A black and white photograph of an indoor swimming pool. The pool is filled with water and has lane lines marked on the surface. A diving board is visible at the far end of the pool. The pool is surrounded by a tiled deck and a dark metal railing. The ceiling has several cylindrical pendant lights. The text is overlaid on the upper part of the image.

چیلرها در خدمت گرمایش مراکز آبی

آب و هوایی دارای شرایط خاصی است که به آب و هوای مدیترانه‌ای شهرت دارد. اینگونه از شرایط آب و هوایی، دارای زمستانی سرد و مرطوب به همراه تابستانی گرم و خشک می‌باشد. شرایط خاص زمستان باعث شده است که افراد برای شنا کردن استخرهای سرپوشیده را در نظر بگیرند. علاوه بر این، با بالا رفتن سطح آگاهی عمومی مردم از بیماری‌های پوستی موجب شده تا در تابستان نیز همچون زمستان استفاده از استخرهای سرپوشیده مشتری زیادی پیدا کند.

افرادی که شنا را به طور تقریباً حرفه‌ای پی می‌گیرند عموماً انتظار دارند که درجه حرارت آب استخر در حدود ۲۶ درجه سانتیگراد باشد. بهر حال درجه حرارت آب اینگونه استخرهای مجلل از این مقدار تجاوز کرده و حتی به ۳۰ درجه سانتیگراد نیز می‌رسد. در واقع باید گفت برداشت اغلب گردانندگان اینگونه مراکز آبی تفریحی اینست که گرمتر بودن درجه حرارت آب استخر با میزان استقبال عمومی از این اماکن رابطه مستقیمی دارد.

شرایط قابل قبول داخلی:

عوامل مختلفی باید در کنار همدیگر قرار گیرد تا شرایط بوجود آمده داخل محوطه استخر برای تماشاگران و همچنین تماشاچیان قابل قبول باشد. اما متأسفانه اغلب اوقات شرایط محیطی که این دو گروه انتظار دارند به طور مشهودی با همدیگر اختلاف دارد. افرادی که در داخل آب قرار دارند به آب اینطور نگاه می‌کنند که عاملی است تا با شنا کردن در آن به آسایش و تفریح دست یابند و این افراد اغلب از شرایط هوایی که استخر را در بر گرفته است غافل می‌باشند.

در دیگر مقالاتی که به تازگی انتشار یافته اند این مسئله مورد توجه قرار گرفته است که می‌بایست درجه حرارت هوای بالایی آب استخر حداقل یک درجه سانتیگراد از درجه حرارت آب استخر بالاتر باشد. در این شرایط، لازم است دمای پیرامونی پایدار نگه داشته شود تا با اینکار بتوان نرخ تبخیر آب استخر را به میزان قابل توجهی کاهش داد. بهر حال با توجه به اینکه درجه حرارت آب اینگونه استخرها به ۳۰ درجه سانتیگراد بالغ می‌شود، لذا

مجموعه‌های تفریحی آبی سرپوشیده امروزی دارای پتانسیل بسیار بالایی برای مصرف انرژی هستند و این مصرف بالا خود را بیشتر زمانی نشان می‌دهد که استخر اصلی این مجموعه آبی به صورت سرپوشیده باشد. چون هم به جهت گرمایش آب استخر و هم برای ایجاد شرایط بهینه محیط اطراف استخر انرژی زیادی صرف می‌شود. در واقع دو جریان مصرف انرژی متضاد و کاملاً وابسته وجود دارد. یکی از این دو جریان مصرف انرژی مختص گرم کردن آب استخر بوده و دیگری به جهت ایجاد شرایط مطلوب محوطه استخر بکار می‌رود.

شرایطی که مطرح شد را باید به گونه‌ای بوجود آورد تا هم برای مالکان و هم برای مشتریان این مراکز آبی قابل قبول باشد. اگر درجه حرارت آب استخر و محوطه آن بسیار پایین باشد، شرایط بوجود آمده برای مشتریان ناخوشایند می‌گردد. از طرف دیگر اگر آب استخر و محوطه آن دارای شرایط بسیار گرمی باشد، برای مالکان این مراکز چنین وضعیتی غیر قابل قبول بوده و دلیل آن را می‌توان هزینه بالای انرژی دانست که آنان مستلزم به پرداخت آن هستند. یک دستگاه چیلر معمولی این توانایی را دارد تا از مزایای ترمودینامیکی یک مبرد گازی شکل تراکم پذیر بهره‌گیری کند و این مزایا را با یک مصرف برنامه‌ریزی شده از حداکثر مصرف انرژی الکتریکی تلفیق کند تا بتواند شرایط بسیار مطلوبی برای مشتریان اینگونه مراکز آبی فراهم آورد. هم‌زمان با آن شرایط بوجود آمده کارکردی برای مالکان اینگونه مراکز کاملاً قابل قبول باشد.

مقدمه:

مرکز آبی بیس واتر (Bayswater) در حومه شهر پرت و در غرب استرالیا واقع شده است. شهر پرت از نظر

وارد محوطه استخر می شود می بایست هر دو این شرایط که پیشتر بیان شد را داشته باشد. برای تاثیر بیشتر هوای ورودی، لازم است تا این هوا از پیرامون محوطه استخر به داخل آن تزریق شود که اینکار علی الخصوص می بایست از کنار پنجره ها انجام پذیرد. هوای تمیزی که هیچگونه بوی نامطبوعی به همراه خود ندارد به آرامی در سراسر محوطه استخر پخش شده و به آهستگی به سمت بالا حرکت می کند تا به مکان خاصی که ادوات مربوط به تخلیه هوا قرار دارند برسد. نکته دیگر که می بایست بیان داشت اینست که توزیع هوا به این شیوه باعث می شود سرعت هوا در سراسر سطح استخر و همچنین بالای سر شناگران به حداقل برسد.

دستگاه وارد کننده هوا به داخل محوطه استخر این هوای تمیز را پس از عبور از فیلترهای مربوطه و همچنین کویل های بازیافت حرارتی (۱) که به جهت پیش گرمایش بکار می رود به محوطه استخر وارد می کند. کویل ها مذکور حرارت خود را از آب گرمی که در آن ها جریان دارد کسب می کنند و این آب نیز توسط دستگاه گرمایشی مرکزی گرم می شود. وظیفه ورود هوا را نیز فن هایی از نوع سانتریفوژ منحنی شکل (۲) بر عهده دارند.

بر اساس استاندارد شماره ۱۶۶۸ استرالیا (AS ۱۶۶۸) میزان حداقل مقدار تهویه هوا به ازای هر نفر ۱۰L/s تعیین شده است. هرچند تجربه نشان داده است، در



می بایست درجه حرارت هوای بالای استخر به بیش از ۳۰ درجه برسد که در این وضعیت رطوبت نسبی تقریباً به ۷۰ درصد می رسد. متأسفانه می بایست گفت شرایط نام برده شده برای تماشاگران پیرامون استخر به هیچ عنوان قابل قبول نیست. از دیگر سو، تاثیری که این شرایط دمایی و رطوبتی بر روی رنگ قسمت درونی ساختمان می گذارد بسیار مهم و قابل تامل است. برای اینچنین سیستم هایی که دارای هزینه انرژی بسیار بالایی هستند کار بسیار متداولی که انجام می پذیرد اینست که سیستم را در تمام طول شب خاموش نمود. این کار به طور کل به آن صورت قابل قبول نیست و دلیل آن را می توان اینچنین دانست که از افت حرارتی که در طول شب ایجاد می شود و بواسطه بخار آب نسبتاً فراوانی که در محوطه استخر وجود دارد، شبم ایجاد شده، سپس بر روی قطعات داخلی استخر نشست و به آن ها آسیب می رساند. علاوه بر این مورد میزان افت حرارتی که در طول شب از آب استخر ایجاد می شود می بایست توسط دستگاه های گرمکن آب استخر پس از شروع بکار مجدداً تامين شود. با توجه به مطالب بیان شده اینطور استنباط می شود که در یک دوره کارکرد بیست و چهار ساعته بدلیل خاموش شدن سیستم گرمایشی در سراسر شب هیچگونه صرفه جویی مالی انجام پذیرفته است. علاوه بر موارد بیان شده می بایست یک تهویه (ونتیلیشن) دائمی در استخر وجود داشته باشد که دو دلیل می توان برای آن ذکر کرد: دلیل اول ایجاد شرایط مناسب برای افراد ساکن در محوطه استخر و دلیل دوم زدودن بو و هوای نامطبوعی است که در محوطه استخر وجود دارد. تعویض و گرمایش هوای استخر دو مقوله ای هستند که می بایست آن ها را به صورت همزمان مورد بحث و بررسی قرار داد. علاوه بر این مطلب در یک استخر شنا این حالت نیز صحیح است که گرمایش هوای تعویضی تقریباً ۶۰ درصد هزینه کل پرداختی بابت انرژی گرمایشی را بر عهده دارد. عوامل نام برده شده سبب می شوند تا مالکان در پی این باشند که هزینه انرژی پرداختی خود را پایین بیاورند. در این حالت، اساس کار رساندن تعداد تعویض هوا به پایین ترین نرخ قابل قبول است و این امر مهندسین طراح را ناچار می سازد تا سیستم بازیافت حرارتی باراندمان بالا برای مجموعه طراحی نماید.

شرایط حاکم بر سطوح داخلی و همچنین میزان انباشتگی هوای نامطبوع موجود در استخر عموماً سبب می شود تا از نرخ تعویض هوای پایینی بهره برده شود، با این شرط که مقدار آن هنوز قابل قبول باشد. بهر حال هوایی که به این طریق



جاهاییکه وظیفه اصلی استریلیزاسیون آب استخر بر عهده کلرین است تعداد تعویض هوا تقریباً به پنج بار به ازای هر ساعت می رسد. البته این مقدار در مرکز آبی بیس و اثر به سه بار تعویض هوا به ازای هر ساعت می رسد که دلیل آن استفاده از اوزن بجای استفاده از کلرین به جهت استریلیزاسیون آب استخر می باشد. این نکته مهم را نیز نباید از خاطر برد که هر چه تعداد دفعات تعویض هوا کمتر باشد، مستلزم اینست که بر نحوه توزیع هوا در محوطه استخر دقت بیشتری انجام پذیرد.

باز یافت حرارت :

راه های مختلفی برای باز یافت حرارت بدون استفاده از تجهیزاتی که اساس کار آن ها مبرد موجود در آن ها می باشد (۳) وجود دارد که به نحو بسیار خوبی قابلیت کاربرد دارند. از آن جمله می توان به کویل های مارپیچ (۴) و مبدل های حرارتی دوار (۵) اشاره داشت که در این میان سیستم کویل های مارپیچ از مقبولیت بیشتری برخوردار هستند که دلیل آن را می توان انعطاف پذیری بیشتر اجزا تشکیل دهنده آن در طرح بندی و ایجاد اینگونه سیستم ها دانست. تقریباً ۶۵ درصد از انرژی که صرف گرم کردن هوای تعویضی می شود را می توان به کمک این کویل های مارپیچی مورد باز یافت قرار داد. به سادگی می توان نشان



داد که دوره بازگشت سرمایه اینگونه کویل ها تقریباً سه سال است. به علاوه اینکه این امکان وجود دارد که این دوره بازگشت سرمایه کوتاهتر شود که این حالت زمانی پیش می آید که کویل های مورد استفاده از جنس آلومینیوم با ترکیبات مس باشد. هر چند این امکان وجود دارد که در دوره بازگشت سرمایه نظری که بیان شد، پدیده خوردگی موجب آسیب رساندن به این کویل های آلومینیومی شود.

در مرکز آبی بیس و اثر دو سیستم مجزا برای باز یافت حرارت بکار گرفته شده است. سیستم اول مشتمل بر یک کویل مارپیچ است که تقریباً وظیفه ۶۰ درصدی باز یافت حرارت را عهده دار است. ۴۰ درصد مابقی انرژی حرارت باز یافتی توسط یک سیستم باز یافتی از نوع تبریدی انجام می پذیرد که کل این صد درصد حرارت باز یافتی از دو استخر سرپوشیده اصلی این مجموعه مورد استحصال قرار می گیرد.

ملاحظات کلی در خصوص انتخاب چیلر ها :

انتخاب صحیح چیلر از مقوله هایی است که انتخاب صحیح آن ها باعث کامیابی و قابل استفاده بودن سیستم بکار برده شده می شود. در تمام مدت زمانیکه این سیستم در حال کار است یک بالانس انرژی میان ظرفیت آب سرد شده، حرارت تلف شده توسط آب کندانس کننده و میزان انرژی ورودی به موتور کمپرسور وجود دارد.

به طور کلی می توان اینطور بیان داشت که اگر ظرفیت چیلر انتخابی بیشتر از ظرفیت مناسب خود باشد در مقایسه با زمانیکه ظرفیتش کوچکتر از ظرفیت مناسبش باشد، در دسر بیشتری ایجاد می کند. به همین دلیل طراحان سیستم باید در این فکر باشند که چیلر انتخابیشان دارای بهترین ظرفیت ممکن باشد. این نکته بسیار با اهمیت را باید متذکر شد که سیستم های نام برده شده به یک منبع انرژی کمکی در موقع راه اندازیشان احتیاج دارند، علی الخصوص اگر این راه اندازی در زمستان انجام پذیرد. این منبع را همچنین می توان به عنوان یک عامل کمکی برای چیلرها در زمانیکه حد نهایت شرایط زمستانی پیش می آید بکار برد. علاوه بر موارد بیان شده، اغلب سازندگان چیلرها درجه حرارت آب خروجی از کندانسور را به ۴۰ درجه سانتیگراد محدود می کنند که این درجه حرارت برای ایجاد شرایط دمایی هیدروترابی و چشمه های آب معدنی مناسب نمی باشد. به همین دلیل به یک منبع گرمایی مازاد نیز احتیاج پیدا می شود. همچنین سیستم کنترلی تعبیه شده می باست این کارایی را داشته باشد تا این حرارت باز یافتی را در جایی که کمبود انرژی حرارتی وجود دارد، بکار برد. در این بین می توان وظیفه اصلی چیلرها را بر آوردن این احتیاجات به یک روش ثابت و دائمی دانست که با حداقل مصرف انرژی همراه باشد.

بار حرارتی :

اتلاف بار حرارتی آب استخر :

به طور کلی از سطح آب استخر به چهار طریق مختلف تلفات حرارتی وجود دارد که شامل هدایت، همرفت، تبخیر سطحی و تشعشع می باشد. تلفات حرارتی به طریق هدایت و تشعشع عموماً بسیار کم بوده و با توجه به بررسی های انجام شده، مقدار آن کاملاً قابل صرف نظر کردن است.

تصحیح Kms^2/Kg بکار برده شده است و این عامل منتج شده از نسبت میان ضریب انتقال حرارت و انتقال جرم می باشد.

این مطلب به راحتی قابل درک است و دلیل آن را می توان اینچنین دانست که میزان حرارت داده شده به آب استخر موجب تبخیر شدن از سطح استخر می شود. این بخارات موجب می شوند تا میزان رطوبت نسبی در فضای داخل استخر افزایش پیدا کند و در پی آن این بخارات اضافی آب بر روی کویل های بازیافت حرارت تعبیه شده دوباره چگالیده می شود. به همین سبب فقط یک بازیافت حرارت انجام می گیرد و نه یک بازیافت آب استخر.

میزان Pw و Pa را می توان با دانستن درجه حرارت مخصوص به هر یک از جداول بخار مورد استخراج قرار داد. این مطلب را نیز از یاد نبرد که در هر صورت میزان فشار بخار جزئی در داخل استخر به میزان رطوبت نسبی وابسته است. شکل یک میزان مقادیر مختلف Pw و Pa را بر حسب مقادیر متفاوت درجه حرارت و میزان رطوبت نسبی نشان می دهد.

علاوه بر موارد بیان شده فاکتورهای دیگری نیز وجود دارد که در محاسبات بار گرمایی می بااست ملحوظ شوند. از آنجمله تاثیر شناگران و فعالیت آن ها است که این اثر ممکن است مثبت و یا منفی باشد. به سبب فعالیتی که شناگران در آب انجام می دهند انرژی حرارتی آزاد می کنند که این عاملی مثبت به حساب می آید. اما از سوی دیگر هر چه مساحت سطح استخر بیشتر باشد این تاثیر خود را به صورت منفی نشان می دهد. می بایست گفت که در مجموعه ورزشی بیس واتر توجه کافی برای بهینه سازی چنین تاثیراتی و اقدام شایسته ای برای رفع آن ها انجام پذیرفته است. به جای آن سازندگان از روش سنتی استفاده نموده اند که در طی آن به طور ساده از Multiplier در قسمت سطحی آب استخر استفاده شده است که در طول ساعاتی که از استخر استفاده می شود مبادرت به تنظیم درجه حرارت آب استخر می نماید.

این مطلب را نیز باید بیان داشت که در طی مرحله طراحی عملکرد هرگونه امکانات و تسهیلاتی که بتواند تجهیزات طراحی را تکامل بخشد، شناخته شده و معین نیست و طراح می بایست تجربیات شخصی خود را بکار گیرد تا بتواند با به اجرا گذاشتن پارامترهای موثر میزان انعطاف پذیری را بالا ببرد تا اینکه در آینده به تغییرات دلخواه و مناسب دست یابد. این مطلب نیز به وضوح پیدا است که انتظارات انسان پیوسته در حال افزایش است و انسان ها همواره درصدد هستند تا درجه حرارت آب را به طور دائمی بالا نگه دارند. ضمن اینکه گرمای ناشی از فصل تابستان را کاهش دهند که چنین انتظاری کاملاً غیر معقول و عجیب است چراکه مسئولیت اصلی مهندسان کاهش مقدار مصرف سوخت و جلوگیری از به هدر رفتن آن است.

برای طراحی مجموعه بیس واتر پارامترهای زیر مورد بررسی قرار گرفته و مقادیر قابل قبول به شرح زیر است :

شرایط محوطه استخر: دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با رطوبت ۵۵ درصد.

درجه حرارت آب استخر: ۲۸ درجه سانتیگراد.

تلفات حرارتی به طریق همرفت برای استخرهای سرپوشیده ای که فضای درونی آن گرم می شود مقدار کمی است اما با این وجود می بایست در محاسبات منظور شود. تلفات حرارتی بواسطه تبخیر سطحی آب، مقدار نسبتاً زیادی را به خود اختصاص می دهد که به هیچ عنوان قابل صرف نظر کردن نیست. در واقع این اتلاف حرارتی قسمت عمده ای از بار حرارتی آب استخر را تشکیل می دهد که می بایست توسط سیستم گرمایشی جبران شود.

با توجه به مطالب بیان شده، دریافت می شود که دو مقوله ای که باید مورد بررسی قرار گیرد شامل انتقال حرارت به طریق همرفت و همچنین تبخیر سطحی است که این دو، کل تلفات حرارتی آب استخر را تشکیل می دهند. به بیان دیگر تلفات حرارتی کل آب استخر برابر است با مجموع انتقال حرارت همرفت و تبخیر سطحی. شیوه هایی توسط Czamecki برای محاسبه این مقدار از تلفات حرارتی ارائه شده است که سپس این روش های پیشنهادی توسط Prior و Boadle مورد امتحان و تایید قرار گرفته است. خلاصه ای از مجموعه این روش های پیشنهادی در ادامه آورده می شود.

$$Qc = Hc (Tw - Ta)$$

Qc : میزان حرارت انتقال داده شده توسط همرفت بر حسب وات بر متر مربع.

Hc : ضریب انتقال حرارت بر حسب وات بر متر مربع درجه سانتیگراد.

TW : درجه حرارت آب استخر بر حسب درجه سانتیگراد.

Ta : درجه حرارت محیط داخلی استخر بر حسب درجه سانتیگراد.

سرعت هوا در استخر فاکتوری است که بیشترین تاثیر را بر روی ضریب انتقال حرارت همرفت داشته و رابطه میان سرعت و ضریب انتقال حرارت در رابطه ای توسط Sheridan ارائه شده است که عبارتست از:

$$Hc = 2/1 + 4/1 V$$

که در این فرمول V سرعت هوا در استخر بر حسب متر بر ثانیه می باشد.

در استخرهای سرپوشیده با تقریبی بسیار خوب می توان مقدار این سرعت را $0/2$ متر بر ثانیه در نظر گرفت. با توجه به مطالب بیان شده می توان نوشت:

$$Hc = 2/1 + 4/1 (0/2) = 2/92$$

می باشد. با توجه به عدد بدست آمده و جایگزینی آن در فرمول اصلی خواهیم داشت:

$$Qc = 2/92 (Tw - Ta)$$

که بر حسب وات بر متر مربع خواهد بود.

اتلاف بار حرارتی بدلیل تبخیر:

در محاسبه تلفات بار حرارتی بواسطه تبخیر باید گفت در مقایسه با قبل از پیچیدگی بیشتری برخوردار می باشد و از اینرو از فرمول ساده شده زیر استفاده می شود:

$$Qe = 16/3 (2/1 + 4/1 V) (Pw - Pa)$$

که در آن:

Qe : حرارت تلف شده بواسطه تبخیر بر حسب وات بر متر مربع.

Pw : فشار تبخیر آب استخر در درجه حرارت TW بر حسب کیلو پاسکال.

Pa : فشار آب جزئی در درجه حرارت هوای استخر یا همان Ta بر حسب کیلو پاسکال.

در این بین علت وارد کردن عدد $16/3$ یکی کردن دیمانسیون ها است که برای

ضرایب مساحت سطح آب :

$$Q_e = 16/3(2/1 + [4/1 \times 0.2]) (P_w - P_a)$$

$$Q_e = 63/89 (P_w - P_a) (W/m^2)$$

از شکل شماره یک:

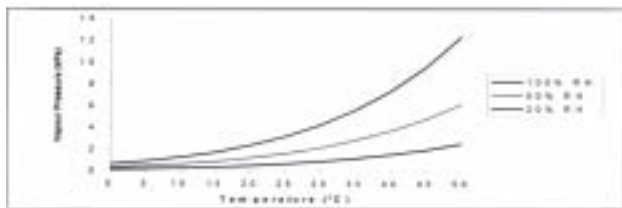


Figure 1. Value Pw and Pa for various temperatures and relative humidity.

$$P_w = 2/8 \text{ کیلو پاسکال}$$

$P_a = 2/2 = 1 \text{ کیلو پاسکال}$ در شرایط کاملاً اشباع (رطوبت نسبی صددرصد) در اینجا می بایست به این نکته مهم و تاثیر گذار توجه شود و آن تاثیر مقادیر مختلف میزان رطوبت نسبی بر روی میزان تلفات حرارتی آب استخر است. در شکل یک ترکیبی از تلفات حرارتی همرفت و تبخیر آب را بر حسب مقادیر مختلف

Leisure Pool	Lap Pool	
۲	۱/۵	در حال فعالیت
۲/۱	۱	در حال غیر فعال

اتلاف حرارتی به طریق همرفت:

$$Q_c = H_c (T_w - T_a)$$

$$H_c = 2/1 + 4/1 V$$

اگر میزان سرعت باد برابر با ۰/۲ متر بر ثانیه در نظر گرفته شود:

$$H_c = 2/1 + 4/1(0.2) = 3/92$$

سانتیگراد می باشد.

$$Q_c = 3/92 (28 - 25) = 11/75 \text{ W / m}$$

از اینرو:

اتلاف حرارتی به دلیل تبخیر:

$$Q_e = 16/3(2/1 + 4/1 V) (P_w - P_a)$$



تقسیم می‌شود که جز اول آن شامل تلفات حرارتی ناشی از دیواره ها، کف و سقف استخر بوده و جز دوم آن ناشی از تهویه هوای استخر می‌باشد. محاسبه میزان تلفات حرارتی ناشی از جداره های محوطه استخر به طریق معمولی و مرسوم انجام می‌پذیرد که این روش همان جمع تک تک تلفات حرارتی ناشی از هر یک از جداره های پیرامونی محوطه استخر می‌باشد. به هر حال این کار عموماً در اولین مرحله از فرآیند طراحی انجام می‌گیرد و آن زمانی است که اکثر اطلاعات مربوط به بخش معماری به صورت تقریبی بوده و آنچنان قابل قبول نیست و طراح می‌بایست با این اطلاعات خام مانورها و تست های مربوطه را انجام دهد تا به یک سری اطلاعات منطقی و واقع بینانه دست پیدا کند. این نکته مهم را نیز می‌بایست در خاطر داشت که جداره‌هایی که از جنس شیشه دوجداره هستند تلفات حرارتی کمی خواهند داشت و معمولاً جز کمی از کل بار حرارتی را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به این مطلب، دریافت می‌شود که به جداره‌هایی که از جنس شیشه هستند می‌بایست توجه ویژه ای شود. علی‌الخصوص با توجه به مطالبی که قبلاً بیان شد اکثر هوای گرم توزیع شده در محوطه استخر از این مکان به سمت بالا به حرکت درمی‌آیند. اما در عین حال این حقیقت نامطلوب را نیز باید قبول کرد که بخار آب چگالیده شده بر روی این شیشه‌ها تصویر ناپسندی را پدید می‌آورند.

از این رو میزان بار عبوری از جداره ها برای پروژه مرکز آبی بیس واتر در محاسبات شرایط طراحی تقریباً برابر با ۱۷۳ کیلو وات بدست آمده است.

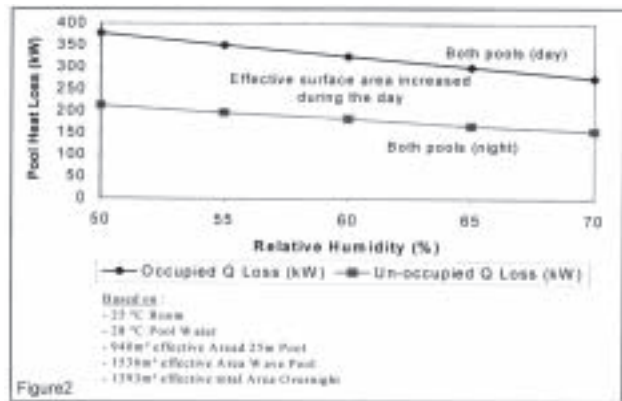
هوای تهویه :

به جهت ضد عفونی کردن آب استخر بیس واتر از سیستم تزریق اوزن بهره‌گرفته شده است و به همین جهت تعداد دفعات مورد نیاز برای تعویض هوا به سه بار در ساعت کاهش یافته است که همین مقدار بسیار رضایت بخش است. از اینرو میزان هوای تازه مورد نیاز برای این مجموعه به میزان ۱۹۰۰۰ L/S محاسبه شده است و میزان حرارت لازم جهت گرمایش آن نیز بدون اینکه از میزان انرژی بازیافتی استفاده شود، برابر با ۴۶۰ کیلو وات خواهد بود.

کل حرارت لازم جهت گرمایش Pool و Lap Pool و Minor Pools و Wave برابر با ۲۵۰ کیلو وات می‌باشد.

گرمایش محوطه:

از جداره‌ها: ۱۷۰ کیلو وات
 هوای تازه ورودی: ۴۶۰ کیلو وات
 کل بار گرمایی: ۹۸۰ کیلو وات
 در گذشته این حالت کاملاً قابل قبول بود که با توجه به ظرفیت گرمایی محاسبه شده و مورد نیاز، یک بویلر معمولی در تاسیسات نصب شود که در آن به آسانی میزان سوخت مورد نیاز محترق شده و مقدار حرارت مورد نیاز سالانه



نوع استخر	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)	میزان بار حرارتی (kW)
استخر بیس واتر	۱۷۳	۲۷۰	۱۵۳	۱۱۰۰۰	۱۴۱	۲۱۲	۵۰
استخر لاپ پول	۱۹۷	۲۵۱	۱۴۲	۱۱۰۰۰	۱۳۰	۲۰۴	۵۵
استخر لاپ پول	۱۸۲	۲۳۶	۱۳۳	۱۱۰۰۰	۱۲۰	۱۹۸	۶۰
استخر لاپ پول	۱۹۷	۲۰۱	۱۴۲	۱۱۰۰۰	۱۱۷	۲۰۸	۶۵
استخر لاپ پول	۱۵۶	۲۷۷	۱۱۲	۱۱۰۰۰	۱۵۶	۲۱۲	۷۰

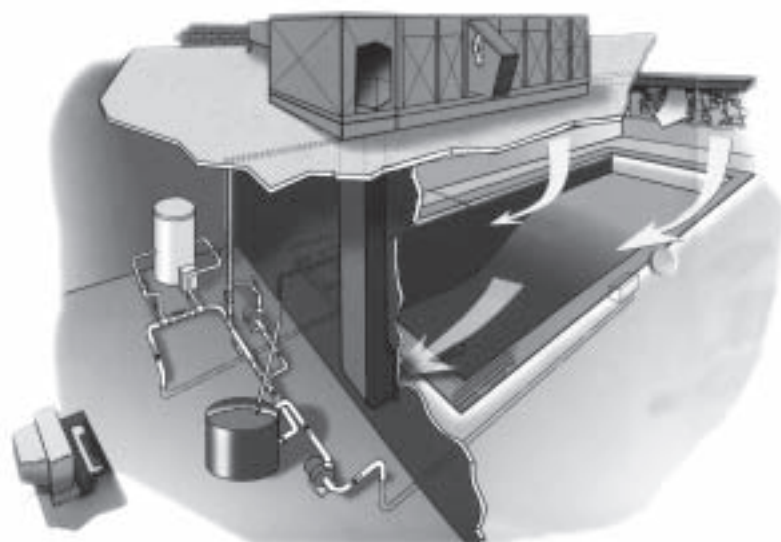
جدول شماره یک

رطوبت نسبی ملاحظه می‌شود که با توجه به آن میزان تاثیر زیاد جز اتلاف حرارتی ناشی از تبخیر آب قابل درک است.

در شکل شماره دو اطلاعات مربوط به جدول شماره یک به صورت گراف در آورده شده است که با دقت در آن مشاهده می‌شود افزایش میزان رطوبت نسبی سبب کاهش میزان تلفات حرارتی می‌گردد. به بیان دیگر مابین مقدار رطوبت نسبی و تلفات حرارتی رابطه ای معکوس برقرار است.

گرمایش محوطه استخر:

اصولاً میزان انرژی حرارتی مورد نیاز برای گرمایش محوطه استخر به دو جز



هزینه انرژی گرمایشی آب استخر:

به شرط اینکه فرض شود که درجه حرارت آب استخر و شرایط داخلی استخر ثابت باشد، محاسبه میزان هزینه های گرمایشی آب استخر نسبتاً آسان است. دو متغیر تاثیر گذار دیگری که باقیمانده و می بایست مورد بررسی قرار گیرد شامل اثرات سطح آب استخر و نرخ تعرفه های برق می باشد. این پیش بینی نیز انجام گرفته مبنی بر اینکه نرخ های تلفات حرارتی آب استخر در زمانیکه استخر در حال سرویس دهی و یا عدم سرویس دهی به شناگران می باشد، به ترتیب برابر با ۳۵۰ و ۲۰۰ کیلو وات خواهد بود. همچنین باید گفت نسبت های تعرفه های حداکثر در طی روزهای دوشنبه تا جمعه و در حد فاصل ساعت ۲۰ تا ۲۲ بعد از ظهر اعمال می شود. شکل شماره پنج در برآورد هزینه هایی که در ادامه آورده می شود، کمک شایانی خواهد کرد.

الف: الکتریکی:

مجموع حداکثر تعرفه (۱۰): (kWh) ۱۳۴۹۱۰۰

مجموع حداقل تعرفه (۱۱): (kWh) ۱۲۷۸۹۰۰

چیلر انتخابی توانایی تامین ۴۸۰ کیلووات انرژی گرمایشی را دارد که میزان انرژی الکتریکی ورودی آن نیز برابر با ۸۰ کیلو وات می باشد. از اینرو ضریب عملکرد چیلر برابر با هشت خواهد بود که با توجه به این داده ها برای هزینه ها خواهیم داشت:

دلار استرالیا $37300 = 0.175 \times (1278900/6)$

دلار استرالیا $12142 = 0.054 \times (1349100/6)$

در نتیجه کل هزینه الکتریکی پرداختی بابت گرمایش آب استخر برابر با ۴۹۴۴۲ دلار استرالیا خواهد بود.

ب: گاز:

قیمت یک واحد انرژی با توجه به قیمت های ثابت سال ۲۰۰۲ استرالیا، برابر با ۵/۳۶ سنت به ازای هر کیلو وات می باشد و با توجه به اینکه راندمان دیگ بخار برابر با ۸۵ درصد در نظر گرفته شده است، این قیمت به ۶/۳ سنت به ازای هر کیلو وات افزایش پیدا می کند.

از اینرو، با توجه به تلفات حرارتی معادل با ۲۶۲۸۰۰۰ کیلووات ساعت هزینه گاز را به طور تقریبی به صورت زیر محاسبه می شود:

دلار استرالیا $165564 = 0.063 \times 2628000$

در حال حاضر (سال ۲۰۰۲) میزان صرفه جویی در حدود ۱۱۶۰۰۰ دلار در سال است که مبلغ قابل توجهی می باشد.

گرچه می توان این میزان صرفه جویی را با روش تعدیل درجه حرارت آب استخر در آینده افزایش داد که این روش با بالا بردن درجه حرارت به میزان یک درجه سانتیگراد در طول دوره کارکرد حداقل مشتری به عنوان وسیله ای برای ذخیره سازی انرژی در داخل استخر مورد استفاده قرار داد.

از آن ها در پاره ای از پروژه ها محدودیت های خاصی اعمال شود.

سومین سیستمی که از آن باید نام برد سیستم های تبریدی است که در این سیستم ها اجازه انعطاف و مانور زیادی در طرح بندی تجهیزات و دستگاه ها به مهندسین داده می شود. در حالت ایده آل این توانایی وجود دارد که به آن مقدار از گرما و حرارت از جریان هوای خروجی دست پیدا شود که به جهت ارضا کردن کلیه احتیاجات حرارتی که شامل گرمایش محوطه و آب استخر می باشد کافی است.

اما با این وجود سیستم تبرید انبساط مستقیم (۸) دارای معایبی نیز می باشد که می توان به نحوه کنترل آن اشاره داشته داشت. علی الخصوص زمانیکه لازم است تا کندانسورهای مختلفی که در جاهای مختلف نصب هستند به مدار وارد شود که هر یک از این کندانسورها محتوی حجم های مختلفی از مبرد هستند. برای رفع شدن و برآوردن کلیه این احتیاجات لازم است تا از یک دستگاه چیلر نوع حلقه بسته (۹) بکار برده شود. اما در این میان مسئله بودجه محدودیت هایی را ایجاد می کند.

در بیس واتر می بایست یک سیستم آب خنک کن ۹۸۰ کیلو واتی نصب شود که در این بین شرایط بودجه ای حاکم، مانع از نصب چنین قدرتی می شده است. به همین دلیل با توجه به بودجه در اختیار، یک سیستم تقریباً ۴۰۰ کیلوواتی نصب و مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اختلاف ظرفیتی که ملاحظه می شود، مهندسین طراح به این حالت رهنمون شدند تا یک سیستم باز یافت حرارت را طراحی و نصب کنند که از دو قسمت تشکیل شده است که شامل بخش های تبریدی و طبیعی می باشد.

بالتبع این روش دارای مزایا و معایبی است. از مزایای آن می توان به انعطاف در آرایش بندی تجهیزات و سیستم، طراحی فشرده، سیستم های کنترلی نسبتاً آسان و رطوبت زدایی آن اشاره داشت. اما در کنار آن می بایست به معایب این سیستم نیز اشاره کرد که شامل دو قسمت است. اولین مشکل به عدم توانایی سیستم در زمان گرمایش ابتدایی فصل زمستان بر می گردد و مشکل دوم نیز دوره بازگشت سرمایه بود که می بایست به مشتری توضیح داده شده و به خوبی به او تفهیم شود.

از این دو مشکل، مورد اول به راحتی قابل حل بود که برای رفع آن از یک دیگ بخار با سوخت گازی که در محل پروژه از قبل موجود بود بهره برده شد. اما در مورد مشکل دوره بازگشت سرمایه قضیه کمی متفاوت بوده و می بایست این مشکل حل شود.

دوره بازگشت سرمایه :

در اینجا دوره بازگشت سرمایه برای سیستم باز یافت حرارت موجود مورد بررسی قرار می گیرد. این سیستم که همانا کویل های مارپیچی هستند بر اساس طرح های پیشین بنا و اجرا شده اند و به هیچگونه بازنگری و بدست آوردن اطلاعات جدید احتیاج ندارند. برای رسیدن به نتیجه مطلوب تنها لازم است تا قیمت چیلرهای مختلف مورد بررسی قرار گیرد.

هزینه انرژی گرمایشی محوطه استخر:

در مقایسه می بایست گفت که محاسبه هزینه انرژی گرمایشی محوطه استخر به مراتب دشوارتر می باشد که دلیل آن را می توان عدم ثابت بودن شرایط محیط خارج دانست. در هر حال، اگر فرض شود که مقدار بار حرارتی با اختلاف درجه حرارت ما بین داخل و خارج استخر متناسب باشد، با استفاده از روش درجه ساعتی (۱۲) می توان میزان انرژی مصرفی را برآورد نمود.

این روش که در واقع یک روش میانبری است، احتیاج به داده هایی دارد که برای این منظور یک طرح از میانگین ساعتی درجه حرارت برای هر فصل مورد نیاز است که سپس به آسانی بار تقریبی را در تعداد روزهای آن فصل ضرب می گردد. در هر حال، تعرفه های مختلف و متفاوتی پیش رو خواهد بود که همین عامل باعث کسب کننده بودن این روش

می شود.

حداکثر بار گرمایشی در طی شرایط طراحی، در اختلاف درجه حرارت بیست درجه کلون به صورت زیر برآورد شده است:

اتلاف عبوری (Transmission Loss): ۱۷۰ کیلو وات بار هوای خارج: ۴۶۰ کیلو وات باز یافت طبیعی کمینه: (Less natural reclaim): ۳۳۰ کیلو وات

بار خالص در بیست درجه کلون: ۲۳۰ کیلو وات روند درجه حرارت فصلی که همراه با برآیند سود خالص می باشد در شکل شماره شش نشان داده شده است که این نمودار توسط Metrology Australia Bureau of ارائه شده است.

در شکل شماره شش نتایج ترکیب درجه حرارت را در طول دوران حداکثر و حداقل کاری و همچنین افزایش میزان ساعات را در هر فصل به بررسی می گذارد. کل هزینه انرژی صرفه جویی شده ناشی

از مصرف گاز و برق برای گرمایش آب استخر و محوطه آن برابر با ۱۶۷۸۴۴ دلار می باشد.

ج: قیمت های چیلر:

قیمت چیلر ۴۰۰ کیلو واتی (گرمایش ۴۸۰ کیلو واتی) به همراه هزینه های لوله کشی و سیستم کنترلی آن تقریباً درحد ۲۱۰۰۰۰ دلار برآورد شده است.

از این رو مدت زمان بازگشت سرمایه را به راحتی می توان به صورت زیر مورد محاسبه قرار داد:

$$\text{سال } 1/3 = (210000 / 167000)$$

که بیانگر یک سرمایه گذاری ارزنده می باشد.

منبع:

AIRAH JOURNAL

AIRAH: Australian Refrigeration Air Conditionin Heating

پانویس:

۱- Heat reclaim coil

۲- Forward curve centrifugal supply air fan

۳- Refrigerated heat recovery

۴- Run-around coil

۵- Rotary heat exchanger

۶- Lap pool Leisure Pool

استخرهایی که تحت عنوان Lap pool معرفی می شوند جهت آموزش و تمرین شنا طراحی و ساخته می شوند. این استخرها دارای عرض کم و طول زیاد بوده و معمولاً در عرض دارای دو ردیف (۱۲ تا ۱۶ فوت) می باشند. میزان طول استخر به عوامل متعددی وابسته است که از جمله آن می توان به میل و خواسته سازنده، بودجه و همچنین میزان زمین در دسترس اشاره داشت. استخرهای Leisure Pool به نام استخرهای بازی (play pool) نیز شناخته می شوند و دارای ابعاد ۱۶ × ۳۲، ۱۴ × ۲۸ و یا ۱۸ × ۳۶ هستند که حداکثر عمق آن ها نیز به ۱/۲، ۳/۲، ۵/۲ یا ۶ فوت می رسد. این استخرها دارای کاربرد غیر مسابقه ای بوده و صرفاً به جهت آبتنی کردن طراحی و ساخته می شوند.

Web Address: www.poolaroo.com

۷- Occupied Unoccupied

۸- Direct Expansion Refrigeration

۹- Closed loop chiller

۱۰- On-Peak

۱۱- Off-Peak

۱۲- Degree Hour

