محاسبات تاسیسات مکانیکی ساختمان اداری
مهندسین مشاور هوشمند اکسیس- - تهران مرزدارن
44233598 – تلفـــن44233620

طرح و محاسبه سیستم لوله کشی آب سرد وآبگرم بهداشتی

جهت طراحی سیستم لوله کشی مدار باز به ترتیب ذیل عمل می نمائیم .

1- تعیین میزان مصرف واحدهای مصرف کننده

برای تعیین میزان مصرف وسایل بهداشتی از جدول شماره 1 طبق مقررات ملی ساختمان که براساس استانداردهای فصل 35 (Ashrae Hand Book Fundamentals) و (National Plumbing Code) تهیه شده است مقدار واحد مصرف (F.U)گرم و ب سرد هر واحد مصرف کننده را مشخص می نمائیم . وسایل بهداشتی عبارتند از : دوش حمام- دستشویی- ظرفشویی - فلاش تانک - تی شور - ماشین رختشویی و ...

جدول شماره 1

آبرسانی						شـــرح	Description
تعداد فیکسچر یونیت F.U.							
عمومی			خصوصی				
مجموع	گرم	سرد	مجموع	گرم	سرد		
--	--	--	6 (3/6)	3 (1/5)	4.5 (2/7)	سرویس کامل حمام با فلاش تانک برای توالت	Bathroom group by flush tankfor closet
--	--	--	8(8)	3(3)	6(6)	سرویس کامل حمام با فلاش والو برای توالت	Bathroom group by flush valve closet
4(3)	3(3)	3(3)	2 (1/4)	1.5 (1)	1.5 (1)	وان با شیر مخلوط یا دوش سرخود	Bathroom by maxing valve or shower head
4(3)	3(3)	3(3)	2 (1/4)	1.5 (1)	1.5 (1)	دوش تکی با شیر مخلوط	Shower head maxing valve
2(1/5)	1/5(1/5)	1/5(1/5)	1 (0/7)	(0.5) 0.75	0.75 (0.5)	دستشویی با شیر ساده	Lavatory by faucet
5	--	5(5)	3 (2/2)	--	3(2/2)	توالت با فلاش تانک	Water closet by flash tank
10	--	10(10)	6(6)	--	6(6)	توالت با فلاش والو	Water closet by flash valve
2	--	2	1	--	1	شیر تکی دستشویی توالت	Water closet by faucet
2	1/5	1/5	1	0/75	0/75	شـیر مخلـوط دستشـوئی توالت	Water closet by maxing valve
1	0/75	0/75	1	0/75	0/75	شیر معمولی	Ordinary basin faucet
4(3)	3	3(3)	2	1/5	1/5	بیده , پیسوار توالت با فلاش تانک	Bidet
4	3	3	2 (1/4)	1/5(1)	1/5(1)	سینک شپزخانه یک لنگه	Kitchen sink (one)
4	3	3	2	1/5	1/5	سینک شپزخانه دو لنگه	Kitchen sink (two)
3(3)	2/25(2/25)	2/25(2/25)	--	--	--	سینک دستشویی جراحان و سینک ادارات	Surgeons sink
1	0/75	0/75	--	--	--	سینک بدارخانه	Pantry Sink
4	--	4	2(1/4)	(1/4)	2	ماشین ظرفشویی کوچک	Small washing maching
1	--	1	1/2(0/25)	--	1/2(0/25)	بخوری ادارات و ...	Drinking water
1	--	1	--	--	--	بسرد کن برقی	Electrical water cooler
10	--	10	10	--	10	شیر بیاری محوطه	Garden Hose
--	--	--	1	--	1	کولر بی	Water cooler
6	--	6	3	--	3	شیر تش نشانی " $^3/_4$	$^3/_4$" Hydrant
10	--	10	6	--	6	شیر تش نشانی " 1	1" Hydrant
(3)	(2/25)	(2/25)	--	--	--	ماشین رخت شویی 3/6 کیلوگرم	1" Hydrant
(4)	(3)	(3)	(1/4)	(1)	(1)	ماشین رخت شویی 7/3	1" Hydrant

						کیلوگرم	

اعداد داخل پرانتز از مقررات ملی ساختمان (مبحث 16) استخراج شده .

2- تعیین سایز لوله های سیستم آبسرد و آبگرم مصرفی بهداشتی (سیستم لوله کشی مدار باز)

از جدول استاندارد (Ashrae Hand book of Fundamentals) (جدول شماره 2) برای اندازه گذاری لوله های با مدار باز که با توجه به فرمهای کاربردی سیالات و هیدرولیک برای جریان درون لوله ها تهیه شده استفاده می نماییم . افت فشار درون لوله 3-5 psi/100 ft در نظر گرفته می شود بطوری که سرعت درون لوله ها در شاخه های فرعی بین 2-4 فوت در ثانیه و در لوله های اصلی از محدوده 4-8 فوت در ثانیه تجاوز ننماید .

جدول شماره 2

افت فشار ب در داخل لوله بر حسب psi/100ft	گذر ب گالن در دقیقه / سرعت ب فوت در ثانیه		اندازه قطر داخلی لوله بر حسب اینچ												
		فلاش تانک فلاش والو / فیکسچر یونیت	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
2/0	گذر ب گالن در دقیقه		0.9	2.6	5.7	10	15	28	52	82	165	290	470	960	1650	2550
	سرعت ب فوت در ثانیه		1.5	1.9	2.2	2.4	2.7	2.9	3.3	3.8	4.2	4.9	5.2	6.1	6.8	7.4
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	0.9	2.6	6.4	13.3	20	48	135	275	725	1665	3350	7830	15100	24500
		فلاش والو	--	--	--	--	--	10	53	157	660	1665	3350	7830	15100	24500
2/5	گذر ب گالن در دقیقه		1.0	2.8	6.2	11	17	32	60	93	190	320	520	1100	1800	2800
	سرعت ب فوت در ثانیه		1.6	2.1	2.4	2.7	2.9	3.2	3.8	4.1	4.8	5.4	5.9	6.8	7.8	8.3
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	1.0	2.8	7.4	14.6	24	57	170	330	866	1940	3800	9300	16800	27000
		فلاش والو	--	--	--	--	--	15.3	75	210	866	1940	3800	9300	16800	27000
3	گذر ب گالن در دقیقه		1.1	3.2	6.8	12	18	35	65	104	210	350	580	1200	2000	3100
	سرعت ب فوت در ثانیه		1.7	2.3	2.7	2.9	3.2	3.6	4.1	4.5	5.2	5.9	6.5	7.5	8.2	9
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	1.1	3.2	8.6	16	26	65	197	390	1000	2200	4320	10300	18900	--
		فلاش والو	--	--	--	--	--	20	90	265	1000	2200	4320	10300	18900	--
3/5	گذر ب گالن در دقیقه		1.2	3.4	7.0	13	20	39	69	110	220	380	610	1300	2200	3450
	سرعت ب فوت در ثانیه		1.8	2.5	2.8	3.2	3.4	4.0	4.4	4.9	5.7	6.2	7.0	8.0	9.0	9.8
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	1.2	3.4	9	17.3	30	78	218	425	1058	2480	4540	11400	21000	--
		فلاش والو	--	--	--	--	--	26	103	300	1058	2480	4540	11400	21000	--
4	گذر ب گالن در دقیقه		1.3	3.5	7.5	14	22	42	75	120	240	410	635	1350	2400	3600
	سرعت ب فوت در ثانیه		2.1	2.6	3	3.4	3.6	4.2	4.8	5.2	6.1	6.8	7.5	8.7	9.7	10.5
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	1.3	3.5	10	18.6	34	92	250	475	1250	2765	4720	12000	23000	--
		فلاش والو	--	--	--	--	3	31	125	350	250	2765	4720	12000	23000	--
4/5	گذر ب گالن در دقیقه		1.41	3.8	8.0	14.5	23	44	78	125	250	430	700	1420	2500	3900
	سرعت ب فوت در ثانیه		2.2	2.8	3.2	3.6	3.9	4.6	50	5.6	6.4	7.2	7.8	9.1	10	11
	فیکسچر یونیت	فلاش تانک	1.4	3.8	10.7	19.3	36	97	260	500	1335	2950	5200	12500	24000	--
		فلاش والو	--	--	--	--	4	34	140	400	1335	2950	5200	12500	24000	--

ر صورتیکه افت فشار با مقدار گذر ب لوله مورد نظر در جدول موجود نباشد می توان از فرمول تقریبی
$H_1/H_2 = (Q_1/Q_2)$ استفاده نمود . در این فرمول :

Q_1 = مقدار واقعی گذر ب از لوله مورد نظر
Q_2 = نزدیکترین مقدار گذر ب موجود در جدول برای همان لوله
H_2 = افت فشار ب در لوله برای مقدار گذر ب Q_2
H_1 = افت فشار واقعی ب در لوله مورد نظر برای مقدار گذر ب Q_1

قتباس از کتاب : ASHRAE HAND BOOK OF FUNDAMENTALS

3- تعیین سایز لوله برگشت آبگرم مصرفی

جهت اندازه گذاری لوله های برگشت بگرم مصرفی ابتدا طول کل و میانگین قطر ن قسمت از لوله های رفت بگرم مصرفی که دارای لوله برگشت می باشند مشخص می گردند ، سپس بر اساس جدول شماره 3 با توجه به ضخامت عایق به کار رفته در لوله ها افت کل حرارتی لوله های رفت بگرم محاسبه می گردد و حدود 60% جهت افت حرارتی لوله های برگشت به ن اضافه می شود و با در نظر گرفتن حداکثر 10 درجه فارنهایت اختلاف درجه حرارت بین ب رفت و برگشت مقدار گذر ب در داخل لوله اصلی برگشت که ضمنا ظرفیت بدهی پمپ برگشت نیز می باشد از رابطه زیر به دست می ید :

گذر ب در لوله اصلی برگشت بگرم (گالن در دقیقه) = افت حرارتی کل (BTU/hr)

500

سپس با توجه به جدول شماره 4 با انتخاب افت فشار مناسب اندازه لوله اصلی برگشت به دست می ید . این افت فشار معمولا در حدود 2/5 فوت در صد فوت می باشد ولی بر حسب ضرورت می توان از سایر افت فشارهای داده شده در جدول نیز استفاده نمود .

جهت اندازه گذاری شاخه های فرعی برگشت می توان از جدول شماره 5 استفاده نمود .

در استاندارد STD509-3 یک نمونه مثال جهت اندازه گذاری لوله و پمپ برگشت بگرم مصرفی ذکر شده است

توضیح جهت محاسبه دقیق تر لوله و پمپ برگشت مدار بگرم مصرفی می توان به جای نکه میانگین قطر لوله ب گرم را ملاک محاسبه قرار داد افت حرارتی هر شاخه را با توجه به قطر و طول ن از جدول شماره 3 بطور جداگانه محاسبه نموده و معادل 60% نیز جهت افت حرارتی لوله برگشت به ن اضافه کرد ، و پس از محاسبه گذر ب هر شاخه و انتخاب افت فشار مناسب اندازه لوله های برگشت را از جدول شماره 4 ست ورد .

جدول شماره 3 - افت حرارتی لوله های فولادی بر حسب بی تی یو در ساعت
به ازای هر فوت طول لوله در شرایط 140 درجه فارنهایت ب گرم و 70 درجه فارنهایت هوای محیط

قطر لوله (اینچ)	8	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2
بدون عایق	295	230	196	161	128	107	90	73	65	52	43	35
1 اینچ عایق	90	72	62	52	42	37	32	28	25	21	19	17
2 اینچ عایق	56	45	40	34	29	25	22	19	18	16	14	13

جدول شماره 4- ب در لوله های برگشت بگرم مصرفی در افت فشارهای مختلف بر حسب گالن در دقیقه

قطر لوله اینچ	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2
افت فشار 1.5 FT/100FT	280	170	95	48	30	17	8.4	5.3	3.1	1.5	0.58
افت فشار 2 FT/100FT	304	200	114	57	35	18	10.4	6.5	3.7	1.7	0.66
افت فشار 2.5 FT/100FT	340	222	127	64	39	20	11.6	7.2	4.1	1.9	0.74
افت فشار 3 FT/100FT	380	237	133	66	43	23	12.3	8.1	4.7	2.1	0.76
افت فشار 3.5 FT/100FT	410	256	143	72	46	25	13.3	8.7	5.0	2.3	0.82

جدول شماره 5- اندازه قطر لوله برگشت بگرم مصرفی بر حسب قطر لوله رفت بگرم مصرفی

قطر لوله رفت (اینچ)	8	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2
قطر لوله برگشت (اینچ)	6	5	4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2
	5	4	3	2 1/2	2	2 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2
	4	3	2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2

			1/2									
	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
	2	1 1/2	1 1/4	1	3/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2

روش استفاده از جدول شماره 5ابتدا در اولین ردیف جدول قطر لوله اصلی رفت بگرم را مشخص می نماییم و از نجا بصورت عمودی بطرف پایین حرکت می کنیم تا بقطر محاسبه شده لوله اصلی برگشت بگرم برسیم سپس بطور افقیه سمت راست حرکت کرده و با توجه به اندازه لوله رفت بگرم مصرفی هر شاخه اندازه لوله برگشت نرا تعیین می نماییم .

طرح و محاسبه لوله کشی سیستم مدابسته (تهویه مطبوع)

1- تعیین سایز لوله کشی سیستم مداربسته (تهویه مطبوع)

پس از محاسبات سرمایش و گرمایش و تعیین دبی عبوری از لوله های سیستم مداربسته از جدول شماره 6 جهت تعیین سایز لوله کشی استفاده می نمائیم در جدول مذکور محدوده افت و سرعت مجاز مشخص شده است جهت تعیین افت فشار سیستم بهتر است تعیین سایز سیستم لوله کشی با یک افت فشار ثابت تعیین گردد تا در موقع محاسبه افت فشار سیستم و هد پمپ نیاز به محاسبه شاخه به شاخه سیستم نباشد .

جدول شماره 6 - تعیین سایز لوله کشی سیستم مدار بسته (تهویه مطبوع)

جدول استاندارد اندازه گیری لوله های با جدار داخلی تمیز (مدار بسته)

ت فشار ب در داخل لوله بر حسب FT/100FT	گذر ب کالن در دقیقه / سرعت ب فوت در ثانیه	اندازه قطر داخلی لوله بر حسب اینچ (بر مبنای آبگرم 200 درجه فارنهایت)													
		1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
0.5	G.P.M						15.8	25	48	92	170	250	570	1060	1660
	F.P.S						1.6	1.8	2	2.4	2.8	3.1	3.8	4.3	4.8
1.0	G.P.M				7.3	11	21	36	62	130	240	375	780	1400	
	F.P.S				1.6	1.7	2.1	2.3	2.7	3.3	3.8	42	5.0	6.0	
1.5	G.P.M			4.4	8.9	13.6	27	44	77	165	280	470	950	1750	
	F.P.S			1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.4	4.0	4.7	5.2	6.3	7.3	6.2
2.0	G.P.M		2.7	5.1	11	16.5	32	51	89	180	330	545	1150	2100	3400
	F.P.S		1.6	1.9	2.3	2.6	3.1	3.5	3.9	4.7	5.4	6.2	7.4	8.5	9.5
2.5	G.P.M	1.4	2.9	5.7	12	18	35	57	100	210	370	620	1300	2300	
	F.P.S	1.5	1.7	2.2	2.7	2.9	3.4	3.6	4.4	5.3	6.2	7.0	8.3	9.6	
3.0	G.P.M	1.5	3.3	6.5	13.5	20	38	54	120	230	420	680	1400		
	F.P.S	1.7	2.0	2.5	2.8	3.2	3.8	4.2	4.6	5.6	6.6	7.7	800		
3.5	G.P.M	1.7	3.6	7.0	14	22	42	67	125	250	450	730	1500		
	F.P.S	1.8	2.2	2.7	3.1	3.4	4.0	4.5	5.8	6.3	7.3	8.1	9.6		
4.0	G.P.M	1.8	3.8	7.5	16	24	45	74	135	270	480	800			
	F.P.S	1.9	2.4	2.8	3.4	3.7	4.4	4.9	140	6.8	7.6	8.9			
4.5	G.P.M	1.9	4.1	8.0	17	25	47	78	6.0						
	F.P.S	2.1	2.6	3.0	3.7	4.0	4.7	5.3							
5.0	G.P.M	2.0	4.4	8.5	17.5	27	50	80							
	F.P.S	2.2	2.8	3.2	3.8	4.2	4.9	5.6							
5.5	G.P.M	2.2	4.6	9.0	18	28	53	86							
	F.P.S	2.4	2.9	3.4	4.0	4.4	5.2	5.8							
6.0	G.P.M	2.3	4.9	9.5	19	30									
	F.P.S	2.5	3.0	3.6	4.2	4.7									
6.5	G.P.M	2.4	5.2	9.9	20										
	F.P.S	2.6	3.2	3.8	4.5										
7.0	F.P.S	2.5	5.5	10.2	21										
	G.P.M	2.7	3.3	3.9	4.7										
7.5	G.P.M	2.6	5.7	10.4											
	F.P.S	2.8	3.4	4.1											
8.0	G.P.M	2.7	5.8	11											
	F.P.S	2.9	3.6	4.2											
8.5	G.P.M	2.8	6												
	F.P.S	3.0	3.7												
9.0	G.P.M	2.9	6.1												
	F.P.S	3.1	3.8												
9.5	G.P.M	3.0	6.2												
	F.P.S	3.2	3.9												
10.0	G.P.M	3.1	6.5												
	F.P.S	3.3	4												

1-به علت بحرانی بودن سرعت ب در قسمتهای کاملا تیره جدول استفاده از این قسمتها باید با احتیاط باشد .

2- جهت استفاده از جدول در درجه حرارت های غیر از 200 p ضرائب زیر بایستی به افت فشار هایی که از جدول خوانده می شود اضافه گردد : 15% در حرارت 50F – 7% در حرارت 100F-5% در حرارت 200F-11% در حرارت 350F- 15% در حرارت 400P

3- جهت اندازه گذاری لوله های برج خنک کن از جدول STD-503 بایستی استفاده شود .

4- صورتیکه افت فشار با مقدار گذر ب لوله مورد نظر در جدول موجود نباشد میتوان از فرمول تقریبی $H_1/H_2=(Q_1/Q_2)^2$ استفاده نمود که بر اساس توضیحات جدول لوله های مدار باز ، گذر ب و H ت فشار ب در لوله می باشد .

5-اندازه گذاری لوله های تقطیر سیستم برودتیحسب میزان گذر ب از کویل های برودتی به شر زیر می باشد : لوله 3/4 تا 5 G.P.M لوله 1 تا 12 G.P.M لوله 1 1/4 تا 72 G.P.M – لوله 1 1/2 تا 120 G.P.M - لوله 2 تا 410 G.P.M - لوله 2 1/2 تا 520 G.P.M - لوله 3 تا 720 G.P.M - لوله 4 تا 1000 G.P.M

محاسبات تاسیسات مکانیکی ساختمان اداری
مهندسین مشاور هوشمند اکسیس- - تهران مرزدارن
44233598 – تلفـــن44233620

2- تعیین سایز لوله کشی سیستم مدار باز و بسته (برج خنک کننده)

جدول شماره 7 : جدول استاندارد اندازه گیری لوله های با جدار داخلی نسبتاً زبر (مدار برج خنک کن و مدارهای باز و بسته)(FAIRLY ROUGH PIPE)

افت فشار ب در داخل لوله بر حسب FT/100FT	گذر ب گالن در دقیقه / سرعت ب فوت در ثانیه	اندازه قطر داخلی لوله بر حسب اینچ (بر مبنای آبگرم 200 درجه فارنهایت)													
		1"	11/4"	1 1/2"	2	2 1/2"	3"	4	5"	6"	8"	10"	12"	14"	16"
0.5	G.P.M						33	70	125	200	410	720	1200	1500	2130
	F.P.S						1.5	1.8	2	2.2	2.6	2.9	3.3	3.6	3.8
1.0	G.P.M				16	31	48	100	180	280	600	1100	1700	2200	3050
	F.P.S				1.7	1.9	2.2	2.6	2.8	3.2	3.8	4.3	4.8	5.1	5.6
1.5	G.P.M		6.2	10	20	37.5	58	125	220	350	720	1300	2050	2650	3800
	F.P.S		1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3	3.6	4	4.8	5.3	5.9	6.3	6.8
2.0	G.P.M	4.0	7.2	12	24	44	69	140	255	400	850	1500	2400	3100	4400
	F.P.S	1.6	1.8	2.1	2.4	2.8	3	3.7	4.2	4.6	5.4	6.2	7	7.4	7.8
2.5	G.P.M	4.7	8.0	13.5	26.5	48	77	165	285	465	950	1720	2750	3500	5000
	F.P.S	1.7	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	4.2	4.7	5.2	6.2	7	7.8	8.2	8.8
3.0	G.P.M	5.0	؟	14.5	29	35	83	178	320	500	1100	1750	3000	3800	5400
	F.P.S	2.0	2.3	2.6	2.9	3.4	3.8	4.5	5.1	5.7	6.8	7.7	8.5	9	9.8
3.5	G.P.M	5.5	9.1	15	32	58	90	185	350	550	1180	2000	3250	4100	
	F.P.S	2.2	2.5	2.7	3.2	3.7	4.2	4.8	5.6	6.2	7.3	8.2	9.2	9.8	
4.0	G.P.M	6.0	10.5	17	34	62	98	205	370	585	1250	2200	3500	4500	
	F.P.S	2.4	2.6	2.8	3.4	4.0	4.4	5.2	6.0	6.8	7.7	9.0	10		
4.5	G.P.M	6.3	11.5	18	36	67	105	220	390	610	1350	2300			
	F.P.S	2.5	2.8	3.1	3.7	4.3	4.7	5.5	6.4	7.0	8.2	9.5			
5.0	G.P.M	6.7	12	19	38	70	115	230	420	660	1380	2450			
	F.P.S	2.6	2.9	3.3	3.9	4.5	4.9	5.8	6.8	7.5	8.8	10			
5.5	G.P.M	7.0	12.5	20	40	74	120	245	430	700	1450				
	F.P.S	2.7	؟	3.5	4.2	4.7	5.2	6.2	7	7.8	9.2				
6.0	G.P.M	7.3	؟	21.5	41	78	125	252	460	720	1500				
	F.P.S	2.8	3.2	3.6	4.3	4.9	5.5	6.5	7.4	8.1	9.7				
6.5	G.P.M	2.7	14	2.2	42	80	128	265	480	750	1520				
	F.P.S	2.9	3.4	3.8	4.5	5.1	5.7	6.8	7.6	8.3	10				
7.0	G.P.M	8.0	14.5	3.823.	45	83	132	215	495	790					
	F.P.S	3.0	3.6	4	4.7	5.3	5.9	7.0	8.0	8.8					
7.5	G.P.M	8.1	؟	24	47	86	148	280	505	805					
	F.P.S	3.2	؟	4.2	4.8	5.6	6.1	7.2	8.2	9.2					
8.0	G.P.M	8.5	15.5	25	48.5	90	143	295	525	840					
	F.P.S	3.3	3.8	4.3	5	5.7	6.2	7.5	8.3	9.5					
8.5	G.P.M	8.8	16	25.5	49.5	92	138	305	545	870					
	F.P.S	3.4	4	4.4	5.2	5.9	6.5	7.7	8.7	9.8					
9.0	G.P.M	9.0	16.2	26.5	50.5	95	150	315	565	900					
	F.P.S	3.6	4.1	4.5	5.3	6.1	6.8	7.9	9.1	10					
9.5	G.P.M	9.3	16.7	27	52.5	98	156	325	582						
	F.P.S	3.7	4.2	4.7	5.5	6.2	7	8.1	9.3						
10.0	G.P.M	9.5	17	28	54.5	100	162	340	600						
	F.P.S	3.8	4.3	4.8	5.6	6.3	7.2	8.3	9.6						

1- به علت بحرانی بودن سرعت ب در قسمتهای کاملا تیره جدول استفاده از این قسمتها باید با احتیاط باشد .
2- در صورتیکه افت فشار یا مقدار گذر ب لوله مورد نظر در جدول موجود نباشد میتوان از فرمول تقریبی : $H_1/H_2=(Q_1/Q_2)^2$ استفاده نمود که در این فرمول :
Q_1 = مقدار واقعی گذر ب از لوله مورد نظر
Q_2 = نزدیکترین مقدار گذر ب موجود در جدول برای همان لوله
H_2 = افت فشار ب در لوله برای مقدار گذر ب Q_2
H_1 = افت فشار واقعی ب در لوله برای مقدار گذر ب Q_1
3- محل نصب برج خنک کن نسبت به کلکتور ب ورودی پمپ های کندانسور بایستی حداقل باندازه دو برابر افت فشار لوله برگشت از برج تا پمپ بالاتر باشد .

محاسبه میزان مصرف آبگرم و حجم منبع ذخیره آبگرم

1- میزان مصرف آبگرم واقعی

جهت محاسبه بگرم مصرفی واقعی ابتدا میزان مصرف هر واحد را بر حسب GPH از جدول شماره 8 محاسبه نموده ولی از نجا که کلیه مصرف کننده ها بطور همزمان مورد استفاده قرار نمی گیرد باید مقدار GPH مده از جدول در ضریب تقاضا ضرب شود تا مقدار واقعی مصرف بدست ید .

جدول شماره 8

وسیله بهداشتی / نوع ساختمان	حداکثر مصرف آبگرم بر حسب گالن بر ساعت (GPH)											
	دستشویی و توالت خصوصی	دستشویی و توالت عمومی	وان حمام	دوش	سینک بدارخانه	ظرفشویی سینک	ظرفشویی ماشین	سینک رختشویی	ماشین رختشویی	لگن پاشویی	ضریب تقاضا	ضریب ذخیره منبع
پارتمان	3(2)	5(4)	20	100(30)	10 (5)	(10) 15	20(15)	(20) 25	(25) 75	3	0/35	1/25
منازل مسکونی	3(2)	-(4)	20	100(30)	10 (5)	15(10)	20(15)	(20) 25	(25) 75	3	0/35	/25
هتل	3(2)	10(6)	20	100 (75)	20(10)	30	50-150 (50-200)	(28) 35	150	3	0/35	0/8
ورزشگاه	3(2)	10(8)	20	300(225)	--	--	--	--	--	12	0/40	1
بیمارستان	3(2)	8(6)	20	100 (75)	20(10)	20	50-150	(28) 35	150	3	0/50	0/6
کلوب	3(2)	8(6)	20	200 (150)	20(10)	20	50-150	(28) 35	150	3	0/30	0/9
کارخانجات	3(2)	(12) 15	--	300(225)	--	20	20-100	--	--	12	0/60	1
ادارات	3(2)	8(6)	--	--(30)	20 (10)	20	--	--	--	--	0/30	2
مدارس	3(2)	(15) 15	--	300 (225)	20(10)	20	20-100	--	--	--	0/60	1
خوابگاه دانشجویی	3(2)	10(8)	20	200(225)	20(10)	20	50-150 (20-100)	(28) 30	100	12	0/4	1
رستورانها برای هر پرس غذا	شستشو با دست			1/5		شستشو با ماشین ظرفشویی						
						2/5					0/3	1/25

اعداد داخل پرانتز طبق استاندارد ASHREA می باشد و اعداد جدول الگوی مصرف در ایران می باشد که محاسبات بر این مبنا انجام شده استدر جدول زیر تعداد واحد مصرف کننده و نوع ن و GPH مصرفی هر واحد و میزانمصرف واقعی بگرم سرویسهای بهداشتی پروژه ساختمان اداره مرکزی ورده شده است .

نوع وسایل بهداشتی	طبقه زیرزمین		طبقه همکف		طبقه اول		طبقه 2 تا 8		طبقه 9	
	تعداد	GPH	تعداد	GPH	تعداد	GPH	تعداد	GPH	تعداد	GPH
سینک بدارخانه	--	--	2	40	1	20	1	20	1	20
سرویس حمام	--	--	--	--	--	--	--	--	1	30
سرویس دستشویی و توالت	1	8	2	16	--	--	2	16	1	8
توالت	4	20	7	35	4	20	4	20	4	20
تی شور	--	--	2	16	--	--	1	8	1	8

روشویی	8	24	10	30	5	15	6	18	6	18
کل GPH برای یک طبقه	52		137		55		74		104	

محاسبه مصرف واقعی آبگرم

(ضریب تقاضا) * (GPH) میزان مصرف = (GPH) مصرف واقعی آبگرم

میزان مصرف واقعی بگرم برای زون **1** (طبقه زیرزمین تا طبقه چهارم)

مصرف واقعی آبگرم زون 1 = [52 + 137 + 55 + (3 * 74)] * 0/3 = 139/8

میزان مصرف واقعی بگرم برای زون **2** (طبقه پنجم تا طبقه نهم)

مصرف واقعی آبگرم زون 2 = [(4 * 74) + 104] * 0/3 = 120

حجم منبع آبگرم

برایمحاسبه منبع بگرم داریم

ضریب ذخیره منبع * مقدار واقعی آبگرم مصرفی = حجم منبع آبگرم

حجم منبع بگرم جهت ذخیره بگرم مصرفی سرویسها زون 1 و 2 و 3بشر زیر می باشد :

حجم منبع آبگرم زون 1 = 139/8 * 2 = 279/6 (Galon) = 1056/9 (Lit)

حجم منبع آبگرم زون 2 = 120 * 2 = 240 (Galon) = 907/2 (Lit)

شماره زون منبع آبگرم	حجم منبع انتخابی (Lit)	نوع منبع	حجم منبع آبگرم (Lit)	حجم منبع آبگرم ((Gal	ضریب ذخیره منبع	مصرف واقعی آبگرم (GPH)
منبع بگرم زون 1	1200	کویل دار	1056/9	279/6	2	139/8
منبع بگرم زون 2	1200	کویل دار	907/2	240	2	120

جدول منبع آبگرم دوجداره

DOMESTIC HOT WATER GENERATOR SCHEDULE			
UNIT NO		D.H.W.G.1	D.H.W.G.2
QTY		1	1
TYPE		VERTICAL	VERTICAL
HEATING SURFACE (ft^2)		34	34
RECOVERY RATE (G.PH)		317.5	317.5
HEATING WATER	ENT.WTR TEMP (ºF)	180	180
	LVG.WTR TEMP (ºF)	160	160
DOMESTICIC WATER	CAPACITY (LITER)	1200	1200
	ENT.WTR TEMP (ºF)	40	40
	LVG.WTR TEMP (ºF)	140	140
TANK SIZE	LENGTH(Cm)	250	250
	DIAMETER(Cm)	87	87
	THICK(mm)	5	5
MAKE		GALV	GALV
WORKING PRESSURE (bar)		10	10
REMARKS		IRAN COIL .CO OR SIMILAR	IRAN COIL .CO OR SIMILAR
COIL MODEL		GWTH-1030 IRAN COIL OR SIMILAR	GWTH-1030 IRAN COIL OR SIMILAR
LOCATION		MECHANICAL ROOM	MECHANICAL ROOM
DESCRIPTION		منبع کویل دار بگرم ایستاده جهت تامین بگرم مصرفی زون 1 (پیمانکار میبایستی زمان سفارش خرید، اندازه بوشنها را با توجه به فلو دیاگرام منابع به فروشنده اعلام نماید)	منبع کویل دار بگرم ایستاده جهت تامین بگرم مصرفی زون 2 (پیمانکار میبایستی زمان سفارش خرید، اندازه بوشنها را با توجه به فلو دیاگرام منابع به فروشنده اعلام نماید)

طراحی و محاسبه تجهیزات موتورخانه

- دیگ

کل بار حرارتی را که دیگ باید تامین کند برابر است با : $Q_B = Q1 + Q2 =$

$a(Q1 + Q2) + bQ1$

که در Q_1 بار حرارتی ساختمان و Q_2 بار حرارتی بگرم مصرفی , a ضریب لوله کشی و b ضریب پیش راه اندازی سیستم است . ضریب a برای در نظر گرفتن اثر اتلافات حرارتی در مسیر لوله های ارتباطی از موتورخانه تا محل وسائل پخش حرارت و یا مصرف کننده استفاده شده است ضریب b فقط برای ساختمانهای با بهره برداری منقطع که نیاز به گرم کردن سریع دارند استفاده می شود . مقدار ضریب a بستگی به فاصله موتورخانه از محل وسائل پخش حرارت ، نوع عایق لوله ها و اینکه چه طولی از لوله ها از محیط های سرد عبور می کنند دارد و اغلب مقدار ن بین 5 تا 15 درصد انتخاب می شود .

1- 1 محاسبه Q_1

مقدار Q1 با توجه محاسبات بار گرمایش ساختمان توسط نرم افزار محاسبه می شود که این محاسبات ، پیوست دفترچه محاسبات نرم افزاری می باشد .

1 - 2 محاسبه Q2

مقدار Q_2 برابر است با

$$Q_2(\frac{BTU}{hr}) = (GPH) \times 8.33 \times \Delta T$$

Q بار حرارتی بگرم مصرفی بر حسب $^{BTU}/_{hr}$

GPH میزان مصرفی بگرم بر حسب گالن بر ساعت

ΔT اختلاف دمای ب ورودی و خروجی کویل : 90^o F

بار حرارتی بگرم مصرفی پروژه در جدول زیر ورده شده است :

نام ساختمان	میزان آبگرم مصرفی GPH	بار حرارتی آبگرم مصرفی $^{BTU}/_{hr}$	بار حرارتی آبگرم با احتساب 10% اتلاف در لوله $^{Kcal}/_{hr}$
ساختمان اداره مرکزی	259/8	216413	60115

1-3 بار حرارتی دیگ

بار حرارتی دیگ ساختمان مطابق جدول زیر می باشد :

نام ساختمان	بار حرارتی آبگرم با احتساب 10% اتلاف در لوله $Kcal/hr$	بار حرارتی گرمایش با احتساب 10% اتلاف در لوله $Kcal/hr$	جمع اتلاف حرارتی گرمایش و آبگرم مصرفی (Kcal/hr)	ظرفیت حرارتی دیگ انتخابی
ساختمان اداره مرکزی	60115	978750	1038865	* 900000 2

ظرفیت حرارتی دیگها :

دیگ Q = (Q_B) ÷ ($X_1 \times X_2$) = 1038865 ÷ (0/85 * 0/7) = 1745992 $Kcal/hr$

Q = بار حرارتی دیگها

Q_B = بار حرارتی مورد نیاز

X_1 = افت راندمان دیگ در اثر فرسایش و رسوب گیری

X_2 = ضریب همزمانی (بهره برداری , پیش راه اندازی و رزور)

تعداد دیگ مورد نیاز : 2 * 900000 $Kcal/hr$

جدول دیگها

HOT WATER BOILER SCHEDULEH		
UNIT NO		H.W.B 1,2
OTY		2
RESERVE		--
TYPE		STEEL
HEATING CAPACITY (Kcal/hr)		900000
WORKING PRESSURE (bar)		10
BOILER SIZE	LENGTH(Cm)	281
	WDITH(Cm)	140
	HEIGHT(cm)	170
NET WEIGHT(kg)		1860
MODEL		OSV-900
REMARKS		OSVEH OR SIMILAR
DESCRIPTION		دیگ بگرم فولادی اسوجهت تامین بگرم مصرفی و گرمایشی کویل هواسازها و فن کویلها

- مشعل

با توجه به ظرفیت حرارتی دیگ و در نظر گرفتن راندمان مشعل ظرفیت حرارتی را محاسبه می نمائیم :

مشعل Q ($\frac{kcal}{hr}$) = Q boiler ($\frac{kcal}{hr}$) * 1/2 = 900000 * 1/2 = 1080000 Kal/hr

1.2 = ضریب بابت راندمان دیگ و اتلاف حرارتی و افت راندمان مشعل به علت فرسایش و سوخت ناقص

در جدول زیر مشخصات مشعل دیگهای پروژه ورده شده است .

این مشعلها با توجه به احتمال قطع گاز در زمستان دو گانه سوز انتخاب شده اند .

جدول مشعلها

BURNUR SCHEDULEH			
UNIT NO			BU- 1,2
OTY			2
RES			--
TYPE			GAS &OIL BURNER
HEATING CAPACITY (Kcal/hr)			1080000
FUEL	GAS ($^{M3}/_{HR}$)		114.8
	Oil ($^{kg}/_{HR}$)		108
MOTOR SPEED (R.P.M)			2800
MOTOR POWER (WATT)		Burner	2200
		Pump	550
ELECTRICAL DATA	V		380
	PH		3
	HZ		50
MODEL			DP2 A
REMARKS			IRAN RADIATOR OR SIMILAR
DESCRIPTION			مشعل دو گانه سوز دیگهای شماره 1 و 2

دودکش

براي محاسبه سطح مقطع دودکش از رابطه زير استفاده مي کنيم :

$$F = \frac{Q + 1000}{\sqrt{h}(25 + 2\sqrt[4]{Q}}$$

قطر دودکش = $D = \sqrt{\frac{4F}{\Pi}}$

ارتفاع دودکش H : (m)

بار حرارتي Q : $(\frac{Kcal}{hr})$

سطح مقطع F : (cm^2)

بنابراين براي ديگهای پروژه داريم :

شرح	قطر دودکش (cm)	سطح مقطع دودکش (cm^2)	ارتفاع دودکش (cm)	بار حرارتي ديگ Q ($^{Kcal}/_{hr}$)
قطر دودکش ديگهاي شماره 1 و 2	44	1518	47	900000
قطـــر دودکـــش در صـــورت اجـــرای مشـــترک دودکشهای ديگهاي شماره 1 و2	58	2674	47	1800000
قطر دودکش چيلرهای شماره 1 و 2	44	1540	47	916300
قطر دودکش در صورت اجرای مشترک دودکش چيلرهای شماره 1 و 2	59	2713	47	1832600

انتخاب چيلر

براي انتخاب چيلر لازم است پارامترهاي زير را تعيين نمائيم :

1- ظرفيت سرمايي چيلر بر حسب تن تبريد (RT) :

ظرفيت سرمايي چيلر با احتساب ضريب اطمينان بابت افت قدرت و ظرفيت سرمايي چيلر ناشي از فرسودگي دستگاه در ينده از فرمول زير محاسبه مي شود :

$$\text{ظرفيت سرمايي چيلر (USERT)} = \frac{Qt*(Safety.coffition)}{12000}$$

كه در ن :

بار سرمايي كل ساختمان (Q_t) $^{BTU}/_{hr}$ كه از برنامه كامپيوتري با در نظر گرفتن كل ساختمان بصورت يك بلوك واحد بدست مي يد .

2- دماي آب سرد خروجي از چيلر :

اين هما ب سردي است كه به كويل فن كوئل يا هواساز وغيره ارسال مي گردد ، دماي ب سرد خروجي از چيلر معمولاً بين 40 تا 50 درجه فارنهايت مي باشد .

3- دبي آب سرد خروجي از چيلر :

كه عبارت است از ب سردي كه در كل سيستم جريان مي يابد و از فرمول زير محاسبه مي شود :

$$US(GPM) = \frac{Q\left[\frac{Btu}{hr}\right]}{8/33\left[\frac{lb}{Gal}\right]*60\left[\frac{mim}{hr}\right]*\Delta T[F]}$$

4- اختلاف دماي آب سرد ورودي و خروجي چيلر :

كه همان اختلاف دما ب سرد رفت و برگشت سيستم است و معمولاً برابر 10ºF در نظر گرفته مي شود :

5- دماي آب خروجي كندانسور :

منظور دماي خروجي ب خنك كننده كندانسور است كه معمولاً بين 85ºF و 105ºF در نظر گرفته مي شود اختلاف دماي ب ورودي و خروجي كندانسور معمولاً 10ºF مي باشد .

در اين پروژه تن تبريد توسط نرم افزار محاسبه شده و انتخاب چيلر مربوطه از كاتالوگ به پيوست ارائه شده است .

جدول محاسبات بار سرمايی بلوک ساختمان

شرح	Total Cooling Coil Load (Ton)	ظرفيت چيلر انتخابي (با احتساب ضريب اطمينان رزرو در 70 درصد مواقع) بر حسب تن تبريد
تن تبريد بلوك كلي	401/9	2 × 280

ساختمان		

جدول مشخصات چیلر

CHILLER SCHEDULE		
UNIT NO		CH- 1,2
QTY		2
TYPE		Direct Fire Absorbtion chiller
CAPACITY ACTUAL	BTU/HR	3360000
	TON	280
EVAPOREATOR DATA	WATERFLOW(G.P.M)	746
	ENT.WTR EMP(ºF)	53.6
	LVG.WTR EMP(ºF).	44.6
	ENT.WTR PIPE SIZE	6 “
	LVG.WTR PIPE SIZE	6 “
	P.D(FT)	6.3
CONDENSER DATA	WATERFLOW(G.P.M)	1236
	ENT.WTR EMP(ºF)	89.6
	LVG.WTR EMP(ºF).	99.5
	ENT.WTR PIPE SIZE	8 “
	LVG.WTR PIPE SIZE	8 “
	P.D(MW)	9.5
HEATING GAPACITY (KCAL/HR)		916300
GAS CON SUMPTION M^3/HR		97.4
POWER SUPLY	KW(KVA)	6.5(13.5)
	V	220
	HZ	50
DIMENSIONS	LENGH(CM)	468
	WIDTH(CM)	215
	HEIGHT(CM)	210
WEIGHT (KG) shipping / operating		8700 /12200
MODEL		RCD – L028
REMARKS		EBARA OR SIMILAR

L028 = 4000 ساعت کارکرد در سال
N028 = 2000 ساعت کارکرد در سال
H028 = 12 ماهه سال کارکرد متوالی

انتخاب برج خنك كننده (Cooling Tower)

براي انتخاب برج خنك كننده به معلومات زير احتياج داريم :

1- دبي آب در حال گذر از برج خنك كننده :

همان ب خنك كننده كندانسور چيلر مي باشد و از كاتالوگ چيلر انتخابي بدست مي يد و يا به ازاي هر تن تبريد ظرفيت چيلر جهت خنك كردن كندانسور ن 3 الي 4 GPM ي ب در نظر مي گيرند .

2- دماي آب گرم ورودي به برج خنك كننده :

كه همان دماي ب خروجی از كندانسور چيلر با در نظر گرفتن افت دمايي مسير مي باشد و معمولاً بين 85 تا 105F مي باشد.

3- دماي آب سرد خروجي از برج خنك كننده

4- دماي مرطوب محيط

محاسبه برج خنك كننده :

- اختلاف دماي ب خروجي از برج و دماي مرطوب هواي خارج (Apporach)
- اختلاف دماي ب ورودي و خروجي از برج خنك كننده (rang)

روش استفاده از نمودار كاتالوگ برج خنك كن :(فايبر گلاس)

1- پس از محاسبه rang روي خط مربوط به rang ست مده حركت مي كنيم تا خط Apporach محاسبه شده را قطع كنيم .

2- سپس از نقطه تلاقي در جهت عمودي حركت كرده تا خط دماي مرطوب هواي خارج را در بالا يا پائين نقطه تلاقي قطع كنيم .

3- نقطه بدست مده در راستاي افق به سمت راست نقدر پيش مي رويم تا خط عمودي GPM مورد نظر را قطع كنيم .

4- مدل مناسب مدلي است كه خط ن بالا يا دقيقاً از روي نقطه بديت مده بگذرد . (لازم به ذكر است در نظر گرفتن 10 تا 20 % ريب اطمينان بابت راندمان كولينگ تاور يا فرسايش و رسوب گرفتن ن لازم است)

جدول برج خنک کننده

COOLING TOWER SCHEDULE	
UNIT NO	C.T. 1,2
QTY	2
TYPE	FIBER GLASS

CAP(TON)		350 (2cell)
FAN MOTOR PAWER (KW)		2 * 5.5
WATERFLOW(G.P.M)		2 * 618
ENT.WTR TEMP (ºF)		99.5
LVG.WTR TEMP (ºF)		89.6
ENT.WET.BULB TEMP (ºF)		68.91
FAN	DIA (cm)	150
PUMP HEAD (m.w)		4
ELEC.DATA	V	380
	PH	3
	HZ	50
WEIGHT	NET(KG)	1760
	OPER(KG)	4940
DIMENSIONS	LENGHT	327
	WIDTH	390
	HEIGHT(cm)	277
ENT & LVG PIPE SIZE		2 * 5 “
OVER FLOW PIPE SIZE		2 * 2 “
MAKE UP PIPE SIZE		2 * 1 $^{1}/_{4}$
DRAIN PIPE SIZE		2 * 2 “
MODEL		SDC-U 350 ASY
LOCATION		Site
REMARKS		EBARA-SHINWA

محاسبه پمپ سیرکولاسیون سرمایش و گرمایش

در تابستان و زمستان براي ايجاد جريان در سيستم فن كويلها و هواسازها از پمپ هاي اصلي استفاده مي شود ولي با توجه به اينكه مقدار دبي سيستم در زمستان كمتر از تابستان مي باشد نسبت استفاده همزمان پمپ ها در زمستان كاهش مي يابد ولي محاسبات انتخاب بر اساس سيستم سرمايش انجام ميشود .

براي بدست وردن مشخصات پمپ بايد دبي و هد هر پمپ را محاسبه كنيم .

1- محاسبه دبي پمپ

پس از محاسبات بار كلي ساختمان و انتخاب چيلر دبي پمپ كه همان دبي ب خنك (chilled water) ميباشد بدست مي يد.

2- محاسبه هد پمپ

هد پمپ بر اساس سيستم سرمايش بصورت زير محاسبه مي شود :

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

h_1= افت اصطكاك طولاني ترين مسير رفت و برگشت (m.w) (هواسازها يا فن كوئلها) (طول مسير رفت و برگشت : 260 متر)

h_2 = افت اتصالات طولاني ترين مسير رفت و برگشت (m.w) (هواسازها يا فن كوئلها)

h_3 = افت اوپراتور چيلر (m.w)

h_4 = افت در كلكتورها (m.w)

h_5 = افت در كويل هواساز ها يا فن كوئل ها (m.w)

هد و دبي پمپ سيركولاسيون سرمايش و گرمايش ساختمان اداريبشر زير مي باشد .

شرح	دبي كل عبوري چيلرها M3/hr	طول مسير رفت و برگشت (m)	درصد افت مسير	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	h_4 (m)	h_5 (m)	Hكل (m)	دبي هر پمپ (m^3/hr)	تعداد پمپ اصلي	تعداد پمپ رزرو stand by
پمپ سرمايش و گرمايش	338/6	200	% 2/5 و %3	7	/13	6/3	2	1/6	20	84/7	4	1

پمپ سيركولاسيون آبگرم منابع كويل دار

در زمستان جهت سيركولاسيون بگرم بين ديگ و كويل منبع بگرم و يا منبع دوجداره می توانيم از كلكتور پمپ هاي اصلي گرمايش انشعاب بگيريم و در تابستان كه پمپها جهت گرمايش استفاده نمي شود جهت سيركولاسيون بگرم بين ديگ و منبع كويل دار يا منبع دوجداره بايد از پمپ هاي جداگانه ای معروف به تابستانی استفاده نماييم ولی اگر از پمپهای تابستانی به صورت موظف در تمام طول سال استفاده شود كنترل دمای منابع كويل دار بدون شير موتوری با كوستات امكان پذير خواهد بود . كه دبي و هد پمپها بصورت زير محاسبه مي شوند .

$$\text{دبي پمپ} = \frac{Q}{2500}$$

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

Q بار حرارتي بگرم مصرفي بر حسب كيلو كالري بر ساعت

h_1 = افت مسير رفت و برگشت (m.w)

h_2 = افت اتصالات مسير (m.w)

h_3 = افت منبع كويل دار (m.w)

h_4 = افت ديگ (m.w)

h_5 = افت كلكتور (m.w)

محاسبه پمپ هاي تابستاني ساختمان اداره مركزي در جدول زير ورده شده است .

شرح	بار حرارتي آبگرم مصرفي Kcal/hr	h_1 (m)	h_2 (m)	h_3 (m)	h_4 (m)	h_5 (m)	H هدكل(m)	دبي مجموعه پمپها $Q/_{2500}$ (GPM)	تعداد پمپ اصلي	تعداد پمپ رزرو stand by
سيركوله بگرم كويل منبع كويل دار زون 1	32348	1/5	1	1	0/5	1	5	12/9	1	1
سيركوله بگرم كويل منبع كويل دار زون 2	27767	1/5	1	1	0/5	1	5	11/1	1	1

پمپ سيركولاسيون آبگرم مصرفي (برگشت آبگرم)

دبي پمپدبي پمپ با توجه به تعداد رايزر برگشت بگرم محاسبه مي شود براي هر رايزر 1 و $^3/_4$ 0/5 گالن بر دقيقه و براي هر رايزر $1\ ^1/_2$ اينچ و $1\ ^1/_4$ اينچ 1 گالن بر دقيقه و براي هر 20 FU مصرف بگرم سيستم مقدار يك گالن بر دقيقه دبي در نظر مي گيريم .

$H = h_1 + h_2$

h_1 = افت اتصالات مسير (m.w) (معمولا 50% افت اصطكاك مسير در نظر گرفته مي شود .)

h_2 = افت اصطكاك طولاني ترين مسير (m.w)

هد پمپاژ بگرم مصرفي معمولا در ساختمانها توسط فشار شبكه يا بوستر پمپ تامين مي شود لذا پمپهاي خط برگشت بگرم مصرفي كه به صورت خطي در مسير برگشت نصب مي شود چون سيستم متعادل است فقط كافي است تا به اصطكاك مسير غلبه نمايند و هد اين پمپها فقط ناشي از افت اصطكاك مسير و اتصالات ناشي مي شود.

محاسبات هد پمپهاي برگشت بگرم مصرفي ساختمان در جدول زير ورده شده است :

شرح	F.U تعداد واحد مصرف آب گرم	تعداد رايزر برگشت 1 و $^1/_4$ 1	دبی خط برگشت GPM	(هد کل) افت مسير اتصالات(m)	تعداد پمپ اصلي	تعداد پمپ رزرو stand by
پمپ خط برگشت بگرم مصرفي زون 1	132	1	7/6	3	1	--
پمپ خط برگشت بگرم مصرفي زون 2	100/5	1	6	4/5	1	--

محاسبه پمپ برج خنك كننده

1- محاسبه هد پمپ

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

h_1 = افت اصطكاكي مسير رفت و برگشت از كندانسور چيلر تا برج خنك كن . (m.w)(طول مسير رفت و برگشت: 220 متر)

h_2 = افت اتصالات كه معمولاً 50% افت اصطكاكي مسير در نظر گرفته مي شود . (m.w)

h_3 = افت نازل برج خنك كننده كه از كاتالوگ برج خنك كن بدست مي يد . (m.w)

h_4 = افت كندانسور چيلر كه از كاتالوگ چيلر بدست مي يد . (m.w)

h_5 = افت كلكتورهاي مسير رفت و برگشت (m.w)

2- محاسبه دبي پمپ

دبي پمپ همان دبي ب برج خنك كننده يا (Cooling rate) چيلر مي باشد .

محاسبه هد و دبي پمپ برج خنك كن پروژه ساختمان اداره مركزي زير ورده شده است .

شرح	دبي ورودي هر برج GPM	تعداد كولينگ تاور	h_1,h_2 (m)	h_3 (m)	h_4 (m)	h_5 (m)	H هدكل(m)	دبي هر پمپ $m^3/_{hr}$	تعداد پمپ اصلي	تعداد پمپ رزرو stand by
پمپ كولينگ تاور شماره 1 و 2	1236	2	8/3	4	9/5	1/5	23/3	140/3	4	1

محاسبه بوستر پمپهاي آبرساني و آتش نشاني

1- محاسبه بوستر پمپ های آبرساني ساختمان اداره مرکزی

الف) محاسبه دبي پمپ (بوستر پمپ)

1- 1 تعیین دبی آب مصرفی

1-1-1- دبی آب سرد

جهت تعیین دبی ب سرد مصرفی با توجه به مقادیر U.Eست مده و استفاده از نمودار 1 و نمودار 2 و با جدول شماره 9بی ب سرد بر حسب GPM بدستیه ید .

2-1 تعیین مجموع دبی آب سرد و گرم

مجموع دبی ب سرد و گرم جهت محاسبه سایز لوله اصلی و احتمالاً پمپ اصلی تامین ب مصرفی که باید ب سرد و ب گرم مصرفی را تامین نماید محاسبه می‌شود و به این روش عمل می‌شود که ابتدا از جدول 1- 1 ,U.Eمجموع ب سرد و گرم هر واحد مصرف کننده را مشخص و سپس با استفاده از شکل 1 و شکل 2 دبی ب سرد و گرم بدست می ید .

جدول شماره 9 - جدول تبدیل واحد مصرف به دبی مصرفی

CU	Q(LT/MIN)	CU	Q(LT/MIN)	CU	Q(LT/MIN)
6	18	100	189	1250	930
8	24	120	219	1500	1050

10	30	140	234	1750	1138
12	36	160	255	2000	1230
14	40.8	180	276	2250	1320
16	46.8	200	297	2500	1410
18	51	225	321	2750	1470
20	55.8	250	345	3000	1560
25	67.8	275	366	3500	1680
30	78	300	387	4000	1830
35	87.6	400	468	4500	1950
40	97.2	500	540	5000	2070
50	114	600	600	6000	2280
60	132	700	660	7000	2460
70	144	800	714	8000	2640
80	159	900	774	9000	2820
90	174	1000	828	10000	3000

- کل واحد مصرف زون 1 = بسرد + بگرم (طبقه زیرزمین تا طبقه چهارم)

272 F.U = (تی شورها) 10 + (توالت و روشویی ها) 244 + (سینکها) 18

کل مصرف ب بهداشتي زون 1 با توجه به F.U و نمودار مربوطه بر حسب m^3/hr = 21/9 m^3/hr

96/4 GPM

2- آب مصرفی برجهاي خنك كن : (تمام مصرف برجها از زون 1 تامین می شود)

نقل از محاسبه ب نرم مصرفی برج خنک کننده (محاسبات سختی گیر) : $\frac{m^3}{hr}$

36/4 gpm =8/3

- بنابراین کل ب مصرفی بر حسب m^3/hr برابر است با : m^3/hr = 30/2 m^3/hr

21/9 m^3/hr + 8/3

ب) محاسبه هد پمپ

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

$H = 23 + 5/6 + 4 + 3 + 2 = 37/6$ m

H = هد کل = 42/1 m

h_1 = هد استاتیك = 23 m

h_2 فشار در خرین مصرف کننده = 5/6 m

h_3 = هد اصطکاکي مسیر = 4 m (طولانی ترین مسیر 56 متر)

h_4 = هد اصطکاکي اتصالات = 3 m

h_5 = هدکلکتورها = 2 m

ج) انتخاب پمپ (بوستر پمپ) زون 1 :

مدل (WKL 65.4) * 1 + 1 عدد رزرو

قطر پروانه = 192 میلیمتر (دور متغیر)

قطر فلنچ ورودی و خروجی پمپ = " 3 - $2\ ^1/_2$ "

قطر لوله ورودي و خروجي : " 4 و " 3

توان الکتروموتور = 10 HP

کل واحد مصرف زون 2 = آبسرد + آبگرم (طبقه پنجم تا نهم)

(F.U) 216 = (دوشها) 6 + (تی شورها) 10 + (توالت و روشویی ها) 185 + (سینکها) 15

کل مصرف ب بهداشتي زون 2 با توجه به F.U و نمودار مربوطه بر حسب $^{m3}/_{hr}$ $^{m3}/_{hr}$ = 18/8

82/6 (GPM)

محاسبه هد پمپ

$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

$H = 42 + 5/6 + 6/5 + 3 + 2 = 59/1$ (m)

H = هد کل = 59/1 m

h_1 = هد استاتیك = 42 m

h_2 فشار در خرین مصرف کننده = 5/6 m

h_3 = هد اصطکاکي مسیر = 6/5 m (طولانی ترین مسیر 93 متر)

h_4 = هد اصطکاکي اتصالات = 3 m

h_5 = هدکلکتورها = 2 m

ج) انتخاب پمپ (بوستر پمپ) زون 2 :

مدل (WKL 50/8) * 1 + 1 عدد رزرو

قطر پروانه = 165 میلیمتر (دور متغیر)

قطر فلنچ ورودی و خروجی پمپ = $2\,^1/_2$ " - 2 "

قطر لوله ورودي و خروجي : $2\,^1/_2$ - 3 "

توان الکتروموتور = 10 HP

2- محاسبه بوستر پمپ آتش نشاني جعبه ها

الف) محاسبه دبي پمپ (بوستر پمپ) $2\times 57 = 114(GPM) = 25/9(m^3/hr)$

1- دبی مورد نیاز جعبه ها (با فرض استفاده 2 عدد جعبه به صورت همزمان)

توضیح : دبی 57 گالن بر دقیقه میزان خروج ب از نازل جعبه با اتصال $1\,^1/_2$ در فشار 4 بار می باشد .

ب) محاسبه هد پمپ (بوستر پمپ) $H = h_{1+}h_2 + h_3 + h_4 + h_5$

H = هد کل = 92/3 m

h_1 = هد استاتيك = 42 m

h_2 فشار در خرین جعبه = 41/3 m (معادل 4 بار فشار)

h_3 = هد اصطکاکي مسير = 5 m

h_4 = هد اصطکاکي اتصالات = 2 m

h_5 = هدکلکتورها = 2 m

توضیح : هد محاسبه شده جعبه ها جهت غلبه بر اصطکاک و افت فشار اتصالات مسیر لوله کشی هیدرانت ها به اضافه رساندن ب و پرتاب ب تا طبقات بالایی ساختمان کافی می باشد ولی این فشار از حداکثر فشار مجاز پشت نازل جعبه ها بیشتر بوده و باعث ترکیدن شیلنگهای طبقات پائین می شود که می بایست در ابتدای انشعاب طبقات پائین فشار شکن نصب شود .

ج) انتخاب پمپ (بوستر پمپ) :

مدل (40-250) * 1 +1 عدد رزرو

2900 دور قطر پروانه = 259 میلیمتر

قطر لوله ورودي و خروجي : 4 و " 3

توان الکتروموتور : 30 HP

3- محاسبه بوستر پمپ آتش نشانی اسپرینکلرها

الف) محاسبه دبي پمپ (بوستر پمپ)

1- دبی خروجی از اسپرینکلرها با توجه به نوع اسپرینکلر از رابطه زیر محاسبه می گردد .

$$\dot{v} = \sqrt[k]{P} \times n$$

= V

= K

= N

V = 15 (GPM) * 20 = 300 (GPM)

2- دبی مورد نیاز هیدرانتهای محوطه (با فرض استفاده همزمان از دو خروجی $2\ ^1/_2$ در هیدرانت)

$$2 \times 250 = 500(GPM) = 113.5(m^3 / hr)$$

ب) محاسبه هد پمپ (بوستر پمپ)

$$H = h_{1+} h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

H = 45 + 10/5 + 6 + 3 + 1/5 = 66 (m)

H = هد کل = 66 m

h_1 = هد استاتيك = 45 m

h_2 = فشار در پشت خرین اسپرینکلر = 10/5 m

h_3 = هد اصطكاكي مسير =6 m

h_4 = هد اصطكاكي اتصالات =3 m

h_5 = هدكلكتورها = 1/5 m

با توجه به اینکه این فشار از حداکثر فشار مجاز پشت اسپرینکلرها (60 متر) بیشتر می باشد و باعث سیب رساندن به اسپرینکلرها می شود می بایست در طبقات پائین در ابتدای انشعابات فرعی از رایزر اصلی فشارشکن نصب شود .

به علت نزدیکی مصرف و هد پمپ مورد نیاز هیدرانتها با سیستم اتوماتیک (اسپرینکلرها) بوستر پمپ هیدرانتها با اسپرینکلرها مشترک با دبی 500 GPM انتخاب می شود .

ج) انتخاب پمپ (بوستر پمپ) :

مدل (40-250) * 2 +1 عدد رزرو

2900 دور قطر پروانه = 259 میلیمتر

قطر لوله ورودي و خروجي پمپ : " 4 - " 3

توان الکتروموتور : 30 HP * 2

4- محاسبه بوستر پمپ آبیاری فضای سبز

الف) محاسبه دبي پمپ (بوستر پمپ)

در مورد مصرف ب بیاری بایستی متذکر شکه بیشترین سهم ن معمولاً مربوط به چمن کاری ها می باشد زیرا چمن نیاز به بیاری مستمر و هر روزه دارد در حالیکه بیاری درختان سه چهار نوبت در ماه بیشتر نخواهد بود . بنابراین بتابعین میزان ب مصرفی در سیستم بیاری‌بایستی ب مصرفی قسمت چمنکاری ها بر ورد شود .

در بیاری چمن بایستی توجه کرد که قسمت عمده ب از طریق نفوذ در خاک و نیز تبخیر سطحی خاک اطراف گیاه از دسترس ن دور شده و فقط قسمت کمی در خود گیاه مصرف خواهد شددر بر ورد میزان مصرفی ب برای چمنکاری , پارامترهای مختلف و گوناگونی نظیر مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک , روش بیاری‌تعداد دفعات بیاری در روز , نوع گیاه , درجه حرارت و رطوبت متوسط روزانه فضا و عوامل دیگر دخالت داشته و محاسبه ن به صورت تخمینی و با استفاده از فرمولهای تجربی نظیر فرمول KPT=U انجام می شود که در ن ابزان ب مصرف شده در مدت زمان مورد نظر (به اینچ) K ضریب تجربی تابع نوع گیاه (مثلاً برای چمن 0/75) P درصد ساعات روز در مدت مورد نظر و T درجه حرارت متوسط (میانه) می باشد .

با استفاده از فرمول مذکور و به کار بردن ارقام مناسبی مصرف ب بیاری چمن در یک دوره 6 ماهه (مثلاً از ابتدای اردیبهشت تا پایان مهر ماه) حدوداً معادل 16 اینچ بر ورد می شود که متوسط روزانه ن حدود 2/25 میلیمتر بر هر مترمربع چمن خواهد بود که با در نظر گرفتن ضریب 75% بعنوان ضریب بازدهی بیاری , رقم فوق به حدود 3 میلیمتر بر هر مترمربع چمن در روز می رسد . هرگاه مدت انجام بیاری متوالی در هر روز را 3 ساعت فرض کنیم دبی لحظه ای ب بیاری عبارت خواهد بود :

D = 3000 * 3 * 264 /5 ÷ (1000 * 3 * 60) = 13/2 گالن در دقیقه

IR

با توجه به شدت جریان تخمینی هر شیر بیاری سه چهارم اینچی که حدود 7/5 گالن در دقیقه (0/47 لیتر در ثانیه) فرض می شود کل شیرهای در حال کار همزمان در شبکه بیاری 2 عدد بر ورد می گردد .

ب) محاسبه هد پمپ (بوستر پمپ) :

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

H = 4 + 31/5 + 9 + 4 + 1/5 = 50 (m)

H = هد کل = 5 m

h_1 = هد استاتیك = 4 m

h_2 = فشادر پشت خرین افشانک (اسپری) = 31/5 m (45 psi)

توضیح: فشار جهت بیاری تحت فشار اتوماتیک می باشد در صورت بیاری دستی فشار 25 psi کافی است .

h_3 = هد اصطکاکي مسير = 9 m

طول مسیر تا خرین افشانک) = 150 m

h_4 = هد اصطکاکي اتصالات =4 m

h_5 = هدکلکتورها = 1/5 m

ج) انتخاب پمپ (بوستر پمپ) :

مدل (WKL 32/8) * 1 + 1 عدد رزور

دور متغیر = 1450 دور

قطر پروانه = 140 میلیمتر

قطر لوله ورودی و خروجی پمپ ها : $1\ ^1/_2$ - $1\ ^1/_4$

توان الکتروموتور : 3 hp

محاسبات حجم منابع آب مصرفي ساختمان

الف)مصرف روزانه افراد

با توجه به جدول شماره 3 میزان مصرف استاندارد را محاسبه می نمائیم .

- تعداد افراد = 600 نفر
- تعداد مراجعین روزانه = 500 نفر
- مصرف روزانه هر نفر کارمند = 30 Lit/day
- مصرف روزانه هر نفر مراجع = 10 Lit/day

$Q = 600 \times 30 + 500 * 10 = 23000$ Lit/day = 23 $^{M3}/_{day}$

ب) مصرف کولینگ تاورها

- مصرف هر دو برج خنک کن : 36/4 GPM (نقل از محاسبات ب نرم مصرفی برجها در محاسبات سختی گیر)
- مصرف روزانه با فرض 6 ساعت کارکرد چیلرها به طور میانگین در حالت پیک بار

6 (hr)/day × 60($^{min}/_{hr}$) × 36/4 Gal/min = 13104 Gal/day = 49/5 $^{m3}/_{day}$

- مدت زمان ذخیره = 100 درصد مصرف شبانه روز

ج) مصرف آبیاری فضای سبز

مصرف ب روزانه(نقل از محاسبات پمپ بیاری)

13/2 (gpm) × 60($^{min}/_{hr}$) × 3 (hr) = 2376 (Gal/day) = 9 ($^{m3}/_{day}$)

با احتساب درصد تلفات 10 ب به علت خرابی شیرهای بیاری داریم .

9 * 1/1 = 10 ($^{m3}/_{day}$)

د) ذخیره آتش نشاني :

ذخیره مورد نیاز جهت اطفاء حریق با توجه به وجود ایستگاه تش نشانی برای مدت زمان 30 دقیقه محاسبه می شود .

کل مصرف ب تش نشانی پروژه توسط سه سیستم اتوماتیک (اسپرینکلرها) , جعبه ها و هیدرانت های محوطه مصرف خواهد شد که در صورت داخلی بودن تش سوزی احتمال استفاده همزمان از سیستم جعبه و اسپرینکلر وجود دارد و در صورتی که تش از داخل ساختمان قابل مهار نباشد هیدرانتها وارد عمل می شوندبنابراین ذخیره تش نشانی مورد نیاز پروژه با توجه به بزرگتر بودن مصرف هیدرانتها بر اساس این مصرف در نظر گرفته می شود .

ذخیره مورد نیاز هیدرانتها × 30 mim = 15000 (Gal) = 56/7 (M3/day)

V = 500 (gpm)

ذخیره مورد نیاز جعبه ها : × 30 mim = 3420 (Gal) = 12/9 M3)

114 (gpm)

ذخیره مورد نیاز اسپرینکلرها : (gpm) × 30 mim = 9000(Gal) = 34 (M3)

300

بنابراین با فرض اینکه درصد از نیاز 40 تش نشانی در موقع بروز حریق در منبع ذخیره ب بهداشتی مصرفی موجود باشد با در نظر گرفتن 35 مترمکعب معادل 60 درصد ذخیره ب جهت تش نشانی در هر حالت استفاده از سیستم , ذخیره کافی وجود خواهد داشت .

حجم منبع ذخیره :

$$23(m^3)+49.5(m^3)+10(m^3)+35(m^3)=117.5(m^3)\approx 120(m^3)$$

سطح مقطع مخزن ذخیره : (5 * 8) = 40 m^2

سطح برداشت ب تش نشاني : 15 سانتی متر

سطح برداشت ب مصرفي بهداشتی, بیاری و مصرف نیروگاه : 105 سانتی متر

سطح ب در مخزن (تراز فلوتر) : 310 سانتی متر

ارتفاع مفید مخزن : 330 سانتی متر

جدول 3جدول استاندارد محاسبه میزان ب مصرفی

ساختمانهای مسکونی

ردیف	شرح	واحد	میزان مصرف (لیتر)
1	منازل مسکونی یک یا دو طبقه شهری	هر نفر ساکن در شبانه روز	200 - 250
2	پارتمانها	هر نفر ساکن در شبانه روز	150 - 200
3	ساختمانهای مجردی	هر نفر ساکن در شبانه روز	100 - 150
4	پاسیون ها	هر نفر در شبانه روز	120 - 180
5	خانه های روستایی	هر نفر ساکن در شبانه روز	80 - 100
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	ساختمانهای اداری و کارگری		
1	ساختمانهای اداری	هر کارمند در روز	20 - 30
2	کارخانجات با احتساب مصارف صنعتی عادی	هر کارگر در هر 8 ساعت در شبانه روز	60 - 130
3	فروشگاهها	هر کارمند در روز	30 - 40
4	رایشگاههای مردانه	هر صندلی در روز	150 - 250
5	رایشگاههای زنانه	هر صندلی در روز	400 - 600
6	کارواش (شستشوی اتومبیل شخصی)	شستشوی هر اتومبیل	200 - 250
7	رختشویخانه ها	هر کیلوگرم لباس	30 - 45
8	رختشویخانه های سلف سرویس	هر مشتری هر بار شستشو	100 - 150
9	اردوگاههای موقت کارگری	هر کارگر در شبانه روز	100 - 150
10	رستوران واقع در ساختمانهای اداری و کارگری	هر نفر هر وعده غذا	20 - 30
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	ساختمانهای آموزشی		
1	مدارس و دانشگاهها بدون استادیوم ورزشی	هر محصل در روز	30 - 40
2	مدارس و دانشگاهها با استادیوم ورزشی	هر محصل در روز	50 - 60
3	مدارس و دانشگاههای شبانه روزی	هر محصل در شبانه روز	250 - 300
4	کارمندان مدارس و دانشگاهها	هر کارمند در روز	20 - 30
5	رستوران واقع در ساختمانهای موزشی	هر نفر هر وعده غذا	20 - 30
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	مراکز درمانی و بهداشتی		
1	بیمارستانهای عمومی و درمانگاهها	هر تخت در شبانه روز	300 - 500
2	بیمارستانها و درمانگاهها	هر بیمار سرپایی و کارمند در روز	60 - 120
3	بیمارستانهای خصوصی	هر تخت در شبانه روز	500 - 900
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	تاسیسات برودتی		
1	مصرف ب برجهای خنک کن در سیستم های کمپرسوری	هر تن برودت در هر ساعت	7 - 9
2	مصرف ب برجهای خنک کن در سیستمهای جذبی	هر تن برودت در هر ساعت	14 - 18

مجموعه های توریستی و تفریحی

ردیف	شرح	واحد	میزان مصرف (لیتر)
1	اردوگاههای توریستی	هر مسافر در شبانه روز	100 - 200
2	پارکهای تفریحی خارج از شهر	هر نفر در روز	15 - 30
3	پارکهای عمومی داخل شهرها	هر نفر در روز	10 - 15
4	سینما و تئاتر	هر نفر هر سانس در روز	4 - 6
5	درایوین سینما	هر نفر هر سانس در شب	10 - 15

6	پلاژهای استفاده روزانه	هر نفر هر بار استفاده در روز	40 - 70
7	زمینهای ورزشی با دوش و استخرهای شنا	هر نفر هر بار استفاده در روز	40 - 60
8	زمینهای ورزشی و استخرهای شنا	هر تماشاچی در روز	1 - 2
9	رستورانهای واقع در مجموعه های توریستی و تفریحی	هر نفر هر وعده غذا	20 - 30
10	مسافرخانه ها و هتلهای معمولی با رستوران	هر مسافر در شبانه روز	150 - 250
11	هتلهای لوکس با رستوران	هر مسافر در شبانه روز	250 - 400
12	متلها با رستوران	هر مسافر در شبانه روز	150 - 200
13	رستورانهای اختصاصی با زمین ورزشی	هر عضو در روز	200 - 300
14	رستورانهای مستقل لوکس	هر نفر هر وعده غذا	40 - 60
15	رستورانهای مستقل معمولی	هر نفر هر وعده غذا	30 - 40
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	آبیاری و شستشو		
1	باغچه های منازل و پارکها با نسبت چمن کاری زیاد	هر مترمربع فضای سبز در روز	7 - 10
2	باغچه های منازل و پارکها با نسبت چمن کاری متوسط	هر مترمربع فضای سبز در روز	5 - 8
3	باغچه های منازل و پارکها با نسبت چمن کاری کم	هر مترمربع فضای سبز در روز	3-6
4	باغها	هر مترمربع فضا در روز	2-4
5	شستشوی خیابانها و پیاده روها	هر مترمربع فضا در روز	1-15
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	دامداری و طیور		
1	اسب ، قاطر , گاو	هر راس در شبانه روز	40-50
2	شستشوی گاو	هر راس در شبانه روز	60-100
3	گوسفند , بز	هر راس در شبانه روز	6-8
4	طیور (جوجه , مرغ, بوقلمون , ...)	هر پرنده در شبانه روز	0.15-0.25
ردیف	**شرح**	**واحد**	**میزان مصرف (لیتر)**
	متفرقه		
1	فرودگاهها	هر مسافر در شبانه روز	10-15
2	ترمینالهای مسافربری و ایستگاههای راه هن	هر مسافر در شبانه روز	5-10

محاسبه انشعاب اصلی تامین آب مصرفی ساختمان شماره یک

مشخصات انشعاب ب شهری طبق ضوابط و امکانات سازمان ب و فاضلاب با توجه به مشخصات پروژه و میزان مصرف ب طر ، توسط سازمان ب واگذار می گردد .

بنابراین محاسبات جهت تعیین دبی ب مورد نیاز بشر زیر می باشد .

دبی ب مورد نیاز را می توان به دو روش تعیین نمود :

1- با در نظر گرفتن حداکثر مصرف ساعتی در پر مصرفترین روز سال که از حاصلضرب مصرف متوسط روزانه در ضریب حداکثر ساعتی و ضریب حداکثر روزانه محاسبه می شود که حدوداً معادل 2/5 تا 3 برابر مصرف متوسط روزانه می باشد . از این ضرایب غالباً در طراحی شبکه های شهری استفاده می شود .

دبی مورد نیاز تاسیسات موتورخانه در شرایط کارکرد 100 درصد به مصرف بهداشتی ساختمان اضافه می شود در این حالت با توجه به وجود مخزن ذخیره ب و در نظر گرفتن سایز لوله بعد از بوستر پمپ, متناسب با مصرف لحظه ای دبی مصرف لحظه ای در محاسبات انشعاب ب تعیین کننده نمی باشد .

موارد مصرف	مقدار مصرف ب روزانه $Lit/_{Day}$	دبی لازم در پرمصرف ترین روز سال GPM	مقدار ب ذخیره شده (مترمکعب)	

مصرف بهداشتی	23000	38	23	÷ 8 (hr) * 3 ÷ 3/78 ÷ 60 23000
فضای سبز	10000	13/2	10	÷ 8 (hr) * 3 ÷ 3/78 ÷ 60 12500
تاسیسات ساختمان	49500	36/4	49/5	
اطفاء حریق	---	500	35	در محاسبات سایز لوله انشعابی لحاظ نمی گردد

بنابراین دبی لازم در پرمصرف ترین روز سال 87/6 گالن بر دقیقه بوده و که با در نظر گرفتن حداکثر فشار در شبکه برسانی شهری و افت فشار کنتور و افت مسیر از کنتور تا مخزن انشعاب 20 شبکه شهری می تواند این میزان دبی خروجی را داشته باشد ولی چنین انشعابی گران و یا قابل واگذاری از طرف سازمان ب نمی باشد .

2-وش دوم فرض می شود کل ب مورد نیاز در مدت زمان 2/5 ساعت پیک مصرف از منبع ذخیره برداشت شود و اگر حجم ذخیره به اندازه این برداشت در نظر گرفته شود انشعاب مورد نیاز اولاً باید جوابگوی دبی مورد نیاز در زمان مصرف متوسط باشد و نیز در مدت زمان معین بتواند مخزن را مجدداً پر نماید . بنابراین داریم :

دبی متوسط ب مصرفی بهداشتی : (GPM) 12/7 = 60 ÷ 8÷

23000 ÷ 3/78

با توجه به کاربری اداری فرض شد که مصرف متوسط روزانه در مدت 8 ساعت صورت می گیرد .

دبی متوسط ب مصرفی تاسیسات :

فرض می شود مصرف متوسط برجها در ظرفیت 40 درصد انجام می شود . (GPM)

36/4 × 0/4 = 14/6

دبی متوسط ب مصرفی بیاری فضای سبز : (GPM) 5/5 = 60 ÷ 8 (hr) ÷ 3/78 ÷

10000 (lit)

بنابراین کل مصرف متوسط برابر است با : lit/s 2/07 = (GPM) 32/8 =5/5

12/7 + 14/6+

که با در نظر گرفتن حداکثر فشار در شبکه برسانی شهری و افت فشار کنتور و افت فشار مسیر بعد از کنتور تا مخزن ذخیره , لوله انشعابی از شبکه شهری سایز قابل قبولی خواهد داشت اکنون زمان پر شدن منبع را محاسبه می نمائیم :

کل ذخیره ب مصرفی بدون ذخیره تش نشانی : 3/78 = 21825 (Gal) ÷

82500

21825

مدت زمان پر شدن منبع hr : 11 :05:00 (hr) = ——— 32/8 * 60

که این مدت زمان جهت برگشت ب و پر شدن منبع با توجه به کاربری اداری ساختمان و تعطیلی در شب قابل قبول می باشد.

جدول پمپها و بوستر پمپها

WATER CIRCULATING PUMPS SCHEDULE							
NO . UNIT		1.2.3.4.5	6.7.8.9.10	11.12.13.14		15.16.17.18	
QTY		5	5	2		4	
TYPE		END SUCTION	END SUCTION	LINE SUCTION		LINE SUCTION	
RESERVE		1	1	--		2	
SERVED		COOLING & HEATING.CIR.PUMP	COOLING TOWER.CIR.PUMP	D.H.W.CIR PUMP		D.H.W RETURN PUMPS	
WATERFLOW RATE	G.P.M	373.1	618	زون1 12.9	زون2 11.1	زون1 7.6	زون2 6
	$M^3/_{HR}$	84.7	140.3	2.9	2.5	1.7	1.4

HEAD PRESSURE	Ft	65.6	76.4	16.4	16.4	10	14.8
	M	20	23.3	5	5	3	4.5
MOTOR SPEED (R.P.M)		1450	1450	1450		1450	
ELECTRIC DATA	Volts	380	380	220		220	
	Phase	3	3	1		1	
	Cycie	50	50	50		50	
MOTOR PAWER	H.P	15	25	$^1/_3$		$^1/_3$	
INLET DLAMETER (IN)		5"	6"	1 $^1/_2$		1 $^1/_4$"	
SUCTION DIAMETER (IN)		6“	8“	1 $^1/_2$		1 $^1/_4$"	
IMP DIANETER (mm)		259	300	--		--	
MODEL		80-250	100-315	1 $^1/_2$ "AA		1 $^1/_4$ AA	
ERMARKS		PUMP IRAN OR SIMILAR	PUMP IRAN OR SIMILAR	AZAD ALBORZ OR SIMILAR		AZAD ALBORZ OR SIMILAR	
DESCRIPTION		پمپ سیرکوله سرمایش و گرمایش	پمپ سیرکوله برج خنک کننده	پمپ سیرکوله بگرم کویل منابع کویل دار زون 1و زون 2		پمپ برگشت ب گرم مصرفی زون 1و زون 2	

CIRCULATING PUMPS SCHEDULE (con.)			
NO . UNIT		19.20	21.22
QTY		2	2
TYPE		END SUCTION	END SUCTION
RESERVE		1	1
SERVED DOMESTIC WATER		DOMESTIC WATER BOOSTER PUMP ZON1	DOMESTIC WATER BOOSTER PUMP ZON2
WATERFLOW RATE	G.P.M	133	82.8
	$^{M3}/_{HR}$	30.2	18.8
HEAD PRESSURE	Ft	123/3	193.8
	M	37/6	59.1

MOTOR SPEED (R.P.M)		متغير	متغير
ELECTRIC DATA	Volts	380	380
	Phase	3	3
	Cycle	50	50
MOTOR PAWER	H.P	10	10
INLET DLAMETER (IN)		3 "	$2\ ^{1}/_{2}$
SUCTION DIAMETER (IN)		4 "	3 "
IMP DIANETER (mm)		192	165
MODEL		SET 2-WKL 65/4	SET 2-WKL 50/8
ERMARKS		KUOSHESH OR SIMILAR	KUOSHESH OR SIMILAR
DESCRIPTION		بوستر پمپ برساني زون 1	بوستر پمپ برسانی زون 2

CIRCULATING PUMPS SCHEDULE (con.)				
NO . UNIT		23.24	25.26	27.28.29
QTY		2	2	3
TYPE		END SUCTION	END SUCTION	END SUCTION
RESERVE		1	1	1
SERVED DOMESTIC WATER		Fire Fighting WATER BOOSTER PUMP (Fire Boxes)	Irrigation system BOOSTER PUMP	Fire Fighting WATER BOOSTER PUMP (Sprinkler)&(Hydrant)
WATERFLOW RATE	G.P.M	114	13.2	2*250
	$^{M3}/_{HR}$	25.9	3	2*56.8
HEAD PRESSURE	Ft	306	164	216.5
	M	92.3	50	66
MOTOR SPEED (R.P.M)		2900	1450	2900
ELECTRIC DATA	Volts	380	380	380

	Phase	3	3	3
	Cycle	50	50	50
MOTOR PAWER	H.P	30	3	2*30
INLET DLAMETER (IN)		3"	$1\ ^{1}/_{4}$	3"
SUCTION DIAMETER (IN)		4 "	$1\ ^{1}/_{2}$	4 "
IMP DIANETER (mm)		259	140	259
MODEL		SET 2- 40-250	SET 2-WKL 32/8	SET 3- 40-250
ERMARKS		KUOSHESH OR SIMILAR	KUOSHESH OR SIMILAR	KUOSHESH OR SIMILAR
DESCRIPTION		بوستر پمپ تشنشانی جعبه ها	بوستر پمپ بیاری فضای سبز	بوستر پمپ تش نشانی سیستم اتوماتیک (اسپرینکلر) یا هیدرانتهای محوطه

محاسبه سختي گير

املا موجود در ب در گرش سيستم گرمايش و سرمايش مركزي و همچنين ب مصرفي بهداشتي با رسوب در جداره لوله ها و همچنين در پمپها و ديگ و برج خنك كننده مي تواند منشا صدمات و لطمات شديدي به تاسيسات ساختمان باشد بعضي از اين املا محلول در ب مانند $CaCo_3$ و $CaCo_4$ در موقع گرم شدن ب وبيطيق شدن از ب جدا شده و به صورت لايه اي روي سطو تبادل كننده گرما رسوب مي كنند كه پس از گذشت زمان اين رسوبات بيشتر شده و باعث مي شود كه انتقال حرارت بين فلز و ب كندتر صورت پذيرد و باعث كم شدن راندمان ديگ و يا چيلر شود . افزايش رسوبات در ديگ باعث افزايش درجه حرارت شده و موجب سوختگي بدنه و بالاخره سوراخ شدن و يا ترك در ديگ مي شود .

تعریف سختی کل:مجموع یونهای کلسیم و منیزیم ب را سختی کل می نامند که برای مصارف بهداشتی و صنعتی دارای استاندارد تعریف شده جهانی می باشد .

<u>سختی مجاز آب در تاسیسات تهویه مطبوع :</u>

اگر در یک تاسیسات حرارت مرکزی بخواهیم درجه سختی ب را بدست وریم می توانیم از جدول زیر استفاده کنیم .

فشار دیگ	0-150 (psi)	150-250 (psi)	250 (psi)
حد مجاز سختی	75 (ppm)	40 (ppm)	8 (ppm)

انواع سختی گیر :

1- سختی گیر رزینی

2- سختی گیر الکترومغناطیسی

سختی گیر رزینی

متداول ترین روش برای حذف یون های کلسیم و منیزیم استفاده از رزین های تبادل یون صنعتی و غذایی می باشدرزینها یونهای کلسیم و منیزیم را با یون سدیم طی یک واکنش شیمیایی تعویض نموده و ب سخت را به ب نرم تبدیل می کنند . رزینهای تبادل یونی با توجه به ظرفیت دستگاه پس از مدت زمان معین اشباع شده و کارایی خود را از دست می دهند که در این هنگام رزین ها را با محلول نمک (کلرید سدیم 10%) شستشو و احیا می نمایند تا خاصیت تبادل یونی ن باز گردد . در دستگاههای نیمه اتوماتیک که ب نمک با انژکتور سولووالتزریق می گردد می بایست از ب نمک 24% استفاده گردد . ظرفیت رزینها در بالاترین سطح احیا معادل 40000 گرین و در پائین ترین سطح , معادل 30000 گرین در هر فوت مکعب خواهد بود .

انواع سختی گیر رزینی :

1- کاملاً اتوماتیک

2- بصورت نیمه اتوماتیک

3- کاملاً بصورت دستی

معمولاًحالت طبیعی در هر سختی گیر ورود ب از بالا و خروج ب از پائین می باشد ولی در back wash سیال از پائین وارد و از بالا خارج می گردد .

عوامل مهم در عملکرد صحیح یک دستگاه سختی گیر رزینی

مرغوبیت رزین تبادل یون

کیفیت رزین تبادل یون به عوامل مختلفی بستگی دارد ولیکن از لحاظ ظاهری دانه بندی رزین در سایزهای همگون و همچنین قدرت و استحکام هر دانه در برابر فشارهای وارده بر ن جزء عواملی است که در تشخیص کیفیت رزین کمک خواهند نمود .

مهندسی دقیق در طراحی مکانیکال دستگاه

نحوه توزیع ب بر روی بستر رزین - سرعت جریان ب ورودی - ارتفاع بستر رزین و جمع وری ب و فشار کاری دستگاه و ... جزء عواملی هستند که در عملکرد بهینه یک دستگاه سختی گیر تاثیر گذار هستند .

اپراتوری و شستشوی رزینهای تبادل یون

در دستگاههای سختي گير متداول از شير سولووالو استفاده می شود اين شير تقريباً سيستم را به صورت نيمه اتوماتيک راهبری می نمايد . در اين قبيل سيستمها محلول احيا (Nacl solution)که غالباً از اختلاط کلريد سديم و ب به دست می يد دارای خلوص 24% می باشد .

در شستشو و احياء دستگاه سختی گير عوامل زير از اهميت بسيار برخوردارند .

- غلظت محلول احيا (Nacl)
- سرعت عبوری محلول نمک از بستر رزين
- شستشوی نهايی

نحوه تهيه آب نمک

محلول احياء با ب نمک می بايست با غلظت اشباع 24% (در مورد سختی گير نيمه اتوماتيک) ماده شود بدين معنی است که برای تهيه 200 لیتر محلول اشباع ب نمک می بايست 48 کيلوگرم Nacl در اين ميزان ب حل نمود . با توجه به ناخالصی نمک مصرفی اين ميزان ممکن است افزايش يابد . جهت تست درصد خلوص محلول می توانيد از يک دستگاه بومه سنج نمک استفاده نماييد . معمولاً حجم نمک مصرفی يک چهارم (0.25) حجم رزين می باشد .

سختی گير الکترو مغناطيسی :

در اين حالتجهت جلوگيري از رسوب سختي ب در مدار سرمايش و گرمايش از رسوب گير الکترونيکي استفاده مي شود .

رسوب گير الکترونيکي با اعمال يك ميدان مغناطيسي متغير بر روي يونهاي بي کربنات محلول در ب (که از عوامل اصلي سختي ب مي باشد) اين ذرات را به صورتمعلق هاي معلق در ب ورده و به اين ترتيب از ايجاد هر گونه رسوب بر روي اتصالات و مجاري عبور ب جلوگيري مي کند اين دستگاه با افزايش حلاليت ب ، به تدريج رسوبهاي پيشين را نيز از ديواره ها جدا کرده و نها را به صورت محلول معلق به ب بر مي‌گرداند در اين روش افزايش پيوستگی بين مولکولها و کمك به تشکيل ذرات معلق بزرگتر حذف نها را به کمك فيلترهاي نسبتا ساده ممکن مي سازد.

معمولاً رسوب گيرهاي الكترو مغناطيسی در مدارهای زير در مواقع نياز نصب می شوند :

4- يك دستگاه رسوبگير , متناسب با سايز لوله در ورودي كندانسور چيلر

5- يك دستگاه رسوبگيرمتناسب با سايز لوله در برگشت ب به برج خنك كننده

6- يك دستگاه رسوبگيركوچك در ورودي ب تغذيه برج خنك كن

7- يك دستگاه رسوبگيرمتناسب با سايز لوله در برگشت ب به ديگ بعد از پمپ فيدر

8- يك دستگاه رسوبگير , متناسب با سايز لوله بعد از پمپ خروجي سيستم سرمايش و گرمايش روي كلكتور توزيع ب به هواسازها و فن كويل ها

تذكر : به علت ايجاد ميدان مغناطيسي كاذب در مكش پمپها و نيز توربولانس سيال كارايي رسوب گيرهاي الكترونيكي در مكش پمپ كاهش مي يابد بنابراين بهترين حالت نصب رسوبگيرهاي الكترونيكي در بعد از پمپها مي باشد.

در این پروژه با توجه به وجود سختی گیر رزینی و سختی ب منطقه به سختی گیر الکترومغناطیسی نیازی نمی باشد .

محاسبات سختی گیر : جهت محاسبه سختی گیر ابتدا باید ب نرم مصرفی و میزان سختی ب ورودی به سیستم را محاسبه و تعیین نمائیم .

الف : آب نرم مصرفی

1- آب مصرفی در برج خنک کننده :

محاسبه ب مصرفی سیستم تهویه مطبوع , توسط استاندارد Ashrae و تناژ واقعی چیلر در حالت پیک و با توجه به اینکه ب تغذیه برج باید جهت جبران ب تبخیر شده , ب اسپری شده به فضا , ب دفع شده به واسطه کف شویی و جلوگیری از افزایش غلظت سختی در ب سیرکوله کافی باشد به صورت زیر عمل می نمائیم .

GIVEN :

Absorption refrigeration machine

Refrigeration Load = 402 ton

Heat rejection factor = 2.6

Condensing water temperature rise 10 degrees

Make-up water methyl orange alkalinity = 50 ppm as CaCO3

Recirculated water methyl orange alkalinity , not to exceed 170 ppm as CaCO3

FIND :

Cycles of concentration = c

Recirculated water quantity (gpm)

Evaporation loss $(gpm)_e$

Windage loss $(gpm)_W$

Bleed of requirement $(gpm)_b$

Make-up water (gpm)

SOLUTION :

Cycle of concentration , assuming the air dose not affect the alkalinity,

$$= \frac{Mo \quad alkalinity \quad in \quad recirculated \quad water}{Mo \quad alkalinity \quad in \quad make-up \quad water} = \frac{170}{50} = 3.4$$

Condensing water quantity

$$= \frac{t_r \times h_{rf} \times 24}{temp \quad rise} = \frac{402 \times 2.6 \times 24}{10} = 2508.5 gpm$$

Evaporation loss

$$= \frac{t_r \times h_{rf} \times 24}{h_{fg}} = \frac{402 \times 2.6 \times 24}{1050} = 23.9 gpm, \quad equivalent \quad to \quad 23.9/2508.5 \times 402 \quad or$$

3.8 % of the recirculated water flow.

The evaporation loss may also be calculated as 1% of the recirculated water quantity for each 10 degree drop in water temperature at the tower , i.e 2508.5 * 0.01 = 25 gpm.

This is accurate enough for the usual calculation .

Wind age loss = 0.1 of the recirculated water quan .

Tity : 0.001 * 2508.5 = 2.5 gpm

Bleed off requirement

$$gpm_{bw} = \frac{gpm_e}{C-1} = \frac{23.9}{3.4-1} = 10 gpm$$

Make-up water =evaporation+ wind age + bleed- off = 23.9 +2.5 + 10 = 36.4 gpm

بنابراین ب نرم مورد نیاز برجهای خنک کن 36.4 گالن بر دقیقه می باشد .

2- آب نرم مصرفی سیستم گرمایش :

ب نرم سیستم گرمایش شامل :

1- ب درون لوله ها

2حجم بگیری دیگ

3- ب داخل فن کویلها

چون بگیری سیستم گرمایش در قبل از راه اندازی از طریق لوله تامین ب نرم منبع انبساط فقط یکبار صورت می گیرد و مصرف پیوسته نداریم بنابراین سختی گیر انتخابی جهت سیستم در هنگام قبل از راه اندازی جوابگو خواهد بود .

3- آب نرم مصرفی بهداشتی :

در اغلب مکانها و همچنین پروژه حاضر ب مصرفی سختی گیری نمی شود و در مواردی که نیاز به سختی گیری ب مصرفی باشد ابتدا F.U (FIXTURE UNIT) برای مجموعه سرویسهای بهداشتی کل ساختمان تعیین می کنیم سپس از روی منحنی مربوطه GPM ب مصرفی را تعیین کرده و ظرفیت دستگاه را بدست می وریم.

محاسبه ظرفیت دستگاه سختی گیر :

پس از محاسبه GPMکل مصرفی ب نرم از فرمول زیر ظرفیت دستگاه را محاسبه می نمائیم :

$$grain = \frac{gpm * 60(\frac{\min}{hr}) * 24(\frac{hr}{day}) * PPM}{17/1} = \frac{36.4 \times 60 \times 24 \times 300}{17.1} = 919579 grain$$

حال با داشتن مقدار gpm و میزان grain می توان از کاتالوگ سازندگان بقیه مشخصات از قبیل حجم منبع نمک و مقدار رزین و مشخصات دستگاه را بدست ورد .

محاسبات سختی گیر ساختمان در جدول زیر ورده شده است و مشخصات دستگاه سختی گیر پیوست گردیده است .

شـرح	سختی آب ورودی PPM	سختی آب خروجی PPM	دبی آب نرم مصرفی GPM	ظرفیت سختی گیر مورد نیاز (grain)	تعداد دستگاه	ظرفیت دستگاه انتخابی (grain)
سختی گیر	350	50	36/4	919579	1	2 * 500000

جدول سختی گیر

WATER SOFTNER SCHEDULE			
UNIT NO			W.S- 1 , 2
QTY			1
TYPE			Semi automatic
MAX.EXCHAN GE CAPACITY (GRAIN)			(2 * 500000)
SALT TANK AMO (Lit)			500
RESIN AMO (Lit)			2 * 475
SERVICE FLOW RATE	HARDLESS	ENT.W(P.P.M)	350
	FLOW RATE	LVG.W(P.P.M)	50
WORKING PRESSURE (P.S.I)			15-87
MODEL			TMWS-18
REMARKS			TEHRAN MOBADEL OR SIMILAR
DISCRIPTION			یکدستگاه سختی گیر دوبلکس از نوع نیمه اتوماتیک می باشد
PIPE SIZE			$1\ ^{1}/_{2}$
TANK OIMENSION DXH(mm)			850 * 1500
LOCATION			MECHANICAL ROOM

منبع انبساط

منبع انبساط باز

منبعي است كه با جو ارتباط داشته لذا فشار اعمال شده بر روي ن يك اتمسفر است و محل نصب ن از بالاترين مصرف كننده حداقل 2/5 الي 3 متر بيشتر مي باشد .

محاسبه حجم منبع انبساط باز سيستم گرمايش :

روش اول : براي محاسبه حجم منبع انبساط از رابطه زير استفاده مي كنيم .

$$V = E^{*}\left(V_T + V_b + V_h + V_r\right)$$

V= حجم منبع انبساط باز

E= ضريب انبساط ب و از جدول 1 است مي يد .

V_T حجم بگيري لوله ها (از جدول 2 استفاده مي شود)

V_b حجم بگيري ديگ

V_h حجم بگيري مبدل

V_r حجم بگيري مصرف كننده ها

حجم بگيري راديا تورها و بگرمكن ها در ديگها و كويل هاي حرارتي و برودتي از روي كاتالوگ تعيين مي گردد ولي بطور تجربي مي توانيم اعداد زير را در نظر بگيريم .

راديا تورهاي فولادي و چدني 5 ليتر به ازاي هر متر سطح حرارتي راديا تور

فن كويلها 0/4 ليتر به ازاي هر 100CFM ظرفيت هوادهي

ديگهاي چدني پره اي 1 تا 2 ليتر به ازاي هر 1000 كيلو كالري بر ساعت ظرفيت حرارتي ديگ هاي فولادي از نوع fire tube از 2/5 تا 4 ليتر به ازاي 1000 كيلو كالري بر ساعت ظرفيت حرارتي

منبع بگرم دوجداره يا كويلي 0/1 تا 0/2 ليتر به ازاي هر ليتر ظرفيت منبع بگرم

كويل هاي حرارتي و برودتي نوع 8 رديفه 2 تا 4 ليتر به ازاي هر فوت مربع از سطح كويل

كويل هاي حرارتي و برودتي نوع 6 رديفه 2/5 تا 3 ليتر به ازاي هر فوت مربع از سطح كويل

كويل هاي حرارتي نوع 2 رديفه 1 تا 1/5 ليتر به ازاي هر فوت مربع از سطح كويل

كويل هاي حرارتي نوع 1 رديفه 0/5 تا 1 ليتر به ازاي هر فوت مربع از سطح كويل

جدول 1 – درصد انبساط اب (E) در اثر تغيير دما

Temp(F)	E	Temp (F)	E
100	0/6	276	6/8
125	1/2	300	8/3

150	1/8	325	9/8
175	2/8	350	11/5
200	3/5	375	13
225	4/5	400	15
250	5/6		

جدول 2- حجم آب موجود در لوله هاي فولادي به ازاي يك متر طول لوله

قطر لوله به اينچ	حجم آب به ليتر	قطر لوله به اينچ	حجم آب لوله به ليتر
$^1/_2$	0/21	3	5/11
$^3/_4$	0/37	4	8/7
1	0/58	5	13/28
$1\ ^1/_4$	1/01	6	18/9
$1\ ^1/_2$	1/37	8	33
2	2/2	10	52
$2\ ^1/_2$	3/71		

روش دوم (روش تجربي) :

$$V = \frac{Q}{6400}$$

V = حجم منبع انبساط بر حسب گالن

Q = ظرفيت حرارتي ديگ بر حسب $^{Btu}/_{hr}$

$$V = \frac{(1 \approx 2)Q}{6400} \rightarrow \frac{1/5 * Q}{1000}$$

V = حجم منبع انبساط بر حسب ليتر

Q = ظرفيت حرارتي ديگ بر حسب $^{Kcal}/_{hr}$

حجم منابع انبساط باز ساختمان اداره مركزی در جدول زير ورده شده است :

شرح	بارحرارتي $^{Kcal}/_{hr}$	حجم منبع مورد نياز انبساط (Lit)	حجم منبع انتخابي (LiT)	توضيحات
منبع انبساط باز ديگهاي شماره 1 و 2	900000	1350	1400	حجم منبع انبساط باز $V = \frac{1.5 * Q}{1000}$

منبع انبساط باز سیستم سرمایش : (روش تجربي)

$$V = \frac{CAP}{4000}$$

V = حجم منبع انبساط بر حسب لیتر

Q = ظرفیت چیلر بر حسب $^{Btu}/_{hr}$

شرح	بار برودتی $^{Btu}/_{hr}$	حجم منابع انبساط (Lit)	حجم منبع انتخابي (Lit)	توضیحات
منبع انبساط باز چیلرهاي شماره 1 و 2	3360000	840	900	$V = \frac{CAP}{4000}$

EXPANTION TANK SCHEDULE			
UNIT NO		EXP.T 1.2	EXP.T 3.4
QTY		2	2
TYPE		OPEN	OPEN
CERVICE		BOILER 1.2	Chiler 1.2
CAPACITY (LITER)		1400	900
TANK DIMENSIONS	HEIGHT(cm)	120	120
	LENGTH(cm)	120	100
	WIDTH(cm)	120	100
THICKNESS(mm)		3	3
MAKE		GALV.	GALV.
REMARKS		منبع انبساط سیستم گرمایش	منبع انبساط سیستم سرمایش
LOCATION		بام	بام

محاسبه حجم منبع انبساط بسته

در شرایط مساوی ، حجم منبع انبساط بسته بیش از منبع انبساط باز خواهد بود .

روشهای زیر جهت محاسبه حجم منبع انبساط بسته پیشنهاد می شود .

روش اول :

در صورتیکه دمای ب سیستم کمتر از 160 درجه فارنهایت باشد حجم منبع از فرمول زیردست می ید :

$$V = \frac{EV_S}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{P_a}{P_a}}$$

V: حجم منبع انبساط بسته (بر حسب گالن یا لیتر)

V_S حجم کل ب موجود در سیستم از قبیل ب موجود در دیگها و لوله ها ، رادیاتورها ، منابع دو جداره و غیره (بر حسب گالن یا لیتر)

Eدرصد انبساط ب سیستم در شرایط حداکثر درجه حرارت مراجعه به جدول شماره 1

P_a : فشار مطلق قبل از پر کردن سیستم بر حسب فوت (معمولاً فشار جو)

(در تراز سطح دریا) ft.w

$$P_a = 1atm = 10mw = 34$$

H : اختلاف بین انبساط بسته تا بالاترین نقطه سیستم بر حسب فوت (ft)

G : اختلاف ارتفاع بین شیر اطمینان دیگ و منبع انبساط بسته بر حسب فوت (ft)

P_0 : حداکثر فشار مطلق هوای موجود در منبع انبساط بسته در موقع کار می باشد (بر حسب فوت) و برابر است با :

$$P_0 = [P_w \times 2.31 - G] + Pa$$

یا مقدار P_0 برابر خواهد بود با مقدار فشاری که شیر اطمینان تحـ ن عمل می کند منهای 5Psi یا 10% (هر کدام بزرگتر بود و p_0 کمتری را نتیجه داد .)

P_w : فشار کارکرد دیگ بر حسب (Psi) که تابعی ازارتفاع ساختمان می باشد معمولاً از کاتالوگ شرکت سازنده استفاده می کنیم .

P_f : حداقل فشار مطلق هوای موجود در منبع انبساط بسته قبل از راه اندازی سیستم می باشد (بر حسب فوت) با توجه به محل نصب منبع انبساط بسته به صورت زیر محاسبه می شود (حداقل فشار در منبع انبساط باید به اندازه ای باشد که موقع سرد بودن سیستم بالاترین واحد سیستم تهویه از ب پر بوده و هوا از سیستم خارج گردد .)

1- منبع انبساط در سمت مکش پمپ نصب شود :

الف) در حالت نصب منبع انبساط بسته در خط مکش پمپحداقل فشار در منبع باید ب را به خرین مصرف کننده رسانده و ن را هواگیری نماید یعنی به فشار اتمسفر و فشار استاتیکی غلبه کرده و نیز هوا را تخلیه نماید بنابراین داریم :

$$P_f(Ft) = H(Ft) + P_a(ft) + 10(ft)$$

H اختلاف ارتفاع خرین مصرف کننده (خرین نقطه سیستم) تا منبع انبساط بسته

P_a = فشار اتمسفر ~ 34ft (در تراز سطح دریا)

10 = فوت اضافه شده تقریبی جهت هواگیری

2- منبع انبساط در سمت دهش پمپ نصب شود :

ب) در حالت نصب منبع انبساط بسته در خط دهش پمپ چنانچه پمپ روشن شود فشار در بالای رایزر برگشت به اندازه هد پمپ کاهش می یابد . لذا برای باقی ماندن یک فشار مثبت در بالای سیستم ، حداقل فشار نسبی p_f باید به اندازه هد پمپ افزایش پیدا کند بنابراین داریم :

$$P_f(ft) = H(ft) + P_a(ft) + 10(ft) + H_P(ft)$$

H_P = هد پمپ (ft)

برای زمانیکه دمای ب بین 160 الی 280 درجه فارنهایت باشد فرمول زیر پیشنهاد می شود .

$$V = \frac{(0.00041 \times t - 0.0466)V_S}{\frac{P_a}{P_f} - \frac{p_a}{P_0}}$$

tحداکثر دمای ب سیستم بر حسب فارنهایت می باشد .

روش دوم :

در کشور مریکا رسم بر این است که حجم منبع انبساط را بر حسب قدرت حرارتی دیگ از جدول (3) بدست می ورند :

توضیح اینکه این اندازه ها در سیستم اجباری بکار می روند که از لوله های نمره پایین استفاده می کنند ، در سیستم های طبیعی که لوله های نمره بالاتر بکار می روند باید یک نمره بزرگتر در نظر گرفته شود .

جدول 3- ظرفیت پیشنهادی منبع انبساط بسته ، بر حسب قدرت دیگ

قدرت حرارتی دیگ [Btu/hr]	ظرفیت منبع انبساط بسته بر حسب گالن
تا 6000	8
60000-86000	15
86000-120000	18
120000-240000	24
240000-1000000	60

روش سوم

در مورد سیستم هایی که قدرت حرارتی دیگ نها تا 400.000 Btu/hr است ارقام نسبتاً درستی بدست می دهد .

$$V = \frac{Q}{6000}$$

محاسبه قطر لوله رفت و برگشت منابع انبساط

1- محاسبه قطر لوله رفت منبع انبساط

$$d \succ 0.59 + 0.059\sqrt{\frac{Q}{1000}}$$

Q = بر حسب $^{Kcal}/_{hr}$ براي ديگ يا چيلر

d = بر حسب اينچ

1- محاسبه قطر لوله برگشت منبع انبساط (جهت منبع انبساط باز سيستم گرمايش)

$$d \succ 0.59 + 0.04\sqrt{\frac{Q}{1000}}$$

Q = ظرفيت حرارتي ديگ بر حسب $^{Kcal}/_{hr}$

d = قطر لوله بر حسب اينچ

شرح	ظرفيت حرارتي يا برودتي $^{Kcal}/_{hr}$	قطر لوله رفت (in)	قطر لوله برگشت (in)
منبع انبساط باز ديگهاي شماره 1 و 2	900000	$2\ ^{1}/_{2}$	2 "
منبع انبساط باز چيلرهاي شماره 1 و 2	848485	$2\ ^{1}/_{2}$	--

محاسبه لوپ انبساط :

گام نخست : ابتدا می بایستی اختلاف دمای محیط نصب و نوع سیال عبوری از لوله تخمین زده شود با توجه به محل کاربری لوله در تاسیسات , دمای ماکزیمم تخمین زده می شود , این دما در لوله های گرمایش حدود

90 درجه سانتی گراد (194^0 F) در نظر گرفته می شود دمای نصب نیز با توجه به دمای محیط در نظر گرفته می شود در بعضی مراجع در حالت محافظه کارانه دمای نصب 4/4 + درجه سانتی گراد (40^0 F +) پیشنهاد شده است .

گام دوم : حال می بایستی میزان انبساط طولی لوله را با توجه به تغییرات دمایی از رابطه زیر تعین نمود .

$$\Delta 1 = \alpha L_0 (\Delta T)$$

$\Delta 1$ = انبساط طولی لوله بر اثر تغییرات دما بر حسب میلیمتر (یا اینچ)

α = ضریب انبساط دمایی از جدول زیر بر حسب $\left(\frac{mm}{mm^0 c}\right)$ یا $\left(\frac{in}{in^0 f}\right)$ بطور مثال $11.7\times10^{-6}\frac{mm}{mm^0 c}$

steel یا $\alpha_{stee} = 6.5\times10^{-6}\frac{in}{in^0 f}$

L_0 = طول لوله در حالت اولیه بر حسب mm (یا in)

Δ_T = تغییرات دمایی اعمالی بر لوله بر حسب درجه سانتی گراد (یا F^0) $\Delta_T = (T_f - T_g)$

T_f = دمای کارکرد لوله

T_g = دمای نصب لوله

گام سوم :

در حلقه انبساط U شکل , حلقه از یک بازو در راستای لوله کشی W و دو بازوی عمود بر لوله کشی H , تشکیل می گردد که مجموع این دو بازو طول کل لوپ را تشکیل می دهند و از رابطه زیر قابل محاسبه می باشند .

(در سیستم متریک) ← 1988 Ashrea Hand BooK Equipment

$$L = W + 2H = \sqrt{\frac{\Delta DE}{C_1 S_A}}$$

(در سیستم 2000 Ashrea Hand BooK . Heating , Ventilation , and Air – conditioning , system AND EQui PMENT

$$L = W + 2H = \sqrt{\frac{3\Delta DE}{\left(144\frac{in^2}{ft^2}\right)S_A}}$$ (انگلیسی

که در ن :

L = طول حلقه انبساط جهت جذب انبساط دمایی در طول لوله بر حسب میلیمتر (یا فوت)

W = طول بازوی موازی لوله در حلقه انبساط بر حسب میلیمتر (یا فوت)

H = 2W = طول بازوی عمودی بر لوله در حلقه انبساط بر حسب میلیمتر (یا فوت)

D = قطر خارجی حقیقی لوله بر حسب میلیمتر (یا اینچ)

E = مدول الاستیسیته در دمای کارکرد بر حسب کیلو پاسکال (یا پوند بر اینچ مربع Psi)

S_A = ماکزیمم تنش مجاز در دمای کارکرد بر حسب کیلو پاسکال (یا پوند بر اینچ مربع Psi)

Δ = تغییرات طول لوله بر اثر تغییرات دما بر حسب میلیمتر (یا اینچ)

C_1 = عدد ثابت برابر 0.3333

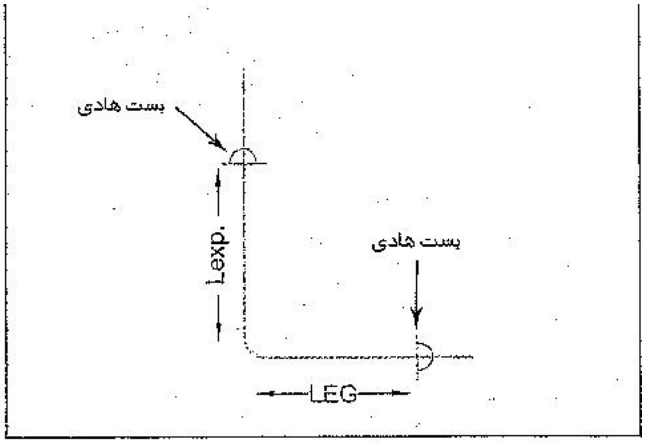
Ashrea تنش مجاز را طبق A53 Grade B صرفنظر از تنشهای الکتریکی جوشکاری لوله (ERW) 155 مگـــــــــــــــــــــــــــــا پاســـــــــــــــــــــــــــــــــــــکال (22500 Psi) می داند که بدون تنشهای اضافی می توانند مورد استفاده قرار گیرد ولی ممکن است در انتهای خطوط لوله های بلند در قسمت نقاط ثابت مخصوصاً در لوله هایی با قطر بالا نیروی وارده بیشتر گردد بنابراین حدود تنش مجاز 103 مگا پاسکال (15000 Psi) و مدول الاستیسیته حدود $1/92 * 10^5$ مگا پاسکال ($27/9 * 10^6$ Psi) تخمین زده می شود بنابراین فرمول بالا به صورت زیر خلاصه می گردد :

$L = 74.7\sqrt{(\Delta D)}$ (Metricunits)

$L = 6.225\sqrt{\Delta D}$ (English units)

خم انبساط :

سیستم انبساط را به شکل دیگری نیز می توان اجرا نمود . چنانچه شبکه لوله کشی در یک نقطه تغییر مسیر 90 درجه داشته باشد . با توجه به شکل (04-13) طول انبساط (LEXP) از روش قبل محاسبه شده و طـــــــــــــــــــــــول ســـــــــــــــــــــــاق (Leg) از جـــــــــــــــــدول (04-11) تعیین می گردد .



شکل (4-13) اجرای خم انبساط به وسیله خود لوله

در طول مسیر LEXP و Leg نباید هیچگونه بست یا قلاب نگاهدارنده وجود داشته باشد و محل اولین بست در نقشه نشان داده شده است .

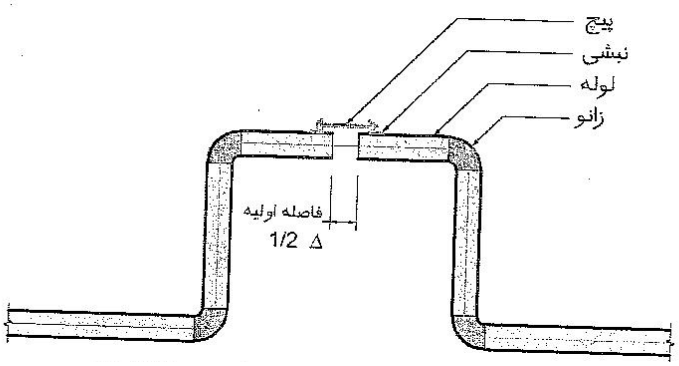
جدول (11-04) ساق گیر داری (LEG) برای اتصال انبساط به فوت (ft)

قطر لوله	افزایش طول لوله به اینچ (IN)					
	$\Delta=1/2"$	$\Delta=1"$	$\Delta=1\,1/2"$	$\Delta=2"$	$\Delta=2\,1/2"$	$\Delta=3"$
	مقدار ساق گیرداری خم انبساط (LEG به فوت)					
2"	5	7/5	9/5	10/9	12	13/5
2 1/2"	6	8/5	10/5	12	13/5	14/7
3"	6/7	9/5	11/5	13/2	15	16/4
4"	7/7	10/8	13	15/1	16/9	18/5
5"	8/5	12	14/5	16/8	18/6	20/5
6"	9	12/9	15/7	18/5	20/5	22/5
8"	10/7	14/8	18	21	35/5	25/5
10"	11/8	16/3	20	23	25/7	28/3
12"	13	18	22	25/4	28/3	31/1
14"	13/4	18/9	23	26/5	29/8	32/7

16"	14/2	20/2	24/5	28/5	31/8	35/9
18"	15/3	21/5	26	30	33/8	37
20"	16	22/8	27/5	32	35/6	39

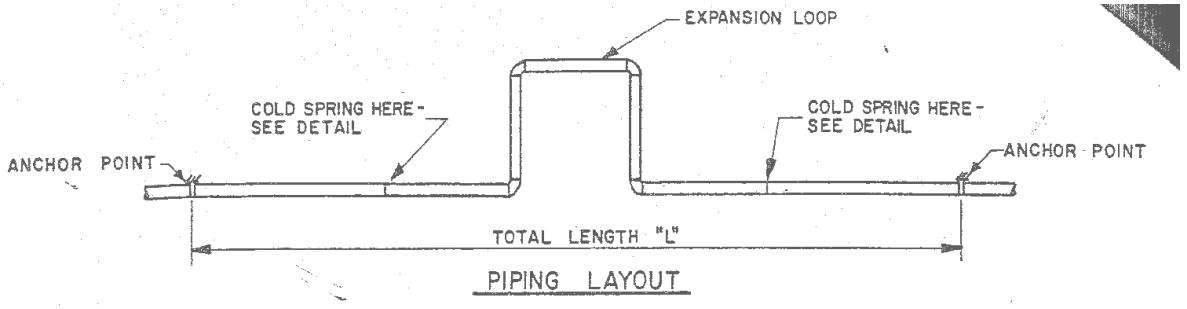
لوپ تحت فشار :

سیستم لوپ بصورتی که نشان داده شد خالی از اشکال نیستعیب ن در این است که , حالت عادی تنش (فشار و کشش) برای لوله فقط هنگامی اتفاق می افتد که لوله در شرایط متعارف اجرا (درجه حرارت محیط بدون ب گرم جریانی)باشد ولی از هنگامی که ب گرم وارد شبکه گردید بعلت حرارت زیاد , اتصال انبساط تحت تنش قرار گرفته و مادامیکه جریان ب گرم وجود دارد و همچنین برای مدت زمان طولانی که سیستم در حال کار است تنش فشاری زیادی به لوله اثر می گذارد .

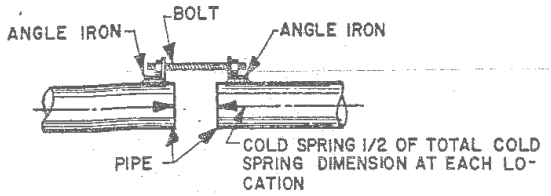


شکل (4-14) لوپ با فاصله اولیه Cold Sprung

برای از بین بردن این عیب , لوپ را بصورت کولد اسپرانگ اجرا می کنند . بدین ترتیب که در هنگام اجرا در حالت عادی بین دو لوله مقداری فاصله قرار می دهند . سپس دو قسمت را با نیروی خارجی به طرف هم کشـــــــــــــیده و محـــــــــــــل اتصـــــــــــــال را جوشـــــــــــــکاری می کنند . بنابراین شبکه و لوپ قبل از بهره برداری شبکه در حالت کشش می باشدبعد از ورود ب گرم به شبکه , لوله منبسط می شود و قسمتی از فشار حاصل از این انبساط با کشش اعمال شده اولیه خنثی می گردد و در نتیجه لوپ در هنگام بهره برداری دارای تنش عادی تری می گردد فاصله دو لوله در حالت کولد اسپرانگ برابر نصف طول انبساط محاسباتی لوله مورد نظر ($\Delta\ ^{1}/_{2}$) انتخاب می شود و می توان ابعاد لوپ را نیز بر مبنای نصف مقدار انبساط حالت عادی محاسبه نمود یعنی طول لوپ نصف مقدار حالت اولیه خواهد بود .



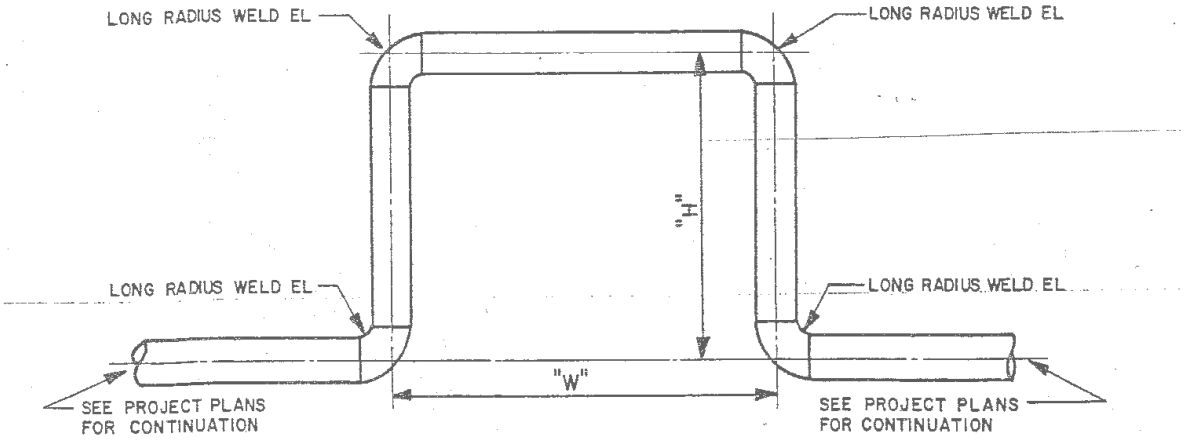
PIPING LAYOUT



COLD SPRING DETAIL

COLD SPRING NOTES

1. TOTAL COLD SPRING DIMENSION SHALL BE 1/2 OF TOTAL EXPANSION.
2. INSTALL ALL PIPE; LEAVING SPACE AT COLD SPRING LOCATION.
3. TACK ANGLES WITH HOLES TO EACH END OF PIPE. PUT BOLT IN PLACE AND DRAW PIPE ENDS TOGETHER.
4. TACK WELD PIPE JOINT.
5. KNOCK OFF ANGLES AND COMPLETE WELD.



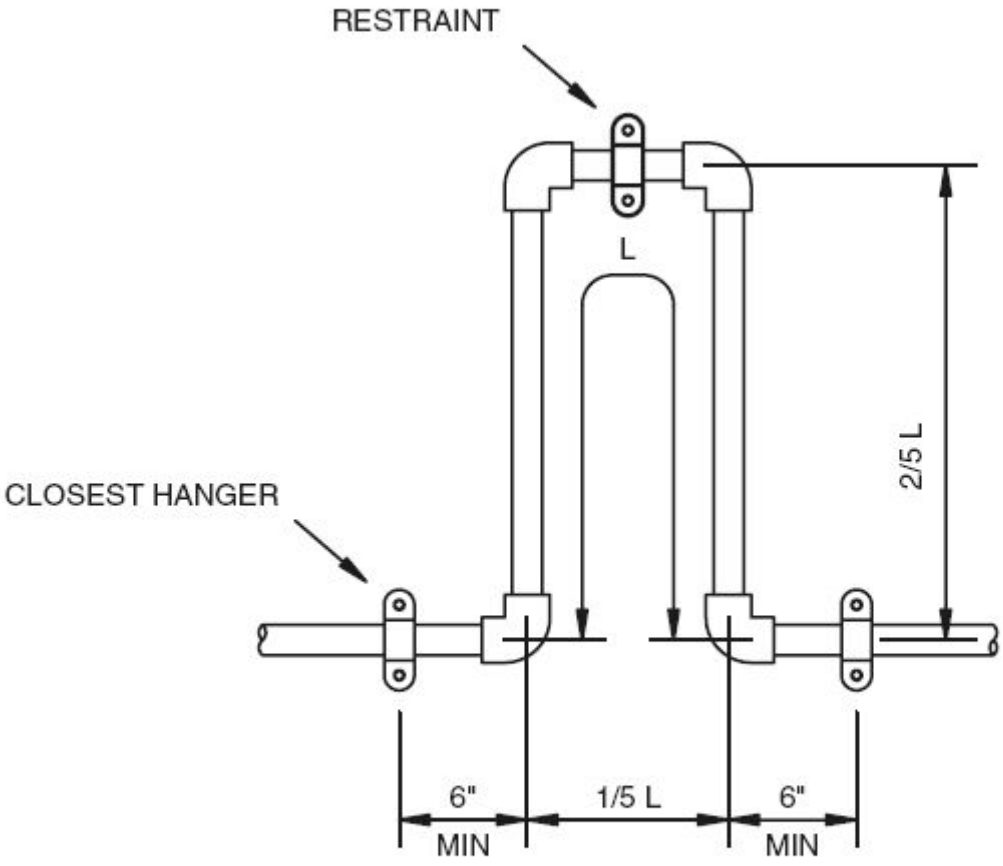
SCHEDULE OF EXPANSION LOOP DIMENSIONS						
EXPANSION LOOP NO.	" L " (FEET)	TOTAL EXPANSION (INCHES)	" W " (FEET)	" H " (FEET)	AMOUNT OF COLD SPRING - INCHES	REMARKS
-						

SCHEDULE OF EXPANSION BEND DIMENSIONS

EXPANSION BEND NO	LENGTH OF LONGEST LEG	LENGTH OF SHORTEST LEG	MINIMUM FEET IN LONGEST LEG (LEXP(FEET))	MINIMUM FEET IN SHORTEST LEG (LEG(FEET))

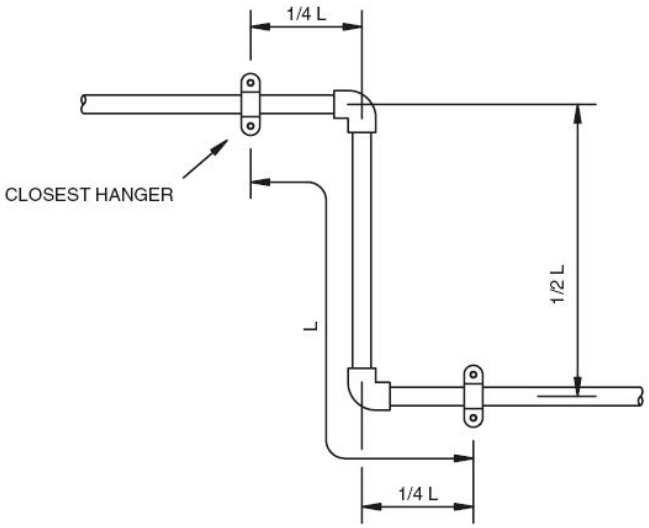
در شکلهای زیر نمونه های لوپ انبساط و نحوه ساپورت گذاری در لوله های پلیمری نشان داده شده است .

EXPANSION LOOP



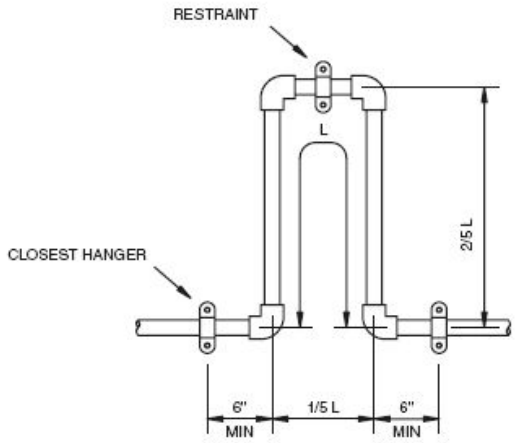
HANGERS SHOULD ONLY BE PLACED IN THE LOOP AS INDICATED ABOVE. PIPING SUPPORTS SHOULD RESTRICT LATERAL MOVEMENT AND SHOULD DIRECT AXIAL MOVEMENT INTO THE EXPANSION LOOP.

PIPE OFFSET



HANGERS SHOULD ONLY BE PLACED IN THE OFFSET AS INDICATED ABOVE. PIPING SUPPORTS SHOULD RESTRICT LATERAL MOVEMENT AND SHOULD DIRECT AXIAL MOVEMENT INTO THE EXPANSION LOOP.

EXPANSION LOOP



HANGERS SHOULD ONLY BE PLACED IN THE LOOP AS INDICATED ABOVE. PIPING SUPPORTS SHOULD RESTRICT LATERAL MOVEMENT AND SHOULD DIRECT AXIAL MOVEMENT INTO THE EXPANSION LOOP.

EXPANSION LOOP FORMULA

$$L = \sqrt{\frac{3\,ED\,(\Delta L)}{2S}}$$

Where:

- L = Loop length (in.)
- E = Modulus of elasticity at maximum temperature (psi)
- S = Working stress at maximum temperature (psi)
- D = Outside diameter of the pipe (in.)
- ΔL = Change in length due to change in temperature (in.)