بسمه تعالی

جزوه کلاسی

تاسیسات مکانیکی

جناب آقای مهندس

پیمان ابراهیمی ناغانی

تهیه کنندگان:

میلاد جلیلی نیا

محمدرضا زرانی فر

آموزشگاه نوین پارسیان

بهار ۱۳۹۳ خورشیدی

ویرایش سوم

بخش نخست

مقدمه

بررسی خواص و ویژگی‌های آب هم به دلیل آب مصرفی (آب آشامیدنی) و هم به عنوان سیال حامل انرژی در سیستم های هیدرونیک تهویه مطبوع بسیار حائز اهمیت است. در ادامه ابتدا به صورت اجمالی به دلایل انتخاب آب به عنوان سیال حامل انرژی و مزایا و معایب آن و همچنین مشخصات آب آشامیدنی پرداخته می شود.

آب سیالی است که:

- ✓ ارزان و در دسترس است.
- ✓ سیستم های پایه آبی ساده هستند.
- ✓ برقراری ارتباط راحتتر بهره بردار با سیستم پایه آبی.
- ✓ بی خطر و غیر سمی بوده و قابلیت اشتعال پذیری نیز ندارد.
- ✓ سیستم های آبی قابل رفع نقص بوده و گسترش سیستم در حین اجرا و پس از آن آسان است.

به دلایل فوق آب به عنوان سیال حامل انرژی در سیستم های تأسیسات و تهویه مطبوع کاربرد فراوانی دارد. ولی در کنار مزایای فوق آب نواقص ذیل را دار می باشد:

- دمای جوش پایین و دمای انجماد بالایی دارد.

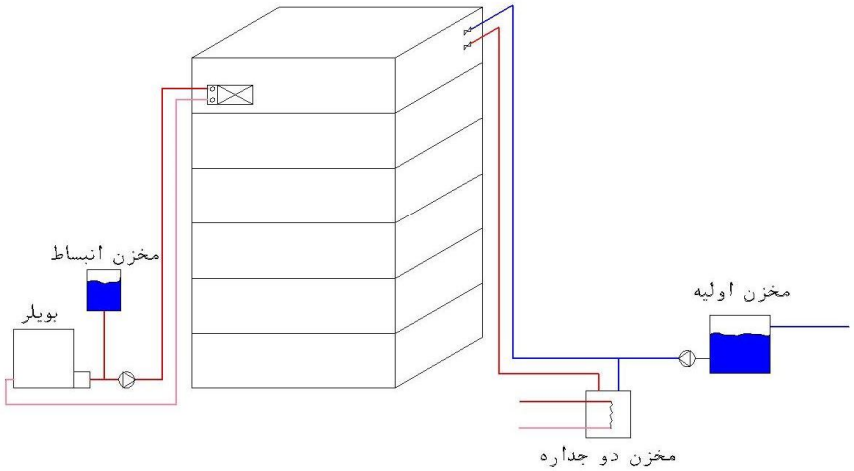
- دارای حلالیت بالا بوده و پتانسیل واکنش با سطح لوله و سایر تجهیزات فلزی را نیز دارد.
- حل نمودن گاز در خود که این مسئله می تواند عاملی برای رخ دادن کاویتاسیون در پمپ ها شود.
- ضریب انبساط بالا به طوری که با افزایش ۶۰°c دمای آب حجم آن ۱,۸ درصد افزایش می یابد (یعنی اگر ۱۰۰۰۰ لیتر آب داشته باشیم ۱۸۰ لیتر حجم آن افزایش پیدا می کند. به عبارتی ۱,۸٪ افزایش حجم خواهیم داشت.)
- با بالارفتن دمای آب حلالیت آن بسیار پایین می آید و رسوب پس می دهد. (آب بالای ۶۰°c هیچ حلالیت رسوبی ندارد هر چه کلسیم و منیزیم محلول دارد به صورت رسوب در جداره لوله ها ته نشین می گردد و مانع از انتقال حرارت می گردد.)

کاربرد آب در سیستم های سرمایش و گرمایش

در سیستم های گرمایشی و سرمایشی آب به عنوان سیال حامل انرژی در ساختمان بالا می رود و انرژی را به محیط منتقل می کند و به مبدأ اولیه باز می گردد. در سیستم های گرمایشی سیستم کاملاً بسته است که با توجه به اینکه آب جهت گرمایش گرم و یا جهت سرمایش سرد میشود، دچار تغییر حجم زیادی می شود و برای جلوگیری از اثرات مخرب این تغییر حجم از منبع انبساط استفاده میکنیم.

در سیستم آبرسانی منبع انبساط کاربردی نداشته، اما درعوض درصورت وجود پمپ می بایستی قبل از پمپ مخزن ذخیره آب قرار داد. چرا که قرار دادن پمپ به صورت مستقیم بر روی لوله انشعاب به دلیل مکش آب موجود در سیستم آبرسانی شهری و

در شکل صفحه بعد نحوه قرار گیری سیستم سرمایش، گرمایش (سیرکوله) در کنار سیستم آبرسانی به صورت شماتیک نشان داده شده است.



شکل۱- سیستم آبرسانی در کنار سیستم سیرکوله

در استفاده از آب به عنوان سیال حامل انرژی کیفیت آن به لحاظ قابل شرب بودن اهمیتی نداشته اما به لحاظ رسوب و خوردگی باید دارای شرایط زیر باشد:

بهتر است PH آب مورد استفاده بین ۷,۲ تا ۷,۶ باشد. باید در نظر داشت که آب خالص به دلیل آنکه قابلیت حل نمودن سایر مواد را در خود دارد می تواند باعث خوردگی لوله ها و سایر تجهیزات فلزی شود.

همچنین پیشنهاد می شود میزان TDS (تعداد ذرات معلق بر حسب PPm) آب مورد استفاده بین ۲۰ الی ۵۰ باشد. در صورتی که این میزان بیشتر از حد مجاز شود می تواند عامل رسوب گرفتن لوله و سایر تجهیزات شود.

درصورتی که میزان TDS و PH آب خارج از استاندارد باشد، با استفاده از آب جبرانی می توان کیفیت آب را اصلاح نمود.

در سیستم مدار بسته باشد هر چه دمای آب بالا رود اهمیت TDS آب خیلی بیشتر میشود. مخصوصا در سیستم هایی که مدار آب سرمایشی از مدار آب گرمایشی جدا است (اصطلاحاً سیستم ۴ لوله ای : یک مدار دو خطی آب گرم و یک مدار دو خطی آب سرد) برخلاف تصور عامه، کنترل میزان TDS مدار گرم از مدار سرد دارای اهمیت بیشتری است. چراکه حداکثر دمای آب در مدار سرمایش $۲۰^{o}C$ می باشد. اما آب در مدار گرمایشی دمایی نزدیک به ۷۰ الی ۸۰ دارد. که با افزایش دمای آب میزان حلالیت پذیری آن کاهش یافته و کلسیم را به دیواره لوله پس میدهد و رسوبات در جداره لوله تشکیل می شوند.

معمولا در هر ماه یک مرتبه میزان TDS و PH را کنترل می شود

هواگیری سیستم سیرکوله

در سیستم های گرمایش و سرمایش، سیستم مدار بسته بوده و عموما پمپ ها دارای دبی بالا و هد پایین می باشند و در صورتی که هوا به هر دلیلی وارد سیستم شود می تواند در مسیر مقاومت ایجاد نموده و در نتیجه آب از مسیر دیگری عبور نموده و عمل سیرکوله را متخل نمایید. که اصطلاحا به این حالت هوا کف خواب شدن گفته می شود.

وجود مقاومت در خطوط سیستم سیرکوله به معنای عدم بالانس سیستم است در حالی که در اینگونه سیستم ها حتی انتظار می رود که مجموع طول مسیر رفت و برگشت هر تجهیز گرمایشی یا سرمایشی (مثلا رادیاتور) نیز با سایر تجهیزات برابر باشد، چراکه پمپ های سیرکوله هد بالایی نداشته و جریان را به سمت مسیر با مقاومت کمتر هدایت میکنند. به همین دلیل همواره سعی میکنیم هوای موجود در مسیر سیرکوله را از سیستم خارج کنیم که استفاده از تجهیزات air vent نیز به همین دلیل می باشد.

نصب پمپ در مسیر برگشت پتانسیل گرفتن هوا را زیاد میکند، زیرا در صورت وجود کوچکترین نشتی را در مسیر مکش پمپ و یا مسیر برگشت لوله گشی می تواند هوا را مکش و وارد سیستم سیرکوله کند. البته این تنها دلیل وجود هوا در سیستم نیست و ممکن دلایل دیگری نیز دخیل باشند.

در سیستم های مدار باز مثل آبرسانی نیازی به هوا گیری نمی باشد چون اولا هد پمپ این سیستم ها بالابوده و دوم اینکه در صورت وجود هوا در سیستم با باز کردن هر شیر، هوا از آن نقطه بیرون می رود. اما در سیستم های سیرکوله می بایستی در زمان بهره برداری، هوای داخل سیستم تخلیه شود. می توان با استفاده از پرکن اجباری ، هوای موجود در سیستم را تخلیه نمود که در ادامه چگونگی این عمل را تشریح میکنیم.

روش هواگیری در سیستم های بزرگ

ابتدا سیستم را مدار باز می کنیم یعنی یک سمت سیستم به هوای آزاد راه پیدا می کند و سپس خط به خط برای هواگیری پیش می رویم. ابتدا فشار آب شهری را توسط پوستر پمپ آتش نشانی بالا برده و به داخل مسیر مرود نظر هدایت میکنیم (در این شرایط پمپ سیرکوله از مدار خارج شده است و به جای آن از

بوستر پمپ آتش نشانی استفاده میکنیم) انتهای مدار را باز گذاشته و همه مسیرها را مسدود کرده و یک خط را برای هواگیری باز می ماند تا آب هوای مبحوث مسیر را شسته و سپس از انتهای باز سیستم (معمولا منبع انبساط) خارج شود سپس به سراغ خط مورد نظر رفته و آن را هواگیری می نماییم. همه کلکتورها را باید خط به خط با آب تحت فشار به روش فوق هواگیری کرد تا سیستم از هوا پاک گردد. به این روش ، پر کن اجباری می گویند.

در چیلرها از گاز RH به عنوان سیال پرکن اجباری استفاده میشود که البته RH ضمن فرار بودن در سایر گازها نیز حل می شود

این نکته را نیز باید در نظر داشت که آبی که داخل سیستم شده است آب شهری است و لذا سختی گیری نشده است که میتواند باعث ایجاد رسوب در سیستم شود، بنابراین باید این آب را با آب سختی گیری شده و یا اصطلاحا آب نرم شده جایگزین نماییم، برای این عمل از یک سو آب سختی گیری شده را وارد سیستم میکنیم و از سوی دیگر اجازه می دهیم آب سختی گیری نشده خارج شود.

سختی گیری آب مختص سیستم های مدار بسته بوده و آب آبرسانی بهداشتی هرگز سختی گیری نمی شود. در سیستم های مداربسته نیز آب صرفا در مرحله اولیه (در هنگام تزریق به سیستم) سختی گیری شده و بعد وارد مدار می شود یعنی فرآیند سختی گیری دائمی نبوده و صرفا یک بار انجام می شود. در سایر مواقع فقط آب جبرانی یا آب نقصانی که به آن Make up نیز گفته می شود را پیش از ورود به سیستم می بایست سختی گیری نمود. این بدان معنی است که سختی گیر را در مسیر آب شهری به مخزن انبساط قرار می دهیم تا در صورتی که سیستم نیاز به آب پیدا کرد، ابتدا آب نرم گشته و سپس وارد منبع انبساط شود.

در سیستم های سیرکوله در ابتدای کار سیستم حتماً می بایستی در پشت پمپ صافی (Strainer) قرار دهیم تا در صورت وجود هر گونه ناخالصی و یا آشغال، از ورود آنها به پمپ جلوگیری کنیم. با توجه به اینکه صافی به دلیل ایجاد افت فشار در مسیر مکش پمپ، به اتفاق افتادن کاویتاسیون کمک میکند آن را بعد از مدتی (معمولا سه ماه) از مدار خارج می کنیم. چرا که در صورت وجود ناخالصی های احتمالی در سیستم، صافی طی این مدت این ناخالصی ها را جذب کرده و پس از آن می توان اطمینان داشت که مدار عاری از هرگونه آلودگی بوده و لذا نیازی دیگر به صافی نخواهد بود.

همانطور که پیش تر گفته شد صافی افت فشار در ناحیه پمپ را بالا می برد و با توجه به اینکه در مسیر مکش پمپ (فاصله ۲D-۵D قبل از پمپ) باید حداقل افت فشار وجود داشته باشد لذا سعی می کنیم در این فاصله هیچ گونه اتصالی نگذاریم . همچنین در مسیر ساکشن پمپ، می بایستی خطوط جریان یکنواخت باشند چرا که اگر جریان مغشوش بشود (وجود صافی به دلیل شکلش می تواند جریان را مغشوش نمایید) در پمپ کاویتاسیون تربولنسی رخ می دهد که به شدت به پروانه پمپ آسیب می رساند. لذا همواره صافی را در فاصله ایی بیش از ۵D از پمپ قرار می دهیم.

همچنین لازم به توضیح است که صافی به شکل آبکش بوده که صرفا به عنوان آشغالگیر عمل می کند و توانایی جذب رسوبات و سایر محلولات موجود در آب را ندارد.

با توجه به اینکه آب شهر صاف بوده و آشغال ندارد

بخش دوم

آبرسانی

اولین قدم در راه آبرسانی ساختمانها، تأمین آب سالم و بهداشتی می باشد. آبی که کیفیت بهداشتی و ظاهری آن در حدی باشد که مصرف آن جهت آشامیدن عارضه سو چه در کوتاه مدت و چه در دراز مدت ایجاد نکند.

حال با بیان برخی ویژگی های آب و کاربرد آن در سیستم های سیرکوله که در فصل قبل گفته شد، می توان آب را از منظر آبرسانی بهداشتی مورد بررسی قرار داد که لازم است در ابتدا برخی از تعاریف که عموما در سیستم سیرکوله کاربرد نداشته ولی در سیستم آبرسانی حائز اهمیت می باشند را بازگو نموده و سپس به طراحی سیستم پرداخت.

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

آب غیرآشامیدنی: آبی که برای آشامیدن ، مصارف شخصی، پخت و پز و بهداشتی مناسب نباشد.

آب گرم: آبی که دمای آن بیش از ۴۳ درجه سانتیگراد معادل ۱۲۰ درجه فارنهایت باشد. (حداکثر درجه این آب می تواند ۶۰ درجه سانتیگراد معادل ۱۴۰ درجه فارنهایت باشد)

آب گرم کن: هر دستگاهی اعم از منبع دوجداره، کویلی و... که آب مصرفی را گرم کند و آن را به شبکه توزیع آب گرم بفرستد.

کیفیت آب در سیستم آبرسانی دارای اهمیت بالایی بوده و می بایستی دارای شرایط باشد که برای آشامیدن، مصارف شخصی، پخت و پز و بهداشتی مناسب باشد که در ذیل به این شاخص ها اشاره می شود.

TDS: طبق سازمان بهداشت جهانی آب TDS ۳۰ الی ۱۱۰ مناسب برای شرب مناسب می باشد که البته TDS تا ۲۵۰ هم مشکل خاصی را ایجاد نمی کند.

TDS آب بستگی به منطقه شهری دارد در کرج ۷۰۰-۵۰۰-۲۵۰ TDS در ساوه ۱۴۰۰ است. معمولا TDS آب هر منطقه نیز ثابت هم نیست در فصل پر آبی آب ها بالا می آید و رقیق می شوند و در فصل های پاییز و زمستان که سطح اب ها پایین میروند سختی آن بیشتر می شود. اصولا میزان بالای TDS به خودی خود مشکلی را به وجود نمی آورد چنانچه TDS آب استخر تا ۲۰۰۰ نیز می تواند بالا رود.

BOD: مقدار اکسیژن لازم جهت انجام اکسیداسیون بوسیله باکتری ها و میکرو ارگانیزمها در یک لیتر آب در مدت و شرایط مشخص را BOD آب می نامند.

COD: مقدار اکسیژنی که مواد آلی و ترکیبات معدنی موجود در آب، جهت اکسیداسیون خود لازم دارند را گویند.

آب موجود در ایران عاری از هرگونه آلودگی ویروسی

PH: قدرت اسیدی هر مایعی توسط PH بیان می شود. بدن ما در اثر خوردن پروتئینی خون ما را اسیدی می کند زیر ۷ می شود و ما می خواهیم PH خون همواره مثبت باشد .پس بهتر است آب آشامیدنی PH مثبت باشد (۷,۲تا۷,۴) به لحاظ PH آب ۷,۲تا۷,۴ مناسب است. PH محیط های خنثی ۷ می باشد.

میزان نیترات آب نیز بایستی کمتر از یک صدم میلی گرم در هر لیتر باشد.

به جز شاخص هایی که در ابتدای فصل به آن اشاره شد، خواص آب آشامیدنی را می توان به سه گروه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نیز تقسیم کرد که در ادامه به توضیح هر یک می پردازیم.

الف) فیزیکی:

ویژگی هایی از قبیل دما، رنگ، تیرگی، بو، مزه جزء خواص فیزیکی آب آشامیدنی می باشند.

کدورت آب: عبارتست از وجود ذرات معلق مثل گل و لای معلق در آب که سبب شکست و جذب قسمتی از نور می‌شود به طور مثال اگر میزان مواد معلق در آب ppm ۱۰ باشد آب به صورت غبار آلود دیده می شود. تیرگی مناسب برای آب معمولاً ppm ۵ می باشد.

کدری شیری رنگی که در نتیجه ورود بیش از حد اشباع مولکولهای هوا در آب بوجود می آید موقتی بوده و پس از مدتی با بیرون رفتن ذرات هوا آب حالت زلالی خود را بدست می آورد.

رنگ آب آشامیدنی باید بی رنگ و در عمق های زیاد رنگ آبی به سبز زلالی داشته باشد.

رنگ غیر عادی آب آشامیدنی ممکن است مربوط به مواد آلی رنگی مانند مواد گیاهی ، فلزات مثل آهن و منگنز و یا مواد زاید صنعتی باشد.

رنگ مایل به قرمز نیز نشانه وجود نمک های آهن در آب است. رنگ قهوه ای مایل به سیاه نشانه وجود نمک های منگنز در آب است. زردی رنگ آب نشانه وجود ترکیبهای گیاهی و اسیدهای ناشی از فساد آنها و یا وجود خاک رس است. همچنین وجود مود آلی در آب می تواند موجب رنگ آبی شود.

بو: آب آشامیدنی باید بی بو باشد. وجود اسید سولفوریک، کلر، ..... و آمونیاک به آب بوی ناخوشایندی می دهد. بوی نامطلوب آب می تواند ناشی ایز میکروارگانیسم های زنده و یا مرده و یا بعضی مواد آلی باشد. بوی آب عمدتاً مربوط به وجود مواد آلی می باشد. بعضی بوها نشانگر افزایش فعالیت بیولوژیکی و بعضی دیگر ناشی از آلودگی صنعتی است.

مزه آب: شوری آب می تواند نشانه وجود نمک خوراکی باشد. تلخی آب نشانه وجود ترکیب های منیزیم در آب است .PH کمتر از ۶ باعث طعم ترشی آب می شود. PH بزرگتر از ۹ به آب مزه صابون می دهد. وجود نمک‌های آهن و آلومینیوم مزه آب را گس می کند. مزه گندیدگی آب به علت آلودگی های آلی آب است.

ب) شیمیایی:

مشخصات شیمیایی آب شامل میزان درجه سختی، درجه اسیدی (PH)، مقدار آهن و منگنز و سایر فلزات می باشد. مثلا آب بـاران می تواند دارای مقدار زیادی گازکربنیک باشد و ممکن است این مقدار تا حدود ۵۰ mg/Lit برسد.

نیتراتها در آب‌های سطحی به مقدار کم و در آبهای زیرزمینی به مقدار نسبتاً زیادی وجود دارند و اساساً نتیجه اکسیداسیون مواد آلی حیاتی در اثر باکتریها می باشند. بهتر است میزان نیترات آب آشامیدنی در حدود ۲ mg/Lit تا ۵ mg/Lit کنترل شود و بیشترین حد مجاز آن ۱۰ PPm است.

نیتراتها دارای اثر سمی بر روی انسان و بخصوص افراد خردسال می باشند.

سیلیس یا سیلیکات که به حالت مولکولی با سیلیس آزاد در بدن وجود دارد دارای ارزش بخصوص در بافتهای استخوانی، دندان ها و ناخن ها می باشد. بیشترین حد مجاز سیلیس در آب آشامیدنی ۲۰ PPm است.

فلوراید درآب های آشامیدنی در حدود ۰,۱ mg/Lit می باشد.حداکثر مجاز میزان فلوراید آب ۴ PPm است.

وجود املاح کم در آب موجب مزه مطلوب آب می شوند به طور کلی آب TDS < ۲۰۰ PPM مطلوب می باشد. آلومینیوم در بیشتر زمینها و آب های طبیعی وجود دارد. آلومینیوم می تواند موجب بیماری آلزایمر شود. بالا بودن میزان سختی آب باعث نزول کیفیت و میزان مقبولیت آن از نظر مصارف خواهد شد. مثلاً صابون در آبی که سختی آن زیاد باشد کف نمی کند و در مورد وسایل و اجزاء سیستم گرمایش از قبیل دیگ رادیاتور و غیره تشکیل رسوب روی جدار جدار داخلی آنها باعث کااهش قدرت انتقال حرارتشان می شود. میزان سختی (مقدار کربنات کلسیم) آب باید ۳۰ تا ppm ۱۵۰ باشد. آبی که درجه سختی آن کمتر از ppm ۳۰ باشد برای آشامیدن گوارا نیست.

ج) خواص اورگانیک:

در آب ها طبیعی همواره تعداد بسیار زیادی موجودات تک سلولی از قبیل انواع باکتری، پلانکتون و جلبک زندگی می کنند برخی از آنها می توانند موجب انواع بیماریهای عفونی در انسان یا حیوان باشند. لذا در این خصوص می بایستی کنترل هایی به منظور جلوگیری از هر گونه بیماری صورت گیرد.

آبرسانی بهداشتی ساختمان

در آبرسانی بهداشتی هر ساختمان می بایستی در کنار آب سرد، آب گرم را نیز تامین نمود. برای تولید آب گرم مصرفی، بعد از پمپ آبرسانی آب وارد یک کلتور شده و از یک سمت آب سرد به طبقات توزیع می شود و سمت دیگر آب وارد یک آب گرمکن (مخزن دوجداره و...) می شود و پس از گرم شدن در طبقات توزیع میگردد. یعنی برای پمپاژ آب گرم و سرد صرفا از یک پمپ استفاده می شود در نتیجه پمپ آبرسانی باید بلافاصله پس از مخزن ذخیره آب قرار گیرد و بعد از پمپاژ شدن است که آب وارد کلکتور شده و مسیر آب گرم و سرد از یکدیگر تفکیک میشوند و به صورت جداگانه اما کنار هم در طبقات توزیع میشوند.

تاکید بر کنار هم بودن مسیرهای آب گرم و سرد مصرفی از آن جهت است که با توجه به اینکه در شیر مخلوط هم آب گرم وجود دارد و هم آب سرد باید فشار آب در هر دو سیستم برابر باشد و با علم به این نکته که هر دو مسیر آب سرد و گرم مصرفی از طریق یک پمپ، پمپاژ می شوند، لازم است مسیر لوله کشی آب سرد و آب گرم بهداشتی برابر یکدیگر باشند، تا اختلاف فشاری در دو مسیر وجود نداشته باشد.

و در صورتی که یکی از مسیر ها از مسیر دیگر کوتاهتر باشد فشار آب در آن مسیر بیشتر خواهد بود که در این صورت آب از مسیر پر فشار وارد مدار کم فشار خواهد شد، (الخصوص ورود آب گرم به مسیر آب سرد ممنوع و خطرناک می باشد) لذا برای ایجاد فشار یکسان در هر دو مسیر می بایستی طول هر دو برابر باشد.

در صورتی که مسیر لوله کشی ها به هر دلیلی برابر یکدیگر نباشند و فشار آب خروجی در دو مسیر متفاوت باشد می بایستی در مسیر کم فشار (عموما مسیر آب سرد بهداشتی) یک شیر یکطرفه قرار داد تا از هرگونه برگشت جریانی جلوگیری نمود.

در سیستم سیرکوله فشار اهمیتی نداشته و صرفا به اندازه غلبه بر افت مسیر مورد نیاز می باشد و دبی آب است که اهمیت بیشتری دارد. در حالی که در سیستم آبرسانی هدف تامین آب با فشار، تا سقف مورد تایید برای طبقات پایینی ساختمان (۴ Bar) و تامین فشار بالاتر از حداقل مورد تایید (حدود ۰,۵ Bar) در بالاترین طبقات ساختمان می باشد لذا در سیستم آبرسانی بالانس سیستم بی معنی بوده و این اصطلاح در سیستم سیرکوله مورد استفاده قرار میگیرد.

سیستم های سیرکوله دائم باز می باشند یعنی دائم شیر ها باز بوده و آب در لوله ها جریان دارد و لذا استعداد لوله های این مسیر برای خوردگی و سایش بیشتر است و همانطور که گفته شد در سیستم ها سیرکوله، دبی آب اهمیت دارد نه فشار آن و پمپ سیرکوله فشار سیستم را مقدار ناچیزی بالا می برد که صرفا بتواند بر افت مسیر غلبه کند و وظیفه اصلی این پمپ ها تامین دبی بالا می باشد. در حالی که سیستم های آبرسانی دائماً بسته هستند یعنی به طور معمول شیرها بسته بوده و در صورت باز شدن شیرها است که آب در سیستم حرکت خواهد کرد، اما در عوض سیستم همواره تحت فشار است. بنابراین با توجه به دائم باز

بودن سیستم های سیرکوله، سرعت آب را در این مسیرهای کمتر از سرعت در مسیرهای آبرسانی در نظر گرفته می شود تا نرخ خوردگی لوله کاهش یابد.

معمولا سرعت آب در سیستم های سیرکوله حدود ۰,۷ تا ۱,۵ متر بر ثانیه و برای سیستم آبرسانی حدود ۲ تا ۲,۵ متر بر ثانیه (۸ تا ۱۰ فوت بر ثانیه) در نظر گرفته می شود. لازم به ذکر است در نظر گرفتن سرعت بیش از سرعت های ذکر شده نرخ خوردگی لوله را افزایش می دهد و همچنین سرعت کمتر از مقادیر بالا، نیز باعث افزایش قطر لوله و در نتیجه افزایش غیر توجیهی هزینه ها می شود، بنابراین همواره پیشنهاد می شود سرعت طراحی سیستم بین اعداد ذکر شده در نظر گرفته شود.

در سیستم های آبرسانی که برای تولید آب گرم مصرفی از منبع دوجداره ، کویلی و ... استفاده می شود همواره خطر ایجاد نشتی در آبگرمکن و در نتیجه ورود آب مدار سیرکوله (که معمولا غیر بهداشتی و بعضا سمی می باشد) به مدار آبرسانی بهداشتی وجود دارد. به همین دلیل آب بهداشتی معمولا دارای فشار بالاتری نسبت به آب گرم سیرکوله است تا در صورتی که آبگرمکن سوراخ گردید آب مدار سیرکوله وارد مدار آبرسانی نشود.

یکی از نشانه های سوراخ بودن آبگرمن سریز شدن دائمی آب از منبع انبساط می باشد که بدان معنی است که آب اضافه وارد مدار سیرکوله گشته، که با توجه به خطرات بهداشتی این موضوع می بایستی این

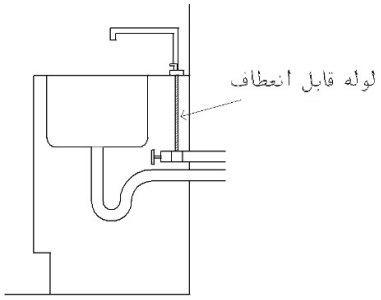
ضربه قوچ

هرگاه به طور یکباره موجب شویم سیال در حال حرکت بایستد و یا سیال تحت فشار منقطع شود، ضربه قوچ رخ می دهد. در این حالت اینرسی سیال دستخوش تغییر می شود و ضربه ایی را به جداره لوله و شیر وارد می کند.

شیرهای ربع گرد و اهرمی می توانند عامل ایجاد ضربه قوچ باشند. لذا به منظور جلوگیری از ضربه قوچ فلاش ولو به صورت تدریجی باز و بسته می شوند.

شیرهای اهرمی به دلیل اینکه در کوتاهترین زمان باز و بسته می شوند تا ۴۰٪ در مصرف آب صرفه جویی می کنند ولی همانطور که گفته شد در صورت استفاده از این نوع شیرها که به سرعت باز و بسته می شوند امکان رخ دادن ضربه قوچ نیز افزایش می یابد. لذا راهکارهای ذیل جهت جلوگیری از صدمات ضربه قوچ پیشنهاد می شوند:

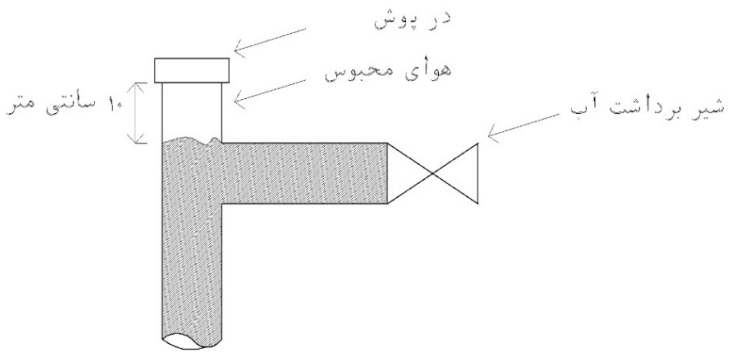
أ- **استفاده از لوله رابط نرم**: در صورتشویی‌ها و ظرفشویی‌ها استفاده از لوله رابط نرم بین شیر مخلوط و شیر پیسواره باعث دمپ نیروی ضربه قوچ سیال می شود.
مطابق مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان طول لوله رابط نرم نباید از ۷۵ cm بیشتر باشد.



شکل ۲-اتصال لوله آبرسانی با استفاده از یک رابط قابل انحنا

ب- **شیر ضربه قوچ گیر**: درصورتی که امکان استفاده از لوله نرم وجود نداشته باشد.(مثلا در دوش حمام که شیر مستقیما به لوله آب متصل می شود) می‌توان از شیر ضربه قوچ‌گیر استفاده کرد. البته این نوع شیر در ایران وجود ندارد و همچنین به دلیل وجود رسوبات ، استفاده از این شیر پیشنهاد نمی شود.

ج- **امتداد لوله قائم در امتداد زانویی**: در این روش به جای زانویی از یک سه راهی با امتداد ۱۰ سانتی متر استفاده شده که باعث می شود هوای سیستم در قسمت بالایی سه راهی جمع شده و در هنگام ایجاد ضربه قوچ به عنوان یک دمپر عمل می کند.

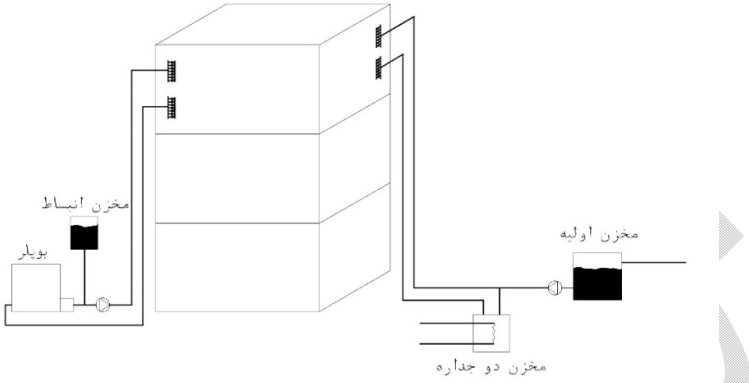


شکل۳-استفاده از هوای محبوس به عنوان ضربه قوچ گیر

در صورتی که لوله Pex در داخل مصالح دفع نشوند و در داخل داکت بتوانند آزادانه حرکت کنند نیازی به سه روش بالا نبوده و حرکت لوله Pex در عمل ضربه قوچ را دمپ می کند.

کلکتور

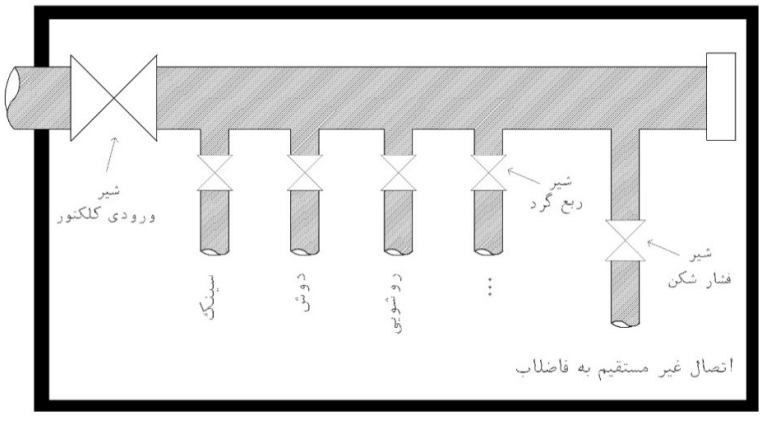
یکی از روش های لوله کشی ساختمان استفاده از کلکتور در هر واحد می باشد به این معنی که ابتدا لوله انشعاب از رایزر اصلی وارد کلکتور شده و سپس از آنجا آب به سایر مصرف کنندگان توزیع می شود. این روش دارای مزایایی می باشد که در ادامه بیان خواهد شد، البته استفاده از این روش افزایش هزینه های اجرا را نیز در بر خواهد داشت.



شکل۴- توزیع آب بهداشتی و آب گرمایش به وسیله کلکتور

ویژگی‌های کلکتور:

- ✓ کنترل کامل برتمام شیرها
- ✓ فشار یکنواخت همه شیرهای مصرف کننده
- ✓ امکان نصب شیر فشار شکن در کلکتور جهت کنترل فشار
- ✓ نظم و انظباط بیشتر (همانند جعبه تقسیم برق در تاسیسات الکتریکی)



شکل ۵- انشعابات یک کلکتور به همراه شیر فشار شکن

بهتر است کلکتور بیرون آپارتمان نصب شود تا در مواقع اضطراری بتوان شیرها را باز و یا بسته کرد.

سایزینگ لوله های آبرسانی

سایزینگ لوله ها باید طوری باشد که سرعت زیاد جریان آب موجب ایجاد سر و صدای مزاحم و کاهش عمر لوله بر اثر خوردگی نشود. کاهش سرعت جریان آب در لوله ها باید تا حدی صورت گیرد که افزایش قطر لوله ها موجب افزایش غیر قابل توجیه هزینه لوله کشی نگردد.

سرعت جریان آب در لوله های اصلی نباید از ۱۰ فوت بر ثانیه (۳ متر بر ثانیه) بیشتر شود. توصیه می شود که سرعت جریان آب در لوله های فرعی و انشعابها از ۴ فوت بر ثانیه (۱,۲ متر بر ثانیه) بیشتر نباشد.

در محل اتصال لوله به مصرف کنندگان نیازی به سایزینگ نیست و از جدول استفاده می کنیم و در واقع خطوط اصلی را صرفاً سایزینگ می کنیم. برای تعیین میزان مصرف آب هر وسیله بهداشتی از واحدی به نام SFU (Supply Fixture unit) استفاده می کنیم و برای سایزینگ فاضلاب نیز از واحد دیگری به نام DFU (Drain Fixture unit) استفاده می شود.

Fixture Unit یعنی هر شیر چند بار باز می شود و هر بار چقدر آب مصرف می شود. (تابع توزیع نرمال مصرف)

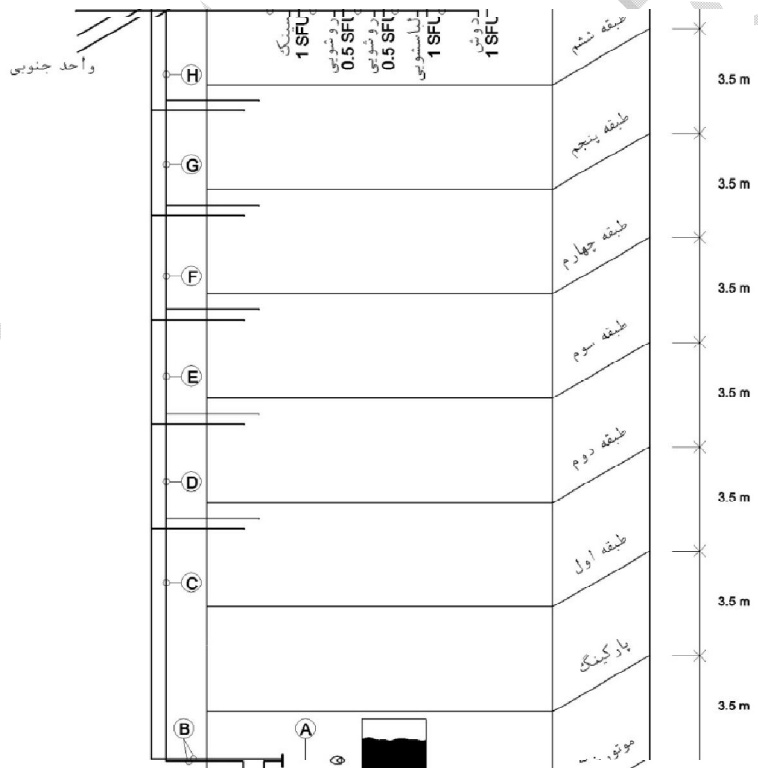
حال با حل یک مثال اصول و نکات طراحی – اشاره را شرح می دهیم.

مثال - یک ساختمان ۶ طبقه را درنظر بگیرید که در هر یک از واحدهای آن دارای یک سینک، یک دوش، دو عدد روشویی و یک دستگاه ماشین رختشویی بوده و هریک از وسایل فوق نیازمند آب گرم و آب سرد می باشند.

اگر از روش شاه لوله ایی استفاده شود مطلوب است محاسبات سایزینگ لوله کشی، هد و دبی در صورتی که ارتفاع ۳,۵m باشد و در هر طبقه آن چهار واحد مسکونی قرار داشته باشد. (طول لوله کشی داخل هر واحد آپارتمان را ۲۰m در نظر بگیرید)

الف) در صورتی که از پمپ On/Off استفاده شود.

ب) در صورتی که از پمپ دور متغییر استفاده شود.



شکل ۶-آبرسانی ساختمان ۲۴ واحدی

با توجه به برابر بودن مصرف آب سرد و آب گرم مصرفی، صرفا یکی از این دو را سایزینگ می کنیم و از نتیجه به دست آمده برای سایزینگ مسیر دیگر استفاده می شود.

با توجه به اینکه حداقل فشار آب لوله پشت لوله شیر مصرف کننده دوش طبق جدول ۱۶-۴-۳-۵ ب صفحه ۳۶ مبحث ۱۶ ،۵,۵m و حداکثر فشار ۴۰ m می باشد، در پایین طبقه مسکونی که شیر مصرف کننده وجود دارد که درآن حداکثر فشار نیز رخ میدهد فشار ۴۰ m را در نظر می گیریم و چون ارتفاع هر طبقه ۳,۵m است به ازای هر طبقه که بالا می رویم فشار آب ۳,۵m متر کاهش می یابد تا اینکه درطبقه آخر این فشار به ۲۲,۵m رسیده و به دلیل حداقل ۵,۵m لازم جهت دوش، فشارآب ۱۹ خواهد بود که البته تا جایی که این عدد به صفر برسد قابل قبول خواهد بود البته در صورت کاهش فشار مصرف آب بالا خواهد رفت.

حال برای انظباط بیشتر کاری مقاطع را نام گذاری کرده و جدولی تشکیل داده می شود.

مقطع	SFU	GPM	V (m/s)	D (in)
A	192	6		
B	96	43.5		
C	96	43.5		
D	80	38		
E	64	35		
F	48	29.1		
G	32	24.9		
H	16	18		
I	4	8		
J	3	6.5		
K	2.5	6.5		
L	2	5		
M	1	3		

ستون SFU جدول را بر اساس پ۱-۲-۲ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان و نوع مصرف کنندگان موجود تکمیل می شود.

در صورتی به جای موتورخانه مرکزی در هر واحد پکیج جداگانه ایی وجود داشته باشد، صرفا بایستی لوله آب سرد به واحد ها توزیع شود در این صورت برای تعیین SFU و سایزینگ لوله رایز بایستی از

ستون GPM را نیز با توجه به مقدار SFU هر مقطع و با کمک جدول پ ۱-۲-۳ مبحث شانزدهم مقرارت ملی تکمیل می کنیم. در صوتی که عدد مورد نظر در جداول موجود نباشد، اعداد را همواره رو به بالا در نظر میگیریم.

حال با استفاده از GMP هر مقطع به همراه افت فشار و سرعت مجاز می‌توان سایز لوله را تعیین نمود. می دانیم که سرعت مجاز در آبرسانی بین ۸ به ۱۰ فوت بر ثانیه (۲ تا ۲,۵ متر بر ثانیه) است و افت فشار مجاز نیز می بایستی کمتر از ۷ پوند بر اینچ مربع در ۱۰۰ فوت طول باشد که با در نظر گرفتن این اطلاعات و اشکال و گراف های پ۱-۵-۲ الی پ ۱-۵-۷ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان می توان سایز لوله را بدست آورد.

عموما لوله در ابتدا نسبتا صاف خواهد بود ولی به مرور به نسبتا ناصاف تبدیل خواهد شد، لذا پیشنهاد می شود از ابتدا لوله را نسبتا نا صاف در نظر گرفت لذا با فرض استفاده از لوله فولادی گالوانیزه، از شکل پ ۱-۵-۳ استفاده می کنیم.

البته شرکت های تولید کننده لوله موظف هستند به ازای لوله های تولیدی خود جدول و گراف افت فشار بر حسب GPM، قطر و سرعت را ارائه دهند.

مثلا در مقطع A با توجه به دبی ۶۵ GPM و سرعت H/S ۸ لوله ۲ in (به دلیل افت فشار مجاز) انتخاب شد چرا که در صورت انتخاب لوله ۱،۱/۲ افت فشار بیش از حد مجاز خواهد بود. (≈۳۰)

حال پس از بدست آوردن سایز لوله ها می بایستی هد پمپ را نیز تعیین کرد.

هد پمپ:

هد مسیر+ حداکثر هد مورد نیاز +ارتفاع پمپ و پایین ترین مصرف کننده = حداکثر هدپمپ

هد مسیر + حداقل هد مورد نیاز وسیله + ارتفاع ساختمان = حداقل هد پمپ

هد مسیر (**بر حسب متر ستون آب**) = ۱,۵× طول مسیر ×۵۰۰ $\frac{pa}{m}$ × $\frac{۱}{۱۰۰۰}$

با توجه به ارتفاع و طول لوله کشی هد مسیر بدست می آید:

$$\text{هد مسیر} = \frac{۱.۵\times(۲۴.۵+۲۰)\times۵۰۰}{۱۰۰۰۰} = ۳,۳۵\ m$$

وحال می توانیم حداکثر و حداقل هد پمپ را بدست آوریم:

حداکثر هد پمپ =۷ + ۴۰ +۳,۳۵ = ۵۳,۳۵ m

حداقل هد پمپ =۲۴,۵+ ۵,۵ +۳,۳۵=۳۳,۳۵ m

این عدد به این معنی است که اگر هد پمپ بیشتر از **۵۳,۵** شود فشار در پشت شیر مصرف کننده (خصوصا پایین طبقه) بیشتر از حد مجاز خواهد شد و در صورتی که هد پمپ کمتر از **۳۳,۳۵** شود، فشار در پشت شیر مصرف کنند (خصوصا بالاترین طبقه) از میزان مجاز کمتر خواهد شد.

فشار مجاز بیان شده مربوط به شیرها بوده و در پشت شیرهای مصرف کننده نباید فشار بیش از ۴۰m باشد در حالیکه در لوله‌ها ممکن است فشار بیش از ۴۰m نیز باشد.

در صورتی که بخواهیم فشار آب در طبقه اول ۴۰ m ثابت بماند و نوسانی نداشته باشد باید از پمپ دور متغییر استفاده کنیم. و در صورتی که از پمپ On/Off استفاده کنیم با توجه به اینکه معمولا حد بالایی و پایینی ۱ بار (۱۰متر) اختلاف دارند، حد بالایی آن را روی ۵۳ m و حد پایین آن را روی ۴۳ m تنظیم می کنیم.

در صورتی که حد پایین پمپ را کمتر از ۴۳ m در نظر بگیریم فشار در طبقه آخر خیلی کاهش خواهد یافت و نواسانات فشار آب موجب نارضایتی خواهد شد و در صورتیکه بزرگتر از ۴۳ m در نظر بگیریم تعداد دفعات خاموش و روشن شدن پمپ خیلی افزایش خواهد یافت که می تواند به پمپ آسیب برساند.

در صورتی که حد فشار پمپ از ۵۳ به ۴۳ برسد فشار در دوش از ۱۹ به ۹ خواهد رسید که همچنان مورد تأیید می‌باشد.

برای انتخاب پمپ نوع On/Off ، باید هد پمپ انتخابی به گونه ای باشد که حد بالایی و پایینی هد مورد نیاز (اعداد ۵۳ و۴۳) در قسمت خوش

آبرسانی ساختمان های بلند مرتبه:

برای طراحی سیستم آبرسانی و انتخاب پمپ ساختمان های بلند مرتبه باید ابتدا ساختمان را منطقه بندی (zone) نمود و سپس با توجه به مناطق به وجود آمده تعداد و هد پمپ ها را بدست آورد. اگر پمپ دور متغییر باشد هر ۴۰ متر ارتفاع ساختمان را یک Zone و اگر پمپ On/Off باشد (به دلیل وجود هد بالا و هد پایین و نوسانات) هر ۳۰ متر را یک Zone محسوب می کنیم.

معمولاً ساختمان های ۸ طبقه و کمتر را، چه از بالا تغذیه شود و چه از پایین، کلا یک منطقه در نظر گرفته می شوند .

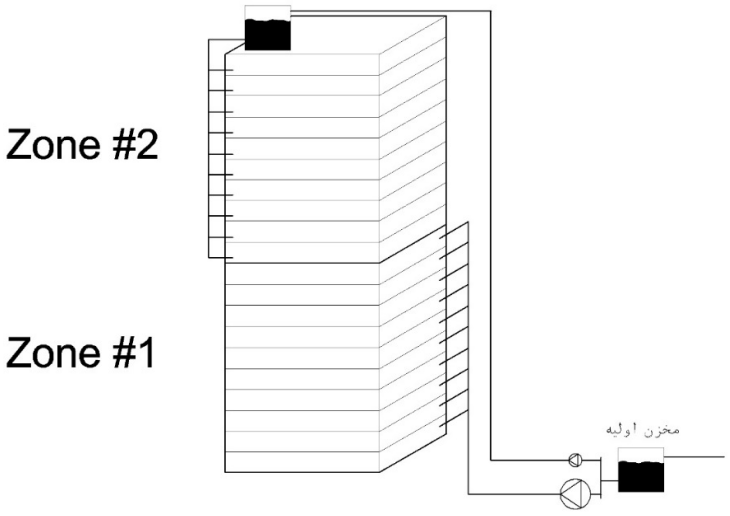
از ۸ تا ۱۲ طبقه را نیز یک منطقه در نظر بگیریم با این تفاوت که برای طبقات پایینی (معمولا چهار طبقه اول) می بایستی از فشار شکن استفاده نمود تا فشار آب در محدوده مجاز باقی بماند.

و برای ساختمان های بیش از ۱۲ طبقه راهکارهای زیر پیشنهاد می شود:

۱- استفاده از پمپ با هد بالا و درنظر گرفتن فشار شکن برای طبقات پایین

۲- استفاده از پمپ دور متغییر، که باعث می شود منطقه ها بزرگتر شده و سپس منطقه بندی ساختمان و در نظر گرفتن یک پمپ برای هر منطقه.

مثلاً برای یک ساختمان ۲۰ طبقه: ساختمان را به منطقه های ده طبقه ایی تقسیم کرده و سپس یک پمپ دور متغییر با هد بالا برای منطقه یک در نظر گرفته و برای طبقات پایینی از فشار شکن استفاده می کنیم و برای منطقه دو یک مخزن در بام در نظر می گیریم که با یک پمپ نسبتاً ضعیف پر می شود و این منطقه تغذیه از بالا بوده مزیت این روش این است که دیگری نیازی نیست در طبقه ۱۱ پمپ، مخزن و ... قرار گیرد.



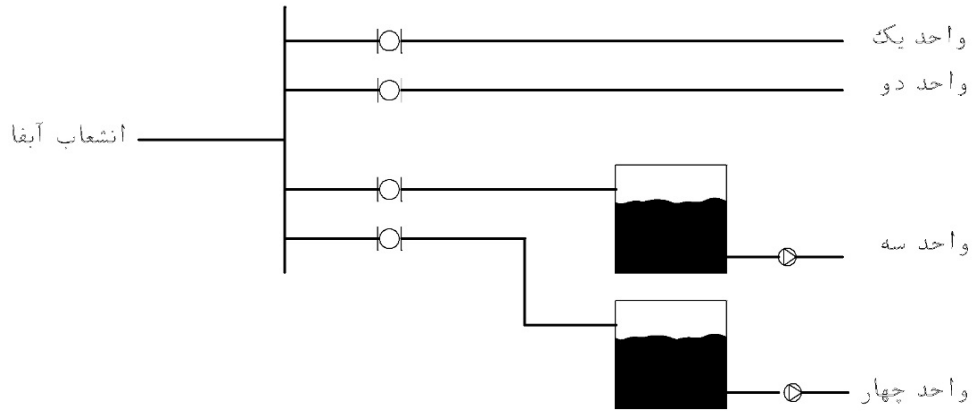
شکل۷-ساختمان ۲۰ طبقه

در پروژه هایی که بیش از ۱۲ طبقه باشند، این روش پیشنهاد می شود. البته نباید فراموش کرد که هد ناشی از ارتفاع ساختمان جهت آتش نشانی کاربردی نداشته و لازم است بوستر پمپ آتش نشانی نیز جداگانه نصب شود.

ویژگی های آبرسانی به روش Up Fit:

۱- یکنواختی فشار آب
۲- بزرگ شدن فضای پارکینگ
۳- به لحاظ معماری باید تمهیداتی در نظر گرفت
۴- ملاحظاتی جهت جلوگیری از یخ زدن آب داخل مخزن
۵- از دست رفتن کیفیت آب خصوصاً در مناطق گرم و استوایی
۶- کوچک شدن پمپ (که هر چه GMP آب بالاتر برود این موضوع با اهمیت تر می شود.)

اصولا نصب هرگونه تجهیزات قبل از کنتور آبفا ممنوع بوده و این یعنی نمی توان قبل از کنتور پمپ قرار دهیم. در صورتی که نیاز باشد برای هر واحد یک کنتور در نظر گرفته شود ابتدا باید یک کلکتور در نظر گرفت و بعد از کلکتور ابتدا کنتور و سپس در صورت نیاز پمپ را قرار داد.



شکل۸-نحو قرار گیری کنتور در کلکتور

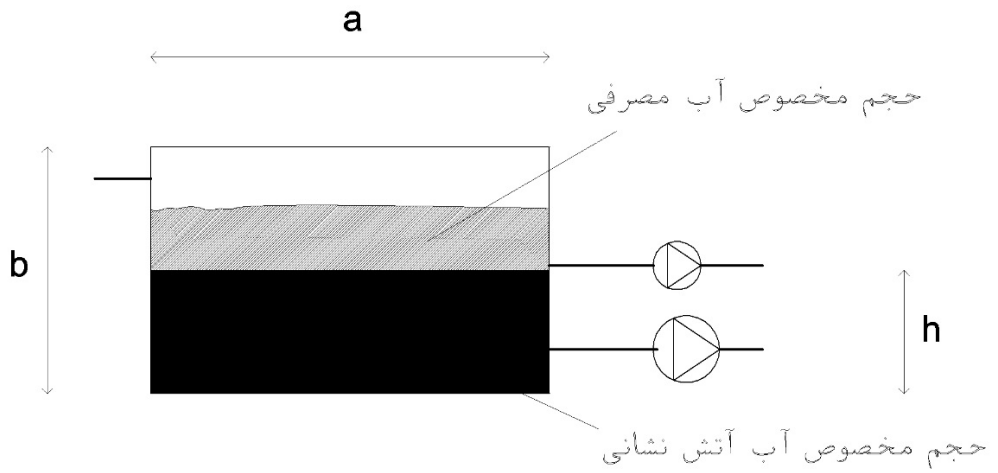
البته در عمل ابتدای انشعاب آب شهری، یک کنتور کلی برای کل ساختمان نصب شود و سپس برای هر واحد یک Flow meter در نظر گرفت تا به این شکل بتوان میزان مصرف هر واحد را تعیین نمود.

مخزن ذخیره آب:

در ساختمان های مسکونی بیش از چهار طبقه یا بیش از ده واحد باید مخزن ذخیره آب با گنجایش دست کم ۱۲ ساعت مصرف، بر اساس ۱۵۰ لیتر برای هر نفر در شبانه روز (یعنی ۷۵ لیتر برای هر نفر به ازای ۱۲ ساعت) پیش بینی کرد، اصولاً هرچه مخزن کوچکتر باشد بهتر است چراکه:

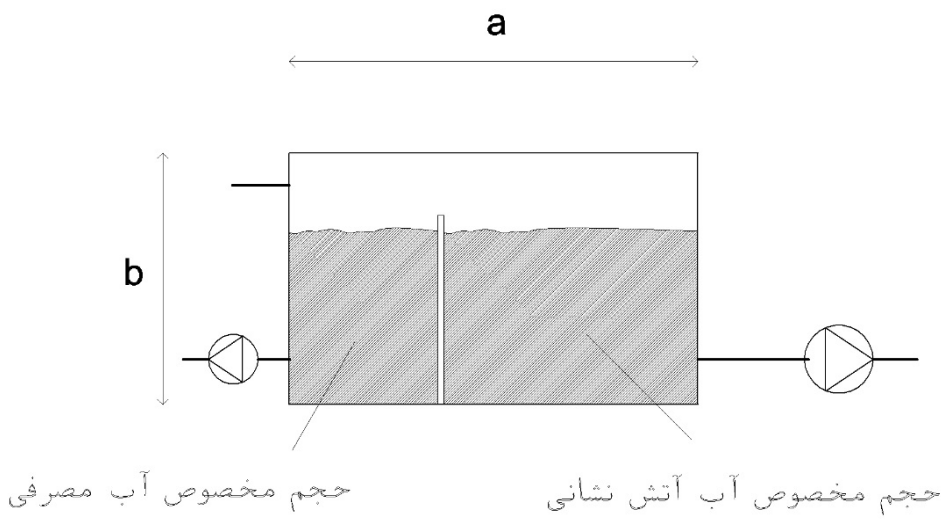
۱- فضای کمتری را اشغال می کند.
۲- طعم آب در مخازن بزرگ به دلیل ساکن بودن به مدت طولانی تغییر می کند.
۳- اصولاً آب خیلی قطع نمی شود، پس لزومی به ذخیره حجم زیاد آب وجود ندارد.

در شکل زیر مخزنی دیده می شود که به طور همزمان جهت ذخیره آب بهداشتی و آب آتش نشانی استفاده می شود. با توجه به اینکه آب آتش نشانی باید همواره در دسترس باشد، شیر خروجی آب بهداشتی در ارتفاع h قرار گرفته تا همواره قسمت پایینی مخزن که برای آتش نشانی در نظر گرفته شده، آب داشته باشد.



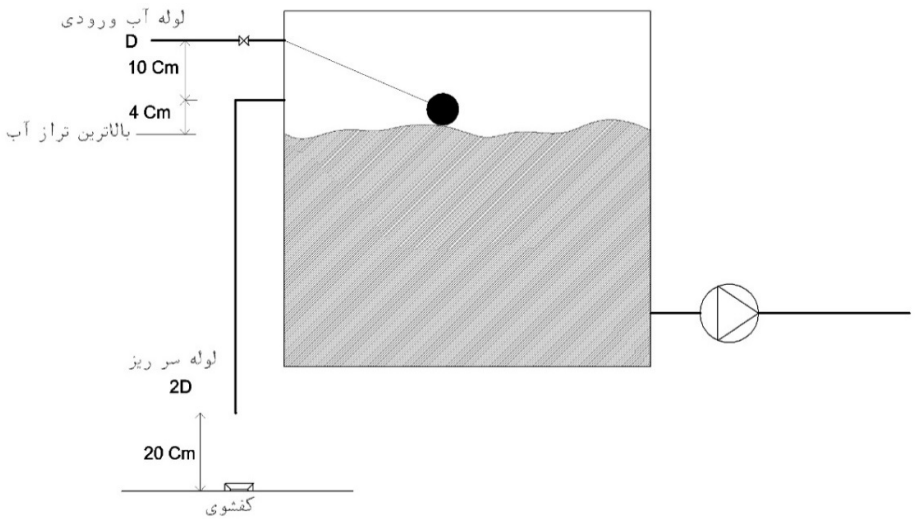
شکل ۹- مخزن آب آتش نشانی و آب بهداشتی به یکجا

بهتراست مخزن آب بهداشتی و آب آتش نشانی از هم مجزا باشند، در شکل زیر مخزن به دو قسمت مجزا تقسیم شده و آب بهداشتی کاملاً از آب آتش نشانی مجزا می باشد. که ضمن حفظ ابعاد مخزن (عدم افزایش ابعاد نسبت به حالت قبل) حجم کمتری از آب بهداشتی مسکوت می مانند.



شکل۱۰- مخزن آب آتش نشانی و آب بهداشتی به صورت مجزا

اتصالات ورودی و خروجی مخزن می بایستی با رعایت مقادیر مندرج در شکل ذیل صورت گیرد تا از هرگونه اتلاف آب، برگشت جریان و ... جلوگیری شود.



شکل۱۱- جزئیات یک مخزن آب

رعایت نکات ذیل نیز الزامی می باشد

- اگر مخزن فلزی ذخیره آب روی بام نصب شود باید برای جلوگیری از یخ زدن یا گرم شدن آن را با عایق گرمایی پوشاند. عایق سقف این مخازن و دریچه آدم رو آن باید قابل برداشتن باشد تا بازرسی امکان پذیر گردد.
- مخزن ذخیره آب باید دریچه آدم رو داشته باشد تا بازرسی و تعمیر داخلی آن امکان پذیر باشد.
- روی لوله ورودی آب به مخزن باید شیر قطع و وصل نصب شود. اگر حجم مخزن بیش از ۱۰۰۰ لیتر باشد، دهانه خروجی و ورودی آب باید در دو قسمت مخزن و در مقابل هم قرار گیرند تا از راکد ماندن آب جلوگیری شود.

محاسبه حجم مخزن ذخیره آب شرب:

تعداد افراد هر واحد × تعداد واحد ها × ۷۵ لیتر = حجم مخزن ذخیره آب بهداشتی

حجم مخزن ساختمان مثال قبل:

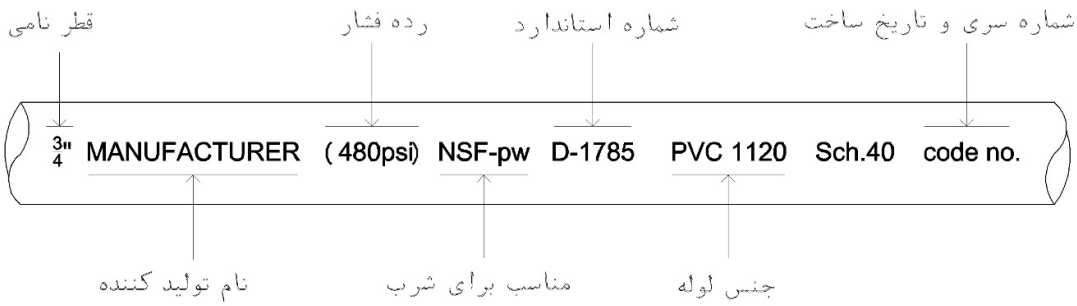
تعداد افراد هر واحد را سه نفر فرض میکنیم تا حجم مخزن ذخیره آب عددی معقول و کوچک به دست آید.

$$۷۵\text{Lit} \times ۲۴ \times ۳ = ۵۴۰۰ \approx ۵۰۰۰\ \text{Lit}$$

لذا برای ساختمان فوق یک مخزن با گنجایش ۵۰۰۰ لیتر در نظر گرفته می شود.

لوله و اتصالات آبرسانی

روی هر لوله، هر قطعه از فیتینگ های لوله کشی و هریک از لوازم بهداشتی باید نام یا مارک سازنده، به طور برجسته، با مهر پاک نشدنی نقش شده باشد.



شکل۱۲- نمونه ایی از نحوه ثبت مشخصات بر روی لوله

برای لوله های رایزر اصلی آبرسانی فقط گالوانیزه پیشنهاد می شود که دارای استحکام مناسبی نیز می باشند و قیمت این نوع لوله ها در قطر های بالا از لوله های PP و PEX نیز کمتر می باشد و در انشعابات فرعی با توجه به قطر پایین لول ها و عدم نیاز به استحکام مکانیکی قابل توجه پیشنهاد می شود از لوله های PP و یا PEX استفاده شود.

در رایزرها تا ارتفاع ۴۰ متر از لوله های گالوانیزه معمولی می توان استفاده کرد و برای ارتفاع بیش از ۴۰ متر (ساختمان های بلند مرتبه) از لوله های گالوانیزه کوتینگ (دیب گالوانیز) استفاده می شود.

برای انشعابات با توجه به دمای پایین (کمتر از ۶۰ درجه سانتیگراد) استفاده از لوله تک لایه PEX کفایت می کند و نیازی به استفاده از لوله های سه یا پنج لایه Pex AL Pex نمی باشد. که با این عمل می توان در جهت کاهش هزینه حرکت کرد.

نوع اتصالات تا قطر ۲ اینچ اتصالات دنده‌ایی می باشند. از ۲ اینچ تا ۴ اینچ می تواند دنده‌ای یا فلنجی باشد. و برای لوله باقطر بیش از ۴ اینچ حتما باید اتصالات از نوع فلنجی باشد.

لوله های مسی

در گذشته که لوله ها آبرسانی از جنس سرب بودند و مرگ و میر انسانها ناشی از سرب بسیار بالا بود. پس از مشخص شدن این موضوع که استفاده از سرب جهت لوله های آبرسانی عامل مرگ و میر انسان ها می باشد از مس به عنوان جایگزین سرب استفاده شد. البته لازم به ذکر است در مدتی که از لوله های مسی در آبرسانی استفاده شده بود در ایران لوله کشی آب شهری وجود نداشت. بسیاری از استانداردهای لوله کشی مسی که در آن در مورد اتصالات لحیمی هم مواردی مطرح گردیده مربوط به زمان همان لوله کشی ها می باشد.

برای اتصالات مسی لوله کشی دونوع استاندارد وجود دارد.

۱- **اتصالات لوله کشی فشار پایین**: آبرسانی، این نوع لحیم کاری ازنوع نرم می باشد.

۲- **اتصالات لوله کشی فشار بالا**: در سیستم های تهویه مطبوع، این نوع لحیم کاری مربوط به اتصالات کویلهای آب سرد در هوا رسانها می باشد. به عنوان نمونه فشار خروجی کمپرسور بعضاً تا ۴۵۰ psi می باشد. که در حدود ۳۰ atm می باشد که فشار تست نیز حداقل ۴۵ atm می باشد.

در سیستم هایی تبرید و تهویه مطبوع که از گاز مبرد استفاده می شود، مخصوصاً در discharge کمپرسورهای اسکرال با فشار بالا سروکارداریم و نوع لحیم کاری سخت است. کثرت استفاده از این نوع لحیم کاری امروز هم بسیار زیاد است به عنوان مثال در سیستم های VRF(کولرهای گازی یکپارچه) که همانطور می دانید لوله های آنها شمش (مسی) می باشد.

بخش سوم

سیستم فاضلاب، هواکش و آب باران

هر آبی که از شیر خارج شود به آن فاضلاب می گویند. هر آبی که از آب لوله کشی خارج شود قابلیت برگشت به داخل سیستم لوله کشی را نداشته. حتی اگر آب وارد یک مخزن تمیز شود نباید آن آب را به لوله کشی آب مصرفی برگردانیم. لذا سیستم آبرسانی کاملا یکطرفه می باشد.

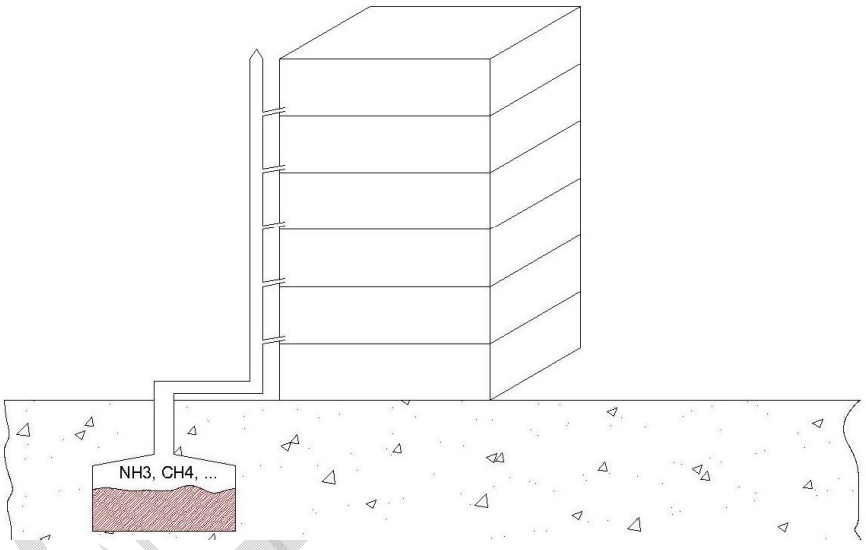
به جهت حفظ کیفیت آب بهداشتی ساختمان، مسیر فاضلاب به طور کامل از مسیر آبرسانی حفاظت شود. یعنی به هیچ عنوان نباید لوله کشی آبرسانی به لوله کشی فاضلاب به طور مستقیم متصل شود. به عنوان مثال لوله تخیله ماشین لباس شویی نمیتواند مستقیم به سیستم فاضلاب متصل شود، در این حالت باید لوله تخلیه به علم (که یک اتصال غیر مستقیم است) تخیله شود زیرا در غیر این صورت احتمال پس زدن فاضلاب به ماشین لباس شویی و آب شهری وجود دارد.

لوله های فاضلاب برخلاف سیستم آبرسانی ، گرمایشی و سرمایشی سرتا سر پر از آب نبوده و سیال به شکل ناپیوسته در داخل این لوله ها جریان دارد. هچنین فاضلاب غیر هموژن بوده و ممکن است همراه با فاضلاب جامد نیز باشد به همین دلیل تخلیه فاضلاب همراه با ضربه به مسیر لوله کشی است. فاضلاب می تواند توأم با رسوب گرفتگی نیز باشد.

هنگامی که فاضلاب از بالا به سمت پایین در حرکت است پس زدن گاز فاضلابی وجود ندارد، ولی هنگامی که فاضلابی در لوله ها وجود نداشته باشد به دلیل اینکه این گازها اولاً از هوا سبکترند و دوماً به دلیل فعل و

انفعالات شیمیایی گرم هستند به سمت بالا و چشمه های فاضلابی حرکت کرده و در صورت عدم وجود مانع در محیط پخش خواهند شد. در لوله های فاضلاب گازبند کردن (جلوگیری از پس زدن گازهای نامطبوع) و همچنین امکان تخلیه آن اهمیت ویژه ای دارد و بایستی تهمیداتی در این راستا در نظر گرفته شود.

زمانی که فاضلاب وارد مخزن و یا چاه می شود فعل و انفعالات شیمیایی رخ می دهند که در نتیجه گازهای NH_3, CH_4 در آن تولید می شود . NH_3 ناشی از ترکیبات پروتئینی است که انسان استفاده می کند و بوی بد فاضلاب ناشی از این گاز می باشد. CH_4 گاز متان بوده که بی بو ولی قابلیت انفجاری بالایی دارد. ضمناً بخارات هم وجود دارد. این بخارات به لحاظ آلودگی خطرناک هستند و آلودگی های میکروبی دارند. در شکل زیر به صورت شماتیک سیستم فاضلابی یک ساختمان نمایش داده شده است.



شکل۱۳- نمای شماتیک از سیستم فاضلابی یک ساختمان به همراه چاه جذبی

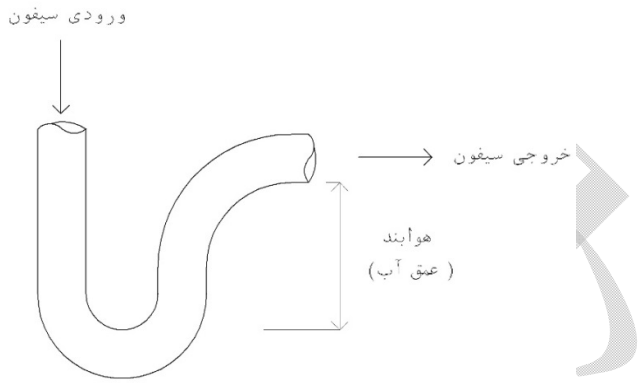
البته برای تخلیه گازهای فاضلابی از سیستم هواکش (Vent) استفاده می شود که در ادامه به تفصیل بیان خواهد شد.

سیفون

در لوله های فاضلاب آب بند و گازبند کردن (جلوگیر از گازهای نامطبوع) اهمیت ویژه ای داشته و بایستی از ورود گازهای فاضلابی به محیط جلوگیری نمود. سیفون وسیله ای است که فاضلاب را به صورت موقت گازبندی می کند.

هر وسیله ایی که فاضلاب تولید می کند باید سیفون داشته باشد و هر سیفون نیز بایستی ونت داشته باشد. البته برخی از وسایل بهداشتی همچون توالت فرنگی، سیفون جزیی از خود وسیله می باشد و نباید سیفون دیگری برای اینگونه وسایل در نظر گرفت.

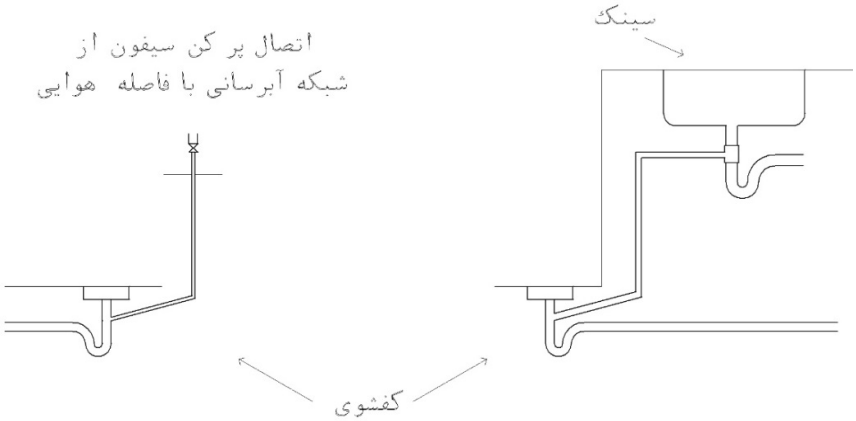
عمق هوابند در سیفون رابطه عکس با قطر دارد چرا که هر چه قطر بزرگتر باشد حجم آب در سیفون بیشتر خواهد بود و تبخیر آب اثر کمتری بر عمق هوا بند خواهد داشت و لذا عمق هوابند کمتری نیاز است.



شکل۱۴-سیفون

چنانچه به دلیل شرایط کاربردی سیفون، ریزش آب به داخل آن مقطعی باشد و آب هوابند پس از تبخیر، قابل جایگزینی نباشد(مانند کفشوی داخل آشپزخانه خانگی با شستوشوی مقطعی کف)، بایستی با پیش بینی های ویژه این گونه سیفون ها را پر از آب نگه داشت. روش های متداول عبارتند از:

۱- پر کردن سیفون از شبکه آبرسانی ساختمان با پیش بینی لازم برای جلوگیری از آلودگی
۲- استفاده از فاضلاب خروجی سایر لوازم بهداشتی (معمولا سینک)



شکل۱۵-حفاظت از آب هوابند در کفشوهایی که آب هوابند آن ها در معرض تبخیر می باشند

در موارد زیر می بایستی قطر سیفون ۶ اینچ درنظر گرفته شود و سپس با استفاده از تبدیل به خط ۴ اینچ فاضلاب متصل شود

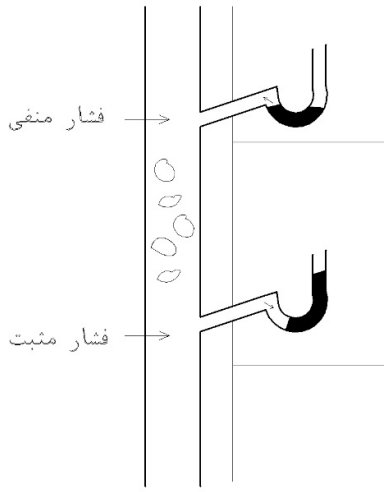
- توالت بانوان
- توالت عمومی
- توالت اهل تسنن

با توجه به اینکه قطر سیفون توالت فرنگی ۳ اینچ می باشد، لازم است در خروجی توالت فرنگی از یک تبدیل ۳ به ۴ اینچ استفاده شود و با استفاده از لوله ۴ اینچ فاضلاب به رایزر قائم منتقل شود.

مکش سیفونی:

در دو شرایطی که در ادامه بیان خواهد شد، مکش سیفونی رخ خواهد داد که با توجه به پیامد های منفی این اتفاق، تلاش می شود با استفاده از وسایل مختلف، از رخ دادن این اتفاق جلوگیری شود.

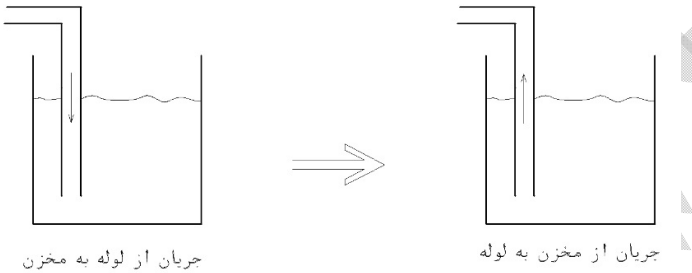
هرگاه مواد جامد موجود در فاضلاب در هنگام سقوط در لوله قائم اصلی در پشت خود فشار منفی به وجود آورد و یا در جلوی خود فشار مثبت ایجاد کند، باعث مکش آب سیفون در ناحیه فشار منفی و پس زدن این آب در محل فشار مثبت می شود که می تواند باعث تخلیه آب موجود در سیفون و در نتیجه از بین بردن عملکرد سیفون شود.



شکل۱۶- مکش سیفونی در لوله قائم فاضلاب

با استفاده از سیستم ونت می توان تعادل فشار را در نقاط مختلف لوله فاضلاب حفظ نمود و از وقوع این اتفاق جلوگیری نمود. در شکل های زیر نمای شماتیک و واقعی این موضوع به نمایش در آمده است.

همچنین هرگاه نازل لوله ایی که جهت تغذیه مخزنی، مانند استخر و... در داخل آب قرار داشته باشد به محض قطع شدن جریان آب لوله، در داخل لوله فشار منفی به وجود می آید که باعث خواهد شد آب از داخل مخزن به داخل لوله جریان یابد. با توجه به اینکه هرآبی که از لوله خارج شود غیر بهداشتی بوده و جز فاضلاب محسوب می شود، تاش می شود تا با ایجاد فاصله هوایی مناسب از این اتفاق جلوگیری نمود. در شکل های زیر نحو رخ دادن و جلوگیری از رخ دادن این مکش نمایش داده شده است.



شکل۱۷- مکش سیفونی در لوله پر کن مخازن

انواع فاضلاب:

انواع فاضلاب ساختمان یرا نی توان به دو دسته کلی به شرح ذیل تقسیم بندی نمود:

۱- **فاضلاب سبک (خاکستری):** این نوع فاضلاب که قابلیت تصفیه آن توسط اشخاص حقیقی نیز وجود دارد را فاضلاب خاکستری می نامند که البته پس از تصفیه صرفا برای آبیاری، فلاش تانک و ... مطلوب بوده و استفاده از آب برای آشامیدن، شستشو و ... ممنوع می باشد. آب درین فن کوئل ها نیز جز این دسته محسوب می شوند.

۲- **فاضلاب سنگین (سیاه):** خروجی توالت و پیسوار جز فاضلاب سنگین محسوب شده و تصفیه این نوع فاضلاب صرفا توسط شرکت های دولتی (آبفا) امکان پذیر می باشد.

تخلیه فاضلاب

برای تخلیه فاضلاب در ساختمانها در حالت کلی سه حالت ذیل ممکن است رخ دهد:

۱. سیستم فاقد اگوی شهری بوده و در آینده نیز این سیستم دایر نخواهد شد.

در چنین شرایطی می بایستی از چاه جذبی دائمی جهت تخلیه فاضلاب و همچنین آب باران استفاده کرد.

۲. سیستم فاقد اگوی شهری بوده، ولی در آینده این سیستم دایر خواهد شد.

در چنین حالتی می بایستی سیستم لوله کشی فاضلاب را به چاه جذبی متصل شود اما پیش بینی لازم نیز باید در نظر گرفته شود تا در زمان وصل شدن اگو شهری بتوان بدون تخریب، چاه جذبی را از مدار خارج و سیستم فاضلاب را به اگو وصل نمود.

در کشور ایران حتی در صورت وجود اگوی شهری نیز، باید حداقل یک چاه جهت دفع آب باران فراهم شود.

در هیچ نقطه ایی از ساختمان نباید آب باران و فاضلاب به یکدیگر متصل شوند مگر در دهانه چاه و یا اگوی شهری و آن هم در صورتی که مجوز های مورد نیاز اخذ شده باشند، چراکه تخلیه آب باران به اگوی شهری ممنوع است.

۳. **سیستم دارای اگوی شهری بوده، و خواهد داشت.**

در چنین حالتی از ابتدا فاضلاب به اگوی شهری تخلیه خواهد شد و آب باران نیز به چاه جذبی تخلیه می گردد.

چرا تخلیه آب باران به اگوی شهری ممنوع است؟

أ- سطح آبهای زیرزمینی در ایران پایین است و لذا مشکل بالا آمدن سطح آب های زیرزمینی وجود ندارد.

ب- تعداد روزهای بارانی در ایران کم می باشد، بنابراین اگر قرار باشد آب باران در داخل اگو تخلیه شود، به دلیل چند روز بارندگی می بایستی سیستم اگوی شهری را بزرگتر طراحی نمود که باعث اتلاف هزینه ها می شود.

ج- شهرها حفاظ رطوبتی هستند، آسفالت کف خیابان ها، ایزوگام بام ها ساختمان ها و... باعث می شوند باران به داخل زمین نتواند نفوذ یابد. از طرفی به دلیل حفر چاه های متعدد جهت تامین آب شرب و کشاورزی، آب سفرهای زیر زمینی تخلیه شده، که در نتیجه باعث می شود لایه های زیرین زمین سست شود. لذا برای تقویت سفره های زیر زمینی مناسب است آب باران به چاه تخلیه شود.

د- ایجاد اختلال در فرآیند تصفیه فاضلاب شهری

فرآیند تصفیه فاضلاب

یکی از روش های متداول تصفیه فاضلاب، روش لجن فعال می باشد. این روش بر پایه رشد میکرو ارگانیزمها بوده و شبیه به فرآیند عمل آوری ماست می باشد. این روش شامل مراحل مختلفی می باشد که در ادامه به شرح هر یک پرداخته می شود:

سپتیک (انباره): فاضلاب تولید شده از ساختمان را داخل مخزنی به نام سپتیک می ریزند که مواد جامد فاضلابی نیز هم همراه فاضلاب داخل آن وارد می شود.

در طی ۲۴ تا ۴۸ ساعت مواد جامد شروع به تجزیه شدن می کنند یعنی فاضلاب شامل پسماند انسانی و پسماند مواد غذایی و... تبدیل به شیرآبه می شود. در نتیجه در سپتیک اولین مرحله تصفیه رخ می دهد. در صورتی که فاضلاب به شیرآبه تبدیل نشود، ممکن است مواد جامد خط را مسدود کنند.

البته اگر در ساختمان سپتیک وجود نداشته باشد می بایستس در انتهای هر خیابان سپتیک وجود داشته باشد. ابتدا انباره اول سپتیک پر می شود تا سپس شیرآبه از دیواره حایل دو بخش به انباره دومی ریخته می شود و سپس از آن بخش صرفا شیرآبه به اگوی شهری ریخته می شود.

چنگک: سیال به صورت هموژن از طریق فاضلاب شهری وارد بخش چنگک می شود. چنگک وارد فاضلاب شده تا هر گونه مواد اضافی از جمله پلاستیک و ... را جمع آوری کند ضمن اینکه مگنتی نیز هم برای جمع آوری آهن آلات دارد.

اکسیژن زنی: بعد از چنگک فاضلاب وارد مرحله اکسیژن دهی می شود. باکتری ها موجود در فاضلاب برای رشد در کنار مواد موجود در فاضلاب به هوا نیز احتیاج دارند لذا در مخزن اکسیژن زنی فاضلاب، به شدت تحت هوا دهی قرار میگیرد. میکرو ارگانیسم های موجود در فاضلاب از مواد موجود در فاضلاب تغذیه می کنند.و این مواد را به به مواد ریزتر تبدیل می کنند. در این مرحله فاضلاب به حالت دو فازی تبدیل می شود که مایع آن خارج شده و پسماندها در مخزن باقی می مانند.

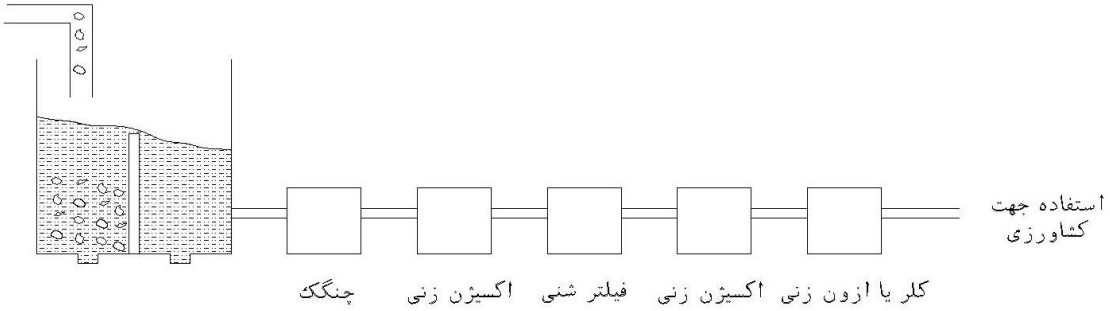
فیلتر شنی: مایع خارج شده از مخزن اکسیژن زنی وارد فیلترشنی شده تا شفاف شود. (فیلتر شنی مایع را صاف می کند.)

اکسیژن زنی ثانویه: در مرحله بعد دوباره وارد مرحله اکسیژن زنی می شود تا اگر مواد باقیمانده ای همچنان وجود دارد، دوباره تجزیه شده و صرفا مایع یک دست از آن خارج شود.

کلر زنی: سپس مایع فاضلابی وارد مرحله کلرزنی یا اوزن زنی می شود تا در نهایت فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری قابل استفاده شود.

البته فرآیندهای دیگری نیز ممکن است در این میان وجود داشته باشد.

این گونه سیستم ها برای دبی و نسبت مشخصی از نوع فاضلاب طراحی شده اند. پس اگر آب باران را به این سیستم تخلیه شود، با برهم خوردن ترکیب فاضلاب، فرایند تصفیه می تواند دچار اختلال شود. در زیر شکل شماتیکی از مراحل مختلف تصفیه فاضلاب نمایش داده شده است



شکل۱۸- نمای شماتیک از مراحل مختلف تصفیه فاضلاب شهری

مشخصات چاه فاضلابی

چاه فاضلابی که محلی برای تخلیه فاضلاب ساختمان و آب باران می باشد و شامل قسمت های میله و انباره می باشد. این چاه در محل ملک ساختمان حفر شده و محل آن توسط مهندس عمران پروژه تعیین می شود.

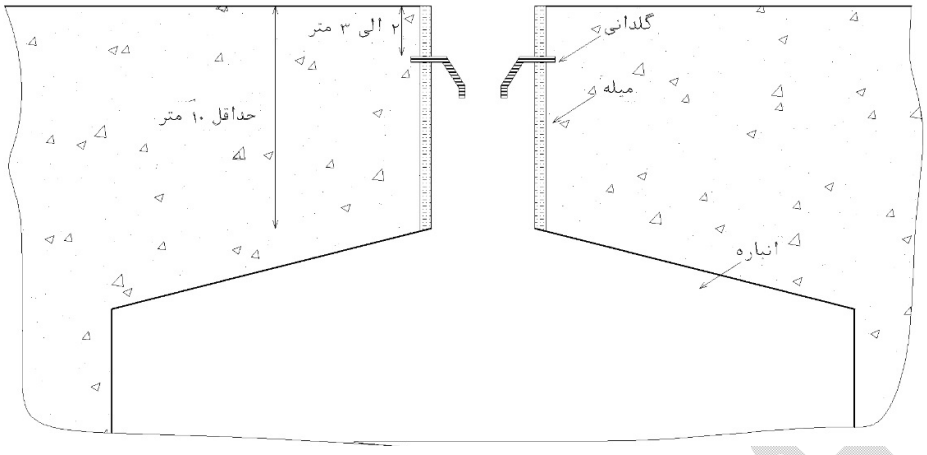
میله: وظیفه انتقال فاظلاب را داشته و حداقل طول آن ۱۰ متر بوده و در صورتی که خاک نرم و سست باشد، حداقل طول میله می بایستی ۱۵ متر باشد. عرض میله نیز باید حداقل ۶۰ سانتی متر باشد و عموما این قطر ۸۰ سانتی متر می باشد.

اگر خاک منطقه نرم باشد اطراف میله باید کبل گذاری شود، یعنی با استفاده از بلوک های بتونی میله ایی شکل و سیمان اطراف آن را تقویت شود و در صورتی که خاک نرم نباشد صرفا ۳ متر بالایی میله نیاز به کبل گذاری دارد.

انباره: انباره وظیفه جذب فاضلاب را دارد و اندازه آن بر اساس میزان فاضلاب تولد شده و مکانیک خاک منطقه تعیین می شود. و می توان برای محاسبات سرانگشتی به ازای هر واحد مسکونی ۳ متر مکعب انباره در نظر گرفت.

گلدانی: وسیله ایی است که به منظور جلوگیری از یرخورد فاضلاب با دیواره میله در نظر گرفته می شود.

در شکل زیر یک چاه فاضلابی به همراه گلدانی نشان داده شده است.



شکل۱۹- نمای شماتیک ازیک چاه جذبی فاضلاب

آیا می بایستی چاه فاضلاب و چاه آب باران از یکدیگر مجزا باشند؟

خیر الزامی در این خصوص وجود ندارد و می توان

تراز تولید فاضلاب در ساختمان و اگوی شهری

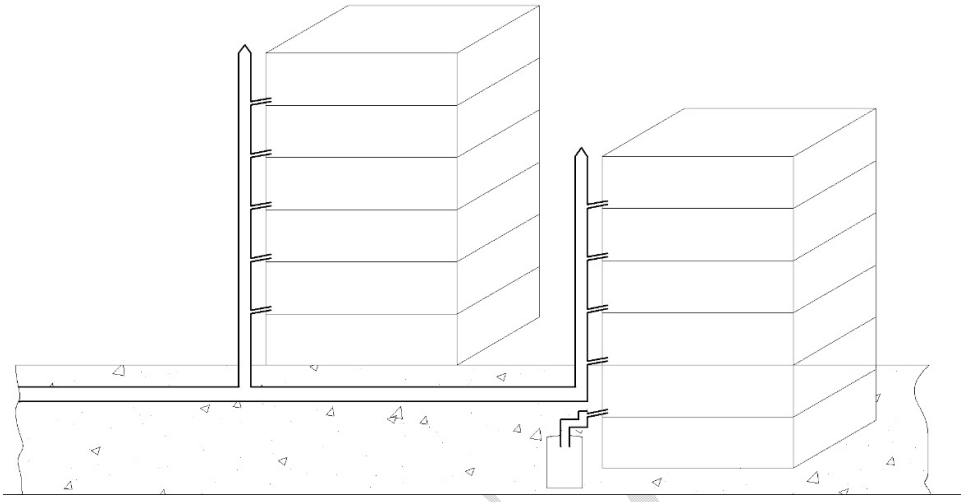
عمق لوله های اگوی شهری معمولا حد فاصل ۱ متر الی ۱,۴ متر پایین تر از سطح زمین قرار میگیرند. در صورتی که فاضلاب به اگوی شهری سوار باشد. فاضلاب به شکل ثقلی و مستقیم وارد اگوی شهری می شود و بایستی قبل از اتصال به اگوی شهری یک دریچه بازدید نیز در نظر گرفت.

اما در صورتی که چشمه فاضلابی در ساختمان وجود داشته باشد که از تراز اگوی شهری پایین تر (مثلا روشویی و سرویس بهداشتی پارکینگ و زیرزمین ها) باشد، بایستی میله (بدون انباره) برای چشمه های فاضلابی پایین تر از تراز اگوی شهری حفر شود.

و محل هایی که سطح آب بالا باشد، بایستی ابتدا یک چاهک و حوضچه فاضلابی(غالبا پی اتیلن) ایجاد نمود و داخل آن پمپ کف کش فاضلابی به صورت غرق آبی قرار داد که توسط یک شناور کنترل شود تا در مواقعی که چاهک پر شد فاضلاب به وسیله پمپ به تراز اگوی شهری منتقل شود.

فاضلاب خروجی این پمپ به اگوی شهری تحت فشار بوده و باید این مسیر به وسیله لوله های پلی اتیلن PN۶ و PN۱۰ اجرا شود و لذا استفاده از لوله های پلی پروپیلن (پوش فیت) در این مسیر مجاز نمی باشد.

همچنین لازم به ذکر است که این چاه نیز بایستی ونت جداگانه ایی داشته باشد.



شکل۲۰- نمای شماتیک ازیک حوضچه فاضلابی کنار سیستم اگوی شهری

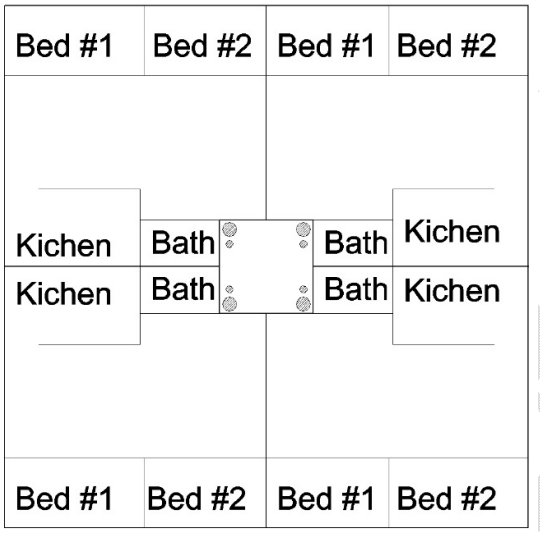
شیب لوله کشی فاضلاب

با توجه به اینکه سیستم فاضلاب ساختمان به صورت ثقلی عمل می کند، تمامی مسیر ها بایستی دارای شیب به سمت چاه فاضلاب یا اگوی شهری باشند که باید این میزان شیب در نقشه مشخص باشد. شیب خطوط فاضلاب حداکثر می تواند ۴ درصد باشد. میزان شیب مجاز وابسته به محل قرار گیری، طول و قطر لوله فاضلاب می باشد، که جهت تعیین حد مجاز شیب می توان به جداول پ ۳-۳-۱ و پ ۳-۳-۲ مبحث شانزدهم مقرارت ملی ساختمان مراجعه نمود. البته در عمل شیبی مابین ۱ تا ۲ درصد در نظر گرفته می شود.

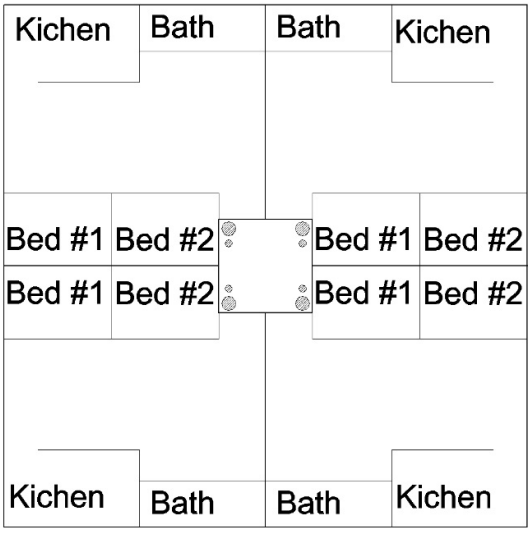
شیب لوله های افقی فاضلاب باید به اندازه ای باشد که سرعت جریان فاضلاب در داخل لوله حداقل برابر ۰,۷ متر بر ثانیه (۲,۳ فوت بر ثانیه) باشد، تا شستشوی خود به خود لوله ها تامین شود و هیچ رسوبی در لوله باقی نماند. با توجه به اینکه در صورتی که شیب از حد مجاز بیشتر شود، ممکن است به دلیل سرعت

بالای فاضلاب فاز مایع فاضلاب تخلیه و فاز جامد جا بماند لازم است هر چه قطر بیشتر می شود شیب کمتر شود.

با توجه به شیب بندی مورد نیاز لوله های فاضلابی و همچنین قطر بالای این لوله ها همواره باید تلاش کرد به کمک معماران پروژه ها، محل هایی مثل آشپزخانه، توالت ، حمام و... که نیاز به تخلیه فاضلاب دارند را به رایزر فاضلاب نزدیک کرد. در شکل ها ۱۸ و ۱۹ طراحی مناسب و نامناسب معماری نشان داده شده است.



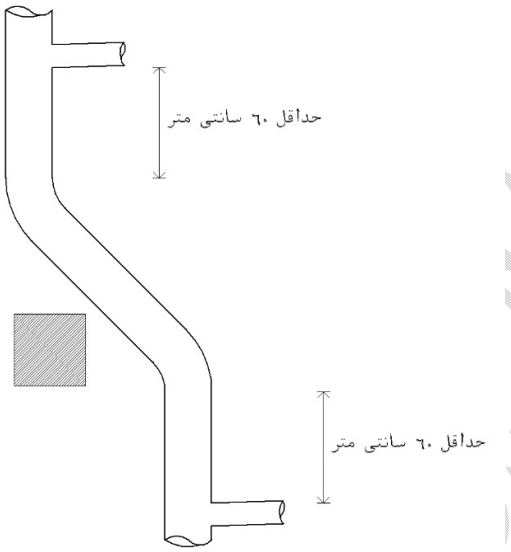
شکل۲۱-طراحی مناسب معماری- قرار گیری آشپزخانه و سرویس بهداشتی نزدیک به رایزر



شکل۲۲-طراحی نا مناسب معماری- قرار گیری آشپزخانه و سرویس بهداشتی دور از رایزر

دوخم

در مواقعی که در مسیر لوله قائم فاضلاب مانعی (مثلا تیر افقی) وجود دارد، از دو خم استفاده می شود. در شکل زیر یک دوخم نشان داده شده است که با استفاده از زانویی های ۴۵ درجه مسیر لوله های قائم فاضلاب تغییر کرده است.



شکل۲۳-دو خم در لوله قائم فاضلاب

همواره تا جایی که امکان دارد نباید از دوخم استفاده کرد. و اصولا استفاده از بیش از یک ، دوخم در رایزرها پیشنهاد نمی‌شود.

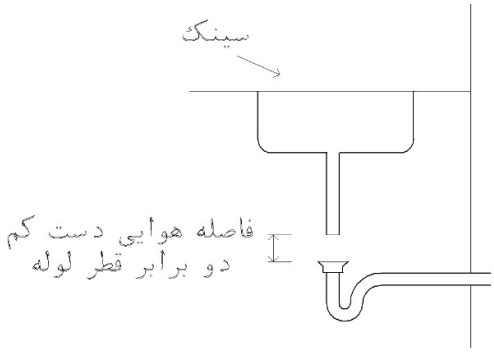
استفاده از دو خم جهت کاهش سرعت فاضلاب، تصور غلط می باشد چرا که بعد از ۵-۶ طبقه فاضلاب به سرعت حد رسید و پس از آن سرعتش ثابت باقی خواهد ماند و اساساً نیازی به کاهش سرعت وجود ندارد.

استفاده از اتصالات ۹۰ درجه در مسیر لوله کشی فاضلاب پیشنهاهد نمی شود، خصوصاً خطوطی که جامد بر هستند. به جای اتصالات ۹۰ درجه بهتر است دو اتصال ۴۵ درجه استفاده شود.

منظور از Clean Out دریچه بازدید می باشد. که همچنین به عنوان دریچه برای اجرای تست سیستم نیز استفاده می شود. برای این دریچه ها در نقاط مختلف سیستم محل هایی در نظر گرفته می شود از جمله در پایین نقطه لوله قائم فاضلاب که حتما می بایستی دریچه بازدید داشته باشد.

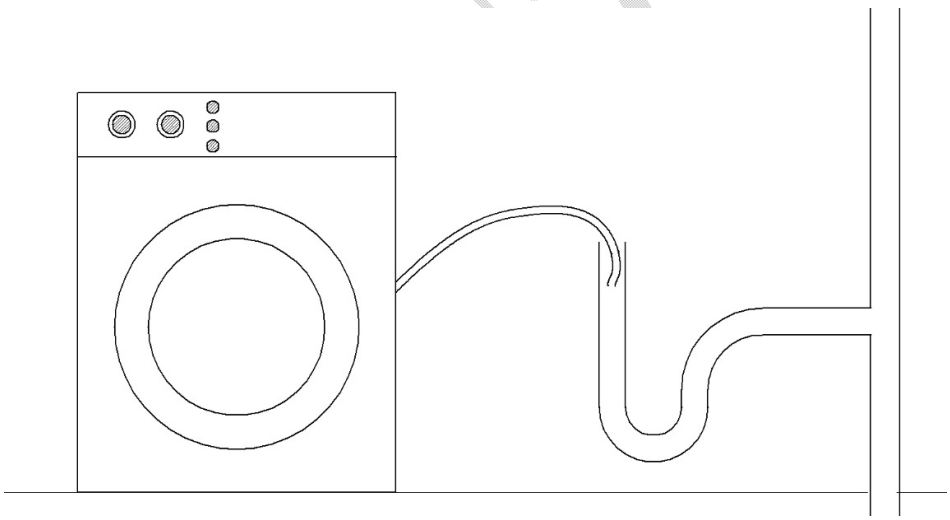
اتصال غیر مستقیم فاضلاب

در صورتی که دستگاهی تمیز و بهداشتی (مثل دستگاه های خوراک پزی و ماشین لباس شویی و...) که نیاز به فاضلاب داشته باشد، باید دفع فاضلاب به صورت غیر مستقیم (مانند تخلیه به علم تخلیه و یا کفشوی) باشد.



شکل۲۴-اتصال غیر مستقیم سینک به لوله فاضلاب

علم جز اتصالات غیر مستقیم بوده و هر علم باید یک سیفون مجزا داشته باشد، حتی علم تخلیه ظرفشویی نیز می بایستی سیفون داشته باشد چرا که ظرفشویها بر روی خود سیفونی ندارند و تنها دارای آشغال گیر می باشند.



شکل۲۵-اتصال غیر مستقیم ماشین لباس شویی به لوله فاضلاب

اگر دیواری بین دو واحد مشترک باشد و بخواهیم در آنجا علم فاضلاب اجرا کنیم اجازه نداریم از یک علم مشترک برای دو واحد استفاده کنیم.

در صورتی که بالکنی سقف‌دار باشد و در آن کولری قرار نداشته باشد ، نه نیازی به کفشوی دارد و نه لوله-کشی آب بهداشتی و در صورتی که بالکن بدون سقف باشد و یا درآن کولر آبی قرارداده شده باشد باید برای آن کفشوی ۲ اینچ در نظر گرفت.

لوله های فاضلاب

در ویرایش جدید مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ، لوله ها بر مبنای اینکه دفع یا نصب در طبقات می شوند تقسیم بندی شده‌اند.

B نصب در طبقات (مقاوم در برابر اکسیژن و تا حدودی نور خورشید)

D دفع در خاک (مقاوم در برابر خوردگی خاک)

BD قابلیت نصب در طبقات و دفع در خاک

همچنین در لوله کشی فاضلاب از انواع مختلف لوله های می توان استفاده کرد که هر کدام دارای مزایا و معایبی هستند، در ادامه به معرفی و تشریح هر یک از این لوله ها پرداخته می شود. در هر صورت می بایستی همواره لوله و اتصالات ساخت یک کارخانه باشند.

انواع لوله های فاضلابی
- پی وی سی(PVC)
- چدن
- پلی اتیلن (PE)
- گالوانیزه
- پلی پروپیلن (Push fit)

لوله های PVC:

این لوله ها از پودر سیلیک تولید می شوند و در انواع فشار قوی و نیمه فشار قوی تولید می شوند. ممکن است گفته شود که این لوله ها تا ۶ بار نیز قابل استفاده هستند، ولی با توجه به اینکه اتصالات این لوله ها از نوع چسبی می باشد هرگز تا ۶ بار قابل اعتماد نیستند.

یکی از ایرادات لوله های PVC این است که در هنگام اجرا لازم است اتصالات و سر لوله ها گرم شوند تا داخل یکدیگر قرارگیرند (لوله و اتصلات بدون سوکت می باشند) که این کار باعث تبخیر شدن کلراید موجود در لوله شده و لوله از همان محل خشک شده و در نتیجه تشکیل ترک رخ می دهد.

درخصوص تعداد بست های مورد نیاز حتما باید از اطلاعات شرکت سازنده لوله استفاده کرد.

برخی ویژگی های دیگر لوله های پی وی سی:

- بسیار ارزان بوده و سرعت اجرایی بالایی دارند.
- این لوله ها به شدت در مقابل اشعه UV حساس هستند.
- لوله های PVC سایلنت وجود ندارند و صرفاً تبلیغات است.
- معمولاً بدون سوکت هستند و جهت اتصال دو لوله باید از گرما و چسب استفاده شود.
- ریشه درختان می توانند وارد لوله ها شودند و همچنین موش های خرمایی (خوزستان) می توانند این لوله ها را بجوند.

لوله های چدنی:

این لوله ها جهت فاضلاب به دو روش لب به لب و سه کاسه به یکدیگر متصل می شوند و اصولاً استفاده از چدن به عنوان لوله فاضلاب منسوخ شده است. ولی همچنان استفاده از لوله های چدنی در محل های زیر متداول‌تر است :

- ✓ در برخی از بیمارستان ها
- ✓ در استخرها (به دلیل وجود کلر)
- ✓ درمکانهایی که امکان حریق را داشته باشیم.
- ✓ کفشوی موتورخانه ها (به دلیل وجود گازوئیل، روغن و ...)

برخی ویژگی های دیگر لوله های چدنی:

- این لوله ها گران قیمت هستند.
- این لوله ها جوش پذیر نیستند.
- اتصالات چدنی و پوش فیت در اثر تغییرات ساختمان انعطاف پذیرترند.

- وزن بالایی دارند و نیاز به بست های ویژه ای جهت اتصال به ساختمان دارند.
- مجری، جهت اجرا خیلی کم است و سرب‌ریزی جهت اتصال بسیار سخت است.

لوله های پلی اتیلن (PE):

قوی ترین نوع لوله های فاضلابی، لوله پلی اتیلن هستند و جهت استفاده در آب باران بسیار مناسب می باشند.

برخی ویژگی های دیگر لوله های پلی اتیلن:

- این لوله ها در گریدهای مختلفی تولید می شوند.
- یکی از ایرادهای لوله های پلی اتیلن تغییر طول زیاد آنهاست.
- با توجه به پروسه تولید، مارک لوله ها باید معتبر و شناخته شده باشند.
- به لحاظ تست فشار، لوله‌های پلی اتیلن از لوله‌های پوش فیت قویتر هستند.
- از این لوله ها در فاضلاب صنعتی و محیط های خورنده بیشتر استفاده می شوند.
- به دلیل اتصالات جوشی، لوله باید بتواند در طول مسیرآزادانه انبساط و انقباض داشته باشد.

لوله های گالوانیزه:

با توجه به قیمت بالای این لوله های، استفاده از این لوله ها در سیستم های فاضلابی توجیه اقتصادی ندارند، البته در کنار قیمت بالای ، این لوله ها کیفیت بسیار بالایی نیز دارند.

لوله های پروپیلن:

در ویرایش جدید مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ، لوله‌های پلی پروپیلن (پوش فیت) جز لوله‌های قابل استفاده قرار گرفته‌اند. این لوله ها جز نسل جدیدتر لوله های فاضلابی می باشند که دارای سرعت اجرایی بالایی نیز می باشند. برخلاف لوله‌های پلی اتیلن، لوله‌های پوش فیت دارای تنوع رنگی بالایی می باشند.

استفاده از مایع ظرفشویی، روغن و... جهت روانکاری لوله ها و اتصالات پوش فیت در حین اجرای لوله کشی باعث خرابی ارینگ و سوکت پوش فیت می شود و لازم است از مایع مخصوص این کار به اسم مولیکاد استفاده شود.

برای کاهش هزینه های اجرایی می توان لوله‌های فاضلاب را سه لایه سایلنت اجرا نمود و از لوله های تک لایه جهت مسیر های ونت (لوله ونت تولید صدا نمی کند) استفاد کرد، که این امر باعث کاهش هزینه های اجرایی می شود.

توصیه اول برای پروژه های مسکونی که عامل صوت تأثیر بالایی دارد، استفاده از لوله های پوش فیت سایلنت می باشند و در پروژه های صنعتی، به دلیل اینکه صوت عامل مهمی به شمار نمی آید، پیشنهاد می

لوله های بی صدای فاضلابی

در مقررات ملی ساختمان به صراحت قید شده است که لوله‌های فاضلاب باید آرام و بدون هر گونه صدایی باشد. از همین رو بی صدا بودن لوله‌های فاضلاب مورد تأکید است. صرفاً لوله‌های چدنی و پوش فیت سایلنت، توانایی حذف صدا را دارند و لوله‌های PVC و پلی اتیلن و .... بی‌صدا نیستند.

روش های بی صدا کردن لوله‌های پوش فیت

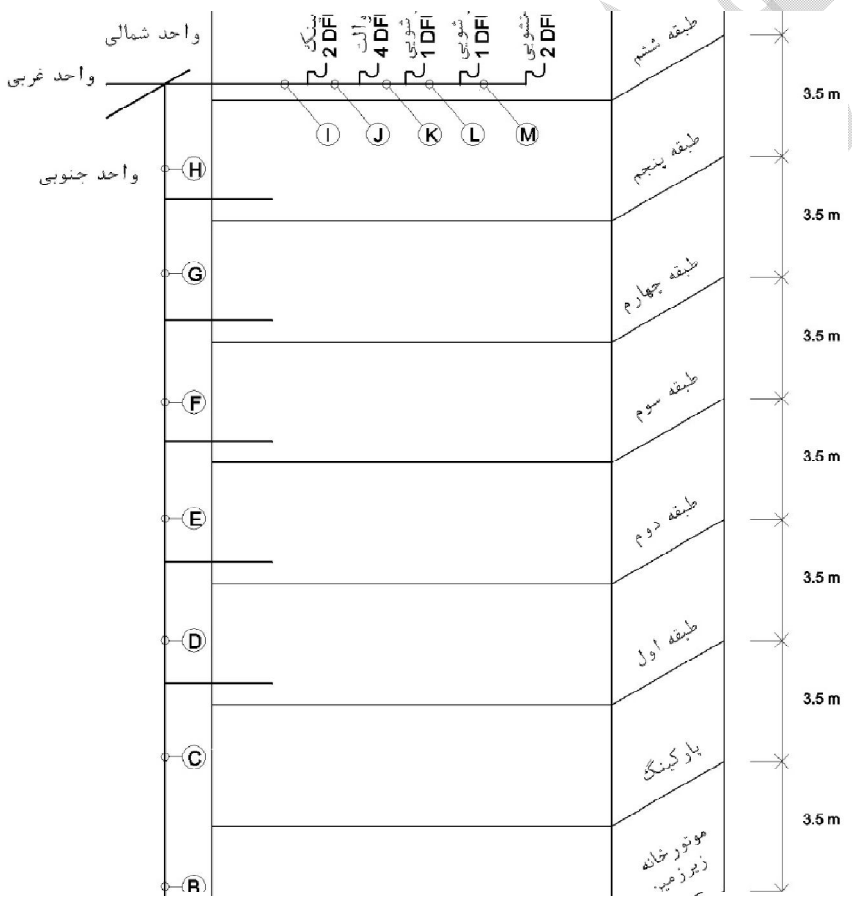
الف- روش HD : افزایش ضخامت و وزن لوله (سنگین و گرانتر)

ب- سه لایه کردن:P.P: دو لایه P.P به همراه یک لایه الیاف نانو که وسط دو لایه P.P قرار گیرد (سبک و ارزانتر)

سایزینگ لوله های فاضلابی

در سایزینگ لوله های فضلابی نیز همچون لوله های آبرسانی صرفا لوله های فرعی و اصلی با کمک DFU (در آبرسانی SFU) سایزینگ ص.رت می پذیرد و سایز سرشاخه های فاضلابی از جدول پ ۳-۲-۲ و یا جدول ت ۱۶-۵-۲-۳ مبحث شانزدهم مقرارت ملی ساختمان استخراج می شوند. حال با حل یک مثال این موضوع بیشتر شرح داده می شود.

مثال: یک ساختمان ۶ طبقه را در نظر بگیرید که در هر طبقه آن چهار واحد مسکونی وجود دارد و هر یک از واحدها دارای یک رختشویی، دو روشویی، یک توالت و یک سینک می باشد. مطلوب است سایزینگ لوله‌کشی فاضلاب به همراه سیستم ونت.



شکل ۲۶-فاضلاب ساختمان ۲۴ واحدی

A	240	4
B	240	4
C	240	4
D	200	4
E	160	4
F	120	4
G	80	4
H	40	4
I	10	4
J	8	4
K	4	2
L	3	2
M	2	2

همانطور که پیش ترگفته شد سرشاخه‌های لوله فاضلاب نیازی به سایزینگ ندارند و برای بدست آوردن قطر در این مقاطع از جدول ت ۱۶-۵-۲-۳ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده می‌کنیم یعنی نیازی به D.F.U نبوده و صرفاً قطر سیفون (لوله نیز هم قطر سیفون) مستقیماً تعیین خواهد شد.

در خطوط قائم فاضلاب نباید تغییر سایزی داشته باشیم. یعنی مثلاً اگه قسمت پایین لوله قائم ۶ اینچ باشد کل لوله قائم باید ۶ اینچ باشد. لذا همواره می بایستی لوله قائم فاضلاب را از پایین به بالا سایزینگ نمود.

برای تکمیل ستون DFU از جدول پ ۳-۲-۲ ویا جدول ت ۱۶-۵-۲-۳ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده می کنیم.

در مقطع H به دلیل اینکه چهار واحد داریم، مقدار DFU نیز ۴ برابر مقطع I می شود.

برای تکمیل ستون قطر لوله بایستی از جدول پ ۳-۳-۱ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده کرد. برای لوله های داخل طبقات از ستون شاخه ای جدول پ ۳-۳-۱ استفاده می کنیم. برای مقطع A با توجه به اینکه شاخه اصلی اش می باشد باید از جدول پ-۳-۳-۲ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده کرد. باتوجه به اینکه این خط جامد بر است پیشنهاد می شود شیب ۱٪ در نظر گرفته شود.

برای مقاطع B تا H سایز ۴ اینچ در نظر می شود. چراکه در لوله قائم فاضلاب نبایستی تغییر سایزی وجود داشته باشد.

برای مقاطع I و J با توجه به DFU قطر لوله ۳ اینچ بدست می آید ولی با توجه به اینکه این قسمت از سیستم لوله کشی فاضلاب جامدبر توالت است باید حداقل قطر این مقاطع ۴ اینچ باشد.

با توجه به اینکه لوله‌های کوچکتر از ۲ اینچ در فاضلاب کاربرد چندانی ندارند، پیشنهاد می شود، سرشاخه های کوچکتر از ۲ اینچ را ۲ اینچ در نظر گرفت.

در برخی از مناطق شهرداری برای لوله اگو سایز خاصی در نظر گرفته می شود مثلاً ۶ اینچ، در این مواقع باید لوله قائم تا انتهای مسیر خود با سایزی که از سایزینگ بدست آمده است اجرا شود و در نقطه اتصال به اگوی شهری از تبدیل استفاده شود.

سایز لوله فاضلاب در خطوط افقی تا سقف ۱۶۰ DFU برابر ٤ اینچ می باشد و با توجه به اینکه هر توالت DFU ٤ می باشد این بدان معنی است تا ٤۰ توالت را با استفاده از یک لوله افقی ٤ اینچ می

هواکش

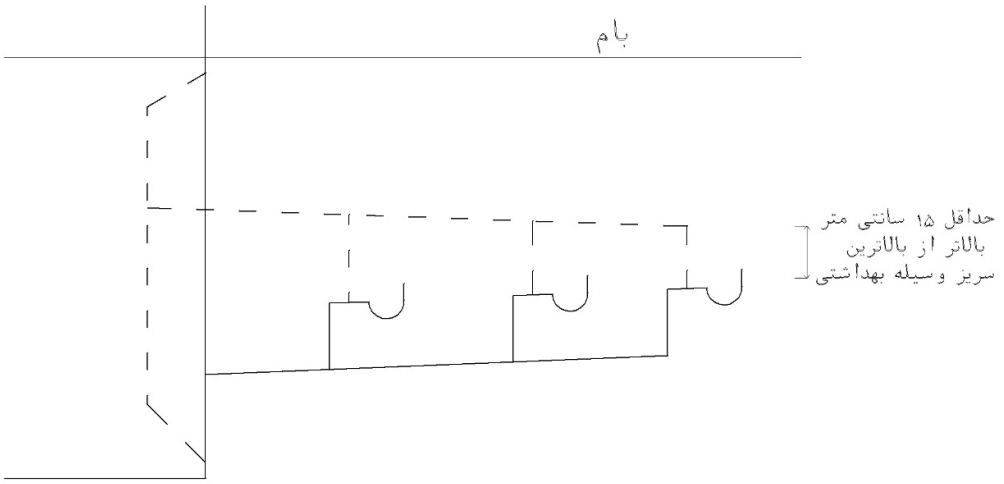
همانطور که گفته شده به دلیل وجود گازهای فاضلابی می بایستی برای سیستم فاضلاب ، سیتم ونت نیز در نظر گرفت. اما دلیل دیگر لزوم استفاده از سیستم ونت، جلوگیری از مکش سیفونی می باشد.

لوله هواکش قائم اصلی از پایین ترین قسمت لوله قائم (دقیقاً قبل از افقی شده لوله قائم) تا بالاترین قسمت لوله قائم (دقیقاً قبل از سقف آخرین واحد) امتداد خواهد داشت .

برای اجرای سیتم ونت، طرح های مختلفی وجود دارد که در ادامه به بررسی برخی از آنها می پردازیم.

طرح شماره یک اجرای ونت

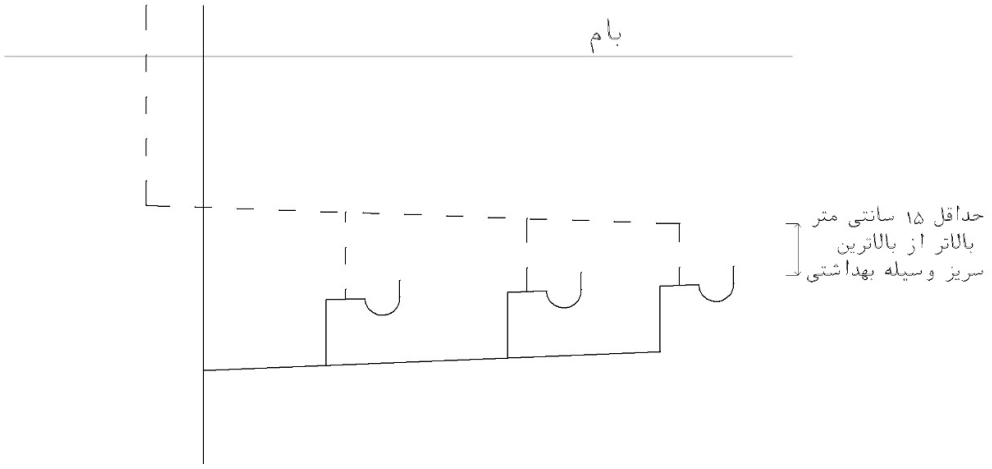
در طرح یک، لوله های ونت وسایل مختلف به وسیله یک لوله افقی رابط به لوله قائم هواکش متصل می شوند. و لوله قائم هواکش پیش از سقف بالاترین طبقه به لوله قائم فاضلاب متصل شده و تا بام امتداد می یابد. درشکل صفحه بعد این طرح به نمایش در آمده است.



شکل۲۷-طرح شماره یک اجرای سیستم ونت

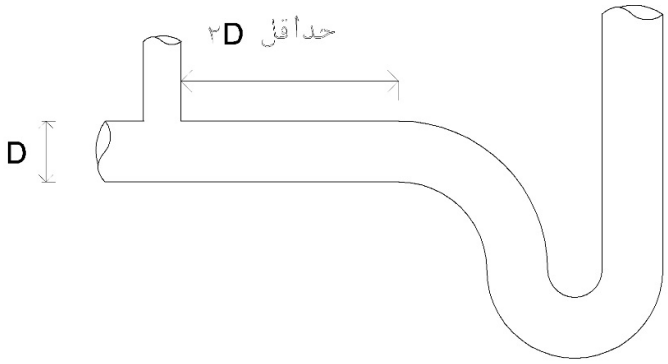
طرح شماره دو اجرای ونت

در طرح دو، لوله‌های ونت وسایل مختلف به وسیله یک لوله رابط افقی به یک لوله قائم هواکش جداگانه-ایی متصل می شوند. و این لوله قائم هواکش جداگانه تا بام امتداد می یابد. درشکل زیر این طرح به نمایش در آمده است.



شکل۲۸-طرح شماره دو اجرای سیستم ونت

لوله ونت ۲D (D قطر سیفون) بعد از سرریز سیفون می‌تواند به لوله فاضلاب متصل شود، این فاضلاب نباید از ارقام جدول ۱۶-۶-۲-۵ مبحث شانزدهم مقررات ملی بیشتر شود.



شکل۲۹-سیفون به همراه هواکش

اگر تعداد طبقات کمتر از ۵ طبقه باشد و یا جامدبر نباشد نیاز به لوله وقت قائم نبود و صرفاً لوله قائم فاضلاب را تا پشت بام ادامه می دهیم.

ولی اگر خط قائم جامدبر باشد و یا تعداد طبقات از ۵ طبقه بیشتر باشد باید برای سیستم فاضلاب باید لوله ونت قائم در نظر گرفت.

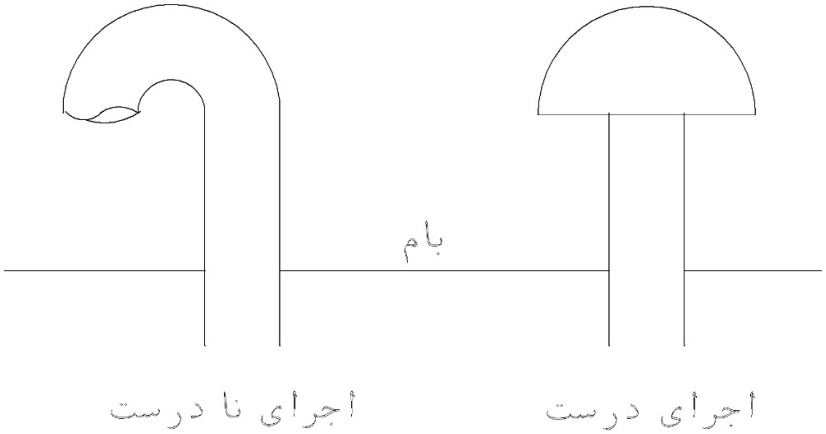
اگر تعداد طبقات بیش از ۱۰ طبقه باشد و یا دو خم در لوله قائم داشته باشیم خط قائم ونت وخط قائم فاضلاب در وسط مسیر نیز باید به یکدیگر متصل شوند.

اگر از بام ساختمان استفاده مسکونی نمی شود لازم است لوله هواکش حداقل تا ۳۰ سانتی متر بالاتر از کف تمام شده بام امتداد یابد و در مناطق سردسیر باید با توجه به حداکثر ارتفاع برف این میزان افزایش یابد (معمولا یک متر درنظر گرفته می شود) و در صورتی که از پشت بام استفاده مسکونی می شود باید لوله هواکش تا ارتفاع ۲۲۰ سانتی متر از کف بام امتداد بیابد. در صورتی که در شعاع سه متری لوله هواکش یک وسیله مکنده هوا (مثل کولر آبی) وجود داشته باشد. لوله ونت باید تا یک متر بالاتر از وسیله مکنده هوا امتداد یابد.

با توجه به اینکه ونت در پشت بام در معرض نور خورشید قرارداد یا باید از جنس چدن باشد و یا با مصالح ساختمانی، اطراف آن پوشانده شود.

به دلیل اینکه گازهای فاضلابی به واسطه نیروی ترموسیفونی از هواکش فاضلاب خارج می شوند و این نیرو توان چندان زیادی ندارد هرگز نباید انتهای هواکش در پشت بام به شکل عصایی باشد چرا که عصایی از هر زانویی 90° تشکیل شده و به دلیل مقاومتی که به وجود می آورند عملیات ونت را مختل می کند.

در این حالت باید انتهای لوله هواکش رو به بالا بوده و جهت جلوگیری از ورود حشرات و سایر زباله ها روی آن توری قرارداد که البته به دلیل اینکه امکان دارد پرندگان بر روی توری لانه درست کند استفاده از کلاهک قارچی شکل پیشنهاد می شود .



شکل۳۰-انتهای هواکش در بام

سایزینگ لوله ونت

همواره لوله ونت دست کم بایستی دارای نصف قطعه لوله فاضلاب مجاور خود باشد. همچنین لوله ونت هیچ گاه نباید از "۱،۱/۴ کوچکتر باشد و با توجه به اینکه در ایران لوله فاضلاب کوچکتر از ۲ اینچ نداریم عموماً قطر خطوط فرعی ونت ۲ اینچ می باشند و نیازی به سایزینگ ندارد.

برای سایزینگ لوله های ونت قائم می توان از جدول پ ۵-۳-۱ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده کرد. که در ادامه با سایزینگ ونت مثال قبل نحوه استفاده از ان جدول توضیح داده خواهد شد.

سایزینگ لوله ونت مثال قبل

همانطور که گفته حداقل قطر لوله ونت می بایستی برابر نصف قطر لوله فاضلاب مجاور خود باشد و همچنین با توجه به اینکه حداقل قطر لوله های فاضلابی در ایران ۲ اینچ می باشند و معمولا لوله فاضلاب داخل هر یک از

واحد ها از ۴ اینچ بالاتر نیست، برای ونت های فرعی داخل هر واحد از لوله ۲ اینچ استفاده می شود و صرفا لوله قائم ونت است که باید سایزینگ شود

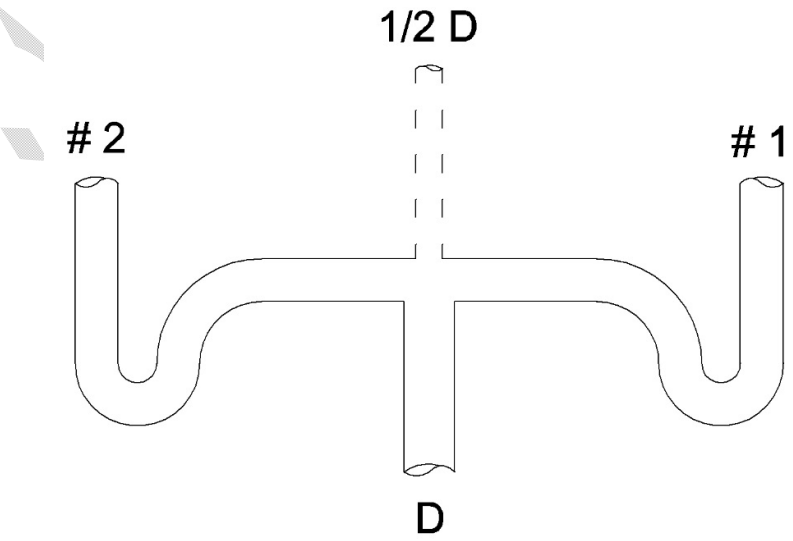
در قدم اول می بایستی طول لوله قائم را بدست آورد، که این طول معمولا برابر ارتفاع ساختمان می باشد.

ارتفاع ساختمان = ۳,۵× ۸ = ۲۸ m ≈ ۹۰ ft

حال با توجه به مقدار فاضلاب که ۲۴۰ DFU می باشد به جدول مراجعه کرده (با توجه به نبود عدد۲۴۰ در جدول به سطر ۳۲۰ DFU مراجعه می کنیم) سپس به ستون ۹۰ ft (با توجه به نبود عدد ۹۰ ft در جدول به ستون ۱۷۰ ftمراجعه می کنیم) مراجعه کرده و حال می‌توان قطر لوله را بدست آورد که این قطر ۳ اینچ خواهد بود.

هواکش مشترک

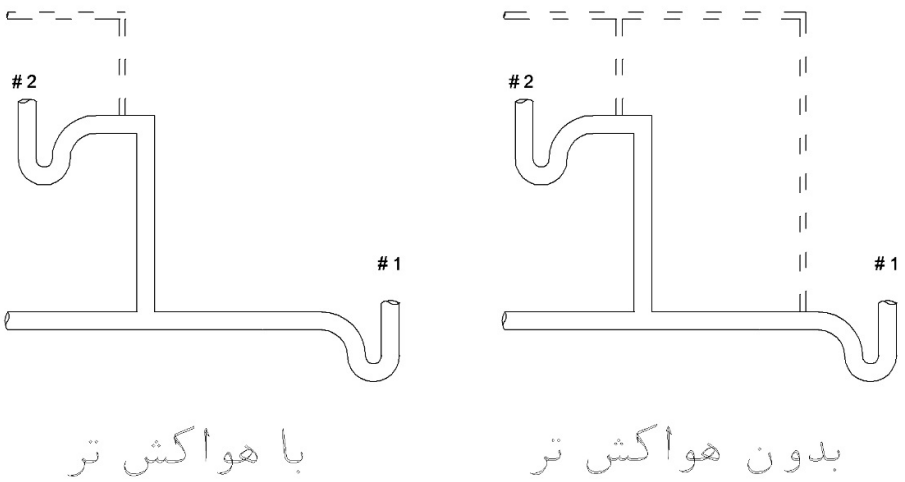
منظور از هواکش مشترک استفاده از یک لوله ونت مشترک برای دو وسیله نزدیک هم و واقع در یک واحد می باشد. با توجه به سختی اجرای لوله ونت، همواره سعی می شود تا حد امکان تعداد ونت‌ها کاهش یابد و اجرای هواکش مشترک یک از راههای کاهش تعداد لوله های ونت می باشد. شکل زیر چگونگی اجرای هواکش مشترک را نشان می دهد.



شکل۳۱-هواکش مشترک

هواکش تر

یک دیگر از راههای کاهش تعداد لوله های ونت، اجرای هواکش تر می باشد. هرگاه دو وسیله کاربرد مشترک داشته باشند و احتمال استفاده از دو وسیله دریک زمان کم باشد می توان از لوله فاضلاب نزدیک‌تر (صورت شویی #۲) به لوله قائم فاظلاب به عنوان ونت وسیله دورتر از لوله قائم فاظلاب (کفشوی #۱) استفاده کرد. شکل زیر یک سیستم را با در نظر گرفتن هواکش تر و بدون در نظر گرفتن هواکش تر نمایش می دهد.



شکل۳۲-هواکش معمولی و هواکش تر

لوله کشی آب باران

به منظور هدایت آب باران از بام ها به چاه جذبی می بایستی سیستم لوله کشی مجزای برای این امر در نظر گرفت، که به آب سیستم آب باران گفته می شود.

برخی نکات لازم اجرا در خصوص آب باران:

۱- نباید لوله آب باران به فاضلاب متصل شود.
۲- لوله کشی آب باران حداقل باید ۲ عدد باشد.
۳- لوله آب باران خرپشته می تواند در بام تخلیه شود.
۴- لوله آب باران باید قائم پایین بیاید و همچنین سیفون نیاز ندارد.
۵- لوله قائم آب باران نباید هیچ‌گونه تغییر سایزی در طول خود داشته باشد.

۶- در ساختمان بلند مرتبه پیشنهاد می شود از لوله های پلی اتیلن فشار قوی و یا گالوانیزه جهت آب باران استفاده شود.

توصیه می شود قطر لوله آب باران حداقل ٤ اینچ

شاخص باران: $\frac{in}{ساعت}$

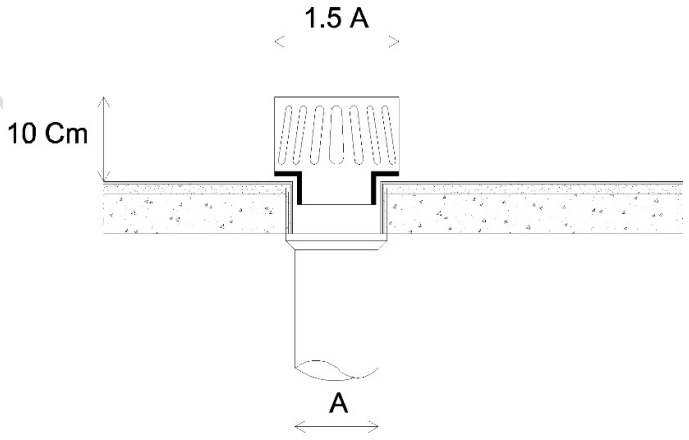
در بدترین منطقه ایران میزان بارش $\frac{in}{ساعت}^{۲}$ می باشد و با توجه به اینکه لوله آب باران بسیار مهم بوده و همچنین هزینه اجرای آب باران چندان نمی باشد توصیه می شود میزان شاخص باران را همواره $\frac{in}{ساعت}^{۲}$ در نظر گرفت.

کفشوی آب باران

کفشوی آب باران باید ۱۰ سانتیمتر بالاتر از کف اجرا شود و قطر آن باید ۱,۵ برابر قطر لوله آب باران بوده و دور تا دور کفشوی به صورت توری باشد در این حالت:

۱- در صورت وجود زباله، مجرای آب باران بسته نخواهد شد.

۲- از گردابی شدن جریان (ورتکس) جلوگیری می کند. گردابی شدن آب باعث ضربه زدن به لوله فاضلاب و تولید صدا می شود.



شکل۳۳-کفشوی آب باران

هر کفشوی آب باران باید به یک لوله قائم آب باران مجزا متصل شود.

معیار های تعیین تعداد کفشوی آب باران:

۱- حداقل تعداد کفشوی آب باران باید ۲ عدد باشد.

۲- با توجه به رایزرهای موجود در نقشه سعی می شود حداکثر تعداد ممکن در نظر گرفته شود.

۳- تعداد کفشویها و محل آنها باید به گونه‌ای باشد که شیب بندی بام منطقی باشد (بهتر است کفشوی های آب باران در مراکز بام قرار داشته باشند تا شیب بندی بام کوتاهتر شود)

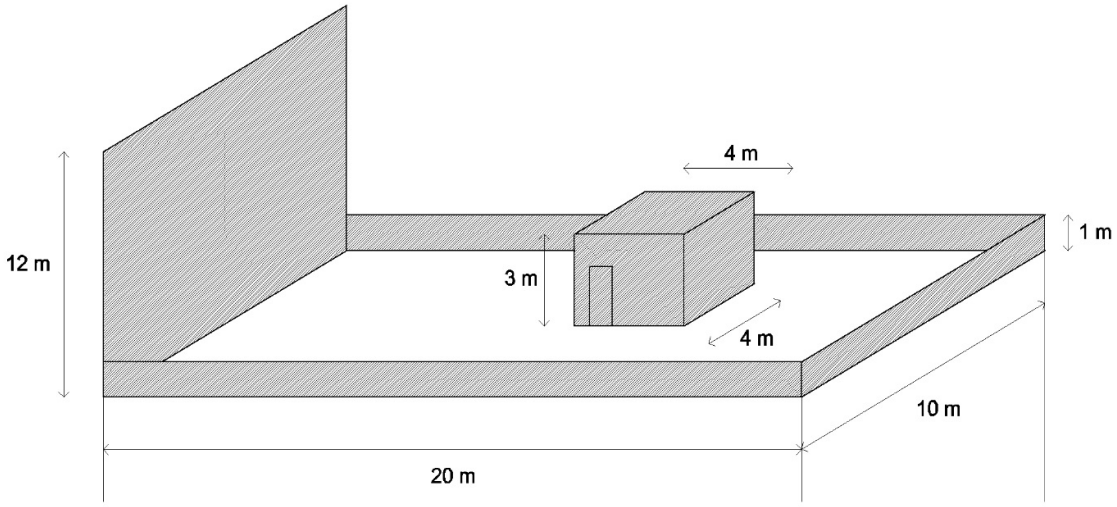
سایزینگ لوله آب باران

برای سایزینگ لوله های آب باران می توان از جدول پ ۷-۲-۱ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان استفاده کرد و برای مراجعه به این جدول بایستی ابتدا حداکثر تصویر سطح بام بر صفحه افقی بر حسب فوت مربع را با استفاده از روابط زیر بدست آورد و سپس با استفاده از جدول قطر لوله را بدست آورد.

$$\text{حداکثر تصویر سطح بام بر صفحه افقی (فوت مربع)} = \frac{\text{شاخص بارش باران} \times \text{مساحت باران گیر}}{\text{تعداد کفشویهای آب باران}}$$

مساحت باران‌گیر = مساحت پشت بام + نصف مساحت دیوارهای جان پناه، خر پشته و دیوارهای ساختمان‌های اطراف

مثال: مطلوب است سایزینگ لوله آب باران برای بامی مطابق شکل ذیل:



شکل۳۴-بام به همراه دیوار های جان پناه و دیوار ساختمان جانبی

ابتدا میبایستی مساحت باران گیر بام را محاسبه نمود و سپس حداکثر تصویر سطح بام بر حسب تعداد کفشوی آب باران را بدست آورد.

مساحت باران‌گیر = $(۲۰\times۱۰) + ۱/۲\ (((۳\times٤) \times ٤) + (۱۰\times۱۲) + (٥۰)) = ۳۰۹\ m^۲ \times ۱۰,۷٦ \approx ۳٤۰۰\ ft^۲$

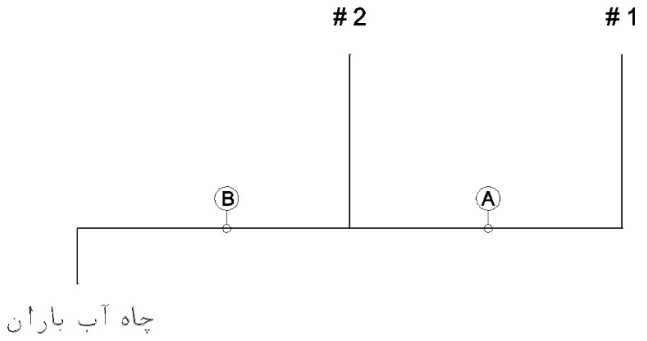
دیوارجان پناه + دیوار ساختمان جانبی + مساحت دیوارهای خرپشته + مساحت بام

$$\text{حداکثر تصویر سطح بام بر حسب تعداد کفشوی} = \frac{۳٤۰۰\times۲}{۲} = ۳٤۰۰$$

حال به جدول پ ۷-۲-۱ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان مراجعه نموده که عدد ۱/۲ ۲ اینچ برای قطر بدست می آید ولی همانطور که پیش تر گفته شد، حداقل قطر لوله آب باران بایستی ۳ اینچ باشد، لذا قطر ۳ اینچ برای هر کدام از لوله‌های قائم انتخاب می شود.

سایزینگ لوله افقی آب باران:

برای مقطع A با توجه به جدول پ ۷-۳-۱ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان و مقدار $۳٤۰۰ft^۲$ ($۷۵۲۰ft^۲$) قطر ۴ اینچ انتخاب می شود و در مقطع B با توجه به مقدار آب باران هر دو لوله قائم یعنی $٦۸۰۰ft^۲$ ($۷۵۲۰ft^۲$) به جدول مراجعه نموده که برای این مقطع نیز همان قطر ۴ اینچ بدست می آید.



شکل۳۵-لوله های قائم آب باران به همراه لوله افقی

در لوله های پوش فیت برای فاضلاب از یک بست ثابت و یک بست متحرک استفاده می شود و برای لوله آب باران باید از دو بست ثابت استفاده کرد.

بخش چهارم

سایر نکات طراحی و اجرا

تست نهایی سیستم های لوله کشی

می بایستی پس از اتمام اجرای لوله کشی و قبل از بهربرداری، سیستم های مورد نظر را تست نمود، در این شرایط نباید هیچ گونه عایق، رنگ و یا پوششی بر روی لوله و اتصلات قرار داشته باشد تا درصورتی کف نشتی و... وجود داشته باشد بتوان آن را تشخیص و برطرف نمود.

معمولا فشار تست هر سیستم از قبل مشخص شده است. مثلاً در آبرسانی فشار طراحی ۴ اتمسفر و فشار تست ۱۰ اتمسفر تعریف می گردد. اما هر زمانی که فشار تست مشخص نباشد فشار تست حداقل ۱,۵ برابر فشار طراحی در نظر گرفته می شود.

تست سیستم آبرسانی:

حداقل فشار تست لوله های آبرسانی ۱۰ بار و به مدت حداقل یک ساعت می باشد که بایستی فشارسنج در بالاترین نقطه لوله کشی نصب شود و در صورتی که فشار سنج در پایین ساختمان نصب شود باید ارتفاع ساختمان نیز به ۱۰ بار اضافه شود. (به ازای هر ۱۰ متربایستی ۱ بار به عدد فشار سنج افزوده شود)

تست سیستم سیرکوله:

فشار کار سیستم × ۱,۵= فشار تست

مشروط بر اینکه کمتر از ۷ bar نباشد. مدت زمان این تست ۲ ساعت می باشد. و طی این مدت بایستی لوله پر از آب وتحت فشار مورد نظر قرار گیرد.

تست سیستم فاضلاب:

فشار تست حداقل ۳m ستون آب است. یعنی باید ٦m آب‌ریزی صورت پذیرد تا بالاترین نقطه تست تحت فشار سه متر ستون آب قرار گیرد. مدت زمان این تست ۱۵ دقیقه می باشد.

*درپوش فیت برای بالا بردن سرعت عمل تا ۱۰m نیز می توان آب‌ریزی نمود.
*در طبقه آخر به دلیل اینکه امکان آب‌ریزی ٦m وجود ندارد، تست ۳m اجرا می شود.

تست سیستم آب باران:

این تست تمام آب می باشد به این معنی که کل مسیر لوله کشی آب باران باید پر از آب باشد.

*یکی از ایرادات لوله های PVC (پلیکا) و پوش فیت نمی تواند این تست را بگذراند لذا باید مدار آب باران با لوله پلی اتیلن و یا چدن اجرا شود.

محل عبور لوله های تاسیساتی

به طور کلی دفع لوله در مصالح ممنوع بوده و اصولا سقف کاذب محل عبور لوله های تاسیساتی می باشد و لوله های مورد نظر بایستی از این قسمت عبور کنند. در صورت عبور لوله های تاسیساتی از سقف کاذب ممکن است هواگیری قدری مشکل شود، اما تاثیری در هوا گرفتن و کف خواب شدن سیستم ندارد. بهتر است در این مواقع از روش پرکن اجباری جهت هواگیری استفاده شود.

با توجه به اینکه در پشت آسانسور امکان دسترسی وجود ندارد، نباید لوله های تاسیساتی از این محل عبور کنند. و اصولا می بایتی تاسیسات در دسترس باشد.

دفع لوله های PEX در مصالح در صورت عدم وجود شیر و

برای عبور لوله های تاسیساتی در محل های مختلف با توجه به شرایط حاکم می توان از مجرا های ذیل استفاده کرد:

- ترنج: شیار کم عمق و کم عرض که با خاک نرم (ماسه بادی و ...) پوشیده می شود.
- دال (کانال پیش ساخته): محفظه چیش ساخته بتونی می باشد که که برای عبور لوله از عرض خیابان هایی که محل عبور خودروهای سبک و یا سنگین می باشد، کاربرد دارد.
- داکت: مجرای افقی عبور لوله های تاسیساتی به گونه ای که دسترسی به آن امکان پذیر باشد.
- رایزر: مجرای عمودی عبور لوله های تاسیساتی به گونه ای که دسترسی به آن امکان پذیر باشد.
- شافت : مجرای عبور لوله های تاسیساتی به گونه ایی که دسترسی به آن امکان پذیر نباشد، مانند محل عبور لوله های دودکش، هواکش و... که نیازی به دسترسی آنها نباشد.

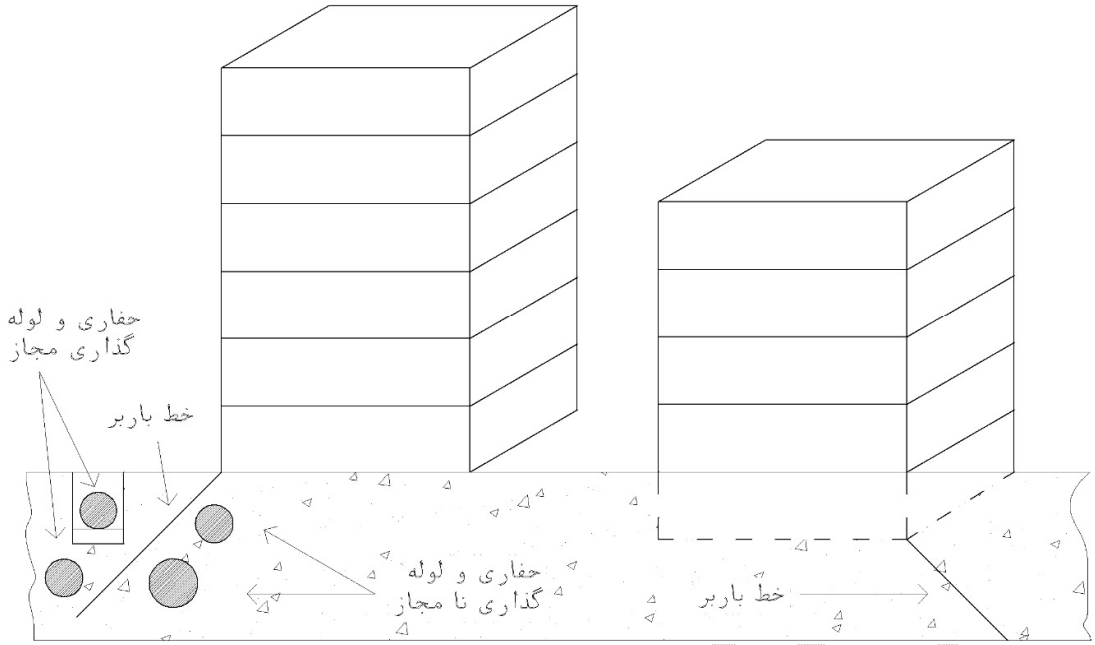
در پروژه های مطلوب، رایزرها در مشاعات اجرا می شوند به گونه ایی که مجرای عبور تاسیسات از طریق مشاعات در دسترس باشد. متاسفانه طراحان بی تجربه دسترسی به تاسیسات را محدود و یا غیر ممکن می سازند.

آیا لوله کشی تاسیسات بایستی رو کار اجرا شود؟

خیر، الزامی در این خصوص وجود ندارد، اما باید لوله کشی جهت بازدید و تعمیرات احتمالی در دسترس باشد.

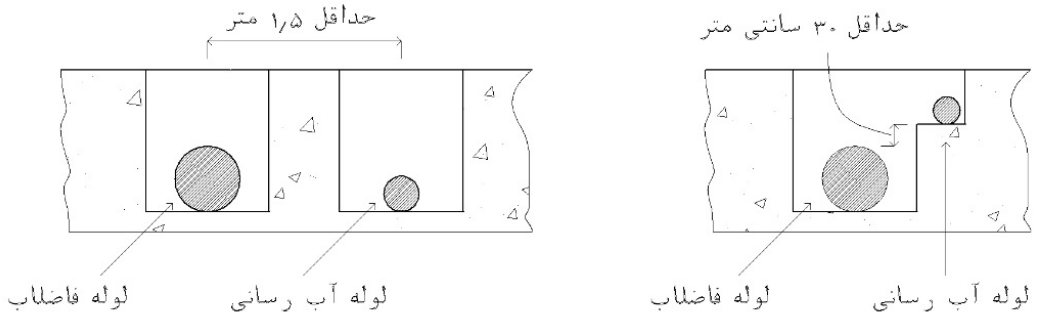
باید در نظر داشت که معبرهایی که برای لوله گذاری در مجاورت پی ساختمان حفر می شود نباید زیر خط ۴۵ درجه ای که از سطح باربر پی رسم شده باشد، قرار گیرد.

پی نیازمند حداقل منطقه ای برای توزیع وزن ساختمان است. منطقه توزیع بار به سمت پایین و تقریبا با زاویه ۴۵ درجه از پایه پی گسترش می یابد. لوله کشی آب و فاضلاب نباید در این منطقه نصب شود، زیرا حفاری برای نصب لوله در آن می تواند روی ظرفیت بار پی تاثیر گذاشته یا باعث تخریب حفاری شود. در شکل زیر محل مجاز لوله گذاری نسبت به خط باربری پی نشان داده شده است.



شکل۳۶-محل مجاز عبور لوله ها نسبت به خط باربری پی

لوله های توزیع آب مصرفی ساختمان در داخل ترنچ زیر سطح محوطه یا زیر کف ساختمان، باید از لوله های فاضلاب دست کم ۱,۵ متر فاصله افقی داشته باشند. این فاصله باید با خاک کوبیده شده پر شود.
اگر مسیر خط لوله توزیع آب مصرفی در زیر زمین ناگزیر باید مسیر خط لوله فاضلاب را قطع کند، در این صورت باید زیر لوله آ بمصرفی دست کم ۳۰۰ میلی متر از روی لوله فاضلاب فاصله قائم داشته باشد. این فاصله باید با خاک کوبیده شده پر شود. شکل زیر نحوه رعایت این فاصله ها را نشان می دهد.



شکل۳۷-رعایت حداقل فاصله بین لوله آبرسانی و لوله فاضلاب ساختمان

فلاش تانک، فلاش ولو

نصب فلاش تانک و یا فلاش ولو در سرویس های بهداشتی الزامی است. در محل های که استفاده از سرویس بهداشتی بیش از ۱۲ الی ۱۸ مرتبه در طی روز باشد استفاده از فلاش تانک پیشنهاد نمی شود، چرا که پر شدن مخزن این وسیله زمان بر است و همچنین در صورت استفاده مدام به سرعت خراب نیز خواهد شد. و لذا پیشنهاد می شود در مدارس و اداره ها و ... از فلاش ولو استفاده شود.

البته استفاده از فلاش ولو باعث افزایش قطر سایزینگ لوله ها آبرسانی می شود. لذا در محل هایی که امکان استفاده از فلاش ولو و فلاش تانک وجود داشته باشد، ترجیح بر استفاده از فلاش تانک می باشد.

در ساختمان‌هایی که بیش از یک سرویس شرقی وجود دارد، در این شرایط استفاده از فلاش تانک اتوماتیک پیشنهاد می شود.

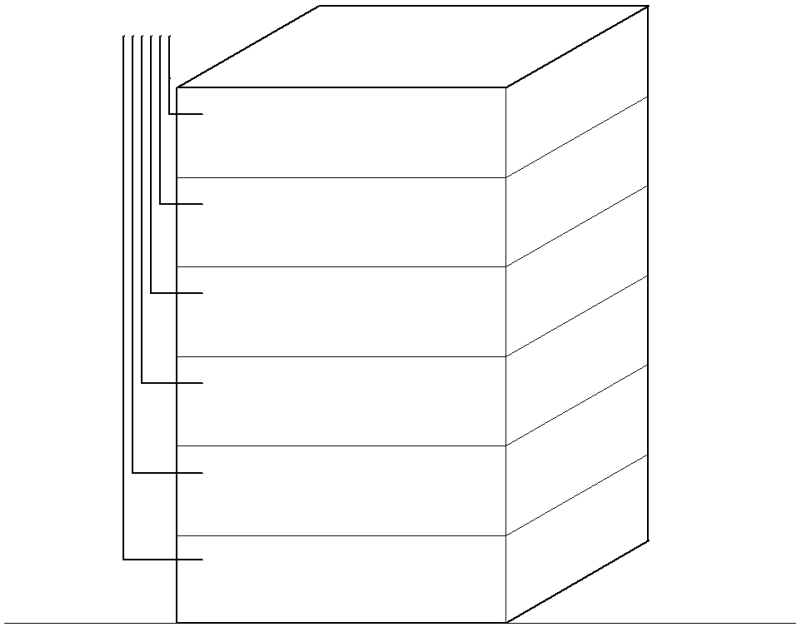
نکات طراحی و اجرایی لوله های هواکش (Exhaust)

با توجه به اینکه سرویس های بهداشتی حمام و هود آشپزخانه نیاز به تخلیه هوا داردند، بایستی یک سیستم لوله کشی جهت این امور در نظر گرفت. برای طراحی و اجرای لوله‌های Exhaust (فن، هود، حمام و توالت) بایستی موارد ذیل را در نظر گرفت:

۱- این لوله ها باید کاملاً جدا و مستقل از سیستم ونت و فاضلاب باشد.

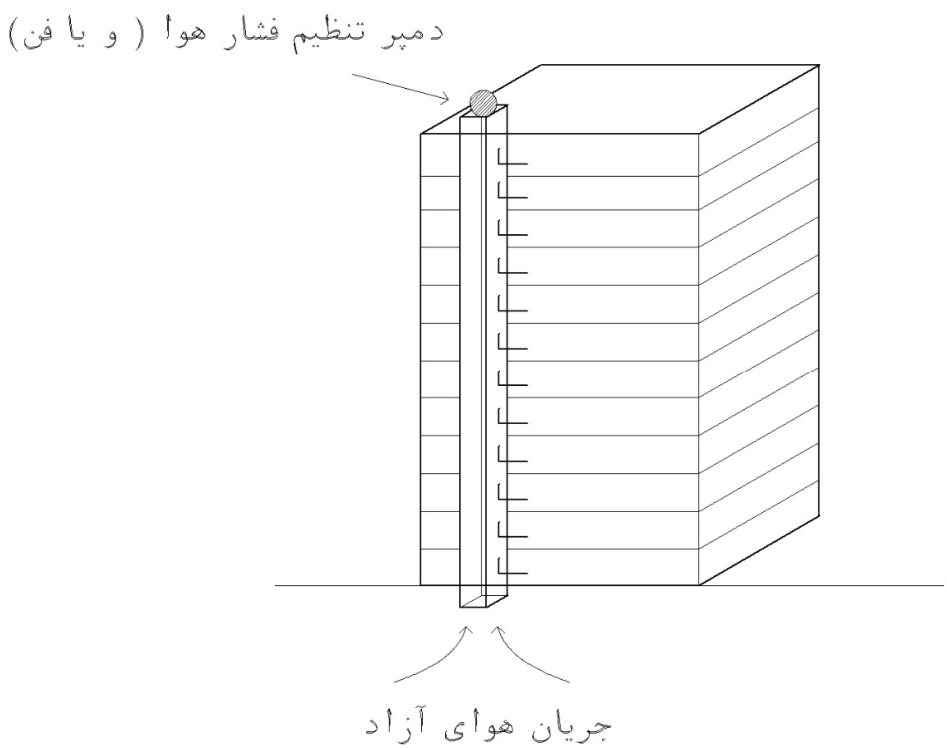
۲- لوله‌های Exhaust معمولاً از ارزانترین نوع لوله‌ها انتخاب می شوند(pvc)

۳- برای هر طبقه و هر واحد باید به طور جداگانه لوله کشی تا بام اجرا شود. در غیر این صورت به دلیل انتقال صدا حریم خصوصی افراد شکسته می شود و در ضمن ممکن است بوهای نا مطبوع و غیره از طبقات پایین به طبقات بالا منتقل شوند.



شکل۳۸-اختصاص لوله هواکش مجزا برای هر واحد

۴- در ساختمان‌های تراکم بالا استفاده از شافت مرکزی پیشنهاد می شود. در این حالت داخل شافت لوله‌های Exhaust تخلیه می شوند (لازم است لوله ها داخل شفت زانویی خورده و مقداری طول عمودی (حدود ۲۰cm) داشته باشند. در این حالت نیازی به نصب فن بر روی لوله واحدها نیز نمی باشد و بعضاً از دمپر تنظیم مقدار هوای خروجی استفاده می شود. لازم است جهت مکش سیفونی قسمت پایین شفت به هوای آزاد راه داشته باشد. و در صورتی که نیروی مکش سیفونی جهت مکش هوا کافی نباشد می توان از یک هواکش مرکزی بر روی شافت بهره جست.



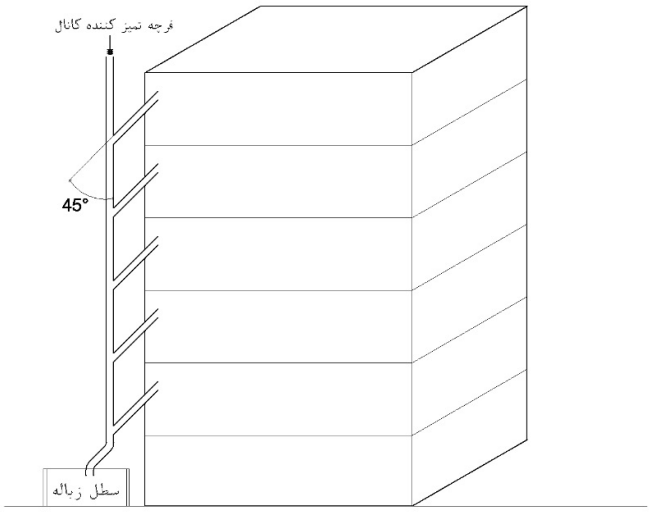
شکل۳۹-شافت مرکزی جهت هواکش مرکزی

شافت هواکش (Exhaust) و شوتینگ باید در مقابل آتش مقاوم باشند

نکات طراحی شوتینگ مرکزی

برای طراحی سیستم شوتینگ نیازی به سایزینگ نبوده و می توان قطر کانال را ۵۰ الی ۶۰ سانتی متر در نظر گرفت مقطع این کانال ها معمولا به شکل دایره ای می باشند. ترجیحاً جنس کانال استیل و یا گالوانیزه مقاوم نسبت به خوردگی در نظر گرفته می شود و لازم است در ساخت کانال دقت کرد تا لبه های تیز رو به

پایین باشند تا کیسه های زباله پاره نشوند. ، لوله‌های افقی باید با زاویه ۴۵ درجه به لوله قائم اصلی متصل شوند. همچنین انتهای لوله قائم باید دارای شیب باشد تا سرعت تخلیه زباله به سطح زباله کاهش یابد. در شکل زیر نمای شماتیک یک سیستم شوتینگ نمایش داده شده است.



شکل۴۰-نمای شماتیک سیستم شوتینگ یک ساختمان

سایر نکات

۱. مبحث شانزدهم مقررات ملی الزامات حداقل را که رعایت آنها مشمول الزام قانونی است در مورد تأسیسات مکانیکی مقرر می دارد. لازم به ذکر است جزئیات اجرا باید مطابق نشریه ۱۲۸ سازمان برنامه و بودجه انجام گیرد.

۲. در پروژه های تأسیساتی سه عنوان مشاور، مجری و ناظر وجود دارد و ترجیح بر این است که مشاور و ناظر یکی باشند، البته لزومی ندارد نظارت به شکل نظارت مقیم باشد می تواند نظارت عالیه نیز باشد.

۳. فرآیند مشاوره یک فرایند پیوسته است. مشاوره فقط تهیه و طراحی در ابتدای کار نیست و یک فرآیند پیوسته است و در حین اجرای کار مشاور باید در پروژه حضور داشته باشد.

۴. اگر در حین فرآیند اجرا، طرح دستخوش تغییرات شود این تغییرات باید مکتوب و به شکل دستور تغییرات کارگاهی باشد و همچنین بایستی به تأیید کارفرما برسد تا تبدیل به سند معتبر گردد. تغییرات فوق اجرا می شوند و در انتها نقشه As built یا چون ساخت تهیه می گردند. در پایان نیز نقشه‌های As built را می بایستی تحویل بهره بردار داد.

۵. اگر تغیرات در حین اجرای پروژه منجبر به افزایش قیمت بیش از ۲۵ درصد قیمت اولیه شود، مناقصه بایستی مجدد برگزار شود.

۶. با توجه به اینکه در هنگام روشن کردن موتورخانه، انبساط ناگهان خواهیم داشت و بیشترین ترکیدگی لوله در زمان استارت موتورخانه رخ می دهد. لازم است در هنگام روشن نمودن موتورخانه تمامی واحدها دارای سکنه بوده (حداقل یک نفر) تا درصورت بروز مشکل بتوان آن را حل کرد.

۷. دمای آب گرم بهداشتی حداقل ۴۳ و حداکثر ۶۰ درجه سانتیگراد می تواند باشد، اما به دلیل مسائل پرت انرژی، رسوب و... پیشنهاد می شود دمای کمتر از ۶۰ درجه در نظر گرفته شود.

۸. اتصال آب گرم مصرفی به هر لوازم بهداشتی که مصرف کننده آب گرم هستند، باید به شیر طرف چپ باشد. یکی از قدیمی ترین اصلاحات لوله کشی "گرم به چپ، سرد به راست" می باشد.

۹. لوله های آب گرم حتما باید عایق شوند که برای بدست آوردن ضخامت عایق مورد نیاز می توان به جدول ب ۱۶-۴-۸-۴ مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان مراجعه نمود و باید همواره در نظر داشت که ۳/٤ عایق قابل اعتماد است، لذا ابتدا باید ضخامت عایق استخراج شده از جدول را در ٤/۳ ضرب کرده و سپس اقدام به تهیه عایق نمود.

۱۰. هرگونه تخلیه از شیر اطمینان آبگرم کن، نشانگر وجود مشکلی در سیستم توزیع آب مصرفی، آبگرم کن یا شیر اطمینان است.

از آنجا که همه این مشکلات، به ایمنی مربوط بوده و باید هرچه سریعتر حل شوند، تخلیه آب از شیر اطمینان علامت مهمی برای اخطار به ساکنین ساختمان به منظور سرویس سیستم می باشد. بنابراین، نقطه انتهایی لوله شیر اطمینان باید در همان اتاقی باشد که آبگرم کن در آن قرار دارد تا این که با مشاهده چکه کردن و تخلیه آب، ساکنان متوجه اشکال در سیستم شوند.

۱۱. در اقلام لیست خرید (MTO) باید به استانداردهای وسایل بهداشتی اشاره شود که این استانداردها بایستی مطابق استانداردهای درج شده در جدول ۱۶-۷-۲-۴ مبحث شانزدهم مقرارت ملی ساختمان باشد.

۱۲. مقیاس نقشه ها نباید از یک صدم کوچکتر باشد، مگر در نقشه محوطه و با تایید.

۱۳. استفاده از مصالح مستعمل و کارکرده ممنوع است. لوله های پلیمری باید به دور از اشعه UV نگهداری شوند، و اگر به شکل استاندارد انبارش نشوند، جزو مصالح مستعمل محسوب می شوند.

۱۴. حداکثر فشار آب شبکه لوله کشی توزیع آب مصرفی، در پشت شیرهای لوازم بهداشتی، در وضعیت بدون جریان نباید از ۴ بار (۴۰ متر ستون آب) بیشتر باشد.

۱۵. در نقاط بالای شبکه آب مصرفی ساختمان 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.

۱۶. در ورود لوله آب به هر واحد آپارتمانی باید شیر قطع و وصل و شیر یکطرفه نصب شود.

۱۷. لوله ها تا حد ممکن به موازات دیوار، کف و سقف نصب شود.

۱۸. اتصال لوله آب گرم مصرفی به لوازم بهداشتی که مصرف کننده آب گرم هستند، باید به شیرطرف چپ باشد.

۱۹. از مهمترین قسمت های بازرسی سیستم فاضلاب ، اطمینان حاصل نمودن از جدا بودن سیستم آب باران از سیستم فاضلابی می باشد، برای این امر می توان مقداری آب را از طریق کفشوی آب باران به داخل سیستم آب باران هدایت نمود و سپس محل تخلیه این آب را بررسی نمود که آیا به چاه جذبی آب باران تخلیه می شود و یا به سیستم فاضلاب.

۲۰. فضای نصب توالت، دوش، سینک و دیگر لوازم بهداشتی باید روشنایی و تعویض هوا داشته باشد.

در اوایل قرن بیستم مشخص شد که عدم تهویه حمام ها و سرویس های بهداشتی یکی از عوامل اصلی بروز و گسترش انواع بیماری در ساختمان است. همچنین عدم وجود نور کافی در این فضاها، استفاده صحیح از لوازم بهداشتی و نظافت آنها را مشکل می کند که خود یکی از عوامل کسترش آلودگی به حساب می آید. بنابراین ، فضای نصب توالت، دستشویی، دوش، سینک و دیگر لوازم بهداشتی باید روشنایی و تعویض هوای کافی داشته باشد.

۲۱. توالت شرقی به لحاظ بهداشتی و توالت غربی به لحاظ پزشکی (فیزیو ترابی) بهترین نوع سرویس بهداشتی می باشند.

۲۲. با توجه به اینکه جامعه ایران به سمت کهن سالی می باشد، پیشنهاد می شود در کنار توالت شرقی، توالت غربی (معمولا در حمام) نیز در نظر گرفته شود.

۲۳. عدم نصب توالت در جهت قبله بسیار مهم بوده و لذا این موضوع باید کنترل شود.

۲۴. اتاقک توالت شرقی نباید کمتر از ۹۰ سانتی متر پهنا و ۱۵۰ سانتی متر درازا داشته باشد.

۲۵. در ادارات فاصله افقی بین محل کار تا لوازم بهداشتی نباید بیش از ۱۵۰ متر باشد. فاصله ای که در ارتفاع، برای دسترسی به گروه بهداشتی باید طی شود نباید بیش از یک طبقه (بالا یا پایین) باشد. و در فروشگاه های بزرگ فاصله افقی تا لوازم بهداشتی نباید بیش از ۹۰ متر باشد.

۲۶. فاضلاب خروجی از نوع غیر مستقیم باید با فاصله هوایی به یک دریافت کننده فاضلاب، از قبیل کفشوی، حوضچه فاضلاب، کانال رفت روی کفو یا علم فاضلاب ریزش کند. لوله خروجی پس از این دریافت کننده باید سیفون و هواکش داشته باشد و پس از آن به لوله کشی فاضلاب ساختمان متصل شود.

۲۷. علم فاضلاب باید سیفون مستقل داشته باشد. فاصله قائم بین دهانه ورودی فاضلاب به علم و سیفون آن حداقل ۴۵ و حداکثر ۱۰۵ سانتی متر است.

۲۸. فاضلاب خروجی از ماشین رختشویی و ماشین ظرفشویی باید با اتصال غیر مستقیم به لوازم بهداشتی دیگر، کفشوی یا علم فاضلاب بریزد.

۲۹. تخلیه مستقیم آب از سیستم هایی که دمای کار آنها بالاتر از ۶۰ درجه سلسیوس باشد(مانند سیستم توزیع بخار و کنداسیت، سیستم های گرمایی با آب گرم و...) به شبکه فاضلاب بهداشتی ساختمان مجاز نیست.

تخلیه آب این قبیل تاسیسات پس از عبور از سیستم های خنک کننده مناسب به شبکه فاضلاب بهداشتی ساختمان مجاز است.

۳۰. نصب دریچه بازدید در انبارهای مواد غذایی، آشپزخانه ها و فضاهای تمیز ممنوع است.

۳۱. قطر اسمی دهانه خروجی کفشوی نباید از ۵۰ میلی متر (۲ اینچ) کمتر باشد. در ساختمان های عمومی قطر اسمی دهانه خروجی کفشوی نباید کمتر از ۸۰ میلی متر (۳ اینچ) باشد.

۳۲. کفشوی های داخل ساختمان جزیی از لوله کشی فاضلاب بهداشتی محسوب میشوند و اتصال آن ها به لوله کشی آب باران مجاز نیست.

۳۳. حداقل تعداد کفشوی و لوله قائم آب باران بان اصی ساختمان (غیر از خرپشته و بالکن) نباید از دو عدد کمتر باشد. اندازه لوله قائم آب باران بام اصلی ساختمان (غیر از خرپشته و بالکن) دست کم باید ۳ اینچ باشد.

۳۴. دفع آب درین بایستی به صورت غیر مستقیم باشد، تخلیه این آب به محل هایی همچون باغچه آزاد بوده ولی تخلیه آن به چاه آسانسور و... ممنوع می باشد. همچنین جنس این لوله های PP نیز می تواند باشد.

۳۵. در ساختمان های تا ۳ طبقه، آخرین و پایین ترین شاخه افقی فاضلاب که به لوله قائم متصل می شود باید دست کم ۴۵ میلی متر بالاتر از زانویی پایین لوله قائم باشد.در اختمان های بلند تر از ۳ طبقه تا ۵ طبقه این فاصله باید دست کم ۷۵۰ میلی متر و در ساختمان های بلند تر از ۵ طبقه باید برابر ارتفاع یک طبقه باشد. این اندازه ها در هر تغییر امتداد لوله قائم، از جمله دو خم، نیز باید رعایت شود.

۳۶. در فاصله زانویی پایین لوله قائم فاضلاب و تا ۱۰ برابر قطر لوله افقی بعد از آن، نباید هیچ شاخه افقی به لوله افقی فاضلاب متصل شود.

۳۷. علت اختلاف قیمت بین اتصالات PP و خود لوله PP در این است که در خود لوله ها ۲۰ الی ۴۰ درصد آهک زده می شود درحالی که در اتصالات امکان اضافه کردن آهک وجود ندارد.

۳۸. در مورد نوع بست و تکیه گاه لوله های پلاستیکی تک لایه و چند لایه رعایت دستور العمل های سازنده لوله الزامی است.

۳۹. حداکثر فاصله دو بست مجاور از هم لوله های قائم و افقی برای لوله های از جنس های مختلف باید حداکثر برابر ارقام جدول ۱۶-۹-۵-۱ الف مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۴۰. برای اجرای لوله های پوش فیت فاضلابی از یک بست ثابت و یک بست متحرک (هادی) استفاده باید کرد و برای لوله های پوش فیت آب باران بایستی هر دو بست، از نوع ثابت باشند.

پایان