خصوصیات اساسی سیستم فاضلاب و نقش آن

حسین‌میسمی، دکترای عمران h.mesam@gmail.com
ایمان الیاسیان،کارشناس ارشد سازه i.elyasian@gmail.com

چکیده:

هر ساختمان باید دارای یک سیستم اصولی «فاضلاب» باشد. سیستمی که بتواند بطور کامل و صحیح فاضلاب را از تمام سرویس‌های بهداشتی و تجهیزات موجود در آن جمع‌آوری کرده و آن را به شبکه فاضلاب شهری، شبکه‌های خصوصی منتهی به شبکه فاضلاب شهری، مخازن سپتیک و یا دیگر نقاط تعیین شده منتقل نماید.

در این راهنما منظور از فاضلاب عبارتست از:

- پساب‌های مرتبط با سرویس‌های بهداشتی نظیر توالت، بیده، حمام و دیگر تجهیزات موجود در ساختمان
- پساب‌های مربوط به آماده‌سازی غذا، پخت و پز و شستشو

به طور کلی یک سیستم فاضلاب ساختمانی هنگامی اصولی و منطبق بر ضوابط خواهد بود که علاوه بر انتقال فاضلاب به محل‌های مورد اشاره، دارای ویژگی‌های زیر هم باشد:

- به حداقل رسانیدن امکان گرفتگی، انسداد و نشت
- ممانعت از ورود گازهای آلوده و بوهای ناخوشایند فاضلاب به درون ساختمان در همه شرایط
- مجهز بودن به لوله‌های هواکش
- دارا بودن امکان بازدید، پاک کردن و زدودن گرفتگی احتمالی در صورت نیاز
- حفظ کارآیی در شرایط نشست و لرزش ساختمان

هدف از تدوین اصول و ضوابط فوق که در اغلب کشورهای جهان با تفاوت‌های اندک به صورت مقررات ملی مورد توجه قرار دارند، دوری از مشکلات و خسارات ناشی از سیستم‌های غیراصولی و همچنین کاستن و مقابله با ضایعاتی است که از طریق فاضلاب می‌تواند بهداشت و سلامت عمومی را تهدید نماید.

کلمات کلیدی: خصوصیات اساسی سیستم فاضلاب ، نقش بهسازی

اجزا تشکیل دهنده سیستم فاضلاب

به طور معمول و در شرایط متعارف سیستم فاضلاب در ساختمان‌های مسکونی شامل شبکه‌ای از لوله‌ها، اتصالات گوناگون و دریچه‌های بازدید است که بر اساس محاسبات و نقشه‌ای حساب شده به یکدیگر متصل

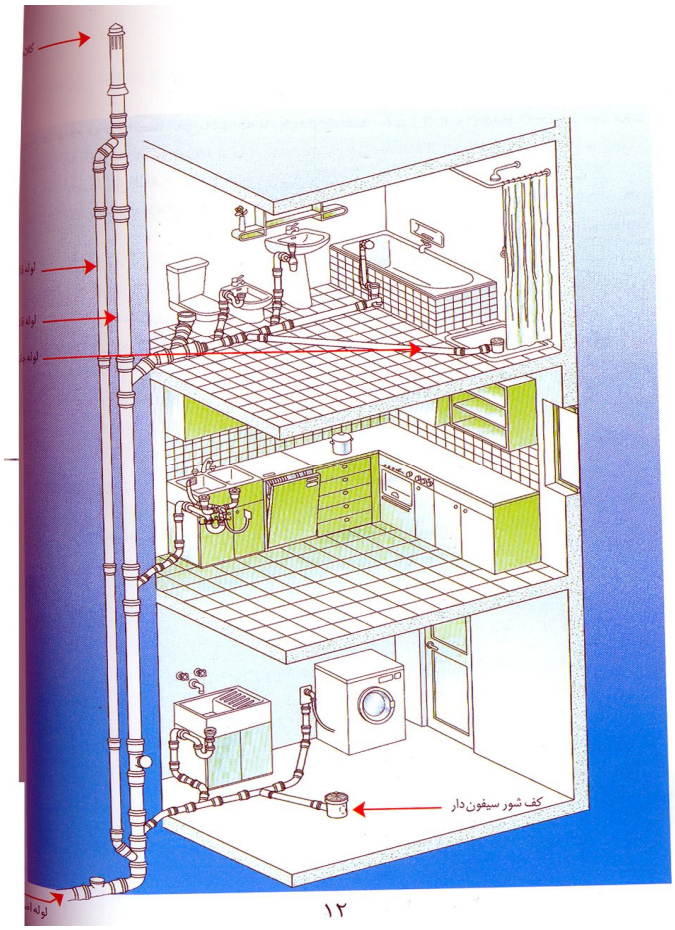
گردیده و در نهایت پسآب مرتبط با تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی واقع در ساختمان را جمع‌آوری و به خارج از محیط ساختمان و نقاط تعیین شده هدایت می‌نماید.

به طور خلاصه ترتیب قرار گرفتن اجزا در یک سیستم فاضلاب به این شرح است:

سیفون، لوله جانبی فاضلاب، لوله قائم فاضلاب، لوله اصلی تخلیه (لوله‌ای است در وضعیت افقی واقع در پایین‌ترین سطح بنا که همه پسآب‌های ساختمان را به محل تعیین شده انتقال می‌دهد) و سیفون بازدید واقع در محل وصل سیستم به شبکه عمومی فاضلاب، شبکه‌های فرعی، مخازن سپتیک و نظایر آن. ترتیب قرار گرفتن اجزاء متشکله سیستم فاضلاب به طور ساده در شکل ۱ نمایش داده شده است.

باید توجه داشت که در اغلب موارد به ویژه در ساختمان‌های چند طبقه وجود شبکه دیگری از لوله و اتصالات برای جلوگیری از تغییرات فشار درون سیستم فاضلاب ضرورت دارد که در اصطلاح سیستم تهویه فاضلاب نام دارد. اجزاء این سیستم نیز ممکن است شامل لوله‌های جانبی هواکش، لوله قائم هواکش، و در مواردی دریچه تنظیم فشار باشد. در بخش‌های بعدی توضیحات بیشتری در این زمینه ارائه خواهد شد.

شکل شماره ۱نمایش ساده‌ای از سیستم فاضلاب در یک ساختمان سه طبقه



سیفون

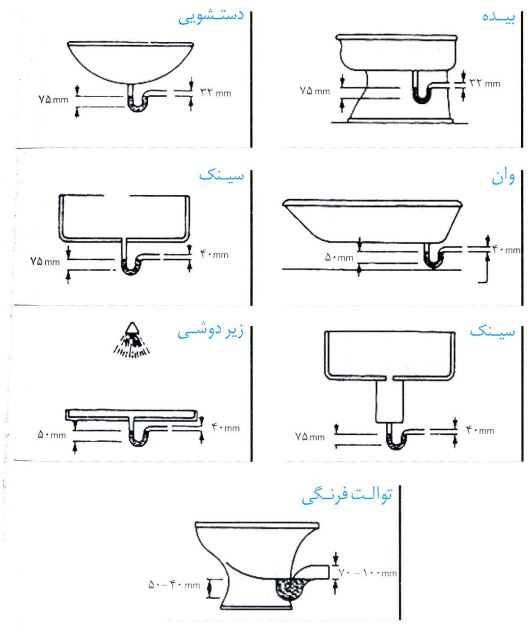
سیفون در واقع نوعی اتصال می‌باشد که با نگهداری عمق معینی از آب در داخل مجرای خود مانند یک مسیر یک طرفه عمل نموده و مانع از ورود گازهای فاضلابی به درون ساختمان می‌شود. سیفون‌ها از نظر شکل ظاهری دارای انواع مختلفی هستند ولی نقش اصلی آنها یکسان است.

کلیه تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی موجود در ساختمان می‌باید دارای یک سیفون با عمق آب‌بند مناسب باشند. به نحوی که در شرایط متعارف کاری بتوانند عمق آب‌بند خود را حداقل در حد ۲۵ میلی‌متر حفظ نمایند. این نکته از جمله اصولی‌ترین و در عین حال ابتدایی‌ترین شرایط هر سیستم فاضلاب می‌باشد که در صورت عدم توجه به آن، حالت آب‌بند ممکن است در اثر افت فشار درون سیستم، خالی شدن خود به خود سیفون‌ها و یا سایر عوامل از میان رفته و ورود گازهای فاضلابی به درون ساختمان مشکلات خاصی را برای ساکنین آن پدید آورد. بعضی از سرویس‌های بهداشتی سیفون سر خود هستند که در آن صورت نیازی به در نظر گرفتن سیفون برای آنها وجود ندارد.حداقل قطر سیفون و عمق آب‌بند مناسب برای هر یک از تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی در جدول ۱ و شکل ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۱قطر سیفون و عمق آب‌بند آن برای تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی مختلف

نوع تجهیزات یا سرویس	قطر (mm)	عمق آب‌بند (mm)
دستشویی و بیده	۳۲ حداقل	۷۵
وان- زیردوشی	۴۰-۵۰	۵۰-۴۰
سینک، ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی	۴۰	۷۵
توالت ایرانی و فرنگی	۷۰-۱۰۰	۵۰-۴۰

شکل شماره ۲ حداقل قطر سیفون و عمق آب‌بند در تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی



لوله‌های جانبی فاضلاب

لوله‌های جانبی فاضلاب لوله‌هایی هستند که از طریق سیفون‌ها به تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی وصل بوده و در وضعیت افقی با شیبی معین پسآب آنها را به یک لوله جانبی دیگر و یا به لوله قائم فاضلاب هدایت می‌نمایند. (شکل ۳ و ۴)

لوله جانبی فاضلاب می‌تواند در شرایطی خاص در طبقه همکف به لوله اصلی تخلیه و یا لوله‌های قائم غیراصلی فاضلاب متصل شود (شکل ۵).

لوله‌های جانبی فاضلاب نباید به نحوی قرار داده شوند که بتوانند از طریق تولید جریان متقاطع عبور جریان را در دیگر لوله جانبی وارد به همان لوله قائم مختل سازند (شکل ۳).

بنابراین توصیه می‌شود که فاصله محور لوله‌های جانبی متقابل وارد شده به یک لوله قائم فاضلاب در صورتی که قطر آنها هم اندازه و کمتر از ۶۳ میلی‌متر باشد به ترتیب زیر در نظر گرفته شود (شکل ۷).

- ۱۱۰ میلی‌متر در صورتی که قطر لوله قائم فاضلاب ۱۰۰ میلی‌متر باشد.
- ۲۵۰ میلی‌متر در صورتی که قطر لوله قائم فاضلاب ۱۶۰ میلی‌متر باشد.

فاصله مطلوب محور پایین‌ترین لوله جانبی وارد به لوله قائم فاضلاب تا کف لوله اصلی تخلیه کننده تابع ارتفاع ساختمان است. به توضیحات موجود در حاشیه شکل ۳ توجه فرمایید.

- در ساختمان‌های بیش از ۵ طبقه چنانچه پسآب سرویس‌های طبقه همکف به لوله اصلی تخلیه کننده نریزد، پایین‌ترین لوله جانبی باید به یک لوله قائم مجزا متصل شود.
- در ساختمان‌های بیش از ۲۰ طبقه علاوه بر لوله‌های جانبی طبقه همکف، لوله‌های جانبی طبقه اول هم باید به یک لوله قائم مجزا متصل شوند.

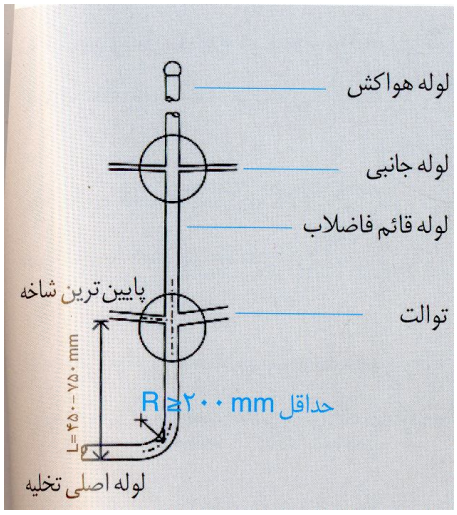
$L \geq ۴۵۰ Mm$

برای ساختمان‌های حداکثر سه طبقه

$L \geq ۷۵۰ Mm$

برای ساختمان‌های تا ۵ طبقه

شکل ۳ نمایش ورود لوله‌های جانبی منتقل به لوله قائم فاضلاب



شکل ۴چگونگی قرار گرفتن لوله‌های جانبی فاضلاب و اتصال آنها به لوله قائم

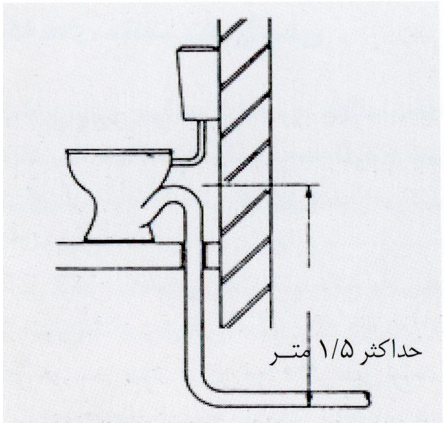
لوله‌های جانبی مرتبط با توالت در طبقه همکف را به شرطی می‌توان به طور مستقیم به لوله اصلی تخلیه کننده وصل نمود که فاصله تاج سیفون آن تا کف لوله اصلی تخلیه بیش از ۱/۵ متر باشد (شکل ۵).

لوله‌های قائم فاضلاب

لوله قائم فاضلاب لوله‌ای است که پساب‌های مرتبط با لوله‌های جانبی فاضلاب به آن وارد می‌شود.

هر لوله قائم نهایتاً به یک لوله اصلی تخلیه کننده که افقی بوده و به طور معمول در پایین‌ترین سطح بنا قرار دارد وارد می‌شود. اتصال لوله قائم فاضلاب با لوله اصلی تخلیه باید با بزرگترین شعاع ممکن صورت گیرد و در هیچ شرایطی این شعاع نباید از ۲۰۰ میلی‌متر کمتر باشد (شکل ۳ و ۶).

شکل ۵وصل نمودن مستقیم توالت طبقه همکف به لوله اصلی تخلیه



شکل ۶ نحوه استقرار منظم لوله‌های قائم فاضلاب و هواکش در یک طرح

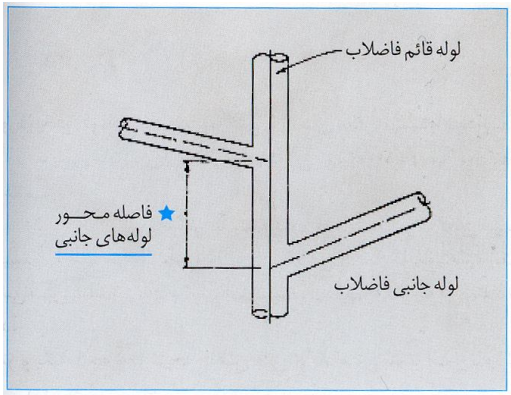
لوله‌های جانبی هواکش

لوله‌های جانبی هواکش لوله‌هایی هستند که وظیفه جلوگیری از نوسان فشار در داخل سیستم فاضلاب و حفظ آب‌بند سیفون‌ها را بر عهده دارند. این لوله‌ها لوله‌های جانبی فاضلاب را به لوله قائم فاضلاب و یا لوله قائم هواکش متصل می‌کنند (شکل ۷).

در نظر گرفتن لوله جانبی هواکش بستگی به شرایط طرح دارد مثلاً در مواردی از جمله در هتل‌ها و یا بیمارستان‌ها که بر اساس خصوصیات کاربردی تعدادی سرویس بهداشتی در محوطه محدود یک اطاق نصب می‌شود. در این موارد اگر طول لوله‌های جانبی فاضلاب از حد معینی تجاوز نماید امکان از بین رفتن حالت آب‌بند سیفون‌ها و ورود هوای فاضلاب به درون اطاق وجود نخواهد داشت. بنابراین مجهز نمودن سیستم به لوله‌های جانبی تهویه الزامی خواهد بود.

جزئیات بیشتری در این مورد در مبحث ضوابط و اصول طراحی ارائه خواهد شد.

شکل ۷ وارد شدن لوله‌های جانبی متقابل به لوله قائم فاضلاب



۱۱۰ میلی‌متر برای لوله‌های قائم ۱۰۰ میلی‌متری

۲۵۰ میلی‌متر برای لوله‌های قائم ۱۶۰ میلی‌متری

لوله قائم هواکش

در ساختمان‌های چند طبقه به دلیل بیشتر بودن تعداد واحدها، تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی اغلب این امکان وجود دارد که جریانی بیش از حد پیش‌بینی شده به لوله قائم فاضلاب تحمیل شود. در این صورت در اثر افت فشار درون سیستم، احتمال نشت آب، از بین رفتن حالت آب‌بند سیفون‌ها و ورود هوای آلوده به درون ساختمان وجود خواهد داشت. به منظور رفع این مشکل سیستم باید به یک لوله قائم هواکش مستقل مجهز شود که لوله‌های جانبی هواکش بتوانند به آن ارتباط داده شوند.

در ساختمان‌های تا ۱۰ طبقه قطر لوله قائم هواکش حداقل ۵۰-۴۰ میلی‌متر و در ساختمان‌های بلندتر حداقل ۷۰-۵۰ میلی‌متر قابل توصیه است.

لوله قائم هواکش در حد پائینی به لوله قائم فاضلاب یعنی قسمت زیر پایین‌ترین شاخه ورودی متصل شده و بخش انتهایی آن می‌تواند به بخش فوقانی لوله قائم فاضلاب در بالای آخرین شاخه ورودی وصل شده و یا به طور مستقل ادامه یافته و به فضای باز منتهی شود (شکل ۱).

اگر امکان ورود و یا افتادن جسم خارجی به داخل لوله وجود دارد، توصیه می‌شود که حد فوقانی لوله‌های تهویه توسط شبکه‌های توری پوشانیده شود. باید دقت نمود که هیچگونه مانعی در برابر جریان هوا بوجود نیاید.

دریچه‌های تنظیم فشار

در بعضی از کشورها بخش فوقانی لوله‌های هواکش را به جای آنکه به پشت بام هدایت کننده در داخل ساختمان نگهداشته و برای جلوگیری از نوسان فشار درون سیستم، انتهای آن را به یک دریچه تنظیم فشار مجهز می‌سازند.

دریچه‌های تنظیم فشار دارای یک دیافراگم هستند و به محض افت فشار در درون سیستم باز شده و ورود هوا به سیستم را میسر می‌سازند. به عبارتی دیگر این دریچه‌ها مانند شیر یکطرفه عمل می‌کنند. دسترسی آسان به منظور انجام تعمیرات احتمالی از نکاتی است که در استفاده از آنها باید در نظر گرفته شود.

ایزولاسیون بهتر و یکپارچه و در نتیجه کاهش قابل توجه امکان نشت آب از بام، نبود لوله‌های اضافی و اشغال بیهوده فضا در سطح بام و سهولت تردد، کاهش احتمالی افتادن اجسام خارجی به درون سیستم از جمله محاسن استفاده از دریچه‌های تنظیم فشار برشمرده می‌شوند.

ضوابط و اصول طراحی سیستم فاضلاب

مهمترین نکته در طراحی اساسی هر سیستم فاضلاب آگاه بودن از میانگین حجم پسآبی است که از طریق هر یک از لوازم و یا سرویس‌های بهداشتی به درون مجاوری وارد می‌شود. برای سهولت در محاسبات، میانگین کمترین میزان دبی را که به دستشویی تعلق داشته و حدوداً ۰/۲۵ لیتر بر ثانیه است به عنوان «واحد دبی» انتخاب کرده و بقیه تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی را با آن مقایسه می‌نمایند. برای مثال تعداد واحد دبی برای ماشین ظرفشویی معادل ۴ و در توالت برابر با ۱۰ است. تعداد واحد دبی و میزان جریان برای لوازم و سرویس‌های بهداشتی متعارف در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول شماره ۲تعداد واحد دبی و میزان جریان در تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی

نوع وسیله یا سرویس بهداشتی	تعداد واحد دبی	میزان جریان
دستشویی	۱	۰/۲۵
سینک	۲	۰/۵
بیده	۲	۰/۵
زیردوشی	۲	۰/۵
وان	۴	۱
سینک دارای خردکن ضایعات	۴	۱
ماشین ظرفشویی	۴	۱
ماشین لباسشویی تا ۶ کیلوگرم	۴	۱
سینک دو کاسه‌ای	۴	۱
کفشور	۴	۱

ماشین لباسشویی ۱۲-۶ کیلوگرمی	۶	۱/۵
ماشین ظرفشویی صنعتی	۶	۱/۵
سینک‌های بزرگ (هتل‌ها، رستوران‌ها)	۶	۱/۵
توالت فرنگی و ایرانی	۱۰	۲/۵
ماشین‌های لباسشویی صنعتی	۱۰	۲/۵
کفشورهای بزرگ	۱۰	۲/۵

علاوه بر فاکتور «واحد دبی» عوامل دیگری مانند تهویه، انبساط ناشی از حرارت و مهار نمودن اصولی اجزاء سیستم هر یک به نوبه خود دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشند.

حرکت پسآب در درون مجاری سیستم فاضلاب حرکتی است آزاد و تابع نیروی ثقل، لذا باید طراحی به گونه‌ای انجام شود که در هیچ شرایطی بخشی از لوله‌ها و اتصالات به طور کامل از فاضلاب پر نشود زیرا در آن حالت جریان از آزاد به تحت فشار تبدیل شده ودر بخشی دیگر از سیستم فشار منفی بوجود می‌آید. در هر صورت فشار بوجود آمده معمولاً بیش از ۲/۵ میلی‌بار یا به عبارتی تقریباً نصف عمق آب‌بند متداول در سیفون‌ها می‌باشد.

انتخاب قطر لوله‌ها

لوله‌های جانبی

«واحد دبی» به طور مستقیم در انتخاب قطر همه لوله‌های بکار رفته در سیستم فاضلاب دخالت دارد. بر این اساس، با استفاده از جداول ۳ و ۴ می‌توان مناسب‌ترین قطر را برای لوله‌های جانبی فاضلاب و هواکش در سیستم‌های دارای هواکش مستقل و یا بدون هواکش مستقل انتخاب نمود.

جدول شماره ۳ راهنمای انتخاب قطر لوله‌های جانبی با توجه به تعداد «واحد دبی» و میزان جریان در سیستم‌های فاقد هواکش مستقل

حداکثر واحد دبی مجاز	میزان جریان (*L/sec.*)	قطر لوله جانبی (*mm.*)
۱	۰/۲۵	۴۰
۲	۰/۲۵	۴۰
۲	۰/۵	۵۰
۶	۱/۵	۷۰
۱۰	۲/۵	۱۰۰

جدول شماره ۴ راهنمای انتخاب قطر لوله‌های جانبی و لوله‌های تهویه در سیستم‌های دارای هواکش مستقل

حداکثر واحد دبی مجاز	میزان جریان (*L/sec.*)	قطر لوله جانبی (*mm.*)	قطر لوله هواکش (*mm.*)

۱	۰/۲۵	۴۰	۳۲
۲	۰/۲۵	۴۰	۳۲
۲	۰/۵	۵۰	۴۰
۶	۱/۵	۷۰	۵۰
۱۰	۲/۵	۱۰۰	۵۰-۷۰

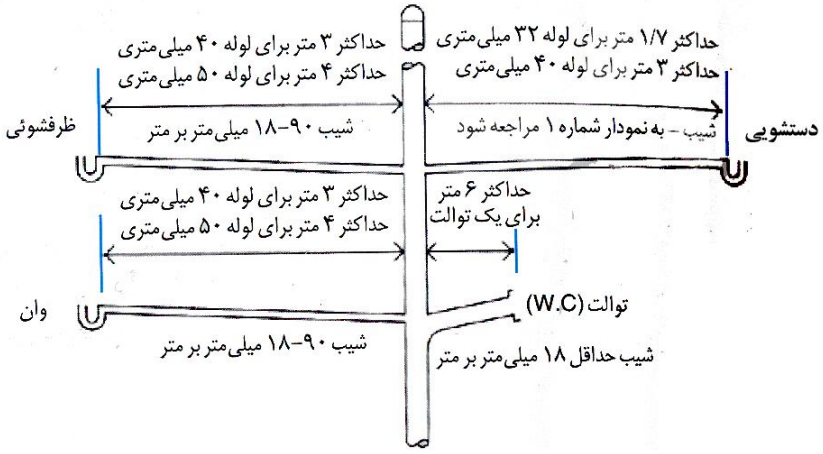
لوله‌های جانبی که فقط به یک وسیله یا سرویس بهداشتی وصل می‌شوند باید حداقل دارای قطری معادل قطر سیفون آن سرویس باشند اما در شرایطی که به چندین سرویس مرتبط بوده و در عین حال فاقد هواکش باشند باید با معیارهای جدول شماره ۵ و شکل شماره ۸ مطابقت کنند.

جدول شماره ۵ قطر، طول و شیب لوله‌های جانبی

نام سرویس بهداشتی	حداقل قطر لوله ($mm.$)	حداکثر طول لوله ($m.$)	شیب میلی‌متر بر متر
ظرفشویی	۴۰	۳	۱۸-۹۰
ظرفشویی	۵۰	۴	۱۸-۹۰
وان	۴۰	۳	۱۸-۹۰
وان	۵۰	۴	۱۸-۹۰
دستشویی	۳۲	۱/۷	۱۸-۲۲ برای طول‌های کمتر میزان شیب از نمودار شماره ۱ بدست می‌آید.
دستشویی	۴۰	۳	۱۸-۴۴
توالت	۷۰-۱۰۰	۶×	حداقل ۱۸
بیده	۴۰	۳	۱۸-۴۴

× طول شش متر مربوط به مواقعی است که لوله جانبی فقط به یک توالت وصل شود. این طول حداکثر تا ۱۵ متر و اتصال به حداکثر ۸ دستگاه توالت قابل افزایش است.

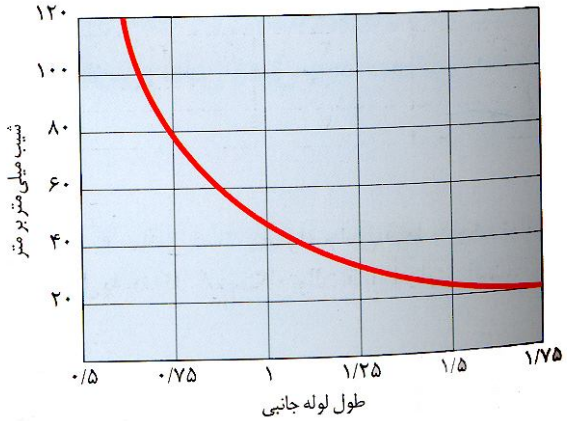
شکل شماره ۸ ضوابط وصل شدن لوله‌های جانبی به لوله قائم



توجه :

چنانچه برای لوله‌های جانبی متصل به سرویس‌ها از قطر بزرگتر استفاده شود قطر سیفون آنها اضافه نخواهد شد ولی دنباله سیفون را باید حدود ۵۰ میلی‌متر بلندتر گرفت.

نمودار شماره ۱ تعیین طول و شیب لوله جانبی



به نکات زیر توجه فرمایید :

- می‌توان حداکثر معادل ۸ دستگاه توالت را به یک لوله جانبی فاضلاب وصل نمود چنانچه قطر لوله حداقل ۱۰۰ میلی‌متر و طولش کمتر از ۱۵ متر باشد. بهترین شیب در این وضعیت ۹۰-۹ میلی‌متر به ازاء هر متر است.
- هنگامی که به یک لوله جانبی معادل ۴ سرویس دستشویی متصل باشد، حداقل قطر مجاز ۵۰ میلی‌متر می‌باشد. طول مناسب در چنین شرایطی حداکثر ۴ متر و شیب ۴۴-۱۸ میلی‌متر در هر متر خواهد بود.
- انشعابات هم قطر وارد به لوله‌های جانبی باید با قوسی که حداقل شعاع آن ۲۵ میلی‌متر باشد و یا تحت زاویه ۴۵ درجه صورت گیرد.
- چنانچه قطر لوله جانبی ۷۰ میلی‌متر بوده و به یک لوله قائم هم قطر متصل شود شعاع قوس محل وصل باید حداقل ۵۰ میلی‌متر و یا زاویه آن ۴۵ درجه باشد.

لوله‌های قائم

انتخاب قطر لوله‌های قائم فاضلاب هم تابع مجموع واحدهای دبی مرتبط با تمامی لوله‌های جانبی فاضلاب است.

قطر لوله قائم باید در تمام مسیر یکسان باشد. نقش لوله‌های قائم جمع‌آوری کلیه جریان‌های مربوط به همه لوله‌های جانبی فاضلاب است که در اصطلاح به آن «دبی کل» (Qt) می‌گویند.

با در نظر داشتن این واقعیت که تمامی تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی موجود در کلیه واحدهای مسکونی یک مجتمع یا ساختمان هرگز به طور همزمان بکار گرفته نمی‌شوند می‌توان عملاً قطر لوله‌های قائم را کمتر از آنچه که Qt ایجاب می‌کند، انتخاب نمود. بر این اساس با استفاده از فرمول زیر که مبنای تجربی و آماری دارد می‌توان دبی واقعی پروژه (Qp) را محاسبه و مبنا قرار داد. جداول ۶، ۷ و ۸ نیز به عنوان راهنما می‌توانند مورد استفاده واقع شوند.

از Qp که واحد آن لیتر بر ثانیه است به شرح زیر در انتخاب قطر لوله استفاده می‌شود:

الف- برای ساختمان‌های مسکونی و اداری

$$Qp = 0.5 \times \sqrt{Qt}$$

ب- برای هتل‌ها، بیمارستان‌ها، رستوران‌ها و ساختمان

$$Qp = 0.75 \times \sqrt{Qt}$$

ج- آزمایشگاه‌ها و مؤسسات بزرگ

$$Qp = 1.2 \times \sqrt{Qt}$$

توجه :

اگر در شرایطی خاص محور بخشی از لوله قائم در وضعیت عمودی قرار نگرفته و زاویه آن از ۴۵ درجه هم بیشتر باشد آن بخش از لوله جزء لوله‌های افقی محسوب شده و برای محاسبه قطر آن از ضوابط مربوط به لوله‌های افقی استفاده خواهد شد.

مثال

قطر مناسب برای لوله قائم فاضلاب در یک ساختمان ۱۰ واحدی که در همه واحدهای آن از سرویس‌ها و تجهیزات زیر استفاده شده چیست؟

حل:

$$Qt=۲۶۰\times۰/۲۵=۶۵\ L/sec$$

با توجه به مسکونی بودن نوع ساختمان:

$$Qp=0.5\times\sqrt{Qt}$$

$$=4\ L/sec\ Qp=0.5\times\sqrt{Qt}$$

سرویس‌ها و تجهیزات	واحد دبی	مجموع واحد دبی در ۱۰ واحد
توالت ۱	۱۰	۱۰۰
بیده ۱	۲	۲۰
سینک ۱	۲	۲۰
وان ۱	۴	۴۰
ماشین لباسشویی ۱	۴	۴۰
ماشین ظرفشویی ۱	۴	۴۰
جمع	۲۶	۲۶۰

حال با فرض اینکه سیستم فاضلاب دارای هواکش مستقل نیست به جدول ۶ مراجعه کرده و بر این اساس برای Qp=۴ لیتر بر ثانیه، لوله ۱۰۰ میلی‌متری انتخاب می‌کنیم.

جدول شماره ۶ راهنمای انتخاب قطر لوله قائم فاضلاب در سیستم بدون هواکش مستقل

حداکثر Qp مجاز L/sec	حداکثر Qt مجاز L/sec	قطر لوله قائم فاضلاب $(mm.)$
۲	۷	۷۰
۴/۲	۷۰	۱۰۰
۵	۱۰۰	۱۲۵
۱۰	۴۰۰	۱۶۰

جدول شماره ۷ راهنمای انتخاب قطر لوله قائم فاضلاب و لوله هواکش در سیستم دارای هواکش مستقل

قطر لوله قائم هواکش (mm)	حداکثر Qp مجاز L/sec	حداکثر Qt مجاز L/sec	قطر لوله قائم فاضلاب (mm)
۵۰	۴/۲	۶۴	۱۰۰

۷۰	۵/۹	۱۵۰	۱۰۰
۱۰۰	۷	۲۰۰	۱۲۵
۱۰۰	۱۴	۸۰۰	۱۶۰

جدول شماره ۸ راهنمای انتخاب قطر لوله قائم فاضلاب و لوله هواکش در سیستم‌های دارای هواکش‌های جانبی و مستقل

قطر لوله قائم هواکش (mm)	حداکثر QP مجاز L/sec	حداکثر Qt مجاز L/sec	قطر لوله قائم فاضلاب (mm)
۵۰	۵/۴	۱۰۰	۱۰۰
۷۰	۷/۶	۲۴۰	۱۰۰
۱۰۰	۹	۳۰۰	۱۲۵
۱۰۰	۱۸	۱۲۰۰	۱۶۰

با دقت در جدول ۶، ۷ و ۸ دیده می‌شود که وجود سیستم هواکش مناسب در شبکه فاضلاب عملاً ظرفیت لوله قائم فاضلاب را افزایش می‌دهد که در نتیجه عبور جریان با سهولت بیشتری میسر می‌شود.

- توجه شود که به عنوان یک اصل قطر لوله قائم فاضلاب هرگز نباید از قطر بزرگترین سیفون بکار رفته در سیستم کمتر باشد.
- مجاری و لوله‌های موجود در سیستم فاضلاب در امتداد مسیر خود هرگز نباید کاهش قطر داشته باشد.

لوله اصلی تخلیه کننده

لوله‌ای است که پسآب تمامی تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی ساختمان از طریق لوله قائم فاضلاب به آن وارد شده و به وسیله آن به محل‌های تعیین شده مانند شبکه فاضلاب عمومی، مخازن سپتیک و غیره هدایت می‌شود.در طراحی سیستم، وضعیت این لوله که حالت افقی دارد باید به ساده‌ترین وجه باشد، به عبارتی دیگر مسیر حتی‌الامکان مستقیم و یا دارای انحنای اندک بوده و تغییرات جهت و شیب در آن حداقل باشد. اگر به ناچار از زانو استفاده شده باشد زانوها باید در نزدیک دریچه بازدید قرار گرفته و دارای بیشترین شعاع باشند.شاخه‌های جانبی وارد به لوله اصلی (در صورت وجود) می‌باید به صورت اریب و در جهت جریان متصل شوند. در مواقعی که لوله اصلی از زیر ساختمان عبور می‌کند لازم است که حداقل به ضخامت ۱۰۰میلی‌متر روی آن شن ریز ریخته شود تا فشارهای وارده را خنثی نماید.

لوله اصلی تخلیه باید گنجایش و توانایی کافی برای حمل آسان جریان را دارا باشد. میزان جریان در این لوله به تعداد واحدهای مسکونی و همچنین نوع و تعداد تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی موجود در آنها بستگی دارد. ظرفیت این لوله به قطر و شیب آن بستگی دارد. با مراجعه به نمودار شماره ۲می‌توان با در اختیار بودن میزان جریان بهترین قطر لوله و بهترین شیب ممکن برای آن را به دست آورد.

لوله‌های تخلیه‌ای که مرتبط با بیش از یک واحد مسکونی باشند معمولاً حداقل ۱۰۰ میلی‌متر قطر خواهند داشت و هنگامی که تعداد واحدها بیش از ۱۰ واحد باشد حداقل ۱۶۰ میلی‌متر انتخاب می‌شوند. حدود جریان در هر ساختمان بر اساس تعداد واحدها در جدول شماره ۱۰ ارائه شده است.

در هر صورت حداقل قطر لوله‌های اصلی تخلیه در مورد فاضلاب سبک ۷۰ میلی‌متر و برای فاضلاب سنگین و توالت‌ها حداقل ۱۰۰ میلی‌متر است.حداقل شیب لوله اصلی تخلیه کننده با توجه به حداکثر جریان برای قطرهای مختلف همراه با حداکثر ظرفیت در جدول شماره ۹ ارائه شده است.

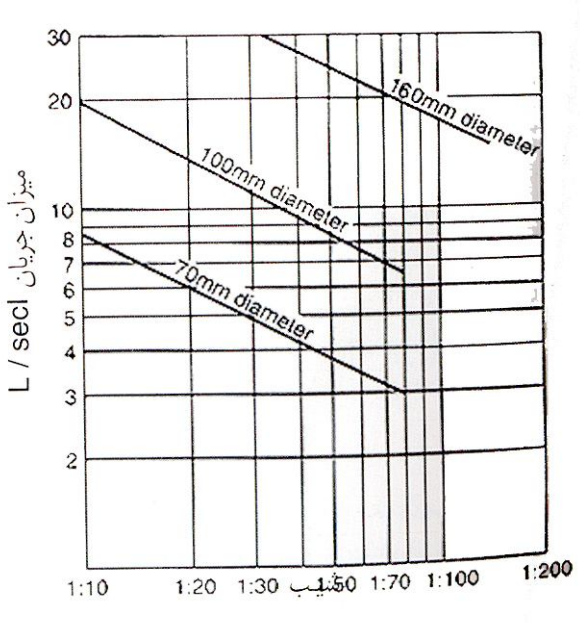
جدول شماره ۹ شیب لوله اصلی بر اساس حداکثر جریان، قطر لوله و حداکثر ظرفیت

حداکثر جریان L/sec	قطر لوله (mm)	حداقل شیب	حداکثر ظرفیت L/sec
۱>	۷۰	۱:۴۰	۴/۱
	۱۰۰	۱:۴۰	۹/۲
۱<	۷۰	۱:۸۰	۲/۸
	۱۰۰	۱:۸۰	۶/۳
	۱۵۰	۱:۱۵۰	۱۵

جدول شماره ۱۰میانگین جریان در ساختمان‌ها متناسب با تعداد واحدهای مسکونی (L/sec)

تعداد واحدها	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵	۱
میزان جریان لیتر در ثانیه (L/sec)	۵/۸	۵/۴	۵/۱	۴/۶	۴/۱	۳/۵	۲/۵

نمودار شماره ۲ رابطه شیب با قطر و میزان جریان در لوله اصلی تخلیه



تهویه سیستم فاضلاب

برای جلوگیری از پیدایش نوسان فشار در داخل سیستم فاضلاب که باعث اختلال در جریان پساب و پیآمدهای نامطلوب دیگری است، برقرار نمودن تهویه کامل با استفاده از لوله‌های هواکش از جمله اقدامات اساسی در طراحی است.

برای درک بهتر موضوع به شکل شماره ۹ دقت نمایید. در این مدل به منظور هرچه ساده‌تر نمایش دادن موضوع فرض شده است که لوله قائم فاضلاب در طبقات مختلف فقط با توالت‌ها ارتباط دارد.

هنگامی که آب فلاش تانک طبقه چهارم به داخل کاسه توالت تخلیه شود لوله واقع در زیر آن را فوراً از پساب پر کرده، به طرف پایین جریان یافته و دقیقاً مانند یک پیستون عمل خواهد کرد. بنابراین پس از عبور از مقابل هر انشعاب در بخش‌های بالایی مکش و در بخش‌های پائینی لوله فشار تولید می‌کند. مثلاً اگر پیستون در موقعیت الف باشد مکش بوجود آمده باعث می‌شود که آب بند سیفون توالت طبقه چهارم در اثر تخلیه آب مختل گردد و در مورد طبقات زیرین نیز فشار بوجود آمده در سیستم آب‌بند سیفون‌ها را مختل می‌سازد. هرچند که علت اختلال در یکی مکش و در دیگری فشار است اما نتیجه یکسان است یعنی از میان رفتن عمق آب بند و ورود هوای آلوده فاضلاب به درون ساختمان، البته شدت این پدیده به عمق آب‌بند سیفون‌ها هم بستگی دارد و چنانچه یک سیفون نتواند عمق اب بند خود را در حد تعریف شده‌ای نگهدارد طبعاً اثرات پدیده فوق در آن به مراتب بیشتر خواهد بود.

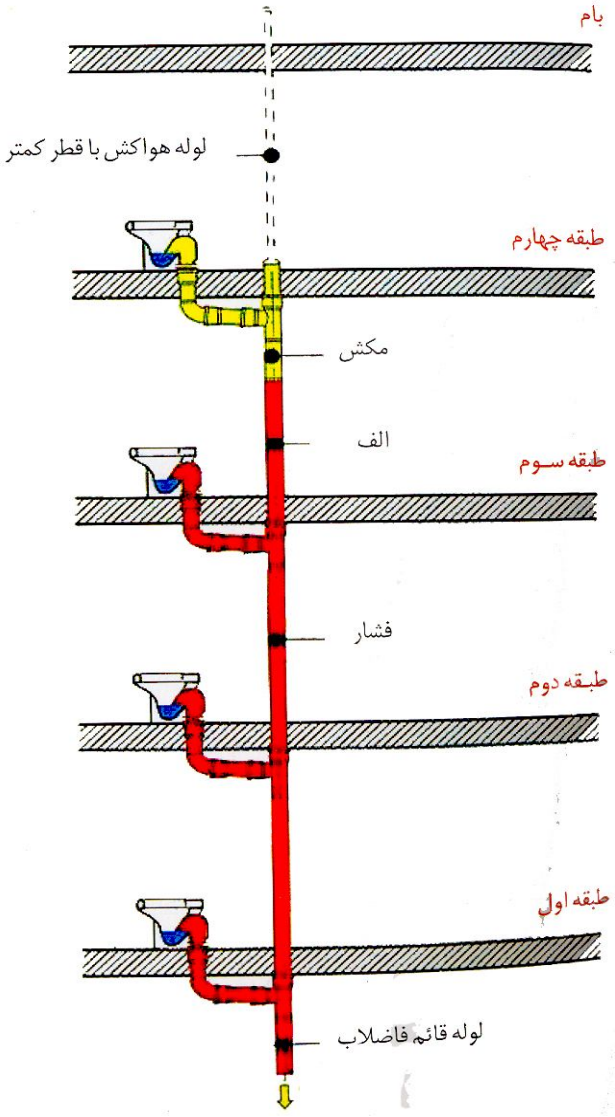
قطر لوله قائم فاضلاب نیز عامل دیگری است که می‌تواند پدیده فوق را تشدید کند. به عبارتی دیگر چنانچه قطر لوله قائم فاضلاب به اندازه کافی بزرگ نباشد و یا آنکه پس از اتصال به آخرین انشعاب در همانجا خاتمه یافته و به خارج و به پشت بام امتداد داده نشود احتمال مختل شدن حالت آب‌بند سیفون‌ها افزایش خواهد یافت. باید توجه داشت که همیشه در لوله قائم فاضلاب فقط آب در جریان نیست بلکه گاه به دلیل

وجود مواد اضافی مایع عبوری ممکن است به تعبیری حالت نیمه جامد داشته باشد. به همین دلیل مایع از درون پیچ و خم‌های سیفون‌ها چندان به راحتی عبور نکرده و همواره گرایشی برای ته‌نشینی و رسوب در داخل سیفون‌ها وجود خواهد داشت.

با توجه به این نکات :

- همواره از نصب سیفون در پایین‌ترین قسمت لوله قائم فاضلاب یا به عبارتی محل وصل آن به لوله اصلی تخلیه کننده باید اجتناب نمود. محل وصل باید دارای بزرگترین شعاع ممکن باشد که غالباً برای تأمین آن از دو عدد زانویی ۴۵ درجه استفاده می‌شود (شکل ۳).
- توصیه مهم دیگر اینکه در هر کجا که تغییر جهت وجود دارد بهتر است که یک دریچه بازدید نصب شود تا بتوان در صورت پیدایش گرفتگی به راحتی آن را برطرف نمود.

شکل شماره ۹لوله قائم فاضلاب فاقد هواکش یا دارای هواکش با قطری کمتر



مکش خودبخود هم یکی دیگر از پدیده‌های نامطلوب در سیستم‌های فاضلاب می‌باشد. این پدیده در شرایطی اتفاق می‌افتد که لوله‌های جانبی متصل به تجهیزات و سرویس‌های بهداشتی بیش از حد طویل باشند. هنگامی که پسآب بخشی از لوله جانبی را کاملاً پر نماید عبور آن موجب پیدایش فشار منفی یا به عبارتی مکش در بخش‌های پشت خود شده و آب سیفون‌های موجود در آن قسمت را تخلیه می‌کند. هر قدر طول لوله جانبی بیشتر و قطر آن کمتر باشد شدت پدیده مکش خود به خود بیشتر خواهد بود.

برای دوری جستن از مشکلات فوق ناچار برای هر سیستم فاضلاب باید تهویه مناسبی تأمین نمود. تشخیص یک سیستم فاضلاب بدون هواکش و یا دارای هواکش غیراصولی بسیار ساده است.

در این سیستم‌ها علاوه بر ورود هوای آلوده فاضلاب به درون ساختمان، انتشار صدا نیز بسیار زیاد است. اگر دقت شود در چنین سیستم‌هایی عبور آب با صدایی خرخر مانند همراه است و این صدا نشان می‌دهد که خطر پیدایش مکش خود به خود در سیفون ذیربط محتمل است. تکان خوردن و مواج شدن سطح آب در یک سیفون توالت و یا دستشویی پر از آب در شرایطی که آب سرویس دیگری در حال تخلیه شدن است باز هم نشانه عدم کفایت سیستم تهویه می‌باشد. این حالت در شکل شماره ۱۰ نشان داده شده. در این شکل به اختلاف سطح آب در سیفون‌ها توجه نمایید.

از نظر کلی در سیستم‌های فاضلاب ساختمانی سه نوع سیستم هواکش می‌تواند وجود داشته باشد که عبارتند از: سیستم‌های ابتدایی (فاقد هواکش مستقل)، سیستم‌های دارای هواکش مستقل و سیستم‌های دارای تهویه ثانویه

سیستم‌های ابتدایی

در این سیستم‌ها لوله قائم فاضلاب امتداد یافته و به پشت بام منتهی می‌شود (شکل شماره ۱۱).

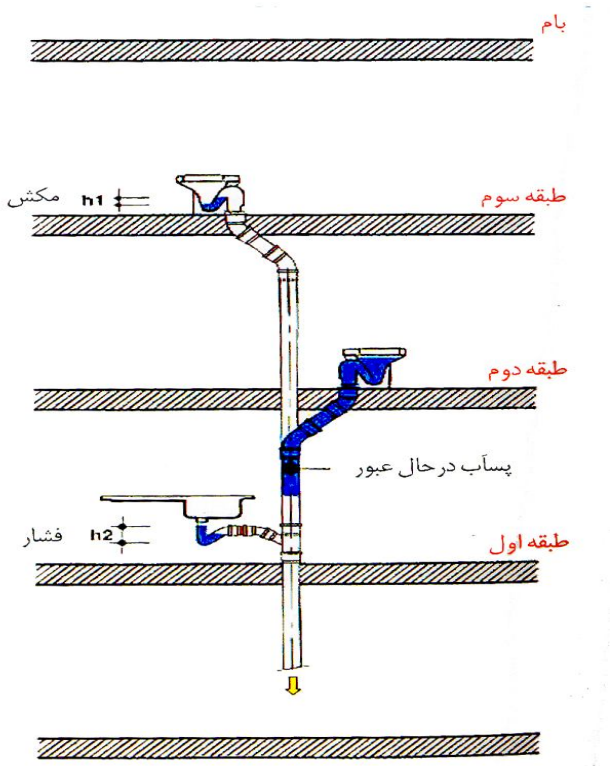
قطر بخشی از لوله که نقش هواکش را دارد می‌باید با قطر لوله قائم فاضلاب یکسان باشد. توجه به این نکته بسیار اهمیت دارد. این قطر به طول معمول ۱۰۰ میلی‌متر است. در شکل شماره ۱۲ نیز نقشه ساده سیستم فاضلاب یک ساختمان چهار طبقه با تهویه ابتدایی نمایش داده شده است.

برای انتخاب ارتفاع لوله قائم (عصایی) از سطح پشت‌بام عملاً دلیل علمی خاصی وجود ندارد.

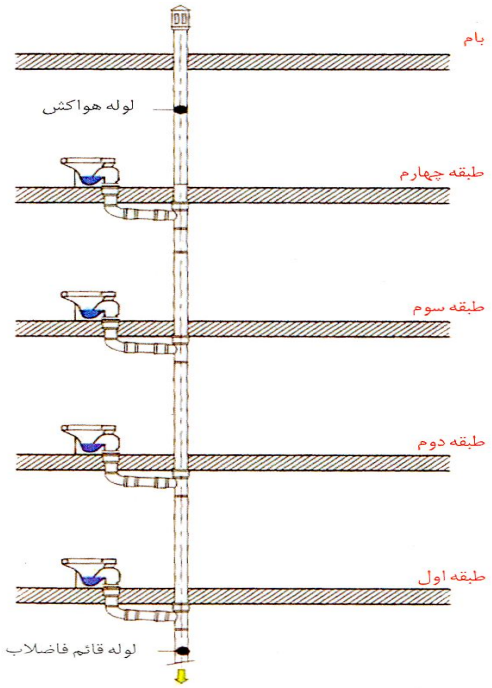
شاید در نظر گرفتن یک ارتفاع مشخص برای آن به منظور پرهیز از مدفون شدن در زیر برف یکی از موجه‌ترین دلایل باشد. در هر حال برای موقعیت این لوله در پشت بام برخی از کشورها مقررات خاصی در نظر گرفته شده است (شکل ۱۳).

از قرار دادن بخش انتهایی لوله هواکش در نزدیکی کولر و یا هر نوع تجهیزات مکنده دیگر اجتناب شود.

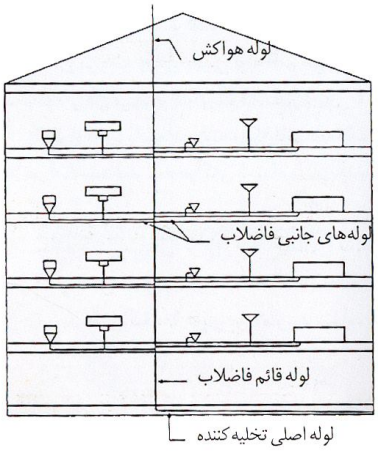
شکل شماره ۱۰نبود تهویه کافی در سیستم و تغییر سطح آب در سیفون‌ها



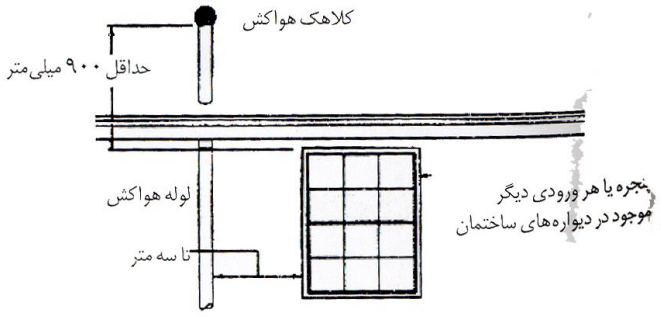
شکل شماره ۱۱ لوله قائم فاضلاب بدون هواکش مستقل که در آن قطر هواکش و لوله فاضلاب یکسان است.



شکل شماره ۱۲نقشه سیستم فاضلاب با تهویه ابتدایی



شکل شماره ۱۳موقعیت لوله هواکش



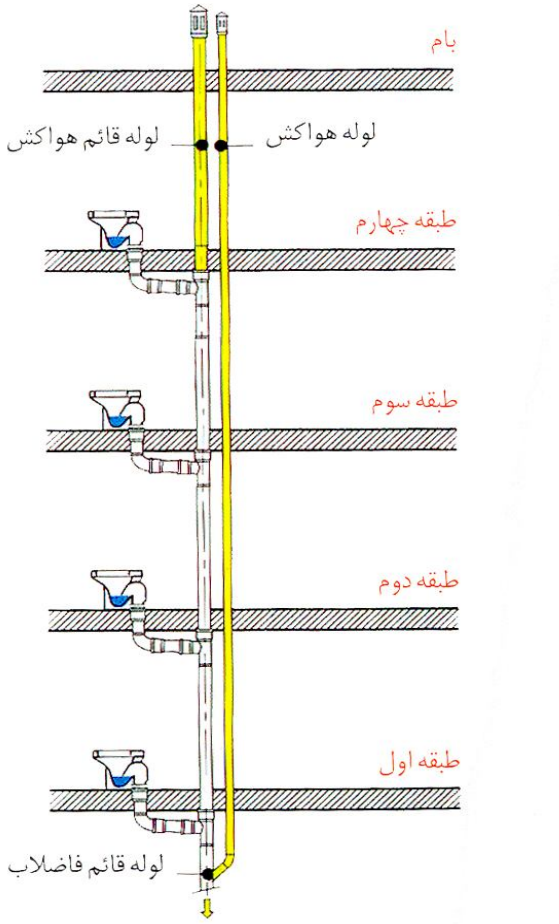
سیستم‌های دارای هواکش مستقل (موازی)

در این روش برای تهویه سیستم، یک لوله مستقل به نام لوله قائم هواکش به موازات لوله قائم فاضلاب در نظر گرفته می‌شود (شکل‌های ۱۴ و ۱۵). قطر لوله قائم هواکش معمولاً کمتر از لوله قائم فاضلاب و حدوداً $\frac{2}{3}$ آن می‌باشد. بخش پایینی لوله قائم هواکش به نزدیک پایه لوله قائم فاضلاب وصل شده و قسمت فوقانی آن می‌تواند دارای دو حالت باشد یعنی یا مستقلاً امتداد یافته و به بام منتهی می‌گردد و یا آنکه در بالاتر از آخرین انشعاب وارد به لوله قائم فاضلاب به این لوله متصل شود. به هر حال همانطور که قبلاً هم اشاره شد قطر لوله هواکش در تمام مسیر باید یکسان باشد.

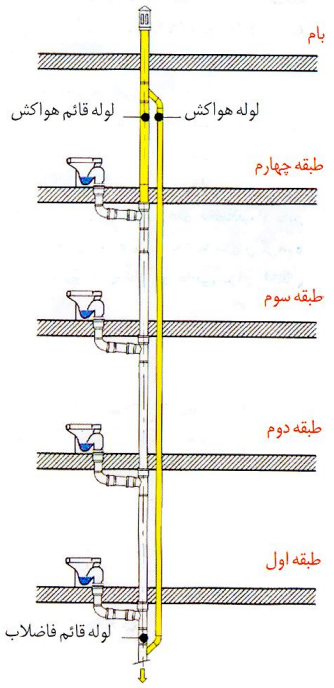
مجهز بودن سیستم فاضلاب به هواکش مستقل، از بروز حالت پیستون مانند به هنگام حرکت آب در مجاری جلوگیری نموده و فشار داخل سیستم همواره معادل فشار محیط خارج برقرار می‌ماند و بدین ترتیب تخلیه سیفون‌ها، ورود هوای آلوده به درون ساختمان، نشت آب و انتشار صدا مشکل‌ساز نخواهد بود.

در ساختمان‌های بلندتر توصیه می‌شود که لوله قائم هواکش در هر طبقه به لوله قائم فاضلاب متصل شود. در این حالت حتی تخلیه هم زمان تعداد زیادی از سرویس‌ها و تجهیزات بهداشتی موجود در ساختمان نمی‌تواند سبب ایجاد اختلاف فشار گشته و حالت آب‌بند سیفون‌ها را مختل سازد (شکل ۱۶).

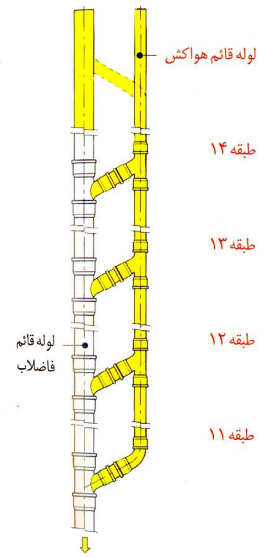
شکل شماره ۱۴تصویری ساده از یک سیستم فاضلاب با تهویه موازی



شکل شماره ۱۵یک سیستم فاضلاب با هواکش مستقل که در انتها به لوله قائم فاضلاب متصل شده



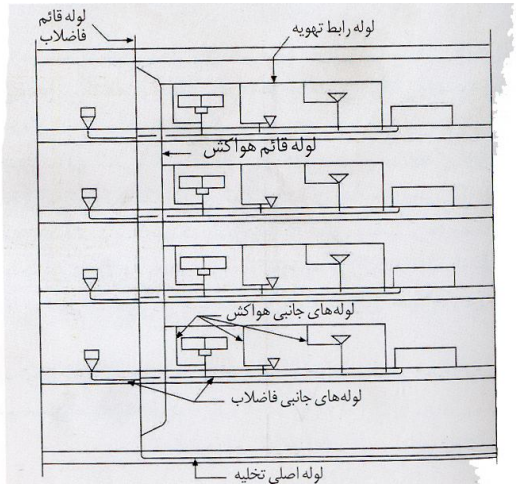
شکل شماره ۱۶نحوه وصل شدن لوله قائم هواکش به لوله قائم فاضلاب در طبقات مختلف



سیستم‌های دارای تهویه ثانویه

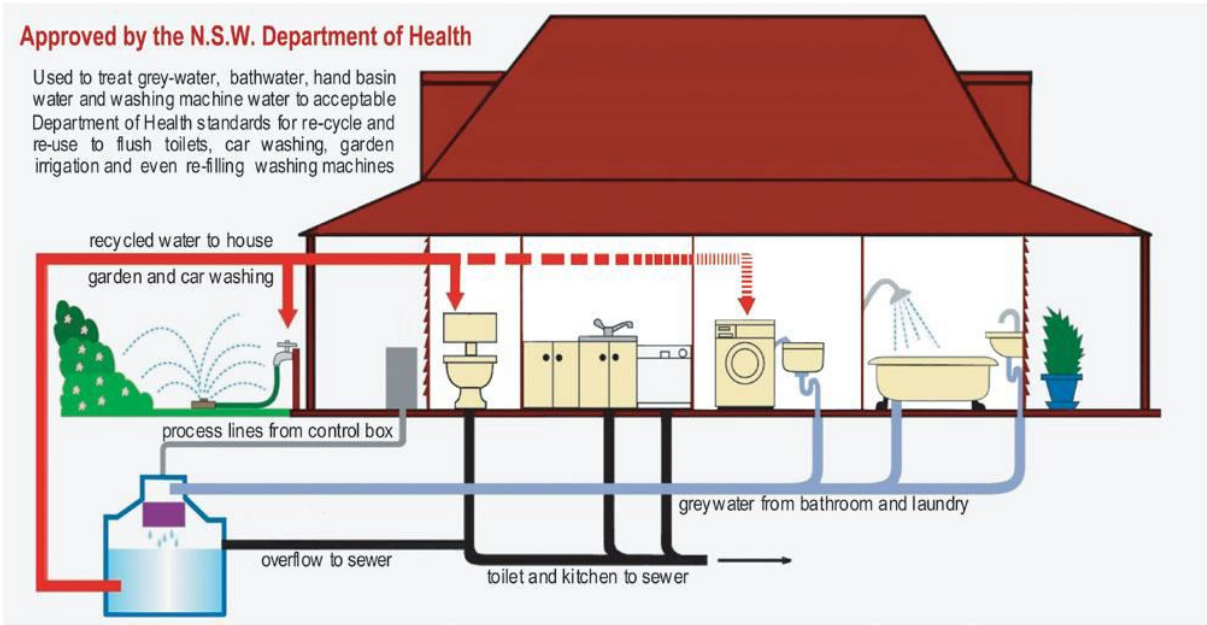
برای برقراری تهویه اصولی و کامل در شبکه فاضلاب ساختمان و اطمینان خاطر هرچه بیشتر می‌توان از سیستم دارای تهویه ثانویه استفاده نمود. بدین ترتیب در اغلب بناهای معتبر و همچنین هتل‌ها و بیمارستان‌ها و یا هر ساختمان دیگری که چند سرویس بهداشتی در محوطه محدودی قرار داشته و خطر پیدایش تغییر فشار و از بین رفتن آب‌بند سیفون‌ها وجود دارد توصیه می‌شود که سیفون هر سرویس بهداشتی توسط لوله جانبی هواکش به لوله قائم هواکش متصل شود (شکل ۱۷).

شکل ۱۷طرحی از یک سیستم فاضلاب با سیستم تهویه ثانویه

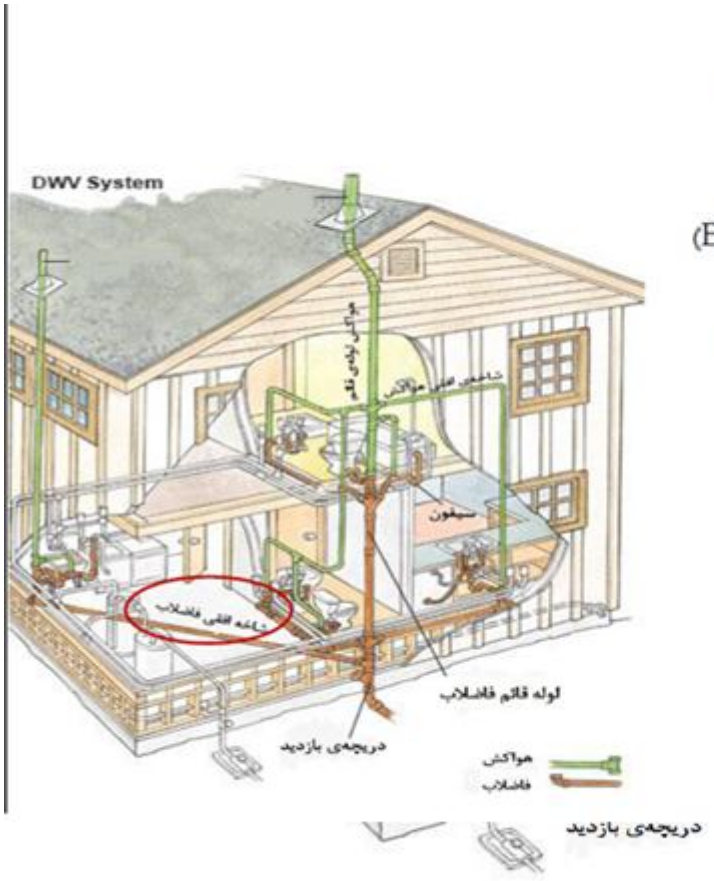


اگر لوله جانبی هواکش فقط با یک سرویس بهداشتی یا وسیله مرتبط باشد قطر ۲۵ میلی‌متر برای آن کافی است اما اگر طول لوله جانبی تخلیه زیاد (بیش از ۱۵ متر) و یا تعداد سرویس‌ها و تجهیزات مرتبط با لوله جانبی هواکش بیشتر از یک سرویس باشد قطر ۳۲ میلی‌متر قابل توصیه است.

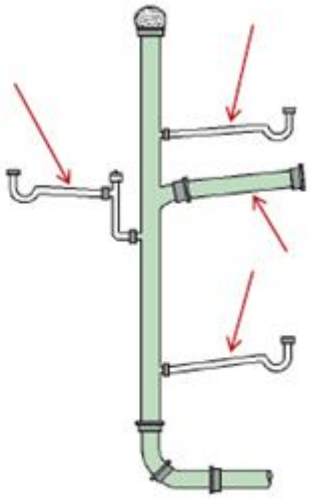
با توجه به اطلاعاتی که ارائه شد چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بهترین سیستم‌های فاضلاب از نظر اجرا، سیستم‌هایی می‌باشند که درای تهویه ثانویه هستند زیرا در این صورت نه تنها جریان آرام و بی‌صدای آب درون مجاری تأمین می‌گردد بلکه ظرفیت لوله‌های قائم و جانبی برای انتقال فاضلاب نیز بیشتر می‌شود.



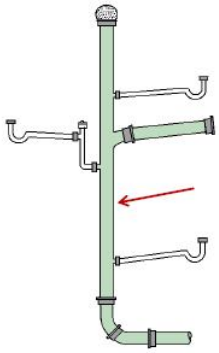
- ✓ شاخه های فاضلاب (Branch)
- ✓ سیفون‌ها (Traps)
- ✓ لوله‌های هواکش (Vent)
- ✓ لوله قائم فاضلاب (رایزر Riser)
- ✓ لوله افقی اصلی (Building drain)



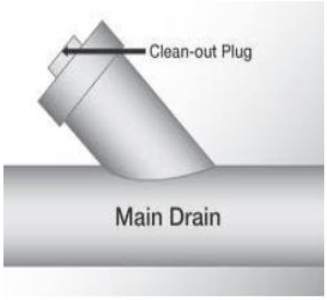
✓ شاخه افقی فاضلاب (Branch)

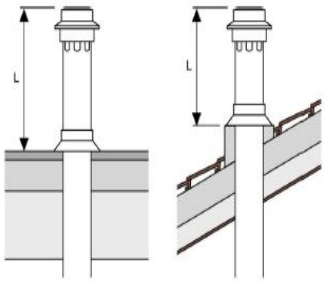


✓ لوله قائم فاضلاب (Discharge stack)



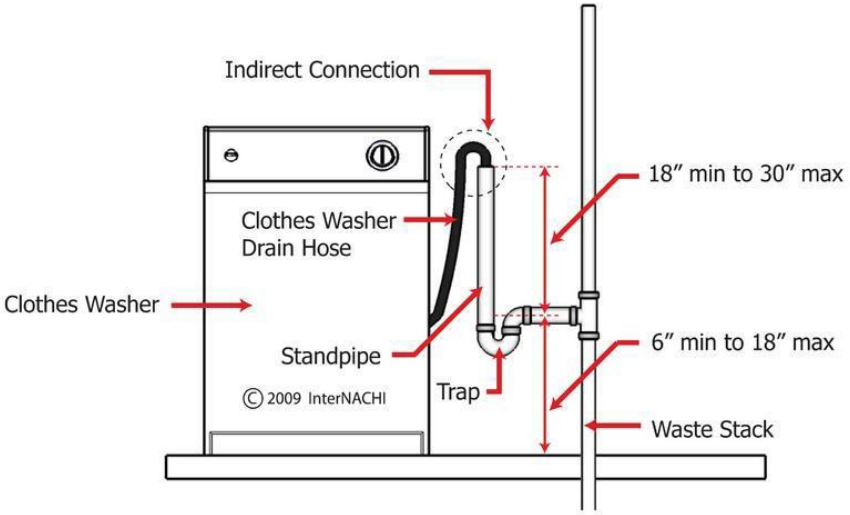
✓ دریچه‌ی بازدید (Clean out)

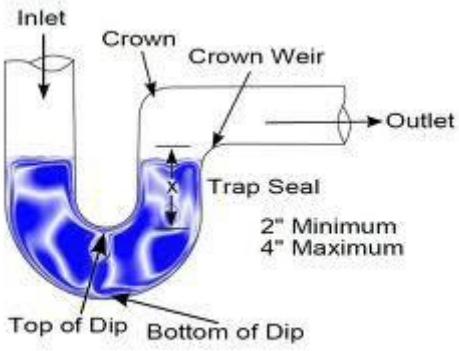


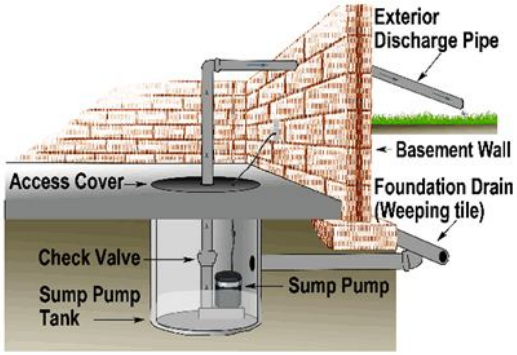


پایانه هواکش

Standpipe







Trap یا سیفون **دریفت کننده یا *Receptor***

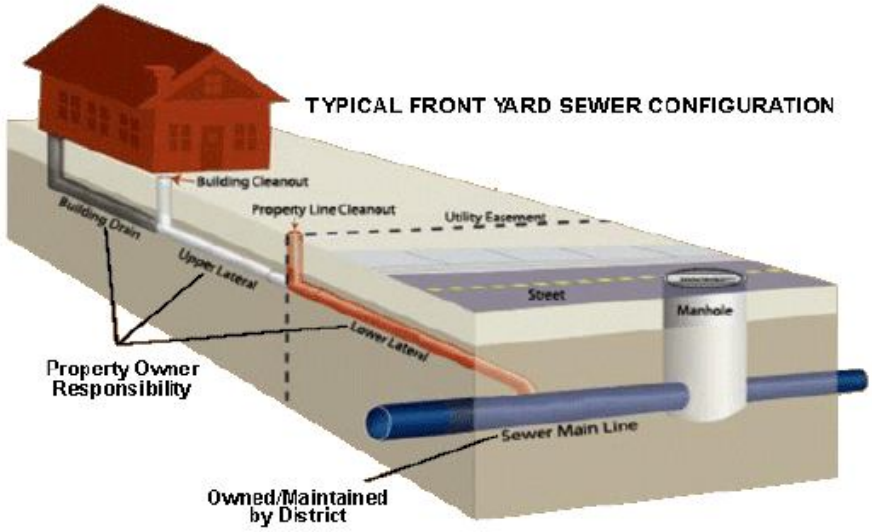
جنس لوله‌های فاضلاب

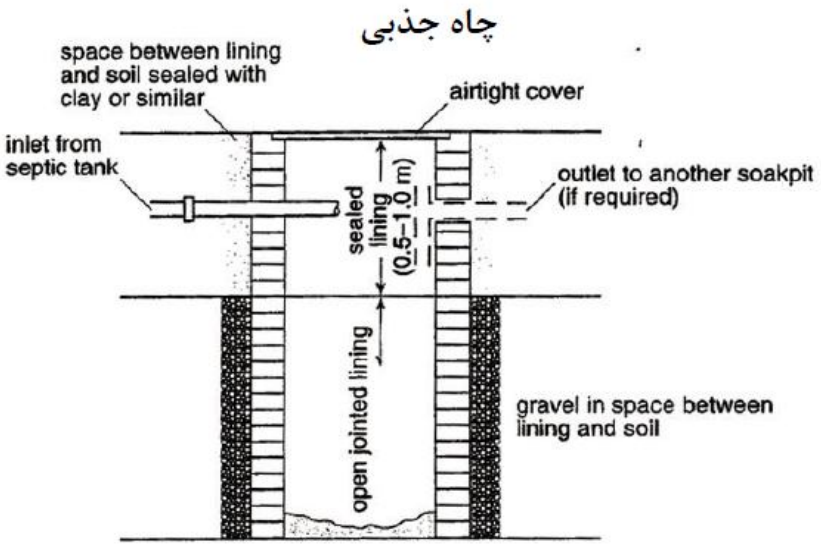
۱- لوله چدنی
۲- لوله گالوانیزه
۳- لوله پلی اتیلن
۴- لوله پلی ونیل کلراید (PVC)
۵- لوله پلی پروپیلن

✓ سیفوناژ

این پدیده می‌تواند متأثر از عوامل زیر باشد:

- کافی نبودن ارتفاع آب بند
- مناسب نبودن قطر رایزر
- فقدان سیستم هواکش
- مناسب نبودن موقعیت انتهای رایزر





مراجع:

1- United Nations, 1997, Sustainable development of Water Resources in Asia and the Pacific: An overview.

2- Internal World Bank, Report, 2004 (Unpublished).

۳- راهبرد سند ملی آب، ۱۳۸۲، دولت جمهوری اسلامی ایران.

4- Yevjevich, V., 1995, Effect of area time horizons in comprehensive and integrated water resources management, Water Science and Technology, Vol. 31(8), pp 19-25.

5- Herbertson, P.W. and E.L. Tate, 2001, Tools for water use and demand management in South Africa, World Meteorological Organization, Technical Reports in Hydrology and Water Resources, No. 73.

6- United Nations, 1976, The Demand for water: Procedures and methodologies for projecting water demands in the context of regional national planning, Nat. Resour, Water Ser. 3, United Nations Publications, New York.

۷- سازمان برنامه و بودجه و وزارت نیرو، ۱۳۷۱، مبانی و ضوابط طراحی طرحهای آبرسانی شهری، نشریه شماره ۳-۱۱۷،

۸- شرکت مهندسی مشاور جاماب، ۱۳۷۵، کلیات و سیمای مدیریت موجود آب کشور.

۹- وزارت نیرو، ۱۳۷۵، بخش آب و فاضلاب شهری، مروری بر روند پیدایش تحولات، اهداف و سیاستها.
۱۰- نشریه و هفته‌نامه شهراب، دی ماه ۱۳۸۰، سخنرانی معاون آب و فاضلاب وزارت نیرو، شماره ۲۵۱.
۱۱- علوی، علی اکبر، ۱۳۷۱، روند افزایش مصرف آب تهران و لزوم اعمال روشهای صرفه جویی، کنفرانس صرفه جویی در مصارف کشاورزی، شرب و صنعت، صفحات ۱-۱۵ و ۳۱-,۱۵
۱۲- صدر، کاظم، ۱۳۷۳، برآورد تابع تقاضای آب شهر تهران، مجله آب، شماره ۱۳.
۱۳- مالکی، احمد، ۱۳۷۱، احداث شبکه لوله کشی آب تهران و مشکلات ناشی از آن، اولین سمینار بررسی مسائل آب و فاضلاب در شهرهای بزرگ، صفحات ۳۱-۱.
۱۴- روابط عمومی شرکت آب و فاضلاب استان تهران، ۱۳۷۵، سیمای آب و فاضلاب استان تهران.
۱۵- شرکت جاماب، ۱۳۷۲، گزارش آب تهران.
۱۶- تجریشی، مسعود، ۱۳۷۶، نگرشی جامعب به رفع بحران آب در تهران، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲۲، صفحه ۲الی ۱۲.
۱۷- منوچهری، غلامرضا، ۱۳۸۰، مدیریت آب و فاضلاب شهری، شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور.
۱۸- حبیبی، محمدحسن، ۱۳۷۸، مدیریت مصرف آب، اولین همایش منطقه ای بیلان آب، اهواز، صفحه ۴۱۲ الی ۴۲۹.
۱۹- خبرنامه نخستین همایش ملی کاهش و کنترل آب به حساب نیامده، ,۱۳۷۶
۲۰- ابرار اقتصادی، ۱۳۷۹/۳/۲۲، مصاحبه با آقای مهندس فریدون بیگی مدیر دفتر مطالعات کاهش آب به حساب نیامده، صفحه ۱۲.
۲۱- امین کاظمی، بیتا، ۱۳۷۵، بررسی دلایل اتلاف آب در شبکه های آب شهری و تأثیر آن در اقتصاد منابع آب، آب و توسعه، سال چهارم، صفحات ۱۰۰ الی ۱۰۴.
۲۲- نظرزاده، مهدی، ابریشم چی، احمد، تجریشی، مسعود، ارزیابی نگرش و نیات رفتاری شهروندان کاشان نسبت به آب شهری، مجله علمی- پژوهشی آب و فاضلاب، شماره ۴۶، تابستان ۱۳۸۲، صفحات ۲۸-۲۱.
۲۳- دستاورد بزرگ دولت در تأمین آب شهر تبریز، گزارش مختصر وزارت نیرو، ,۱۳۷۹
۲۴- ظفرنژاد، فاطمه، محدودیت، تلفات و نرخ آب کشاورزی، ۱۳۷۵، فصلنامه آب و توسعه، شماره ۱۵.
25- Urban Age, Americans using less Water, Winter 1999, page 23.
۲۶- منوچهری، غلامرضا، ۱۳۷۲، مسائل مربوط به الگوی مصرف آب، بولتن کمیسیون آب، شماره ۶، صفحه ۴ الی ,۶
۲۷- وزارت نیرو، ۱۳۷۵، دستورالعمل بررسیهای اقتصادی منابع آب، استاندارد ۳۰- الف- امور آب.
۲۸- مردوخی، بایزید، ۱۳۷۳، آب و صنعت در ایران، بخش اول: نقش آب در تولید صنعتی، آب و توسعه، فصلنامه امور آب، وزارت نیرو، سال دوم، شماره ,۴
۲۹- نوریمند، کاوس، ۱۳۷۶، مدیریت مصرف آب در پالایشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست تحت سرپرستی دکتر تجریشی، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.
۳۰- بابایی نژاد، تجریشی و ابریشم چی، ۱۳۸۱، ممیزی و کاهش مصرف آب در کارخانه قند اصفهان، مجله آب و فاضلاب، شماره ۴۳، صفحه ۱۷ الی ۲۷.
۳۱- میسمی ، رشیدی، فاضلی؛ ۱۳۸۳، بررسی استفاده از پسآب شستشوی معکوس صافی ها و ارائه راهکارهای نظری با مطالعه تصفیه خانه تهرانپارس.
۳۲- میسمی ، رشیدی، فاضلی؛ ۱۳۸۳، بررسی اثرات برگشت پسآب شستشوی معکوس صافی ها ی تصفیه خانه های‌آب.
33-U.S. Army Corps of Engineers, 1985, Handbook of Methods for the Evaluation of Water Conservation for Municipal and Industrial Water Supply, Contract Report 58-C-3.