BRIEF REPORT

Assessment of the Physicochemical and Microbial Quality of Swimming Pool Water in Kashan, Iran, 2024

Sara Keyhani [1],
Fatemeh Akbarzadeh [2],
Akram Yazdani [3],
Narjes Zilochi [1],
Nafiseh Saneei [1],
Rouhullah Dehghani[4]

[1] Environmental Health Engineering Expert, Social Determinants of Health (SDH) Research Center, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[2]Senior Environmental Health Engineering Expert, Social Determinants of Health (SDH) Research Center, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[3]Associate Professor, Autoimmune Diseases Research Center, Department of Biostatistics and Epidemiology, Faculty of Public Health, Kashan
University of Medical Sciences, Kashan, Iran
[4]Professor, Social Determinants of Health (SDH) Research Center, Department of Environmental Health, Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

(Received Januart 12, 2025; Accepted April 15, 2025)

Abstract

Background and purpose: Non-compliance with the principles of swimming pool water hygiene leads to health problems and the transmission of diseases to swimmers. Given the importance of water quality control, the present study examined the physical, chemical, and microbial quality of pool water.

Materials and Methods: In this descriptive-analytical study, comprehensive microbial and chemical sampling was conducted on five active indoor swimming pools in Kashan, Iran. Samples were collected from each pool in four replicates. The parameters of residual free chlorine, temperature, turbidity, pH, heterotrophic bacteria, fecal coliform, and total coliform were examined. Microbial and chemical sampling was performed weekly for one month, and the samples were tested according to standard methods.

Results: In this study, 65% of the samples were within the standard pH range (7.2–7.8). Ninety percent of the samples had residual chlorine levels higher than 1 mg/l. *Escherichia coli* bacteria were not observed in any of the samples. Twenty percent of the samples had fecal coliform contamination in terms of most probable number (MPN). Ten percent of the samples had turbidity exceeding the permissible limit of 0.5 nephelometric turbidity unit (NTU). The average temperature of the pools was calculated to be 30.99 C.

Conclusion: The temperature of swimming pools in Kashan did not comply with the standard. Half of the microbial contamination cases occurred when the residual chlorine level was outside the standard range. According to the findings, it is necessary to continuously monitor residual chlorine levels and control pH to maintain the bacteriological quality of swimming pool water. It is recommended that swimming pools implement measures such as installing advanced disinfection systems, continuously monitoring pH and residual chlorine, and enhancing temperature control to prevent microbial contamination.

Keywords: swimming pool, microbial quality, physicochemical parameters, coliform residual free chlorine

J Mazandaran Univ Med Sci 2025; 35 (245): 107-114 (Persian).

Corresponding Author: Rouhullah Dehghani - Faculty of Health, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran. (E-mail: dehghani37@yahoo.com)

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

گزارش کوتاه

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره سی و پنجم شماره ۲۴۵ خرداد سال ۱۴۰۴ (۱۱۴-۱۰۷)

بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر کاشان در سال ۱۴۰۳

ساراکیهانی[۱]
فاطمه اکبرزاده[۲]
اکرم یزدانی[۳]
نرجس زیلوچی[۱]
نفیسه صانعی[۱]
روح الله دهقانی[۴]

چکیده

سابقه و هدف: عدم رعایت اصول بهداشتی و گندزدایی مناسب آب استخر، باعث ایجاد مشکلات بهداشتی و انتقال بیماری‌های عفونی به شناگران می‌شود. با توجه به اهمیت کنترل کیفیت آب، مطالعه حاضر به بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب استخر پرداخته است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی- تحلیلی، از ۵ استخر شنای سرپوشیده فعال در شهر کاشان به صورت نمونه‌برداری جامع میکروبی و شیمیایی انجام شد. نمونه‌ها از هر استخر با ۴ مرتبه تکرار جمع‌آوری گردید پارامترهای کلر آزاد باقیمانده، درجه حرارت، کدورت، PH، باکتری‌های هتروتروف و کلیفرم مدفوعی وکلیفرم کل مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری میکروبی و شیمیایی به صورت هفتگی طی مدت ۱ ماه انجام شد و نمونه‌ها مطابق با روش‌های استاندارد آزمایش شدند.

یافته‌ها: در این تحقیق ۶۵ درصد نمونه‌ها در گستره‌ی PH استاندارد (۷/۸-۷/۲) بودند. ۹۰ درصد نمونه‌ها دارای کلر باقیمانده بالاتر از mg/l ۱ بودند. در هیچ کدام از نمونه‌ها باکتری *اشریشیا کلی* مشاهده نشد. ۲۰ درصد نمونه‌ها دارای آلودگی کلیفرم مدفوعی بر حسب MPN بودند. ۱۰ درصد نمونه‌ها دارای کدورت بیش از حد مجاز NTU ۰/۵ بوده‌اند، دمای میانگین استخر ها ۳۰/۹۹ درجه سلسیوس محاسبه شد.

استنتاج: درجه حرارت استخرهای شنای شهر کاشان تطابق با استاندارد نداشت. موارد آلودگی میکروبی زمانی اتفاق افتاده بود که میزان کلر باقیمانده در حد استاندارد نبود. با توجه به نتایج پژوهش، لازم است پایش مداوم کلر باقیمانده و کنترل PH به منظور حفظ کیفیت باکتریولوژی آب استخرهای شنا انجام شود و پیشنهاد می‌شود که استخرها به‌منظور جلوگیری از آلودگی‌های میکروبی، اقداماتی نظیر نصب سیستم‌های پیشرفته گندزدایی، پایش مستمر PH و کلر باقیمانده، و بهبود کنترل دما اتخاذ کنند.

واژه های کلیدی: مدیریت کیفیت آب استخر، آلودگی میکروبی، پارامترهای آب استخر، کلیفرم، کلر آزاد باقیمانده

مولف مسئول: روح الله دهقانی - کاشان: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران **E-mail:** dehghani37@yahoo.com

۱.کارشناس بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۲. کارشناس ارشد بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۳. استادیار، مرکز تحقیقات بیماری های خود ایمنی و گروه آمارزیستی و اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
۴. استاد، مرکز تحقیقات عوامل اجتماعی موثر بر سلامت و گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کاشان، کاشان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۳ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۴۰۳/۱۱/۱۳ تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۱/۲۶

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

مقدمه

شنا یک فعالیت تفریحی ورزشی سالم است که طرفداران بسیار زیادی در رده‌های سنی مختلف دارد و از این رو استخرهای شنا مکان‌هایی برای فعالیت‌های ورزشی، تفریحی و درمانی و ارتباطات اجتماعی است(۱). از طرفی به دلیل استفاده مداوم گروه‌های بزرگ شناگران با سن، جنس، موقعیت اقتصادی و اجتماعی و سطح بهداشت فردی متفاوت، استخرها معمولا منبع بالقوه آلودگی و بیماری برای شناگران هستند(۲، ۳). انتقال بیماری از آب استخرهای شنا به شناگران ممکن است از طریق بلع اتفاقی آب یا تماس پوستی با آب صورت گیرد(۴، ۵). استفاده تفریحی از آب برای سلامتی و رفاه انسان مفید است، اما اگر کیفیت آب توسط میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا آلوده یا نا ایمن باشد، اثرات نامطلوبی بر سلامتی دارد(۶). منشاء عوامل بیماریزای میکروبی در استخرهای شنا می تواند ترشحات مدفوعی انسان و ترشحات غیر مدفوعی انسان مانند بزاق یا آب دهان، ترشحات پوستی یا مخاطی و یا آلودگی‌های کرمی باشد(۷). از بیماری‌های منتقله از استخرهای شنا می‌توان به تب تیفوئید، حصبه، وبا، اسهال باسیلی، هپاتیت A و E، تراخم، ورم ملتحمه، گلو درد چرکی، انواع کچلی، عفونت قارچی بین انگشتان پا و عفونت‌های ناشی از مایکوباکتریوم مارینوم اشاره نمود(۱۲-۸). هم‌چنین نگرانی‌های جدیدی در خصوص مواجهه پوستی و تنفسی با مواد شیمیایی و شکل گیری محصولات جانبی گندزدایی در آب استخر وجود دارد(۱۳، ۱۴). پارامترهای فیزیکوشیمیایی می‌تواند در میزان آلودگی میکروبی مؤثر باشد؛ به طور مثال کدورت می‌تواند مانع گندزدایی مطلوب شود. هم‌چنین عدم راهبری مناسب سیستم گندزدایی و کاهش گندزدای مورد استفاده می‌تواند باعث رشد میکروارگانیسم‌های بیماری زا شده و موجب انتقال بیماری در شناگران شود(۱۵). مطالعات مختلفی در خصوص آلودگی شیمیایی و میکروبی آب استخرها و روش‌های رفع آن انجام شده است. برای مثال در مطالعه‌ای توسط رضایی و همکاران در زاهدان بر روی استخرهای شنا انجام شده بود، آلودگی قارچی با *کلادوسپوریوم*، *پنی‌سیلیوم*، *آسپرژیلوس فلاووس* و *آسپرژیلوس فومیگاتوس* در آب استخر مشاهده شده بود و بین پارامترهایی چون دما، کدورت، کلر باقیمانده و pH و آلودگی قارچی رابطه معنی‌داری وجود داشت(۱۶).

در مطالعه‌ای دیگر که توسط یاراحمدی در لرستان انجام شد، مشخص شد که در ۴۰/۴۲ درصد از نمونه‌ها کلر باقیمانده کم‌تر از استاندارد بود و کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و *سودوموناس آئروژینوزا* به ترتیب در ۳۷/۰۹، ۲۶/۲۵ و ۳۳/۷۵ درصد از موارد بیش تر از حد مطلوب بودند(۱۷). مطالعه‌ای دیگر در سال ۲۰۲۲ در نیجریه انجام شد که میانگین کدورت و pH به ترتیب ۳ و ۶/۸۲ بود که مطابق استاندارد نبود و علاوه برآن فراوانی باکتری‌های *S.aureus*، *P.aeruginosa*، *Bacillus sp* و *Klebsiellasp* به ترتیب ۱۹، ۱۴، ۱۴ و ۲۴ درصد بود(۶). آلودگی مکان های عمومی از جمله استخرهای شنا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی‌های اپیدمیولوژیک با فاصله زمانی برای مونیتورینگ وضعیت بهداشت ضروری است و اطلاعات حاصل از این بررسی‌ها در فواصل زمانی مختلف روند تغییرات کیفیت آب استخرها را مشخص می‌کند؛که اطلاع از این روند به نوبه‌ی خود در مدیریت استخرها و بهبود خدمات‌رسانی به شناگران بسیار مفید و اثربخش می‌باشد و این‌چنین کارهای تحقیقاتی مورد تشویق مسئولین قرار می‌گیرد. با توجه به اهمیت کنترل کیفیت آب در استخرهای سرپوشیده مطالعه حاضر به بررسی کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر کاشان، در سال ۱۴۰۳، پرداخته است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه توصیفی - تحلیلی، با کد اخلاق IR.KAUMS.NUHEPM.REC.1403.028، ۵ استخر شنا فعال شهر کاشان شامل استخرهای آترینا، دانشگاه

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

کاشان، دانشگاه علوم پزشکی، مروارید و هسته‌ای از نظر وضعیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب، به مدت ۱ ماه (اردیبهشت) مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش تعداد ۲۰ نمونه از آب استخرهای شنا به صورت هفتگی برداشت شد. نمونه برداری از استخرها در سانس عمومی انجام شد و در تمام دفعات نمونه برداری تعداد شناگران بر اساس استاندارد بود. سایر ویژگی های استخرها از جمله روش گندزدایی، نوع استخر و غیره نیز در جدول شماره ۱، ارائه شده است. پارامترهای pH، دما، کلر آزاد باقیمانده و در محل نمونه برداری شد. کدورت و آزمایشات میکروبی کلیفرم کل، *اشرشیا* و باکتری‌های هتروتروفیک در آزمایشگاه انجام شدند. بررسی‌های آزمایشگاهی، برای اندازه‌گیری PH و کلر آزاد باقیمانده از کیت کلرسنج و pH سنج (DPD و PHENOL RED) استفاده شد. دمای آب استخرها با دماسنج جیوه ای، کدورت با استفاده از کدورت سنج مدل (HACH) تعیین مقدار شد. جهت تعیین تعداد کلیفرم کل و کلیفرم‌های مدفوعی و باکتری‌های هتروتروفیک به ترتیب از روش تخمیر چند لوله ای و شمارش بشقابی استفاده شد و در نهایت نتایج به دست آمده از آنالیزهای با استاندارد ملی ایران با شماره ۹۴۱۲ و استاندارد ملی ۱۱۲۰۳ مقایسه شد(راهنمای نظارت و پایش آب استخرهای شنا و شناگاه‌های طبیعی، الزامات، دستورالعمل‌ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار، مرکز سلامت و محیط کار، پژوهشکده محیط زیست، بهار ۱۳۹۲)(۱۸).

جدول شماره ۱: ویژگی‌های استخرهای شنا مورد مطالعه

استخر	روش گندزدایی	نوع سیستم آب	نوع استخر	نوع منبع آب
استخر هسته‌ای	با کلر (کلریناتور)	گردشی	خصوصی	آب شهری
استخر دانشگاه کاشان	با کلر (کلریناتور)	گردشی	دولتی	آب چاه
استخر مروارید	ازن و کلرزنی (کلریناتور)	گردشی	نیمه دولتی	آب چاه
استخر دانشگاه علوم‌پزشکی	کلر (کلریناتور)	گردشی	دولتی	آب چاه
آترینا	کلر (کلریناتور)	گردشی	خصوصی	آب چاه

با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{22}$، برای داده‌های جمع آوری شده پارامترهای درصد فراوانی، میانه، دامنه میان چارکی، میانگین، انحراف معیار و ضریب همبستگی پیرسون (سطح معنی‌داری ۰/۰۵) محاسبه شد.

یافته‌ها و بحث

بررسی کیفیت آب استخرهای شنا برای جلوگیری از انتقال بیماری‌های منتقله از آب و حفظ سلامت شناگران امری ضروری و غیر قابل اجتناب است، چرا که حضور افراد با جنسیت، سطح بهداشت فردی، سطح اقتصادی و فرهنگی متفاوت می‌تواند موجب آلودگی آب استخر به انواع میکروب‌های بیماری‌زا از جمله، باکتری‌های مدفوعی و قارچ‌های بیماری‌زا شود. در مطالعه‌ی حاضر، کیفیت فیزیکو شیمیایی و میکروبی پنج استخر شنای فعال شهر کاشان به مدت یک ماه (اردیبهشت) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی به تفکیک استخرهای شنا مورد بررسی در جدول شماره ۲، نشان داده شده است. با توجه به جدول شماره ۲، در (۶۵ درصد) ۱۳ نمونه مقدار کلر باقیمانده در محدوده‌ی استاندارد (mgl^{-1} ۱-۳) و میانه کلر آزاد باقیمانده (۱۰۰ درصد) ۵ استخرها در محدوده استاندارد بود. در تمامی نمونه‌ها (۱۰۰ درصد) ۲۰ مورد مقادیر دما بالاتر از محدوده‌ی استاندارد (۲۹° C ℃-۲۵) (استاندارد ملی ایران با شماره‌ی ۹۴۱۲ و استاندارد ملی ۱۱۲۰۳) و برای دما میانه (۱۰۰ درصد) ۵ استخرها بیش‌تر از محدوده‌ی استاندارد بود (راهنمای نظارت و پایش آب استخرهای شنا و شناگاه‌های طبیعی، الزامات، دستورالعمل‌ها و رهنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار، مرکز سلامت و محیط کار، پژوهشکده محیط زیست، بهار ۱۳۹۲). در (۶۵ درصد) ۱۳ نمونه مقدار pH در محدوده‌ی استاندارد (۷/۸-۷/۲) بود. تنها در (۱۰ درصد) ۲ مورد از نمونه‌ها مقدار کدورت بیش‌تر از استاندارد NTU (۰/۵) و میانگین کدورت برای همه استخرها ۰ و مطابق استاندارد بود. در مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۵ توسط امامی در همدان انجام شد، میانگین مقادیر دما، pH و کلر آزاد

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

باقیمانده در ۱۰۰ درصد از نمونه‌های برداشت شده از استخرهای مورد مطالعه کم‌تر از حد استاندارد و مقادیر میانگین کدورت در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها بیش‌تر از حد استاندارد بود(۱۹). در مطالعه‌ای دیگر که در سال ۲۰۲۰ در تبریز انجام شد، مشخص شد که مقدار pH در ۸۳/۳۳ درصد از نمونه‌ها، کلر آزاد باقیمانده در ۱۰۰ درصد نمونه‌ها، دما و کدورت در ۵۰ درصد از نمونه‌ها بیش‌تر از استاندارد بود(۲). باتوجه به جدول شماره ۲ (۲۰ درصد) ۴ مورد از نمونه‌ها به کلیفرم آلوده بودند. بالاترین میزان آلودگی کلیفرم کل، داخل استخر شماره ۵ و بعد از آن به مقدار خیلی کم مربوط به استخر شماره ۱ بود و برای سایر استخرها ۰ بود. در هیچ یک از استخرها (۰ درصد) ۰ کلیفرم مدفوعی (*اشرشیا کلی*) یافت نشد و آلودگی باکتری‌های هتروتروفیک در همه نمونه‌ها CFU/ml (۰ درصد) ۰ کم‌تر از استاندارد (۲۰۰/ml>) بود. مهم‌ترین پارامتر میکروبی اندازه‌گیری شده در این پژوهش باکتری *اشرشیا کلی* بود که در هیچ یک از نمونه‌ها تشخیص داده نشد و بعد از آن کلیفرم کل بود که بیش‌ترین آلودگی مربوط به استخر شماره ۵ بود. این در حالی بود که در ۵۰ درصد از نمونه‌های موجود در استخر شماره ۵ مقدار کلر باقیمانده آزاد کم‌تر از محدوده استاندارد بود. در مطالعه‌ی انجام شده در سال ۲۰۲۴در اتیوپی توسط Natnael و همکاران، در ۲۷/۲ درصد از نمونه‌های مورد مطالعه، مقدار کلیفرم کل بالاتر از مقدار استاندارد بود، این در حالی است که مقدار کلر باقیمانده تنها در ۱۶/۷ درصد از نمونه‌های مورد بررسی در محدوده‌ی استاندارد بود(۲۰). در مطالعه‌ی دیگر که توسط Niyungeko انجام شده بود نیز مشخص شد که از بین سه استخر مورد مطالعه، آلوده‌ترین استخر از نظر کلیفرم کل مقدار کلر آزاد بسیار کم و در محدوده‌ی ۱/۶-۰/۵ میلی گرم در لیتر بود(۲۱). همبستگی میان پارامترهای اندازه گیری شده در جداول شماره ۳ و ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد بین هیچ‌یک از پارامترهای فیزیکوشیمیایی و باکتری‌های هتروتروفیک رابطه معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵) و رابطه‌ی بین این پارامترها و باکتری‌های هتروتروفیک یک رابطه معکوس می‌باشد.

میان کلیفرم کل و پارامترهای دما و کدورت رابطه‌ی مستقیم وجود دارد. رابطه‌ی بین PH و کلر باقیمانده و کلیفرم کل یک رابطه عکس می‌باشد و تنها بین کلیفرم کل و pH رابطه معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵).

جدول شماره ۲: مقادیر پارامتر های فیزیکی- شیمیایی و میکروبی آب استخرها به تفکیک استخرهای مورد نمونه‌گیری

نام استخر	شماره نمونه	کلیفرم کل (MPN)	*اشرشیا کلی* (MPN)	باکتری های هتروتروف (CFU/ml)	کدورت (NTU)	کلر باقیمانده (mgl^{-1})	دما (°C)	pH
۱	۱	۰	۰	۰	۰/۳	۲/۲	۳۰/۵	۸/۱
	۲	۰	۰	۰	۰/۲۳	۳/۹	۳۱/۷	۷/۹
	۳	۰	۰	۳/۳۳	۰/۲۱	۲/۸	۳۱/۴	۷/۷
	۴	۷/۷۵	۰	۰	۰/۸۱	۱/۴	۳۱/۶	۷/۷
۲	۱	۰	۰	۱۳/۳۳	۰/۳۳	۲	۳۱/۵	۷/۷
	۲	۰	۰	۳۰	۰/۴	۱/۸	۳۲	۷/۷
	۳	۰	۰	۰	۰/۴۵	۲/۸	۳۱/۲	۷/۷
	۴	۰	۰	۰	۰/۳۲	۲/۸	۳۱/۳	۷/۷
۳	۱	۰	۰	۳/۳۳	۰/۴۳	۲/۲	۳۰/۲	۸/۲
	۲	۰	۰	۰	۰/۳	۳/۱	۳۱	۷/۷
	۳	۰	۰	۰	۰/۴۵	۳/۱	۳۲	۷/۸
	۴	۰	۰	۲	۰/۳۷	۲/۸	۳۰	۷/۹
۴	۱	۰	۰	۶/۶۷	۰/۲۶	۳/۱	۳۱	۷/۲
	۲	۰	۰	۰	۰/۳۵	۱/۴	۳۰/۴	۷/۷
	۳	۰	۰	۰	۰/۲۸	۱/۴	۲۹/۷	۷/۳
	۴	۰	۰	۶	۰/۱۸	۱/۴	۲۹/۸	۷/۵
۵	۱	۷/۷۵	۰	۰	۰/۴۶	۰/۹	۳۱/۱	۶/۹
	۲	۰	۰	۰	۰/۴۶	۰/۸	۳۱/۲	۷/۳
	۳	۵/۴۸	۰	۶	۰/۶۴	۱/۴	۳۱/۲	۶/۹
	۴	۰/۳	۰	۰	۰/۱۹	۴/۹	۳۱	۶/۷

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

جدول شماره ۳: میانگین (انحراف معیار) میانه (دامنه میان چارکی) پارامترهای متغیرهای فیزیکو شیمیایی آب استخرها

شماره استخر	کدورت (NTU)	دما ^0C	pH	کلر آزاد باقیمانده (mgl^{-1})	کلیفرم کل (MPN)	باکتری های هتروتروفیک
	انحراف معیار± میانگین			میانه (دامنه میان چارکی)		
۱	۰/۵۴ ± ۰/۳۱	۰/۵۵ ± ۳۰/۳۱	± ۰/۱۹ ۷/۸۵	۱/۰۵ ±۲/۵۷	۰(۷/۷۵)	۰(۳/۳۳)
۲	۰/۳۷ ± ۰/۶۱	۰/۳۵ ±۳۱/۵۰	۷/۷۰ ± ۰/۰۰	۰/۵۳± ۳۵/۲	۰(۰)	۰(۳۰)
۳	۰/۳۹ ± ۰/۰۷	۰/۹۱ ±۳۰/۸۰	± ۰/۲۲ ۷/۹۰	۰/۴۲± ۸۰/۲	۰(۰)	۰(۳/۳۳)
۴	۰/۲۷ ± ۰/۰۷	۰/۶۰ ±۳۰/۲۲	± ۰/۲۲ ۷/۴۲	۰/۸۵ ±۸۲/۱	۰(۰)	۰(۶/۶۷)
۵	± ۰/۱۸ ۰/۴۴	۰/۰۹ ±۳۱/۱۲	± ۰/۲۵ ۶/۹۵	۱/۹۵ ±۰۰/۲	۲/۹۰(۷/۷۵)	۲/۹۰(۶/۰۰)

جدول شماره ٤: ماتریس همبستگی بین پارامترهای فیزیکو شیمیایی و باکتری های هتروتروفیک و کلیفرم کل

پارامتر	کلر آزاد باقیمانده	کدورت	pH	دما	باکتری های هتروتروفیک	
باکتری های هتروتروفیک	P =-۰/۱۴ r =۰/۵۶	P =-۰/۰۵ r =۰/۸۲	P =۰/۱۲ r =۰/۶۲	P =-۰/۰۵ r =۰/۸۲	۱	
کلیفرم کل	P =-۰/۲۷ r =۰/۲۷	P =۰/۳۵ r =۰/۱۳	P =۰/۵۲ r =۰/۰۲	P =۰/۱۳ r =۰/۶	۱	

از آن‌جا که سلامت شناگران بعد از استفاده از استخر تحت تاثیر کیفیت میکروبی آب استخرها می‌باشد؛ بنابراین لازم است تا آب استخرها به‌طور صحیح گندزدایی شود و حاوی مقدار مناسب ماده گندزدا باشد تا در صورت ورود آلودگی ثانویه توسط شناگران و کارکنان استخر به آب، آن را از بین ببرد.

کیفیت میکروبی و فیزیکو شیمیایی آب استخر به‌طور مستقیم با سلامت شناگران مرتبط است و می‌تواند باعث ایجاد انواع مختلفی از بیماری‌های عفونی، پوستی و تنفسی برای شناگران با هر رده سنی و با هر هدف تفریحی، ورزشی و درمانی ایجاد کند. چنان چه پارامترهای کیفی ذکر شده در آب استخرها در محدوده استانداردهای اعلام شده از سوی مراجع زیربط نباشد، می‌تواند بار سنگینی از نظر جسمی، مالی و روانی به شناگران وارد سازد. لذا لازم است تا آب استخرها به صورت دوره‌ای و منظم مورد بررسی و سنجش قرار گیرد تا مانع ایجاد چنین مشکلاتی برای شناگران شود.

مطالعه نشان داد در میان پارامترهای فیزیکو شیمیایی دما کم‌ترین (۰ درصد) و کدورت بیش‌ترین (۹۰ درصد) مطابقت را با معیارهای موجود داشت. جمعیت کلیفرم‌های کل در استخر شماره ۵ بیش‌ترین تفاوت را با سایر استخرها نشان داد که ناشی از آلودگی بالای آب این استخر از نظر باکتری مذکور می‌باشد و از نظر کلر آزاد باقیمانده استخر شماره ۵ بیش‌ترین تفاوت را با استاندارد داشت و این موضوع نشان می‌دهد پارامترهای استاندارد فیزیکوشیمیایی و میکروبی به صورت دقیق در این استخر بررسی نشده است و لازم است مدیریت کافی در زمینه دستگاه ها و پارامترهای استاندارد انجام شود. با توجه به رابطه‌ی معکوس بین مقدار کلر آزاد باقیمانده با کلیفرم‌ها می‌توان نتیجه گرفت، تقریبا تمام موارد آلودگی میکروبی زمانی اتفاق افتاده بود که میزان کلر باقیمانده در حد استاندارد نبود. لذا آموزش کافی و اجرای تمهیدات لازم در خصوص بررسی پارامترهای فیزیکو شیمیایی و میکروبی در استخرها بسیار مثمر ثمر خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی که در تصویب و پشتیبانی طرح مزبور با شماره طرح ۴۰۳۰۵۷ و هم‌چنین از معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی کاشان جناب آقای دکتر دلاوری و کارکنان آزمایشگاه مرجع آن مرکز به دلیل همکاری‌ها با دستان باز و روی گشاده سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Hassanein F, Masoud IM, Fekry MM, Abdel-Latif MS, Abdel-Salam H, Salem M, et al. Environmental health aspects and microbial infections of the recreational water:

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

Microbial Infections and Swimming pools. BMC Public Health 2023; 23(1): 302. PMID: 36765300.

2. Firuzi P, Asl Hashemi A, Samadi Kafil H, Gholizadeh P, Aslani H. Comparative study on the microbial quality in the swimming pools disinfected by the ozone-chlorine and chlorine processes in Tabriz, Iran. Environ Monit Assess 2020; 192: 1-18. PMID: 32666262.
3. Dilnessa T, Demeke G. Microbiological, physical and chemical quality of swimming water with emphasize bacteriological quality. Glob J Med Res 2016; 16: 18-27.
4. Bonadonna L, La Rosa G. A review and update on waterborne viral diseases associated with swimming pools. Int J Environ Res Public Health 2019; 16(2): 166. PMID: 30634384.
5. Adhikary RK, Mahfuj MS-E, Starrs D, Croke B, Glass K, Lal A. Risk of human illness from recreational exposure to microbial pathogens in freshwater bodies: a systematic review. Expo Health 2022; 14(2): 325-343.
6. Ubuoh E, Onyeizu U, Uzonu U, Okechukwu I. Assessment of water quality of the selected recreational swimming pools in Umuahia Metropolis, Southeastern Nigeria. Umu J Eng Technol 2022; 8(1): 74-87.
7. Robles E, Ramírez E, Sáinz MG, Martínez B, Ayala R, González ME, et al. Microbiological and physico-chemical study of swimming pool water. Int Res J Adv Eng Sci 2019; 4(4): 15-20.
8. Huang Z. Swimming pool-associated viral outbreaks in China: causes and solutions. Front Public Health 2024; 12: 1480680. PMID: 39776478.
9. Ptak A, Szyc M. The Impact of Swimming Training on the Course and Symptoms of Bronchial Asthma and Respiratory System Function: A Literature Review. Qual Sport 2024; 27: 55-60.
10. Hashish E, Merwad A, Elgaml S, Amer A, Kamal H, Elsadek A, et al. Mycobacterium marinum infection in fish and man: epidemiology, pathophysiology and management; a review. Vet Q 2018; 38(1): 35-46. PMID: 29493404.
11. Cohen PR. Pool toes: case report and review of pool-associated pedal dermatoses. Cureus 2020; 12(11). PMID: 33403185.
12. Gholami-Borujeni F, Mousavi S, Niknejad H. Microbial quality investigation of swimming beaches in Mahmoudabad, Iran 2019. J Mazandaran Univ Med Sci 2020; 30(188): 144-150.
13. Yang L, Chen X, She Q, Cao G, Liu Y, Chang VW-C, et al. Regulation, formation, exposure, and treatment of disinfection by-products (DBPs) in swimming pool waters: A critical review. Environ Int 2018; 121: 1039-1057. PMID: 30392941.
14. Carter RA, Allard S, Croué J-P, Joll CA. Occurrence of disinfection by-products in swimming pools and the estimated resulting cytotoxicity. Sci Total Environ 2019; 664: 851-864. PMID: 30769309.
15. Wyczarska-Kokot J, Dudziak M. Reuse–Reduce–Recycle: water and wastewater management in swimming pool facilities. Desalin Water Treat 2022; 275: 69-80.
16. Rezaei N, Dabiri S, Getso MI, Damani E, Modrek MJ, Parandin F, et al. Fungal contamination of indoor public swimming pools and their dominant physical and chemical properties. J Prev Med Hyg 2022; 62(4): E879. PMID: 35603246.
17. 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. Yafteh 2020; 22(1).

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]

18. Baird R, Rice E, Eaton A. Standard methods for the examination of water and wastewaters. Water Environ Fed 2017; 1: 71-90.
19. Emami M, Sobhanardakani S. Investigation of Microbiological and Physicochemical Parameters of Water of Abyaran and Laleh Indoor Swimming Pools in City of Hamedan City in 2015. Med J Tabriz Univ Med Sci 2020; 42(1): 7-15.
20. Natnael T, Hassen S, Desye B, Woretaw L. Physicochemical and bacteriological quality of swimming pools water in Kombolcha Town, Northeastern Ethiopia. Front Public Health 2024; 11: 1260034. PMID: 38259766.
21. Niyungeko C, Ntirampeba J, Bararunyeretse P, Tiimub BM, Nihorimbere M, Ntakiyiruta P. Evaluation of the status of water quality of three swimming pools in Bujumbura city, Burundi. Int J Environ 2022; 11(2): 53-70.

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2025-06-09]