

## بررسی وضعیت بهداشتی آب استخرهای شنا استان لرستان و مقایسه با استانداردهای موجود در ایران

رجب رشیدی<sup>۱</sup>، توران یاراحمدی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار، گروه بهداشت حرفه ای، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

۲- کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

یافته / دوره بیست و دوم / شماره ۱ / بهار ۹۹ / مسلسل ۸۳

### چکیده

دریافت مقاله: ۹۸/۱۱/۳ پذیرش مقاله: ۹۹/۱/۱۷

مقدمه: با توجه به افزایش دانش و آگاهی در مورد انتقال بیماری‌ها، مشخص شده است که بیماری‌های مشخصی می‌توانند از طریق استخرهای شنا و سواحل آلوده به واسطه تماس یا بلعیدن آب آلوده منتقل شوند. مطالعه حاضر جهت بررسی شاخص‌های بهداشتی آب استخرهای شنا در استان لرستان و مقایسه آن با استانداردهای موجود در کشور در دو فصل زمستان و تابستان در سال ۹۵ انجام گردید. مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-مقطعی، از کل استخرهای سرپوشیده و فعال استان لرستان که تعداد آنها در سال ۹۵ به ۲۰ عدد می‌رسید، در طی دو فصل زمستان و تابستان نمونه‌برداری انجام شد و پارامترهای فیزیکی شامل pH، درجه حرارت و کدورت و پارامترهای شیمیایی، شامل میزان کلر آزاد باقیمانده و پارامترهای میکروبی شامل کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوک اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری‌های هتروتروف مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری هر ۲ هفته یکبار و به مدت ۶ ماه انجام شد به گونه‌ای که در هر فصل ۱۲۰ نمونه و در مجموع ۲۴۰ نمونه با رعایت اصول نمونه‌برداری سنجش کیفیت میکروبی استاندارد انجام شد. در نهایت داده‌ها با استفاده از نسخه ۱۶ نرم افزار SPSS از طریق آمار توصیفی و همچنین آنالیز واریانس یک طرفه، ضریب همبستگی پیرسون و اسپیرمن تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: بررسی‌ها نشان داد که میزان کلر آزاد باقیمانده در ۵۹/۵۸٪، pH در ۶۷/۰۷٪، کدورت در ۶۱/۶۶٪ و دما در ۷۷/۱۰۸٪ نمونه‌های مورد بررسی در حد مطلوب بود. در هیچ کدام از استخرها استرپتوکوک مدفوعی و استافیلوکوک اورئوس از حد استاندارد تجاوز نکرد. میزان کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوک اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری‌های هتروتروف به ترتیب در ۶۲/۹۱٪، ۷۳/۷۵٪، ۶۶/۲۵٪، ۹۱/۶۶٪، ۹۷/۴۹٪ و ۸۲/۰۸٪ درصد موارد وضعیت مطلوب بوده است. آنالیز آماری داده‌ها نشان داد ارتباط بین جمعیت باکتری‌ها و کلر آزاد باقیمانده رابطه معنی دار و معکوس و بین جمعیت باکتری‌ها و کدورت رابطه معنی دار و مستقیم وجود دارد. ( $p < 0/005$ )

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج، پارامترهای کلر و کدورت و کل کلیفرم کمترین تطابق را با استاندارد داشت که نشان دهنده پایش مداوم کلر آزاد باقیمانده همراه با تنظیم pH آب استخرها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های بهداشتی، استخر شنا، لرستان.

\*آدرس مکاتبه: خرم آباد، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، دانشکده بهداشت و تغذیه.

پست الکترونیک: yarahmadi.tooran@gmail.com

## مقدمه

استخرهای شنا از جمله اماکن عمومی هستند که شرایط مناسبی را جهت انتقال برخی بیماری‌های پوستی و عفونی فراهم می‌نمایند. اهمیت بهداشتی آب استخرهای شنا در رابطه با کیفیت میکروبی و شیمیایی آب می‌باشد. آب استخرهایی که مورد استفاده شناگران قرار می‌گیرد در اثر اضافه شدن موادی از بدن شناگران مانند مو، چربی، میکروب‌های دستگاه تنفسی، گوارشی، تناسلی و سایر باکتری‌های مضر و مواد زائد موجود در روی پوست بدن شناگران، آلوده می‌شود و چون میزان این آلودگی بر اثر استفاده افراد مختلف از استخر به طور مرتب رو به افزایش است محل بسیار مناسبی برای آلوده شدن عده زیادی از مردمی که از آب استخر استفاده می‌کنند فراهم می‌نماید. بنابراین استخرهای شنا همیشه با مسائل و خطرات بهداشتی همراه می‌باشند (۱ و ۲). از بیماری‌های منتقله از آب استخرهای شنا می‌توان به بیماری‌های دستگاه گوارش (وبا، حصبه، اسهال باسیلی، هپاتیت عفونی A و E)، بیماری‌های چشم (تراخم، ورم ملتحمه)، گوش، حلق و بینی (گلودرد چرکی) و بیماری‌های پوست (انواع کچلی، عفونت قارچی بین انگشتان پا و عفونت‌های ناشی از مایکو باکتریوم مارینوم) اشاره کرد (۳). بیماری‌های مزبور در صورت تخلیه مداوم مخاط بینی، چشم، گوش، دفع ادرار به صورت ناخواسته و آلودگی‌های پوستی شناگران همراه با عدم کنترل pH و تزریق دقیق مواد گندزدا و عدم رعایت نکات بهداشتی تسریع می‌گردد (۴). مطالعات انجام گرفته در کشور مصر و یونان نشان می‌دهد که، باکتری‌هایی شامل هتروتروف، استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا و قارچ‌هایی مانند فرمیگاتوس پنسیسیلیوم و تریکوفایتون در آب استخرهای شنا بودند. (۵ و ۶).

در مطالعه صورت گرفته در یونان نتایج نشان داد که در ۳۲/۹٪ نمونه‌ها، شاخص‌های میکروبی، پسودوموناس آلكالیئنز، استافیلوکوک اورئوس از حداکثر مجاز تجاوز کرده

و در ۳۵٪ نمونه‌ها، گونه‌های مقاوم میکروبی شناسایی شد (۵). مطالعات فوق نشان می‌دهد تدوین معیارهای بهداشتی به منظور جلوگیری از بیماری‌های شایع و منتقله از آب آلوده یکی از مهمترین عواملی است که در سالم سازی آب استخرها و سلامت شناگران تأثیر مستقیم دارد. لذا در بررسی کیفی آب استخرهای شنا عوامل فیزیکی و میکروبی جزو شاخص‌های بهداشتی کیفی آب استخرهای شنا قرار گرفته اند که رعایت استاندارد هر یک از آنها در جلوگیری از بروز بیماری‌ها نقش عمده ای دارد (۷). شمارش بشقایی باکتریهای هتروتروف (Heterotrophic bacteria plate count (HPC)) به عنوان مهمترین شاخص کارآیی گندزدایی آب، کلیفرم‌ها و استرپتوکوک‌های مدفوعی به عنوان شاخص آلودگی مدفوعی و استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا به عنوان شاخص‌های مخاطره بهداشتی آب در نظر گرفته شده اند (۸ و ۲).

در استان لرستان، ۲۰ استخر شنای عمومی سرپوشیده وجود دارد. گستردگی و متفاوت بودن گروه‌های استفاده کننده و در نتیجه تفاوت شرایط بهداشتی و سیستم ایمنی آنها و نیز مشخص نبودن وضعیت آلودگی میکروبی این استخرها و همچنین عوامل فیزیکی و شیمیایی تأثیرگذار بر آن، محققین این مقاله را به انجام مطالعه حاضر ترغیب کرده است. این مطالعه، با هدف شناسایی وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای استان لرستان صورت گرفته است.

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی بوده و از کلیه استخرهای موجود در استان لرستان که تعداد آنها ۲۰ عدد بودند، نمونه برداری میکروبی و شیمیایی انجام گرفت. این مطالعه در فصول تابستان و زمستان سال ۱۳۹۵ و به مدت ۶ ماه انجام شد. تمام استخرهای شنا براساس نوع سیستم تأمین و تصفیه آب از نوع گردشی یا مدار بسته بودند. کلیه استخرهای مورد مطالعه سرپوشیده بوده و

دارای سیستم تصفیه آب با جریان چرخشی و زمان ماند ۶ تا ۸ ساعت می‌باشند. از مجموعه استخرهای مورد بررسی در این مطالعه، منبع تأمین آب ۱۶ مورد از آنها سیستم تأمین آب شهری بوده و فقط در ۴ مورد، منبع تأمین آب استخر چاه آب اختصاصی بوده است. همچنین، تمام استخرهای شنا دارای سیستم تصفیه، آشغالگیر، فیلتر دیاتومه‌ای و گندزدایی بودند.

جمع آوری نمونه‌ها به صورت دو هفته یکبار و از عمق ۱۰-۳۰ سانتی متری از سطح آب انجام شد و از خروجی آب استخر توسط شیشه‌های استریل به صورت تصادفی برداشت و در سریعترین زمان ممکن به آزمایشگاه ارسال شد. بنابراین هر ماه از هر استخر ۲ نمونه و در ۶ ماه ۱۲ نمونه از هر استخر برداشت شد و کل نمونه‌های برداشتی از تمامی استخرها ۲۴۰ نمونه بود. نمونه‌های برداشت شده برای سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در بطری‌های شیشه‌ای درب پیچدار ۲۰۰ میلی‌لیتری برداشته شد. پارامترهای کلر آزاد باقیمانده، pH و درجه حرارت آب استخر در محل استخر انجام گرفت. همچنین، اندازه‌گیری کدورت توسط دستگاه کدورت سنج انجام شد. به منظور سنجش کیفیت میکروبی، نمونه‌ها در بطری‌های دهانه گشاد با گنجایش ۳۰۰ میلی‌لیتر و استریل، حاوی ۱۰ قطره محلول تیوسولفات سدیم (به منظور خنثی نمودن کلر آزاد باقیمانده آب) برداشت شده و در Cool box به آزمایشگاه منتقل شد. متغیرهای مدنظر کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوک اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری‌های هتروتروف بودند و سنجش آنها به ترتیب براساس آزمایشات کتاب روش‌های استاندارد آزمایشات آب و فاضلاب انجام گرفت. بر این اساس کل کلیفرم به روش تخمیر چندلوله‌ای با محیط‌های کشت لوریل تریپتوز برات (مرحله احتمالی) و برلینت گرین لاکتوز بایل برات (مرحله تأییدی) به مدت ۲۴ ساعت در ۳۵ درجه

سانتیگراد و کلیفرم مدفوعی نیز با روش تخمیر چند لوله با محیط EC برات تشخیص داده شد. برای تشخیص سودوموناس آئروژینوزا نمونه‌های موجود در لوله‌های حاوی لاکتوز برات بر روی محیط سیتیریمیت آگار کشت داده شد و ایجاد کلنی سبز بعد از انکوبه کردن محیط‌ها به مدت ۲۴ ساعت در ۴۴ درجه سانتیگراد بیانگر وجود سودوموناس آئروژینوزا بود که با آزمایش اکسیداز نیز تأیید می‌گردید.

تشخیص استرپتوکوک مدفوعی با استفاده از محیط-های آزاید دکستروز برات و کانامایسین اسکولین آزاید آگار صورت گرفت. تشکیل کلونی‌های متالیک سیاه تأییدکننده وجود این شاخص بود. برای اندازه‌گیری استافیلوکوک اورئوس از محیط کشت M-SB برای مرحله احتمالی و محیط کشت LSAM یا لیپووتیلین مانیتول سالت آگار برای مرحله تأییدی استفاده شد. تشکیل کلنی‌های زرد رنگ تأییدکننده این شاخص می‌باشد. جهت سنجش استفاده باکتری‌های هتروتروفی از محیط کشت R۲ A agar استفاده شد. در این روش نمونه را در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ الی ۷۲ ساعت انکوباسیون می‌کنند (۹).

نتایج تمام آزمایشات میکروبی به جز باکتری‌های هتروتروف که بر حسب ml / تعداد می باشد بر حسب ml ۱۰۰ تعداد گزارش و سپس در جداول مربوطه ثبت شد. نتایج بدست آمده با استانداردهای موجود مورد بررسی قرار گرفت (۱۰ و ۱۱).

برای حفظ محرمانه اطلاعات، نتایج به صورت کد استخر و بدون نام گزارش شد. جهت بررسی نکات بهداشتی و نکات ایمنی پارامترهای مربوط به هر کدام از آنها از فرم آیین‌نامه مقررات بهداشتی استخرهای شنا استخراج و برای هر استخر مورد بررسی قرار گرفت. سپس با اهمیت یکسان جواب‌های به دست‌آمده به درصد تبدیل شد. داده‌های جمع-آوری توسط نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶ مورد تجزیه و

نتایج مربوط به سایر پارامترها نیز در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان کلر آزاد باقیمانده در ۵۹/۵۸٪ نمونه ها، pH در ۶۷/۰۷٪ نمونه ها، کدورت در ۶۱/۶۶٪ نمونه ها و دما در ۷۷/۰۸٪ نمونه های مورد بررسی در حد مطلوب بودند.

میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوک اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری های هتروتروف به ترتیب در ۶۲/۹۱٪، ۷۳/۷۵٪، ۶۶/۲۵٪، ۹۱/۶۶٪، ۴۹/۹۷٪ و ۸۲/۰۸٪ درصد موارد وضعیت مطلوب بوده است.

تحلیل قرار گرفت. نتایج به صورت آمار توصیفی شامل تعداد، درصد، میانگین و انحراف معیار گزارش گردید. به منظور بررسی ارتباط بین متغیرها از آنالیز واریانس یک طرفه، ضریب همبستگی پیرسون (برای داده‌های با توزیع نرمال) و اسپیرمن (برای داده‌های با توزیع غیرنرمال) استفاده گردید. نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون کلموگروف-اسمیروف مشخص شد. سطح معنی داری در آزمون ها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته ها

طبق اطلاعات جمع آوری شده در سطح استان لرستان از بین استخرها، ۹ استخر به صورت دولتی و ۱۱ استخر به صورت خصوصی اداره می‌شود. وضعیت رعایت نکات بهداشتی شناگران به طور متوسط ۸۰/۸ درصد بود.

جدول ۱. مشخصات و درصد رعایت نکات بهداشتی در استخرهای شنا استان لرستان در سال ۱۳۹۵

کد استخر	پارامتر مالکیت	تعداد دوش	تعداد توالت	تعداد آبخوری	زمان فعالیت (ساعت)	زمان هر گروه (ساعت)	رعایت نکات بهداشتی (%)
۱	دولتی	۸	۴	۱	۸	۱/۵	۸۱/۷
۲	دولتی	۶	۳	۱	۸	۱/۵	۶۹/۶
۳	خصوصی	۱۰	۷	۲	۱۰	۱/۵	۹۵/۶
۴	خصوصی	۱۲	۵	۲	۸	۱/۵	۸۳/۷
۵	دولتی	۶	۴	۱	۹	۱/۵	۸۰
۶	دولتی	۸	۳	۱	۸	۱/۵	۷۵/۸
۷	خصوصی	۱۱	۵	۳	۱۲	۱/۵	۹۵/۸
۸	خصوصی	۹	۴	۱	۱۰	۱/۵	۷۱/۲
۹	دولتی	۹	۴	۱	۷	۱/۵	۸۷/۲
۱۰	خصوصی	۶	۳	۱	۱۰	۱/۵	۸۷/۵
۱۱	خصوصی	۶	۳	۱	۱۰	۱/۵	۷۹/۱
۱۲	دولتی	۱۰	۷	۲	۸	۱/۵	۷۸/۷
۱۳	دولتی	۱۲	۷	۲	۶	۱/۵	۸۸/۸
۱۴	خصوصی	۱۲	۶	۳	۸	۱/۵	۹۳/۹
۱۵	خصوصی	۸	۵	۱	۸	۱/۵	۸۱/۲
۱۶	خصوصی	۸	۴	۱	۱۰	۱/۵	۸۵/۵
۱۷	دولتی	۱۱	۸	۲	۶	۱/۵	۷۵/۶
۱۸	خصوصی	۹	۸	۱	۸	۱/۵	۶۲/۷
۱۹	خصوصی	۶	۵	۱	۸	۱/۵	۷۰/۳
۲۰	دولتی	۱۰	۶	۱	۶	۱/۵	۷۲/۵

جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکی شیمیایی آب استخرهای شنا استان لرستان (به تفکیک استخرهای مورد نمونه برداری) در سال ۱۳۹۵

کد استخر	پارامتر	کلر باقیمانده آزاد (mg/l)	pH	کدورت (NTU)	دما (°C)
۱		۱/۹ ± ۱/۱۱	۷/۴۷ ± ۰/۴۷	۰/۷ ± ۰/۶۵	۲۷/۷ ± ۱/۸۳
۲		۱/۵۵ ± ۱/۲۵	۷/۴۰ ± ۰/۵۴	۰/۵۱ ± ۰/۶۳	۲۷/۴ ± ۱/۱۸
۳		۲/۰۲ ± ۱/۱۸	۷/۶۷ ± ۰/۹۷	۰/۷ ± ۰/۹۶	۲۶/۹ ± ۰/۹۵
۴		۱/۵۵ ± ۱/۲۱	۷/۶۵ ± ۰/۵۰	۰/۳۹ ± ۰/۸۹	۲۸/۶ ± ۲/۲۷
۵		۱/۷۶ ± ۱/۳۸	۷/۸۶ ± ۰/۶۵	۱/۰۳ ± ۰/۹۲	۲۷/۶ ± ۲/۰۲
۶		۱/۴۱ ± ۱/۳	۷/۱۷ ± ۰/۶۶	۱/۰۸ ± ۰/۸۵	۲۶/۶ ± ۰/۹۲
۷		۱/۲۲ ± ۱/۲۷	۷/۶۵ ± ۰/۴۶	۱/۰۳ ± ۱/۰۵	۲۷ ± ۰/۹۷
۸		۱/۴ ± ۱/۱۳	۷/۳۰ ± ۰/۶۳	۰/۷۱ ± ۰/۷۹	۲۷/۵ ± ۱/۶۸
۹		۱/۴۵ ± ۱/۲۲	۸/۰۵ ± ۰/۶۰	۰/۵۷ ± ۰/۹۰	۲۷ ± ۰/۹۵
۱۰		۱/۹ ± ۰/۸۹	۷/۵۴ ± ۰/۷۹	۰/۴۲ ± ۰/۹۲	۲۷/۱ ± ۰/۹۹
۱۱		۲/۱۶ ± ۰/۸۸	۷/۹ ± ۰/۹۸	۰/۲۰ ± ۰/۱۸	۲۶/۴ ± ۱/۳۸
۱۲		۱/۹۱ ± ۱/۲۳	۷/۴۳ ± ۰/۵۴	۰/۵۹ ± ۰/۴۹	۲۸/۱ ± ۱/۵۰
۱۳		۱/۱۴ ± ۰/۸۹	۷/۲۹ ± ۰/۵۷	۱/۵۴ ± ۱/۳۷	۲۷/۶ ± ۱/۱۱
۱۴		۱/۶۶ ± ۱/۱۴	۸/۱۶ ± ۰/۸۰	۱/۳۵ ± ۱/۳۶	۲۷/۹ ± ۱/۰۳
۱۵		۲/۰۵ ± ۱/۲۲	۷/۵۶ ± ۰/۴۹	۰/۵۲ ± ۰/۸۱	۲۷/۴ ± ۰/۹
۱۶		۰/۶۱ ± ۰/۶۱	۷/۶۹ ± ۰/۵۱	۱/۶۶ ± ۱/۲۷	۲۸/۲ ± ۱/۹۵
۱۷		۱/۷۱ ± ۱/۰۴	۷/۶۱ ± ۰/۵۲	۰/۷۲ ± ۰/۶۷	۲۷/۷ ± ۱/۹۵
۱۸		۲/۲۵ ± ۱/۱۱	۷/۶ ± ۰/۵۷	۰/۳۵ ± ۰/۳۹	۲۷/۷ ± ۱/۸۵
۱۹		۱/۶۹ ± ۱/۱۴	۷/۹۸ ± ۰/۸۵	۰/۸۶ ± ۱	۲۷/۴ ± ۰/۸۸
۲۰		۲/۹۴ ± ۱/۰۷	۷/۵۹ ± ۰/۷	۰/۳۸ ± ۰/۹۲	۲۸/۴ ± ۱/۹۸
	میانگین و انحراف معیار کل	۱/۷۲ ± ۱/۲۰	۷/۶۲ ± ۰/۵۹	۰/۷۷ ± ۰/۸۵	۲۷/۵ ± ۱/۴۱
	درصد موارد مطلوب	۵۹/۵۸	۶۷/۰۷	۶۱/۶۶	۷۷/۰۸
	درصد موارد نامطلوب	۴۰/۴۲	۳۲/۹۳	۳۸/۳۴	۲۲/۹۲
	استاندارد	۱-۳	۷/۲-۸	۰/۵	۲۶-۲۸

جدول ۳. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب استخرهای شنا استان لرستان (به تفکیک استخرهای مورد نمونه برداری) در سال ۱۳۹۵

کد استخر	پارامتر	کل کلیفرم / ۱۰۰ ml	کلیفرم مدفوعی / ۱۰۰ ml	سودوموناس آئروژینوزا / ۱۰۰ ml	استافیلوکوک اورئوس / ۱۰۰ ml	استرپتوکوک مدفوعی / ۱۰۰ ml	باکتری هتروتروف تعداد (ml)
۱		۱/۲۳ ± ۱۴/۳۶	۰	۰/۲۵ ± ۰/۴۵	۱/۱۶ ± ۱۱/۸۵	۱۱/۱۶ ± ۱۷/۹۶	۹۶/۷۵ ± ۵۹/۰۸
۲		۳/۱۶ ± ۸/۱۵	۰/۴۱ ± ۴/۱۶	۰/۴۱ ± ۱/۸۹	۱۹/۵۸ ± ۳۸/۳۴	۱۱ ± ۱۰/۸۸	۶۴/۶۶ ± ۵۶/۲۰
۳		۰/۸۳ ± ۱۲/۳۵	۰	۰/۷۵ ± ۱/۷۱	۲۰/۶۶ ± ۴۲/۲۶	۲۱/۵۸ ± ۲۱/۸۵	۳۵/۸۳ ± ۸۵/۲۱

۶۵ ± ۷۷/۲۲	۳۶/۷۵ ± ۳۳/۳۱	۳۶/۴۱ ± ۴۷/۹۳	۰/۳۳ ± ۰/۹۳	۱/۰۸ ± ۸/۲۵	۲ ± ۱۲/۶۵	۴
۴۶/۲۵ ± ۹۸/۴۳	۲۳/۱۶ ± ۱۸/۵۲	۳ ± ۲۱/۶۶	۰/۸۳ ± ۱/۷۴	.	۲۰ ± ۲۰/۹۰	۵
۹۲/۱۶ ± ۱۵۴/۲۶	۱۹/۵ ± ۱۲/۲۳	۹/۲ ± ۱۸/۷۸	۱/۲۵ ± ۲/۳۴	۰/۶۶ ± ۴/۳۸	۱/۲۵ ± ۱۱/۳۶	۶
۱۶۰/۱۷ ± ۱۳۹/۵۱	۱۹/۳۳ ± ۱۳/۹۵	۲۳ ± ۴۰/۷۲	۰/۰۸ ± ۰/۵۶	.	۲/۱۶ ± ۱۴/۷۹	۷
۱۵۰ ± ۱۰۳/۲۳	۱۶ ± ۷/۲۹	۶/۳۳ ± ۱۷/۵۷	۲/۴۶ ± ۳/۸۹	.	۱/۱ ± ۱۵/۲۶	۸
۱۱۳/۲۵ ± ۹۱/۶۷	۸/۷۵ ± ۴۳/۰۸	۱۱/۲۵ ± ۱۲/۹۳	۱/۳۳ ± ۱/۷۷	.	۱/۸۳ ± ۱۱/۴۱	۹
۹۳/۹۱ ± ۱۲۱/۶۵	۴۴/۹۱ ± ۱۵/۷۸	۷/۵ ± ۱۸/۹۸	۰/۵۸ ± ۰/۹۶	.	۱/۲۵ ± ۷/۹۸	۱۰
۱۹۹ ± ۷۸/۳۵	۱۸/۲۵ ± ۱۴/۸۱	۳/۳۳ ± ۱۴/۹۲	۳/۸۳ ± ۴/۳۸	۲/۵ ± ۶/۲۸	۳/۳۸ ± ۱۷/۴۴	۱۱
۳۹/۰۸ ± ۸۴/۲۸	۲۰/۹۱ ± ۹/۹۷	۶/۱۶ ± ۲۵/۱۸	۲/۲۵ ± ۳/۸۶	.	۱/۶۶ ± ۱۲/۶۴	۱۲
۱۰۹/۵ ± ۸۰/۰۱	۹/۲۵ ± ۹/۶۸	۲۰/۱۶ ± ۴۰/۷۵	۵/۸۳ ± ۷/۳۸	۰/۸۷ ± ۵/۲۱	۲/۸۳ ± ۱۶/۸۵	۱۳
۷۲/۴۱ ± ۷۷/۲۴	۱۳/۵ ± ۱۹/۶۷	۳۰ ± ۴۸/۵۸	۱/۸۳ ± ۵/۱۵	.	۱/۸۳ ± ۱۹/۰۸	۱۴
۹۵/۳۳ ± ۱۰۵/۰۴	۷/۸۳ ± ۱۰/۹۵	۶/۳۳ ± ۲۶/۹۵	۳/۱۶ ± ۵/۱۳	.	۶/۵۰ ± ۱۳/۷۸	۱۵
۱۲۲/۱۷ ± ۷۹/۸۶	۱۲/۳۳ ± ۱۵/۴۱	۱۴/۸۳ ± ۳۰/۲۸	۵/۹۱ ± ۸/۱۷	.	۳/۵۰ ± ۱۷/۸۹	۱۶
۱۲۹/۰۸ ± ۱۰۰/۲۹	۴/۹۱ ± ۱۹/۶۸	۴/۰۸ ± ۱۵/۹۰	۲ ± ۵/۷۴	.	۶/۵۰ ± ۱۶/۳۸	۱۷
۱۴۲/۶۷ ± ۷۷/۳۸	۱۲/۸۳ ± ۱۳/۶۸	۳/۷۵ ± ۱۳/۴۱	۲/۶۶ ± ۹/۶۰	.	۱/۰۲ ± ۱۲/۹۵	۱۸
۹۷/۲۵ ± ۸۹/۰۲	۱۰/۵۸ ± ۱۴/۶۸	۲۷/۵ ± ۴۵/۴	۳/۴۱ ± ۴/۸۵	۷/۰۸ ± ۷/۹۸	۱/۵۲ ± ۱۹/۹۸	۱۹
۸۲/۴۱ ± ۸۹/۴۶	۴/۰۸ ± ۳۲/۴۵	۶/۳۳ ± ۲۶/۹۸	۱/۹۱ ± ۴/۵۲	۳/۳۵ ± ۵/۷۸	۰/۹۱ ± ۱۳/۰۲	۲۰
۱۰۰/۳۴ ± ۹۲/۳۷	۱۶/۳۳ ± ۱۷/۷۸	۱۳/۰۲ ± ۲۷/۹۷	۲/۰۵ ± ۳/۷۵	۰/۸ ± ۲/۱	۳/۲۴ ± ۱۴/۴۷	میانگین و انحراف معیار کل
۸۲/۰۸	۹۷/۴۹	۹۱/۶۶	۶۶/۲۵	۷۳/۷۵	۶۲/۹۱	درصد موارد مطلوب
۱۷/۹۲	۲/۵۱	۸/۳۴	۳۳/۷۵	۲۶/۲۵	۳۷/۰۹	درصد موارد نامطلوب
< ۲۰۰	۱۰۰	< ۱۰۰	< ۱	صفر	صفر	استاندارد

جدول ۴. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنا استان لرستان بر اساس فصل نمونه برداری در سال ۱۳۹۵

فصل نمونه برداری	پارامتر
زمستان	کلیفرم مدفوعی آزاد (mg/l)
۱/۸۳ ± ۱/۲۱	۱/۶۲ ± ۱/۱۸
۷/۶۹ ± ۰/۶۵	۷/۵۵ ± ۰/۶۳
۰/۸۲ ± ۰/۹۸	۰/۷۱ ± ۰/۷۲
۲۷/۷۳ ± ۱/۳۸	۲۷/۳۸ ± ۱/۴۴
۲/۹۸ ± ۶/۹۱	۳/۵۰ ± ۲۲/۰۳
۱/۳۸ ± ۳/۵۵	۰/۲۱ ± ۰/۶۵
۳/۲۸ ± ۵/۷۶	۰/۸۲ ± ۱/۷۴
۱۲/۲۵ ± ۲۷/۵۴	۱۳/۸۱ ± ۲۸/۴۱
۹۸/۶۶ ± ۸۰/۳۶	۱۰۲/۰۲ ± ۱۰۴/۳۸
۱۱/۴۵ ± ۱۰/۸۸	۲۱/۲۱ ± ۲۴/۶۹
	استرپتوکوک مدفوعی
	HPC
	استافیلوکوک اورئوس
	سودوموناس آئرو ژینوزا
	کلیفرم مدفوعی
	کل کلیفرم
	دما (°C)
	کدورت (NTU)
	pH

جدول ۵. آزمون تی مستقل جهت مقایسه بین میانگین شاخص های فیزیکوشیمیایی در آب استخرهای شنای استان لرستان بر اساس فصل نمونه برداری در سال ۱۳۹۵

آزمون تی		آزمون لون					F	Sig	t	درجه آزادی	Sig	اختلاف میانگین	اختلاف خطای معیار	بازه اطمینان ۹۵٪		
کران بالا	کران پایین															
۰/۰۹۵۳	-۰/۵۱۵۳	۰/۱۵۵	-۰/۲۱۰	.۱۷۷	۲۳۸	-۱/۳۵۵	۰/۸۹۲							۰/۱۸	با فرض برابری واریانس	کلر آزاد
۰/۰۹۵۳	-۰/۵۱۵۳	۰/۱۵۵	-۰/۲۱۰	.۱۷۷	۲۳۷/۸۴	-۱/۳۵۵									با فرض عدم برابری واریانس	باقیمانده
۰/۰۱۵۵	-۰/۳۱۲۲	۰/۰۸۳۱	-۰/۱۴۸۳	۰/۷۰۶	۲۳۸	-۱/۷۸۳	۰/۵۰۶							۰/۴۴۳	با فرض برابری واریانس	pH
۰/۰۱۵۵	-۰/۳۱۲۲	۰/۰۸۳۱	-۰/۱۴۸۳	۰/۷۰۶	۲۳۷/۶۱۵	-۱/۷۸۳									با فرض عدم برابری واریانس	
۰/۱۱۶۰	-۰/۳۲۲۴	۰/۱۱۱۲	-۰/۱۰۳۱	۰/۳۵۵	۲۳۸	-۰/۹۲۷	۰/۰۰۲							۹/۶۵۶	با فرض برابری واریانس	کدورت
۰/۱۱۶۱	-۰/۳۲۲۵	۰/۱۱۱۲	-۰/۱۰۳۱	۰/۳۵۵	۲۱۸/۶۸۰	-۰/۹۲۷									با فرض عدم برابری واریانس	
۰/۰۰۴۷	-۰/۷۱۳۰	۰/۱۸۲۱	-۰/۳۵۴۱	۰/۰۵۳	۲۳۸	-۱/۹۴۴	۰/۵۷۲							۰/۳۲۰	با فرض برابری واریانس	دما
۰/۰۰۴۷	-۰/۷۱۳۰	۰/۱۸۲۱	-۰/۳۵۴۱	۰/۰۵۳	۲۳۷/۵۱	-۱/۹۴۴									با فرض عدم برابری واریانس	

جدول ۶. آزمون تی مستقل جهت مقایسه بین میانگین شاخص های میکروبی در آب استخرهای شنای استان لرستان بر اساس فصل نمونه برداری در سال ۱۳۹۵

آزمون تی		آزمون لون					F	Sig	t	درجه آزادی	Sig	اختلاف میانگین	اختلاف خطای معیار	بازه اطمینان ۹۵٪		
کران بالا	کران پایین															
۴/۶۷۸۸	-۳/۶۲۸۸	۲/۱۰۸۵	۰/۵۲۵۰	.۸۰۴	۲۳۸	-۰/۲۴۹	۰/۵۲۷							۰/۴۰۲	با فرض برابری واریانس	کل کلیفرم
۴/۶۹۳۲	-۳/۶۴۳۰	۲/۱۰۸۵	۰/۵۲۵۰	.۸۰۴	۱۴۲/۱۹	-۰/۲۴۹									با فرض عدم برابری واریانس	
-۰/۵۱۶۶	-۱/۸۱۶۶	۰/۳۲۹۹	-۱/۱۶۶۶	۰	۲۳۸	-۳/۵۳۶	۰							۴۵/۸۴	با فرض برابری واریانس	کلیفرم مدفوعی
-۰/۵۱۳۷	-۱/۸۱۹۶	۰/۳۲۹۹	-۱/۱۶۶۶	.۰۰۱	۱۲۶/۹۵	-۳/۵۳۶									با فرض عدم برابری واریانس	
-۱/۳۷۵۰	-۳/۵۴۱۵	۰/۵۴۹۸	-۲/۴۵۸۳	۰	۲۳۸	-۴/۴۷۱	۰							۹۷/۴۳۱	با فرض برابری واریانس	سودوموناس آئروژینوزا
-۱/۳۷۱۲	-۳/۵۴۵۴	۰/۵۴۹۸	-۲/۴۵۸۳	۰	۱۴۰/۶۸	-۴/۴۷۱									با فرض عدم برابری واریانس	
۸/۶۸۲۲	-۵/۵۴۸۹	۳/۶۱۲۰	۱/۵۶۶۶	۰/۶۶۵	۲۳۸	-۰/۴۳۴	۰/۵۷۰							۰/۳۲۴	با فرض برابری واریانس	استافیلوکوک اورئوس
۸/۶۸۲۲	-۵/۵۴۸۹	۳/۶۱۲۰	۱/۵۶۶۶	۰/۶۶۵	۲۳۷/۷۷	-۰/۴۳۴									با فرض عدم برابری واریانس	
۱۴/۶۱۸۸	۴/۹۱۴۴	۲/۴۶۳۰	۹/۷۶۶۶	۰	۲۳۸	۳/۹۶۵	۰							۱۵/۵۰	با فرض برابری واریانس	استرپتوکوک مدفوعی
۱۴/۶۳۰۱	۴/۹۰۳۱	۲/۴۶۳۰	۹/۷۶۶۶	۰	۱۶۳/۵۱	۳/۹۶۵									با فرض عدم برابری واریانس	

۲۷/۰۴۸۵	- ۲۰/۳۳۹	۱۲/۰۲۵	۳/۳۵۸	۰/۷۸۰	۲۳۸	۰/۲۷۹	۰/۱۰۷	۲/۶۱۱	با فرض برابری واریانس	HPC
۲۷/۰۵۶۴	- ۲۰/۳۳۹	۱۲/۰۲۵	۳/۳۵۸	۰/۷۸۰	۲۲۳/۳۹	۰/۲۷۹			با فرض عدم برابری واریانس	

جدول ۷. ماتریس همبستگی بین پارامترهای موجود در آب استخرهای شنا استان لرستان

پارامتر	کلر آزاد باقیمانده	کدورت	دما	pH	ارگانسیم های مورد بررسی
کلر آزاد باقیمانده	r=۱ p=۰	r=-۰/۵۵۶ p=۰	r=۰/۰۸۵ p=۰/۱۹۱	r=-۰/۱۵۶ p=۰/۰۱۵	r=-۰/۰۵۳ p=۰/۰۱۶
کدورت	r=-۰/۵۵۶ p=۰	r=۱	r=۰/۰۵۶ p=۰/۳۸۵	r=۰/۰۲۴ p=۰/۷۱۱	r=۰/۰۱۱ p=۰/۰۵۹
دما	r=۰/۰۸۵ p=۰/۱۹۱	r=۰/۰۵۶ p=۰/۳۸۵	r=۱	r=-۰/۰۴۰ p=۰/۵۳۴	r=۰/۱۸۷ p=۰/۰۰۴
pH	r=-۰/۱۵۶ p=۰/۰۱۵	r=۰/۰۲۴ p=۰/۷۱۱	r=-۰/۰۴۰ p=۰/۵۳۴	r=۱	r=۰/۰۳۳ p=۰/۶۱۳
ارگانسیم های مورد بررسی	r=-۰/۰۵۳ p=۰/۰۱۶	r=۰/۰۱۱ p=۰/۰۵۹	r=۰/۱۸۷ p=۰/۰۰۴	r=۰/۰۳۳ p=۰/۶۱۳	r=۱

در صورتی که در ۳ پارامتر میکروبی (کلیفرم مدفوعی، سودوموناس آئروژینوزا، استرپتوکوک مدفوعی) در آب استخرهای شنا با توجه به نتایج آزمون لوین، سطح معنا داری کمتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) است و فرض صفر مبنی بر یکسان بودن واریانس دو جامعه رد می شود. همچنین در آزمون برابری میانگین‌ها با توجه به سطح معناداری کمتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) فرض برابری میانگین کلیه متغیرها در فصل تابستان و زمستان رد می شود بعبارتی آزمون معنی دار است.

در پارامتر فیزیکی کدورت در آب استخرهای شنا با توجه به نتایج آزمون لوین، سطح معنا داری کمتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) است و فرض صفر مبنی بر یکسان بودن واریانس دو جامعه رد می شود. همچنین در آزمون برابری میانگین‌ها با توجه به سطح معناداری بالاتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) فرض برابری میانگین کدورت در فصل تابستان و زمستان، رد می شود بعبارتی آزمون معنی دار است.

در جداول ۴ میانگین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی در آب استخرهای شنا استان لرستان در فصل تابستان و زمستان جهت بررسی ارتباط بین میانگین‌ها و مقایسه آنها و نیز تغییرات کیفی احتمالی بوجود آمده در بین دو فصل آورده شده است. برای بررسی این تغییرات و مقایسه بین میانگین‌ها از آزمون آماری تی مستقل استفاده شد. نتایج آزمون تی مستقل در جدول ۵ و ۶ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که در مورد ۳ پارامتر فیزیکوشیمیایی (کلر آزاد باقیمانده، pH و دما) و ۳ پارامتر میکروبی (کلیفرم کل، استافیلوکوک اورئوس و باکتری هتروتروف) در آب استخرهای شنا و مقایسه آن با دو فصل تابستان و زمستان، با توجه به نتایج آزمون لوین، سطح معنا داری در کلیه پارامترها بالاتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) است و فرض صفر مبنی بر یکسان بودن واریانس دو جامعه پذیرفته می شود. همچنین در آزمون برابری میانگین‌ها با توجه به سطح معنا داری بالاتر از خطای نوع اول (۰/۰۵) فرض برابری میانگین کلیه متغیرها در فصل تابستان و زمستان، پذیرفته می شود.



## بحث و نتیجه گیری

گسترش روزافزون استفاده از استخرهای شنا و از طرفی نگهداری و پایش نامناسب آنها می‌تواند مخاطرات زیادی را از نظر بهداشت عمومی ایجاد نماید. یکی از پارامترهای مهم که در ارزیابی ضدعفونی آب نقش مهمی دارد تعیین کلر آزاد باقیمانده است. بر اساس استاندارد ملی توصیه شده در  $pH = 7/2-8$  میزان کلر آزاد باقیمانده بین ۱ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر و در  $7/5-7/6 = pH$  مقدار کلر آزاد باقیمانده  $0/6$  میلی‌گرم در لیتر به منظور جلوگیری از سوزش چشم می‌باشد (۱۲). مقایسه میانگین کلر آزاد باقیمانده در این تحقیق با مطالعه صورت گرفته در استخرهای شهر کرمان و ارومیه نشان از بیشتر بودن کلر آزاد باقیمانده در این تحقیق را دارد به طوری که این پارامتر در استخرهای شنا کرمان و ارومیه  $1/6$  میلی‌گرم در لیتر ذکر شده است (۷،۴). همچنین در مطالعه‌ای بر روی استخرهای شهر یزد میانگین کلر آزاد باقیمانده  $2/03$  میلی‌گرم در لیتر عنوان شده است که نشان از بیشتر بودن کلر آزاد باقیمانده نسبت به مطالعه حاضر می‌باشد (۳).

$pH$  بالای آب کارایی کلر را کاهش داده به طوری که در  $pH$  بالای ۸ تنها ۲۰٪ کلر به صورت اسید هیپوکلرو که ضدعفونی کننده موثری است می‌باشد.  $pH$  بالا مانع تشکیل اسید هیپوکلرو که یک باکتری‌کش قوی است می‌گردد. در  $pH$  بزرگتر از  $8/5$  تبدیل کلر به اسیدهیپوکلرو ۱۰٪ و تبدیل آن به یون هیپوکلریت ۹۰٪ می‌باشد. بنابراین در  $pH$  بالا کلر بیشتری لازم است تا به حد مورد نیاز برسد که در نتیجه هزینه بیشتری نیز صرف می‌شود. همچنین در صورت کمتر بودن  $pH$  از حد استاندارد می‌تواند باعث خوردگی لوله‌های آبرسانی و سیستم‌های تصفیه، از دست رفتن کلر، ایجاد لک، تحریک و سوزش چشم و پوست شناگران در استخرها ایجاد شود. در مطالعاتی که در استخرهای شنای استان مرکزی انجام

شده است  $pH$  در  $4/91$ ٪ بالاتر از حد استاندارد می‌باشد (۱۴)؛ درحالی‌که، مطالعه حاضر نشان داد که  $32/93$ ٪ نمونه‌ها خارج از حد استاندارد می‌باشد. بر اساس آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین کلر آزاد باقیمانده و کدورت، ارتباط معنی‌دار معکوس با  $p < 0/05$  وجود دارد که در واقع افزایش کدورت عامل اصلی کاهش میزان کلر آزاد باقیمانده و بالطبع افزایش  $pH$  می‌باشد و متأسفانه متصدیان استخرها بدون توجه به این مسأله اقدام به ضدعفونی آب استخرها می‌نمایند و این عمل باعث کاهش تأثیر کلر بر روی میکروب‌ها به دلیل افزایش یون هیپوکلریت در  $pH$  بالا گردیده که در نهایت کلر بیش از اندازه می‌تواند سبب سوزش چشم، آلرژی، درماتیت پوستی، ناراحتی‌های گوارشی و تنفسی شود (۱۴،۴).

هدف از اندازه‌گیری کدورت تعیین میزان شفافیت در آب استخر می‌باشد و از مشکلاتی که کدورت بالا ایجاد می‌کند، جلوگیری از بهبود فرایند گندزدایی و کاهش تأثیر ماده گندزدا می‌باشد (۱۵). با توجه به اهمیت سلامت میکروبی آب استخرهای شنا، حد مجاز کدورت آب استخرهای شنا  $0/5$  NTU است درحالی‌که، در آب آشامیدنی حد مطلوب کدورت  $1$  NTU است (۳). میانگین کدورت در آب استخرهای مورد مطالعه برابر با  $NTU$   $0/77$  بود که با استاندارد مطابقت ندارد. باتوجه به نتایج،  $38/34$ ٪ نمونه‌ها دارای کدورت بیش از حد مجاز هستند که می‌تواند منجر به افزایش نیاز به کلر و کاهش تأثیر ماده گندزدا شود.

از دیگر شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه، درجه حرارت می‌باشد. دمای  $23-24$  درجه سانتیگراد باعث راحتی و  $26-28$  درجه سانتیگراد برای آب استخر ایده‌آل می‌باشد و دمای آب نباید از  $29$  درجه سانتیگراد فراتر رود (۳). بررسی نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در  $77/08$ ٪ از موارد میزان درجه حرارت آب مطلوب بوده است. در مطالعه صورت گرفته در استخرهای شنا

همدان، حداقل و حداکثر دمای آب استخرها ۲۷ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد ذکر شده و ۴۰٪ نمونه‌های برداشتی خارج از حد استاندارد بودند (۱۶). همچنین در تحقیق انجام شده در استخرهای شنا شاهین شهر، درجه حرارت آب ۳۴/۱۱ درجه سانتیگراد بود که در ۷۷/۷۷ درصد موارد بالاتر از حد استاندارد بود که نیاز به توجه و کنترل تجهیزات حرارتی دارد (۱۷).

سنجش کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا عمدتاً با استفاده از باکتری‌های شاخص آلودگی مدفوعی آب انجام می‌شود. طبق استاندارد تدوین شده، کلیفرم‌های مدفوعی باید صفر باشد که در تحقیق حاضر به طور میانگین برابر ۰/۸ در ۱۰۰ میلی‌لیتر بوده است. بر اساس آزمون ضریب همبستگی پیرسون بین کلر آزاد باقیمانده و کلیفرم‌های مدفوعی ارتباط معنی‌دار معکوس با  $p < 0/05$  مشاهده شد که این ارتباط در مطالعه استخرهای شنا شاهین شهر نیز مشخص گردید (۱۷).

استرپتوکوک‌های مدفوعی به عنوان یکی دیگر از ارگانیزم‌های شاخص جهت پایش کیفیت میکروبی آب استخرها مطرح شده‌اند. این میکروارگانیزم‌ها، معمولاً مقیم مجرای روده‌های انسان و حیوانات خونگرم بوده و جهت ردیابی آلودگی آب بکار می‌روند و وجود آن در آب نشانه تماس با مدفوع است. حداکثر تعداد مجاز استرپتوکوک‌های مدفوعی در آب استخر برابر با ۱۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد که در تحقیق حاضر به طور میانگین برابر ۱۶/۳۳ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمتر از حد استاندارد بوده است. بر اساس تحقیقات به عمل آمده در آب‌هایی که حاوی ۱۰ عدد استرپتوکوکوس مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد شناگران را با خطر اختلالات معدی و روده‌ای مواجه می‌کند (۱۸).

در مطالعه‌ای که توسط Martins و همکاران به منظور ارزیابی کیفی آب استخرهای شنا در شهر سائوپائولوی برزیل انجام شد، بیشترین نتایج مثبت به ترتیب مربوط به باکتری‌های هتروتروف (۷۰/۴٪)، مجموع کلیفرم‌ها (۱۳/۳٪)، استافیلوکوک اورئوس (۹/۱٪)، استرپتوکوک مدفوعی (۷/۷٪)، کلیفرم مدفوعی (۵/۶٪) و سودوموناس آئروژینوزا (۲٪) بود (۲۱). در مطالعه حاضر نتایج بدست آمده نشان داد که در ۲۰ استخر شنا استان لرستان بیشترین درصد باکتری‌های جدا شده مربوط به کل کلیفرم و کمترین آن مربوط به باکتری استرپتوکوک مدفوعی می‌باشد. از آنجا که کلیفرم‌ها از راه‌های مختلف مثل هوا، محیط آلوده، لباس شنا آلوده و مواد دفعی شناگران وارد

استرپتوکوک‌های مدفوعی به عنوان یکی دیگر از ارگانیزم‌های شاخص جهت پایش کیفیت میکروبی آب استخرها مطرح شده‌اند. این میکروارگانیزم‌ها، معمولاً مقیم مجرای روده‌های انسان و حیوانات خونگرم بوده و جهت ردیابی آلودگی آب بکار می‌روند و وجود آن در آب نشانه تماس با مدفوع است. حداکثر تعداد مجاز استرپتوکوک‌های مدفوعی در آب استخر برابر با ۱۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر می‌باشد که در تحقیق حاضر به طور میانگین برابر ۱۶/۳۳ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و کمتر از حد استاندارد بوده است. بر اساس تحقیقات به عمل آمده در آب‌هایی که حاوی ۱۰ عدد استرپتوکوکوس مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد شناگران را با خطر اختلالات معدی و روده‌ای مواجه می‌کند (۱۸).

باکتری‌های هتروتروف مهمترین شاخص کارایی سیستم گندزدایی در نظر گرفته می‌شود. حداکثر مجاز شمارش بشقابی باکتری‌های هتروتروف (HPC) برابر با

۱۰۵ / یافته، دوره بیست و دوم، بهار ۹۹

آب می شوند، وجود آنها در آب استخرها می تواند دلیل بر وجود احتمالی سایر باکتری‌ها باشد (۲۳-۲۱).

بر اساس آنالیز آماری ضریب همبستگی پیرسون بین کلر آزاد باقیمانده و ارگانیکس های جدا شده از آب ارتباط معنی دار معکوس با  $p < 0/05$  مشاهده شد که این ارتباط در مطالعه استخرهای شنا همدان نیز مشخص گردید و با کاهش مقدار کلر آزاد باقیمانده، مقدار کلیفرم ها افزایش می یابد (۱۶).

براساس نتایج بدست آمده در بین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی مورد بررسی بعد از دما، pH بیشترین مطابقت را با استانداردهای ملی دارد. با توجه به ارتباط معنی دار و معکوس پارامترهای میکروبی و کدورت با کلر آزاد باقی مانده می توان نتیجه گرفت که مقدار کلر آزاد باقیمانده فاکتور موثری در نابودی باکتری‌ها می باشد و بایستی به طور دائم در استخرها پایش شود. به علاوه جهت دستیابی به کارایی مطلوب ماده گندزدا، کنترل دقیق pH و کدورت همراه با پایش کلر آزاد باقیمانده امری ضروری است. از این رو برای هرچه بهتر شدن کیفیت آب استخرها و به دنبال آن

کاهش انواع بیماری‌های منتقله از طریق شنا، بازرسی مستمر بهداشتی استخرها و کنترل مکرر آنها از نظر آلودگی‌ها، ارائه آموزش‌های لازم به اداره کنندگان استخرها، صدور کارت بهداشتی برای فرد استفاده کننده از آب استخر، اطلاع رسانی و آموزش‌های لازم در زمینه بهداشت استخر و بهداشت فردی به شناگران، ضدعفونی مستمر محیط اطراف استخر از جمله حمام‌ها، راهروها، دستشویی‌ها و ارتقاء سطح آگاهی مردم در این زمینه و مراقبت بیشتر در نگهداری استخرهای شنا توصیه می گردد. همچنین توصیه می شود تحقیقات جامعی در خصوص ارتباط بین آلودگی‌های باکتریایی آب استخرها با شیوع بیماری‌های ناشی از آن صورت گیرد.

### تشکر و قدردانی

از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی لرستان به خاطر مساعدت مالی برای انجام این تحقیق و مسئولین استخرهای استان لرستان و کلیه افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نموده اند کمال تشکر را داریم.

## References

1. Nanbakhsh H, Tappeh KH, Diba K. Parasitic Contamination and Some Physico-Chemical Parameters of Indoor Swimming Pools in Urmia (2002). Journal of Kermanshah University of Medical Sciences. 2006;4(9). (In Persian)
2. Iranian Standards and Industrial Research Institute. The Microbiological Characteristics of the Water in Swimming Pools. Standard Number 9412. (In Persian)
3. Ghaneian M, Ahrampoush M, Dad V, Amrolahhi M, Dehvari M, Jamshidi B. Investigating the Physicochemical and Microbial Quality of the Water in the Swimming Pools of Yazd, Iran. The Scientific and Research Journal of the Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2012; 20(3): 340-349. (In Persian)
4. Zazouli M, Mahdavi Y, Moradi M, Belark D. The Assessment of the Sanitary Indicators of Water Quality in the Swimming Pools of Oroumieh, Iran, in 2013. The Scientific Journal of the Rafsanjan University of Medical Sciences. 2015; 13(11): 1033-1048. (In Persian)
5. 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: 385-97.
6. Maghazer S, Abdel-Mallek AY. Fungi in two swimming pools in assuit town, Egypt. Zentralbl Microbiol 1989; 1(3): 213-6.
7. Molazadeh P, Khanjani N, Rahimi M, Molazadeh A, Rahini A. An Investigation of the Fungal and Microbial Contamination and the Physicochemical Quality of the Water in the Swimming Pools of Kerman, Iran in 2014. Rafsanajn University of Medical Sciences. 2016; 15(5): 491-500. (In Persian)
8. WHO Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2. Swimming pools and similar environment: World Health Organization; 2006.
9. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. USA: Washington DC; 2005.
10. Salvato J. Environmental engineering. 5th edition New Jersey. John Wiley & sons Inc 2003; 1196.
11. Basset WT. Clays handbook of environmental health. 18th ed, USA, John Wiley & sons; 1999.
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran [Feature water microbiology 1011]. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 1998.
13. Sadeghi M, Sadeghi L, Abasi M, Jamshidi M. Investigating the Physicochemical and Microbial Conditions of the Water in the Swimming Pools of the Markazi Province. The Proceedings of the 16th National Conference on Environmental Health. 2013. (In Persian)
14. Bahmani P, Maleki A, Salimi Masadeghi S. Investigating the Physicochemical and Microbial Quality of the Water in the

- Swimming Pools of Karaj, Iran. 2014; 2(2): 89-97. (In Persian)
15. Rasti S, Asadi M, Iranshahi L, Houshyar H, Gilasi H, Zoheiri A. An Investigation of the Parasital and Fungal Contamination and the Physicochemical Parameters of the Water in the Indoor Swimming Pools of Kashan, Iran during 2008-2009. Feiz Scientific and Research Quarterly. 2011; 15(1): 77-83. (In Persian)
  16. Hosseinzadeh A, Mohammadi F, Shokuhi R, Ghiasian S, Roshanaee J. Assessing the Fungal Contamination of Swimming Pools in Hamedan, Iran. The Scientific Journal of the Jondishapour University of Medical Sciences. 2013; 4(1): 2-19. (In Persian)
  17. Rezaee S, Farokhzadeh H, Ghorbani A, Hasanzadeh A. Investigating the Quality Indicators of the Water in the Swimming Pools of Shahin Shahr, Iran. Health System Research Journal. 2017; (13(1): 46-51. (In Persian)
  18. Beigi A, Younesian M, Nabizadeh R, Saeedi R, Sour L, Abtahi M. Analytical Evaluation of the Microbial Quality of the Water in the Public Swimming Pools in Tehran, Iran in 2013. Health and Environment Journal. 2016; 9(1): 15-26. (Persian)
  19. Tavasolipour M, Darini F, Rakhshani M, Khamirchi R. Investigating the Microbial Conditions and the Disinfection Methods of the Water in the Public Swimming Pools of Sabzevar and Jovein, Iran. The Student Research Committee Journal of the Sabzevar University of Medical Sciences. 2015; 20(4): 17-24. (In Persian)
  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): 2417-20
  21. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Vahid Dastjerdi M, Hasanzadeh A, Mousavi M, Rafiee M. An Investigation of the Physical, Chemical, and Microbial Quality of the Swimming Pools of Isfahan, Iran, Using Standard Indicators. The Journal of the Isfahan University of Medical Sciences. 2010. 28(108): 346-356. (In Persian)
  22. Investigation of fungal bioaerosols and particulate matter in the teaching-medical hospitals of Khorramabad City, Iran during 2015 A Sepahvand, H Godini, Y Omidi, MJ Tarrahi, R Rashidi, H Basiri. Iranian Journal of Health and Environment 9 (1), 115-126
  23. Tarhani F, Kazemi AAH, Abedini MR, Rashidi R. Evaluation of antibiotic resistance in patients with urinary tract infection, Khorramabad Madani hospital 2001-2002. YAFTEH 5 (17), 39-44

## An Investigation of the Sanitary Conditions of Water in Public Swimming Pools in Lorestan, Iran, and Its Comparison with the Current Standards of This Country

**Rashidi R<sup>1</sup>, Yarahmadi T<sup>2\*</sup>**

1. Associate Professor, Department of Occupational Health & Health and Nutrition Research Center, School of Health, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran.

2.MSc in Environmental Health Engineering, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran, yarahmadi.tooran@gmail.com

**Received:** Feb. 22, 2020

**Accepted:** Apr. 5, 2020

### Abstract

**Background:** Given the increased awareness and knowledge regarding disease transmission, it has been established that specific diseases could be transmitted from contaminated swimming pools, river banks and sea shores via contact or swallowing contaminated water. The present study was conducted to examine the sanitary water indicators of the public swimming pools in Lorestan, Iran, and to compare these indicators with the current standards in Iran during the winter and summer of 2016.

**Materials and Methods:** In this descriptive cross-sectional study, water samples were taken from all indoor and active public swimming pools in Lorestan, Iran, consisting of a total of 20 swimming pools, during the winter and summer months. Physical parameters (including pH, temperature, and opacity), chemical parameters (including the remaining free chlorine), and microbial parameters (including total coliforms, fecal coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus aureus*, fecal streptococci, and heterotroph bacteria) were examined. Sampling was performed every two weeks for six months. 120 samples in each season and 240 samples on the whole were collected following the standard sampling principles of microbiological quality control.

**Results:** Our investigations indicated that the amount of remaining free chlorine was at a favorable level in 59.58% of the studied samples, pH was favorable at 67.07% of the samples, opacity was at a good level in 61.66% of the samples, and temperature was at an acceptable level in 77.08% of the samples. In none of the swimming pools, fecal streptococci and *Staphylococcus aureus* exceeded the standard levels. The total coliforms, fecal coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, fecal streptococci, and heterotroph bacteria were at a favorable condition in 62.91%, 73.75%, 66.25%, 91.66%, 97.49%, and 82.08% of the cases, respectively. Statistical analysis of the data showed that there was an inverse and significant relationship between bacterial populations and the remaining free chlorine levels. Moreover, there was a direct and significant relationship between bacterial populations and water opacity ( $p < 0.005$ ).

**Conclusion:** According to the results, the parameters of chlorine levels, opacity, and total coliforms had the lowest correspondence with the standards, which suggests that the levels of remaining free chlorine should be continuously monitored and the pH of the water in the swimming pools should be constantly adjusted.

**Keywords:** sanitary conditions, public swimming pools, Lorestan.

**\*Citation:** Rashidi R, Yarahmadi T. An Investigation of the Sanitary Conditions of Water in Public Swimming Pools in Lorestan, Iran, and Its Comparison with the Current Standards of This Country. *Yafte*. 2020; 22(1):96-109.