طراحی تأسیسات استخر

مهندسی مکانیک تاسیسات , انرژی , پایپینگ

فروشگاه جامع تحقیق و مقالات مهندسی مکانیک تاسیسات و پایپینگ

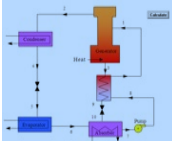
ترجمه مقالات و پروژه های تخصصی مکانیک سیالات و تاسیسات

سفارش **پروژه ها و پایان نامه های** تخصصی مکانیک سیالات و تاسیسات

Email: dbabak.mech@gmail.com

Web : www.hvac.sellfile.ir

Telegram channel: www.telegram.me/pipinghvac



مرجع: کتب ASHRAE

فهرست

طراحی تأسیسات استخر

مقدمه

گرم کردن آب استخر

مراحل محاسبه

تأسیسات استخر

خزینه

استخر با جریان آب گذرا

استخر با جریان آب در گردش

اندازه و ساختمان معمول استخر

سیستم گردش آب

پمپ ها

موگیرها

لایروبی مکشی

جبران آب از دست رفته

ممانعت از جریان معکوس

پرکردن استخر از فراز لبه های کناری

اتصال نوسانی

مخزن مکش

فیلترها

فیلترهای ماسه ای

فیلترهای خاک سیلیسی

ورودی استخر

خروجی ها

کفابروها

ضدعفونی

کلرزنی

هیپوکلریت‌زن‌ها

کلرمایع

کلر- آمونیاک

آزمایشات

سایر روش‌های ضدعفونی

بروم

ازن

پرتو ماوراء بنفش

سایر ملاحظات

عرصه‌های قدم‌زنی و گردش

چاهک‌های فاضلاب

کنترل رطوبت در فضای استخر سرپوشیده

تعیین میزان تبخیر

اصول توزیع هوا

ساختمان جدید

نیاز به کنترل رطوبت

طراحی داخلی

چگونگی توزیع هوا در سالن‌های موجود

مبانی طراحی استخرهای سرپوشیده

آب به کجا می‌رود؟

سطوح سرد

سد بخار

رطوبت‌گیری

آرایش بادبزن‌ها

آرایش بادبزن برگشت/رفت

آرایش بادبزن اگزاست/رفت

آرایش بادبزن تخلیه/ اگزاست/ رفت

رطوبت‌گیرها

خلاصه

ضمیمه ۱: مقابله با بوها

ضمیمه ۲: استخرهای سرپوشیده، ساعات کارکرد طولانی، اشغال متغیر

مقدمه: شنا در تمام فصول ورزشی مفرح است. البته به شرط وجود استخری با تأسیسات مناسب. ارائه یک طرح خوب برای استخر مستلزم پیش‌بینی تسهیلات کافی برای شناگران و تدارک دیدن سیستمی کارآمد جهت تصفیه مداوم و عنداللزوم گرم کردن آب استخر می‌باشد. چه در غیر این‌صورت، استخر به محلی برای گسترش انواع بیماری‌های پوستی و روده‌ای تبدیل خواهد شد. این نوشتار ناظر بر جزئیات ضروری و محاسبات معمول مهندسی در طراحی صحیح تأسیسات استخر می‌باشد.

گرم کردن آب استخر

دمای ایده آل برای آب استخر حدود ۲۶/۷ C – ۸۰ F است. فاصله نگهداری یک چنین دمایی معمولاً مستلزم وجود یک سیستم آبگرمکن جهت بالا بردن دمای آب در گردش بین استخر و موتور خانه به منظور جبران تلفات حرارتی آب استخر به هوا و زمین، می‌باشد. بسیاری از استخرهای تجاری شامل دوش‌ها و اتاق‌های سونا نیز می‌باشد. عموماً در این موارد از سیستم و تجهیزات مستقلی استفاده می‌شود؛ یک آبگرمکن استاندارد برای دوش‌ها و یک دیگ کوچک یا مرکز تهیه بخار برای اتاق‌های سونا. تجهیزات ویژه این کار توسط بیشتر سازندگان آبگرمکن‌ها و دیگ‌ها تهیه می‌شوند.

سیستم گرم‌کننده آب استخر در مسیر معمول گردش آب، پیش از برگشت آب خروجی از دستگاه تصفیه به استخر نصب می‌شود که در ساختمان‌های مسکونی هر ۸ ساعت کل آب استخر یک بار گردش کرده باشد. سیستم گرم کردن غیر مستقیم آب استخر توسط لوله‌های نصب شده در دیوار یا کف استخر نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد و از آنجا که آب استخر از درون آبگرمکن عبور نمی‌کند، مشکلات ناشی از خوردگی، رسوب بندی و تقطیر به میزان زیادی کاهش می‌یابد. ولی به دلیل هزینه اولیه نسبتاً زیاد، سیستم گرم کردن مستقیم بیشتر معمول است. مضاف برکنترل‌های ایمنی که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند، گرم‌کن‌های آب استخر باید به یک کنترل‌کننده دمای آب استخر و یک سوئیچ ایمنی فشار آب یا جریان (flow switch) مجهز گردند. کنترل کننده دما معمولاً در سر راه برگشت آب استخر به آبگرمکن، ترجیحاً در ورودی آبگرمکن، نصب می‌شود. فلوسوئیچ و یا پرشرسوئیچ (Pressureswitch) هم در ورودی و هم در خروجی، بسته به دستور کارخانه، نصب می‌گردند. به این طریق، این سیستم‌ها برای وقتی که مقدار آب کم است و یا اصلاً در مقابل بی‌آبی، محافظت می‌شوند.

روش‌های چندی برای محاسبه و تعیین اندازه آبگرمکن پیشنهاد گردیده است. بعضی به صورت سرانگشتی و برخی به طور ساده بر مبنای سطح استخر یا حجم آب آن می‌باشند

و تعدادی نیز با منظور کردن عواملی، شامل محاسبه اتلاف حرارت از سطح استخر به هوا ارائه شده‌اند. مگر در موارد غیر معمول، انجمن گاز آمریکا(A،G،A) توصیه می‌کند که اندازه تجهیزات لازم برای گرم کردن آب استخر بر مبنای مقدار گرمای لازم برای بالا بردن دمای آب استخر به میزان مورد نظر در مدت معین به اضافه یک مقدار اضافی بابت اُفت‌ها، تعیین گردد.

چگونگی استفاده از استخر یکی از مهم‌ترین ملاحظات در تعیین اندازه آبگرمکن است. بعضی از استخرها فقط به صورت تفریحی برای آخر هفته، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این موارد، از نقطه نظر اقتصادی، آبگرمکن فقط باید در طول مدت استفاده از استخر و درست قبل از آن روشن شود. این آبگرمکن باید قادر باشد که نه تنها حجم مورد لزوم آب را در طول مدت معین گرم کند، بلکه باید تلفات حرارتی ناشی از هدایت و تبخیر سطحی در طول مدت ۲۴ ساعت را نیز جبران نماید. مقدار تبخیر سطحی به عواملی بستگی دارد شامل دمای آب استخر و هوای محیط و نیز سرعت باد. تلفات حرارتی از آب استخر به زمین محیط بر استخر، آن‌قدر کوچک است که در محاسبات منظور نمی‌گردد. اگر مدت زمانی را که برای گرم کردن آب استخر در نظر می‌گیریم کم باشد، باید آبگرمکنی با قدرت گرم‌کنندگی بیشتر انتخاب کنیم. حداکثر مدت زمان گرم کردن آب استخر(منظور مدت زمانی است که آب استخر از شرایط سرد به دمای مورد نظر می‌رسد) برای استخرهایی که به طور تفریحی (برای یک روز در هفته) کار می‌کنند، ۲۴ ساعت است (با مفهومی مثل مدت زمان پیش راه اندازی در سیستم گرمایش). ولی بیشتراستخرها در طول فصل به طور مدام مورد استفاده قرار می‌گیرند و به این دلیل فقط یک بار در ابتدای فصل باید آب آن‌ها را از شرایط سرد به دمای دلخواه رسانید. در این مورد مدت زمان پیش راه اندازی سیستم حداکثر۴۸ ساعت در نظر گرفته می‌شود. انتخاب مدت زمان پیش راه اندازی بیشتر، هزینه اولیه سیستم را کاهش می‌دهد.

جدول۱- تلفات حرارتی از سطح استخر و هوای محیط[F]

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

* مقادیر ارائه شده در جدول فوق بر مبنای سرعت باد ۳/۵ mph می‌باشد.
* برای سرعت باد ۵ mph مقادیر مستخرجه از جدول فوق را در ضریب ۱/۲۵ ضرب کنید.
*برای سرعت باد ۱۰ mph مقادیر مستخرجه از جدول فوق را در ضریب ۲ ضرب کنید.

مراحل محاسبه

۱) تعیین مقدار آب استخر بر حسب گالن(یا لیتر). اگر معلوم نیست، طول استخر(برحسب فوت یا متر) را درعرض استخر(بر حسب فوت یا متر) در(۶۸/۱m) ۵/۵ ft که عمق متوسط استخر است ضرب می‌کنیم تا حجم آب استخر به دست آید (هرفوت مکعب ۷/۵ گالن است).

۲) در نظر گرفتن مدت زمان پیش راه‌اندازی، یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا آب از شرایط سرد به دمای مطلوب برسد (F۸۰).

۳) تعیین دمای مطلوب آب استخر با نظر کارفرما(معمولاً F۸۰).

۴) تعیین سرعت متوسط باد بر حسب مایل بر ساعت. برای استخرهایی با سطح حداکثر ۹۰۰ فوت مربع یا ۸۳/۶ متر مربع که در مکان‌های محصور واقع شده‌اند، می‌توان سرعت متوسط باد را کمتر از۳/۵ mph در نظر گرفت. برای چنین استخرهایی مقدار تلفات حرارتی آب استخر به فضای محیط را برابر۷۵ درصد مقدار مستخرجه از جدول یک در نظر می‌گیریم. برای استخرهایی که در مکان‌های بازتر قرارگرفته‌اند و برای سرعت‌های بیشتر باد به زیرنویس جدول مذکور مراجعه شود.

۵) با در اختیار داشتن معلومات حاصله از بند(۱)تا(۴)، فرمول A به اضافه نصف مقدار تلفات حرارتی از سطح استخر که از جدول ۱ تعیین می‌شود، مقدار حرارتی راکه باید توسط آبگرمکن تأمین شود ارائه می‌دهد.

$$Q = \frac{\text{حجم استخر [گالن]} \times (tf - ti) \times ۸/۳۳}{\text{مدت زمان پیش راه اندازی (ساعت)}}$$

در این رابطه
tf - دمای نهایی آب استخر [F]
ti - دمای ابتدایی آب استخر قبل از گرم شدن [F]
Q - مقدار گرمایی که باید آبگرمکن بدهد تا آب ازشرایط سرد به دمای دلخواه (F۸۰) برسد [Btu/h].

کمتر کسی به اهمیت لوله‌کشی به‌عنوان بخشی از تأسیسات یک استخر شنا واقف است. یک طراحی خوب مستلزم پیش‌بینی تسهیلات کافی برای مراعات اصول بهداشتی در استخر است تا از گسترش بیماری‌های پوستی و روده‌ای تا حد امکان جلوگیری شود. در این ارتباط، مقدمتاً می‌باید آرشیوی از نقشه‌ها و مشخصات ساختمانی یک استخر عمومی فراهم نمود. استخرهای شنا بر حسب شیوه تصفیه آب به سه دست تقسیم می‌شوند:

۱. خزینه(**FILL-and- DRAW**): این استخر در واقع چیزی بیش از یک وان حمام بزرگ نیست که ممکن است به‌عنوان یک استخر خصوصی مورد استفاده قرار گیرند و بار استحمامی آن سبک است. در حالی‌که در خزینه‌های عمومی با بار استحمامی سنگین، آب می‌باید مکرراً به علت افزایش آلودگی ناشی از استحمام‌کنندگان تعویض گردد. در طراحی استخرهایی از این نوع می‌باید به‌ازاء هر استحمام‌کننده ۵۰۰ گالن آب بین تعویض‌های کامل آب استخر منظور نمود. در تأسیسات بزرگ، اندازه استخر بسیار بزرگ می‌شود، حجم زیادی از آب تلف می‌گردد و استخر در فواصل خالی شدن و پرشدن مجدد، برای مدتی طولانی خارج از سرویس است. به لحاظ افزایش مداوم آلودگی، لازم است قبل از هر دوره استفاده از استخر، به آب مقدار کافی کلر زده شود تا ضد عفونی گردد. اما تعیین میزان دقیق کلر مورد نیاز غیر ممکن است و از این‌رو می‌بایست در زمان استفاده از کلر میزان آن را دست بالا را گرفت. به دلیل این نقایص، این نوع استخر (یا در واقع خزینه) نمی‌باید به‌عنوان یک محل استحمام عمومی مورد استفاده قرار گیرد و به‌طور کلی برای تأسیسات بزرگ، این طرح غیر عملی است.

۲. استخر با جریان آب گذرا: **(Flow-TROUGH)** طراحی این نوع استخر زمانی ممکن است که جریان آب کافی از یک رودخانه یا نهر مجاور، قابل حصول باشد. اما چنانچه قرار باشد جریان آب مورد لزوم از آب لوله‌کشی شهر یا چاه تأمین گردد، اتلاف یا در واقع اسراف زیاد آب را می‌باید مد نظر قرارداد. شهرداری‌ها استفاده از آب شهر برای چنین استخری را مجاز نمی‌دانند. اگر آب این استخر از یک نهر تأمین شود، لازم است کیفیت آن از نقطه نظر امکان آلودگی به فاضلاب، مورد آزمایش قرار گیرد. در صورت مشاهده آلودگی، به منظور جلوگیری از گسترش بیماری‌های ناشی از آب آلوده، می‌باید با استفاده از ماده ضد عفونی کننده، آب را میکرب زدایی نمود. در طراحی یک استخر، کمتر از ۵۰۰ گالن در روز به‌ازاء هر شناگر، حجم آب ضد عفونی نشدهٔ خیلی کوچکی است. این آلودگی آب با استفاده از مواد ضدعفونی کننده کاهش می‌یابد. اما باز هم تعیین میزان دقیق ماده ضدعفونی کننده مورد نیاز غیرممکن است.

۳. استخر با جریان آب در گردش: **(RECIRCULATINS)** امروزه عموماً این سیستم تصفیه آب استخر مورد استفاده قرارمی‌گیرد. این سیستم تا کنون بسیار پیشرفته شده و پمپ‌های سیرکولاتور، فیلترها، کلزن‌ها و دیگر وسائل ضروری آن توسط کارخانجات بسیاری تولید و عرضه می‌شوند. روش‌های مؤثر و عملی کنترل جهت ابقاء حداکثر شرایط بهداشتی و تسهیلات جذاب شنا برای حداکثر نفرات شناگر ویا حداقل هزینه، در این سیستم ابداع و متداول گردیده‌اند. دریک کلام، این سیستم اقتصادی‌ترین و ایمن‌ترین شیوه تصفیه آب استخر می‌باشد. دریک استخر با جریان آب در گردش،آب کثیف و مستعمل متداوماً با آب فیلتره و تصفیه شده جایگزین می‌شود به مفهوم کلمه، تصفیه آب استخر در نتیجه ترقیق مداوم آن است. اولین بخش از آبی که از استخر بیرون کشیده می‌شود را می‌توان به‌عنوان آب کاملاً کثیف در نظر گرفت. به لحاظ اختلاط دائمی آب تمیز ورودی و آب کثیف باقی‌مانده در استخر، هر بخش بعدی آب خارج شونده، مرکب خواهد بود از نسبت کمتری از آب کثیف و مقدار بیشتری آب تمیز.

اندازه و ساختمان معمول استخر:

اولین گام در طراحی استخر شنا، تعیین مساحت کل آن است که برمبنای چگونگی استفاده و تعداد شناگرانی که در یک زمان در داخل استخر خواهند بود، پیش‌بینی می‌شود. برحسب توصیه کمیته استخرهای شنای آمریکا، می‌باید حداقل طول استخر ۶۰ ft و عرض آن مضربی از ۵،۶ یا ۷ft منظورگردد. اما در استخرهای تفریحی، تعداد شناگرانی که در یک زمان داخل استخرخواهند بود، عامل اصلی در تعیین مساحت استخر می‌باشد. معلوم شده است که برای زمانی که حداکثر تعداد شناگران داخل آب باشند، می‌باید به‌ازاء هر شناگر درون آب ۲۵ فوت مربع سطح در نظر گرفته شود. در اینجا فرض بر این است که یک سوم افراد حاضر در استخر درون آب نیستند. (منظور شناگرانی هستند که در محیط اطراف استخر بوده و هنوز داخل آب نپریده‌اند ویا داخل آب بوده و ازآن خارج شده‌اند با این توضیح فرق بین افراد حاضر در استخر و شناگران درون آب روشن می‌شود).

عمق استخر بستگی به چگونگی استفاده از آن دارد. عمق آب در قسمت کم عمق انتهایی استخر باید حداقل ۴ تا ۵ فوت باشد و کف استخر با شیب ملایمی به تدریج به قسمت عمیق منتهی گردد. بهتر است عمق انتهای عمیق استخر جهت مناسب بودن برای شیرجه۹فوت منظور شود تا جایی که پا به کف استخر می‌رسد و امکان راه رفتن وجود دارد، نمی‌باید عمق استخر به طور ناگهانی تغییر یابد یا تقریباً از عمق ۴ فوت به ۶ فوت. با معین شدن عمق و مساحت سطح استخر،حجم آب داخل استخر مشخص می‌شود.

جدول شماره یک ابعاد استخرهای قانونی را که توسط کمیته استخرهای آمریکا توصیه شده‌اند ارائه می‌دهد. ظرفیت این استخرها بر اساس گردش مداوم و ۲۴ ساعته آب و فرمول‌های زیر تعیین شده‌اند:

بار استحمامی استخر $= \frac{L*W}{۲۵}$

حجم آب مورد نیاز برای هر شناگر برحسب گالن $= Q=۶/۲۵\ T^{۲}$

ظرفیت استحمامی $= \frac{CV}{TQ}$

L= طول استخر
W= عرض استخر
Q= حجم آب مورد نیاز برای هر شناگر(گالن)
T= مدت زمان یک گردش کامل آب استخر(ساعت)
C= ساعات گردش آب استخر
V= حجم استخر(گالن)

به‌عنوان یک مثال طراحی، فرض کنید در یک استخر تفریحی حداکثر ۸۴ شناگر شنا کند. در این صورت:

۸۴ (شناگر)*۲۵(فوت مربع به‌ازاء هر شناگر)= ۲۱۰۰ فوت مربع سطح آب مورد نیاز

لذا ابعاد استخر برای چنین سطحی برحسب طرح می‌تواند بدین قرار باشد: ۳۰*۷۰ یا ۳۵*۶۰ اگر این استخر دارای سکوی شیرجه نیز باشد، می‌توان شیب کف استخر را از عمق چهار فوتی در انتهای کم عمق به سمت نقطه‌ای به عمق ۱۰ فوت در فاصله ۱۵ فوتی از انتهای عمیق استخر فرض نمود. بنابراین عمق متوسط استخر را برای این شیب یکنواخت چنین خواهد بود:

$$\frac{۴+۱۰}{۲}=۷$$

مساحت استخر در انتهای کم عمق برای یک سطح استخر ۳۰ft*۷۰ft خواهد شد:

$$(۷۰-۱۵)ft*۳۰ft=۱۶۵۰(ft^۲)$$

سطح به‌دست‌آمده ($۱۶۵۰ ft^۲$) را اگر در عمق متوسط (۷ft) ضرب نماییم، حجم $۱۱۵۵۰ ft^۳$ به دست می‌آید. در قسمت عمیق، حجم استخر برابر است با :

$$۱۵ft*۳۰ft*۱۰ft=۴۵۰۰\ ft^۳$$

بنابراین حجم کل استخر بر حسب گالن برابر خواهد بود با:

$$(۱۱۵۵۰ft^۳+۴۵۰۰ft^۳)*۷/۵(gal/ft^۳)=۱۲۰۳۷۵(gal)$$

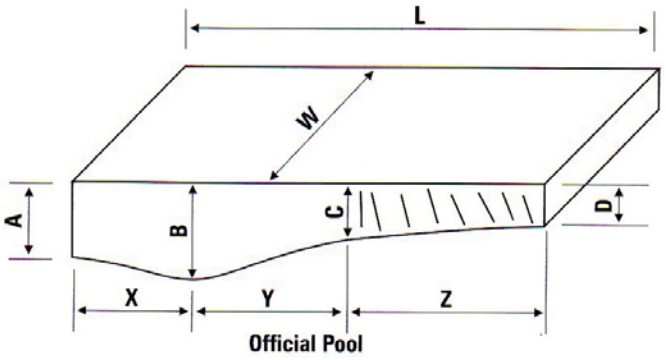
چنین استخری در صورتی که سرپوشیده باشد باید با موزاییک یا کاشی سفید یا روشن خط‌کشی شود، و اگر درفضای باز باشد باید با سیمان سفید به طور کاملاً صاف نازک‌کاری شود. تمامی گوشه‌های استخر می‌باید گرد باشد و سطح پیرامون استخر باید به گونه‌ای کاملاً واضح به منظور نشان دادن عمق آب درنقاط معین علامت‌گذاری شود، ترجیحاً این کار باید در نقاطی که عمق آب یک فوت افزایش می‌یابد، انجام بگیرد. علامت‌گذاری خطوط شنا و غیره را می‌توان با مواد تیره رنگ انجام داد ولی می‌باید در بخش اعظم استخر مواد روشن رنگ به کار روند تا هرگونه آلودگی و چربی به راحتی پیدا شود.

جدول شماره ۲- ابعاد استخرهای شنای قانونی

Pool capacity gallons	Bathing load persons	Bathing capacity por day	A	B	C	D	X
			Feet				
55,000	48	418	8	9	5	3.25	15
80,800	75	607	8	9	5	3.25	15
120,000	108	900	8	9.5	5	3.25	18
155,600	147	1170	8	10	5	3.25	18
207,600	192	1555	8	10	5	3.25	20
254,000	243	1905	8	10	5	3.25	20
306,000	300	2300	8	10	5	3.25	20
422,400	432	3170	8	10	5	3.25	20
558,000	590	4180	8	10	5	3.25	20

Based on 8-hour turnover.

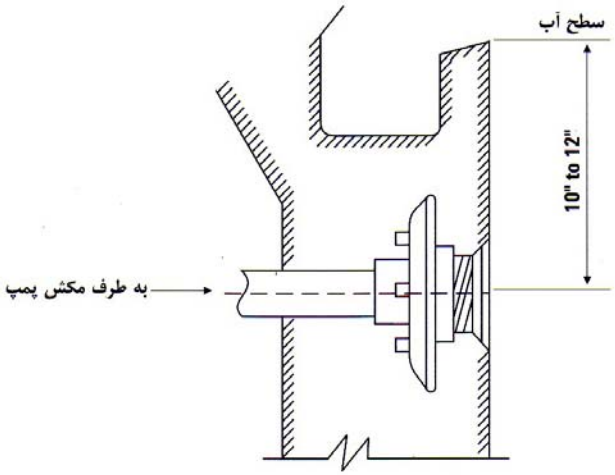
شکل۱-ابعاد استخرهای شنای قانونی



سیستم گردش آب

سیستم گردش آب استخر تشکیل شده از لوله‌کشی از ورودی به خروجی. در این فاصله یک موگیر، پمپ‌ها، گرمکن‌ها، فیلترها و تجهیزات کلرزنی نصب می‌گردند.(شکل۲). این تجهیزات باید به‌گونه‌ای انتخاب گردند که افت فشار آب در مسیرگردش، حداقل باشد. در تعیین سرعت گردش یا تعداد دفعات تعویض آب استخر در روز، از قانون «ترقیق متوالی» استفاده می‌شود. در انتهای یک‌بار گردش کامل، وقتی که آب فیلتره و ضدعفونی می‌شود، درصد تصفیه آب۶۳ درصد، بعد از دوبار گردش حدود ۸۶ درصد و بعد از سه بار گردش۹۵ درصد خواهد بود. بعد از سه بار گردش افزایش درصد تصفیه اندک است و این نشان می‌دهد که با سه بار گردش آب به نحو مطلوبی تصفیه می‌شود. این نتیجه با بررسی انجام شده روی گردش سه باره آب در روز، از نقطه نظر اقتصادی نیز تأیید شده است. جهت دستیابی به نتایج مورد نظر بر اساس راندمان فیلتر، گردش آب می‌باید تا اتمام دوره گردش، ادامه یابد. عمل ضد عفونی با تهیه دیدن یک ماده رسوبی جهت غلبه بر آلودگی موضعی آب، به مثابه یک فاکتور ایمنی می‌باشد. این مبحث در آینده به طور جداگانه مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

شکل۲-محل ورودی آب برای تحت پوشش داشتن کامل استخر



مناسب‌ترین پمپ‌ها برای این نوع کار مداوم(تصفیه آب استخر)، پمپ‌های سانتریفوژ تک مرحله‌ای، دو مکشی با محفظه دو پارچه افقی و موتور محرک الکتریکی می‌باشند. پمپ می‌باید برنزی بوده و روی پایه بتنی نصب، تراز و محکم شوند. شکل‌های شماره ۲و۳ روش‌های پیشنهادی تراز و محکم کردن پمپ در محل استقرارش را نشان می‌دهند. پیچ‌های داخل فونداسیون باید هنگامی که پمپ به‌وسیله فاصله پرکن یا گوه در محل مستقر می‌گردد، با دست بسته شوند و سپس پایه دوغاب‌ریزی شود. بعد از سفت شدن دو غاب، پیچ‌های فونداسیون محکم شده و تراز بودن پمپ مورد بررسی مجدد قرار می‌گیرد هرگونه ناترازی پمپ با قرار دادن فاصله پرکن یا گوه در زیر پمپ یا موتور اصلاح می‌شود. چنان‌چه پمپ در محلی نصب شود که لازم باشد سرصدای ناشی از ارتعاش پمپ محدود گردد، سراسر فونداسیون پمپ باید روی بالشتک چوب پنبه‌ای قرار داده شود. این فونداسیون بتنی باید با چنان ابعادی ساخته شود که وضع آن حداقل دو برابر وزن پمپ باشد. پمپ می‌باید تا حد ممکن نزدیک استخر و زیر خط سطح آب استخر نصب گردد. این اقتصادی‌ترین حالت نصب پمپ بوده و غوطه‌وری دائمی پرده‌های پمپ را اطمینان می‌دهد. علی‌رغم این‌که پمپ‌های متناوب (سیلندر-پیستونی) قادرند دبی(آب مصرفی) و هد (اُفت فشار) مورد نیاز را تأمین نمایند، نمی‌باید در چنین تأسیساتی مورد استفاده قرار گیرند. این پمپ‌ها به آب جریانی به سوی فیلتر، یک حرکت ضربانی می‌دهند که با آرامش مورد لزوم برای یک فیلتراسیون ایده‌آل مغایرت دارد. تأسیساتی با یک زوج پمپ موازی، جریان و گردش دائمی آب را به‌نحو ایده‌آلی تضمین می‌کند. نصب پمپ دوم یا رزرو این امکان را فراهم می‌آورد که هنگام تعمیر یا سرویس یکی از پمپ‌ها، گردش آب توسط پمپ دیگر بدون وقفه ادامه یابد. همچنین با استفاده از دو پمپ، کل آب سیستم را می‌توان ظرف مدت چهار ساعت تخلیه نمود. ظرفیت پمپ گردش دهنده آب می‌باید به اندازه‌ای باشد که کل آب استخر را ظرف مدت هشت ساعت گردش داده و یک فیلتر را در یک زمان با شدت جریانی معادل چهار تا پنج برابر شدت جریان عادی در فیلتر، پس شویی(back wash) نماید. اما هد پمپ (اُفت فشار) اساساً بستگی به نوع فیلتری دارد که با پمپ مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای فیلترهای شنی فشاری، اُفت فشار تقریباً ۵ تا ۱۵ Lb و از این‌رو استفاده از پمپ‌های سیرکولاتور فشار ضعیف با هد تقریباً ۵۰ فوت آب، رضایت‌بخش خواهد بود. اما فیلترهای خاک سیلیسی، بسته به طول مدتی که بدون تعویض خاک سیلیسی و یا دیاتمایت کار می‌کنند، اُفت فشاری تا ۳۵Lb ایجاد می‌نمایند. بنابراین چنانچه هد پمپ ۱۰۰ فوت آب باشد، عموماً استفاده از فیلترهای خاک سیلیسی با پمپ سیرکولاتور، رضایت‌بخش خواهدبود.

اگر پمپ انتخاب شده فاقد یک ظرفیت یکنواخت در فشارهای دهش مختلف باشد، به‌کار بردن یک کنترل‌کنندهٔ شدت جریان یا تنظیم‌کننده جریان، لازم می‌آید، به‌ویژه زمانی که از فیلترهای نوع خاک سیلیسی استفاده شود. این تنظیم کننده جریان عبارتست از شیری که در قسمت گردابی یک لوله ونچوری نصب شده و تحت تأثیر اختلاف فشار جریان آب درگذر از گلویی ونچوری، عمل می‌نماید.

در مثال قبلی، برای استخری با ظرفیت ۱۲۰۳۷۵ گالن و سه بار تعویض کامل آب در ۲۴ ساعت سرعت گردش آب را می‌توان به ترتیب زیر محاسبه نمود:

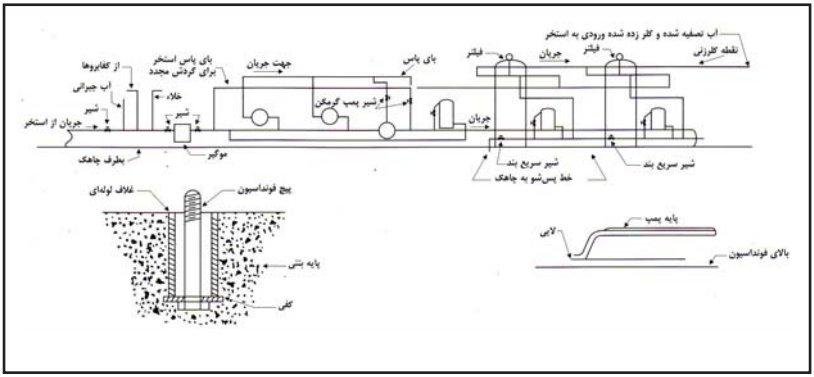
حجم ۱۲۰۳۷۵ گالن آب باید ظرف مدت ۸ ساعت یک‌بار گردش نماید یعنی:

گالن بر ساعت ۱۵۰۴۷ =۱۲۰۳۷۵/۸

و یا

گالن بر دقیقه ۲۵۱ = ۱۵۰۴۷/۶۰

شکل۳-چگونگی تراز و محکم کردن پمپ



موگیرها

Hair Inter Coptors

موگیرها(**Hair Inter Coptors**): برای پمپ‌ها باید یک موگیر پیش‌بینی شود که کارش گرفتن مو، پارچه و سایر مواد خارجی معلق در آب قبل از ورود به دهانه مکش پمپ باشد. البته فیلترها نیز قادر به گرفتن مو و پارچه از آب جریانی هستند ولی تمیز کردن آن‌ها از این‌گونه مواد خارجی، دشوارتر است. با تعبیه موگیر قبل از پمپ می‌توان رشته‌های بلند مو و پارچه را پیش از این‌که وارد پوسته پمپ شوند، از آب جدا نمود. این امر از پیچیدن رشته‌های مو و پارچه به دور پروانه پمپ جلوگیری می‌نماید. موگیر تشکیل شده از یک غربال سبدی شکل قابل برداشت و نظافت که به گونه‌ای نصب شده است که آب از سمت داخل آن عبور می‌کند. این صافی یا غربال می‌باید غیر قابل خوردگی بوده و قطر سوراخ‌های آن از یک هشتم اینچ بیشتر نباشد. همچنین مجموع مساحت‌های این سوراخ‌ها باید حدود ده برابر مساحت مقطع لوله ورودی باشد. با چنین مساحتی افت فشار کاهش یافته و طول مدت کارکرد موگیر قبل از نیاز به تمیز کردن آن، افزون می‌گردد. باید در طرفین موگیر شیرهایی نصب شوند تا هنگام نظافت آن، مانع جریان یافتن آب به درون غربال گردند. باید موگیر به‌گونه‌ای طراحی شده باشد که بتوان غربال آن را سریعاً بیرون آورده و تمیز نمود. بدین معنی که پوسته موگیر باید با حداقل پیچ و مهره محکم شود و یا از نوع یوغی شکل باشند. برخی از سازندگان موگیر، یک صافی مزدوج به کار می‌برند تا در صورت نیاز به نظافت هریک از غربال‌ها، وقفه‌ای در کار سیستم ایجاد نشود. این صافی دارای یک شیر انتگرالی است که هنگام نظافت یک غربال، جریان آب را به سوی غربال دیگر برمی‌گرداند.

لایروبی مکشی Vacuum Cleaning

لایروبی مکشی(**Vacuum Cleaning**): استفاده از لایروب مکشی را مقررات محلی الزامی نمی‌دانند، اما اغلب مورد توصیه قرار گرفته و لذا به کار می‌رود. ورودی این لایروب به سمت مکش پمپ سیرکولاتور ویا پمپی که مخصوصاً برای این منظور نصب گردیده متصل می‌گردد. چنانچه ورودی این لایروب مطابق شکل ۲ در محل مناسبی قرار گیرد، می‌تواند تمامی کف استخر را تحت پوشش قرار داده و لجن و رسوبات را به نحو مؤثری از آن بزداید. می‌باید برای تقریباً هر ۴۰فوت طول محیط استخر یک دهانه مکش در نظر گرفته شود. اگر از پمپ سیرکولاتور برای لایروبی مکشی استفاده می‌شود، این پمپ باید دارای ارتفاع مکش مناسب بوده و پروانه‌اش از نوع باز باشد. نوع دستگاه لایروبی برحسب اندازه استخر مشخص می‌شود. کف استخرهای بزرگ ممکن است یا بااستفاده از دستگاه لایروبی کششی یا توسط شخص مجهز به کلاه غواصی و سایر لوازم، لایروبی شود. در استخرهای کوچک می‌توان عمل لایروبی را توسط دستگیره‌های الحاقی به دستگاه لایروبی و از طریق راهرو استخر انجام داد.

جبران آب از دست رفته Make Up water

جبران آب از دست رفته **(Make Up water)**: میزان آب از دست رفته استخر بستگی به شمار شناگران و تبخیر آب دارد، البته چنان‌چه سیستم گردشی مورد نظر باشد. بخش اعظم تلفات آب استخر مربوط به جابجایی شناگران بوده و از طریق کف‌گیرهای کناره استخر صورت می‌گیرد. اگر متوسط وزن هر شناگر ۱۵۰ lb در نظرگرفته شود، می‌توان میزان تلفات آب را ترتیب زیر محاسبه نمود:

چنانچه در طول ساعت پیک کار استخر تعداد ۸۴ شناگر در آب باشند:

گالن/دقیقه ۲۵/۲= ساعت۱/۶۰دقیقه * گالن۱ /۸/۳پاوند * ۱۵۰پاوند/شناگر * ۸۴ شناگر/ساعت

بنابراین میزان تلفات آب۲۵/۲ گالن در هر دقیقه خواهد بود. این حداقل حجم آبی است که می‌باید جبران شود و تعیین کننده میزان به استخر وارد شود. اما چنان‌چه معیار طول مدت پر شدن استخر باشد، شدت جریان باید متناسباً اصلاح گردد.

ممانعت از جریان معکوس

Preventing Back Flow

ممانعت از جریان معکوس(Preventing Back Flow): هنگام وارد کردن آب قابل شرب به داخل استخر باید از اتصالات صلیبی اجتناب نمود. این امر از سیفوناژ معکوس آب آلوده استخر به داخل سیستم لوله‌کشی آب مشروب، زمانی‌که فشار آب شهر به میزان قابل توجهی کم شود، جلوگیری می‌کند. جهت اجتناب از اتصالات صلیبی می‌باید یک سیستم فشارشکن ایجاد نمود و این کار توسط پرکردن از فراز لبه‌های کناریِ استخر استفاده از مخزن مکش و یا استفاده از اتصالی که اصطلاحاً به آن اتصال نوسانی گفته می‌شود، عملی می‌گردد.

پرکردن از فراز لبه‌های کناری استخر

پرکردن استخر از فراز لبه‌های کناری: در این سیستم پرکردن که یک سیستم دستی است، آب ممکن است از طریق لوله‌ای از زیر تخته پرش به داخل استخر، وارد شود از یک فواره تزئینی در وسط استخر و یا روی دیواره استخر بالاتر از کف به گونه‌ای که برفراز سطح سرزیر استخر باشد. گرچه به نظر می‌رسد که این روش اقتصادی‌ترین شیوه وارد کردن آب به استخر باشد اما معایبی هم دارد. اولین عیب آن این است که هشت ساعت یعنی به اندازه یک دور گردش کامل آب طول می‌کشد تا آب تصفیه نشده‌ای که به استخر وارد می‌شود، تصفیه گردد. اگر میزان آب گرم نشده‌ای که برای جبران آب از دست رفته وارد استخر می‌شود زیاد باشد، ثابت نگه داشتن دمای آب استخر غیرممکن است. با استفاده از یک آبگرمکن دستی(غیراتوماتیک) در مسیر آب جریانی، می‌توان این نقیصه را برطرف نمود. این امر خطر بی‌آب شدن پمپ و چرخیدن پروانه آن در هوا را به حداقل کاهش می‌دهد. این خطر از آنجاست که خط سیرکولاسیون آب استخر باید قبل از باز شدن خط جریان آب جبرانی، بسته شود. اگر چنین نشود، آب استخر در گذر از لوله‌ها حالت موجی پیدا کرده و به دلیل پایین‌تر بودن مخزن مکش از سطح آب استخر، از این مخزن سرریز می‌کند. نصب یک شیر یک‌طرفه در خط لوله‌ای که از مخزن مکش می‌آید، امکان وقوع این امر را به حداقل می‌رساند. شکل ۴ چگونگی نصب یک مخزن مکشی با شیر شناور مورد نیاز را به طور نمونه نشان می‌دهد. ظرفیت مخزن مکش برای یک استخر قانونی باید حداقل ۵۰۰ گالن(دوبرابر ۲۵۰) بوده و جهت نصب شیر شناور باید یک فوت ارتفاع اضافی نسبت به آب مخزن، برای آن منظور نمود. مطابق جدول۳، قطر یک مخزن با چنین ظرفیتی ۴/۵ فوت و ارتفاع آن ۵/۵ فوت می‌باشد. این تانک باید مجهز به اتصالات تخلیه و سرریز باشد.

اتصال نوسانی

اتصال نوسانی: برخی از مقررات استفاده از اتصال نوسانی را به شرط اینکه در مسیر لوله آورنده آب قابل شرب یک شیر یک‌طرفه نصب گردد، مجاز می‌شمارند. اتصال نوسانی باید به گونه‌ای نصب شود که قسمت متحرک آن بتواند یا به آب شهر یا به لولهٔ سیرکولاسیون آب استخر متصل گردد، به‌نحوی که جهت جریان به پاشنه اتصال باشد. شکل ۳ نمونه یک اتصال نوسانی را نشان می‌دهد که می‌تواند به هر قسمتی از سیستم متصل گردد. اما این مستلزم سوار کردن و پوشاندن همیشگی اتصال نوسانی است.

مخزن مکش

مخزن مکش: مخزن مکش برحسب چگونگی ورود آب ممکن است به دو طبقه تقسیم گردد:

۱- زمانی که مخزن بر فراز لبه کناری استخر نصب شود.

۲- زمانی‌که مخزن زیر لبه کناری استخر نصب می‌شود. این مخازن معمولاً از فولاد کلاس A ساخته شده و درزهای آن جوشکاری می‌گردند و جهت جلوگیری از خوردگی و پوسیدگی سریع عایق‌کاری و قیراندود می‌شوند. مخزنی که بر لبه کناری استخر نصب می‌شود ممکن است کوچک باشد چرا که اندازه آن فقط بستگی به میزان آب جبرانی دارد. جریان آب از این مخزن به استخر ممکن است به صورت دستی یا اتوماتیک کنترل شود برای جریان اتوماتیک، ممکن است یک لوله عمودی با یک سوئیچ شناور در سطحی که برای آب استخر در نظرگرفته شده، جایی در طول استخر نصب شود. سوئیچ شناور، یک شیر مغناطیسی را که در مسیر آب جبرانی از مخزن به سیستم گردش و در سمت مکش پمپ، آب قبل از ورود به استخر تصفیه، ضد عفونی و گرم می‌شود. مزیت این سیستم آن است که مخزن مکشی، پروانه‌های پمپ را همواره پر از آب نگه می‌دارد. چنانچه مخزن زیر لبه‌های کناری استخر نصب شود، جریان آب جبرانی از مخزن مکش به صورت دستی کنترل می‌شود. در این‌صورت باید شدت جریان آب جبرانی برابر دبی پمپ باشد و لذا قطر لوله مربوطه باید بزرگتر در نظر گرفته شود. مخزن حداقل باید مقدار آبی را که پمپ ظرف دو دقیقه جابه‌جا می‌کند درخود جای دهد تا اپراتور هنگام شنیدن آژیر پایین بودن سطح آب، بتواند شیر مخزن را ببندد.

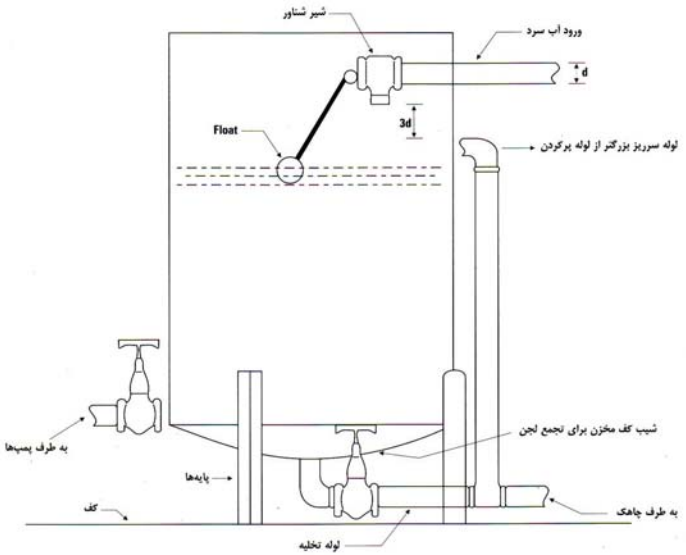
جدول شماره۳- ظرفیت مخزن مکش

Capacity of Suction Tanks

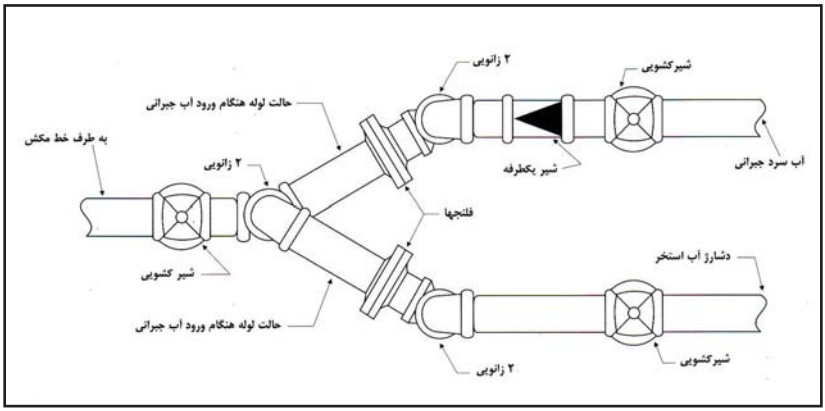
Tank Depth inches	Tank Diameter. Inches							
	24	30	36	42	48	54	60	72
	Gallons							
30	59	92	132	180	235	298	368	528
36	71	110	158	216	282	358	441	632
42	82	129	185	252	330	417	514	740
49	94	147	211	288	376	477	588	844
60	118	184	264	360	470	595	735	1056
72	141	221	317	432	565	715	882	1268
96	188	294	423	576	753	954	1175	1692
120	235	368	528	720	940	1190	1470	2112

Add 12 in for

شکل شماره ۴- نمونه ای از نصب مخزن مکشی و شناور



شکل شماره ۵- اتصال نوسانی



فیلترها به منظور جداکردن آلودگی‌هایی همچون میکروارگانیسم‌ها و بعضی باکتری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه عمدتاً دو نوع فیلتر موجود می‌باشد که عبارتند از: دیاتمایت(ذرات ظریف و ریز سیلیسی که از بقایای نوعی جلبک به دست می‌آید) و فیلتر ماسه‌ای فشاری که تا زمان جنگ جهانی دوم، در بیشتر تأسیسات از فیلترهای غنی استفاده می‌گردید ولی به تدریج فیلتر دیاتمایت جای آن را گرفته است.

فیلترهای ماسه‌ای

ماده صافی متشکل است از ماسه الک شده یا خرده کوارتز و خرده سنگ به عمق حداقل ۳۶ اینچ. نتیجه مطلوب زمانی به دست می‌آید که اندازه ذرات ماسه ۰/۴ میلی متر با ضریب یکنواختی حداکثر ۱/۷۵ باشد. ماسه باید از خاک رس، مواد ارگانیک و مواد قابل انحلال، شسته شود. در بالای سطح بستر ماسه، باید یک فاصله آزاد تقریباً ۱۸ اینچی ایجاد نمود تا هنگام پس شویی فیلتر، از هدر رفتن زیاده از حد ماده صافی جلوگیری شود. این فیلترها ممکن است عمودی یا افقی باشند ولی در هر صورت جهت جریان آب در آن‌ها هنگام تصفیه از بالا به پایین و هنگام پس شویی از پایین به بالاست. بدون یک ماده منعقدکننده، صافی ماسه‌ای فقط برای جدا کردن مواد جامد درشت از آب در گردش موثر است. اما درصورت اضافه کردن یک ماده منعقدکننده، ماسه صافی بسیار مؤثری خواهد شد جهت جدا کردن مواد جامد معلق و باکتری ها برای یک تصفیه خوب.

آلوم(سولفات آلمینیوم)، مادهٔ منعقدکننده معمول، قبل از فیلتر به داخل آب استخر تزریق می شود تا به خوبی مواد معلق آب را منعقد نموده و آن‌ها را به اجزاء بزرگ‌تری که به راحتی توسط فیلتر جدا می گردند، تقسیم نماید. وقتی ماده منعقدکننده به آب اضافه شود، در اثر واکنش مواد قلیایی آب، یک ماده رسوبی غیرقابل انحلال ژله مانند موسوم به فلاک تشکیل می‌شود. فلاک، مواد خوب تقسیم شده مواد ارگانیک، ترکیبات رنگی و باکتری‌ها را به خود جذب کرده و به دام می‌اندازد. غربال ماسه‌ای فیلتر، این فلاک را از آب جدا می‌کند و نتیجتاً آب زلال و تمیز از فیلتر خارج می گردد. برای انجام واکنش شیمیایی می‌باید یک دوره زمانی تعیین کرد، در غیر این‌صورت ممکن است فلاک در داخل استخر تشکیل گردیده و آب را کدر کند. بنابراین آلوم را باید طوری به مخزن مکش وارد کرد که فرصت لازم برای تشکیل فلاک موجود باشد.

آلومPH آب استخر را پایین می آورد، چرا که یک ترکیب اسیدی بوده و با ترکیبات قلیایی در داخل آب استخر واکنش شیمیایی صورت می‌دهد. این شاخص PH که جهت

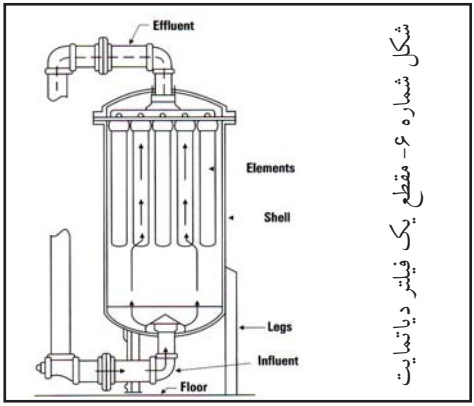
اندازه گیری خاصیت اسیدی آب استخر مورد استفاده قرار می‌گیرد باید بین ۷ تا ۷/۶ ثابت نگه داشته شود تا تیزی آب چشم را ناراحت و اندام‌های مخاطی را تحریک نکند. در چنین تأسیساتی باید جهت ثابت نگه داشتنPH مطلوب به آب قلیا اضافه نمود. این کار ممکن است با تزریق محلول کربنات سدیم به خط آب در جریان فیلتر یا خط مکش پمپ، توسط تغذیه‌کننده‌های شیمیایی یا محلول پاش‌ها صورت می‌گیرد و یا با قرار دادن بی‌کربنات کلسیم قالبی مستقیماً در داخل آب استخر عملی گردد. با استفاده از کلسیت به‌عنوان ماده صافی به جای ماسه، می‌توان اسیدیته‌ای را که استفاده از آلوم را ایجاب کند، خنثی نمود. کلسیت همچنان‌که خاصیت اسیدی آلوم را خنثی می‌کند، به‌تدریج تحلیل می‌رود و از این‌رو باید وقت به وقت دانه‌های تازه کلسیت به صافی اضافه نمود. شدت جریان در فیلتر ماسه‌ای باید از ۲ گالن بر دقیقه بر هر فوت مربع سطح فیلتر بیشتر نباشد.

فیلترهای خاک سیلیسی

طی جنگ جهانی دوم، نیاز به یک دستگاه تصفیهٔ یکپارچه موجب ابداع فیلتر دیاتمایت گردید که بعدها به‌عنوان فیلتر آب استخر شنا مورد استفاده قرار گرفت. ماده صافی عبارت است از خاک سیلیسی که در واقع پودر فسیل باقیمانده از گیاهان دریایی میکروسکوپی با پوسته سیلیسی است. ثابت شده است که خاک سیلیسی به‌لحاظ میکروسکوپی بودن اجزاء، نامنظم بودن شکل و خنثی بودن از نظر شیمیایی، یک ماده صافی ایده آل است. فیلتر دیاتمایت متشکل است از استوانه‌های متعددی که به‌طور عمودی از یک صفحه چند بخشی آویزان هستند. جنس این استوانه‌ها از مونل (آلیاژی از نیکل، مس، آهن ومنگنز)، اکسید آلومینیم و سایر مواد خنثی است که میان سوراخ‌های تنگ یک غربال، بافته شده اند و روی آن‌ها پوشش خاک سیلسی فیلتر نگه‌داشته می‌شود.

شکل شماره ۶ نمونهٔ مقطع عمودی این نوع فیلتر را نشان می‌دهد. المنت‌هایی که در شکل دیده می‌شود با استفاده از یک ظرف مخصوص حاوی خاک سیلیسی پوشش داده شده‌اند آب در گردش، خاک را روی المنت فیلتر می‌نشاند. دیاتمایت‌ها آن قدر کوچک و ریزند که میکروارگانیسم ها و باکتری‌ها را بدون نیاز به افزودن ماده منعقدکننده با قلیا از آب جدا می‌کنند. طول صافی فیلتر را می‌توان با افزودن یک تغذیه کننده اضافی که حاوی مقدار ثابتی خاک سیلیسی است، افزایش داد. این تغذیه کننده موجب تداوم تشکیل لایه خاک سیلیسی روی المنت فیلتر می‌شود اما از انسداد یا جرم گرفتگی سریع جلوگیری نموده و باعث می‌گردد که میزان بیشتری از مواد جامد و سایرآلودگی‌ها از آب جدا شوند. شدت جریان آب درگذر از فیلتر خاک سیلیسی بین ۲ تا ۴ گالن بر دقیقه است که تقریباً دو برابر شدت جریان مجاز در فیلتر ماسه‌ای است. جهت جریان آب در این فیلتر از پایین به بالاست و این موجب می‌شود که فشار آب، لایه رسوبی تشکیل شده روی غربال‌های استوانه‌ای المنت‌های فیلتر را در جای خود نگه دارد. وقتی که

جریان باز می‌ایستد، بخش عمده لایه رسوبی فیلتر خواهد افتاد. این امر چنان‌چه استخر کار مداوم ۲۴ ساعته داشته باشد، مسئله‌ای ایجاد نمی‌کند اما اگر لازم باشد به‌طور پریودیک وقفه‌هایی در گردش آب ایجاد گردد، با ایجاد یک بای پاس (مسیر میان‌بر) با نصب یک پمپ کوچک در سیستم، تداوم جریان آب در فیلتر حفظ شده و لذا لایه رسوبی المنت‌ها در جای خود خواهد ماند. پس‌شویی این نوع فیلتر نیازی به آب اضافی ندارد، تنها باید فشار را افزون نمود تا اجرام باقی مانده برروی غربال المنت‌ها، جدا شوند. این فشار اضافی با تعبیه یک شیر سریع‌بند در خط پس‌شویی و استفاده از ضربه قوچ حاصله از باز و بسته کردن این شیر تأمین خواهد شد. ضمن پس‌شویی ماده صافی از روی المنت‌ها شسته می‌شود و لذا باید جایگزین گردد. جریان آب پس‌شو باید در یک چاهک باز تخلیه گردیده و از آن‌جا تحت نیروی نقل یا توسط یک پمپ به یک مجرای فاضلاب ریخته شود. چنان‌چه باقی‌ماندن آب حاصل از پس‌شویی در داخل چاهک مجاز باشد، خاک سیلیسی موجود در آن ته‌نشین می‌گردد و می‌توان آن را جمع‌آوری کرده و مجدداً داخل تغذیه کننده ریخت و مورد استفاده قرار داد. اما با این کار طول سیکل تصفیه کاهش می‌یابد، لذا بازیابی خاک سیلیسی موجود در پساب حاصل از پس‌شویی، نه تنها در نقطه‌ای عملی است که هزینه‌های مربوط به پس‌شویی زیاد افزایش نیابد و تنها اپراتور استخر می‌تواند این نقطه را تعیین کند. مزایای استفاده از فیلترهای خاک سیلیسی برای استخرهای شنا مشهود است. این فیلترها به‌لحاظ بیشتر بودن شدت جریان مجاز و این واقعیت که مساحت فیلتر همان مساحت سطح المنت‌های عمودی است، به سطح نشیمن کمتری نیاز دارند. این در حالی است که فیلترهای ماسه‌ای به سطح نشیمن معادل سطحی که با شدت جریان کمتر محاسبه می‌شود، نیازمندند. مضافاً حذف منعقد کننده‌ها و قلیاها از سیستم دیاتمایت، نیاز به کنترل شیمیایی و وسایل اضافی را کاهش داده و از مشکلات نگهداری سیستم خواهد کاست. راندمان فیلترهای ماسه‌ای و خاک سیلیسی تقریباً یکسان است اما در ظرفیت مساوی، هزینه اولیه فیلترهای خاک سیلیسی تقریباً یکسان است اما در ظرفیت مساوی، هزینه اولیه فیلترهای خاک سیلیسی تقریباً ۱/۵برابر .فیلترهای ماسه‌ای فشاری است. معذالک با توجه به هزینه‌های ساخت، عملیاتی و نگهداری، افزونی هزینه اولیه فیلتر خاک سیلیسی نسبت به نوع ماسه‌ای، خیلی زود جبران خواهد شد. پوسته(محفظه المنت‌ها) باید از فولاد کلاس A مناسب برای تحمل Psi۱۵۰ فشارآب ضمن کار سیستم و فشار آزمون psi ۲۲۵ باشد این فشار معکوسی است که هنگام پس‌شویی فیلتر

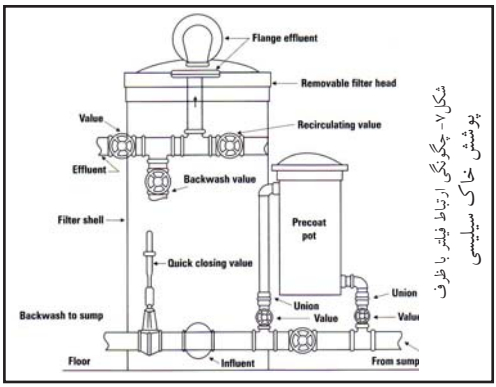


شکل شماره ۶- مقطع یک فیلتر دیاتمایت

ایجاد می‌شود. به منظور جلوگیری از خوردگی پوسته می‌باید سطح داخلی آن با پلاستیک پلی‌وینیل پوشش داده شود. چنانچه احتمال واکنش الکترولیتی وجود داشته باشد، باید پوسته اتصال زمین شده و به جای یکی از المنت‌ها یک میله آند منیزیمی نصب گردد. این میله آند باید هرچند وقت یک‌بار مورد بررسی و بازبینی قرار گیرد چرا که اینک به‌جای پوسته، این المنت در معرض پوسته، باید هر زمان لازم باشد این میله را تعویض نمود. همان‌گونه که قبلاً ذکر شد، به ازاء شدت جریان ۲۵۰gpm گالن بر دقیقه، مساحت مورد نیاز برای فیلتربرابر خواهد بود با:

$۲۵۰gpm/۲(gpm/ft^۲)=۱۲۵ft^۲$

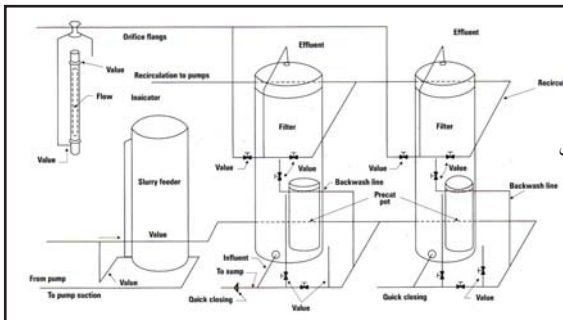
شدت جریان $۲gpm/ft^۲$ از این رو مورد استفاده قرار گرفت که جریانی با این شدت، طول سیکل تصفیه را در مقایسه با شدت جریان حدود۳ تا ۴ برابر افزایش می‌دهد و همچنین اقتصادی‌تر است. چنان‌چه قرار باشد دستگاه‌های تصفیه به



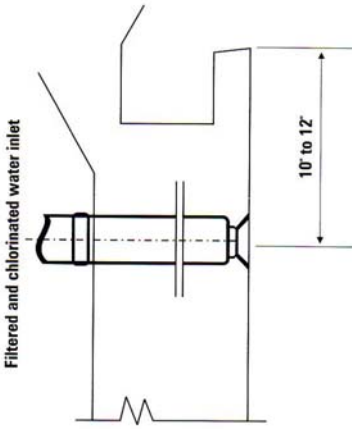
شکل۷- چگونگی ارتباط فیلتر با ظرف پوشش خاک سیلیسی

صورت زوج نصب شوند، مساحت هر فیلتر ۵۲/۵ فوت مربع خواهد بود، با مراجعه به کاتالوگ‌های کارخانجات سازنده، معلوم می‌گردد که برای هر پوسته فیلتر به قطر ۲۶ اینچ، ارتفاع۵/۲۵ فوت و حاوی۱۱ عدد المنت، مساحت نشیمن مورد نیاز۱۲/۵ * ۴/۵ فوت مربع است. فضای باقی‌مانده نیز برای لوله‌کشی و ظرف مخصوص پوشش‌دهی خاک سیلیسی می‌باشد (شکل۷و۸).

اگر سه دستگاه تصفیه به‌کارگرفته شود، مساحت هر فیلتر $۴۲ft^۲$ و برای هر پوسته فیلتر به قطر ۶۸ اینچ و ارتفاع۵ فوت، مساحت نشیمن مورد نیاز ۱۴/۵* ۳/۵ فوت مربع خواهد بود. به این ترتیب با دانستن اندازه تجهیزات و فضای مورد لزوم جهت نصب، عامل تعیین‌کننده در تصمیم‌گیری و گزینش سیستم تصفیه، ملاحظات اقتصادی است که تنها به نظر طراح یا کارفرما با توجه به موقعیت استخر، بستگی دارد.



شکل۸- نمایش لوله کشی شیرها، فیلترها،تغذیه کننده و ظرف پوشش خاک سیلیسی یک سیستم تصفیه آب استخر



شکل ۹- ورودی آب استخر

ورودی‌ها

هدف ورودی‌ها:

هدف ورودی‌ها توزیع آب در استخر است. به گونه‌ای که یک لایه رسوبی از کلر در سراسر بدنهٔ استخر باقی بماند. این ورودی‌ها باید روی چهار وجه استخر به فواصل ۲۰ تا ۳۰ فوت، تعبیه گردند(شکل ۹). در تعیین محل این ورودی‌ها باید دقت نمود که در گوشه‌های استخر مناطق مرده ایجاد نگردد(منظور مناطقی هستند که تحت پوشش آب ورودی قرار نمی گیرند). می‌توان ورودی‌ها را در نزدیکی گوشه‌های استخر و به گونه‌ای تعبیه نمود که بطور مماس بر دیواره مجاور جریان یافته و یک گردش مارپیچی حاصل آید تا تخلیط آب ورودی با آب موجود سریع‌تر صورت گیرد. شیوه دیگر برای توزیع مؤثر و مطمئن آب تصفیه شده در استخر، استفاده از خروجی‌های تخلیه آب به عنوان ورودی و آبروهای تخلیه کفاب به عنوان خروجی است. نتیجهٔ این امر، ایجاد یک جریان شعاعی از کف استخر به سمت بالا و کفابروها و تسهیل و تسریع خروج مواد شناور در آب است. این روش دوم از نظر تئوریک صحیح است اما مشکلات بزرگی را در طراحی ایجاد می‌کند. در چنین سیستمی لازم است که از یک سرریز اضافی در بالای خط کفابرو استفاده نمود که قادر به سرریز آب استخر به مجرای فاضلاب در طول زمان پیک‌بار استحمامی، باشد. اما زمانی که پیک‌بار استحمامی فرونشست، سطح آب استخر پایین می‌آید و چنانچه به زیر خط کفابرو برسد، گردش آب استخر متوقف خواهد شد. شدت جریان از هر ورودی باید بر اساس میزان آب مورد نیاز برای گردش در هر منطقه استخر تعیین گردد. به عنوان مثال، چنانچه بخشی از استخر برای شیرجه مورد استفاده قرار می گیرد و در همان زمان بخش دیگری به تمرین شناگران مبتدی اختصاص دارد، به راحتی می‌توان دریافت که تعداد شناگران در بخش تمرین مبتدی‌ها بیشتر از بخش دیگر است و از این رو آب در این قسمت سریع‌تر آلوده می‌شود و باید زودتر تعویض گردد، این مستلزم جریان یافتن مقدار بیشتری آب از ورودی‌های این بخش از استخر است.

Relative Pipe Capacity for Inlets

Pipe Size In. Dia.	Galv. C=100	Brest C=130	B Tube	K Tube
1 1/4"	13	16	21	12
1 1/2"	19	24	33	19
2"	35	48	59	42
2 1/2"	61	81	103	75
3"	100	136	173	121
4"	220	278	338	258
5"	400	520	598	460
6"	625	870	935	720

Based on Hazen and williams formula with of 50 ft has of head per 1000 ft of pipe.

جدول ۴- ظرفیت نسبی لوله ها برای ورودی ها

به‌طور کلی سطح آزاد در صفحه ورودی باید حداقل معادل سطح مقطع لوله رفت آب به ورودی باشد. جهت حصول اطمینان از جریان مطلوب آب در هر بخش استخر، باید روی هر ورودی شیرهایی نصب نمود، برای این‌کار می‌توان از ورودی قابل تنظیم به جای شیر استفاده نمود. قطر لوله در سیستم لوله‌کشی که آب را به ورودی‌ها می‌رساند، بر مبنای دبی آب در هر لوله و نرخ افت فشاری معادل ۵۰ فوت بر ۱۰۰۰ فوت طول لوله تعیین می‌گردد، زیرا فواصل بین ورودی‌ها نسبتاً کم و افت فشارها متعادلند. عموماً شدت جریان آب از هر ورودی ۱۵gpm در نظر گرفته می‌شود، لذا برای استخری که شدت جریان آب در آن ۲۵۰gpmباشد، تقریباً تعداد ۱۷ ورودی مورد نیاز خواهد بود. قطر لوله‌های بین ورودی‌ها باید بر مبنای ظرفیت‌های مندرج در جدول ۴ تعیین گردد. هر یک از انواع مختلف لوله(گالوانیزه، برنجی، مسی) را می‌توان برای لوله‌کشی بین ورودی‌ها مورد استفاده قرار داد. اما لوله آهنی گالوانیزه از مطلوبیت کمتری برخوردار است. در چنین کاربردهایی، لوله آهنی گالوانیزه در مدت کوتاهی زنگ می‌زند و ممکن است زنگ آهن در ورودی‌ها ظاهر گشته و در نتیجه لازم باشد که استخر در فواصل کوتاه‌تری تمیز گردد. چنانچه لوله‌کشی از زیر سطح زمین انجام گیرد و لوله‌ها با زمین در تماس باشند، ، باید روی لوله‌ها با پوششی از قیر به خوبی عایقکاری شود. هزینه اولیه این کار در مقایسه با هزینه حفاری زمین و جایگزینی لوله‌های کهنه، بسیار کمتر است.

Outlet Pipe Capacities

Pipe Size Inches	Gallons per Minute
4	150
5	260
6	420
8	900
10	1590
12	2500

Based on Hazen and. Williams formula with C = 100, and loss of 25 ft head per 1000 ft of pipe.

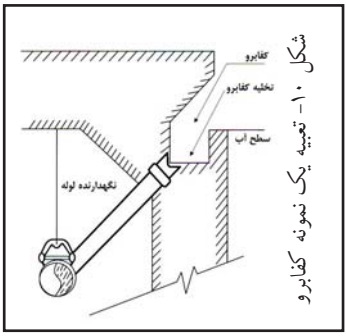
جدول ۵- ظرفیت های لوله خروجی

خروجی های استخر

استخر باید به یک خروجی با اندازه مناسب در گودترین نقطه استخر مجهز گردد تا امکان گردش مداوم و تخلیه آب استخر ظرف مدت نسبتاً کوتاه ۴ تا ۸ ساعت فراهم شود. با افزایش سطح سرپوش مشبک دهانه خروجی به اندازه حداقل چهاربرابر سطح مقطع لوله برگشت، باید جریان‌های مکشی و افت فشارها را کاهش داد. سرپوش مشبک باید آنچنان محکم در جایش مستقر گردد که توسط شناگران جابجا نشود و ابعادش به اندازه‌ای باشد که بدن شناگران نتواند همه آن را بپوشاند. جدول ۵ ظرفیت نسبی حمل آب را برای قطره‌های مختلف لوله خروجی ارائه می‌دهد. این جدول براساس شرایط متوسط تدوین گردیده است، زیرا جریان واقعی بر حسب عمق استخر و نوع سرپوش مشبک خروجی تغییر می کند.

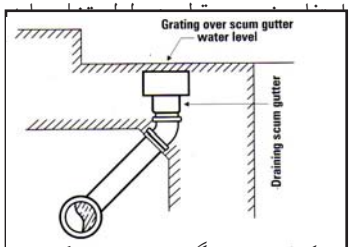
کفابروها

شکل‌های ۱۰و۱۱بهترین نمونه طبیعی کفابروها را نشان می‌دهند. اما بیشتر مقررات، نصب آن‌ها الزامی نمی‌شمارند. کفابروها باید دور تا دور استخر تعبیه شده و شکل اندازه آن‌ها چنان باشد که شناگران زمانی‌که از آن‌ها به‌عنوان دستگیره استفاده می‌کنند نتوانند پا یا بازوی خود را در آن‌ها داخل کنند کفابروها همچنین باید بتواند اجرام شناور در آب استخر را که به آن وارد می‌شوند، نگه داشته و از برگشت آن‌ها به داخل استخر در اثر موج ناگهانی آب ورودی، جلوگیری نمایند. خروجی‌های کفابرو به فواصل ۱۰ تا ۱۵ فوت در داخل کفابرو دور تا دور محیط استخر تعبیه می گردند. کفابروها باید به سمت این خروجی‌ها شیب‌بندی شوند. آب سرریز استخر که حاوی اجرام شناور و چربی بدن شناگران است، مستقیماً از طریق این خروجی‌ها به لوله‌کشی فاضلاب می‌ریزد. از آن‌جا که سیستم لوله‌کشی فاضلاب معمولاً به شبکه فاضلاب شهری متصل می‌گردد، آب جبرانی قبل از ورود به مخزن مکش باید سختی‌گیری شده باشد. ممکن



شکل ۱۰- تعبیه یک نمونه کفابرو

است تحقیق شود که گردش دادن آب مذکور در سیرکولاسیون آب استخر اقتصادی‌تر باشد. با شیرگزاری صحیح خط کفابرو، هر یک از روش‌های ذکر شده را می‌توان معمول داشت، اما اتصال مستقیم به شبکه فاضلاب نمی‌باید صورت گیرد. در لوله کشی برای این خروجی‌ها می‌توان از لوله‌های گالوانیزه



شکل ۱۱- نمونه دیگری از ترتیب تعبیه کفابرو

ضدعفونی

نه‌تنها لازم است که آب استخر همچون آب آشامیدنی تصفیه گردد، بلکه ضروری است که به‌منظور مقابله با آلودگی‌های فردی شناگران، مقداری از ماده ضدعفونی کننده در داخل استخر به‌صورت معلق باقی بماند. جهت ابقاء این باقیمانده، استفاده از ضدعفونی‌کننده‌هایی همچون کلر یا برم مرجح است. چنانچه لامپ‌های ماوراءبنفش درست نصب، شوند می‌توان از آن‌ها یا از ازن تزریقی به آب، جهت ضدعفونی استفاده نمود. این روش‌ها باقیمانده‌ای در داخل استخر بر جای نمی‌گذارند. روش‌های ضدعفونی کردن: ۱- کلرزنی ۲- هیپوکلریت‌زن‌ها ۳- کلرمایع ۴- کلر-آمونیاک ۵- بروم ۶- ازن ۷- پرتو ماوراءبنفش

۱ - کلرزنی:

ثابت شده است که کلر مطلوب‌ترین ماده ضدعفونی‌کننده آب استخر است. این ماده کیفیتی دارد که برای ضدعفونی ایده‌ال است. کلر به باکتری‌های موجود در آب استخر حمله نموده آن‌ها را نابود می‌کند و قادر است باقیمانده معلق لازم جهت مقابله با آلودگی‌های فردی شناگران را در داخل استخر ایجاد نماید. میزان این باقیمانده باید بین ۰/۳ تا ۰/۵ppm بوده و از این حدود تجاوز نکند. افزایش بیش از حد باقیمانده معلق کلر موجب افزونی خاصیت اسیدی آب گردیده PH آن را پایین می‌آورد و باعث تحریک اعضاء مخاطی بدن می‌شود، مگر این‌که PH آب کنترل گردد. مقدار کلر مورد نیاز برای ابقاء باقیمانده معلق مطلوب در داخل استخر بستگی به مقدار کلر لازم برای ضدعفونی کردن آب جبرانی و آب استخر و موقعیت استخر دارد (استخر سرپوشیده یا روباز). در زمان پیک‌بار استحمامی در استخر، مقدار مصرف کلر بیش از بار استحمامی متوسط است چرا که میزان باکتری‌ها و مواد ارگانیک ورودی به آب، بیشتر است. چنانچه استخر در فضای باز باشد، تجربه نشان داده است که تابش نیرومند انوار خورشید موجب هدر رفتن سریع کلر باقیمانده شده و استفاده از یک دستگاه کلرزنی با ظرفیت بزرگ‌تر را ایجاب می‌نماید. دستگاه‌های کلرزنی عموماً باید در استخرهای سرپوشیده برای دزاژ حداکثر ۲ppm و در استخرهای روباز برای دزاژ حداکثر ۴ppm ظرفیت داشته باشد. کلرزنی معمولاً با استفاده از کلرین‌های گازی یا هیپوکلریت‌ها صورت می‌گیرد. گرچه استعمال مستقیم گاز یا هیپوکلریت ضدعفونی مورد لزوم را انجام می‌دهد، اما روش مرجح این است که ابتدا کلر را در مقداری آب حل نموده و سپس محلول غلیظ را به جریان آب استخر وارد نمود. این کار امکان توزیع یکنواخت کلر را در آب استخر، از طریق ورودی‌ها فراهم می‌آورد. لوله‌ای که برای انتقال محلول کلر مورد استفاده قرار می‌گیرد می‌تواند یک شیلنگ لاستیکی که به‌خوبی تقویت شده و یا لوله‌ای از جنس پلی‌وینیل‌کلراید باشد. به‌لحاظ این‌که کلر به‌عنوان یک ماده ضدعفونی کننده امتحان خود را پس داده و مورد قبول قرار گرفته است. کارخانجات سازنده روش‌های اتوماتیکی را برای وارد کردن دزاژ مورد نیاز جهت ابقاء میزان دقیق باقیمانده کلر در آب استخر، ابداع کرده‌اند.

۲ - هیپوکلریت‌زن‌ها:

دستگاه‌های هیپوکلریت‌زنی عموماً یک نوع پمپ دیافراگمی یا پیستونی کوچک می‌باشند که به‌راحتی نگهداری و به‌سادگی تنظیم می‌شوند. مقدار محلول را می‌توان با جابجایی دیافراگم یا پیستون تنظیم نموده و بدین ترتیب دزاژ دقیقی را به داخل آب استخر تزریق کرد. محلول هیپوکلریت را می‌توان در استخرهایی که روزانه به یک پاوند کلر نیاز دارند، به‌گونه‌ای اقتصادی مورد استفاده قرار داد. گرچه از دستگاه‌های هیپوکلریت‌زنی برای ظرفیت‌های بیشتر نیز می‌توان استفاده کرد، اما معمولاً توصیه می‌گردد که برای ظرفیت‌های زیاد از گاز کلرزن‌ها استفاده شود. بیشتر محلول‌های مورد استفاده در چنین تأسیساتی تقریباً یک درصد هستند، بنابراین با حصول دزاژ بهتر می‌توان به‌راحتی درصد مذکور را افزایش داد. این دستگاه‌ها را می‌توان در هر جایی نصب کرده و به سایر تجهیزات مرتبط نمود، اما در مورد فاصله افقی بین آن‌ها باید دقت نمود چرا که هر چه این فاصله بیشتر باشد اُفت فشار افزون‌تر خواهد شد.

۳ - کلرمایع:

چنانچه گاز کلر در داخل سیلندرهای آهنی سنگین تحت فشار قرار گیرد تبدیل به مایع می‌شود و با آزاد شدن فشار مجدداً به گاز تبدیل می‌شود. معلوم شده است که برای استخرهایی که به بیش از یک پاوند در روز کلر نیاز دارند، این سیلندرها اقتصادی‌ترین شیوه تهیه کلر می‌باشند. اما با وجودی که خود سیلندرها هیچ خطری ندارند، نمی‌توان از خطرات کلر در حالت گازی چشم پوشید. مطابق قوانین، لازم است در جایی که قرار است از سیلندرهای کلر استفاده شود، یک اتاق مجزای کاملاً گازبندی شده برای تجهیزات کلرزنی پیش‌بینی شود. این اتاق باید به‌نحو مناسبی تهویه شود تا گاز کلر نشست کرده در اثر شکستن سیلندر و یا انفجار، به خارج دفع گردد. همچنین باید در جایی بیرون از این اتاق، ماسک‌های گاز در دسترس باشند. مضافاً جهت کاستن از خطرات احتمالی، باید در این اتاق از کلیدهای برق و لامپ‌های ضد انفجار استفاده نمود. به‌لحاظ بالا بودن قابلیت انحلال کلر در آب، اغلب توصیه می‌شود که بر فراز سیلندرها یک آبپاش اضطراری نصب گردد. این آبپاش باید دارای شیری در بیرون اتاق مذکور باشد تا در زمان نشست گاز کلر بتوان با بارش آب، گاز را جذب و به سیستم فاضلاب دفع نمود.

۳ - کلر-آمونیاک:

به‌لحاظ شرایط متغیر عملیاتی، ممکن است استفاده تنها از کلر برای ابقاء میزان مطلوب باقیمانده در داخل استخر، کافی نباشد. به‌عنوان مثال، یک نوسان سریع در باراستحمامی استخر نگهداری یک میزان مطلوب باقیمانده کلر در داخل آب را دشوار می‌سازد. از طرفی چنانچه باقیمانده کلر از میزان ۶/۰ ppm نیز با هجوم ناگهانی شناگران به داخل آب، سریعاً زایل می‌شود. جهت تثبیت میزان باقیمانده کلر تحت بار استحمامی متغیر، افزودن محلول آمونیاک به آب قبل از اضافه نمودن کلر، ممکن است نتیجه مطلوبی داشته باشد. از ترکیب یون کلر-آمونیاک، یون‌کلرامین تشکیل می‌شود که یک ضدعفونی‌کننده مؤثر بوده و از پایداری بیشتری برخوردار است. آمونیاک‌زنی و آزمایش مربوطه به همان شیوه کلرزنی صورت می‌گیرد، اما در آزمایش میزان باقیمانده مطلوب، باید دقت نمود. آمونیاک زیاده از حد، می‌تواند در اثر کنش‌های بیولوژیک، با اکسیژن ترکیب شده و به نیترات بدل شود که به‌طور جدی صحت آزمایش اورتوتولیدین را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کلر و کلرامین همچنین موجب فساد و تجزیه جلبک‌ها می‌شوند و از این‌رو شمار دفعات تمیز کردن ضروری کف استخر از جلبک‌ها را کاهش می‌دهند. حال بیایید به‌عنوان مثال، مقدار کلر مورد نیاز برای استخری با گنجایش ۱۲۰۳۷۵ گالن و سه بار گردش کامل آب در شبانه‌روز را تعیین نماییم.

وزن کل آب در گردش در طول یک روز خواهد شد:

$$\text{پاوند } ۲۹۹۷۳۳۸ = \frac{\text{پاوند } ۸/۳}{\text{گالن}} * \frac{\text{دفعه برگشت}۳}{\text{شبانه روز}} * \frac{\text{گالن } ۱۲۰۳۷۵}{\text{دفعه برگشت}}$$

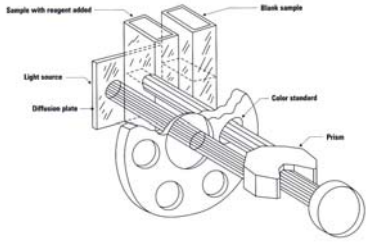
چنانچه به ۰/۳ تا ۰/۵ ppm کلر باقیمانده در آب نیاز داشته باشیم (از ۰/۴ استفاده می‌کنیم):

$$\text{پاوندکلر در شبانه‌روز } ۱/۲۰ = \frac{\text{پاوند کلر } ۰/۴}{\text{میلیون پاوند آب}} * \frac{\text{پاوند آب } ۲۹۹۷۳۳۸}{\text{شبانه روز}}$$

۴ - آزمایشات:

آب استخر باید جهت تعیین میزان کلر باقیمانده، از طریق آزمایش اورتوتولیدن و به منظور بررسی تغییرات مقدار کلر باقیمانده توسط یک دستگاه سنجش که مقدار کلر باقیمانده را با مقادیر استاندارد مقایسه می‌کند، مرتباً تحت آزمایش قرار گیرد.(شکل ۱۲ را ملاحظه کنید.)

آزمایشی که برای تعیین میزان کلر،کلرامین و باریم باقیمانده در آب صورت می‌گیرد، یک آزمایش کلرومتریک استاندارد با استفاده از اورتوتولین است. برای نیترات‌ها و همچنین عناصر ترکیبی که ممکن است در آب استخر موجود باشند نیز باید حدود مجازی را منظور نمود.



شکل ۱۲- وسایل تعیین کلر باقی مانده

سایر روش‌های ضدعفونی:
روش‌های ضدعفونی زیر معمولاً قابل قبول می‌باشند اما نگهداری و یا کنترل یک باقیمانده از آن‌ها در داخل آب، مشکلاتی به‌همراه دارد.

۵- بروم:

این ماده به‌عنوان ضد عفونی‌کننده با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته و دارای همان کیفیت کلر است. اما به‌ازاء یک باقیمانده معین، مقدار وزنی مورد مصرف آن حدوداً دو برابر کلر در شرایط مشابه است. بروم، حتی به‌صورت مایع، از خاصیت خورندگی بالایی برخوردار بوده و گازهای سنگینی آزاد می‌کند که کنترل آن را دشوار می‌سازد. بروم‌زنی از طریق تزریق محلول به خط گردش آب و به‌صورت جوشان در آب استخر، انجام می‌گیرد. با توجه به این واقعیت که در بسیاری از استخرها از بروم استفاده نمی‌شود، کارخانجات سازنده هیچ نوع دستگاه بروم‌زنی اتوماتیک را نمی‌سازند. این امر ایجاب می‌کند که جهت تهیه محلول بروم برای تزریق به خط گردش آب از وسایل موقتی استفاده شود.

۶- ازن:

ازن برای این که مؤثر باشد باید به نحو صحیحی مورد استفاده قرار گیرد و جهت حصول یک تصفیه کامل آب، باید به مقدار کافی مصرف شود. یک مولکول ازن به جای دو اتم، از سه اتم اکسیژن تشکیل یافته که این سبب ناپایداری شدید آن می‌باشد. این مولکول از طریق اکسید کردن باکتری‌ها به سمت ثبات میل می‌کند. اگر اکسیژن در داخل یک ظرف مخصوص مولد حرارت و در معرض هوای آزاد تحت شارژ الکترونیکی قرار گیرد، اُزن ناپایدار حاصل می‌شود. هوای آزاد ابتدا باید از بخار آب عاری گردد چرا که بخار آب با نیتروژن ضمن شارژ الکترونیکی واکنش شیمیایی صورت داده و تولید اسید می‌نمایند. پس از تهیه ازن، آن را به صورت محلول در آورده و داخل آب استخر تزریق می‌کنند. ازن به دلیل ناپایداری زیاد، یک میکرب‌کش بسیار مؤثر بوده و نگهداری یک باقیمانده ثابت از آن در داخل آب استخر، به هر شکل غیر ممکن است. اُزن هیچ بوی بدی نداشته و تحریک‌کنندگی آن نیز حداقل است.

۷- پرتو ماوراء بنفش:

استفاده از پرتو ماوراءبنفش به عنوان ضدعفونی‌کننده، مستلزم ساخت یک اتاقک مخصوص است که آب تصفیه شده از آن جا به داخل استخر وارد شود. این اتاقک در مسیر لامپ‌های ماوراءبنفش که پرتوهای مورد نیاز برای ضدعفونی را ساطع می‌کنند، قرار دارد. خواص ضدعفونی‌کننده این پرتو در آب باقی نمی‌ماند و از این‌رو تأثیر آن محدود به اتاقک مذکور است. چنانچه آب گل‌آلود باشد، از شدت تأثیر پرتو ماوراءبنفش کاسته شده و لذا خاصیت ضدعفونی‌کنندگی آن کاهش می‌یابد. لامپ‌های ماوراءبنفش گران بوده و به مراقبت زیادی نیاز دارند بدون این که نسبت به کار و هزینه مصروفه، باقیمانده‌ای در آب بر جای گذارند.

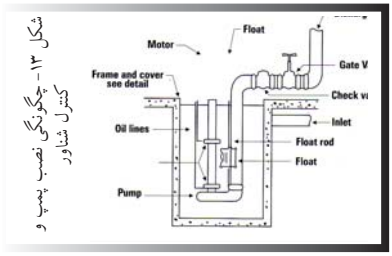
سایر ملاحظات:

عرصه‌های قدم‌زنی و گردش:

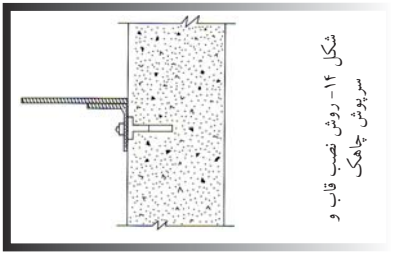
عرصه‌های قدم‌زنی و گردش در کناره استخر باید به سمت استخر شیب‌بندی شود. بعضی از مقررات، ساخت لبه‌ای به بلندی ۲ اینچ را از بین استخر و عرصه قدم‌زنی توصیه می‌نمایند، اما به لحاظ خطر لغزشی که این لبه برای شناگران ایجاد می‌کند، برای استخرهای سرپوشیده نباید توصیه شود. در استخر روباز، این لبه بلند شستشوی بهتر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

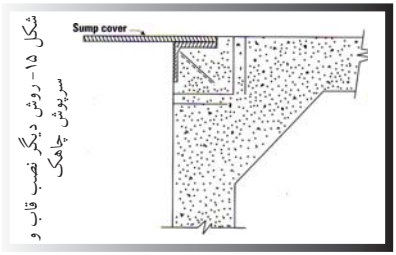
چاهک‌های فاضلاب:

برای استخرهایی که در زیر زمین بنا می‌شوند، جهت ممانعت از ایجاد فشار معکوس در فیلتر به هنگام پس‌شویی، بهتر است که یک پمپ چاهکی در یک حوضچه نصب گردد به‌طوری‌که موتور آن بالای حوضچه قرار گیرد. این پمپ‌ها باید به صورت زوج نصب شوند چرا که در صورت خرابی پمپ، فاضلاب از حوضچه سرریز نموده و صدمه دیدن سایر تجهیزات را موجب می‌گردد. جنس پمپ بستگی به محل نصب آن و مقتضیات اقتصادی دارد. به لحاظ این که آب حاصل از پس‌شویی حاوی سنگریزه و سایر اجرام خورنده است، اولین توجه به یاتاقان‌های 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 برنزی استاندارد با یاتاقان‌های



شکل ۱۳- جگونگی نصب پمپ و کنترل شناور


شکل ۱۴- روش نصب قاب و سرپوش چاهک



شکل ۱۵- روش دیگر نصب قاب و سرپوش چاهک

استاندارد و تعویض هرازگاه آن‌ها، اقتصادی‌تر است. شکل ۲ چگونگی نصب یک پمپ و سوئیچ شناور و شکل‌های ۱۴و۱۵ روش‌های نصب قاب و سرپوش چاهک را نشان می‌دهند. 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 می‌کند، باید روی سرپوش چاهک قرار داده شود تا وزن شفت و پروانه پمپ به آن اعمال گردد. در خط دهش پمپ‌ها باید شیر یک‌طرفه و شیرکشویی 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 پس‌شویی را در فاصله دفعات پس‌شویی در خود جای دهد، می‌توان پمپی با ظرفیت کم انتخاب کرد تا حوضچه را قبل از پس‌شویی 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 می‌توان اندازه حوضچه را تا حدود معقولی کاهش داد.

حال فرض کنید که یک زوج فیلتر مطابق گزینش ما(مساحت هر فیلتر ۶۲/۵فوت مربع)قرار است مورد استفاده واقع شده و در هر زمان یکی از فیلترها مورد پس‌شویی قرار گیرد. بنابراین حجم آب پس‌شو برابر خواهد بود با:

$۱۰ gpm/ft^۲ * ۶۲/۵ ft^۲ = ۶۲۵ gpm$

چنان‌چه حوضچه در ابعاد۶ft*۴ft*۳ftدر زیر کف ورودی ساخته شود، ظرفیت آن برابر خواهد بود:

$۶ft * ۴ft * ۳ft * ۷/۵ gal/ft^۳ = ۵۴۰ gal$

بنابراین، چنانچه از پمپی استفاده کنیم که ظرفیتش بزرگ‌تر از مابه‌التفاوت حجم آب پس‌شو و ظرفیت حوضچه باشد، برای ما کافی است، لذا یک زوج پمپ با ظرفیت gpm۱۰۰ انتخاب می‌نماییم. چنانچه قرار باشد دیاتمایت از آب پس‌شو بازیابی شود، باید اتاقک جداکننده پیش‌بینی نمود. این کار را می‌توان با قرار دادن یک حائل در عرض حوضچه، میان آبی که به حوضچه می‌ریزد و خط مکش پمپ، انجام داد.

کنترل رطوبت در فضای استخر سرپوشیده

در فضاهای سرپوشیده، گرم کردن آب استخر می‌تواند موجب تبخیر ۱۰۰ 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 پیش‌بینی‌های 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:
- استفاده مورد نظر از استخر
- دمای مطلوب آب
- دمای مطلوب هوا

جدول ۶ شرایط طرح مطلوب را برای استخرهای سرپوشیده و جدول ۷ چگونگی کاربرد آن را نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود که طبق جدول ۷، برای تأمین یک رطوبت نسبی ۶۰٪ در زمان کار استخر مطابق شرایط طرح، باید از یک سیستم کنترل رطوبت که برای بار تبخیری ۳۲ Lb/hr (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 عرصه 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.
نورگیر سقف یک تله طبیعی برای گرمای تلف شده و رطوبت است و باید از طرح حذف شود. اگر تعبیه نورگیرسقفی اجتناب ناپذیر باشد، باید لااقل دو بار لعاب اکریلیت شده و دور تا دور آن از داخل، ناودان جهت تخلیه رطوبت پیش‌بینی شود.
عرصه قدم‌زنی اطراف استخر هرگز نباید با فرش و کف‌پوش‌های نفوذپذیر مفروش شود. اگر این عرصه مرطوب باشد، رطوبت بیشتری به هوا اضافه می‌شود (اضافه بر تبخیر سطحی آب استخر)، و این محیط بسیار مناسبی را برای رشد کپک‌ها فراهم می‌آورد.

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

جدول۶- شرایط طراحی برای استخر داخل سالن

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	32.7lb per hr
Total moderate activity evaporation	42.0 lb per hr
Daily moisture load to natatorium air	104 gal

جدول۷- شدت تبخیر از سطح آب یک استخر بزرگ خانگی یا یک استخر کوچک عمومی

اصول توزیع هوا

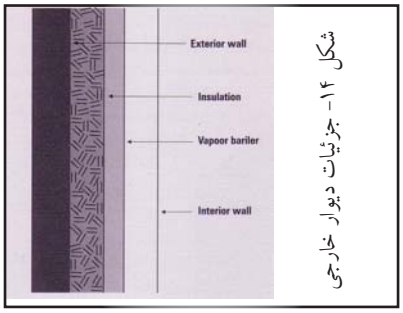
هنگام طراحی سیستم‌های توزیع هوا در سالن سرپوشیده استخر، چهار عامل اساسی باید ملحوظ قرار گیرند:

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

ساختمان جدید

می‌توان به راحتی با جارو کردن هوای مرطوب از روی سطوح مستعد تقطیر توسط هوای خشک، عبور دادن حداکثر مقدار هوای مرطوب از روی رطوبت گیر، اصول چهارگانه مذکور را در عمل پیاده کرد. بلافاصله پشت نازک‌کاری 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 هر گونه نشستی در سد بخار، تبدیل به تله رطوبت می‌شود. بنابراین خیلی مهم است که تمام چیزهایی که به سد بخار متصل می‌گردند، مانند کلیدها و قاب در و پنجره پوشیده و درزبندی شوند. تیرهای دیوار می‌توانند 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 آن‌ها، قرار گرفته باشد. عایق باید روی تمام اجزاء سازه‌ای سالن گسترش داشته باشد. آویزهای چراغ باید طوری باشند که آن‌ها را بتوان زیر عایق اتاقک زیر شیروانی نصب کرد. این امر آویزها را از هوای سرد اتاقک زیر شیروانی که ممکن است آن‌ها را تا زیر نقطه شبنم هوا سرد کرده و سبب تقطیر رطوبت هوا و چکیدن قطرات آب روی سر شناگران شود، محافظت می کند.

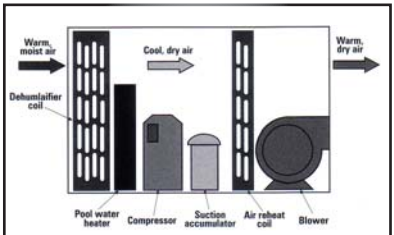
پنجره ها و درهای شیشه‌ای کشویی بزرگترین منابع اتلاف گرما با پایین‌ترین دماها و بیشترین امکان تقطیر رطوبت می‌باشند. بنابراین باید آن‌ها را از انواعی انتخاب کرد که دارای مقاومت حرارتی زیاد بوده و قابشان به خوبی عایقکاری و درزبندی شده باشد. ماده درزبند قاب پنجره‌ها باید از یک نوع نفوذناپذیر، مانند پلی یورتان، انتخاب شود.



شکل ۱۴- جزئیات دیوار خارجی

نیاز به کنترل رطوبت

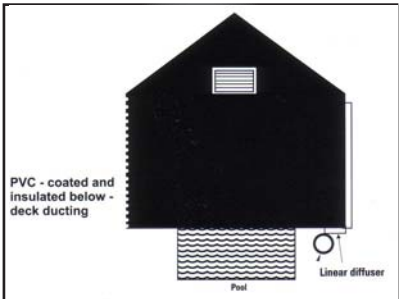
اگر میزان رطوبت هوا کنترل نشود، نقطه شبنم به دمای هوای سالن نزدیک می‌گردد. هر روز ۱۰۰ گالن یا بیشتر، بخار آب روی سطوحی که سردتر از هوای مرطوب باشند تقطیر شده، سبب آسیب‌دیدگی دراز مدت ساختمان و فرآهم آمدن محیط مطلوب برای رشد انواع کپک خواهد شد. برای کنترل رطوبت سالن استخر می‌توان از یک رطوبت‌گیر از نوع پمپ حرارتی که مخصوصاً برای این منظور طراحی شده است، استفاده کرد.(شکل ۱۵). دامنه رطوبت نسبی توصیه شده برای هوای سالن استخر، ۵۰٪ تا ۶۰٪ است، با نقطه شبنمی که به اندازه کافی از دمای محیط پایین‌تر باشد. رطوبت نسبی کمتر از ۵۰٪ تا ۶۰٪ مطلوب نیست چرا که موجب تأثیر سرمایش تبخیری روی بدن شناگرانی می‌شود که تازه از آب خارج شده‌اند. رطوبت نسبی بالاتر از دامنه مذکور نیز می‌تواند موجب تقطیر خارج از کنترل، تخریب مرئی نازک کاری‌داخلی، تخریب نامرئی اجزاء سازه‌ای ساختمان، و رشد کپک‌های بدبو شود.



شکل ۱۵- یک سیستم پمپ حرارتی رطوبت گیر

طراحی داخلی

وقتی سطح رطوبت و نقطه شبنم مناسب هوای سالن 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 دفعات تعویض هوا نباید از ۴ تا ۶ بار در ساعت بیشتر باشد، مگر اینکه گنجایش سالن برای تماشاچی زیاد باشد که در این صورت جهت آسایش تماشاچیان می‌توان ۶ تا ۸ بار در ساعت تعویض هوا منظور نمود. بازگشت هوای سالن یا انتقال



شکل ۱۶- سیستم توزیع هوا در سالن استخر

آن به بیرون باید از بالاترین نقطه ممکن صورت گیرد تا هوای هیچ قسمتی ساکن نمانده و از تقطیر رطوبت ناشی از سکون هوا جلوگیری شود. مؤثرترین شیوه، منظور کردن یک دریچه بازگشت در بالاترین نقطه ممکنه در سالن است. (شکل ۱۶). هوا باید از

طریق دیفیوزرهای خطی که در کف سالن و روی عرصه قدم‌زنی تعبیه شده‌اند به سالن ارسال شود.
وزش هوا از این دیفیوزرها 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 پنجره‌ها و دیوارها جلوگیری شود.
بدون وزش این هوا به سمت بالا، لایه‌ای از هوای سرد روی سطح داخلی شیشه و بعد روی کف استخر تشکیل می‌شود که موجب آزار شناگران می‌گردد. کانال‌های توزیع هوا که در زیر عرصه قدم‌زنی قرار می‌گیرند باید به خوبی درزبندی شده و با پلی‌وینل پوشیده و عایقکاری شوند.
این کانال‌ها باید دارای شیب به سمت محلی مناسب باشند تا آبی را که ممکن است از طریق دریاچه‌ها وارد کانال شود، بتوان تخلیه کرد. چنانچه عرصه قدم‌زنی، کف‌شوی مناسب نداشته باشد، ممکن است استفاده از یک پمپ خودکار برای تخلیه آب از درون سیستم کانال، لازم آید. کانال‌های برگشت می‌توانند از جنس آلومینیوم، فایبرگلاس یا ورق فولادی گالوانیزه باشند.

چگونگی توزیع هوا در سالنهای موجود

در نصب سیستم رطوبت‌گیری در یک سالن استخر موجود، مهمترین مسئله رساندن هوای گرم به دیوارها و پنجره‌های خارجی سرد، بدون جریان دادن هوا از روی سطح آب استخر است. برای این منظور گاهی می‌توان سیستم کانال را دور تا دور سالن در سطح کف نصب نمود که بدین ترتیب هوا از دریچه‌های تعبیه شده روی این سیستم کانال، به سمت بالا وزش خواهد کرد. اگر چاره‌ای نباشد، می‌توان توزیع هوا را توسط سیستم کانال نصب شده در بالای سالن نیز انجام داد، البته به شرطی که از جریان دادن هوا از روی سطح آب استخر اجتناب شود. این امر مستلزم دقت زیاد در تعیین محل دریچه‌های توزیع هوا است. 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 می‌کند.

مبانی طراحی استخرهای سرپوشیده

آب به کجا می رود؟

وقتی هوا تا زیر نقطه شبنم خود سرد شده، بخار آب موجود در هوا به فاز مایع تغییر شکل می‌دهد. چگالش وقتی صورت می گیرد که ملکول‌های آب کنار یکدیگر تجمع یافته و تشکیل قطراتی را می‌دهند که منجر به خروج رطوبت از هوا می‌شود. چگالش به چوب،کاغذ و سایر مواد آسیب می‌رساند و همچنین موجب تسریع زنگ زدگی در فولاد و ورآمدن رنگ می‌شود. در استخرهای داخلی کلرآمین‌ها(که محصول جانبی سیستم کنترل شیمیایی آب استخر هستند)با 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 مورد بی توجهی قرار گیرد،مشکلات زیادی بروز خواهند کرد که مهمترین آنها بدین قرارند:وقوع چگالش گسترده و شدید،شکم دادن کاشی های 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 سردبالقوه در استخرهای سرپوشیده عبارتند از: دیوارهای خارجی شمالی، پنجره ها، چهارچوبهای در و پنجره و نورگیرها.

پنجره های تک جداره، بدنه های فلزی و پنجره‌ها و درها، و بست‌های سقفی یک پل حرارتی بین هوای سرد خارج و هوای مرطوب داخل ایجاد می کنند. اکثر طراحان لزوم استفاده از شیشه‌های منعکس‌کننده گرما برای پنجره‌ها را تشخیص می‌دهند. 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 اماچهاچوب 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 می‌کنندکه بدون هیچ‌گونه عایق حرارتی به طور کامل از داخل دیوار عبور داده می‌شوند.

اکثر استخرهای سرپوشیده دارای حداقل یک درب خروجی 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 می‌توانند در معرض چگالش قرار گیرند مخصوصاً اگر سطح پنجره غوطه‌ور در هوایی است که از سیستم تهویه مطبوع واقع بر خارج پنجره بیرون می‌آید. در این گونه موارد بهترین کار این است که از پنجره‌های با قاب دوجداره استفاده شود.

نورگیرها نیز مشابه پنجره‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها در مکان بدتری قرار دارند. از آن‌جا که هوای گرم و مرطوب به سمت بالا می‌رود و جریان هوا در قسمت فوقانی ساختمان ممکن است به خوبی جاهای دیگر نباشد، سطح رطوبت نزدیک نورگیرها بیش از سایر قسمت‌ها خواهد بود.

بعضی ساختمان‌ها از نورگیرهای بازشو یا سقف‌های متحرک برای تهویه تابستانی بهره می‌برند که البته آمیزه‌ای از خوب و بد هستند، زیرا هر چیزی که قابل باز شدن باشد درزبندی آن مشکل‌تر بوده و همچنین ممکن است دارای مکانیسم‌هایی باشد که عایقکاری حرارتی آن را دشوار سازد. به عنوان کمترین کار، رطوبت‌گیر باید طوری با عملکرد این نورگیرها همبسته(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 ادوات کمکی محرک هوا برای تأمین گردش هوا و جلوگیری از چگالش در سطح نورگیرها را مورد توجه قرار دهد.

سد بخار

جابجایی رطوبت توسط اختلاف در فشار بخار آب بین دو فضا تعیین می گردد.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 می تواند خیلی زیاد باشد و فقط به محیط خارج فکر نکنید؛ استخرهای سرپوشیده باید تا حد امکان در برابر بخار نفوذناپذیر ساخته شوند.

سدهای بخار باید فصل پشت سطح دیوار داخلی قرار گیرند که بدین ترتیب بخار و هوای مرطوب به جای این که به سمت حفرات دیواری سردتر حرکت کنند، در داخل فضا نگه داشته می شوند. 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 مرطوب 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 اتاق استخر باشد(هندبوک **ASHRAE 2000**). 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 قبلاً ذکر شد، در اینجا توزیع هوا نقش مهمی را بازی می‌کند.

هندبوک (**ASHRAE 2000**)

رطوبت گیری

با توجه به این که در اکثر استخرها (در امریکای شمالی) از سیستم کنترل شیمیایی آب، مبتنی بر کلر استفاده می‌شود و از آن‌جا که کنترل شیمیایی 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 پیش‌بینی 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 ویژه برخوردار است. این بدان معنی است که دستگاه‌های تهویه مطبوع استاندارد و متداول برای استفاده در استخرها مناسب نیستند. از این رو تجهیزات استخر معمولاً از دستگاه‌های تهویه مطبوع استاندارد گرانترند. رطوبت‌گیرهای استخر سرپوشیده از این جهت با تجهیزات تهویه مطبوع استاندارد تفاوت دارند که آن‌ها طوری طراحی می شوند که رطوبت بسیار بیشتری را از هوا خارج کنند (ضریب گرمای محسوس بین ۰/۵ تا ۰/۶ در برابر گرمای محسوب۰/۸ برای واحد تهویه مطبوع استاندارد). این امر چندین پیامد دارد، اول این که این تجهیزات به ازای واحد سرمایش گرانترند. دوم این که سرمایش محسوس آن‌ها بسیار کمتر از دستگاه‌های تهویه مطبوع استاندارد است.

این موضوع وقتی که فضای دارای بار سرمایی بالایی باشد به طور چشم‌گیری بر اندازه تجهیزات مورد نیاز تأثیر می‌گذارد.

رطوبت‌گیرهای استخری عموماً از اقلامی هستند که به نگهداری زیادی نیاز دارند. با توجه به این که این دستگاه‌ها باید ۲۴ ساعته و در ۷ روز هفته کار کنند، چنانچه نگهداری آن‌ها به طور منظم انجام نگیرد، شرایط سخت و نا مساعد هوا می تواند موجب تخریب سریع آن‌ها شود. تجهیزات استخری دارای تسمه‌ها، فیلترها و یاتاقان‌هایی هستند که در فواصل زمانی معین بازرسی و سرویس شوند. تجهیزات جدیدتر که دارای موتورهای بادزن با محرک مستقیم و کنترل سرعت محرک فرکانس متغیر هستند تا اندازه‌ای امور نگهداری را کاهش می‌دهند، اما این رطوبت‌گیرها نیز به بازرسی منظم نیاز دارند. بنابراین طراح باید تجهیزات رطوبت‌گیر را به گونه‌ای طراحی کند که برای انجام امور نگهداری به آسانی قابل دسترس باشند.

آرایش بادزن ها

آرایش‌های متفاوتی از بادزن را می توان جهت تأمین این مقاصد به کار گرفت:
کنترل فشار منفی فضای استخر، استفاده از هوای خارج به عنوان مصرف گر، کنترل هوای خارج برای تهویه و ایجاد یک سیکل تخلیه طی امور نگهداری شیمیایی آب استخر.

آرایش بادزن برگشت/ رفت

دو بادزن داخل اتاقک تجهیزات مستقر می شوند. بادزن برگشت برای تأمین فشار استاتیک کانال برگشت و بادبزن رفت نیز جهت برقراری فشار استاتیک کانال رفت اندازه گیری می شوند. فشار منفی داخل فضا را می توان 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.

آرایش بادزن اگزاست/رفت

در این بادزن رفت هر دو فشار استاتیک کانال برگشت و کانال رفت را تأمین می‌کند. یک بادزن اگزاست مجزا نیز در اتاقک رطوبت‌گیر یا در مکانی دورتر مستقر می‌شود. این آرایش تنها اجازه استفاده از حداقل هوای خارج را می دهد(معمولاً یک سوم جریان هوا) و مستلزم به‌کارگیری بخش فیلتر کوچک ثانویه‌ای 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 معمولاً حداقل دوسوم جریان هوا را برقرار می‌کند، جهت دستیابی به ۱۰۰٪ هوای خارج به سیستم اضافه می‌شود. این آرایش نیازمند یک بخش فیلتر مجزا برای کل جریان هوای خارج و همچنین یک مکانیسم دمپر برای کنترل است.

رطوبت گیرها

رطوبت‌گیرهای مکانیکی به طور گسترده‌ای برای استخرهای سرپوشیده مورد استفاده قرار می‌گیرند. آن‌ها طوری طراحی می‌شوند که ظرفیت زدایش رطوبت بالایی دارند، نسبت گرمای محسوس پایینی داشته باشند و از یک سیکل تبرید استاندارد بهره ببرند. این رطوبت‌گیرها مجهز به کندانسورهای مبرد چندگانه هستند تا سرمایش فضا، بازگرمایش هوا و گرمایش آب استخر قابل دستیابی باشد. ضمن این که کنترل دمای فضا و نقطه شبنم محیط استخر نیز صورت می‌گیرند. رطوبت‌گیرهای مکانیکی به لحاظ استفاده حداکثر از گرمای دفع شده بسیار مناسبند. از آنجا که تبخیر آب استخر موجب اُفت دمای آب می شود، گرمایش آب استخر در تمام طول سال موردنیاز خواهد بود. بنابراین استفاده از گرمای دفع شده برای گرمایش آب استخر از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در صورتی که مقررات اجازه دهند بازیابی رطوبت چگالیده شده از هوا و برگشت آن به استخر می تواند امری مقرون به صرفه باشد زیرا مقدار آب جبرانی مورد نیاز را کاهش می‌دهد. در استخرهای بزرگ و فعال می توان در هر ساعت صدها پاوند رطوبت را بازیابی نمود.

کل نیازهای گرمایشی موجود تشکیل شده است از تلفات جداره استخر، هوای تهویه و خود آب استخر به دلیل سرد شدن پیوسته ناشی از تبخیر، به طور کلی یک وسیله گرمایش کمکی برای آب استخر و همچنین هوا مورد نیاز می باشد. اگر چه مهم نیست که تجهیزات مورد استفاده برای رطوبت‌گیری از چه نوعی باشند، اما رطوبت‌گیرهای که بتوانند گرمای بلااستفاده حاصل از فرآیند رطوبت‌گیری را به آب استخر برگردانند، مصرف انرژی را به طور چشمگیری کاهش می‌دهند. آبگرمکن‌های کمکی برای آب استخر باید به گونه‌ای اندازه‌گیری شوند که اُفت گرمای کل ناشی از تبخیر و ورود آب جبرانی سرد را جبران کنند. آبگرمکن کمکی همچنین باید از ظرفیت کافی برای گرم کردن کل آب استخر تا رسیدن به دمای عملیاتی در یک مدت زمان معقول برخوردار باشد، این کار وقتی صورت می گیرد که استخر بعد از عملیات نگهداری یا به 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 محبوبیت بیشتری برخوردار خواهند بود. این واحدها معمولاً از ادوات بازیاب گرما از قبیل لوله‌های حرارتی یا مبدل‌های حرارتی هوا به هوا بین هوای اگزاست و هوای تازه خارج بهره می‌برند. اما وقتی دمای نقطه شبنم هوای خارج بالای ۶۰ تا ۶۵ درجه فارنهایت (۱۵تا ۱۸ درجه

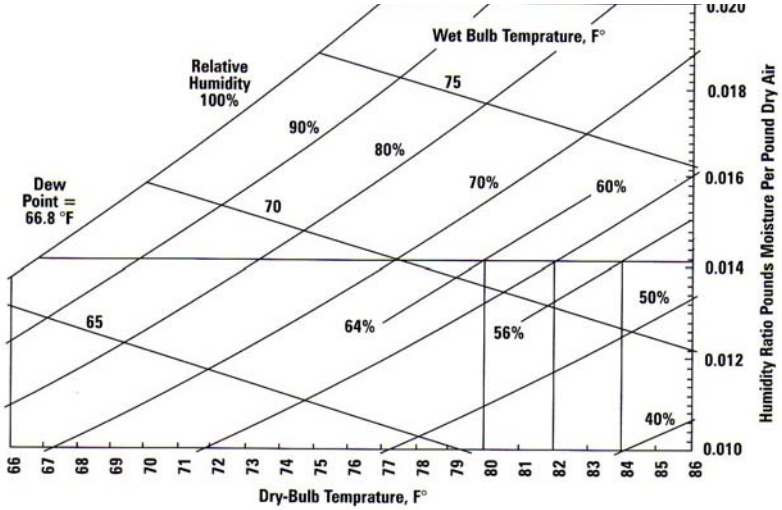
رطوبت گیرها

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 سانتی گراد) باشد، حفظ دمای هوا در سطوح مطلوب نیز ممکن نخواهد بود که در این موارد باید از یک نوع کویل سرمایشی کمکی بهره گرفت. همچنین برای شرایط زمستانی به گرمایش کمکی نیاز خواهد بود. از ادوات بازاریاب گرمای هوا به هوا می‌توان برای بازیابی انرژی از هوای اگزاست به هوای رفت استفاده نمود که بدین ترتیب اندازه وسایل گرمایش کمکی کاهش می‌یابد. البته طراح هنگام منظور کردن این ادوات باید از مشکلات محتمل ناشی از بار رطوبتی بالای هوای اگزاست آگاه باشد. اگر وسیله بازاریاب گرما از راندمان بالایی برخوردار باشد، در دماهای پایین هوای خارج ممکن است در سمت اگزاست مبدل حرارتی چگالش رطوبت و انجماد رخ دهد. اما اگر راندمان وسیله بازاریاب گرما زیاد نباشد، در این صورت منافع آن هم کمتر بوده و به گرمایش کمکی بیشتری نیاز خواهد بود. از چرخ‌های آنتالپی در استخرهای سرپوشیده استفاده نمی‌شود زیرا نیازی به افزایش رطوبت در هوای ورودی وجود ندارد. رطوبت‌گیرهای استخرهای سرپوشیده اساساً برای زدایش بار رطوبتی انتخاب می‌شوند. نرخ‌های چرخش هوا و مقتضیات هوای خارج باید تا حدی مدنظر باشند. سازندگان رطوبت‌گیر دارای برنامه‌های کامپیوتری هستند که به طراح در انتخاب تجهیزات مناسب کمک می‌کنند. بارهای سرمایی محسوس بالقوه ناشی از شیشه‌های رو به جنوب یا نورگیرهای گسترده نیز باید مورد توجه قرار گیرند. البته لحاظ کردن این بارها ممکن است باعث شود که اندازه تجهیزات رطوبت‌گیر بزرگ‌تر از حد شود. همانطور در شکل ۱۷ دیده می‌شود مقدار واقعی رطوبت در هوا (رطوبت مطلق) توسط دمای نقطه شبنم مشخص می‌شود. در فضاهای استخری مرطوب، مقدار واقعی رطوبت هوا حتی با کارکرد تجهیزات رطوبت‌گیر خیلی سریع تغییر نمی‌کند. از سوی دیگر، (شکل ۱۷) نشان می‌دهد که رطوبت نسبی می‌تواند با تغییر کوچکی در دمای حباب خشک فضا به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر کند. این بسیار مهم است که سیستم کنترل رطوبت‌گیر استخر 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 از این قابلیت برخوردار باشد که دمای اسمی فضا و نقطه تنظیم رطوبت نسبی در داخل خود به دمای نقطه شبنم تبدیل کند.

خلاصه

به استخرهای سرپوشیده نباید همانند فضاهایی نگریست که تنها نیاز به تهویه مطبوع دارند. در این مقاله جنبه‌های مهم و نکات اساسی در طراحی موفقیت‌آمیز استخرهای داخلی بررسی شدند. رطوبت مهم‌ترین عاملی است که باید مورد قرار گیرد. طراح باید به دنبال یافتن و حذف مکان‌هایی باشد که رطوبت در آن‌ها تجمع می‌یابد. سطوحی که دائماً مرطوبند علاوه بر ایجاد ظاهر زشت دچار خوردگی و تخریب زودهنگام خواهند شد. توزیع درست هوا یکی دیگر از جنبه‌های مهم طرح است. سیستم توزیع هوا در استخر سرپوشیده جایی برای اعمال مهندسی ارزش در طرح نیست. اگرچه کیفیت شیمیایی آب فراتر از کنترل طراح است اما یکی از جنبه‌های مهم طرح به شمار می‌رود. طراح باید تمهیدات لازم برای تأمین بهترین کیفیت هوا را بیاندیشند حتی اگر اُپراتورهای استخر وظیفه خود را در خصوص وضعیت شیمیایی آب استخر به درستی انجام ندهند. انواع مختلفی از تجهیزات موجودند که به طور خاص برای کاربردهای استخر سرپوشیده طراحی شده‌اند. هرگز نباید برای این منظور از دستگاه‌های تهویه مطبوع معمول (استاندارد) استفاده کرد. ساخت استخرهای سرپوشیده به دلیل ملاحظات خاص طراحی و تجهیزات مورد نیاز، گران تمام می‌شود. ضمن این که راهبری آن‌ها نیز پرهزینه است. سیستم‌های استخرهای سرپوشیده را نمی‌توان خاموش کرد. استخر و تجهیزات رطوبت‌گیر آن به مراقبت و نگهداری پیوسته نیاز دارند.

شکل ۱۷- کنترل دمای نقطه شبنم



ضمیمه۱: مقابله با بوها

دلایل زیادی در خصوص پیدایش بوها در استخرهای سرپوشیده وجود دارند که شایع ترین آن ناتوانی یا قصور اپراتورهای استخر در حفظ کیفیت شیمیایی مناسب آب است. این امر ممکن استناشی از عدم آموزش اپراتورها، خرابی تجهیزات ضدعفونی کننده، یا استفاده سنگین از استخر توأم با ساعات طولانی آن باشد. در اکثر اوقات، شکایات افراد از شرایط استخر سرپوشیده در مورد بوها وطرح می‌شوند، نه رطوبت یا دما. اپراتورهای استخرهای تجاری باید کیفیت آب را حداقل روزانه و طی دورههای اشغال استخر هر ساعت تست و ثبت کنند. عوامل زیادی در حفظ کیفیت شیمیایی مناسب استخر دخیلند که در اینجا تنها به تعدادی از آنها اشاره می شود. اپراتورهای استخرهای تجاری باید در زمینه تثبیت کلیه پارامترهای استخر آموزش ببینند. در ایالات متحده اکثر استخرهای داخلی با استفاده از اشکال مختلف گازکلر، سدیم هیپوکلریت و کلسیم هیپوکلریت ضدعفونی می شوند. سایر روشهای ضدعفونی شامرد کاربرد ترکیبات برم، ازن، نقره و ید می‌باشند. در صورت استفاده از کلر، باقیمانده آزاد کلر را باید در حد ۱ تا**3 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. کلرآمینها 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" (قابل دسترس در آدرس **www.npsf.com**) توصیه می کند که سطح کلر ترکیبی را باید در حد کمتر از **ppm2/0** نگه داشت. برای تعیین سطح کلر ترکیبی اغلب از یک وسیله تستکننده 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 میدهند زیرا

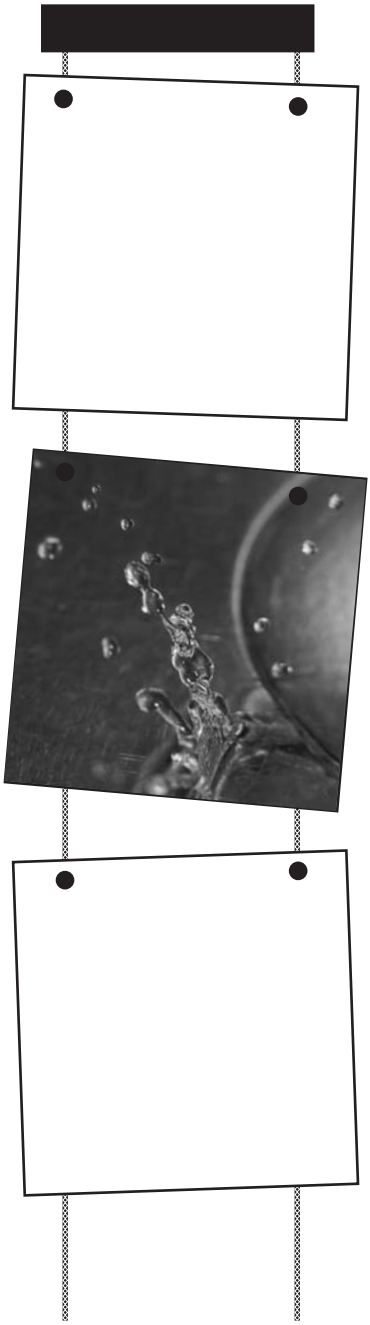
مقایسه رنگ بسیار دشوار خواهد شد. البته وسایل دقیق‌تر و گران‌تری نیز وجود دارند ولی اکثر اپراتورهای استخر یا چیزی درباره آن‌ها نمی‌دانند یا نمی‌توانند آن‌ها را تهیه کنند. یک راه سریع برای پی بردن وضعیت نامناسب آب استخر، توجه داشتن به بو بلافاصله بعد از ورود به استخر است. اگر ظرف ۱۰ تا ۲۰ ثانیه اول بوی قابلِ 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 چندوقت نیاز به کلرزنی زیاد یا شوک کلر دارند. هنگامی که سطح کلر ترکیبی به ۰/۲ ت **5/0 ppm** برسد، شوک کلر ضروری خواهد بود.

اگر از استخر استفاده سنگین می شود 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 ده استخر افزایش دهد. برای این منظور مقدار کلر آب استخر معمولا باید به ۸ تا **ppm10** افزایش یابد. واحدهای رطوبتگیر استخر که با ۱۰۰٪ هوای خارج کار می کنند با قرار گرفتن در وضعیت تخلیه می توانند پسمانده های حاصل از فرآیند شوک کلر را سریعا شتشو داده و بزدایند و موجب کاهش زمان مورد نیاز برای این فرآینمد شوند. البته طی موقعیت تخلیه، تغییر شرایط فضا از 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** است. استخرهای شنا باید کمی قلیایی و در محدوده **PH** بین ۷/۲ تا ۷/۶ نگه داشته شوند که این از دو جنبه اهمیت دارد، اولا این محدوده برای چشمهای شناگران آزاردهنده نیست. ثانیا حفظ **PH** در این محدوده باعث می شود که مواد شیمیایی استخر از جمله کلر بیشترین تاثیر را داشته باشند. **PH** زیر ۷ موجب خوردگی اجزای استخر و همچنین کاهش تاثیر کلر می شود. قلیائیت کل و سختی آب نیز حائز اهمیتند و با سایر فاکتورهایی که قبلا بحث شدند در تعادل باشند. تشکیل رسوب و مشکلات کنترل **PH** از سطح نادرست این پارامترها ناشی می شوند.

ضمیمه ۲ : استخرهای سرپوشیده، ساعات کارکرد طولانی ، اشغال متغیر

استخرهای شنای تجاری ممکن است خیلی طولانیتر از ساختمانهای تجاری اشغال شوند. این استخرها معمولا ساعت ۵ یا ۶ صبح برای شناگران صبحگاهی باز می شوند و تا ساعت ۱۰ شب یا حتی دیرتر برای برگزاری مهمانیها یا مسابقات ورزشی بازمی مانند. طی دوره های آموزش وتمرین، تیمهای شنا با شنای سرتاپای خود در طول استخر باعث تلاطم آب شده و موجب بالارفتن نرخ تبخیرآب استخر می شوند. این در حالی است که از استخرهای خانگی فقط چندساعت در روز استفاده می شوند. طراحان باید کنترل رطوبت و دمای استخر را برای مواقعی که استخر کاملا اشغال شده و پر از تماشاچی است، تامین کنند. هر چند که در اکثر اوقات سطح افراد و فعالیتها تا این اندازه بالا نیست. این امر موجب نوسانات گسترده ای در بارهای رطوبتی میشود که باید توسط دستگاههای رطوبت گیر تعدیل گردد.

برای استخرهایی که از آنها به طور مقطعی و هر چندوقت یک بار استفاده میشود، شاید قابل قبول باشد که اندازه دستگاههای رطوبتگیر را کمی کوچکتر از حد درنظر گرفت. از آنجا که با افزایش فعالیتها تشکیل رطوبت خیلی سریع صورت می گیرد، هنگام تصمیم گیری در خصوص اندازه گیری کوچکتر از حد رطوبتگیرها بهتر است نوع دوام فعالیتهای افزایش یافته و همچنین میزان تحمل ساختمان و پرسنل در برابر افزایش رطوبت نسبی برآورد شوند.

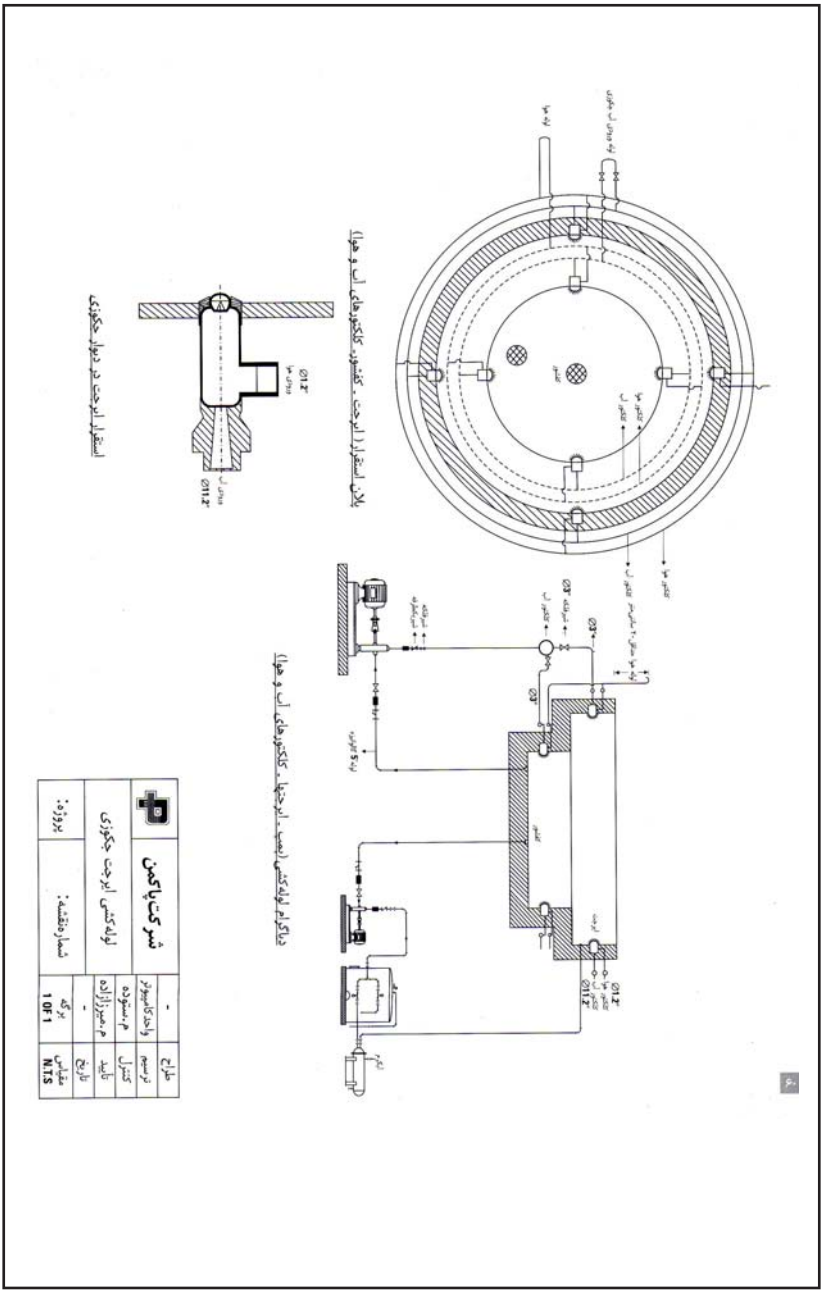


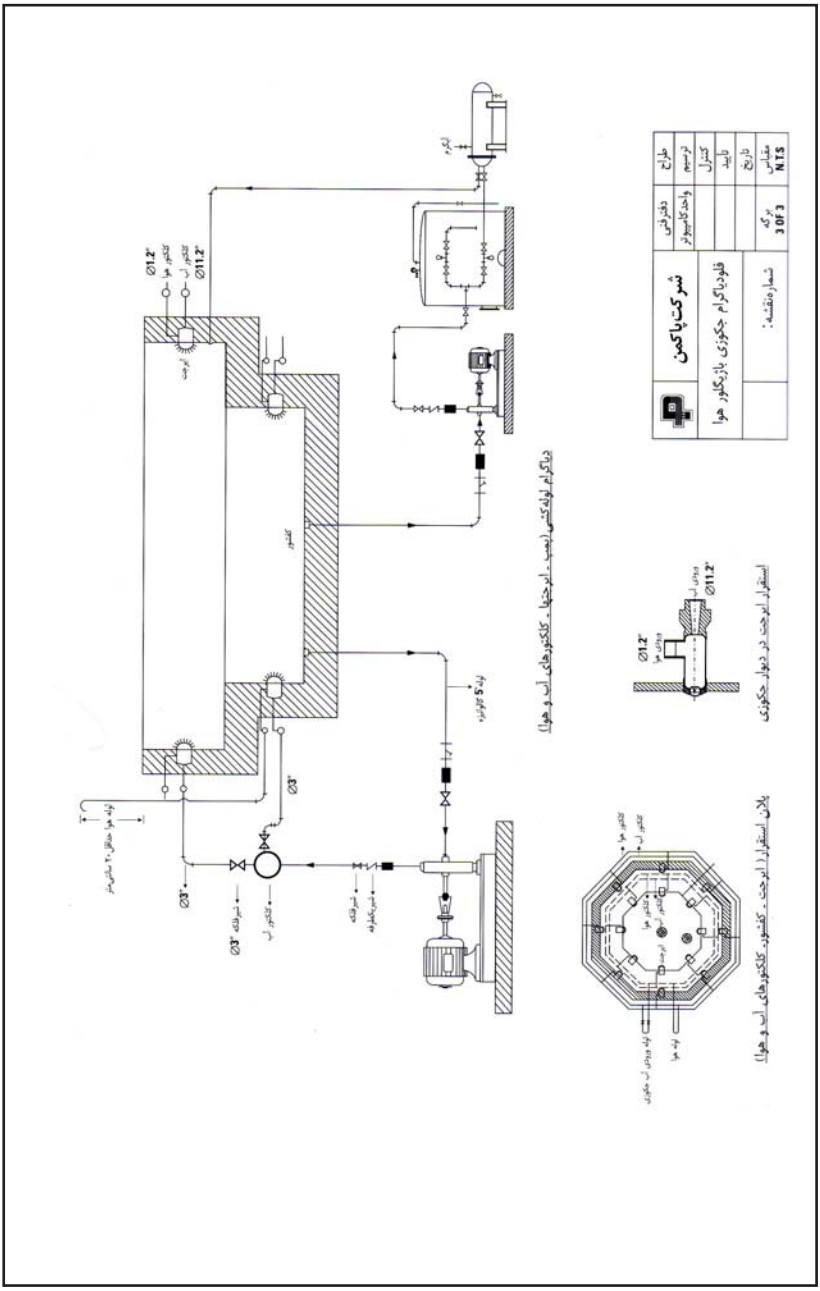
راهنما

۱ - دیگ آب گرم
۲ - دیگ بخار
۳ - پمپها
۴ - مبدع کویلی
۵ - سختی گیر
۶ - فیلتر شنی
۷ - هوگیر استخر
۸ - مبدل حرارتی
۹ - فضای آزاد
۱۰- فضای باز جهت تعویض لوله‌ها

طراح	دفترفنی	**شرکت پاکمن**	
ترسیم	واحدکامپیوتر		
کنترل		جانمائی موتورخانه استخر سرپوشیده	
تایید			
تاریخ			
مقیاس	برگه	شماره‌نقشه:	
N.T.S	2 OF 3		

شرکت پاکمن
لوله کشی ابرجت جکوزی
شماره نقشه:
پروژه:
طراح
-
ترسیم
واحد کامپیوتر
کنترل
م.نشوده
تایید
م.میرزازاده
تاریخ
-
مقیاس
N.T.S
برگه
1 OF 1
دیاگرام لوله کشی (نصب ـ ابرجتها ـ کلکتورهای آب و هوا)
پلان استقرار (ابرجت ـ کفشور ـ کلکتورهای آب و هوا)
استقرار ابرجت در دیوار جکوزی


پلان استقرار ابرجت ـ کفشور ـ کلکتورهای آب و هوا
استقرار ابرجت در دیوار حکوزی
دیاگرام لوله‌کشی (بعت ـ ابرجتها ـ کلکتورهای آب و هوا)
شرکت پاکمن
لوله‌کشی ابرجت جکوزی
طراح
ترسیم
کنترل
تایید
تاریخ
مقیاس
برگه
شماره نقشه:
پروژه:
1 OF 1
N.T.S


شرکت پاکمن
فلودیاگرام جکوزی باریکفور هوا
شماره نقشه :
دفتر فنی
واحد کامپیوتر
طراح
ترسیم
کنترل
تایید
تاریخ
مقیاس
NTS
برگه
3 OF 3
دیاگرام لوله‌کشی (بمب ـ ابرجتها ـ کلکتورهای آب و هوا)
استقرار ابرجت در دیوار جکوزی
پلان استقرار ابرجت ـ کفشور ـ کلکتورهای آب و هوا)
کفشور
لوله 5 کفشور
لوله هوا حداقل ۲۰ سانتی‌متر
ابرجت
لیکور