

## ارزیابی شاخص های بهداشتی کیفیت آب استخرهای شنای شهر کرمان در سال ۱۳۹۰

حسین جعفری منصوریان<sup>۱</sup>، احمد رجبی زاده<sup>۲</sup>، محمد جعفری مدرک<sup>۳</sup>، شیدوش دولتشاهی<sup>۴</sup>، بهنام حاتمی<sup>۴</sup>

### چکیده

**مقدمه:** آلودگی آب استخرهای شنا می تواند باعث انتقال بیماری های مختلفی به انسان گردد. در این مطالعه به بررسی کیفیت آب استخرهای شنا در شهر کرمان به منظور تعیین وضعیت کنترل بهداشتی آن ها پرداخته شد.

**روش ها:** در این پژوهش مقطعی در سال ۹۰ نمونه برداری از آب استخرها هر هفته قبل و بعد از شنا انجام شد. تعداد کل نمونه های جمع آوری شده برابر ۱۵۰ بود. نمونه ها از نظر میزان کلر باقیمانده آزاد، pH، پتانسیل اکسیداسیون- احیا، درجه حرارت، کدورت، هدایت الکتریکی، کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، شمارش پلیت هتروتروفیک، استرپتوکوک مدفوعی، استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا مورد آزمایش قرار گرفتند.

**نتایج:** بررسی ها نشان داد که کلر باقیمانده آزاد در ۱۲/۳٪ موارد و pH در ۲۶/۷٪ موارد کمتر از حد استاندارد بود. کدورت در ۴۱/۳٪ موارد و درجه حرارت در ۳۳/۲٪ موارد از حد استاندارد بیشتر بود. پتانسیل اکسیداسیون- احیا در ۲۷/۴٪ موارد کمتر از حد استاندارد بود. در هیچ یک از استخرها کلیفرمهای مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و استافیلوکوک اورئوس از حد استاندارد تجاوز نکرد. کل کلیفرم در ۱۰۰٪، شمارش پلیت هتروتروفیک (HPC) در ۱۴/۶٪، و سودوموناس آئروژینوزا در ۳۱/۴٪ موارد بیش از حد استاندارد بود. ارتباط بین کلر باقیمانده آزاد و ارگانسیم های مورد بررسی معنی دار و معکوس بود.

**بحث و نتیجه گیری:** بیشتر استخرهای شنای کرمان فاقد شاخص های میکروبی و از نظر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، pH و کدورت مطابق با استاندارد بودند، اما هنوز لزوم پایش و تذکر برای رفع مشکلات موجود احساس می شود.

**واژگان کلیدی:** شاخص بهداشتی، آب استخر، کیفیت میکروبی، کیفیت فیزیکوشیمیایی، کرمان

### مقدمه

افزایش استفاده از استخرهای شنا و نگهداری و پایش نامناسب آن ها می تواند مخاطرات زیادی را از نظر بهداشت عمومی ایجاد نماید. امروزه شنا به عنوان یک فعالیت تفریحی و ورزشی مفید از نظر جسمی و روحی در نظر گرفته می شود و توجه به مسائل و

جوانب بهداشتی استخرهای شنا برای تامین سلامت و رفاه افراد شناگر بسیار مهم است. از موارد بهداشتی مهم در این زمینه توجه به کیفیت آب مصرفی در استخر می باشد (۱-۳). از دیدگاه بهداشتی، آب مصرفی در استخرها مانند آب آشامیدنی باید دارای ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی مناسب بوده و در حد

۱- مربی، مرکز تحقیقات ارتقای سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان

۲- مربی، گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان

۳- استادیار، مرکز تحقیقات بیماری های عفونی و گرمسیری، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان

۴- دانشجوی کارشناس ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان

نویسنده مسئول: حسین جعفری منصوریان

Email: h.mansoorian@yahoo.com

فکس: ۰۵۴۱-۲۴۲۵۳۷۵

تلفن: ۰۵۴۱-۲۴۴۸۵۸۴

آدرس: زاهدان- میدان مشاهیر- دانشگاه علوم پزشکی زاهدان- دانشکده بهداشت - گروه مهندسی بهداشت محیط

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 بیماری ها می نماید (۵ و ۴).

موارد زیادی از انتقال عفونت از آب استخرهای شنا گزارش شده که عامل عفونی گونه ای از میکروارگانیسم های پاتوژن شامل باکتری ها، ویروس ها و انگل های تک یاخته ای بوده است. در استخرهای شنا به دلیل این که بدن انسان مستقیماً با آب در تماس است، با غوطه ور شدن در آب، ممکن است آب وارد دهان، بینی، گوش و چشم گردد. لذا در صورت آلودگی شیمیایی و میکروبی انتقال بیماری ها از جمله اگرما، عفونت های گوش و بیماری های گوارشی را به همراه خواهد داشت (۷ و ۶). همچنین شناگرها از پوست، بزاق، روده و اندام های تناسلی خود صدها میلیون میکروارگانیسم وارد آب می کنند که با اغلب عفونت های منتقله از طریق آب مرتبط می باشند (۸). افراد آلوده می توانند به صورت مستقیم آب استخر، سطوح و تسهیلات استفاده شده در استخر را با پاتوژن ها آلوده سازند. از طرفی چون میزان این آلودگی بر اثر تداوم و استفاده افراد مختلف از استخر به طور مرتب رو به افزایش است، محل بسیار مناسبی برای آلوده شدن عده زیادی از مردمی که از استخر استفاده می کنند، فراهم می نماید (۹). علاوه بر مخاطرات میکروبی، مواد شیمیایی استفاده شده جهت تصفیه و گندزدایی 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 نماید (۶، ۹).

در تحقیقی که توسط نانبخش و همکاران در سال

۱۳۷۹ در شهر ارومیه انجام شد، مشخص گردید که عوامل باکتریایی همانند سودوموناس آئروژینوزا و کلیفرم های مدفوعی در آب استخرهای مورد مطالعه وجود دارند (۱۰). مطالعه دیگری که توسط Dingman و همکاران در سال ۱۹۹۰ در کره انجام شد مشخص گردید که باکتری هایی همچون اشرشیاکلی، سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوک اورئوس در آب استخرها وجود دارند (۱۱). حضور این عوامل باکتریایی به کیفیت آب استخر، نوع استخر، وضعیت بهداشت فردی شناگران و نحوه گندزدایی آب استخر بستگی دارد (۱۲ و ۱۳). در مطالعه ای که توسط Anipsitakis و همکاران در سال ۲۰۰۸ در آمریکا با عنوان آلودگی زدایی میکروبی و شیمیایی آب استخر با استفاده از پروکسی مونوسولفات فعال شده انجام گرفت، اشرشیاکلی در آب استخر شناسایی و به میزان ۹۹/۹۹٪ حذف شد (۱۴). در بررسی دیگر توسط Barben و همکاران در سال ۲۰۰۵ در سوئیس، ۷٪ نمونه های استخرهای عمومی و ۴٪ استخرهای خصوصی حاوی پسودوموناس آئروژیناز بودند (۱۵). Papadopoulou و همکاران در سال ۲۰۰۸ در یونان کیفیت میکروبیولوژیکی استخرهای عمومی و خصوصی را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج حاصل از آن نشان داد در ۳۲/۹٪ نمونه ها، شاخص های میکروبی پسودوموناس آلکالیژنز، استافیلوکوک اورئوس و استافیلوکوک ورنری از حداکثر مجاز تجاوز کرده و در ۳۵/۵٪ نمونه ها، گونه های مقاوم میکروبی شناسایی شد (۱۶).

هر یک از مطالعات فوق نشان می دهد که تدوین معیارها و کنترل بهداشتی آب استخر به منظور جلوگیری از بیماری های شایع و منتقله از آب آلوده یکی از عوامل مهمی است که در سالم سازی

آب استخرها و سلامت شناگران تاثیر مستقیم دارد (۱۷). از این رو می توان با مدیریت صحیح تصفیه و سالم سازی آب و پایش موثر و دائمی شاخص های میکروبی، از شیوع بسیاری از بیماری های منتقله از طریق آب استخرهای شنا جلوگیری نمود یا آن را کاهش داد. لذا با توجه به اهمیت این موضوع در حفظ سلامتی شناگران؛ کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب استخرهای شنا در شهر کرمان در سال ۱۳۹۰ و مطابقت آن با استانداردهای موجود مورد تحقیق قرار گرفت.

### روش ها

این پژوهش مقطعی در فصول تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۹۰ در همه استخر های فعال شهر کرمان که ده عدد بودند، صورت گرفت. تمام استخرهای مورد مطالعه بر اساس نوع سیستم تامین و تصفیه آب از نوع گردش یا مدار بسته بودند. تعداد کل نمونه های برداشت شده برابر ۱۵۰ بود که در هر هفته ۴ نمونه برداشت می شد. نمونه برداری هر هفته در صبح روز جمعه، از عمق ۳۰ سانتی متری، به منظور بررسی پارامترهای شیمیایی و فیزیکی قبل و بعد از شنا و جهت بررسی پارامترهای میکروبی بعد از شنا انجام شد. پارامترهای شیمیایی کلرباقیمانده آزاد و pH با استفاده از دستگاه کلرسنج مدل کاریزاب ان ان دی اتیل پارافیلین دی آمین (DPD) ساخت شرکت HACH کشور آلمان و پارامتر فیزیکی درجه حرارت آب استخر با استفاده از دماسنج جیوه ای در محل استخر انجام گرفت.

برای اندازه گیری پارامتر فیزیکی کدورت، پارامتر شیمیایی پتانسیل اکسیداسیون-احیاء (Oxidation Reduction Potential = ORP)، پارامترهای میکروبی مورد ارزیابی شامل کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی،

شمارش پلیت هتروتروفیک (Heterotrophic plate count = HPC)، استرپتوکوک مدفوعی، استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا، نمونه های گرفته شده در Cool box نگهداری و در کمتر از ۲ ساعت به آزمایشگاه منتقل شد (۱۸).

اندازه گیری کدورت و ORP با استفاده از دستگاه کدورت سنج مدل HACH و ORP متر مدل Denver ساخت شرکت HACH کشور آلمان انجام شد. کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، شمارش پلیت هتروتروفیک، استرپتوکوک مدفوعی، استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا آب استخر با استفاده از روش چند لوله ای مورد سنجش قرار گرفت. نمونه برداریها و آزمایشات در آزمایشگاه مرکز تحقیقات بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان بر اساس روش های مندرج در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش آب و فاضلاب انجام شد (۱۸).

برای حفظ محرمانیت اطلاعات نتایج بصورت کد استخر و بدون نام گزارش شد. اما در موارد لازم به طور خصوصی به مسئولین استخر مربوطه برای اصلاح وضعیت استخر تذکر داده شد.

پس از آنالیز توصیفی داده ها، برای تعیین ارتباط بین متغیر های عددی از ضریب همبستگی پیرسون در نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ (SPSS Inc., version ۱۵, Chicago, IL) استفاده شد.

### نتایج

میانگین و انحراف معیار تغییرات غلظت کلر باقی مانده آزاد، pH، کدورت، دما، ORP، کل کلیفرم، کلیفرم مدفوعی، شمارش پلیت هتروتروفیک، استرپتوکوک مدفوعی، استافیلوکوک اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا آب استخرهای شنای مورد مطالعه، در

ارتباط معنی دار و مستقیمی وجود داشت. بین کلر باقیمانده آزاد و ارگانسیم های مورد بررسی هم رابطه معکوسی دیده شد.

### بحث

گسترش روزافزون استفاده از استخرهای شنا و از طرفی نگهداری و پایش نامناسب آن ها می تواند مخاطرات زیادی را از نظر بهداشت عمومی ایجاد نماید. در پژوهش حاضر از پارامترهای شیمیایی مورد بررسی، کلر باقیمانده آزاد بیشترین مطابقت را با معیارهای استاندارد موجود داشت. در استخر شماره ۷ در ۱۲/۳۴٪ موارد میزان کلر باقیمانده آزاد از حد

جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بررسی ها نشان داد که دامنه تغییرات کلر باقیمانده آزاد  $1/2 \text{ mg/L}$  -  $0/5$ ، دامنه تغییرات pH  $6/5-8/5$ ، کدورت بین  $3/6-0/1 \text{ NTU}$  و درجه حرارت بین  $25-31$  درجه سانتی گراد بود. دامنه تغییرات ORP نیز  $730 \text{ mv}$  -  $625$  بود. از نظر پارامترهای میکروبی نیز کل کلیفرم در تمام موارد، شمارش پلیت هتروتروفیک در یک مورد و سودوموناس آئروژینوزا در سه مورد از حد استاندارد تجاوز کرد.

ضریب همبستگی و سطح معنی داری داده ها در جدول (۳) نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود بین کلر باقیمانده آزاد با کاهش pH

جدول (۱): میانگین و انحراف معیار پارامترهای شیمیایی و فیزیکی آب استخرهای شنای شهرستان کرمان

کد استخر	پارامترها (mean±sd)	کلر باقیمانده آزاد (mg/l)	pH	کدورت (NTU)	دما (°C)	ORP (mv)
۱	$0/8 \pm 0/3$	$7/7 \pm 1/8$	$0/5 \pm 0/3$	$26 \pm 1/2$	$625 \pm 254$	
۲	$1 \pm 0/6$	$6/5 \pm 2/4$	$0/3 \pm 0/2$	$28 \pm 0/9$	$725 \pm 370$	
۳	$0/9 \pm 0/4$	$7/2 \pm 3/1$	$1/8 \pm 0/4$	$25 \pm 1$	$695 \pm 320$	
۴	$0/9 \pm 0/2$	$6/5 \pm 1/8$	$0/4 \pm 0/3$	$31 \pm 1/8$	$730 \pm 315$	
۵	$1 \pm 0/7$	$7/2 \pm 2/2$	$0/8 \pm 0/6$	$27 \pm 0/8$	$675 \pm 357$	
۶	$0/8 \pm 0/1$	$7/9 \pm 3/4$	$0/7 \pm 0/3$	$26 \pm 1/5$	$634 \pm 254$	
۷	$0/5 \pm 0/2$	$6/8 \pm 2/8$	$2/7 \pm 1/2$	$30 \pm 3/1$	$718 \pm 395$	
۸	$1/2 \pm 0/8$	$7/3 \pm 1/9$	$3/6 \pm 2/1$	$27 \pm 0/8$	$694 \pm 397$	
۹	$0/8 \pm 0/4$	$6/9 \pm 1/6$	$0/9 \pm 0/7$	$28 \pm 1/4$	$710 \pm 232$	
۱۰	$1 \pm 0/3$	$7/1 \pm 2/7$	$1/7 \pm 0/9$	$30 \pm 1/9$	$688 \pm 240$	
میزان استاندارد	$0/6-1$	$6/8-7/5$	$0/5 \geq$	۲۶	$650-700$	
درصد نمونه های فاقد استاندارد				$33/21$	$27/4$	$41/35$

جدول (۲): میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب استخرهای شناي شهرستان کرمان

سودوموناس آئروژیناز (تعداد/۱۰۰ml)	استافیلوکوک اورئوس (تعداد/۱۰۰ml)	استرپتوکوک (تعداد/۱۰۰ml)	شمارش پلیت هتروتروفیک (تعداد/ml)	کلیرم مدفوعی (تعداد/۱۰۰ml)	کل کلیرم (تعداد/۱۰۰ml)	پارامترها (mean±sd) کد استخر
۰	۹/۹±۵/۳	۴/۹±۱/۶	۲۷۵±۳۶/۷	۰	۶/۲±۴/۱	۱
۰	۱۸/۴±۴/۵	۱۴/۶±۳/۱	۲۵±۵/۷	۰	۲/۵±۱/۳	۲
۵/۱±۲/۸	۱۴/۱±۶/۲	۰	۱۰±۳/۲	۰/۸±۰/۳	۴/۲±۲/۲۵	۳
۳/۴±۱/۳	۰	۱۵/۸±۹/۷	۴۷±۷/۱	۰/۶±۰/۴	۳/۹±۲/۶	۴
۰	۲۵/۳±۹/۸	۱۲/۳±۷/۲	۰	۰/۹±۰/۵	۹/۳±۵/۴	۵
۰	۰	۰	۱۵±۲/۸	۰/۹±۰/۶	۷/۴±۳/۸	۶
۳/۵±۱/۲	۱۱/۲±۵/۳	۰	۰	۰	۵/۹±۲/۲	۷
۰/۸±۰/۳	۰	۲۴/۷±۴/۳	۳۶±۸/۴	۰/۷±۰/۲	۴/۸±۱/۸	۸
۳/۶±۰/۹	۰	۱۹/۶±۶/۴	۱۲±۲/۵	۰/۹±۰/۳	۳/۴±۱/۶	۹
۰/۶±۰/۴	۱۵/۳±۴/۶	۰	۴۲±۹/۶	۰	۵/۶±۳/۹	۱۰
< ۱	< ۱۰۰	۱۰۰	۲۰۰	< ۱	۰	میزان استاندارد
۳۱/۴۲	۰	۰	۱۴/۶	۰	۱۰۰	درصد نمونه های فاقد استاندارد

جدول (۳): ماتریس همبستگی بین پارامترهای موجود در آب استخرها

پارامتر	کدورت (NTU)	کلر باقیمانده آزاد (mg/L)	pH	دما (°C)	ORP (mv)	ارگانیزم های مورد بررسی
کلر باقیمانده آزاد (mg/L)	r=۰/۰۵۶ p-value=۰/۵۲۳	r=۱	r=۰/۳۷۲ p-value=۰/۰۳۳	r=-۰/۲۲۱ p-value=۰/۴۴۸	r=۰/۳۸۲ p-value=۰/۵۹۴	r=-۰/۱۴۲ p-value=۰/۲۳۱
کدورت (NTU)	r=۱	r=۰/۰۹۴ p-value=۰/۵۲۳	r=۰/۰۶ p-value=۰/۷۱۲	r=-۰/۰۳۷ p-value=۰/۶۵۲	r=-۰/۰۲۷ p-value=۰/۱۴۲	r=۰/۳۴۵ p-value=۰/۴۲۱
pH	r=۰/۰۳۱ p-value=۰/۷۱۲	r=۰/۳۷۲ p-value=۰/۰۳۳	r=۱	r=-۰/۰۹۵ p-value=۰/۵۷۴	r=۰/۰۸۹ p-value=۰/۳۵۱	r=۰/۰۹۲ p-value=۰/۲۶۱
دما (°C)	r=-۰/۰۲۹ p-value=۰/۶۵۲	r=-۰/۲۱۷ p-value=۰/۴۴۸	r=-۰/۰۶۴ p-value=۰/۵۷۴	r=۱	r=۰/۰۱۱ p-value=۰/۲۰۱	r=۰/۳۶۷ p-value=۰/۳۷۸
ORP (mv)	r=-۰/۰۱۴ p-value=۰/۲۱۵	r=۰/۴۲۷ p-value=۰/۶۸۱	r=۰/۰۵۹ p-value=۰/۴۲۶	r=۰/۰۲۷ p-value=۰/۲۸۴	r=۱	r=-۰/۴۲۱ p-value=۰/۲۸۲
ارگانیزم های مورد بررسی	r=۰/۱۸۶ p-value=۰/۵۳۲	r=-۰/۰۵۷ p-value=۰/۷۱۶	r=-۰/۰۲۹ p-value=۰/۵۰۴	r=۰/۱۴۳ p-value=۰/۶۱۲	r=-۰/۲۶۷ p-value=۰/۴۵۵	r=۱

بودن pH از حد استاندارد باعث کاهش کلر فعال می شود و مصرف بیش از حد کربنات کلسیم عامل بالقوه ای در ایجاد مخاطرات تنفسی و آلرژی است و همچنین باعث تشکیل رسوب و افزایش کدورت آب می شود. برای کاهش pH تا میزان استاندارد، می توان از اسید موریاتیک و اسید سولفوریک رقیق هم استفاده کرد (۲۸).

دامنه تغییرات کدورت آب استخرهای شنا در شهر کرمان NTU ۱-۰/۱ بود که در مقایسه با استاندارد آن، در ۴۱/۳٪ موارد یعنی در استخر های شماره ۷ و ۸ بیش از استاندارد بود. هدف از اندازه گیری کدورت تعیین میزان شفافیت در آب استخر می باشد و از جمله مشکلاتی که کدورت بالا ایجاد می کند، جلوگیری از بهبود فرایند گندزدایی و کاهش تأثیر ماده گندزدا است.

دامنه تغییرات درجه حرارت استخرهای مورد مطالعه در کرمان ۲۵-۳۱ درجه سانتی گراد بود که در ۳۳/۲٪ موارد یعنی در استخر شماره ۷ و ۱۰ بالاتر از حد استاندارد بود. در بررسی که توسط فدائی و همکاران در شهرکرد انجام گرفت، دمای آب در حد استاندارد بود، اما در مطالعه سهرابی و همکاران در زاهدان و نانبخش و همکاران در ارومیه بالاتر از حد استاندارد بود (۱۹ و ۱۰). دمای بالای آب زمینه را برای رشد جلبک ها و میکروب ها فراهم می کند (۲۵ و ۲۶).

ORP میزان فعالیت یا اکسیداسیون باقیمانده یک عامل اکسیدکننده در آب می باشد که به عنوان شاخص مؤثر جهت تشخیص راندمان گندزدایی در استخرهای شنا استفاده می شود. از این رو بین این پارامتر و کیفیت باکتیولوژیکی آب همبستگی وجود دارد (۱). دامنه تغییرات ORP، ۶۵۰-۷۰۰ mv بوده

استاندارد کمتر بود که این وضعیت سبب افزایش کدورت آب، تسهیل رشد جلبک و میکروارگانسیم ها می شود. این امر را می توان با افزایش کلر و تنظیم pH رفع کرد. در مطالعه ای در زاهدان توسط سهرابی و همکاران، در گرگان توسط مهدی نژاد و همکاران، در شهرستان نور توسط محسنی و همکاران و در بیرجند توسط باریک بین و همکاران بر روی استخرهای شنا هم میانگین کلر باقیمانده آزاد از حد استاندارد پایین تر بوده است (۲۲-۱۹). همچنین در مطالعه Oliveira و همکاران در سال ۲۰۰۹ در ۲۲٪ موارد مقدار کلر آزاد باقیمانده کمتر از حد استاندارد بود و از این نظر استخرهای شهر کرمان در وضعیت مطلوبی قرار داشتند (۲۳). ذکر این نکته ضروری است که تنها غلظت کلر باقیمانده عامل مؤثر برای گندزدایی با کلر نیست بلکه برای دستیابی به حداکثر کارایی گندزدایی با کلر تنظیم pH امری ضروری است. در استخر شماره ۲ میزان pH در ۲۶/۷٪ موارد کمتر و استخر شماره ۵ در ۳۴/۵٪ موارد بیشتر از حد استاندارد بود. تحقیقی که توسط Mastromatteo و همکاران در سال ۲۰۰۹ انجام شد نشان داد که بر اساس میزان pH، کلر باقیمانده آزاد و بار شنا اندازه گیری شده در استخر می توان با اطمینان ۹۵٪ در خصوص میزان آلودگی میکروبی قضاوت کرد (۲۴). در مطالعاتی که بر روی استخرها در شهرهای ارومیه، زاهدان، اصفهان و شهرکرد انجام گردید میانگین pH در حد استاندارد بوده است (۱۹ و ۲۵ و ۲۶). پایین بودن pH از حد استاندارد باعث خوردگی تاسیسات، تحریک و سوزش چشم و پوست شناگران و بالا بودن آن باعث از دست رفتن کلر، کاهش کارایی آن و ایجاد لک می شود (۲۷ و ۲۵). برای تنظیم pH می توان از کربنات سدیم هم استفاده کرد. بالا

که در مقایسه با استاندارد آن، در ۲۷/۴٪ موارد و در استخر شماره ۱، ۸ و ۶ کمتر از استاندارد بود. پایین بودن ORP نشان دهنده راندمان کم فرایند گندزدایی و ماده گندزدا می باشد (۲۹).

مطالعات انجام شده در دنیا نشان دهنده آن است که باید آب استخرها از نظر آلودگی های میکروبی مورد بررسی قرار گیرد. نتایج به دست آمده در زمینه بررسی آلودگی میکروبی آب ۱۰ استخر شنا در شهر کرمان نشان داد که بیشترین درصد باکتری های جدا شده مربوط به کل کلیفرم ها بود و در تمام استخرها از حد استاندارد بیشتر بود. اما کلیفرم های مدفوعی، استرپتوکوک مدفوعی و استافیلوکوک اورئوس در تمام نمونه ها پایین تر از حد استاندارد بود. شمارش پلیت هتروتروفیک در یک مورد (استخر شماره ۱) و سودوموناس آئروژینوزا در سه مورد (استخر ۳، ۷، ۹) از حد استاندارد تجاوز کرده بود. در مطالعه ای که نانبخش و همکاران، Naesens و همکاران، Schets و همکاران، حجاتبار و همکاران، شاکری و همکاران، Casanovas-Massana و همکاران و Lee و همکاران در مورد استخرهای شنا انجام دادند، آلودگی آب استخرها را به میکروارگانیزم هایی مانند سودوموناس، ایکلای، کلبسیلا، استافیلوکوک و سالمونلا گزارش نمودند که در مقایسه، استخرهای مورد بررسی در مطالعه حاضر از وضعیت بهتری برخوردار بودند (۱۰، ۳۴-۲۹). از تمام نمونه های مورد بررسی در مطالعه حاضر ۸۲٪ موارد، با استانداردهای میکروبی مطابقت داشت.

آنالیز آماری انجام شده در جدول (۳) نیز نشان داد که ارتباط معکوسی بین کلر آزاد باقیمانده و ارگانیزم های جدا شده از آب استخرها وجود دارد. این ارتباط در مطالعه Renate و همکاران ، Abu Shaqra

و همکاران و حسین زاده و همکاران نیز مشخص گردید (۲۷، ۳۵، ۳۶). با توجه به این آنالیز آماری، می توان نتیجه گرفت که مقدار کلر آزاد باقیمانده عامل بسیار مؤثری در نابودی ارگانیزم ها بوده و بایستی به طور مداوم در استخرها مورد آزمایش قرار گیرد. لذا برای هرچه بهتر شدن کیفیت آب استخرها و به دنبال آن کاهش انواع بیماری های منتقله از طریق شنا در استخرها بازرسی مستمر بهداشتی استخرها و کنترل مکرر آنها از نظر آلودگی ها، ارائه آموزش های لازم به اداره کنندگان استخرها، صدور کارت بهداشتی برای فرد استفاده کننده از آب استخر، اطلاع رسانی و آموزش های لازم در زمینه بهداشت استخر و بهداشت فردی به شناگران، ضدعفونی مستمر محیط اطراف استخر از جمله حمام ها، راه روها، دستشویی ها و ارتقاء سطح آگاهی مردم در این زمینه و مراقبت بیشتر در نگهداری استخرهای شنا توصیه می گردد.

این مطالعه محدودیت هایی داشت از جمله این که نمونه برداری در تمام طول سال انجام نشد و فقط از ابتدای تابستان تا انتهای زمستان انجام شد.

### نتیجه گیری

مطابق نتایج بدست آمده، بیشتر استخرهای شنا کرمان فاقد شاخص های میکروبی و از نظر ویژگی های فیزیکوشیمیایی، pH و کدورت مطابق با استاندارد بودند. بررسی ها نشان داد که در استخرهای کرمان دامنه تغییرات کلر باقیمانده آزاد و pH در موارد معدودی کمتر از حد استاندارد بود و دامنه تغییرات کدورت و درجه حرارت هم در موارد معدودی از حد استاندارد بیشتر بود. در پژوهش حاضر از پارامترهای شیمیایی مورد بررسی، کلر باقیمانده آزاد بیشترین مطابقت را با معیارهای موجود داشت. ارتباط معنی

### تشکر و قدردانی

پژوهشگران این تحقیق بر خود لازم می دانند که از دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی کرمان و از مسئولین استخرها که راه را برای انجام این پژوهش هموار نمودند تشکر نماید.

داری بین کاهش کلر باقیمانده آزاد با افزایش شمارش پلیت هتروتروفیک و سودوموناس آئروژینوزا وجود داشت و لذا توصیه می گردد که این عوامل مکرراً مورد پایش قرار گیرند و تذکرات لازم به مسئولین استخرها داده شود.

### References

1. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. Environmental engineering. 5th ed. New Jersey, NJ: John Wiley & Sons; 2003.
2. World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments: Swimming pools, spas and similar recreational-water environments. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2000.
3. Glauner T, Waldmann P, Frimmel FH, Zwiener C. Swimming pool water--fractionation and genotoxicological characterization of organic constituents. *Water Res* 2005; 39(18): 4494-502.
4. Panyakapo M, Soontornchai S, Paopuree P. Cancer risk assessment from exposure to trihalomethanes in tap water and swimming pool water. *J Environ Sci (China)* 2008; 20(3): 372-8.
5. Lourencetti C, Ballester C, Fernandez P, Marco E, Prado C, Periago JF, et al. New method for determination of trihalomethanes in exhaled breath: applications to swimming pool and bath environments. *Anal Chim Acta* 2010; 662(1): 23-30.
6. Kuhn I, Iversen A, Finn M, Greko C, Burman LG, Blanch AR, et al. Occurrence and relatedness of vancomycin-resistant enterococci in animals, humans, and the environment in different European regions. *Appl Environ Microbiol* 2005; 71(9): 5383-90.
7. Chen MJ, Lin CH, Duh JM, Chou WS, Hsu HT. Development of a multi-pathway probabilistic health risk assessment model for swimmers exposed to chloroform in indoor swimming pools. *J Hazard Mater* 2011; 185(2-3): 1037-44.
8. 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.
9. Florentin A, Hautemaniere A, Hartemann P. Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. *Int J Hyg Environ Health* 2011; 214(6): 461-9.
10. Nanbakhsh H, Diba K, Hazrati Tappeh Kh. Evaluation of some physico-chemical parameters and fungal contamination of indoor public swimming pools in Urmia in 2001. *Sci J Kurdistan Univ Med Sci* 2005; 10(2): 26-35. [In Persian].
11. Seredynska-Sobecka B, Stedmon CA, Boe-Hansen R, Waul CK, Arvin E. Monitoring organic loading to swimming pools by fluorescence excitation-emission matrix with parallel factor analysis (PARAFAC). *Water Res* 2011; 45(6): 2306-14.
12. Maunula L, Kalso S, Von Bonsdorff CH, Ponka A. Wading pool water contaminated with both noroviruses and astroviruses as the source of a gastroenteritis outbreak. *Epidemiol Infect* 2004; 132(4): 737-43.
13. Kohlhammer Y, Doring A, Schafer T, Wichmann HE, Heinrich J. Swimming pool attendance and hay fever rates later in life. *Allergy* 2006; 61(11): 1305-9.
14. Anipsitakis GP, Tufano TP, Dionysiou DD. Chemical and microbial decontamination of pool water using activated potassium peroxydisulfate. *Water Res* 2008; 42(12): 2899-910.
15. 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.
16. Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, Gousia P, Giannakopoulos X, Dontorou C, et al. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. *Int J*



- Hyg Environ Health 2008; 211(3-4): 385-97.
17. Hambly AC, Henderson RK, Storey MV, Baker A, Stuetz RM, Khan SJ. 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.
18. Eaton AD, Franson MA, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th ed. Washington, DC: American Public Health Association; 1998.
19. Sohrabi A, Qureshi MI, Dehdar M, Rakhsh Khorshid A. Study of fungal and bacterial contamination of Zahedan indoor swimming pools. Proceedings of the 6th National Congress on Environmental Health; 2003 Oct 22-24; Sari, Iran. [In Persian].
20. Mehdinezad MH. The determination of quality of healthy indicators in swimming pools in Gorgan. *J Gorgan Uni Med Sci* 2003; 5(2): 89-95.
21. Mohseni A, Zazoli M, Yosefi Z, Kamrani Q. Survey of total coliform and fecal coliform in coastal water of Nour city and comparing it with global standards. Proceedings of the 7th National Congress on Environmental Health; 2004 Sep 14-16. Shahrekord, Iran. Shahr-e-Kord University of Medical Sciences: Iran. [In Persian].
22. Barikbin B, Khodadadi M, Azizi M, Aliabadi R. Study of microbial and physicochemical parameters in public swimming pools in Birjand-Iran. *J Birjand Univ Med Sci* 2006; 12(3-4): 84-7. [In Persian].
23. Oliveira SR, Cruz RMS, Vieira MC, Silva CLM, Gaspar MN. Enterococcus faecalis and Pseudomonas aeruginosa behaviour in frozen watercress (*Nasturtium officinale*) submitted to temperature abuses. *International Journal of Refrigeration* 2009; 32(3): 472-7.
24. Mastromatteo M, Lucera A, Sinigaglia M, Corbo MR. Combined effects of thymol, carvacrol and temperature on the quality of non conventional poultry patties. *Meat Sci* 2009; 83(2): 246-54.
25. Nikaeen M, Hatamzadeh M, Vahid Dastjerdi M, Hassanzadeh A, Mosavi Z, Rafiei M. An investigation on physical, chemical and microbial quality of Isfahan swimming pool waters based on standard indicators. *J Isfahan Med Sch* 2010; 28(108): 346-56. [In Persian].
26. Fadaei A, Moqhayem H, Shakery K, Torabi M. Comparing the health status of swimming pools in Shahrekord city in 2005, Proceedings of the 9th National Congress on Environmental Health, 2006 Nov 7-9, Isfahan, Iran. [In Persian].
27. Borgmann-Strahsen R. Comparative assessment of different biocides in swimming pool water. *International Biodeterioration & Biodegradation* 2003; 51(4): 291-7.
28. Uyan ZS, Carraro S, Piacentini G, Baraldi E. Swimming pool, respiratory health, and childhood asthma: should we change our beliefs? *Pediatr Pulmonol* 2009; 44(1): 31-7.
29. Naesens R, Jansens H, Goossens H, Ieven M, Vlieghe E. Potential of doripenem for the treatment of infections with multidrug-resistant *Pseudomonas* spp. *Int J Antimicrob Agents* 2010; 35(5): 514-5.
30. Schets FM, Schijven JF, de Roda Husman AM. Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water Res* 2011; 45(7): 2392-400.
31. Hajjartabar M. Poor-quality water in swimming pools associated with a substantial risk of otitis externa due to *Pseudomonas aeruginosa*. *Water Sci Technol* 2004; 50(1): 63-7.
32. Shadzi S, Pour Moghadas H, Chadeganipour M, Zare M. Survey of fungal contamination of water in public indoor swimming pools in Isfahan city. *Iran J Basic Med Sci* 2001; 4(1): 28-31.
33. Casanovas-Massana A, Blanch AR. Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. *Int J Hyg Environ Health* 2013; 216(2): 132-7.
34. Lee J, Jun MJ, Lee MH, Lee MH, Eom SW, Zoh KD. Production of various disinfection byproducts in indoor swimming pool waters treated with different disinfection methods. *Int J Hyg Environ Health* 2010; 213(6): 465-74.
35. Abu Shaqra QM, Al-Groom RM. Microbiological quality of hair and skin care cosmetics manufactured in Jordan. *International Biodeterioration & Biodegradation* 2012; 69: 69-72.
36. Hoseinzadeh E, Mohammady F, Shokouhi R, Ghiasian SA, Roshanaie Gh, Toolabi A, et al. Evaluation of biological and physico-chemical quality of public swimming pools, Hamadan (Iran). *Int J Env Health Eng* 2013; 2(1): 1-5.

## Water Health Indices in Kerman Swimming Pools, in 2011

Hossein Jafari Mansoorian<sup>1</sup>, Ahmad Rajabizadeh<sup>2</sup>, Mohammad Jafari Modrek<sup>3</sup>, Shidvash Doulatshahi<sup>2</sup>, Behnam Hatami<sup>4</sup>

### Abstract

**Background:** Contamination of swimming pools' water can lead to the transfer of different diseases to humans. The aim of this study was to investigate the quality of water in Kerman swimming pools.

**Methods:** In this cross-sectional study, sampling from swimming pools was performed before and after swimming, every week. Total number of samples collected was 150 samples. Samples were investigated in regard to the residual chlorine, pH, ORP (Oxygen Reduction Potential), temperature, turbidity, electrical conductivity, total coliform, fecal coliform, heterotrophic plate count, fecal streptococcus, aurous staphylococcus and pseudomonas aeruginosa.

**Results:** According to the obtained results, the residual chlorine in 12.3% of samples and pH in 26.7% samples were less than the standard level. Turbidity in 41.3% of cases and temperature in 33.2% of cases were above the standard rates. ORP of 27.4% samples was lower than the standard level. In none of the pools fecal coliform, fecal streptococcus and staphylococcus were above the threshold levels. The total coliform in 100%, Heterotrophic plate count (HPC) in 14.6% and pseudomonas aeruginosa in 31.4% were more than the standard values. There was a significant reverse relationship between the residual chlorine and the studied organisms.

**Conclusion:** Although most swimming pools in Kerman showed no incidence of microbial contamination and had the standard physico-chemical properties, pH and turbidity; still continuous monitoring and notification for improvement is necessary.

**Keywords:** Health Index, Swimming pool, Microbial quality, Physic-chemical quality, Kerman

1- Lecturer, Health Promotion Research Center, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

2- Lecturer, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

3- Assistant Professor, Infectious Diseases and Tropical Medicine Research Center, School of Medicine, Zahedan University of Medical Sciences, Zahedan, Iran

4-MSc Student, Department of Environmental Health Engineering, School of Health Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran

**Corresponding Author:** Hossein Jafaari Mansoorian

**Email:** h.mansoorian@yahoo.com

**Address:** School of Public Health, Zahedan University of Medical Sciences, Mashahir Square, Zahedan, Iran.

**Tel:** 0541-244-8584

**Fax:** 0541-242-5375