پلی ران اتصال

نحوه عبور پسآب از لوله های اصلی فاضلاب در برجها و ساختمانهای بلند

پلی خزر

WWW.POLYRAN.IR

POLIRAN ETTESAL

بنـام خـدا

پلـی‌ران اتصـال

نحوه عبور پسـآب از لوله‌هـای اصلـی
فاضلاب در برجها و ساختمانهای بلند

فهرست مطالب

مقدمه	۴
بررسی چگونگی جریان پسآب در لوله‌های قائم فاضلاب	۷
متصل نمودن لوله‌های جانبی به لوله‌ی قائم فاضلاب	۸
جریان پسآب در لوله‌ی قائم	۸
سرعت نهائی جریان و رابطه‌ی آن با طول در لوله‌ی قائم	۹
ظرفیت لوله‌ی قائم	۱۵
پرش هیدرولیکی	۱۷
درجه‌ی حرارت پسآب و تأثیر آن بر شبکه‌ی فاضلاب ساختمان	۱۹
تخلیه‌ی پسآب مرتبط با بخش‌های پائین‌تر از سطح	۱۹
دریچه‌های یک طرفه	۱۹
فهرست منابع	۳۶

مقدمه

براساس شواهد و آثار موجود احداث بناهای بلند به سال‌های ۱۶۰۰ میلادی باز می‌گردد. برای مثال وجود بناهای ۶ یا ۷ طبقه در رم و یا ۱۱ تا ۱۴ طبقه در اسکاتلند .
این ساختمان‌ها به دلیل بسیاری از مشکلات فنی و هم‌چنین نبود امکانات و تسهیلات کنونی عمدتاً دارای پایداری چندانی نبودند و ساکنین آن‌ها از نظر رفت و آمد به طبقات فوقانی و یا مسأله‌ی تأمین آب و اصول بهداشتی با مشکلات بسیاری سر و کار داشتند.
ساختمان‌های مزبور اغلب در اثر آتش‌سوزی و یا مرور زمان ویران شده‌اند و امروزه در بعضی نقاط تنها آثاری از آن‌ها برجا مانده است .

به طور کلی می‌توان گفت که تا قبل از قرن ۱۹ تعداد ساختمان‌هائی که بیش از ۶ طبقه داشتند در دنیا بسیار اندک بود اما به تدریج فراهم شدن امکان استفاده‌ی گسترده از فولاد ، بتن مسلح و شیشه و هم‌چنین ابداع پمپ‌های قوی آب و آسانسور سبب گردید که مهندسین به ساخت بناهای بازهم بلندتری ترغیب و تشویق شوند.

در سال ۱۸۸۹ در پاریس پایتخت فرانسه برجی به ارتفاع حدود ۳۰۰ متر احداث شد که به افتخار سازنده‌ی آن ایفل نامیده می‌شود. این برج هرچند که بیشتر جنبه‌ی نمادین داشته و فاقد وضعیت ظاهری و کاربری‌های متعارف است اما به انگیزه‌ای قوی برای احداث ساختمان‌های بلند و مسابقه‌ای فشرده در این زمینه در آغاز قرن بیستم به‌ویژه در دو شهر شیکاگو و نیویورک در ایالات متحده منجر شد.
احداث ساختمان ۵۰ طبقه‌ی (متروپلیتن)[1] به ارتفاع حدود ۲۱۳ متر در سال ۱۹۰۹ و پس از آن (وول ورث)[2] با ۵۷ طبقه و ارتفاع ۲۴۱ متر در سال ۱۹۱۳ و بعد ساختمان (بانک منهتان)[3] با ۷۱ طبقه و ارتفاع حدود ۲۸۳ متر در سال ۱۹۲۹ و ساختمان (امپایر استیت)[4] به ارتفاع ۳۰۱ متر در سال ۱۹۳۱ نمایانگر این رقابت فشرده است.
تلاش برای رسیدن به غیر ممکن‌ها در زمینه‌ی دسترسی به ارتفاع‌های بازهم بیشتر امروزه نیز با شدتی بیش از گذشته در جریان است و پیشرفت علوم و تکنولوژی نیز هر روز دریچه‌های تازه‌ای را بر روی مهندسین و طراحان ساختمانی می‌گشاید. در حال حاضر برج تایپه در تایوان با ۱۰۱ طبقه ساختمان و ۵۰۹ متر ارتفاع عنوان بلندترین سازه‌ی دنیا را به خود اختصاص داده است اما با اتمام برج دبی در امارات متحده‌ی عربی ، رکورد جدیدی در این مبحث به ثبت خواهد رسید. هرچند که ارتفاع برج مذکور هنوز اعلام نشده است اما چنین گفته می‌شود که ارتفاع آن حدود ۸۰۰ متر خواهد بود.
در فرهنگ سازه‌های بلند اصطلاحاتی هم‌چون (بسیار مرتفع)[5]، (آسمان خراش)[6] و (بلند مرتبه)[7] کم و بیش کاربرد دارند. لغت آسمان خراش از نام دکل کشتی‌های بادبانی اخذ شده است.

1-Metropolitan
2-Wool Worth Building
3- Bank of Manhattan Building
4- Empire State Building
5- Super tall
6- Skyscraper
7- High-rise

Empire State Building

Metropolitan

Wool Worth Building

Bank of Manhattan Building

واژه‌ی بلند مرتبه معمولاً در مورد ساختمـان‌هائی که بیش از ۳۵ متر ارتفاع داشته باشند و فواصل تمامی طبقـات آن به یک اندازه باشد کاربـرد دارد. ساختمـان‌های تا ۳۰۰ متر نیز آسمـان خراش نامیده می‌شوند و هنگامی که ارتفاع بیش از ۳۰۰ متر باشد غالبا اصطلاح بسیار مرتفع به‌کار برده می‌شود.
همانطور که اشاره شد پدیده‌ی ساخت بنـاهای بلند به صورت گسترده‌ای در اوایل قرن بیستم در ایالات متحـده آغاز گردید ، به همین دلیل مطالعه و بررسی بر روی جنبه‌های مختلف این پدیده نیز بیش از سایر ممالک در این کشور صورت پذیرفته است.
ذهنیت علمی حاکم بر جوامع مرتبط با ساخت و ساز در ابتدا به شدت تحت تأثیر روابط و معادلات فیزیک و مکانیک جامدات بود و در نتیجه بحث عبور پسآب از لوله‌های قائم فاضلاب در ساختمان‌های بلند اغلب با توهمات و فرضیـات بی پایه‌ای همراه می‌شد تا بدانجا که تعداد زیادی از دانشمنـدان مکانیک سیالات در بخش‌های هیدرولیک دانشگاه‌های معتبر دست به تحقیقات و بررسی‌های جالبی زدند که نتایج آن ها حقایق جدیدی را آشکار ساخت.
آن چه که در این نوشتار به صورت خلاصه ارائه شده است به بررسی سرعت نهائی در لوله‌های قائم فاضلاب ارتباط می‌یابد که مورد تأیید و پذیرش مرکز استانداردهای مواد و مصالح ساختمانی ایالات متحـده است.

بررسی چگونگی جریان پسآب در لوله‌های قائم فاضلاب

واژه‌ی لوله‌ی قائـم (Stack) یک نام عمـومی برای لوله‌های عمـودی در شبکه فاضلاب ساختمـان است. این لوله‌هـا ممکـن است با فـاضـلاب‌های سنگیـن و یا سبک در ارتبـاط بوده و یا به سیستم هواکش (Vent stack)تعلق داشته باشند.
لوله‌های قائـم فاضلاب در واقع رابط لوله‌های جانبی فاضلاب (Branch discharge pipe) با لوله‌ی اصلـی تخلیه (Drain) بوده و بدین ترتیب پسـآب تجهیـزات بهداشتی موجود در طبقـات مختلف مانند توالت‌ها ، بیده‌ها ، دستشوئی‌ها ،ظرف شوئی‌ها ،حمام‌ها و . . . را به لوله‌ی اصلی تخلیه هدایت می‌کنند . لوله‌های هواکش نیز که تأمین کننده‌ی تعادل فشـار در داخل شبکه‌ی فاضلاب هستند ممکن است در یک یا چند نقطه به لوله‌های قائم مرتبط شوند.

متصل نمودن لوله های جانبی به لوله‌ی قائم فاضلاب

لوله‌های جانبی ممکن است به وسیله‌ی سه راه‌های جناقی شکل (Y fittings) ، اتصال زانوئی و یا سه راه معمولی (T) که دارای شعـاع کوتاه‌تری هستند و یا مجموعه‌ای از این اتصـالات به لوله‌ی قائم فاضلاب متصل شوند. سه راه‌های جناقی (Tee wye) که دارای شعاع بلندی هستند می‌توانند در حالات عمودی و یا افقی در وصل کردن لوله‌های جانبی به لوله‌ی قائم مورد استفاده قرار گیرند.
ویژگـی سه راه‌های جناقـی این است که با پدید آوردن سرعت اولیه‌ی مناسبـی در جریـان سبب می‌شوند که لوله‌ی قائم فاضلاب بتواند حجم فزاینده‌ای از پسآب را هدایت کند.
به‌عبـارت دیگر استفاده از سه راه‌های جناقـی در مقایسه با سه راه‌های (T) شکل به‌دلیل سرعت دادن به جریـان و فراهـم نمـودن امکان استفـاده‌ی حداکثر از ظرفیت مجـاز لوله‌ی قائـم ، بسیـار منطقی‌تر می‌باشد.
برای متصل نمودن مستقیم دنباله‌ی سیفـون‌ها به لوله‌ی قائـم فاضلاب هرگز نباید از سه راه‌های جناقی و یا زانو استفاده نمود زیرا در چنین شرایطی همواره گرایشی برای از میان رفتن وضعیت آب‌بند و تخلیه‌ی خود به‌خود سیفون‌ها (Self siphoning) وجود خواهد داشت.
برای وصل کردن دنباله‌ی سیفون تجهیـزات بهداشتـی به لوله‌ی قائمی که عهده‌دار عمل تهویه‌ی سیستـم هم می‌باشد معمولاً از سه راه (T) استفاده می‌شود. این سه راه‌ها هم‌چنین ممکن است برای وصل کردن لوله‌های جانبی هواکش به لوله‌های قائم هواکش مورد استفاده باشند.
از سه راه‌های جناقی و زانوها و یا مجموعه‌ای از این دو اتصـال می‌توان برای متصل نمودن‌سیفون به لوله‌های جانبی فاضلاب کمک گرفت .

جریان پسـآب در لوله‌ی قائـم

چگونگی جریان در داخل یک لوله‌ی قائم فاضلاب تا حدود زیادی به حجم آب عبوری بستگی دارد. در مـورد حجم‌های اندک جریـان بر روی بخشـی از دیواره‌ی لوله‌ی قائـم برقـرار خواهـد بود اما با افزایش حجم پسآب ، تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی حاکم بر جریان از جمله خاصیت چسبندگی (Adhesion) و مقاومت هوا در برابر جریان آب به‌صورت موقت غشا و یا به‌عبارتی دیافراگمی حلزونی را به‌وجود می‌آورد که با حرکتی گردابی در جهت پائین تمامی سطح مقطع مجرا را فرا می‌گیرد. این پدیده در همان ابتـدای مسیـر و در ۷ تا ۸ سانتی‌متری اولیه‌ی آن اتفاق می‌افتد اما سرانجـام فشار هوا سبب گسیختگی و پاره شدن دیافراگم مزبور گشته بخشی از آب عبوری به‌سوی دیواره‌ها پرتاب شده و بخش‌هـائی به صـورت قطره‌هائی مجـزا از هم در مرکز لوله و به‌سمـت پائین سقـوط می‌کند.
پدیده‌ی فوق تا حدودی موجب پیدایش تغییراتی سریع در فشار درونی شبکه می‌شود . تغییراتی که حالتی رفت و برگشتی دارد (Oscillating) .

طراحی لوله‌ی قائم فاضـلاب باید به‌گونه‌ای باشد که تحت هیچ شرایطی حجم آب عبوری بیش از

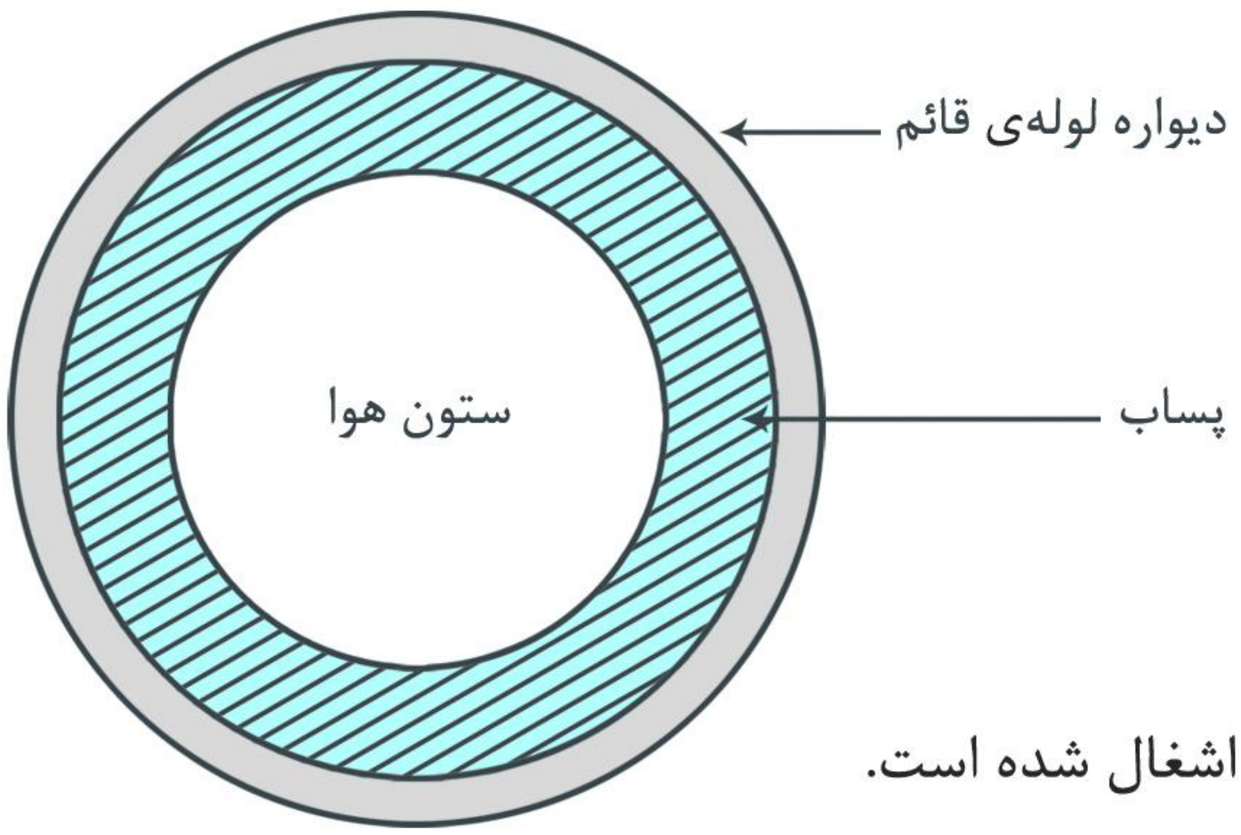
یک سوم ظرفیت آن را اشغال نکند . در غیر این صورت نوسانات فشار درون شبکه ممکن است تا حد زیادی از حد متعارف (معادل ۲/۵۴± سانتی‌متر ستون آب) فراتر رفته و در نتیجه سیفون‌ها وضعیت آب بند (Seal) خود را از دست داده و پدیده‌ی تخلیه خود به‌خود سیفون‌ها حادث شود.

سرعت نهائی جریان و رابطه‌ی آن با طول در لوله‌ی قائم

در گذشته هنگامی که از مهندسین تأسیسات خواسته می‌شد که شبکه‌ی فاضلاب یک ساختمان بسیار بلند را طراحی کنند همواره در ذهن بعضی از آن‌ها این سوال مطرح می‌شد که با سرعت بسیار زیاد موجود در جریان که در برخورد با انتهای لوله به حداکثر خود می‌رسد چه باید کرد؟ چگونه می‌توان از شکسته و یا متلاشی شدن اتصال واقع در انتهای لوله‌ی قائم جلوگیری کرد؟ این قضیه در حرفه‌ی دست اندرکاران تأسیسات و به‌ویژه اجرا کنندگان شبکه‌های فاضلاب ساختمانی پرسش و یا به تعبیری افسانه ای قدیمی است که متأسفانه هنوز هم معدودی از افراد نا آشنا به علوم ذی‌ربط به آن اعتقاد دارند.

بسته به حجم جریانی که در لوله‌های جانبی وجود دارد ، شکل اتصالات به کار رفته برای متصل نمودن آن‌ها به لوله‌ی قائم ، قطر لوله‌ی قائم فاضلاب و عواملی دیگر ، جریان ممکن است در بدو ورود خود به لوله‌ی قائم قسمتی و یا تمامی سطح مقطع لوله را فراگیرد . حرکت آب به‌محض ورود به لوله‌ی قائم تحت تأثیر نیروی ثقل شتاب پیدا می‌کند تا به ۳۲/۲ فوت برثانیه برثانیه ($9/8\ m/scc^2$) برسد . به‌عبارتی دیگر پس از طی مسافتی کوتاه غشائی از آب بر روی دیواره‌ی داخلی لوله‌ی قائم تشکیل می‌شود . حرکت این استوانه‌ی توخالی که وسط آن را هوا اشغال نموده (شکل ۱) مرتباً شتاب می‌گیرد تا آن زمان که نیروی اصطکاک دیواره‌ی لوله که در جهت مخالف جریان است با نیروی ثقل برابر شود . از این نقطه به پائین عملاً سرعت به دلیل توازن نیروهای وارده بر جریان ثابت باقی خواهد ماند.

شکل ۱- سطح مقطع یک لوله‌ی قائم دارای طراحی مناسب



۱/۴ الی ۱/۳ ظرفیت لوله توسط آب اشغال شده است.

سرعت در این لحظه اصطلاحاً **سرعت نهائی (Terminal velocity)** نام دارد و مسافتی که طی آن سرعت نهائی پدید می‌آید **طول نهائی (Terminal length)** خوانده می‌شود.
همان‌طور که قبلاً اشاره شد توهم ایجاد سرعت بسیار زیاد در لوله‌های قائم فاضلاب در ساختمان‌های بسیار بلند و چاره جوئی برای جلوگیری از متلاشی و یا شکسته شدن لوله و اتصالات واقع در انتهای مسیر و اندیشدن تدابیری تحت عنوان **سرعت‌گیر** و یا **فشار شکن** از دل مشغولی‌های بسیار قدیمی شاغلین رشته‌ی تأسیسات بوده است. به‌همین دلیل پروفسور **F.M. Dawson** و **A.A. Kalinske** که از پیشگامان اولیه در بررسی‌های این زمینه محسوب می‌شوند نتایج تحقیقات خود را در بولتن مهندسی شماره ۱۰ دانشگاه ایالتی آیوا در سال ۱۹۳۷ تحت عنوان (جنبه های هیدرولیکی و پنوماتیکی سیستم‌های لوله کشی شبکه‌های فاضلاب ساختمانی) انتشار دادند .
هم‌چنین می‌توان به مقالات دکتر **R.S. Wyly** و **H.N. Eaton** تحت عنوان (ظرفیت لوله‌های قائم فاضلاب) در این زمینه اشاره نمود .
و اما **مرکز ملی استانداردهای مواد و مصالح ساختمانی ایالات متحده** نیز در گزارش شماره **BMS 132** خود در سال ۱۹۵۲ به انتشار نتایج تحقیق درباره‌ی سرعت نهائی در لوله‌ی قائم پرداخت و معادله‌ای را برای این مبحث ارائه داده است.
بررسی‌ها و تحقیقات انجام شده و هم‌چنین تجربیات عینی نشان می‌دهد که آب در داخل لوله‌ی قائم به‌صورت یک سیلندر توخالی و در تماس کامل با جداره‌ی داخلی مجرا به‌سمت پائین سر می‌خورد. حال بدون وارد شدن به محاسبات بسیار پیچیده‌ای که در این مبحث مورد استفاده بوده‌اند می‌توان برای به‌دست آوردن سرعت و طول نهائی از معادلات ساده‌ی زیر استفاده کرد :

در این معادلات : $L_t = 0.052\ V_t^2$ $V_t = 3.0\ (q/d)^{2/5}$

V_t = سرعت نهائی در لوله‌ی قائم فاضلاب برحسب فوت بر ثانیه
L_t = طول نهائی واقع در زیر نقطه‌ی شروع جریان برحسب فوت
q = میزان جریان پسآب برحسب گالن در دقیقه
d = قطر لوله‌ی قائم فاضلاب برحسب اینچ

با استفاده از این فرمول‌ها برای لوله‌هائی با قطرهای مختلف در می‌یابیم که در حدود ۳ تا ۴/۵ متری از ابتدای ورود پسآب به داخل لوله‌ی قائم ، جریان به سرعت نهائی خود که معادل ۳ تا ۴/۵ متر برثانیه است می‌رسد . اهمیت این تحقیق در آن است که توهم افسانه‌ای سقوط آب درون لوله‌ی قائم و تصور انهدام بخش پایانی این لوله و اتصال واقع در نقطه‌ی پایان بر اثر فشار را از اساس برهم ریخته و به‌صراحت اعلام می‌دارد که سرعت حرکت آب در پایان یک لوله‌ی قائم فاضلاب در یک ساختمان ۱۰۰ طبقه فقط میتواند اندکی بیش از آن در انتهای لوله‌ی مشابهی در یک ساختمان سه طبقه باشد .
در جداول شماره ۱ ، ۲ و ۳ مقادیر سرعت نهائی و طول نهائی برای قطرهای مختلف لوله‌ی قائم در شرایط $r = \frac{۱}{۳}$ ، $r = \frac{۷}{۲۴}$ و $r = \frac{۱}{۴}$ محاسبه و ارائه شده است.

POLIRAN

Push Fit

Flame Retardant **DIN 4102 - B1**

DIN 19560 - DIN 4060

SYSTEM CERTIFICATION ISO 9001:2000 SGS

جدول شماره ۱

حداکثر ظرفیت مجاز لوله قائم و محاسبه سرعت و طول نهایی

d(in)	q(gpm)	q/d	$(q/d)^{2/5}$	$V_t=3(q/d)^{2/5}$	V_t^2	$L_t=0.052V_t^2$
2.00	18.50	9.25	2.43	7.30	53.35	2.77
3.00	54.00	18.00	3.18	9.53	90.88	4.73
4.00	112.00	28.00	3.79	11.38	129.41	6.73
5.00	205.00	41.00	4.42	13.25	175.58	9.13
6.00	330.00	55.00	4.97	14.90	222.09	11.55
8.00	710.00	Unchanged				Unchanged
10.00	1,300.00					
12.00	2,050.00					

r = نسبت سطح مقطع لایه‌ی آب به سطح مقطع لوله قائم

Based on $r = \frac{1}{4}$

جدول شماره ۲

حداکثر ظرفیت مجاز لوله قائم و محاسبه سرعت و طول نهایی

d(in)	q(gpm)	q/d	$(q/d)^{2/5}$	$V_t=3(q/d)^{2/5}$	V_t^2	$L_t=0.052V_t^2$
2.00	23.50	11.75	2.68	8.04	64.61	3.36
3.00	70.00	23.33	3.53	10.58	111.85	5.82
4.00	145.00	36.25	4.20	12.61	159.11	8.27
5.00	270.00	54.00	4.93	14.79	218.86	11.38
6.00	435.00	72.50	5.55	16.64	277.02	14.41
8.00	920.00	Unchanged				Unchanged
10.00	1,650.00					
12.00	2,650.00					

r = نسبت سطح مقطع لایه‌ی آب به سطح مقطع لوله قائم

Based on $r = \frac{7}{24}$

جدول شماره ۳

حداکثر ظرفیت مجاز لوله قائم و محاسبه سرعت و طول نهایی

d(in)	q(gpm)	q/d	$(q/d)^{2/5}$	$V_t=3(q/d)^{2/5}$	V_t^2	$L_t=0.052V_t^2$
2.00	-	-	-	-	-	-
3.00	85.00	28.33	3.81	11.43	130.64	6.79
4.00	180.00	45.00	4.58	13.75	189.15	9.84
5.00	324.00	64.80	5.30	15.91	253.22	13.17
6.00	530.00	88.33	6.00	18.01	324.45	16.87
8.00	1,145.00	Unchanged				Unchanged
10.00	2,055.00					
12.00	3,365.00					

r = نسبت سطح مقطع لایه‌ی آب به سطح مقطع لوله قائم

Based on $r = \frac{1}{3}$

ظرفیت لوله‌ی قائم

هنگامی که جریان در لوله‌ی قائـم به سرعت نهـائی خود می‌رسد ظـرفیت لوله‌ی قائـم را می‌تـوان نسبت سطح مقطع لایه‌ی آب به مساحت مقطع لوله دانست.
داوسن و هانتر در دو تحقیق مستقل هر دو به این نتیجه رسیدند که هرگاه حجم جریان در لوله‌ی قائـم از $\frac{۱}{۴}$ الی $\frac{۱}{۳}$ ظرفیت واقعی فراتر نرود هرگز نوسانات شدید فشـار و پی‌آمـدهای نامطلـوب آن پدید نخواهد آمد.
حداکثر جریان مجاز در لوله‌ی قائم فاضلاب را می‌توان از معادله‌ی زیر به‌دست آورد :

$$q = 27.8r^{5/3}d^{8/3}$$

که در آن :

q ظرفیت مجاز بر حسب گالن در دقیقه
r نسبت سطح مقطع لایه‌ی آب به سطح مقطع لوله قائم
d قطر لوله‌ی قائم برحسب اینچ

در جدول شماره ۴ میزان جریان مجاز (**q**) بر اساس لیتر بر ثانیه
برای نسبت‌های ($\frac{۱}{۳}$) $\frac{۸}{۲۴}$ و $\frac{۷}{۲۴}$ و ($\frac{۱}{۴}$) $\frac{۶}{۲۴}$ = **r** محاسبه و درج شده است.

جدول شماره ۴

حداکثر ظرفیت مجاز لوله‌های قائم فاضلاب

قطر لوله mm	جریان برحسب لیتر بر ثانیه		
	$r = \frac{۱}{۴}$	$r = \frac{۷}{۲۴}$	$r = \frac{۱}{۳}$
۵۰	۱/۱۴	۱/۴۵	-
۷۵	۳/۳۳	۴/۳۲	۵/۲۴
۱۰۰	۶/۹۱	۸/۹۵	۱۱/۱۱
۱۲۵	۱۲/۶۶	۱۶/۶۷	۲۰/۰۰
۱۵۰	۲۰/۳۸	۲۶/۸۶	۳۲/۷۳
۲۰۰	۴۳/۸۵	۵۶/۸۱	۷۰/۷۱
۲۵۰	۸۰/۲۸	۱۰۱/۸۹	۱۲۶/۹۱
۳۰۰	۱۲۶/۶۰	۱۶۳/۵۶	۲۰۷/۸۱

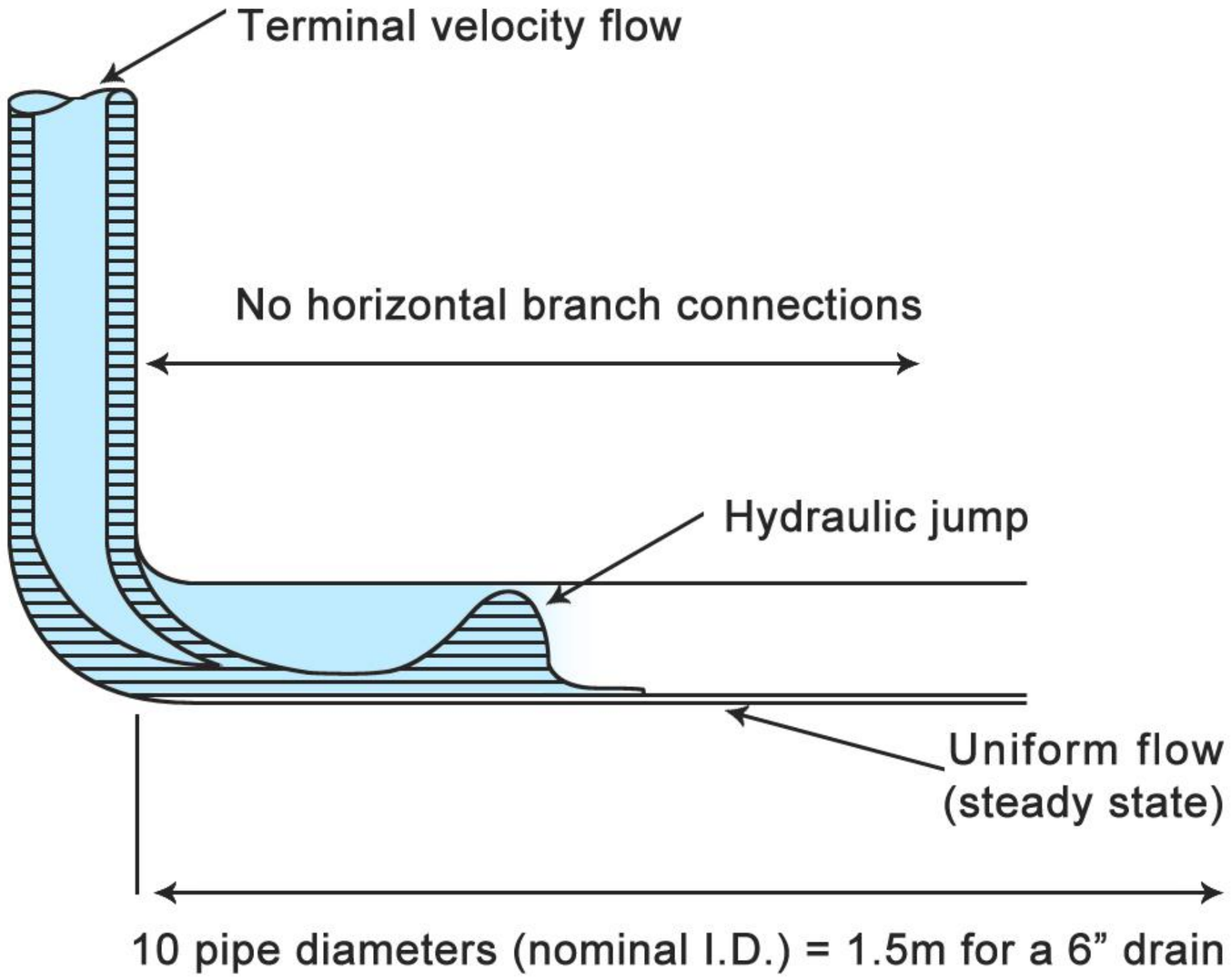
در اکثر کشورها مقررات ملی و کدهای ذی‌ربط غالباً نسبت‌های : $r = \frac{۱}{۴}$ و یا $r = \frac{۷}{۲۴}$ را تأیید می‌کنند و نسبت ($\frac{۱}{۳}$) $\frac{۸}{۲۴}$ کمتر مورد پذیرش قرار می‌گیرد.

پرش هیدرولیکی (Hydraulic Jump)

در انتهای لوله‌ی قائم فاضلاب ، پسآب به لوله‌ی اصلی تخلیه که جریان یک نواختی در آن برقرار است وارد می‌شود. سرعت پسآب به هنگام ورود در مقایسه بیش از سرعت جریان در لوله‌ی مذکور است.
در مورد یک لوله‌ی قائم ۷۵ میلی متری که با ظرفیت مجاز کار می‌کند سرعت نهائی حدود ۳/۲ متر بر ثانیه است. حال آن که سرعت جریان در لوله‌ی افقی هم قطر و دارای شیب ۲ درصد حدود ۰/۸متر بر ثانیه خواهد بود. (در شرایط حرکت یک نواخت و پر یا نیمه پر بودن لوله‌ی مزبور).
حال وقتی که پسآب به زانوی واقع در انتهای لوله‌ی قائم می‌رسد در مقایسه با مسیر اولیه‌ی خود ۹۰ درجه تغییر مسیر می‌دهد و در مواردی چند ، سرعت در بالا دست لوله‌ی افقی از سرعت در بخش پائین دست بیشتر خواهد شد. در این شرایط شیب توانائی برقراری تعادل سرعت در بخش بالا دست و پائین دست را نخواهد داشت . به عبارتی دیگر جریان آرام‌تر در جلو مسیر و جریانی سریع‌تر در پشت برقرار است هر چند که این پدیده تا حدودی هم سبب سرعت گرفتن پسآب در قسمت جلوتر می‌شود اما عمق جریان در قسمتی از لوله‌ی تخلیه شروع به اضافه شدن می‌کند و در اغلب موارد در بخشی از لوله ، آب تمامی سطح مقطع را فرا می‌گیرد.

پدیده‌ی افزایش ناگهانی عمق جریان در اصطلاح **جهش یا پرش هیدرولیکی (Hydraulic Jump)** نامیده می‌شود.
فاصله‌ای که در آن **جهش هیدرولیکی** اتفاق می‌افتد به سرعت ورود آب به لوله‌ی اصلی تخلیه ، عمق اولیه‌ی آب در لوله‌ی اصلی تخلیه درجه‌ی صاف و صیقلی بودن لوله‌ی مزبور ، قطر و شیب آن بستگی دارد.
اما به هر تقدیر این پدیده در همان بدو ورود پسآب به لوله‌ی اصلی تخلیه ، در فاصله‌ای بین ابتدای ورود تا مسافتی معادل ۱۰ برابر قطر لوله‌ی قائم پدید می‌آید.
در شرایطی که طول لوله‌ی اصلی تخلیه از لوله‌ی قائم بیشتر باشد جهش هیدرولیکی چشمگیر نخواهد بود. هم‌چنین شیب بیشتر در لوله‌ی مزبور ، پدیده‌ی فوق را به حداقل کاهش خواهد داد.
پس از به وجود آمدن پرش هیدرولیکی ، در بخشی از مسیر تمامی سطح مقطع لوله به ناگهان از آب پر می‌شود و حباب‌های بزرگ هوا در بخش بالا دست به وجود می‌آید و در نتیجه جریانی مواج و متلاطم پدید می‌آید. این وضعیت به تدریج در اثر مقاومت اصطکاکی جداره‌ای لوله خنثی شده و جریان ، سرانجام آرام و یک نواخت می‌شود.
باید توجه داشت که هر یک از شاخه‌های وارده به لوله‌ی قائم که زاویه‌ی ورود آن‌ها بیش از ۴۵ درجه باشد می‌تواند در پیدایش جهش هیدرولیکی موثر باشد.

شکل ۱- جهش هیدرولیکی در لوله‌ی اصلی تخلیه



Hydraulic Jump (4.2.I.(2))

درجه‌ی حرارت پسآب و تأثیر آن بر شبکه‌ی فاضلاب ساختمان

در آن گروه از سیستم‌های فاضلاب ساختمانی که تدابیر لازم برای پدیده‌ی انقباض و انبساط اجزا تشکیل دهنده‌ی سیستم صورت نگرفته باشد از جمله انواع آلیاژی و چسبی ، همواره این خطر وجود خواهد داشت که ورود مستقیم پسآب داغ به درون مجاری موجب پیدایش مشکلاتی شود. این مشکلات بیشتر در محل‌های وصل و در بست‌ها پدید آمده و سرانجام به جا به‌جائی سیستم و نشت فاضلاب منجر خواهد شد. بدین ترتیب در سیستم‌های فوق چنانچه حرارت آب بیش از ۶۰ درجه سانتی‌گراد باشد توصیه می‌شود که حتماً در مسیر ورود آب به سیستم از دستگاه‌های مناسب برای خنک کردن آب استفاده شود.

این نقیصه در سیستم مدرن لوله و اتصالات پوش فیت (Push - Fit) پلی‌ران برطرف گردیده و دیگر نیازی به هزینه‌های اضافی برای خنک کردن پسآب وجود ندارد.

در سیستم پوش فیت پلی‌ران طراحی به‌گونه‌ای است که با بهره‌گیری از حلقه‌های آب بندی و ساختار خاص لوله و اتصالات تمامی اجزای تشکیل دهنده‌ی سیستم به صورت دائمی در شرایط نوسانات دما و پیدایش تغییرات طولی بدون بروز کوچک‌ترین خلل در آب بندی ، فضای کافی برای جا به‌جائی را در اختیار دارند و به همین دلیل در استانداردهای ذی ربط از آن‌ها به‌عنوان سیستم‌های HT نام برده می‌شود.

تخلیه‌ی پسآب مرتبط با بخش‌های پائین‌تر از سطح

لوله‌ی اصلی تخلیه غالباً با بهره گیری از نیروی ثقل پسآب را به خارج از ساختمان منتقل می‌سازد. اما در شرایطی بخش‌هائی از ساختمان عملاً در سطحی پائین‌تر از لوله‌ی اصلی تخلیه واقع‌اند. در چنین شرایطی معمولاً چاهک و یا مخازنی تعبیه شده و سپس با پمپ و دیگر تمهیدات آب و فاضلاب را جداگانه به لوله‌ی اصلی تخلیه منتقل می‌سازند.

دریچه‌های یک طرفه (Back water valve)

آخرین نقطه از سیستم داخلی فاضلاب یک ساختمان محلی است که سیستم به شبکه‌ی جامع فاضلاب شهری ، مخازن سپتیک ، چاه‌های جذبی و نظایر آن وارد می‌شود. در صورت اتصال به شبکه چنانچه بار تحمیل شده به شبکه‌ی عمومی فاضلاب شهری در نقطه‌ای از حد مجاز فراتر رود ، امکان پس زدن جریان به داخل ساختمان‌ها بسیار محتمل خواهد بود. برای جلوگیری از بازگشت مجدد پسآب به درون ساختمان لازم است که از دریچه‌های یک طرفه در محل‌های مورد نیاز استفاده کرد.

Area Conversion

	mm^2	cm^2	m^2	km^2	ha	in^2	ft^2	acre	$mile^2$
mm^2	1	1E-2	1E-6	1E-12	1E-10	1.550 E-3	1.076 E-5	2.471 E-10	3.861 E-13
cm^2	1E+02	1	1E-4	1E-10	1E-8	0.1550	1.076 E-3	2.471 E-8	3.861 E-11
m^2	1E+06	1E+04	1	1E-6	1E-4	1.550 E+3	10.76	2.471 E-4	3.861 E-7
km^2	1E+12	1E+10	1E+6	1	1E+2	1.550 E+9	1.076 E+7	2.471 E+2	0.3861
ha	1E+10	1E+8	1E+4	1E-2	1	1.550 E+7	1.076 E+5	2.471	3.861 E-3
in^2	6.452 E+2	6.452	6.452 E-4	6.452 E-10	6.452 E-8	1	6.944 E-3	1.594 E-7	2.491 E-10
ft^2	9.290 E+4	9.290 E+2	9.290 E-2	9.290 E-8	9.290 E-6	144	1	2.296 E-5	3.587 E-8
acre	4.047 E+09	4.047 E+07	4.047 E+03	4.047 E-3	0.4047	6.273 E+6	4.356 E+4	1	1.562 E-3
$mile^2$	2.590 E+12	2.590 E+10	2.590 E+6	2.590	2.590 E+2	4.014 E+9	2.788 E+7	640	1

Flow Rate Conversion

	L/sec	m^3/min	m^3/hr	gal/min	gal/hr	ft^3/sec
L/sec	1	0.0600	3.600	15.85	9.510 E+02	3.532 E-02
m^3/min	16.67	1	60	2.642 E+02	1.585 E+04	0.5886
m^3/hr	0.2778	1.667 E-02	1	4.404	2.642 E+02	9.812 E-03
gal/min	6.309 E-02	3.785 E-03	0.2271	1	60	2.228 E-03
gal/hr	1.051 E-03	6.309 E-05	3.785 E-03	1.667 E-02	1	3.713 E-05
ft^3/sec	28.32	1.699	1.020 E+02	4.489 E+02	2.693 E+04	1

Mass Conversion

	mg	g	kg	metric ton	oz	lb	short ton	grain
mg	1	1E-3	1E-6	1E-9	3.527 E-5	2.205 E-6	1.102 E-9	1.543 E-2
g	1E+3	1	1E-3	1E-6	3.527 E-2	2.205 E-3	1.102 E-6	15.43
kg	1E+6	1E+3	1	1E-3	35.27	2.205	1.102 E-3	1.543 E+4
metric ton	1E+9	1E+6	1E+3	1	3.527 E+4	2.205 E+3	1.102	1.543 E+7
oz	2.835 E+4	28.35	2.835 E-2	2.835 E-5	1	6.250 E-2	3.125 E-5	437.5
lb	4.536 E+5	453.6	0.4536	4.536 E-4	16	1	5.000 E-4	7.000 E+3
short ton	9.072 E+5	9.072 E+05	9.072 E+2	0.9072	3.200 E+4	2000	1	1.400 E+7
grain	64.80	6.480 E-02	6.480 E-05	6.480 E-8	2.285 E-3	1.429 E-4	7.143 E-8	1

Volume Conversion

	cm^3	L	m^3	in^3	ft^3	pint	qt	gal	ac-ft
cm^3	1	1 E-03	1 E-06	6.102 E-02	3.531 E-05	2.113 E-03	1.057 E-03	2.642 E-04	8.107 E-10
L	1 E+03	1	1 E-03	61.02	3.531 E-02	2.113	1.057	0.2642	8.107 E-07
m^3	1 E+06	1 E+03	1	6.102 E+04	35.31	2.113 E+03	1.057 E+03	2.642 E+02	8.107 E-04
in^3	16.39	1.639 E-02	1.639 E-05	1	5.787 E-04	3.464 E-02	1.732 E-02	4.329 E-03	1.329 E-08
ft^3	2.832 E+04	28.32	2.832 E-02	1.728 E-03	1	59.84	29.92	7.481	2.297 E-05
pint	4.732 E+02	0.4732	4.732 E-04	28.87	1.671 E-02	1	0.5000	0.1250	3.837 E-07
qt	9.464 E+2	0.9464	9.464 E-04	57.74	3.342 E-02	2	1	0.2500	7.674 E-07
gal	3.785 E+03	3.785	3.785 E-03	2.310 E+02	0.1337	8	4	1	3.069 E-06
ac-ft	1.233 E+09	1.233 E+06	1.233 E+3	7.523 E+07	4.354 E+04	2.606 E+06	1.303 E+06	3.258 E+05	1

Concentration Conversion

	mg/L	g/L	kg/m^3	lb/in^3	lb/ft^3	lb/gal	grain/gal
mg/L	1	1 E-03	1 E-03	3.613 E-08	6.243 E-05	8.345 E-06	5.842 E-02
g/L	1 E+03	1	1	3.613 E-05	6.243 E-02	8.345 E-03	58.42
kg/m^3	1 E+03	1	1	3.613 E-05	6.243 E-02	8.345 E-03	58.42
lb/in^3	2.768 E+07	2.768 E+04	2.768 E+04	1	1.728 E+03	2.310 E+02	1.617 E+06
lb/ft^3	1.602 E+04	16.02	16.02	5.787 E-04	1	0.1337	9.354 E+02
lb/gal	1.198 E+05	1.198 E+02	1.198 E+02	4.328 E-03	7.480	1	6.998 E+03
grain/gal	17.12	1.712 E-02	1.712 E-02	6.185 E-07	1.069 E-03	1.429 E-04	1

Length Conversion

	micron	mm	cm	m	km	in	ft	mile
micron	1	1E-3	1E-4	1E-6	1E-9	3.937 E-5	3.281 E-6	6.214 E-10
mm	1E+3	1	1E-1	1E-3	1E-6	3.937 E-2	3.281 E-3	6.214 E-7
cm	1E+4	10	1	1E-2	1E-5	0.3937	3.281 E-2	6.214 E-6
m	1E+6	1E+3	1E+2	1	1E-3	39.37	3.281	6.214 E-4
km	1E+9	1E+6	1E+5	1E+3	1	3.937 E+4	3.281 E+3	0.6214
in	2.540 E+4	25.40	2.540	2.540 E-2	2.540 E-5	1	8.333 E-2	1.578 E-5
ft	3.048 E+5	3.048 E+2	30.48	0.3048	3.048 E-4	12	1	1.894 E-4
mile	1.609 E+9	1.609 E+6	1.609 E+5	1.609 E+3	1.609	6.336 E+4	5280	1

Pressure Conversion

	dyne /cm^2	kg/m^2	pa	cm Hg	Ft H_2O	bar	atm	lb/in^2	lb/ft^2
dyne /cm^2	1	1.010 E-02	0.1000	7.501 E-05	3.346 E-05	1 E-06	9.869 E-07	1.450 E-05	2.089 E-03
kg/m^2	98.07	1	9.807	7.356 E-03	3.281 E-03	9.807 E-05	9.678 E-05	1.422 E-03	0.204 8
pa	10.00	0.1020	1	7.501 E-04	3.346 E-04	1 E-05	9.870 E-06	1.450 E-05	2.088 E-02
cm Hg	1.333 E+04	1.360 E+02	1.333 E+03	1	0.4460	1.333 E-02	1.316 E-02	0.1934	27.85
Ft H_2O	2.989 E+04	3.046 E+02	2.989 E+03	2.241	1	2.989 E-02	2.949 E-02	0.4335	62.42
bar	1 E+06	1.020 E+04	1 E+05	75.01	33.46	1	0.9869	14.50	2.089 E+03
atm	1.013 E+06	1.033 E+04	1.013 E+05	76.00	33.90	1.013	1	14.70	2.116 E+03
lb/in^2	6.895 E+04	7.031 E+02	6.895 E+03	5.171	2.307	6.895 E-02	6.804 E-02	1	144
lb/ft^2	4.788 E+02	4.882	47.88	3.591 E-02	1.602 E-02	4.788 E-04	4.725 E-04	6.944 E-03	1

فهرست منابع مورد استفاده

1- Wise, A.F.E. , Swaffield, J.A. 2002.
Water, Sanitary and Waste Services for Buildings.

2- Dawson, F.M. , Kalinske, A.A. 1937.
Report on the Hydraulics and Pneumatics of Plumbing Drainage Systems. Bulletin 10 State University of Iowa.

3- Wyly, R.S. , Eaton, H.N. 1937.
Capacities of Plumbing Stacks in Buildings Bulletin 10 State University of Iowa.

4- Report BMS 132, 1952.
Bureau of Standards Building Materials and Structures, U.S.A.

5- Alfred Steele 1975
High Rise Pluming Design

POLIRAN

یلی‌ران اتصال

021 33931731

021 33931410

09121151841

09021151841

پلی خزر

WWW.POLYRAN.IR