بررسی کیفیت فیزیکو شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنای شهر سنندج

پگاه بهمنی[1]، افشین ملکی[1]، محمد سلیمی[2]، شهرام صادقی[3*]

۱. مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت سنندج، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

۳. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۵/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/۳

چکیده

زمینه و هدف: بهداشت استخرهای شنا جهت حفظ سلامت شناگران، از اهمیت ویژه ای برخوردار است که در صورت عدم رعایت موازین بهداشتی می تواند منجر به بروز مشکلات بهداشتی و انتقال بیماریهای عفونی به شناگران شود. هدف از این مطالعه، بررسی کیفیت آب استخرهای شنای شهر سنندج و مقایسه نتایج آن با استانداردهای ملی بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه توصیفی – تحلیلی، ۱۰۸ نمونه آب از ۹ استخر شنای شهر سنندج جمع آوری شده است. پارامترهای کلر آزاد باقیمانده، pH، کدورت، سختی، قلیائیت و دما و همچنین پارامترهای میکروبی نظیر باکتریهای هتروتروف، استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا، استرپتوکوک مدفوعی، کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی مورد آنالیز قرار گرفتند.

یافته ها: نتایج مطالعه نشان داد که به ترتیب مقدار کلر آزاد باقیمانده، pH، کدورت، سختی، قلیائیت و دما در ٪۸۰/۵، ٪۷۲/۲، ٪۶۰/۱، ٪۵۲/۷، ٪۳۰/۵ و ٪۱۰۰ نمونه در حد مطلوب بوده است. همچنین جمعیت کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استافیلوکوک اروئوس به ترتیب در ۳۲/٤، ٤۵/۳ و ٪۹٦/۳ در محدوده مطلوب بودند.

نتیجه گیری: بر اساس نتایج، کدورت، سختی و قلیائیت و همچنین جمعیت باکتریهای کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی در برخی نمونه‌ها با استانداردها مطابقت نداشت که نشاندهنده ضرورت پایش مداوم کیفیت آب استخرهای شنا می باشد.

کلمات کلیدی: استخر شنا، پارامترهای فیزیکوشیمیایی، پارامترهای میکروبی.

مقدمه

استخرهای شنا یکی از پرطرفدارترین و جذاب ترین مراکز ورزشی محسوب می شود و اثرات بسیار سازنده ای در تامین سلامت جسمی و روانی انسان دارند.[1،2] از دیدگاه بهداشتی، آب مصرفی در استخرها مانند آب آشامیدنی باید دارای ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مناسب بوده و در حد مطلوب حفظ گردد، به طوری که عدم رعایت این معیارها در تأمین آب استخرها، این ورزش سالم و مفرح را تبدیل به منبعی برای ابتلاء به انواع بیماریها می نماید.[3] از جمله این بیماریها می توان به بیماری های دستگاه گوارش (وبا، حصبه، اسهال باسیلی ،

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

ایمیل: Shahram.snna@yahoo.com - **شماره تماس:** ۰۹۳۷-۹۷۲٦٦٥٤

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

هپاتیت عفونی A و E)، بیماری های چشم (تراخم، ورم ملتحمه)، گوش و حلق و بینی (گلودرد چرکی) و بیماری های پوست (انواع کچلی ، عفونت قارچی بین انگشتان پا و عفونت های ناشی از مایکو باکتریوم مارینوم) اشاره کرد. [۴،۵] در موارد زیادی خطر بیماری یا عفونت، از راه دفع اتفاقی مدفوع توسط شناگر، استفراغ، بزاق دهان، پوست و اندام تناسلی شناگران توسط آب استخر افزایش می یابد.[۶،۷] افراد مبتلا می توانند به از راههای تماس مستقیم، آب استخر، سطوح اشیاء و تسهیلات استفاده شده در استخرها را با پاتوژن ها آلوده شوند. پاتوژن های فرصت طلب به ویژه باکتریها می توانند از سطح بدن افراد آلوده آزاد شده و از طریق آب یا سطوح آلوده، باعث انتقال بیماری به سایر شناگران شوند.[۳] از این گروه پاتوژن ها می توان به سودوموناس آئروژینوزا که موجب عفونت گوش خارجی و فولیکولیتیس می شود، اشاره نمود.[۸،۹] علاوه بر مخاطرات میکروبی، مواد شیمیایی مورد استفاده در جهت تصفیه و ضدعفونی آب استخرهای شنا نیز ممکن است بر اساس طبیعت خود یا بعد از واکنش با مواد موجود در آب، خطراتی را برای شناگران یا کارکنان استخرها از طریق تماس پوستی و یا تنفس مواد فرار در محیط های سرپوشیده ایجاد نمایند.[۱۰]

مطالعات زیادی بر روی آب استخرهای شنای شهرهایی مانند اصفهان [۱۰]، شیراز [۱۱]، ارومیه [۱۲]، زنجان [۱۳] صورت گرفته و کیفیت آب استخرها در منطقه شمال شرقی یونان [۶]، سنت گالن در سوییس [۱۴]، ناپل در ایتالیا [۱۵]، مونیخ و لیپزینگ در آلمان[۱۶]، و امان در اردن [۱۷] گزارش شده است که همگی بیانگر آلودگی نسبی بخش های مختلف استخرها به انواع قارچها[۱،۱۳] از جمله درماتوتیت ها (عامل کچلی) [۱۸،۱۹]، میکرو ارگانیسم های شاخص مانند گونه های سودوموناس بخصوص سودوموناس آئروژینوزا [۱۰،۱۱،۱۶]، کلیفرم ها [۱۰،۱۱،۱۷] ، استرپتوکوک [۱۰،۱۱]، استافیلوکوک [۱۰،۲۰] و انواع انگل ها[۱۳] هستند. هر یک از مطالعات فوق نشان می دهد که تدوین معیارها و کنترل بهداشتی آب استخر به منظور جلوگیری از بیماریهای شایع و منتقله از آب آلوده عامل مهمی است که در سالم سازی آب استخرها و سلامت شناگران تاثیر مستقیم دارد.[۲۱] از این رو مدیریت مناسب و پایش مداوم استخرهای شنا به منظور اطمینان از روش های تصفیه و سالم بودن آب در راستای حفاظت از بهداشت عمومی، امری ضروری به نظر می رسد.[۲۱]

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 آگاهی حاصل نمود. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل درجه حرارت، کدورت، pH، کلر باقیمانده، قلیائیت و سختی است. شاخص های میکروبی شامل شمارش پلیت هتروتروفی (HPC) و باکتریهای کلیفرم کل، به عنوان مهمترین شاخص های کارایی گندزدایی، کلیفرم و استرپتوکوک های مدفوعی، به عنوان شاخص آلودگی مدفوعی و همچنین استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا، به عنوان شاخص های مخاطره بهداشتی آب استخر می باشند.[۲۱،۲۲] باتوجه به اهمیت بالای کنترل کیفیت آب استخرهای شنا در حفاظت از سلامت شناگران، مطالعه حاضر به منظور بررسی کیفیت فیزیکو شیمیایی و میکروبی آب استخر های شنای شهر سنندج و مطابقت آن با استانداردهای موجود صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی است. در این مطالعه ۹ استخر فعال شهر سنندج از نظر وضعیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب در تابستان سال ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفته است. از هر استخر، ۱۲ نمونه در فواصل زمانی مختلف و در مجموع ۱۰۸ نمونه توسط مرکز بهداشت سنندج جمع آوری شده است. طبق گزارش مرکز بهداشت، کلیه استخرهای مورد مطالعه سرپوشیده بوده و دارای سیستم تصفیه آب با جریان چرخشی و زمان ماند ۸-۶ ساعت می باشند، همچنین منابع آب

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

تمام استخرهای مورد بررسی چاه آب اختصاصی می باشد. به منظور سنجش کیفیت میکروبی، نمونه ها در بطری های دهانه گشاد با گنجایش ۲۵۰ میلی لیتر و استریل حاوی ۱۰ قطره تیوسولفات سدیم برداشت شده و در مجاورت یخ به آزمایشگاه منتقل شده و بلافاصله مورد آنالیز قرار گرفتند. به منظور سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی، نمونه ها در بطری های درپیچ دار ۱۰۰ میلی لیتری جمع آوری شدند. زمان نمونه برداری در ساعات شلوغ استخر (۸-٦ بعد از ظهر) بوده است. برای نمونه برداری، درب بطری را در عمق۳۰ تا ٤۰ سانتی متر زیر سطح آب باز نموده و به حالت قائم تا خط نشانه از آب پر شده است. پارامترهای pH، کلر آزاد باقیمانده، دما در محل نمونه برداری اندازه‌گیری شد. اندازه گیری سایر پارامترهای شیمیایی شامل کدورت، سختی، قلیائیت و آزمون های میکروبی در آزمایشگاه طبق روش های موجود در استاندارد متد انجام شد.[۲۳] برای شاخص های میکروبی، جهت تعیین کلیفرم های مدفوعی از روش تخمیر چند لوله ای، برای تخمین سودوموناس آئروژینوزا، استرپتوکوک های مدفوعی و استافیلو کوک اورئوس از روش صافی غشایی و جهت شمارش باکتری هتروتروف از روش شمارش بشقابی استفاده شده است.[۲۳] نتایج آزمایشات بدست آمده وارد نرم افزار SPSS شد. برای تعیین ارتباط هر یک از پارامترها با یکدیگر، از ضریب همبستگی پیرسون با سطح اطمیتان ۹۵٪ استفاده شد. سپس نتایج حاصل به روش مقایسه با استانداردها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای شنا در جدول ۱ نشان داده شده است. میزان کلر آزاد باقیمانده در ٪۸۰/۵ نمونه ها، pH در ٪۷۲/۲ نمونه ها، کدورت در ٪٦۰/۱ نمونه ها، سختی در ٪۵۲/۷ نمونه ها، قلیائیت در ٪۳۰/۵ نمونه ها و دما در ۱۰۰ نمونه های مورد بررسی در حد مطلوب بود.

میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب استخرهای شنا در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، جمعیت باکتریهای کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و استافیلوکوک اروئوس به ترتیب در ٪۳۲/٤، ٪٤۵/۳ و ٪۹٦/۳ درصد موارد وضعیت مطلوب داشته و همچنین جمعیت باکتریهای هتروتروف، استرپتوکوک موفوعی و سودوموناس آئروژینوزا در ٪۱۰۰ نمونه های مورد بررسی مطلوب بوده است.

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب استخرها

کد استخر	کلر آزاد باقیمانده (mg/l)	pH	کدورت	سختی ($mg/l\ CaCO_3$)	قلیائیت ($mg/l\ CaCO_3$)	دما ($^{\circ}C$)
۱	۱/۸±۱/۰٤	۸/۰۷±۰/۲۹	۰/۵۲±۰/۲۳	۲۲۲/۸±٦٦	۱٤۵/۷±۳۹	۲٤±۳/۱
۲	۱/۵±۰/٤٦	۷/۵±۰/۱۱	۰/٤±۰/۱٤	۲٤۳/۵±۵۹	۱۰۱/۳±۳۳/۹	۲۳±۳/۹
۳	۲/۱±۰/٦	۷/٤±۰/۲۸	۰/٤±۰/۲۱	۱۷۳/۲±٤٤	۹۲/۹±۳۹	۲۲/۵±۳/٤
٤	۱/۳±۰/۸	۷/۳±۰/۳۷	۰/۵۱±۰/۲	۱٦۵/۰۸±۳٦	٦۹/۸±۳۲	۲٦/٦±۲/٤
۵	۱/٤٦±۱/۰۷	۷/۸±۰/۳۸	۰/٦۳±۰/۲۱	۱۸٦/٦±٤۱/۳	۱٦۵/۰۸±٤۱	۲۵/٤±۲/۵
٦	۱/٦۲±۰/۷۵	۷/۵±۰/۲٦	۰/۳۳±۰/۱۷	۱۷۹/۵±٤۷	۷۸/۵±۳٦	۲۳/۳±۳/۲
۷	۱/٦۹±۱/۰۳	۷/۳±۱/۰۵	۰/۵±۰/۱۸	۱۵۲/۷±۳۷	۷۵/۸±۲۷	۲۳/۸±۳/۵
۸	۰/۸±۰/۵۹	۷/٤±۰/۲۱	۰/۵۷±۰/۲۸	۲۰۳/٦±٤۸	٦۱±۲۲	۲۷±۲/۷
۹	۱/۰۱±۰/۸	۷/۲±۰/۳	۰/۵۲±۰/۲٤	۱۷۰/٤±٤۰	۹۰/۱±۲۵	۲۵/٤±۳/۷

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب استخرها

کد استخر	هتروتروف (۱ mL)	استافیلوکوک اورئوس (۱۰۰ mL)	سودوموناس آئروژینوزا (۱ mL)	استرپتوکوک مدفوعی (۱۰۰ mL)	کل کلیفرم (۱۰۰ mL)	کلیفرم مدفوعی (۱۰۰ mL)
۱	٤۱±۲۷/٤	٤/۷±۳/۱	٦/۸±٤/٦	۱۰/٥±٤/۸	۱۱/۱±۸/۱	۲/۹±۲/۷
۲	٥۸/۸±۲۸	۱/۳±۱/٦٥	۳/۱±۱/۳	۱۰/۸±۷	٦/۹±۲/۷	۳/٤±۲/٤
۳	۲/۷±۲/۸	۱/٥۷±۱/۳	۳/۱±۲/۹	۰	۱/٤±۱/۰۹	۰
٤	۱۰۰/۷±٤۳	۱/۸±۲/٦	۰	۱۳/۹±٥/٤	۱٥±٤/٦	۹/٥±٤/۷
٥	۹/۹±٦	۳/٤±۱/۳	۰/۹٦±۱/۰٥	۱٦±۲۲	٥/٥±٤	۱/٤±۱/٤
٦	۲۰/۷±۱۷/٦	۲/٦±۲/۷	۰/۲٥±۰/٤٤	۲±۱/۸	۳/۱±۲/۷	۲/۹±۳
۷	۲۳/٦±۲۳	٤±۲/۱	۳±۲/۱	۱/٥±۰/٦	٤/٥±٥/٤	۰/٥٤±۰/٦۷
۸	۱۰۱/۹±۳۱/۲	٥/۲±٦/۱	۳±۲/۷	٥/٥±٤/۷	۲۹±۲٤	۱۹±۲۱
۹	۱٦/۹±۷/۲	۳/٤±۲/٦	۲±۱/۷۲	۲/۲±۱/۹	۸/۳±۷/٦	۱/۷±۲/۲

جدول ۳: درصد موارد مطلوب و نامطلوب پارامترهای فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب استخرها

پارامتر	میانگین± انحراف معیار	درصد موارد مطلوب	درصد موارد نامطلوب
کلر آزاد باقیمانده	۱/٥±۰/۳۹	۸۰/٥	۱۹/٥
pH	۷/٥±۰/۲۷	۷۳	۲۷
کدورت	۰/٤۸±۰/۰۹۳	٦۰/۲	۳۹/۸
سختی	۱۸۸±۲۹	٥۲/۸	٤۷/۲
قلیائیت	۹۷±۳٥	۳۰/٥	٦۹/٥
دما	۲٥±۱/٦	۱۰۰	۰
هتروتروف	٤۲±۳۷	۱۰۰	۰
استافیلوکوک اورئوس	۳/۱±۱/۳۹	۹٦/۳	۳/۷
سودوموناس آئروژینوزا	۲/٤±۲/۰٥	۱۰۰	۰
استرپتوکوک مدفوعی	٦/۹±٥/۹	۱۰۰	۰
کل کلیفرم	۹/٤±۸/٤	۳۲/٥	٦۷/٥
کلیفرم مدفوعی	٤/٥±٦	٤٥/٤	٥٤/٦

همچنین میانگین، انحراف معیار و درصد موارد مطلوب و نامطلوب پارامترها در جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

ضریب همبستگی و سطح معنی داری داده ها در جدول ٤ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد بین کلر آزاد باقیمانده، pH و کدورت ارتباط معنی دار وجود دارد. همچنین بین کلر آزاد باقیمانده، کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی ارتباط معنی دار و معکوس وجود دارد($P< ۰/۰٥$).

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

جدول ٤: ماتریس همبستگی بین پارامترهای موجود در آب استخرها

پارامتر	کلر آزاد باقیمانده	کدورت	pH	قلیائیت	سختی کل	کل کلیفرم	کلیفرم مدفوعی	استافیلوکوک اورئوس
کلر آزاد باقیمانده	r=۱	r=-۰/٤٨١	r=۰/٣٦٢	r=۰/٣٣٤	r=-۰/٣٩	r=-۰/٧٥	r=-۰/٧١	r=-۰/٣٩
		p=۰/۰۱۹	p=۰/۰۳۳۸	p=۰/۳۸	p=۰/۹۲	p=۰/۰۲	p=۰/۰۳۱	p=۰/۳
کدورت	r=-۰/٤٨١	r=۱	r=۰/۲۱۹	r=۰/۳۸٤	r=-۰/۰۷	r=۰/٤٨٤	r=۰/۳۱۲	r=۰/٦۰۷
	p=۰/۰۱۹		p=۰/٥٧۲	p=۰/۳۰۸	p=۰/۸٥۹	p=۰/۱۸٦	p=۰/٤۱٤	p=۰/۰۸۳
*p*H	r=۰/۳٦۲	r=۰/۲۱۹	r=۱	r=۰/۸۲٦	r=۰/٥٦۱	r=-۰/۰٦۳	r=-۰/۱٦٥	r=۰/۳۰٦
	p=۰/۰۳۳۸	p=۰/٥٧۲		p=۰/۰۰٦	p=۰/۱۱٦	p=۰/۰۱۰۱	p=۰/۰۲۱۱	p=۰/٤۲٤
قلیائیت	r=۰/۳۳٤	r=۰/۳۸٤	r=۰/۸۲٦	r=۱	r=۰/۳٦۱	r=-۰/۳۳۳	r=-۰/٤٦۹	r=۰/۱۱٤
	p=۰/۳۸۰	p=۰/۳۰۸	p=۰/۰۰٦		p=۰/۳٤	p=۰/۳۸۱	p=۰/۲۰۲	p=۰/۷۷
سختی کل	r=-۰/۰۳۹	r=-۰/۰۷	r=۰/٥٦۱	r=۰/۳٦۱	r=۱	r=۰/۲۳٦	r=۰/۱۸۸	r=۰/۰۲۷
	p=۰/۹۲	p=۰/۸٥۹	p=۰/۱۱٦	p=۰/۳٤		p=۰/٥٤۱	p=۰/٦۲۹	p=۰/۹٤٦
کل کلیفرم	r=-۰/۷۹٤	r=۰/٤٨٤	r=-۰/۰٦۳	r=-۰/۳۳۳	r=۰/۲۳٦	r=۱	r=۰/٥۹٥	r=۰/٥٤۱
	p=۰/۰۲	p=۰/۱۸٦	p=۰/۰۱۰۱	p=۰/۳۸۱	p=۰/٥٤۱		p=۰/۰	p=۰/۱۳۲
کلیفرم مدفوعی	r=-۰/۷۱۲	r=۰/۳۱۲	r=-۰/۱٦٥	r=-۰/٤٦۹	r=۰/۱۸۸	r=۰/۹٥۹	r=۱	r=۰/۳۸۳
	p=۰/۰۳۱	p=۰/٤۱٤	p=۰/۰۲۱۱	p=۰/۲۰۳	p=۰/٦۲۹	p=۰/۰		p=۰/۳۰۹
استافیلوکوک	r=-۰/۳۹	r=۰/٦۰۷	r=۰/۳۰٦	r=۰/۱۱٤	r=۰/۰۲۷	r=۰/٥٤۱	r=۰/۳۸۳	r=۱
اورئوس	p=۰/۳	p=۰/۰۸۳	p=۰/٤۲٤	p=۰/۷۷۰	p=۰/۹٤٦	p=۰/۱۳۲	p=۳۰۹	

بحث

امروزه استفاده از استخرهای شنا در حال گسترش است. به همین دلیل نگهداری و پایش نامناسب آنها می تواند مخاطرات زیادی را از نظر بهداشت عمومی ایجاد نماید. نتایج تحقیقات انجام شده نشان داده سلامت آب استخرهای شنا در شیوع بیماریها در بین شناگران موثر است.[۱۰،۲٤]

یکی از پارامترهای مهم که در ارزیابی ضد عفونی آب استخرها نقش مهمی دارد، تعیین کلر آزاد باقیمانده است. بر اساس ضریب همبستگی پیرسون بین کلر آزاد باقیمانده و pH و کدورت رابطه معنی داری وجود دارد ($p<۰/۰۵$) که در واقع افزایش کدورت عامل اصلی کاهش میزان کلر و به تبع افزایش pH می باشد و متاسفانه متصدیان استخرها بدون توجه به این مسئله اقدام به ضدعفونی آب استخرها می نمایند و این عامل، باعث کاهش تاثیر کلر بر روی میکروب ها به دلیل افزایش یون هیپوکلریت می گردد.[۲۵] میانگین کلر آزاد باقیمانده در این مطالعه برابر ۱/۵ mg/L بود که در مقایسه با مطالعه انجام شده در زاهدان با میانگین ۰/۹ mg/L، بالاتر می باشد.[۲٦] مطالعه انجام شده در آتن نشان داد که تنها در ۲۷ درصد از نمونه های برداشت شده، استاندارد آلمان در مورد کلر آزاد باقیمانده رعایت شده است.[۲۷] درصد میزان کلر باقیمانده در ۱۲/۵ درصد نمونه ها، از حد استاندارد کمتر بوده که این وضعیت سبب افزایش کدورت آب، تسهیل در رشد جلبک و میکروارگانیسم ها می شود. این امر را می توان با افزایش کلر و تنظیم pH رفع کرد[۲۸] و همچنین در ۷ درصد نمونه ها، مقدار کلر باقی مانده

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

بیش از حد استاندارد می باشد که کلر بیش از حد استاندارد سبب سوزش چشم، آلرژی، درماتیت پوستی، ناراحتی های گوارشی و تنفسی می شود.[۲۵] اولیورا نشان داد در ۲۲ درصد موارد مقدار کلر آزاد باقیمانده، کمتر از حد استاندارد است که در مقایسه با این مطالعه استخرهای شنای شهر سنندج در وضعیت مطلوبی قرار دارند.[۲۹] بررسی ها نشان داده تنها غلظت کلر باقیمانده عامل موثر در گندزدایی با کلر نیست، بلکه برای دستیابی به حداکثر کارایی گندزدایی با کلر، تنظیم pH امری ضروری است. مطالعه حاضر نشان داد که ۷۳ درصد نمونه ها دارای pH در حد استاندارد بوده و تنها در ۲۷ درصد نمونه‌ها، pH بالاتر از حد استاندارد می باشد که این مسئله منجر به کاهش کارایی کلر، رسوب گذاری و کدر شدن آب، تشکیل جرم در کف و دیواره های استخر و تاسیسات می شود.[۵،۲۵] مطالعات نشان می دهد pH بالا مانع تشکیل اسید هیپوکلرو (HClO) می گردد. در pH بالا (بیشتر از ۸/۵)، ۱۰ درصد کلر به اسید هیپوکلرو و ۹۰ درصد آن به یون هیپوکلریت (OCl^-) تبدیل می شود.[۲۵] طبق نظریه موریس، اثر اسید هیپوکلرو در گندزدایی باکتریایی مدفوعی ۱۰۰ بار بیشتر از یون هیپوکلریت است. بنابراین با افزایش pH، قدرت گندزدایی کلر به میزان قابل ملاحضه ای کاهش می یابد.[۳۰] میانگین کدورت در آب استخرهای مورد مطالعه برابر با ۰/٤۸ NTU است که با استاندارد مطابقت دارد. با توجه به نتایج، ۳۹/۸ درصد از نمونه ها دارای کدورت بیش از حد مجاز هستند که می تواند منجر به افزایش نیاز به کلر و کاهش تاثیر ماده گندزدا شود.[۲۸] نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دما با میانگین C^o ۲۵ در همه استخرهای مورد مطالعه در وضعیت مطلوبی قرار دارد. در بررسی که توسط سهرابی انجام گرفت، دمای آب بالاتر از حد استاندارد بود.[۲۶] بر اساس نتایج بدست آمده، از مجموع ۱۰۸ نمونه مورد آزمایش، سختی در ٤۷/۲ درصد موارد و قلیائیت ٦۹/۵ درصد موارد نامطلوب بوده است. سختی و قلیائیت از جمله عوامل شیمیایی هستند که بر خورنده یا رسوب گذار بودن آب و در نتیجه کاهش عمر مفید تاسیسات استخرهای شنا موثر است.[۵] مطالعه انجام شده توسط قانعیان و همکارانش بر روی استخرهای شنای شهر یزد نشان داد، درصد موارد نامطلوب قلیائیت و سختی به ترتیب ۸۰/۱۸ و ٤۲/۸۲ درصد بود که از نظر قلیائیت استخرهای شنای شهر سنندج در وضعیت بهتری قرار دارند[۲٤]. مطالعات انجام شده در دنیا نشاندهنده آن است که باید آب استخرها از نظر آلودگی های میکروبی نیز مورد پایش قرار گیرند. نتایج بدست آمده در بررسی آلودگی میکروبی آب ۹ استخر شنا در شهر سنندج نشان داد که بیشترین درصد باکتریهای جدا شده مربوط به کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی است و باکتری استافیلوکوک ارئوس، تنها در ٤ نمونه استخر شماره ۵ از حد استاندارد تجاوز کرده است. اما باکتریهای هتروتروف، سودوموناس آئروژینوزا و استرپتوکوک فکالیس در تمام نمونه ها پایین تر از حد استاندارد بودند. آنالیز آماری پیرسون نشان می دهد بین کلر باقیمانده و کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی ارتباط معنی دار معکوس (۰/۰۵ >P) وجود دارد. با کاهش مقدار کلر باقیمانده، مقدار کلیفرم ها افزایش می یابد. نقاب و همکارانش گزارش کردند ارتباط معکوس بین کلر آزاد و آلودگی باکتریولوژیکی وجود دارد.[۱۱] نتایج نشان داد مقدار کلر آزاد در استخرهایی که از حد استاندارد کمتر است، آلودگی های کلیفرمی در آنها بیشتر است. بنابراین مطابق نتایج، آلودگی باکتریایی ممکن است با سطح بهداشتی استخرها و نیز پارامترهای فیزیکوشیمیایی بویژه کلر آزاد باقیمانده مرتبط باشد.[۳۱] بنابراین مقدار کلر باقیمانده فاکتور موثری در نابودی باکتریها می باشد و بایستی به طور دائم پایش شود. نتایج نشان داد کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی و استرپتوکوک فکالیس به ترتیب با ٪٦۷/۵، ٪٥٤/٦ و ٪۳/۷ موارد نامطلوب شایع ترین باکتریها در استخرهای شنا بودند. از آنجا که کلیفرم ها از راههای مختلف مثل هوا، محیط آلوده، لباس شنای آلوده و مواد دفعی شناگران وارد آب می شوند، وجود آنها در آب استخرها می تواند دلیل بر وجود احتمالی سایر باکتریهایی باشد

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

که در این تحقیق مورد مطالعه قرار نگرفته است. بر اساس آزمون همبستگی، بین کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی ارتباط معنی دار وجود دارد (P<۰/۰۵). وجود کلیفرم مدفوعی در آب دلیل محکمی در ناقص بودن گندزدایی آب استخرها است. از جمله علل اصلی آلودگی مدفوعی آب استخرها، عدم نظافت و ضدعفونی مستمر توالت ها، استفاده غیر اصولی از حوضچه پاشوی شناگران، نداشتن کلر موثر در حوضچه پاشوی شناگران و آلوده بودن لباس شناگران است. مطالعات نشان داد وجود کلیفرم مدفوعی در آب و انتقال آن به افراد، باعث بروز اسهال و ناراحتی های گوارشی می شود.[۲۵] همچنین طبق آزمون آماری و ضریب همبستگی پیرسون، بین pH و کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی ارتباط معنی دار وجود دارد (P< ۰/۰۵). این ارتباط به این معنی است که در pH بالا به دلیل کاهش خاصیت ضدعفونی کنندگی کلر ،باکتریهای مدفوعی در آب استخرها وجود دارند. استافیلوکوک ارئوس عامل عفونت های پوستی، چشمی، التهاب گوش خارجی بوده که در مطالعه حاضر میانگین جمعیت این باکتری برابر با ۳/۱ در ۱۰۰ میلی لیتر است که از حد استاندارد کمتر می باشد. از پارامترهای مهمی که بر اساس استانداردهای جدید همراه با کلیفرم مدفوعی سنجیده می شود، استرپتوکوک فکالیس است که منشا مدفوعی داشته و وجود آن در آب نشانه تماس با مدفوع است و در استخرهای مورد بررسی این باکتری از حد استاندارد کمتر و نشانه سالم بودن آب برای شنا می باشد.[۲۵] باکتریهای هتروتروف، مهمترین شاخص کارایی سیستم گندزدایی در نظر گرفته می شوند. در کلیه نمونه های مورد مطالعه، میزان این باکتری از حد استاندارد کمتر بوده و نشاندهنده کارایی مناسب سیستم گندزدایی می باشد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در بین شاخص های فیزیکوشیمیایی مورد بررسی بعد از دما، کلر آزاد باقیمانده بیشترین مطابقت را با استانداردها دارد. با توجه به ارتباط معکوس بین کلر آزاد باقیمانده آب با توتال کلیفرم و کلیفرم مدفوعی می توان نتیجه گرفت که مقدار کلر آزاد باقیمانده فاکتور موثری در نابودی باکتریها می باشد و بایستی به طور دائم در استخرها پایش شود. به علاوه جهت دستیابی به کارایی مطلوب ماده گندزدا، کنترل دقیق pH و کدورت همراه با پایش کلر آزاد باقیمانده امری ضروری است. توصیه می شود تحقیقات جامعی در خصوص ارتباط بین آلودگی های باکتریایی آب استخرها با شیوع بیماریهای ناشی از آن صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب کمیته تحقیقات دانشجویی دانشگاه علوم پزشکی کردستان می‌باشد و نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه و همچنین از مسئولین محترم مرکز بهداشت سنندج و کارشناسان محترم آزمایشگاه شیمی و میکروبی مرکز بهداشت تشکر و قدردانی به عمل آورند.

منابع

1. Dindarlo K, Solimani Ahmadi M, Zare S, et al. Hygiene condition of Bandar Abbas swimming pools. J Hormozgan U Med Sci 2005; 9: 41-46 [In Persian].
2. Mokhtari M, Babaee AK. Housing and Institutional Health. 2nd ed. Sobhan Press, 2008; 51-66 [In Persian]. 2-1)
3. WHO. Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2. Swimming pools and similar environment. Genev: WHO, 2006: 180-220.
4. Mokhtari M, Babaei A. Healthy housing and public places.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

Tehran: Asar Sobhan, 2006; 1: 50-70 [In Persian].

5. Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, et al. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: Investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. Int. J Hyg Environ Health 2008; 211: 385–97.
6. Nichols G. Infection risks from water in natural and man-made environments. Euro Surveill 2006; 11(4): 76–78.
7. Lutz JK, Lee J. Prevalence and antimicrobial- resistance of Pseudomonas aeruginosa in swimming pools and hot tubs. Int J Environ Res Public Health 2011; 8(2): 554-64.
8. Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitisexterna due to Pseudomonas aeruginosa. Water Sci Technol 2004; 50(1): 63-7.
9. Price D, Ahearn DG. Incidence and persistence of Pseudomonas aeruginosa in whirl pools. J Clinl Microbiol 1988; 26(9): 1650-54.
10. 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. J Isfahan Med School 2010; 28 (108): 346-56 [In Persian].
11. Neghab M, Gorji H A, Baghapour M A, Rajaiifard A R. Survey on water contamination of swimming pools in Shiraz. Scientific J Kurdistan U Med Sci 2004; 31(3): 41-9 [In Persian].
12. Nanbakhsh H, Diba K, Hazarty K. Study of fungal contamination of indoor public swimming pools. Iran J Pub Health 2004; 33(1): 60–5 [In Persian].
13. Nourian AA, Badali H, Hamzehei H. Fungal contamination in indoor swimming pools in Zanjan-Iran 2005. Pak J Biol Sci 2006; 9(13): 2524–7.
14. Barben J, Hafen G, Schmid J. Pseudomonas aeruginosa in public swimming pools and bathroom water of patients with cystic fibrosis. J Cyst Fibros 2005; 4(4): 227–31.
15. Guida M, Galle F, Mattei ML, et al. Microbiological quality of the water of recreational and rehabilitation pools: a 2-year survey in Naples, Italy. Pub Health 2009; 123(6): 448–51.
16. Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, et al. Health risks of early swimming pool attendance. Int J Hyg Environ Health 2008; 211(3-4): 367–73.
17. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A, Abu Aqoulah A. Sanitary Conditions of Public Swimming Pools in Amman, Jordan. Int J Environ Res Pub Health 2007; 4(4): 301-6.
18. Azizjalali M H, Behrangi E. Study of the prevalence of Tinea Pedis in swimmers of the west pools of tehran in 2007. J Iran U of Med Sci 2009; 16(63): 94-102 [In Persian].
19. Kazemifard H, Jandaghi G R, Safdari M, Azizifar M. The study of Dermatophytic infections in public swimming pools of Qom city during 2004. J Arak U of Med Sci 2006; 9(3): 1-6 [In Persian].
20. Yousefi Z. Study of the pollution condition of swimming pools in Sari City for the Staphylococcus Aureus. Iran J Health Environ 2009; 2(3): 178-87. [In Persian].
21. Hambly AC, Henderson RK, Storey MV, et al. 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.
22. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Swimming pool water–Microbiological specifications. ISIRI Number 9412, 2007 [In Persian].
23. American 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.
24. Ghaneian M T, Ehrampoush M H, Dad V, et al. An Investigation on Physicochemical and Microbial Water Quality of Swimming Pools in Yazd. J Shahid Sadoughi U Med Sci 2012; 20(3): 340-9.
25. Mehdinezad M H. The determination of quality of healthy indicators in swimming pools in Gorgan. J Gorgan U Med Sci 2003; 5(2): 89-5.
26. Sohrabi A, Qureshi M I, Dehdr M, Rakhshkhorshid A. Study of fungal and bacterial contamination of Zahedan indoor swimming pools 2002. 6th National Conference on Environmental Health, 2003 Oct 22-24; Mazandaran, Iran [In Persian].
27. Rigas F, Mavridou A, Zacharopoulos A. Water quality of swimming pools in Athens area. J Environ Health Res 1998; 8(3): 253-60.
28. Jafari Mansoorian H, Rajabi zadeh A, Jafari Modrek M, et al. Water health indices in Kerman swimming pools in 2011. J Health Dev 2013; 2(2): 128-37.
29. Oliveira S R, Cruz R M S, Vieiraa M C, et al. Enterococcus faecalis and Pseudomonas aeruginosabehaviour in frozen watercress (Nasturtium officinal) submitted to temperature abuses. Int J Refrig 2009; 32(3): 472-7.
30. Kawamura S. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, 2nd ed. New York: John Willy & Sons; 2000; 294.
31. Hoseinzadeh E, Mohammady F, Shokouhi R, et al. Evaluation of biological and physic-chemical quality of public swimming pools, Hamadan (Iran). Int J Environ Health Eng 2013; 2(1): 1-5.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]

Survey Physico-Chemical and Microbial Quality of Sanandaj City Swimming Pools Water

Pegah Bahmani[1], Afshin Maleki[1], Mohammad Salimi[2], Shahram Sadeghi[3]*

1. Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

2. Department of Environmental Health Engineering, Health Center of Sanandaj City, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

3. Student Research Committee, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

***E-mail:** Shahram.snna@yahoo.com*

***Received:** 20 Aug 2014 ; **Accepted:** 25 Oct 2014*

ABSTRACT

Background: Health of swimming pools is important to maintain health of swimmers that in case of failure to comply of health standards, can be lead to health problems and the transmission of infectious diseases to swimmers. The purpose of this study was to evaluate the water quality of swimming pools in Sanandaj city and compare of their results with the national standards.

Methods: In this cross – sectional study, 108 water samples were collected from 9 swimming pools of Sanandaj city. Some parameters including residual chlorine, pH, turbidity, hardness, alkalinity, temperature and also microbial parameters such as heterotrophic bacteria, staphylococcus aureus, pseudomonas aeruginosa, fecal streptococcus, total coliform, and fecal coliform were evaluated.

Results: The results of the study showed that residual chlorine, pH, turbidity, hardness, alkalinity, and temperature in 80.5%, 72.2%, 60.1%, 52.7%, 30.5%, and 100% of samples, respectively, which were in desirable limit. Also the population of total coliform, fecal coliform, and Staphylococcus aureus in 32.4%, 45.3%, and 96.3% of samples, respectively, were in desirable ranges.

Conclusion: Based on the results, turbidity, hardness, alkalinity, and also population of total coliform and fecal coliform of some samples didn't have conformity with standards that indicates the need for continuous monitoring of swimming pools water quality.

Keywords: Swimming pool, Physicochemical parameters, Microbial parameters.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.89]