



# راهنمای طرح و اجرای عملیات نصب لوله‌های سخت پی-وی-سی در لوله‌کشی آب سرد





[omorepeyman.ir](http://omorepeyman.ir)

از چندی قبل کارشناسان این دفتر با همکاری کارشناسان بخش خصوصی مطالعاتی در زمینه صنعت لوله ها و اتصالات پی.وی.سی انجام و مشخصات و استانداردها و همچنین کیفیت محصولات کشورهای مختلف جهان را که در این صنعت پیشرفتهائی داشته اند مورد بررسی قرار دادند و از آنجا که تشخیص داده شد کارخانجات سازنده کشورهایین و مؤسسات تحقیقاتی آنها دارای تجارب ارزنده ای در این زمینه میباشند از طریق کمکهای فنی دولت ژاپن از خدمات آقای Hidesumi Kano کارشناس ژاپنی که در زمینه صنایع پی.وی.سی تخصص و تجربه داشته استفاده بعمل آمد.

نامبرده بدواً استاندارد ملی ایران را در مورد لوله های پی.وی.سی برای مصارف لوله کشی آب آشامیدنی مورد مطالعه و بررسی قرار داد و با توجه بشرايط اقلیمی ایران و امکاناتی که در حال حاضر کارخانجات سازنده داخلی دارا میباشند نظریات اصلاحی پیشنهاد نمود که طی نشریه شماره ۴۴ این دفتر تکثیر و در اختیار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران قرار گرفت که بصورت استاندارد ملی تکمیل و اصلاح گردد.

این دفتر سپس با همکاری آقای Hidesumi Kano مطالعاتی برای تهیه استاندارد لوله های سخت پی.وی.سی برای مصارف صنعتی و همچنین اتصالات لوله های تحت فشار پی.وی.سی انجام داد و استاندارد های تهیه شده بصورت استاندارد پیشنهادی در اختیار مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران گذارده شد. امید است این استاندارد ها پس از بررسی تحت عنوان استاندارد ملی مورد تصویب قرار گیرد و کارخانجات سازنده نیز فرآورده های خود را با این استاندارد ها تطبیق دهند تا بتوان مصرف این نوع لوله ها را در کاربرد پروژه های عمرانی توصیه نمود.

از آنجا که ضرورت داشت برای طرح و اجرای عملیات نصب لوله های سخت پی.وی.سی در لوله کشی نیز دستورالعمل های جامعی تهیه شود که جوابگوی



نیازمند بهای مهندسين مشاور و پيمانكاران باشد اقدام به تهيه اين راهنما گريد .  
جزوه راهنمای حاضر نیز با استفاده از خدمات و تجارب آقای Hidesumi Kano  
تهیه و تدوین شده است .

اینک ضمن قدردانی از زحماتی که آقای Hidesumi Kano در تهیه این نشریه متقبل  
شده اند و همچنین تشکر از همکاری که آقای کنال خدام کارشناس شرکت ملی صنایع  
پتروشیمی و خانم مرسله خواجوی کارشناس این دفتر رهبرسی و ترجمه و تدوین  
آن مبذول داشته اند این نشریه تکثیر و در اختیار دستگاههای اجرایی و مهندسان  
مشاور و متخصصین فن قرار میگیرد تا هرگونه نظیر اصلاحی نسبت به مفاد آن در دسترس  
اعلام فرمایند .

دفتر تحقیقات و استانداردهای فنی



<u>صفحه</u>	<u>موضوع</u>
	فصل اول - مشخصات
۱	
۱	۱-۱- انواع لوله های P.V.C در لوله کشی آب سرد
۱	۱-۲- انواع اتصالاتها برای لوله کشی آب سرد
۲ الی ۶	جدولهای مربوط به موضوعات ردیفهای ۱-۱و۱-۲
	فصل دوم - اصول
۷ الی ۱۲	۱-۲- خواص کلی لوله P.V.C
۱۲ الی ۱۶	۲-۲- مقاومت هیدروستاتیک لوله P.V.C
۱۶ الی ۲۸	۳-۲- مقاومت لوله P.V.C در زیر خاک
	فصل سوم - طرح هیدرولیکی
۲۹	۱-۳- شبکه لوله کشی آب سرد
۳۰ الی ۳۱	۲-۳- طرح ریزی اساسی شبکه توزیع
۳۱ الی ۳۷	۳-۳- فرمولهای هیدرولیکی
	فصل چهارم - شبکه لوله کشی
۳۸ الی ۵۸	۱-۴- نصب لوله
۵۸ الی ۶۴	۲-۴- اتصال به لوله ها و شیرهای غیر مشابه
۶۴ الی ۷۱	۳-۴- انشعاب بدون قطع جریان آب
۷۲ الی ۷۹	۴-۴- طرح محافظت در مقابل فشار
۷۹ الی ۸۱	۵-۴- جلوگیری از انبساط و انقباض طولی لوله ها در زیر زمین
۸۱ الی ۸۵	۶-۴- لوله کشیهای مخصوص
۸۶	۷-۴- روشهای تعمیر
	فصل پنجم - انشعابات لوله کشی
۸۷ الی ۹۰	۱-۵- اتصال در انشعاب لوله کشی
۹۰ الی ۹۱	۲-۵- تقویت سیستم لوله کشی



۹۱ الی ۹۲	۳-۵- جلوگیری از یخ زدن
۹۲	۴-۵- جلوگیری از اطر کروزوت
۹۳	۵-۵- روش تعمیر
	فصل ششم - کارهای ساختمانی
۹۴ الی ۹۵	۱-۶-
۹۵ الی ۹۹	۲-۶- گود برداری
۱۰۰ الی ۱۰۴	۳-۶- پرکردن گودال
۱۰۵ الی ۱۰۶	۴-۶- عبورادن آزمایشی آب در داخل سیستم لوله کشی



## فصل اول - مشخصات

- ۱-۱- انواع لوله های P.V.C در لوله کشی آب سرد با در نظر گرفتن فشارهای اسمی ، اقطار خارجی ، ضخامت جدار ، طول و روانداری ( Tolerance ) لوله های مصرفی در سرویسهای آب سرد به سه گروه بشرح مندرج در جدول شماره ۱ تقسیم میشوند .
- ۱-۲- انواع اتصالاتها برای لوله کشی آب سرد  
انواع اتصالاتهای مصرفی در لوله کشی آب سرد در جدول شماره ۲ مندرج است .
  - ۱-۲-۱- انواع اتصالاتهای حفره ای برای ارتباط با شیرها  
انواع اتصالاتهای حفره ای برای ارتباط با شیرها در جدول شماره ۳ مندرج میباشد .
  - ۲-۲-۱- انواع اتصالاتها برای ارتباط با آلات و ادوات  
انواع اتصالاتها برای ارتباط با آلات و ادوات در جدول شماره ۴ مندرج میباشد .
  - ۳-۲-۱- انواع اتصالاتهای حفره ای  
انواع اتصالاتهای حفره ای در جدول شماره ۵ مندرج میباشد
  - ۴-۲-۱- انواع اتصال های حلقوی ( حلقوی ، آب بندی شده با مواد قابل انعطاف )  
انواع اتصالاتهای حلقوی در جدول شماره ۶ مندرج میباشد .



جدول شماره ۱ - انواع لوله های P.V.C.

طول	ضخامت جدار						قطر خارجی			قطری	
	طول	گروه ۱۶		گروه ۱۰		گروه ۶		روداری			قطر خارجی
		روداری	ضخامت جدار	روداری	ضخامت جدار	روداری	ضخامت جدار	برای حداکثر حداقل Ovality (۱)	برای میانگین قطر		
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۴	۱/۵					± ۰/۲۵	± ۰/۱۵	۱۶	۱۶
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۴	۱/۵					± ۰/۲۵	± ۰/۱۵	۲۰	۲۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۴	۱/۹					± ۰/۲۵	± ۰/۱۵	۲۵	۲۵
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۵	۲/۴	± ۱/۴	۱/۸			± ۰/۲۵	± ۰/۱۵	۳۲	۳۲
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۵	۳	± ۱/۴	۲/۰			± ۰/۲۵	± ۰/۱۵	۴۰	۴۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۶	۳/۸	± ۱/۵	۲/۴	± ۱/۴	۱/۸	± ۰/۳۰	± ۰/۱۵	۵۰	۵۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۷	۴/۷	± ۱/۵	۳/۰	± ۱/۴	۱/۹	± ۰/۴۰	± ۰/۲۰	۶۳	۶۳
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۸	۵/۶	± ۱/۶	۳/۶	± ۱/۵	۲/۲	± ۰/۴۵	± ۰/۲۰	۷۵	۷۵
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۹	۶/۷	± ۱/۷	۴/۳	± ۱/۵	۲/۷	± ۰/۵۵	± ۰/۲۵	۹۰	۹۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۱	۸/۲	± ۱/۸	۵/۳	± ۱/۶	۳/۳	± ۰/۷۰	± ۰/۳۰	۱۱۰	۱۱۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۲	۹/۳	± ۱/۸	۶/۰	± ۱/۶	۳/۷	± ۰/۷۵	± ۰/۳۵	۱۲۵	۱۲۵
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۳	۱۰/۴	± ۱/۹	۶/۷	± ۱/۷	۴/۱	± ۰/۸۵	± ۰/۳۵	۱۴۰	۱۴۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۴	۱۱/۹	± ۱	۷/۷	± ۱/۷	۴/۷	± ۱	± ۰/۴	۱۶۰	۱۶۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۴	۱۳/۴	± ۱/۶	۸/۶	± ۱/۱۱	۵/۳	± ۱/۱۰	± ۰/۴۵	۱۸۰	۱۸۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۶	۱۴/۹	± ۱/۸	۹/۶	± ۱/۱۲	۵/۹	± ۱/۲۰	± ۰/۵۰	۲۰۰	۲۰۰
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۱۹	۱۶/۷	± ۱/۱۰	۱۰/۸	± ۱/۱۳	۶/۶	± ۱/۳۵	± ۰/۶۰	۲۲۵	۲۲۵
± ۱۰	۶۰۰۰	± ۱/۲۱	۱۸/۶	± ۱/۱۱	۱۲/۰	± ۱/۱۴	۷/۴	± ۱/۵۰	± ۰/۶۵	۲۵۰	۲۵۰
± ۱۰	۶۰۰۰			± ۱/۱۴	۱۳/۴	± ۱/۱۶	۸/۲	± ۱/۷۰	± ۰/۷	۲۸۰	۲۸۰
± ۱۰	۶۰۰۰			± ۱/۱۶	۱۵/۰	± ۱/۱۷	۹/۲	± ۱/۹۰	± ۰/۸	۳۱۵	۳۱۵
± ۱۰	۶۰۰۰			± ۱/۱۹	۱۷/۰	± ۱/۱۹	۱۰/۴	± ۲/۱۵	± ۰/۹	۳۵۵	۳۵۵
± ۱۰	۶۰۰۰			± ۱/۲۲	۱۹/۱	± ۱/۲۱	۱۱/۷	± ۲/۴۰	± ۱	۴۰۰	۴۰۰

۱- خارج شدن سطح مقطع لوله از حالت گردی را اصطلاحاً "Ovality" میگویند.

تیمبره : سه نوع لوله وجود دارد لوله ساده ، لوله دارای اتصال حفره ای ( حفره ای مخروطی ) و لوله دارای اتصال حلقوی ( اتصال حلقوی ، آب بندی شده با مواد قابل انعطاف ) .



جدول شماره ۲ - انواع اتصالات

نام اتصالات	نوع اتصالات	طبقه بندی از روی روش تولید	طبقه بندی بر طبق ماده اولیه
پوشش زانوی ۹۰ درجه زانوی ۴۵ درجه سه راهه ۹۰ درجه در پوشش پوشش زانو سه راهه یکطرف ساده یکطرف دنده (برای اتصال با شیر) پوشش مفزی دار پوشش اتصالی ( برای وصل به مهره ماسوره) تبدیل ( استوانه ای )	اتصالات حفره ای ( حفره ای مخروطی )	تزیینی	سخت
پوشش ساده پوشش ضاعف اتصال قابل ارتجاع	اتصالات حلقوی ( حلقوی آب بندی شده با مواد قابل انعطاف )		
خم ۹۰ درجه خم ۴۵ درجه خم ۲۲/۵ درجه خم ۱۱/۲۵ درجه پوشش ساده پوشش برای اتصال بالوله آنریست پوشش برای اتصال بالوله چدن سی	اتصالات حفره ای ( حفره ای مخروطی )	ساخته شده از لوله	
پوشش ساده پوشش ضاعف خم ۹۰ درجه خم ۴۵ درجه خم ۲۲/۵ درجه خم ۱۱/۵ درجه پوشش برای اتصال بالوله آنریست پوشش برای اتصال بالوله چدن سی	اتصالات حلقوی ( حلقوی آب بندی شده با مواد قابل انعطاف )		
مهره ماسوره	-	ریخته گری	ریخته گری از سرنج
فلانچ غیر ثابت انشعاب زینتی		ریخته گری	ریخته گری معمولی از چدن

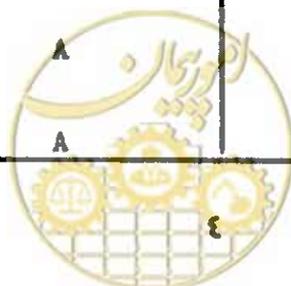
جدول شماره ۳- انواع اتصالهای حفره ای برای ارتباط باشیرها

اتصالها			قطر اسمی
سراهه یکطرف دنده	زانویکطرف دنده	پوشن یکطرف دنده	
A	A	A	۱۶
A	A	A	۲۰
A	A	A	۲۵
A	A	A	۳۲

A نشان دهنده اتصالاتی است که با روش تزریقی تولید شده اند

جدول شماره ۴- انواع اتصالها برای ارتباط باآلات وادوات

اتصالها			قطر اسمی
اتصال قابل ارتجاع	مهره ماسوره وپوشن مهره ماسوره ای	پوشن مغزی دار	
A	A	A	۱۶
A	A	A	۲۰
A	A	A	۲۵
A	A	A	۳۲
A	A	A	۴۰
A	A	A	۵۰
A	A	A	۶۳



جدول ۵- انواع اتصالهای حفره ای

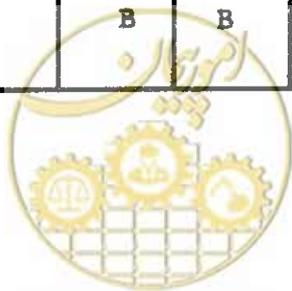
اتصالات										قطر	
بوشن برای اتصال بالوله چدنی	بوشن برای اتصال بالوله آزیست	خم				بوشن ۹۰	سه راهه	زانو		بوشن	اسمی
		۱۱/۱۵ درجه	۲۲/۵ درجه	۴۵ درجه	۹۰ درجه			۹۰ درجه	۴۵ درجه		
						A	A	A	A	A	۱۶
						A	A	A	A	A	۲۰
						A	A	A	A	A	۲۵
						A	A	A	A	A	۳۲
						A	A	A	A	A	۴۰
						A	A	A	A	A	۵۰
						A	A	A	A	A	۶۳
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۷۵
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۹۰
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۱۱۰
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۱۲۵
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۱۴۰
B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A/B	۱۶۰
B	B	B	B	B	B					B	۱۸۰
B	B	B	B	B	B					B	۲۰۰
B	B	B	B	B	B					B	۲۲۵
B	B	B	B	B	B					B	۲۵۰
B	B	B	B	B	B					B	۲۸۰
B	B	B	B	B	B					B	۳۱۵
B	B	B	B	B	B					B	۳۵۰
B	B	B	B	B	B					B	۴۰۰

B نشان دهنده اتصالهایی است که از تغییر شکل لوله تولید می شوند



جدول ۶- انواع اتصالهای حلقوی

اتصالات								قطر اسمی
بوشن برای اتصال با لوله چدن سی	بوشن برای اتصال بالوله آزیست	خـم				بوشن مضاعف	بوشن ساده	
		۱۱/۲۵	۲۲/۵	۴۵	۹۰			
								۱۶
								۲۰
								۲۵
								۳۲
								۴۰
								۵۰
								۶۳
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۷۵
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۹۰
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۱۱۰
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۱۲۵
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۱۴۰
B	B	B	B	B	B	A/B	A/B	۱۶۰
B	B	B	B	B	B	B	B	۱۸۰
B	B	B	B	B	B	B	B	۲۰۰
B	B	B	B	B	B	B	B	۲۲۵
B	B	B	B	B	B	B	B	۲۵۰
B	B	B	B	B	B	B	B	۲۸۰
B	B	B	B	B	B	B	B	۳۱۵
B	B	B	B	B	B	B	B	۳۵۵
B	B	B	B	B	B	B	B	۴۰۰



۱-۲ خواص کلی لوله P.V.C

۱-۱-۲ - خواص اصلی - خواص اصلی لوله P.V.C بشرح زیر است

وزن مخصوص - وزن مخصوص (کا) لوله P.V.C در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۱/۳۸ - ۱/۴۵ بوده و تغییرات آن در مقابل تغییر درجه حرارت ناچیز است .

سختی - سختی لوله P.V.C با استفاده از روش Shore در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۷۰-۹۰ میباشد که معادل سختی آلومینیوم است و با استفاده از روش Rock well در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۱۱۰-۱۲۰ میباشد .

جذب آب - در ۲۰ درجه سانتی گراد مقدار آبی که لوله P.V.C جذب میکند برابر ۰/۰۵ میلی گرم بر سانتیمتر مربع است . این مقدار نشان دهنده مقدار اشباع پس از سه ماه است و در هفت روز این مقدار برابر ۰/۱۵ میباشد .

قابلیت اشتعال - لوله P.V.C در نزدیکی شعله میسوزد ولی بمحض دور شدن از شعله خود بخود خاموش میشود .

پایداری در مقابل هوا - در مقابل هوا رنگ میبازد ولی خلی در مقاومت آن پدید نماید .



مقاومت کشش کوتاه مدت - مقاومت کشش کوتاه مدت لوله P.V.C که بصورت  $\epsilon_{T_{max}}$  نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۵۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است که از فرمول  $\epsilon_{T_{max}} = 660 - 6/65\theta$  محاسبه میشود.  $\theta$  از ۲۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد میباشد.

مقاومت کشش بلند مدت - مقاومت کشش بلند مدت که بصورت  $\epsilon_T$  نشان داده میشود در ۲۰ درجه سانتیگراد برابر ۲۷۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد و از فرمول  $\epsilon_{T_{max}} = 330 - 3/32\theta$  و  $\epsilon_T = 0/5$  بدست میاید  $\theta$  از ۲۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد میباشد.

انبساط طولی - انبساط طولی در مرحله گسیختگی با اعمال کشش کوتاه مدت که بصورت  $\epsilon_T$  نشان داده میشود برابر ۱۰۰-۱۵۰ درصد میباشد.

ضریب یونگ - ضریب یونگ لوله P.V.C که با E نشان داده میشود برابر  $1.4 \times 10^4$  در ۲۰ درجه سانتیگراد میباشد E از فرمول زیر محاسبه میشود

$$E = (3/808 - 0/022\theta) \times 10^4$$

$\theta$  از ۱۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد میباشد.

نسبت پوزون - نسبت پوزون لوله P.V.C که بصورت  $m$  نشان داده میشود برابر ۲/۷ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع در ۲۰ درجه سانتیگراد بوده و از فرمول

$$m = 1/768 - 0/014\theta$$

محاسبه میشود  $\theta$  از صفر تا ۸۰ درجه سانتیگراد تغییر میکند.





• تست و مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

•  $\sigma = \epsilon \cdot E = (0.001 + 0.0001) \times 10^9 = 1.1 \times 10^5$  است

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

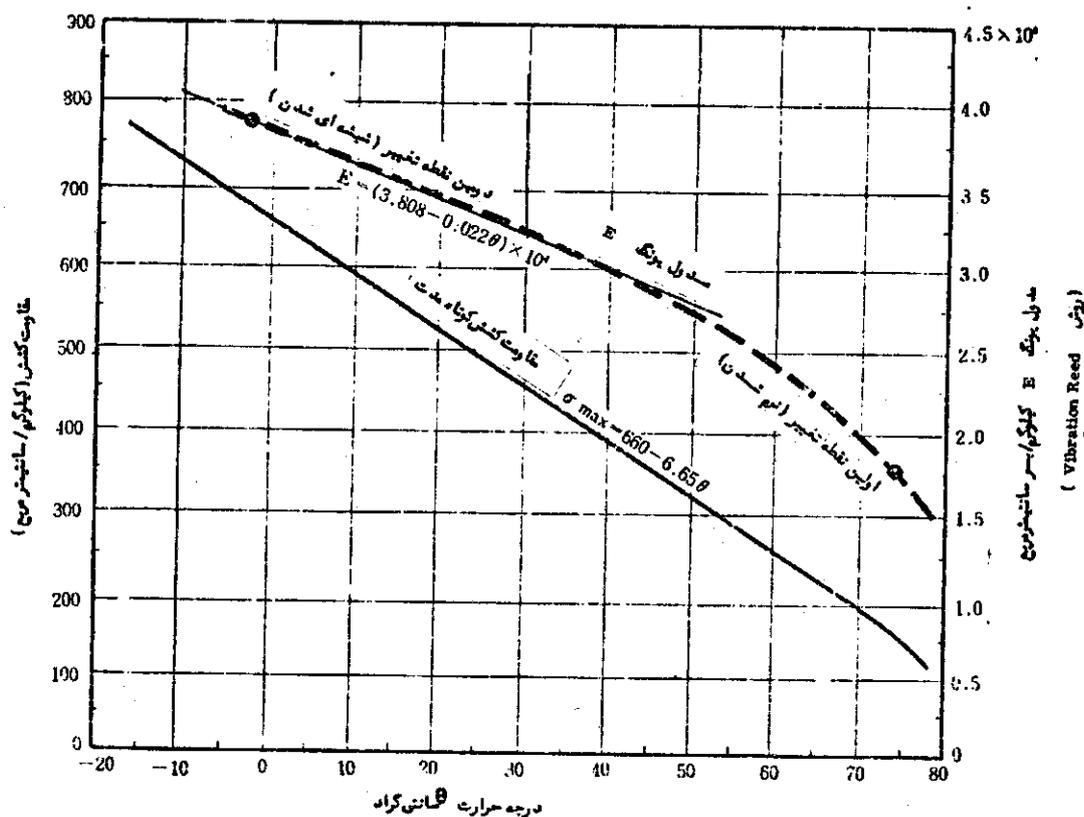
• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف  
 • مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

• مقایسه خواص مکانیکی و خواص الکتریکی پلیمرهای مختلف

## ۲-۱-۲ مدول الاستیسیته و مقاومت کشش در مقابل درجه حرارت

مدول الاستیسیته (ضریب ارتجاعی) و مقاومت کششی لوله P.V.C با درجه حرارت تغییر میکنند. این موضوع در تصویر ۱ نشان داده شده است. بعلاوه آنکه لوله P.V.C از رزین ترموپلاستیک ساخته شده است مقاومت مکانیکی آن با تغییرات درجه حرارت تغییر مییابد. این مقاومت با ازدیاد حرارت کاهش پیدا میکند.

تصویر ۱- بستگی مدول الاستیسیته (ضریب قوه ارتجاع) و مقاومت کشش با درجه حرارت

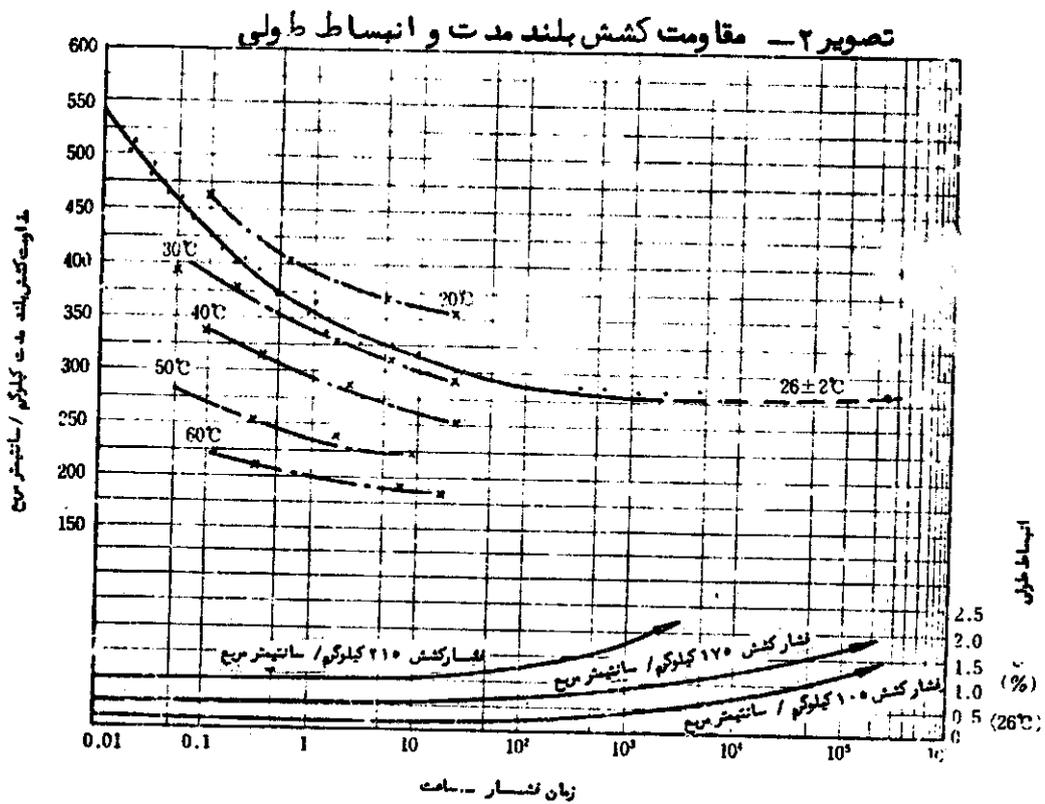


## ۲-۱-۲ تغییرات تابع زمانی مقاومت کشش و انبساط طولی

در تصویر ۲- ارتباط بین مقاومت کشش طولانی و انبساط طولی لوله P.V.C رسم شده است. اطلاعات ترسیم شده در شکل بالا زمان اندازه گیری شده منتهی به معیوب شدن لوله P.V.C را که تحت فشارهای کششی مختلف (که میزان آنها قبلاً تعیین شده است) مییابد نشان میدهد منحنی مورد



بحث روشن میکند که در فشارهای پائین تر از نصف فشار کششی کوتاه مدت نقصی در لوله P.V.C پدیدار نمیشود. در پلاستیکها فشاری که در آن تعادل ایجاد میشود حد مداوم پایداری نامیده میشود. از طرف دیگر انبساط طولی با گذشت زمان افزایش می یابد.



۲-۲ مقاومت همید روستاتیک لوله P.V.C زمان فشار ساعت

۱-۲-۲ فرمول محاسبه ضخامت جدار

ضخامت جدار لوله از روی فرمولی که در آن حداکثر فشار مجاز محیطی، فشار اسمی و قطر لوله در نظر گرفته شده است محاسبه میگردد.

$$t = \frac{P D_o}{2S+P} \dots\dots (1)$$



$t$  ضخامت جدار (میلیمتر)

$D_e$  میانگین قطر خارجی (میلیمتر)

$p$  فشار اسمی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

$s$  حداکثر فشار جایز محیطی (کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)

تبصره ۱- سازمان جهانی استاندارد (ISO) مقاومت بلند مدت را از نتایج آزمایش

طولانی (بیش از ۱۰۰۰ ساعت) فشار داخلی بدست آورده است و با

استفاده از آن فشار معینی را مبنا قرار داده است که برطبق آن میتوان لوله

را به مدت پنجاه سال در برابر هرگونه آسیب با افزودن خطای مجازی برابر

$\frac{1}{2}$  تا  $\frac{1}{2/5}$  به مقاومت کوتاه مدت کشش تضمین نمود.

همچنین سازمان مذکور میزان حداکثر فشار جایز محیطی را برابر فشار بالا با اضافه ۲ تا

۲/۵ (بعنوان عامل ایمنی) در نظر گرفته است.

در استاندارد ایران میزان حداکثر فشار مجاز محیطی ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

در ۲۰ درجه حرارت در نظر گرفته شده است.

تبصره ۲- چنانچه اندازه لوله و سرعت جریان آب را ثابت نگهداریم قدرت ضربتی آب

(۱) بطور قابل ملاحظه ای متناسب با تغییرات مدول یونگ تغییر میکند.

محاسبه توسط فرمول Allievi در مورد بستن سریع شیر نشان میدهد که

قدرت ضربتی آب در لوله های P.V.C فقط  $\frac{1}{3}$  لوله فولادی وجودی

و  $\frac{1}{2/5}$  لوله آریستی (۲) است.

(۱) Water Hammer

(۲) لوله سیمان وینبه نسوز



## ۲-۲-۲ فشار ترکیدن

فشار ترکیدن کوتاه مدت لوله P.V.C را میتوان از فرمول زیر محاسبه نمود :

$$P = \frac{2 \sigma_T}{D - t} \dots\dots\dots(2)$$

حد اکثر

که در آن

P: حداکثر : فشار کوتاه مدت ترکیدن برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$\sigma_T$  : مقاومت کوتاه مدت کشش برحسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

t : ضخامت جدار برحسب میلیمتر

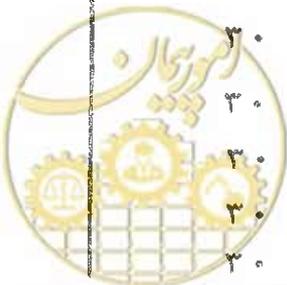
D : میانگین قطر خارجی برحسب میلیمتر

محاسبه فشارهای ترکیدن از روی فرمول بالا در جدول زیر درج شده است :



جدول شماره ۸- محاسبه فشارهای ترکیب ن لوله P.V.C. (در حرارت معمولی)

فشار کوتاه مدت ترکیب ن ( کیلوگرم بر سانتیمتر مربع )			قطر اسمی
گروه ۱۶	گروه ۱۰	گروه ۶	
۱۰۳			۱۶
۸۱			۲۰
۸۲			۲۵
۸۱	۶۰		۳۲
۸۱	۵۲		۴۰
۸۲	۵۰	۳۷	۵۰
۸۱	۵۰	۳۱	۶۳
۸۱	۵۰	۳۰	۷۵
۸۰	۵۰	۳۱	۹۰
۸۱	۵۱	۳۱	۱۱۰
۸۰	۵۰	۳۱	۱۲۵
۸۰	۵۰	۳۰	۱۴۰
۸۰	۵۱	۳۰	۱۶۰
۸۰	۵۰	۳۰	۱۸۰
۸۰	۵۰	۳۰	۲۰۰
۸۰	۵۰	۳۰	۲۲۵
۸۰	۵۰	۳۰	۲۵۰
	۵۰	۳۰	۲۸۰
	۵۰	۳۰	۳۱۵
	۵۰	۳۰	۳۵۰
	۵۰	۳۰	۴۰۰



تبصره - فشارهای مندرج در جدول که برصنای قطر خارجی و حداقل ضخامت جدار لوله محاسبه شده است فقط برای مراجعه میباشد. در عمل ارقام بالا با توجه به رواداری (تغییرات مجاز) ضخامت جدار و قطر خارجی تغییر میکند.

۳-۲ مقاومت لوله P.V.C در زیر خاک

۱-۳-۲ فشار خاک

فشارهای موثر خاک بر روی لوله P.V.C که در زیر زمین قرار دارد تقریباً بگروههای زیر تقسیم شده اند :

الف - فشار اصلی خاک (فشار مرده)

ب - فشار وسائط نقلیه ( فشارزنده)

ج - وزن آب و لوله (از وزن لوله P.V.C در صورتیکه قطر آن کم باشد

- میتوان صرفنظر نمود ) .

در عمل محاسبه فشارهای خاک دارای پیچیدگی های قابل ملاحظه ای میباشد زیرا بارهای مذکور بسته به نوع و طبیعت خاک و شن، سختی زمین نوع گود برداری، شرائط پرکردن گود، وزن وسائط نقلیه، کیفیت سطح - جاده و سایر عوامل تغییر مینمایند. در اروپا و ایالات متحده امریکا فشار وارده بر روی لوله های قرار گرفته در زیر خاک مورد آزمایشها و آزمونهای مکرر قرار گرفته است. در ژاپن نیز پس از آزمایشهای مکرر به نتایج قابل ملاحظه ای رسیدند که ماحصل آن ارائه فرمولهای متعددی در مورد فشارهای خاک بوده است.

از آنجائیکه فشار زمین بطور قابل ملاحظه ای با توجه به عوامل متعددی



همانطوریکه در بالا ذکر شد تغییر میکند بنابراین انتخاب رابطه نهایی که از نظر کلیه شرایط جامع باشد بسیار مشکل است. در اینجا معادله ای که بطور کلی پذیرفته شده و بکار برده میشود انتخاب شده است.

### الف - فشار اصلی خاک (فشار ثابت)

$$w_e = \gamma H \quad (3) \quad \text{فرمول فشار قائم}$$

که در آن  $w_e$ : فشار قائم خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$\gamma$  وزن واحد خاک ( وزن یک سانتی متر مکعب خاک )

بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب

$H$  عمق خاک به سانتیمتر

کاربرد فرمول فوق فقط تا عمق ۲۰۰ سانتی متری خاک (عمق پوشش

خاک) میباشد برای اعماق بیشتر باید از فرمول Marston استفاده

نمود.

### جدول ۹ - وزن واحد خاک ( $\gamma$ )

وزن کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	نوع خاک	وزن کیلوگرم بر سانتیمتر مربع	نوع خاک	وزن - کیلوگرم در سانتیمتر مربع	نوع خاک
۰/۰۰۱۲۸	خاک خشک	۰/۰۰۱۷۷	رس خشک	۰/۰۰۱۶	شن خشک
۰/۰۰۱۴۴	خاک مرطوب	۰/۰۰۱۹۳	رس مرطوب	۰/۰۰۱۷۶	شن مرطوب
۰/۰۰۱۷۷	خاک تر	۰/۰۰۲۰۹	رس تر	۰/۰۰۱۹۳	شن تر



ب - فشار وسائط نقلیه ( فشارزنده )

فرمول کوگلر ( Kogler )

$$Wt = \frac{2P (1 + i)}{(2\theta + 2H \tan \theta) (150 + 2H \tan \theta)} \dots\dots (4)$$

که در آن  $Wt$  = فشار وسائط نقلیه بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$P$  = وزن هر چرخ بر حسب کیلوگرم ( برای يك کامیون

۲۰ تنی ۸۰۰۰ کیلوگرم وزن در نظر گرفته میشود )

$H$  = عمق ( پوشش ) خاک بر حسب سانتیمتر

$\theta$  = زاویه پخش فشار بر حسب درجه ( وقتی که  $\theta = 45$

درجه باشد )

$i$  = ضریب تراکم

برای  $H$  مساوی یا کوچکتر از ۱۵۰ سانتیمتر  $i = 0$

برای  $H$  از ۱۵۰ تا ۲۰۰ سانتیمتر  $i = 0.01 - 0.05$

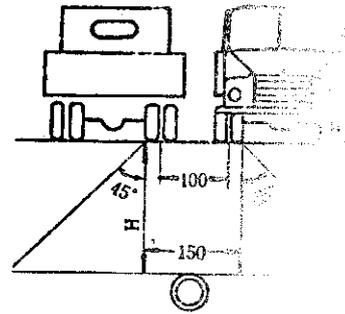
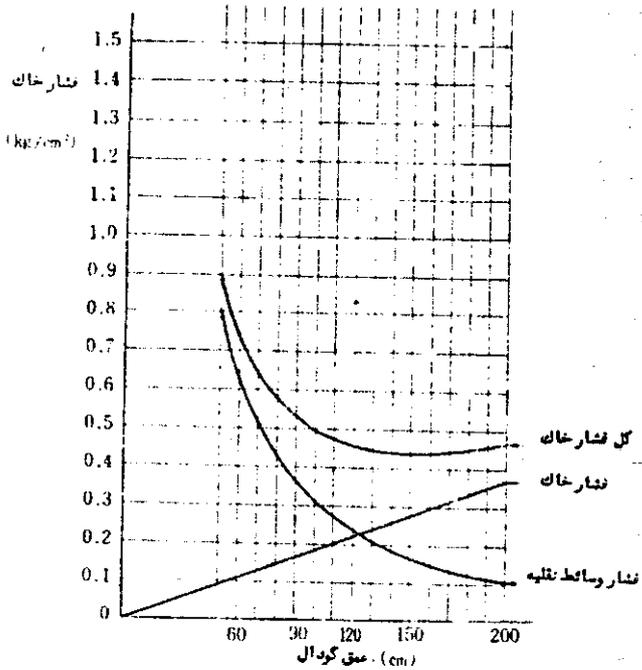
دامنه کاربرد این فرمول تا عمق ۲۰۰ سانتیمتر بوده و اساس آن -

فاصله ۱۰۰ سانتیمتر بین چرخهای دوسویه نقلیه است که بموازا ت

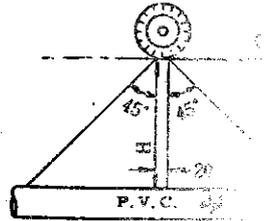
هم حرکت میکنند . برای اعماق بیشتر تاثیر سه یا چهار چرخ باید

در نظر گرفته شود .





لوله P.V.C.



خمیدگی یا انحنای لوله

میزان خمیدگی یا انحنای لوله به چگونگی عمل فشارهای خاک بر روی لوله بستگی دارد. از آنجائیکه تقسیم فشار و نیروهای موثر بر روی لوله با توجه به شرایط خاک و نوع بار وارده تغییر میکند توزیع نیروها در تصاویر ۶ و فرضی میباشند

الف - خمیدگی در اثر وزن اصلی خاک

$$\delta e = K_0 \frac{We R^4}{E I} \quad (5)$$

که در آن  $\delta e$  انحنای قائم بر حسب سانتیمتر

$We$  فشار اصلی خاک بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

$R$  شعاع لوله بر حسب سانتیمتر

$E$  مدول یونگ بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع



I = گشتاور سکون بر حسب سانتیمتر به توان چهار (  $I = \frac{t^3}{12}$  )

K ضریبی که از روی زاویه پشتیبانی 20 تعیین میشود

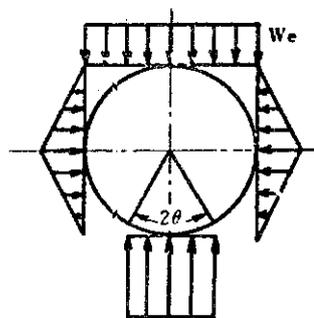
(در شرایطی که لوله بحالت استاندارد در زیر خاک

گذاشته می شود 20 برابر 90 درجه میباشد)

جدول شماره 10 - مقدار K

زاویه پشتیبانی	60 درجه	90 درجه	120 درجه
ضریب K	0/100	1/084	1/070

تصویر 5 - تقسیم فشار اصلین خاک



ب - خمیدگی در اثر وزن وسائط نقلیه

$$\delta t = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{Wt R^4}{E I} \quad (6)$$

که در آن  $\delta t$  خمیدگی قائم بر حسب سانتیمتر

Wt فشار وسائط نقلیه بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

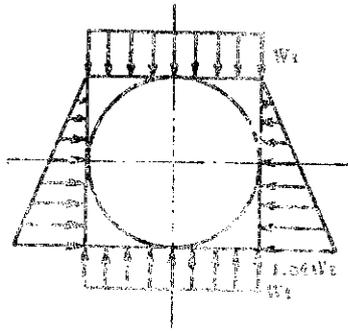
R شعاع لوله بر حسب سانتیمتر

E مدول یا ضریب یونگ لوله بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

I گشتاور سکون بر حسب سانتیمتر به توان چهار (  $I = \frac{t^3}{12}$  )



تصویر ۶- تقسیم فشار وارده توسط وسائط نقلیه



ج - خمیدگی کل

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$

تعیین حدی برای خمیدگی کل (  $\delta$  ) در مورد لوله هاشی نظیر لوله P.V.C که انعطاف پذیر است مشکل میباشد. در هر صورت در طراحی لوله در جرد قطر خارجی آن بعنوان ضریب اطمینان در مقابل کم شدن سطح مقطع جریان (آب) نشست زمین و مقاومت اتصال در نظر گرفته شده است.

فشارهای بوجود آمده

$$\delta = \frac{6 (K_e W_e + K_t W_t) R^2}{t^2} \dots (8)$$

که در آن  $\delta$  فشارخمش بوجود آمده در لوله برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

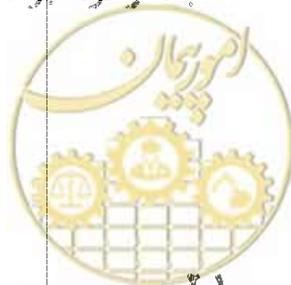
مربع

$W_e$  فشار داخلی خاک برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع

$W_t$  فشار وسائط نقلیه

$R$  شعاع لوله برحسب سانتیمتر

$t$  ضخامت جدار لوله برحسب سانتی متر



## Ke ضریب گشتاور خمشی برای فشار خاک

( ۲۵ برابر ۹۰ درجه در شرایط استاندارد انتخاب

شده است )

Ke ضریب گشتاور خمشی برای فشار وسائط نقلیه که ۰/۰۲۶

برای قسمت فوقانی لوله و ۰/۰۱۱ برای قسمت تحتانی

لوله می باشد .

جدول شماره ۱۱ - مقدار Ke

۱۲۰ درجه	۹۰ درجه	۶۰ درجه	موضع / ۲۵
۰/۱۰۸	۰/۱۲۰	۰/۱۳۲	قسمت فوقانی
۰/۱۲۲	۰/۱۶۰	۰/۲۲۳	قسمت تحتانی

تیکه

بزرگترین گشتاور خمشی در اثر فشار خاک به قسمت تحتانی لوله وارد میشود در صورت

در اثر فشار وسائل نقلیه بزرگترین گشتاور خمشی به قسمت فوقانی لوله وارد میشود .

بنابراین رویهم رفته حد اکثر گشتاور خمشی بسته به عمق پوشش خاک در روی لوله به

قسمتهای فوقانی یا تحتانی وارد میشود .

مقاومت و ایمنی لوله P.V.C

در جداول ۱۲ تا ۱۵ خمیدگیها و فشارهای وارد شده بر روی لوله P.V.C که در زیر خاک قرار گرفته هنگامیکه دو کامیون ۲۰ تنی باهم از روی آن عبور نمایند با استفاده از فرمولهای قبلی محاسبه شده است . اطلاعات مندرج نشان میدهد که لوله P.V.C در برابر خمیدگیها و فشارهای ایجاد شده دارای مقاومت ایمنی



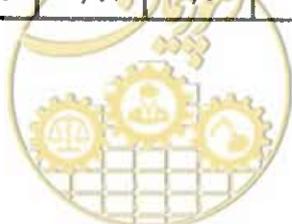
کافی میباشد. گرچه لوله P.V.C دارای مقاومت خمشی ... کیلوگرم برسانتیمترمربع  
میباشد اما بمنظور طولانی کردن عمر آن در زیر زمین عامل ایمنی  $\frac{1}{4}$  مقاومت خمشی  
واقعی برای آن در نظر گرفته شده و مقاومت مجاز خمشی لوله P.V.C را ۳۵ کیلوگرم  
برسانتیمتر مربع اعلام نمودند.



omoorepeyman.ir

جدول شماره ۲ - خمیدگی - (S) بر حسب سانتیمتر دایره فشارهای خاک  
(در زاویه پراکندگی ۴۵ درجه و زاویه حرکت ۹۰ درجه)

خمیدگی پمپش (H) به سانتیمتر	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۱۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰
فشار اصلی خاک (۳۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	-/۱۰۸	-/۱۲۶	-/۱۴۴	-/۱۶۲	۱۸۰	-/۲۱۶	-/۲۱۶	-/۲۷۰	-/۲۷۰
فشار و سایش نظریه (۳۴ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع)	-/۱۲۰	-/۱۵۱۷	-/۱۴۰	-/۲۶۴	-/۳۱۲	-/۲۲۷	-/۱۶۷	-/۱۰۰	-/۱۰۰
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۱۲	-/۰۱۴	-/۰۱۶	-/۰۱۸	-/۰۱۹	-/۰۲۳	-/۰۲۹	-/۰۲۹	-/۰۲۹
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۲۰	-/۰۲۰	-/۰۱۷	-/۰۱۴	-/۰۱۲	-/۰۰۹	-/۰۰۶	-/۰۰۴	-/۰۰۴
کسل خمیدگی	-/۰۲۴	-/۰۲۴	-/۰۲۳	-/۰۲۲	-/۰۲۱	-/۰۲۲	-/۰۲۵	-/۰۲۳	-/۰۲۳
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۱	-/۰۵۱	-/۰۵۲	-/۰۵۱	-/۰۴۹	-/۰۵۱	-/۰۵۶	-/۰۶۸	-/۰۶۸
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۱۴	-/۰۱۶	-/۰۱۸	-/۰۲۰	-/۰۲۳	-/۰۲۷	-/۰۳۴	-/۰۴۵	-/۰۴۵
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۲۸	-/۰۲۳	-/۰۱۹	-/۰۱۶	-/۰۱۴	-/۰۱۱	-/۰۰۷	-/۰۰۴	-/۰۰۴
کسل خمیدگی	-/۰۴۲	-/۰۳۹	-/۰۳۷	-/۰۳۶	-/۰۳۷	-/۰۳۸	-/۰۴۱	-/۰۴۹	-/۰۴۹
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۶	-/۰۵۲	-/۰۴۹	-/۰۴۸	-/۰۴۹	-/۰۵۱	-/۰۵۵	-/۰۶۵	-/۰۶۵
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۱۷	-/۰۱۹	-/۰۲۲	-/۰۲۵	-/۰۲۸	-/۰۳۳	-/۰۴۱	-/۰۵۰	-/۰۵۰
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۳۵	-/۰۲۸	-/۰۲۳	-/۰۲۰	-/۰۱۷	-/۰۱۳	-/۰۰۹	-/۰۰۵	-/۰۰۵
کسل خمیدگی	-/۰۵۳	-/۰۴۷	-/۰۴۵	-/۰۴۵	-/۰۴۵	-/۰۴۶	-/۰۵۰	-/۰۶۰	-/۰۶۰
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۸	-/۰۵۲	-/۰۵۰	-/۰۵۰	-/۰۵۰	-/۰۵۱	-/۰۵۶	-/۰۶۷	-/۰۶۷
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۲۰	-/۰۲۳	-/۰۲۶	-/۰۳۰	-/۰۳۳	-/۰۳۹	-/۰۴۶	-/۰۵۶	-/۰۵۶
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۴۱	-/۰۳۴	-/۰۲۸	-/۰۲۴	-/۰۲۰	-/۰۱۷	-/۰۱۳	-/۰۰۹	-/۰۰۹
کسل خمیدگی	-/۰۶۱	-/۰۵۷	-/۰۵۴	-/۰۵۴	-/۰۵۳	-/۰۵۴	-/۰۶۰	-/۰۷۳	-/۰۷۳
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۵	-/۰۵۲	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۴۸	-/۰۴۹	-/۰۵۵	-/۰۶۶	-/۰۶۶
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۲۳	-/۰۲۶	-/۰۳۰	-/۰۳۴	-/۰۳۸	-/۰۴۵	-/۰۵۳	-/۰۶۳	-/۰۶۳
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۴۷	-/۰۳۹	-/۰۳۲	-/۰۲۷	-/۰۲۳	-/۰۱۸	-/۰۱۲	-/۰۰۷	-/۰۰۷
کسل خمیدگی	-/۰۷۰	-/۰۶۵	-/۰۶۲	-/۰۶۱	-/۰۶۱	-/۰۶۳	-/۰۶۹	-/۰۷۶	-/۰۷۶
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۶	-/۰۵۲	-/۰۵۰	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۵۰	-/۰۵۵	-/۰۶۶	-/۰۶۶
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۲۶	-/۰۳۰	-/۰۳۴	-/۰۳۸	-/۰۴۳	-/۰۴۹	-/۰۵۶	-/۰۶۶	-/۰۶۶
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۵۴	-/۰۴۴	-/۰۳۶	-/۰۳۱	-/۰۲۶	-/۰۲۰	-/۰۱۴	-/۰۰۸	-/۰۰۸
کسل خمیدگی	-/۰۸۰	-/۰۷۴	-/۰۷۰	-/۰۶۹	-/۰۶۹	-/۰۷۱	-/۰۷۸	-/۰۹۳	-/۰۹۳
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۷	-/۰۵۳	-/۰۵۰	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۵۱	-/۰۵۶	-/۰۶۶	-/۰۶۶
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۲۹	-/۰۳۴	-/۰۳۸	-/۰۴۳	-/۰۴۸	-/۰۵۴	-/۰۶۱	-/۰۷۲	-/۰۷۲
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۶۰	-/۰۴۹	-/۰۴۱	-/۰۳۵	-/۰۳۰	-/۰۲۳	-/۰۱۶	-/۰۱۰	-/۰۱۰
کسل خمیدگی	-/۰۸۹	-/۰۸۳	-/۰۷۹	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۸۸	-/۱۰۶	-/۱۰۶
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۶	-/۰۵۲	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۵۰	-/۰۵۵	-/۰۶۶	-/۰۶۶
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۳۳	-/۰۳۹	-/۰۴۴	-/۰۵۰	-/۰۵۰	-/۰۵۵	-/۰۶۶	-/۰۸۳	-/۰۸۳
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۶۹	-/۰۵۶	-/۰۴۷	-/۰۴۰	-/۰۳۴	-/۰۲۶	-/۰۱۸	-/۰۱۱	-/۰۱۱
کسل خمیدگی	-/۱۰۲	-/۰۹۵	-/۰۹۱	-/۰۹۰	-/۰۸۹	-/۰۹۲	-/۱۰۱	-/۱۲۱	-/۱۲۱
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۷	-/۰۵۳	-/۰۵۱	-/۰۵۰	-/۰۴۹	-/۰۵۱	-/۰۵۶	-/۰۶۷	-/۰۶۷
خمیدگی بر اثر فشار مرده	-/۰۳۶	-/۰۴۲	-/۰۴۸	-/۰۵۴	-/۰۶۰	-/۰۶۰	-/۰۷۲	-/۰۹۰	-/۰۹۰
خمیدگی در اثر فشار زنده	-/۰۷۶	-/۰۶۲	-/۰۵۱	-/۰۴۴	-/۰۳۷	-/۰۲۸	-/۰۲۰	-/۰۱۲	-/۰۱۲
کسل خمیدگی	-/۱۱۲	-/۱۰۴	-/۰۹۹	-/۰۹۸	-/۰۹۷	-/۱۰۰	-/۱۱۰	-/۱۳۳	-/۱۳۳
نسبت تغییر شکل درصد	-/۰۵۶	-/۰۵۲	-/۰۵۰	-/۰۴۹	-/۰۴۹	-/۰۵۰	-/۰۵۵	-/۰۶۷	-/۰۶۷



بقیه جدول شماره ۱۲

۰/۱۳۶۶	۰/۱۰۲	۰/۰۸۱	۰/۰۶۸	۰/۰۶۱	۰/۰۵۴	۰/۰۴۸	۰/۰۴۱	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۲۲۰
۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۰۲۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۹	۰/۰۵۸	۰/۰۷۰	۰/۰۸۵	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۱۴۹	۰/۱۲۴	۰/۱۱۳	۰/۱۱۰	۰/۱۱۰	۰/۱۱۲	۰/۱۱۸	۰/۱۲۶	کسل خمیدگی	
۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۶	نسبت تغییر شکل درصد	
۰/۱۵۱	۰/۱۱۳	۰/۰۹۰	۰/۰۷۵	۰/۰۶۸	۰/۰۶۰	۰/۰۵۳	۰/۰۴۵	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۲۵۰
۰/۰۱۵	۰/۰۲۵	۰/۰۳۵	۰/۰۴۷	۰/۰۵۴	۰/۰۶۴	۰/۰۷۷	۰/۰۹۵	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۱۶۶	۰/۱۲۸	۰/۱۲۵	۰/۱۲۲	۰/۱۲۲	۰/۱۲۴	۰/۱۳۰	۰/۱۴۰	کسل خمیدگی	
۰/۶۶	۰/۵۵	۰/۵۰	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۶	نسبت تغییر شکل درصد	
۰/۱۷۰	۰/۱۲۸	۰/۱۰۲	۰/۰۸۵	۰/۰۷۷	۰/۰۶۸	۰/۰۶۰	۰/۰۵۱	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۲۸۰
۰/۰۱۷	۰/۰۲۸	۰/۰۴۰	۰/۰۵۳	۰/۰۶۲	۰/۰۷۳	۰/۰۸۷	۰/۱۰۷	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۱۸۷	۰/۱۵۶	۰/۱۴۲	۰/۱۳۸	۰/۱۳۹	۰/۱۴۱	۰/۱۴۷	۰/۱۵۸	کسل خمیدگی	
۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۵۶	نسبت تغییر شکل درصد	
۰/۱۹۵	۰/۱۴۶	۰/۱۱۷	۰/۰۹۷	۰/۰۸۸	۰/۰۷۸	۰/۰۶۸	۰/۰۵۸	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۳۱۵
۰/۰۱۹	۰/۰۳۲	۰/۰۴۶	۰/۰۶۰	۰/۰۷۰	۰/۰۸۳	۰/۱۰۰	۰/۱۲۳	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۲۱۴	۰/۱۷۸	۰/۱۶۳	۰/۱۵۷	۰/۱۵۸	۰/۱۶۱	۰/۱۶۸	۰/۱۸۱	کسل خمیدگی	
۰/۶۸	۰/۵۷	۰/۵۲	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۵۷	نسبت تغییر شکل درصد	
۰/۲۱۶	۰/۱۶۲	۰/۱۲۹	۰/۱۰۸	۰/۰۹۷	۰/۰۸۶	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۳۵۰
۰/۰۲۱	۰/۰۳۶	۰/۰۵۱	۰/۰۶۷	۰/۰۷۸	۰/۰۹۲	۰/۱۱۱	۰/۱۳۶	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۲۳۷	۰/۱۹۸	۰/۱۸۰	۰/۱۷۵	۰/۱۷۵	۰/۱۷۸	۰/۱۸۶	۰/۲۰۱	کسل خمیدگی	
۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۴۹	۰/۴۹	۰/۵۰	۰/۵۲	۰/۵۷	نسبت تغییر شکل درصد	
۰/۲۴۵	۰/۱۸۴	۰/۱۴۷	۰/۱۲۳	۰/۱۱۰	۰/۰۹۸	۰/۰۸۶	۰/۰۷۴	خمیدگی بر اثر فشار مرده	۴۰۰
۰/۰۲۴	۰/۰۴۱	۰/۰۵۸	۰/۰۷۶	۰/۰۸۹	۰/۱۰۵	۰/۱۲۶	۰/۱۵۴	خمیدگی در اثر فشار زنده	
۰/۲۶۹	۰/۲۲۵	۰/۲۰۵	۰/۱۹۹	۰/۱۹۹	۰/۲۰۳	۰/۲۱۲	۰/۲۲۸	کسل خمیدگی	
۰/۶۷	۰/۵۶	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۱	۰/۵۳	۰/۵۷	نسبت تغییر شکل درصد	

محاسبه برای لوله های گروه ۱۰ به عمل آمده است .



جدول شماره ۳ - فشارهای ایجاد شده توسط خاک (فشارمرده) (کیلوگرم برسانتیمترمربع)

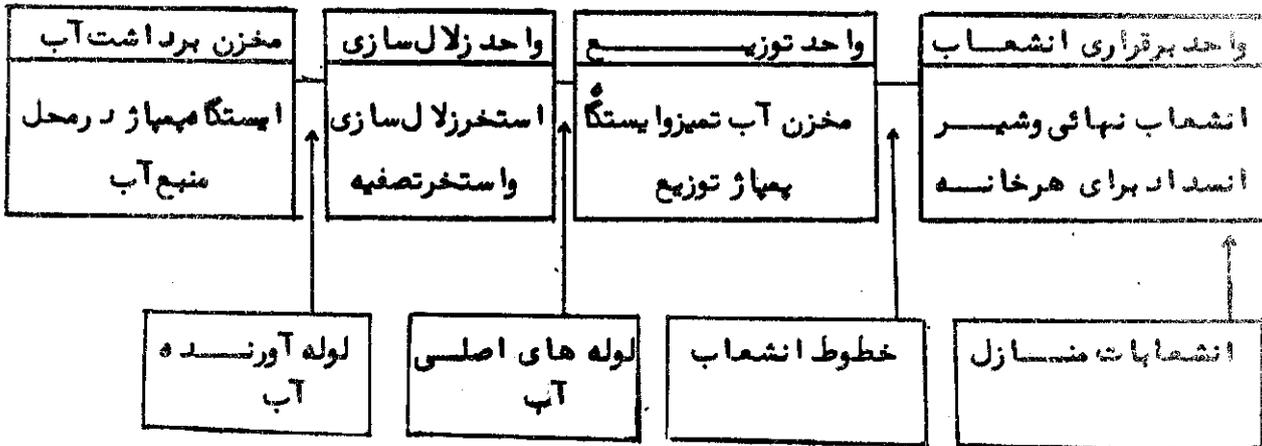
(در زاویه حرکت ۹۰ درجه)

ظرفی	عمق پوشش (سانتیمتر)		فشار اصلی خاک یا فشارمرده کیلوگرم برسانتیمترمربع						
	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰	۱۲۰	۱۵۰	۲۰۰	
۶۳	قسمت فوقانی لوله	۸/۶	۱۰	۱۱/۵	۱۲/۹	۱۴/۳	۱۷/۱	۲۱/۴	۲۸/۶
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۶	۱۷/۱	۱۹/۱	۲۲/۹	۲۸/۶	۳۸/۱
۷۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵/۰	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۹۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۵	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۸
۱۱۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۶	۱۴	۱۶/۷	۲۰/۹	۲۷/۹
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۲	۱۳	۱۴/۲	۱۶/۷	۱۸/۶	۲۲/۳	۲۷/۹	۳۷/۲
۱۲۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۱۴۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷	۱۸/۹	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۱۶۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۲	۱۲/۶	۱۴	۱۶/۸	۲۱	۲۸
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۲	۱۳/۱	۱۴/۲	۱۶/۸	۱۸/۷	۲۲/۴	۲۸	۳۷/۳
۱۸۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۴	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۸
۲۰۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۲۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۵۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۴	۹/۸	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۶/۹	۲۱/۱	۲۸/۱
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۱	۱۵	۱۶/۹	۱۸/۸	۲۲/۵	۲۸/۱	۳۷/۵
۲۸۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷	۲۱/۳	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۹	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۳۱۵	قسمت فوقانی لوله	۸/۶	۱۰	۱۱/۴	۱۲/۹	۱۴/۳	۱۷/۱	۲۱/۴	۲۸/۶
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۲	۱۷/۱	۱۹/۱	۲۲/۹	۲۸/۶	۳۸/۱
۳۵۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۳	۱۲/۷	۱۴/۱	۱۷/۰	۲۱/۳	۲۸/۳
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۳	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۷/۰	۱۸/۸	۲۲/۶	۲۸/۳	۳۷/۷
۴۰۰	قسمت فوقانی لوله	۸/۵	۹/۹	۱۱/۴	۱۲/۸	۱۴/۲	۱۷/۱	۲۱/۳	۲۸/۴
	قسمت تحتانی لوله	۱۱/۴	۱۳/۳	۱۵/۲	۱۷/۱	۱۸/۹	۲۲/۷	۲۸/۴	۳۷/۹

۳-۱- شبکه لوله کشی آب سرد

بطور کلی شبکه لوله کشی که در سیستم های آب سرد بکار میرود را میتوان

بشرح زیر طبقه بندی نمود :



سیستمهای آب سرد به سیستمهای کلی اطلاق میشود که برای انسان با استفاده از شبکه

لوله کشی و سایر عملیات آب آشامیدنی تهیه مینمایند .

سیستمهای لوله کشی آب سرد را با در نظر گرفتن تعداد نفوسی که از شبکه استفاده

میکنند میتوان بشرح زیر طبقه بندی نمود .

سرویسهای آب سرد خصوص	سرویسهای آب سرد	
	سرویسهای آب سرد مشترك	سرویسهای آب سرد
به افراد مشخص بیش از ۱۰۱ نفر سرویس میدهد	به افراد غیر مشخص تا ۵۰۰۰ نفر سرویس میدهد	به افراد غیر مشخص تا بیش از ۵۰۰ نفر سرویس میدهد



### ۲-۳- طرح ریزی اساسی شبکه توزیع

شبکه توزیع بر مبنای اطلاعات زیر طرح ریزی میشود :

الف - مقدار تخمینی حداکثر مصرف آب در روز برابر است با :

( حداکثر آب تخمینی مصرفی هر نفر در روز ) × تعداد تخمینی جمعیت (تعداد تخمینی

منازل × متوسط نفرات در هر خانه )

ب - تامین تخمینی آب

$$\text{تخمین حد اکثر مصرف در ساعت} = \frac{\text{تخمین حد اکثر آب مصرفی ( شبانه روز )}}{24} \times \left\{ \begin{array}{l} 1- \text{آب مصرفی در حالت معمولی} \\ \left. \begin{array}{l} \text{برای شهرهای بزرگ صنعتی } 1/3 \\ \text{برای شهرهای متوسط } 1/5 \\ \text{برای شهرهای کوچک} \\ \text{و مناطق مخصوص } 2 \end{array} \right\} \\ 1-2-3 \text{ آب مصرفی در آتش نشانی}$$

تخمین حد اکثر مصرفی در روز + نیاز آتش نشانی

### ۲-۲-۳ حداقل فشار هیدرودینامیک ( آب ) در شبکه توزیع

فشار استاندارد هیدرودینامیک معمولاً ۱/۵ کیلوگرم به سانتیمتر مربع

یا بیشتر است و نباید منفی شود .

### ۳-۲-۳ ترتیب لوله کشی

الف - برای مناطقی که قرار است در آنها لوله کشی آب سرد انجام شود نقشه ها

مورد نظر را تهیه کنید و تصمیم بگیرید که آیا در سیستم انتقال آب میخواهید

از روش شیب و گراندروی و یا روش پمپاژ استفاده نمایید .



ب- پس از روشن شدن میزان انشعاب در ناحیه تحت لوله کشی و اختصاص ارتفاعات موجود، در مورد انتخاب روش لوله کشی مشبك یا نحوه توزیع پنجه ای تصمیم بگیرید و خطوط فرضی لوله ها را بکشید.

ج- طرح مورد نظر را با توجه به لوله های مورد نظر رسم کنید سپس به روشن شدن ارتفاع زمین، فاصله بین قسمت های مختلف، وضعیت عمیق ( اگر موجود باشد ) و سایر عوامل قابل اهمیت، محاسبات لازم را انجام دهید.

د- پس از طی مراحل بالا تصمیم در مورد نوع لوله های مصرفی و اندازه آنها باید گرفته شود.

### ۳-۳ فرمولهای هیدرولیکی

#### ۱-۳-۳ فرمولهای میانگین سرعت جریان (فرمولهای برای افت افت)

استفاده از فرمول Weston در سرویسهای لوله کشی ناقص  
۶۳ میلیمتر و فرمول Hazen and Williams در شبکه توزیع  
شده اند.

#### الف- فرمول وستن ( Weston )

$$h = \left( 0.126 + \frac{0.1739 - 0.1087d}{v} \right) \frac{1}{d} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (9)$$

که در آن

h افت اصطکاک در سر به متر

v میانگین سرعت جریان به متر در ثانیه

l طول لوله به متر

g شتاب ثقل ( ۹/۸ متر به توان دوم ثانیه )

d قطر داخلی لوله به متر

ب - فرمول TW

از آنجائیکه متغیر  $V$  در ضریب فرمول وستن وجود دارد، اندازه آب دولتی توکیو فرمول زیر را که بنام فرمول TW معروف است برای لوله های بزرگتر از

۶۳ میلیمتر قطر اسمی معین کرده است .  
 $2/72 \cdot /54$

$$Q = C \times d \times I$$

که در آن

$Q$  دبی آب به سانتیمتر مکعب در ثانیه

$C$  ضریب سرعت

$d$  قطر داخلی لوله به سانتیمتر

$I$  شیب هیدرولیکی

در آزمایشاتی که به سرپرستی آقای Moringa از اداره آب دولتی توکیو انجام شده است  $C$  و قتیکه ضریب جنبشی غلطک (✓) برابر  $1/0.13$  سانتیمتر مربع به ثانیه باشد . برابر  $210$  در حرارت  $10$  درجه بدست آمده است

ج - فرمول Hazen Williams

$$V = 0.84935 \times C \times R^{0.63} \times I^{0.54} \quad (11)$$

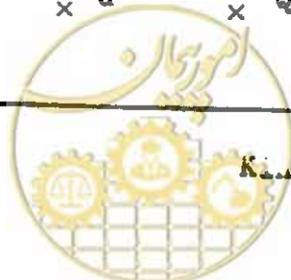
فرمول بالا را میتوان به شکل زیر تغییر داد

$$V = 0.35474 \times C \times d^{0.63} \times I^{0.54} \quad (12)$$

$$Q = 0.27853 \times C \times d^{2.63} \times I^{0.54} \quad (13)$$

$$d = 1/1258 \times C^{0.88} \times Q^{1.38} \times I^{-0.80} \quad (14)$$

$$I = h/l = 1.0/1666 \times C^{1.80} \times Q^{1.80} \quad (15)$$



Viscosity

## که در آن

$V$  = میانگین سرعت جریان متر بر ثانیه

$c$  = ضریب جریان

$d$  = قطر داخلی لوله به متر

$I$  = شیب هیدرولیکی

$Q$  = دبی (مقدار جریان) به متر مکعب در ثانیه

$L$  = طول لوله کشیده شده به متر

$h$  = افت اصطکاک در سر به متر

$R$  = قطر عمق که برابر است با  $\frac{\text{مساحت سطح مقطع لوله}}{\text{طول محیطی مابعد ر سطح مقطع لوله}}$  به متر

جدول ۱۶ - مقدار  $C$  در فرمول  $H = W$

مقدار $C$	نوع لوله	مقدار $C$	نوع لوله
۱۳۰	لوله سیمان مسلح (که باروش گریزاز مرکز ساخته شده)	۱۰۰	لوله چدن (بعد از ۲۰ سال)
		۱۰۰	لوله فولادی (بعد از ۲۰ سال)
۱۳۰	لوله سیمانی (افشاری)	۱۳۰	لوله چدن پوشیده شده با ملاط
۱۴۰	لوله های سخت پی .وی .سی	۱۳۰	لوله فولادی اندود شده
۱۴۰	لوله سخت پلی اتیلن	۱۳۰	لوله آزیست (پنبه نسوز + سیمان)



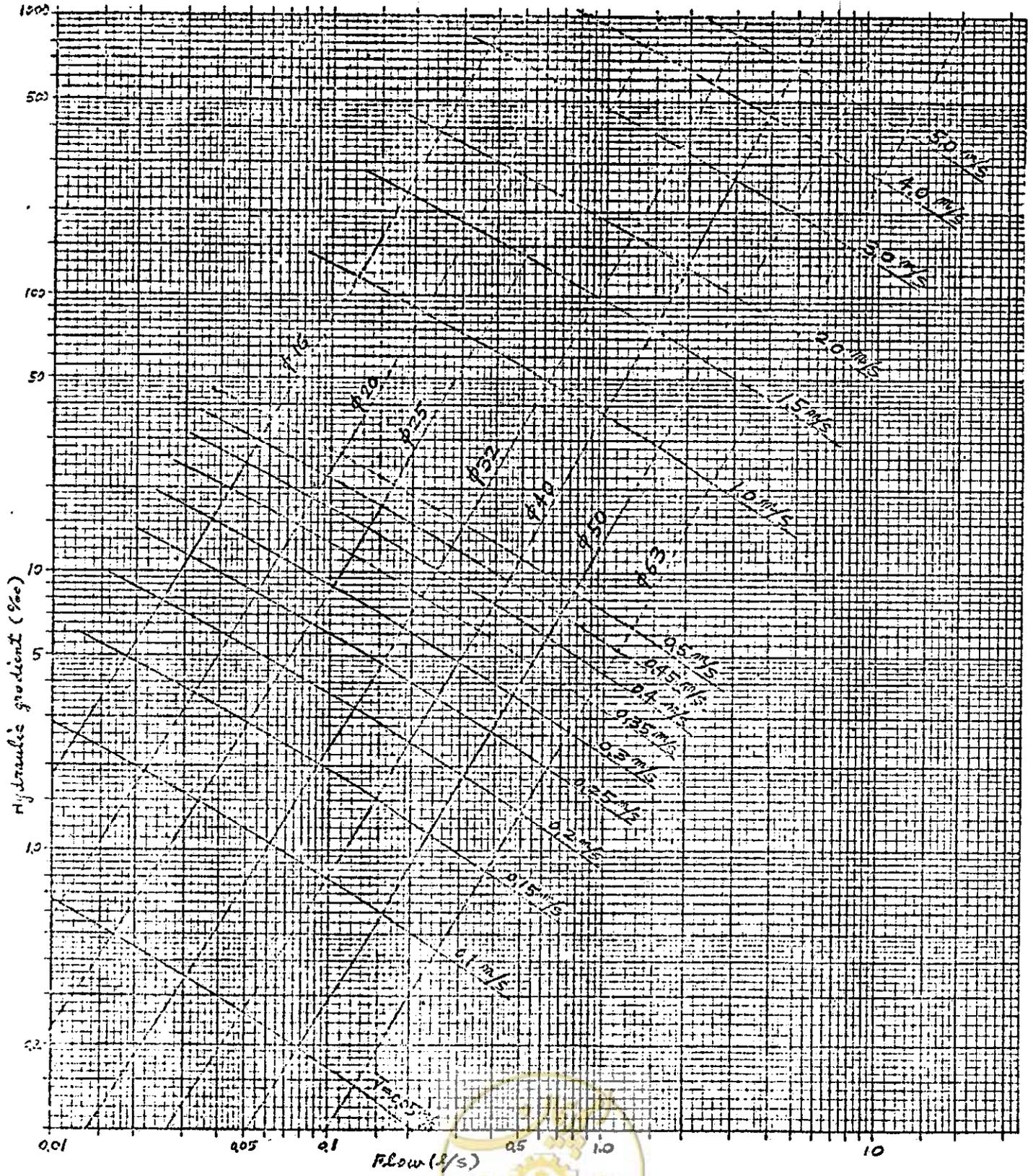
از نتایج آزمایشاتی که توسط پرفسور Kurokawa از دانشگاه یوکوهوما انجام شده مقدار C برای لوله P.V.C بین ۱۴۵-۱۶۰ در فرمول  $W = C \cdot H$  معین شده است (۶۰) زمانی است که جریان از سراتصالها بطرف بوشن میزود و ۴۵ (برعکس) . از آنجائیکه در لوله های P.V.C هیچ نوع زنگ و یا لایه رسوبی ایجاد نمیشود مقدار  $C = ۱۵۰$  برای آن کافی است اما بطور کلی  $C = ۱۴۰$  بعنوان میزان حداکثر پذیرفته شده است .

### ۳-۳-۲ دیاگرامهای جریان

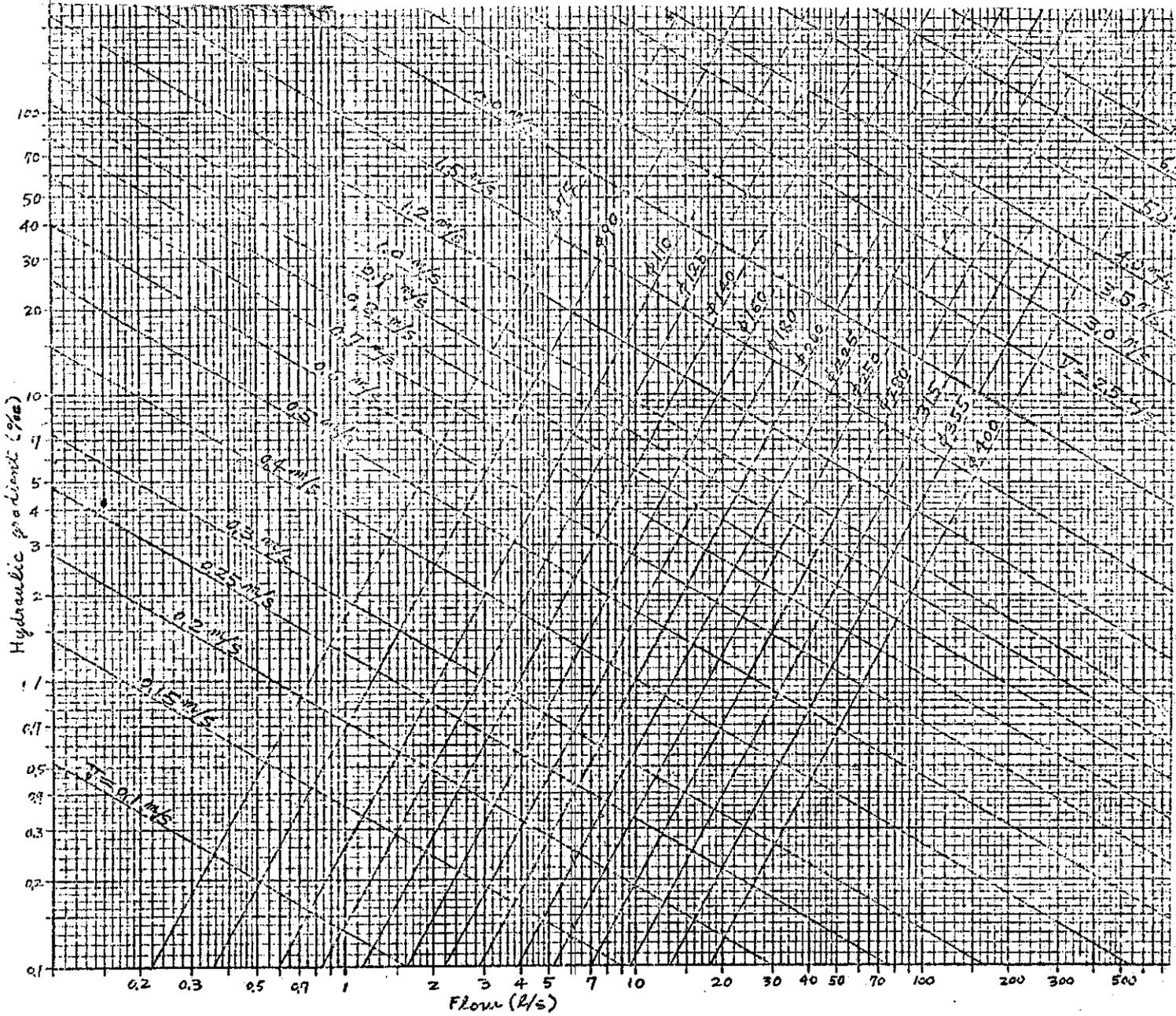
دیاگرامهای بدست آمده از زوی فرمولهای Weston و Hazen Williams در تصاویر ۸۷ مندرج شده است :



تصویر ۷- منحنی با استفاده از فرمول Weston



تصویر ۸- منحنی با استفاده از فرمول Hazen & William



### ۳-۳-۳ افت سر اتصالها

افت جزئی سر اتصالها اغلب در نظر گرفته نمیشود اما در مواقعی که محاسبه آن بطور دقیق در شبکه لوله کشی آب لازم است از فرمول زیر استفاده میشود

$$h = f \frac{v^2}{2g} \quad (16)$$

که در آن

$h$  = افت سر به متر

$v$  = سرعت جریان به متر در ثانیه

$g$  = شتاب ثقل (۹/۸ متر در ثانیه)

$f$  = ضریب افت که با توجه به شکل اتصال تعیین میشود.

ضریب افت $f$	شکل	نوع اتصال ها
۰/۴ ۱/۰	۴۵ ۹۰	زانوئی
۰/۱ ۰/۲ ۰/۴	۲۲/۵ ۴۵ ۹۰	خم
۰/۳۵ ۱/۲ ۱/۲	جریان مستقیم زاویه ۹۰ درجه نسبت به جریان مستقیم یک سر مسدود سپس جریان به دو شاخه دیگر برود	سه راهه
۰/۵ - ۰/۱	بسته به نسبت اقطار	تبدیل



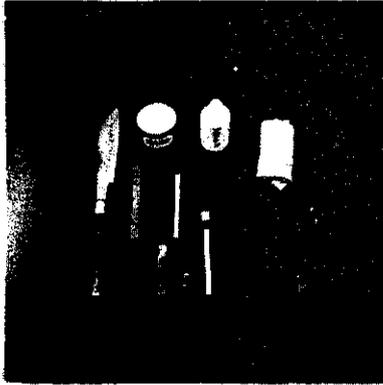
## فصل چهارم - شبکه لوله کشی

### ۴-۱- نصب لوله

۴-۱-۱- روش TS

الف - روش اصلی

تصویر ۹- ابزارها و مواد



### ب- ابزارها و مواد

اره چوب بری

سوهان (تخت، طول قسمت برشی

۳۰۰ میلیمتر و آهن ساب باشد)

طناب سیمی و سر حلقه دار (اندازه

در تصویر ۲۴ و جدول شماره ۹ در ج

شده است).

نوار اندازه گیری (متر) و مداد علامت

گذاری

محلول چسب و برس

پارچه خشک و داخل کننده لوله

### ب- بریدن لوله

تصویر ۱۰- بریدن لوله



طولی از لوله را که باید بریده شود بد

اندازه گیری کنید سپس خط بر (این خط

باید نسبت به محور لوله عمود باشد) را با

مداد علامت گذاری بکشید و با اهر لوله

را ببرید.



omoorepeyman.ir

## — اریب کردن لبه انتهایی لوله

لبه انتهایی لوله را در جهت محیطی باندازه ۲ میلیمتر با سوهان یا چاقو اریب کنید .  
این امر بخصوص وقتی که لوله بریده میشود باید انجام شود و انتهای لوله صاف شود .

## — کارگذاری لوله‌ها

لوله‌ها را با دست در داخل گودال قرار دهید مواظبت کنید که هیچ نوع قلوه یا تخته سنگ در داخل گودال نریزد و مطمئن شوید که هرگونه سنگی را از داخل گودال خارج نموده اید .

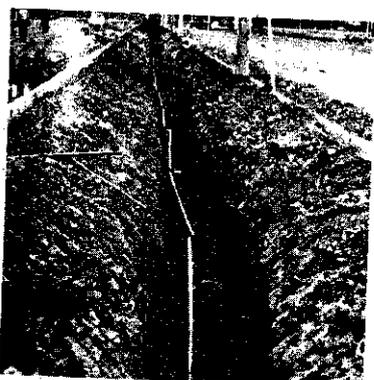
## — بازرسی نقطه صفر و علامتگذاری عمق اتصال

سرلوله را با هستگی بداخل بوشن فشار دهید وقت کنید نقطه ای را که لوله ثابت میشود (نقطه صفر) باید بین  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{2}{4}$  طول بوشن باشد . باندازه طول بوشن در روی سرلوله علامت بگه اریب تا بعنوان مقیاسی در هنگام اتصال بکار آید .

تصویر ۱۱ - اریب کردن لبه انتهایی لوله



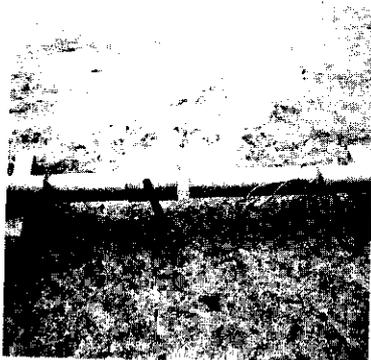
تصویر ۱۲ - کارگذاری لوله‌ها



تصویر ۱۳ - بازرسی نقطه صفر و علامتگذاری عمق اتصال



نصب داخل کنند لوله (به اتصال) تصویر ۴۱ - کارگذاری داخل کنند لوله



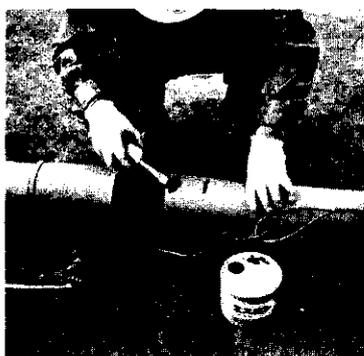
در دو انتهای نروماده لوله ها طناب سیمی  
در سرحلقه دار را قرار دهید و سپس داخل  
کنند لوله را سوار کنید . قبل از انجام این  
عمل هر نوع رطوبت را از روی لوله پاک کنید  
تا اشکالی در اثر لغزش طناب سیمی ایجاد  
نشود .

تمیز کردن لوله تصویر ۵۱ - تمیز کردن



هر نوع رطوبت و گرد و خاک را از داخل  
پوشن پاک کنید همچنین در سرانتهای  
لوله را با یک پارچه خشک تمیز نمائید در  
صورتی که لوله به روغن یا گریس آغشته است  
این عمل را با پارچه ای مرطوب که حاوی  
حلالهائی مانند استن باشد انجام دهید.

استعمال محلول چسب تصویر ۶۱ - استعمال محلول چسب



بطور یکنواخت و سریع محلول چسب را به  
داخلی اتصال و خارجی انتهای لوله ها  
بمالید پوشش چسب داخل بوشن باید  
نازک باشد ولی به سطح خارجی انتهای  
لوله ها باید مقدار بیشتری چسب مالیده  
شود .



— دخول لوله (به اتصال) —

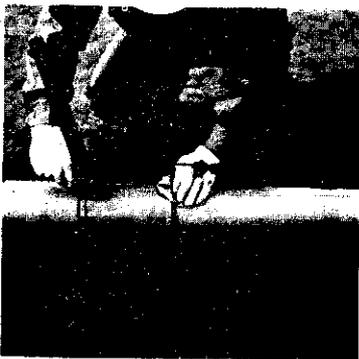
تصویر ۱۷ — دخول لوله



بعد از بکار بردن چسب محورهای لوله و اتصال باید در يك راستا قرار گیرند و لوله با فشار بد اخل اتصال تامحاصل علامت گذاری شده فرورود برای این منظور باید از داخل کننده لوله استفاده شود.

— نگهداشتن —

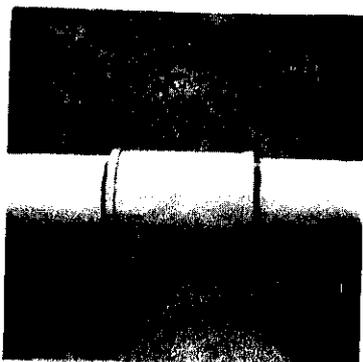
تصویر ۱۸ — نگهداشتن



بعد از دخول لوله و اتصال باید درمحل ثابت شوند . اگر داخل کننده بلافاصله پس از عمل دخول برداشته شود لوله از داخل اتصال بیرون میزند . زمان نگهداشتن در تابستان حداقل ۱ دقیقه و در زمستان ۲ تا ۳ دقیقه میباشد در این مدت هرگونه چسب زیادی را با پارچه خشک تمیز نمائید و هرچسب ریخته شده بد داخل گودال را بردارید .

— تکمیل —

تصویر ۱۹ — تکمیل



بلافاصله پس از جفت کردن اتصال ها نباید هیچگونه جنبش ، کشش و یا فشارزائد بآن وارد شود زیرا که چسب کاملاً خشک نشده است .

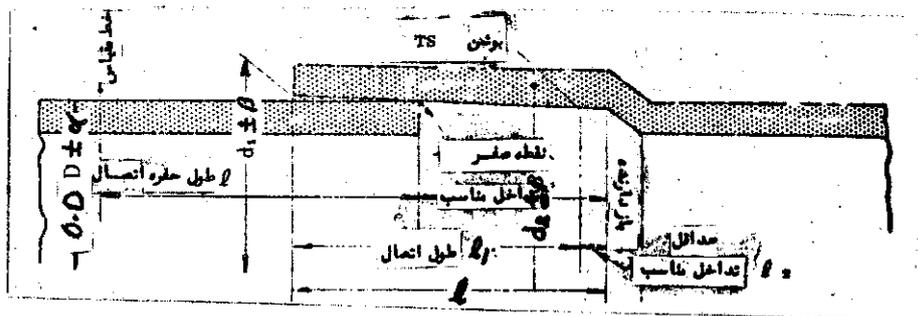


احتیاط - در زمستان بخارهای چسب باید برطرف شود .

تصویر ۱۰ - اساس روش TS

روش TS که مخفف روش اتصال (مخروطی) با استفاده از محلول چسب است یکی از روشهای فنی استاندارد برای اتصال لوله میباشد . در این روش با استعمال محلول چسب از خواص تجزیه و تورم آن و همچنین خاصیت ارتجاعی (elasticity) P.V.C استفاده می شود .

تصویر ۲۰ - ساختمان بوشن TS



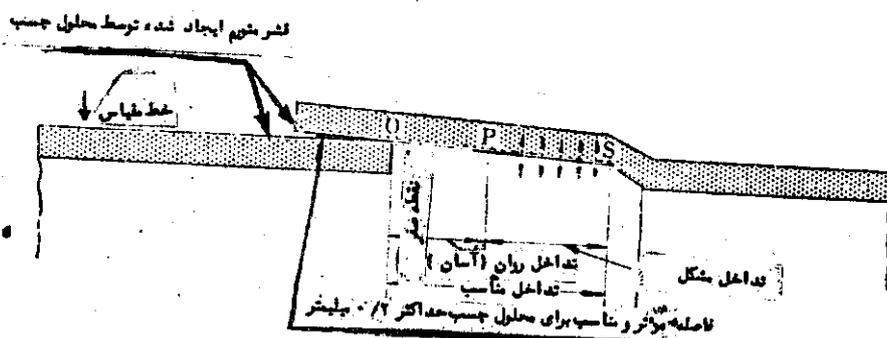
$$d_1 = D + (\alpha + \beta)$$

$$d_2 = D - (\alpha + \beta)$$

$$T = \frac{d_1 - d_2}{l_1} = \frac{2(\alpha + \beta)}{l_1}$$

لوله P.V.C دارای تغییرات مجاز  $\alpha + \beta$  در روی قطر خارجی ( D ) میباشد  
 برای انجام اتصال هر نوع ترکیبی با هر تغییرات مجازی اندازه مدخل ورودی  
 اتصال (  $h_1$  ) با اندازه  $\alpha + \beta$  که از قطر خارجی لوله بزرگتر ساخته میشود  
 و همچنین اندازه داخلی اتصال (  $h_2$  ) با اندازه  $\alpha + \beta$  کوچکتر از قطر خارجی  
 لوله ساخته میشود . این بدین معنی است که لوله معمولاً " میتواند با اندازه  $\frac{1}{3}$   
 تا  $\frac{2}{3}$  طول پوشش بد داخل آن بدون مصرف وارد شود . این محل " نقطه صفر "  
 نامیده میشود .

### تصویر ۲۱- اساس اتصال TS



بکار بردن محلول چسب طبق روش بالا در روی قسمت داخلی پوشش و قسمت  
 خارجی انتهای لوله قشر متورم قابل حلی بضخامت ۱/۰ میلیتر ایجاد مینماید  
 این موضوع سبب میشود که لوله براحتی تا نقطه P وارد پوشش شود . این عمل  
 " دخول آسان یا روان " نامیده میشود . فشار بعدی انتهای لوله بد داخل پوشش  
 باعث میشود که لوله توسط نیروی ارتجایی خود تحت فشار قرار بگیرد . این نیرو  
 باعث باز شدن داخل پوشش شده و دخول لوله را تا نقطه S اجازه میدهد این  
 عمل " دخول مشکل " نامیده میشود چسب در فاصله بین پوشش و لوله قرار میگیرد  
 و در صورتیکه فاصله بین آنها کمتر از ۲ میلیتر باشد خود لوله مانند چسب عمل  
 مینماید و به پوشش می چسبند .



تبصره ۲- نصب در زمستان و هوای سرد

مواظبت های ویژه زیر باید در هنگام نصب لوله در زمستان و هوای

سرد انجام پذیرد :

۱- حمل و نقل لوله

تصادم و برخورد

لوله ها باید با دقت حمل شوند . حمل بی دقت که باعث برخورد

لوله به اجسام سخت و افتادن آن شود . ممکنست باعث شکست

آن گردد .

### خمیدگی

از خمیدگیهای غیر ضروری پرهیز کنید . مطمئن شوید که در هر انحنای

خم مورد لزوم را مصرف نموده اید .

۲- علاج ترك خوردگی بعلت مصرف چسب

این ترك خوردگی در اثر فشار بوجود میآید . این نوع ترك خصوصا

به آنهایی اطلاق میشود که پس از استعمال چسب در روی لوله

ایجاد شده اند .

چنین تركهایی زمانی ایجاد میشود که سه عامل زیرهم زمان وجود

داشته باشند .

- درجه حرارت پائین تر از ۵ درجه سانتیگراد

- فشار ( مانند فشار حرارتی و خمشی )

- وجود چسب ( مانند محلول چسب و ضد خوردگی ( ۱ ) )

( ۱ ) corrosion inhibitor



- جدول زیر نشان دهنده روشهای علاج ترکهای حادث از مصرف چسب میباشد .
- ترکهای مذکور باید با انتخاب يك روش مناسب محیط و شرایط مربوطه برطرف گردد .
- جدول شماره ۱۸ - علاج ترکهای ایجاد شده در اثر استعمال چسب

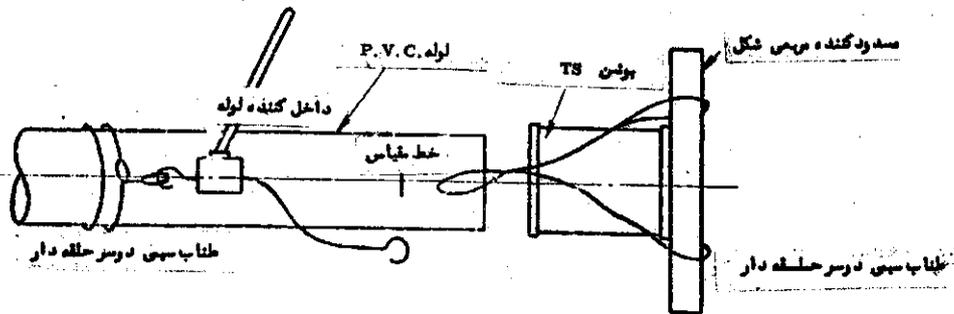
مواد	علاج
مصرف مقدار متناسب چسب	نوعی از چسب را که فوری خشک میشود مصرف کنید و يك لا په نازك و يکنواخت از آن مصرف کنید .
پاک کردن چسب	چسب زیادی را با يك پارچه خشک پاک کنید همچنین چسبهای ریخته شده در داخل گودال را نیز بردارید .
تهویه	بعد از نصب کردن بخار چسب را از داخل لوله خارج کنید (برای چند اقل ۴ تا ۵ ساعت) برای این منظور يك باد بزن بزرگ کم فشار بکار برید
دقت در نصب خم ها	مطمئن شوید که خم های مورد لزوم را مصرف کنید
تهیه پوشش ماسه ای	همیشه پوششی از ماسه برای لوله تهیه کنید . تماس مستقیم لوله با سنگ باعث ایجاد فشار متمرکز میشود .
استفاده از اتصالهای تهیه شده در روی زمین	قبلاً ۲ تا ۴ قطعه از لوله را در روی زمین با اتصالهای مربوطه وصل کنید و بخارات چسب را با استفاده از جریان طبیعی هوا برطرف کنید سپس اتصال در گودال را انجام دهید .
پر کردن زود تر گودال	گودال را زود پر کنید نگهداری لوله های سوار شده بدون پر کردن گودال باعث بالا رفتن اختلافات درجه حرارت و مقاومت کشش میشود
باز کردن دوسر لوله	کلیه شیرها و شیرهای هوا را بمنظور تهویه بهتر و خارج شدن بخارهای چسب باز کنید .
عبور آب	پس از سوار کردن و گذشت زمان لازم برای چسبیدن کامل لوله به اتصالها جریان آب را در داخل لوله برقرار نمایید .

تبصره ۳- چگونگی نصب "داخل کننده" لوله

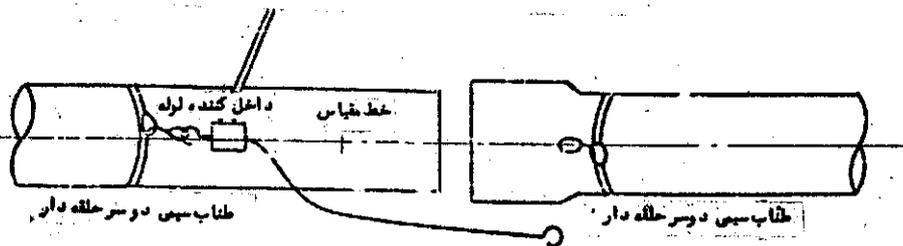
داخل کننده را روی لوله با استفاده از طناب سیمی دوسر حلقه دار بطریق زیر نصب کنید :

۱- قرار دادن داخل کننده در روی لوله

تصویر ۲۲- اتصال لوله به پوشش



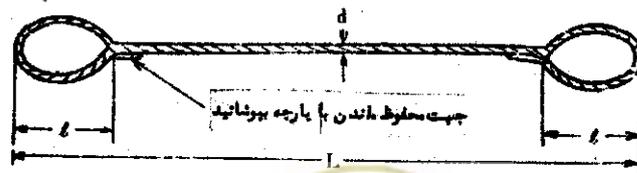
تصویر ۲۳- اتصال لوله به لوله منتهی به پوشش



۲- اندازه طناب سیمی دوسر حلقه دار

تصویر ۲۴ وجود ول شماره ۱۹ اندازه استاندارد طناب سیمی دوسر حلقه دار برای اتصال لوله ها را نشان می دهند .

تصویر ۲۴- طناب سیمی دوسر حلقه دار



واحد: میلیتر جدول ۹ - اندازه طناب سیمی و سر حلقه دریا توجه به اندازه لوله

قطر اسمی	قطر طناب (d)	طول حلقه (L)	کل طول (L)
۹۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۱۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۲۵	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۴۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۶۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۱۸۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۰۰	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۲۵	۵	۱۰۰	۹۰۰
۲۵۰	۶	۱۰۰	۱۰۰۰
۲۸۰	۶	۱۰۰	۱۰۰۰
۳۱۵	۶	۱۰۰	۱۲۰۰
۳۵۵	۶	۱۲۰	۱۴۰۰
۴۰۰	۶	۱۲۰	۱۵۰۰



omoorepeyman.ir

## کار گذاشتن

ب -

روش سوار کردن لوله در هوای آزاد را میتوان به دو طریق زیر انجام داد .  
انتخاب هر کدام از این دو روش باید با در نظر گرفتن نحوه جریان آب و  
وسائل نقلیه ، پستی و بلندی زمین و سایر عوامل زیر انتخاب شود :

### اتصال در داخل گودال

تصویر ۲ - اتصال در داخل گودال



عمل سوار کردن در داخل گودال یا با  
اتصال تک تک لوله ها در داخل گودال  
و یا با اتصال دو پایه لوله که قبلاً عمل  
ارتباط آنها در سطح زمین انجام شده  
صورت میپذیرد در هر دو مورد سطح چسب  
زده باید از گرد و خاک و آب مصون بمانند

### اتصال در روی زمین

تصویر ۶ - اتصال در روی زمین

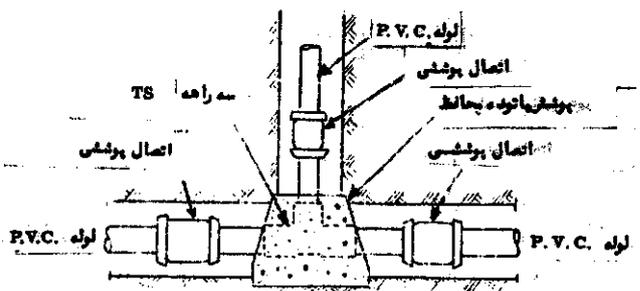


لوله ها در روی میله های چهار گوش آهن  
که روی گودال گذاشته شده اند قرار  
میگیرند و در همانجا ب و ر پیوسته با هم  
متصل میشوند . در موقع قرار دادن در داخل  
گودال در صورت لزوم میتوان از سه پایه های  
مخصوص یا زنجیر استفاده نمود .



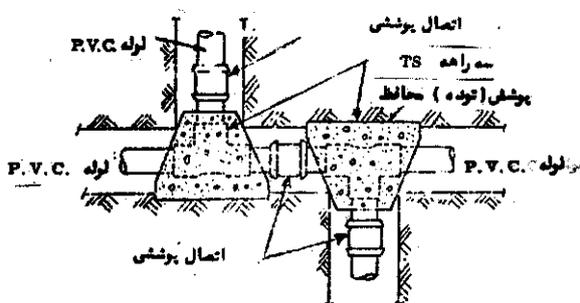
نصب عمق راهه های ۹۰ درجه

تصویر ۲۷ - سه راهه TS



انشعاب مقاطع (صلیب وار)

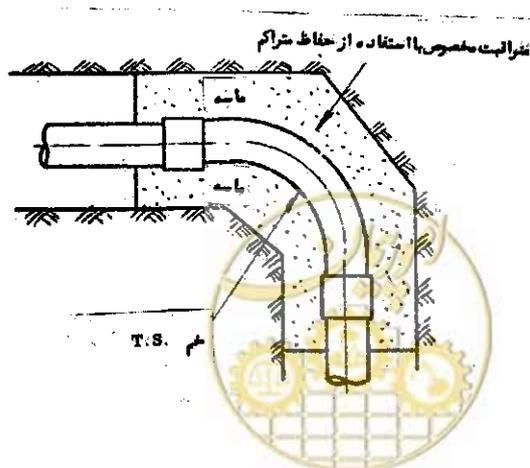
تصویر ۲۸ - پیوستگی با سه راهه TS



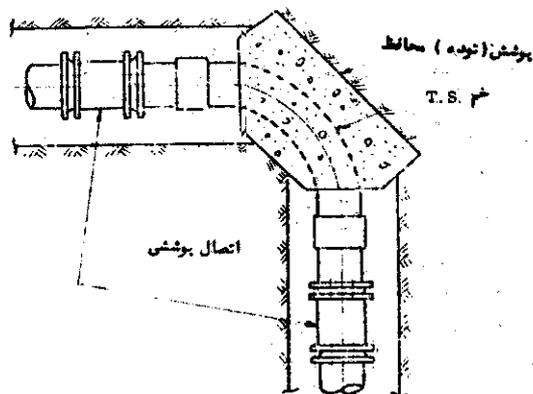
نصب خم ها

تصویر ۲۹ - خم های (۲۵ / ۱۱ / ۹۰ درجه) با قطر اسمی ۱۶۰ میلیمتر و کمتر

خم های (۲۵ / ۱۱ / ۴۵ درجه) با قطر اسمی ۱۸۰ میلیمتر و بیشتر

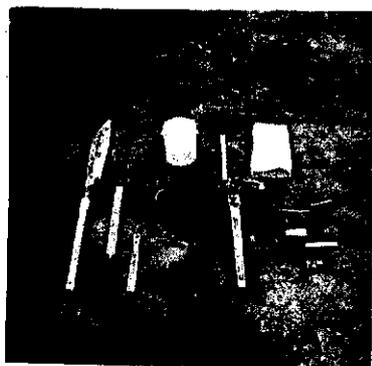


تصویر ۳۰ - خم های ۹۰ درجه با قطر اسمی ۱۸۰ میلیمتر و بیش تر



۴-۱-۲- روش حلقه لاستیکی

تصویر ۳۱ - ابزارها و مواد



الف - روش اصلی

- ابزارها و مواد

اره چوب بری

سوهان آهن ساب به اول ۳۰۰ میلیمتر و یا

سوهان تخت چوب بری به اول ۳۰۰ میلیمتر

طناب سیمی دوسر حلقه دار (باند از هکده روش

TS شرح داده شد).

نوار اندازه گیری (متر) و مدار علامت گذاری

ماده روان سازنده (lubricant) و برس

پارچه خشک

داخل کننده لوله

وسیله اندازه گیری ضخامت



omoorepeyman.ir

### بریدن لوله

تصویر ۳۲ - بریدن لوله



محل برش را بطور دقیق اندازه گیری کنید و یک خط مشخص با زاویه صحیح نسبت به محور لوله بامداد بکشید و با اره لوله را ببرید .

### صاف کردن لبه انتهائی لوله

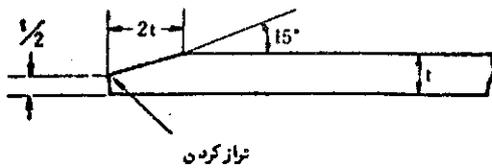
تصویر ۳۳ - صاف نمودن سطوح خارجی



عمر لوله های د و سربو شنی ارتباط تامی بمحل تماس حلقه لاستیکی با لوله دارد بنابراین وجود هر گونه خراشیدگی در روی سطح خارجی لوله ممکنست باعث نشت گردد .  
کلیه خراشیدگیها باید کاملاً با پشت تیغه کارد برطرف گردند . در صورتیکه خراشیدگی عمیق باشد باید لوله مجدداً بریده شود زیرا ممکنست وجود این خراشیدگی باعث نشت گردد .



تصویر ۳۴ - اریب کردن لبه انتهائی لوله



تصویر ۳۵ - علامت گذاری طول اتصال



تصویر ۳۶ - تمیز کردن لوله



### اریب کردن لبه انتهائی لوله

لبه خارجی بریده شده انتهائی لوله را مطابق شکل زیر اریب کنید مطمئن شوید که اریب کردن مطابق اندازه مشخص شده انجام شده است زیرا در غیر اینصورت حلقه لاستیکی ممکنست معیوب شود یا در هنگام اتصال پیچیدگی حاصل نماید .

### علامت گذاری طول اتصال

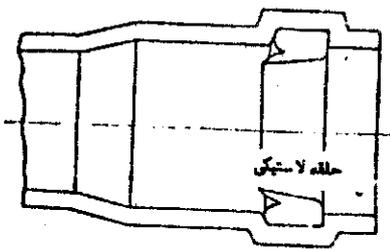
در روی لوله تر طول اتصال را بعلامت آن مقیاسی برای استفاده در موقع نصب باید مشخص کنید .

### تمیز کردن لوله

هرگونه کثافت و گل را از قسمت داخلی بوشن و قسمت خارجی لوله پاک کنید اگر برای عمل بالا حلقه لاستیکی را بر میدارید شیاری را که حلقه لاستیکی درون آن قرار میگیرد با پارچه تمیزی پاک کنید . سپس حلقه

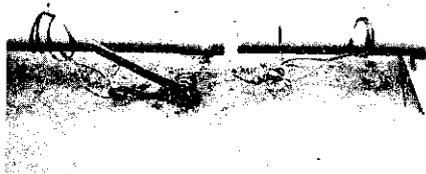


لاستیکی را بطور صحیح بدون اینکه پیچیدگی در لبه آن ایجاد شود در داخل شیار قرار دهید .



تصویر ۳۷ - نصب داخل کننده لوله

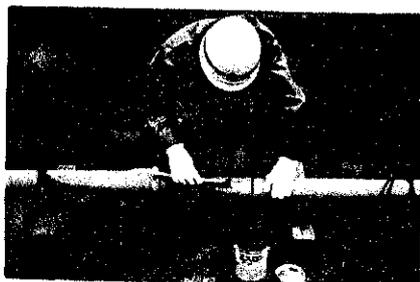
اتصال صحیح حلقه لاستیکی  
نصب داخل کننده لوله



تصویر ۳۸ - بکار بردن روان کننده

به دو انتهای لوله های نرم ماده یک طناب سیمی و سر حلقه را نصب کنید سپس داخل کننده لوله را نصب نمایید . وقت کنید که طنابها طوری بسته شوند که نلغزند .

بکار بردن روان کننده روغن



تصویر ۳۹ - دخول لوله

روغن که فقط برای سر لوله بکار میرود باید باندازه کافی به انتهای لوله که اریب شده مالیده شود .

دخول لوله



عمل اتصال با آوردن علامت گذاشته شد به طرف بالا و قرار دادن محورهای لوله در یک امتداد با بکار بردن داخل کننده و ایجاد فشار منظم و ورود لوله تا وضعیتی که قبلاً نشانگذاری شده انجام میشود .



— بازرسی اتصال

تصویر ۰ ۴ — بازرسی اتصال



وقتیکه لوله کاملاً وارد شد یک اندازه گیر ضخامت باید بین فاصله آزاد بین بوشن و لوله قرار گیرد تا روشن شود که فاصله بین حلقه لاستیکی تا انتهای بوشن بیش از کل محیط لوله است .

— تکمیل

تصویر ۱ ۴ — تکمیل



پس از اتصال تا حد امکان نباید فشارهای غیر ضروری مانند فشارخمش و کششی بر محل اتصال وارد شود .

تبصره ۱ — طرح بوشن برای لوله دارای حلقه لاستیکی

۱ — شکل حلقه لاستیکی

حلقه لاستیکی در صورتیکه بشکل U طرح ریزی شده باشد وقتی که لوله داخل بوشن شود کاملاً درون شیار فشرده میشود تا چسبندگی لازم را با استفاده از خاصیت ارتجاعی لاستیک برای اتصال فراهم آورد ( اولین اثر آب بندی ) بعد از آن وقتیکه فشار آب اعمال میشود حلقه لاستیکی طوری عمل مینماید که لبه آن در داخل اتصال انبساط

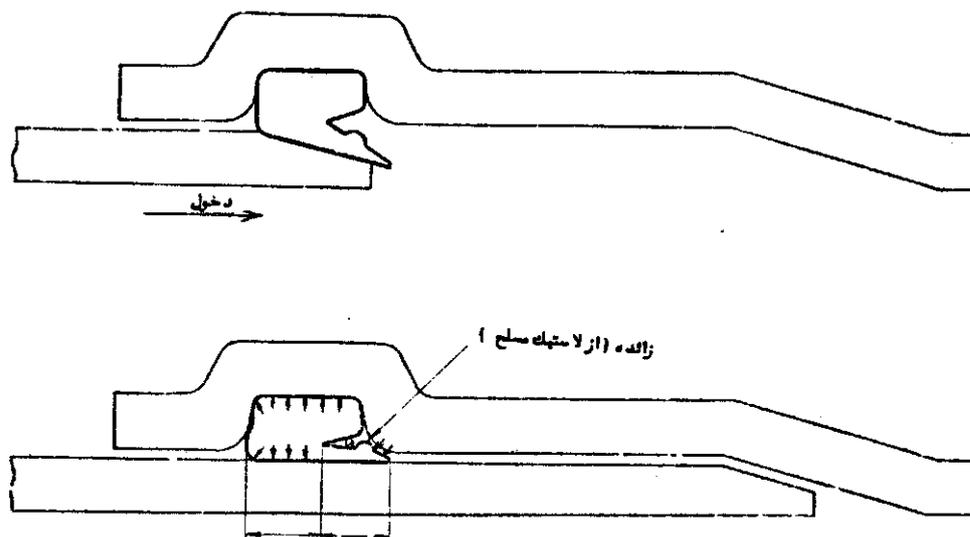


پیدا نماید این عمل چسبندگی اتصال در محل ارتباط بهمین شیار  
 بوشن و لوله را مضاعف میکند . این نیروی ارتباطی با بالا رفتن فشار  
 آب بالا می‌رود ( دومین اثر آب بندی )

يك زائده ( ازلاستيك مسلح ) به لبه حلقه لاستيكي گذاشته میشود تا  
 دومین اثر آب بندی را بالا ببرد .

با استفاده از دو اثر آب بندی بالا لوله های مجهز به حلقه لاستیکی  
 را میتوان با اطمینان برای فشار های کم تا زیاد بکار برد .

تصویر ۲- ساختمان لوله های آب بندی شده با حلقه لاستیکی



دومین آب بندی ( آب بندی در اثر فشار داخلی ) ، اولین آب بندی ( آب بندی در اثر حلقه لاستیکی )

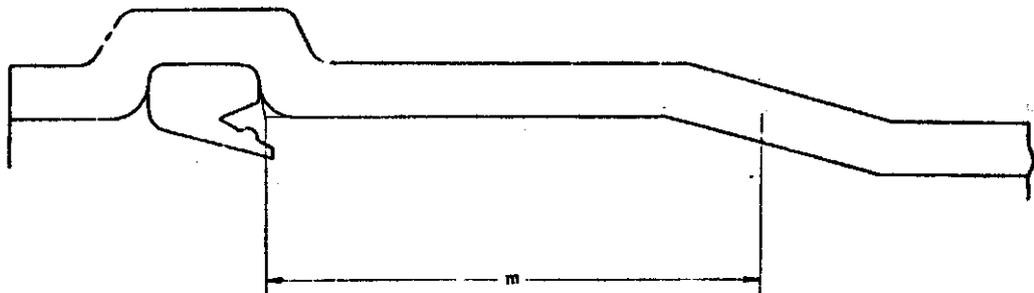


## ۲- شکل شیار حلقه لاستیکی

بنظر اینجور ایجاد اتصال راحت و قابل اطمینان شکل شیاری که حلقه لاستیکی در آن قرار میگیرد چهارگوش ساخته میشود .

## ۳- طول حفره اتصال

تصویر ۳- طول حفره اتصال



طول حفره اتصال لوله دارای حلقه لاستیکی از روی فرمول  $m \geq 0.022D$  که توسط ISO (سازمان جهانی استاندارد) توصیه شده است تعیین میشود . اندازه ۵۰ میلیمتر شامل تطویل و انقباض در اثر تغییرات درجه حرارت ، انقباض در اثر خمش لوله و کشش بوسیله فشار میشود . ضریب  $0.022D$  برای اریب کردن انتهای لوله و یا برش میباشد . از توضیحات بالا میتوان نتیجه گرفت که طول حفره اتصال لوله ( آب بندی شده با حلقه لاستیکی ) برای شرایط گوناگون در موقع نصب کافی میباشد .

## ب- کارگذاری

روش کارگذاری لوله در محل بطور اصولی عیناً مانند روش TS میباشد . هرچند دقت زیادی باید در موقع اتصال روی زمین انجام شود زیرا پائین بردن لوله بداخل گودال چنانچه طول لوله های متصل شده بیکدیگر بیش از حد شود



باعث جدا شدن اتصالاتها در داخل گودال میگردد . درموقع اتصال تراورسهای در زیر لوله ها بگذارید تا شن و خاک به حلقه لاستیکی نچسبند . اطمینان حاصل کنید که تراورسها را پس از اتصال برداشته آید .

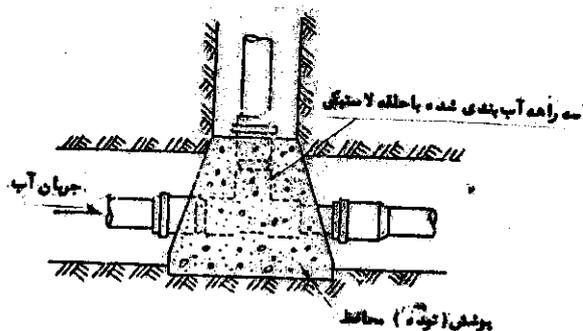
### ج- الحاق با اتصالاتها

استاندارد نصب لوله P.V.C که با حلقه لاستیکی آب بندی میشود بقرار ذیل

میباشد :

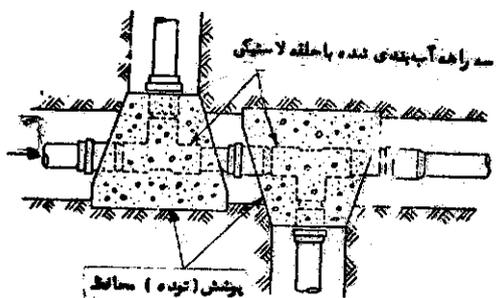
#### ۱-۳- نصب سه راه ها

تصویر ۴-۳- نصب سه راهه



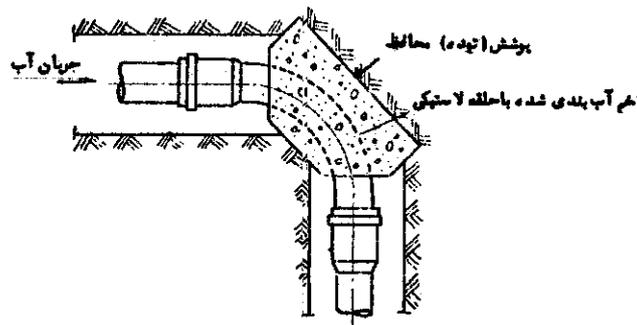
#### ۲-۳- انشعاب متقاطع

تصویر ۴-۴- انشعاب متقاطع



## نصب خم ها

تصویر ۶۴ - نصب خم ها



## نصب بوشن

تصویر ۴۷ - نصب بوشن



### ۴-۲-۴ اتصال به لوله ها و شیرهای غیر مشابه ( ناهم جنس)

روشهای متعددی برای اتصال لوله P.V.C به لوله ها و شیر های غیر مشابه وجود دارد ولی روشهای اصلی زیر بخاطر جلوگیری از ریزش و عدم ایجاد اشکال در هنگام تعمیر توصیه میشود .

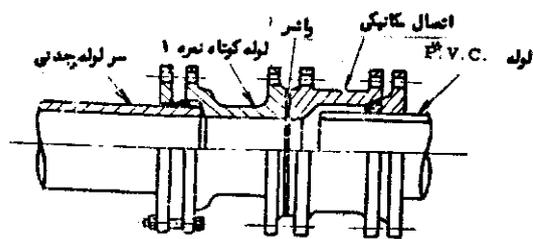
#### ۴-۲-۴-۱ اتصال با لوله های غیر مشابه

روش اولیه اتصال لوله P.V.C به لوله های غیر مشابه بطریق نصب فلانچ در روی لوله غیر مشابه و استفاده از اتصال مکانیکی میباشد .

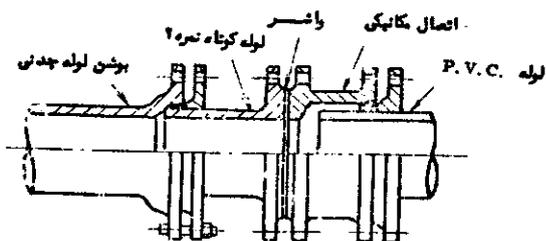


## الف- اتصال با لوله چدنی

تصویر ۸-۴- اتصال به سر لوله (بدون حفره اتصال)

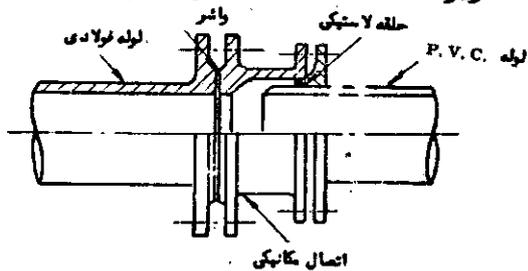


تصویر ۹-۴- اتصال به سر لوله که دارای حفره اتصال (بوشن) است



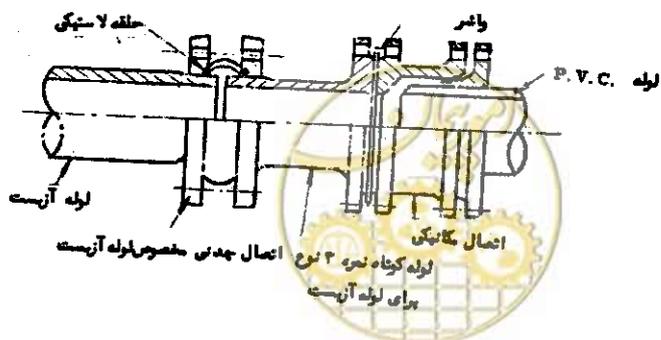
ب- اتصال به لوله فولادی

تصویر ۵-۵- اتصال به لوله فولادی



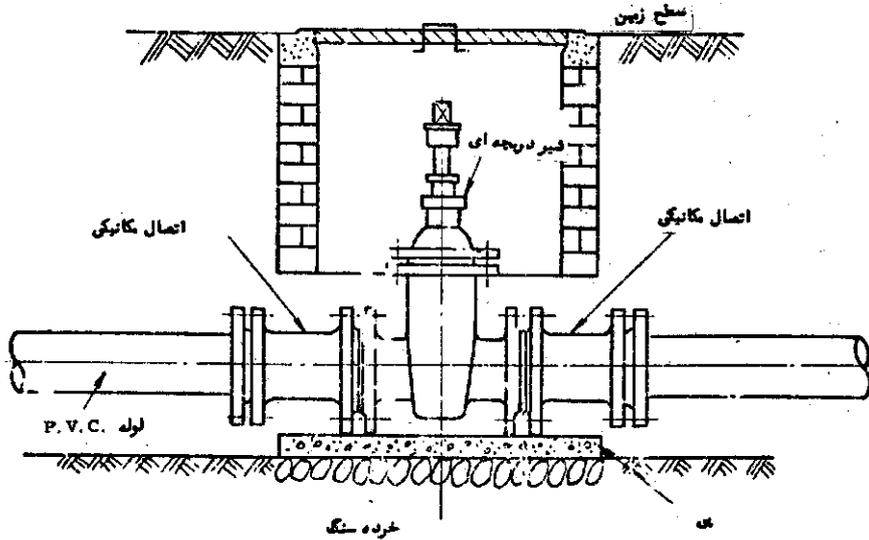
ج- اتصال به لوله آزیست

تصویر ۱-۵- اتصال به لوله آزیست

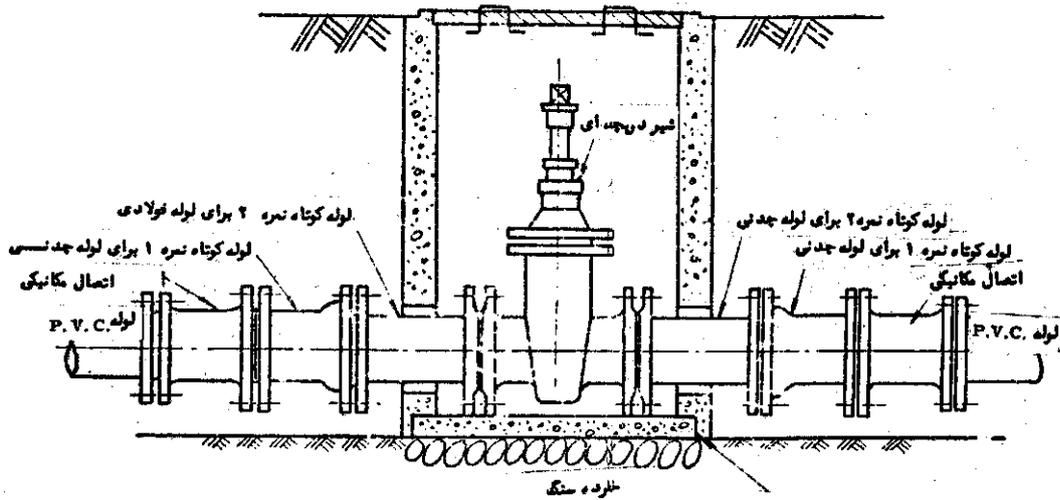


الف- اتصال به شیر

تصویر ۲-۵- اتصال به شیرهای دریچه ای  
(که از میان آبگذرهای زیرزمینی عبور نمیکنند)

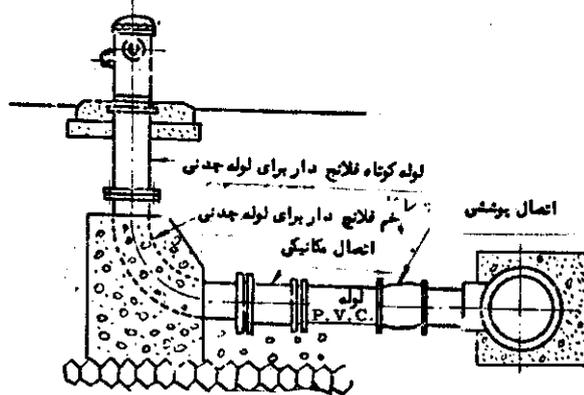


تصویر ۳-۵- اتصال به شیرهای دریچه ای  
(که از میان آبگذرهای زیرزمینی عبور میکنند)

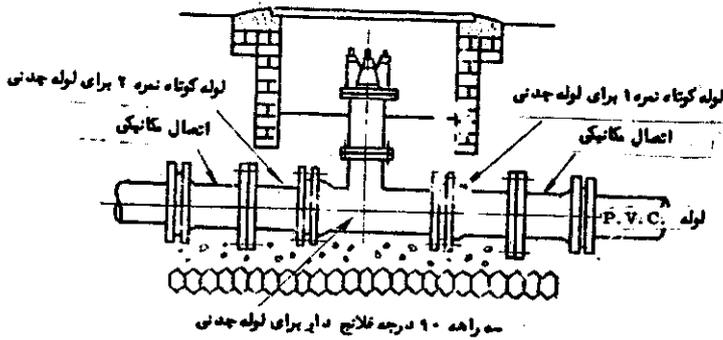


ب - اتصال به شیرهای آتش نشانی

تصویر ۵۴ - اتصال به شیر آتش نشانی هوایی

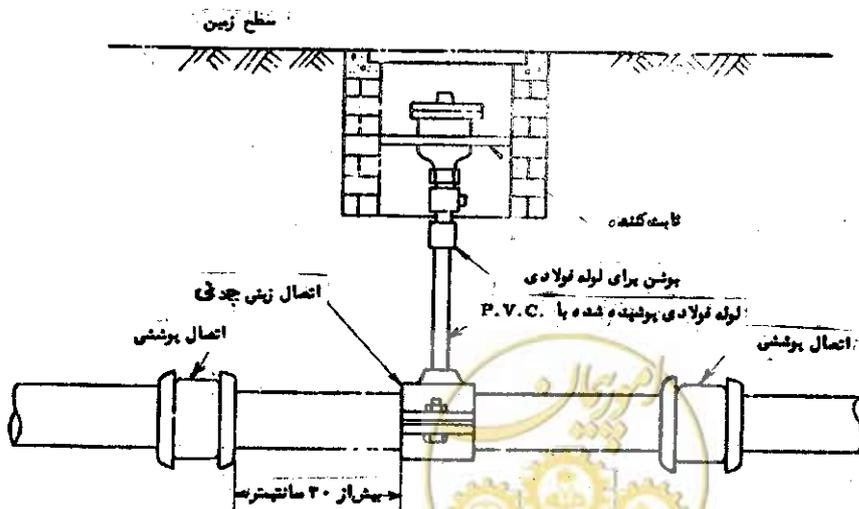


تصویر ۵۵ - اتصال به شیر آتش نشانی زیرزمینی

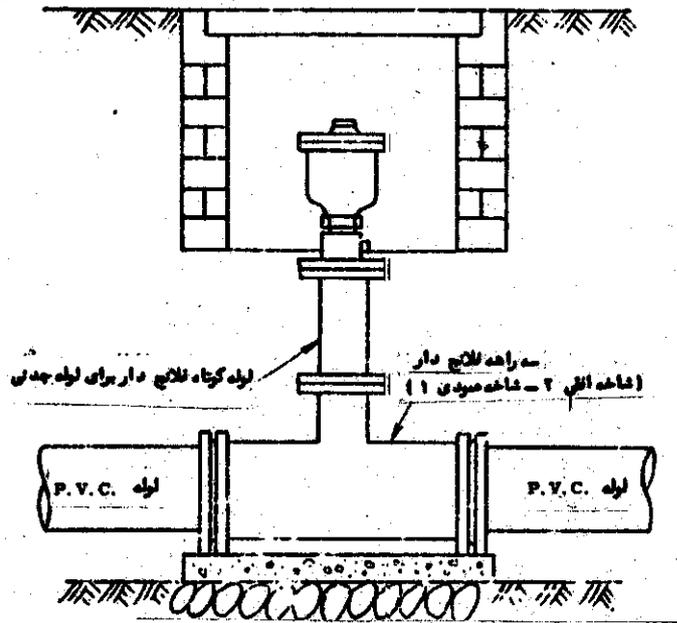


ج - اتصال به شیرهای هوایی

تصویر ۵۶ - قطر اسمی ۱۶۰ میلیمتر یا کمتر

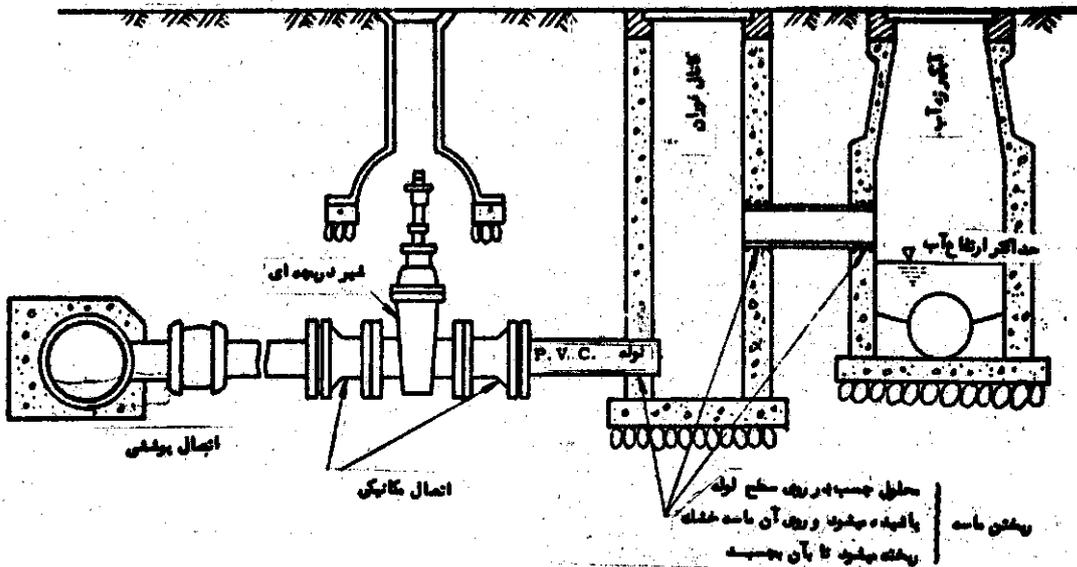


تصویر ۵۷ - قطر اسمی ۱۸۰ میلیمتر یا بیشتر



د - اتصال به شیرهای فورانی

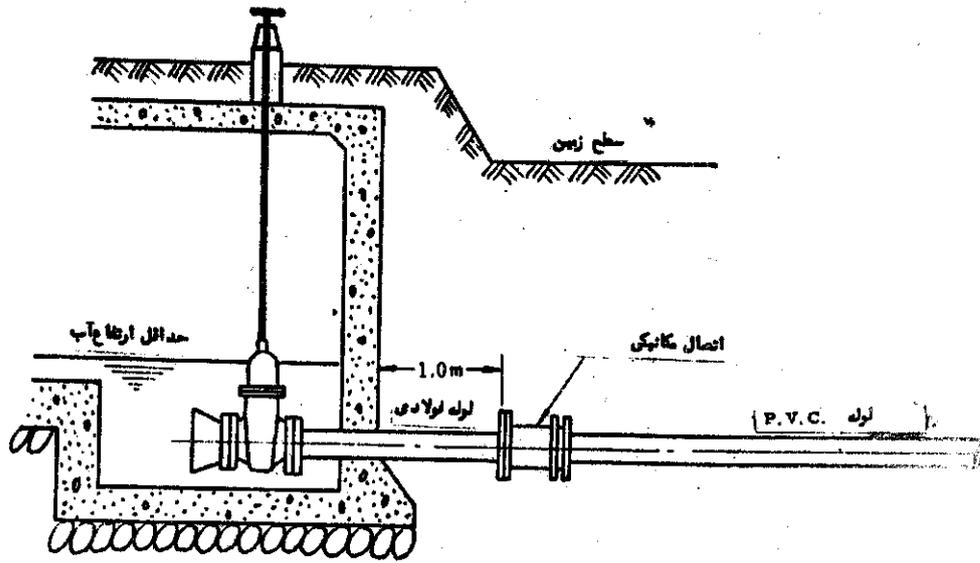
تصویر ۵۸ - اتصال به شیرهای فورانی سطح زمین



ه - اتصال به تاسیسات انشعاب

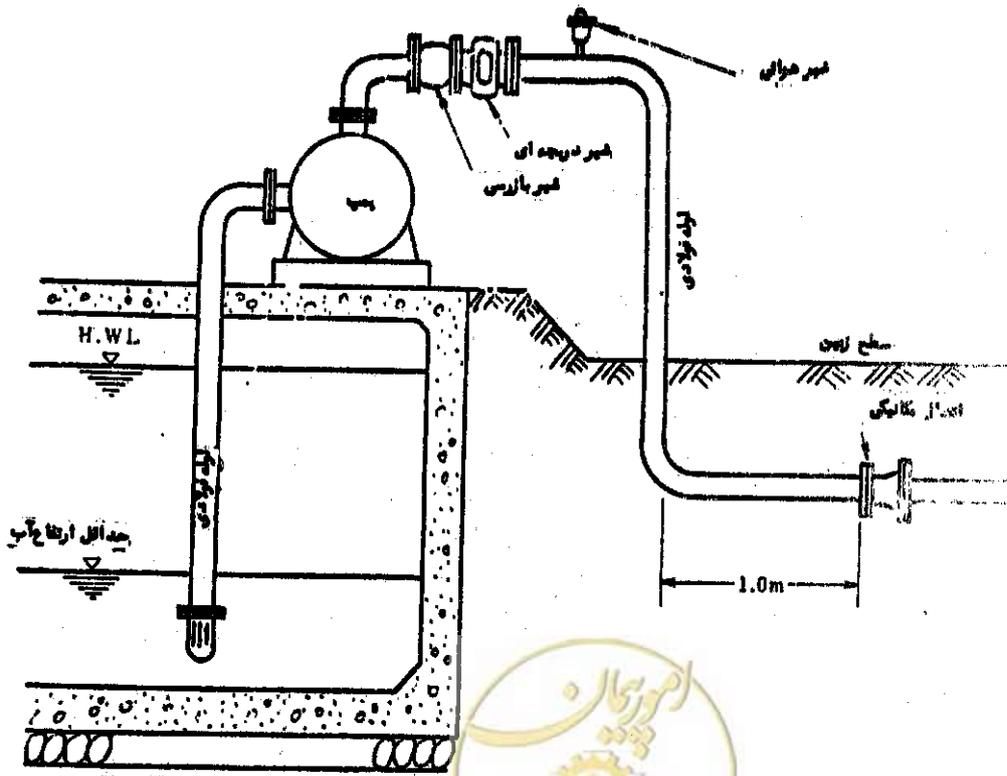
سیستم انشعاب شامل د و روش استفاده از شیب یا گرانیوی و باهمپاژ میباشد در هر دو صورت اساساً لوله کشی در اطراف مخازن آب و همپاها استفاده از لوله های فولادی انجام میشود و لوله های P.V.C بدین لوله ها وصل میشوند . استعمال اتصالهای ارتجاعی اجباری است .

تصویر ۹۵- اتصال به مخزن سرویس



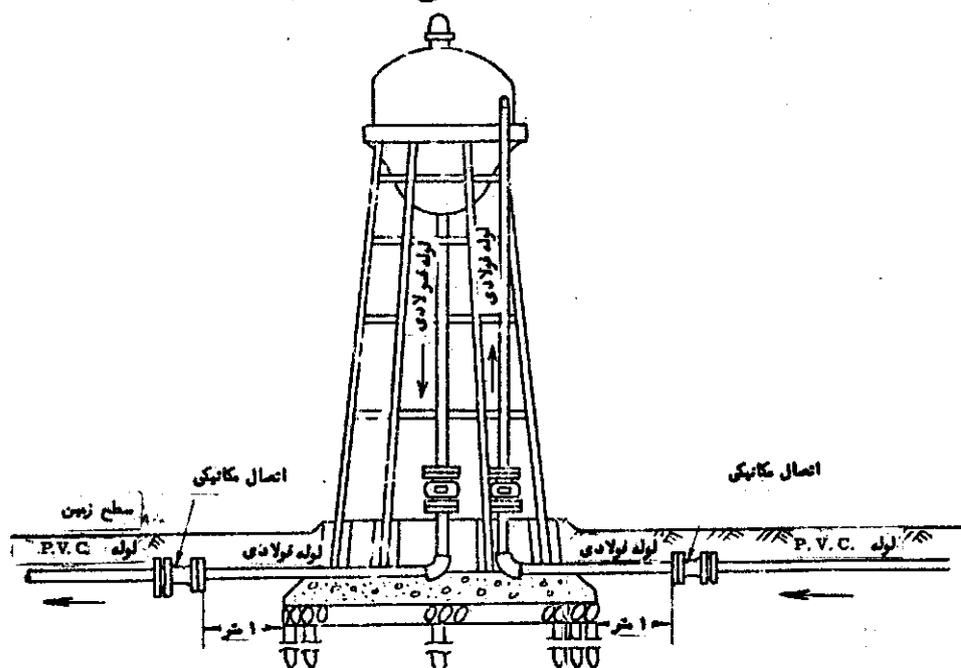
اتصال به پمپ انشعاب

تصویر ۹۶- اتصال به پمپ انشعاب



## اتصال به برج انشعاب

تصویر ۶۱- اتصال به برج انشعاب



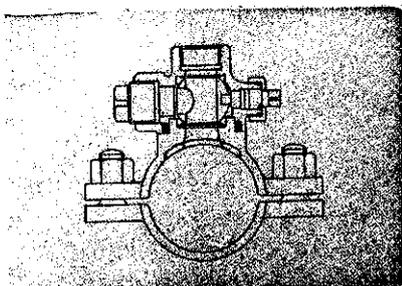
۳-۴- انشعاب بدون قطع جریان آب

۱-۳-۴- انشعاب بدون قطع جریان آب برای اندازه انشعاب حداکثر تا ۳۲ میلیمتر

الف- انشعاب زمینی با شیر ضمیمه ( Corporation cock )

تصویر ۶۲- ساختمان اتصال زمینی با شیر ضمیمه

تمیز کردن



قسمت خارجی لوله اصلی ( P.V.C )

را بمنظور اطمینان از عدم وجود خراش

و یا ناهمواری با زرسی کنید خاک و سایر

کثافات را توسط یک پارچه خشک پاک

کنید پیچ های اتصال را از قسمت شیر

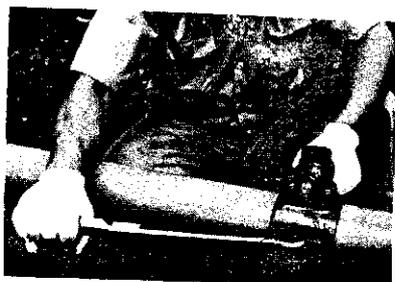
ضمیمه باز کنید و سطح آنرا که باید به

لوله اصلی وصل شود پاک کنید.



## نصب اتصال

تصویر ۶۳ - نصب اتصال زمینی



شیر ضمیمه را بطور صحیح در جهت مشخص قرار دهید و آنرا توسط پیچ و مهره سفت کنید نیروی پیچش برای محکم کردن پیچ و مهره ها باید ۴۰۰ کیلوگرم برسانتیمتر باشد . از محکم کردن غیر یکنواخت باید پرهیز شود -

## کارگزاردن مته

تصویر ۶۴ - کارگزاردن مته



مته ای با نوک آره ای شکافدار در روی شیر ضمیمه اتصال زمینی قرار دهید و مطمئن شوید که شیر موجود در روی اتصال کاملاً باز است .

## سوراخ کردن

تصویر ۶۵ - سوراخ کردن



دسته مته را بچرخانید تا نوک مته به سطح لوله برسد سپس بمنظور جلوگیری از نفوذ سریع مته عمل سوراخ کردن باید به دقت و آهستگی ادامه یابد پس از گذشتن مته از ضخامت جدار لوله باید باندازه یکنسانتیمتر نیز پایین تر رفت تا نفوذ کامل شود بعد از سوراخ کردن دسته مته را در جهت عکس بچرخانید تا نوک مته خارج شود .



بعد از بالا آوردن نوک مته شیر را ببندید و مته را بطور کلی از شیر ضمیمه خارج کنید برای ایجاد یک انشعاب افقی در پوشی در روی قسمت بالائی شیر ضمیمه قرار دهید و برای ایجاد انشعاب عمودی در پوشی بطور افقی قرار دهید .

### بند - اتصال زینسی چدنی بدون شیر ضمیمه تصویر ۶۷ - تمیز کردن



#### - تمیز کردن

قسمت خارجی لوله اصلی ( P.V.C ) را بمنظور اطمینان از نبودن خراش یا خلسل و فرج و برجستگی بازرسی کنید و خاک و سایر کثافات را توسط یک پارچه خشک تمیز نمائید همچنین هرگونه خاک را از سطح تماس اتصال زینسی پاک کنید .

### تصویر ۶۸ - نصب اتصال



#### - نصب اتصال

وقتی اتصال نصب میشود نیروی پیچش برای محکم کردن پیچ و مهره ها باید ۰.۰۴ کیلوگرم برسانتیمتر باشد از پیچیدن غیر یکنواخت باید پرهیز شود .



— نصب شیر ضمیمه بر روی اتصال زینی

تصویر ۶- نصب شیر ضمیمه



برای جلوگیری از تراوش آب در داخل  
اتصال ماده ضد تراوش بمالید . ماده  
Teflon (۱) برای این منظر توصیه  
میشود .

— کارگزاردن مته شکافدار

تصویر ۷- کارگزاردن مته



مته ای با نوک اره ای برای سوراخ کردن  
لوله P.V.C در روی شیر ضمیمه قرار  
دهید و مطمئن شوید که شیر موجود در روی  
اتصال زینی کاملاً باز است .

---

( ۱ ) Teflon نام تجاری برای ماده ای کدر و نرم است که نام علمی

آن Pol ytetrafluroethylene میباشد و بعنوان پوشش

( Coating ) ضد چسبندگی در صنعت مورد استفاده قرار میگیرد .



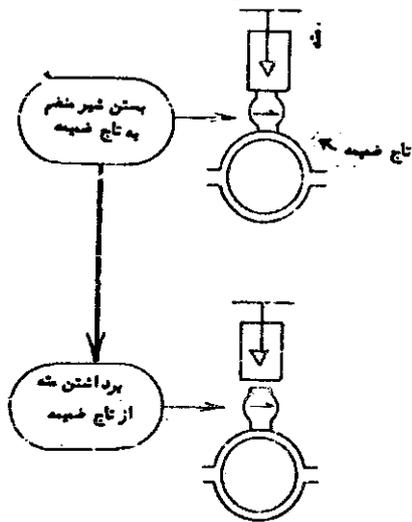
omoorepeyman.ir



مته را بچرخانید تا نوک آن به سطح لوله برسد و سپس بمنظور جلوگیری از نفوذ سریع نوک مته چرخش دسته مته بایستد. با آهستگی و با دقت انجام شود. وقتی بنظر رسید که نوک مته از جدا لوله عبور کرده یک سانتیمتر هم پایین تر روید تا مطمئن شوید عمل نفوذ کامل شده است. بعد از سوراخ کردن دسته مته را در جهت عکس بچرخانید تا نوک مته خارج شود.

تکمیل

تصویر ۲ - تکمیل سوراخ کردن



بعد از بالا آوردن نوک مته شیر ضمیمه را ببندید و مته را بطور کلی خارج کنید.

تصویر ۱ - پیش بینی های لازم برای سوراخ کردن لوله P.V.C

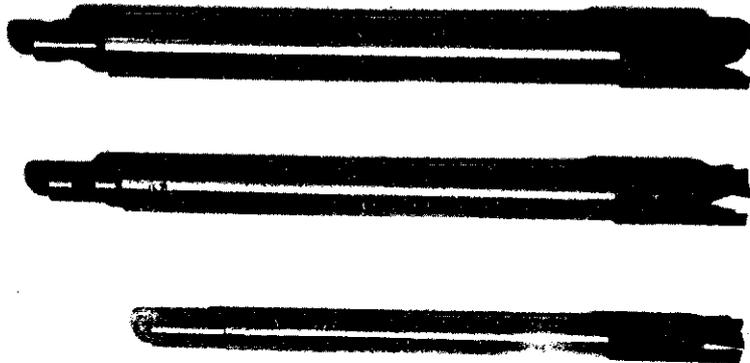
- ۱- نوک مته های بکار برده در مورد لوله های آزیست از نوع مستقیم است و استعمال آن در مورد لوله P.V.C بعلاوه متفاوت بودن مواد اولیه بکاررفته ایجاد اشکالاتی مینماید برای جلوگیری از اشکالات فوق باید در مورد لوله های P.V.C از نوع مته آره ای شکافدار استفاده نمود.



۲- از آنجائیکه لوله P.V.C بخودی خود خاصیت ارتجاعی دارد بنابراین پایداری آن در مقابل سوراخ زدن از سایر مواد کمتر است و بواسطه خاصیت بالا عمل سوراخ کردن در لوله های P.V.C با سرعت بیشتری انجام میشود لکن - بالا بردن سرعت سوراخ کردن سبب ایجاد فشارهای غیر ضرور و نامناسب میشود که حتی ممکنست اشکالات عدیده ای را بوجود آورد بنابراین بهتر است تا حد امکان سرعت سوراخ کردن لوله P.V.C را پائین آوریم .

تبصره ۲- نمونه های مته برای لوله های P.V.C برای ایجاد انشعاب بدون قطع جریان باید مته های اره ای شکافدار که در تصویر زیر نشان داده شده است بکار رود .

تصویر ۷۳- نمونه های مته برای لوله های P.V.C



۴-۳-۲- ایجاد انشعاب بدون قطع جریان آب روی انشعابات بین ۴۰-۶۳ میلیمتر

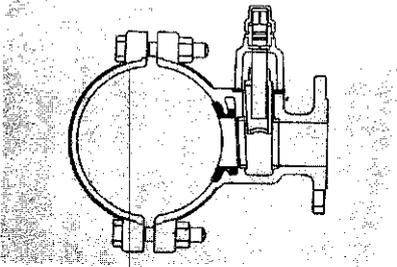
( قنار اسمی )

برای گرفتن انشعاب ( بدون قطع جریان ) از لوله های P.V.C با قطر ۴۰ میلیمتر یا زیاد تر سه راهه تقسیم و لوازم سوراخ کردن بکار میرود . در مورد لوله های P.V.C حداکثر انشعاب مجاز از لوله با قطر ۶۰ میلیمتر ۵ میلیمتر و از لوله با قطر ۱۰۰ میلی ۶۳ میلی متر میباشد .



## تمیز کردن

تصویر ۷۴ - ساختمان سه راهه که نیم شده



قسمت خارجی لوله اصلی که از آن انشعاب گرفته میشود و قسمت داخلی سه راهه را با پارچه ای خشک تمیز نمائید .

## نصب سه راهه تقسیم

تصویر ۷۵ - نصب سه راهه تقسیم



جریان انشعاب را بدقت بررسی کنید و سه راهه تقسیم را به جریان اصلی وصل کنید نیروی پیچش برای پیچ و مهره ها باید . . . ۴ کیلوگرم برسانتیمتر باشد و از پیچش غیریکنواخت و غیر ضروری پرهیز کنید .

## کارگزاردن مته

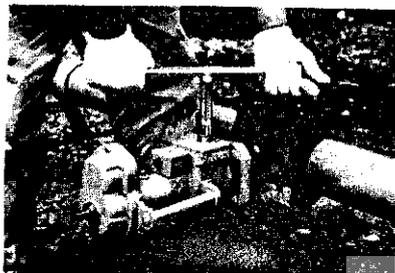
تصویر ۷۶ - کارگزاردن مته



وقتی که "تاملا" شیرد ریچه ای ساده متصل به سه راهه تقسیم باز شد مته را به سه راهه مذکور وصل کنید .

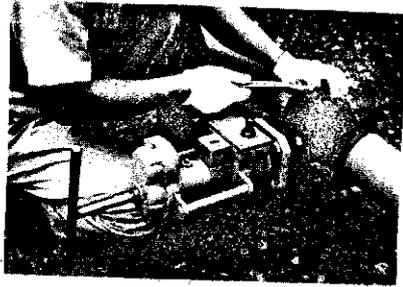
## سوراخ کردن

تصویر ۷۷ - سوراخ کردن



مته باید باهستگی پائین رود و پس از گذشتن از جدا رنوله يك سانتیمتر نیز پائین تر رود .





مته در جهت عكس چرخه انده شود تا  
نوك آن كاملا" خارج وشيرد ريچه‌اي  
ساده بسته شود . پس از خارج شدن  
مته از سه راهه تقسيم ، شيرد ريچه‌اي  
ساده جهت بازرسى ريزش آب بايد  
بازشود .

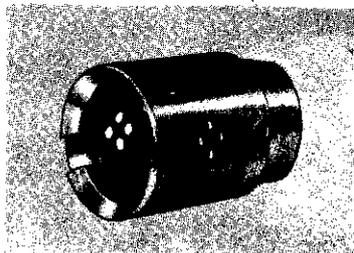
تبصره ۱- مراقبت‌هاي لازم براي استعمال سه راهه تقسيم

- ۱- هميشه سه راهه ( . و درجه ) تقسيم براي لوله P.V.C بكار ببريد .
- ۲- مته‌هاي كه مخصوصا" براي سوراخ كردن سه راهه تقسيم طرح شده‌اند استعمال كنيد .

۳- مته اري شكافدار براي لوله‌هاي P.V.C بكار ببريد .

تبصره ۲- مثال براي مته مناسب لوله P.V.C

تصویر ۲۹ - مته برای لوله P.V.C



#### ۴-۴- طرح محافظت در مقابل فشار

اصول محافظت در مقابل فشار برای لوله های P.V.C بقرار ذیل است:

#### الف - اتصالات مخروطی

- پس از گذشت ۲۴ ساعت از اتصال هیچ نوع محافظتی لازم نیست بجز در مورد خم های ۹۰ درجه که قطر اسمی شان بالاتر از ۲۰۰ میلیمتر می باشد لکن ریختن ماسه نرم در سرتاسر محل اتصال لازم است .

- محافظت در برابر ضربه یا فشار برای خم های ۹۰ درجه بقطر بیش از ۲۰۰ میلیمتر و همچنین سه راهه های ۹۰ درجه که به اتصالات ارتجاعی وصل میشوند در بیش از دو جهت باید انجام شود .

#### ب - اتصالات آب بندی شده با حلقه لاستیکی

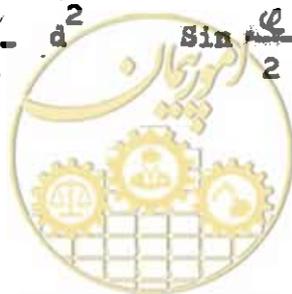
برای کلیه اتصالات فوق بجز خطوط مستقیم لوله کشی محافظت در مقابل ضربه و فشار لازم است .

#### ۴-۴-۱- برآیند نیروهای خارجی ناشی از فشار آب

نیروهای وارده در روی انشعاب یا خم (که ناشی از فشار آب است) از فرمول زیر محاسبه میگردد این معادله فرمول محاسباتی ساده ای است زیرا در آن فقط نیروی فشار آب که بطور یکنواخت در روی خم ها اثر میگذارد در نظر گرفته شده است و از افت ایجاد شده در سرخم صرف نظر شده است .

محاسبه نیروهای فشار با نظر گرفتن  $P = 1$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع از روی معادله زیر در جدول شماره ۲۰ درج شده است :

$$W = 2 P \frac{\pi}{4} d^2 \sin \frac{\phi}{2} \dots\dots (17)$$



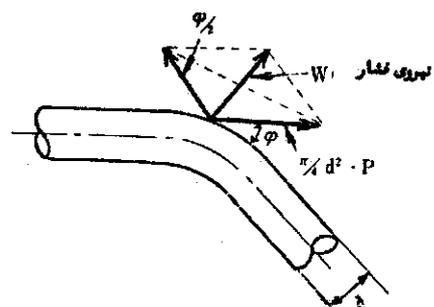
که در آن

$W$  فشار آب کیلوگرم به سانتیمتر مربع

$d$  قطر داخلی لوله به سانتیمتر

$\theta$  زاویه خم به درجه

تصویر ۸۰ - جهت فشار



omoorepeyman.ir

درپوش و سراهه	خمها				نوع قطراسمی
	۱- $\frac{1}{4}$	۲۲ $\frac{1}{2}$	۴۵	۹۰	
۱/۲			۱/۰	۱/۸	۱۶
۲/۲			۱/۷	۳/۱	۲۰
۳/۲			۲/۶	۴/۸	۲۵
۶/۲			۴/۷	۸/۷	۳۲
۹/۹			۷/۶	۱۴/۱	۴۰
۱۵/۷			۱۲/۰	۲۲/۲	۵۰
۲۵/۱			۱۹/۲	۳۵/۴	۶۳
۳۵/۴	۶/۹	۱۳/۸	۲۷/۱	۵۰/۱	۷۵
۵۱/۱	۱۰/۰	۱۹/۹	۳۹/۱	۷۲/۳	۹۰
۷۶/۳	۱۴/۹	۲۹/۸	۵۸/۴	۱۰۷/۹	۱۱۰
۹۸/۸	۱۹/۳	۳۸/۶	۷۵/۶	۱۳۹/۸	۱۲۵
۱۲۴/۰	۲۴/۳	۴۸/۴	۹۴/۹	۱۷۵/۳	۱۴۰
۱۶۱/۹	۳۱/۷	۶۳/۲	۱۲۳/۹	۲۲۸/۹	۱۶۰
۳۰۴	۳۹/۹	۷۹/۶	۱۵۶/۱	۲۸۸/۵	۱۸۰
۲۵۱/۵	۴۹/۲	۹۸/۱	۱۹۲/۵	۳۵۵/۷	۲۰۰
۳۱۸/۴	۶۲/۳	۱۲۴/۲	۲۴۳/۷	۴۵۰/۳	۲۲۵
۳۹۳/۵	۷۷/۰	۱۵۳/۵	۳۰۱/۲	۵۵۶/۵	۲۵۰
۴۹۳/۸	۹۶/۶	۱۹۲/۷	۳۷۷/۹	۶۹۸/۳	۲۸۰
۶۲۶/۰	۱۲۲/۵	۲۴۴/۳	۴۹۶/۱	۸۸۵/۴	۳۱۵
۷۹۴/۳	۱۵۵/۴	۳۰۹/۹	۶۰۷/۹	۱۱۲۳/۳	۳۵۵
۱۰۰۹/۵	۱۹۷/۵	۳۹۳/۹	۷۷۲/۶	۱۴۲۷/۶	۴۰۰

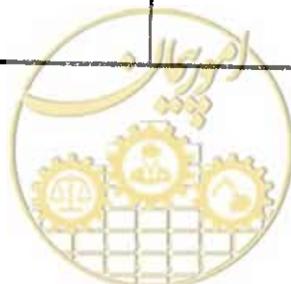
یادداشت: برای سه راهه ارقام مندرج برای هرشاخه انشعاب است.

### ۴-۴-۲- ظرفیت تحمل خاک

ضریب ظرفیت تحمل خاک ( K ) معمولاً به فشار K (برحسب کیلوگرم برسانتیمتر مربع) لازم برای تراکم خاک به میزان یک سانتیمتر اطلاق میشود اما برای طراحی فشار K (کیلوگرم برسانتیمتر مربع) لازم برای تراکم خاک بمقدار یک میلیمتر بعنوان فشار قابل اطمینان در نظر گرفته میشود .

جدول ۲۱- ضریب اطمینان تحمل ظرفیت خاک ( K )

ضریب اطمینان عمق خاک ( K )		نوع خاک
عمودی	افقی	
۰/۱۴ - ۰/۳	۰/۱ - ۰/۰۴	گل نرم و دوغلب
۱ - ۲	۰/۲۵	شل
۱ - ۱/۵	۰/۲۵	رس نرم
۲ - ۲/۵	۰/۶ - ۰/۵	رس سخت و متراکم
۲ - ۲	۰/۶ - ۰/۵	رس حاوی شن مرطوب
۲	۰/۵	شن مرطوب
۳	۰/۶	شن درشت
۴ - ۵	۰/۷	سنگ ریزه ، خورده سنگ
۵ - ۶	۱/ -	سنگ مخلوط با رس و یا متراکما شن درشت



جدول شماره ۲۲ - پوشش محافظ بتونی استاندارد

نوع خاله ( رختنه شده در روی لوله )						نوعی پوشش	انصافها	ظرفی
سنگ ریزه و خورده سنگ (ظرفیت تحمل ۷/۵ تن / مترمربع )		سنگ ریزه و خورده سنگ (ظرفیت تحمل ۱۰ تن / مترمربع )		شن خیس ، شن تراکم سخت ، مفلوط رس و شن تر (ظرفیت تحمل ۵ تن / مترمربع)		۱۰ P کلوگرم بر سانتیمترمربع		
اندازه يك بعد توده	مساحت لازم پوشش	اندازه يك بعد توده	مساحت لازم پوشش	اندازه يك بعد توده	مساحت لازم پوشش	تن	نوع	میلیمتر
بتنی چهارگوش	معاظ (A) متر مربع	بتنی چهارگوش	معاظ (A) متر مربع	بتنی چهارگوش	معاظ (A) متر مربع			
۱۹	۰/۰۳۵۴	۲۲	۰/۰۴۷۲	۲۷	۰/۰۷۰۸	۰/۳۵۴	سفره ۹۰ درجه	
۲۲	۰/۰۵۰۱	۲۶	۰/۰۶۶۸	۳۲	۰/۱۰۰۲	۰/۵۰۱	خم ۹۰ درجه	۷۵
۱۶	۰/۰۲۷۱	۱۹	۰/۰۳۶۱	۲۳	۰/۰۵۴۲	۰/۲۷۱	خم ۴۵ درجه	
۱۲	۰/۰۱۳۸	۱۴	۰/۰۱۸۴	۱۷	۰/۰۲۷۶	۰/۱۳۸	خم ۲۲/۵ درجه	
۸	۰/۰۰۶۹	۱۰	۰/۰۰۹۲	۱۲	۰/۰۱۳۸	۰/۰۶۹	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۲۳	۰/۰۵۱۱	۲۶	۰/۰۶۸۱	۳۲	۰/۱۰۲۲	۰/۵۱۱	سفره ۹۰ درجه	
۲۷	۰۱۱	۲۶	۰/۰۹۶۴	۳۸	۰/۱۴۴۶	۰/۲۷۲	خم ۹۰ درجه	
۲۰	۰/۰۳۹۱	۲۳	۰/۰۵۲۱	۲۸	۰/۰۷۸۲	۰/۳۹۱	خم ۴۵ درجه	
۱۴	۰/۰۱۹۹	۱۶	۰/۰۲۶۵	۲۰	۰/۰۳۹۸	۰/۱۹۹	خم ۲۲/۵ درجه	
۱۰	۰/۰۱۰۰	۱۲	۰/۰۱۳۲	۱۴	۰/۰۲۰۰	۰/۱۰۰	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۲۸	۰/۰۷۶۲	۳۲	۰/۱۰۱۷	۳۹	۰/۱۵۲۶	۰/۷۶۲	سفره ۹۰ درجه	۱۱۰
۳۳	۰/۱۰۷۹	۳۸	۰/۱۴۲۹	۴۶	۰/۲۱۵۸	۱/۰۷۹	سه راه	
۲۴	۰/۰۵۸۴	۲۸	۰/۰۷۷۹	۳۴	۰/۱۱۶۸	۰/۵۸۴	خم ۴۵ درجه	
۱۷	۰/۰۲۹۸	۲۰	۰/۰۳۹۷	۲۴	۰/۰۵۹۶	۰/۲۹۸	خم ۲۲/۵ درجه	
۱۲	۰/۰۱۴۹	۱۴	۰/۰۱۹۹	۱۷	۰/۰۲۹۸	۰/۱۴۹	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۳۱	۰/۰۹۸۸	۳۶	۰/۱۳۱۷	۴۴	۰/۱۹۷۶	۰/۹۸۸	سفره ۹۰ درجه	۱۲۵
۳۷	۰/۱۳۹۸	۴۳	۰/۱۸۶۰	۵۳	۰/۲۷۹۶	۱/۳۹۸	خم ۹۰ درجه	
۲۷	۰/۰۷۵۶	۳۲	۰/۱۰۰۸	۳۹	۰/۱۵۱۲	۰/۷۵۶	خم ۴۵ درجه	
۲۰	۰/۰۳۸۶	۲۳	۰/۰۵۱۵	۲۸	۰/۰۷۷۲	۰/۳۸۶	خم ۲۲/۵ درجه	
۱۴	۰/۰۱۹۳	۱۶	۰/۰۲۵۷	۲۰	۰/۰۳۸۶	۰/۱۹۳	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۳۵	۰/۱۲۴۰	۴۱	۰/۱۶۵۳	۵۰	۰/۲۴۸۰	۱/۲۴۰	سفره ۹۰ درجه	۱۴۰
۴۲	۰/۱۷۵۴	۴۸	۰/۲۳۲۹	۵۹	۰/۳۵۰۸	۱/۷۵۴	خم ۹۰ درجه	
۳۱	۰/۰۹۴۹	۳۶	۰/۱۲۶۵	۴۴	۰/۱۸۹۸	۰/۹۴۹	خم ۴۵ درجه	
۲۲	۰/۰۴۸۴	۲۵	۰/۰۶۴۵	۳۱	۰/۰۹۶۸	۰/۴۸۴	خم ۲۲/۵ درجه	
۱۶	۰/۰۲۴۳	۱۸	۰/۰۳۲۴	۲۲	۰/۰۴۹۶	۰/۲۴۳	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۴۰	۰/۱۶۱۹	۴۶	۰/۲۱۵۹	۵۷	۰/۲۳۳۸	۱/۶۱۹	سفره ۹۰ درجه	۱۶۰
۴۸	۰/۲۲۸۹	۵۵	۰/۳۰۲۵	۶۸	۰/۳۵۷۸	۲/۲۸۹	خم ۹۰ درجه	
۳۵	۰/۱۲۳۹	۴۱	۰/۱۶۵۲	۵۰	۰/۲۴۷۸	۱/۲۳۹	خم ۴۵ درجه	
۲۵	۰/۰۶۳۲	۲۹	۰/۰۸۴۳	۳۶	۰/۱۲۶۴	۰/۶۳۲	خم ۲۲/۵ درجه	
۱۸	۰/۰۳۱۷	۲۱	۰/۰۴۲۳	۲۵	۰/۰۶۳۴	۰/۳۱۷	خم ۱۱/۲۵ درجه	

بقیه جدول شماره ۲۲

۴۵	۰/۲۰۴۰	۰۳	۰/۲۲۲۰	۶۴	۰/۴۰۸۰	۲/۰۴۰	صفرانه ۹۰ درجه	
۵۴	۰/۲۸۸۵	۱۲	۰/۲۸۴۷	۷۶	۰/۵۷۷۰	۲/۲۸۵	خم ۹۰ درجه	
۴۰	۰/۱۵۶۱	۴۶	۰/۲۰۸۱	۵۶	۰/۳۱۲۲	۱/۵۶۱	خم ۴۵ درجه	۱۸۰
۲۸	۰/۰۷۹۶	۳۲	۰/۱۰۶۱	۴۰	۰/۱۵۹۲	۰/۷۹۶	خم ۲۲/۵ درجه	
۲۰	۰/۰۲۹۹	۲۲	۰/۰۵۲۲	۲۸	۰/۰۷۹۸	۰/۲۹۹	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۵۰	۰/۲۵۱۵	۵۸	۰/۲۲۵۲	۷۱	۰/۵۰۲۰	۲/۵۱۵	صفرانه ۹۰ درجه	
۶۰	۰/۳۵۵۷	۶۹	۰/۳۲۹۲	۸۴	۰/۷۱۱۴	۲/۵۵۷	خم ۹۰ درجه	
۴۴	۰/۱۹۹۵	۵۱	۰/۲۵۶۷	۶۲	۰/۳۸۵۰	۱/۹۹۵	خم ۴۵ درجه	۲۰۰
۳۱	۰/۰۹۸۱	۳۶	۰/۱۳۰۸	۴۴	۰/۱۹۶۲	۰/۹۸۱	خم ۲۲/۵ درجه	
۲۲	۰/۰۳۹۲	۲۶	۰/۰۶۵۶	۳۱	۰/۰۹۸۴	۰/۳۹۲	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۵۶	۰/۳۱۸۱	۶۵	۰/۲۹۴۵	۸۰	۰/۶۳۶۸	۳/۱۸۱	صفرانه ۹۰ درجه	
۶۷	۰/۴۵۰۲	۷۷	۰/۴۰۰۴	۹۵	۰/۹۰۰۶	۴/۵۰۲	خم ۹۰ درجه	
۴۹	۰/۲۴۲۷	۵۷	۰/۳۲۴۹	۷۰	۰/۴۸۷۴	۲/۴۲۷	خم ۴۵ درجه	۲۲۵
۳۵	۰/۱۲۴۲	۴۱	۰/۱۶۵۶	۵۰	۰/۲۴۸۴	۱/۲۴۲	خم ۲۲/۵ درجه	
۲۵	۰/۰۶۲۳	۲۹	۰/۰۸۲۱	۳۵	۰/۱۲۴۶	۰/۶۲۳	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۶۳	۰/۳۹۳۵	۷۲	۰/۳۶۷۷	۸۹	۰/۷۸۷۰	۳/۹۳۵	صفرانه ۹۰ درجه	
۷۵	۰/۵۵۵۵	۸۴	۰/۵۲۷۰	۱۰۵	۱/۱۱۳۰	۵/۵۵۵	خم ۹۰ درجه	
۵۵	۰/۳۰۱۲	۶۳	۰/۳۰۱۶	۷۸	۰/۶۰۲۴	۲/۰۱۲	خم ۴۵ درجه	۲۵۰
۳۹	۰/۱۵۶۵	۴۵	۰/۲۰۴۷	۵۵	۰/۳۰۷۰	۱/۵۶۵	خم ۲۲/۵ درجه	
۲۸	۰/۰۷۷۰	۳۲	۰/۱۰۲۷	۴۹	۰/۱۵۱۰	۰/۷۷۰	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۷۰	۰/۴۹۳۸	۸۱	۰/۴۵۸۴	۹۹	۰/۹۸۷۶	۴/۹۳۸	صفرانه ۹۰ درجه	
۳۸	۰/۱۹۸۳	۴۶	۰/۱۳۱۱	۱۱۸	۱/۳۹۶۶	۱/۹۸۳	خم ۹۰ درجه	
۶۱	۰/۳۷۷۹	۷۱	۰/۳۵۰۳	۸۷	۰/۷۵۵۸	۳/۷۷۹	خم ۴۵ درجه	۲۸۰
۴۴	۰/۱۹۲۷	۵۱	۰/۲۵۶۹	۶۲	۰/۳۸۵۴	۱/۹۲۷	خم ۲۲/۵ درجه	
۳۱	۰/۰۹۶۶	۳۶	۰/۱۲۸۸	۴۴	۰/۱۹۶۲	۰/۹۶۶	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۷۹	۰/۶۲۰۰	۹۱	۰/۸۳۴۷	۱۱۲	۱/۲۵۲۰	۶/۲۶۰	صفرانه ۹۰ درجه	
۹۴	۰/۳۵۸۵	۱۰۹	۱/۱۸۰۵	۱۳۳	۱/۷۷۰۸	۸/۵۸۵	خم ۹۰ درجه	
۶۹	۰/۴۷۹۱	۸۰	۰/۴۳۸۸	۹۸	۰/۹۵۸۲	۴/۷۹۱	خم ۴۵ درجه	۲۱۵
۴۴	۰/۲۴۴۳	۵۷	۰/۲۲۵۷	۷۰	۰/۴۸۸۶	۲/۴۴۳	خم ۲۲/۵ درجه	
۳۵	۰/۱۲۴۵	۴۰	۰/۱۶۳۳	۴۹	۰/۳۴۵۰	۱/۲۴۵	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۸۹	۰/۶۶۴۳	۱۰۳	۱/۰۵۶۱	۱۲۶	۱/۵۸۸۶	۷/۶۴۳	صفرانه ۹۰ درجه	
۱۰۶	۱/۱۲۳۳	۱۲۲	۱/۰۹۷۷	۱۵۰	۲/۲۴۶۶	۱۱/۲۳۳	خم ۹۰ درجه	
۷۸	۰/۶۰۷۹	۹۰	۰/۵۸۱۰	۱۱۰	۱/۲۱۵۸	۶/۰۷۹	خم ۴۵ درجه	۲۵۵
۶۵	۰/۳۰۹۹	۶۴	۰/۲۹۳۲	۷۹	۰/۶۱۹۸	۳/۰۹۹	خم ۲۲/۵ درجه	
۳۹	۰/۱۵۵۴	۴۶	۰/۲۰۷۲	۵۶	۰/۳۴۰۸	۱/۵۵۴	خم ۱۱/۲۵ درجه	
۱۰۰	۰/۰۰۹۵	۱۱۶	۱/۳۴۶۰	۱۴۲	۲/۰۱۹۰	۱۰/۰۹۵	صفرانه ۹۰ درجه	
۱۱۹	۱/۴۲۷۶	۱۳۸	۱/۱۰۳۵	۱۶۹	۲/۸۵۵۲	۱۴/۲۷۶	خم ۹۰ درجه	
۸۸	۰/۷۷۲۶	۱۰۱	۱/۰۳۰۱	۱۲۱	۱/۵۵۵۲	۷/۷۲۶	خم ۴۵ درجه	۳۰۰
۶۳	۰/۳۹۳۹	۷۲	۰/۳۵۲۶	۹۹	۰/۷۸۷۸	۳/۳۹۳	خم ۲۲/۵ درجه	
۴۴	۰/۱۹۷۵	۵۱	۰/۲۶۳۳	۶۲	۰/۳۹۵۰	۱/۱۹۷	خم ۱۱/۲۵ درجه	

پوشش محافظ با ریختن بتن و یا گذاردن الوار کاج در مساحتی بیش از

A متر مربع و در جهت نیروی فشار ایجاد میشود .

حد اقل مساحت از فرمول زیر بدست میآید .

$$A = \frac{PW}{K} \quad (18)$$

که در آن

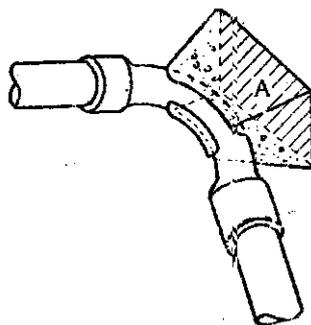
A = مساحت منطقه پوشش شد # به سانتیمتر مربع

P = فشار آب که شامل نیروی ضربتی آب نیز میباشد به کیلوگرم بر سانتیمتر<sup>مربع</sup>

W = فشار خاک به کیلوگرم بر 1 = P کیلوگرم به سانتیمتر مربع

K = ضریب ظرفیت تحمل خاک به کیلوگرم بر سانتیمتر مربع

تصویر ۱۸- روش محافظت توسط بتن



وقتی که میزان پوشش محافظ تعیین گردید باید ظرفیت تحمل خاک

برای نگهداری پوشش محافظ بررسی شود برای این منظور فشار تماس

موثر بر روی انتهای توده بتنی را با ظرفیت تحمل خاک مقایسه کنید



اگر دومی بزرگتر از اولی باشد زیرسازی برای ایجاد پوشش محافظ لازم نیست و در غیر این صورت زیرسازی حتماً باید انجام شود .  
 فشار تماس موثر با توده بتنی ( در مورد فشار افقی و روبه بالا ) از روی فرمول زیر محاسبه میشود .

$$\gamma = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{A} \dots \dots \dots (19)$$

که در آن

$W_1$  = فشار خاک که خود برابر است با  $\gamma H A$  که  $\gamma$  واحد وزن خاک به تن بر متر مکعب  $H$  عمق پوشش و  $A$  مساحت قسمت پائین توده بتنی به مترمربع میباشد .

$W_2$  = وزن توده که برابر است با  $\gamma V$  که در آن  $\gamma$  واحد وزن بتن به تن بر متر مکعب و  $V$  حجم بتن به متر مکعب میباشد .

$W_3$  = وزن لوله و آب =  $\frac{\pi}{4} d^2 L \gamma_w + W_F$  که در آن  $W_F$  وزن خم به تن  $d$  قطر داخلی لوله  $L$  طول لوله به متر  $A$  = مساحت قسمت پائین توده به متر مربع .

۴-۵- جلوگیری از انبساط و انقباض طولی لوله ها در زیر زمین

ضریب انبساط طولی لوله های  $P.V.C$   $\times 10^{-5}$  در صفر درجه حرارت میباشد که در حدود ۶ برابر لوله فولادی است

در لوله های زیر زمینی انقباض و انبساط طولی بعلمت وجود نیروی اصطکاکی با خاک کم میشود . اما این موضوع سبب ایجاد کشش حرارتی در لوله میشود . عمق معمول گودالهائی که در آنها لوله های آب سرد رامیگذارند



در حدود ۱/۲ متر میباشد اثر درجه حرارت اتمسفر بر روی لوله  
زیرزمینی خیلی کمتر از لوله هائی است که در روی سطح زمین  
قرار دارند .

بنابراین ، کشش حرارتی ایجاد شده با مقایسه به مقاومت لوله خیلی  
کمتر است . هرچند در لوله کشی عملی ایجاد خمیدگیهای محوری ،  
به شرائط زمین - روش پر کردن گودال و سایر عواملی که باعث ایجاد  
نیروی گسستگی در روی لوله میباشد بستگی دارد .  
برای خنثی کردن نیروی بالا باید اتصالهای انبساطی بکار رود . در  
روش TS بکار بردن اتصالهای انبساطی با فاصله ۳۰۰ متر نیروی گسستگی  
را از بین میبرد .

تصوره ۱- انبساط ، انقباض و کشش حرارتی لوله P.V.C

مقدار انبساط و انقباض لوله های P.V.C با توجه به تغییرات درجه  
حرارت از روی فرمول زیر محاسبه میشود .

$$\Delta l = \alpha l \Delta \theta \dots\dots\dots(20)$$

که در آن

$\Delta l$  = مقدار انقباض و انبساط به متر

$\alpha$  = ضریب انبساط خطی ( طولی )  $3.5 \times 10^{-5}$  درجه حرارت سانتیگراد

l = طول لوله به متر

$\Delta \theta$  = تغییرات درجه حرارت در لوله به سانتیگراد

انقباض و انبساط لوله ها با اصطکاک آنها با خاک کم میشود ولی نیروی  
اصطکاکی سبب ایجاد کشش حرارتی میگردد کشش حرارتی از فرمول زیر  
محاسبه میگردد :

$$G \theta = E \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \dots\dots\dots(21)$$

مدول یونگ ( E ) با تغییر درجه حرارت تغییر میکند و مقدار آن در حرارت ۲۰ درجه سانتیگراد  $1/4 \times 3$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

در این مورد اگر  $50 \Delta$  یک درجه سانتیگراد باشد کشش ایجاد شده ( 60 )  $2/4$  کیلوگرم بر سانتیمتر مربع میباشد .

۶-۴ - لوله کشی های ویژه

۶-۴-۱ - عبور از رودخانه ها

لوله کشی از میان جریان آب یا رودخانه بد و صورت کشیدن لوله از بستر رودخانه و یا با استفاده از مجرای سواره (لوله کشی هوایی) انجام میشود در صورتیکه لوله کشی با قوانین استفاده از رودخانه ارتباط داشته باشد باید قبلاً " موافقت مقامات مربوطه را با طرح و پیاده کردن پروژه لوله کشی جلب کرد .

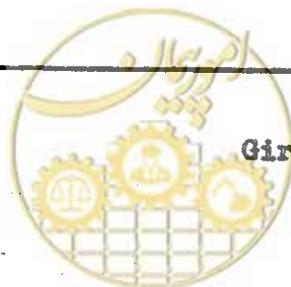
الف - مجرای سواره

سه روش برای کشیدن مجرای سواره وجود دارد

کشیدن لوله از روی پلهای موجود

ساختن پل مخصوص

استفاده از لوله بعنوان " تیر حمل " (۱)

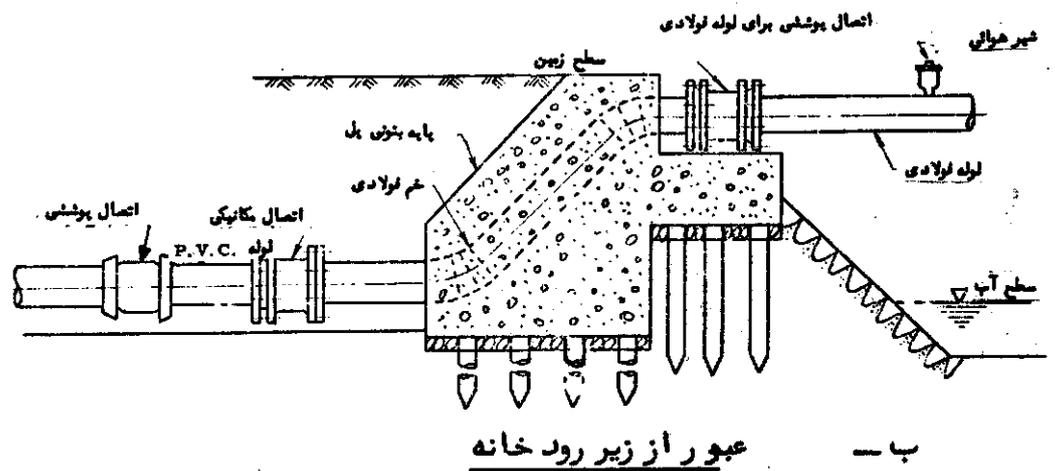


Girder

(۱)

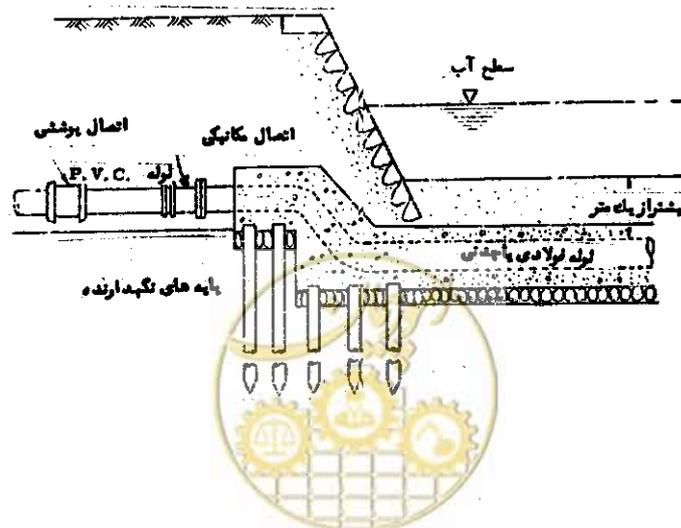
لوله فولادی بعنوان لوله مطلوبی که دارای انقباض و انبساط مناسب و خاصیت ضد لرزش و عایق حرارت است برای این منظور بکار میرود .  
 اتصال این لوله با لوله P.V.C باید همیشه در زیر زمین انجام شود و از اتصالات غیر ثابت استفاده شود پوشاندن لوله با قشر ضخیمی در نزدیکی رودخانه جاییکه زمین سست است مفید میباشد .

تصویر ۸۲- اتصال به مجرای سواره



لوله فولادی برای کشیدن از زیربستر رودخانه بعلت مقاومت خوبی که در مقابل تغییرات شرایط استقرار در زمین و سایر عوامل دارد انتخاب شده است لوله فولادی توسط اتصالات غیر ثابت به لوله P.V.C در قسمت عقب سیفون معکوس (خم) وصل میشود .

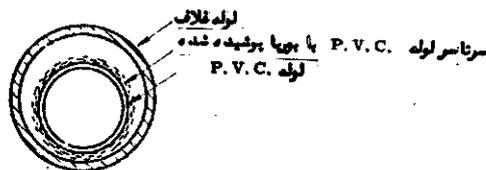
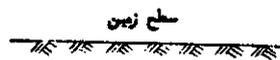
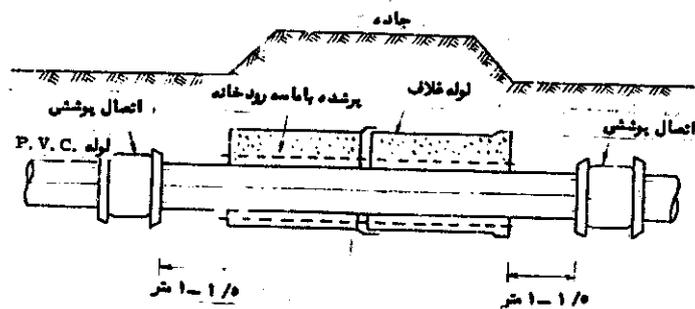
تصویر ۸۳- عبور لوله از زیربستر رودخانه



#### ع-۶-۲- عبور لوله از جاده ها و خطوط راه آهن

لوله بتن مسلح ( که با استفاده از نیروی گریز از مرکز ساخته شده است ) بعنوان لوله غلاف بکار میرود لوله P.V.C باید برای جلوگیری از هرگونه خراشیدگی باندازه کافی با پوریا پوشانده شود و سپس در داخل لوله بتن مسلح قرار داده شود . اتصال غیر ثابت برای جلوگیری از نیروی برشی باید بکار رود .

تصویر ۸۴ - عبور لوله از جاده و یا خط راه آهن

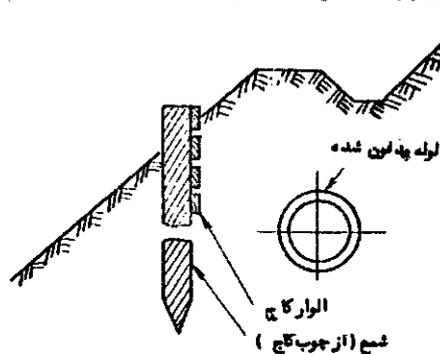


#### ع-۶-۳- عملیات پوششی

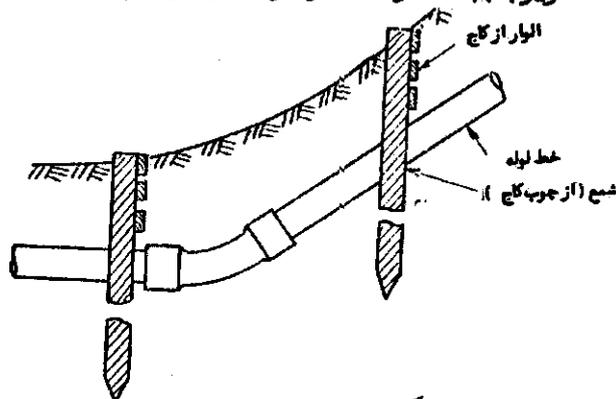
برای نصب لوله در شیب تپه ها ، باید معیارهائی را که برای جلوگیری از ریزش خاک و شن و یا شسته شدن خاک (ریخته شده روی لوله) باعث بارندگی و یا خطرات آبهای زیر زمینی بوجود آمده رعایت نمود .



تصویر ۸۵- نمونه جلوگیری از ریزش (خاک و شن)



تصویر ۸۶- نمونه جلوگیری از باران و آب زیرزمینی



عملیات جلوگیری از خاک سست زیر زمینی

۴-۶-۴

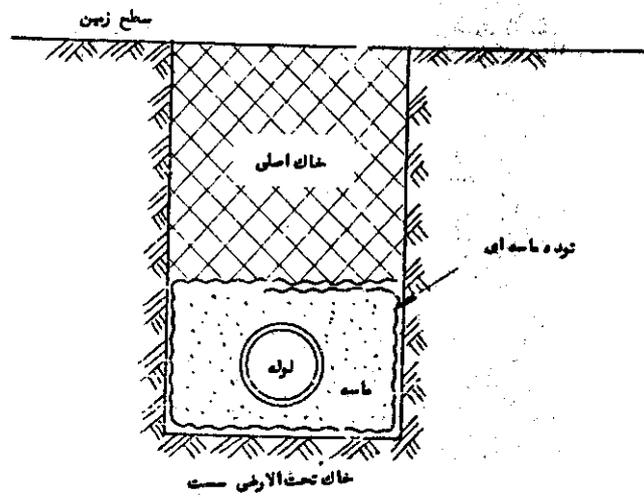
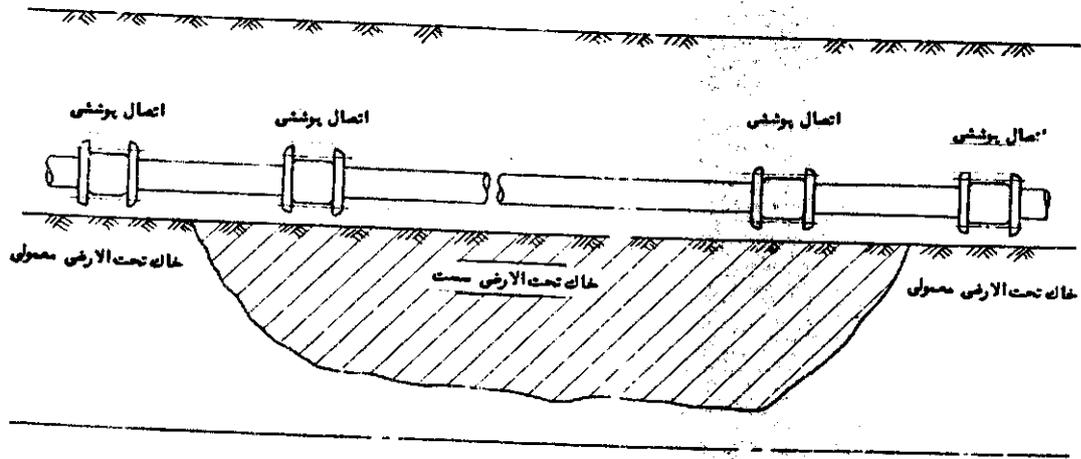
معمولترین روش برای کشیدن لوله در خاک خیلی سست قرار دادن لوله‌ها در روی شنی نردبانی شکل یا در پیچه ای شکل است در مورد لوله های P.V.C عملیات تصویر شده زیر که در آن از خاصیت لوله P.V.C استفاده شده است بخصوص وقتی که نشست ویژه ای مطرح است موثر می باشد .

استعمال لوله های کوتاه وقتی که جنس خاک تغییر میکند و ارتباط لوله P.V.C با سایر لوله ها با استفاده از اتصالات غیر ثابت، باعث میشود که لوله نسبت به فشارهای طبیعی مقاومت پیدا کرده و میزان ایمنی در لوله کشی بالا رود .



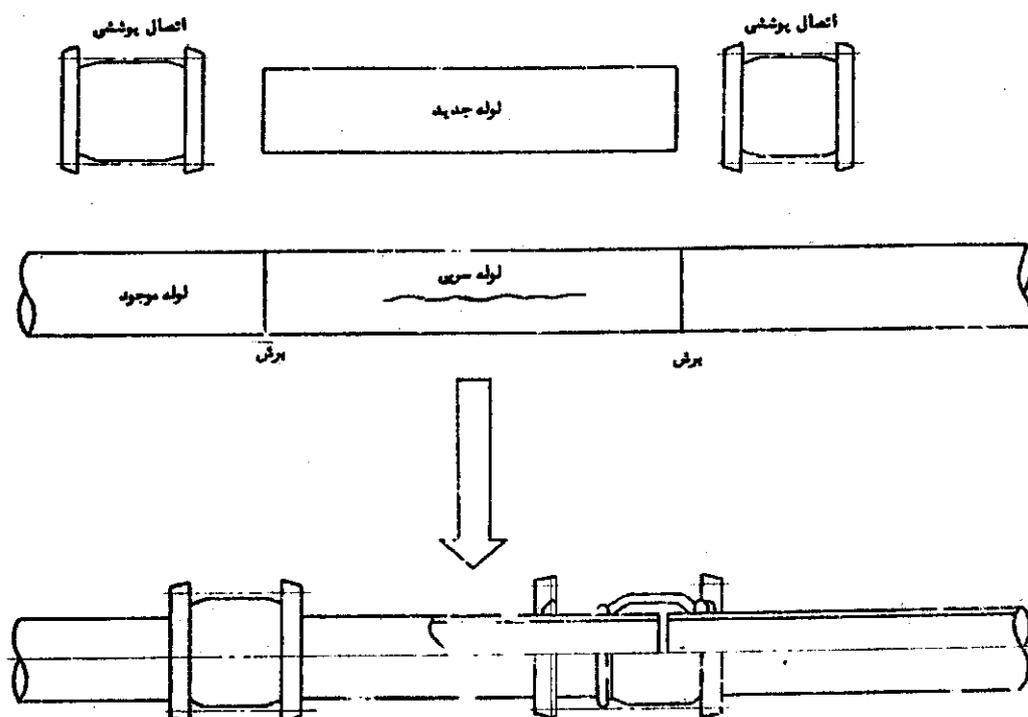
omoorepeyman.ir

تصویر ۸۷ - خاک زیر زمینی سست



اگر لوله P.V.C بشکند باید با استفاده از اتصال نوع پوششی تعمیر شود همانطوریکه در تصویر ۸۸ نشان داده شده است قسمت معیوب را بردارید و لوله جدیدی بجای آن بگذارید و آنرا با استفاده از اتصال پوششی به لوله قبلی متصل نمائید .

تصویر ۸۸



## فصل پنجم - انشعاب لوله کشی

### ۵-۱- اتصال در انشعاب لوله کشی

#### ۵-۱-۱- روش اتصال TS

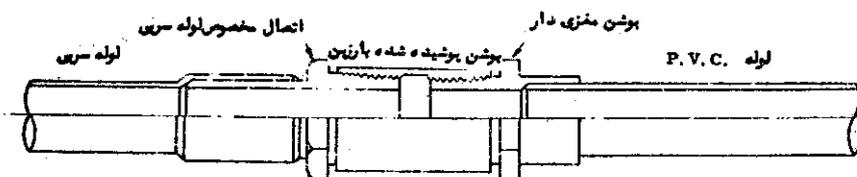
برای اتصال لوله های P.V.C در انشعابات لوله کشی از روش TS استفاده میشود که عیناً مانند روش مشروح در مورد سیستم توزیع می باشد هرچند برای لوله های تا قطر ۶۳ میلیمتر فشار دست برای اتصال بدون اعمال نیروهای دیگر کافی میباشد.

#### ۵-۱-۲- اتصال به لوله های غیر مشابه

اتصال به لوله های غیر مشابه باید مطابق شکل زیر انجام پذیرد در این مورد حدیده کردن لوله P.V.C منع شده است.

### الف - لوله سرپی

#### تصویر ۸۹- اتصال به لوله سرپی



#### ب - لوله فولادی (بالا به لوله P.V.C)

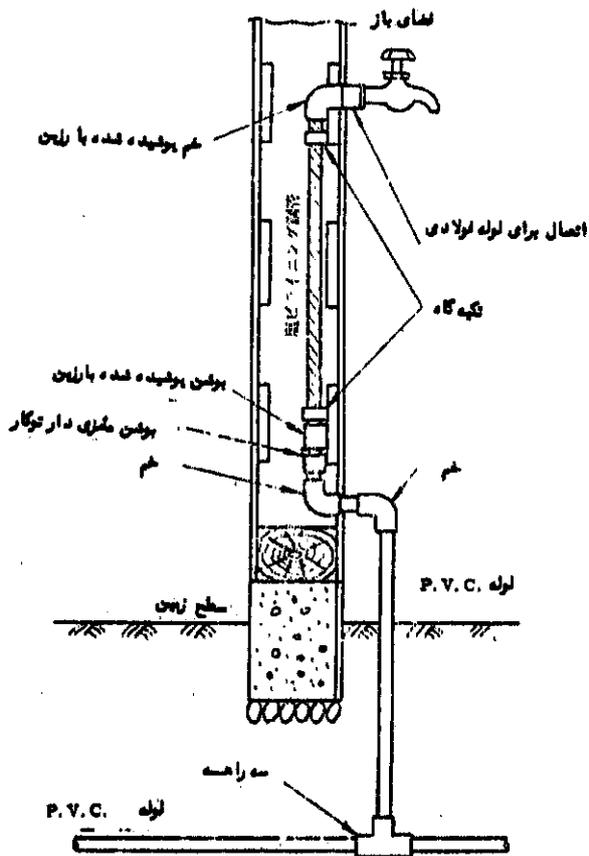
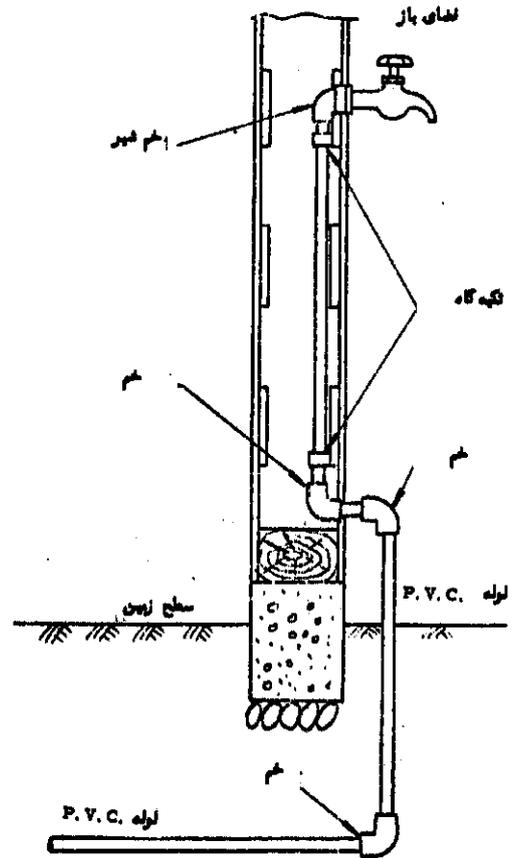
#### تصویر ۹۰- اتصال با لوله فولادی



۵-۱-۳- اتصال به شیر

تصویر ۹۱- نمونه نصب به لوله P.V.C.

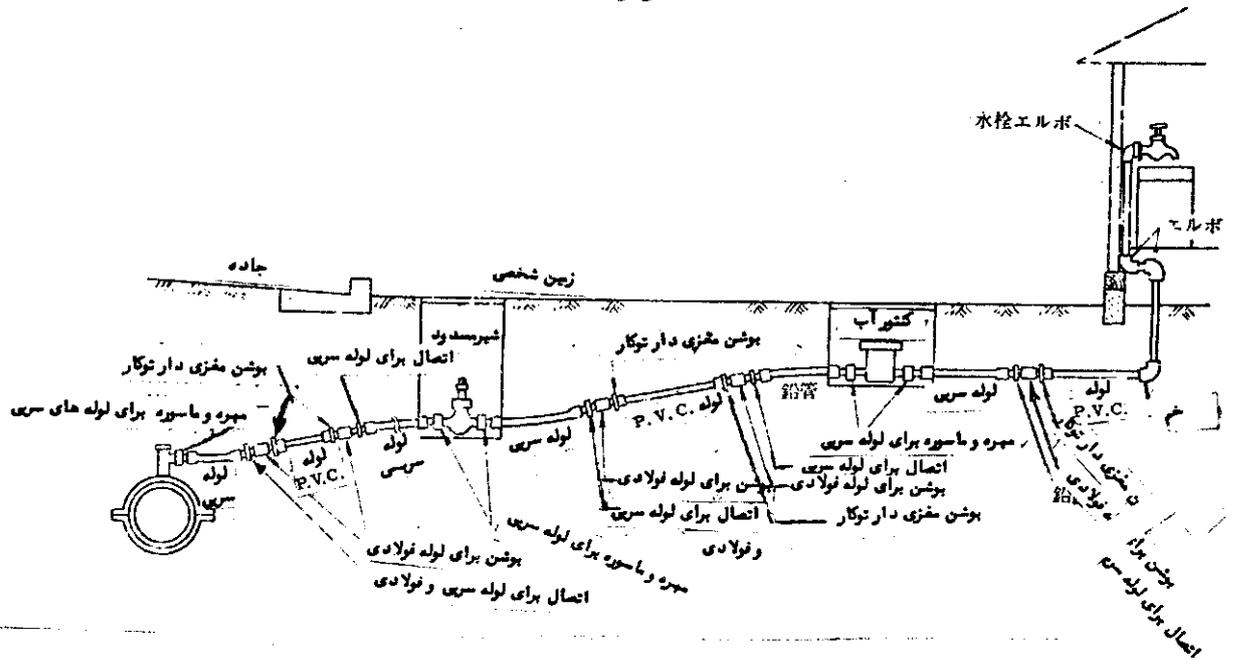
تصویر ۹۲- نمونه نصب به لوله فولادی با لایه لوله P.V.C که در قسمتی از لوله کشی بکار میروند



نمونه اتصال ۵-۱-۴

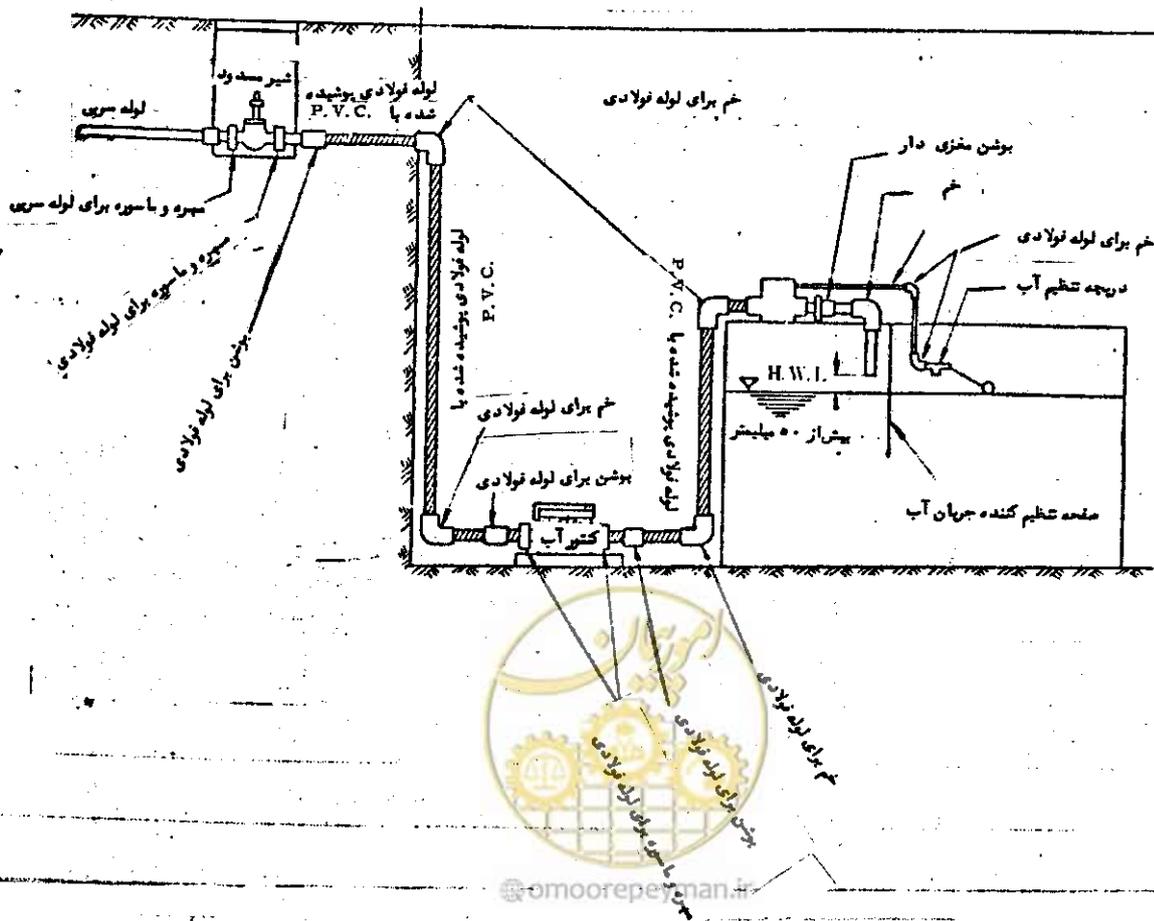
الف - نوع ارتباط مستقیم

تصویر ۹۳ - لوله‌کشی که در قسمتی از آن از لوله‌سری استفاده شده

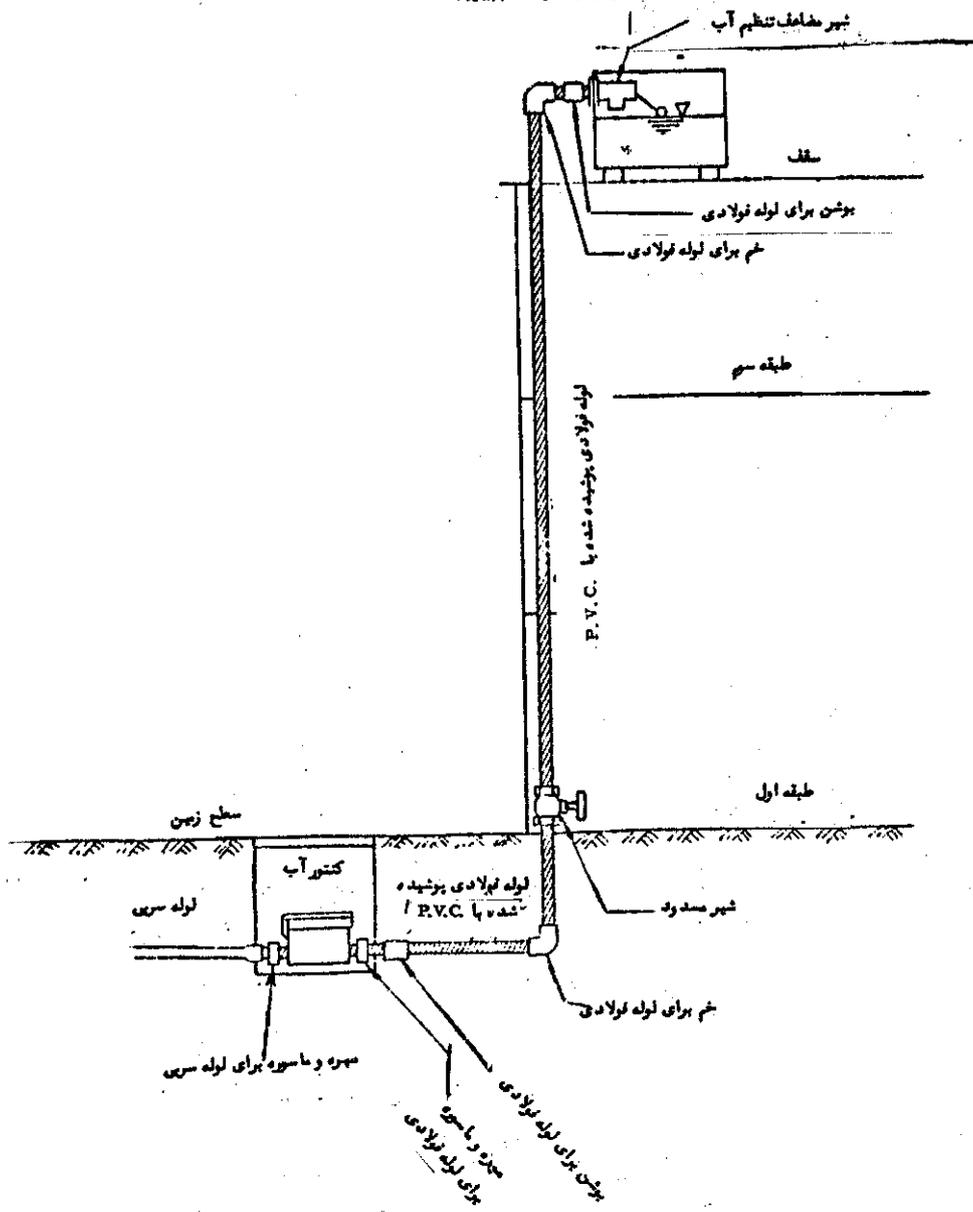


ب - سیستم مخزن دریافتی

تصویر ۹۴ - سیستم مخزن آب کوتاه



تصویر ۹۵ - سیستم مخزن آب بلند



تقویت سیستم لوله کشی

۲-۵

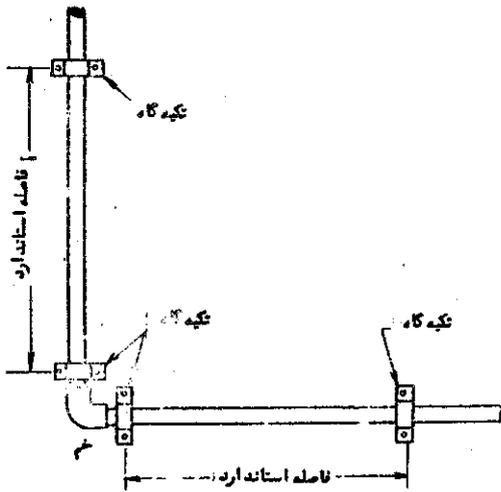
لوله های P.V.C بر اساس استانداردهای زیر باید تقویت و نگاهداری شوند. انشعابات و خم ها مستعد دریافت فشارهای غیر ضروری هستند و نبودن تکیه گاه کافی در این نقاط ممکن است منجر به اشکالاتی شود. در نتیجه اطراف آنها را با استفاده از تکیه گاه محکم کنید و اصولاً "لوله کشی را با در نظر گرفتن فواصل استاندارد برای تکیه گاه انجام دهید."



فاصله استاندارد تکیه گاه (متر)		قطراسعی - میلیمتر
لوله افقی	لوله عمودی	
۱	۱/۵	تا ۴۰-
۲	۱/۵	۶۳-۵۰

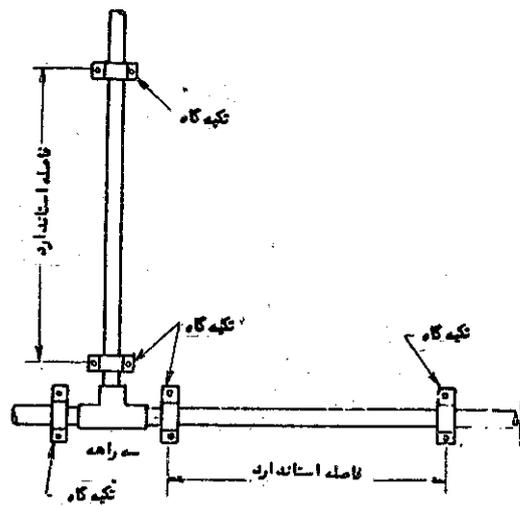
تصویر ۹۷- نگاهداری خم با استفاده

از تکیه گاه



تصویر ۹۶- نگاهداری سه راهه

با استفاده از تکیه گاه



جلوگیری از یخ زدن

۳-۵-

در آب و هوای سرد استعمال خشک کن و همچنین پوشش عایقی برای

جلوگیری از یخ زدن لازم است مواد پلاستیکی foam (کف مانند)

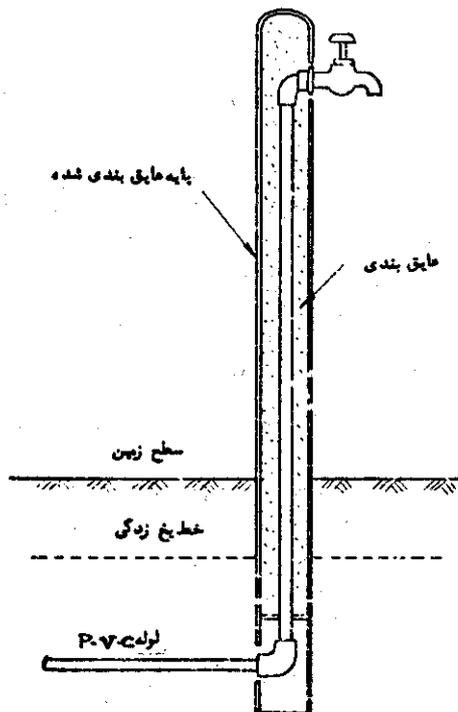
برای این منظور کاملاً توصیه میشوند گونی قیراندود بعلاصدمهای

که به لوله P.V.C میزند توصیه نمیشود.

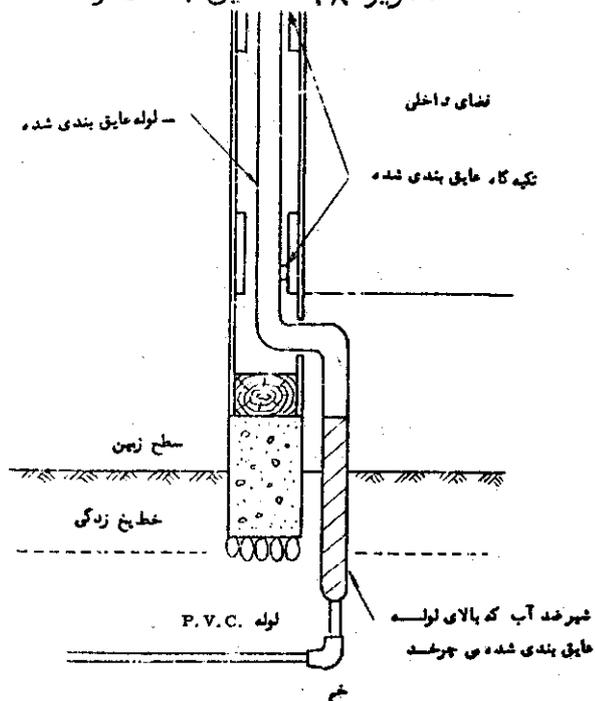


omoorepeyman.ir

تصویر ۹۹ - عایق بندی پایه منتهی به شیر



تصویر ۹۸ - عایق بندی لوله

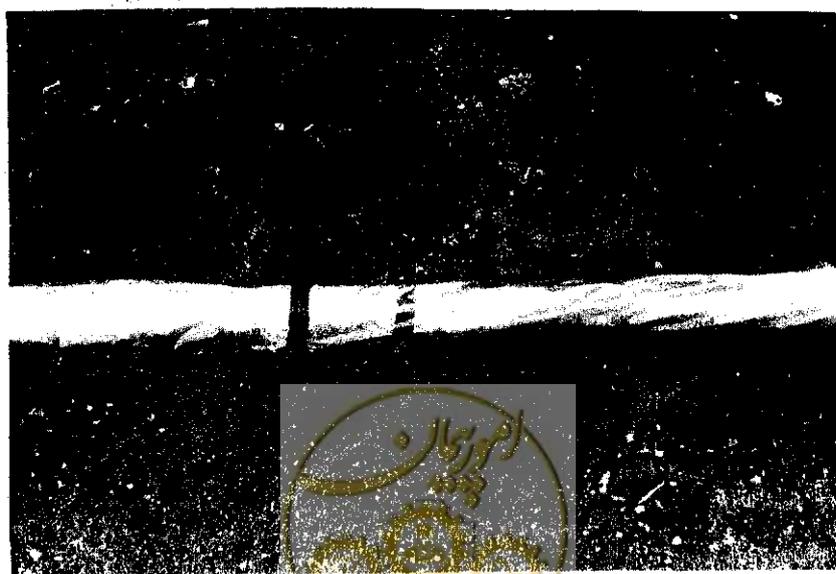


جلوگیری از اثر کروزوت (روغن قاران)

۴-۵

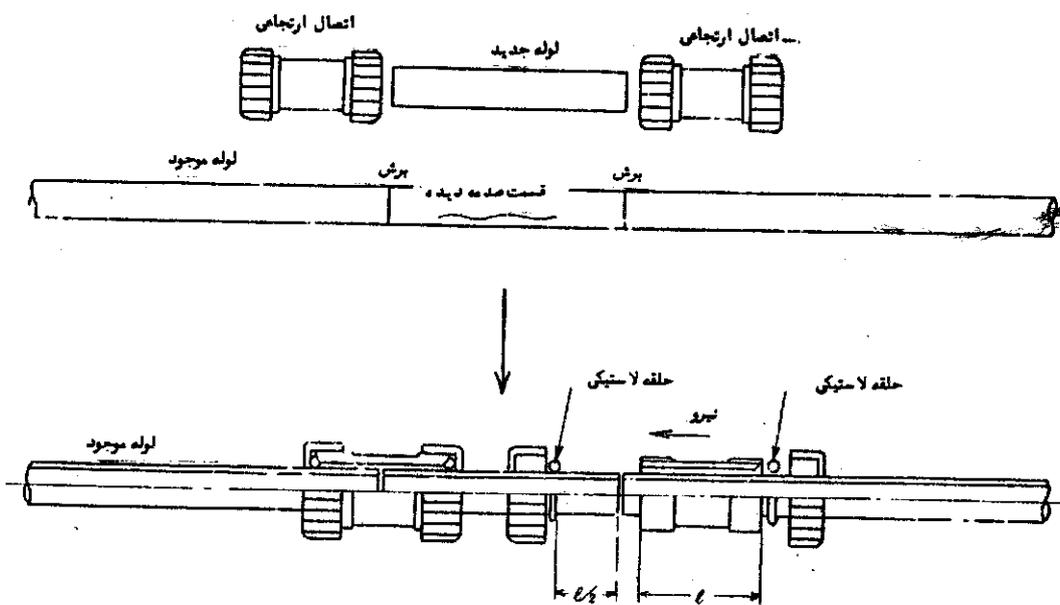
روغن کروزوت که اغلب برای جلوگیری از خوردگی چوب بکار میروند به لوله PVC صدمه میزند و تئیکه اطراف لوله PVC باید بالوار و تراورس (اشباع شده با کروزوت) پوشیده شود باید آنرا بالای ای از فیلم پولی اتیلن بقطر ۰/۲ میلیمتر پوشانند.

تصویر ۱۰۰ - نمونه جلوگیری از اثر کروزوت



در صورت ایجاد شکست و یانقصی در لوله در P.V.C قسمت معیوب را با بکاربردن اتصالاتهای الاستیکی تعمیر کنید همانطوریکه در تصویر ۱۰۱ نشان داده شده است قسمت معیوب را ببرید و لوله جدیدی بجای آن قرار دهید و سپس آنرا با دو عدد اتصال الاستیکی بد و لوله قبلی وصل کنید .

تصویر ۱۰۱ - تعمیر لوله سرویس P.V.C



## فصل ششم - کارهای ساختمانی

### ۶-۱- حمل و نقل و انبار

#### ۶-۱-۱- پذیرش محصولات

#### الف - بازرسی مشخصات

مطمئن شوید که در روی هر لوله و اتصال نشانگذاری شده است

#### ب - بازرسی

در حضور مقصدی مربوطه کلیه محصولات رسیده را با توجه به بارنامه کالا از نظر نبودن کم و کسر و عیب و نقص بازرسی کنید. در صورت وجود هرگونه عیب و نقصی مدرکی رسمی در این مورد از تولیدکننده بگیرید زیرا در مذاکرات آتی مفید خواهد بود.

#### ۶-۱-۲- مراقبتهای لازم در موقع تخلیه

در موقع تخلیه همیشه در طرف لوله باید توسط د و نفر گرفته شود بهیچ وجه لوله را نیاندازید و اشیاء سنگین در روی اتصالها قرار ندهید.

#### ۱-۳- مراقبتهای لازم برای انبار کردن

#### الف - انبار کردن لوله

بهترین راه انبار کردن لوله در انبارهای مسقف میباشد طوری که بسته بندی لوله دست نخورده باقی بماند. در صورت انبار کردن لوله در هوای آزاد باید زمین مسطحی انتخاب شود و سپس تراورسبائی در روی زمین برای جلوگیری از خمش لوله گذاشته شود و لوله ها باید

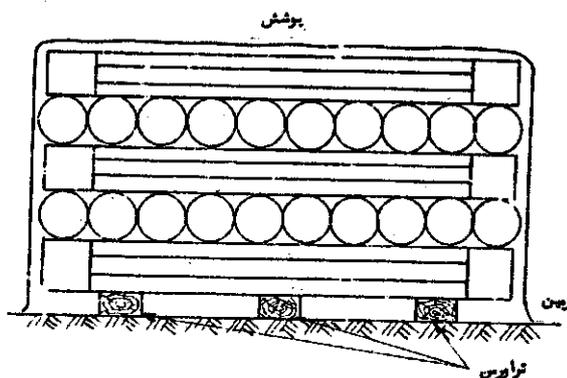
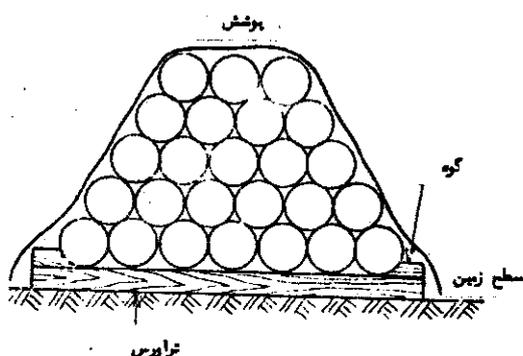


بموازات یکدیگر در روی تراورسها چیده شوند .

لوله ها را میتوان حداکثر تا پنج ردیف انبساط . لوله ها را جهت جلوگیری از فرورپختگی باطناب سیمی ببندید و روی آنها با پوششی بپوشانید پوشش باید طوری باشد که لوله ها تهویه لازم را داشته باشند . پوشش شفاف و یاسیاه بعلت جذب حرارت توصیه نمیشود .

تصویر ۱۰۳ - چیدن توده ای

تصویر ۱۰۲ - چیدن لوله ها بطور افقی



### انبار کردن اتصالها

ب -

کلیه اتصالها را با داشتن بسته بندی بی عیب در فضای پوشیده انبار کنید و برای برداشت سریع در هنگام استفاده ، آنها را برحسب نوع و اندازه انبار کنید .

### گود برداری

۶-۲-

### تدارکات

۶-۲-۱-

قبل از شروع کار در پاره موارد زیر در منطقه مورد عمل تحقیق کنید و طرحهای اجرایی کار ، روشها و برنامه کار را تهیه نموده سپس موافقت مقامات مربوطه را جلب کنید .

الف - مشخصات محلی - مثل مراکز خرید ، مراکز مسکونی و مراکز صنعتی

الف -



- ب- وجود مراکز خدمات عمومی ، مدارس ، کتابخانه ها ، بیمارستانها ، مراکز آتش نشانی ، پاسگاههای پلیس و پادگانهای ارتشی
- ج- اثر برروی آب زیر زمینی - از روی وضعیت آب چاه میتوان چینی - بررسی را انجام داد .
- د- اثر برروی خانه های ساخته شده در کنار جاده (نوع خاکهای زیرزمینی یا تحت الارضی ساختمان بلافت خاک )
- ه- جاهائیکه ممکنست انجام کار باعث ایجاد حوادثی شود (لوله کشیهای آب و گاز در مناطق پرسکته )
- و- وضعیت جاده و ترافیک آن (حجم ترافیک - کنترل ترافیک ونوع جاده )

### ۶-۲-۲- گودالها

در لوله کشی ، محل قرار گرفتن لوله و پوشش شنی روی آن برای بالا بردن ، میزان ایمنی اهمیت حیاتی دارند زیرا :

- اثرات فشارهای وارد برروی لوله را کم میکنند بنابراین ایمنی را بالا میبرد .

- از حرکت لوله در موقع عبور جریان آب جلوگیری و از ایجاد نیروهای - زیادی میکاهد .

- از صدمه دیدن لوله توسط سنگ و غیره جلوگیری میکند .

بنابراین اجرای کار مطابق مشخصات زیر لازم الاجرا است .

### الف- عمق گودال

عمق گودال باتوجه به عمق پوشش ، اندازه لوله ، محل قرارگرفتن لوله تعیین میشود .



جدول ۲۴- عمق استاندارد پوشش لوله P.V.C

ملاحظات	حد اکثر پوشش / متر	محل لوله کشی	
باتائید مسئول راه مشخص میشود	۱/۲	زیر جاده	جاده های
" " "	۰/۹	زیر محل عبور پیاده	عمومی
جاده های خصوصی را مانند جاده های عمومی در نظر بگیرید .	۰/۶	زیر جاده های خصوصی	
لوله را پائین تر از عمق یخ زدن قرار دهید .	۰/۳	زمینهای شخصی	

وقتی عملیات مشابه انجام میشود و یا چند لوله کشی با یکدیگر صورت  
میپذیرد باید حداقل ۳۰ سانتیمتر بین آنها فاصله باشد .

محل استقرار لوله ها

از آنجائیکه هدف استقرار لوله ها داشتن ایمنی دائمی است بنابراین  
محل استقرار لوله ها باید با در نظر گرفتن وضعیت زمین و بارهای  
وارده تعیین شود استقرار بطریق زیر در مورد لوله های P.V.C  
استاندارد میباشد .

خاک تحت الارضی خوب

برای استقرار لوله در روی زمینهاییکه دارای خاک یابافت خوب بوده



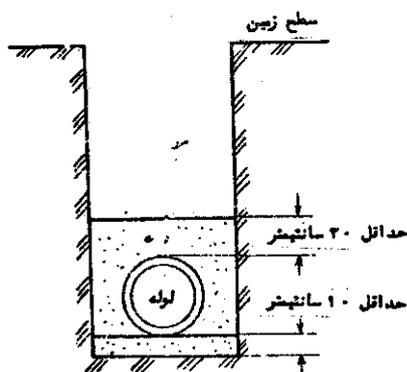
و هیچگونه قلوه سنگ و یا خردسنگی ندارد کف تسطیح شده گودالها پس از گود برداری مستقیماً قابل استفاده میباشد .

### خاک تحت الارضی معمولی

در مورد خاکهای زیر زمینی معمولی باید در کف گودال باندازه ۱۰ میلیمتر عمق ماسه ریخته شده و سپس ماسه را محکم کرد تا یک بسترس ماسه ای برای لوله ها فراهم آید .

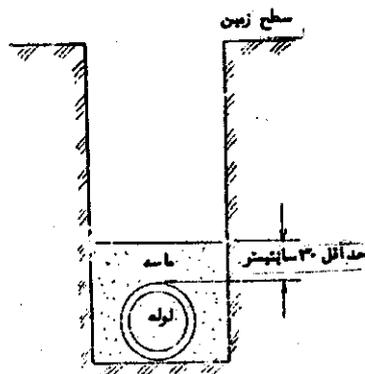
#### تصویر ۱۰۵

استقرار لوله ها در روی زمین با خاک معمولی



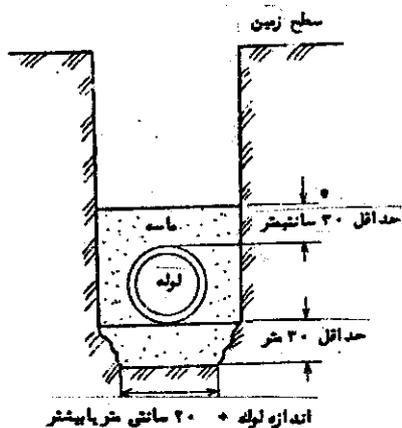
#### تصویر ۱۰۴

استقرار لوله ها در روی زمین با خاک خوب



#### تصویر ۱۰۶

خاکهای تحت الارضی محتوی سنگ و ریگ



### خاک تحت الارضی حاوی سنگ و ریگ

در این مورد باید حدود ۳۰ سانتیمتر از کف گودال با ماسه پوشیده شود و سپس ماسه ها کوبیده و محکم شود تا بستری برای استقرار لوله ها بوجود آید .

#### عرض گودال

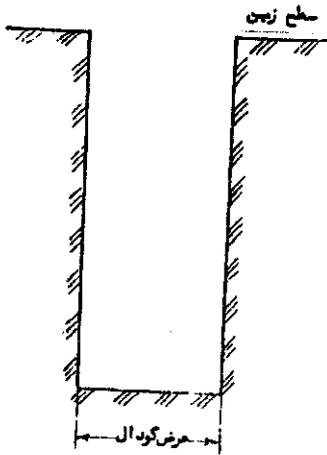
گودال باید باندازه کافی عریض باشد تا عملیات نصب بازرسی نوله ها و محکم

کردن خاک پس از ریختن در داخل آن براحتی انجام شود .

جدول ۲۵ - عرض استاندارد گودال برای لوله P.V.C

تصویر ۱۰۷ - عرض استاندارد

گودال برای لوله P.V.C

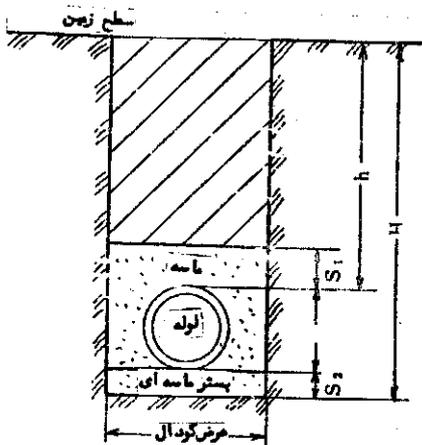


عرض گودال / متر	قطراسمی	عرض گودال	قطراسمی
۰/۶۵	۱۴۰	۰/۶-۰/۳	۱۶
۰/۷	۱۶۰	۰/۶-۰/۳	۲۰
۰/۷	۱۸۰	۰/۶-۰/۳	۲۵
۰/۷	۲۰۰	۰/۶-۰/۳	۳۲
۰/۸	۲۲۵	۰/۶-۰/۳	۴۰
۰/۸۵	۲۵۰	۰/۶-۰/۳	۵۰
۰/۸۵	۲۸۰	۰/۶-۰/۳	۶۳
۰/۹۰	۳۱۵	۰/۶	۷۵
۱/۰	۳۵۵	۰/۶	۹۰
۱/۱۰	۴۰۰	۰/۶	۱۱۰
۱/۱۰		۰/۶۵	۱۲۵

تصویر ۱۰۸ - شرایط پوشاندن

لوله P.V.C با خاک

۶-۲-۳ - میزان خاک استاندارد برای لوله P.V.C



omoorepeyman.ir



۶-۳-۱- دقت‌های لازم برای پرکردن گودال

- الف- بعد از متصل نمودن لوله و اتصالها آنها را بازرسی کنید که هیچگونه عیب و نقصی نداشته باشند .
- ب- کلیه تراورسهای مصرفی را بردارید .
- ج- گودال را در صورت وجود آب زهکشی کرده و آب آنرا توسط پمپ بیرون بکشید .
- د- گودال را یکنواخت پرکنید از انداختن مستقیم شن مرطوب از داخل کامیون به گودال پرهیز کنید .
- ه- مطابق قاعده ، در صورت امکان گودال را در روز پر کنید . از آنجائیکه لوله P.V.C قابلیت انعطاف زیادی دارد بنابراین خود را با ناهمواریهای کف گودال هماهنگ میکند و همین مسئله سبب ایجاد نیروی کششی محوری در لوله میگردد بنابراین اگر یک خط لوله طولانی کاملاً وصل شود و سپس در یک زمان گودال پر شود نیروی سنگینی بآن وارد میشود و این مسئله برای سیستم لوله کشی زیان آور است .



جدول ۲۶ - نصب لوله در زیر محل عبور ( عمق پوشش ۹۰ متر )

مقدار خاک استناد از در هر متر بیشتر مکعب	مقدار خاکریزی	ماده	برگردن	اضافه	عمق خاکریزی	H متر	عمق پوشش	R متر	عمق بستن ماده ای		عرض گودال	قطر خارجی	قطر اسمی
									(S <sub>1</sub> ) متر	(S <sub>2</sub> ) متر			
۰/۱۳۹	۰/۳۱۵	۰/۱۳۶	۰/۳۱۵	۰/۱۳۹	۱/۰/۶	۰/۹	۰/۹	۰/۱۱	۰/۴	۰/۳	۶۳	۶۳	
۰/۲۸۵	۰/۳۴۴	۰/۲۸۱	۰/۳۴۴	۰/۲۸۵	۱/۰/۸	"	"	"	"	۰/۶	۷۵	۷۵	
۰/۳۹۴	۰/۴۴۸	۰/۳۸۸	۰/۴۴۸	۰/۳۹۴	۱/۰/۹	"	"	"	"	۰/۶	۹۰	۹۰	
۰/۳۰۶	۰/۴۵۷	۰/۳۹۷	۰/۴۵۷	۰/۳۰۶	۱/۱/۱	"	"	"	"	۰/۶	۱۱۰	۱۱۰	
۰/۳۳۱	۰/۴۲۳	۰/۳۲۹	۰/۴۲۳	۰/۳۳۱	۱/۱/۳	"	"	"	"	۰/۶۵	۱۲۵	۱۲۵	
۰/۳۵۱	۰/۴۲۶	۰/۳۲۶	۰/۴۲۶	۰/۳۵۱	۱/۱/۴	"	"	"	"	۰/۶۵	۱۴۰	۱۴۰	
۰/۳۹۲	۰/۴۹۲	۰/۳۷۲	۰/۴۹۲	۰/۳۹۲	۱/۱/۶	"	"	"	"	۰/۷	۱۶۰	۱۶۰	
۰/۴۰۶	۰/۴۰۱	۰/۳۸۱	۰/۴۰۱	۰/۴۰۶	۱/۱/۸	"	"	"	"	۰/۷	۱۸۰	۱۸۰	
۰/۴۳۰	۰/۴۰۹	۰/۳۸۹	۰/۴۰۹	۰/۴۳۰	۱/۲/۰	"	"	"	"	۰/۷	۲۰۰	۲۰۰	
۰/۵۰۰	۰/۳۴۴	۰/۴۶۰	۰/۳۴۴	۰/۵۰۰	۱/۲/۴	"	"	"	"	۰/۸۰	۲۲۵	۲۲۵	
۰/۵۵۳	۱/۰/۱۳	۰/۵۰۳	۱/۰/۱۳	۰/۵۵۳	۱/۲/۵	"	"	"	"	۰/۸۵	۲۵۰	۲۵۰	
۰/۵۸۸	۱/۰/۲۷	۰/۵۱۷	۱/۰/۲۷	۰/۵۸۸	۱/۲/۸	"	"	"	"	۰/۸۵	۲۸۰	۲۸۰	
۰/۶۳۴	۱/۱/۱۰	۰/۵۶۶	۱/۱/۱۰	۰/۶۳۴	۱/۲/۲	"	"	"	"	۰/۹۰	۳۱۵	۳۱۵	
۰/۷۵۵	۱/۲/۱۱	۰/۶۵۶	۱/۲/۱۱	۰/۷۵۵	۱/۲/۶	"	"	"	"	۰/۱	۳۵۵	۳۵۵	
۰/۸۸۰	۱/۴/۱۴	۰/۷۵۴	۱/۴/۱۴	۰/۸۸۰	۱/۴/۰	"	"	"	"	۱/۱	۴۰۰	۴۰۰	

جدول ۸۷ - نصب لوله در زیر جاده (عمق پوشش ۱/۲۰ متر)

قطر اسمی	قطر خارجی D میلیمتر	عرض گودال (Sd) متر	عمق بستر ماسه ای		عمق پوشش R متر	عمق خاکبرداری H متر	مقدار خاک استناد دارد در هر متر مربع متر مکعب		اضافی
			S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>			متر	متر	
۶۳	۶۳	۰/۶	۰/۰	۰/۳	۰/۲۰	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۷۵	۷۵	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۹۰	۹۰	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۱۱۰	۱۱۰	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۱۲۵	۱۲۵	۰/۶	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۱۴۰	۱۴۰	۰/۶	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۱۶۰	۱۶۰	۰/۷	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۱۸۰	۱۸۰	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۲۰۰	۲۰۰	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۲۲۵	۲۲۵	۰/۸	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۲۵۰	۲۵۰	۰/۸۵	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۲۸۰	۲۸۰	"	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۳۱۵	۳۱۵	۰/۹	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۳۵۵	۳۵۵	۰/۱	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	
۴۰۰	۴۰۰	۰/۱	"	"	"	۰/۳۳	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	

و- اگر بعلمت غیر قابل اجتنابی پر کردن کامل گودال را در اثنای روز نمیتوانید عملی سازید حداقل . ۴ سانتیمتر روی لوله را پر کنید از شناور شدن لوله در آب پاران و آبهای سطحی جلوگیری بعمل آورید .

ز- در موقع تعطیل موقت کار ابزارها و چسب را در لوله جانگذازیید در انتهای لوله بمنظور جلوگیری از ورود حیوانات کوچک تورسیمی قرار دهید . هرچند نباید انتهای لوله را کاملاً بست .

ح- سایر اشیاء قابل رویت در گودال را که احتمالاً ممکنست باعث نشست شوند مورد ملاحظه قرار دهید و برای آنها با کمک افراد ذیصلاحیت در منطقه چاره جویی بعمل آید .

### ۶-۳-۲- طریقه استاندارد پرکردن گودال

الف- پرکردن تا قسمت بالائی لوله

در داخل گودال بطور دستی بقدری ماسه بریزید که کلیه سطوح لوله را بپوشاند از انداختن سنگ و تکه چوب خود داری نمائید . سپس توسط یک زمین کوب یا چکش چوبی ماسه را بکوبید تا کلیه منافذ فضای خالی موجود در اطراف لوله از بین برود برای لوله های که قطر اسمی آنها بیش از ۲۰۰ میلیمتر است ریختن ماسه و کوبیدن را در دو مرحله انجام دهید .

ب- پرکردن ۳۰ سانتیمتر بالاتر از سطح بالائی لوله

۳۰ سانتیمتر سطح بالائی لوله را در دو مرحله پر کنید بطور دستی ماسه را در داخل گودال بریزید و دقت کنید هیچگونه سنگ و یا تکه های بزرگ چوب وارد آن نشود پس از آن کاملاً ماسه را برای پر شدن منافذ موجود بکوبید .



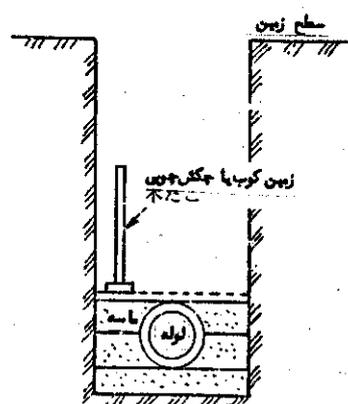
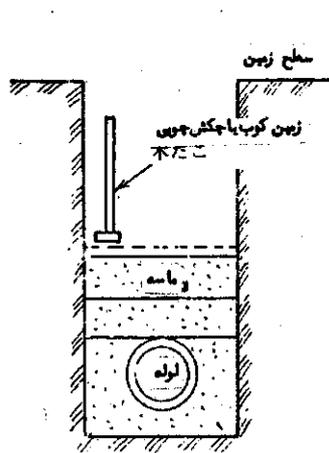
پرکردن تا سطح زمین

از ۳۰ سانتیمتر بالاتر از لوله تا سطح زمین را با خاک اصلی بدون سنگ و تکه های چوب پر کنید و سپس خاک را بکوبید تا منقذی نداشته باشد.

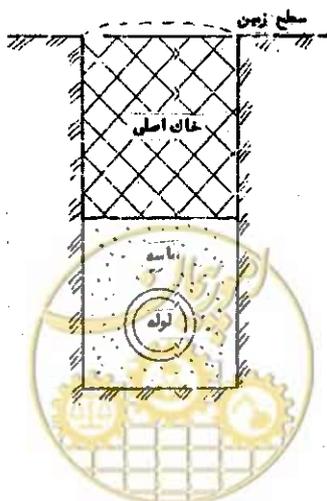
از غلطک ها و بولد وزرها فقط پس از کوبیدن خاک به عمق ۶۰ سانتی می توان استفاده کرد.

تصویر ۱۱۱ - پرکردن تا ۳۰ سانتیمتر بالاتر از جدار بالای لوله

تصویر ۱۱۰ - پرکردن تا جدار بالای لوله



تصویر ۱۱۲ - پرکردن تا سطح زمین



## عبور دادن آزمایشی آب در داخل شبکه لوله کشی

آزمایش شبکه لوله کشی ۲۴ ساعت پس از انجام آخرین اتصالها باید انجام شود. مقاومت اتصالهای چسبی با گذشت زمان بیشتر میشود. از عبور دادن آب در داخل لوله بلافاصله پس از آخرین مراحل کار باید اجتناب ورزید. جریان آب باید پس از خارج شدن هوا از طریق باز کردن شیر هوایی از لوله برقرار شود.

پس از برقراری جریان آب در داخل سیستم لوله کشی شیر دریچه ای لوله کشیهای قبلی را باز کنید و دقت کنید که آیا فشار آب تغییر میکند یا نه برای این منظور از فشار سنجی که در روی شیر دریچه ای یا شیر معمولی نصب شده است استفاده کنید. وقتی که جریان آب برقرار کرد پس متوالیا شیرهای دریچه ای، شیرها و شیرهای هوایی را باز کنید تا کلیه هوای موجود از لوله خارج شود. چون فشار سنج بلافاصله پس از عبور جریان آب ثابت نمیشود بنابراین باید برای خواندن فشار مدت زمانی صبر نمود.

تبصره ۱- احتیاطهای لازم برای بالا بردن فشار آزمایش

الف- بدرستی و با دقت هوا را خارج کنید خارج نمودن کامل هوا ممکنست باعث ایجاد حوادثی شود.

ب- در هنگام اجرای آزمایش دقت کنید فشار وارده آب باعث وجود صدا نشود.

ج- برای بدست آوردن فشار مطلوب، بالا بردن فشار را توسط لوله فرعی منتهی به پمپ یا سایر رویه های مناسب انجام دهید.



د - باقی ماندن مقداری هوا در سیستم لوله کشی باعث عدم تثبیت فشار شده و در این صورت بازرسی دقیق و واقعی آن مشکل میگردد .



#### 4. Water supply test

Water supply test should be carried out more 24 hours after final joining. The cemented joint increases its strength with time. Passing of water immediate after joining must be avoided. Start supplying water while removing air from the inside of piping by opening hydrants or air valves. When the water is flooded in the piping system, open the sluice valve of the existing piping, and check whether the pressure has dropped or not with the water pressure gauge fitted to the hydrant or air valve, using the pressure of the existing piping. When supplying water, successively open sluice valves, hydrants and air valves to get rid of air and reclose them when air no longer comes out. Since gauge pressure is unstable immediate after completion of water supply, sustaining for a certain time is required.

#### {Comment 1} Cares for increasing the test pressure

1. Carefully and correctly carry out air exhaust.  
Failure in complete removal of the air from the piping may lead to accident.
2. In conducting the test, take care not to cause water hammer by the test pressure.
3. To obtain the required pressure, be sure to regulate the pressure increase using a bypass to pump or other suitable systems.
4. Remaining of some air within the piping will unstabilize the pressure making it difficult to check the pipeline actually.





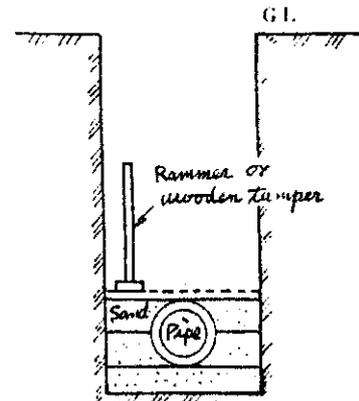
[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

(2) Standard backfilling work

1) Backfilling to the pipe top

Put backfill sand into the trench to cover from the pipe bottom to the top by manpower, taking care to avoid entry of stone and wooden blocks. Thoroughly compact the sand with a rammer or wooden tamper to eliminate the voids at the bottom and sides of the pipe. For pipes above 200mm in diameter, divide backfilling into two times to cover up to the pipe top.

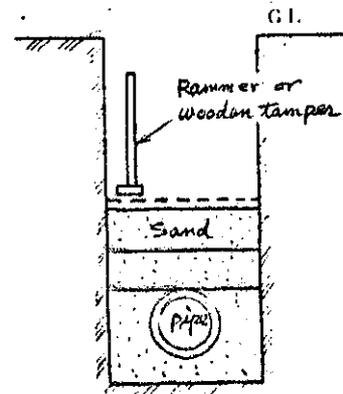
Fig 68 BACKFILLING TO THE PIPE TOP



2) Backfilling upto 30cm above the pipe

Backfill up to 30cm above the pipe in two jobs. Manually put sand into the trench taking care not to allow entry of stone and wooden blocks and thoroughly tamper to eliminate voids.

Fig 69 BACKFILLING UP TO 30 CM ABOVE THE PIPE

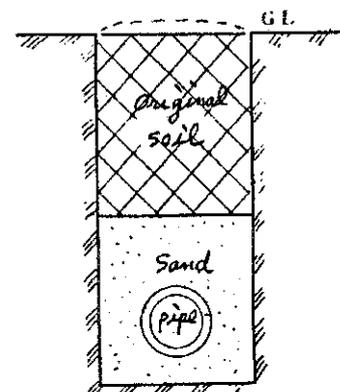


3) Backfilling to the ground level

Backfill from 30 cm above the piping to the ground level with the original soil removed of stone and wooden blocks. Thoroughly compact the soil at every 30 cm of cover to eliminate voids.

Rollers or bulldozers for compaction must be used only after the depth of cover exceeds 60 cm.

Fig 70 BACKFILLING TO THE GROUND LEVEL





[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)

TABLE 26 INSTALLATION BELOW FOOTWAYS (DEPTH OF COVER 0.9M)

Nominal size	Outside diameter D (mm)	Trench width Bd (m)	Sand thickness		Depth of cover h (m)	Excavation depth H (m)	Standard soil amount per m <sup>3</sup>			
			S <sub>1</sub> (m)	S <sub>2</sub> (m)			Excavation	Sand	Backfill	Surplus
63	63	0.30	0.30	0.10	0.90	1.06	0.318	0.136	0.315	0.139
75	75	0.60	0.30	0.10	0.90	1.08	0.648	0.291	0.644	0.285
90	90	0.60	0.30	0.10	0.90	1.09	0.654	0.288	0.648	0.294
110	110	0.60	0.30	0.10	0.90	1.11	0.666	0.297	0.657	0.306
125	125	0.65	0.30	0.10	0.90	1.13	0.735	0.329	0.723	0.341
140	140	0.65	0.30	0.10	0.90	1.14	0.741	0.336	0.726	0.351
160	160	0.70	0.30	0.10	0.90	1.16	0.812	0.372	0.792	0.392
180	180	0.70	0.30	0.10	0.90	1.18	0.826	0.381	0.801	0.406
200	200	0.70	0.30	0.10	0.90	1.20	0.840	0.389	0.809	0.420
225	225	0.80	0.30	0.10	0.90	1.23	0.984	0.460	0.944	0.500
250	250	0.85	0.30	0.10	0.90	1.25	1.063	0.504	1.014	0.553
280	280	0.85	0.30	0.10	0.90	1.28	1.088	0.517	1.027	0.578
315	315	0.90	0.30	0.10	0.90	1.32	1.198	0.566	1.110	0.644
355	355	1.00	0.30	0.10	0.90	1.36	1.360	0.656	1.261	0.755
400	400	1.10	0.30	0.10	0.90	1.40	1.540	0.754	1.414	0.880

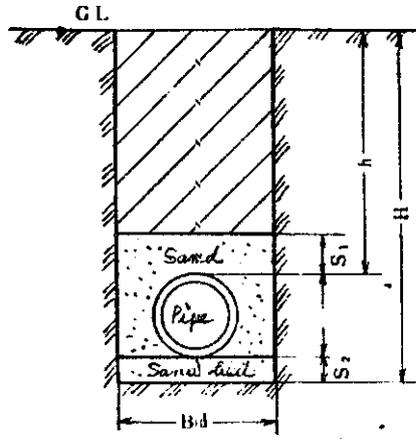
TABLE 27 INSTALLATION UNDER ROADWAYS (DEPTH OF COVER 1.20M)

Nominal size	Outside diameter D (mm)	Trench width Bd(m)	Sand thickness		Depth of cover h(m)	Excavation depth H (m)	Standard soil amount per m <sup>3</sup>			
			S <sub>1</sub> (m)	S <sub>2</sub> (m)			Excavation	Sand	Backfill	Surplus
63	63	0.60	0.30	0.10	1.20	1.36	0.816	0.275	0.813	0.278
75	75	0.60	0.30	0.10	1.20	1.38	0.828	0.281	0.824	0.285
90	90	0.60	0.30	0.10	1.20	1.39	0.834	0.288	0.828	0.294
110	110	0.60	0.30	0.10	1.20	1.41	0.846	0.297	0.837	0.306
125	125	0.65	0.30	0.10	1.20	1.43	0.930	0.329	0.918	0.341
140	140	0.65	0.30	0.10	1.20	1.44	0.936	0.336	0.921	0.351
160	160	0.70	0.30	0.10	1.20	1.46	1.022	0.372	1.002	0.392
180	180	0.70	0.30	0.10	1.20	1.48	1.036	0.381	1.011	0.406
200	200	0.70	0.30	0.10	1.20	1.50	1.050	0.389	1.019	0.420
225	225	0.80	0.30	0.10	1.20	1.53	1.224	0.460	1.184	0.500
250	250	0.85	0.30	0.10	1.20	1.55	1.318	0.504	1.269	0.553
280	280	0.85	0.30	0.10	1.20	1.58	1.343	0.517	1.282	0.578
315	315	0.90	0.30	0.10	1.20	1.61	1.458	0.566	1.380	0.644
355	355	1.00	0.30	0.10	1.20	1.66	1.660	0.656	1.561	0.755
400	400	1.10	0.30	0.10	1.20	1.70	1.870	0.754	1.744	0.880



(3) Standard soil amount for PVC pipe

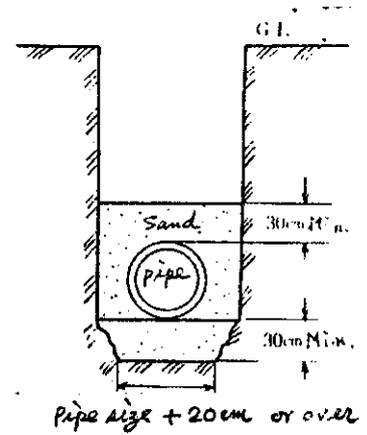
Fig 67 BURYING CONDITIONS



\* Rock or pebble subsoil

In the case of rocky or pebble subsoil, replace more than 30cm of the ground excavated, with sand and thoroughly consolidate the sand to make sand bedding.

Fig 65 ROCKY OR PEBBLE GROUND



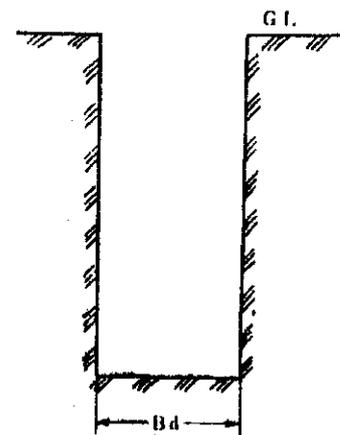
2) Trench width

Trench must be made sufficiently wide enough to allow easy installation, inspection and backfill compaction jobs.

TABLE 25 STANDARD TRENCH WIDTH FOR PVC PIPE

Nominal size	Trench width Bd (m)	Nominal size	Trench width Bd (m)
16	0.30 - 0.60	140	0.65
20	0.30 - 0.60	160	0.70
25	0.30 - 0.60	180	0.70
32	0.30 - 0.60	200	0.70
40	0.30 - 0.60	225	0.80
50	0.30 - 0.60	250	0.85
63	0.30 - 0.60	280	0.85
75	0.60	315	0.90
90	0.60	355	1.00
110	0.60	400	1.10
125	0.65		

Fig 66. STANDARD TRENCH WIDTH FOR PVC PIPE



(a) Depth of cover

TABLE 24 STANDARD DEPTH OF COVER OF PVC PIPE

Places of installation		Depth of cover (m)	Remarks
Public roads	Below roadways	1.2 Min.	Determine by conferring with road supervisor
	below footways	0.9 Min.	"
Below private roads		0.6 Min.	Treat the private roads equivalent to public roads as public roads.
Private land		0.3 Min.	Bury beyond frost line in cold climate areas.

When installing adjoining structures or other pipelines, provide at least 30 cm distance between them.

(b) Footing for pipelines

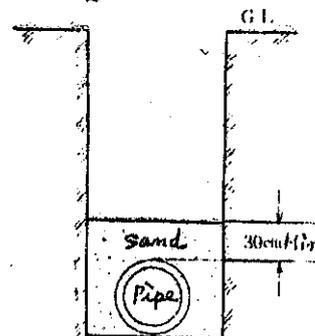
Since the footing aims for permanent safety of pipelines, it must be determined by taking full account of ground condition and load conditions.

The following footings are standard for PVC pipe.

\* Good subsoil

To install piping on the ground with good quality soil without containing stone or rock, the flat bed made after trenching can be directly used.

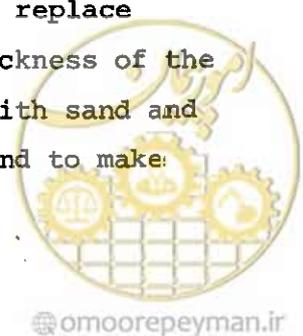
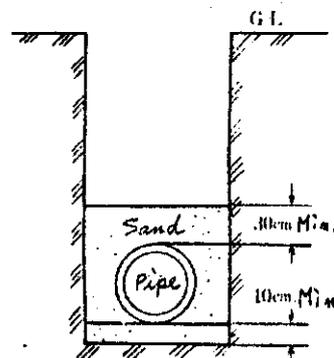
Fig.63 FOOTING FOR PIPE ON GOOD QUALITY GROUND



\* Normal subsoil

On normal subsoil, replace more than 10mm thickness of the excavated ground with sand and consolidate the sand to make sand bedding.

Fig 64 PIPE FOOTING ON NORMAL GROUND



2) Storage of fittings

Store all fittings indoors with packing intact.

For convenience of taking out, store by types and sizes.

2. Trenching

(1) Preparation

Before commencement of the work, investigate the field areas for the following items, make out execution plans for the work schedule and methods and obtain the authorities' approval.

- 1) Local characteristics (shopping districts, residential areas, factory centers).
- 2) Existence of special facilities (schools, libraries, hospitals, fire stations, police stations, defence armies)
- 3) Effect on underground water (use condition of well water)
- 4) Effect on roadside houses (type of subsoil, construction of structures).
- 5) Places where the work may cause accident (water works pipe and gas pipe of densely housed area)
- 6) Road traffic condition and road conditions (traffic volume, traffic control, type of roads).

(2) Trenches

In installation of piping, footing and sand bedding are of vital importance for the higher safety of pipelines.

This is because

- \* weakens the stresses acting upon the pipe and increase its safety,
- \* prevents the pipe from moving at the flowing of water and impedes generation of heavy forces.
- \* protects the pipe from external damage by stone or rock.

Execution of the work in accordance with the following specifications is therefore imperative.

1) Depth of trench

Depth of trench is determined by taking account of depth of cover, pipe size and pipe footing.



CHAPTER VI CIVIL ENGINEERING

1. Transportation and storage

(1) Acceptance of materials

1) Checking the specifications

Be sure to check the markings put on each pipe and fitting.

2) Checking the materials

Carefully inspect all the arrived materials in the presence of the man in charge of transportation and confirm that there is no shortage by referring to invoices and that there are no defective or deformed parts. If any failure or heavy deformation is found, be sure to obtain a certificate for the trouble, which will be helpful for later negotiation.

(2) Cares for unloading

When unloading, always carry both ends of pipe with two persons.

Do not throw down or drop. Do not put heavy objects on fittings.

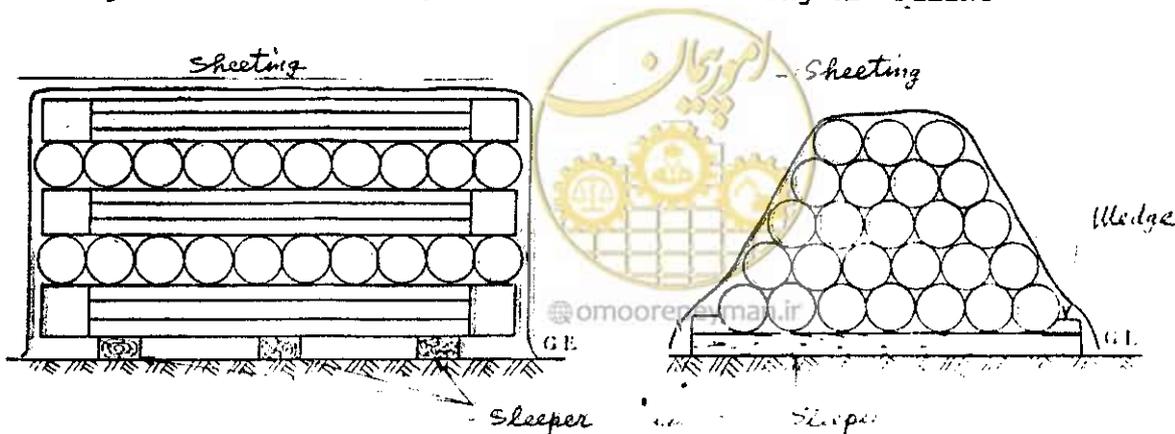
(3) Cares for storage

1) Storage of pipe

Storing of pipe indoors with its packing intact is best recommended. In the case of outdoor storage, choose a flat place, place sleepers on the ground to avoid bending of pipe and place the pipe together with packing on the sleepers. The pipe can be safely stacked up to five steps but not more. Anchor the pipes with wedges or wire ropes to prevent them from collapsing and put a cover with good ventilation. Transparent or black sheet is not recommended as this will cause build-up of heat.

Fig 61 CROSS STACKING

Fig 62 PILING



5. Repairing methods

In case PVC service lines rupture, repair the failed part by using elastic joints. As illustrated in Fig.60, cut off the failed part, put new pipe in place and join with two elastic joints.

Fig 60 REPAIRING THE PVC SERVICE PIPE

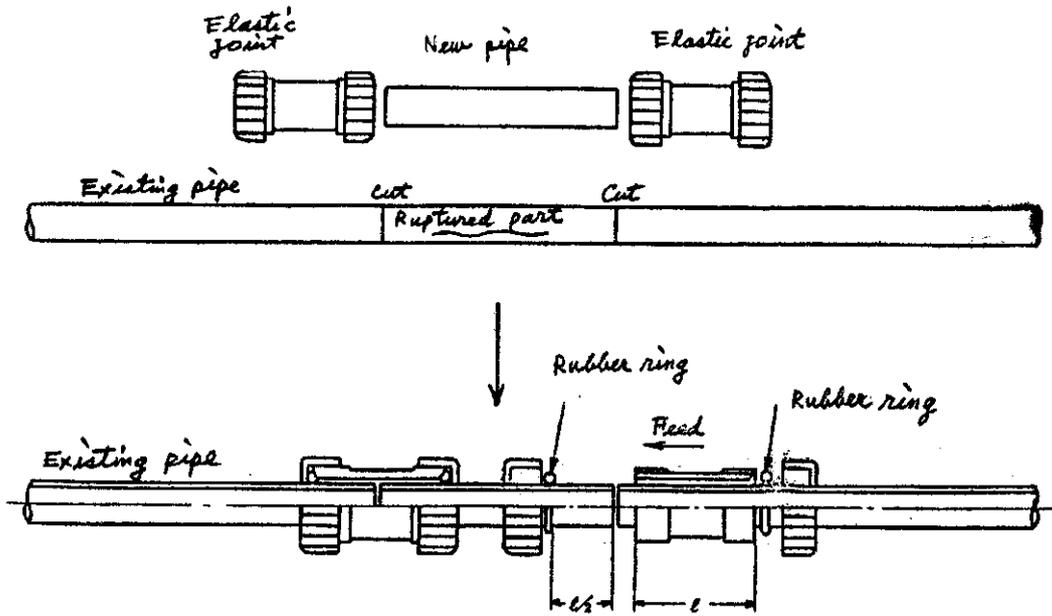


Fig 58 INSULATION TUBE

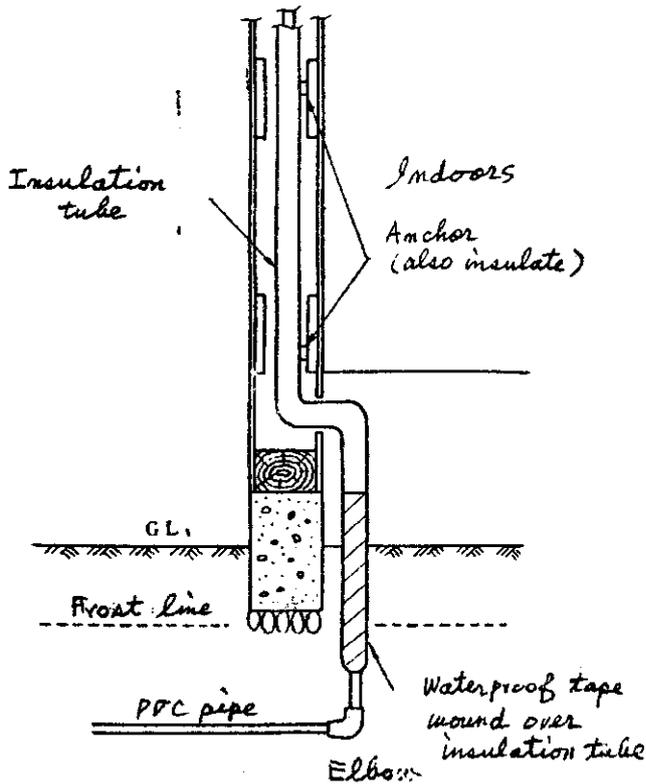
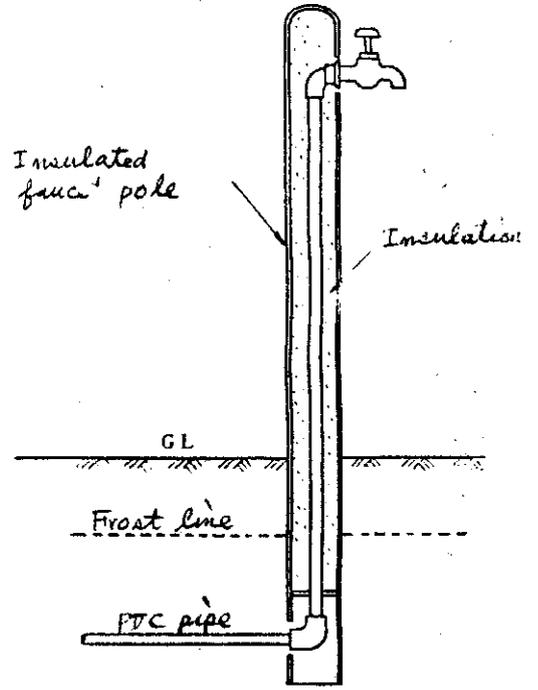


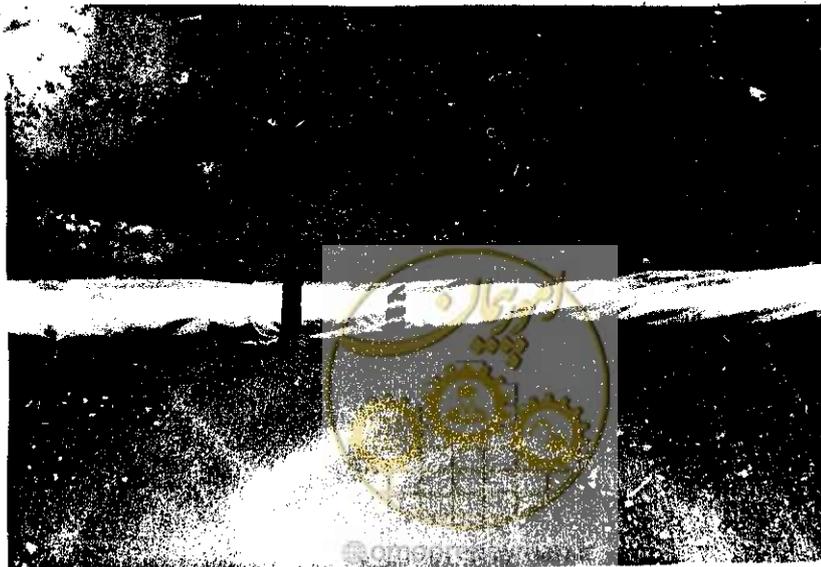
Fig 59 INSULATED FAUCET POLE



4. Remedy for creosote

Creosote oil is often used for corrosion inhibition of wood, but it attacks PVC pipe. When PVC pipe is to be anchored to creosoted joists or sleepers, it can be protected with a polyethylene tube (0.2 mm thickness) covering.

Photo 40 Example of remedy for creosote



2. Pipe supports

PVC pipe is supported on a basis of the following standards.

Branches and bends are apt to receive undue stresses.

Inadequate supports at these parts may lead to trouble.

Completely anchor around them and clamp the piping at standard support spacing.

TABLE 23 STANDARD SUPPORTS SPACING FOR PVC PIPE

Nominal size	Standard supports spacing (m)	
	Vertical pipe	Horizontal pipe
upto 40	1.5	1.0
50,63	2.0	1.5

Fig 56 ANCHORING OF TEES

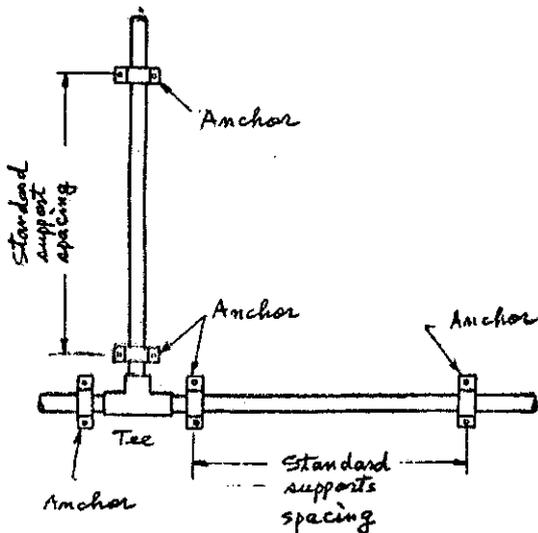
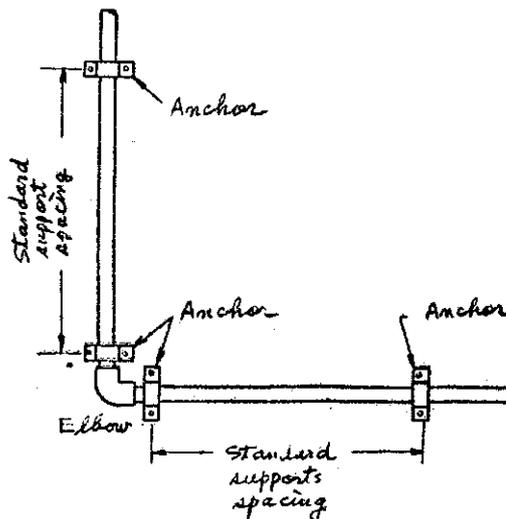


Fig 57 ANCHORING OF ELBOWS



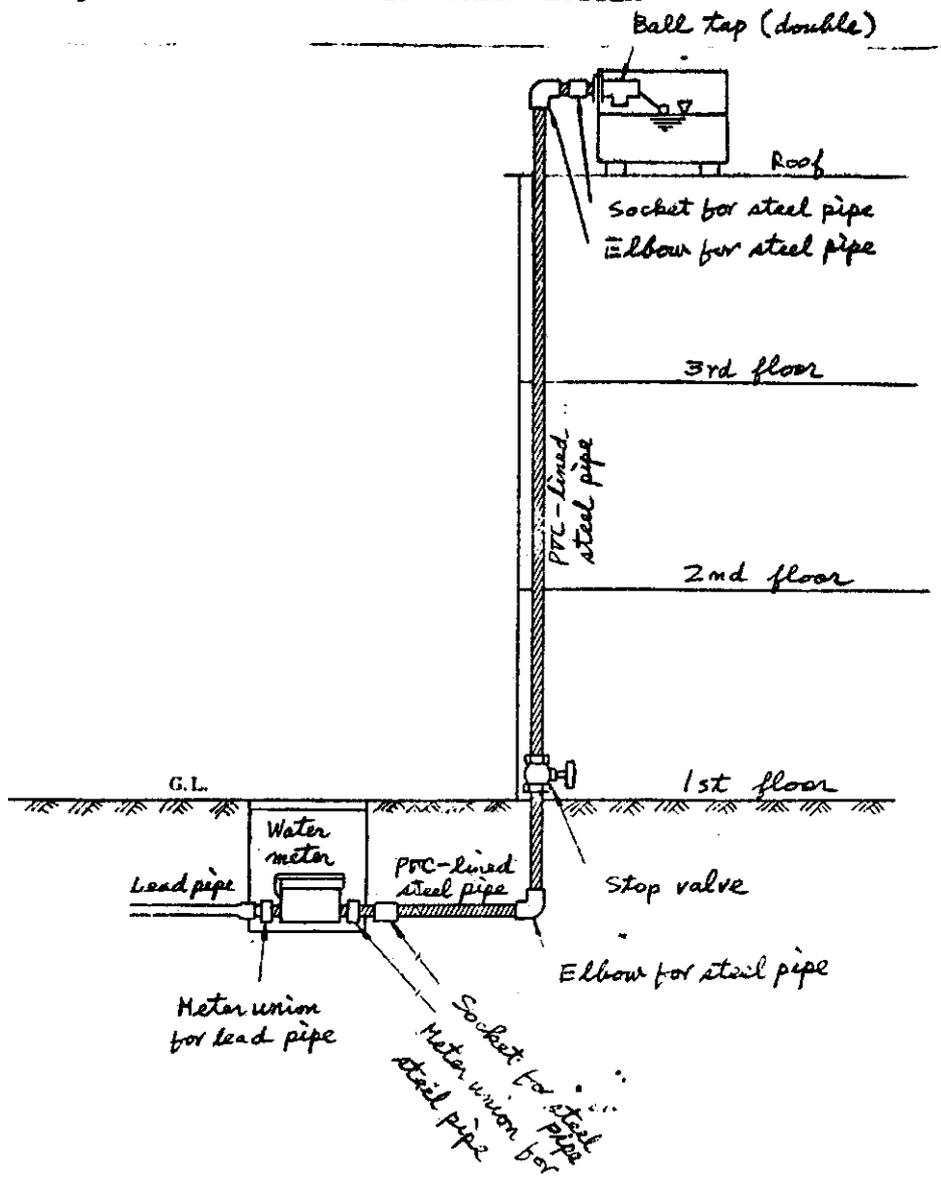
3. Remedy for freezing

In cold climate areas, the use of a drain device for icefree taps and insulation covering for prevention of icing is mandatory.

Foam plastic insulation is best recommended for insulation.

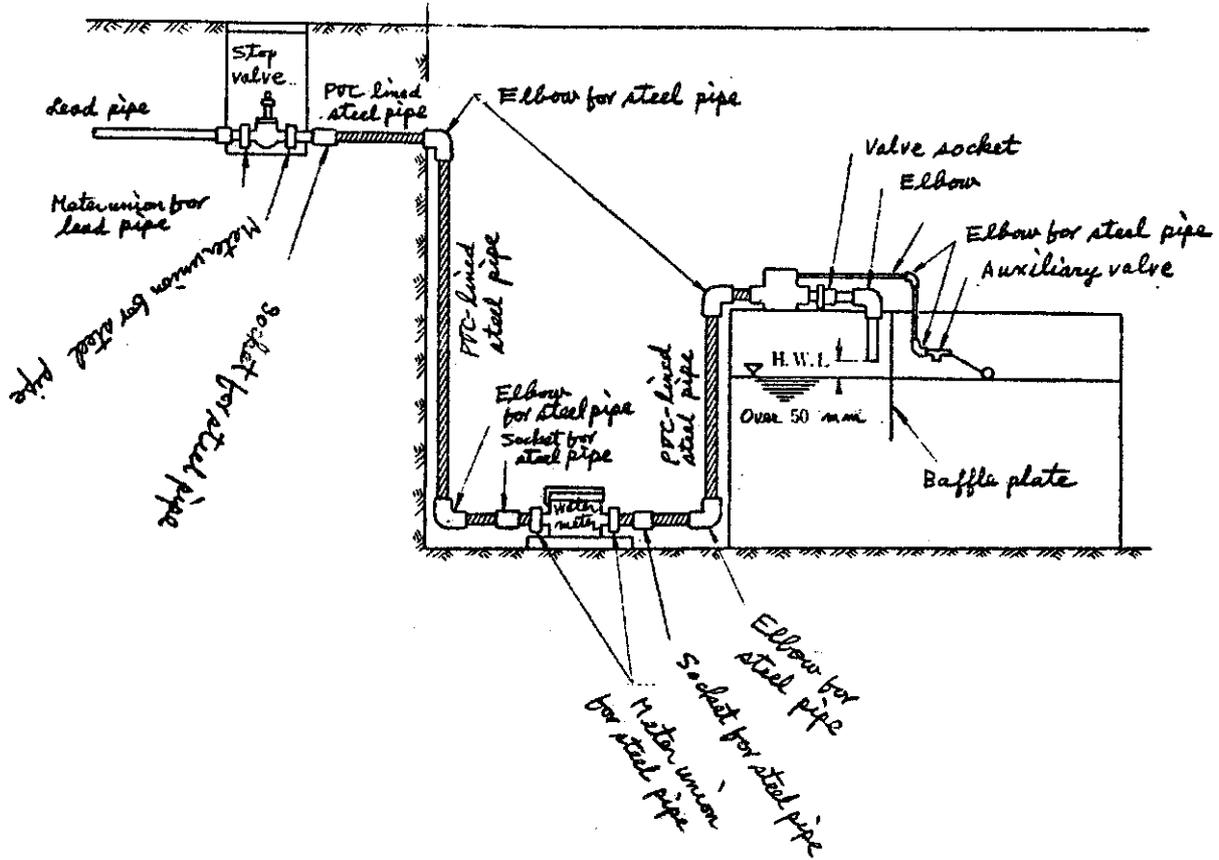
Asphalt jute cloth is not recommended as it attacks PVC pipe.

Fig 55 ELEVATED WATER TANK SYSTEM



2) Receiving tank system

Fig 54 LOW TANK SYSTEM





(3) Joining to faucet

Fig 51 EXAMPLE OF INSTALLATION WITH PVC PIPE

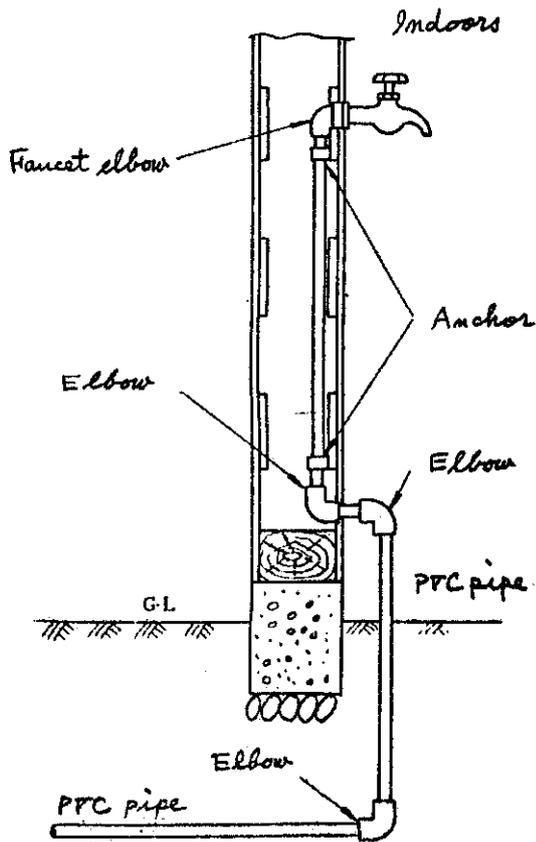
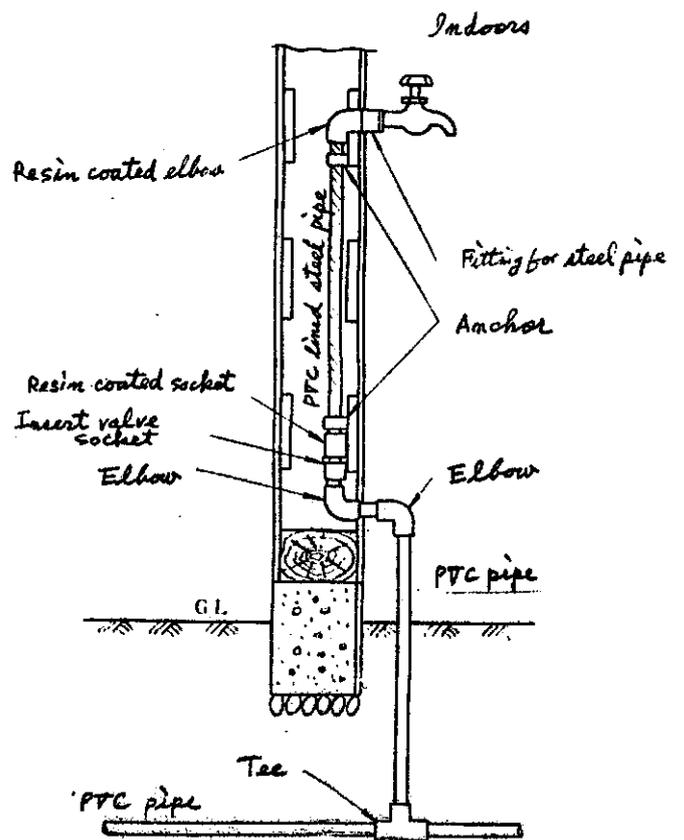


Fig 52 EXAMPLE OF INSTALLATION WITH PARTIAL USE OF PVC-LINED STEEL PIPE



CHAPTER V SERVICE PIPING

1. Joining of service pipe

(1) TS joining

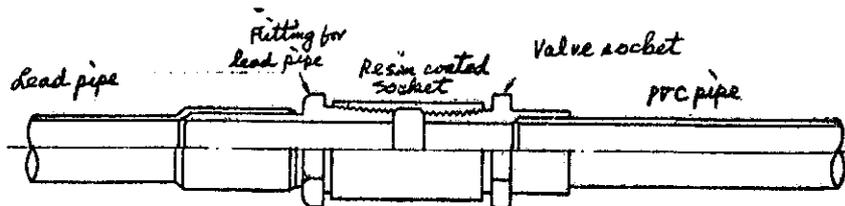
PVC service pipe is joined by TS method, basically in a similar manner as for distribution pipe. However, for pipes up to 63 mm in nominal size, hand pushing is enough to join, without requiring heavy force.

(2) Joining to dissimilar pipes

Joining to dissimilar pipes should be done as shown below. Threading the PVC pipe is prohibitive.

1) Lead pipe

Fig. 49. JOINING TO LEAD PIPE



2) Steel pipe (PVC-lined pipe)

Fig 50 JOINING TO STEEL PIPE

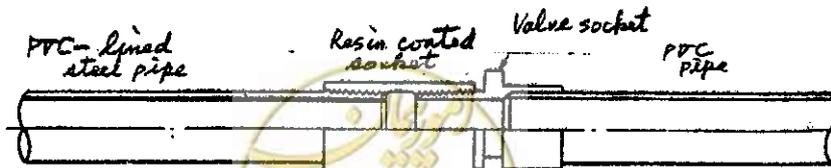
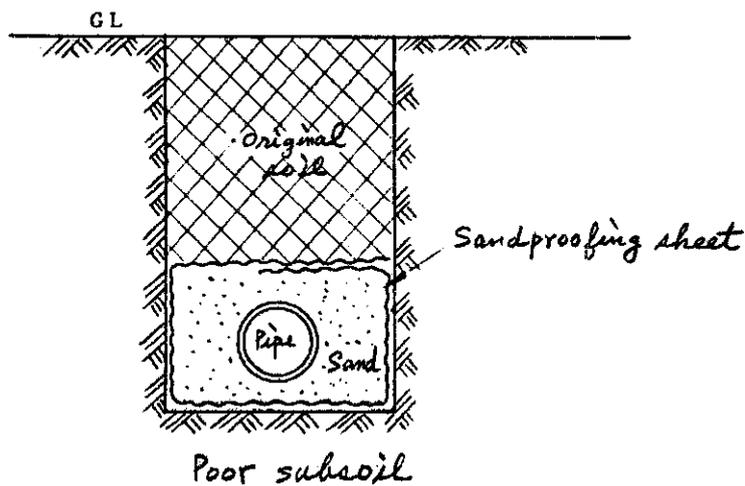
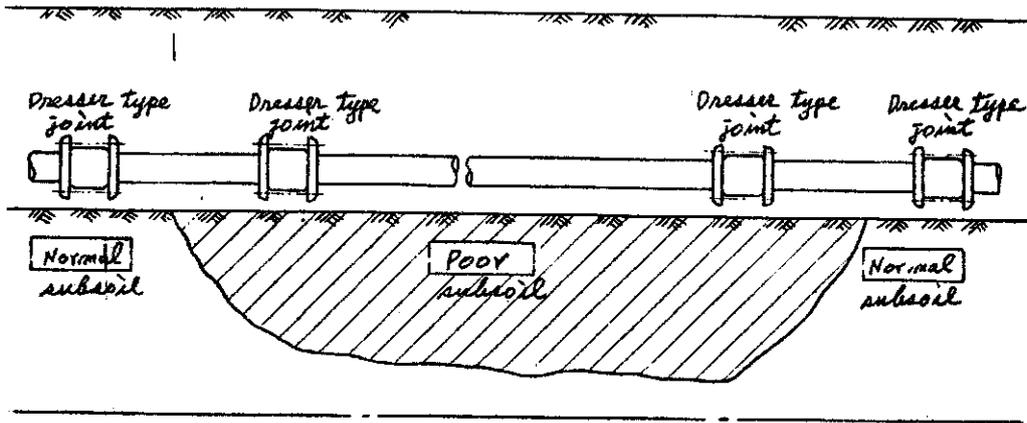


Fig 47 POOR SUBSOIL WORK (SANDPROOFING SHEET WORK)



7. Repairing

If PVC pipe ruptures, it should be repaired with Dresser type joints. As illustrated in Fig.48, remove the defective portion, put new pipe in place and join with two Dresser type joints.

Fig 48 REPAIRING THE PVC PIPE

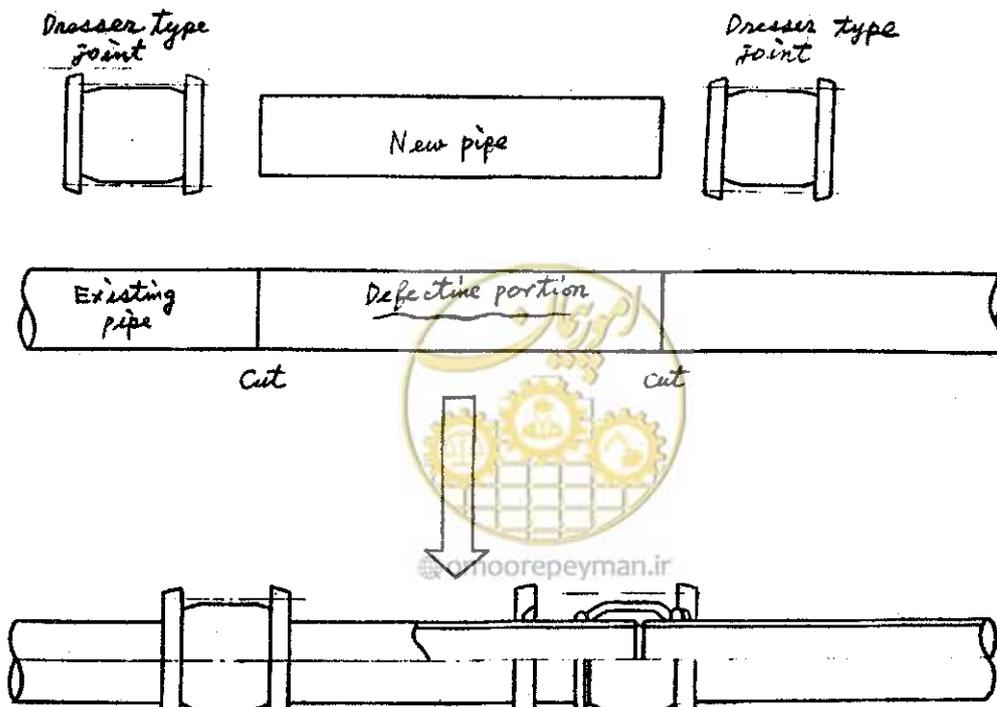


Fig 45 EXAMPLE OF REMEDY FOR AVALANCHE

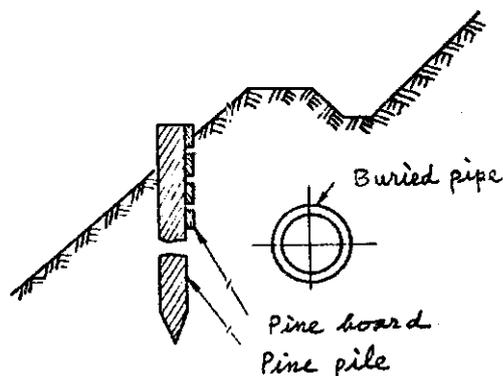
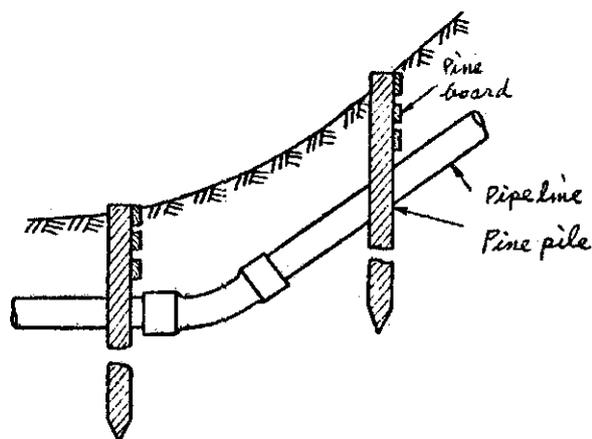


Fig 46 EXAMPLE OF REMEDY FOR RAIN AND GROUND WATER



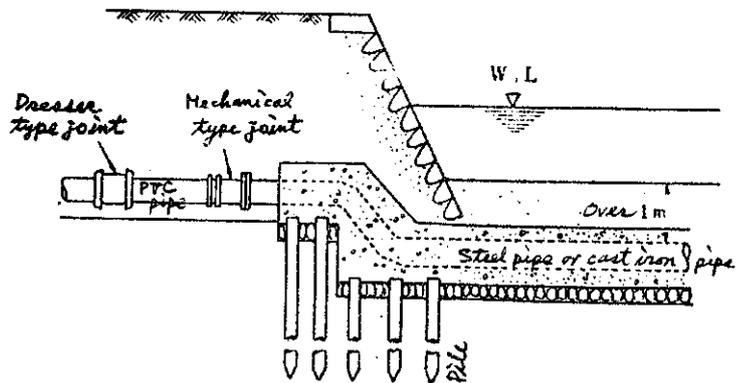
(4) Poor subsoil work

The usual practice for installation of piping on extremely poor subsoil is to lay piping on ladder-type or gate-type footings. In the case of PVC pipe, the work illustrated below to make use of its characteristics is also effective where particularly marked subsidence is anticipated.

The use of short pipe at the place where the soils of different natures meet, joined to PVC pipe by means of flexible joints, will let the pipe adapt itself to the natural stresses to ensure reliability of the piping.



Fig 43 CROSSING UNDER THE RIVER BED

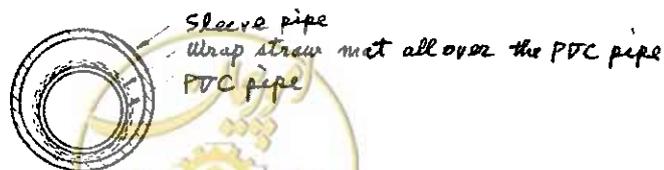
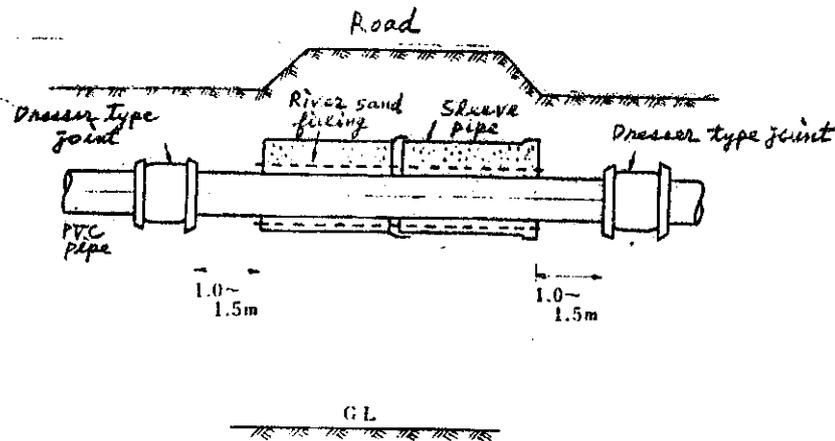


(2) Crossing the roads or railroads.

Centrifugal reinforced concrete pipe is used as a sleeve pipe. The PVC pipe should be sufficiently wrapped with straw mat to avoid scratching the pipe, and then it should be inserted into the Centrifugal reinforced concrete pipe.

Flexible type joint should be used to prevent shearing force as Fig 44.

Fig 44 CROSSING THE ROADS OR RAILROADS



(3) Sheeting works

For installation of pipelines on hilly slopes, measures to prevent accident owing to avalanche of sand and soil or discharge of back-fill earth due to rainwater and ground water, are required.

## 6. Special piping.

### (1) Crossing the rivers

Pipelines across the streams or rivers are installed either by using aqueducts or installing piping across the riverbed. If the installation falls under the application of the River Law, it must be carried out after the approval for the design and installation methods is obtained upon prior consultation with the river administrator.

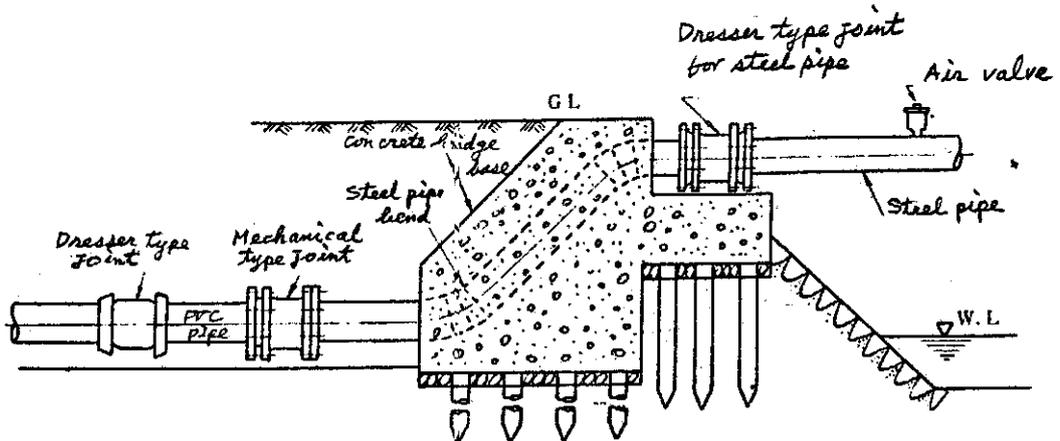
#### 1) Aqueducts

There are three systems of aqueducts : installation along existing overbridges, installation on specially constructed bridges and use of piping as main girders.

Steel pipe is used with adequate treatment for elongation or constraction, vibrationproofing and heatinsulation.

Joining to PVC pipe must always be done underground using flexible-type joints. Double cushion is a useful practice near the rivers where the ground is soft.

Fig 42 JOINING TO AQUEDUCT



#### 2) Crossing under the river bed

Steel pipe is used for crossing under the river bed, with proper remedy for differential settlement and solid footing, The steel pipe is joined to PVC pipe with flexible type joint at the front or the back part of the inverted siphon (bend.).

5. Remedy for elongation and contraction of underground pipe. PVC pipe has a coefficient of linear expansion of  $(7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C})$ , which is about 6 times that of a steel pipe. With an underground pipe, its elongation or contraction is impeded by the frictional force with earth. This produces thermal stress in the pipe. The usual depth of embedment for cold water services is 1.2 m. The effect of atmospheric temperature to the underground pipe is considerably less than that to the exposed pipe. So, the thermal stress produced in the pipe is far smaller as compared to the strength of the pipe. In the actual piping work, however, axial deflections are produced depending on the condition of ground, backfilling methods and other factors, by which pullout force acts upon the piping. Expansion joints are required to absorb this force. In TS method, the use of expansion joints at intervals of 30m suffices to absorb this force.

(Comment 1) Elongation, contraction and thermal stress of PVC pipe.

The amount of elongation or contraction of PVC pipe by temperature fluctuations is computed by the following formula.

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta \theta \quad (20)$$

where,

$\Delta l$  = amount of elongation or contraction in m,

$\alpha$  = coefficient of linear expansion,  $7 \times 10^{-5} (/^{\circ}\text{C})$

$l$  = pipe length in m

$\Delta \theta$  = temperature changes in pipe in  $^{\circ}\text{C}$ .

The elongation or contraction of underground pipe is impeded by the friction with earth. This produces thermal stress.

Thermal stress  $\sigma$  of this time is

$$\sigma_{\theta} = E \cdot \alpha \cdot \Delta \theta \quad (21)$$

Although E (Young's modulus) varies with temperature, it is  $3.4 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$  at  $20^{\circ}\text{C}$ .

In this case, if  $\Delta \theta$  is  $1^{\circ}\text{C}$ , the generated stress ( $\sigma_{\theta}$ ) is  $2.4 \text{ Kg/cm}^2$ .

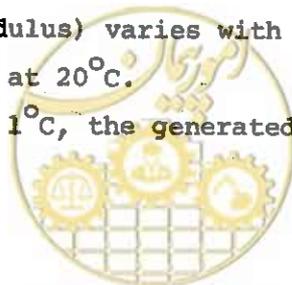


TABLE 22 STANDARD CONCRETE PROTECTION AMOUNT

Nominal size	Fittings	Bearing force where $P=10 \text{ Kg/cm}^2$	Types of backfill soil					
			Wet sand, dense hard sand, wet clay & sand (bearing capacity $5.0 \text{ ton/m}^2$ )		Gravel and coarse stone (bearing capacity $7.5 \text{ ton/m}^2$ )		Gravel containing clay & agglomerate of coarse sand (bearing capacity $10 \text{ ton/m}^2$ )	
mm	type	ton	Area required for protection A (m <sup>2</sup> )	Size of one side of square block (cm)	Area required for protection A (m <sup>2</sup> )	Size of one side of square block (cm)	Area required for protection A (m <sup>2</sup> )	Size of one side of square block (cm)
75	Tee	0.354	0.0708	27	0.0472	22	0.0354	19
	90° Bend	0.501	0.1002	32	0.0668	26	0.0501	22
	45° "	0.271	0.0542	23	0.0361	19	0.0271	16
	22 1/2° "	0.138	0.0276	17	0.0184	14	0.0138	12
	11 1/4° "	0.069	0.0138	12	0.0092	10	0.0069	8
90	Tee	0.511	0.1022	32	0.0681	26	0.0511	23
	90° Bend	0.723	0.1446	38	0.0964	31	0.0723	27
	45° "	0.391	0.0782	28	0.0521	23	0.0391	20
	22 1/2° "	0.199	0.0398	20	0.0265	16	0.0199	14
	11 1/4° "	0.100	0.0200	14	0.0133	12	0.0100	10
110	Tee	0.763	0.1526	39	0.1017	32	0.0763	28
	90° Bend	1.079	0.2158	46	0.1439	38	0.1079	33
	45° "	0.584	0.1168	34	0.0779	28	0.0584	24
	22 1/2° "	0.298	0.0596	24	0.0397	20	0.0298	17
	11 1/4° "	0.149	0.0298	17	0.0199	14	0.0149	12
125	Tee	0.988	0.1976	44	0.1317	36	0.0988	31
	90° Bend	1.398	0.2796	53	0.1864	43	0.1398	37
	45° "	0.756	0.1512	39	0.1008	32	0.0756	27
	22 1/2° "	0.386	0.0772	28	0.0515	23	0.0386	20
	11 1/4° "	0.193	0.0386	20	0.0257	16	0.0193	14
140	Tee	1.240	0.2480	50	0.1653	41	0.1240	35
	90° Bend	1.754	0.3508	59	0.2339	48	0.1754	42
	40° "	0.949	0.1898	44	0.1265	36	0.0949	31
	22 1/2° "	0.484	0.0968	31	0.0645	25	0.0484	22
	11 1/4° "	0.243	0.0486	22	0.0324	18	0.0243	16
160	Tee	1.619	0.3238	57	0.2159	46	0.1619	40
	90° Bend	2.289	0.4578	68	0.3052	55	0.2289	48
	45° "	1.239	0.2478	50	0.1652	41	0.1239	35
	22 1/2° "	0.632	0.1264	36	0.0843	29	0.0632	25
	11 1/4° "	0.317	0.0634	25	0.0423	21	0.0317	18
180	Tee	2.040	0.4080	64	0.2720	52	0.2040	45
	90° Bend	2.885	0.5770	76	0.3847	62	0.2885	54
	45° "	1.561	0.3122	56	0.2081	46	0.1561	40
	22 1/2° "	0.796	0.1592	40	0.1061	33	0.0796	28
	11 1/4° "	0.399	0.0798	28	0.0532	23	0.0399	20



TABLE 22 (Cont) .....

Nominal size	Fittings	Shearing force Where $P = 10 \text{ Kg/Cm}^2$	Types of backfill soil					
			Wet sand, dense hard sand, wet clay & sand (bearing capacity $5.0 \text{ ton/m}^2$ )		Gravel and coarse stone (bearing capacity $7.5 \text{ ton/m}^2$ )		Gravel containing clay & agglomerate of coarse sand (bearing capacity $10 \text{ ton/m}^2$ )	
mm	type	ton	Area required for protection of square block $A (\text{m}^2)$	Size of one side of square block (Cm)	Size of for protection $A (\text{m}^2)$	Size of one side of square block (Cm)	Area required for protection $A (\text{m}^2)$	Size of one side of square block (Cm)
200	Tee	2.515	0.5030	71	0.3353	58	0.2515	50
	90° Bend	3.557	0.7114	84	0.4743	69	0.3557	60
	45° "	1.925	0.3850	62	0.2567	51	0.1925	44
	22 1/2° "	0.981	0.1962	44	0.1308	36	0.0981	31
	11 1/4° "	0.492	0.0984	31	0.0656	26	0.0492	22
225	Tee	3.184	0.6368	80	0.4225	65	0.3184	56
	90° Bend	4.503	0.9006	95	0.6004	77	0.4503	67
	45° "	2.437	0.4874	70	0.3249	57	0.2437	49
	22 1/2° "	1.242	0.2484	50	0.1656	41	0.1242	35
	11 1/4° "	0.623	0.1246	35	0.0831	29	0.0623	25
250	Tee	3.935	0.7870	89	0.5247	72	0.3935	63
	90° Bend	5.565	1.1130	105	0.7420	86	0.5565	75
	45° "	3.012	0.6024	78	0.4016	63	0.3012	55
	22 1/2° "	1.535	0.3070	55	0.2047	45	0.1535	39
	11 1/4° "	0.770	0.1540	39	0.1027	32	0.0770	28
280	Tee	4.938	0.9876	99	0.6584	81	0.4938	70
	90° Bend	6.983	1.3966	118	0.9311	96	0.6983	84
	45° "	3.779	0.7558	87	0.5039	71	0.3779	61
	22 1/2° "	1.927	0.3854	62	0.2569	51	0.1927	44
	11 1/4° "	0.966	0.1932	44	0.1288	36	0.0966	31
315	Tee	6.260	1.2520	112	0.8347	91	0.6260	79
	90° Bend	8.854	1.7708	133	1.1805	109	0.8854	94
	45° "	4.791	0.9592	98	0.6388	80	0.4791	69
	22 1/2° "	2.443	0.4886	70	0.3257	57	0.2443	49
	11 1/4° "	1.225	0.2450	49	0.1633	40	0.1225	35
355	Tee	7.943	1.5886	126	1.0591	103	0.7943	89
	90° Bend	11.233	2.2466	150	1.4977	122	1.1233	106
	45° "	6.079	1.2158	110	0.8105	90	0.6079	78
	22 1/2° "	3.099	0.6198	79	0.4132	64	0.3099	56
	11 1/4° "	1.554	0.3108	56	0.2072	46	0.1554	39
400	Tee	10.095	2.0190	142	1.3460	116	1.0095	100
	90° Bend	14.276	2.8552	169	1.9035	138	1.4276	119
	45° "	7.726	1.5452	124	1.0301	101	0.7726	88
	22 1/2° "	3.939	0.7878	89	0.5252	72	0.3939	63
	11 1/4° "	1.975	0.3950	63	0.2633	51	0.1975	44



TABLE 21. COEFFICIENT OF SAFE BEARING CAPACITY OF BACKFILL SOIL k

Nature of soil	Unit in Kg/cm <sup>2</sup>	
	Coefficient of safe bearing capacity of soil (k)	
	Horizontal	Vertical
Soft silt and slurry	0.04 - 0.10	0.14 - 0.40
Wet silt	0.25	1.00 - 2.00
Soft clay	0.25	1.00 - 1.50
Hard and dense clay	0.50 - 0.60	2.00 - 2.50
Clay containing wet sand	0.50 - 0.60	2.00 - 3.00
Wet sand	0.50	2.00
Coarse sand	0.60	3.00
Gravel or coarse stone	0.70	4.00 - 5.00
Gravel containing clay or agglomerate of coarse sand	1.00	5.00 - 6.00

(3) Standard concrete protection

Protection is provided by placing concrete or pine lumber for an area of more than  $A \text{ m}^2$  square to thrust direction. The minimum area is determined by the following formula.

$$A = PW/k \dots\dots\dots(18)$$

- Where A = protection area in  $\text{cm}^2$
- P = water pressure including water hammer in  $\text{Kg/cm}^2$
- W = thrust load in Kg per  $P=1 \text{ Kg/cm}^2$
- k = coefficient of safe bearing capacity of soil in  $\text{Kg/cm}^2$

Fig 41 METHOD FOR CONCRETE PROTECTION



TABLE 20 THRUST LOAD W PER WATER PRESSURE = 1 Kg/cm<sup>2</sup>

Nominal size	Type	Bends				Blind and tees
		90°	45°	22 1/2°	11 1/4°	
16		1.8	1.0			1.2
20		3.1	1.7			2.2
25		4.8	2.6			3.4
32		8.7	4.7			6.2
40		14.1	7.6			9.9
50		22.2	12.0			15.7
63		35.4	19.2			25.1
75		50.1	27.1	13.8	6.9	35.4
90		72.3	39.1	19.9	10.0	51.1
110		107.9	58.4	29.8	14.9	76.3
125		139.8	75.6	38.6	19.3	98.8
140		175.4	94.9	48.4	24.3	124.0
160		228.9	123.9	63.2	31.7	161.9
180		288.5	156.1	79.6	39.9	204.0
200		355.7	192.5	98.1	49.2	251.5
225		450.3	243.7	124.2	62.3	318.4
250		556.5	301.2	153.5	77.0	393.5
280		698.3	377.9	192.7	96.6	493.8
315		885.4	479.1	244.3	122.5	626.0
355		1123.3	607.9	309.9	155.4	794.3
400		1427.6	772.6	393.9	197.5	1009.5

Note. For tees, read the value for branch side.

(2) Safe bearing capacities of backfill soil.

The coefficient of bearing capacity of ground (k) is usually expressed in load k (Kg/cm<sup>2</sup>) required for compressing the ground 1cm, but for designing, the load k (Kg/cm<sup>2</sup>) required for 1mm compression is indicated to allow for safety.

#### 4. Designing of thrust protection

The bases for thrust protection of PVC pipe are as follows.

##### <TS method>

- \* When more than 24 hours have passed after joining, thrust protection is not required, except for 90° bends over 200mm in nominal size. However, through compaction around the joint with fine quality sand is necessary.
- \* Thrust protection is required, for 90° bends of 200mm and over in nominal size and the tees joined with flexible fittings in more than two directions.

##### <Rubber ring method>

- \* Thrust protection is required for all fittings except for straight runs.

##### (1) Outward resultant force by water pressure

The thrust loads on a branch or bend by water pressure are generally calculated by the following formula.

This formula is a simplified calculation formula where only the water pressure acting evenly on the bend is assumed and the head loss at the bend is neglected.

Calculation of thrust loads per  $P=1 \text{ Kg/cm}^2$  with this equation gives Table 20.

$$W = 2P \frac{\pi}{4} d^2 \sin \frac{\varphi}{2} \dots \dots \dots (17)$$

- Where  $W$  = water pressure in  $\text{Kg/cm}^2$
- $d$  = inside diameter of pipe in  $\text{cm}$
- $\varphi$  = bending angle in deg.

Fig 40 THRUST DIRECTION

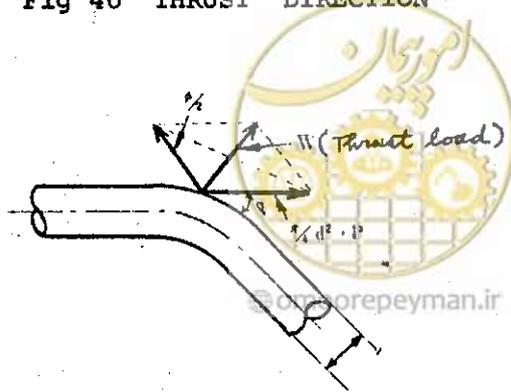


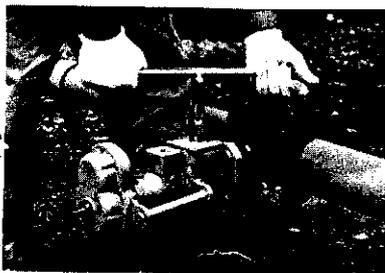
Photo 36 Setting  
the drill



\* Setting the drill

The drill is attached to the split tee after the simple sluice valve fitted to the split tee is completely opened.

Phot 37 Drilling



\* Drilling

The drill must be slowly fed and overfed about 1cm after it has passed the pipe wall.

Photo 38 Completion  
of drilling



\* Completion

The handle is reversed until the drill is fully withdrawn and the simple sluice valve is closed.

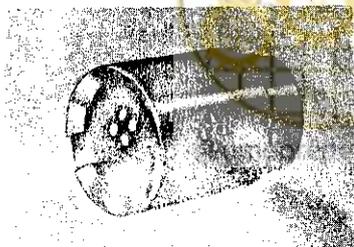
After the drill has been removed from the split tee, the simple sluice valve is opened to check for water release.

{Comment 1} Cares for using split tee

1. Always use split tees for PVC pipe.
2. Use drill tool specifically designed for split tee.
3. Choose a hole-saw type drill for PVC pipe as a drill to be set to the drilling tool.

{Comment 2} Example of drill for PVC pipe

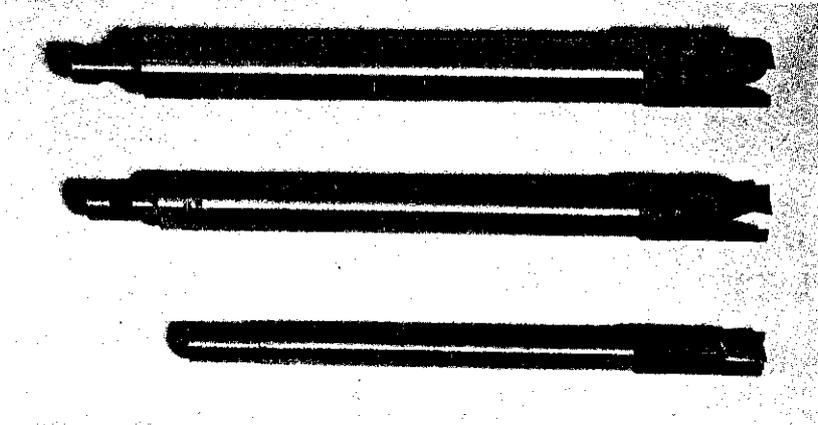
Photo 39 Drill for PVC pipe



{Comment 2} Example of drills for PVC pipe

The hole saw type drills shown below must always be used in branching from PVC pipe without interrupting water flow.

Photo 34 Example of drill for PVC pipe

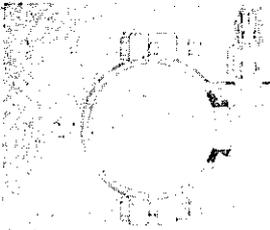


- (2) Branching without interrupting water flow for branch sizes 40 - 63mm.

For taking a branch of 40mm and over in diameter from PVC pipe, split tees and drilling tool for PVC pipe are used without interrupting water flow.

With PVC pipe, a maximum allowable branch size is 50mm from a pipe 90mm, and 63mm from a pipe of 110mm and over.

Fig 39 CONSTRUCTION OF SPLIT TEE FOR PVC PIPE



\* Cleaning

Wipe clean the outside of the PVC main to be branched and the inside of split tee with a dry cloth.

Photo 35 Mounting the split tee



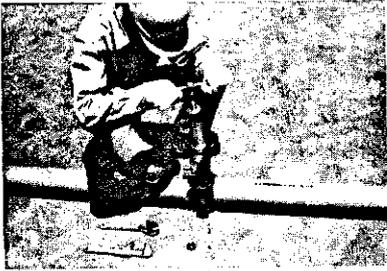
\* Mounting the split tee.

Checking the branching direction, mount the split tee to the main.

The tightening torque for nuts and bolts must be 400 Kg-cm . Be careful to avoid uneven tightening.



Photo 33 Drilling



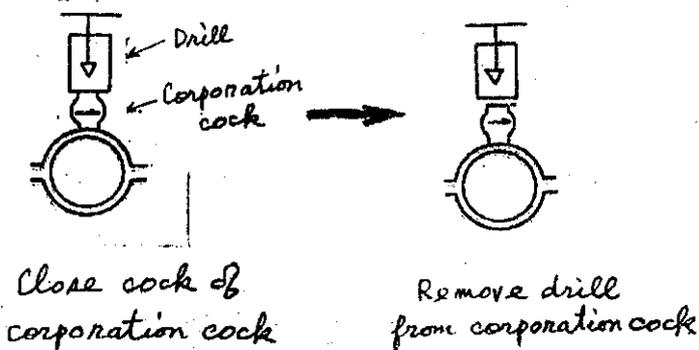
\* Drilling

Turn the drill handle until the drill reaches the surface of pipe.

When the drill contacts the main, operate the handle slowly and with care to avoid rapid feed of the drill.

Give an additional feed of about 1cm after the drill seems to have passed through the pipe wall, to ensure complete penetration. After drilling, reverse the handle to raise the drill.

Fig 38 COMPLETION OF DRILLING



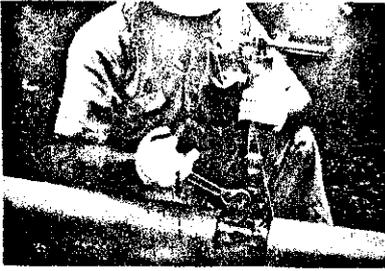
\* Completion of drilling

After raising the drill, close the cock and detach the drill from the corporation cock.

[Comment 1] Precautions for drilling PVC pipe.

1. A drilling tool for asbestos-cement pipe is usually used in branching from PVC pipe without interrupting water flow. However, the usual drilling tool for asbestos-cement pipe has a straight drill, the use of which for PVC pipe will lead to trouble owing to difference in material. To avoid this, always use the hole saw type drill.
2. Since the PVC pipe itself is elastic, it gives less resistance to drilling as compared to other types of piping materials. Because of this, one is apt to drill a hole at a higher speed. However, increasing the drilling speed will cause undue stresses to act upon the pipe, which may lead to trouble. It is important to reduce the drilling speed as far as possible.

Photo 28 Completion



\* Completion

After raising the drill, close the cock and detach the drill from the corporation cock. For a lateral branch, put a blind plug to the top side of the corporation cock and for a vertical branch, put it to the lateral side.

2) Cast iron saddle without corporation cock

Photo 29 Cleaning

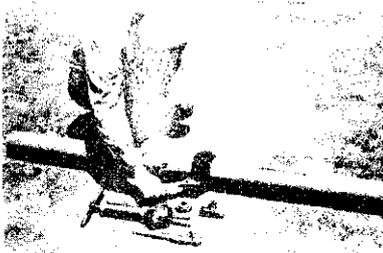


\* Cleaning

Check the outside of the main (PVC pipe) for absence of scratch and deformation and remove earth and other deposits completely with a dry cloth.

Also remove earth from the contact face of the saddle.

Photo 30 Mounting  
the saddle



\* Mounting the saddle

When mounting the saddle to the main, the tightening torque for nuts and bolts must be 400 Kg-cm. Be careful to avoid uneven tightening.

Photo 31 Mounting the  
corporation cock  
to saddle



\* Mounting the corporation cock to saddle

Use a sealant to avoid leakage through the joint. Teflon tape is recommended as a sealant.

Photo 32 Setting  
the drill



\* Setting the drill.

Set a drill with a hole saw type drill for PVC to the corporation cock.

Make sure that the cock is correctly open.



### 3. Branching without interrupting water flow

(1) Branching without interrupting water flow for branch sizes up to 32 mm.

1) Saddle with corporation cock

Fig 37 CONSTRUCTION OF SADDLE WITH CORPORATION COCK

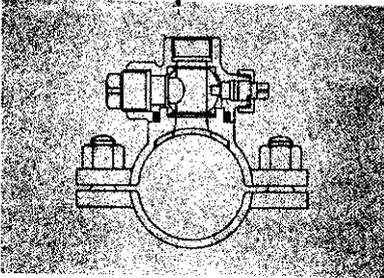


Photo 25 Mounting the saddle

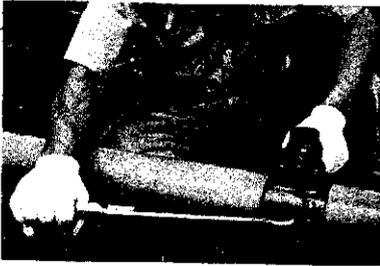


Photo 26 Setting the drill



Photo 27 Drilling



#### \* Cleaning

Check the outside of the main (PVC pipe) for absence of scratch and deformation.

Remove earth and other deposits completely with a dry cloth.

Remove bolts from the saddle of corporation cock and clean the surface to be put in contact with the main.

#### \* Mounting the saddle

Facing the corporation cock correctly in the specified direction, fasten the saddle with nuts and bolts.

The tightening torque for nuts and bolts is 400 Kg-cm. Be careful to avoid uneven tightening.

#### \* Setting the drill

Set a drill with a hole saw type drill for PVC pipe to the corporation cock of the saddle.

Make sure the cock built in the corporation cock is correctly open.

#### \* Drilling

Turn the drill handle until the drill reaches the pipe surface.

(This gives a contact feel to the operator)

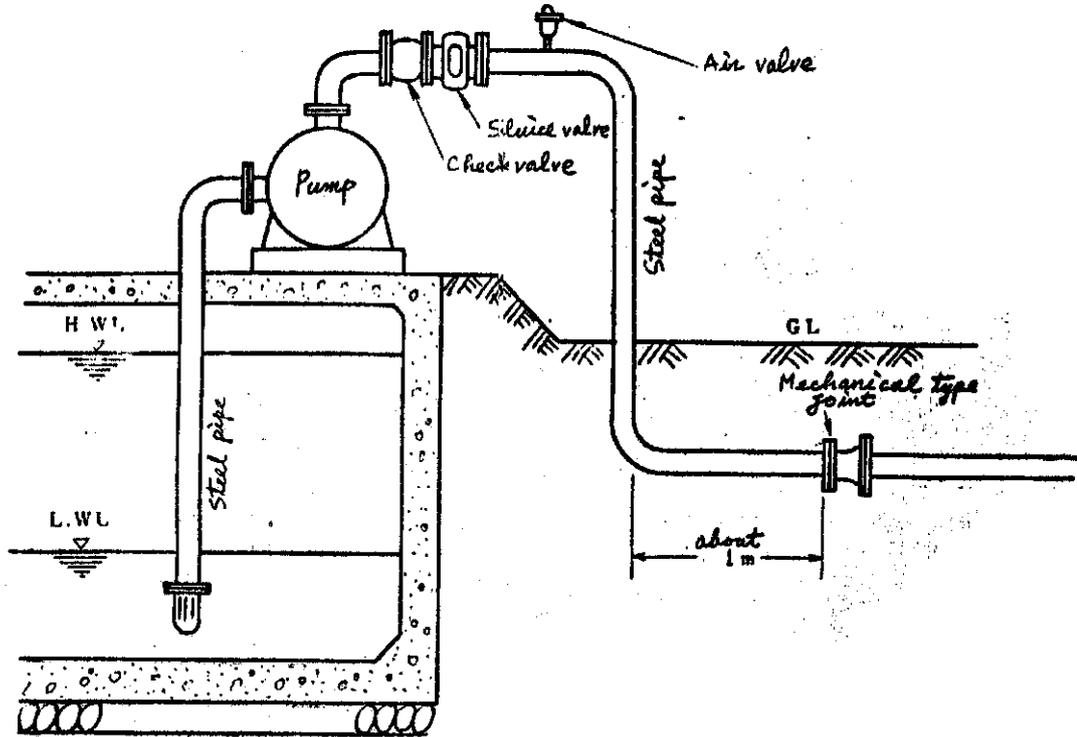
When the drill reaches the pipe, operate the handle slowly and with care to avoid rapid feed of the drill.

Give an additional feed of about 1cm after the drill seems to have passed through the pipe wall, to ensure complete penetration.

After drilling, reverse the handle to raise the drill.

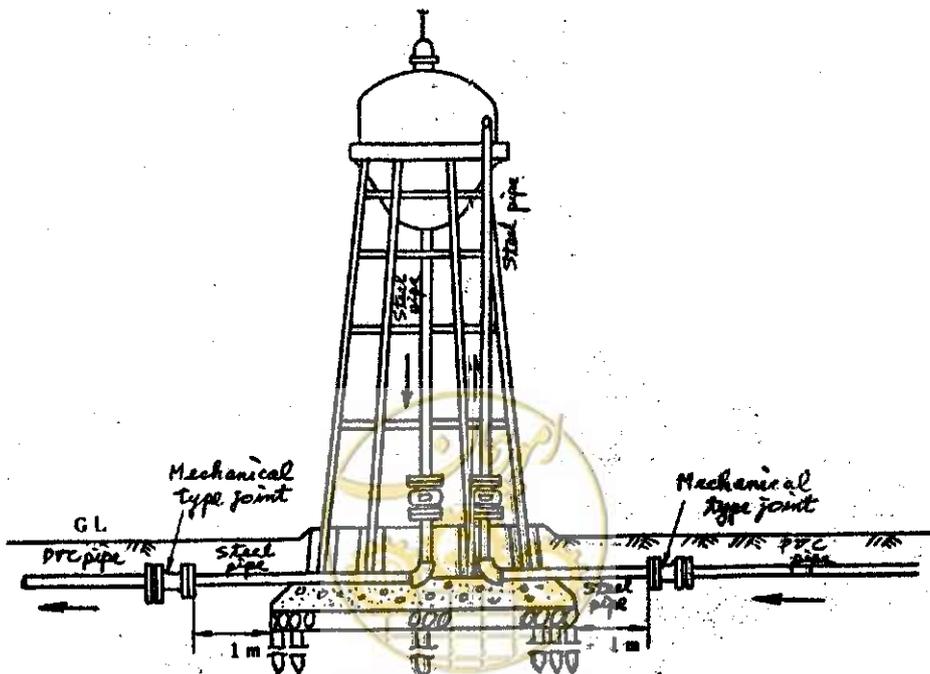
(b) Joining to distributing pump

Fig 35 . JOINING TO DISTRIBUTING PUMP



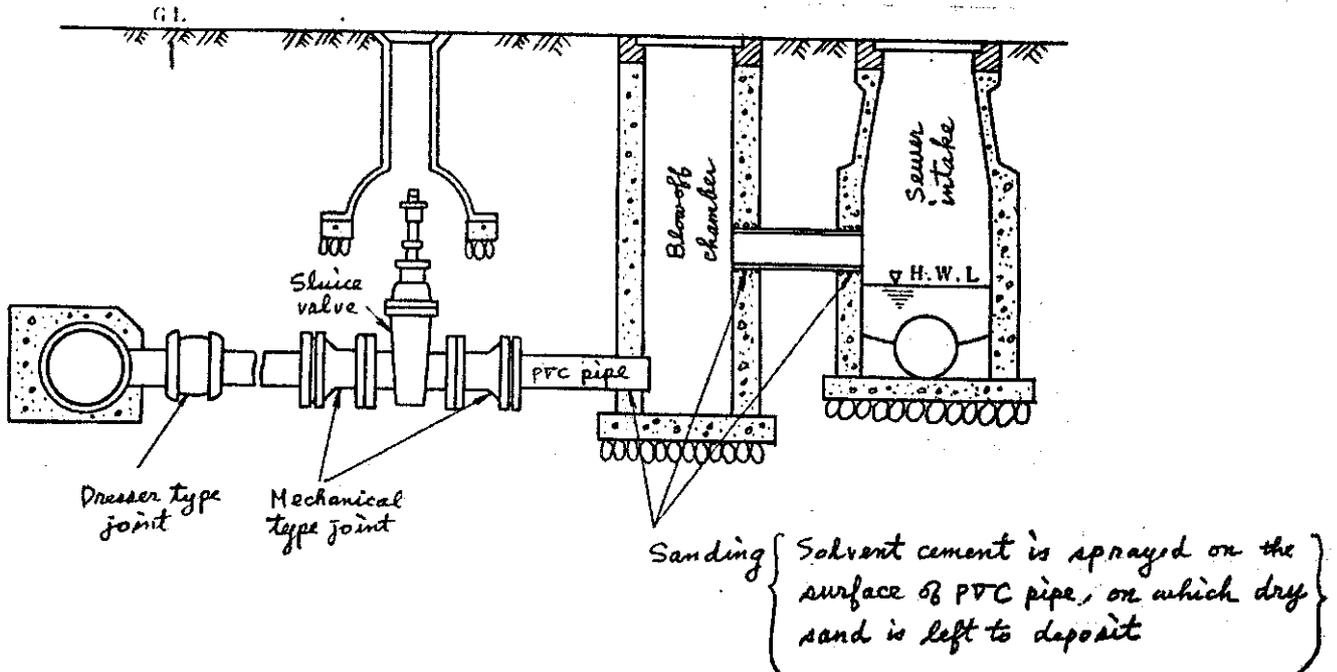
(c) Joining to distributing tower

Fig 36 JOINING TO DISTRIBUTING TOWER



4) Installation of blowoff valves

Fig 33 INSTALLATION OF BLOWOFF VALVES

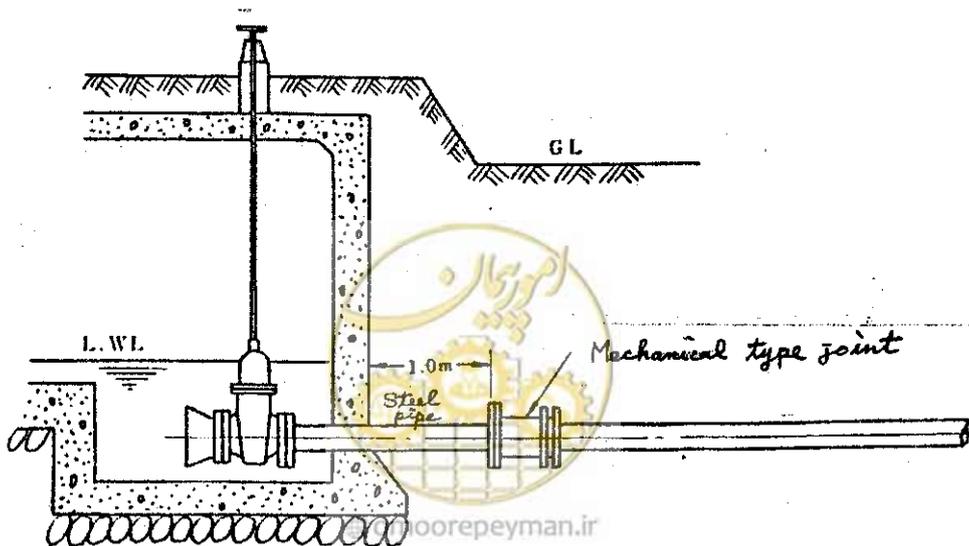


5) Joining to distribution facilities

Water distribution system includes gravity and pumping systems. Piping around service reservoirs and pumps is essentially installed with steel pipe, to which PVC pipe is joined. The use of flexible fittings is mandatory.

(a) Joining to service reservoir

Fig 34 JOINING TO SERVICE RESERVOIR



2) Installation of fire hydrants

Fig 29 INSTALLATION OF POST HYDRANT

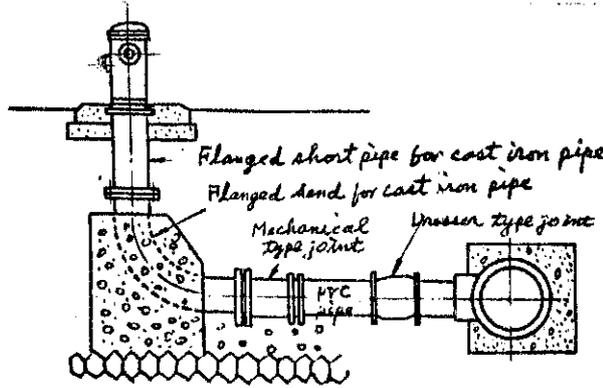
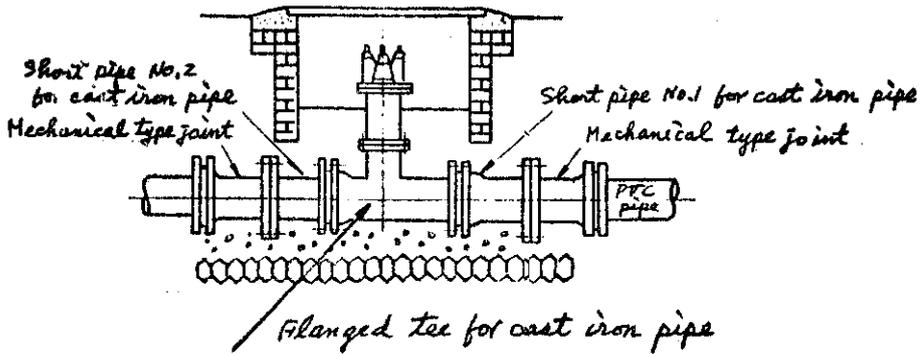


Fig 30 INSTALLATION OF SUNK HYDRANT



3) Installation of air valves

Fig 31 NOMINAL SIZE 160 MM AND UNDER

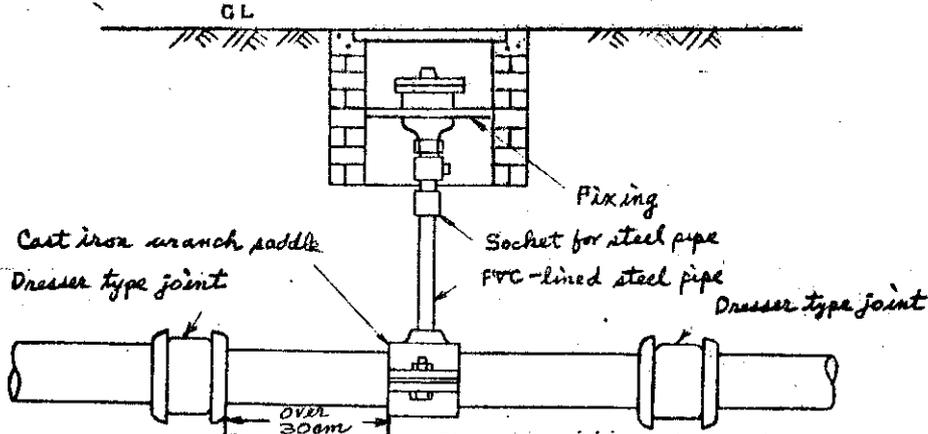
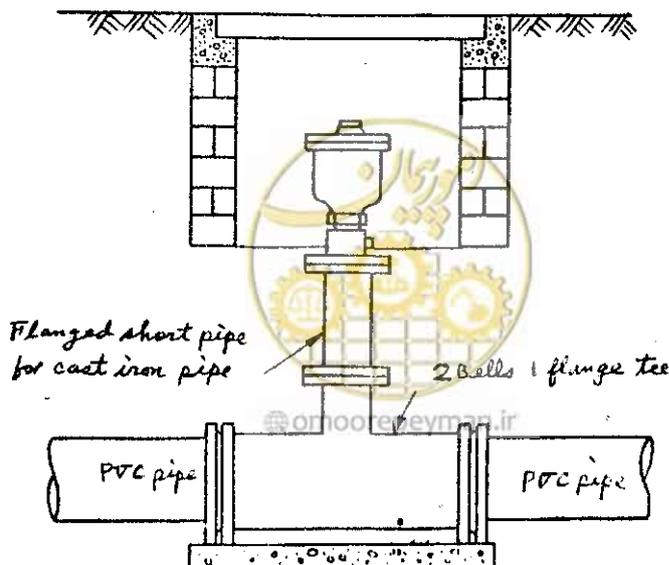
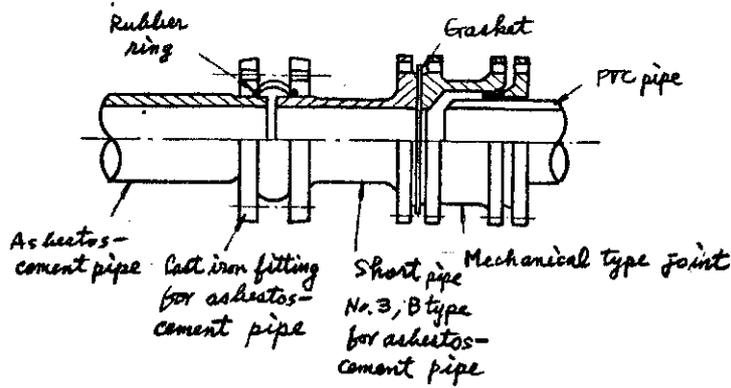


Fig 32 NOMINAL SIZE 180 MM AND OVER.



3) Joining to asbestos-cement pipe

Fig 27 JOINING TO ASBESTOS-CEMENT PIPE



(2) Joining to valves and equipment

1) Joining to sluice valves

Fig 27 JOINING TO SLUICE VALVES NOT PASSING THROUGH SLUICE VALVE CULVERT

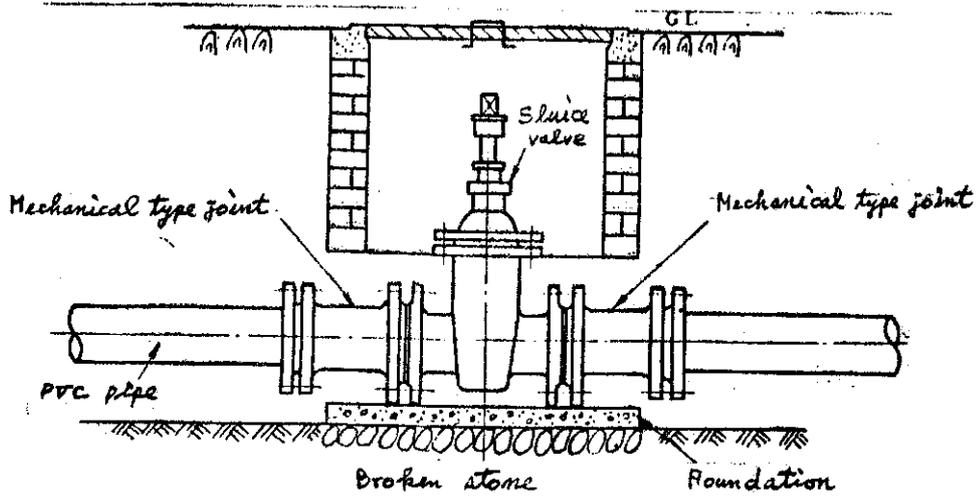
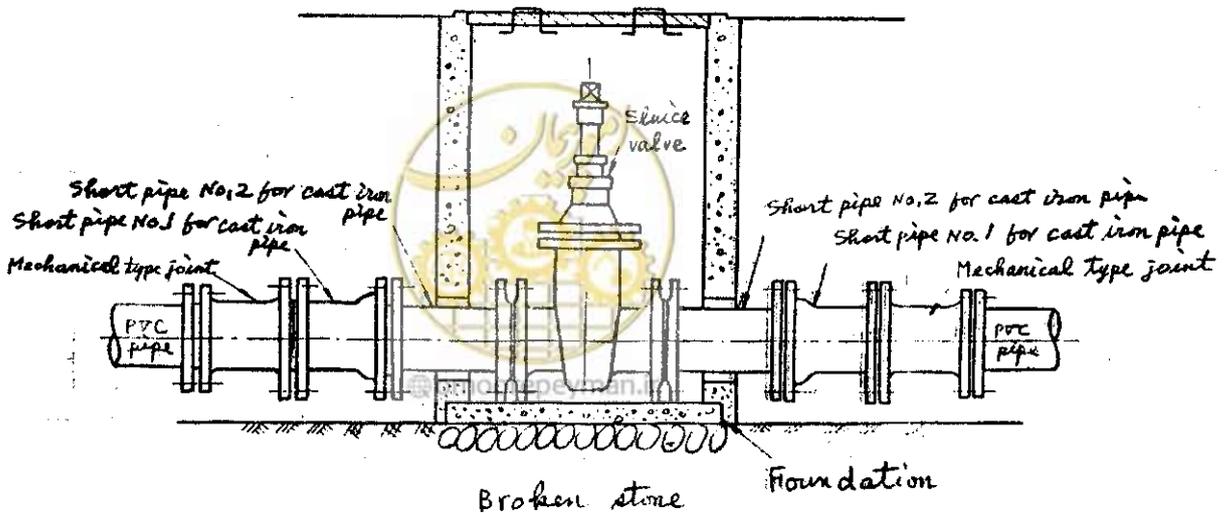


Fig 28 JOINING TO SLUICE VALVES PASSING THROUGH SLUICE VALVE CULVERT



2. Joining to dissimilar pipes and valves.

There are a variety of methods of joining PVC pipe to dissimilar pipes or valves, but the following basic methods are recommended for prevention of leakage and trouble in maintenance and control.

(1) Joining to dissimilar pipes.

The basic concept of joining PVC pipe to dissimilar pipes is to provide a flange face on the dissimilar pipe side and join with mechanical type joint.

1) Joining to cast iron pipe

Fig 24 JOINING TO SPIGOT SIDE

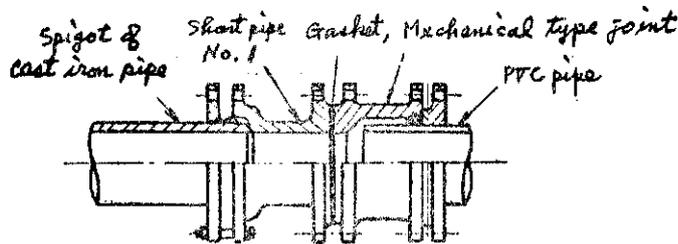
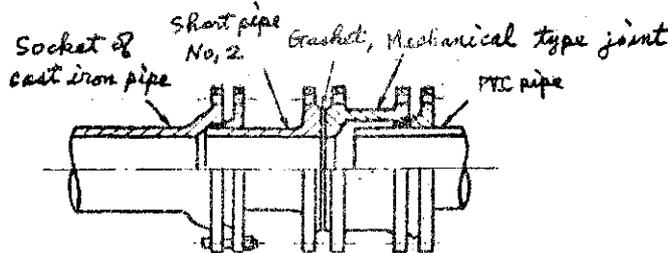
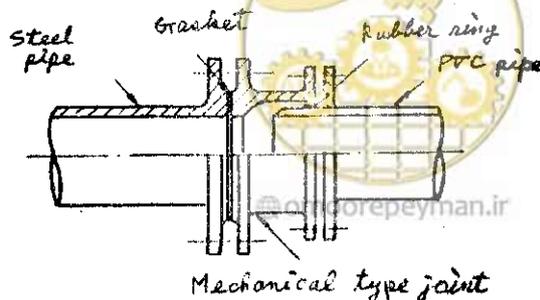


Fig 25 JOINING TO SOCKET SIDE



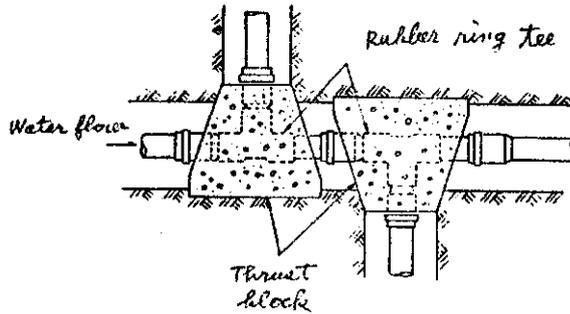
2) Joining to steel pipe

Fig 26 JOINING TO STEEL PIPE



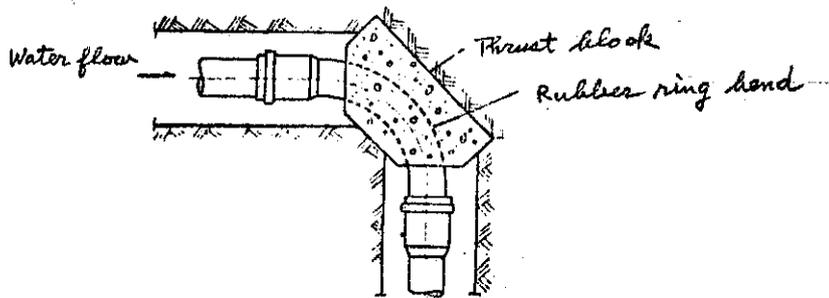
(b) Cross branchi...

Fig 21 CROSS BRANCHING



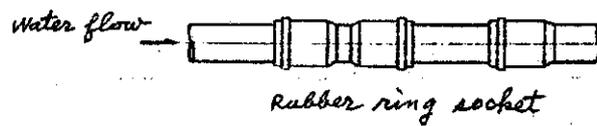
(c) Installation of bend

Fig 22 INSTALLATION OF BENDS



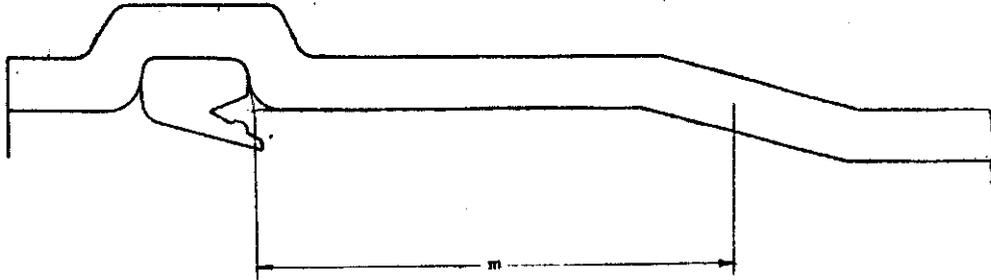
(d) Installation of socket

Fig 23 INSTALLATION OF SOCKET



### 3. Socket length

Fig 19 SOCKET LENGTH



The socket length of a rubber ring pipe is determined on a basis of  $m \geq 50 + 0.22 D$ , which is prescribed by ISO. This  $m$  size of 50mm takes account of elongation or contraction by temperature differences, contraction by pipe bending and pull out by pressure and  $0.22 D$  is an allowance for bevelling of pipe end and biased cutting. This means the socket length of the rubber ring pipe allows sufficient length for various conditions at the installation.

#### 2) Laying

The method of laying the pipe at the site is basically the same as TS method. However, care must be taken in overland joining, because bringing the piping down into the trench after joining pipes to an excessively long length may cause pullout of the joint.

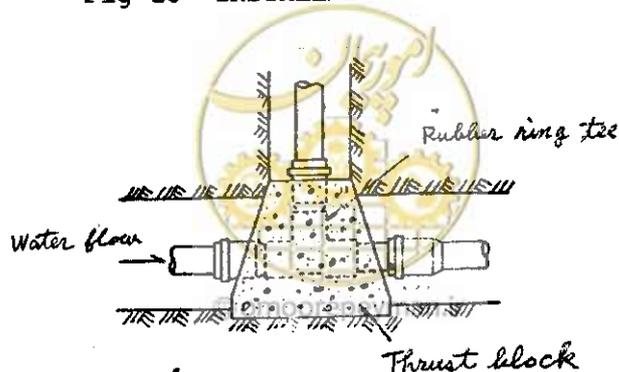
In joining of the pipe, place slippers below the pipe to avoid engagement of sand and soil in the rubber ring section. Be sure to remove the sleepers after joining.

#### 3) Joining to fittings

In joining of PVC pipe by rubber ring method, standard for installation of fittings is as follows.

##### (a) Installation of Tees

Fig 20 INSTALLATION OF TEES



(Comment 1) Design of socket of rubber ring pipe

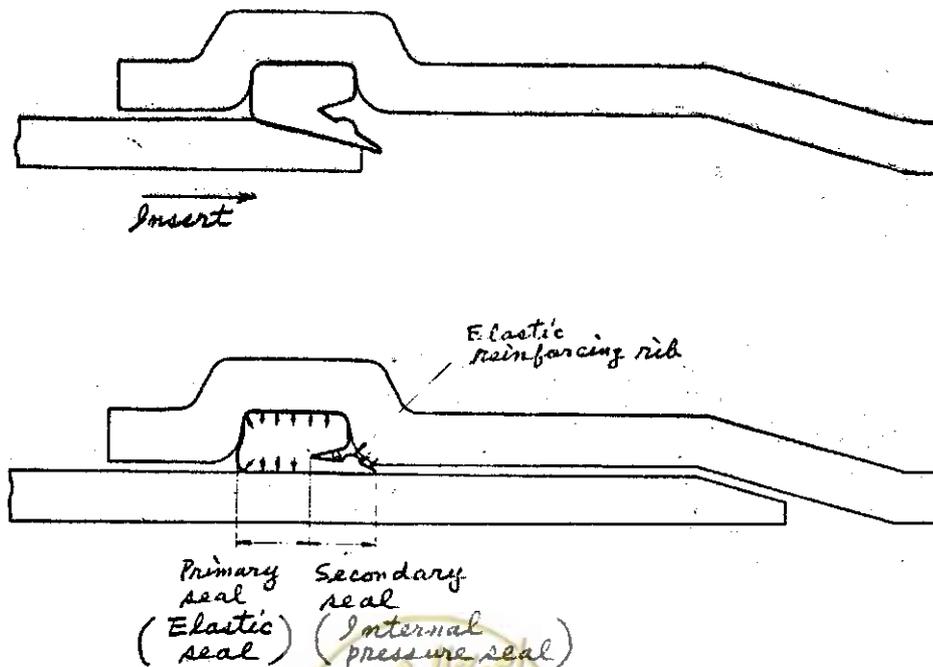
1. Shape of rubber ring

A rubber ring, if designed into a U-form, is properly crushed in the groove, when the pipe is inserted, to provide water tightness at the joint with the elasticity of rubber (primary sealing effect.) Further, when a water pressure is exerted, it acts to expand the lip from the inside of the joint. This multiplies the water tightness at the contact face between the socket groove and the pipe. This expanding force increases with an increase in the water pressure (secondary sealing effect).

An elastic reinforcing rib is provided to the lip of the rubber ring to enhance the secondary sealing effect.

With the use of the two sealing effects, the rubber ring pipe offers reliable service from low to high pressures.

Fig 18 SEALING CONSTRUCTION OF RUBBER RING PIPE



2. Shape of rubber ring groove

The ring groove where the rubber ring is seated is made square for the snug fitting of the rubber ring and reliable joining.

Photo 20 Setting the pipe inserter

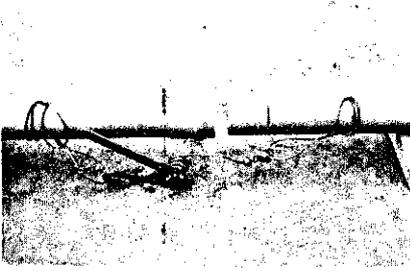


Photo 21 Applying the lubricant



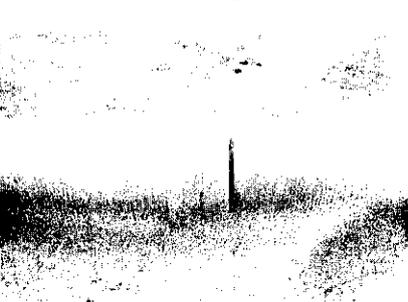
Photo 22 Inserting the pipe



Photo 23 Checking the joint



Photo 24 Completion



\* Setting the pipe inserter

Set each coil-end wire rope to both male and female pipes, and mount the pipe inserter. Take care not to allow the wire ropes to slip.

\* Applying the lubricant.

Apply lubricant to the spigot end only. It must be applied in sufficient quantity to the bevelled part.

\* Inserting the pipe

Joining is done by bringing the pre-marked gauge line on top, aligning the pipe axis and operating the pipe inserter until the pipe is pushed to the premarked position.

\* Checking the joint

When the pipe is completely inserted, put a thickness gauge into the clearance between the socket and the pipe and see that the length from the rubber ring up to the socket end is even over the entire circumference.

\* Completion

After joining, keep the joint free from undue stresses such as bending and tension as far as possible.



Photo 17 Bevelling the spigot end



- \* Bevelling the spigot end  
Bevel the outer edge of the cut spigot end as illustrated below.  
Be sure to bevel to the size specified. Otherwise the rubber ring may be damaged or twisted at the time of joining.

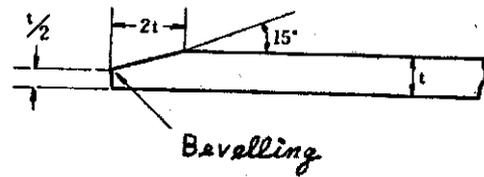


Photo 18 Marking the engagement length



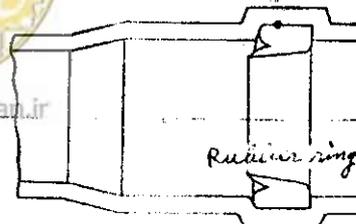
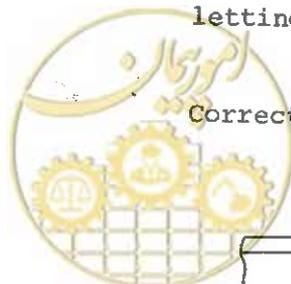
- \* Marking the engagement length  
Mark the engagement length on male pipe as a measure for the pipe engagement length at joining.

Photo 19 Cleaning the Pipe



- \* Cleaning the pipe  
Wipe away mud and dirt from the inside of socket and outside of spigot. If the rubber ring is removed for this purpose, wipe the ring groove clean with a cloth and replace the ring correctly in the groove without any twist letting the lip face face inwards.

Correct fitting of rubber ring.



(2) Rubber ring method

1) Basic method

Photo 14 Tools and Materials



\* Tools and materials

Woodworking saw (cross-cut)

File (bastard cut for iron working, 300mm or flat type for woodworking, 300mm)

Coil-end wire rope (same size as for TS Method).

Tape measure and marker pen

Lubricant and brush

Dry cloth

Pipe inserter

Thickness gauge

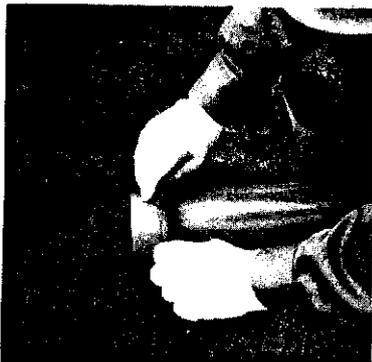
Photo 15 Cutting the pipe



\* Cutting the pipe

Correctly measure the cutting point, mark a gauge line at right angles to pipe axis with a marker pen and cut the pipe with a saw.

Photo 16 Smoothing the outside spigot surface



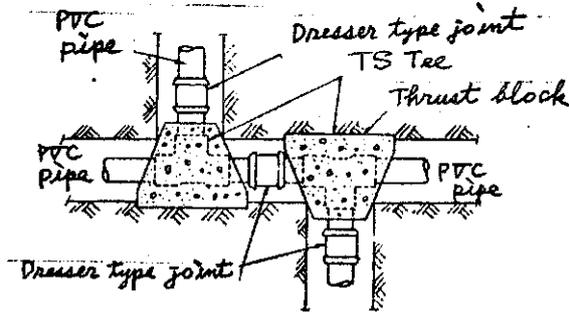
\* Smoothing the outside spigot surface

The life of the bell end pipe joint lies in the contact face between the rubber ring and pipe, so the presence of scratches on the outside surface of the pipe may lead to leakage. Scratches must be completely removed by finishing with the back of a knife. Cut off the deeply scratched end as this may lead to leakage.



(b) Cross branching

Fig 15 COMBINATION WITH TS TEE



(c) Installation of bends

Fig 16 (90° - 11° 1/4) BENDS OF NOMINAL SIZE 160MM AND UNDER  
(45° - 11° 1/4) BENDS OF NOMINAL SIZE 180MM AND OVER

*Particular careful compact*

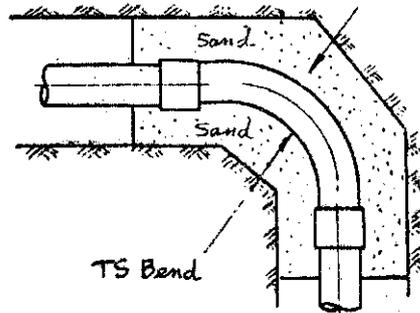
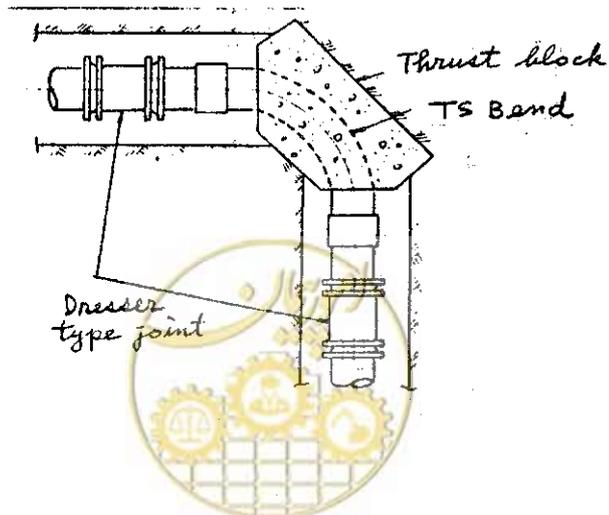


Fig 17 90° BENDS OF NOMINAL SIZE 180MM AND OVER



2) Laying

Field assembly can be divided into the following two methods, either of which should be chosen with due consideration for the condition of gushing water, traffic conditions, topography and other conditions.

Photo 12 Joining in trench

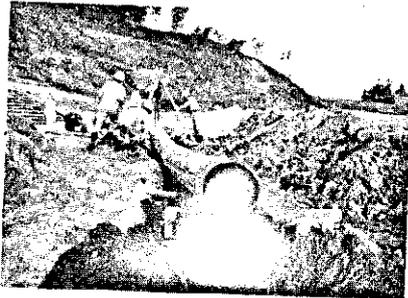


\* Joining in trench

Joining in trench is done either by joining pipes one by one in trench or by joining the pipes which have already been assembled from two to three pipes overland.

Either way, the cementing surfaces must be kept free from earth and water.

Photo 13 Joining overland



\* Joining overland

Pipes are laid on the square bars placed across the trench, where they are continuously joined. In bringing down the assembled pipe into trench, a tripod and chain block are used when necessary.

3) Joining to fittings

(a) Installation of Tees

Fig 14 TS TEE

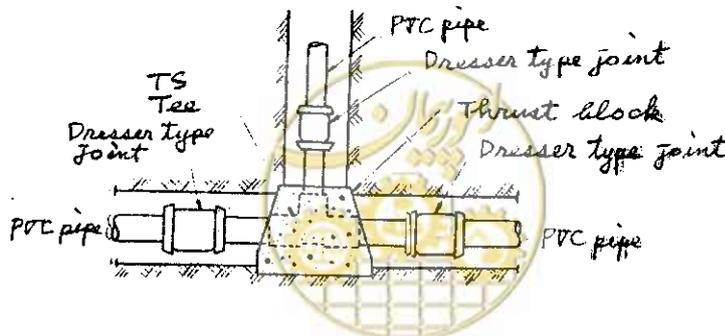
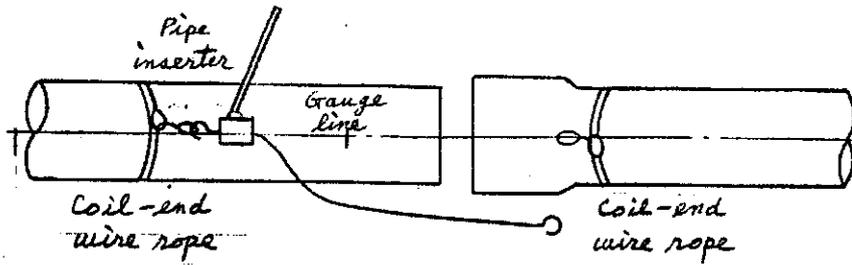


Fig 12 JOINING PIPE TO SOCKET-END PIPE



2. Size of coil-end wire rope

Fig 13 and Table 19 show standard size of the coil-end wire ropes used for joining pipe. Always use the wire ropes of specified size.

Fig 13 COIL-END WIRE ROPE

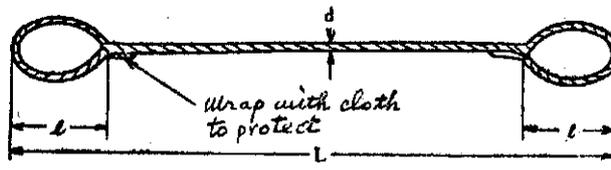


TABLE 19 SIZE OF COIL-END WIRE ROPES BY PIPE SIZES

Nominal size	Rope diameter d, (mm)	Length of coil l (mm)	Overall Length L (mm)
90	5	100	900
110	5	100	900
125	5	100	900
140	5	100	900
160	5	100	900
180	5	100	900
200	5	100	900
225	5	100	900
250	6	100	1000
280	6	100	1000
315	6	100	1200
355	6	130	1400
400	6	130	1500

TABLE 18 REMEDY FOR SC

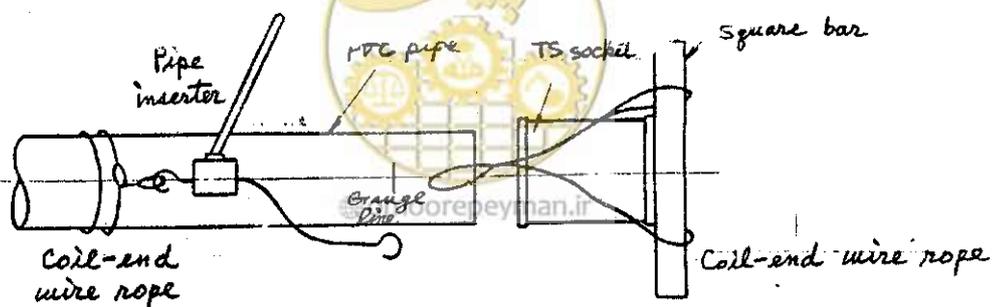
Items	Remedy for SC
Use of optimum amount of solvent cement	Use quick-dry type solvent cement and apply a thin and uniform coat of the cement.
Wiping of cement	Always wipe off excess cement with a dry cloth. Also remove cement spilled on trench bed.
Ventilation	After assembly, blow out solvent vapor from the inside of piping (for at least 4 to 5 hours) use a large-capacity, low-pressure blower.
Cares for bending	Be sure to use bends
Provision of sand cushion	Always provide sand cushion. Direct contact of stone with pipe will produce localized stress
Employment of overland joining	Beforehand join two to four pieces of pipe overland, remove solvent vapor through natural draft and then make joining in trench
Earlier backfilling	Expedite backfilling. Leaving the assembled piping exposed will increase temperature differences, causing increased tensile stress.
Opening both ends of pipe	Open all valves and air valves to improve ventilation and remove solvent vapor
Water supply	After assembly, supply water to let the water flow into the piping system, when possible

(Comment 3) How to install pipe inserter

Install pipe inserter to pipe using coil-end wire ropes as follows:

1. Setting the pipe inserter to pipe

Fig 11 JOINING PIPE TO SOCKET



Application of solvent cement to the inside of the socket and the outside of the spigot end of the pipe with the above construction produces a dissolved as well as a swollen layer of about 0.1mm in thickness on each cemented surface. This permits the spigot end to enter smoothly upto the point P. This action is called "fluid insertion". A further force push of the spigot end into the socket causes the pipe to be squeezed by the elasticity of the PVC pipe. This force expands the socket inside to allow insertion up to the point S. This action is called "deformed insertion". The cement oozing in the clearance between the socket and the pipe will provide an adhesive effect if the clearance is below about 0.2mm.

(Comment 2) Installation in winter or under cold climate

The following are the particular cares to be observed in installation of PVC pipe in winter or under cold climate.

1. Handling of pipe

(1) Impact

Carefully handle pipe. Rough handling, hitting pipe to hard objects or dropping may lead to breakage.

(2) Bend

Avoid undue bending. Be sure to use bends at every curve.

2. Remedy for SC (Solvent cracking)

SC is a kind of stress cracking. It refers particularly to the cracks produced in the pipe material when solvent is added.

This may occur in PVC pipe when the following three factors exist at the same time.

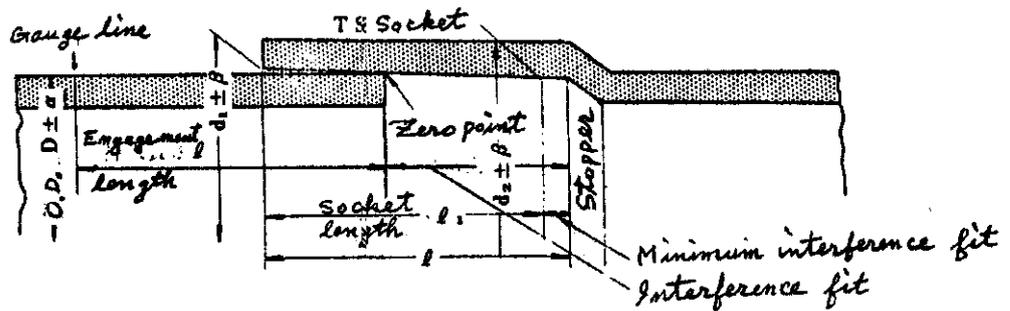
- \* Low temperature below 5°C
- \* Stress (such as thermal and bending stresses)
- \* Presence of solvent (such as solvent cement and corrosion inhibitor).

The following table shows the method usually taken to solve SC. SC must be prevented by choosing an appropriate method depending on field environment and conditions.

[Comment 1] Principle of TS Method

TS Method, which is an abbreviation for Taper Sized Solvent Welding Method, is one of the standard techniques for joining PVC pipe. It is the solvent-cement joining method making the best of the elasticity of PVC and dissolution as well as swelling by solvent cement.

Fig 9 CONSTRUCTION OF TS SOCKET



$$d_1 = D + (\alpha + \beta)$$

$$d_2 = D - (\alpha + \beta)$$

$$\text{Taper } T = \frac{d_1 - d_2}{l_1} = \frac{2(\alpha + \beta)}{l_1}$$

PVC pipe has some tolerances ( $\pm\alpha$ ) in outside diameter  $D$ . To allow joining of any combination within any tolerances, the inlet size  $d_1$  of the socket is made larger by  $\alpha + \beta$  than the outside diameter of the pipe, and the inner size  $d_2$  of the socket is made smaller by  $\alpha + \beta$  than the outside diameter of the pipe. This means that the pipe can be inserted usually up to one third to two thirds the socket length, without cement application. This point is called 'zero point'.

Fig 10 PRINCIPLE OF TS JOINT

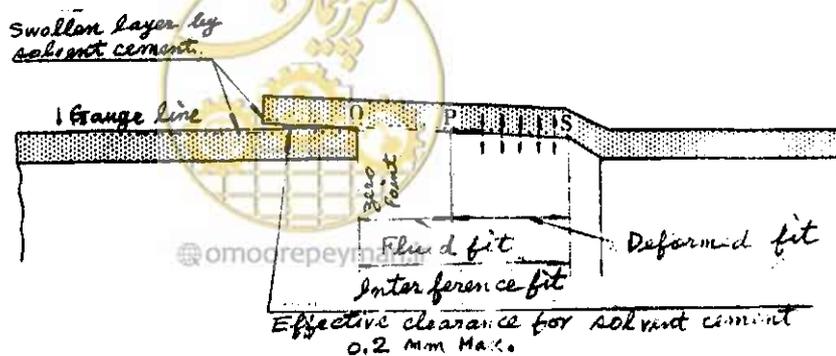


Photo-8 Applying the solvent cement



\* Applying the solvent cement  
Uniformly and quickly apply solvent cement to the inside of TS socket and the outside of spigot end. The cement should be applied with a thinner coat on the inside of socket, but slightly more on the outside of spigot end.

Photo-9 Inserting



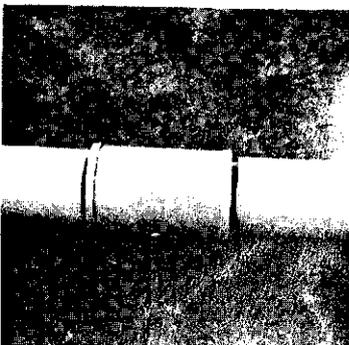
\* Inserting the pipe  
After the cement has been applied the axes of both pipe and socket are aligned and the pipe is pushed into the socket aiming at the gauge mark using the pipe inserter.

Photo-10. Sustaining



\* Sustaining  
After insertion, they should be kept in place. If the pipe inserter is released immediately after insertion, the pipe will be pushed out. The sustaining time is at least one minute in summer and 2 to 3 minutes in winter. During this time, wipe off any excess cement with a dry cloth. Also remove any cement spilled in the trench.

Photo-11 Completion



\* Completion  
Right after assembling, the joint must be kept free from bending, pulling or other undue stress because the cement has not yet completely set.

Photo-4 Laying the pipes

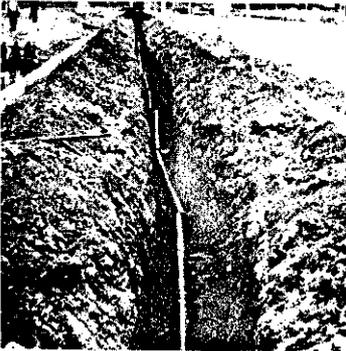


Photo-5 Checking the zero point and marking the engagement length



Photo-6 Setting the pipe inserter



Photo-7 Cleaning



\* Laying the pipes

Manually place pipes down into trench. Take care not to allow rock and stone to fall into the trench, and be sure to remove stone dropped into the trench.

\* Checking the zero point and marking the engagement length

Lightly push spigot end into socket and see that the position where it stops (zero point) is between 1/3 to 2/3 of the socket length.

Mark the socket length on the spigot end as a measure for engagement in joining.

\* Setting the pipe inserter

Set each coil-end wire rope to both sides of male and female pipes and install pipe inserter. Beforehand wipe off moisture from the pipe to avoid insertion failure due to slip of the ropes.

\* Cleaning the pipe

Remove moisture, earth and dust from the inside of TS socket and outside of pipe spigot end with a dry cloth. If oil or grease is attached, remove with a cloth wet with solvents like acetone.



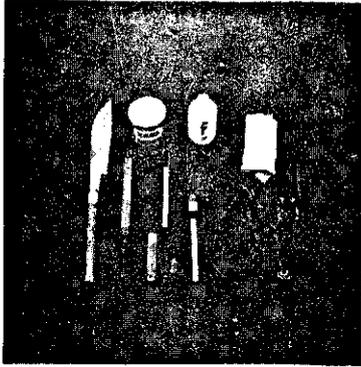
## CHAPTER IV DISTRIBUTION PIPING

### 1. Installation of pipe

#### (1) TS Method

##### 1) Basic method

Photo - 1 Tools and materials



#### \* Tools and materials

Woodworking saw (cross cut)

File (flat, bastard cut 300mm,  
for metal working)

Coil-end wire rope (sizes as per  
Fig. 13 and Table 19)

Tape measure and marker pen

Solvent cement and brush

Dry cloth

Pipe inserter

Phot -2 Cutting the pipe



#### \* Cutting the pipe

Accurately measure the size to be cut  
and mark a gauge line square to  
pipe axis with a marker pen and  
cut using a saw.

Phot-3 Bevelling the spigot  
end



#### \* Bevelling the spigot end

Bevel spigot end of pipe about  
2mm circumferentially with a file  
or knife. Especially when the pipe  
is cut, its cut end must be  
smoothed.

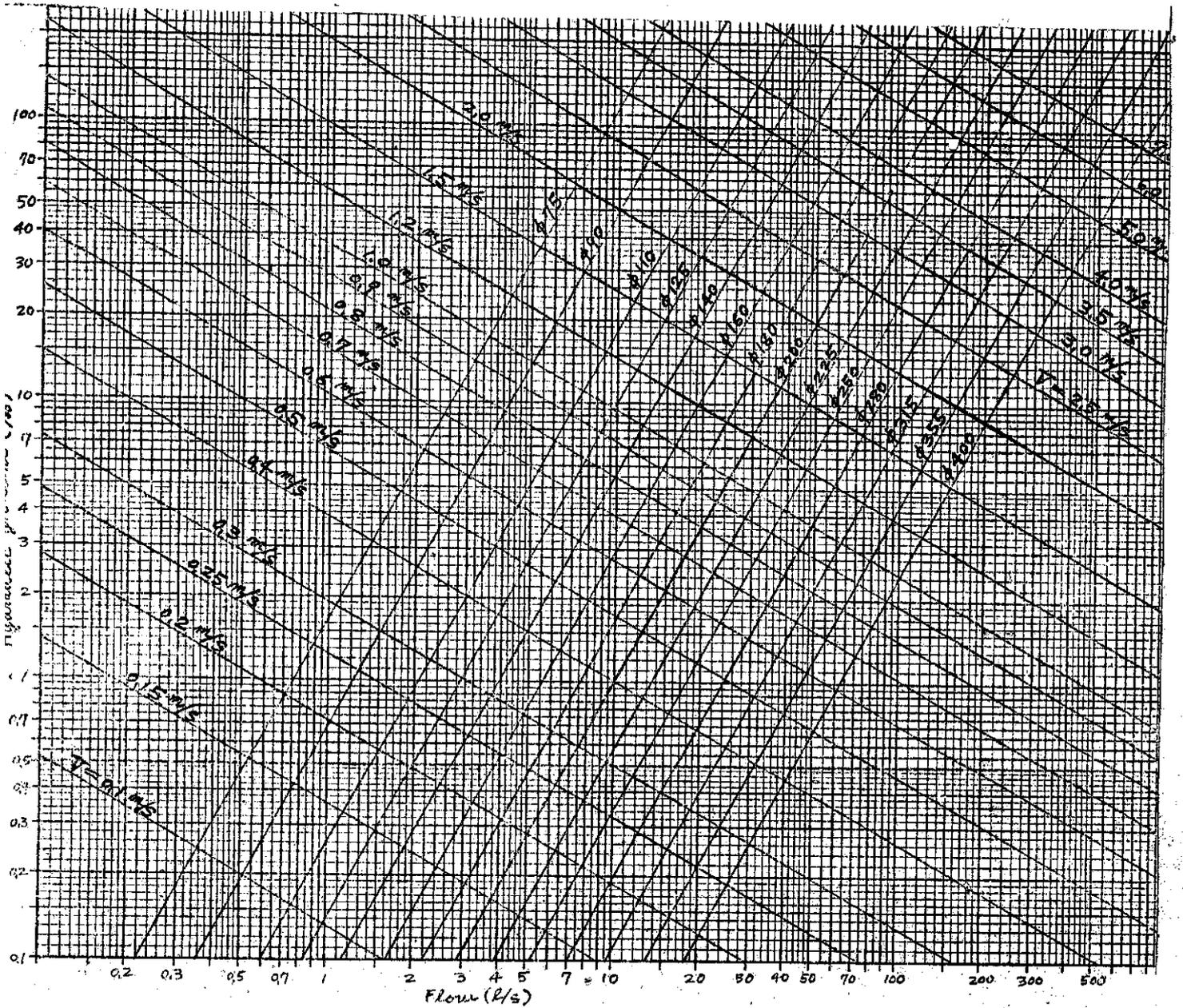


TABLE 17 VALUE OF f BY TYPES OF FITTINGS

Kinds of fittings	Shape	f
Elbow	45°	0.4
	90°	1.0
Bend	22 1/2°	0.1
	45°	0.2
	90°	0.4
Tee	Straight flow	0.35
	Bending 90° from straight flow	1.2
	Meeting dead end, then dividing to both ways	1.2
Reducer	Depends on ratios of diameters	0.1 - 0.5



Fig 8 FLOW DIAGRAM BY HAZEN & WILLIAMS FORMULA (C=140)



(3) Head loss at fittings

Minor head loss by fittings is often disregarded but it is obtained by the following formula when it is necessary to be accurately calculated as in a case for service pipe.

$$h = f \frac{v^2}{2g} \quad (16)$$

Where, h = head loss in m

v = velocity of flow in m/sec

g = gravity acceleration 9.8 m/sec

f = coefficient of loss (to be determined depending on the shape of fittings)

Fig 7 FLOW DIAGRAM BY WESTON FORMULA

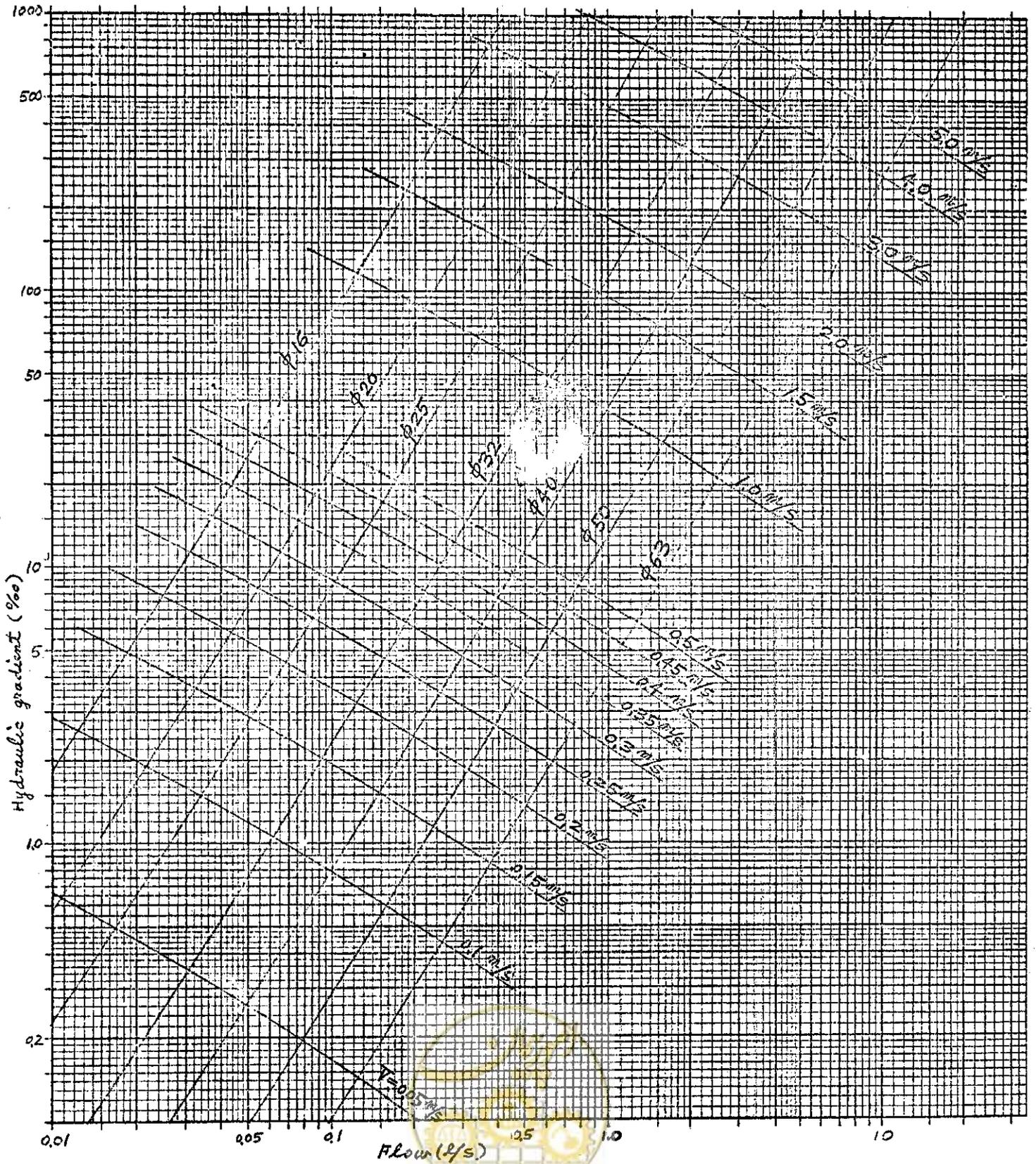


TABLE 16 VALUE OF C OF H&W FORMULA

Type of pipe	C	Type of pipe	C
Cast iron pipe(after 20 years)	100	Centrifugal reinforced concrete pipe	130
Steel pipe (after 20 years)	100	Prestressed concrete pipe	130
Mortar lined cast iron pipe	130	Unplasticized PVC pipe	140
Coated steel pipe	130	Rigid polyethylene pipe	140
Asbestos-cement pipe	130		

The value of C of PVC pipe is reported, in the results of the test conducted by Prof. Kurokawa, Yokohama University, to be C = 145 - 160 (160 when water flows from the spigot of joints toward the socket and 145 in a reverse case) by Hazen & Williams formula. Since PVC pipe does not cause rust formation and build up of scale, it suffices with C = 150 but C = 140 was adopted as this rate is generally accepted as maximum.

(2) Flow diagrams

Flow diagrams by Weston and Hazen & Williams formulas are given in Fig. 7 and 8.



2) TW Formula

Since variable V is included in the coefficient of the Weston formula, the water works bureau of the Tokyo metropolitan government gives the following formula for pipes upto 63mm, as TW formula:

$$Q = C d^{2.72} I^{0.54} \tag{10}$$

- Where, Q = flow in cm<sup>3</sup>/sec
- C = coefficient of velocity
- d = inside diameter of pipe in cm
- I = hydraulic gradient

In the test conducted by Mr. Morinaga of the Tokyo metropolitan government, C=215 has been obtained at water temperature of 10°C, where coefficient of kinematic viscosity (γ) = 0.013 cm<sup>2</sup>/sec.

3) Hazen & Williams Formula

$$V = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \tag{11}$$

The above can be changed to

$$V = 0.35464 \cdot C \cdot d^{0.63} \cdot I^{0.54} \tag{12}$$

$$Q = 0.27853 \cdot C \cdot d^{2.63} \cdot I^{0.54} \tag{13}$$

$$d = 1.6258 \cdot C^{-0.38} \cdot Q^{0.38} \cdot I^{-0.205} \tag{14}$$

$$I = h/l = 10.666 C^{-1.85} \cdot d^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \tag{15}$$

- Where V = mean velocity of flow in m/sec
- C = coefficient of flow
- d = inside diameter of pipe in m
- I = hydraulic gradient
- Q = flow in m<sup>3</sup>/sec
- l = extended length of pipe in m
- h = friction loss of head in m
- R = diameter depth =  $\frac{\text{cross sectional area of pipe}}{\text{peripheral length of liquid at cross section of pipeline}}$  (m)

2) Consumption at firing

$$\left[ \begin{array}{c} \text{Estimated maximum consumption} \\ \text{per day} \end{array} \right] + \left[ \text{fire demand} \right]$$

3) Minimum hydrodynamic pressure of distributing piping.

Standard hydrodynamic pressure is normally  $1.5 \text{ Kg/cm}^2$  or higher and must not become negative at firing.

4) Arrangement of piping.

- (a) Draw plane figures for projected service areas and determine water conveyance system whether it is to be gravity flow or pumping system.
- (b) After considering the degree of scattering in the areas served and differences in ground altitude, decide either network or tree system piping and draw estimated pipelines.
- (c) Make a skeleton drawing based on the intended pipelines and make calculations after marking the ground altitude, distance among sections and position of the existing lines, if any, of the major points.
- (d) At this time, it is recommended to determine the type of pipe and temporary pipe size.

3. Hydraulic formulas

- (1) Formulas for mean velocity of flow (Formulas for friction loss of head).

Weston formula is recommended to be used for service pipes upto 63mm in nominal size, and Hazen & Williams formula for distributing pipe.

1) Weston Formula

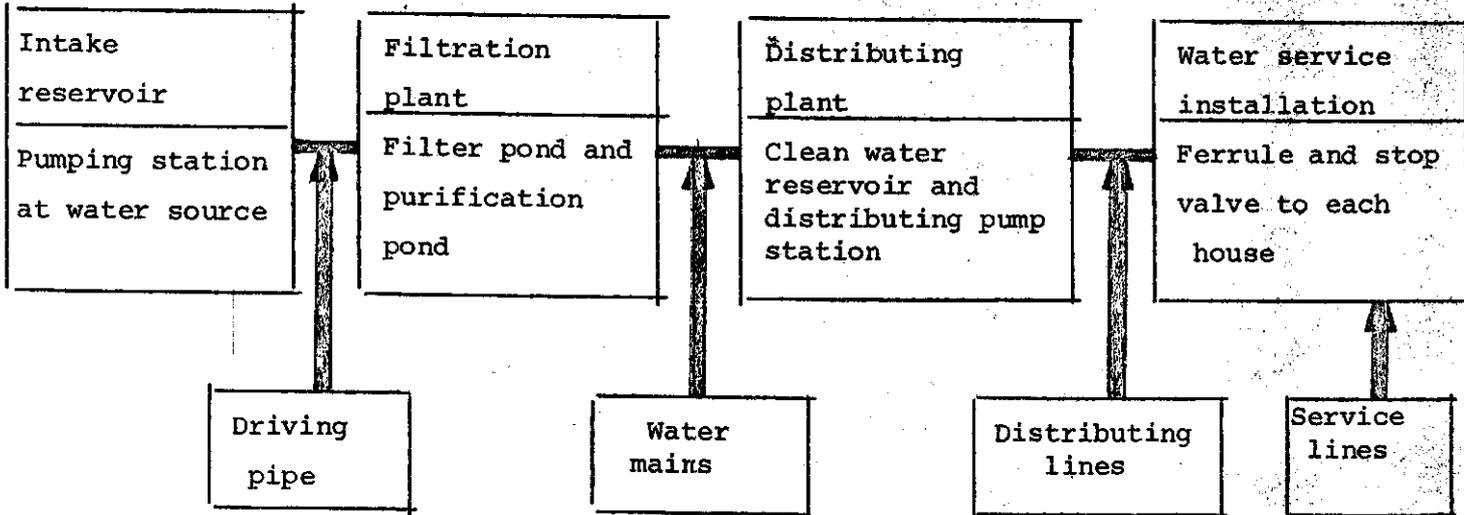
$$h = \left( 0.0126 + \frac{0.01739 - 0.1087d}{\sqrt{V}} \right) \frac{1}{d} \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (9)$$

- Where,  $h$  = friction loss of head in m  
 $V$  = mean velocity of flow in m/sec  
 $l$  = extended length of pipe in m.  
 $g$  = gravity acceleration ( $9.8 \text{ m/sec}^2$ )  
 $d$  = inside diameter of pipe in m.

CHAPTER III HYDRAULIC DESIGN

1. System of cold water services

Pipelines used for cold water service systems are roughly divided as follows.



Cold water services imply general systems that supply potable water to man through pipes and other works.

They are generally divided into the following classifications depending on the population served (estimated population served)

Cold water services		Private cold water services
Cold water services	Community cold water services	
Non specific people of more than 5001 of population served	Non specific people upto 5000 of population served	Specific people of more than 101

2. Basic planning of distribution piping

Distribution piping is designed based on the following data.

(1) Estimated maximum water consumption per day.

$$\left( \begin{array}{l} \text{Estimated maximum} \\ \text{consumption per} \\ \text{day per man} \end{array} \right) \times \left( \begin{array}{l} \text{Estimated population} \\ \text{served (estimated number of houses} \times \text{average people)} \\ \text{per house} \end{array} \right)$$

(2) Estimated water supply

1) Normal water consumption

$$\left( \begin{array}{l} \text{Estimated maximum} \\ \text{hourly consumption} \end{array} \right) \times \frac{\left( \begin{array}{l} \text{Estimated maximum} \\ \text{water consumption per day} \end{array} \right)}{24} \times \left\{ \begin{array}{l} 1.3 \text{ (large industrial)} \\ \text{cities} \\ 1.5 \text{ (medium cities)} \\ 2.0 \text{ (small cities and} \\ \text{special areas)} \end{array} \right.$$

TABLE 15. STRESSES GENERATED BY TOTAL EARTH LOADS  
(Kg/cm<sup>2</sup>) ( AT DISPERSION ANGLE OF 45° AND  
BEARING ANGLE OF 90°)

Nominal size	Depth of cover (cm)	Stress (Kg/cm <sup>2</sup> )									
		60	70	80	90	100	120	150	200		
63	Dead load (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360		
	Live load (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237	0.167	0.100		
75	Pipe top	40.5	36.0	33.0	31.2	30.0	29.0	29.8	33.6		
	Pipe bottom	16.0	17.1	18.3	19.7	21.4	24.6	29.8	38.8		
90	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0		
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2		
110	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.8	29.6	33.4		
	Pipe bottom	16.0	16.9	18.2	19.6	21.2	24.4	29.6	38.5		
125	Pipe top	39.5	35.2	32.3	30.5	29.3	28.3	29.1	32.8		
	Pipe bottom	15.7	16.7	19.0	19.3	20.8	24.0	29.1	37.9		
140	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0		
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2		
160	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.6	33.3		
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.1	24.3	29.5	38.4		
180	Pipe top	39.7	35.2	32.4	30.5	29.4	28.5	29.2	32.9		
	Pipe bottom	15.7	16.8	18.0	19.4	20.9	24.1	29.2	38.0		
200	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.8	29.6	33.4		
	Pipe bottom	16.0	16.9	18.2	19.6	21.2	24.4	29.6	38.5		
225	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0		
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2		
250	Pipe top	39.8	35.4	32.6	30.7	29.5	28.6	29.4	33.0		
	Pipe bottom	15.8	16.8	18.1	19.5	21.0	24.2	29.3	38.2		
280	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.6	33.3		
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.1	24.3	29.5	38.4		
315	Pipe top	40.5	36.0	33.0	31.2	30.0	29.0	29.8	33.6		
	Pipe bottom	16.0	17.1	18.3	19.7	21.4	24.6	29.8	38.8		
355	Pipe top	40.1	35.6	32.7	30.8	29.6	28.8	29.5	33.3		
	Pipe bottom	15.9	16.9	18.2	19.6	21.0	24.3	29.5	38.4		
400	Pipe top	40.2	35.7	32.9	31.0	29.8	28.9	29.6	33.4		
	Pipe bottom	16.0	17.0	18.3	19.7	21.2	24.4	29.6	38.6		



TABLE 14 STRESSES GENERATED BY WHEEL LOADS  
(LIVE LOADS) (AT DISPERSION ANGLE OF 45°  
AND BEARING ANGLE OF 90° )

Nominal size	Depth of cover (cm) H	Live Load (kg/cm <sup>2</sup> ) Wt	60	70	80	90	100	120	150	200
			63	Pipe top Pipe bottom	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237
75	Pipe top	31.9	26.0	21.6	18.3	15.7	11.9	8.4	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.8	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7	
90	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
110	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7	
125	Pipe top	31.1	25.4	21.1	17.9	15.3	11.6	8.2	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
140	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
160	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
180	Pipe top	31.3	25.4	21.2	17.9	15.4	11.7	8.2	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
200	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7	
225	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
250	Pipe top	31.4	25.6	21.3	18.0	15.4	11.7	8.3	4.9	
	Pipe bottom	4.5	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
280	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
315	Pipe top	31.9	26.0	21.6	18.3	15.7	11.9	8.4	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.8	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7	
355	Pipe top	31.6	25.7	21.4	18.1	15.5	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.2	1.7	1.2	0.7	
400	Pipe top	31.7	25.8	21.5	18.2	15.6	11.8	8.3	5.0	
	Pipe bottom	4.6	3.7	3.1	2.6	2.3	1.7	1.2	0.7	

Note: Calculation has been made for pipes in group 10.

TABLE 13 STRESSES GENERATED BY BACKFILL LOADS  
(DEAD LOADS) (Kg/cm<sup>2</sup>) (AT BEARING ANGLE OF 90°)

Nominal size	Depth of cover (cm)		60	70	80	90	100	120	150	200
	H	W								
63	Dead load We (Kg/cm <sup>2</sup> )		0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360
	Pipe top		8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	17.1	21.4	28.6
75	Pipe bottom		11.4	13.3	15.2	17.1	19.1	22.9	28.6	38.1
	Pipe top		8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
90	Pipe bottom		11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
	Pipe top		8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.0	21.3	28.4
110	Pipe bottom		11.4	13.2	15.1	17.0	18.9	22.7	28.4	37.8
	Pipe top		8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	16.7	20.9	27.9
125	Pipe bottom		11.2	13.0	14.9	16.7	18.6	22.3	27.9	37.2
	Pipe top		8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
140	Pipe bottom		11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
	Pipe top		8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.3	28.3
160	Pipe bottom		11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	22.6	28.3	37.7
	Pipe top		8.4	9.8	11.2	12.6	14.0	16.8	21.0	28.0
180	Pipe bottom		11.2	13.1	14.9	16.8	18.7	22.4	28.0	37.3
	Pipe top		8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.0	21.3	28.4
200	Pipe bottom		11.4	13.2	15.1	17.0	18.9	22.7	28.4	37.8
	Pipe top		8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
225	Pipe bottom		11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
	Pipe top		8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
250	Pipe bottom		11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
	Pipe top		8.4	9.8	11.3	12.7	14.1	16.9	21.1	28.1
280	Pipe bottom		11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	22.5	28.1	37.5
	Pipe top		8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.3	28.3
315	Pipe bottom		11.3	13.2	15.1	17.0	18.9	22.6	28.3	37.7
	Pipe top		8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	17.1	21.4	28.6
355	Pipe bottom		11.4	13.3	15.2	17.1	19.1	22.9	28.6	38.1
	Pipe top		8.5	9.9	11.3	12.7	14.1	17.0	21.2	28.3
400	Pipe bottom		11.3	13.2	15.1	17.0	18.8	22.6	28.3	37.7
	Pipe top		8.5	9.9	11.4	12.8	14.2	17.1	21.3	28.4
	Pipe bottom		11.4	13.3	15.2	17.1	18.9	22.7	28.4	37.9

Note : Calculation has been made for pipes in group 10.

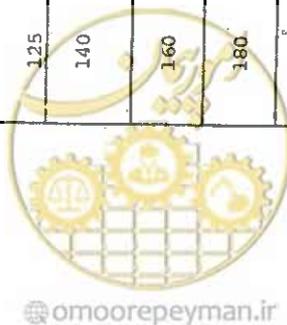


TABLE 12 DEFLECTION  $\delta$  (CM) BY EARTH LOADS  
(AT DISPERSION ANGLE OF 45° AND BEARING ANGLE 90°)

Nominal size	Depth of cover H (cm)	60	70	80	90	100	120	150	200
	Dead load $W_d$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.108	0.126	0.144	0.162	0.180	0.216	0.270	0.360
	Live load $W_l$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.635	0.517	0.430	0.364	0.312	0.237	0.167	0.100
63	Deflection by dead load $\delta_d$	0.012	0.014	0.016	0.018	0.019	0.023	0.029	0.039
	Deflection by live load $\delta_l$	0.025	0.020	0.017	0.014	0.012	0.009	0.006	0.004
	Deflection by total loads $\delta$	0.037	0.034	0.033	0.032	0.031	0.032	0.035	0.043
	Rate of deformation (%)	0.59	0.54	0.52	0.51	0.49	0.51	0.56	0.60
75	Deflection by dead load $\delta_d$	0.014	0.016	0.018	0.020	0.023	0.027	0.034	0.045
	Deflection by live load $\delta_l$	0.028	0.023	0.019	0.016	0.014	0.011	0.007	0.004
	Deflection by total loads $\delta$	0.042	0.039	0.037	0.036	0.037	0.038	0.041	0.049
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.49	0.48	0.49	0.51	0.55	0.65
90	Deflection by dead load $\delta_d$	0.017	0.019	0.022	0.025	0.028	0.033	0.041	0.055
	Deflection by live load $\delta_l$	0.035	0.028	0.023	0.020	0.017	0.013	0.009	0.005
	Deflection by total loads $\delta$	0.052	0.047	0.045	0.045	0.045	0.046	0.050	0.060
	Rate of deformation (%)	0.58	0.52	0.50	0.50	0.50	0.51	0.56	0.67
110	Deflection by dead load $\delta_d$	0.020	0.023	0.026	0.030	0.033	0.039	0.049	0.066
	Deflection by live load $\delta_l$	0.041	0.034	0.028	0.024	0.020	0.015	0.011	0.007
	Deflection by total loads $\delta$	0.061	0.057	0.054	0.054	0.053	0.054	0.060	0.073
	Rate of deformation (%)	0.55	0.52	0.49	0.49	0.48	0.49	0.55	0.66
125	Deflection by dead load $\delta_d$	0.023	0.026	0.030	0.034	0.038	0.045	0.057	0.075
	Deflection by live load $\delta_l$	0.047	0.039	0.032	0.027	0.023	0.018	0.012	0.007
	Deflection by total loads $\delta$	0.070	0.065	0.062	0.061	0.061	0.063	0.069	0.082
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
140	Deflection by dead load $\delta_d$	0.026	0.030	0.034	0.038	0.043	0.051	0.064	0.085
	Deflection by live load $\delta_l$	0.054	0.044	0.036	0.031	0.026	0.020	0.014	0.008
	Deflection by total loads $\delta$	0.080	0.074	0.070	0.069	0.069	0.071	0.078	0.093
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.50	0.49	0.49	0.51	0.56	0.66
160	Deflection by dead load $\delta_d$	0.029	0.034	0.038	0.043	0.048	0.057	0.072	0.096
	Deflection by live load $\delta_l$	0.060	0.049	0.041	0.035	0.030	0.023	0.016	0.010
	Deflection by total loads $\delta$	0.089	0.083	0.079	0.078	0.078	0.080	0.088	0.106
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.49	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
180	Deflection by dead load $\delta_d$	0.033	0.039	0.044	0.050	0.055	0.066	0.083	0.110
	Deflection by live load $\delta_l$	0.069	0.056	0.047	0.040	0.034	0.026	0.018	0.011
	Deflection by total loads $\delta$	0.102	0.095	0.091	0.090	0.089	0.092	0.101	0.121
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.49	0.51	0.56	0.67
200	Deflection by dead load $\delta_d$	0.036	0.042	0.048	0.054	0.060	0.072	0.090	0.121
	Deflection by live load $\delta_l$	0.076	0.062	0.051	0.044	0.037	0.028	0.020	0.012
	Deflection by total loads $\delta$	0.112	0.104	0.099	0.098	0.097	0.100	0.110	0.133
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.67
225	Deflection by dead load $\delta_d$	0.041	0.048	0.054	0.061	0.068	0.081	0.102	0.136
	Deflection by live load $\delta_l$	0.085	0.070	0.058	0.049	0.042	0.032	0.022	0.013
	Deflection by total loads $\delta$	0.126	0.118	0.112	0.110	0.110	0.113	0.124	0.149
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
250	Deflection by dead load $\delta_d$	0.045	0.053	0.060	0.068	0.075	0.090	0.113	0.151
	Deflection by live load $\delta_l$	0.095	0.077	0.064	0.054	0.047	0.035	0.025	0.015
	Deflection by total loads $\delta$	0.140	0.130	0.124	0.122	0.122	0.125	0.138	0.166
	Rate of deformation (%)	0.56	0.52	0.50	0.49	0.49	0.50	0.55	0.66
280	Deflection by dead load $\delta_d$	0.051	0.060	0.068	0.077	0.085	0.102	0.128	0.170
	Deflection by live load $\delta_l$	0.107	0.087	0.073	0.062	0.053	0.040	0.028	0.017
	Deflection by total loads $\delta$	0.158	0.147	0.141	0.139	0.138	0.142	0.156	0.187
	Rate of deformation (%)	0.56	0.53	0.50	0.50	0.49	0.51	0.56	0.67
315	Deflection by dead load $\delta_d$	0.058	0.068	0.078	0.088	0.097	0.117	0.146	0.195
	Deflection by live load $\delta_l$	0.123	0.100	0.083	0.070	0.060	0.046	0.032	0.019
	Deflection by total loads $\delta$	0.181	0.168	0.161	0.158	0.157	0.163	0.178	0.214
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.52	0.57	0.68
355	Deflection by dead load $\delta_d$	0.065	0.075	0.086	0.097	0.108	0.129	0.162	0.216
	Deflection by live load $\delta_l$	0.136	0.111	0.092	0.078	0.067	0.051	0.036	0.021
	Deflection by total loads $\delta$	0.201	0.186	0.178	0.175	0.175	0.180	0.198	0.237
	Rate of deformation (%)	0.57	0.52	0.50	0.49	0.49	0.51	0.56	0.67
400	Deflection by dead load $\delta_d$	0.074	0.086	0.098	0.110	0.123	0.147	0.184	0.245
	Deflection by live load $\delta_l$	0.154	0.126	0.105	0.089	0.076	0.058	0.041	0.024
	Deflection by total loads $\delta$	0.228	0.212	0.203	0.199	0.199	0.205	0.225	0.269
	Rate of deformation (%)	0.57	0.53	0.51	0.50	0.50	0.51	0.56	0.67

Note. Calculation has been made for pipes in group III.

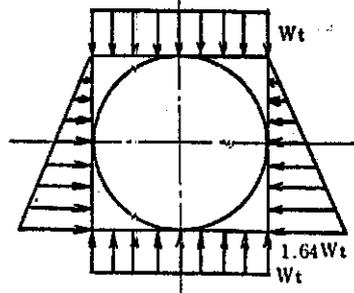
The largest bending moment by backfill is produced at the pipe bottom, but the largest bending moment by wheel loads is produced on the pipe top. The overall maximum bending moment is therefore either at the pipe top or the bottom depending on burying depths.

(4) Strength and safety of PVC pipe.

Tables 12-15 show the deflections and stresses to be generated in pipe when two 20-ton trucks pass simultaneously over the buried pipe, calculated from the foregoing formula. The data reveals sufficient safety of the PVC pipe against deflections and stresses generated (rate of deflection below 5% and bending stress below  $225 \text{ Kg/cm}^2$ ). Although the PVC pipe has a bending strength of  $900 \text{ kg/cm}^2$ , its allowable bending strength is defined to be  $225 \text{ kg/cm}^2$  by taking a safety factor of 4 to allow for long term service and burying conditions.



Fig 6. EARTH LOAD DISTRIBUTION BY WHEEL LOADS



3) Total deflection

$$\delta = \delta_e + \delta_t \quad (7)$$

Establishment of the limit for total deflection  $\delta$  is difficult with flexible pipe like PVC pipe. However, 5% of the outside diameter of the pipe was determined as design value by taking reduced cross section of flow, ground subsidence and joint strength into general account.

(3) Generating stresses

$$\sigma = \frac{6(K_e W_e + K_t W_t) R^2}{t^2} \quad (8)$$

- Where,  $\sigma$  = bending stress generating in pipe in  $\text{Kg/cm}^2$   
 $W_e$  = backfill load in  $\text{Kg/cm}^2$   
 $W_t$  = wheel load in  $\text{Kg/cm}^2$   
 $R$  = radius of pipe in cm  
 $t$  = wall thickness of pipe in cm  
 $K_e$  = coefficient of bending moment by backfill load  
 ( $2\theta = 90^\circ$  is taken for standard backfill conditions)  
 $K_t$  = coefficient of bending moment by wheel load  
 ( 0.076 for pipe top)  
 ( 0.011 for pipe bottom)

TABLE 11 VALUE OF  $K_e$

Position	2 $\theta$	60°	90°	120°
Pipe top		0.132	0.120	0.108
Pipe bottom		0.223	0.160	0.122

(2) Deflections of pipe

The amount of pipe deflection depends on how earth loads act upon the pipe. Since the distribution of the earth loads acting upon the pipe varies with the condition of the earth and the types of loads, the distribution shown in Fig. 5 and 6 are presumed here.

1) Deflection by backfill load

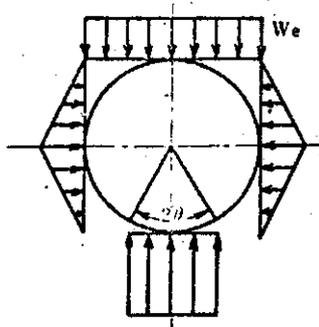
$$\delta_e = K \cdot \frac{W_e R^4}{E I} \quad (5)$$

- Where,  $\delta_e$  = vertical deflection in cm.  
 $W_e$  = earth load of backfill in Kg/cm<sup>2</sup>  
 $R$  = radius of pipe in cm  
 $E$  = Young's modulus of pipe in Kg/cm<sup>2</sup>  
 $I$  = moment of inertia in cm<sup>4</sup> ( $I = \frac{t^3}{12}$ )  
 $K$  = coefficient determined by support angle  $2\theta$   
 ( $2\theta = 90^\circ$  is taken in standard burying conditions)

TABLE 10 VALUE OF K

Support angle $2\theta$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$
Coefficient K	0.100	0.084	0.070

Fig. 5 EARTH LOAD DISTRIBUTION BY BACKFILL LOAD



2) Deflection by wheel load

$$\delta_t = 0.03 \frac{W_t R^4}{E I} \quad (6)$$

- Where,  $\delta_t$  = vertical deflection in cm  
 $W_t$  = wheel load in Kg/cm<sup>2</sup>  
 $R$  = radius of pipe in cm  
 $E$  = Young's modulus of pipe in Kg/cm<sup>2</sup>  
 $I$  = moment of inertia in cm<sup>4</sup> ( $I = \frac{t^3}{12}$ )

2) Wheel load (live load)

Kögler formula

$$W_t = \frac{2P (1 + i)}{(20 + 2H \tan\theta) (150 + 2H \tan\theta)} \quad (4)$$

Where,  $W_t$  = wheel load in  $\text{Kg/cm}^2$

$P$  = load per wheel in  $\text{Kg}$  (8000  $\text{Kg}$  for 20 Ton-truck)

$H$  = depth of cover in  $\text{cm}$

$\theta$  = stress distribution angle in deg. (where  $\theta=45^\circ$ )

$i$  = coefficient of impact

$i = 0.5$  at  $H \leq 150$   $\text{cm}$

$i = 0.65 - 0.001H$  at  $H = 150 - 200$   $\text{cm}$ .

The application range of this formula is up to depth of cover  $H = 200$   $\text{cm}$  and is based on wheel to wheel distance of two parallel running vehicles of 100  $\text{cm}$  (Fig 4). For deeper depths, the effect of three and four wheels must be considered.

Fig 3 EARTH LOAD

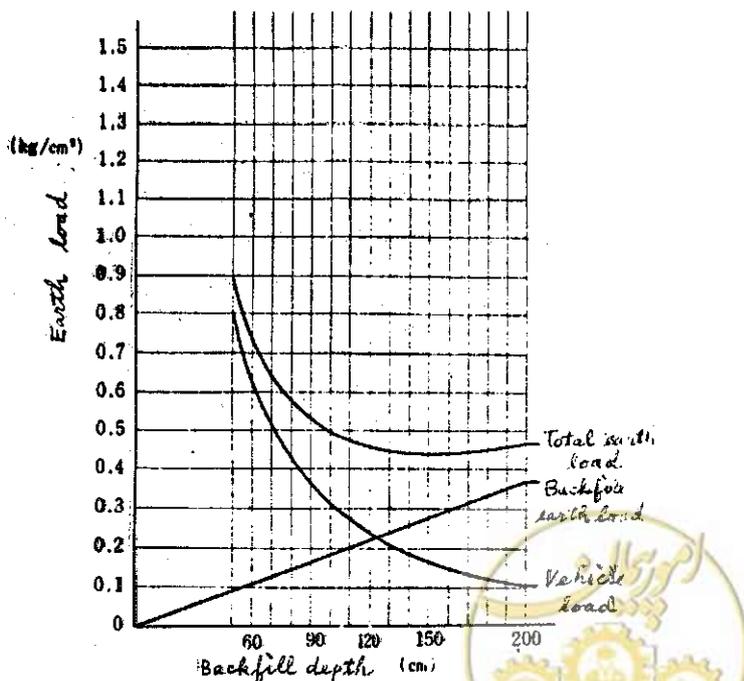
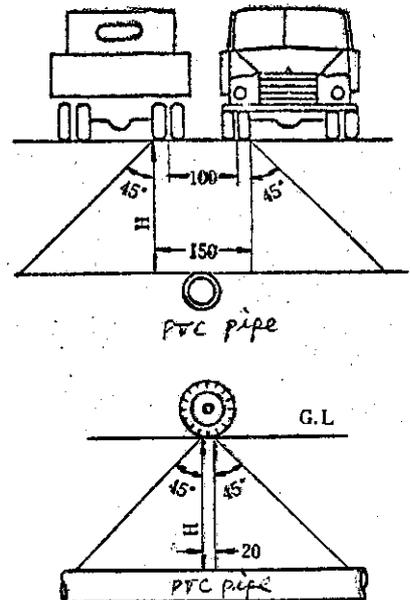


Fig 4 DISTRIBUTION OF WHEEL LOADS



### 3. Burying strength of PVC Pipe

#### (1) Earth loads

The earth loads acting upon the pipe buried underground are roughly divided into the following classifications:

- (a) backfill load (dead load)
- (b) wheel load (live load)
- (c) weight of water and pipe (weight of PVC pipe can be disregarded as it is a small-diameter pipe.)

These earth loads involve considerable complexity as they vary with the nature of soil and sand, the consolidation of earth, the types of trench, back filling conditions, the weight of vehicles, the condition of road surfaces, and other factors. For a long time, the earth loads on a buried pipe have been the subject of repeated tests and experiments in the U.S. and Europe. In Japan as well, appreciable results of experiments were obtained, which have led to the announcement of various formulas for earth loads.

Since earth loads vary considerably with various conditions as mentioned above, it is extremely difficult to adopt an optimum formula to meet required conditions, from many formulas. Here, one of the generally recognized formulas suitable for use is employed.

#### 1) Backfill load (Static load)

Vertical formula

$$W_e = \gamma H \quad (3)$$

where,  $W_e$  = vertical earth load in  $\text{Kg/cm}^2$

$\gamma$  = unit weight of earth in  $\text{Kg/cm}^3$  (See Table 9).

$H$  = depth of cover in cm.

Application range of this formula is upto depth of cover

$H = 200$  cm. For deeper covers, Marston formula is used.

TABLE 9 UNIT WEIGHT OF EARTH ( $\gamma$ )

Nature of earth	Weight ( $\text{Kg/cm}^3$ )	Nature of earth	Weight ( $\text{Kg/cm}^3$ )	Nature of earth	Weight ( $\text{Kg/cm}^3$ )
Dry sand	0.00160	Dry clay	0.00177	Dry earth	0.00128
Moist sand	0.00176	Moist caly	0.00193	Moist earth	0.00144
Wet sand	0.00193	Wet caly	0.00209	Wet earth	0.00177

Where, P max = Short time burst pressure in Kg/Cm<sup>2</sup>  
 $\sigma_T$  = Short time tensile strength in Kg/Cm<sup>2</sup>  
 (500 Kg/Cm<sup>2</sup> at temperatures below 25°C)  
 t = Wall thickness of pipe in mm  
 D = Mean outside diameter in mm

calculations of the burst pressures by the above formula gives Table 8.

TABLE 8 CALCULATED BURST PRESSURES (AT NORMAL TEMPERATURE) OF PVC PIPE

Nominal size	Short time burst pressure Kg/Cm <sup>2</sup>		
	Group 6	Group 10	Group 16
16			103
20			81
25			82
32		60	81
40		53	81
50	37	50	82
63	31	50	81
75	30	50	81
90	31	50	80
110	31	51	81
125	31	50	80
140	30	50	80
160	30	51	80
180	30	50	80
200	30	50	80
225	30	50	80
250	30	50	80
280	30	50	
315	30	50	
355	30	50	
400	30	50	

Note; The burst pressures shown are calculated for reference purpose only based on standard outside diameter and minimum wall thickness of pipe. In practice, they vary within the tolerance range of the wall thicknesses and outside diameters of the pipe.

## 2. Hydrostatic strength of PVC pipe

### (1) Wall thickness calculation formula

The wall thickness of the pipe has been calculated from the formula which takes into account the maximum allowable hoop stress of the material and the nominal pressure and diameter of the pipes,

$$t = \frac{P \cdot D_e}{2S + P} \quad \text{----- (1)}$$

Where  $t$  = Wall thickness (mm)  
 $D_e$  = Mean outside diameter (mm)  
 $P$  = Nominal pressure (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $S$  = Maximum allowable hoop stress (kg/cm<sup>2</sup>)

#### [comment 1] Maximum allowable hoop stress

The ISO (International Standard Organization) has obtained long-time strength from the results of long-time internal pressure test for more than 1000 hours and has set a stress, from the results of their test, that can be guaranteed to keep the pipe free from failure for 50 years by giving an allowance of 1/2 to 1/2.5 to the short-term tensile strength.

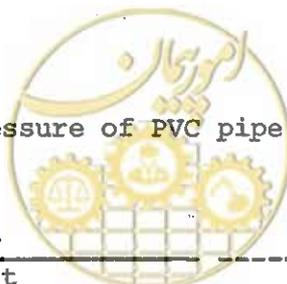
They have set out that the maximum allowable hoop stress of a PVC pipe is that stress plus an allowance for 2.0~2.5 of safety factor for use. In Iranian standard, the value of the maximum allowable hoop stress has been taken as 100 kg/cm<sup>2</sup> at 20°C.

[Comment 2] Water hammer varies greatly with the Young's modulus of pipe at the same size and velocity of flow. Calculation by Allievi formula in quick closing of valve indicates that the water hammer in PVC pipe is only about 1/3 of steel and cast iron pipe and about 1/2.5 of asbestos-cement pipe.

### (2) Burst pressure

The short-time burst pressure of PVC pipe can be computed as follows;

$$P_{\max} = \frac{2 \sigma_T}{D - t} \quad \text{----- (2)}$$

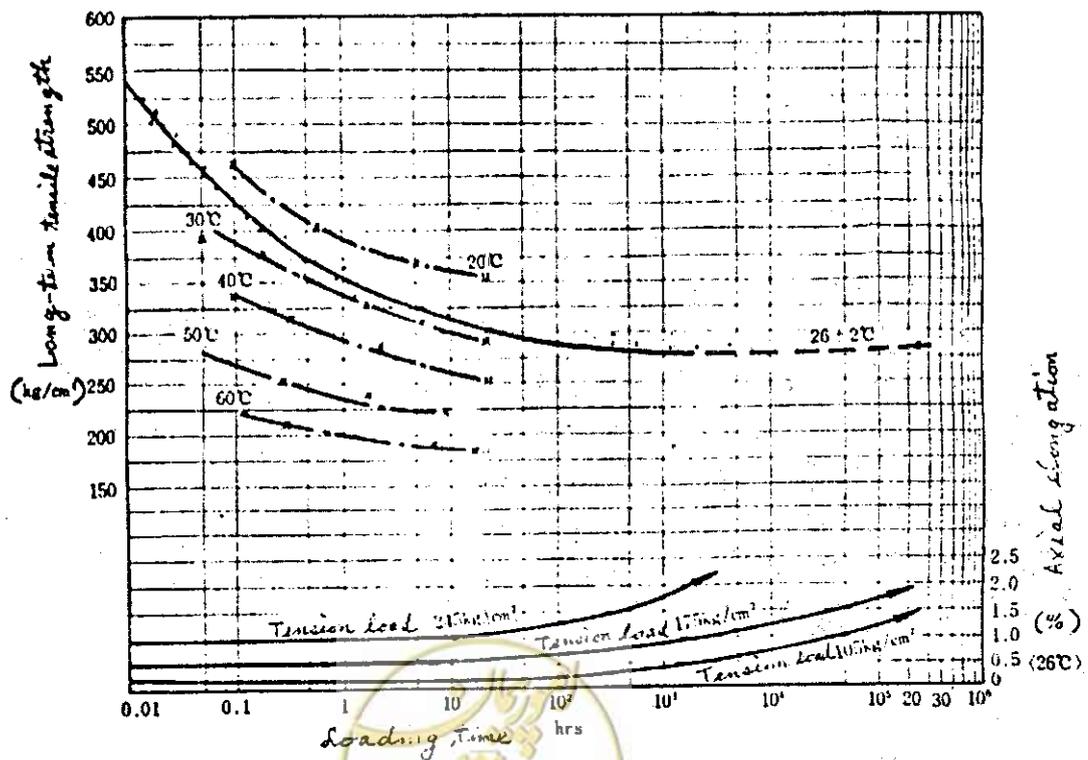


(3) Time-dependent changes of tensile strength and elongation  
The relationships between the long-term tensile strength and elongation of PVC pipe are graphed in Fig. 2. The data shows the time measured to failure of the PVC pipe which is subjected to various tensile stresses at a prefixed rate.

They reveal that failure does not occur at stresses below one half the short time strength. In plastics, the stress under which the equilibrium is reached, is called limit of sustained durability.

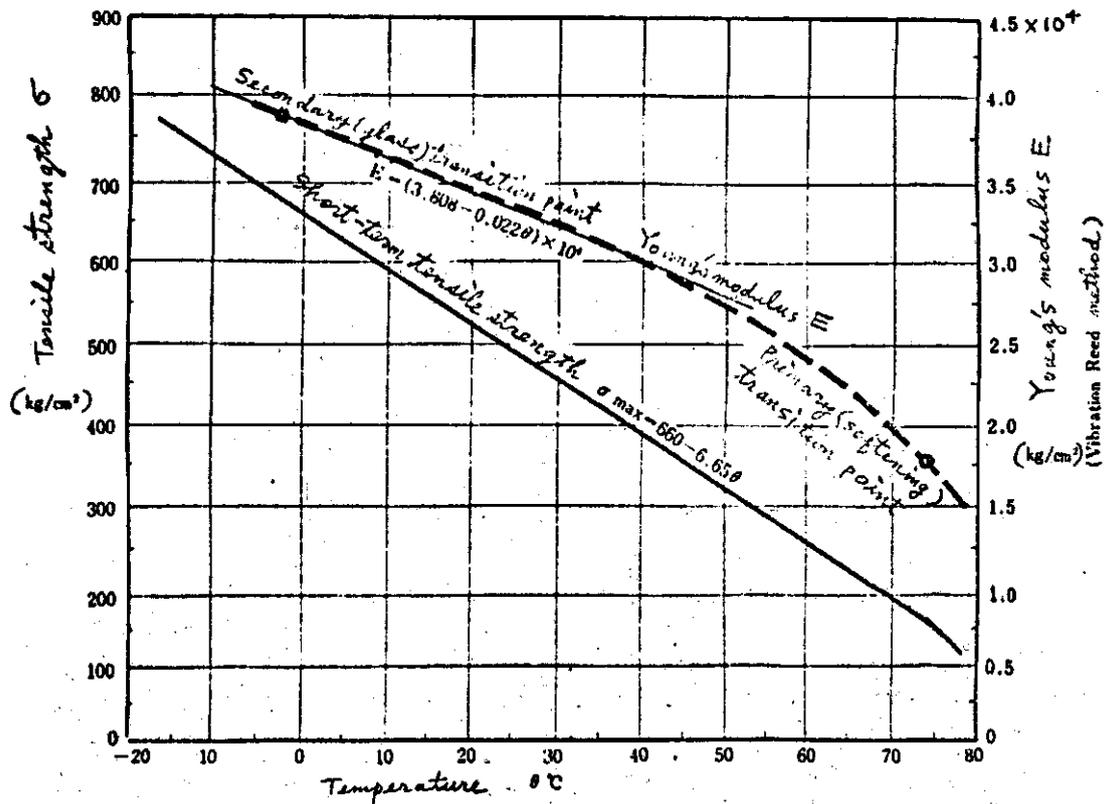
Elongation, on the other hand, tends to increase as time passes by.

Fig.2. LONG-TERM TENSILE STRENGTH AND ELONGATION.



(2) Temperature versus modulus of elasticity and tensile strength  
The modulus of elasticity and tensile strength of PVC Pipe vary with temperature. This is illustrated in Fig. 1. Since PVC pipe is thermoplastic, its mechanical strength changes as temperature varies. The strength tends to decrease as the temperature increases.

Fig. 1 DEPENDENCY OF MODULUS OF ELASTICITY AND TENSILE STRENGTH ON TEMPERATURE



CHAPTER II FUNDAMENTALS

1. General properties of PVC Pipe

(1) Basic properties

Basic properties of PVC pipe are given in Table 7.

TABLE 7 PROPERTIES OF PVC PIPE

( $\theta$  ; temperature at  $\sigma_c$ )

Tests	Symbol	Unit	Value at 20°C	Remarks
Specific gravity	$\gamma$	—	1.38 - 1.45	Temperature variations are negligible
Hardness Shore D Rockwell R		—	70 - 90 110 - 120	Equivalent to aluminum
Water absorption		mg/cm <sup>2</sup>	1.05	Indicate saturation value (after about 3 months) 0.15 in 7 days
Flammability			Self-extinguishing	Burns near flame but self extinguishing when the flame is moved away.
Weather resistance			Color fading but without degradation in strength	Tensile strength slightly increases but elongation decreases.
Short-term tensile strength	$\sigma_T \text{ max}$	Kg/cm <sup>2</sup>	530	$\sigma_T \text{ max.} = 660 - 6.65\theta$ (same in circumferential direction) where $\theta = -20 - 60^\circ\text{C}$ $\sigma_T = 0.5 \sigma_T \text{ max} = 330 - 3.32\theta$ Where $\theta = -20 - 40^\circ\text{C}$
Long-term tensile strength	$\sigma_T$	Kg/cm <sup>2</sup>	270	
Elongation at rupture by short time tension	$\epsilon_T$	%	100 - 150	
Young's modulus (vibration method)	E	Kg/cm <sup>2</sup>	$3.41 \times 10^4$	$E = (3.808 - 0.022\theta) \times 10^4$ $\nu = 2.76\theta - 0.014\theta$ Where $\theta = -10 - 50^\circ\text{C}$ Where $\theta = 0 - 80^\circ\text{C}$
Poisson's ratio	$\nu$	—	2.7	
Bending strength	$\sigma_B \text{ max}$	Kg/cm <sup>2</sup>	900 - 1100	
Shearing strength	$\sigma_g \text{ max}$	Kg/cm <sup>2</sup>	650	
Change by temperature	Secondary (glass) transition point	°C	-5 - +5	Segment is frozen and shows brittleness.
	Primary transition (softening point)	°C	75 - 80	When subjected to these heats, segment causes thermal vibration and shows marked softening.
	Fabricating temperature	°C	110 - 140	Temperature suitable for fabricating through deformation.
	Welding temperature	°C	180 - 185	Becomes slightly viscous and colour into brown.
	Moulding temperature	°C	190 - 200	Becomes pastelike to collapse pipe shape. Suitable for moulding.
	Decomposition temperature	°C	205 - 210	Scorching by carbonization and dehydrochlorination. At further higher temperatures, the pipe closes.
Specific heat	C	Kcal/Kg °C	0.20 - 0.28	Average specific heat of 0-100°C. Mode 0.24 Average thermal conductivity of 0 - 100°C Mode 0.13 $\alpha = (5.8 + 0.024\theta) \times 10^{-5}$ Where $\theta = 0 - 60^\circ\text{C}$ High electric insulator and nonmagnetizing.
Thermal conductivity	$\lambda$	Kcal/m.h. °C	0.12 - 0.14	
Coefficient of linear expansion	$\alpha$	/°C	$6 - 7 \times 10^{-5}$	
Specific volume resistivity		$\Omega \cdot \text{cm}$	$3 - 5 \times 10^{15}$	
Dielectric strength		KV/mm	23 - 28	



(4) Kinds of sealing ring type fittings

TABLE 6 KINDS OF SEALING RING TYPE FITTINGS

Nominal size	Fittings							
	Single socket	Double socket	Bend				Socket for connecting with Asbestos cement pipe	Socket for connecting with Cast Iron pipe
			90°	45°	22 1/2°	11 1/4°		
16								
20								
25								
32								
40								
50								
63								
75	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
90	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
110	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
125	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
140	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
160	A, B	A, B	B	B	B	B	B	B
180	B	B	B	B	B	B	B	B
200	B	B	B	B	B	B	B	B
225	B	B	B	B	B	B	B	B
250	B	B	B	B	B	B	B	B
280	B	B	B	B	B	B	B	B
315	B	B	B	B	B	B	B	B
355	B	B	B	B	B	B	B	B
400	B	B	B	B	B	B	B	B

(3) Kinds of tapered socket type fittings

TABLE 5 KINDS OF TAPERED SOCKET TYPE FITTINGS

Nominal size	Socket	Fittings										Socket for connecting with Asbestos cement pipe	Socket for connecting with Cast Iron pipe					
		Elbow		Tee	Cap	Bend				Socket for connecting with Asbestos cement pipe	Socket for connecting with Cast Iron pipe							
		90°	45°			90°	45°	22 1/2°	11 1/4°									
16	A	A	A	A	A													
20	A	A	A	A	A													
25	A	A	A	A	A													
32	A	A	A	A	A													
40	A	A	A	A	A													
50	A	A	A	A	A													
63	A	A	A	A	A													
75	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
98	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
110	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
125	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
140	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
160	A, B	A	A	A	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
180	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
200	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
225	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
250	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
280	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
315	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
355	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
400	B					B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Note : B is a symbol to denote fittings formed from pipe.



(1) Kinds of tapered socket type fittings for faucets

TABLE 3 KINDS OF TAPERED SOCKET TYPE FITTINGS FOR FAUCETS

Nominal size	Fittings		
	Faucet Socket	Faucet Elbow	Faucet Tee
16	A	A	A
20	A	A	A
25	A	A	A
32	A	A	A

Note; A is a symbol to denote injection moulded fittings

(2) Kinds of fittings for equipment

TABLE 4 KINDS OF FITTINGS FOR EQUIPMENT

Nominal Size	Fittings		
	Valve socket	Union and socket for union	Elastic joint
16	A	A	A
20	A	A	A
25	A	A	A
32	A	A	A
40	A	A	A
50	A	A	A
63	A	A	A

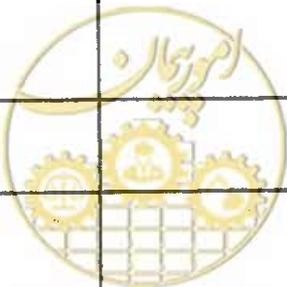


2. Kinds of fittings for cold water services

Fittings for cold water services are available in the types shown in Table 2.

TABLE 2 KINDS OF FITTINGS

Classification by material	Classification by method of manufacture	Type of fittings	Name of fittings
Unplasticized PVC	Injection moulded	Tapered socket type fittings	Socket 90° Elbow 45° Elbow Tee Cap Faucet Socket, Elbow, Tee Valve Socket Socket for union Reducer Bushing
		Elastic Sealing ring type fittings	Single socket Double socket Elastic joint
	Formed from pipe	Tapered socket type fittings	90° Bend 45° Bend 22 1/2° Bend 11 1/4° Bend Socket Socket for connecting with Asbestos cement pipe, Socket for connecting with Cast Iron pipe
		Elastic sealing ring type fittings	Single socket Double socket 90° Bend 45° Bend 22 1/2° Bend 11 1/4° Bend Socket for connecting with Asbestos cement pipe, Socket for connecting with Cast Iron pipe
	Bronze castings	castings	Union
	Normal cast iron	castings	



CHAPTER I SPECIFICATIONS

1. Kinds of PVC pipes for cold water services

Pipes for cold water services are classified in three groups depending on their nominal pressures, and the outside diameters, wall thicknesses, lengths and their tolerances are specified as follows.

TABLE 1 PIPE DIMENSIONS

Nominal size	Outside diameter			Wall thickness				Length	Tolerances on length
	Outside diameter	Tolerances		Group 10		Group 16			
		For mean outside diameter	For maximum and minimum (on ovality)	Wall thickness	Tolerances	Wall thickness	Tolerances		
16	±0.15	±0.25				1.5	+0.4	6000	+20
20	"	"				1.5	"	"	"
25	"	"				1.9	"	"	"
32	"	"				2.4	+0.5	"	"
40	"	"				3.0	"	"	"
50	"	±0.30	1.8	+0.4	2.4	3.8	+0.6	"	"
63	±0.20	±0.40	1.9	+	3.0	4.7	+0.7	"	"
75	"	±0.45	2.2	+0.5	3.6	5.6	+0.8	"	"
90	±0.25	±0.55	2.7	"	4.3	6.7	+0.9	"	"
110	±0.30	±0.70	3.3	+0.6	5.3	8.2	+1.1	"	"
125	±0.35	±0.75	3.7	+	6.0	9.3	+1.2	"	"
140	"	±0.85	4.1	+0.7	6.7	10.4	+1.3	"	"
160	±0.40	±1.00	4.7	"	7.7	11.9	+1.4	"	"
180	±0.45	±1.10	5.3	+1.1	8.6	13.4	+2.4	"	"
200	±0.50	±1.20	5.9	+1.2	9.6	14.9	+2.6	"	"
225	±0.60	±1.35	6.6	+1.3	10.8	16.7	+2.9	"	"
250	±0.65	±1.50	7.3	+1.4	12.0	18.6	+3.1	"	"
280	±0.70	±1.70	8.2	+1.6	13.4			"	"
315	±0.80	±1.90	9.2	+1.7	15.0			"	"
355	±0.90	±2.15	10.4	+1.9	17.0			"	"
400	±1.00	±2.40	11.7	+2.1	19.1			"	"

Note : There are three types of pipe. Plain end pipe, pipe with tapered socket on the end of pipe and pipe with elastic sealing ring on the end of pipe.

C O N T E N T S  
\*\*\*\*\*

	Page
CHAPTER I SPECIFICATIONS	2
1. Kinds of PVC pipes for cold water services	2
2. Kinds of fittings for cold water services	3
CHAPTER II FUNDAMENTALS	7
1. General properties of PVC pipe.	7
2. Hydrostatic strength of PVC pipe.	10
3. Burying strength of PVC pipe	12
CHAPTER III HYDRAULIC DESIGN	21
1. System of cold water services	21
2. Basic planning of distribution piping	21
3. Hydraulic formulas	22
CHAPTER IV DISTRIBUTION PIPING	28
1. Installation of pipe	28
2. Joining to dissimilar pipes and valves	43
3. Branching without interrupting water flow	48
4. Designing of thrust protection	53
5. Remedy for elongation and contraction of underground pipe	58
6. Special piping	59
7. Repairing methods	62
CHAPTER V SERVICE PIPING	63
1. Joining of service pipe	63
2. Pipe supports	66
3. Remedy for freezing	66
4. Remedy for creosote	67
5. Repairing method	68
CHAPTER VI CIVIL ENGINEERING	69
1. Transportation and storage	69
2. Trenching	70
3. Backfilling	74
4. Water supply test. 	76



[omoorepeyman.ir](http://omoorepeyman.ir)



**Manual For Designing And Installation  
Of Unplasticized P.V.C Pipes  
For Cold Water Services**

**Publication No.54 October 1975**

**Technical Research & Standard Bureau  
Plan and Budget Organization - IRAN**

