A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

باسمه تعالی

سیستم توزیع آب در آپارتمان‌ها

Water Dispensation System in Apartments

محمدرضا جباری
دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، jabbari.m.reza@gmail.com
سید علیرضا طریحی
دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، alireza.toreyhi@gmail.com

چکیده

استفادهٔ روزانهٔ ما از آب آشامیدنی باعث شده است اهمیت رساندن آن را تا شیرهای منازل خود نادیده بگیریم. در این مقاله سعی گردیده مراحل رساندن آب آشامیدنی از آب شهر تا وسایل بهداشتی ساختمان به طور خلاصه بیان شود. این مراحل که نهایتاً به تخمین قطر لوله‌ها ختم می‌شود، بدین ترتیب است: در ابتدا میزان مصرف آب یک ساختمان محاسبه می‌شود؛ سپس افت‌های فشار ناشی از رسانیدن آب به بالاترین نقاط ساختمان تعیین می‌گردد؛ بعد از آن به طریقی فشار لازم تامین شده و بر اساس آن لوله‌کشی آب سرد و گرم ساختمان محاسبه و اجرا می‌شود؛ در نهایت نیز از این آب آشامیدنی محافظت به عمل می‌آید. آب آشامیدنی ساختمان تمام آب مصرفی وسایل بهداشتی را تشکیل داده و معمولاً سیستم توزیع آب غیرشرب در آپارتمان ها وجود ندارد؛ از این رو بررسی شبکهٔ انتقال آب آشامیدنی اهمیت زیادی دارد.

مقدمه

نخستین قدم در راه آب‌رسانی ساختمان‌ها، تأمین آب سالم و بهداشتی برای مصرف است. محدودهٔ بحثِ شبکه‌های انتقال و توزیع آب در این تحقیق، ساختمان‌هایی است که برای سکونت یا کار انسان‌ها کاربرد داشته و وجود و گردش آب سرد و گرم در آن الزامی‌است. روشن است آپارتمان‌های مسکونی یکی از این نمونه‌ها می‌باشد. نمونه‌ای دیگر ساختمان‌های اداری است که تا حدودی به آن پرداخته خواهد شد؛ اما در این مقاله به ساختمان‌های صنعتی و شبکه‌های آب‌رسانی آنان نخواهیم پرداخت.

انتقال آب در شهرها طبق سیستم‌های خاص خود انجام می‌شود. برای محله‌ها و کوچه‌های انشعابات آب اصلی قرار داده می‌شود؛ سپس برای هر ساختمان نیز یک انشعاب از آن نظر گرفته می‌شود. آب در ابتدای ورود خود به ساختمان به کنتور آب وارد می‌شود و بحث شبکهٔ انتقال آب در ساختمان، از نقطهٔ خروج لوله آب کنتور به داخل ساختمان آغاز شده و تا نقاط مصرف ادامه می‌یابد.

تعاریف

آب آشامیدنی: آبی که از مواد خارجی، به مقداری که سبب بیماری شود یا اثر زیان‌آور بیولوژیک داشته باشد پاک باشد و از نظر ترکیب فیزیکی، شیمیایی یا میکروبی با استانداردهای آب آشامیدنی که از طرف مقامات مسئول و قانونی بهداشتی رسماً اعلام شده، مطابقت داشته باشد.

http://www.mohandes-iran.com

مشخصات فیزیکی آب: ویژگی‌هایی از قبیل دما ، رنگ، تیرگی[۱]، بو و مزه جزو خواص فیزیکی آب آشامیدنی محسوب می‌شوند. تیرگی آب مربوط به میزان ppm گل‌ولای معلق در آب است. تیرگی مناسب آب معمولاً ۵ ppm در نظر گرفته می‌شود.

مشخصات شیمیایی آب: خواصی چون میزان سختی، درجهٔ اسیدی (pH)، مقدار آهن، منگنز و سایر فلزات است. به عنوان نمونه مقدار کل فلزات موجود در آب آشامیدنی باید کمتر از ۱۰۰۰ ppm و در بعضی موارد از ۵۰۰ ppm باشد.

آب گرم: آبی که دمای آن بیش از ۴۹°C (۱۲۰°F) باشد.

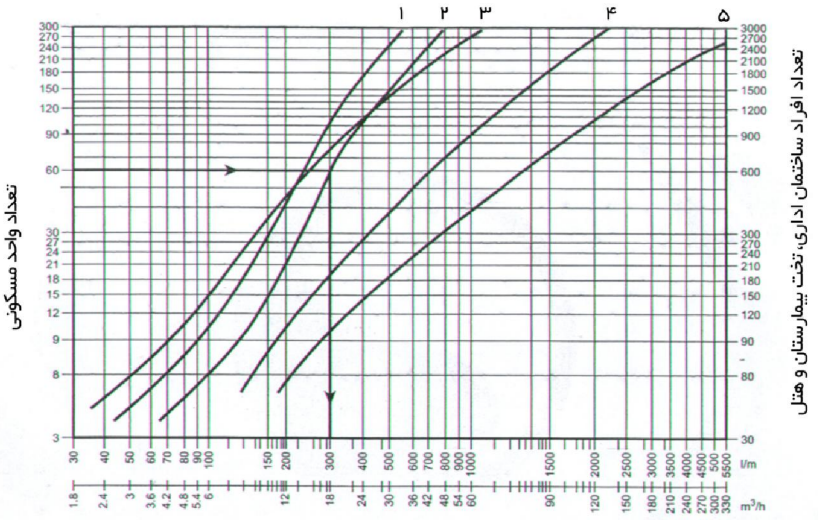
ترنچ: شیار دراز، باریک و کم‌عمق که در زمین برای لوله‌گذاری حفر می‌شود.

۱- محاسبهٔ میزان مصرف

یکی از مهمترین متغیرهای مورد نیاز برای تعیین قطر لوله‌های سیستم لوله‌کشی ساختمان، «دبی تقریبی آب» در لوله‌ها می‌باشد. حداقل آب مورد نیاز انسان بستگی به برنامه‌ی زندگی، احتیاجات فردی، تعداد اعضای خانواده، احتیاجات باغ، باغچه و ... داشته و باید به یکی از روش‌هایی که بیان خواهد شد محاسبه‌گردد. تجربه نشان داده‌است بزرگی یا کوچکی شهر، موقعیت جغرافیایی آن و سطح تمدن در تعیین این متغیر مهم می‌باشد. نیز لازم به ذکر است در این مقاله به‌جهت حفظ اختصار، از بیان تمامی روش‌های محاسبه دبی مصرفی چشم‌پوشی شده‌است.

۱-۱- روش تقریبی

برای یک محاسبهٔ تقریبی و سریعِ دبی مصرفی ساختمان، می‌توان از نمودار۱ استفاده نمود. میزان مصرفی که این روش برآورد می‌نماید تقریبی و حداقل مصرف است.



۱ – واحد مسکونی با یک حمام ۲ – واحد مسکونی با دو حمام ۳– ساختمان اداری ۴– بیمارستان ۵– هتل

نمودار ۱ - مقدار دبی مصرفی آب در ساختمان‌های مختلف

۱-۲- بر اساس تعداد نفرات و کاربری ساختمان

یکی دیگر از روش‌های سریعِ محاسبهٔ دبی آب مصرفی جهت مصارف بهداشتی، محاسبهٔ آن براساس تعداد نفرات و نوع کاربری ساختمان و با در نظر گرفتن «ضریب همزمانی مصرف» می‌باشد. این روش برای دبی مصرفی یک فرمول ساده ارائه می‌نماید:

$$Q = \frac{A \times B \times T \times f}{1000} \quad m^3/hr$$

که در آن Q دبی بر حسب مترمکعب بر ساعت؛

http://www.mohandes-iran.com

A تعداد واحدهای مسکونی ساختمان؛

B تعداد انسان‌های مستقر در هر واحد (میانگین نفرات بر اساس مساحت واحد و تعداد اتاق‌های خواب)؛

T میانگین مصرف سرانهٔ آب در شبانه روز (با توجه به نوع آپارتمان و روش زندگی)؛

و f ضریب همزمانی است.

ضرایب T و f بر اساس جدول ۱ تعیین می‌گردند:

میانگین مصرف سرانهٔ آب در ساختمان‌های مسکونی (لیتر در شبانه روز)		ضریب همزمانی مصرف مجتمع‌های مسکونی	
آپارتمان معمولی دارای یک سرویس	۱۰۰ - ۱۵۰	۴ واحد یا کمتر	۰،۶۶
		۵ - ۱۰ واحد	۰،۴۵
آپارتمان لوکس دارای وان	۱۵۰ - ۲۰۰	۱۱ - ۲۰ واحد	۰،۴۰
		۲۱ - ۵۰ واحد	۰،۳۵
ویلای لوکس و آپارتمان‌های دارای سونا و جکوزی	۲۰۰ - ۲۵۰	۵۱ - ۱۰۰ واحد	۰،۳۰
		بیش از ۱۰۰ واحد	۰،۲۵

جدول ۱ - میانگین مصرف سرانه آب (T) و ضریب همزمانی (f)

۱-۳- روش واحد مصرف SFU[۲]

علمی‌ترین روش برآورد دبی مصرفی آب بر اساس استاندارد مرجع «انجمن مهندسین تأسیسات آمریکا[۳]» و مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان (وسایل بهداشتی)، روش SFU می‌باشد که بر مبنای محاسبهٔ میزان واحد مصرف وسایل بهداشتی (F.U.) و در نظر گرفتن ضریب تقاضا استوار است. در این روش میزان دبی هر یک از وسایل بهداشتی بر حسب SFU بیان می‌شود که هر واحدِ مصرف معادل ۷،۵ گالن بر دقیقه برای یک شیر سادهٔ دستشویی می‌باشد. جدول ۲ میزان مصارف انواع وسایل بهداشتی آپارتمان را نشان می‌دهد.

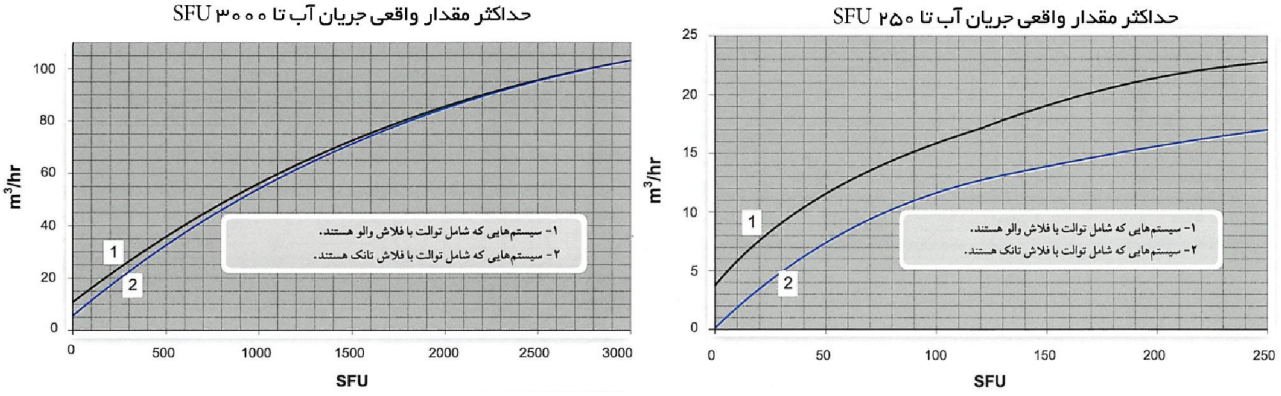
نوع وسیلهٔ بهداشتی	SFU		
	سرد	گرم	کل
توالت با فلاش والو	۶		۶
توالت با فلاش تانک	۲،۲		۲،۲
دستشویی	۰،۵	۰،۵	۰،۷
وان حمام	۱	۱	۱،۴
دوش	۱	۱	۱،۴
سینک آشپزخانه	۱	۱	۱،۴
لوازم بهداشتی یک حمام با فلاش والو	۶	۳	۸
لوازم بهداشتی یک حمام با فلاش تانک	۲،۷	۱،۵	۳،۶
ماشین ظرفشویی		۱،۴	۱،۴
ماشین لباسشویی	۱	۱	۱،۴

جدول ۲ - میزان مصرف وسایل بهداشتی (SFU)

پس از محاسبهٔ SFU کل ساختمان از طریق حاصل‌جمع واحدهای مصرف وسایل مختلف، میزان مصرف واقعی همان طور که گفته شد برابر این مقدار نیست؛ چراکه احتمال اینکه تمامی این وسایل در ساختمان همزمان آب مصرف نمایند بعید است. بنابراین لازم است میزان واقعی مصرف از نمودار ۲ تعیین شود.

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات مصارف آب بهداشتی از این طریق دقت بالاتری داشته و وقت بیشتری صرف محاسبات خواهد شد. اما مقدار مصرف به دست آمده از سایر روش‌ها بیشتر خواهد بود؛ چراکه در این روش استاندارد بر مبنای زندگی با سطح بالاتری تعریف شده است و لازم است مهندسین میان این سه روش، با توجه به ساختار فرهنگی جامعه، یک میزان مصرف معادل بیابند.



نمودار ۲ - مقدار واقعی جریان آب در وسایل بهداشتی بر اساس SFU

۲- تأمین و تنظیم فشار آب آپارتمان

برای لوله‌کشی شبکهٔ توزیع آب ساختمان، باید فشار و میزان مصرف آب مشخص شود. سپس طبق این دو عامل اندازهٔ لوله‌ها و سیستم طراحی آن محاسبه گردد. تاکنون چگونگی محاسبهٔ میزان مصرف را مطالعه کردیم؛ اکنون نوبت آن است که فشار آب لازم را برای ساختمان تأمین نماییم.

۲-۱- افت فشار

افت فشار استاتیکی (در لوله‌ها): وقتی آب در لوله‌ای جریان می یابد، به دلیل اصطکاک جریان با جدار لوله و از بین رفتن انرژی ناشی از اصطکاک بین مولکول‌های آب که بستگی به لزجت آن دارد، فشار مدام در طول لوله کاهش می‌یابد. هرچه دیوارهٔ لوله زبرتر باشد میزان این افت که به افت فشار استاتیک موسوم است بیشتر خواهد بود. رابطهٔ این افت فشار با سرعت جریان، طول لوله، قطر لوله و زبری سطح داخلی لوله به صورت زیر بیان می‌شود:

$$h_{ls} = f\frac{l}{d}\cdot\frac{v^2}{2g}$$

که در آن h افت فشار بر حسب فوت آب؛ f ضریب اصطکاک بین سیال و لوله؛ l طول لوله بر حسب فوت؛ d قطر لوله بر حسب فوت؛ v سرعت متوسط جریان بر حسب فوت بر ثانیه و g شتاب ثقل بر حسب فوت بر مجذور ثانیه است.

افت فشار دینامیکی (در اتصالات‌ها، اتصالات و ...): این افت فشار تابع سرعت جریان است و هر قدر عواملی که موجب تغییر سرعت سیال می‌شوند بیشتر باشند، مقدار افت فشار دینامیکی افزون‌تر می‌شود. عوامل مذکور یکی تغییر جهت جریان و در نتیجه به وجود آمدن حالت آشفتگی در مسیر جریان می‌باشد که موجب افت سرعت می‌گردد، مثل تغییر جهت جریان آب در زانویی‌ها، سه‌راهی ها و...؛ و دیگری تغییر مقطع لوله و وجود شیرها و موانع در مسیر جریان آب است. مقدار افت فشار دینامیکی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$h_{lv} = K\frac{v^2}{2g}$$

که در آن K ضریبی است که به نوع اتصال بستگی دارد.

به گونه‌ای که بیان شد، افت فشار کلی h_{lt} برابر با حاصل جمع افت فشارهای استاتیک و دینامیک است:

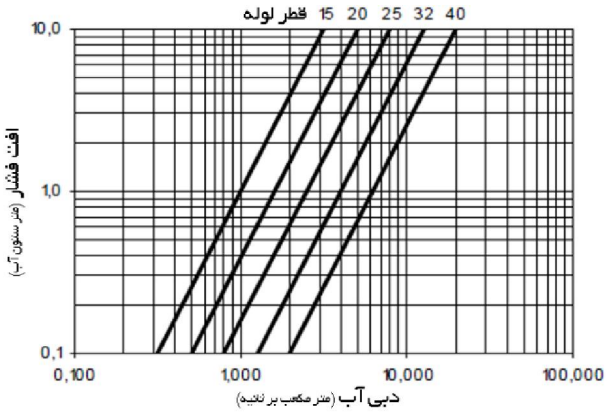
$$h_{lt} = h_{ls} + h_{lv}$$

برای محاسبات افت فشار در لوله‌ها، اتصالات‌ها، شیرها و ... یک طول معادل برای هرکدام تعریف می‌شود و از طریق کل طول لوله‌ای که به دست می‌آید افت کل فشار در لوله‌ها محاسبه می‌گردد. این طول‌های معادل در جداولِ منابع موجود است.

http://www.mohandes-iran.com

افت فشار در کنتور: یکی دیگر از افت فشارهایی که در لوله کشی آپارتمان رخ می‌دهد، افت فشار آب در کنتور است. کنتور وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری میزان مصرف آب. افت فشار در کنتور نسبتاً قابل توجه است و باید در محاسبات مربوط به فشار آب ساختمان در نظر گرفته شود. نمودار ۳ چگونگی افت فشار در کنتور آب را نمایش می‌دهد.

محاسبات مربوط به افت فشار در مسیر لوله‌کشی از همیت بالایی برخوردار است. چنانچه در ادامه بیان خواهد شد، برای طراحی شبکهٔ آب ساختمان لازم است علاوه بر میزان مصرف، مجموع افت فشار ساختمان را نیز در اختیار داشته باشیم تا بر مبنای این دو متغیر، سیستم لوله‌کشی و اندازهٔ لوله‌ها را طراحی نماییم. برای این محاسبات، مهندسین معمولاً از نمودارها و جداول استاندارد موجود در مراجع استفاده می‌نمایند.



نمودار ۳ - افت فشار در کنتور آب

۲-۲- تامین فشار آب ساختمان

فشار آب ساختمان باید به اندازه‌ای باشد که آب را به بالاترین واحد بهداشتی ساختمان رسانده، فشار لازم و مجاز را برای آن تامین نماید. این فشار باید بر افت‌های ناشی از کنتور آب و لوله‌ها (همان‌گونه که در بخش ۲-۱ گذشت) غلبه‌نماید. فشار آب ساختمان ممکن است توسط فشار آب شهر، مخزن‌ثقلی (در ارتفاع)، مخزن تحت فشار یا بوستر پمپ تامین گردد. در ادامه به توضیح هر یک از این چهار روش پرداخته خواهد شد.

محدودهٔ تنظیم فشار

شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب مصرفی باید به گونه‌ای طراحی و لوله‌ها به ترتیبی اندازه‌گذاری شود که در زمان حداکثر و حداقل مصرف، فشار و مقدار جریان آب در لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند در محدودهٔ ارقام جدول ۳ باشد. لازم به ذکر است این اعداد این جدول، حداکثر و حداقل فشار است نه مقدار واقعی که در جدول ۲ آمده است.

حداقل				حداکثر			
لوازم بهداشتی	مقدار جریان		فشار آب		لوازم بهداشتی	مقدار جریان		فشار آب	
	لیتردردقیقه	گالن‌دردقیقه	متر ستون‌آب	*psi*		لیتردردقیقه	گالن‌دردقیقه	متر ستون‌آب	*psi*
وان حمام	۱۵	۴	۵،۵	۸	دستشویی	۸	۲،۱	۴۰	۶۰
ماشین ظرفشویی	۱۰	۲،۷۵	۵،۵	۸	دستشویی با شیر برقی خودکار	۱	۰،۲۵	۴۰	۶۰
دستشویی	۷،۵	۲	۵،۵	۸					
دوش	۱۱،۵	۳	۵،۵	۸	دوش	۸	۲،۱	۴۰	۶۰
سینک آشپزخانه	۹،۵	۲،۵	۵،۵	۸	سینک آشپزخانه	۸	۲،۱	۴۰	۶۰
توالت با فلاش تانک	۱۱،۵	۳	۵،۵	۸	توالت	۶	۱،۵	۴۰	۶۰
توالت با فلاش والو	۹۵	۲۵	۱۰،۵	۱۵					
توالت فرنگی یکپارچه	۲۳	۶	۱۴	۲۰					

جدول ۳ - حداقل و حداکثر میزان جریان و فشار آب در پشت شیرهای وسائل بهداشتی

http://www.mohandes-iran.com

حداکثر فشار آب شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب مصرفی در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در وضعیت بدون جریان نباید از bar ۴ (۴۰ متر ستون آب یا psi ۶۰) بیشتر باشد. چراکه اگر فشار آب بیش از این مقدار باشد، طبقه‌های پایینی ساختمان قطعاً و طبقات بالایی احتمالاً مجبور به تعویض مداوم شیرآلات خود خواهند شد. بنابراین در هر کدام از روش‌های چهارگانهٔ تأمین فشار آب ساختمان، باید ابتدا این حداقل و حداکثر فشار در نظر گرفته شود و سپس یکی از آن روش‌ها متناسب با نوع ساختمان انتخاب شود.

در ساختمان های مرتفع برای تأمین حداقل فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی طبق جدول ۳ و رعایت حداکثر فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی (bar ۴)، در صورت لزوم باید ساختمان در ارتفاع به دو یا چند منطقه تقسیم شود. همچنین مقدار مصرف آب در لوازم بهداشتی باید به کمک شیرهای مناسب و استفاده از لوازم کنترل مقدار جریان در هر مصرف‌کننده به میزان حداکثر ارقام مندرج در جدول ۳ محدود شود. نیز اگر فشار آب شبکهٔ شهری متغیر باشد، محاسبات و طراحی لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان باید براساس حداقل فشار آب شبکهٔ شهری صورت گیرد.

سیتسم توزیع آب در ساختمان با فشار آب شهر

در صورتی که ساختمان از آب شهر استفاده نماید، کافی است لولهٔ اصلی ورودی به ساختمان به لوله آب شهر در خیابان مجاور وصل شود. فشار آب اغلب شهرها معمولاً بین psi ۳۰ تا psi ۸۰ می‌باشد. اما چنانچه فشار آب شهر برای رساندن آب به طبقات بالای ساختمان و تامین فشار مجاز آب در وسایل بهداشتی این طبقات کافی نباشد، باید از مخزن ثقلی یا تحت فشار و یا بوستر پمپ استفاده نمود؛ چراکه نصب مستقیم پمپ روی لولهٔ انشعاب آب شهر مجاز نیست.

مهندس طراح سیستم آب‌رسانی ساختمان باید قبلاً از فشار آب در خیابان مجاور ساختمان اطلاع حاصل‌نماید تا برمبنای آن بتواند برآورد کند آیا فشار آب شهر در این محل برای رساندن آب به بالاترین طبقهٔ ساختمان در محدودهٔ مجاز کافی است یا خیر؟ فشار مورد نیاز عبارت‌است از:

$$H = 0.434h_1 + h_2 + h_3$$

که در آن H فشار لازم برای ساختمان $[psi]$؛ h_1 ارتفاع بالاترین وسیلهٔ بهداشتی متصل به سیستم لوله‌کشی $[ft]$؛ h_2 میزان افت فشار آب در لوله از محل اتصال به لولهٔ آب شهر تا بالاترین وسیلهٔ بهداشتی که با احتساب ضریب‌اطمینان، معمولاً برابر psi ۲۵ در نظر گرفته می‌شود؛ h_3 فشار آب لازم برای وسیله بهداشتی مورد نظر که در جدول ۳ آورده شد.

یکی دیگر از راه‌های حصول اطلاع برای مناسب بودن فشار آب شهر، استفاده از جدول ۴ است.

تعداد طبقه‌های ساختمان	۱	۲	۳	۴	۵
ارتفاع ساختمان (m)	۵	۸	۱۱	۱۴	۱۷
حداقل فشار لازم (متر آب)	۲۴	۲۸	۳۲	۳۶	۴۰

جدول ٤ - حداقل فشار لازم آب شهر برای تأمین فشار

اگر فشار شبکه‌ای که به ساختمان انشعاب می دهد به اندازه‌ای باشد که فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در حالت بدون جریان بیش از bar ۴ باشد، باید با نصب شیر تنظیم فشار یا روش‌های دیگر فشار آن را تا bar ۴ یا بر حسب نیاز کمتر از آن کاهش داد.

سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن ثقلی

این سیستم در مواقعی به‌کار می‌رود که آب ساختمان به طور اختصاصی از منابعی نظیر چاه، قنات و... تأمین می‌گردد و یا فشار آب شهر برای رساندن آب به طبقات بالای ساختمان کافی نیست. مخزن ثقلی روی برج و یا پشت بام ساختمان و حداقل ft ۶ بالاتر از بالاترین وسیلهٔ بهداشتی مصرف‌کننده نصب می‌شود. بنابراین باید سقف طبقهٔ آخر قدرت تحمل وزن آن را داشته باشد.

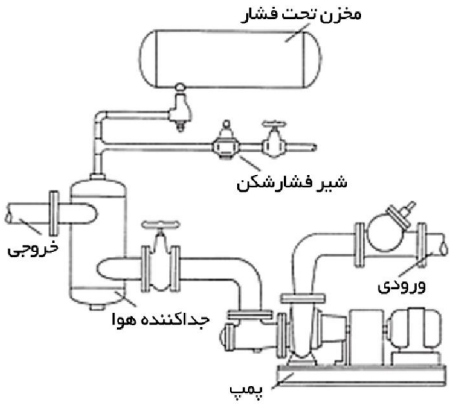
آب توسط فشار آب شهر یا پمپ به مخزن ارسال شده، از آنجا در ساختمان توزیع می‌گردد. حجم مخزن ثقلی نیز بر حسب احتیاج روزانه یا مدت مورد نظر برای یک ساختمان، مجتمع مسکونی یا شهرک برآورد می‌شود. در ساختمان‌های بیش از پنج طبقه که از این سیستم استفاده می-نمایند، باید در طبقات پایین تر شیرهای فشارشکن طراحی نموده تا فشار آب را در وسایل بهداشتی این طبقات کاهش داده، مانع بروز سروصدا در

http://www.mohandes-iran.com

آن‌ها و آسیب دیدن لوله‌ها در اثر فشار زیاد شویم. همچنین می‌توان ترتیبی داد که طبقات پایین‌تر با فشار آب شهر و طبقات بالاتر با فشار آب مخزن تغذیه شوند.

سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن تحت فشار

مخزن تحت فشار یک منبع بستهٔ هوابندی شده است که حدود $\frac{2}{3}$ یا $\frac{3}{4}$ حجم آن از آب و بقیه از هوا پر شده است. موارد استفاده این مخزن مشابه مخزن ثقلی است، با این تفاوت که چون فشار آب در این مخازن توسط بالشتک هوا ایجاد می‌شود، می‌توان آن را در هر جای ساختمان حتی در زیر زمین یا موتورخانهٔ تأسیسات نصب نمود.



شکل ۱- مخزن تحت فشار به همراه برخی تجهیزات

در این سیستم، هوا توسط کمپرسور و آب به وسیلهٔ پمپ یا فشار آب شهر به داخل مخزن ارسال می‌شود. فشار مخزن توسط یک کنترل‌کنندهٔ فشار همیشه ثابت نگاه‌داشته می‌شود. هرگاه سطح آب مخزن در اثر مصرف به پایین ترین حد تعیین شده برسد، فشار هوای درون مخزن نیز به حداقل پیش بینی شده خواهد رسید و در این زمان پمپ یا شیر موتوری با فرمانی که از کنترل کننده دریافت می‌کند به طور خودکار وارد عمل شده آب را به مخزن می‌فرستد. اگر سطح آب در مخزن رفته‌رفته بالا آید تا به حداکثر ذکر شده برسد، در این هنگام هوا نیز به حداکثر فشار پیش بینی شده رسیده و در نتیجه پمپ خاموش یا شیر موتوری بسته می‌شود.

اگر فشار مخزن از حد مجاز فراتر رود، فشار اضافی توسط یک شیر رهاکنندهٔ فشار، تخلیه می‌گردد. یک شیر خلاءگیر نیز از پیدایش خلاء در داخل مخزن و ضایعات ناشی از آن مانند ایجاد فشار معکوس، جلوگیری می‌نماید. لولهٔ تخلیهٔ شیر اطمینان نباید از جنس قابل انعطاف باشد. همچنین انتهای لولهٔ تخلیهٔ آبِ شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطهٔ تخلیهٔ مناسبی مانند چاه ادامه یابد و نباید مستقیماً به لولهٔ فاضلاب متصل شود.

هرچه مخزن کوچکتر باشد، طبعاً ارزانتر خواهد بود ولی تعداد دفعات خاموش و روشن شدن پمپ زیادتر می‌شود که نتیجهٔ آن گرم‌شدن موتور و کاسته شدن عمر آن و درنهایت افزایش مصرف برق می‌باشد. بنابراین باید حجم مجزن را طوری انتخاب نمود که تعداد دفعات خاموش و روشن شدن پمپ بیش از یک مرتبه در هر ۱۵ یا ۳۰ دقیقه نباشد. ظرفیت این مخازن به همان ترتیب مخازن ثقلی محاسبه می‌شود، نباید از ۳۰ گالن برای ساختمان‌های کوچک و ۷۰ گالن برای ساختمان‌های بزرگ کمتر باشد.

اگر اطلاعات کافی برای محاسبه طرفیت مخزن در اختیار نداشته‌باشیم، می‌توانیم برای هر $1000f^2$ سطح زیربنای ساختمان، حدود ۳۰۰ گالن در نظر بگیریم و این کافی است که آب مصرفی ۱۲ ساعت ساختمان را بدون آنکه آبی وارد مخزن شود تأمین نماید. مخازن تحت فشار در نوع قائم و افقی ساخته می‌شوند. شکل ۱ یک مخزن تحت فشار افقی را با برخی تجهیزات آن نشان می‌دهد.

سیتسم توزیع آب در ساختمان با استفاده از بوستر پمپ

اگر فشار آب شهر برای تامین فشار آب ساختمان مرتفع کافی نبود، برای رساندن آب به بالاترین نقاط مصرف می‌توان از بوستر پمپ استفاده نمود. این روش امروزه در برج‌های مسکونی که تعداد واحد و میزان مصرف آب زیادی دارند کارآمد است؛ هرچند برای مهندسین طراح باید مقایسه میان هزینه‌های این روش با روش‌های پیشین و تعادل آن با نوع ساختمان مطرح باشد.

بوستر پمپ متشکل از یک یا چند الکتروپمپ است که به صورت موازی و بر روی یک شاسی نصب می‌گردند. این پمپ‌های موازی توسط تابلوی کنترل مشترکِ اتوماتیک، بر اساس مصرف در ساختمان کار می‌کنند. بوستر پمپ‌ها از نظر روش کنترل به دو صورت با الکتروموتور دور ثابت یا با الکتروموتور دور متغیر ارائه می‌گردند. برخی از مزایای استفاده از بوستر پمپ به شرح زیر است:

- حذف ضربهٔ قوچ از سیستم آب‌رسانی، به دلیل افزایش تدریجی ظرفیت مجموعهٔ بوستر پمپ با افزایش مصرف ساختمان؛
- کاهش میزان مصرف برق به دلیل ورود و افزایش دور موتور تدریجی الکتروپمپ‌ها به مدار با افزایش تدریجی مصرف آب ساختمان؛

http://www.mohandes-iran.com

- کاهش و یکنواخت شدن استهلاک پمپ‌ها.

برای استفاده از بوستر پمپ، مهم‌ترین عامل تعیین ظرفیت مورد نیاز پمپ است. این ظرفیت وابسته به میزان مصرف ساختمان است و باید از طریق یکی از روش‌های یادشده در بخش ۱ محاسبه گردد و بر اساس نمودارهای عملکرد پمپ‌ها، بوستر پمپ مورد نظر تهیه شود.

۳- لوله‌کشی آب آپارتمان

تاکنون برای طراحی شبکه توزیع آب ساختمان، مقدار دبی مصرفی را محاسبه نمودیم و فشار لازم را برای غلبه بر افت‌ها تأمین‌کردیم؛ بنابراین می‌توانیم سیستم لوله‌کشی و اندازه‌ی لوله‌ها را با توجه به محدودهٔ سرعت آب (بین ۱ تا ۲ متربرثانیه) تعیین نماییم. البته طراحی لوله‌کشی آب ساختمان صرفاً این دو مورد نیست و در ادامه برخی از قسمت‌های لوله‌کش مختصراً توضیح داده خواهد شد.

۳-۱- طراحی لوله‌کشی آب سرد مصرفی

آب مصرفی ساختمان، معمولاً آب سرد است و در همه وسایل بهداشتی نیازی به وجود آب گرم نیست. مثلاً فلاش‌تانک یا فلاش والو نیازی به وجود آب گرم ندارند. همچنین عمدتاً تنها در نیمی از سال استفادهٔ آب گرم زیاد می‌شود و در نیمهٔ دیگر لزومی به گرم کردن زیاد آب نیست. این عوامل به همراه هزینه بر بودن گرم کردن آب، باعث می‌شود مبنای اصلی لوله‌کشی ساختمان بر استفاده از آب سرد باشد و در کنار آن لوله‌کشی آب گرم طراحی گردد. البته لوله‌کشی آب سرد و گرم دقیقاً همانند بوده و بنابراین در ادامه به طراحی لوله‌کشی آب سرد خواهیم پرداخت.

مراحل طرح و محاسبهٔ سیستم لوله‌کشی

۱- ترسیم کروکی سیستم لوله‌کشی شامل کنتور، لولهٔ اصلی، شاخه‌ها و وسایل بهداشتی مورد استفاده روی نقشهٔ ساختمان؛

۲- تعیین واحدهای مصرف وسایل بهداشتی (SFU) و میزان واقعی مصرف با توجه به مطالب بخش ۱؛

۳- مشخص نمودن مرتفع‌ترین، دورترین نقاط و پرفشار ترین وسیلهٔ مصرفی ساختمان و تعیین طول مسیر لوله‌کشی از محل اتصال به لولهٔ اصلی آب شهر تا دورترین وسیلهٔ بهداشتی برای احتساب طول لوله‌ها. سپس محاسبهٔ طول‌های معادل برای تعیین افت فشار کل با توجه به مطالب بخش ۲-۱؛

۴- تعیین نوع تأمین فشار آب ساختمان با توجه به افت و میزان مصرف (مطالب بخش ۲-۲)؛

۵- تعیین قطر لولهٔ اصلی با معلوم بودن نرخ افت فشار و میزان واقعی دبی مصرفی **کل ساختمان**؛

۶- تعیین قطر لوله‌های فرعی با معلوم بودن نرخ افت فشار و میزان واقعی دبی مصرفی **هر وسیلهٔ بهداشتی**.

علاوه بر مراحل فوق، برای طراحی سیستم لوله‌کشی باید در نظر گرفته‌شود که لوله‌ای که به هر دستشویی، فلاش‌تانک یا سینک آب می‌رساند، باید تا نزدیک به نقطهٔ اتصال به دستگاه و تا دیوار یا کفِ نزدیک به آن ادامه یابد ولی نباید به آن متصل شود. فاصلهٔ انتهای این لوله تا نقطهٔ اتصال نیز نباید بیش از ۷۵ cm باشد.

در نقاط اتصال شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب سرد مصرفی با شبکهٔ لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی و نیز در نقاط مصرف آب سرد و گرم مانند دستشویی، باید پیش‌بینی‌های لازم به عمل آید تا آب از شبکهٔ آب گرم مصرفی به شبکه آب سرد مصرفی جریان پیدا نکند. در ادامهٔ این بخش چگونگی طراحی شبکهٔ آب گرم نیز بیان خواهد شد.

قطر لوله‌ها

همان گونه که در مراحل طراحی گفته شد، محاسبهٔ قطر لوله‌ها مهمترین قسمت در طراحی لوله‌کشی آب ساختمان است. برای این کار لازم است ابتدا یک قطر حدس زده شود و با توجه به آن محاسبات افت و دبی انجام گیرد، سپس به شیوهٔ آزمون و خطا قطر مناسب مشخص گردد. در

http://www.mohandes-iran.com

این محاسبات باید محدودهٔ سرعت - همان طور که گفته شد - بین ۲ تا ۶ فوت‌برثانیه در نظر گرفته شود. لازم به ذکر است در محاسبات مربوط به افت، زبریِ لوله‌ها را نیمه خشن در نظر می‌گیرند که سیستم برای سالیان بعد نیز پاسخگو باشد.

برای یک ساختمان کوچک مانند منزل مسکونیِ یک خانواده، معمولاً مهندسین بر پایهٔ تجربهٔ خویش قطر لوله‌ها را تخمین می‌زنند. اما برای ساختمان‌های پرجمعیت‌تر باید محاسبات دقیق‌تری انجام گیرد. طبق مقررات ملی ساختمان، حداقل قطر لوله‌هایی که به لوازم بهداشتی آب می‌رسانند باید مطابق جدول ۵ باشد.

لوازم بهداشتی	حداقل قطر نامی لوله	
	mm	in
وان	۱۵	۱/۲
ماشین ظرفشویی	۱۵	۱/۲
سینک آشپزخانه	۱۵	۱/۲
دستشویی	۱۰	۳/۸
دوش	۱۵	۱/۲
توالت - فلاش تانک	۱۰	۱/۲
توالت - فلاش والو	۲۵	۱
توالت فرنگی	۱۵	۱/۲

جدول ۵ - حداقل قطر نامی لوله‌های آب‌رسانی به لوازم بهداشتی

مسیر لوله‌ها

لوله‌کشی باید در مسیرهایی اجرا شود که همه جا در اطراف لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی فضای لازم برای تعمیر، تعویض و کار با ابزار عادی وجود داشته باشد. لوله‌های فلزی قائم ممکن است روکار باشند یا در داخل شفت قرار گیرند، به شرط آنکه دسترسی و تعمیر آن‌ها آسان باشد. لوله‌های فلزی افقی نیز ممکن است روکار باشند، در داخل سقف کاذب، در داخل کانال یا در داخل ترنچ قرارگیرند.

لوله‌ها و دیگر اجزای لوله‌کشی که از جنس فولاد گالوانیزه یا مس می‌باشند نباید در دیوار یا کف دفن شوند. در صورت دفن قسمتی از این لوله‌ها، باید حفاظت‌های لازم برای جلوگیری از خوردگی و یخ زدن به عمل آید و امکان انقباض و انبساط لوله‌ها فراهم شود. در حالت کلی محل اتصال لوله به لوله، لوله به فیتینگ یا فیتینگ به فیتینگ در لوله‌کشی فولادی گالوانیزه یا لوله‌کشی مسی و همچنین شیرها، مطلقاً نباید در اجزای ساختمان یا زیر کف دفن شود. همچنین عبور لوله از دیوار، تیغه، سقف یا کف باید از داخل غلاف صورت گیرد.

۳-۲- انتخاب مصالح لوله‌کشی

پس از طراحی سیستم لوله‌کشی و تعیین اندازهٔ لوله‌ها، باید مصالح مورد نیاز انتخاب‌شود. امروزه این عمل نیز طبق تجربهٔ مهندسین تأسیسات انجام می‌شود؛ اما در قسمت کنونی برخی از نکات و قوانین انتخاب مصالح را بیان خواهیم نمود.

مصالح لوله‌کشی باید در برابر اثرخوردگی و تغییر کیفیت ناشی از اثر آب مصرفی که از شبکهٔ آب شهری به ساختمان انشعاب می‌دهد، مقاوم باشد. همچنین مصالح لوله‌کشیِ توزیع آب سرد و گرم مصرفی و موادی که برای آب‌بندی در اتصالات دنده‌ای استفاده می‌شود نباید بیش از ۸ ٪ سرب داشته باشد. به طور کلی این مصالح نباید بر کیفیت آب آشامیدنی اثر زیان‌آور داشته باشد و رنگ، طعم و بوی آن را تغییر دهد.

انتخاب لوله

لوله‌های فولادی: لوله‌های فولادی باید از نوع گالوانیزه، دو سر دنده با بوشن فولادی گالوانیزه، طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

http://www.mohandes-iran.com

- ISIRI 423 – ISO 65 – (وزن متوسط یا سنگین)
- DIN 2440, 2441 – BS 1387 – (وزن متوسط یا سنگین)

در صورتی که لولهٔ فولادی گالوانیزه برای کار در شرایط سخت انتخاب شود، لوله باید از نوع وزن سنگین و بی‌درز باشد. در حالت‌های زیر کاربرد لوله در شرایط سخت تلقی می‌شود:

- نصب لوله در داخل اجزای ساختمان؛
- اگر لوله در زمان نصب یا در دورهٔ بهره برداری در معرض ضربات فیزیکی قرار داشته باشد؛
- لوله در محیط‌هایی نصب شود که خوردگی در آن‌ها شدید باشد.

لوله‌های مسی: لوله‌های مسی باید بی‌درز و از نوع کلاف (نرم) یا از نوع شاخه‌ای (سخت)، مناسب برای اتصال لحیمی موئینگی یا اتصال فیتینگ فشاری، طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

- ANSI B88 – ISO 274
- DIN 1786 – BS 2871 PART 1

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

لوله‌های غیرفلزی: لوله‌های غیرفلزی که در لوله‌کشی توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی داخل ساختمان، با دمای کار و فشار کار مقررشده به کار می‌روند، باید از نظر بهداشتی و مناسب بودن برای آب آشامیدنی، گواهی یکی از مراکز بهداشتی معتبر مانند NFS یا DVGW را داشته باشد.

جنس برخی از انواع لوله‌های غیر فلزی، پلی‌اتیلن مشبک (PEX)، پنج لایه / آلومینیم-پلی‌اتیلن مشبک (PEX/AL/PEX)، پلی‌اتیلن دما بالا (PE-RT) و آلومینیم-پلی‌اتیلن دما بالا (PE-RT/AL/RE-RT) است. به جهت اختصار از بیان استانداردهای این نوع لوله‌ها صرف نظر می‌نماییم.

انتخاب اتصالات

اتصال در لوله‌کشی فلزی: پیش از اتصال، دهانهٔ لوله باید در سطح عمود بر محور بریده شود، براده‌ها و مواد اضافی از لبه‌های دهانه جدا گردد و داخل لوله از هرگونه مواد اضافی که مانع جریان آب می‌شود، کاملاً پاک و تمیز گردد. دهانهٔ انتهای لوله نیز باید کاملاً باز و سطح مقطع داخلی آن برابر سطح مقطع داخلی لوله یا فیتینگ مورد نظر برای اتصال باشد.

اتصال اجزای لوله‌کشی فولادی گالوانیزه تا قطر نامی ۵۰ mm (۲ in) از نوع اتصال دنده‌ای است. این اتصال باید طبق یکی از استانداردهای زیر باشد:

- ISIR 1798 – ISO 7,1
- DIN 2999 – BS 21

اتصال در لوله‌کشی مسی: در اتصال لحیمی موئینگی سطوح اتصال دو قطعه را باید کاملاً تمیز کرد و مفتول لحیم کاری را باید تا دمای ذوب گرم کرد، به طوری که فاصلهٔ موئینه بین دو قطعه را در تمام سطوح اتصال (گیر) پر کند.

اتصال در لوله‌کشی غیرفلزی: نوع اتصال لوله در لوله‌کشی توزیع آب سرد و آب گرم مصرفی باید دنده‌ای یا فشاری باشد. اتصال دنده‌ای یا اتصال فشاری باید با کمک واسطه از جنس برنجی یا فولادی با روکش نیکل، طبق توصیهٔ سازندهٔ لوله، صورت گیرد.

۳-۳- لوله‌کشی توزیع آب گرم مصرفی ساختمان

در هر ساختمان که محل سکونت یا اقامت انسان باشد، همهٔ لوازم بهداشتی که برای حمام کردن، شستشو، پخت و پز، تمیزکاری، لباسشویی و نگهداری ساختمان در آن نصب شده‌اند باید با آب گرم مصرفی هم تغذیه شوند. سیستم لوله کشی جداگانه‌ی آب گرم دقیقاً مانند لوله‌کشی آب سرد است و از بیان نکات آن چشم پوشی می‌شود.

http://www.mohandes-iran.com

برای محاسبهٔ همزمان سیستم آب سرد و آب گرم مصرفی دو جدول ترتیب می‌دهیم، یکی برای پرمقاومت‌ترین مسیر لوله‌کشیِ آب سرد - به ترتیبی که قبلاً ذکر شد - که به مرتفع‌ترین، دورترین و پرفشارترین وسیلهٔ بهداشتی منتهی می‌گردد و یک جدول هم برای پرمقاومت‌ترین مسیر لوله‌کشی آب گرم که از مرتفع‌ترین، دورترین و پرفشارترین وسیلهٔ بهداشتی که دارای شیر آب گرم یا شیر مخلوط است شروع می‌شود و شامل مخزن آب گرم مصرفی گردیده به لولهٔ اصلی آب ساختمان می‌رسد.

حداکثر دمای کار طراحی شبکهٔ لوله‌کشی آب گرم مصرفی باید ۶۵°C باشد. علاوه بر لوله‌ها، حداکثر دمای آب گرم مصرفی لوازم بهداشتی در نقطهٔ خروج آب از شیر، باید با ارقام زیر کنترل شود:

- وان حمام ۴۹°C
- دستشویی ۴۳ °C
- دوش ۴۳ °C
- سینک آشپزخانه ۶۰ °C

در مواردی که دمای مورد نیاز آب گرم مصرفی کمتر از ۶۰°C باشد، باید دما به کمک شیرهای مخلوط دستی یا خودکار کنترل شود. همچنین اتصال لولهٔ آب گرم مصرفی به لوازم بهداشتی که مصرف‌کنندهٔ آب گرم هستند، باید به شیر طرف چپ باشد.

سیستم لوله‌کشی برگشت آب گرم مصرفی

چنانچه واحدهای بهداشتی برای مدتی مصرف آب گرم نداشته باشد، آب گرم درون لوله‌ها به تدریج حرارت خود را از دست می‌دهد و در این صورت پس از بازکردن شیر آب گرم مدتی طول می‌کشد تا آب با دمای دلخواه از آن خارج شود. برای جلوگیری از این وضع باید ترتیبی داد که آب گرم در داخل لوله‌ها راکد نمانده بلکه به طور مداوم بین منبع آب گرم و واحدهای بهداشتی گردش کند. این امر با پیش‌بینی یک سیستم لوله‌کشی برگشت آب گرم از واحدهای بهداشتی به منبع و تعبیه یک پمپ سیرکولاتور[۴] در این مسیر متحقق می‌شود.

طبق پیشنهاد انجمن مهندسین تأسیسات آمریکا در سیستم‌هایی که طول مسیر لوله‌کشی آب گرم از منبع تا محل مصرف حداکثر برابر ۳۰ m (۱۰۰ft) می‌باشد، احتیاجی به تعبیهٔ سیستم برگشت آب گرم مصرفی نیست؛ ولی چنانچه طول مسیر مزبور از ۳۰ m بیشتر شود باید این سیستم در نظر گرفته شود. این سیستم به طوری که ذکر شد، شامل یک پمپ سیرکولاتور است که توسط یک ترموستات مستغرق که در مسیر برگشت نصب شده کنترل می‌گردد. این ترموستات بر مبنای دامنهٔ تغییرات دمای ۲۰°F پمپ را روشن یا خاموش می‌کند. البته در ساختمان‌هایی که آهنگ مصرف آب گرم آن‌ها یکنواخت است، باید پمپ دائماً روشن باشد و از این رو نیازی به تعبیهٔ ترموستات نیست.

اگر مسیر لوله‌کشی مناسب و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد، ترجیح دارد گردش آب گرم از طریق لولهٔ برگشت تا آب گرم کن بدون نصب پمپ و با استفاده از کاهش وزن مخصوص آب در دمای بالاتر که آب گرم را به سمت بالا می‌راند، صورت گیرد. اما در صورت لزوم باید برای گردش آب در لولهٔ برگشت روی این لوله پمپ نصب شود.

پمپ سیرکولاتور آب گرم مصرفی

جهت گزینش پمپ سیرکولاتور آب گرم مصرفی، روش ساده‌ای توسط انجمن مهندسین تأسیسات آمریکا ارائه شده است. در این روش برای هر F.U. ۲۰ مصرف آب گرم سیستم مقدار gpm ۱، برای هر افزایش‌دهنده[۵] به قطر ۰،۷۵ یا ۱ اینچ مقدار gpm ۰،۵، برای هر افزایش‌دهنده به قطر ۱،۲۵ یا ۱،۵ اینچ مقدار gpm ۱ و برای هر افزایش‌دهنده به قطر ۲ اینچ یا بیشتر، مقدار gpm ۲ دبی برای پمپ در نظر گرفته می‌شود.

قطر لوله‌های برگشت آب گرم مصرفی

به طور کلی تعبیهٔ لولهٔ برگشت آب گرم مصرفی برای آن دسته از وسایل بهداشتی ضرورت دارد که بخواهیم بلافاصله پس از باز کردن شیر، آب گرم با دمای دلخواه از آن خارج شود. عموماً در تاسیسات کوچک قطر لوله‌های برگشت را می‌توان ۰،۵ یا ۰،۷۵ اینچ در نظر گرفت. این اعداد برای استفاده‌های یک آپارتمان معمولی مناسب است؛ اما برای تأسیسات بزرگ‌تر، قطر لوله‌های برگشت آب گرم مصرفی بر مبنای تلفات حرارتی از لوله‌های آب گرم محاسبه می شود که مراحل آن خارج از حوصلهٔ این مقاله است.

http://www.mohandes-iran.com

حفظ دمای آب گرم مصرفی

علاوه بر لوله‌کشی آب گرم ساختمان، لازم است دمای آن حفظ شود و از اتلاف جلوگیری به عمل آید. برای این منظور از عایق‌کاری استفاده می‌شود. در صورت عایق کردن لوله‌کشی آب گرم مصرفی، این عمل باید طبق جدول ۶ صورت گیرد.

قابلیت هدایت گرمایی عایق (Thermal conductivity)		قطر نامی لوله			
		ضخامت عایق (mm)			
(W/mK)	دمای محیط (°C)	تا ۵۰ mm	تا ۲۵ mm	۳۲ تا ۵۰ mm	۶۵ mm و بیشتر
۰.۰۳۴	۲۴	۱۵	۲۵	۲۵	۴۰

جدول ٦- حداقل ضخامت عایق لوله های آب گرم مصرفی

۴- حفاظت و نگهداری آب آشامیدنی آپارتمان

تمامی محاسبات شبکه توزیع آب در آپارتمان و مراحل آن انجام شد. حال لازم است از این شبکه و آب آشامیدنی آن محافظت به عمل آید. لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی در ساختمان باید به ترتیبی طرح، نصب و نگهداری شود که از هرگونه آلوده شدن با آب غیرآشامیدنی و دیگر مایعات، مواد جامد یا گازی که ممکن است از طریق اتصال مستقیم یا از طریق هر اتصال دیگری به آن وارد شود یا نفوذ کند، حفاظت شود. اگر در ساختمان غیر از لوله‌کشی آب آشامیدنی لوله‌کشیِ دیگری مخصوص آب یا دیگر مایعات غیرآشامیدنی وجود داشته باشد، هریک از این دو شبکهٔ با رنگ یا برچسب های فلزی مشخص می‌شوند تا شناسایی هر یک از این دو شبکهٔ لوله‌کشی به آسانی امکان پذیر باشد.

۴-۱- آزمایش‌های عیب‌یابی لوله‌کشی

به جهت اطمینان یافتن از درست بودن شبکه لوله‌کشی آب، باید آزمایش‌هایی صورت گیرد. ممکن است آزمایش لوله‌کشی قسمت به قسمت و در جریان پیشرفت کار، یا به طور کامل پس از نصب کلیهٔ لوله‌ها و اجزای دیگر لوله‌کشی صورت گیرد. علاوه بر آزمایش قسمت به قسمت یا کامل لوله‌کشی، باید پس از خاتمهٔ کار و نیز پس از نصب لوازم بهداشتی، آزمایش فشار با آب انجام گیرد.

شیوهٔ انجام این آزمایش بدین صورت است: پس از خاتمهٔ لوله‌کشی و پیش از نصب لوازم بهداشتی باید دهانه‌های باز به طور موقت بسته شود و لوله‌کشی با آب به تدریج پر شود و کاملاً هواگیری گردد. پیش از اقدام به آزمایش، باید شبکهٔ لوله‌کشی را به مدت حداقل دو روز پر از آب نگاه داشت. آزمایش فشار با آب و به کمک تلمبهٔ دستی مخصوص این آزمایش، با فشار حداقل ۱۰ bar انجام می شود. همچنین یک فشارسنج باید در بالاترین قسمت لوله‌کشی مورد آزمایش نصب شود. مدت آزمایش فشار حداقل یک ساعت است و در این مدت اگر شکستگی یا نشت آب مشاهده شود، آزمایش پس از رفع عیب تکرار می‌شود.

مرحلهٔ دوم آزمایش فشار، پس از نصب لوازم بهداشتی است. در این مرحله شبکهٔ لوله‌کشی آب، لوازم بهداشتی و کلیهٔ اجزای آن باید از نظر مقدار جریان و فشار کار در وضعیت کار عادی قرار گیرد. سپس همهٔ شیرها یک به یک باز و بسته می‌شوند و نسبت به آب بند بودن آنها اطمینان حاصل می‌شود. این مرحله از آزمایش باید در فشار بهره برداری و به مدت حداقل یک ساعت انجام شود.

آزمایش دیگری که برای عیب‌یابی لوله‌کشی انجام می‌شود، آزمایش گاز است. زمانی این آزمایش به جای آزمایش فشار آب انجام می‌شود که احتمال یخ زدگی آب وجود داشته باشد یا ممکن است فشار آزمایش از ۱۰ bar تجاوز نکند. این آزمایش با هوای فشرده، گاز ازت یا گازهای خنثی انجام می‌گیرد ولی استفاده از اکسیژن مجاز نیست. همچنین در این آزمایش فشار گاز باید ۲،۵ برابر فشار کارکرد لوله‌کشی ساختمان باشد و نمی‌تواند از ۷ bar کمتر باشد. مدت زمان آزمایش گاز نیز مانند آزمایش فشار دست کم یک ساعت است.

http://www.mohandes-iran.com

۴-۲- ضدعفونی کردن مسیر آب

لوله‌کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، پیش از بهره‌برداری باید ضدعفونی شود. برای این کار ابتدا لوله کشی با آب آشامیدنی کاملاً شستشو داده می‌شود و داخل لوله‌ها از مواد زاید و زیان‌آور کاملاً پاک می‌گردد. عمل شستشو آن قدر تکرار می‌شود تا آب خروجی از دهانه‌های باز کاملاً تمیز و عاری از مواد زاید و آلوده گردد. سپس لوله‌کشی باید با محلول کلر ۵۰ ppm پر شود و همه شیرها و دهانه‌های باز به مدت ۲۴ ساعت بسته شود. می‌توان مدت ضدعفونی را ۳ ساعت و غلظت محلول کلر را ۲۰۰ ppm تعیین کرد. پس از آن باید لوله‌کشی را از محلول کلر خالی کرد و با آب آشامیدنی دوباره شستشو داد تا زمانی که آب خروجی از دهانه‌های باز بدون کلر باشد.

نتیجه گیری

طبق آنچه بیان شد، سیستم توزیع آب مصرفی آپارتمان‌ها یا به طور کلی ساختمان، شامل چند بخش است. ابتدا میزان مصرف آب ساختمان به طور کامل و با دقت نسبتاً بالایی برای شرایط فرهنگی موجود محاسبه می‌گردد. سپس بر اساس حداقل و حداکثر مقدار فشار پشت شیرهای لوازم بهداشتی، فشار آب مورد نیاز ساختمان تامین می‌شود. در مرحله بعد بر اساس فشار و دبی آب، قطر لوله‌ها محاسبه و مسیر لوله‌کشی آب سرد و گرم طراحی می‌گردد. در نهایت این سیستم توزیع آب برای بهره‌برداری ضدعفونی شده و آزمایش می گردد.

مراجع

۱. طباطبایی، سید مجتبی؛ **محاسبات تاسیسات ساختمان**؛ انتشارات روزبهان؛ چاپ پنجم، ۱۳۷۶.
۲. **مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ایران** (تاسیسات بهداشتی)؛ دفتر امور مقررات ملی ساختمان؛ ۱۳۸۸.
۳. عمادالساداتی، سید علی؛ **مبانی محاسبات و مقررات تأسیسات مکانیکی ساختمان**؛ انتشارات علمی و فنی؛ چاپ سوم، ۱۳۸۵.
۴. جلیلیان اختیاری، بهمن؛ **مهندسی تأسیسات مکانیکی ساختمان**؛ انتشارات گل‌پونه؛ ۱۳۸۴.
۵. کاتالوگ بوستر پمپ شرکت **ابارا** (**EBARA** Pressure Boosting).
۶. کاتالوگ بوستر پمپ شرکت **گزینه صنعت تأسیسات**.
۷. کاشانی حصار، محمد حسین؛ **تأسیسات مکانیکی ساختمان**؛ انتشارات نما؛ چاپ اول، ۱۳۷۹.

---

[۱] Turbidity
[۲] **S**upply **F**ixture **U**nit
[۳] ASHRAE
[۴] Circulator
[۵] Riser

http://www.mohandes-iran.com