

## طراحی و محاسبه سیستم لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان (جلسه دوم)

به منظور دستیابی به هدف اصلی سایت دفتر فنی مهندسی کالانیز که ارائه خدمات مشاوره و فروش محصولات سیستم های تاسیساتی می باشد؛ در نظر داریم مباحثی در زمینه طراحی و محاسبه سیستم لوله کشی آب و فاضلاب ساختمان در اختیار مهندسین، طراحان و علاقه مندان به این بخش از سیستم های تاسیساتی، قرار دهیم. مطالبی که از این پس در ارتباط با این موضوع به صورت بخش های مختلف قرار خواهد گرفت؛ با اقتباس از کتاب محاسبات تاسیسات ساختمان (چاپ دهم)، ترجمه و تألیف جناب آقای مهندس سید مجتبی طباطبائی ارائه می گردد.

### ادامه بخش اول

#### فشار و افت فشار؛

برای درک بهتر مباحث بعدی لازم است توضیحی هر چند مختصر در مورد فشار و افت فشار آب داده شود:

**الف) فشار استاتیک آب ( $P_s$ )** این فشار که فشار ساکن نیز نامیده می شود؛ ناشی از وزن ستون آب می باشد و در یک سطح معین به طور یکسان به تمام جهات از جمله جدار لوله وارد می گردد:

که در آن  $\rho$  برابر است با جرم مخصوص آب،  $g$  شتاب ثقل (گرانش زمین) و  $h$  ارتفاع ستون آب می باشد. این فشار را می توان بر حسب ارتفاع ستون آب بیان داشت:

**ب) فشار سرعتی آب ( $P_v$ )** میزان این فشار در هر مقطعی از جریان بستگی به سرعت جریان آب دارد:

که در آن  $v$  سرعت متوسط جریان آب می باشد.

که اگر آن را بر حسب ارتفاع نظیر فشار بیان کنیم خواهیم داشت:

**ج) فشار کل آب ( $P_t$ )** فشار کل در هر نقطه از مسیر جریان آب برابر است با مجموع فشار های استاتیک و سرعتی:

و اگر آن را بر حسب ارتفاع نظیر فشار بنویسیم خواهیم داشت:

برای اندازه گیری فشار آب از انواع فشار سنج ها از قبیل فشار سنج گیج، مانومتر و پیزومتر استفاده می شود که همگی فشار نسبی آب را نشان می دهند.

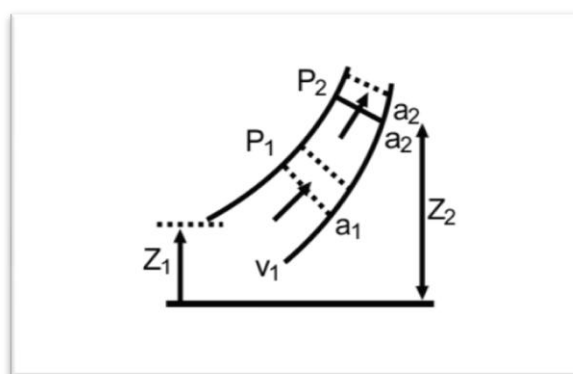


د) فشار مطلق ( $P_a$ ) عبارت است از فشار نسبی به اضافه فشار اتمسفر:

که در آن  $P_g$  برابر است با فشار نسبی یا فشاری که گیج نشان می دهد ( $psi$ ) و  $14.7$  فشار اتمسفر ( $psi$ ) می باشد.

معادله برنولی؛

فشاری که در هر مقطعی از جریان سیال وجود دارد مستقیماً متناسب با انرژی سیال است و در مورد انرژی سیال ایده آل رابطه ای وجود دارد که به معادله برنولی موسوم است. این معادله اشعار می دارد که کل انرژی موجود در واحد جرم یک سیال ایده آل مقداری است ثابت. سیال ایده آل سیالی را گویند که تراکم ناپذیر بوده و ویسکوزیته اش صفر باشد؛ البته چنین سالی وجود خارجی ندارد ولی سیالاتی مثل آب، نفت و گازها در فشار کم تا حدی رفتارشان به سیال ایده آل نزدیک است. معادله برنولی بصورت زیر نوشته می شود.



که در آن  $\frac{p}{\rho g}$  ارتفاع فشار استاتیک،  $\frac{v^2}{2g}$  ارتفاع فشار سرعتی و  $Z$  ارتفاع مقطع مورد نظر از جریان سیال نسبت به یک سطح مینای اختیاری می باشد.

### افت فشارها؛

افت فشار کلی مجموع دو افت فشار استاتیک و سرعتی است:

**الف) افت شار استاتیک** وقتی آب در لوله ای جریان می یابد؛ به دلیل اصطکاک جریان با جدار لوله و تبذیر انرژی ناشی از اصطکاک بین مولکول های آب که بستگی به ویسکوزیته آن دارد، فشار متداوماً در طول لوله کاهش می یابد. هر چه جدار لوله زبرتر باشد میزان این افت فشار که به افت فشار استاتیک موسوم است بیشتر خواهد بود. رابطه این افت فشار با سرعت جریان، طول لوله، قطر لوله و زبری سطح داخلی لوله، توسط فرمول زیر بیان می شود:

که در آن  $h$  برابر است با افت فشار بر حسب فوت آب،  $f$  برابر ضریب اصطکاک بین سال و لوله،  $l$  برابر است با طول لوله بر حسب فوت،  $d$  برابر است با قطر لوله بر حسب فوت،  $v$  برابر است با سرعت متوسط جریان بر حسب فوت بر ثانیه و  $g$  برابر است با شتاب ثقل بر حسب فوت بر مجذور ثانیه می باشد.

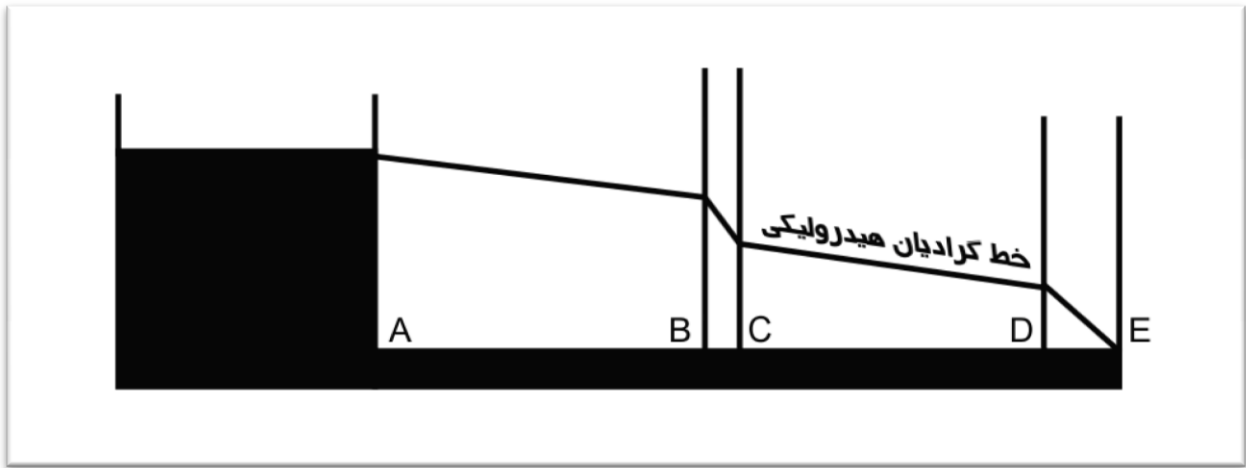
**ب) افت فشار سرعتی** این افت فشار تابع سرعت جریان است و هر قدر عواملی که موجب تغییر سرعت سیال می شوند بیشتر باشند، مقدار افت فشار سرعتی افزونتر می شود. عوامل مزبور یکی تغییر جهت جریان و در نتیجه بوجود آمدن حالت آشفتگی در مسیر جریان می باشد که موجب افت سرعت می گردد، مثل تغییر جهت جریان آب در زانویی ها و زانو سه راه ها و دیگر تغییر مقطع لوله و وجود شیر ها و موانع در مسیر جریان آب. مقدار افت فشار سرعتی از رابطه زیر به دست می آید:

که در آن  $K$  ضریبی است که بستگی به نوع وصاله دارد.

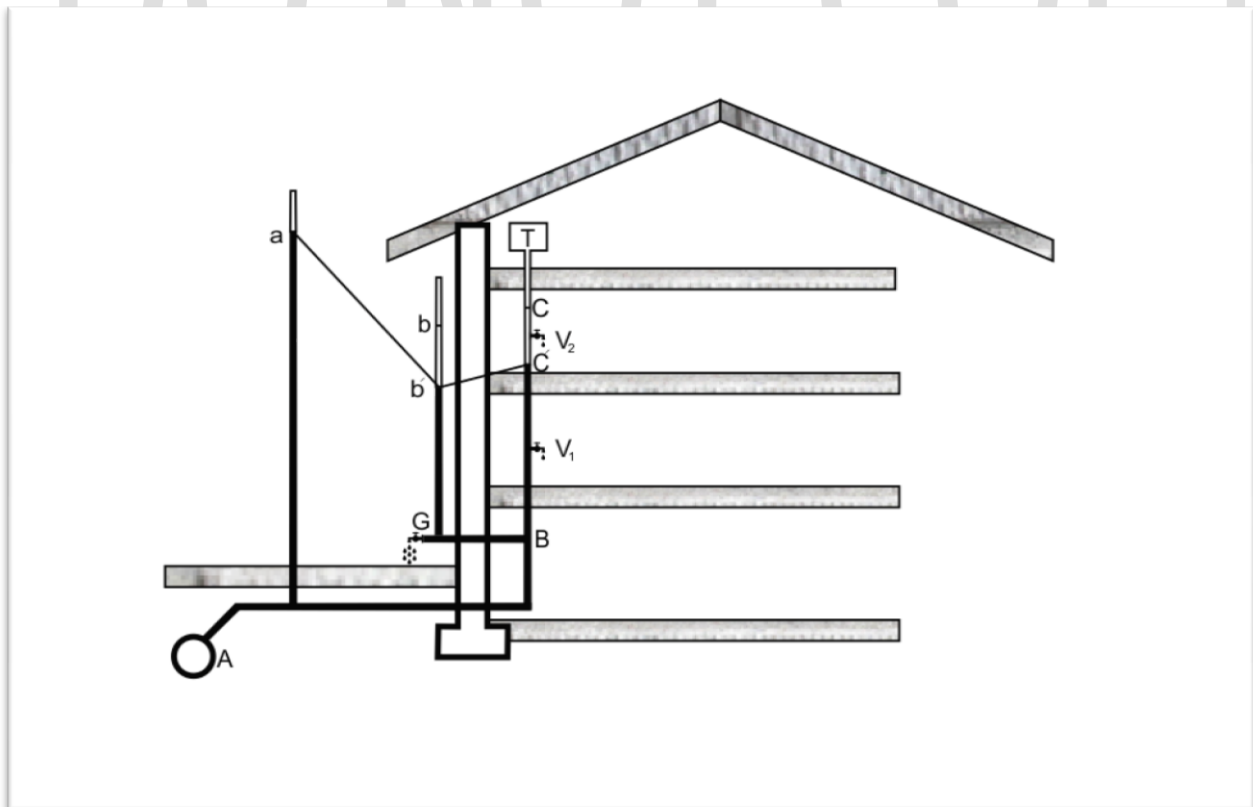
بطوری که ذکر شد، افت فشار کلی ( $h_{1v}$ ) برابر با حاصل جمع افت فشار های استاتیک و سرعتی است:

### خط گرادیان هیدرولیکی:

این خط که چگونگی افت فشار آب را در طول مسیر جریان به طور عینی نشان می دهد عبارت است از مکان هندسی نقاطی در طول مسیر جریان که آب تا آن نقاط در داخل لوله پیژومتر بالا می آید. این خط بطوریکه که در شکل زیر ملاحظه می شود، دارای شیبی در جهت جریان آب می باشد. شیب این خط معلول اختلاف فشار است که در اثر افت فشار در مسیر جریان در لوله ایجاد می شود.



از نقطه  $A$  تا  $B$  افت فشار آب ناشی از اصطکاک آن با جدار لوله است (افت فشار استاتیک). از  $B$  تا  $C$  که در اثر عبور آب از شیر افت فشار سرعتی ایجاد می شود، شیب خط گرادیان هیدرولیکی ناگهان تند گردیده از  $C$  تا  $D$  مجدداً تنها افت فشار استاتیک وجود دارد، لذا شیب خط کمتر می شود. از  $D$  تا  $E$  که مقطع لوله ناگهان کوچک می شود به دلیل افت فشار سرعتی، شیب خط گرادیان هیدرولیکی بشدت زیاد می گردد. به این ترتیب علت کاهش فشار و یا قطع جریان آب در طبقات بالای ساختمان را هنگامی که مصرف طبقات پایین افزایش می یابد، بهتر درک خواهیم نمود. بعنوان مثال شکل زیر را در نظر می گیریم.



اگر مصرف آب در طبقه اول زیاد شود، مثلاً همه شیرها را باز کنیم، بعلت افزایش دبی آب شیب خط گرادیان هیدرولیکی (یعنی افت فشار) زیاد شده نتیجتاً فشار آب در شیرهای طبقه دوم کمتر از حالت مصرف معمولی خواهد بود. با باز کردن شیر باغبانی  $G$  در طبقه همکف، به علت ازدیاد دبی در لوله  $A - B$  و در نتیجه افزونی افت فشار، خط گرادیان هیدرولیکی  $ab$  شیب زیادی پیدا می نماید و سطح آب منبع  $T$  روی سقف پایین آمده به نقطه  $C$  می رسد. چنانچه مقدار دبیشیر باغبانی باز هم زیاد شود، ازدیاد دبی در لوله  $A - B$  موجب تند تر شدن هر چه بیشتر شیب خط گرادیان هیدرولیکی خط  $ab$  شده این خطر را بوجود می آورد که سطح آب در لوله  $B - C$  از ارتفاع شیر  $v_2$  نیز پایین تر آمده جریان آب در کلیه دستگاه های مصرف طبقه دوم به کلی قطع گردد.

حال با معادلات فشار و افت فشار آب آشنا شدیم؛ در مطلب بعدی در ارتباط تامین فشار آب ساختمان، سیستم توزیع آب شهری و آب منبع ثقلی و منبع تحت فشار در یک ساختمان مباحثی را بیان خواهیم نمود. این اطلاعات در مطلب بعدی به زودی بر روی سایت دفتر فنی مهندسی کالانیز قرار خواهد گرفت.

DO NOT COPY