محاسبات تاسیسات میکانیکی ساختمان اداری
مهندسین مشاور هوشمند اکسیس- - تهران مرزدارن
تلفـــــن44233620 – 44233598

نحوه انتخاب اتصالات آکاردئونی

1- جنس ورق آکاردئونی با توجه به دما و نوع سیال و شرایط محیطی انتخاب میگردد . جدول شماره (1) خصوصیات عملکردی برخی از ورقهای استنلس استیل را مشخص میکند .

جدول شماره 1

Material	AISI / STM	Brief characteristis	DIN	DIN Specification	CSN	Temperature (^{0} C)	
						min	max
Stainless Steel	304	مقاومت در مقابل خوردگی , قابلیت جوشکاری و ریخته گری	1.4301	X5CrNi 18-10	17240	-250	550
	304 L	همانند ss304 , حاوی کربن کمتر ← مقاومت بالاتر در برابر خوردگی در مقطع جوش	1.4306	X2CrNi 18-9	17249	-250	550
	309	مقاوم در برابر حرارت با درصد بالای کرم و نیکل و قابل استفاده تا دمای 1150 درجه سانتیگراد	1.4828	X15CrNi Si 20-12	17251	-100	1000
	316	قابل استفاده در محیطهای خورنده مخصوصا اسیدی	1.4401	X5CrNiMo 18-10	17346	-100	550
	316 L		1.4404	X2CrNiMo 18-10	17349	-100	550
	316 Ti		1.4571	X10CrNiMo Ti 18-10	17348	-100	550
	321	مشابه 304 همراه با آلیاژ تیتانیوم , در نتیجه مقاومت بالاتر در برابر خوردگی و قابل استفاده در دماهای بالاتر	1.4541	X6CrNi Ti 18-10	17247	-250	550

2- با استفاده از جدول شماره (2) با توجه به جنس خط لوله , دمای نصب , ماکزیمم و مینیمم سیستم میتوان مقدار حداکثر افزایش و کاهش طول خط لوله را مشخص کرد .

3- هر اتصال آکاردئونی با توجه به شرایط کاری (دما و فشار سیستم) و حداقل عمر لازم , قابلیت جذب مقدار محدودی حرکت را دارد که در جدول (3) این مقادیر برای برخی از اتصالات « روتین شرکت ارتعاشات صنعتی ایران» آمده اند. با توجه به میزان تغییرات ابعادی خط لوله و قابلیتهای اتصال آکاردئونی میتوان حداقل تعداد اتصال آکاردئونی را برای هر حالت محاسبه کرد .

مثال :

برای یک خط لوله 4 اینچ به طول 200 متر و جنس کربن استیل در دمای 10- الی 150 خواهیم داشت :

انقباض L min = - 0.11 * 200 = -22 mm

انبساط L max = 1.78 * 200 = 356

پس تغییرات کل طول لوله برابر است با :

Lt = L max - L min = 356 – (- 22) = 378 mm

با مراجعه به جدول شماره (3) مقدار کل انقباض و انبساط برای اتصال 4 اینچ برابر خواهد بود با :

30 + 30 = 60 mm

با تقسیم Lt بر مقدار بدست آمده خواهیم داشت : N = Lt /60 $\approx 7\frac{378}{60}$ = 6/3

=

بنابراین در طول خط به هفت عدد اتصال آکاردئونی (تنش) 4 اینچ نیاز خواهد بود .

جدول شماره 2

تغییر لوله ها به ازاء هر یک متر (mm)

دما (سانتیگراد)	کربن استیل	استنلس استیل	مس	آلومینیوم
-10	- 0/11	- 0/16	- 0/16	- 0/22
0	0	0	0	0
10	0/11	0/16	0/17	0/23
20	0/22	0/33	0/34	0/54
30	0/33	0/5	0/55	0/68
40	0/45	0/63	0/68	0/92

1/15	0/85	0/83	0/65	50
1/38	1/02	1	0/68	60
1/62	1/2	1/17	0/8	70
1/86	1/38	1/34	0/91	80
2/1	1/55	1/51	1/04	90
2/35	1/73	1/68	1/16	100
2/59	1/91	1/85	1/28	110
2/84	2/08	2/03	1/4	120
3/09	2/26	2/21	1/53	130
3/34	2/44	2/39	1/66	140
3/59	2/62	2/57	1/78	150
3/85	2/8	2/74	1/91	160
4/11	2/98	2/99	2/04	170
4/36	3/16	3/1	2/17	180
4/63	3/34	3/28	2/13	190
4/89	3/53	3/45	2/44	200
5/15	3/71	3/63	2/58	210
5/42	3/89	3/81	2/72	220
5/69	4/08	3/99	2/85	230
5/96	4/26	4/18	2/99	240
6/23	4/45	4/36	3/13	250
6/5	4/64	4/54	3/27	260
6/78	4/83	4/72	3/42	270
7/06	5/03	4/91	3/56	280
7/34	5/22	5/1	3/71	290
7/62	5/42	5/28	3/85	300
	5/92	5/75	4/23	325
	6/4	6/25	4/61	350
	6/89	6/75	5	375
	7/38	7/24	5/44	400
	7/88	7/72	5/88	425
	8/38	8/22	6/3	450
	8/88	8/71	6/73	475
	9/39	9/21	7/14	500

جدول شماره 3

مشخصات قسمت آکاردئونی (Bellows) تولیدات عمومی (روتین) شرکت ارتعاشات صنعتی ایران

ردیف	سایز (in)	فشار طراحی (bar)	دمای طراحی (^{0}c)	حرکت محوری (mm)	سطح موثر (cm2)	حداقل عمر (سیکل)
1	1	10	200	20	22/9	1000
2	1 1/2	10	200	20	22/9	1000
3	2	10	200	20	33/2	1000
4	2 1/2	10	200	20	56/8	1000
5	3	10	200	30	75/4	1000
6	4	10	200	30	122/7	1000
7	5	10	200	30	183/9	1000
8	6	10	200	30	240/5	1000

9	8	10	200	40	437/4	1000
10	10	10	200	40	692/8	1000
11	12	10	200	40	962/1	1000

توجه :

چنانچه سایزهای بالاتر از موارد ذکر شده در جدول شماره (3) مد نظر باشد و یا حرکتهایی غیر از حرکت محوری (حرکتهای جانبی و زاویه ای) بر خط لوله اعمال شود , در اینصورت نوع اتصال با توجه به کاتالوگهای شرکت سازنده انتخاب می گردد .

6- طراحی اتصالات آکاردئونی

استاندارد مرجع اتصالات آکاردئونی E.J.M.A (Expansion Joint Manufacturers Association) می باشد که طراحی این قطعات بر مبنای آن صورت می پذیرد .

نرم افزارهای متعددی بر مبنای این استاندارد آماده شده اند که موجب بالا رفتن سرعت , دقت و تسهیل امر طراحی گردیده اند .

در عمده این نرم افزارها ورودی مورد نیاز سایز , فشار و دمای طراحی , حرکتهای مورد نیاز(محوری- جانبی و زاویه ای) و حداقل عمر مورد نیاز می باشد که با تعیین کردن مشخصات ابعادی پره (عمق و گام پره , تعداد لایه و ضخامت هر لایه) تعداد پره لازم برای رسیدن به حداقل عمر بدست می آید .

علاوه بر این می توان با تغییر دادن پارامترهای موجود به ضرایب فنریت مورد نظر نیز نزدیک شد . نرم افزارها معیارهای مختلفی را از جمله مقاومت قطعه در برابر تنشهای ناشی از فشار و تغییر مکان , ناپایداری ستونی و صفحه ای , حداکثر حرکت مجاز , حداقل عمر مورد نیاز و امکان بروز پدیده خزش (creep) را چک میکنند .

همچنین در صورت لزوم بسته به اهمیت و حساسیت قطعات , پس از اتمام طراحی , نتیجه بدست آمده با استفاده از روش المان محدود و کمک گرفتن از نرم افزار ANSYS مدلسازی شده و تحت بارهای مورد نظر قرار می گیرند تا با چک کردن نتایج این روش اطمینان مضاعفی بر طرح پیشنهادی افزوده شود .

7- نصب اتصالات آکاردئونی

در موارد متعددی دیده شده است که به علت عدم استفاده صحیح از قطعه و نصب نادرست آن , مشکلات متعددی برای اتصالات و خطوط لوله پیش آمده است , لذا آگاهی از چگونگی استفاده و نصب این قطعات بر عملکرد آنها تاثیر بسزایی دارد .

الف) نحوه Preset کردن اتصالات آکاردئونی

لوله های بکار رفته در خطوط انتقال سیالات به علت افزایش یا کاهش دمای سیال جاری دچار افزایش یا کاهش طول میگردند. مقدار افزایش یا کاهش در واحد طول , بستگی به جنس لوله دارد . مقدار تغییر طول لولـــــــــــــه در دماهـــــــــــــای متفـــــــــــــاوت در جـــــــــــــدول شـــــــــــــماره (2) نشان داده شده است .

در نصب اتصال آکاردئونی ابتدا طول کلی اتصال با در نظر گرفتن طول آن در حالت عادی و دمای سیستمی که باید در آن نصب گردد محاسبه میشود و پس از آن طول اتصال تنظیم شده و در سیستم نصب میگردد .

مثال : شرایط استفاده

سایز: 6 in = 150 mm دما : حداکثر $350\ ^0c$ حداقل $-10\ ^0c$
جنس لوله : کربن استیل دمای نصب $Ts = 20\ ^0c$
نوع سیال : بخار طول بین دو مسند : $l = 13\ m = 1300\ mm$
فشار: $7\ kg/Cm^2$ ضریب انبساط: $\alpha = 1202 \times 10^{-6}\ mm/mm/\ ^0C$

محاسبات :

تغییر طول کلی لوله برابر است با :

$\Delta l = (T\ max - T\ min)\ \alpha\ l = [350 - (-10)]12/02 * 10^{-6} * 13000 = 56/25\ mm = 56/5\ M$

برای اتصال آکاردئونی دو جداره 6 اینچ مقدار جابجایی بصورت 30 میلیمتر جهت انقباض و 30 میلیمتر جهت انبساط خط لوله میباشد که در کل برابر است با :

$30 + 30 = 60mm$

مقدار انقباض اتصال آکاردئونی دو جداره 6 اینچ در دمای نصب 20 درجه سانتیگراد برابر است با :

$$\Delta(-x) = \Delta l \frac{T\max - Ts}{T\max - T\min} = 56/5 * \frac{350-20}{350-(-10)} = 56/5 \times \frac{330}{360} = 51/79 \cong 52mm$$

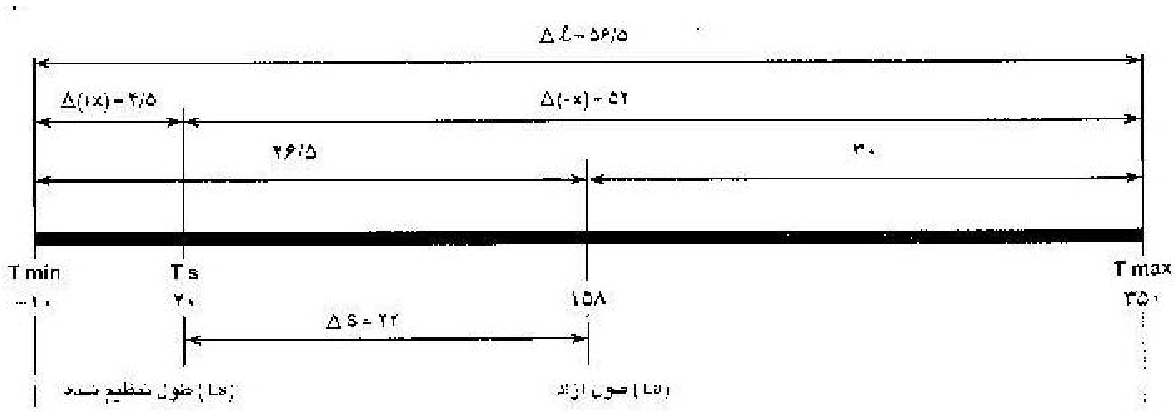
مقدار انبساط اتصال آکاردئونی دو جداره 6 اینچ در دمای نصب 20 درجه سانتیگراد برابر است با :

$$\Delta(+x) = \Delta l \frac{Ts - T\min}{T\max - T\min} = 56/5 * \frac{20-(-10)}{350-(-10)} = 56/5 \times \frac{30}{360} = 4/7mm \cong 4/5mm$$

مقدار ازیاد طول در دمای نصب برابر است با :

$$\Delta s = \Delta(-x) - 30 = 52 - 30 = 22mm$$

بنابراین باید این اتصال را در زمان نصب به اندازه 22 میلیمتر باز کرد .



ب) مسندها و راهنماها (ANCHORS AND GUIDES)

1- مسند

مسند قطعه ای است که وظیفه آن تحمل و دفع نیروهای ناشی از تغییرات طولی لوله , جهت جریان سیال و فنریت قسمت آکاردئونی می باشد که به دو نوع تقسیم میشود :

الف) مسند اصلی (MAIN ANCHOR)

مسندهای اصلی در دو انتهای یک خط لوله یا در محلهای تغییر زاویه خط لوله نصب می گردند و وظیفه مقابله در برابر نیروهای Thrust ناشی از فشار و جریان سیال ، نیروی فنریت و سایر نیروهای اعمالی از طرف خط لوله را دارند .

ب) مسند میانی (INTERMEDIATE ANCHOR)

در فواصل میانی مسندهای اصلی , از مسند میانی استفاده می گردد . مسندهای میانی قابلیت تحمل تمام نیروهای وارد بر مسند اصلی به جز نیروی Thrust ناشی از فشار را دارد .

محاسبه نیروی وارده بر یک مسند اصلی در یک خط لوله مستقیم

نیروی وارده بر یک مسند اصلی که در خط مستقیم در دو انتهای یک لوله قرار می گیرد طبق معادله ذیل محاسبه می گردد .

$F_W = F_P + F_B$

$F_P = A * P$

$F_B = f_B * e_X$

نیروی وارده بر یک مسند اصلی واقع در خم یک خط لوله مستقیم

این نیرو با نیروی وارده بر یک مسند اصلی در خط اصلی لوله مستقیم متفاوت است و طبق معادله ذیل محاسبه می گردد:

$F_b = 2F_W Sin\ \theta\ /\ 2$

اگر چگالی و سرعت سیال زیاد باشد لازم است در محاسبات نیروی گریز از مرکز سیال نیز محاسبه گردد .

$$F_b = 2F_W Sin\theta / 2 + F_C$$

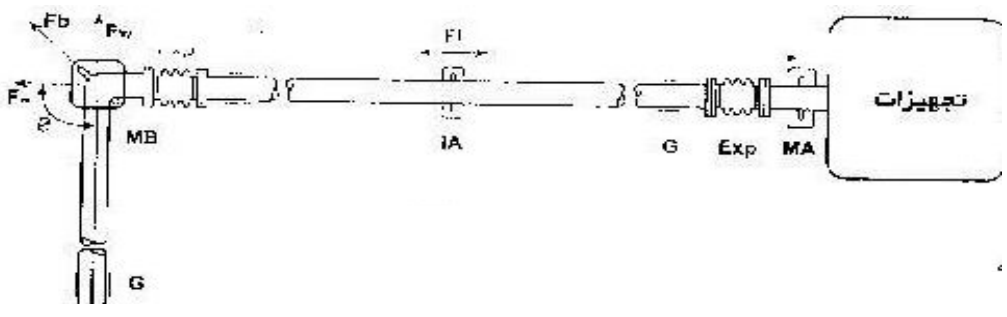
$$F_C = \frac{2A_{PV^2}}{g} Sin\theta / 2$$

نیروی وارده بر مسند میانی

اگر نیروی حاصله از فنریت اتصال آکاردئونی در دو طرف یک مسند میانی یکسان باشد نیروی وارد بر این مسند بسیار جزئی خواهد بود و این نیرو طبق رابطه ذیل محاسبه می گردد .

$F_i = \Delta F_B$

نماد	شرح	واحد
F_W	نیروی وارد بر مسند اصلی در بخش مستقیم لوله	kg
F_b	نیروی وارد بر مسند اصلی در بخش خم لوله	kg
F_C	نیروی حاصل از خاصیت گریز از مرکز سیال	kg
F_i	نیروی وارد بر مسند میانی	kg
F_p	نیروی حاصل از فشار داخلی	kg
F_B	نیروی فنریت قسمت آکاردئونی	kg
A	سطح موثر قسمت آکاردئونی	Cm^2
P	فشار	$Kg/ Cm^2.G$
f_B	ثابت فنریت قسمت آکاردئونی برای یک پره	Kg/ m m .corr
e_x	مقدار معادل انبساط و انقباض قسمت آکاردئونی برای یک پره	m m /corr
θ	اندازه زاویه خم لوله	degree
ρ	چگالی سیال	g/ Cm^3
ν	سرعت سیال	Cm/sec
g	شتاب جاذبه	Cm/sec^2

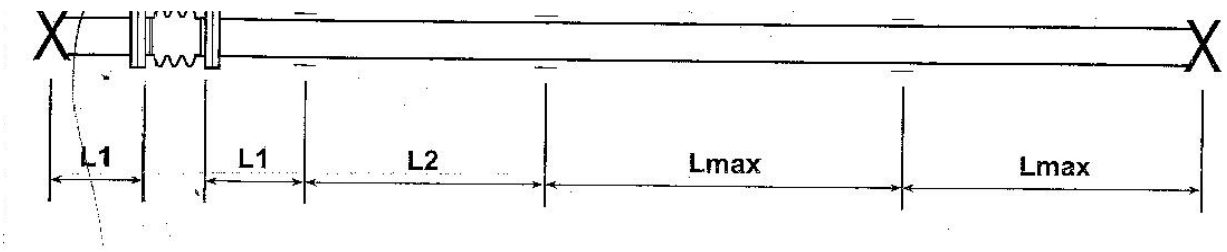


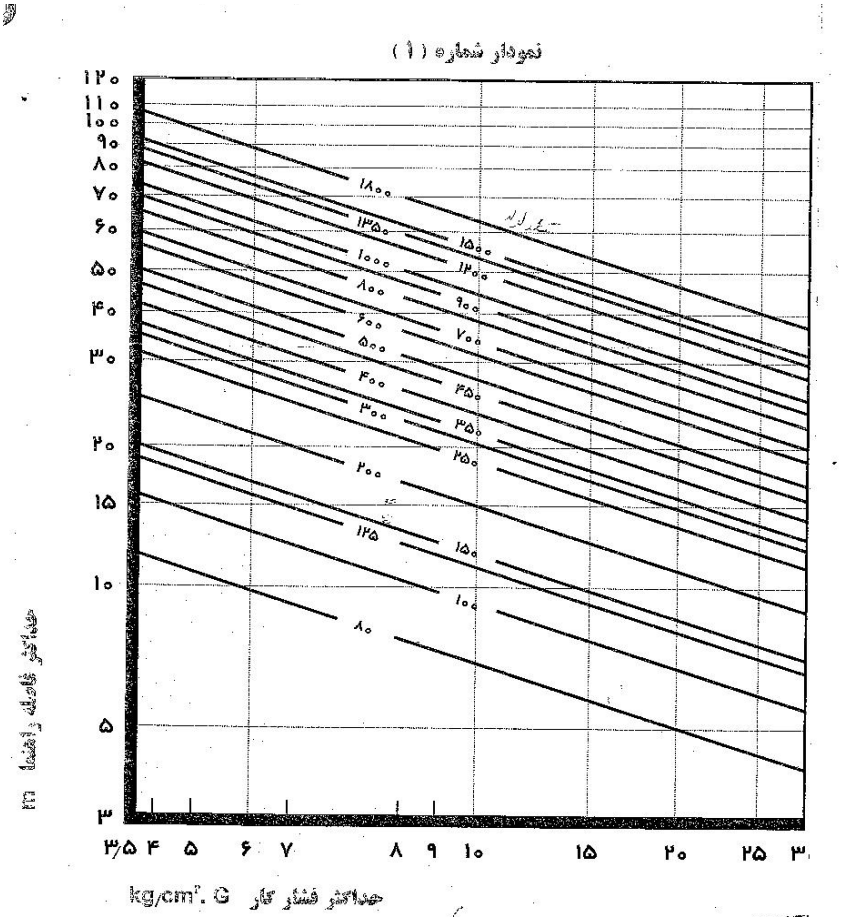
2- راهنما

راهنما قطعه ای است که علاوه بر تحمل وزن لوله ، تغییرات طولی لوله را هدایت میکند ، بنابراین راهنما باید جهت جلوگیری از خم شدن لوله در اثر تغییرات طولی یا وزن آن دارای استحکام کافی باشد .

با توجه به جدول ذیل و در نظر گرفتن قطر لوله می توان فاصله اولین راهنما (L1) را از اتصال آکاردئونی بدست آورد . فاصله اولین راهنما 4 برابر و فاصله دومین راهنما (L2) 14 برابر قطر نامی لوله در نظر گرفته می شود . برای بدست آوردن حداکثر فاصله راهنماهای بعد (L max) با در نظر گرفتن فشار خط لوله میتوان از نمودار (1) استفاده کرد .

قط (mm)	80	150	100	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1200	1500	1800
L_1 (m)	0/3	0/4	0/6	0/8	1/0	1/2	1/6	2/0	2/4	3/2	4/0	4/8	4/8	6/0	7/2
L_2 (m)	1/1	1/4	2/1	2/8	3/5	4/2	5/6	7/0	8/4	11/2	14/8	16/8	16/8	21/0	25/2





ج) نکاتی درباره مسند و راهنما

اتصالات آکاردئونی حتی با اعمال نیروی بسیار کمی تغییر طول می دهند ، لذا برای حصول اطمینان از عملکرد صحیح اینگونه اتصالات موارد ذیل را نباید فراموش کرد . در غیر اینصورت نه تنها اتصال آکاردئونی عملکرد صحیحی نخواهد داشت بلکه منجر به بروز خرابی نیز خواهد گردید .

1- اطمینان پیدا کنید که دو انتهای لوله مستقیم یا خم را بر روی مسند اصلی قرار داده اید .

2- هر اتصال آکاردئونی باید بین دو مسند قرار داشته باشد .

3- هنگامی که در یک خط لوله مستقیم با تغییر قطر (Reducer) مواجه هستید حتما در آن محل از مسند استفاده کنید تا از وارد آمدن نیروی اضافی ناشی از تغییر فشار سیال بر اتصال وارده را داشته باشد .

4- مسند باید توانایی مقاومت در مقابل نیروهای وارده را داشته باشد .

5- خط لوله را به گونه ای تنظیم کنید که اتصال براحتی تغییر طول دهد به همین خاطر از راهنماها بگونه ای استفاده کنید که وزن لوله روی اتصال آکاردئونی تاثیر نگذارد و این اتصال دچار خمش یا انحراف نگردد .

6- در خط لوله مستقیم جایی که لوله به یک شیر منتهی می شود حتما از مسند استفاده کنید .

8- سایر هشدارهای نصب

1- در زمان نصب اتصالات جوشی ، قسمت آکاردئونی را کاملا بپوشانید تا از سوراخ شدن قطعه در اثر جرقه های ناشی از جوشکاری جلوگیری شود .

2- قبل از نصب به پلاک مشخصات فنی قطعات و نوع کاربرد آنها در سیستم توجه کنید .

3- خطوط انتقال آب آشامیدنی و سیستمهای بهداشتی اتصالات مخصوص به خود را دارند ، از سایر اتصالات جوشی و فلنجدار در این سیستمها استفاده نکنید .

4- قبل از تست سیستم ، اتصالات را کاملا مهار کنید و به هنگام بهره برداری ، مهارها را به اندازه مشخصات فنی قطعه آزاد نمایید .

5- قسمت آکاردئونی یک اتصال آکاردئونی حساسترین قسمت آن است ، از وارد کردن هر گونه ضربه به آن جلوگیری کنید .

6- در صورت وجود هر گونه ابهام در نصب قطعات پیش از هر گونه اقدام با کارشناسان شرکت سازنده تماس حاصل فرمایید .

9- عملکرد اتصالات آکاردئونی

اتصالات آکاردئونی قابلیت جذب انواع جابجایی را بقرار ذیل دارد :

1- جابجایی محوری (X)

2- انحراف محوری (Y)

3- انحراف زاویه ای (θ)

این جابجایی ها می توانند بصورت تکی یا ترکیبی از موارد فوق در یک اتصال بروز کنند .

هواکش ها :

هواکش دستگاهی است که هوا یا هوای آلوده به گاز و دود و غیره را جابجایی می نماید و شامل فن و الکتروموتور و متعلقات جانبی می باشد هواکشهای مورد استفاده در تخلیه هوای ساختمان به طور کلی به دو دسته زیر تقسیم می شود .

1- هواکشهای محوری
2- هواکشهای گریز از مرکز

الف) هواکشهای محوری دارای فن محوری می باشند که قابلیت ایجاد اختلاف فشار و جبران افت فشار زیادی را ندارند بنابراین در انتهای کانالهای که طول زیادی ندارند و یا روی دیوار و یا پنجره فضا نصب می شوند .

انواع هواکشهای محوری به شرح زیر می باشند :

1- سقفی محوری
2- کانالی
3- دیواری
4- پنجره ای

ب) هواکشهای گریز از مرکز که قابلیت جبران افت فشار زیادی را دارند در انتهای کانال نصب می شوند و انواع آنها به شرح زیر می باشد :

1- سقفی شعاعی
2- حلزونی

که حلزونی با توجه به تیغه فن به دو نوع خم جلو و خم عقب تقسیم می شود .

انتخاب هواکش :

جهت انتخاب هواکش دو فاکتور افت فشار و حجم هوای تخلیه شونده باید مشخص شوند .

1- افت فشار

هواکش فقط قسمتی از کل سیستم تخلیه هوا بوده و هر چقدر هم درست انتخاب شود در صورتیکه سیستم انتقـــال دهنـــده (کانالها) متناسب طراحی نشده باشند و یا اینکه هواکش در محل مناسب نصب نشده باشد , تمام سعی و انرژی تلف شده و نتیجه مطلوب حاصل نمی شود کانال به هر قطری که باشد متناسب با مقدار هوایی که از

آن عبور داده می شود افت فشاری در اثر اصطکاک هوا با جداره کانال ایجاد می نماید که افت فشار اصطکاکی و یا فشار استاتیک نامیده می شود .

فشار دینامیک نیز عبارت است از فشاری که هواکش ایجاد می نماید و وابسته به سرعت هوا می باشد و معمولاً در جداول و کاتالوگهای هواکش موجود است و در نهایت فشار کل عبارت است از جمع دو فشار استاتیک و دینامیک

$$P_{Total} = P_{Static} + P_{Dynamic}$$

تجربه نشان داده است که برای محاسبه فشار کل, وقتی که خروجی هواکش به کانال وصل نشده باشد فشار استاتیک با دو برابر فشار دینامیک جمع می شود .

$$P_{Total} = P_{Static} + 2P_{Dynamic}$$

2- حجم هوای تخلیه

جهت محاسبه حجم هوای تخلیه فضا نخست حجم فضای مورد نظر را محاسبه سپس در ضریب تخلیه که از جدول شماره صفحه بعد بدست می آوریم ضرب کرده تا مقدار تخلیه لازم در ساعت بدست آید .

جدول ضریب تخلیه بر ساعت برای اماکن مختلف

ردیف	محل مورد نظر	دفعات تعویض (تخلیه) هوا بر ساعت
1	نانوایی	* 20 - 40
2	بانک	* 4 - 6
3	سالن اجتماعات	* 8 - 10
4	سالن های میهمانی (بخش)	* 8 - 12
5	سالن بیلیارد	* 6 - 8
6	موتورخانه (تاسیسات)	* 5 - 20
7	آسایشگاه (سربازخانه)	* 6 - 10
8	مسجد	* 30 - 40
9	سینما و تئاتر	* 10 - 15
10	کلوپ	* 8 - 10
11	کارگاه رنگ (نقاشی)	* 20 - 30
12	کارگاه تعمیران موتور (خودرو)	* 20 - 30
13	کارخانه (محل تولید)	* 6 - 10
14	کارگاه ریخته گری	* 30 - 20
15	بیمارستان (اماکن عمومی)	* 4 - 6
16	مهمان سرا	* 4 - 6
17	آشپزخانه (عمومی)	* 15 - 20
18	آشپزخانه (خانگی)	* 10 - 15
19	آزمایشگاه	* 4 - 6
20	توالت عمومی	* 20 - 80
21	رخت شویی (عمومی)	* 20 - 30
22	کارگاه ماشین ابزار	* 6 - 10
23	اماکن اداری	* 4 - 6
24	کارگاه رنگ سازی	* 30 - 60
25	اطاق تاریک (ظهور عکس)	* 10 - 15
26	سالن غذاخوری	* 6 - 10
27	کلاسهای درس	* 2 - 3
28	استخرها	* 20 - 30
29	پارکینگ	* 4 - 20

براساس تجربیات مولفین مقادیر با توجه به شرایط ایران تصحیح شده است .

در جدول زیر مشخصات هواکشهای انتخاب شده در ساختمان آورده شده است .

EXHUAST FAN SCHEDULE					
NO	Exh.fan.1	Exh.fan 2	Exh.fan 3	Exh.fan 4	Exh.fan 5

QTY		1	1	1	1	1
MODEL		IFRCS/T630-6	IFRCS/T630-6	IFKB 46	IFKB 46	IFKB 50
TYPE		CENTRIFUGAL Roof type Fan	CENTRIFUGAL Roof type Fan	CENTRIFUGAL utlity type Fan	CENTRIFUGAL utlity type Fan	CENTRIFUGAL utlity type Fan
CAPACITY (CFM)		4000	4000	3750	3750	4050
STATIC PRESSURE (mm-WG)		8	8	12	8	12
DIAMENSIONS (mm)	DIAMETER	1200	1200	460	460	500
	LENGHT	740	740	1000	1000	1100
	WIDTH	740	740	850	850	940
	HEIGHT	520	520	900	900	1000
POWER(W)		1100	1100	2000	1500	2000
V/C/PH		380/3/50	380/3/50	380/3/50	380/3/50	380/3/50
RPM		920	920	750	750	650
INST ALLATION LOCATION		Site Over Duct (for mechanical room)	Site Over Duct (for parking)	ROOF Over Duct (for services)	ROOF Over Duct (for services)	ROOF Over Duct (for services)
ERMARKS		IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR

EXHUAST FAN SCHEDULE

NO	Exh.fan.6	Exh.fan 7	Exh.fan 8	Exh.fan 10	Exh.fan 11,12	P.FAN.9
QTY	1	1	1	1	2	2
MODEL	IFRCS/T400-6	IFRCS/T500-6	IFRCS/T500-6	IFRCS/T560-6	ED 250-4	IFKB 56

TYPE		CENTRIFUGAL Roof type Fan	CENTRIFUGAL Roof type Fan	CENTRIFUGAL utlity type Fan	CENTRIFUGAL utlity type Fan	EXIAL WALL	CENTRIFUGAL utlity type Fan
CAPACITY (CFM)		1000	2100	1350	3000	500	4400
STATIC PRESSURE (mm-WG)		12	12	12	6	--	15
DIAMENSIONS (mm)	DIAMETER	760	1000	1000	1200	280	560
	LENGHT	520	640	640	700	328	1200
	WIDTH	520	640	640	700	328	1100
	HEIGHT	420	420	420	520	185	1200
POWER(W)		370	750	750	1100	43	2000
V/C/PH		380/3/50	380/3/50	380/3/50	380/3/50	220/1/50	380/3/50
RPM		910	900	900	910	250	600
INST ALLATION LOCATION		Site Over Duct (for Hoods)	Site Over Duct (for services)	ROOF Over Duct (for archive room)	ROOF Over Duct (for AmF.Area)	LIFT ROOM IN WALL	ROOF Over Duct (for Stair well)
REMARKS		IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR	IRAN FAN OR SIMILAR

1- هواساز شماره 1 (هوای تازه طبقات ششم تا نهم)

اطلاعات اولیه :

1- حجم هوای مورد نیاز

12400 CFM

2- دمای هوای ورودی به دستگاه : (تابستان)

T(db) = 104º F

T(wb) = 68/9º F

3- دمای هوای ورودی به دستگاه : (زمستان) ºF

Tdb = 24

4- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (تابستان)

45º F- 55º F

5- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (زمستان) - 160º F

180º F

6- بار سرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار سرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار سرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استخر که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$653000(\frac{Btu}{hr}) = \frac{(3 * 31300 + 36100) * 1/1 + 379400 = 522400 (\frac{Btu}{hr})}{\text{بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن}}$$

7- بار گرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار گرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار گرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استخر که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$871613(\frac{Btu}{hr}) = \frac{(3 * 22300 + 31000) * 1/1 + 589600 = 697290 (\frac{Btu}{hr})}{\text{بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن}}$$

8- تعداد فین بر اینچ کویل = 8 FPI

9- افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

10- ماکزیمم سرعت روی کویل = 550

11- نوع فیلتر = V-TYPE

انتخاب هواساز :

a. با توجه به جدول صفحه 7کاتالو پیوست در مدل 1250 با دمای ورودی 104درجه فارنهایت کویل 4 ردیفه 8 فینه جوابگوی بار سرمایش مورد نیاز می باشد .

b. جهت تامین بار گرمایش مورد نیاز با توجه به جدول صفحه 10کاتالو پیوست کویل 2 ردیفه 8 فینه جوابگوی تامین بار گرمایش مورد نیاز می باشد .

c. با توجه به جدول صفحه 21کاتالو پیوست سطح کویل برابر 25/3 فوت مربع می باشد بنابراین سرعت هوا روی کویل برابر است با :

$$\frac{12400CFM}{25.3FT^2} = 490F.P.M$$

محاسبه فن مورد نیاز :

الف : افت فشار داخلی هواساز

1- افت فشار روی کویل : P.D(Table 10) ×C.F(Table

→(10A افت فشار روی کویل سرمایش :

⇨ = 0/58 * 1 = 0/58 in w.g

2- افت فشار روی کویل گرمایش : 0/22 in w.g

⇨= 0/22 * 1 =

2- افت فشار فیلتر (Table 9) =

0.11 in w.g

3- افت فشار تجهیزات داخلی (Table 11) = 0/21 + 0/05 +0/06 = 0/35 in w.g

+ 0/03

ب : افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

افت فشار کل = افت فشار داخلی + افت فشار خارجی :

0/7 + 0/58 + 0/22 + 0/11 + 0/35 = 1/96 (in w.g) ~ 2 in w.g

از جدول صفحه 21 با توجه به مدل هواساز و افت فشار کل , فن " 22 * 1 با سرعت 660 F.P.M و قدرت موتور 15 hp انتخاب می شود .

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب :

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار سرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{653000\ (\text{Btu/hr})}{500 * 10} = 130/6\text{GPM}$$

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of\ .circuigs\ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{130.6}{2 \times 18} \times 1.235 = 4.5\ ft/\text{sec}\ (table21) \rightarrow 7.9(f.w.g)$$

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب (کویل گرمایش)

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار گرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{871613(\text{ Btu/hr})}{500 * 20} = 87/2\ \text{GPM}$$

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of\ .circuits\ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{87.2}{2 \times 18} \times 1.235 = 3\ ft/\text{sec}\ (table21) \rightarrow 2.4(f.w.g)$$

×(CT TABLE 21) = 2.4 × 0.76 = 1.8 f.t w.g

ابعاد دستگاه (جدول صفحه 18کاتالو پیوست)

L = 376 Cm W = 200 Cm H = 170 Cm

دهانه ورودی برگشت و هوای تازه = " 32 * " 61

دهانه خروجی = " 29 * " 26

2- هواساز شماره 2 (هوای تازه طبقات دوم تا پنجم)

اطلاعات اولیه :

1- حجم هوای مورد نیاز

12600 CFM

2- دمای هوای ورودی به دستگاه : (تابستان) T(wb) = 68/9º F = 104º F

T(db)

12- دمای هوای ورودی به دستگاه : (زمستان) º F

Tdb = 24

-13 دمای آب ورودی و خروجی کویل : (تابستان) ^{o} F

45^{o} F- 55

-14 دمای آب ورودی و خروجی کویل : (زمستان) ^{o} F

180^{o} F- 160

-15 بار سرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار سرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار سرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استخت که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$637150(\frac{Btu}{hr}) = \frac{\quad}{\text{بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن}} (\frac{Btu}{hr}) 509720 = 372000 + 1/1 * (31300 * 4)$$

-16 بار گرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار گرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار گرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استخت که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$845275(\frac{Btu}{hr}) = \frac{\quad}{\text{بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن}} (\frac{Btu}{hr}) 676220 = 578100 + 1/1 * (22300 * 4)$$

-17 تعداد فین بر اینچ کویل = 8 FPI

-18 افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

-19 ماکزیمم سرعت روی کویل = 550

نوع فیلتر = V-TYPE

انتخاب هواساز :

1- با توجه به جدول صفحه 7کاتالو پیوست در مدل 1250 با دمای ورودی 104درجه فارنهایت کویل 4 ردیفه 8 فینه جوابگوی بار سرمایش مورد نیاز می باشد .

2- جهت تامین بار گرمایش مورد نیاز با توجه به جدول صفحه 10کاتالو پیوست کویل 2 ردیفه 8 فینه جوابگوی تامین بار گرمایش مورد نیاز می باشد .

3- با توجه به جدول صفحه 21کاتالو پیوست سطح کویل برابر 25/3 فوت مربع می باشد بنابراین سرعت هوا روی کویل برابر است با :

$$\frac{12600CFM}{25.3FT^2} = 498F.P.M$$

محاسبه فن مورد نیاز :

الف : افت فشار داخلی هواساز

3- افت فشار روی کویل : P.D(Table 10) ×C.F(Table

→(10A) افت فشار روی کویل سرمایش :

⇨ = 0/58 * 1 = 0/58 in w.g

4- افت فشار روی کویل گرمایش : 0/22 in w.g

⇨ = 0/22 * 1 =

2- افت فشار فیلتر (Table 9) = 0.1 in w.g

3- افت فشار تجهیزات داخلی (Table 11) = 0/21 + 0/05 +0/06 = 0/35 in w.g + 0/03

ب : افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

افت فشار کل = افت فشار داخلی + افت فشار خارجی :

0/7 + 0/58 + 0/22 + 0/1 + 0/35 = 1/95 (in w.g) ~ 2 in w.g

از جدول صفحه 21 با توجه به مدل هواساز و افت فشار کل , فن " 22 * 1 با سرعت 655 R.P.M و قدرت موتور 15 hp انتخاب می شود .

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب :

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار سرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{637150\ (\text{Btu/hr})}{500 * 10} = 127/4GPM$$

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of.circuigs\ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{127/4}{2 \times 18} \times 1.235 = 4.5\ ^{ft}/_{\sec}(table21) \rightarrow 7.9(f.w.g)$$

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب (کویل گرمایش)

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار گرمایش کل}}{} = \frac{845275(\text{Btu/hr})}{} = 84/5\ GPM$$

500 * ΔT 500 * 20

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ \ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of\ .circuits\ \ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{84.5}{2 \times 18} \times 1.235 = 2.9\ ^{ft}/_{\sec}\ (table21) \rightarrow 2.3(f.w.g)$$

X(CT TABLE 21) = 2.3 * 0./76 = 1.75 f.t w.g

ابعاد دستگاه (جدول صفحه 18کاتالو پیوست)

L = 376 Cm W = 200 Cm H = 170 Cm

دهانه ورودی برگشت و هوای تازه = " 32 * " 61

دهانه خروجی = " 29 * " 26

2- <u>هواساز شماره 3 (هوای تازه طبقات زیر زمین تا اول)</u>

اطلاعات اولیه :

1- حجم هوای مورد نیاز

9400 CFM

2- دمای هوای ورودی به دستگاه : (تابستان) T(wb) = 68/9º F º F

T(db) = 104

3- دمای هوای ورودی به دستگاه : (زمستان) º F

Tdb = 24

4- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (تابستان) º F

45º F- 55

5- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (زمستان)

180º F- 160º F

6- بار سرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار سرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار سرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استت که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$474538(\frac{Btu}{hr}) = \text{———————} (62900 + 32400) * 1/1 + 274800 = 379630 (\frac{Btu}{hr})$$

بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن

7- بار گرمایش کل مورد نیاز (min) :

بار گرمایش : شامل بار مورد نیاز جهت ventilation و بار گرمایش مورد نیاز جهت فضاهایی مانند راهروها استت که در آنها فن کویل پیش بینی نشده است با 10 درصد ضریب اطمینان که در سیستم لحاظ شده است .

با احتساب ضریب اطمینان

$$655725(\frac{Btu}{hr}) = \text{———————} (68900 + 19900) * 1/1 + 426900 = 524580 (\frac{Btu}{hr})$$

بابت افت کویل در اثر فرسایش و کثیف شدن

8- تعداد فین بر اینچ کویل = 8 FPI

9- افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

10- ماکزیمم سرعت روی کویل = 550

نوع فیلتر = V-TYPE

انتخاب هواساز :

1- با توجه به جدول صفحه 7کاتالو پیوست در مدل 1000 با دمای ورودی 104درجه فارنهایت کویل 4 ردیفه 8 فینه جوابگوی بار سرمایش مورد نیاز می باشد .

2- جهت تامین بار گرمایش مورد نیاز با توجه به جدول صفحه 10کاتالو پیوست کویل 2 ردیفه 8 فینه جوابگوی تامین بار گرمایش مورد نیاز می باشد .

3- با توجه به جدول صفحه 21کاتالو پیوست سطح کویل برابر 19/7 فوت مربع می باشد بنابراین سرعت هوا روی کویل برابر است با :

$$\frac{9400CFM}{19/7FT^2} = 477F.P.M$$

محاسبه فن مورد نیاز :

الف : افت فشار داخلی هواساز

5- افت فشار روی کویل : P.D(Table 10) ×C.F(Table

→(10A) افت فشار روی کویل سرمایش :

⇨ = 0/55 * 1 = 0/55 in w.g

6- افت فشار روی کویل گرمایش : 0/2 in w.g

⇨ = 0/2 * 1 =

2- افت فشار فیلتر (Table 9) =

0.09 in w.g

3- افت فشار تجهیزات داخلی (Table 11) = 0/21 + 0/05 +0/06 = 0/35 in w.g

0/03 +

ب : افت فشار خارجی = 0/7 in w.g

افت فشار کل = افت فشار داخلی + افت فشار خارجی :

0/7 + 0/55 + 0/2 + 0/09 + 0/35 = 1/89 (in w.g) ~ 2 in w.g

از جدول صفحه 21 با توجه به مدل هواساز و افت فشار کل , فن " 22 * 1 با سرعت 620 R.P.M و قدرت موتور 7/5 hp انتخاب می شود .

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب :

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار سرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{474538\ (\text{Btu/hr})}{500 * 10} = 95\text{GPM}$$

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ \ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of.circuigs\ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{95}{1\times 28} \times 1.235 = 4/2\ ^{ft}\!/_{\sec}\ (table21) \rightarrow 7.1(f.w.g)$$

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب (کویل گرمایش)

$$water\ flowe\ \ rate\ \ (gpm) = \frac{\text{بار گرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{655725(\text{Btu/hr})}{500 * 20} = 65/6\ \text{GPM}$$

$$water\ velocity\ \ in\ \ tabe\ \ =$$

$$\frac{water\ \ flow\ \ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of\ .circuits\ \ \ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{65/6}{1\times 28} \times 1/235 = 2/9\ ^{ft}/_{\sec}\ (table21) \rightarrow 2/3(f.w.g)$$

X(CT TABLE 21) = 2/3 * 0/76 = 1/75 f.t w.g

ابعاد دستگاه (جدول صفحه 18کاتالو پیوست)

L = 313 Cm W = 200 Cm H = 140 Cm

دهانه ورودی برگشت و هوای تازه = " 32 * " 57

دهانه خروجی = " 29 * " 26

12-<u>هواساز شماره 4 (سالن های آمفی تئاتر)</u>

اطلاعات اولیه :

1- حجم هوای مورد نیاز

20000 CFM

2- دمای هوای ورودی به دستگاه : (تابستان T(wb) = 66/1º F 89/7º F

T(db) =

3- دمای هوای ورودی به دستگاه : (زمستان) º F

Tdb = 49/4

4- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (تابستان) F

45º F- 55º

5- دمای آب ورودی و خروجی کویل : (زمستان)

180º F- 160º F

6- بار سرمایش کل مورد نیاز = 506000 $\frac{Btu}{hr}$ با احتساب ضریب اطمینان بابت افت راندمان کویل به علت فرسایش و کثیف شدن پره ها برابر است با : 632500 $\frac{Btu}{hr}$

7- بار گرمایش کل مورد نیاز = 467500 $\frac{Btu}{hr}$ با احتساب ضریب اطمینان بابت افت راندمان کویل به علت فرسایش و کثیف شدن پره ها برابر است با : 584375 $\frac{Btu}{hr}$

8- تعداد فین بر اینچ کویل = 8 FPI

9- افت فشار خارجی = 2 in w.g

10- ماکزیمم سرعت روی کویل = 550

11- نوع فیلتر = V-TYPE

انتخاب هواساز :

1- با توجه به جدول صفحه 8کاتالو پیوست در مدل 2000 با دمای ورودی 89/7درجه فارنهایت کویل 6 ردیفه 8 فینه جوابگوی بار سرمایش مورد نیاز می باشد . (کویلها با توجه به نوع کاربری با ضریب اطمینان بالاتر انتخاب شده است)

13- جهت تامین بار گرمایش مورد نیاز با توجه به جدول صفحه 11کاتالو پیوست کویل 2 ردیفه 8 فینه جوابگوی تامین بار گرمایش مورد نیاز می باشد .

14- با توجه به جدول صفحه 21کاتالو پیوست سطح کویل برابر 40 فوت مربع می باشد بنابراین سرعت هوا روی کویل برابر است با :

$$\frac{20000CFM}{40FT^2} = 500F.P.M$$

محاسبه فن مورد نیاز :

الف : افت فشار داخلی هواساز

a. افت فشار روی کویل : P.D(Table 10) ×C.F(Table

→(10A - افت فشار روی کویل سرمایش :

⇨ = 0/58 * 1 = 0/58 in w.g

- افت فشار روی کویل گرمایش : 0/1 in w.g

-2⇨ = 0/1 * 1 =

افت فشار فیلتر (Table 9) =

0.08 in w.g

4- افت فشار تجهیزات داخلی (Table 11) = + 0/05 +0/06 +0/2 = 0/56 in w.g

0/03 + 0/22

ب : افت فشار خارجی مسیر کانالهای رفت = 1/1 in w.g (افت مسیر برگشت توسط فن برگشت تامین می شود)

افت فشار کل = افت فشار داخلی + افت فشار خارجی :

1/1 + 0/58 + 0/1 + 0/08 + 0/56 = 2/42 (in w.g) ≈ 2.5 in w.g

از جدول صفحه 22 با توجه به مدل هواساز و افت فشار کل , فن " 29 * 1 با سرعت 538 R.P.M و قدرت موتور 20 hp انتخاب می شود .

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب (کویل سرمایش)

$$water\ flowe\ rate\ (gpm) = \frac{\text{بار سرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{632500\ (\text{Btu/hr})}{500 * 10} = 126.5\text{GPM}$$

$$water\ velocity\ in\ tabe = \frac{water\ flow\ rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of.circuigs\ (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{126.5}{2 \times 22} \times 1.235 = 3.55\ ft/\text{sec}\ (table21) \rightarrow 9.15(f.w.g)$$

افت فشار قسمت سیرکولاسیون آب (کویل گرمایش)

$$water\ flowe\ rate\ (gpm) = \frac{\text{بار گرمایش کل}}{500 * \Delta T} = \frac{584375(\text{Btu/hr})}{500 * 20} = 58/5\ \text{GPM}$$

$$water\ velocity\ in\ tabe =$$

$$\frac{water\quad flow\quad rate(GPM)}{No.of\ coil \times No.of\ .circuits\quad (table19)} \times 1.235 \Rightarrow \frac{58.5}{2\times 22} \times 1/235 = 1.6\ ft/_{\sec}\ (table21) \rightarrow 1.1(f.w.g)$$

* (CT TABLE 21) = 1.1 * 0.76 = 0.84 Ft.w.g

ابعاد دستگاه (جدول صفحه 18کاتالو پیوست)

L = 439 Cm W = 250 Cm H = 205 Cm

دهانه ورودی برگشت و هوای تازه = " 44 * " 80

دهانه خروجی = " 36 * " 33

محاسبه فن برگشت هواساز آمفی تئاتر :

AIR HANDELING UNIT SCHEDULE

FAN & ELEC.MOT SPECIFICATION							TYPE	SERVED	LOCATION	QTY	Unit.No
MOTOR SPEED (R.P.M)	CYCL-PHAS-VOLTS	FAN. POWER (hp)	FAN.TYPE	EXT.P.D (in.W.G)	TOT.P.D (in.W.G)	AIR FLOW (C.FM)					
660	380/3/50	15	Forward	0.7	2	12400	Horizontal	6-9 th.floor Fresh air	AH.U room 8 th.floor	1	1
655	380/3/50	15	Forward	0.7	2	12600	Horizontal	2-5 th.floor Fresh air	AH.U room 4 th.floor	1	2
620	380/3/50	7/5	Forward	0.7	2	9200	Horizontal	-1- 1th.floor Fresh air	AH.U room first floor	1	3

AIR HANDELING UNIT SCHEDULE

COOLING COIL SPECIFICATION

(ROW) FIN/IN	AIR.P.D (IN.W.G)	WATER P.D (ft.W.G)	CHILD WATER. RATE (GPM)	CHILD WATER.TEMP (°F)		COIL LOAD $\frac{But}{hr}$	ENT.AIR.TEMP (°F)		AIR VELOCITY (F.P.M)	FRESH AIR FLOW (CFM)	AIR FLOW RATE (CFM)	COOLING FOID TYPE
				LVG	ENT	SENSIBLE	68.9	Tdb				

(4) 8	0.58	7.9	130/ 6	55	45	653000	68.9	104	490	12400	1240 0	water
(4) 8	0.58	7.9	127/ 4	55	45	637150	68.9	104	298	12600	1260 0	water
(4) 8	0.55	7.1	95	55	45	474538	68.9	104	477	9400	9400	water

AIR HANDELING UNIT SCHEDULE

HEATING COIL SPECIFICATION

(ROW) FIN/IN	AIR.P.D (IN.W.G)	WATER P.D (ft.W.G)	WATER FLOW RATE (GPM)	HOT WATER.TEMP (°F)		HEAT.COIL. LOAD ($^{BTU}/_{hr}$)	AIR.TEMP (°F)	AIR VELOCITY PER COIL (F.P.M)	AIR FLOW RATE (CFM)	HEATING FLOID TYPE
				LVG	ENT		ENT			
(2) 8	0.22	1/8	87/2	160	180	871613	24	490	12400	water
(2) 8	0.22	1/75	84/5	160	180	845275	24	498	12600	water
(2) 8	0.2	1/75	65/6	160	180	655725	24	477	9400	water

AIR HANDELING UNIT SCHEDULE

DESCRIPTION	SELECTION		WEIGHT (KG)	DIMENTION (CM)			FILTER SPECIFICATION
	MODEL	REMARK		HEIGHT	WIDTH	LENGHT	FILTER TYPE
هوا ساز هوای تازه طبقات ششم تا نهم	SRAH-1250-LPH	SARAN or SIMILAR	1300	170	200	376	AL.washable V.TYPE
هوا ساز هوای تازه طبقات دوم تا چهارم	SRAH-1250-LPH	SARAN or SIMILAR	1300	170	200	376	AL.washable V.TYPE
هوا ساز هوای تازه طبقات زیزمین تا اول	SRAH-1000-LPH	SARAN or SIMILAR	1100	140	200	313	AL.washable V.TYPE

M.P.B : Multi purpose Building

محاسبه حجم منبع سوخت :

حجم منبع سوخت با توجه به میزان سوخت مصرفی مشعل و مدت زمانیکه مایلیم سوخت را ذخیره کنیم از طریق فرمول زیر محاسبه می شود .

حجم منبع سوخت (لیتر) = W × 102 × A × n × B

که در آن :

W = مصرف سوخت مشعل ($^{kg}/_{hr}$)

A = تعداد ساعات کار سیستم در شبانه روز

N = تعداد روزهایی که مایلیم در آن مدت سوخت را ذخیره کنیم .

B = درصد انقطاع کار سیستم در شبانه روز

102 = حجم مخصوص گازوئیل (^{litr} / $_{kg}$)

حجم مخصوص مازوت تقریباً (^{litr} / $_{kg}$) 101 می باشد .

از آنجاییکه سیستم در طول مدت شبانه روز بدفعات خاموش و روشن می شود , جهت منظور کردن طول مدت خالص کار دشتگاه , ضریب انقطاع (B) در فرمول وارد شده است این ضریب معمولاً بین 50 تا 65 درصد در نظر گرفته می شود . معمولاً منبع سوخت را برای ذخیره سوخت حداقل یکماه ساختمان محاسبه می کنند .

بنابراین حجم منبع سوخت پروژه برابر است با :

$$V=(2 \times 108 ({}^{Litr}/_{kg}) \times 1.2 \times 8 (hr) \times 30 (day) \times 0.5 = 31104 \text{ litr} \approx 3 \qquad i \quad r$$

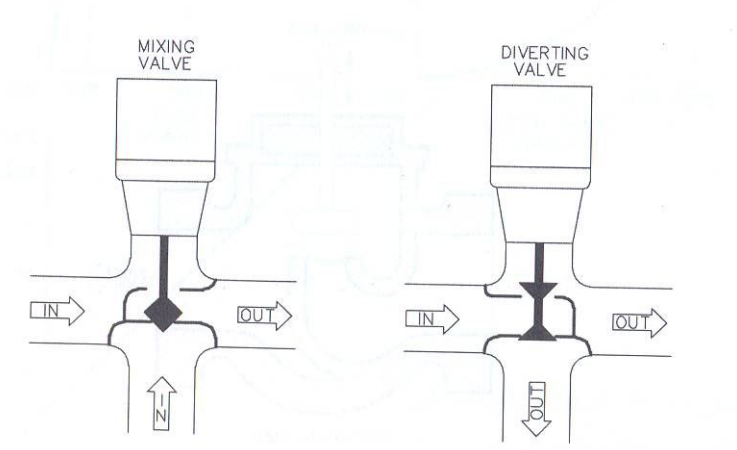
شیرهای سه راهه

این شیرها مطابق نامشان دارای سه دهانه می باشند و به دو نوع تقسیم می شوند .

نوع مخلوط کننده (Mixing)

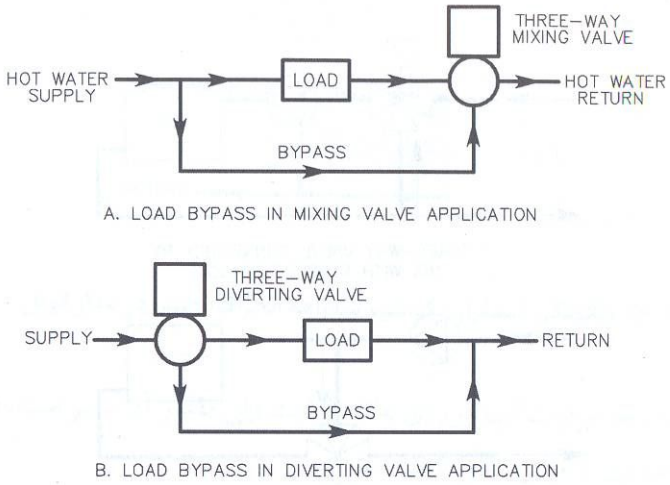
نوع انجراف دهنده (Diverting)

در نوع اول دو جریان وارد شیر می شوند و یک جریان از شیر خار می شود . یعنی شیر دارای دو ورودی و یک خروجی است در حالت دوم شیر دارای یک ورودی و دو خروجی است (شکل 1)



شکل (1) شیر سه راهه , مخلوط کننده و انحراف دهنده

شیرهای سه راهه اغلب با مشخصه خطی تولید می شوند , ولی آنها را با مشخصه درصد مساوی هم می سازند . چگونگی اتصال شیرهای سه راهه در مدار در شکل (2) نشان داده شده است .



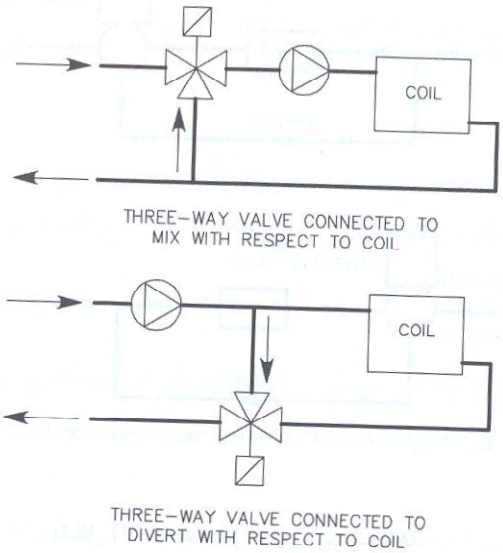
شکل (2) عملکردهای شیر سه راهه

در صنعت تهویه مطبوع جایی که از پمپ های دور ثابت استفاده می شود , اغلب از شیرهای کنترل سه راهه استفاده می گردد , زیرا با کاهش بار کویل ها , مقدار جریان عبوری از کویل کاهش یافته ولی جریان آب در مدار اصلی ثابت باقی می ماند . شیرهای سه راهه به هنگام حالت پاره بار , بخشی از آب را به جای عبور از کویل , کنار گذر می کنند ولی مقدار جریان آب خطوط اصلی مدار ثابت می ماند . بدین ترتیب نقطه کارکرد سیستم (تقاطع منحنی پمپ و منحنی سیستم) , زمانی که از شیرهای سه راهه استفاده می کنیم , تقریباً ثابت خواهد ماند . ولی استفاده از شیرهای سه راهه در مصرف انرژی انتقالی (انرژی مورد مصرف پمپ ها) صرفه جویی نمی کند . قیمت آنها نیز بیشتر از شیرهای دوراهه است . از این رو امروزه گرایش عمومی‌در طراحی مدارهای متوسط و بزر هیدرونیک , استفاده از سیستم های جریان متغیر با شیرهای کنترل دو راهه و پمپ های دور متغیر در آنهاست .

از شیرهای سه راهه هم به صورت مخلوط کننده دو جریان (شیر سه راهه مخلوط کننده) و هم به عنوان منحرف کننده یک جریان به دو جریان (شیر انحراف دهنده) استفاده می شود .

قیمت شیرهای سه راهه منحرف کننده از شیرهای سه راهه مخلوط کننده بیشتر است . از این رو از شیرهای سه راهه مخلوط کننده بیشتر استفاده می شود .

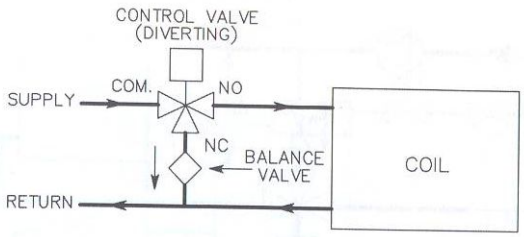
شیرهای سه راهه مخلوط کننده را می توان به دو روش در مدار کویل قرارداد (شکل 3)



سس (ذ) چگونگی اتصال شیر سه راهه

در حالت اول با توجه به این که آب برگشت از کویل با آب رفت به کویل مخلوط می شود , درجه حرارت آب ورودی به کویل متغیر ولی مقدار آن ثابت است . در حالت دوم برعکس , دمای آب ورودی به کویل ثابت ولی مقدار آن متغیر است . در هر دو حالت همان طور که ملاحظه می شود مقدار کل آب رفت و برگشت در شبکه اصلی ثابت می باشد .

وضعیت شیر سه راهه نوع انحراف دهنده در شکل (4) نشان داده شده است .



چگونگی استقرار یک شیر سه راهه
در مدار کویل

شکل (4)
انحراف دهنده

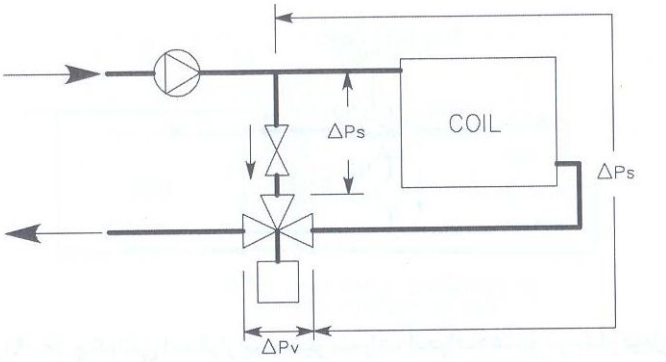
در این حالت درجه حرارت آب ورودی به کویل ثابت ولی مقدار آن متغیر است . در عین حال مقدار آب عبوری از مسیر اصلی ثابت است .

اختلاف فشار

اختلاف فشار شیرهای سه راهه مخلوط کننده عبارت است از اختلاف فشاری که شیر به هنگام کار تحمل می کند و آن هم اختلاف فشار دهانه های ورودی و خروجی (آن یک که بیشتر است) می باشد . برای مثال در یک شیر سه راهه که حداکثر فشار یکی از دهانه های ورودی آن 20 psi و فشار دهانه دیگر 25 psi و فشار خروجی آن 10 psi است , اختلاف فشار برابر است با 15 psi = 10 – 25 بدین ترتیب شیر انتخاب شده حداقل باید تحمل چنین اختلاف فشاری را در دو طرف خود داشته باشد . محرک انتخاب شده برای این شیر نیز حداقل باید بتواند این فشار را به علاوه ضریب اطمینان تامین کند . از شیرهای سه راهه مخلوط کننده نباید به عنوان شیر سه راهه انحراف دهنده و برعکس استفاده کرد .

<u>اندازه گذاری شیرهای کنترل</u>

شیرها مانند دمپرها دارای خصوصیتی هستند به نام اقتدار (Authority) و آن عبارت است از مقدار افت فشار روی شیر , تقسیم بر افت فشار مدار شیر . وضعیت شیرهای سه راهه در شکل (5) نشان داده شده است .

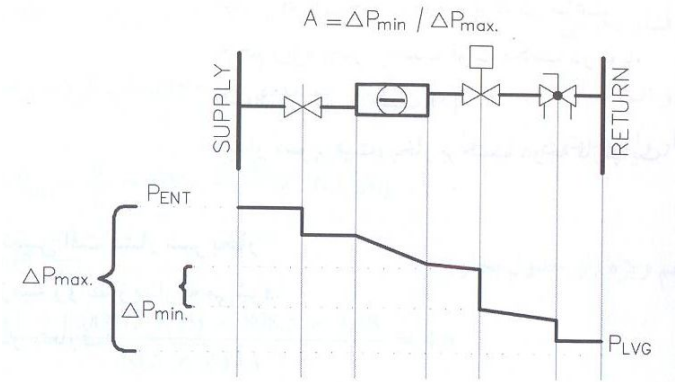


شکل (5) افت فشارها روی سیستم کویل و شیر کنترل سه راهه

در شکل فوق اقتدار شیر عبارت است از :

$$A = \frac{\Delta Pv}{\Delta Pv + \Delta Ps}$$

در مورد شیرهای دو راهه مقدار اقتدار مانند بالا برابر است با نسبت افت فشار شیر کنترل تقسیم بر افت فشار مدار شیر کنترل (شامل کویل , شیرهای دیگر مسیر کویل و شیر کنترل) (شکل 6)



شکل (6) افت فشارها در مدار کویل و مقدار اقتدارشیر کنترل (A)

هر قدر اقتدار شیر بیشتر باشد کنترل مدار کویل به توسط شیر راحت تر صورت خواهد گرفت , ولی در عوض هزینه های پمپاژ , استهلاک شیر کنترل و نیز مساله کاویتاسیون شیر بیشتر خواهد بود . از این رو انتخاب اقتدار (Authority) شیر یک امر صرفاً فنی نیست . منابع معتبری نظیر ASHRAE توصیه می کنند که اقتدار شیرهای کنترل را 50 درصد مدار کویل در نظر بگیریم . این مقدار هم کنترل خوبی را به دست می دهد و هم هزینه ها را زیاد افزایش نمی دهد .

امروزه با گسترش استفاده از کنترل های DDC بحث اقتدار شیرهای کنترل و کاهش آنها ادامه دارد و صاحب نظران پیشنهاد کاهش این مقدار را می کنند . انتخاب شیرهای کنترل براساس Cv یا Kv آنان انجام می شود . از این رو نخست برای انتخاب شیر باید ضریب شیر Cv (انگلیسی) یا Kv (متریک) تعیین شود و سپس شیر مورد نظر از کاتالو انتخاب گردد .

Cv عبارت است از گذر آب از یک شیر برحسب گالن در دقیقه , در حالی که فشار دو طرف آن 1 psi ثابت نگه داشته شود و درجه حرارت سیال عبوری نیز 60 درجه فارنهایت باشد . برای انتخاب Cv مقدار گذر حجمی سیال (GPM) و نیز افت فشار شیر مورد نیاز است .

چنانچه توضیح دادیم افت فشار شیر بر اساس مقدار اقتدار آن برابر با 0/5 یا 50 درصد افت کل مسیر کویل تعیین می شود . از این جا Cv از رابطه زیر بدست می آید :

$$Cv = \frac{Q}{\sqrt{\Delta P}}$$

در این رابطه Q مقدار جریان عبوری از شیر در حالت باز است . ΔP اختلاف فشار دو طرف شیر یا افت فشار شیر است . چنانچه از سیالی به جز آب استفاده شود لازم است ضریب اصلاح در رابطه فوق دخالت داده شود .

در مورد بخار از رابطه زیر می توان استفاده کرد :

$$Cv = \frac{(1 + 0.00075 \times S)Q\sqrt{V}}{63.5\sqrt{h}}$$

در این رابطه :

Q = مقدار جریان بخار بر حسب پوند در ساعت

V= حجم ویژه بخار بر حسب فوت مکعب در پوند

h = افت فشار شیر بر حسب psi

S = مقدار " سوپرهیت " بخار بر حسب درجه فارنهایت

معیارهای تعیین افت فشار شیر بخار

در این زمینه روابط زیر ارائه می شود :

1- افت فشار متعارف : % (Pm – Pr)

h = 80

که در آن Pm فشار بخار در لوله اصلی ورودی به شیر بر حسب psi و Pr فشار در لوله برگشت بر حسب psi می باشد .

2- افت فشار بحرانی

h = 50 % * P_{ma}

که در آن P_{ma} فشار بخار در لوله اصلی بر حسب psia می باشد (Psia = Psig + 14/7)

برای شیرهای دوحالته :

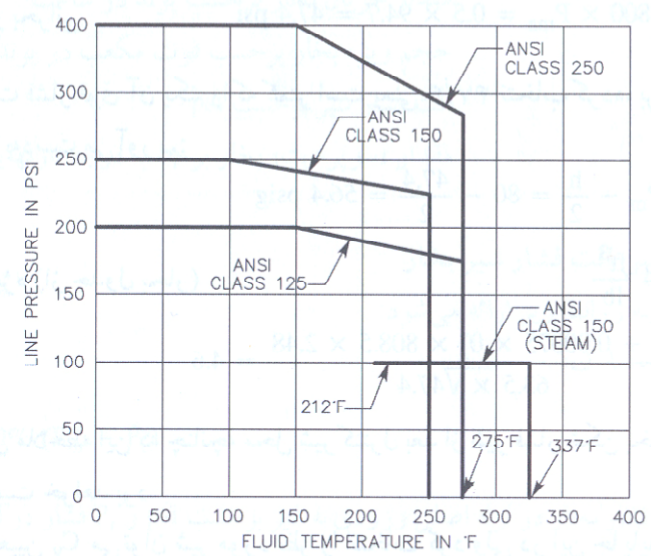
h_c = 20 % (Pm - Pr)

نکته قابل ملاحظه این که چنانچه محل شیر کنترل بعد از شیر فشار بخارشکن بخار باشد , غالباً بخار سوپر هیت خواهد بود .

پس از تعیین Cv می توان شیر مورد نظر را انتخاب کرد ولی در این جا باید به فشار بدنه شیر , فشار بسته شدن شیر و اختلاف فشار دینامیکی که شیر باید بتواند در برابر آن عمل کند توجه کرد .

فشار بدنه شیر کنترل

فشار بدنه شیر کنترل , فشاری است که در محل نصب آن در مدار از طرف سیال به آن وارد می شود . این فشار در مدارهای هیدرونیک بسته , از سه فشار استاتیک , فشار ناشی از ارتفاع پمپ در محل شیر که به مصرف اصطکاک لوله ها می رسد و فشار منبع انبساط بسته تشکیل شده است . به منظور انتخاب شیرها لازم است به فشار وارد شده به بدنه شیر توجه شود . در این زمینه شیرها رده بندی شده اند . رده بندی وابسته به فشار داخل بدنه شیر و درجه حرارت سیال درون آنهاست . شکل 7 رابطه فشار و درجه حرارت را برای رده بندی های مختلف نشان می دهد .



شکل (7) - رده بندی دما و فشار شیرها بر اساس ANSI

رده بندی نامی تنها اسم رده بندی است . در شکل فوق می توان رده بندی واقعی را ملاحظه کرد .

برای مثال رده بندی نامی 150 psi شیری است که می تواند سیالی با فشار 225 psi را با درجه حرارت 200 درجه فارنهایت تحمل کند . همین شیر , چنانچه درجه حرارت بیشتر از 250 درجه حرارت فارنهایت شد دیگر جوابگو نبوده , لازم است یک رده بالا رفته و شیری از آن رده را انتخاب کنیم . چنانچه دمای سیال زیاد باشد, شیر و لوله باید عایق شوند تا از افزایش دمای اطراف محرک از حد مورد نظر جلوگیری شود .

فشار دینامیک داخل شیر کنترل

این فشار , حداکثر اختلاف فشاری است که قسمتهای داخلی شیر تحمل می کنند . اغلب تولیدکنندگان , مقدار فشار بسته شدن شیر به توسط محرک یا فشار Close off را در اختیار می گذراند، ولی باید توجه کرد که مقدار فشار دینامیک شیر بسیار کمتر از فشار Close off ای است که در مدارک فنی تولید کنندگان به آن اشاره شده است .

فشار Close off یا بسته شدن شیر , فشاری است که از سوی محرک به شیر وارد می شود . اگر فشار از طرف سازنده 55 psi ذکر شود , بدین معنی است که محرک می تواند تا 55 psi به شیر فشار وارد کند و این امر ارتباطی به اختلاف فشاری که شیر می تواند به هنگام کار تحمل کند (فشار دینامیک) ندارد . پس باید در انتخاب شیر هم به فشار بدنه توجه کرد (به ویژه برای ساختمان های بلند مرتبه) و هم به فشار دینامیک و فشار بسته شدن شیر . متاسفانه دو مفهوم اخیر در اغلب مستندات و مدارک به طور دقیق تعریف نشده اند و از این جهت سردرگمی به وجود می آورند .

برخی صاحب نظران پیشنهاد می کنند , از آنجا که به هنگام کارکرد پمپ در حالت های پاره بار , اختلاف فشار تحمیل شده به شیر کنترل زیاد می شود تا جایی که در عمل برخی اوقات این اختلاف فشار برابر با ارتفاع پمپ می گردد, بهتر است فشار دینامیک شیرهای کنترل مساوی ارتفاع پمپ و فشار Close off یا بسته شدن شیر به توسط محرک , 1/5 برابر آن در نظر گرفته شود .

محاسبات گاز رساني

تعاريف

1- ارزش حرارتي يک متر مکعب گاز طبيعي در شرايط متعادل بطول متوسط 8000kcal مـي باشد . ولـي ارزش حرارتي گاز در هر نقطه از جهان و حتي در يک کشور متفاوت مي باشد کـه شـرکت گـاز هر کشور مقادير آن را مشخص مي نمايد.

2- انواع گاز براي سوخت

گاز طبيعي يا (natural gas) که از چاه گاز بدست مي آيد و مخلوطي است از گازهـاي هيدروکربن و غير هيدروکربن که بطور طبيعي بوجود آمده است . در اين گـاز حدود 87 درصد متـان و 10 درصد اتـان مـي باشد و از هوا سبک تر است .

- گاز طبيعي مايع يا LPG (liquefied natural gas) که در مراحل تصفيه نفت خـام ايجـاد مـي شـود و بـه صورت مايع در مي آورند.

شبکه لوله کشي گاز خانگي و تجاري

محاسبه قطر لوله هاي گاز خانگي و تجاري براساس موارد زير انجام مي گيرد:

1- افت فشار بين کنتور و هر مصرف کننده (حداکثر مقدار مجاز 12/7 ميليمتر ستون آب)

2- حداکثر مقدار مصرف گاز هر مصرف کننده

3- طول کل لوله در طولاني ترين مسير از محل کنتور (طول لوله + طول معادل اتصالات)

4- وزن مخصوص گاز

5- فشار گاز

1- افت فشار مجاز

مقدار افت فشار مجاز معمولاً توسط شرکت گاز مشخص مـي گـردد, کـه در بـالاي جداول محاسبه قطر لولـه مقادير آن ذکر شده است .

2- سرعت گاز در لوله ها

سرعت گاز هرگز نبايد بيش از 20 متر در ثانيه باشد.

3- حداکثر مقدار مصرف هر مصرف کننده

مقدار مصرف هر مصرف کننده در کاتالو سازنده مشخص مي باشد و گاه ممکن است به جاي مقدار مصرف گاز مقدار انرژي حرارتي مورد نياز مصرف کننده داده شود که براي محاسبه مقدار مصرف از رابطه زير بايد استفاده نمود.

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

که در آن :

V= حجم گاز بر حسب (m^3/h يا ft^3/h)

Q=مقدار انرژي حرارتي مورد نياز مصرف کننده (Kal/h يا Btuh)

C=ارزش حرارتي گاز مصرفي ($kcal/m^3$ يا Btu/ft^3)

در جدول (A-92) مقدار انرژي حرارتي و چگالي مناطق مختلف در ايران نشان داده شده است .

جدول A-92

منطقه	$Kcal/m^3$	kgr/m^3
خط لوله تهران اصفهان - شيراز	9407	0.66
خراسان	8117	0.562
اهواز	9410	0.665

در جدول (A-93) مقدار متوسط انرژي حرارتی مصرفي تعدادي از وسايل گاز سوز خانگي و تجاري براي گاز با فشار $0.017kg/cm^2$(0.25psi) و يا 178 ميليمتر آب) نشان داده شده است.

جدول A-93

وسیله گاز سوز	مقدار مصرف M^3/h
اجاق گاز خانگي يک شعله	0.3
اجاق گاز خانگي 3 شعله	0.7
اجاق گاز خانگي 5 شعله بدون فر	1
اجاق گاز فر دار	2.4
اجاق گاز تجاري چند شعله	1.3
پلوپز	0.4
پلوپز بزر تجاري	2.5
فر	0.3
کباب پز	0.3
مشعل تنور	5
آبگـرمکن مخـزن دار بـه ظرفيـت 75 ليتر	0.5
آبگـرمکن مخـزن دار بـه ظرفيـت 115 ليتر	0.8
آبگـرمکن مخـزن دار بـه ظرفيـت 190 ليتر	1.4
آبگرمکن فوري به ظرفيت 4 ليتر در دقيقه	1.7
آبگرمکن فوري به ظرفيت 8 ليتر در دقيقه	3.5
بخاري گازي	0.8
چراغ گازي	0.1

مصرف گاز مشعل هاي گازي را بايد از کاتالو سازنده بدست آورد.

طول کل لوله در طولاني ترين مسير

فاصله دور ترين مصرف کننده تا محل کنتور طولاني ترين مسير مي باشد و براي محاسبه طول آن بايد علاوه بر طول خطي مسير , طول معادل اتصالات و شير آلات موجود در اين مسير را محاسبه نمود و به آن اضافه نموده , لذا :

طول معادل اتصالات و شير آلات + طول خطي مسير = طول مسير

طبق استاندارد شرکت گاز طول اتصلات و شير آلات در جداول اين بخش در نظر گرفته شده است و لذا اندازه گيري طول مسير به تنهايي کافي مي باشد .

وزن مخصوص گاز

وزن مخصوص گاز طبيعي در هر منطقه از جهان متفاوت مي باشد كه توسط شركت گاز محل مقدار آن تعيين مي گردد.مقادير مصرف مندر در جداول (محاسبه قطر لوله) براساس وزن مخصوص گاز برابر 0.65 كيلوگرم بر متر مكعب داده شده است و براساس ساير مقادير وزن مخصوص , بايد مقادير مصرف در جداول مزبور را در ضريبي كه از جداول (A-94) بدست مي آيد ضرب نمود.

جدول A-94

چگالي	ضريب	چگالي	ضريب
0.5	1015	0.75	0.93
0.55	1.08	0.80	0.90
0.6	1.04	0.85	0.87
0.65	1	0.90	0.85
0.7	0.96	1	0.80

فشار گاز

شركت گاز ايران فشار گاز خانگي را براي دو فشار $0.017^{kg/cm2}$(178 ميليمتر آب و يا 0.25^{psi}) و 0.14 كيلوگرم بر سانتيمتر مربع (2^{psi}) در نظر گرفته است.

روش محاسبه قطر لوله كشي گاز خانگي و تجاري

ابتدا بايد در نقشه پلان (Plan) ساختمان , موارد زير را انجام داد:

1- محل كليه مصرف كننده ها نظير تجهيزات آشپزخانه كه گاز مصرف مي كنند , روشنائي , گرمايش و غيره مشخص گردد.

2- مقدار مصرف هر مصرف كننده به كمک جدول (A-92)و يا از كاتالو سازنده , روي آن در نقشه نوشته شود.

3- مسير لوله كشي با توجه به محل كنتور و محل ديوارها و موانع و رعايت مسائل ايمني تعيين گرديده و ترسيم شود.

4- محل شيرآلات در نقشه و روي مسير لوله كشي مشخص گردد.

5- با توجه به نقشه پلان و تغيير مسيرهاي افقي و قائم مسير لوله ها , يک كروكي ايزومتريک (Isometric) از مسير لوله كشي در گوشه اي از نقشه پلان ترسيم گردد و اندازه طولي لوله در هر قسمت از مسير روي آن در گردد.

6- طول كل طولاني ترين مسير بايد محاسبه گردد, اين طول در جداول محاسبه قطر لوله گاز مبناي محاسبه شبكه خواهد بود, بايد توجه نمود كه طول طولاني ترين مسير از محل كنتور تا دورترين مصرف كننده مي باشد.

در نتيجه با انجام موارد بالا يک نقشه مقدماتي در اختيار داريم كه براي محاسبه قطر لوله ها از جداول (A-95 و A-96) رديف مربوط به طولاني ترين مسير بدست آمده (كه برابر, يا بيش از اندازه ما را نشان مي دهد) را پيدا نموده و قطر لوله ها را با توجه به مقادير مصرف هر بخش لوله از همين رديف محاسبه مي نمائيم . (با افت فشار معين شده از طرف شركت گاز در بالاي جدول تهيه شده است). سايز گذاري انشعابات را از انشعاباتي كه در دور ترين نقطه قرار گرفته شروع مي كنيم و اگر عدد مصرف در ستون رديف مربوطه نبود ستون بعدي را كه بيشتر است در نظر مي گيريم و قطر لوله را بدست مي آوريم. سپس براي محاسبه لوله هاي اصلي مجموع مصرف مربوطه به مصرف كننده هائي كه اين لوله تغذيه مي كند مبناي محاسبه قطر آن قرار داده و به همين ترتيب تا محل كنتور ادامه مي دهيم. براي استفاده از جدول قطر لوله ها بايد ابتدا يكي از فشارهاي مورد نظر را بر حسب استانداردهاي شركت گاز در نظر گرفت , براي ساختمانهايي كه طول لوله زياد مي باشد و يا مصرف زياد دارند از جدول (A-96) بايد استفاده نمود . بعد از تهيه نقشه مقدماتي مي توان نقشه اصلي را ترسيم نمود , در اين نقشه بايد پلان لوله كشي و نقشه ايزومتريک لوله كشي و نيز جدول مشخصات كه در آن نام مصرف كننده ها و مقدار مصرف آنها و نهايتاً مجموع مصرف (مصرف كل) و نيز اندازه طولاني ترين مسير و تعداد و قطر اتصالات و شيرآلات قيد گردد.

جدول A-95

قطر اسمي لوله اينچ									طول لوله به متر
4	3	$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	
801.9	390.7	220.0	138.3	72.0	47.9	23.3	12.30	5.90	2
551.1	268.5	151.2	95.1	49.4	32.9	16.0	8.50	4.00	4
442.8	215.7	121.5	76.4	39.7	26.4	12.9	6.80	3.20	6
379.1	184.7	104.0	65.4	34.0	22.6	11.0	5.80	2.80	8
329.7	160.6	90.4	56.9	29.6	19.7	9.6	5.00	2.40	10
304.3	148.2	83.4	52.5	27.3	18.1	8.8	4.70	2.20	12
279.4	136.1	7.6	48.2	25.0	16.7	8.1	4.30	2.00	14
260.0	126.7	71.3	44.8	23.3	15.5	7.5	4.00	1.90	16
244.8	119.3	67.1	42.2	21.9	14.6	7.1	3.70	1.80	18
231.0	112.5	63.3	39.8	20.7	13.8	6.7	3.50	1.70	20
219.2	106.8	60.1	37.8	19.6	13.1	6.3	3.30	1.60	22
209.2	101.9	57.4	36.1	18.7	12.5	6.1	3.20	1.50	24
200.9	97.9	55.1	34.6	18.0	12.0	5.8	3.10	1.40	26
192.0	93.6	52.6	33.1	17.2	11.4	5.5	2.90	1.40	28
185.1	90.2	50.8	31.9	16.6	11.0	5.3	2.80	1.30	30
170.6	83.1	46.8	29.4	15.3	10.2	4.9	2.60	1.20	35
157.9	76.9	43.3	27.1	14.1	9.4	4.6	2.4	1.10	40
148.1	72.2	40.6	25.5	13.3	8.8	4.3	2.20	1.10	45
141.0	68.7	38.6	24.3	12.6	8.4	4.1	2.10	1.00	50
133.9	65.2	36.7	23.1	12.0	8.0	3.9	2.00	0.99	55
128.1	62.4	35.1	22.1	11.5	7.6	3.7	1.90	0.94	60
116.1	56.5	31.8	20.0	10.4	6.9	3.3	1.80	0.85	70
108.9	53.1	29.8	18.8	9.7	6.5	3.1	1.60	0.80	80
102.0	49.7	28.0	17.6	9.1	6.1	2.9	1.50	0.75	90
96.5	47.0	26.4	16.6	8.6	5.7	2.8	1.40	0.71	100
87.3	42.5	23.9	15.0	7.8	5.2	2.5	1.30	0.64	120
77.5	37.7	21.2	13.3	6.9	4.6	2.2	1.20	0.57	150
66.2	32.2	18.1	11.4	5.9	3.9	1.9	1.00	0.49	200
58.8	28.6	16.1	10.1	5.2	3.5	1.7	0.91	0.43	250
53.2	25.9	14.6	9.2	4.7	3.1	1.5	0.82	0.39	300

ارقام جدول فوق براي گاز با چگالي 0.65 مي باشد براي ساير چگالي ها بايد اين ارقام را در ضرايبي كه در جدول A-94 داده شده ضرب كرد .

جدول A-96

طول لوله به متر	قطر اسمي لوله اينچ								
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
9	24.35	65.14	124.60	243.55	368.16	679.68	1019.52	1784.16	3540.00
12	20.67	56.64	107.61	212.40	311.52	566.64	906.24	1557.60	3115.20
15	18.26	49.56	94.87	189.74	277.54	509.76	792.96	1387.68	2747.00
18	16.42	44.17	86.37	172.75	254.88	481.44	736.32	1274.40	2548.80
21	15.01	40.49	79.29	158.59	232.22	424.80	679.68	1161.12	2322.24
24	13.88	37.66	75.05	147.26	218.06	396.48	623.04	1076.16	2180.64
27	13.03	34.83	70.80	138.76	203.90	382.32	594.72	1019.52	2039.04
30	12.18	32.85	66.55	133.10	192.57	354.00	566.40	977.04	1982.40
38	10.76	29.03	59.47	117.52	172.75	320.00	509.76	877.92	1755.84
45	9.62	26.05	53.80	107.62	158.59	294.52	453.12	792.96	1585.92
53	8.92	23.93	50.98	100.54	147.26	274.70	438.96	736.32	1500.96
60	8.21	22.10	48.14	93.46	138.77	244.88	396.40	679.68	1397.68
76	8.22	19.54	42.48	83.54	121.78	229.39	354.00	623.04	1246.08
91	6.51	17.56	38.23	76.46	113.28	209.56	325.60	538.08	1132.80
122	-	-	33.35	66.20	97.50	180.97	281.13	486.85	978.80
152	-	-	29.84	59.50	86.94	160.95	250.72	434.35	873.17
305	-	-	21.06	41.90	61.75	113.97	177.28	307.79	618.59
457	-	-	16.67	34.36	50.138	93.18	145.39	251.70	507.25
610	-	-	14.92	29.33	43.06	80.09	125.46	217.18	436.74
قطر خارجی لوله نیمه سخت(اینچ)	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{8}$

طرح و محاسبه سیستم دفع فاضلاب :

1- محاسبه واحد مصرف (D.F.U)

در لوله کشی فضلاب ساختمان D.F.U واحدی است برای اندازه گیری مقدار جریان فاضلاب لوازم بهداشتی مختلف , در هر یک از لوازم بهداشتی مقدار D.F.U تابع حجم فاضلاب , طول مدت زمان یک بار تخلیه آب و فاصله زمانی متوسط بین دو بار ریزش پیاپي آب در آن است هر واحد مصرف معادل 7/5 گالن بر دقیقه است . میزان تخلیه فاضلاب هر وسیله بهداشتی بر حسب واحد مصرف از جدول 1-الف که توسط (National Plumbing Code) از مجموعه کدهای استاندارد ASME تهیه شده است بدست می آوریم . در این جدول حداقل قطر پیشنهادی سیفون هر وسیله بهداشتی پیشنهاد شده است .

ظرفیت و قطر لوله های فاضلاب :

جهت تعیین قطر لوله های فاضلاب پس از تعیین واحد مصرف هر لوله با استفاده از جدول 2- الف سایز لوله های افقی و قائم را بدست می آوریم و سپس با استفاده از جدول 3-الف لوله های اصلی افقی پائین ترین قسمت شبکه فاضلاب و شاخه های افقی آن را با توجه به شیب آن اندازه گذاری می کنیم لازم به ذکر است حداقل قطر لوله های فاضلاب سبک "2 و حداقل قطر لوله های افقی و قائم حامل فاضلاب سنگین ساختمان "4 تعیین شده است .

تعیین قطر لوله های آب باران و ناودانها :

تعیین اندازه لوله های عمودی و افقی آب باران بر اساس مساحت پشت بام یا تصویر افقی سطح شیروانی با استفاده از جدول 4-1 الف و 4-2 الف صورت می گیرد .

برای تعیین اندازه لوله مرکب باید تعداد واحد مصرفی که به صورت فاضلاب سبک به آن ریخته می شود را با استفاده از جدول 5-الف به مساحت معادل تبدیل نموده با مساحت سطح باران گیر جمع کنیم و آنگاه با مراجعه به جدول 4الف قطر لوله را با توجه به شیب در نظر گرفته شده استخرا می کنیم . روش ترکیبی در مورد رایزرهای آب باران که کفشورها یا تی شورها و یا وسایلی از این قبیل به آن می ریزد استفاده شده است .

جدول 1- الف

لوازم بهداشتی	مقدار D.F.U	قطر نامی سیفون اینچ
لولـــه علـــم تخلیـــه ماشـــین رختشویی	3	2
گروه حمام	6	
وان	2	$1\frac{1}{2}$
بیده	1	$1\frac{1}{4}$
سینک رختشویی	2	$1\frac{1}{2}$
صندلی دندانپزشکی	1	$1\frac{1}{4}$
ماشین ظرفشویی	2	$1\frac{1}{2}$
آبخوری	1/2	$1\frac{1}{4}$
کفشوی	2	2
سینک آشپزخانه	2	$1\frac{1}{2}$
سینک رختشویی	2	$1\frac{1}{2}$
دستشویی	1	$1\frac{1}{4}$
دوش	2	2
سینک	2	$1\frac{1}{2}$
پیسوار	4	2
توالت , غیر عمومی	4	4
توالت عمومی	6	4

جدول 2- الف

قطر لوله (برحسب اینچ)	بیشترین مقدار D.F.U			
	کل D.F.U برای یک شاخه افقی	کل D.F.U برای یک شاخه افقی	کل D.F.U برای سه شاخه افقی	کل D.F.U برای بیش از سه شاخه افقی
$1\frac{1}{2}$	3	2	4	8
2	6	6	10	24
$2\frac{1}{2}$	12	9	20	42
3	20	20	48	72
4	160	90	240	500
5	360	200	540	1100
6	620	350	960	1900
8	1400	600	2200	3600
10	2500	1000	3800	5600
12	3900	1500	6000	8400
15	7000			

جدول 2- الف

قطر لوله (برحسب اینچ)	بیشترین مقدار D.F.U			
	کل D.F.U برای یک شاخه افقی	کل D.F.U برای یک شاخه افقی	کل D.F.U برای سه شاخه افقی	کل D.F.U برای بیش از سه شاخه افقی

8	4	2	3	$1\ ^1/_2$
24	10	6	6	2
42	20	9	12	$2\ ^1/_2$
72	48	20	20	3
500	240	90	160	4
1100	540	200	360	5
1900	960	350	620	6
3600	2200	600	1400	8
5600	3800	1000	2500	10
8400	6000	1500	3900	12
			7000	15

12	3094	4366	87
15	5528	7804	11055

FROM NATIONAL PLUMBING CODE (ASME)

جدول 5- الف

فیکسچر یونیت اضافه شده	سطح اضافه شده به سطح کل به ازای هر فیکسچر یونیت (فوت مربع)
First 10 units , each	80
Next 20 units , each	40
Next 30 units , each	25
Next 50 units , each	20
Next 200 units , each	15

Next 500 units , each	10
Next 1100 units , each	7
ALL units excess of 1800	5

محاسبه قطر لوله های تهویه :

جهت اندازه گذاری لوله های قائم هواکش فاضلاب از جدول 1- پ استفاده می کنیم و اندازه گذاری لوله های افقی هواکش فاضلاب با توجه به شیب آنها از جدول 2-پ محاسبه می شود .

قطر لوله قائم فاضلاب (برحسب اینچ)	تعداد DFU متصل به لوله قائم	حداکثر طول لوله هواکش برحسب متر قطر لوله هواکش				
		$1\ ^1/_2$	2	$2\ ^1/_2$	3	4
2	12	23	61			
2	20	15	46			
$2\ ^1/_2$	42	9	30/5	91/5		
3	10	13	46	110	317	
3	21	10	33/5	82	246	
3	53	8	28/5	70	207	
3	102	7/5	26	64	189	
4	43		10/7	26	76	299
4	140		8	20	61	229
4	320		7	16	52	195
4	540		6/5	15	46	177

طول لوله شاخه افقی (برحسب اینچ)	شیب لوله شاخه افقی فاضلاب	حداکثر طول هواکش برحسب متر قطر لوله هواکش			
		$1\ ^1/_2$	2	$2\ ^1/_2$	3
2	% 1	NL	NL	NL	NL
	% 2	NL	NL	NL	NL
	% 4	116	NL	NL	NL
$2\ ^1/_2$	% 1	137	NL	NL	NL
	% 2	73	NL	NL	NL
	% 4	40	NL	NL	NL
3	% 1	58	NL	NL	NL
	% 2	30	128	NL	NL
	% 4		67	NL	NL
4	% 1		58	NL	NL
4	% 2		30	95	NL
	% 4		15	49	NL

NL : None Limited

شیب 1% طبق مقررات ملی ساختمان توصیه نمی شود .

طراحی و محاسبه سیستم کانال :

1- روش کاهش سرعت :

در این روش نحوه عمل بدین ترتیب است که یک سرعت شروع برای کانال اصلی (خرو از فن) انتخاب می کنیم و در مسیر کانال به طور دلخواه از مقدار سرعت کم می کنیم . سرعت شروع می تواند با توجه به جدول 1-1 پ و یا 1-2 پ انتخاب شود . با معلوم بودن سرعت (انتخابی) و دبی هوا (از بار تهویه مطبوع) در هر بخش از کانال از نمودار 1-9 قطر کانال مدور معادل و از جدول 2-9 ابعاد کانال چهارگوش را تعیین می کنیم . این روش به علت تقریب زیاد کاربرد زیادی نداشته و فقط برای شبکه های کانال ساده ممکن است استفاده شود. استفاده از این روش نیاز به تجربه و توانایی تجزیه و تحلیل طراحی کانال دارد . با توجه به اینکه سرعت های متفاوتی برای هوا در کانال اصلی و کانال فرعی انتخاب می شود ؛ لازم است سرعت ها مناسب باشد به طوری که نه زیاد باشد که تولید صدا کند و نه کم که پرتاب هوا از دریچه اتاق ناکافی شود و ابعاد کانال بیش از حد زیاد شود. در این روش باید ابعادی که برای بخش های مختلف کانال به دست می آید , منطقی باشد .

2- روش افت فشار ثابت :

روش افت فشار ثابت یا روش اصطکاک یکسان برای تعیین اندازه کانالهای رفت و برگشت و تخلیه هوا استفاده می شود . در این روش یک ضریب افت فشار ثابت برای کل کانالهای شبکه انتخاب شده و با توجه به دبی هوای هر کانال ابعاد آن محاسبه می شود . نحوه عمل بدین ترتیب است که با توجه به جدول 1-1- پ

یا یک سرعت برای کانال اصلی و نزدیک به فن دستگاه انتخاب می شود . حال به کمک این سرعت و دبی هوا در کانال اصلی از نمودار 1-1- پ ضریب افت فشار به دست می آید .

این ضریب اصطکاک که معمولاً بین 0/08 تا 0/1 اینچ درصد فوت است در کل شبکه کانال کشی حفظ می شود . مزیت این روش نسبت به روش کاهش سرعت این است که نیاز به تخمین سرعت در بخشهای مختلف شبکه کانال نمی باشد و نیز با داشتن طول مسیر آخرین انشعاب می توانید افت اصطکاکی مسیر را جهت محاسبه فن بدست آورد ولی در روش کاهش سرعت چون در هر مقطع افت فشار متفاوت است باید افت کلی مسیر را با جمع کردن افت هر قسمت بدست آورد .

در پروژه حاضر از روش کاهش سرعت ثابت جهت طراحی کانال استفاده شده و در هر قسمت از کانال سرعت نیز با سرعت های مجاز جدول مقایسه شده تا سطح صدا قابل قبول باشد .

جدول 1-1- پ

سرعت پیشنهادی برحسب فوت مکعب بر دقیقه			
شرح	ساختمانهای صنعتی	مدرسه , تئاتر, ساختمانهای عمومی	مسکونی
دهانه ورودی هوای خار	500	500	500
فیلتر	350	300	250
کویلهای گرمایی	600	500	450
کویلهای سرمایی	600	500	450
ایرواشرها	500	500	500
خروجی فن ها	2400-1600	1300-2000	1000-1600
کانالهای اصلی	1200-1800	1000-1300	700-900
کانالهای فرعی	800-1000	600-900	600
رایزرهای فرعی	800	600-700	500

جدول 2-1- پ

سرعت پیشنهادی برحسب فوت مکعب بر دقیقه			
شرح	ساختمانهای صنعتی	مدرسه , تئاتر, ساختمانهای عمومی	مسکونی
دهانـــه ورودی هـــوای خار	1200	900	800
فیلتر	350	350	300
کویلهای گرمایی	700	600	500
کویلهای سرمایی	600	500	450
ایرواشرها	500	500	500
خروجی فن ها	1700-2800	1500-2200	1700
کانالهای اصلی	1300-2200	1100-1600	800-1200
کانالهای فرعی	1000-1800	800-1300	700-1000
رایزرهای فرعی	1000-1600	800-1200	650-800

جدول 2- پ

نوع ساختمان	عامل محدود کننده افت فشار				عامل محدود کننده صدا (کانال اصلی)
	کانال اصلی		شاخه ها		
	رفت	برگشت	رفت	برگشت	
مسکونی- آسایشی - هتل - بیمارستان	1500	1300	1200	1000	1000
ادارات و دفاتر با مراجعین محدود	2000	1500	1600	1200	1200
ادارات عمـومی و بانـک هـا , فروشـگاه هـا و رستوران لوکس	2000	1500	1600	1200	1500
تئاتر و سالن سخنرانی	1300	1100	1000	800	800
فروشگاه های شلوغ و کافه تریا	2000	1500	1600	1200	1800
کارگاه صنعتی	3000	1800	2200	1500	2500

طراحی و محاسبه ابعاد دریچه :

جهت انتخاب دریچه ها هوا با داشتن دبی هوای عبوری و نیز سرعت مجاز هوا , دریچه ها از جدول 1- می توان با مراجعه به کاتالو شرکتهای سازنده دریچه ابعاد مناسب را انتخاب نمود .

جدول 1- ج

نوع ساختمان	سرعت هوا (فوت بر دقیقه)
سالنهای ضبط صدا	300 -500
ساختمانهای مسکونی - آپارتمان	500 -750
اماکن مذهبی	500 -750
اتاق خواب هتل	500 -750
تئاتر	500 -750
دفاتر با ارباب رجوع	500 -750
دفاتر خصوصی بدون ارباب رجوع	500 -750
سینما	1000
ادارات	1000-1250
طبقات بالایی فروشگاه ها	1500
طبقه اصلی (شلوغ) فروشگاه	2000

این سرعت ها برای کل سطح می باشد نه برای سطح مفید و در بقیه موارد برای سطح مفید می باشد (فقط برای سیستم سرعت پائین است) .

American Reprinted by permission from systems and equipment , of the Society of Heating , Reifgerating and air Conditioning Engineers.

محاسبات چاه و سپتیک تانک

نحوه دفع فاضلاب

چاه و سپتیک تانک

دفع فاضلاب در ایران

فاضلاب ساختمان ها در ایران به سه طریق دفع می گردد :

1- شهرها و محل هائیکه دارای تاسیات لوله کشی فاضلاب است ، مستقیماً بداخل شبکه وارد می شود .
2- شهرها و محل هائیکه جنس زمین آنها آبکش نیست . بعبارت دیگر جذب آب داخل زمین بسیار ناچیز است . در این شرایط فاضلاب ساختمان وارد سپتیک تانک تجزیه می شود و سپس وارد چاه جذبی می گردد .
3- شهرها و محل هاییکه جنس زمین آنها برای جذب آب مناسب است , در این شرایط فاضلاب ساختمان داخل چاه تخلیه می شود .

در ایران , معمولاً فاضلاب آشپزخانه داخل چاه مخصوص ریخته می شود , در واقع هر ساختمان دارای چند چاه است یکی مخصوص آشپزخانه و دیگری مخصوص فاضلاب توالت و حمام و احتمالاً یک چاه هم مخصوص آب باران و برف که در محوطه حیاط حفر میگردد .

چاه فاضلاب

1- **میله چاه** : با حفر میله چاه آنقدر حفاری میکنند که به زمین شنی که قابلیت جذب آب آن زیاد باشد , برسند . از نظر تاثیرات منفی حفاری در ساختمان و هم چنین رعایت اصول بهداشت , عمق میله چاه بیشتر از 6 متر ارجح است .
2- **انباره چاه** : پس از رسیدن به زمین شنی در جهت یا جهات مناسب انباری حفر می گردد .

ارتفاع انباری حدود 1/5 متر و عرض آن حدود یک متر مناسب است . به لحاظ ایجاد مقاومت بیشتر در برابر بارهای وارده روی سقف انباری بهتر است که قسمت فوقانی انبار بصورت قوسی خاکبرداری شود .

3- **حجم انباره :** حجم انباره تابع عوامل مختلفی از جمله مقدار فاضلاب تولیدی , مواد تشکیل دهنده فاضلاب , قدرت جذب آب زمین و غیره میباشد و نمیتوان عدد دقیقی برای حجم انباره ارائه نمود ولی میتوان بطور تقریب از جدول شماره 62 استفاده نمود .

جدول حجم انباره	
نفر	حجم انباره به متر مکعب
10	50
20	100
30	150
40	180
50	225
60	275

تذکراتی در مورد چاه فاضلاب :

- سعی شود که محل چاه طوری انتخاب گردد که وزن ساختمان و پی های ساختمان روی آن نباشد .
- محل ورود لوله فاضلاب به داخل چاه با استفاده از زانوی 90 درجه به حالت عمودی به طرف پایین نصب شود .
- برای جلوگیری از پاشیده شدن فاضلاب به جداره چاه و ممانعت از خراب شدن دیوار چاه بهتر است که یک گلدان بزر با سوراخ مناسب در دهانه چاه نصب شود .
- برای خرو گازهای متصاعد از فاضلاب در چاه فاضلاب , نصب لوله هواکش ضروریست .
- سعی شود محل دهانه چاه به طریقی مشخص شود , بطوریکه در مواقع ضروری بتوان بسهولت محل درب چاه را پیدا کرد . بعنوان مثال میتوان با نصب یک سنگ مخصوص و یا یک موزاییک مشخص و متفاوت با سایر موزاییک های نصب شده در کف ساختمان , محل چاه را مشخص نمود , البته در نقشه تاسیسات فاضلاب نیز مشخص کردن محل دقیق چاه ضروری است .

سپتیک تانک

سپتیک تانک به شکل یک مخزن سر پوشیده است و همانطور که قبلاً توضیح داده شد در محلهایي که فاقد شبکه لوله کشی فاضلاب باشند و جنس زمین هم غیر قابل نفوذ باشد , برای تجزیه و رقیق شدن فاضلاب ساختمان های مسکونی , مجتمع های مسکونی , شهرک ها , اردوگاهها و غیره از سپتیک تانک استفاده میشود .

طرز کار سپتیک تانک :

تعریف - سپتیک تانک حوض ته نشینی یک طبقه ای است که در آن فاضلاب با سرعتی کم و بطور مداوم در جریان است . لذا مواد معلق قابل ته نشینی در کف حوض جمع می گردد در فاضلاب ورودی به سپتیک تانک علاوه بر فاضلاب , دو نوع باکتری نیز وجود دارد , یکی باکتری های هوا زی که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی موجود در فاضلاب تامین می کنند و دیگری باکتری های غیرهوازی که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه نمکهای موجود فاضلاب بدست آورده آنها را احیاء و گازهای هیدروژن سولفوره و متان و غیره که دارای بوی متعفن و زننده ای است را ایجاد میکنند . در اثر این فعل و انفعالات مقداری از فاضلاب تجزیه شده و بصورت پساب در میاید . در حقیقت عمل سپتیک تانک , تصفیه فاضلاب است , البته این تصفیه کامل نیست و از نظر بهداشتی ممکن است میکربهای مضر مانند باسیل , حصبه , اسهال , وبا و ... در آن وجود داشته باشد زیرا سپتیک تانک نقشی در از بین بردن باسیل های ذکر شده در فاضلاب ندارد .

بطور خلاصه طرز کار سپتیک تانک باین ترتیب است که فاضلاب از یک طرف به سپتیک تانک وارد شده و پس از توقف در آن تجزیه شده , پساب تولید می شود . آب های موجود در فاضلاب باضافه پسابهای ذکر شده از لوله خروجی سپتیک تانک خار شده و مقدار کمی از فاضلاب در ته سپتیک تانک باقی میماند . مقدار فاضلاب ورودی به سپتیک تانک تقریباً برابر مقدار فاضلاب خروجی از آن است .

انتخاب محل سپتیک تانک

با توجه به اینکه امکان آلودگی فاضلاب از نظر میکروب و ویروس وجود دارد و از طرفی در اثر تجزیه فاضلاب در داخل سپتیک تانک گازهای اسیدی و مضر تولید میشود , لازم است که تا حد امکان موازین بهداشتی و دوری از گازهای متصاعده , در انتخاب محل سپتیک تانک رعایت شود .

در انتخاب محل سپتیک تانک رعایت نکات زیر ضروری است :

1- انبار گنداب در محلی قرار گیرد که نتواند چاه آب , چشمه و یا هر منبع آب و یا هر آبگذر دیگر را آلوده سازد .

فاصله محل سپتیک تانک تا مجرای آبکش حداقل 50 فوت برابر 15/25 متر باشد .

2- ارتفاع سطح آب محل ، از ته گودال و یا مجرای آبکش نباید کمتر از 4 فوت باشد (1/22 – متر) باشد .

3- میزان آبکشی خاک نباید بیش از 60 دقیقه در 2/5 سانتیمتر باشد .

4- محل سپتیک تانک در معرض سیل و یا در محل های باتلاقی نباشد .

5- زمین با مساحت کافی برای احداث سپتیک تانک و میدان مخصوص جذب آب خروجی از سپتیک تانک درنظر گرفته شود .

جدول شماره 63 فاصله محل سپتیک تانک , میدان دفع فاضلاب خروجی و چاه فاضلاب را از مستحدثات اطراف آن نشان میدهد .

شماره ردیف	حداقل فاصله از :	سپتیک تانک		میدان دفع فاضلاب خروجی		چاه فاضلاب	
		فوت	متر	فوت	متر	فوت	متر
1	ساختمان	5	1/5	8	2/5	8	2/5
2	فاصله تا ملک مجاور	5	1/5	8	2/5	8	2/5
3	چاه آب	50	15	50	15	100	30
4	جوی آب و نهر	50	15	50	15	100	30
5	درخت های بزر	10	3	10	3	10	2
6	لوله آب	5	1/5	5	1/5	5	1/5

تذکراتی در مورد ساختن سپتیک تانک

1- **مصالح و طرز ساخت سپتیک تانک** - انبار سپتیک تانک باید بدون منفذ باشد و از مصالحی ساخته شود که امکان زنگ زدن , پوسیدگی و یا فرسایش , زیاد نباشد مانند بتن , فلز زنگ نزن / روکش یا آستر دار , کاشی لعابی , بلوک بتنی و آجر جوش , در مورد انبارهای پیش ساخته و آماده باید توجه شود که هیچگونه خلل و فر و شکستگی نداشته باشد , برای ساخت بتن , ملات و بلوک های مصرفی باید از مصالح مرغوب استفاده شود و طبق اصول فنی تهیه گردد .

2- **تهویه سپتیک تانک** بمنظور خرو گازهای ایجاد شده از تجزیه فاضلاب در فضای سپتیک تانک , از لوله های به قطر 10 سانتیمتر استفاده میشود برای اینکه ساکنین ساختمان از بوها و گازهای خروجی از لوله تهویه ناراحت نشوند , لوله تهویه را میتوان از پشت ساختمان و یا قسمت هایی از ساختمان که پنجره ندارد عبور داد و تا 1/5 متر بالاتر از ارتفاع ساختمان نصب نمود ، برای جلوگیری از ورود و یا افتادن جانوران و پرندگان به داخل لوله تهویه , دو کار صورت میگیرد . یا در انتهای آن توری نصب میکنند و یا با نصب دو زانوی 90 درجه , امتداد دهانه خروجی لوله تهویه را به طرف زمین بر میگردانند .

3- **آدم رو (Manholes)** - ساختن آدم رو از نظر بازدید و تمیز کردن داخل تانک حتما لازم است .

4- **مانع تنظیم**- بمنظور کم کردن سرعت سطحی فاضلاب در قسمت ورودی و جلوگیری از حرکت اغتشاشی فاضلاب ورودی و همچنین جلوگیری از حرکت و خرو کف ناشی از عمل تجزیه در قسمت خروجی از مانع تنظیم استفاده میکنند . مانع تنظیم ممکن است از سقف سپتیک تانک آویزان باشد . البته میتوان از سه راهی که در انتهای لوله ورودی و ابتدای لوله خروجی نصب میکنند نیز استفاده نمود.

معمولاً مانع ورودی را در حدود 30 سانتیمتر و مانع خروجی را در حدود 45 سانتیمتر پایین تر از سطح آزاد فاضلاب در نظر میگیرند .

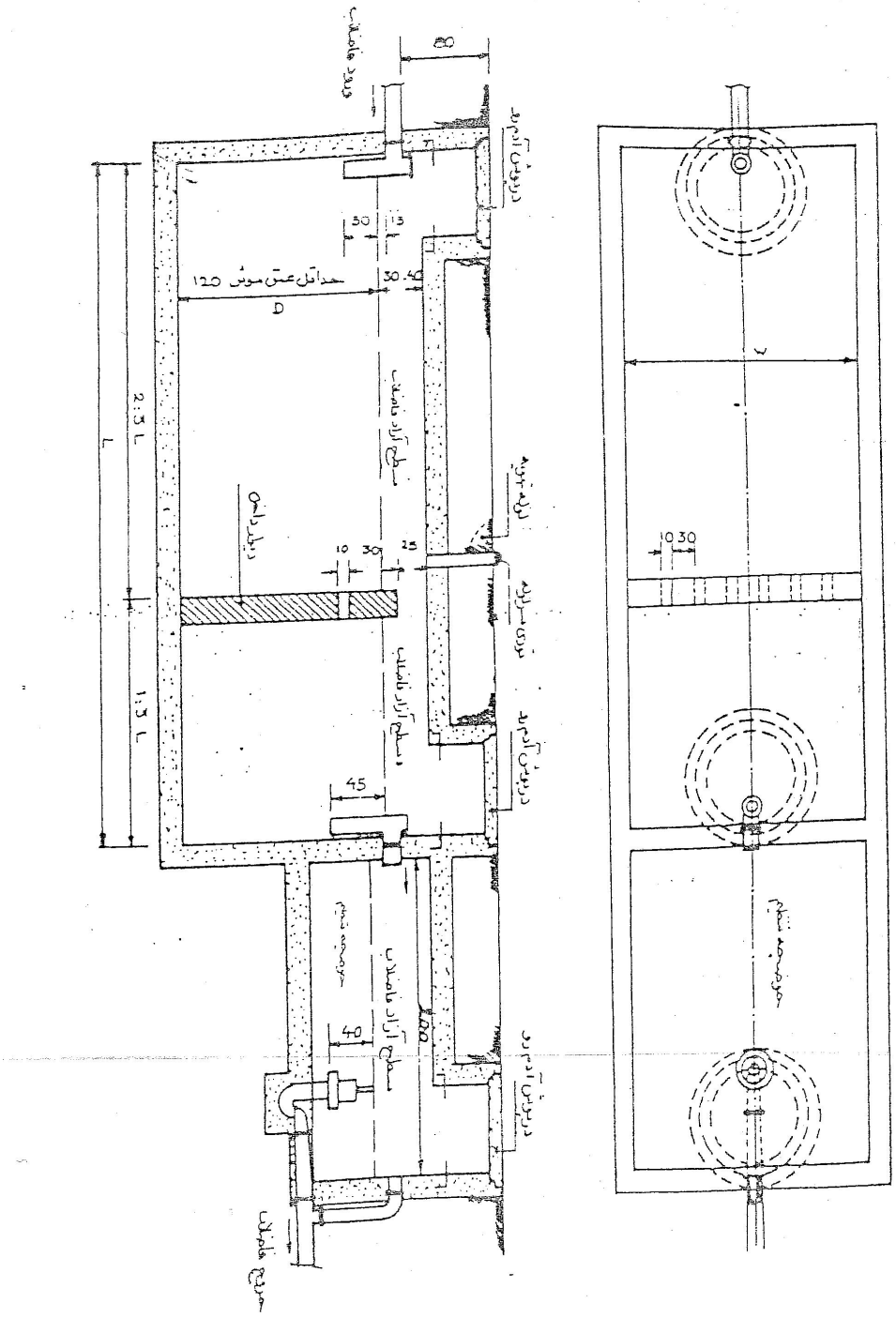
5- **عمق موثر** – عمق موثر برای سپتیک تانک حداقل برابر 120 سانتیمتر است که همان ارتفاع سطح آزاد فاضلاب میباشد و معمولاً از سطح آزاد فاضلاب تا سقف نیز در حدود 30-40 سانتیمتر فاصله در نظر میگیرند .البته در تانکهای بظرفیت بزر از نظر اقتصادی لازم است عمق موثر بیشتری در نظر گرفت ولی از نظر کار سپتیک تانک عمق موثر کمتر دارای بهره بهتری است .

6- **ساختمان داخلی سپتیک تانک** – سپتیک تانک ها را معمولاً بوسیله دیوار داخلی بدو قسمت تقسیم میکنند تا بتوان از فاصله زمانی لازم برای تخلیه و تمیز کردن لجن داخل آن کاست . زیرا در غیر این صورت مقدار مواد معلق و تصفیه نشده در فاضلاب خروجی زیادتر از معمول گشته و تخلیه و تمیز کردن لجن مقدار ته نشین شده را زود به زود لازم میسازد . قسمت ورودی معمولاً حجمش در حدود دو برابر قسمت دیگر است . جریان فاضلاب بین این دو قسمت یا بوسیله سر ریز بوده و یا در بدنه دیوار داخلی بفاصله 30 تا 35 سانتیمتر از سطح آزاد فاضلاب سوراخهایی بقطر 10 سانتیمتر و به فواصل محور تا محور برابر 20 سانتیمتر در نظر میگیرند تا فاضلاب بین دو قسمت جریان داشته باشد.

اینکه قسمت ورودی حجم زیادتری دارد برای تامین دو منظور زیر می باشد :

الف - تغییرات شدید فاضلاب را در طول شبانه روز تحمل کند . بدین معنی که تا حدودی از نوسانات سطحی فاضلاب جلوگیری کند .

ب- مقدار مواد جامدی که در این قسمت ته نشین میگردند بیشتر بوده لذا حجم بیشتری لازم می باشد .



شکل شماره 1 – برش طولی سپتیک تانک و حوضچه تنظیم (12)

نگهداری سپتیک تانک - برای اینکه سپتیک تانک با راندمان بهتری کار کند نکات زیر باید رعایت شوند .

1- در مورد فاصله زمانی لازم برای تخلیه تانک رقم معینی نمیتوان پیشنهاد نمود زیرا بستگی به شرایط کار تانک و کیفیت و کمیت فاضلاب خام دارد . بطور کلی اگر ظرفیت تانک درست محاسبه شده باشد و از ریختن آشغال بداخل فاضلاب جلوگیری شود ممکن است این فاصله زمانی تا بیش از یکسال نیز طول بکشد .

2- هیچ نوع مواد ضدعفونی نباید در جریان تصفیه و کار تانک بداخل آن ریخته شود . زیرا باعث از بین رفتن باکتریها میگردد .

3- تخلیه و تمیز کردن تانک را میتوان بوسیله پمپ انجام داد . البته فاضلاب سطحی و لجن موجود را با وسائل دستی و حتی زهکشی نیز می توانازا تانک خار ساخت .

4- هنگام تخلیه نبایستی تمام مواد لجنی داخل تانک را بیرون کشید چون این عمل غیر ضروری بوده و از آن گذشته وجود مقداری از مواد لجنی (مواد آلی دارای باکتری) در تانک لازم است . البته مواد ریز دانه و مواد غیر قابل تجزیه بایستی حتما تخلیه و خار گردند .

عبور سپتیک تانک - بطور کلی سپتیک تانک از نظر تصفیه فاضلاب وسیله کاملی نبوده و حتی در نوع خود نیز دارای عیوب زیر میباشد :

1- مواد جامد ته نشین شده بوسیله گازهای حاصل از عمل تجزیه و هضم مواد لجنی بطرف بالا صعود میکنند و اگر بسطح آب برسند منظره بدی بوجود آمده و بعلاوه موجب تاخیر و نقص در عمل تجزیه و هضم میگردند .

2-مواد جامد صعودی ممکن است در ضمن جریان فاضلاب از سپتیک تانک خار شود . این درست دو عیبی است که موارد استعمال سپتیک تانک را محدود می کند .

البته با وارد کردن مواد کلر دار به مقدار محدود , در فاضلاب خام میتوان تا حدودی دو عیب فوق را برطرف نمود . ولی چون مواد کلر دار عمل هضم را کند میکند و بدینطریق از خار شدن مواد جامد صعودی جلوگیری مینماید در نتیجه در مصرف آن بی توجهی نشان داد .

بخش 2

محاسبات سپتیک تانک - به دو طریق میتوان حجم سپتیک تانک را حساب نمود . روش اول بیشتر جنبه تئوری و روش دوم جنبه عملی و اجرایی دارد .

روش اول - بمنظور پیشنهاد فرمولی برای محاسبات حجم تانک , تعریف چند اصطلاح ضروری میباشد .

1- زمان سکون (detention time)

بنا بتعریف مدت زمانی را که طول میکشد تا ذره ای از فاضلاب ورودی از تانک خار شود زمان سکون نامند . از آنجاکه در مراکز کم جمعیت تغییرات مقدار فاضلاب در شبانه روز بسیار شدید است , بنابراین عدد معینی نمیتوان برای زمان سکون در نظر گرفت .

بطور کلی زمان سکون بر حسب بزرگی و کوچکی حجم تانک از 4ساعت برای تانکهای با ظرفیت بزر تا 12-13 ساعت برای تانکهای با ظرفیت کوچک تغییر میکند . ولی میتوان از فرمول زیر نیز برای بدست آوردن زمان سکون استفاده نمود .

$$t = (1.3 – 0.3 \text{ Log } PQ) \qquad (1)$$

که در آن t بر حسب روز p تعداد جمعیت و Q مقدار فاضلاب بر حسب گالن در روز بازاء هر نفر میباشد .

2- حجم تانک

حجم سپتیک تانک برابر است با مقدار فاضلاب خامی که در طی زمان سکون وارد آن میشود باضافه مقدار مواد لجنی که ته نشین خواهد شد یعنی :

$$V = PQt + SP \qquad (2)$$

که در آن V حجم تانک , P جمعیت , t زمان سکون و S حجم لجن ته نشینی (Sindge) - بازاء هر نفر در روز میباشند . بنابراین با در نظر گرفتن رابطه (1) رابطه (2) را میتوان چنین نوشت :

$$V= PQ (1.3 – 0.3 \log PQ) + SP \qquad (3)$$

در مورد مقدار حجم لجن ته نشینی بازاء هر نفر در آینده بحث خواهد شد . ولی بطور کلی اگر سپتیک تانک سالیانه یکبار تخلیه و تمیز شود میتوان مقدار حجم لجن ته نشینی را برابر با 30 گالن به ازاء هر نفر در نظر گرفت .

اگر مقدار فاضلاب سرانه برابر با 50 گالن در روز باشد فرمول ساده تر زیر را میتوان بکار برد .

$$V= 2.8 (PQ)^{0.86}$$

از آنجا که عوامل بسیاری در تعیین حجم سپتیک تانک موثر میباشند لذا نمیتوان طریقه قاطعی در نظر گرفت و از نظر احتیاط بیشتر برای سپتیک تا حجم 4 متر مکعب رابطه

(4)

V= 1.5 PQ

مطمئن تر میباشد و برای سپتیک تانک تا حجم 40 متر مکعب رابطه زیر قابل قبول است .

(5)

V= PQ

بطور کلی سپتیک تانک با حجم بزرگتر از 2 متر مکعب طرز کارش رضایت بخش میباشد .

روش دوم

در این طریقه بطور مفصل تری مراحل مختلف طرح سپتیک تانک مورد بحث قرار گرفته است و با قدری دقت در بکار بردن جداول آن میتوان سپتیک تانک کاملی طرح نمود . بطور خلاصه مراحل مختلف طرح و محاسبات سپتیک تانک بقرار زیر می باشد .

1- فاضلاب روها

الف – جمعیت : جمعیتی که در محاسبه بکار میرود برابر است با جمعیتی که برای 10 تا 20 سال آینده تخمین زده میشود .

ب- مقدار فاضلاب : مقدار فاضلاب ورودی در موسسات مختلف که سپتیک تانک برای آنها ساخته میشود کاملا متفاوت است . جدول شماره (1) مقدار فاضلابی را که باید بازاء هر نفر در شبانه روز در نظر گرفت نشان میدهد .

اطلاعاتی که در جدول شماره (1) ملاحظه میگردد از اداره بهداری ایالت نیویورک (آمریکا) اقتباس شده است . ولی در شرایط فعلی آنها را میتوان ماخذ قرار داد . امید است که سازندگان ایرانی سپتیک تانک , ارقام صحیحی که در ایران بیشتر قابل استفاده باشند تجزیه و گردآوری نمایند .

بطور کلی آنچه میتوان گفت آنستکه ارقام ذیل زیادتر از واقعیت بوده و میتوان مقدار فاضلاب سرانه در روز را کمتر در نظر گرفت .

جدول شماره 1	
نوع مساکن و موسسات	**لیتر در روز به ازائ هر نفر**
اردوها و استقرار گاههای کوچک	100-300
اردوهای توریست ها	100-200
متل (مسافر خانه های کوچک)	180-300
خانه های مسکونی کوچک	160-240
خانه های مسکونی بزر و مدارس کاملا مجهز شبانه روزی	300-400
موسسات بجز بیمارستانها	300-500
بیمارستانها	600-1000
مدارس روزانه	60
مدارس روزانه دارای حمام	80
کارخانجات (بازاء 8 ساعت کار)	60-140
سینماهای سر باز (بازاء هر ماشین)	20
سینما و تاتر (بازاء هر صندلی)	20

ج- فاضلابروی ورودی (influent sewer) - محاسبه قطر لوله بر این اساس است که جریان فاضلاب در مقطع کامل لوله میباشد . در این حالت دبی را نباید کمتر از 10 برابر مقدار متوسط فاضلاب تخمینی (حساب شده) در نظر گرفت .

د- فاضلابروی خروجی (Effluent Sewer) – قطر لوله خروجی را باید برای جریان فاضلاب در مقطع کامل در نظر گرفته و مقدار فاضلاب را نباید کمتر از 5 برابر مقدار متوسط تخمینی بحساب آورد .

ه- قطر حداقل و شیب لازم برای فاضلابروها – حداقل قطر را نباید کمتر از 15 سانتیمتر و شیب فاضلابرو را نیز نباید کمتر از 1 درصد گرفت .

2- حجم سپتیک تانک

الف – جمعیت – جمعیتی که در محاسبه حجم سپتیک تانک بکار میرود همان مقدار تخمینی که برای فاضلابروها در نظر گرفته شده میباشد .

ب- مقدار فاضلاب – مقدار فاضلاب را نیز میتوان از جدول شماره (1) بدست آورد .

ج – آشغالهای خرد شده اگر آشغالهای ساختمانها را نیز بخواهند در سپتیک تانک وارد نمایند بایستی حتما آنها را خرد نمایند . در این صورت باید به حجم سپتیک تانک به مقدار 50 درصد اضافه شود ولی تغییری در قطر فاضلابرو نمی دهد .

3- محاسبه حجم سپتیک تانک

بر حسب مقدار فاضلاب ورودی , حجمی که برای سپتیک تانک در نظر میگیرند متفاوت است . بطور کلی حالات زیر را میتوان ذکر نمود .

الف – اگر حجم فاضلاب تا 2 متر مکعب در روز باشد ظرفیت تانک حداقل باید حدود 3 متر مکعب در نظر گرفته شود .

ب- اگر حجم فاضلاب بین 2 تا 6 متر مکعب در روز باشد حجم تانک معادل حجم فاضلاب بازاء 1/5 روز باشد .

ج – اگر حجم فاضلاب بین 6 تا 60 متر مکعب در روز باشد حداقل حجم تانک از شکل (2) و یا فرمول زیر بدست می آید :

$$V= 4500 + 0.78\ Q$$

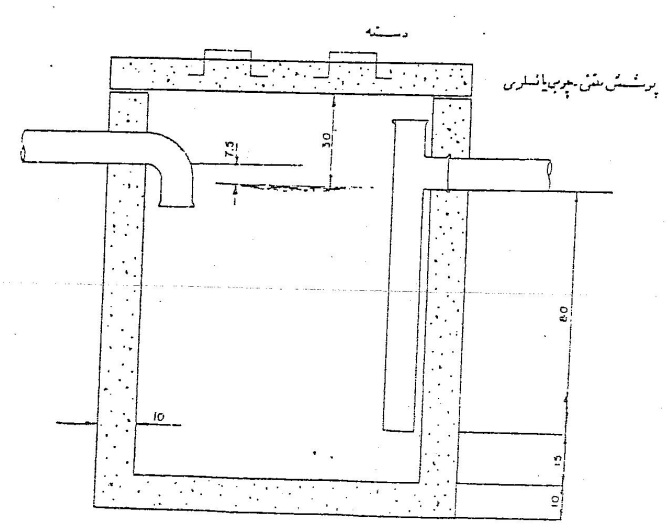
که در آن V ظرفیت تانک بر حسب لیتر و Q مقدار فاضلاب روزانه بر حسب لیتر است .

د- برای حجم فاضلاب بیش از 60 متر مکعب در روز تا 400 متر مکعب نیز میتوان از فرمول فوق استفاده کرده و برای بیش از مقدار 400 متر مکعب در روز بهتر است اصولاً بجای سپتیک تانک از حوضهای ته نشینی دو طبقه (ایمهاف تانک) استفاده کرد که البته نتیجه عملش بهتر از سپتیک تانک میباشد . در جدول های شماره (2) و (3) حجم سپتیک تانک برای منازل مسکونی و دبستانهای روزانه بر حسب تعداد افراد داده شده است .

جدول شماره 2		جدول شماره 3	
دبستان روزانه		خانه های مسکونی	
حداکثر جمعیت نفر	ظرفیت تانک (متر مکعب)	حداکثر جمعیت نفر	ظرفیت تانک (متر مکعب)
60	3/70	4	1/90
120	7/60	6	2/30
180	11/50	8	2/90
240	15/10	10	2/40
300	18/90	12	4/10
360	22/70	14	4/60
420	26/50	16	5/70
480	29/50		

3- چربی گیر (Grease Trap)

در مورد ساختمانهای مجهز به آشپزخانه و در موسساتی که مقدار فاضلاب آشپزخانه آنها قابل ملاحظه میباشد باید چربی گیر تعبیه گردد. معمولا حجم چربی گیر را در حدود 5 لیتر بازاء هر نفر در نظر گرفته و اگر حجم حساب شده کمتر از 120 لیترشود , حداقل حجم چربی گیر را همان 120 لیتر بحساب میاورند .
مطابق شکل (3) در ساختمان چربی گیر , لوله ورودی را 15 سانتیمتر در زیر سطح آزاد فاضلاب و لوله خروجی را در حدود 15 سانتیمتر از کف چربی گیر قرار میدهند . نکته ای که نباید فراموش شود مرتب تمیز کردن آن است .



شکل شماره 3 – برش قائم چربی گیر

بخش 3

دفع فاضلاب تصفیه شده (Sewage Disposal)

فاضلاب خروجی از سپتیک تانک را بر حسب جنس زمین بدو طریق زیر دفع مینمایند :

الف – در زمینهای با نفوذ پذیری زیاد – در این حالت ترانشه ای به عمق 45 سانتیمتر حفر کرده و فاضلاب تصفیه شده را در آن وارد میکنند این طریقه را پخش بزیر سطح زمین نامند .

ب- در زمینهای با نفوذ پذیری کم – در زمینهایی که قشر سطحی آن دارای نفوذپذیری کم است استفاده از چاه بیشتر متداول است .

محاسبات حجم چاه و ترانشه ها – برای محاسبه حجم چاه و همچنین طول ترانشه داشتن ظرفیت نفوذپذیری زمین ضرورت دارد .

1- ظرفیت جذب یا نفوذپذیری زمین (leaching or Absorption)

در مورد فاضلاب , ظرفیت نفوذپذیری زمین تنها قابلیت جذب آب نیست . زیرا وجود ذرات ریز در فاضلاب خروجی (در اثر عدم تصفیه کامل) و همچنین واکنش باکتریها روی مواد آلی سبب بوجود آمدن مواد ژله ای شکل می شوند . بنابراین عامل تعیین کننده ای برای قابلیت جذب و یا ظرفیت نفوذ پذیری زمین و قدرت پاک شدن فضای داخل زمین از مواد فوق میباشد . باید متذکر شد که مواد ژله ای شکل در صافیهای و صافیهای ماسه ای نیز بوجود می آیند و از قدرت و ظرفیت نفوذ پذیری آنها کم مینماید .

سنجش ظرفیت نفوذ پذیری زمین از طریق زمان جذب میباشد . بنا بتعریف مدت زمانی که در طی آن سطح آب در داخل چاله ای بابعاد 30 سانتیمتر و بعمق 45 سانتیمتر (محل قرار گرفتن لوله های پخش) 2/5 سانتیمتر پایین میرود بعنوان واحد نفوذ پذیری زمین اختیار شده است . در آزمایش نفوذ پذیری اگر زمین مورد آزمایش خشک باشد قبلا آنرا مرطوب ساخته و بعد زمان جذب را تعیین مینماید .

با در نظر گرفتن مطالب فوق طرز محاسبه هر دو روش بیان می شود .

2- دفع و پخش فاضلاب در داخل تراشه

با در دست داشتن زمان جذب , مقدار فاضلابی که میتوان در هر متر مربع از کف ترانشه وارد ساخت از فرمول زیر و یا جدول شماره (4) بدست می آید .

$$q = \frac{1.3}{t_a + 7.5}$$

q مقدار آب فاضلاب جذب شده بر حسب متر مکعب در هر متر مربع از سطح کف تراشه و t_a زمان جذب بر حسب دقیقه است . مقدار آب فاضلاب قابل جذب نیز در جدول شماره 67 و بر حسب زمان جذب نشان داده شده است .

با در دست داشتن مقدار کل فاضلاب خروجی از سپتیک تانک در روز بر حسب متر مکعب که به q نمایش داده میشود و تقسیم آن بر مقدار فاضلاب قابل جذب در هر متر مربع از سطح ترانشه که مربوط به زمان جذب محل بر حسب a از جدول شماره

67 , سطح جذب بدست میاید .

$$S = \frac{Q}{a}$$

زمان جذب بر حسب دقیقه	مقدار فاضلاب قابل جذب در هر متر مربع در روز بر حسب متر مکعب	
	ترانشه a	چاه جذبی b
1 یا کمتر	0/152	0/205
2	0/127	0/184
5	0/102	0/140
10	0/075	0/100
20	0/025	0/047
60	0/017	0/026

جدول شماره 67

و با استفاده از از جدول شماره 68 و با در دست داشتن زمان جذب , عرض ترانشه بدست میآید :

$$S = L \times W$$

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

زمان جذب بر حسب دقیقه	عرض ترانشه بر حسب متر
3 -1	0/45
9 -4	0/60
60 -10	0/90

جدول شماره 68

L طول ترانشه بر حسب متر , S سطح ترانشه بر حسب متر مربع و W عرض ترانشه بر حسب متر است .

نکاتی که در ساختن ترانشه های پخش باید در نظر گرفت :

الف – عمق ترانشه ها

عمق ترانشه ها را از نظر ادامه فعالیت باکتریهای هوازی برای انجام عمل تصفیه فاضلاب در ترانشه , حدود 45 تا 90 سانتیمتر انتخاب میکنند .

ب- طول لوله پخش

در هر ترانشه یک لوله پخش بقطر حدود 10 سانتیمتر طبق شکل شماره 82 نصب می کنند و طول لوله پخش در ساختمانهای کوچک را حداکثر 100 متر در نظر میگیرند و برای طول های بیشتر از 100 متر با

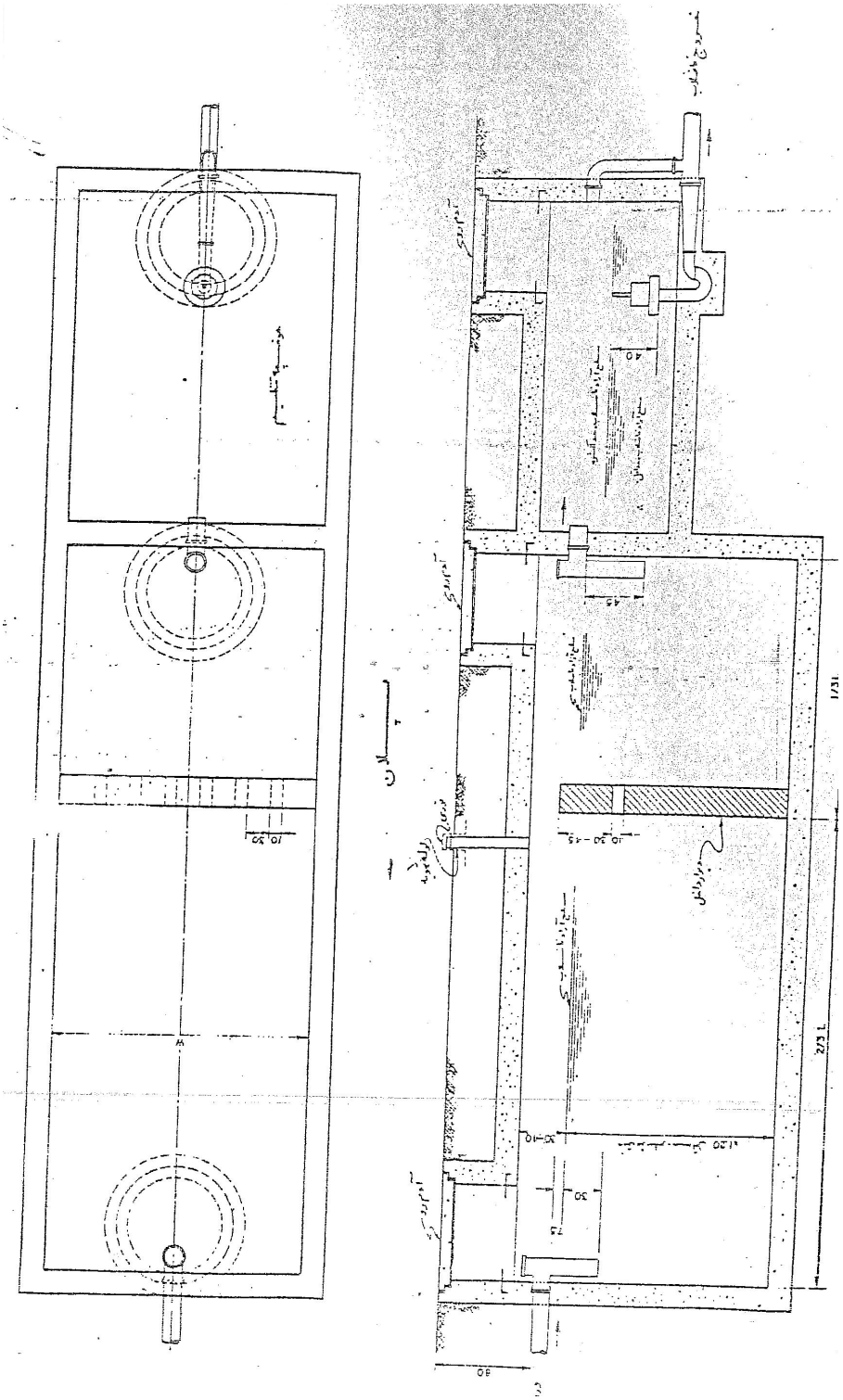
ساخت حوضچه مقسم تعداد لوله های پخش را زیاد کرده و در عوض طول آنها را کم میکنند (شکل شماره 82) .

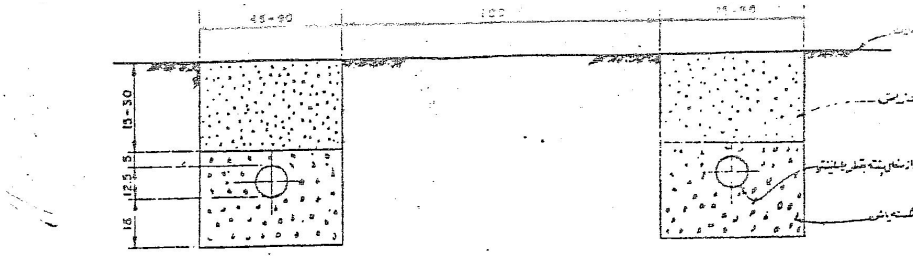
ج – جنس و شیب لوله های پخش

جنس لوله های پخش معمولا سفالی است و شیب آنها کم و برای لوله های با طول کمتر از 300 متر 0/5 درصد و برای حالتیکه حوضچه تنظیم نصب شده است , 0/3 درصد انتخاب میکنند .

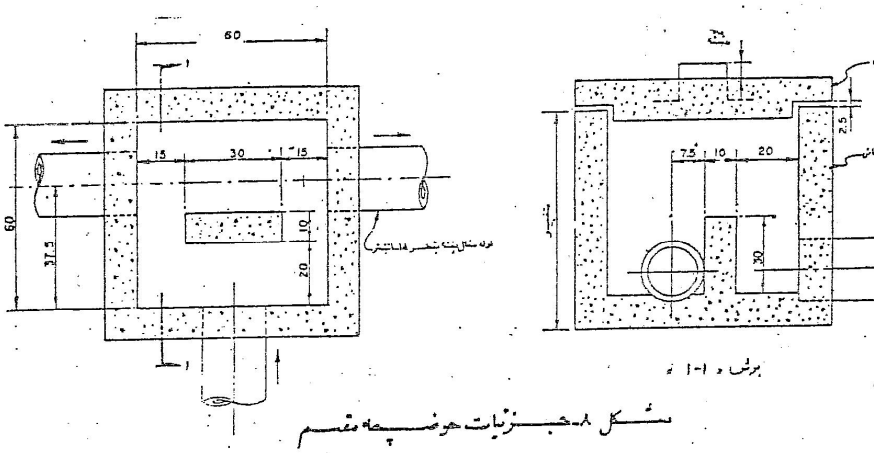
میدهند که فاضلابپس از عبور از صافی ماسه ای جمع آوری کرده و از سیستم خار نموده و از طریق ترانشه سرباز (جوی) به منبع آب طبیعی وارد میسازند .

مقدار فاضلابی که میتوان در هر متر مربع از صافی در روز وارد ساخت در حدود 45 لیتر است که معادل زمان جذبی در حدود 23 دقیقه می باشد .

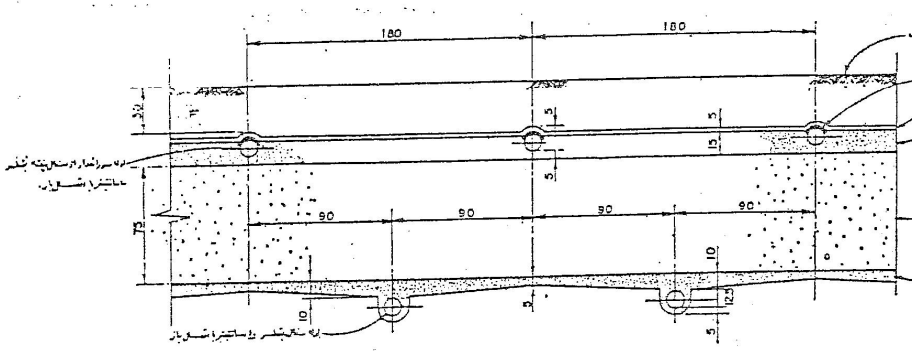




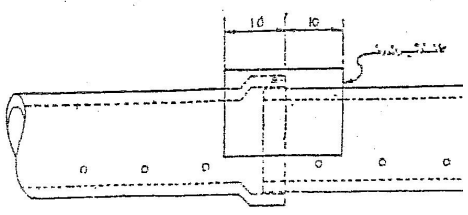
شکل ۷ - جزئیات عرضی ترانشه ولوله پخش (عمق پخش زیر سطح زمین)



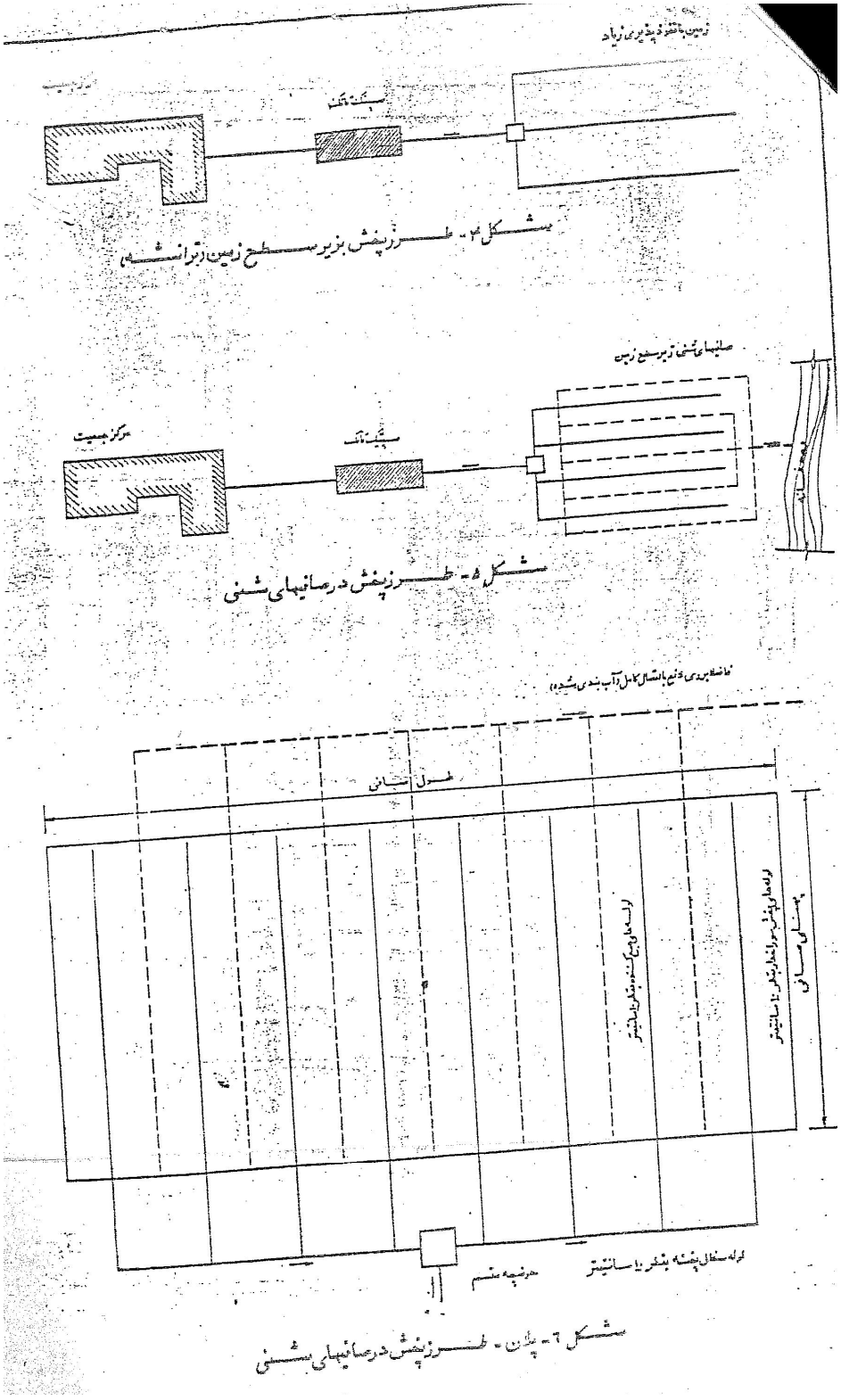
شکل ۸- جزئیات حوضچه مقسم



شکل ۹- جزئیات عرضی خطوط پخش



شکل ۱۰- جزئیات اتصال لوله های پخش



7- نوع و اندازه شنی که در صافی ها بکار میرود

شن مصرفی باید کاملاً تمیز بوده و از الک 6 میلی لیتر (یک چهارم اینچ) عبور نماید . بعلاوه اندازه موثر آن بین 0/3 تا 0/6 بوده و ضریب تجانس آن از 3/5 تجاوز ننماید .

برای اطلاع و بحث کامل درباره اندازه موثر و همچنین ضریب تجانس خاک به کتابهای مربوط به مکانیک خاک مراجعه شود و در اینجا بطور خلاصه به آن اشاره میشود .

الف – قابلیت نفوذ (قانون دارسی) – دارسی ثابت کرده است که مقدار آبی که از خاک در واحد زمان عبور میکند از فرمول

$Q= Ki$

میتوان حساب کرد . در این رابطه Q دبی آب و i شیب هیدرولیکی و k ضریب قابلیت نامیده میشود که بستگی به عوامل مختلفی از جمله نوع خاک دارد .

ب- اندازه موثر (Effective Size) – هازن به طور تقریب ثابت کرده است که قابلیت نفوذ آب در صافیهای شنی از رابطه

$K= 100 (D_{10})^{2}$

بدست می آید .

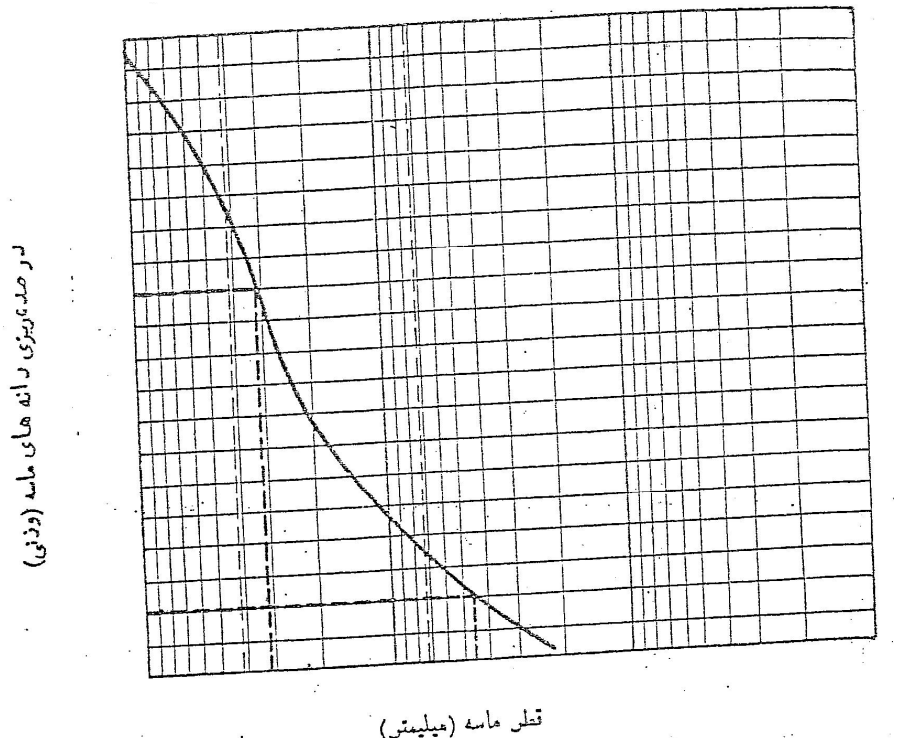
در این معادله کلیه آحاد در سیستم cgs میباشند در این معادله D_{10} اندازه دو درصد دانه های خاک در روی منحنی دانه بندی خاک میباشد . D_{10} بنام اندازه موثر نامیده میشود .

ج- ضریب تجانس (Uniformity Coefficient) - ضریب تجانس عبارت است از نسبت D_{60} به D_{10} بر حسب تعریف هازن و اغلب به Cu نشان داده میشود این دو عدد از روی منحنی دانه بندی خاک گرفته شده و سپس نسبت $C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ محاسبه میشود . ضریب تجانس نزدیک به واحد باین معنی است که دانه های خاک عملا یک اندازه میباشند . هر چه ضریب تجانس بزرگتر از واحد شود نماینده آنستکه اندازه دانه ها در خاک بسیار متفاوت بوده و از اندازه های بسیار کوچک تا بزر وجود دارد و بنابراین درجه تجانس خاک سیار پایین است . (شکل 11)

8- حوضچه تنظیم (Dasing Tank)

همانطور که اشاره شد اگر در دفع فاضلاب به زیر سطح زمین طول ترانشه های پخش بیش از 300 متر گردد علاوه بر حوضچه مقسم حوضچه دیگری بنام حوضچه تنظیم در نظر میگیرند که بعد از سپتیک تانک ساخته می شود و عمل آن پخش متناسب و یکنواخت فاضلاب در تمام سطح پخش است . بدین معنی که از رطوبت زیادی زمین در اول ترانشه و خشک ماندن انتهای آن جلوگیری میکند .

همچنین در سیستم تخلیه بوسیله صافیهای شنی اگر سطح صافی بیش از 170 متر مربع و یا طول لوله های پخش بیش از 100 متر باشد از حوضچه های تنظیم باید استفاده کرد .



شکل شماره 7 – منحنی دانه بندی ماسه

9- محاسبه حوضچه تنظیم

1- **حجم حوضچه :** ظرفیت حوضچه تنظیم را برابر و یا حداقل 75 درصد حجم کل لوله های پخش در نظر میگیرند و برابر است با :

$$V = \frac{rd^2}{4} \times L$$

و یا :

$$V = 0.75\frac{rd^2}{4} \times L$$

d قطر لوله پخش بر حسب متر و L طول لوله های پخش بر حسب متر و V حجم لوله های پخش بر حسب متر مکعب میباشد.

2- قطر سیفون : برای تخلیه فاضلاب حوضچه تنظیم از سیفون استفاده میشود . مقدار ظرفیت تخلیه سیفون بر حسب قطر آن تغییر می کند . جدول شماره 69 قدرت تخلیه سیفون را بر حسب قطرهای مختلف نشان می دهد .

قطر بر حسب اینچ		3	4	5	6
قدرت تخلیه بر حسب متر مکعب در دقیقه	حداکثر	0/36	0/88	1/7	2/3
	متوسط	0/28	0/64	1/2	1/84
	حداقل	0/18	0/4	0/2	1/3

جدول شماره 69

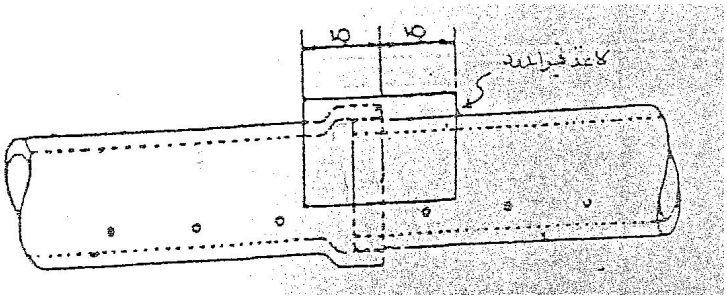
ج- استفاده از حوضچه تنظیم در صافیهای شنی – در مواردیکه در سیستم دفع از صافیهای شنی استفاده می شود , اگر طول لوله ها بیش از 300 متر باشد صلاح در آنستکه طول صافیها را نصف کرده و در عوض سیفون دیگری نیز تعبیه کرد که با سیفون اول بتناوب دفع کند .

ه - فاصله بین ترانشه ها :

حداقل فاصله بین دو دیوار ترانشه را یک متر در نظر میگیرند (شکل شماره 82) .

و- نصب لوله های پخش

برای پخش فاضلاب , لوله های پخش را با فاصله 3 تا 6 میلیمتر از یکدیگر در طول لوله نصب میکنند بطوریکه فاضلاب از این فاصله جذب زمین میشود و برای جلوگیری از ریزش خاک و ماسه به داخل لوله های پخش , قسمت بالای فاصله دو لوله را با کاغذ قیر اندود می پوشانند (شکل شماره 8) .



شکل شماره 8 – جزئیات اتصال لوله های پخش

تخلیه فاضلاب خروجی از سپتیک تانک بدون چاه

در زمین هایی که زمان جذب در عمق 90 سانتیمتری بیش از یک ساعت باشد , استفاده از ترانشه برای پخش پس آب فاضلاب مقدور نیست و از چاه استفاده میکنند و اگر ظرفیت جذب یک چاه کافی نباشد به تعداد لازم چاه حفر میکنند , فاصله چاه ها از یکدیگر نباید از 3 متر کمتر باشد .

نفوذ پذیری چاه

نفوذ پذیری چاه از جدول شماره 67 و یا از فرمول $q = \frac{1.76}{t_a + 7.5}$ بدست میاورند .

q مقدار فاضلاب جذب شده بر حسب متر مکعب در متر مربع سطح چاه در شبانه روز و t_a زمان جذب بر حسب دقیقه است , سطح کف چاه در محاسبات منظور نمیشود .

محاسبه ابعاد چاه

برای بدست آوردن قطر و عمق و تعداد چاه ها بترتیب زیر عمل میشود .

- با معلوم بودن زمان جذب مقدار فاضلاب قابل جذب در هر متر مربع در سطح چاه را بر حسب متر مکعب در شبانه روز که در جدول شماره 67 در ستون b نشان داده شده , بدست میاورند .
- از تقسیم مقدار فاضلاب خروجی از سپتیک تانک در روز بر حسب متر مکعب که به Q نمایش میدهند , مقدار b بدست آمده

(جدول شماره 67) و سطح جدار چاه بدست می آید .

$$S = \frac{Q}{q}$$

- با انتخاب قطر چاه بر حسب D مقدار عمق چاه نیز بدست می آید .

$$S = \pi.D.L \qquad L = \frac{S}{\pi.D}$$

L بر حسب متر , S بر حسب متر مربع و D بر حسب متر است .

تخلیه فاضلاب خروجی از سپتیک تانک در صافیهای شنی

اگر نفوذ پذیری زمین خیلی کم باشد و از طرفی در نزدیکی سپتیک تانک , رودخانه و یا دریا موجود باشد , برای دفع فاضلاب خروجی از سپتیک تانک , از صافی های شنی استفاده میشود . در شکل های شماره 84 و 85 و 86 پلان و مقطع صافیهای شنی نشان داده شده است . همانطور که در شکل مشاهده میشود دو سری لوله بفاصله 75 سانتیمتر در داخل شن دانه بندی شده , نصب میشود , فاضلاب خروجی از سپتیک تانک در شبکه لوله نزدیک سطح زمین تخلیه می شود .

و پس از خروجی فاضلاب از محل های باز فاصله بین لوله ها در داخل شن دانه بندی شده پخش شده و بعد از عبور از لابلای شن مخصوص به ارتفاع 75 سانتیمتر , مجدداً فاضلاب در داخل شبکه لوله کشی در سطح زیرین جمع شده و در نهایت بوسیله لوله جمع کننده به داخل ترانشه سرباز و یا جوی تخلیه می شود .

در صورتیکه سطح صافیهای شنی از 170 متر مربع و یا طول لوله های پخش از 100 متر بیشتر شود , از حوضچه تنظیم استفاده می شود .

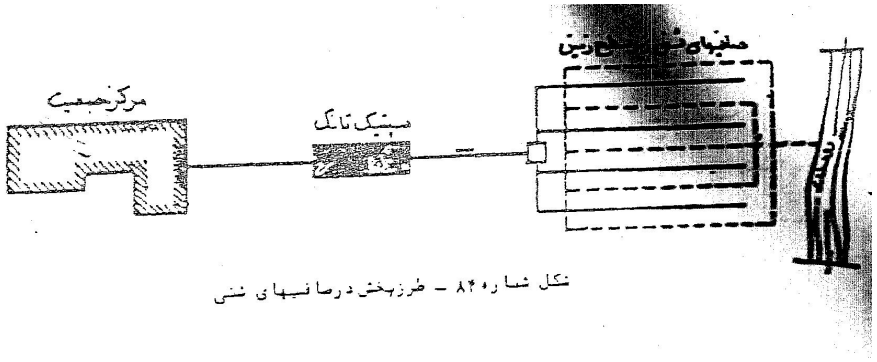
محاسبه سطح صافیهای شنی

با استفاده از فرمول $S = \frac{Q}{q}$ سطح صافی بدست می آید .

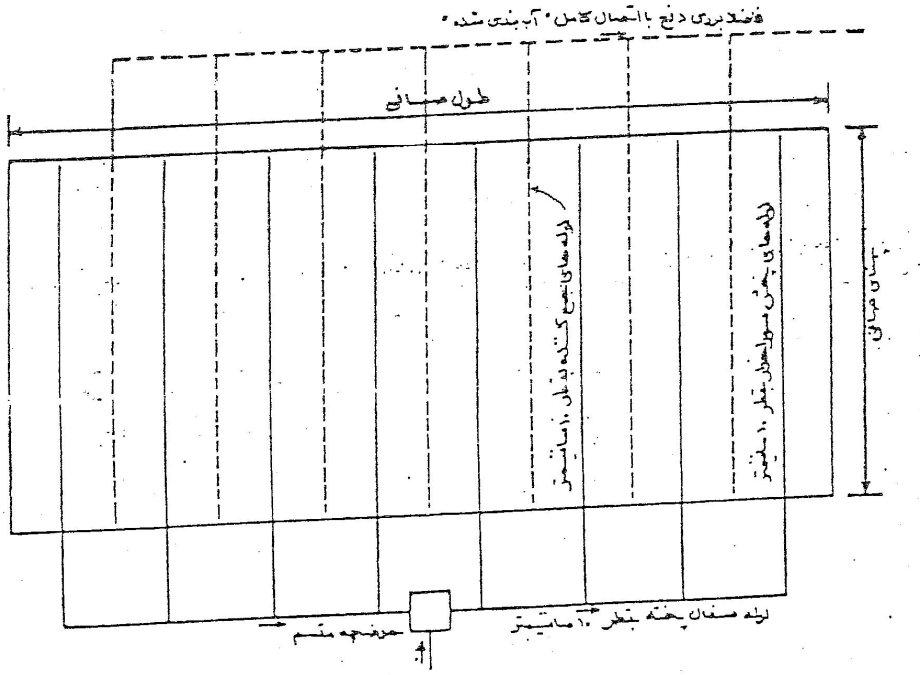
Q مقدار فاضلاب خروجی از سپتیک تانک در شبانه روز بر حسب متر مکعب .

q مقدار فاضلاب قابل جذب در متر مربع در شبانه روز بر حسب متر مکعب .

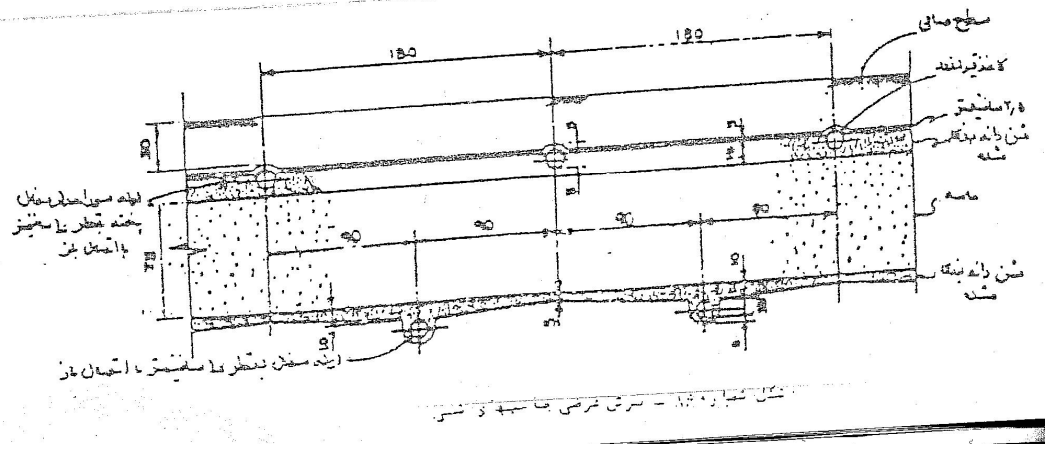
S مساحت صافی شنی بر حسب متر مربع .



شکل شماره ۸۴ – طرز پخش در صافیهای شنی



شکل شماره ۸۵ – پلان طرز پخش در صافیهای شنی



مثال طرح و محاسبه یکدستگاه سپتیک تانک با انواع سیستم پخش

طرح و محاسبات یک دستگاه سپتیک تانک با سیستم پخش آب خروجی از آنرا برای یک ساختمان مسکونی آپارتمانی 30 واحدی حساب کنید , هر آپارتمان دارای یکدستگاه توالت , دستشویی , ظرفشویی و حمام کامل است و ضریب نفوذ خاک بر اساس آزمایش انجام شده برابر است با 2/5 سانتیمتر در 5 دقیقه .

1- محاسبه حجم سپتیک تانک

افراد هر آپارتمان را به طور متوسط 5 نفر در نظر میگیریم . تعداد کل افراد آپارتمان برابر است با :

30 * 5 =150

مصرف آب سرانه هر نفر طبق جدول شماره 64 حدود 170 لیتر در روز است و حجم کل فاضلاب در شبانه روز برابر است با :

150 * 170 = 25500 لیتر در روز

V = 4500 + 0/75 Q با استفاده از فرمول

V = 4500 + 0/75 * 25500 = 23625 لیتر

و یا حدود 24 متر مکعب , بنابراین :

حجم سپتیک تانک برابر 24 متر مکعب خواهد شد . میتوان برای محاسبه از منحنی شماره 80 نیز ظرفیت سپتیک تانک را بدست آورد که حدوداً همان 24 متر مکعب میشود .

ابعاد سپتیک تانک :

نسبت طول به عرض تانک را 2 تا 4 در نظر میگیرند . عمق موثر تانک را 1/8 متر و نسبت طول به عرض تانک را 2 در نظر میگیریم در نتیجه :

$V = 1/8 * a * 3a = 24$ و $5/4\ a^2 = 24$ و $a = 2/11$

و در نتیجه ابعاد تانک برابر است با : عمق موثر 1/8 متر , عرض 2/11 متر و طول 6/32 متر , در عمل ابعاد را تعدیل میکنند و در این مثال میتوان عمق موثر را 1/8 و عرض را 2/2 متر و طول تانک را 6 در نظر گرفت .

2- محاسبه قطر لوله ورودی سپتیک تانک

روش اول :

واحد مصرف هر آپارتمان برابر است با توالت 6 واحد مصرف

دستشـویی 2 واحـد

مصرف

ظرفشـویی 2 واحـد

مصرف

حمـام کامـل 8 واحـد

مصرف

جمـع 18 واحـد

مصرف

کل واحد مصرف ساختمان برابر است با :

واحد مصرف 18 * 30 = 540

قطر لوله با شیب یک درصد با استفاده از جدول شماره 52 برابر است با 8 اینچ بدست می آید .

روش دوم – قطر لوله فاضلابروی ورودی را باید برای مقدار فاضلابی که حدود 10 برابر مقدار فاضلاب تخمینی است محاسبه نمود .

با مراجعه به جدولهای هیدرولیک مشاهده میگردد که حتی لوله بتنی بقطر 160 میلی متر نیز کافی میباشد ولی از نظر اجتناب از گرفتن لوله بهتر است لوله 200 میلی لیتر انتخاب شود .

3- قطر لوله خروجی از سپتیک تانک

قطر لوله فاضلابروی خروجی با در نظر گرفتن محاسبه مربوط به فاضلابروی ورودی هم سایز لوله ورودی می باشد ولی چون احتمال گرفتن لوله وجود ندارد لذا قطر لوله خروجی یک سایز کوچکتر اختیار میگردد .

ه- شیب فاضلابرو - برای بدست آوردن حداقل سرعت لازم (0/75 متر در ثانیه) در مورد لوله بقطر 150 میلی متر شیب 0/76 درصد نیز کافی میباشد . ولی بهتر است که شیب را همانطور که ذکر شد از یک درصد کمتر در نظر نگرفت .

4- دفع فاضلاب تصفیه شده :

برای هر سپتیک تانک بر حسب نفوذ پذیری زمین دفع فاضلاب را فقط در یک حالت حساب می کند ولی در این مثال به هر سه طریق محاسبه می نماییم .

الف – دفع فاضلاب به طریق پخش در زیر سطح زمین :

با استفاده از جدول شماره 67 مقدار فاضلاب قابل جذب در یک متر مربع سطح ترانشه برابر 0/103 متر مکعب در روز است با استفاده از جدول شماره 68 عرض ترانشه حدود 0/6 متر است .

سطح ترانشه برابر است با : متر مربع

$$S = \frac{Q}{a} = \frac{24}{0.103} = 233$$

و طول ترانشه برابر است با : متر

$$L = \frac{S}{W} = \frac{233}{0.6} = 388$$

چون طول ترانشه از 300 متر بیشتر است , نصب حوضچه مقسم و حوضچه تنظیم ضروریست .

در صورتیکه تعداد ترانشه ها را 20 ردیف در نظر بگیریم , طول ترانشه برابر است با :

$\frac{388}{20} = 19.4$ متر

با احتساب فاصله محور تا محور ترانشه برابر یک متر , عرض زمین ترانشه ها برابر 21 متر و طول ترانشه برابر 19/4 متر و یا در عمل برابر 20 متر منظور میشود و در نتیجه ابعادسطح زمین ترانشه برابر است با 20 * 21 متر مربع .

ب- دفع فاضلاب در چاه

با استفاده از جدول شماره 67 مقدار فاضلاب قابل جذب در سطح بدنه چاه در هر متر مربع برابر است با 0/14 مترمکعب در روز.

سطح بدنه داخلی چاه برابر است با :

متر مربع

$$S = \frac{Q}{b} = \frac{24}{0.14} = 127$$

تعداد چاه ها را 4 حلقه و عمق چاه را 5 متر در نظر میگیریم .

سطح داخل چاه برابر است با :

$$S = \pi DL$$

D قطر چاه و L عمق چاه بر حسب متر و در نتیجه :

$\pi DL \times 4 = \pi \times D \times 5 \times 4 = 20\pi D = 172$ و D = 2/73 متر

با اضافه کردن انباری در کف چاه ها میتوان به نسبت اضافه شدن سطح عمودی انباره ها از تعداد چاه ها کم کرد .

ج- دفع فاضلاب در صافی های ماسه ای

همانطور که قبلاً توضیح داده شده است , دفع فاضلاب تصفیه شده خروجی از سپتیک تانک در شرایطی که در نزدیکی محل تانک , رودخانه و یا دریا باشد و از طرفی زمین محل هم دارای نفوذ پذیری خیلی کم باشد , از صافیهای ماسه ای استفاده می شود .

با فرض مقدار فاضلاب قابل جذب در هر متر مربع در روز برابر 45 لیتر , مساحت صافیها برابر است با :

$$\frac{24\times1000}{45}=534$$ متر مربع

چون مساحت صافیها از 170 متر مربع بیشتر است , از حوضچه تنظیم استفاده کرده و دو عدد سیفون بکار میبریم که هر کدام از سیفونها , نصف فاضلاب را به نصف مساحت صافیها تخلیه نماید . طول صافی را 20 متر در نظر گرفته و عرض صافی برابر است با :

$$\frac{534}{20}=26.7\approx27$$ متر

هر سیفون فاضلاب را در سطحی به ابعاد $20\times\frac{27}{2}$ و یا 20متر در 13/5 متر در صافیهای ماسه ای تولید میکنند .

5- محاسبه ابعاد حوضچه تنظیم

حجم حوضچه تنظیم برابر است با حداقل 0/75 حجم داخل لوله های شبکه پخش , همانطور که قبلاً حساب شد , طول لوله ترانشه برابر 388 متر است و با در نظر گرفتن 10 سانتیمتر برای قطر لوله , حجم مفید حوضچه تنظیم برابر است با :

$$0.75\times\frac{\pi\times0.1^2}{4}\times388=2.08$$ متر مکعب

اگر ارتفاع لازم برای سیفون 40 سانتیمتر و عرض حوضچه را برابر با 2/2 متر , برابر عرض سپتیک تانک در نظر بگیریم , طول حوضچه تنظیم برابر است با :

$$L\times2/2\times0.4=2.08$$

$$L=\frac{2.08}{0.88}=2.36$$

ارتفاع سقف حوضچه را حدود 50 سانتیمتر بالاتر از سطح سر ریز سیفون در نظر میگیریم و ارتفاع حوضچه برابر است با

40 + 50 = 90 سانتیمتر و در نتیجه ابعاد داخلی حوضچه تنظیم برابر است با :

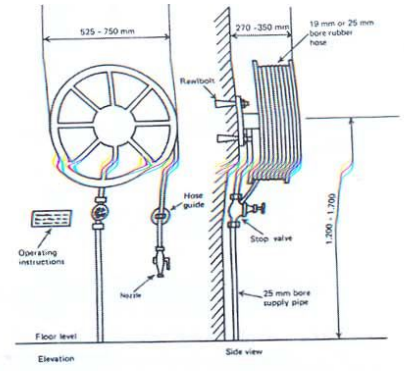
طول	2/36 و یا 2/40 متر
عرض	2/2 متر
ارتفاع	0/9 متر

سیستمهای اطفاء حریق ساختمان

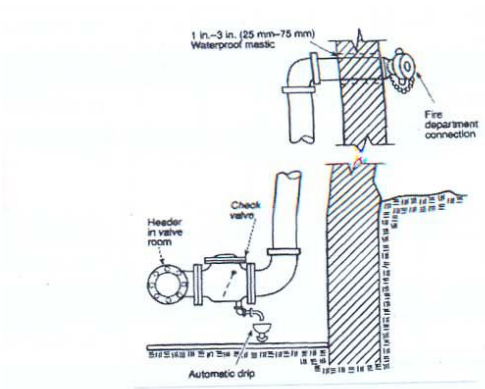
تعاریف :

- **سیستم مرکب (Com bind System) :** این سیستم به گونه ای طراحی شده است تا بتواند سیستم شیر آتش نشانی و آبپاش اتوماتیک را تواماً از طریق یک لوله قائم (Standpipe) تغذیه کند .
- **خط انشعاب (Branch Line) :** سیستم لوله کشی که معمولاً به صورت افقی انجام می گیرد و برای اتصال لوله قائم و شیر آتش نشانی به یکدیگر مورد استفاده قرار می گیرد .
- **شیر کنترلی (Control Valve) :** شیری که برای کنترل منبع تغذیه مورد استفاده قرار می گیرد .
- **تغذیه کننده اصلی (Free Main) :** قسمتی از سیستم لوله قائم که آب را به یک یا چند لوله قائم منتقل می کند و آنها را تغذیه می نماید .
- **ساختمانهای بلند (High – Rise Building) :** ساختمانهای با ارتفاع بیش از (75 Ft) 23m جزو ساختمانهای بلند تلقی می شوند . این ارتفاع از پایین ترین مکان که تشکیلات آتش نشانی در آن قرار دارد ؛ تا بالاترین طبقه ساختمان اندازه گیری می شود .
- **ایستگاه شیر آتش نشانی (Hose Station) :** مجموعه ایی شامل شیلنگ , قرقره , سرشیلنگ و اتصالات مربوطه را در مکانهایی قرار می دهند تا در صورت حریق از آنها استفاده گردد . این مجموعه را ایستگاه شیر آتش نشانی می گویند .
- **لوله قائم (Standpipe) :** برای اتصال منبع ذخیره آب به شیر آتش نشانی یا آبپاش واقع در طبقات , از لوله قائمی استفاده می کنند که به آن لوله قائم(Standpipe) می گویند .
- **سیستم لوله قائم (Standpipe Sistem) :** مجموعه ای از ترکیب لوله ها , شیرها و اتصالات شیلنگ قرقره یا آبپاشها که در ساختمان نصب می گردند به گونه ای که ساختمان و افراد درون آن از طریق این مجموعه بتوانند اطفاء حریق داشته باشند را سیستم لوله قائم نامند . بدیهی است پمپها و مخازن و وسایل مورد نیاز دیگر نیز جزو این مجموعه محسوب می گردند .

برای اطفاء حریق در ساختمانها و مکانهایی مختلف از دو روش استفاده می کنند . روش اول استفاده از سیستم شیر آتش نشانی و دومین روش استفاده از آبپاش اتوماتیک جهت خاموش کردن آتش می باشد . تعداد و نوع قرارگیری شیر آتش نشانی یا آبپاشها به عوامل مختلفی بستگی دارد با توجه به نوع محل , تعداد جمعیت ساکن در ساختمان , نوع فعالیت افراد یا مجموعه و نوع ساختمان از نظر ساختاری , می توان یکی از دو روش فوق یاترکیبی از این دو روش را بکار برد .



شکل ۱–۴ – جزئیات شیلنگ – قرقرهٔ ثابت



شکل ۲–۴ – شیر آتش نشانی برای لوله قائم مرطوب

1-4- لوله های قائم (Standpipe System)

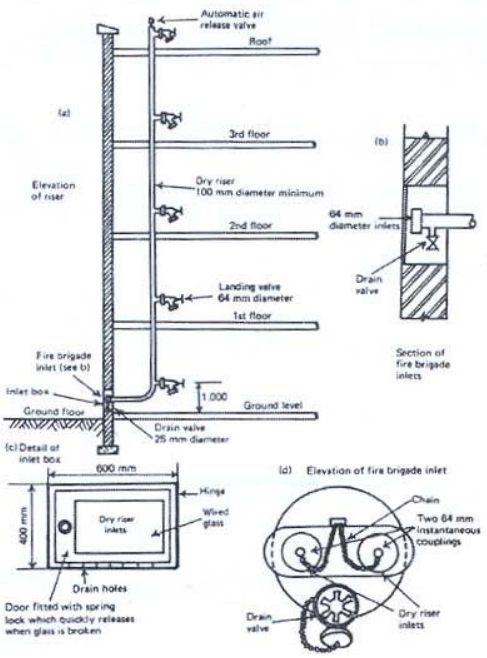
1-1-4 انواع مختلف لوله های قائم (Type Standpipe System)

1- سیستم لوله قائم مرطوب – اتوماتیک (Automatic – Dry Standpipe System) : در این سیستم لوله قائم از هوای فشرده پر شده است و عملکرد آن بدین صورت است که هنگامی که شیر آتش نشانی باز می گردد , آب به صورت اتوماتیک از منبع تغذیه وارد لوله قائم شده و به شیر آتش نشانی می رسد . برای این سیستم باید منبع ذخیره آب در نظر گرفت تا آب مورد نیاز از طریق این منبع تامین گردد .

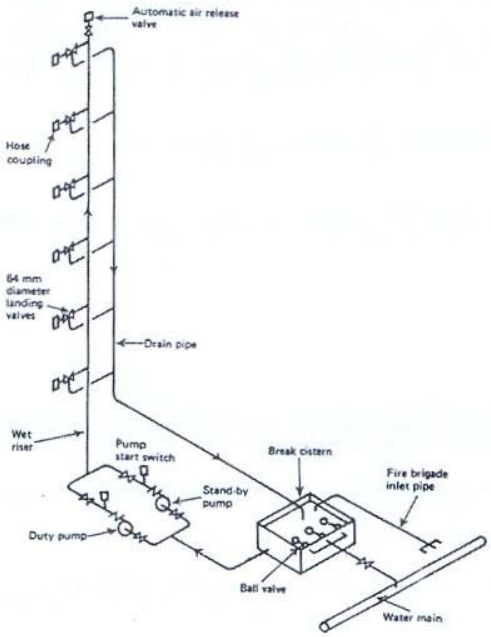
2- سیستم لوله قائم خشک - نیمه اتوماتیک (Automatic–Dry Standpipe System) : این سیستم دارای لوله قائم خشک است که آب دورن لوله وجود ندارد . هنگامی که می خواهیم از شیر آتش نشانی استفاده کنیم باید از طریق یک ریموت کنترل واقع در جعبه آتش نشانی سیستم را فعال نمود تا آب وارد لوله قائم گردد . برای این سیستم باید منبع ذخیره آب در نظر گرفت تا آب مورد نیاز از طریق این منبع تامین گردد .

3- **سیستم لوله قائم خشک - دستی (Manual–Dry Standpipe System) :** در این سیستم لوله قائم خشک وجود دارد که به منبع ذخیره آب متصل نیست . در این سیستم آب مورد نیاز سیستم باید از طریق منبع ذخیره آب ماموران آتش نشانی از طرق پمپاژ در سیستم تامین گردد .

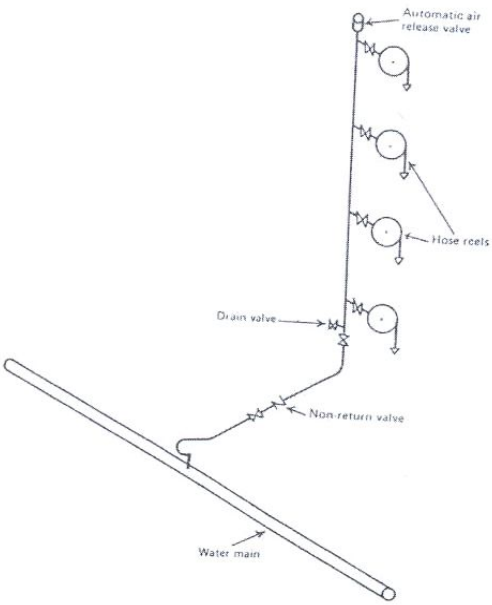
4- **سیستم لوله قائم مرطوب - دستی (Manual -Wet Standpipe System) :** در این سیستم لوله قائم به منبع ذخیره کوچکی متصل است که برای پر کردن آب درون لوله قائم بکارمی رود . این قادر به تامین آب مورد نیاز برای اطفاء حریق نیست و از طریق منبع ذخیره آب ماموران آتش نشانی که در سیستم پمپ می شود باید آب مورد نیاز را تامین نمود .



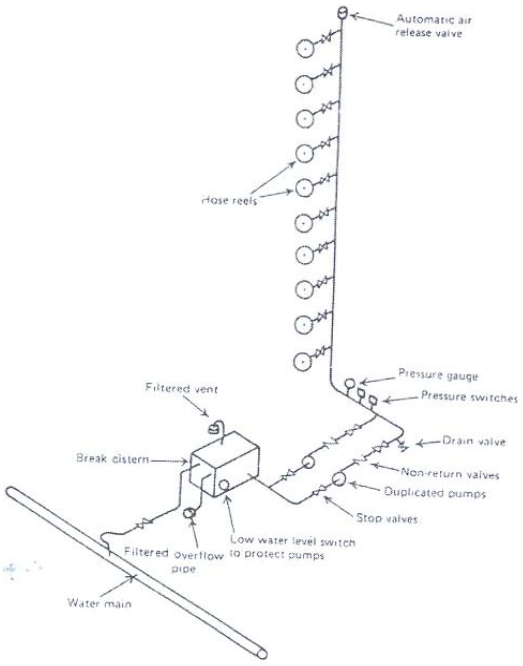
شکل ۳–۴ – جزئیات رایزر مرطوب



شکل ۴–۴ – جزئیات رایزر خشک



شکل ۵–۴ – تأسیسات شیلنگ – قرقره بدون تجهیزات پمپاژ



شکل ۶–۴ – تأسیسات شیلنگ – قرقره با تجهیزات پمپ

2-1-4 -کلاس بندی سیستم های لوله قائم (Classes of Standpipe System)

1- **کلاس یک (Class 1 System) :** در این کلاس قطر شیر متصل به منبع تغذیه آب برای استفاده ماموران آتش نشانی (63.5mm) $2\ ^1/_2$ است . این کلاس برای آتش سوزی های سنگین تعبیه می گردد .

2- **کلاس دو (Class 2 System) :** در این کلاس قطر شیر متصل به منبع تغذیه آب (38.1mm)in $1\ ^1/_2$ بوده و برای استفاده ساکنین ساختمان است . این کلاس برای حالت آتش سوزی سبک و اولیه مورد استفاده قرار می گیرد در بعضی از مکانها که احتمال خطر آتش سوزی کم است می توان از اتصال (25.4mm) 1in نیز استفاده نمود .

3- **کلاس سه (Class 3 System) :** در این کلاس از یک اتصال (38.1mm)in $1\ ^1/_2$ برای استفاده ساکنین و یک اتصال (63.5mm)in $2\ ^1/_2$ جهت استفاده مامورین آتش نشانی برای تغذیه حجم بالایی از آب , مورد استفاده قرار می گیرد . در این کلاس برای محل هایی که احتمال خطر آتش سوزی کم می باشد استفاده از اتصال (25.4mm) 1in بجای (38.1mm)in $1\ ^1/_2$ بلامانع است . هنگامیکه ساختمان از سیستم آبپاش برای اطفاء حریق استفاده می کند , نیازی به اتصال (38.1mm)in $1\ ^1/_2$ برای استفاده ساکنین نیست و تمام قطرها (63.5mm)in $2\ ^1/_2$خواهد بود و میتوان در بعضی از موارد از اتصال (63.5 mm * 38.1 mm) $2\ ^1/_2$ in * $1\ ^1/_2$ in برای کاهش قطر استفاده نمود .

3-1-4 - نکات مربوط به سیستم لوله قائم

طراحی سیستم لوله قائم به ارتفاع ساختمان , مساحت هر طبقه , تعداد ساکنین و نوع فعالیت آنها , طراحی درهای خروجی , دبی مورد نیاز افت فشار در لوله ها و فاصله شیر آتش نشانی تا منبع تغذیه آب بستگی دارد .

1- برای کلاس یک و کلاس دو از سیستم لوله قائم دستی استفاده نمی گردد .
2- سیستم لوله قائم خشک فقط در مواردی بکار می رود که خطر یخ زدگی در محل وجود داشته باشد .
3- در کلاس دو و کلاس سه از سیستم لوله خشک قائم استفاده نمی گردد .
4- فشار در هیچ نقطه ای از سیستم نباید از (350 pci) 24.1bar تجاوز نماید .
5- سیستم لوله قائم دستی برای ساختمانهای بلندتر از (75ft) 23m بکار نمی رود .
6- در هر راهروی خروجی بر حسب نیاز لوله قائم نصب می گردد .

4-1-4 - محل استقرار شیرهای آتش نشانی (Location of Hose Connection)

به لحاظ اینکه مورد استفاده شیلنگ قرقره ها , اطفاء حریق در مراحل اولیه توسط ساکنین ساختمان است , باید چنان نصب شوند که دسترسی به آنها بدون خطر افتادن شخص استفاده کننده ممکن باشد . بدین منظور معمولاً در طول راهروهای فرار از آتش نصب می شوند تا ساکنین بتوانند بدون متوقف کردن فرارشان از آنها استفاده نمایند .

در ساختمانهای اداری , به ویژه ساختمانهای بلند , شیلنگ قرقره ها باید در محوطه دفاتر اداری که معمولاً جنب درهای فرار از آتش قرار دارند , نصب شوند . به این ترتیب استفاده از شیلنگ قرقره ها بدون باز کردن درهای دودبند راهروهای فرار ممکن شده و از خطر آکنده شدن فضا از دود اجتناب می شود .

در ساختمانهای صنعتی امکان نصب شیلنگ قرقره ها در مجاورت درهای فرار همیشه وجود ندارد , چرا که ممکن است عرض ساختمان طوری باشد که رساندن آبپاش سرشیلنگ به مرکز ساختمان ممکن نشود . به این دلیل لازم است در چنین ساختمانهایی , شیلنگ قرقره های اضافی نیز در مرکز ساختمان , معمولاً روی ستونها نصب شوند . ارتفاع شیر آتش نشانی از کف طبقه نباید کمتر از (3ft) 0.9m و نباید بیشتر از (5ft) 1.5m باشد یک یا چند شیر آتش نشانی برای اتصال شیرآلات سازمان آتش نشانی برای هر منطقه (zone) برای کلاس یک و کلاس سه باید در نظر گرفت و در ساختمانهای بلند حداقل باید دو شیر آتش نشانی برای اتصال شیرآلات سازمان آتش نشانی برای هر منطقه (zone) در نظر گرفت . (در صورت موافقت سازمان آتش نشانی , برای هر منطقه , یک اتصال شیر آتش نشانی تعبیه گردد) .

سیستم کلاس یک (Class 1 System) : در سیستم کلاس یک شیر به قطر (63.5mm) $2\ ^1/_2$ in می باشد و در مکانهای زیر باید قرار بگیرد :

الف - در راهروهای مابین دو طبقه و هر پلکان خروجی که مورد نیاز باشد .

ب -روی دیوار , کنار خروجی ها

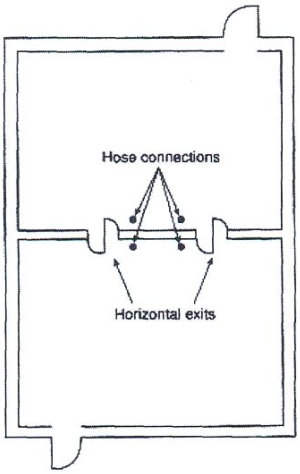
- در قسمت ورودی از ساختمان به راهروهای خروجی

د - پلکان آخرین طبقه که منتهی به پشت بام می شود . در ساختماهای که پلکان ساختمان به پشت بام متصل نیست , روی پشت بام یک شیر آتش نشانی (63.5mm) $2\ ^1/_2$ in برای تست کردن سیستم تعبیه می گردد .

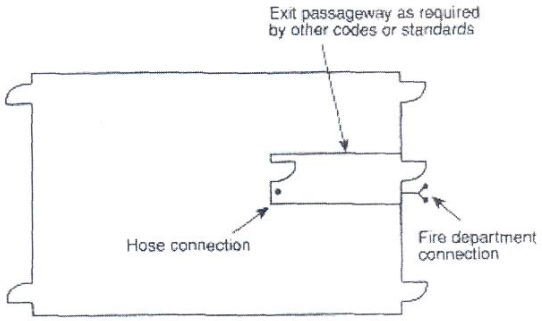
هـ - در طبقاتی که سیستم آبپاش استفاده می گردد یا در مغازه ها که فاصله های خروجی از (150 ft) 45.7m تجاوز مینماید یا در طبقاتی که از سیستم آبپاش استفاده می گردد و فاصله های خروجی بیش از (200 ft) 61m باشد , با هماهنگی سازمان آتش نشانی , شیرهای آتش نشانی اضافی نصب می گردد .

سیستم کلاس دو (Class 2 system) : در این سیستم از شیر (38.1mm) $1\ ^1/_2$ in استفاده می گردد . در تمام قسمتهای هر طبقه ساختمان نباید فاصله بین شیرها بیشتر از (130 ft) 39.7m باشد . در صورت استفاده از شیر با سایز کوچکتر فاصله شیرها نباید بیشتر (120 ft) 36.6m باشد فاصله بین شیرها باید در مسیر حرکت ساختمان در نظر گرفته شود .

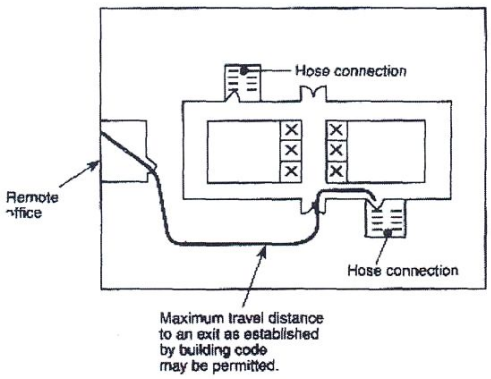
سیستم کلاس سه (Class 3 system) : در این کلاس نیز نیازهای کلاس یک و کلاس دو باید برآورد شود . هنگامیکه دو یا چند لوله قائم در یک ساختمان یا قسمتی از ساختمان نصب گردد , باید لوله های قائم در قسمت پایینی به هم متصل گردند . اگر لوله های قائم از طریق مخزن ذخیره که در بالای ساختمان یا ناحیه بالا (ZONE) نصب گریده است , تامین می شوند , این لوله های قائم ازبالا به یگدیگر متصل می گردند . در این حالت باید از شیر یکطرفه در پایین لوله قائم استفاده نمود تا حالت سیرکولاسیون اتفاق نیافتد .



شکل ۸–۴ – محل استقرار شیر آتش نشانی در خروجی های



شکل ۷–۴ – محل استقرار شیر آتش نشانی در خروجی ها



شکل ۹–۴ – محل استقرار شیر آتش نشانی در راه پله ها

5-1-4 - به هم بستن لوله های قائم (Interconnect of Standpipe)

هنگامیکه دو یا چند لوله قائم در یک ساختمان یا قسمتی از ساختمان نصب گردد , باید لوله های قائم در قسمت پائینی به هم متصل گردند . اگر لوله های قائم از طریق مخزن ذخیره که دربالای ساختمان یا ناحیه بالا (zone) نصب گریده است , تامین می شوند , این لوله های قائم از بالا به یکدیگر متصل می گردند . در این حالت باید از شیر یکطرفه در پائین لوله قائم استفاده نمود تا حالت سیرکولاسیون اتفاق نیافتد .

4-1-6 حداقل فشار برای طراحی سیستم و قطر لوله ها

(Minimum Pressure For System Design and Sizing of Pipes)

سیستم لوله های قائم طوری طرح می گردد که نیاز سیستم را تغذیه نماید و امکان توسعه طرح در نظر گرفته شود و امکان اتصال لوله های قائم به مخزن ذخیره نیز باید درنظر گرفته شود . در خروجی شیرهای (63.5mm) $2\ ^1/_2$ in حداقل فشار (100psi) 6.9bar و در خروجی شیرهای (38.1mm) $1\ ^1/_2$ in حداقل فشار (65psi) 4.5bar باید وجود داشته باشد . اگر بنابر استاندارد محلی فشار مورد نیاز در پشت خروجی شیر (63.5mm) $2\ ^1/_2$ in کمتر از (65psi) 6.9bar در نظر گرفته شده باشد , نباید این فشار کمتر از (65psi) 4.5bar باشد . حداقل قطر برای لوله های قائم در کلاس یک , کلاس دو و کلاس سه (4in) 102mm می باشد . در لوله های قائم که جزوی از سیستم ترکیبی هستند حداقل قطر لوله باید (6in) 150mm باشد در مواردی که ساختمان کاملاً مجهز به سیستم آبپاش می باشد و دارای لوله های قائم ترکیبی هستند ؛ استفاده از حداقل لوله (4in) 102mm مجاز است .

قطر لوله های قائم با توجه به دبی طراحی شده برای سیستم و تامین فشار مورد نیاز از جدول زیر بدست می آید قطرهای داده شده برای لوله های قائم مرطوب است و برای ساختمانهای بلند به کار نمی رود .

جدول 4-1 حداقل سایز لوله های متصل به مخزن تغذیه و لوله های قائم

Standard and Supply Minimum Nominal Pipe Size

Total Accumulated Flow		Total Distance of From Farthest Outlet		
gpm	L/min	<15.2m	15.2m-30.5m	>30.5m
100	379	2	$2\ ^1/_2$	3
101-500	382-1893	4	4	6
501-750	1893-2839	5	5	6
751-1250	2843-4731	6	6	6
1250 and over	4735 and over	8	8	8

4-1-7 حداکثر فشار برای شیرهای آتش نشانی (Maximum Pressure For Hose Conation)

در شیرهای (38.1mm) $1\ ^1/_2$ in فشار خروجی نباید بیشتر از (100psi) 6.9bar باشد . همچنین فشار استاتیک سیستم نباید از (175psi) 12.1bar تجاوز نماید . به همین دلیل ابزار مناسب برای تنظیم فشار باید در سیستم کار گذاشته شود .

4-1-8 حداقل دبی موردنیاز برای کلاسهای مختلف (Maximum Flow Rate For Various Class System)

برای کلاس یک و کلاس سه , حداقل دبی مورد نیاز برای اغلب لوله های قائم (500gpm) 1893 L/S در نظر گرفته شود. به ازای اضافه شدن هر لوله قائم (250gpm) 946 L/S باید به دبی مورد نیاز افزود , در صورتیکه دبی کل از (1250gpm) 4371 L/S تجاوز ننماید . اگر مساحت طبقه از ($8.0000\ ft^2$)

$7432\ m^2$ بیشتر شد , یک لوله قائم دیگر با دبی (500gpm) 1893 L/S باید برای سیستم در نظر گرفت . محاسبات هیدرولیکی و قطر لوله ها باید به گونه ای طراحی شود که فرض بر این باشد که دو شیر آتش نشانی با دبی (250gpm) 946 L/S و فشار خروجی ذکر شده در قسمتهای قبل به یک لوله قائم متصل گردند . معمولاً قطر لوله های تغذیه سیستم بر اساس دبی کل مورد نیاز لوله های قائم طراحی و محاسبه می گردند که دبی مورد نیاز کل نباید از (1250gpm) 473 L/S تجاوز نماید .

برای ساختمانهایی که از سیستم آبپاش اتوماتیک برای اطفاء حریق استفاده می کنند , می توان از لوله های قائم طراحی شده برای شیرهای آتش نشانی استفاده نمود . اگر دبی محاسبه شده برای آبپاشها بیشتر از مقدار دبی در نظر گرفته شده در قسمت قبل باشد , مقدار دبی بیشتر باید در نظر گرفته شود . دبی در نظر گرفته شده برای آبپاش ها نباید بیشتر از (1000gpm)L/S 3785 باشد مگر اینکه سازمان آتش نشانی یا استاندارد مورد استفاده رقم بیشتر از (1000gpm)L/S 3785 را پیشنهاد کند . در سیستمهایی که از آبپاش اتوماتیک یا شیر آتش نشانی تواماً استفاده می کنند , برای محلهایی با خطر کم مقدار محاسبه شده برای آبپاش ها , یا رقم (150gpm)l/s 658 به مقدار دبی مورد نیاز اضافه می گردد . در محلهایی با خطر معمولی مقدار محاسبه شده برای آبپاشها با رقم (500 gpm) 1893 l/s اضافه می گردد اگر رقم محاسبه شده از 150gpm برای محلهای با خطر کم و یا از 500gpm برای محلهای با خطر معمولی کمتر بود , رقم کمتر باید به دبی مورد نیاز اضافه گردد.

هنگامیکه در یک سیستم لوله قائم با قطر (4in)102mm موجود می باشد و یک سیستم آبپاش جدید نصب می گردد نیازی به اضافه کردن وسایل اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک ندارد . منبع آب قادر خواهد بود سیستم آبپاش جدید و سیستم اطفاء حریق پیشین را تواماً جوابگو باشد .

حداقل دبی مورد نیاز برای کلاس دو (100gpm)l/s 379 می باشد هنگامیکه لوله قائمی به سیستم اضافه می گردد نیازی به اضافه شدن دبی مورد نیاز نیست . محاسبه قطر لوله و فشار باید بر اساس (100gpm) 379 L/S و فشار (65psi) 4.5bar صورت گیرد . هنگامیکه چند لوله قائم در سیستم است نیز فشار و دبی بالا مبنای محاسبات برای قطر لوله خواهد بود .

9-1-4 منابع تامین کننده آب (Required Water Supply)

لوله های قائم با سیستم اتوماتیک و یا نیمه اتوماتیک باید به منبع ذخیره آب متصل باشند و این منبع قادر به تامین آب مورد نیاز برای سیستم باشد . در لوله های قائم با سیستم دستی باید امکانات لازم جهت اتصال منبع آب و پمپهای سازمان آتش نشانی به سیستم فراهم گردد تا از طریق این پمپها عمل اطفاء حریق صورت گیرد . دارا بودن یک منبع ذخیره برای سیستم اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک موردتائید است اگر این منبع قادر به تامین آب مورد نیاز باشد .

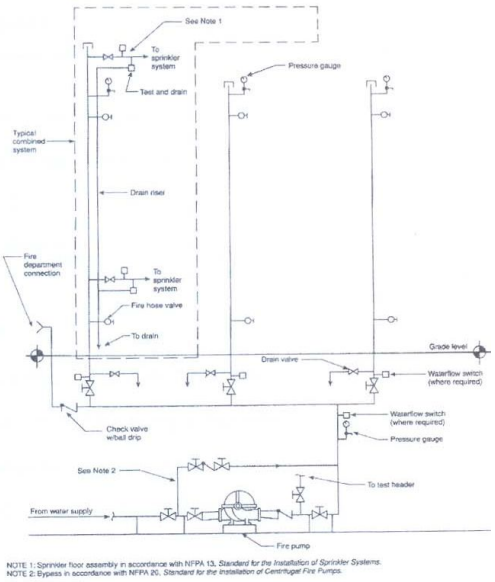
تامین آب از منابع زیر مورد تائید است :

1- هنگامی که فشار و آبدهی کافی باشد , می توان از سیستم آبرسانی شهری برای اطفاء حریق بهره برد .
2- پمپهای آتش نشانی با سیستم اتوماتیک که مطابق استاندارد NFPA20 به منبع ذخیره متصل می گردد .
3- پمپهای آتش نشانی با سیستم کنترلی دستی که با مخازن تحت فشار ترکیب شده اند .
4- مخازن تحت فشارکه مطابق استاندارد (Standard For Water Tanks For Private Fire Protection) NFPA نصب شده اند .
5- پمپهای آتش نشانی که به صورت دستی و از طریق ریموت کنترل در محل شیرهای آتش نشانی کنترل می شوند .
6- مخازن ثقلی که مطابق استاندارد NFPA22 نصب شده اند .

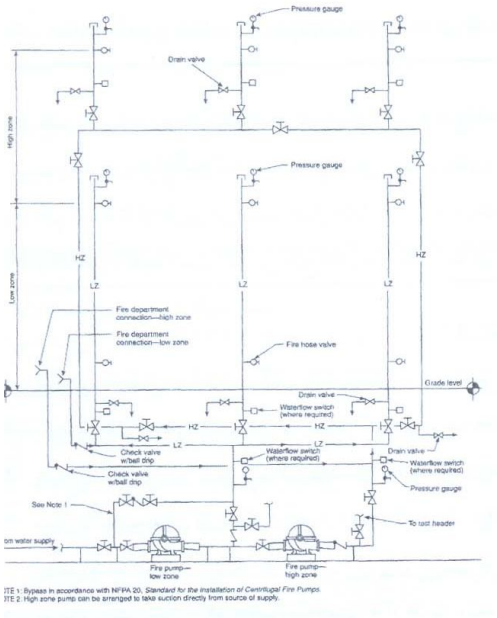
مقدار آب لازم جهت تامین سیستم کلاس یک , دو و سه بگونه ای باید باشد که فشار و آبدهی لازم برای این سه سیستم حداقل به مدت 30 دقیقه تامین گردد .

10-1-4 منطقه بندی برای سیستم لوله قائم (Standpipe System Zone)

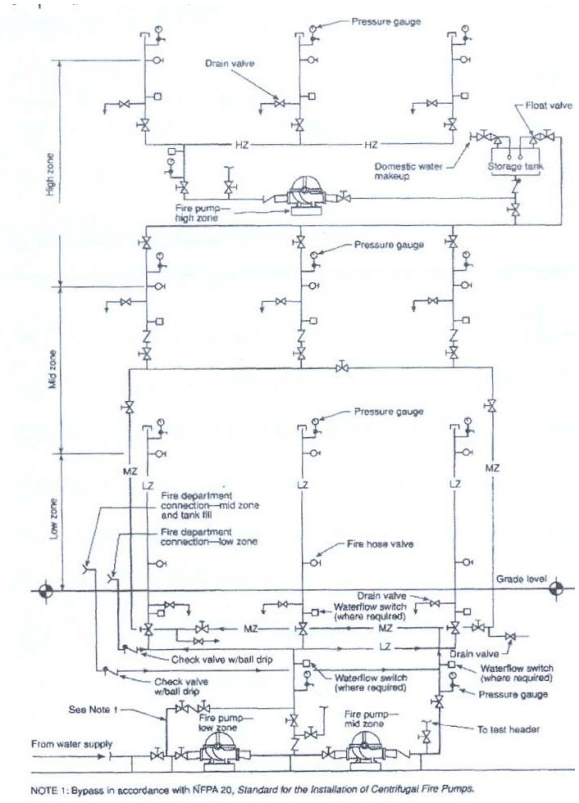
برای هر منطقه (zone) پمپهای مورد نیاز باید بصورت جداگانه تعبیه گردد و سری کردن پمپها جایز نیست . هنگامی که پمپها دو یا چند منطقه هم سطح را تامین می کنند , باید هر منطقه دارای لوله کشی مجزا باشد و به صورت مستقیم تامین کننده آب مورد نیاز باشد . همچنین سایز لوله کشی بکار رفته نباید از اندازه لوله های قائم بکار رفته کوچکتر باشد . منطقه هایی با دو لوله قائم یا بیشتر , نیز باید حداقل دو مسیر آبرسانی مستقیم داشته باشند و سایز لوله کشی نباید کمتر از سایز بزرگترین لوله قائم باشد . هنگامی که عمل تامین آب برای هر منطقه بگونه ای باشد که پمپاژ از منطقه پائین (low zone) به منطقه پائین بعدی صورت گیرد یا لوله قائم بکار رفته برای منطقه پائین و منطقه بالا یکی باشد . این نوع سیستم نیز باید از مطالب عنوان شده در قسمت بالا تبعیت نماید . حداقل دو خط لوله قائم باید بین منطقه ها فراهم آورد که یکی از آنها باید این امکان را داشته باشد که آب به صورت اتوماتیک از منطقه پائین تر به منطقه بالاتر هدایت شود . برای سیستم هایی که دارای دو یا چند منطقه هستند و نتوان فشار مطلوب و مورد نظر را در قسمتی از این مناطق (منطقه دوم یا منطقه بالاتر) از طریق شیرها و سیستم پمپاژ سازمان آتش نشانی تامین نمود باید وسایل کمکی فراهم نمود تا این امر را به عهده بگیرد . این وسایل باید شامل مخازن تحت فشار و سیستم پمپاژ وسایل دیگر که مورد قبول مسئولین ذي صلاح است , باشد .



شکل ۱۰–۴ – سیستم تک منطقه ای Single Zone System



شکل ۱۱–۴ – سیستم دو منطقه ای Two Zones System



شکل ۱۲–۴ – سیستم چند منطقه ای Multizones System

2-4 - تاسیسات آبپاش (Sprinkler Installation)

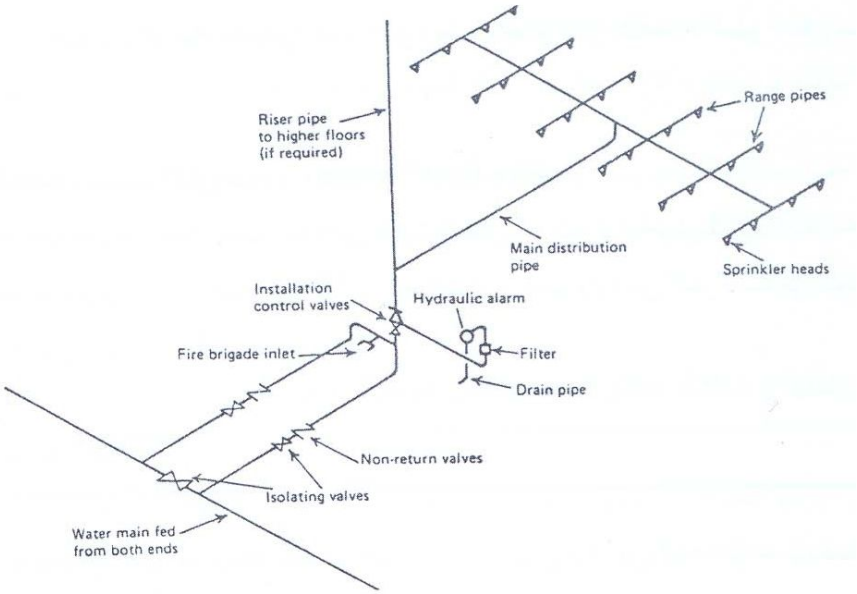
یـک تاسیسـات آبپـاش اساسـاً متشـکل اسـت از یـک سیستم لوله کشی متصل به یک منبع تامین آب مناسب , لوله ها معمولاً در سطح سقف سراسر ساختمان مورد حفاظت نصب می شوند و سرهای آبپاش به لوله ها متصلند . هنگام بروز آتش سوزی , حرارت ایجاد شده موجب تخریب المنت حساس نزدیکترین سر آبپاش شده و آب به شکل پودر روی آتش پاشیده می شود .

1-2-4 انواع سیستم آبپاش

هنگام برآورد میزان خطر آتش سوزی , می توان نوع مناسب سیستم آبپاش را برگزید . سیستم آبپاش بر شش نوع است :

1- سیستم لوله مرطوب :

در این سیستم از آبپاشهای خود کار متصل به شبکه لوله ای که همیشه پر از آب است , استفاده مـی شود که خطر یخ زدن آب در داخل لوله کشی وجود نداشته باشد . بـه دلیل این کـه بلافاصـله پس از تخریب المنـــــــــــــت ســـــــــــــــر آبپـــــــــــــــاش , آب از آن فـــــــــــــــــوران می کند , شرکتهای بیمه این سیستم را ترجیح می دهند (شکل 13-4)



شکل ۱۳–۴ – نمونه تأسیسات آبپاش مرطوب

2- سیستم لوله خشک :

آبپاشهای خودکار در این سیستم , به شبکه لوله ای متصلند که از هوای تحت فشار پر شده است . وقتی سر آبپاش در اثر حرارت باز می شود , فشار هوا کاهش یافته و یک شیر نیز باز شده و آب به سمت سرآبپاش جریان می یابد . سیستم خشک بسیار آهسته تر از نوع مرطوب عمل می کند و هزینه نصب و نگهداری آب بیشتر است به همین دلیل , از این سیستم فقط در مکانهایی استفاده می شود که امکان یخ زدن آب در شبکه لوله وجود دارد .

3- سیستم قابل تبدیل مرطوب و خشک (Alternate Wet and Dry System) :

این سیستم در ساختمانهای گرم نشده مورد استفاده قرار می گیرد و در طول ماههای گرم سال به صورت یک سیستم مرطوب عمل می کند . در ماههای سرد ، شبکه لوله از آب تهی شده و با هوای تحت فشار پر می شود تا به صورت سیستم خشک عمل نماید .

4- سیستم های پیش عامل (Per-Action System) :

این سیستم ها اصولاً برای جبران کندی عمل سیستم خشک و نیز حذف خطر صدمات ناشی از پاشش آب در اثر آسیب دیدن اتفاقی سرآبپاش یآ شبکه لوله , طراحی می شوند . در این سیستم تحریک شیر آب به باز شدن , ربطی به تخریب المنت حساس سر آبپاش نداشته و ناشی از عملکرد یک سیستم اتوماتیک آتش یاب است .

5 - سیستم سیلابی (Deluge System) :

هدف از سیستم سیلابی تامین حداکثر آب در حداقل زمان است . این سیستم با ارسال به سرهای آبپاش یآ نازلهای آبفشان همیشه باز , سراسر ناحیه آتش گرفته را تحت پوشش قرار می دهد . با استفاده از ادوات اتوماتیک آتش یاب در سیستم سیلابی ، آب با سرعت بسیار بیشتری نسبت به سیستم هایی که بر ذوب شدن سر آبپاش مبتنی هستند , در منطقه آتش گرفته وارد عمل می شود . این سیستم برای ساختمانهایی که به دلیل وجود مایعات قابل اشتعال , خطر آتش سوزی در آنها بسیار است , مناسب می باشد .

6- سیستم عامل فقط در مدت آتش سوزی (Fire – Cycle System)

از نظر اساس کار , این سیستم پیش عامل است . اما با این قابلیت اضافی که پس از خاموش شدن آتش خود به خود از کار می افتد و بدین ترتیب به نحوی موثر از خساراتی که آب به ساختمان و اثاثیه وارد می کند کاسته می شود . مضافاً می توان سر آبپاشها را بدون نیاز به بستن شیر اصلی آب تعویض نمود .

2-2-4 - طرح سیستم آبپاش

حداکثر فاصله آبپاشها و سطح کفی که توسط یک سرآبپاش تحت پوشش قرار می گیرد , بر حسب دسته بندی ساختمانها از نظر شدت خطر آتش سوزی متفاوت است . این دسته بندی به شرح زیر است :

- **بسیار کم خطر (Extra Light Hazard) :** مکانهایی غیر صنعتی هستند که میزان و یا قابلیت اشتعال محتویاتشان اندک است و هنگام آتش سوزی حرارت کمی تولید می کنند. مانند : کلیساها , کلوپها , مکانهای آموزشی, بیمارستانها , کتابخانه های کوچک , موزه ها , آسایشگاهها , دفاتر , منازل , سالن غذاخوری رستورانها , تئاترها و تالارهای سخنرانی . این مکانها در بیشتر ساعات تقریباً خالی از سکنه بوده و مضافاً اثاثیه آنها اغلب از جای خود حرکت داده نمی شود .
- **با خطر معمولی (Ordinary Hazard) :** مکانهای تجاری و صنعتی هستند که خود برحسب قابلیت اشتعال محتویاتشان به سه گروه تقسیم می شوند :

1- گروه 1 : مکانهایی با قابلیت اشتعال کم محتویات , که ارتفاع مواد اشتعال پذیر انبار شده در آنها از 2.5m(8ft) تجاوز نمی کند . مانند : پارکینگهای اتومبیل , نانواییها , آبجوسازیها , کارخانجات کنسروسازی , رختشویخانه ها کارخانجات شیشه سازی و صنایع وابسته به آن , آشپزخانه رستورانها , صنایع سبک و صنایع خدماتی .

2- گروه 2 : مکانهایی با قابلیت اشتعال متوسط محتویات , که ارتفاع مواد اشتعال پذیر انبار شده در آنها از (8ft)3.5m تجاوز ننموده و هنگام آتش سوزی مقدار متوسطی حرارت تولید می کنند . مانند : آسیابهای غلات , چاپخانه ها , کارخانجات نساجی , کارخانجات دخانیات سازی , صنایع چوب .

3- گروه 3 : مکانهایی با قابلیت اشتعال متوسط محتویات , که ارتفاع مواد اشتعال پذیر انبار شده در آنها زیاد بوده و هنگام آتش سوزی حرارت زیادی تولید می کنند . مانند : کارخانجات کاغذسازی و تهیه خمیر کاغذ , اسکله ها و باراندازها , گاراژهای تعمیر اتومبیل, کارخانجات سازنده لاستیک اتومبیل , انبارها که در آنها مواد با قابلیت اشتغال بالا مثل کاغذ , رنگ , مواد الکی و غیره نگهداری می شود .

- **بسیار پر خطر (Extra High Hazard) :** مکانهایی تجاری و صنعتی هستند که قابلیت اشتعال محتویاتشان بسیار بالا بوده (مثل باروت یا مایعات قابل اشتعال و غیره) و هنگام آتش سوزی حرارت زیادی تولید می کنند .

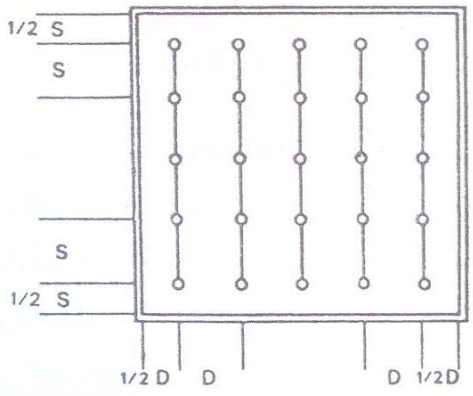
مانند : کارخانجاتی که از دستگاههای دایکاست استفاده می کنند , کارخانجات فیبر و نئوپان سازی , چاپخانه هایی که جوهرهای با دمای اشتعال کمتر از (100 º F) 38º C استفاده می کنند کارخانجات لاستیک اسنفجی , کارخانجات مواد سلولوئیدی .

البته به دلیل نزدیکی خصوصیات مکانهای بسیار پرخطر با گروه 3 مکانهایی با خطر معمولی گاهی قضاوت در مورد این که یک مکان در کدام دسته قرار می گیرد دشوار است . در صورت وجود چنین تردیدهایی می توان از مراجع مسئول مثل سازمان آتش نشانی سئوال نمود .

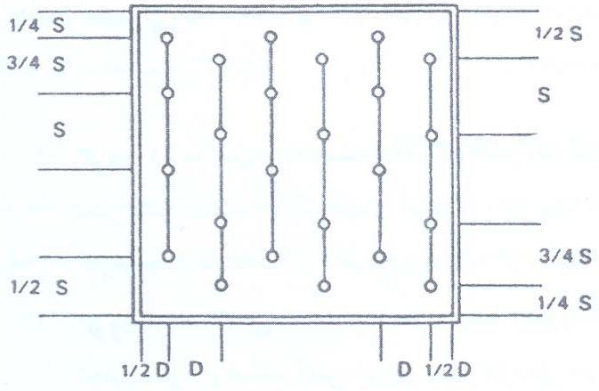
4-2-3- فاصله آبپاشها و حداکثر سطح تحت پوشش هر سر آبپاش

لوله های انشعابی افقی آبپاشها معمولاً در ردیفهای موازی برای هر طبقه طرح می شوند . شکلهای 4-14 و 4-15 به ترتیب آرایش استاندارد (Standard Spacing)و آرایش زیگزا (Staggered Spacing) آبپاشها را نشان می دهند که در آنها D فاصله بین ردیفهای مجاور و S فاصله بین سرآبپاشها روی هر یک از ردیفهای انشعابی (Branch Line) است .آرایش زیگزا برای مکانهای بسیار پرخطر و نیز مکانهای با خطر معمولی چنانچه فاصله بین ردیفهای انشعابی(4m(13ft تجاوز کند , به کار می رود .

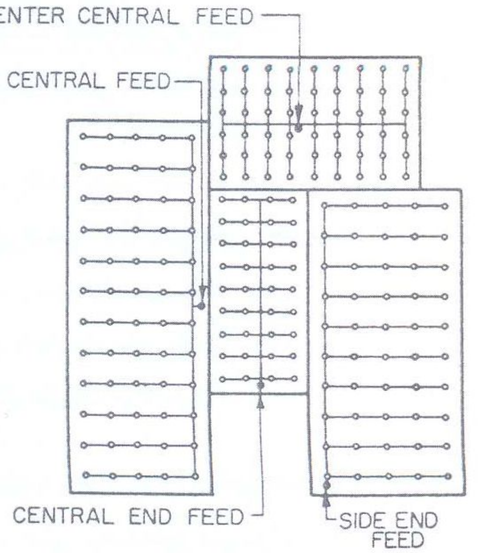
حداکثر این فاصله ها و همچنان سطح تحت پوشش هر سر آبپاش را می توان به ترتیب از جدول 4-2 و 3-4 بدست آورد . شکل 4-16 نیز نمونه هایی از طرح ردیفهای انشعابی و تغذیه آنها از لوله اصلی را نشان می دهد .



شکل ۱۴–۴ – آرایش استاندارد آبپاشها



شکل ۱۵–۴ – آرایش زیگزاگ آبپاشها



شکل ۱۶–۴ – چهار نمونه از طرح ردیفهای انشعابی و چگونگی تغذیه آنها از لولهٔ اصلی

جدول ۲–۴ – حداکثر فاصلهٔ بین سر آبپاشها

دسته‌بندی مکانها	فاصلهٔ آبپاشها	
	فوت	متر
بسیار کم خطر	154	4.6
باخطر معمولی آرایش استاندارد سر آبپاشها	13	4
باخطر معمولی آرایش زیگزاگ سر آبپاشها (حداکثر فاصلهٔ بین ردیفهای انشعابی ٤ متر)	15	4.6
بسیار پر خطر	12 - 8	3.7 - 2.5

جدول ۳–۴ – حداکثر سطح تحت پوشش هر سر آبپاش

دسته‌بندی مکانها	سطح تحت پوشش (S×D)	
	فوت مربع	متر مربع
بسیار کم خطر	225	21
باخطر معمولی	128	12
بسیار پر خطر	96-80	9-7.5

جدول ۴–۴ – دمای تخریب حباب حساس سر آبپاشها

رنگ مایع درون حباب	دمای تخریب حباب	
	فارنهایت	سانتیگراد
نارنجی	135	57
قرمز	155	68
زرد	174	79
سبز	199	93
آبی	286	141
ارغوانی	360	182
سیاه	438 - 553	227 - 288

4-2-4- انواع سر آبپاش

متداولترین سرآبپاش از نظر ساختمان داخلی و نحوه پاشش آب بدین قرارند :

1- سرآبپاش حبابی (Quartzoid Buld –Type Sprinkler Head) : این نوع سر آبپاش که نمونه ای از آن در شکل 17-4 نشان داده شده است, دارای جبابی است که از مایعات رنگینی با شدت حساسیت مختلف نسبت به دما پر شده است . دمای تخریب این حبابها بر حسب رنگهای مختلف مایع درون آنها در جدول 4-4 نشان داده شده است .

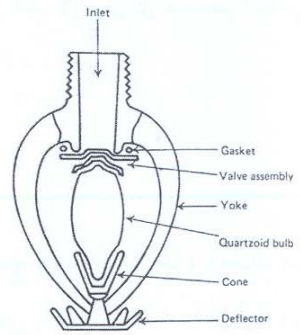
2- سرآبپاش ضامن لحیمی (Soldered Strut – Type Sprinkler Head) : این سرآبپاش از سه صفحه برنـــــــــــــــــــــــــــــــــــــزی تشـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــکیل می شود که توسط لحیمی با نقطه ذوب پائین به هم متصل شده اند . این صفحات یک سوپاپ شیشه ای را

روی سوراخ ورودی یک دیافراگم قابل انعطاف نگه داشته و خروجی آب را مسدود می کنند . بدین ترتیب مجرای خرو آب باز شده و آب بر روی آتش پاشیده می شود .

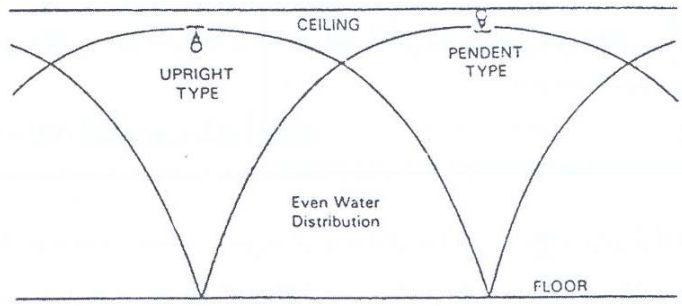
3- سر آبپاش نوع دوراسپید (Duraspeed Type Sprinkler) : این سرآبپاش نوع پیشرفته تر سر آبپاش ضامن لحیمی بوده مقاومت آن در برابر خوردگی هوا بیشتر است .

سر آبپاش ها بر حسب پاشش آب نیز انواع مختلفی دارند :

1- **سر آبپاش** (Upright) : آب را به سمت بالای منحرف کننده خود می پاشد .
2- **سر آبپاش آویزی** (Pendent Sprinkler) : آب را رو به پائین می افشاند .
3- **سر آبپاش دیواری** (Sidewall Sprinkler) : آب را از کنار دیوارها به سمت اتاق می پاشد .
4- **سر آبپاش نوع افشانکی** (Nozzle-Type Sprinkler)
5- **سر آبپاش تو دیواری** (Recessed Sprinkler)
6- **سر آبپاش منزلی** (Residential Sprinkler)
7- **سر آبپاش مخفی** (Concealed Sprinkler)



شکل ۱۷–۴ – سرآبپاش نوع حبابی



شکل ۱۸–۴ – چگونگی پاشش آب توسط سرآبپاشهای Upright و آویزی

5-2-4 - محل استقرار سرآبپاشها

سر آبپاشها باید در محلی نصب شوند که موانع ساختمانی از پاشش صحیح آب توسط آنها جلوگیری نکنند . وقتی ردیفهای انشعابی آبپاش با تیر آهن سقف تقاطع پیدا می کنند منحرف کننده های سرآبپاشها که به آب خروجی جهت می دهند باید ترجیحاً بالاتر از لبه پائینی تیر آهن قرار گیرند . چنانچه ردیفهای انشعابی زیر تیرآهنها نصب شوند , منحرف کننده ها باید در فاصله 2.5 تا 10 سانتی متر (1 تا 4 اینچ) پائین تر از تیر آهن قرار گیرند اما این فاصله در مورد سقفهای قابل اشتعال نباید از 36 سانتیمتر (14 اینچ) و در مورد سقف های غیر قابل اشتعال از 40 سانتیمتر (16 اینچ) تجاوز نماید.در مورد سقف های مسطح فاصله منحرف کننده های سر آبپاشهای نوع upright از سقف باید حداقل 7.5 سانتی متر (3 اینچ) و فاصله

منحرف کننده های سرآبپاشهای آویزی از سقف باید حداقل 6.5 ($2\ ^1/_2$ اینچ) سانتی متر باشد . اما نباید فاصله آنها از سقف های قابل اشتعال از 25 سانتیمتر (10 اینچ) و از سقف های غیر قابل اشتعال از 30 سانتیمتر (12) اینچ بیشتر شود .

4-2-6- آبرسانی به سیستم آبپاش

آب سیستم آبپاش باید بر مبنای محاسبه برای ساختمان مورد نظر , از منبع مطمئنی تامین شود . این منابع عبارتند از شبکه آب شهر , منبع مرتفع اختصاصی , منبع ثقلی ساختمان , منبع تحت فشار , پمپاژ از روی رودخانه یا کانال , شبکه آب شهر و آبپاش و پمپاژ اتوماتیک , جهت اطمینان بیشتر بهتر است سعی شود که آب سیستم از دو منبع مختلف و مستقل تامین گردد :

مثل منبع واسطه ای که از آب شهر تغذیه می شود و یک منبع مرتفع اختصاصی .

به طور کلی , ظرفیت منبع ثقلی باید حداقل (5000 gallon) 20000lit بوده و فاصله کف آن از سطح بام در ساختمانهای کم خطر و با خطر معمولی , کمتر از (35ft) 10.5m نباشد . مخزن تحت فشار نیز باید حداقل گنجایش (2000 gallon)8000lit تا (3000 gallon) 12000 lit آبها را داشته باشد چنانچه آب سیستم از منابعی نظیر رودخانه یا دریاچه تامین می شود . جهت جلوگیری از ورود اجسام معلق و آشغال به درون لوله ها , باید از صافی و آشغالگیر استفاده شود .

فشار آب در بالاترین آبپاش باید حداقل (15 psi) 103 kps باشد . دبی آب در پائین رایزر مکانهای با خطر معمولی باید حداقل (15gpm) 1 L/S تا (46.5gpm)3.1 L/s برای مدت 30 تا 60 دقیقه و در پائین رایزر مکانهای با خطر معمولی باید حداقل (45gpm) 31 L/S تا (94.5gpm)6.3 L/s برای مدت 60 تا 90 دقیقه باشد . حداقل فشار و دبی آب لازم برای سیستم آبپاش مکانهای پر خطر توسط سازمانهای مسئول مثل آتش نشانی تعیین می شود .

4-2-7 - لوله کشی سیستم آبپاش

حداقل قطر لوله ها در سیستم آبپاش برای لوله های فولادی 1 اینچ و برای لوله های مسی $^3/_4$ اینچ بوده و لوله ها و وصاله ها باید قدرت تحمل فشار حداقل (175 psi)120kpa را داشته باشد . اتصالات باید بصورت پیچی یا فلنجی باشند . قطر لوله ها را می توان بر حسب نوع مکان و تعداد سر آبپاشها از جدول 4-5 به دست آورد . جهت حصول اطمینان از سلامت و صحت عمل سیستم آبپاش باید آن را بطور دوره ای تحت آزمایش قرار داد .

منبع آب باید در هر فصل مورد بازبینی و آزمون قرار گیرد و پمپهای اتوماتیک به کار افتند . سرهای آبپاش و لوله های آبپاش و لوله ها باید باید از نظر خوردگی معاینه شده و اطمینان حاصل شود که روی سرآبپاشها با رنگ پوشانده نشده است .

جدول 4-5 قطر لوله ها نسبت به تعداد سر آپاشها

Occupancy and pipe size (Inch)	No . Of Sprinklers
Light Hazar	
1	2
$1\ ^1/_4$	3
$1\ ^1/_2$	5
2	10
$2\ ^1/_2$	40
3	No limits
Ordinary Hazar	
1	2
$1\ ^1/_4$	3
$1\ ^1/_2$	5
2	10
$2\ ^1/_2$	20
3	40
$3\ ^1/_2$	65
4	100
5	160
6	250
Extra Hazar	
1	1
$1\ ^1/_4$	2
$1\ ^1/_2$	5
2	8
$2\ ^1/_2$	15
3	27
$3\ ^1/_2$	40
4	55
5	90
6	150

Pump Rating	Suction	Discharge	Relief Valve	Relief Valve Discharge	Meter Devise	Number and size of hose valve	House heder supply

Gpm (l/min)	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch
25(95)	1	1	3/4	1	1 1/4	1-1 1/2	1
50(189)	1 1/2	2 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1-1 1/2	1 1/2
100(379)	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1-2 1/2	2 1/2
150(568)	2 1/2	2 1/2	2	2 1/4	3	1-2 1/2	2 1/2
200(757)	3	3	2	2 1/2	3	1-2 1/2	2 1/2
250(946)	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1-2 1/2	3
300(1136)	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1-2 1/2	3
400(1514)	4	4	3	5	4	2-2 1/2	4
450(1703)	5	5	3	5	4	2-2 1/2	4
500(1892)	5	5	3	5	5	2-2 1/2	4
750(2839)	6	6	4	6	5	3-2 1/2	6
1000(3785)	8	8	4	8	6	4-2 1/2	6
1250(4731)	8	8	6	8	6	6-2 1/2	8
1500(5677)	8	8	6	8	8	6-2 1/2	8
2000(7570)	10	10	6	10	8	6-2 1/2	8
2500(9462)	10	10	6	10	8	8-2 1/2	10
3000(11355)	12	12	8	12	8	12-2 1/2	10
3500(13247)	12	12	8	12	10	12-2 1/2	2
4000(15140)	14	12	8	14	10	16-2 1/2	12
4500(17032)	16	14	8	14	10	16-2 1/2	12
5000(18925)	16	14	8	14	10	20-2 1/2	12

Pressure Conversion

	Dyne/cm^2	Kg/m^2	Pa (n/m^2)	In . Hg	mm.Hg	Cm Hg	In . H_2O	Ft H_2O	m.H_2O	bar	atm	lb/in^2 (psi)	lb/ft^2
Dyne/cm^2	1	1.010 E-02	0.1000	2.953 E-5	7.501 E-4	7.501 E-05	4.019 E-4	3.349 E-05	1.0208 E-5	1 E-06	9.869 E-07	1.450 E-05	2.089 E-03

Kg/m^2	98.07	1	9.807	2.896 E-3	7.356 E-2	7.356 E-03	3.937 E-2	3.281 E-03	1 E-3	9.807 E-05	9.678 E-05	1.422 E-03	0.2048
Pa (n/m^2)	10.00	0.1020	1	2.953 E-4	7.501 E-3	7.501 E-04	4.015 E-3	3.346 E-04	1.0197 E-4	1 E-05	9.870 E-06	1.450 E-05	2.088 E-02
In . Hg	3.386 E+4	345.41	3.386 E+3	1	25.4	2.54	13.59	1.1325	0.3453	3.386 E-2	3.342 E-3	0.4912	70.739
mm.Hg	1.333 E+3	13.598	133.32	3.937 E-2	1	0.1	0.535	4.459 E-2	1.3595 E-2	1.333 E-3	1.3158 E-3	1.934 E-2	2.785
Cm Hg	1.333 E+04	1.360 E+02	1.333 E+03	0.3937	10	1	5.352	0.4460	0.1359	1.333 E-02	1.316 E-02	0.1934	27.85
In . H_2o	2.491 E+3	25.38	249.08 9	7.355 E-2	1.8683	0.1867	1	8.333 E-2	0.0254	2.49 E-3	2.458 E-3	3.6127 E-2	5.202
Ft H_2o	2.989 E+04	3.046 E+02	2.989 E+03	0.882	22.41	2.241	12	1	0.3048	2.989 E-02	2.949 E-02	0.4335	62.42
m.H_2O	98.039 E+3	999.09	9806.6 9	2.8959	73.556 2	7.35	39.37	3.28	1	9.8067 E-2	9.678 E-2	1.422	204.73
bar	1 E+06	1.020 E+04	1 E+05	29.53	750.1	75.01	4.015 E+2	33.46	10.198	1	0.9869	14.50	2.089 E+03
atm	1.013 E+06	1.033 E+04	1.013 E+05	29.92	760	76.00	4.068 E+2	33.90	10.332	1.013	1	14.70	2.116 E+03
lb/in^2 (psi)	6.895 E+04	7.031 E+02	6.895 E+03	2.0358	51.71	5.171	27.684	2.307	7.031 E-1	6.895 E-02	6.804 E-02	1	144
lb/ft^2	4.788 E+02	4.882	47.88	1.414 E-2	0.3591	3.591 E-02	0.192	1.602 E-02	4.877 E-3	4.788 E-4	4.725 E-04	6.944 E-03	1

Flow Rate Conversion

	L/Sec	**M^3/min**	**M^3/hr**	**Gal/min (gpm)**	**Gal/hr**	**Ft^3/Sec**	**Ft^3/min (CFM)**
L/Sec	1	0.0600	3.600	15.85	9.510 E+02	3.532 E-02	2.119

M^3/min	16.67	1	60	2.642 E+02	1.585 E+04	0.5886	35.32
M^3/hr	0.2778	1.667 E-02	1	4.404	2.642 E+02	9.812 E-03	0.5887
Gal/min (gpm)	6.309 E-02	3.785 E-03	0.2271	1	60	2.228 E-03	0.1337
Gal/hr	1.051 E-03	6.309 E-05	3.785 E-03	1.667 E-02	1	3.713 E-05	2.228 E-3
Ft^3/Sec	28.32	1.699	1.020 E+02	4.489 E+02	2.693 E+04	1	60
Ft^3/min (CFM)	0.472	2.832 E-2	1.7	7.482	4.488 E+2	1.667 E-2	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	6.214

							E-2	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	2.54	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

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	61.02 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	1.639	1	5.787	3.464	1.732	4.329	1.329

		E-02	E-05		E-04	E-02	E-02	E-03	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	9.469 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

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-03	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+012	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

	$w/_{mk}^{0}$	**$cal/_{cmsk}^{0}$**	**$Kcal/_{mhk}^{0}$**	**$Btu/_{fthf}^{0}$**	**$Btu/_{ft^2\,Hf}^{0}$**
$w/_{mk}^{0}$	1	0.238846×10^{-2}	0.859845	0.577789	6.93347
$cal/_{cmsk}^{0}$	418.68	1	360	241.909	2902.91
$Kcal/_{mhk}^{0}$	1.163	2.77778×10^{-3}	1	0.671969	8.06363
$Btu/_{fthf}^{0}$	1.73073	4.13379×10^{-3}	1.48816	1	12
$Btu/_{ft^2\,Hf}^{0}$	0.144228	3.4448×10^{-4}	0.124014	0.083333	1

	w/m^2k	cal/cm^2sk	$Kcal/m^2hk$	Btu/ft^2Hf^0
w/m^2k	1	2.38846×10^{-5}	0.859845	0.17611
cal/cm^2sk	41868	1	36000	7373/38
$Kcal/m^2hk$	1.163	$2/77778 \times 10^{-5}$	1	0.204816
Btu/ft^2Hf^0	5.67826	1.3562×10^{-4}	4.88243	1

	w/m^2	w/in^2	$cal/cm^2 s$	$Kcal/m^2 h$	$Btu/ft^2 h$
w/m^2	1	6.4516×10^{-4}	0.23884×10^{-4}	0.859845	0.316998
w/in^2	1550	1	3.70212×10^{-2}	1332.76	491.348
$cal/cm^2 s$	41868	27.0116	1	36000	13272.1
$m^2 Kcal/h$	1.163	7.50321×10^{-4}	2.77778×10^{-5}	1	0.368669
$Btu/ft^2 h$	3.15459	2.03522×10^{-3}	7.53461×10^{-5}	2.71246	1

	watt	hp	cal/s	Kcal/hr	Btu /hr
watt	1	1.34102 x 10^{-3}	0.238846	0.859845	3.41214
hp	745.7	1	178.107	641.186	2544.43
cal/s	4.1868	5.61459 x 10^{-3}	1	3.60	14.2860
Kcal/hr	1.163	1.55961 x 10^{-3}	0.27777	1	3.96832
Btu /hr	0.29307 1	3.93015 x 10^{-4}	6.99988 x 10^{-2}	0.251996	1

	m/s	km/hr	ft/s	ft/min	in/s	$mile/hr$
m/s	1	3.6	3.28084	196.850	39.3701	2.23654
km/hr	0.277778	1	0.911344	54.6807	10.9361	0.621371
ft/s	0.3048	1.097528	1	60	12	0.681818
ft/min	0.00508	0.018288	0.0166667	1	0.2	0.0113636
in/s	0.0254	0.09144	0.0833333	5	1	0.0568182
$mile/hr$	0.44704	1.609344	1.46667	88	17.6	1

	$j/kg\,^0k$	$Kcal/kg\,^0k$	$Btu/lb\,^0F$	$kgfm/kg\,^0k$

$j/_{kg^0k}$	1	0.238846×10^{-3}	0.238846×10^{-3}	0.101972
$Kcal/_{kg^0k}$	418.8	1	1	426.935
$Btu/_{lb^0F}$	4186.8	1	1	426.935
$kgfm/_{kg^0k}$	9.80665	2.34228×10^{-3}	2.34228×10^{-3}	1

	joule	kwh	hph	cal	btu	Kcal
Joule	1	2.7777×10^{-7}	3.72506×10^{-7}	0.238846	9.47817	2.3885
Kwh	3.6×10^{6}	1	1.34102	859845	3412	859.845

Hph	2.68452 x 10^{6}	0.745700	1	641186	2544.43	641.19
Cal	4.1868	1.163 x 10^{-6}	1.5546 x 10^{-6}	1	3.9683 x 10^{-3}	1 x 10^{-3}
Btu	1055.06	2.93071 x 10^{-4}	3.93015 x 10^{-4}	251.996	1	0.251996
Kcal	4186.8	1.162998 x 10^{-3}	1.5596 x 10^{-3}	1000	3.96831	1