

Qaridagam

www.WikiPG.com

کتابچه‌ی "موتورخانه‌ی استخر" توسط دپارتمان پژوهش شرکت پاکمن، زیر نظر مهندس میرزا زاده تشکیل و تصحیح شده است. در این کتابچه سعی شده تابه ساده‌ترین شکل، تاسیسات مورد استفاده در موتورخانه‌ی یک استخر شنا مورد بررسی قرار گیرد و به بحث‌های حاشیه‌ای پرداخته نشود.

در این مجموعه، طراحی سیستم گرمایش، فیلتراسیون و پمپاز یک استخر مورد بررسی قرار گرفته است و با بهره گیری از کتاب Ashrae و تجربیات مدیران شرکت پاکمن در ساخت و طراحی تاسیسات مکانیکی استخر، مجموعه‌ای کم نظیری درباره‌ی موتورخانه‌ی استخر در اختیار شما مهندسین و دانشجویان گرانقدر قرار بگیرد.

این مجموعه در ۵ فصل، ارائه شده است که فصل اول به عنوان مقدمه به بررسی کلی تاسیسات مجموعه استخر شنا پرداخته و نمای کلی از یک موتورخانه‌ی استخر تحلیل شده است.

در فصل دوم این مجموعه به انتخاب سیستم گرمایشی برای استخر اشاره شده است و در ادامه نحوه انتخاب بویلر و ادوات گرمایشی استخر به تفضیل آورده شده است.

در فصل سوم این کتابچه انواع فیلترها و روش‌های تصفیه آب با یکدیگر مقایسه شده و در انتهای طریقه محاسبات فیلترهای شنی و انتخاب آنها برای استخرهای شنا مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل چهارم سیستم پمپاز استخر و جکوزی، در کنار روش انتخاب پمپ از روی کاتالوگ ارائه شده است.

در فصل پنجم این کتابچه، مثال کامل و واضحی از یک استخر به ابعاد ۱۲,۵ متر در ۲۵ متر و نحوه طراحی موتورخانه‌ی این استخر آورده شده است.

امیدواریم که مطالب این مجموعه مورد استفاده شما عزیزان قرار بگیرد.

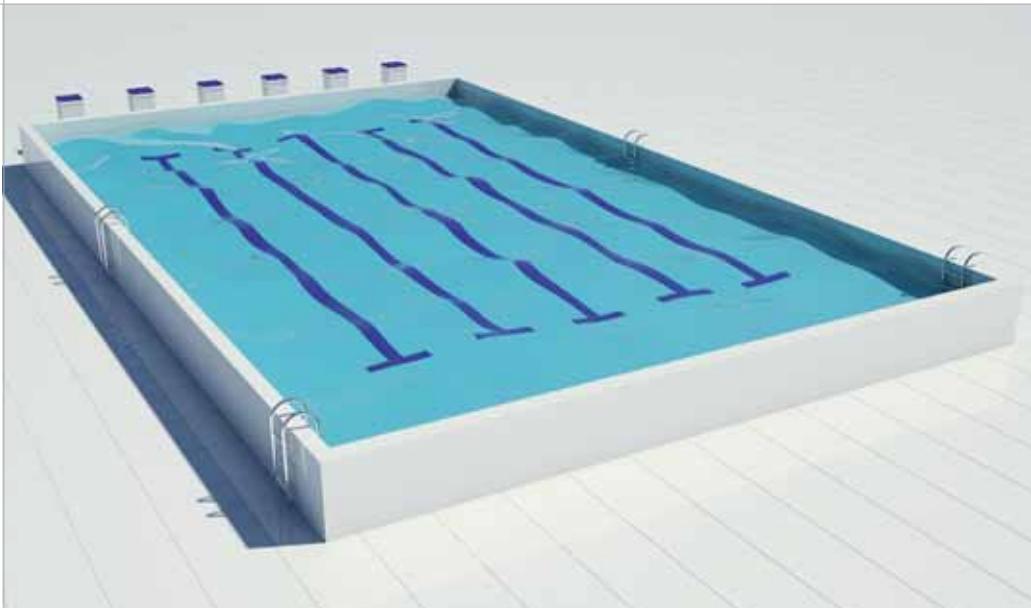
در انتهای لازم می‌دانیم از مدیریت محترم شرکت پاکمن، جناب مهندس میرزا زاده کمال تشکر و قدردانی را داشته باشیم که در راستای ارتقای سطح علمی این صنعت تلاش‌های بسیاری را داشته‌اند.

همچنین در این مجموعه از دانایی‌های مهندسین دفتر فنی کارخانه شرکت پاکمن و مهندسین گروه خدمات و اجرای شرکت پاکمن استفاده‌های ارزنده‌ای شده است که کمال تشکر و قدردانی را از این عزیزان داریم.

فهرست

٤	فصل ١ استخر
١٠	فصل ٢ گرمایش
٢٠	فصل ٣ فیلتراسیون آب استخر
٣٠	فصل ٤ پمپاژ آب استخر
٣٤	فصل ٥ مثال طراحی موتورخانه استخر
٤٤	ضمیمه ١ رطوبت گیرها
٥٢	ضمیمه ٢ جدول تعیین قطر لوله
٥٦	ضمیمه ٣

فصل ١



www.WikiPG.com

استخراج

موتورخانه های معمولی استخر دارای تجهیزات زیر می باشند:

- دیگ آبرگرم منع کوپل دار
- دیگ بخار موگیر
- سختی گیر پمپ
- شیر آلات و اتصالات فیلتر شنی
- مبدل حرارتی

طراحی موتورخانه استخر شامل ۳ بخش کلی می باشد.

- بخش اول واحد گرمایش
- بخش دوم تصفیه آب
- بخش سوم پمپاز



برای بررسی موتورخانه یک استخر لازم است تا تک واحد های استخر به صورت مجزا مورد بررسی قرار گیرند تا تمامی تجهیزات مورد نیاز برای ایجاد آسایش شناگران مشخص شود.

□ مقدمه

با پیشرفت‌هایی که در چند سال اخیر حاصل شده است، شیوه ها و مفاهیم طراحی استخرها تغییر پیدا کرده و ویژگی های جدیدی به آنها اضافه شده است. طرح های جدید با توجه به توصیه های مشاوران استخرسازی دریاره چیدمان، استقرار و شکل استخر تهیه می شوند. مهندسان تاسیسات نیز باید مطابقت داشتن کلیه تجهیزات استخر را با مقتضیات جریان و فیلتراسیون آن مورد بررسی قرار داده و تأیید کنند. البته ملاحظات دیگری چون سیستم های الکتریکی، نوع پمپ ها، نوع فیلترها و شیمی آب نیز وجود دارند.

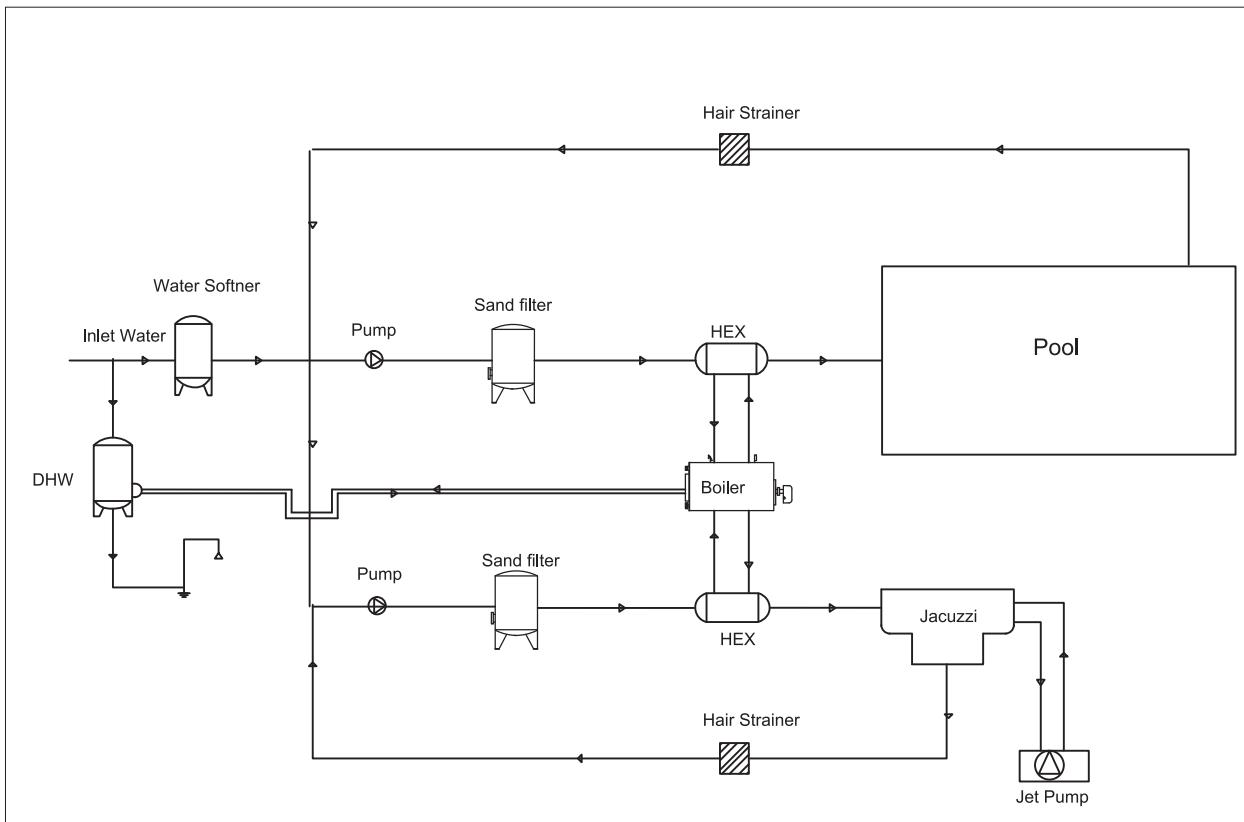
سازندگان استخرها باید بخوبی با تجهیزات مورد استفاده در استخرها، رنگ ها و پرداخت های سطوح، شیمی آب، پمپاز مکانیکی، فیلتراسیون، سیستم های گرمایش و الکتریکی آشنایی داشته باشند.

□ استخر شنا

استخر های شنا برای کاربری های مختلفی مورد استفاده قرار می گیرند که بنا بر کاربری آن، دارای قسمتهای متفاوتی می باشد. یک استخر عمومی، دارای بخش هایی است که در زیر به آن اشاره می کنیم:

۱. سالن استخر
۲. استخر شنا
۳. جکوزی
۴. سونا بخار
۵. سونا خشک
۶. حوضچه آب سرد
۷. ورودی
۸. رخت کن
۹. دوش ها
۱۰. دستشویی ها

برای عملکرد بهینه‌ی این بخش ها نیاز به یک سیستم تاسیساتی یکپارچه است تا بتواند محیطی مناسب را برای شناگران تامین کند. برای برآورد این نیاز، تاسیسات یکپارچه‌ای رادر فضایی به نام موتورخانه استخر تعبیه می کنند.



شکل ۱. استخر شنا

□ آب مناسب

آب حیاتی ترین پارامتر استخر است.

آب شهر با دمای ۲۰-۳۰ درجه سانتی گراد (بسته به شهر و یا کشور مورد استفاده) وارد موتورخانه شده و این آب قبل از ورود به استخر می باید مراحلی را طی کند، به دمای آسایش انسان نزدیک شود و در استخر مورد استفاده قرار گیرد، آب شهر همچنین باید سختی گیری شده و تصفیه گردد و در مراحلی مواد شیمیایی نظیر کلر به آب اضافه گردد تا ذرات و مواد مضر آن گرفته شود. آب مورد استفاده در استخر شنا امکان جذب میکروب و ویروس را دارد و باید همواره از سلامت آن اطمینان حاصل کرد. برای مقابله با این مشکلات از فیلترها و مواد شیمیایی استفاده می شود. یکی دیگر از مشکلات مربوط به آب در سیستم موتورخانه استخر، سختی آن است که همه ساله میلیونها دلار در جهان صرف نگهداری و تعمیرات تجهیزات و لوله کشی های آسیب دیده از آن می شود.

mekanizm ایجاد سختی آب بدین صورت است که بخار آب در جو چگالیده شده، دی اکسید کربن هوا را در خود حل می کند و تشکیل اسید ضعیفی بنام اسید کربنیک می دهد. این اسید همراه با قطرات باران به زمین می بارد. از خاک های سطحی عبور کرده و به بستر های سنگی زیر زمینی که معمولا سنگ آهک کند و موجات سختی آب را فراهم می آورد.

می باشد می رسد، سنگ آهک مخلوطی از کربنات کلسیم و منیزیم است. اسید ضعیف، آهک را در خود حل برای مقابله با این مشکل از سختی گیر استفاده می شود.

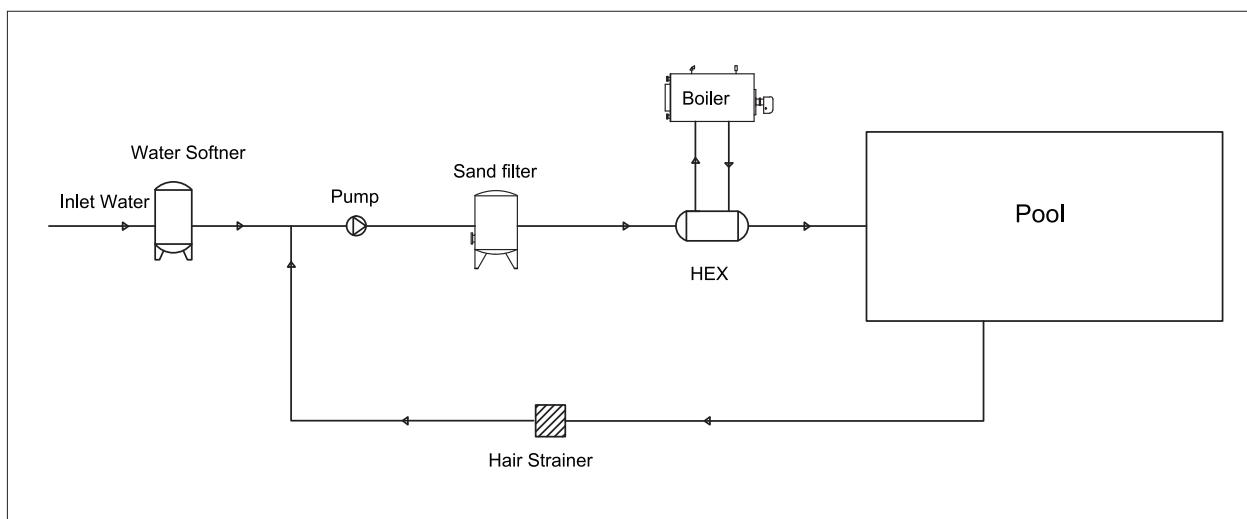
□ تاسیسات سالن استخر

استخرها به دو صورت سرباز و سروپوشیده مورد استفاده قرار می گیرند.

در صورت سروپوشیده بودن استخر های شنا نیاز به تهویه سالن، وجود دارد. سالن مورد استفاده باید در درجه حرارت مناسب و رطوبت مطلوب باشد. برای تامین این درجه حرارت باید از وسایل سرمایشی و گرمایشی استفاده کرد که در این کتابچه به بررسی این مسائل نمی پردازیم و تنها به نوع سیستم تامین کننده این حرارت و رطوبت اشاره خواهد شد. در ضمن در ضمیمه ۱ نیز مطالب مفیدی درباره ای رطوبت گیر ها آورده شده است.

□ تاسیسات استخر شنا

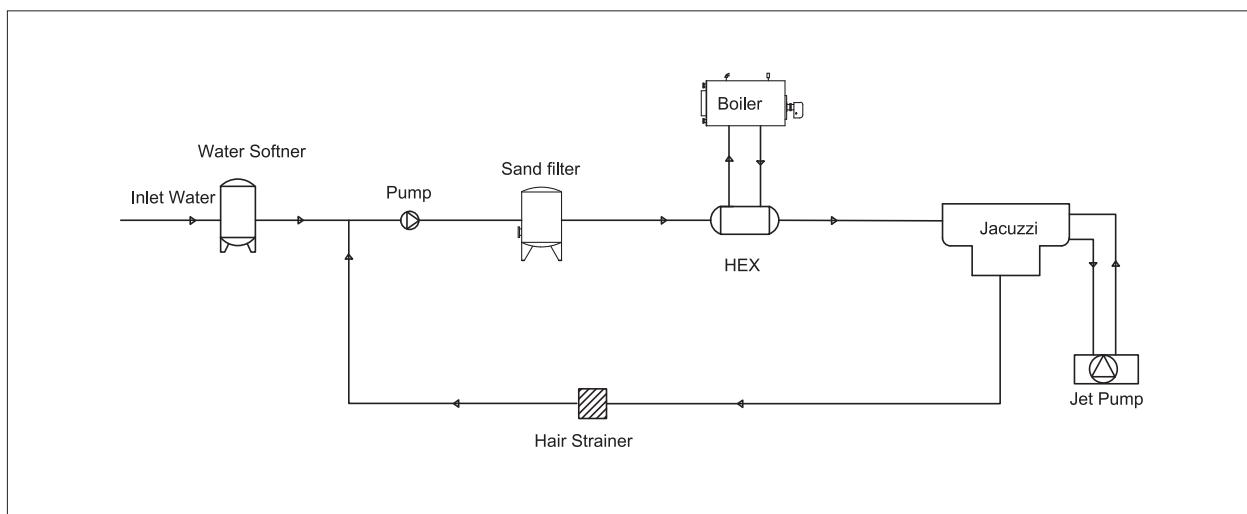
آب استخر باید عاری از هر نوع کثیفی باشد و دمای آن باید بین ۲۶ تا ۲۷ درجه سانتی گراد تنظیم گردد. برای تامین این شرایط نیاز به تجهیزات تاسیساتی است که در زیر نمای شماتیک این سیستم نشان داده می‌شود.
در این نما، سیستم سیرکولاویون لازم برای تامین شرایط مورد نیاز آب نشان داده شده است همچنین چگونگی رسیدن آب به درجه حرارت مورد نیاز نیز کاملاً مشخص می‌باشد.



شکل ۲. تجهیزات استخر

□ تاسیسات جکوزی

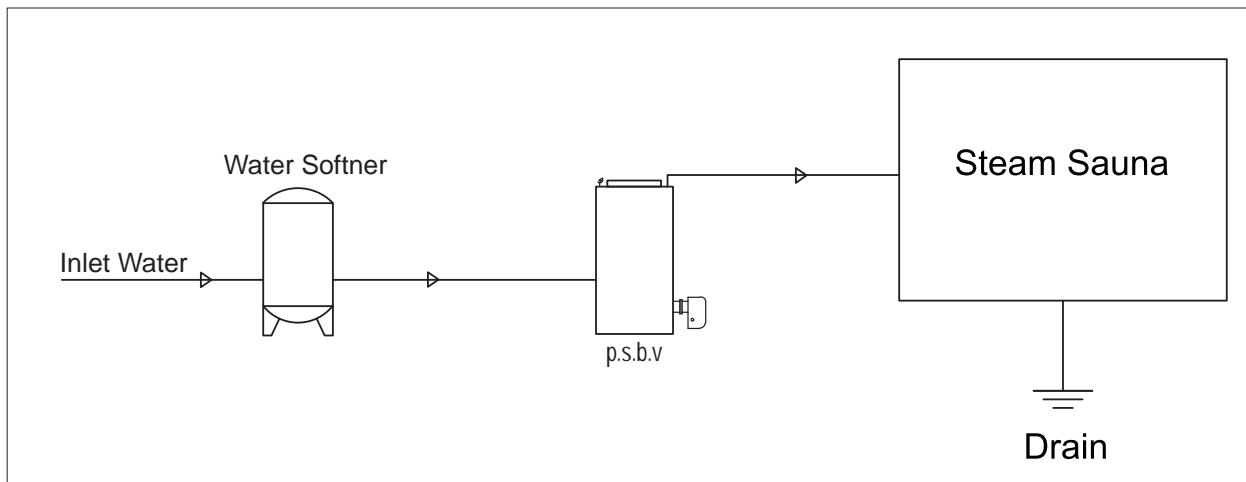
جکوزی در دمای مطلوب بین ۳۶ تا ۴۲ درجه کار می‌کند و باید آبی تمیز داشته باشد. برای تامین این شرایط نیاز به تاسیساتی است که در زیر نمای شماتیک این سیستم نشان داده می‌شود. جکوزی‌ها دارای سیستم‌های جت پمپ هستند تا با فشار آب و برخورد آن به بدن شناور، آب درمانی جکوزی تکمیل گردد.



شکل ۳. تاسیسات جکوزی

□ تاسیسات سونای بخار

برای بهره برداری مناسب از سونای بخار، باید رطوبت نسبی تا ۹۹ درصد را برای آن فراهم کرد. برای ایجاد این شرایط لازم است تا با استفاده از تاسیسات نشان داده شده در شکل زیر این محیط را برای استفاده مهیا کرد.



شکل ۴. تاسیسات سونای بخار

□ تاسیسات سونای خشک

برای استفاده از سونای خشک نیاز به نصب تاسیسات در موتورخانه نمی باشد و در این قسمت به بررسی آن نمی پردازیم.

□ حوضچه آب سرد

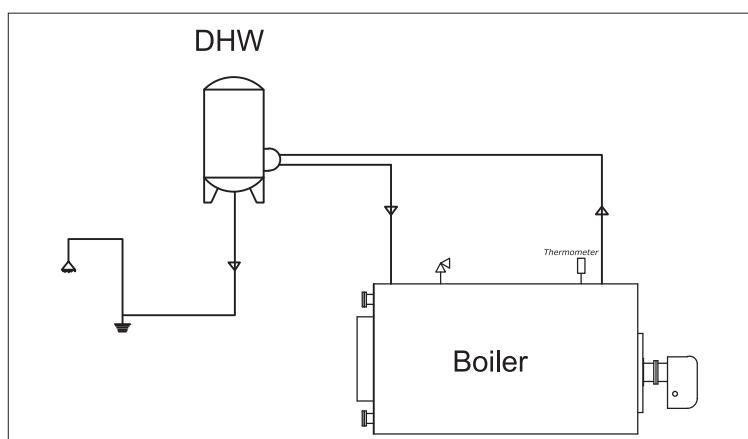
برخی از پزشکان، فواید بسیار زیادی را برای استفاده از حوضچه های آب سرد بر می شمرند. برای عملکرد صحیح حوضچه های آب سرد، می توان راه های مختلفی را انتخاب نمود. در بعضی از استخرها از سیستم های سرمایش مانند پیلر کمک می گیرند تا درجه حرارت این حوضچه را پایین نگاه دارند.

□ ورودی و رخت کن

در سالن ورودی و رختکن یک استخر، باید با تهیه مناسب و استفاده از سیستم های سرمایشی و گرمایشی، محیطی آرام برای شناگر ایجاد کرد. برای طراحی تاسیسات این دو قسمت مشابه کتاب های طراحی تهویه مطبوع همچون کتاب کریر عمل می کنیم.

□ دوش ها و دست شویی ها

آب بهداشتی مناسبی که برای دست شویی و دوش ها مورد نیاز است باید در درجه حرارت مناسب در اختیار شناگران قرار گیرد که برای تامین این آب باید از تاسیساتی همچون نمای شماتیک زیر استفاده کرد. در این نحوه سیرکولاسیون آب و تجهیزات مورد استفاده برای گرمایش این آب نشان داده شده است. حال پس از بررسی اجمالی بخش های مختلف استخر و تاسیسات مورد استفاده برای آن ها، به محاسبات سیستم های تاسیساتی برای استخر شنا می پردازیم. برای راحت تر شدن محاسبات مطلب را در ۳ فصل گرمایش، فیلتراسیون و پمپاژ ارائه می کنیم و در انتهای نیز به حل مثالی برای استخر می پردازیم.



شکل ۵. گرمایش آب مصرفی

www.WikiPG.com

فصل ۲



www.WikiPG.com

گرمایش

باید ذکر کرد شناگران بنا بر وزن و میزان فعالیت خود، انرژی ما بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ کیلو کالری در ساعت (بسته به وزن و نوع شنا) را مصرف می کنند که به محیط و آب استخراج اضافه می شود این انرژی امکان دارد در زمانی که تعداد افراد داخل استخر بالا رود، عدد قابل ملاحظه ای گردد. اما چون ممکن است در یک زمان مشخص (برای مثال هنگام تعویض سانس استخراج) تعداد شناگران بسیار کم باشند نمی توان از این انرژی اضافه شده به استخراج استفاده کرد و در این صورت آن را به عنوان یک ضریب اطمینان در طراحی استخراج در نظر می گیریم.

برای مثال در زمانی که ۱۰۰ شناگر همزمان در آب شنا کنند عددی بالغ بر ۴۰۰۰ کیلو کالری انرژی به آب و محیط اضافه می گردد که نمی توان از آن به عنوان یک انرژی همیشگی بهره جست.

بعضی از طراحان استخراج انرژی تلف شده از آب هدر شده توسط شناگران و فعالیت آنها را با این انرژی سر به سر گرفته و مد نظر قرار نمی دهند که به عنوان یک طراحی محافظه کارانه این کار درست نیست.

□ اتلاف حرارتی از سطح و تبخیر سطحی

کل تلفات حرارتی از سطح استخراج را محاسبه می کنیم. اطلاعات اولیه استخراج شامل دمای های ورودی آب شهر و دمای هوا، سرعت باد و گرمای نهان را داریم، با این اطلاعات تلفات اولیه قابل محاسبه است. با توجه به کتاب اشری (Ashrae) فرمول زیر برای حالات استخراج آرام و فعال در دسترس قرار دارد:

$$W = (95 + 0.425v)(p_w - p_a)/Y \quad (1)$$

$$W = (69 + 0.35v)(p_w - p_a)/Y \quad (2)$$

lb/h.ft²
W : میزان تبخیر
ft/min v : سرعت باد در سطح

مهمنترین بخش موتورخانه استخراج سیستم گرمایشی آن می باشد، برای گرمایش آب و محیط استخراج نیاز به یک منبع گرمایی مانند بویلر داریم. برای اطلاع از ظرفیت بویلر و مشعل باید کلیه تلفات حرارتی استخراج که شامل موارد زیر است را درنظر گرفت.

- اتلافات حرارتی از سطح و دیواره استخراج (Q₁)
 - گرمایی مورد نیاز برای پیش گرمایش استخراج، در زمان راه اندازی (Q₂)
 - بار استحمامی افراد و میزان مصرف در دوش ها و دستشویی ها (Q₃)
 - بار گرمایشی سالن سروپوشیده استخراج (Q₄)
 - بارهای گرمایی برای جکوزی (Q₅)
- حال به ترتیب طریقه محاسبه Q₁ تا Q₅ را شرح می دهیم.
- و بعد از آن به بررسی بارهای حرارتی لازم برای جکوزی می پردازیم.

۱. طریقه محاسبه اتلاف حرارتی از سطح و آب جبرانی (Q₁)

معمولا برای یک استخراج ۳ نوع از اتلافات حرارتی را در نظر می گیرند.

- ✓ اتلاف حرارتی توسط آب جبرانی
- ✓ اتلاف حرارتی از سطح و تبخیر سطحی
- ✓ اتلاف حرارتی از دیواره ها و کف استخراج (بسیار ناچیز است و در نظر گرفته نمی شود)

□ اتلاف حرارتی توسط آب جبرانی

اصولا به ازای هر شناگر در حدود ۱۰ لیتر آب با چسبیدن بر روی بدن شناگران و فعل و انفعالات شناگران تلف می شود. بار حرارتی به ازای این اتلاف برای هر ۱۰۰ نفر حدود 30,000kcal/h است.

۱-۲. محاسبه سطح استخر

اولین گام در طراحی استخر شنا، تعیین مساحت کل آن است که بر مبنای چگونگی استفاده و تعداد شناگرانی که در یک زمان در داخل استخر خواهند بود، پیش بینی می شود. بر حسب توصیه کمیته استخر های شنا امریکا، می باید حداقل طول استخر ۶۰ فوت (۱۸ متر) و عرض آن مضربی از ۵ و ۷ ft (۱,۸ و ۲ متر) منظور گردد. اما در استخرهای تفریحی، تعداد شناگرانی که در یک زمان داخل استخر خواهند بود، عامل اصلی در تعیین مساحت استخر می باشد. معلوم شده است برای زمانی که حداقل تعداد شناگران داخل آب باشند، می بایست

p_w : فشار بخار اشباع در دمای آب

p_a : فشار بخار اشباع در نقطه شبند

Y : گرمای نهان در دمای استخر

Btu/lb : نرخ تبخیر برای استخر آرام، که توسط "معادله ۲" محاسبه شده، تقریبا

۷۴٪ مقداری است که از "معادله ۱" اشری بدست می آید.

طریقه محاسبه اتلاف حرارتی از فرمول بالا به صورت کامل در مثال فصل ۵ ذکر شده است.

این در حالیست که برای راحت تر شدن محاسبات، جدول زیر به ازای اختلاف دماهای ثابت به درجه فارنهایت، ارائه شده است.

جدول ۱. فصل دوم

تلفات حرارتی از سطح استخر و هوای محیط

اختلاف دمای آب و هوای محیط F	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۵۰
Btu/h.ft ²	۱۰۵	۱۵۸	۲۱۰	۲۶۳	۳۱۵	۳۶۸	۴۲۰	۵۲۵

به ازای هر شناگر داخل آب ۲۵ فوت مربع (۲,۳ متر مربع) سطح در نظر گرفته شود. در اینجا فرض بر این است که یک سوم افراد حاضر در استخر دون آب نیستند. (منظور شناگرانی که در محیط استخر بوده و هنوز داخل آب نپریده اند و یا داخل آب بوده و از آن خارج شده اند)

۲-۲. محاسبه اختلاف دما

همانطور که در مراجع آمده است برای استخرها با کاربری های مختلف درجه حرارت های مختلفی برای آسایش شناگران اعلام کرده اند که این عدد معمولاً بین ۲۶ تا ۲۷ درجه سانتی گراد می باشد. برای استخرهای خانگی این عدد ۲۶,۷ سانتی گراد (۸۰ درجه فارنهایت) ذکر گردیده است. دمای آب ورودی نیز بنا به محل استفاده استخر متفاوت است. این عدد با فصل کارکرد استخر نیز تغییر می کند. برای شهر تهران این عدد در تابستان حدوداً ۱۵ درجه سانتی گراد و در زمستان در حدود ۷ درجه سانتی گراد می باشد.

۳-۲. مدت زمان پیش راه اندازی

استخرها یا به صورت دائمی فعال هستند (استخرهای عمومی) و یا به صورت دوره ای (استخرهای خانگی) مورد استفاده قرار می گیرند. با دانستن این موضوع و اینکه استخرهای خانگی ممکن است تنها در انتهای هفته فعال شوند، زمان راه اندازی در این استخرها بسیار کمتر از استخرهای عمومی است. معمولاً برای استخرهای خانگی ۸ ساعت جهت پیش راه اندازی در نظر می گیرند. این عدد برای استخرهای

* مقادیر ارائه شده در جدول فوق بر مبنای سرعت باد ۳.۵m/h می باشد.

* برای سرعت باد ۵m/h مقادیر مستخرجه از جدول فوق را در ضرب ۱.۲۵ ضرب کنید.

* برای سرعت باد ۱۰m/h ۱۰ مقادیر مستخرجه از جدول فوق را در ضرب ۲ ضرب کنید.

عدد به دست آمده از جدول ۱ را که بر حسب $Btu/h.ft^2$ می باشد باید در سطح استخر ضرب کرد تا Q_1 به دست آید.

۲. طریقه محاسبه گرمای مورد نیاز برای راه اندازی (Q_2)
تا اینجا بخشی از تلفات را بدست آوردهیم، حال در ادامه باید بدایم چه مقدار انرژی حرارتی برای بالا بردن این حجم آب استخر تا دمای مورد نظر (در زمان راه اندازی) نیاز است. با داشتن حجم استخر (گالن) و اختلاف دما آب ورودی با آب استخر (فارنهایت) و مدت زمان لازم جهت پیش راه اندازی (ساعت)، این انرژی قابل محاسبه است.

$$Q_2 = \frac{(\text{حجم استخر} (\text{گالن}) * (T_f - T_i) * 8.33)}{\text{مدت زمان پیش راه اندازی}} \quad (3)$$

Q_2 : مقدار گرمایی که باید به آب استخر بدهیم

T_f : دمای نهایی آب استخر

T_i : دمای ابتدایی آب استخر

عمومی بنا بر نیاز از ۲۴ ساعت الی ۷۲ ساعت متغیر است. هر چه مدت زمان راه اندازی کوتاه تر باشد ظرفیت بویلر انتخابی بیشتر خواهد شد.

۴-۲. محاسبه حجم استخر

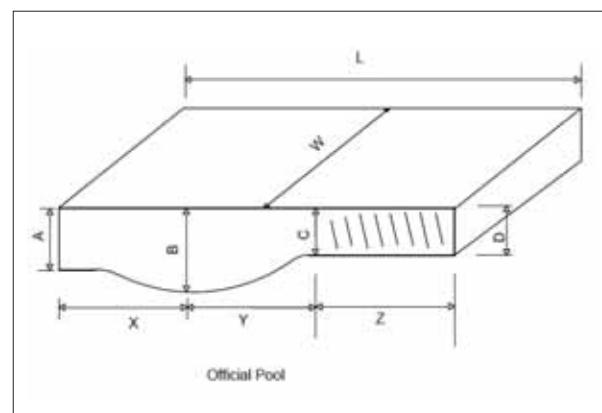
برای محاسبه حجم استخر پس از بدست آوردن سطح، عمق استخر سته به چگونگی استفاده از آن تعیین می شود. عمق آب در قسمت ابتدای استخر باید در حدود ۴ تا ۵ فوت (۱,۲۵ متر) باشد و کف استخر با شیب ملایمی به تدریج به قسمت عمیق منتهی گردد.

بهتر است عمق انتهای استخر جهت مناسب بودن برای شیرجه بیش از ۹ فوت (۲,۷ متر) منظور شود. این عدد تا حدود ۴ متر نیز افزایش می یابد. تا جایی که پا به کف استخر می رسد و امکان راه رفتن وجود دارد، نباید عمق استخر به طور ناگهانی تغییر یابد.

با مشخص شدن عمق و مساحت سطح استخر، حجم آب داخل استخر مشخص می شود. (شکل ۱)

از آنجایی که ارتفاع استخر در جاهای مختلف متفاوت است از این رو با داشتن ارتفاع های مختلف، ضرب در طول مشخصه آنها، به صورت مجزا حجم هر واحد را حساب کرده در نهایت جمع می کنیم، (بین هر دو ارتفاع میانگین می گیریم و عرض استخر نیز ثابت است). گاهی نیز فقط طول، عرض و ارتفاع را می دهنده که در این صورت حجم همان حاصلضرب داده ها خواهد شد. اگر هم، زمانی ارتفاع را نداشته باشیم به صورت پیش فرض ۱۶۸ متر یا ۵,۵ فوت در نظر می گیریم. جدول شماره ۲، ابعاد استخرهای قانونی را که توسط کمیته استخرهای امریکا توصیه شده اند، ارائه می دهد.

شکل ۱. ابعاد استخرهای قانونی



جدول شماره ۲. فصل دوم، ابعاد قانونی استخر های شنا سیستم انگلیسی

pool Capacity Gallons	Bathing Load person	Bathing Capacity per day	A	B	C	D	X	Y	Z	L	W
			Feet								
55,000	48	418	8	9	5	3.25	15	20	25	60	20
80,800	75	607	8	9	5	3.25	15	20	40	75	25
120,000	108	900	8	9.5	5	3.25	18	25	47	90	30
155,600	147	1,170	8	10	5	3.25	18	25	62	105	35
207,600	192	1,555	8	10	5	3.25	20	30	70	120	40
254,000	243	1,905	8	10	5	3.25	20	30	85	135	45
306,000	300	2,300	8	10	5	3.25	20	30	100	150	50
422,400	432	3,170	8	10	5	3.25	20	30	130	160	60
558,000	590	4,180	8	10	5	3.25	20	30	160	210	70

جدول شماره ۳. فصل دوم، ابعاد قانونی استخر های شنا SI

pool Capacity (m³)	Bathing Load person	Bathing Capacity per day	A	B	C	D	X	Y	Z	L	W
			Meter								
208	48	418	2.4	2.7	1.5	1	4.5	6	7.6	18.2	6
306	75	607	2.4	2.7	1.5	1	4.5	6	12	22.8	7.6
454	108	900	2.4	2.9	1.5	1	5.4	7.6	14.3	27.4	9.1
589	147	1,170	3.4	3	1.5	1	5.4	7.6	18.9	32	10.6
786	192	1,555	2.4	3	1.5	1	6	9.1	21.3	36.6	12.2
961	243	1,905	4.4	3	1.5	1	6	9.1	26	41	13.7
1,158	300	2,300	2.4	3	1.5	1	6	9.1	30.5	45.7	15.2
1,599	432	3,170	5.4	3	1.5	1	6	9.1	39.6	48.7	18.3
2,112	590	4,180	2.4	3	1.5	1	6	9.1	48.7	64	21.3

بار گرمایی این استخرها بر اساس گردش مداوم و ۲۴ ساعته آب و فرمول های زیر تعیین شده اند.

طول استخر=L	بار استحمامی استخر (تعداد شناگران) $L*W/2 =$
عرض استخر=W	
حجم آب مورد نیاز هر شناگر (گالن)=Q	حجم آب مورد نیاز هر شناگر(گالن) $Q=6.25*T^2$
مدت زمان یک گردش کامل آب استخر=T	
ساعات گردش آب=C	ظرفیت استحمامی در روز = $CV/TQ =$
حجم استخر (گالن)=V	

به عنوان یک مثال طراحی فرض کنید در یک استخر تفریحی حداقل ۱۰۰ شناگر شنا کند. در این صورت :
 (شناگر)۲۵۰*(فوت مربع به ازای هر شناگر)=۲۵۰۰ فوت مربع سطح آب مورد نیاز ۱۰۰

لذا ابعاد استخر برای چنین سطحی بر حسب طرح می تواند بدین قرار باشد:

(فوت): ابعاد پیشنهادی کمیته استخر های شنا ۹۰***۳۰

پس با این اوصاف برای این استخر ابعاد مشابه با ردیف سوم جدول شماره ۲ در نظر می گیریم که حجمی بالغ بر ۱۲۰۰۰ گالن را خواهد داشت.
 در صورت استفاده نکردن از این جدول نیز می توان از طریق ضرب طول در عرض استخر و ارتفاع میانگین هر قسمت از استخر، حجم آن را بدست آورد.

سانتی گراد (حدود ۴۰ درجه سانتی گراد)

۴. طریقه محاسبه بار گرمایشی سالن سرپوشیده استخر (Q₄)

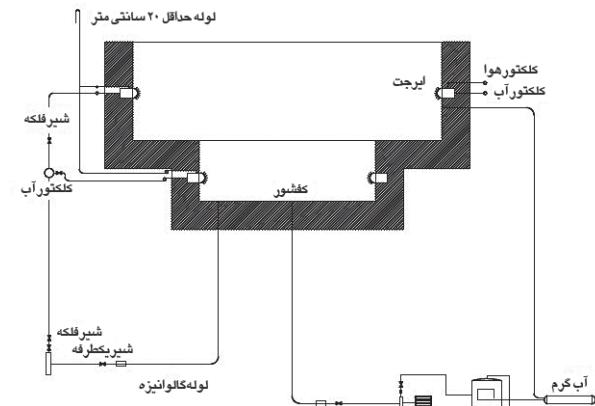
محیط استخرهایی که در سالن های سرپوشیده هستند، نیاز به تهویه مطبوع دارند. پس با محاسبه حرارت اтلافی از سالن استخر بنابر درجه حرارت محیط بیرون و داخل و بار تشبعشی، همراه با داشتن جنس دیوارهای سالن می توان از کتاب های تهویه مطبوع و تاسیساتی این بار را محاسبه کرد. نرم افزار کریر به سادگی این عدد را در اختیار ما قرار می دهد.

۵. به دست آوردن بار های حرارتی جکوزی (Q₅)

برای یک جکوزی بار های حرارتی زیر را باید مد نظر قرار داد.

۱. بار گرمایی مورد نیاز برای پیش گرمایش
۲. بار حرارتی اتلافی از سطح جکوزی

برای بدست آوردن این موارد ابتدا باید محاسبه حجم جکوزی را انجام داد.



شکل ۲. نمای جکوزی

۱. حجم جکوزی

برای بدست آوردن حجم جکوزی ابتدا باید تعیین کرد که این جکوزی برای استفاده‌ی چند نفر می‌باشد. به ازای هر شخص که از جکوزی استفاده می‌کند باید مساحتی بالغ بر ۲ متر مربع را در نظر گرفت و بعد از ضرب تعداد افراد در مساحت ۲ متر مربع، مساحت جکوزی را تعیین کرد و با در نظر گرفتن شکل جکوزی، بعد آن را محاسبه می‌کنیم.

جکوزی‌ها معمولاً به صورت دایره ساخته می‌شوند و یا ۸ یا ۶ ضلعی خواهند بود. در هر دو صورت با تقریب شکل دایره‌ای و داشتن مساحت جکوزی، شعاع آن را بدست می‌آوریم.

$$A = \pi r^2 \quad \text{تعداد افراد} * 2 = m^2$$

$$A = \pi r_1^2$$

چنین استخری در صورتیکه سرپوشیده باشد باید موزاییک یا کاشی سفید یا کاشی روشن خط کشی شود، و اگر در فضای باز باشد باید با همان سیمان سفید به طور کاملاً صاف نازک کاری شود. تمامی گوشه‌های استخر می‌باید گرد باشد و سطح پیرامون استخر باید به گونه‌ای کاملاً واضح به منظور نشان دادن عمق آب در نقاط معین علامت گذاری شود، ترجیحاً در نقاطی که عمق آب یک فوت افزایش می‌یابد. علامت گذاری خطوط شنا و غیره را می‌توان با مواد تیره رنگ انجام داد ولی باید در بخش اعظمی از استخر مواد رنگی روشن به کار برد تا هرگونه آلودگی و چربی به راحتی پیدا شود.

با دانستن حجم استخر، مدت زمان پیش راه اندازی و اختلاف دما، Q₂ به راحتی محاسبه می‌شود.

برای تاکید عرض شود که اختلاف دما بر حسب فارنهایت، حجم استخر بر حسب گالن و مدت زمان پیش راه اندازی به ساعت می‌باشد که Q₂ را بر حسب Btu/h به ما می‌دهد.

۳. طریقه محاسبه گرمایی مورد نیاز برای تامین بار استحمامی استخر (Q₃)

یکی دیگر از پارامترهایی که در طراحی استخر باید در نظر گرفته شود بار استحمامی آن می‌باشد. بدین معنا که در یک ساعت از عملکرد استخر، شناگران چه میزان از ادوات بهداشتی و دوش‌ها استفاده می‌کنند. برای به دست آوردن این پارامتر ابتدا باید تخمینی از تعداد افراد حاضر در استخر به دست آورد که این عدد از تقسیم سطح استخر به فوت مربع بر ۲۵ بدست می‌آید.

$$\frac{L * W}{25} = \text{بار استحمامی استخر} \quad (\text{تعداد شناگران})$$

L = طول استخر
W = عرض استخر

با تخمین تعداد شناگران حاضر در استخر و دانستن این موضوع که این تنها دو سوم افراد حاضر در محیط استخر هستند و یک سوم بقیه در کناره‌های استخر، دوش‌ها، سونا، رختکن و... می‌باشند، کلیه کاربران حاضر در محیط استخر را محاسبه می‌کنیم.

عدد به دست آمده باید در ساعت یا ۵۰ گالن در ساعت یا ۲۰۰ لیتر در ساعت (بار استحمامی هر شناگر) ضرب گردد تا میزان مصرف آب گرم بهداشتی برای کل استخر بدست آید. (باید در نظر داشت با بنا بر فرهنگ‌های مختلف این عدد در ضریب تقاضا ضرب می‌شود که در اینجا با در نظر گرفتن ضریب تقاضای برابر ۵، در ایران به ادامه محاسبات می‌پردازیم) حال برای محاسبه گرمایی مورد نیاز برای تامین بار استحمامی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$Q_3 = \rho V C \Delta \theta \quad (4)$$

ρ : چگالی آب که 1 kg/m^3 در نظر گرفته می‌شود.

V: حجم استخر بر حسب لیتر

C: ظرفیت گرمای ویژه آب 1 Kcal/kgk

$\Delta \theta$: اختلاف دمای آب ورودی و آب استحمامی مناسب به درجه

باید ذکر کرد از جمله مزیت های استفاده از دیگ فولادی نسبت به دیگهای چدنی، این است که دیگهای فولادی توان تحمل فشار بالاتری را داشته و در صورت بروز تنש های حرارتی در فشارهای پایینتر، مقاومت بالاتری را دارا هستند، که این موضوع برای تامین امنیت محیط سیار حائز اهمیت می باشد.

برای بدست آوردن ظرفیت بویلر مورد نیاز برای استخر به صورت زیر عمل می کنیم:

- بدست آوردن اتلافات حرارتی از سطح، دیواره استخر و آب جبرانی (Q₁)

• بدست آوردن گرمای مورد نیاز برای پیش گرمایش استخر، در زمان راه اندازی (Q₂)

• بدست آوردن بار استحمامی افراد و میزان مصرف در دوش ها و دستشویی ها (Q₃)

• بدست آوردن بار گرمایشی سالن سرپوشیده استخر (Q₄)

• بدست آوردن بار های حرارتی جکوزی (Q₅)

حال با در دست داشتن این ۵ مقدار به سراغ محاسبه ظرفیت دیگ مورد نیاز برای استخر می رویم:

بار گرمایی استخر در حالت بیشینه از جمع ۵ حرارت داده شده بدست می آید. اما استخر در زمان راه اندازی، نیاز به تامین بار استحمامی نخواهد داشت و همچنین در زمان کار استخر نیاز به گرمای راه اندازی نخواهد داشت، پس برای صرفه جویی در هزینه های جاری و اولیه استخر، موتورخانه استخرها را با قرار دادن یک بویلر رزرو تجهیز می کنند تا این بویلر تنها در زمان راه اندازی به کار بیافتد.

همچنین باید در نظر داشت که تلفات از سطح و دیواره در واقع یک منبع تامین گرمای محیط پیرامون استخر می باشد، پس باید در محاسبه بار بویلر، (Q₁) را یک بار جمع و یک بار تفیریق کرد.

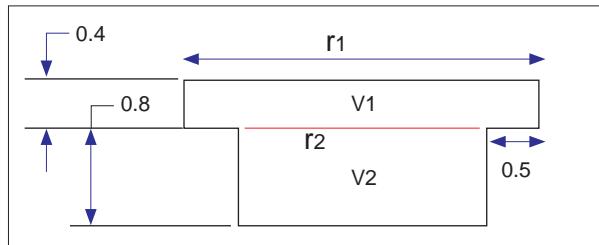
عدد Q₁ در محاسبه بار مبدل نیز مورد نیاز است پس محاسبه ای آن بی فایده نخواهد بود.

در انتها باید ذکر کرد که برای یک استخر سرپوشیده Q₁ را با Q₂ و Q₄ و Q₅ جمع کرده و بنا بر نیاز، به تعداد بویلر ها تقسیم کرده تا هم ظرفیت و هم تعداد بویلر ها مشخص گردد.

اما برای استخر های سر باز که Q₄ در آن ها وجود ندارد ظرفیت بویلر ها با جمع Q₁، Q₂، Q₃ و Q₅ محاسبه شده و با تقسیم این عدد بر تعداد بویلرهای ظرفیت هر بویلر بدست می آید.

همان گونه که ذکر شد بهتر است تعداد بویلر ۲ و یا ۳ در نظر گرفته شود تا پس از راه اندازی یکی از بویلرهای به صورت رزرو عمل کند.

در صورت انتخاب ۲ بویلر برای استخر، ظرفیت بویلر رزرو، ۷۵ درصد کل بار حرارتی استخر می باشد و بویلر اصلی مورد استفاده نیز باید توان تولید ۷۵ درصد از انرژی محاسبه شده کل را داشته باشد. پس در کل ۱,۵ برابر ظرفیت محاسبه شده برای بار حرارتی، به ظرفیت بویلر نسبت داده می شود. این در حالی است که هزینه اولیه بویلرهای بالا می رود اما با استفاده از بویلر رزرو هزینه های جاری سوخت و نگه داری بسیار کاهش



شکل ۳. شماتیک جکوزی

حال از طریق فرمول های بالا می توان شاعع جکوزی را بدست آورد. پس از بدست آوردن شاعع جکوزی و شکل برش خورده بالا که مشخصات ساختی جکوزی را نشان می دهد می توان حجم جکوزی را محاسبه کرد.

$$V_1 = \Pi r^2 h = 3.14 * r_1^2 * 0.4$$

$$V_2 = \Pi r^2 h = 3.14 * r_2^2 * 0.8$$

$$V_{\text{tot}} = V_1 + V_2 \quad \text{حجم جکوزی}$$

۴-۲. پیش گرمایش آب جکوزی

محاسبه حرارت مورد نیاز برای پیش گرمایش جکوزی مانند روشه است که برای آب استخر در نظر گرفتیم با این تفاوت که مدت زمان پیش گرمایش آب جکوزی را ۱ تا ۲ ساعت در نظر می گیریم. دمای مناسب برای جکوزی در مراجع بین ۳۶ تا ۴۱ اعلام شده است. عدد ۳۹ یک عدد مناسب برای آب جکوزی است.

با دانستن حجم و دمای آب می توان حرارت مورد نیاز برای پیش گرمایش آب جکوزی را بدست آورد. (فرمول شماره ۳)

۴-۳. محاسبه بار حرارتی اتلافی از سطح جکوزی

برای بدست آوردن این حرارت می توان از جدول شماره ۱ (اتلافات حرارتی از سطح استخر) استفاده کرد و با ضرب عدد بدست آمده در ۲ (به دلیل تلاطم بالاتر جکوزی نسبت به آب استخر) و ضرب این عدد در مساحت جکوزی، حرارت اتلافی از سطح جکوزی را بدست می آوریم. در جکوزی اتلافات دیگری نیز وجود دارد که به دلیل ناچیز بودن این اتلافات، از اشاره کردن به آنها خودداری می کنیم. حال برای محاسبه Q₅ کافیست این دو بار حرارتی را با هم جمع کرد.

۶. به دست آوردن ظرفیت حرارتی بویلر آبگرم

برای تامین گرمای مورد نیاز استخر از یک یا چند دستگاه بویلر در کنار یکدیگر استفاده می کنیم. بویلرهای همان دیگ های آبگرم دارای دسته بندی های مختلفی هستند از جمله:

- دیگ های چدنی
- دیگ های فولادی

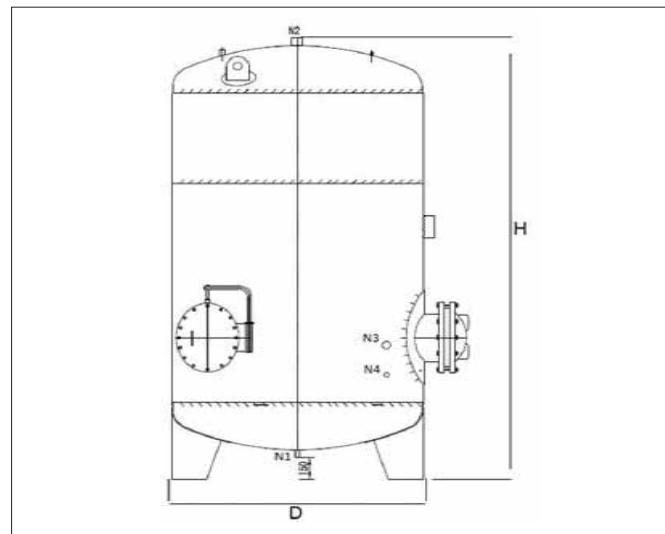
می باید و همچنین در عمر مفید دیگ اثر مثبت خواهد گذاشت.
باید در نظر داشت که بویلر های چدنی و فایر تیوب توان ایجاد راندمانی بالاتر از ۸۶ درصد را نخواهند داشت، پس باید دانست که این بویلر ها توانایی تامین حداکثر ۸۶ درصد از توان اسمی خود را دارند. باید در هنگام انتخاب بویلر، ظرفیت حرارتی بدست آمده برای استخراج را بر راندمان بویلر تقسیم کنیم تا ظرفیت اسمی بویلر بدست بیاید.

۷. منبع کویل دار

متداولترین روش برای تولید آبگرم بهداشتی مصرفی و ذخیره این آب، استفاده از منابع کویلدار می باشد. در این نوع منابع، آب گرم یا بخار تهیه شده توسط بویلر، داخل یک کویل حرارتی که معمولاً از چند شاخه لوله رفت و برگشتی که از جنس مس می باشد گردش نموده و پس از تبادل حرارت با دیوار لوله های مسی از کویل خارج می گردد. تبادل حرارت انجام شده باعث گرم شدن لوله مسی و در نهایت گرم شدن آب سرد خارج لوله که آنرا احاطه کرده است می شود. جنس منبع از ورق گالوانیزه می باشد اما در صورت استفاده از ورق سیاه (فشارهای بالاتر) داخل منابع را با پوشش اپوکسی



شکل ۵. منابع کویل دار



شکل ۶. منابع کویل دار عمودی

مسکونی، کارخانجات، استخرها و... ساخته می شود. به طور مثال در استخر با دانستن تعداد شناگران و مقدار مصرف ۵۰ لیتر برای هر نفر، و با ضرب کردن عدد بدست آمده در ضریب تقاضا (بین ۴،۰ تا ۶،۰) حجم مخزن به دست می آید که این میزان در ضریب ۱،۲ (ضریب ذخیره) ضرب می گردد.

۷-۲. ضریب تقاضا

ضریبی است که به دلیل همزمان نبودن استفاده شناگران از دوش ها و دستشویی ها در میزان مصرف ضرب می گردد.

۷-۳. ضریب ذخیره

منابع ذخیره آب در زمان استفاده، ممکن است در پیک بار، به شدت آب کم کنند و آب سرد جبرانی، وارد آنها شود که این آب سرد باعث سرد

می پوشانند. ضخامت ورق فولادی بکار رفته در منابع نیز بر حسب فشار کاری دستگاه، دمای کاری و ضریب خورندگی آب بر اساس استاندارد مخازن تحت فشار محاسبه می شود. این مخازن در دو نوع عمودی و افقی بر حسب محل نصب آنها بکار گرفته می شود. (شکل ۴ و ۵)

برتری منابع کویل دار نسبت به دیگر دستگاه های تولید کننده آبگرم بهداشتی نظیر منابع دو جداره این است که فقط از یک بدن استفاده شده و پس از بروز اشکالاتی مانند ترکیدگی و یا رسوب گرفتگی کاملا قابل تعییر می باشند. ضمنا بخاطر وجود منبع اصلی انتقال حرارت (کویل) در داخل منبع، افت حرارتی آن بسیار کم می باشد.

۷-۴. محاسبه حجم منبع کویل دار

حجم منبع معمولاً بر حسب ضریب تقاضای هر محل اعم از منازل

شدن کل منبع شده و حرارت دیگ، توان تامین گرمای مورد نیاز برای متعادل کردن حرارت را نخواهد داشت، به همین دلیل ضریب ذخیره منبع را در حجم مصرف بدست آمده ضرب می کنیم تا از یکنواختی درجه حرارت در زمان پیک مصرف اطمینان حاصل شود. این ضریب برای کاربری های مختلف، مقاوم است و برای استخراها معمولاً برابر با $1,2$ در نظر گرفته می شود.

برای محاسبه کویل، منبع کویل دار مشابه مبدل حرارتی، درجه حرارت آب مصرفی، درجه حرارت بویلر و دبی در گذر هر کدام مورد نیاز است. در صورت قرار دادن این 6 عدد در اختیار کارخانجات سازنده مبدل حرارتی و منبع کویل دار، توان محاسبه ظرفیت آن ها را خواهند داشت. در پیوست، کاتالوگ این دو محصول برای شرکت پاکمن آورده شده.

۸. مبدل حرارتی

برای محاسبه و تعیین اندازه مبدل حرارتی استخرا و جکوزی روشهای متعددی وجود دارد، مبدل حرارتی برای استخرا باید بتواند در زمان راه اندازی، آب استخرا را به درجه حرارت مناسب رسانده و همچنین در حین کار استخرا افت های حرارتی را جبران کند. بر این اساس برای جلوگیری از اتلاف حرارتی از سه سری مبدل استفاده می شود:

- سری اول برای پیش گرمایش آب استخرا (با ظرفیت Q_2)

- سری دوم برای جبران اتفاقات حرارتی (با ظرفیت Q_1)

- سری سوم برای تامین آب گرم مورد نیاز جکوزی (با ظرفیت Q_5)

مبدل دارای دو ورودی و دو خروجی است. آب گرم شده بویلر از یک سمت وارد کویل شده و از سمت دیگر آب استخرا وارد پوسته مبدل می گردد، پس از تبادل حرارتی دمایش بالا رفته و آب بویلر کمی خنک می شود. معمولاً آب بویلر با دمای 70 درجه سانتی گراد وارد و با 60 درجه سانتی گراد خارج می گردد و آب استخرا نیز با حرارت $26,7$ درجه سانتی گراد وارد مبدل شده. با دانستن Q_1 ، حجم استخرا (دبی فیلتراسیون که بنابر کاربری استخرا از 4 تا 8 ساعت یک بار کل استخرا فیلتر می شود بدست می آید) و دمای ورودی مبدل، می توان دمای خروجی از مبدل و مدل آن را تعیین کرد. (شکل ۶)

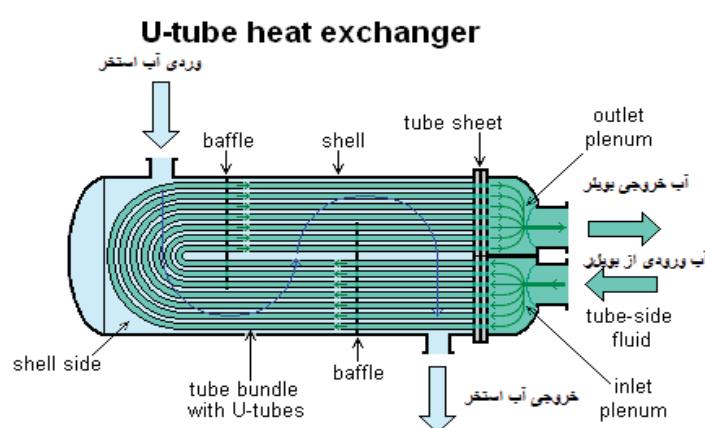
$$Q_1 (\text{kcal/h}) = MC\Delta\theta = V_{lit} \Delta\theta$$

برای جلوگیری از افزایش درجه حرارت آب خروجی از مبدل ها، از ترموموستات و اکوستات استفاده می شود اما دقیق ترین روش برای کار با مبدل ها، شیر سه راه موتوری می باشد که به دلیل گران تمام شدن سیستم از این مورد کمتر در ایران استفاده می شود. در حالی که باید ذکر کرد در صورت استفاده نکردن از این نوع از شیوه ها در تاسیسات استخرا، امکان ورود آب با درجه حرارت بالا به استخرا یا جکوزی وجود دارد که برای سوزاندن پوست شناگرانی که در کنار ورودی های آب قرار دارند خطر ساز خواهد بود.

دو نوع رایج مبدل های حرارتی مورد استفاده در استخرها به شرح زیر است:

- مبدل های پوسته لوله ای

- مبدل های صفحه ای



شکل ۶. مبدل حرارتی

www.WikiPG.com

فصل ٣



www.WikiPG.com

فیلتر آسپیوون آب استخر

استخر، توسط یک اپراتور میتوان این کار را انجام داد. امروزه دستگاه‌های اتوماتیک مختلفی نیز جهت تمیز کردن استخر وجود دارد که گرد و خاک چسبیده به استخر را می‌شوید. آب مکیده شده از لوله استخر را می‌توان از فیلترها عبور داد و دوباره از آن استفاده کرد. برای مقابله با میکروب‌ها و ویروس‌ها نیز با اضافه کردن مواد شیمیایی همچون کلر تصفیه آب کامل می‌گردد. حال در ادامه به بررسی کامل تر تک تک موارد تصفیه استخر می‌پردازیم.

□ پارامترهای مهم در طراحی و تصفیه آب استخر

- میزان گردش آب
- زمان لازم برای جایه جایی کامل آب استخر
- حداکثر ظرفیت تعداد شناگران
- حداکثر دما
- سرعت آب در لوله ها
- میزان آب تازه اضافه شده
- سرباز و سرپوشیده بودن استخر
- تصفیه مکانیکی
- تصفیه شیمیایی

الف) تصفیه مکانیکی، فیلترها و انواع آن

فیلترها به منظور جدا کردن آلودگی هایی همچون میکرو ارگانیسم‌ها و بعضی باکتری‌ها مورد استفاده قرار میگیرند. فیلترها گرد و غبار، خاک، شن و ماسه را در بستر خود به دام می‌اندازند. فیلترهایی که برای استفاده در استخر مناسب هستند را می‌توان به دو دسته رایج ذیل تقسیم بندهی کرد:

□ مقدمه

آلودگی در استخرهای شنا غالباً توسط شناگران و محیط پیرامون استخر به آب استخر وارد می‌شود. آلودگی محیطی شامل گرد و غبار، برگ، مواد زائد شیمیایی، گرده، باکتری‌ها و غیره است که از هوا به آب وارد می‌شود. شناگران حامل آلاینده‌های دیگر همچون عرق، روغنهاي حمام آفتاب، مو، پوست، باکتریها و ویروسها نیز می‌باشد.

هر استخر شنا برای تصفیه و از بین بردن این موارد نیاز به یک سیستم تصفیه و پمپاژ مناسب دارد. برای تصفیه آب استخرها از انواع فیلترها استفاده می‌شود. متدالوں ترین فیلترهای استخر، امروزه فیلترهای شنی هستند که نگه داری آنها به مراتب راحت تر از فیلترهای دیاتمایت می‌باشند. پمپ استخر تضمین می‌نماید که آب استخر با دبی مشخصی از داخل فیلتر عبور کرده و آلاینده‌های ناخواسته را از بین برد و آب را ضد عفونی کند.

از دیگر فیلترهای استخر فیلتر دیاتمایت است که قادر می‌باشد ذرات ریز خاک را جدا کند که البته نیاز به نگه داری ویژه‌ای دارند. فیلتر کارتربیجی نیز بسیار متدالوں است و نگه داری بسیار ساده‌ای دارد اما هزینه‌های جاری و ابتدایی بالایی دارند.

عموماً پمپ تصفیه استخر باید بین ۶ تا ۸ ساعت در هر سیکل کار کند و توان گردش ۳ بار آب را در ۲۴ ساعت داشته باشد. گردش آب از سیستم فیلتراسیون، ذرات شناور معلق و ذرات ریز خاک را از بین می‌برد اما هیچ تاثیری روی موادی که در ته استخر و به کف و دیواره ها چسبیده اند ندارد. بسته به موقعیت استخر و کاربری آن، استخرها به صورت دوره‌ای نیاز به شستشو و تمیز کردن کف و دیواره ها دارند.

برای این کار می‌توان از روش‌های متعددی کمک گرفت. رایج ترین آنها استفاده از جاروهای استخر است که با اتصال لوله به خروجی مکش

اجازه عبور شن و ماسه را نخواهند داد اما آب از داخل این نازل‌ها عبور می‌کند. در زیر مخزن، آب تصفیه شده از لوله خروجی خارج می‌شود. فیلترهای شنی تحت فشار در اشکال، سایز و جنس‌های متفاوتی ساخته می‌شوند که رایج ترین آن‌ها فیلترهای شنی عمودی با دو سر عدسی است. که به قطر مشخص از ورق فولادی ST-37 (و یا گالوانیزه) به ضخامت اعلامی در ASME برای جداره و بدن و همچنین ورق به ضخامت اعلامی در ASME، برای عدسی‌های فوقانی و تحتانی که به روش DOUBLE-DISH ساخته شده که پس از زنگ زدایی از داخل با دو لایه پوشش اپوکسی و از خارج با یک لایه ضدزنگ و دو لایه زنگ مخصوص رنگ آمیزی می‌گردد. در ضمن برای بالا بردن کیفیت فیلتراسیون و عمر فیلترهای تحت فشار می‌توان قبل از عملیات رنگزی، فیلترها را از داخل، سند بلاست کرد. این نوع از فیلترها مجهر به دیفیوزهای گالوانیزه در قسمت فوقانی هستند که آب را برای تصفیه بهتر بر روی بستر شنی روی فیلتر پخش می‌کنند. همچنین در پایین این فیلترها و زیر آخرين لایه از سیلیس درون آن، استرینرهای برنجی (نازل‌های برنجی) جهت جمع آوری و عبور آب قرار دارند. در بازار فیلترهایی که از نازل‌های پلاستیکی استفاده می‌کنند نیز وجود دارد که این نازل‌ها کیفیت پایینی نسبت به نوع برنجی دارند و قیمت آن‌ها تا ۱۰۰ برابر کمتر از نازل‌های برنجی می‌باشد. یکی از ارکان انتخاب فیلتر مناسب، داشتن نازل‌های برنجی است. درون فیلترهای شنی چهار لایه مختلف از سیلیس با ضریب یکنواختی ۱/۳۵، با داندی زیر از نوع سنگ‌های مخصوص و درجه خلوص بالای ۹۵٪ باید وجود داشته باشد.

۱. فیلترهای شنی ۲. فیلترهای دیاتمیک

۱-۱. فیلترهای شنی

فیلترهای شنی مخازن تحت فشار یا اتمسفریکی هستند که از فولاد، فایبر گلاس و یا یکن تشکیل شده اند و شامل بستری از شن و ماسه خالص با شکل تقریبی استوانه ای، مربعی یا دایره‌ای اند. فیلترهای شنی را بر اساس نوع گردش آب به چهار دسته تقسیم بندی می‌کنند که رایج ترین آن در استخرها، فیلترهای شنی تحت فشار است.

۱. فیلترهای شن و ماسه سریع (تحت فشار)

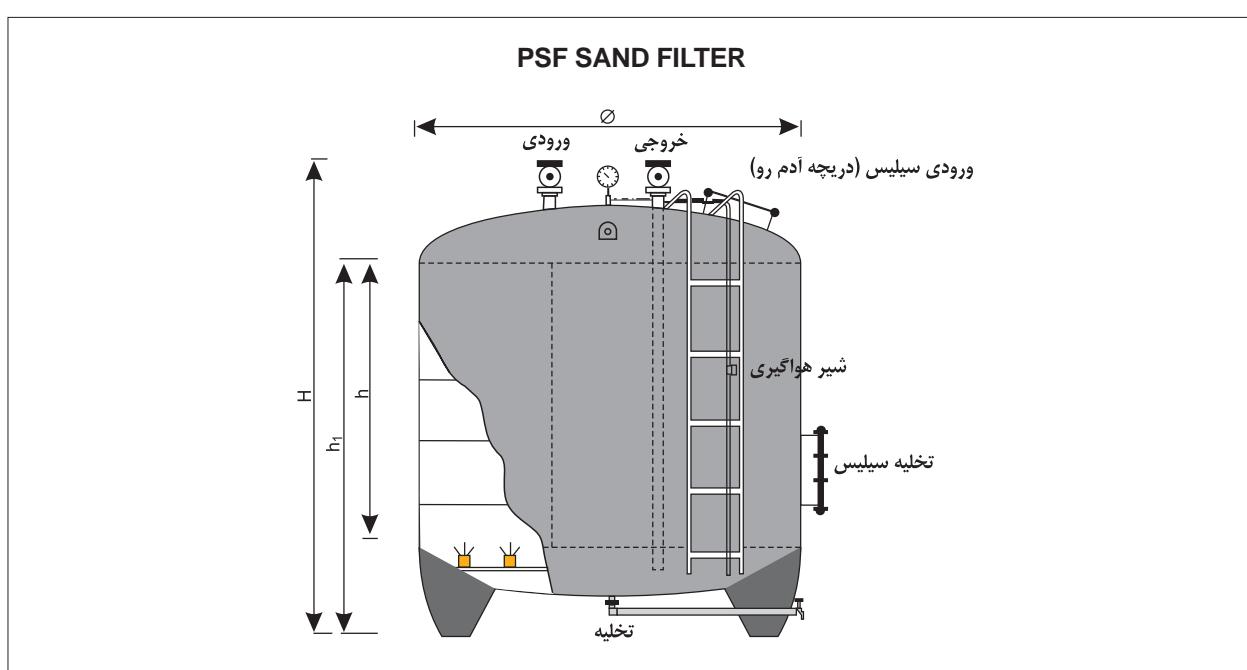
۲. فیلترهای شن و ماسه سریع (گرانشی)

۳. فیلترهای شن و ماسه بالا رونده

۴. فیلترهای شن و ماسه آرام

۱-۲. فیلترهای شنی تحت فشار

فیلترهای شنی تحت فشار رایج ترین نوع فیلتر مورد استفاده برای استخرها می‌باشد که با ایجاد سرعت مناسب برای فیلتراسیون، تصفیه‌ای ایده آل را فراهم می‌سازد. در هنگام تصفیه، آب که از استخر از لوله ورودی وارد فیلتر می‌شود. فشار پمپ و نیروی جاذبه، آب را از درون شن به سمت پایین هدایت می‌کند و شن و ماسه‌های ریز هرگونه آشغال و مواد زائد را از آب استخر می‌گیرند. در پایین فیلترهای شنی نازل‌هایی با سوراخ‌های بسیار ریز وجود دارد که



شکل ۱. فیلتر شنی

پمپ را خاموش کرد و شیر را در حالت "close" قرار داد، سپس پمپ را ۳۰ تا ۶۰ ثانیه روشن کرد تا مطمئن شوید که تمام آب کثیف در پس شویی به فاضلاب رفت و وارد استخراج نمی‌گردد. پمپ را برای آخرین بار متوقف کرده و شیر را در حالت "Filter" قرار می‌دهیم. حال پمپ را روشن کرده و فیلتر دوباره به تصفیه کردن آب استخراج مشغول می‌شود. گیج فشار در ورودی و خروجی به اپراتور استخراج می‌فهمند که مسیر عبور آب در فیلتر در حال بسته شدن می‌باشد. اگر گیج، فشار خیلی بیشتری را در ورودی نسبت به خروجی نشان دهد اپراتور متوجه می‌شود که آشغال زیادی در بین شن‌ها جمع شده. این به معنی این است که هم اکنون زمان "back wash" فیلتر است. برای "back wash" اپراتور، شیرها را برای تغییر مسیر آب تنظیم می‌کند، لوله برگشت به استخراج را می‌بندد و لوله خروجی را باز می‌کند که آب وارد سیستم فاضلاب شود.

۴-۱. شن‌های فیلترهای شنی پس از چند وقت باید عوض شوند؟

مهندسين بنابر كييفت شن‌های مورد استفاده در فیلترهای شنی زمانی بين ۵ تا ۱۰ سال را برای تعويض آن پيشنهاد می‌دهند. در حالیکه دیده شده است که گاهها فیلترها بيش از ۲۰ سال بدون تعیير شن به کار خود ادامه داده اند اما کاراکری که باید را ندارند. در ابتدای کار فیلترها، شن استفاده شده بسيار زبر می‌باشد. اين زبری آن جيزي است که باعث می‌شود شن و ماسه ذرات خاک در آب را فیلتر کند. از آنجاکي که زبری اين شنها در گذر زمان کمتر می‌شود، راندمان فیلتر کم می‌شود و اين به اين معنی است که سيسیتم شما باید بيشتر کار کند تا همان بازده را داشته باشد. يافته ها نشان می‌دهند که بعد از ۵ سال، ديگر شن‌ها نمی‌توانند كييفي ها را به طور كامل پوشش دهند و آب در back wash، کاملا تميز نمی‌شود. در نتيجه چرخه فیلتراسيون کوتاه تر شده و نياز به back wash بيشتر می‌شود.

فیلترهای شن و ماسه‌ای اتوماتیک بهترین گزینه برای استخراج شنا می‌باشند زیرا سیستم back wash خود کار دارند. به این معنی که می‌توانند برنامه ریزی شوند که چه زمانی شیرها معمولاً خیلی کم است اما محسوس شود و دوباره شیرها به حالت قبل باز گردد. این فیلترها بدون نياز به اپراتور هستند اما هزینه ابتدائي بالاتری را دارند.

۵-۱. پارامترهای عملیاتی برای فیلترهای شنی تحت فشار

فیلترهای شنی تحت فشار اغلب در فشار کاري ۱۰ bar تا ۲ کار می‌کنند. افت فشار در بستر شن و ماسه تميز، معمولاً خیلی کم است اما محسوس می‌باشد و از طرف کارخانه سازنده و در کاتالوگ آن شرکت مشخص می‌باشد. اين نوع فیلتر درات بسيار ريز را از آب می‌گيرد. بسياري از موادر وجود دارد که می‌تواند به سرعت روی فیلترها اثر گذاشته و آنها را مسدود کنند. فیلترهای شنی در استخراج‌هایی که تازه گچ کاري شده باشند به سرعت مسدود می‌شوند. همچنین خاک، برگ، مواد زائد ديگر موجب کوتاه تر شدن چرخه فیلتراسيون گرددند.

• سيليس نمره يك از قطر ۵/۰ ميلى متر تا ۱/۵ ميلى متر.

• سيليس نمره دو از قطر ۲ ميلى متر تا ۳/۵ ميلى متر.

• سيليس نمره سه از قطر ۴ ميلى متر تا ۸ ميلى متر.

• سيليس نمره چهار از قطر ۸ ميلى متر تا ۱۲ ميلى متر.

كليه سيليس هاي ريخته شده در فیلترهای شنی جمعاً به ارتفاع حدود یک متر خواهد رسید که این عدد به طرفیت فیلتر بطي ندارد چون پس از آزمایشاتی که روی فیلترهای شنی انجام شده است این موضوع به اثبات رسیده که از یک ارتفاعی به بعد مواد بکار برده شده در فیلترها توانایی تصفیه بیشتر آب را ندارند و ماکریم ارتفاع ۱,۵ متر برآورده شده است و با در نظر گرفتن بستر فیلتر و پخش کننده آب ارتفاع فیلترهای شنی به ۱,۵ متر میرسد.

شن هایی با دانه بندی ریزتر سطح بیشتری را فراهم می‌کنند و درنتیجه بیشتر آلدگی آب را می‌گیرند. اما به انرژی پمپاژ بیشتری برای انتقال سیال نیاز دارند. در اکثر فیلترهای شنی فشاری از رنج دانه های ۲،۰ تا ۲,۵ میلی متر استفاده می‌شود.

ذرات بزرگتر از ۱۰۰ میکرومتر تمايل به بستن منافذ فیلتراسیون دارند که دانه های بزرگتر ماسه می‌توانند بر این مشکل غلبه کنند. به همين دليل عمق بستر شن حدوداً ۶,۰ تا ۱,۵ متر بسته به کاربرد مختلف می‌باشد. طراحی فیلترهای شن و ماسه نشان می‌دهد که باید با حداکثر سرعت جريان ۱۰ gpm/ft² کار کنند. با استفاده از توان مورد نياز و حداکثر دني، مساحت لازم را می‌توان محاسبه کرد. نکته نهاي طراحی اين است که مطمئن باشيد مایع به درستی در بستر جريان دارد و هیچ مقدار از مایع توسط شن و ماسه از مسیر جريان منحرف نمی‌شود. هنگامی که شستشو انجام شد پس از مدتی کييفي جمع شده در شن‌ها، اجازه عبور آب کمتری را می‌دهد. اين در حالی است که مواد زائد موجود در فیلتر بجا می‌مانند، که باید از آن خارج شوند. حال زمان back wash فیلتر است.

وقتی فیلتر مقدار زیادی از خاک را انباسته می‌کند فشار افت کرده و آب نمی‌تواند آزادانه از فیلتر خارج شود. back wash آب را به عقب می‌فرستد تا از طریق فیلتر گرد و خاک به دام افتاده بیرون رود. پس از back wash، افزایش فشار برگشت به استخراج کاملاً مشخص است و اگر گیج فشار روی فیلتر نصب شده باشد، مشاهده می‌شود که فشار بیش از ۰,۵ bar بهبود می‌یابد.

۳-۱. فیلتر شنی چگونه back wash می‌شود؟

back wash یا همان پس شویی در فیلتر شنی به سادگی و از طریق برگشت جريان آب استخراج صورت می‌گیرد. بدین صورت که با عبور بالعکس جريان از پایین به سمت بالای فیلتر شنی، مواد زائدی که در بين شن های فیلتر، گیر کرده است به فاضلاب انتقال می‌یابد.

برای پس شویی باید پمپ را خاموش کرد و شیر فیلتر را در حالت "wash" قرار داد و سپس پمپ را دوباره روشن کرد. معمولاً پس شوی back wash در استخراجها ۲ تا ۳ دقیقه به طول می‌انجامد. پس از پایان back wash

- صنایع لاستیک و پلاستیک
- تصفیه خانه های آب و فاضلاب
- کلیه سیستم های حرارتی و برودتی
- نیروگاه ها، پتروشیمی و پالایشگاه ها

۹-دبی جریان بهینه در فیلترهای شنی تحت فشار (سرعت)

برای بیشتر شدن اثر فیلتر، باید مطمئن شد آب در دبی بهینه خود می باشد. مهم ترین یافته ها از تست ها نشان می دهد که سرعت بالای جریان روی فیلتراسیون و زمان لازم برای جمع کردن آводگی ها تاثیر دارد.

سرعت بالای جریان، سبب کوتاه تر شدن زمان فیلتراسیون گشته و تصفیه را سخت تر می کند. «سرعت بالا» به معنی سرعتی بیش از حد معین در لوله می باشد که با gpm/ft^2 یا ft/sec آن را می سنجند. مثلا سرعت 10 fps سرعت بالایی است. این مقدار حدودا 70 gpm در لوله PVC 1 اینچی و 100 gpm برای لوله 2 اینچی مطلوب می باشد. برخی از تولیدکنندگان ادعا می کنند، سرعت بالاتر، تصفیه بهتر- ولی این چیزی مغایر با آن است که در عمل اتفاق می افتد. اگر شما در یک فیلتر جریان سریع آب را عبور دهید عملا فیلتر فرست گرفتن میکروب ها و باکتری ها را نخواهد داشت. مشکل سرعت بالا این است که شما فقط جریان را از درون فیلتر می رانید بدون اینکه عمل خاصی روی آب انجام شود.

سرعت های پیشنهادی بین 5 تا 9 gpm/ft^2 می باشد. در اینجا اثرات منفی جریان با سرعت بالا را مورد بررسی قرار می دهیم:

- سرعت جریان بالا باعث می شود ذرات آلوده عمیق تر از آنچه که سیستم طراحی شده در شن فرو روند، در نتیجه نیاز به پس شویی بیشتری دارد تا آводگی را خارج کند و این باعث هدر رفتن وقت و انرژی می شود.

- در بعضی موارد سرعت بالای جریان باعث می شود که ذرات آلوده کاملا در شن فرو رفته و دوباره وارد استخر گردند. وقتی این اتفاق می افتد تصفیه ناقص خواهد بود و یا هیچ تصفیه ای صورت نمی گیرد.

جریان های سرعت بالا همچنین باعث فرسودگی شن و ماسه خواهند شد و زبری سطحهای را کم می کنند. در نتیجه شن ها باید عوض شوند. برای بهترین نتیجه، سرعت جریان آب را تا حد ممکن پایین نگه دارید. پمپ های دور متغیر جدید راندمان خوبی برای ایجاد جریان در سیستم دارند. با افزایش نرخ های انرژی، این پمپ ها امروزه رایج شده اند و به شما این امکان را می دهند تا با فشار یک دکمه جریان را کنترل کنید.

۱۰-انتخاب فیلتر شنی شرکت پاکمن:

برای بدست آوردن ظرفیت فیلترهای شنی از جمله فیلترهای شنی شرکت پاکمن بدین صورت عمل می کنیم: با در دست داشتن دبی آب جهت تصفیه و سرعت فیلتراسیون مور نیاز مساحت فیلتر شنی را محاسبه

بدون یک ماده منعقد کننده، فیلتر های شنی، فقط برای جدا کردن مواد جامد درشت از آب در گردش موثر است. اما در صورت اضافه کردن یک ماده منعقد کننده، ماسه، صافی بسیار موثری خواهد شد که جهت جدا کردن مواد جامد معلق و باکتری ها برای یک تصفیه خوب مناسب می گردد.

آلوم (سولفات آلمینیوم)، ماده منعقد کننده معمول، قبل از فیلتر به داخل آب استخر تزریق می شود تا به خوبی مواد معلق آب را منعقد نموده و آن ها را به اجزاء بزرگتری که به راحتی توسط فیلتر جدا می گردد، تقسیم نماید. وقتی ماده منعقد کننده به آب اضافه شود، در اثر واکنش مواد قلیایی آب، یک ماده رسوبی غیرقابل احلال ژله مانند موسوم به فلاک تشکیل می شود.

فلاک، مواد ارگانیک، ترکیبات رنگی و باکتری ها را به خود جذب کرده و به دام می اندازد. غربال ماسه ای فیلتر، این فلاک را از آب جدا می کند و نتیجتا آب زلال و تمیز از فیلتر خارج میگردد. یک مدت معین برای انجام واکنش شیمیایی باید قائل شد در غیر این صورت ممکن است فلاک در داخل استخر تشکیل گردیده و آب را کدر کند. بنابراین آلوم را باید طوری به مخزن مکش وارد کرد که فرستت لازم برای تشکیل فلاک موجود باشد.

۶-ویژگی های فیلترهای شنی تحت فشار (شرکت پاکمن)

• قابلیت تحمل فشار تا 10 bar

• مجهز به شیر هوا گیری و فشارسنج

• استفاده از $4\text{ لایه سنگ سیلیسیس$ دانه بندی شده در فیلترهای شنی

• قابل ارائه با سه نوع شیر: دستی، نیمه اتوماتیک و تمام اتوماتیک

جهت شستشوی معکوس

۷-مزیت های فیلتر شنی تحت فشار

• راهبری ساده

• سرعت بالا در تصفیه

• هزینه نگهداری کم

• هزینه اولیه مقرن به صرفه

• نیاز به فضای کم در نصب و بهره برداری

۸-کاربرد فیلترهای شنی:

• استخرهای شنا

• صنایع شیشه

• صنایع رنگ

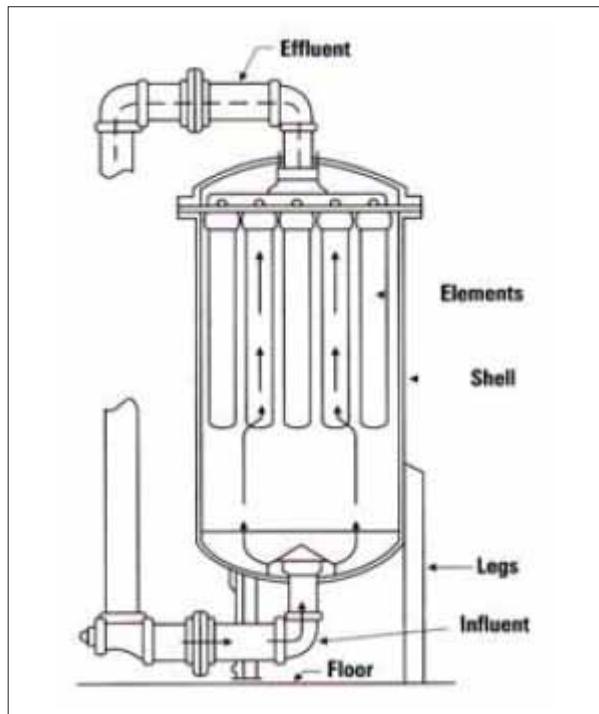
• صنایع غذایی

• صنایع نساجی

• صنایع شیمیایی

• صنایع کاغذ سازی

• صنایع فولاد و فلزات



شکل ۲. مقطع یک فیلتر دیاتمیک

می گردد که میزان بیشتری از مواد جامد و سایر آلودگی ها از آب جدا شوند.

شدت جریان آب در گذر از فیلتر خاک سیلیسی بین ۲ تا ۴ گالن بر دقیقه است که تقریباً دو برابر شدت جریان مجاز در فیلتر ماسه ای است. جهت جریان آب در این فیلتر از پایین به بالاست و این موجب می شود که فشار آب لایه رسوبی تشکیل شده روی غربال های استوانه ای المنت های فیلتر را در جای خود نگه دارد. وقتی که جریان باز می ایستد، بخش عده لایه رسوبی خواهد افتاد.

این امر چنان چه استخراج کار مداوم ۲۴ ساعته داشته باشد، مسئله ای ایجاد نمی کند. اما اگر لازم باشد به طور پریودیک وقفه هایی در گردش آب ایجاد می گردد. با ایجاد یک بای پس (مسیر میان بر) با نصب یک پمپ کوچک در سیستم، تداوم جریان آب در فیلتر حفظ شده و لذا لایه رسوبی المنت ها در جای خود خواهد ماند.

پس شویی این نوع فیلتر نیازی به آب اضافی ندارد، تنها باید فشار را افزون نمود تا اجرام باقی مانده بر روی غربال المنت ها، جدا شوند. این فشار اضافی با تعبیه یک شیر سریع بند (ball valve) یا همان شیر توپی در خط پس شویی، و استفاده از ضربه قوچ حاصله از باز و بسته کردن این شیر تامین خواهد شد. ضمن پس شویی، ماده صافی از روی المنت ها شسته می شود و لذا باید جایگزین گردد. جریان آب پس شو باید در یک چاهک باز تخلیه گردیده و از آنجا که تحت نیروی نقل یا توسط یک پمپ به یک مجرای فاضلاب ریخته شود.

می کنیم. دبی آب را از تقسیم حجم استخر بر زمان تصفیه (۴ تا ۸ ساعت) بدست می آوریم، سرعت را نیز از روی کاتالوگ شرکت سازنده (۶ تا 8 gpm/ft^2) بر می داریم.

$$Q=AV$$

$$A(\text{ft}^2)= Q(\text{Gph})/V(\text{mph})$$

حال قطر به راحتی قابل محاسبه است.

$$A=\pi D^2/4 \quad D(\text{m})= d(\text{ft}) * 304.8$$

با عدد قطر (mm) وارد کاتالوگ پاکمن شده مدل مناسب فیلتر شنی را انتخاب می کنیم. کاتالوگ فیلترهای شنی در مثال فصل ۵ و در پیوست آورده شده است. سرعت فیلتراسیون مناسب فیلتر های شرکت پاکمن از $6 \text{ تا } 8 \text{ gpm/ft}^2$ می باشد.

۱۰. تعداد فیلتر ها

برای استخراج معمولاً تعداد فیلتر ها را زوج انتخاب می کنند و یک فیلتر را برای هر دو فیلتر به عنوان رزرو قرار می دهند تا در زمان تعییر آن را وارد خط کرد.

برای جکوزی نیز به دلیل تفاوت دمایی که آب استخراج با آب جکوزی دارد باید فیلتر جداگانه ای را انتخاب کرد و در مدار قرار داد.

۲. فیلتر دیاتمیک (Diatom Filter)

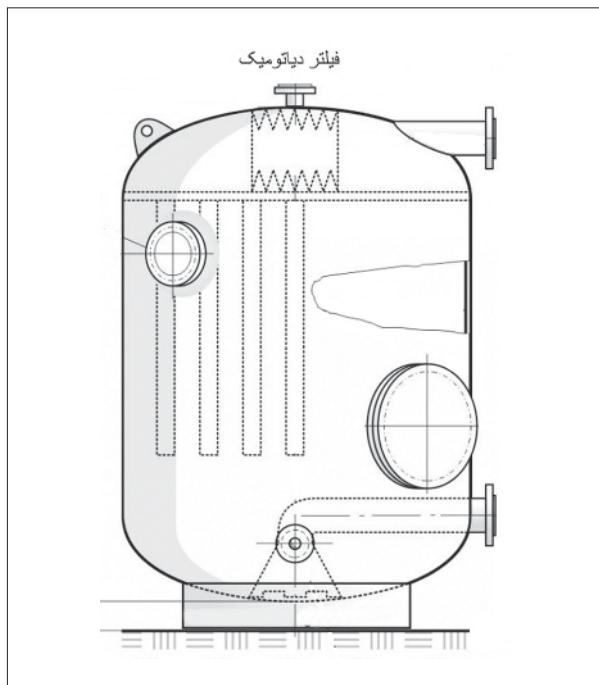
طی جنگ جهانی دوم نیاز به یک دستگاه یکپارچه موجب ابداع فیلتر دیاتمیک گردید. که بعداً به عنوان فیلتر آب استخراج شنا مورد استفاده قرار گرفت. ماده صافی عبارت است از خاک سیلیسی که در واقع پودر فسیل باقی مانده از گیاهان دریابی میکروسکوپی با پوسته سیلیسی است. ثابت شده است که خاک سیلیسی به لحاظ میکروسکوپی بودن اجزاء نامنظم بودن شکل و خنثی بودن از نظر شیمیایی، یک ماده صافی ایده آل است.

فیلتر دیاتمیک متتشکل است از استوانه های متعددی که به طور عمودی از یک صفحه چند بخشی آویزانند. جنس این استوانه ها از موئل (آلیازی از نیکل، مس، آهن، منگنز)، اکسید آلومنیوم و سایر مواد خنثی است که میان سوراخ های تنگ یک غربال، باقیه شده اند و روی آن ها پوشش خاک سیلیسی فیلتر نگه داشته می شود.

مقطع عمودی این فیلتر در شکل ۲ نشان داده شده است. المنت هایی که در شکل دیده می شود با استفاده از یک ظرف مخصوص حاوی خاک سیلیسی پوشش داده شده اند. آب در گردش خاک را روی المنت فیلتر می نشاند. دیاتمایت ها آن قدر کوچک اند و ریزنده که میکرووارگانیسم ها و باکتری ها را بدون نیاز به افزودن ماده منعقد کننده با قیا از آب جدا می کنند. طول صافی فیلتر را میتوان با افزودن یک تعذیه کننده اضافی که حاوی مقدار ثابتی خاک سیلیسی است، افزایش داد.

این تعذیه کننده موجب تداوم تشکیل لایه خاک سیلیسی روی المنت فیلتر می شود اما از انسداد یا جرم گرفتگی سریع جلوگیری نموده و باعث

و فضای مورد لزوم جهت نصب، عامل تعیین کننده در تصمیم گیری و گزینش سیستم تصفیه، ملاحظات اقتصادی است که تنها به نظر طراح یا کارفرما با توجه به موقعیت استخراج، بستگی دارد.



شکل ۳. فیلتر دیاتومیک

۱-۲. دیاتوم

دیاتوم ها، نوع سنگ نرم رسوبی مشکل از ذرات میکروسکوپی کوچک توخالی هستند که می توانند ذرات جامد معلق در آب را جدا کند و آب را شفاف سازد.

هنگامی که دیاتومها می میرند، دیواره های سلولی خود را غرق می کنند. و در یک بستره رسوب می کنند، رسوب برداشت شده را می توان دیاتوم نامید. حدود ۱۶۰۰۰ گونه مختلف دیاتوم در زمین وجود دارد. پوسته یا دیواره پوسته تعداد زیادی خلل و فرج دارد که به دیاتوم خواص ارزشمندی می دهد. قطر این خلل و فرج ها ۱ تا ۳ میکرون است. بعضی از این گونه ها دارای یک شبکه ظریف ثانویه با قطری حدود ۵،۰ میکرون درون منفذ اولیه هستند.

ساختار منحصر به فرد دیواره سلولی به همراه ثبات شیمیابی، دیاتوم را در فرایند فیلتراسیون با ارزش می کند. در حال حاضر بیش از نیمی از دیاتوم های تولیدی در جهان در فیلتراسیون نوشیدنی ها و آب ها استفاده می شود برخی از استفاده های دیگر آن در خمیردن، کنترل آفات، مواد شیمیابی، عایق، تغذیه حیوانات و... می باشد.

از آنجا که ۹۰٪ حجم خلل و فرج و فضاهای باز، ظرفیت نفوذپذیری و تصفیه بالایی دارند می توانند ذرات موجود در مایع تا حدود ۵،۰ میکرون

چنان چه باقی مانده آب حاصل از پس شویی، نه تنها در نقطه ای عملی است که هزینه های مربوط به پس شویی زیاد افزایش نیابد و تنها اپراتور استخراج می تواند این نقطه را تعیین کند. مزایای استفاده از فیلترهای خاک سیلیسی برای استخراج های شنا مشهود است. این فیلترها به لحاظ بیشتر بودن شدت جریان مجاز و این واقعیت که مساحت فیلتر همان مساحت سطح المنت های عمودی است، به سطح نشیمن کمتری نیاز دارند.

این در حالی است که فیلترهای ماسه ای به سطح نشیمن معادل سطحی که با شدت جریان کمتر محاسبه می شود، نیازمندند. مضافة حذف منعقد کننده ها و قلیاهای سیستم دیاتومیت، نیاز به کنترل شیمیابی ندارد و وسائل اضافی را کاهش داده و از مشکلات نگهداری سیستم خواهد کاست.

راندمان فیلترهای ماسه ای و خاک سیلیسی تقریباً یکسان است اما در ظرفیت مساوی، هزینه اولیه فیلترهای خاک سیلیسی تقریباً یک پنجم فیلترهای دیاتومیت است.

معدالک با توجه به هزینه های ساخت، عملیاتی و نگهداری، افزونی هزینه اولیه فیلتر خاک سیلیسی دیاتومیت نسبت به نوع ماسه ای، خیلی زود جبران خواهد شد. پوسته (محفظه المنت ها) باید از فولاد کلاس A مناسب برای تحمل ۱۵۰ Psi فشار آب ضمن کار سیستم و فشار آزمون ۲۲۵ Psi باشد این فشار معکوسی است که هنگام پس شویی فیلتر ایجاد می شود.

به منظور جلوگیری از خوردگی پوسته می باید سطح داخلی آن با پلاستیک پلی وینیل پوشش داده شود. چنانچه احتمال واکنش الکترولیتی وجود داشته باشد، باید پوسته به زمین متصل شود و به جای یکی از المنت ها یک میله آند منیزیمی نصب گردد. این میله آند باید هرچند وقت یک بار مورد بررسی و بازبینی قرار گیرد چرا که اینک به جای پوسته، این المنت در معرض خوردگی قرار می گیرد و باید هر زمان لازم باشد این میله را تعویض نمود.

برای شدت جریان ۲۵۰ گالن بر دقیقه، مساحت مورد نیاز برای فیلتر دیاتومیت برابر خواهد بود:

$$Gpm \frac{250}{2} (gpm/ft^2) = 125 ft^2$$

شدت جریانی برابر با $2 gpm/ft^2$ مورد استفاده قرار گرفت که جریانی با این شدت، طول سیکل تصفیه را در مقایسه با شدت جریان حدود ۳ تا ۴ برابر افزایش می دهد و همچنین اقتصادی تر است. چنان چه قرار باشد دستگاه های تصفیه به صورت زوج نصب شوند، مساحت هر فیلتر ۵۲،۵ فوت مربع (۴،۸ متر مربع) خواهد بود، با مراجعه به کاتالوگ های کارخانجات سازنده، معلوم می گردد که برای هر پوسته فیلتر به قطر ۲۶ اینچ، ارتفاع ۵،۲۵ فوت (۱۶ متر) و حاوی ۱۱ عدد المنت، مساحت شیمیان مورد نیاز $4,5 * 12,5 = 56,25$ فوت مربع خواهد بود. فضای باقی مانده نیز برای لوله کشی و ظرف مخصوص پوشش دهی خاک سیلیسی می باشد. اگر سه دستگاه تصفیه به کار گرفته شود، مساحت هر فیلتر $42 ft^2$ و برای هر پوسته فیلتر به قطر ۶۸ اینچ و ارتفاع ۵ فوت مساحت نشیمن مورد نیاز $3,5 * 14,5 = 50,75$ فوت مربع خواهد بود. به این ترتیب با دانستن اندازه تجهیزات

باشد. برای این منظور یک شبکه آشغال گیر قبیل از پمپ نصب می‌گردد. جنس سبدهای آشغال گیر باید از مواد مقاوم نسبت به زنگ زدگی بوده و به راحتی قابل تمیز کردن باشد این سبدها به صورت کشویی ساخته می‌شوند.



شکل ۴. موگیر

فیلترها نیز قابلیت گرفتن ذراتی را که آشغال‌گیر جذب می‌کند دارند ولی به علت اینکه تمیز کردن آنها از اینگونه مواد خارجی دشوارتر است از آشغال گیر قبل از پمپ استفاده می‌شود. با استفاده از این وسیله می‌توان رشته‌های بلند مو و پارچه را پیش از آنکه وارد پمپ شوند از آب جدا نموده و در نتیجه از پیچیده شدن رشته‌های مو و پارچه به دور پروانه جلوگیری کرد.
در صورت استفاده نکردن از موگیر، ظرفیت فیلترهای شنی مناسب برای استخراج بسیار افزایش پیدا می‌کند.

(ب) تصفیه شیمیایی

آب استخراج‌های شنا مجموعه‌ای از انواع باکتریهای، چربیها، نمکهای محلول در آب، گرد و غبار، ذرات معلق و ... را در خود دارند. لذا ضد عفونی کردن این آب جهت تأمین بهداشت عمومی بسیار ضروری و مهم می‌باشد. معمولی ترین ماده ای که به آب استخراج اضافه می‌گردد تا آن را ضد عفونی و قابل استفاده نمایند، کلر است. کلر بصورت گاز و یا پودرهای گرانولی قابل تهیه بوده و با توجه به درصد خلوص آن قابلیت تزریق و اضافه نمودن به آب دارد. است. در صورتیکه از گاز کلر استفاده می‌کنید لزوماً به دلیل مسمومیت شدید ناشی از تنفس این گاز که گاهًا منجر به مرگ سریع می‌گردد استفاده از تجهیزاتی که مخصوص تزریق آن به آب می‌باشد، ضروری است.

۴. کلر

کلر ماده ایست که توسط الکترولیز آب نمک به وجود می‌آید. وقتی

را نیز حذف کنند. دیاتوم ها پودری هستند و به صورت کیسه‌های فیلتر و با غشا جهت فیلتراسیون ذرات معلق مورد استفاده قرار می‌گیرند. فیلترهای دیاتوم بزرگ با عنوان زمینی (DE)، در استخراج‌های شنا بسیار رایج اند. همچنین یکی از بهترین تجهیزات پشتیبانی در آکواریوم ها و پرورش حیوانات آبزی به شمار می‌رود.

اگر آب هنگام تخلیه به طور محسوسی کاهش یابد زمان آن رسیده که شارژ شود (توسط تمیز کردن با پودر جدید). اگر آب تخلیه کرد باشد این امکان وجود دارد که کیسه حاوی پودر دیاتوم سوراخ بوده و هنگام عبور، آب خروجی با آن مخلوط می‌شود. اگر سوراخ را یافتید کاملاً خشک کنید و با سیمان سیلیکونی و یا یک درز گیر غیرسمی دیگر بپوشانید. در آکواریوم ها، فیلترهای دیاتوم را می‌توان با زغال چوب مرغوب ترکیب کرد تا با زندگی جلبک های سمی مبارزه شود. پودر دیاتوم جلبک سمی را از آب مخزن فیلتر گرفته و سپس زغال چوب، سوم آزاد شده توسط جلبک را می‌گیرد. فیلترهای دیاتوم PH آب را هیچ تغییری نمی‌دهند. در دست زدن به پودر دیاتوم و استفاده از آن مراقب باشید به خصوص هنگامی که خشک است می‌تواند باعث بیماری های ریوی شود. استفاده از ماسک در حین کار توصیه می‌شود.

۲-۲. چگونه فیلتر دیاتوم را تمیز کنیم

فیلترهای دیاتوم از بقایای جانداران یا جانداران دریایی کوچک تشکیل شده است. هنگامی که فیلتر مسدود می‌شود شما باید آن را طوری پاک کنید که به درستی کار کند. فیلتر را هنگامی که گیج بین ۷ تا ۱۰ پوند در هر اینچ مربع نشان دهد تمیز کنید.

دستورالعمل:

- پمپ را خاموش کنید و دستگیره ای که بالای مخزن شنی قرار دارد به پایین فشار دهید. سپس آن را به بالا بکشید. این کار را ۸ مرتبه انجام دهید. اگر فیلتر دیاتامیت چنین دستگیره ای نداشت که فشار را تخلیه کند، آنگاه شیر کنترل فشار که در بالای فیلتر است را باز کنید و اجازه دهید تا فشار به صفر برسد.
- دریچه تخلیه را باز کنید، تخلیه فیلتر اجازه می‌دهد تا آب و مواد زائد وارد فاضلاب شود. خروجی فیلتر در زیر مخزن قرار دارد که آب را به طور کامل از فیلتر خارج می‌کند.
- پمپ را به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه روشن کنید تا درون فیلتر را کاملاً تمیز کند و دوباره آن را خاموش کنید.
- خروجی فیلتر یا شیر تخلیه را بیندید، شیر برگشت و شیر مکش را باز کنید. حال پمپ را روشن کرده تا دوباره آب در فیلتر جمع شود.
- تمام فرایندهای بالا را تکرار کنید تا آب استخراج کاملاً تصفیه شود.

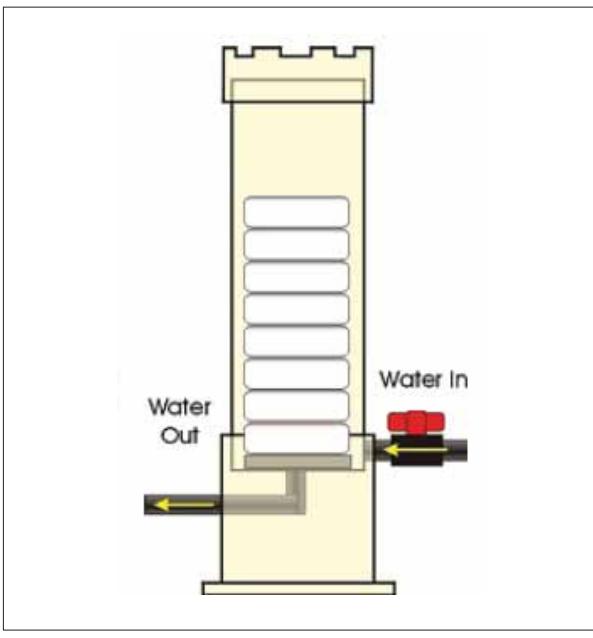
۳. موگیر

برای کارکرد مناسب پمپ‌ها و فیلترها باید یک موگیر در مسیر سیرکولاسریون پیش‌بینی کرد که کارش گرفتن مو، نخ، پارچه و... می-

۱۰ تعداد قرص در فیدر کنترل شود

به عنوان یک قاعده کلی، تنها به همان اندازه قرص در تغذیه کننده کلر قرار داده خواهد شد که طی چند روز آینده مورد نیاز است. اگر شما تمام کلریناتور گازی راه اندازی شده را اجرا کنید خطر over load وجود دارد. پس بهتر است مقداری که در ۳ تا ۷ روز آینده لازم است قرار دهید. با این روش شما over load را کنترل می کنید.

به عنوان مثال یک آب گرم ممکن است در هفته به کمتر از یک پوند کلر نیاز داشته باشد، اما کلریناتور ۶ تا ۸ پوند کلر نگه دارد. مقدار بیش از حد کلر در آب گرم و PH پایین می تواند خطرناک باشد.



شکل ۵

۲۰ تنظیم سوپاپ کنترل که با چه سرعی تغذیه کند

کلریناتورها یک شیر کنترل تنظیم دبی آب دارند هرچه آب سریعتر عبور کند کلر بیشتری تزریق خواهد شد. مشکل کلریناتورهای فرسوده این است که شما نمی دانید که چه مقدار آب در هر یک از کلریناتورها عبور می کند.

۵. اشعه ماوراء بنسن (Ultraviolet)

اخیراً روش های نوینی جهت ضد عفونی نمودن آب ابداع، گردیده که استفاده از اشعه ماوراء بنسن یا اولترا ویولت (UV) و تزریق گاز اوزن به آب است. در این روش، آب ابتدا از مجاورت اشعه ماوراء بنسن عبور کرده و سپس به آب، گاز اوزون تولید شده تزریق می گردد در این روش آب کاملاً پاک و ضد عفونی شده و اکسیژن حل شده در آن، آب را از مطلوبیت ویژه ای برخوردار می نماید. در ضد عفونی با اشعه UV میکروارگانیسم ها در نتیجه واکنش فتوشیمی بین تابش UV-C

جريان برق از 2NaOH و $2\text{H}_2\text{O}$ عبور می کند اتم ها به Cl_2 و H_2 تبدیل می شوند. در تولید کلر، به شکل گازی از آن جدا شده و برای تولیدات دیگر از جمله مواد پلاستیکی، سفیدکننده ها و محصولات مرتبط مورد استفاده قرار می گیرد.

وقتی کلر به آب افزوده می شود تجزیه روی می دهد در واقع Cl_2 به H_2O اضافه شده که تولید HOCL (اسید هیپوکلریک) و HCl (اسید هیدروکلریک) می کند.

این مواد چه اثری روی دما و pH آب اثر دارند؟

اسید هیپوکلریک فرم فعال کلر است و این همان نقشی است که در آب استخراج ایفا می کند. یون یا مولکول کلر با از بین بردن آنزیم ها و تغییر ساختار و فرایند درونی، میکروارگانیسم ها را از بین می برد. وقتی این اتفاق می افتد سلول ها غیر فعال شده، اسید هیپوکلریک این از بین بردن را تا جایی ادامه می دهد که با نیتروژن یا آمونیاک ترکیب شود و تشکیل کلرامین را بدهد یا خودش به اتم های سازنده اش تجزیه شود. بدون شک کلر به خصوص در بعضی از ترکیبات خود ماده ای خطرناک است، اما کلر به صورت محلول در آب استخراج ها برای شناگران خطرناک نمی باشد. واکنش های آلرژیک به کلر در آب استخراج عموماً نادر است ولی ممکن است موجب سوزش پوست در برخی افراد شود.

وجود کلرامین در آب استخراج دلیل قمز شدن چشم شناگران است. سطح بسیار بالایی از کلر در آب می تواند تولید گاز در سطح استخراج کند که به دلیل جا به جایی آرام هوا در استخراج های سرپوشیده، مشکلات تنفسی ایجاد کند. خطر اصلی متوجه شخصی است که مسئول اضافه کردن کلر به آب است. تنفس گاز کلر می تواند انسان را بیهوش کرده حتی منجر به مرگ شود. هنگام کار با کلر حتماً از دستکش مخصوص و عینک استفاده کنید و در صورت تماس کلر با دست حتماً دست خود را بشویید. تحت هیچ شرایطی کلر را با ماده شیمیایی دیگری مخلوط نکنید.

۱-۴. تنظیم کلر

بسیار مهم است که سطح ثابت کلر در استخراج حفظ شود. اگر سطح کلر به زیر صفر برسد، جلبک ایجاد شده و شناگران در معرض خطر عفونت قرار می گیرند.

هدف کلر زنی از بین بردن جلبک ها و باکتری های موجود در استخراج می باشد. اضافه کردن کلر تا جایی ادامه دارد که میزان کلر موجود در آب استخراج تا 10 ppm و بالاتر از آن برسد. کلر باید به طور مداوم به آب استخراج در حال استفاده تغذیه شود. قرصهای کلر موجود (قرص فیدر) یک راه معمول برای تزریق کلر می باشد. کلریناتورهای گازی شناور نیز یک راه حل ارزان برای تزریق کلر به استخراج می باشند. برای کنترل میزان کلر همچنین می توان از کیت های آزمایشی استفاده کرد که با تغییر رنگ محلول موجود در آن میزان کلر موجود در آب مشخص می شود و اپراتور می تواند بنا بر این میزان کلر تزریق کند. در کلریناتورهای دو راه حل اتوماتیک برای تعیین مقدار کلر تزریق شده به استخراج وجود دارد:

معلق در آب را به سرعت از بین می برد. فاقد عوارضی چون حساسیت های تنفسی، خشکی و خارش پوست سوزش چشم وغیره است. روشهای بسیار طبیعی و مفرونه به صرفه می باشد.

۶-۱. مزایای استفاده از اوزون

ترکیب آب با اوزون میزان تجزیه زیستی را افزایش می دهد. راندمان فیلتر را زیاد می کند به این ترتیب که مولکول های بزرگ را به مولکول های کوچکتر تجزیه می کند که راحت تر فیلتر شوند. مواد آلی باعث افزایش رشد باکتری ها می شوند زیرا به عنوان ماده مغذی عمل می کنند. رشد مجدد باکتری های موجود در سیستم یک اثر ناخواسته است که این را می توان با تزریق اوزون به اثری مثبت روی فیلتر تبدیل کرد. تحقیقات نشان داده که تزریق اوزون می تواند راندمان فیلتر را افزایش دهد. کل کریں آلی که تا ۳۵٪ در فیلتر شنی افزایش می یابد را حذف می کند.

۷. بروم

بروم به عنوان یک ضد عفونی کننده موثر مورد استفاده قرار می گیرد و دارای همان کیفیت کلر است، اما به ازاء یک باقی مانده معین، مقدار وزنی مورد مصرف آن حدوداً دو برابر کلر در شرایط مشابه است. بروم، حتی به صورت مایع، از خاصیت خورنده‌گی بالایی برخوردار بوده و گازهای سنگینی آزاد می کند که کنترل آن را دشوار می سازد. میزان بروم در آب بین ۵ تا ۲,۵ ppm می باشد.

برم زنی از طریق تزریق محلول به خط گردش آب استخر و به صورت جوشان در آب استخر، انحصار می گیرد. با توجه به این واقعیت که در بسیاری از استخرها از بروم استفاده نمی شود، کارخانجات سازنده هیچ نوع دستگاه برم زنی اتوماتیک را نمی سازند. این امر ایجاب می کند که جهت تهیه محلول بروم برای تزریق به خط گردش آب، از وسائل موقتی استفاده شود. تفاوت بین کلر و بروم در این است که هنگامی که کلر با باکتری ها ترکیب شده و آن ها را می کشد بیشتر کلر خود نیز مصرف شده و بیش از این استخر شما را پاکسازی نمی کند. بروم با باکتری های استخر ترکیب شده و همانند کلر آن ها را از بین می برد اگرچه پس از ترکیب با باکتری همچنان فعل باقی می ماند.

فواید استفاده از بروم واضح است. بروم برای کسانی که پوست حساسی دارند مضر نمی باشد. ولی چون هزینه آن نسبت به کلر بیشتر است بسیاری از صاحبان استخر از آن استفاده نمی کنند.

و DNA عوامل بیماری زا در طی چند ثانیه غیرفعال می گرددند و لذا این عوامل دیگر تکثیر نیافته و می میرند.

پس از اینکه آب تصفیه شد ضد عفونی کننده UV روشن می شود و آب وارد سیستم می شود. در داخل محفظه میکروارگانیسم ها نور قدرتمند UV را جذب می کنند. آن ها به طور طبیعی در هر نقطه از ۱ تا ۳ ppm پراکنده می شوند. با استفاده از این سیستم شما تا ۷۰٪ در هزینه کلرزنی صرفه جویی می کنید.

پس از اینکه آب از محفظه UV خارج شد به استخر می رود.

۱-۵. مزایای UV

- کاهش مواد شیمیایی تا ۷۰٪
- ضد عفونی مطمئن که رشد بیولوژیکی را حذف می کند.
- نصب آسان و نگه داری راحت
- سوزش پوست و چشم ندارد.
- هیچ نوع گازی به آب اضافه نمی شود.
- برای کسانی که مشکل آسم یا آرژی دارند مشکلی وجود ندارد
- نتایج استفاده آن، محیط استخر پاک تر و ایمن تر



شکل ۶. UV

۶. اوزون

تصفیه آب استخرها توسط اکسیژن فعال یا همان ازن مطمئن ترین و موثرترین سیستم ضد عفونی کننده شناخته شده در جهان است. "ازن" ضد عفونی کننده ای کاملاً طبیعی و بسیار قوی است، که سالهای است در کشورهای اروپایی و امریکایی جهت تصفیه ضد عفونی بی خطر آب شرب و استخرهای شنا مورد استفاده قرار می گیرد. برخلاف کلر یا مواد شیمیایی دیگر ضد عفونی با "ازن" هیچگونه مواد سمی یامضر در آب به جای نمی گذارد و طبعاً نیاز به پالایش مجدد آب ندارد، تصفیه با "ازن" کیفیت و شفافیت آب را افزایش می دهد کلیه میکرو ارگانیزمها مثل هپاتیت، وبا، ایدز، قارچها، باکتری ها، تخم انگل

٤ فصل



www.WikiPG.com

پمپ آب استخراج

۱. محاسبه دبی عبوری از پمپ

دبی آب پمپ گردش کننده بین استخر و موتور خانه از تقسیم حجم استخر بر تعداد ساعات عبور کل استخر از صافی ها به دست می آید.

دبی پمپ جکوزی نیز از تقسیم حجم جکوزی بر مدت زمان یک گردش کامل آب بدست می آید. باید در نظر داشت آب جکوزی هر ۲۰ تا ۳۰ دقیقه یک بار عوض می شود.

برای محاسبه دبی در گذر از پمپ سیرکولاسیون برای سیستم گرمایش (بویلر)، کافیست ظرفیت حرارتی بویلر و یا واحد مورد نظر را بر اساس $Q = mc\Delta T$ بر 2500 Kcal/h تقسیم می کیم تا میزان دبی بر اساس gpm به دست می آید. این عدد از طریق تبدیل دبی جرمی مورد نیاز برای افزایش درجه حرارت حدود 10°C درجه سانتی گراد بدست می آید. (از طریق فرمول

باشد برای محاسبه دبی پمپ جت جکوزی باید به ازاء هر جت حدود 15 gpm را لحاظ کرد.

۲. تعیین هد پمپ

در مورد محاسبه و تعیین هد پمپ تصفیه برای غلبه بر افت فشار سیستم، باید دانست که افت فشار در مسیر سیرکولاسیون آب استخر در کجاها رخ می دهد. باید گفته که افت اصلی ایجاد شده در سیستم، توسط ادواتی همچون فیلتر های شنی، موگیرها و مبدل های حرارتی به سیستم تحمیل می شوند.

از دیگر مواردی که سبب افت فشار می شود باید به سیستم لوله کشی استخر اشاره کرد. افت فشار به صورت متر یا واحدی از طول بیان می شود که می توان از روی این هد پمپ را بدست آورد. در ذیل به بررسی عوامل مختلف افت فشار در مسیر لوله کشی می پردازیم.

□ پمپ آب

یکی از پرکاربردترین دستگاه ها در تاسیسات، پمپ ها هستند که وظیفه جابجایی و انتقال آب را بر عهده دارند. پمپ های سانتریفوژ یا همان گریز از مرکز در دو نوع یک طبقه و چند طبقه در بازار وجود دارد. پمپ های مورد استفاده در استخرها از نوع سانتریفوژ یک طبقه بوده و ظرفیت آن باید به گونه ای باشد که حداقل ۳ بار در شبانه روز آب کل استخر را سیرکوله (گردش برای فیلتراسیون) کند. از دیگر پمپ هایی که در سیستم سیرکولاسیون موتورخانه استخر از آن استفاده می شود توان به پمپ های خطی اشاره کرد که عموماً برای گردش آب تصفیه جکوزی از این نوع پمپ استفاده می شود.

در یک استخر در قسمت های زیر نیاز به پمپ می باشد:

- پمپ سیرکولاسیون آب تصفیه استخر
- پمپ سیرکولاسیون آب تصفیه جکوزی
- پمپ سیرکولاسیون آب گرمایش سیستم (بویلر)
- پمپ های جت جکوزی

پمپ ها بر اساس نوع استخر و نرخ تغییر آب (Turnover Rate) در آنها انتخاب می شوند. نرخ تغییر در اینجا به زمان مورد نیاز پمپ، برای تامین حجم آبی برابر با آب موجود در استخرها از طریق سیستم فیلتراسیون اطلاق می گردد. نرخ های توصیه شده تغییر، بر اساس نوع استخر متفاوت می باشند. برای محاسبه حجم استخر بهتر است ابتدا شکل فیزیکی آن را مورد بررسی قرار داده و به بخش های کوچک تقسیم بندی نماییم تا محاسبه حجم ساده تر شود. پس از تعیین حجم استخر باید نرخ تغییر را برای نوع استخر بدست آوریم.

(تعیین حجم استخر در قسمت گرمایش به صورت کامل آموزش داده شده است)

۳. افت فشار در فیلتر ها

یکی از عوامل مهم که بیشترین افت فشار را سبب می شود، نوع فیلتر استفاده شده در تصفیه استخراج است به طوریکه افت فشار در فیلترهای شنی تا ۵۰ فوت (۱۵ متر) و در فیلترهای دیاتماتیک تا ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) در محاسبه در نظر گرفته می شود. برای محاسبات در این کتابچه عدد ۱۰ متر افت حدودی را برای فیلترهای شرکت پاکمن در نظر گرفتیم.

۴. افت فشار در مبدل حرارتی

مبدل های حرارتی دسته بندی های متفاوتی دارند که در قسمت گرمایش به آن اشاره شده است. بنا بر نوع مبدل اعم از مبدل های لوله ای یا صفحه ای، افت فشار متفاوتی به سیستم تحمیل می شود. این افت در کاتالوگ شرکت سازنده مبدل حرارتی باید ذکر گردد.

۵. افت فشار در مسیر لوله کشی

معمولًا برای محاسبه افت فشار در شبکه لوله کشی تاسیسات، از افت حدودی برابر با ۲ الی ۵ متر در ۱۰۰ متر استفاده می کنند. به این صورت که متراز بزرگترین طول مسیر لوله کشی را در ۲ الی ۵ درصد ضرب کرده و ارتفاع افت سیستم لوله کشی را محاسبه می کنند. ۳ درصد عدد مناسبی در طراحی معمول می باشد. باید دانست شیرآلات، اتصالات و ادوات به کار برده شده در مسیر لوله کشی نیز بار اضافه را برای افت فشار در سیستم لوله کشی بر مسیر اعمال می کنند که برای محاسبه ای آن ها به زمان زیادی نیاز است. اما در مجموع توسط یک روش تجربی می توان با ضرب متراز بدست آمده برای لوله در ضرب ۱،۵، افت فشار لوله کشی را برآورد کرد. این ضرب برای در نظر گرفتن افت در اتصالات و شیرآلات می باشد. در ضمیمه ۲ نیز این محاسبات برای طول ها و قطرها مختلف آورده شده است. برای مثال اگر مسیر لوله کشی در بزرگترین طول انشعاب و برگشت آن، ۱۰۰ متر باشد، با ضرب ۱۰۰ در ۱،۵، متراز تصحیحی را بدست می آوریم که برابر با ۱۵۰ متر است. حال ۱۵۰ متر، متراز تصحیحی را در ۵ درصد مد نظر ضرب می کنیم که با در نظر گرفتن ۳ درصد این عدد برابر با ۴،۵ متر می باشد. ملاحظه می شود که افت فشار در مسیر لوله کشی کمتر از افت فشار در فیلترها می باشد.

۶. برق مصرفی پمپ استخراج

پمپ یک استخراج معمولی ۵۰۰ وات برق مصرف می کند، پمپ استخراج های عمومی تر معمولاً ۲۴ ساعت شبانه روز و تمام فصول، پمپ استخراج های مسکونی ۴ ساعت از روز در زمستان و ۲۴ ساعت شبانه روز در تابستان کار می کنند. اما برای صرفه جویی در مصرف برق کاربران معمولاً بین ۶ تا ۱۲ ساعت در تابستان پمپ را به همراه یک کنترل کننده (تاپیر) الکتریکی روشن می کنند. استخراج های عمومی معمولاً به حداقل گردش آب ۴ ساعت نیاز دارند. اما در ایران این زمان در حدود ۶ ساعت در نظر گرفته می شود که همان زمان مناسب برای فیلتراسیون آب است. باید ذکر کرد که میزان کیلو وات مصرفی پمپ ها در کاتالوگ شرکت

سازنده ای آن مشخص است. بعضی از پمپ ها در استخراج ۲ نوع موتور با سرعت های مختلف دارند تا بتواند توان مصرفی را هنگامی که استخراج در بار ماکزیمم نیست، کاهش دهد. پمپ های دور پایین معمولاً بهتر فیلتراسیون را انجام می دهند و ذرات ریزتری را می گیرند. در دورهای پایین تر مقاومت لوله ها کمتر شده و انرژی مورد نیاز برای حرکت آب را کاهش می دهد. اکثر پمپ های استخراج یک سبد کوچک موگیر جهت گرفتن مو در آخرین مرحله، قبل از ورود آب به پروانه پمپ را دارند.



شکل ۱. پمپ استخراج

۷. انتخاب پمپ

در هنگام انتخاب سیستم پمپاژ معمولاً ۲ دستگاه یا بیشتر پمپ تعبیه می شود تا یکی از آنها نقش رزرو داشته باشد. بعد از دانستن این موضوع به انتخاب پمپ دست می زنیم و پس از انتخاب تعداد مورد نظر را در ۲ ضرب می کنیم. برای انتخاب پمپ از نمودارهای شرکت های پمپ سازی استفاده می شود که در آن به دو پارامتر دبی و هد پمپ نیاز است و از روی این دو پارامتر، به نمودار مراجعه کرده و ظرفیت و مدل پمپ مورد نظر را انتخاب می کنیم. پمپ ها را در دو دور متفاوت می سازند (۱۴۵۰ و ۲۹۰۰ rpm). برای طراحی مناسب ابتدا هد پمپ را در نظر می گیریم و برای هد های بالا به سراغ دور ۱۴۵۰ rpm می رویم تا پمپ معقول تری انتخاب شود. برای دورهای پایین نیز از هر دو مدل می توان استفاده کرد و بنا بر اندمان و میزان مصرف برق انتخاب صورت می گیرد.

۸. نصب پمپ

در نصب پمپ باید دقت کرد طوریکه محفظه پمپ در زیر سطح تراز آب استخراج قرار گرفته باشد (فشار ثابت) و پروانه آن کاملاً در آب غوطه ور شود. همچنین محل استقرار پمپ حتی الامکان نزدیک استخراج بوده و در قسمت مکش آن به غیر از صافی اصلی پمپ دستگاه موگیر نیز نصب شود تا الیاف پارچه و مو در فرآیند پمپاژ اختلال ایجاد نکنند. پمپ ها باید برنسی بوده و روی پایه بتنی نصب، تراز و محکم شوند. شکل زیر روش های پیشنهادی تراز و محکم کردن پمپ در محل استقرار پمپ

این اقتصادی ترین حالت پمپ بوده و غوطه وری دائمی پره های پمپ را اطمینان می دهد. علی رغم آنکه پمپ های متناوب (سیلندر- پیستونی) قادرند دبی و هد مورد نیاز را تامین نمایند، نمی باید در چنین تاسیساتی مورد استفاده قرار گیرند. این پمپ ها به آب در جریان به سوی فیلتر، یک حرکت ضربانی می دهند که با آرامش مورد لزوم برای یک فیلتراسیون ایده آل مغایرت دارد.

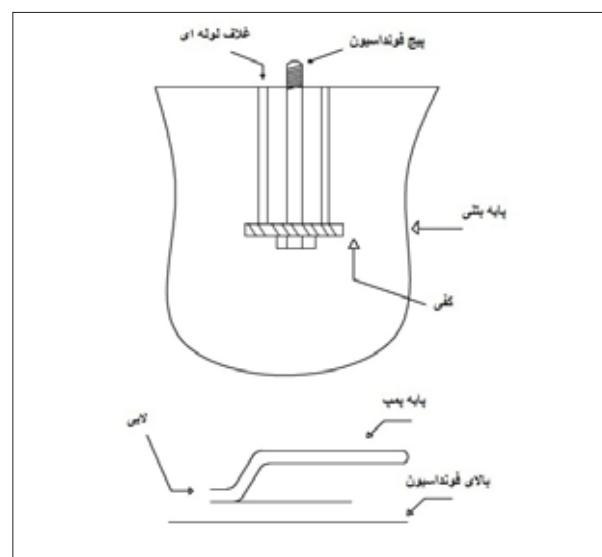
TASİSATI BA YIK ZWJG PMP MAZRI, JERIAN W GRSIDH AB DAIMI AB RA BE
 NHO AYDE ALI TSPMEN MI KND. NSB PMP DWM YA RZRO AIN AMKAN RA FRAHM
 MI ORD K HNGAM TUMIR YA SROWIS YKI AZ PMP HA, GRSIDH AB TO WS
 PMP DYG BDN WCFE ADAME YABD. HMCNIN BA ASTFADAH AZ DO PMP, KL AB
 SISYEM RA MI TOWAN ZWRF MDT 4 SAAUT TTXLIE NMOD.

DR BRXH AZ SISYEM HA BE DYLIL MHDWDIT NSB PMP DR PAJIN TRAZ SPTJH
 KFT ASTXH BAYD PMP RA DR BALA NSB KRD W BE WSELEH SOYAPAHY
 KNTRL AZ HWA GRFTN SISYEM JLO GYR KRD. PMP HAI SATNTYFVZ NHAYITA
 TOWAN MKSH RATA HHDOD 5 MTR DARA HSTND W NBAYD ARTFQ PMP AZ KFT ASTXH
 BYSH AZ 5 MTR BASHD.

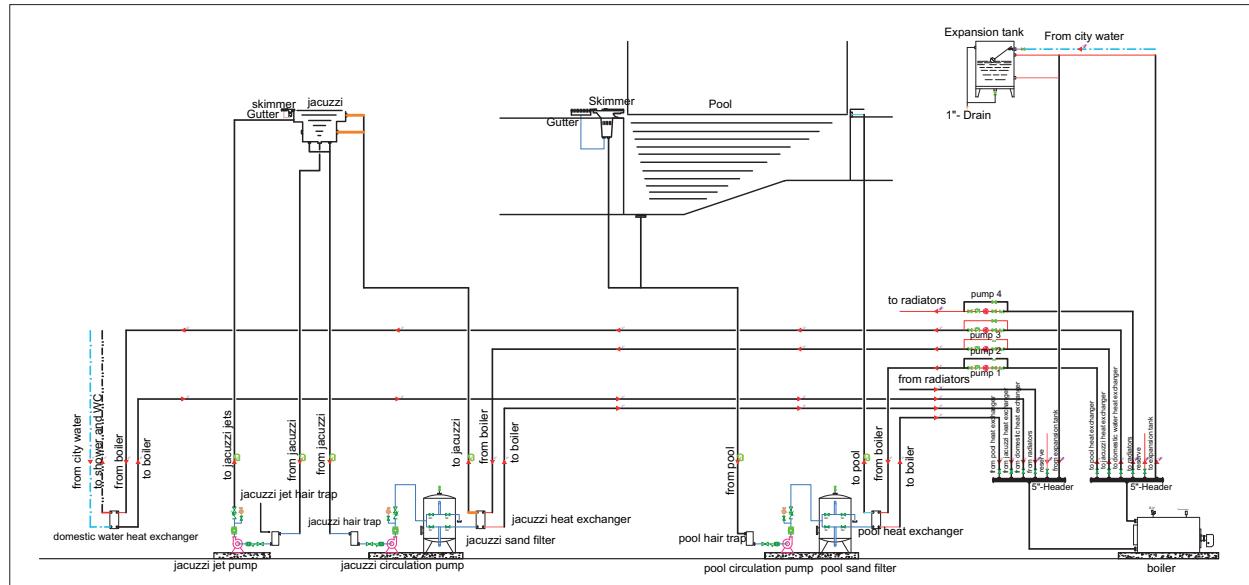
۹. سیستم تخلیه استخر

PISH AZ AIN DIDIM K AB ASTXH BRAI AZ BIN BRDN ZRAT W ALWDGI HA
 NIYAR BE GRSIDH DR FILTR DARD. DR TE UMLIATI UADI AB DR FILTR AZ TRBIC
 2 LULHE ASLII TTXLIE DR ZBIR ASTXH JERIAN DARD W XRGJI KFT ABROHA
 DR LBHAI KTHAR W ROU ASTXH QRAR DARD. LULHE TTXLIE ASLII MMOLA
 DR PAJIN TRBIN NCTH E STXH QRAR DARD TA KL AB ASTXH BE AN QSMT
 WARD SHOD. BISHTREIN KTHIFI HA W ZRAT JAMD AZ TRBIC AIN XRGJI TTXLIE
 MI SHOND. BRAI GRFTN MO W ASGHAL LULHE HA TTXLIE MMOLA JERIAN ZD
 GRDABI (Anti Vortex) DARND.

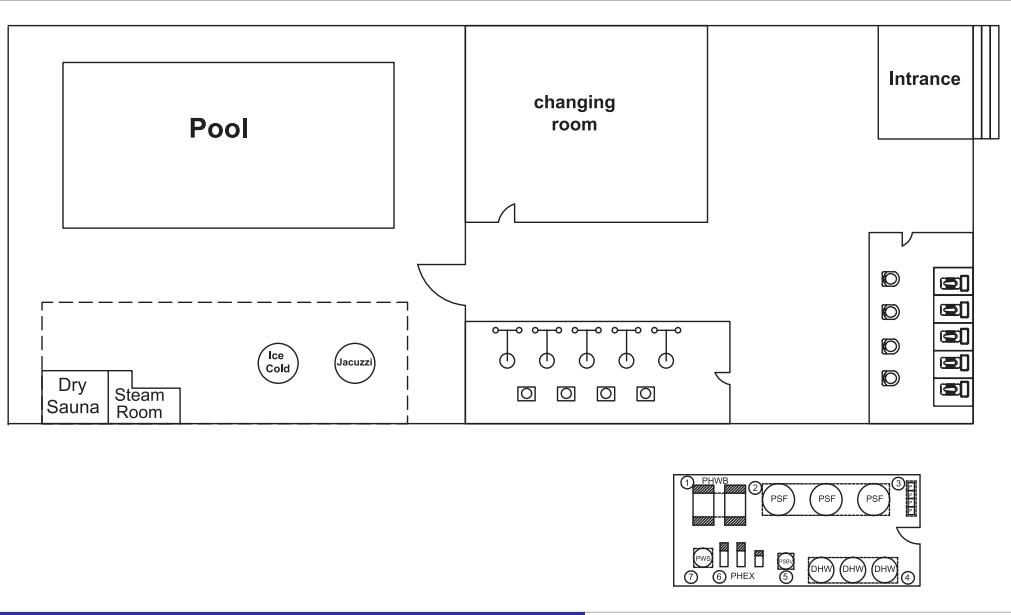
RA NSHAN MI DED. PBJG HAI DAXL FONDASION BAYD HNGAMMI KE PMP BE
 WSELEH FASCHLE PR KRN YA GOHO DR MHLL MSTCR MI GRDD, BAYD BSTE SHOND
 W SPSS PAIHE DOUGAB RIZI SHOD. BUD AZ SFT SHDN DOUGAB, PBJG HAI
 FONDASION MHHKM SHDE W TAZBUDN PMP MGJD MORD BRRSI QRAR GYR. HRC
 GUNHE NATRAZI PMP BA QRAR DADN FASCHLE PR KRN YA GOHO DR ZBIR PMP YA MOTOR,
 ASLH M SHOD. PTAN C PMP DR MHLL NSB SHOD KE LAZM BASHD SR
 W CHD NASHI AZ ARTUAOSH PMP MHDWD KGRDD, SRSAR FONDASION PMP BAYD
 RYI BLSHTK CHPB PNHE AI QRAR DADH SHOD. AIN FONDASION BTNI BAYD BCHAN
 BUDI SAKHTH SHOD KE WZN AN HDACL DO BRBRY WZN PMP BASHD. PMP MI
 BAYD TA HD MMKN NZDICK ASTXH W ZBIR XTPH AB ASTXH NSB KGRDD.



شکل ۲. محل استقرار پمپ



فصل ٥



www.WikiPG.com

مثال طراحی موتورخانه استخر

دماهی آب ورودی T_i	15 °c	59 °f
دماهی آب استخر T_f	26 °c	79 °f
دماهی هوا	21 °c	69 °f
دماهی آب دوش	40 °c	104 °f
طول استخر	25 m	82 ft
عرض استخر	12.5 m	41 ft
ارتفاع پیش فرض	1.68 m	5.5 ft
حجم استخر	252000 lit	138690 galon
مدت زمان پیش راه اندازی	24 ساعت	
رطوبت نسبی	60%	
دبی فیلتراسیون	65625 lit/h	17336 gph

نکته: دبی فیلتراسیون با تقسیم حجم استخر بر حسب گالن بر ۸ ساعت گردش آب به دست می آید.

□ مثال ۱.

استخری در ابعاد ۲۵ متر به صورت سر باز در شهر تهران قرار گرفته است. برای این استخر فضایی به ابعاد ۷*۱۵ متر موتورخانه در نظر گرفته شده است، فاصله موتورخانه تا استخر در شکل نشان داده شده است، اجزا و جانمایی این موتور خانه را در حالت سرباز و کار در فصول گرم بررسی نمایید.

این استخر دارای یک جکوزی و یک سونای بخار در کنار حوضچه آب سرد و سونای خشک قرار دارد که در محاسبات بارها آورده نشده اند و در آنها به صورت جداگانه به آنها رسیدگی شده است. همچنین بارهای حرارتی، ظرفیت بویلر و ابعاد آن، ظرفیت فیلترهای شنی، پمپ و سیستم سیرکولاسیون، محاسبات لوله کشی مورد نیاز برای این استخر محاسبه شود:

آب استخر در دماه ۲۶ درجه سانتی گراد می باشد. سرعت باد ۳.۵ mph یا ۳۰.۸ ft/min و رطوبت نسبی ۶۰٪ است.

- استخر تنها در فصول گرم کار کند.

برای استفاده از معادله اشری کلیه دماها را به کلوین تبدیل می کنیم:
 $T_1 = 26^{\circ}\text{C} 299\text{ K}$ یا
 $T_{\text{air}} = 21^{\circ}\text{C} 294\text{ K}$

جواب ۱: ابتدا داده های ورودی مساله را وارد می کنیم، برای حالتی که استخر در فصل گرم کار کند دماهی حداقل هوا را ۲۱ درجه سانتی گراد در نظر می گیریم.

□ محاسبه Q_1

Q_1 را از دو طریق بدست می آوریم ابتدا طبق دو فرمول ارائه شده توسط اشری:

$$W = (95 + 0.425)(p_w - p_a)/Y \quad (1)$$

$$W = (69 + 0.35v)(p_w - p_a)/Y \quad (2)$$

طبق فرمول اشری ما نیاز به دو فشار داریم که فشار اول را با داشتن

جدول ۱. فصل پنجم، مشخصات فیزیکی آب اشیاع

Absolute pressure (bar)	Boiling point (°C)	Specific volume (steam) (m³/kg)	Density (steam) (kg/m³)	Specific enthalpy of liquid water (sensible heat) (kJ/kg)	Specific enthalpy of steam (total heat) (kJ/kg)	Latent heat of vaporization (kJ/kg)	Specific heat (kJ/kg.K)
0.02	17.51	67.006	0.015	73.45	17.54	2533.64	605.15
0.03	24.10	45.667	0.022	101.00	24.12	2545.64	608.02
0.04	28.98	34.802	0.029	121.41	29.00	2554.51	610.13
0.05	32.90	28.194	0.035	137.77	32.91	2561.59	611.83
0.06	36.18	23.741	0.042	151.50	36.19	2567.51	613.24
0.07	39.02	20.531	0.049	163.38	39.02	2572.62	614.46
0.08	41.53	18.105	0.055	173.87	41.53	2577.11	615.53
0.09	43.79	16.204	0.062	183.28	43.78	2581.14	616.49
0.1	45.83	14.675	0.068	191.84	45.82	2584.78	617.36
0.2	60.09	7.650	0.131	251.46	60.06	2609.86	623.35
0.3	69.13	5.229	0.191	289.31	69.10	2625.43	627.07
0.4	75.89	3.993	0.250	317.65	75.87	2636.88	629.81
0.5	81.35	3.240	0.309	340.57	81.34	2645.99	631.98
0.6	85.95	2.732	0.366	359.93	85.97	2653.57	633.79
						2293.64	547.83
							1.9790



شکل ۱. نمودار سایکرومتریک

با نقطه شبنم ۱۳ درجه سانتی گراد، فشار بخار اشباع در نقطه شبنم، 0.015 bar یا 0.443 in.Hg می باشد.

طبق معادله ۱ اشری:

اگر بخواهیم تبخیر را بر حسب lb/h.ft^2 محاسبه کنیم با استفاده از جدول ۲ گرمای نهان تبخیر را در دمای آب استخر پیدا کرده W را بر آن تقسیم می کنیم.

جدول ۲. فصل پنجم، گرمای نهان در دماهای مختلف

$$W = 133.4 / 1049 = 0.12 \text{ lb/h.ft}^2$$

برای استفاده از معادله ۲ اشری نیز بدین صورت عمل می کنیم:
با دمای ۲۶ درجه سانتی گراد مثل بالا فشار 0.35 bar یا 0.335 in.Hg
سپس با دمای هوای ۲۱ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۰٪ وارد
جدول سایکرومتریک شده نقطه شبنم ۱۳ درجه را می یابیم.
در جدول ۱ (اشباع) فشار در نقطه شبنم (P_a) 0.15 bar یا 0.443 in.Hg
خوانده می شود،

طبق معادله ۲ اشری:

$$W = (69 + 0.35v)(p_w - p_a)$$

$$(69 + 0.35 * 308)(1.03555 - 0.443) = 104.7 \text{ Btu/H.ft}^2$$

t (°C)	latent heated (kj/kg)	latent heated (btu/lb)
16	2,463	1,059
17	2,461	1,058
18	2,459	1,057
19	2,456	1,056
20	2,454	1,055
21	2,452	1,054
22	2,449	1,053
23	2,447	1,052
24	2,445	1,051
25	2,443	1,050
26	2,440	1,049
27	2,438	1,048

و همانطور که ملاحظه کردید نسبت دو مقدار بدست آمده از اشتری $\frac{104}{133} = 78\%$ می شود.
حال با تقریب خوبی می توان از جدول زیر (همان جدول ۱ فصل ۲) جهت تلفات حرارتی از سطح استفاده کنیم.

تلفات حرارتی از سطح استخر و هوای محیط								
اختلاف دمای آب و هوای محیط	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۵۰
Btu/h.ft ²	۱۰۵	۱۵۸	۲۱۰	۲۶۳	۳۱۵	۳۶۸	۴۲۰	۵۲۵

$$Q_{1\text{tot}} = 353,062 + 239,000 = 592,000 \text{ Btu/h}$$

آب جبرانی Q_1	
Btu/h	Kcal/h
592,000	149,000

از آنجایی که اختلاف دمای آب استخر و هوای ۱۰ درجه فارنهایت است (در روش مشابه اما بسیار ساده تر) با توجه به جدول ۱ از فصل ۲، اختلاف حرارتی از سطح را 105 Btu/h.ft^2 می خوانیم، این عدد را در مساحت استخر ft^2 ضرب کرده تا Q_1 به دست آید.

$$105 \text{ Btu/h.ft}^2 * (12.5 * 25) * 10.76 \text{ ft}^2 = 353,062 \text{ Btu/h}$$

محاسبه Q_2
با استفاده از فرمول زیر برای زمانی که مدت پیش راه اندازی ۲۴ ساعت باشد مقدار Q_2 قابل محاسبه است. اگر این زمان را ۴۸ ساعت در نظر بگیریم این مقدار به $481,370 \text{ Btu/h}$ تقلیل میابد و اگر ۷۲ ساعت در نظر بگیریم $320,913 \text{ Btu/h}$ ، Q_3 می شود.

$$Q_2 = \frac{\text{حجم استخر}(گالن) * (T_e - T_i) * 8.33}{24} = \frac{138690 * (79-59) * 8.33}{24} = 962,739 \text{ Btu/h}$$

Q_2	
Btu/h	Kcal/h
962,739	242,000

محاسبه Q_3
اگر هر نفر ۵۰ لیتر آب برای دوش گرفتن نیاز داشته باشد گرمای لازم جهت استحمام:

$$Q_3 = mc\Delta\theta$$

$$\frac{12.5 \text{ m}^2 * 25 \text{ m}}{2.32 \text{ m}^2} = 134 \text{ = تعداد نفرات}$$

که این تعداد دو سوم نفرات حاضر در استخر است بنابراین کل تعداد برابر است با:

$$134 * 3/2 = 201 \text{ کل نفرات}$$

Q_1	
Btu/h	Kcal/h
353,062	89,000

برای محاسبه آب جبرانی همانطور که پیشتر ذکر شد به ازای هر ۱۰۰ نفر $30,000 \text{ Kcal/h}$ اختلاف داریم بنابراین باید تعداد نفرات در استخر را بدانیم، برای این منظور همانگونه که به ازای هر نفر 25 ft^2 یا $2,32 \text{ m}^2$ مربع سطح مورد نیاز است بنابراین داریم:

$$\frac{12.5 \text{ m}^2 * 25 \text{ m}}{2.32 \text{ m}^2} = 134 \text{ = تعداد نفرات}$$

که این تعداد دو سوم نفرات حاضر در استخر است بنابراین کل تعداد برابر است با:

$$134 * 3/2 = 201 \text{ نفرات}$$

$$= \text{تلفات آب جبرانی} = 201 * 30,000 / 100 = 60,300 \text{ kcal/h}$$

جبرانی Q	
Btu/h	Kcal/h
239,000	60,300

برای این استخر ۲ دستگاه دیگ آبگرم ۵۰۰,۰۰۰ کیلو کالری بر ساعت مدل ۵۰-۵۰ PHWB شرکت پاکمن نیاز است. زیرا بنا بر توضیحات داده شده در قسمت انتخاب بویلر، برای هر بویلر ظرفیتی بالغ بر ۷۵ درصد کل بار حرارتی استخر را برآورد می کنیم تا بتوان یکی از بویلرها را به صورت رزو و استفاده کرد. در ضمن در محاسبات راندمان هم در نظر گرفته شده است.

باید در نظر داشت که میزان مصرف باید در ضریب تقاضا ۰,۵ ضرب گردد.

و همان ρv است و $\rho = 1 \text{ kg/m}^3$ بنابراین:

$$Q_3 = 201 * 50 * (40-15) * 0.5 = 125,625 \text{ Kcal/h}$$

۲۰۱ • تعداد شناگران می باشد.

۵۰ • لیتر مصرف آب هر شناگر در دوش ها است.

۴۰ • درجه حرارت مناسب آب گرم می باشد.

۱۵ • درجه حرارت ورودی آب شهر در فصول گرم است.

۰,۵ • ضریب تقاضا می باشد.

□ حجم مخزن کویل دار

حجم مخزن کویل دار به صورت زیر محاسبه می گردد:
چون مصرف هر نفر را ۵۰ لیتر فرض میکنیم و حاصل را در ضریب تقاضای ۰,۵ ضرب می کنیم و همچنین ضریب ذخیره منبع کویل دار معادل ۱,۲ ضرب می کنیم.

$$50\text{lit} * 201 * 1.2 * 0.4 = 4,824 \text{ lit}$$

- ۰ ۵۰ مصرف دوش هر شناگر در ساعت
- ۲۰۱ • تعداد شناگران
- ۱,۲ • ضریب ذخیره منبع کویل دار
- ۰ ۰,۵ • ضریب تقاضا

Q ₃	
Btu/h	Kcal/h
495,000	125,625

چون استخر سرباز است پس Q₄ (بار گرمایشی سالن سرپوشیده) صفر است.

مجموع بار های حرارتی:

$$Q_{\text{tot}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$592,000 + 962,739 + 495,000 + 0 = 2,049,739 \text{ Btu/h}$$

مشخصات ۳ منبع مویل دار برای این استخر

مشخصات منبع		مشخصات کویل	
دماهی آب ورودی	15 °C	دماهی آب ورودی	70 °C
دماهی آب خروجی	40 °C	دماهی آب خروجی	60 °C
حجم منبع	1500 lit	دبی آب بویلر	35 gpm

مجموع Q

Btu/h	Kcal/h
2,049,739	516,525

اگر تعداد بویلرها را ۲ تا در نظر بگیریم و ظرفیت هر بویلر بنا بر دادایی این موضوع که راندمان بویلهای فایبر تیوب شرکت پاکمن برابر با ۸۵ الی ۸۶ درصد می باشد، برابر می شود با:

$$2,049,739 * 0.75 / 0.85 = 1,808,593 \text{ Btu/h}$$

• ۲,۰۴۹,۷۳۹ کل حرارت اталافی

• ۰,۷۵ ضریب بویلهای رزو

• ۰,۸۵ راندمان بویلهای پاکمن

□ فیلتر شنی مورد نیاز

برای سیرکولاسیون آب این استخر، ۳ فیلتر شنی در نظر گرفته می‌شود و یکی از آن‌ها را به عنوان رزرو قرار می‌دهیم. همچنین برای سیرکولاسیون آب جکوزی نیز ۱ فیلتر شنی در نظر می‌گیریم. این فیلتر معمولاً کوچک‌ترین ظرفیت فیلترهای ساختی توسط شرکت‌های سازنده می‌باشد. که در این قسمت به محاسبات آن نمی‌پردازیم. با توجه به دبی بدست آمده از محاسبات حجم استخر فیلتر شنی مناسب را بدست می‌آوریم؛ تعداد فیلتر شنی بهتر است زوج باشد و یک فیلتر به عنوان رزرو در نظر گرفته شود. ۱۳۸۶۹۰ گالن حجم استخر است که با در نظر گرفتن ۶ ساعت برای فیلتراسیون، ۲۳۱۱۵ گالن در ساعت حجم سیرکولاسیون استخر مورد نظر است.

$$\text{ساعت} \times \text{فیلتراسیون}/\text{حجم استخر} = \text{حجم سیرکولاسیون استخر}(۳) \\ 138690/6 = 23115 \text{ gph}$$

با تقسیم این عدد بر ۶۰ مقدار دبی را بر حسب gpm بدست می‌آوریم که برابر با ۳۶۸ gpm

$$23115/6=368 \text{ gpm}$$

با در دست داشتن میزان دبی و دانایی به این موضوع که تعداد فیلتر ها ۲ عدد می‌باشد، با تقسیم ۳۶۸ بر ۲ که عددی برابر با ۱۹۳ gpm را به ما می‌دهد، به سراغ کاتالوگ فیلترهای شنی شرکت پاکمن رفته و با در نظر گرفتن سرعت فیلتراسیون 7gpm/ft²، میزان قطر فیلتر را بدست می‌آوریم که برابر است با PSF-۷۰. PSF-۷۰ = 386/2 = 193 gpm

جدول ۳. فصل پنجم، کاتالوگ فیلتر شنی پاکمن

PACKMAN SAND FILTER												
مدل	قطر mm	ناژل ورودی خروجی	ارتفاع (mm)				ظرفیت بر اساس سرعت فیلتراسیون (GPM)			وزن حمل Kg	سیلیس مورد نیاز Kg	دبی شستشو
			In	H	h	h1	6 gpm/ft ²	7 gpm/ft ²	8 gpm/ft ²			
PSF-24	600	1 1/4»	1200	-	900	18	21	24	330	300	30	
PSF-32	800	1 1/2»	1250	-	1000	33	38	43	440	400	53	
PSF-40	1000	2»	1250	-	1000	60	70	80	650	1500	100	
PSF-44	1100	2»	1250	1500	-	50	60	70	550	1300	83	
PSF-50	1250	2 1/2»	1850	1500	-	80	90	110	800	2000	130	
PSF-60	1500	3»	2300	1500	-	120	135	155	1000	3000	187	
PSF-70	1750	4»	2300	1500	-	160	185	210	1200	4000	255	
PSF-80	2000	4»	2300	1500	2000	210	245	280	1500	5300	332	
PSF-90	2250	5»	2300	1500	2000	265	300	350	1750	6700	420	
PSF-100	2500	5»	2300	1500	2000	325	380	435	2200	8300	520	
PSF-110	2750	6»	2800	1500	2000	395	460	525	2300	10000	630	
PSF-120	3000	6»	2800	1500	2000	470	550	625	2600	12000	750	

□ ظرفیت مبدل حرارتی استخر

ظرفیت مبدل حرارتی مناسب برای این استخر با داده‌های زیر قابل محاسبه است:

$$Q_1 (\text{kcal/h}) = \dot{m}_{\text{boiler}} C \Delta \theta$$

$$149,000 = \dot{m} * (70-60) \quad \dot{m} = 14,900 \text{ lit/h} \quad 65 \text{ gpm}$$

$$Q_1 (\text{kcal/h}) = \dot{m}_{\text{pool}} * C \Delta \theta$$

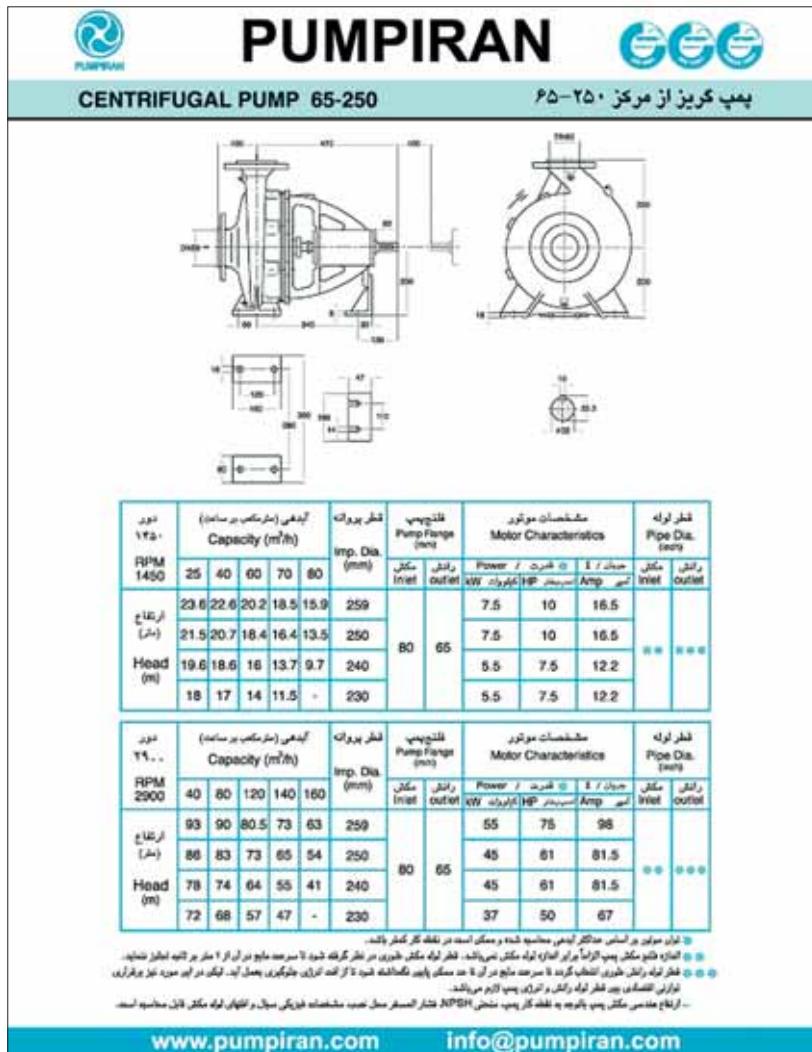
$$149,000 = 525,000(T_{\text{out}} - 26.7)$$

$$T_{\text{out}} = 27$$

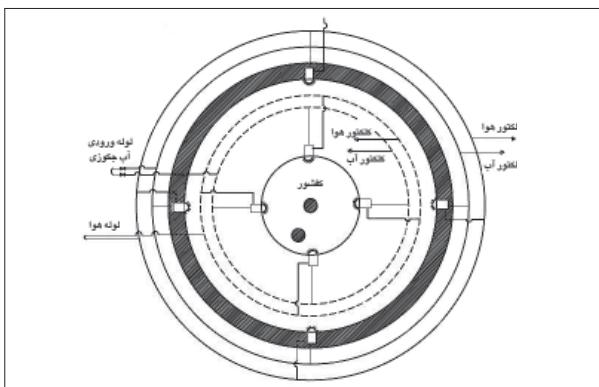
این محاسبات با در نظر گرفتن برابری انتقال حرارت از بویلر به آب استخر و بالعکس است.

Pool Heat Exchanger

سیال گرم (آب بویلر)	سیال سرد (آب استخر)	آب ورودی	آب خروجی
26.7 °C	آب ورودی	70 °C	آب ورودی
27 °C	آب خروجی	60 °C	آب خروجی
290 gpm	آب	65 gpm	آب
149000 Kcal/h	ظرفیت حرارتی	149000 Kcal/h	ظرفیت حرارتی

جدول ۴ فصل پنجم. کاتالوگ پمپیران

□ محاسبات جکوزی

حجم جکوزی بر اساس تعداد افرادی که از این جکوزی استفاده خواهد کرد، محاسبه می شود.



□ دبی پمپ بویلر
ظرفیت بویلر $1,80,8593 \text{ Btu/h}$ را تبدیل به Kcal/h کرده که می شود
 $455,757 / 2500 = 182 \text{ gpm}$ ، تقسیم بر 2500 کرده. با همان هد 17.5 متر وارد کاتالوگ

می شویم.

$$455,757 / 2500 = 182 \text{ gpm}$$

دبی پمپ بویلر

182 gpm $41 \text{ m}^3/\text{h}$

با دبی بالا و هد 17.5 متر وارد کاتالوگ شده، پمپ مدل ۶۵-۲۵۰ را می خوانیم.

□ پمپ سیرکولاسیون استخر

برای انتخاب پمپ مورد نیاز برای این سistem باید در نظر داشت که بزرگترین طول لوله کشی را برای هر کدام از انواع پمپ ها بدست آورده:

با دانستن متراز لوله کشی به ازاء 50 متر لوله کشی برای فیلتر شماره 1 و 40 متر لوله کشی برای فیلتر شنبی شماره 2 ، باید 50 متر را مینما قرار داد و 1.5 برابر آن یعنی 75 متر را بدست آورده.

حال این 75 متر را در 3 درصد افت فشار لوله کشی ضرب می کنیم و 2.5 متر افت را برآورد می کنیم و با دانستن این موضوع که افت فشار در فیلتر های شنبی 15 متر است در مجموع 17.5 متر هد پمپ انتخابی می باشد.

تعداد پمپ های مورد استفاده به ازای هر کدام از فیلترها 2 عدد است که یکی از آن ها رزو می باشد. و یا می توان 2 پمپ را موازی بست و پمپ سوم را رزو دو پمپ دیگر به صورت موازی آنها استفاده کرد.

با در نظر گرفتن دبی 193 gpm یا $43 \text{ m}^3/\text{h}$ برای این پمپ و 17.5 متر هد آن سراغ نمودار پمپ ساز مربوطه رفته و پمپ مورد نظر را انتخاب می کنیم.

مدل پمپ $65-250$ برای شرکت پمپ ایران را انتخاب می کنیم.

□ دبی پمپ جت جکوزی

در یک جکوزی به ازای هر نفر ۲ نازل جت جکوزی در نظر می‌گیرند و این جکوزی ۶ نفره است بنابراین ما ۱۲ خروجی نیاز داریم. از آنجایی که به ازاء هر کدام از جت‌ها دبی در حدود ۱۵ gpm را انتخاب می‌کنیم و برای کلیه مسیر ۱۰ متر هم افت فشار در نظر می‌گیرند و فشار مورد نیاز برای این جت‌ها در حدود ۴۰ تا ۵۰ متر در نظر گرفته می‌شود.

$$12 * 15 = 180 \text{ gpm} = \text{دبی کل جت‌ها}$$

تعداد افراد حاضر در جکوزی را ۶ نفر فرض می‌کنیم و به ازای هر نفر ۲ متر مربع مساحت در نظر می‌گیریم. پس داریم:

$$2 * 6 = 12 \text{ m}^2$$

$$12 = \Pi r^2$$

که در نتیجه شعاع جکوزی برابر با ۲ متر بدست می‌آید. با تقسیم حجم جکوزی بر مدت زمان گردش کامل که حدود سی دقیقه است دبی فیلتراسیون را بدست می‌آوریم. شعاع جکوزی ۲ متر است و ارتفاع آن ۸۰ سانتی متر و لبه جلویی آن ۴۰ سانتی متر می‌باشد. بنابراین داریم:

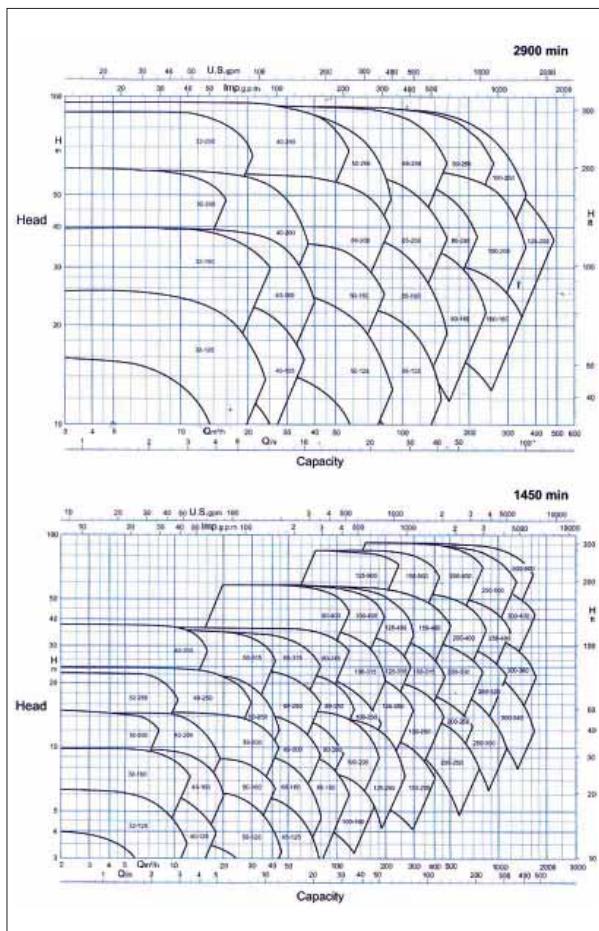
دبی پمپ جت جکوزی

180 gpm

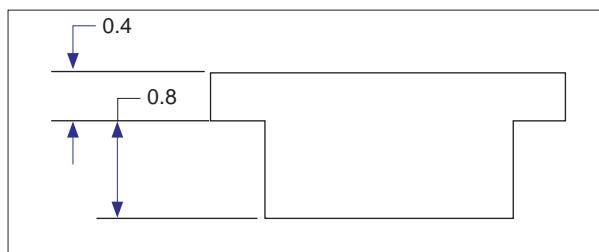
40 m³/h

با دبی ۴۰ متر مکعب بر ساعت و هد ۵۰ وارد کاتالوگ پمپ شده و مدل پمپ ۵۰-۲۰۰ را با دور ۲۹۰۰ می‌خوانیم.

جدول ۵ فصل پنجم. جدول همیوشانی پمپ



شماتیک جکوزی



$$\text{حجم جکوزی} = \Pi * 2^2 * 0.4 + \Pi * 1^2 * 0.8 = 7.5 \text{ m}^3$$

حجم جکوزی

7.5 m³

1982 Galon

$$\text{دبی تصفیه جکوزی} = Q = 1982 / 30 = 66 \text{ (gpm)}$$

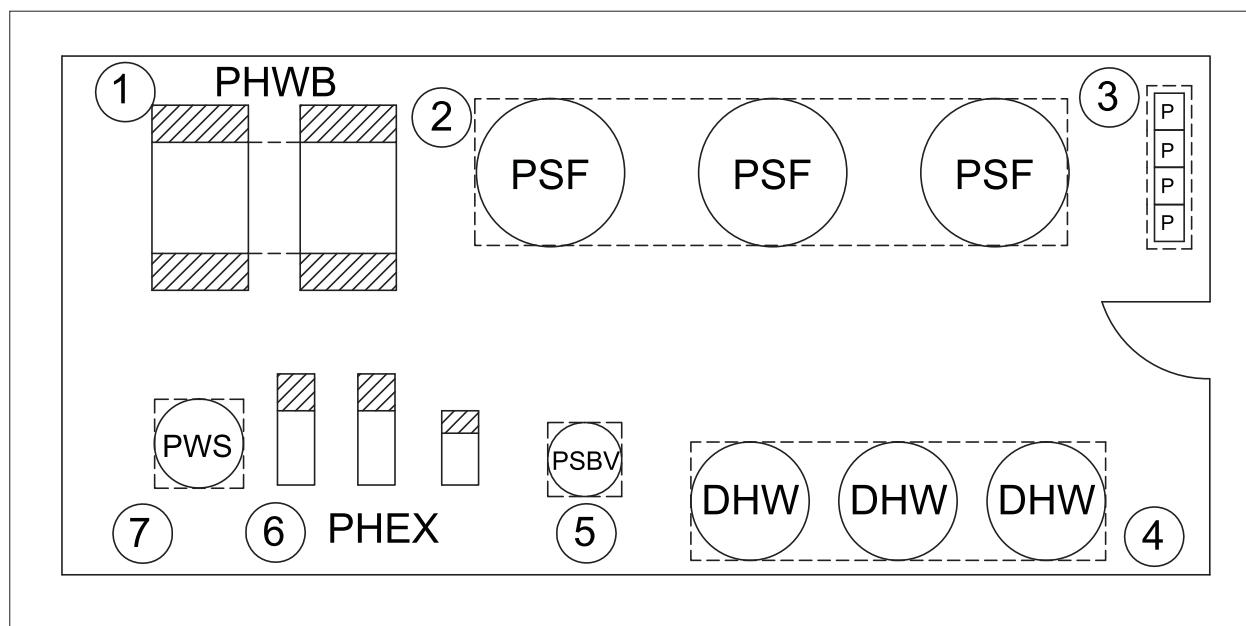
دبی تصفیه جکوزی

66 gpm

15 m³/h

با در دست داشتن دبی تصفیه توان محاسبه ظرفیت فیلتر شنی و پمپ جکوزی وجود دارد. از روی این دبی فیلتر شنی با قطر ۱۰۰ cm بدهست می‌آید که مدل PSF-۴۰ شرکت پاکمن است. برای محاسبه پمپ جکوزی، از آنجا که دبی پمپ تصفیه جکوزی بسیار پایین است باید از پمپ‌های خطی استفاده کرد. برای جکوزی بدهست آوردن هد، مشابه فیلتر شنی است و با در نظر گرفتن ۵۰ متر طول لوله کشی و استفاده از فیلتر شنی ۱۷,۵ متر افت فشار بدهست می‌آید.

موتورخانه طراحی شده:



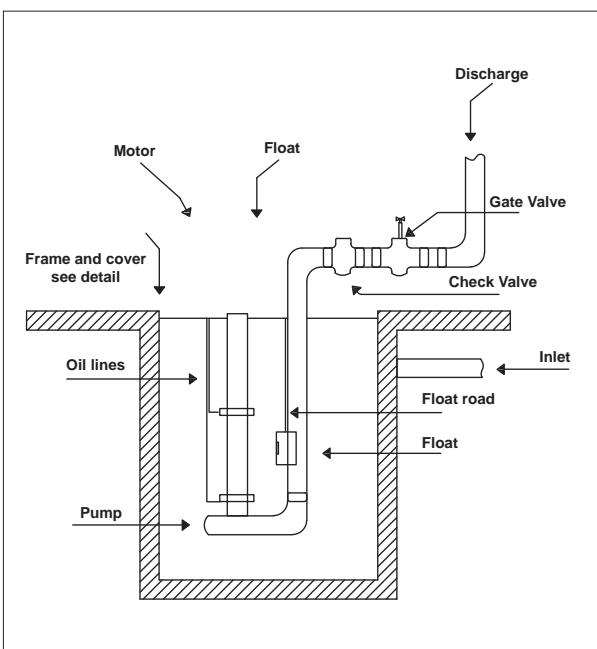
۱. دیگ های آبگرم
 ۲. فیلترهای شنی
 ۳. ایستگاه پمپاژ
 ۴. منابع کویلدار
 ۵. دیگ بخار ایستاده
 ۶. مبدل های حرارتی
 ۷. سختی گیر
- مسیر اتصالات و لوله کشی در شکل منظور نشده است.

ضمیمه ۱

رطوبت‌گیرها

پمپ معطوف میگردد. این یاتاقانها باید یا خیلی نرم و یا خیلی سخت باشند، اما این، قیمت پمپ را افزایش میدهد، لذا در بیشتر موارد نصب یک پمپ برزنی استاندارد با یاتاقانهای استاندارد و تعویض هر از گاه آنها، اقتصادی تر است.

شکل ۲ چگونگی نصب یک پمپ و سوئیچ شناور و شکلهای ۱ و ۲ و ۳ روش‌های نصب قاب و سریوش چاهک را نشان می‌نمود.



شکل ۱. ضمیمه ۱

◻ عرصه‌های قدم زنی و گردش استخر

عرصه‌های قدمزنی و گردش در کناره استخر باید به سمت استخر شیبندی شود. بعضی از مقررات، ساخت لبهای به بلندی ۲ اینچ را از بین استخر و عرصه قدمزنی توصیه مینمایند، اما به لحاظ خطر لغشی که این لبه برای شناگران ایجاد میکند، برای استخرهای سروپوشیده نباید توصیه شود. در استخر روباز، این لبه بلند شیستشوی بهتر عرصه قدمزنی را ممکن می‌سازد و چنانچه ساخته شود باید بلندی آن بیش از ۲ اینچ و پهناش حداقل یک فوت باشد. به عبارت دیگر، یک عرصه پلهای گردآگرد استخر ایجاد نمیشود. عرصه قدمزنی باید با کاشی غیر لغزنه یا بتن ساخته شود و نباید پهناش از ۴ فوت کمتر باشد، گرچه پهناش از ۸ تا ۱۰ فوت مرجح است. روی عرصه باید آبروهایی برای دفع آب جاری بر سطح، تعبیه گردد. مطلوب این است که برای هر ۱۰۰ فوت مریع از مساحت کف، یک آبرو منظور گردد. این آبروها را میتوان به سیستم لوله کشی کفابرو یا مستقیماً به شبکه فاضلاب یا سیستم لوله کشی فاضلاب ساختمان متصل نمود.

◻ چاهک‌های فاضلاب

برای استخرهایی که در زیرزمین بنای شوند، چهت ممانعت از ایجاد فشار معکوس در فیلتر به هنگام پسشتوئی، بهتر است که یک پمپ چاهکی در یک حوضچه نصب گردد به طوری که موتور آن بالای حوضچه قرار گیرد. این پمپها باید به صورت زوج نصب شوند چرا که در صورت خرابی پمپ، فاضلاب از حوضچه سریز نموده و سدهم دیدن سایر تجهیزات را موجب میگردد. جنس پمپ بستگی به محل نصب آن و مقتضیات اقتصادی دارد. به لحاظ اینکه آب حاصل از پسشتوئی حاوی سنگریزه و سایر اجرام خورنده است، اولین توجه به یاتاقانهای

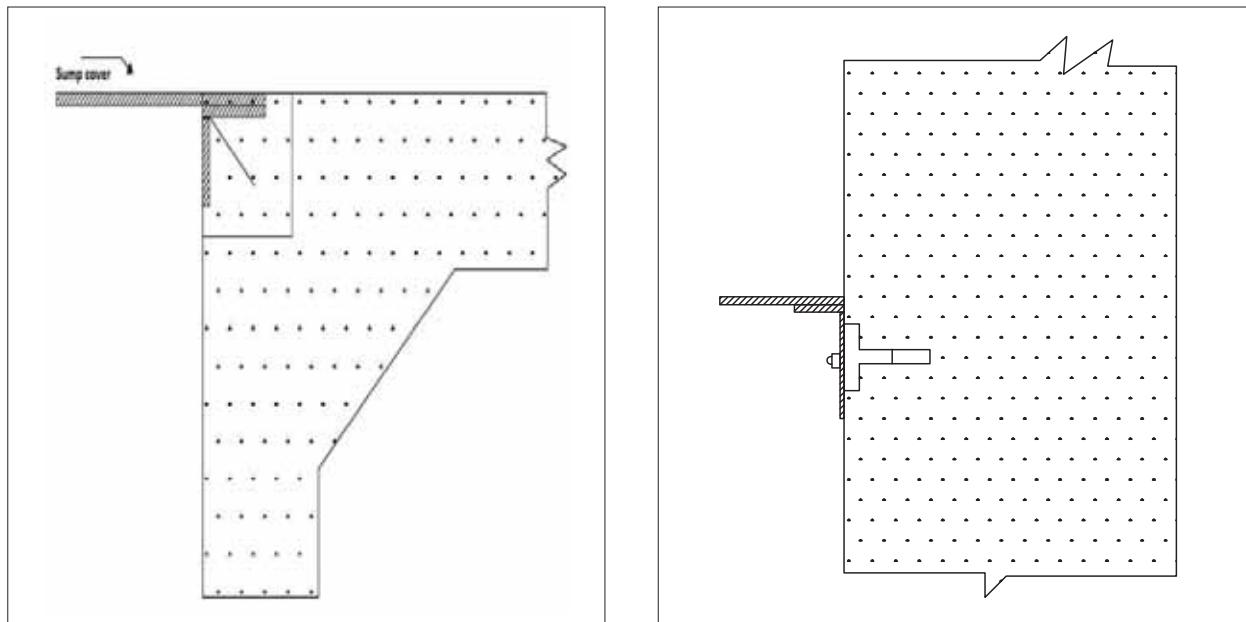
پمپ چاهکی نشان داده شده از نوع شناور میباشد که توسط یک کوپلینگ قابل انعطاف مستقیماً به موتور متصل گردیده است. یک یاتاقان کف گرد ساچمه بشکهای که به طور خودکار خط استقرارش را تنظیم می کند، باید روی سرپوش چاهک قرار داده شود تا وزن شفت و پروانه به آن اعمال گردد. در خط دهش پمپها باید شیر یکطرفه و شیر کشویی نصب نمود. اندازه پمپ از روی اندازه حوضچهای که قرار است آب از آنجا پمپاژ شود، تعیین میگردد. چنانچه حوضچه آنقدر بزرگ باشد که تمام آب پسشونی را در فاصله دفعات پس شویی در خود جای دهد، میتوان پمپی با ظرفیت کم انتخاب کرد تا حوضچه را قبل از پس شویی بعدی تخلیه نماید. ولی معمولاً آب از مناطق دیگری نیز به داخل حوضچه میریزد و بدین لحاظ حجم آب زیاد بوده و ناچاراً باید پمپی با ظرفیت بزرگتر اختیار نمود. در این صورت می توان اندازه حوضچه را تا حدود معقولی کاهش داد. حال فرض کنید که یک زوج فیلتر مطابق گزینش ما (مساحت هر فیلتر ۶۲.۵ فوت مربع) قرار است مورد استفاده واقع شده و در هر زمان یکی از فیلترها مورد پسشونی قرار گیرد. بنابراین حجم آب پس شو برابر خواهد بود با:

$$10 \text{ gpm}/\text{ft}^2 * 62.5 \text{ ft}^2 = 625 \text{ gpm}$$

چنان چه حوضچه در ابعاد $3\text{ft} * 4\text{ft} * 6\text{ft}$ در زیر کف ورودی ساخته شود، ظرفیت آن برابر خواهد بود:

$$3\text{ft} * 4\text{ft} * 6\text{ft} * 7.5 \text{ gal}/\text{ft}^3 = 540 \text{ gal}$$

بنابراین، چنانچه از پمپی استفاده کنیم که ظرفیتش بزرگتر از مابه التفاوت حجم آب پسشون و ظرفیت حوضچه باشد، برای ما کافی است، لذا یک زوج پمپ با ظرفیت 100 gpm انتخاب می نماییم. چنانچه قرار باشد دیاتمایت از آب پسشون بازیابی شود، باید اتفاق جداکننده پیشبینی نمود. این کار را میتوان با قرار دادن یک حائل در عرض حوضچه، میان آبی که به حوضچه می ریزد و خط مکش پمپ، انجام داد.



شکل ۲. ضمیمه ۱، روش های نصب قاب و سرپوش چاهک

□ کنترل رطوبت در فضای استخر سرپوشیده

در فضاهای استخر سرپوشیده، گرم کردن آب استخر می تواند موجب تبخیر 100 گالن آب یا بیشتر در روز و اضافه شدن آن به هوای درون سالن شود. بدین دلیل برای حصول اطمینان از دوام طولانی اجزاء سالن و تجهیزات نصب شده در آن، اقتصادی بودن عملکرد و نیز نگهداری راحت تأسیسات، باید در اولین مراحل طراحی سالن و تأسیسات آن پیش بینیهای لازم جهت کنترل رطوبت صورت گیرند.

□ تعیین میزان تبخیر

در فرایند طراحی سالن استخر، برای درک چگونگی تقطیر رطوبت و افزایش رطوبت فضا در اثر تبخیر، توجه به دینامیک تبخیر کمک مؤثری است. عوامل اصلی در برآورد شدت تبخیر از واحد سطح آب استخر بدین قرارند:

نورگیر سقف یک تله طبیعی برای گرمای تلف شده و رطوبت است و باید از طرح حذف شود. اگر تعبیه نورگیر سقفی اجتناب ناپذیر باشد، باید لااقل دو بار لاعب اکریلیت شده و دور تا دور آن از داخل، ناودان جهت تخلیه رطوبت پیش بینی شود.

عرضه قدم زنی اطراف استخر هرگز نباید با فرش و کف پوش های نفوذپذیر مفروش شود. اگر این عرضه مرطوب باشد، رطوبت بیشتری به هوا اضافه می شود (اضافه بر تبخیر سطحی آب استخر)، و این محیط بسیار مناسبی را برای رشد کپک ها فراهم می آورد.

□ اصول توزیع هوا

هنگام طراحی سیستم های توزیع هوا در سالن سرپوشیده استخر، چهار عامل اساسی باید ملحوظ رطوبت گیرند:

- هوای گرم حاوی رطوبت، به نقاط بالاتری از فضای استخر متصاعد می شود.
- حرکت هوا روی سطح آب استخر، موجب افزایش تبخیر سطحی می شود.
- ارسال هوای خشک مؤثرترین روش است، البته اگر هوا اول از روی سطوح مستعد تقطری عبور داده شود.
- منفی بودن اختلاف فشار هوای داخل سالن و فضاهای مجاور، انتقال رطوبت هوای سالن به مکان های دیگر را به حداقل می رساند.

□ ساختمان جدید

می توان به راحتی با جارو کردن هوای مرطوب از روی سطوح مستعد تقطری توسط هوای خشک، عبور دادن حداکثر مقدار هوای مرطوب از روی رطوبت گیر، اصول چهارگانه مذکور را در عمل پیدا کرد. بلافاصله پشت نازک کاری داخلی در سمت گرم دیوار، باید از سد بخار استفاده کرد تا از نفوذ رطوبت به ماده عایق یا اجزاء ساختمان دیوار جلوگیری شود. وجود هرگونه نشتی در سد بخار، تبدیل به تله رطوبت می شود. بنابراین خیلی مهم است که تمام چیزهایی که به سد بخار متصل می گرند، مانند کلیدها و قاب در و پنجه پوشیده و درزیندی شوند. تیرهای دیوار می توانند بزرگترین هادی باشند که گرما را از سمت داخل دیوار تخلیه نموده و دمای آن را کاهش می دهند، البته اگر عایق فقط میان آنها، و نه بالای آن ها، قرار گرفته باشد. عایق باید روی تمام اجراء سازه ای سالن گسترش داشته باشد.

• استفاده مورد نظر از استخر

- دمای مطلوب آب
- دمای مطلوب هوا

جدول ۱ شرایط طرح مطلوب را برای استخرهای سرپوشیده و جدول ۲ چگونگی کاربرد آن را نشان می دهد. ملاحظه می شود که طبق جدول ۲، برای تأمین یک رطوبت نسبی ۶۰٪ در زمان کار استخر مطابق شرایط طرح، باید از یک سیستم کنترل رطوبت که برای بار تبخیری b/hr ۳۲ (پاوند بر ساعت) طراحی شده است، استفاده شود. اما طراح باید به خاطر داشته باشد که این شرایط طرح ممکن است در این موارد کاربرد نداشته باشد؛ اگر عرضه اطراف استخر همیشه خیس باشد؛ اگر دمای هوا کاهش یابد؛ اگر دمای آب استخر افزایش یابد؛ اگر پاشش آب به اطراف استخر یا جریان هوا روی سطح آب، زیاد باشد.

جدول ۱. ضمیمه ۱، شرایط طراحی برای استخر داخل سالن

Type of installation	Pool water temperature, F	Indoor (DB) air temperature, F	RH percent	Dew point, F
Commercial-institutional	80	80	60	66
Residential	84	86	60	73
Therapeutic	92	86	60	73

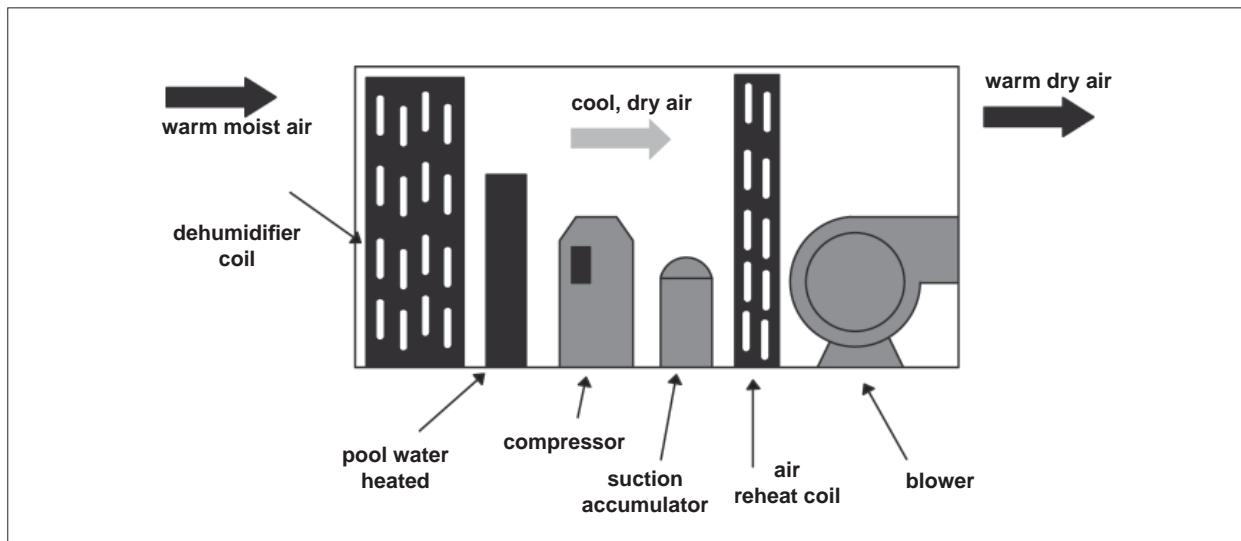
جدول ۲. ضمیمه ۱، شدت تبخیر از آب یک استخر بزرگ خانگی یا یک استخر کوچک عمومی

Pool water temperature	84 F
Natatorium air temperature	86 F (Pool water + 2 F)
Pool surface area	1500 sq ft
At-rest evaporation rate	0.021821 lb per hr per sq ft
Moderate activity evaporation rate	0.027276 lb per hr per sq ft
Total at-rest evaporation	32.7 lb per hr
Total moderate activity evaporation	42.0 lb per hr
Daily moisture load to natatorium air	104 gal

آبیزهای چراغ باید طوری باشند که آن‌ها را بتوان زیر عایق اتاقک زیرشیروانی که ممکن است آن‌ها را زیر نقطه شبنم هوا سرد کرده و سبب تقطیر رطوبت هوا و چکیدن قطرات آب روی سر شناگران شود، محافظت می‌کند. پنجره‌ها و درهای شیشه‌ای کشویی بزرگترین منابع اتلاف گرمای با پایینترین دمایها و بیشترین امکان تقطیر رطوبت می‌باشد. بنابراین باید آنها را از انواعی انتخاب کرد که دارای مقاومت حرارتی زیاد بوده و قابشان به خوبی عایقکاری و درزبندی شده باشد. ماده درزبند قاب پنجره‌ها باید از یک نوع نفوذناپذیر، مانند پلییورتان، انتخاب شود.

□ نیاز به کنترل رطوبت

اگر میزان رطوبت هوا کنترل نشود، نقطه شبنم به دمای هوا می‌گردد. هر روز ۱۰۰ گالن یا بیشتر، بخار آب روی سطوحی که سردر از هوا مرطوب باشند تقطیر شده، سبب آسیب دیدگی دراز مدت ساختمان و فراهم آمدن محیط مطلوب برای رشد انواع کپک خواهد شد. برای کنترل رطوبت سالن استخر می‌توان از یک رطوبت گیر از نوع پمپ حرارتی که مخصوصاً برای این منظور طراحی شده است، استفاده کرد.(شکل ۳ ضمیمه ۱). دامنه رطوبت نسبی توصیه شده برای هوا می‌باشد، ۵۰ تا ۶۰٪ است، با نقطه شبنمی که به اندازه کافی از دمای محیط پایینتر باشد. رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪ مطلوب نیست چراکه موجب تأثیر سرمایش تبخیری روی بدنه شناگرانی می‌شود که تازه از آب خارج شده اند. رطوبت نسبی بالاتر از دامنه مذکور نیز می‌تواند موجب تقطیر خارج از کنترل، تخریب مرئی نازککاری داخلی، تخریب نامرئی اجزاء سازه‌ای ساختمان، و رشد کپک‌های بدبو شود.



شکل ۳. ضمیمه ۱

جلوگیری شود. مؤثرترین شیوه، منظور کردن یک دریچه بازگشت در بالاترین نقطه ممکنه در سالن است. (شکل ۴ ضمیمه ۲). هوا باید از طریق دیفیوزرهای خطی که در کف سالن و روی عرصه قدم زنی تعییه شده اند به سالن ارسال شود. وزش هوا از این دیفیوزرهای باید به سمت بالا و به صورتی باشد که پنجره یا دیوار خارجی را به اصطلاح جارو کند تا از ایجاد فضاهای سرد ساکن در پایین این پنجره ها و دیوارها جلوگیری شود. بدون وزش این هوا به سمت بالا، لایه ای از هوا سرد روی سطح داخلی شیشه و بعد روی کف استخر تشکیل می‌شود که موجب آزار شناگران می‌گردد. کانال‌های توزیع هوا که در زیر عرصه قدم زنی قرار می‌گیرند باید به خوبی درزبندی شده و با پلی وینل پوشیده و عایقکاری شوند. این کانال‌ها باید دارای شیب به سمت محلی مناسب باشند تا آبی را که ممکن است از طریق دریچه‌ها وارد کانال شود، بتوان تخلیه کرد. چنانچه عرصه قدم زنی، کفشوی مناسب نداشته باشد، ممکن

□ طراحی داخلی

وقتی سطح رطوبت و نقطه شبنم مناسب هوا می‌باشد در طرح منظور شد، مهمترین موضوعی که در مورد دیوارها، سقف و سایر سطوح خارجی باید مورد توجه قرار گیرد، ضد بخار کردن آنها با استفاده از یک عایق با چنان مقاومتی است که مانع رسیدن دمای سطوح داخلی به نقطه شبنم شود. مادامی که دمای این سطوح بالاتر از نقطه شبنم نگه داشته شود، تقطیر روی آن صورت نگرفته و صدمه ای به سازه وارد نمی‌شود. برای این که کوران هوا باعث ناراحتی شناگران نشود تعداد دفات تعویض هواناید از ۴ تا ۶ بار در ساعت بیشتر باشد، مگر اینکه ش گنجایش سالن برای تماشچی زیاد باشد که در این صورت جهت آسایش تماشچیان می‌توان ۸ تا ۱۰ بار در ساعت تعویض هوا منظور نمود. بازگشت هوا می‌تواند انتقال آن به بیرون باید از بالاترین نقطه ممکن صورت گیرد تا هوا هیچ قسمی ساکن نماند و از تقطیر رطوبت ناشی از سکون هوا

آب کنار یکدیگر تجمع یافته و تشکیل قطراتی را می دهند که منجر به خروج رطوبت از هوا می شود. چگالش به چوب، کاغذ و سایر مواد آسیب می رساند و همچنین موجب تسریع زنگ زدگی در فولاد و رامدن رنگ می شود. در استخرهای داخلی کلرآمینها (که

محصول جانبی سیستم کنترل شیمیایی آب استخر هستند) بر رطوبت موجود در هوا ترکیب شده و بر روی سطوح سرد چگالیده می شوند و محلولی غنی از کلرید را تشکیل می دهند که باعث خوردگی اکثر فلزات از جمله بعضی از انواع استنلس استیل می شود.

اگر کنترل رطوبت طی طراحی و نظارت بر ساخت استخرهای سرپوشیده موردنیتیجه‌ی قرار گیرد، مشکلات زیادی بروز خواهد کرد که مهمترین آنها بدین قرارند: موقع چگالش گسترده و شدید، شکم دادن کاشیهای سقفی، خیس شدن عایق کاری، رشد قارچ و کپک، خوردگی وسایل بهداشتی، شکستگی و ترک در مصالح ساختمان و در نهایت ریزش سازه.

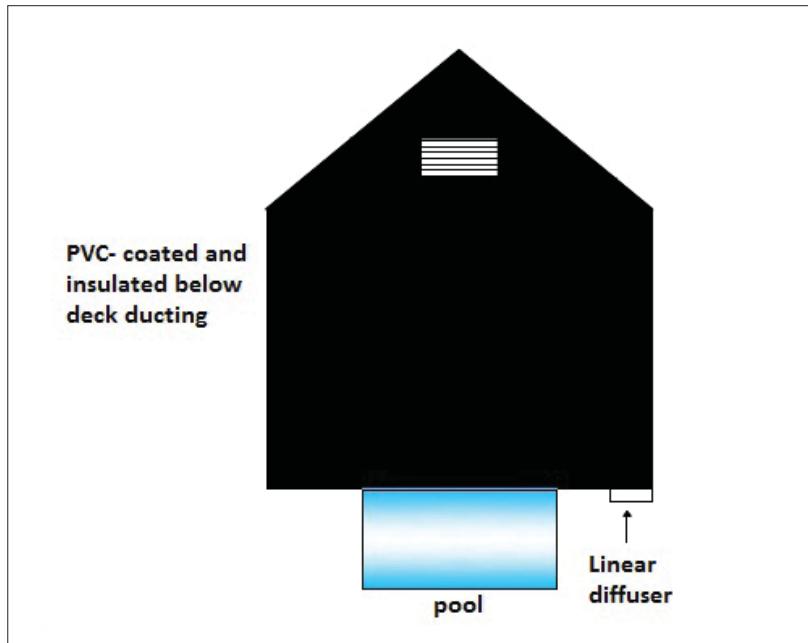
• سطوح سرد

وقتی که هر سطحی تا زیر نقطه شبنم هوای مجاور خود سرد شود، رطوبت بر روی آن چگالیده می شود. مهمترین سطوح سرد بالقوه در استخرهای سرپوشیده عبارتند از:

دیوارهای خارجی شمالی، پنجره‌های، چهارچوبهای در و پنجره و نورگیرها. پنجره‌های تک جداره، بدنه‌های فلزی و پنجره‌های درها، و بستهای سقفی یک پل حرارتی بین هوای سرد خارج و هوای مرطوب داخل ایجاد می کنند. اکثر طراحان لزوم استفاده از شیشه‌های منعکس کننده گرمابای پنجره‌ها را تشخیص می دهند. بسته به دمای هوای خارج، دوجداره کردن پنجره‌ها ممکن است کفایت نکند. نکته حائز اهمیت این است که اکثر طراحان در مشخصات پنجره‌ها استفاده از عایقهای حرارتی را برای چهارچوب پنجره‌ها قید نمی‌کنند. در موارد زیادی دیده شده که خود پنجره‌ها شفاف و عاری از رطوبتند اما چهارچوب آنها از رطوبت پوشیده شده است. اشتباه رایج دیگر در طرح معماری این است که نگهدارنده‌های بالای درها و پنجره‌ها را از صفحات یا تیرهای فولادی انتخاب می کنند که بدون هیچگونه عایق حرارتی به طور کامل از داخل دیوار عبور داده می شوند.

اکثر استخرهای سرپوشیده دارای حداقل یک در بخوبی به سمت بیرون هستند. این درها را باید با دقت انتخاب نمود، عایقهای حرارتی برای در و چهارچوب آن ضروری بوده و پنجره آن باید دارای قاب دوجداره باشد. کف درگاه (آستانه در) و مکانیسم قفل در نیز از مواردی هستند که اغلب به آنها توجهی نمی‌شود. پنجره‌هایی که رو به بخش‌های داخلی ساختمان هستند نیز می توانند در معرض چگالش قرار گیرند مخصوصاً اگر سطح پنجره غوطه‌ور

است استفاده از یک پمپ خودکار برای تخلیه آب از درون سیستم کانال، لازم آید. کانال‌های برگشت می توانند از جنس آلومینیوم، فایبرگلاس یا ورق فولادی گالوانیزه باشند.



شکل ۴. ضمیمه ۱، سیستم توزیع هوا در سالن استخر

□ چگونگی توزیع هوا در سالن‌های موجود

در نصب سیستم رطوبت گیری در یک سالن استخر موجود، مهمترین مسئله رساندن هوای گرم به دیوارها و پنجره‌های خارجی سرد، بدون جریان دادن هوای از روی سطح آب استخر است. برای این منظور گاهی می توان سیستم کانال را دور تا دور سالن در سطح کف نصب نمود که بدین ترتیب هوا از دریچه‌های تعییه شده روی این سیستم کانال، به سمت بالا وزش خواهد کرد. اگر چاره ای نباشد، می توان توزیع هوا را توسط سیستم کانال نصب شده در بالای سالن نیز انجام داد، البته به شرطی که از جریان دادن هوای از روی سطح آب استخر اجتناب شود. این امر مستلزم دقت زیاد در تعیین محل دریچه‌های توزیع هواست. باید از وزش مستقیم هوا به بالای پنجره‌ها یا درهای شیشه‌ای کشویی بلند اجتناب کرد، چه این امر سبب سرد شدن هوا و نزول آن به سمت کف سالن شده و کوران هوای سردی را در سطح استخر ایجاد می کند.

□ مبانی طراحی استخرهای سرپوشیده

• آب به کجا می رود؟

وقتی هوا تا زیر نقطه شبنم خود سرد شده و بخار آب موجود در هوا به فاز مایع تغییر شکل می دهد. چگالش وقتی صورت می گیرد که مولکولهای

• رطوبت‌گیری

با توجه به اینکه در اکثر استخرها (در آمریکای شمالی) از سیستم کنترل شیمیابی آب مبتنی بر کلر استفاده می‌شود و از آنجا که کنترل شیمیابی آب استخر همیشه کفایت نمیکند، رطوبت‌گیرهای استخری اغلب شرایط سخت و نامساعدی را تجربه میکنند. از این رو سازندگان رطوبت‌گیر باید تمهیدات لازم برای حفاظت تجهیزات جهت تضمین حداکثر عمر آنها را پیش بینی کنند. برای کویلهای تبریدی و مبدل‌های حرارتی باید از مواد یا روکش‌های خاصی استفاده نمود و رنگ زدن داخلی قطعات فلزی نیز ضروری است. همچنین عایقکاری تجهیزات عملیاتی نظیر قطعات الکتریکی و تبریدی جهت به حداقل رساندن خوردگی از اهمیت مکانیسم‌هایی باشد که عایقکاری حرارتی آن را دشوار سازد. به عنوان کمترین کار، رطوبت‌گیر باید طوری با عملکرد این نورگیرها همیشه (اینترلاک) کرد که وقتی نورگیرها باز هستند رطوبت‌گیر بیجهت انرژی مصرف نکند. هر نوع نورگیری برای یک استخر سرپوشیده مناسب نیست. در صورت لزوم استفاده از نورگیر، طراح باید طرح نورگیرها را به گونه‌ای انتخاب کند که گردش کافی هوا در سطح آنها تضمین شود. او حتی باید استفاده از اوات کمکی محرك هوا برای تأمین گردش هوا و جلوگیری از گچالش در سطح نورگیرها را مورد توجه قرار دهد.

• سد بخار

جابجایی رطوبت توسط اختلاف در فشار بخار آب بین دو فضای تعیین میگردد. اگر بخشی از استخر سرپوشیده دارای دیوار، کف یا سقفی در مجاورت فضاهای داخلی ساختمان باشد، استفاده از سد رطوبت ضروری خواهد بود. به یاد داشته باشید که اختلاف در مقدار رطوبت بین دو فضا میتواند خیلی زیاد باشد و فقط به محیط خارج فکر نکنید؛ استخرهای سرپوشیده باید تا حد ممکن در برابر بخار، نفوذناذیر ساخته شوند. سدهای بخار باید فصل پشت سطح دیوار داخلی قرار گیرند که بدین ترتیب بخار و هوای مطروب به یاری اینکه به سمت حفرات دیواری سردرت حرکت کنند، در داخل فضا نگه داشته می‌شوند. کلیه درزها و شکافهای سد بخار باید درزگیری شوند. سد بخار را همچنین باید تا سقف و اسلب کف درزبندی کرد تا از ورود هوای مطروب به داخل دیوار با سقف از طریق درزها جلوگیری شود. کلیه شکافهای اطراف کلیدها و پریزها نیز باید درزبندی شوند تا از انتقال رطوبت موضعی جلوگیری گردد. پیوستگی سد بخار از اهمیت ویژهای برخوردار است.

یکی دیگر از نکات مهم، دمای نقطه شبنم هواست. از آنجا که دمای نقطه شبنم هوای طرح در یک استخر سرپوشیده بالاست، هر چیز موجود در ساختمان باید بتواند خود را با آن انطباق دهد. توصیه شده است که دمای سطوح سرد باید حداقل ۳ درجه سانتیگراد یا ۵ درجه فارنهایت بالاتر از نقطه شبنم اتفاق استخراش باشد (هندوک ۲۰۰۰ ASHRAE). البته حفظ دمای کلیه سطوح در ۷۰ تا ۷۵ درجه فارنهایت یعنی ۲۱ تا ۲۴ درجه سانتیگراد در یک روز زمستانی طرح ممکن است مشکل باشد. همانطور که قبل ذکر شد، در اینجا توزیع هوا نقش مهمی را بازی می‌کند.

• آرایش بادزن‌ها (برگشت/رفت)

دو بادزن داخل اتاق‌تک تجهیزات مستقر می‌شوند. بادزن برگشت برای تأمین فشار استانیک کانال برگشت و بادزن رفت نیز جهت برقراری فشار استانیک کانال رفت اندازه گیری می‌شوند. فشار منفی داخل فضا را میتوان به آسانی با تغییر سرعت بادزن برگشت، سرعت بادزن رفت و یا هر دو حفظ نمود. معمولاً از یک جعبه اختلاط هوا با سه دمپر استفاده می‌شوند تا هر وقت که مناسب باشد برای رطوبت‌گیری از ۱۰۰٪ هوای خارج، یا هر درصدی از هوای خارج استفاده شود. این آرایش معمولاً دارای دو بخش فیلتر است، یکی برای برگشت و یکی برای رفت.

دلیل غیرقابل کنترل شدن مواد جامد محلول در آب استخر، مجدداً به طور کامل پر شده باشد. در جاهایی که نقطه شبنم هوای خارج به اندازه کافی پایین باشد، واحدهای ۱۰۰٪ هوای خارج از محبوسیت بیشتری برخوردار خواهد بود. این واحدهای معمولاً از ادوات بازیاب گرما از قبیل لوله های حرارتی یا مبدل های حرارتی هوا به هایی اگزاست و هوای تازه خارج بهره میبرند. اما وقتی دمای نقطه شبنم هوای خارج بالای ۶۰ تا ۶۵ درجه فارنهایت (۱۵ تا ۱۸ درجه سانتیگراد) باشد، حفظ رطوبت هوا در سطوح مطلوب میسر نبوده و به رطوبتگیر کمکی نیاز خواهد بود. وقتی دمای هوای خارج بالاتر از ۷۵ درجه فارنهایت (۲۴ درجه سانتیگراد) باشد، حفظ دمای هوا در سطوح مطلوب نیز ممکن نخواهد بود که در این موارد باید از یک نوع کوبیل سرمایشی کمکی بهره گرفت. همچنین برای شرایط زمستانی به گرمایش کمکی نیاز خواهد بود. از ادوات بازیاب گرمایی هوا به هوا میتوان برای بازیابی انرژی از هوای اگزاست به هوای رفت استفاده نمود که بدین ترتیب اندازه وسایل گرمایش کمکی کاهش می یابد. البته طراح هنگام منظور کردن این ادوات باید از مشکلات محتمل ناشی از بار رطوبتی بالای هوای اگزاست آگاه باشد.

اگر وسیله بازیاب گرما از راندمان بالایی برخوردار باشد، در دماهای پایین هوای خارج ممکن است در سمت اگزاست مبدل حرارتی چگالش رطوبت و انجامد رخ دهد. اما اگر راندمان وسیله بازیاب گرما زیاد نباشد، در این صورت منافع آن هم کمتر بوده و به گرمایش کمکی بیشتری نیاز خواهد بود. از چرخه های آنتالپی در استخراهی سرپوشیده استفاده نمی شود زیرا نیازی به افزایش رطوبت در هوای ورودی وجود ندارد. رطوبتگیرهای استخراهی سرپوشیده اساساً برای زدایش بار رطوبتی انتخاب می شوند. نرخهای چرخش هوا و مقضیات هوای خارج باید تا حدی مدنظر باشند. سازندگان رطوبتگیر دارای برنامه های کامپیوتوری هستند که به طراح در انتخاب تجهیزات مناسب کمک می کنند. بارهای سرمایی محسوس بالقوه ناشی از شیشه های رو به جنوب یا نورگیرهای گستردۀ نیز باید مورد توجه قرار گیرند. البته لحاظ کردن این بارها ممکن است باعث شود که اندازه تجهیزات رطوبت گیر بزرگتر از حد شود. همانطور در نمودار سایکرومتریک (ضمیمه ۳) دیده می شود مقدار واقعی رطوبت در هوای (رطوبت مطلق) توسط دمای نقطه شبنم مشخص می شود در فضاهای استخر مرطوب، مقدار واقعی رطوبت هوا حتی با کارکرد تجهیزات رطوبتگیر خیلی سریع تغییر نمی کند. از سوی دیگر، نمودار سایکرومتریک نشان میدهد که رطوبت نسبی میتواند با تغییر کوچکی در دمای خشک فضا به طور قابل ملاحظه های تغییر کند. این بسیار مهم است که سیستم کنترل رطوبتگیر استخرا برای حفظ دمای نقطه شبنم مناسب و نه رطوبت نسبی کار کند. البته شاید کاربران ندانند که نقطه شبنم را باید بر چه دمایی تنظیم کنند، بنابراین سیستم کنترل باید این قابلیت برخوردار باشد که دمای اسمی فضا و نقطه تنظیم رطوبت نسبی در داخل خود به دمای نقطه شبنم تبدیل کند.

• خلاصه

به استخراهای سرپوشیده نباید همانند فضاهایی نگریست که تنها نیاز به تهویه مطبوع دارند. در این مقاله جنبه های مهم و نکات اساسی در طرح موفقیت آمیز استخراهای داخلی بررسی شدند. رطوبت مهمترین عاملی است که باید

• آرایش بادزن (اگزاست/رفت)

در این بادزن رفت هر دو فشار استاتیک کanal برگشت و کanal رفت را تامین میکند. یک بادزن اگزاست مجزا نیز در اتفاق رطوبت گیر یا در مکانی دورتر مستقر می شود. این آرایش تنها اجازه استفاده از حداقل هوا خارج را می دهد (معمولًا یک سوم جریان هوا) و مستلزم بکارگیری بخش فیلتر کوچک ثانویه ای مخصوص هوای خارج است. بادزن اگزاست و دمپرهای کنترل هوای تازه برای عملکرد باید توسط رطوبتگیر با یکدیگر هماهنگ شوند.

• آرایش بادزن (تخلیه/اگزاست/رفت)

این آرایش مشابه بادزن اگزاست/رفت است با این تفاوت که بادزن تخلیه که معمولًا حداقل دو سوم جریان هوا را برقرار می کند، جهت دستیابی به ۱۰۰٪ هوای خارج به سیستم اضافه می شود. این آرایش نیازمند یک بخش فیلتر مجزا برای کل جریان هوای خارج و همچنین یک مکانیسم دمپر برای کنترل است.

• رطوبت گیرها

رطوبت گیرهای مکانیکی به طور گسترهای برای استخراهای سرپوشیده مورد استفاده قرار میگیرند. آنها طوری طراحی می شوند که ظرفیت زدایش رطوبت بالایی دارند، نسبت گرمایی محسوس پایینی داشته باشند، و از یک سیکل تبرید استاندارد بهره ببرند. این رطوبت گیرها مجهز به کندانسورهای مبرد چندگانه هستند تا سرمایش فضاء باز گرمایش هوا و گرمایش آب استخراج قابل دستیابی باشد. ضمن اینکه کنترل دمای فضاء و نقطه شبنم محیط استخراج نیز صورت می گیرد. رطوبتگیرهای مکانیکی به لحاظ استفاده حداکثر از گرمایی دفع شده بسیار مناسبند. از آنجا که تبخیر آب استخراج موجب افت گرمایی دفع شده بسیار مناسبند. از آنجا که تبخیر آب استخراج دمای آب میشود، گرمایش آب استخراج در تمام طول سال مورد نیاز خواهد بود. بنابراین استفاده از گرمایی دفع شده برای گرمایش آب استخراج از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در صورتی که مقررات اجازه دهنده بازیابی رطوبت چگالیده شده از هوا و برگشت آن به استخراج می تواند امری مقرر باشد. بازدید زیرا مقدار آب جبرانی مورد نیاز را کاهش میدهد. در استخراهای بزرگ و فعال میتوان در هر ساعت صدها پاوند رطوبت را بازیابی نمود. کل نیازهای گرمایشی موجود تشکیل شده است از تلفات جداره استخراج، هوای تهويه، و خود آب استخراج به دلیل سرد شدن بیوسته ناشی از تبخیر، به طور کلی یک وسیله گرمایش کمکی برای آب استخراج و همچنین هوا مورد نیاز می باشد. اگر چه مهم نیست که تجهیزات مورد استفاده برای رطوبت گیری از چه نوعی باشند، اما رطوبتگیرهایی که بتونند گرمایی بالاستفاده حاصل از فرآیند رطوبتگیری را به آب استخراج برگردانند، مصرف انرژی را به طور چشمگیری کاهش میدهند. آبگرمکنها کمکی برای آب استخراج باید به گونه ای اندازه گیری شوند که افت گرمایی کل ناشی از تبخیر و ورود آب جبرانی سرد را جبران کنند. آبگرمکن کمکی همچنین باید از ظرفیت کافی برای گرم کردن کل آب استخراج تاریخی به دمای عملیاتی در یک مدت زمان معقول برخوردار باشد، این کار وقتی صورت میگیرد که استخراج بعد از عملیات نگهداری یا به

قابل توجهی احساس شد، احتمالاً سطح کلی ترکیبی در آب استخر بسیار بالاست. بعد از ۲۰ ثانیه، بینی به بو عادت خواهد کرد. کلیه استخرهایی که از آنها زیاد استفاده می‌شود هر چند وقت نیاز به کلرزنی زیاد یا شوک کلر دارند. هنگامی که سطح کلر ترکیبی به ۵,۰ ppm برسد، شوک کلر ضروری خواهد بود. اگر از استخر استفاده سنگین می‌شود شاید لازم باشد این کار هر روز صورت بگیرد. شوک کلر در یک استخر مستلزم آن است که اپراتور سطح کلر آزاد استخر را حداقل به میزان ۱۰ برابر مقدار کلرآمین اندازه‌گیری در استخر افزایش دهد. برای این منظور مقدار کلر آب استخر معمولاً باید به ۱۰ ppm افزایش یابد. واحدهای رطوبت گیر استخر که با ۱۰۰٪ هوا خارج کار می‌کنند با قرار گرفتن در وضعیت تخلیه می‌توانند پس مانده های حاصل از فرآیند شوک کلر را سریعاً شستشو داده و بزدایند و موجب کاهش زمان مورد نیاز برای این فرآیند شوند. البته طی موقعیت تخلیه، تغییر شرایط فضای نقطه تنظیم قابل قبول خواهد بود زیرا در این وضعیت فضا خالی از سکنه است. یکی دیگر از پارامترهای مهم آب استخر PH است. استخرهای شنا باید کمی قلیایی و در محدوده PH بین ۷,۶ تا ۷,۲ نگه داشته شوند که این از دو جنبه اهمیت دارد، اولاً این محدوده برای چشمهاشانگران آزاردهنده نیست. ثانیاً حفظ PH در این محدوده باعث می‌شود که مواد شیمیایی استخر از جمله کلر بیشترین تاثیر را داشته باشند. PH زیر ۷ موجب خودگی اجزای استخر و همچنین کاهش تاثیر کلر می‌شود. قلیائیت کل و سختی آب نیز حائز اهمیتند و با سایر فاکتورهایی که قبلاً بحث شدند در تعادل باشند. تشکیل رسوب و مشکلات کنترل PH از سطح نادرست این پارامترها ناشی می‌شوند.

استخرهای سرپوشیده، ساعات کارکرد طولانی، اشغال متغیر
استخرهای شنا تجاري ممکن است خیلی طولانی تر از ساختمانهای تجاري اشغال شوند. اين استخرها معمولاً ساعت ۵ یا ۶ صبح تا ۱۰ شب یا حتی دیرتر برگاري صبحگاهی باز می شوندو تا ساعت ۱۰ شب یا حتی دیرتر برگاري مهمانی ها یا مسابقات ورزشی باز می مانند. طی دوره های آموژش و تمرین، تیمهای شنا با شناگران آغاز مسابقات ورزشی باز می شوند. این در طول استخر باعث تلاطم آب شده و موجب بالا رفتن نرخ تبخیر آب استخر می شوند. این در حالی است که از استخرهای خانگی فقط چند ساعت در روز استفاده می شوند. طراحان باید کنترل رطوبت و دمای استخر را برای موقعي که استخر کاملاً اشغال شده و پر از تماشاجی است، تامين کنند. هر چند که در اکثر اوقات سطح افراد و فعالیت ها تا اين اندازه بالا نیست. اين امر موجب نوسانات گسترده ای در بارهای رطوبتی می شود که باید توسط دستگاه های رطوبت گیر تعدیل گردد. برای استخرهایی که از آنها به طور مقطعی و هر چند وقت یکبار استفاده می شود، شاید قابل قبول باشد که اندازه دستگاه های رطوبت گیر را کمی کوچکتر از حد در نظر گرفت. از آنجا که با افزایش فعالیت ها تشکیل رطوبت خیلی سریع صورت می گیرد، هنگام تصمیم گیری در خصوص اندازه گیری کوچکتر از حد رطوبت گیرها بهتر است نوع دوام فعالیتهای افزایش یافته و همچنین میزان تحمل ساختمان و پرسنل در برابر افزایش رطوبت نسبی برآورد شوند.

مورد نظر قرار گیرد. طراح باید به دنبال یافتن و حذف مکانهایی باشد که رطوبت در آنها تجمع می‌یابد. سطوحی که دائماً مطبوعند علاوه بر ایجاد ظاهر زشت دچار خوردگی و تخریب زده‌نگام خواهند شد. توزیع درست هوا یکی دیگر از جنبه های مهم طرح است. سیستم توزیع هوا در استخر سرپوشیده جایی برای اعمال مهندسی ارزش در طرح نیست. اگرچه کیفیت شیمیایی آب استخر به درستی انجام نشود، انواع مختلفی از تجهیزات موجودند که به طور خاص برای کاربردهای استخر سرپوشیده طراحی شده اند. هرگز نباید برای این منظور از دستگاههای تهويه مطبوع معمول (استاندارد) استفاده کرد. ساخت استخرهای سرپوشیده به دليل ملاحظات خاص طراحی و تجهیزات مورد نیاز، گران تمام می شود. ضمن این که راهبری آنها نیز پرهزینه است. سیستم های استخر سرپوشیده رانمی توان خاموش کرد. استخر و تجهیزات رطوبت گیر آن به مراقبت و نگهداری پیوسته نیاز دارند.

• مقابله با بوها

دلایل زیادی در خصوص پیدایش بو در استخرهای سرپوشیده وجود دارند که شایع ترین آن ناتوانی یا قصور اپراتورهای استخر در حفظ کیفیت شیمیایی مناسب آب است. این امر ممکن است ناشی از عدم آموخت اپراتورهای خارجی تجهیزات ضد عفونی کننده، یا استفاده سنگین از استخر تواأم با ساعات طولانی آن باشد. در اکثر اوقات، شکایات افراد از شرایط استخر سرپوشیده در مورد بوها مطرح می شوند، نه رطوبت و دما. اپراتورهای استخرهای تجاری باید کیفیت آب را حداقل روزانه و طی دوره های اشغال استخر هر ساعت تست و ثبت کنند. عوامل زیادی در حفظ کیفیت شیمیایی مناسب استخر دخیلنده که در اینجا تنها به تعادل از آنها اشاره می شود.

اپراتورهای استخرهای تجاری باید در زمینه تثبیت کلیه پارامترهای استخر آموخت بینند. در ایالات متحده اکثر استخرهای داخلی با استفاده از اشکال مختلف گاز کلر، سدیم، هیبوکلریت و کلیسم ضد عفونی می شوند. سایر روشهای ضد عفونی شامل کاربرد ترکیبات برم، ازن، نقره و ید می باشند. در صورت استفاده از کلر، باقیمانده آزاد کلر را باید در حد ۳ تا ۱ ppm حفظ نمود. از آنجا که مواد بیولوژیک همیشه در آب استخر وجود دارند، هر جا کلر باشد ترکیباتی از کلر موسوم به کلرآمین شکل می گیرند. کلرآمین ها ترکیبات پیچیده ای از کلریت نیتروژن هستند که از سطح استخر به صورت گاز آزاد می شوند و همین انتشار گاز از کلر ترکیبی است که باعث تولید بو می شود نه خود کلر. هندبوک منتشر شده از سوی "موسسه ملی استخر شنا" توصیه می کند که سطح کلر ترکیبی را باید در حد کمتر از ۲ ppm نگه داشت.

برای تعیین سطح کلر ترکیبی اغلب از یک وسیله تست کننده ساده و ارزان استفاده می شود که توسط آن اپراتور می تواند رنگ محلول را با یک جدول یا نمودار رنگی مقایسه کند. اگر سطح کلر ترکیبی خیلی زیاد باشد این وسایل دقت خود را از دست می دهند زیرا مقایسه رنگ بسیار دشوار خواهد شد. البته وسایل دقیق تر و گرانتری نیز وجود دارند ولی اکثر اپراتورهای استخر یا چیزی درباره آنها نمی دانند یا نمی توانند آنها را تهیه کنند. یک راه سریع برای پی بردن وضعیت نامناسب آب استخر، توجه داشتن به بو بالا فاصله بعد از ورود به استخر است. اگر ظرف ۱۰ تا ۲۰ ثانیه اول بوی

ضمیمه ۲

جدول تعیین قطر لوله

SIZE FOR BLACK PIPE WITH TEMP. DROP 20°F.		(G.P.M) جدول مربوط به تعیین قطر لوله با توجه به معلوم بودن دو مشخصه افت فشار و دبی																
FRICTION LOSS افت فشار		جریان FLOW	PIPE SIZE NOMINAL INCHES قطر لوله به اینچ															
FT/100FT	M/FT		1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	
1	120	G.P.M.	0.8	1.8	3.4	7.3	11	21	32	63	93	130	240	400	850	1600	2600	
		F.P.S.	0.92	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.30	2.8	3.0	3.3	3.3	4.4	5.5	0.3	7.3	
1.5	180	G.P.M.	1.1	2.2	4.3	9.0	13	27	44	77	115	165	300	500	1100	2000	3300	
		F.P.S.	1.2	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.4	3.8	4.2	4.8	5.7	6.7	8.2	9.3	
2	240	G.P.M.	1.2	2.6	5.0	1.1	16	32	52	92	140	190	360	580	1300	2400	3800	
		F.P.S.	1.3	1.6	1.9	2.3	2.5	3.0	3.4	40	4.5	4.8	5.8	6.7	8.2	9.7	10.8	
2 1/2	300	G.P.M.	1.4	2.9	5.7	12	18	36	57	105	155	210	400	670	1400	2700	4400	
		F.P.S.	1.5	1.8	2.1	2.6	2.8	3.4	3.8	4.5	5.0	5.5	6.5	7.7	9.2	12.0	12.5	
3	360	G.P.M.	1.5	3.2	6.3	14	20	39	64	112	170	240	440	750	1600	3000	4800	
		F.P.S.	1.7	2.0	2.3	2.8	3.2	3.8	4.3	5.0	5.5	6.2	7.3	8.3	10.2	13.4	13.6	
3 1/2	420	G.P.M.	1.7	3.6	6.8	15	22	42	70	125	180	260	480	800	1700	3300	5500	
		F.P.S.	1.9	2.2	2.6	3.1	3.4	4.1	4.7	5.5	6.1	8.7	7.9	9.1	10.9	14.7	15.6	
4	480	G.P.M.	1.8	3.8	7.3	18	24	46	75	135	200	280	520	870	1850	3500	5800	
		F.P.S.	1.9	2.3	2.8	3.4	3.7	4.4	5.0	5.8	6.7	7.3	8.5	9.8	11.8	15.6	16.4	
DRAIN SIZE			1/2			3/4			1		1 1/4		1 1/2		2.00			

Kcal/2500= B.T.U/10.000=G.P.M

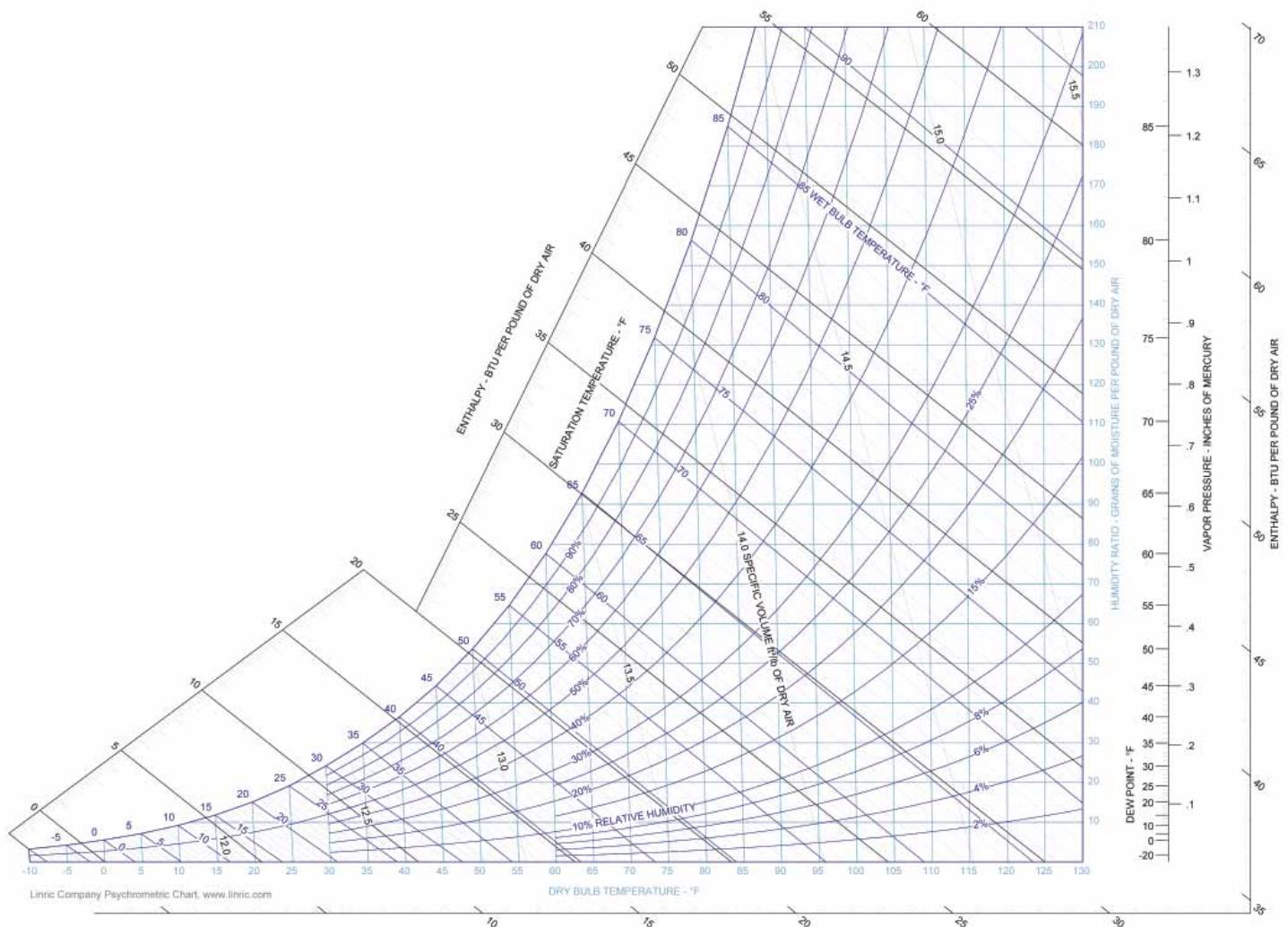
www.WikiPG.com

جدول A-5		جدول مربوط به بخار آب اشیاع-تنظیم شده بر حسب تغییرات فشار											
فشار kPa	مایع اشباع C°	حجم مخصوص m3/Kg			انرژی داخلی KJ/Kg			انتالپی KJ/Kg			انتروپی KJ/ (Kg.K)		
		مایع اشباع	بخار اشباع	مایع اشباع	تبخیر	بخار اشباع	مایع اشباع	تبخیر	بخار اشباع	مایع اشباع	تبخیر	بخار اشباع	مایع اشباع
p	T sat	v f	v g	u f	u fg	u g	h f	h fg	h g	s f	s fg	s g	
0.611	0.01	0.001	000	206.14	0.00	2375.3	2375.3	0.01	2501.3	2501.4	0.000	9.156	9.156
1.0	6.98	0.001	000	129.21	29.30	2355.7	2385	29.30	2484.9	2514.2	0.106	8.870	8.976
1.5	13.03	0.001	001	87.98	54.71	2338.6	2393.3	54.71	2470.6	2525.3	0.196	8.632	8.828
2.0	17.50	0.001	001	67.00	43.48	2326.0	2399.5	73.48	2460.0	2533.5	0.261	8.463	8.724
2.5	21.08	0.001	002	54.25	88.48	2315.9	2404.4	88.49	2451.6	2540.0	0.312	8.331	8.643
3.0	24.08	0.001	003	45.67	101.04	2307.5	2408.5	101.05	2444.5	2545.5	0.355	8.223	8.578
4.0	28.96	0.001	004	34.80	121.45	2293.7	2415.2	121.46	2432.9	2554.4	0.423	8.052	8.475
5.0	32.88	0.001	005	28.19	137.81	2282.7	2420.5	137.82	2433.7	2561.5	0.476	7.919	8.395
7.5	40.29	0.001	008	19.24	168.78	2261.7	2430.5	168.79	2406.0	2574.8	0.576	7.675	8.252
10	45.81	0.001	010	14.67	191.82	2246.1	2437.9	191.83	2392.8	2584.7	0.649	7.501	8.150
15	53.97	0.001	014	10.02	225.92	2222.8	2448.7	225.94	2373.1	2599.1	0.755	7.254	8.009
20	60.06	0.001	017	7.649	251.38	2205.4	2456.6	251.40	2358.3	2609.7	0.832	7.077	7.909
25	64.97	0.001	020	6.204	271.90	2191.2	2463.1	271.93	2346.3	2618.2	0.893	6.938	7.831
30	69.10	0.001	022	5.229	289.20	2179.2	2468.4	289.23	2336.1	2625.3	0.944	6.825	7.769
40	75.87	0.001	027	3.993	317.53	2159.5	2477	317.58	2319.2	2636.8	1.026	6.644	7.670
50	81.33	0.001	030	3.240	340.44	2143.4	2483.9	340.49	2305.4	2645.9	1.091	6.503	7.594
75	91.78	0.001	037	2.217	384.31	2112.4	2496.7	384.39	2278.6	2663.6	1.213	6.243	7.419
0.225	124.00	0.001	064	0.793	520.47	2013.1	2533.6	520.72	2191.3	2712.1	1.5706	5.517	7.088
0.250	127.44	0.001	067	0.719	535.10	2002.1	2537.2	535.37	2181.5	2716.9	1.6072	5.446	7.053
0.275	130.60	0.001	070	0.657	548.59	1991.9	2540.5	548.89	2172.4	2721.3	1.6408	5.380	7.021
0.300	133.55	0.001	073	0.606	561.15	1982.4	2543.6	561.47	2163.8	2725.3	1.672	5.320	6.662
0.325	136.30	0.001	076	0.562	572.9	1973.5	2546.4	573.25	2155.8	2729.0	1.701	5.265	6.965
350	138.88	0.001	079	0.524	583.95	1965.0	2548.9	584.33	2148.1	2732.4	1.728	5.213	9.941

جدول A-5		جدول مربوط به بخار آب اشیاع-تنظیم شده بر حسب تغییرات فشار											
فشار kPa	مایع اشیاع C°	حجم مخصوص m3/Kg			انرژی داخلی KJ/Kg			انتالپی KJ/Kg			أنتروپی KJ / (Kg.K)		
		مایع اشیاع	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تبخیر	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تبخیر	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تبخیر	بخار اشیاع	
p	T sat	v f	v g	u f	u fg	u g	h f	h fg	h g	s f	s fg	s g	
0.375	141.32	0.001	081	0.491	594.40	1956.9	2551.3	594.81	2140.8	2735.6	1.753	5.165	6.918
0.40	143.63	0.001	084	0.463	604.31	1949.3	2553.6	604.74	2133.8	2738.6	1.777	5.119	6.896
0.45	147.93	0.001	088	0.414	622.77	1934.9	2557.6	623.25	2120.7	2743.9	1.821	5.036	6.857
0.50	151.86	0.001	093	0.375	639.68	1921.6	2561.2	640.23	2108.5	2748.7	1.861	4.961	6.821
0.55	155.45	0.001	097	0.343	655.32	1909.2	2564.5	665.93	2097.0	2753.0	1.897	4.892	6.789
0.60	158.85	0.001	101	0.316	669.90	1897.5	2567.4	670.56	2086.3	2756.8	1.931	4.829	6.760
0.65	162.01	0.001	104	0.293	683.56	1886.5	2570.1	684.28	2076.0	2760.3	1.963	4.770	6.733
0.70	164.97	0.001	108	0.273	696.44	1876.1	2572.5	697.22	2066.3	2763.5	1.992	4.716	6.708
0.75	167.78	0.001	112	0.256	708.64	1866.1	2574.1	709.47	2057.0	2766.4	2.020	4.665	6.685
0.80	170.43	0.001	115	0.240	720.22	1856.6	2576.8	721.11	2048.0	2769.1	2.046	4.617	6.663
0.85	172.96	0.001	118	0.227	731.27	1847.4	2578.7	732.22	2039.4	2771.6	2.071	4.571	6.642
0.90	175.38	0.001	121	0.215	741.83	1838.6	2580.5	742.33	2031.1	2773.9	2.095	4.528	6.623
0.95	177.69	0.001	124	0.204	751.95	1830.2	2582.1	753.02	2023.1	2776.1	2.117	4.487	6.604
1.00	179.91	0.001	127	0.194	761.68	1822.0	2583.6	762.81	2015.3	2778.1	2.139	4.448	6.587
1.10	184.09	0.001	133	0.178	780.09	1806.3	2586.4	781.34	2000.4	2781.7	2.179	4.374	6.554
1.20	187.99	0.001	139	0.163	797.29	1791.5	2588.8	798.65	1986.2	2784.8	2.217	4.307	6.523
1.30	191.64	0.001	144	0.151.25	813.44	1777.5	2591.0	814.93	1972.7	2787.6	2.252	4.244	6.495
1.40	195.07	0.001	149	0.141	828.70	1764.1	2592.8	830.30	1959.7	2790.0	2.284	4.185	6.469
4.50	198.32	0.001	154	0.132	843.16	1751.3	2594.5	844.89	1947.3	2792.2	2.315	4.130	6.445
1.75	205.76	0.001	166	0.113	876.46	1721.4	2597.8	878.50	1917.9	2796.4	2.385	4.004	6.390
2.00	212.42	0.001	177	0.100	906.44	1693.8	2600.3	908.79	1890.7	2799.5	2.447	3.894	6.341
2.25	218.45	0.001	187	0.089	933.83	1668.2	2602.0	936.49	1865.2	2801.7	2.504	3.794	6.297
2.5	223.99	0.001	197	0.080	959.11	1644.0	2603.1	962.11	1841.0	2803.1	2.555	3.703	6.258

جدول A-5		جدول مربوط به بخار آب اشیاع-تنظیم شده بر حسب تغییرات فشار											
فشار kPa	مایع اشیاع C°	حجم مخصوص m3/Kg			انرژی داخلی KJ/Kg			انتالپی KJ/Kg			انتروپی KJ/ (Kg.K)		
		مایع اشیاع	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تغییر	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تغییر	بخار اشیاع	مایع اشیاع	تغییر	بخار اشیاع	
p	T sat	v f	v g	u f	u fg	u g	h f	h fg	h g	s f	s fg	s g	
3.0	233.90	0.001	217	0.067	1004.78	1599.3	2604.1	1008.42	1795.7	2804.2	2.646	3.541	6.187
3.5	242.60	0.001	235	0.057	1045.43	1558.3	2603.7	1049.75	1753.7	2803.4	2.725	3.400	6.125
4	250.40	0.001	252	0.050	1082.31	1520.0	2602.3	1087.31	1714.1	2801.4	2.796	3.274	6.070
5	263.99	0.001	286	0.039	1147.81	1449.3	2597.1	1154.23	1640.1	2794.3	2.920	3.053	5.973
6	275.64	0.001	319	0.032	1205.44	1384.3	2589.7	1213.35	1571.0	2784.3	3.027	2.863	5.889
7	285.88	0.001	351	0.027	1257.55	1323.0	2580.5	1267.00	1505.1	2772.1	3.121	2.692	5.813
8	295.06	0.001	384	0.024	1305.57	1264.2	2569.8	1316.64	1441.3	2758.0	3.207	2.536	5.743
9	303.40	0.001	418	0.020	1350.51	1207.3	2557.8	1363.26	1378.9	2742.1	3.236	2.392	5.672
10	311.06	0.001	452	0.018	1393.04	1151.4	2544.4	1407.56	1317.1	2724.7	3.360	2.254	5.614
11	318.15	0.001	489	0.016	1433.7	1096.0	2529.8	1450.1	1255.5	2705.6	3.430	2.123	5.553
12	324.75	0.001	527	0.014	1473.0	1040.7	2513.7	1491.3	1193.3	2684.9	3.496	1.996	5.492
13	330.93	0.001	567	0.013	1511.1	985.0	2496.1	1531.5	1130.7	2662.2	3.561	1.872	5.432
14	336.75	0.001	611	0.011	1548.6	928.2	2476.8	1571.1	1066.5	2637.6	3.623	1.749	5.372
15	342.24	0.001	656	0.010	1585.6	869.8	2455.5	1610.5	1000.0	2610.5	3.685	1.625	5.310
16	347.44	0.001	711	0.009	1622.7	809.0	2431.7	1650.1	930.6	2580.6	3.746	1.499	5.246
17	352.37	0.001	770	0.008	1660.2	744.8	2405.0	1690.3	856.9	2547.2	3.808	1.370	5.178
18	357.06	0.001	840	0.007	1698.9	675.4	2374.3	1732.0	777.1	2509.1	3.872	1.233	5.104
19	361.54	0.001	924	0.007	1739.9	698.1	2338.1	1776.5	688.0	2464.5	3.939	1.084	5.023
20	365.81	0.002	036	0.006	1785.6	507.5	2293.0	1826.3	583.4	2409.7	4.014	0.913	4.927
21	369.89	0.002	207	0.005	1842.1	388.5	2230.6	1888.4	446.2	2334.6	4.108	0.694	4.801
22	373.80	0.002	742	0.004	1961.9	125.2	2087.1	2022.2	143.4	2165.6	4.311	0.222	4.533
22.09	374.14	0.003	155	0.003	2029.6	0	2029.6	2099.3	0	2099.3	4.430	0	4.430

٣- خصائص الهواء



www.WikiPG.com