

بررسی آلودگی آب استخرهای شنا در شهر شیراز

دکتر مسعود نقاب^۱، حسن ابوالقاسم گرجی^۲، محمدعلی بقاپور^۳، عبدالرضا رجائی فرد^۴

چکیده

- **مقدمه:** حفظ سلامتی شناگران از نظر بهداشتی حایز اهمیت است چرا که استخرهای آلوده شرایط مناسبی برای انتقال بیماریهای عفونی پوستی، تنفسی، گوارشی، چشمی و... هستند. تراکم زیاد استفاده کنندگان از استخرهای عمومی در شهرستان شیراز و اهمیت حفظ سلامت آنها، محققین را بر آن داشت که با انجام یک مطالعه موردی (Case Study)، وضعیت آلودگی میکروبی این استخرها را در حین بهره‌برداری مورد بررسی قرار دهند.
- **مواد و روشها:** از ۳۰ استخر عمومی شهرستان شیراز، کلیه استخرهای فعال که ۲۰ مورد بود انتخاب شد و از آب هر یک ۶ تا ۸ نمونه در ساعات مختلف شبانه روز گرفته شد و با روشهای استاندارد، آزمایشهای میکروبیولوژی، شیمیائی و فیزیکی روی نمونه‌ها انجام گرفت. پارامترها شامل میزان کلر باقیمانده، pH، درجه حرارت، شمارش و شناسائی سودوموناس، استرپتوکوک، اشریشیاکلی و کلیفرم بود.
- **یافته‌ها:** آزمایشها نشان داد که بیشترین میزان شیوع آلودگی در استخرهای شنا شهرستان شیراز مربوط به سودوموناس بود، به گونه‌ای که از ۱۹۹ نمونه، ۱۰۲ مورد آن آلوده به این میکروارگانیسم بود (۳/۵۱٪ از کل نمونه‌ها). E.Coli با ۱۶/۶٪، کلیفرم با ۱۱٪ و استرپتوکوک با ۷٪ مراتب بعدی آلودگی را تشکیل می‌دادند. میزان کلر باقیمانده در نمونه‌های مثبت سودوموناس، E.Coli، کلیفرم و استرپتوکوک به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۱۸، ۰/۱۵ و ۰/۱ بود. میانگین کلر باقیمانده در نمونه‌های مثبت و منفی به سودوموناس، E.Coli، کلیفرم و استرپتوکوک از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0/0002$) و $P < 0/0008$ و $P < 0/006$ و $P < 0/05$).
- **نتیجه‌گیری:** آلودگی اکثر استخرهای عمومی به اجرام میکروبی ضرورت نظارت دقیق‌تر مسئولین و متولیان امور بهداشت محیط بر کنترل بهداشتی این استخرها خصوصاً در فصل تابستان را می‌طلبد. در غیاب چنین نظارتی استخرهای آلوده منبع خطر بالقوه‌ای جهت انتقال عفونتها به شناگران به شمار می‌آیند.
- **واژه‌های کلیدی:** کلر باقیمانده، استخرهای شنا، بهداشت آب

۱- استادیار گروه بهداشت محیط و حرفه‌ای دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز (مؤلف مسؤول)

۲- عضو هیأت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳- دانشجوی دکتری عمران - آب و محیط زیست، دانشگاه علم و صنعت ایران

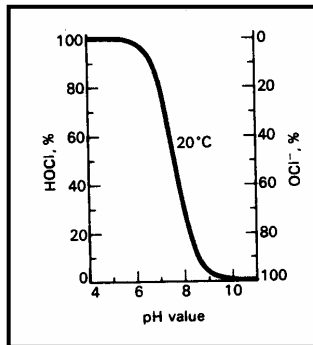
۴- استادیار گروه اپیدمیولوژی و آمار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

مقدمه

در بهره‌برداری و استفاده از استخرهای شنا حفظ سلامتی شناگران حائز اهمیت بسیار است چرا که اضافه شدن موادی نظیر مو و چربی از بدن شناگران و همچنین میکروبهای بیماریزای دستگاه تنفسی، گوارشی و تناسلی سبب آلودگی آب استخرها می‌شود و عدم وجود ترکیب شیمیایی گندزدا در غلظت کافی برای مقابله با این آلودگی، زمینه شیوع بیماریهای عفونی را در این استخرها فراهم خواهد نمود (۱).

در این خصوص معیارهایی بهداشتی برای استخرهای شنا تدوین شده است که میزان کدورت آب، درجه حرارت، کلر باقیمانده، pH و تعداد کلیرم از آن جمله‌اند (۲،۳). شفافیت آب استخر باید در حدی باشد که بتوان یک صفحه سیاه با قطر ۱۵ سانتیمتر را در زمینه سفید کف استخر در عمیق‌ترین نقطه و از فاصله ۹ متر از هر طرف به وضوح دید (۲). درجه حرارت آب استخر نباید بیش از ۲۵°C باشد و درجه حرارت هوای اطراف استخر نیز نباید بیش از ۵°C گرمتر و یا ۱°C سانتیگراد سردتر از آب استخر باشد (۲). آب استخر لازم است به دفعات برای تعیین کلر باقی مانده نمونه‌برداری شود. میزان کلر باقیمانده بسته به شرایط باید در حد ۱-۰/۶ mg/lit باشد (۲،۴). از نظر باکتریولوژی نیز حد مجاز تعداد کل کلیرم، ۶۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر، E.Coli، ۱۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر، استرپتوکوک مدفوعی، ۱۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر، باکتریهای هوازی مزوفیل، ۲۰۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر و سودوموناس آئروژینوزا صفر باید باشد (۲). بیماریهای که توسط آب آلوده استخرها به شناگران منتقل می‌شوند می‌توان به بیماریهای دستگاه هاضمه، چشم، گوش و حلق و بینی،

جلدی و بیماریهای انگلی تقسیم‌بندی نمود. اگر چه به منظور گندزدایی آب استخرها از ترکیبات شیمیایی متعددی نظیر کلر، برم، ید، ازن، و در مقیاسی محدودتر از عوامل فیزیکی نظیر اشعه ماوراء بنفش استفاده می‌شود، با این وجود پرکاربردترین گندزدا در این زمینه کلر یا نمکهای آن هستند که با آب واکنش داده و تولید اسیدهیپوکلروس (HOCl) و یون هیپوکلریت (OCI) می‌کنند که قدرت میکرب کشی HOCl به مراتب بیشتر از OCI است (۴). توزیع غلظت HOCl و OCI در محیطهای آبی بستگی به pH دارد، بطوری که در pH های پایین درصد زیادتری از کلر در دسترس آزاد به شکل HOCl است و لذا راندمان گندزدایی بالاتر خواهد بود (۵)، اما از آنجا که در استخرهای شنا ملزم به رعایت pH در محدوده تقریباً خنثی هستیم لذا عموماً راندمان گندزدایی بوسیله کلر کمتر است (شکل ۱).



شکل ۱- توزیع اسید هیپوکلروس و یون هیپوکلریت در pH های مختلف

در زمینه آلودگی آب استخرها مطالعات زیادی صورت گرفته است. نتایج مطالعه‌ای که بر روی استخرهای با آب چرخشی (Whirl Pools) در سال ۱۹۹۵ در کشورهای فنلاند و سوئد انجام

شهر Bologna (ایتالیا) مورد ارزیابی قرار دادند. از هر استخر ۴ نمونه در سال (هر فصل ۱ نمونه) گرفته شد. از مجموع ۴۸ نمونه، ۲ نمونه آلودگی به لژیونلا را نشان داد. در همین بررسی از ۴۸ نمونه که از دوشهای آب گرم گرفته شد، ۱۹ مورد از نظر لژیونلا پنوموفیلا مثبت بود (۱۲). در مطالعه‌ای مشابه وضعیت میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب ۲ استخر شنا در Tenerife (اسپانیا) آزمایش شد. استخری که منشأ آن آب دریا بود آلودگی میکروبی بیشتری از خود نشان داد. گونه‌های مایکوباکتریوم در نمونه‌های گرفته شده از استخرهای پرشونده با آب شهری جدا شد (۱۳). وضعیت را نسبت به بقیه استخرها داشتند در شهر Biala Podlaska لهستان مورد آزمایش فیزیکوشیمیایی و باکتریولوژیکی قرار داد. وی نشان داد با افزایش بار آلودگی، غلظت کلر آزاد پایین آمده و در ۱۸٪ از نمونه‌های گرفته شده آلودگی باکتریایی بالاتر از حد مجاز بوده است (۱۴). در سال ۱۹۸۵ نیز استخر سرپوشیده‌ای واقع در شمال شرقی New Jersey سبب شیوع ژیاوردیازیس شد. ۹ مورد کلینیکی تشخیص داده شد که در ۸ مورد مدفوع از نظر ژیاوردیا مثبت بود. (۱۵).

در مطالعه‌ای که در مشهد صورت گرفت، بررسی تصادفی میزان کلر باقیمانده و شاخص کلیفرم استخرهای ورزشی و تفریحی شهر در دوره‌ای حدوداً ۲/۵ ماهه انجام گرفت. نتایج نشان داد که ۸۵٪ استخرها دارای سیستم تصفیه بوده، ۷۰٪ مجهز به فیلترهای شنی و ۸۵٪ دارای حوضچه پاشوی ورودی بودند. همچنین ۷۰٪ از منبع آب لوله‌کشی شهری و ۳۰٪ از آب چاه عمیق استفاده

شد نشان داد که ۴۱٪ از نمونه‌های آب این استخرها به آمیب آلوده بوده‌اند (۶). در سال ۱۹۹۵ در یکی از شهرهای جنوبی یونان اپیدمی عفونت با آدنووایروسها بین شناگران شایع شد. البته با استفاده از روش PCR به سرعت عامل ویروسی تشخیص داده شد و کنترل گردید (۷). در مطالعه‌ای که در فنلاند انجام شد، از آب ۷ استخر سرپوشیده نمونه‌گیری به عمل آمد. نمونه‌های برداشت شده از ۵ استخر مایکوباکتریهای کانزاسی، گردونی و مایکوباکتریهای فرصت طلب را نشان داد (۸).

آلودگی با اشرشیا کلی تایپ O157 عفونت حاد رودهای ایجاد می‌کند که می‌تواند منجر به سندرم همولیتیک یورمیک (Hemolytic Uremic Syndrome, HUS) و در نهایت مرگ شود. این عفونت در یکی از ماههای تابستان در ۶ کودک که در جنوب غربی لندن زندگی می‌کردند دیده شد. سه کودک مبتلا به HUS شدند و یکی نیز به همین دلیل فوت کرد. پس از تحقیق، عامل E.coli از مدفوع ۵ نفر از این بیماران جدا شد. همه این کودکان در استخرهای کوچک شنا می‌کردند و به عامل E.coli O157 آلوده بودند. این مطالعه نشان می‌دهد که حتی استخرهای کوچک نیز نیاز به ضد عفونی و کلرینه شدن دارند (۹). مطالعه مشابه دیگری نشان می‌دهد که انسداد لوله تزریق کلر و نامناسب بودن روشهای نگهداری استخر در Vermont با شیوع گاستروآنتریت حاد کودکان همراه بوده است (۱۰). در مطالعه‌ای که توسط Butler انجام شده وی نشان داد که استخرهایی که توسط بچه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، بیشتر به کلیفرمهای مدفوعی آلوده هستند (۱۱). Leoni و همکارانش شیوع باکتری لژیونلا را در آب ۱۲ استخر شنا در

استخرهای مختلف متفاوت و بین ساعات ۹ صبح تا ۱۰ شب بود. نمونه‌ها در زمانی برداشته شد که بیشترین تعداد شناگر در استخر حضور داشته باشد تا نمونه‌ها شرایط واقعی و بحرانی را نشان دهند. نمونه‌ها از شلوغ‌ترین نقاط استخر یعنی جایی که تراکم شناگر در واحد سطح از سایر قسمت‌های استخر بیشتر بود و متعاقب آن زیادترین بار آلودگی وجود داشت، از عمق ۳۰ سانتی‌متری زیر سطح آب برداشت شد. مقدار pH، کلر باقیمانده و درجه حرارت در محل (On Site) تعیین گردید و جهت انجام آزمایش میکروبی، نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتیگراد محافظت و نگهداری شده و به آزمایشگاه منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری کلر باقیمانده و pH از کیت استاندارد Merck با شماره ۱۱۱۳۴ استفاده شد. کلر باقیمانده با روش ارتوتولیدین ارسنیت (OTA) اندازه‌گیری شد. جهت انجام آزمایش میکروبی از بطریهای استریل با حجم ۲۵۰ یا ۵۰۰ میلی‌لیتر استفاده شد. نمونه‌گیری در طول دوره سه ماهه (تیر تا شهریور) تابستان ۱۳۷۸ صورت گرفت. حجم نمونه برداشته شده در همه موارد بیشتر از ۱۰۰ میلی‌لیتر بود. جهت خنثی نمودن کلر باقیمانده نمونه جمع‌آوری شده مقداری تیوسولفات سدیم ($S_2O_3Na_2 \cdot 5H_2O$) به آن اضافه می‌شد.

جهت تخمین تعداد کلیفرمها از روش تخمیر چند لوله‌ای (Multiple Tube Fermentation) و جدول MPN (Most Probable Number) یا محتمل‌ترین تعداد استفاده شده است (۱۷). روش مورد استفاده در تشخیص، وجود و تخمین تراکم سودوموناس آئروژینوزا تکنیک صافی غشائی با استفاده از محیط کشت MP-A agar بود. در این روش ۵۰۰ میلی‌لیتر از آب استخر از یک فیلتر

می‌نمودند. برای گندزدائی، در ۶۷٪ استخرها از پرکلرین، و در ۲۲٪ از گاز کلر استفاده می‌شد، ۱۱٪ هم از هیچگونه گندزدائی استفاده نمی‌کردند (۱۶).

در شهر شیراز تعداد ۳۰ استخر برای استفاده جمعیتی معادل یک میلیون و دویست هزار نفر وجود دارد. جمعیت زیاد استفاده کننده از این استخرها و مشخص نبودن وضعیت آلودگی احتمالی میکروبی آب این استخرها محققین را بر آن داشت که مطالعه حاضر را با هدف شناخت وضعیت آلودگی آب استخرهای شنای شهر شیراز انجام دهند.

مواد و روشها

در این مطالعه کلیه استخرهای عمومی شنای شهر شیراز که شامل ۳۰ استخر بود مورد مطالعه قرار گرفت. از این تعداد فقط ۲۰ مورد در زمان مطالعه حاضر فعال و مورد بهره‌برداری بود. از این استخرها ۱۹ مورد با آب شهری و یک مورد با آب چاه پر می‌شد.

در مجموع ۱۹۹ نمونه گرفته شده که ۱۹ نمونه مربوط به استخرهای سرپوشیده و ۱۸۰ نمونه مربوط به استخرهای روباز بود. به همین ترتیب از نمونه‌های فوق ۱۸۹ نمونه از استخرهایی که با آب شهری تغذیه می‌شوند و ۱۰ نمونه از تنها استخر پرشونده با آب چاه برداشت گردید.

جمع‌آوری نمونه‌ها به گونه‌ای صورت گرفت که فضای خالی در بالای بطری باقی بماند تا عمل اختلاط براحتی صورت بگیرد. پس از بررسیهای مقدماتی بر روی هر استخر و مذاکره با مسئولین آنها شلوغترین ساعات و شیفتهای استفاده از هر استخر شناسائی گردید. این محدوده زمانی برای

داده‌های آماری با آزمون T و کای دو تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

یافته‌های تحقیق نشان داد که آب استخرهای پرشونده با آب چاه هر ۷-۱۵ روز یک بار و استخرهای پر شونده با آب شهری هر ۳۰-۴۵ روز یک بار مورد تعویض آب قرار می‌گیرند. متوسط تراکم شناگر در استخرها ۰/۸ نفر در متر مربع برآورد گردید که البته این عدد از استخری به استخر دیگر متفاوت بود.

جدول (۱) وضعیت آلودگی آب استخرهای رو باز و سرپوشیده به انواع اجرام میکروبی را بر حسب منبع آب تغذیه کننده استخر نشان می‌دهد.

غشائی استریل عبور داده شد. سپس فیلتر روی محیط کشت مذکور گذاشته شده و ظرف حاوی محیط بطور وارونه درون انکوباتور به مدت ۷۲ ساعت در حرارت $37 \pm 0.5^\circ\text{C}$ قرار داده شد. جهت تشخیص گروههای مختلف استرپتوکوکوس، روش چند لوله‌ای و محیط کشت Azide Dextrose Broth مورد استفاده قرار گرفت و سپس نمونه‌های مثبت جهت تست تأییدی به محیط PSE agar منتقل شد. آزمایشها، محیطهای کشت مورد استفاده و سایر شرایط آزمایش از جمله شمارش بر اساس روش جداسازی و شناسایی و شمارش کلیفرمها پیشنهادی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مطابق با روشهای استاندارد آزمایشهای آب و فاضلاب انجام گرفت (۲، ۱۷).

جدول شماره ۱: خلاصه وضعیت آلودگی میکروبی استخرهای شیراز در ۱۹۹ مورد نمونه برداری

میکروارگانیزم	آلودگی	سرپوشیده			رو باز			آب چاه		آب شهری		جمع	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
اشرشیا کلی	منفی	۱۹	۱۰۰	۱۴۷	۸۱/۷	۹	۹۰	۱۵۷	۸۳/۱	۱۶۶	۸۳/۴	۱۶۶	۸۳/۴
	مثبت	۰	۰	۳۳	۱۸/۳	۱	۱۰	۳۲	۱۶/۹	۳۳	۱۶/۶	۳۳	۱۶/۶
سودوموناس	منفی	۱۴	۷۳/۷	۸۳	۴۶/۱	۸	۸۰	۸۹	۴۷/۱	۹۷	۴۸/۷	۹۷	۴۸/۷
	مثبت	۵	۲۶/۳	۹۷	۵۳/۹	۲	۲۰	۱۰۰	۵۲/۹	۱۰۲	۵۱/۳	۱۰۲	۵۱/۳
استرپتوکوک	منفی	۱۹	۱۰۰	۱۶۶	۹۲/۲	۹	۹۰	۱۷۶	۹۳/۱	۱۸۵	۹۳	۱۸۵	۹۳
	مثبت	۰	۰	۱۴	۷/۸	۱	۱۰	۱۳	۶/۹	۱۴	۷	۱۴	۷
کلی فرم	منفی	۱۹	۱۰۰	۱۵۸	۸۷/۸	۹	۹۰	۱۶۸	۸۸/۹	۱۷۷	۸۹	۱۷۷	۸۹
	مثبت	۰	۰	۲۲	۱۲/۲	۱	۱۰	۲۱	۱۱/۱	۲۲	۱۱	۲۲	۱۱

سودوموناس آلوده بوده و تفاوت این دو از نظر آماری معنی دار است ($P < 0.02$).

نتایج اندازه‌گیری پارامترهای pH، درجه حرارت، کلر باقیمانده به تفکیک برای آزمایشهای منفی و مثبت میکروبی در جدول (۲) آمده است.

همانگونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، به ترتیب ۵۱/۳٪، ۱۶/۶٪، ۱۱٪ و ۷٪ از نمونه‌ها با سودوموناس، E.Coli، کلیفرم و استرپتوکوک آلوده بودند. به همین ترتیب ۲۶/۳٪ نمونه‌های برداشت شده از استخرهای سرپوشیده و ۵۳/۹٪ نمونه‌های برداشت شده از استخرهای رو باز به

جدول شماره ۲: وضعیت فیزیکوشیمیایی آب استخرهای شیراز به تفکیک نمونه‌های میکربی مثبت و منفی

میانگین اسید هیپوکلروس mg/lit	میانگین یون هیپوکلریت mg/lit	درصد یون هیپوکلریت	درصد اسید هیپوکلروس	میانگین درجه حرارت °C	میانگین کلر باقیمانده mg/lit	میانگین pH	نتیجه	میکروارگانیزم
۰/۴۸۵	۰/۳۶۵	۴۳	۵۷	۲۷	۰/۸۵	۷/۱۷	منفی	اشرفیا کلی
۰/۰۶۵	۰/۱۱۵	۶۴	۳۶	۲۶/۴	۰/۱۸	۷/۳۹	مثبت	
۰/۶۰۰	۰/۴۵۲	۴۳	۵۷	۲۷/۰۲	۱/۰۵۲	۷/۱۶	منفی	سودوموناس
۰/۲۲۷	۰/۲۱۸	۴۹	۵۱	۲۶/۶	۰/۴۵	۷/۲۵	مثبت	
۰/۵۵۳	۰/۴۱۷	۴۳	۵۷	۲۷/۰۸	۰/۹۷	۷/۲۱	صفر	استریتوکوک
۰/۱۵۴	۰/۰۸۷	۳۶	۶۴	۲۶/۲۰	۰/۲۴	۷/۱	منفی ml۱۰۰/۱۰۰>	
۰/۰۴۶	۰/۰۵۴	۵۴	۴۶	۲۶/۷۶	۰/۱	۷/۴۴	مثبت ml۱۰۰/۱۰۰<	
۰/۵۸۷	۰/۴۴۳	۴۳	۵۷	۲۷/۱۶	۱/۰۳	۷/۲۱	صفر	کلی فرم
۰/۲۴۳	۰/۱۳۷	۳۶	۶۴	۲۶/۳۱	۰/۳۸	۷/۱۱	منفی <۴۶۰	
۰/۰۶۹	۰/۰۸۱	۵۴	۴۶	۲۶/۶۱	۰/۱۵	۷/۴۰	مثبت >۴۶۰	

مطابق جدول (۲) میزان کلر باقیمانده در نمونه‌های آلوده به سودوموناس ۰/۴۴۵ و در نمونه‌های غیرآلوده ۱/۰۵۲ mg/lit در لیتر و تفاوت این دو مقدار نیز از نظر آماری با معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۲$).

در شکل‌های ۲ و ۳ فراوانی تجمع پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکربی آب استخرها دیده می‌شود. با استفاده از این نمودارها می‌توان وضعیت کیفی آب استخرها را با حالت ایده‌آل مقایسه و سپس شیوه‌های مدیریتی مناسب را جهت نزدیک شدن به حالت مطلوب اتخاذ نمود.

شکل ۳) توزیع آلودگی استخرها به کلیفرم

شکل ۴) توزیع تجمعی آلودگی استخرها به سودوموناس

شکل ۲) توزیع تجمعی آلودگی استخرها به استرپتوکوک

بحث

در کلیه نمونه‌ها مقدار کلر باقیمانده آب استخرها در مواردی که نمونه‌های مثبت میکربی از آنها جدا شده، کمتر از زمانی بود که نمونه‌های منفی میکربی گزارش شده است. افزایش pH آب استخرها سبب می‌شود که درصد کمتری از کلر باقیمانده به شکل اسیدهیپوکلروس درآمده و لذا قدرت گندزدایی کلر کاهش یابد. نظر به این که محدوده تغییرات درجه حرارت آب استخرها در این مطالعه وسیع نبوده است، لذا اثر درجه حرارت بر ثابت تفکیک یونیزاسیون اسیدهیپوکلروس و تبدیل آن به یون هیپوکلریت را می‌توان در مورد کلیه نمونه‌ها ثابت فرض نمود و آن را نادیده گرفت. با توجه به شکل (۱) در محدوده $\text{pH} = 7-8$ منحنی توزیع درصد HOCl و OCl^- بیشترین شیب را دارد، لذا در عمل می‌توان با کاهش جزئی pH درصد HOCl را به مقدار زیاد افزایش داد و راندمان (کارایی) گندزدایی کلر را بالا برد (۱۲).

میانگین کلر باقیمانده در آب در نمونه‌های مثبت سودوموناس نسبت به نمونه‌های منفی کمتر بود $1/052 \text{ mg/lit}$ در مقابل $0/4 \text{ mg/lit}$ و اختلاف این دو عدد از نظر آماری با $p < 0/02$ معنی‌دار بود. این یافته مبین این واقعیت است که کاهش میزان کلر باقیمانده در آب می‌تواند موقعیتی برای افزایش میکروارگانیسم‌ها منجمله سودوموناس فراهم کند. جالب توجه این که این میکروارگانیسم در برابر کلر باقیمانده تا میزان $0/4 \text{ mg/lit}$ مقاومت بیشتری نسبت به دیگر میکروارگانیسم‌های مطالعه شده از خود نشان داده است. همچنین، میانگین کلر باقیمانده در نمونه‌های آلوده به E.Coli به نحو معنی‌داری ($P < 0/01$) با

استخرهای غیر آلوده متفاوت بود. این مشاهدات بطور کلی با نتایج مطالعه Czeczelewski که نشان داده علت آلودگی باکتریایی آب استخرها ناکافی بودن غلظت ماده گندزدا بوده است همخوانی کامل دارد (۱۴). کاهش کلر باقیمانده از $0/85$ به $0/18 \text{ mg/lit}$ تعداد نمونه‌های مثبت E.Coli را به مقدار زیادی افزایش داده و این بیانگر حساسیت زیاد این میکروارگانیسم به کلر است.

میانگین کلر باقیمانده در نمونه‌های منفی $0/24$ و در نمونه‌های مثبت $0/1 \text{ mg/lit}$ بوده است. همانند سایر میکروارگانیسم‌ها کاهش میزان کلر باقیمانده می‌تواند نقش مؤثری در بالا رفتن تعداد استریتوکوک داشته باشد. در مورد کلیفرم نیز وضعیت به همین صورت بود؛ بطوری که اختلاف میانگین کلر باقیمانده در نمونه‌های مثبت و منفی از نظر آماری با $P < 0/006$ معنی‌دار است. این یافته‌ها با دیگر گزارشها (۹ و ۴) که مرگ کلیه باکتریها در حضور 1 mg/lit کلر باقیمانده در آب را محرز می‌دانند، همخوانی دارد. این نکته هم ضروری است که چون میزان کلر باقیمانده آب استخرهایی که به کلیفرم آلوده بوده‌اند کمتر از حد استاندارد توصیه شده 1 mg/lit برای فصل تابستان بوده (۳)، لذا وجود نمونه‌های مثبت در حضور مقادیر کلر باقیمانده در مطالعه حاضر خارج از انتظار نیست. ناکافی بودن میزان کلر باقیمانده آب استخرها نه تنها زمینه رشد باکتریهای پاتوژن و غیر پاتوژن در آب استخرها را فراهم می‌نماید بلکه چنانکه شادزی و همکاران در مطالعه خود بر روی ۴ استخر در شهر اصفهان نشان داده‌اند (۱۸)، این مهم بر روی رشد مخمرها و قارچهای ساپروفیت فرصت طلب در آب همه استخرها هم مؤثر بوده است، هرچند که در استخرهای شلوغ (حدود ۵۰۰

اگزوفیالا و گونه‌های رایزوپوس بود. محققین غلظت کم کلر باقیمانده و جمعیت زیاد استفاده‌کننده از استخرها را عامل اصلی وجود این گونه آلودگیها معرفی کرده‌اند.

داده‌های این مطالعه نشان داد که منبع آب مورد استفاده در پر نمودن استخرها فاکتوری اساسی در میزان آلودگی آنها بشمار می‌رود و تحقیقات انجام شده توسط Martin Delgado نیز مؤید این نکته است (۱۳).

این مشاهدات که استخرهای عمومی شنای شهر شیراز بجز چند استثناء با اجرام میکربی مختلف آلوده بوده از یک طرف؛ و جمعیت زیاد استفاده‌کننده از این استخرها از طرف دیگر نیاز به اقدامات مراقبتی بیشتر را توسط ستادهای بهداشتی مسؤول برای حفظ سلامت شناگران می‌طلبد.

نفر در روز) که کمترین میزان کلر باقیمانده را داشته‌اند (۰/۷۰۴ mg/lit) آلودگی قارچی شیوع بیشتری داشته است. برعکس با کاهش جمعیت استفاده‌کننده (۳۵۰-۴۰۰ نفر) و افزایش کلر باقیمانده (۲/۱۳ mg/lit)، میزان شیوع آلودگی قارچی به شدت کاهش می‌یابد. در تحقیقات مشابهی که توسط نانبخش در سال ۸۰ (۱۹) در شهر ارومیه انجام شد، ۴ استخر فعال این شهر از نظر آلودگی قارچی و انگلی مورد مطالعه قرار گرفت. غلظت کلر باقیمانده این استخرها بین ۰-۱/۲ mg/lit (میانگین ۰/۶ mg/lit) متغیر بود. از مجموع ۳۸۴ نمونه برداشت شده، ۱۲٪ نمونه‌ها از نظر آلودگی قارچی مثبت بود. شایعترین قارچها مربوط به گونه‌های آسپرژیلوس، کاندیدا و قارچهای درماتوفیت، موکور، فوما، پنی‌سیلیوم و

References:

1. Beneson. A.S., Control of Communicable Dis., Manual, 16th Edition, American Public Health Association, 1995. pp, 620-5.
- ۲ - مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ویژگیهای میکروبیولوژی آب به شماره ۱۰۱۱، سال ۱۳۷۷. [www. isiri. org / std / 1011. htm](http://www.isiri.org/std/1011.htm)
3. Standard for the Operation of Swimming Pools and Spa Pools, American Public Health Association, 4th Edition, 1998. 410 IAC, 6-21-31.
4. Kebabjian. R. S., "Disinfection of Public Pools and Management of Fecal Accident", Journal of Environmental Health, 1995, Vol. 58, No. 1. pp, 8-12.
5. Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, Metcalf & Eddy inc., 1997, 4th Eddition, New York. pp, 284-6.
6. Vesaluma. M.; Kalso. S., "Microbiological Quality in Public Swimming Pools and Whirlpools", Br. J. Ophthalmol., 1995 Feb., 79(2), pp. 178-181.
7. Papapetropoulou. M.; Vantavakies. AC., "Detection of Adenovirus Outbreak at a Municipal Swimming pool by Nested PCR Amplification", J. Infect, 1998 Jan, 36(1), pp. 101-103.
8. Livanainen. E., et al., Isolation of Mycobacteria from Indoor Swimming Pools in Finland, APMIS, 1999 Feb., 107(2), pp. 193-200.
9. Hilderbrand. JM., Magurie. HC., "an Outbreak of Echrchia Coli 0157 Infection Linked to Paddling Pools", Common Dis. Rep. 1996 Feb, 6(2), pp. 33-36.
10. An Outbreak of Norovirus Gastroenteritis at a Swimming Club—Vermont, Centers for Disease Control and Prevention(CDC), MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2004 Sep 3;53(34):793-5.
11. Butler T., Ferson MJ., "Faecal Pollution of Ocean Swimming Pools

and Stormwater Outlets in Eastern Sydney", Aust N Z J Public Health, 1997, Oct., 21(6), pp. 567-71.

12. Leoni E, Legnani PP." Prevalence of Legionella spp. In Swimming Pool Environment", Water Res. 2001 oct; 35(15): 3749-53.

13. Martin Delgado MM," A Microbiological and Physicochemical Analysis of the Water in Swimming Pools on the Island of Tenerife", Rev Scand Publica (Madrid), 1992 Sep-Dec; 66(5-6): 281-9.

14. Czeczelewski J., " Evaluation of Water Sanitation and Hygiene in Swimming Pools in the Town of Biala Podlaska", Rocznik Hig., 1994; 45(4): 371-8.

15. Porter JD., " Giardia Transmission in a Swimming Pool", American Journal of Public Health, 1988 Jun., 78(6):659-62.

۱۶. یونسین مهدی و روغنی بهزاد، بررسی تصادفی میزان کلر باقیمانده و شاخص کلیفرم استخرهای ورزشی و تفریحی شهر مشهد در یک دوره فصلی، مجله علمی - پژوهشی مرکز تحقیقات دانشکده بهداشت ساری، سال اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۷۸. ص ۲۲ تا ۲۶.

17. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, 19th Edition, 1995. pp, 9-48 & 9-52 (9221 C, D, E)

۱۸. شادزی شهلا، چادگانی پور مصطفی و زارع افشین، "بررسی آلودگی قارچی استخرهای عمومی شهر اصفهان"، مجله آب و فاضلاب، شماره ۱۰- ص ۳-۶، پائیز ۱۳۷۲.

۱۹. نانبخش حسن "بررسی آلودگی‌های قارچی و انگلی استخرهای عمومی شهر ارومیه در سال ۱۳۸۰"، مجله پزشکی ارومیه، سال سیزدهم، شماره دوم- ص ۱۲۷-۱۱۸، تابستان ۱۳۸۱.