

به نام خدا



سازمان نظام مهندسی ساختمان استان کرمان
گروه مکانیک

راهنمای طراحی پمپ خانه آب مصرفی و آتش نشانی

(M-WR06/01)

اسفند ماه ۱۴۰۲

در ابتدای این راهنما به بررسی بندهای مبحث ۱۶ "تأسیسات بهداشتی" که مرتبط با موضوع پمپ خانه می باشند می پردازیم.

۱۶-۳-۳ طراحی لوله کشی توزیع آب مصرفی

پ) در مجتمع های مسکونی، اداری و یا تجاری، که لوله کشی آب مصرفی واحد ها مشترک می باشد، باید پیش بینی های لازم برای نصب لوازم اندازه گیری جریان آب روی انشعاب هر واحد به عمل آید.

۱۶-۳-۳-۵ فشار و مقدار جریان آب

- الف) حداکثر فشار آب شبکه لوله کشی توزیع آب مصرفی، در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار بیشتر باشد.
- (۱) اگر فشار شبکه ای که به ساختمان انشعاب می دهد به اندازه ای باشد که فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در حالت بدون جریان، بیش از ۴ بار باشد باید با نصب شیر تنظیم فشار مورد تأیید یا روش های مورد تأیید دیگر، فشار آن را تا ۴ بار یا بر حسب نیاز به کمتر از آن، کاهش داد.
- (۲) شیر تنظیم فشار باید از نوعی باشد که در صورت خراب شدن، شیر در حالت باز باقی بماند و مانع جریان آب نشود.
- ب) شبکه لوله کشی آب مصرفی باید طوری طراحی شود و لوله ها به ترتیبی اندازه گذاری شود که در زمان حداکثر مصرف، فشار جریان آب در لوله هایی که به لوازم بهداشتی آب می رسانند، از ارقام جدول (۱۶-۳-۳-۵) "ب" کم تر نباشد.
- (۱) اگر فشار شبکه شهری که به ساختمان انشعاب می دهد، برای تأمین فشار نشان داده شده در جدول (۱۶-۳-۳-۵) "ب" کافی نباشد، باید با نصب سیستم های افزایش دهنده فشار آب (بوستر پمپ، تانک فشار یا هر سیستم مورد تأیید دیگر) و رعایت الزامات مندرج در ردیف (۱۶-۳-۶-۲) فشار آب را تاحدی افزایش داد که فشار جریان در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، کمتر از ارقام جدول نباشد.
- پ) در ساختمان های بلند برای تأمین حداقل فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی طبق جدول (۱۶-۳-۳-۵) "ب" و رعایت حداکثر فشار آب پشت شیرهای لوازم بهداشتی (۴ بار)، در صورت لزوم و با تأیید، باید ساختمان در ارتفاع به دو یا چند منطقه تقسیم شود.
- ث) اگر فشار آب شبکه شهری متغیر باشد، محاسبات و طراحی لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان (یا ملک) باید بر اساس حداقل فشار آب شبکه شهری صورت گیرد.

جدول ۱۶-۳-۳-۵ "ب" - حداقل مقدار فشار جریان آب در پشت شیرهای لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	حداقل مقدار فشار آب	
	متر ستون آب	پوند بر اینچ مربع
وان	۵/۵	۸
وان با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
بیده	۲/۷	۴
بیده با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر مخلوط	۵/۵	۸
ماشین ظرفشویی خانگی	۵/۵	۸
آب خوری	۵/۵	۸
لگن رختشویی	۵/۵	۸
دستشویی	۵/۵	۸
دوش	۵/۵	۸
دوش با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر سرشیلنگی	۵/۵	۸
شیر آفتابه	۵/۵	۸
سینک با سینی	۵/۵	۸
سینک آشپزخانه خانگی	۵/۵	۸
سینک شستشوی عمومی	۵/۵	۸
یورینال با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش تانک	۵/۵	۸

۱۶-۳-۴-۲ حداکثر فشار و دمای کار مجاز

الف) حداکثر فشار کار مجاز اجزای لوله کشی (لوله، فیتینگ، فلنج، شیر و دیگر اجزای لوله کشی توزیع آب سرد مصرفی، در دمای کار ۲۵ درجه سلسیوس، نباید از ۱۰ بار کمتر باشد.

(۱۱) اگر فشار عملکرد سیستم توزیع آب سرد مصرفی ساختمان در قسمتی از لوله کشی، به هر علت بیش از ۱۰ بار باشد، حداکثر فشار کار مجاز اجزای لوله کشی آن قسمت از شبکه توزیع آب سرد مصرفی، در دمای کار ۲۵ درجه سلسیوس، نباید کمتر از حداکثر فشار عملکرد سیستم باشد.

۱۶-۳-۵-۳ محل نصب شیرها

الف) در نقاط بالای شبکه لوله کشی که احتمال محبوس شدن هوا باشد، باید شیر تخلیه هوا نصب شود و در نقاط پایین شبکه لوله کشی باید شیر تخلیه آب نصب شود.

(۱) در هر قسمت از شبکه لوله کشی که تخلیه آب لوله ها از شیرهای برداشت آب لوازم بهداشتی و دیگر مصرف کننده ها امکان پذیر باشد، نصب شیر تخلیه آب لازم نیست.

ب) در نقاط زیر باید شیرهایی که قطر داخلی آن در حالت تمام باز برابر قطر داخلی لوله یا حداکثر یک اندازه از آن کوچکتر باشد، نصب شود:

- (۱) در نقطه خروج لوله از کنتور آب ساختمان و روی لوله ورودی به ساختمان (یا ملک) باید یک شیر قطع و وصل نصب شود.
- (۲) در زیر هر خط لوله قائم داخل ساختمان، که دست کم به دو طبقه بالاتر آب می رساند، باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر تخلیه نصب شود.
- (۳) در بالای هر خط لوله قائم داخل ساختمان، که دست کم به دو طبقه پایین تر آب می رساند، باید یک شیر قطع و وصل و در پایین ترین نقطه آن یک شیر تخلیه نصب شود.

(۴) در ورود لوله آب به هر واحد آپارتمانی باید شیر قطع و وصل و شیر یک طرفه نصب شود.

(۵) در ورود به یک گروه بهداشتی شامل تعدادی لوازم بهداشتی، باید شیر قطع و وصل نصب شود، مگر آن که لوله ورود به هریک از لوازم بهداشتی در آن گروه شیر قطع و وصل مستقل داشته باشد.

(۶) در ورود لوله تغذیه آب به هر مخزن آب تحت فشار باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر یکطرفه نصب شود.

(۷) در ورود لوله تغذیه به هر مخزن ذخیره آب باید یک شیر قطع و وصل نصب شود.

(۸) در نقطه ورود آب به هر دستگاه آبگرمکن باید شیر قطع و وصل و شیر یکطرفه نصب شود .

۱۶-۳-۶ ذخیره سازی و تنظیم فشار آب

۱۶-۳-۶-۱ ذخیره سازی

الف) ذخیره سازی آب در صورت لزوم و با تأیید، به منظورهای زیر صورت می گیرد:

(۱) جلوگیری از قطع آب در لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان در مواقعی که آب ورودی از شبکه شهری به ساختمان به علت تعمیر یا علت های دیگر، قطع شود.

(۲) برای آن که مقدار حداکثر مصرف آب در ساختمان به شبکه آب شهری منتقل نشود .

(۳) کنترل فشار آب مورد نیاز لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان .

(۴) منطقه بندی توزیع آب در ساختمانهای بلند.

(۵) به منظور حفاظت از شبکه آب شهری .

ب) در "تمامی ساختمان ها"^۱ مسکونی بیش از ۳ طبقه یا بیش از ده واحد آپارتمانی باید مخزن ذخیره آب با گنجایش دست کم ۷۵ لیتر برای هر نفر پیش بینی شود.

پ) محل مخزن آب

(۱) مخزن ذخیره آب نباید در جایی احداث یا نصب شود که در معرض نفوذ سیل یا آب زیرزمینی باشد. این مخزن نباید در محلی قرار گیرد که لوله فاضلاب یا آب غیر بهداشتی از روی آن عبور کند.

(۲) اگر احتمال نفوذ آب زیرزمینی وجود داشته باشد، باید در اطراف مخزن به اندازه کافی فضای باز پیش بینی شود تا بتوان به طور ادواری مخزن را بازدید کرد و مطمئن شد که آب آلوده به داخل آن نفوذ نمی کند.

(۳) اگر مخزن ذخیره آب در داخل ساختمان قرار گیرد، باید طوری نصب شود که داخل آن برای بازرسی و تعمیر قابل دسترسی باشد و مخزن در برابر گرما و سرما حفاظت شود. برای اتاقی که مخزن ذخیره آب در آن نصب میشود باید تعویض هوا و کفشوی پیش بینی شود.

(۴) اگر مخزن فلزی ذخیره آب روی بام نصب شود باید برای جلوگیری از یخ زدن آب یا گرم شدن آن، مخزن با عایق گرمایی پوشانده شود. عایق این مخازن در محل درجه بازدید باید طوری باشد که درجه آدم رو آن قابل برداشتن باشد تا بازرسی امکان پذیر گردد.

ت) حفاظت مخزن ذخیره آب

(۱) مخزن ذخیره آب باید در برابر اثر آب مقاوم باشد.

(۲) اگر مخزن ذخیره آب فولادی است، باید سطوح داخلی و خارجی آن گالوانیزه یا فولادی زنگ ناپذیر باشد.

(۳) اگر مخزن ذخیره آب غیرفولادی یا فولادی غیر گالوانیزه و غیر زنگ ناپذیر باشد، باید سطوح داخلی و خارجی آن با مواد مناسب، که در رنگ، طعم، بو و گوارا بودن آب اثر نگذارد و ایجاد مسمومیت نکند، اندود شود. اندود داخل مخزن نباید مواد سربی داشته باشد.

(۴) مخزن ذخیره آب باید درجه آدم رو داشته باشد تا بازرسی و تعمیر داخلی آن امکان پذیر باشد.

(۵) درجه آدم رو مخزن ذخیره آب باید، در زمان بسته بودن، کاملاً آب بند و هوا بند باشد. این درجه باید دور از دسترسی اشخاص غیرمسئول باشد و در برابر نفوذ مواد آلاینده و حشرات و کرم ها کاملاً حفاظت شود.

ث) اتصالات مخزن ذخیره آب

(۱) روی لوله ورود آب به مخزن باید یک شیر قطع و وصل و یک شیر کنترل، از نوع شناور و یا نوع دیگر، نصب شود تا از سر ریز شدن و اتلاف آب جلوگیری شود.

(۲) لبه زیر دهانه لوله ورود آب به مخزن باید دست کم ۱۰۰ میلی متر از روی دهانه لوله سرریز بالاتر باشد تا فاصله هوایی لازم تأمین شود.

(۳) قطر نامی لوله سرریز باید دست کم دو برابر قطر لوله ورود آب به مخزن ذخیره باشد. روی لوله سرریز نباید هیچ شیری نصب شود. لوله سرریز مخزن نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله سرریز باید دست کم ۱۵۰ میلی متر بالاتر از کف شوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله سرریز نباید قابل اتصال به شیلنگ باشد و باید توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد. لوله سرریز باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ زدن نداشته باشد، یا آن که با عایق گرمایی مناسب در برابر یخ زدن حفاظت شود و پیش بینی لازم برای جلوگیری از ایجاد سطح یخ زده لغزنده در محل تخلیه آن صورت گیرد. لبه زیر دهانه سرریز باید دست کم ۴۰ میلی متر از حداکثر سطح آب بالاتر باشد.

(۴) مخزن ذخیره آب باید لوله هواکش داشته باشد تا فشار داخل مخزن همواره برابر فشار جو باشد. قطر نامی لوله هواکش باید دست کم برابر قطر نامی لوله خروج آب از مخزن باشد و دهانه انتهای آن توری مقاوم در برابر خوردگی داشته باشد. این دهانه باید در محل کاملاً محفوظ و دور از دسترس افراد غیرمسئول باشد.

- (۵) مخزن ذخیره آب باید در پایین ترین نقطه، لوله تخلیه داشته باشد که با بازکردن شیر آن بتوان تمام آب مخزن را تخلیه کرد. لوله تخلیه مخزن نباید از جنس قابل انعطاف باشد. انتهای لوله تخلیه باید دست کم ۱۵۰ میلی متر بالاتر از کف شوی یا هر نقطه تخلیه دیگر باشد. انتهای لوله تخلیه نباید قابل اتصال به شیلنگ باشد و باید با توری مقاوم در برابر خوردگی محافظت شود. لوله تخلیه باید در مسیری کشیده شود که احتمال یخ زدن نداشته باشد. قطر نامی لوله تخلیه مخزن آب باید دست کم برابر ارقام جدول (۱۶-۳-۶-۱) "ث" باشد.
- (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 حجم ذخیره مورد نیاز آب بیش از ۴۰۰۰ لیتر باشد، باید به جای یک مخزن دست کم 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.
- (۸) در حالتی که تعداد مخازن ذخیره بیش از یک مخزن باشد، مجموع گنجایش دو یا چند مخزن، دست کم باید برابر حجم ذخیره مورد نیاز باشد.

جدول ۱۶-۳-۶-۱ "ث" (۵) - قطر لوله تخلیه مخازن ذخیره آب

گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر)	قطر نامی لوله تخلیه	
	میلی متر	اینچ
تا ۲۵۰۰	۲۵	۱
۲۵۰۱ تا ۵۰۰۰	۴۰	$1\frac{1}{2}$
۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰	۵۰	۲
۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰	۶۵	$2\frac{1}{2}$
۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰	۸۰	۳
بیش از ۳۰۰۰۰	۱۰۰	۴

۱۶-۳-۶-۲ تنظیم فشار آب

- الف) برای تأمین یا تنظیم فشار در شبکه لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان، در موارد لزوم و با تأیید، باید یکی از سیستم های زیر یا ترکیبی از آن ها طراحی و نصب شود:
- پمپ و مخزن ذخیره مرتفع
 - پمپ و مخزن تحت فشار - بدون دیافراگم
 - پمپ و مخزن تحت فشار - با دیافراگم
 - سیستم افزایش فشار بدون مخزن تحت فشار
 - شیر فشار شکن از نوع قابل تنظیم
- (۱) نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهر مجاز نیست.
- (۲) چنانچه پمپ آبرسانی در زیرزمین ساختمان نصب می شود، باید برای آن فونداسیون به ارتفاع دست کم ۵۰۰ میلی متر پیش بینی گردد. نصب پمپ در حوضچه مجاز نیست.

(۳) کلیه قسمت های پمپ که با آب در تماس هستند باید از مصالحی باشند که از نظر ترکیبات سرب و مواد مضر به سلامتی، با استاندارد های آب آشامیدنی مطابقت داشته باشد.

ب) پمپ و مخزن ذخیره مرتفع

(۱) نکاتی که در (۱۶-۳-۶-۱) "ذخیره سازی"، در مورد محل استقرار، حفاظت، اتصالات و دیگر الزامات مخازن ذخیره آب مقرر شده است، در مورد مخازن ذخیره مرتفع نیز باید رعایت شود.

پ) پمپ و مخزن تحت فشار - بدون دیافراگم

- (۱) در این سیستم باید روی مخزن یا کلکتور خروجی پمپ، شیر اطمینان مورد تأیید نصب شود .
- (۲) شیر اطمینان باید طوری انتخاب و تنظیم شود که در فشاری برابر حداکثر فشار کار مجاز مخزن، باز شود و آب را تخلیه کند.
- (۳) لوله تخلیه شیر اطمینان نباید از جنس قابل انعطاف باشد. تخلیه آب از این لوله باید به طور ثقلی صورت گیرد.
- (۴) انتهای لوله تخلیه آب شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطه تخلیه مناسبی (کفشوی یا یکی از لوازم بهداشتی) ادامه یابد. لوله تخلیه نباید مستقیماً به لوله فاضلاب متصل شود.
- (۵) فشار هوای داخل مخزن باید به کمک کمپرسور هوا تأمین شود .

ت) پمپ و مخزن تحت فشار - دیافراگمی

- (۱) روی کلکتور آب باید شیر اطمینان مورد تأیید نصب شود .
- (۲) شیر اطمینان باید در فشاری برابر حداکثر فشار کار مجاز مخزن، باز شود و آب را تخلیه کند .
- (۳) لوله تخلیه شیر اطمینان نباید از جنس قابل انعطاف باشد. تخلیه آب از این لوله باید به طور ثقلی صورت گیرد.
- (۴) انتهای لوله تخلیه آب شیر اطمینان باید تا نزدیک نقطه تخلیه مناسبی (کف شوی یا یکی از لوازم بهداشتی) ادامه یابد. لوله تخلیه نباید مستقیماً به لوله فاضلاب متصل شود.

ث) سیستم افزایش فشار بدون مخزن تحت فشار

- (۱) انتخاب و تنظیم این سیستم باید به ترتیبی باشد که حداقل فشار مورد نیاز پشت شیرهای برداشت آب، مقرر شده در این مبحث را به طور خودکار تنظیم کند و روی شیرهای برداشت آب فشاری بیش از آن چه در این مقررات معین شده، ایجاد ننماید.
- ج) کاهش فشار آب
- (۱) اگر فشار ورودی به لوله کشی توزیع آب مصرفی ساختمان یا قسمتی از آن، بیش از ارقامی باشد که در این مبحث از مقررات معین شده است، باید شیر فشار شکن قابل تنظیم یا هر سیستم مورد تأیید دیگری، به منظور کاهش فشار آب تا میزان مورد نیاز، نصب شود.
- (۲) روی لوله خروجی از شیر فشار شکن یا هر سیستم کاهش فشار دیگر، باید شیر اطمینان فشاری نصب شود.

۱۶-۳-۷-۲ اتصال مستقیم

پ) اتصال مستقیم بین لوله کشی آب آشامیدنی که از شبکه آب شهری تغذیه می شود و شبکه لوله کشی آب آشامیدنی که از منابع خصوصی تغذیه می شود، مجاز نیست.

۱۶-۳-۷-۳ انشعاب آب برای مصارف دیگر

ب) انشعاب آب برای تغذیه لوله کشی آب آتش نشانی

(۱) برای تغذیه لوله کشی آب آتش نشانی از شبکه لوله کشی آب مصرفی ساختمان، باید روی لوله انشعاب آب، یک شیر قطع و وصل و یک شیر یک طرفه دوتایی یا شیر اطمینان اختلاف فشار بین دو شیر یک طرفه نصب شود.

پ-۱-۲ تعیین حداکثر مصرف لحظه ای آب

پ-۱-۲-۱ حداکثر مصرف لحظه ای هر یک از لوازم بهداشتی که فقط برای اندازه گذاری لوله ها کاربرد دارد، با واحد S.F.U مشخص می شود.

پ-۱-۲-۲ مقدار S.F.U هر یک از لوازم بهداشتی، در جدول پ-۱-۲-۲ داده شده است.

پ-۱-۳ تعیین حداکثر مصرف لحظه ای محتمل

پ-۱-۳-۱ با استفاده از جدول پ-۱-۳-۲ مقدار S.F.U برای هر قسمت از لوله کشی، که به تعداد معینی از لوازم بهداشتی مختلف آب می رساند به دست می آید ولی همه لوازم بهداشتی همزمان مورد استفاده قرار نمی گیرند و باید بر ای به دست آوردن مقدار جریان آب در هر قسمت از لوله کشی، با توجه به احتمال همزمانی استفاده از لوازم بهداشتی مختلف، حداکثر محتمل مقدار جریان آب محاسبه شود.

پ-۱-۳-۲ جدول پ-۱-۳-۲ حداکثر محتمل مقدار جریان آب را در دو حالت، استفاده عمده از توالت های با شستشوی فلاش تانک یا فلاش والو، بر اساس S.F.U به دست می دهد .

پ-۱-۴ افت فشار در طول لوله

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

-افت فشار در کنتور آب؛

-اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع تراز نصب کنتور 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.

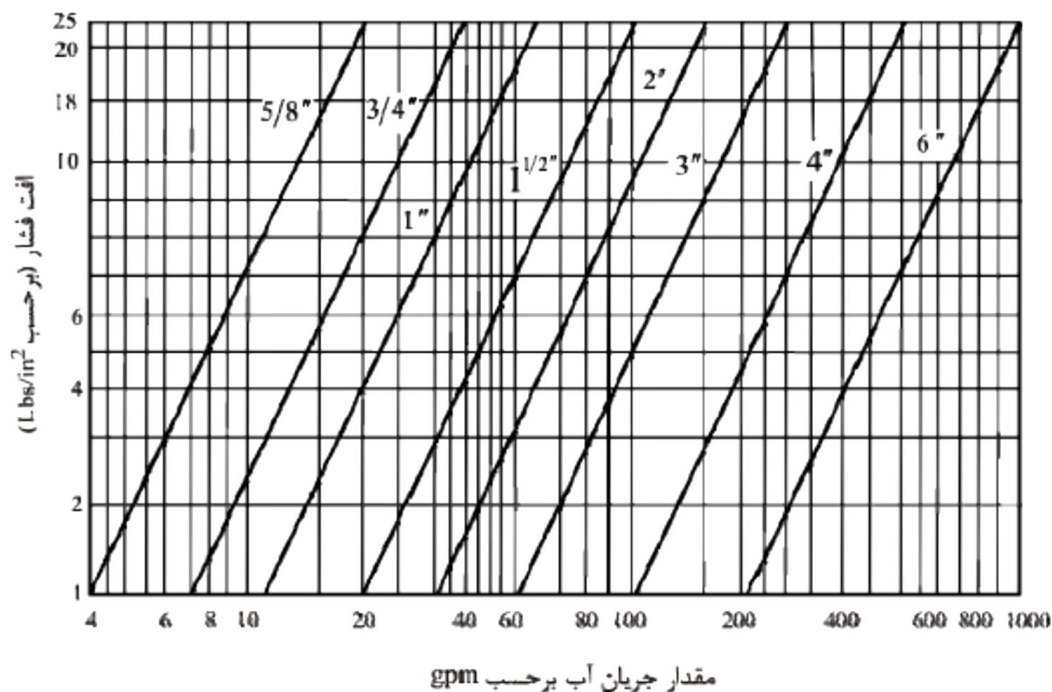
جدول پ ۱-۲-۲ مقدار S.F.U برای لوازم بهداشتی مختلف

مقدار S.F.U			نوع کنترل	نوع تصرف، سکونت یا اشغال	لوازم بهداشتی
کل	گرم	مرد			
۱۰		۱۰	فلاش والو	عمومی	توالت
۵		۵	فلاش تانک	عمومی	توالت
۵		۵	فلاش والو	عمومی	یورینال
۳		۳	فلاش تانک	عمومی	یورینال
۲	۱/۵	۱/۵	شیر	عمومی	دستشویی
۴	۳	۳	شیر	عمومی	وان
۴	۳	۳	شیر مخلوط	عمومی	دوش
۲	۱/۵	۱/۵	شیر مخلوط	عمومی	شیر آفتابه
۳	۲/۲۵	۲/۲۵	شیر	ادارات، غیره	سینک عمومی
۴	۳	۳	شیر	هتل، رستوران	سینک آشپزخانه
۰/۲۵		۰/۲۵	شیر ۳/۸" (۹/۵۲ mm)	ادارات، غیره	آبخوری
۶		۶	فلاش والو	خصوصی	توالت
۲/۲		۲/۲	فلاش تانک	خصوصی	توالت
۰/۷	۰/۵	۰/۵	شیر	خصوصی	دستشویی
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	وان
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر مخلوط	خصوصی	دوش
۰/۷	۰/۵	۰/۵	شیر مخلوط	خصوصی	شیر آفتابه
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	سینک آشپزخانه
۱/۴	۱/۰	۱/۰	شیر	خصوصی	سینک رختشویی
۷	۱/۵	۶	فلاش والو	خصوصی	لوازم بهداشتی یک حمام کامل
۳/۶	۱/۵	۲/۷	فلاش تانک	خصوصی	لوازم بهداشتی یک حمام کامل
۱/۴	۱/۴	-	اتوماتیک	خصوصی	ماشین ظرفشویی
۱/۴	۱	۱	اتوماتیک	خصوصی	ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم
۳	۲/۲۵	۲/۲۵	اتوماتیک	عمومی	ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم
۴	۳	۳	اتوماتیک	عمومی	ماشین رختشویی ۷/۳ کیلوگرم

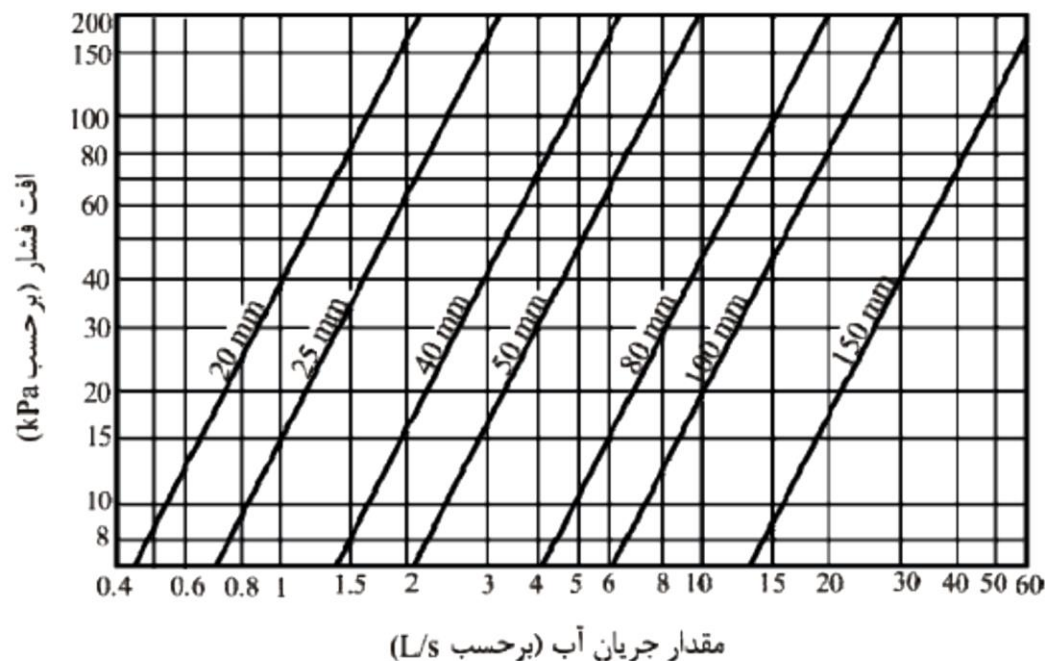


پ-۱-۴-۲ افت فشار در کنتور آب

در شکل پ-۱-۴-۲ (IP) افت فشار کنتور آب از نوع دیسکی بر حسب پوند بر اینچ مربع برای هر مقدار جریان آب بر حسب gpm و در شکل پ-۱-۴-۲ (SI) افت فشار کنتور بر حسب کیلو پاسکال برای هر مقدار جریان آب بر حسب لیتر در ثانیه نشان داده شده است. در صورتی که کنتور از نوع دیگر باشد، باید از منحنی افت فشار مخصوص آن استفاده شود.



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

پ-۱-۴-۳ فشار استاتیک ناشی از ارتفاع ساختمان ، از اختلاف ارتفاع تراز نصب کنتور آب بالاترین نقطه شبکه لوله کشی آب ساختمان بدست می آید.

پ-۱-۴-۴ حداقل فشار آب خروجی، که در دورترین و بالاترین شیر مورد نیاز است، بر حسب نوع لوازم بهداشتی متفاوت است. جدول (۱۶-۳-۳-۵) "ب" حداقل فشار آب مورد نیاز در خروج از شیر لوازم بهداشتی مختلف را نشان می دهد.

پ-۱-۴-۵ افت فشار در فیتینگها و شیرها

پ-۱-۴-۵-۱ برای ساده کردن محاسبات، افت فشار در فیتینگ ها و شیرها به طول لوله هم ارز آن ها تبدیل می شود. پ-۱-۴-۵-۲ جدول پ ۱-۴-۵-۱ طول لوله هم ارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه را بر حسب فوت نشان می دهد.

جدول پ ۱-۴-۵-۲- طول لوله هم ارز فیتینگها و شیرها در لوله کشی فولادی گالوانیزه

بر حسب فوت

قطر نامی لوله (اینچ)								فیتینگ یا شیر
۳"	۲ ۱/۲"	۲"	۱ ۱/۲"	۱ ۱/۴"	۱"	۳/۴"	۱/۲"	
۶/۰	۵/۰	۴/۰	۳/۰	۲/۴	۱/۸	۱/۵	۱/۲	زانوی ۴۵°
۱۰/۰	۸/۰	۷/۰	۵/۰	۴/۰	۳/۰	۲/۵	۲/۰	زانوی ۹۰°
۲/۰	۲/۵	۲/۰	۱/۵	۱/۲	۰/۹	۰/۸	۰/۶	سه راهی
۱۵/۰	۱۲/۰	۱۰/۰	۷/۰	۶/۰	۵/۰	۴/۰	۳/۰	سه راهی انشعاب
۲/۰	۱/۶	۱/۳	۱/۰	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۴	شیر کشویی
۴/۵	۳/۷	۳/۰	۲/۲	۱/۹	۱/۵	۱/۱	۰/۸	شیر تنظیم
۴/۵	۳/۷	۳/۰	۲/۲	۱/۹	۱/۵	۱/۱	۰/۸	شیر تخلیه سماوری
۳۳/۶	۲۸/۰	۲۲/۴	۱۶/۸	۱۴/۰	۱۱/۲	۸/۴	۵/۶	شیر یک طرفه
۸۰/۰	۶۵/۰	۵۵/۰	۴۵/۰	۳۵/۰	۲۵/۰	۲۰/۰	۱۵/۰	شیر کف فلزی
۴۰/۰	۳۴/۰	۲۸/۰	۲۲/۰	۱۸/۰	۱۵/۰	۱۲/۰	۸/۰	شیر گوشه ای

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

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

بر حسب متر

قطر نامی لوله (میلی متر)								فیتینگ یا شیر
۸۰	۶۵	۵۰	۴۰	۳۲	۲۵	۲۰	۱۵	
۱/۸۲	۱/۵۲	۱/۲۱	۰/۹۱	۰/۷۳	۰/۵۴	۰/۴۵	۰/۳۶	زانوی ۴۵°
۳/۰۴	۲/۴۳	۲/۱۳	۱/۵۲	۱/۲۱	۰/۹۱	۰/۷۶	۰/۶۰	زانوی ۹۰°
۰/۹۱	۰/۷۶	۰/۶۰	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۲۷	۰/۲۴	۰/۱۸	سه راهی
۴/۵۷	۳/۶۵	۳/۰۴	۲/۱۳	۱/۸۲	۱/۵۱	۱/۲۱	۰/۹۱	سه راهی انشعاب
۰/۶۰	۰/۴۸	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۲	شیر کشویی
۱/۳۷	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۳۳	۰/۲۴	شیر تنظیم
۱/۳۷	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۶۷	۰/۵۷	۰/۴۵	۰/۳۳	۰/۲۴	شیر تخلیه سماوری
۱۰/۲۴	۸/۵۳	۶/۸۲	۵/۱۲	۴/۲۶	۳/۴۱	۲/۵۶	۱/۷۰	شیر یک طرفه
۲۴/۳۸	۱۹/۸۱	۱۶/۷۶	۱۳/۷۱	۱۰/۶۶	۷/۶۲	۶/۰۹	۴/۵۷	شیر کف فلزی
۱۲/۱۹	۱۰/۳۶	۸/۵۳	۶/۷۰	۵/۴۸	۴/۵۷	۳/۶۵	۲/۴۳	شیر گوشه ای

پ ۱-۴-۵-۴ جدول زیر طول لوله هم‌ارز فیتینگ‌ها و شیرهای مسی را بر حسب فوت می‌دهد.

جدول پ ۱-۴-۵-۴- طول لوله هم‌ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله‌کشی مسی بر حسب فوت

قطر نامی لوله (اینچ)								فیتینگ یا شیر
۳"	۲ ۱/۲"	۲"	۱ ۱/۲"	۱ ۱/۴"	۱"	۳/۴"	۱/۲"	
۴/۰	۳/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵	۰/۵	زانوی ۴۵° (چکش خوار)
۳/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵	زانوی ۹۰° (چکش خوار)
	۲/۰	۱/۰	۱/۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	سراهی (چکش خوار)
	۹/۰	۷/۰	۵/۰	۴/۰	۳/۰	۲/۰	۱/۰	سراهی انشعابی (چکش خوار)
۱۱/۰	۸/۰	۵/۰	۳/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۰/۵	زانوی ۴۵° (ریخته)
۱۸/۰	۱۴/۰	۱۱/۰	۸/۰	۵/۰	۴/۰	۲/۰	۱/۰	زانوی ۹۰° (ریخته)
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۱/۰	۵/۰	۰/۵	۰/۵	سراهی (ریخته)
۲۰/۰	۱۶/۰	۱۲/۰	۹/۰	۷/۰	۵/۰	۳/۰	۲/۰	سراهی انشعابی (ریخته)
		۹۰/۰	۶۶/۰	۵۳/۰				شیر کف فلزی
۲/۰	۲/۰	۲/۰	۲/۰	۱/۰	۱/۰			شیر کشویی

پ ۱-۴-۵-۵-۵ جدول زیر طول هم‌ارز فیتینگ‌ها و شیرهای مسی را بر حسب متر نشان می‌دهد.

جدول پ ۱-۴-۵-۵-۵- طول لوله هم‌ارز فیتینگ‌ها و شیرها در لوله‌کشی مسی بر حسب متر

قطر نامی لوله (میلی‌متر)								فیتینگ یا شیر
۷۶	۵۴	۴۲	۳۵	۲۸	۲۲	۱۸	۱۲	
۱/۲۱	۰/۹۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۵	زانوی ۴۵° (چکش خوار)
۰/۹۱	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۵	زانوی ۹۰° (چکش خوار)
	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	سراهی (چکش خوار)
	۲/۷۴	۲/۱۳	۱/۵۲	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۶۰	۰/۳۰	سراهی انشعابی (چکش خوار)
۳/۳۵	۲/۴۳	۱/۵۲	۱/۱۲	۰/۹۱	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۱۵	زانوی ۴۵° (ریخته)
۵/۴۸	۴/۲۶	۲/۳۵	۲/۴۳	۱/۵۲	۱/۲۱	۰/۶۰	۰/۳۰	زانوی ۹۰° (ریخته)
۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	سراهی (ریخته)
۶/۰۹	۴/۸۷	۲/۶۵	۲/۷۴	۲/۱۳	۱/۵۲	۰/۹۱	۰/۶۰	سراهی انشعابی (ریخته)
		۱/۴۳	۱/۱۱	۱/۱۵				شیر کف فلزی
		۲۷	۲۰	۱۶				شیر کشویی
۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۶۰	۰/۳۰	۰/۳۰			

پ-۱-۴-۶ افت فشار در لوله‌ها

برای به دست آوردن حداکثر افت فشار قابل قبول، ناشی از جریان آب در لوله‌ها، در هر ساختمان انجام موارد زیر ضروری است:

پ-۱-۴-۶-۱ از فشار شبکه آب مصرفی در نقطه قبل از کنتور باید افت فشارهای زیر را کم کرد:

-افت فشار در کنتور آب؛

-فشار استاتیک ناشی از ارتفاع ساختمان؛

-حداقل فشار در پشت دورترین شیر برداشت آب.

فشار باقی مانده فشاری است که در نتیجه سرعت جریان آب باید صرف افت فشار در طول لوله‌ها تا دورترین شیر خروجی شود.
پ-۱-۴-۶-۲ برای به دست آوردن نرخ افت فشار در لوله‌ها، باید طول خط لوله را از نقطه خروجی از کنتور آب تا بالاترین و دورترین شیر خروجی آب بر حسب متر (یا فوت) اندازه گیری کرد و طول هم ارز فیتینگها و شیرها را به آن اضافه کرد تا طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی به دست آید. با داشتن طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی و افت فشار کل لوله‌ها میتوان افت فشار آب در ۱۰۰ فوت طول لوله را به دست آورد.

پ-۱-۵ اندازه گذاری لوله‌ها

پ-۱-۵-۱ با در دست داشتن حداکثر محتمل مقدار جریان آب در هر قسمت از لوله کشی و مقدار افت فشار در واحد طول لوله و با استفاده از منحنی هایی که قطر نامی را برای هر مقدار جریان آب و افت فشار در طول لوله به دست میدهد، میتوان لوله‌ها را اندازه گذاری کرد. برای مشاهده منحنی ها به صفحه ۱۵۲ مبحث ۱۶ مراجعه نمایید.

تجهیزات پمپ خانه و محاسبات مربوط به آنها:

۱- منبع :

۱-۱ ذخیره آب مصرفی: بر اساس مندرجات مبحث ۱۶ باید مخزن ذخیره آب با گنجایش دست کم ۷۵ لیتر برای هر نفر پیش بینی شود، مقدار ذخیره پیشنهادی برای استان کرمان برای هر نفر ۱۵۰ لیتر ذخیره پیشنهاد می‌شود لازم به ذکر است بر اساس آمار ۱۳۹۵ به طور میانگین ۳.۵ نفر در هر واحد مسکونی زندگی می‌کنند که بدین طریق مقدار ذخیره آب مصرفی در ساختمان مشخص می‌شود.
به طور مثال برای یک ساختمان ۱۰ واحدی مقدار ذخیره برابر است با:
مقدار پیشنهادی ذخیره:

$$10 * 3.5 * 150lit = 5250 lit$$

مقدار حداقلی ذخیره:

$$10 * 3.5 * 75lit = 2625 lit$$

با توجه به این مقادیر از جداول سازندگان، مخزن متناسب با فضای پمپ خانه انتخاب و ابعاد آن در نقشه‌ها ذکر و با مقیاس مناسب در محل پمپ خانه ترسیم می‌شود.

۲-۱ ذخیره آب آتش نشانی (بر اساس شیوه نامه سامانه های اطفاء حریق کرمان):

۱-۲-۱ در صورتی که ساختمان فاقد شبکه بارنده باشد دبی سیستم اطفاء حریق ۳۰ gpm می باشد و زمان ذخیره باید برای مدت ۱۵ تا ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شود. بنابراین :

$$15min * 30gpm * 3.8\left(\frac{lit}{gpm}\right) = 1710 lit$$
 مقدار حداقلی ذخیره:

$$30min * 30gpm * 3.8\left(\frac{lit}{gpm}\right) = 3420 lit$$
 مقدار حداکثری ذخیره:

۱-۲-۱ در صورتی که ساختمان دارای شبکه بارنده (اسپرینکلر) باشد بسته به نوع کلاس خطر ساختمان و نوع محاسبات شبکه بارنده (جداول پیش فرض یا محاسبات هیدرولیکی) حجم متفاوتی از ذخیره خواهد داشت. برای ساختمانهای گروه خطر، کم خطر و خطر معمولی اگر محاسبات از جداول پیش فرض انجام شده باشد با توجه به جدول زیر حجم حداقلی و حداکثری منابع برای دو گروه کم خطر و خطر معمولی برابر است با:

حد اقل دبی مورد نیاز		حد اقل فشار باقیمانده مورد نیاز اسپرینکلرها		تقسیم بندی بر اساس ریسک
lpm	gpm	bar	Psi	
950	250	1	15	کم خطر
1500	400	1.4	20	خطر معمولی

$$15min * 250gpm * 3.8(\frac{lit}{gpm}) = 14250 lit \text{ مقدار حداقلی ذخیره با جداول پیش فرض در گروه کم خطر: } 1-1-2-1$$

$$30min * 250gpm * 3.8(\frac{lit}{gpm}) = 28500 lit \text{ مقدار حداکثری ذخیره با جداول پیش فرض در گروه کم خطر: } 2-1-2-1$$

$$15min * 400gpm * 3.8(\frac{lit}{gpm}) = 22800 lit \text{ مقدار حداقلی ذخیره با جداول پیش فرض در گروه خطر معمولی: } 3-1-2-1$$

$$30min * 400gpm * 3.8(\frac{lit}{gpm}) = 45600 lit \text{ مقدار حداکثری ذخیره با جداول پیش فرض در گروه خطر معمولی: } 4-1-2-1$$

در این جا اهمیت محاسبات هیدرولیکی به دلیل کاهش حجم منبع ذخیره و سایز لوله ها و تجهیزات خطوط نمود پیدا می کند.

۳-۱ سایز ورودی و خروجی های منابع ذخیره آب:

۱-۳-۱ سایز لوله آب ورودی به منبع: این ورودی شامل یک شیر قطع و وصل و یک شیر کنترل، از نوع شناور و یا نوع دیگر و همچنین پرکن سریع (در صورت پیش بینی) می باشد و سایز آن از جدول زیر محاسبه شود.

قطر نامی لوله ورودی منبع (پرکن)		گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر)
اینچ	میلی متر	
۱	۲۵	تا ۵۰۰۰
۱ ۱/۲	۴۰	۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰
۲	۵۰	۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰
۲ ۱/۲	۶۵	۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰
۳	۸۰	بیش از ۳۰۰۰۰

۲-۳-۱ سایز لوله هواکش منبع: قطر نامی لوله هواکش باید دست کم برابر قطر نامی لوله خروج آب از مخزن باشد.

۱-۳-۳ سایز لوله سرریز منبع: قطر نامی لوله سرریز باید دست کم دو برابر قطر لوله ورود آب به مخزن ذخیره باشد. روی لوله سرریز نباید هیچ شیری نصب شود. اگر جریان ورودی به مخزن مشخص باشد قطر لوله سرریز متناسب با آن و مطابق جدول زیر انتخاب می‌شود.

قطر لوله سرریز (اینچ)	بیشینه گذر حجمی لوله تغذیه آب مخزن	
	گالن در دقیقه	(لیتر در ثانیه)
۲	۰ تا ۵۰	۰ تا ۳
۲/۵	۵۰ تا ۱۵۰	۳ تا ۱۰
۳	۱۵۰ تا ۲۰۰	۱۰ تا ۱۳
۴	۲۰۰ تا ۴۰۰	۱۳ تا ۲۵
۵	۴۰۰ تا ۷۰۰	۲۵ تا ۴۴
۶	۷۰۰ تا ۱۰۰۰	۴۴ تا ۶۳
۸	۱۰۰۰ به بالا	۶۳ به بالا

۱-۳-۴ سایز لوله تخلیه منبع: مخزن ذخیره آب باید در پایین ترین نقطه، لوله تخلیه داشته باشد که با باز کردن شیر آن بتوان تمام آب مخزن را تخلیه کرد و سایز آن از جدول زیر محاسبه می‌شود.

قطر نامی لوله تخلیه منبع		گنجایش مخزن ذخیره آب (لیتر)
اینچ	میلی متر	
۱	۲۵	تا ۲۵۰۰
$1\frac{1}{2}$	۴۰	۲۵۰۱ تا ۵۰۰۰
۲	۵۰	۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰
$2\frac{1}{2}$	۶۵	۱۰۰۰۱ تا ۲۰۰۰۰
۳	۸۰	۲۰۰۰۱ تا ۳۰۰۰۰
۴	۱۰۰	بیش از ۳۰۰۰۰

۱-۳-۵ سایز لوله خروجی منبع: سرعت پیشنهادی در تاسیسات لوله کشی مکش پمپ و یا تخلیه بر اساس جدول صفحه ۱۰۰ راهنمای مبحث ۱۶ ویرایش ۹۶ برابر $1/2$ تا $1/2$ متر بر ثانیه توصیه می‌شود. حال باتوجه به رابطه $Q = AV$ قطر لوله خروجی از منبع را محاسبه می‌شود به طور مثال اگر دبی خروجی از منبع ۳۰۰ gpm باشد می‌توان سایز لوله خروجی از منبع را برابر ۴ اینچ محاسبه نمود. $Q = 300 \text{ gpm} = 0.0189 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

$$2 \text{ m/s} = \frac{4 \times 0.0189 \text{ m}^3/\text{s}}{3.14 \times d^2} = \frac{0.075 \text{ m}^3/\text{s}}{3.14 \times d^2}$$

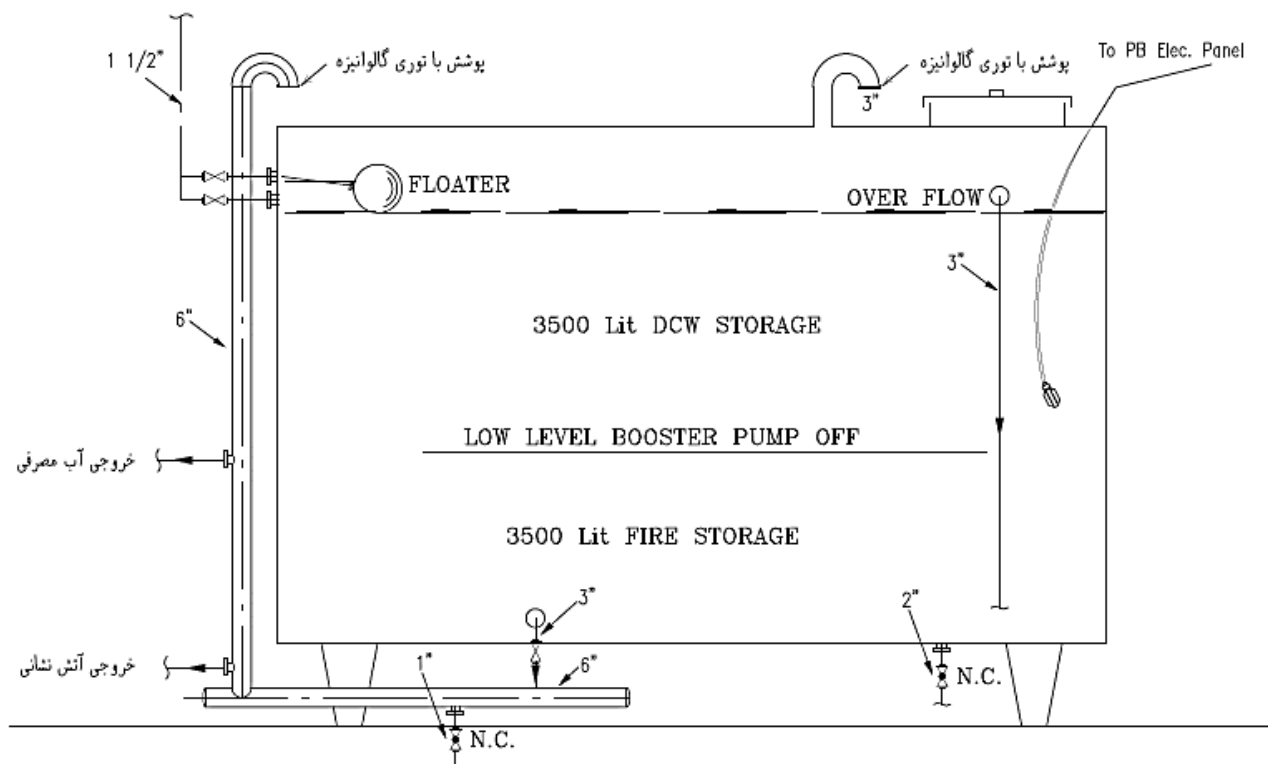
$$d^2 = 0.01 \text{ m}^2 = 0.1 \text{ m} = 3.93 \text{ in}$$

اما این نکته را باید در نظر داشت سایز لوله دهش باید بر اساس ۱۵۰ درصد دبی پمپ بوده و به نحوی انتخاب شود که سرعت سیال در آن از ۶ متر بر ثانیه تجاوز نکند و سایز لوله مکش باید بر اساس ۱۵۰ درصد دبی پمپ بوده و به نحوی انتخاب شود که سرعت سیال در آن از ۲ متر بر ثانیه تجاوز نکند مشکلات آبدهی کاونتاسیون و مصرف زیاد انرژی در پمپها اغلب نتیجه شرایط موجود در سمت مکش است. سایز لوله مکش و دهش پمپ به هر حال باید دستکم برابر سایز اتصال (connection) پمپ باشد.

به عنوان یک قاعده کلی سرعت جریان در مکش پمپ را کمتر از مقادیر زیر باید نگه داشت:

سرعت آب		قطر لوله مکش	
ft/s	m/s	mm	in
1.5	0.5	25	1
1.6	0.5	50	2
1.7	0.5	75	3
1.8	0.55	100	4
2	0.6	150	6
2.5	0.75	200	8
3	0.9	250	10
4.5	1.4	300	12

اگر از یک منبع مشترک برای ذخیره آب مصرفی و آتش نشانی استفاده می شود به جای در نظر گرفتن دو خروجی در دو ارتفاع از منبع مشترک ذخیره، که خطر راکد ماندن آب را به دنبال دارد و همچنین امکان اجرا در منابع پلاستیکی را به دلیل نازک بودن دیواره منبع (برای انشعاب میانی) ندارد با استفاده از قانون ظروف مرتبط می توان از یک کلکتور L شکل استفاده کرد بدین شکل که آب از قسمت پایین مخزن وارد قسمت افقی کلکتور L شکل شده و خروجی برای سیستم آتش نشانی و آب مصرفی به ترتیب در قسمت پایین و میانی (با توجه به حجم ذخیره تعیین می شود) بخش عمودی کلکتور L شکل مطابق تصویر زیر منشعب می شود.



۲- کلکتورهای سیستم آبرسانی:

با توجه به مندرجات نشریه ۱۲۸ جلد دوم بند ۳-۲-۸-۹ موارد زیر در خصوص کلکتور آب رسانی باید مورد توجه باشد.
۱-۲ در پایین ترین نقطه هر کلکتور یک شیر تخلیه از نوع کف فلزی globe valve دست کم به قطر نامی ۲۰ میلی متر (۳/۴ اینچ) باید نصب شود.

۲-۲ اتصال همه لوله ها به کلکتور باید از نوع اتصال بازشو باشد اتصال بازشو از نوع مهره ماسوره ای یا فلنجی با اتصال دنده ای خواهد بود.
۳-۲ حداقل قطر نامی ۸۰ میلی متر (۳ اینچ) است.

۴-۲ حداکثر تعداد لوله های هم سایز که از یک کلکتور می توانند منشعب شوند از رابطه زیر به دست می آید:

$$N = \sqrt{(D \div d)^5}$$

که D قطر کلکتور و d قطر لوله های انشعاب می باشد و همچنین N تعداد انشعابات مجاز می باشد.
برای مثال از یک کلکتور ۳ اینچ ۱۵ انشعاب ۱ اینچ منشعب می شود.

$$N = \sqrt{(3 \div 1)^5} = 15.5 \cong 15$$

قطر کلکتور به صورت تقریبی از مجذور جمع مربع لوله های ورودی یا خروجی به آن (هر کدام که بیشتر باشد) به دست می آید:

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots}$$

البته باید توجه داشت که قطر نامی لوله های انشعاب نباید بیشتر از نصف بعلاوه یک سایز، قطر نامی کلکتور باشد. به طور مثال بزرگترین سایز انشعابی که به کلکتور ۳ اینچ می تواند متصل شود لوله ۲ اینچ می باشد.

$$2'' \rightarrow \text{یک سایز بزرگتر} \rightarrow 1\frac{1}{2}'' \div 2 = 3''$$

۳- پمپ:

۱-۳ محاسبه فشار بوستر پمپ آبرسانی در ساختمان ها:

مطابق مقررات مبحث ۱۶ مقررات ملی در بخش پیوست یک، افت فشار شبکه آبرسانی ناشی از عوامل زیر است:

- ✓ افت فشار در کنتور ورودی به ساختمان
- ✓ اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع سطح نصب کنتور تا بالاترین نقطه شبکه لوله کشی آب ساختمان
- ✓ افت فشار در لوله ها با توجه به روش محاسبه مقدار جریان^۲
- ✓ حداقل فشار لازم در پشت شیرهای برداشت آب
- ✓ افت فشار در اتصالات، زانوها، شیرها و سایر اجزای سیستم لوله کشی

آبرای به دست آوردن نرخ افت فشار در لوله ها، باید طول خط لوله را از نقطه خروجی از بعد از پمپ تا بالاترین و دورترین شیر خروجی آب بر حسب متر (یا فوت) اندازه گیری کرد و طول هم ارز فیتینگها و شیرها را به آن اضافه کرد تا طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی به دست آید.
با داشتن طول نهایی دورترین مسیر لوله کشی و افت فشار کل لوله ها میتوان افت فشار آب در ۱۰۰ فوت طول لوله را به دست آورد.

برای محاسبه هد(فشار) پمپ آبرسانی از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \pm h_5$$

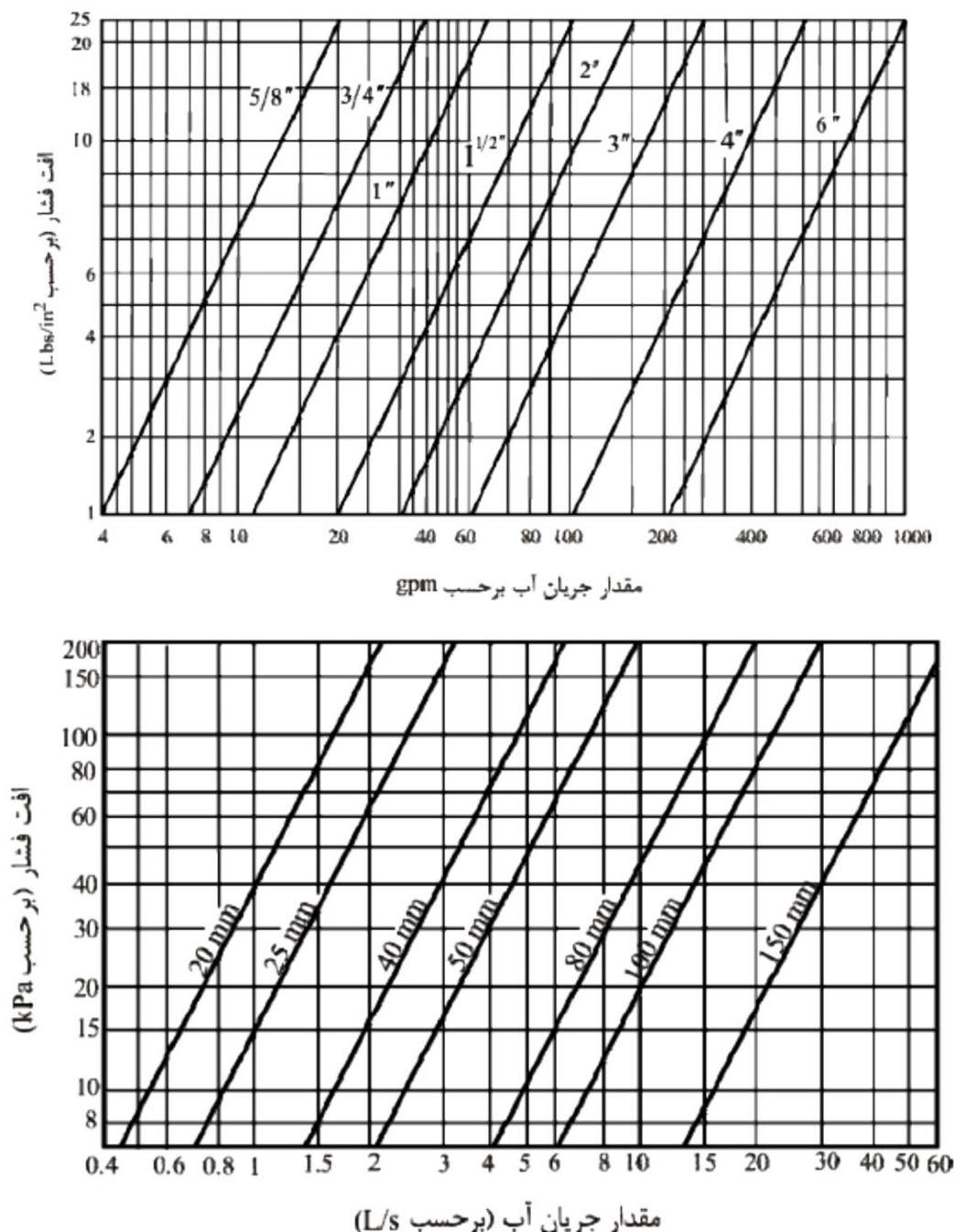
h_1	هد استاتیک که برابر است با ارتفاع عمودی از دهانه مکش پمپ (آکس مکش پمپ) تا آخرین مصرف کننده (m)
h_2	افت فشار معادل طول لوله (m) این افت فشار از حاصل ضرب دورترین و پرفشارترین مسیر رفت آب (L) از مخزن ذخیره تا بالاترین وسیله بهداشتی در نرخ افت فشار مسیر لوله کشی که ۵٪ تا ۷٪ در طول معادل لوله ضرب میکنیم (ضرب در ۱.۵ یا ۱.۷) بدست می‌آید.
h_3	حداقل فشار مورد نیاز در پشت بالاترین وسیله بهداشتی (m) از جدول ۱۶-۳-۵ "ب"
h_4	افت فشار در کنتور فرعی از شکل پ-۱-۴-۲
h_5	۱- فاصله عمودی از سطح آب مخزن ذخیره تا دهانه مکش بوستر پمپ (m) در صورت مکش منفی پمپ (<i>Suction Lift</i>) یعنی مخزن ذخیره پایین تر مکش پمپ باشد، مثبت در نظر گرفته می‌شود. ۲- در صورت مکش مثبت پمپ (<i>Suction Head</i>) یعنی مخزن ذخیره بالاتر از مکش پمپ باشد، منفی در نظر گرفته می‌شود.

جدول ۱۶-۳-۵ "ب" حداقل فشار مورد نیاز در پشت شیرهای لوازم بهداشتی

لوازم بهداشتی	حداقل مقدار فشار آب	
	متر ستون آب	پوند بر اینچ مربع
وان	۵/۵	۸
وان با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
بیده	۲/۷	۴
بیده با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر مخلوط	۵/۵	۸
ماشین ظرفشویی خانگی	۵/۵	۸
آب خوری	۵/۵	۸
لگن رختشویی	۵/۵	۸
دستشویی	۵/۵	۸
دوش	۵/۵	۸
دوش با شیر ترموستاتیک	۱۴	۲۰
شیر سرشیلنگی	۵/۵	۸
شیر آفتابه	۵/۵	۸
سینک با سینی	۵/۵	۸
سینک آشپزخانه خانگی	۵/۵	۸
سینک شستشوی عمومی	۵/۵	۸
یورینال با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش والو	۱۷	۲۵
توالت با فلاش تانک	۵/۵	۸



شکل پ-۱-۴-۲ افت فشار در کنتور نوع دیسکی (IP) و (SI)



۲-۳ محاسبه دبی کلی آب مصرفی (دبی بوستر پمپ آبرسانی):

برای محاسبه دبی کل روش‌های مختلفی وجود دارد یکی از این روش‌ها روش هانتز می‌باشد که به نام روش F.U هم شناخته می‌شود (در مبحث ۱۶ ساختمان هم بر همین اساس میزان آب مصرفی تعیین می‌شود). در این روش S.F.U کل با توجه به جدول پ-۱-۲-۲ برای هر واحد محاسبه

و در نهایت عدد مجموع S.F.U واحدهای ساختمان را محاسبه و دبی متناظر S.F.U کل را از جدول پ-۱-۳-۲ بدست می‌آوریم که برابر با دبی کلی آب مصرفی خواهد بود.

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

لوازم بهداشتی	نوع تصرف، سکونت یا اشغال	نوع کنترل	مقدار S.F.U		
			سرده	گرم	کل
توالت	عمومی	فلاش والو	۱۰	-	۱۰
توالت	عمومی	فلاش تانک	۵	-	۵
یورینال	عمومی	فلاش والو	۵	-	۵
یورینال	عمومی	فلاش تانک	۳	-	۳
دستشویی	عمومی	شیر	۱/۵	۱/۵	۲
وان	عمومی	شیر	۳	۳	۴
دوش	عمومی	شیر مخلوط	۳	۳	۴
شیر آفتابه	عمومی	شیر مخلوط	۱/۵	۱/۵	۲
سینک عمومی	ادارات، غیره	شیر	۲/۲۵	۲/۲۵	۳
سینک آشپزخانه	هتل، رستوران	شیر	۳	۳	۴
آبخوری	ادارات، غیره	شیر ۳/۸" (۹/۵۲ mm)	۰/۲۵	-	۰/۲۵
توالت	خصوصی	فلاش والو	۶	-	۶
توالت	خصوصی	فلاش تانک	۲/۲	-	۲/۲
دستشویی	خصوصی	شیر	۰/۵	۰/۵	۰/۷
وان	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
دوش	خصوصی	شیر مخلوط	۱/۰	۱/۰	۱/۴
شیر آفتابه	خصوصی	شیر مخلوط	۰/۵	۰/۵	۰/۷
سینک آشپزخانه	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
سینک رختشویی	خصوصی	شیر	۱/۰	۱/۰	۱/۴
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش والو	۶	۱/۵	۷
لوازم بهداشتی یک حمام کامل	خصوصی	فلاش تانک	۲/۷	۱/۵	۳/۶
ماشین ظرفشویی	خصوصی	اتوماتیک	-	۱/۴	۱/۴
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	خصوصی	اتوماتیک	۱	۱	۱/۴
ماشین رختشویی ۳/۶ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	۲/۲۵	۲/۲۵	۳
ماشین رختشویی ۷/۳ کیلوگرم	عمومی	اتوماتیک	۳	۳	۴



جدول پ-۱-۳-۲ تعیین مقدار جریان آب

حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U					
سیستم‌هایی که عمدتاً با فلاش والو کار می‌کنند			سیستم‌هایی که عمدتاً با فلاش تانک کار می‌کنند		
مقدار جریان		S.F.U	مقدار جریان		S.F.U
لیتر در ثانیه	گالن در دقیقه		لیتر در ثانیه	گالن در دقیقه	
-	-	-	۰/۱۹	۳	۱
-	-	-	۰/۳۱	۵	۲
-	-	-	۰/۴۰	۶/۵	۳
-	-	-	۰/۵۰	۸	۴
۰/۹۵	۱۵	۵	۰/۵۹	۹/۴	۵
۱/۱۰	۱۷/۴	۶	۰/۶۷	۱۰/۷	۶
۱/۲۴	۱۹/۸	۷	۰/۷۴	۱۱/۸	۷
۱/۴۰	۲۲/۲	۸	۰/۸۰	۱۲/۸	۸
۱/۵۰	۲۴/۶	۹	۰/۸۶	۱۳/۷	۹
۱/۷۰	۲۷	۱۰	۰/۹۲	۱۴/۶	۱۰
۱/۷۴	۲۷/۸	۱۱	۰/۹۷	۱۵/۴	۱۱
۱/۸۰	۲۸/۶	۱۲	۱/۰۰	۱۶	۱۲
۱/۸۵	۲۹/۴	۱۳	۱/۰۳	۱۶/۵	۱۳
۱/۹۰	۳۰/۲	۱۴	۱/۰۷	۱۷	۱۴
۱/۹۵	۳۱	۱۵	۱/۱۰	۱۷/۵	۱۵
۲/۰۰	۳۱/۸	۱۶	۱/۱۳	۱۸	۱۶
۲/۰۵	۳۲/۶	۱۷	۱/۱۳	۱۸/۴	۱۷
۲/۱۰	۳۳/۴	۱۸	۱/۱۸	۱۸/۸	۱۸
۲/۱۵	۳۴/۲	۱۹	۱/۲۰	۱۹/۲	۱۹
۲/۲۰	۳۵	۲۰	۱/۲۳	۱۹/۶	۲۰
۲/۴۰	۳۸	۲۵	۱/۳۵	۲۱/۵	۲۵
۲/۶۴	۴۲	۳۰	۱/۴۶	۲۳/۳	۳۰
۲/۷۷	۴۴	۳۵	۱/۵۶	۲۴/۹	۳۵
۲/۹۰	۴۶	۴۰	۱/۶۵	۲۶/۳	۴۰
۳/۰۰	۴۸	۴۵	۱/۷۴	۲۷/۷	۴۵
۳/۱۵	۵۰	۵۰	۱/۸۳	۲۹/۱	۵۰



ادامه جدول پ-۱-۳-۲ تعیین مقدار جریان آب

حداکثر محتمل مقدار جریان آب بر اساس S.F.U					
سیستم‌هایی که عمدتاً با فلاش والو کار می‌کنند			سیستم‌هایی که عمدتاً با فلاش تانک کار می‌کنند		
مقدار جریان		S.F.U	مقدار جریان		S.F.U
لیتر در ثانیه	گالن در دقیقه		لیتر در ثانیه	گالن در دقیقه	
۳/۴۰	۵۴	۶۰	۲/۰۱	۳۲	۶۰
۳/۶۵	۵۸	۷۰	۲/۲۰	۳۵	۷۰
۳/۸۵	۶۱/۲	۸۰	۲/۴	۳۸	۸۰
۴/۰۵	۶۴/۳	۹۰	۲/۵۸	۴۱	۹۰
۴/۲۵	۶۷/۵	۱۰۰	۲/۷۴	۴۳/۵	۱۰۰
۴/۶۰	۷۳	۱۲۰	۳/۰۰	۴۸	۱۲۰
۴/۸۵	۷۷	۱۴۰	۳/۳۰	۵۲/۵	۱۴۰
۵/۱۰	۸۱	۱۶۰	۳/۶۰	۵۷	۱۶۰
۵/۴۰	۸۵/۵	۱۸۰	۳/۸۴	۶۱	۱۸۰
۵/۶۷	۹۰	۲۰۰	۴/۰۹	۶۵	۲۰۰
۶/۰۱	۹۵/۵	۲۲۵	۴/۴۱	۷۰	۲۲۵
۶/۳۵	۱۰۱	۲۵۰	۴/۷۲	۷۵	۲۵۰
۶/۶۰	۱۰۴/۵	۲۷۵	۵/۰۴	۸۰	۲۷۵
۶/۸۰	۱۰۸	۳۰۰	۵/۳۵	۸۵	۳۰۰
۸/۰۰	۱۲۷	۴۰۰	۶/۶۱	۱۰۵	۴۰۰
۹/۰۰	۱۴۳	۵۰۰	۶/۶۱	۱۲۴	۵۰۰
۱۱/۱۵	۱۷۷	۷۵۰	۱۰/۷	۱۷۰	۷۵۰
۱۳/۱	۲۰۸	۱۰۰۰	۱۳/۱	۲۰۸	۱۰۰۰
۱۵/۰۵	۲۳۹	۱۲۵۰	۱۵/۰۵	۲۳۹	۱۲۵۰
۱۷/۰۰	۲۶۹	۱۵۰۰	۱۷/۰۰	۲۶۹	۱۵۰۰
۱۸/۷۰	۲۹۷	۱۷۵۰	۱۸/۷	۲۹۷	۱۷۵۰
۲۰/۴۷	۳۲۵	۲۰۰۰	۲۰/۴۷	۳۲۵	۲۰۰۰
۲۴/۰۰	۳۸۰	۲۵۰۰	۲۴/۰۰	۳۸۰	۲۵۰۰
۲۷/۲۷	۴۳۳	۳۰۰۰	۲۷/۲۷	۴۳۳	۳۰۰۰
۳۳/۰۰	۵۲۵	۴۰۰۰	۳۳/۰۰	۵۲۵	۴۰۰۰
۳۷/۳۵	۵۹۳	۵۰۰۰	۳۷/۳۵	۵۹۳	۵۰۰۰

۳-۳ محاسبه دبی بوستر پمپ آتش نشانی:

در صورتی که ساختمان فاقد شبکه بارنده بوده در سیستم هوزریل دبی سیستم اطفاء حریق ۳۰ gpm (هر تابلو ۱۰ gpm همزمانی سه تابلو در نظر گرفته شده) می باشد. در ساختمانهای غیر مسکونی بلند مرتبه (بیش از ۷ طبقه یا ۲۳ متر ارتفاع) دبی سیستم اطفاء حریق نباید کمتر از ۱۰۰ گالن در دقیقه باشد. در صورتی که ساختمان دارای شبکه بارنده (اسپرینکلر) باشد بسته به نوع کلاس خطر ساختمان و نوع محاسبات شبکه بارنده (جداول پیش فرض یا محاسبات هیدرولیکی) دبی پمپ محاسبه خواهد داشت. برای ساختمانهای کم خطر و خطر معمولی اگر محاسبات از جداول پیش فرض انجام شده باشد با توجه به جدول زیر دبی پمپ برای دو گروه کم خطر و خطر معمولی محاسبه می شود.

تقسیم بندی بر اساس ریسک	حداقل فشار باقیمانده مورد نیاز اسپرینکلرها		حداقل دبی مورد نیاز	
	bar	Psi	gpm	lpm
کم خطر	1	15	250	950
خطر معمولی	1.4	20	400	1500

۴-۳ محاسبه فشار بوستر پمپ آتش نشانی در ساختمانها:

افت فشار شبکه آبرسانی آتش نشانی ناشی از عوامل زیر است:

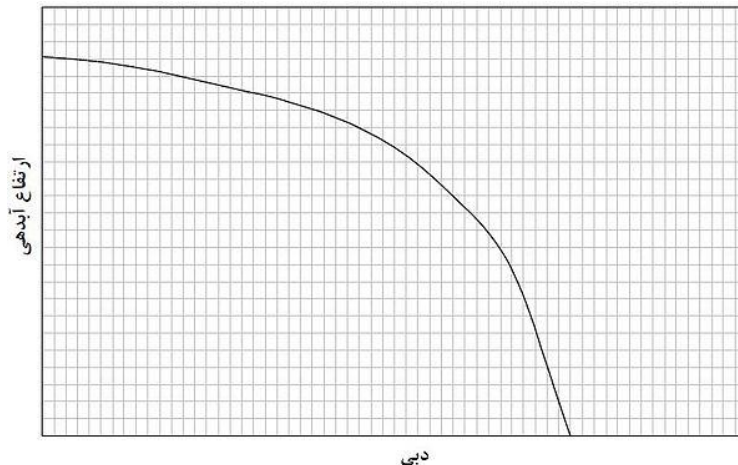
- ۱- اختلاف فشار ناشی از اختلاف ارتفاع سطح نصب پمپ تا بالاترین نقطه شبکه اطفاء حریق
- ۲- افت فشار در لوله ها با توجه به روش محاسبه مقدار جریان
- ۳- حداقل فشار لازم در نازل تابلو یا اسپرینکلر
- ۴- افت فشار در اتصالات، زانوها، شیرها و سایر اجزای سیستم لوله کشی اطفاء حریق

$$H = h_1 + h_2 + h_3 \pm h_4$$

h_1	هد استاتیک که برابر است با ارتفاع عمودی از دهانه مکش پمپ (آکس مکش پمپ) تا آخرین و بالاترین تابلو یا اسپرینکلر (m)
h_2	افت فشار معادل طول لوله (m) این افت فشار از حاصل ضرب دورترین و پرفشار ترین مسیر رفت آب (L) از مخزن ذخیره تا بالاترین وسیله بهداشتی در نرخ افت فشار مسیر لوله کشی که ۵٪ تا ۷٪ در طول معادل لوله ضرب میکنیم (ضرب در ۱.۵ یا ۱.۷) بدست می آید.
h_3	مقدار فشار مورد نیاز در نازل بالاترین تابلو یا اسپرینکلر (مسکونی و غیر مسکونی معمولی ۲ بار فشار و در غیر مسکونی بلند مرتبه ۴/۵ بار فشار)
h_4	<p>۱- فاصله عمودی از سطح آب مخزن ذخیره تا دهانه مکش بوستر پمپ (m) در صورت مکش منفی پمپ (<i>Suction Lift</i>)</p> <p>یعنی مخزن ذخیره پایین تر مکش پمپ باشد، مثبت در نظر گرفته می شود.</p> <p>۲- در صورت مکش مثبت پمپ (<i>Suction Head</i>) یعنی مخزن ذخیره بالاتر از مکش پمپ باشد، منفی در نظر گرفته می شود.</p>

۳-۵ انتخاب پمپ:

پمپ ها دارای برندها و مدل های مختلفی هستند و آنچه که در انتخاب پمپ اهمیت دارد مقدار دبی و فشار تولیدی توسط پمپ است. شرکت های سازنده پمپ، با توجه به مشخصات پمپ از جهت تأمین فشار و دبی و بهره‌وری کارکرد پمپ، منحنی مشخصه پمپ را ارائه می‌کنند تا مصرف‌کنندگان با در نظر گرفتن مشخصات فشار و دبی مورد نیاز خود و منحنی مشخصه پمپ‌ها، پمپ مورد نظر خود را انتخاب نمایند. لازم است ذکر شود که منحنی مشخصه پمپ‌های گریز از مرکز (منحنی $H-Q$) معمولاً برای آب تهیه می‌شود. نمودار زیر نمونه‌ای از منحنی مشخصه یک پمپ را نشان می‌دهد. در این شکل محور عمودی ارتفاع آبدهی (فشار به وجود آمده در خروجی پمپ) و محور افقی دبی پمپ را نشان می‌دهد.

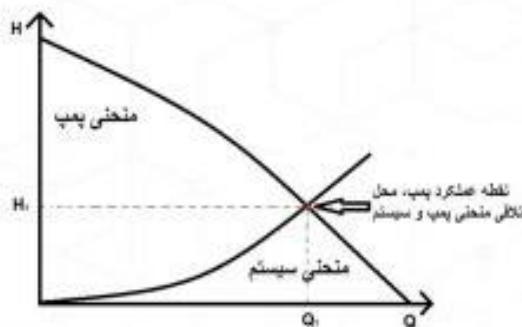


پمپ های آبرسانی ، تهویه مطبوع و اطفای حریق آبی از دسته پمپ های جابه جایی منفی و از نوع سانتریفیوژ هستند. پمپ های سانتریفیوژ که از این جا به بعد اختصاصاً راجع به نوع شعاعی این پمپ ها صحبت کنیم بر اساس استفاده از نیروی گریز از مرکز به وجود آمده بر اثر چرخش یک یا چند پروانه و افزایش فشار به وسیله یک پوسته که این پروانه را احاطه کرده است عمل می‌کنند نیروی گردشی پروانه به وسیله یک موتور دیزل ، بنزینی یا موتور الکتریکی به وسیله شفت (روتور) به پمپ وارد می شود. نیرو محرکه پمپ های سانتریفیوژ در اکثر موارد به وسیله یک الکترو موتور تامین می شود. این الکترو موتور ها معمولاً از نوع آسکرون قفس سنجابی می باشد و نوع اتصال موتور به پمپ میتواند از نوع کوپل مستقیم یا غیر مستقیم باشد. ساختار نوع کوپل مستقیم در واقع به این ترتیب می باشد که شفت موتور تا درون پمپ امتداد می یابد و پروانه روی این شفت سوار می شود در مورد کوپل غیر مستقیم پمپ و الکتروموتور با استفاده از یک کوپلینگ (صلب یا انعطاف پذیر) به هم متصل می شوند. معمولاً برای مواردی که دقت پمپ بسیار بالا و حساس می باشد از کوپلینگ صلب و در سایر موارد به علت سهولت کوپل کردن ، کاهش انتقال ارتعاش و ... از کوپلینگ انعطاف پذیر استفاده می شود. الکتروموتور ها در دو حالت تک فاز و سه فاز بوده که پمپهای با ولتاژ سه فاز نسبت به پمپ های تک فاز مصرف برق کمتر و طول عمر بیشتری دارند.

نکته دیگر اینکه پمپها در دوره های بالا استهلاک بیشتری دارند و بهتر است پمپ در دوره های پایین انتخاب شود پیشنهاد می‌شود برای استفاده مداوم و مستمر از الکتروموتورهای ۱۴۵۰ دور در دقیقه استفاده گردد و برای کارکرد در فواصل مقطعی از الکتروموتورهای ۲۹۰۰ دور در دقیقه استفاده گردد.

۳-۵-۱ راندمان پمپها: از آن جا که میزان مصرف انرژی پمپ قابل توجه است، در هر حوزه ای که از پمپ ها استفاده شود، توجه به راندمان پمپ اهمیت زیادی دارد. با در نظر داشتن بازده یا راندمان پمپ ها می توان انتخاب مناسبی برای پروژه مد نظر داشت و با کمترین میزان تلفات انرژی روبرو شد. راندمان پمپ به عنوان راندمان کوپلینگ و یا بازده کلی پمپ نیز معرفی می شود و نسبت توان خروجی پمپ به توان ورودی آن را

در نقطه عملکرد یا عملیاتی می سنجند. در واقع اگر بخواهیم دقیق تر مفهوم راندمان پمپ را از طریق فرمولی از راندمان پمپ آب بیان کنیم، توجه داشته باشید راندمان پمپ از ضرب راندمان مکانیکی و راندمان داخلی حاصل می شود. برای راندمان پمپ منحنی وجود دارد که توسط شرکت سازنده هر دستگاه رسم می شود و بیانگر تغییرات پمپ از نقطه شروع تا انتهای نقطه عملکرد می باشد. از طرفی لازم به ذکر است راندمان پمپ در منحنی هد و دبی در محدوده خاصی به حداکثر می رسد و به آن نقطه بهینه راندمان یا BEP گفته می شود که اهمیت زیادی در انتخاب پمپ دارد. باید توجه داشت پمپ ها در نقاط مختلفی از آبدهی و ارتفاع قابلیت فعالیت دارند ولی تنها در نقطه عملکرد بهینه از دبی و هد پمپ مناسب برخوردارند که توان الکتروموتور، بازده و مقدار ارتفاع مکش مثبت خالص را در بر می گیرد. این نقطه از تقاطع بین منحنی سیستم و منحنی عملکرد به وجود می آید.



۳-۵-۲ توان پمپ ها:

فرمول محاسبه توان پمپ بر حسب اسب بخار

$$\text{Pump Power } P_{(HP)} = q_{(m^3/hr)} \times \rho_{(kg/m^3)} \times g_{(m^2/s)} \times h_{(m)} / 2685600 \times \eta_{(Effi.)}$$

فرمول محاسبه توان پمپ بر حسب کیلووات

$$\text{Pump Power } P_{(kW)} = q_{(m^3/hr)} \times \rho_{(kg/m^3)} \times g_{(m^2/s)} \times h_{(m)} / 3600000 \times \eta_{(Effi.)}$$

مثال : توان یک پمپ برای پمپاژ آب تا ارتفاع ۱۰ متر و با دبی ۵۰ متر مکعب در ساعت و راندمان پمپ ۶۷٪ (چگالی آب ۱۰۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب) چقدر محاسبه می شود ؟

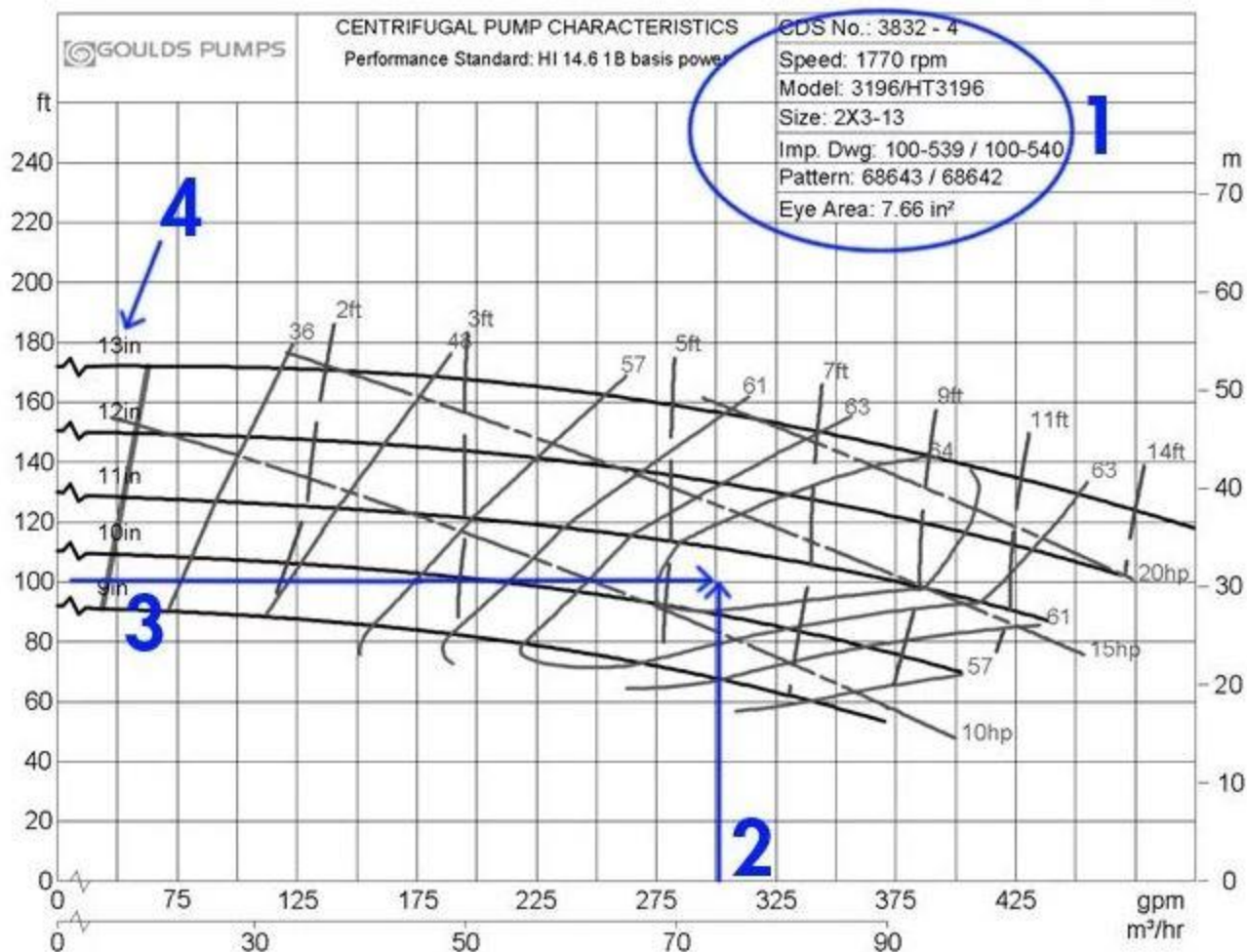
$$P(kW) = 50 \times 1000 \times 9.81 \times 10 / 3600000 \times 0.7 = 1.9KW$$

(اگر راندمان پمپ را نمی دانید آن را حدودا ۰/۷ در نظر بگیرید)



۳-۵-۳ اجزای مختلف منحنی عملکرد پمپ:

در این بخش اجزای مختلف منحنی عملکرد یک پمپ مورد مطالعه قرار می گیرند.



قسمت ۱ در شکل بالا، قسمت عنوان است و اطلاعاتی درباره مدل پمپ، اندازه و سرعت گردش آن در اختیار ما قرار می دهد.

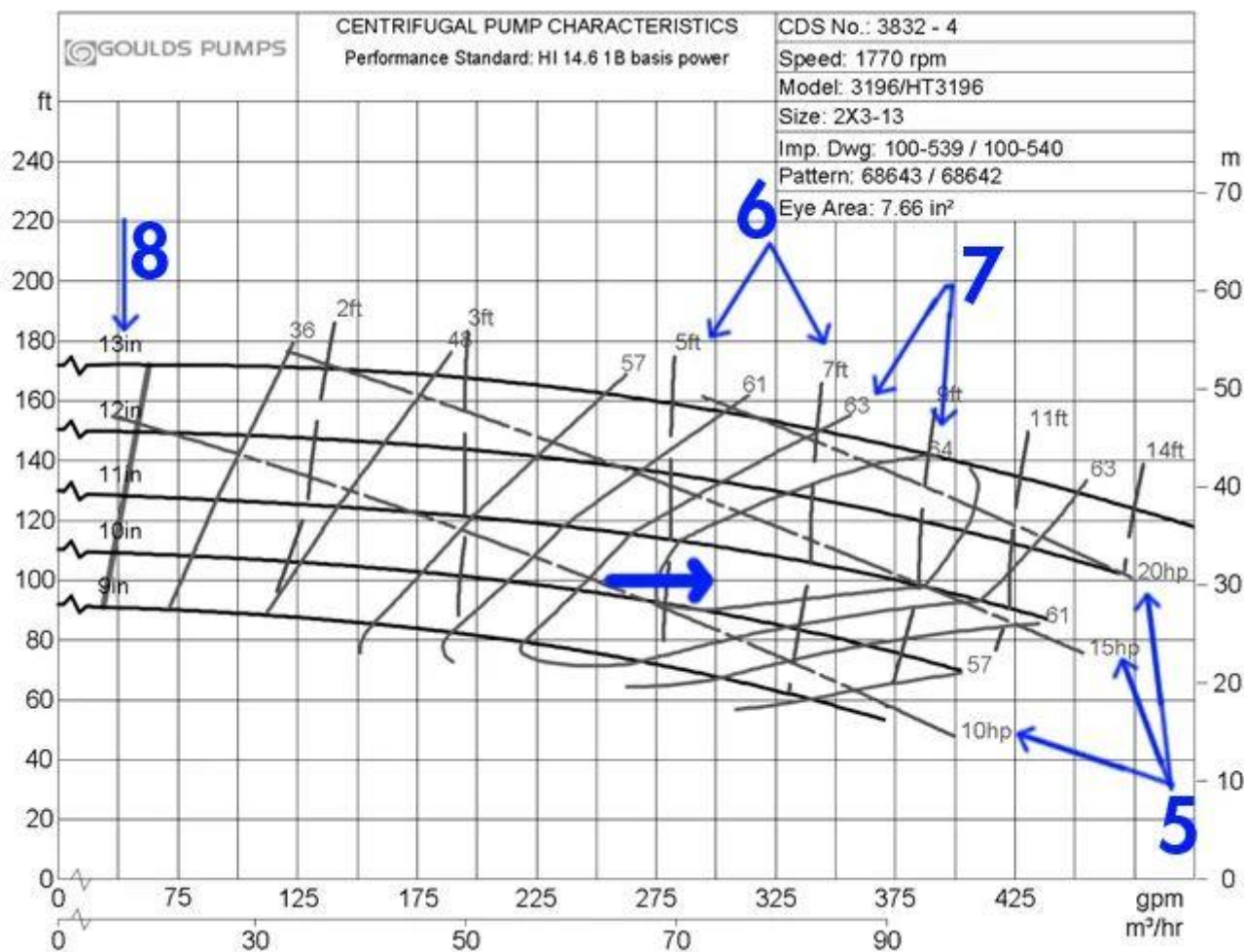
قسمت ۲ در منحنی عملکرد پمپ، دبی مورد نظر برای انتخاب پمپ را نشان می دهد. برای مثال، فرض کنید که مقدار ۳۰۰ gpm به عنوان دبی مطلوب پمپ، در محور افقی انتخاب شده است.

در انتخاب پمپ، باید بدانید که این پمپ قرار است چقدر، هد سیستم را افزایش بدهد. به عبارت دیگر این پمپ قرار است، چه میزان افت هد را در این سیستم جبران کند. این مقدار هد، در محور عمودی و قسمت ۳ شکل بالا نشان داده شده است. در این مثال هد پمپ برابر با ۱۰۰ ft انتخاب شده است. تقاطع این خط و خط جریان در قسمت ۲، نقطه عملکرد مطلوب پمپ را نمایش می دهد.

در پمپ های مختلف بر حسب نقطه عملکرد مطلوب ما، این امکان داده شده است که قطر پروانه کوچک شود. این نکته در قسمت ۴ شکل بالا نشان داده شده است. در این مثال، با توجه به نمودار بالا، مقداری بین ۱۰ و ۱۱ اینچ برای قطر پروانه مناسب است.



نکته دیگر این است که در برخی از پمپ‌ها که چند نقطه عملکرد مختلف مورد نیاز است، به جای کوچک کردن قطر پروانه، سرعت پمپ به صورت یک پارامتر متغیر در نظر گرفته می‌شود.



زمانی که نقطه عملکرد مطلوب خود را پیدا کرده‌ایم، می‌توانیم مقدار توان مورد نیاز را بر حسب اسب بخار، در نقطه ۵ محاسبه کنیم. مقدار توان در این مثال در محدوده ۱۰hp تا ۱۵hp است. این مقدار را ۱۲hp در نظر می‌گیریم. خطوط نشان داده شده در قسمت ۶ شکل بالا، مقدار ارتفاع مکش مثبت خالص مورد نیاز (NPSHR) را نشان می‌دهند. این مقدار کمترین مقداری است که باید در سطح مکش پمپ موجود باشد و در غیر این صورت کاویتاسیون رخ می‌دهد. قسمت ۷، خطوط بازده را نشان می‌دهند. این پارامتر در بسیاری از کاربردها به عنوان مهمترین پارامتر برای انتخاب پمپ در نظر گرفته می‌شود. زمانی که بازده پمپ، بالا باشد مقدار انرژی کمتری برای عملکرد در نقطه عملکرد خود نیاز دارد.

عموما یک خط عمودی در سمت چپ نمودار عملکرد پمپ موجود است که کمترین مقدار جریان در پمپ را نشان می‌دهد. این مقدار جریان، برای از بین بردن گرمای تولید شده در پمپ ضروری است و در صورتی که جریان در سیستم کمتر از این مقدار باشد، عمر پمپ به شدت کاهش پیدا می‌کند. همانطور که در شکل ۳ و شکل‌های بالا مشاهده می‌شود، خطوطی با عنوان NPSHR در این اشکال موجود هستند که در ادامه به بررسی مفهوم این پارامتر و روابط حاکم بر آن پرداخته می‌شود.

۳-۵-۴ ارتفاع مکش مثبت خالص:

معمولاً در سطح مکش پمپ، فشار پایینی مشاهده می‌شود و احتمال دارد که در پمپ پدیده‌ای به نام کاویتاسیون (Cavitation) رخ بدهد. کاویتاسیون در حالتی اتفاق می‌افتد که فشار مایع در یک دمای خاص به فشار بخار (Vapor Pressure) خود در آن دما برسد. در این حالت حباب‌های بخار در سیال تشکیل می‌شوند و مایع شروع به جوشش می‌کند. این پدیده علاوه بر آنکه باعث افت بازده پمپ می‌شود، ساختمان پمپ را نیز در زمان طولانی تخریب می‌کند.

برای مشخص کردن احتمال وقوع کاویتاسیون، از رابطه زیر استفاده می‌شود. این رابطه ارتفاع مکش مثبت خالص (Net Positive Suction Head) را نشان می‌دهد و به صورت مختصر با نماد NPSH نمایش داده می‌شود.

$$NPSH = \frac{p_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} - \frac{p_v}{\gamma}$$

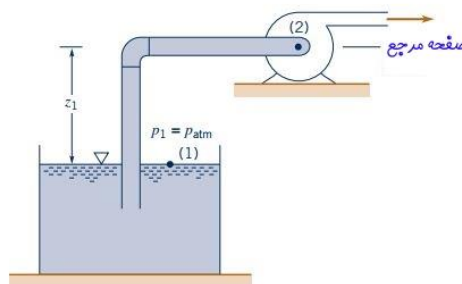
رابطه ۴

در این رابطه، خط مرکزی در ورودی پروانه پمپ به عنوان مکان مرجع هد در نظر گرفته می‌شود. مجموع دو عبارت اول سمت راست این رابطه، هد کلی قسمت مکش در نزدیکی ورودی پروانه پمپ را نشان می‌دهد و عبارت سوم سمت راست معادله بالا هد فشار بخار مایع مورد نظر را نشان می‌دهد.

دو نوع ارتفاع مکش مثبت خالص موجود است. نوع اول «ارتفاع مکش مثبت خالص مورد نیاز (Required NPSH)» است که با نماد NPSHR نمایش داده می‌شود. در صورتی که سیستم به این مقدار ارتفاع مکش مثبت خالص برسد، کاویتاسیون رخ نخواهد داد. این پارامتر به صورت تجربی برای پمپ‌های مختلف مورد محاسبه قرار می‌گیرد و در منحنی عملکرد پمپ نیز مشاهده می‌شود. محاسبه این مقدار، کاربرد بسیار زیادی برای پیش‌بینی وقوع پدیده کاویتاسیون در پمپ دارد.

نوع دوم ارتفاع مکش مثبت خالص با نماد NPSHA نشان داده می‌شود. این پارامتر ارتفاع مکش مثبت خالص موجود (Available NPSH) نامیده می‌شود و هد موجود در یک سیستم جریان خاص را نشان می‌دهد. این مقدار را می‌توان با استفاده از آزمایش‌های تجربی به دست آورد. همچنین در صورتی که پارامترهای مختلف یک سیستم معلوم باشند، می‌توانیم این مقدار را با استفاده از رابطه آن محاسبه کنیم.

در ادامه به بررسی شیوه محاسبه اندازه ارتفاع مکش مثبت خالص موجود، پرداخته می‌شود. برای این منظور، یک سیستم مطابق شکل زیر را در نظر بگیرید.



شکل ۴

معادله انرژی برای این سیستم به شکل زیر نشان داده می‌شود. این معادله بین دو نقطه در سطح آزاد مایع و سطح مکش پمپ نوشته شده است. توجه کنید که فشار در سطح آزاد مایع، همان فشار اتمسفر (P_{atm}) در نظر گرفته می‌شود.

$$\frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 = \frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} + \sum h_L$$

ترم سوم عبارت سمت راست معادله بالا، مقدار افت هد میان سطح آزاد مایع و ورودی پروانه پمپ را نشان می‌دهد. بنابراین هد موجود در پروانه پمپ با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$\frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} = \frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 - \sum h_L$$

رابطه ۵

در ادامه با قرار دادن عبارت هد موجود (رابطه ۵) در معادله NPSH (رابطه ۴)، مقدار NPSHA به شکل زیر محاسبه می‌شود. نکته مهم این است فشار بخار در روابط، معمولاً به صورت فشار مطلق بیان می‌شود، بنابراین در رابطه بالا نیز، فشار مطلق برای بیان تمام مقادیر فشار مورد استفاده قرار می‌گیرد.

$$NPSH_A = \frac{P_{atm}}{\gamma} - z_1 - \sum h_L - \frac{P_v}{\gamma}$$

رابطه ۶

با توجه به توضیحاتی که داده شد، برای آنکه کاویتاسیون رخ ندهد و پمپ به صورت صحیح کار کند، باید مقدار NPSHA بزرگتر از مقدار NPSHR باشد. این رابطه به شکل زیر نشان داده می‌شود.

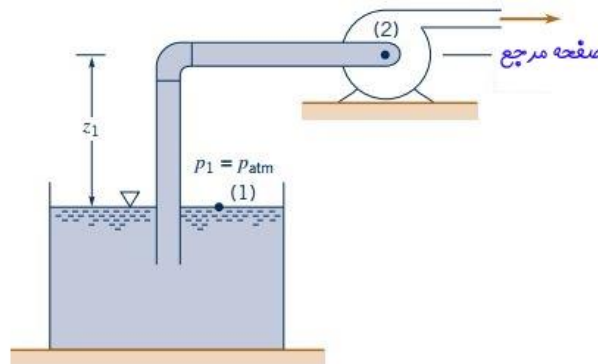
$$NPSH_A \geq NPSH_R$$

رابطه ۷

نکته مهمی که در رابطه ۶ نشان داده شده، این است که با افزایش ارتفاع پمپ از سطح آزاد مایع، مقدار NPSHA کاهش پیدا می‌کند. بنابراین یک ارتفاع ماکزیمم بحرانی در پمپ‌ها موجود است که بعد از آن، کاویتاسیون رخ می‌دهد. این ارتفاع بحرانی به افت‌های هد سیستم و مقدار فشار بخار بستگی دارد.

نکته دیگر این است که اگر منبع آب مورد نظر بالاتر از پمپ قرار بگیرد، z_1 در این رابطه مقداری منفی خواهد داشت و در نتیجه با توجه به رابطه ۶، با افزایش ارتفاع z_1 ، مقدار NPSHA نیز افزایش می‌یابد.

مثال: یک پمپ گریز از مرکز بالای یک منبع بزرگ مطابق شکل زیر قرار داده شده است.



آب با نرخ $0.5 \text{ ft}^3/\text{s}$ پمپ می‌شود. نمودار عملکرد پمپ نشان می‌دهد که NPSHR در این دبی اندازه‌ای برابر با 15 ft دارد. این نمودار را سازنده پمپ با استفاده از آزمایشات تجربی منتشر کرده است. دمای آب و فشار اتمسفر به ترتیب مقادیری برابر با 80°F و 14.7 psi دارند. تنها افت سیستم ناشی از فیلتر موجود در لوله ورودی در نظر گرفته می‌شود و ضریب افت آن برابر با $KL=20$ است. قطر لوله ورودی پمپ در سطح مکش نیز برابر با 4 in در نظر گرفته می‌شود.

همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، $z1$ ارتفاع قرارگیری پمپ بالاتر از سطح آزاد را نشان می‌دهد. ماکزیمم ارتفاع $z1$ در این سیستم که در آن کاویتاسیون رخ نمی‌دهد را محاسبه کنید. اگر شما مجبور باشید که یک شیر در مسیر جریان نصب کنید. این شیر را قبل از پمپ و یا بعد از آن قرار می‌دهید.

رابطه ارتفاع مکش مثبت خالص موجود را برای این سیستم به شکل زیر می‌نویسیم.

$$\text{NPSH}_A = \frac{P_{\text{atm}}}{\gamma} - z_1 - \sum h_L - \frac{P_v}{\gamma}$$

ماکزیمم ارتفاع $z1$ مربوط به زمانی است که $\text{NPSHR} = \text{NPSHA}$ باشد. بنابراین داریم:

$$(z_1)_{\text{max}} = \frac{P_{\text{atm}}}{\gamma} - \sum h_L - \frac{P_v}{\gamma} - \text{NPSH}_R$$

رابطه ۸

همچنین رابطه افت هد را می‌توان به شکل زیر بیان کرد.

$$\sum h_L = K_L \frac{V^2}{2g}$$

رابطه ۹

با توجه به اینکه دبی جریان و قطر لوله ورودی پمپ، در صورت سوال داده شده، سرعت در ورودی پمپ با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0.5 \text{ ft}^3/\text{s}}{(\pi/4)(4/12 \text{ ft})^2} = 5.73 \text{ ft/s}$$

بنابراین با قرار دادن عبارت بالا در رابطه ۹، افت هد به شکل زیر به دست می‌آید.

$$\sum h_L = \frac{(20)(5.73 \text{ ft/s})^2}{2(32.2 \text{ ft/s}^2)} = 10.2 \text{ ft}$$

فشار و وزن مخصوص آب در دمای 80°F با استفاده از جداول ترمودینامیکی، به ترتیب برابر با 0.5069 psi و 62.22 lb/ft^3 هستند. بنابراین با استفاده از رابطه ۸، مقدار ماکزیمم z_1 به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$\begin{aligned} (z_1)_{\max} &= \frac{(14.7 \text{ lb/in.}^2)(144 \text{ in.}^2/\text{ft}^2)}{62.22 \text{ lb/ft}^3} - 10.2 \text{ ft} \\ &\quad - \frac{(0.5069 \text{ lb/in.}^2)(144 \text{ in.}^2/\text{ft}^2)}{62.22 \text{ lb/ft}^3} - 15 \text{ ft} \\ &= 7.65 \text{ ft} \end{aligned}$$

محاسبات بالا نشان می‌دهند که این پمپ باید حداکثر در ارتفاع 7.65 ft بالاتر از مخزن آب قرار بگیرد تا کاویتاسیون در آن رخ ندهد. در صورتی که شیر در مسیر و قبل از پمپ قرار بگیرد، علاوه بر وجود افت هد در مسیر جریان، فشار ورودی به پمپ نیز به دلیل وجود این افت، کاهش و احتمال رخ دادن کاویتاسیون افزایش می‌یابد. در صورتی که شیر در مسیر بعد از پمپ قرار بگیرد، پمپ باید افت‌های بیشتری در سیستم را جبران کند و در نتیجه، این پمپ با افت فشار بیشتری روبرو می‌شود. این موضوع با توجه به پایداری پمپ می‌تواند اهمیت داشته باشد و یا فاقد اهمیت باشد. از آنجایی که بسیاری از پمپ‌های جدید به صورت پایدار طراحی می‌شوند این مسئله فاقد اهمیت است و در نتیجه قرار دادن شیر بعد از پمپ بهتر از قرار دادن آن قبل از پمپ است.

۳-۵-۵ قوانین پمپها:

قوانین پمپ رابطه بین فشار (هد)، دبی، توان هیدرولیکی خروجی) پمپ با سرعت چرخش و قطر تیغه آن را نشان می‌دهند. دبی حجمی یک پمپ کاملاً با قطر تیغه یا سرعت آن متناسب است، ولی فشار و هد آن با توان دوم سرعت دوران یا قطر تیغه متناسب است. توان هیدرولیکی متناسب با ضرب دبی حجمی در فشار است و بنابراین با توان سوم سرعت چرخش یا قطر تیغه پمپ متناسب است.

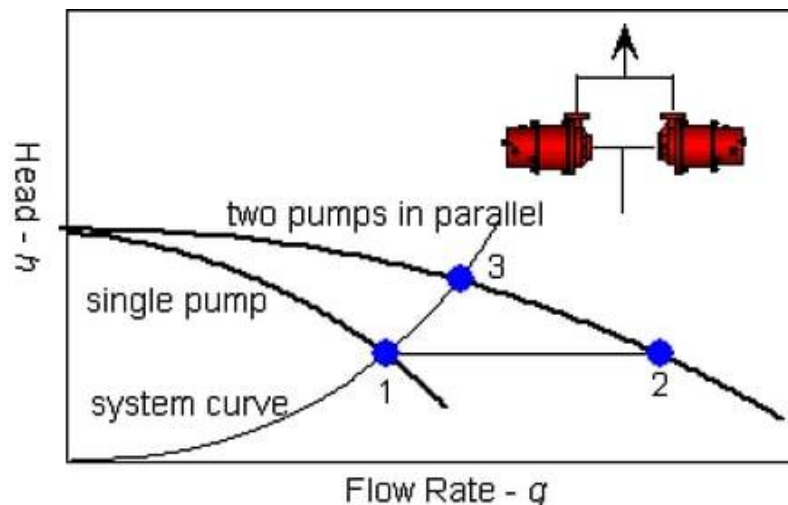
Pump Affinity Laws

Function	Speed Change	Impeller Diameter Change
Flow	$Q_2 = Q_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)$	$Q_2 = Q_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)$
Pressure	$p_2 = p_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2$	$p_2 = p_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$
Power	$P_2 = P_1 \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3$	$P_2 = P_1 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^3$

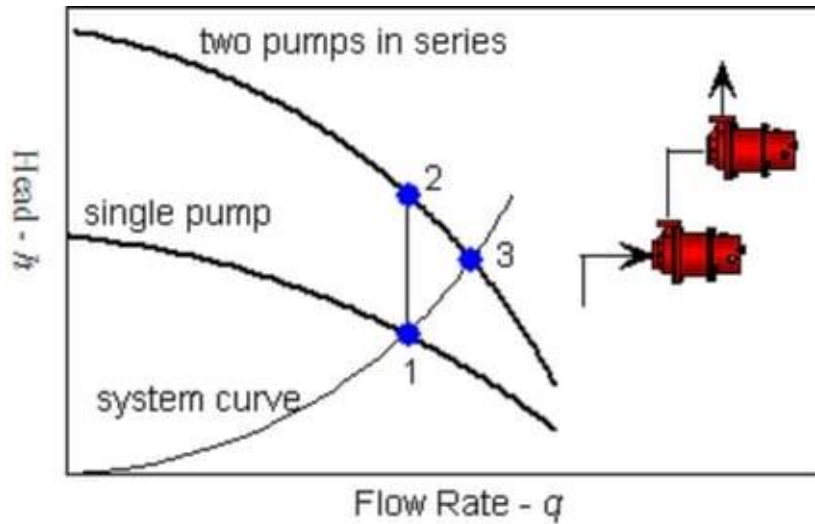
۳-۶ پمپهای موازی و سری:

وقتی پمپ ها به صورت موازی نصب شوند، هد تمام آن ها مساوی است و هر یک بخشی از جریان سیستم را تأمین می کند. معمولاً پمپ های موازی هم اندازه هستند و منحنی مشخصه دو پمپ موازی، از دو برابر کردن مقدار گذر جریان هر یک از آن ها به دست می آید. در شکل زیر نقطه کار یک پمپ و نقطه کار دو پمپ موازی نشان داده شده است. دقت کنید که وقتی یکی کار می کند، مقدار گذر جریان بیش از ۵۰ درصد حالت دو پمپی خواهد بود زیرا وقتی دو مورد از آنها به صورت موازی کار کنند منحنی سیستم به سمت راست منتقل می شود. این موضوع منجر به دو موضوع مهم می گردد:

- ۱- پمپ ها باید به حد کافی توانایی داشته باشند تا هنگامی که به صورت تکی در مدار قرار دارند بیش از حد بار نشوند.
 - ۲- یک پمپ، به تنهایی می تواند تا حدود ۸۰ درصد (که مقدار دقیق آن بستگی به منحنی مشخصه سیستم و پمپ دارد) جریان مورد نیاز را تأمین کند.
- وقتی فشار پمپ های موازی برابر نباشد، ممکن است یکی باعث اعمال فشار بر دیگری و کاهش مقدار جریان و یا توقف جریان شود. این پدیده می تواند مشکلات جریان یا خرابی را به دنبال داشته باشد.

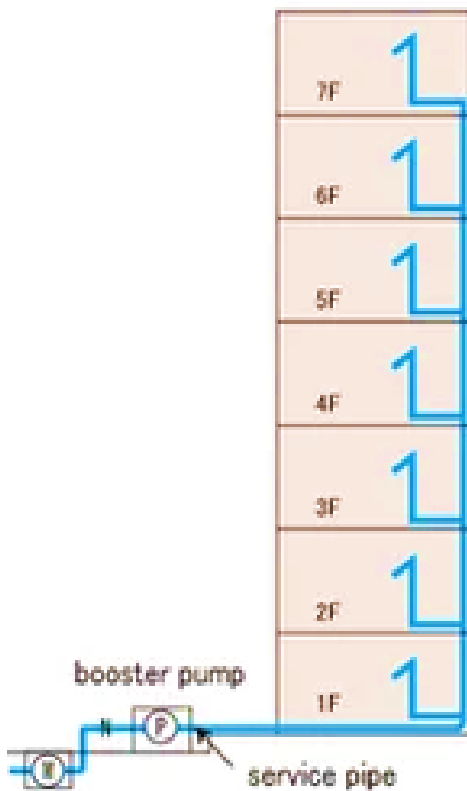


وقتی چند پمپ به صورت سری نصب شوند، گذر جریان عبوری از تمام آنها برابر است و هر کدام بخشی از فشار کل سیستم را تأمین می کنند. در شکل زیر نقطه کار یک پمپ و نقطه کار دو پمپ سری نشان داده شده است. دقت کنید که یکی از آنها به تنهایی می تواند تا ۸۰ درصد مقدار گذر جریان را با توان مصرفی کمتر عبور دهد. وقتی مقدار گذر جریان در پمپ های سری متفاوت باشد، ممکن است پمپ دارای ظرفیت بیشتر باعث گردد. از درون پمپ کوچکتر، جریان بیش از حد مجاز عبور کند به نحوی که افت فشار درون آن از فشار تولیدی در آن بیشتر شود. همچنین، کارکرد غیرمنتظره چند مورد به صورت سری می تواند کاهش یا افزایش فشار و خرابی اجزاء سیستم را به همراه داشته باشد.

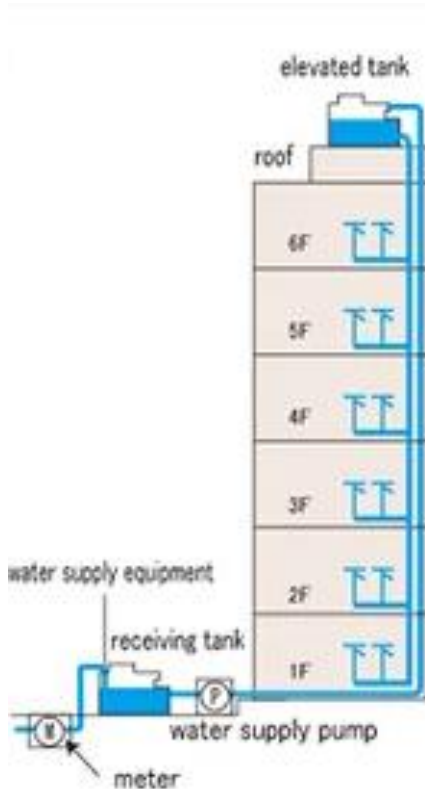


۳-۷ توزیع آب از پایین Down Feed:

رایزر یا رایزرهای آب در لوله کشی آب ساختمان در شیوه پایین به بالا از نوع بالا رونده هستند. لازم به ذکر است که بیشتر ساختمان ها از رایزر بالا رونده در لوله کشی آب استفاده می کنند به این صورت که بعد از گرفتن انشعاب اصلی از پمپخانه رایزر مشترک یا رایزرهای مستقل وارد طبقات ساختمان می شوند حال هر چه تعداد طبقات ساختمان بیشتر باشد، لوله آب نیز به همان مقدار در طول ساختمان بالا رفته تا به آخرین طبقه برسد و به این شکل مسیر حرکت لوله به پایان خود می رسد. از مزایای این روش هزینه کمتر و درگیر نشدن سازه ساختمان نسبت به روش توزیع از بالا می باشد.



۳-۸ توزیع آب از بالا Up Feed:

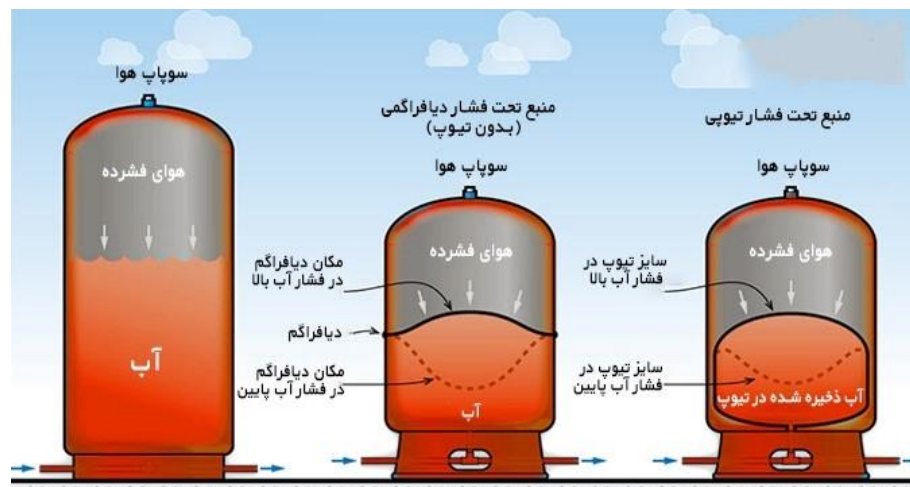


رایزر یا رایزرهای آب در لوله کشی آب ساختمان در شیوه بالا به پایین از نوع پایین رونده هستند. مسئله مهم در این روش در نظر گرفتن وزن منابع و سازه پمپخانه در محاسبات سازه است که هماهنگی قبلی با مهندس طراح سازه را نیاز دارد تا محل استقرار منابع و موارد محاسباتی سازه در طرح پیش بینی شود. در این روش اگر فشار آب شهر مناسب نباشد یک منبع و پمپ در تراز پایین ساختمان نصب می شود که بر کن منبع بالای ساختمان می باشد حجم این منبع در حدود یک سوم حجم منبع کلی ساختمان مستقر در بام در نظر گرفته می شود که به کمک پمپی که دبی آن می تواند به این شکل محاسبه شود که به طور مثال در مدت ۳۰ دقیقه حجم یک سوم خالی شده منبع اصلی را جبران نماید البته باید توجه داشت که دبی ورودی آب شهر در این محاسبات تاثیر گذار است ضمناً لازم است در منبع اصلی دو کنترل در نظر گرفته شود که به پمپ پایین فرمان دهد اولی شروع به کار پمپ وقتی سطح آب به یک سوم حجم منبع می رسد دومی قطع پمپ پایین وقتی منبع اصلی پر می شود این کنترلها می تواند به وسیله Floater Switch یا Level Control انجام شود. لازم است در این روش فشار در دورترین مصرف کننده های طبقات بالا ارزیابی شود چرا که ممکن است فشار استاتیکی موجود برابر فشار مورد نیاز طبقات بالایی نبوده و در این صورت باید برای این طبقات پمپ در نظر گرفته شود.

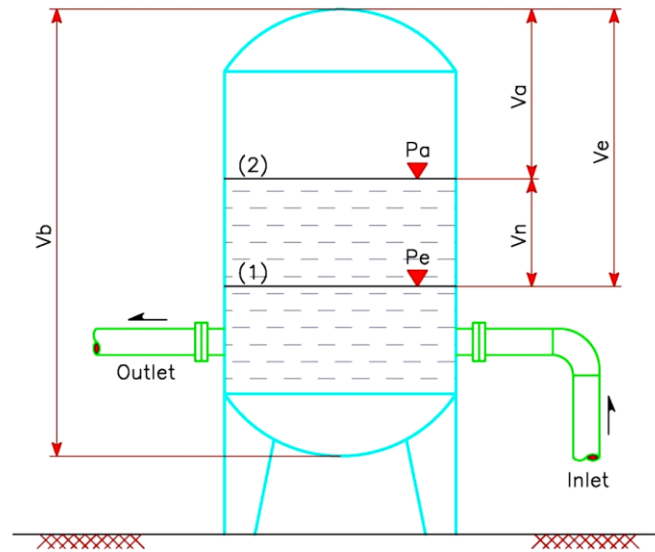
از مزایای این روش امکان استفاده از آب مصرفی در زمان قطع برق و استفاده از فضای بام برای پمپخانه می باشد و از معایب آن مسائل مرتبط با سازه می باشد.

۳-۹ نحوه محاسبه حجم منبع تحت فشار:

روشن و خاموش شدن پی در پی پمپ بر اثر تغییرات لحظه ای مصرف آب موجب گرم شدن و کاهش عمر مفید موتور و استهلاک زود هنگام آن می گردد ضمن اینکه ایجاد ضربه قوچ در شبکه لوله کشی و تغییر فشارهای ناگهانی و ناخوشایند در نقاط مصرف، از دیگر تبعات آن می باشد. در چنین مواردی مهندسین طراح تاسیسات به عنوان یک روش کلاسیک استفاده از مخازن تحت فشار (تیوپی، دیافراگمی، هوای فشرده) را مورد نظر قرار می دهند.



مخازن تحت فشار به مخازنی اطلاق میگردد که در آنها با استفاده از فشار هوای متراکم حاصل از یک کمپرسور سطح آب بین (۱) و (۲) تغییر می کند. شکل زیر شماتیک یک مخزن تحت فشار هوای فشرده را نمایش می دهد.



همانگونه که در این شکل مشخص می باشد قسمت فوقانی مخزن با هوای فشرده انباشته شده است. آب مصرفی توسط یک لوله از سیستم پمپاژ وارد مخزن شده و توسط لوله دیگری خارج میگردد. چنانچه در اثر مصرف، سطح آب داخل مخزن تا سطح (۱) پایین بیاید در این حالت فشار هوای داخل مخزن به حداقل نصب شده بر روی (Pressure Switch) میزان پیش بینی شده می رسد و با فرمان یک سنسور فشاری مخزن پمپ های آبرسانی راه اندازی می شوند. در حین کار پمپ ها بخشی از آب مصرف شده و مقدار مازاد آن در مخزن ذخیره میگردد تا آنجا که آب داخل مخزن مجدداً به سطح شماره (۲) میرسد که در این حالت فشار هوای داخل مخزن به حداکثر مقدار پیش بینی شده خواهد رسید و با فرمان سنسور فشاری پمپ ها خاموش می شوند و این سیکل در فواصل زمانی معین تکرار میگردد.

به این ترتیب با استفاده از مخازن تحت فشار تعداد دفعات روشن و خاموش شدن پمپ و همچنین میزان نوسانات فشار در شبکه مصرف کاهش می یابد. اما چگونه باید حجم مناسب مخازن تحت فشار را برای سیستمهای مختلف محاسبه نمود؟ در این رابطه مراجع مختلف روشهایی را پیشنهاد نموده اند که بعضاً روشهای تقریبی می باشد. به عنوان مثال یک روش تخمینی برای محاسبه حجم مخزن تحت فشار در نظر گرفتن ۳۰۰ گالن به ازای هر ۱۰۰۰ فوت مربع مساحت ساختمان می باشد. لیکن آنچه در ذیل مطرح خواهد شد یک روش محاسباتی دقیق است که مهندسین طراح میتوانند با ضریب اطمینان بالا در محاسبات خود از آن استفاده نمایند. پیش از انجام مراحل محاسباتی لازم است پارامترهای مورد استفاده تعریف گردد که به شرح ذیل می باشد:

۱- حجم مفید مخزن V_n

۲- حجم هوای فشرده V_a

۳- مجموع حجم مفید و حجم هوای فشرده V_e

۴- حجم کلی مخزن V_b

۵- فشار هوا در حالت بیشینه P_a

۶- فشار هوا در حالت کمینه P_e

۷- دبی پمپ پرکن مخزن (ثابت) Q_p

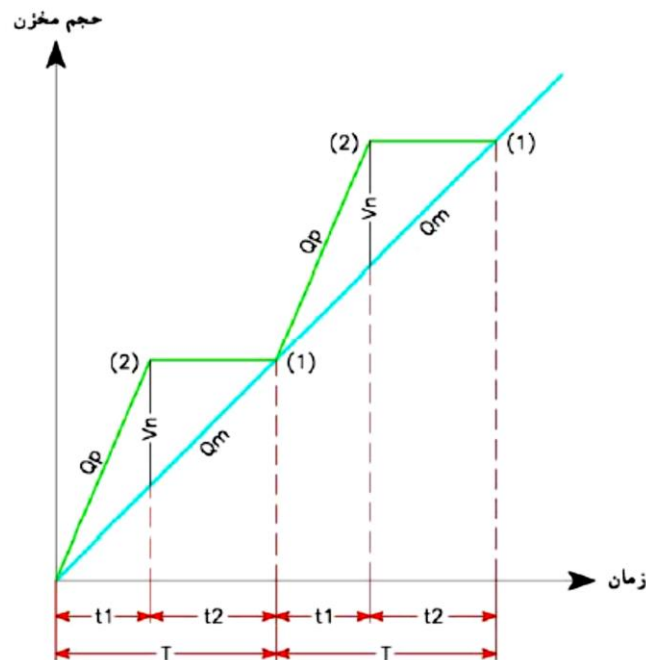
۸- دبی مصرف (ثابت) Q_m

۹- زمان پر شدن مخزن (کارکرد پمپ) t_1

۱۰- زمان خالی شدن مخزن (خاموشی پمپ) t_2

۱۱- دوره تناوب پر و خالی شدن مخزن T

حال چنانچه رژیم کارکرد پمپ و رژیم مصرف آب را برای یک مخزن تحت فشار در یک نمودار بر اساس حجم و زمان ترسیم کنیم، نموداری مطابق شکل زیر خواهیم داشت:



در حالت پر شدن مخزن (کارکرد پمپ)

$$V_n = (Q_p - Q_m) \cdot T_1$$

در حالت خالی شدن مخزن (خاموشی پمپ)

$$V_n = Q_m \cdot T_2$$

در حالت خالی شدن مخزن (خاموشی پمپ)

$$T = t_1 + t_2$$

همانطور که گفتیم T دوره تناوب است لذا:

$$T = \frac{V_n}{Q_p - Q_m} + \frac{V_n}{Q_m} \rightarrow T = V_n \left(\frac{Q_p}{Q_m \cdot Q_p - Q_m^2} \right)$$

بنابراین می توان حجم مفید مخزن را از رابطه ذیل (معادله ۱) محاسبه نمود:

$$V_n = \frac{T}{Q_p} (Q_m \cdot Q_p - Q_m^2)$$

اما جهت طراحی صحیح ابعاد مخزن تحت فشار باید ملاحظات اقتصادی را نیز منظور نمود و این در صورتی محقق میگردد که تعداد دفعات روشن و خاموش شدن پمپ را به حداقل برسانیم. به عبارت دیگر می بایستی حجم مفید مخزن را نسبت به دبی مصرف (Q_m) در حالت ماکزیمم قرار دهیم. جهت نیل بدین مقصود از معادله بدست آمده نسبت به دبی مصرف (Q_m) مشتق گرفته و مساوی با صفر قرار می دهیم:

$$\frac{d(V_n)}{d(Q_m)} = \frac{T}{Q_p} (Q_p - 2Q_m) = 0 \rightarrow$$

$$Q_p - 2Q_m = 0 \rightarrow \underline{Q_p = 2Q_m}$$

$$V_n(max) = \frac{T \cdot Q_p}{4}$$

حال با جایگذاری مقدار حاصله در معادله (۱) مقدار ماکزیمم حجم مفید مخزن را محاسبه میکنیم:

$$V_n = V_e - V_a$$

از طرفی می دانیم که:

$$\rightarrow V_e = \frac{T \cdot Q_p \cdot P_a}{4(P_a - P_e)}$$

با توجه به رابطه گازها در فرآیند ایزوترم (همدمای):

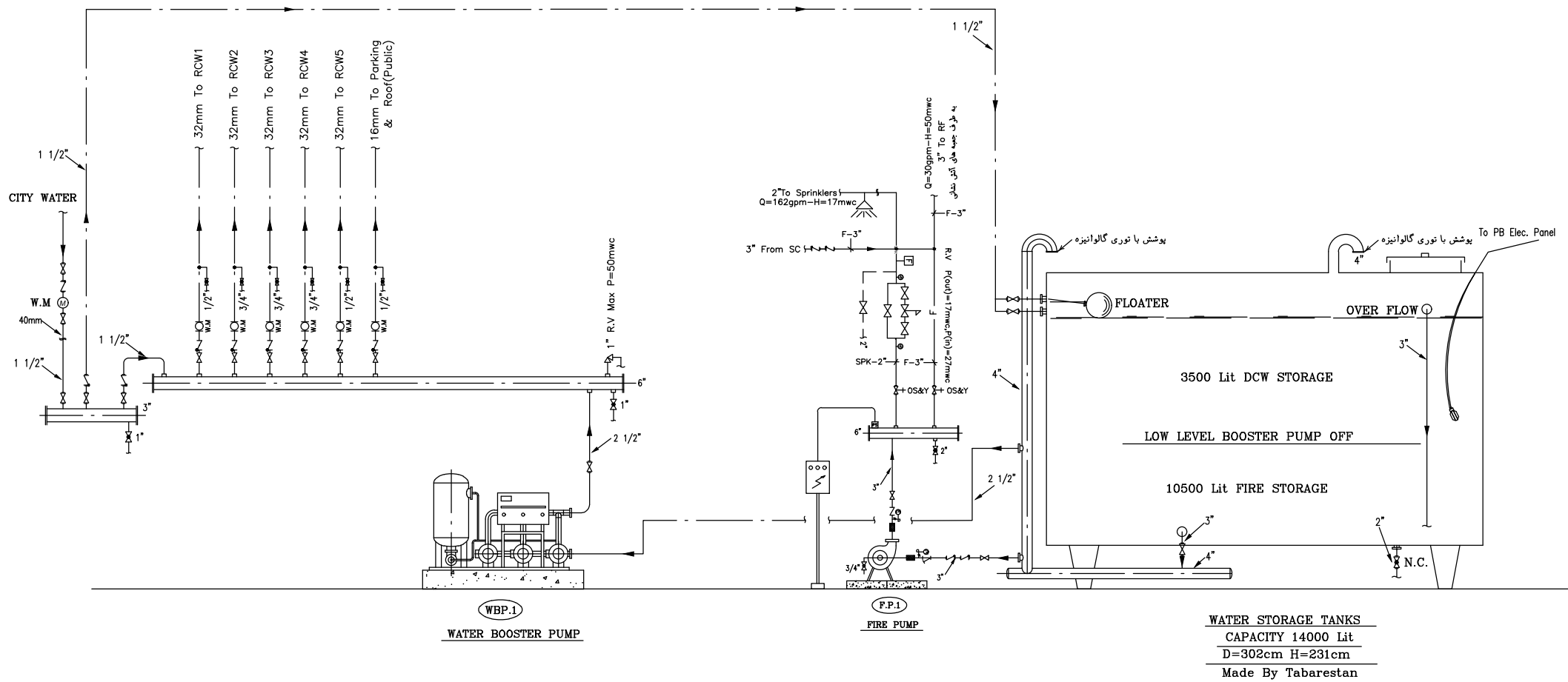
در عمل جهت محاسبه حجم کلی مخزن تحت فشار ضریب اطمینانی معادل ۳۰٪ در نظر می گیریم یعنی:

$$V_b = 1.3 V_e \text{ و لذا خواهیم داشت:}$$

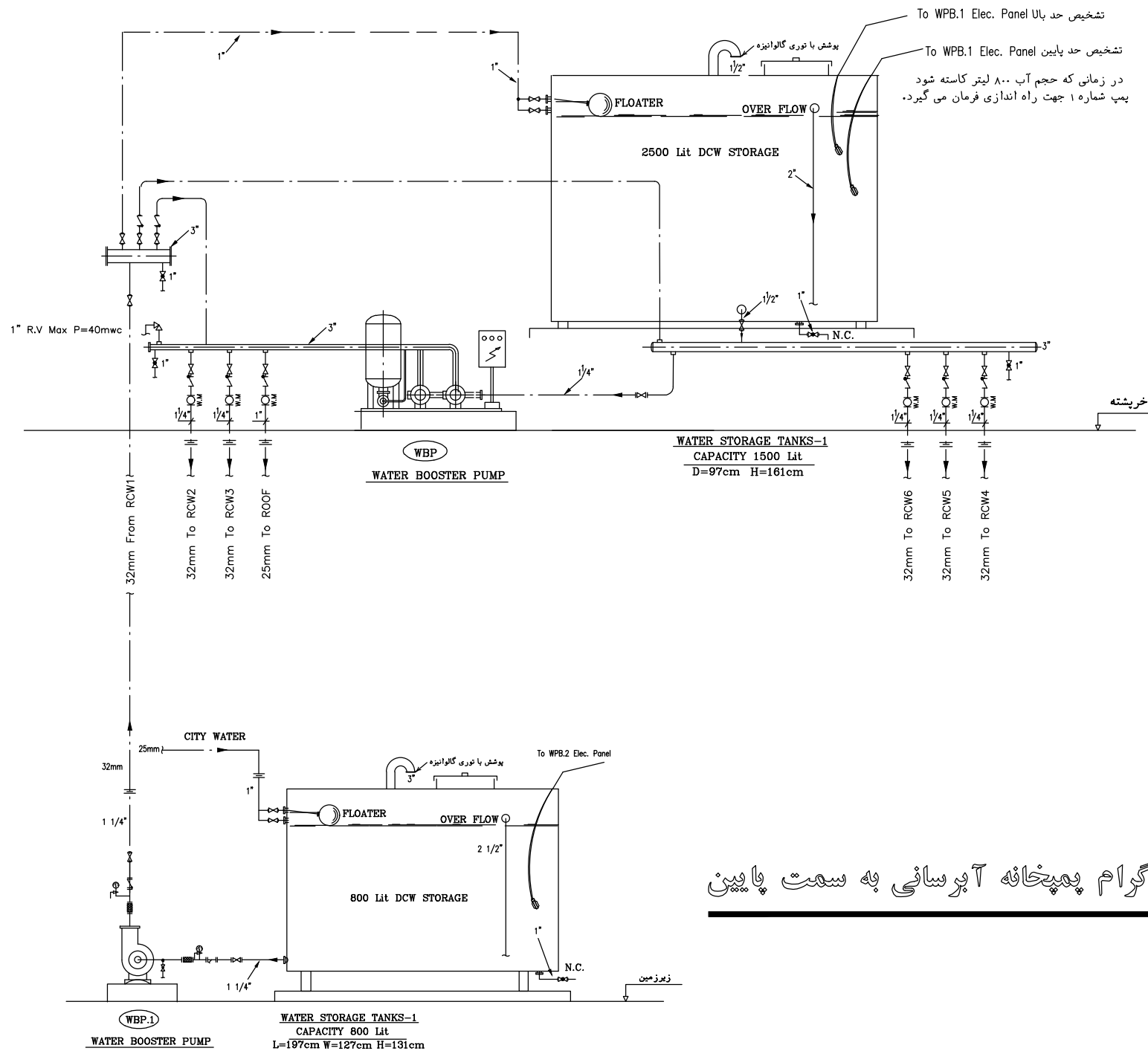
$$\underline{V_b = 0.325 \left(\frac{T \cdot Q_p \cdot P_a}{P_a - P_e} \right)}$$

در معادله فوق می توان با انتخاب مناسب پارامترهای دوره تناوب، دبی پمپ، حداقل فشار هوای داخل مخزن و حداکثر فشار هوای داخل مخزن، حجم کلی مخزن تحت فشار را محاسبه نمود. دوره تناوب باید به گونه ای انتخاب شود که تعداد دفعات روشن و خاموش شدن پمپ بیش از یکبار در هر ۱۵ الی ۳۰ دقیقه نباشد و با توجه به محدودیت تحمل فشار در شبکه های آبرسانی معمولاً این مخازن برای فشار ۴ تا ۶ اتمسفر ساخته می شوند. چنانچه در معادله بدست آمده از واحدهای متریک (SI) استفاده شود حجم مخزن تحت فشار بر حسب متر مکعب بدست خواهد آمد.

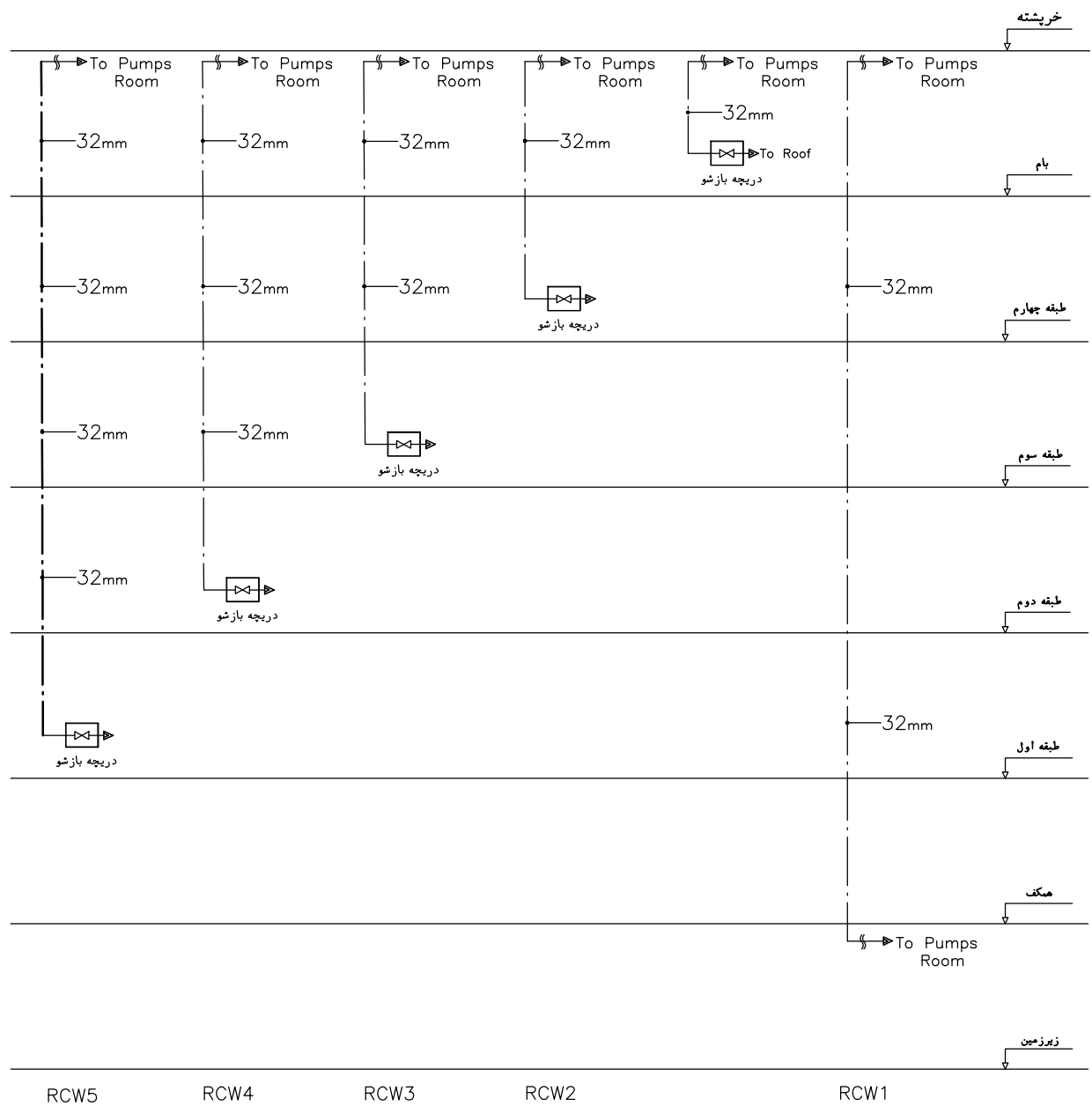
در پایان فلودیگرام و ریزردیگرام برای آبرسانی از پایین و آبرسانی از بالا ارائه می شود:



فلود یا گرام پمپخانه آبرسانی به سمت بالا



فلود یا گرام پمپخانه آبرسانی به سمت پایین



رایزردیاگرام آبرسانی به سمت پایین