به نام خدا

محاسبات و طراحی شبکه ها (لوله های غیر فلزی)

چکیده

منظور از محاسبه شبکه لوله کشی آب تعیین قطرهای مناسب و محاسبه فشار در نقاط گوناگون شبکه می باشد.به علت آن که فشار و سرعت درون شبکه آبرسانی دارای محدودیت است و به منظور پایین آوردن هزینه که یکی از هدف ها ی مهندسین است ،تعیین قطر مناسب دارای اهمیت است.در این مقاله ابتدا به تعریف واژه های کلیدی پرداخته شده است ، سپس فرق بین فرمول های استفاده شده در لوله های فلزی و غیر فلزی بیان شده است و در انتها بعضی از اتصالات لوله های غیر فلزی به اختصار نمایش و توضیح داده شده است .

مقدمه

محاسبات و طراحی شبکه ها نقش مهمی در طراحی شبکه های آبرسانی شهری دارد. در این محاسبات این که از چه نوع لوله ای استفاده کنیم باعث می شود تا قطر های مختلفی بدست آوریم.پس بهتر است که بنا به مقدار استحکام مورد نیاز،هزینه و همچنین مخاطرات بهداشتی و بیشترین راندمان جنس لوله تعیین گردد.اگر جنس لوله مورد استفاده عوض شود طراحی شبکه نیز تغییر می کند.در این مقاله سعی شده به اختلاف طراحی در شبکه های فلزی و غیر فلزی پرداخته شود.

تعاریف ومعرفی واژه های کلیدی

محاسبات و طراحی شبکه ها

منظور از محاسبه شبکه لوله کشی آب تعیین قطرهای مناسب و محاسبه فشار در نقاط گوناگون شبکه می باشد.

لوله های غیر فلزی

لوله های غیر فلزی انواع مختلفی دارند که به تعریف هر کدام می پردازیم.

۱.لوله های آزبست سیمان[1]

به اختصار به آنها ACPمی گویند.این لوله ها از ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی ،الیاف آزبست (پنبه نسوز یا پنبه کوهی =هیدروکسی سیلکات منیزیم)و ۸۵ تا ۹۰ درصد سیمان ساخته می شوند.مزایای آن مقاومت طراحی بر مبنای مقاومت خردشدگی ،مدول الاستیسیته حجمی ۲۳۵۰۰۰۰۰۰ kpa ،صلب ،سبک وزن به علت نازکی دیواره آنها،ارزان قیمت ،قطر های موجود از ۱۰۰ تا ۱۰۵۰ میلیمتر ،سازگار با متعلقات چدنی ،فشار از ۱۶۰۰ تا۳۱۰۰ kpaبرای لوله هایی با قطر مساوی یا بزرگتر از۴۵۰mm.دیواره لوله ها صاف و از نظر هیدرولیکی نیز بر لوله های بتنی برتری دارند.

معایب آن خورنده توسط آب سبک ،اسیدها و سولفات ها ،در زانویی ها ،سه راهی ها و نقاط انتهایی به بلوک های فشاری نیاز است ،حد اکثر فشار برای لوله تا قطر ۴۰۰ میلیمتر مساوی ۱۳۸۰kpa ،مخاطرات بهداشتی آزبست در آب آشامیدنی.

مصرف آزبست از حدود سال ۱۹۸۰ میلادی در کشورهای صنعتی جهان به شدت کاهش پیدا کرده‌است. این در حالی است که در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مصرف آن در حال افزایش است.بر طبق مصوبه شورای عالی حفاظت محیط زیست در دوم امرداد ۱۳۷۹، مصرف آزبست در ایران از اول امرداد ۱۳۸۶ ممنوع شده‌است. در تبصره این مصوبه آمده‌است که در صورتی که پس از ۴۴ سال محرز شود که برای تولید لوله‌های آزبست سیمانی از نظر فنی، اقتصادی و زیست محیطی جایگزین مناسبی برای آزبست یافت نشده‌است، این تصمیم در مورد لوله‌های آزبست سیمانی قابل تجدید نظر خواهد بود.

[1] Asbestos-Cement pipes

شکل ۱-لوله های آزبست سیمان

۲.لوله های پلاستیکی[۲]

لوله های پلاستیکی با فراورده های پترو شیمیایی ساخته می شوند.لوله های پلاستیکی سبک و لذا جابجا کردن آنها آسان است.این لوله ها عایق الکتریسیته بوده و در برابر آبهای خورنده مقاومت خوبی از خود نشان می دهند.ناصافی دیواره درونی لوله های پلاستیکی ناچیز و لذا افت فشار هیدرولیکی در آنها نسبت به لوله های دیگر کمتر است.در نصب و دفن این لوله ها باید امکان انقباض و انبساط آنها پیش بینی شود.انواع مختلفی دارند که به تشریح هر کدام می پردازیم.

۲ .۱ لوله های پلی اتیلن [۳]

نام اختصاری آنها PE است.این مواد ترمو پلاستیک هستند یعنی بر اثر حرارت دیدن نرم شده و پس از سرد شدن شکل قالب را به خود می گیرند.رنگ آنها معمولا خاکستری است.وزن مخصوص آنها ۱.۳۸ تا ۱.۴۵ تن بر متر مکعب است.در دو نوع سخت و شکننده و نوع نرم و خم پذیر به بازار عرضه می شوند.

[۲] Plastic pipe

[۳] Polyethylene

شکل ۲-لوله های پلی اتیلن

۲.۲ لوله پلی وینیل کلراید[۴]

نام اختصاری آنها PVC است.سخت و شکننده هستندترموپلاستیک هستند.رنگ آنها معمولاً سفید است.از مزایای آن مقاومت کششی بر مبنای طرح هیدرواستاتیکی ۲۶۴۰۰kpa،مدول الاستیسیته حجمی ۲۶۰۰۰۰۰Kpa،بسیار بادوام،به خاطر مقاومت در برابر خوردگی به پوشش و روکش نیاز ندارند،تنوع در متعلقات موجود و امکان استفاده با متعلقات چدنی توسط آداپتور ،امکان جوش با حلال ،قطر های موجود از ۱۰۰ تا ۹۰۰ میلیمتراست.معایب آن به این شرح است :حداکثر فشار مساوی۲۴۰۰ kpa ،مقاومت کم در مقابل ضربه قوچ ،مقاومت کم در مقابل بارگذاری سیکلی ،نامناسب برای استفاده نمایان در هوای آزاد به خصوص نور مستقیم خورشید.

شکل ۳-لوله های پلی وینیل

۲.۳ لوله های سبز

لوله های سبز یا لوله هایPP-Rاز پلی پروپیلن رندم کوپلیمر نوع ۳ ساختهمی شوند، و ظاهر آن ها مانند پلاستیک های عادی است. این لوله ها قادرند در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد ۲۰ بار، و در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد ۱۰ بار فشار را تحمل نمایند.از کاربردهای لوله های سبزمی توان به لوله کشی ساختمان، تأسیسات حرارتی ساختمان، صنایع غذایی، سیستم های حرارت خورشیدی، خطوط هوای فشرده، صنایع کشتی سازی،

[۴] Polyvinylchloride

هتل ها و بیمارستان ها، فاضلاب های صنعتی و محیط های اسیدی و قلیایی اشاره نمود.این لوله ها نیز مانند سایر لوله ها دارای مزایا و معایبی می باشند. از مزایای آن ها می توان به این موارد اشاره نمود:رسوب نمی گیرند،در برابر اسید و باز مقاومند،در برابر ضربه مقاومند،کاملاً بهداشتی و غیرسمی اند،سطح داخلی آنها زبر نبوده و در نتیجه آب می تواند به سادگی درون آن حرکت کند،بدنه لوله تا حدی عایق حرارت می باشد و نیاز به عایق کاری زیاد ندارد،در دمای ۲۶۰ درجه سانتی گراد به هم جوش می خورند و در دمای عادی کاملاً یک پارچه می شوند و امکان نشتی نخواهند داشت.معایب آن ها به این شرح می باشد :نسبت به لوله های فلزی در مقابل نیروهای ناگهانی آسیب پذیرترند.در دمای بالا انبساط طولی زیادی خواهند داشت.ساختمان مولکولی پیچیده ای دارند و هنوز شناخت کافی از آنها در زمان های طولانی و تحت بارهای حرارتی متغیر وجود ندارد.ممکن است طعم و بوی آب آشامیدنی را کمی تغییر دهند

شکل ۴-لوله های سبز

محاسبه شبکه های لوله کشی آب

آب در لوله های آبرسانی بر خلاف لوله های فاضلاب همیشه توام با فشار جریان می یابد.برای تعیین قطر لوله ها و محاسبه افت فشار در آنها کاربرد این دو رابطه کافیست.

۱.رابطه پیوستگی [۵]

از رابطه پیوستگی همبستگی دبی جریان با سرعت و سطح مقطع لوله بدست می آید.

$$Q=v.A=v.\pi.d^2/4$$ رابطه۱

در رابطه۱ مقدار Q دبی جریان و v سرعت و d قطر لوله است.

[۵] Continuity equation

۲ . رابطه جریان [۶]

رابطه جریان همبستگی افت فشار و دبی جریان را با مشخصات هندسی لوله نشان می دهد.رابطه های جریان بسیار زیادند و دقت آنها نیز یکسان نیستند و به جز رابطه دارسی –ویسباخ[۷] همگی تجربی هستند.معروفترین رابطه جریان به صورت رابطه ۲ می باشد.

رابطه ۲ $H=f.\frac{l}{d}.\frac{v^2}{2g}$

رابطه ۳ $J=\frac{H}{l}=\frac{f}{d^5}.\frac{8Q^2}{g\pi^2}$

در رابطه ۲ و رابطه ۳مقدارH افت فشار [۸]بر حسب ارتفاع آب و J افت فشار در واحد طول لوله وf ضریب مقاومت [۹](ضریب سایش)،l درازا، dقطر درونی لوله،vسرعت آب،Qدبی جریان در لوله و gشتاب ثقل زمین می باشد.

در کاربرد رابطه ۲ ورابطه ۳ مقدارf بسته به نوع جریان با محاسبه عدد رینولدز و تعیین ناصافی نسبی $\frac{k}{d}$بدست می آید.مقدار آن از رابطه کولبروک یعنی رابطه ۴ بدست می آید.

رابطه ۴ $\frac{1}{\sqrt{f}}=-2\log(\frac{2.51}{Re\sqrt{f}}+\frac{k}{3.71d})$

رابطه ۵ $Re=\frac{\rho.v.d}{\mu}$

در رابطه ۴ Reعدد رینولدز از رابطه ۵ بدست می آید .در یک لوله معین عدد ناصافیK برابر آزمایشهای نیکورادزه معادل قطر متوسط دانه های ماسی ای است که اگر به دیواره درونی لوله ای بچسبانیم افت فشار برابر افت فشار لوله مورد نظر خواهد داشت.عددK معمولا بر حسب ملیمتر داده می شود.در صورتی که عدد رینولدز و ناصافی نسبی K/d زیاد باشد رابطه ۴ به صورت رابطه ۶ خلاصه می گردد و مقدار f را برای جریان در حالت زبر نتیجه می دهد.

رابطه ۶ $\frac{1}{\sqrt{f}}=-2\log(\frac{3.71d}{k})$

برای آسانی تعیین مودی حالت کلی رابطه کلبروگ و حالت های ویژه آن را به صورت دیاگرام مودی در آورده اند.

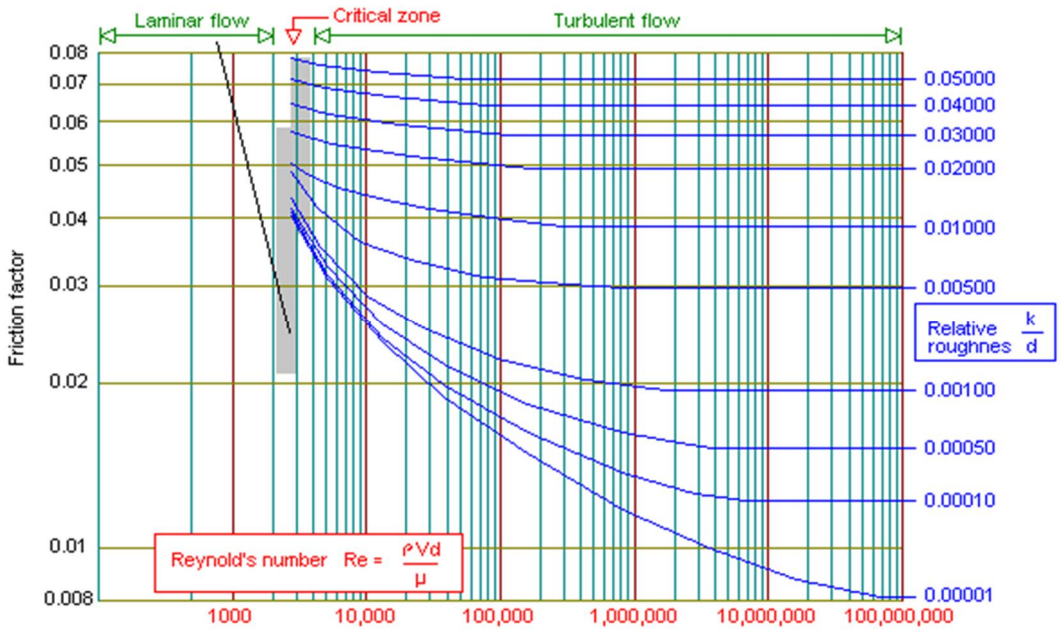
---

[۶] Flow equation

[۷] Darcy-Weisbach formula

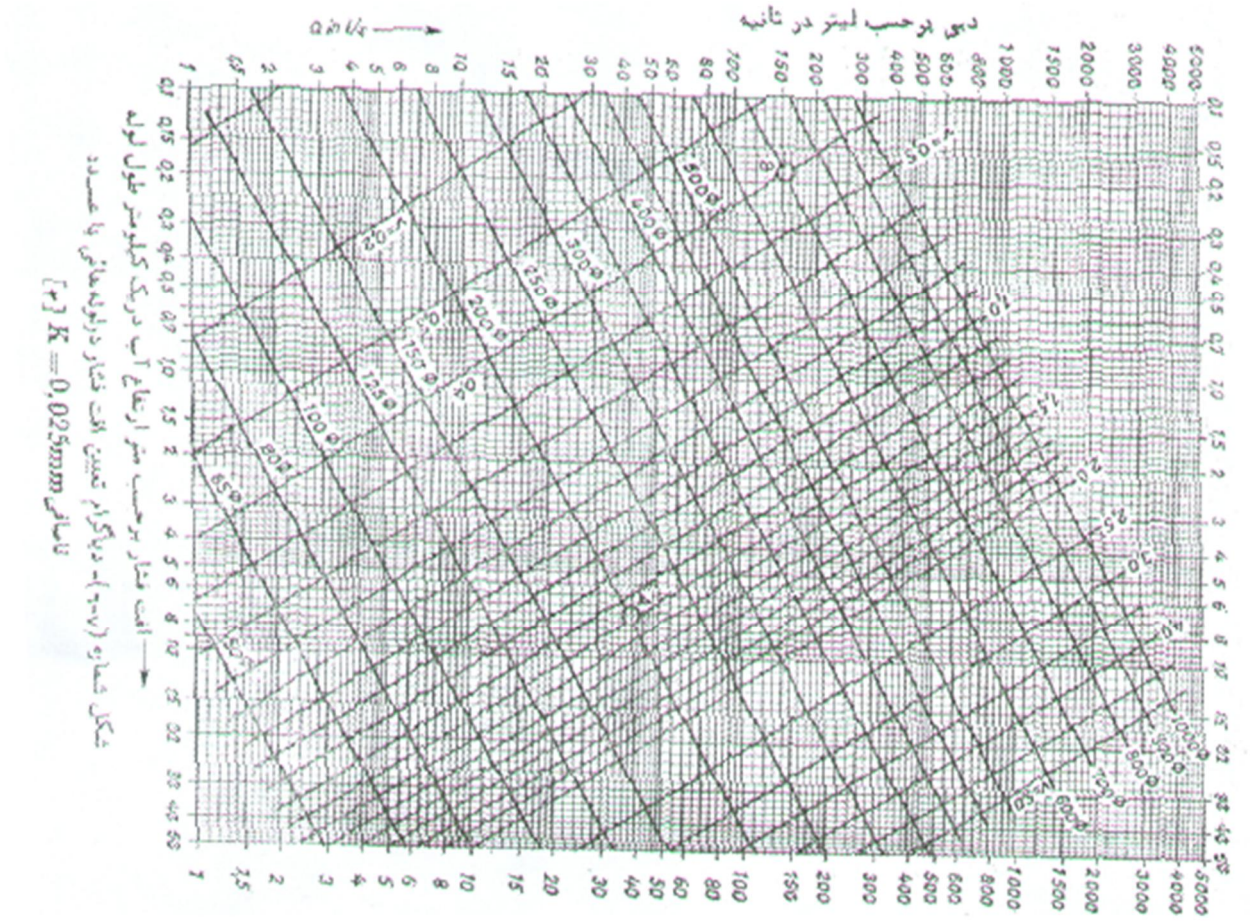
[۸] Head loss

[۹] Friction factor



نمودار ۱-دیاگرام مودی

در محاسبه افت فشار در لوله های شبکه شهرها از افت فشار های موضعی که در اتصال ها و محل انشعاب ها و شیر ها و زانویی ها پدید می آیند به علت کوچکی آنها در برابر افت فشار های خطی از رابطه ۲ صرفنظر می کنند و در عوض در انتخاب عدد ناصافی علاوه بر ناصافی های دیواره درونی لوله اثر ناصافی های موضعی نامبرده را نیز در نظر می گیرند.لذا تعیین دقیق مقدار تنها به وسیله آزمایش هیدرولیکی امکان پذیر است.در عمل برای لوله های بتنی و لوله هایی که تعداد انشعاب آن بسیار کم می باشدعدد ناصافی را ۰.۱ میلیمتر و برای لوله های بتنی با قطرهای کم و به طور کلی شبکه های فرعی عدد ناصافی را ۰.٤ میلیمتر و برای لوله های بسیار صاف مانند لوله های آزبست سیمان (در ایران ایرانیت و پرسیت و غیره...)و لوله های پلاستیکی صیقلی شده عدد نامبرده را ۰.۰۲۵ تا ۰.۱ میلیمتر انتخاب می کنند.برای آسانی کاربرد رابطه ۳ مقدار های دبی و سرعت جریان و افت فشار در واحد طول لوله (شیب خط فشار آب در لوله)را به کمک ماشین حساب های الکترونیکی محاسبه و به صورت دیاگرام ها و جدولهایی در اختیار مهندسین محاسب قرار داده اندکه در نمودار ۲و **Error! Reference source not found.** مثال هایی از آنها را می بینید.



نمودار ۲

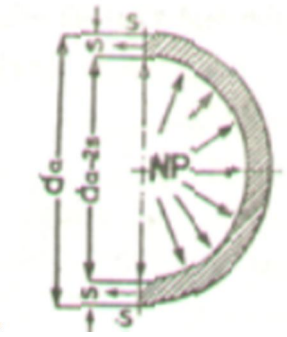
جدول۱

جدول شماره (۷-۲)- افت فشار درلوله‌هائی با عدد ناصافی [۳]K = 0,1mm

Q l/s	ND 50 v m/s	ND 50 J mWS/km	ND 70 v m/s	ND 70 J mWS/km	ND 80 v m/s	ND 80 J mWS/km	ND 100 v m/s	ND 100 J mWS/km	ND 125 v m/s	ND 125 J mWS/km	ND 150 v m/s	ND 150 J mWS/km
۱	۰٫۵۸	۱۰٫۸	۰٫۳۸	۱٫۷۸	۰٫۲۲	۰٫۹۳	۰٫۱۴	۰٫۳۲				
۱٫۵	۰٫۸۷	۲۲٫۴	۰٫۴۳	۳٫۸۰	۰٫۳۲	۱٫۹۶	۰٫۲۱	۰٫۶۶	۰٫۱۳	۰٫۲۲	۰٫۹۰	۰٫۰۹
۲	۱٫۱۵	۳۸٫۵	۰٫۵۷	۶٫۵۰	۰٫۴۳	۳٫۳۰	۰٫۲۸	۱٫۱۲	۰٫۱۷	۰٫۳۷	۱٫۱۲	۰٫۱۵
۳	۱٫۷۳	۸۳٫۵	۰٫۸۵	۱۴٫۰۰	۰٫۶۵	۷٫۰۵	۰٫۴۱	۲٫۳۵	۰٫۲۶	۰٫۷۷	۱٫۶۸	۰٫۳۱
۴	۲٫۳۱	۱۴۰٫۰	۱٫۱۳	۲۴٫۱۰	۰٫۸۶	۱۲٫۱۰	۰٫۵۵	۳٫۹۸	۰٫۳۵	۱٫۳۱	۲٫۲۴	۰٫۵۲
۵	۲٫۸۸	۲۲۱٫۰	۱٫۴۲	۳۷٫۰۰	۱٫۰۷	۱۸٫۵۰	۰٫۶۹	۶٫۰۵	۰٫۴۴	۱٫۹۶	۲٫۸۰	۰٫۷۸
۶	۳٫۴۶	۳۱۲٫۰	۱٫۷۰	۵۲٫۵۰	۱٫۲۹	۲۶٫۰۰	۰٫۸۳	۸٫۵۸	۰٫۵۲	۲٫۷۴	۳٫۳۶	۱٫۰۹
۷			۱٫۹۹	۷۰٫۱۰	۱٫۵۰	۳۴٫۹۰	۰٫۹۷	۱۱٫۵۰	۰٫۶۱	۳٫۶۰	۰٫۴۲	۱٫۴۰
۸			۲٫۲۷	۹۱٫۵۰	۱٫۷۲	۴۵٫۲۰	۱٫۱۱	۱۴٫۷۰	۰٫۷۰	۴٫۶۵	۰٫۴۸	۱٫۸۴
۹			۲٫۵۵	۱۱۴٫۰۰	۱٫۹۳	۵۶٫۵۰	۱٫۲۴	۱۸٫۳۰	۰٫۷۸	۵٫۷۵	۰٫۵۴	۲٫۲۹
۱۰			۲٫۸۳	۱۴۰٫۰۰	۲٫۱۵	۶۹٫۵۰	۱٫۳۸	۲۲٫۳۰	۰٫۸۷	۷٫۰۰	۰٫۶۰	۲٫۷۹
۱۵					۳٫۲۲	۱۰۱٫۰۰	۲٫۰۷	۴۹٫۰۰	۱٫۳۰	۱۵٫۳۰	۰٫۹۰	۵٫۹۵
۲۰							۲٫۷۶	۸۴٫۰۰	۱٫۷۴	۲۶٫۳۰	۱٫۲۰	۱۰٫۳۰
۳۰									۲٫۶۱	۵۷٫۰۰	۱٫۷۹	۲۲٫۰۰
۴۰									۳٫۴۸	۹۸٫۰۰	۲٫۳۹	۳۷٫۵۰
۵۰											۲٫۹۹	۵۷٫۰۰
۶۰											۳٫۵۸	۸۰٫۰۰

دراین جدول Q بده جریان برحسب لیتر برثانیه ، ND قطر نامی لوله برحسب میلیمتر ، v سرعت آب برحسب متر بر ثانیه و J افت فشار برحسب متر ارتفاع آب درکیلومتر درازای لوله [۳]

رابطه ای برای بدست آوردن کلفتی لوله های pvc



شکل ۵

شکل ۵-برشی از یک لوله به کلفتی S

طبق شکل ۵کلفتی این لوله ها طبق رابطه ۷

$$S=\frac{N.P.da}{2(\delta+Np)}$$

رابطه ۷ $S=\frac{N.P.da}{2(\delta+Np)}$

شکل ۱دراین رابطه مقدار S کلفتی دیواره و da قطر بیرونی آن بر حسب میلیمتر NP فشار نامی و δخستگی مجاز بر حسب کیلوگرم بر سانتیمتر می باشند.

خستکی مجاز برای لوله های PVC برابر ۱۰۰،برای لوله های PEسخت برابر50 و برای نوع نرم آن 25 کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد.

استفاده از رابطه هیزن –ویلیام[۱۰]

دررابطه ۸ که رابطه ضریب مقاومت هیزن ویلیام است نیز تفاوت بین لوله های فلزی و غیر فلزی تنها در c ضریب سختی است.

$$f = 0.2083\ (100/c)^{1.852}\ q^{1.852}\ /\ d_h^{4.8655}$$ رابطه ۸

برای لوله های غیر فلزی معروف مقدار آن در زیر آمده است.

جدول ۲

Material	Hazen-Williams Coefficient - C -
Polyethylene, PE, PEH	۱٤۰
Polyvinyl chloride, PVC, CPVC	150
Asbestos Cement	140
Asphalt Lining	130 - 140

افت فشارهای موضعی[۱۱]

در محاسبات لوله های شبکه آبرسانی شهری همچنانکه پیش از این اشاره شد معمولا از افت فشارهای موضعی صرف نظر می شود.در موارد مخصوصی که درازای لوله کم و این افت فشار اهمیت نسبی داشته باشد (مثلا در لوله های مکش پمپ ها) مقدار آن از رابطه۹ حساب می گردد.

$$H=c\ \frac{v^2}{2g}$$

رابطه۹

[۱۰] Hazen-William formula

[۱۱] Minor head losses

در رابطه۹سرعت آب بلافاصله پس از نقطه مورد نظر ،شتاب ثقل زمین ، افت فشار موضعی در نقطه نامبرده و ضریب افت فشار است که مقدار آن از طرف کارخانه سازنده قطعه مورد نظر در اختیار خریدار قرار می گیرد.با توجه به اینکه عدد غالبا کوچکتر از یک و سرعت آب در لوله های آبرسانی شهری نیز در حدود یک متر در ثانیه می باشد معمولا مقدار از چند سانتیمتر ارتفاع آب بیشتر نمی گردد.

حال به بررسی قطعات و اتصالات مختلف که در لوله ها با جنس های مختلف به کار می رود می پردازیم.

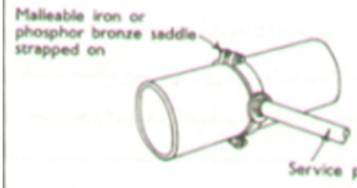
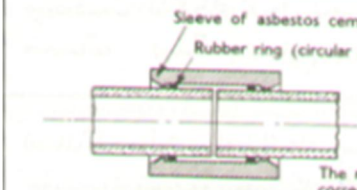
۱.لوله های آزبست سیمان

معمولی ترین نوع اتصالات لوله های آزبست سیمان کاربرد قطعه مانشون[۱۲] می باشد.مانند شکل ۶ در یک مانشون که خود از جنس آزبست سیمان است معمولا سه حلقه لاستیکی[۱۳] قرار دارند.حلقه لاستیکی میانی برای جلوگیری از برخورد دو لوله و تامین انقباض و انبساط آنها و نیز آب بندی می باشد.دو حلقه دیگر برای تکمیل آب بندی هر یک از دو لوله می باشد.چون در شبکه های آبرسانی با لوله های آزبست سیمان شیر ها و قطعه های مصرفی دیگر (فیتینگ ها[۱۴]) همیشه فلزی می باشند (معمولا چدنی) و این قطعه ها دارای سپر (فلنج[۱۵])پیون آنها به لوله های آزبست سیمان مانند شکل ۶ انجام می گیرد. از دیگر اتصالات مورد استفاده در این لوله ها رابط جفت واشری است.در جدول۳ نیز دو نوع از این اتصالات آورده شده است.

شکل ۶

[۱۲]Joint (Manchon)
[۱۳]Rubber ring gasket
[۱۴]Fittings
[۱۵]Flange

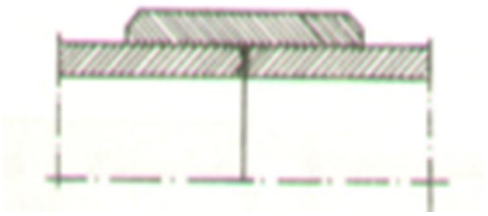
جدول ۳

شرح اتصالات	شکل اتصالات
کمربند اتصال برای گرفتن انشعاب و برای لوله های آزبست . سیمان جنس کمربند و پیچ و مهره های اتصال از آهن چکش خوار یا برنز فسفردار است که به دور لوله اصلی می پیچند .	 Service connection to asbestos cement pipe
اتصال برای لوله های آزبست - سیمان این نوع اتصال بدین صورت است که دو قطعه از لوله به وسیله قطعه ای کوچکتر که به نام ماسشون موسوم است بهم متصل و مربوط میشود و برای استحکام و آب بندی لوله ها از دو عدد واشر لاستیکی با مقطع دایره ای شکل استفاده میشود .	 Simplex joint for asbestos cement pipes

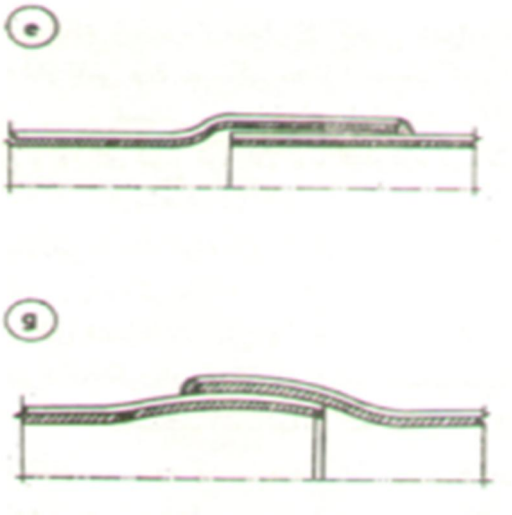
۲.لوله های پلاستیکی

پیوند لوله های پلاستیکی های پلاستیکی به همدیگر بسیار گوناگون بوده و به دو دسته تقسیم می گردند:

نخست-اتصال هایی که قابل به باز شدن نیستند دراین گونه اتصال ها از چسب های ویژه ای استفاده می شود که کاربرد آنها سبب جوش خوردن دو قطعه لوله به همدیگر می گردد.از این گونه اتصال ها می توان اتصال با کمک گرما را نام برد که در آن با گرم کردن یک سر لوله و فرو کردن سر لوله دیگر در آن انجام می گیرد.برای آب بندی چنین پیوندی انتهای لوله گشاد شده را با لوله دیگر با کمک چسب می چسبانند.نظیر اتصال لوله های فولادی درشکل ۸ و یا نظیر شکل۷ دو لوله پلاستیکی را کنار هم قرار داده و یک حلقه پلاستیکی از جنس همان لوله و یا قطر بیشتری روی محل اتصالات را می پوشانند و آنرا با چسب ویژه ای می چسبانند.

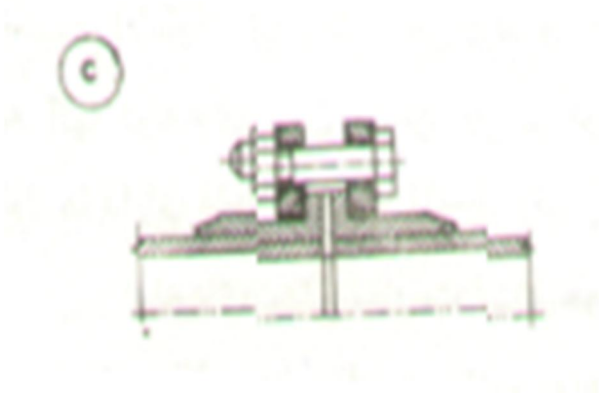


شکل۷



شکل ۸

دوم-اتصال هایی که دوباره جداپذیر می باشند.از این گروه می توان روش نشان داده شده در شکل ۹ را نام برد که با کمک پیچ و مهره و لاستیکی در بین آن عمل آب-بندی انجام گیرد.از این روش می توان برای پیوند لوله های چدنی و فولادی به لوله های پلاستیکی هم قطر آن استفاده نمود.



شکل ۹

باید توجه داشت که در لوله های غیر فلزی هم از اتصالات فلزی ،هم از اتصالات غیر فلزی استفاده می شود.

طبق مقررات ملی ساختمان در ایران فیتینگ هایی که در لوله کشی پلی اتیلن دمای بالا (PE-RT) به کار می روند باید از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل و طبق یکی از استانداردهای زیر باشند.

DIN 4721-2001

DIN 16833-2000

ANSI-ASTM

انتخاب فیتینگ های پلاستیکی از استانداردهای دیگر به شرطی مجاز است که از نظر جنس ،ضخامت جدار ، اندازه و دیگر مشخصات ،مشابه استاندارد های مقرر شده بالا و مورد تایید باشد.

نتیجه گیری

تنها فرق عمده در طراحی شبکه های فلزی و غیر فلزی در رابطه جریان است(رابطه ۲)که جنس لوله باعث تغییر در عدد ناصافیkاست و عدد ناصافی بر روی ضریب مقاومت fرابطه جریان تاثیر می گذارد.ضریب ناصافیk در لوله هایغیر فلزی کمتر است .در نتیجه افت فشار در آنها کمتر است.معمولا از افت های موضعی در طراحی شبکه به علت کوچکی آن می توان صرف نظر کرد.در اتصال لوله های غیر فلزی استفاده از لوله های فلزی معمول است.

منابع

-مقررات ملی ساختمان مبحث شانزدهم تاسیسات بهداشت ؛ دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان ؛نشر توسعه ایران؛۱۳۸۶

-شبکه های توزیع آب شهری ؛امیر تائبی،محمد رضا چمنی ؛ مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان ،۱۳۸۴

-آبرسانی شهری ؛ م.ت.منزوی ؛موسسه و انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ؛۱۳۵۷

-طراحی آب‌رسانی شهری؛ جلال آشفته؛ سید ابوالفضل حسینیان؛ ۱۳۵۹