آموزش کاربردی

دفترچه محاسبات موتورخانه استخر

پروژه محور

همراه با نکات اجرایی

سرفصل های مهم:

- محاسبات فیلترشنی
- محاسبه و انتخاب پمپ های استخر و جکوزی
- محاسبات دیگ، دودکش و مشعل
- محاسبات آب گرم مصرفی
- محاسبات پمپ های موتورخانه
- نقشه موتورخانه، استخر و جکوزی

مؤلف: مهندس مجید رحیمی

مشاور، طراح، ناظر و
مدرس تأسیسات مکانیکی

www.ganjinetasisat.com

محاسبات حجم آب استخر:

قدم اول برای طراحی تاسیسات استخر محاسبه حجم آب در استخرها می باشد. لذا ابتدا ابعاد استخر را در جدول زیر مشخص می کنیم. استخر تفریحی به ابعاد 7.5 در 5 و ارتفاع متوسط 1.50 متر موجود است بر همین اساس حجم آب استخر و دبی آن محاسبه می گردد. (استخر مستطیل شکل)

مساحت استخر	ارتفاع	حجم استخر(M3)	حجم استخر (Gal)	نوع استخر
37.5 m2	1.5 m	56.25 m3	14850	تفریحی

لذا برای اینکه حجم آب محاسبه گردد مساحت بدست آمده طبق تصویر بالا در میانگین ارتفاع استخر ضرب و حاصل در عدد 264 ضرب می گردد تا حجم آب برحسب گالن بدست بیاید. **قدم دوم** برای طراحی استخر محاسبه دبی مدار تصفیه استخر می باشد که از جدول زیر استفاده خواهیم کرد.

نوع استخر	دفعات تعویض (گردش) آب
استخر عمومی	**هر 6 ساعت یک بار (4 بار در 24 ساعت)**
استخر آموزشی و تمرینی	**هر 4 ساعت یک بار (6 بار در 24 ساعت)**
استخر کودکان	**هر 2 ساعت یک بار (12 بار در 24 ساعت)**
حوضچه آب سرد	**هر 1 ساعت یک بار (24 بار در 24 ساعت)**
استخر درمانی (جکوزی)	**هر 0.5 ساعت یک بار (48 بار در 24 ساعت)**

قدم سوم محاسبات و انتخاب فیلتر شنی می باشد، که باید بر مبنای دبی و شدت جریان مجاز، سطح فیلتر را محاسبه و قطر فیلتر بدست آید.

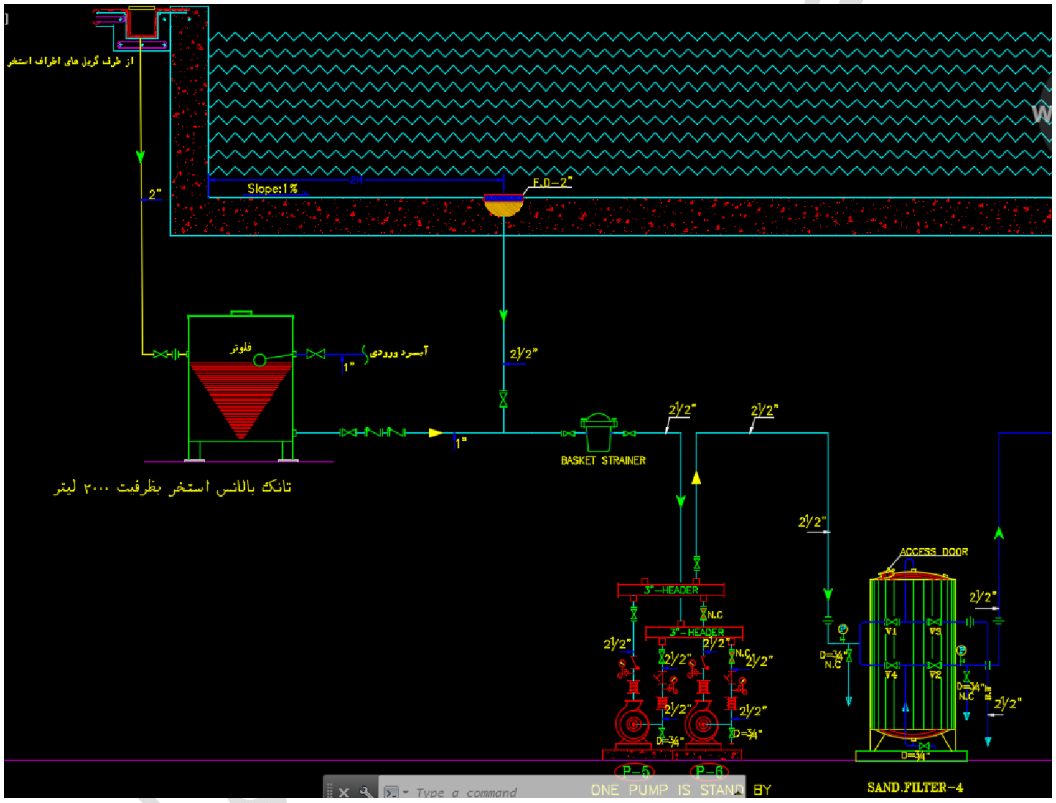
هرچه حداکثر مقدار شدت جریان در واحد سطح فیلتر کوچکتر باشد، به معنی آن است که در شدت جریان مساوی، سطح فیلتر بیشتری بر دستیابی به کیفیت مطلوب آب مورد نیاز خواهد بود. امروزه دیگر کمتر از فیلترهای شنی فلزی استفاده می گردد و بیشتر از فیلترهای شنی با بدنه فایبرگلاس استفاده می شود که نسبت به فیلترهای فلزی شدت جریان عبوری بیشتری از آنها گذر خواهد که همین عامل باعث کوچکتر شدن ابعاد دستگاه خواهد شد.

CODE	Ø	CONNECTION	FLOW	SAND	POOL	DIMENSIONS				PACKING FILTER			PACKING VALVE		
			m^3/h V=50$m^3/h/m^2$	Kg	m^2 (filt. 8h)	A	H	M	N	CODE	Kg GROSS	VOL. m^3	CODE	Kg GROSS	VOL. m^3
FV-350	350	1 ½"	5	50	40	370	710	420	295	FS-350	15,0	0,116	PS-6103	2,3	0,011
FV-450	450	1 ½"	8	70	64	455	765	430	305	FS-450	18,0	0,206	PS-6103	2,3	0,011
FV-500	500	1 ½"	9	90	72	525	770	415	290	FS-500	20,0	0,267	PS-6103	2,3	0,011
FV-550	550	1 ½"	11,5	110	92	585	790	455	330	FS-550	24,0	0,363	PS-6103	2,3	0,011
FV-600	600	1 ½"	14	125	112	620	805	455	330	FS-600	25,0	0,363	PS-6103	2,3	0,011
FV-650	650	1 ½"	15	230	120	685	860	435	310	FS-650	26,0	0,436	PS-6103	2,3	0,011
FV-680	680	1 ½"	18	240	144	715	915	500	375	FS-680	28,0	0,436	PS-6103	2,3	0,011
FV-750	750	2"	21	305	168	785	925	570	340	FS-750	33,0	0,595	PS-6104	3,8	0,024
FV-800	800	2"	25	325	200	815	960	590	360	FS-800	39,0	0,759	PS-6104	3,8	0,024
FV-900-2	900	2 ½"	30	510	240	935	1085	635	365	FS-900-2	51,0	1,014	PS-6200	7,8	0,061
FV-900	900	2"	30	515	240	935	1085	625	395	FS-900	51,0	1,014	PS-6104	3,8	0,024
FV-950	950	2 ½"	35	545	280	965	1085	670	400	FS-950	61,0	1,063	PS-6200	7,8	0,061

لوله های توزیع آب استخر، جکوزی و مدار جت نازل:

بعد از محاسبه دبی پمپ مدار تصفیه و جکوزی به توزیع آب در استخر و جکوزی خواهیم پرداخت. به طور کلی دو روش اصلی توزیع آب دراستخرها وجود دارد:

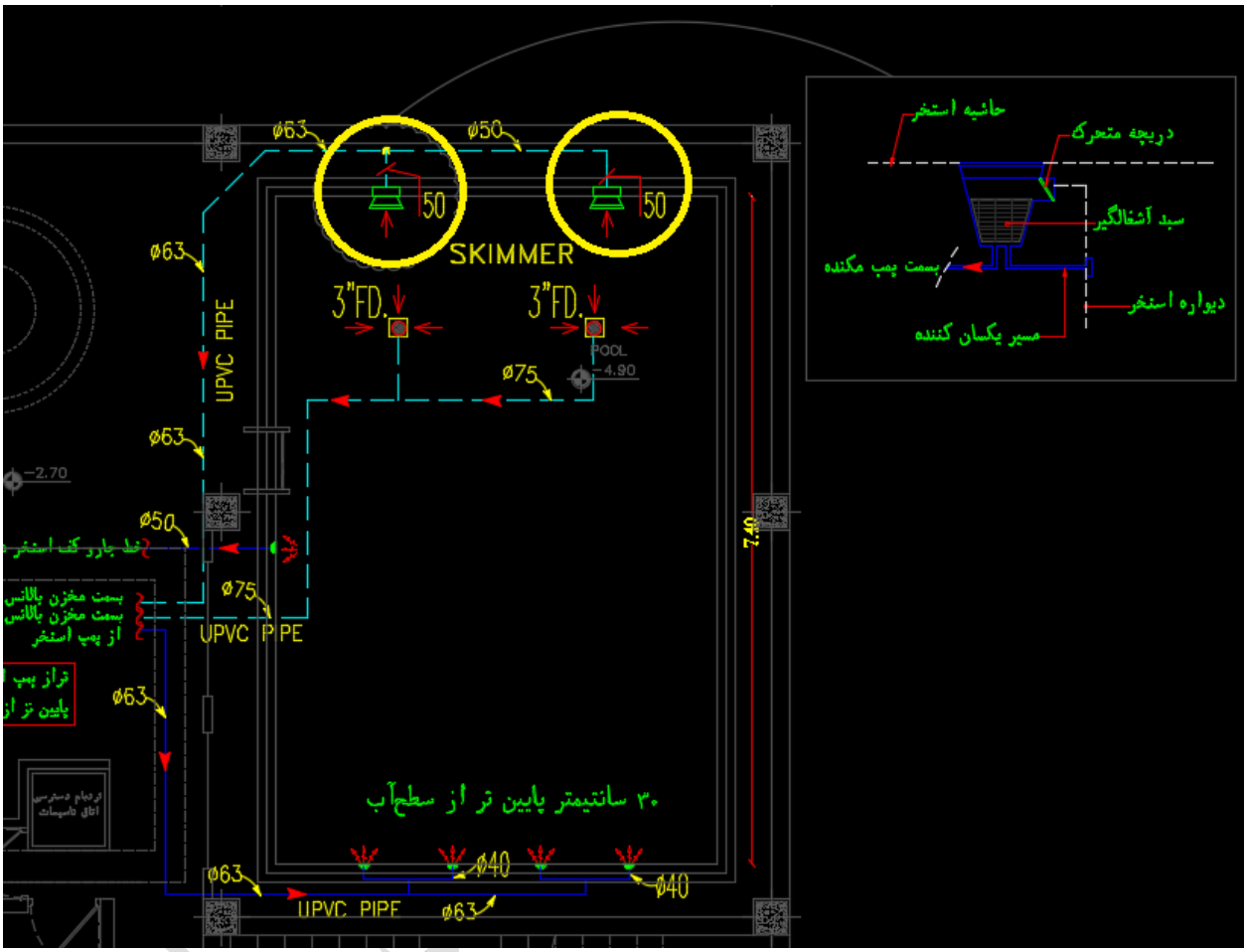
- توزیع از دیواره- مکش از کف + اسکیمر
- توزیع از کف - مکش از سطح (گریل دور تا دور)



خروج آب اسکیمر به منبع بالانس

در این پروژه به واسطه شرایطی اجرایی و کمبود فضا، روش توزیع از دیواره به همراه مکش از کف و اسکیمر استفاده شده است. در صورتی که از اسکیمر استفاده می گردد، پیشنهاد می گردد خروجی آب اسکیمر به یک مخزن بالانس 200 تا 300 لیتری در پروژه های کوچک متصل گردد تا هیچگاه پمپ مدار تصفیه هوا نکشد (مکش پمپ مدار تصفیه توامان هم از عمیق ترین قسمت کاسه استخر و هم مخزن بالانس اسکیمر صورت می گیرد).

در این پروژه مساحت سطح استخر 37.5 متر مربع می باشد، طبق استاندارد می توان حداقل یک اسکیمر استفاده گردد، که در این پروژه از دو اسکیمر در مقابل نازل های ورودی به استخر استفاده شده است.



از دو اسکیمر در راستای طولی استخر استفاده شده است، نازل های ورودی آب به استخر در مقابل اسکیمر قرار می گیرد تا با ایجاد یه حرکت طولی در راستای استخر به لحاظ سطحی نیز راندمان تصفیه بالاتر برود. موقعیت دریچه های خط مکش نیز در عمیق ترین قسمت کاسه استخر می باشد که طبق استاندارد 11203 باید بیش از یک دریچه مکش در استخرها قرار داشته باشد.

مدار توزیع آب جکوزی:

در جکوزی دو مدار وجود دارد، مدار تصفیه و مدار جت نازل

دبی مدار تصفیه طبق آنچه که قبلا محاسبه شد براساس نرخ تعویض آب به دست می آید. دبی مدار جت نیز براساس تعداد نازل های مورد استفاده برای هر نفر محاسبه می گردد. در این پروژه برای استفاده 4 نفر ساخته شده است و برای هر نفر 2 نازل استفاده می گردد، روی رینگ پایین 4 نازل و رینگ بالا 4 نازل قرار دارد، باتوجه به جت نازل های عرف در بازار دبی هر جت 15 گالن بر دقیقه در نظر گرفته می شود.

لذا با ضرب تعداد نازل روی هر رینگ در دبی هر نازل،60 گالن بر دقیقه بر روی رینگ بالا و روی رینگ پایین نیز همین دبی را خواهیم داشت. باتوجه به اینکه جکوزی دارای مقطع گرد می باشد، از رینگ مدور استیل استفاده می گردد، با دبی هر رینگ سایز لوله ورودی به رینگ زده می شود.

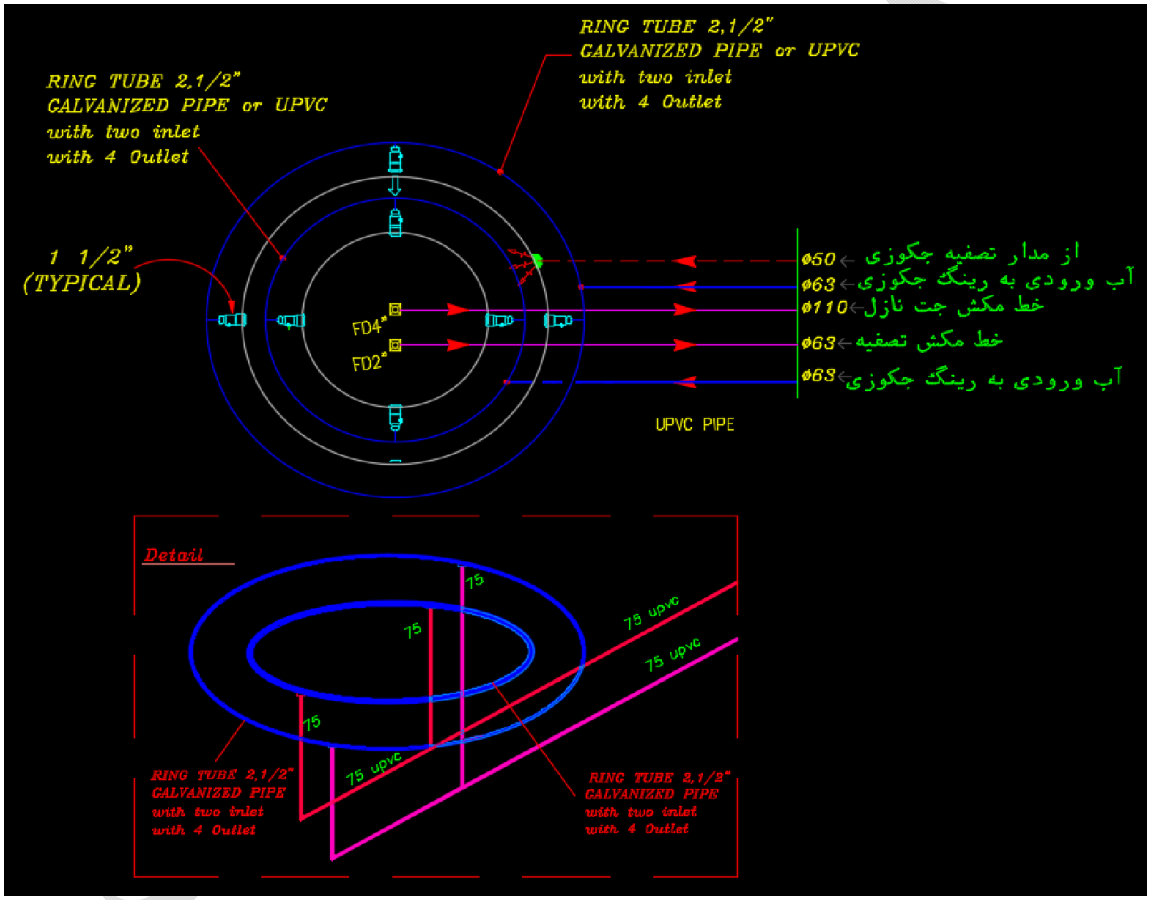
خط تخلیه جکوزی نیز باید به گونه ی سایز گردد که حداقل سرعت روی خط مکش داشته باشیم (0.5 متر بر ثانیه) لذا توصیه می گردد در جکوزی های با قطر بزرگتر از دو دریچه مکش استفاده گردد تا با بسته شدن قسمتی از دریچه توسط افراد استفاده کننده، قدرت مکش زیاد نگردد.

ورودی آب تصفیه از سکوی دوم وارد جکوزی می گردد (30 سانتمتر بالاتر از فضای نشیمن)، در جکوزی ها نیز توصیه می گردد به جهت توزیع مناسب آب و بالاتر بردن کیفیت کاریی به روش سرریزی اجرا گردد، در این پروژه نیز به روش سرریزی اجرا خواهد شد، بدین شکل که آب از دور تا دور جکوزی وارد گریل می گردد، سپس از گریل وارد مخزن بالانس می گردد.

همانطور که مشاهده می کنید، خط سبز رنگ آبی که وارد گریل می شود را به مخزن تعادل هدایت می کند. خط آبی رنگ نیز از مدار تصفیه و گرمایش جکوزی می باشد که از سکوی بالا در تراز 90 سانتیمتری از کف تمام شده وارد دیواره جکوزی می شود.خط مکش مدار تصفیه و مدار جت جکوزی هر کدام به صورت مجزا اجرا و سایز می گردند (کلیه لوله از جنس UPVC استخری می باشد).

دو روش برای مکش یا تخلیه سطحی آب در جکوزی ها وجود دارد، در پروژه هایی که امکان نصب گریل دور تا دور جکوزی وجود ندارد از اسکیمر استفاده می کنند (این روش در عمل بازدهی مناسبی نداشته و اغلب چربی دور اسکیمر جمع خواهد شد).

روش بسیار مناسب در جکوزی ها روش سر ریزی می باشد که در این پروژه همین روش مورد استفاده قرار گرفته است، لازمه استفاده از این روش در نظر گرفتن منبع بالانس می باشد که اغلب در پروژه های مسکونی و ویلایی سایز منبع بالانس 1000 لیتر در نظر گرفته می شود.



لوله های تصفیه، جت نازل و مکش جکوزی

قدم چهارم: محاسبات مبدل حرارتی استخر و جکوزی

محاسبات مبدل حرارتی استخر و جکوزی :

برای محاسبه ظرفیت حرارتی مبدل استخر و جکوزی، باید ظرفیت حرارتی گرمایش آب و اتلاف حرارتی ناشی از تبخیر سطحی آب را محاسبه کرد سپس با مجموع بار با مراجعه به کاتالوگ تولید کننده مبدل نزدیک ترین مبدل به ظرفیت مورد نظر انتخاب می گردد.

براساس Ashraeمحدوده متداول شرایط آسایش حرارتی شناگران به شرح ذیل می باشد:

نوع استخر	دمای هوا	دمای آب	رطوبت نسبی
استخرهای تفریحی	24-29 °C (75-85°F)	24-29 °C (75-85°F)	**50-60%**
استخرهای درمانی	27-29 °C (80-85°F)	24-35 °C (75-85°F)	**50-60%**
استخرهای قهرمانی	26-29 °C (78-85°F)	24-28 °C (76-82°F)	**50-60%**
استخرهای غواصی	27-29 °C (80-85°F)	27-32 °C (80-90°F)	**50-60%**
استخرهای سالمندان	29-32 °C (84-90°F)	29-32 °C (84-90°F)	**50-60%**
استخرهای هتل ها	28-29 °C (82-84°F)	28-30 °C (82-86°F)	**50-60%**
جکوزی ها	27-29 °C (80-85°F)	36-40 °C (97-104°F)	**50-60%**

به منظور کاهش نرخ تبخیر آب استخر، **دمای هوا باید به اندازه 2 تا 4 فارنهایت بالاتر** از دمای آب در نظر گرفته شود. عموما دمای آب برای استخرها 80 فارنهایت و برای جکوزی 104 فارنهایت در نظر گرفته می شود.

طبق استاندارد ملی 11203- الزامات عمومی استخر- افزایش دمای هوا بیش از 30 درجه سانتیگراد موجب تبخیرآب روی سطح پوست شده و در نتیجه آن پدیده سرمایش بدن شناگر رخ خواهد داد.

افت مسیر لوله کشی:

در این پروژه جانمایی موقعیت استخر و موتورخانه در یک تراز می باشد، لذا باتوجه به مسیر لوله کشی دورترین فاصله از نازل های ورودی تا پمپ در حدود 25 متر خواهد بود لذا افت مسیر لوله کشی به شرح ذیل محاسبه می گردد.(باتوجه به اینکه استخر به روش توزیع از دیواره و مکش از کف می باشد طولانی ترین مسیر رفت و برگشت در نظر گرفته می شود).

برای محاسبه افت فشار مسیر لوله کشی نرخ افت فشار برای سایزینگ لوله های سیستم تصفیه 3 فوت در هر 100 فوت در نظر گرفته شده است و 50 درصد طول را برای افت فشار اتصالات در نظر خواهیم گرفت.

HL= (25× 3.28) × 1.5×3/100 =3.69 ft or 1.12 m

افت موگیر پمپ :

H haircature = 2 m

افت مبدل حرارتی: عموما افت مبدل 1 تا 3 متر خواهد بود.

H heat exchanger = 3 m

افت فیلترشنی: عموما در کاتالوگ های مطرح دنیا این افت 30 فوت در نظرگرفته شده است.

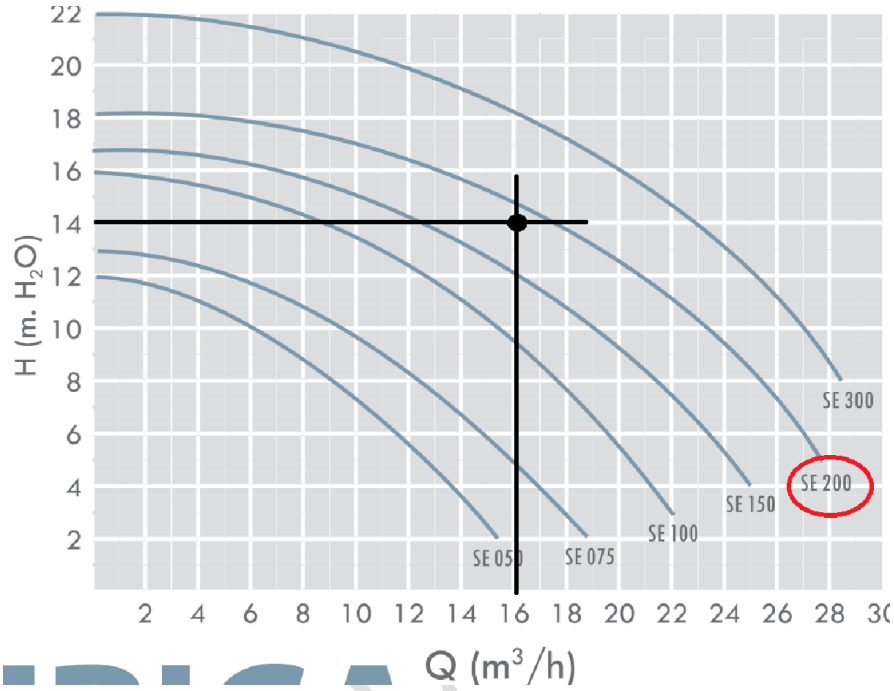
H sand filter ≈10 m

هد پمپ :

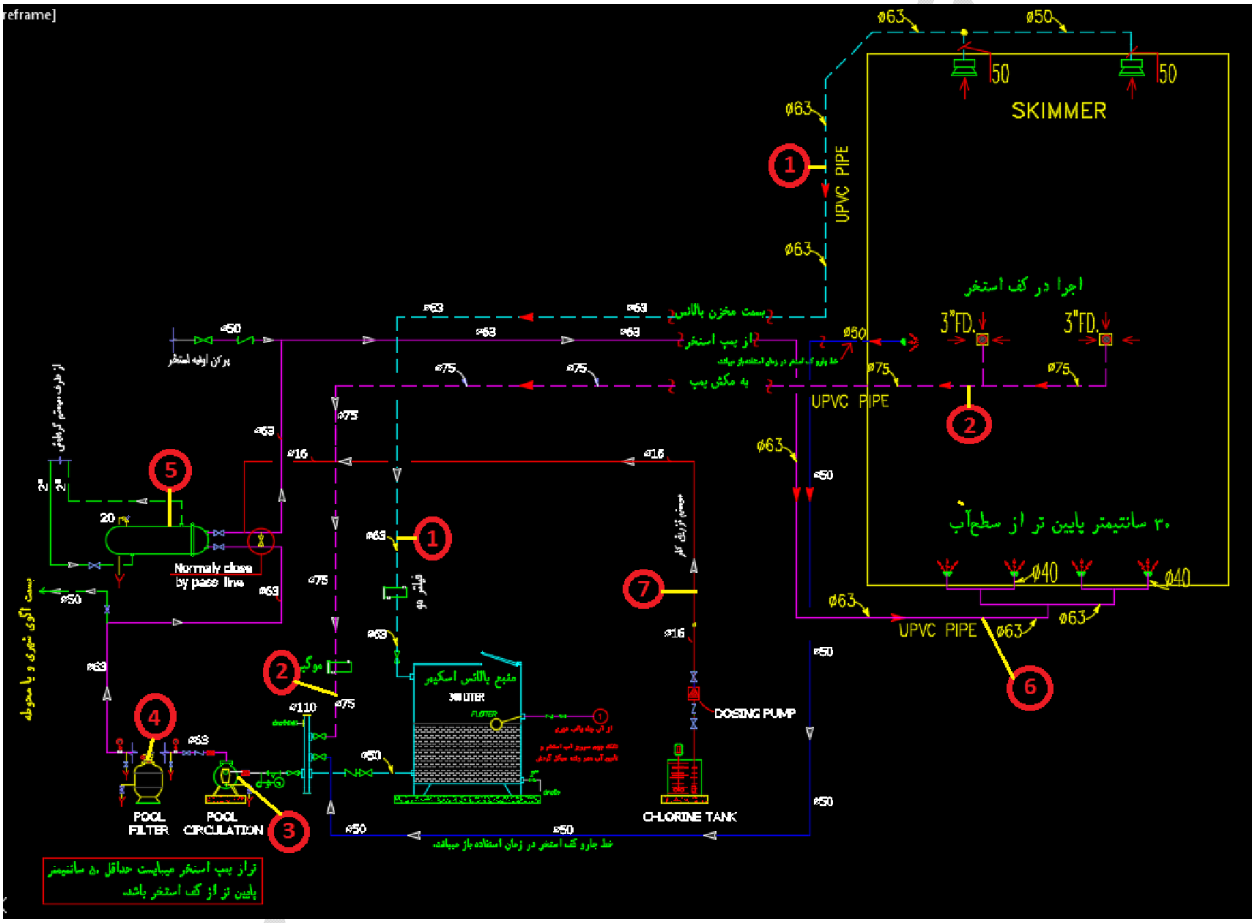
H total = (1.12+2+3+10)= 16.12 m or 53 ft

2 Pump (one is standby) model IML: SE200

با دبی و هد محاسبه شده وارد منحنی پمپ خواهیم شد، با تقاطع دبی و هد نزدیک ترین مدل پمپ به پروژه مدل مشابه زیر می باشد (همیشه سعی گردد اولین انتخاب برای پمپ های استخری پمپ های فابریک استخری مد نظر قرار گیرد).



در تصویر زیر فلودیاگرام تصفیه خانه استخر را مشاهده می کنید، ابتدا از مسیر شماره 1 آب از اسکیمر ها وارد منبع بالانس اسکیمر شده، سپس از مسیر شماره 2 از کفشوی های کف استخر آب وارد کلکتور خط مکش پمپ می گردد. پمپ تصفیه استخر شماره 3 آب را با فشار به سمت فیلتر شنی شماره 4 ارسال می کند. پس از تصفیه آب، توسط مبدل حرارتی (شماره 5) گرم شده و آب گرم و تصفیه شده وارد استخر می شود (شماره 6). در پایان سیکل گرمایش باید کلر زنی انجام گردد (شماره 7)



فلودیاگرام تصفیه خانه استخر

محاسبات موتورخانه:

در این پروژه جهت گرمایش اتاق ها و پذیرایی از داکت اسپلیت با کویل آبگرم و جهت گرمایش استخر از داکت فنکویل استفاده شده است. این پروژه دارای طبقه زیر زمین، همکف و طبقه اول می باشد که طبقه اول و همکف هر کدام دارای مساحت 250 متر مربع می باشد که فقط 150 متر مربع آن تهویه می شود و متراژ طبقه زیرزمین که گرمایش می شود 100 متر مربع می باشد.

بار گرمایش ساختمان :

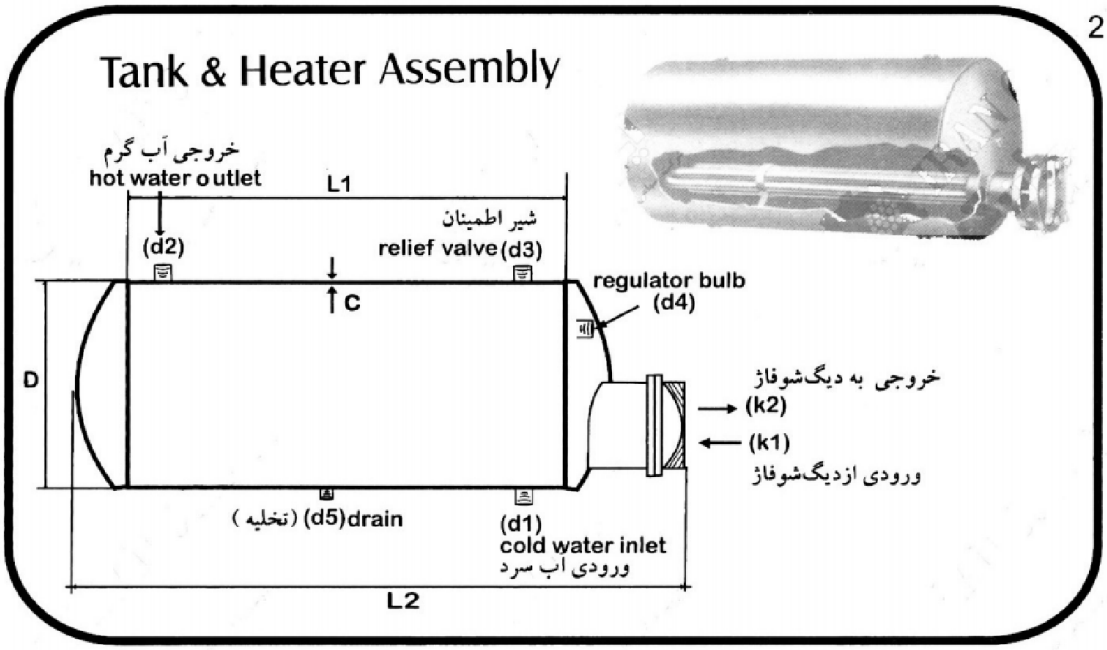
Q T= (400m2*500BTU/h)=200000 BTU/hr

بار گرمایی آبگرم مصرفی :

ابتدا براساس نقشه های معماری تعداد تجهیزات را شمارش خواهیم کرد .

نوع سرویس	تعداد	مصرف (GPH)	ضریب تقاضا (DF)	ضریب ذخیره سازی (DS)	کل مصرف
دستشویی و توالت عمومی	14	2	0.30	1.25	28
سینک ظرفشویی	2	10			20
ماشین ظرفشویی	2	15			30
دوش	6	30			180
					258

Source: ASHRAE Applications Handbook-Service Water Heating



Horizontal Tank Heater — مخزن آب گرم کویلدار (افقی)

ردیف	capacity	Heating surface	MODLE	Heating capacity	TANK DIMENSION			Thick-ness	BOILER WATER 180°F		Fitting				
	ظرفیت	سطح حرارتی	NO.	ظرفیت حرارتی	ابعاد مخزن			ضخامت ورق	ورودی وخروجی به کویل		اندازه بوشنها				
NO.	LITS	FT²	GWTH	kca/h x1000	D (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	C (mm)	k1 (in)	k2 (in)	d1 (in)	d2 (in)	d3 (in)	d4 (in)	d5 (in)
1	200	4	436	11	500	1000	1300	3	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
2	300	6	448	16	560	1200	1500	4	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
3	400	8	466	22	635	1200	1500	4	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$
4	500	10	484	27	650	1500	1800	4	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$

به دلیل کمبود فضا در این پروژه از یک دیگ چدنی استفاده خواهیم کرد:

اعمال 10 درصد اضافی بعنوان ضریب استهلاک سیستم

اعمال 10 درصد اضافی بعنوان ضریب اطمینان عملکرد

Q BOILER =654200×1.1×1.1 =791500 BTU/hr or 198000 Kcal/hr

باتوجه به اینکه راندمان دیگ های چدنی در بازه 70 تا 80 درصد می باشد، در زمان انتخاب دیگ راندمان دیگ مبنای انتخاب قرار می گیرد.

مدل دیگ	واحد	Turbo-8	Turbo-9	Turbo-10	Turbo-11	Turbo-12	Turbo-13	Turbo-14	Turbo-15
تعداد پـــره‌هـــا	Pcs	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
ظرفیت حـــرارتـــی	Kw	۲۸۳	۳۳۶	۳۸۸	۴۴۱	۴۹۵	۵۳۶	۵۹۹	۶۵۱
	Kcal/hr	۲۴۳,۰۰۰	۲۸۹,۰۰۰	۳۳۴,۰۰۰	۳۷۹,۰۰۰	۴۲۶,۰۰۰	۴۶۱,۰۰۰	۵۱۵,۰۰۰	۵۶۰,۰۰۰
	btu/hr	۹۶۶,۰۰۰	۱,۱۴۶,۰۰۰	۱,۳۲۴,۰۰۰	۱,۵۰۵,۰۰۰	۱,۶۸۹,۰۰۰	۱,۸۲۹,۰۰۰	۲,۰۴۴,۰۰۰	۲,۲۲۱,۰۰۰
حجم آب‌گیری دیگ	Lit.	۱۳۱	۱۴۷	۱۶۳	۱۷۹	۱۹۵	۲۱۱	۲۲۷	۲۴۳
قطر دهانه دودکش دیگ	mm	۳۰۰				۴۰۰			
حجم محفظـــه احتـــراق	m³	۰/۲۶۶۴	۰/۲۹۹۷	۰/۳۳۳	۰/۳۶۶۳	۰/۳۹۹۶	۰/۴۳۲۹	۰/۴۶۶۲	۰/۴۹۹۵
سایز اتصالات ورود و خروج دیگ	DN(")	۳							
قطر دهانه مشعل‌گیـــر	mm	۱۴۴				۱۸۵			
طول دیگ	mm	۱۵۶۱	۱۷۱۴	۱۸۶۷	۲۰۲۰	۲۱۷۳	۲۳۲۶	۲۴۷۹	۲۶۳۲
عرض و ارتفاع دیگ	mm	۷۲۵ × ۱۱۲۱							
وزن خالص دیگ	kg	۹۲۰	۱۰۲۲	۱۱۲۴	۱۲۲۶	۱۳۲۷	۱۴۲۹	۱۵۳۱	۱۶۳۳
حداکثر دمای کاری مجاز	°C	۱۰۵							
حداکثر فشار کاری مجاز	Bar	۴							
نوع سوخت گازی		گاز طبیعی (گاز شهری)							
نوع سوخت مایع		گازوئیل							

نزدیک ترین حالت به ظرفیت گرمایشی مدل turbo-8 می باشد(همانطور که قبلا بدان اشاره کردیم در زمان انتخاب باید راندمان دیگ در نظر گرفته شود، دیگ توربو هشت پره دارای ظرفیت اسمی 243 هزار کیلوکالری برساعت می باشد، اگر فرض کنیم دیگ چدنی دارای راندمان 80٪ می باشد، ظرفیت نهایی این دیگ 195 هزار کیلوکالری بر ساعت می باشد که بسیار نزدیک به ظرفیت پروژه می باشد).