

## Study of Physical, Chemical and Microbial Quality of Swimming Pools in the Khorramabad in Year 2015

Bahram Kamarehie<sup>1</sup>, Mehdi Birjandi<sup>2</sup>, Mohammad Bazdar<sup>3</sup>,

Bahram Roshan Cheraghi<sup>\*3</sup>, Fatemeh Bairanvand<sup>1</sup>

1. Assistant Professor, Nutrition Health Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran
2. Assistant Professor, Department of Public Health, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran
3. Student Research Committee and Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran
4. Nutrition Health Research Center and Department of Environmental Health Engineering, School of Health and Nutrition, Lorestan University of Medical Sciences, Khorramabad, Iran

\* E-mail: baramroshan1995@gmail.com

Received: 27 Dec. 2016 ; Accepted: 12 Apr. 2017

### ABSTRACT

**Background and Objective:** swimming Pools have recreation and sports aspects and also are a method for the treatment, in the absence of public health monitoring and control of the water, these public places can be an appropriate location for frequency of water-related diseases. The aim of this study was to evaluate the physicochemical and biological quality of swimming pools in the khorramabad and compare their results with existing standards.

**Materials and methods:** The study was cross – sectional. Water samples of swimming pools take in 60 stage, and temperature, pH, residual chloride, alkalinity, hardness, total coliform, fecal coliform, fecal streptococci and heterotrophic bacteria parameters measured.

**Results:** The results showed that temperature, turbidity, chlorine residual, Ph, alkalinity, hardness, total coliform, fecal coliform, fecal streptococci and heterotrophic bacteria respectively in 30%, 100%, 76.7%, 83.3%, 23.3%, 3.3%, 78.7%, 88.3%, 95%, 93.3% of samples were desirable.

**Conclusion:** Study results showed that the physicochemical and microbiological quality of water the Khorramabad swimming pools in 2016 have acceptable and standard conditions.

**Keywords:** Pool, Physic Chemical, Coliforms, Fecal Streptococci, Heterotrophic

# بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر خرم آباد در سال ۱۳۹۴

بهرام کمره‌ئی<sup>۱</sup>، مهدی بیرجندی<sup>۲</sup>، محمد بازدار<sup>۳</sup>، بهرام روشن چراغی<sup>۳\*</sup>، فاطمه بیرانوند<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار، مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه،

دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

<sup>۲</sup> استادیار، گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

<sup>۳</sup> کمیته تحقیقات دانشجویی و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

<sup>۴</sup> مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی لرستان، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۳

## چکیده

زمینه و هدف: استخرها علاوه بر جنبه های تفریحی و ورزشی جنبه ی درمانی نیز دارند که در صورت عدم پایش و کنترل بهداشت عمومی آب آنها، این اماکن عمومی می توانند به محل و جایگاه مناسبی برای شیوع بسیاری از بیماری های مربوط با آب تبدیل شوند. هدف از این مطالعه، بررسی کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر خرم آباد و مقایسه ی نتایج آنها با استانداردهای موجود است.

مواد و روش ها: این مطالعه ی توصیفی - مقطعی بود که در ۶۰ مرحله آب استخرهای شنای شهر خرم آباد نمونه برداری شد و پارامترهای دما، pH، کلر آزاد باقیمانده، قلیائیت، سختی، کل کلیرم، کلیرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری های هتروتروف آنها سنجش شدند.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که پارامترهای دما، کدورت، کلر آزاد باقیمانده، pH، قلیائیت، سختی، کل کلیرم، کلیرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و باکتری های هتروتروف به ترتیب در ۳۰٪، ۱۰۰٪، ۷۶٫۷٪، ۸۳٫۳٪، ۲۳٫۳٪، ۳٪، ۳٪، ۷۸٪، ۸۸٪، ۹۵٪، ۹۳٪ از نمونه ها در حد مطلوب بوده اند.

نتیجه گیری: در مجموع بررسی نتایج نشان داد که کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب استخر های شنای تحت مطالعه از شرایط استاندارد و قابل قبولی برخوردار بودند.

کلمات کلیدی: استخر، فیزیکی شیمیایی، کلیرم، استرپتوکوک مدفوعی، هتروتروف

## مقدمه

انسان برای داشتن زندگی سالم و مفرح، از نظر جسمی و روحی به فعالیت بدنی نیاز دارد. شنا و ورزش های آبی یکی از بهترین تفریحاتی هستند که مورد توجه و استقبال افراد زیادی در جهان قرار گرفتند.<sup>۱</sup> ولی استخرهای شنا از جمله اماکن عمومی هستند که شرایط خوب و مطلوبی برای انتقال انواع بیماری ها از جمله برخی از بیماری های پوستی و عفونی را فراهم میکنند.<sup>۲</sup> افزایش استفاده از استخرهای شنا و عدم نگهداری و پایش نامناسب آنها می تواند مخاطراتی را از نظر بهداشت عمومی ایجاد نماید.<sup>۳</sup> آب استخری که شناگران از آن استفاده می کنند، در اثر وارد شدن موادی از بدن مانند مو، چربی، میکروب های دستگاه تنفسی، گوارشی، تناسلی و سایر باکتری های مضر و مواد زاید موجود در روی پوست بدن شناگران، آلوده می شود.<sup>۴</sup> و چون میزان این آلودگی ها در اثر استفاده ی زیاد و مداوم افزایش می یابند، لذا جایگاه خوبی برای انتقال بیماری های گوارشی (وبا، حصبه، اسهال باسیلی، هپاتیت عفونی)، بیماری های چشم (تراخم، ملتحمه، ورم)، گوش، حلق و بینی (گلو درد چرکی) و بیماری های پوست، انواع کچلی، عفونت قارچی بین انگشتان و خارش پای شناگران می باشند.<sup>۵،۶</sup> در موارد زیادی بیماری یا عفونت از راه دفن اتفاقی مدفوع توسط شناگران، استفراغ، بزاق دهان و پوست افزایش می یابد.<sup>۷</sup> امروزه ثابت شده که آب استخر یکی از راه های انتقال بیماری های عفونی در جهان است.<sup>۸</sup> از دیدگاه بهداشتی آب مصرفی در استخرها مانند آب آشامیدنی باید دارای ویژه گی های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مناسب بوده و در حد مطلوب و مطابق با استاندارد های موجود حفظ گردد.<sup>۹،۱۰</sup> علاوه بر خطرات میکروبی، مواد شیمیایی مورد استفاده برای تصفیه و گندزدایی آب استخرهای شنا نیز ممکن است بر اساس طبیعت خود و یا تنفس در محیط های سرپوشیده برای شناگران مضراتی را ایجاد نماید.<sup>۱۱</sup> چندین فاکتور به عنوان شاخص فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب

استخرها پیشنهاد شده است که با اندازه گیری آنها می توان از سلامت کیفی آب استخر ها آگاهی حاصل نمود. فاکتور های فیزیکی و شیمیایی شامل درجه ی حرارت، کدورت، pH، کلر آزاد باقیمانده، قلیائیت و سختی است. شاخص های میکروبی شامل کل کلیفرم و شمارش بشقابی هتروتروف (HPC) که به عنوان مهمترین شاخص کارایی گند زدایی، کلیفرم و استرپتوکوک مدفوعی است.<sup>۱۲،۱۳</sup> کیفیت بهداشتی آب استخرها بر اساس دستورالعمل استاندارد متد و استاندارد ملی از طریق آزمایش های میکروبی، شیمیایی و فیزیکی مشخص می شود. استاندارد های باکتریولوژی آب استخرهای شنا در خصوص کل کلیفرم های گرما دوست برای باکتری های هتروتروف کمتر از ۲۰۰ در هر میلی لیتر و استافیلوکوکوس کمتر از ۵۰ در ۱۰۰ میلی لیتر می باشد. معیارهای مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب استخرهای شنا عبارتند از: ۷،۲-۷،۸ pH=، میزان کلر آزاد باقیمانده ۳-۱ میلی گرم در لیتر، قلیائیت ۵۰-۱۵۰ میلی گرم کربنات کلسیم در لیتر، سختی ۲۰۰-۳۰۰ میلی گرم کلسیم کربنات در لیتر، دما ۲۷-۲۹ درجه ی سانتی گراد و کدورت بیشتر از ۵ NTU نباشد.<sup>۱۴</sup> در مطالعات انجام شده در کشور یونان نتایج نشان داد که در ۳۲/۹ درصد نمونه ها شاخص های میکروبی استافیلو کوکوس اورئوس از حداکثر مجاز تجاوز کرده و در ۳۵ درصد نمونه ها گونه ی مقاوم میکروبی شناسایی شد.<sup>۷</sup> مطالعات شهرسنندج نیز نشان می دهد که به ترتیب میزان کلر آزاد باقی مانده، pH، کدورت، سختی، قلیائیت و دما ۸۰/۵ درصد، ۷۲/۲ درصد، ۶۰/۱ درصد، ۵۲/۷ درصد، ۳۵/۵ درصد و ۱۰۰ درصد در حد مطلوب بوده است.<sup>۱۵</sup> و همچنین مطالعه ای که بر روی آب استخرهای شهر تهران توسط دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد، نتایج نشان داد که از ۴۸ درصد کل نمونه کلر آزاد باقی مانده و ۷۶/۱ درصد pH استاندارد بوده و در ۷۸/۷ درصد نمونه ها تعداد باکتری های هتروتروف در حد مطلوب بود.<sup>۶</sup> این مطالعات نشان می دهند که در صورت عدم کنترل گندزدایی

آزمایشگاهی برخوردار بودند. در همه مراحل آزمایش دو نمونه برداشت و از یک نمونه بعنوان شاهد استفاده می شد. سنجش پارامترهای فیزیکی مانند کلر آزاد باقی مانده (کیت کلر سنج)، pH (کیت pH سنج) و دما (دما سنج جیوه ای) به صورت میدانی در محل انجام می شد. سپس نمونه های گرفته شده (فقط نمونه های میکروبی) را درون cold box قرار داده و در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه انتقال داده می شد. عوامل میکروبی مورد نظر شامل: کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی مطابق با روش تخمیر ۹ لوله ای ارائه شده در کتاب استاندارد متد و انتقال نمونه های مثبت به محیط کشت های لاکتوز برات و آزاید دکستروز برات به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۵ درجه ی سانتی گراد انجام شدند. همچنین پارامترهای شیمیایی مانند قلیائیت به روش تیتراسیون (با معرف های فنل فتالین و متیل اورانژ) و سختی نیز با روش تیتراسیون (با معرف اریوکروم بلاک تی) سنجش شدند.

## یافته ها

### مشخصات فیزیکوشیمیایی آب استخرها

در جدول ۱ خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنج استخر فعال شهر خرم آباد نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که در ۶۰ مرحله نمونه برداری انجام شده دمای آب در ۴۲ نمونه (۷۰ درصد) بالاتر از استاندارد و در ۱۸ نمونه در محدوده استاندارد (۲۷-۲۹) بودند. کلر آزاد باقی مانده در ۱۴ نمونه (۲۴ درصد) بالاتر و یا کمتر از حد استاندارد (۳-۱/۵) بود و در ۴۶ نمونه (۷۶ درصد) در محدوده استاندارد قرار داشت. کدورت در همه ی استخرها در محدوده ی استاندارد بود و ۱۰۰ درصد نمونه ها در حد مطلوب بود. pH در ۵۰ نمونه (۸۳ درصد) در حد استاندارد بوده و در ۱۰ نمونه (۱۷ درصد) خارج از محدوده استاندارد بود. قلیائیت در ۱۴ (۲۳ درصد) نمونه ها در محدوده استاندارد بود و در ۴۶ نمونه (۷۷ درصد)

مداوم و کنترل شرایط بهداشتی مناسب ممکن است استخرها منبع خوب و مناسبی برای رشد باکتری ها و قارچ های بیماری زا را ایجاد کنند.<sup>۱۲</sup> از این رو می توان با مدیریت درست و صحیح تصفیه و سالم سازی آب و پایش موثر و دائمی شاخص های میکروبی، فیزیکی و شیمیایی از شیوع طیف وسیعی از میکروب های بیماری زا که از طریق آب استخر منتقل می شوند، جلوگیری نمود.<sup>۱۳</sup> لذا با توجه به اهمیت این موضوع در حفظ سلامت شناگران در این مطالعه کیفیت میکروبی، شیمیایی و فیزیکی آب استخرهای فعال شهرستان خرم آباد در سال ۱۳۹۴ بررسی و با شاخص های استاندارد موجود مقایسه گردید.

## مواد و روش ها

این مطالعه توصیفی-مقطعی بود. روش نمونه گیری به صورت سرشماری بود و جامعه مورد مطالعه کل استخرهای فعال شهر خرم آباد در سال ۱۳۹۴ بودند. نمونه برداری از آب استخرها به صورت منظم و هر هفته یک بار در یک دوره سه ماهه انجام شد. نمونه برداری از نزدیک ترین نقطه به محل خروجی آب استخر برداشت می شد. تمامی نمونه ها هنگامی برداشته می شدند که شناگران در حال شنا بودند. به منظور سنجش کیفیت میکروبی، نمونه های میکروبی با استفاده از بطری های شیشه ای دهانه گشاد با گنجایش ۲۰۰ سی سی برای آزمایشهای HPC، کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک مدفوعی انجام شد، که این ظروف نمونه برداری از قبل با استفاده از اتوکلاو استریل شده و حاوی ۳-۵ قطره تیوسولفت سدیم ۲ درصد به منظور خنثی کردن کلر آزاد باقیمانده بودند. همچنین برای سنجش پارامترهای شیمیایی و فیزیکی از یک ظرف نمونه برداری پلاستیکی برای برداشت آب استفاده شد. نمونه برداری میکروبی و شیمیایی در عمق ۳۰ سانتی متری زیر سطح آب انجام می شد. کل مواد شیمیایی مورد استفاده در آزمایشگاه از درجه خلوص

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب استخر

ردیف	دما °C	کدورت NTU	کلر آزاد باقی مانده mg/l	pH	سختی mg/l	قلیائیت mg/l	میانگین کل
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین کل
۱	۳۰/۸۳ ± ۱/۸	۰/۵۹ ± ۰/۲۹	۲/۶۲ ± ۱/۰۸	۷/۴۴ ± ۰/۲۶	۱۳۴/۸۷ ± ۱۳/۶۳	۱۵۹/۹۱ ± ۱۸/۲۴	۱
۲	۳۱/۴۱ ± ۲/۵۷	۰/۸۵ ± ۰/۲۶	۲/۶۷ ± ۰/۹۳	۷/۴۳ ± ۰/۲۸	۱۷۷/۳۸ ± ۲۴/۱۹	۱۷۱/۰۸ ± ۲۰/۵۷	۲
۳	۳۰/۵۸ ± ۱/۴۴	۲/۰۶ ± ۱/۱۶	۲/۶۷ ± ۰/۷۷	۷/۴۷ ± ۰/۲۸	۱۲۶/۹۳ ± ۱۳/۶۳	۱۶۴/۲۳ ± ۲۰/۶۷	۳
۴	۲۹/۸۳ ± ۱/۴۶	۰/۶۶ ± ۰/۳۳	۳/۰۱ ± ۱/۹	۷/۳۶ ± ۰/۲۳	۱۶۴/۰۸ ± ۱۵/۸۰	۲۱۷/۳۰ ± ۴۸/۲۷	۴
۵	۳۰/۲۲ ± ۱/۴۸	۰/۵۷ ± ۰/۲۷	۲/۱۶ ± ۰/۸۲	۷/۴۴ ± ۰/۲۴	۱۶۴/۷۰ ± ۲۴/۳۷	۲۴۱/۲۲ ± ۳۶/۰۱	۵
	۳۰/۵۹ ± ۱/۸۴	۰/۹۷ ± ۰/۸۱۵	۲/۶۵ ± ۰/۹۵۷	۷/۴۳ ± ۰/۲۶	۱۵۳/۱۰ ± ۳۲/۴۹	۱۸۸/۰۹ ± ۴۲/۸۸	میانگین کل
	۲۷-۲۹	<۵	۱-۳	۷/۲-۷/۸	۲۰۰-۳۰۰	۵۰-۱۵۰	محدوده استاندارد

انجام شده استرپتوکوک مدفوعی در هیچ نمونه ای مشاهده نگردید، اما کلیفرم مدفوعی در استخرهای ۱، ۲، ۳ و ۴ هر کدام یک نمونه نامطلوب و خارج از حد استاندارد مشاهده شد و استخر ۵ در حد استاندارد بود، در واقع از لحاظ کلیفرم مدفوعی ۵۶ مورد در حد استاندارد و ۴ مورد خارج از محدوده استاندارد بود، در نتیجه ۹۳/۳۳٪ نمونه ها مطلوب بودند و میانگین آنها برابر با ۰/۲۸ ± ۱/۰۳ داشتند.

بالاتر از حد استاندارد بودند. سختی فقط در ۲ نمونه (۳/۳ درصد) در محدوده استاندارد بود و در ۵۸ نمونه (۹۶/۷ درصد) پایین تر از حد استاندارد بود.

### مشخصات میکروبی آب استخرها

در جدول ۲ خصوصیات میکروبی پنج استخر فعال شهر خرم‌آباد را نشان داده شده است. براساس نتایج آزمایشات

جدول ۲: خصوصیات میکروبی آب استخر

کد استخر	100ml کلیفرم کل تعداد در	کلیفرم مدفوعی تعداد در 100ml	استرپتوکوک مدفوعی تعداد در 100ml	باکتری هتروتروف تعداد در هر میلی لیتر
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
۱	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	صفر	۱۰۶ ± ۴۹
۳	۳/۱۳ ± ۱/۸۳	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	صفر	۵۴ ± ۴۰
۴	۲/۳۷ ± ۱	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	صفر	۷۶ ± ۴۱
	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	۱/۱۵ ± ۰/۳۳	صفر	۶۷ ± ۲۷
۵	۹/۲۶ ± ۳/۵۵	صفر	صفر	۷۸ ± ۷۱
تعداد کل	۴/۱۳ ± ۱/۲۹	۱/۰۳ ± ۰/۲۸	صفر	۷۱ ± ۴۸
حد استاندارد	صفر	صفر	حد اکثر ۱۰۰ عدد در ۱۰۰ ml	حد اکثر ۲۰۰ در هر میلی لیتر

جدول ۳: مطلوبیت پارامترهای مورد مطالعه بر حسب درصد

پارامترها	موارد مطلوب (درصد)	موارد نامطلوب (درصد)
دما	٪۳۰	٪۷۰
کدورت	٪۱۰۰	٪۰/۰
کلر آزاد باقی مانده	٪۷۶/۷	٪۲۳/۳
pH	٪۸۳/۳	٪۱۶/۷
سختی	٪۳/۳	٪۹۶/۷
قلیائیت	٪۲۳/۳	٪۷۶/۳
کل کلیفرم	٪۸۳/۳۴	٪۱۶/۶۶
کلیفرم مدفوعی	٪۹۳/۳۳	٪۶/۶۷
استرپتوکوک مدفوعی	٪۱۰۰	٪۰/۰
هتروتروف	٪۱۰۰	٪۰/۰

از لحاظ کل کلیفرم، کل نمونه ها دارای میانگینی برابر با  $۱/۲۹ \pm ۴/۱۳$  بودند، تعداد کلیفرم در ۱۰ نمونه خارج از محدوده استاندارد بود. که بیشترین موارد نامطلوب مربوط به استخر شماره ۲ و بیشترین میانگین تعداد کل کلیفرم مربوط به استخر شماره ۵ بود. در مجموع ۱۶/۶۶ درصد نمونه ها نامطلوب و خارج از حد استاندارد بودند. میزان باکتری هتروتروف در کلیه نمونه های پایین تر از حد استاندارد بود و دارای میانگینی برابر با  $۷۶ \pm ۴۸$  بود و ۱۰۰٪ نمونه ها مطلوب بودند. در جدول ۳ درصد مطلوبیت پارامترهای مورد مطالعه را نشان داده شده است.

## بحث

### عوامل فیزیکی شیمیایی

یکی از پارامترهای مهم برای کنترل آب استخرهای شنا سنجش مقدار کلر آزاد باقی مانده است، بر اساس استاندارد ملی میزان کلر آزاد باقیمانده در آب استخرها ۳-۱ میلی گرم در لیتر می باشد،<sup>۱۳</sup> در این مطالعه میانگین کلر آزاد برابر ۲/۶۵ بود و نمونه ها در ۷۶/۷٪ موارد مطلوب بودند و مقدار آن نسبت به مطالعات انجام شده در ارومیه، سنندج و زاهدان که به ترتیب برابر ۱/۶، ۱/۵، ۰/۹ میلی گرم در لیتر بودند<sup>۵،۱۵،۱۶</sup>

بالتر بود و وضعیت مطلوبی داشت. زمانی که میزان کلر آزاد باقی مانده از حد استاندارد کم تر باشد باعث افزایش رشد میکروارگانیسم ها و جلبک ها می شود که خود مسبب افزایش کدورت و بیماری های عفونی خواهد شد، که این مشکل را می توان با افزایش کلر آزاد باقی مانده و کنترل pH برطرف کرد.<sup>۱۷</sup> در مقابل افزایش کلر باعث کاهش pH، سوزش چشم و بروز بعضی از بیماری های گوارشی می شود. قابل ذکر است که تنها کنترل غلظت کلر آزاد باقی مانده عامل موثر برای گندزدایی نیست عامل های دیگری مثل سختی، قلیائیت، pH و دما نیز موثر هستند.<sup>۱۷</sup>

درجه حرارت مناسب برای استخرها ۲۹ درجه سانتی گراد می باشد.<sup>۱۷</sup> که در این مطالعه، ۳۰ درصد نمونه ها دارای وضعیت مطلوب و ۷۰ درصد دیگر دارای وضعیت نامطلوب و دمایی بالاتر از ۲۹ درجه سانتی گراد بودند. میانگین دمای استخرهای شهر خرم آباد ۳۰/۵۹ درجه سانتی گراد بود. دمای بالای آب از یک طرف زمینه را برای رشد جلبک ها و میکروب ها فراهم می کند و بر روی جدا شدن ضایعات پوست شناگران اثر می گذارد و از طرف دیگر بر روی گندزدایی با کلر اثر مثبت دارد و همچنین باعث افزایش بوی کلر در فضای استخر می شود، لذا باید در حد مناسب حفظ

گردد.<sup>۱۸</sup> در مطالعه انجام شده در اردن دمای بیشتر استخرها خارج از حد استاندارد بود.<sup>۱۹</sup> و در مطالعه استخرهای شهر ارومیه دمای استخرها ۳۱ درجه سانتی گراد بوده است.<sup>۵</sup> همچنین در مطالعه انجام شده توسط سهرابی و همکاران در زاهدان<sup>۱۶</sup> دما بالاتر از حد استاندارد بود. نتایج این مطالعه و سایر مطالعات ذکر شده نشان می دهد که مالکان استخرها دقت کمتری در کنترل دمای آب استخر دارند و معمولاً جهت احتیاط دمای آب را مقداری بالاتر از ۲۹ درجه استاندارد نگهداری می کنند.

pH استاندارد برای استخرها ۷/۲-۷/۸ می باشد که بالا و پایین بودن pH بر روی کارایی گندزدایی کلر تاثیر دارد، در صورت پایین بودن pH از حد استاندارد خوردگی لوله های آبرسانی، از دست رفتن کلر، ایجاد لک، تحریک و سوزش چشم شناگران استخرها رخ می دهد و اگر pH بالا باشد بر جرم گرفتگی لوله های آبرسانی و سیستم های تصفیه شنی تاثیر منفی می گذارد.<sup>۹</sup> در مطالعه حاضر pH در ۸۳/۳٪ نمونه ها دارای وضعیت مطلوب و در ۱۶/۷٪ دارای وضعیت نامطلوب بودند. در مطالعاتی که توسط درگاهی و همکاران در کرمانشاه، ززولی و همکاران در ارومیه و بهمنی و همکاران در سنندج انجام شد به ترتیب ۱۷/۲۲ و ۲۷ درصد نمونه ها دارای pH خارج از حد استاندارد بودند و در مقایسه مشابه نتایج مطالعه حاضر بودند.<sup>۵،۱۵،۲۰</sup>

هدف از اندازه گیری کدورت تعیین میزان شفافیت در آب استخر است از جمله مشکلاتی که کدورت بالا ایجاد می کند، جلوگیری از بهبود فرایند گندزدایی و کاهش تاثیر ماده گندزدا می باشد.<sup>۱۷</sup> در این مطالعه میانگین کدورت ۰/۹۵ NTU بود و در محدوده استاندارد قرار داشت. در مطالعه استخرهای سنندج میانگین کدورت ۰/۴۸ NTU بود که کمتر از میانگین بدست آمده در این مطالعه است.<sup>۱۵</sup>

سختی و قلیائیت از جمله عواملی هستند که بر خوردگی و رسوبگذاری آب و در نتیجه بر کاهش عمر مفید تاسیسات

استخرهای شنا موثر است.<sup>۷</sup> در این مطالعه از ۶۰ نمونه برداشت شده سختی در ۹۶٪ موارد و قلیائیت در ۷۶٪ موارد دارای وضعیت نامطلوبی بودند. در مطالعه انجام شده توسط قانعیان در شهر یزد درصد موارد نامطلوب قلیائیت و سختی به ترتیب ۸۰/۱۸٪ و ۴۲/۸۲٪ بود.<sup>۲۱</sup> و در مطالعه انجام شده در سنندج درصد موارد نامطلوب قلیائیت و سختی به ترتیب ۶۹/۵٪ و ۴۷/۲٪ بود که نسبت به مطالعه حاضر در وضعیت مطلوبتری بودند.<sup>۱۵</sup>

### عوامل میکروبی

مطالعات انجام گرفته در دنیا حاکی از آن است که پایش مداوم آب استخرها از نظر آلودگی میکروبی مورد نیاز می باشد.<sup>۲</sup> بررسی نتایج نشان داد از ۶۰ نمونه برداشت شده از استخرها ۴ نمونه دارای کلیفرم مدفوعی و ۱۰ نمونه از نظر کل کلیفرم آلوده بودند که از حد استاندارد خارج بود و کلیفرم مدفوعی در ۹۳/۳۳٪ و کل کلیفرم در ۸۳/۳۴٪ موارد مطلوب بودند. وجود کلیفرم مدفوعی دلیل محکمی بر نقص گندزدایی می باشد از جمله علل اصلی آلودگی مدفوعی آب استخرها، ناشی از عدم نظافت و گند زدایی مستمر توالت ها، آلوده بودن لباس و بدن شناگران و نداشتن کلر موثر در حوضچه پای شناگران است.<sup>۱۶</sup> در مطالعه ای که در شهر کلرادو امریکا انجام شد در ۱۱٪ استخرها نمونه های باکتریولوژیکی بیش از مقدار استاندارد بود.<sup>۲۲</sup> و در مطالعه ای که در سنندج انجام شد، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در ۶۷/۵٪ و ۵۴/۶٪ موارد وضعیت نامطلوبی داشتند که مقدار آلودگی نسبت به مطالعه حاضر بیشتر بود.<sup>۱۵</sup> همچنین در مطالعه ای که در کرمان انجام شد میزان کلیفرم مدفوعی در تمامی نمونه ها در حد استاندارد بود.<sup>۱۷</sup>

استرپتوکوک های مدفوعی به عنوان یکی دیگر از ارگانیسم های شاخص برای پایش کیفیت میکروبی آب استخرها معرفی شده اند. این میکروارگانیسم ها، معمولاً مقیم

باعث شده تعداد باکتری های شاخص هتروتروف و استرپتوکوک مدفوعی صفر باشند. توصیه می شود جهت حفظ شرایط مطلوب آب استخر علاوه بر کلر باقیمانده و دما روزانه، مقدار سختی و قلیائیت ماهیانه پایش و کنترل گردد و آزمایشات میکروبی بصورت دوره ای و مداوم انجام شود.

## تشکر و قدردانی

این مطالعه طرح تحقیقاتی دانشجویی مصوب دانشگاه علوم پزشکی لرستان بود. لذا مجریان طرح بر خود لازم می دانند از مسئولین دانشگاه علوم پزشکی لرستان دانشکده بهداشت و تغذیه، مرکز تحقیقات بهداشت تغذیه، گروه مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی و کارشناس آزمایشگاه این گروه کمال تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

مجرای روده ای انسان و حیوانات خونگرم بوده و برای ردیابی آلودگی آب بکار می روند.<sup>۳۳</sup> طبق نتایج بدست آمده، استرپتوکوک مدفوعی در تمامی نمونه ها صفر بوده و در ۱۰۰٪ موارد مطلوب بودند. نتایج تحقیق حاضر با مطالعات انجام شده در سنج، اصفهان، ارومیه و کرمان مطابقت دارد.<sup>۵،۱۱،۱۵،۱۷</sup> باکتری های هتروتروف، مهمترین شاخص کارایی سیستم گندزدایی در نظر گرفته شده اند. در مطالعه حاضر این پارامتر در کلیه موارد کمتر از حد استاندارد بود و نشان از کارایی مناسب سیستم های گندزدایی داشت.<sup>۱۵</sup>

## نتیجه گیری

در مجموع بررسی نتایج نشان داد که کیفیت فیزیکی شیمیایی و میکروبی آب استخر های شنای شهر خرم آباد در سال ۱۳۹۴ از شرایط استاندارد قابل قبولی برخوردار بودند. شاید یکی از دلایل آن میزان کلر باقیمانده بالای آنها بود که

## References

1. WHO. Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Swimming Pools and Similar environments. Geneva. 2006; (2):94-99
2. Hosenzadeh E, Shokouhi R, Ghiasian SA, Roshanaei G, Mohammadi F. Fungal Contamination Evaluation in Hamadan Indoor Public Swimming Pools. Jentashapir J Health Res 2013; (1):19-28
3. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. Environmental engineering: John Wiley & Sons. 2003; 1187-231
4. Shahriari A, Nafez A, Norouzi S, Heidari M. Investigation of common microbial indicators in swimming pool of Gorgan city. J Health 2011; 2(2):17-26
5. Zazouli M, Mahdavi Y, Moradi Golrokhi M, Balarak D. Investigation of Water Quality Health Indicators of the Swimming Pools in Uromia in 2013. J Rafsanjan U Med Sci 2015; 13(11):1033-48 [In Persian]
6. Hadi DM, Kamal A, Azam M. An investigation of the physicochemical and microbiological quality of public swimming pools in tehran, iran (2014). J Res Health Sci 2015; 7(3): 240-248.
7. Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, Gousia P, Giannakopoulos X, Dontorou C, 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(3):385-97.
8. Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to Pseudomonas aeruginosa. Water Sci Technol 2004; 50(1):63-7.
9. Asl-Hashemi A. Environmental health of swimming pools of Tabriz. Akhtar Publication. 2010 [In Persian]
10. Martins M, Sato M, Alves M, Stoppe N, Prado V, Sanchez P. Assessment of microbiological quality for swimming pools in South America. Water Res 1995; 29(10):2417-20.
11. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Dastjerdi MV, Hassanzadeh A, Mosavi Z, Rafiei M. An Investigation on Physical, Chemical and Microbial Quality of Isfahan Swimming Pool Waters Based on Standard Indicators. J Isfahan U Med Sci 2011; 28(108):356-346.



12. Hambly A, Henderson R, Storey M, Baker A, Stuetz R, Khan S. Fluorescence monitoring at a recycled water treatment plant and associated dual distribution system—implications for cross-connection detection. *Water Res* 2010; 44(18):5323-33.
13. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Swimming pool water—Microbiological specifications. ISIRI Number 9412, 2007. [In Persian]
14. Ministry of Health and Medical Environmental and Occupational Health Center, a Guide to Monitoring of Swimming Pools and Coastal Water, 2013.
15. Bahmani P, Maleki A, Salimi M, Sadeghi S. Survey Physico-Chemical and Microbial Quality of Sanandaj City Swimming Pools Water. *Iran J Environ Health Eng* 2015; 2(2):89-97.
16. Sohrabi A, Qureshi M, Dehdar M, Rakhsh Khorshid A, editors. Study of fungal and bacterial contamination of Zahedan indoor swimming pools. *Proceedings of the 6th national congress on environmental health*, 2003.
17. Mansoorian HJ, Rajabizadeh A, Modrek MJ, Doulatshahi S, Hatami B. Water health indices in Kerman swimming pools, in 2011. *J Health Dev* 2013; 2(2):128-37.
18. Fadaei A, Amiri M. Comparison of Chemical, Biological and Physical Quality Assessment of Indoor Swimming Pools in Shahrekord City, Iran in 2013. *Glob J Health Sci* 2015; 7(3):240-248. [In Persian]
19. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A, Aqoulah AA. Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. *Int J Environ Res Public Health* 2007; 4(4):301-6.
20. Dargahi A, Almasi A, Amirian T, Savadpoor MT. Investigation on Chemical and biological water quality of women in Kermanshah swimming pools. *J Kermanshah U Med Sci* 2014; 17(11):747-8. [In Persian]
21. Ghaneian M, Ehrampoush M, Dad V, Amrollahi M, Dehviri M, Jamshidi B. An Investigation on Physicochemical and Microbial Water Quality of Swimming Pools in Yazd. *J Shahid Sadoughi U Med Sci* 2012; 20(3):340-49. [In Persian]
22. Cappello MA. Assessing bacteriological contamination in public swimming facilities within a Colorado metropolitan community. *J Environ Health* 2011; 73(7):19-25.
23. Mehdihezad M. The determination of quality of healthy indicators in swimming pools in Gorgan. *J Gorgan U Med Sci* 2003; 5(2):89-95. [In Persian]