

Investigation and audit of the safety, health and environmental aspects of the swimming pools in Khoy City since 2022-2024

Received: 17 December 2024, Accepted: 11 March 2025

Mohammad Aqanaghad^{1*}, Mohammad Amin Saifloo²

¹ Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Khoy Faculty of Medical Sciences, Khoy, Iran

² Bachelor of Environmental Health Engineering, Student Research Committee, Khoy Faculty of Medical Sciences, Khoy, Iran

*Corresponding Author:
aqanaghad.eh@gmail.com

How to Cite This Article:

Aqanaghad M, Saifloo M A.
Investigation and audit of the safety,
health and environmental aspects of
the swimming pools in Khoy City
since 2022–2024. Journal of
Environmental Health Engineering.
2025;13(1):36-49.

DOI:

[10.61882/jehe.13.1.36](https://doi.org/10.61882/jehe.13.1.36)

ABSTRACT

Background: Swimming pools, despite supervision by health centers, can be sources of the transmission of infectious diseases due to non-expert pool operators. This research aimed to evaluate the HSE of swimming pools in Khoy City from 2022 to 2024.

Materials and Methods: We conducted this practical study on seven swimming pools in Khoy. We performed HSE assessments based on checklists and water test results from the Health Deputy of the Khoy Medical Sciences Faculty. Data were analyzed using SPSS software, due to the non-parametric nature of the data, Wilcoxon and Spearman tests were used for comparing the parameters with relevant standards.

Results: The average score of compliance of HSE parameters with relevant national health standards was 86%. Kabiry pool and mineral hot water pools had the highest and lowest compliance with the standards, respectively. Fecal coliform was absent in all pools except the mineral hot water ones. The average heterotrophic plate count was below 200 in all pools except in mineral water pools, where it exceeded 200. Microbial water quality scores ranged from 40 to 95. The average amount of free chlorine met the standard and showed a significant inverse relationship with the numbers of coliforms and HPC.

Conclusion: Due to inadequate regular purification, the water turbidity of the swimming pools exceeded the standard. Consequently, the water microbial quality was not favorable despite sufficient residual chlorine levels. This indicates that the pool attendants focused on chlorination and neglected water quality. So, we recommend that the pool staff receive proper training in pool operation.

Keywords: Khoy city, swimming pools, Health and safety, Water quality

بررسی و ممیزی وضعیت ایمنی، بهداشت و جنبه های زیست محیطی استخرهای شهر

خوی از سال ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۱

محمد آقائزاد^{۱*}، محمد امین سیفلو^۲^۱ استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی خوی، خوی، ایران^۲ دانشجوی کارشناسی مهندسی بهداشت محیط، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم پزشکی خوی، خوی، ایران

چکیده

زمینه و هدف: معمولاً به دلیل غیرکارشناس بودن متصدیان استخرهای شنا، استخرها ریسک بالایی برای انتقال برخی بیماری‌های واگیردار دارند لذا مطالعه و بهبود وضعیت بهداشت، ایمنی و زیست محیطی استخرها ضروری است. بنابراین این تحقیق به بررسی جامع استخرهای شهر خوی از این نظر طی سالهای ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ پرداخت. **مواد و روش‌ها:** این مطالعه کاربردی روی هفت استخر فعال در شهرستان خوی انجام گرفت. برای ارزیابی بهداشتی و ایمنی استخرها از چک‌لیست‌های پر شده و نتایج آزمایشات آب که توسط دانشکده علوم پزشکی خوی انجام شده بود، استفاده گردید. پارامترهای توصیفی بین ۰ تا ۱۰۰ نمره‌دهی گردید. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS جمع‌آوری و تحلیل آماری گردید. به دلیل غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون‌های غیرپارامتریک ویلکاکسون و اسپیرمن برای مقایسه با استانداردها و همبستگی پارامترها استفاده شد.

یافته‌ها: نمره میانگین مطابقت پارامترهای بهداشتی و ایمنی با استانداردهای مرتبط کشوری ۸۶ درصد بود. از نظر میانگین نمرات، استخر کبیری بالاترین تطابق با موازین بهداشتی و استخرهای آب‌گرم کمترین تطابق را داشتند. میانگین تعداد کلیرم گوارشی در همه آنها غیر از آب گرم‌ها صفر بود. میانگین تعداد HPC در همه استخرها زیر ۲۰۰ و در آب گرم‌ها بالاتر از ۲۰۰ بود. از نظر کیفیت میکروبی آب، میانگین نمرات ۴۰ تا ۹۵ بود. مقدار کلر آزاد به طور میانگین، برابر استاندارد بود و مقدار کلر آزاد با تعداد کلیرم و HPC ارتباط معکوس معنی‌دار داشت. **نتیجه‌گیری:** به دلیل عدم تصفیه منظم، کدورت آب استخرهای خوی بالاتر از استاندارد بود، به همین خاطر کیفیت میکروبی آب با وجود کلر باقیمانده کافی، مطلوب نبود. مشخص شد متصدیان استخر فقط روی کلر زنی تمرکز کرده و از کیفیت آب غافل هستند لذا آموزش اصولی کارکنان و نظارت بیشتر در زمینه راهبری استخر پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شهر خوی، استخرهای شنا، بهداشت و ایمنی، کیفیت آب

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

aqanaghad.eh@gmail.com

نحوه استناد به این مقاله:

Aqanaghad M, Saifloo MA. Investigation and audit of the safety, health and environmental aspects of the swimming pools in Khoy City since 2022–2024. Journal of Environmental Health Engineering. 2025;13(1):36-49.

DOI:

[10.61882/jehe.13.1.36](https://doi.org/10.61882/jehe.13.1.36)

مقدمه

امروزه با توجه به رویکرد سبک زندگی سالم نیاز به ورزش، امکانات و مراکز ورزشی افزایش یافته است. استخرهای شنا یکی از مراکز مهم ورزشی است که در تمام فصول سال به ویژه فصل گرم مراجعه کنندگان زیادی دارد و به دلیل اثراتی که شنا در نشاط و سلامت دارد، مورد توجه مردم است. با این حال استخرهای شنا به دلیل اینکه به طور همزمان مورد استفاده افراد متعدد و در هر سنی قرار می گیرند با خطرات بهداشتی و ایمنی همراه هستند طوری که عدم رعایت استانداردهای ایمنی و بهداشتی در ساخت و بهره برداری استخر می تواند منجر به از دست دادن توانایی جسمی موقت مانند شکستگی یا دائمی، سکتة مغزی، آسیب نخاعی و حتی مرگ ناشی از خفگی آب شود^۱. بنابراین، شناسایی و حذف عوامل خطر بیماریزا می تواند شنا را به تفریح و ورزشی جذاب و استخرهای شنا را به مکانی امن و خوشایند تبدیل کند. برای تحقق این امر نیاز به نظارت و کنترل همه جانبه ایمنی و سلامت استخرها توسط ارگان های بهداشتی و تطابق آنها با استانداردهای سلامت و ایمنی ضروری است^۲.

از نظر بهداشتی با توجه به اینکه استخرهای شنای سرپوشیده و سرباز با ا فشار مختلف انسانی که از نظر اقتصادی، اجتماعی و وضعیت بهداشتی متفاوت هستند، ارتباط دارند، می توانند به عنوان یک منبع مستعد انتشار آلودگی میکروبی عمل کرده و عامل انتقال بیماری های واگیردارگوارشی، برخی بیماری های چشم و بیماری پوستی (انواع کچلی، عفونت قارچی پوست و بین انگشتان پا) باشند. وضعیت بهداشتی استخر به کیفیت آب، نوع استخر از نظر داشتن تأسیسات تصفیه و کنترل کیفیت آب، وضعیت ساختمانی، وضعیت بهداشت فردی شناگران و نحوه گندزدایی آب بستگی دارد. در این میان تأمین آب

کافی، تصفیه و کنترل کیفیت آب استخر و گندزدایی آن فوق العاده مهم بوده و در درجه اول اهمیت قرار دارد. همچنین ایمنی استخر در مرحله ساخت و بهره برداری یکی از عوامل مهم در سلامتی شناگران است و لذا باید استخر طبق استانداردهای فنی و با تجهیزات ایمن ساخته شده و ناظر ایمنی و نجات غریق همیشه حاضر، داشته باشد. علاوه بر این وضعیت بهداشتی و ایمنی آن توسط کارشناسان ارگان مربوطه نظارت و کنترل گردد^۳. از جنبه زیست محیطی هم استخرهای شنا به عنوان یکی از مهمترین مصرف کنندگان آب و شاید آب شهری و تولید پساب هستند که روی محیط زیست تأثیر دارند و اگر دارای سیستم تصفیه و بازچرخش آب نباشند مصرف آب آنها تا حد زیادی افزایش می یابد لذا لازم است در بررسی استخرهای شنا مؤلفه های زیست محیطی یعنی منبع تأمین آب، مقدار آب مصرفی، مقدار پساب تولیدی، روش تصفیه و دفع پساب، وجود و کیفیت تصفیه خانه آب و امکان بازیافت آب تعیین شود و با استانداردها مقایسه گردد.

تأثیرات در زمینه بهداشت و کیفیت آب استخرها مطالعات زیادی انجام شده است. در بررسی کیفیت آب استخرهای عمومی در کلانشهر تامل غنا در سال ۲۰۲۰ افزایش دما و هدایت الکتریکی آب روند مثبتی با رشد کلیفرم ها و باکتری های هتروتروف نشان داد، اما pH با تعداد میکروارگانیسم ها همبستگی مثبت داشت^۴. در بررسی ارزیابی ریسک کیفیت آب استخرهای شنا برای جذب فلزات سنگین از طریق دهان و پوست که در سال ۲۰۱۹ در نیجریه انجام گرفت، نتایج نشان داد که آب دارای غلظت بالاتر از استاندارد جیوه، آرسنیک و مس است که ایمنی سلامت کاربران این استخرها را تهدید می کند^۵. در بررسی زیست محیطی استخرهای شنا در شهر تهران، در مورد پتانسیل استفاده مجدد از پساب استخرها برای آبیاری

فضای سبز، در سال ۹۸، نتایج نشان داد فاضلاب تولیدی استخرهای عمومی به دلیل حجم زیاد پساب و متمرکز بودن، یک گزینه بسیار مناسب برای استفاده مجدد است.^۶ در مطالعه پارامترهای دما، کلر باقیمانده و pH آب استخرهای شنای تبریز در سال ۹۶، مشخص شد که در موارد متعددی استانداردهای کلر باقیمانده، pH، دمای آب و دمای محیط استخر رعایت نمی‌شود. علاوه بر کیفیت آب پارامترهای بهره برداری و ویژگی‌های شیمیایی آب نیز با سلامتی شناگران ارتباط دارند و افزایش کدورت و pH آب و کاهش کلر باقیمانده همبستگی آماری معنی‌داری با آلودگی میکروبی آب نشان داد.^۷ در زمینه ایمنی استخرها، طی تحقیقی هون و همکاران نیز گزارش دادند که حوادث در استخرهای سرپوشیده بیشتر از استخرهای روباز رخ می‌دهد، بنابراین، سطح ایمنی آنها باید افزایش یابد تا از وقوع حوادث جلوگیری شود.^۸

تا بحال تحقیقاتی با عناوین بررسی کیفیت آب یا بهداشت استخرها در داخل و خارج کشور انجام شده است اما تحقیقی کامل که مربوط به سه بخش سلامت، ایمنی و محیط‌زیست باشد انجام نشده است و مطالعه جامع استخرها برای مدیریت جامع و بهینه آنها اهمیت و ضرورت دارد. لذا هدف این تحقیق بررسی جامع استخرهای شهر خوی از نظر کیفیت آب، بهداشت محیط، ایمنی و جنبه محیط‌زیست است. نتایج این تحقیق می‌تواند در بهبود ساخت و مدیریت استخرها و نظارت بهداشتی بر آنها و در نتیجه ارتقا بهداشت عمومی مردم بکار گرفته شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت توصیفی مقطعی به منظور بررسی وضعیت HSE تمام استخرهای موجود شهرستان خوی انجام گرفت. استخرهای مورد مطالعه شامل شادی-آور، ثمین، کبیری و کارگران، چمران و آب گرم قطور و

زری بود که در طول سال دایر بوده و تحت نظارت مراکز بهداشتی هستند. این استخرها سانس مردانه و زنانه داشته و دارای استخر عمومی، کودکان، جکوزی و سونای خشک و بخار هستند. نمونه‌برداری در هر دو حالت مردانه و زنانه از تمام حوض‌های استخر انجام گرفته است. این استخرها غیر از کارگران، خصوصی هستند. همه استخرها غیر از استخرهای آب گرم دارای سیستم گردش آب، فیلترشنی و کلرزی هستند که البته کلرزی به صورت دستی و غیراستاندارد انجام می‌شود. استخرهای آب گرم از چشمه آب گرم معدنی تغذیه شده و به صورت یکبارگذر بوده و کلرزی نمی‌شوند. منبع تأمین آب استخرها چاه عمیق داخل محوطه استخرها هستند که سختی آب آنها حدود ۳۰۰ و سختی چشمه آب گرم قطور و زری حدود ۱۹۵ میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم است

آزمایشات آب این استخرها شامل دماسنجی، کدورت سنجی، pH، کلر باقیمانده، کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل و HPC است که با توجه به استاندارد متد آزمایشات آب و فاضلاب توسط آزمایشگاه مرجع معاونت بهداشتی دانشکده علوم پزشکی خوی طی سالهای ۱۴۰۱ تا ۱۴۰۳ انجام شده است. پارامترهای کلر آزاد و کلر کل بوسیله دستگاه کلرسنج مدل کاریز آب و pH بوسیله pH سنج meter ohm پرتابل و دمای آب استخر بوسیله دماسنج جیوه‌ای در محل استخر انجام شده است. بقیه پارامترها با برداشت نمونه شیمیایی و میکروبی جداگانه روتین ماهانه توسط بازرسین بهداشتی از آب استخر در حال کار و فرستادن بلافاصله به آزمایشگاه مذکور انجام شده است. کدورت بوسیله کدورت‌سنج WTW، سختی بروش تیتراسیون و کلیفرم بروش تخمیر ۱۵ لوله‌ای (MPN) دو مرحله احتمالی (لاکتوز براث) و تأییدی (BGB و EC)

و HPC بروش کشت بشقابی (محیط کشت R2A-Agar) انجام شده است.

داده های ایمنی و بهداشت هم توسط چک لیست های ویژه که توسط همین معاونت طی بازدید از استخرها توسط بازرسان تهیه و تنظیم شده اند بدست آمده است. مهمترین پارامترهای انتخاب شده از چک لیست ها شامل کارت بهداشتی و بهداشت فردی کارکنان، وضعیت بهسازی کف، دیوار، سقف رختکن و محوطه، سیستم تهویه، محل دوش، توالت و دستشویی، متناسب بودن تعداد توالت و تعداد دوش با تعداد مراجعین، متناسب بودن تعداد ناجی و حضور آماده و دایمی آنها و جعبه کمک های اولیه در محل، وجود ظرف زباله مناسب، وجود و غلظت کلر در حوضچه پاشویی، نظارت بر دوش گرفتن قبل ورود به استخر، وضعیت ظاهری آب و ایمن بودن کف استخر و محوطه، وجود تهویه و نحوه دفع فاضلاب بودند. برای جمع آوری داده های زیست محیطی و تکمیل داده های ایمنی و بهداشتی توسط محقق، از محل سه بار در زمانهای مختلف کاری و فصول گرم بازدید شد و ضمن پرسش از متصدی استخر آیتم های: تعداد شناگر بطور متوسط در روز و ماه، مصرف سرانه آب، منبع تأمین آب، مقدار آب مصرفی، مقدار پساب تولیدی، روش دفع پساب، وجود و کیفیت تصفیه خانه آب و امکان بازیافت آب و دوره تناوب تصفیه آب پرسش گردید و اطلاعات جمع آوری گردید.

تمامی داده های حاصل از انجام آزمایشات و چک لیست ها و مشاهدات میدانی با استفاده از نرم افزار اکسل و SPSS جمع آوری شد و دیتای مشکوک و پرت حذف گردید و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و با توجه به اینکه طبق آزمون آماری کولموگراف و اسمیرنوف توزیع داده های بهداشتی و کیفیت آب نرمال نبودند شاخص های مهم آماری از قبیل میانگین، میانه، حداقل، حداکثر تعیین

شد و بوسیله آنالیز غیرپارامتریک one sample Wilcoxon با استانداردهای ملی ایران (۱۱۲۰۳) مورد مقایسه قرار گرفت. به منظور بررسی ارتباط بین متغیرها از آنالیز اسپیرمن استفاده گردید. سطح معنی داری در آزمونها ۰/۰۵ و مقدار R^2 قابل قبول در آزمون همبستگی اسپیرمن ۰/۶ $\pm$ در نظر گرفته شد. اساس نمره دهی به پارامترهای بهداشتی و ایمنی برآورد محقق از روی چک لیست های پر شده توسط بازرسان بهداشت و مشاهدات میدانی محققین بود. درصد مطلوبیت پارامترهای بهداشتی هم از روی رابطه فراوانی داده های مطابق با آیین نامه تقسیم بر فراوانی کل داده ها بدست آمد. برای مطلوبیت این پارامترها نمره بین ۰ تا ۱۰۰ درصد اختصاص داده شد.

یافته ها

جدول شماره یک مقدار میانه پارامترهای بهداشتی را با حالت استاندارد یا مطلوب یعنی نمره ۱۰۰ مقایسه کرده و مقدار P_{value} آنها را نشان می دهد. با توجه به جدول، ۱۴ مورد دارای P_{value} کمتر از ۰/۰۵ هستند که نشان می دهد با مقدار مطلوب تطابق نداشته یا تطابق صد درصد ندارند و فقط ۶ مورد که دارای P_{value} بیشتر از ۰/۰۵ هستند به صورت کامل با حالت مطلوب تطابق دارند. با توجه به جدول تقریباً همه استخرها از نظر ایمنی استخر و محوطه، نظارت بر دوش گرفتن ورودی، وجود جعبه کمک های اولیه مجهز، آموزش بهداشتی و ایمنی کارکنان، تصفیه و بازیافت آب ضعیف تر هستند. شایان ذکر است فاضلاب استخرها غیر از آب گرم ها بدون هیچ بازیافتی وارد شبکه فاضلاب شهری می گردد. استخرها همگی دارای فیلتر شنی و سختی گیر هستند که فقط فیلترشنی و آن هم به صورت نامنظم استفاده می شود

جدول ۱. مقایسه داده‌های بهداشتی و ایمنی استخرها با استاندارد های مربوطه با استفاده از ازمون ویل سمل و یلکاکسون

پارامتر	میان	حد بالا- پایین	P value
وجود کارت بهداشتی کارکنان	۱۰۰	۱۰۰-۱۰۰	۰/۹۹۲
کلر باقیمانده استخر	۱۰۰	۹۵-۱۰۰	۰/۳۱۷
استفاده از حوضچه کلر ورودی	۱۰۰	۱۰۰-۹۵	۰/۱۵۷
سیستم تهویه	۹۰	۱۰۰-۹۰	۰/۰۵۹
تعداد دوش	۹۰	۱۰۰-۹۰	۰/۰۵۹
بهداشتی بودن سطوح	۹۰	۱۰۰-۸۰	۰/۰۶۳
تعداد توالت	۹۰	۱۰۰-۸۰	۰/۰۳۸
روشنایی محیط	۸۰	۱۰۰-۸۰	۰/۰۳۴
پایش روزانه کیفیت آب و نظافت	۸۵	۱۰۰-۷۰	۰/۰۴۱
سیستم دفع پسماند	۹۰	۱۰۰-۷۰	۰/۰۴۱
ایمنی استخر و محوطه آن	۹۰	۱۰۰-۷۰	۰/۰۴۱
نظارت بردوش گرفتن ورودی	۸۰	۹۰-۷۰	۰/۰۲۶
سیستم دفع فاضلاب	۹۵	۱۰۰-۷۰	۰/۰۴۲
وجود جعبه کمک اولیه مجهز	۸۰	۹۰-۷۰	۰/۰۱۷
آموزش بهداشتی و ایمنی کارکنان	۸۰	۹۰-۸۰	۰/۰۱۶
دمای آب استخر	۸۰	۸۰-۸۰	۰/۰۱۴
تصفیه آب و بازیافت آن	۸۰	۸۰-۹۰	۰/۰۱۷
تعداد ناجیان و حضور آنها	۹۰	۹۰-۵۰	۰/۰۱۶
کیفیت میکروبی آب	۹۰	۹۰-۶۰	۰/۰۲۶
کدورت آب استخر	۵۵	۷۰-۴۰	۰/۰۰۸

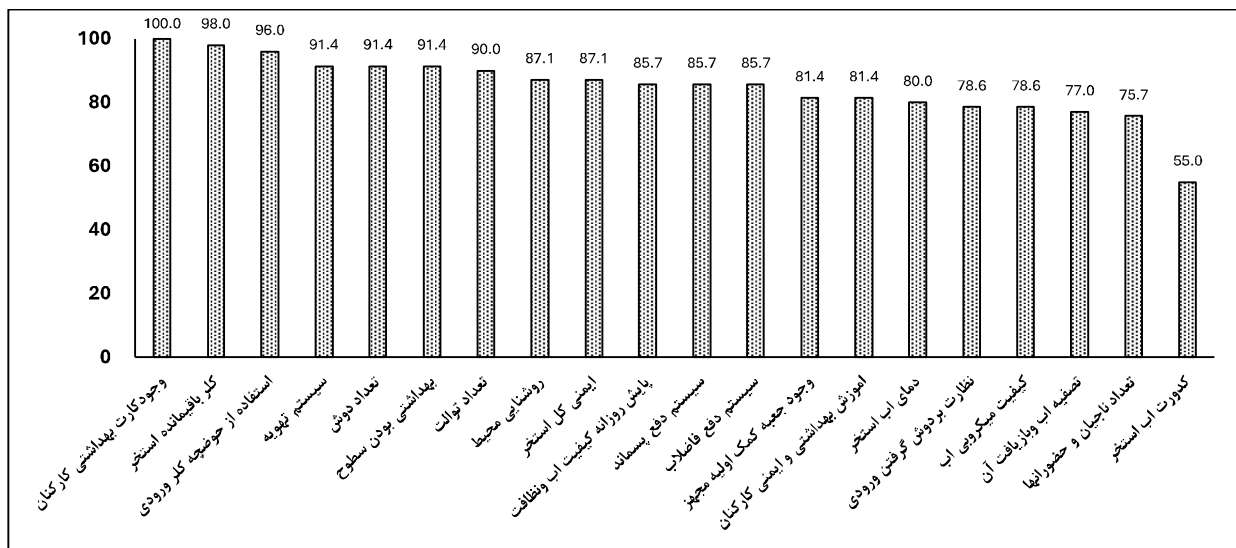
نمودار شماره یک، درصد تطابق وضعیت بهداشتی و ایمنی استخرها را با استانداردهای وزارت بهداشت نشان می‌دهد. در استخرهای مورد مطالعه میانگین مطابقت پارامترهای بهداشتی و ایمنی با موارد ذکر شده در چک‌لیست ماده ۱۳، ۸۶ درصد بود. میانگین مقدار کلیفرم گوارشی در همه استخرها غیر از آب گرم زری و قطور صفر بود اما میانگین کلیفرم کل برای استخر کارگران و کبیری ۰/۸، برای چمران صفر، ثمین ۳/۶، شادی آور ۱۳/۱ و برای استخر آب گرم قطور و زری ۵۹ بود. در مورد HPC نیز میانگین آن در همه استخرها زیر ۲۰۰ و در آب گرم قطور و زری ۲۶۶

بود که بالاتر از استاندارد است. بنابراین از نظر کیفیت میکروبی آب به ترتیب کبیری، کارگران و چمران نمره ۹۵، ثمین نمره ۹۰، شادی آور نمره ۸۵ و آب گرم قطور نمره ۵۰ و آب گرم زری نمره ۴۰ گرفتند. این در حالی است که استخرهای آب گرم یکبارگذر هستند و کلر زنی نمی‌شدند. برحسب میانگین کل نمرات شاخص های بهداشتی، ایمنی و زیست محیطی، نمره کبیری ۹۴، ثمین ۹۲، کارگران ۸۹ چمران ۸۶، شادی آور ۸۲، آب گرم قطور ۷۷ و آب گرم زری ۷۲ بود که نشان می‌دهد استخر کبیری بالاترین تطابق با موازین بهداشتی و آب گرم‌ها کمترین تطابق را داشتند.

البته پایین بودن نمرات آبگرم عمدتاً به دلیل کیفیت پایین

میکروبی آب، ضعف آموزش بهداشتی کارکنان و عدم

وجود ناجی غریق بود.



نمودار ۱. مقایسه تطبیقی پارامترهای بحرانی بهداشتی استخرها با مفاد آیین نامه ماده ۱۳ مربوط به بهداشت استخر (حالت مطلوب نمره ۱۰۰ و نامطلوب نمرات پایین تر از ۱۰۰)

را در تمام استخرها با توجه به فصول سال نشان می‌دهد. با توجه به جدول، کیفیت میکروبی آب در فصول گرم پایین تر است چرا که تعداد شناگر در این فصول هم بیشتر است. این وضعیت برای تک تک استخرها هم حاکم بود. با توجه به یکسان بودن تقریبی کلر آزاد و کدورت در همه فصول مشخص می‌شود که افزایش بار شناگران در فصول گرم و تصفیه ناکافی آب دلیل افت کیفیت میکروبی آب در این فصول است. نکته مهم اینکه میانگین HPC در حوض کودکان همه استخرها ۱۷۷ بود که بالاتر از میانگین کل استخرها است و این پارامتر در حوض کودکان استخر کارگران ۲۱۴ بود.

جدول شماره دو روند تغییرات کیفیت آب استخرها را براساس میانگین سالانه آنها از نظر کلر باقیمانده، کدورت آب، کل کلیفرم و HPC نشان می‌دهد. با توجه به جدول برای کلر باقیمانده و کدورت روند نزولی در همه استخرها غیر از کبیری و برای کل کلیفرم و HPC روند صعودی است یعنی با کاهش کلر باقیمانده و افزایش کدورت تقریباً مقدار کلیفرم و HPC افزایش یافته است. با توجه به جدول روند تغییرات کیفیت آب در چهار استخر اصلی که بیشتر شناگران شهر را پذیرش می‌کردند، نزولی است و نشان می‌دهد وضعیت استخرها در طی زمان بدتر شده است. این می‌تواند ناشی از سو مدیریت استخرها، عدم نظارت کافی بهداشتی و پذیرش بیش از حد شناگر در فصل گرم باشد که البته مشاهدات میدانی هم حاکی از این قضیه بود. جدول شماره ۳ میانگین مشخصات کیفیت آب

جدول ۲. روند تغییرات کیفی آب استخرها از نظر پارامترهای بحرانی در طول سه سال

نام استخر	کارگران			کبیری			شادی آور			ثمین		
سال	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳	۱۴۰۱	۱۴۰۲	۱۴۰۳
کلر آزاد باقیمانده (ppm)	۲/۳	۲/۶	۱/۵	۲/۲	۲/۶	۳/۲	۲/۲	۲/۵	۲	۲/۳	۲/۱	۱/۵
کدورت (NTU)	۲/۵	۲	۱/۹	۳/۳	۳/۴	۳/۲	۲/۶	۲/۳	۱/۵	۲/۸	۳/۴	۱/۶
کلیفرم (MPN/100cc)	۰/۴	۰/۹	۲۹/۸	۰	۰	۳	۲/۷	۱/۵	۹/۶	۰	۴/۸	۷
HPC(CFU/ml)	۵۲	۶۲	۱۰۴	۱۱۱	۶۵	۱۱۲	۶۰	۱۷۰	۱۰۷	۹۲	۸۷	۱۲۰

جدول ۳. میانگین کیفیت آب تمام استخرها در طول سه سال با توجه به فصل

کدورت	HPC	تعداد کلیفرم گوارشی	تعداد کلیفرم	pH	کلر آزاد باقیمانده
۲/۶۱	۱۷۰	۱۸/۱	۱۵/۲	۸/۰۶	۲/۰۸
۲/۶۸	۶۸	۰/۵۵	۰/۶۹	۸/۰۲	۲/۲۶

نسبت کلر آزاد به کل، در بقیه موارد در رنج استاندارد است اما به دلیل دامنه گسترده داده‌ها مقادیر میانه و میانگین تمام پارامترها با استاندارد اختلاف معنی‌دار دارد (P value کمتر از ۰/۰۵ است).

جدول شماره چهار میانه نتایج آزمایشات کیفی آب استخرها در طول سه سال را با مقدار استاندارد مقایسه می‌کند. (با توجه به اینکه توزیع داده‌ها غیرنرمال بود لذا از میانه استفاده شد). با توجه به مقادیر P value، جدول نشان می‌دهد با وجود اینکه مقادیر میانه به غیر از کدورت و

جدول ۴. مقایسه میانه داده‌های کیفی آب استخرها با استانداردهای وزارت بهداشت با استفاده از آزمون ویل سیمپل و یلکاکسون

P value	میان	حد بالا	حد پایین	مقدار استاندارد
۰/۰۰	۲/۳۵	۳	۱/۵	کلر آزاد باقیمانده (ppm)
۰/۰۱	۸/۲	۸/۲	۷/۸	pH
۰/۰۱	۱۴۶	۱۶۰	۱۲۴	قلیائیت (mg/L)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	تعداد احتمالی کلیفرم (MPN)
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	تعداد کلیفرم گوارشی (MPN)
۰/۰۰	۱۰	۵۰	۳	HPC(cfu)
۰/۰۰	۱/۹۸	۳/۳	۱	کدورت (NTU)
۰/۰۰	۳	۳/۸۴	۱/۸۳	کلر کل باقیمانده (ppm)
۰/۰۰	۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۷۸	نسبت کلر آزاد به کل

ارتباط بین کلر آزاد با pH معکوس و معنی‌دار اما ضعیف، با تعداد کلیفرم کل (TC) معکوس و معنی‌دار، با کدورت

جدول شماره پنج ارتباط آماری همبستگی داده‌ها را با استفاده از آزمون اسپیرمن نشان می‌دهد. با توجه به جدول

معکوس و معنی دار اما خیلی ضعیف، با کلر کل ارتباط مستقیم معنی دار قوی است. ارتباط بین pH و بقیه پارامترها غیر از HPC معنی دار اما خیلی ضعیف است. ارتباط بین تعداد کلیرم فقط با پارامترهای کلیرم گوارشی (FC)، HPC و کلر کل باقیمانده معنی دار و خیلی ضعیف است. تعداد کلیرم گوارشی و HPC با کدورت و کلر کل ارتباط معنی دار دارد. کلر کل باقیمانده با پارامترهای pH، تعداد کلیرم، تعداد کلیرم گوارشی، HPC و کدورت ارتباط

معنی دار خیلی ضعیف معکوس دارد. نکته قابل توجه اینکه تعداد HPC با مقدار کلر آزاد رابطه معنی دار معکوس ضعیف دارد و همچنین HPC با تعداد کلیرم رابطه معنی - دار مستقیم اما با کلیرم گوارشی هیچ ارتباطی ندارد. نسبت کلر آزاد به کلر با کلر آزاد باقیمانده ارتباط معنی دار مستقیم با $R^2 = 0.68$ و $P_{value} = 0.04$ دارد و با بقیه پارامترها هیچ ارتباطی ندارد.

جدول ۵. آزمون همبستگی مشخصات کنترل کیفیت آب استخرها با استفاده از آزمون اسپیرمن

کلر کل باقیمانده	pH	TC	FC	HPC	کدورت		
۰.۷۸۱	-۰/۳۹۱	-۰/۶۰۴	-۰.۷۰۲	-۰/۲۲۵	-۰/۱۳۹	R^2	کلر آزاد باقیمانده
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰۱	P_{value}	
-۰/۲۲۸	-	-۰/۱۶	-۰/۳۰۲	۰/۰۲	۰/۲۶۴	R^2	pH
۰/۰۰	-	۰/۰۰۱	۰/۰۴۹	۰/۶۸۹	۰/۰۰	P_{value}	
-۰/۲۴۳	-۰/۱۶	-	۰/۴۵۷	۰/۲۰۵	۰/۰۱	R^2	TC
۰/۰۰	۰/۰۰	-	۰/۰۰۲	۰/۰۰	۰/۸۴۸	P_{value}	
-۰/۲۴۷	-۰/۳۰۲	۰/۴۵۷	-	۰/۲۱۱	۰/۳۱۷	R^2	FC
۰/۰۳۵	۰/۰۴۹	۰/۰۰۲	-	۰/۱۶۹	۰/۰۳۶	P_{value}	
-۰/۲۹۱	۰/۰۲	۰/۲۰۵	۰/۲۱۱	-	۰/۱۵۵	R^2	HPC
۰/۰۰	۰/۶۸۹	۰/۰۰	۰/۱۶۹	-	۰/۰۰۲	P_{value}	
-۰/۰۴۵	۰/۲۶۴	۰/۰۱	۰/۳۱۷	۰/۱۵۵	-	R^2	کدورت
۰/۳۷۵	۰/۰۰	۰/۸۴۸	۰/۰۳۶	۰/۰۰۲	-	P_{value}	

بحث

معمولا در استخرهای شنا، بیشترین مصرف آب برای دوش گرفتن است. سرانه مصرف استخرها به صورت تقریبی برای کبیری که وضعیت بهداشتی بالاتری دارد ۵۵ لیتر، ۴۵ لیتر، کارگران و چمران ۳۵ لیتر، شادی آور ۳۰ لیتر و آب گرم ۲۵ لیتر است که تقریبا در رنج نرمال ۲۵-۵۰ لیتر کشوری قرار دارد^۹. این مقدار تقریبا با نمرات میانگین وضعیت کلی استخرها همخوانی دارد یعنی هرچه قدر

وضعیت بهداشتی استخر از نظر کیفیت آب، تصفیه آب و نظارت بر دوش گرفتن ورودی بیشتر بوده سرانه مصرف آن بیشتر است.

در این تحقیق با توجه به جدول شماره یک فقط پارامترهای بهداشتی مهم و بحرانی چون مقدار کلر باقیمانده با حالت استاندارد تطابق کامل داشتند اما بیشتر پارامترها تطابق نداشته یا تطابق کامل نداشتند و طبق نمودار شماره یک موارد تقریبا مشکل دار بهداشتی

استخرها شامل کدورت بالای آب، کم بودن تعداد ناجیان حاضر، تصفیه ناکافی آب، کیفیت میکروبی پایین آب، عدم نظارت بر دوش گرفتن ورودی و ناکافی بودن آگاهی و بینش بهداشتی و ایمنی کارکنان بود. در مقایسه نتایج این تحقیق با مطالعه مظلومی و همکاران روی استخرهای شهر ایلام، بخش بهداشت و ایمنی ابزار و تجهیزات در مقایسه با سایر بخش‌ها مطلوبیت کمتری داشتند و پارامترهای بحرانی مانند کدورت آب، دمای آب و دمای محیط نیاز به اصلاح فوری داشتند، مطابقت دارد^{۱۰}. برخی پژوهش‌های انجام شده در مورد بهداشت و ایمنی استخرهای شنا در ایران هم مؤید نتایج این تحقیق بوده و نشان دهنده نیاز به بهبود شرایط بهداشتی و ایمنی استخرها، نظارت مؤثر و افزایش آگاهی عمومی و لزوم تصفیه مناسب آب است^{۱۱}. نتایج تحقیق اصلانی و همکاران در استخرهای شهر تبریز هم نشان داد علاوه بر کیفیت آب، پارامترهای بهره برداری نیز مستقیماً با سلامتی شناگران ارتباط دارند و افزایش کدورت و PH آب و کاهش کلر آزاد باقیمانده همبستگی آماری معنی‌داری با آلودگی میکروبی آب نشان داد^{۱۲}.

کدورت در آب استخر به دلیل ممانعت برای گندزدایی مؤثر و حفظ ایمنی شناگر حائز اهمیت بوده و یکی از مؤلفه‌های بحرانی به حساب می‌آید^{۱۳}. میانه و میانگین سه ساله کدورت در استخرهای خوی ۱/۹۸ و ۲/۴ بود که بالاتر از استاندارد است. (اختلاف میانه و میانگین مربوط به دامنه تغییرات زیاد آن در طول زمان بود). از علل بالا بودن کدورت می‌توان به دوش نگرفتن ورودی شناگران به ویژه در فصول گرم و مهمتر از آن عدم فیلتراسیون منظم آب اشاره کرد. با اینکه میانه کلر باقیمانده ۲/۳۵ ppm بود اما غلظت کلر در ۸ درصد موارد کمتر از ۱ ppm بود که کمتر از استاندارد است. وقتی آب فاقد کلر یا به مقدار کمتر از

۱ ppm بود تعداد کلیرم و HPC بالای استاندارد بود. همچنین با توجه به کدورت آب بالاتر از استاندارد تمام استخرها و از طرفی وجود HPC با وجود کلر باقیمانده کافی، می‌توان دریافت که متصدیان استخرها بجای تصفیه آب و حفظ کیفیت آن فقط روی کلرزنی کار کرده و آن هم به صورت دستی و نامنظم اضافه می‌کنند که این باعث بالا و پایین شدن زیاد غلظت کلر در آب و ناراحتی شناگران، افزایش مصرف غیرمنطقی کلر و هدر رفت آن و از طرفی افزایش کلر ترکیبی یعنی کلرآمین‌ها می‌شود که این هم باعث کاهش اثربخشی گندزدایی و حتی سوزش چشم و پوست شناگر می‌شود.

در تحقیق ززولی و همکاران در استخرهای شهر ارومیه نیز بین جمعیت باکتریها و کدورت آب ارتباط مستقیم و بین کلر آزاد باقیمانده و ارگانیزم‌های مورد بررسی رابطه معنی‌دار معکوس برقرار بود و افزایش کدورت عامل اصلی کاهش میزان کلر آزاد باقیمانده و حتی افزایش pH بود^{۱۱}. در بررسی استخرهای شنای شهر اصفهان توسط نیک‌آیین تقریباً ۵۰ درصد نمونه‌ها در محدوده نامطلوب از نظر کلر قرار داشتند و میانگین آنها ۱/۲ بود^{۱۴}. مقایسه میانگین کلر باقیمانده در این تحقیق با مطالعات قبلی در ارومیه و تبریز و اصفهان نشان از بیشتر بودن آن دارد^{۱۵، ۱۶}. در تحقیقات مشابه خارجی مانند استخرهای شهر آتن میزان موارد مطلوب کلر باقیمانده ۲۷ درصد گزارش شده است^{۱۷}. ریکسترا و همکاران در بررسی ۴۸۶ استخر عمومی در ۲۲ درصد موارد کلر باقیمانده کمتر از ۱ ppm مشاهده کردند^۷.

در این تحقیق بین کلر باقیمانده و pH ارتباط معنی‌دار معکوس برقرار بود که نشان می‌دهد با افزایش pH مقدار کلر آزاد کاهش داشته است. ربی و همکاران نیز در مطالعه استخرهای شهر عمان پی بردند غلظت کلر آزاد در بیشتر

از نیمی از استخرها با استاندارد مطابق نیست و با وجود کلرزنی آب، آن را به pH بالای ۸ آب نسبت دادند چراکه با افزایش pH از ۸ اثربخشی و ماندگاری کلر کاهش پیدا می کند^{۱۸}. از طرفی pH بالای ۸ باعث جرم گرفتگی کف و دیواره حوض، لوله آب، سیستم تصفیه آب و مصرف کلر بیشتر می شود^{۱۹}.

از نظر وضعیت میکروبی آب، تقریباً کلیفرم گوارشی و غیرگوارشی بطور میانه در همه استخرها صفر اما میانگین کلیفرم غیرگوارشی تقریباً ۰/۸ بود و تعداد کلیفرم در ۸ درصد موارد صفر و در ۲۰ درصد موارد بالای صفر یعنی بالاتر از استاندارد بود. استخرهای آب گرم با وجود اینکه یکبارگذر هستند و کلرزنی نمی شوند اما پایین ترین کیفیت میکروبی آب را داشتند و در واقع قابل قبول نبودند. این وضعیت می تواند مربوط به عدم نظارت بر دوش گرفتن ورودی شناگر و تغلیظ میکروبی آب به ویژه روی سطوح و از طرفی دمای بالای آب (۴۵ درجه) باشد که باعث رشد HPC و آلودگی دائمی آب می شوند، باشد. برای سنجش راندمان گندزدایی آب استخر معمولاً از شاخص HPC استفاده می شود^{۲۰}. نکته قابل توجه اینکه تعداد HPC با مقدار کلر آزاد و کلر باقیمانده رابطه معنی دار معکوس و HPC با تعداد کلیفرم رابطه معنی دار مستقیم اما با کلیفرم گوارشی هیچ ارتباطی نداشت. در این تحقیق میانگین HPC و میانه آن هم کمتر از استاندارد یعنی ۲۰۰ بود و ۸۲ درصد موارد زیر استاندارد و ۱۸ درصد بالای آن بود که البته در ۵ درصد موارد هم بالای ۱۰۰۰ بود. مقادیر بالاتر از استاندارد HPC در غلظت های بین ۲ تا ۳ ppm کلر آزاد هم وجود داشت. این به احتمال زیاد نشان می دهد به دلیل کدورت بالای آب (۲/۴) و وجود آلودگی آلی ناشی از چرک بدن شناگران، تشکیل بیوفیلم میکروبی در سطوح که مقاوم به کلر است، و از طرفی pH بالای ۸ اثر بخشی

کلر با وجود غلظت بالای آن کمتر می شود، طوری که باعث از بین رفتن HPC نشده است. همچنین می توان دریافت که وجود کلیفرم می تواند نشانه ای برای وجود HPC و برعکس در آب استخر باشد. لذا با قطعیت می توان نتیجه گرفت که باید مهمتر از کلرزنی کیفیت فیزیکوشیمیایی آب مورد توجه متصدیان استخر و ناظران بهداشتی باشد.

در راستای این تحقیق در مطالعه بیگی و همکاران روی برخی استخرهای عمومی شهر تهران، مشخص شد که کلر باقیمانده، کدورت آب، بارشناگران، رقیق سازی و تعویض آب، نظافت، استفاده از دوش ورودی و حوضچه گندزدایی پا و نحوه راهبری سیستم تصفیه آب تاثیر معنی داری روی وضعیت میکروبی آب داشته اند^{۲۱}. در تحقیق قاسمی و همکاران در بررسی استخرهای شنای شهر شیراز بین مقدار کلر باقیمانده و تعداد نمونه های مثبت HPC رابطه معنی دار معکوس وجود داشت^{۲۲}. نتایج تحقیق قانعیان و همکاران در شهر یزد نیز همبستگی آماری منفی معنی دار بین HPC و کلر باقیمانده نشان داد^{۲۳}.

تعداد کلیفرم و کلیفرم گوارشی با کلر آزاد و کلر کل باقیمانده ارتباط معنی دار معکوس داشتند که نشان می دهد کلر باقیمانده آزاد با مقدار $2/26 \pm 1/29$ برای گندزدایی کافی است اما با فیلتراسیون روزانه آب و حذف کدورت و از طرفی نگهداشت pH در حد طبیعی خودش یعنی ۷/۵ می توان مقدار کلر باقیمانده را به حد حداقل یعنی ۱ ppm کاهش داد در حالی که هیچ آلودگی میکروبی هم وجود نداشته باشد. آزمایش کلرخواهی آب خام یکی از این استخرها نشان داد که مقدار کلر لازم برای رسیدن به کلر باقیمانده ۱ ppm حدود ۲ ppm است. درحالی که در عمل کلر بیشتر از ۲ ppm مصرف می شود لذا می توان نتیجه گرفت که عدم تصفیه کافی آب باعث مصرف بیشتر کلر می گردد.

چشم و حساسیت پوستی شناگر می‌شود. در مجموع، این شرایط باعث کاهش کارایی کلر و در نتیجه افزایش مصرف کلر می‌گردد.

نتیجه گیری

در استخرهای شهرستان خوی، کیفیت میکروبی آب تمام استخرها غیر از استخرهای آب گرم بطور میانگین مطلوب بود و در مقایسه حوضهای هر استخر، در تمام استخرها حوض مخصوص کودکان دارای بیشترین HPC بودند. با این حال، همه استخرها از نظر کدورت آب بالاتر از حد مجاز قرار داشتند. تقریباً تمامی استخرها در زمینه تصفیه مناسب آب، نظارت بردوش گرفتن شناگران و وضعیت ایمنی، عملکرد ضعیفی داشتند. متصدیان استخر بیشتر بر روی مسائل بهداشتی بحرانی مانند نظافت عمومی و کلر زنی آب تمرکز کرده و از کیفیت فیزیکوشیمیایی آب غافل بودند. بنابراین، نیاز به آموزش اصولی کارکنان و نظارت بهداشتی بیشتر به ویژه روی کیفیت آب و دوش گرفتن ورودی احساس می‌شود.

پیشنهادهای منتج از تحقیق

۱- پیشنهاد می‌شود برای پایش گندزدایی از تست کلرخواهی آب استفاده شود تا مقدار تزریق کلر به صورت دقیق برای هر استخر بدست آید و به همراه کلر آزاد باقیمانده، کلر کل هم توسط دستگاه دیجیتال کلرسنج که در بازار موجود است تعیین شود تا نسبت کلر ترکیبی به کلر آزاد باقیمانده هم مشخص شود چرا که از روی آن می‌توان اثربخشی کلر را سنجید و در مصرف کلر صرفه-جویی کرد و از طرفی ناراحتی سوزش چشم و پوست شناگران را تا حد زیادی رفع کرد.

۲- لازم است در هر خرید ترکیب کلردار خلوص و کلر مؤثر آن تست آزمایشگاهی گردد زیرا در صورت داشتن

در گندزدایی آب استخر، معمولاً هدف این است کلر آزاد حداقل ۱ ppm باشد و نسبت کلر آزاد به کلر کل باید در حدود ۰/۵ تا ۰/۸ باشد. این نشان می‌دهد که مقدار کافی کلر آزاد برای گندزدایی وجود دارد و اگر نسبت کلر آزاد به کلر کل کمتر از ۰/۵ باشد، به این معنی است که ممکن است کلر ترکیبی زیادی وجود داشته باشد که می‌تواند نشان‌دهنده آلودگی یا کاهش اثربخشی کلر باشد^{۲۴}. در این تحقیق نسبت میانگین کلر آزاد به کلر کل ۸۰/۸ بود که ۲۰ درصد کلر اضافه شده تبدیل به کلر ترکیبی (کلر غیر مؤثر) شده و در واقع اثربخشی کلر ۸۰ درصد است. بین کلر آزاد با کلر کل باقیمانده و نسبت کلر آزاد به کلر ارتباط مستقیم معنی‌دار وجود داشت که نشان می‌دهد افزایش کلر، مقدار کلر کل (آزاد+ترکیبی) و به تبع آن نسبت کلر آزاد به کلر را افزایش می‌دهد که مقدار میانگین ۰/۸۳ این نسبت هم گواه این است که بخشی از کلر اضافه شده مازاد بوده و تبدیل به کلر آمین ها یا کلر با ترکیب آلی شده و خاصیت گندزدایی کلر کاهش داشته است و این می‌رساند که متصدیان استخر فقط روی کلر زنی آب توجه داشته و از تصفیه و کنترل کیفیت آب غافل هستند و این باعث می‌شود مصرف کلر افزایش یابد.

در این مطالعه مشخص شد استخرها از پودر پرکلرین یا آب ژاول که بعضاً هم دارای ناخالصی زیاد هستند، برای گندزدایی استفاده می‌کنند که این باعث افزایش کدورت و pH آب از مقدار اولیه خود که حدود ۷/۵ است به بالای ۸ می‌شود. از طرفی به دلیل اینکه سختی‌گیری آب انجام نمی‌شود خود این سختی هم باعث تشدید کدورت آب و مصرف بیشتر کلر می‌شود. از طرفی عدم تصفیه مناسب آب و آلوده شدن آب به چرک بدن شناگران باعث می‌شود کلر با مواد آلی ناشی از الودگی واکنش داده و ترکیبات کلردار مانند کلر آمین ها تشکیل یابد که این هم باعث سوزش

ناخالصی ضمن افزایش بیخودی کلر مصرفی ممکن است

ترکیبات جانبی مضر گندزدایی هم تشکیل شود

۳- برای کنترل HSE استخرها بهتر است از یک کاردان یا

کارشناس بهداشت محیط استفاده شود زیرا غالب متصدیان

استخرها فاقد آگاهی و بینش لازم هستند

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از مساعدت معاونت بهداشتی دانشکده

علوم پزشکی خوی و بویژه جناب آقای مهندس مهدی

دولتی کارشناس ارشد معاونت بهداشتی در انجام این

پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارند.

تعارض منافع

همه نویسندگان این مقاله اعلام می دارند هیچ گونه تعارض

منافع در انجام طرح پژوهشی و مقاله منتج از آن وجود

ندارد و اطلاعات طرح بصورت رسمی از دانشکده علوم

پزشکی خوی اخذ شده است و نتایج فقط بصورت مقاله

به مجله مهندسی بهداشت محیط فرستاده شده است و

انجام پژوهش و چاپ مقاله آن هیچ گونه منافاتی با فرد یا

سازمانی ندارد. رضایت هر دو نویسنده مقاله برای چاپ

مقاله مورد تایید است

حمایت مالی

این پژوهش با حمایت مالی و فنی دانشکده علوم پزشکی

خوی انجام شده است

ملاحظات اخلاقی

تمام داده های این طرح و پژوهش با مجوز رسمی معاونت

بهداشتی دانشکده علوم پزشکی خوی جمع آوری شده و

بازدید میدانی محقق با مجوز همین معاونت انجام شده

است و سهم نویسندگان و همکاران پروژه در مقاله مطابق

با عملکرد افراد آمده است. این مقاله منتج از طرح پژوهشی

مصوب دانشکده علوم پزشکی خوی با عنوان بررسی

وضعیت ایمنی، بهداشت و محیط زیست استخرهای خوی

و با کد ۴۰۱۰۰۰۳۵ و با کد اخلاق

IR.KHOY.REC.1402.029 است.

مشارکت نویسندگان

بدینوسیله گواهی می شود نویسندگان این مقاله به ترتیب

نویسنده مسئول واول محمدآقائزاد به عنوان استاد راهنما و

نویسنده دوم بنام محمد امین سیفلو که دانشجوی هستند در

انجام طرح، تحلیل داده ها و نوشتن مقاله مشارکت داشتند

References

1. Amiri T, Tabrizi KG. Comparison of the Safety and Health of the Swimming Pools in Kerman with International Standards. *HELIX* 2017;7(2): 1422-5.
2. Hesami Arani M, Jaafarzadeh N, Khaleghi Dehabadi P, et al. Health and safety hazards identification and risk assessment in the swimming pools using combined HAZID and ALARP. *Environmental Health Engineering and Management Journal* 2020;7(3): 151-60.
3. Faller M, Richner P. Material selection of safety-relevant components in indoor swimming pools. *Materials and Corrosion* 2003;54(5): 331-8.
4. Mustapha UF, Abobi SM, Quarcoo G. Physicochemical and bacteriological quality of public swimming pools in the Tamale Metropolis, Ghana. *J* 2020;3(2): 18.
5. nabugwu AE, Uchenna AP. Swimming pools quality risk assessment for heavy metal deposition and intake via oral and dermal exposure. *Environmental Analysis, Health and Toxicology* 2019;34.3
6. zadpanah M, Sarrafzadeh MH. Investigating the potential of swimming pools sullage reuse for landscape irrigation, case study :Tehran city. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab (in persian)* 2020;31(1): 99-110.
7. Assadi A, Alizadeh A, Mohammad 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): 763-71. (in persian)
8. Tan S, Hon C-Y, Young I, Sekercioglu F. An analysis of health and safety audits of aquatic facilities in Ontario: 2002–2020. *Environmental health review* 2022;65(1): 11-6.
9. Nazemi FS, Agharabi A, Zare AM. Sustainable Energy Consumption Management Solutions for Swimming Pools. 2023. (in persian)
10. Nourmoradi H. Investigating the health indicators of public swimming pools in Ilam Province. *Journal of Environmental Health Engineering* 2022;10(1): 61-71. (in persian)
11. Zazouli M, Mahdavi Y, Moradi Golrokhi M, Balarak D. Investigation of water quality health indicators of the swimming pools in Urmia in 2013. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 2015;13(11): 1033-48. (in persian)
12. Yedeme K, Legese MH, Gonfa A ,Girma S. Assessment of physicochemical and microbiological quality of public swimming pools in Addis Ababa, Ethiopia. *The open microbiology journal* 2017;11: 98.
13. Ajadi F, Bakare M, Oyedeji O. Assessment of the physicochemical and microbiological qualities of swimming pools in selected hotels in Osogbo Metropolis, southwestern Nigeria. *Ife Journal of Science* 2016;18(4): 831-43.
14. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Vahid Dastjerdi M, Hassanzadeh A. Predictive indicators of the safety of swimming pool waters. *Water Science and Technology* 2009;60(12): 3101-7.
15. Firouzi P, Aslani H, Aslhashemi A. Survey of environmental health status, physicochemical and microbiological quality of swimming pools in Tabriz, 2017. 2019. (in persian)
16. 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)
17. Rigas F, Mavridou A, Zacharopoulos A. Water quality of swimming pools in Athens area. *International Journal of Environmental Health Research* 1998;8(3): 253-60.
18. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A, Aqoulah AA. Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. *International journal of environmental research and public health* 2008;5(3): 152.
19. Water S, Organization WH. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2, Swimming pools and similar environments: World Health Organization; 2006.
20. Ghaneian M, Ehrampoush M, Dad V, et al. An investigation on physicochemical and microbial water quality of swimming pools in Yazd. *SSU_Journals* 2012;20(3): 340-49. (in persian)
21. Beiki A, Yunesian M, Nabizadeh R, et al. Analytic assessment of microbial water quality in public swimming pools of Tehran in 2013. 2016. (in persian)
22. Tabatabaei Z, Rafiee A, Abbasi A, et al. Investigation of fungal contamination in indoor air and on surfaces of traditional public baths in a historical city. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 2020;18: 925-32.
23. Ghaneian MT, Amrollahi M, Ehrampoush MH, Dehvari M. Investigation of the physical, chemical, and microbial quality of yazd warm water pools (jacuzzi) in 2011. 2013. (in persian)
24. Kalantary RR, Oshidari Y, Amooohadi V, et al. Investigating the relationship between free chlorine concentration and heterotrophs in water of swimming pool in Iran. *Heliyon* 2024;10.17).