مجله سلامت و بهداشت اردبیل

دوره دوم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۰، صفحات ۱۷ تا ۲۶

بررسی شاخص‌های میکروبی رایج در آب استخرهای شنای شهر گرگان

علی شهریاری[۱]، امیرحسین نافذ[۲]، سمیرا نوروزی[۳]، محسن حیدری[۲*]

۱. کارشناس ارشد مدیریت عالی بهداشت (MPH) و دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

۲. دانشجوی دکتری تخصصی مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

*** نویسنده مسئول:** **E-mail:** moheidari84@gmail.com

۳. دانشجوی کاردانی مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به خطرات بهداشتی استخرهای شنا، پایش کیفیت آب آنها جهت اطمینان از سلامت آب و رعایت استانداردها لازم است. هدف از این نیز مطالعه بررسی کیفیت میکروبی آب استخرهای شنای شهر گرگان در سال ۱۳۸۸ از نقطه‌نظر کلر آزاد باقیمانده و شاخص‌های میکروبی کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی است.

روش کار: در این مطالعه توصیفی- مقطعی، تعداد ۲۰۹ نمونه میکروبی در تمام فصول سال ۱۳۸۸ از استخرهای شنای شهر گرگان گرفته شد و جهت انجام تست های میکروبی، با حفظ زنجیره سرد و شرایط استریل، به آزمایشگاه منتقل گردید. همزمان با برداشت نمونه میکروبی، کلر آزاد باقیمانده آب استخرها نیز توسط کیت‌های کلرسنجی بر پایه روش تغییر رنگ DPD سنجش گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در سال ۱۳۸۸ غلظت کلر آب استخرها در ۲۵/۸٤٪، ۷٤/۱٦٪، ٦۷/۹٤٪ و ٤۱/۱۵٪ به ترتیب برابر ۰/۰، ۰/٦< میلیگرم بر لیتر و در رنج بهینه ۳-۱ میلیگرم بر لیتر بودند و به‌طور متوسط ۱٤/۳۵٪، ۱۱/۹٦٪، ۱۰/۰۵٪ و ۸/۱۳٪ نمونه‌ها به‌ترتیب به کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی آلوده بودند. بهترین نتایج میکروبی مربوط به فصل بهار بود. همچنین رابطه معناداری بین کیفیت میکروبی و غظت کلر آزاد باقیمانده وجود داشت.

نتیجه‌گیری: در این مطالعه مشخص گردید که آلودگی نسبی میکروبی در آب استخرهای شنای شهر گرگان وجود دارد. تقریباً تمام آلودگی‌ها در نمونه‌های گرفته‌شده از استخرهای فاقد کلر آزاد باقیمانده وجود داشت. کلر باقیمانده باعث بهبود قابل ملاحظه کیفیت آب استخرهای شنای شهر گرگان گردید. با این حال به‌دلیل این‌که در بیش از ۲۵٪ موارد، غلظت کلر باقیمانده برابر صفر برآورد گردید، می‌بایست توجه کافی بر حفظ غلظت کلر در رنج مجاز صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: استخرهای شنا، کیفیت میکروبی، کلر آزاد باقیمانده، گرگان

دریافت: ۹۰/۱/۲۹ **پذیرش:** ۹۰/۵/۱۱

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

مقدمه

استخر شنا بستری آبی در ساختاری با اندازه محدود می‌باشد. کیفیت این آب معمولاً در حد آب آشامیدنی می‌باشد و توسط مواد گندزدا (ترکیبات کلره، ازن) تصفیه می‌گردد [۱]. شنا یک راه مفرح، پرتحرک و سالم در گذراندن اوقات فراقت به‌خصوص در فصل تابستان می‌باشد [۲] و اغلب به‌دلیل اثرات سودمند بالقوه آن بر مفاصل و بهبود رفاه عمومی مردم، پیشنهاد می‌گردد. اقشار مختلف مردم به‌منظور فعالیت‌های ورزشی، تفریحی یا درمانی به استخرهای شنا مراجعه می‌کنند [۳ و ٤]. علیرغم اهمیت و عمومیت استخرهای شنا، مشخص شده است که آنها اغلب با شیوع یا بروز عفونت‌های منتقله از آب مرتبط هستند [۲ و ۵]. انواع میکروارگانیسم‌ها از جمله چندین نوع میکروارگانیسم فرصت‌طلب یا پاتوژن می‌توانند از طریق آلودگی مستقیم یا غیرمستقیم انسانی وارد آب استخر شوند [۶ و ۷]. شناگران از طریق دفع میکروارگانیسم‌ها از پوست، دهان، بینی و گلو، ادرار، مدفوع یا از طریق اجسام و لباس‌های آلوده، آب را با مقادیر زیاد میکروارگانیسم‌ها آلوده می‌کنند [۲ و ۸]. عوامل عفونی بازیابی‌شده از آب استخرهای شنا می‌توانند انواع پاتوژن‌ها شامل باکتری‌ها، ویروس‌ها، پروتوزوآ و قارچ‌ها باشند [۱ و ۹]. تنها از پوست صدها میلیون باکتری در طی شناکردن جدا می‌شود [۲]. در بسیاری موارد، خطر بیماری یا عفونت با آلودگی مدفوعی آب که ناشی از مواد دفعی آزادشده توسط شناگران یا یک منبع آلوده آب است، ارتباط داده شده است [۶ و ۷]. این مواد یا بطور تصادفی وارد آب می‌شوند یا از طریق شسته‌شدن باقیمانده‌های مدفوعی بر روی بدن شناگران به درون آب استخر راه می‌یابند[۱۰]. مواد انسانی غیرمدفوعی نیز (مانند استفراغ، موکوس، بزاق و پوست) در استخر شنا، منبع بالقوه ارگانیسم‌های پاتوژنیک می‌باشند. علاوه بر این، افراد آلوده می‌توانند به‌طور مستقیم آب استخر را با پاتوژن‌ها (به‌خصوص ویروس‌ها یا قارچ‌ها) آلوده سازند، که ممکن است موجب عفونت پوستی در دیگر شناگران شود [۷]. پاتوژن‌های فرصت‌طلب (عمدتاً باکتری‌ها) نیز می‌توانند از بدن شناگران رها شوند و از طریق آب آلوده منتقل گردند [۶]. برخی باکتری‌ها عمدتاً باکتری‌های با منشأ غیرمدفوعی ممکن است در بیوفیلم‌ها تجمع یابند و ایجاد خطر عفونت کنند. علاوه بر این، باکتری‌ها و آمیب‌های آبی آزادزی خاص می‌توانند در آب استخر، در دیواره‌ها و تجهیزات استخر (شامل سیستم گرمایشی و تهویه مطبوع) یا بر روی دیگر سطوح مرطوب داخل تجهیزات، تا حدی رشد کنند که باعث انواع عفونت‌ها و بیماری‌های سیستم‌های تنفسی، پوستی یا اعصاب مرکزی شوند [۱]. متداول‌ترین بیماری ناشی از استخرهای شنا اسهال می‌باشد. فردی با بیماری اسهال می‌تواند به‌راحتی استخر را با مواد مدفوعی آلوده کند. در این شرایط آب یک وسیله محتمل انتشار بیماری‌ها بین شناگران می‌باشد [۲]. در صورت عدم تصفیه، این آلاینده‌ها خطر عفونت شناگران را افزایش می‌دهند. به‌خوبی مشخص شده که استخرهای شنا وسیله انتقال بیماری‌های عفونی در سراسر جهان می‌باشند [۸]. یکی از مسائل مهم در رابطه با استخرهای شنا، آلودگی آنها به باکتری سودوموناس آئروژناز می‌باشد. بخوبی مشخص شده که این پاتوژن با بیماری فیبروز کیستی در ارتباط است و آب یک منبع محیطی سودوموناس آئروژناز می‌باشد [۱۱]. با این‌حال به‌طور کلی به‌دلیل خطرات بهداشتی استخرهای شنا، پایش کیفیت آب در استخرها جهت اطمینان از سلامت آب و رعایت استانداردها لازم است [۲]. مطالعات زیادی بر روی آب استخرهای شنای شهرهایی مانند اصفهان [۱۲]، شیراز [۱۳]، ارومیه [١٤]، زنجان [۱۵]، ساری [۱۶]، تهران [۱۷]، قم [۱۸] و بندرعباس [۱۹] صورت گرفته و کیفیت آب استخرها در منطقه شمال شرقی یونان [۱]، سنت گالن در سوییس [۱۱]، ناپل در ایتالیا [٤]، مونیخ و

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

لیپزینگ در آلمان [۲۰] و امان در اردن [۲] گزارش شده است، که همگی بیانگر آلودگی نسبی بخش‌های مختلف استخرها از جمله دوش‌ها، رختکن‌ها، حاشیه استخرها و بخصوص آب استخرها، به انواع قارچ‌ها [۱۵، ۱۹ و ۲۰] از جمله درماتوتیت‌ها (عامل کچلی) [۱۷ و ۱۸]، میکروارگانیسم‌های شاخص مانند گونه‌های سودوموناس بخصوص سودوموناس آئروژناز [۱۲، ۱۳ و ۲۰]، کلیفرم‌ها [۲، ۱۲و ۱۳]، استرپتوکوک [۱۲ و ۱۳]، استافیلوکوک [۱۲ و ۱۶] و انواع انگل‌ها [۱٤] هستند. در این مطالعه نیز کیفیت آب تمام استخرهای شنای شهر گرگان در فصول مختلف سال ۱۳۸۸ از نقطه‌نظر کلر آزاد باقیمانده و شاخص‌های میکروبی کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

روش کار

در سال ۱۳۸۸ در طی مطالعه‌ای توصیفی- مقطعی، کیفیت میکروبی آب استخرهای شنای شهر گرگان مورد بررسی قرار گرفت. در ابتدا سعی بر آن بود که از تمام ۶ استخر شنای سرپوشیده شهر گرگان به‌صورت هفته‌ای یا حداقل دو هفته یکبار، نمونه‌برداری صورت گیرد، اما به‌دلایل مختلفی بخصوص تعطیلی مقطعی استخرها، در نهایت تعداد ۲۰۹ نمونه آب (در بهار ۳۰، تابستان ۸۶، پاییز ۳۲ و زمستان ۶۱ نمونه) از استخرها بصورت تصادفی برداشت شد. نمونه‌برداری بر اساس روش 9060-A ویرایش بیست و یکم کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب انجام گرفت [۲۱]. بدین‌ترتیب که نمونه‌ها از عمق ۱ متری آب استخرها در بطری‌های شیشه‌ای استریل ۱ لیتری حاوی تیوسولفات سدیم جمع‌آوری گردید (جهت اختلاط بهتر ۲/۵ cm فوقانی بطری‌ها خالی بود) و پس از کدگذاری، با حفظ شرایط لازم با قراردادن آنها در Cold box جهت انجام تست‌های میکروبی به آزمایشگاه منتقل گردید. متغیرهای مدنظر کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی بودند و سنجش آنها به ترتیب بر اساس آزمایشات شماره 9221-B، 9221-E، 9213-E و 9230-B ویرایش بیستم و یکم کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب انجام گرفت. بر این اساس کل کلیفرم به روش تخمیر چندلوله‌ای با محیط‌های کشت لوریل تریپتوز براث (مرحله احتمالی) و برلینت گرین لاکتوز بایل براث[1] (مرحله تاییدی) و کلیفرم مدفوعی نیز با روش تخمیر چندلوله‌ای با محیط EC براث تشخیص داده شد. برای تشخیص سودوموناس آئروژناز نمونه‌های موجود در لوله‌های حاوی لاکتوز براث بر روی محیط سیتریمیت آگار کشت داده شد و ایجاد کلنی سبز بعد از انکوبه‌کردن محیط‌ها به مدت ۲٤ ساعت در ٤٤ درجه سانتیگراد بیانگر وجود سودوموناس آئروژناز بود که با تست اکسیداز نیز تأیید می‌گردید. تشخیص استرپتوکوک مدفوعی با استفاده از محیط‌های آزاید دکستروز براث و کاناماسین اسکولین آزاید آگار صورت گرفت. تشکیل کلنی‌های متالیک سیاه تأییدکننده وجود این شاخص بود [۲۱]. سطح آلودگی به این شاخص‌های میکروبی بر اساس تعداد در ۱۰۰ml گزارش گردید. از آنجایی‌که هدف از گندزدایی آب استخرها کنترل عفونت‌های میکروبی می‌باشد[۲۲]، لذا در این تحقیق با سنجش کلر آزاد باقیمانده آب استخرها سعی گردید رابطه بین دو متغیر وجود کلر آزاد باقیمانده و کیفیت میکروبی نیز مورد ارزیابی قرار گیرد. در نهایت داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS.17 (آزمون کای- اسکوئر) مورد آنالیز توصیفی و تحلیلی آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها

در این تحقیق وضعیت کلر باقیمانده آب استخرهای شنا و کیفیت میکروبی آنها بر اساس شاخص‌های

1. Brilliant green lactose bile broth (BGB)

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

میکروبی کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی در شهر گرگان مورد ارزیابی قرار گرفت. داده‌های جدول ۱ نشان می‌دهند که از ۲۰۹ تست سنجش کلر، در ٥٤ مورد مقدار کلر صفر گزارش گردید و در ۱۵۵ نمونه یعنی ۷٤/۱٦٪ موارد غلظت کلر بیش از صفر بود.

جدول ۱. وضعیت کلر باقیمانده آزاد در آب استخرهای شنای گرگان در فصول مختلف سال ۱۳۸۸

دوره زمانی	تعداد سنجش کلر آزاد باقیمانده	تعداد و درصد موارد غلظت های کلر								متوسط غلظت کلر (mg/l)
		تعداد				درصد				
		۰	>۰	≥۰/۶	۱-۳	۰	>۰	≥۰/۶	۱-۳	
بهار	۳۰	۵	۲۵	۲٤	۱٦	۱٦/٦۷	۸۳/۳۳	۸۰	۵۳/۳۳	۲/۰۸
تابستان	۸٦	۲۷	۵۹	۵۱	۲۵	۳۱/٤۰	٦۸/٦۰	۵۹/۳۰	۲۹/۰۷	۱/۵٦
پاییز	۳۲	۹	۲۳	۲۱	۲۱	۲۸/۱۳	۷۱/۸۸	٦۵/٦۲	٦۵/٦۲	۱/۵۰
زمستان	٦۱	۱۳	٤۸	٤٦	۲٤	۲۱/۳۱	۷۸/٦۹	۷۵/٤۱	۳۹/۳٤	۲/٤۷
سال ۱۳۸۸	۲۰۹	۵٤	۱۵۵	۱٤۲	۸٦	۲۵/۸٤	۷٤/۱٦	٦۷/۹٤	٤۱/۱۵	۱/۸۹

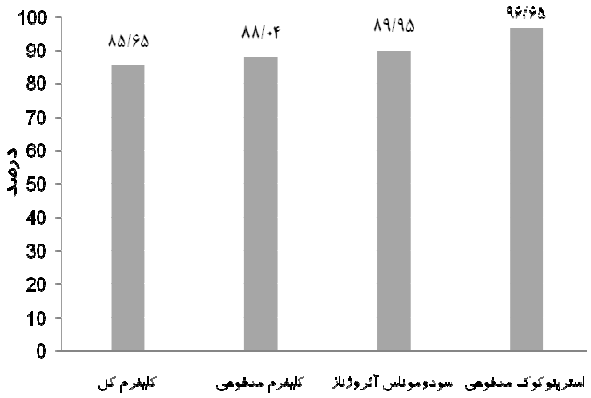
نتایج آزمون‌های میکروبی صورت‌گرفته بر آب استخرهای شنا در جدول ۲ ارائه گردیده است. نکته قابل توجه این است که در فصل بهار هیچ نمونه‌ای به شاخص‌های میکروبی مدنظر آلوده نبود. به‌طور کلی در سال ۱۳۸۸ از ۲۰۹ نمونه میکروبی، ۳۰ نمونه به کل کلیفرم، ۲۵ نمونه به کلیفرم مدفوعی، ۲۱ نمونه به سودوموناس آئروژناز و ۱۷ نمونه به استرپتوکوک مدفوعی آلوده بودند. علاوه بر این، پارامترهای میکروبی اندازه‌گیری‌شده با رهنمودهای سازمان بهداشت جهانی و استانداردهای ملی مقایسه شده و در شکل ۱، درصد نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده از استخرهای شهر گرگان که در آنها سطح شاخص‌های میکروبی در حدود استاندارد بوده اند، ارائه گردیده است. لازم به ذکر است که پارامتر کل کلیفرم (تعداد ml ۰/۱۰۰) با استاندارد DIN[1] (۲۳)، کلیفرم مدفوعی (تعداد ml۱/۱۰۰>) با رهنمود سازمان جهانی بهداشت (WHO) [۲٤]، سودوموناس آئروژناز (تعداد ml۱/۱۰۰>) با رهنمود WHO و استاندارد ۹٤۱۲ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران [۲۵] و استرپتوکوک مدفوعی (تعداد ml ۱۰۰/۱۰۰) با استاندارد ۹٤۱۲ ایران مقایسه گردید.

جدول ۲. کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا در گرگان در فصول مختلف سال ۱۳۸۸

دوره زمانی	تعداد نمونه	موارد آلوده به کل کلیفرم		موارد آلوده به کلیفرم مدفوعی		موارد آلوده به سودوموناس آئروژناز		موارد آلوده به استرپتوکوک مدفوعی	
		تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
بهار	۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
تابستان	۸٦	۱۵	۱۷/٤٤	۱۳	۱۵/۱۲	۱۰	۱۱/٦۳	۱٤	۱٦/۲۸
پاییز	۳۲	٦	۱۸/۷۵	٤	۱۲/۵۰	٤	۱۲/۵۰	۳	۹/۳۸
زمستان	٦۱	۹	۱٤/۷۵	۸	۱۳/۱۱	۷	۱۱/٤۸	۰	۰
سال ۱۳۸۸	۲۰۹	۳۰	۱٤/۳۵	۲۵	۱۱/۹٦	۲۱	۱۰/۰۵	۱۷	۸/۱۳

1. Deutsches Institut für Normung

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]



شکل ۱. درصد نمونه‌های آب استخرها دارای پارامترهای میکروبی در حدود استاندارد

جهت تعیین وجود رابطه بین کیفیت میکروبی و وجود کلر آزاد باقیمانده در آب استخرها از آزمون کای-اسکوئر استفاده گردید. نتایج آزمون آماری صورت‌گرفته بر روی ارتباط بین کیفیت میکروبی و مقدار کلر آزاد باقیمانده نمونه‌ها نشان داد که با مقایسه تعداد نمونه‌های آلوده به هر یک از شاخص‌های میکروبی و غلظت کلر باقیمانده آزاد در تمام موارد، رابطه معناداری بین تعداد نمونه‌های آلوده به شاخص‌های میکروبی و تعداد نمونه‌های فاقد کلر باقیمانده وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳. رابطه کیفیت میکروبی و کلر آزاد باقیمانده در آب استخرهای شنای گرگان (آزمون کای- اسکوئر)

کیفیت میکروبی	وضعیت کلر باقیمانده		p-value
	غلظت برابر صفر	غلظت بیش از صفر	
آلوده به کل کلیفرم	۲۸	۱	<۰/۰۰۱
غیرآلوده به کل کلیفرم	۲۶	۱۵٤	
آلوده به کلیفرم مدفوعی	۲٤	۱	<۰/۰۰۱
غیرآلوده به کلیفرم مدفوعی	۳۰	۱۵٤	
آلوده به سودوموناس آئروژناز	۲۱	۰	<۰/۰۰۱
غیرآلوده به سودوموناس آئروژناز	۳۳	۱۵۵	
آلوده به استرپتوکوک مدفوعی	۱۷	۰	<۰/۰۰۱
غیرآلوده به استرپتوکوک مدفوعی	۳۷	۱۵۵	

بحث

استفاده از استخرهای شنا برای سلامتی و رفاه عمومی مفید می‌باشد. با این‌حال، استخرها ممکن است خطرات خاصی برای شناگران ایجاد کنند. در سال‌های اخیر بیشتر توجهات بر روی خطر عفونت مرتبط با آلودگی توسط میکروارگانیسم‌های مدفوعی و غیرمدفوعی متمرکز بوده است [٤ و ۷] و یکی از مهم‌ترین مسائل مرتبط با استخرهای شنا، عدم آلودگی میکروبی این مکان‌ها می‌باشد، که راه اساسی و ضروری کنترل این فاکتور، گندزدایی آب استخر با موادی همچون کلر می‌باشد [۲۲]. بنابراین به دلیل اهمیت کیفیت میکروبی آب استخرها در انتقال بیماری‌ها، می‌بایست غلظت کلر آزاد باقیمانده در استخرهایی که در آنها از این ماده استفاده می‌شود، به‌طور روتین پایش گردد. تحقیقات نشان داده که کلرزنی ناکافی ممکن است منجر به کلونیزه‌شدن باکتری‌های گرم منفی بخصوص سودوموناس آئروژناز در اسپری حاصل از سیستم‌های بازگردش و پمپ‌ها شود [٤ و ۲۶]. حداقل غلظت کلر آزاد باقیمانده در آب استخرها می‌بایست بیش از ۰/۶باشد و غلظت مطلوب در رنج ۳-۱ می‌باشد، تا از عدم بقاءِ میکروارگانیسم‌هایی مانند سودوموناس‌ها و مایکوباکتریوم اطمینان حاصل گردد [۲۲و ۲۵]. نتایج نشان می‌دهند که به‌طور متوسط در سال ۱۳۸۸ از کل تست‌های کلرسنجی، در ۲۵/۸٤٪ موارد غلظت کلر برابر صفر بوده، غلظت در ۶۷/۹٤٪ موارد بیش از ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر و در ٤۱/۱۵٪ موارد غلظت در رنج

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

بهینه یعنی ۳-۱ میلی‌گرم بر لیتر بوده است. با مقایسه وضعیت کلر آزاد باقیمانده بین فصول می‌توان نتیجه گرفت که در فصل بهار بهترین شرایط وجود دارد، به‌طوریکه تنها در ۱۶/۶۷٪ موارد غلظت کلر برابر صفر بود و در ۸۰٪ موارد غلظت کلر بیش از حداقل مورد نیاز یعنی ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر سنجش گردید. بیشترین موارد غلظت برابر صفر و کمترین موارد غلظت در رنج مطلوب مربوط به تابستان بود که به ترتیب برابر ۳۱/٤٪ و ۲۹/۰۷٪ موارد سنجش‌شده را به خود اختصاص داد. علاوه بر این متوسط غلظت کلر باقیمانده در آب استخرهای شنا ۱/۸۹ میلی‌گرم بر لیتر برآورد گردید (جدول ۱). با توجه به اینکه معمولاً میزان مراجعه به استخرها در فصل تابستان بیشتر از فصول دیگر است، لذا می‌توان گفت که یکی از علل مهم عدم وجود کلر آزاد باقیمانده در تقریباً یک سوم موارد، تعداد زیاد شناگر در استخرها و به تبع آن ورود مواد آلی (مصرف‌کننده کلر) بیشتر در این فصل می‌باشد. در مطالعه‌ای مشابه در حدود ۳۵/۲٪ تست‌های کلرسنجی انجام‌گرفته بر روی استخرهای شنای شهر بندرعباس غلظت کلر برابر صفر گزارش شده است [۱۹]. همچنین میانگین غلظت کلر در آب استخرهای شنای ارومیه ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر [۱٤]، در اصفهان ۱/۲ میلی گرم بر لیتر [۱۲]، در ساری میانگینی در حد ۱ میلیگرم بر لیتر [۱۶] و در ناپل ایتالیا میانگین ۱/۵۷ میلیگرم بر لیتر (رنج ۱/٤-۰/۲ میلیگرم برلیتر) گزارش شده است [٤].

نتایج کیفیت میکروبی نشان می‌دهد که در فصل بهار هیچ نمونه‌ای به هر چهار شاخص میکروبی آلوده نبود. البته با توجه به وضعیت کلر آزاد باقیمانده نیز انتظار می‌رفت کیفیت میکروبی در فصل بهار بهتر از فصول دیگر باشد. بیشترین آلودگی به کل کلیفرم (۱۸/۷۵٪) و سودوموناس آئروژناز (۱۲/۵۰٪) در فصل پاییز و کلیفرم مدفوعی (۱۵/۱۲٪) و استرپتوکوک مدفوعی (۱۶/۲۸٪) در فصل تابستان رخ داد. در تست‌های کلرسنجی بیشترین موارد غلظت کلر باقیمانده برابر صفر، در دو فصل تابستان و پاییز گزارش گردید و بنظر می‌رسد عدم وجود کلر آزاد باقیمانده کافی می‌تواند نقش عمده‌ای در بالا بودن آلودگی‌های میکروبی در این دو فصل داشته باشد. بطور متوسط در سال ۱۳۸۸، ۱٤/۳۵٪، ۱۱/۹۶٪، ۱۰/۰۵٪ و ۸/۱۳٪ نمونه‌ها به ترتیب به کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی آلوده بودند (جدول ۲). با مقایسه نتایج آزمون‌های میکروبی با استاندارد ملی ایران، رهنمود WHO و DIN مشخص گردید که تعداد کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی به ترتیب در ۸۵/۶۵٪، ۸۸/۰٤٪، ۸۹/۹۵٪ و ۹۶/۶۵٪ نمونه‌ها در حد مجاز استانداردها و رهنمودها بوده است (شکل ۱)، در حالی‌که در مطالعه‌ای مشابه در شهر اصفهان، این مقادیر به ترتیب ۶۲٪، ۷۷٪، ۸۱٪ و ۱۰۰٪ گزارش گردید [۱۲]. در مطالعه بر روی استخرهای سرپوشیده سنت گالن در سوییس در سال ۲۰۰۳ برآورد شد که ٤٪ نمونه‌ها به سودوموناس آئروژناز آلوده بودند [۱۱]. بررسی ۲ ساله بین سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ در ناپل ایتالیا بر روی ۷ استخر بیانگر آلودگی نسبی هر هفت استخر به سودوموناس آئروژناز با تعداد میکروارگانیسم در محدوده CFU/ml ۱۵-۲ بود [٤]. در تحقیقی ۸ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۷) در یونان گزارش گردید که در استخرهای سرپوشیده مخصوص آب‌درمانی، ۲۹/۶٪ و ۳۲/۶٪ نمونه‌ها به‌ترتیب به کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی آلوده بودند و هیچ نمونه‌ای در استخرهای عمومی ورزشی و استخرهای آموزش کودکان به این دو شاخص آلوده نبودند. همچنین ۳۶/٤٪ و ٤/۶٪ نمونه‌ها به‌ترتیب در استخرهای آب درمانی و آموزش کودکان به سودوموناس آئروژناز آلوده بودند و هیچ آلودگی به این ارگانیسم در استخرهای عمومی ورزشی مشاهده نگردید [۱]. در مطالعه کیفیت آب استخرهای شهر

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

بندرعباس گزارش گردید که ۱۸٪ نمونه‌ها آلودگی کلیفرمی داشتند [۱۹]. در مطالعه‌ای مشابه بر روی استخرهای شنای شهر شیراز، برآورد گردید که ۵۱/۳٪، ۱۱ ٪ و ۷٪ نمونه‌های میکروبی به ترتیب آلوده به سودوموناس، کلیفرم و استرپتوکوک بودند، همچنین از لحاظ آماری مشخص گردید که کیفیت میکروبی در نمونه‌های فاقد کلر آزاد باقیمانده و نمونه‌های حاوی کلر، تفاوت معناداری وجود دارد [۱۳]. با مقایسه کیفیت میکروبی نمونه‌های گرفته‌شده از آب استخرهای شهر گرگان و تعداد موارد کلر برابر صفر و بالاتر از صفر نیز مشخص گردید که اختلاف معناداری بین کیفیت میکروبی نمونه‌های گرفته‌شده از آب استخرهای با کلر آزاد باقیمانده برابر صفر و استخرهای با مقادیر کلر باقیمانده بیش از صفر وجود دارد (p-value<۰/۰۰۱). همچنین مشاهده گردید تنها ۲ نمونه برداشت‌شده از آب استخرهای حاوی کلر به کلیفرم‌ها آلوده بودند، که علت اصلی آن زمان تماس ناکافی کلر با آب (<۳۰min) بود. به جز این ۲ مورد، در تمام مواردی که مقادیر کلر آزاد باقیمانده بیش از صفر بود هیچ نمونه‌ای به شاخص‌های میکروبی کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژناز و استرپتوکوک مدفوعی آلوده نبود. بنابراین کلرزنی مؤثر استخرهای شنا، امری بسیار مهم و بحرانی در حفظ کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا در شهر گرگان می‌باشد و می‌بایست بطور مداوم پایش گردد. بطور کلی انتظار می‌رفت که وضعیت کلر آزاد باقیمانده و کیفیت میکروبی در فصول سرد بخصوص زمستان بسیار بهتر از فصول گرم باشد، اما همان‌طور که بیان گردید هیچ‌گونه آلودگی میکروبی در فصل بهار مشاهده نگردید. نکته‌ای که نمی‌بایست در اینجا فراموش گردد این است که تمام استخرهای شهر گرگان بصورت سرپوشیده بودند و بالطبع کیفیت آب در استخرهای سرپوشیده نسبت به استخرهای روباز بسیار کمتر تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد و به نظر می‌رسد که عامل عمده در سطح غلظت کلر باقیمانده و آلودگی میکروبی در استخرهای گرگان، میزان مراجعه‌کننده به این استخرها (بار آلی ورودی توسط شناگران) و سطح عملکرد اپراتورهای مسئول گندزدایی آب این استخرها می‌باشد. البته در کنار حفظ کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا توسط پرسنل، جهت اطمینان از محیطی ایمن‌تر لازم است شناخت و آگاهی مصرف‌کنندگان نیز از خطرات به‌منظور بهبود رفتار صحیح آنها افزایش یابد [۲۷].

نتیجه‌گیری

بررسی کیفیت میکروبی آب استخرهای شنای شهر گرگان در سال ۱۳۸۸ نشان داد که هیچ آلودگی میکروبی در فصل بهار مشاهده نشده است و بطور کلی براساس ۲۰۹ نمونه میکروبی در این سال، سطح آلودگی در رنج ۱۴-۸٪ به چهار شاخص کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس ائروژناز و استرپتوکوک مدفوعی برآورد گردید. همچنین از آنجایی‌که در تحقیقات بی‌شماری تاثیر اساسی غلظت باقیمانده کلر بر کیفیت میکروبی اثبات شده است، در این مطالعه نیز این فاکتور مورد ارزیابی قرار گرفت و نشان داده شد که این شاخص رابطه کاملاً معناداری با بهبود کیفیت آب استخرهای شنای شهر گرگان دارد. با این‌حال به‌دلیل اینکه در بیش از ۲۵٪ موارد غلظت کلر باقیمانده برابر صفر برآورد گردید، لذا می‌بایست تلاش جدی بر حفظ غلظت کلر در رنج مجاز صورت گیرد. در نهایت در کنار تمام تلاش‌ها از سوی متولیان این بخش در حفظ کیفیت آب استخرهای شنا، می‌بایست فرهنگ‌سازی کافی در جهت بهبود رفتار استفاده‌کنندگان از این فضاهای تفریحی انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم تحقیقات و فن‌آوری اطلاعات، معاونت بهداشتی و معاونت غذا و دارو دانشگاه

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

علوم‌پزشکی گلستان جهت تأمین هزینه و امکانات و همچنین سرکار خانم یگانه شهریاری در نمونه‌برداری و انجام آزمایش و تدوین نهایی این مقاله تشکر و قدرانی به عمل می آید.

منابع

1. Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, Gousia P, Giannakopoulos X, Dontorou C, and et al. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: Investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. Int. J. Hyg. Environ.Health 2008; 211: 385–397.
2. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A and Abu Aqoulah A. Sanitary Conditions of Public Swimming Pools in Amman, Jordan. Int. J. Environ. Res. Public Health 2007; 4(4): 301-306.
3. World Health Organization. Water recreation and disease. Plausibility of associated infections: acute effects, sequelae and mortality by Kathy Pond. London: IWA Publishing; 2005.
4. Guida M, Galle F, Mattei ML, Anastasi D, Liguori G. Microbiological quality of the water of recreational and rehabilitation pools: a 2-year survey in Naples, Italy. Public Health 2009; 123: 448–451.
5. Leoni E, Legnani P, Mucci MT, Pirani R. Prevalence of mycobacteria in a swimming pool environment. Microbiology 1999; 87: 683–688.
6. Nichols G. Infection risks from water in natural and man-made environments. Euro Surveill. 2006; 11(4): 76–78.
7. World Health Organization. Microbial hazards. In: Guidelines for safe recreational water environments. Swimming pools and similar environments, Vol. 2. Geneva: WHO Press; 2006: 26–59.
8. Borgmann-Strahsen R. Comparative assessment of different biocides in swimming pool water. International Biodeterioration & Biodegradation. 2003; 51: 291-297.
9. Braue A, Ross G, Varigos G, Kelly H. Epidemiology and impact of childhood Molluscum contagiosum: a case series and critical review of the literature. Pediatr. Dermatol. 2005; 22: 287–294.
10. CDC. Prevalence of parasites in fecal material from chlorinated swimming pools – United States, 1999. MMWR, 2001; 50: 410–412.
11. Barben J, Hafen G, Schmid J. Pseudomonas aeruginosa in public swimming pools and bathroom water of patients with cystic fibrosis. Journal of Cystic Fibrosis 2005; 4: 227–231.
12. 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 on standard indicators. Journal of Isfahan Medical School 2010; 28(108): 346-356. [in Persian]
13. Neghab M, Gorji HA, Baghapour MA, Rajaiifard AR. Survey on water contamination of swimming pools in Shiraz. Scientific Journal of Kurdestan University of Medical Sciences, 2004; 31: 41-49. [in Persian]
14. Nanbakhsh H, Diba K, Hazrati Tape K. A survey on fungal contamination and some physicochemical parameters of indoor pools in Orumieh. Scientific Journal of Kurdestan University of Medical Sciences, 2005; 10: 26-35. [in Persian]
15. Nourian AA, Badali H, Hamzei H. A survey on fungal contamination of indoor pools in Zanjan in 2003. Scientific Journal of Zanjan University of Medical Sciences, 2004; 48: 43-48. in Persian]
16. Yousefi Z. Study of the pollution condition of swimming pools in Sari City for the Staphylococcus Aureus. Iran. J. Health & Environ. 2009; 2(3). [in Persian]
17. Azizjalali MH, Behrangi E. Study of the Prevalence of Tinea Pedis in Swimmers of the West Pools of Tehran in 2007. Journal of Iran University of Medical Sciences 2009; 16(63): 94-102. [in Persian]
18. Kazemifard H, Jandaghi GR, Safdari M, Azizifar M. The study of Dermatophytic infections in public swimming pools of Qom city during 2004. Journal of Arak University of Medical Sciences, 2006; 9(3): 1-6. [in Persian]
19. Dindarlu K, Soleimani Ahmadi M, Zare S, Abdi H, Heidari M. [Sanitary condition of swimming pool in Bandarabbas in second half of 2003]. Medical Journal of Hormozgan, 2005; 9(1): 41-46. [in Persian]
20. Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, Schafer T, Kramer U, Schaaf B and et al. Health risks of early swimming pool attendance. Int. J. Hyg. Environ.Health 2008; 211: 367–373.
21. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Ed. APHA-AWWA-WPCF Washington, DC. USA; 2005.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

22. Salvato JA, Nemerow NL, and Agardy FJ. Environmental Engineering. 5th Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.USA: 2003.
23. Deutsches Institut für Normung. German standard DIN 19643: Treatment and disinfection of swimming pool and bathing pool water. Beuth Verlag, Berlin: 1984.
24. World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: WHO Press; 2006.
25. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Swimming pool water–Microbiological specifications. ISIRI. Standard No. 9412, 1st Edition; 2008. [in Persian]. [Online]. Available from: URL: http://isrc.nww.co.ir/.
26. Barbot E, Moulin P. Swimming pool water treatment by ultrafiltration–adsorption process. J Memb Sci. 2008; 314: 50–57.
27. Chapuis C, Gardes S, Tasseau F. Management of infectious risk associated with therapeutic pools. Ann Readapt Med Phys. 2004; 47: 233–8.

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]

Investigation of Common Microbial Indicators in Swimming Pool of Gorgan City

Shahriari A[1], Nafez A.H[2], Norouzi S[3], Heidari M[2*]

1. MPH & Ph.D student of Environmental Health engineering. Department of health, Golestan University of Medical sciences. Gorgan. Iran.
2. Ph.D Student of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
*** *Corresponding Author:* moheidari84@gmail.com**
3. Student of Environmental Health Engineering, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

ABSTRACT

Background and objective: Because of the health hazards associated with swimming pools, it is essential to monitor their water quality to insure safety of water and compliance with standards. This study aimed to survey water microbial quality of swimming pools in Gorgan during 2009 in terms of free chlorine residual and microbial indicators including Total Coliform, Fecal Coliform, Pseudomonas aeruginosa, and Fecal Streptococcus.
Methods: In a cross-sectional study, a total number of 209 samples were collected from all swimming pools in 2009. The samples were shipped to a laboratory (maintaining cold chain) to determine microbial quality. In addition, on-site measurements of free chlorine levels were made using special Kits based on the DPD colorimetric method.
Results: The Results showed that in 2009, chlorine levels in swimming pool waters in 25.84%, 74.16%, 67.94%, and 41.15% of samples, respectively, were 0, >0, >0.6 mg/l, and in an optimum range of.1-3 mg/l. 14.35%, 11.96%, 10.05%, and 8.13% of samples were contaminated to Total Coliform, Fecal Coliform, Pseudomonas aeruginosa, and Fecal Streptococcus, respectively. A significant relationship was found between microbial quality and free chlorine levels.
Conclusion: Some levels of microbial contamination were observed in swimming pools. Almost all the contaminations were occurred in those samples with no free chlorine residual. The residual chlorine yielded significant improvement in water quality of swimming pools in Gorgan. Since free chlorine was equal to zero in ~ 25% of samples, attention should be paid to keep free chlorine levels in allowable ranges.
Key words: Swimming Pools, Microbial Quality, Free Residual Chlorine, Gorgan

[Downloaded from healthjournal.arums.ac.ir on 2024-07-16]