

## بررسی آلودگی میکروبی و تعیین میزان pH و کلرسنجی آب استخرهای شنا در شهر همدان

دکتر رسول یوسفی مشعوف\*، محمدرضا سمرقندی\*\*، علیرضا رجبی نژاد\*\*\*، مریم احمدی\*\*\*  
فائزه نظریه\*\*\*

### مکیده:

مطالعات انجام شده نشان می دهد که بسیاری از عفونتهای موضعی قارچی و باکتریال میتواند از طریق آب استخرهای آلوده به انسان منتقل شود. هدف از مطالعه حاضر تعیین درصد آلودگی میکروبی (باکتریایی و قارچی) و همچنین تعیین میزان pH و کلرسنجی آب کلیه استخرهای شنای شهر همدان میباشد.

این پژوهش از نوع مطالعه توصیفی - مقطعی بوده که درصد آلودگی میکروبی و میزان pH و کلر آب ۶ استخر (شامل ۴ استخر سرپوشیده و ۲ استخر سرباز) در فصل تابستان ۱۳۷۸ مورد بررسی قرار گرفت. مجموعاً ۴۸ بار عمل نمونه گیری بصورت تصادفی انجام گرفت. نمونه های آب از دو منطقه عمیق و کم عمق برداشت شده و در ظروف در پیچ دار مخصوص تعیین شدت آلودگی ریخته شد و یک نمونه نیز جهت تعیین میزان pH و کلر آب برداشته میشد. آلودگی باکتریال از نظر میزان توتال کلیفرم ها و فیکال کلیفرم ها مورد بررسی قرار گرفت، جهت تعیین نوع باکتریهای پاتوژن از محیط های کشت Blood agar و EMB agar و برای قارچها نیز از Mycosil agar استفاده گردید. اطلاعات بدست آمده در پرسشنامه ثبت شده و با استفاده از نرم افزار EPI6 مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج بررسی آلودگی میکروبی آب استخرها نشان داد که اکثر استخرهای مورد مطالعه از نظر وجود باکتری های فرصت طلب و پاتوژن آلوده بوده، اما از نظر وجود قارچهای پاتوژن آلودگی مشاهده نشد. از ۴۸ مورد نمونه گیری انجام شده در ۴۰ مورد (۸۳/۳٪) آلودگی باکتریال وجود داشت و در مجموع استخرهای سرپوشیده آلودگی بیشتری نشان دادند. از شش استخر مورد مطالعه، استخر شهدا با ۹ مورد باکتری بیشترین و استخر الوند با ۴ مورد کمترین آلودگی از نظر نوع باکتری داشتند. در مجموع استخر کوثر از نظر توتال کلیفرم با ۱۰۹۷/۵/MPN/100 ml بیشترین و استخر بسیج با ۲۰/۶/MPN/100 ml کمترین آلودگی را داشتند. از نظر میزان pH و کلر آب، تمام استخرها دارای pH منطبق با استاندارد بین ۶ تا ۸ بودند، ولی میزان کلر بین ۰/۴۶ - ۰/۳ ppm بود.

با توجه به آلودگی باکتریایی آب بسیاری از استخرهای مورد مطالعه از نظر وجود توتال کلیفرم و برخی باکتریهای پاتوژن، پیشنهاد میگردد که آب ورودی به استخرها و همچنین بررسی و سنجش میزان کلر هر یک از استخرها بطور هفتگی و مستمر از سوی مسئولین ذیربط کنترل شده و استفاده از دستگاه Circulation در تمامی استخرها توصیه میگردد.

کلید واژه ها: آلودگی میکروبی / استخر شنا / کلرسنجی

\* دانشیار گروه میکروبیولوژی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\* عضو هیأت علمی گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\* دانشجوی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

**مقدمه :**

مطالعات انجام شده در اقصی نقاط جهان نشان میدهد که بسیاری از بیماریهای غیرمسمری و مسمری باکتریال و قارچی می توانند از طریق آب استخرهای شنا و سواحلی که عملکرد نامناسبی داشته و یا در اماکن نامناسب قرار دارند، به انسان منتقل شوند. از جمله این بیماریها میتوان از عفونت اسهال خونی ، تب تیفوئید، کوژکتیویت، لپتوسپیروز ، هیپاتیت ، اوتیت ، واژینیت، عفونتهای پوستی و عفونتهای دستگاه تنفسی مانند سینوزیت و فارنژیت نام برد (۶-۱). این عفونتها میتواند از طرق مستقیم یا غیر مستقیم و یا از شناگری به شناگر دیگر منتقل شود، مخصوصاً اگر آب استخر فاقد ماده گندزدا مؤثر و استاندارد باشد.

از سال ۱۹۸۶ لغایت ۱۹۸۸ میلادی تعداد ۲۶ مورد شیوع و تعداد ۱۳۶۳ مورد بروز بیماریهای مختلف به دلیل استفاده تفریحی از آب استخرهای شنا در ایالات متحده امریکا به مرکز کنترل بیماریها (CDC) گزارش شده است (۵، ۱). در بررسیهای دیگر جداسازی باکتریهای پاتوژن از قبیل استافیلوکوک اورئوس و پseudomonas ائروژینوزا از استخرهایی که بنحو مطلوب گندزدائی نشده بوده اند، گزارش شده است (۸، ۶). همچنین سویه هایی از انگلریا فولری بیماریزا که عامل عفونت اولیه مننگوآنسفالیت آمیبی میباشد را از استخرهای شنا غیر بهداشتی ایزوله نموده اند (۷). شیوع گرانولوما یا زخم آرنج ناشی از مایکوباکتریوم بالنئی از استخرهای شنا در سوئد و ایالات متحده امریکا گزارش شده است (۹). برخی از ارگانسیم ها مانند مایکوباکتریوم مارینوم که معمولاً منجر به عفونت پوستی میشود به میزان ۱/۵ میلیگرم در لیتر کلر آزاد، مقاوم بوده اند (۱۰، ۹). پژوهشهای دیگر تب ملتحمه حلق ناشی از آدنو ویروسها را به استفاده مکرر از استخرهای شنا آلوده نسبت می دهد (۱۱).

بکارگیری صحیح و اصولی ضد عفونی کننده های آب استخرها بطور مستمر و همچنین استفاده از دستگاه سرکولاسیون Circulation میتواند از شدت آلودگی میکروبی آنها بکاهد. دستگاه Circulation معمولاً برای به چرخش درآوردن آب استخرها و عبور آن از فیلترهای مخصوص بکار میرود که اخیراً در برخی از استخرها مورد استفاده قرار گرفته است. نشانه های وجود آلودگی میکروبی در استخرهای شنا وجود توتال و فیکال کلیفرمها (کلیفرم مدفوعی) بیش از حد استاندارد میباشد که میزان ایده آل برای توتال کلیفرم در حدود ۵۰۰ /MPN/100 ml و برای فیکال کلیفرم ۱۰۰ /MPN/100 ml آب استخر می باشد و میزان استاندارد کلر آزاد در آب استخرها در حدود ۰/۸ ppm میباشد (۶-۴).

هدف از مطالعه حاضر تعیین میزان آلودگی میکروبی (باکتریایی و قارچی) و همچنین تعیین میزان pH و کلرسنجی آب کلیه استخرهای شنا شهر همدان اعم از سر پوشیده یا سرباز میباشد تا با روشن شدن وضعیت آلودگی از نظر وجود باکتریها یا قارچهای پاتوژن و ارائه گزارش به مسئولین بهداشتی شهر آنان را در رسیدن به پاکسازی استخرها در حد استانداردهای جهانی یاری نمائیم.

**مواد و روش کار :**

این تحقیق از نوع مطالعه توصیفی - مقطعی بوده که میزان آلودگی میکروبی و میزان pH و کلر آب کلیه استخرهای فعال موجود در شهر ( شامل ۴ استخر سرپوشیده و ۲ استخر سرباز) در فصل تابستان ۱۳۷۸ مورد بررسی قرار گرفت. استخرهای سرپوشیده عبارت بودند از استخر شنای لاله، کوثر، الوند، شهدا و استخرهای سرباز نیز عبارت بودند از استخر شنای هتل بوعلی و بسیج. نمونه گیری بصورت تصادفی و هفته ای

برای تعیین میزان توتال کلیفرمها احتمالی موجود در آب نمونه های مربوطه ابتدا به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت بر روی محیط کشت Lactose broth (L.B) و سپس بر روی محیط کشت Brilliant Green Bile broth (B.G.B) کشت داده شد. برای تعیین فیکال کلیفرم نیز نمونه ها بر روی محیط Escherichia Coli (E.C) کشت داده شد و شدت آلودگی هر یک از نمونه ها بر اساس جدول M.P.N (۴،۶) تعیین گردید. اطلاعات بدست آمده در پرسشنامه مخصوص ثبت شده و با استفاده از نرم افزار EPI6 مورد آنالیز و ارزیابی قرار گرفت.

### نتایج :

نتایج بررسی آلودگی میکروبی آب استخرها نشان داد که اکثر استخرهای مورد مطالعه از نظر وجود باکتری های فرصت طلب و پاتوژن آلوده بوده، اما از نظر وجود قارچهای پاتوژن آلودگی مشاهده نشد. از ۴۸ مورد نمونه گیری انجام شده ۴۰ مورد (۸۳/۳٪) آلودگی باکتریال وجود داشت که مهمترین باکتریهای جدا شده از کلیه استخرها عبارت بودند از : میکروکوکوس ۱۱ مورد (۲۲/۲٪)، پseudomonas آئروژینوزا ۸ مورد (۲۰٪)، استفیلوکوک اپیدرمیدیس ۶ مورد (۱۵٪)، اشیریشیا کلی ۴ مورد (۱۰٪)، باسیلوس سرئوس ۴ مورد (۱۰٪)، کورینه باکتریوم دیفتروئید ۳ مورد (۷/۵٪)، کلبسیلا ۲ مورد (۵٪)، آلكالیژنز و استرپتوکوک هرکدام ۱ مورد (۲/۵٪) بود. میزان باکتریهای جدا شده از هر یک از استخرهای مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. استخر شهدا با ۹ مورد باکتری بیشترین و استخر الوند با ۴ مورد کمترین آلودگی از نظر نوع باکتری داشتند. استخر بسیج با ۸ مورد، استخر لاله و هتل بوعلی هرکدام با ۶ مورد و استخر کوثر با ۵ مورد در درجات بعدی قرار داشتند.

دوبار در عصرها (در پایان شیفت روزانه) انجام گردید. مجموعاً ۴۸ بار عمل نمونه گیری (از هر استخر ۸ نمونه) بصورت تصادفی انجام گرفت. نمونه ها از سطح آب و همچنین از دو منطقه عمیق و کم عمق برداشته شد و در ظروف در پیچ دار مخصوص تعیین شدت آلودگی ریخته شد. کلیه ظروف مورد استفاده از قبل استریل شده و محتوای مقدار معینی ماده قلیایی (تیوسولفات سدیم) بودند که برای خنثی سازی کلر آب استخرها در نظر گرفته شده بود تا کلر موجود نتواند موجب مرگ باکتریها در هنگام حمل و نقل گردد. یک نمونه نیز جهت تعیین میزان pH و کلرسنجی آب برداشت می شد. آلودگی باکتریال از نظر میزان توتال کلیفرمها و فیکال کلیفرمها مورد بررسی قرار گرفت، برای تعیین شدت آلودگی باکتریال از نظر بررسی کلیفرمها و همچنین تعیین میزان pH و کلر آب کلیه استخرهای شنا، نمونه ها در یخدانهای مخصوص مستقیماً به آزمایشگاه میکروبی شناسی آب و فاضلاب دانشکده بهداشت و برای تعیین نوع باکتری یا قارچ پاتوژن به آزمایشگاههای باکتریشناسی و قارچ شناسی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان ارسال میگردد. جهت تعیین نوع باکتریهای پاتوژن از محیطهای کشت Blood agar و EMB agar و برای قارچها نیز از Mycosil agar استفاده گردید. نمونه ها با دور آرام سانتریفوژ شده و از رسوب بدست آمده یک فروتی تهیه نموده و رنگ آمیزی گرم نموده و همچنین بروی محیط های ذکر شده کشت داده می شدند. برای تشخیص افتراقی باکتریها از تستهای کاتالاز، اکسیداز، اوره آز، سیمون سترات، تخمیر قند مانیتول، کشت بر روی SIM و TSI مطابق با دستورالعمل ذکر شده در رفرانس (۱۲) استفاده گردید.

**بحث :**

نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان داد که در مجموع از نظر میانگین شدت آلودگی به توتال و فیکال کلیفرم ، استخرهای سرپوشیده در مقایسه با استخرهای سرباز از آلودگی بیشتری برخوردار بودند. در این مطالعه مشخص شد که در بین ۶ استخر فعال شهر همدان در فصل تابستان، استخر کوثر از نظر توتال کلیفرم و استخر هتل بوعلی از نظر فیکال کلیفرم بیشترین آلودگی را دارا بودند، درحالیکه استخر بسیج از این دو نظر کمترین آلودگی را در برداشت. از نکات قابل ذکر دیگر، مقایسه میزان شدت آلودگی با سطح کلر باقیمانده آب بود که در استخرهای سرپوشیده، میانگین فصلی کلر در استخر کوثر از تمام استخرهای سرپوشیده کمتر بود در حالیکه میزان میانگین توتال و فیکال کلیفرم آن از سایر استخرها بیشتر بود ، ولی در استخرهای سرباز(استخر بسیج) با وجود پائین بودن میزان کلر باقیمانده آب، توتال و فیکال کلیفرم پائینی داشت که احتمالاً " میتواند بعلت تعویض مداوم آب یا استفاده از آب آهک برای گندزدایی این استخرها باشد. در این مطالعه همچنین بیشترین باکتری پاتوژن جدا شده از آب اکثر استخرها (اعم از سرپوشیده یا سرباز)، عبارت بود از پseudomonas آئروژینوزا. این باکتری گرم منفی و متحرک از عوامل مهم ایجاد کننده عفونتهای زخم و مخاطات بدن میباشد و مکرراً " از گوش خارجی شناگران مبتلا به اوتیت میانی ایزوله شده است(۶،۸). این باکتری نسبت به بسیاری از آنتی بیوتیکهای روتین مقاوم بوده و درمان آن چند دارویی بوده و هزینه درمانی بالایی را به بیمار تحمیل می نماید. بیشترین باکتری فرصت طلب جدا شده نیز میکروکوکوس بود که نقش این باکتری در ایجاد عفونتهای انسانی بدرستی مشخص نشده است.

جدول ۱ : میزان جداسازی باکتری های پاتوژن و فرصت طلب از آب استخرهای مورد مطالعه (%)

استخر	الوند	شهدا	کوثر لاله	هتل بوعلی	بسیج
میکروکوکوس	۷/۳	۴/۹	۴/۹	۰	۴/۹
پسودوموناس	۰	۰	۴/۹	۷/۳	۴/۹
آئروژینوزا	۰	۰	۲/۴	۰	۰
استافیلوکوک	۰	۲/۴	۴/۹	۲/۴	۲/۴
اپیدرمیدیس	۰	۰	۰	۲/۴	۴/۹
اشریشیا کلی	۰	۲/۴	۰	۰	۰
باسیلوس سرنوس	۴/۹	۰	۰	۲/۴	۲/۴
کوریته باکتریوم	۰	۰	۰	۰	۰
دیفترئید	۰	۷/۳	۰	۰	۰
کلسیلا	۲/۴	۲/۴	۰	۰	۰
آلکالیزنز	۰	۰	۲/۴	۰	۰
استرپتوکوکوس	۰	۲/۴	۰	۰	۰
جمع	۱۴/۶	۲۱/۸	۱۲/۲	۱۴/۶	۱۹/۵

در مجموع استخر کوثر از نظر توتال کلیفرم با  $1097/5$  /MPN/100 ml بیشترین و استخر بسیج با  $20/6$  /MPN/100 ml کمترین آلودگی را داشتند. استخرهای سرپوشیده در مقایسه با استخرهای سرباز بطور نسبی آلودگی بیشتری نشان دادند. از نظر میزان pH و کلر آب، تمام استخرها دارای pH منطبق با استاندارد بین ۶ تا ۸ بودند ولی میزان کلر بین  $0/46$  تا  $0/3$  ppm بود. میزان توتال و فیکال کلیفرم، pH و کلر آب هر یک از استخرهای مورد مطالعه بطور جداگانه در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲ : میانگین فصلی کلر باقیمانده، pH ، توتال و فیکال کلیفرم آب استخرهای مورد مطالعه

پارامتر	الوند	شهدا	کوثر لاله	هتل بوعلی	بسیج
میانگین کلر (ppm)	۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۰۶	۰/۴۶	۰/۰۳
میانگین pH	۷/۳۶	۷	۷/۳۳	۷/۲۲	۷/۱۲
میانگین توتال کلیفرم (MPN/100 ml)	۴۳۳/۵	۷۶/۸	۱۰۷۹/۵	۶۴۰	۲۰/۶
میانگین فیکال کلیفرم (MPN/100 ml)	۴۳۳/۳	۱/۶	۶۰۵	۵۸۸	۶/۸

ماههای گرم سال غالب استخرها بیش از ظرفیت خود، مراجعه کننده می پذیرند بنحوی که در برخی مواقع فضای کافی برای شنا یافت نمیشود، لذا در صورتی که به گونه ای اصولی و صحیح در راه اندازی استخر، کاربرد مواد شیمیائی گندزدا و نکات بهداشتی، اقدام مقتضی معمول نگردد، هر آینه ممکن است استخرهای شنا به محلی مناسب برای انتشار عوامل بیماریزا مبدل گردد.

باتوجه به آلودگی باکتریایی آب بسیاری از استخرهای مورد مطالعه در این تحقیق از نظر وجود توتال کلیفرم و برخی باکتریهای پاتوژن، پیشنهاد میگردد که آب ورودی به استخرها و همچنین بررسی و سنجش میزان کلر هر یک از استخرها بطور هفتگی و مستمر از سوی مسئولین ذیربط کنترل شده و استفاده از دستگاه Circulation در تمامی استخرها توصیه میگردد.

در یک مطالعه مشابه که بر روی ۳۴ استخر شنا در تهران صورت گرفت (۶) بیشترین باکتری پاتوژن جدا شده از آب استخرهای مورد مطالعه عبارت بودند از پسودوموناس آئروژینوزا با فراوانی ۵/۷۶٪ و استافیلوکوک اورئوس با فراوانی ۶/۲۰٪ که در زمان تراکم استخر از شناگران، بیشترین شدت آلودگی وجود داشته است. در این مطالعه در زمانی که غلظت کلر باقیمانده موجود در آب استخر بین صفر تا ۰/۰۵ ppm بوده است، آلودگی فیکال کلیفرم (با غلظت ۱۱۰۰ / MPN/100 ml) در ۲۱٪ از نمونه ها مشاهده شده است.

پی بردن به موازین بهداشتی از جمله کیفیت شیمیائی و باکتریایی، مهندسی عملیات راه اندازی و مسائل نگهداری استخرهای شنا و رعایت آنها میتواند در کاهش آلودگی شیمیائی و میکروبی مؤثر باشد. با توجه به اینکه در

### منابع :

1. American public health association, American water works association, Water pollution control federation. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 14th ed. APHA, AWWA-WPCF, 1975
2. Fauci F, Braunwald E, Isselbacher KJ. *Harrisons principles of internal medicine*. 17th ed. Vol 2. New York: Mc Graw-Hill, 2001.
3. Kami haba T. Tinea outbreak in swimming pools. *Jpn Public Health* 1997; 111(4): 249-53.
۴. سیفی تهمینه. اصول کنترل بهسازی و آبهای تفریحی. پایان نامه دوره کارشناسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی همدان، ۱۳۷۸.
۵. سازمان برنامه و بودجه کشور. مقررات فنی و معیارهای طراحی ورزشگاهها. تهران: انتشارات سازمان برنامه بودجه، ۱۳۷۰.
۶. عایماندل کرامت، بدلیان کناریک، حیدری پروین. بررسی میکروبی و شیمیائی آب استخرهای شنا در تهران. مجله بهداشت ایران. سال دوازدهم، شماره ۴، ۱۳۶۲: ۴۲-۲۳.
7. Kadlec Vit, Cerva L, Skvarova, J. Virulent Naegleria fowleri in and indoor swimming pools. *Science* 1998; 201: 1025.
8. Hoadly AW, Knight DE. External otitis among swimmers and nonswimmers. *Arch Environ Health* 1975; 30: 445-448.
9. Ehlers VM, Steel EW. *Municipal and rural sanitation*. 6th ed. New York: Mc-Grow Hill, 1995: 410-437.
10. Aust NZJ. Faecal pollution of ocean swimming pools and stormwater outlets in eastern Sydney. *Public Health* 1997; 29(6): 567-79.
11. Papapetro P, Vantarakis A. Detection of adenovirus outbreak at a municipal swimming pool nested PCR. *Ampli J Infec* 1998; 36(1): 101-3.
12. Koneman EW, Allen SD, Janda WM, Schreckenberger PC, Winn-Jr WC. *Color atlas and text book of diagnostic microbiology*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, 1997.