورشید بر دوام و کیفیت این لوله‌ها می‌باشد.



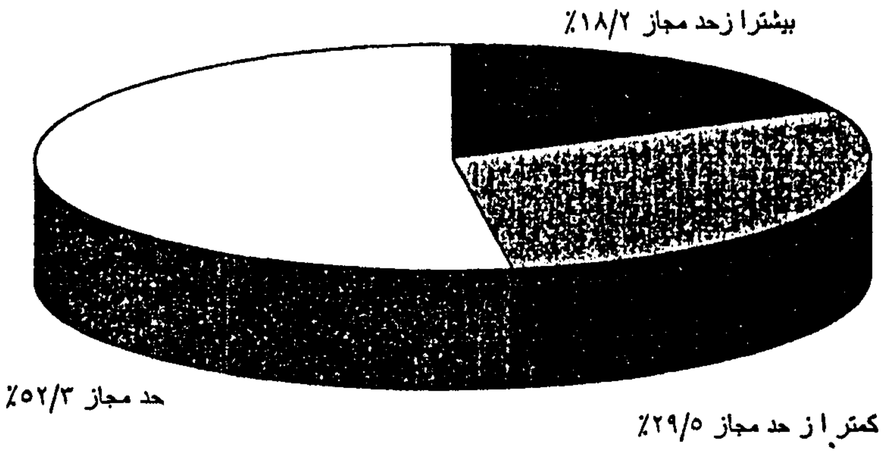
شکل ۱ - نمودار منبع آزمون اندازه گیری ثطر خارجی



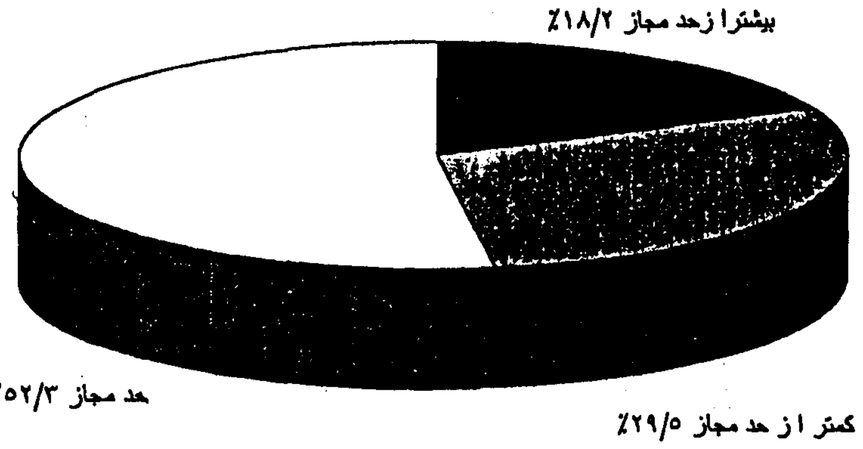
شکل ۲ - نمودارنتایج اندازه گیری ضخامت جداره لوله ها



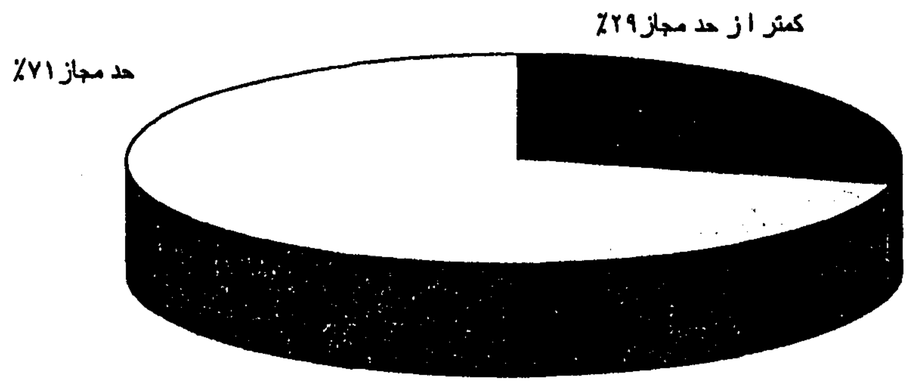
شکل ۳ - مقایسه نسبت ابعادی



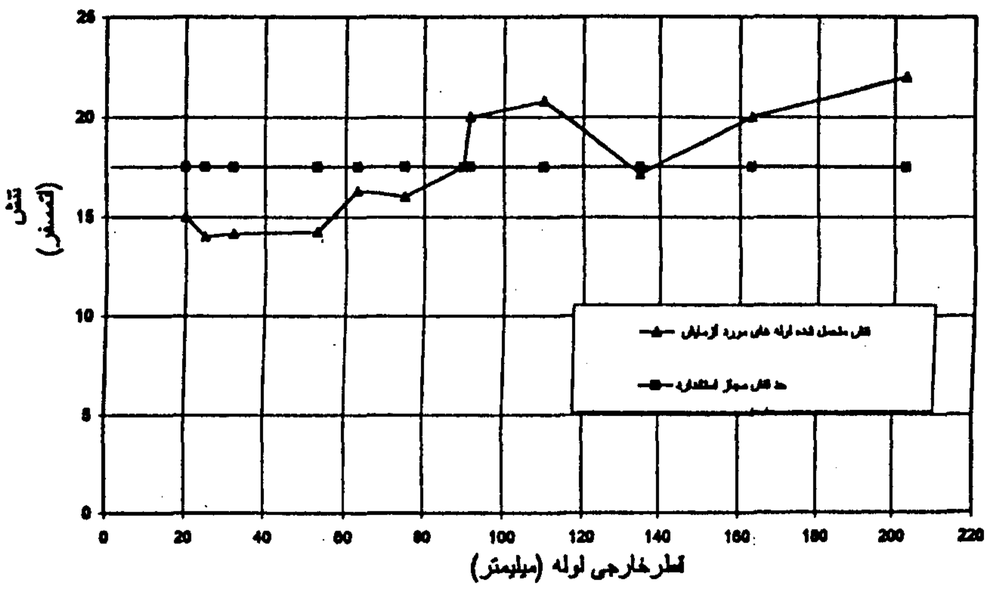
شکل ۴ - نمودار آزمون اندازه گیری وزن مخصوص



شکل ۴ - نمودار آزمون اندازه گیری وزن مخصوص



شکل ۵ - نتایج آزمون فشار هیدرواستاتیک یک ساعته



شکل ۶ - تغییرات تنش تحمل شده بر حسب قطر خارجی لوله در مقایسه با تنش استاندارد

این مسئله براساس گزارشهای دریافتی از مناطق مختلف کشور که نشانگر ترک خوردن، پوسیدن، یا شکننده شدن زودرس لوله‌های پلی اتیلن استقرار یافته در فضاهای باز می‌باشد، در صورت بررسی‌های تحقیقاتی بیشتر می‌تواند بعنوان یک عامل مؤثر در کیفیت فنی این لوله‌ها مورد توجه قرار گیرد.

بطور کلی علل عدم تطابق کیفیت لوله‌های پلی اتیلن ساخت کشور با ضوابط استاندارد را می‌توان در دو گروه به شرح زیر دسته بندی نمود.

- نامطلوب بودن کیفیت مواد اولیه مورد مصرف
- عملکرد نامطلوب دستگاههای تولید در مراحل پخت و شکل دهی لوله ها

هر یک از این عوامل می‌توانند در پایین بودن کیفیت لوله‌های تولیدی و عدم تطابق مشخصات فنی با معیارهای استاندارد نقش مؤثر داشته باشند.

لازم به ذکر است از آنجا که تعیین مشخصات هیدرولیکی (افت بار) لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن در طرح دیگری بصورت مستقل مورد بررسی قرار گرفته لذا، ضمن تأکید بر اهمیت مسئله، استفاده از نتایج این تحقیق در کاربرد لوله‌های پلی اتیلن نیز مورد توجه می‌باشد.

نهایتاً، با توجه به گسترش سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مملکت و نظر به کاربرد وسیع لوله‌های پلی اتیلن در این سیستم، اهمیت کنترل کیفی این محصول توسط سازمانهای مسئول و به ویژه مصرف کنندگان مورد تأکید قرار گرفته و توجه می‌شود از ورود محصولات غیر استاندارد به بازار مصرف جلوگیری شده سازماندهی مناسب برای کنترل مستمر و دقیق آن ایجاد گردد.

مراجع مورد استفاده:

۱ - استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران (روشهای نمونه برداری و آزمون لوله‌های پلی اتیلن برای آبرسانی) انتشارات موسسه استاندارد صنعتی کرج.

۲ - استاندارد شماره ۱۳۳۱ ایران (ویژگیهای لوله‌های پلی اتیلن برای آبرسانی) انتشارات موسسه استاندارد صنعتی کرج.

3- Astm. 1986 standard specification for polyethylene (PE) plastic pipe (SDR-PR) based on controlled outside diameter .D 3035

Iranian J. Agric. Sci. Vol. 29 No. 3 1998

Investigation on Technical Specification of Poly - ethylene Pipes Made in Iran

H. RAHIMI AND A. R. ANSARIPOOR

Professor and Former Gradute Student College of Agriculture

University of Tehran ,Karaj ,Iran.

Accepted 11, Nov. 1998

SUMMARY

Water saving in agriculture sector is a vital issue in countries, which are limited in water resources. To increase the efficiency of water use in irrigation, pressurized systems have been introduced in the recent years. Use of material of high quality is an important factor for achieving econmical performance of these systems. The main objective of this research work was to investigate technical properties of high density poly - ethylene pipes (HDPE) made in Iran in comparison to international standards.Several sample pipes up to 10 inches in diameter were gathered form different factories and after prepartion were tested according to the international standards. The testing program includes: determination of thickness and diameter, specific gravity, effects on water quality, heat stability, permessible hydrostatic pressure and bursting pressure. A total of 44 samples were investigated in this research. According to the overall results of the experiments, 75% of the samples did not meet the standards for the size - specifications, 30% did not meet the specifications for specific gravity, and 15% had negative effects on water quality. A total of 30% of the samples failed in permissible hydrostatic pressure tests and 30.5% failed in bursting pressure tests. There was no problem reltated to heat stability. Some problems were also observed related to quality of manufacturing of the pipes, specially regarding raw materials.

Keywprds: Polyethylene pipe, Smooth pipes, technical speafication of pipes & Polyethylene.

بررسی مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن ساخت ایران

حسن رحیمی و احمد رضا انصاری پور

استاد و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۷/۸/۲۰'

خلاصه

با توجه به لزوم صرفه جویی آب کشاورزی بخصوص در کشورهایی با منابع محدود آبی در جهت بالا بردن میزان تولیدات کشاورزی و بالا بردن سطح زیر کشت استفاده از روشهای آبیاری تحت فشار راه حل اساسی می‌باشد و نظر به افزایش نرخ دستمزدها و مصالح، استفاده از مصالحی با عمر مفید طولانی وبهینه یکی از عوامل مهم و مؤثر در رسیدن به هدف مذکورمی باشد. هدف این تحقیق بررسی مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن ساخت ایران و مقایسه فنی با استانداردهای موجود ایرانی و خارجی در این رابطه می‌باشد. در این تحقیق ابتدا لوله‌های پلی اتیلن تا حداکثر قطر ده اینچ به صورت نمونه از کارخانجات تولیدکننده این لوله‌ها تهیه شده است.سپس با توجه به استانداردهای موجود در رابطه با مشخصات فنی لوله‌های مذکور آزمایشات مورد نظر که عبارتند از اندازه‌گیری ابعاد شامل قطر و ضخامت، وزن مخصوص، تأثیر لوله پلی اتیلن بر روی آب از نظر بو و مزه، پایداری در مقابل حرارت، آزمون فشار هیدرواستاتیک و حد گسیختگی بر روی تولیدات به تعداد ۴۴ عدد انجام گردیده است. بطور خلاصه نتایج آزمونها بر روی تولیدات ذکر شده بدین شرح می‌باشد. ۷۵ درصد تولیدات دارای ابعاد استاندارد نبوده و ۳۰ درصد دارای وزن مخصوص غیرمجاز و ۱۵ درصد بر روی آب تأثیر منفی و از نظر حرارت مشکل نداشته و آزمون فشار هیدرواستاتیک ۳۰ درصد از حد غیرمجاز و ۳۰/۵ درصد از لحاظ فشار حد گسیختگی غیرمجاز بوده‌اند. رفع اشکالات عمده در خط تولید این محصول و همچنین استفاده از مواد اولیه (PIPE GRADE) برای تهیه لوله‌های پلی اتیلن توصیه می‌شود.

واژه های کلیدی : پلی اتیلن ، لوله های پلی اتیلن ، مشخصات فنی لوله و لوله های صاف

مقدمه

امروزه استفاده از روشهای پیشرفته آبیاری و بالا بردن راندمان و جلوگیری از به هدر رفتن آب از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در این راستا استفاده از لوله‌ها جهت انتقال و توزیع آب و به ویژه استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار که یکی از پیشرفته‌ترین روشهای آبیاری است از اولویت برخوردار است. باید توجه داشت که جنس لوله‌های مصرف شده در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای داخل مزرعه تا ۹۸ درصد از پلی اتیلن می‌باشد و در آبیاری بارانی ۹۵ درصد خطوط انتقال آب تا ابتدای مزرعه از جنس لوله‌های پلی اتیلن سخت می‌باشند. لذا لوله‌ها و اتصالات مصرفی در این پروژه‌ها بایستی دارای مقاومت و دوام زیاد باشند چه در غیر این صورت خسارت ناشی از عدم استحکام و استقامت در برابر عوامل مختلف در یک یا چند ناحیه از سیستم لوله کشی باعث اتلاف وقت و هزینه‌های گزاف خواهد بود. به عنوان مثال سابقاً لوله‌های فولادی، چدنی، مسی و آزبست در قسمتهای مختلف پروژه‌های آبیاری به کار می‌رفت ولی پس از کشف و ساخت پلاستیکهای مصنوعی به ویژه ترموپلاستیکها به تدریج مصرف لوله‌های فلزی به لحاظ معایب آنها منسوخ و جای خود را به لوله‌های پلاستیکی (پلی اتیلن سبک و سنگین) داده است.

باتوجه به کاربرد لوله‌های پلی اتیلن سخت و سبک در پروژه‌های آبرسانی، خطوط انتقال (بخصوص در روستاها) و سیستم‌های آبیاری، تحت فشار (بارانی و قطره‌ای) در سطح وسیع، لزوم بررسی مشخصات فنی این لوله‌ها و کاربرد صحیح این محصول کاملاً مشخص و لازم می‌باشد. با توجه به شرایط آب و هوائی متفاوت حاکم بر سطح کشور و تغییرات شدید حرارتی در بعضی از مناطق باید در تعیین جنس لوله مناسب در پروژه‌ها دقت بیشتری بعمل آید. همانطور که ذکر شد مصرف لوله‌های پلی اتیلن در پروژه‌های آبیاری تحت فشار نقش عمده‌ای را به عهده دارد لذا کاربرد صحیح این محصول و همچنین شناخت مشخصات آن و واکنشهای آن در مقابل عوامل مختلف بسیار ضروری می‌باشد. در جهت افزایش راندمان آبیاری و استفاده صحیح از منابع آبی و همچنین کاهش هزینه‌ها، لازم است مشخصات نهادهای مصرفی در این رابطه شناخته شوند. ازجمله مشکلات بوجود آمده در پروژه‌های آبیاری ناشی از مصرف لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن، ترکیدن لوله‌ها از محل جوشکاری ناشی از تغییرات دما، عدم آببندی اتصالات پلی اتیلن، عدم توانایی عبور دبی لازم و مورد محاسبه، خمیدگی لوله‌ها و اشکال جوشکاری در این لوله‌ها، عدم جوش خوردن مناسب در محل اتصال و تورق در هوای معمولی می‌باشد. در این تحقیق سعی می‌گردد تا با انجام آزمایشهای استاندارد روی تعدادی از نمونه لوله‌های ساخت کارخانجات داخلی، نسبت به ارزیابی مشخصات فنی آنها اقدام گردد.

- تاریخچه، شناخت و تولید لوله‌های پلی اتیلن

تولید لوله‌های پلی اتیلن از حدود ۳۰ سال قبل در کشورهای اروپایی و امریکا شروع و مورد بهره برداری قرار گرفته است. اولین بار در سال ۱۹۳۳ پلی اتیلن سبک در مقیاس آزمایشگاهی توسط محقق انگلیسی به نام فاوست تولید شده، (۱). در سال ۱۹۵۵ پلی اتیلن سنگین توسط یک محقق آلمانی به نام زیگلر تهیه و از سال ۱۹۶۳ به بعد پلی اتیلن در مقیاس وسیع به صورت تجاری به بازار عرضه گردید. برای تهیه پلی اتیلن نیاز به اتیلن می‌باشد که از هیدروکربنهای موجود در نفت یا گاز طبیعی بدست می‌آید. همان طوری که از رابطه زیر ملاحظه می‌شود پلی اتیلن از پلیمرکردن اتیلن که خود حاصل هیدروکربنهای نفت یا گاز می‌باشد، حاصل می‌گردد(۱).

$$n[CH_2=CH_2] \xrightarrow{\text{پلیمریزاسیون}} [-CH_2-CH_2-]_n$$

اتیلن پلیمریزاسیون پلی اتیلن

پلی اتیلنهای مورد مصرف در تولید لوله‌های آبرسانی، گازرسانی و فاضلاب به سه گروه زیر تقسیم می‌شوند.

۱- پلی اتیلن سبک (نرم)LDPE با وزن مخصوص ۰/۹۲۵ - ۰/۹۱۲ گرم برسانتی مترمکعب

۲- پلی اتیلن متوسط MDPE با وزن مخصوص ۰/۹۴۰ - ۰/۹۲۶ گرم برسانتی مترمکعب

۳- پلی اتیلن سخت HDPE با وزن مخصوص ۰/۹۶۵ - ۰/۹۴۱ گرم برسانتی مترمکعب

- خواص مهم پلی اتیلن

خواص پلی اتیلن به میزان شاخه مولکولی پلیمر خطی بستگی دارد و این میزان با روشهای تهیه در رابطه می‌باشد. معمولاً هرچه میزان شاخه‌های مولکولی در پلیمر بیشتر باشد وزن مخصوص، نقطه ذوب و سختی پلیمر کمتر و نفوذ گاز و بخار در آن بیشتر است.

- خواص فیزیکی

پلی اتیلن دارای وزن مخصوص ۰/۹۶۵-۰/۹۱۲ گرم بر سانتی متر مکعب، حد سیلان ۱/۳-۰/۴ گرم در ده دقیقه حرارت قابل تحمل تا ۸۰+ درجه سانتی گراد، نقطه نرمش ۸۰ + درجه سانتیگراد، نقطه انجماد ۱۰ - درجه سانتی گراد و فرسایش زمانی ۵۰ ساله می‌باشد. پلی اتیلن سخت یک عایق بسیار خوب یا مقاومت عبور مخصوص حدود 10^{18} اهم است. قابلیت جذب رطوبت انواع پلی اتیلن از ۰/۰۱۵ درصد وزنی تا ۰/۰۱ درصد می‌باشد.

- خواص شیمیائی

لوله‌های پلی اتیلن نسبت به اسیدها و بازهای موجود در خاک و آبهای زیرزمینی مقاوم می‌باشند و در اکثر حلالهای آلی و معدنی در شرایط عادی نامحلول بوده و فقط در حرارت حدود ۹۰ درجه سانتیگراد برخی از هیدروکربنهای زنجیری و حلقوی و مشتقات کلره آنها بر آن تأثیر می‌گذارند.

- خواص فیزیولوژیک

سازمانهای بهداشت جهانی اعلام داشته‌اند که اضافه کردن افزودنی هایی مانند دوده اکتیو، یا مقاومت کننده‌ها که پلی اتیلن را از آسیب در مقابل نور و حرارت محفوظ می‌دارند از نظر بهداشت و سلامتی ضرری نداشته و آزمایشهای انجام شده نشان می‌دهند که آب در لوله‌های پلی اتیلن فاقد طعم و بوی خاص می‌باشد.

مواد و روشها

آزمایشهای اساسی لوله‌های پلی اتیلن که براساس استانداردهای ایران ASTM,ISO و دین آلمان روی کلیه نمونه‌ها انجام گردیده به شرح زیر می‌باشند.

– آزمایش اندازه‌گیری ابعاد (ضخامت، قطر خارجی)

الف - آزمون قطر خارجی

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران و استاندارد شماره ۸۰۷۴ دین آلمان بر روی کلیه نمونه‌ها انجام گردید.

براساس استانداردهای مذکور حد مجاز تغییرات میانگین قطر خارجی لوله‌ها طبق روشهای زیر محاسبه می‌شود.

d<160mm برای [0.015d+0.2]mm + = حد مجاز تغیرات

180<d<750 برای [0.004d+2]mm + = حد مجاز تغییرات

d<750mm برای +5mm = حد مجاز تغییرات

ب - آزمایش اندازه‌گیری ضخامت جداره

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران و استانداردهای شماره ۸۰۷۲ و ۸۰۷۴ دین آلمان انجام گرفته است.

میزان تغییرات ضخامت جداره لوله‌ها براساس رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E= A-B / A \times 100$$

که در آن :

A= حداکثر ضخامت اندازه‌گیری شده در سطح مقطع به میلی متر

B= حداقل ضخامت اندازه‌گیری شده در سطح مقطع به میلی متر

E= درصد تغییرات ضخامت

براساس استانداردهای ذکر شده، حدود تغییرات ضخامت جداره (E) نباید از ۱۲ درصد مقدار اندازه‌گیری شده در هر سطح مقطع لوله تجاوز نماید.

– آزمایش اثر لوله پلی اتیلن بر روی کیفیت آب

این آزمون براساس استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران انجام گرفته است.

طبق استاندارد مذکور لوله پلی اتیلن نباید هیچ گونه تأثیری به لحاظ بو، مزه و رنگ بر روی کیفیت آب بگذارد، علت تغییر بو و مزه آب در مجاورت لوله‌های پلی اتیلن، وجود مواد معدنی در مواد اولیه پلی اتیلن بخصوص در کربن سیاه می‌باشد که در مجاورت آب حل شده و ایجاد بو و مزه می‌نماید.

– آزمایش اندازه‌گیری وزن مخصوص لوله پلی اتیلن

این آزمون طبق استانداردهای شماره ۱۳۲۱، ۲۱۷۸ ایران بروی کلیه لوله‌ها انجام گرفته است. براساس استانداردهای مذکور، وزن مخصوص لوله‌های پلی اتیلن سخت باید در محدوده ۰/۹۶۵ تا ۰/۹۴۱ گرم بر سانتی متر مکعب باشد.

– آزمایش پایداری در مقابل حرارت (HEAT REVERSION)

این آزمون براساس استاندارد ISO به شماره ۲۵۰۶ انجام گرفته است. براساس این استاندارد حداکثر تغییر طول مجاز نمونه نسبت به طول اولیه ۳± درصد می‌باشد.

– آزمایش فشار هیدرواستاتیکی فشار

این آزمون براساس استانداردهای شماره۲۱۷۸ و ۱۳۳۱ ایران و استاندارد ASTM به شماره ۳۰۳۵ انجام گرفته است.

مقدار فشار تحمل یکساعته یک لوله براساس رابطه زیر در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد محاسبه می‌شود:

$$P= 2S / D/t-1$$

در این رابطه :

S.D.R= D /t = نسبت ابعادی استاندارد

S= تنش طرح هیدرواستاتیکی لوله برحسب مگاپاسگال

P= رده فشاری لوله برحسب مگاپاسگال

D= میانگین قطر خارجی لوله برحسب میلی متر

t= حداقل ضخامت جداره برحسب میلی متر

هرلوله مورد آزمایش باید فشار محاسبه شده طبق رابطه فوق (P) را به مدت یک ساعت تحمل نماید و در این مدت نباید نواقص زیر در لوله مشاهده شود:

- کاهش مداوم فشار
- متورم شدن غیرطبیعی جدار لوله (انبساط موضعی قسمتی از لوله آزمون)
- ترکیدن (براثر پاره شدن لوله افت فشار ایجاد خواهد شد)

– آزمایش فشار ترکیدن (حدگسیختگی)

این آزمون براساس استانداردهای شماره ۲۱۷۸ و ۱۳۳۱ و استاندارد ASTM به شماره ۳۰۳۵ انجام گرفته است. حد گسیختگی آزمونه‌ها براساس رابطه داده شده در بند (۴-۵) در حالتی بدست می‌آید که مقدار S برابر ۱۷/۳۴ مگاپاسگال باشد بعد از

اینکه لوله فشار یک ساعته را تحمل نمود، ظرف مدت ۶۰ الی ۷۰ ثانیه لوله تحت افزایش فشار تا حد گسیختگی قرار داده می‌شوند تا در این مدت به مرحله گسیختگی برسند. آزمونه‌ها نباید در فشاری کمتر از حد گسیختگی بترکند و یا در فشار گسیختگی به طور موضعی متورم گردند.

نتایج و بحث

الف - نتیجه آزمون اندازه‌گیری قطر خارجی

براساس نتایج حاصله از آزمون‌های انجام یافته بروی ۴۶ نمونه لوله به طور خلاصه ۲۱/۷ درصد از لوله‌های آزمایش شده دارای قطر خارجی کمتر از حد مجاز و ۷۸/۳ درصد دارای تغییرات قطر خارجی در حد مجاز بوده‌اند. شکل شماره ۱ بیانگر این مطلب می‌باشد. لازم به ذکر است که علیرغم آنکه ۷۸/۳ درصد از لوله‌ها دارای تغییرات قطر خارجی درحد مجاز بوده‌اند، اما این امر نشانگر کیفیت مناسب پارامتر قطر این لوله‌ها نیست زیرا معمولاً در لوله‌ها پارامتر تعیین کننده ضخامت جداره لوله‌ها می‌باشد که نتایج آن در قسمت بعد مورد بحث قرار گرفته است.

ب - نتایج اندازه‌گیری ضخامت جداره

براساس آزمایش‌های انجام شده بر روی ۴۶ نمونه لوله و با توجه به ارقام مندرج در شکل شماره ۲ بطور خلاصه ۸/۶ درصد از لوله‌ها دارای ضخامت کمتر از حد مجاز، ۲۸/۳ درصد از لوله‌ها دارای تغییرات ضخامت بیش از حد مجاز (بیش از ۱۲ درصد) و ۶۳/۰۴ درصد دارای تغییرات ضخامت جداره در حد مجاز (از ۱ الی ۱۲ درصد).

به منظور مقایسه ابعاد لوله‌های مورد آزمایش با ابعاد استاندارد، نسبت SDR کلیه نمونه‌ها محاسبه و با ارقام استاندارد مقایسه شده که نتایج آن در شکل شماره ۳ نشان داده شده است. همانطوری که از این شکل مشاهده می‌شود، SDR لوله‌های مورد آزمایش در تمام موارد کمتر از حد استاندارد بوده است.

ج - نتایج آزمایش اثر لوله پلی اتیلن بر روی کیفیت آب

براساس آزمایش انجام شده بر روی لوله‌های مورد آزمایش ۱۴ درصد لوله‌ها بر روی کیفیت آب به لحاظ بو و مزه تأثیر گذاشته و ۸۶ درصد لوله‌ها هیچ گونه تأثیری بر روی کیفیت آب نداشته‌اند.

د - نتایج آزمایش اندازه‌گیری وزن مخصوص

طبق آزمایش‌های انجام شده بروی ۴۴ نمونه لوله و براساس شکل شماره ۴ بطور خلاصه ۲۹/۵ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص کمتر از حد مجاز، ۱۸/۲ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص بیشتر از حد مجاز و ۵۲/۳ درصد از لوله‌ها دارای وزن مخصوص متعارف و در حد مجاز بوده‌اند.

ذ - نتایج آزمایش پایداری در مقابل حرارت

براساس آزمایش‌های انجام شده، کلیه نمونه‌ها دارای تغییرات طول در حد مجاز (۳± درصد) بوده‌اند. از آنجا که تغییرات طول لوله‌های پلی اتیلن در اثر حرارت به ترکیب مواد اولیه و فرآیند تولید آن بستگی دارد و در این تحقیق اطلاعاتی در مورد کیفیت مواد اولیه مصرفی در خط تولید در دست نبود، لذا در این ارتباط اظهار نظر دیگری نمی‌توان ارائه نمود. در این آزمون، کلیه نمونه‌ها در فضای آزمایشگاه در داخل اتو قرار داده شده و تغییرات طول آنها براساس استاندارد آزمایش محاسبه گردیده و اثرات اشعه مستقیم خورشید بروی تغییرات کمی و کیفی لوله‌ها مشخص نمی‌باشد.

هـ - نتایج آزمایش فشار هیدرواستاتیک یک ساعته

براساس نتایج این بخش از آزمایش‌ها به طور خلاصه ۲۹ درصد نمونه‌ها فشار یک ساعته را تحمل ننموده و ۷۱ درصد لوله‌ها در مدت آزمون به صورت متعارف رفتار کرده‌اند که نتایج آن در شکل شماره ۵ نشان داده شده است.

و - نتایج آزمایش فشار حد گسیختگی

براساس نتایج آزمایش مذکور، بطور خلاصه ۳۰/۵ درصد از لوله‌ها در فشاری کمتر از حد گسیختگی ترکیده یا بطور موضعی متورم گردیده و ۶۹/۵ درصد از لوله‌ها در مقابل فشار گسیختگی بصورت متعارف عمل کرده‌اند.

- نتیجه‌گیری و بحث

همانطوری که از مجموع نتایج ارائه شده در قسمتهای قبل مشاهده می‌شود علیرغم وجود استانداردهای دقیق و صریح در مورد کیفیت لوله‌های پلی اتیلن متأسفانه در موارد بسیار عدم مطابقت مشخصات فنی لوله‌های پلی اتیلن تولید شده در کشور با مشخصات استاندارد مشهود است. براساس این نتایج ۹۲/۴ درصد نمونه‌های مورد آزمایش دارای ضخامت بیشتر از حد مجاز و ۷۶/۲ درصد نمونه‌ها دارای قطر مفید داخلی کمتر از حد مجاز می‌باشند که این امر در طراحی هیدرولیکی این لوله، به ویژه در طراحی سیستم‌های

آبیاری تحت فشار دارای اثرات نامطلوب می‌باشد به نحوی که در اغلب موارد محاسبات هیدرولیکی انجام شده بر اساس ابعاد اسمی با واقعیت انطباق ندارد.

از دیدگاه مشحصات مقاومتی و رفتار لوله‌ها در مقابل فشار، بطور کلی تقریباً ۳۰ درصد از نمونه‌های مورد آزمایش قادر به تحمل فشار یک ساعته مجاز نبوده و یا قبل از رسیدن به فشار حد گسیختگی، دچار گسیختگی شده‌اند که این امر نیز بیانگر کیفیت نامطلوب این بخش از لوله‌های تولیدی می‌باشد.

از آنجا که تنش گسیختگی لوله‌ها و قطر و ضخامت آنها و نسبت SDR در ارتباط می‌باشد، لذا در شکل شماره ٦ تغییرات تنشی تحمل شده لوله‌های مورد آزمایش برحسب قطر در مقایسه تنش‌های قابل تحمل مطابق استانداردهای این آزمایش نشان داده شده است.

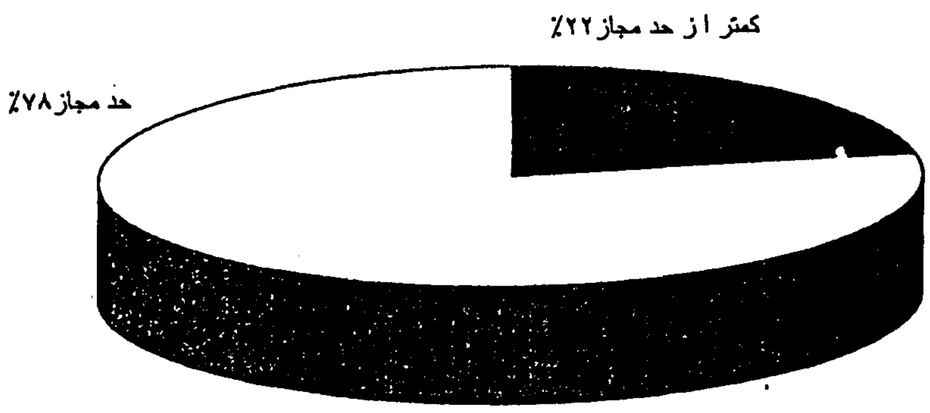
همانطوری که از این شکل مشاهده می‌شود، تنش تحمل شده لوله‌های قطر کوچک (تا حدود قطر ٦٣ میلی متر) تماماً کمتر از تنش استاندارد بوده است که این امر نیاز به اعمال دقت بیشتر در تولید لوله‌های پلی اتیلن با قطر کوچک را که به ویژه در سیستم‌های آبیاری، مصرف فراوان دارد به اثبات می‌رساند.

همانطور که نتایج سایر آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق نشان می‌دهد، از نظر وزن مخصوص و اثرات حرارتی، لوله‌های مورد آزمایش کیفیت نامطلوبی را نشان نداده‌اند و از نظر اثر بر کیفیت آب نیز حدود ۱۴ درصد از نمونه‌ها دارای اثر محسوس بر این کیفیت بوده‌اند. بطور خلاصه از مجموع نتایج بدست آمده در این تحقیق عدم انطباق لوله‌های پلی اتیلن ساخت کشور با استانداردهای موجود از دو دیدگاه زیر محسوس و قابل توجه می‌باشد.

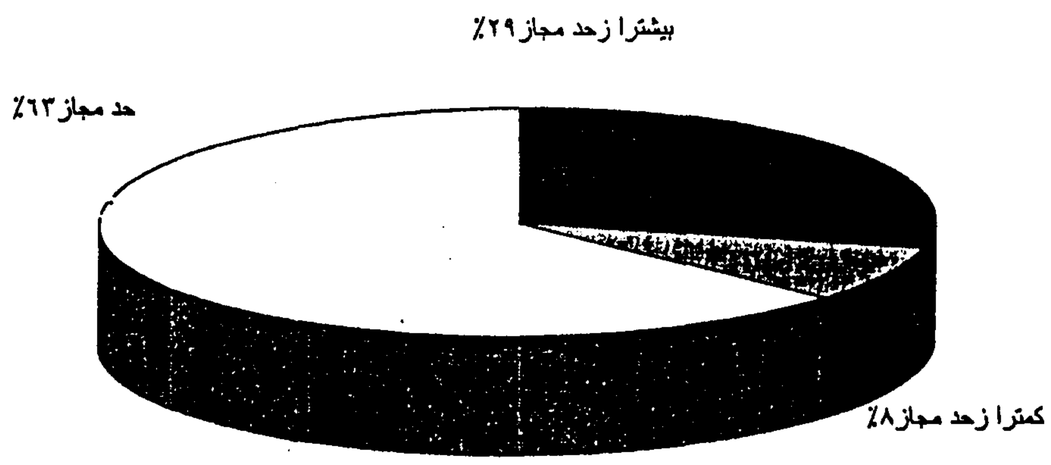
الف - ابعاد فیزیکی و به ویژه قطر داخلی

ب - فشار قابل تحمل

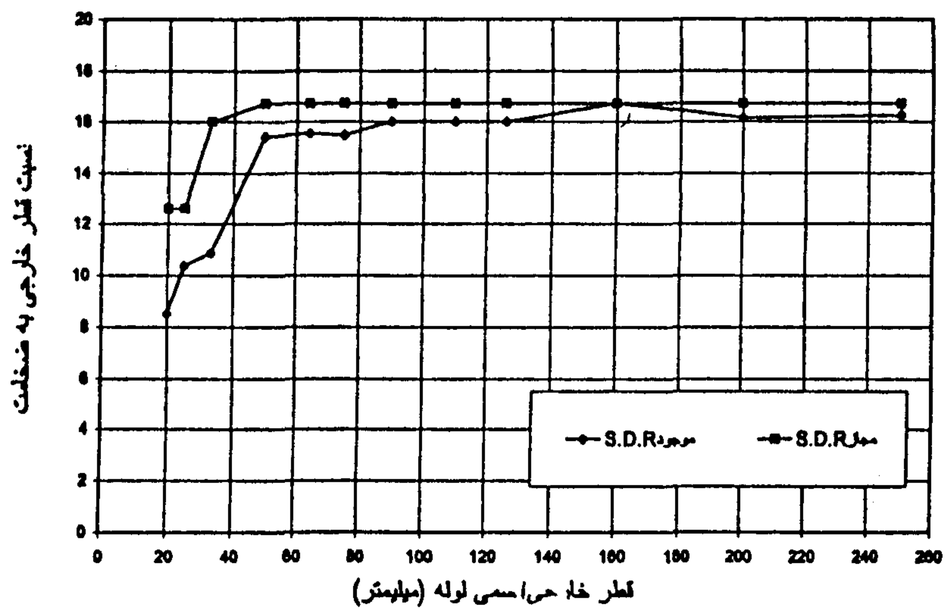
موضوع اول بطور مستقیم در طراحی و محاسبات هیدرولیکی این لوله ایجاد اشکال نموده و مورد دوم در عملکرد فنی این لوله‌ها در سیستم‌های تحت فشار مؤثر می‌باشد. البته موضوع دیگری که به علت عدم وجود استاندارد در ا ین تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته و لزوم آن احساس می‌شود، اثر برخورد اشعه مستقیم خورشید بر دوام و کیفیت این لوله‌ها می‌باشد.



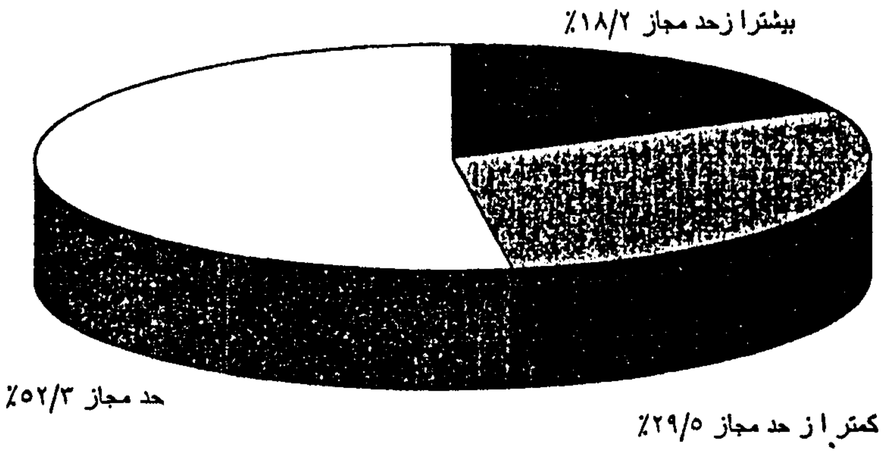
شکل ۱ - نمودار منبع آزمون اندازه گیری ثطر خارجی



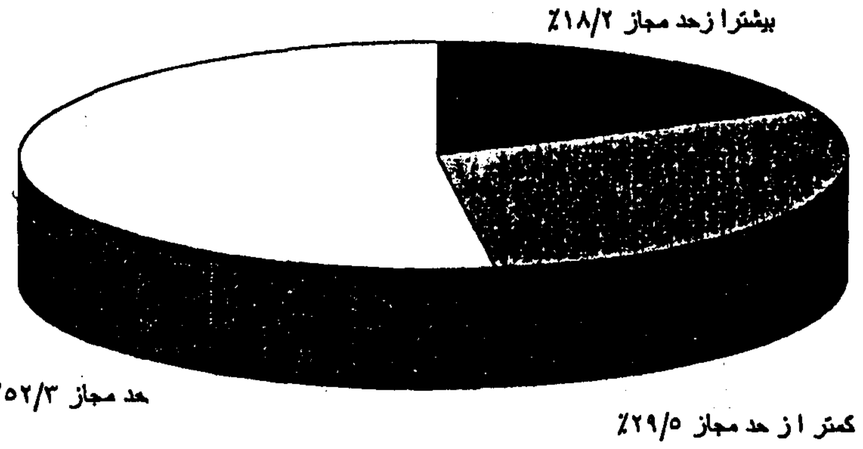
شکل ۲ - نمودارنتایج اندازه گیری ضخامت جداره لوله ها



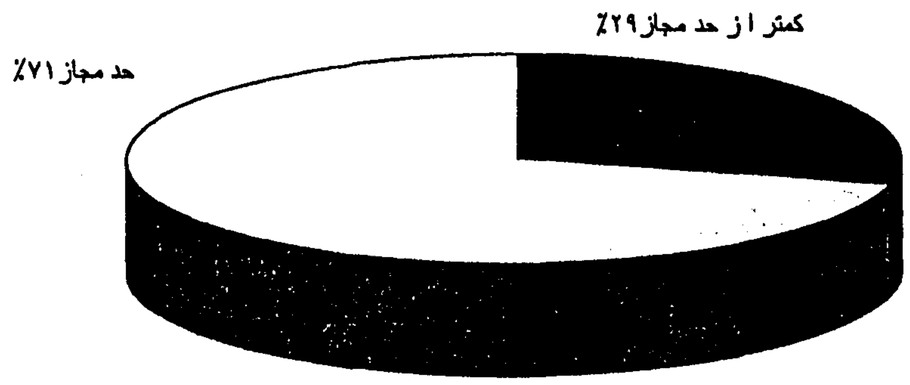
شکل ۳ - مقایسه نسبت ابعادی



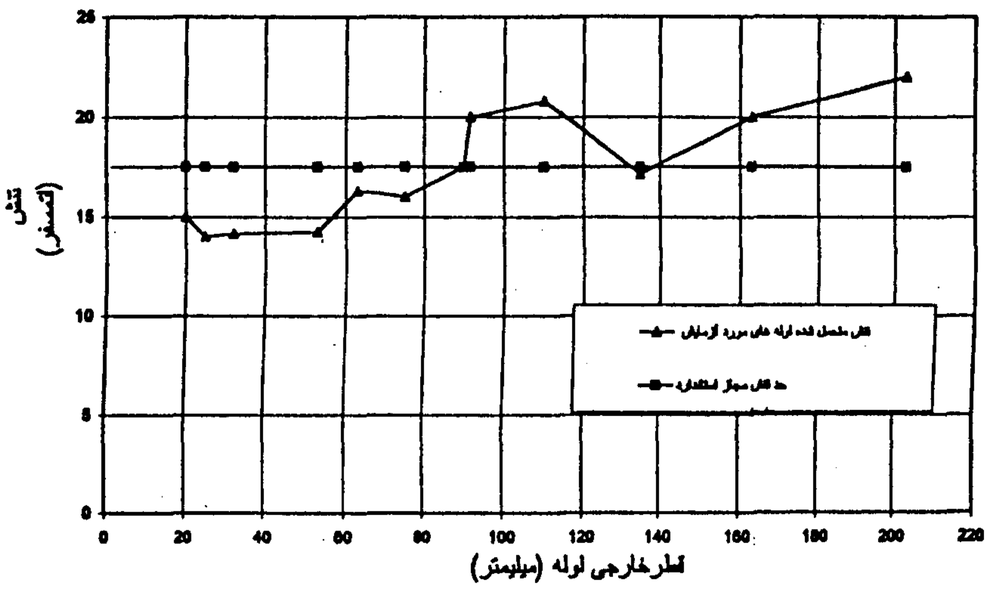
شکل ۴ - نمودار آزمون اندازه گیری وزن مخصوص



شکل ۴ - نمودار آزمون اندازه گیری وزن مخصوص



شکل ۵ - نتایج آزمون فشار هیدرواستاتیک یک ساعته



شکل ۶ - تغییرات تنش تحمل شده بر حسب قطر خارجی لوله در مقایسه با تنش استاندارد

این مسئله براساس گزارشهای دریافتی از مناطق مختلف کشور که نشانگر ترک خوردن، پوسیدن، یا شکننده شدن زودرس لوله‌های پلی اتیلن استقرار یافته در فضاهای باز می‌باشد، در صورت بررسی‌های تحقیقاتی بیشتر می‌تواند بعنوان یک عامل مؤثر در کیفیت فنی این لوله‌ها مورد توجه قرار گیرد.

بطور کلی علل عدم تطابق کیفیت لوله‌های پلی اتیلن ساخت کشور با ضوابط استاندارد را می‌توان در دو گروه به شرح زیر دسته بندی نمود.

- نامطلوب بودن کیفیت مواد اولیه مورد مصرف
- عملکرد نامطلوب دستگاههای تولید در مراحل پخت و شکل دهی لوله ها

هر یک از این عوامل می‌توانند در پایین بودن کیفیت لوله‌های تولیدی و عدم تطابق مشخصات فنی با معیارهای استاندارد نقش مؤثر داشته باشند.

لازم به ذکر است از آنجا که تعیین مشخصات هیدرولیکی (افت بار) لوله‌ها و اتصالات پلی اتیلن در طرح دیگری بصورت مستقل مورد بررسی قرار گرفته لذا، ضمن تأکید بر اهمیت مسئله، استفاده از نتایج این تحقیق در کاربرد لوله‌های پلی اتیلن نیز مورد توجه می‌باشد.

نهایتاً، با توجه به گسترش سیستم‌های آبیاری تحت فشار در مملکت و نظر به کاربرد وسیع لوله‌های پلی اتیلن در این سیستم، اهمیت کنترل کیفی این محصول توسط سازمانهای مسئول و به ویژه مصرف کنندگان مورد تأکید قرار گرفته و توجه می‌شود از ورود محصولات غیر استاندارد به بازار مصرف جلوگیری شده سازماندهی مناسب برای کنترل مستمر و دقیق آن ایجاد گردد.

مراجع مورد استفاده:

۱ - استاندارد شماره ۲۱۷۸ ایران (روشهای نمونه برداری و آزمون لوله‌های پلی اتیلن برای آبرسانی) انتشارات موسسه استاندارد صنعتی کرج.

۲ - استاندارد شماره ۱۳۳۱ ایران (ویژگیهای لوله‌های پلی اتیلن برای آبرسانی) انتشارات موسسه استاندارد صنعتی کرج.

3- Astm. 1986 standard specification for polyethylene (PE) plastic pipe (SDR-PR) based on controlled outside diameter .D 3035

Iranian J. Agric. Sci. Vol. 29 No. 3 1998

Investigation on Technical Specification of Poly - ethylene Pipes Made in Iran

H. RAHIMI AND A. R. ANSARIPOOR

Professor and Former Gradute Student College of Agriculture

University of Tehran ,Karaj ,Iran.

Accepted 11, Nov. 1998

SUMMARY

Water saving in agriculture sector is a vital issue in countries, which are limited in water resources. To increase the efficiency of water use in irrigation, pressurized systems have been introduced in the recent years. Use of material of high quality is an important factor for achieving econmical performance of these systems. The main objective of this research work was to investigate technical properties of high density poly - ethylene pipes (HDPE) made in Iran in comparison to international standards.Several sample pipes up to 10 inches in diameter were gathered form different factories and after prepartion were tested according to the international standards. The testing program includes: determination of thickness and diameter, specific gravity, effects on water quality, heat stability, permessible hydrostatic pressure and bursting pressure. A total of 44 samples were investigated in this research. According to the overall results of the experiments, 75% of the samples did not meet the standards for the size - specifications, 30% did not meet the specifications for specific gravity, and 15% had negative effects on water quality. A total of 30% of the samples failed in permissible hydrostatic pressure tests and 30.5% failed in bursting pressure tests. There was no problem reltated to heat stability. Some problems were also observed related to quality of manufacturing of the pipes, specially regarding raw materials.

Keywprds: Polyethylene pipe, Smooth pipes, technical speafication of pipes & Polyethylene.