

An Investigation of Bacterial and Fungal Pollution of Swimming Pools in Karaj city and Effect of Some Environmental Factors on it

ABSTRACT

Background and objective: Swimming pools being some of the popular sport centers are able to potentially receive some pollutants such as nasal secretions, saliva and urine and endanger the health of swimmers. The aim of this study was to determine the bacterial and fungal pollution of swimming pools in Karaj city and effect of some environmental factors on it.

Materials and Method: In this study, 7 pools and 103 samples including water and environmental surfaces were evaluated with standard methods. Residual chlorine, pH, number of swimmers and temperature were studied. SPSS statistical software (version 19) was used for data analysis and the P-value was ≤ 0.05 .

Results: research showed that the average of PH and residual chlorine was 7/5 & 2/20 ppm, correspondingly. 24/27% of samples were positive for one or more fungal contamination. *Aspergillus* spp were 65/71%, *Candida* spp 20%, *Rodotrolla* spp 2/86%, other filamentous fungi 8/57% and other yeast species 2/86%. MPN test in 93/4% and HPC test in 84/6% were in the standard range. Results of tests with carpet samples showed the highest contamination was in dressing room. statistical analysis indicated that there is a direct relationship between decrease of residual chlorine, increase of number of swimmers with increase of contamination.

Conclusion: Test results indicate the presence of bacterial and fungal contamination in water and equipment pools. It is proffered to use the filtration and chlorination systems and teaching people about compliance hygiene.

Keyword: Bacterial contamination, Fungal contamination, Swimming pools, Karaj city

► **Citation:** Asadi Shavaki, M. Valaei, N. & Mahmoodi, E. An Investigation of Bacterial and Fungal Pollution of Swimming Pools in Karaj city and Effect of Some Environmental Factors on it. Iranian Journal of Research in Environmental Health. Summer 2015;1 (2) : 134-144.

Mounes Asadi Shavaki

Student of Public Health, Student Research Committee, Alborz University of Medical Sciences, karaj, Iran

Elaheh Mahmoodi

*Department of Pathobiology, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran. (Corresponding Author). E mail: e_m592000@yahoo.com

Negin Valaei

Environmental - Civil engineering, Water and Wastewater Laboratory, Alborz University of Medical Sciences, karaj, Iran

Received: 25 April 2015

Accepted: 24 July 2015

بررسی آلودگی باکتریایی و قارچی استخرهای شنای شهر کرج و تأثیر برخی عوامل محیطی بر میزان آلودگی

چکیده

زمینه و هدف: استخرها از مراکز پرطرفدار ورزشی هستند که موادی مانند ترشحات بینی، بزاق و ادرار را که وارد آب می‌شوند، دریافت می‌کنند و بهداشت شناگران را به مخاطره می‌اندازند. این مطالعه با هدف تعیین آلودگی باکتریایی و قارچی استخرهای شنای شهر کرج و تأثیر برخی عوامل محیطی بر میزان آلودگی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش، ۷ استخر شهر کرج و تعداد ۱۰۳ نمونه شامل آب و سطوح محیطی با روش‌های استاندارد آزمایش شدند. مقدار کلر باقی‌مانده، PH، تعداد شناگران و درجه حرارت سنجیده شد. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار آماری spss ۱۹ و سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ صورت گرفت.

یافته‌ها: میانگین PH و کلر آزاد باقی‌مانده به ترتیب ۷/۵ و ۲/۲۰ ppm بود. ۲۴/۲۷ درصد از نمونه‌ها یک یا چند آلودگی قارچی داشتند. گونه‌های اسپرژیلوس به میزان ۶۵/۷۱ درصد، کاندیدا ۲۰ درصد، رودوترولا ۲/۸۶ درصد، قارچ‌های ساپروفیت ۸/۵۷ درصد و دیگر گونه‌های مخمر به میزان ۲/۸۶ درصد بودند. مقدار MPN و HPC به ترتیب در ۹۳/۴ و ۸۴/۶ درصد از نمونه‌ها در محدوده استاندارد بود. بیشترین آلودگی در نمونه‌برداری از سطوح در قسمت رختکن مشاهده شد. ارتباط مستقیمی بین کاهش کلر باقی‌مانده و افزایش تعداد شناگران با افزایش آلودگی‌ها وجود داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج آزمایش‌ها حاکی از وجود آلودگی‌های باکتریایی و قارچی در آب و سطوح استخرها بوده است. به‌کارگیری از سیستم‌های تصفیه و کلرزنی مناسب و آموزش به افراد در خصوص رعایت بهداشت پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: آلودگی باکتریایی، آلودگی قارچی، استخرهای شنا، کرج

مونس اسدی شوکی

کارشناس بهداشت عمومی، کمیته تحقیقات دانشجویی،
دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.

الهه محمودی

✉ استادیار قارچ‌شناسی پزشکی، گروه انگل‌شناسی و
قارچ‌شناسی، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.
(نویسنده مسئول).

e_m592000@yahoo.com

نگین والایی

کارشناس ارشد مهندسی عمران- محیط‌زیست،
آزمایشگاه آب و فاضلاب، دانشگاه علوم پزشکی البرز،
کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۰۲

◀ **استناد:** اسدی شوکی م. والایی ن. محمودی ا. بررسی آلودگی باکتریایی و قارچی استخرهای شنای شهر کرج و تأثیر برخی عوامل محیطی بر میزان آلودگی. فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط. تابستان ۱۳۹۴؛ ۱(۲): ۱۳۴-۱۴۴.

مقدمه

استخرها از جمله مراکز ورزشی و تفریحی‌ای هستند که افراد بسیار زیاد در سنین و قشرهای گوناگون از آنها استفاده می‌کنند (۱) و (۲)؛ زیرا شنا به‌عنوان ورزشی مفید برای سلامتی انسان شناخته شده (۳) و اثر درمانی آن طی مطالعات گوناگون به اثبات رسیده است (۴ و ۵). ممکن است هنگام شنا، موادی همچون مو، عرق، بزاق دهان، مواد دفعی، آلودگی‌های موجود روی پوست بدن و ... از بدن شناگران وارد آب شود (۶). از آنجاکه افراد با آب تماس مستقیم و طولانی دارند، در صورت وجود آلودگی شیمیایی و میکروبی، انتقال بیماری‌های گوناگون و به خطر افتادن سلامت شناگران را به همراه خواهد داشت (۴ و ۷ و ۸).

بعضی از شرایط در کشورهای در حال توسعه همانند مشکلات اقتصادی، کمبود امکانات بهداشتی، تراکم جمعیت و نسبت بالای گروه‌های آسیب‌پذیر، سبب اهمیت بیشتر بیماری‌های عفونی شده است؛ به طوری که این مسئله هنوز از معضلات بهداشتی این جوامع به شمار می‌رود (۳). به همین منظور، از بین خطرات میکروبی، شیمیایی و فیزیکی استخرها، خطر میکروبی به دلیل احتمال ایجاد بیماری‌های گوناگون از اهمیت بیشتری برخوردار است و لزوم مطالعه در این زمینه را به روشنی نشان می‌دهد (۵)؛ زیرا نبود توجه کافی و پیگیری‌های مستمر، عاملی برای تبدیل این اماکن به منبع انتشار عفونت خواهد بود (۹).

امراضی که به‌وسیله آب آلوده استخرها و به سبب وجود آلودگی‌های باکتریایی و قارچی امکان انتقال دارند، شامل بیماری‌های دستگاه هاضمه (حصبه، اسهال، وبا و شبه حصبه)، عفونت‌های روده‌ای، بیماری‌های ورم ملتحمه چشم، اوتیت و عفونت‌های حلق و بینی، عفونت‌های پوستی، انواع بیماری‌های قارچی مانند کچلی و ... هستند (۶ و ۱۰). درماتوفیت‌ها یا قارچ‌هایی که سبب کچلی در بدن و مو می‌شوند نیز، ممکن است توسط آب استخرها منتقل شوند. عوارض ناشی از آنها به‌صورت ضایعات حلقوی با زمینه قرمز و پوسته مختصری دیده می‌شود که اگر به‌موقع درمان نشوند، ممکن است سبب از دست رفتن

موها یا ایجاد زخم در ناحیه گردند (۱۱). بیماری‌های قارچی که امکان انتقال آنها از طریق آب و سطوح اطراف استخرها مانند رختکن، کف راهروها و ... وجود دارد، در ایران شیوع بالایی دارند و معمولاً درمان آنها دشوار است (۲ و ۱۲). برخی افراد در برابر عوامل قارچی مقاومت ذاتی دارند و به این بیماری‌ها مبتلا نمی‌شوند؛ اما افراد مستعد به‌ویژه کسانی که دچار بیماری‌هایی مانند دیابت، ایدز، کم‌خونی و لوپوس هستند یا داروهای شیمی‌درمانی و کورتون استفاده می‌کنند، در معرض ابتلا قرار دارند (۱۱).

پرواضح است که پارامترهایی مانند PH، کلر باقی‌مانده و درجه حرارت، در کیفیت آب استخرها تأثیر بسیار دارند؛ به‌گونه‌ای که تغییر آنها و فاصله از حد استاندارد، سبب تغییر در رشد عوامل بیماری‌زای موجود می‌گردد (۱). Casanovas-Massana در مطالعه خود در سال ۲۰۱۳، بیان کرده که لازم است تحقیقات بیشتری در خصوص تعیین پارامترهای گوناگون مربوط به استخرهای شنا انجام شود (۸). همچنین، بررسی‌ها نشان می‌دهد که افزون بر آب، محیط فیزیکی و سطوح اطراف استخرها نیز به دلیل داشتن رطوبت دائمی بالا و حرارت، ممکن است محلی مناسب برای رشد و تکثیر عوامل بیماری‌زا و انتقال بیماری‌ها باشند.

بسیاری از قارچ‌های ساپروفیت مانند گونه‌های مختلف آسپرژیلوس، پنسیلیوم، موکور و ریزوپوس در محل‌های گرم و دارای رطوبت، به‌آسانی رشد و نمو می‌کنند. سطوح محیط استخرها مانند زیر دوش، پاشویه، سونا، رختکن و ... نیز ممکن است به‌وسیله انواع گونه‌های قارچی، از جمله قارچ‌های درماتوفیت که عامل بیماری‌های سطحی و جلدی مانند کچلی‌ها هستند، آلوده شوند (۱۳). آلودگی بیشتر استخرهای عمومی به اجرام میکروبی، ضرورت نظارت دقیق‌تر مسئولان بر کنترل بهداشتی این استخرها، به‌ویژه در فصل‌های گرم را می‌طلبد (۱۴). لزوم انجام آزمایش‌های میکروبی برای کنترل وضعیت بهداشتی استخرها طبق تحقیقاتی در نقاط گوناگون دنیا به اثبات

برای جمع‌آوری نمونه‌های آب، ابتدا از محل‌های یادشده با استفاده از شیشه‌های استریل دهانه‌گشاد، مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر آب برداشت شد. سپس نمونه‌ها به همراه یخ درون Cold box قرار داده شدند و در مدت کمتر از ۳ ساعت به آزمایشگاه منتقل گردیدند. پیش از نمونه‌گیری، به منظور خنثی کردن اثر کلر باقی‌مانده درون هر یک از شیشه‌ها مقدار ۱ تا ۲ میلی‌لیتر محلول تیوسولفات سدیم در آب اضافه شد. در شیشه‌ها مقداری فضا باقی ماند تا امکان مخلوط شدن محلول با آب وجود داشته باشد. نمونه‌ها از قسمت‌های شلوغ استخر و از عمق ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متری زیر سطح آب جمع‌آوری شدند. افزون بر این، مقدار PH، کلر آزاد باقی‌مانده، درجه حرارت و تعداد شناگرها در محل به‌طور دقیق ثبت شد. این اندازه‌گیری‌ها به‌صورت تریپل انجام شدند.

برای اندازه‌گیری کلر باقی‌مانده در دسترس و PH، از کیت استاندارد Merck-۱۱۱۳۴ و برای اندازه‌گیری دمای آب از دماسنج استاندارد استفاده شد؛ همچنین، نمونه‌برداری از تسهیلات جانبی استخرها شامل رختکن، پاشویه و دوش با استفاده از موکت‌های استریل‌شده در اندازه‌های ۶×۴ سانتی‌متری صورت گرفت. نمونه‌های برداشت‌شده سریعاً به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس موکت‌ها در شرایط استریل، روی محیط‌های کشت تکان داده شدند تا عناصر قارچی موجود در تاروپود آنها به محیط کشت منتقل شوند.

برای انجام آزمایش، ۱۵ میلی‌لیتر از نمونه‌های برداشت‌شده از آب استخرها در آزمایشگاه، از میان فیلتر میلی پور ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد و به محیط کشت پایه قارچی سابارو دکستروز آگار (Sabouraud dextrose Agar) دارای کلرامفنیکل (برای کنترل رشد باکتریایی) انتقال یافت. محیط کشت‌های تلقیح شده به مدت ۲ تا ۳ هفته در دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شدند و از نظر نوع و تراکم کلنی‌های قارچی ارزیابی گردیدند. در صورت رشد کلنی قارچ در محیط کشت، آلودگی قارچی مثبت در نظر گرفته می‌شد و کلنی‌های جداشده به کمک روش‌های تشخیصی میکروسکوپی

رسیده است (۲). در خصوص بررسی آلودگی‌های آب استخرها مطالعات گوناگون در شهرهای مختلف مانند زنجان (۱۲)، ساری (۹)، مشهد (۴)، گرگان (۶)، یزد (۵)، کاشان (۱۰)، بیرجند (۱۵)، بندرعباس (۱۶) و اصفهان (۱۷) صورت گرفته و در همه مقاله‌ها، آلودگی‌هایی از استخرهای مورد بررسی گزارش شده است. در مطالعات انجام‌شده در خارج از کشور نیز آلودگی‌های گوناگونی از آب و سطوح اطراف استخرها، جداسازی و شناسایی شدند (۸ و ۲۱-۱۸).

با توجه به شرایط آب و هوایی شهرستان کرج و تنوع جمعیتی آن، استخرهای شنای آن می‌توانند مکان مناسبی برای رشد قارچ‌ها و باکتری‌ها باشند؛ بنابراین، با عنایت به اهمیت عاری بودن استخرها از آلودگی و به دنبال آن، سلامتی استفاده‌کنندگان و همچنین با توجه به تعداد زیاد استخرها در شهر کرج و مراجعه بسیار افراد به این اماکن، این پژوهش با هدف تعیین آلودگی‌های باکتریایی و قارچی استخرهای شنای شهر کرج و تأثیر عوامل محیطی بر آن در سال ۱۳۹۲ انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی (توصیفی-تحلیلی) بوده است که نمونه‌گیری آن به مدت ۴ ماه، از خرداد تا شهریورماه سال ۱۳۹۲ به طول انجامید. از بین استخرهای موجود در شهر، ۷ استخر به روش تصادفی ساده و با این ویژگی که مسافتی بیشتر از ۳ ساعت تا آزمایشگاه نداشته باشند، انتخاب شدند. در این پژوهش، ۹۱ نمونه آب از استخرهای یادشده به فاصله هر دو هفته یک‌بار و در بازه زمانی ۹:۳۰ تا ۱۱:۳۰ صبح جمع‌آوری گردید. قسمت‌های گوناگون نمونه‌گیری شامل محل‌های عمیق، نیمه عمیق، کم‌عمق، جکوزی، حوضچه آب سرد، حوضچه کودکان و استخر آب‌درمانی بودند. همچنین، ۱۲ عدد موکت استریل به‌طور تصادفی از ۴ استخر (به دلیل تعطیلی در ماه رمضان شمار استخرهای مورد بررسی کاهش یافت) برای نمونه‌گیری از محل‌های رختکن، پاشویه و دوش جمع‌آوری شد.

شکل، رنگ، سرعت رشد، ظاهر کلنی و همچنین ساختمان میکروسکوپی تشخیص داده می‌شدند. همچنین، روش کشت روی لام (slide culture) برای نمایش مرفولوژی قارچ‌های کپکی استفاده شد. به موازات بررسی قارچی، رسوب به دست آمده در محیط‌های EMB آگار (Eosin Methylene Blue) و مولر-هینتون آگار (Muller - Hinton Agar) کشت داده شد.

برای مخمرهای رشد کرده در محیط سابارو دکستروز آگار، انتقال به محیط‌های افتراقی اوره آگار (Urea Agar)، محیط کورن میل آگار (Corn Meal Agar) انجام شد و سپس کیت API استفاده گردید تا قارچ‌ها در حد گونه شناسایی شوند. برای باکتری‌های رشد کرده در محیط‌های EMB آگار و مولر - هینتون، تست‌های افتراقی گرم، اکسیداز، کاتالاز و... انجام گردید. همچنین، برای شمارش تعداد باکتری‌های گرماپا و هتروتروف از دو تست MPN و HPC استفاده شد.

تست (MPN) Most probable Number

این آزمایش بر اساس محاسبه محتمل‌ترین تعداد کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه، طبق کتاب روش‌های استاندارد آزمایش‌های آب و فاضلاب و به روش تخمیر ۹ لوله‌ای انجام شد (۲۲). در این روش، باکتری‌های کلی فرم گرماپا مشخص گردیدند. این تست شامل سه مرحله است. در مرحله اول از محیط کشت Lactose broth، سه محیط با غلظت ۲۶ گرم بر لیتر و ۶ محیط دیگر با غلظت ۱۳ گرم بر لیتر تهیه شد. پیش از اضافه کردن محیط کشت به لوله‌های آزمایش، در هر کدام یک لوله دورهام به صورت وارونه (برای مشاهده گازهای تولیدشده به وسیله باکتری‌ها در اثر فرایند تخمیر) قرار داده شد.

به سه لوله اول مقدار ۱۰ سی‌سی نمونه، سه لوله دوم مقدار ۱ سی‌سی نمونه و سه لوله آخر ۱/۰ سی‌سی نمونه اضافه و سر همه لوله‌ها با استفاده از پنبه پوشانده شد. سپس لوله‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در انکوباتور قرار داده شدند و از نظر تشکیل گاز و کدورت بررسی گردیدند. در مرحله

بعدی از لوله‌هایی که تشکیل گاز دادند، به وسیله لوپ مقداری نمونه به ۱۰ سی‌سی محیط کشت Brilliant - green با غلظت ۴۰ گرم بر لیتر منتقل گردید و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت این زمان، دوباره لوله‌ها از نظر تشکیل گاز و کدورت بررسی شدند.

در مرحله آخر به روش یادشده، نمونه‌ها به ۱۰ سی‌سی محیط EC broth با غلظت ۳۷ گرم بر لیتر انتقال داده شدند و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴۴ درجه سانتی‌گراد درون انکوباتور قرار گرفتند. پیش از قرار دادن آنها در انکوباتور، لوله‌ها درون ظرف آب قرار داده شدند تا حرارت به صورت غیرمستقیم وارد شود و آسیب نبینند. در پایان، این تست نشان‌دهنده تعداد باکتری کلی فوم گرماپا بود. تعداد لوله‌های دارای واکنش مثبت در هر یک از مرحله‌های آزمایش ثبت شد و با استفاده از جدول، مقدار MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر مشخص گردید. با توجه به این که مقدار استاندارد MPN برای آب قابل شرب و قابل استفاده کمتر از ۳ است، برای همه نمونه‌ها به صورت بیشتر و کمتر از ۳ نوشته شد.

تست HPC (برای شمارش باکتری‌های هتروتروف)

شمارش بشقابی باکتری‌های هتروتروف (HPC)، مهم‌ترین شاخص کارایی گندزدایی آب در نظر گرفته می‌شود (۵). این آزمایش در محیط کشت Agar R₂ به روش pure plate انجام گردید که در آن، ۲ میلی‌لیتر نمونه در ۱۵ سی‌سی محیط کشت در کنار چراغ الکلی ریخته شد. گفتنی است که در این روش، دو پلیت از هر نمونه آب تهیه گردید که در دماهای ۲۲ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد و به ترتیب به مدت ۷۲ و ۴۸ ساعت در انکوباتور قرار گرفتند. پس از این مدت، کلنی‌ها با استفاده از دستگاه کلنی کانتر شمارش شدند و از مجموع کلنی‌های دو پلیت میانگین گرفته شد. مقدار استاندارد HPC برای آب‌های قابل شرب و قابل استفاده، کمتر از ۲۰۰ است. به همین منظور، مقدار HPC نمونه‌ها به صورت کمتر و بیشتر از ۲۰۰ گزارش شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) و برای توصیف نتایج،

جدول ۱: خلاصه پارامترهای اندازه‌گیری شده در استخرها

شماره استخر	تعداد کل نمونه‌ها	میانگین PH	درصد PH غیراستاندارد	میانگین کلر آزاد باقی‌مانده	محل نمونه‌گیری (تعداد)	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)		تعداد شناگران	فراوانی نمونه‌ها با MPN غیراستاندارد و محل هر نمونه		فراوانی نمونه‌ها با HPC غیراستاندارد و محل هر نمونه			
						تعداد	درصد		تعداد	درصد	تعداد	درصد		
۱	۱۲	۷/۴	۰	۲/۲۵	کم عمق (۴)	۳۰	۴	۱ (۸/۳)	کم عمق (۲۵)	۲۳/۳	۲	کم عمق (۵۰)		
						۳۱	۵				نیمه عمیق (۲۵)			
						۳۲	۲				عمیق (۲۵)			
۲	۲۴	۷/۴	۲۹	۲/۳	کم عمق (۴)	۳۱	۹	۳ (۱۲/۵)	عمیق (۲۵)	۲۰/۸	۲	چکوزی (۵۰)		
						۳۱/۵	۴				عمیق (۲۵)			
						۴۳	۳				کودکان (۲۵)			
						۲۸	۱۶				آب سرد (۲۵)			
						۳۵	۱۳				آب درمانی (۲۵)			
						۳۱	۱۱				کودکان (۲۵)			
۳	۱۲	۷/۴	۳۴	۲/۳۷	کم عمق (۴)	۳۰	۴	۱ (۸/۳)	عمیق (۲۵)	۸/۳	۲	چکوزی (۲۵)		
						۳۱	۱۰				عمیق (۲۵)			
						۳۵	۳				چکوزی (۲۵)			
۴	۱۱	۷/۵	۱۸	۲/۹۵	عمیق (۶)	۳۰/۵	۳	۰	۰	۱۸/۲	۲	چکوزی (۲۰)		
						۳۷	۲				عمیق (۱۶/۷)			
۵	۱۱	۷/۷	۰	۱/۶۹	کم عمق (۲)	۳۰	۴	۱ (۹/۰۹)	آب سرد (۳۳/۳)	۹/۰۹	۹/۰۹	۳	آب سرد (۳۳/۳)	
						۳۱	۵						نیمه عمیق (۲)	
						۳۲	۱۱						عمیق (۲)	
						۳۹	۵						چکوزی (۲)	
						۲۷	۱۵						آب سرد (۳)	
۶	۹	۷/۴	۵۶	۱/۲۳	کم عمق (۳)	۳۰	۲	۰	۰	۱۱/۱	۱۱/۱	۳	چکوزی (۳۳/۳)	
						۳۱	۹						عمیق (۳)	
						۳۸	۶						چکوزی (۳)	
۷	۱۲	۷/۶	۲۵	۲/۶۲	کم عمق (۴)	۳۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	
						۳۰/۵	۶							نیمه عمیق (۴)
						۳۱	۸							عمیق (۴)
جمع	۹۱	۷/۵	۲۳/۱۴	۲/۲	-	-	-	۶ (۶/۶)	۱۴ (۱۵/۴)					

یافته‌ها

از جدول‌های توزیع فراوانی و شاخص آماری نسبت‌ها استفاده گردید و سطح معنی‌داری هم $P \leq 0/05$ در نظر گرفته شده است. گفتنی است در این پژوهش برای رعایت اصول اخلاقی، نام و اطلاعات مربوط به استخرها محفوظ باقی ماند. شماره مصوب طرح در دانشگاه: ۲۱۸۲۴۸۵

با توجه به نتایج آزمایش‌های میانگین PH و کلر باقی‌مانده به ترتیب ۷/۵ و ۲/۲۰ محاسبه شد. ۲۳/۱۴ درصد از PH نمونه‌ها خارج از محدوده استاندارد بود و در این بین، استخر شماره ۶ بالاترین درصد PH غیر استاندارد را داشت (۵۶ درصد). در بررسی نوع استخرها، پایین‌ترین میانگین PH در استخرهای تفریحی بخش

استخرها، پایین‌ترین میانگین PH در استخرهای تفریحی بخش

کپکی و ۵۳/۳ درصد از آنها کلنی‌های مخمری بوده‌اند. ۶/۳ درصد از مخمرها از گونه رودوتورولا و ۹۳/۷ درصد از گونه کاندیدا شناسایی شدند. باکتری‌های رشد کرده در محیط‌های EMB و مولر - هیتون از نظر تست گرم بررسی شدند و در نهایت به ۴ گروه تقسیم گردیدند. در این میان، بیشترین فراوانی به باکتری‌های گرم منفی و اکسیداز مثبت (۴۷/۴ درصد) تعلق داشت. نتایج آن در جدول شماره ۳ آورده شده است.

جدول ۳: توزیع فراوانی نسبی انواع باکتری در آب استخرها

نوع باکتری	فراوانی نسبی (درصد)
گرم منفی، اکسیداز منفی	۱۹/۶
گرم منفی، اکسیداز مثبت	۴۷/۴
گرم مثبت، کاتالاز منفی	۱۶/۸
گرم مثبت، کاتالاز مثبت	۱۵/۹

در بررسی سطوح اطراف استخرها مشخص شد همه رختکن‌ها (۱۰۰ درصد)، ۵۰ درصد دوش‌ها و ۲۵ درصد پاشویه‌ها آلودگی‌های قارچی داشتند. ۹۶/۷ درصد از قارچ‌های یافت شده در این مناطق، از نوع کپکی و ۳/۳ درصد آنها کلنی مخمری بوده‌اند. در بین کپک‌ها، اسپرژیلوس نیجر (*A.niger*) به میزان ۴۴/۸ درصد، اسپرژیلوس فومیگاتوس (*A.fumigatus*) ۳۱/۰۳ درصد، اسپرژیلوس فلاووس (*A.flavus*) ۱۳/۸ درصد، رایزوپوس (*Rhizopus*) ۶/۹ درصد و موکور (*Mucor*) ۳/۵ درصد اندازه‌گیری شد. همان‌طور که از نمودار مشخص است، بیشترین آلودگی به رختکن‌ها و کمترین آن به پاشویه استخرها مربوط است. در بین رختکن‌ها کمترین آلودگی به استخر شماره ۱ (به میزان ۳/۳ درصد) و بیشترین آلودگی به رختکن شماره ۳ (۴۰ درصد) مربوط بوده است. بیشترین فراوانی کپک‌ها به *A.niger* و کمترین آنها به *Mucor* مربوط است.

عمیق (۷/۴) و بالاترین آن در جکوزی‌ها (۷/۸) اندازه‌گیری شد. درباره میزان کلر آزاد باقی‌مانده، استخرهای کودکان پایین‌ترین میانگین (۱/۹ ppm) و جکوزی‌ها بالاترین میانگین (۳/۵) را داشتند. نتایج تست MPN نشان داد که فقط در ۶/۶ درصد از نمونه‌ها (۶ مورد) میزان آن بیشتر از ۳ (خارج از محدوده استاندارد) بوده است؛ همچنین، فراوانی نمونه‌های با HPC غیراستاندارد ۱۵/۴ درصد (۱۴ مورد) برآورد شد. بیشترین تعداد شناگرها در حوضچه‌های آب سرد و کمترین تعداد در جکوزی‌های آب گرم حضور داشتند. بالاترین درجه حرارت آب به جکوزی‌ها و کمترین آن به حوضچه‌های آب سرد مربوط بود (خلاصه اطلاعات مربوط به استخرها در جدول ۱ مشاهده می‌شود).

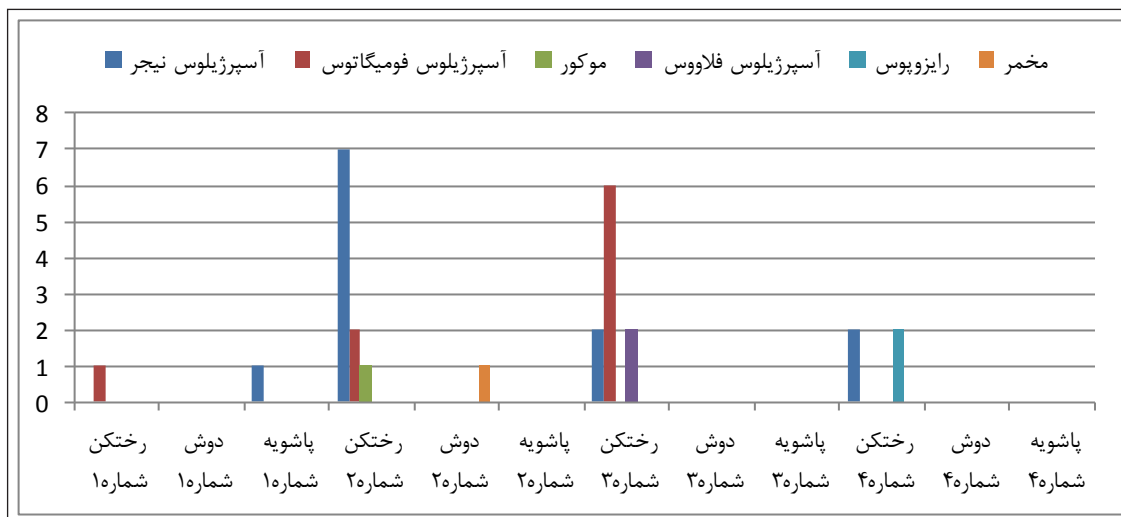
همچنین، بررسی نمونه‌های جدا شده از آب استخرها نشان داد که ۲۰/۹ درصد (۱۹ مورد) آلودگی‌های قارچی داشته‌اند. جدول شماره ۲ انواع آلودگی‌ها را در بخش‌های گوناگون نشان می‌دهد.

جدول ۲: فراوانی آلودگی‌های قارچی، MPN و HPC در آب

استخرها برحسب محل نمونه‌گیری

محل نمونه‌گیری	تعداد نمونه‌ها	فراوانی آلودگی‌های قارچی (تعداد (درصد))	فراوانی آلودگی‌های MPN (تعداد (درصد))	فراوانی آلودگی‌های HPC (تعداد (درصد))
عمیق	۲۷	۶ (۲۲/۲)	۲ (۷/۴)	۲ (۷/۴)
نیمه عمیق	۱۰	۲ (۲۰)	۰	۱ (۱۰)
کم عمق	۲۱	۳ (۱۴/۳)	۱ (۴/۸)	۲ (۹/۲)
جکوزی	۱۸	۴ (۲۲/۲)	۰	۵ (۲۷/۸)
حوضچه آب سرد	۷	۲ (۲۸/۵)	۱ (۱۴/۳)	۲ (۲۸/۵)
حوضچه کودکان	۴	۱ (۲۵)	۱ (۲۵)	۱ (۲۵)
حوضچه آب‌درمانی	۴	۱ (۲۵)	۱ (۲۵)	۱ (۲۵)
جمع	۹۱	۱۹ (۲۰/۹)	۶ (۶/۶)	۱۹ (۱۵/۴)

همان‌طور که از جدول مشخص است، حوضچه آب سرد از نظر آلودگی قارچی و HPC (۲۸/۵ درصد) و حوضچه‌های کودکان و آب‌درمانی از نظر آلودگی MPN (۲۵ درصد) بیشترین فراوانی را داشته‌اند. ۴۶/۷ درصد از آلودگی‌های قارچی از نوع



نمودار ۱: آلودگی‌های سطوح اطراف استخرها (تعداد کلنی‌های موجود در هر قسمت)

بحث

پایین بودن میزان PH مشکلاتی همچون خوردگی تأسیسات استخرها، احساس سوزش در چشم، ایجاد قرمزی در پوست و کاهش کلر باقی‌مانده را به همراه دارد (۲). از سوی دیگر، قدرت گندزدایی کلر با افزایش زیاد PH کاهش می‌یابد (۱۰). به‌طور کلی، تغییر در پارامترهای محیطی و شیمیایی آب می‌تواند سبب تغییر در رشد میکروارگانیسم‌ها شود (۶). برای نمونه، دما و رطوبت شرایط مساعدی را برای رشد گونه‌های متعدد قارچ فراهم می‌آورند (۱۲)؛ بنابراین، حفظ آنها در محدوده استاندارد بسیار مهم است که این موضوع باید بیشتر مورد توجه مسئولان مربوط قرار گیرد.

دمای آب نمونه‌های مربوط به استخرهای کودکان، آب گرم و آب‌درمانی در محدوده استاندارد بود؛ ولی دمای نمونه‌های مربوط به استخرهای تفریحی، به‌طور میانگین ۲/۷ و در استخرهای آب سرد ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از دمای استاندارد بود (در استخرهای تفریحی به ترتیب از بیشتر به کمتر بخش عمیق ۳/۳ درجه، بخش نیمه عمیق ۲/۸ درجه و بخش کم عمق ۲/۲ درجه سانتی‌گراد از محدوده استاندارد اختلاف داشتند). میزان آلودگی‌های قارچی در این بخش‌ها نیز مطابق ترتیب دمای آب، بیشترین میزان در بخش عمیق (۲۲/۲ درصد)، سپس در بخش نیمه عمیق (۲۰ درصد) و بعد در بخش کم عمق (۱۴/۲۸ درصد)

استفاده از آب به‌عنوان شناگاه از دیرباز مورد توجه انسان بوده است. در این خصوص، رعایت مسائل و جوانب بهداشتی برای تأمین سلامت شناگران ضروری است (۳). پوست انسان با وجود ظاهر خود عوامل بیماری‌زایی دارد و می‌تواند سبب انتقال آلودگی شود (۹). همچنین، میکروارگانیسم‌ها ممکن است از طریق دهان، گوش، بینی و حتی مجرای تناسلی وارد آب استخرها شوند (۶). لازم به تأکید است که کنترل مستمر شاخص‌های بهداشتی در استخرها و برخورداری از سیستم گندزدایی مناسب، آلودگی‌های موجود را کاهش خواهد داد (۹). همان‌طور که در جدول‌ها در بخش یافته‌ها مشخص است، نتایج آزمایش‌ها در این مطالعه نشان‌دهنده وجود آلودگی‌های قارچی و باکتریایی در آب و دیگر مناطق استخرها و همچنین غیراستاندارد بودن بعضی پارامترها بوده است.

در این پژوهش ۲۳/۱۴ درصد از نمونه‌ها PH غیراستاندارد داشته‌اند. این مقدار نسبت به درصد نمونه‌های غیراستاندارد از نظر PH در شهرهای بیرجند (۱۵) ۴۳/۵ درصد، تهران (۳) ۲۳/۹ درصد، گرگان (۶) ۶۶/۶ درصد و اصفهان (۱۷) ۷۷ درصد، وضع بهتری دارد؛ ولی نسبت به شهرهای یزد (۵) ۱۵/۲۷ درصد، کاشان (۱۰) ۱۲ درصد و تبریز (۲) ۰ درصد نامناسب‌تر است.

شناسایی شد؛ اما در بررسی ارتباط کلی دمای آب و آلودگی‌های قارچی، این آزمون رابطه معنی‌داری را نشان نداد ($P > 0/05$). همان‌طور که مشخص است، با خارج شدن دمای آب استخرها از محدوده استاندارد، آلودگی‌ها نیز افزایش می‌یابد. در استخرهای آب سرد نیز که بالاترین اختلاف دما از حد استاندارد را داشته‌اند (۱۲/۵ درجه)، بیشترین درصد نمونه‌های آلوده به قارچ جدا شدند (۲۸/۵ درصد).

در این پژوهش ۲۴/۲۷ درصد از نمونه‌ها یک یا چند آلودگی قارچی داشتند. گونه‌های اسپریلوس به میزان ۶۵/۷۱ درصد، کاندیدا ۲۰ درصد، رودوترولا ۲/۸۶ درصد، قارچ‌های ساپروفیت ۸/۵۷ درصد و دیگرگونه‌های مخمر به میزان ۲/۸۶ درصد بودند. در مطالعه دکتر «نوریان» در زنجان نیز قارچ‌های درماتوفیت، مخمرها و ساپروفیت‌های فرصت‌طلب جدا شده از استخرها، به ترتیب به میزان ۰/۴، ۲۱/۸ و ۷۷/۷ درصد بودند (۱۲). قارچ‌های ساپروفیت و مخمرها در شرایط خاصی در میزبان‌های مستعد (افرادی که از نظر ایمنی در سطح پایینی قرار دارند) می‌توانند سبب بروز بیماری‌های گوناگون همچون بیماری‌های پوستی، چشمی و گوش‌ی شونند (۱۱). تحقیقات در نقاط گوناگون، نشان‌دهنده وجود عوامل پاتولوژیک قارچی در استخرها بوده است (۱۲ و ۲۳)؛ بنابراین، این موضوع توجه بیشتر مسئولان را در ارتباط با بهداشت استخرها می‌طلبد.

با توجه به نتایج آزمایش تخمیر ۹ لوله‌ای برای تعیین باکتری‌های کلی فرم گرماپا به نام MPN، ۶/۶ درصد آلودگی مشاهده شد. مشابه همین آزمایش در سال ۱۳۹۰ توسط «احمد اصل هاشمی» در شهر تبریز انجام شد که در ۸ جکوزی بررسی شده، ۶۰ درصد نمونه‌ها به باکتری‌های کلی فرم آلوده بودند (۱۴). شمارش تعداد باکتری‌های هتروتروف به نام آزمایش HPC نیز نشان داد که همه استخرها به جز شماره ۷، نمونه‌هایی با تعداد باکتری‌های خارج از محدوده استاندارد داشته‌اند. Martins و همکاران در ارزیابی کیفیت میکروبیولوژی استخرهای شنای جنوب آمریکا نیز بیان کردند که ۷۰/۴ درصد آلودگی‌های یافت

شده، به باکتری‌های هتروتروف مربوط بوده است (۲۰)؛ بنابراین، باید گفت که استخرهای شنای شهر کرج از آلودگی باکتریایی نیز مبرا نبوده‌اند و اقدامات گندزدایی لازم در این زمینه تا حدودی پیشرفت ناموفقی داشته است.

با توجه به یافته‌ها، همه استخرهای مطالعه شده کلر باقی‌مانده بالاتر از ۱ (در حد مطلوب) داشته‌اند. میانگین آن در تمامی استخرها PPM ۲/۲۰ اندازه‌گیری شد. در مطالعه «دکتر یوسفی» به روی استخرهای شهر ساری میانگین کلر آزاد باقی‌مانده ۱ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد که تنها در ۴۳/۵ درصد نمونه‌ها مقدار آن در حد استاندارد بود (۹). در مطالعه «جابری و همکاران» در مشهد نیز میزان کلر آزاد باقیمانده در ۷۷/۲ درصد نمونه‌ها خارج از حد استاندارد گزارش شد (۴). «مهدی نژاد» هم طی بررسی استخرهای شهر گرگان نشان داد که ۶۱/۱ درصد از نمونه‌های مورد بررسی میزان کلر آزاد باقی‌مانده پایین‌تر از حد استاندارد داشته‌اند (۶).

آزمون آماری پیرسون نشان داد که بین میزان آلودگی باکتری‌های کلی فرم و باکتری‌های هتروتروف و میزان کلر باقی‌مانده، رابطه معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$). کمترین میزان کلر باقی‌مانده در استخرهای ۵ و ۶ (به میزان ۱/۶۹ و ۱/۲۳) اندازه‌گیری شد. این استخرها بیشترین میزان مخمر را داشته‌اند. آزمون پیرسون نشان داد که بین میزان کلر باقی‌مانده و مخمرهای موجود در آب، رابطه معنی‌داری وجود دارد ($P = 0/045$). «علی شهریاری» و همکاران نیز طی بررسی آب استخرهای گرگان، رابطه معنی‌داری بین کیفیت میکروبی و غلظت کلر آزاد باقی‌مانده پیدا کردند (۲۴). دکتر «نیک‌آیین» نیز در مطالعه خود ارتباط معناداری را بین کاهش کلر آزاد باقی‌مانده در آب استخرها و افزایش باکتری‌های کلیفرم کل و شمارش پلیت هتروتروفی بیان کرد (۱۷).

در ادامه، با انجام آزمون آماری پیرسون مشخص شد که بین تعداد شناگرها و آلودگی‌های قارچی موجود در آب استخر، رابطه معنی‌دار قابل‌توجهی وجود دارد ($P = 0/032$). میزان

شناخت نوع میکروارگانيسم‌های موجود در آب، برنامه‌ريزي‌های بهداشتی برای رفع آنها و به‌تبع آن، حفظ سلامتی مراجعه‌کنندگان ممکن خواهد بود (۹)؛ بنابراین، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با تعداد نمونه بیشتر و آزمایش‌های تخصصی‌تر انجام شود.

نتیجه‌گیری

در پایان با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌ها مبنی بر آلوده بودن نسبی آب و محیط اطراف استخرها، توصیه می‌شود افراد پیش از استفاده از استخرها حتماً استحمام کنند؛ زیرا رعایت بهداشت فردی بهترین راه پیشگیری از آلودگی‌ها شناخته‌شده است (۴)؛ همچنین، کسانی که به بیماری‌های قارچی و پوستی و عفونت‌های ادراری و واژن مبتلا هستند، برای حفظ بهداشت آب، از ورود به استخر خودداری کنند. در قسمت رختکن استخرها (و ترجیحاً دوش و پاشویه) از مواد ضدعفونی‌کننده استفاده شود و درنهایت، به افراد برای رعایت بهداشت فردی آموزش‌های لازم داده شود؛ همچنین، فرهنگ‌سازی کافی برای بهبود رفتار استفاده‌کنندگان از این فضاهای تفریحی و درمانی انجام شود. با توجه به این‌که مطالعه مشابهی در این‌باره در شهر کرج صورت نگرفته، امید است این تحقیق به شناخت نقاط ضعف و قوت سیستم بهداشت استخرها و برنامه‌ريزي‌های مرتبط کمک کند.

آلودگی‌های انگلی و تعداد شناگران نیز در مطالعه دکتر «حسن نان بخش» رابطه معنی‌داری داشته‌اند (۱). Martins و همکاران نیز در مطالعه خود ارتباط معنی‌داری بین میزان آلودگی و تعداد شناگران نشان دادند (۲۰).

همچنین، نمونه‌برداری با موکت از تجهیزات جانبی استخرها نشان داد که آلودگی در قسمت‌های رختکن، از بقیه مکان‌ها بیشتر است. تحقیقی که در سال ۱۳۸۲ در شهر زنجان نیز انجام شد، نشان داد که بالاترین آلودگی قارچی به رختکن استخرها مربوط بوده است (۱۲)؛ بنابراین، توصیه می‌شود افراد با دیوار و کف رختکن‌ها تماس نداشته باشند و به بهداشت این قسمت‌ها بیشتر توجه کنند.

بررسی‌ها در این مطالعه، آلودگی‌های باکتریایی و قارچی موجود در استخرهای شهر کرج و تأثیر عوامل محیطی بر آنها را مشخص کرد. بررسی توأم آلودگی باکتریایی و قارچی، همچنین ارزیابی سطوح اطراف استخرها جدا از محیط آبی، از نقاط قوت این مطالعه است؛ اما در کنار آن، بررسی نکردن تعداد بیشتری از استخرها به دلیل دور بودن آنها از آزمایشگاه دانشگاه، انجام ندادن آزمایش‌های تخصصی‌تر در حد شناسایی گونه‌های باکتریایی جداشده و کم بودن تعداد نمونه‌های جداشده از سطوح اطراف استخرها، از محدودیت‌ها و کاستی‌های این مطالعه است. با

References

- Nanbakhsh H, Hazrati Tape KH, Diba K. Parasites contamination and some physical and chemical characteristics in indoor pools in Oromiyeh. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences* 2005; 9(4): 52-62
- Hashemi A, Dehghanzade R, Taghipoor H, GHasemzade V. Analysis of chemical and biological quality of water in public swimming pools in Tabriz. *Journal of Tabriz University of Medical Sciences* 2011; 33(6): 19-24
- Dehghani MH, Azam K, Mohammadi A. An Investigation of the Physicochemical and Microbiological Quality of public Swimming Pools in Tehran City, Iran (2014). *Journal of Research in Environmental Health*. 2015; 1(1): 29-35 (Article in Persian).
- Jaberi A, Sadeghi A, Alizadeh M. Contamination of swimming pools in the Mashhad city. *Motor and Sport Science Journal* 2009; 7(13): 91-99
- Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Dad V, Amrollahi M, Dehviri M, Jamshidi B. An Investigation on Physicochemical and Microbial Water Quality of Swimming Pools in Yazd. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences* 2012; 20(3): 340-349 (Article in Persian).
- Mahdinejad M. Determining the quality-health indicators in Gorgan pools. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences* 2003; 5(12): 89-95
- Storla D, Yimer S, Bjune G. Can treatment delay be utilized as a key variable for monitoring the pool of infectious tuberculosis in a population. *J Infect Dev Ctries* 2010; 4(2):083-090.
- Casanovas Massana A, Blanch AR. Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. *J Hyg Environ Health* 2013; 216(2): 132-7.

9. Yousefi Z. Study of the Pollution Condition of Swimming Pools in Sari City for the Staphylococcus aureus. Iran J Health & Environ 2009; 2(3): 178-187.
10. Rasti S, Asadi MA, Iranshahi L, Hooshyar H, Gilasi HR, Zahiri A. Parasitic and fungal contamination and physicochemical parameters of indoor pools in Kashan. Feiz Journal 2011; 15(1): 78-83 (Article in Persian).
11. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A. Sanitary Conditions of Public Swimming Pools in Amman, Jordan. J Environ Res Public Health 2008; 5(3): 152-7.
12. Noriyan A, badali H, Hamzehei H. Fungal contamination in indoor pools in Zanjan city in 1382. Journal of Zanjan University of Medical Sciences 2003; 1(48): 43-47.
13. Wu YT, Tran J, Truong M. Do Swimming Goggles Limit Microbial Contamination of Contact Lenses. Optometry & Vision Science 2011; 88(4): 456-60.
14. Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: Investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. J Hyg and Environ health 2008; 211(3-4): 385-97.
15. Barik bin B, KHodadadi M, Azizi M, Ali abadi R. Check the status of biological and physico-chemical parameters of public swimming pools in Birjand. Journal of Birjand University of Medical Sciences 2005; 12(3-4): 84-87 .
16. Kheradpisheh Z, Aghamolaei T, Dindarloo K, Salehi Najafabadi M, Madani A H. Determination of trihalomethane concentrations in indoor swimming pools water of Bandar Abbas, Iran. Journal of Hormozgan University of Medical Sciences 2012; 16(6): 501-508 .
17. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Vahid Dastjerdi M, Hassanzadeh A, Mosavi Z, Rafiei M. An Investigation on Physical, Chemical and Microbial Quality of Isfahan Swimming Pool Waters Based on Standard Indicators. Journal of Isfahan Medical School 2010; 28(108): 346-356 .
18. Itah A, Ekpombok M. Pollution status of swimming pools in south-south zone of south-eastern Nigeria using microbiological and physicochemical indices. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2004; 35(2): 488-493.
19. Leoni E, Legnani P. Prevalence of Legionella SPP in Swimming Pool Environment. Water Res 2001; 35(15): 3749-3753.
20. Martins MT, Sato MIZ, Alves MN, Stoppe NC, Prado VM, Sanchez PS. Assessment of microbiological quality for swimming pool in South America. J Water Res 1999; 29(10): 2417-2420.
21. Cappello M. Assessing bacteriological contamination in public swimming facilities within a Colorado metropolitan community. J Environ Health 2011; 73(7): 19-25.
22. Salvato JA, Nemerow NL, and Agardy FJ. Environmental Engineering. 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. USA: 2003; 1196.
23. Mangiarotti AM, Caretta G. Kerationphilic fungi isolated from a small pool. Mycopathologia 1994; 85:9-11.
24. Shahriari A, Nafez A.H, Norouzi S, Heidari M. Investigation of Common Microbial Indicators in Swimming Pool of Gorgan City. Ardebil Health Journal 2011; 2(2): 17-26 .