Environment and
Water Engineering
ISSN: 2476-3683

محیط زیست و مهندسی آب
شاپک : ۲۴۷۶-۳۶۸۳

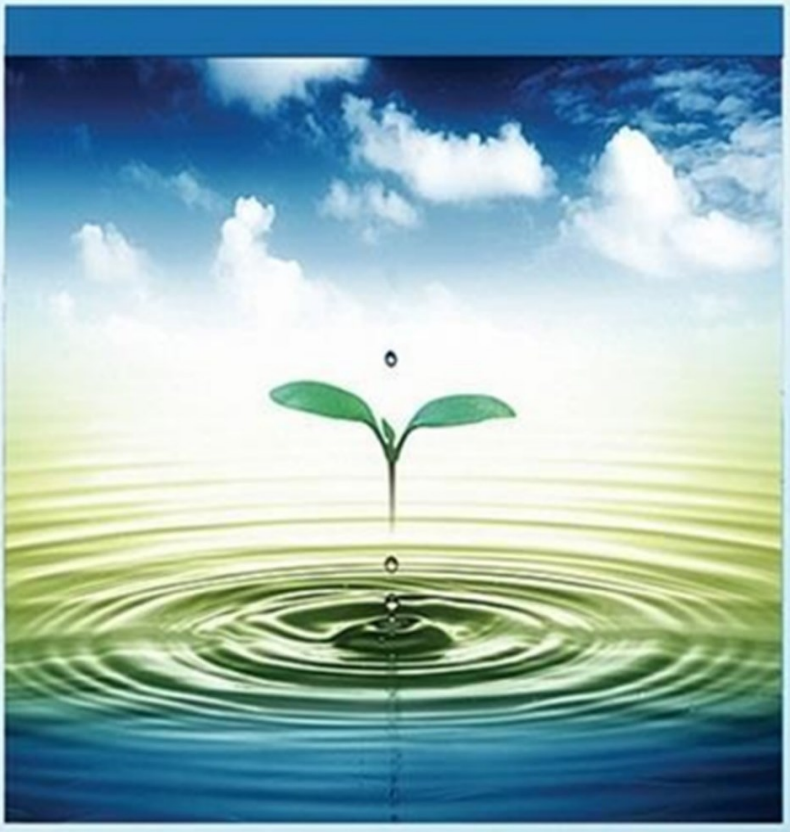
ارزیابی تحلیلی کیفیت آب استخرهای شنای مناطق جنوبی تهران در سال ۱۳۹۸

مهسا جهانگیری‌راد، نگین حافظی و پرنیا بشردوست

دوره ۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۸۳- ۱۹۱

Vol. 7(1), Spring 2021, 183-191

DOI: 10.22034/jewe.2021.244176.1406



Analytical Evaluation of Water Quality of Swimming Pools in the Southern Regions of Tehran, Iran in 2019

Jahangiri Rad, M., Hafezi, N. and Parnia, P.

www.jewe.ir

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

جهانگیری‌راد م.، حافظی ن. و بشردوست پ. (۱۴۰۰). ارزیابی تحلیلی کیفیت آب استخرهای شنای مناطق جنوبی تهران در سال ۱۳۹۸. محیط‌زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۱، صفحات: ۱۸۳-۱۹۱.

Citing this paper: Jahangiri Rad, M., Hafezi, N. and Bashardoost, P. (2021). Analytical evaluation of water quality of swimming pools in the southern regions of Tehran. Iran in 2019. Environ. Water Eng., 7(1), 183–191. DOI: 10.22034/jewe.2021.244176.1406

مقاله کوتاه

ارزیابی تحلیلی کیفیت آب استخرهای شنای مناطق جنوبی تهران در سال ۱۳۹۸

مهسا جهانگیری راد[۱*]، نگین حافظی[۲] و پرنیا بشردوست[۳]

[۱]استادیار، مرکز تحقیقات پالایش آب، دانشگاه آزاد اسلامی، علوم پزشکی تهران، ایران
[۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه تربیت دبیری شهید رجایی، تهران، ایران
[۳]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران

[*]نویسنده مسئول: m.jahangiri@iautmu.ac.ir

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۵/۲۶] **تاریخ بازنگری:** [۱۳۹۹/۱۰/۰۹] **تاریخ پذیرش:** [۱۳۹۹/۱۱/۲۶]

چکیده

آب مورد استفاده در استخرهای شنا همانند آب آشامیدنی باید از کیفیت لازم برخوردار باشد. عدم رعایت معیارهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی استخرها منجر به صدمات بهداشتی-سلامتی به شناگران می‌شود. در این پژوهش مقطعی که با رویکرد توصیفی-تحلیلی در تابستان ۱۳۹۸ انجام گرفت، ۲۳ استخر عمومی و خصوصی واقع در جنوب شهر تهران (مناطق ۱۸ و ۱۹) انتخاب شد. نمونه‌برداری از آب استخرها جهت تعیین شاخص‌های میکروبی شامل کلیفرم‌های گرماپای و شمارش بشقابی هتروتروف (HPC) و پارامترهای فیزیک‌وشیمیایی شامل کدورت، pH و کلر باقی‌مانده انجام گرفت. سپس به هر یک از پارامترهای مورد بررسی براساس میزان اهمیت آن‌ها وزنی اختصاص داده و توسط شاخص‌های کیفیت آب، وضعیت آنها مورد تحلیل قرار داده شد. براساس یافته‌ها، شاخص‌های میکروبی کلیفرم‌های گرماپای و HPC در آب استخرهای نمونه‌برداری شده به‌ترتیب در ۷۴ و ۲۶/۱٪ موارد درسطح مطلوب قرار داشتند. در ارتباط با کدورت، pH و میزان کلر باقی‌مانده به‌ترتیب ۱۳/۱، ۶۰/۹ و ۴۷/۹٪ از نمونه‌ها وضع مطلوبی داشتند. نتایج همچنین نشان داد که آب هیچ‌یک از استخرهای نمونه‌برداری شده دارای وضعیت عالی نبودند. میزان ۶۸٪ استخرهای نمونه‌برداری شده از نظر کیفیت آب در وضعیت متوسط قرار داشتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده لزوم نمونه‌برداری مستمر از آب استخرها جهت بررسی کیفیت آنها و در صورت لزوم و عدم رعایت استانداردها و انجام مداخلات اعمال جریمه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: استخرهای شنا؛ تهران؛ شاخص کیفیت آب؛ شمارش بشقابی هتروتروفیک؛ کلیفرم گرماپای.

۱- مقدمه

با گذر زمان و توسعه دانش، زمینه‌های ورزشی پیشرفت چشم‌گیری یافتند (Bamir and Setayesh 2019). اثرگذاری ورزش بر تقویت کارآیی اندام‌های گوناگون بدن، بهبود عملکرد سیستم عصبی، تقویت حافظه، کاهش خطر ابتلا به افسردگی، کنترل بیماری‌هایی همچون دیابت و دیگر جنبه‌های گوناگون سلامت فردی و اجتماعی در پژوهش‌های (Yousefipoor et al. 2015; Alivand and Karimzadeh, 2006; Hosseini et al. 2006) به اثبات رسیده است. ورزش شنا از پرطرفدارترین ورزش‌هاست. افراد با توجه به شرایط گوناگون زندگی خود، بسته به میزان توان به ورزش روی می‌آورند تا احساس رضایت‌مندی از خودشان را در مقیاس فردی و اجتماعی تقویت کنند (Fathi 2009). علاوه بر افزایش عزت‌نفس، مؤلفه‌های دیگری همچون: تفریحی بودن، خواص درمانی، نیاز به فعالیت در اجتماع، تلاش در راستای سلامت و تناسب اندام موجب جذب روزافزون افراد به ورزش شنا شده‌اند (Aghaei 2019). شنا یک فعالیت سالم برای اوقات فراغت در تمام سنین محسوب می‌شود (Nemery et al. 2002). استخرهای شنا با توجه به جنبه‌های درمانی و تفریحی آن، محبوبیت بالایی دارد که این خود نیازمند پایش دقیق‌تر بهداشتی آنهاست (Hashemi et al. 2012).

ارزیابی بهداشت استخرها از موضوعات حائز اهمیت است؛ زیرا استخر مکانی مفید و سالم است که در صورت عدم وجود شرایط بهداشتی مناسب، می‌تواند به منبع خطر تبدیل گردد (Rabie et al. 2008). مطابق چک‌لیست ارزیابی استخر، کنترل معیارهای بهداشتی گوناگون استخرها در شرح وظایف متصدیان بهداشت محیط قراردارد. از میان این معیارها می‌توان بهداشت گندزدایی و حوضچه کلر، بهداشت کف و رختکن، نحوه تصفیه و تهویه، پایش دما و رطوبت محیط، آزمایش‌های میکروبی و ویژگی‌های کیفی آب، کلر آزاد باقیمانده، کدورت، دما و pH اشاره کرد (WHO 2006). مصرف‌کنندگان و کارکنان با ورود به محیط استخر می‌توانند آلاینده‌های گوناگونی را با خود به‌همراه آورند (Florentin et al. 2011)؛ که عموماً شامل پاتوژن‌های حاصل از حیات طبیعی فرد (مانند عرق، بزاق، بقایای پوست و دفعیات بدن) یا مواد شیمیایی استفاده شده توسط فرد (مانند کرم‌ها، ضدعرق‌ها و مواد آرایشی-بهداشتی) است (WHO, 2006)؛ که امکان ایجاد خطرات شیمیایی و بیولوژیکی استخر را بالا می‌برند. افزایش حضور در استخرها موجب بیش‌ترشدن آلاینده‌های فوق می‌شود که می‌تواند در تماس با مواد ضدعفونی کننده تولید ترکیبات سرطان‌زا کنند یا به‌تنهایی بیماری‌زا باشند (Gallè et al. 2016). در استخرهای آلوده همچنین امکان انتقال عفونت (Barna and Kádár, 2012) و بیماری‌های مسری از طریق قارچ، تک‌یاخته و آمیب‌ها وجود دارد (Rasti et al. 2012). این خطرات تا حد زیادی با افزایش آگاهی کاربران و رعایت مقررات بهداشتی و اقدامات پیشگیرانه (Rasti et al. 2012) مانند دوش گرفتن قبل از ورود به استخر قابل‌کنترل هستند (Pasquarella et al. 2013).

برای کاهش ریسک بیماری‌زایی خرده‌زیستمندها آب استخرها گندزدایی می‌شود. کلر از جمله گندزداهای رایج در گندزدایی‌کردن استخرهای شنا می‌باشد (Nemery et al. 2002). محصولات گندزدایی‌کننده مثل کلر مواد شیمیایی هستند که می‌توانند اثرات آلرژی‌زایی، آسم، تحریک چشم، پوست و نیز دستگاه تنفسی را موجب گردند (Florentin et al. 2011). قرارگرفتن در معرض کلر استخرهای سرپوشیده و روباز، در طولانی‌مدت می‌تواند خطر ابتلا به آسم، آلرژی‌های دستگاه تنفسی و التهاب مجاری تنفسی را افزایش دهد (Bernard et al. 2008). همچنین در گندزدایی با کلر، غلظت کلر آزاد باقی‌مانده عامل مهمی است که مطابق استاندارد باید بین ۱ تا ۳ mg/l باشد و کم یا زیاد بودن آن نسبت به استاندارد موجب خطرات ثانویه می‌گردد (WHO, 2006). در بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی، کلر آزاد باقی-مانده و pH ضعیف‌ترین همخوانی را با استانداردهای پیشنهادی داشتند (Nikaeen et al. 2009). همچنین، در پژوهشی دیگر روی استخرهای شنا گزارش شد که دما، قلیایت و باکتری‌های هتروتروف با استانداردها مطابقت نداشتند (Ghaneian et al. 2012). با توجه به اهمیت و نقش استخرها در بهداشت و سلامت عمومی مطالعه حاضر با هدف ارزیابی بررسی کیفیت آب استخرهای دو منطقه جنوبی تهران انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- نحوه نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌ها

در مطالعه توصیفی-تحلیلی حاضر کیفیت آب ۲۳ استخر عمومی و خصوصی واقع در جنوب شهر تهران در تابستان ۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، در تابستان سال ۱۳۹۸ نمونه‌برداری‌هایی در جهت تعیین شاخص‌های میکروبی و فیزیکوشیمیایی آب استخر مطابق دستورالعمل‌های منتشر شده توسط WHO در سال ۲۰۰۳ صورت گرفته و از میان آنها شاخص‌های کلیفرم گرماپای، باکتری‌های هتروتروفیک، کدورت و کلر آزاد باقی‌مانده بررسی شدند. نمونه‌برداری از استخرها به‌صورت ماهیانه در طول یک دوره ۳ ماهه انجام شد و مقادیر مربوط به هر استخر به‌صورت میانگین در فصل تابستان مورد بررسی قرار گرفت. تمامی نمونه‌ها برای افزایش دقت در هنگام حضور شناگران در استخرها جمع‌آوری شدند. برای سنجش کیفیت میکروبی آب استخرها و نیز انجام آزمایش‌های مرتبط با کل کلی‌فرم‌ها، کل کلیفرم‌های مدفوعی و HPC، از ظروف دهانه گشاد شیشه‌ای به حجم ml ۲۰۰ استفاده شد. تمامی ظروف مورد استفاده پیش از نمونه‌گیری به‌وسیله دستگاه اتوکلاو استریل شد. به‌منظور سنجش پارامترهای شیمیایی و فیزیکی نیز از ظروف نمونه‌برداری پلاستیکی استفاده شد.

سنجش پارامترهای فیزیکی توسط کیت‌های pH سنج برای pH، و نیز کیت‌های کلرسنج برای سنجش میزان کلر باقی-مانده در محل انجام شد. پس از نمونه‌گیری، نمونه‌های میکروبی درون یک یخدان قرار داده شد و در کوتاه‌ترین زمان به آزمایشگاه ارسال گردید. جهت سنجش کلیفرم‌ها از تخمیر چند لوله‌ای و سنجش متحمل‌ترین تعداد (MPN) در هر ml ۱۰۰ نمونه استفاده گردید (Kamarehie et al. 2017; WHO, 2003). جهت سنجش میزان باکتری‌های هتروتروفیک از روش شمارش بشقابی[2] استفاده شد (محیط کشت اندوآگار) و نتیجه به‌صورت تعداد کلنی‌ها[3] (CFU) در ml نمونه گزارش شد (Beiki et al. 2016). در ادامه تمامی اطلاعات محاسبه‌شده، دسته‌بندی و در جداول قرار داده شده و سپس با استانداردهای موجود مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۲- نحوه محاسبه شاخص کیفیت آب استخرها

شاخص WQI پس از سنجیدن پارامترهای مؤثر، کیفیت آب را با عددی به شکل مفهوم‌تر ارائه می‌دهد. این شاخص که نخستین بار در سال ۱۹۷۰ به‌منظور تعیین وضع کیفی آب ارائه شد (Horton 1965). در تعیین شاخص کیفیت آب، پارامترهای موردمطالعه در پژوهش بررسی شده و در انتها با عدد به‌دست آمده که بین صفر تا ۱۰۰ می‌باشد، بیان شد. تفاوت کیفیت آب نسبت به استاندارد به‌صورت ۹۱-۱۰۰ عالی، ۷۱-۹۰ خوب، ۵۱-۷۰ متوسط، ۲۶-۵۰ مرزی (نسبتاً ضعیف) و ۰-۲۵ ضعیف، مشخص می‌شود (Asl Hashemi and Heydari 2007). پارامترهای داده شده به شاخص کیفیت آب، معیار مقایسه (SV_i) و ضریب وزنی (W_i) بوده که از طریق رابطه‌های (۱) تا (۳) محاسبه شده‌اند و مقادیر مرتبط با آنها در جدول (۱) آورده شده است (Beiki et al. 2016).

$$W_{ri} = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \quad i = 1,2,...,n_5 \qquad (۱)$$

$$q_i = \frac{C_i}{SV_i} \times 100 \qquad (۲)$$

$$WQI = \sum_{i=1}^{n} W_{ri} \times q_i \quad i = 1,2,...,n \qquad (۳)$$

که، W_{ri} ضریب وزنی پارامتر کیفی iام، n تعداد پارامترهای کیفی ورودی، q_i زیرشاخص پارامتر کیفی iام، C_i مقدار کیفی پارامتر iام و WQI شاخص مجموع کیفیت آب استخرها می‌باشد.

۳- یافته‌ها و بحث

در مطالعه حاضر ۲۳ استخر (عمومی و خصوصی) در جنوب شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت. مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده جهت بررسی کیفیت آب استخرها و استاندارد آن‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است؛ و مقادیر آزمایش شده پارامترهای کیفیت آب استخرها در جدول (۲) نشان داده شده است. وزن نسبی هریک از پارامترها (W_i) نشانگر اهمیت آن‌ها می‌باشد. بنابراین کلیفرم‌های گرماپای و کدورت بیش‌ترین امتیاز و اهمیت (+۵) و pH و کلر آزاد باقی‌مانده (+۳) اهمیت پایین‌تری را داشتند. شکل (۱) نشان-

[1]Most Probable Number
[2]Heterotrophic Plate Count
[3]Colony Unit Forming

دهنده درصدی از نمونه‌هاست که در هر یک از موارد از استاندارد فراتر رفته‌اند (نسبت موارد نامطلوب).

جدول ۱- پارامترهای مورد آزمایش در مطالعه حاضر، استاندارد آنها (SV_i) و ضریب وزنی هرکدام

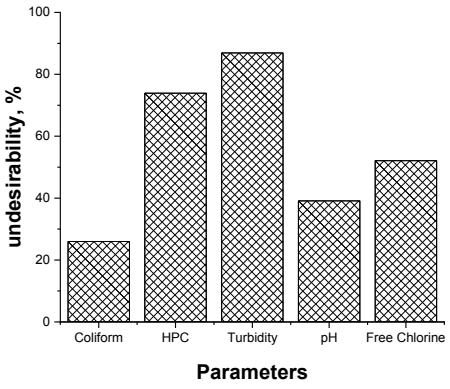
Table 1 Parameters tested in the present study, their standard values (SV_i) and weights assigned for them

Parameter	Unit	SV_i	W_i
Thermophilic Coliforms	MPN/100 ml	1	5
HPC	CFU/ml	200	4
Turbidity	NTU	0.5	5
pH	-	-7.8	3
Free Chlorine	mg/l	7.2	3
Total		1-3	20

جدول ۲- مقادیر پارامترهای کیفیت آب استخرهای نمونه‌برداری شده شهر تهران

Table 2 Values of water quality parameters of sampled pools in Tehran

Parameter	Mean	Range	Standard Deviation (SD)	25% Percentile	75% Percentile
Thermophilic Coliforms	0.782	0-4	1.16	0	2
HPC	349	127-1000	255.4	200	310
Turbidity	0.78	0-1	0.34	1	1
pH	7.85	7.5-8.2	0.22	7.6	8
Free Chlorine	0.92	0-3	0.89	0	1.5



شکل ۱- نسبت موارد نامطلوب (تخطی آر استاندارد) پارامترهای اندازه‌گیری شده آب استخرها

Fig. 1 Undesirability percentage (Exceeds the standard limits) of measured parameters of tested pool water

همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، بیش‌ترین میزان تخطی از استاندارد مربوط به پارامتر کدورت است. به‌طوری‌که ۸۶/۹ ٪ از نمونه‌ها کدورتی بالاتر از ۰/۵ NTU داشته‌اند درحالی‌که در مطالعه (Nikaeen et al. 2010) برخلاف این مطالعه، کدورت آب استخرهای مورد مطالعه در ۸۷٪ مواقع با استانداردها مطابقت داشته است. کدورت فاکتور نشانگر میزان زلالیت آب بوده و ناشی از مواد کلوئیدی است که بعضاً خواص جذب‌کنندگی دارند و منجر به تشدید آلودگی آب می‌شوند. استاندارد کدورت آب استخرها ۰/۵ NTU درنظر گرفته می‌شود. بالابودن کدورت با کاهش اثرگذاری ماده گندزدا موجب کاهش راندمان فرآیند گندزدایی می‌گردد. کلوئیدهای عامل کدورت موجب جذب مواد شیمیایی، ارگانیسم‌ها و حتی نور می‌شوند و با ایجاد اثر محافظتی از اثر گندزدا بر روی موجودات بیولوژیکی می‌کاهند. از طرفی با افزایش کدورت، ورود نور به آب کاهش پیدا کرده و رنگ، بو و مزه آب دچار تغییر می‌شود (Rabi et al. 2008). در مطالعه حاضر کیفیت آب اکثر استخرها از لحاظ شاخص کدورت مناسب نبود.

شمارش باکتری‌های هتروتروف نشان‌گر تخطی ۷۳/۹٪ از نمونه‌ها از مقادیری استاندارد است (۲۰۰ CFU/ml). کم-ترین میزان تخطی نمونه‌ها مربوط به کلیفرم‌های مدفوعی بود که فقط ۲۶٪ نمونه‌های استخر از حد استاندارد ۱ MPN/100 ml فراتر رفته‌اند. درحالی‌که طی پژوهشی با وجود کلیفرم کل بیش از حد استاندارد در تمام نمونه-برداری‌ها، کلیفرم مدفوعی در هیچ یک از نمونه‌ها از استاندارد تجاوز نکرد (Jafari et al. 2013). همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌گردد باکتری‌های هتروتروف با میانگین ۳۴۹ CFU/100 ml از حد استاندارد تخطی

نموده است طوری‌که تنها ۲۵٪ نمونه‌ها مقادیری پایین‌تر از استاندارد ۲۰۰ CFU/100 ml داشته‌اند.

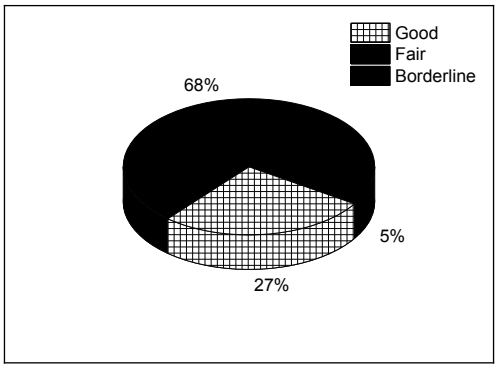
باکتری‌های هتروتروف مانند اشرشیا، سودوموناس و آئروموناس شامل باکتری‌های بی‌هوازی اختیاری و هوازی است که عموماً گرم منفی هستند. این باکتری‌ها می‌توانند تهاجمی و بیماری‌زا باشند (WHO, 2006). بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی شمارش HPC به‌عنوان مهم‌ترین پارامتر اثبات کارآیی گندزدایی آب شناخته می‌شود. بیشینه شمارش HPC استاندارد برابر با ۲۰۰ عدد در ml آب است (ISIRI, 2007; WHO, 2006). در مطالعه‌ای از بین ۱۱ استخر شنای سرپوشیده شهر یزد، در ۴۳٪/۲۷ نمونه‌ها تعداد باکتری‌های هتروتروف از استاندارد بیش‌تر و میانگین شمارش HPC به‌دست آمده ۲۲۷۶/ml آب گزارش شد (Ghaneian et al. 2012).

میانگین کلر آزاد باقی‌مانده (مطابق جدول ۲) در مطالعه حاضر ۰/۹۲ mg/l محاسبه گردید، درحالی‌که طبق قوانین مقدار استاندارد کلر در آب استخرها باید ۱الی ۳ mg/l باشد. علاوه بر این در ۲۵٪ نمونه‌ها کلر باقیمانده‌ای موجود نبود و هیچ یک از نمونه‌ها کلر باقی‌مانده بالاتر از ۳ mg/l نداشتند.

برای کاهش اثر بیماری‌زایی موجودات بیولوژیکی، پایش کیفی آب از طرق مختلفی همچون گندزدایی و تصفیه، تعویض، پایش بهداشت آب و نظارت بر نگهداری و بهره‌برداری آن ضروری می‌باشد (Black et al. 1970). در گندزدایی و تصفیه آب استخر، متداول‌ترین مواد گندزدا ترکیبات کلری مشتمل بر سدیم هیپوکلریت (NaClO)، گاز کلر (Cl_2) و کلسیم هیپوکلریت $Ca(ClO)_2$ هستند که مطابق استاندارد پس از استفاده از آنها باید غلظتی معادل ۱الی ۳ mg/l کلر آزاد در آب باقی بماند. همان‌طور که تجاوز غلظت کلر آزاد باقی‌مانده از حد استاندارد می‌تواند با کاهش pH آب برای پوست، دستگاه تنفسی و چشم خطرساز شود؛ کم‌تر از استاندارد بودن غلظت کلر آزاد باقی‌مانده نیز مضراتی از جمله ممانعت از گندزدایی، افزایش تعداد باکتری‌ها، ایجاد بیماری‌های منتقله از آب، رشد جلبک و شیری‌شدن رنگ آب که در نتیجه افزایش کدورت است را در پی خواهد داشت (Yang et al. 2018; WHO 2003). کاهش غلظت کلر باقی‌مانده بعضاً ممکن است به‌دلیل تغییرات دما، تابش نور و یا واکنش کلر و ترکیبات آلی آب از جمله آمونیاک و تبدیل به تری هالومتان‌ها باشد (Blach et al. 1970). لذا پایش غلظت کلر آزاد باقی‌مانده و تطابق آن با استانداردها از اهمیت فراوانی برخوردار است. در مطالعه (Zazouli et al. 2015) با وجود مغایرت از استاندارد، کلر اندازه‌گیری شده در آب استخرها نسبت به مطالعه حاضر دارای میزان کم‌تری (۰/۸۴ mg/l) بود. در حالی‌که در مطالعه (Nikaeen et al. 2010) بر خلاف مطالعه حاضر، میانگین کلر باقی‌مانده در حد استاندارد ۲/۱ mg/l گزارش شده است. علاوه براین در ۲۵ ٪ نمونه‌ها کلر باقیمانده‌ای مساوی با ۰ mg/l بوده است؛ که این عدم وجود کلر باقی‌مانده در برخی مطالعات دیگر نیز مشخص گردیده است (Mosaferi et al. 2019). در مطالعه دیگری که بر روی استخرهای شنای شهر تبریز انجام گرفت، میانگین کلر باقی‌مانده جکوزی‌ها ۰/۰۷۵ mg/l گزارش شد که از میزان استاندارد کم‌تر است و از طرفی میزان میانگین کلیفرم‌های آب ۷/۱ (در ۱۰۰ ml) تعیین شد که بیش‌تر از استاندارد بود (Hashemi et al. 2012).

استخرهای شنا و اماکن تفریحی مشابه در صورتی‌که به نحو احسنت طراحی، ساخته، بهره‌برداری و نگهداری نشوند؛ دارای کیفیت کافی نبوده و امکان انتقال تعداد بالایی از بیماری‌های عفونی را فراهم می‌کنند. از طرفی احتمال این وجود دارد که مواد گندزدای مورد استفاده در دوزهای بالا ذاتاً سمی باشند یا طی واکنش با مواد موجود در آب محصولاتی تولید کنند که برای شناگران یا کارکنان سمی (خصوصاً گروه‌های حساس) سمی باشد (Rigaz et al. 1998). مطابق نتیجه پژوهش (Nikaeen et al. 2010) بر روی ۲۵ استخر شهر اصفهان مشخص شد که در نتیجه کاهش کلر آزاد باقی‌مانده، میزان شمارش بشقابی هتروتروف‌ها و کلیفرم ها هر دو افزایش می‌یابند. رابطه عکس میان غلظت کلر باقی‌مانده و شاخص‌های مهمی از جمله کلیفرم‌ها، کدورت و تعداد باکتری‌های هتروتروف و دیگر مطالب فوق همگی حاکی از خطرات وجود کلر باقی-مانده کم‌تر از استاندارد یا عدم وجود کلر باقی‌مانده در آب استخر می‌باشد. توصیف و طبقه‌بندی کیفیت آب استخرها

بر مبنای محاسبه شاخص کلی کیفیت WQI در شکل (۲) نمایش داده شده است.



شکل ۲- طبقه‌بندی کیفیت آب استخرهای شنای نمونه‌برداری شده بر اساس شاخص WQI

Fig. 2 Water quality classification of sampled swimming pools based on calculated WQI index

همان‌طور که در شکل (۲) مشخص است، کیفیت آب ۶۸٪ از استخرهای نمونه‌برداری شده متوسط، ۲۷٪ خوب و ۵٪ در محدوده مرزی است. طبق محاسبات کم‌ترین میزان WQI ۱۸/۴۴ و بیش‌ترین آن ۱۲۷/۵۲ بود. مطابق پژوهش انجام شده ارسال ۱۳۹۲ از میان تمام استخرهای شهر تهران پس از ارزیابی پارامترهایی از جمله: میزان کلر باقی‌مانده، کلیفرم‌های گرماپای، HPC، کدورت و غیره در راستای تعیین کیفیت آب استخرها، ۳۹/۶٪ موارد دارای وضعیت عالی مطابق شاخص کیفیت و ۱۰٪ در شرایط نامناسب کیفیتی قرار داشتند و ۵۰/۴٪ مابقی با کیفیت خوب قلمداد گردیدند (Beiki et al. 2016).

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر کیفیت استخرهای شنای واقع در جنوب شهر تهران مورد بررسی قرار گرفت و نتایج ذیل حاصل شد:

۱- ۲۶ و ۷۳/۹٪ از نمونه‌ها از لحاظ کلیفرم‌های گرماپای و HPC در وضعیت مناسبی قرار داشتند.

۲- اکثر نمونه‌های برداشته شده (۸۶/۹ ٪) از نظر کدورت دارای وضعیت مطلوب نبودند. همین وضعیت در ارتباط با کلر آزاد باقیمانده موجود در نمونه‌ها مشاهده گردید بطوریکه ۵۲/۱٪ از استخرها کلری پایین‌تر از حد استاندارد ۱ mg/l را نشان دادند.

۳- به‌طورکلی ۶۸٪ استخرها در سطح متوسط، ۲۷٪ در سطح خوب و ۵٪ در محدوده مرزی قرار داشتند.

۴- با توجه به پایین بودن مقادیر کلر آزاد باقی‌مانده در اکثر استخرها و ارتباط آن با حضور عوامل بیولوژیکی در آب، کنترل عملکرد صحیح سیستم تصفیه و کلرزنی آب و رعایت نسبت تعداد شناگران به مساحت استخر ضروری می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از کلیه همکاران در مرکز بهداشت جنوب تهران که در نمونه‌برداری از استخرها همکاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود

دسترسی به داده‌ها

کلیه داده‌های استخراج شده از آنالیز نمونه‌ها در متن مقاله ارائه شده است.

.

References

Aghaei, N., Allah Karam Zadeh, M., . (2019). Determine the motivators of participants in the swimming sporting events of the tehran functions. Organ. Behavior Manage. Sport Stud., 118-107 [In Persian].

Alivand, F. and Karimzadeh, F. (2015). The effect of exercise on the memory improvement: a review of cellular and molecular mechanisms. Shefaye Khatam, 3(4), 123-130 [In Persian].

Asl Hashemi, A., and Heydari, A. (2007). Water quality index (WQI). The First Conference of Environmental Engineering. Qom University of Medical Science, Qom, Iran [in Persian].

Bamir, M., and Setayesh, A. (2019). Measuring the impact of scientific advancements on sports development (case study: the thematic area of sports championship olympics). Sport. Manage. Rev., 11(55), 59-70 [In Persian].

Barna, Z., and Kádár, M. (2012). The risk of contracting infectious diseases in public

swimming pools: a review. Annali dell'Istituto superiore di sanita, 48, 374-386.

Beiki, A., Yunesian, M., Nabizadeh, R., Saeedi, R., Sori, L., and Abtahi, M. (2016). Analytic assessment of microbial water quality in public swimming pools of Tehran in 2013. Iran. J. Health Environ., 9(1), 15-26 [In Persian].

Bernard, A., Nickmilder, M., and Voisin, C. (2008). Outdoor swimming pools and the risks of asthma and allergies during adolescence. Europ. Respiratory J., 32(4), 979-988.

Black, A., Kinman, R., Keirn, M., Smith, J., and Harlan, W. (1970). The disinfection of swimming pool waters. I. Comparison of iodine and chlorine as swimming pool disinfectants. Am. J. Public Health Nation. Health, 60(3), 535-545.

Fathi, S. (2009). Sociological explanation student sports participation. Social Sci. Bull., 3(4), 145-173.

Florentin, A., Hautemanière, A., and Hartemann, P. (2011). Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. Int. J. Hygiene Environ. Health, 214(6), 461-469.

Gallè, F., Dallolio, L., Marotta, M., Raggi, A., Di Onofrio, V., Liguori, G., Toni, F. and Leoni, E. (2016). Health-related behaviors in swimming pool users: Influence of knowledge of regulations and awareness of health risks. Int. J. Environ. Res. Public Health, 13(5), 513.

Ghaneian, M., Ehrampoush, M., Dad, V., Amrollahi, M., Dehvari, M., and Jamshidi, B. (2012). An investigation on physicochemical and microbial water quality of swimming pools in Yazd. J. Shahid Sadoughi Univ. Med. Sci., 20(3), 340-349 [In Persian].

Hashemi, A. A., Dehghanzadeh, R., Taghipour, H., and Gasemzadeh, V. (2012). Evaluation of chemical and microbial water quality in public swimming pools and jacuzzis in Tabriz. Med. J. Tabriz Univ. Med. Sci. Health Serv., 33(6), 19-24 [In Persian].

Horton, R. K. (1965) An index number system for rating water quality. J. Water Pollut. Control Federation, 37, 300-306

Hosseini, S., Kazemi, S., and Shahbaznejad, L. (2006). The relationship between exercise and mental health of students. J. Mazandaran Univ. Med. Sci., 15, 97-104.

ISIRI. (2007). Swimming pool water– Microbiological specifications. Institute of Standards and Industrial Research of Iran(ISIRI Number 9412.).

Jafari, M. H., Rajabzadeh, A., Jafari, M. M., Doulatshahi, S., and Hatami, B. (2013). Water health indices in Kerman swimming pools, in 2011. J. Health Develop., 2(2), 128-137.

Kamarehie, B., Birjandi, M., Bazdar, M., Roshan Cheraghi, B., and Bairanvand, F. (2017). Study of physical, chemical and microbial quality of swimming pools in the Khorramabad in year 2015. J. Environ. Health Eng., 4(3), 232-224 [In Persian].

Mosaferi, M., Ahmadi, E., and Rahimi, K. (2019). Evaluation and Statistical Analysis of Parameters of Temperature, Chlorine Residual and Water pH of Tabriz Swimming Pools in Terms of Compliance with Health. Depiction of Health, 9(1), 5-13 [In Persian].

Nemery, B., Hoet, P., and Nowak, D. (2002). Indoor swimming pools, water chlorination and respiratory health. Europ. Respiratory J., 19, 790-793.

Nikaeen, M., Hatamzadeh, M., Vahid Dastjerdi, M., Hassanzadeh, A. (2009). Predictive indicators of the safety of swimming pool waters. Water Sci. and Technol., 60(12), 3101–3107.

Nikaeen, M., Hatamzadeh, M., Dastjerdi, M. V., Hassanzadeh, A., Mosavi, Z., and Rafiei, M. (2010). An investigation on physical, chemical and microbial quality of isfahan swimming pool waters based on standard indicators. J. Isfahan Med. School, 28(108), 28, 346-356 [In Persian].

Pasquarella, C., Veronesi, L., Napoli, C., Castaldi, S., Pasquarella, M. L., Saccani, E., Colucci, M. E., Auxilia, F., Gallè F., Di

Onofrio, V., Tafuri, S., Signorelli, C. and Liguori, G. (2013). Swimming pools and health-related behaviours: results of an Italian multicentre study on showering habits among pool users. Public Health, 127(7), 614-619.

Rabi, A., Khader, Y., Alkafajei, A., and Aqoulah, A. A. (2008). Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. Int. J. Environ. Res. Public Health, 5(3), 152-157.

Rasti, S., Assadi, M. A., Iranshahi, L., Saffari, M., Gilasi, H. R., and Pourbabaee, M. (2012). Assessment of microbial contamination and physicochemical condition of public swimming pools in Kashan, Iran. Jundishapur J. Microbiol., 5(3), 450-455

Rigas, F., Mavridou, A., and Zacharopoulos, A. (1998). Water quality of swimming pools in Athens area. Int. J. Environ. Health Res., 8(3), 253-260.

Rabi, A., Khader, Y., Alkafajei, A., and Abu Aqoulah, A. (2008). Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. Int. J. Environ. Res. Public Health., 5(3), 152–157.

WHO. (2003). Guidelines for safe recreational water environments: Coastal and fresh waters (Vol. 1): World Health Organization.

WHO. (2006). guidelines for the safe use of wasterwater excreta and greywater (Vol. 1): World Health Organization.

Yang, L., Chen, X., She, Q., Cao, G., Liu, Y., Chang, V. W.-C., and Tang, C. Y. (2018). Regulation, formation, exposure, and treatment of disinfection by-products (DBPs) in swimming pool waters: A critical review. Environ. Int., 121, 1039-1057.

Yousefipoor, P., Tadibi, V., Behpoor, N., Parnow, A., Delbari, M., and Rashidi, S. (2015). Effects of aerobic exercise on glucose control and cardiovascular risk factor in type 2 diabetes patients. Med. J. Mashhad Univ. Med. Sci., 57(9), 976-984 [In Persian].

Zazouli, M., Mahdavi, Y., Moradi Golrokhi, M., & Balarak, D. (2015). Investigation of water quality health indicators of the swimming pools in Urmia in 2013. J. Rafsanjan Univ. Med. Sci., 13(11), 1033-1048 [In Persian].

Short Paper

Analytical Evaluation of Water Quality of Swimming Pools in the Southern Regions of Tehran in 2019

Mahsa Jahangiri Rad[1]*, Negin Hafezi[2] and Parnia Bashardoost[3]

[1]Assist. Professor, Water Purification Research Center, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2]M.Sc. Student, Department of Environmental Sciences, Faculty of New Technological Sciences, Tarbiat Dabiri University, Shahid Rajaei, Tehran, Iran
[3-]M. Tech. Student, Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran

*Corresponding author: m.jahangiri@iautmu.ac.ir

Received: August 16, 2020 **Revised:** December 29, 2020 **Accepted:** February 14, 2020

Abstract
The water used in swimming pools, like drinking water, must comply with the required quality. Failure to comply with the physical, chemical and biological criteria of the pools will lead to health hurt to swimmers. In this cross-sectional paper carried out with a descriptive-analytical approach in the summer of 2019, 23 public and private pools located in the south of Tehran (districts 18 and 19) were selected. Pool water sampling was performed to determine microbial indices including thermophilic coliforms, heterotrophic plate count (HPC), and physicochemical parameters including turbidity, pH and residual chlorine. Then, each of the studied parameters was assigned a weight based on their importance and their status was analyzed by water quality index. Based on the findings, the microbial indices of thermophilic coliforms and HPC in the water of the sampled pools were at the desired level in 74 and 26.1% of samples, respectively. Regarding turbidity, pH and residual chlorine content in 13.1, 60.9 and 47.9% of the samples, were at the acceptable values, respectively. The results also showed that none of the sampled water was in excellent condition and 68% of the samples were in fair condition in terms of water quality. According to the obtained results, the necessity of continuous sampling of pool water to check their quality and effective interventions and finally the imposition of fines is suggested for those which their quality is not in accordance with the standards.

Keywords: Heterotrophic Plate Count; Swimming Pools, Tehran; Thermal Coliform; Water Quality Index.