

## لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- تعاریف مربوط به کاربرد لوله و فیتینگ‌ها یا وصله‌ها را بیان نماید.
- ۲- مشخصات لوله‌های فولادی گالوانیزه و فیتینگ‌های آن را براساس استانداردهای معتبر بیان نماید.
- ۳- مقررات ملی درباره‌ی کاربرد لوله‌های گالوانیزه در توزیع آب آشامیدنی را توضیح دهد.
- ۴- مشخصات لوله‌های مسی و فیتینگ‌های آن را براساس استانداردهای معتبر بیان نماید.
- ۵- مقررات ملی مربوط به کاربرد لوله‌های مسی و فیتینگ‌های آن در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.
- ۶- مشخصات لوله‌ها و فیتینگ‌های پلیمری مورد استفاده در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.
- ۷- چگونگی کاربرد لوله‌ها و فیتینگ‌های پلیمری مورد استفاده در توزیع آب آشامیدنی را بیان نماید.

## ۶- لوله‌ها و فیتینگ‌ها در آب‌رسانی

۶-۱- تعاریف<sup>۱</sup>

لوله الزاماً یکی نیست.

هم‌ارزی قطر نامی در استانداردهای آمریکایی و اروپایی برای لوله و فیتینگ تا قطر نامی ۱۵۰ میلی‌متر (۶ اینچ) به ترتیب زیر است (جدول ۶-۱).

جدول ۶-۱- هم‌ارزی قطر نامی در استانداردهای اروپایی و آمریکایی

قطر نامی برحسب میلی‌متر و اینچ			
اینچ (in)	میلی‌متر (mm)	اینچ (in)	میلی‌متر (mm)
$\frac{1}{8}$	۶	$\frac{1}{2}$	۴۰
$\frac{1}{4}$	۸	۲	۵۰
$\frac{3}{8}$	۱۰	$2\frac{1}{2}$	۶۵
$\frac{1}{2}$	۱۵	۳	۸۰
$\frac{3}{4}$	۲۰	۴	۱۰۰
۱	۲۵	۵	۱۲۵
$1\frac{1}{4}$	۳۲	۶	۱۵۰

۶-۱-۱- قطر نامی<sup>۲</sup>: قطر نامی هر لوله یک عدد قراردادی است که معمولاً با قطر خارجی یا قطر داخلی لوله یکی نیست. باید دانست که در بیشتر استانداردها، برای هر قطر نامی معین، قطر خارجی همه‌ی لوله‌ها یکی است و فقط ضخامت جدار و قطر داخلی آن‌ها تفاوت می‌کند، بنابراین برای مشخص کردن لوله بهتر است قطر خارجی و ضخامت جدار آن نیز داده شود. اگر فقط قطر نامی داده شود، بدون مراجعه به شماره‌ی استاندارد، نمی‌توان ضخامت جدار لوله را به‌دست آورد.

در استانداردهای اروپایی، قطر نامی لوله با «DN» نشان داده می‌شود. مثلاً «DN50» برای معرفی لوله‌ای با قطر نامی ۵۰ میلی‌متر کافی است و دیگر لازم نیست واژه‌ی میلی‌متر به دنبال «DN50» نوشته شود.

در استانداردهای آمریکایی قطر نامی لوله با «NPS» نشان داده می‌شود که برحسب اینچ بیان می‌شود. در این استانداردها نیز قطر نامی لوله، برحسب اینچ، با قطر خارجی یا قطر داخلی

۲-۱-۶- فشار نامی<sup>۱</sup>: فشار نامی در لوله کشی، فشاری است که تحت آن، و در دمای C ۲۰، مصالح و ابعاد اجزای لوله کشی، براساس استانداردهای مربوط، طراحی می شوند. منظور از اجزای لوله کشی، لوله، فیتینگ، فلنج، شیر، لوازم ویژه و همه قطعات دیگری است که در معرض فشار داخلی باشند. در استانداردهای اروپایی فشار نامی با علامت «PN» نشان داده می شود.

در استاندارد DIN2401 SHEET1 فشار نامی طبق جدول ۲-۶ طبقه بندی شده است.

جدول ۲-۶ طبقه بندی فشار نامی (برحسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع)\*

	۱	۱۰	۱۰۰	۱۰۰۰
		(۱۲/۵)	(۱۲۵)	
	۱/۶	۱۶	۱۶۰	۱۶۰۰
		(۲۰)	(۲۰۰)	
	۲/۵	۲۵	۲۵۰	۲۵۰۰
		(۳۲)	۳۲۰	
	۴	۴۰	۴۰۰	۴۰۰۰
	۰/۵	(۵۰)	(۵۰۰)	
	۶	۶۴	۶۴۰	۶۳۰۰
	(۸)	(۸۰)	(۸۰۰)	

\* از به کار بردن ارقام درون پرانتز حتی المقدور باید خودداری شود، مگر آن که استفاده از ارقام دیگر (که درون پرانتز نیست) خیلی نامناسب باشد.

۳-۱-۶- فشار کار مجاز<sup>۲</sup>: در استاندارد DIN2401

SHEET1 فشار کار مجاز چنین تعریف شده است: «فشار کار مجاز در لوله کشی بالاترین فشاری است که اجزای لوله کشی ممکن است به هنگام کار در معرض آن قرار گیرند.» فشار کار مجاز به دمای کار سیستم بستگی دارد و از آن تبعیت می کند. اگر دمای کار سیستم لوله کشی C ۲۰ باشد، فشار کار مجاز برابر فشار نامی خواهد بود.

در منابع مؤسسه ASHRAE عبارت حداکثر فشار مجاز به این شرح تعریف شده است: «حداکثر فشار مجاز یک سیستم

کامل، فشاری است که با فشارسنج اندازه گیری می شود و برابر فشار تنظیم شیر اطمینانی است که سیستم را حمایت می کند.»  
 ۴-۱-۶- فشار آزمایش<sup>۳</sup> (پیش از نصب): «فشار آزمایش فشاری است که کارخانه سازنده به منظور آزمایش هر یک از اجزای لوله کشی، در شرایط دمای اتاق آزمایش (C ۲۰)، بر آن اعمال می کند.» فشار آزمایش در مورد اجزای لوله کشی ۱/۵ برابر فشار نامی است مگر آن که در استاندارد آن قطعه، فشار دیگری مشخص شده باشد.

۵-۱-۶- فشار آزمایش سیستم (پس از نصب): در همه استانداردهای اروپایی و آمریکایی، فشار آزمایش سیستم باید دست کم ۱/۵ برابر فشار کار سیستم باشد. در استانداردهای آمریکایی تأکید شده است که فشار آزمایش سیستم (پس از نصب)، برای اتصالات فلنجی، در هیچ مورد نباید از ۱/۵ برابر حداکثر فشار کار مجاز اجزای آن سیستم، در دمای C ۳۸، بالاتر باشد.

۶-۱-۶- کلاس فشار<sup>۴</sup>: در استانداردهای آمریکایی، مانند ANSI، طبقه بندی اجزای لوله کشی براساس کلاس فشار صورت می گیرد. طبقه بندی کلاس فشار از نظر جنس مصالح به ترتیب زیر است:

مصالح چدنی ۲۵-۱۲۵-۲۵۰-۸۰۰  
 مصالح فولادی ۱۵۰-۳۰۰-۴۰۰-۶۰۰-۹۰۰-۱۵۰۰-۲۵۰۰

چدن چکش خوار ۱۵۰-۳۰۰  
 برنز ریختگی ۱۲۵-۲۵۰

در بیشتر موارد در جدولها حداکثر فشار کار از کلاس فشار داده شده بیشتر است. واحد فشار در این سیستم یوندر بر اینچ مربع است.

۲-۶- لوله فولادی گالوانیزه (سفید)

این لوله در واقع همان لوله فولادی در زردار (سیاه) است که پس از ساخت، برای محافظت در برابر مواد خورنده،

۱- Nominal Pressure

۲- Permissible Working Pressure

۳- Test Pressure

۴- Pressure Class

جدول ۳-۶- مشخصات فیزیکی لوله‌های فولادی با وزن متوسط در استاندارد BS1387

قطر نامی mm	قطر نامی به اینچ (in)	قطر خارجی		ضخامت	لوله‌ی سیاه	
		حداکثر	حداقل		سر بدون دنده	سر با دنده و پوشش
8	1/4	13.9	13.3	2.3	0.641	0.645
10	3/8	17.4	16.8	2.3	0.839	0.845
15	1/2	21.7	21.1	2.6	1.21	1.22
20	3/4	27.2	26.6	2.6	1.56	1.57
25	1	34.2	33.4	3.2	2.41	2.43
32	1 1/4	42.9	42.1	3.2	3.10	3.13
40	1 1/2	48.8	48.0	3.2	3.57	3.61
50	2	60.8	59.8	3.6	5.03	5.10
65	2 1/2	76.6	75.4	3.6	6.43	6.55
80	3	89.5	88.1	4.0	8.37	8.54
100	4	114.9	113.3	4.5	12.2	12.5
125	5	140.6	138.7	5.0	16.6	17.1
150	6	166.1	164.1	5.0	19.7	20.3

جدول ۴-۶- مشخصات فیزیکی لوله‌های فولادی با وزن سنگین در استاندارد BS1387

قطر نامی mm	قطر نامی به اینچ (in)	قطر خارجی		ضخامت	وزن لوله‌ی سیاه	
		حداکثر	حداقل		سر بدون دنده	سر با دنده و پوشش
8	1/4	13.9	13.3	2.9	0.765	0.789
10	3/8	17.4	16.8	2.9	1.02	1.03
15	1/2	21.7	21.1	3.2	1.44	1.45
20	3/4	27.2	26.6	3.2	1.87	1.88
25	1	34.2	33.4	1.0	2.94	2.96
32	1 1/4	42.9	42.1	4.0	3.80	3.83
40	1 1/2	48.8	48.0	4.0	4.38	4.42
50	2	60.8	59.8	4.5	6.19	6.26
65	2 1/2	76.6	75.4	4.5	7.93	8.05
80	3	89.5	88.1	5.0	10.3	10.5
100	4	114.9	113.3	5.4	14.5	14.8
125	5	140.6	138.7	5.4	17.9	18.4
150	6	166.1	164.1	5.4	21.3	21.9

آبرسانی با لوله‌ی گالوانیزه، در این جا به شرح مختصر هر یک از آن‌ها می‌پردازیم. (جدول ۵-۶ فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش خوار و جدول ۶-۶ فیتینگ‌های ساخته شده از فولاد را نشان می‌دهد).

**الف - پوشش (Socket):** قطعه‌ای استوانه‌ای است که برای متصل نمودن دو قطعه‌ی لوله یا فیتینگ به هم دیگر به کار می‌رود و به صورت پوشش ساده، روییج توپیج و پوشش تبدیل وجود دارد.

جداره‌ی داخلی و خارجی آن را با آلیاژ روی روکش کرده‌اند. لوله‌های گالوانیزه در شاخه‌های ۶ متری به بازار عرضه می‌شود، اتصال آن‌ها معمولاً دنده‌ای است و نباید از جوش دادن برای اتصال آن‌ها استفاده شود از این لوله در سیستم آب سرد و گرم بهداشتی استفاده می‌شود.

### ۱-۲-۶- جدول‌های استاندارد لوله‌های فولادی

گالوانیزه: لوله‌های فولادی گالوانیزه باید مطابق یکی از استانداردهای معتبر جهانی ساخته شوند. مقررات ملی ساختمان ایران نیز تنها لوله‌هایی را که براساس یکی از مؤسسات استاندارد ساخته شده باشند تأیید نموده است. این مؤسسات عبارت‌اند از:

- سازمان جهانی استاندارد؛ ISO

- مؤسسه‌ی استاندارد آلمان؛ DIN

- مؤسسه‌ی استاندارد بریتانیا؛ BS

- مؤسسه‌ی ملی استاندارد آمریکا؛ ANSI

- استاندارد صنعتی ژاپن؛ JIS

- مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران؛ ISIRI

برای نمونه در استاندارد BS لوله‌های فولادی در سه وزن سبک، متوسط و سنگین ساخته می‌شوند. تنها مشخصات لوله‌های متوسط و سنگین براساس این استاندارد در جداول ۳-۶ و ۴-۶ ارائه شده است. کاربرد لوله‌های سبک در لوله‌کشی آبرسانی ساختمان‌ها مجاز نمی‌باشد. مقدار روی که در گالوانیزه کردن سطوح داخلی و خارجی لوله‌ها به کار می‌رود نباید از ۵۰ گرم بر مترمربع کمتر باشد، ضخامت این مقدار روی برابر ۷۰ میکرون است.

### ۲-۲-۶- فیتینگ‌های لوله‌های گالوانیزه:

فیتینگ‌ها، قطعاتی هستند که، در مسیر لوله‌کشی، برای تغییر جهت، انشعاب‌گیری، تبدیل قطر لوله و یا اتصال دو لوله به هم دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در لوله‌کشی آبرسانی با لوله‌ی گالوانیزه، متداول‌ترین فیتینگ‌ها عبارت‌اند از: پوشش، زانو، سه‌راهی، مغزی، مهره‌ماسوره، تبدیل و درپوش که جنس آن‌ها طبق مقررات ملی ساختمان باید از نوع فولادی گالوانیزه (جنس خود لوله) یا چدن چکش خوار باشد.

با توجه به اهمیت فیتینگ‌ها در شبکه‌ی لوله‌کشی

اتصال دو قسمت از لوله کشی به یک دیگر یا اتصال لوله کشی به دستگاه به کار می‌رود.

مهره ماسوره خود از سه قطعه‌ی پیوسته به هم تشکیل شده است. دو قطعه از آن هر یک به یک طرف وصل می‌شود و قطعه‌ی وسط با اتصال دادن این دو قطعه به یکدیگر دو قسمت لوله کشی را به هم وصل می‌کند. از مهره ماسوره در اتصال سیستم لوله کشی به دستگاه‌ها مانند آب گرم کن یا اتصال لوله‌ها در طول‌های بلند و در مدارهای بسته استفاده می‌شود.

و — درپوش (*Cap* یا *Plug*): در صورت لزوم برای بستن دهانه‌های باز و انشعاب‌ها به کار می‌رود.

ب — زانو (*elbow*): قطعه‌ای است که برای تغییر جهت مسیر استفاده می‌شود و با توجه به زاویه‌ی تغییر و نحوه‌ی دنده شدن، دارای انواع و اقسام مختلفی است.

ج — سه راهی (*Tee*): قطعه‌ای است که برای انشعاب‌گیری در لوله کشی کاربرد دارد.

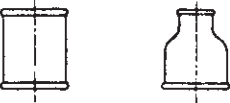
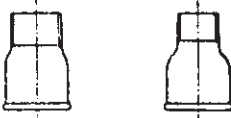

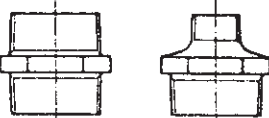





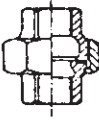
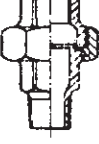
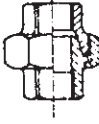

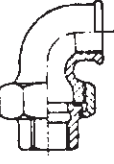
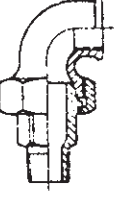
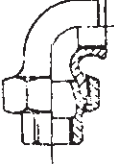
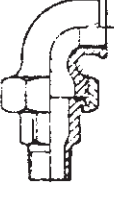
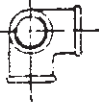
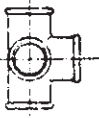
د — مغزی (*Nipple*): یک قطعه لوله‌ی دو سر دنده یا یک قطعه‌ی ریختگی دو سر دنده است که از آن برای اتصال فیتینگ‌ها به هم دیگر یا به شیرها استفاده می‌شود.

ه — مهره ماسوره (*Unions*): قطعه‌ای است که برای



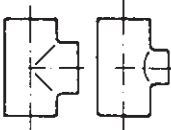
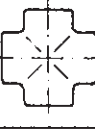







جدول ۵-۶ — فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش خوار طبق استاندارد ISO49\*

Types	Symbols					
A Elbows زانو	A1		A1/45°	A4		A4/45°
B Tees سه راه			B1			
C Crosses چهارراه	C1					
D Short bends خم	D1	D4				
E Pitcher tees Twin elbows سه راه دوردار	E1			E2		
G Long sweep bends خم دوردار	G1	G1/45°	G4	G4/45°	G8	

ادامه‌ی جدول ۵-۶- فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش‌خوار طبق استاندارد ISO49

Types	Symbols				
<b>M</b> Sockets بوشن	<b>M2</b> 		<b>M4</b> 		
<b>N</b> Bushings Hexagon nipples مغزی	<b>N4</b> 		<b>N8</b> 		
<b>P</b> Backnuts مهره	<b>P4</b> 				
<b>T</b> Caps Plugs کلاهک، درپوش	<b>T1</b> 		<b>T8</b> 	<b>T9</b> 	<b>T11</b> 
<b>U</b> Union مهره ماسوره	<b>U1</b> 	<b>U2</b> 	<b>U11</b> 	<b>U12</b> 	
<b>UA</b> Union elbows زانوی مهره‌ماسوره‌ای	<b>UA1</b> 	<b>UA2</b> 	<b>UA11</b> 	<b>UA12</b> 	
<b>Za</b> Side outlet elbows and tees زانو - سه راه	<b>Za1</b> 	<b>Za2</b> 			

جدول ۶-۶- فیتینگ‌های فولادی مخصوص اتصال دنده‌ای طبق استاندارد ISO 4145

Diagram	Type	Symbol	Table
	زانو و زانو تبدیل Elbows, equal and reducing تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	A1	2 and 3
	زانو چپقی Male and female elbows تا قطر نامی ۵۰ میلی‌متر	A4	4
	سه راه و سه راه تبدیل Tees, equal and reducing تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	B1	2 and 3
	چهارراه Crosses تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	C1	2
	Half sockets تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	M1	5
	بوشن و بوشن تبدیل Sockets, equal and reducing تا قطر نامی ۱۵۰ میلی‌متر	M2	6 and 7
	تبدیل روییج توییچ Reducing bushes تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	N4	8
	مغزی Hexagon nipples تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	N8	9
	درپوش Caps تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	T2	10
	درپوش Plugs تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	T8	11
	مهره و ماسوره Unions تا قطر نامی ۱۰۰ میلی‌متر	U1 or U11	12

### ۳-۲-۶- مقررات ملی

که قطعه‌ی موردنظر بر طبق آن ساخته شده است، به صورت ریختگی، برجسته، یا مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.

ب- لوله‌ی فولادی گالوانیزه: لوله‌های فولادی باید از نوع گالوانیزه درزدار، دو سر دنده با بوشن فولادی گالوانیزه

الف- اعتبار ساخت: روی هر قطعه از لوله، فیتینگ،

فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی باید مارک کارخانه‌ی سازنده، کیفیت ساخت یا استاندارد مورد تأییدی

و مطابق یکی از استانداردهای زیر باشد :

ISLRI	423
ISO	65 (وزن متوسط و سنگین)
DIN	2440 , 2441
BS	1387 (وزن متوسط و سنگین)
ANSI	A53

### ج - انتخاب فیتینگ

۱- فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد باید از نظر استانداردهای جنس، اندازه، ضخامت جدار، نوع دنده و دیگر مشخصات با لوله‌ها مطابقت داشته و برای کار با لوله‌های انتخاب شده مناسب باشد.

۲- سطح داخلی فیتینگ‌ها نباید برآمدگی، بعد، یا تغییر سطح مقطع، که ممکن است مانعی در برابر جریان آب ایجاد کند، داشته باشد.

۳- در صورت استفاده از مهره ماسوره باید از نوعی انتخاب شود که سطح آب‌بند بین دو قطعه‌ی آن مخروطی یا تخم‌مرغی باشد. کاربرد مهره ماسوره‌ای که سطح آب‌بند آن صفحه‌ی صاف عمود بر محور باشد، مجاز نیست.

۴- فیتینگ‌هایی که در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه استفاده می‌شود باید از نوع چدنی چکش‌خوار<sup>۲</sup> یا از نوع فولادی گالوانیزه و برابر یکی از استانداردهای زیر باشد :

فیتینگ‌های ساخته شده از چدن چکش خوار

DIN 2950

BS 143 , 1256

ISO 49

فیتینگ‌های فولادی دنده‌ای

DIN 2980

BS 1740

ISO 4145

### ۳-۶- لوله‌های مسی

از لوله‌های مسی برای لوله‌کشی تأسیسات آب سرد و آب گرم، لوله‌کشی گاز و دیگر تأسیسات گرمایی و سرمایی استفاده می‌شود. چون مقاومت کششی مس بالا است بنابراین لوله‌ها را می‌توان با جداری نازک تهیه کرد که باعث سبک وزنی لوله‌ها و کاهش هزینه‌ی ساخت می‌گردد. در صورت وجود خطر خوردگی و اسیدی بودن خاک می‌توان آن‌ها را با پوششی از پلاستیک تهیه کرد. لوله‌های مسی سطح داخلی صافی دارند و مقاومت کمی در برابر جریان مایعات ایجاد می‌کنند. به همین دلیل از این لوله‌ها در قطر داخلی کوچک‌تر می‌توان استفاده کرد.

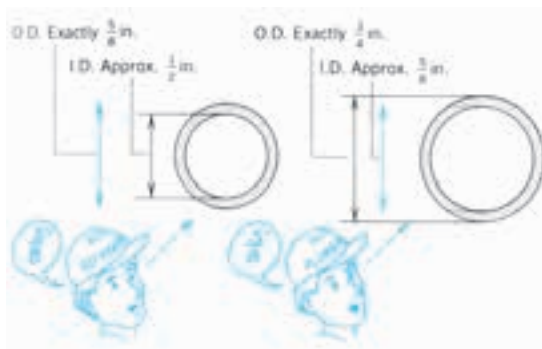
ظاهر این لوله‌ها تمیز است و در صورت ضرورت می‌توان آن‌ها را آب کروم داد.

۱-۳-۶- انواع لوله‌های مسی: لوله‌های مسی به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌شوند :

الف - لوله‌هایی که در لوله‌کشی آب سرد و گرم و گاز و گازهای طبی مورد استفاده‌اند.

ب - لوله‌هایی که در سیستم‌های تهویه مطبوع و تبرید نوع ACR به کار می‌روند.

در لوله‌های ACR قطر نامی لوله برابر قطر خارجی است ولی در لوله‌های مسی مخصوص آب سرد و گرم و گاز قطر نامی لوله تقریباً برابر قطر داخلی است و در نتیجه در یک قطر نامی لوله‌ی آب‌رسانی و گازرسانی بزرگ‌تر از لوله‌های ACR هستند (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- لوله‌ی  $\frac{3}{8}$  ACR کوچک‌تر از لوله‌ی  $\frac{1}{2}$  آب‌رسانی است.

– از نظر جنس آلیاژ فقط از SF-CUF عرضه می‌شوند.  
 – مقاومت فیزیکی این لوله‌ها یکسان است.  
 لوله‌های مسی بی درز DIN 1786 به چهار صورت عرضه می‌شوند:

– به صورت کلاف، به قطر خارجی ۶ تا ۲۲ میلی‌متر، به طول ۲۵ یا ۵۰ متر، با آلیاژ SF-CUF22.

– به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۶ تا ۵۴ میلی‌متر، به طول ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF37.

– به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۶۴ تا ۱۳۳ میلی‌متر، به طول ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF30.

– به صورت شاخه‌ی مستقیم، به قطر خارجی ۱۵۹، ۲۱۹ و ۲۶۷ میلی‌متر، به طول ۴ یا ۵ متر، با آلیاژ SF-CUF30.

لوله‌های مسی DIN 1786، که به صورت کلاف عرضه می‌شوند، در حالت سرد و بدون استفاده از ابزار مخصوص، قابلیت خم شدن دارند.

لوله‌های مسی DIN 1786، که به صورت شاخه‌ی مستقیم عرضه می‌شوند، تا قطر خارجی ۱۸ میلی‌متر، در حالت سرد و به کمک ابزار مناسب، قابلیت خم شدن دارند.

لوله‌ی مسی بی‌درز که در استاندارد ANSI /ASTM B88 ساخته می‌شود. از نظر ضخامت جدار به انواع K (سنگین)، L (وزن متوسط) و M (سبک) تقسیم و به دو صورت سخت و نرم عرضه می‌شوند، در حالت نرم تا قطر ۱/۵ اینچ (۴۰ میلی‌متر) به صورت کلاف و در حالت سخت به صورت شاخه به بازار عرضه می‌گردند.

در استاندارد DIN 1988، برای لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان، استفاده از لوله‌های مسی DIN 1754 توصیه شده است. استاندارد DIN 1754 شامل گروه‌های متعدد و متنوع لوله‌های مسی بی‌درز است که از نظر جنس، ضخامت جدار و مشخصات دیگر طیف وسیعی را تشکیل می‌دهد.

یک گروه از لوله‌های DIN 1754 به لوله‌های مسی بی‌درز DIN 1786 اختصاص دارد که شامل خصوصیات زیر است:

– از نظر قطر خارجی و ضخامت جدار در تعداد محدودتری عرضه می‌شوند.

– در یک یا دو طول عرضه می‌شود.



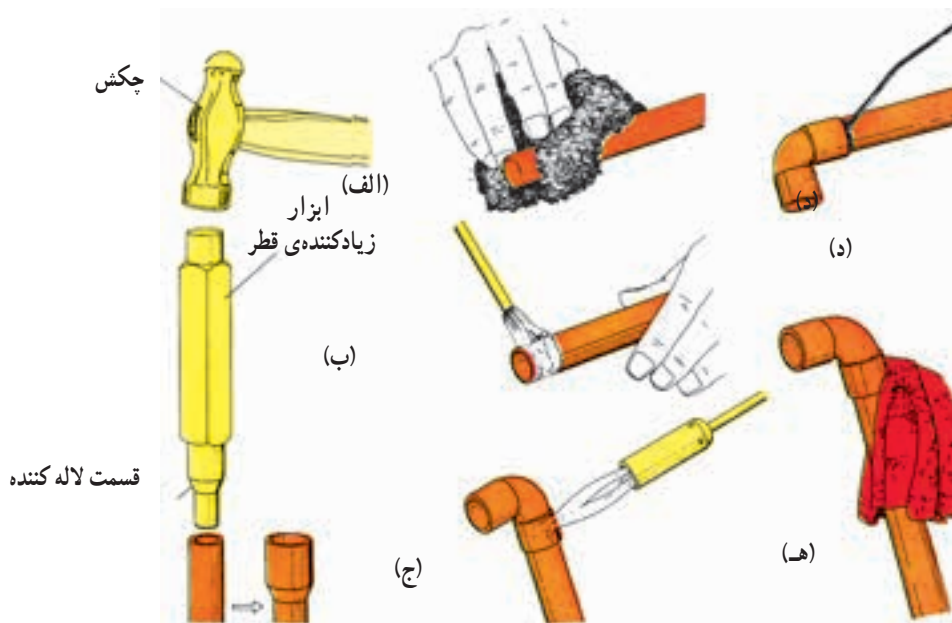
۲-۳-۶- کاربرد لوله‌های مسی: در جدول ۶-۷ از استاندارد DIN 1786، لوله‌های مسی بی‌درز که برای کاربردهای آب و گاز توصیه شده، با علامت «●» نشان داده شده است. در این جدول دیده می‌شود که این لوله‌ها تا قطر خارجی ۱۰۸ میلی‌متر برای اتصال لحیمی موینگی (CAPILLARY SOLDER) توصیه شده است.

جدول ۶-۷- از استاندارد DIN 1786 کاربرد لوله‌های مسی

قطر خارجی	ضخامت						قطر نامی
	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
فقط برای اتصال لحیمی موینگی							
6	X	X					4
8	X	X					6
10	X	X					8
12	X	●					10
15 1)	X	●	X				—
18 1)		●	X				15
22 1)		●	X				20
28 1)		X	●				25
35			●				32
42			●	X			40
54			X	●			50
64				●			—
76,1				●	X		65
88,9				●	X		80
108					●	X	100
فقط برای اتصالاتی غیر از اتصال لحیمی موینگی							
133						●	125
159						●	150
219						●	200
267						●	250
<p>Tubes conforming to the requirements of this standard need only be supplied in those dimensions which are marked "X" or "●" in this table.</p> <p>Tubes with dimensions marked "●" shall be used for gas and water installations.</p> <p>1) A nominal wall thickness of at least 1,5 mm is recommended if these tubes are to be joined by manual welding.</p>							

قرار گرفتن لوله در داخل فیتینگ با دهانه‌ی بزرگ‌تر یا قرار گرفتن لوله داخل لوله‌ای که طرف اتصال به وسیله‌ی قالبی بزرگ‌تر شده باشد، انجام می‌گیرد (شکل ۶-۲).

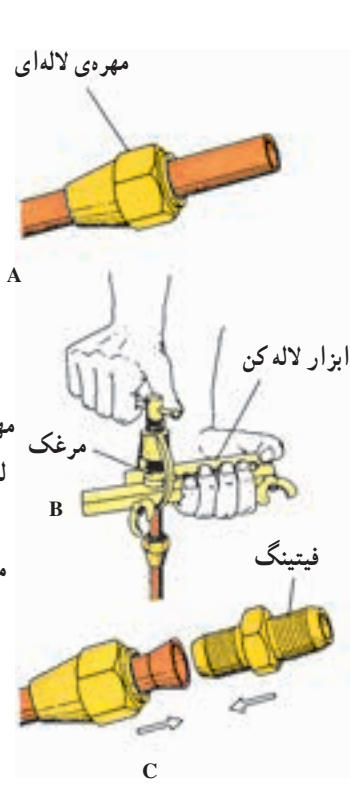
۳-۳-۶- اتصال لوله‌های مسی: اتصال لوله‌ی مسی به لوله‌ی مسی، یا فیتینگ مسی، به صورت لحیمی موینگی<sup>۱</sup> یا فیتینگ فشاری انجام می‌گیرد. اتصال لحیمی موینگی پس از



الف - در اتصال لحيمی ابتدا سطح بیرونی سر لوله را با پشم فلزی براق کنید.  
 ب - روان ساز اضافه کنید.  
 ج - لوله را در داخل فیتینگ قرار دهید و حرارت دهید.  
 د - لحيم را به لبه ی فیتینگ در تماس قرار دهید.  
 هـ - با پارچه اضافه های لحيم را تمیز کنید.

شکل ۲-۶ - اتصال لحيمی مويينگی

اتصال فیتینگ فشاری ممکن است به یکی از روش های، مهره ماسوره ای شکل ۳-۶-ج انجام گیرد.  
 لاله ای شکل ۳-۶-الف، فشاری حلقه ای شکل ۳-۶-ب و



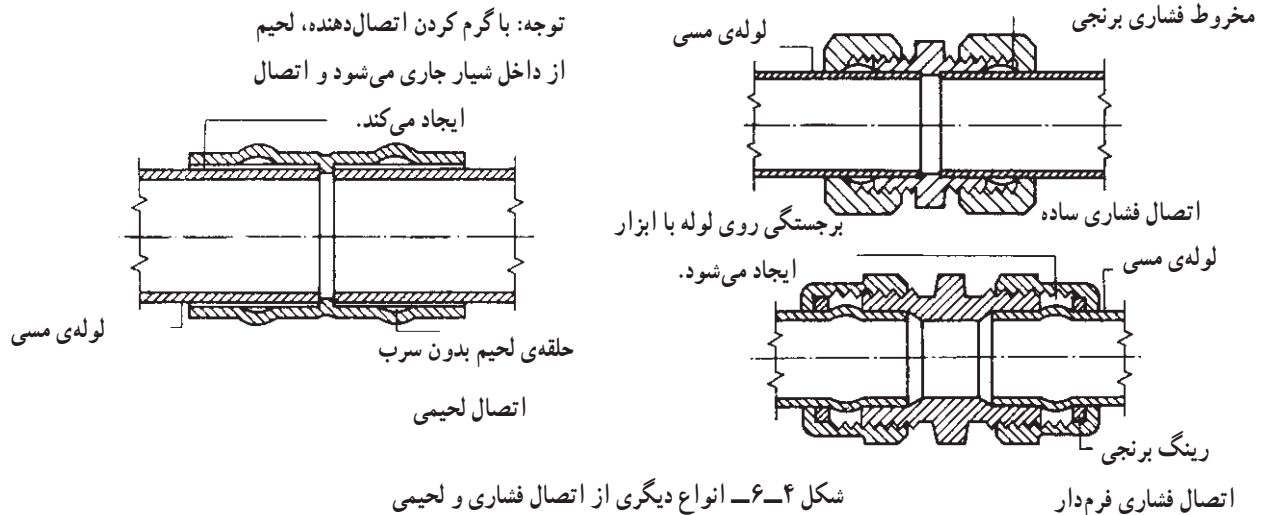
الف - در اتصال لاله ای مهره را در لوله قرار دهید (A)  
 لوله در دستگاه لاله کن قرار داده لاله کنید (B)  
 مهره را روی مغزی بپیچانید (C)



ج - در اتصال مهره ماسوره ای مهره را در لوله قرار داده قطعه های واسطه روی لوله ها لحيم کنید لوله ها را با مهره به هم وصل کنید.

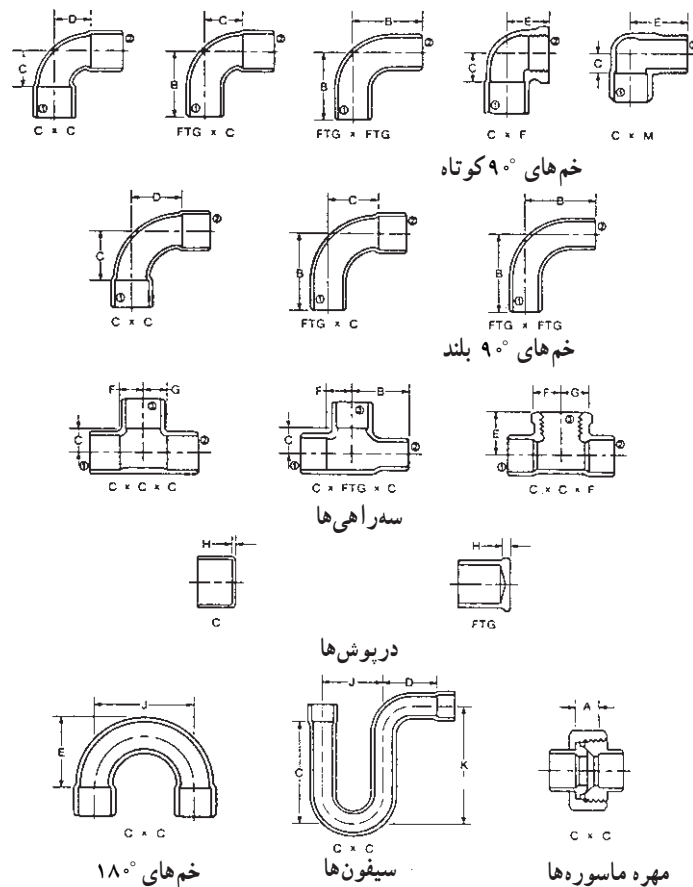
شکل ۳-۶ - اتصال فیتینگ فشاری

در شکل ۶-۴ انواع دیگری از اتصال فشاری و لحیمی موینگی لوله‌های مسی را مشاهده می‌کنید.

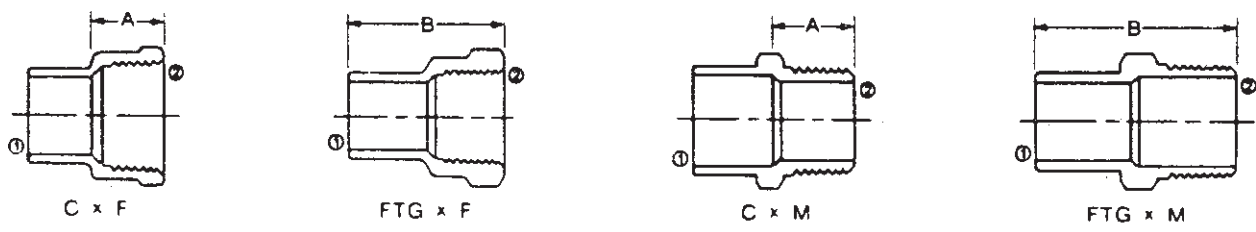


مس که در لوله‌کشی‌های مسی به کار می‌روند برحسب نوع اتصال تقسیم‌بندی می‌شوند. در شکل ۶-۵ انواع فیتینگ‌های مخصوص اتصال لحیمی موینگی از استاندارد ANSI B16.22 ارائه شده است.

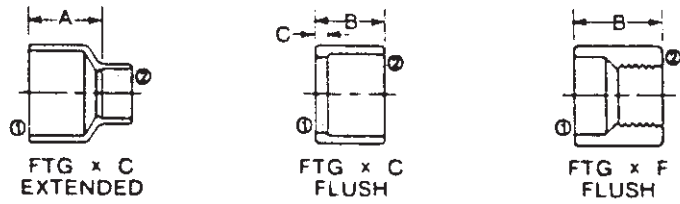
۶-۳-۴ فیتینگ‌های لوله‌های مسی: اتصال لحیمی موینگی برای پیوند فیتینگ به لوله و اتصال فشاری برای پیوند فیتینگ به دستگاه یا شیر به کار می‌رود. فیتینگ‌های مسی یا آلیاژ



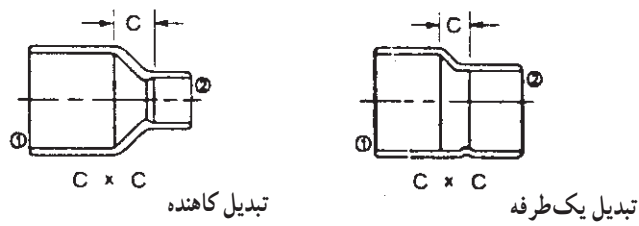
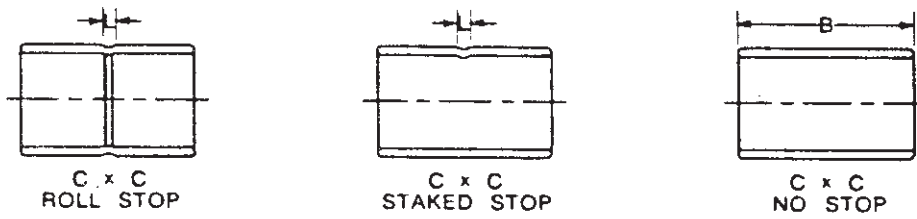
شکل ۶-۵- فیتینگ‌های مخصوص اتصال لحیمی موینگی



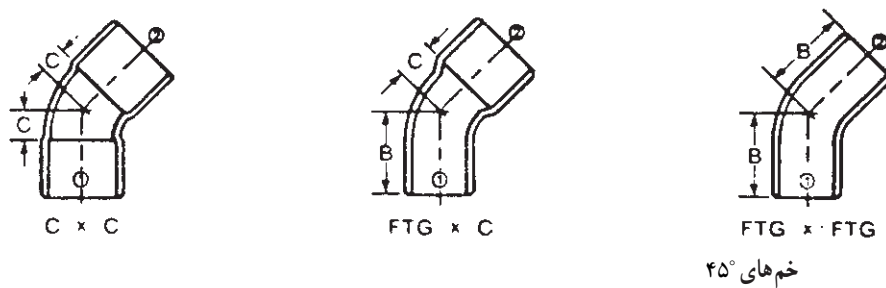
واسطه‌ها



بوشن‌ها

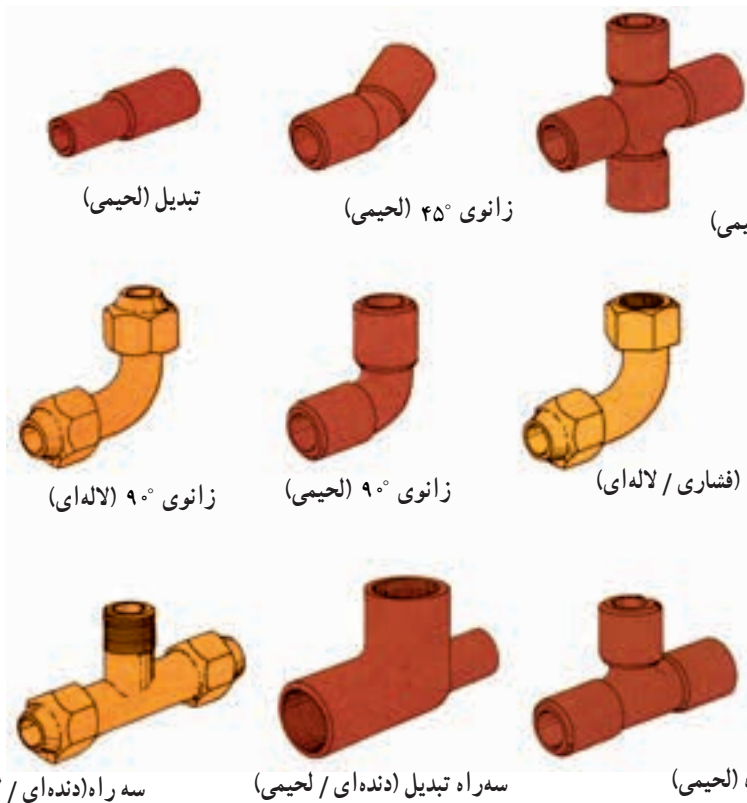


کوپلینگ‌ها



ادامه‌ی شکل ۵-۶

در شکل ۶-۶ نمونه‌ای دیگر از فیتینگ‌های مسی را مشاهده می‌نمایید.



شکل ۶-۶- فیتینگ‌های مسی در اتصال به لوله‌ی گالوانیزه

### ب- فیتینگ

- فیتینگ‌های مورد استفاده در لوله‌کشی مسی، باید از نوع مسی یا آلیاژ مس بوده و برای اتصال لحیمی موینگی یا اتصال فیتینگ فشاری، مطابق یکی از استانداردهای زیر، مناسب باشد.

DIN 2856 تا 2872

BS 864

ISO 2016

### ج- اتصال در لوله‌کشی مسی

- در اتصال لحیمی موینگی سطوح اتصال دو قطعه را باید کاملاً تمیز کرد و مفتول لحیم کاری را باید تا دمای ذوب گرم نمود، به طوری که فاصله‌ی موینه‌ی بین دو قطعه در تمام سطوح اتصال (گیر) پرکند.

- در اتصال لحیمی موینگی، در شرایط عادی، مفتول لحیم کاری باید از نوع نرم<sup>۲</sup> باشد. دمای ذوب لحیم کاری نرم باید کمتر از  $427^{\circ}\text{C}$  ( $800^{\circ}\text{F}$ ) باشد. مفتول لحیم کاری باید از آلیاژ

### ۵-۳-۶- مقررات ملی

#### الف- لوله‌ی مسی

- لوله‌های مسی باید از نوع کلاف (نرم) یا از نوع شاخه‌ای (سخت) بوده برای اتصال لحیمی موینگی<sup>۱</sup> یا اتصال فیتینگ فشاری<sup>۲</sup>، مطابق یکی از استانداردهای زیر، مناسب باشد:

DIN 1786

BS 2871 PART1

ANSI B 88

ISO 274

- در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی از لوله‌های مسی تا قطر خارجی حداکثر ۵۴ میلی‌متر (قطر نامی ۲ اینچ) می‌توان استفاده کرد. استفاده از لوله‌های مسی در اندازه‌های بزرگ‌تر مجاز نیست.

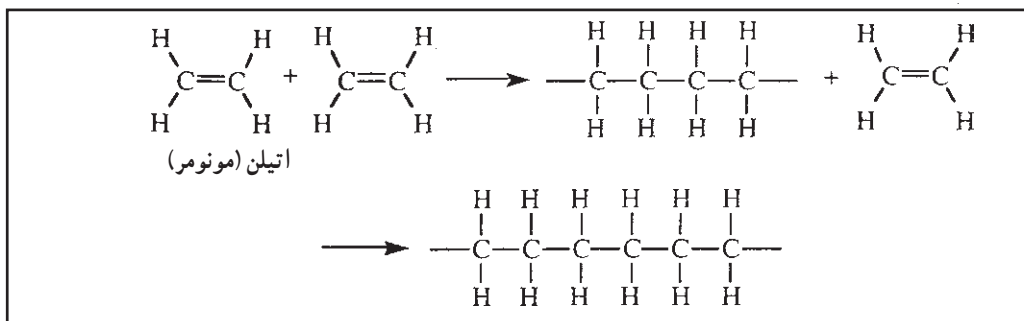
- در صورتی که اتصال از نوع فیتینگ فشاری باشد، لوله‌ی مسی باید از نوع کلاف (نرم) انتخاب شود.

پیوستن بی‌شمار مولکول‌های کوچک‌تری به نام مونومر تشکیل شده‌اند. بنابراین یک مولکول پلی‌مر تعداد بسیار زیادی اتم دارد که با پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند. وزن مولکولی پلی‌مرها بسیار زیاد است. یکی از ساده‌ترین پلی‌مرها پلی‌اتیلن است که از پلی‌مر شدن اتیلن به دست می‌آید.

«قلع - نقره» یا «قلع - مس» یا «قلع - آتیموان» باشد. استفاده از مفتول سرب‌دار در لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی مجاز نیست.

#### ۴-۶- لوله‌های پلی‌مری

پلی‌مرها مولکول‌های بسیار بزرگی هستند که از به هم



پلی‌پروپیلن (PB)، پلی‌بوتیلن (PB) و ... استفاده نمایند. این لوله‌ها البته مشکل خوردگی لوله‌های فلزی را ندارند ولی خود دارای مشکلات دیگری هستند که استفاده از آن‌ها را محدود می‌سازد. از جمله این که پلی‌مرها، به دلیل ساختار اتمی ماکرومولکولار، برخلاف فلزات که دارای ساختمان کریستالی هستند. در برابر عبور گازهایی مانند اکسیژن نفوذپذیرند. در اثر نفوذ اکسیژن به داخل سیستم لوله‌کشی این لوله‌ها، در تجهیزات فلزی سیستم‌ها مانند رادیاتورها، شیرآلات، پمپ‌ها و مخازن، خوردگی ایجاد شده و موجب پوسیدگی آن‌ها می‌شود. در جدول ۸-۶ معایب لوله‌های فلزی و پلی‌مری با هم مقایسه شده است.

محصول این عمل، مولکولی با زنجیر بسیار طویل (پلی‌مر) است که از تعداد زیادی (حدود ۱۰۰۰ یا بیشتر) گروه  $-CH_2-$  (مونومر) ساخته شده است.

تا دهه‌ی ۱۹۷۰ ارزش کاربرد لوله‌های پلی‌مری در سیستم‌های تأسیسات مکانیکی کاملاً ناشناخته بود و غالباً از لوله‌های فولادی سیاه، گالوانیزه و یا مسی استفاده می‌شد. اما خوردگی فلز از داخل و خارج، در شرایط نامساعد، و تغییر کیفیت آب در اثر واکنش‌های شیمیایی و گرفتگی لوله‌های فلزی و ... متخصصین را بر آن داشت که به پلی‌مرها توجه بیشتری نشان دهند و در ساخت لوله‌ها از پلی‌مرهایی نظیر پلی‌اتیلن (PE)،

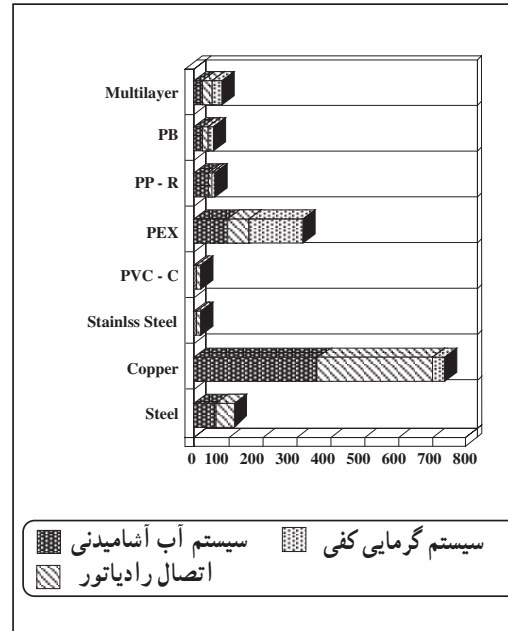
جدول ۸-۶- مقایسه‌ی معایب لوله‌های فلزی و پلی‌مری

معایب لوله‌های پلی‌مری	معایب لوله‌های فلزی
۱- نفوذ اکسیژن	۱- خوردگی از داخل و خارج
۲- ضریب انبساط زیاد	۲- رسوب‌پذیری
۳- عدم مقاومت مکانیکی	۳- وزن زیاد
۴- عدم تجهیز دما و فشار بالا	۴- غیراقتصادی بودن
۵- عدم مقاومت در مقابل حریق	
۶- ضعف در برابر نور	
۷- قیمت اولیه‌ی زیاد	

افزایش است. به نمودار شکل ۷-۶ توجه نمایید. همان‌طور که می‌بینید در سال ۱۹۹۹ بیشترین مصرف لوله در اروپا لوله‌ی

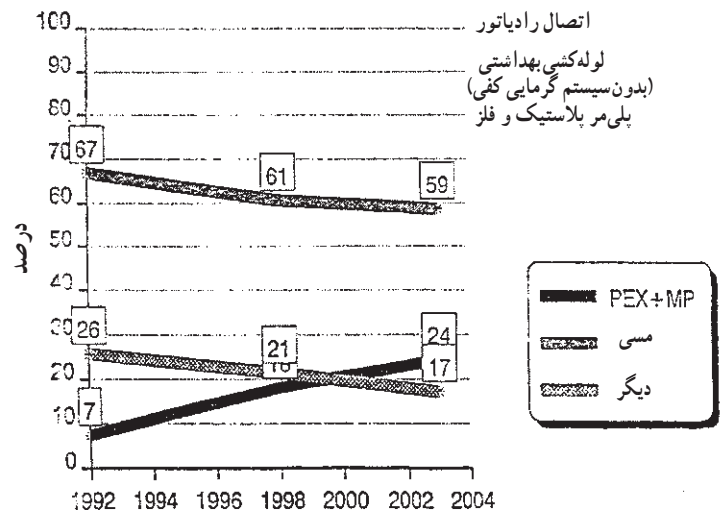
با استفاده از روش‌های خاص به مرور سعی شده است از مشکلات لوله‌های پلی‌مری کاسته شود. لذا مصرف آن‌ها در حال

مسی بود، و پس از آن لوله‌های PEX بیشترین کاربرد را داشته‌اند و مصرف لوله‌های فولادی کمتر از لوله‌های PEX بوده است.



شکل ۷-۶- نمودار مصرف لوله‌ها در اروپا به میلیون متر در سال ۱۹۹۹

نمودار شکل ۸-۶ نشان می‌دهد که در اروپا، تا سال ۲۰۰۴ بیشترین مصرف مربوط به لوله‌های مسی است ولی مقدار مصرف آن در حال کاهش است. مقدار مصرف لوله‌های PEX + MP یعنی لوله‌های پلی اتیلن مشبک به علاوه لوله‌ی چند لایه‌ی فلز پلی مر در حال افزایش می‌باشد.



شکل ۸-۶- نمودار مقایسه‌ای مصرف انواع لوله

### ۱-۴-۶- لوله‌های پلی اتیلن مشبک شده 'یا PEX:

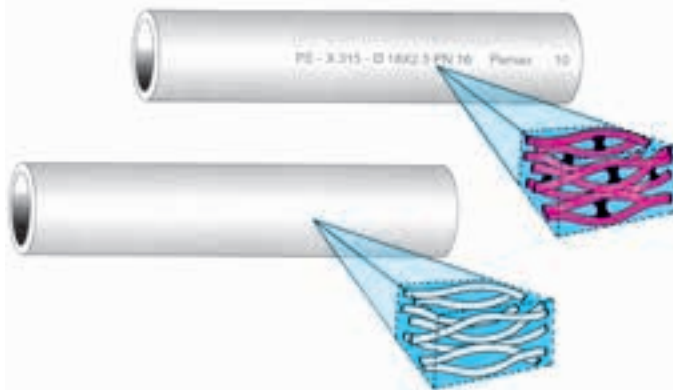
پلی اتیلن یکی از پر مصرف‌ترین مواد پلی مری است. این پلی مر که دارای خواص خوبی مانند عایق بودن و مقاومت شیمیایی است. همچنین بدون بو و مزه است، سمی نیست و می‌توان آن را به ورقه‌های بسیار نازک تبدیل کرد. از این رو در ساخت لوله‌ها و ظروف پلاستیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته در مقابل دارای ضعف‌هایی هم هست. به عنوان مثال مقاومت آن در برابر حلال‌ها به سرعت با دما و شرایطی که سطح در معرض آن قرار می‌گیرد تغییر می‌کند.

مثلاً لوله‌ی ساخته شده از پلی اتیلن قابل استفاده برای

آب جوش در مدت طولانی نیست.

برای اصلاح ساختار پلی اتیلن و ایجاد خواص فیزیکی و

مکانیکی قابل قبول در آن برای دمای بالاتر، از روش مشبک کردن استفاده می‌کنند، مشبک کردن یعنی ایجاد اتصال عرضی ما بین زنجیره‌های پلی مری، به گونه‌ای که ساختار خطی تبدیل به ساختار شبکه‌ای شود. پلی اتیلنی که از طریق چنین سازوکاری دارای اتصالات عرضی در بین زنجیره‌های خود شود، در اصطلاح به نام پلی اتیلن مشبک یا PEX شناخته می‌شود (شکل ۹-۶).



شکل ۹-۶- مشبک شدن مولکول‌های پلی اتیلن

### مشخصات لوله‌های PEX: لوله‌های پلاستیکی عموماً

در برابر نور (ماوراء بنفش) ضعیف هستند، مگر آن که با مواد مشخصی حفاظت شده باشند. به همین جهت این لوله‌ها چه در حمل و نقل و چه در نگهداری در محوطه و چه پس از نصب نباید در فضای باز و در معرض نور آفتاب قرار گیرند.

جدول ۹-۶ مشخصات لوله‌های PEX براساس استاندارد DIN 16893 را نشان می‌دهد.

جدول ۹-۶- سری‌های لوله PEX براساس استاندارد DIN 16893

d	سری‌ها			
	1		2	
	دامنه‌ی فشار			
	PN 12,5		PN 20	
d	S <sup>2)</sup>			
	5,04		3,15	
	نسبت تقریبی d/s			
	11,08		7,3	
	ضخامت	جرم kg/m	ضخامت	جرم kg/m
10	-	-	1,8	0,047
12	-	-	1,8	0,059
16	1,8	0,083	2,2	0,098
20	1,9	0,111	2,8	0,153
25	2,3	0,169	3,5	0,238
32	2,9	0,268	4,4	0,382
40	3,7	0,425	5,5	0,594
50	4,6	0,659	6,9	0,926
63	5,7	1,03	8,7	1,47
75	6,8	1,45	10,3	2,07
90	8,2	2,1	12,4	2,98
110	10	3	15,1	4,44
125	11,3	4	17,2	5,74
140	12,7	5,03	19,2	7,18
160	14,5	6,56	22	9,37

در جدول ۱۰-۶ فشار کار مجاز برای لوله‌های PEX آورده شده است. همان‌طور که در جدول ملاحظه می‌کنید فشار کار مجاز بستگی به دمای کار سیستم دارد. در دمای ۱۰°C حداکثر فشار کار مجاز برای سری ۲ ۲۴bar بوده و عمر لوله در این فشار و دما برابر ۱ سال است. حداکثر فشار کار در دمای ۹۵°C برای سری ۲ ۹bar و عمر لوله در این فشار و دما ۱ سال است.

در دمای ۷۰°C و فشار کار ۱۱/۲bar عمر لوله ۵۰ سال برآورد شده است که نزدیک به شرایط کار تأسیسات بهداشتی طبق مقررات ملی است. بر طبق این مقررات، فشار کار ۱۰ بار و دمای کار ۶۵°C است.

انبساط و انقباض لوله‌های PEX در برابر گرما بسیار زیاد است و چون این لوله‌ها برای دفن در اجزای ساختمان (دور از نور) توصیه شده‌اند، ممکن است به سطوح دیوارها و کاشی‌ها آسیب برسانند. به همین دلیل توصیه شده که لوله‌های PEX در داخل غلافی خرطومی (از جنس پلی‌اتیلن سنگین) بسته‌بندی، تحویل و نصب شوند تا هم لوله را در برابر اثر نور حفاظت کند و هم امکان انبساط و انقباض آن را فراهم آورد. به همین جهت این لوله‌ها (به همراه خرطومی) معمولاً به صورت کلاف در کارتن‌های بسته و حفاظت شده به بازار عرضه می‌شوند، که تا زمان نصب باید به همان صورت و در داخل کارتن باقی بمانند. در شکل ۱۰-۶ مشخصات لوله‌های PEX آورده شده است.

طول کلاف	حجم آبگیری Lit./m	وزن g/m	ضخامت mm	قطر mm
100	0.050	65	2.0	12
100	0.080	94	2.5	15
100/200	0.110	90	2.0	16
100	0.105	92	2.2	16
100	0.100	93	2.3	16
100	0.130	116	2.5	18
100/200	0.200	128	2.0	20
100	0.160	145	2.8	20
100	0.200	171	3.0	22
50	0.330	157	2.3	25
50	0.310	178	2.5	25
50	0.250	230	3.5	25
50	0.380	226	3.0	28
50	0.310	288	4.0	28
50	0.530	270	3.0	32
50	0.420	365	4.4	32



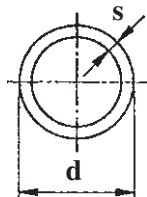
غلاف خرطومی به طول ۵۰ متر

شکل ۱۰-۶- مشخصات لوله‌های PEX



نام گذاری لوله: در استاندارد دین (DIN) مشخصات لوله‌ی PE-X به صورت زیر بر روی لوله نوشته می‌شود که اصطلاحاً به آن نام گذاری گفته می‌شود.

Pipe DIN 16 893-20×1,9 – PE-Xc



نام گذاری لوله با قطر خارجی (d) ۲۰ mm و ضخامت

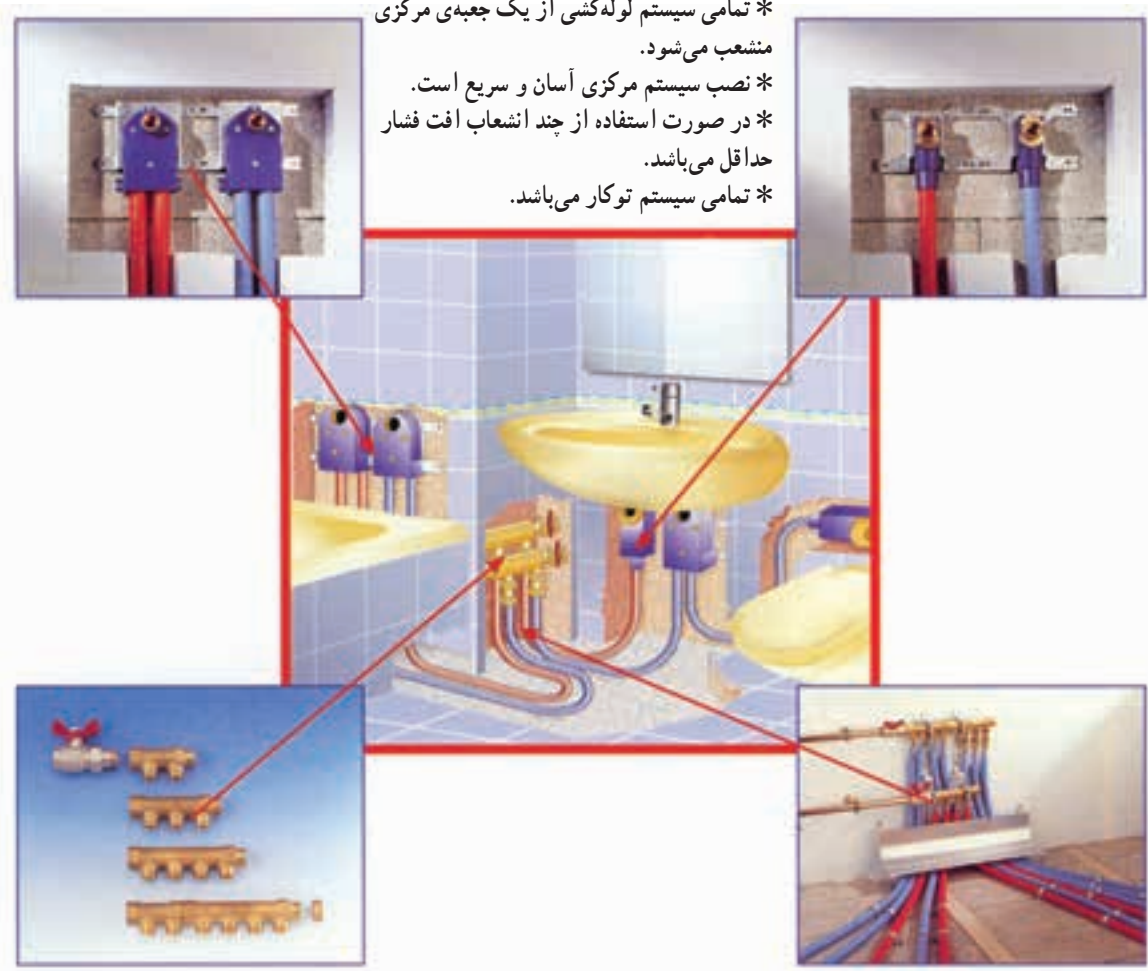
جدول ۱۰-۶- فشار کار مجاز برای لوله‌های انتقال آب بر حسب bar

— لوله‌کشی: لوله‌کشی یا نصب این لوله‌ها، در هر گروه

وسایل بهداشتی، از یک کلکتور (منیفولد) مرکزی به لوازم بهداشتی مختلف، یک به یک انجام می‌گیرد. چون لوله به صورت کلاف نرم است با خم کردن آن همه‌ی حالت‌های مورد نیاز شکل می‌گیرد و دیگر لازم نیست از زانوها و خم‌های جداگانه استفاده شود، به طور معمول برای آب سرد از خرطومی آبی رنگ و برای آب گرم از خرطومی قرمز رنگ استفاده می‌شود. شکل‌های ۱۱-۶ چگونگی لوله‌کشی لوازم بهداشتی با استفاده از لوله‌ی PEX و فیتینگ‌های مربوط را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که امکان لوله‌کشی لوله‌های PEX بدون استفاده از خرطومی وجود دارد، لیکن خرطومی به عنوان محافظ بوده و امکان انبساط لوله را بدون آسیب وارد کردن به اطراف فراهم می‌کند.

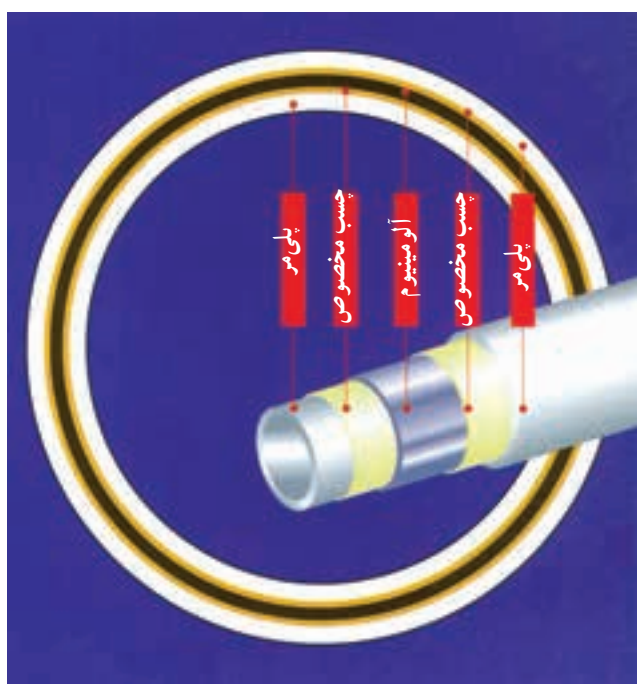
دما به °C	عمر به سال	سری‌ها	
		1	2
		دامنه‌ی فشار PN 12,5   PN 20	
فشار کار مجاز			
10	1	15,1	24
	5	14,8	23,5
	10	14,7	23,3
	25	14,5	23,1
	50	14,4	22,8
20	1	13,7	21,7
	5	13,3	21,2
	10	13,2	21
	25	13,1	20,7
	50	12,5	20
30	1	12,3	19,6
	5	12	19
	10	11,9	18,8
	25	11,7	18,6
	50	11,6	18,4
40	1	11	17,5
	5	10,8	17,1
	10	10,7	16,9
	25	10,5	16,7
	50	10,4	16,5
50	1	9,7	15,4
	5	9,5	15
	10	9,3	14,8
	25	9,2	14,6
	50	9,1	14,4
60	1	8,7	13,8
	5	8,4	13,3
	10	8,3	13,1
	25	8,1	12,9
	50	8,1	12,8
70	1	7,7	12,2
	5	7,5	11,9
	10	7,3	11,6
	25	7,2	11,4
	50	7,1	11,2
80	1	6,5	10,4
	5	6,4	10,2
	10	6,3	10,1
	25	6,3	9,9
	50	6,3	9,9
90	1	5,9	9,4
	5	5,8	9,2
	10	5,7	9,1
95	1	5,7	9
	5	5,5	8,8
	10	5,4	8,6

این فشارها برای لوله‌های در معرض تابش اشعه‌ی ماوراءبنفش به کار نمی‌روند. این اشعه می‌تواند عمر لوله را به طور قابل ملاحظه، حتی تا ده سال، کاهش دهد.



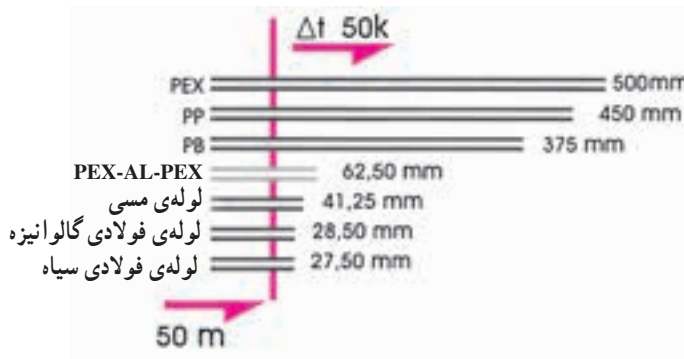
\* تمامی سیستم لوله‌کشی از یک جعبه‌ی مرکزی  
 منشعب می‌شود.  
 \* نصب سیستم مرکزی آسان و سریع است.  
 \* در صورت استفاده از چند انشعاب افت فشار  
 حداقل می‌باشد.  
 \* تمامی سیستم توکار می‌باشد.

شکل ۱۱-۶- چگونگی لوله‌کشی لوازم بهداشتی با استفاده از لوله و فیتینگ PEX



۲-۴-۶- لوله‌های پلی اتیلنی چند لایه (PEX-AL)  
 PEX: لوله‌های پلی اتیلنی چند لایه لوله‌هایی هستند که ساختمان  
 آن‌ها از سه لوله‌ی تو در تو تشکیل شده است به طوری که لوله‌ی  
 داخلی از پلی اتیلن مشبک، لوله‌ی میانی از آلومینیوم و لوله‌ی  
 بیرونی باز از پلی اتیلن مشبک است (شکل ۱۲-۶).

شکل ۱۲-۶- ساختار لوله‌ی پلی اتیلنی پنج لایه



شکل ۱۳-۶ مقایسه‌ی انبساط طولی پلی‌مرها و فلزها

جدول ۱۱-۶ قطر خارجی، ضخامت آلومینیوم برای لوله‌های PEX-AL-PEX براساس استاندارد ASTM F1281

قطر اسمی	حداقل قطر خارجی	حداقل ضخامت آلومینیوم
0912 (3/8)	12.00 (0.472)	0.18 (0.007)
1216 (1/2)	16.00 (0.630)	0.18 (0.007)
1620 (5/8)	20.00 (0.787)	0.23 (0.009)
2025 (3/4)	25.00 (0.984)	0.23 (0.009)
2532 (1)	32.00 (1.260)	0.28 (0.011)
3240 (1 1/4)	40.10 (1.579)	0.33 (0.013)
4150 (1 1/2)	50.10 (1.972)	0.47 (0.018)
5163 (2)	63.10 (2.484)	0.57 (0.022)
6075 (2 1/2)	75.10 (2.957)	0.67 (0.026)

^The out-of-roundness specification applies only to tubing prior to coiling.

«بلاک کوپلی‌مر» و «راندوم کوپلی‌مر» تقسیم می‌شوند که نوع اخیر یعنی راندوم کوپلی‌مر یا کوپلی‌مر با شاخه‌های تصادفی براساس جدول‌های موجود در استاندارد دین و ایزو از مقاومت بیشتری نسبت به حرارت برخوردار هستند.

برای ساخت لوله‌های پلی‌پروپیلنی، از نوع کوپلی‌مر تصادفی با علامت (PP-RC,TYPE3) استفاده می‌شود. این لوله‌ها در رنگ‌های مختلف آبی، سبز و سفید و ... ساخته می‌شوند.

نکته‌ی اصلی در ساخت این لوله‌ها استفاده از ماده‌ی ویژه‌ای است که سطوح داخلی و بیرونی لوله‌ی آلومینیومی را با سطوح لوله‌های پلی‌اتیلن داخلی و بیرونی به هم اتصال داده و آن‌ها را همگن و متجانس می‌کند. به عبارت دیگر این ماده انبساط طولی زیاد پلی‌اتیلن مشبک را با انبساط طولی نسبتاً کم آلومینیوم، در اثر افزایش دما، هماهنگ می‌کند. در شکل ۱۳-۶ انبساط طولی مواد پلی‌مری و فلزی مختلف نشان داده شده است. ملاحظه می‌کنید که انبساط طولی در اثر افزایش  $50^{\circ}\text{C}$  برای  $50^{\circ}$  متر لوله‌ی PEX-AL-PEX،  $50^{\circ}$  mm بوده و برای  $50^{\circ}$  متر لوله‌ی مسی که ضریب انبساط آن نزدیک آلومینیوم است  $41/25$  mm است.

لایه‌ی آلومینیوم همچنین تحمل فشار و دمای لوله را بالا برده و از نفوذ نور و اکسیژن جلوگیری می‌کند و نیز مقاومت مکانیکی لوله را افزایش می‌دهد.

ساخت این لوله‌ها بدین صورت است که ورق آلومینیوم به وسیله‌ی نورد گرد شده و لبه‌های آن بر روی هم می‌آید سپس به وسیله‌ی جوش اولترا سونیک (ماورای صوت) عمل اتصال لبه‌ها صورت می‌گیرد و لوله تولید می‌شود. پس از آن، بر روی جداره‌ی داخلی و خارجی این لوله چسب مخصوص تزریق شده و تقریباً همزمان دو لایه‌ی پلی‌مر نیز به وسیله‌ی دستگاه اکسترودر بر روی آن تزریق می‌شود.

در جدول ۱۱-۶ مشخصات لوله‌ی PEX-AL-PEX ضخامت لایه‌ی آلومینیوم قطر اسمی و قطر خارجی را براساس استاندارد ASTM F1281 ملاحظه می‌کنید.

در شکل ۱۴-۶ یک نمونه اجرا شده توسط لوله‌های PEX-AL-PEX نشان داده شده است.

۳-۴-۶ لوله‌های پلی‌پروپیلنی: پلی‌پروپیلن‌ها، براساس استانداردهای دین و ایزو، به سه دسته‌ی اصلی «هموپلی‌مر»



شکل ۱۴-۶- نمونه‌ی اجرا شده توسط لوله‌های چند لایه

جدول ۱۲-۶ ضخامت، قطر خارجی و وزن لوله‌های براساس استاندارد ایزو (ISO) نشان می‌دهد. پلی‌پروپیلن را براساس استاندارد دین ۸۰۷۸ نشان می‌دهد. نمودار شکل ۱۲-۶ نیز مقاومت در برابر تنش و دما (طول جدول ۱۳-۶ مقاومت در برابر دما و تنش (طول عمر) را (عمر) لوله‌های PP-R را براساس DIN ۸۰۷۸ نشان می‌دهد.

جدول ۱۲-۶- ضخامت قطر خارجی و وزن لوله‌های پلی‌پروپیلن براساس استاندارد دین ۸۰۷۸

قطر خارجی لوله mm	ضخامت mm	وزن واحد طول kg/m
10	1,8	0,046
12	2,0	0,062
16	2,7	0,110
20	3,4	0,172
25	4,2	0,266
32	5,4	0,434
40	6,7	0,671
50	8,3	1,04
63	10,5	1,65
75	12,5	2,34
90	15,0	3,36
110	18,3	5,01
125	20,8	6,47
140	23,3	8,12
160	26,6	10,6
180	29,9	13,4
200	33,2	16,5
225	37,4	20,9

جدول ۱۳-۶- حداکثر فشار کار مجاز لوله‌های تک لایه PP-R80 در استاندارد DIN8077 با ضریب اطمینان ۱/۲۵

Temperature, in °C	Years of service	Pipe series (s)							
		20	16	12,5	8,3	5	3,2	2,5	2
		Standard dimension ratio (SDR)							
		41	33	26	17.6	11	7,4	6	5
Allowable working pressure, in bar									
10	1	4,9	6,2	7,8	11,8	19,6	31,1	39,2	49,3
	5	4,6	5,8	7,3	11,1	18,4	29,1	36,6	46,1
	10	4,5	5,6	7,1	10,7	17,7	28,1	35,4	44,5
	25	4,3	5,4	6,8	10,3	17,1	27,1	34,1	42,9
	50	4,2	5,2	6,6	10,0	16,6	26,3	33,1	41,7
	100	4,0	5,1	6,4	9,7	16,1	25,6	32,2	40,5
20	1	4,2	5,2	6,6	10,0	16,6	26,3	33,1	41,7
	5	3,9	4,9	6,2	9,3	15,5	24,5	30,9	38,9
	10	3,8	4,7	6,0	9,0	15,0	23,8	29,9	37,7
	25	3,6	4,5	5,7	8,6	14,4	22,8	28,7	36,1
	50	3,5	4,4	5,5	8,4	13,9	22,0	27,7	34,9
	100	3,4	4,2	5,3	8,1	13,4	21,3	26,8	33,7
30	1	3,5	4,4	5,6	8,4	14,0	22,3	28,0	35,3
	5	3,2	4,1	5,1	7,8	12,9	20,5	25,8	32,5
	10	3,1	3,9	5,0	7,5	12,5	19,7	24,8	31,3
	25	3,0	3,8	4,8	7,2	12,0	19,0	23,9	30,1
	50	2,9	3,6	4,6	6,9	11,5	18,2	22,9	28,9
	100	2,8	3,5	4,4	6,7	11,2	17,7	22,3	28,1
40	1	2,9	3,7	4,6	7,0	11,7	18,5	23,2	29,3
	5	2,7	3,4	4,3	6,4	10,7	16,9	21,3	26,9
	10	2,6	3,3	4,1	6,2	10,4	16,4	20,7	26,1
	25	2,5	3,1	3,9	6,0	9,9	15,7	19,7	24,9
	50	2,3	2,9	3,7	5,6	9,3	14,7	18,5	23,3
	100	1,9	2,4	3,1	4,6	7,7	12,1	15,3	19,2
50	1	2,4	3,9	3,8	5,8	9,6	15,2	19,1	24,1
	5	2,2	2,8	3,5	5,3	8,8	13,9	17,5	22,1
	10	2,1	2,7	3,4	5,1	8,5	13,4	16,9	21,2
	25	1,8	2,3	2,9	4,4	7,3	11,6	14,7	18,4
	50	1,5	1,9	2,4	3,6	6,1	9,6	12,1	15,2
	100	1,3	1,6	2,0	3,1	5,1	8,1	10,2	12,8
60	1	2,0	2,5	3,1	4,7	7,8	12,4	15,6	19,6
	5	1,8	2,3	2,9	4,3	7,2	11,4	14,3	18,0
	10	1,6	2,0	2,5	3,7	6,2	9,9	12,4	15,6
	25	1,2	1,6	2,0	3,0	4,9	7,8	9,9	12,4
	50	1,0	1,3	1,7	2,5	4,2	6,6	8,3	10,4
70	1	1,6	2,0	2,5	3,8	6,4	10,1	12,7	16,0
	5	1,3	1,7	2,1	3,2	5,3	8,3	10,5	13,2
	10	1,0	1,4	1,7	2,6	4,3	6,8	8,6	10,8
	25	-	1,1	1,3	2,0	3,4	5,3	6,7	8,4
	50	-	-	1,1	1,7	2,9	4,6	5,7	7,2
80	1	1,3	1,6	2,0	3,1	5,1	8,1	10,2	12,8
	5	-	1,2	1,5	2,2	3,7	5,8	7,3	9,2
	10	-	1,0	1,2	1,8	3,0	4,8	6,1	7,6
	25	-	-	1,0	1,4	2,4	3,8	4,8	6,0
95	1	-	1,1	1,3	2,0	3,4	5,3	6,7	8,4
	5	-	-	-	1,3	2,2	3,5	4,5	5,6
	(10) <sup>1)</sup>	-	-	-	(1,2) <sup>1)</sup>	(1,9) <sup>1)</sup>	(3,0) <sup>1)</sup>	(3,8) <sup>1)</sup>	(4,8) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> The bracketed values apply where testing can be shown to have been carried out for longer than one year at 110 °C.

۴-۴-۶- کاربرد لوله‌های پلی مری در توزیع آب آب گرم مصرفی ساختمان عوامل زیر باید مورد توجه قرار گیرد :  
 سرد و آب گرم مصرفی ساختمان\*  
 - آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان طبق تعریف  
 ۱- در انتخاب لوله‌های پلاستیکی برای توزیع آب سرد و باید شرایط آب آشامیدنی<sup>۱</sup> را داشته باشد. منظور فقط آبی که

مستقیماً آشامیده می‌شود نیست بلکه آبی که در شست‌وشو (دست‌شویی، سینک و دوش) به نحوی با انسان تماس دارد و ممکن است به داخل بدن نفوذ پیدا کند نیز باید از نوع آب آشامیدنی باشد.

– لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای کار در دمای کار طراحی مقاوم باشند. دمای کار شبکه‌ی لوله‌کشی آب گرم مصرفی  $65^{\circ}\text{C}$  (مبحث شانزدهم از مقررات ملی ساختمان) تعیین شده است.

– لوله و دیگر اجزای لوله‌کشی باید برای کار در فشار کار طراحی مقاوم باشند. فشار کار شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان، در شرایط عادی،  $10$  بار (مبحث شانزدهم از مقررات ملی ساختمان) تعیین شده است.

۲– برای خرید لوله‌های پلاستیکی، روش معمول، که در آن مأمور خرید به یک فروشگاه مراجعه می‌کند و مثلاً می‌گوید «لوله‌ی سبز می‌خواهم» یا «لوله‌ی پولیکا می‌خواهم»، به هیچ وجه درست نیست بلکه هنگام خرید نکات زیر باید به‌طور اکید رعایت شود:

– خریدار باید درباره‌ی لوله‌ای که لازم دارد اطلاعات فنی (نوع مشخص لوله، شرایط کار آن، مورد مصرف آن، استانداردهای معتبر مربوط به آن) کافی داشته باشد.

– خریدار باید از فروشنده اطلاعات فنی (سازنده‌ی لوله، استاندارد‌ی که لوله بر طبق آن ساخته شده و مدارک کتبی دیگر) درباره‌ی محصولی که عرضه می‌کند، مطالبه نماید و این مدارک را با آن چه نیاز دارد مقایسه کند.

– در غیر این صورت باید این مصالح مستقیماً از کارخانه‌ی سازنده‌ی معتبر، که می‌تواند این مدارک را ارائه دهد، خریداری شود.

۳– لوله‌های پلی‌اتیلن ساده برای توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان مناسب نیست. این لوله‌ها به خودی خود شرایط فیزیکی لازم را برای این کاربرد ندارد.

– لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک (CROSSLINKED PE) یک لایه برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد. این لوله‌ها «PEX» نامیده

می‌شوند.

DIN 16892

BS 7291 PART3

ANSI/ASTM F877-97

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).  
● این لوله قابل بازیافت نیست و نمی‌توان از ضایعات آن دوباره در ساخت لوله استفاده کرد.

– لوله‌های پلی‌اتیلن مشبک چند لایه (PEX-AL-PEX)، که شامل دو لایه‌ی PEX، دو لایه‌ی چسب و یک لایه‌ی آلومینیوم است، برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با یکی از استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد.

DIN/DVGW 542

ANSI/ASTM F1281-00

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).  
– لوله‌های پلی‌اتیلن دمای بالا (PE-RT-RAISED TEMPERATURE) یک لایه برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با استانداردهای زیر مطابقت داشته باشد.

DIN 7421-2001

DIN 16833-2000

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استانداردها اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).  
– لوله‌های پنج لایه‌ی دمای بالا (PERT-AL-PERT) که شامل دو لایه‌ی PE-RT، دو لایه‌ی چسب و یک لایه‌ی آلومینیوم است، برای این کاربرد مجاز است ولی ساخت آن باید با استاندارد زیر مطابقت داشته باشد.

ANSI/ASTM F1282-010

● خریدار باید از شرایط مندرج در این استاندارد اطلاع داشته باشد (مواد اولیه، روش ساخت، روش آزمایش).

۴– لوله‌های پلی‌پروپیلن (POLYPROPYLEN) از نظر ماده‌ی اولیه انواع مختلف دارد. تنها یک نوع آن به نام «PP» «RC-TYPE3» (راندم کopoly مر نوع ۳) از نظر بهداشتی برای

بخش را، در مورد مواد اولیه، روش ساخت و روش آزمایش (برطبق یک استاندارد معتبر) از سازنده (یا فروشنده) طلب کند و نسبت به محصول عرضه شده و مطابقت آن با استاندارد، اطمینان به دست آورد و آن گاه این مشخصات لوله‌ی پیشنهادی را با شرایط کاربرد مورد نظر خود (دمای کار، فشار کار، گواهی بهداشتی) مقایسه نماید.

۵ - جز لوله‌های معرفی شده و جز انواع لوله‌های پلی پروپیلن، لوله‌های پلاستیکی دیگری هم در کشورهای صنعتی برای لوله‌کشی آب آشامیدنی داخل ساختمان تولید و عرضه شده است که چون، تا زمان نگارش این مشخصات، در کشور، تولید و عرضه نشده است، بررسی کاربرد آن‌ها فعلاً لازم به نظر نمی‌رسد.

توزیع آب آشامیدنی مناسب است ولی چون دمای کار آن کمتر از دمای کار آب گرم مصرفی است، استفاده از آن در لوله‌کشی آب آشامیدنی داخل ساختمان توصیه نمی‌شود. زیرا نمی‌توان شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد مصرفی و شبکه‌ی لوله‌کشی آب گرم مصرفی را از دو جنس مختلف انتخاب کرد.

- مواد اولیه‌ی این نوع لوله، تا زمان نگارش این نکات، از طرف هیچ یک از تولیدکنندگان پتروشیمی کشور عرضه نمی‌شود.

- این لوله‌ها، در انواع مختلف و رنگ‌های مختلف، از طرف سازندگان بسیار متعدد و متنوع، در داخل کشور تولید و عرضه می‌شود. خریدار باید در هر مورد مدارک کتبی اطمینان

### مطالعه‌ی آزاد

جدول ۱۴-۶ مواد مجاز مورد استفاده در لوله‌کشی آب سرد و آب گرم و استانداردهای مربوطه را معرفی می‌کند. این جدول از استاندارد آمریکایی IPC<sup>۱</sup> جدول ۶۰۵/۵ آورده می‌شود.

جدول ۱۴-۶ - لوله‌های مجاز برای توزیع آب سرد و آب گرم

مواد	MATERIAL	STAN DARD
لوله‌ی برنجی	Brass pipe	ASTM B43
لوله و تیوب پلاستیکی پلی‌وینیل کلراید کلرینه شده (CPVC)	Chlorinated polyvinyl chloride (CPVC) plastic pipe and tubing	ASTMD 2846; ASTM F 445 ASTM F442; CSAB137.6
لوله‌ی مسی یا آلیاژ مس	Copper or copper-alloy pipe	ASTM B 42; ASTM B 302
تیوب مسی یا آلیاژ مس (انواع، K، WK، L، WL، M یا WM)	Copper or copper-alloy tubing (Type K, WK, L, WL, M or WM)	ASTM B 75; ASTM B 88; ASTM B 251; ASTM B 447
تیوب پلاستیکی از پلی اتیلن مشبک شده (PEX)	Cross-linked polyethylene (PEX) plastic tubing	ASTM F 877; CSA CAN/CSA-B 137.5
لوله‌ی پلی اتیلن مشبک شده - آلومینیم - پلی اتیلن مشبک شده لوله‌های PEX-AL-PEX	Cross-linked polyethylene/aluminum/cross-linked polyethylene (PEX-AL-PEX) pipe	ASTM F 1281; CSA CAN/CSA-B137.10
لوله‌ی فولادی گالوانیزه	Galvanized steel pipe	ASTM A 53
لوله و تیوب پلی بوتیلن (PB)	Polybutylene (PB) plastic pipe and tubing	ASTM D 3309; CSA CAN3.B137.8

در جدول ۶-۱۵ موارد کاربرد مجاز لوله‌های پلی مری بر طبق British Columbia Building Code 1998 برای موارد مختلف لوله‌کشی بهداشتی اعم از آب سرد و آب گرم و فاضلاب و هواکش آورده شده است.

جدول ۶-۱۵ - استفاده از لوله‌های پلاستیکی در مصارف مختلف بر طبق British Columbia Building Code 1998

نوع لوله‌کشی	مرجع‌های استاندارد	استفاده از لوله‌کشی								
		سیستم فاضلاب			سیستم هواکش		سیستم آب آشامیدنی			
		روی خاک داخل ساختمان	زیر خاک زیر ساختمان	لوله خروجی از ساختمان	روی خاک	زیر خاک	روی خاک		زیر خاک	
							سرد	گرم	زیر ساختمان	محوطه
پلی پروپیلن (PP-R) لوله فشاری	CAN/CSA B137.11	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Profile poly(vinyl chloride) (PVC) sewer pipe (PS 320 KPa)	CAN/CSA B182.4-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Profile polyethylene sewer pipe PS 320 KPa	CAN/CSA B182.6-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Crosslinked Polyethylene (PEX) Pressure Tubing	CAN/CSA B137.5-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Chlorinated poly (vinyl chloride) (CPVC) water pipe	CSA B137.6-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Polybutylene water pipe	CAN/CSA B137.8-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Polyethylene/Aluminum/Polyethylene (PE/AL/PE) Pressure pipe	CAN/CSA B137.9-M	N	N	N	N	N	P	N	P	P
Crosslinked Polyethylene/Aluminum/ Crosslinked Polyethylene (PEX/AL/PEX) Pressure pipe	CAN/CSA B137.10-M	N	N	N	N	N	P	P	P	P
Poly (vinyl chloride) (PVC) DWV pipe	CAN/CSA B181.2-M	P	P	P	P	P	N	N	N	N
Type PSM PVC Sewer Pipe < 35-SDR	CAN/CSA B182.2-M	N	P	P	N	P	N	N	N	N
Poly (vinyl chloride) (PVC) water pipe Series 80,100,125,160 and 200	CAN/CSA B137.3	N	N	N	N	N	P	N	P	P

P: قابل قبول

N: غیر قابل قبول



- ۱- قطر نامی را تعریف کنید.
- ۲- اگر بر روی لوله یا فیتینگ علامت DN50 نوشته شود معنای آن چیست؟
- ۳- لوله به قطر نامی  $1\frac{1}{4}$  را در استانداردهای اروپایی با چه عددی نشان می‌دهند؟
- ۴- «فشار نامی»، «فشار کار مجاز» و «فشار تست» را تعریف کنید.
- ۵- بر روی یک فلنج علامت «PN16» حک شده است؛ مفهوم آن را بیان کنید.
- ۶- کلاس فشار چیست؟ مقادیر آن را در مصالح چدنی، فولادی، چدن چکش‌خوار و برنز ریختگی بیان کنید.
- ۷- مشخصات لوله‌ی گالوانیزه را براساس استاندارد BS1387 بیان کنید.
- ۸- با توجه به جدول وزن، وزن یک شاخه لوله‌ی فولادی 1', 2', 4' از نوع متوسط و سنگین را محاسبه و مقایسه کنید.
- ۹- کاربرد انواع فیتینگ لوله‌های گالوانیزه را شرح دهید.
- ۱۰- مهره ماسوره و کاربرد آن را توضیح دهید.
- ۱۱- مقررات ملی کاربرد لوله‌های فولادی گالوانیزه در توزیع آب آشامیدنی را بیان کنید.
- ۱۲- کاربرد لوله‌های مسی در چه مواردی است؟
- ۱۳- مزایای لوله‌های مسی را بیان کنید.
- ۱۴- انواع لوله‌های مسی را بیان کنید.
- ۱۵- تفاوت قطر نامی لوله‌ی مسی مورد استفاده در تهویه مطبوع و تبرید را با لوله‌ی مسی مورد استفاده در آب‌رسانی و گازرسانی بیان کنید.
- ۱۶- مشخصات لوله‌ی مسی را، در استاندارد ANSI/ASTMB88، بیان کنید.
- ۱۷- چگونگی عرضه‌ی لوله‌های مسی را، در استاندارد DIN1786، بیان کنید.
- \* ۱۸- جدول وزن و جداری لوله‌های مسی را، براساس استاندارد DIN1786، بیان کنید.
- \* ۱۹- جدول کاربرد لوله‌های مسی را، براساس استاندارد DIN1786، توضیح دهید.
- ۲۰- اتصال لوله‌های مسی را توضیح دهید.
- ۲۱- مقررات ملی کاربرد لوله‌های مسی را، در توزیع آب آشامیدنی، بیان کنید.
- ۲۲- پلی‌مر را تعریف کنید.
- ۲۳- چگونگی تشکیل مولکول پلی‌اتیلن را توضیح دهید.
- ۲۴- معایب لوله‌های پلی‌مری و فلزی را بیان کنید.
- ۲۵- نمودار مصرف لوله در اروپا را از روی شکل توضیح دهید.
- ۲۶- خواص پلی‌اتیلن را بیان کنید.
- ۲۷- علت و چگونگی ساخت پلی‌اتیلن مشبک شده یا PE-X را توضیح دهید.

- ۲۸- مشخصات لوله‌های PE-X را بیان کنید.
- ۲۹- مشخصات لوله‌های PE-X را از روی جدول بیان کنید.
- ۳۰- چگونگی نام‌گذاری لوله‌ی PE-X را شرح دهید.
- ۳۱- جدول طول عمر لوله‌ی PE-X را توضیح دهید.
- ۳۲- چگونگی لوله‌کشی لوله‌ی یک لایه‌ی PE-X را توضیح دهید.
- ۳۳- درباره‌ی ساختمان لوله‌ی پلی‌اتیلنی PEX-AL-PEX را توضیح دهید.
- ۳۴- چگونگی انبساط لوله‌های PEX-AL-PEX و لوله‌های فلزی را مقایسه کنید.
- ۳۵- جدول مشخصات لوله‌ی PEX-AL-PEX را براساس استاندارد ASTM F1281 توضیح دهید.
- ۳۶- انواع پلی‌پروپیلن را نام ببرید و بیان کنید که برای ساخت لوله از چه نوع استفاده می‌شود.
- ۳۷- مشخصات لوله‌ی پلی‌پروپیلن را براساس استاندارد DIN 8078 بیان کنید.
- ۳۸- مقاومت لوله‌ی پلی‌پروپیلن را در برابر دما و فشار، براساس استانداردهای ایزو و دین، از روی جدول و نمودار توضیح دهید.
- ۳۹- طول عمر لوله‌ی تحت فشار ۲۰ bar و درجه حرارت ۸۰ °C را به‌دست آورید.
- \*۴۰- فیتینگ‌های مورد استفاده در لوله‌کشی با لوله‌ی پلی‌پروپیلن را نام ببرید.
- ۴۱- کاربرد لوله‌های پلی‌مری در توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی ساختمان را بیان کنید.
- ۴۲- لوله‌های پلی‌مری مجاز برای توزیع آب آشامیدنی را نام ببرید.
- \*۴۳- لوله‌های پلی‌مری و فلزی مجاز برای توزیع آب آشامیدنی را نام ببرید.