A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

طراحی و محاسبه استخر شنا

http://www.mohandes-iran.com

این استخر که نامش Ocean Dome می‌باشد در کشور ژاپن ساخته شده و بسیار زیبا و دیدنی می‌باشد.

دراین استخر سقفی متحرک قرار گرفته شده است که بزرگترین سقف متحرک به حساب می آید.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

Ocean Dome

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

انواع استخر

انواع استخر از نظر استقرار

الف: استخرهای روی زمین

ب: استخرهای بالای زمین

پ: استخرهای درون زمین

http://www.mohandes-iran.com

انواع استخر از نظر استقرار

الف: استخرهای روی زمین

در این استخرها کاسه استخر روی زمین قرار می گیرد و اتصالات مربوط به آب و فاضلاب و برق به صورت ثابت در نظر گرفته می شود. ظرفیت این استخرها متوسط و عمق آن کم ، پیش بینی می شود. این استخرها مناسب فعالیت های آموزشی و تفریحی است.

شیرجه در این استخرها به علت عمق کم امکان پذیر نمی باشد. در این استخرها امکان نمایش زیر آب برای برنامه های آموزشی شنا و غواصی امکان پذیر است.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

ب: استخرهای بالای زمین

در این استخرها کاسه استخر بالاتر از تراز زمین قرار می گیرد و اتصالات مربوط به آب و فاضلاب و برق به صورت موقت و یا ثابت پیش بینی می شود. ظرفیت و عمق این استخرها کم می باشد. این استخرها مناسب فعالیت های آموزشی و تفریحی است. شیرجه در این استخرها به علت عمق کم امکان پذیر نمی باشد. این استخرها ممکن است بخشی از سیستم سازه بنا و یا در مقیاس کوچکتر به صورت بار روی سقف تلقی شود که در این صورت امکان جابجایی پیدا خواهد کرد.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

پ: استخرهای درون زمین

- در این نوع استخرها کاسه استخر به طور کامل درون زمین قرار می گیرد و کلیه اتصالات مربوط به آب و
- فاضلاب و برق و تاسیسات جنبی به صورت ثابت و دائمی پیش بینی می شود. این استخرها با امکان افزایش ظرفیت و عمق ممکن است برای کلیه ورزشهای آبی و مسابقات مورد استفاده قرار گیرد.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

ویژگی ها و مشخصات انواع استخر ها

برای هر یک از فعالیت های مربوط به ورزش های آبی داخل استخر ، بر اساس ویژگی های خاص آن ، باید مشخصات و ابعاد و اندازه هایی به شرح زیر پیش بینی شود:

الف ـ آموزش خردسالان

ب : شنای تفریحي

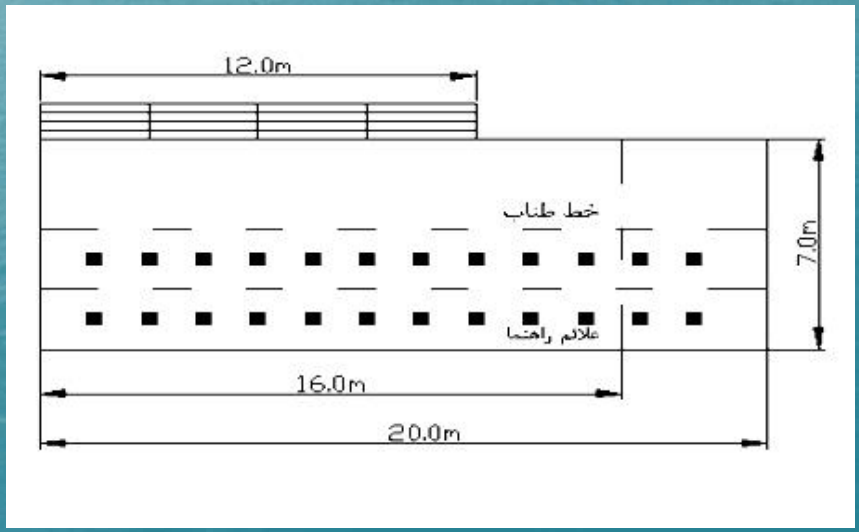
پ ـ شناي حرفهاي و مسابقات

ت ـ استخرهاي چند منظوره

http://www.mohandes-iran.com

الف ـ آموزش خردسالان

- استخر آموزش خردسالان دارای عمق حداکثر ۹۰ سانتیمتر ، عرض ۷ متر و طول ۶/۱۶ یا ۲۰ متر مطابق شکل شماره (۱-۱) می باشد. برای ورود به این استخر پیش بینی پله با عرض حداقل ۷ متر برای کودکان مبتدی توصیه می شود. ایجاد دو خط شنا در طول استخر با علائم راهنما در کف ، کمک موثری در پیشرفت روند آموزشی خواهد داشت . همچنین پیش بینی حاشیه ای به عرض ۲ متر با کف سازی مناسب و غیر لغزنده دور استخر امکان نرمش و آمادگی جسمانی شناگران خردسال و همچنین آموزشهای تئوریک آنها را فراهم خواهد ساخت.
- ضمناً حاشیه استخر امکان کنترل مربیان و نظارت بر شنای خردسالان را در داخل آب تسهیل خواهد کرد.



- شکل ۱- ۱- استخر آموزش خردسالان

http://www.mohandes-iran.com

ب : شنای تفریحی

استخرهای تفریحی تابع ضوابط و معیارهای خاصی به جز میزان عمق آب نمی باشد از این رو استخرهای تفریحی در شکلهای مختلف و با تجهیزات وسایل تفریحی گوناگون طراحی و احداث می شود. در طراحی این گونه استخرها عمق آب در بخش بزرگی از استخر (تا ۸۰ درصد) کمتر از ۷/۱ متر در نظر گرفته می شود[۱]. ناحیه عمیق در این نوع استخرها برای نصب تخته های شیرجه کوتاه (حداکثر تا یک متر) ، وسایل بازی مانند انواع سرسره ها، و موج افکن های مکانیکی و همچنین ورزش غواصی مناسب می باشد. کف استخرهای تفریحی باید دارای شیب ملایم باشد و از ۷ درصد تجاوز نکند. پیش بینی سکویی به عرض حداقل ۲متر در حاشیه استخرهای سرپوشیده و ۴ متر در حاشیه استخرهای سرباز برای استراحت شناگران و نظارت ناجیان غریق ضروری می باشد.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

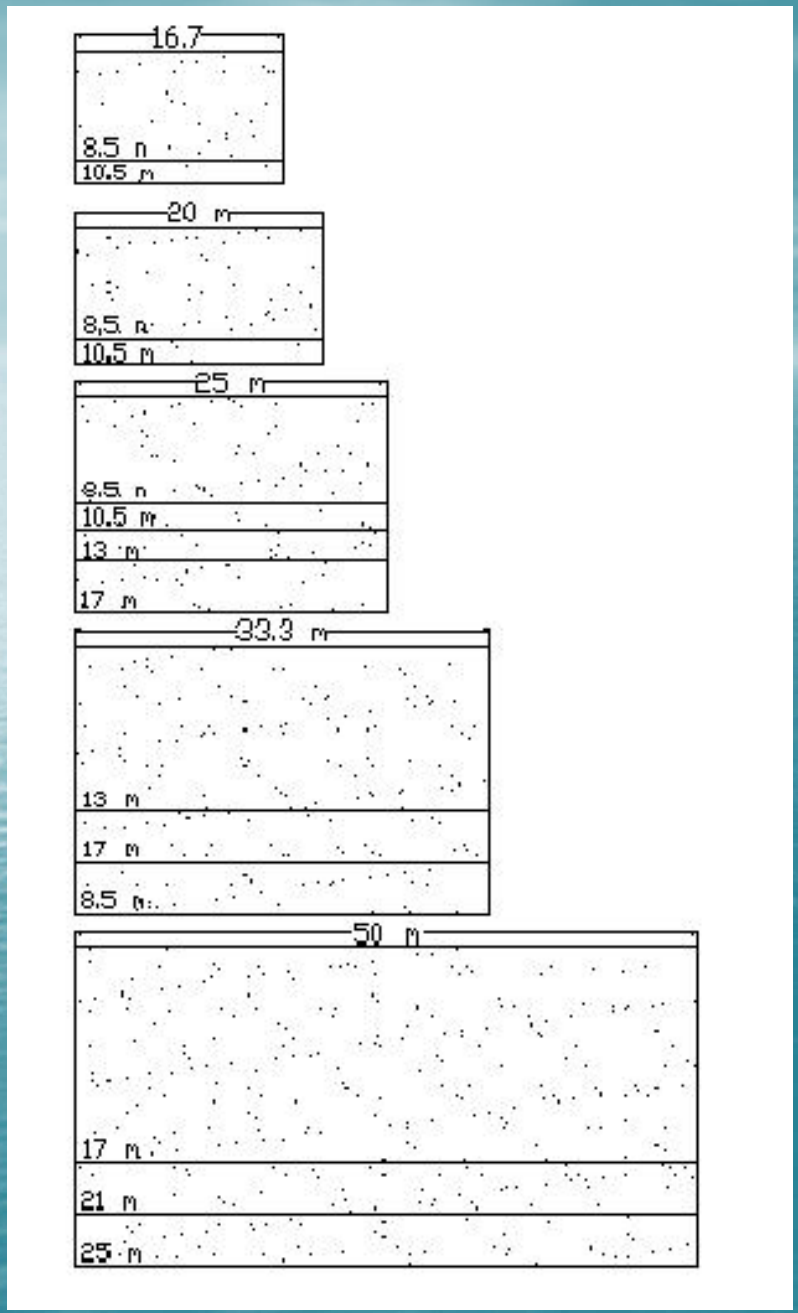
http://www.mohandes-iran.com

- **پ ـ شنای حرفهای و مسابقات**

- استخر شنای ویژه مسابقه برای انجام فعالیت هایی نظیر شنای آموزشی کودکان ، شنای تفریحی و یا شیرجه مناسب نمی باشد، زیرا مقررات و ضوابط این فعالیت نیازمند ویژگی خاصی است که انجام سایر ورزش های آبی را کمتر امکان پذیر می کند.

- فواصل استاندارد و رسمی برای مسابقات شنا ۱۰۰ متر ، ۲۰۰ متر، ۴۰۰ متر، ۸۰۰ متر و ۱۵۰۰ متر می باشد، از این رو طول استخر باید مضربی از ۱۰۰ باشد لیکن طول ۵۰ متر برای برگزاری مسابقات ترجیح داده شده است. استخرهایی به طول ۳۳/۳۳ متر، ۲۵ متر ،۲۰ متر و حتی متر برای مقاصد تمرینی و یا مسابقات غیر رسمی پیش بینی می شود.
- عرض استخرهای مسابقه با توجه به تعداد خطوط شنا تعیین می شود. عرض خطوط شنا برای مسابقات داخلی ۲ متر و برای مسابقات بین المللی تا ۵/۲ متر پیش بینی می شود. خطوط شنای کناری با فاصله نیم متر از لبه استخر در نظر گرفته می شود به گونه ای که برای یک استخر ۶ خطی ۱۳ متر عرض لازم خواهد شد.
استخرهای کمتر از ۶ خط برای مقاصد تمرینی به کار می رود و در این استخرها فاصله خطوط شنای کناری از لبه استخر به ۲۵ سانتیمتر کاهش می یابد که در این صورت استخر ۴ خطی دارای ۵/۸ متر عرض و استخر ۵ خطی دارای ۵/۱۰ متر عرض خواهد بود. استخرهای ویژه مسابقات رسمی و بین‌المللی دارای ۵۰ متر طول با ۸ خط شنا هر یک به عرض ۵/۲ متر می باشد که با احتساب دو فاصله نیم متری از لبه کناری استخر ، ابعاد کلی به ۲۱×۵۰ متر خواهد رسید. .
- عمق استخرهای مسابقه در کمترین محل ۳/۱ متر و یا حداقل ۱۷/۱ متر می باشد که انتخاب ۲۲/۱ برای کارایی بیشتر استخر توصیه میشود .

http://www.mohandes-iran.com



نسبت طول به عرض استخر

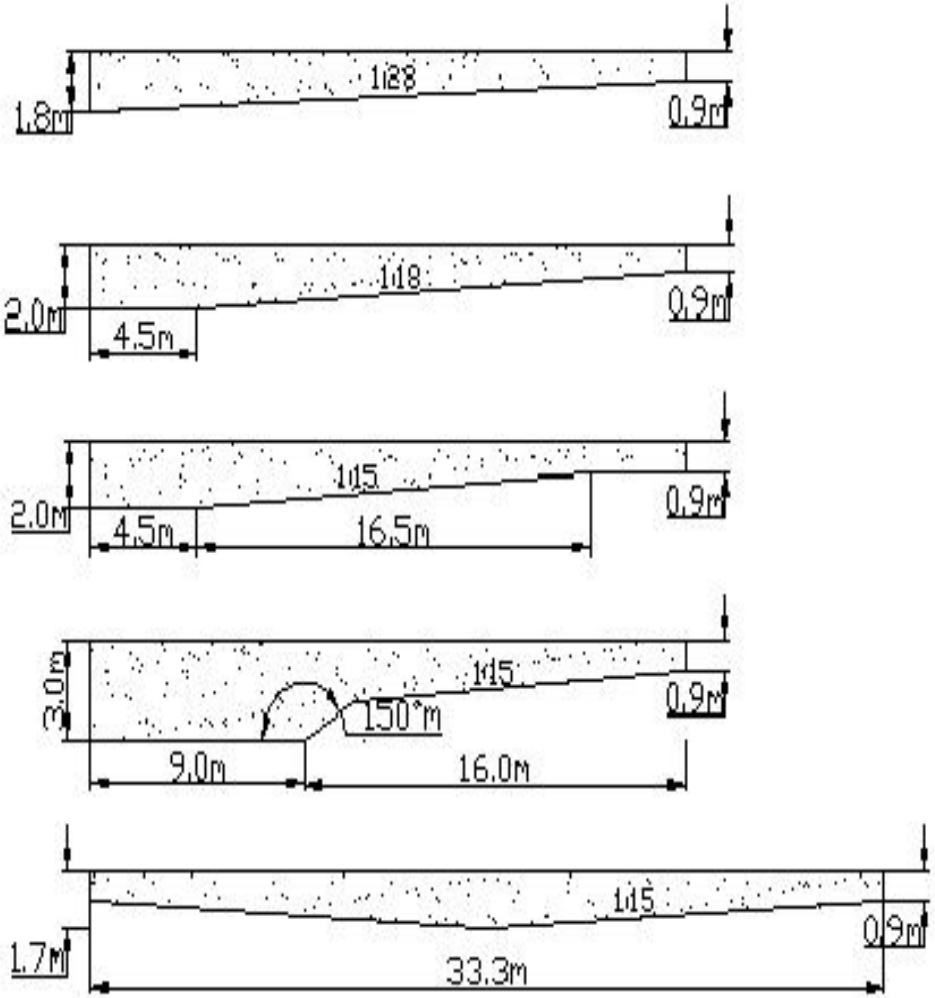
سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

ت ـ استخرهای چند منظوره

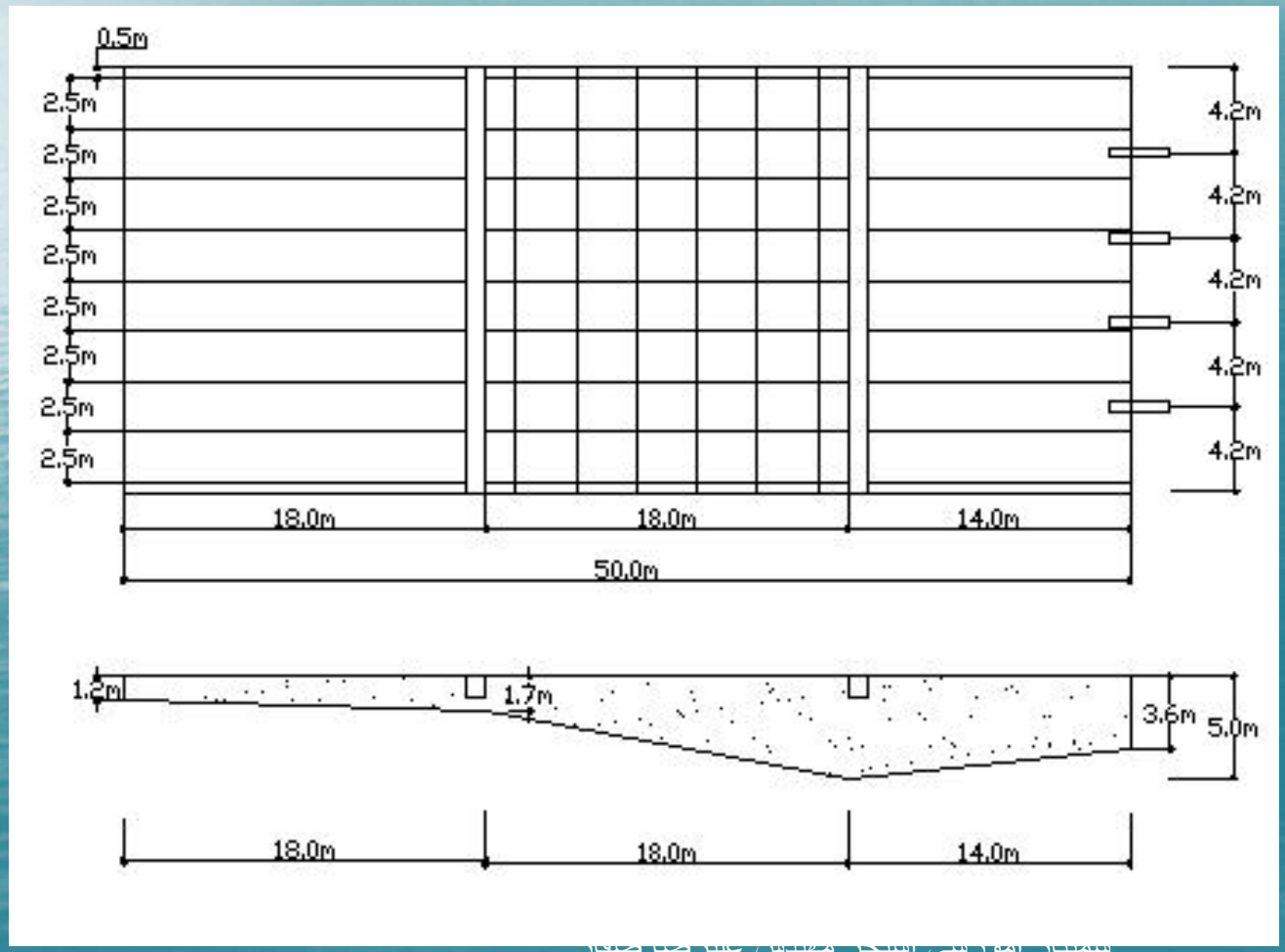
با در نظر گرفتن تمهیداتی در مقاطع استخرهای مسابقه ای و تمرینی امکان برگزاری سایر ورزش های آبی تا حدود زیادی فراهم می شود، به گونه ای که رعایت عمق و شیب مجاز در کف استخرها و بهره گیری از تقسیم کننده های شناور، قابلیت بسیار خوبی برای افزایش کارایی و تبدیل به استخرهای چند منظوره بوجود خواهد آورد.

مقاطع ارائه شده در شکل (۱-۳) کف استخرهای چند منظوره و مقدار شیب مجاز آن را که کمتر از ۷ درصد در طول استخر می باشد نشان می دهد



http://www.mohandes-iran.com

شکل زیر مقطع یک استخر ۵۰ متری مسابقه را نشان می دهد که با تنظیم کف و استفاده از تقسیم کننده های شناور یک نمونه بسیار موفق از استخرهای چند منظوره را به وجود آورده است. در این استخر علاوه بر برگزاری مسابقات رسمی امکان آموزش واترپلو، شیرجه از روی تخته شنا و شنای تفریحی تامین شده است.



http://www.mohandes-iran.com

طنابهاي خط

- تعداد خطوط شنا (لاین) بسته به عرض استخر بین ۶تا۸ خط متغیر است، این خطوط به وسیله طنابی که دو سر آن با قلابهایی به دیواره استخر وصل است در طول استخر کشیده می شود روی طناب اجسام غوطه ور دو انتهای طناب با رنگ سایر قسمتها متفاوت است. عرض هر خط شنا باید ۲/۵ متر باشد.
- قطر این شناورها ممکن است از ۵ تا ۱۵ سانتیمتر باشد در بین هر دو خط نباید بیش از یک رشته طناب وجود داشته باشد

http://www.mohandes-iran.com

خطوط کف استخر

باید از رنگ تیره بوده و درست در مرکز یا وسط هرخط استخر کشیده شده باشد.
پهنای آن حداقل ۲۰ و حداکثر ۳۰ سانتی متر است و طول آن در استخرهای ۵۰ متری ، ۴۶ مترو در استخرهای ۲۵ متری ، ۲۱ متراست خطوط کف استخر باید در فاصله ۲ متری دیواره استخر پایان یابند

http://www.mohandes-iran.com

سکوهای شروع مسابقه

-سکوها باید در عرض استخرنصب شود.

- در ابعاد ۵۰*۵۰ سانتیمتر با شیب ۱۰-۱۵ سانتیمتر می باشد.
- ارتفاع سکوها از سطح اب باید بین ۵۰-۷۰ سانتیمتر باشد.
- سکوهای استارت باید محکم بوده و حالت فنری نداشته باشد.
- هر سکوی شنا باید از چهار طرف شماره گذاری شود.

http://www.mohandes-iran.com

پرچمهای راهنما در برگشت شنای پشت

در عرض استخر و در فاصله ۵ متری دیواره انتهایی طوری آویزان شود که ارتفاع ان تاسطح آب حداقل ۸/۱ و حداکثر ۵/۲ متر باشد.

http://www.mohandes-iran.com

دایو ها

- دایوها بایستی دارای ارتفاعی از ۱تا۳ متر از سطح آب بوده و طول آنها ۴و عرض آنها ۵/۰ متر باشد شیب دایو را نسبت به خط افق ۹۰ درجه انتخاب می کنند. پیش آمدگی دایو به طرف داخل استخر حداقل باید ۵۰/۱ متر باشد.

http://www.mohandes-iran.com

عمق آب برای شیرجه

- عمق آب برای شیرجه دارای اهمیتی بسیار است و حتماً بایستی متناسب با ارتفاع دایو از سطح آب باشد. حداقل عمق آب برای دایوی ۱ متری باید حداقل ۳۰/۵ متر باشد. در مورد دایوی که در ارتفاع ۳ متری از سطح آب قرار دارد حداقل عمق آب باید ۲۰/۶ متر و عمق دو طرف آن ۷۰/۲ متر باشد این نوع استخرها اصولاً اختصاص به شیرجه دارد.

http://www.mohandes-iran.com

- تعین حداکثر ظرفیت استخرها بر حسب نوع شنا و نوع استخر
- برای تعیین ابعاد و اندازه های استخر مهمترین عامل تعداد شناگران می باشد که میانگین تراکم آنها با توجه به سرانه های ارائه شده از جدول زیر قابل محاسبه می‌باشد.

عمق آب	نوع شنا	نوع استخر	
		سرپوشیده	سرباز
ناحیه کم عمق آب (کمتر از ۷/۱ متر عمق)	شنای تفریحی شنای آموزشی پیشرفته(تمرینات) شنای آموزشی ابتدایی	۵/۱ ۲ ۴	۵/۱ ۵/۲ ۵/۴
ناحیه عمیق (بیش از ۷/۱ متر عرض)	شنای تفریحی پیشرفته شیرجه	۲ ۵/۱۷	۵/۲ ۲۰
حداقل عرض حاشیه استخر		۲	۴

http://www.mohandes-iran.com

حداکثر ظرفیت استخرها بر حسب عمق استخر

این میزان به سادگی توسط مساحت سطح استخر و تعداد استفلده کنندگانی که می توانند به صورت ایمن از امکانات این سطح استفاده کنند تعین می شود که با توجه به جدول زیر سرانه آن مشخص شده است.

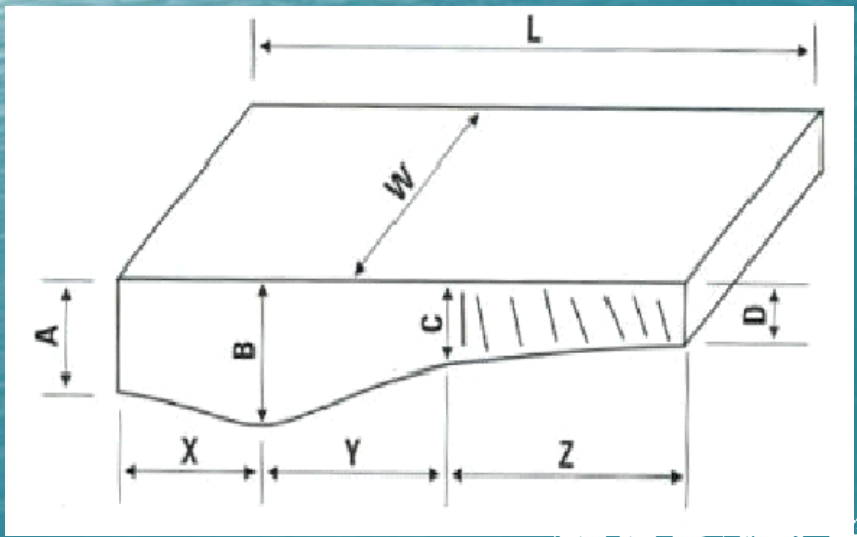
جدول سرانه استخر به ازاء عمق استخر

استفاده کننده به ازای هر ۲/۲ متر مربع	قسمت کم عمق آب (کمتر از یک متر)
استفاده کننده به ازای هر ۷/۲ متر مربع	آب راکد (1.5 - 1 m عمق)
استفاده کننده به ازای هر ۴ متر مربع	آب عمیق (بیش از 1.5 m عمق)
استفاده کننده به ازای هر ۴ متر مربع	آب عمیق (بیش از 2 m عمق)

http://www.mohandes-iran.com

W	L	Z	Y	X	D	C	B	A	ظرفیت شستشو برای هر فرد	تعداد افراد	گنجایش استخر(گالن)
Feet											
۲۰	۶۰	۲۵	۲۰	۱۵	۳.۲۵	۵	۹	۸	۴۱۸	۴۸	۵۵,۰۰۰
۲۵	۷۵	۴۰	۲۰	۱۵	۳.۲۵	۵	۹	۸	۶۰۷	۷۵	۸۰,۸۰۰
۳۰	۹۰	۴۷	۲۵	۱۸	۳.۲۵	۵	۹.۵	۸	۹۰۰	۱۰۸	۱۲۰,۰۰۰
۴۶	۱۰۵	۶۲	۲۵	۱۸	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۱۱۷۰	۱۴۷	۱۵۵,۶۰۰
۴۰	۱۲۰	۷۰	۳۰	۲۰	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۱۵۵۵	۱۹۲	۲۰۷,۶۰۰
۴۵	۱۳۵	۸۵	۳۰	۲۰	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۱۹۰۵	۲۴۳	۲۵۴,۰۰۰
۵۰	۱۵۰	۱۰۰	۳۰	۲۰	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۲۳۰۰	۳۰۰	۳۰۶,۰۰۰
۶۰	۱۶۰	۱۳۰	۳۰	۲۰	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۳۱۷۰	۴۳۲	۴۲۲,۴۰۰
۹۳	۲۱۰	۱۶۰	۳۰	۲۰	۳.۲۵	۵	۱۰	۸	۴۱۸۰	۵۹۰	۵۵۸,۰۰۰

معلوم شده است که براي زماني که حداکثر تعداد شناگران داخل آب باشند، مي بايد به ازاء هر شناگر درون آب 25 فوت مربع سطح در نظر گرفته شود. در اينجا فرض بر اين است که يك سوم افراد حاضر در استخر درون آب نيستند(منظور شناگراني هستند که در محيط اطراف استخر بوده و هنوز به داخل آب نپريده اند ويا داخل آب بوده و از آن خارج شده اند، با اين توضيح فرق بين افراد حاضر در استخر و«شناگران درون» آب مشخص مي شود).



http://www.mohandes-iran.com

مثال

بعنوان یک مثال طراحی ، فرض کنید در یک استخر تفریحی حداکثر 84 شناگر شنا کنند. در اینصورت

(فوت مربع سطح آب مورد نیاز) 2100 = (فوت مربع بازاءهر شناگر) 25 * (شناگر) 84

لذا ابعاد استخر برای چنین سطحی بر حسب طرح می تواند بدین قرار باشد:30*70 یا 35*60 اگر این استخر دارای سکوی شیرجه نیز باشد، می توان شیب کف استخر را از عمق 4 فوتی در انتهای کم عمق به سمت نقطه ای به عمق 10 فوت در فاصله 15 فوتی از انتهای عمیق استخر فرض نمود. بنابراین عمق متوسط استخر را برای این شیب یکنواخت چنین خواهد بود :

7=(2)/(10+4)

مساحت استخر در انتهای کم عمق برای یک سطح استخر a= 70 ft * 30 ft خواهد شد:

S = (70 - 15) ft * 30 ft = 1650

سطح بدست آمده S = 1650 ft3 را اگر در عمق متوسط h=7 ft ضرب نماییم حجم v= 11550 ft3 بدست می آید.

در قسمت عمیق حجم استخر برابر است با :

v = 15 ft * 30 ft * 10 ft = 4500 ft3

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

V total = (4500 ft3+11550 ft3)*7.5=120375 gal

http://www.mohandes-iran.com

تاسیسات وتجهیزات استخر شنا

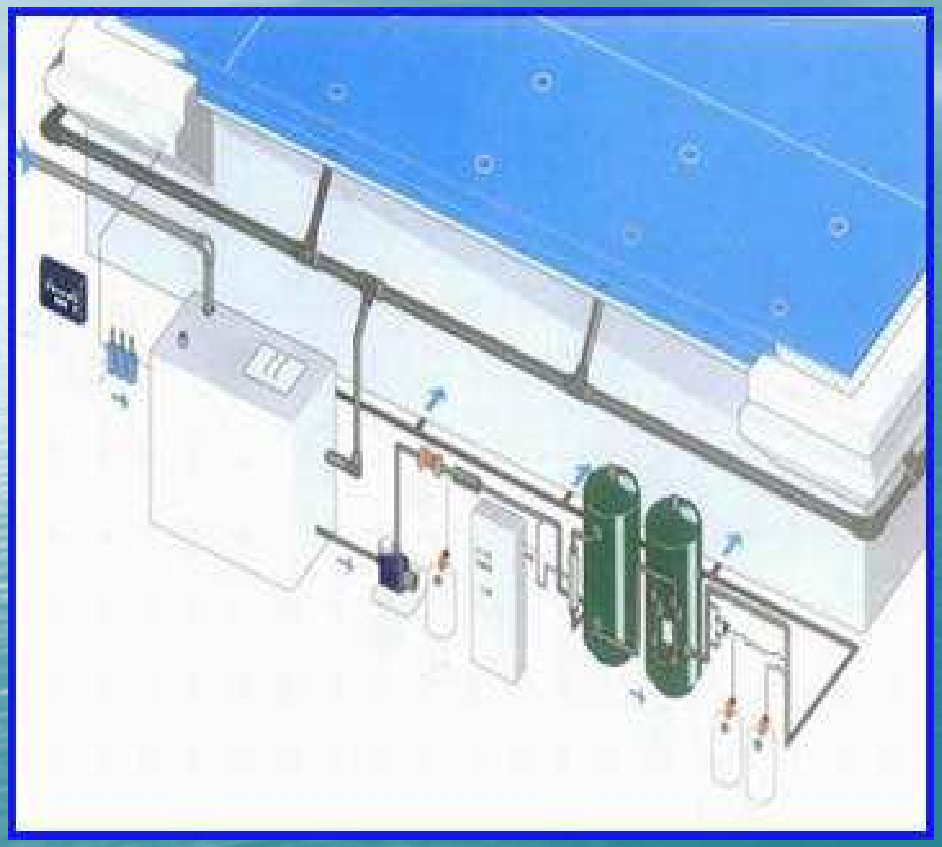
سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

فضاهای جنبی مورد نیاز در ساختن استخر

- استخر
- اتاقهای سونا و جکوزی
- جایگاه تماشاچیان
- موتور خانه
- فضای سرویسها، دوش ها و رختکن ها
- فضای استراحت و تجدید قوا
- فضای آفتابگیری در استخرهای روباز
- فضای اداری و تجهیزات ارتباط جمعی
- اتاقهای کمک اولیه و استقرار پزشکان

http://www.mohandes-iran.com



تاسيسات عمومي استخر شامل ديگ هاي آبگرم و منابع است. استخرهاي تجاري عموماً شامل دوشها, اتاقهاي سونا و جكوزي مي باشد. عموماً در اين موارد از سيستم و تجهيزات مستقلي نظير ديگ بخار, مبدل و ... استفاده مي شود

http://www.mohandes-iran.com

موتورخانه استخر شامل دستگاههای زیر می باشد

دیگ ابگرم
دیگ بخار
سختی گیر
فیلتر شنی
موگیر
مبدلهای حرارتی
منابع انبساط
منابع کویلی
پمپ
دستگاه تزریق مواد شیمیا یی

http://www.mohandes-iran.com

دستگاه تصفیه اب: این دستگاه با مکش اب استخر به داخل تصفیه خانه و برگشت ان به داخل استخر باعث تصفیه اب استخر می شود.

در استخرها دستگاه تصفیه اب باید بطور مداوم در حال فعالیت باشد.

دستگاه کلر زنی اتوماتیک: این دستگاه اب استخر را بر طبق برنامه داده شده اب استخر را کلر زنی می کنند.

کلر آزاد باقیمانده استخر حداقل ۲-۵/۱ میلی گرم در آب باشد مقادیر کمتر از این میزان ممکن است عواملی از قبیل کریپتوسپوریدیوم را از بین نبرد.

http://www.mohandes-iran.com

اصول کلی در ساخت استخر

http://www.mohandes-iran.com

جهت یابی

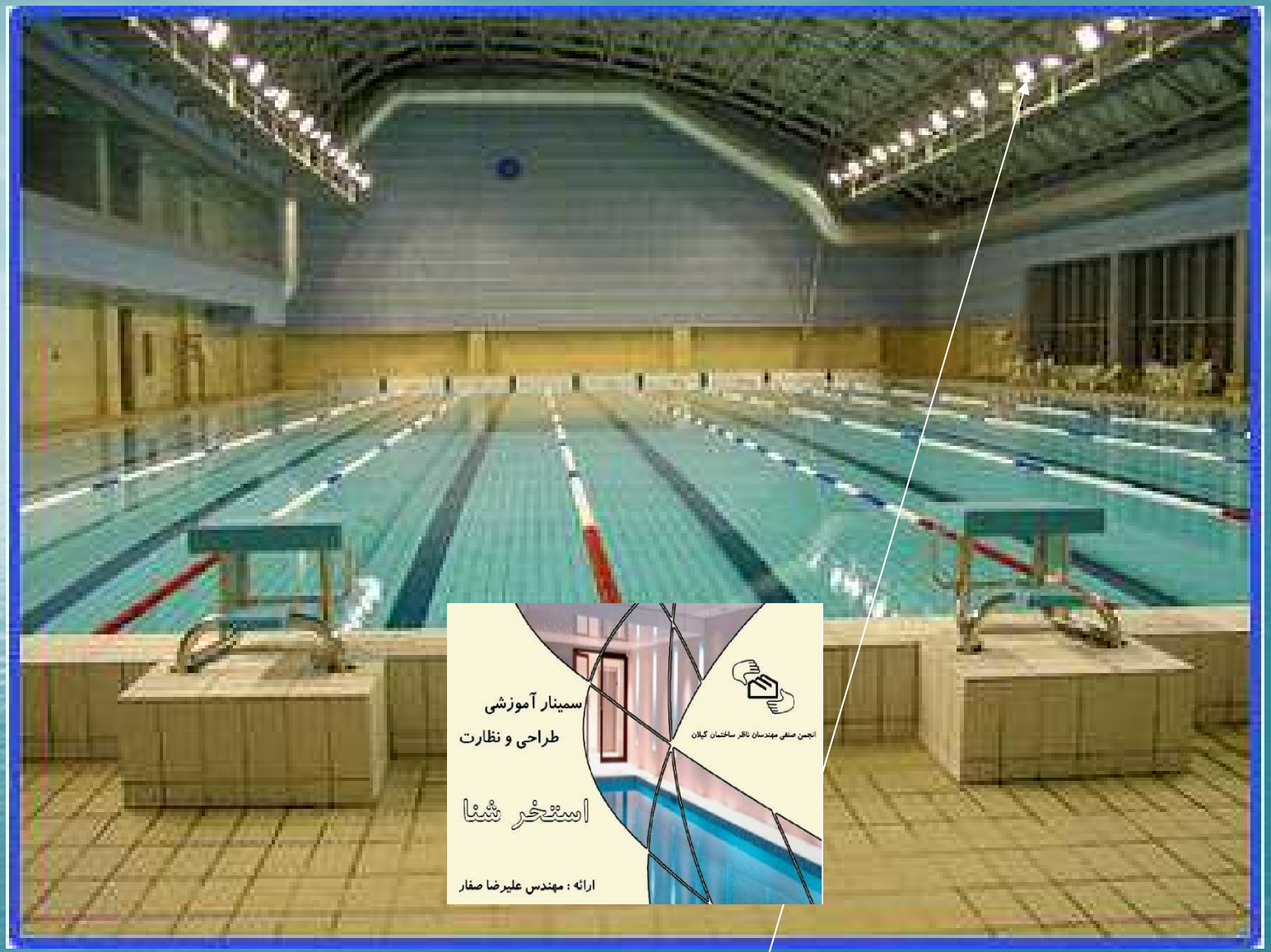
- جهت استخری که دارای دایو است ، حتماً بایستی بطرف شمال باشد تا نور خورشید مزاحم چشم کسی که شیرجه می رود نشود. استخر و آفتابگیر بایستی از طلوع تا غروب آفتاب در زیر تابش نور خورشید باشد.

http://www.mohandes-iran.com

نور و روشنايي استخر

نور استخر بايد كافي و طوري از بالا به آب بتابد كه در سر تا سر استخر نور مناسب وجود داشته باشد،براي ديد بهتر شناگران از چراغهاي كه در ديواره داخلي استخر نصب مي شود ولتاژ آن حدود 12 ولت است استفاده مي دشود.

http://www.mohandes-iran.com



نحوه نصب چراغها در استخر

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

دما

درجه حرارت هوای استخرهای سرپوشیده باید حداقل دو درجه بالاتر از دمای آب باشد دمای مناسب برای آب استخر 27-24درجه سانتیگراد می باشد. برای تهویه هوای محل جایگاه تماشاچیان باید توجه خاصی مبذول شود.

http://www.mohandes-iran.com

بهترین محل برای تماشای مسابقات و نمایشهای آبی استفاده از طرفین استخر می باشد

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

دیواره استخر

- دیواره های انتهایی استخر باید موازی باشند و با سطح آب زاویه 90 درجه داشته و از جنس محکم و یکپارچه ساخته شده باشند. سطح دیواره تا عمق 80 سانتیمتری آب نباید لغزنده باشد. رعایت این اصل برگشت شناگران را بی خطر می سازد.
- ديواره و كف استخر بايد به وسيله كاشي و يا سراميك براي شستشوي بهتر پوشانده شوند.

http://www.mohandes-iran.com

لبه های مخصوص استراحت

- لبه یا فرورفتگی مخصوص استراحت که شناگران یا بازیکنان واترپلو در هنگام استراحت پای خود را درون آن می گذارند وجود این لبه ها در دیواره های طولی استخر مجاز است، اما نباید از عمق 120 سانتیمتری آب پایین تر باشد. پهنای آنها می تواند از 10 تا 15 سانتیمتر باشد.

http://www.mohandes-iran.com

آب راهها یا موج گیری های کنار استخر

- آب راهها یا موج گیرها را می توان در هر چهار دیواره استخر تعبیه کرد، نصب آن ها در دیواره های انتهائی باید طوری باشد که امکان اتصال صفحات زمان سنج های در فاصله 30 سانتی متر بالای سطح آب وجود داشته باشد.
- این آب راهها باید با پنجره ای مشبک یا حفاظ پوشانده شود و مجهز به دریچه های مسدود کننده قابل تنظیم باشند تا سطح آب را ثابت نگه دارند.

http://www.mohandes-iran.com

لبه هاي استخر

لبه هاي استخر نسبت به سطوح اطراف آن بايد كمي بر آمده و شيب آن به طرف داخل استخر باشد، تا آبهاي سطحي با برخورد به برآمدگي ها وارد استخر نشود (شيب دار بودن لبه به خاطر جلوگيري از مواج شدن آب است).

http://www.mohandes-iran.com

حوضچه هاي اب كلر

حد فاصل بين رختكن و استخر و قبل از ورود به آن بايد حوضچه آب كلر قرار داده شود كه براي ضد عفوني كردن پاها استفاده شود.

در مسير هاي خروجي اصلي از سرويس هاي بهداشتي پاشويه با محلول كلر غليظ (3 درصد) تعبيه شود و استفاده از آن اجباري گردد.

http://www.mohandes-iran.com

پایان قسمت اول

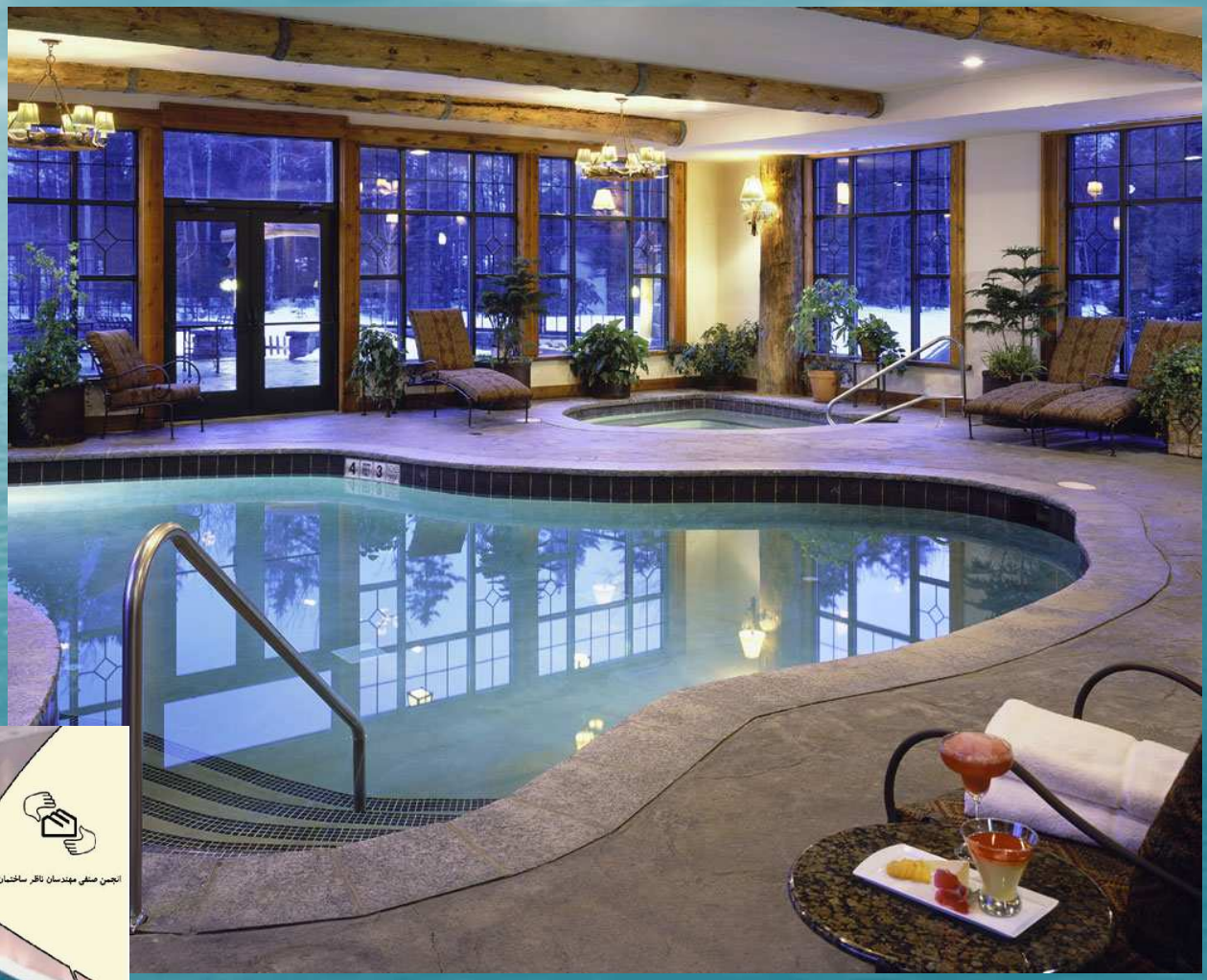
http://www.mohandes-iran.com

محاسبات بار حرارتی استخر شنا

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

قسمت ب : محاسبات بار حرارتی استخر



سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات بار حرارتي استخر- بخار آب سطحي

The evaporation of water from a water surface, as an open tank, a swimming pool or similar, depends the temperature in the water and the temperature in the air, the actual humidity of the air and the velocity of the air above the surface.

The amount of evaporated water can be expressed as:

$$g = \Theta A (x_s - x) \quad (1)$$

where

g = amount of evaporated water (kg/h)

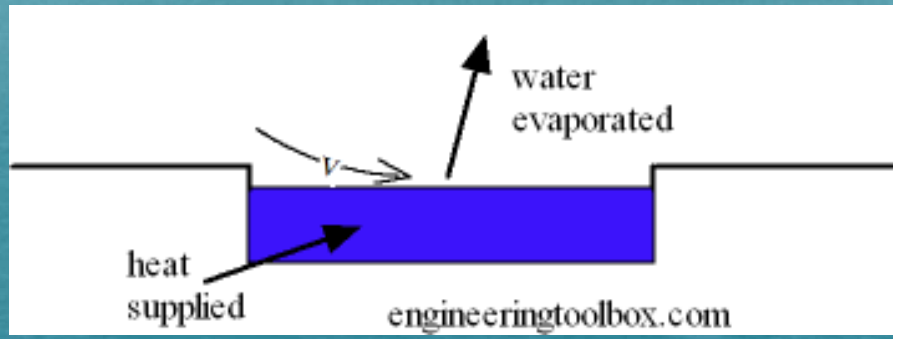
Θ = (25 + 19 v) = evaporation coefficient (kg/m²h)

v = velocity of air above the water surface (m/s)

A = water surface area (m²)

x_s = humidity ratio in saturated air at the same temperature as the water surface (kg/kg)

x = humidity ratio in the air (kg/kg)



http://www.mohandes-iran.com

محاسبات بار حرارتي استخر

- **Heat Supply Required**
- Most of the heat required for the evaporation is taken from the water itself. To maintain the water temperature heat must be supplied.
- The heat supplied can be calculated as:
- *q = hwe g (2)*
- *where*
- *q = heat supplied (kJ/s, kW)*
- *hwe = 2,270 - evaporation heat of water (kJ/kg)*

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات مربوط به پارامتر هاي (xs , x)

- **Humidity Ratio by Mass**
- Humidity ratio can be expressed as the ratio between the actual mass of water vapor present in moist air - to the mass of the dry air. Humidity ratio is normally expressed in kilogram or pounds of water vapor per kilogram or pounds of dry air.
- Humidity ratio expressed by mass:
- *x = mw / ma*
- *where*
- *x = humidity ratio (kgwater/kgair, lbwater/lbdry_air)*
- *mw = mass of water vapor (kg, lb)*
- *ma = mass of dry air (kg, lb)*

http://www.mohandes-iran.com

- **Humidity Ratio by Vapour Partial Pressure**
- Humidity ratio can also be expressed with the partial pressure of water vapor:
- *x = 0.62198 pw / (pa - pw) (2)*
- *where*
- *pw = partial pressure of water vapor in moist air (Pa, psi)*
- *pa = atmospheric pressure of moist air (Pa, psi)*
- The maximum amount of water vapor in the air is achieved when *pw = pws* the saturation pressure of water vapor at the actual temperature. (2) can be modified to:
- *xs = 0.62198 pws / (pa - pws) (3)*
- *where*
- *xs = specific humidity at saturation (kgwater/kgair, lbwater/lbdry_air)*
- *pws = saturation pressure of water vapor*
- Since the water vapor pressure is small regarding to the atmospheric pressure, the relation between the humidity ratio and the saturation pressure is almost linear.

http://www.mohandes-iran.com

Maximum specific humidity at some common temperatures

Temperature (°C)	Saturation Pressure of Water Vapor (Pa)	Maximum Humidity Ratio(kg/kg)
0	609.9	0.003767
5	870	0.005387
10	1225	0.007612
15	1701	0.01062
20	2333	0.014659
25	3130	0.019826
30	4234	0.027125

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

- **Example - Humidity Ratio of Moist Air**
- The specific humidity for saturated humid air at 20oC with water vapor partial pressure 2,333 Pa at atmospheric pressure of 101.325 kPa (1013 mbar, 760 mmHg) can be calculated as:
- *x = 0.622 2,333 (Pa) / (101,325 (Pa) - 2,333 (Pa))*
- *= 0.0147 (kg/kg)*
- *= 14.7 g/kg*

http://www.mohandes-iran.com

- **Saturation Pressure of Water Vapor**
- The maximum saturation pressure of the water vapor in moist air vary with the temperature of the air vapor mixture and can be expressed as:
- *pws = e(77.3450 + 0.0057 T - 7,235 / T) / T8.2 (1)*
- *where*
- *pws = water vapor saturation pressure (Pa)*
- *e = the constant 2.718.....*
- *T = temperature of the moist air (K)*
- **Density of Water Vapor**
- The density of water vapor can be expressed as:
- *pw = 0.0022 pw / T (2)*
- *where*
- *pw = partial pressure water vapor (Pa, N/m2)*
- *pw = density water vapor (kg/m3)*
- *T = absolute dry bulb temperature (K)*

http://www.mohandes-iran.com

- **Example - The Saturation Pressure of Water Vapor**
- The Saturation pressure of water vapor in moist air at 25oC can be calculated as:
- *pws = e(77.3450 + 0.0057 (273 + 25) - 7,235 / (273 + 25)) / (273 + 25)8.2*
- *= 3,130 Pa*

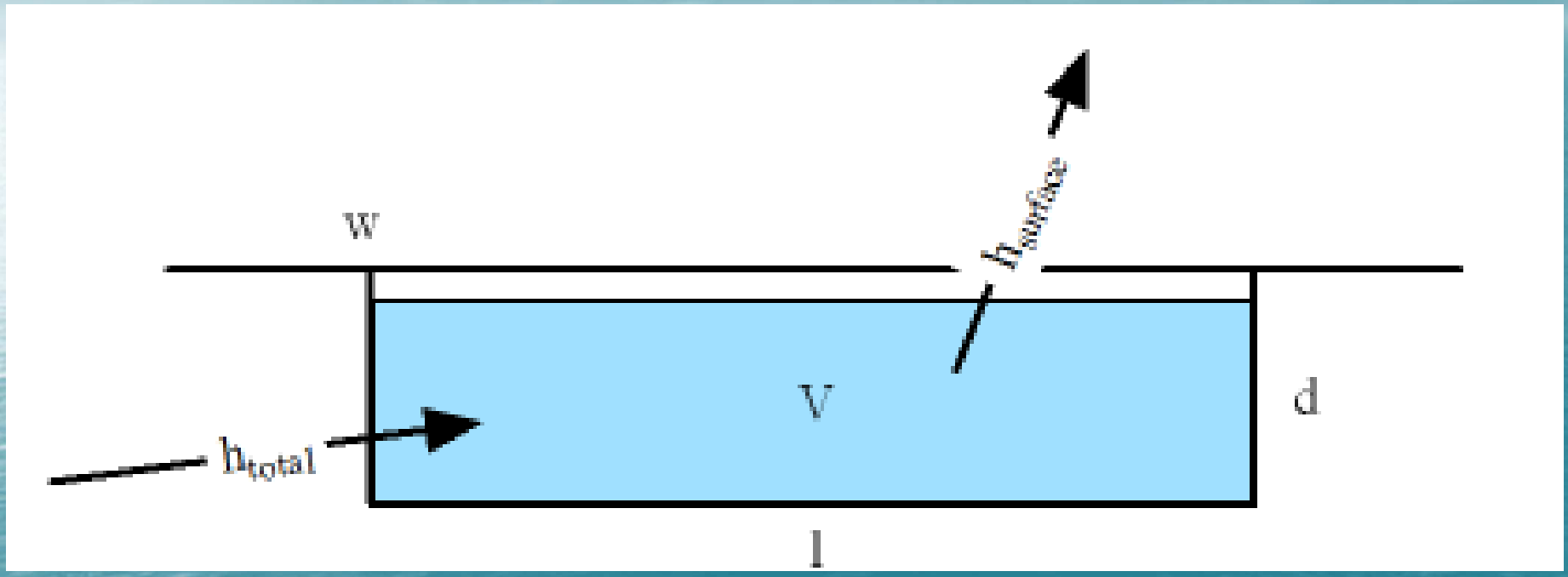
http://www.mohandes-iran.com

محاسبات بار حرارتي ديگ و مبدل

- بار حرارتي كل استخر از فرمول زير محاسبه ميگردد :
- Htotal = Hsurface + Hheat-up
- where
- Htotal = كل گرماي مورد نياز (btu/hr)
- Hsurface = گرماي تلف شده از سطح آب استخر - mainly evaporation of water from the surface (btu/hr)
- Hheat-up = گرماي لازم جهت گرمايش اوليه آب استخر تا درجه حرارت مطلوب (btu/hr)

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات بار حرارتي ديگ و مبدل



http://www.mohandes-iran.com

- محاسبه گرمایش اولیه آب استخر
- گرمايش اوليه آب استخر در هنگام راه اندازي بسته به حجم آب استخر دارد و از فرمول هاي زير محاسبه ميگردد :
- محاسبه حجم آب استخر : V = l w d 7.5 (gal/ft3)
- که در اين فرمول:
- V = volume (Gal)
- l = length (ft)
- w = width (ft)
- d = depth (ft)

- گرمايش اوليه (پيش راه اندازي) با فرمول زير محاسبه ميگردد :
- hheat-up = V 8.34 (lbs/gal) dTw 1.0 (Btu/lb oF) / dt
- where
- dTw = difference between initial temperature and the final temperature of the water (oF)
- dt = heat pick-up time (hr)

http://www.mohandes-iran.com

- محاسبه اتلاف سطحي بر اثر اختلاف درجه حرارت آب و محيط
  - *ميزان بار حرارتي لازم جهت غلبه بر اتلاف حرارتي از سطح آب استخر با توجه به ميزان سطح استخر و اختلاف درجه حرارت از فرمول زير محاسبه ميگردد :*
- *Hsurface = ks dTaw A*
  - *كه در اين فرمول :*
    - *ks= ضريب اتلاف حرارتي سطحي*

براي وزش باد با سرعت 2 تا 5 مايل در ساعت اين ضريب را ميتوان معادل 4 تا 7 (Btu/hr ft2 oF)در نظر گرفت

- *dTaw = اختلاف درجه حرارت مابين آب استخر و درجه حرارت محيط استخر (oF)*
- *A = سطح استخر (ft2)*

http://www.mohandes-iran.com

مثال ازمحاسبه يك استخر

مطلوب است محاسبه سيستم موتورخانه يك استخر شنا به ابعاد طول 30 فوت و عرض 20 فوت و عمق متوسط 6 فوت كه ميخواهيم از دماي 50 درجه فارنهايت تا دماي 75 درجه فارنهايت در مدت زمان 24 ساعت گرم شود
مطلوب است محاسبه ظرفيت ديگ و مبدل لازم براي استخر (دماي محيط استخر را 65 درجه فارنهايت فرض كنيد)

http://www.mohandes-iran.com

- ابتدا حجم آب استخر را به گالن محاسبه میکنیم :
- *V = 30 (ft) 20 (ft) 6 (ft) 7.5 (gal/ft3)*
- *= 27000 (gal) →فایل اکسل محاسبات*
- *گرمايش پيش راه اندازي از فرمول زير محاسبه ميگردد : (براي مدت زمان 24 ساعت)*

- *hheat-up = 27000 (gal) 8.34 (lbs/gal) (75 - 50) (oF) 1.0 (Btu/lb oF) / 24 (hr)*
- *= 234562 Btu/hr*
- لازم به توضيح است كه اين گرما در مدت زمان 24 ساعت فقط براي آب استخر محاسبه شده و گرماي تلف شده در مدت پيش گرمايش از سطح آب استخر در آن لحاظ نشده كه ميبايستي ضريب 20 درصد اضافه بار نيز در نظر گرفت
- گرماي تلف شده از سطح استخر (پس از رسيدن به دماي 75 درجه)
- *hsurface = 5 (Btu/hr ft2 oF) (75 - 65) (oF) 30 20 (ft2)*
- *= 30000 (Btu/hr) →فایل اکسل محاسبات*

http://www.mohandes-iran.com

- با توجه به محاسبات انجام شده ضرفیت حرارتی دیگ استخر برابر خواهد بود با :
- Q=Qپیش راه اندازي*1.2+Q اتلاف سطحي+Qمحیط

- *ضرفیت حرارتی مبدل را میتوان با توجه به مدت پیش راه اندازی مساوی بار حرارتی پیش راه انداز یا نصف آن در نظر گرفت باید توجه داشت که ظرفیت حرارتی مبدل مدت پیش راه اندازی را تعیین میکند مثلا اگر این مقدار نصف محاسبه گردد مدت پیش راه اندازی به ۴۸ ساعت افزایش می یابد .*
- *این میزان اتلاف مختصر از جداره های استخر را نیز جبران میکند که به دلیل ناچیز بودن در محاسبات لحاظ نشده است .*

http://www.mohandes-iran.com

دفعات تعویض آب استخر و گذر آن از فیلترها

- **استخرهای عمومی :**
- هر 6 ساعت یکبار (4 بار در 24 ساعت)
- **استخرهای آموزشی و تمرینی :**
- هر 4 ساعت یکبار (6 بار در 24 ساعت)
- **استخر عمومی کودکان:**
- هر 2 ساعت یکبار (12 بار در 24 ساعت)
- **استخر درمانی :**
- هر نیم ساعت یکبار (48 بار در 24 ساعت)

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات مربوط به پمپ ها وفیلتر تصفیه آب استخر

- مطابق استاندارد برای استخر به شکل متوسط در هر ۶ ساعت ۱ بار باید تمامی آب استخر از داخل فیلتر ها و سیستم تصفیه عبور کند بنابر این به راحتی میتوان دبی پمپ تصفیه آب و مشخصات فیلتر ها را از کاتالوگ (با توجه به دبی) بدست آورد :
- برای مثال حل شده داریم :

- *V = 30 (ft) 20 (ft) 6 (ft) 7.5 (gal/ft3)*
-
- *دبی پمپ = 27000 (gal) / 6 = 4500 gal/hr = 75 gpm --> Q*
- *هد پمپ =(افت فشار فیلتر(متر آب یا فوت)+افت فشار مبدل(متر آب یا فوت)+افت طول مسیر لوله کشی)* ضریب اطمینان*

http://www.mohandes-iran.com

محاسبات با استفاده از فرم

Hydraulics is the study and understanding of the behavior of liquids at rest and in motion. We are concerned with water, and the following characteristics of our application:

1. How much water do we have (Pool Capacity)?
2. How fast can we safely move the water (Turnover Rate and Water Velocity)?
3. How much resistance will this water meet while moving through the system (Friction Loss)?
4. How will we overcome this resistance (Pump/Filter Sizing)?

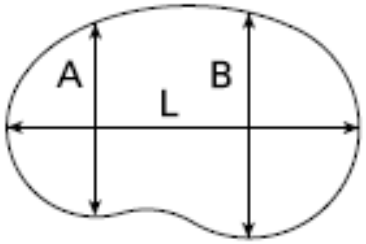
Following are step-by-step instructions to answer these four questions and ultimately determine the proper size pump or filter for virtually any installation. Below each step is a calculation based on the following example: 16 ft by 32 ft rectangular pool, 3 ft to 8 ft deep, 2" suction side and return side plumbing. Existing 1 HP pump; filter gauge reads 10 PSI (clean).

http://www.mohandes-iran.com

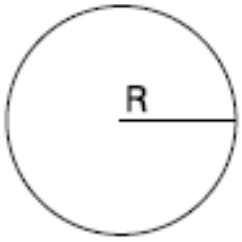
1. Pool Capacity

To determine total gallons, we must first calculate the surface area of the pool in square feet:

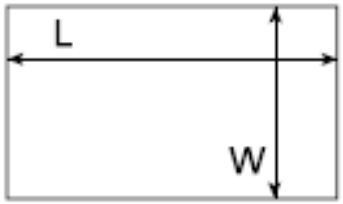
A. Surface Area



Area = (A+B)x L x .45



Area = R x R x 3.14



Area = L x W

_____ ft^2

(surface area)

Surface Area: 16 ft x 32 ft = 512 ft²

Next, multiply the surface area by the average *depth* to determine the appropriate *volume* of the pool.

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

B. Average Depth

(_____ ft + _____ ft) ÷ 2 = _____ ft

(depth, shallow end) (depth, deep end) (average depth)

Average Depth = (3 ft. + 8 ft) ÷ 2 = 5.5 ft

C. Volume

_____ ft^2 x _____ ft = _____ ft^3

(surface area) (average depth) (volume)

Volume = 512 ft^2 x 5.5 ft = 2,816 ft^3

Next, multiply the pool's volume in ft^3 by 7.5 to get the pool capacity in gallons:

D. Pool Capacity

_____ ft^3 x 7.5 gallons/ft^3 = _____ gallons

(volume) (pool capacity)

Pool Capacity = 2,816 ft^3 x 7.5 gallons/ft^3 = 21,120 gallons

Some of the more common pool sizes are:

Above-Ground Size	Gallons*
15 ft Round	5,293
18 ft Round	7,622
21 ft Round	10,374
24 ft Round	13,550
12 ft x 24 ft Rectangle	8,626
27 ft Round	17,149

*Average Depth: 4 ft

http://www.mohandes-iran.com

In-Ground Size	Gallons*
12 ft x 24 ft Rectangle	11,861
16 ft x 32 ft Rectangle	21,086
18 ft x 36 ft Rectangle	26,687
20 ft x 40 ft Rectangle	32,947
*Average Depth: 5.5 ft	

2. Flow Rate

While the actual flow rate of a pump is based on the total resistance of the system as described below, the desired flow rate must be calculated to verify it will satisfy Turnover Rate and Water Velocity requirements.

2A. Turnover Rate

The turnover rate for a swimming pool is the amount of time required to circulate the entire volume of water through the system once to meet reasonably clean, safe water standards. The minimum recommended turnover rate is twelve (12) hours, however an eight (8) to ten (10) hour rate is quite common. Check with local regulations for the minimum required turnover rate.

Based on the pool's capacity and the desired turnover rate, the *minimum* rate at which the water must be circulated in Gallons Per Minute (GPM) is calculated as follows:

A. Minimum Flow in Gallons per Hour (GPH)

_____ gallons ÷ _____ hours = _____ GPH
(pool capacity) (desired turnover rate) (minimum flow,gallons per hour)

Minimum Flow: 21,120 gallons ÷ 10 hours = 2,112 gallons per hour

B. Minimum Flow in Gallons per Hour (GPM)

_____ gallons per hour ÷ 60 minutes per hour = _____ GPM
(minimum flow gallons per hour) (minimum flow, gallons per minute)

Minimum Flow: 2,112 gallons per hour ÷ 60 minutes per hour = 35 gallons per minute

http://www.mohandes-iran.com

2B. Water Velocity

The *maximum* recommended water velocity is six (6) or eight (8) feet per second for suction lines and ten (10) feet per second for return lines. Check with local regulations for the maximum water velocity for suction and return lines. The table below lists the *maximum* flow in GPM based on plumbing size and water velocity.

Pipe Size	Maximum Flow		
(in)	6.0 ft/sec	8.0 ft/sec	10.0 ft/sec
1 ½"	38 GPM	51 GPM	63 GPM
2"	63 GPM	84 GPM	105 GPM
2 ½"	90 GPM	119 GPM	149 GPM
3"	138 GPM	184 GPM	230 GPM

Maximum Flow: 2" suction side plumbing at 6.0 ft/sec = 63 gallons per minute

2C. Desired Flow

The desired flow rate must be between the minimum flow based on the Turnover Rate and the maximum flow based on the Water Velocity. Note that if higher flow rates are needed, such as for water features, the maximum possible flow would have to be increased by using larger size plumbing (e.g. increase from 2" to 2 ½" plumbing).

It is recommended to select a flow that is higher than the minimum to account for decrease in flow that naturally occurs as the filter is loaded with dirt and debris.

Minimum Flow (Turnover Rate): 35 GPM

Maximum Flow (Water Velocity): 63 GPM

Desired Flow: 50 GPM

http://www.mohandes-iran.com

3. Friction Loss

Everything that the water must pass through within the circulation system — plumbing and equipment — creates resistance, or Friction Loss. The friction loss for standard plumbing supplies such as pipe, elbows, fittings, etc. can be found using published reference tables. Friction loss for equipment such as filters, heaters, and chlorination systems can be found in charts and/or curves provided by the manufacturer. The sum of all the resistance is called Total Dynamic Head (TDH) and is typically measured in Feet of Water or Feet of Head.

A properly sized pump will have the ability to overcome the Total Dynamic Head of the system while, at the same time, providing flow that will satisfy Turnover Rate and Water Velocity requirements.

For new installations, it is possible to calculate TDH very accurately by using reference tables and manufacturer's data to determine the friction loss associated with every component in the circulation system.

For existing installations, we are often unable to determine the total amount of pipe and fittings … it's underground. Therefore, what follows is a simplified "rule-of-thumb" means of determining Total Dynamic Head.

We will need to add the resistance from the vacuum (suction) side of the existing pump to the resistance of the pressure side of the pump. Note this assumes the Static Suction Lift (i.e. vertical distance from the center of the pump's impeller to the surface of the water) is offset by the water returning to the pool.

A. Friction Loss (Vacuum)

_____inches of mercury x 1.13 ft of water = _____ft of water
(vacuum reading) (total resistance, vacuum)

Typically, however, a vacuum reading will not be available, therefore, the table below provides Common Head Loss Factors for today's high-efficiency pumps.

Pump Size	Head Loss Factor*
3/4 HP	4.5 to 5.5 ft of water
1 HP	7 to 9 ft of water
1 1/2 HP	10 to 12.5 ft of water
2 HP	13.5 to 16 ft of water

*Assumes 2" suction line, not to exceed 40 ft long, minimal fittings, one (1) 2" valve and full-rated pumps.

Total Resistance (Vacuum): 9 ft of water (existing 1 HP pump)

http://www.mohandes-iran.com

B. Friction Loss (Pressure)

_____ PSI x 2.31 ft of water / PSI = _____ft of water
(filter pressure, clean) (total resistance, pressure)

Total Resistance (Pressure): 10 PSI x 2.31 ft of water / PSI = 23 ft of water

C. Total Dynamic Head

_____ ft of water + _____ ft of water = _____ft of water
(total resistance, vacuum) (total resistance, pressure) (total dynamic head)

Total Dynamic Head: 9 ft of water + 23 ft of water = 32 ft of water

4. Pump Sizing

We now have all the information necessary to select the proper size pump and/or filter and then proceed based on new vs. aftermarket installations.

A pump's performance data is provided in GPM (output) vs. Feet of Head (resistance). The specific performance data for Hayward pumps can be found in the Pump Section, pages 7-16.

4A. Pump Sizing, New Installations

For new installations, use the desired flow rate and Total Dynamic Head calculated from tables and manufacturer's data:

Desired Flow _____ GPM

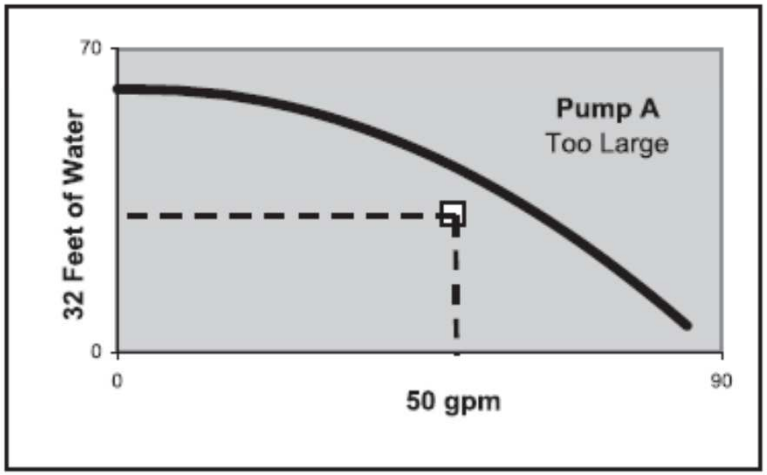
Total Dynamic Head _____ ft of water

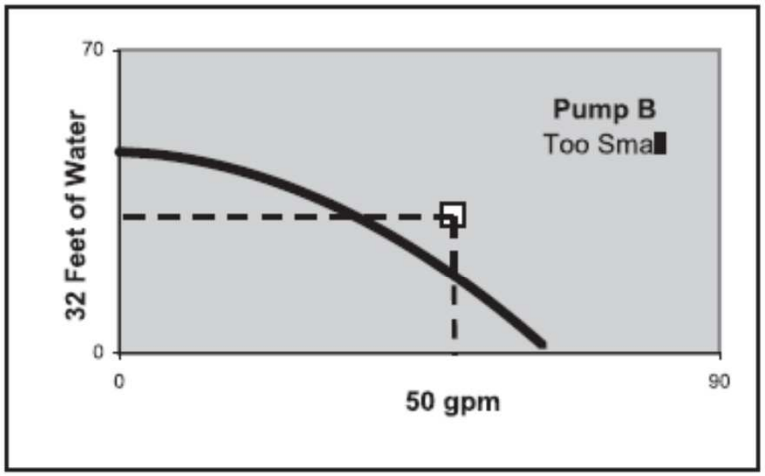
Using Hayward Pump Performance Curves or Tables, identify which pump's performance comes closest to matching the point where the Desired Flow intersects with the Total Dynamic Head.

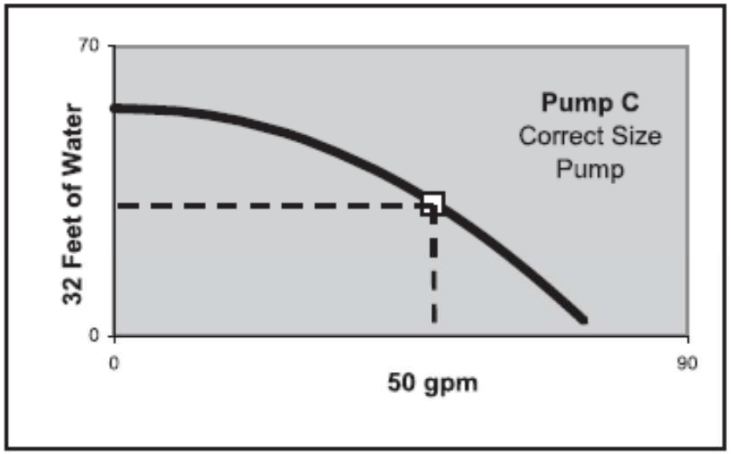
http://www.mohandes-iran.com

Desired Flow: 50 GPM

Total Dynamic Head: 32 ft of water (assume to be the same as determined above)







4B. Pump Sizing, Existing Installations

For existing installations, use the Total Dynamic Head calculated from the Friction Loss on the Vacuum and Pressure side of the pump.

Total Dynamic Head _____ ft of water

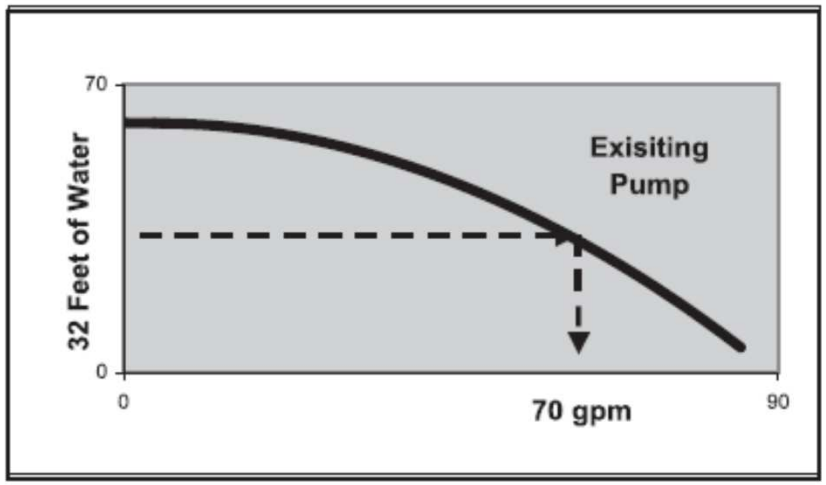
Using the manufacturer's performance curve for the existing pump, find the flow that corresponds to the Total Dynamic Head. This is the actual flow at which the pump is currently operating, which may or may not meet Turnover Rate and Water Velocity requirements. Verify the actual flow rate is between the minimum flow based on the Turnover Rate and the maximum flow based on the Water Velocity.

Total Dynamic Head: 32 ft of water (assume to be the same as determined above)

If the actual flow rate does not meet the Turnover Rate and Water Velocity requirements, you must either modify the system to add or remove restrictions (e.g. use less restrictive plumbing fittings and/or equipment) or vary the flow by changing size of the pump.

http://www.mohandes-iran.com

If you increase or decrease your flow for any reason, your resistance will increase or decrease respectively. You cannot read horizontally across the curve at the same Total Dynamic Head to choose another pump. You must create a system curve based on the following relationship:



_____ft of water x (_____ GPM ÷ _____GPM)² = _____ft of water
(current friction loss) (new flow rate) (current flow rate) (new friction loss)

Choose the minimum and maximum flow rates based on Turnover Rate and Water Velocity and calculate the corresponding friction loss using the formula above. Plot each combination of friction loss and flow to create the system curve.

Current Flow: 70 GPM

Current Friction Loss: 32 ft of water

New Flow Rate (per Turnover Rate) = 35 GPM

New Friction Loss = (32 ft of water) x (35 GPM ÷ 70 GPM)² = 8 ft of water

New Flow Rate (per Water Velocity) = 63 GPM

New Friction Loss = (32 ft of water) x (63 GPM ÷ 70 GPM)² = 26 ft of water

http://www.mohandes-iran.com

4B. Filter Sizing

A filter, be it DE, sand, or cartridge, has a Design Flow Rate in GPM as well as a Turnover Capacity in Gallons. See the table below, for example. The specific performance data for Hayward filters is provided in the Filter Section, pages 20-35.

Select a filter that meets or exceeds the desired flow rate and turnover capacity in gallons.

Model Number	Effective Filtration Rate Area	Design Flow	Turnover Capacity (Gallons)	
			8 Hours	10 Hours
S180T	1.75 ft²	35 GPM	16,800	21,000
S210T	2.20 ft²	44 GPM	21,120	26,400
S220T	**2.64 ft²**	**52 GPM**	**24,960**	**31,200**
S244T	3.14 ft²	62 GPM	29,760	37,200
S270T	3.70 ft²	74 GPM	35,520	44,400
S310T	4.91 ft²	98 GPM	47,040	58,800
S360SX	6.50 ft²	131 GPM	62,400	78,000

Desired Flow: 50 GPM

Turnover 21,120 gallons in 10 hours

Select S220T (minimum)

One additional factor to consider in filter sizing is bather load. Busier pools require larger filters. Also, larger filters provide longer cycles, reducing everyday maintenance required by the consumer during the pool season.

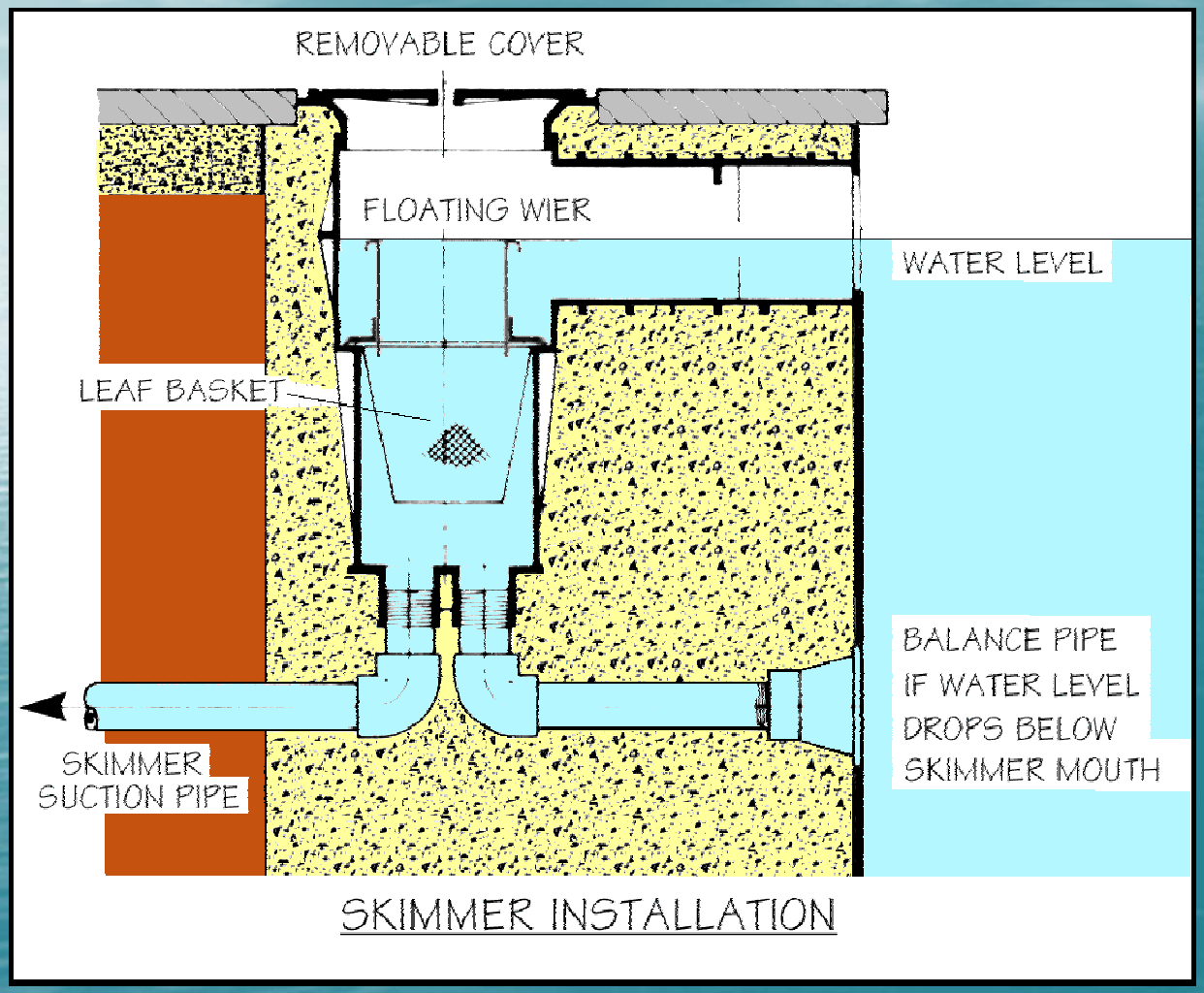
http://www.mohandes-iran.com

اجرای استخر

http://www.mohandes-iran.com

اسکیمر در استخر ها

http://www.mohandes-iran.com



سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

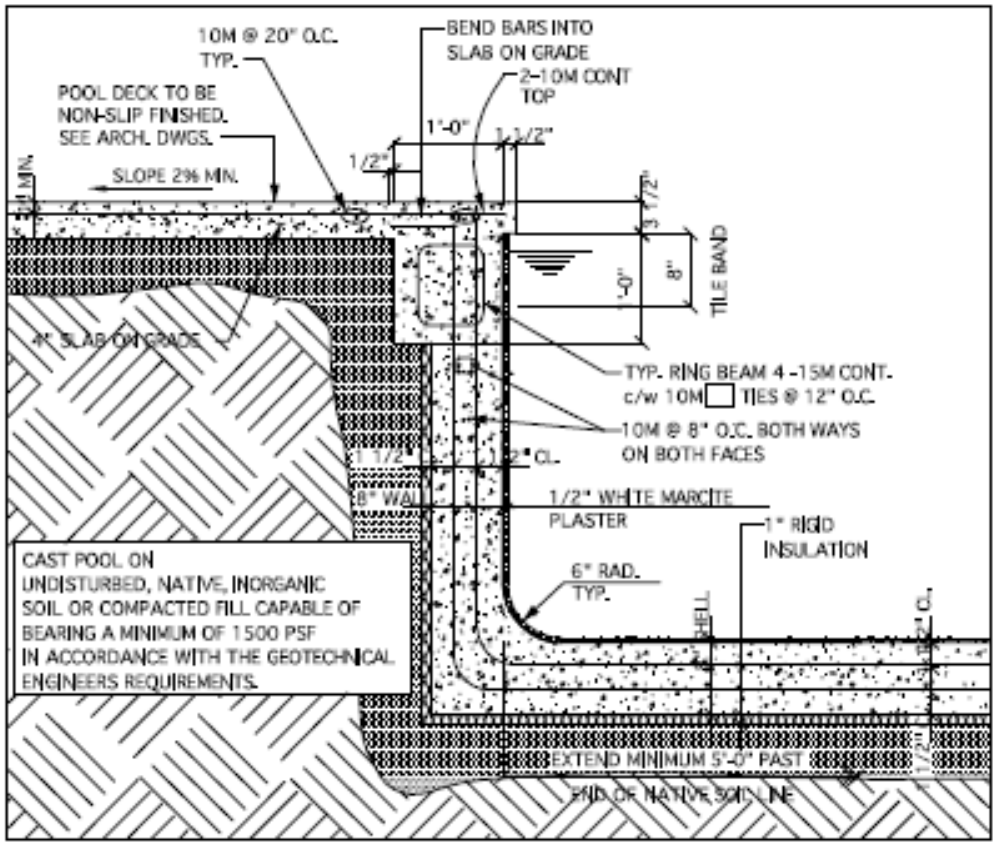
http://www.mohandes-iran.com

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

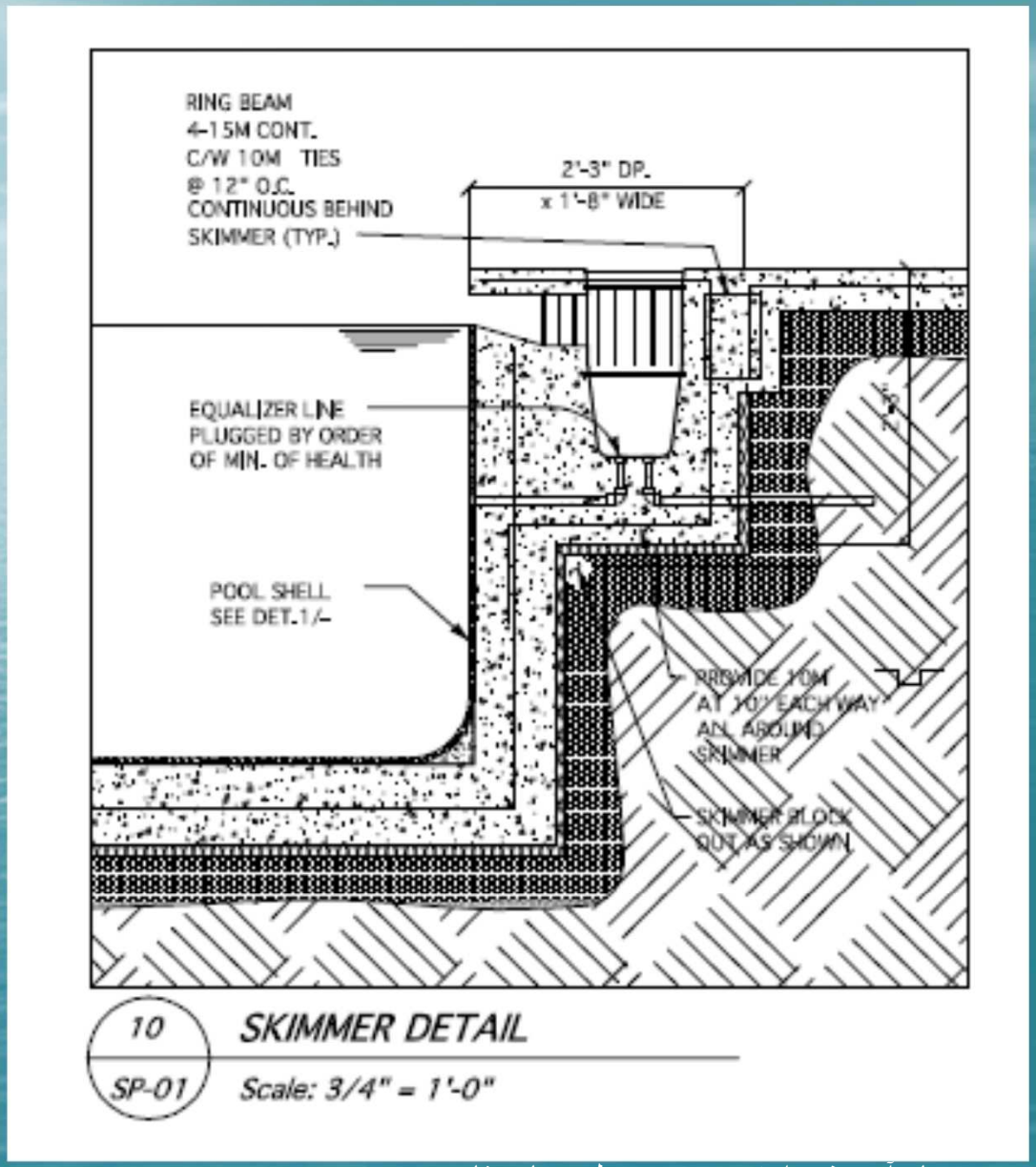
دتایل های اجرایی استخر

http://www.mohandes-iran.com



سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com



سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

+1.10
تراز کف پنجره

-0.60

-1.00

دوغاب سیمان
پوشش دیوار از سرامیک
سرامیک کف
ملات ماسه سیمان
بتن کفبند عیار ۱۵۰
کیلوگرم برمترمکعب
بلوکاژ
دیواراز آجر فشاری

سنگ تیشه ای سمیرم
دوغاب سیمان
تیغه ی سانتی

105 105

20 3105

خاک کوبیده
بتن با ضخامت ۲۰ سانتیمتر
مطابق نقشه های سازه
سیمان لیسه ای
عایق رطوبتی۳ قشر قیر +دو لایه گونی
بتن شیب بندی با عیار ۱۵۰
کیلوگرم برمترمکعب
ملات ماسه سیمان
سرامیک‌مطابق جدول

165
VAR
20 3105

فرش کف
ملات ماسه سیمان
مخلوط کوهی یا
رودخانه ای‌کوبیده
خاک کوبیده
شاز مطابق نقشه های سازه
بتن مگر
خاک کوبیده

برش عمودی دیوار 4-4

مقیاس 1:25

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

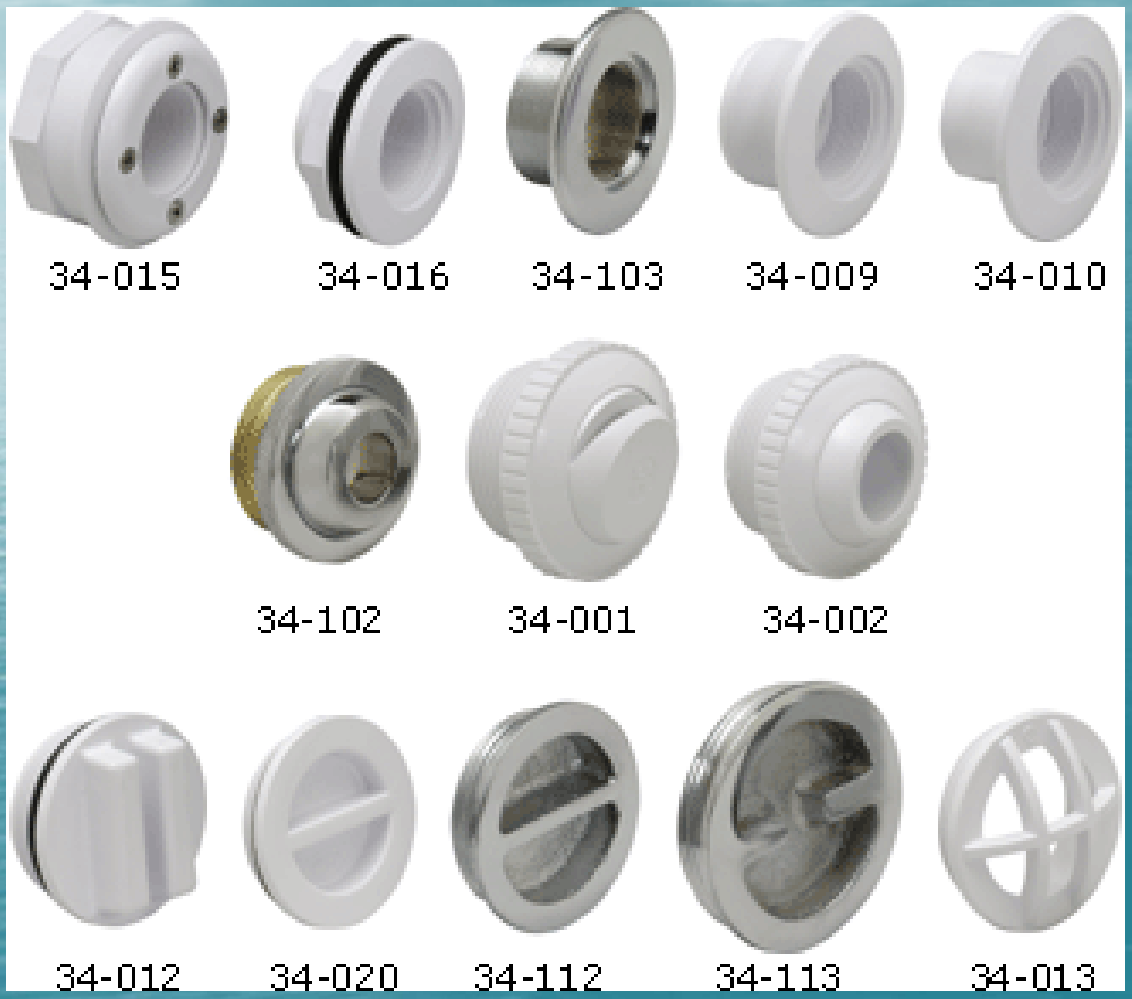
http://www.mohandes-iran.com

خلاصه ای از طراحی جکوزی

http://www.mohandes-iran.com

نازل ها

http://www.mohandes-iran.com



سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com

- . Note the GPM rating required to operate each jet. For example if you would be using 6 Twin Roto's with a 3/8" nozzle, each jet would require 12 GPM X 6 Jets = 72 GPM. This means that you would need a pump that has a flow rating of at least 72 GPM to operate these 6 Jets.
- Note: Each Power Jet Internal comes with the following 4 interchangeable nozzles, note the GPM required to operate each nozzle

  1/4" Nozzle - 8 GPM
  3/8" Nozzle - 12 GPM
  1/2" Nozzle - 15 GPM
  5/8" Nozzle - 25 GPM

- P=15-22 psi

http://www.mohandes-iran.com

با تشکر از توجه شما

سمینار آموزشی استخر مهندس علیرضا صفار

http://www.mohandes-iran.com