

استخرهای بی انتها، راهکاری جدید جهت کاهش مصرف آب و انرژی در استخرهای شنا

امین محکمی، سیما پوست فروش فرد، عبدالرحمان نوروزی

چکیده

به دلیل مسائل پیرامونی انسان شهر نشین، بیماریهای روحی و افسردگی روز به روز در حال افزایش می باشد. ورزشهای آبی مانند شنا می تواند بخشی از آرامش از آرامش از دست رفته را به انسان برگرداند. امروزه برخی از مردم اقدام به احداث استخرهای شنای خصوصی در فضای زندگی خود نموده اند. اما اکثر این استخرها به دلیل عدم وجود فضای کافی، کوچک و در عمل قابل شنا کردن نیستند. از طرفی مصرف انرژی و آب این استخرها قابل تامل می باشد. این مقاله به بررسی یک نمونه استخر معمول و یک استخر نمونه از سری "استخرهای بی انتها" خواهد پرداخت. در این استخرها که فضای بسیار اندکی را اشغال می کنند، می توان ساعتها بدون محدودیت شنا کرد بدون آنکه به انتهای آن رسید. طی بررسی هزینه های احداث، انرژی و نگهداری یک استخر معمول به مساحت 24 m^2 و یک نمونه استخر بی انتها به مساحت 8.8 m^2 در این مقاله مشخص شد، اختلاف قیمت احداث استخر بی انتها که حدود ۴ میلیون تومان می باشد، بعد از گذشت حدود ۱۰ سال به دلیل کاهش مصرف انرژی (مجموع برق، گاز) و آب به ترتیب به میزان ۵۷ و ۲۹۰ درصد در سال، سرمایه اولیه باز خواهد گشت. تنها صرفه جویی آب صورت گرفته معادل مصرف آب بهداشتی حدود ۵ واحد آپارتمانی در ماه می باشد. لذا با توجه به کوچک بودن، کم مصرف بودن و کارا بودن این استخرها می توان با حمایت دولت این ورزش سالم را گسترش داد.

واژه های کلیدی: آب - استخرهای بی انتها - انرژی، بهینه سازی - مصرف آب - مصرف سوخت

انرژی، یک کلمه‌ی آشنا که با بهینه‌سازی و صرفه‌جویی همیشه در زندگی جوامع بشری ایفای نقش دارد. شاید این روزها مکرر بحث بحران انرژی را از زوایای مختلف شنیده باشید. آمارهایی چون صندوق بین‌المللی پول که اعلام می‌دارد ایران دومین کشور جهان از نظر پرداخت یارانه انرژی با رقم ۳۷ میلیارد دلار است چرا که مصرف سرانه انرژی در کشور برای هر نفر بیش از پنج برابر مصرف سرانه اندونزی و دو برابر کشور چین با جمعیتی بالغ بر یک میلیارد و سیصد میلیون نفر جمعیت است.

در کشور ما بحث یارانه بازار گرمی را به خود اختصاص داده به طوری که در ایران متوسط نرخ یارانه اختصاص داده شده به فرآورده‌های نفتی ۸۳/۳ درصد و گاز طبیعی ۷۷/۸ درصد بوده است که این حالت به لحاظ اقتصادی نامطلوب بوده و امکان توسعه صنعتی را میسر نخواهد ساخت [۱].

و اما آب شاید بتوان گفت همانگونه که به قول قدیمی‌ها وقت طلاست (یعنی غیر قابل بازگشت) آب نیز چنین می‌باشد. بشر سالیان سال است که بدون داشتن نفت، گاز، بخاری و رادیاتور و ... زنده مانده است و زندگی کرده است. اما آیا بدون آب نیز خواهد توانست؟ بنابر این شاید بتوان گفت به دلیل اهمیت آن و همچنین با توجه به اینکه کشور ما در کمربند خشک جهان قرار گرفته و میزان بارندگی آن یک سوم متوسط جهانی است و از طرفی میزان سرانه مصرف آب کشورهای اروپایی ۱۲۰ تا ۱۲۵ لیتر است در حالی که میزان مصرف سرانه آب هر فرد در کشورمان بیش از ۱۵۰ لیتر می‌باشد، نیاز به توجه ویژه و کاربردی در این زمینه می‌باشد [۲].

اکثر افراد و متخصصان جامعه بنا بر منطق اولویت مصرف کنندگان کلان آب بهداشتی و تصفیه شده مانند دوش حمام، فلاش تانک یا فلاش والوها و سرویسهای عمومی به این واحدها توجه ویژه‌ای دارند. اما در اطراف ما مصارف قابل توجه‌ای نیز وجود دارد مانند؛ استخرهای شنا که اکثریت خصوصی می‌باشد و از آنها غافل می‌باشیم. آنالیز مصرف انرژی حرارتی، برق و مصرف آب و همچنین هزینه‌های ساخت، اهم از ابنیه و تاسیسات بخشهایی از این مقاله می‌باشد.

به جز مصرف شرب، آب، راحت‌ترین و ارزان‌ترین وسیله‌ای است که ورزشکاران و مردم برای رفع خستگی، کسالت و به

دست آوردن آرامش و راحتی از آن استفاده می‌کنند، با تمام مزایا در مورد آب درمانی، باید گفت: "با شناخت و آگاهی از تاثیرات فیزیولوژیکی و درمانی آب، به آسانی و راحتی می‌توان از آن استفاده کرد. "هیدروتراپی" به معنای آب درمانی در گذشته توسط ایرانی‌ها، مصری‌ها، یونانی‌ها و ژاپنی‌ها، با توجه به خواص درمانی آب، به فراوانی مورد استفاده قرار می‌گرفت. به همین دلیل امروزه نیز افراد زیادی تمایل به احداث استخرهای خصوصی که در اکثر مواقع به دلیل کوچک بودن ابعاد آن در عمل، قابل شنا کردن هم نمی‌باشند تشویق خواهند شد. لذا در این مقاله جهت ایجاد امکان شنا کردن و در عین حال با صرفه‌بودن، نوعی استخر به نام استخر بی انتها مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته است که با استفاده از آن مزایایی چون؛ ابعاد کوچک و قابل نصب در کمترین فضا حدود ۹ متر مربع، حجم آبیگیری کم حدود ۱۱ متر مکعب، کاهش مصرف انرژی و در نهایت کاهش مصرف آب را خواهد داشت.

در ادامه سعی شده است پس از معرفی این استخرها، به بررسی و مقایسه استخرهای معمول و بی انتها پرداخته شود.

تنها پر کردن و جبران آب تبخیر شده یک استخر معمول در طول سال حدود ۱۵۰ متر مکعب آب شرب را می‌بلعد که این مقدار حدوداً معادل مصرف ۵ واحد آپارتمانی در یک ماه می‌باشد.

۲- معرفی استخرهای بی انتها

استخرهای بی انتها نسل جدیدی از استخرها هستند که با وجود این استخرها دیگر نیازی به رفتن به مسیرهای دور و استخرهای شلوغ نیست، چرا که این امکان را فراهم می‌آورند که بتوان در هر مکان و هر زمانی به شنا و تمرین پرداخت و از مزایای تمرینات شنا برای سلامتی بهره‌برد. این نوع استخرها فضای کمی را اشغال می‌کنند، به راحتی قابل نصب هستند و می‌توان آنها را در داخل یا خارج از ساختمان نصب کرد. همچنین تعمیرات و نگهداری آنها بسیار ساده می‌باشد و نیاز به تجهیزات و تخصص خاصی نیست. از لحاظ ظاهری این استخرها بسیار زیبا هستند و می‌توان آنها را در هر محیطی به نمایش گذاشت. از دیگر خصوصیات شایان توجه این استخرها مصرف کم منابع و انرژی در مقایسه با انواع معمول می‌باشد.

۱-۲- نحوه کارکرد این نوع استخرها



شکل ۱- نمونه ای از استخرهای بی انتها

C: گرمای ویژه آب برحسب (Kcal/Kg)

V: حجم آب استخر برحسب (M³)

T: مدت زمان پیش گرمایش یا راه اندازی استخر بر حسب (ساعت در روز)

Q: میزان انرژی مورد نیاز در زمان پیش راه اندازی برحسب (Kcal/hr)

۲-۳- محاسبه نرخ تبخیر سطحی

برای به دست آوردن مقدار نرخ تبخیر می توان از معادله ی زیر استفاده کرد^[۴].

$$\dot{m} = \left[K.A.\rho_{sur}|\rho_{room} - \rho_{sur}|^{0.33}(\omega_{sur} - \omega_{room}) \right] \quad (2)$$

که در آن:

اگر اختلاف چگالی کمتر از ۰/۰۰۱۲۵ باشد K=۳۳۳

اگر اختلاف چگالی بیشتر از ۰/۰۰۱۲۵ باشد K=۲۹۰

\dot{m} : نرخ تبخیر آب از سطح استخر بر حسب Lbm/hr

A: مساحت استخر Ft²

ρ_{sur} : چگالی هوای اشباع در دمای سطح آب بر حسب Lbm/ft³

ω_{sur} : نسبت رطوبت هوای اشباع در دمای سطح آب بر حسب Lbv/ Lba

ρ_{room} : چگالی هوای سالن استخر بر حسب Lbm/ft³

ω_{room} : نسبت رطوبت هوای سالن استخر بر حسب Lbv/ Lba و معادله زیر جهت بدست آوردن رطوبت نسبی می

$$\omega = 0.6219 \frac{P_v}{P_a} \quad \text{باشد.} \quad (3)$$

که در آن: P_v فشار جزئی بخار آب در رطوبت و دمای طرح و P_a فشار جزئی هوا در رطوبت صفر درصد بر حسب Lbm/ft² می باشد.

شرح کار سیستم این استخرها بسیار ساده است، جریان مخالف ایجاد شده توسط پمپ مخصوص این استخرها یک جریان رودخانه ای را ایجاد خواهد کرد که این جریان باعث خنثی کردن نیروی جلو رونده ی شناگر می شود. یعنی با تنظیم شدت جریان آب توسط تغییر توان پمپ می توان شنا کرد بدون اینکه به انتهای استخر برسید.

قلب این استخر یک موتور هیدرولیک آبی کوچک اما قدرتمند است که یک پره ۱۶ اینچی را که جلوی استخر قرار گرفته به حرکت در می آورد. این پره آب را در درون ۲ گریل که جریان را هموار و مستقیم می سازد، فشار می دهد. این جریان کاملاً متفاوت و قابل کنترل است. در پشت استخر، جریان وارد یک صفحه توری شکل بزرگ می شود و از طریق کانالهای اطراف استخر به سمت جلو استخر به حرکت در می آید. به دلیل اینکه آب از طریق کانالهای اطراف باز می گردد، فشار آب شکسته شده و جریان متلاطم نخواهد شد^[۳].

۳- معادلات حاکم

۱-۳- محاسبه ی میزان انرژی مورد نیاز جهت

گرم کردن آب استخر در زمان راه اندازی

$$Q = (\rho.v.c)\Delta\theta/T$$

$\Delta\theta$: اختلاف دمای آب استخر به دمای آب اولیه یا پرکن استخر برحسب (°C)

ρ : جرم حجمی آب برحسب (Kg/M³)

۳-۳- محاسبه میزان اتلاف انرژی از طریق

تبخیر سطحی

با استفاده از معادله (۱) و با معلوم بودن آنتالپی تبخیر در دمای مورد نظر طرح و جایگذاری در معادله زیر میزان اتلاف انرژی بدست می آید [۵].

$$Q_v = h_{fg} \times \dot{m} \quad (۴)$$

که در آن:

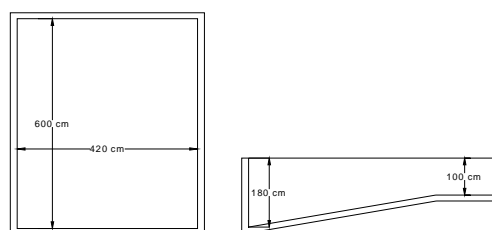
Q اتلاف حرارت بر حسب (Btu/hr)

\dot{m} نرخ تبخیر (Lbm/hr) و

h_{fg} آنتالپی نهان تبخیر بر حسب (Btu/Lbv) است.

۴- محاسبه و بررسی مصرف آب، انرژی و هزینه های احداث یک استخر معمول در یک واحد مسکونی

یک استخر نمونه ی بتنی واقع در زیرزمین یک منزل مسکونی به شکل و ابعاد زیرا مورد آنالیز و بررسی قرار داده که در ادامه نتایج آن ارائه می گردد. (شکل شماره ۲)



شکل ۱- نمونه ای از طرح استخرهای معمول

۴-۱- محاسبه حجم آب استخر

برای انجام محاسبات انرژی مورد نیاز جهت گرمایش آب استخر و انتخاب تجهیزات استخر قبل از هر چیز حجم آب استخر را باید محاسبه گردد. پس از انجام محاسبه جهت استخر نمونه با ابعاد ذکر شده در شکل ۲ مساحتی بالغ بر ۲۴ متر مربع و حجمی معادل ۳۵ متر مکعب به دست می آید.

نکته: به دلیل شیب کف استخر بهتر است ارتفاع میانگین در نظر گرفته شود.

۴-۲- محاسبه میزان انرژی پیش راه اندازی

استخر

پس از مشخص شدن حجم آب استخر می توان بر اساس معادله شماره (۱) و با در نظر گرفتن زمان پیش راه اندازی ۲۰ ساعت و همچنین دمای اولیه و نهایی آب به ترتیب ۱۰

و ۲۷ درجه سانتی گراد، انرژی مورد نیاز جهت گرم کردن آب استخر را در مدت زمان قید شده محاسبه نمود. این مقدار با توجه به شرایط فوق، معادل (Kcal/hr) $Q_1 = 30,000$ خواهد بود.

۴-۳- محاسبه میزان اتلاف انرژی بر اثر تبخیر

سطحی آب استخر

اتلاف انرژی بر اثر تبخیر از سطح استخرها حدود ۷۰ درصد از کل اتلافات انرژی استخرها را شامل می شود که می بایست این نرخ را محاسبه و جهت جبران آن میزان انرژی حرارتی مورد نیازش را نیز بدست آورد. جهت این منظور از معادله شماره (۲) استفاده کرده که مقادیر نرخ تبخیر و انرژی مورد نیاز آن به ترتیب عبارت اند از:

$$\dot{m} = 5.5 \text{ Kg/hr} \text{ یا } 12 \text{ Lbm/hr}$$

$$Q_2 = 30,000 \text{ (Kcal/hr)}$$

۴-۴- محاسبه میزان انرژی کل مورد نیاز جهت

گرمایش آب استخر

با جمع انرژی پیش راه اندازی و جبران اتلاف تبخیر آب استخر، میزان کل انرژی مورد نیاز به دست خواهد آمد.

$$Q_T = 30,000 + 30,000 = 60,000 \text{ (Kcal/hr)}$$

۴-۵- محاسبه دبی گردش آب استخر و افت

فشار پمپ

از آنجایی که ایده آل ترین زمان گردش و تصفیه آب استخرهای خصوصی ۳ مرتبه در روز می باشد، بنا براین برای بدست آوردن دبی پمپ بایستی حجم آب استخر را بر ۸ ساعت بخش کرد. این میزان برای استخر مورد نظر حدود $4.3 \text{ m}^3/\text{hr}$ یا 22 gpm می باشد. جهت محاسبه افت فشار پمپ بایستی افت مسیر لوله کشی، اتصالات، فیلتر و مبدل را با یکدیگر جمع نمود که این مقدار برای استخر مورد نظر حدود 52 ft محاسبه شده است.

۴-۶- محاسبه سطح فیلتر مورد نیاز

سطح مورد نیاز فیلتر بر اساس ft^2 با تقسیم نرخ جریان پمپ استخر (gpm) به نرخ فیلتراسیون (gpm/ft^2) به دست می آید.

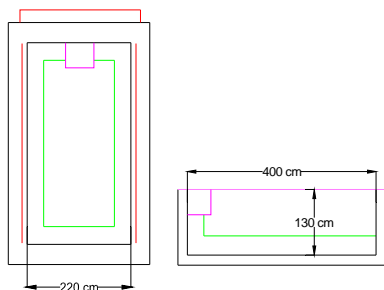
گرفته است. در ادامه خلاصه ای از شرح هزینه ها در جدول شماره (۱) ارائه گردیده است.

جدول ۱- شرح خلاصه هزینه های ساخت و بهره برداری از استخر معمول موردنظر

شرح هزینه	قیمت (ریال)
مصرف حاملهای انرژی و آب استخر در سال	۳,۸۰۰,۸۰۰
احداث و کارهای ابنیه استخر معمول	۱۷,۳۴۰,۰۰۰
تاسیسات مکانیکی و برقی استخر معمول	۱۵۱,۰۰۰,۰۰۰
هزینه کلر زنی در سال	۹۶,۰۰۰
مجموع کل هزینه ها	۱۷۲,۲۳۶,۸۰۰

۵- محاسبه و بررسی مصرف آب، انرژی و هزینه های احداث یک استخر بی انتها در یک واحد مسکونی

در این قسمت به صورت فرضی یک استخر نمونه از نوع استخرهای بی انتهای بتنی واقع در یک منزل مسکونی به شکل و ابعاد زیرا مورد آنالیز و بررسی قرار داده که در ادامه نتایج آن ارائه می گردد.



شکل ۲- نمونه ای از استخر بی انتها

۵-۱- محاسبه حجم آب استخر

با توجه به استخرنمونه با ابعاد ذکر شده در شکل (۳) مساحتی بالغ بر ۸.۸ متر مربع و حجمی معادل ۱۱.۵ متر مکعب به دست می آید.

نکته: کف استخرهای بی انتها بدون شیب می باشد. با توجه به تشابه مراحل محاسبه، در جدول شماره (۲) نتایج محاسبات مربوط به استخر بی انتها آورده شده است.

۴-۷- محاسبه مصرف انرژی حرارتی و گاز

طبیعی در سال

محاسبات را با فرض ۳ مرتبه استفاده از استخر در طول هفته و یا حدود ۲۸۰۰ ساعت در طول سال پیش خواهیم برد.

با توجه به زمان استفاده از استخر در طول سال و قیمت هر متر مکعب گاز طبیعی با فرض ۷۰۰ ریال (بدون اختصاص یارانه) پس از انجام محاسبات عدد $9,429 \text{ m}^3/\text{hr}$ جهت گاز طبیعی با هزینه ای بالغ بر ۶,۶۰۰,۰۰۰ ریال در سال به دست خواهد آمد.

۴-۸- محاسبه مصرف انرژی برق در سال

برق مصرفی پمپ مخصوص استخر بی انتها حدود 3.5 Kw/hr می باشد. محاسبات میزان مصرف برق این پمپ در یک سال را با فرض ۳ مرتبه استفاده از استخر در طول هفته و ۵ ساعت در هر روز انجام خواهیم داد.

با توجه به زمان استفاده از استخر در طول سال و قیمت هر متر کیلو وات بر ساعت برق با فرض ۶۰۰ ریال (بدون اختصاص یارانه) پس از انجام محاسبات عدد $2,520 \text{ Kw/hr}$ جهت برق با هزینه ای بالغ بر ۱,۵۱۲,۰۰۰ ریال در سال به دست خواهد آمد.

از طرف دیگر به دلیل پایین بودن دبی گردش آب استخر بی انتها در مقایسه با استخر معمول قدرت پمپ استخر بی انتها نیز کمتر خواهد بود. لذا بر این اساس می توان با انتخاب یک پمپ $3/4 \text{ HP}$ به جای پمپ 1 HP و بر طبق زمان استفاده از استخر و تصفیه ۲۴ ساعته، حدود 644 Kw/hr معادل ۳۸۶,۰۰۰ ریال هزینه ی برق مصرفی پمپ را در مدت زمان یک سال کاهش داد.

با تفریق برق مصرفی پمپ استخر بی انتها و میزان اختلاف برق مصرفی پمپ استخر معمول نسبت به استخر بی انتها چیزی نزدیک به $1,870 \text{ Kw/hr}$ در سال، استخر بی انتها بیشتر برق مصرف خواهد کرد.

۴-۹- آنالیز هزینه ی ساخت و بهره برداری

استخر به روش معمول

هزینه هایی شامل: ابنیه، تاسیسات مکانیکی و برقی و همچنین هزینه ی مصرف سوخت سالیانه، محاسبه و در جدول شماره (۴) که به پیوست می باشد، مورد بررسی قرار

شرح	مقدار
میزان انرژی پیش راه اندازی استخر	$Q_1 = 10,000 \text{ (Kcal/hr)}$
میزان انرژی تبخیر سطحی استخر	5.5 Kg/hr یا 12 Lbm/hr $Q_2 = 1,200 \text{ (Kcal/hr)}$
انرژی کل مورد نیاز جهت گرمایش آب استخر	$10,000 + 1,200 = 11,200$ $Q_T \text{ (Kcal/hr)}$
دبی گردش آب استخر	$1.44 \text{ m}^3/\text{hr}$ یا 7.5 gpm
افت فشار پمپ	46 ft

۲-۵- آنالیز هزینه ی ساخت و بهره برداری

استخر بی انتها

هزینه هایی شامل: ابنیه، تاسیسات مکانیکی و برقی و همچنین هزینه ی مصرف سوخت سالیانه، محاسبه و در جدول شماره (۴) مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه خلاصه ای از شرح هزینه ها در جدول شماره (۳) ارائه گردیده است.

جدول ۳- شرح خلاصه هزینه های ساخت و بهره برداری از استخرهای بی انتهای مورد نظر

شرح هزینه	قیمت (ریال)
مصرف حاملهای انرژی و آب استخر در سال	۷,۱۰۵,۳۵۰
احداث و کارهای ابنیه استخر معمول	۳۵,۸۶۱,۶۰۰
تاسیسات مکانیکی و برقی استخر معمول	۹۲,۴۰۰,۰۰۰
هزینه کلر زنی در سال	۳۰۴,۰۰۰
مجموع کل هزینه ها	۱۳۵,۶۷۰,۹۵۰

۶- محاسبه ی صرفه اقتصادی و باز گشت سرمایه

استخرهای بی انتها در مقایسه با استخرهای معمول

معمول

حتی با وجود اینکه فواید استفاده از استخرهای بی انتها در مقایسه با استخرهای معمول که با ابعاد کوچک و بدون کارایی لازم احداث می شوند قابل توجه می باشد اما از نظر اقتصادی نیز باید مورد بررسی قرار بگیرند تا هم دولت و هم عموم مردم انگیزه ای فراتر از کیفیت، برای استفاده از آنها داشته باشند.

جهت احداث یک استخر بی انتها باید اختلاف قیمت هزینه ی ساخت استخر معمول حدود ۱۲۸,۵۶۵,۶۰۰ ریال و استخر بی انتها حدود ۱۶۸,۴۳۶,۰۰۰ ریال که ۳۹,۸۷۰,۴۰۰ ریال می باشد را پرداخت کرد.

با فرض محاسبه ی قیمت حاملهای انرژی اهم از برق و گاز به صورت آزاد یعنی ۷۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب گاز، ۶۰۰ ریال به ازای هر کیلووات برق و در نهایت قیمت ۹۵۰ ریال به ازای هر متر مکعب آب مصرفی، همچنین با توجه به میزان صرفه جویی انرژی گاز به میزان ۶۲۲۹ متر مکعب بر ساعت و آب ۱۰۴ متر مکعب در هر سال و مازاد مصرف انرژی برق به دلیل مصرف پمپ مخصوص استخر بی انتها به میزان ۱۹۲۰ کیلو وات بر ساعت در سال دوره ی بازگشت سرمایه استخرهای بی انتها با فرض ثابت ماندن قیمت انرژی تا سالهای آینده حدود ۱۰ سال خواهد بود.

بنابراین می توان به جای احداث استخرهای کوچک بتنی و نا کارآمد با دور اندیشی، کیفیت و کمیت را در کنار هم قرار داد.

۷- نتیجه گیری

طی بررسی های صورت گرفته در خصوص هزینه های احداث و بهره برداری دو استخر نمونه مورد تحلیل مشخص گردید، در صورت احداث یک استخر از نوع بی انتها تنها حدود ۴ میلیون تومان هزینه ی بیشتر پرداخت خواهد شد اما با توجه به کاهش حدود ۵۷ درصدی مصرف (گاز+ برق) و ۲۹۰ درصدی آب در طول سال می توان طی مدت ۱۰ سال مازاد هزینه را جبران کرد و در سالهای آتی ارزش افزوده خواهد داشت. تنها صرفه جویی آب صورت گرفته معادل مصرف آب بهداشتی حدود ۵ واحد آپارتمانی در ماه می باشد.

بنا بر این می توان با حمایت دولت و بخش خصوصی به جای احداث استخرهای بتنی معمول که در عمل علاوه بر مصرف بالای انرژی از کارآمدی لازم هم برخوردار نمی باشند، از استخرهای بی انتها استفاده کرد. همچنین به دلیل سبک بودن این استخرها و پایین بودن هزینه های نگهداری آنها می توان در فضاهای کوچک مانند حیاط خلوت، پارکینگ، پشت بام و اتاق ورزش نصب نمود.

جدول ۴- آنالیز هزینه های ساخت و بهره برداری استخرهای بی انتها و معمول

توضیحات	قیمت (ریال)		واحد	مقدار		شرح
	استخر بی انتها	استخر معمول		استخر بی انتها	استخر معمول	
جهت آشنایی با چگونگی محاسبه به ۴-۶ - مراجعه شود.	۲,۲۴۰,۰۰۰	۶,۶۰۰,۰۰۰	m ³ / hr	۳,۲۰۰	۹,۴۲۹	مصرف انرژی گاز طبیعی در سال
جهت آشنایی با چگونگی محاسبه به ۴-۷ - مراجعه شود.	۰۰۰,۱,۵۱۲	۳۶۰,۰۰۰	Kw/hr	۲,۵۲۰	۶۰۰	هزینه مصرف انرژی برق در سال
با فرض تخلیه استخر حدود سه مرتبه در سال و قیمت هر متر مکعب آب ۹۵۰ ریال	۳۲,۳۰۰	۹۹,۷۵۰	m ³ / year	۳۵	۱۰۵	هزینه مصرف آب در سال جهت پر کردن استخر
بر اساس نرخ تبخیر ۵.۵ کیلوگرم در ساعت و ۸۶۰۰ ساعت در سال و قیمت هر متر مکعب آب ۹۵۰ ریال	۱۶,۵۰۰	۴۵,۶۰۰	m ³ / year	۱۷	۴۸	هزینه جبران آب تبخیر شده از سطح استخر در طول سال
با ۰.۵ ppm و ۳ روز استفاده در هفته	۹۶,۰۰۰	۳۰۴,۰۰۰	kg/ year	۲.۴	۷.۶	هزینه کلرزنی در طول سال
ریز هزینه های احداث و کارهای ابنیه استخر معمول						
	۳۹۰,۰۰۰	۱,۳۵۰,۰۰۰	M ³	۱۳	۴۵	هزینه خاکبرداری جهت کاسه استخر
	۶,۰۰۰,۰۰۰	۱۲,۰۰۰,۰۰۰	M ³	۲۵	۵۰	هزینه بتن ریزی و آرماتور بندی
با بر اساس فهرست بهای ۸۸	۹۵۰,۰۰۰	۶۰۰,۲,۵۱۱	M ²	۱۰.۵	۲۸	هزینه ایجاد دیوار حائل با بلوک سیمانی
تقریباً هر متر مربع ۲ کیلو گرم مایع شیمیایی استفاده می شود و هر کیلو حدود ۵۰,۰۰۰ ریال می باشد.	۲,۵۰۰,۰۰۰	۵,۰۰۰,۰۰۰	M ²	۲۵	۵۰	مواد شیمیایی جهت آب بندی بتن
	۷,۵۰۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	M ²	۲۵	۵۰	هزینه کاشیکاری کف و بدنه
ریز هزینه های تاسیسات مکانیکی استخر معمول						
۴ پره ظرفیت ۳۷۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت و ۲ پره ظرفیت ۱۸۰۰۰ جهت استخر بی انتها	۵,۰۰۰,۰۰۰	۸,۰۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	هزینه خرید دیگ چدنی و مشعل

باشاسی و موگیر و 1hp 3/4hp جهت استخر بی انتها	۲,۸۰۰,۰۰۰	۳,۵۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	هزینه خرید پمپ سیرکولاسیون آب استخر
تمام استیل	۲,۵۰۰,۰۰۰	۳,۹۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	هزینه خرید مبدل حرارتی استخر
با ظرفیت ۵۷ متر مکعب در ساعت	۳,۰۰۰,۰۰۰	۳,۰۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	هزینه خرید فیلتر شنی
لوله های پنج لایه	۱۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۵,۰۰۰,۰۰۰	متر	۴۰	۹۰	هزینه اجرای لوله کشی دور استخر(ورودی و خروجیها)
	۱,۵۰۰,۰۰۰	۱,۵۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	هزینه خرید پمپ سیرکولاتور آب دیگ به مبدل
	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	حدود هزینه لوله کشی های داخل موتورخانه و شیر آلات برنجی
	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	حدود هزینه اجرای کارهای برقی داخل کاسه استخر و تابلوه های موتورخانه
	۲,۵۰۰,۰۰۰	۲,۵۰۰,۰۰۰	عدد	۱	۱	حدود هزینه خرید دستگاه کلر زن خطی
	۷۰,۰۰۰,۰۰۰	-----	عدد	۱	---	هزینه خرید پمپ مخصوص استخرهای بی انتها جهت ایجاد جریان مخالف
	۴,۰۰۰,۰۰۰	----	عدد	۱	---	هزینه کانال کشی جهت کاهش موج
	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	۱۵,۰۰۰,۰۰۰	عدد	۱	---	حدود هزینه لوله کشی های داخل موتورخانه و شیر آلات

[۳] www.endlesspool.com

مراجع

[۴] M.mohammed shah,"Calculating Evaporation
From Indoor Water Pools", HPAC Engineering.
2004

[۵] Frank P.Incropera, Dadid P. De Witt,
Introduction to Heat Transfer, 4th ed., 2002

[۱] آژانس بین المللی انرژی IEA

[۲] پایگاه اطلاع رسانی خدمات مهندسی و صنایع برق و

آب www.sabainfo.ir

"ASHRAE systems and equipment and applications handbook", 1995 and 2000

[۶] www.eer.energy.gov

[۷] Smith, C.C., Lof, G.O.G., & Jones, R.W., " Rates of evaporation from swimming pools in active use", ASHRAE Trans.1999

[۸] Shah, M.M., "Prediction of evaporation from occupied indoor swimming pools Energy & Buildings". 2003

[۹] Van wylen, Gordon John, fundamentals of thermodynamics, 5th ed.,2001

[۱۰] افشین عابدی، امین محکمی، پدram بدافی "مرجع

کامل طراحی استخرهای شنا"، ۱۳۸۶.