

طراحی آب آشامیدنی ساختمان

گردآورنده: یوسف فتحی الماس

۱ - سیستم آبرسانی ساختمان:

کنترل کیفیت آب از نظر
املاح محلول، رنگ، بو و مزه و باکتریهای موجود در آن از لحاظ
بهداشتی واجد اهمیت حیاتی است.

مشخصات آب

الف - مشخصات فیزیکی - ویژگیهایی از قبیل دما، رنگ،
تیرگی^۱، بو و مزه جزو خواص فیزیکی آب آشامیدنی محسوب
می شوند. تمام این خواص غیر از دما، از طریق مطالعه روی نمونه
آب مورد نظر، در آزمایشگاه مورد تدقیق قرار می گیرند.

در سیستم آمریکایی
 برحسب قسمت در میلیون (ppm)^۲ مواد معلق در آب که معادل
 میلی گرم در لیتر می باشد، بیان می گردد. مثلاً اگر میزان مواد معلق
 در آب برابر 10 ppm باشد، آب در لیوان بصورت غبارآلود دیده
 می شود. تیرگی مناسب برای آب معمولاً 5 ppm است.

ب - مشخصات شیمیایی - خواص شیمیایی آب مصرفی از نظر
میزان سختی، درجه اسیدی (pH)، مقدار آهن و منگنز و سایر

فلزات. یا تکنیکهای آزمایشگاهی مورد بررسی قرار می گیرند. مقدار
 کل فلزات موجود در آب نباید از 1000 ppm و در بعضی موارد
 از 500 ppm تجاوز نماید. جدول A-۵ میزان حداکثر مجاز
 مواد شیمیایی موجود در آب را برحسب ppm نشان می دهد.

ج - خواص ارگانیك - در آبهای طبیعی همواره تعداد بسیار
 زیادی موجودات تک سلولی از قبیل انواع باکتری، پلانکتون و
 جلبک زندگی می کنند که برخی از آنها می توانند موجب انواع
 بیماریهای عفونی در انسان یا حیوان باشند. تشخیص و تعیین میزان
 ارگانیسم های میکروسکوپی موجود در آب، از طریق یک سلسله
 آزمایشات دقیق باکتریولوژیکی و بیولوژیکی روی نمونه های
 استاندارد صورت می گیرد.

درجه سختی آب در سیستم آمریکایی از روی میزان کربنات
کلسیم^۲ موجود در آب برحسب ppm تعیین می شود

حداکثر مجاز مواد شیمیایی موجود در آب.

	Ppm
Lead	0.1
Arsenic	0.05
Copper	0.2
Zinc	5.0
Magnesium	125
Iron	0.3
Chlorides	250
Sulfates	250
Phenol (in compounds)	0.001
Fluorine	1.0 (optimum concentration for prevention of tooth decay)

فشار و افت فشار آب:

الف - فشار استاتیک^۱ آب (P_s) - این فشار که فشار ساکن نیز نامیده می شود ناشی از وزن ستون آب می باشد و در یک سطح معین بطور یکسان به تمام جهات از جمله جدار لوله وارد می گردد: که در آن:

$$P_s = \rho gh$$

این فشار را می توان بر حسب ارتفاع ستون آب بیان داشت:

$$h_s = \frac{P_s}{\rho g}$$

ب - فشار سرعتی^۲ آب (P_v) - میزان این فشار در هر مقطعی از جریان بستگی به سرعت جریان آب دارد: که در آن:

$$P_v = \rho \frac{v^2}{2}$$

که اگر آنرا بر حسب ارتفاع نظیر فشار بیان کنیم خواهیم داشت:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

ج - فشار کل^۳ آب (P_t) - فشار کل در هر نقطه از مسیر جریان آب برابر است با مجموع فشارهای استاتیک و سرعتی: $P_t = P_s + P_v$ و اگر آنرا بر حسب ارتفاع نظیر فشار بنویسیم خواهیم داشت:

$$h_t = h_s + h_v$$

برای اندازه گیری فشار آب از انواع فشارسنجها از قبیل فشارسنج گنج^۱، مانومتر و پیزومتر استفاده می شود که همگی فشار نسبی آب را نشان می دهند.

د - فشار مطلق^۵ (P_a) - عبارتست از فشار نسبی با اضافه فشار

$$P_a = P_g + 14.7$$

آتمسفر:

که در آن:

P_g : فشار نسبی یا فشاری که گنج نشان می دهد [psi]
14.7: فشار آتمسفر [psi]

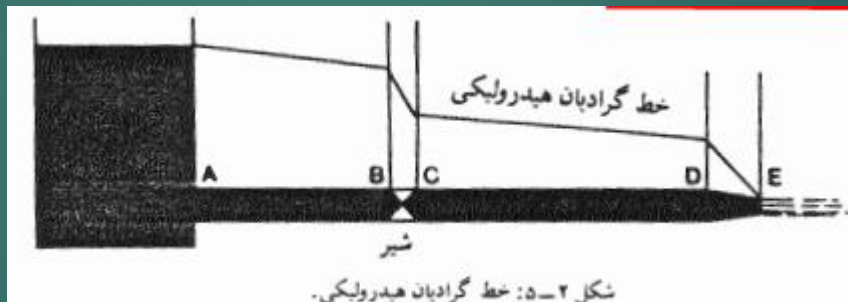
معادله برنولی^۶ - فشاری که در هر مقطعی از جریان سیال وجود دارد مستقیماً متناسب با انرژی سیال است و در مورد انرژی سیال ایده آل رابطه ای وجود دارد که به معادله برنولی موسوم است.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} + Z_2$$

که در آن $\frac{P}{\rho g}$ ارتفاع فشار استاتیک، $\frac{v^2}{2g}$ ارتفاع فشار سرعتی و Z ارتفاع مقطع مورد نظر از جریان سیال نسبت به یک سطح مبنای اختیاری می باشد.

خط گرادبان هیدرولیکی:

این خط که چگونگی افت فشار آب را در طول مسیر جریان بطور عینی نشان می‌دهد عبارتست از مکان هندسی نقاطی در طول مسیر جریان که آب تا آن نقاط در داخل لوله پیرومتر بالا می‌آید. این خط بطوریکه در شکل ۲-۵ ملاحظه می‌شود، دارای شیبی در جهت جریان آب می‌باشد. شیب این خط معلول اختلاف فشاری است که در اثر افت فشار در مسیر جریان در لوله ایجاد می‌شود.



شکل ۲-۵: خط گرادبان هیدرولیکی.

افت فشارها - افت فشار کلی مجموع دو افت فشار استاتیک و سرعتی است:

الف - افت فشار استاتیک - وقتی آب در لوله‌ای جریان می‌یابد، بدلیل اصطکاک جریان با جدار لوله و تبذیر انرژی ناشی از اصطکاک بین مولکولهای آب که بستگی به ویسکوزیته آن دارد، فشار متداوماً در طول لوله کاهش می‌یابد. هرچه جدار لوله زبرتر باشد میزان این افت فشار که به افت فشار استاتیک موسوم است بیشتر خواهد بود.

زبری لوله

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

ب - افت فشار سرعتی - این افت فشار تابع سرعت جریان است و هر قدر عواملی که موجب تغییر سرعت سیال می‌شوند بیشتر باشند، مقدار افت فشار سرعتی افزونتر می‌شود. عوامل مزبور یکی تغییر جهت جریان و در نتیجه بوجود آمدن حالت آشفتگی در مسیر جریان می‌باشد که موجب افت سرعت می‌گردد، مثل تغییر جهت جریان آب در زانویی‌ها و زانو سه راهه‌ها و دیگر تغییر مقطع لوله و وجود شیرها و موانع در مسیر جریان آب. مقدار افت فشار سرعتی از رابطه زیر بدست می‌آید:

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

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

بطوریکه ذکر شد، افت فشار کلی (h_{ft}) برابر با حاصل جمع افت فشارهای استاتیک و سرعتی است:

$$h_{ft} = h_{fs} + h_{fv}$$

تأمین فشار آب ساختمان:

.. فشار آب ساختمان ممکن

است توسط فشار آب شهر، مخزن ثقلی (در ارتفاع) و یا مخزن تحت فشار تأمین گردد:

۱- سیستم توزیع آب در ساختمان با فشار آب شهر:

فشار آب اغلب شهرها معمولاً بین 30 تا 80 پاوند

براینج مربع (psi) می باشد.

30 psi=2.01 bar

80 psi=5.51 bar

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

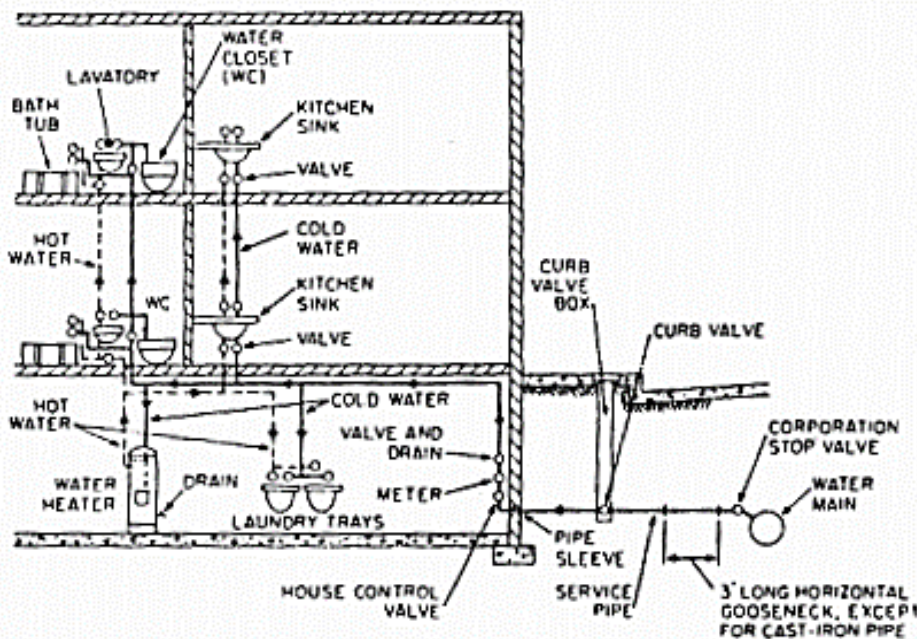
H : فشار لازم برای ساختمان [psi]

h_1 : ارتفاع بالا ترین وسیله بهداشتی متصله به سیستم لوله کشی ساختمان [ft]

h_2 : میزان افت فشار آب در لوله از محل اتصال به لوله آب شهر تا بالا ترین وسیله بهداشتی، که با احتساب ضریب اطمینان معمولاً برابر 25 psi در نظر گرفته می شود.

h_3 : فشار آب لازم برای وسیله بهداشتی مورد نظر که بستگی به نوع آن دارد و طبق مقررات حداقل برابر 8 psi در نظر گرفته می شود.

جدول فشار آب مورد نیاز برای وسایل بهداشتی مختلف؟

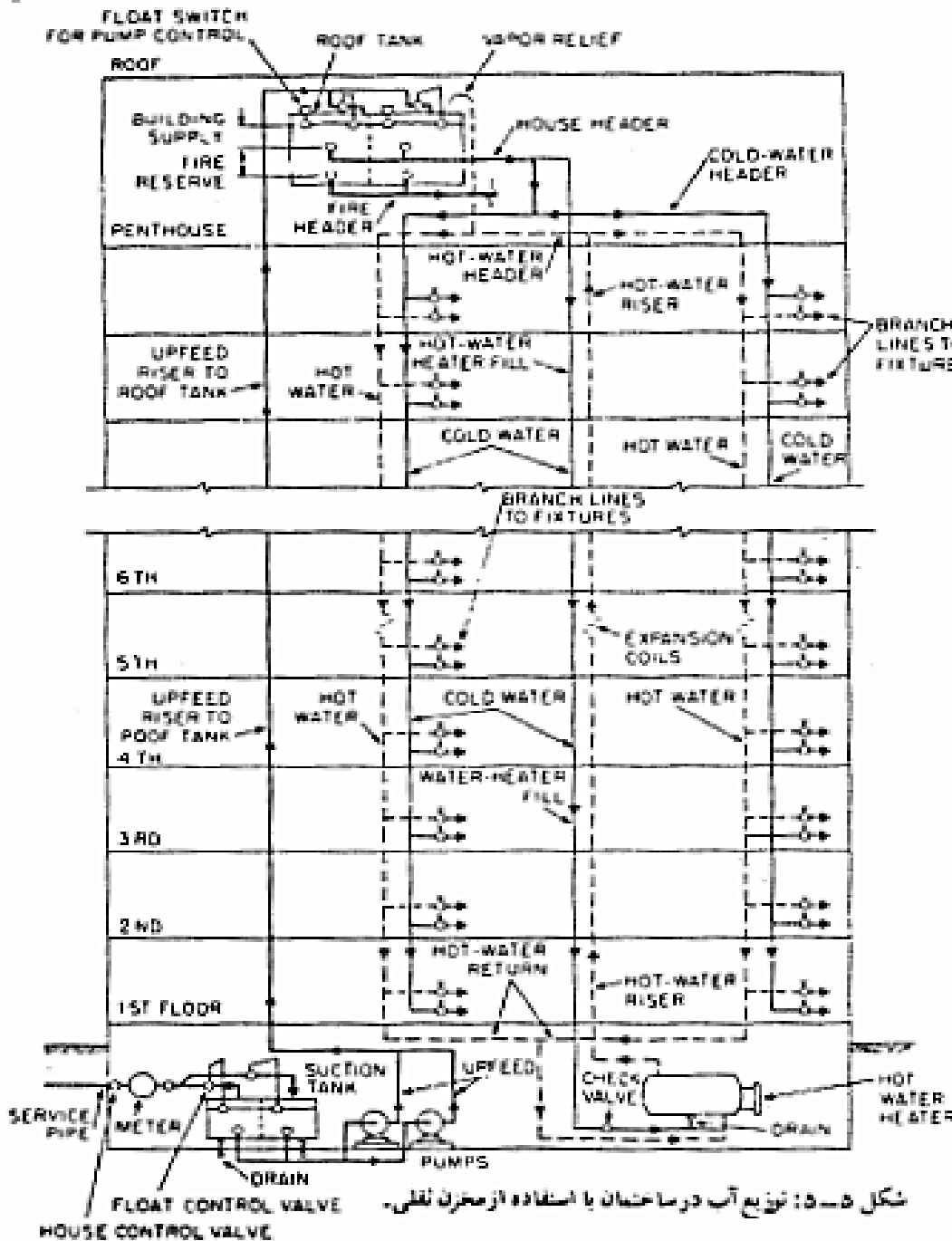


شکل ۵-۴: توزیع آب در ساختمانی که از آب لوله کشی شهر استفاده می کند.

۲- سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن ثقلی:
این سیستم در مواقعی بکار می‌رود که آب ساختمان بطور اختصاصی از منابعی نظیر چاه، قنات و غیره تأمین گردد و یا فشار آب شهر برای رساندن آب به طبقات بالای ساختمان کافی نباشد. مخزن ثقلی روی برج و یا پشت بام ساختمان و حداقل 6 فوت بالاتر از بالا ترین وسیله بهداشتی مصرف کننده نصب می‌شود.

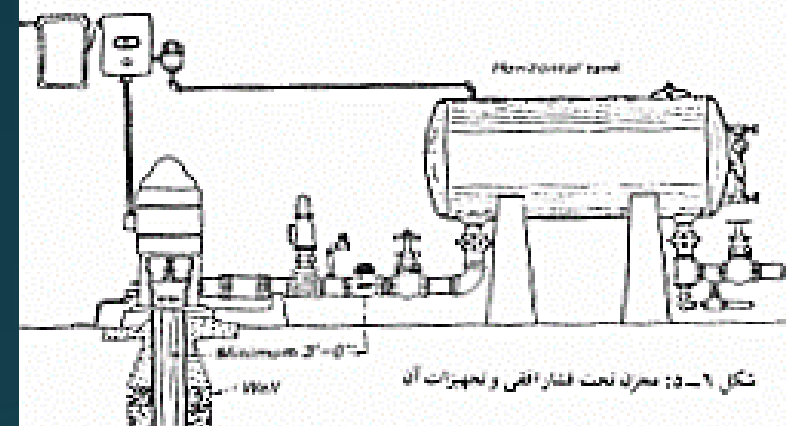
$$6 \text{ (ft)} = 1.83 \text{ (m)}$$

جدول مقدار مصرف روزانه ساختمان
بر حسب جمعیت؟



جدول B-5: حداکثر و حداقل مجاز فشار در مخزن تحت فشار

Minimum discharge pressure, psi.....	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Maximum discharge pressure, psi.....	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Ratio maximum to minimum pressure....	=	6	4	3	4	1	75	3	6	1	5



شکل 5-6: مخزن تحت فشار افقی و تجهیزات آن

Vertical tanks

Size, in.	Capacity, gal.	Top to upper water-gage faucet	Top to center water-gage faucet	Bottom of tank to inlet	Opposite side to drain	Diameter of drain	Bottom to discharge	Diameter of outlet	Diameter of inlet
16 by 26	22	8 1/4	13 1/4	6	3	1	9	1	1
16 by 48	42	17	13 1/4	6	3	1	9	1	1
20 by 60	82	23	13 1/4	6	3	1	9	1	1
24 by 60	120	23	13 1/4	6	6	1	9	1 1/4	1 1/4
30 by 72	220	29	13 1/4	6	6	1	9	1 1/4	1 1/4
36 by 72	315	29	13 1/4	6	6	1	9	2	2

جدول C-5: اندازه‌های استاندارد مخزن تحت فشار قائم

Horizontal tanks

Size, in.	Capacity, gal.	Water-gage opening	Center of water-gage opening	Inlet to outlet opening	Drain to inlet	Edge to drain	Diameter of drain opening	Diameter of outlet	Diameter of inlet
24 by 120	530	1 1/4	10 1/4	8	8	8	1	2	2
42 by 120	720	1 1/4	21 1/4	8	8	8	1	2	2
48 by 120	940	1 1/4	21 1/4	10	8	8	1	2	2
48 by 240	2,280	1 1/4	21 1/4	10	8	8	1	3	3
60 by 252	3,000	1 1/4	21 1/4	10	8	8	1	3	3
72 by 258	5,000	1 1/4	21 1/4	10	8	8	1	3	3

جدول D-5: اندازه‌های استاندارد مخزن تحت فشار افقی

۳- سیستم توزیع آب در ساختمان با استفاده از مخزن تحت فشار:

مخزن تحت فشار یک مخزن بسته هوابندی شده است که حدود دوسوم یا سه چهارم حجم آن از آب و بقیه از هوا پر شده است.

هرچه حجم مخزن کوچکتر باشد طبعاً ارزاتر خواهد بود ولی تعداد دفعات خاموش و روشن شدن پمپ زیادتر می‌شود که نتیجه آن گرم شدن موتور و کاسته شدن عمر آن و بالاخره افزایش مصرف برق می‌باشد، لذا باید حجم مخزن را طوری انتخاب نمود که تعداد دفعات خاموش و روشن پمپ بیش از یک مرتبه در هر 15 یا 30

دقیقه نباشد. ظرفیت این مخازن که بهمان ترتیب مخازن تقبی محاسبه می‌شود نباید از 30 گالن برای ساختمانهای کوچک و 70 گالن برای ساختمانهای بزرگ کمتر باشد. ظرفیت این مخزن بستگی دارد به تعداد ساکنین ساختمان و مدت زمان مورد نظر برای مصرف که در آن مدت آبی وارد مخزن نشود. اگر اطلاعات کافی برای محاسبه ظرفیت مخزن در اختیار نداشته باشیم می‌توانیم برای هر 1000 فوت مربع سطح زیربنای ساختمان حدود 300 گالن در نظر بگیریم و این کافی است که آب مصرفی 12 ساعت ساختمان را بدون آنکه آبی وارد مخزن شود تأمین نماید. مخازن تحت فشار در دو نوع قائم^۲ و افقی^۳ ساخته می‌شوند.

$$1000 (ft^2) = 92.9 (m^2)$$

کاربرد انواع مختلف لوازم جلوگیری از برگشت جریان

نوع لوازم	درجه آلودگی	کاربرد	شماره استاندارد
- فاصله هوایی	ظاهری ^۱ غیر بهداشتی ^۲	فشار معکوس - مکش سیفونی	ASME A112.1.2
- شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه	ظاهری - غیر بهداشتی	فشار معکوس - مکش سیفونی	ASSE 1012 AWWA C511 CSA CAN/CSA-B 62.2
- شیر یک طرفه دوتایی	ظاهری	فشار معکوس - مکش سیفونی	ASSE 1015 AWWA C510
- شیر یک طرفه دوتایی با شیر تخلیه بین آنها	ظاهری	فشار معکوس - مکش سیفونی	ASSE 1012 CSA CAN/CSA-B 62.2
- خلاشکن، اتمسفر یک	ظاهری - غیر بهداشتی	فقط مکش سیفونی	ASSE 1001 CSA CAN/CSA-B 62.1.1
- خلاشکن - فشاری	ظاهری - غیر بهداشتی	فقط مکش سیفونی	ASSE 1020
- خلاشکن - برای شیر سرشارگی	ظاهری - غیر بهداشتی	فشار معکوس - مکش سیفونی	ASSE 1011 CSA CAN/CSA-B 62.2

۱. آلودگی ظاهری: آلودگی آب در حدی که کیفیت آن از نظر سلامت عمومی غیربهداشتی نباشد ولی خصوصیات ظاهری آن، مانند رنگ، طعم، بو و غیره در حدی باشد که نتوان آن را به عنوان آب آشامیدنی مناسب دانست.

۲. آلودگی غیربهداشتی: آلودگی آب در حدی که کیفیت آن از نظر سلامت عمومی غیربهداشتی باشد و موجب مسمومیت یا انتشار بیماری و آسیب‌های مشابه گردد.

✓ (۶) روی لوله ورودی آب به مخزن باید شیر قطع و وصل نصب شود. اگر حجم مخزن بیش از ۱۰۰۰ لیتر باشد، دهانه خروجی و دهانه ورودی آب باید در دو سمت مخزن و در مقابل هم قرار گیرند تا از راکد ماندن آب جلوگیری شود.

✓ (۷) اگر گنجایش مخزن آب بیش از ۴۰۰۰ لیتر باشد، باید به جای یک مخزن دست‌کم دو مخزن به طور موازی نصب شود تا هنگام تعمیر یا تمیز کردن یکی از مخازن، آب قطع نشود. در این حالت هر مخزن باید به طور جداگانه و مستقل به شیرهای ورودی و خروجی آب، شیر کنترل، شیر تخلیه، لوله سرریز و لوله هواکش مجهز باشد.

جدول (۱۶ - ۴ - ۶ - ۱ - ث) (۵)

قطر لوله تخلیه مخازن ذخیره آب

گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر)	قطر نامی لوله تخلیه	
	میلی‌متر	اینچ
تا ۲۵۰۰	۲۵	۱
۲۵۰۱ تا ۵۰۰۰	۴۰	۱ ۱/۴
۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰	۵۰	۲
۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰	۶۵	۱ ۱/۲
۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰	۸۰	۳
بیش از ۳۰۰۰۰	۱۰۰	۴

طرح و محاسبه سیستم لوله کشی آبرود و آبگرم:

دبی آبرود مصرفی:

حداقل آب مورد نیاز انسان که تا حدود زیادی بستگی به برنامه زندگی، احتیاجات حرفه‌ای، تعداد اعضای خانواده، احتیاجات باغ یا باغچه و نظایر آن دارد، معمولاً بین 30 تا 80 گالن در روز برای هر نفر است. تجربه نشان داده است که بزرگی یا کوچکی شهر و موقعیت جغرافیایی و سطح تمدن ساکنین آن نیز در میزان مصرف آب تأثیر دارند.

واحد مصرف^۱ (F. U.) - برآورد میزان مصرف آب وسایل بهداشتی مختلف اغلب برحسب واحد مصرف صورت می‌گیرد. یک واحد مصرف عبارتست از 7.5 گالن بر دقیقه و این میزان مصرف یک شیر ساده^۲ (مثلاً شیر دستویی) است. جدول ۳-۵ (آخر فصل پنجم) میزان مصرف آب وسایل بهداشتی مختلف را برحسب واحد

مصرف نشان می‌دهد.

میزان مصرف واقعی:

بمنظور دست یافتن به میزان واقعی مصرف آب در یک ساختمان که میثای محاسبات سیستم لوله کشی قرار خواهد گرفت، باید واحدهای مصرف مستخرجه از جدول ۳-۵ را در ضریبی بنام ضریب تقاضا ضرب نمود. نمودارهای ۱-۵ و ۲-۵ (آخر فصل پنجم) میزان واقعی مصرف آب را برحسب گالن بر دقیقه (GPM) برای واحدهای مصرف مختلف با در نظر گرفتن ضریب تقاضا ارائه می‌دهند. هنگام استفاده از این منحنی ها باید توجه داشت که منحنی هایی که با شماره ۱ مشخص شده‌اند برای ساختمانهایی که مشروح آنها دارای شبر فشاری^۳ و منحنی هایی که با شماره ۲ مشخص شده‌اند برای ساختمانهایی که مشروح آنها دارای مخزن فشاری^۴ می‌باشد، بکار خواهند رفت.

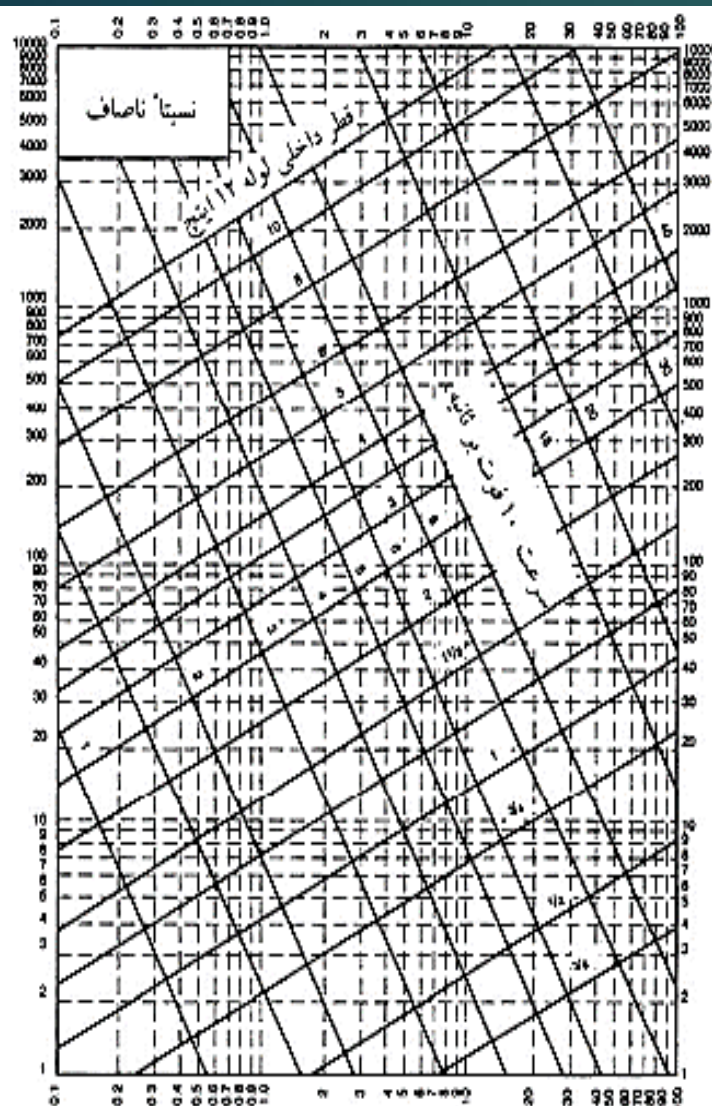
3- Flush Valve

4- Flush Tank

جدول میزان مصرف آب وسایل بهداشتی؟

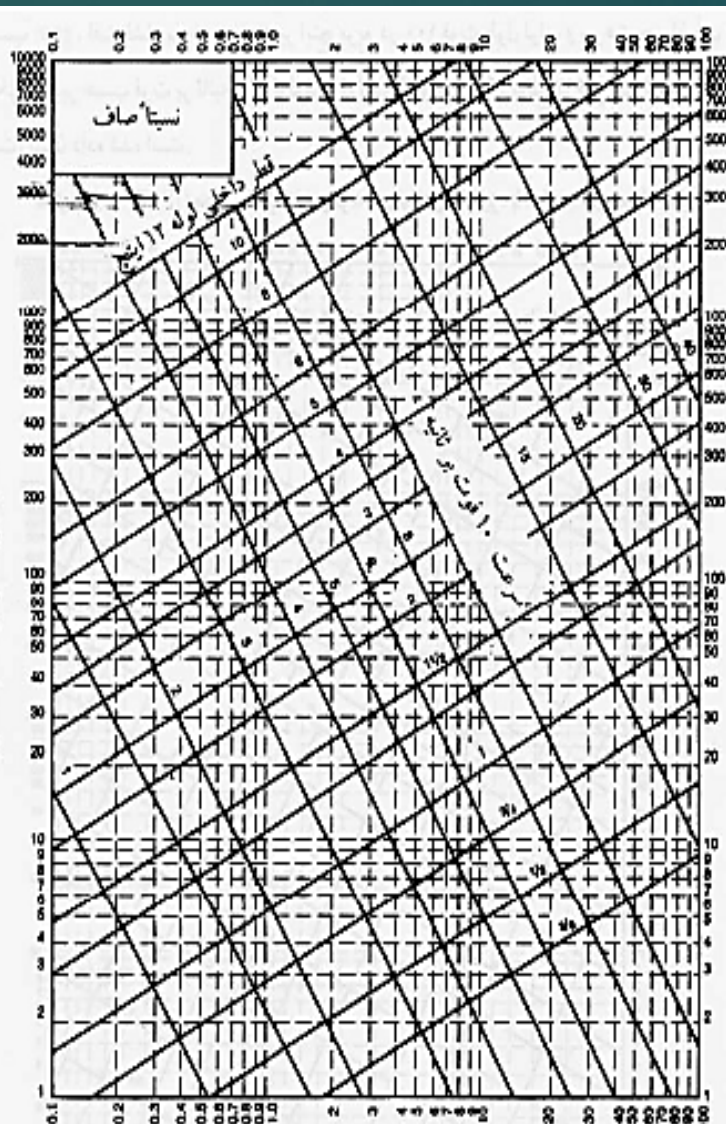
جدول مربوطه؟

مقدار جریان آب بر حسب gpm



افت فشار آب بر حسب پوند بر اینچ مربع در 100 فوت طول

مقدار جریان آب بر حسب gpm



افت فشار آب بر حسب پوند بر اینچ مربع در 100 فوت طول

- ۱ - افت فشار در لوله ها - که بخش مهمی از افت فشار در سیستم لوله کشی را تشکیل می دهد و میزان آن بر حسب نوع لوله های مصرفی و چگونگی سطح داخلی آنها متفاوت است:
- الف - لوله های صاف - که در سطح داخلی آنها هیچ زبری محسوسی وجود ندارد. لوله های مسی، برنجی و سربی معمولاً جزو لوله های صاف طبقه بندی می شوند.
- ب - لوله های نیمه خشن - تمام لوله های معمولی از قبیل لوله های چدنی، آهنی، فولادی و گالوانیزه پس از اندکی کار جزو لوله های نیمه خشن محسوب می شوند.
- ج - لوله های خشن - لوله ها بطور متوسط پس از ده تا پانزده سال از زمان نصب، بعنوان لوله های خشن شناخته می شوند.

1- Smooth Pipes

2- Fairly Rough Pipes

3- Rough Pipes

این نمودارها بر مبنای

رابطه ای که بین افت فشار با دبی و سرعت جریان و قطر لوله وجود دارد رسم گردیده اند. با در دست داشتن دو عامل از چهار عامل فوق می توان دوتای دیگر را از روی نمودار بدست آورد.

مثال ۱ در یک لوله نیمه خشن بقطر 2½" مقدار 100 gpm

آب جریان دارد. مطلوبست افت فشار اصطکاکی در لوله در صورتیکه طول آن 200 فوت باشد.

حل: چون لوله نیمه خشن است، از نمودار ۱-۵ استفاده می کنیم. ابتدا بر روی محور عمودی دبی 100 gpm را مشخص نموده نقطه تقاطع آنرا با خط مورب قطر 2½" بدست می آوریم. حال از این نقطه بطور عمودی پایین می آیم تا محور افقی نمودار را قطع کنیم. اکنون می توانیم نرخ افت فشار را روی این محور بخوانیم که برابر است با 4.5 پوند بر اینچ مربع در هر صد فوت طول لوله، بنابراین افت فشار در 200 فوت طول لوله عبارتست از:

$$\frac{200}{100} \times 4.5 = 9 \text{ (psi)}$$

جدول پ-۱-۴-۵ طول لوله همارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی مسی

طول همارز بر حسب فوت								فیتینگ یا شیر
3 in	2 1/2 in	2 in	1 1/2 in	1 1/4 in	1 in	7/8 in	1/2 in	
4/0	3/0	2/0	2/0	1/0	1/0	0/5	0/5	زانوی ۴۵° (چکش خوار)
3/0	2/0	2/0	2/0	2/0	1/0	1/0	0/5	زانوی ۹۰° (چکش خوار)
	2/0	1/0	1/0	0/5	0/5	0/5	0/5	سرهایی (چکش خوار)
		4/0	3/0	2/0	2/0	2/0	1/0	سرهایی انشعابی (چکش خوار)
1 1/0	8/0	5/0	3/0	2/0	2/0	1/0	0/5	زانوی ۴۵° (ریخته)
1 8/0	1 4/0	1 1/0	8/0	5/0	4/0	2/0	1/0	زانوی ۹۰° (ریخته)
2/0	2/0	2/0	1/0	1/0	0/5	0/5	0/5	سرهایی (ریخته)
2 0/0	1 6/0	1 2/0	9/0	7/0	5/0	3/0	2/0	سرهایی انشعابی (ریخته)
			9 0/0	5 3/0				شیر کف فلزی
2/0	2/0	2/0	2/0	1/0	1/0			شیر کشویی

طول همارز بر حسب فوت								فیتینگ یا شیر
DN۷۶	DN۵۴	DN۴۲	DN۳۵	DN۲۸	DN۲۲	DN۱۸	DN۱۲	
1/21	0/91	0/60	0/60	0/30	0/30	0/15	0/15	زانوی ۴۵° (چکش خوار)
0/91	0/60	0/60	0/60	0/60	0/30	0/30	0/15	زانوی ۹۰° (چکش خوار)
	0/60	0/30	0/30	0/15	0/15	0/15	0/15	سرهایی (چکش خوار)
	2/74	2/13	1/52	1/12	0/91	0/60	0/30	سرهایی انشعابی (چکش خوار)
2/35	2/43	1/52	1/12	0/91	0/60	0/30	0/15	زانوی ۴۵° (ریخته)
5/48	4/26	2/35	2/43	1/52	1/12	0/60	0/30	زانوی ۹۰° (ریخته)
0/60	0/60	0/60	0/30	0/30	0/15	0/15	0/15	سرهایی (ریخته)
6/09	4/87	2/65	2/74	2/13	1/52	0/91	0/60	سرهایی انشعابی (ریخته)
		27/43	2 0/11	1 6/15				شیر کف فلزی
0/60	0/60	0/60	0/60	0/30	0/30			شیر کشویی

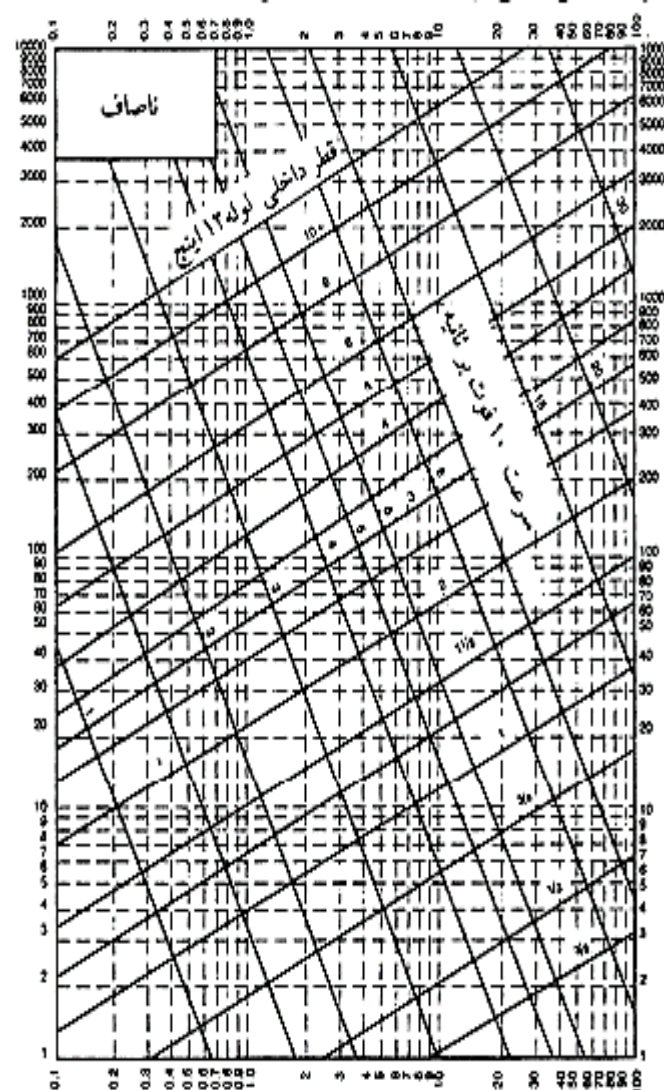
جدول پ-۱-۴-۲ طول لوله همارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه

طول همارز بر حسب فوت								فیتینگ یا شیر
DN۸۰	DN۶۵	DN۵۰	DN۴۰	DN۳۲	DN۲۵	DN۲۰	DN۱۵	
6/0	5/0	4/0	3/0	2/4	1/8	1/5	1/2	زانوی ۴۵°
1 0/0	8/0	7/0	5/0	4/0	3/0	2/5	2/0	زانوی ۹۰°
3/0	2/5	2/0	1/5	1/2	0/9	0/8	0/6	سرهایی
15/0	12/0	1 0/0	7/0	6/0	5/0	4/0	3/0	سرهایی انشعاب
2/0	1/6	1/3	1/0	0/8	0/6	0/5	0/4	شیر کشویی
4/5	3/7	3/0	2/2	1/9	1/5	1/1	0/8	شیر تنظیم
4/5	3/7	3/0	2/2	1/9	1/5	1/1	0/8	شیر تخلیه مساوری
23/6	28/0	22/4	16/8	14/0	11/2	8/4	5/6	شیر یکطرفه
8 0/0	6 5/0	5 5/0	4 5/0	3 5/0	2 5/0	2 0/0	1 5/0	شیر کف فلزی
4 0/0	3 4/0	2 8/0	2 3/0	1 8/0	1 5/0	1 2/0	8/0	شیر گوشه ای

پ-۱-۴-۵-۳ جدول پ-۱-۴-۵ طول لوله همارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه را بر حسب متر نشان می دهد.

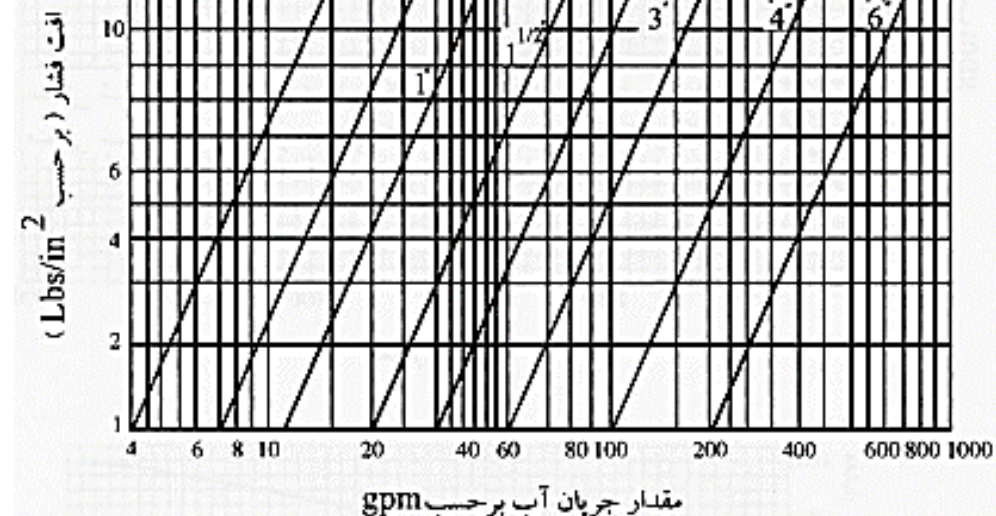
جدول پ-۱-۴-۵-۳ جدول پ-۱-۴-۵ طول لوله همارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه

طول همارز بر حسب فوت								فیتینگ یا شیر
DN۸۰	DN۶۵	DN۵۰	DN۴۰	DN۳۲	DN۲۵	DN۲۰	DN۱۵	
1/82	1/52	1/21	0/91	0/73	0/54	0/45	0/36	زانوی ۴۵°
2/04	2/43	2/13	1/52	1/21	0/91	0/76	0/60	زانوی ۹۰°
0/91	0/76	0/60	0/45	0/36	0/27	0/24	0/18	سرهایی
4/57	3/65	2/04	2/13	1/82	1/51	1/21	0/91	سرهایی انشعاب
0/60	0/48	0/39	0/30	0/24	0/18	0/15	0/12	شیر کشویی
1/37	1/12	0/91	0/67	0/57	0/45	0/33	0/24	شیر تنظیم
1/37	1/12	0/91	0/67	0/57	0/45	0/33	0/24	شیر تخلیه مساوری
1 0/24	8/53	6/82	5/12	4/26	3/41	2/56	1/70	شیر یکطرفه
24/38	19/81	16/76	13/71	10/66	7/62	6/09	4/57	شیر کف فلزی
13/19	10/36	8/53	6/70	5/48	4/57	3/65	2/43	شیر گوشه ای

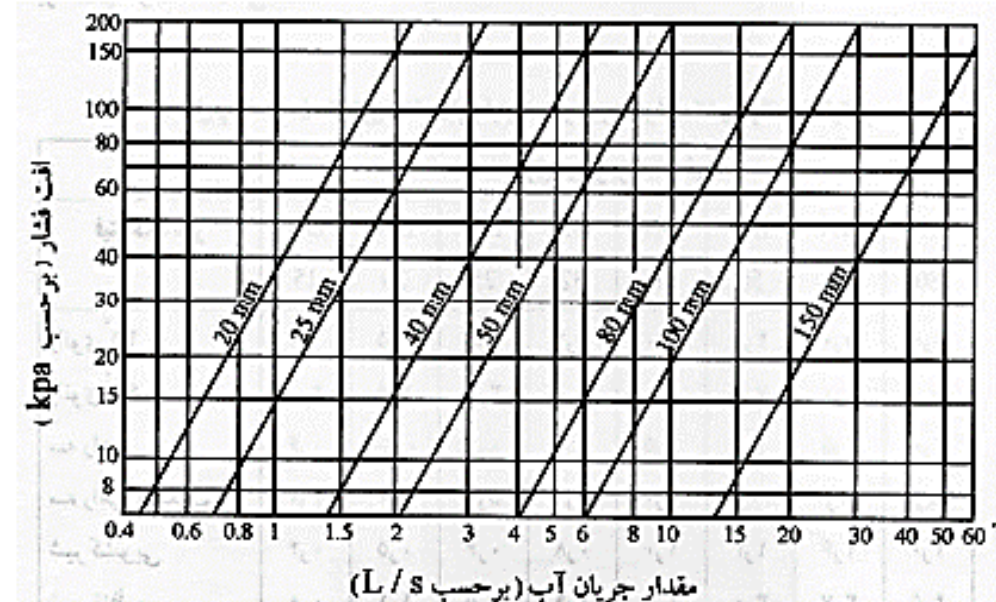


افت فشار آب بر حسب پوند بر اینچ مربع در ۱۰۰ فوت طول

مقدار جریان آب بر حسب gpm



شکل پ ۱-۴-۲ (IP) افت فشار در کنتور نوع دیسکی بر حسب پوند بر اینچ مربع



شکل پ ۱-۴-۲ (SI) افت فشار در کنتور نوع دیسکی بر حسب کیلو پاسکال

۲- افت فشار در وصاله ها و شیرها، برای تسهیل محاسبه افت فشار در زانویی ها، سه راهه ها و شیرها، بجای استفاده از فرمول هیدرولیکی، طول لوله ای به همان قطر را که اگر بجای این وصاله ها و شیرها قرار گیرد به همان میزان افت فشار ایجاد می کند، تعیین می نمایم. این مهم با استفاده از جدول ۵-۵ (آخر فصل پنجم) صورت می گیرد که در آن طول لوله معادل انواع زانویی ها، سه راهه ها و شیرها بر حسب قوت ارائه گردیده است. در عمل می توان بابت افت فشار در وصاله ها با اطمینان کافی حدود ۵۰٪ به طول مسیر لوله کشی اضافه نمود و طول معادل شیرهای سه قسم را نیز که تعدادشان انگشت شمار است از جدول ۵-۵ استخراج کرده با آن جمع نمود.

۳- افت فشار در کنتور آب: کنتور وسیله ای است که میزان آب مصرفی ساختمان را نشان می دهد. این دستگاه که در ابتدای لوله ورودی به ساختمان نصب می گردد خود افت فشار قابل ملاحظه ای در جریان آب ایجاد می کند. با معلوم بودن کل دیس آب مورد احتیاج ساختمان و قطر کنتور، می توان با استفاده از نمودار ۵-۶ (آخر فصل پنجم) افت فشار در کنتور را بر حسب پاوند بر اینچ مربع (psi) بدست آورد. قطر کنتور با توجه به قطر لوله اصلی ورودی به ساختمان تعیین می گردد. جدول ۵-۶ (آخر فصل پنجم) قطر تخمینی لوله اصلی ورودی به ساختمان را نسبت به نوع آن ارائه می دهد.

۴- افت فشار در سایر وسایل: میزان افت فشار در سایر وسایلی که ممکن است در سیستم لوله کشی وجود داشته باشند از قبیل دستگاه تصفیه، آبگرمکن و غیره معمولاً در کاتالوگ آنها داده می شود.

پ-۱-۶ نکات دیگری درباره اندازه‌گذاری لوله‌ها

پ-۱-۶-۱ سرعت جریان آب در لوله‌های اصلی نباید از ۱۰ فوت بر ثانیه (۳/۰ متر بر ثانیه) بیشتر شود توصیه می‌شود که سرعت جریان آب در لوله‌های فرعی و انشعاب‌ها از ۴ فوت بر ثانیه (۱/۲ متر بر ثانیه) بیشتر نباشد.

پ-۱-۶-۲ طبق الزامات (۱۶-۴-۵۴ الف) حداکثر فشار آب لوله‌کشی توزیع آب آشامیدنی در پشت شیرهای لوازم بهداشتی و در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار بیشتر باشد. اگر فشار آب شبکه شهری طوری باشد که فشار آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی از ۴ بار بیشتر باشد باید با نصب شیر فشارشکن مورد تأیید فشار آن را تا ۴ بار، یا بر حسب نیاز کمتر از آن، کاهش داد.

لازم برای بالا ترین وسیله بهداشتی مذکور در بند ۴ از جدول ۵-۶.

۶- محاسبه نرخ تقریبی افت فشار در سیستم با استفاده از فرمول زیر:

$$p = [p_s - 0.434h - p_f - p_m] \times \frac{100}{L}$$

که در آن:

p : متوسط نرخ افت فشار در سیستم لوله‌کشی
برحسب psi بر 100 فوت طول معادل لوله
 p_s : فشار در لوله اصلی خیابان [psi]
 p_f : حداقل فشار مورد نیاز در بالا ترین و دورترین
وسیله بهداشتی [psi] از جدول ۵-۶
 p_m : افت فشار در کنتور آب [psi] از نمودار ۵-۶
 h : ارتفاع بالا ترین وسیله بهداشتی از لوله اصلی خیابان [ft]
 L : طول کل مسیر لوله‌کشی مذکور در بند ۴ [ft]

در صورتیکه سیستم بجای فشار آب شهر از مخزن ثقلی استفاده می‌کند، باید ارتفاع آب درون مخزن را در مقرب 0.434 ضرب نموده در فرمول مذکور بجای فشار در لوله اصلی خیابان (p_s) قرار داد و عبارت 0.434h را در این فرمول بجای کسر کردن باید جمع نمود. در این حالت h عبارت خواهد بود از فاصله عمودی بالا ترین وسیله بهداشتی از کف مخزن.

۷- تعیین قطر لوله اصلی با معلوم بودن نرخ افت فشار (P) و میزان واقعی دبی کل ساختمان مذکور در بند ۳ و مراجعه به نمودار ۵-۴ (بدلیل اینکه در ساختمانهای معمولی محاسبات برای لوله‌های نیمه خشن انجام می‌گیرد. در غیر این صورت باید به سایر نمودارهای جریان با توجه به نوع لوله مورد نظر مراجعه نمود).

۸- تعیین قطر لوله‌های فرعی یا معلوم بودن نرخ افت فشار (P) و دبی واقعی آب در هر قسمت از سیستم و مراجعه به نمودار ۵-۴. مراحل ۷ و ۸ باید با توجه به محدوده مجاز سرعت جریان آب از نظر تولید صدا که بین 2 تا 6 فوت بر ثانیه است انجام گیرند. جدول ۵-۷ (آخر فصل پنجم) حداقل قطر لوله‌های آب سرد یا آب گرم انصالی به وسایل بهداشتی مختلف را ارائه می‌دهد.

مراحل طرح و محاسبه سیستم لوله‌کشی آب سرد مصرفی:

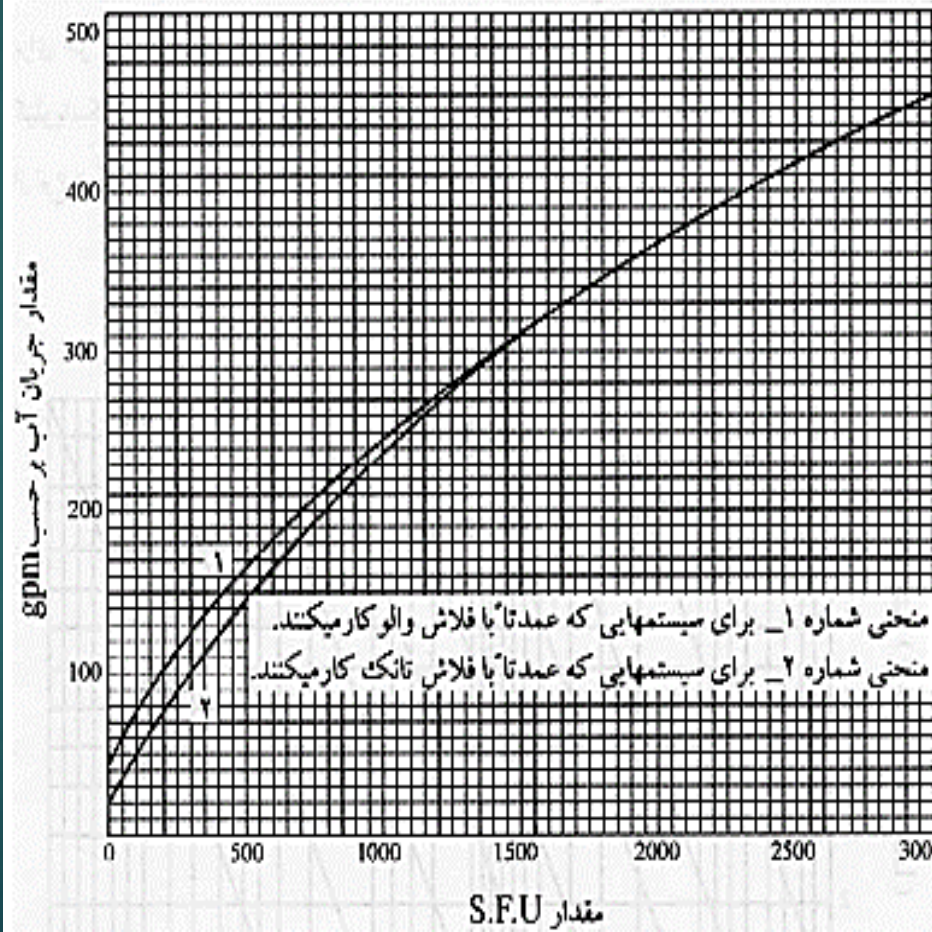
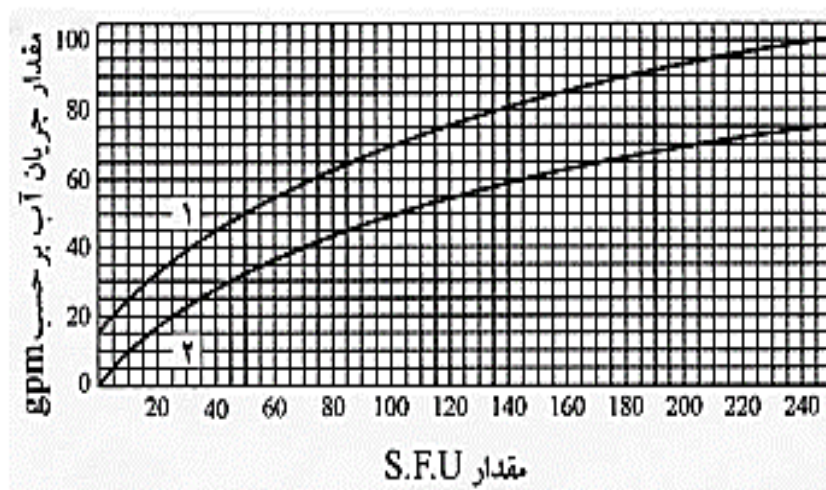
۱- ترسیم کروکی سیستم لوله‌کشی شامل کنتور، لوله اصلی، راپرها و شاخه‌ها و نشان دادن لوازم بهداشتی مورد استفاده بر روی نقشه ساختمان (پلان).

۲- تعیین واحدهای مصرف (F. U.) هر یک از وسایل بهداشتی متصل به سیستم لوله‌کشی، از جدول ۵-۳.

۳- تعیین میزان واقعی تقاضای آب برحسب گالن، با مشخص بودن واحدهای مصرف و مراجعه به نمودارهای ۵-۱ یا ۵-۲.

۴- مشخص نمودن مرتفع ترین، دورترین و پرفشارترین وسیله بهداشتی موجود در سیستم و تعیین طول مسیر لوله‌کشی از محل اتصال به لوله اصلی آب خیابان تا آن وسیله بهداشتی با احتساب طول معادل و صاله‌ها و شیرهای این مسیر. بطوریکه قبلاً ذکر شد، بابت افت فشار در کلیه و صاله‌های مسیر می‌توان 50% به طول مسیر لوله‌کشی اضافه نمود.

۵- تعیین حداقل فشار آب در لوله اصلی خیابان و همچنین فشار



پ-۱-۴ افت فشار در طول لوله

پ-۱-۴-۱ فشار شبکه آب مصرفی قبل از کنترلر آب باید نیازهای زیر را تأمین کند:

- افت فشار در کنترلر آب؛

- اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع تراز نصب کنترلر و بالاترین نقطه شبکه لوله کشی آب ساختمان؛

- افت فشار در لوله ها با توجه به روش محاسبه مقدار جریان در پ (۱-۳)؛

- حداقل فشار مورد نیاز در پشت شیرهای برداشت آب.

- افت فشار در فیتینگ ها و شیرها و دیگر اجزای لوله کشی

پ-۱-۳-۴ در شکل پ-۱-۳-۲ منحنی پایین، بزرگ شده منحنی بالاست که تا

۲۴۰ واحد S.F.U را نشان می دهد. منحنی ۱ برای حالتی است که توالت ها با فلاش والو

باشد. منحنی ۲ برای حالتی است که توالت ها با فلاش تانک باشد. برای مقادیر S.F.U

بزرگتر از ۱۳۰۰ دو منحنی ۱ و ۲ به هم نزدیک می شوند و حداکثر محتمل مقدار جریان

یکی می شود.

مثال ۲: در مورد سیستم لوله کشی یک ساختمان اطلاعات زیر در دست است:

الف — حداقل فشار آب در لوله اصلی خیابان 55 [psi]

ب — فاصله عمودی بالاترین وسیله بهداشتی ساختمان که یک آبریزگاه یا شیر فشاری است تا لوله اصلی خیابان 50 [ft]

ج — طول مسیر لوله کشی (بدون احتساب طول معادل وصاله ها) از لوله اصلی خیابان تا بالاترین وسیله بهداشتی 100 [ft]

د — میزان کل آب مصرفی ساختمان 50 [F. U.]
مستراحهای ساختمان دارای شیر فشاری می باشند. پیدا کنید قطر لوله اصلی آب ساختمان را.

حل: با در دست داشتن میزان کل آب مصرفی ساختمان و مراجعه به نمودار ۵-۲، مقدار واقعی تقاضا را بر حسب گالن بر دقیقه تعیین می کنیم:

51 [gpm] = میزان واقعی تقاضا
در جدول ۵-۱ حداقل فشار مورد نیاز برای آبریزگاه برابر با 15 [psi] تعیین شده است.

در شروع محاسبات چون از قطر لوله اصلی ساختمان اطلاع نداریم، قطر کنسور نیز برای ما ناشناخته است، لذا ابتدا بطور آزمایشی کنسوری با قطر 1½ در نظر گرفته محاسبات را انجام می دهیم و سپس نتیجه بدست آمده را بترتیبی که متعاقباً ذکر می شود کنترل خواهیم نمود. برای کنسوری با قطر 1½ و دبی آب 51 [gpm]، افت فشار از نمودار ۵-۶ برابر 6.5 [psi] بدست می آید. بنابراین باقیمانده فشار آب شهر که باید بمصرف مقابله با افت فشار در لوله ها و وصاله ها برسد برابر خواهد بود با:

$$55 - (0.434 \times 50 + 15 + 6.5) = 12 \text{ [psi]}$$

اکنون باید طول کل مسیر لوله کشی تا بالاترین وسیله بهداشتی (آبریز) را با احتساب 50% اضافی بابت طول معادل وصاله ها تعیین کنیم:

$$L = 1.5 \times 100 = 150 \text{ [ft]}$$

حال می توان نرخ افت فشار را برای سیستم تعیین نمود:

$$\text{حداکثر مجاز} = \frac{12 \text{ [psi]} \times 100 \text{ [ft]}}{150 \text{ [ft]}} = 8 \text{ [psi/100 ft]}$$

نرخ افت فشار

چون سطح داخلی لوله ها پس از مدتی بصورت نیمه خشن در می آید، محاسبات باید برای لوله های نیمه خشن صورت گیرد، لذا به نمودار ۵-۴ مراجعه می کنیم. با دبی 51 [gpm] اگر قطر لوله اصلی را برابر 1½ (یعنی همان قطری که برای کنسور فرض کرده ایم) در نظر بگیریم، نرخ افت فشار از مقدار مجاز 8 [psi/100 ft] و سرعت از محدوده مجاز 2 تا 6 فوت بر ثانیه تجاوز می کنند. پس ناچاریم قطر لوله اصلی را 2 در نظر بگیریم و محاسبات را از اول تکرار کنیم.

بررسی شرایط جدید:

اکنون که محاسبات قطر لوله اصلی را برابر 2 نشان می دهند، باید از کنسور 2 استفاده نماییم. افت فشار در داخل کنسور با قطر 2 و دبی 51 [gpm] از نمودار ۵-۶ برابر 2.7 psi بدست می آید. بنابراین باقیمانده فشار آب شهر که باید صرف مقابله با افت فشار در لوله ها و وصاله ها شود برابر است با:

$$55 - (0.434 \times 50 + 15 + 2.7) = 15.6 \text{ [psi]}$$

لذا حداکثر مجاز نرخ افت فشار در لوله ها و وصاله ها عبارت خواهد بود از:

$$\text{حداکثر مجاز} = \frac{15.6 \times 100}{150} = 10.4 \text{ [psi/100 ft]}$$

نرخ افت فشار

اکنون بار دیگر به نمودار ۵-۴ مراجعه می کنیم. با نرخ افت فشار 10.4 [psi/100 ft] و دبی 51 [gpm] و محدوده مجاز سرعت، باز هم قطر لوله اصلی برابر 2 بدست می آید. بنابراین قطر قطعی لوله اصلی ورودی به ساختمان 2 خواهد بود.

توجه: چنانچه در محاسبات ابتدایی نرخ افت فشار با دبی 51 [gpm] و قطر لوله اصلی 1½ کمتر از حد مجاز 8 [psi/100 ft] بدست می آمد، باید قطر لوله اصلی را یک نمره کوچکتر یعنی 1¼ در نظر می گرفتیم و محاسبات را با شرایط جدید تکرار می کردیم تا به قطر مطلوب دست یابیم.



نخمين قطر لوله های یک ساختمان:

تعیین اندازه لوله ها برای یک ساختمان کوچک مانند منزل مسکونی که در آن یک خانواده زندگی می کند،

$1\frac{1}{2}$ " برای لوله ای که آب تا حداکثر سه شاخه $3/8$ اینچی را حمل می کند.

$3/4$ " برای لوله ای که آب تا حداکثر سه شاخه $1/2$ اینچی را حمل می کند.

1 " برای لوله ای که آب تا حداکثر سه شاخه $3/4$ اینچی یا هشت شاخه $1/2$ اینچی یا پانزده شاخه $3/8$ اینچی را حمل می کند.

محاسبات لوله کشی آب سرد و گرم مصرفی ساختمان نوأما:

محاسبات برای سیستم لوله کشی آبگرم مصرفی بدون آب سرد عیناً مانند روشی است که قبلاً ذکر گردید. ولی در مورد شیرهای مخلوط که از دو شیر آب سرد و آبگرم و دهانه مخلوط کننده تشکیل شده اند، باید برای هر لوله حامل آبگرم یا آب سرد مقدار 0.75 واحد مصرفی (F. U.) که در جدول ۳-۵ برای وسیله بهداشتی مورد نظر تعیین شده، منظور گردد. برای محاسبه همزمان سیستم آب سرد و آبگرم مصرفی دو جدول ترتیب می دهیم، یکی برای پرمقاومت ترین مسیر لوله کشی آب سرد که بر تئیی که قبلاً ذکر شد به مرتفع ترین دورترین و پرفشارترین وسیله بهداشتی منتهی می گردد و یک جدول هم برای پرمقاومت ترین مسیر لوله کشی آبگرم که از مرتفع ترین،

دورترین و پرفشارترین وسیله بهداشتی که دارای شیر آبگرم یا شیر مخلوط است شروع می شود و شامل مخزن آبگرم مصرفی گردیده به لوله اصلی آب ساختمان می رسد.

محاسبات سیستم لوله کشی برگشت آبگرم مصرفی:

طول مسیر لوله کشی آبگرم از منبع تا محل مصرف حداکثر برابر 100 فوت می باشد احتیاجی به تعبیه سیستم برگشت آبگرم مصرفی نیست، ولی چنانچه طول مسیر مزبور از 100 فوت تجاوز نماید باید سیستم برگشت آبگرم در نظر گرفته شود. این سیستم بطوریکه ذکر شد، شامل یک پمپ سیرکولا تور می شود که توسط یک ترموستات مستغرق که در مسیر برگشت نصب شده کنترل می گردد. این ترموستات بر مبنای دامنه تغییرات دمای F 20 پمپ را خاموش یا روشن می کند. البته در ساختمانهایی که آهنگ مصرف آبگرم آنها پکنواخت است باید پمپ دائماً روشن باشد و از اینرو نیازی به تعبیه ترموستات نیست. از آنجائیکه آبگرم بدلیل دارا بودن اکسیژن زیاد و دمای بالا، خاصیت زنگ زنی دارد، پمپ سیرکولا تور باید از جنس برنز یا سایر مواد مقاوم در مقابل زنگ زدگی ساخته شده باشد.

انتخاب پمپ سبرکولا تور آبگرم مصرفی - جهت گزینش پمپ سبرکولا تور آبگرم مصرفی روش ساده‌ای توسط انجمن مهندسين تأسيات آمريكا ارائه شده است. در اين روش برای هر 20F.U. مصرف آبگرم سيستم مقدار 1 gpm ، برای هر ايزر يقطر 0.75 يا 1 اينچ مقدار 0.5 gpm ، برای هر ايزر يقطر 1.25 يا 1.5 اينچ مقدار 1 gpm ، و برای هر ايزر يقطر 2 اينچ يا بيشتر مقدار 2 gpm دبی برای پمپ در نظر گرفته می‌شود.

(۲) در صورتی که طول خط لوله توزیع آب گرم مصرفی، از آب گرم کن تا دورترین مصرف کننده، بیش از ۳۰ متر باشد، باید با کمک لوله برگشت، یا روش های دیگر، دمای آب گرم مصرفی داخل لوله را از آب گرم کن تا فاصله ۳۰ متر از دورترین مصرف کننده ها، در حدود ارقام مقرر نگاه داشت.

تعیین قطر لوله های برگشت آبگرم مصرفی - بطور کلی تعبیه لوله برگشت آبگرم مصرفی برای آن دسته از وسایل بهداشتی ضرورت دارد که بخواهیم بلافاصله پس از بازکردن شیر، آبگرم با دمای دلخواه از آنها خارج شود. عموماً در تأسیسات کوچک قطر لوله های برگشت را می توان 0.5 یا 0.75 اینچ در نظر گرفت. برای

تأسیسات بزرگتر قطر لوله های برگشت بر مبنای میزان تلفات حرارتی از لوله های آبگرم و بترتیب زیر تعیین می شود:

۱ - تعیین طول کل تمامی سیتم لوله کشی رفت و برگشت آبگرم مصرفی

۲ - ضرب کردن طول کل بدست آمده در مرحله ۱ در عدد $30 [Btu/hr.ft]$ جهت دستیابی به میزان تقریبی تلفات حرارتی از لوله هایی که عایق پیچی شده اند. برای لوله های لخت باید طول مذکور را در عدد $60 [Btu/hr.ft]$ ضرب نمود.

۳ - تقسیم تلفات حرارتی بدست آمده در مرحله ۲ بر عدد 10000 جهت دستیابی به دبی پمپ سبرکولا تور آبگرم مصرفی. عدد 10000 بترتیب زیر بدست آمده است:

$$8.33 [lb/gal] \times 60 [min/hr] \times 10000 = [افت دمای مجاز آبگرم در لوله ها F] 20$$

1 - انتخاب یک پمپ سبرکولا تور مناسب برای گردش دادن دبی آبگرم مناسبه شده در مرحله ۳ و تعیین هد این پمپ با استفاده از منحنی مشخصه پمپ. البته گزینش پمپ در این مرحله یعنی لنها یا معلوم بودن دبی آن، به کسی تجربه نیاز دارد، زیرا همانطور که در فصول گذشته ذکر گردیده، برای انتخاب یک پمپ به دو مشخصه یعنی دبی و هد پمپ احتیاج است. حیاال که فقط دبی پمپ را در اختیار داریم باید با استفاده از منحنی مشخصه، پمپی را برگزینیم که هد آن اندازه معقولی داشته باشد بطوریکه قطر لوله ها که بر مبنای هد پمپ تعیین می شود به اندازه ای باشد که سرعت گردش آب در آنها از محدوده مجاز 2 تا 6 فوت بر ثانیه خارج نشود. این موضوع را می توان در ضمن مرحله ششم محاسبات بررسی و کنترل نمود.

۵ - هد پمپ بدست آمده در مرحله 1 را در عدد 100 ضرب نموده حاصل را بر طول کل مسیر برگشت (با احتساب 50% اضافه بابت طول معادل وصاله ها) تقسیم می کنیم تا افت فشار مجاز در هر 100 فوت طول لوله بدست آید. پیشنهاد می گردد که بجای طی مراحل 1 و ۵ که روش ارائه شده توسط انجمن مهندسين تأسيات آمريكا است، بر مبنای آنچه در فصول گذشته ذکر گردیده، نرخ افت فشاری برابر 300 سیلی اینچ بر فوت معادل 2.5 فوت بر 100 فوت برای مسیر برگشت در نظر گرفته و از ضرب آن در طول کل مسیر برگشت هد پمپ تعیین شود و با در دست داشتن این هد و دبی بدست آمده در مرحله ۳ و مرتبه به منحنی مشخصه، پمپ مناسب اختیار گردد.

۶ - تعیین قطر لوله های برگشت آبگرم مصرفی بر اساس دبی آبگرمی که توسط لوله مورد نظر بطرف منبع حمل می شود و افت فشار مجاز بدست آمده در مرحله ۵ با مراجعه به نمودار مربوطه. در اینجا نیز باید توجه داشته باشیم که از محدوده سرعت مجاز 2 تا 6 فوت بر ثانیه (شماره ششم) تجاوز نشویم.

۱۶-۴-۸-۲ دما و فشار کار

الف) حداکثر دمای کار طراحی شبکه لوله‌کشی آب‌گرم مصرفی باید ۶۵ درجه سانتی‌گراد باشد.

ب) حداکثر دمای آب‌گرم مصرفی لوازم بهداشتی در نقطه خروج آب از شیر، جز در ساختمان‌های ویژه، باید برابر ارقام زیر کنترل شود.

- وان ۴۹ درجه سانتی‌گراد
- دوش ۴۳ درجه سانتی‌گراد
- دستشویی ۴۳ درجه سانتی‌گراد
- سینک آشپزخانه ۶۰ درجه سانتی‌گراد

پ) فشار کار طراحی شبکه لوله‌کشی آب‌گرم مصرفی باید دست‌کم ۱۰ بار باشد.

حداقل ضخامت عایق لوله‌های آب‌گرم مصرفی (میلی‌متر)

قطر نامی لوله ضخامت عایق				قابلیت هدایت گرمایی عایق (thermal conductivity)		دمای طراحی آب گرم مصرفی درجه سانتی‌گراد
۶۵ میلی‌متر و بیشتر	۳۲ تا ۵۰ میلی‌متر	۲۵ تا ۳۲ میلی‌متر	انشعاب تا ۵۰ میلی‌متر	دمای محیط °C	(W/mk)	
۴۰	۲۵	۲۵	۱۵	۲۴	۰/۰۳۴	۶۵ تا

ضربه قوچ^۵ - هرگاه تغییر ناگهانی در سرعت آب جریانی در لوله ایجاد شود یا مسیر جریان دفعتاً مسدود گردد، فشار زیادی در آب ایجاد می‌شود که بصورت موج در امتداد لوله و خلاف جهت جریان

حرکت نموده پس از برخورد به مانع بازمی‌گردد و عمل رفت و برگشت موج فشار تا زمان استهلاك کامل آن ادامه می‌یابد. این فرایند که گاهی باعث شکستن لوله‌ها می‌شود با صدای زیادی توأم است. ضربه قوچ اغلب در اثر بستن ناگهانی شیر آب ایجاد می‌گردد، ولی گاهی دلایل دیگری دارد از قبیل:

- ۱ - وارد کردن آب به یک مخزن و یا لوله بسته پر از هوا.
- ۲ - قطع آبی جریان آب در یک پمپ سانتریفوژ و یا تغییر جهت ناگهانی دوران پمپ.
- ۳ - راه دادن بخار و آب در یک مخزن بسته.
- ۴ - بکار انداختن ناگهانی یک پمپ ضربه‌ای با سرعت.
- ۵ - بازکردن آبی شیر آبگرم که باعث کاهش فشار در لوله و تبخیر ناگهانی آب می‌شود. هر قدر دمای آب بیشتر باشد این عمل شدیدتر خواهد بود.

برای ممانعت از ایجاد ضربه قوچ باید مخازن یا لوله‌ها را از پایین پر نمود تا هوا امکان فرار از بالای آنها را نداشته باشد. همچنین می‌توان از اناقکهای هوا^۶ یا سایر انواع وسایلی که برای دفع ضربه قوچ ساخته شده‌اند استفاده نمود. ولی ساده‌ترین توصیه‌ای که برای جلوگیری از ایجاد ضربه قوچ در سیستم لوله کشی ساختمان می‌توان کرد، اینست که همواره شیرها به آهستگی بسته شوند.

بست‌ها و نگهدارنده‌ها^۱ - بمنظور ممانعت از ایجاد لرزش و تنش

8 فوت برای لوله‌هایی با اتصال پیچی با قطر 1 و کمتر.

12 فوت برای لوله‌هایی با اتصال پیچی با قطر 1/4 و بیشتر.

6 فوت برای لوله‌های مسی با قطر 1/4 و کمتر.

10 فوت برای لوله‌های مسی با قطر 1/2 و بیشتر.

بست‌ها باید از آهن نرم ساخته شوند و بگونه‌ای نصب گردند که اجازه انبساط به لوله‌ها داده عایق آنها را خراب نکنند.

پ ۱-۲ تعیین حداکثر مصرف لحظه‌ای آب

جدول پ ۱-۲-۲ مقدار S.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف

مقدار S.F.U			نوع کنترل	نوع مصرف، سکونت یا اشغال	لوازم بهداشتی
کل	گرم	سرد			
۱۰		۱۰	فلانش‌والو $\frac{1}{4}$ "	عمومی	توالت
۵		۵	فلانش‌تفک	عمومی	توالت
۱۰		۱۰	فلانش‌والو $\frac{1}{2}$ " (۴/۲۵mm)	عمومی	بی‌سولر
۵		۵	فلانش‌والو $\frac{3}{4}$ " (۹mm)	عمومی	بی‌سولر
۳		۳	فلانش‌تفک	عمومی	بی‌سولر
۳	۱/۵	۱/۵	شیر	عمومی	دستویی
۴	۳	۳	شیر	عمومی	وان
۴	۳	۳	شیر مخلوط	عمومی	دوش
۳	۲/۲۵	۲/۲۵	شیر	ادارات، غیره	سینک عمومی
۴	۳	۳	شیر	هتل، رستوران	سینک آشپزخانه
۰/۲۵		۰/۲۵	شیر $\frac{3}{8}$ " (۹/۵۲mm)	ادارات، غیره	آبخوری
۶		۶	فلانش‌والو $\frac{1}{4}$ "	خصوصی	توالت
۲/۲		۲/۲	فلانش‌تفک	خصوصی	توالت
۰/۷	۰/۵	۰/۵	شیر	خصوصی	دستویی
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	وان
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر مخلوط	خصوصی	دوش
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	سینک آشپزخانه
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	سینک رختویی
۸	۳	۶	فلانش‌والو	خصوصی	لوازم بهداشتی یک حمام کامل
۲/۶	۱/۵	۲/۷	فلانش‌تفک	خصوصی	لوازم بهداشتی یک حمام کامل
۱/۴	۱/۴	-	اتوماتیک	خصوصی	ملین ظرفشویی
۱/۴	۱	۱	اتوماتیک	خصوصی	ملین رختویی ۲۱۶ کیلوگرم
۳	۲/۲۵	۲/۲۵	اتوماتیک	عمومی	ملین رختویی ۲۱۶ کیلوگرم
۴	۳	۳	اتوماتیک	عمومی	ملین رختویی ۷۳ کیلوگرم

- گالن آمریکایی در دقیقه (gpm) = ۳/۷۸۵ لیتر در دقیقه؛

- فوت (ft) = ۳۰۴/۸ میلی‌متر؛

- پوند (Lb) = ۰/۴۵۴ کیلوگرم؛

- اینچ (in) = ۲۵/۴ میلی‌متر؛

- پوند بر اینچ مربع (PSI) Lbs/in = ۰/۰۶۸۹ بار.

پ - ۲ - ۴ علایم ترسیمی

پ - ۲ - ۴ - ۱ لوله‌ها

لوله آب سرد مصرفی

لوله آب گرم مصرفی

لوله برگشت آب گرم مصرفی

پ - ۲ - ۴ - ۲ فیتینگ‌ها

زانوی ۹۰ درجه افقی

زانوی ۹۰ درجه - چرخش به بالا

زانوی ۹۰ درجه - چرخش به پایین

سره ۹۰ درجه - افقی

سره ۹۰ درجه - انشعب به بالا

سره ۹۰ درجه - انشعب به پایین

پ - ۲ - ۴ - ۳ شیرها

شیر کنویی

شیر کف قلزی

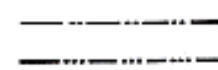
شیر یکطرفه

شیر برداشت آب

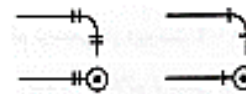
شیر یکطرفه دوگانه

شیر خلاشکن

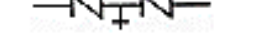
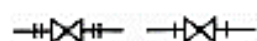
شیر ترکیبی یکطرفه و خلاشکن



اتصال دنده‌ای اتصال فلنجی



اتصال دنده‌ای اتصال فلنجی



شیر فشار شکن یا تنظیم فشار

شیر اطمینان - افقی

شیر اطمینان - عمودی

شیر فلوتوری (شناور)

پ - ۲ - ۴ - ۴ تکیه‌گاه‌ها

مبار

تکیه‌گاه

طاقی

پ - ۲ - ۴ - ۵ لوازم دیگر

صافی

کنترلر آب

پمپ آب

قطعه آب‌ساخت

