پوهنتون پولی تخنیک کابل

پوهنحی انجینیری منابع آب و محیط زیست

دیپارتمنت آبرسانی و انجنیری محیط زیست

لکچر نوت آبرسانی داخلی تعمیرات

فهرست عناوین

فصل اول 1
وسایل بهداشتی 1
مقدمه : 1
لوازم بهداشتی (Sanitary Fixtures) 1
Washbasin دستشوی: 1
Water Closet کمود 2
Sink ظرفشوی: 3
Bath tubs تب یا وان حمام: 4
فصل دوم 5
موقعیت گذاری لوازم بهداشتی 5
LAY OUT OF SANITORY FIXTURES IN TOILETS 5
رهنما عمومی دیزاین (General design guidelines) 5
دروازه (Entry door) 5
دخالت دروازه (Door interference) 6
ارتفاع سقف (Ceiling height) 6
ساحه آزاد (Clear Floor Space) 7
نصب یک دستشوی (Single Lavatory Placement) 7
نصب دو دستشوی (Double Lavatory Placement) 8
ارتفاع نصب دستشوی (Lavatory Height) 8
اندازه شاور (Shower Size) 9
کنترول های تب/شاور (Tub/Shower control) 10
چوکی شاور (Shower seat) 10
دستگیر ها (Grab bar) 11
جهت دوران دروازه تب/شاور (Tub/Shower Door Swing Direction) 13
فرش (Flooring) 13
جابجا ساختن کمود/بیدیت (Toilet/Bidet placement) 14
اتاق کمود (Toilet Compartment) 15
وسایل تشناب (Toilet accessories) 15
ساکت های برق (Electrical outlets) 16
تنویر (Lighting) 17
تهویه (Ventilation) 17
فصل سوم 20
پلان های تیپیک تشناب ها 20
Typical bathrooms layouts 20
انواع تشناب ها Types of bathrooms 20

Separate room for shower 21
Three quarter bath 21
Master bathroom 22
Adjoining baths 24
Bathroom Laundry facilities 25
فصل چهارم 26
سیستم های نلدوانی در ساختمانها 26
سیستم مستقیم آبرسانی تعمیرات 26
سیستم آبرسانی تعمیرات که ذخایر ارتفاعی در آن استفاده گردد 27
سیستم های آبرسانی که ذخایر زمینی و ارتفاعی در آن استفاده گردد 27
سیستم پمپاژ 29
سیستم آبرسانی برای تعمیرات بلند منزل (Water supply in tall buildings) 30
سایر سیستم های آبرسانی تعمیرات 31
فصل پنجم 33
اتصالات آبرسان 33
فیتنگ باب نلهای آبرسانی (Water supply pipes fittings) 33
انواع معمول فیتنگ باب 33
زانو خم Elbow 34
Coupling 34
Union پیوند 34
Reducer بوتلی 34
Ole 35
سه دهن Tee 35
چهار دهن Cross 35
Cap سرپوش 35
Pl 36
Nipple 36
Drain-Waste-Vent (DWV) fittings 36
Sweep Elbow 37
Cleanouts 37
Sanitary tee 38
Sanitary Cross 38
Double tapped bushing 39
اتصال خانگی آبرسانی (The house water connection) 39
شیردهن ها (Water taps and Bib cocks) 40
فصل ششم 41
مصرف آب (Water demand) 41

نورم مصرف آب – (Rate of demand) 41
مقاصد رهایشی – (Domestic purposes) 41
برای مقاصد عامه – (Civic or public purposes) 41
مصارف ضد حریق – (Fire demand) 41
مصارف صنعتی – (Industrial demand) 42
نوسانات در نورم مصرف آب – (Variations in rate of demand) 42
فصل هفتم 43
محاسبات هایدرولیکی نلهای آبرسانی 43
مقدار جریان آب (Water Flow rate) 43
سرعت جریان آب در نلهای آبرسانی 43
ضایعات فشار در نلهای آبرسانی (Head loss in water supply pipes) 43
ضایعات اصطکاک (Friction loss) 43
NOMOGRAMS FOR HYDRAULIC COMPUTATIONS 50
Nomograms based on Manning’s formula: 50
Nomogram for Hazen-William’s formula 51
ضایعات موضعی (Form loss) 58
فصل هشتم 59
ذخائیر آب تعمیرات 59
ذخایر ارتفاعی (Overhead storage) 59
ذخایر زمینی (Underground storage) 59
خواسته های عمده نسبت به ذخایر آب 60
تجهیزات ذخیره آب (Water tank appurtenances) 61
پمپ و نل پمپاژ (Pump sets and pumping main) 63
مقدار آب مورد نیاز ساختمان (Water demand for a building) 65
اساسات دیزاین (Principles of design) 65
تعین نمودن اندازه های نلها (Sizing of Pipes) 68
فرضیات دیزاین (Design assumptions) 68
مراحل تعین نمودن اندازه های نلها (Procedure of pipe sizing) 68
ضمیمه اول: 75
Minimum Plumbing facilities 75
تسهیلات حد اقل بهداشتی 75

فصل اول

وسایل بهداشتی

مقدمه :

پيش بيني وسايل بهداشتي مناسب و كافي، توزيع صحيح آب و دفع فاضلاب همواره از مسائل بسيار حائز اهميت در معماري ساختمانها مي باشند كه در صورت عدم كفايت مي توانند مشكلات فراواني براي ساكنين آنها پديد آورند.

اولين قدم در راه آبرساني ساختمانها، تأمين آب سالم و بهداشتي است. آب مصرفي ساختمان ممكن است از آب لوله كشي شهر، چاه، چشمه و يا درياچه تأمين شود. كنترل كيفيت آب از نظر املاح محلول، رنگ، بو و مزه و باكتريهاي موجود در آن از لحاظ بهداشتي واجد اهميت حياتي است. اين مهم درمورد آب شهر توسط سازمان ذيربط متداوماً انجام مي پذيرد، ولي در صورتيكه آب مصرفي ساختمان بطور اختصاصي از منابعي نظير چاه ، قنات و درياچه تأمين شود، بايد قبلا ويژگيهاي آن از نقطه نظرهاي مزبور را اساس دستورالعملها و مقررات مدون مورد تدقيق و بررسي قرار گرفته نسبت به ايجاد كيفيت مطلوب اقدامات مقتضي بعمل آيند.

آبرسانی داخلی تعمیرات شاخه ای انجنیری آبرسانی میباشد که در مورد نصب و حفظ و مراقبت سیستم های آبرسانی در داخل تعیرات بحث میکند.

سیستم آبرسانی داخلی تعمیرات متشکل از نلهای توزیعی, اتصالات, تانک های ذخیروی, لوازم بهداشتی وغیره میباشد.

لوازم بهداشتی (Sanitary Fixtures)

لوزام بهداشتی عبارت از وسایل میباشند که به سیستم نلداونی وصل و جهت انتقال و دریناژ فاضلآب به کار برده شود.

به صورت عموم در سیستم های نلدوانی

تعمیرات از لوازم بهداشتی ذیل استفاده

صورت میگیرد:

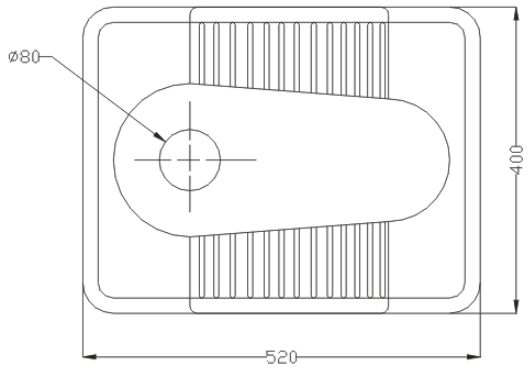
1. Washbasin دستشوی
2. Water closets کمود
3. Showers شاور
4. Sinks ظرفشوی
5. Bathtubs وان حمام یا تب
6. Urinals محل ادرار
7. Floor drains (floor gullies) پاشویه یا کفشوی

Washbasin دستشوی:

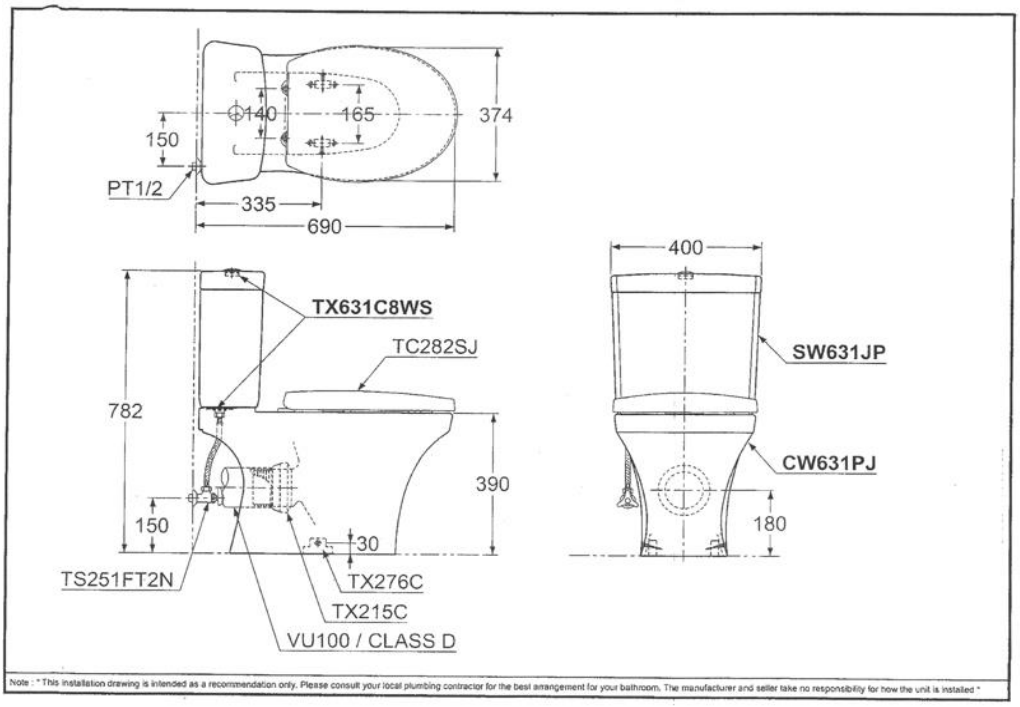
- معمولاً از نوع سفال و يا هم فولاد ضدزنگ ميباشد.
- ممكن به ديوار (wall mounted) و يا هم بالای ميز (Tabletop) نصب گردد.
- ارتفاع نصب دستشوئی يا Washbasin از فرش در حدود 80 cm ميباشد.
- دارای اندازه های مختلف ميباشد. 50 cm x 50 cm اندازه معمول آن ميباشد.
- دارای مخلوط كن ها (Mixers) برای آب های گرم و سرد ميباشد.
- مساحت حد اقل 90 cm x 90 cm بايد برای دستشوئی در نظر گرفته شود.

Water Closet کمود

- عبارت از وسایل صحی جهت انتقال فاضلآب میباشد.
- دارای دو نوع Squatting type (Indian type) و Pedestal type (European type) میباشد.
- نوع Squatting type بیدن چوکی بوده و دارای یک کاسه یا Bowl میباشد که در سطح فرش نصب میگردد. معمولاً در یک سطح بلند تر نسبت به سطح تشناب نصب میگردد. در اینصورت لازم است تا برای سطح تشناب یک کف شوئی (Floor drain) جدا گانه در نظر گرفته شود.
- نوع pedestal type از فرش تشناب به یک ارتفاع به شکل یک چوکی نصب میگردد. ارتفاع نصب آن در حدود 40 cm میباشد.
- جهت عمل شستشوئی یک ذخیره آب که بنام Washing cistern یاد شده باید در نظر گرفته شود. حجم آن در حدود 5 الی 15 لیتر میباشد. زمان دوباره پر شدن آن باید بیشتر از دو قیقه نباشد. قطر نل که به آن وصل میگردد به اندازه 32 mm میباشد.
- قطر نل فاضلآب کمود باید 100 mm باشد.
- کوشش باید صورت گیرد که کمود از دروازه تشناب دورتر نصب گردد.
- به هیچ صورت کمود باید در قسمت فوقانی تب (Bath tab) نصب نگردد.



TOP VIEW



Sink ظرفشوی:

- از ظرفشوی های فولاد ضد زنگ بیشر استفاده میشود.
- ظرفشوی ممکن به شکل کنسولی (Cantilever) و یا هم بالای میز (table top) نصب گردد.
- ظرفشوی ممکن دارای یک یا دو کاسه باشد.
- اندازه های معمول ظرفشوئی های قرار ذیل میباشند:

1000 mm x 600 mm

1200 mm x 600 mm

1600 mm x 600 mm

1800 mm x 600 mm

2400 mm x 600 mm

2800 mm x 600 mm

- عمق ظرفشوی از 200 mm الی 300 mm تغیر میکند.

Bath tubs تب یا وان حمام:

- دارای انواع زیاد میباشد.
- طول تب از 1450 mm الی 1850 mm تغیر میکند.
- عرض آن از 700 mm الی 725 mm تغیر میکند.
- ارتفاع آن از سطح فرش تشناب از 480 mm الی 540 mm تغیر میکند.
- قطر نل بدرفت آن در حدود 40 mm میباشد.
- به منظور جلوگیری تراوش (seepage) آب لازم است تا درز های کنار تب به شکل لازم پرکاری گردد.
- هر تب دارای یک مخلوط کن (mixer) آبهای گرم و سرد میباشد.

فصل دوم

موقعیت گذاری لوازم بهداشتی

LAY OUT OF SANITORY FIXTURES IN TOILETS

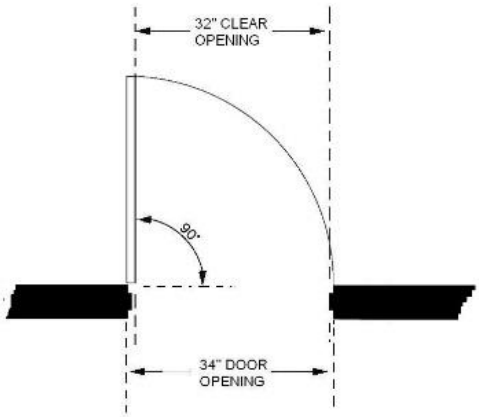
رهنما عمومی دیزاین (General design guidelines)

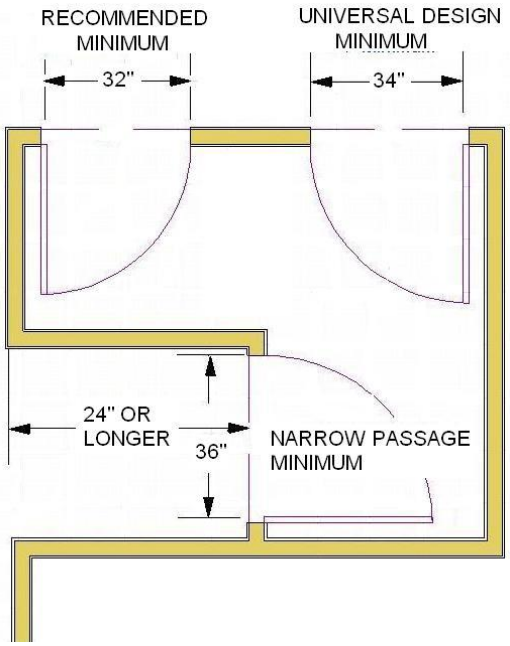
در دیزاین و مودل سازی تشناب ها نقاط ذیل را باید در نظر داشت:

- بهتر است تشناب در جهت شمال ساختمان واقع باشد.
- کوشش باید صورت گیرد که تنویر و تهویه طبعیی استفاده صورت گیرد.
- در ساختمان های بلند منزل کوشش باید صورت گیرد که تشناب های منازل مختلف بالای هم قرار گیرند.
- در تشناب های اپارتمان های مجاور نلهای بدرفت بهتر است به شکل جدا گانه در نظر گرفته شود.
- تشناب ها دارای فضا مرطوب میباشد پس لازم است تا دیوار های آن به شکل آسان پاک کاری گردد.
- فرش تشناب ها باید ضد لغزش باشند.
- تشناب باید حداقل یک ساکت داشته باشد.

دروازه (Entry door)

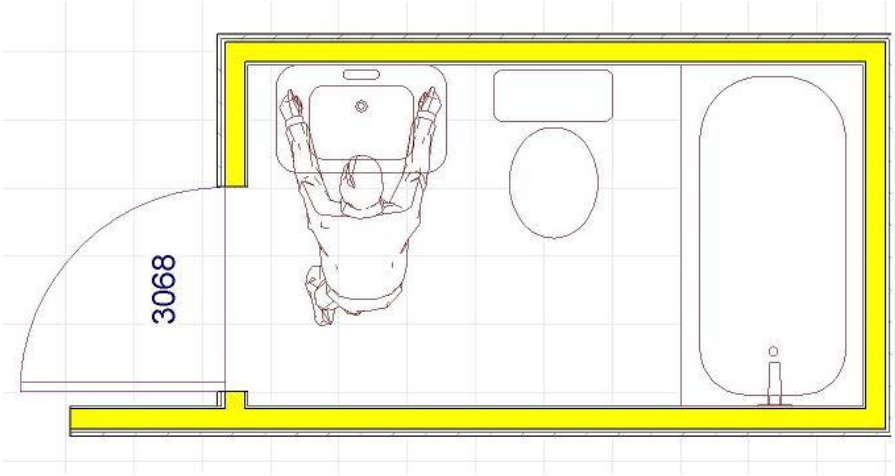
- حد اقل عرض دروازه ”32 میباشد.
- عرض توصیه شده ”34 میباشد.

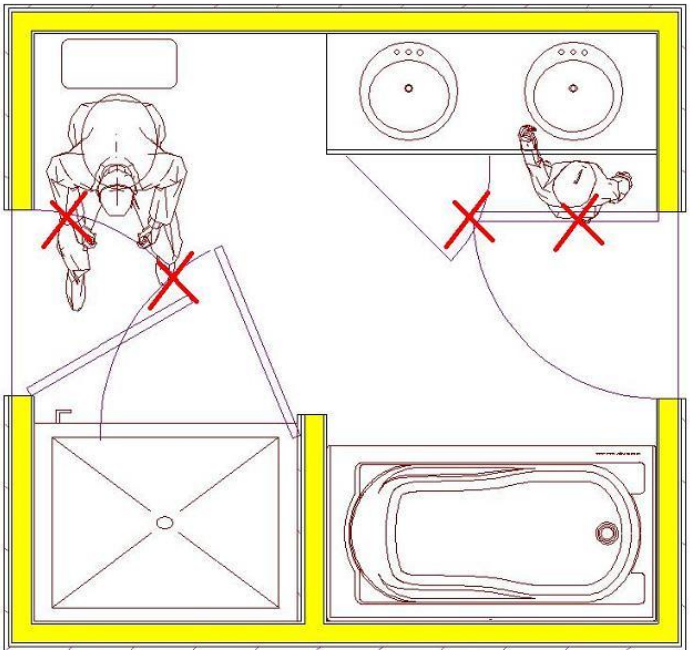




دخالت دروازه (Door interference)

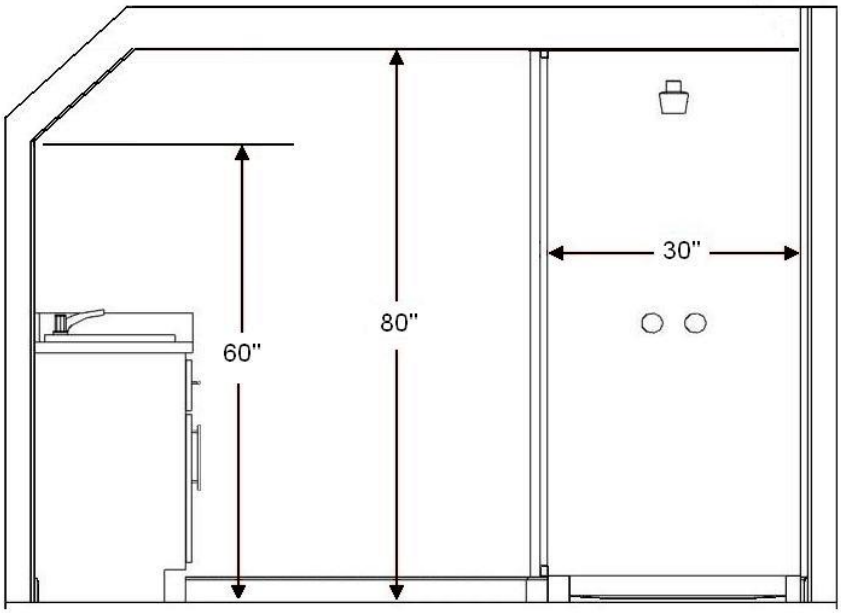
- دروازه تشناب باید در برابر دروازه های شاور و یا هم کدام الماری مزاحمت نکند.
- دروازه تشناب باید به استفاده کننده لوازم بهداشتی مزاحمت نکند.
- برای تشناب های کوچک بهتر است تا دروازه تشناب به سمت بیرون باز گردد.





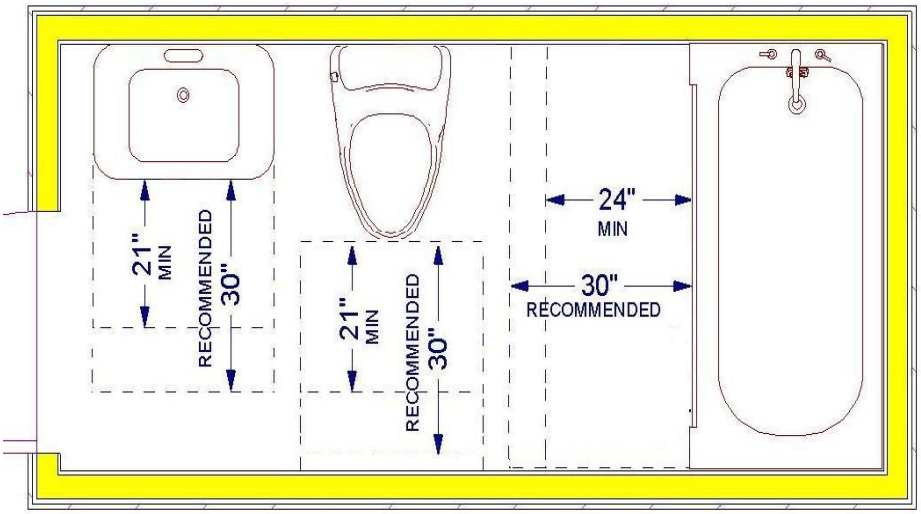
ارتفاع سقف (Ceiling height)

- به صورت عموم ارتفاع حد اقل سقف تشناب به اندازه ”90 (7’6”) در نظر گرفته میشود. در بعضی شرایط ممکن به اندازه ”80 باشد. در قسمت های که رفت و آمد صورت نمیگیرد ممکن ارتفاع سقف را الی ”60 کاهش دهیم.



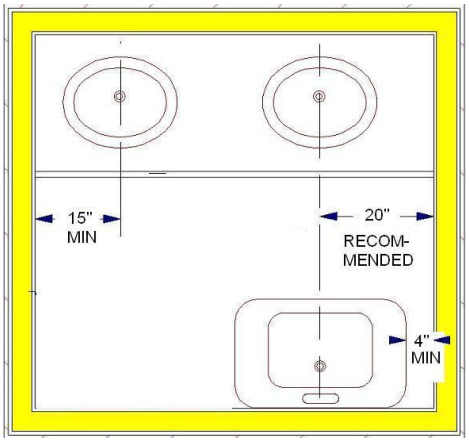
ساحه آزاد (Clear Floor Space)

- در برابر هر واحد بهداشتی (Fixture) باید به اندازه ”30 ساحه آزاد در نظر گرفته شود. در صورت نبود امکانات میتوان آنرا به ”24 کاهش دهیم.
- هنگام مودل سازی تشناب ها یکی از روش های که میتوان ساحه مورد نیاز آزاد را به دست آورد عبارت از استفاده لوازم بهداشتی دارای اندازه های کوچک میباشد.
- در تشناب های کوچک برای به دست آوردن ساحه آزاد لازم است تا دوران دروازه تشناب به سمت بیرون باشد.



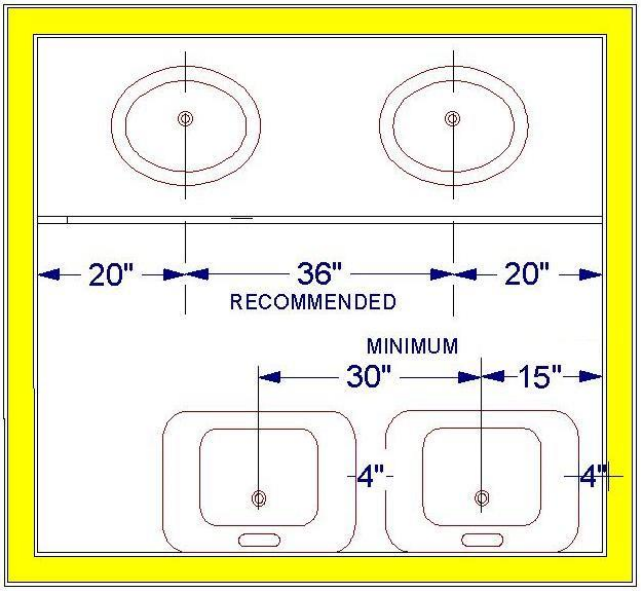
نصب یک دستشوی (Single Lavatory Placement)

- فاصله توصیه شده بین مرکز واحد بهداشتی و دیوار باید به اندازه ”20 میباشد.
- فاصله بین مرکز واحد بهداشتی و دیوار باید به اندازه ”15 باشد.(IPC 405.3.1)
- فاصله حد اقل از کنار واحد بهداشتی الی دیوار ”4 میباشد. (IRC R 307.2) این فاصله را برای اهداف پاک کاری در نظر میگیریم.



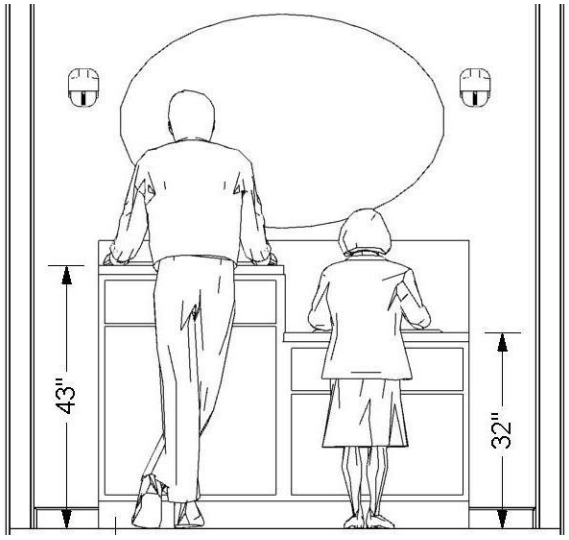
نصب دو دستشوی (Double Lavatory Placement)

- مسافه حد اقل توصیه شده بین مراکز دستشوئی ها ”36 میباشد.
- مسافه حد اقل بین مراکز دستشوئی ها ”30 میباشد.(IPC 405.3.1)
- مسافه حد اقل خالص میان کناره های دستشوئی ها باید ”4 باشد.(IRC R 307.1)



ارتفاع نصب دستشوی (Lavatory Height)

- ارتفاع نصب دستشوئی از فرش ”32 یا ”43 توصیه میگردد

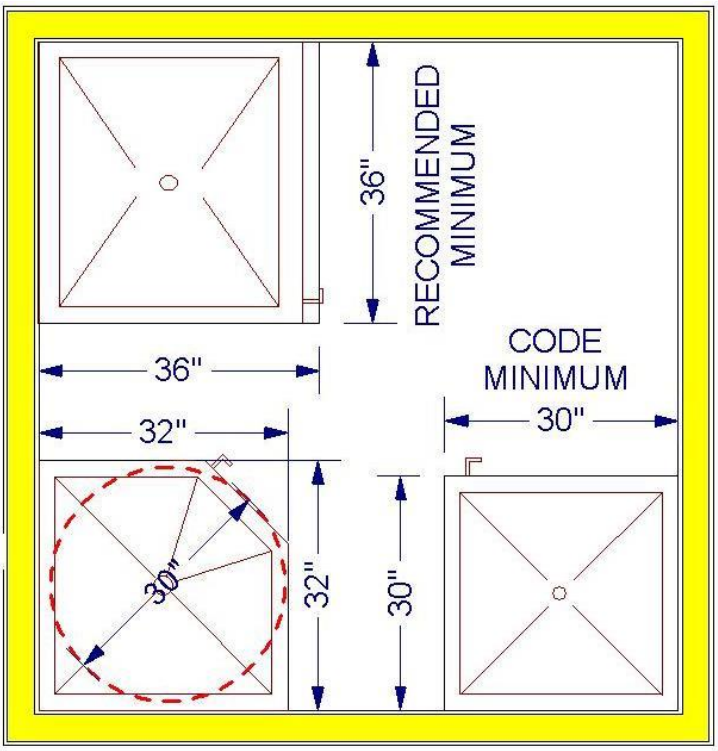


اندازه شاور (Shower Size)

- اندازه داخلی یک شاور ”36 x ”36 توصیه میگردد.
- اندازه داخلی یک شاور ”30 x ”30 و یا هم 900 sq میباشد که یک دیسک (Disk) ”30 باید در آن جابجا گردد.(IPC 417.4 IRC P 2708)
- یک شاور ممکن به اشکال مختلف باشد تا زمانیکه

1. یک دیسک که قطر آن ”30 باشد به داخل دیوار های شاور جابجا گردد.
2. Head شاور در داخل دیسک باشد.

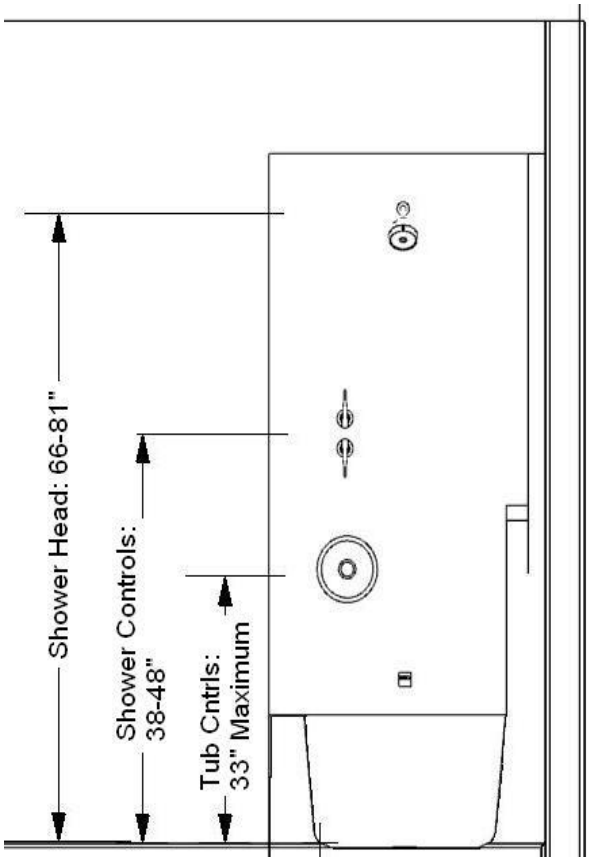
- اندازه یک شاور که در یک گوشه یا کنج نصب گردد و دارای دروازه زایوی باشد, نمیتواند از ”32 x ”32 کمتر باشد. چون نصب دیسک که قطر آن ”30 باشد, در شاور زاویه دار ”30 x ”30 ممکن نمیباشد. در اینصورت اندازه توصیه شده برای شاور زاویه دار ”36 x ”36 میباشد.



کنترول های تب/شاور (Tub/Shower control)

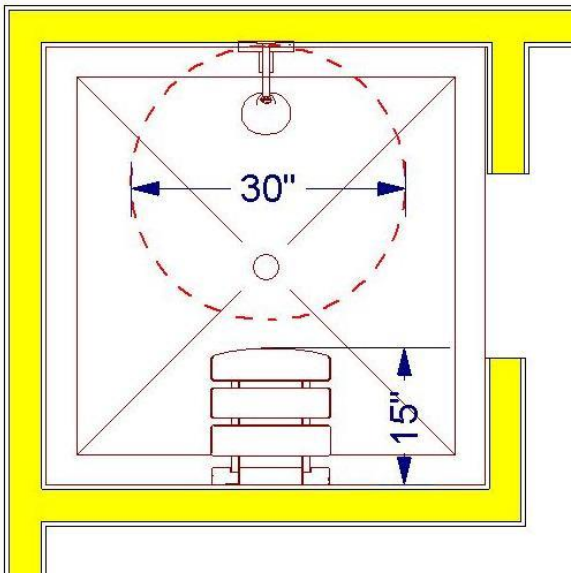
- کنترول های شاور باید به ارتفاع ”48 – ”38 از سطح فرش تشناب موقعیت داشته باشند.
- کنترول های شاور باید در قسمت وسط لبه های تب به ارتفاع ”33 از سطح فرش تشناب موقعیت داشته باشند.

User Height	5'	5'-3"	5'-7"	6'	6'-3"	6'-6"
Shower Controls	38"	41"	44"	47"	50"	53"
Shower Head	63"	68"	71"	75"	78"	81"
*Measure to the vertical center of the control. For a shower head, measure to the vertical center of the shower arm where it meets the wall.						



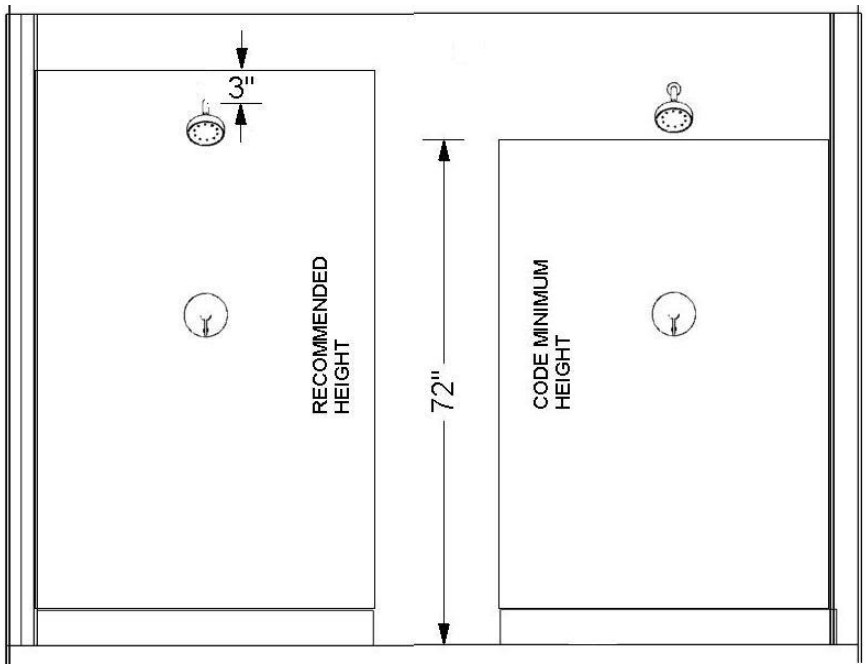
چوکی شاور (Shower seat)

- چوکی شاور باید در ساحه شاور به ارتفاع ”19 – ”17 از سطح فرش تشناب موقعیت داشته باشد.
- چوکی شاور باید بیرون از دیسک شاور که به اندازه ”30 است, به طول ”15 موقعیت داشته باشد.
- بهتر است تا از چوکی قات شونده استفاده صورت گیرد.



ارتفاع احاطوی تب/شاور (Tub/Shower surround height)

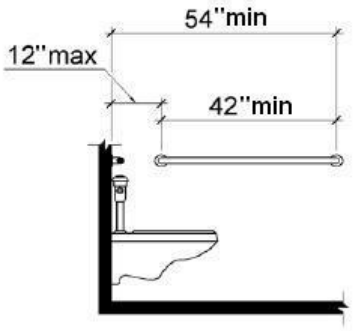
- ارتفاع احاطوی شاور باید الی ارتفاع"3 بالاتر از شاور توسط مواد عایق رطوبت پوشش گردد.
- ارتفاع حد اقل عایق کاری مواد ضدرطوبت به ارتفاع "72 از فرش تشناب در نظر گرفته میشود. (IPC 417.4.1, IRC R 307.2)

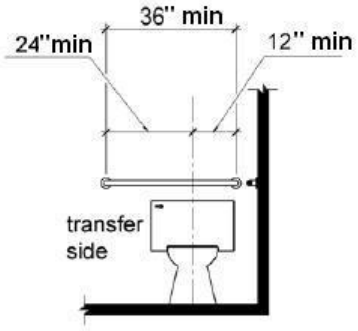


دستگیر ها (Grab bar)

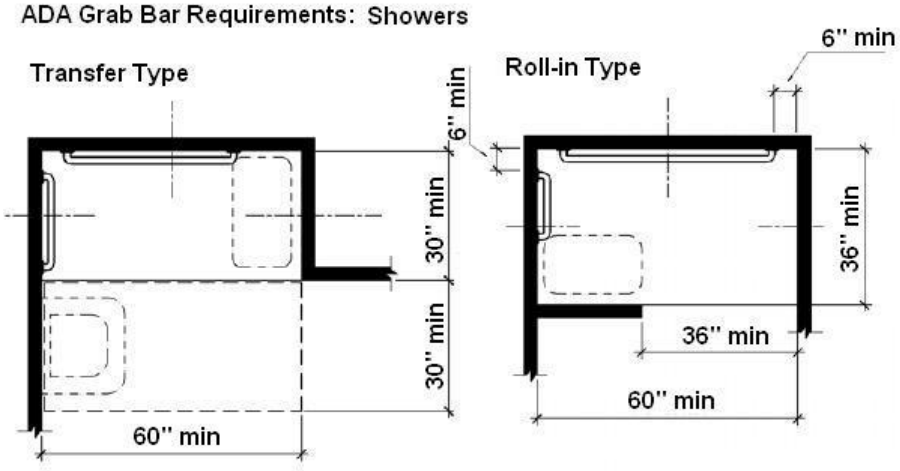
- در شاور و تب باید برای معیوبین میله های فلزی که بنام grab bar یاد شده در نظر گرفته شود.
- میله های فلزی باید به اندازه کافی محکم باشند.
- قطر میله های فلزی "1&1/4 الی "1&1/2 بوده که به فاصله "1&1/2 باید در نظر گرفته شوند.
- میله های فلزی باید به ارتفاع "33 الی "36 از فرش تشناب وصل گردند.

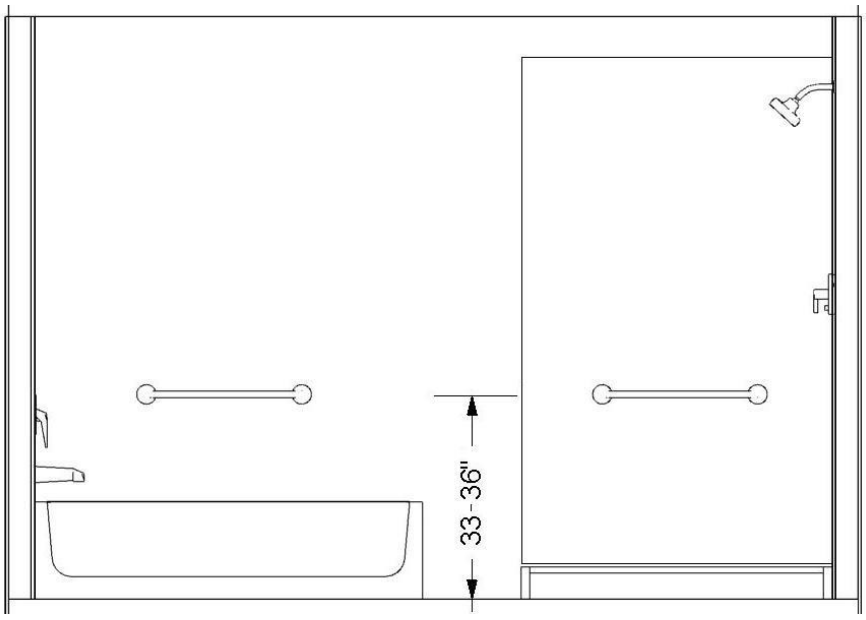
ADA Grab Bar Requirements: Toilets





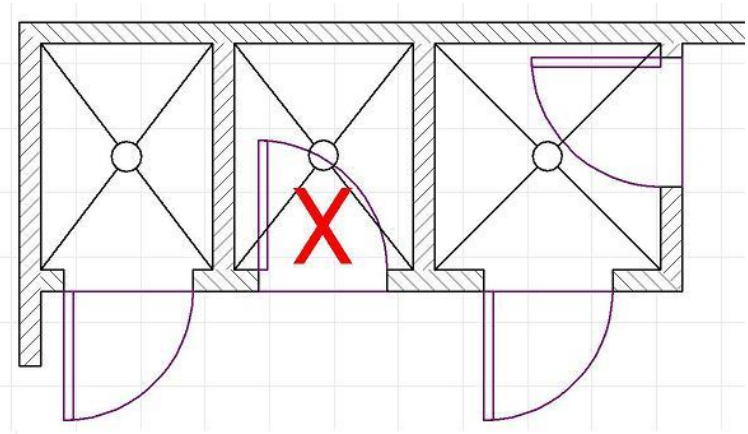
ADA Grab Bar Requirements: Showers





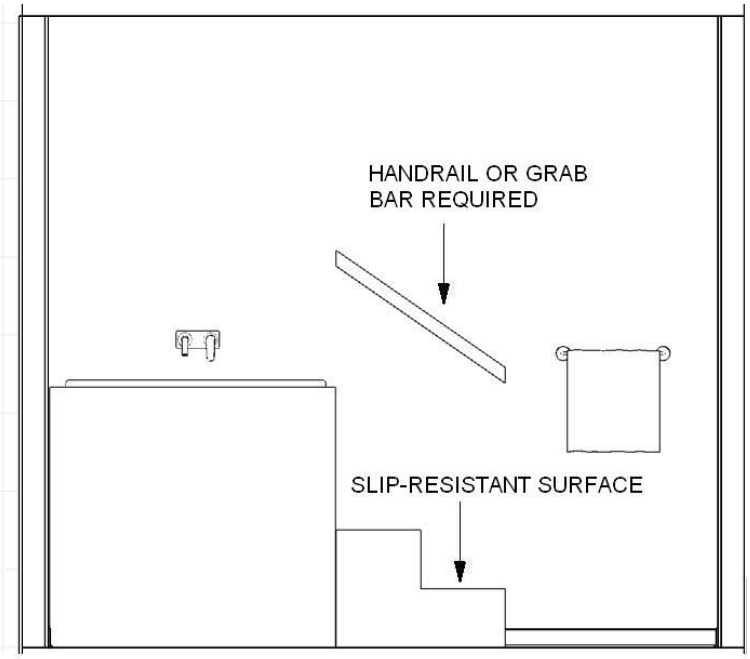
جهت دوران دروازه تب/شاور (Tub/Shower Door Swing Direction)

- دوران دروازه های شاور باید به طرف بیرون باشد.



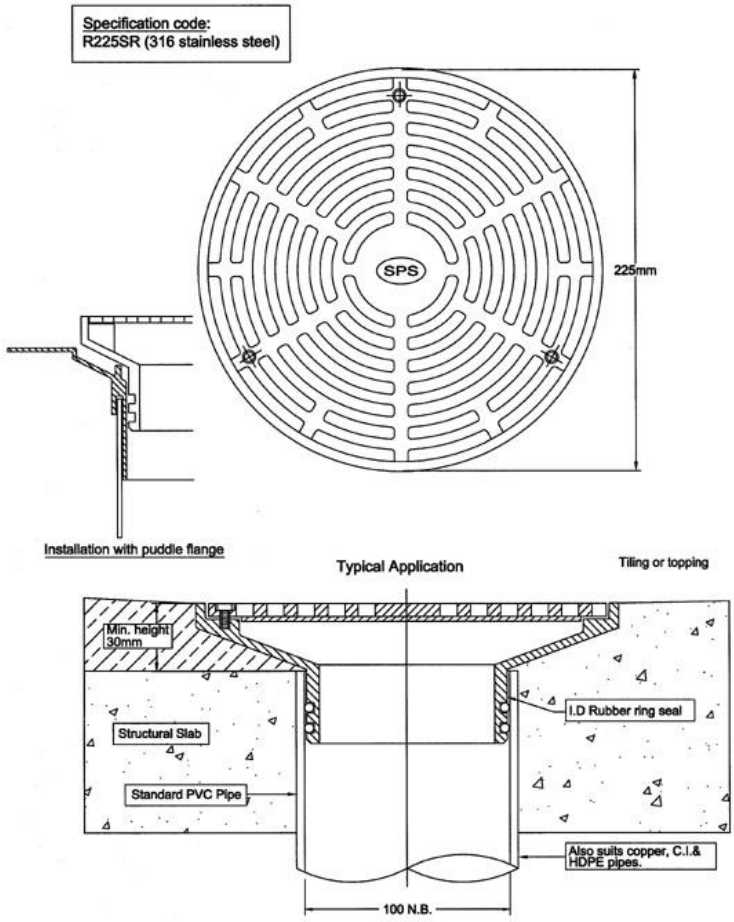
قدم های تب حمام (Bathtub steps)

- قدم های تب حمام باید ضد لغزش باشند.
- در صورت موجودیت قدم ها, نصب کتاره های دستی (Handrail) حتمی میگردد.



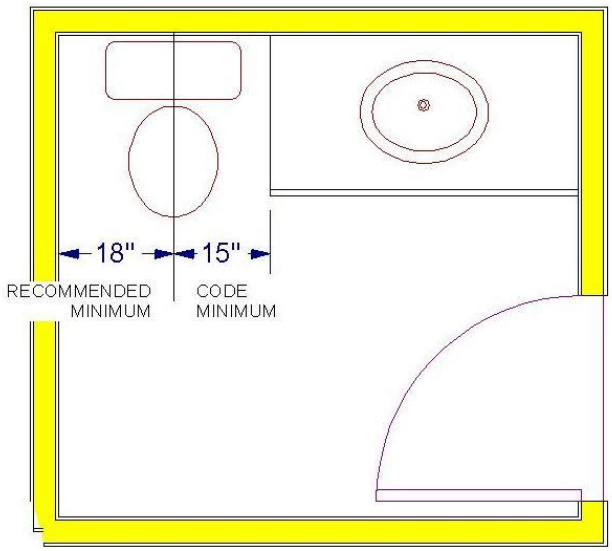
فرش (Flooring)

- مواد فرش تشناب ها باید ضد لغزش باشند.
- فرش شناب ها به طرف کف شوئی ها (Floor drain) به اندازه 2% میلان داشته باشند.



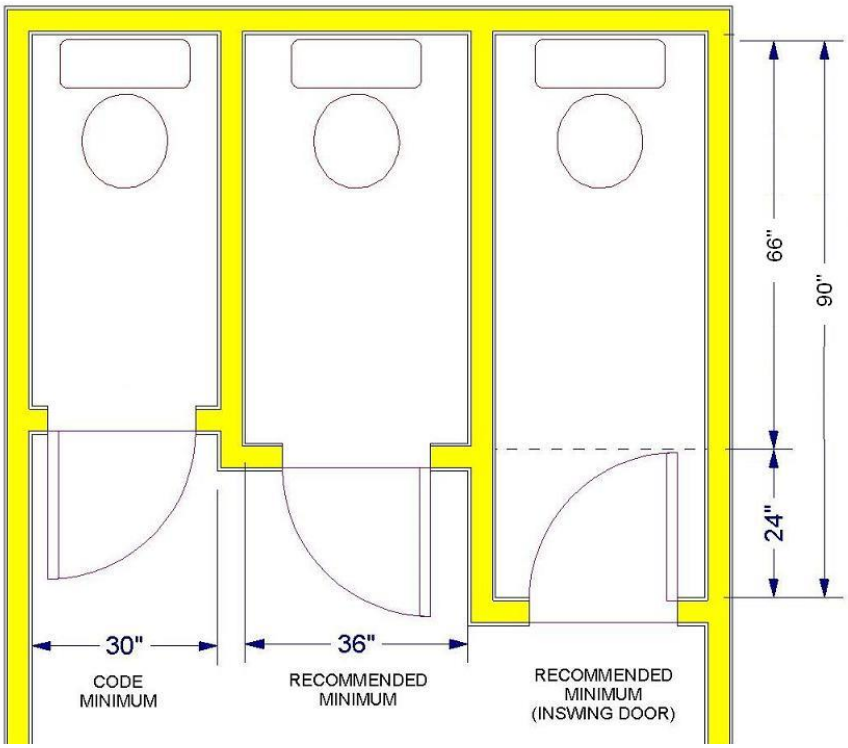
جابجا ساختن کمود/بیدیت (Toilet/Bidet placement)

- فاصله از مرکز کمود الی کدام دیوار, لوازم بهداشتی و یا هم کدام مانع دیگر حد اقل ”18 توصیه میگردد.
- فاصله حداقل از مرکز کمود الی کدام دیوار, لوازم بهداشتی و یا هم کدام مانع دیگر باید ”15 باشد.(IRC R 307.2, IRC P 2705.1.5,IPC 405.3.1)



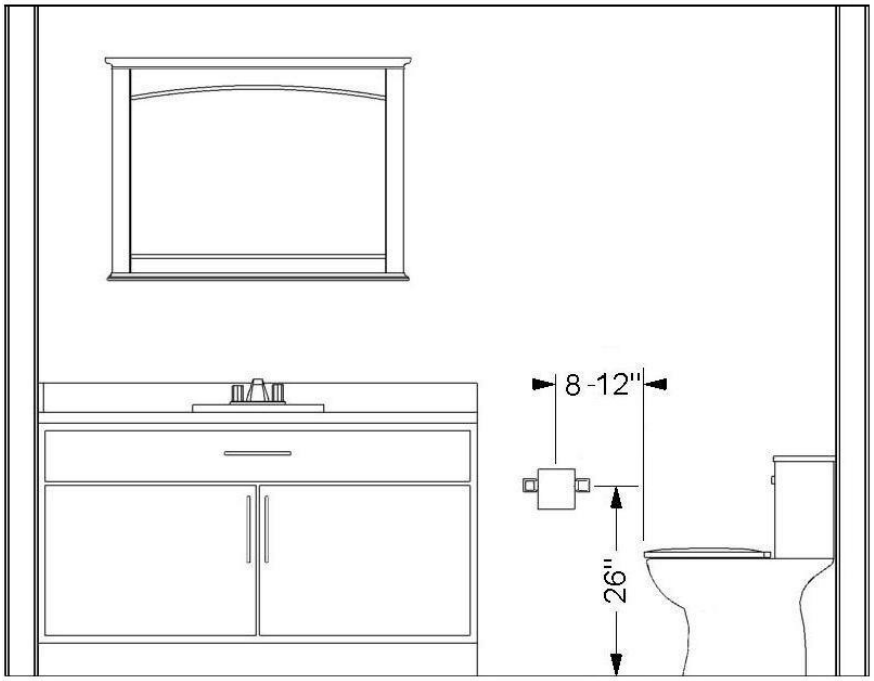
اتاق کمود (Toilet Compartment)

- اندازه حداقل توصیه شده یک کمود جداگانه ”36 x ”66 توصیه میگردد و لازم است تا دروازه آن به طرف بیرون باز شود.
- اندازه حد اقل یک کمود جداگانه ”30 x ”60 میباشد.(IPC 405.3.1)



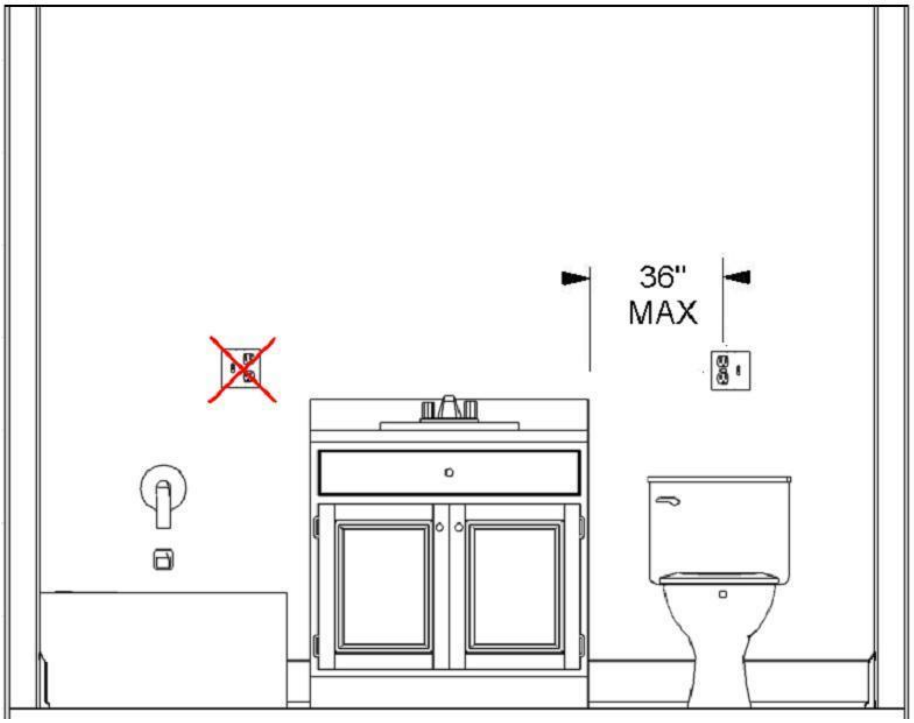
وسایل تشناب (Toilet accessories)

- آئینه باید بالای دستشوئی در یک ارتفاع معین نصب گردد.
- کاغذ دانی (Toilet paper holder) باید از کنار کمود به فاصله ”8 الی ”12 و به ارتفاع ”26 از فرش تشناب قرار داده شود.
- سایر تجهیزات و یا وسایل تشناب نیز باید در موقعیت مناسب قرار داده شوند. اکثراً Tower bars را به ارتفاع ”48 و یا بیشر از سطح فرش نصب مینمایند. Robe hooks باید به ارتفاع ”66 از فرش تشناب نصب گردند.



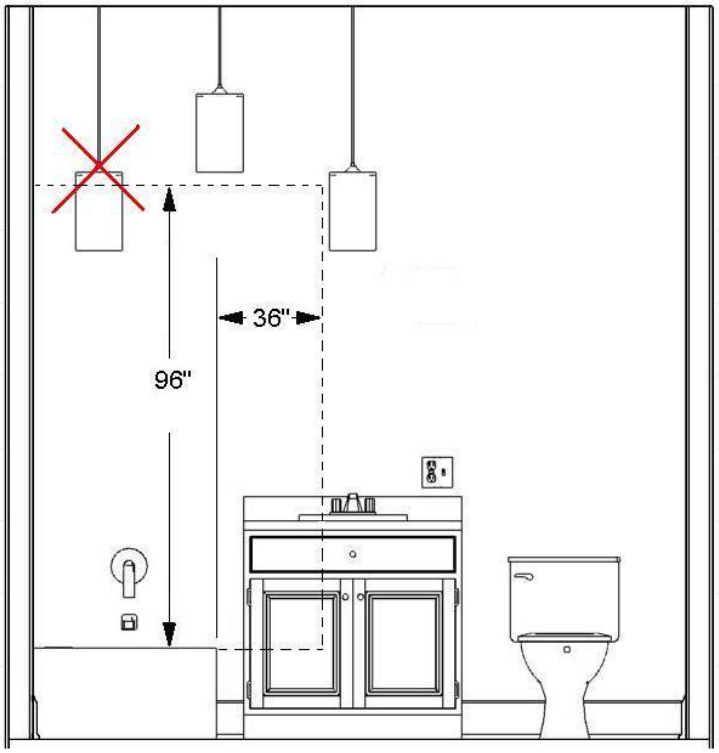
ساکت های برق (Electrical outlets)

- ساکت های برقی (Ground Fault Circuit Interrupter) GFCI باید در مسافه الی ”36 از دشتوی نصب گردند.IRC E 3801.6
- ساکت های برقی باید در قسمت های شاور تب نصب نگردند.



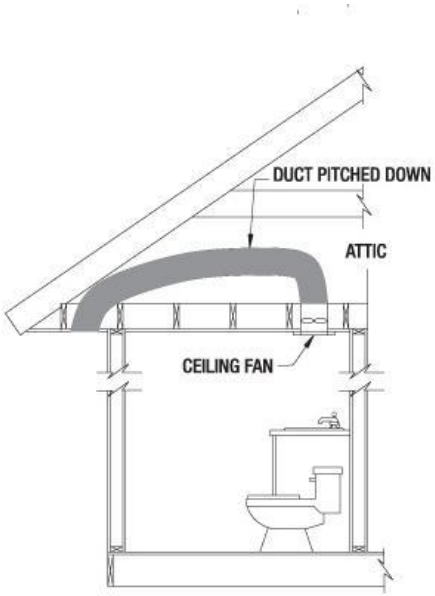
تنویر (Lighting)

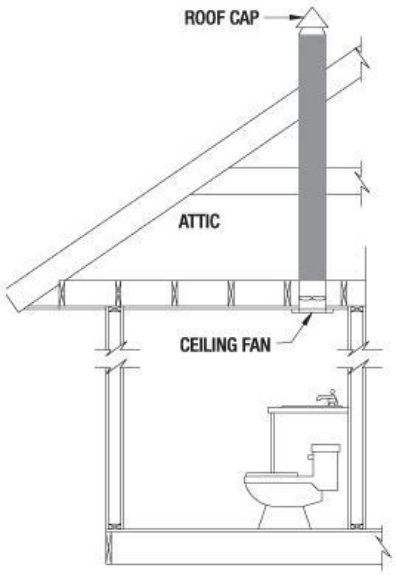
- سویچ های تنویر یا چراغ باید در قسمت ورودی تشناب در نظر گرفته شود. بر علاوه از تنویر عمومی ممکن برای لوازم بهداشتی مختلف نیز تنویر در نظر گرفته شود.
- در قسمت های تب یا شاور تنویر باید ضد رطوبت باشد.
- مسافه عمودی بین تب و تنویر باید ”96 و مسافه عمودی بین آنها باید حد اقل ”36 باشد. (IRC E 3903.10)



تهویه (Ventilation)

- عمل تهویه به شکل طبعیی و مصنوعی صورت میگیرد.
- برای یک تشناب باید مساحت حد اقل کلکین 3 sqf باشد که 50% آن عملیاتی میباشد. در صورت تهویه مصنوعی نرخ عمل تهویه باید حد اقل 50 cfm باشد. (IRC R 303.3, IRC M 1506.3)
- تهویه طبعیی مفید نبوده و لازم است تا تهویه مصنوعی نیز در نظر گرفته شود.





Heating Ventilation Institute (HVI) Recommendations:

1. Small Bathrooms: HVI recommends that in small bathrooms, up to 100 square feet of floor space, the exhaust fan be sized to provide a ventilation rate of 1 cfm per square foot (about eight air changers per hour). This usually results in a ventilation requirement of less than 50 cfm, so the code minimum fan size must be used.

Example 1: The bathroom is 5' x 9' (with 8' ceilings). Multiply 5x9 = bathroom area of 45 sq. ft. At 1 cfm per square foot the minimum recommendation is a fan rated at 45 cfm. This is less than the code minimum 50 cfm, which must be used.

2. Medium and Large Bathrooms: For bathrooms larger than 100 square feet in area, HVI recommends a ventilation rate based on the number and type of fixtures present, according to the following table:

Toilet	50 cfm		Shower	50 cfm
Bathtub	50 cfm		Tub/Shower Combination	50 cfm
Whirlpool Tub	100 cfm		Bidet	50

To calculate the minimum fan rating, add the cfm for each fixture in the room to arrive at a total cfm.

Example 2: The bathroom is 20'x12'. There is a tub, a separate shower enclosure and a toilet.

Toilet	50 cfm
Shower	50 cfm
Bathtub	50 cfm
Minimum fan rating	**150**

3. Toilet Compartment: If a toilet is in an enclosed stall with a door, then the toilet enclosure is considered by most code authorities to be a separate room. Likewise, if a shower is enclosed right to the ceiling, it will be considered a separate room. These guidelines recommend a separate mechanical exhaust system for "each enclosure", which means a fully enclosed toilet or shower must have its own exhaust fan separate from that of the rest of the bathroom. In most localities, this is also the building code requirement. A steam shower always needs its own ventilation. Strictly follow the manufacturer's recommendation for venting a steam shower. Otherwise you will have mold growing in places you would not think mold could grow.

Example 3: The bathroom is 15'x15'. There is a tub, a separate, fully enclosed, shower and a fully enclosed toilet in a stall with a door. The fully enclosed toilet and fully enclosed shower should have their own exhaust fans rated at 50 cfm each. The bathroom fan will exhaust only the bathtub and should also be rated at the code minimum 50 cfm.

4. How Long to Ventilate: When house air is exhausted to the outside, heat goes with it, meaning that your furnace has to work harder to make up for the lost heat. You want to exhaust moist air to reduce the risk of mold and mildew, but once the moist air is gone, you want to stop ventilating. HVI recommends that the fan be left on for a minimum of 20 minutes after use of the bathroom. A timer is a good solution, allowing the fan to turn off automatically at the proper time. There are also fans on the market now that sense the level of humidity in the air and automatically turn on when it is too high, and turn off when it is back to normal. Unfortunately, there is no fan that senses odor, so a manual switch is still necessary.

فصل سوم

پلان های تیپیک تشناب ها

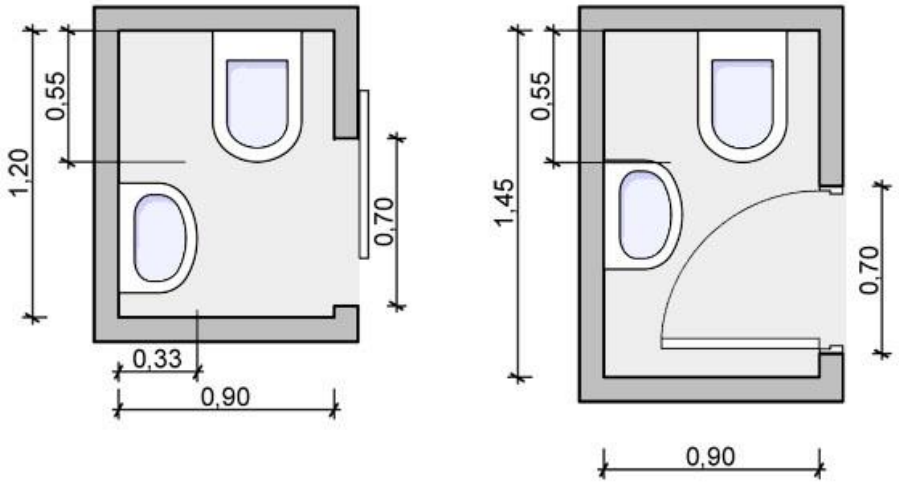
Typical bathrooms layouts

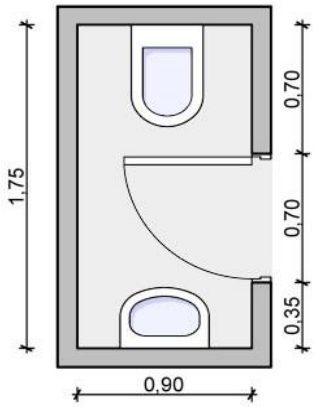
انواع تشناب ها Types of bathrooms

- ❑ Powder room or Half bath
- ❑ Master bathroom
- ❑ Kid’s bathroom
- ❑ Bathroom with laundry facilities
- ❑ Bathrooms for Disabled people

Half bath/ powder room

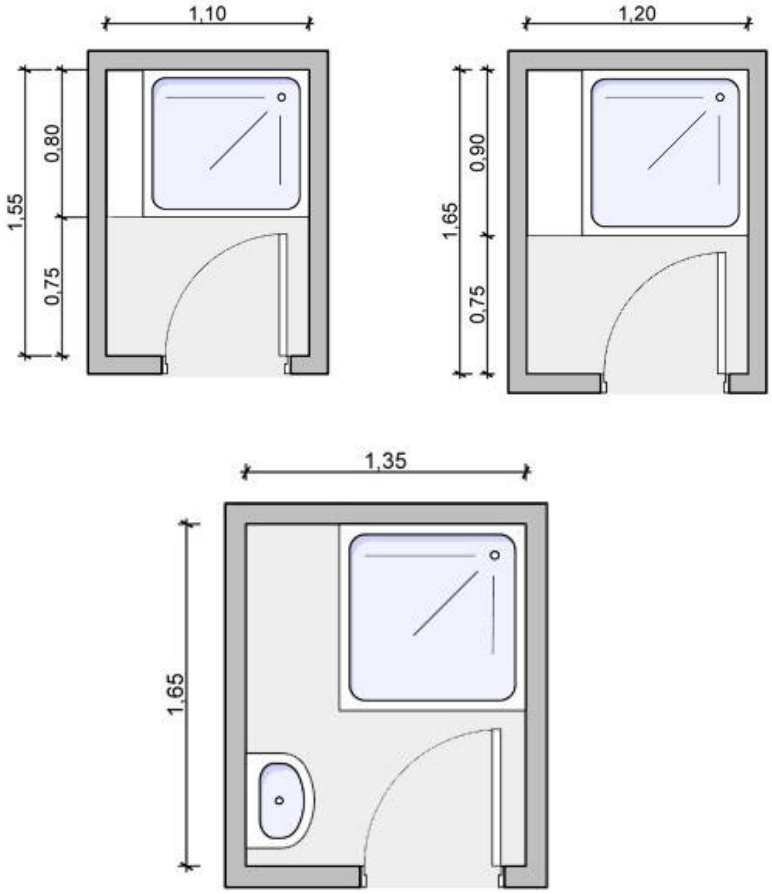
A powder room is a small bathroom with a small vanity or sink, mirror and toilet and is designed to accommodate guests as well as family members. This type requires the minimum space for the essentials, though is suitable for restaurants, cafeterias, shopping malls, etc. In many homes, the closet or space under the stairway is drafted as a powder room so visitors don't have to go upstairs to visit the main bathroom.





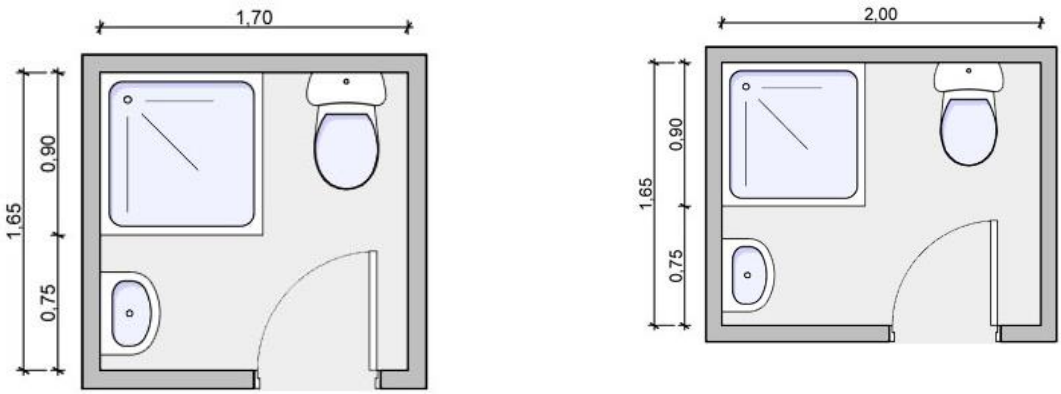
Separate room for shower

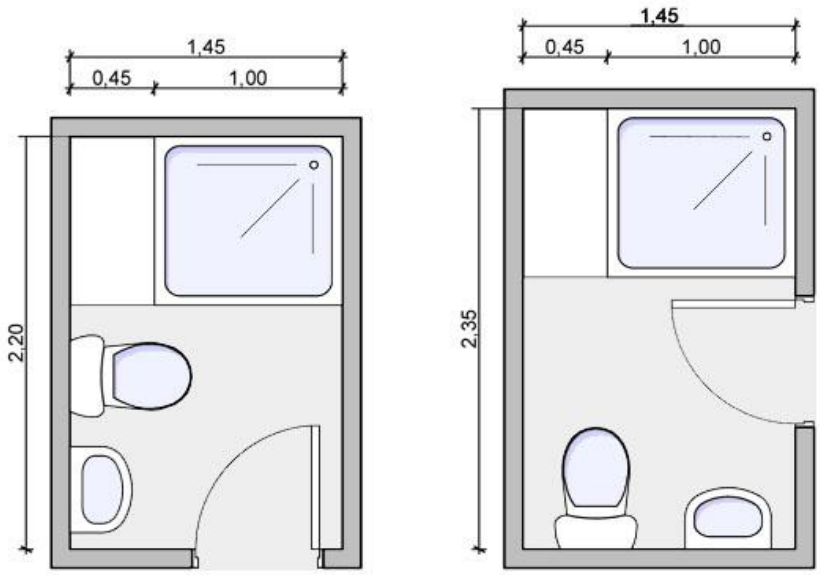
A completely separate room just for the shower, ensures that the bathroom remains free while the shower is busy. The room can also have a small sink.



Three quarter bath

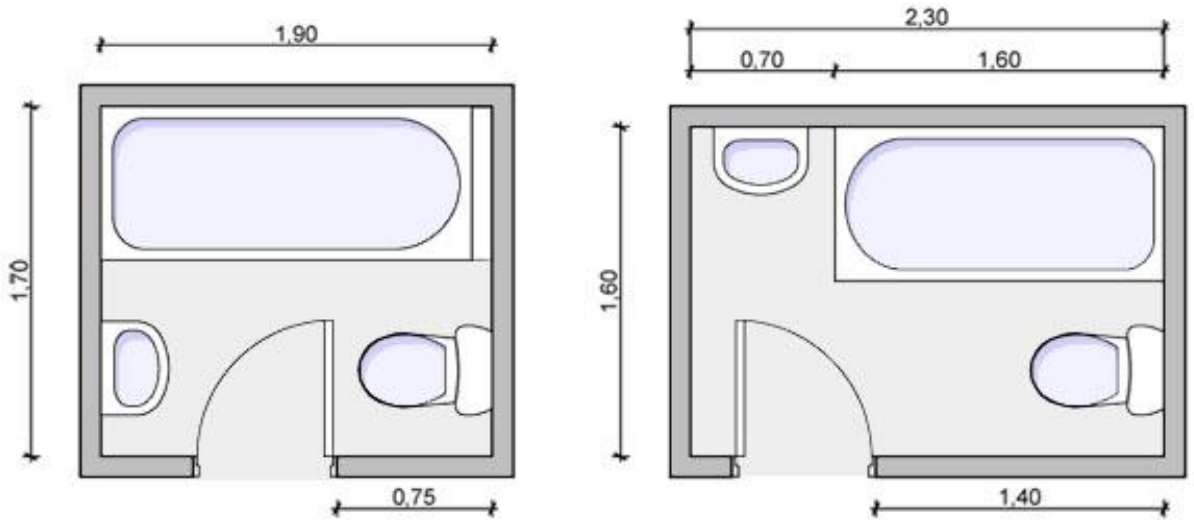
A three quarter bath is usually small, but large enough to include a shower, a vanity or a sink, a toilet and probably storage shelves.

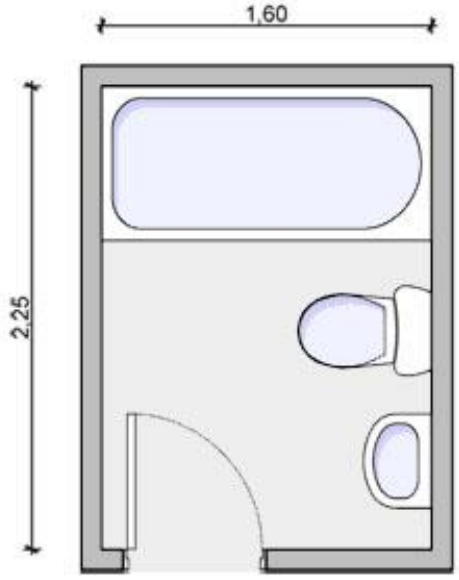


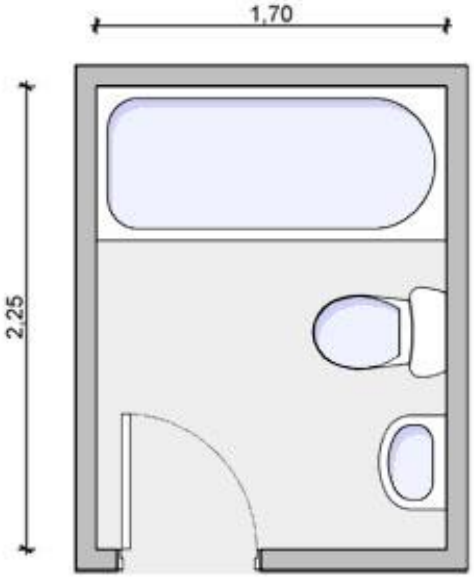


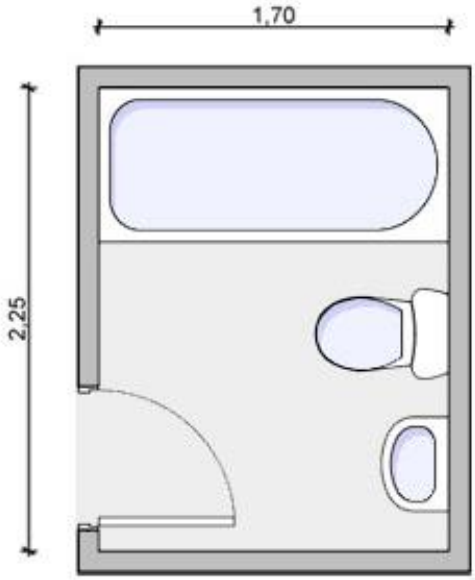
Master bathroom

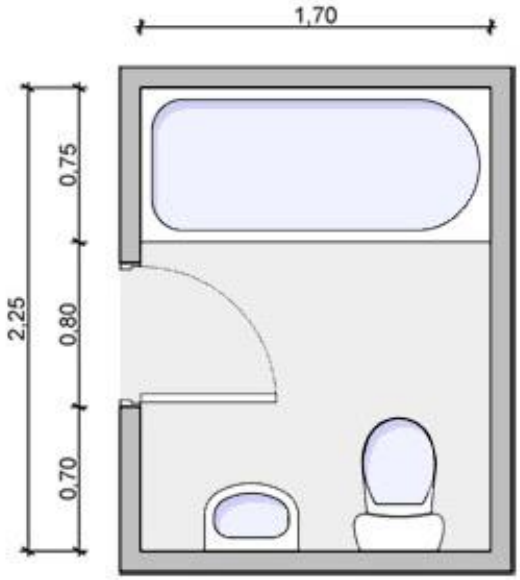
The master bathroom is one of the most private and relaxing spaces. A master bathroom might include double vanities with sinks and mirror, toilet in a semiprivate compartment, sauna or steam shower, soaking or whirlpool tub, storage for linens and many more amenities.

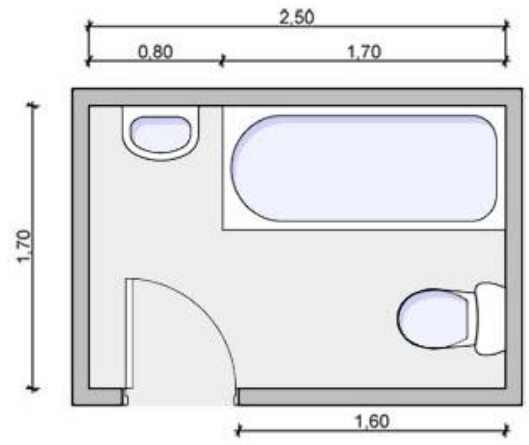


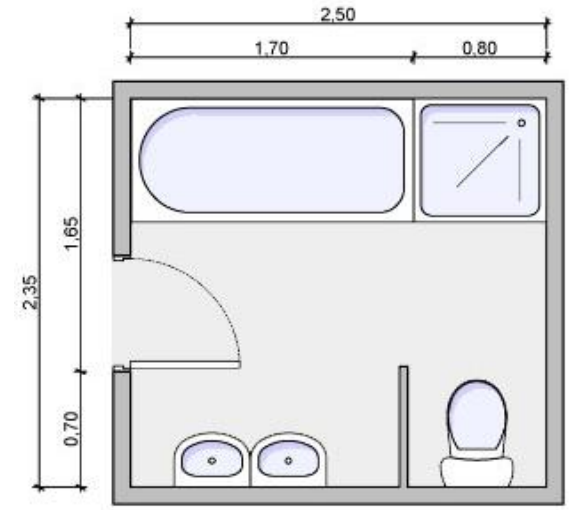

1,60
2,25


1,70
2,25


1,70
2,25

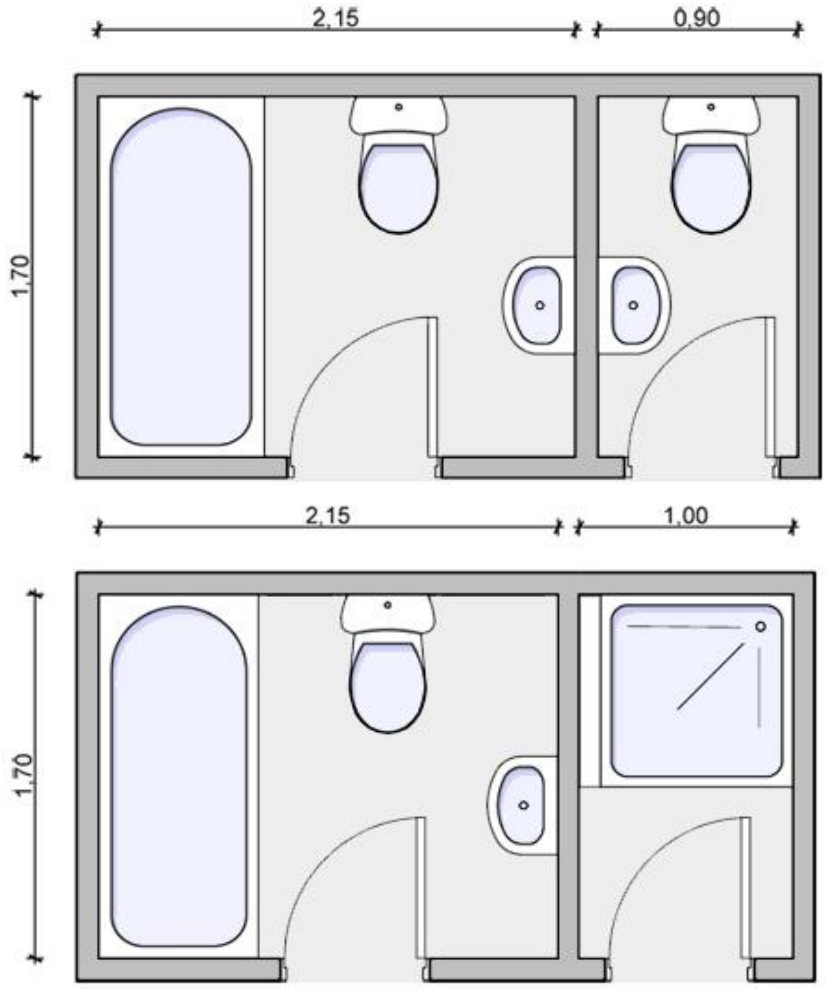

1,70
2,25
0,75
0,80
0,70


2,50
0,80
1,70
1,70
1,60

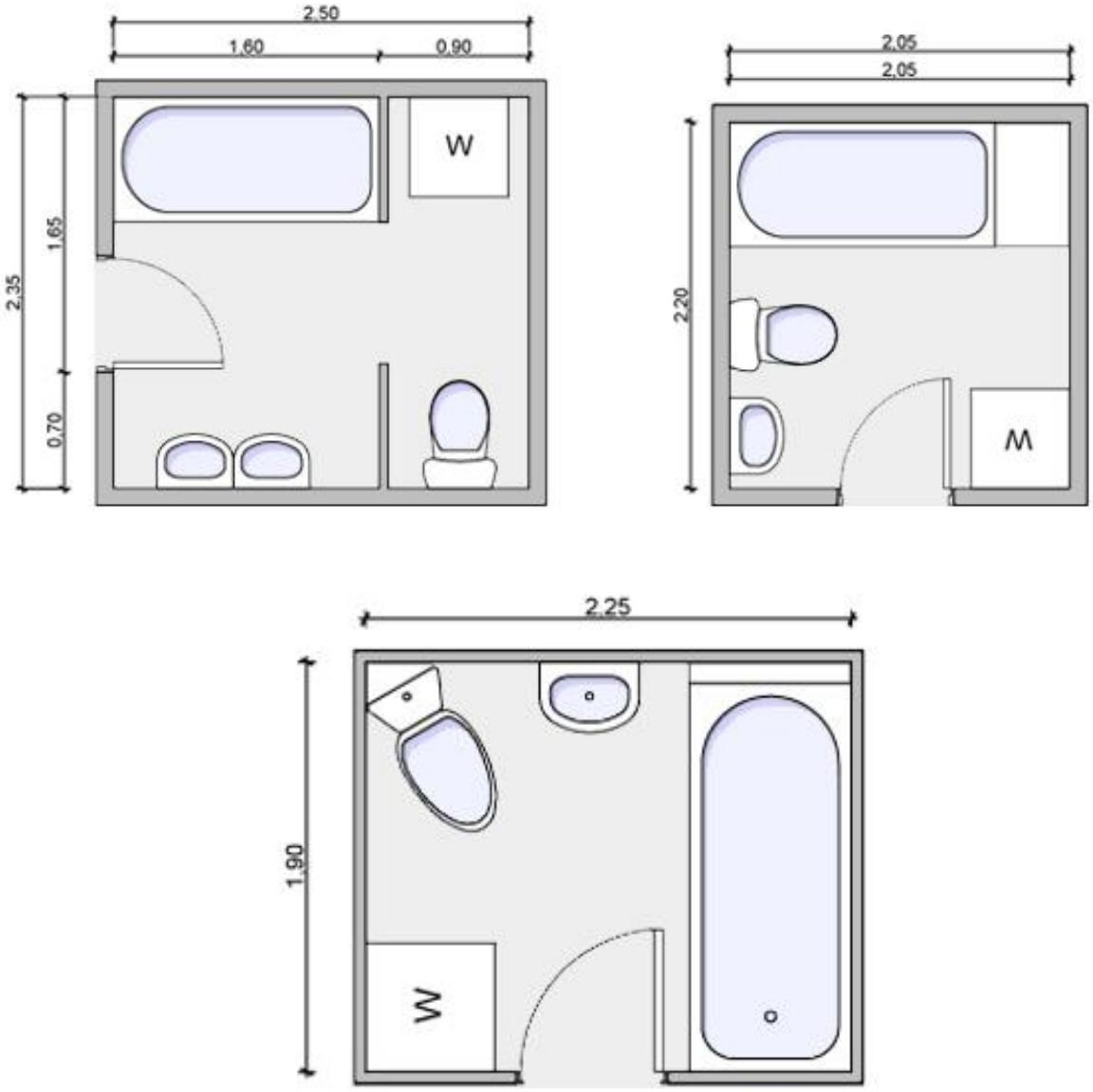

2,50
1,70
0,80
2,35
1,65
0,70

Adjoining baths

This type of two-room bath is ideal for big families where the bathroom might be occupied most of the time.



Bathroom Laundry facilities



فصل چهارم

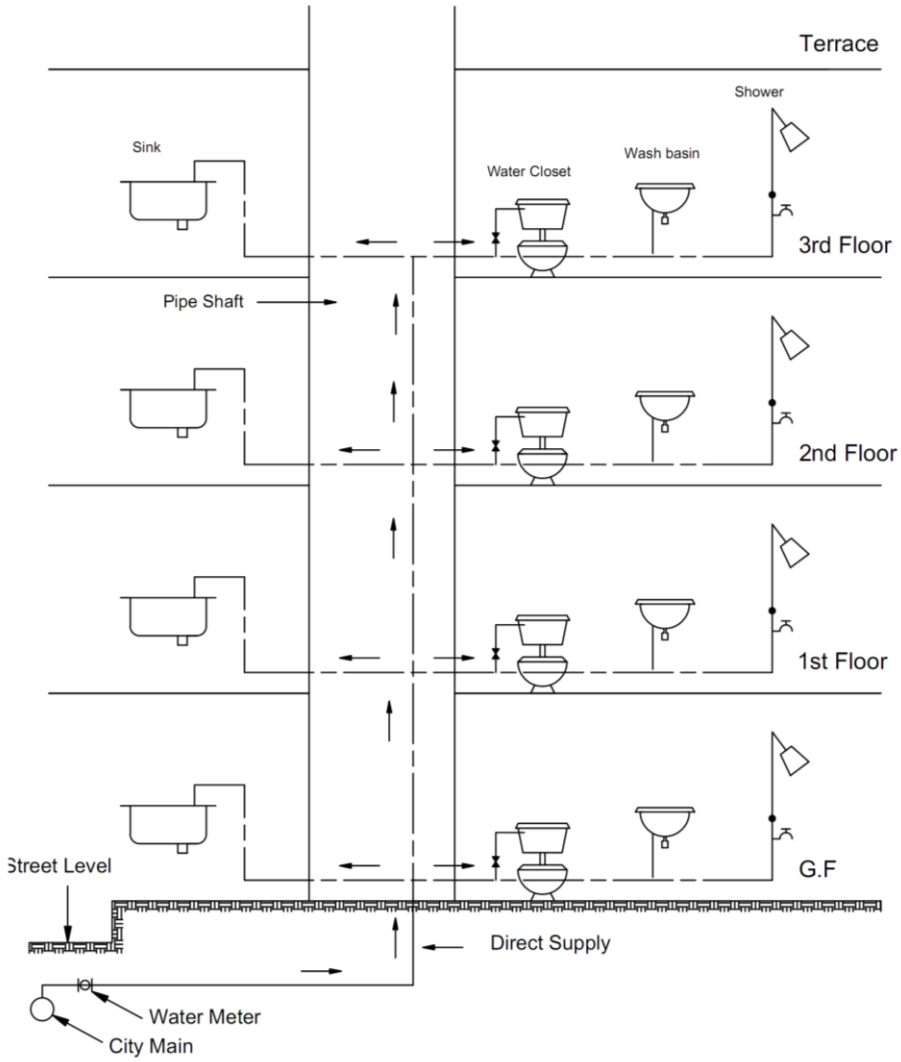
سیستم های نلدوانی در ساختمانها

توزیع آب در تعمیرات از طریق شبکه شهری و یا هم کدام منبع دیگر مانند ذخیره آب توسط سیستم نلدوانی صورت میگیرد. توزیع آب در تعمیرات به میتود های مختلف صورت میگیرد. ولی باید در نظر داشت که هر روش به کار برده شده باید مقدار جریان کافی را با فشار لازم در تمامی لوازم بهداشتی برآورده ساخته بتواند. سیستم های مختلف آبرسانی داخلی تعمیرات در ذیل میباشد.

سیستم مستقیم آبرسانی تعمیرات

در این نوع سیستم توزیع آب از طریق اتصال شبکه شهری مستقیماً به تمام لوازم بهداشتی منازل مختلف ساختمان صورت میگیرد. این نوع سیستم در صورت سودمند میباشد که مقدار جریان آب به شکل داومدار با فشار کافی مورد نیاز موجود باشد.

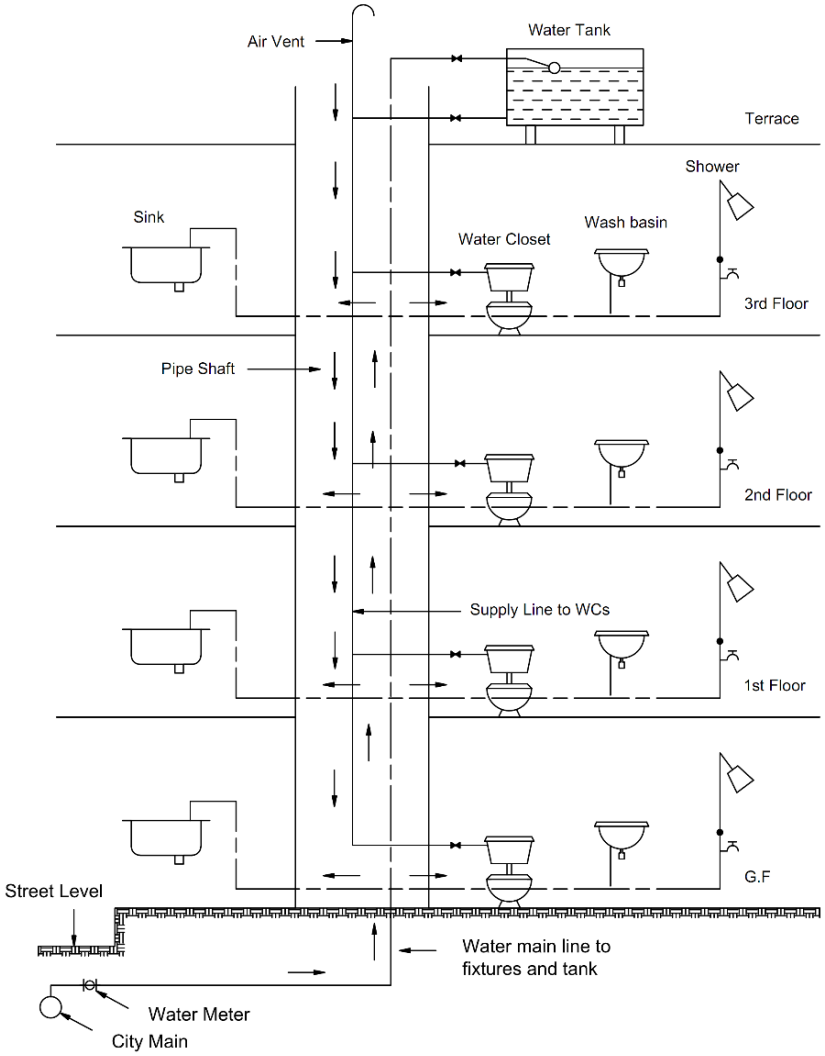
از این نوع سیستم در کشور های استفاده صورت میگیرد که سیستم های آبرسانی با یک ستندرد بلند برقرار گردد. به این ترتیب در این نوع سیستم استفاده تانک های ذخیروی حذف میگردد. این نوع سیستم برای مصرف کننده گان بسیار آسوده و اقتصادی میباشد, چون در این نوع سیستم به ذخایر آب, سیستم پمپ ها وغیره نیاز نمیباشد.



Direct Supply

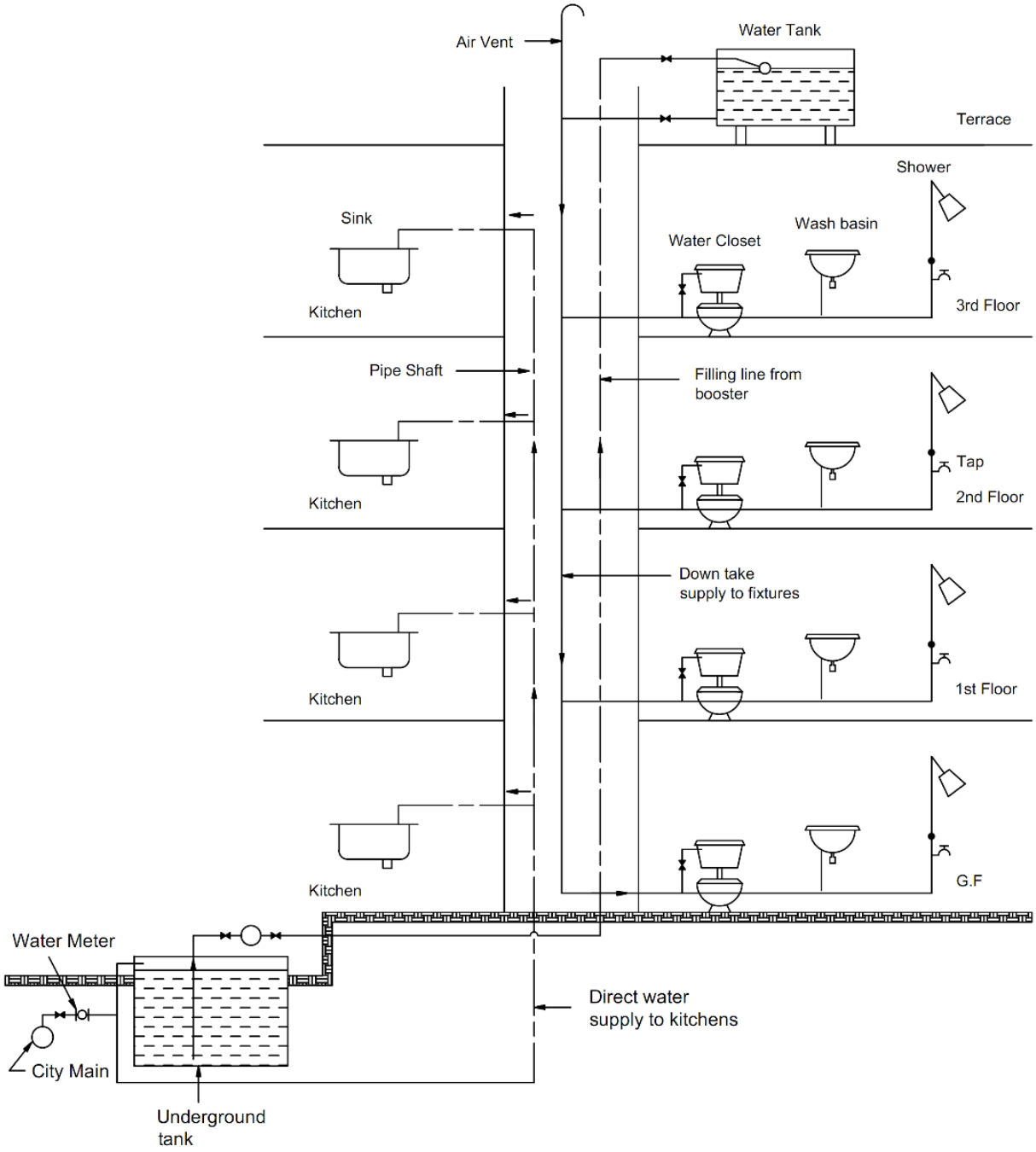
سیستم آبرسانی تعمیرات که ذخایر ارتفاعی در آن استفاده گردد

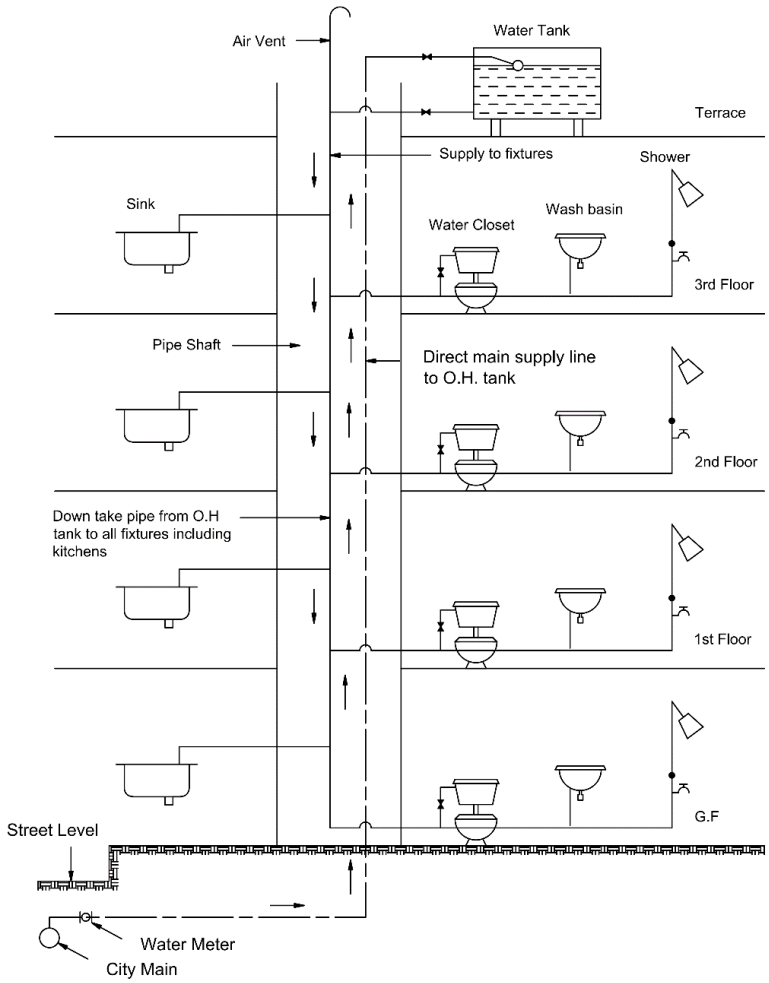
در اکثر شهر ها مقدار مورد نیاز آب با فشار کافی در شبکه شهری برای یک مدت کوتاه در ساعت های صبح و شام میسر میباشد. در ساعت های نبودن آب در شبکه شهری, برای رفع ضروریات آبی باید از ذخایر ارتفاعی استفاده صورت گیرد. چون در این نوع سیستم در شبکه شهری فشار کافی که بتواند آب را به ذخیره بلند و انتقال دهد موجود بوده, پس در ساعت برقرار بودن آب در شبکه شهری ذخیره ارتفاعی از آب پر میگردد. در این نوع سیستم اتصال نل آشپزخانه به نل که به شبکه شهری وصل بوده صورت میگیرد, در حالیکه برای سایر لوازم بهداشتی مقدار جریان آب از طریق نل ذخیره ارتفاعی تامین میگردد. در این نوع سیستم مقدار آب آشامیدن باید برای ساعت های قطع جریان شهری در ستل ها ذخیره شود.



سیستم های آبرسانی که ذخایر زمینی و ارتفاعی در آن استفاده گردد

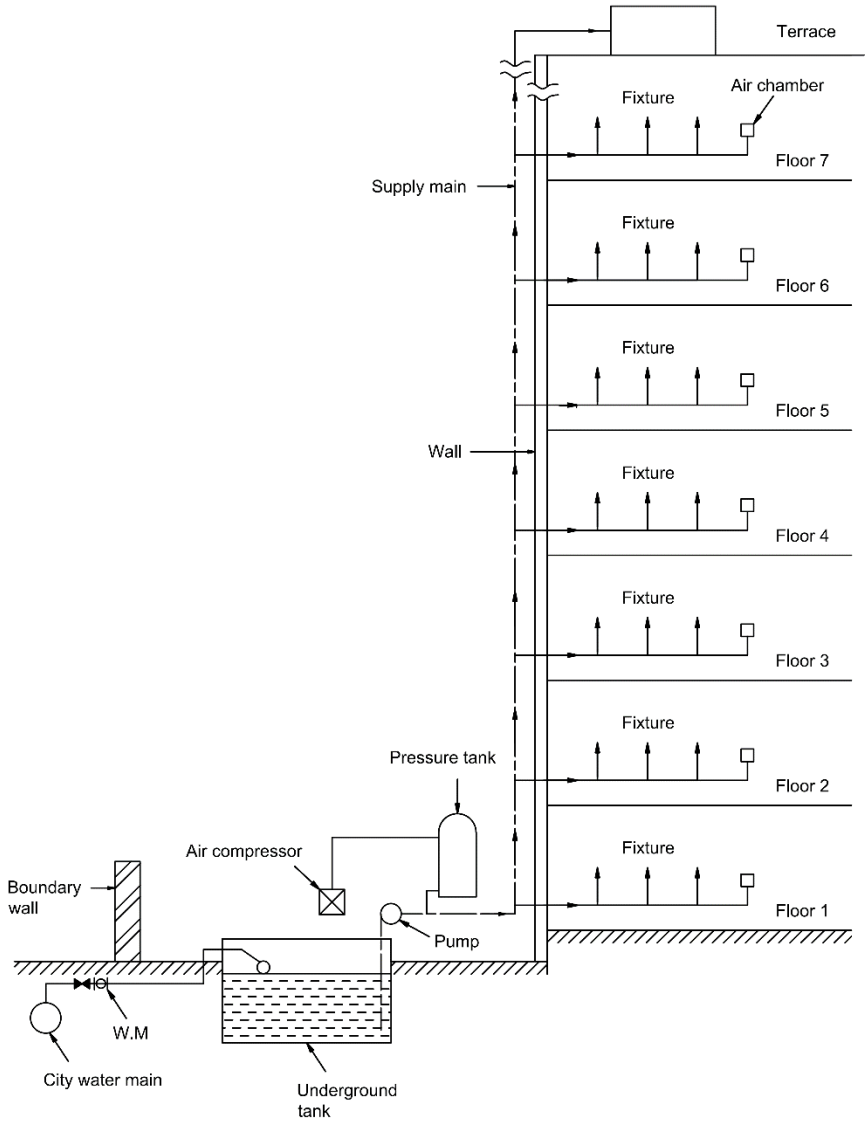
در صورت که فشار کافی مورد نیاز در شبکه شهری موجود نباشد, در آنصورت استفاده ذخایر زمینی و سیستم پمپ ها برای تامین ضروریات آبی ساختمان لازم میگردد. آبهای ذخیره شده در مخازن زمینی بعداً به ذخایر ارتفاعی انتقال داده میشود. بعضاً در این نوع سیستم برای منازل پائین ممکن اتصال مستقیم به شبکه شهری صورت گیرد.


Air Vent
Water Tank
Terrace
Shower
Sink
Water Closet
Wash basin
Kitchen
3rd Floor
Pipe Shaft
Filling line from
booster
Tap
Kitchen
2nd Floor
Down take
supply to fixtures
Kitchen
1st Floor
Kitchen
G.F
Water Meter
Direct water
supply to kitchens
City Main
Underground
tank



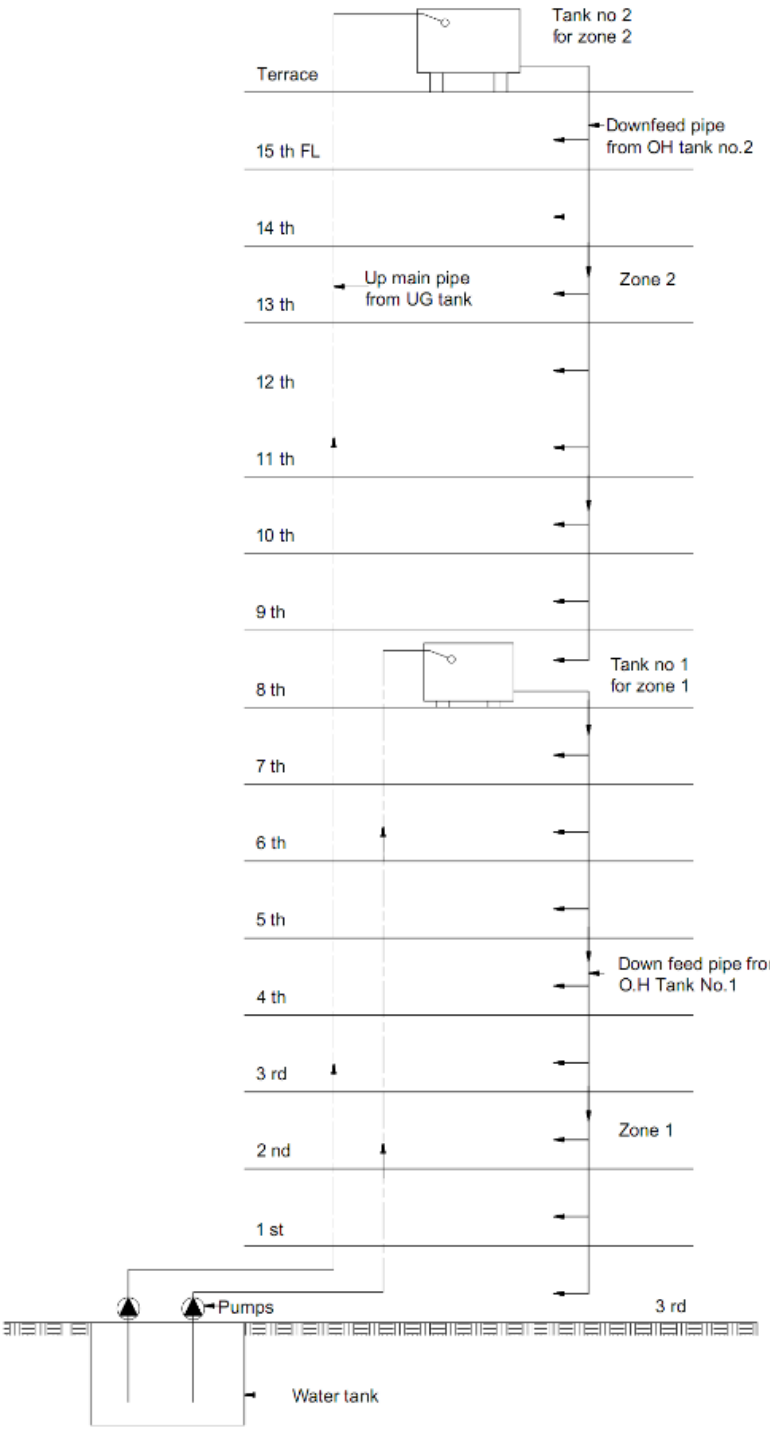
سیستم پمپاژ

در این نوع سیستم تامین ضروریات آبی منازل مختلف ساختمان توسط سیستم اتومات پمپ ها که معمول ترین نوع آنها سیستم هایدرونیوماتیک بوده, صورت میگیرد. در این نوع سیستم توسط عمل سیستم پمپ ها آبهای ذخیره شده در ذخایرزمینی مستقیماً به منازل مختلف ساختمان انتقال داده میشود. یکی از فواید عمده این نوع سیستم عبارت از حذف ذخایر ارتفاعی میباشد. این نوع سیستم برای ساختمان های که امکانات نصب ذخایر ارتفاعی در آن نباشد و به همین ترتیب برای ساختمان های که تعداد منازل آن کم و فشار کافی در آن ایجاد نگردد, مناسب میباشد. در شرایط که اقلیم گرم باشد, آبهای ذخایر ارتفاعی گرم شده و به همین ترتیب در شرایط اقلیم سرد ممکن منجمد گردد, برای چنین نوع شرایط سیستم پمپاژ یک سیستم مطمئن میباشد.



سیستم آبرسانی برای تعمیرات بلند منزل (Water supply in tall buildings)

در ساختمان های مرتفع ارتفاع مجموعی تعمیر به زون های عمودی هایدرولیکی تقسیم میگردد. در چنین حالت فشار اعظمی در منازل مختلف باید در انتروال 30 m – 25 محدود گردد. برای زون های مختلف هایدرولیکی یک ذخیره جداگانه در نظر گرفته میشود.

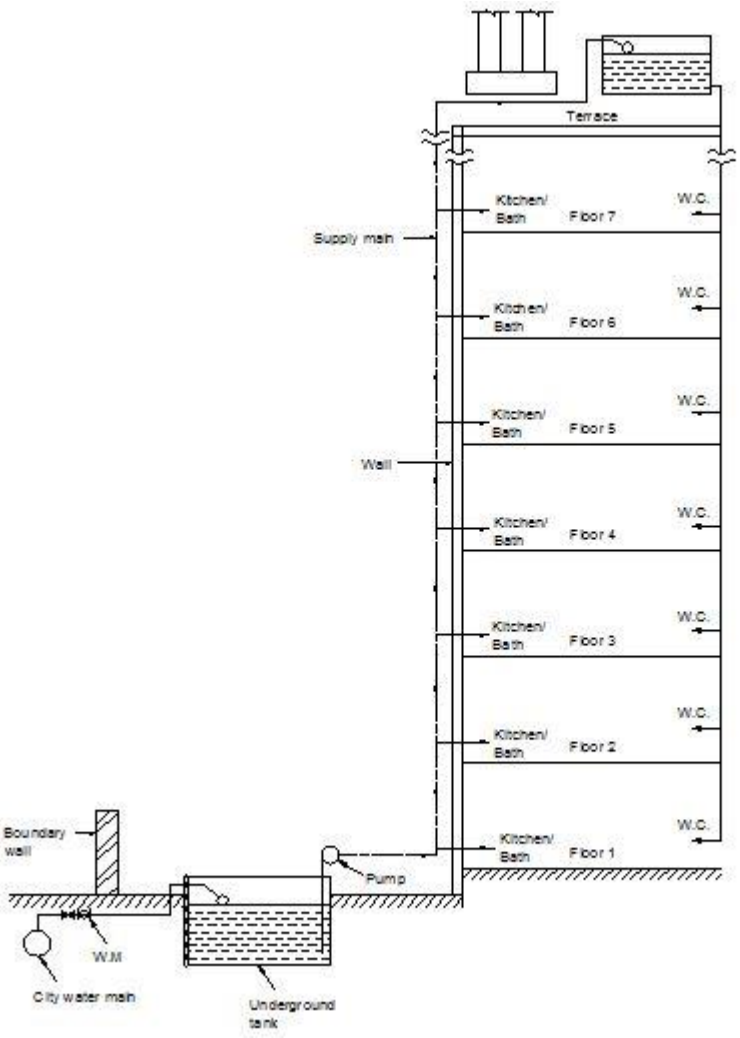


Hydraulic zones for a tall multi- storeyed building

سایر سیستم های آبرسانی تعمیرات

در حال حاضر سیستم مختلف پمپ ها برای اهداف مشخص نیز به کار برده میشوند. عمده ترین نوع چنین نوع سیستم ها در ذیل میباشد:

- ✓ سیستم پمپ ها با فعالیت مسلسل
- ✓ سیستم پمپ ها با فعالیت متغیر
- ✓ سیستم پمپ ها با فعالیت فشار بلند


Terrace
Kitchen/ Bath
Floor 7
W.C.
Supply main
Kitchen/ Bath
Floor 6
W.C.
Kitchen/ Bath
Floor 5
W.C.
Wall
Kitchen/ Bath
Floor 4
W.C.
Kitchen/ Bath
Floor 3
W.C.
Kitchen/ Bath
Floor 2
W.C.
Kitchen/ Bath
Floor 1
W.C.
Boundary wall
Pump
W.M
City water main
Underground tank

فصل پنجم

اتصالات آبرسان

فیتنگ باب نلهای آبرسانی (Water supply pipes fittings)

در سیستم های آبرسانی جهت ایجاد و وصل نلهای مختلف شامل شبکه توزیعی, فیتنگ باب های مختلف باید مورد استفاده قرار گیرند. فیتنگ باب ها شامل زانوخم ها, سه دهن, چهار دهن, سامی وغیره میباشد.

انواع معمول فیتنگ باب

- Elbow
- Coupling
- Union
- Reducer
- Olets
- Tee
- Cross
- Cap
- Plug
- Nipple
- Barb
- Valves

زانو خم Elbow

عبارت از فیتنگ بوده که در صورت تغیر مسیر جهت وصل ساختن دو نل مورد استفاده قرار گیرد.

زاویه تغیر ممکن 90^0, 45^0 و یا هم ممکن 22.5^0 باشد.

زانوخم های که اندازه های انجام های آن مساوی نباشد بنام Reducing elbow or Reducer elbow یاد میگردد.

Coupling

در مسیر های مستقیم جهت وصل ساختن دو نل مورد استفاده قرار میگیرد.

در صورت که اندازه های انجام های آن مساوی نباشند بنام Reducing coupling or Reducer or adapter یاد میگردد.

Union پیوند

وظیفه Union مشابه Coupling بوده با تفاوت اینکه توسط Union قطع و وصل نلها هنگام حفظ و مراقبت و ترمیم به شکل ساده تر صورت میگیرد.

Reducer بوتلی

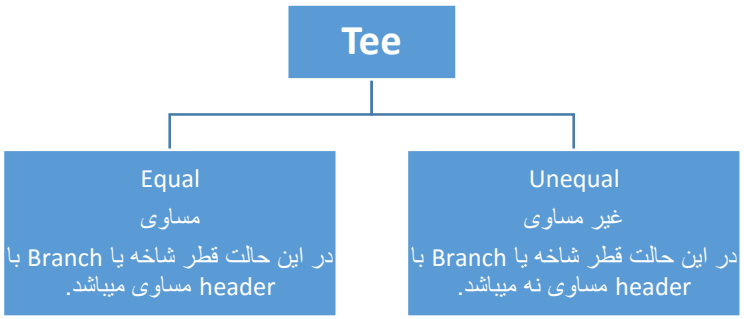
جهت وصل ساختن دو نل که دارای اندازه های مختلف باشد, مورد استفاده قرار میگیرد.

Olets

اینوع فیتنگ باب در صورت اتصالات شاخه ئی زمانیکه Reducing tees قابل دسترس نباشد مورد استفاده قرار میگیرند.

سه دهن Tee

سه دهن سه نل را باهم وصل ساخته و جهت یکجا سازی و یا هم جدا سازی مقدار جریان به کار برده میشود. اینوع فیتنگ باب کاربرد وسیع دارد.



چهار دهن Cross

توسط چهار دهن میتوان چهار نل را با هم وصل ساخت.

سرپوش Cap

توسط این فیتنگ میتوان روزنه (outlet) و یا هم انجام کدام را مسدود و بسته نمائیم.

قابل یادآوری است که همیشه نل به داخل Cap بسته میشود.

Plug فلق

کاربرد آن مشابه Cap بوده با تفاوت اینکه در اینحالت plug به داخل نل بسته میگردد.

Nipple

عبارت از یک نل کوتاه بوده که دارای چوری های خارجی در انجام های خارجی خود بوده و جهت وصل ساختن دو نل به کار برده شود.

Barb

جهت وصل ساختن هازهای نرم (Flexible hose) به کار برده میشود.

Drain-Waste-Vent (DWV) fittings

چون اینوع فیتنگ باب معمولاً در فشار های کم و جریان های گراویتی استفاده میشوند, به همین دلیل سطح داخلی آنها باید به اندازه کافی نرم و مقاومت ناچیز را باید در برابر جریان فراهم کنند.

فیتنگ باب معمول در این قسمت قرار ذیل میباشند:

- Sweep elbow
- Closet flange
- Clean outs
- Combo tee
- Sanitary tee
- Double Sanitary tee
- Wye (y) fitting
- Double tapped bushing

Sweep Elbow

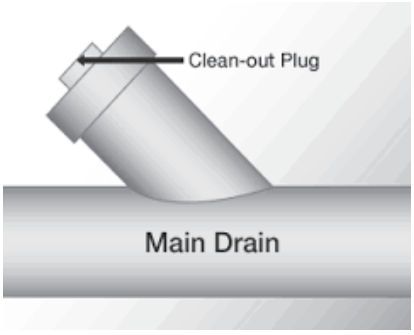
DWV elbows are usually long radius or sweep types, to reduce flow resistance and solids deposition when the direction of flow is changed.

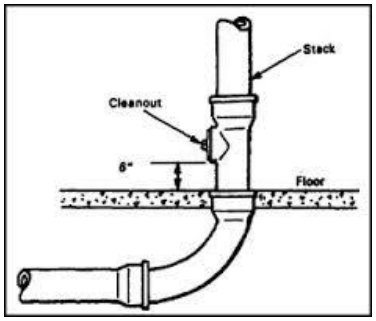
Closet Flange

The closet flange is the drain pipe flange to which a water closet (toilet) is attached.

Cleanouts

are fittings with removable elements that allow access to drains without requiring removal of plumbing fixtures. Clean-outs should be placed in accessible locations at regular intervals throughout a drainage system, often including outside the building, because clean-out augers have limited length. The minimum requirement is typically at the end of each branch in piping, just ahead of each water closet, at the base of each vertical stack, and both inside and outside the building in the building main drain/sewer. Clean-outs normally have screw-on caps or screw-in plugs.





Combo-tee

A combination tee (combo tee) is a tee with a gradually curving center connecting joint.

Sanitary tee

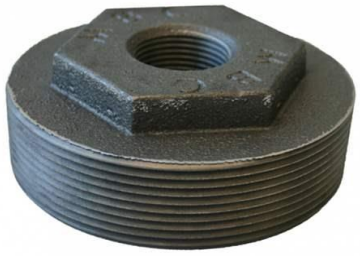
A sanitary tee is a tee with a curved center section.

Sanitary Cross

Similar to a cross. This fitting differs from a standard cross in that two of the ports have curved inlets.

Wye (y) fitting

A fitting with three openings, a wye is used to create branch lines.



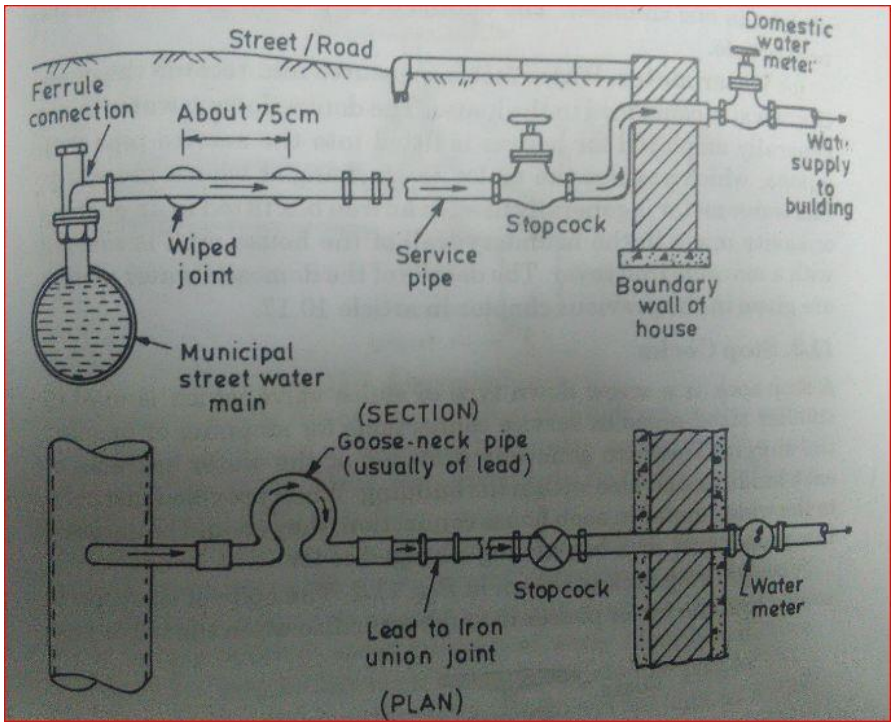
Double tapped bushing

A double-tapped bushing is a fitting that has opposing threads on the inside diameter of the bushing.

اتصال خانگی آبرسانی (The house water connection)

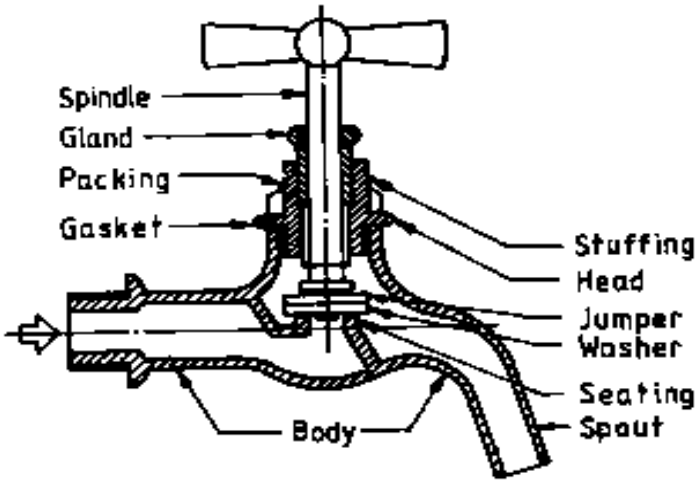
سیستم های آبرسانی داخلی تعمیرات توسط اتصال خانگی به شبکه شهری وصل میگردد. اتصال خانگی متشکل از لوازم ذیل میباشد:

- ❑ حلقه فلزی (Ferrule)
- ❑ اتصال انعطاف پذیر (Goose neck)
- ❑ نل خدماتی (Service pipe)
- ❑ شیردهن (Stop cock)
- ❑ متر آب (Water meter)



شیردهن ها (Water taps and Bib cocks)

شیردهن آب عبارت از وال میباشد که در نلهای خدماتی به منظور استفاده آب در نظر گرفته میشود. شیردهن ها دارای انواع زیاد میباشد که معمول ترین نوع آنها عبارت از Bib cock میباشد. به صورت عموم شیردهن نوع Bib cock دارای یک دسته و روزنه یا نوزال میباشد که با دور دادن دسته شیر دهن میتوان مقدار جریان را از طریق نوزال کاهش و یا هم افزایش دهیم. به صورت عموم این نوع شیردهن ها به اندازه های 10 mm الی 50 mm قابل دسترس میباشند. قابل یاد آوری است که از شیردهن ها باید هیچ نوع تراوش آب صورت نگیرد چون این امر سبب ضایع شدن قابل ملاحظه آب میگردد.



فصل ششم

مصرف آب (Water demand)

به منظور تعین نمودن مقدار آب مورد نیاز, فکتور های ذیل باید مفصلاً مورد مطالعه قرار گیرند:

1. نورم مصرف آب – (Rate of Demand)
2. نفوس – (Population)

نورم مصرف آب – (Rate of demand)

مقدار آب که توسط یک نفر در یک شبانه روز به مصرف رسد بنام نورم مصرف آب یاد میشود. نورم مصرف آب به صورت عموم مربوط به سطح زنده گی مردم میباشد. به منظور به دست آوردن کمیت مناسب آب مورد نیاز لازم است تا بخش های مختلف که مصرف آب در آن صورت میگیرد مطالعه گردد. این بخش ها به صورت عموم به پنج کتگوری های ذیل تقسیم میگردد:

1. مقاصد رهایشی (Domestic purposes)
2. مقاصد عامه (Civic or public purposes)
3. مقاصد صنعتی (Industrial purposes)
4. مقاصد تجارتی (Business or trade purposes)
5. ضایعات آب (Loss and waste)

بخش های فوق به شکل خلص در ذیل شرح گردیده است:

مقاصد رهایشی – (Domestic purposes)

مقدار آب که برای مقاصد رهایشی به مصرف میرسد به بخش های فرعی ذیل تقسیم گردیده است:

i. برای اهداف نوشیدن – (Drinking)
ii. برای اهداف اشپزی – (Cooking)
iii. برای اهداف حمام – (Bathing)
iv. برای اهداف شستن دستها, روی وغیره – (Washing hands, face, etc)
v. برای مقاصد بهداشت خانگی – (Household sanitary purposes)
vi. برای مقاصد باغداری و آبیاری – (Private gardening and irrigation)
vii. مصارف حیوانات اهلی و عراده جات شخصی – (Domestic animals and private vehicles)

برای مقاصد عامه – (Civic or public purposes)

مقدار مصرف آب ساحات عامه نیز به بخش های فرعی ذیل تقسیم میگردد:

i. آبپاشی سرکها – (Road washing)
ii. اهداف بهداشتی – (Sanitation purposes)
iii. برای اهداف تزئین – (Ornamental purposes)
iv. مصارف ضد حریق – (Fire demand)

مصارف ضد حریق – (Fire demand)

مقدار آب که برای خاموش ساختن حریق به مصرف میرسد باید همیشه در ذخیره سیستم توزیع آب موجود باشد. برای این منظور هایدرینت های حریق (Fire hydrant) باید به فاصله های معین که بیشتر از 150m نه باشد به امتداد پایپ های اساسی توزیع وصل گردند.

برای حریق متوسط , به سه جریان (stream) نیاز میباشد (جریان اول برای ساختمان که حریق گرفته و دو جریان های متباقی برای ساختمان های مجاور). مقدار جریان هر یکی از آنها باید در حدود 1100lit/min باشد. در صورت که حریق برای مدت 3 ساعت دوام پیدا کند و به تعداد 4 حریق همزمان واقع گردد, در اینصورت مقدار مصرف آب طوری ذیل محاسبه میگردد:

$$3 \times 1100 \times 60 \times 3 \times 4 = 2376000lit$$

مصارف صنعتی – (Industrial demand)

در این بخش نیز مصارف ذیل شامل میگردد:

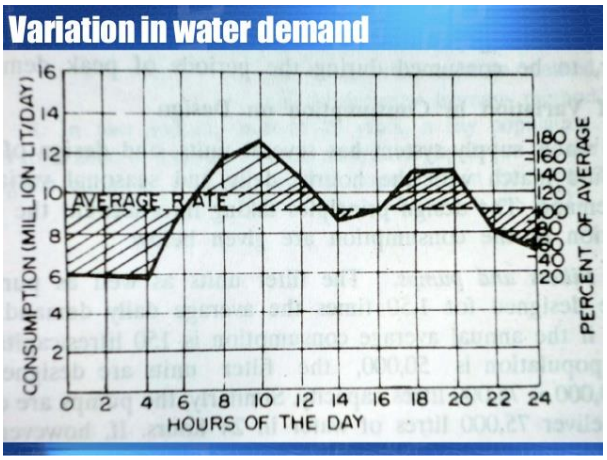
i. فابریکه ها – (Factories)
ii. ستیشن های برق – (Power stations)
iii. ایستگاه ریل و میدان های هوایی – (Railway stations and airports)

نوسانات در نورم مصرف آب – (Variations in rate of demand)

"نورم اوسط مصرف آب (Rate of water supply) عبارت از نسبت مقدار مجموعی آب تهیه شده بر تعداد نفوس تقسیم در روز های سال میباشد".

نورم اوسط مصرف آب در صورت که زمان مشاهده نمودن کوتاه گردد, تغیر میکند. به این ترتیب در صورت که نورم اوسط مصرف آب 100 فرض گردد, در اینصورت:

- مصرف اعظمی در یک فصل ممکن 130
- مصرف اعظمی در یک ماه ممکن 140 و
- مصرف اعظمی در یک روز ممکن 180 باشد.



تغیرات در نورم مصرف آب مربوط به یک سلسله فکتور ها بوده و عبارت از شرایط اقلیمی, سطح زنده گی مردم, موجودیت صنایع وغیره میباشند.

فصل هفتم

محاسبات هایدرولیکی نلهای آبرسانی

مقدار جریان آب (Water Flow rate)

مقدار آب که در فی واحد زمان از مقطع عرضی یک مجرا عبور کند عبارت از مقدار جریان آب میباشد.

$$Q = \frac{v}{t}$$

که در فورمول فوق:

Q مقدار جریان آب

v حجم آب که ازمقطع عرضی نل عبور میکند و

t عبارت از زمان عبور مقدار آب از مقطع عرضی نل میباشد.

واحدات مقدار جریان آب lit/sec, ft^3/sec, m^3/sec وغیره میباشد.

مقدار جریان آب با مساحت مقطع عرضی مجرا و سرعت جریان آب رابطه مستقیم دارد. این رابطه را میتوان توسط فورمول ذیل نشان دهیم:

$$Q = A.V$$

که در فورمول فوق:

Q مقدار جریان آب

A مساحت مقطع عرضی که در نلهای فشاری دارای مقطع عرضی دایروی مساوی به $\frac{\pi D^2}{4}$ و

V سرعت جریان آب میباشد.

سرعت جریان آب در نلهای آبرسانی

سرعت جریان آب در نلهای آبرسانی باید در یک انتروال معین باشد. سرعت بسیار کم سبب استفاده قطر های بزرگ نلهای آبرسانی میشود و سرعت بسیار زیاد برعکس سبب ضایعات فشار آب میگردد. به همین دلیل سرعت جریان آب باید در انتروال سرعت غیر شستشو (Non-Scouring) و غیر ته نشین شدن (Non-Silting) باشد. گرچه سرعت های 3 m/sec الی 6 m/sec ممکن توسط نل ها تحمل گردد ولی معمولاً سرعت جریان آب در شبکات آبرسانی در انتروال 0.9 m/sec الی 1.5 m/sec نگاه میگردد. معمولاً دیزاین نل های آبرسانی طوری صورت میگیرد که فشار موجوده به اندازه باشد که ضایعات فشار را در نتیجه اصطکاک بین منبع و شهر بر آورده ساخته بتواند.

ضایعات فشار در نلهای آبرسانی (Head loss in water supply pipes)

در نلهای آبرسانی ضایعات فشار به دو شکل ذیل صورت میگیرد:

1) ضایعات اصطکاک (Friction loss)
2) ضایعات موضعی (Form loss or minor loss)

ضایعات اصطکاک (Friction loss)

این نوع ضایعات در نتیجه مقاومت سطحی جدار داخلی نل واقع میگردد. ضایعات اصطکاک را میتوان توسط فورمول های محاسبه نمائیم:

1. فورمول دارسی (Darcy's formula)
2. فورمول شیزی (Chezy's formula)
3. فورمول مانینگ (Manning's formula)
4. فورمول هیزن ویلیم (Hazen William's formula)

فورمول دارسی (Darcy's formula)

فورمول دارسی بیش از صد سال سابقه دارد و طوری ذیل میباشد:

$$H_L = \frac{f'L}{d}\frac{V^2}{2g}$$

که در فورمول فوق:

H_L ضایعات فشار به متر

L طول نل به متر

d قطر نل به متر

V سرعت جریان به m/sec

g تعجیل جاذبوی به m/sec^2

f′ ضریب اصطکاک که به صورت عموم قیمت آن از 0.02 (برای نل های جدید لشم) الی 0.075 (برای نل های کهنه درشت) تغیر میکند. قیمت این ضریب مربوط به عدد ریونالد $(R_e = \frac{Vd}{v})$ و درشتی نسبی $(\delta = \frac{2e}{d})$ نل میباشد.

قیمت ضریب اصطکاک را میتوان با استفاده از عدد ریونالد و درشتی نسبی از دیاگرام مودی (Moody diagram) بیگیریم.

Pipe absolute roughness values (RMS)		
Material	**Absolute roughness (in x 10^{-3})**	**Absolute roughness (micron or m x 10^{-6})**
Riveted steel[1]	36-360	915-9150
Concrete[1]	12-120	305-3050
Ductile iron[2]	102	2591
Wood stave[1]	3.6-7.2	91-183
Galvanized iron[1]	6	152
Cast iron – asphalt dipped[1]	4.8	122
Cast iron uncoated[1]	10	254
Carbon steel or wrought iron[1]	1.8	45
Stainless steel[1]	1.8	45
Fiberglass[3]	0.2	5
Drawn tubing – glass, brass, plastic[1]	0.06	1.5
Copper[2]	0.06	1.5
Aluminium[2]	0.06	1.5
PVC[2]	0.06	1.5
Red brass[2]	0.06	1.5

بعضاً فورمول دارسی را به شکل ذیل نوشته میکنند:

$$H_L = \frac{4fL}{d}\frac{V^2}{2g} \quad (f' = 4f)$$

فورمول شیزی (Chezy's formula)

فورمول شیزی قرار ذیل میباشد:

$$V = C(mi)^{1/2}$$

که در فورمول فوق:

V سرعت جریان آب به m/sec

C یک ثابت که معمولاً 55 در نظر گرفته میشود

m شعاع هایدرولیکی به m و مساوی به نسبت مساحت مقطع زنده بر محیط تر شده (A/P =) و

i میلان نل میباشد.

فورمول مانینگ (Manning's formula)

به صورت عموم فورمول مانینگ برای حل مجرا های گراویتی مورد استفاده قرار میگیرد ولی استفاده این فورمول برای حل مجرا های فشاری که رژیم جریان در آن توبیولینتی باشد نیز در صورت که قیمت ضریب درشتی (Roughness coefficient) n دقیق تعین گردد, نتایج خوب را به دست میدهد. شکل عمومی فورمول مانینگ قرار ذیل میباشد:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

که در فورمول فوق:

V سرعت جریان آب به m/sec

R شعاع هایدرولیکی $\left(= \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\pi d} = \frac{d}{4}\right)$ به m

S گرادیانت هایدرولیکی و

n ضریب درشتی مانینگ میباشد.

چون $S = H_L/L$ میباشد, در صورت که قیمت آن در معادله فوق وضع گردد رابطه ذیل حاصل میشود:

$$H_L = \frac{n^2 V^2 L}{R^{4/3}}$$

برای نلهای فشاری که دارای مقطع عرضی دایروی شکل باشد فورمول مانینگ را میتوان به شکل ذیل نوشته نمائیم:

$$V = \frac{0.003968 D^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

که در فورمول فوق D به mm میباشد.

قیمت ضریب مانینگ را میتوان از جدول ذیل بیگیریم.

Surface Material	Manning's Roughness Coefficient - *n* -
Asbestos cement	0.011
Asphalt	0.016
Brass	0.011
Brick	0.015
Canvas	0.012

Surface Material	Manning's Roughness Coefficient - *n* -
Cast-iron, new	0.012
Clay tile	0.014
Concrete - steel forms	0.011
Concrete (Cement) - finished	0.012
Concrete - wooden forms	0.015
Concrete - centrifugally spun	0.013
Copper	0.011
Corrugated metal	0.022
Earth, smooth	0.018
Earth channel - clean	0.022
Earth channel - gravelly	0.025
Earth channel - weedy	0.030
Earth channel - stony, cobbles	0.035
Floodplains - pasture, farmland	0.035
Floodplains - light brush	0.050
Floodplains - heavy brush	0.075
Floodplains - trees	0.15
Galvanized iron	0.016
Glass	0.010
Gravel, firm	0.023
Lead	0.011
Masonry	0.025
Metal - corrugated	0.022
Natural streams - clean and straight	0.030
Natural streams - major rivers	0.035
Natural streams - sluggish with deep pools	0.040
Natural channels, very poor condition	0.060
Plastic	0.009
Polyethylene PE - Corrugated with smooth inner walls	0.009 - 0.015
Polyethylene PE - Corrugated with corrugated inner walls	0.018 - 0.025
Polyvinyl Chloride PVC - with smooth inner walls	0.009 - 0.011
Rubble Masonry	0.017
Steel - Coal-tar enamel	0.010
Steel - smooth	0.012
Steel - New unlined	0.011
Steel - Riveted	0.019
Vitrified Sewer	0.013 - 0.015
Wood - planed	0.012
Wood - unplaned	0.013

Surface Material	Manning's Roughness Coefficient - *n* -
Wood stove pipe, small diameter	0.011 - 0.012
Wood stove pipe, large diameter	0.012 - 0.013

فورمول هیزن ویلیم (Hazen William's formula)

فورمول هیزن – ویلیم کاربرد وسیع دارد و طوری ذیل میباشد:

$$V = 0.85 C_H R^{0.63} S^{0.54}$$

که در فورمول فوق:

C_H ضریب ظرفیت هایدرولیکی که قیمت آن در جدول ذیل درج است. به هر اندازه که جدار داخلی نل لشم باشد, به همان اندازه قیمت این ضریب بلند تر است.

R شعاع هایدرولیکی نل به m و قیمت آن برای نل های مدور که مقطع آن کاملاً پر باشد عبارت از d/4 میباشد.

S میلان خط انرژی

V سرعت جریان آب در نل به m/sec میباشد.

Pipe material	Values of C_H depending among the smoothness of the pipe material
Concrete (regardless of age) کانکریت (صرف نظر از عمر)	**120**
Cast iron چدن	
5 years old عمر پنج سال	**130**
20 years old عمر بیست سال	**120**
Welded steel (New) فولاد ویلدنگ شده (جدید)	**100**
Riveted (New) پرچی شده (جدید)	**120**
Vitrified clay	**110**
Brick sewers نلهای بدرفت خشتی	**110**
Asbestos-cement ازبست سمنت	**140**

فورمول هیزن – ویلیم ممکن به شکل ذیل نیز نشان داده شود:

$$V = 1.0955 \times 10^{-4} \times C \times D^{0.63} \times H_f^{0.54}$$

که در فورمول فوق D به mm, V به m/sec و H_f ضایعات فشار آب m در 1000 m میباشد.

مثال.1. ضایعات اصطکاک را در یک نل که دارای قطر 80 mm, طول 400 m و سرعت جریان در آن 0.8 m/sec باشد محاسبه نمائیند. برای حل سوال از فورمول دارسی استفاده صورت گیرد. قیمت f = 0.007 در نظر گرفته شود.

حل

$$H_L = \frac{4fL}{d}\frac{V^2}{2g}$$

Where,

f = 0.007

L = 400 m

V = 0.8 m/sec

g = 9.81 m/sec

d = 80 mm = 0.08 m

$$H_L = \frac{4 \times 0.007 \times 400}{0.08}\frac{(0.8)^2}{2 \times 9.81} = 4.56\ m$$

مثال.2. برای یک نل بدرفت که دارای قطر 250 mm و به میلان 300 / 1 گذاشته شده باشد, مقدار جریان را در صورت محاسبه نمائیند که مقطع جریان به شکل مکمل پر باشد. حل سوال بر اساس فورمول های شیزی و مانینگ صورت گیرد. (n = 0.013 , C = 55)

a) حل سوال به فورمول شیزی

$$V = C(mi)^{1/2}$$

C = 55

$$R = \frac{(\pi d^2/4)}{(\pi/d)} = \frac{d}{4}$$

$$i = slope = \frac{1}{300}$$

d = 0.25 m

$$V = 55\sqrt{(d/4)i} = 55\sqrt{(0.25/4) \times (1/300)} = 55 \times 0.0144 = 0.79\ m/sec$$

$$Q = AV = (\pi d^2/4)V = \frac{3.142 \times 0.25 \times 0.25 \times 0.79}{4} = 0.0388\ m^3/sec\ = 38.8\ lit/sec$$

b) حل سوال به واسطه فورمول مانینگ

$$V = (0.003968/N)D^{2/3}S^{1/2}$$

N = 0.013, D = 250 mm and S = 1/300

$$V = \left(\frac{0.003968}{0.013}\right)(250)^{2/3}(1/300)^{1/2} = 0.693\ m/sec$$

$$Q = AV = \left(\frac{\pi d^2}{4}\right)0.693 = 34.02\ lit/sec$$

مثال.3. برای یک نل چدنی که قطر آن 250 mm و طول آن 4200 m باشد, مقدار ضایعات اصطکاک را در صورت محاسبه نمائیند که مقدار جریان آب در نل 5.7 mld باشد. برای حل سوال از فورمول هیزن – ویلیم استفاده صورت گیرد. قیمت C = 100 در نظر گرفته شود.

حل

$$Q = 5.7\ mld = \frac{5.7 \times 10^6}{1000 \times 60 \times 60 \times 24} = 0.06597\ m^3/sec$$

$$Q = A \times V$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.06597}{\pi D^2/4} = \frac{0.06597 \times 4}{3.14 \times 0.25 \times 0.25} = 1.34\ m/sec$$

$$V = 0.85 C_H R^{0.63} S^{0.54}$$

$$1.34 = 0.85 \times 100 \times (0.25/4)^{0.63} S^{0.54}$$

$$S = 0.012$$

$$S = \frac{H_f}{L}$$

$$H_f = S \times L = 0.0024 \times 4200 = 50.4\ m$$

مثال.4. با استفاده از دیاگرام مودی قیمت ضریب اصطکاک (f′) را در صورت تعین نمائیند که e = 0.002ft, قطر نل 1 ft, لزجیت سینماتیکی آب v = 14.1 x 10^{-6} ft^2/sec و سرعت جریان آب V = 0.141 ft/sec باشد.

حل

$$\frac{e}{d} = \frac{0.002}{1} = 0.002$$

$$R = \frac{VD}{v} = \frac{1 \times 0.141}{14.1 \times 10^{-6}} = 10000$$

با استفاده از قیمت های e/d = 0.002 و R = 10000 در دیاگرام مودی f′ = 0.034 حاصل میگردد.

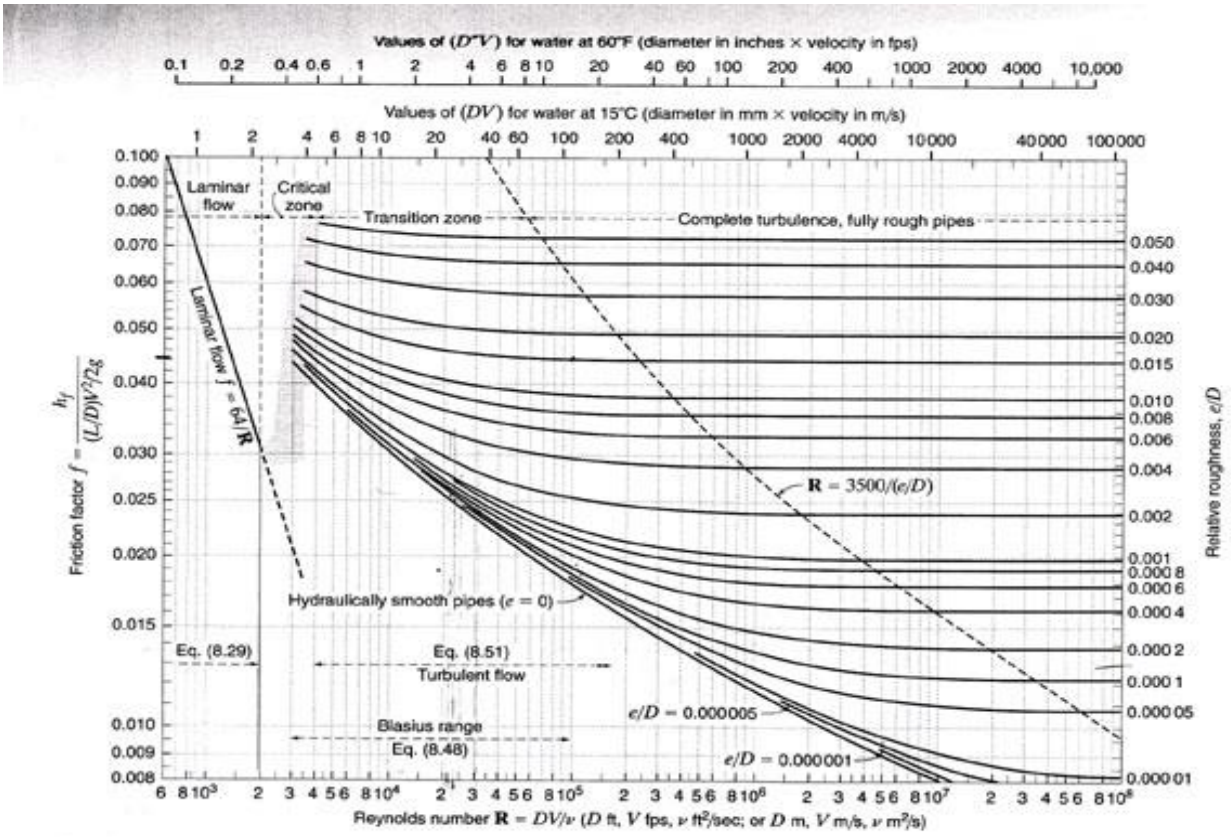


Figure 8.11
Moody chart for pipe friction factor (Stanton diagram).

NOMOGRAMS FOR HYDRAULIC COMPUTATIONS

The various flow formulas described in the previous article are quite complex and the computations are quite lengthy. The computational work becomes still lengthier while designing a full-fledged sewerage scheme. In order to reduce computational work, ready-made charts, nomograms and tables are available, based on various flow formulas discussed in the previous article.

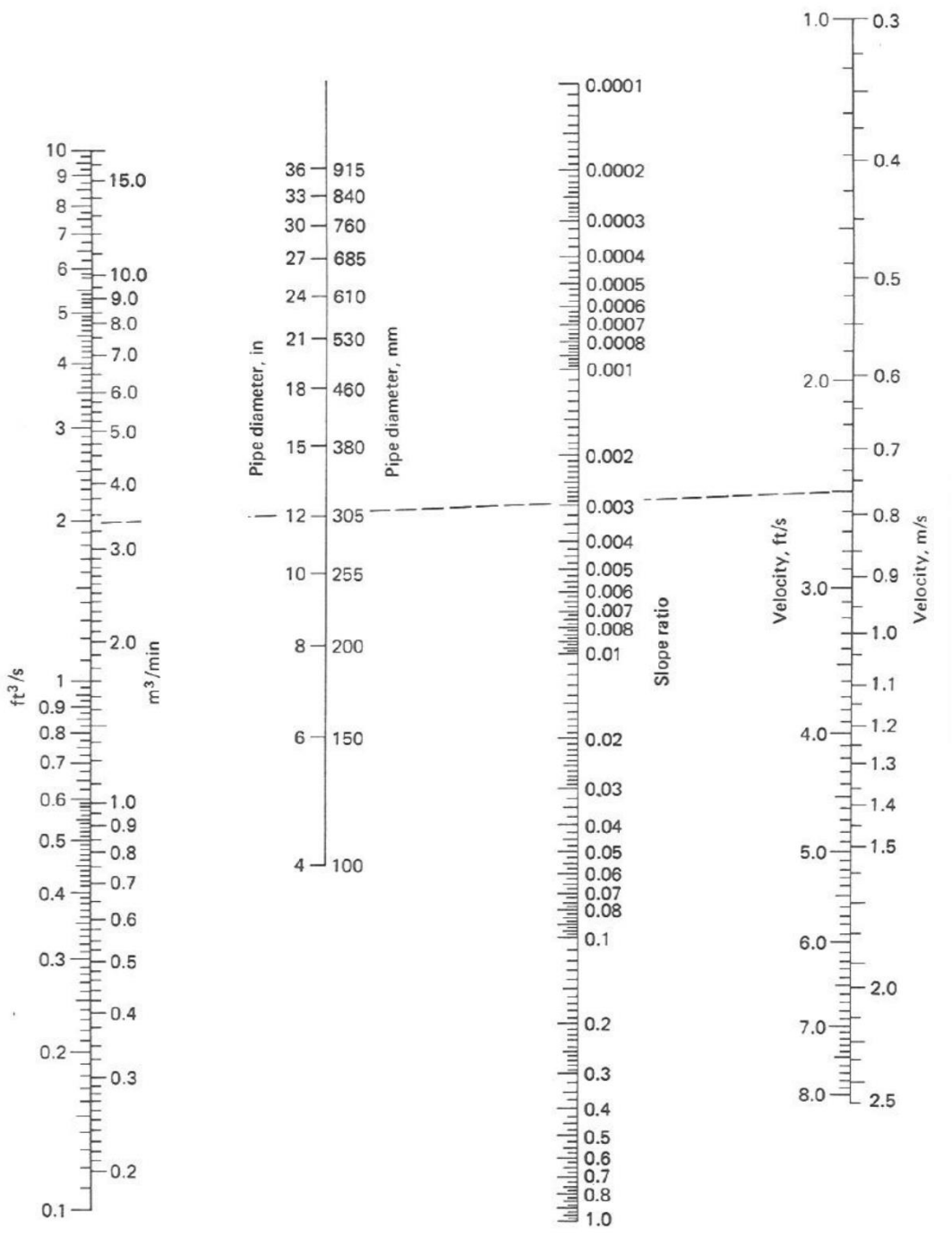
Nomograms based on Manning's formula:

Fig 1, 2 and 3 shows the nomograms for solution of Manning's formula for circular pipes running full, for N = 0.013 and for discharge ranges of 17, 170 and 1700 m^3/min respectively. The method of use of the nomograms is explained on fig 4.For example, let it be required to carry a discharge of 4.0 m^3/min with an average slope of 0.002 (i.e. 2 in 1000). A line AB is then drawn by placing the straight edge on point A corresponding to Q = 4 m^3/min on quantity scale and on point B corresponding to S = 0.002 on the slope scale. The straight line AB cuts the diameter scale at 350 mm and the velocity scale at 0.68 m/s. Thus, for the given data of Q = 4 m^3/min and s = 0.002, the diameter of the pipe will be 350 mm and the resulting velocity of flow will be 0.68 m/s when flowing full. Fig 5 gives the nomogram for computing Manning's formula, introducing various values of N, and used for all shapes of pipes and conduits, and also for open channels. Here, a pivot scale is introduced between R and V lines on one side and S and N lines of on the other side. The method of use is illustrated on the diagram itself. Generally, out of the four parameters (i.e. R, V, S and N), two are known (or assumed) and the other parameters are found from the nomogram. For example, let N = 0.015 and S = 0.002. Draw a line AB, keeping B corresponding to S =0.002 and A corresponding

to N = 0.015. This line will cut the pivotal scale at point P. Let the diameter of the conduit be 2m for which R = 0.5. Hence join point P to point C corresponding to R = 0.5m. This will intersect V line at point D which gives V = 1.75 m/s. Hence the corresponding discharge will be 5.5 m^3/s when pipe is running full.

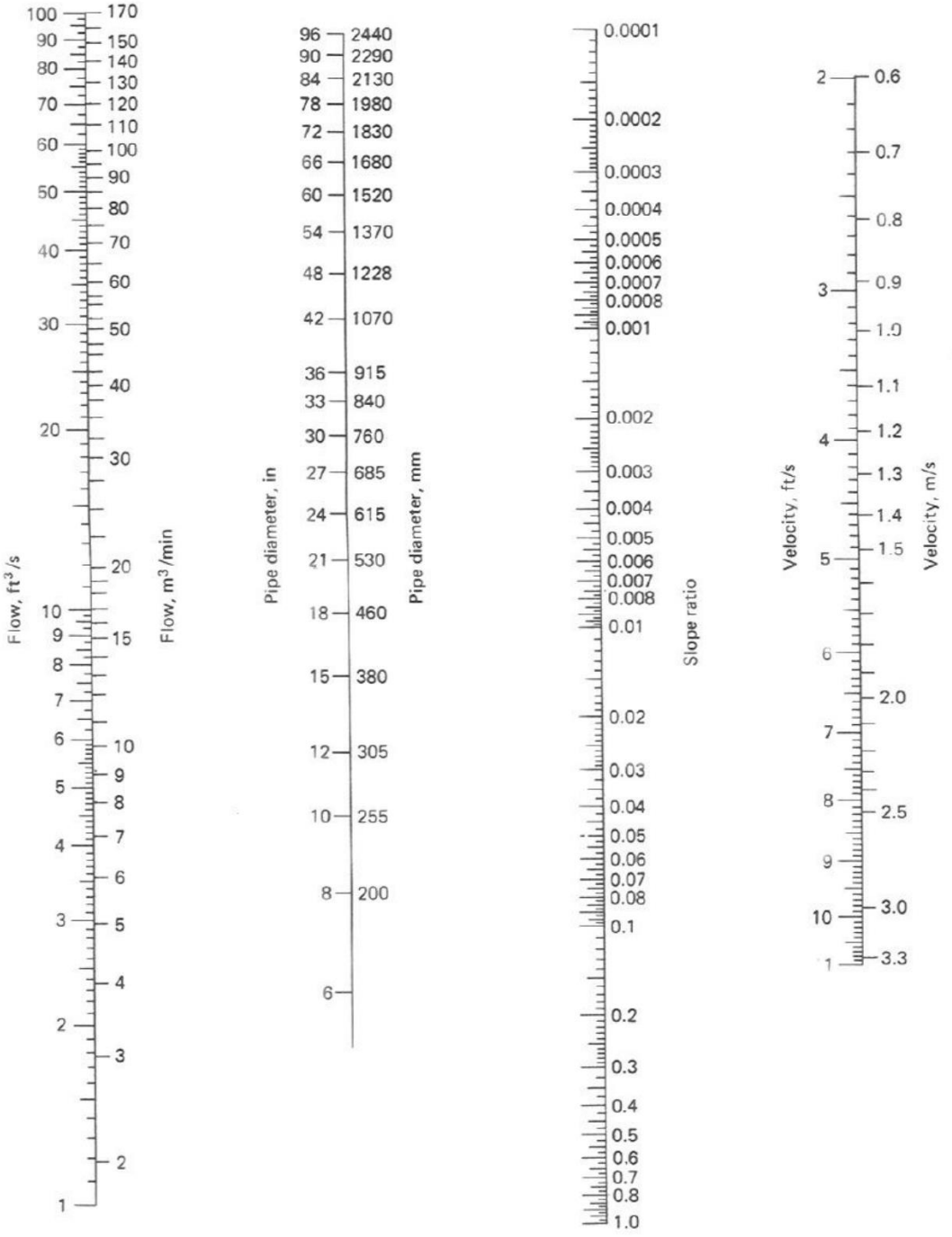
Nomogram for Hazen-William's formula

Fig 6 shows the nomograph based on Hazen-William's formula with the value of C = 100. By joining any two known values with a straight line, the other two unknown values can be easily determined with the help of the nomograph. For any other value of C, take the value from the chart and multiply it by C/100.



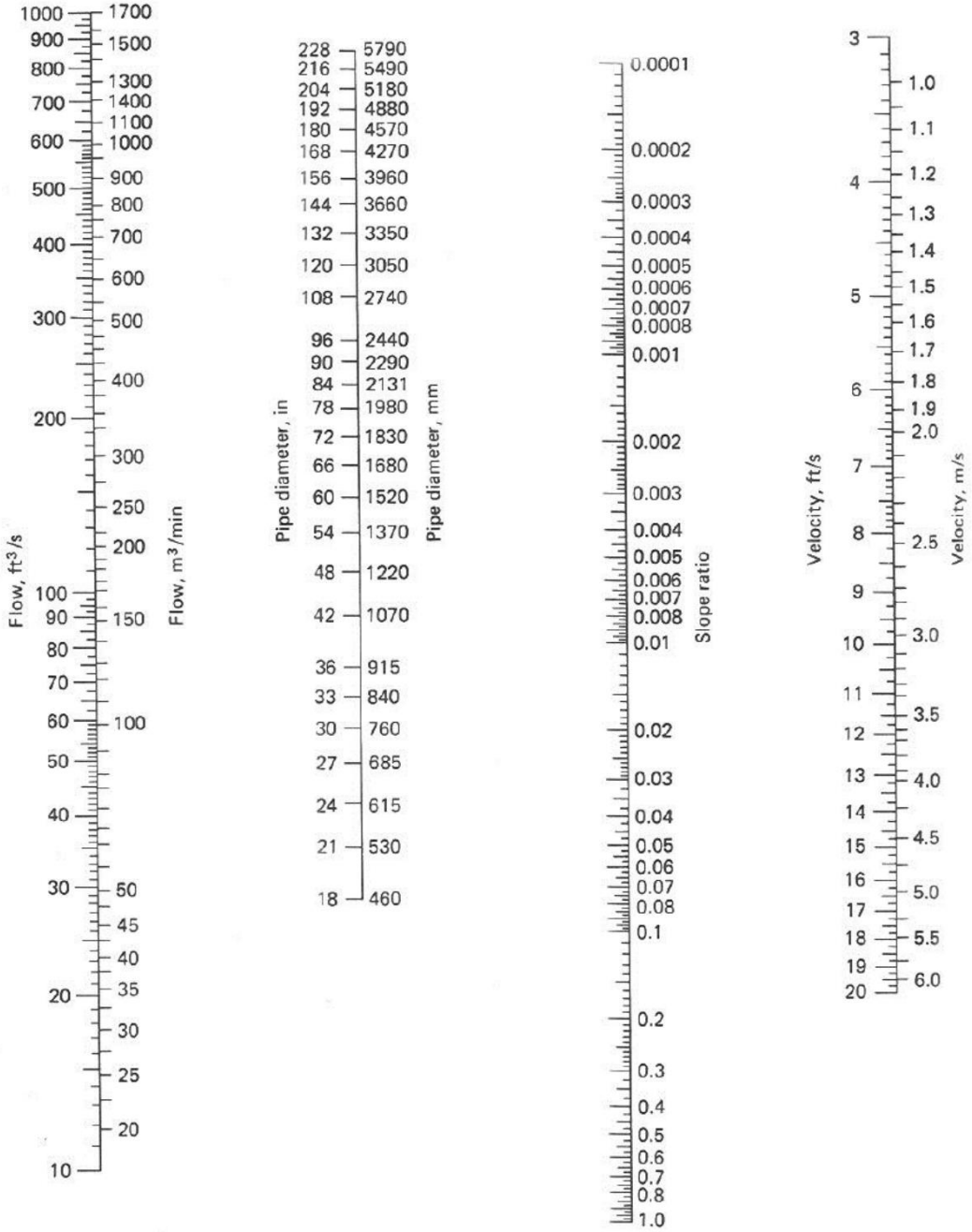
Nomogram for solution of Manning's equation for circular pipes flowing full (n = 0.013)

Figure 1



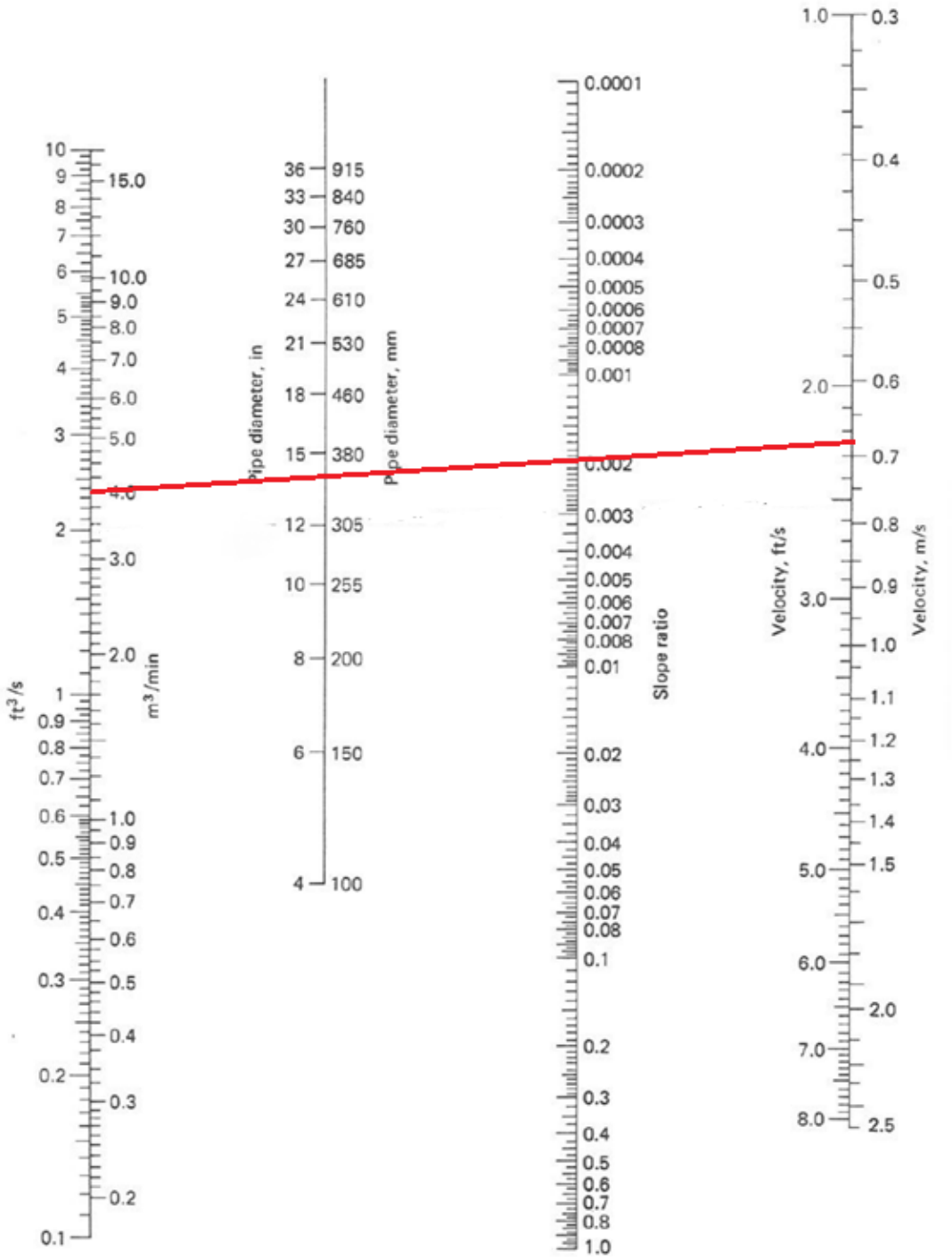
Nomogram for solution of Manning's equation for circular pipes flowing full (n = 0.013)

Figure 2



Nomogram for solution of Manning's equation for circular pipes flowing full (n = 0.013)

Figure 3



Nomogram for solution of Manning's equation for circular pipes flowing full (n = 0.013)

Figure 4

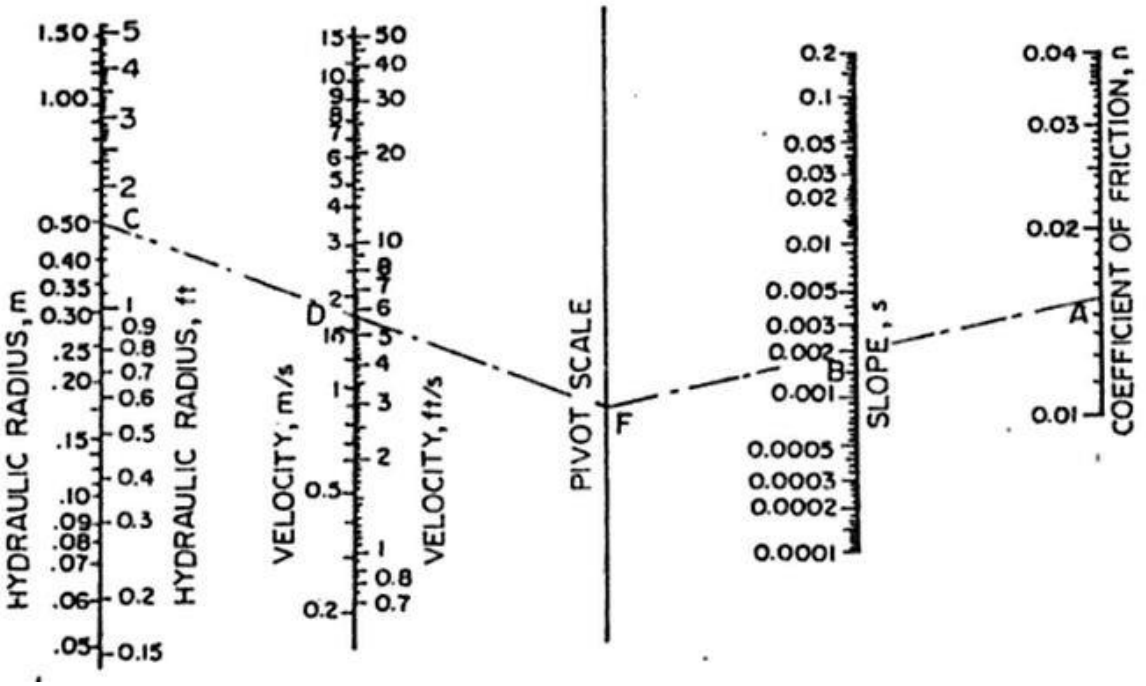
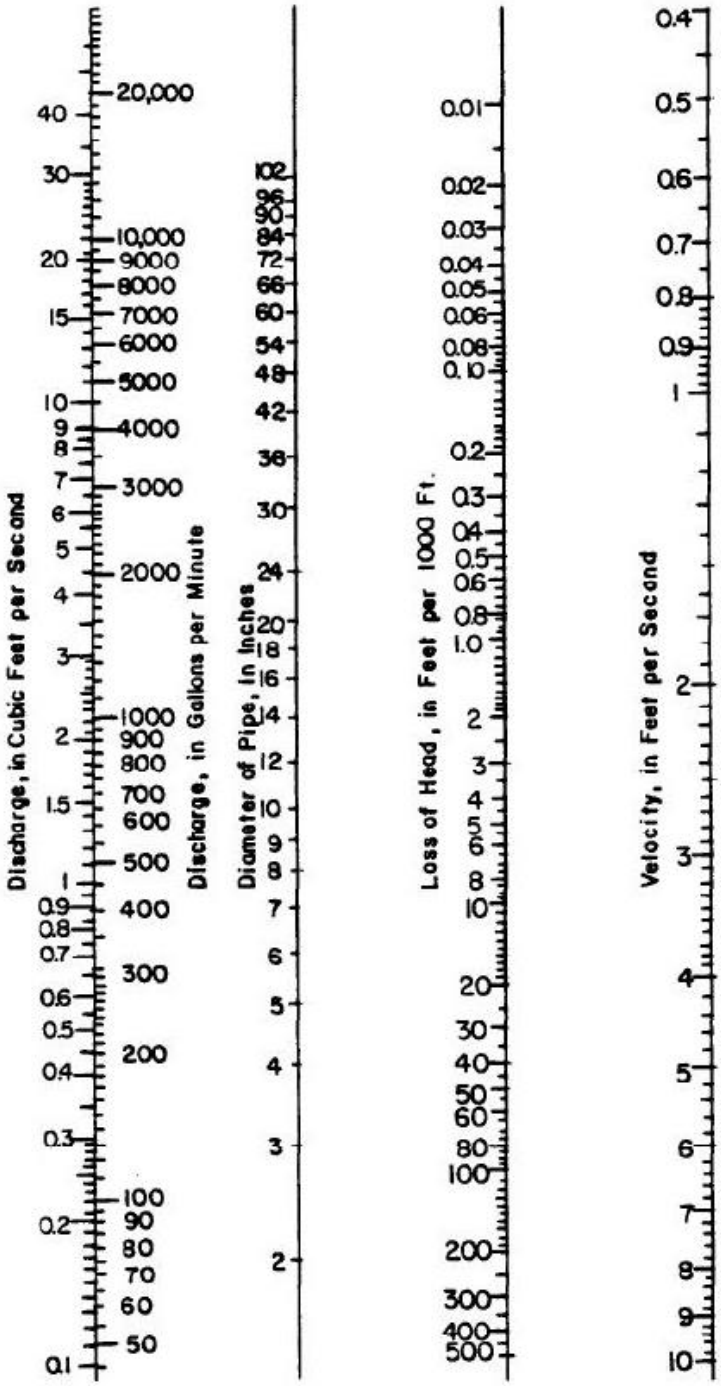

HYDRAULIC RADIUS, m
HYDRAULIC RADIUS, ft
VELOCITY, m/s
VELOCITY, ft/s
PIVOT SCALE
SLOPE, s
COEFFICIENT OF FRICTION, n
C
D
F
B
A

Figure 5



Nomograph for Hazen William's formula in which C=100

Figure 6

ضایعات موضعی (Form loss)

ضایعات موضعی عبارت از ضایعات فشار میباشد که در پرزه جات (Fittings) صورت میگیرد. به صورت عموم مقدار ضایعات موضعی در شبکات آبرسانی داخلی به طریقه طول معادل محاسبه میشود. طول معادل عبارت از طول نل میباشد که مقدار ضایعات اصطکاک آن برابر با مقدار ضایعات موضعی در یک فیتنگ مشخص باشد.

جدول ذیل طول معادل بعضی از فیتنگ باب را نشان میدهد:

Type of fittings	Approximate equivalent length in pipe diameter (i.e Diameter x this value gives in mm)
90^0	**30-36**
Easy bend	**10**
Flush connection to cistern or tank	**20**
Tee	
Straigth	**20**
Reducing one side	**30**
Reducing two sides	**36**
Water entering branch	**70 to 90**
Gate valve	**7**
Globe valve	**340**

مثال. در یک نل که قطر آن 15 mm بوده و طول آن 3 m باشد, دارای سه زانو خم (bend) و یک وال دروازه ئی (Gate valve) میباشد, طول موثر نل را محاسبه نمائیند.

حل.

طول معادل دو عدد زانو خم های 90^0 = 2 x 15 mm x 36 = 1080 mm = 1.08 m

طول معادل یک عدد وال دروازه یی = 1 x 15 mm x 7 = 105 mm = 0.1 m

طول موثر نل دارای قطر 15 mm = 3 m + 1.08 m + 0.1 m = 4.18 m

بدین ترتیب مقدار ضایعات اصطکاک باید نظر به 4.18 m طول نل محاسبه شود.

فصل هشتم

ذخائیر آب تعمیرات

موجودیت ذخیره آب در محوطه تعمیر ضروری پنداشته میشود چون در شبکه شهری ممکن جریان دوامدار آب را نداشته باشیم. به همین ترتیب ذخایر آب باید در هنگام وقوع حریق مقدار کافی آب را تهیه کنند. ذخایر آب هنگام مصارف اعظمی مشکلات کمبود آب را نیز برطرف میسازند. برای آبرسانی تعمیرات بلند منزل مجودیت ذخایر آب در محوطه ساختمان نیز یک امر ضروری میباشد. ظرفیت تانک های ذخیروی آب در ساختمان ها مربوط به فکتور های ذیل میباشد:

i. ساعت های آبرسانی
ii. نورم مصرف آب
iii. حجم ضد حریق

ذخایر ارتفاعی (Overhead storage)

در صورت که آبرسانی شهری به شکل دوامدار با فشار مورد نیاز که بتواند آب را به بلند ترین گره تعمیر بلند کند, در آنصورت برای ذخایر ارتفاعی ضرورت نه میباشد. در اینصورت میتوان تمام لوازم بهداشتی به جریان مستقیم شبکه شهری وصل نمائیم. ولی در صورت که در شبکه شهری فشار کافی موجود نباشد و یا هم سیستم وقفه ئی باشد, در آنصورت استفاده تانک های ارتفاعی آب لازم میگردد.

برای ساختمان های رهایشی حجم ذخایر ارتفاعی را معمولاً برای 1/2 روز در نظر میگیرند. حجم ذخایر ارتفاعی را میتوان بر اساس نفوس و یا هم تعداد لوازم بهداشتی در ساختمان تعین نمائیم. معمولاً برای یک منزل که تعداد افراد فامیل آن 5 الی 8 باشد, یک تانک که حجم آن $1\ m^3$ باشد کافی میباشد.

ذخایر ارتفاعی باید در قسمت های پوشش فوقانی ساختمان به شکل مناسب طوری جابجا گردد که وزن آن به گادرها و پایه های منزل به شکل مصئون انتقال گردد. ذخایر ارتفاعی به صورت عموم به سه بخش عمده ذیل تقسیم میگردند:

a) ذخایر آهنکانکریتی
b) ذخایر فلزی
c) ذخایر پلاستیکی

ذخایر زمینی (Underground storage)

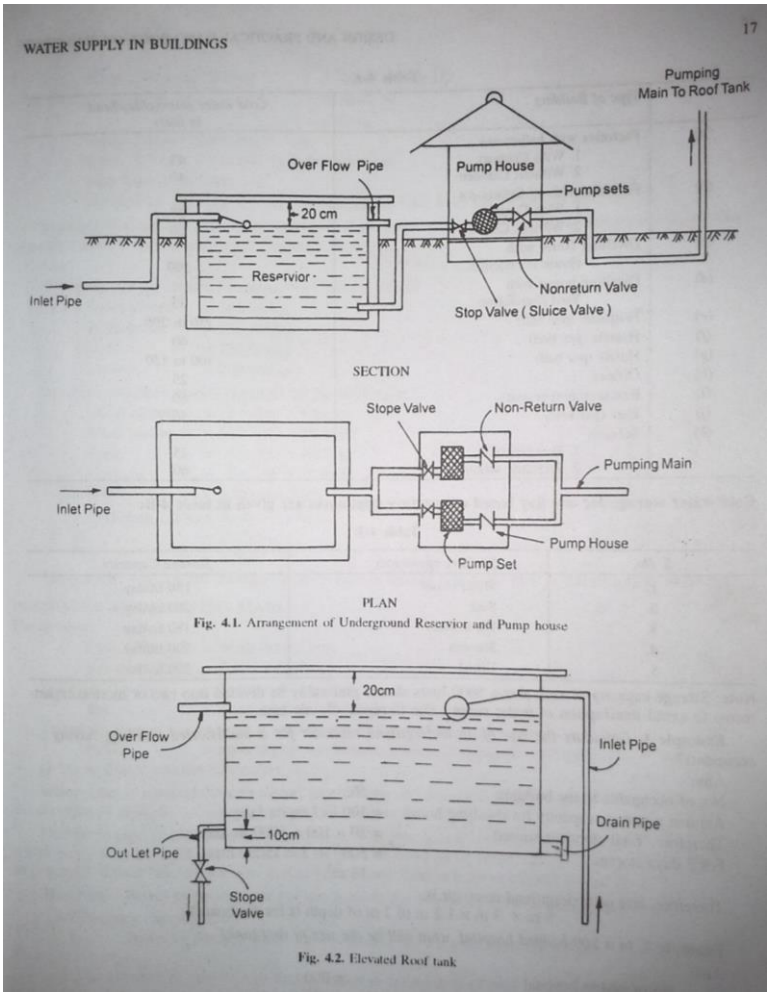
در صورت که فشار آب در شبکه شهری به اندازه کافی نباشد و انتقال آب از شبکه شهری به تانک ارتفاعی به شکل مستقیم ممکن نباشد, در آنصورت از ذخایر زمینی آب استفاده صورت میگیرد. آب ذخیره شده در ذخایر زمینی توسط پمپ ها به تانک های ارتفاعی انتقال داده میشود. استفاده مستقیم پمپ ها بالای نلهای شبکه شهری مجاز نبوده, چون این کار سبب کم شدن فشار آب در ساختمان های مجاور میشود.

حجم ذخایر زمینی معمولاً برای 2 الی 3 روز در نظر گرفته میشود. در صورت که ذخایر زمینی در زیر سطح زمین قرار گیرند در آنصورت نل سرریزه ئی باید حد اقل 20 cm نسبت به سطح زمین بلند تر قرار داده شود. برای ذخایر آب حد اقل یک نل تهویه که قطر آن 50 mm باشد نیز باید در نظر گرفته شود. زمان پر شدن ذخایر زمینی معمولاً به اندازه 3 الی 6 ساعت در نظر گرفته میشود.

ذخایر زمینی به معمولاً از جنس کانکریت و یا خشت اعمار میگردند. این نوع تانک ها باید در برابر فشار ستاتیکی آب مقاومت کافی را داشته باشند. ذخایر زمینی از طریق اتصال شبکه شهری آب پر میگردند. در قسمت پوشش یا سقف آن جهت مسایل پاک کاری و حفظ و مراقبت باید یک سرپوش در نظر گرفته شود. در قسمت ذخایر زمینی یک پمپ مناسب جهت انتقال آب به ذخایر ارتفاعی و یا هم منازل مختلف ساختمان باید در نظر گرفته شود. در قسمت ذخایر زمینی نقاط ذیل را باید در نظر داشت:

- ✓ از ذخایر زمینی باید هیچگونه تراوش آب صورت نه گیرد.
- ✓ ذخایر زمینی به در قسمت های که در سطح پائین قرار داشته باید قرار نه گیرند.

- ✓ آبهای زمینی باید به ذخیره اب نفوذ نکند.
- ✓ ذخایر زمینی به در نزدیکی های نلهای بدرفت, چاه های فاضلاب, چاه های تیل وغیره باید قرار نداشته باشند.
- ✓ سطح سرریزه یی ذخیره آب باید از سطح زمین در یک سطح بلند تر قرار داشته باشد.
- ✓ پوشش ذخایر زمینی باید در برابر بارهای زنده عراده جات مقاوت کافی را داشته باشند.
- ✓ دیوار های استنادی کانکریتی و یا خشتی باید در برابر فشار خاک زمانیکه که ذخیره آب خالی باشد, مقاومت کافی را داشته باشند.



خواسته های عمده نسبت به ذخایر آب

ذخایر مصارف رهایشی آب باید خواسته های ذیل را برآورده ساخته بتوانند:

1. ذخایر آب باید نفوذ ناپذیر آب باشند. آنها باید از مواد غیر خورنده و غیر زهری باید ساخته شوند. سطح داخلی ذخایر باید لشم باشد. برای ذخایر آب تعداد منهولهای لازم جهت پاک کاری باید در نظر گرفته شود.
2. برای ذخایر آب نل تهویه باید در نظر گرفته شود. نل تهویه نیز سبب جلوگیری فشار های منفی در ذخیره میشود.
3. ذخایر آب باید یک نل سر ریزه یی را داشته باشد.
4. به خاطر شستشو ذخیره, یک نل باید در قسمت کف ذخیره در نظر گرفته شود.
5. تحت هیچ نوع شرایط نلهای سرریزه یی و نلهای شستشو باید مستقیماً به نل بدرفت وصل نگردند.
6. جهت جلوگیری ورود حشرات به داخل ذخیره آب, باید برای نلهای سرریزه یی و نلهای شستشو یک پرده یا جالی مناسب در نظر گرفته شود.

تجهیزات ذخیره آب (Water tank appurtenances)

تجهیزات اساسی یک ذخیره آب قرار ذیل میباشند:

1) نل ورودی (Inlet pipe)
2) نل خروجی (Outlet pipe)
3) نل سرریزه ئی (Over flow pipe)
4) نل شستشو (Drain pipe)
5) وال (Stop valve)
6) (Float switch)

جدول ذیل نورم مصرف آب را برای مقاصد و ساحات مختلف نشان میدهد.

شماره	نوعیت ساختمان	نورم مصرف آب
1	کارخانه های که مجهز با حمام باشند. 1) با کانتین 2) بیدون کانتین	 45 40
2	کارخانه های که مجهز با حمام نباشند. 1) با کانتین 2) بیدون کانتین	 25 20
3	ساختمان های رهایشی	100 الی 120
4	شفاخانه ها (فی بستر)	150 الی 200
5	لیلیه ها (فی بستر)	60
6	هوتل ها (فی بستر)	100 الی 150
7	دفاتر	25
8	رستورانت (فی خوراک)	50
9	مکاتب 1) روزانه 2) مکاتب که داری لیلیه باشد.	 15 60

جدول ذیل ذخیره آب را برای لوازم حفظ الصحوی مختلف نشان میدهد.

شماره	لوازم حفظ الصحوی (بهداشتی)	ذخیره آب
1	کمود	180 liters/day
2	ظرفشوی	200 liters/day
3	دستشوی	180 liters/day
4	شاور	200 liters/day
5	بول دانی	200 liters/day

مثال. اندازه های ذخیره زمینی را برای یک ساختمان بلند منزل در صورت محاسبه نمائیند که نفوس آن 50 نفر باشد. نورم مصرف آب 100 liter/cap/day میباشد.

حل. ظرفیت ذخیره زمینی را برای سه روز در نظر میگیریم بدین ترتیب حجم ذخیره زمینی طوری ذیل حاصل میگردد:

نفر 50 = نفوس

100 liter/cap/day = نورم مصرف آب

50 x 100 = 5000 liters/day = حجم یک روزه ذخیره زمینی

3 x 5000 = 15000 liters = 15 m^3 = حجم سه روزه ذخیره آب

در نتیجه اندازه های ذخیره آب را میتوان با استفاده از حجم آن قرار ذیل نوشت:

5 m x 3 m x 1.2 (0.2 m برای سطح آزاد یا فریبورد)

مثال. برای یک شفاخانه 200 بستر حجم ذخیره ارتفاعی را محاسبه نمائیند.

حل

200 = تعداد بستر

200 Liters/bed = نورم مصرف آب

200 x 200 x 1/2 = 2000 liters = 2 m^3 = ذخیره آب برای نیم روز

پس دو عدد تانک فلزی که اندازه های هر کدام آن (4 m x 2.5 m x 1.2 m (0.2 m is for freeboard باشد, باید در نظر گرفته شوند.

مثال. حجم یک تانک ارتفاعی را در صورت محاسبه نمائیند که تعمیر دارای 5 کمود, 10 دستشوی, 5 ظرفشوی و 5 شاور باشد.

حل

حجم ذخایر مورد نیاز برای لوازم حفظ الصحوی طوری که در جدول نشان داده شده قرار ذیل میباشند:

Water closet = 180 liters/day

Wash basin = 180 liters/day

Sink = 200 liters/day

Shower = 200 liters/day

در اینصورت مقدار مجموعی مورد نیاز ساختمان را میتوان طوری ذیل محاسبه نمائیم:

Water Closets = 5 x 180 = 900 liters

Wash basins = 10 x 180 = 1800 liters

Sinks = 5 x 200 = 1000 liters

Showers = 5 x 200 = 1000 liters

Therefore ½ day Storage = 4700/2 = 2350 liters = 2.35 m^3

Adopt a roof tank of 3 m^3 storage capacity. Size of tank = 2 m x 1.5 m x 1.2 m (0.2 m is freeboard)

پمپ و نل پمپاژ (Pump sets and pumping main)

طاقت مورد نیاز پمپ را میتوان طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$Power = Work\ done\ /\ time$$

$$But\ Work\ done = Force\ \times Distance$$

$$Therefore, Power = Force\ \times distance\ /\ time$$

$$But, Force = mass\ \times acceleration$$

$$Therefore, Power = mass\ \times acceleration \times distance\ /\ time$$

$$Power = mass\ (Kg) \times acceleration\ (m/sec^2)\ \times\ distance\ (m)\ /\ time\ (\text{sec})$$

Watts

$$1\ Horse\ power = 0.746\ Kilowatts$$

زمانیکه مقدار جریان آب به یک نل پمپ گردد, اصطکاک جدار نل و تعجیل جاذبوی در برابر آن عمل میکند. بناءً به یک قوه که در برابر این فکتور عمل کند نیاز میباشد.

مقدار ضایعات اصطکاک را از جنس متر نشان میدهند که مقدار آن را با ارتفاع عمودی که آب در آن بلند میشود, جمع میکنند. کار اجراء شده عبارت از حاصل ضرب کتله آب, تعجیل جاذبوی و فشار مجموعی میباشد.

به این ترتیب برای طاقت پمپ نوشته میکنیم که:

$$Power\ of\ pump = mass\ \times acceleration\ due\ to\ gravity\ \times total\ head/(1\ second\ \eta)$$

که در فورمول فوق η عبارت از موثریت پمپ بوده و معمولاً در حدود 65% در نظر گرفته میشود. در نهایت فورمول را میتوان طوری ذیل نوشت:

$$P = \frac{m.g.H}{0.746\eta} \quad Hp$$

سرعت جریان آب در نل پمپاژ باید در انتروال 1.5 – 3.0 m/sec باشد.

مثال. برای یک تعمیر چهار منزله که دارای 50 نفر ساکنین باشد حجم ذخیره آب, قطر نل پمپاژ و طاقت پمپ را در صورت محاسبه نمائیند که نورم مصرف آب 100 liters/cap/day باشد.

a) حجم ذخیره آب (Storage capacity of roof tank)

$$\text{نورم مصرف آب} = 100\,\frac{liters}{day}$$

$$\text{مصرف مجموعی روز وار} = 100 \times 50 = 5000\ liters$$

$$\text{حجم ذخیره آب} = \frac{5000}{2}\,liters = 2500\ liters = 2.5\ m^3$$

پس حجم ذخیره آب $3\ m^3$ انتخاب میگردد که ابعاد آن در ذیل میباشند

$$\text{ابعاد ذخیره آب} = 2\ m\ \times 1.5\ m\ \times 1.2\ m\ (0.2m\ for\ freeboard)$$

b) نل پمپاژ (Pumping main)

چون حجم ذخیره آب $3\ m^3$ میباشد, بناءً در صورت که ذخیره آب در مدت 2 ساعت پر گردد, مقدار جریان آب را میتوان طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$= \frac{3\ m^3}{2\ hours} = \frac{3}{2 \times 60 \times 60} = 0.0004166 \frac{m^3}{sec} = 0.4166 \frac{lit}{sec} \sim 0.5\ lit/sec$$

سرعت جریان آب را میتوان بر اساس فورمول غیر منقطع شدن طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$Q = A.V$$

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

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

سرعت جریان آب را به اندازه 1.5 m/sec در نظر میگیریم

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi.V}} = \sqrt{\frac{4 \times 0.5}{3.14 \times 1.5 \times 1000}} = 0.02059\ m = 20.59\ mm$$

چون قطر یک قطر نسبتاً کمتر است, به همین دلیل قطر نل 32 mm انتخاب میگردد.

سرعت واقعی در نل طوری ذیل محاسبه میگردد:

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 0.5}{1000 \times 3.14 \times 0.032^2} = 0.62\ m/sec$$

c) ست پمپ (Pumping sets)

$$\text{فشار مجموعی} = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5) + 10\%H$$

که در فورمول:

H_1 ضایعات اصطکاک به m

H_2 ضایعات موضعی (معمولاً در هر پرزه و وال 0.5 m فرض میگردد.)

H_3 ارتفاع مجموعی به m

H_4 فشار انجامی (2 m در نظر گرفته میشود)

H_5 ضایعات پمپ (2 m فرض میگردد)

$$H_3 = \text{طول عمودی نل پمپاژ} = 4 \times 4 + 1(\text{ارتفاع تانک}) = 17\ m$$

در رابطه فوق ارتفاع هر منزل 4 m در نظر گرفته شده و ارتفاع مجموعی تعمیر چهار منزله 16 = 4 x 4 میباشد.

در صورت که طول افقی نل 10 m باشد در آنصورت طول مجموعی نل پمپاژ را میتوان طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$= 17\ m + 10\ m = 27\ m$$

مقدار ضایعات اصطکاک را میتوان در طول مجموعی 27 m با استفاده از فورمول دارسی – ویسباخ محاسبه نمائیم:

$$H_1 = \frac{f'lV^2}{2gd} = \frac{0.028 \times 27 \times (0.62)^2}{2 \times 9.81 \times 0.032} = \frac{0.29}{0.63} = 0.46\ m$$

در صورت که تعداد مجموعی پرزه جات (fittings) 4 باشد, در آنصورت مقدار ضایعات موضعی را میتوان طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$H_2 = 4 \times 0.5 = 2\ m$$

در نهایت فشار مجموعی که در برابر آن پمپ باید فعالیت کند طوری ذیل محاسبه میشود:

$$H = 0.46 + 2 + 17 + 2 + 2 + 0.1(0.46 + 2 + 17 + 2 + 2) = 23.46 + 2.346 = 25.806\ m \sim 26\ m$$

$$P = \frac{m.g.H}{746.\eta} = \frac{0.5 \times 9.81 \times 26}{0.746 \times 0.65} = \frac{127.53}{484.9} = 0.26\ Hp$$

با در نظر داشت قیمت فوق دو ست پمپ (یک پمپ دسته دم یا Standby میباشد) که طاقت هر کدام آن 0.5 Hp باشد انتخاب میگردد.

مقدار آب مورد نیاز ساختمان (Water demand for a building)

مقدار مجموعی آب مورد نیاز روزانه وار را میتوان از حاصل ضرب نفوس و نورم مصرف آب به دست آورد. تعداد نفوس ساختمان باید نظر به نوعیت ساختمان تخمین گردد.

اساسات دیزاین (Principles of design)

دیزاین آبرسانی داخلی تعمیرات باید طوری صورت گیرد که مقدار جریان کافی در تمام لوازم بهداشتی منازل مختلف ساختمان قابل دسترس باشد. قابل یاد آوری است که در یک ساختمان تمام لوازم بهداشتی همزمان مورد استفاده قرار نه میگیرند. در صورت که قطر نل نظر به استفاده تمام واحدات مصرفی در یک وقت تعین گردد, در آنصورت این کار یک قطر بزرگ, غیر ضروری و غیر اقتصادی را به دست میدهد. اما میتوان از این فرضیه زمانیکه تعداد ساعت های آبرسانی کم و محدود باشد, استفاده نمائیم. به همین ترتیب استفاده همزمان تمام لوازم بهداشتی نیز ممکن در تشناب های فابریکات, لیله ها, ورزش گاه ها, عبادت گاه ها وغیره واقع گردد. در چنین نوع شرایط از تمام واحدات مصرفی در یک وقت استفاده شده و لازم است تا قطر یا اندازه نل آبرسانی نظر به 100% مصرف تعین گردد. اما در تعمیرات که استفاده نورمال آب در آن صورت گرفته, برای تعین نمودن مقدار مصرف آب در یک وقت معین باید به روش های خاص تعین گردد. ساده ترین فورمول که مقدار مصرف آب را در یک زمان معین به دست میدهد قرار ذیل میباشد:

$$n = \sqrt{N}$$

که در فورمول فوق:

n عبارت از تعداد احتمالی لوزام بهداشتی است که در یک وقت مورد استفاده قرار میگیرند.

N عبارت از تعداد مجموعی لوازم بهداشتی میباشد.

مقدار جریان مورد نیاز لوازم مختلف بهداشتی در جدول داده شده است. علاوه براین برای جریان های لوزام بهداشتی یک ثابت که به نام واحد یا ضریب بارگذاری لوازم بهداشتی (Fixture unit or Loading Unit – F.U) یاد میشود نیز استفاده میگردد. این نوع واحدات مستقیماً با مقدار جریان مورد نیاز لوازم بهداشتی کدام رابطه حسابی ندارند, اما مربوط به بعضی فکتور ها مانند زمان اوسط استفاده لوزم بهداشتی وغیره میباشد.

مقدار جریان خالص مورد نیاز یک تعمیر را میتوان از حاصل ضرب تعداد اپارتمان ها (که داری یک تشناب و یک آشپزخانه بوده) و مقدار جریان واحد مصرفی که دارای اعظمی قیمت بوده, به دست آورد. طوری مثال در صورت که یک منزل مسکونی دارای یک کمود, یک تب, یک ظرفشوی و یک نل وضو باشد, در آنصورت مقدار جریان خالص مورد نیاز تعمیر با استفاده از جدول عبارت از 0.2 lit/sec میباشد, چون این مقدار جریان اعظمی بوده که مربوط به واحد مصرفی تب میباشد.

برای ساختمان های کوچک اندازه های نلهای آبرسانی را میتوان بر اساس تجارب تعین نمائیم. اما برای ساختمان های بزرگ و مرتفع لازم میگردد تا اندازه های نلهای آبرسانی بر اساس محاسبات تعین گردد. به صورت عموم در یک تعمیر از تمام لوازم بهداشتی همزمان استفاده صورت نه میگیرد و ممکن یکتعداد معین لوازم بهداشتی در یک وقت مورد استفاده قرار گیرند. بناءً مقدار جریان اعظمی در شبکات آبرسانی داخلی باید بر اساس یک تعداد معین لوازم بهداشتی که ممکن در یک وقت مورد استفاده قرار گیرند, تعین گردد. برای محاسبه نمودن چنین مقدار جریان میتوان از معادله احتمالات (Probability equation) استفاده نمائیم. از این معادله زمانی استفاده صورت میگیرد که مقدار جریان مصرف شده از یک واحد مصرفی بیشتر از 0.5 lit/sec نباشد. معادله احتمالات قرار ذیل میباشد:

$$Q = 0.25(Z_1 + Z_2 + \cdots + Z_n)^{1/2}$$

که در فورمول فوق:

Z واحد بارگذاری و

Q مقدار جریان که به شکل همزمان از یک تعداد معین لوازم بهداشتی صورت میگیرد.

برای تعداد معین یک واحد مصرفی, قیمت z را میتوان طوری ذیل تعین نمائیم:

$Z =$ تعداد واحدات مصرفی $\times$ قیمت واحد بارگذرای برای یک واحد مصرف مشخص

جدول ذیل که براساس معادله احتمالات تشکیل شده است, واحدات بارگذاری را برای انواع مختلف لوازم بهداشتی نشان میدهد.

شماره	لوازم بهداشتی	مقدار جریان (lit/sec)	واحدات بارگذاری
1	کمود, بیدیت, دستشوی	0.125	0.50
2	وال فلش (بول دانی)	0.125	0.50
3	ظرفشوی	0.25	1.00
4	شاور	0.25	1.00
5	تب حمام	0.35	1.96
6	وال فلش (کمود)	0.25	4.32
7	تب کالاشوئی	0.52	1.00
8	ماشین کالاشوئی	0.25	1.00
9	شیردهن (20 mm)	0.30	1.44
10	شیر دهن (15 mm)	0.20	0.04
11	تانک بول دانی	0.004	باید محاسبه شود
12	شیر دهن فواران	0.04	باید محاسبه شود.

مثال. مقدار جریان را برای یک نل آبرسانی که به تعداد 3 کمود, 3 دستشوی, 3 شاور و 2 ظرفشوی از آن تغذیه گردد, محاسبه نمائیند.

حل. با استفاده از معادله احتمالات نوشته میکنیم که:

$Z_1 = 3 \times 0.5 = 1.5$ کمود

دستشوی $Z_2 = 3 \times 0.5 = 1.5$

شاور $Z_3 = 3 \times 1 = 3.0$

ظرفشوی $Z_4 = 2 \times 1 = 2.0$

مجموعه 8.0

$$Q = 0.25(Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4)^{1/2}$$

$$Q = 0.25(1.5 + 1.5 + 3 + 2)^{1/2}$$

$$Q = 0.25(8)^{1/2}$$

$$Q = 0.25 \times 2.82 = 0.7\ liters/second$$

مقدار جریان در نلهای آبرسانی مربوط به طول, قطر, درشتی و فشار ارتفاعی میباشد. برای محاسبه نمودن مقدار ضایعات اصطکاک میتوان از فورمول های هایدرولیکی مجرا های بسته استفاده نمائیم. به صورت عموم مقدار ضایعات موضعی در شبکات آبرسانی داخلی به طریقه طول معادل محاسبه میشود.

یاداشت:

به صورت عموم فشار انجامی (Terminal head) در نوک هر واحد مصرفی باید به اندازه 2 m (0.2 kg/cm^2) باشد.

ضایعات معمول فشار در شیر دهن ها و طول معادل آنها در جدول ذیل نشان داده شده است:

قطر نل mm	مقدار جریان (lit/sec)	ضایعات فشار (m)	طول معادل (m)
15	0.15	0.5	3.7
	0.2	0.8	3.7
20	0.3	0.8	11.8
25	0.6	1.5	22.0

سرکوب حد اقل مورد نیاز در لوازم مختلف بهداشتی در جدول ذیل نشان داده شده است.

1.	Bath tub (Hand spray)	0.8 m (15 mm, Q = 0.2 lit/sec)
2.	Wash Basin	0.5 m (15 mm, Q = 0.15 lite/sec)
3.	Water Closet	0.5 m (15 mm, Q = 0.10 lit/sec)
4.	Sink 15 mm 20 mm	 0.5 m (15 mm, Q = 0.15 lit/sec) 0.8 m (20 mm, Q = 0.3 lit/sec)
5.	Float valve	0.3 m
6.	Shower	0.8 m to 1 m

تعین نمودن اندازه های نلها (Sizing of Pipes)

معمولاً فشار اولیه موجود نظر به نل خروجی تانک ذخیروی تعین میگردد.

در تعین نمودن اندازه های نلهای آبرسانی معمولاً طریقه آزمایش و خطا (Trial and error method) استفاده میشود و مطابق به این روش محاسبه باید از طول اول نل نسبت به تانک ذخیروی انجام یابد. فشار باقی مانده در هر نل (از گره تا گره) طوری محاسبه میگردد که ضایعات مجموعی فشار که متشکل از ضایعات اصطکاک و ضایعات وموضعی میباشد باید در نظر گرفته شود. در صورت که فشار باقی مانده (Residual head) منفی و یا هم نسبت به فشار مورد نیاز کمتر باشد در آنصورت قطر نل عقبی باید تغیر داده شود و محاسبه باید دوباره اجرا گردد.

فرضیات دیزاین (Design assumptions)

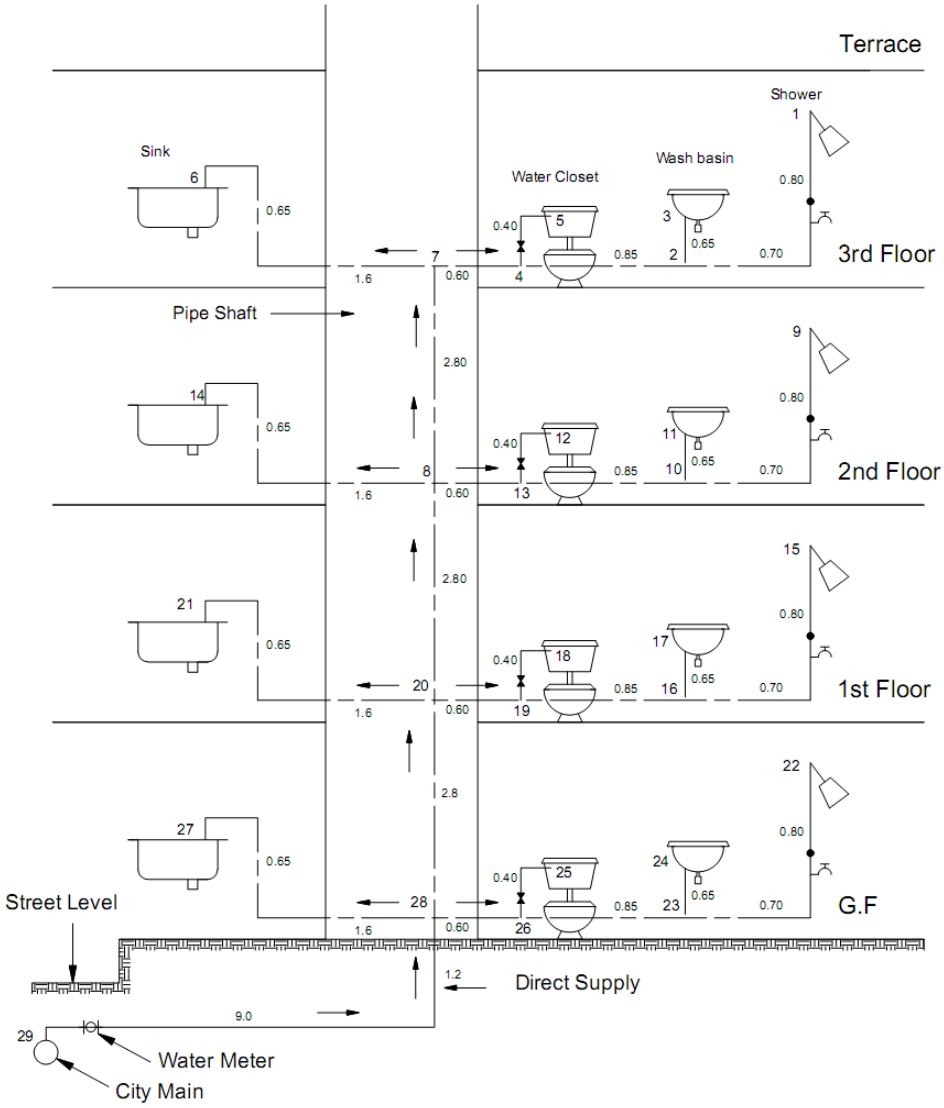
به صورت عموم دیزاین شبکات داخلی آبرسانی فرضیات ذیل را باید در نظر داشت.

1) سرعت جریان آب در نل ثقلی (نل که به تانک ذخیروی وصل بوده) کمتر از 1 m/sec در نظر گرفته میشود و معمولاً میتوان که آنرا 0.8 m/sec در نظر بیگیرم.
2) سرعت جریان آب در نل پمپاژ (نل که به پمپ وصل بوده و آب را به ذخیره آب انتقال دهد) بین 1.5 m/sec الی 3 m/sec در نظر گرفته میشود که سرعت مناسب را میتوان 1.5 m/sec در نظر بیگیرم.
3) ضایعات فشار در هر 100 m نل اساسی باید الی 2 m محدود شود.
4) از کاهش ظرفیت نل که نظر به زمان ممکن صورت گیرد, صرف نظر مینمائیم.

مراحل تعین نمودن اندازه های نلها (Procedure of pipe sizing)

1) اولاً رسم کار شبکه آبرسانی داخلی ترتیب میگردد که در این نقشه شماره گذاری از تانک ذخیروی شروع و از گره تا گره صورت میگیرد.
2) برای هر نل تعداد لوازم بهداشتی را تعین مینمائیم.
3) برای هر نل ضرایب بارگذرای را محاسبه مینمائیم.
4) با استفاده از معادله احتمالات ضرایب بارگذاری را به مقدار جریان تبدیل مینمائیم.
5) محاسبه را از تانک شروع نموده و با استفاده از مقدار جریان و سرعت فرض شده که از 3 m/sec کمتر باشد (مناسب است تا از 0.8 m/sec الی 1 m/sec در نظر گرفته شود) قطر نلهای شامل شبکه را تعین مینمائیم.
6) تفاوت ارتفاع را میان انجام های نلها تعین مینمائیم. (برای نزول مثبت و برای صعود منفی)
7) طول واقعی نلها را تعین مینمائیم.
8) طول معادل فیتنگ باب های مختلف را تعین مینمائیم.
9) طول موثر نلها را که مجموعه طول واقعی و طول معادل میباشد, تعین مینمائیم.
10) با در نظر داشت طول موثر ضایعات اصطکاک تعین میگردد.
11) از فشار موجود ضایعات اصطکاک را تفریق مینمائیم.
12) در صورت که فشار باقی مانده نسبت به فشار مورد نیاز در فیتینگ باب ها کمتر باشد, در آنصورت محاسبه دوباره با یک قطر بزرگتر تکرار میگردد.
13) در صورت که تعداد فیتنگ باب ها مشخص و معلوم نباشد, در آنصورت میتوان مقدار ضایعات موضعی را 20 الی 30 فیصد ضایعات اصطکاک در نظر بیگیریم.
14) برای دیزاین نل نهائی, میتوان مقدار جریان اوسط را برای یک فیتینگ واحد در نظر بیگیریم.

مثال. شبکه آبرسانی داخلی که درشکل ذیل نشان داده شده است در صورت دیزاین نمائیند که سیستم تامین آب مستقیماً به تعمیر بدون در نظر داشت تانک ذخیروی ارتفاعی صورت گیرد.



Direct Supply

مراحل حل سوال قرار ذیل میباشد

1) در جدول محاسبات, ستون دوم تفصیلات و یا هم شماره گذاری نلهای مختلف شامل سیستم را نشان میدهد.
2) ستون سوم نشان دهنده واحد های بارگذاری (Loading units) لوازم مختلف بهداشتی در نلهای مختلف میباشد. این ضرایب را میتوان با استفاده از جدول که قبلاً نشان داده شده بیگیریم.
3) ستون چهارم مقدار جریان مورد نیاز آب را در یک نل نشان میدهد. مقدار جریان آب با استفاده از ضرایب بارگذاری ستون سوم توسط فورمول احتمالات که در ذیل نشان داده شده است تعین میگردد.

$$Q = 0.25 \times \sqrt{(Z_1 + Z_2 + Z_3 + \ldots\ldots + Z_n)}$$

به عنوان مثال برای نل 1 -2 که تنها دارای یک واحد مصرفی (شاور) بوده میتوان مقدار جریان دیزاین را با استفاده از فورمول فوق طوری ذیل محاسبه نمائیم:

$$Q = 0.25 \times \sqrt{1} = 0.25\ lit/sec$$

4) برای محاسبه نمودن قطر نلهای مختلف شامل شبکه لازم است تا یک سرعت مناسب فرض شود, به همین لحاظ ستون پنجم سرعت فرض شده ابتدائی را نشان میدهد. سرعت فرضی برای تمام نلهای سیستم به اندازه 1.2 m/sec در نظر گرفته میشود.

5) ستون ششم جدول محاسبات قطر نلهای مختلف شبکه را که با استفاده از جریان دیزاین و سرعت فرضی تعین میگردد, نشان میدهد. چون قطر محاسبه شده یک قطر ستندرد نبوده, پس لازم است تا یک قطر ستندرد انتخاب گردد. معمولاً قطر ستندرد نسبت به قطر محاسبه شده کمی بزرگتر انتخاب میشود. در اینجا به عنوان مثال قطر نل 1 – 2 را تعین مینمائیم:

$$d = \left(\sqrt{\frac{4 \times Q}{3.14 \times V \times 1000}}\right) \times 1000\ mm = \left(\sqrt{\frac{4 \times 0.25}{3.14 \times 1.2 \times 1000}}\right) \times 1000 = 16.29\ mm$$

6) ستون هفتم جدول محاسبات قطر های ستندرد که به شکل تجارتی قابل دسترس باشند نشان میدهد. به طوری مثال برای نل 1 -2 که در نتیجه محاسبات قطر آن 16.29 mm حاصل شده بود, قطر ستندرد 15 mm را در نظر میگیریم.

7) بعد از انتخاب قطر ستندرد لازم است تا سرعت جریان آب دوباره محاسبه گردد. سرعت جدید با استفاده از جریان دیزاین و قطر ستندرد محاسبه میشود. ستون هشتم نشان دهنده سرعت جدید و واقعی در نلهای مختلف میباشد. برای نل 1 – 2 طوری ذیل عمل مینمائیم:

$$V = \left(\frac{4 \times 1000 \times Q}{\pi \times d^2}\right)\ m/sec = \left(\frac{4 \times 1000 \times 0.25}{3.14 \times 15^2}\right) = 1.42\ m/sec$$

8) ضایعات فشار را میتون براساس فورمول هیزن ویلیم که در ذیل نشان داده شده است, محاسبه مینمائیم.

$$H_f = \left(\frac{V}{1.0955 \times 10^{-4} \times C \times d^{0.63}}\right)^{1.851851}$$

در این فورمول مقدار ضایعات اصطکاک در هر هزار متر محاسبه میگردد. ستون نهم ضایعات اصطکاک را در نلهای مختلف نشان میدهد. در فورمول فوق V عبارت از سرعت جدید یا واقعی در نل به m/sec, d قطر ستندرد به mm و C عبارت از ضریب هیزن – ویلیم بوده و در محاسبات به اندازه 140 در نظر گرفته شده است. به این شکل ستون نهم مقدار ضایعات اصطکاک را در نلهای مختلف نشان میدهد. به عنوان مثال مقدار ضایعات اصطکاک در نل 1 – 2 قرار ذیل محاسبه میشود:

$$H_f = \left(\frac{1.42}{1.0955 \times 10^{-4} \times 140 \times 15^{0.63}}\right)^{1.851851} = 184.95m/1000m$$

9) چون در این مثال یک سیستم مستقیم در نظر گرفته شده که مقدار جریان آب به شکل مستقیم از پمپ به تمام لوازم بهداشتی شبکه تامین میگردد, پس لازم است تا محاسبات تعین فشار از دورترین و بلندترین واحد مصرفی نسبت به پمپ صورت گیرد. در این مثال طوری که در شکل مشاهده میشود دور ترین و بلندترین واحد مصرفی نسبت به پمپ عبارت از شاور نل 1 -2 میباشد. به این ترتیب فشار حد اقل را در این واحد مصرفی به اندازه 2 m در نظر میگیریم. قابل ذکر است که در سایر لوازم بهداشتی تعین فشار نظر به همین فشار حد اقل در نظر گرفته شده صورت میگیرد. ستون دهم فشار موجود را در یک گره نشان میدهد. طوری مثال 2 m عبارت از فشار موجود در گره 1 و یا هم شاور میباشد. نظر به همین 2 m فشار میتوان فشار موجود را در گره 2 تعین نمائیم.

10) چون در مثال داده شده تامین فشار از سطح زمین توسط عمل پمپ صورت میگیرد, پس با افزایش ارتفاع نسبت به پمپ فشار کم و برعکس در صورت کاهش ارتفاع فشار زیاد خواهد شد. در نتیجه برای یک گره مورد نظر افزایش ارتفاع و یا هم صعود را به شکل منفی و برعکس کاهش ارتفاع و یا هم نزول را به شکل مثبت در نظر میگیریم. ستون یازدهم همین تغیرات ارتفاع و یا هم صعود و نزول را در نظر میگیرد. طوری مثال برای نل 1 -2 تفاوت ارتفاع به اندازه 0.8 متر بوده و گره مورد نظر 1 است, چون از گره 1 به 2 نزول صورت گرفته (فشار زیاد شده) به همین دلیل علامه آنرا مثبت در نظر میگیریم.

11) ستون دوازدهم مجموعه فشار ارتفاعی و صعود یا نزول (ستون های دهم و یازدهم) را نشان میدهد. طوری مثال برای نل 1 -2 فشار ارتفاعی در گره 1 عبارت از 2 متر و نزول به اندازه 0.8 متر صورت گرفته, در نتیجه مجموعه آنها 2.8 m حاصل میگردد.

12) ستون سیزدهم طول نلهای مختلف را در شبکه نشان میدهد.

13) ستون چهاردهم ضایعات فشار را در طول نل نشان میدهد. مقدار ضایعات فشار در طول نل با استفاده از ضایعات فشار در هر هزار متر طول نل و طول واقعی نل حاصل میگردد. به عنوان مثال برای نل 1 – 2 ضایعات فشار در هر هزار متر طول نل عبارت از 184.95 m (ستون نهم) بوده و طول واقعی نل 1.5 m (ستون سیزدهم) میباشد, در نتیجه مقدار ضایعات اصطکاک با استفاده از تناسب طوری ذیل حاصل میگردد.

$$\text{ضایعات فشار} = \frac{\text{طول نل} \times \text{ضایعات فشار در هزار متر}}{1000} = \frac{184.95 \times 1.5}{1000} = 0.28\,m$$

14) ستون پانزدهم ضایعات موضعی فشار را نشان میدهد. برای آسانی کار مقدارضایعات موضعی را 30 الی 40 فیصد ضایعات اصطکاک در نظر میگیریم. به عنوان مثال برای نل 1 – 2 طوری ذیل عمل مینمائیم:

$$\text{ضایعات موضعی} = \text{ضایعات اصطکاک} \times 0.3 = 0.28 \times 0.3 = 0.08\,m$$

15) ستون شانزدهم مجموعه ضایعات اصطکاک و موضعی را نشان میدهد. برای نل 1 – 2 طوری ذیل مینمائیم:

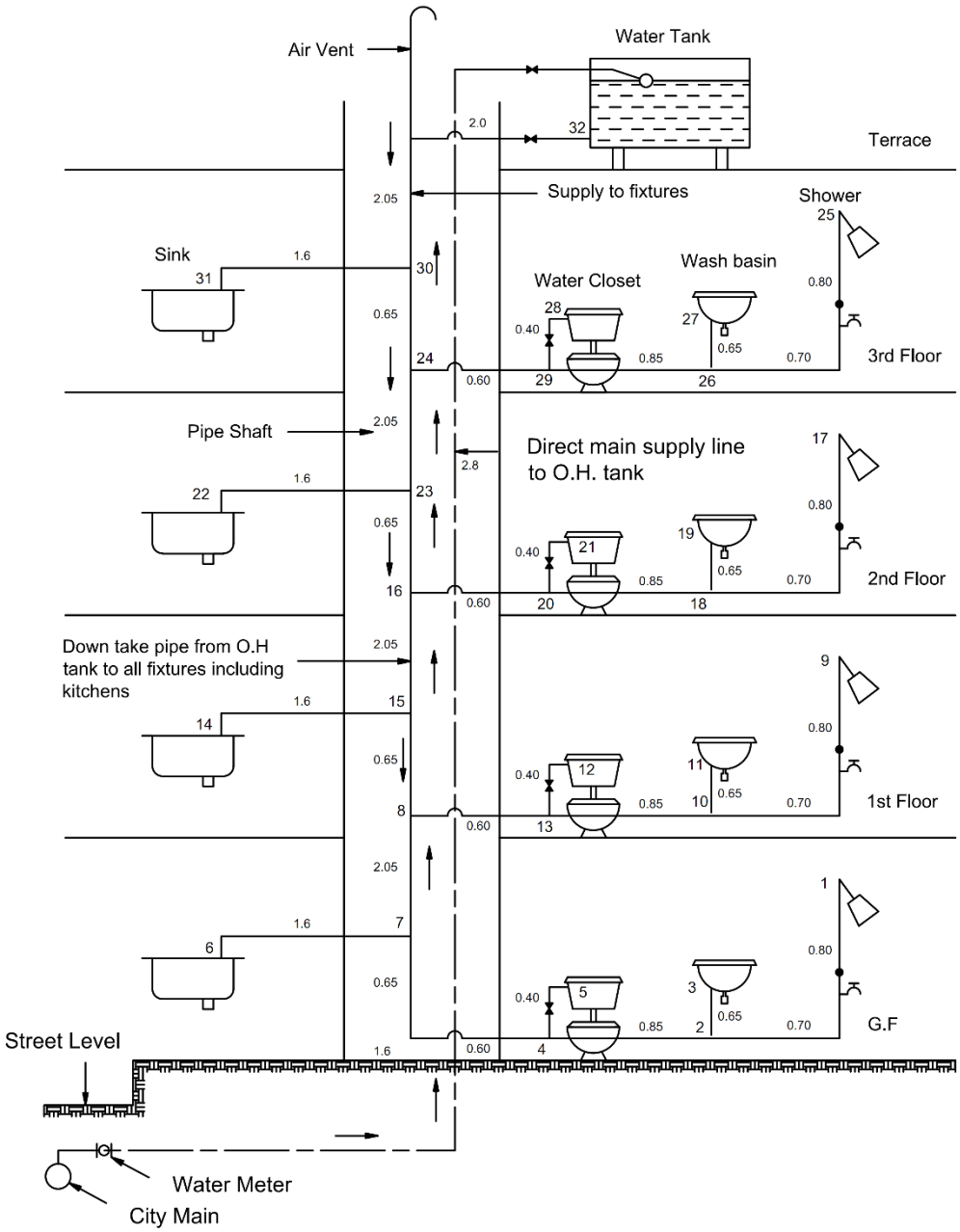
$$\text{ضایعات مجموعی} = \text{ضایعات اصطکاک} + \text{ضایعات موضعی} = 0.28 + 0.08 = 0.36\,m$$

16) ستون شانزدهم فشار موجود در گره بعدی یک نل را نشان میدهد. در صورت که محاسبه در جهت مخالف جریان آب باشد قیمت آن مساوی به مجموع ستون دوازدهم و شانردهم میباشد, در غیر آن در صورت که محاسبه در جهت موافق جریان آب باشد قیمت آن مساوی به تفاضل ستون دوازدهم و شانردهم میباشد. به عنوان مثال برای نل 1 – 2 عمل محاسبات از گره 1 به 2 بوده در حالیکه جریان آب از گره 2 به 1 میباشد, پس عمل محاسبه در جهت خلاف جریان آب بوده و فشار باقی مانده در گره 2 از مجموعه فشار موجود (2.8 m) و مقدار ضایعات مجموعی فشار (0.36 m) حاصل میگردد و میتوان آنرا طوری ذیل نوشت:

$$\text{فشار باقی مانده در گره } 2 = 2.8 + 0.36 = 3.16\,m$$

شماره	تفصیلات پایپ	واحد بارگذاری	جریان دیزاین	سرعت فرض شده (m/sec)	قطر پایپ (mm)	قطر اصلاح شده (mm)	سرعت جدید (m/sec)	ضایعات فشار در هر 1000m	فشار ارتفاعی (m)	صعود (-) نزول (+)	فشار موجود (m)	طول پایپ (m)	ضایعات فشار (m)	ضایعات موضعی 30% الی 40% ضایعات اصطکاک (m)	ضایعات مجموعی (m)	فشار باقی مانده (m)	تبصره
1	2-1	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	2.00	0.80	2.80	1.50	0.28	0.08	0.36	3.16	ok
2	2-3	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	3.16	-0.65	2.51	0.65	0.06	0.02	0.08	2.43	ok
3	2-4	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	3.16	0.00	3.16	0.85	0.06	0.02	0.07	3.23	ok
4	4-5	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	3.23	-0.40	2.83	0.40	0.04	0.01	0.05	2.88	ok
5	4-7	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	3.23	0.00	3.23	0.60	0.05	0.02	0.07	3.30	ok
6	7-6	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	3.30	-0.65	2.65	2.25	0.42	0.12	0.54	3.19	ok
7	8-7	3.00	0.43	1.20	21.44	20.00	1.38	125.99	3.30	2.80	6.10	2.80	0.35	0.11	0.46	6.56	ok
8	8-13	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	6.56	0.00	6.56	1.50	0.13	0.04	0.17	6.39	ok
9	13-12	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	6.39	-0.40	5.99	0.65	0.06	0.02	0.08	5.91	ok
10	13-10	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	6.39	0.00	6.39	0.85	0.06	0.02	0.07	6.32	ok
11	10-11	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	6.32	-0.65	5.67	0.40	0.04	0.01	0.05	5.62	ok
12	10-9	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	6.32	-0.80	5.52	0.60	0.11	0.03	0.14	5.37	ok
13	8-14	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	6.56	-0.65	5.91	2.25	0.42	0.12	0.54	5.37	ok
14	8-20	6.00	0.61	1.20	25.50	25.00	1.25	80.74	6.56	2.80	9.36	2.80	0.23	0.07	0.29	9.07	ok
15	20-19	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	9.07	0.00	9.07	1.50	0.13	0.04	0.17	8.90	ok
16	19-18	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	8.90	-0.40	8.50	0.65	0.06	0.02	0.08	8.42	ok
17	19-16	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	8.90	0.00	8.90	0.85	0.06	0.02	0.07	8.82	ok
18	16-17	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	8.82	-0.65	8.17	0.40	0.04	0.01	0.05	8.12	ok
19	16-15	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	8.82	-0.80	8.02	0.60	0.11	0.03	0.14	7.88	ok
20	20-21	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	9.07	-0.65	8.42	2.25	0.42	0.12	0.54	7.88	ok
21	20-28	9.00	0.75	1.20	28.22	32.00	0.93	35.32	9.07	2.80	11.87	2.80	0.10	0.03	0.13	11.99	ok
22	28-26	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	11.99	0.00	11.99	1.50	0.13	0.04	0.17	11.83	ok
23	26-25	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	11.83	-0.40	11.43	0.65	0.06	0.02	0.08	11.34	ok
24	26-23	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	11.83	0.00	11.83	0.85	0.06	0.02	0.07	11.75	ok
25	23-24	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	11.75	-0.65	11.10	0.40	0.04	0.01	0.05	11.05	ok
26	23-22	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	11.75	-0.80	10.95	0.60	0.11	0.03	0.14	10.81	ok
27	28-27	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	11.99	-0.65	11.34	2.25	0.42	0.12	0.54	10.80	ok

مثال گذشته را دوباره به شکل حل میکنیم که تامین آب از ذخیره ارتفاعی صورت گیرد.چون در سوال موقعیت ذخیره مشخص بوده پس در تعین نمودن فشار عمل محاسبه را از نل 30 – 32 که به ذخیره وصل است صورت میگیرد. مراحل حل شبکه مشابه سوال گذشته میباشد. شیما و جدول محاسبات آن در ذیل میباشد.



Total overhead tank supply through underground tank

شماره	تفصیلات پایپ	واحد بارگذاری	جریان دیزاین	سرعت فرض شده (m/sec)	قطر پایپ (mm)	قطر اصلاح شده (mm)	سرعت جدید (m/sec)	ضایعات فشار در هر 1000m	فشار ارتفاعی (m)	صعود (-) نزول (+)	فشار موجود (m)	طول پایپ (m)	ضایعات فشار (m)	ضایعات موضعی 30% الی 40% ضایعات اصطکاک (m)	ضایعات مجموعی (m)	فشار باقی مانده (m)	تبصره
1	32-30	12.00	0.87	1.20	30.32	32.00	1.08	46.10	-	-	2.05	4.05	0.19	0.06	0.24	1.81	ok
2	30-31	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	1.81	0.00	1.81	1.60	0.30	0.09	0.38	1.42	ok
3	30-24	11.00	0.83	1.20	29.67	32.00	1.03	42.53	1.81	0.65	2.46	0.65	0.03	0.01	0.04	2.42	ok
4	24-29	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	2.42	0.00	2.42	0.60	0.05	0.02	0.07	2.35	ok
5	29-28	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	2.35	-0.40	1.95	0.40	0.04	0.01	0.05	1.90	ok
6	29-26	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	2.35	0.00	2.35	0.85	0.06	0.02	0.07	2.28	ok
7	26-27	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	2.28	-0.65	1.63	0.65	0.06	0.02	0.08	1.55	ok
8	26-25	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	2.28	-0.80	1.48	1.50	0.28	0.08	0.36	1.12	ok
9	24-23	9.00	0.75	1.20	28.22	32.00	0.93	35.32	2.42	2.05	4.47	2.05	0.07	0.02	0.09	4.38	ok
10	23-22	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	4.38	0.00	4.38	1.60	0.30	0.09	0.38	3.99	ok
11	23-16	8.00	0.71	1.20	27.40	32.00	0.88	31.67	4.38	0.65	5.03	0.65	0.02	0.01	0.03	5.00	ok
12	16-20	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	5.00	0.00	5.00	0.60	0.05	0.02	0.07	4.93	ok
13	20-21	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	4.93	-0.40	4.53	0.40	0.04	0.01	0.05	4.48	ok
14	20-18	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	4.93	0.00	4.93	0.85	0.06	0.02	0.07	4.86	ok
15	18-19	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	4.86	-0.65	4.21	0.65	0.06	0.02	0.08	4.13	ok
16	18-17	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	4.86	-0.80	4.06	1.50	0.28	0.08	0.36	3.70	ok
17	16-15	6.00	0.61	1.20	25.50	25.00	1.25	80.74	5.00	2.05	7.05	2.05	0.17	0.05	0.22	6.84	ok
18	15-14	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	6.84	0.00	6.84	0.65	0.12	0.04	0.16	6.68	ok
19	15-8	5.00	0.56	1.20	24.36	25.00	1.14	68.20	6.84	0.65	7.49	0.65	0.04	0.01	0.06	7.43	ok
20	8-13	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	7.43	0.00	7.43	0.60	0.05	0.02	0.07	7.36	ok
21	13-12	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	7.36	-0.40	6.96	0.40	0.04	0.01	0.05	6.91	ok
22	13-10	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	7.36	0.00	7.36	0.85	0.06	0.02	0.07	7.29	ok
23	10-11	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	7.29	-0.65	6.64	0.65	0.06	0.02	0.08	6.55	ok
24	10-9	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	7.29	-0.80	6.49	1.50	0.28	0.08	0.36	6.13	ok
25	8-7	3.00	0.43	1.20	21.44	20.00	1.38	125.99	7.43	2.05	9.48	2.05	0.26	0.08	0.34	9.14	ok
26	7-6	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	9.14	0.00	9.14	1.50	0.28	0.08	0.36	8.78	ok
27	7-4	2.00	0.35	1.20	19.37	20.00	1.13	86.55	9.14	0.65	9.79	1.25	0.11	0.03	0.14	9.65	ok
28	4-5	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	9.65	-0.40	9.25	0.40	0.04	0.01	0.05	9.20	ok
29	4-2	1.50	0.31	1.20	18.03	20.00	0.98	66.31	9.65	0.00	9.65	0.65	0.04	0.01	0.06	9.60	ok
30	2-3	0.50	0.18	1.20	13.70	15.00	1.00	97.35	9.60	-0.65	8.95	0.65	0.06	0.02	0.08	8.86	ok
31	2-1	1.00	0.25	1.20	16.29	15.00	1.42	184.95	9.60	-0.80	8.80	1.50	0.28	0.08	0.36	8.43	ok

ضمیمه اول:

Minimum Plumbing facilities

تسهیلات حد اقل بهداشتی

تعداد حد اقل لوازم بهداشتی با در نظر نوعیت ساکنین تعین میگردد.

TABLE 403.1
MINIMUM NUMBER OF REQUIRED PLUMBING FIXTURES[a]
(See Sections 403.2 and 403.3)

NO.	CLASSIFICATION	OCCUPANCY	DESCRIPTION	WATER CLOSETS (URINALS SEE SECTION 419.2)		LAVATORIES		BATHTUBS/ SHOWERS	DRINKING FOUNTAIN (SEE SECTION 410.1)	OTHER
				MALE	FEMALE	MALE	FEMALE			
1	Assembly (see Sections 403.2, 403.4 and 403.4.1)	A-1[d]	Theaters and other buildings for the performing arts and motion pictures	1 per 125	1 per 65	1 per 200		—	1 per 500	1 service sink
		A-2[d]	Nightclubs, bars, taverns, dance halls and buildings for similar purposes	1 per 40	1 per 40	1 per 75		—	1 per 500	1 service sink
			Restaurants, banquet halls and food courts	1 per 75	1 per 75	1 per 200		—	1 per 500	1 service sink
		A-3[d]	Auditoriums without permanent seating, art galleries, exhibition halls, museums, lecture halls, libraries, arcades and gymnasiums	1 per 125	1 per 65	1 per 200		—	1 per 500	1 service sink
			Passenger terminals and transportation facilities	1 per 500	1 per 500	1 per 750		—	1 per 1,000	1 service sink
			Places of worship and other religious services.	1 per 150	1 per 75	1 per 200		—	1 per 1,000	1 service sink

(continued)

TABLE 403.1—continued
MINIMUM NUMBER OF REQUIRED PLUMBING FIXTURES[a]
(See Sections 403.2 and 403.3)

NO.	CLASSIFICATION	OCCUPANCY	DESCRIPTION	WATER CLOSETS (URINALS SEE SECTION 419.2)		LAVATORIES		BATHTUBS/ SHOWERS	DRINKING FOUNTAIN (SEE SECTION 410.1)	OTHER
				MALE	FEMALE	MALE	FEMALE			
		A-4	Coliseums, arenas, skating rinks, pools and tennis courts for indoor sporting events and activities	1 per 75 for the first 1,500 and 1 per 120 for the remainder exceeding 1,500	1 per 40 for the first 1,500 and 1 per 60 for the remainder exceeding 1,500	1 per 200	1 per 150	—	1 per 1,000	1 service sink
		A-5	Stadiums, amusement parks, bleachers and grandstands for outdoor sporting events and activities	1 per 75 for the first 1,500 and 1 per 120 for the remainder exceeding 1,500	1 per 40 for the first 1,500 and 1 per 60 for the remainder exceeding 1,500	1 per 200	1 per 150	—	1 per 1,000	1 service sink
2	Business (see Sections 403.2, 403.4 and 403.4.1)	B	Buildings for the transaction of business, professional services, other services involving merchandise, office buildings, banks, light industrial and similar uses	1 per 25 for the first 50 and 1 per 50 for the remainder exceeding 50		1 per 40 for the first 80 and 1 per 80 for the remainder exceeding 80		—	1 per 100	1 service sink
3	Educational	E	Educational facilities	1 per 50		1 per 50		—	1 per 100	1 service sink
4	Factory and industrial	F-1 and F-2	Structures in which occupants are engaged in work fabricating, assembly or processing of products or materials	1 per 100		1 per 100		(see Section 411)	1 per 400	1 service sink
5	Institutional	I-1	Residential care	1 per 10		1 per 10		1 per 8	1 per 100	1 service sink
		I-2	Hospitals, ambulatory nursing home patients[b]	1 per room[c]		1 per room[c]		1 per 15	1 per 100	1 service sink per floor
			Employees, other than residential care[b]	1 per 25		1 per 35		—	1 per 100	—
			Visitors, other than residential care	1 per 75		1 per 100		—	1 per 500	—
		I-3	Prisons[b]	1 per cell		1 per cell		1 per 15	1 per 100	1 service sink
		I-3	Reformitories, detention centers, and correctional centers[b]	1 per 15		1 per 15		1 per 15	1 per 100	1 service sink
		I-4	Adult day care and child care	1 per 15		1 per 15		—	1 per 100	1 service sink

(continued)

TABLE 403.1—continued
MINIMUM NUMBER OF REQUIRED PLUMBING FIXTURES[a]
(See Sections 403.2 and 403.3)

NO.	CLASSIFICATION	OCCUPANCY	DESCRIPTION	WATER CLOSETS (URINALS SEE SECTION 419.2)		LAVATORIES		BATHTUBS/ SHOWERS	DRINKING FOUNTAIN (SEE SECTION 410.1)	OTHER
				MALE	FEMALE	MALE	FEMALE			
6	Mercantile (see Sections 403.2, 403.4, 403.4.1 and 403.4.2)	M	Retail stores, service stations, shops, salesrooms, markets and shopping centers	1 per 500		1 per 750		—	1 per 1,000	1 service sink
7	Residential	R-1	Hotels, motels, boarding houses (transient)	1 per sleeping unit		1 per sleeping unit		1 per sleeping unit	—	1 service sink
		R-2	Dormitories, fraternities, sororities and boarding houses (not transient)	1 per 10		1 per 10		1 per 8	1 per 100	1 service sink
		R-2	Apartment house	1 per dwelling unit		1 per dwelling unit		1 per dwelling unit	—	1 kitchen sink per dwelling unit; 1 automatic clothes washer connection per 20 dwelling units
		R-3	One- and two-family dwellings	1 per dwelling unit		1 per dwelling unit		1 per dwelling unit	—	1 kitchen sink per dwelling unit; 1 automatic clothes washer connection per dwelling unit
		R-4	Residential care/assisted living facilities	1 per 10		1 per 10		1 per 8	1 per 100	1 service sink
8	Storage (see Sections 403.2, 403.4 and 403.4.1)	S-1 S-2	Structures for the storage of goods, warehouses, storehouse and freight depots. Low and Moderate Hazard.	1 per 100		1 per 100		See Section 411	1 per 1,000	1 service sink

a. The fixtures shown are based on one fixture being the minimum required for the number of persons indicated or any fraction of the number of persons indicated. The number of occupants shall be determined by the *International Building Code*.
b. Toilet facilities for employees shall be separate from facilities for inmates or patients.
c. A single-occupant toilet room with one water closet and one lavatory serving not more than two adjacent patient sleeping units shall be permitted where such room is provided with direct access from each patient room and with provisions for privacy.
d. The occupant load for seasonal outdoor seating and entertainment areas shall be included when determining the minimum number of facilities required.

FUNCTION OF SPACE	FLOOR AREA IN SQ. FT. PER OCCUPANT
Accessory storage areas, mechanical equipment room	300 gross
Agricultural building	300 gross
Aircraft hangars	500 gross
Airport terminal Baggage claim	20 gross

Baggage handling Concourse Waiting areas	300 gross 100 gross 15 gross
Assembly Gaming floors (keno, slots, etc.)	11 gross
Assembly with fixed seats	See Section 1004.7
Assembly without fixed seats Concentrated (chairs only-not fixed) Standing space Unconcentrated (tables and chairs)	 7 net 5 net 15 net
Bowling centers, allow 5 persons for each lane including 15 feet of runway, and for additional areas	7 net
Business areas	100 gross
Courtrooms-other than fixed seating areas	40 net
Day care	35 net
Dormitories	50 gross
Educational Classroom area Shops and other vocational room areas	 20 net 50 net
Exercise rooms	50 gross
H-5 Fabrication and manufacturing areas	200 gross
Industrial areas	100 gross
Institutional areas Inpatient treatment areas Outpatient areas Sleeping areas	 240 gross 100 gross 120 gross
Kitchens, commercial	200 gross
Laboratory *Educational* *Laboratories, non-educational* *Laboratory suite*[a]	 *50 net* *100 net* *200 gross*
Library Reading rooms Stack area	 50 net 100 gross
Locker rooms	50 gross
Mercantile Areas on other floors Basement and grade floor areas Storage, stock, shipping areas	 60 gross 30 gross 300 gross
Parking garages	200 gross
Residential	200 gross
Skating rinks, swimming pools Rink and pool Decks	50 gross 15 gross
Stages and platforms	15 net
Warehouses	500 gross