طراحی سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب ، ونت و آب باران در ساختمان های مسکونی	شرکت مهندسی پتروپالامحور	R&D Department

طراحی سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب ، ونت و آب باران در ساختمان های مسکونی

(Based on American National Plumbing Code)

شرکت مهندسی پتروپالامحور

ترجمه و تالیف :

مـهـنـدس فـــرشـــاد ســـرایـــی

« پیشنهاد همکاری به مهندسین تازه فارغ التحصیل دانشگاه »

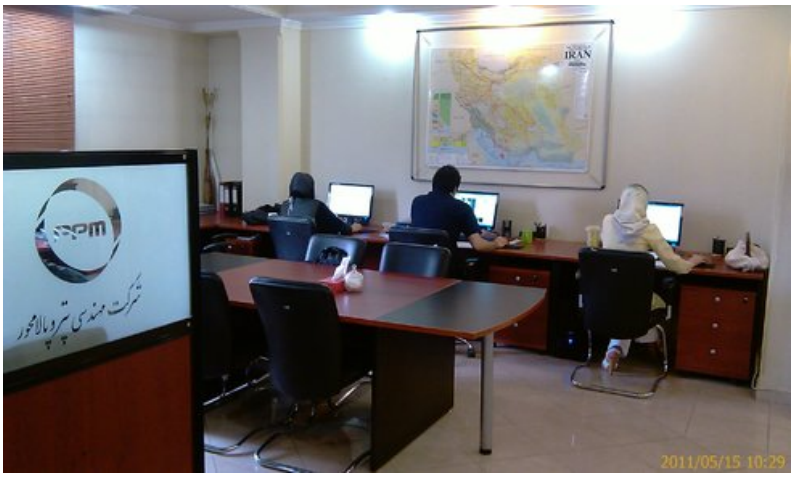
مدیریت شرکت مهندسی «پتروپالامحور» در راستای بسط و توسعه فرهنگ مهندسی دانش بنیان و حمایت از مهندسین جوان و علاقمند ، شرایطی را فراهم آورده که دانش آموختگان بتوانند با مراجعه به کتب ، جزوات و مقالاتی که بصورت رایگان در بخش «کتب و مقالات» وب سایت این شرکت در دسترس عموم قرار گرفته ، اصول و مبانی صحیح طراحی و مدلسازی سه بعدی سیستم های لوله کشی صنعتی (Piping) را به صورت خود آموز فراگرفته و سپس آموخته های خود را در قالب یک پروژه آموزشی پیاده سازی نموده و جهت بررسی مهندسین ارشد و با سابقه این شرکت ارسال نمایند تا پس از بررسی کارشناسی ، توصیه های فنی لازم در جهت بهبود طراحی به صورت رایگان به ایشان ارائه گردد.

مهندسین تازه فارغ التحصیل دانشگاه های معتبر در رشته «مکانیک» میتوانند با مراجعه به این کتابخانه الکترونیکی به آدرس : http://www.petropalamehvar.com/articles_fa.html ضمن دریافت فایل کتب ، جزوات و مقالات آموزشی با فرمت PDF به مطالعه آنها پرداخته و دانش مقدماتی مورد نیاز جهت طراحی و مدلسازی سه بعدی سیستم های لوله کشی صنعتی (Piping) را فرا گیرند.

پس از فراگیری مقدمات فوق ، مهندسین جوان میبایست به پروژه آموزشی ارائه شده در آیتم شماره ۳۲ کتابخانه الکترونیکی مراجعه نموده و بسته فشرده محتوی فایل های این پروژه را دانلود نمایند.
پروژه فوق متشکل از دو نقشه P&ID و Area Plot Plan یک واحد پتروشیمی فرضی می باشد که با ویرایش ۲۰۰۷ نرم افزار نقشه کشی Autocad و با فرمت فایل الکترونیک DWG تهیه شده و به همراه یک فایل PDF محتوی توضیحات مورد نیاز جهت اجرای پروژه ، در قالب یک پکیج رایگان ارائه گشته است.

مهندسین علاقمند میبایست بر اساس توضیحات ضمیمه این پروژه ، گام به گام نسبت به تکمیل طرح و تهیه نقشه ها و مدارک فنی مورد نیاز (که دقیقا مشابه یک پروژه واقعی تنظیم شده) اقدام نمایند.
نقشه ها و مدارک تهیه شده پس از تکمیل میبایست در قالب یک فایل فشرده با ظرفیت حداکثر ۱۰ مگابایت بسته بندی شده و جهت کنترل و بررسی مهندسین ارشد واحد تحقیق و توسعه شرکت مهندسی «پتروپالامحور» به آدرس پست الکترونیک این شرکت : info@petropalamehvar.co ارسال گردد. ذکر عبارت «درخواست بررسی پروژه آموزشی تکمیل شده» در عنوان (Subject) ایمیل و همچنین درج نام ، نام خانوادگی ، رشته تحصیلی ، میزان سابقه کار و شماره تماس مهندس طراح در متن ایمیل ارسالی ضروری بوده و به ایمیل هایی که فاقد مشخصات فوق الذکر باشد ترتیب اثر داده نخواهد شد.

طرح های دریافتی به نوبت توسط تیم بازبینی واحد تحقیق و توسعه شرکت مهندسی «پتروپالامحور» مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و نقاط قوت و ضعف موجود در آنها به انضمام توصیه های فنی و تجربی مورد نیاز جهت بهبود طرح ، متعاقبا به آدرس پست الکترونیک شخص فرستنده ارسال خواهد گشت.

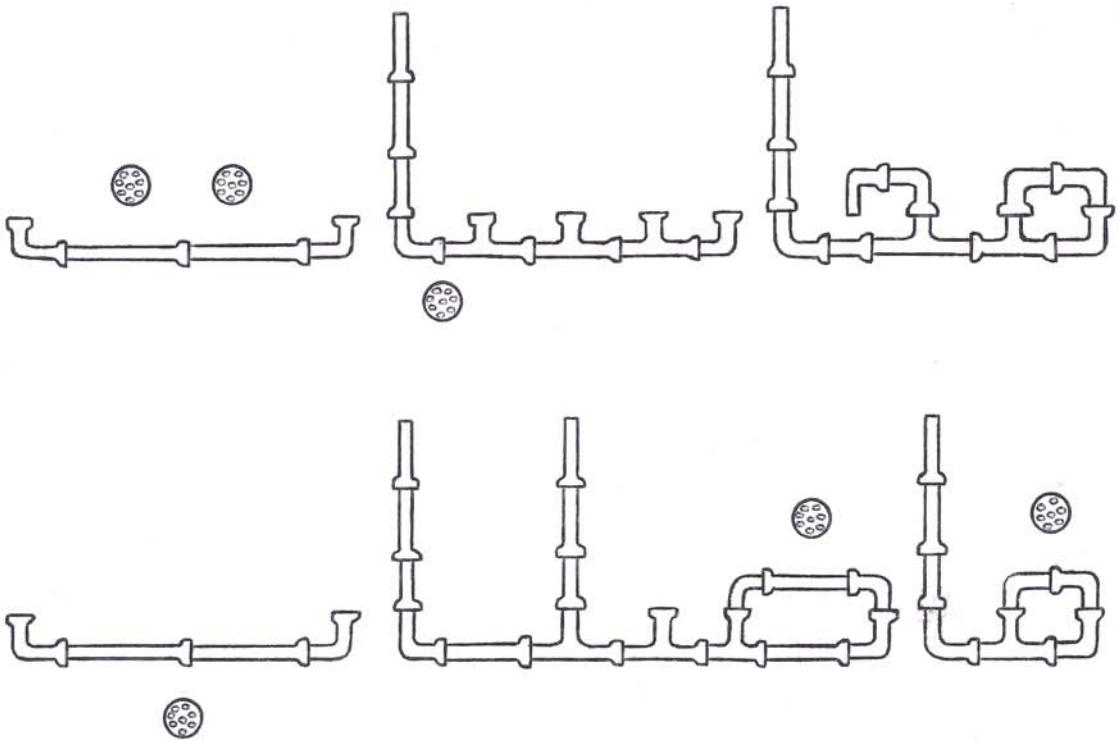


علاوه بر خدمات فوق که به صورت رایگان از طرف مدیریت شرکت مهندسی «پتروپالامحور» برنامه ریزی و جهت استفاده عموم علاقمندان ارائه می گردد ، با هدف تشویق هر چه بیشتر دانشجویان و مهندسین جوان به شرکت در این خودآزمایی و توسعه دانش فنی طراحی لوله کشی صنعتی (Piping) در میان دانش آموختگان کشور ، هیئت بازبینی واحد تحقیق و توسعه این شرکت پس از بررسی طرح های دریافتی به آنها امتیازی بین ۰ الی ۱۰۰ خواهد داد.طرح هایی که موفق به کسب امتیاز ۸۰ یا بالاتر از مجموع ۱۰۰ امتیاز گردند به عنوان **طرح برگزیده** انتخاب گشته و مهندس طراح مربوطه پس از دعوت به محل دفتر مرکزی شرکت و انجام مصاحبه حضوری جهت اطمینان از صحت مدارک ارسالی و تهیه آن توسط خود شخص ، جهت **استخدام در شرکت مهندسی «پتروپالامحور»** دعوت به همکاری خواهد شد.

شماره های تماس شرکت مهندسی «پتروپالامحور»
۴۸ الی ۲۲۶۸۵۰۴۶ (کد شهر تهران ۰۲۱)

آدرس وب سایت شرکت مهندسی «پتروپالامحور»
www.petropalamehvar.com

آدرس وبلاگ تخصصی «طراحی تاسیسات مکانیکی و لوله کشی صنعتی»
به مدیریت آقای مهندس «فرشاد سرایی»
www.fsaraei.persianblog.ir



فرشاد سرآیی

« بنام خدا »

مقدمه

هدف از تنظیم این پروژه ارائه یک روش کاربردی و منطبق بر اصول علمی در زمینه طراحی و نصب سیستم فاضلاب در ساختمانها و همچنین روشهای دفع و تصفیه مقدماتی آن می باشد.

در فصل اول این پروژه به بیان مطالبی در زمینه اصول کلی طراحی سیستم فاضلاب داخل ساختمان، جنس لوله‌ها، اتصالات، نحوه استقرار لوله‌ها و... می پردازیم.

در فصل دوم به بحث پیرامون روشهای محاسبه و استفاده از جداول استاندارد طراحی خواهیم پرداخت.

در فصل سوم این پروژه به منظور تفهیم هرچه بیشتر مطالب ذکر شده در دو فصل قبلی تعدادی نقشه به همراه توضیحات جانبی آن ارائه خواهد شد.

فصل چهارم به بیان مطالبی در مورد اصول کلی تصفیه فاضلاب اختصاص دارد که در پی آن روشهای طراحی و محاسبه سیستم دفع و تصفیه مقدماتی فاضلاب در ساختمانها مطرح خواهد شد.

در فصل پنجم یک نمونه عملی از طراحی سیستم فاضلاب ارائه می گردد.

که در آن سعی شده کلیه مراحل طراحی سیستم فاضلاب در یک مقیاس - کوچک نمایش داده شود.

و نهایتاً در فصل ششم متدهائی جهت کامپیوتری کردن محاسبات - فاضلاب داخلی ساختمان ارائه خواهد شد.

توضیح این نکته را لازم می دانم که کلیه مطالب عنوان شده در این پروژه حاصل تجربیات بدست آمده از فعالیت در مهندسی مشاور و مطالعه، ترجمه و تطبیق کتب و مراجع معتبر در این زمینه می باشد که از جمله مهمترین آنها می توان به «کد طراحی سیستم آب و فاضلاب ملّی ایالات متحده آمریکا» (National Plumbing Code) اشاره نمود.

همچنین لازم به توضیح است که مسئولیت صحت و سقم مطالب عنوان شده در این پروژه صرفاً متوجّه اینجانب می باشد.

«فرشاد سرائی»

۷۴/۶/۱۰

اصول کلی طراحی فاضلاب

۱- چرا به سیستم فاضلاب نیاز داریم ؟

آب مصرفی پس از انتقال به ساختمان به طرق گوناگون مورد استفاده قرار می گیرد . این مواد می تواند شامل بهداشتی ، صنعتی و... باشد . اما به هر صورت مقداری از آب همواره باقی می ماند که در اغلب مواد آلیخته با مواد آلوده ، چربی ، مواد شوینده ، فضولات ، آشغال و... می باشد .

این آب پس مانده اگر به نحوی از محیط فعالیت انسان خارج نشود - ایجاد آلودگی نموده و محل مناسبی برای رشد و نمو باکتریها و میکروبها می شود .

لذا می بایست سیستمی طراحی نمود که این آبهای آلوده را از محیط زیست انسان دور نموده و در صورت امکان آن را تصفیه و پالایش نماید .

این سیستم همان سیستم فاضلاب است که از داخل ساختمان شروع شده و در نهایت به چاه ، سپتیک و یا تصفیه خانه فاضلاب منتهی می گردد .

۲- جنس لوله‌های فاضلاب و اتصالات آنها :

جنس لوله های فاضلاب براساس استانداردهای ASA و ASTM به صورت زیر انتخاب می شود :

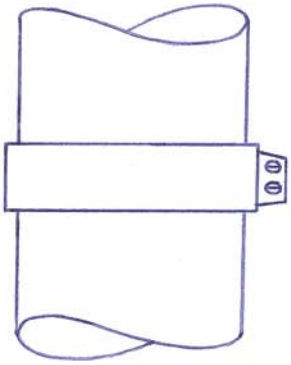
الف - لوله‌های داخل ساختمان و روی زمین از جنس چدن ، آهن گالوانیزه ، فولاد گالوانیزه ، سرب ، برنج و مس می باشد .

ب - لوله های داخل ساختمان و زیرزمین از جنس فولاد گالوانیزه ، سرب ، آلیاژ فروس گالوانیزه و مس انتخاب می شود .

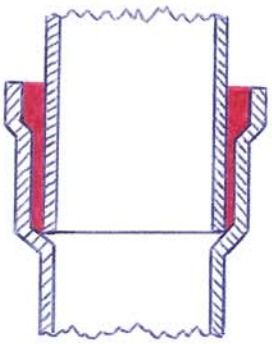
ج - لوله اصلی فاضلاب ساختمان (Building Sewer) از جنس چدن ، خاک بصورت شیشه درآمده ، مواد فشرده ، فیبر قیراندود شده و آزبست می باشد . البته اگر لوله اصلی فاضلاب و لوله آب مصرفی در یک گودال قرار داشته باشند می بایست دقت شود که جنس لوله اصلی - فاضلاب از موادی انتخاب گردد که مقاومت بالائی در برابر خوردگی - دارند .

اتصالات : نوع اتصالات بستگی به جنس لوله دارد امّا در هر - حال باید توجه داشت که اتصال پیچی برای لوله‌های فاضلاب چندان مناسب نیست . در لوله‌های چدن که کاربرد بیشتری دارند برای - اتصال از « سرب مذاب » استفاده می کنند . در لوله‌های سفالی نیز از ملات سیمان و یا چسب مکانیکی برای اتصال استفاده می شود . -

برای اتصال لوله‌های چدنی به تنبوشه‌های سفالی باید آن را در تو پن تنبوشه قرار داد و سپس محل خالی را بوسیله کنف و ملات سیمان با فشار پر نمود . امروزه برای اتصال انواع لوله‌ها و حتی لوله‌های چدنی بستهای مخصوص به بازار عرضه شده که دارای واشر لاستیکی بوده و کاملاً آب بند می باشد و استفاده از آن نیز سهل تر است .



اتصال بستی



اتصال سر بی

۳ - نام لوله‌ها و طرز قرار گرفتن آنها :

الف) STACK : لولهٔ عمودی فاضلاب است که فاضلاب را از طبقات بالا به سمت پایین هدایت می کند .

ب) DRAIN : لوله افقی فاضلاب است که فاضلاب را از لوله‌های قائم جمع می کند . این لوله‌ها همواره می بایست با شیب قرار بگیرند تا فاضلاب بتواند با وزن خود حرکت کند .

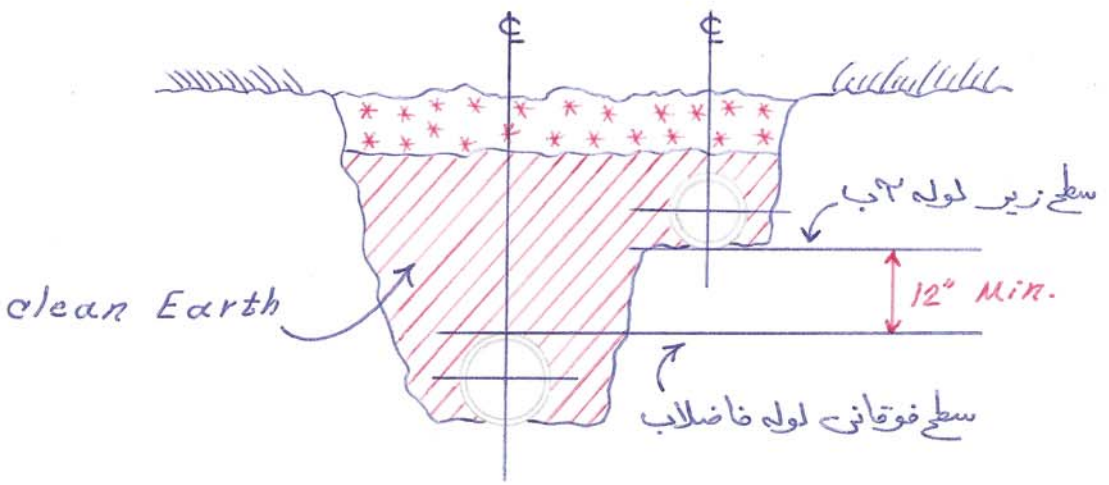
ج) VENT : لوله ای است که گازهای فاضلاب را به محیط خارج انتقال می دهد .

د) SEWER : لوله اصلی فاضلاب است که در نهایت همهٔ لوله‌های زائد را جمع آوری می کند . هر ساختمان برای خود یک لوله اصلی - دارد که آن را (Building Sewer) می نامند . سپس همه - لوله های اصلی ساختمانها به یک لوله اصلی واحد متصل می گردد و به سمت محل دفع و یا تصفیه جریان می یابد .

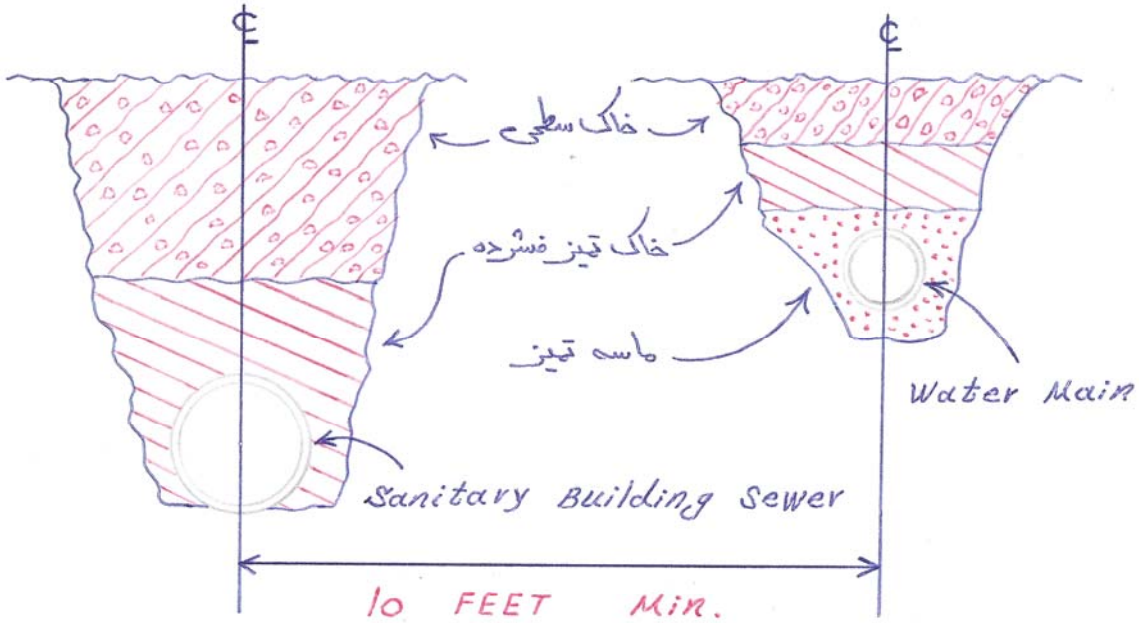
ع- Building Sewer :

در نصب لوله‌های اصلی باید موارد ذیل را مدنظر قرار داد :

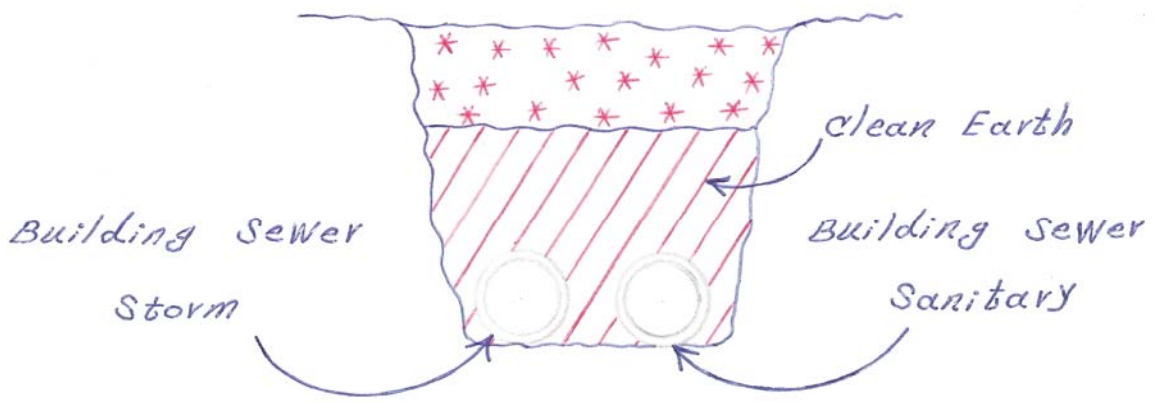
الف- اگر لوله اصلی فاضلاب و لوله اصلی آب در یک گودال قرار گیرند می بایست موقعیتشان نسبت به هم به شکل زیر باشد :



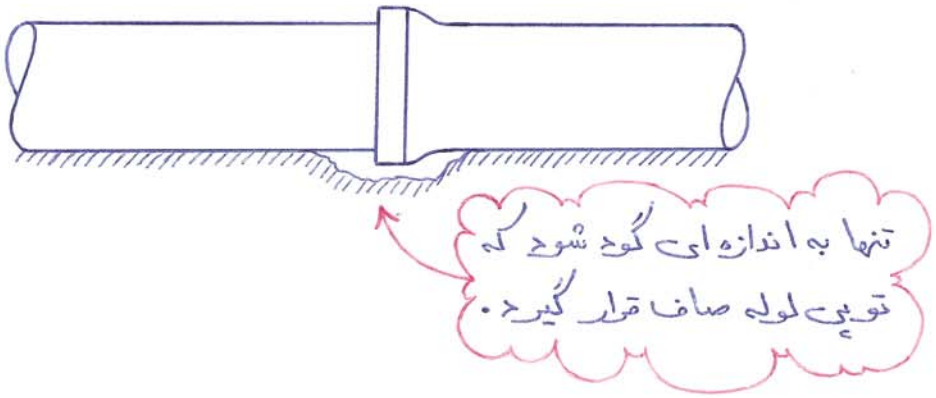
ب) اگر لوله اصلی فاضلاب و لوله اصلی آب (WATER MAIN) در دو گودال جداگانه قرار گیرند موقعیت آنها نسبت به هم حداقل به شکل زیر خواهد بود :

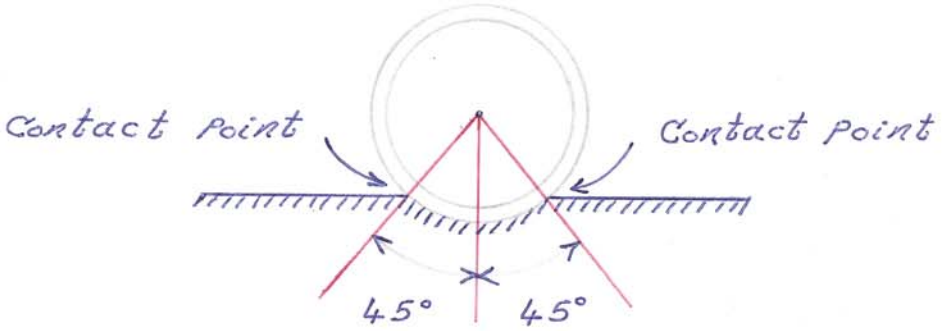


ج) اغلب از دو سیستم برای انتقال فاضلاب استفاده می کنیم که یکی برای حالت بهداشتی یا (SANITARY) و دیگری برای فاضلاب حاصل از (آب باران) است (STORM) . در این صورت لوله های اصلی این دو سیستم باید در یک گودال و در کنار هم قرار گیرد .



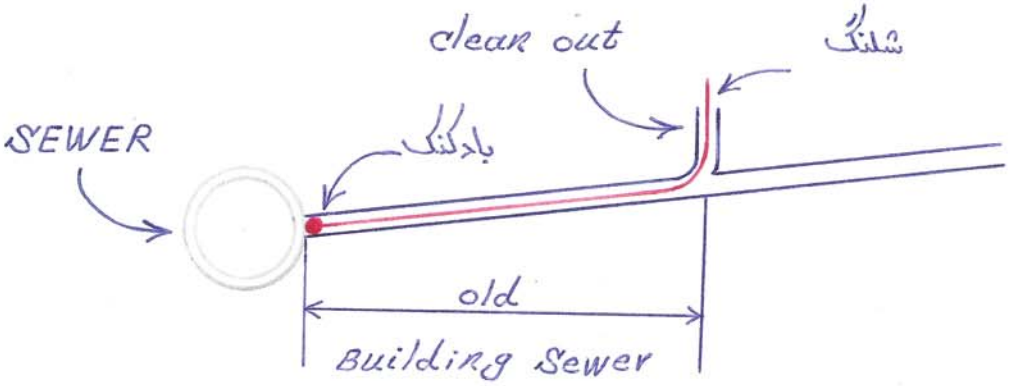
د) نحوه قرار گرفتن لوله اصلی فاضلاب بر روی خاک می بایست مطابق شکل زیر باشد :





ه) روش آزمایش لوله (SEWER) این است که باید آن را - پس از نصب تحت فشار آب حداقل با هد 10-foot قرار داد و - از استحکام و عدم نشتی آن اطمینان حاصل نمود ، البته می توان از - روشهای مشابه و معادل روش فوق نیز استفاده کرد . اگر پس از احداث ساختمان جدید بخواهیم از لوله SEWER و یا DRAIN عمارت قدیمی - استفاده کنیم باید آن را از نظر استحکام و آببندی آزمایش کنیم . برای

این منظور یک کیسه باد شونده متصل به یک شلنگ بلند لاستیکی را از راه دریچه بازدید به انتهای Building Sewer می فرستیم و آنگاه کیسه را باد می کنیم و لوله را از آب پر می نمایم . اگر لوله یا اتصالات ترک - برداشت ، Sewer یا Drain قدیمی قابل استفاده نیست.



۵- زانویی و دریچه ورود هوای عمارت :

البته نصب سیفون و دریچه ورود هوا برای یک ساختمان در کد استاندارد (ASA A40.8 National Plumbing Code) بعنوان یک وسیله ضروری شناخته و توصیه نشده است و با آزمایش نیز معلوم شده که نصب سیفون موجب کاهش دبی و ظرفیت Building Drain می شود امّا به دلایلی بهتر است که در ساختمانهای جدید این روش را به کار گیریم . این دلایل عبارتند از :

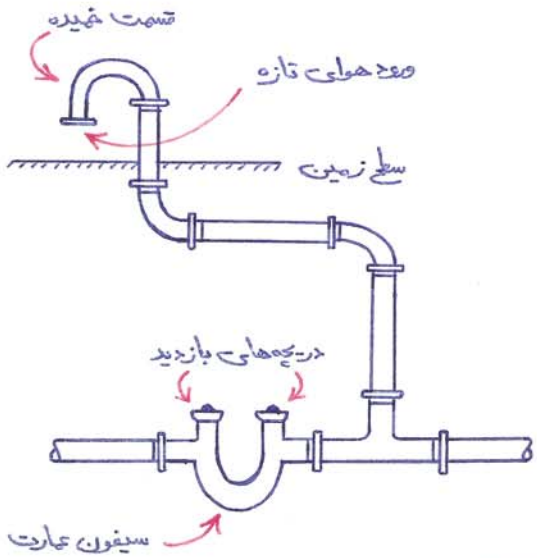
۱- نصب سیفون برای Building Drain مانع ورود گازهای فاضلاب

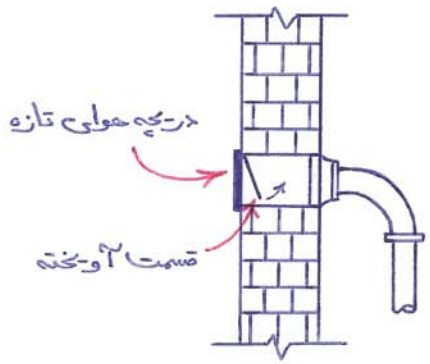
از سیستم اصلی فاضلاب خیابان به لوله کشی داخلی ساختمان می شود.

۲ - به علت خروج گازهای فاضلاب از دریچه هوای عمارت میزان خوردگی در سیستم لوله کشی کاهش می یابد.

۳ - به واسطه تخلیه گازهای فاضلاب از تجمع گازهای خطرناک در - لوله اصلی خیابان جلوگیری شده و امکان انفجار SEWER خیابان منتفی می گردد.

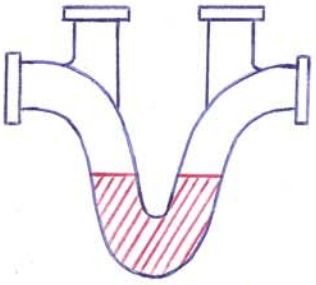
سیفون عمارت معمولاً از نوع (U) شکل است و دو دریچه بازدید - هم بروی آن تعبیه می شود. دریچه هوای تازه عمارت نیز به دو شکل طراحی می شود. نوع اوّل دارای سر خمیده است که از کف زمین - خارج می شود و نوع دوّم بصورت یک دریچه بروی دیوار قرار - می گیرد که البته در این حالت باید از یک صفحه آویخته استفاده شود که مانع خروج بوی نامطبوع به خیابان شود و تنها به هوای تازه اجازه ورود دهد.



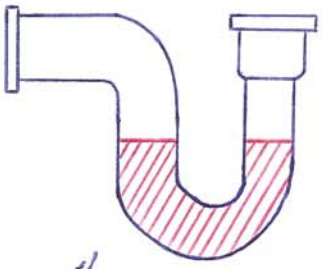


۶ - سیفون :

سیفون وسیله‌ای است که برای جلوگیری از ورود گازهای فاضلاب به محیط ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر مبنای کد استاندارد نصب سیفون برای کلیه لوازم بهداشتی، توالت و کف شوی‌ها الزامیست. قطر داخلی سیفون با قطر داخلی لوله متصل به وسیله مورد نظر برابر است. سیفون‌ها انواع گوناگونی دارند مانند سیفون P، S، $\frac{1}{2}$S، $\frac{3}{4}$S و انواع دیگر.



سیفون U بادریچه بازدید

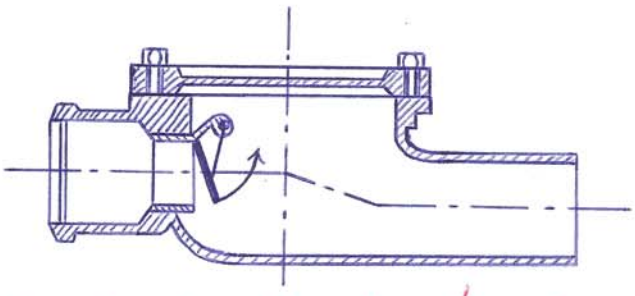


سیفون P خیلی سنگین

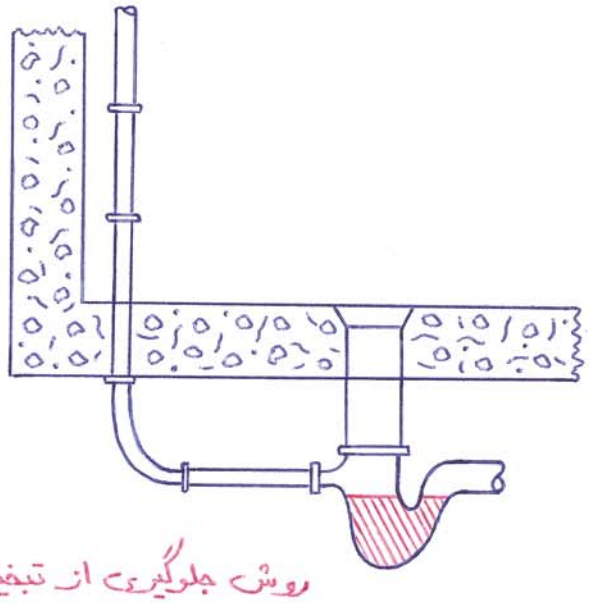
۷- کف شوی‌ها : (Floor Drains)

کف شوی وسیله‌ای است که ۲ بهای زائد جمع شده در کف حمام، آشپزخانه، بام و... را جمع نموده و به سیستم فاضلاب هدایت می‌کند. نصب کف شوی می‌بایست به همراه سیفون صورت گیرد تا مانع ورود گازهای فاضلاب به داخل ساختمان شود. کف شوی باید در جائی نصب شود که ۲ بهای زائد تا

رسیدن به آن راه زیادی نپیماید. تبخیر آب سیفون کف شوی می تواند موجب بخش گازهای فاضلاب در ساختمان شود. برای ممانعت از این مسئله می توان برای تخلیه یکی از وسایل بهداشتی مانند دستشوئی را به ورودی سیفون کف شوی متصل نمود. همچنین استفاده از کف شوی های دیافراگمی و دیسکی در محلهائی که ارتفاع (SEWER) کم است مانع بازگشت احتمالی فاضلاب و گازها به ساختمان می شود.



شیر دیسکی برای ممانعت از (Back flow)



روش جلوگیری از تبخیر آب سیفون کف شوی

محاسبات سیستم فاضلاب

سیستم فاضلاب بعنوان بخشی از تاسیسات ساختمان نیاز به طراحی و محاسبه دارد. پارامترهائی که یک مهندس تاسیسات در محاسبه سیستم فاضلاب می بایست مدنظر قرار دهد عبارتند از : جریان روان فاضلاب، سرعت مناسب برای تمیزکردن لوله‌ها، شرایط خاص جغرافیائی محل، تهویه مناسب گازهای فاضلاب، تقلیل هزینه‌های اقتصادی و... .

خوشبختانه در کد استاندارد براساس پارامترهای فوق و تجربه‌های آزمایش شده، جداولی برای تنظیم و محاسبه سیستم فاضلاب ارائه گشته. لذا مسئله مهم برای یک طراح آشنائی با جداول فوق و روش استفاده از آنها می باشد.

آنچه که در ذیل بیان خواهد شد، نحوه استفاده از جداول فوق الذکر را به روشی آسان و مرحله به مرحله ارائه می نماید.

۱- (Fixture Units) :

در مهندسی تاسیسات هر واحد بهداشتی را یک (Fixture Unit) می نامند و بار مربوط به آن را (Fixture Unit Value) گویند. عدد مربوط به (F.U.V) و یا به عبارتی (عدد بار) برای واحدهای مختلف

Table 11.4.2 Fixture Units per Fixture or Group

Fixture type	Fixture-unit value as load factors	Minimum size of trap (in.)
1 bathroom group consisting of water closet, lavatory, and bathtub or shower stall....	Tank water closet 6 Flush-valve water closet 8	
Bathtub[1] (with or without overhead shower)	2	1½
Bathtub[1]	3	2
Bidet	3	Nominal 1½
Combination sink and tray	3	1½
Combination sink and tray with food-disposal unit	4	Separate traps 1½
Dental unit or cuspidor	1	1¼
Dental lavatory	1	1¼
Drinking fountain	½	1
Dishwasher,[2] domestic	2	1½
Floor drains[3]	1	2
Kitchen sink, domestic	2	1½
Kitchen sink, domestic, with food-disposal unit	3	1½
Lavatory[4]	1	Small P.O. 1¼
Lavatory[4]	2	Large P.O. 1½
Lavatory, barber, beauty parlor	2	1½
Lavatory, surgeon's	2	1½
Laundry tray (1 or 2 compartments)	2	1½
Shower stall, domestic	2	2
Showers (group) per head[2]	3	
Sinks:		
Surgeon's	3	1½
Flushing rim (with valve)	8	3
Service (trap standard)	3	3
Service (P trap)	2	2
Pot, scullery, etc.[2]	4	1½
Urinal, pedestal, siphon jet, blowout	8	Nominal 3
Urinal, wall lip	4	1½
Urinal stall, washout	4	2
Urinal trough[2] (each 2-ft section)	2	1½
Wash sink[2] (circular or multiple), each set of faucets	2	Nominal 1½
Water closet:		
Tank-operated	4	Nominal 3
Valve-operated	8	3

[1] A shower head over a bathtub does not increase the fixture value.

[2] See paragraphs 11.4.3 and 11.4.4 for method of computing unit values of fixtures not listed in Table 11.4.2 or for rating of devices with intermittent flows.

[3] Size of floor drain shall be determined by the area of surface water to be drained.

[4] Lavatories with 1¼- or 1½-inch trap have the same load value; larger P.O. plugs have greater flow rate.

بهداشتی مانند دستشوئی ، حمّام ، سینک ، توالت و ... درج شده . نخستین قدم در محاسبات فاضلاب مراجعه به این جدول و بدست آوردن بار می باشد باتوجه به عدد بار حداقل قطر اسمی لوله و سیفون مورد نیاز در جدول - ارائه شده است که ما بطور مستقیم از این داده ها استفاده می کنیم . تنها در مورد توالت (Water c/o set) که جدول قطر "3 را پیشنهاد کرده ما در عمل قطر "4 را انتخاب می کنیم تا احتمال مسدود شدن کاملاً منتفی گردد (TABLE 11.4.2)

البته ممکن است مواردی پیش آید که (Fixture) مورد نظر در جدول - 11.4.2 لیست نشده باشد که در این صورت از جدول 11.4.3 - استفاده می کنیم :

(TABLE 11.4.3)

Fixture drain or Trap size (in.)	Fixture unit Value	Fixture drain or Trap size (in.)	Fixture unit Value
$1\frac{1}{4}$ and smaller	1	$2\frac{1}{2}$	4
$1\frac{1}{2}$	2	3	5
2	3	4	6

Table 11.5.2 Building Drains and Sewers

Diameter of pipe (in.)	Maximum number of fixture units that may be connected to any portion of the building drain or the building sewer			
	Fall per foot			
	1/16 in.	1/8 in.	1/4 in.	1/2 in.
2	.....	.....	21	26
2 1/2	.....	.....	24	31
3	.....	20[2]	27[2]	36[2]
4	.....	180	216	250
5	.....	390	480	575
6	.....	700	840	1,000
8	1,400	1,600	1,920	2,300
10	2,500	2,900	3,500	4,200
12	3,900	4,600	5,600	6,700
15	7,000	8,300	10,000	12,000

[1] Includes branches of the building drain.
[2] Not over two water closets.

Table 11.5.3 Horizontal Fixture Branches and Stacks

Diameter of pipe (in.)	Maximum number of fixture units that may be connected to:			
	Any horizontal[1] fixture branch	One stack of 3 stories in height or 3 intervals	More than 3 stories in height	
			Total for stack	Total at one story or branch interval
1 1/4	1	2	2	1
1 1/2	3	4	8	2
2	6	10	24	6
2 1/2	12	20	42	9
3	20[2]	30[2]	60[2]	16[2]
4	160	240	500	90
5	360	540	1,100	200
6	620	960	1,900	350
8	1,400	2,200	3,600	600
10	2,500	3,800	5,600	1,000
12	3,900	6,000	8,400	1,500
15	7,000			

[1] Does not include branches of the building drain.
[2] Not over two water closets.
[3] Not over six water closets.

همچنین فیکسچرهایی نیز وجود دارند که برای مصارف خاص مانند : سینکهای چاپخانه ، آزمایشگاه و بیمارستان بکار می روند که باید تهیه براساس سایر سیفون سفارش داده شده به سازنده تعیین گردد و البته - بهتر است که تمامی سازندگان عدد (Fixture unit) تولیدات خود را بروی محصولاتشان درج نمایند.

در مواردی که جریان دائمی و یا نیمه دائمی در لوله های فاضلاب داریم ، مانند سیستمهای فاضلاب مجهز به پمپ لجن کش و یا فاضلاب سیستم تهویه مطبوع ، به ازای هر GPM ، 2 فیکسچر یونیت در نظر می گیریم.

۲ - بار ماکزیمم : (Max. Fixture unit load)

عدد Max فیکسچر یونیتهائی که می تواند به یک سایز مشخص از لولهٔ عمودی ، افقی و یا اصلی یک ساختمان وصل شود در جداول 11.5.2 و 11.5.3 عنوان شده. (TABLES 11.5.2 - 11.5.3)

اعداد ارائه شده در جداول فوق براساس پارامترهای زیر بدست آمده است :

۱ - آزمایش نشان داده که پُری مناسب برای لوله فاضلاب در بهترین حالت $\frac{1}{4}$ ظرفیت لوله است.

۲ - حجم خالی لوله ، (Safety) لازم را در حالات (Peak) تامین می کند.

۳ - سایز لوله باید بگونه‌ای باشد که فاضلاب سرعت لازم را داشته باشد تا مانع مسدود شدن لوله گردد.

۴ - باید از ایجاد هر نوع فشاری ، چه مثبت و چه منفی ، در نقاط اتصال لوله افقی فیکسچرها به لولهٔ (Stack) ممانعت نمود زیرا موجب افت - آببندی سیفون و در نتیجه بخش گازهای فاضلاب در اتاق خواهد شد.

۳ - مینیمم سایز لوله‌های Stack ، Drain ، Sewer :

پس از طراحی سیستم لوله کشی یک نمای سه بعدی از آن را رسم - می کنیم و عدد فیکسچر یونیت هر واحد بهداشتی را کنار آن می‌نویسیم.

سپس برای هر لوله عدد فیکسچر یونیت عبوری از آن را از جمع اعداد - فیکسچر یونیت شاخه‌های متصل به آن یافته و از جداول 11.5.2 و 11.5.3 قطر لوله‌ها را بدست می‌آوریم. همچنین در فواصل کوتاه و - مثلاً به ازای حذف یک شاخه توالت از 4 به 3 قطر لوله را کاهش - نمی دهیم تا هم ضریب اطمینان بالا رود و هم از هزینه‌های اقتصادی و - مشکلات نصب کاسته شود. در مواردی که در سیستم پمپ لجن کش داریم به ازای هر GPM خروجی پمپ (2) فیکسچر یونیت در نظر گرفته و با -

استفاده از جداول فوق قطر لوله را می یابیم . (TABLES 11.5.2,3)

۴- شیب لوله‌های افقی :

در اغلب سیستمهای فاضلاب ، ۲ بهای زائد با وزن خود حرکت می کنند و لذا لوله های افقی یعنی Drain ، Sewer و سایر شاخه های افقی باید دارای شیب مناسب و یونیفرم باشند . شیب لوله‌ها باید حداقل به صورت زیر انتخاب گردد :

a - لوله‌های کوچک : لوله های فاضلاب افقی به قطر (3") و کمتر باید حداقل دارای شیب ($\frac{1}{4}$ اینچ بر فوت) باشند .

b - لوله‌های بزرگ : لوله های فاضلاب افقی با قطر بیشتر از (3") باید حداقل دارای شیب ($\frac{1}{8}$ اینچ بر فوت) باشند .

c - حداقل سرعت : اگر در ساختمانی شرایط اجازه ندهد که لوله‌ها را با شیبهای تعیین شده نصب کنیم می بایست در هر حال شیبی به لوله بدهیم که سرعت حرکت فاضلاب از (2 فوت بر ثانیه) کمتر نشود . بطور کلی شیب لوله‌های افقی سرعت حرکت فاضلاب را تعیین می کند و سرعت (2 FPS) برای تخلیه و تمیز کردن لوله های افقی مناسب است . البته هرچقدر شیب لوله افزایش یابد سرعت حرکت فاضلاب هم زیاد می شود

و این موجب از دیاد دبی گذرنده از (Drain) ساختمان و تمیز شدن آن - می گردد ، بنابراین باید سعی شود در طراحی تا حد امکان شیب را بالاتر در نظر گرفت . جدول زیر سرعت فاضلاب را برحسب شیب و قطر لوله برست می دهد و اعداد قرمز مناسبترین شیب و قطر است :

	Flow Velocity (FPS)			
Diam. (in)	1/16 in fall / ft	1/8 in fall / ft	1/4 in fall / ft	1/2 in fall / ft
$1\frac{1}{4}$	.....	.....	1.61	2.28
$1\frac{1}{2}$	.....	1.24	1.76	2.45
2	1.02	1.44	2.03	2.88
$2\frac{1}{2}$	1.14	1.61	2.28	3.23
3	1.24	1.76	2.49	3.53
4	1.44	2.03	2.88	4.07
5	1.61	2.28	4.23	4.56
6	1.76	2.49	3.53	5.00
8	2.03	2.88	4.07	5.75
10	2.28	3.23	4.56	6.44

۵ - سایز لوله‌های عمودی (VENT) :

هر سیستم فاضلابی که برای یک ساختمان طراحی می شود باید حداقل یک لوله (VENT) عمودی داشته باشد که با قطر کامل و حداقل (3") تا بام - ساختمان ادامه یابد. طول (Stack Vents) می بایست از هر واحد بهداشتی شروع شده و به (VENT Stack) ختم شود. لوله اصلی تهویه که همان (VENT Stack) می باشد از پایین ترین طبقه شروع شده و به هوای آزاد ختم می گردد.

۶ - سایز (Individual Vent) :

این نوع لوله‌های (وِنت) لوله‌های کوچکی هستند که تنها برای یک واحد بهداشتی بکار می‌روند و قطر این لوله‌ها نباید از ($1\frac{1}{4}$") و یا نصف قطر لوله (Drain) که به آن متصل شده‌اند کمتر باشد.

۷ - سایز (Relife VENT) :

در ساختمانهائی که بیش از ۱۰ شاخه فرعی به لوله (Soil Stack) آنها وصل می شود باید به ازای هر ۱۰ واحدی یک (Relife Vent) تعبیه نمود که لوله (Soil Stack) را به لوله (Vent Stack) اتصال

دهد. قطر این لوله باید مساوی قطر (Soil stack) و یا قطر لولهٔ (Vent stack) باشد. (هرکدام که کوچکتر بود)

۸ـ سایز (Circuit and loop Vent) :

قطر یک لوله ونت حلقوی باید برابر قطر (Vent stack) باشد و یا نباید از نصف قطر شاخه افقی کمتر باشد. (هرکدام از قطرهای فوق که کوچکتر باشد مورد قبول است). ازجدول ذیل نیز می‌توان استفاده کرد :

TABLE A. Horizontal Circuit and Loop Vent Sizing

Line	Soil or Waste Pipe diam (in)	Fixture units (Max Number)	Diam. of Circuit-loop Vent (in)					
			$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4	5
			Max. horizontal length (ft)					
1	$1\frac{1}{2}$	10	20	—	—	—	—	—
2	2	12	15	40	—	—	—	—
3	2	20	10	30	—	—	—	—
4	3	10	—	20	40	100	—	—
5	3	30	—	—	40	100	—	—
6	3	60	—	—	16	80	—	—
7	4	100	—	7	20	52	200	—
8	4	200	—	6	18	50	180	—
9	4	500	—	—	14	36	140	—
10	5	200	—	—	—	16	70	200
11	5	1100	—	—	—	10	40	140

Table 12.21.5 Size and Length of Vents

Size of soil or waste stack (in.)	Fixture units connected	Diameter of vent required (in.)								
		1¼	1½	2	2½	3	4	5	6	8
		Maximum length of vent (ft)								
1¼	2	30								
1½	8	50	150							
2½	10	30	100							
2	12	30	75	200						
2	20	26	50	150						
1½	42	...	30	100	300					
3	10	...	30	100	200	600				
3	30	...	...	60	200	500				
3	60	...	...	50	80	400				
4	100	...	...	35	100	260	1,000			
4	200	...	...	30	90	250	900			
4	500	...	...	20	70	180	700			
5	200	...	...	...	35	80	350	1,000		
5	500	...	...	...	30	70	300	900		
5	1,100	...	...	...	20	50	200	700		
6	350	...	...	...	25	50	200	400	1,300	
6	620	...	...	...	15	30	125	300	1,100	
6	960	...	...	...	...	24	100	250	1,000	
6	1,900	...	...	...	...	20	70	200	700	
8	600	...	...	...	...	...	50	150	500	1,300
8	1,400	...	...	...	...	...	40	100	400	1,200
8	2,200	...	...	...	...	...	30	80	350	1,100
8	3,600	...	...	...	...	...	25	60	250	800
10	1,000	...	...	...	...	...	...	75	125	1,000
10	2,500	...	...	...	...	...	...	50	100	500
10	3,800	...	...	...	...	...	...	30	80	350
10	5,600	...	...	...	...	...	...	25	60	250

▶ See Part III for information on the capacity of soil and vent stacks.

۹- سایز لوله کشی (VENT) :

سایز لوله های ونت در حالت کلی براساس طول آنها و عدد فیکسچر یونیت متصل به آنها و از جدول 12.21.5 محاسبه می گردد. البته در جدول - فوق تا 200٪ طول ارائه شده را می توان در نصب لوله های افقی - بکار برد. (Table 12.21.5)

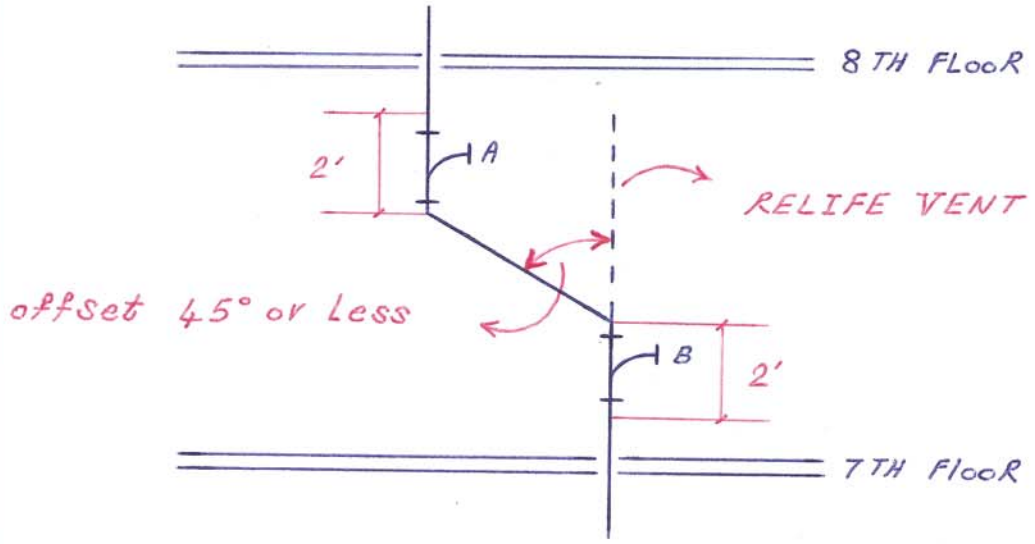
۱۰- فیکسچرهای آینده :

اگر احتمال می رود که در آینده فیکسچرهائی به سیستم فاضلاب اضافه شود باید در طراحی، قطر لوله های (Drain) را بزرگتر در نظر بگیریم. - همچنین باید در محلهائی که احتمال نصب فیکسچر جدید وجود دارد اتصالات تو پی دار برروی (Stack) نصب کنیم.

۱۱- انحراف (45°) یا کمتر در لوله های فاضلاب :

اگر (Stack) عمودی به اندازه 45° یا کمتر و بطور مقطعی از - مسیر خود منحرف گردد می توان سایز آن را مانند یک (Stack) کاملاً عمودی تعیین نمود. اگر شاخه افقی بخواهد در این حالت به لوله (Stack) متصل گردد محل اتصال می بایست (2) فوت بالاتر و یا -

پایین تر از انحراف قرار گیرد. دراین حالت (Relife Vent) باید بصورت یک اتصال عمودی از مقطع پایین تر جدا شود و یا بصورت یک اتصال جانبی از فاصله بین انحراف و مقطع پایین تر بعدی جدا گردد.

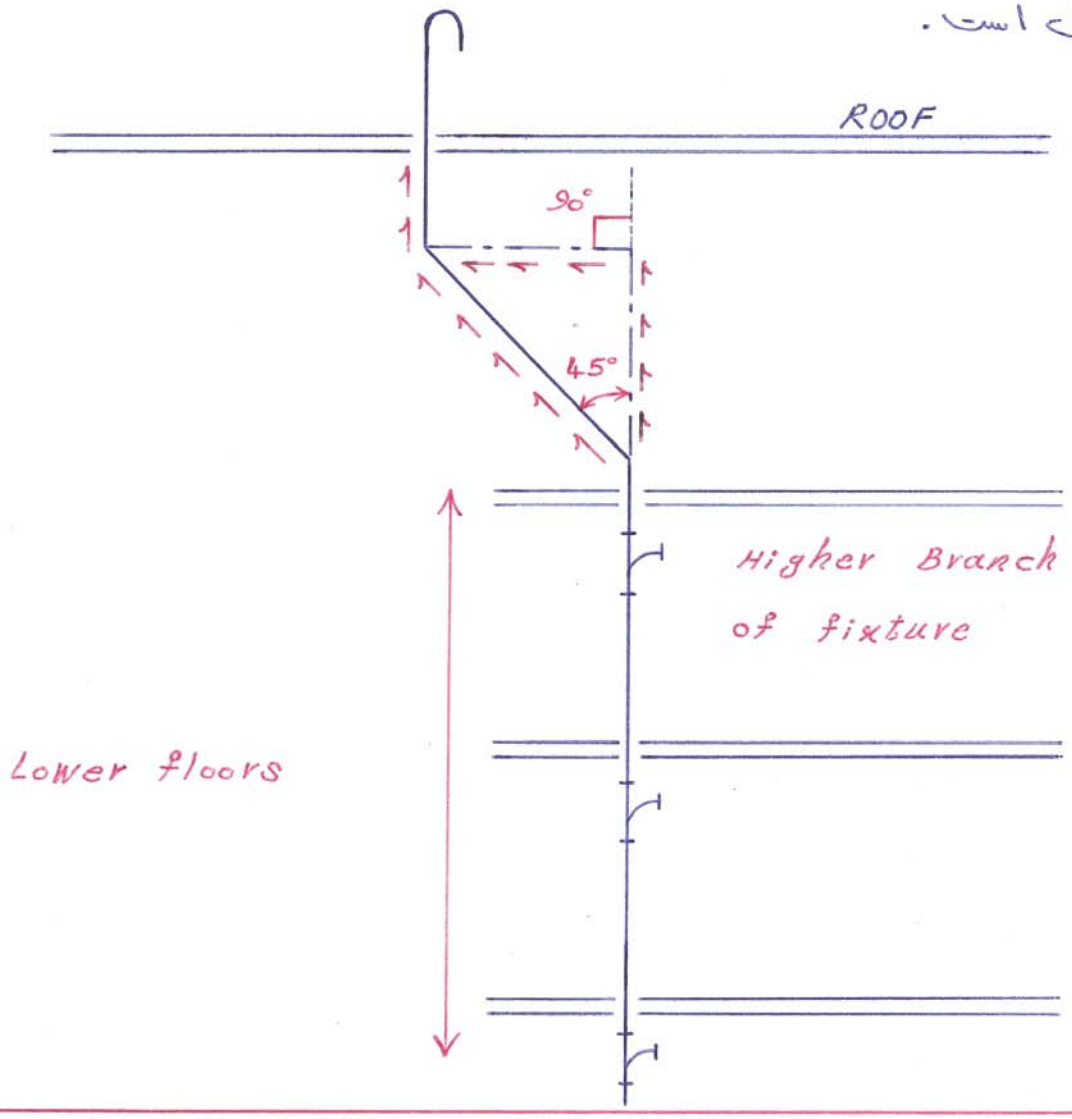


اگر در مقطع (A) یا (B) یک اتصال فیکسچر و یا شاخه افقی داشته باشیم نصب (Relife Vent) الزامی است.

۱۲- انحراف بالاتر از فوقانی ترین شاخه :

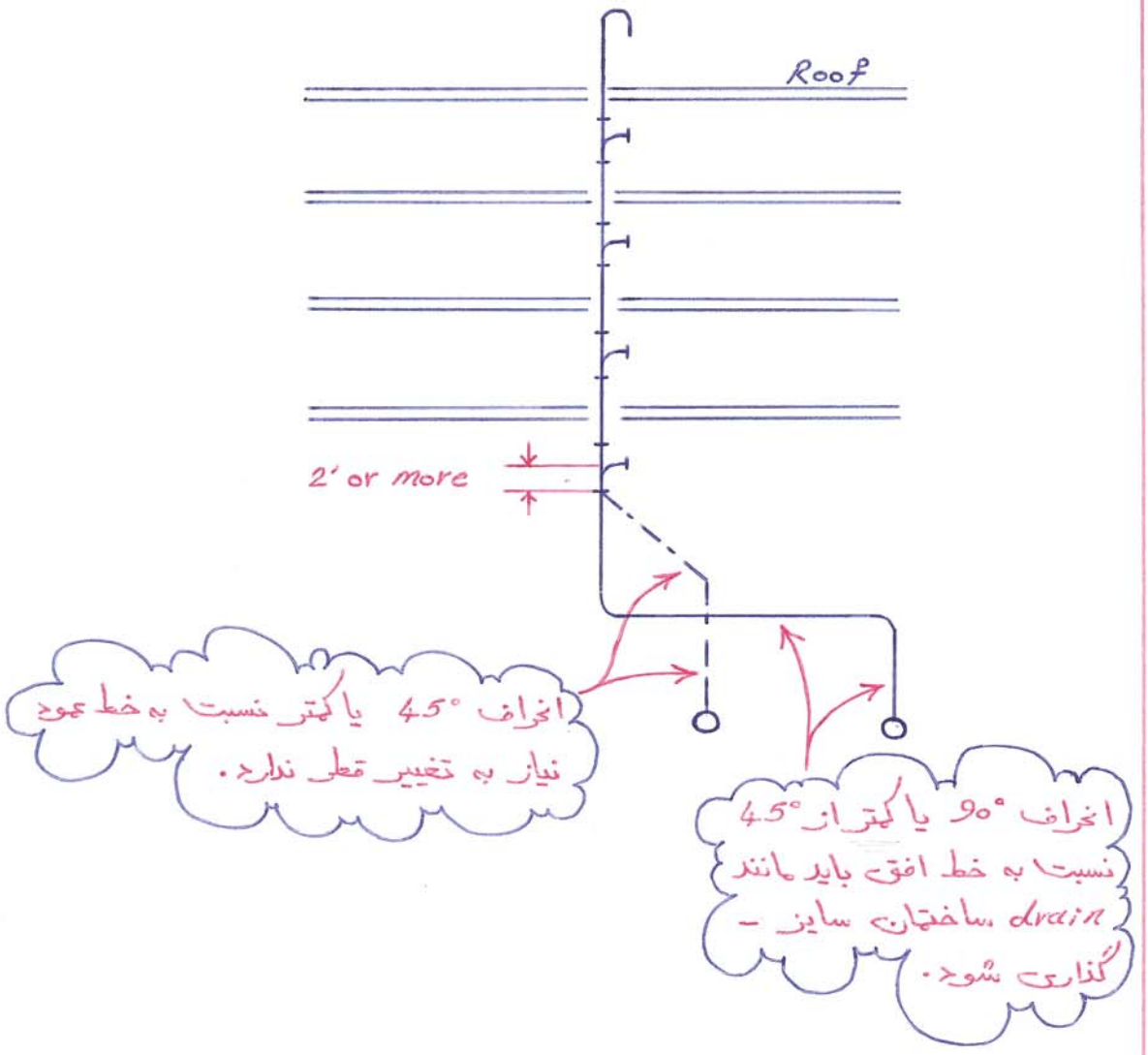
اگر انحراف بالاتر از بالاترین شاخه واقع شود قسمتی از ونت عمودی بشمار می رود و تاثیری بر ظرفیت (stack) نخواهد داشت. دراین حالت نیازی به (Relife Vent) وجود ندارد. انحراف موجب افزایش طول نهائی (stack) می شود. دراین مورد نیازی به افزایش قطر لوله -

نیز وجود ندارد و این موارد چه در انحراف 45° و چه در انحراف 90° صادق است.



۱۳- انحراف پایین تر از تحتانی ترین اتّصال :

اگر انحراف واقع شده در زیر پایین ترین اتصال کوچکتر یا مساوی 45° باشد نیازی به افزایش قطر لوله (stack) وجود ندارد امّا اگر این انحراف بزرگتر از 45° باشد می بایست قطر لوله را مانند قطر (Building drain) از جدول 11.5.2 محاسبه نمود. (Table 11.5.2)



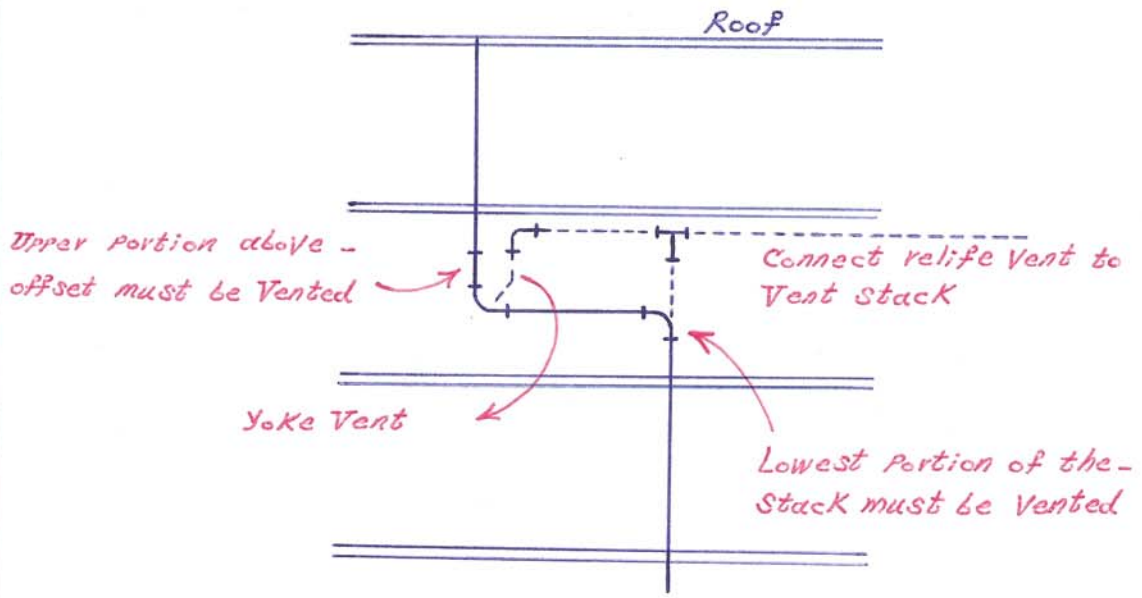
۱۴- انحراف بیش از (45°) لوله عمودی فاضلاب :

اگر لوله (stack) بیش از 45° نسبت به خط عمود انحراف داشته - باشد می بایست به صورت زیر سایز گذاری شود :

الف - قسمتی از (stack) که بالای انحراف قرار دارد مانند یک لوله - (stack) معمولی و براساس عدد نهائی فیکسچر یونیت بالای انحراف از - جدول 11.5.3 تعیین قطر می گردد.

ب - قسمت فوقانی (stack) در بالای انحراف باید مانند (drain) ساختمان واز جدول 11. 5. 2 سایز گذاری شود.

ج - قسمت پایین تر از انحراف باید هم قطر انحراف بوده ویا براساس عدد فیکسچر یونیت نهائی (stack) قطر گذاری شود (هرکدام که بزرگتر - باشد).

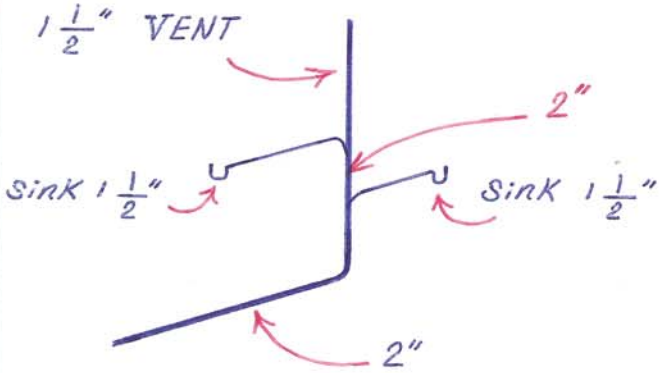


۱۵ - لوله های فاضلاب سینکهای آشپزخانه :

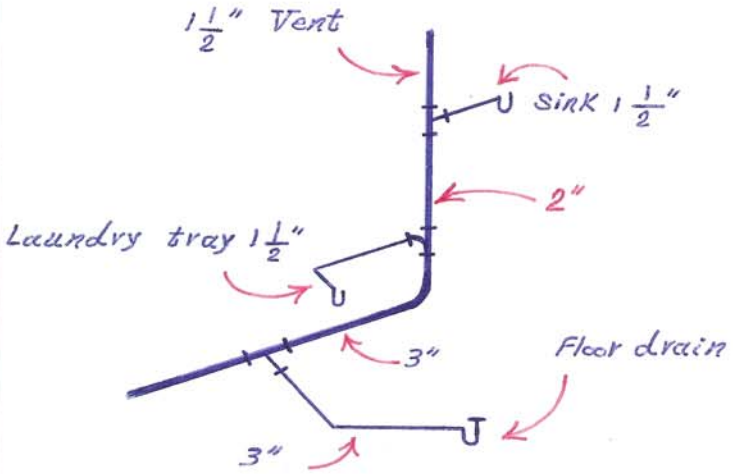
در یک ساختمان که خانواده‌ای با تعداد نفرات نسبتاً کم در آن ساکن هستند قطر (Waste Stack) که تنها خروجی های افقی سینکهای آشپزخانه ورختشوئی به آن متصل هستند به صورت ذیل می باشد :

مینیمم قطر لوله Stack که بسمت بالاترین سینک می رود باید "2 باشد

و بالاتر از نقطه فوق که درواقع لوله VENT بشمار می‌رود قطر لوله بر-
اساس عدد فیکسچر یونیت نهائی لوله (Stack) محاسبه می‌گردد.



دو سینک آشپزی که به یک (Waste Stack) متصل شده اند.

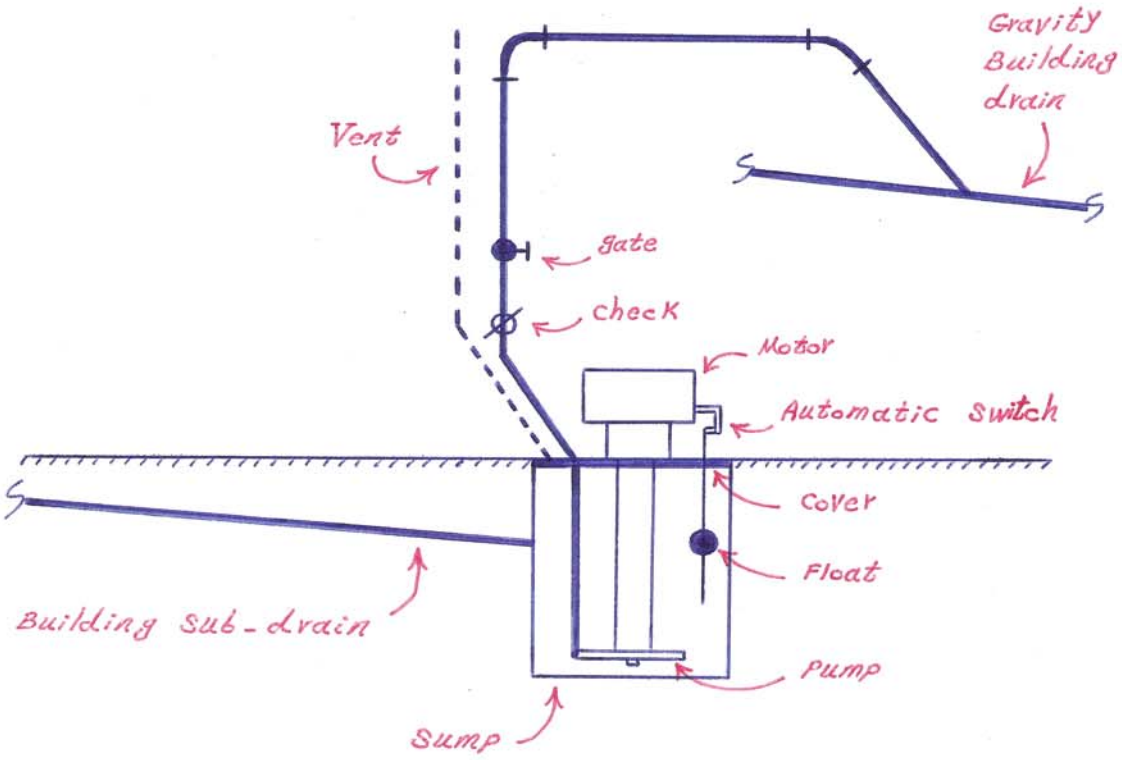


دو سینک آشپزی و رختشوئی متصل به یک (W. Stack) به همراه کف شوی.

۱۶ - طراحی سیستم فاضلاب غیروزنی (Sumps and Ejectors) :

اگر برخی از لوله‌های افقی و جمع کننده فاضلاب (Building drains) در زیر لوله اصلی (Sewer) واقع شوند قادر نخواهند بود که به کمک - نیروی جاذبه و وزن فاضلاب ، آن بهای زائد را به داخل (Sewer) -

تخلیه کنند . در این حالت باید فاضلاب از لوله (Building drain) - وارد یک مخزن سرپوشیده و دارای (Vent) شود و سپس بطور - اتوماتیک توسط یک سیستم پمپاژ به داخل لوله اصلی فاضلاب وزن ساختمان و یا (Gravity Building Drain) پمپ شود و از آنجا - به کمک وزن خود بسمت لوله اصلی فاضلاب (Sewer) جاری شود .



بطور کلی فاضلابی که در زیر سطح لوله (Sewer) وجود دارد می بایست به کمک پمپهای لجن کش و یا (air ejector) مجهز به کنترل اتوماتیک - پمپاژ گردد . اگر تعداد فیکسچرهای نصب شده در زیر سطح لوله (Sewer) کم باشد یک پمپ ساده و تنها قادر است کار پمپاژ را انجام دهد . امّا اگر -

تعداد زیادی فیکسچر در زیر سطح لوله (Sewer) نصب شده باشد باید از یک سیستم دو پمپی استفاده کرد تا در صورت خراب شدن یکی، پمپ دیگر بطور اتوماتیک کار را ادامه دهد. در مواردی که از سیستم دو پمپی استفاده می کنیم بهتراست یک سیستم کنترل اتوماتیک قرار دهیم تا در فواصل زمانی معین و به نوبت هریک از پمپها را روشن یا خاموش کند تا به یک پمپ فشار نیاید.

زمان تخلیه (ذخیره) Storage period :

مدّت زمان ذخیره فاضلاب در (Sump) یا (Ejector) نباید از 12 ساعت تجاوز کند. البته زمان ذخیره بستگی به تعداد فیکسچرهائی دارد که به سیستم (Sump) یا (Ejector) متصل هستند. در ساختمانهای صنعتی یا تجاری که سیستم نیاز به کار دائمی ندارد زمان تخلیه می تواند بیشتر و مثلاً هفتگی باشد.

طراحی (Design) :

سیستم (Sump) و تجهیزات پمپاژ باید براساس تخلیه کامل محتویات مخزن ذخیره در یک پریود ذخیره طراحی شوند. طراحی کنترل اتوماتیک سیستم نیز معمولاً براین اساس صورت می گیرد که سیستم پمپاژ بطور پیوسته تا تخلیه کامل هم محتویات مخزن کار کند.

تهویه (Venting) :

سیستم فاضلاب در زیر سطح لوله (Sewer) باید دقیقاً به همان روشهای ذکر شده در مورد سیستم فاضلاب روی نصب شده و ونت گذاری شود. جداول طراحی که در مورد سیستم ونت ارائه شده در مورد سیستم (Subsoil) نیز قابل استفاده است.

تجهیزات دوپمپی (Duplex Equipment) :

اگر برای تخلیه بیش از 6 توالت به (Sump) متصل شود باید از سیستم (duplex) استفاده کرد. در حالتی که 6 توالت دارید می توان از یک پمپ استفاده کرد.

سایز گذاری Vent :

تعیین قطر لوله های (Vent) سیستم (Building Sump) باید براساس جدول 12.21.5 که قبلاً ذکر شده صورت گیرد و تحت هر شرایطی قطر این لوله‌ها نباید از $1\frac{1}{2}$" کمتر شود.

انتهای جدا (Separate Vents) :

انتهای مربوط به ایجکتورهای بادی (Pneumatic Ejectors) و تجهیزات مشابه آن می بایست بطور جداگانه و بصورت یک خروجی ونت تا هوای آزاد امتداد یابد.

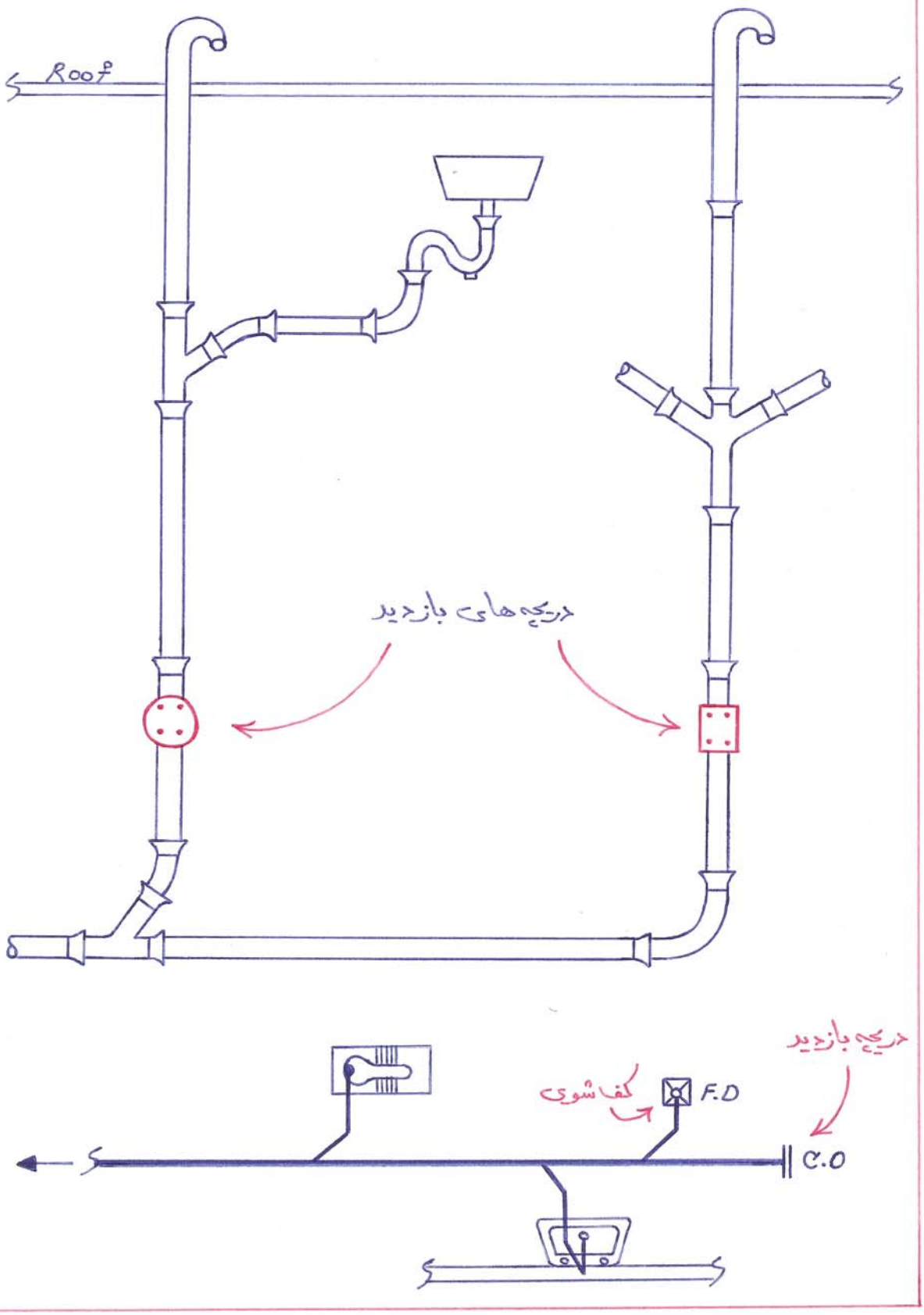
اتصالات (Connections) :

لوله های مربوط به خروجی بخار ، لوله‌های قطره‌ای (drip pipe) و لوله‌های مواد قابل ترکیدن نباید بطور مستقیم به سیستم فاضلاب متصل گردد . فاضلاب در هنگام تخلیه به سیستم فاضلاب ساختمان باید حداکثر دمای 140°F داشته باشد و اگر فاضلاب دارای دمای بیش از این حد بود می بایست از روشهای خنک کاری استفاده کرد و دمای آن را کاهش داد. آب یا بخار داغ موجب ترک خوردن لوله‌های فاضلاب می شود و لذا آبهای داغ باید در یک (sump) جمع شده و پس از خنک شدن به داخل (sewer) پمپ شود .

۱۷ - دریچه‌های بازدید (clean outs) :

در یک سیستم فاضلاب می بایست به تعداد مناسب دریچه های بازدید تعبیه شود تا در صورت مسدود شدن لوله نیازی به شکافتن کف و دیوار ساختمان وجود نداشته باشد. به فاصله هر 22.5 متر طول لوله تخلیه باید یک دریچه بازدید در مدخل ورودی پی ساختمان تعبیه شود . همچنین در پای هر یک از لوله‌های (stack) به خصوص اگر فاضلاب توالت با خل آن‌ها تخلیه شود و همینطور در انتهای هر لوله افقی که کف شوی بدان متصل

است باید یک دریچه بازدید تعبیه شود. دریچه بازدید باید دارای درپوش پیچی باشد تا بتوان با ۲ چار معمولی به راحتی آن را باز کرد.



۱۸- برخی از اصول و علائم نقشه کشی فاضلاب :

الف) جهت حرکت فاضلاب باید از طرف دریچه بازدید باشد.

ب) تمام اتصالها باید با جهت حرکت زاویه حاده و معمولاً 45° بسازند.

ج) در اتصالها زاویه قائمه یا منفرجه نسبت به جهت حرکت نداریم.

د) قطر لوله در فواصل کوچک تغییر نمی کند.

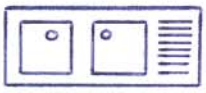
هـ) شیب لوله های افقی الزامیست.

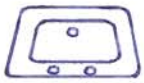
لوله فاضلاب ——————

لوله Vent - - - - - - - - -

دریچه بازدید

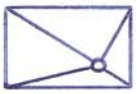
کف شوی

سینک ۲ شیر خانه 

دستشوئی 

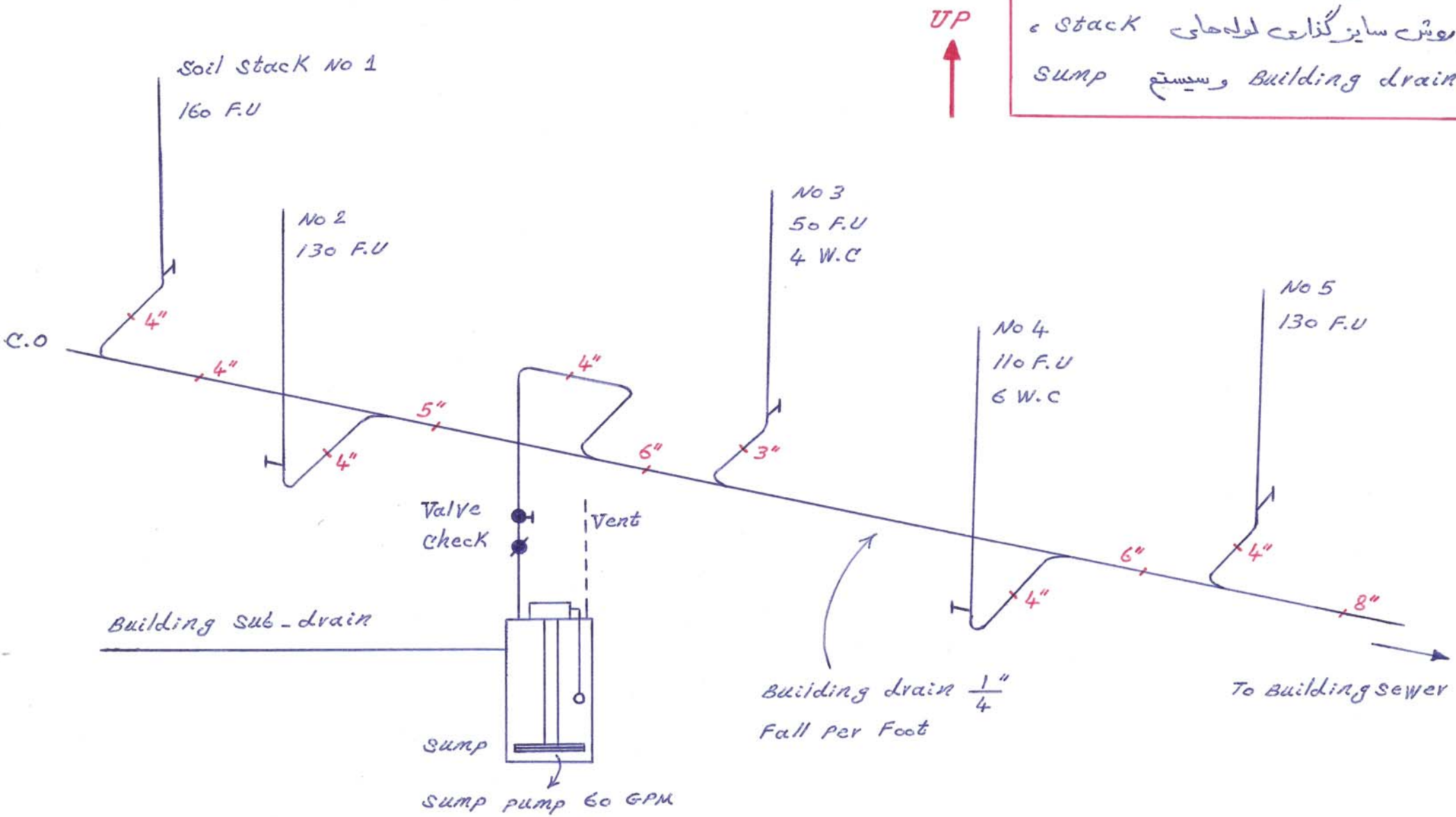
توالت

سیفون

سینک تی شور 

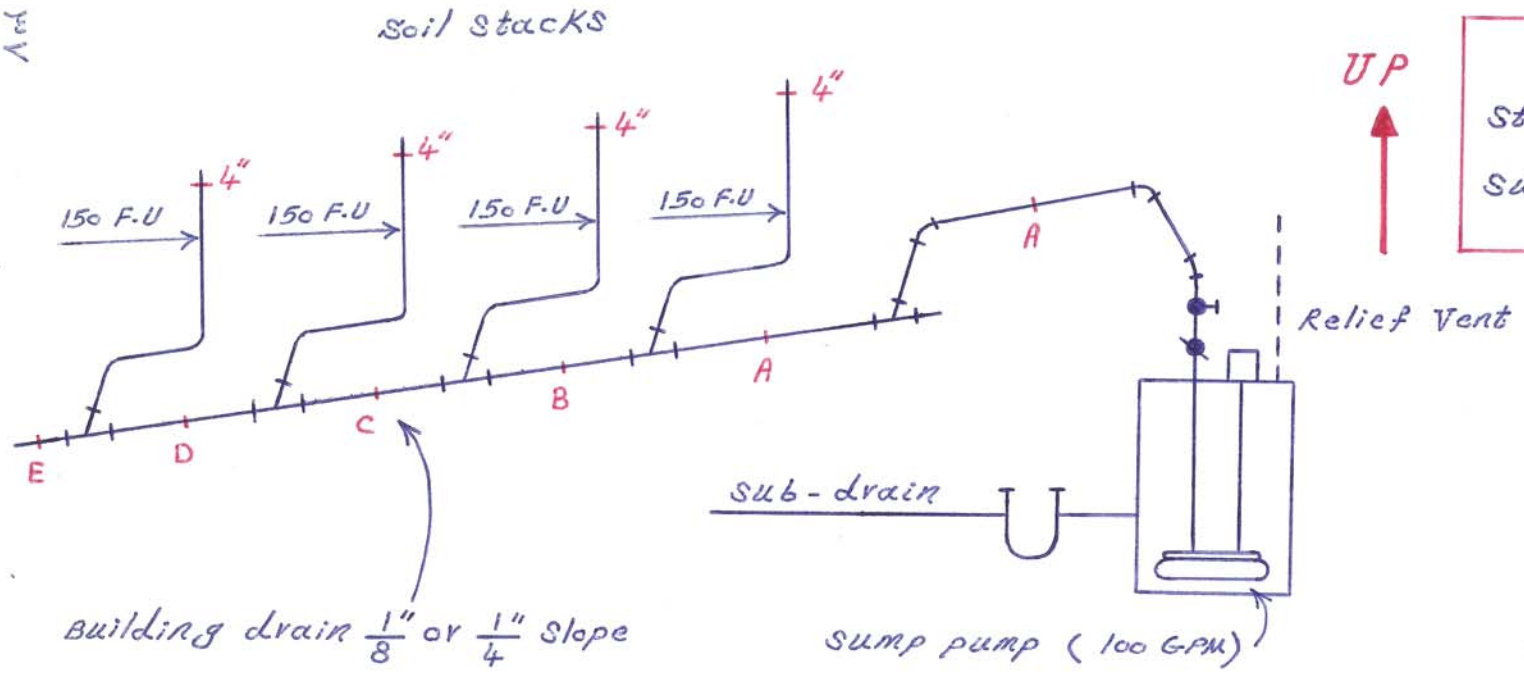
نقشه شماره (۱)

روش سایز گذاری لوله‌های Stack و Building drain و سیستم Sump



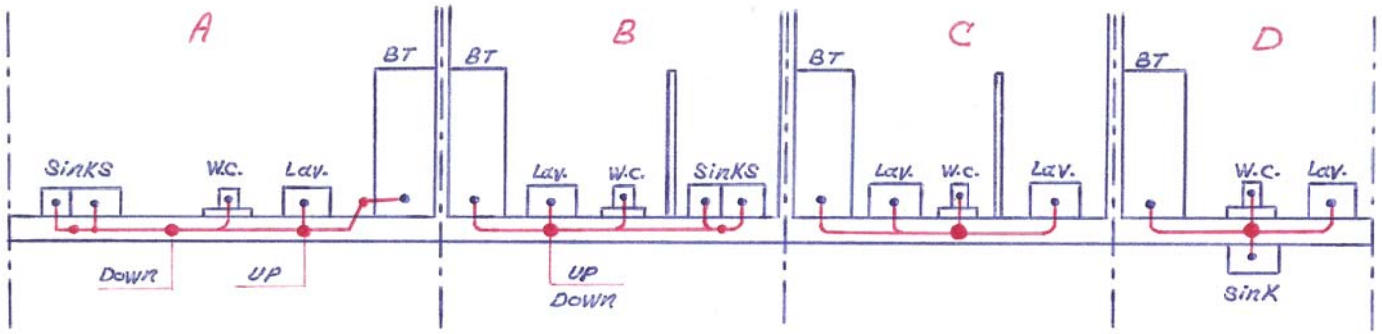
نقشه شماره (۲)

روش سایزگذاری لوله‌های Stack و Building drain و سیستم Sump



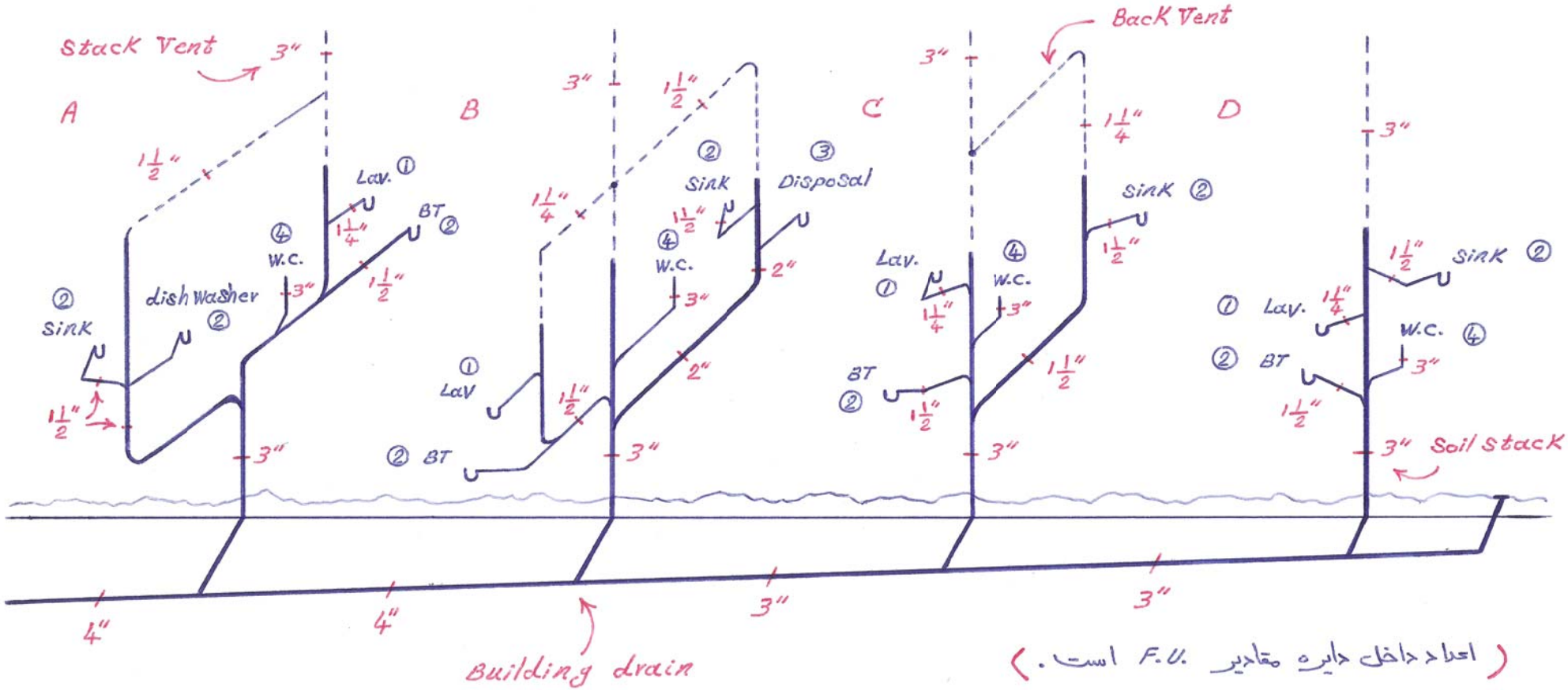
Sizing of Drain

Slope : 1/8" / ft			Slope : 1/4" / ft		
Location	Number of fixture units	Diam. (in)	Location	Number of fixture units	Diam. (in)
A	200	5	A	200	4
B	350	5	B	350	5
C	500	6	C	500	6
D	650	6	D	650	6
E	800	8	E	800	6



نقشه شماره (۳)

روش سایزگذاری لوله های Stack ، Vent و drain

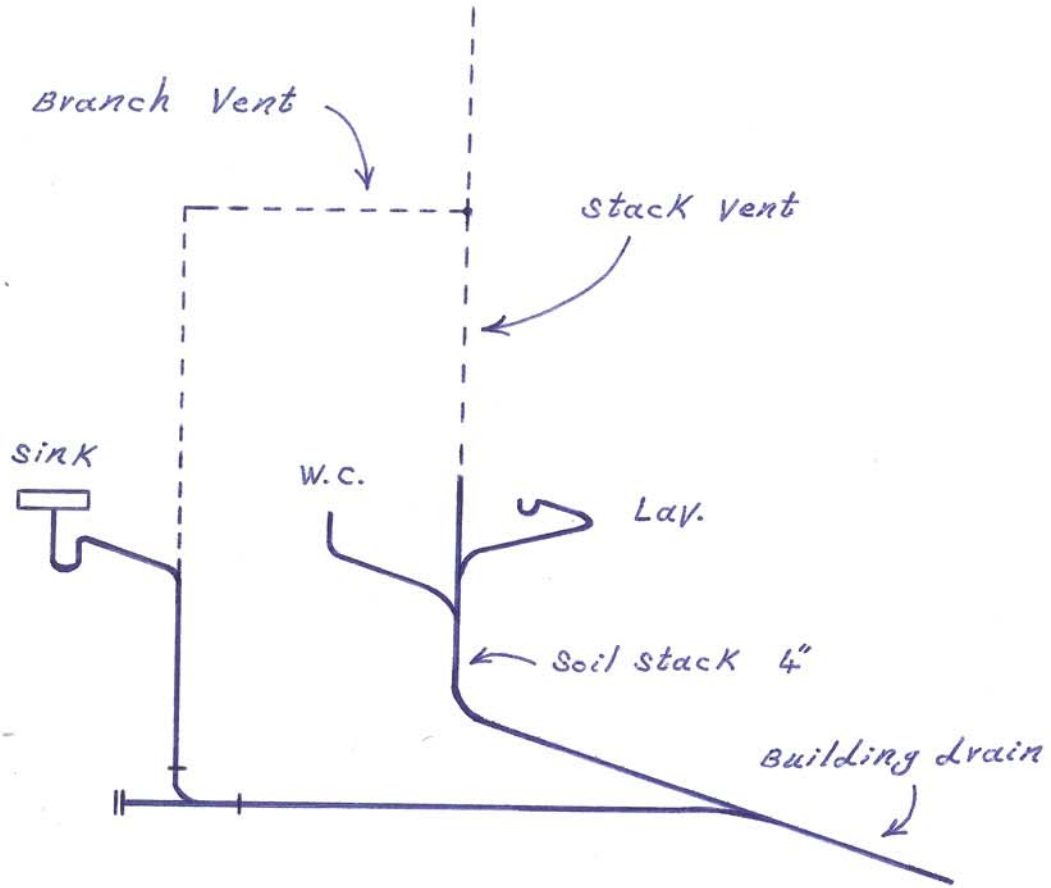


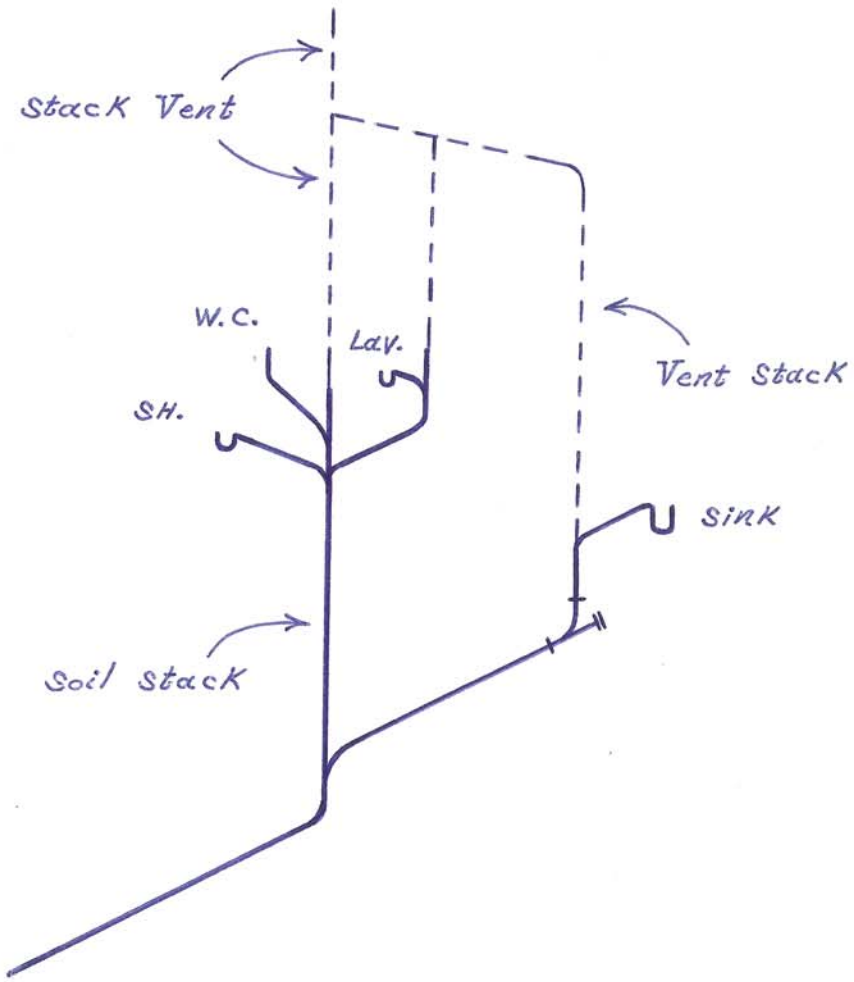
(اعداد داخل دایره مقادیر F.U. است.)

UP

نقشه شماره (۴)

سیستمهای « VENTING »

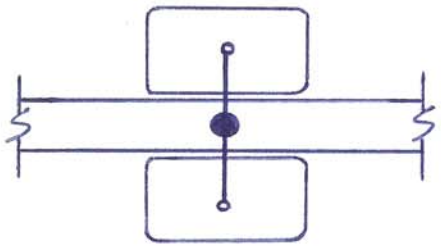


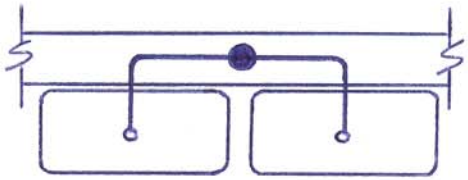


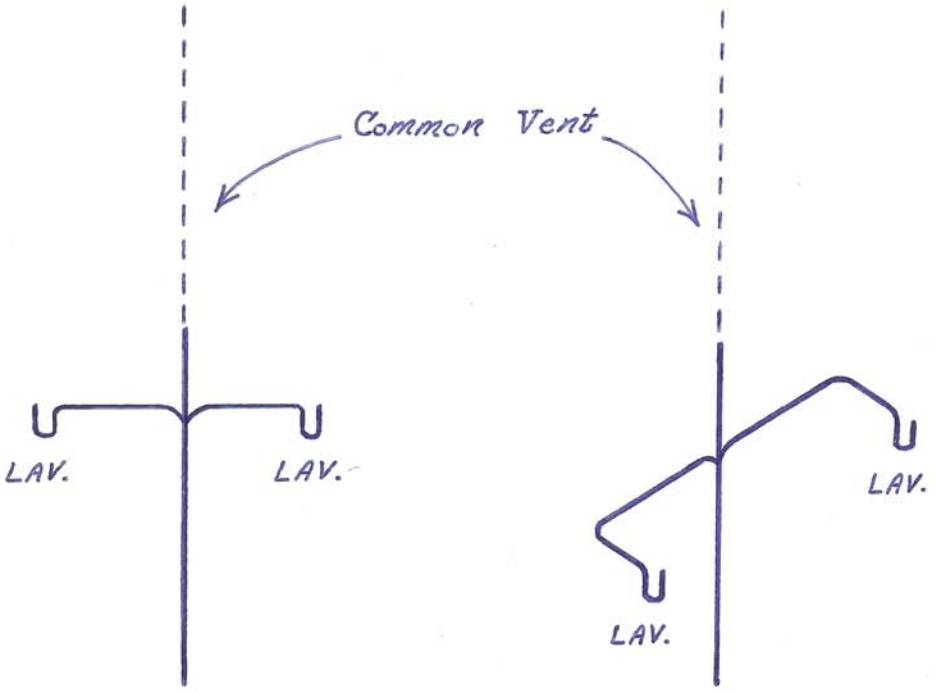
نقشه شماره (۵)

سیستمهای « VENTING »

UP

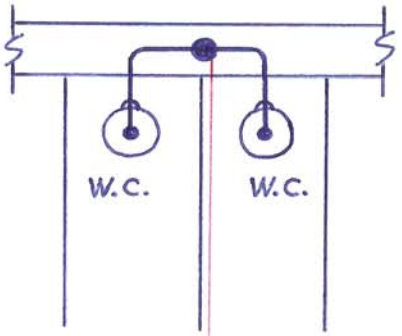






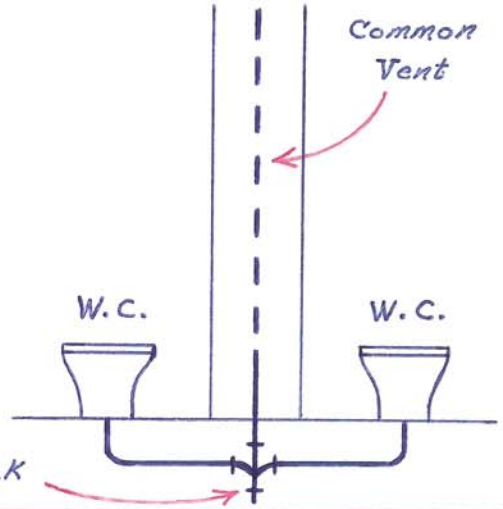
Back - To - Back

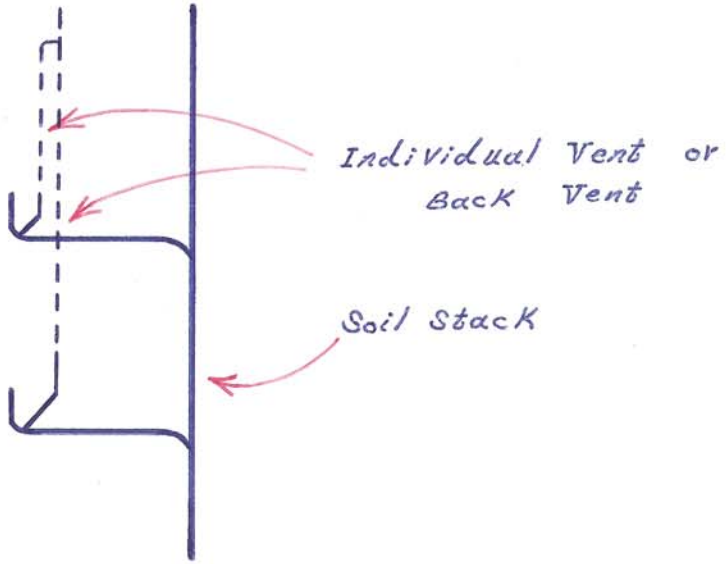
Side - By - Side



Soil Stack down

Common Vent up



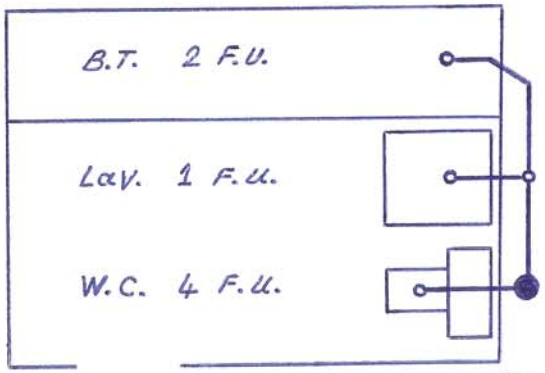


UP

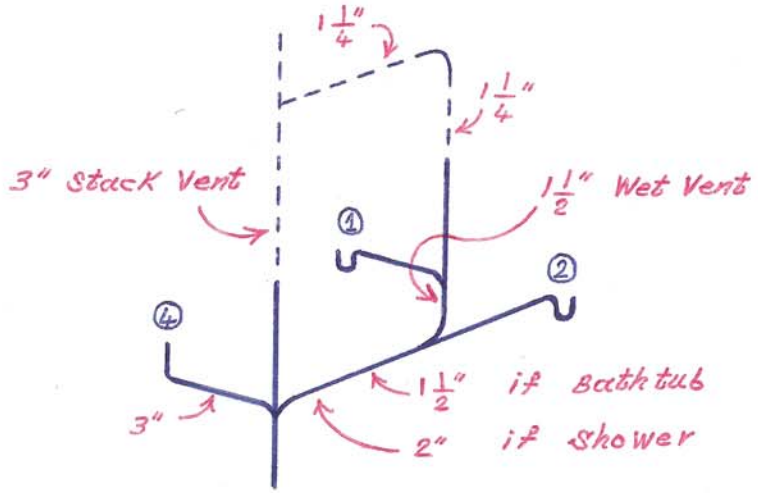
نقشه شماره (۶)

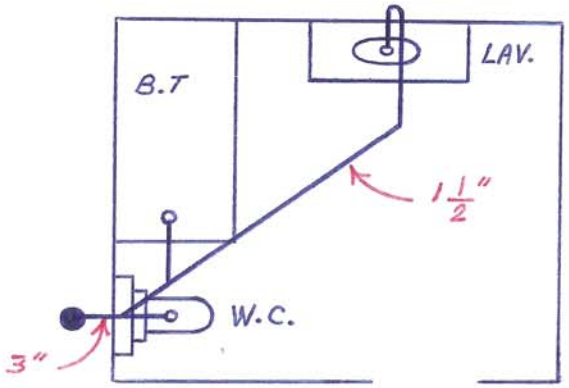
سیستم « VENTING »

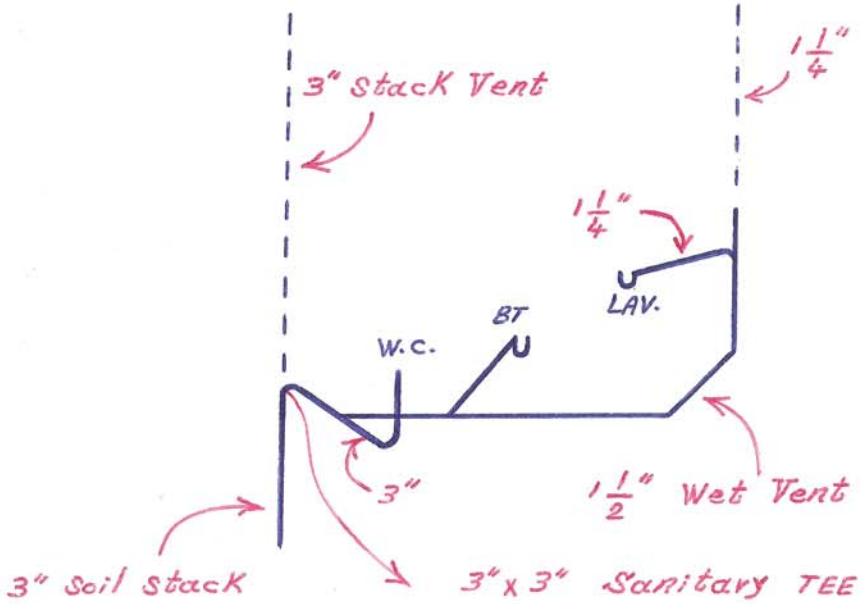
Plane



The Bath Room group has
A Value of 6 fixture units
When using A flush Tank -
8 F.U. using A flushometer

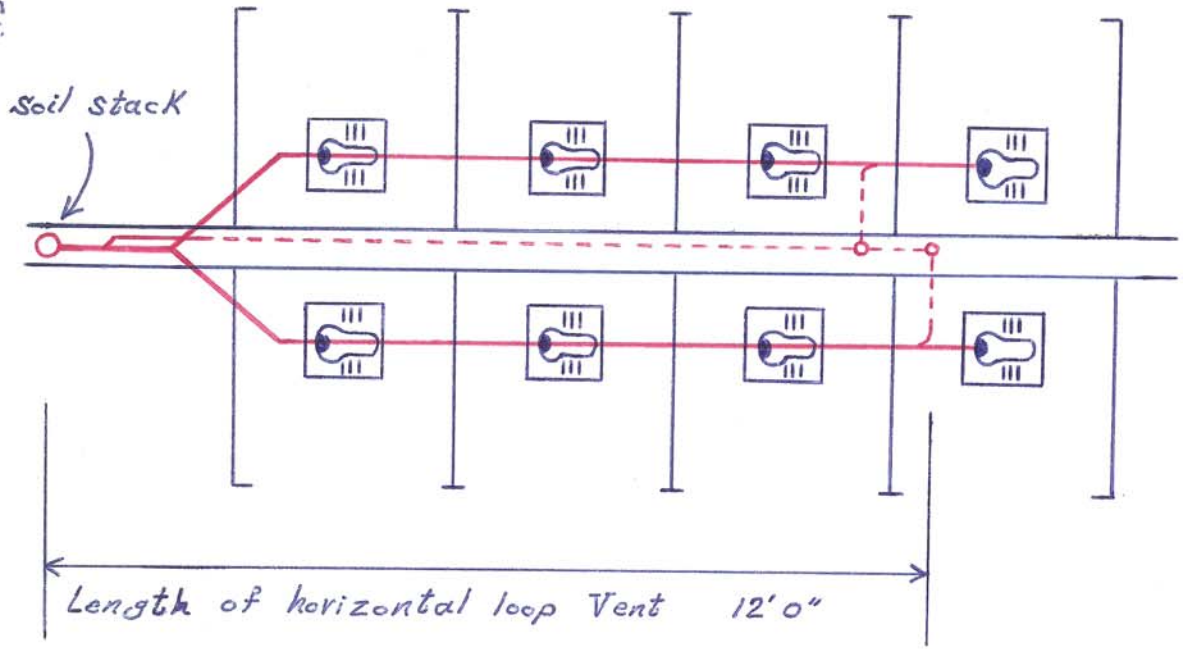




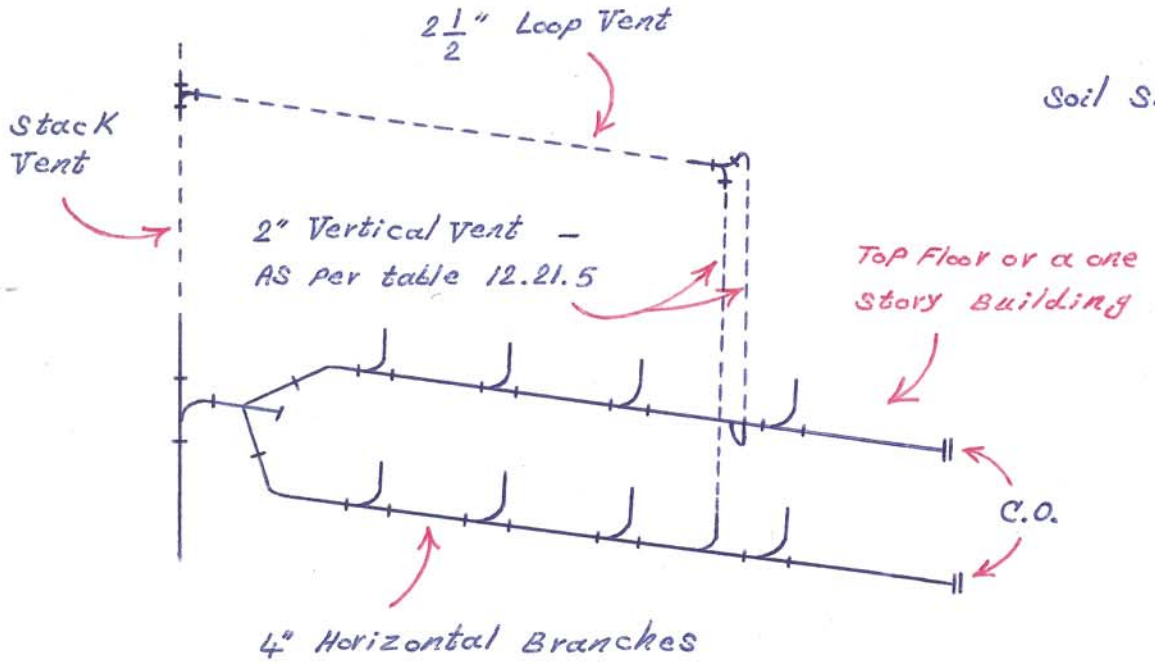


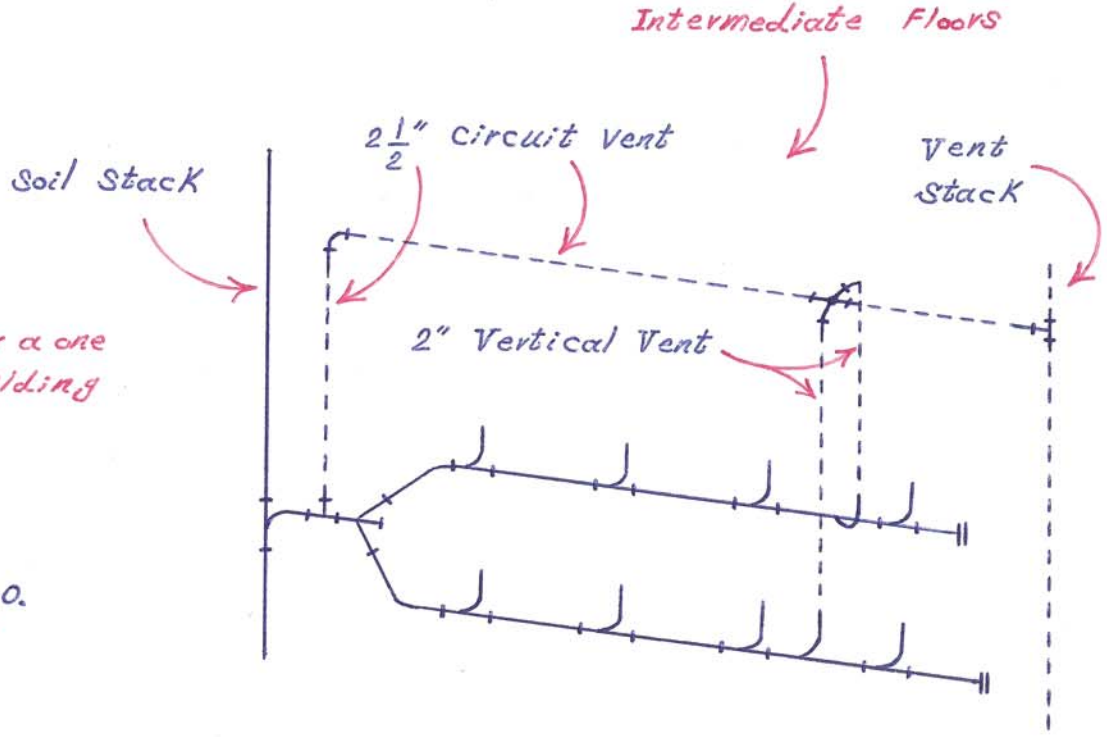
نقشه شماره (۷)

سیستم «VENTING»



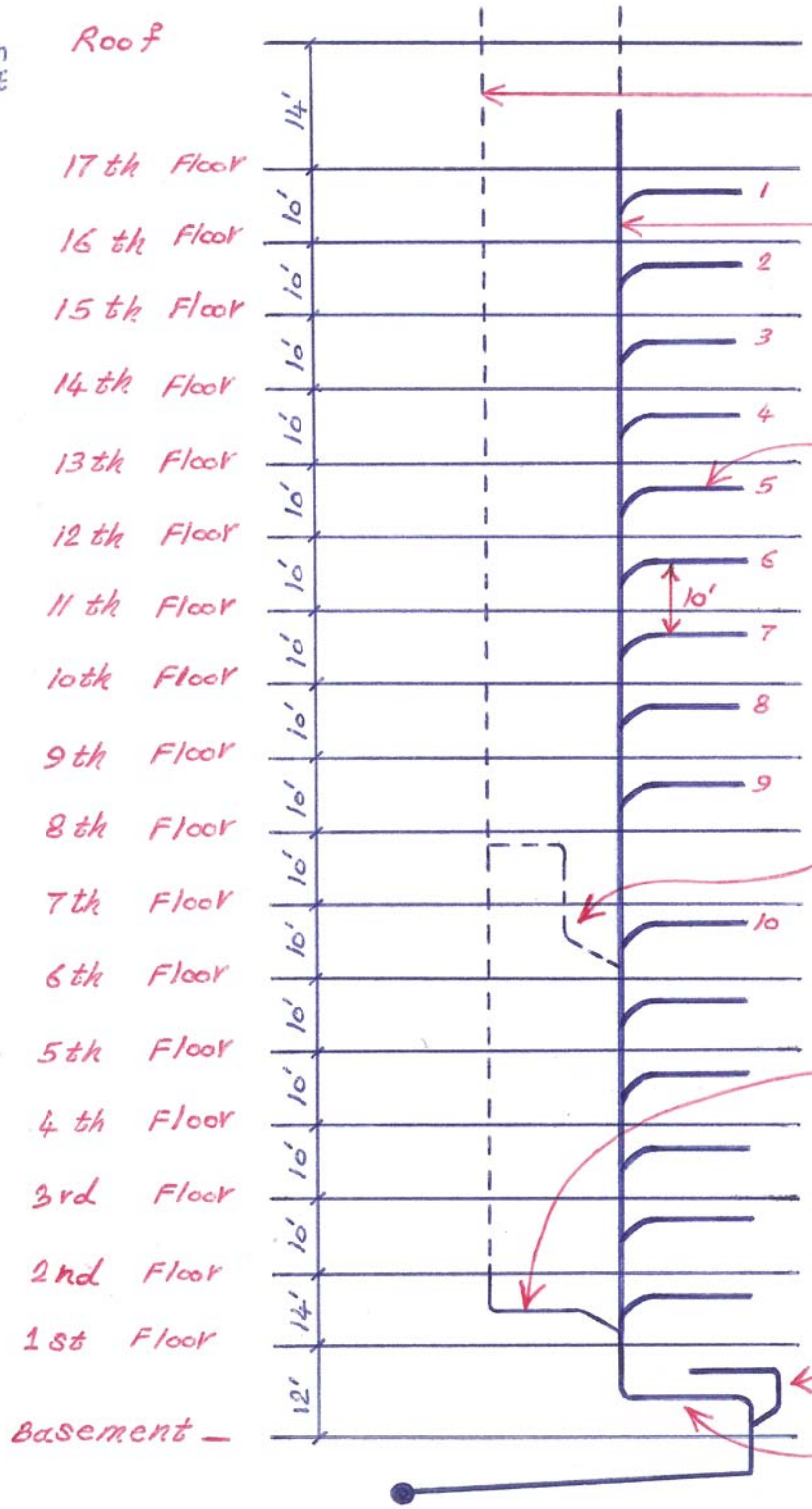
UP





نقشه شماره (۱)

سیستمهای « VENTING »



Vent Stack Sized AS per table 12.21.5.

Soil Stack Sized AS per table 11.5.3 .

UP

Horizontal Branch , At least 8 Ft High Between Horizontal Branches.

The diameter of the RELIEF VENT must be the same AS either the Vent Stack or the Soil - Stack whichever is Smaller.

Vent Stack should connect AT Base of Soil Stack.

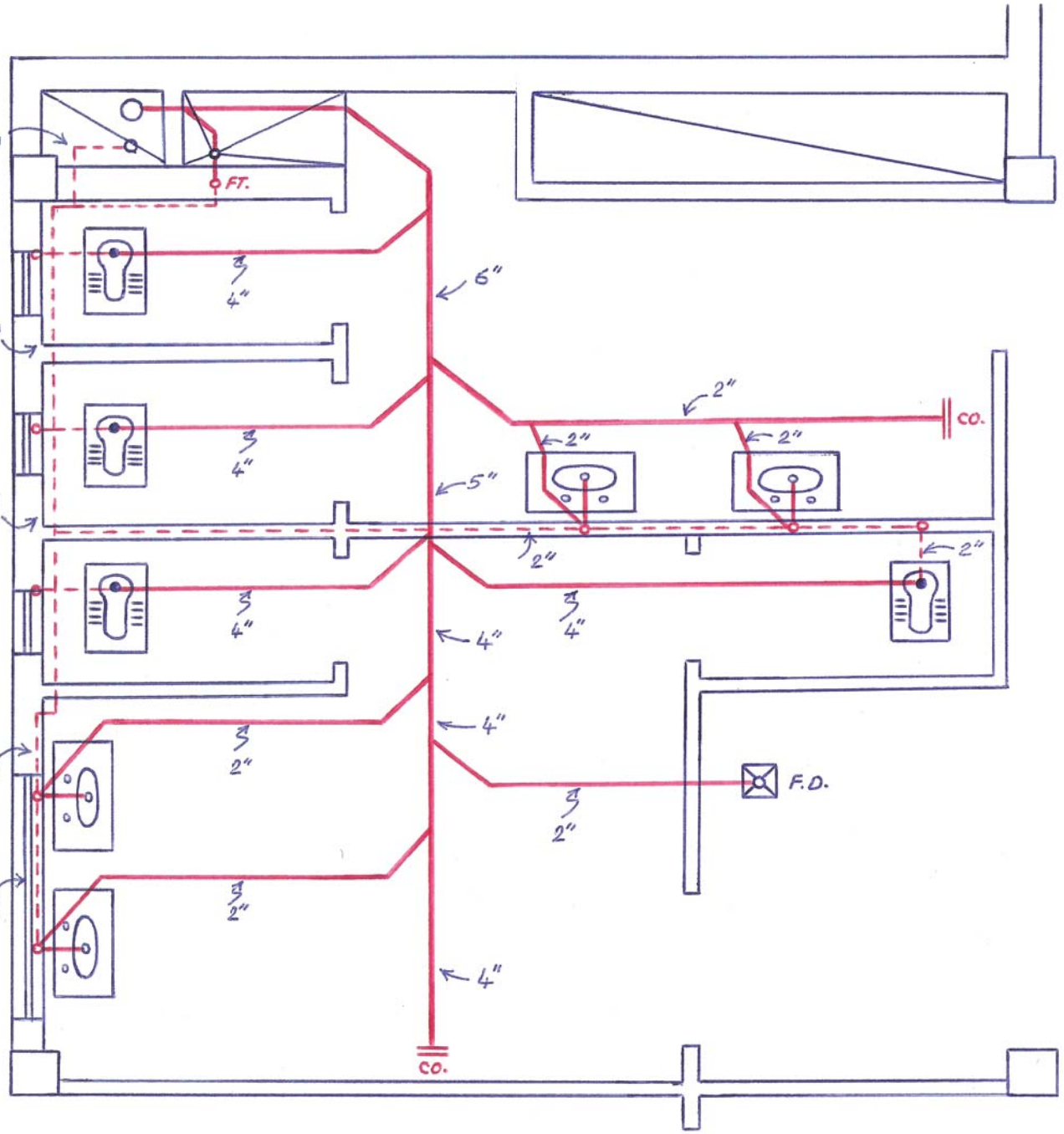
Lowest Floor Horizontal Branch. At least 2', Should be connected to the Soil Stack.

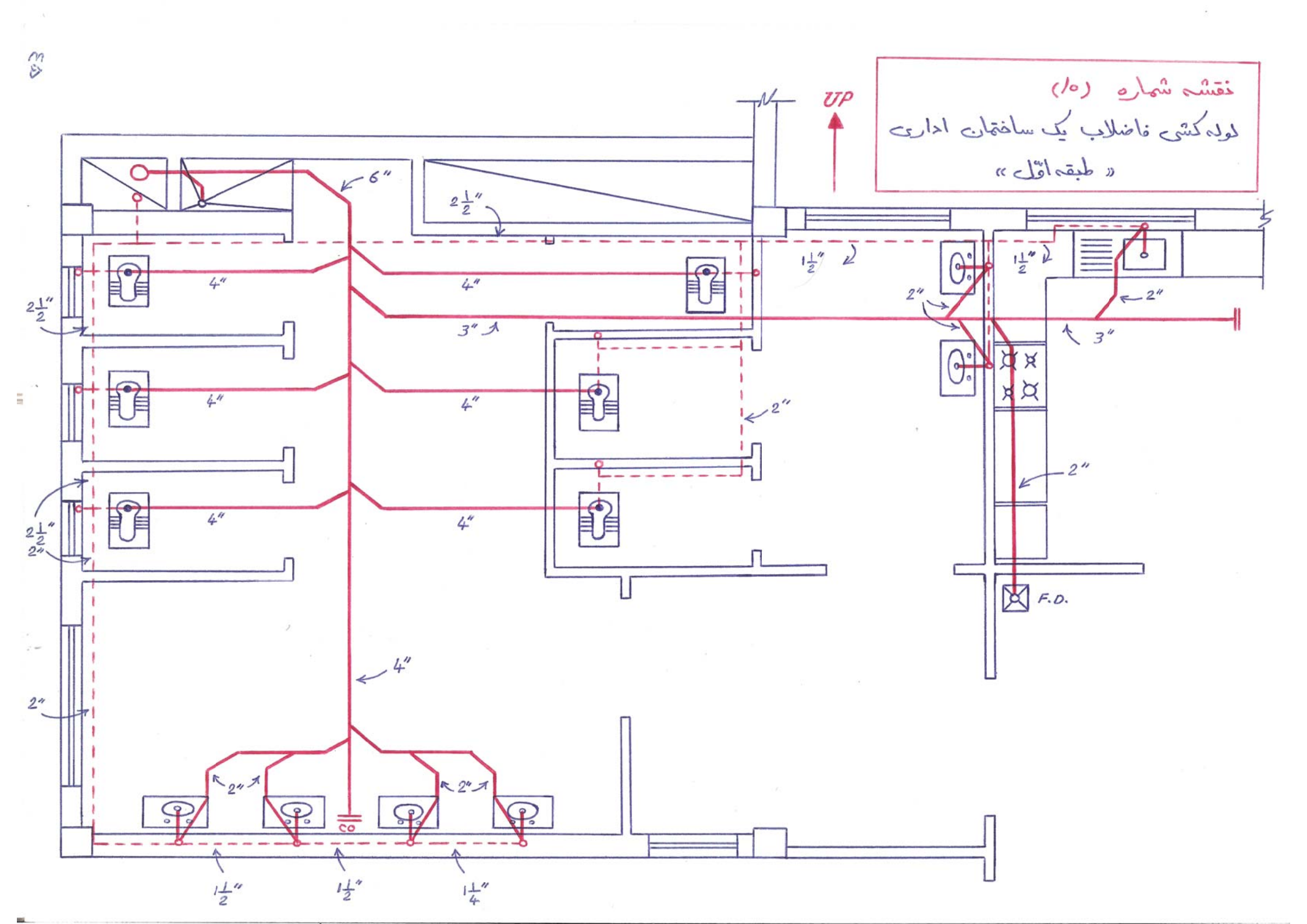
the offset should be sized like a Building drain AS per table 11.5.2.

نقشه شماره (۹)

لوله‌کشی فاضلاب یک ساختمان اداری

« طبقه همکف »




نقشه شماره (۱۰)
لوله کشی فاضلاب یک ساختمان اداری
« طبقه اوّل »
UP
6"
2½"
4"
3"
2"
1½"
1¼"
F.D.
CO

پتروپالامحور پیشتاز در ارائه خدمات مهندسی و متعهد به کیفیت

PPM , Dedicated For The Best Quality

تعاریف مبنا در تصفیه فاضلاب

۱- هدف از تصفیه فاضلاب :

مقدار نمکهای معدنی محلول در فاضلاب بسیار کمتر از آب دریاهای آزاد می باشد و لذا می توان فاضلاب را در زمرهٔ آبهای شیرین اما آلوده به شمار آورد. آلودگی فاضلاب نیز ناشی از وجود مواد آلی فساد پذیر و یا اشغال در آن می باشد. بنابراین اگر ما دست به تصفیه فاضلاب بزنیم به اهداف ذیل خواهیم رسید :

الف - مقداری از آب شیرین مورد نیاز جهت کشاورزی را می توان از این طریق تامین نمود به علاوه این آب به خاطر در برداشتن موادی چون فسفاتها و نیتراتها خاصیت کودی هم دارد و از سوی دیگر این صرفه جوئی در مصرف آب شیرین در کشوری چون ایران که با مشکل کم آبی مواجه است بسیار حائز اهمیت می باشد.

ب - با تصفیه فاضلاب و سپس با هضم و خشک کردن لجن بدست آمده می توان به کود گران قیمتی برای کشاورزی دست یافت که با فروش آن در حاز منزت نه تنها هزینه‌های تصفیه فاضلاب تامین می شود بلکه سود و منفعت نیز به همراه خواهد داشت.

ج) حفظ منابع طبیعی آب شیرین از آلودگی ها و در نتیجه حفاظت - انسان در برابر بیماریهائی همچون وبا و حصبه .

د) استفاده بهینه از کار «کارگران بی مزد» یعنی باکتری های موجود در فاضلاب و به خدمت گرفتن آنها در جهت تسریع عمل تصفیه طبیعی فاضلاب.

۲ - آزمایش فاضلاب :

همانگونه که قبلاً شرح داده شد عمده آلودگی فاضلاب ناشی از وجود مواد آلی فساد پذیر در آن می باشد و سعی ما در عمل تصفیه فاضلاب تبدیل این مواد آلی به مواد معدنی پایدار و سپس ته نشین کردن و جدا کردن آنها - می باشد که این کار را با عمل اکسیژن زنی و اکسیداسیون به کمک باکتری ها انجام می دهیم. بنابراین جهت انتخاب روش تصفیه و همچنین مراحل لازم در امر تصفیه می بایست ابتدا بدانیم که فاضلاب ما تاچه حد آلودگی دارد و این کار بوسیله آزمایشهای تجربی صورت می گیرد که البته روشهائی تخمینی - به شمار می روند .

به طور کلی در امر تعیین درجه آلودگی فاضلاب بجای اندازه گیری مقدار - مواد آلی موجود در فاضلاب ، مقدار اکسیژن لازم جهت اکسیداسیون این - مواد را بطور تقریبی اندازه گیری می کنند .

۳- تعیین «BOD» :

در فاضلاب دو دسته عمده باکتریها به تصفیه آن کمک می کنند . دسته اول باکتری های هوازی هستند که مواد آلی فاضلاب را اکسید نموده و به نمکهای پایدار معدنی تبدیل می کنند و دسته دوم باکتری های بی هوازی هستند که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه و احیاء نمکهای موجود در فاضلاب تامین می کنند . حاصل کار دسته اول تولید گاز CO_2 و حاصل کار دسته دوم تولید گازهائی چون هیدروژن سولفوره ($SO_3 + H_2O$) و یا متان (CH_4) می باشد که بوی بسیار نامطبوعی دارند . لذا برای ممانعت از ایجاد تعفن و بوی ناخوشایند باید تا حد امکان به فاضلاب اکسیژن رسانیم تا باکتری های هوازی تکثیر یافته و فعال تر شوند و به این وسیله فاضلاب را «بی بو» نمایم .

حال بنا به تعریف BOD (Biochemical oxygen demand) - عبارتست از مقدار اکسیژنی که باید به فاضلاب بدهیم تا باکتری های هوازی مواد آلی موجود در فاضلاب را تبدیل به مواد پایدار نمایند . البته عمل اکسیداسیون که از زمان تشکیل فاضلاب آغاز می شود در دو مرحله صورت می گیرد که در حدود ۱۸ تا ۲۰ روز اول اکسیداسیون ترکیبات آلی کربن دار و از حدود روز دهم تا مدتی طولانی اکسیداسیون

ترکیبات ازت دار صورت می‌گیرد (نیتری فیکاسیون) .

لذا از آنجا که آزمایشها نشان داده در دمای ۲۰°C حدود ۷۰٪ عمل اکسیداسیون در ۵ روز اول پس از تولید فاضلاب صورت می‌گیرد و- می توان برای تعیین درجه آلودگی فاضلاب (بی.او.دی) پنج روزه (BOD5) را تعریف کرد و آن عبارتست از :

مقدار میلی گرم اکسیژن که باکتری های هوازی موجود در یک لیتر فاضلاب نیاز دارند تا در دمای ۲۰°C در مدت ۵ روز مواد آلی موجود را اکسید کنند .

۴ - فرمول ریاضی محاسبه (BOD) :

میزان (BOD) را در مرحله اکسیداسیون ترکیبات کربن دار می توان از این رابطه محاسبه نمود :

$$BOD_t = L_o (1 - e^{-Kt}) = L_o (1 - 10^{-K't})$$

$$K_t = K_{20} \times 1.047^{(t-20)} \qquad \frac{1}{day}$$

$$0.16 < K_{20} < 0.7$$

$$K'_t = 0.4343\, K_t \qquad \frac{1}{day}$$

L_o = کل BOD فاضلاب در مرحله نخست

t = دما برحسب درجه سانتیگراد

۵ - سایر آزمایشهای فاضلاب :

COD - در این روش برای افزایش سرعت کار از اکسید کننده های قوی چون دی کرومات پتاسیم یا پرمنگنات پتاسیم استفاده می شود و البته دقت این روش نسبت به روش اکسیژن طبیعی در آزمایش (BOD) کمتر است.

TOC - این آزمایش برای تعیین مقدار مواد آلی کربن دار موجود در فاضلاب استفاده می شود و برای این منظور باید فاضلاب را تا سرحد سرخ شدن بسوزانیم و گاز کربنیک حاصل را اندازه بگیریم.

SS - این آزمایش مقدار مواد معلق در فاضلاب را نشان می دهد و در امر تخمین مقدار لجن حاصل از فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرد.

روشهای تصفیه خانگی فاضلاب

البته اصولی ترین روش جهت تصفیه فاضلاب یک شهر ایجاد شبکه جمع آوری فاضلاب شهری و هدایت آن به سوی تصفیه خانه های فاضلاب است تا در آنجا طی مراحلی چون آشغالگیری، ته نشینی، هوادهی، هضم لجن و ضدعفونی کاملاً فاضلاب را تصفیه کرده و از مواد داخل آن

نیز در تهیه کود های کشاورزی استفاده کنند .

امّا در کشور ما ایران به جز چند شهر معدود مانند تهران و اصفهان - این چنین شبکه هائی وجود ندارد و حتی شبکه های منظم و محاسبه شده ای جهت دفع فاضلاب به دریاها و رودخانه ها نیز به ندرت دیده می شود .

لذا با توجه به نکات فوق و همچنین از آنجا که این پروژه بطور عمده بر روی سیستم جمع آوری و دفع فاضلاب در داخل ساختمان ها بحث می کند ما در اینجا سیستمهای معمول در این زمینه و چند پیشنهاد جدید را در این مورد مطرح کرده و مورد بررسی قرار می دهیم .

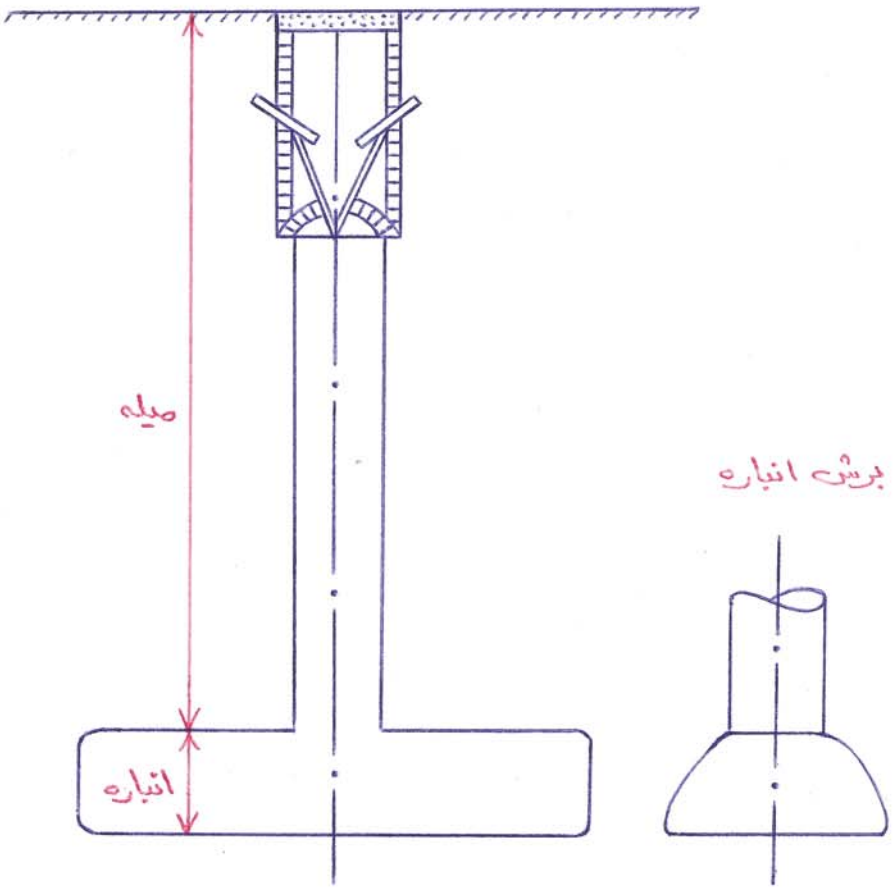
۱- محاسبه و طراحی چاههای جذبی فاضلاب :

این نوع چاهها در ایران بسیار دیده می شود و یکی از عمده ترین - روشهای تصفیه خانگی فاضلاب به شمار می رود . یک چاه جذبی از اجزاء زیر تشکیل شده :

الف - قسمت مخروطی شکل که مانند یک کلدان بدون کف است و لوله - تخلیه فاضلاب ساختمان داخل آن ریخته و به داخل میله چاه هدایت می شود .

ب - میله چاه به قطر ۰/۸ تا ۱ متر که تا لایه نفوذ پذیر زمین ادامه می یابد .

ج - اطراف چاه در لایه نفوذ پذیر زمین جهت سکون فاضلاب و ته نشینی لجن .



* در مورد فاضلابهایی که در مناطقی که حداکثر با ۲۰m حفر زمین به لایه نفوذ پذیر برسیم و همچنین در صورتی که سفره آب زیرزمینی ۳ تا ۴ متر پایین تر از انباره واقع شود می توان از چاه جذبی بعنوان روشی مطمئن و ارزان برای تصفیه طبیعی فاضلاب استفاده کرد. امّا در شهرهای بزرگی چون تهران که حجم فاضلاب بسیار زیاد است یا در شهرهای ساحلی که سطح آب سفره های زیرزمینی بالاست ، استفاده از چاههای جذبی باعث آلودگی منابع آب زیرزمینی خواهد شد.

۱-۱- محاسبه چاههای جذب کننده فاضلاب :

الف - اگر فاضلاب مستقیماً وارد چاه جذبی شود :

a - در لایه نفوذ پذیر زمین چاله‌ای به عمق ۶۰ سانتی متر و به قطر ۱۰ سانتی متر حفر کرده و مدت ۲۴ ساعت در آن آب می ریزیم و پس از ۲۴ ساعت مجدداً تا ارتفاع ۳۰ میلیمتر در چاله آب می ریزیم و مدت زمانی را که طول می کشد تا ارتفاع آب به اندازه ۲۵ میلیمتر افت کند را برحسب دقیقه می یابیم و به این ترتیب تراوائی زمین منطقه را تعیین می کنیم .

b - از جدول زیر سطح لازم چاه در قسمت انباره را محاسبه می کنیم :

زمان افت ۲۵ میلیمتر آب در چاله آزمایشی (دقیقه)	سطح انباره برای هر نفر (متر مربع)	
	ساکنین دائم (خانه)	ساکنین موقت (اداره، مدرسه و...)
۳ و کمتر	۱/۸	۰/۵
۳ - ۴	۲/۳	۰/۶
۴ - ۵	۲/۷	۰/۷
۵ - ۱۰	۳/۱	۰/۸
۱۰ - ۱۵	۳/۷	۰/۹
۱۵ - ۳۰	۴/۶	۱/۲
۳۰ - ۶۰	۶/۳	۱/۷
	۸/۴	۲/۳

ب - اگر فاضلاب ابتدا در سپتیک تانک تصفیه مقدماتی شود ؛ از رابطه زیر سطح لازم برای قسمت انباره چاه جذبی را می یابیم :

$$Ba = \frac{1.75}{Ta + 7.5}$$

Ba - بار سطحی یا دبی فاضلاب وروحی بر هر متر مربع از سطح چاه برحسب $(m^3/day.m^2)$

Ta - زمان افت ۲۵ میلیمتر آب در چاه آزمایشی برحسب (دقیقه)

ج - زمان پرشدن چاه جذبی فاضلاب و پریود طراحی :

برحسب استاندارد حداکثر گنجایش چاه را معمولاً ۹۰ لیتر برای هر نفر در سال انگاشته و چاه را حداقل برای یک دوره ۱۰ تا ۱۵ ساله طراحی می کنند.

البته شایان ذکر است که اعداد و ارقام فوق تنها در صورتی کاملاً جواب می دهند که فاضلاب ما از نوع خانگی باشد و البته در این پروژه نیز - بحث ما در مورد همین فاضلابهاست و نه در مورد فاضلابهای صنعتی و - همچنین تراوائی زمین از حد ذکر شده در جدول نمی بایست کمتر باشد.

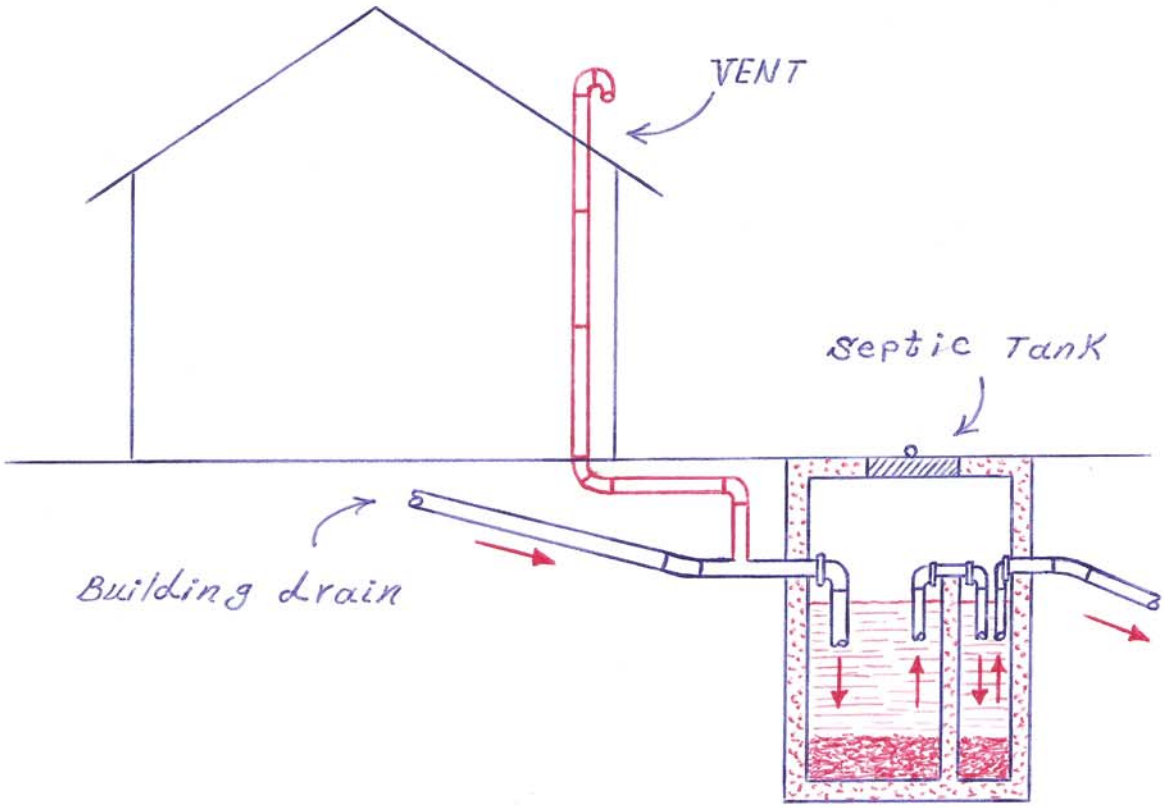
۲ - سپتیک تانک :

سپتیک تانک در واقع یک واحد تصفیه خانگی فاضلاب است که هرچند عمل تصفیه را بطور ناقص و تنها با دو مکانیزم فیزیکی (ته نشینی) و بیولوژیکی (هضم لجن توسط باکتری های بی هوازی) انجام می دهد اما در مجموع موجب سهولت در جذب فاضلاب به زمین شده و از درجه آلودگی فاضلاب و در نتیجه از آلوده شدن بیشتر منابع آب می کاهد.

ساختمان سپتیک تانک :

سپتیک تانک های بزرگ را معمولاً از جنس بتن و در محل کارگاه ساختمانی می سازند و در مورد سپتیک های کوچک نوع آماده آن از جنس پلاستیک نیز وجود دارد. محفظه سپتیک تانک را به ۲ یا ۳ قسمت تقسیم می کنند که حجم قسمت اول حداقل دو برابر سایر قسمتها است تا اولاً بصورت یک مخزن موج گیر عمل کند و ثانیاً ذرات بزرگ در آن ته نشین شوند و - موجب اختلال در کار سپتیک و انسداد لوله های ارتباطی نگردند.

قسمتهای مختلف سپتیک توسط لوله یا سوراخ به یکدیگر مرتبط است به - طوری که فاضلاب حداقل ۱۲ الی ۱۸ اینچ پایین تر از سطح فاضلاب وارد هر قسمت گردد. همچنین برای تهویه گازهای داخل سپتیک می بایست یک لوله VENT به قطر حداقل ۴ اینچ تا بام ساختمان تعبیه گردد.



محاسبه و طراحی سپتیک تانک :

کشورهای مختلف جهت طراحی سپتیک تانک استانداردهای گوناگونی را مدنظر قرار می دهند . امّا بطور عمومی در طراحی سپتیک تانک‌ها سعی بر این است که مدت زمان توقف فاضلاب در سپتیک بین ۴ ساعت (برای سپتیک‌های بزرگ) تا ۲۴ ساعت (برای سپتیکهای کوچک) انتخاب گردد . و بدیهیست که هرقدر زمان توقف فاضلاب در سپتیک افزایش یابد عمل ته نشینی مواد معلق و تصفیه بیولوژیکی بهتر صورت می گیرد.

ما در این پروژه به دو روش آمریکائی و آلمانی در طراحی سپتیک تانک اشاره می کنیم که در کشور ما بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد :

الف) استاندارد آمریکا :

این استاندارد حجم سپتیک تانک را براساس دبی فاضلاب ارائه می دهد :

I - در مورد دبی‌های کم و در حدود ۲ متر مکعب در شبانه روز حداقل ظرفیت سپتیک ۳ متر مکعب انتخاب شود.

II - اگر دبی فاضلاب بین ۲ تا ۶ متر مکعب در شبانه روز باشد حجم سپتیک را ۱/۵ برابر دبی فاضلاب در یک شبانه روز در نظر بگیرید.

III - اگر دبی فاضلاب بین ۶ تا ۴۰۰ متر مکعب در شبانه روز باشد حداقل حجم سپتیک را از رابطه ذیل محاسبه کنید :

$$V = 4.5 + 0.75\,Q \quad [m^3] \qquad \left(Q : \frac{m^3}{day}\right)$$

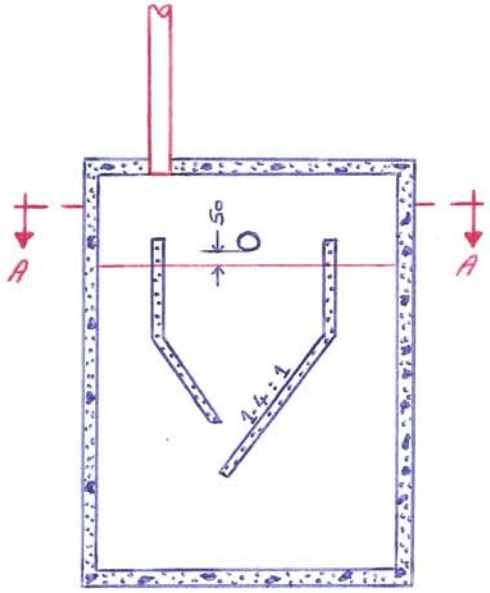
IV - اگر دبی فاضلاب بیش از ۴۰۰ متر مکعب در شبانه روز باشد از انباره‌های تعفن دو طبقه (ایمهف تانک) یا از روشی دیگر استفاده کنید.

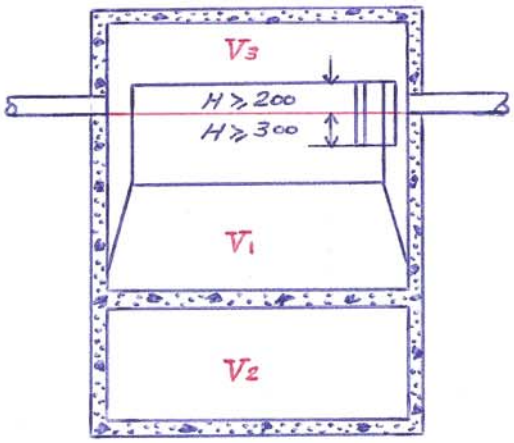
ب) استاندارد آلمان (DIN 4261) :

حداقل حجم سپتیک تانک براساس این کد ۳ متر مکعب می باشد و حجم لازم برای سپتیک تانک براساس ۳۰۰ لیتر به ازای هر نفر محاسبه می شود.

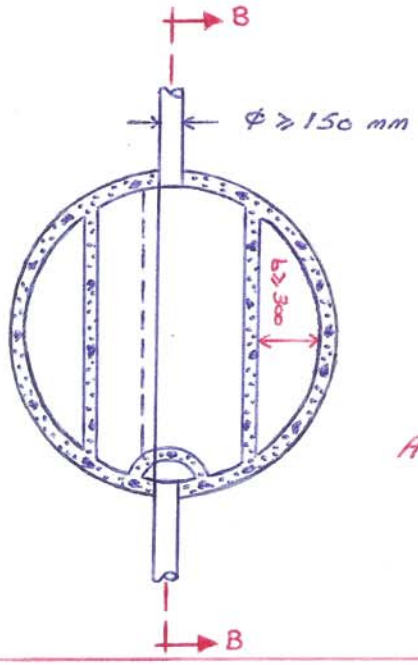
۳ - انباره تعفن دو طبقه (ایمهف تانک) :

نحوه عملکرد این انبارهها مشابه سپتیک تانک است امّا با این تفاوت که در آنها منطقه ته نشینی از منطقه هضم بی هوازی لجن جدا شده است و می توان برای جمعیت بین ۵۰ تا ۱۵۰۰ نفر از این نوع انبارههای تعفن استفاده کرد.





برش B - B



برش A - A

طراحی و محاسبه ایهف تانک :

براساس استاندارد دین آلمان (DIN 4261) انبارهای تحت فشار دوطبقه می بایست به صورت زیر طراحی شوند :

I) برای طراحی قسمت ته نشینی (V_1) ، به ازای هر نفر ۳۰ لیتر در نظر می گیریم و حجم این قسمت نباید از ۱/۵ متر مکعب کمتر شود.

II) در مورد قسمت هضم لجن (V_2) به ازای هر نفر ۶۰ لیتر در نظر می گیریم و حداقل حجم این قسمت نباید از ۳ متر مکعب کمتر باشد.

III) برای قسمت جمع شدن گاز (V_3) به ازای هر نفر ۳۰ لیتر در نظر می گیریم و حجم این قسمت باید حداقل ۱/۵ متر مکعب باشد.

---

* بطور کلی زمان توقف فاضلاب در ایهف تانک را ۱/۵ تا ۲ ساعت در نظر می گیرند. در مورد ایهف تانکهای بزرگ برای جمعیتهای ۵۰۰ الی ۱۵۰۰۰ نفری ، حجم قسمت ته نشینی را به ازای هر نفر ۵۰ لیتر و حجم قسمت هضم لجن را به ازای هر نفر ۱۰۰ لیتر در نظر می گیرند و حجم قسمت جمع آوری گازها می بایست حداقل ۲۰٪ حجم کل انبار باشد.

۴- پکیج های تصفیه فاضلاب توأم با هوادهی :

در مواردی چون تصفیه فاضلاب بیمارستانها، هتل‌ها و امثال آن که - جمع فاضلاب تولیدی و درجه آلودگی آن بالاست و می بایست به طور - مؤثرتری آلودگی آن را کاهش داد و در ضمن برای جلوگیری از هر - گونه بوی ناخوشایند بهتر است از روش تصفیه زیستی به کمک باکتری‌های هوازی استفاده کنیم که این مستلزم ایجاد تاسیسات هوادهی فاضلاب است - که به دو طریق سطحی یا عمقی صورت می گیرد .

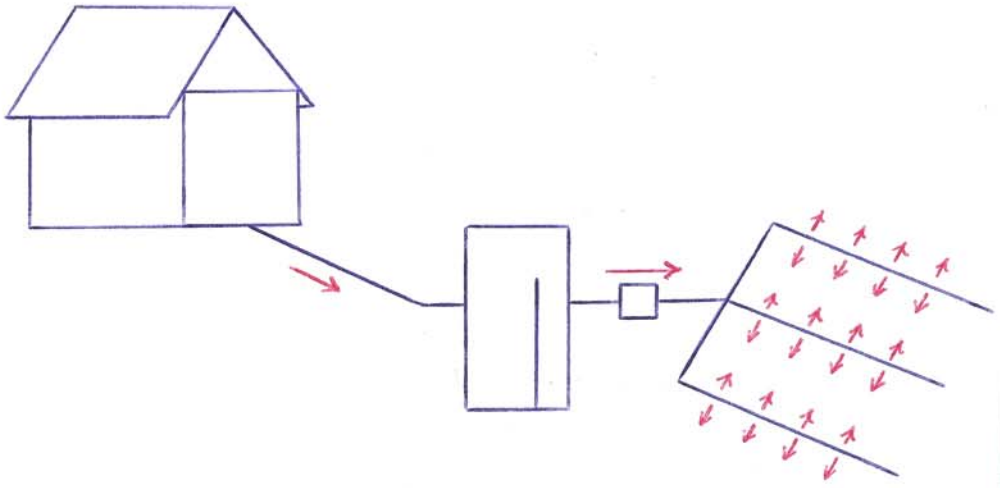
از طرفی چون جمع فاضلاب آنقدر زیاد نیست که یک تصفیه‌خانه بزرگ بطلبد لذا کارخانه های سازنده پکیجهائی را برای این موارد طراحی کرده اند - که حتی برخی از آنها کاملاً پیش ساخته بوده و تنها در محل نصب می‌شوند. در این نوع پکیجها بسته به جمع و نوع فاضلاب سعی می شود مراحل مهم - تصفیه فاضلاب چون آشغالگیری، ته نشینی، هوادهی و هضم لجن در - فضائی محدود و مقیاسی کوچک در کنار هم قرار گیرند .

از آنجا که نوع و تعداد این پکیج‌ها زیاد است و تنها جهت اشاره به - نمونه‌هائی از آنها، چند کاتالوگ در این مورد تهیه شده که ضمیمه این پروژه می باشد .

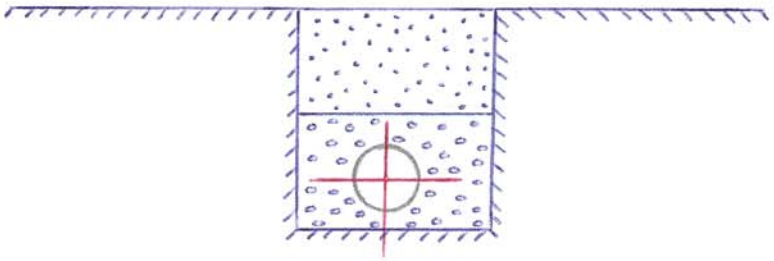
۵ - سیستم پخش فاضلاب در زمین :

پس از اینکه فاضلاب در سپتیک تانک ، ایمهف تانک و یا پکیج تصفیه انواع با هوادهی تحت تصفیه مقدماتی قرار گرفت می بایست به داخل زمین دفع شود . اگر شرایط لازم جهت دفع فاضلاب به چاه جذبی وجود داشت - آن را به چاه جذبی هدایت می کنیم وگرنه درصورتی که زمین نفوذ پذیری خوبی داشته باشد و یا سطح آبهای زیر زمینی بالا باشد می بایست از شبکه پخش فاضلاب استفاده کنیم .

در این روش از یک شبکه لوله کشی سوراخ دار استفاده می کنیم که شیب - لوله های آن در حدود $\frac{1}{400}$ تا $\frac{1}{500}$ است و در عمق ۴۵ تا ۹۰ سانتیمتری زمین به فاصله ۲ تا ۳ متر از هم قرار می گیرند . اگر نفوذ پذیری زمین به حد کافی نبود لوله ها را داخل ترانشه هائی پر از شن و ماسه قرار - می دهیم تا سطح تماس افزایش یابد .



طراحی و محاسبه سیستم پخش فاضلاب در زمین :

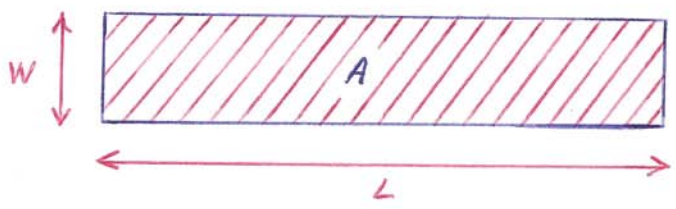


از فرمول ذیل می توان استفاده کرده و سطح زمین مجاور لوله و یا - سطح کف ترانشه را محاسبه نمود . در این فرمول (Ba) دبی فاضلاب بر واحد سطح جذب کننده یا بعبارتی بار سطحی است و واحد آن متر مکعب در هر شبانه روز بر هر متر مربع از کف ترانشه است و (Ta) مدت زمان جذب برحسب دقیقه است که روش آزمایش لازم جهت محاسبه آن را قبلاً در بخش چاههای جذبی شرح دادیم :

$$Ba = \frac{1.30}{Ta + 7.5}$$

وقتی از فرمول فوق Ba بدست آمد داریم :

$$Ba = \frac{Q}{A} \longrightarrow$$ (A) سطح کف ترانشه بدست می آید



با داشتن (A) و انتخاب (W) عرض ترانشه ، طول آن (L) بدست می آید .

۶ - سیستم جمع آوری فاضلاب شهری :

همانطور که قبلاً نیز اشاره کردیم بهترین روش دفع فاضلاب ایجاد شبکه - شهری و انتقال آن به تصفیه خانه‌های مجهز می باشد و اگر چنین سیستمی قبلاً در شهر طراحی شده و موجود می باشد توصیه اکید براین است که - لوله فاضلاب خروجی ساختمان را به آن متصل نمایم.

طراحی و محاسبه شبکه انتقال فاضلاب شهری خود مقوله ایست گسترده که با توجه به موضوع پروژه ما جای مطرح ساختن آن نمی باشد و تنها به ذکر این مطلب بسنده می کنیم که در دفاتر مهندسی مشاور جهت طراحی لوله‌های فاضلاب شهری از منحنی‌ها، جداول و فرمولهای متعددی استفاده می کنند که یکی از کاربردی ترین آنها فرمول (مانینگ - استریکلر) می باشد :

$$Q = A.V = A.Km.R^{2/3}.J^{1/2}$$

- A - سطح مقطع جریان (m^2)
- R - شعاع هیدرولیکی (سطح مقطع جریان بخش بر محیط تر شده) (m)
- J - شیب کف کانال (لوله)
- Km - ضریب ناصافی جدار کانال (لوله)

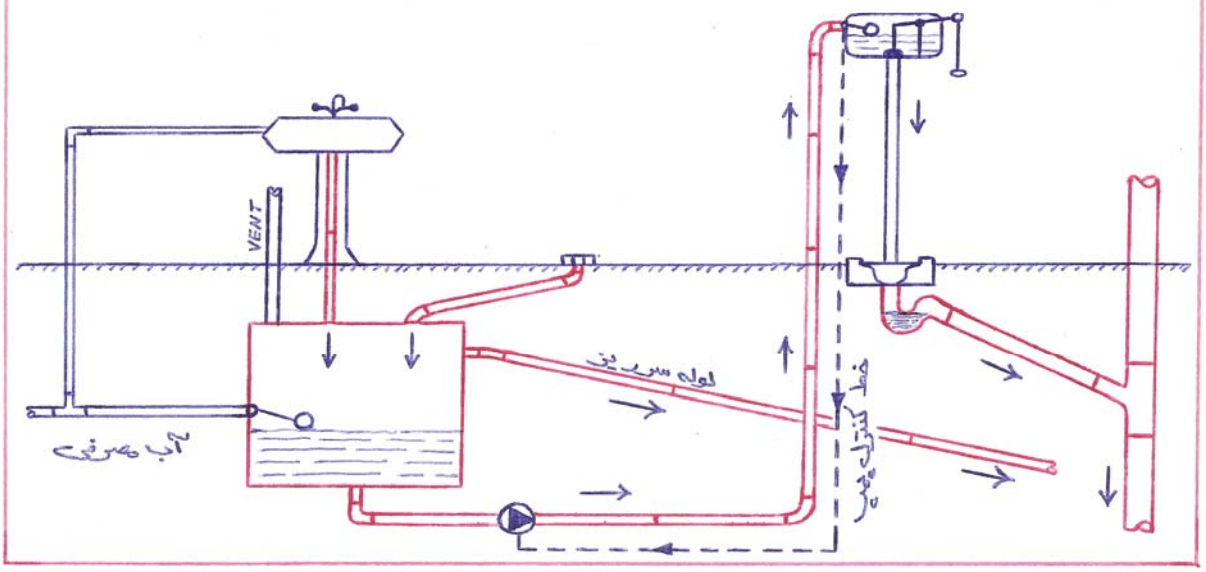
* البته مقادیر تجربه شده از فرمول فوق را بصورت جداول یا نوگرام - نیز درآورده‌اند تا بکارگیری آن آسانتر شود.

۷- روشها و پیشنهادهای نوین در دفع خاکی فاضلاب :

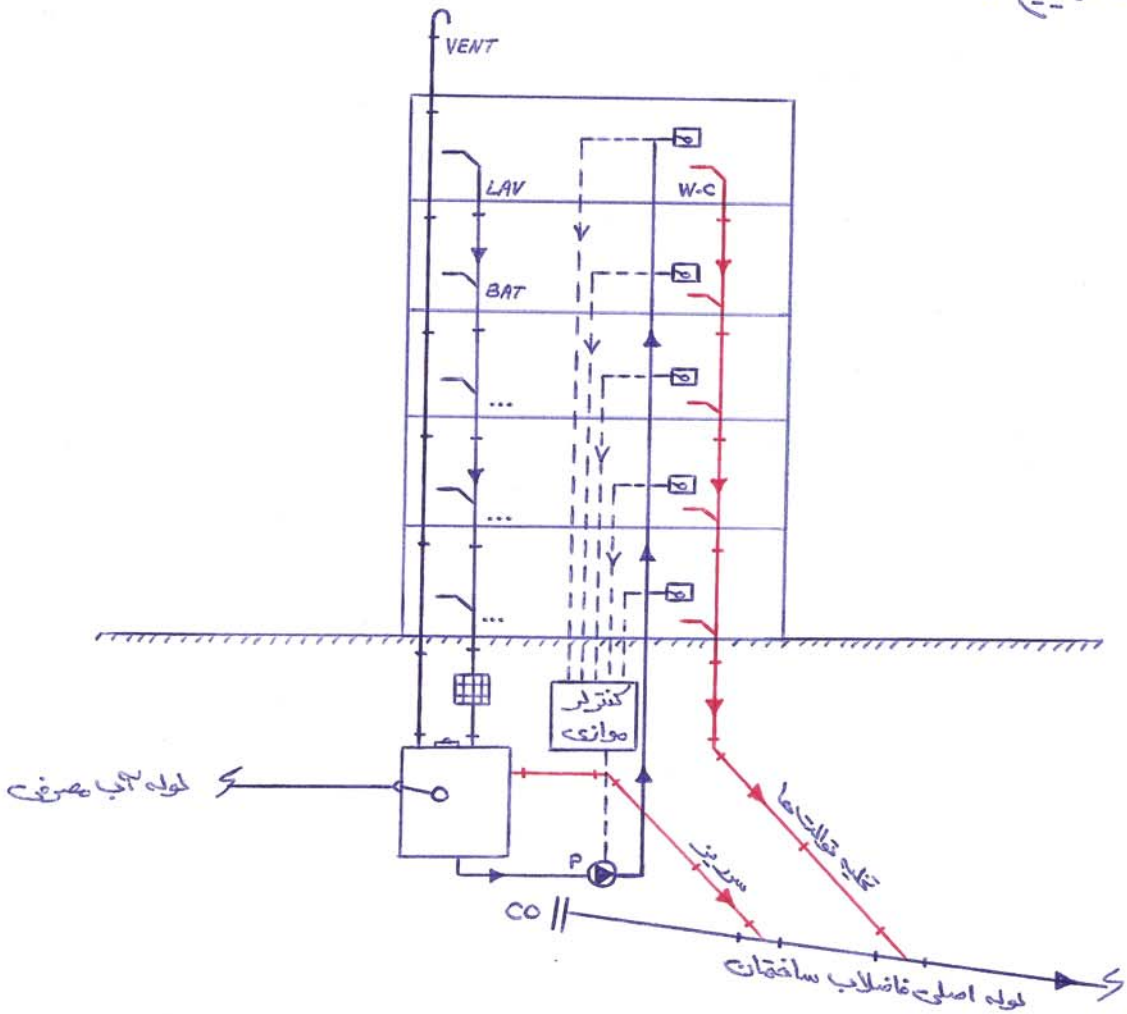
امروزه تحقیقات گسترده‌ای در مورد استفاده بهینه از فاضلاب صورت - می گیرد و سعی می شود با ابداع روشهای جدید از فاضلاب تولیدی هر - ساختمان در امور مربوط به خود آن ساختمان مانند ایجاد فضای سبز ، شستشوی محوطه و... استفاده شود.

البته از آنجا که زمینه نوآوری در این مورد بسیار گسترده می باشد - بنده نیز چند طرح ابتکاری خود را عنوان می کنم امّا میزان عملی بودن یا نبودن این پیشنهادها منوط به ارزیابی فنی اقتصادی آنها و اجرای این طرحها در عمل می باشد.

الف- طرح استفاده از آب پس مانده دستشوئی جهت سیفون توالت :

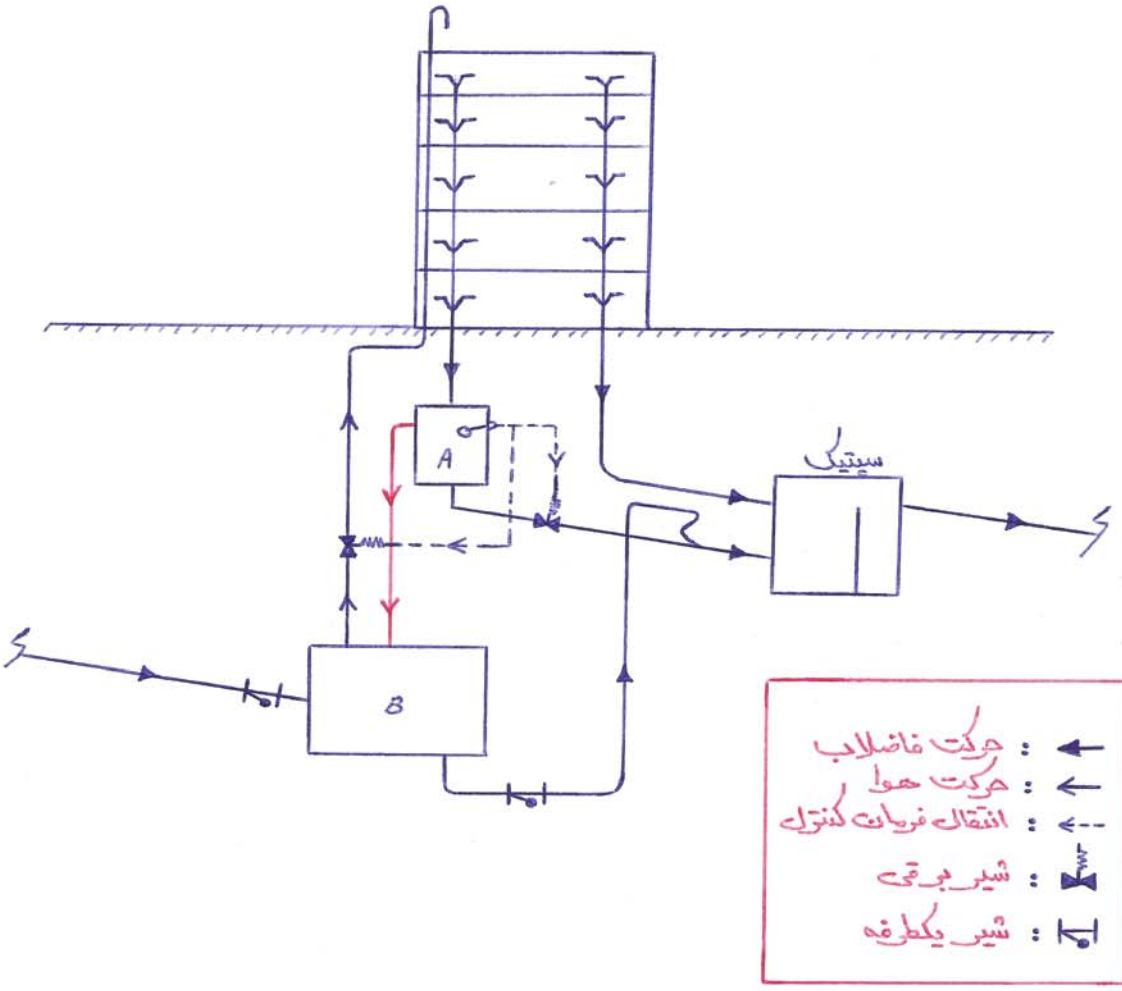


با استفاده از این روش می توان از پساب دستشوئی ، حمام یا کفشوی - برای تأمین آب سیفون توالت استفاده کرد و به این طریق در مصرف آب صرفه جوئی نمود . البته آنچه در شکل نشان داده شده یک حالت شماتیک است و در عمل می توان تمامی سرویسهای ساختمان را به صورت یک شبکه درآورده و همچنین با نصب فیلترهای قابل تعویض مواد زاید را نیز از پساب مربوطه جدا نمایم :



* از خط اصلی آب شهر هم به مخزن جمع آوری پساب سرویسهای حمام و - دستشوئی یک اتصال می دهیم تا کمبود آب احتمالی را جبران نماید.

ب - استفاده از فاضلاب طبقات فوقانی جهت انتقال فاضلاب زیرزمین (سیستم غیرونتی) به لوله ونتی ساختمان بدون کمک پمپ یا کمپرسور :



براساس این روش می توان فاضلاب طبقات فوقانی را (به شرطی که - تعداد ۲ تا قابل ملاحظه باشد) قبل از ورود به سپتیک یا چاه جذبی وارد مخزن A نمود که این کار موجب تخلیه هوای منبع A می گردد و فشار هوای تخلیه - شده بر فاضلاب موجود در مخزن B موجب بالا رفتن آن می گردد.

در ضمن این عملیات باید شیر برقی لوله تخلیه مخزن A و شیر برقی لوله ونت

کاملاً بسته باشد . پس از اینکه سطح فاضلاب در مخزن A به حد معینی رسید با فرمان (LEVEL CONTROL) شیر برقی مخزن A و لوله ونت باز - می شود تا فاضلاب تخلیه شده و گازهای فاضلاب خارج شود وهوای تازه وارد گردد . درضمن با باز شدن شیرهای برقی ، شیر یکطرفه منبع B - مانع از برگشت فاضلاب می شود . همچنین مخازن A و B باید مجهز به - دریچه بازدید و دریچه گردم رو باشند تا بتوان لجن ته نشین شده در آنها را هر از چند گاهی تخلیه نمود . البته بنظر می رسد که این سیستم در حالتی که مقدار فاضلاب ورودی زیاد و عمق منبع فاضلاب غیر ورودی نسبت به سطح زمین نسبتاً کم باشد بتواند بخوبی جواب دهد . همچنین باید بخشی از فاضلاب ساختمان را بدون ورود به مخزن A و بطور مستقیم به سپتیک تانک ببریم تا - جریان فاضلاب در آن برقرار باشد اما اگر دفع فاضلاب مستقیماً به چاه جذبی باشد این مورد لزومی ندارد .

طراحی سیستم فاضلاب یک پروژه نمونه

الف - نخست باید مسیر حرکت لوله‌ها را با توجه به شرایط معماری ساختمان و اصول نصب لوله‌های فاضلاب و وضع معین کرده و رسم کنیم.

ب - سایز لوله‌ها را به روش ذکر شده در فصل دوم این پروژه محاسبه می کنیم.

ج - ایزومتریک دیاگرام لوله‌ها را رسم کرده و نحوه جمع آوری ایزوها را نشان می دهیم.

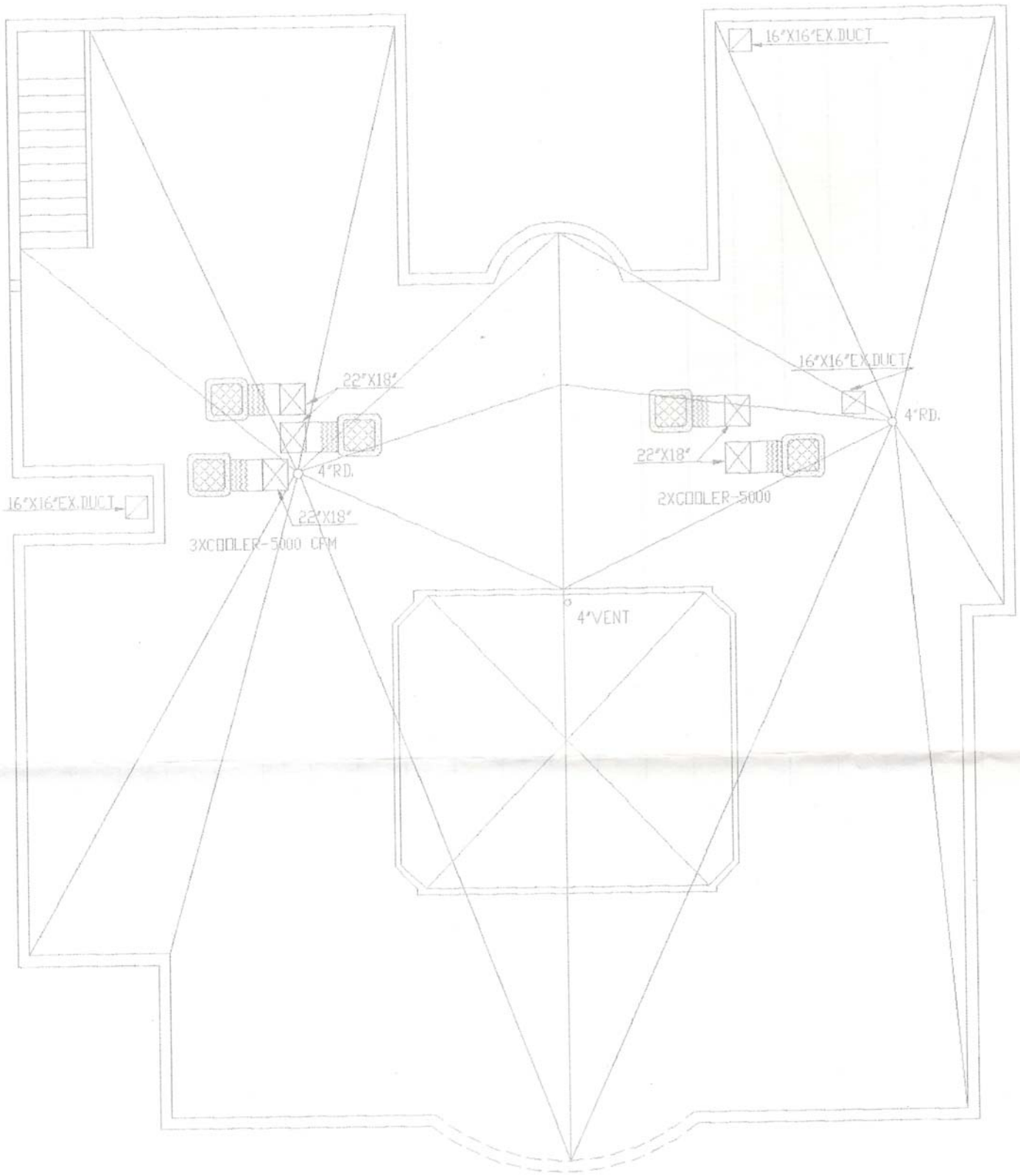
د - محاسبه چاه جذبی:

جدول ←

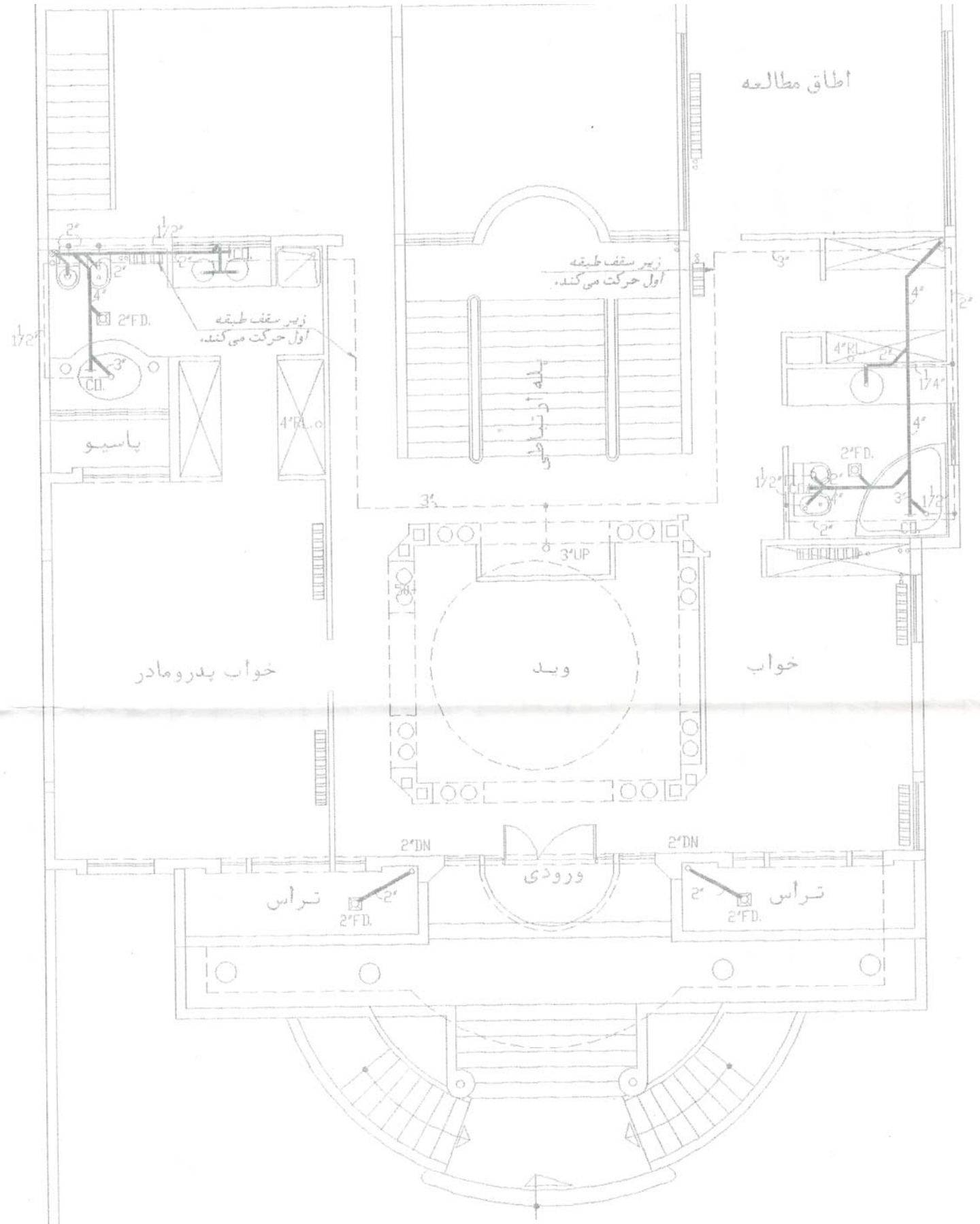
- زمان افت ۲۵ میلیمتر آب در چاه آزمایشی در هل = ۸ دقیقه
- تعداد ساکنین خانه مسکونی = ۱۰ نفر

سطح انباره چاه جذبی = ۳/۱۷ × ۱۰ = ۳۱/۷ متر مربع

هـ - برآورد متره لوله‌ها و اتصالات چدنی و تعیین قیمت تمام شده.

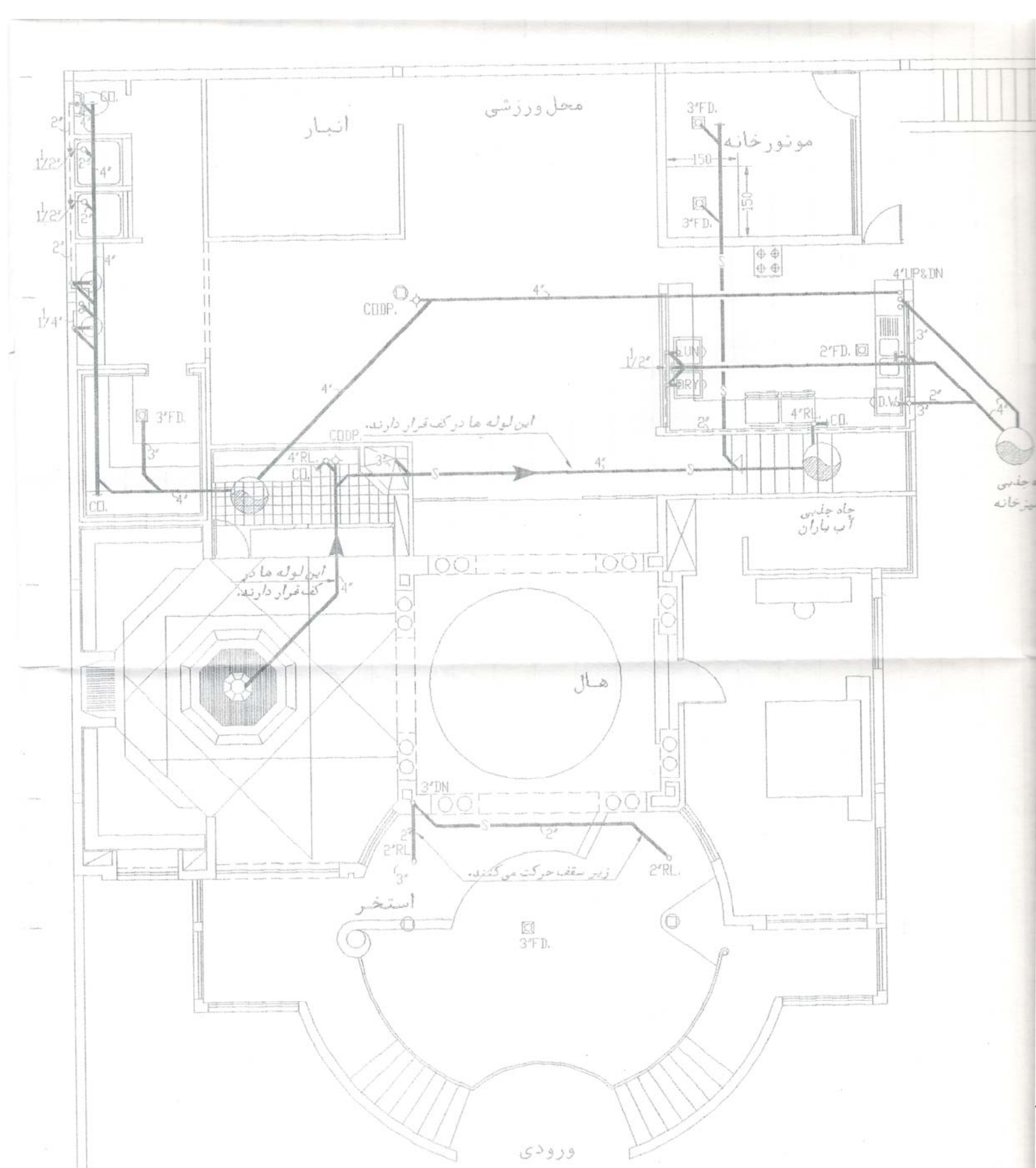

16"X16"EX.DUCT
22"X18"
4"RD.
16"X16"EX.DUCT
22"X18"
3XCOOLER-5000 CFM
16"X16"EX.DUCT
4"RD.
22"X18"
2XCOOLER-5000
4"VENT

پلان بام



پلان طبقه اول

مقیاس ۱:۱۰۰



پلان زیر زمین

مقیاس ۱:۱۰۰

خدمات فنی قابل ارائه از طرف شرکت مهندسی پتروپالامحور :

- طراحی سیستم های لوله کشی (Piping)
- طراحی سیستم های مکانیکی ثابت (Fixed Equipment)
- طراحی سیستم های مکانیکی دوار (Rotary Equipment)
- طراحی سیستم های تاسیسات مکانیکی و تهویه مطبوع (Plumbing & HVAC)
- طراحی تاسیسات مکانیکی زیربنائی
- طراحی سیویل و سازه در پروژه های عمرانی و صنعتی

شرکت مهندسی پتروپالامحور

کیفیت تعهد ماست