

Investigation of the characteristics of swimming pool water in Ilam City regarding turbidity, residual chlorine, and microbial load in 2023

Received: 04 December 2024, Accepted: 11 March 2025

Younes Ghasvand^{1,2}, Shokoufeh Mahmoudian^{1,2}, Sajad Mazloomi^{1,3}, Ali Amarloei^{1,3*}

¹ Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

² Student Research Committee, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

³ Health and Environment Research Center, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran

*Corresponding Author:
amarloei@yahoo.com

How to Cite This Article:

Ghasvand Y, Mahmoudian S, Mazloomi S, Amarloei A. Investigation of the characteristics of swimming pool water in Ilam City regarding turbidity, residual chlorine, and microbial load in 2023. Journal of Environmental Health Engineering. 2025;13(1):108-117.

DOI:
[10.61882/jehe.13.1.108](https://doi.org/10.61882/jehe.13.1.108)

ABSTRACT

Background: Swimming is considered one of the most suitable and enjoyable sports and recreational activities for individuals of all ages, especially during the hot season. To prevent disease, attention must be paid to the hygiene of swimming pools. This study aimed to determine the characteristics of the water in swimming pools in the city of Ilam.

Materials and Methods: In this descriptive cross-sectional study, samples were taken from 6 indoor public swimming pools in Ilam City through a census method. Parameters such as temperature, turbidity, pH, residual chlorine, and microbial quality were assessed for 3 months (from December to February). The findings were compared with Iran's national standard No. 9412 and the guidelines for monitoring and supervising swimming pool water and natural bathing places. Data analysis was conducted using Pearson's test and SPSS software version 16.

Results: The results indicated that the lowest level of compliance with existing standards among the studied parameters was temperature, which did not meet standards in 83% of cases. The highest level of compliance was found in fecal coliform, with 94% compliance. Turbidity, pH, residual chlorine, total coliform, and fecal coliform matched the standards in 61%, 67%, 83%, 83%, and 94% of the samples, respectively.

Conclusion: Based on the findings, it is recommended to ensure personal hygiene, take showers before swimming, timely change filtration systems, adjust the water retention time concerning the number and hygiene of swimmers for turbidity control, and use thermal sensors and automatic controls for temperature regulation.

Keywords: Swimming pools, Microbial quality, City of Ilam

بررسی ویژگی های آب استخرهای شنای شهر ایلام از نقطه نظر کدورت، کلر باقی مانده و

بار میکروبی در سال ۱۴۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

یونس غیاسوند^۱، شکوفه محمودیان^۲، سجاد مظلومی^۳، علی عمارلویی^{۳*}^۱ گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران^۲ کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران^۳ مرکز تحقیقات سلامت و محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی ایلام، ایلام، ایران

چکیده

زمینه و هدف: شنا یکی از ورزش ها و سرگرمی های بسیار مناسب و لذت بخش برای کلیه افراد در سنین مختلف، به ویژه در فصل گرما محسوب می شود. به منظور جلوگیری از بیماری باید به بهداشت استخرهای شنا توجه کرد. هدف از این مطالعه تعیین ویژگی های آب استخرهای شنا شهر ایلام بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه توصیفی - مقطعی از ۶ استخر عمومی سرپوشیده شهر ایلام به صورت سرشماری نمونه برداری و پارامترهای دما، کدورت، pH، کلر باقی مانده و کیفیت میکروبی در ۳ ماه از سال (دی تا اسفند) بررسی و با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۴۱۲ و راهنمای نظارت و پایش آب استخرهای شنا و شناگاه های طبیعی مقایسه و با استفاده از آزمون پیرسون و تحت نرم افزار SPSS۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که کمترین میزان تطابق با استانداردهای موجود در بین پارامترهای مورد مطالعه دما بوده است، که در ۸۳٪ موارد تطابق نداشت. بیشترین میزان تطابق را در بین پارامترهای مورد مطالعه مربوط به کلیفرم مدفوعی با ۹۴٪ مطابقت بود. کدورت، pH، کلر باقی مانده، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی به ترتیب در ۶۷٪، ۸۳٪، ۸۳٪ و ۹۴٪ موارد نمونه های مورد مطالعه با استاندارد مطابقت داشت.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج بدست آمده، رعایت بهداشت فردی، دوش گرفتن قبل از شنا، تعویض به موقع فیلترهای تصفیه، متناسب کردن زمان ماند آب استخر با تعداد و بهداشت شناگران جهت کنترل میزان کدورت و استفاده از سنسورهای حرارتی و کنترل خودکار برای تنظیم دما توصیه می گردد.

واژه های کلیدی: استخرهای شنا، کیفیت میکروبی، شهر ایلام

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

amarloei@yahoo.com

نحوه استناد به این مقاله:

Ghiasvand Y, Mahmoudian S, Mazloomi S, Amarloei A. Investigation of the characteristics of swimming pool water in Ilam City regarding turbidity, residual chlorine, and microbial load in 2023. Journal of Environmental Health Engineering. 2025;13(1):108-117.

DOI:

[10.61882/jehe.13.1.108](https://doi.org/10.61882/jehe.13.1.108)

مقدمه

شنا یکی از فعالیت های مورد علاقه و لذت بخش قشر پیر و جوان است که هم جنبه ورزشی و هم درمانی دارد. این ورزش علاوه بر ایجاد نشاط و انبساط روحی، دارای اثرات قطعی و شناخته شده ای بر سلامت جسم، به ویژه عضلات و مفاصل می باشد^{۱، ۲}. استخر های شنا یکی از پرطرفدارترین و جذاب ترین مراکز این ورزش برای مردم به شمار می روند. اما گاه به دلیل عدم رعایت مسائل و موازین بهداشتی از طرف مسئولین استخرها و همچنین حضور تعداد زیادی از مراجعه کننده، متأسفانه استخرهای شنا به یک کانون بیماری زا و آلوده کننده مبدل گشته و امکان ابتلا به بیماری های گوناگون از جمله بیماری های گوارشی مانند حصبه، اسهال، وبا، بیماری های چشم، گوش، حلق، بینی مانند گلودرد های چرکی، گوش درد، ورم ملتحمه چشم و بیماری ها و عفونت های پوستی مانند عفونت های قارچی، زرد زخم و خارش پای شناگران وجود دارد^{۳، ۴}. همچنین متقابلاً شناگرها نیز می توانند از طریق پوست، بزاق، روده و اندام های تناسلی خود میلیون ها میکروارگانیسم را وارد آب کنند. در مطالعه ای که توسط مولی زاده و همکاران در کرمان صورت گرفت، ۱۳/۴ درصد از استخرها آلوده به کلیفرم مدفوعی، ۴/۶۶ درصد آلوده به باکتری های هتروتروف و ۱/۲۰ درصد آلوده به سایر باکتری ها بودند^۵. توجه به مسائل و جوانب بهداشتی استخرهای شنا برای تأمین سلامت و رفاه افراد شناگر بسیار مهم است. از موارد بهداشتی مهم در این زمینه توجه به کیفیت آب مصرفی می باشد، به طوری که آب مورد استفاده برای استخر بایستی کیفیتی به مانند آب شرب داشته باشد، زیرا دستگاه گوارش و مجاری ادراری در ارتباط مستقیم با این آب هستند^۶. در بررسی کیفی آب استخرهای شنا عوامل فیزیکی و میکروبی جزو شاخص های بهداشتی کیفی آب استخرهای شنا قرار گرفته اند که رعایت هر یک از این استانداردها در جلوگیری از بسیاری بیماری های شایع استخرها نقش دارد. در شاخص های جدید عوامل فیزیکی مانند کدورت، مواد شناور، روغن و pH مورد سنجش قرار

گرفته است. کدورت در آب به وسیله وجود ذرات کلوئیدی رخ می دهد که باعث جذب و پراکنش نور می شود. هدف از اندازه گیری کدورت، برقراری شفافیت در آب می باشد به گونه ای که در یک مسیر علامت یا ویژگی خاصی در عمیق ترین قسمت آن قابل رویت باشد. مطالعه ای قانعیان و همکاران در سال ۱۳۹۰ با عنوان بررسی وضعیت کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخر های شنا شهر یزد انجام دادند، آنالیز آماری داده ها نشان داد که بین جمعیت باکتری های هتروتروف و کدورت آب رابطه مستقیم وجود دارد. بر اساس نتایج حاصل، پارامترهای جمعیت باکتری هتروتروف، فلیابیت و دما کمترین تطابق را با استاندارد داشتند که نشان دهنده ضرورت پایش مداوم پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب همچنین کنترل وضعیت فیلتراسیون و گندزدایی آب استخرها می باشد^۱. هدف از برقراری شفافیت در آب بر پایه ی سه اصل استوار است: ۱- عدم وجود ذراتی که مانع از تماس مستقیم گندزدا با میکروارگانیسم ها شود ۲- افراد قادر باشند عمق را تخمین بزنند و از وجود خطرات احتمالی به آسانی مطلع شوند و بتوانند با اطمینان خاطر در آب شنا کنند ۳- ایجاد شرایط دلپذیر، خوشایند و مطلوب در آب استخر برای افرادی که استفاده می کنند^{۱، ۴، ۷، ۹}. کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا مهمترین عامل در استفاده سالم از استخر های شنا می باشد علاوه بر سالم بودن منابع آب از نظر میکروبی، پایش و نگهداری سلامت آب از نظر میکروبی مهم می باشند. اکثر میکروارگانیسم هایی که در آب استخرهای شنا یافت می شوند، خطرناک نیستند. در فرایند تصفیه و گندزدایی تمام میکروارگانیسم ها که شامل باکتری ها، ویروس ها، جلبک ها و قارچ ها می باشند، نابود می شوند، اما هدف رسیدن به نقطه ای است که نابودی تمام باکتری های خطرناک را در بر بگیرد. جهت پایش و کنترل کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا، میکروارگانیسم هایی به عنوان شاخص در نظر گرفته می شود. این شاخص های میکروبی شامل شمارش بشقابی باکتری های هتروتروف

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع توصیفی - مقطعی است. در این مطالعه به صورت سرشماری وضعیت پارامترهای دما، کدورت، pH، مقدار کلر باقی مانده و کیفیت میکروبی آب ۶ استخر شنا شهر ایلام در زمستان سال ۱۴۰۲ مورد بررسی قرار گرفتند. از هر استخر ۳ نمونه در فواصل زمانی یکسان در طول سه ماه و در مجموع ۱۸ نمونه توسط فرد نمونه بردار در زمان های با بیشترین تراکم شناگر جمع آوری شد. بر اساس مشاهده میدانی همه استخرهای شنا مورد مطالعه سرپوشیده بودند. یکی از استخرها بیشتر جنبه درمانی داشته و از نوع پر و خالی شونده بود که از داده های مورد آنالیز حذف گردید. استخرهای شنا دارای سیستم تصفیه آب با جریان چرخشی و زمان ماند در حدود ۸-۶ ساعت بودند. همچنین منبع تامین آب تمام استخرهای مورد بررسی شبکه آبرسانی شهری بود.

پارامترهای کلر باقیمانده و pH در محل نمونه برداری بوسیله کیت مخصوص کلر سنجی مدل PT100 ساخت آلمان حاوی قرص های DPD_1^2 ، فنل رد و همچنین پارامتر کدورت توسط دستگاه کدورت سنج کالیبره شده پرتابل HACH 2100Q ساخت آمریکا، اندازه گیری شد. پارامترهای میکروبی مورد ارزیابی شامل کلیفرم مدفوعی و کل کلیفرم بودند. جهت سنجش این پارامترها از آب استخرهای شنا، نمونه هایی از عمق حداقل ۲۰ سانتیمتری عمق آب استخر توسط بطری های استریل دهانه گشاد با ظرفیت ۲۵۰ میلی لیتر حاوی تیوسولفات سدیم برداشت شد و در دمای ۰ تا ۴ درجه سلسیوس نگهداری و در کمتر از ۱۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل و بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۳۷۵۹ به روش تخمیر ۹ لوله ای در دو مرحله احتمالی و تاییدی آزمایش ها انجام شد^{۱۱}. پس از جمع آوری نتایج آزمایش ها، داده های بدست آمده با استاندارد ملی ایران به شماره ۹۴۱۲ و راهنمای نظارت و پایش آب استخرهای شنا و شناگاه های طبیعی مقایسه و با استفاده از نرم افزار SPSS^{۱۶} و با آزمون ضریب

(HPC)^۱ به عنوان مهم ترین شاخص کارآیی گندزدایی آب و کلیفرم ها و استرپتوکوک های مدفوعی به عنوان شاخص آلودگی مدفوعی و همچنین استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا به عنوان شاخص های مخاطره بهداشتی آب در نظر گرفته شده اند^{۱،۴،۷}. در سال ۱۳۹۴ مطالعه ای با هدف بررسی آلودگی میکروبی آب استخرهای عمومی شنا با اشرشیا کلی، سودوموناس آئروژینوزا و پارامترهای فیزیکی آن ها توسط نظری و همکارانش در کرمانشاه انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد در استخرهای شنا، کلر باقی مانده مناسب باعث کاهش آلودگی میکروبی آب استخرها شده است. همچنین کنترل مداوم عواملی مانند pH، کدورت، غلظت مناسب گندزدا، دوش گرفتن شناگران قبل از ورود به استخر و کنترل تعداد شناگران توسط متصدیان استخر می تواند تاثیر زیادی در کاهش آلودگی میکروبی استخرهای شنا داشته باشد^۸. مواد شیمیایی متنوعی جهت گندزدایی آب استفاده می شود ولی ارائه دهندگان خدمات شنا در سراسر جهان از ترکیبات مختلف کلر مانند هیپوکلریت سدیم، هیپوکلریت کلسیم و غیره به عنوان گندزدا برای گندزدایی استخرها استفاده می کنند. در همین راستا کلرزنی جهت غیرفعال سازی طیف گسترده ای از میکروارگانیسم های بیماری زا روش غالب گندزدایی آب استخرها است. رعایت نکات ارائه شده در رابطه با کیفیت آب، علاوه بر تحقق یافتن هدف اصلی یعنی حفظ سلامت افراد اجتماع، می تواند به عملکرد مطلوب این اماکن، جذب افراد بیشتر و همچنین حفظ تأسیسات و تجهیزات استخر، کمک نماید. به طوری که کیفیت مناسب آب می تواند، باعث دوام و عمر بیشتر تأسیسات و تجهیزات گردد^{۲،۶}. با توجه به اهمیت موضوع کیفیت آب استخرهای شنا این تحقیق با هدف تعیین ویژگی های آب استخرهای شنا شهر ایلام از نظر کدورت، کلر باقیمانده و بار میکروبی در سال ۱۴۰۲ صورت گرفته است.

1. Heterotrophic plate count
2. Diethyl-P-Phenylenediamine

همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها

نتایج حاصل از بررسی آزمایشات دما، کدورت، pH، کلر باقی مانده و کیفیت میکروبی آب استخرهای شهر ایلام در سال ۱۴۰۲ در جداول ۱ تا ۳ آمده است. با توجه به داده

های موجود در جدول ۱ بیشترین و کمترین دمای اندازه گیری شده در استخرهای مورد مطالعه به ترتیب ۳۳ و ۲۱ درجه سلسیوس بود. همچنین بیشترین مقدار کدورت ۱/۴۹ NTU و کمترین مقدار کلر باقی مانده mg/l بود.

جدول ۱. مقادیر اندازه گیری شده پارامترهای مورد مطالعه در آب استخرهای شنا شهر ایلام در سال ۱۴۰۲

ماه	استخر	دما (°C)	کدورت (NTU)	pH	کلر باقی مانده (mg/l)	کیفیت میکروبی (MPN/100cc)	
						TC	Ec
دی	۱	۳۲	۰/۶۱	۸/۲	۱/۷	۰	۰
	۲	۳۱	۱	۸	۳	۱۵	۰
	۳	۲۸	۱/۲	۷/۴	۰/۱	۰	۰
	۴	۳۰	۰/۳۷	۷/۷	۲/۵	۰	۰
	۵	۳۰	۰/۹۷	۷/۶	۳	۰	۰
	۶	۲۸	۱	۷/۶	۳	۰	۰
بهمن	۱	۳۳	۰/۳۸	۸/۳	۲	۰	۰
	۲	۳۰/۵	۰/۷	۷/۸	۰/۴	۲۸	۲۸
	۳	۳۴	۰/۳۱	۷/۷	۰/۵	۰	۰
	۴	۲۱	۰/۴۳	۷/۶	۳	۰	۰
	۵	۲۳	۰/۳۵	۷/۲	۳	۰	۰
	۶	۲۲	۰/۲۹	۶/۸	۲	۰	۰
اسفند	۱	۳۰	۱/۴۹	۸	۱/۵	۷	۰
	۲	۳۳	۰/۳۳	۷/۸	۳	۰	۰
	۳	۳۲	۰/۲۲	۸/۳	۳	۰	۰
	۴	۲۹	۰/۲	۷/۸	۳	۰	۰
	۵	۳۱	۰/۳	۷/۸	۳	۰	۰
	۶	۳۲	۰/۲۵	۷/۶	۳	۰	۰
استاندارد ملی		۲۶ - ۲۸	≤ ۰/۵	۷/۲ - ۷/۸	۳ - ۱	-	۱

همانطور که در جدول ۲ آمده است در مقایسه پارامترهای سنجیده شده با استاندارد ملی ایران دما با ۸۳٪ عدم تطابق، کمترین و MPN/100cc کلیرم مدفوعی با ۹۴٪ تطابق، بیشترین مطلوبیت را

داشتند. کدورت، pH، کلر باقی مانده و کل کلیرم به ترتیب در ۶۱٪، ۶۷٪، ۸۳٪ و ۸۳٪ موارد نمونه های مورد مطالعه در حد مطلوب بوده اند.

جدول ۲. وضعیت مطلوبیت بهداشتی پارامترهای مورد مطالعه در آب استخرهای شنا شهر ایلام در سال ۱۴۰۲

ماه	تعداد سنجش	دما (%) تعداد	کدورت (%) تعداد	pH (%) تعداد	کلر باقی مانده (%) تعداد	کیفیت میکروبی (%) تعداد	
						TC	Ec
دی	۶	۲ (۳۳/۳۳)	۱ (۱۶/۶۶)	۴ (۶۶/۶۶)	۵ (۸۳/۳۳)	۵ (۸۳/۳۳)	۶ (۱۰۰)
بهمن	۶	۰ (۰)	۵ (۸۳/۳۳)	۴ (۶۶/۶۶)	۴ (۶۶/۶۶)	۵ (۸۳/۳۳)	۵ (۸۳/۳۳)
اسفند	۶	۱ (۱۶/۶۶)	۵ (۸۳/۳۳)	۴ (۶۶/۶۶)	۶ (۱۰۰)	۵ (۸۳/۳۳)	۶ (۱۰۰)
کل	۱۸	۳ (۱۶/۶۶)	۱۱ (۶۶/۱۱)	۱۲ (۶۶/۶۶)	۱۵ (۸۳/۳۳)	۱۵ (۸۳/۳۳)	۱۷ (۹۴/۴۴)

در جدول ۳ وضعیت همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه با استفاده از آزمون ضریب همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSSv16 آمده است. بین بار

میکروبی با کدورت و کلر باقی مانده به ترتیب رابطه مستقیم و عکس وجود دارد که این رابطه به صورت معنی دار نبوده است ($P \geq 0/05$).

جدول ۳. وضعیت همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه آب استخرهای شنا شهر ایلام در سال ۱۴۰۲

TC	Ec	کلر باقی مانده	pH	کدورت	متغیرهای مطالعه	
				۱	مقدار همبستگی	کدورت
				۰	سطح معنی داری	
			۱	۰/۱۰۴	مقدار همبستگی	pH
			۰	۰/۶۸۱	سطح معنی داری	
		۱	۰/۰۳۹	-۰/۴۳۲	مقدار همبستگی	کلر باقی مانده
		۰	۰/۸۷۸	۰/۰۷۳	سطح معنی داری	
	۱	-۰/۴۵۴	۰/۰۴۵	۰/۱۱۶	مقدار همبستگی	Ec
	۰	۰/۰۵۸	۰/۸۶۰	۰/۶۴۸	سطح معنی داری	
۱	۰/۵۴۲	-۰/۲۸۲	۰/۲۴۷	۰/۶۱۸	مقدار همبستگی	TC
۰	۰/۰۲	۰/۲۵۶	۰/۳۲۳	۰/۰۶	سطح معنی داری	

بحث

عوامل فیزیکی، شیمیایی و میکروبی جزو شاخص های بهداشتی در بررسی کیفی آب استخرهای شنا می باشند که رعایت هر یک از این عوامل در جلوگیری از بسیاری از بیماری های شایع استخرها نقش دارد. یکی از پارامترهای مورد مطالعه در آب استخرها دمای آب می باشد بر اساس استاندارد ملی ایران دمای آب باید بین $26-28^{\circ}\text{C}$ باشد ^{۱۰}. بیشترین و کمترین دمای سنجیده شده در آب استخرها در

این مطالعه به ترتیب ۳۳ و ۲۱ درجه سلسیوس بود. شنا کردن در دمای بالاتر از 28°C به مدت طولانی سبب ضعف و ناتوانی شناگران شده و به مرور زمان باعث رشد جلبک های سبز می شود. شنا کردن در دمای پایین تر از 26°C باعث احساس سرما یا لرز شناگران می شود ^{۱۰}. در مطالعه حاضر دمای آب استخرها در ۸۳٪ موارد نامطلوب بوده است. در مطالعه ای که توسط مظلومی و همکاران به منظور بررسی وضعیت شاخص های بهداشتی استخرهای عمومی

شنا شهر ایلام در سال ۹۷-۹۸ انجام شد، دمای آب در ۷۵٪ موارد خارج از محدوده استاندارد بوده است و تقریباً با مطالعه حاضر همخوانی دارد.^{۱۵} این میزان از نامطلوب بودن می تواند به علت عدم وجود یا اختلال در کار سنسورهای حرارتی و کنترل خودکار باشد. یکی دیگر از پارامترهایی که در این مطالعه بررسی شده، کدورت آب استخرها می باشد. با توجه به تاثیر منفی کدورت بر فرایند گندزدایی حداکثر مجاز کدورت NTU ۰/۵ می باشد. بیشترین و کمترین مقدار کدورت به ترتیب ۱/۴۹ و ۰/۲ واحد بود. کدورت بالا باعث اختلال در فرایند گندزدایی و کاهش تاثیر ماده گندزدا می شود.^{۱۰} لذا توجه به فرایند صاف سازی و کاهش کدورت تا مقدار مجاز برای دسترسی به کارایی مطلوب گندزدایی و کیفیت فیزیکی مناسب آب اهمیت زیادی دارد. مقدار کدورت در آب استخرهای مورد مطالعه در ۶۱٪ موارد سنجیده شده مطابق با استاندارد بوده است. مظلومی و همکاران در سال ۱۴۰۱ طی مطالعه ای تحت عنوان بررسی وضعیت شاخص های بهداشتی استخرهای شنای عمومی شهر ایلام اعلام نمودند که میزان کدورت در هیچ یک از نمونه های مورد مطالعه مطلوب نبوده است.^{۱۵} بر اساس گزارش اسدی و همکاران در سال ۱۳۹۵ در شهر زنجان تحت عنوان بررسی شاخص های فیزیکوشیمیایی و باکتریایی آب استخرهای شنا، میزان کدورت در ۲٪ موارد مطلوب بوده است.^{۱۶} همچنین در سال ۱۳۹۵ مطالعه ای که توسط کورستی و همکاران تحت عنوان بررسی آلودگی میکروبی آب استخرهای عمومی شنا در شهر کرمانشاه انجام شد، نشان داد میزان کدورت در ۲۲/۵٪ موارد مطلوب بوده است و با مطالعه حاضر همخوانی ندارند.^۸ مقایسه میزان کدورت آب استخرهای شنا شهر ایلام در این مطالعه نسبت به چند سال اخیر و مطالعات انجام شده در شهر زنجان و کرمانشاه نشان از مطلوبیت بیشتر این پارامتر در شهر ایلام دارد. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه مذکور نشان دهنده ارتقاء وضعیت استخرهای شنا در این شاخص نسبت به مطالعه مظلومی و همکاران می باشد. کنترل و تنظیم pH

آب استخرها یکی از اساسی ترین مواردی است که باید به صورت مداوم به آن توجه گردد. از دلایل اهمیت و الزام کنترل و تنظیم pH آب استخرها می توان به کاهش قدرت کشندگی، شکل گرفتن رسوب بر روی تجهیزات، تیره و کدر شدن رنگ آب، کم شدن طول عمر فیلتر تصفیه آب استخر و سوزش چشم شناگران اشاره کرد. بررسی واکنش یونیزاسیون اسید هیپوکلرو نشان می دهد که در pH پایین، کلر بیشتر به صورت اسید هیپوکلرو (HOCl) و در pH بالا به صورت یون هیپوکلرو (OCl⁻) در آب می باشد. اثر اسید هیپوکلرو در گندزدایی باکتری های مدفوعی صد برابر بیشتر از یون هیپوکلریت می باشد. بنابراین با افزایش pH قدرت گندزدایی کلر به میزان قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.^{۱۵} در مطالعه ی حاضر میانگین pH به مقدار ۷/۷۳ بوده و در ۶۷٪ موارد مورد مطالعه با استاندارد تطابق داشت. مظلومی و همکاران در سال ۹۷-۹۸ طی مطالعه ای تحت عنوان بررسی وضعیت شاخص های بهداشتی استخرهای شنای عمومی شهر ایلام، اعلام نمودند که میزان pH در ۵۰٪ موارد مطلوب بوده است.^{۱۵} این شاخص در مطالعه حاضر نسبت به مطالعه انجام شده در سال ۹۷-۹۸ در شهر ایلام بهبود یافته، که می تواند به علت پایش منظم توسط متصدیان یا کارشناسان بهداشت محیط باشد. ولی این میزان از مطلوبیت تفاوت زیادی با استانداردهای موجود دارد. مطالعه ای که تحت عنوان بررسی وضعیت کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر یزد در سال ۱۳۹۰ توسط قانعیان و همکاران انجام شد، نشان داد pH در ۸۴/۷۳٪ موارد مطلوب بوده است.^۱ همچنین کمره ئی و همکاران در بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنا شهر خرم آباد در سال ۱۳۹۴ گزارش کردند که میزان pH در ۸۳/۳٪ موارد در حد مطلوب بوده است که با مطالعه حاضر همخوانی ندارد.^{۱۷} یکی دیگر از پارامترهای مهم که در ارزیابی گندزدایی آب استخرها نقش مهمی دارد کلر باقی مانده است. مقدار این پارامتر بر اساس استانداردهای موجود ۱-۳ میلی گرم بر لیتر است. بیشترین

نمونه ها از نظر کل کلیفرم مطابق با استاندارد DIN بوده است. در مطالعه ای که توسط موسویان و همکاران در سال ۱۳۸۶ بر روی ۶۲ استخر شنا در ۱۱ شهرستان استان اصفهان انجام گرفت، از ۸۷۲ نمونه مورد بررسی، ۸۹/۳۳٪ نمونه ها از لحاظ کیفیت میکروبی در محدوده استاندارد بودند که با مطالعه حاضر همخوانی دارد.^۶ بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر کلر باقی مانده با میزان بار میکروبی و کدورت رابطه عکس داشته ولی این رابطه معنی دار ($P \geq 0.05$) نبود. در سال ۱۳۹۳ بهمنی و همکاران در مطالعه ای تحت عنوان کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنا شهر سنج گزارش کردند که بین کلر باقی مانده با بار میکروبی رابطه عکس معنی دار ($P \leq 0.05$) وجود دارد.^{۱۴} بیکی و همکاران در سال ۱۳۹۲ در مطالعه ای تحت عنوان ارزیابی تحلیلی کیفیت میکروبی آب استخرهای عمومی شهر تهران بیان نمودند که رابطه معنی داری ($P \leq 0.05$) بین کیفیت میکروبی با کدورت، pH و کلر باقی مانده وجود داشت که با مطالعه حاضر همخوانی ندارند. همچنین مطالعه نیک آیین و همکاران بر روی ۲۵ استخر شهر اصفهان در سال ۱۳۸۷ نشان داد ارتباط معنی داری ($P \leq 0.05$) بین کاهش کلر باقی مانده با افزایش باکتری های کلیفرم وجود داشت که با مطالعه حاضر همخوانی ندارند. علت عدم رابطه معنی دار پارامترهای مورد نظر در مطالعه حاضر می تواند کم بودن تعداد نمونه های مورد مطالعه باشد.^{۱۳،۷}

نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده به ترتیب کیفیت میکروبی، کلر باقی مانده و pH بیشترین و کدورت و دما کمترین تطابق را با استانداردها داشتند. رعایت بهداشت فردی، دوش گرفتن قبل از شنا، تعویض به موقع فیلترهای تصفیه، متناسب کردن زمان ماند آب استخر با تعداد و بهداشت شناگران و نصب بروشورهای آموزشی در محل های مناسب جهت

و کمترین مقدار کلر باقی مانده اندازه گیری شده در این مطالعه به ترتیب ۳ و ۰/۱ میلی گرم بر لیتر بود. مقادیر ناکافی کلر باعث رشد باکتری ها و جلبک ها، ایجاد بیماری های منتقله از آب و میزان بیش از حد آن علاوه بر ایجاد طعم و بوی نامطبوع، خطراتی برای پوست، چشم ها و دستگاه تنفسی ایجاد می کند و از سوی دیگر موجب تولید محصولات جانبی گندزدایی (DBPs)^۱ و سرطان زایی می شود.^{۷،۹} در مطالعه حاضر در ۸۳/۳۳٪ موارد مقدار کلر باقیمانده در محدوده استاندارد بوده است. مطالعه ای که تحت عنوان بررسی وضعیت شاخص های بهداشتی استخرهای شنای عمومی شهر ایلام در سال ۹۸-۹۷ توسط مظلومی و همکاران انجام شد نشان داد میزان کلر باقی مانده در ۷۵٪ موارد مطلوب بوده است.^{۱۵} نتایج مطالعه ای که توسط اسدی و همکارانش در سال ۱۳۹۷ به منظور بررسی شاخص های فیزیکوشیمیایی و باکتریایی آب استخرهای شنا شهر زنجان انجام شد، نشان داد که ۴۱/۷٪ نمونه ها دارای کلر باقی مانده در محدوده استاندارد بوده اند و با مطالعه حاضر همخوانی ندارد.^{۱۶} این عدم تطابق می تواند به علت آموزش ناکافی به متصدیان و مدیران استخرهای شنا در راستای بهره برداری اصولی از استخرها و عدم کنترل پارامترهای تاثیرگذار بر فرایند گندزدایی باشد. سنجش کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا عمدتاً با استفاده از باکتری های شاخص آلودگی مدفوعی انجام می شود. کلیفرم مدفوعی یا کلیفرم های مقاوم در برابر حرارت شامل تمام کلیفرم هایی هستند که قادر به تخمیر لاکتوز در دمای °C ۴۴/۵ هستند. حضور این کلیفرم ها نشان دهنده آلودگی مدفوعی است. بر اساس استاندارد تدوین شده توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران کلیفرم مدفوعی باید کمتر از ۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر آب استخر باشد. در تحقیق حاضر ۹۴٪ نمونه ها از نظر کلیفرم مدفوعی مطابق با استاندارد بوده است. در استاندارد ملی ایران، استاندارد برای کل کلیفرم وجود ندارد و بر اساس استاندارد DIN^۱ آلمان $MPN/100cc=0$ می باشد. در تحقیق حاضر ۸۳٪

1. Disinfection byproducts

2. Deutsches Institut für Normung

تعارض منافع

این پژوهش تعارض منفعی با هیچکدام از سازمان ها و افراد حقیقی و حقوقی ندارد.

حمایت مالی

این مقاله حاصل یک طرح پژوهشی مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی ایلام می باشد و بودجه انجام آن از طریق این کمیته تامین شده است.

ملاحظات اخلاقی

مقاله دارای کد اخلاق IR.MEDILAM.REC.1403.068 می باشد.

مشارکت نویسندگان

- استاد راهنمای طرح، طراحی پروژه و نظارت بر انجام طرح تحقیقاتی و نگارش مقاله: علی عمارلوئی
- مشاوره علمی و ویراستاری مقاله: دکتر سجاد مظلومی
- جمع آوری نمونه ها و انجام آزمایشات و نگارش مقاله: یونس غیاسوند، شکوفه محمودیان

کنترل میزان کدورت و استفاده از سنسورهای حرارتی و کنترل خودکار برای تنظیم دما توصیه می گردد. لازم است سنجش شاخص های دما، میزان کلر باقیمانده آزاد و ترکیبی و همچنین میزان شفافیت آب روزانه حداقل سه بار توسط متصدیان انجام شود. مقایسه نتایج مطالعه حاضر با مطالعه انجام شده در سال ۹۸-۹۷ در شهر ایلام، نشان دهنده ارتقاء وضعیت شاخص های بهداشتی آب استخرهای شنا می باشد. نتایج حاصل از این مطالعه می تواند توسط مسئولین برای مدیریت بهداشتی موثرتر و بهبود کیفیت آب استخرها مورد استفاده قرار گیرد. برای بهتر شدن کیفیت آب استخرها و به دنبال آن کاهش بیماری های منتقله از طریق استخرهای شنا، کنترل مستمر پارامترها توسط متصدیان و بازرسان بهداشت محیط، آموزش متصدیان و اداره کنندگان استخرهای شنا توصیه می شود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مساعدت کارشناسان محترم بهداشت محیط مرکز بهداشت شهر ایلام که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند و همچنین از کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی ایلام به خاطر تامین بودجه لازم برای انجام این طرح تحقیقاتی، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

1. Ghaneian MT, Ehrampoush MH, Dad V, et al. An Investigation On Physicochemical and Microbial Water Quality of Swimming Pools in Yazd. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*. 2012;20(3 (84)): 340-349 [In Persian].
2. Jaber A, Sadeghi A, Alizadeh MH. Survey of Swimming Pool Pollution in Mashhad. *Journal of Movement Science & Sports*. 2009;7(13): 91-98 [In Persian].
3. Shadzi Sh, Pour Moghadas H, Zare A, et al. Fungal Contaminations in Four Swimming Pools in Isfahan, Iran. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*. 2001; 4(1 (9)): 9-12 [In Persian].
4. Mehdinejad MH. The Determination of Quality of Healthy Indicators in Swimming Pools in Gorgan. *J Gorgan Univ Med Sci* 2003; 5 (2): 89-95 [In Persian].
5. Molazadeh P, Khanjani N, Rahimi M, et al. Fungal and Biological Contamination and Physicochemical Quality of Swimming Pools Water in Kerman, 2014-2015: A Short Report. *Jrums* 2016; 15 (5): 491-500 [In Persian].
6. Mousaviyan Z, Aflakian A, Shabani A, et al. The relationship between residual chlorine and microbial quality of swimming pool water in Isfahan province in the four seasons of 2008. *The 11th National Conference on Environmental Health, Zahedan*: 2008 [In Persian].
7. Beiki A, Yunesian M, Nabizadeh R, et al. Analytic Assessment of Microbial Water Quality in Public Swimming Pools of Tehran in 2013. *jehe* 2016; 9 (1):15-26 [In Persian].
8. Haghmorad Korasti A, Nazari R, Zargar M. Study of Microbial Contamination of the Public Swimming Pools with *Escherichia Coli* and *Pseudomonas Aeruginosa* and Their Physical Parameters in Kermanshah, Iran. *Qom Univ Med Sci J* 2016; 10 (7): 65-73 [In Persian].
9. Rezaei M, Parastar S, Rahmani Z, et al. Evaluation of Water Treatment Plant Performance of Parsabad City in Ardabil Province in Removal of Total Dissolved Solids, Turbidity Phosphate and Calcium. *Jehe* 2014; 1 (2) :75-83 [In Persian].
10. Guidelines for Monitoring and Monitoring the Water of Swimming Pools and Natural Swimming Pools, Ministry of Health, Treatment and Medical Education, Health and Work Environment Center, 2013 [In Persian].
11. America 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; 2005.
12. Sanbalian A, Asl Hashemi A. Investigating the quality and quantity of water in the swimming pool of Saqqez. *Quarterly journal of the application of chemistry in the environment*, year 2019, number 43, pages 13-17 [In Persian].
13. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Vahid Dastjerdi M, et al. An Investigation on Physical, Chemical and Microbial Quality of Isfahan Swimming Pool Waters Based on Standard Indicators. *Journal of Isfahan Medical School*, 2010; 28(108) [In Persian].
14. Bahmani P, Maleki A, Salimi M, et al. Survey Physico-Chemical and Microbial Quality of Sanandaj City Swimming Pools Water. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2015; 2. 89-97 [In Persian].
15. Sadr M, Nourmoradi H, Ghodsi S, et al. Investigating The Health Indicators Of Public Swimming Pools In Ilam Province. *Journal of Environmental Health Engineering*. 2022;10(1): 61-71 [In Persian].
16. Asadi A, Alizadeh A, Mohammadian Fazl M, et al. Study of the status of physicochemical and bacterial indicators of water in swimming pools in Zanjan city, *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2019; 25(6), 763-771 [In Persian].
17. Kamarehie B, Birjandi M, Bazdar M, et al. Study of Physical, Chemical and Microbial Quality of Swimming Pools in the Khorramabad in Year 2015. *jehe* 2017 4 (3): 232-224 [In Persian].