Original Article

Depiction of Health
2018; 9(1): 5-13
http://dohweb.tbzmed.ac.ir

Evaluation and Statistical Analysis of Parameters of Temperature, Chlorine Residual and Water pH of Tabriz Swimming Pools in Terms of Compliance with Health

Mohammad Mosaferi[1], Ebrahim Ahmadi*[2], Khalil Rahimi[2]

Article Info:

Article History:
Received: 2017/08/29
Accepted: 2018/02/15
Published: 2018/06/20

Keywords:
Swimming Pool
Residual Chlorine
pH
Temperature
Pool Health

Abstract

Background and Objectives: Swimming pool water is quickly contaminated by swimmers which can cause the transmission and prevalence of various types of microbial infection through contact with the human body or accidently ingestion. Proper and regular chlorination of water in swimming pools, along with health monitoring by health care providers, and regular measurement of remaining chlorine along with controlling pH values, can be a useful tool to ensure the lack of risk to aforementioned diseases.

Material and Methods: In a cross-sectional study, during the four seasons of the year, 44 active swimming pools in Tabriz from 57 existing swimming pools were examined and the remaining chlorine, water temperature, ambient temperature and pH were measured. In addition to extraction of descriptive parameters, the obtained data were under the analysis of variance to compare the mean of the data.

Results: In the studied pools, the minimum residual chlorine content was measured at zero and the maximum value of 5 mg/L was measured. The pH of the pools was in most cases near neutral and more alkaline (>7). In the main pools, there was no significant difference between the mean of measured parameters with regard to different seasons (P> 0.05). Correlation analysis indicated a significant inverse relationship between residual chlorine and water temperature in these pools (R = -0.694, p <0.01). Considering the total residual chlorine, the water temperature and ambient temperature, there was a mismatch with the optimal range of standards approved by the Ministry of Health in 26% of the main pools, 93% of Jacuzzi pools, 95% of chiller pools and 30% of children's pools.

Conclusion: Based on the results of this study, it was revealed that the limits and recommended standards for residual chlorine, pH, pool temperature and ambient temperature in the pool environment are not observed in four types of main, Jacuzzi, chiller, and children pools examined in Tabriz. Particularly, in the case of Jacuzzi and chiller pools, the present situation was more unfavorable in terms of residual chlorine and water pH compared to other types, which requires serious attention.

Citation: Mosaferi M, Ahmadi E, Rahimi Kh. 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 2018; 9(1): 5-13.

1. Health and Environment Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
2. Health Center of Tabriz County, Tabriz, Iran (**Email:** ah2013ebrahim@gmail.com)

*© 2018 The Author(s). This work is published by **Depiction of Health** as an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.*

مقاله پژوهشی

ارزیابی و تحلیل آماری پارامترهای دما، کلر باقیمانده و pH آب استخرهای شنای تبریز از نظر تطابق با استانداردهای بهداشتی

محمد مسافری[۱]، ابراهیم احمدی*[۲]، خلیل رحیمی[۲]

چکیده

زمینه و اهداف: آب استخرهای شنا به وسیله شناگران آلوده شده و در تماس با بدن یا بلع اتفاقی موجب انتقال و شیوع انواع بیماری میکروبی می‌شود. کلرزنی صحیح آب همراه با نظارت بهداشتی از جانب متولیان سلامت و سنجش منظم کلر باقیمانده و pH می‌تواند موجب اطمینان از عدم ابتلا به بیماری‌های فوق‌الذکر باشد.

مواد و روش‌ها: از بین ۵۷ استخر شنای موجود طی چهار فصل سال، کلر باقیمانده، دمای آب، دمای محیط و pH در ۴۴ استخر فعال تبریز بررسی و نتایج ضمن استخراج پارامترهای توصیفی، برای مقایسه میانگین تحت آنالیز واریانس قرار گرفت.

یافته‌ها: دراین استخرها مقدار کمینه کلر باقیمانده در حد صفر و مقدار بیشینه ۵ میلیگرم در لیتر و pH استخرها اغلب نزدیک به خنثی و بیشتر قلیایی (>۷) بود. در استخرهای اصلی تفاوت معنی‌داری بین میانگین پارامترها در فصول مختلف وجود نداشت (P>۰.۰۵). آنالیز همبستگی ارتباط معکوس معنی‌داری را بین کلر باقیمانده با دمای آب در این استخرها نشان داد (R=۰.۶۹۴ , P<۰.۰۱). با در نظر گرفتن یک‌جای کلر باقیمانده، دمای آب و دمای محیط، در استخرهای اصلی ٪۲۶، در جکوزیها ٪۹۳، در استخرهای چیلر ٪۹۵ و در استخرهای کودکان در ٪۳۰ موارد عدم تطابق با استانداردهای وزارت بهداشت وجود داشت.

نتیجه‌گیری: مشخص گردید که در موارد متعددی استانداردهای توصیه شده در خصوص کلر باقیمانده، pH، دمای استخر و دمای هوای محیط رعایت نمی‌شود. در جکوزی‌ها و چیلر وضعیت از نظر کلر باقیمانده و pH آب نامطلوب‌تر بوده و توجه جدی‌تری را می‌طلبد.

کلیدواژه‌ها: استخرشنا، کلر باقیمانده، pH، دما، بهداشت استخر

نحوه استناد به این مقاله: مسافری م، احمدی الف، رحیمی خ. ارزیابی و تحلیل آماری پارامترهای دما، کلر باقیمانده و pH آب استخرهای شنای تبریز از نظر تطابق با استانداردهای بهداشتی. تصویر سلامت ۱۳۹۷؛ ۹(۱): ۱۳-۵.

۱. مرکز تحقیقات سلامت و محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

۲. مرکز بهداشت شهرستان تبریز، تبریز، ایران (**Email:** ah2013ebrahim@gmail.com)

حقوق برای مؤلف(ان) محفوظ است. این مقاله با دسترسی آزاد در **تصویر سلامت** تحت مجوز کریتیو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/bync/4.0/) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده غیر تجاری تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

استخرهای شنا نقش مهمی را در نشاط و شادابی و حفظ سلامت مردم می توانند ایفا نمایند. از این‌رو در جوامع پیشرفته دنیا ورزش شنا و استخرهای شنا از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بر اساس تعاریف موجود، استخر شنا به حجم مشخصی از آب اطلاق می‌شود که در یک فضا با ابعاد و اندازه مشخص محصور شده و به یکی از سه شکل پر و خالی شونده، با گردش آب و یا با جریان مداوم آب وجود دارند (۱و۲). بر اساس نتایج تحقیقات موجود، استخر شنا محل مناسبی برای انتقال بیماری‌های عفونی و پوستی می‌باشد. بدیهی است هرگونه کوتاهی از جانب کارکنان استخرها و شناگران موجب انتشار و انتقال بیماری هایی نظیر تیفوئید، پاراتیفوئید، اسهال خونی باسیلی، وبا، آمیب دیسانتری، ژیاردیا و کریپتوسپوریدیوم می‌گردد (۳و۴). همچنین نگرانی‌های جدیدی در خصوص مواجهه پوستی و تنفسی با مواد شیمیایی (۵) و شکل گیری محصولات جانبی گندزدایی در آب استخر وجود دارد (۶و۷). آب استخر های شنا سریعا به وسیله شناگران آلوده شده و آلودگی هایی مانند چربی و مواد دفعی بدن از جمله ترشحات بینی، بزاق دهان، عرق بدن، مواد مدفوعی، ادرار، کرم ها و لوسیون های مختلف وارد آن می شود. در صورت روباز بودن استخر انتظار می رود گرد و غباری ناشی از باد و سایر مواد سطح آلودگی را افزایش دهند (۲). آب استخر اگر چه به مصرف شرب نمی رسد اما در صورت تماس با بدن انسان یا بلع اتفاقی می تواند موجب انتقال بیماری به انسان شود. از این‌رو رعایت استانداردهای بهداشتی شنا جهت حفظ سلامت و بهداشت استفاده کنندگان و همچنین رعایت بهداشت محیط استخر از ضروریات است. در مجموع اهمیت رعایت نکات بهداشتی در استخرهای شنا بیشتر از جوانب مختلف به‌خصوص بیماری های منتقله از راه آب می باشد (۲).

آب استخرهای شنا معمولاً از چاه یا منابع آب آشامیدنی تأمین می شود که با اضافه کردن مواد گندزدای مختلف که رایج‌ترین آن‌ها کلر و مشتقات آن و درمرحله بعدی ازن می باشد، تصفیه و گندزدایی می شوند. متداول ترین روش گندزدایی آب استخر در حال حاضر، استفاده از کلر و مشتقات آن است (۸). در مقایسه با سایر گندزداها با توجه به هزینه کم، اثر بخشی و کاربرد آسان کلر، این ماده گندزدا و ترکیبات آن از سال ۱۹۰۸ به عنوان یک ماده گندزدا جهت مصارف آب مطرح شده است (۹). آب استخر باید به دفعات مورد آزمایش برای تعیین کلر آزاد باقیمانده قرار گیرد. کلرزنی صحیح و منظم آب استخرهای شنا همراه با اعمال نظارت بهداشتی از جانب متولیان سلامت و سنجش منظم کلر باقیمانده همراه با مقادیر pH می تواند ابزاری مفید برای اطمینان یافتن از عدم ابتلا به بیماری‌های فوق الذکر باشد (۱۰). مشخص شده که تأثیر کلر در غیر فعال سازی پاتوژن ها به شدت وابسته به pH می باشد؛ به‌طوری‌که بالا رفتن pH باعث کاهش کارآمدی این گندزدا شده و دوزهای بالاتری برای غیر فعال سازی میکروارگانیسم‌ها لازم خواهد بود. معمولا بخشی از کلر اضافه شده صرف اکسیداسیون مواد آلی و معدنی موجود در آب شده و مابقی صرف گندزدایی آب می‌شود. جهت اطمینان از گندزدایی آلودگی‌های ثانویه، همواره باید مقداری کلر آزاد باقیمانده در آب وجود داشته باشد. توصیه می‌شود میزان کلر آزاد باقیمانده حداقل یک میلی گرم در لیتر باشد. این میزان کلر در pH بین ۷.۶-۷.۲ باعث ایجاد نتایج باکتریولوژیکی رضایت بخش خواهد شد؛ اما عملاً بین ۳-۱ میلی گرم در لیتر کلر آزاد باقیمانده مورد نیاز است (۱و۲). افزایش آلودگی‌های احتمالی به همراه نوسانات pH که کارایی کلر را محدود می‌کند، نیاز به کلر بیشتر را ضروری می‌نماید. تحریک و سوزش چشم ممکن است بر اثر شنا در آب با pH کمتر از ۷.۴ همراه با حضور کلر ترکیبی باقیمانده (کلرآمین) اتفاق افتد. از آنجایی که گندزدایی این مواد فقط در طیف مشخص pH مؤثر می باشد، لذا pH آب بایستی به صورت کنترل شده بین ۷.۲ تا ۷.۸ نگهداری شود (۲و۸). بررسی‌های انجام یافته در شهر تبریز نشان دهنده مقدار پایین کلر در جکوزی و چیلرها نسبت به حد مجاز و در نتیجه آلوده تر بودن این دو نقطه است به نحوی که در شرایط نامطلوب cl و pH به ترتیب ٪۶۵ و٪۲۹.۸۹ موارد نمونه برداری آلوده بوده است (۱۱). همچنین دما دارای اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی حلالیت گازها در آب می باشد. درجه حرارت بالا روی قدرت گندزداها اثر دارد و گندزداها معمولا در دمای بالاتر در استخرهای سرپوشیده مؤثرترند (۲). طبق استانداردها درجه حرارت آب استخر نباید بیش از ۲۹ درجه سانتی‌گراد باشد و درجه حرارت هوای اطراف استخر نباید بیش از ۴ درجه گرم تر و یا ۲ درجه سردتر از آب استخر بوده و حداکثر دمای داخل اماکن عمومی ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دمای آب پیشنهادی برای استفاده عموم ۲۷ درجه و حالت ایده آل آن ۲۶-۲۸ درجه سانتی‌گراد می باشد. دمای آب برای استخرهای جکوزی زیر۴۰ درجه سانتی گراد و برای استخرهای چیلر بالای ۴ درجه سانتی‌گراد و زیر ۲۹ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد شده است (۱و۲و۱۲). دماهای بالا (بالای ۴۰ درجه سلسیوس) در چشمه های معدنی یا جکوزی‌ها ممکن است سبب خواب آلودگی شده و منجر به کاهش سطح هوشیاری و سپس غرق شدن گردد (۱۳). با توجه به گستردگی و تراکم استفاده از استخرهای شنا در شهر تبریز و نظر به این‌که مطالعه ی منتشر شده ای در خصوص وضعیت بهداشتی موجود استخرها وجود ندارد تحقیق حاضر با هدف ارائه تصویر مناسب از وضعیت موجود و تحلیل آماری پارامترهای دما، کلر باقیمانده و pH به صورت مطالعه ی مقطعی به انجام رسید.

مواد وروش‌ها

این مطالعه به صورت مقطعی (Cross Sectional) انجام شد. در طول مطالعه طی چهار فصل سال، ۴۴ استخر فعال از بین ۵۷ استخر شنای موجود در شهرستان تبریز انتخاب گردید و پارامترهای کلر باقیمانده، دمای آب، دمای محیط و pH به صورت در محل مورد سنجش قرار گرفت. کلرسنجی به روش رنگ سنجی با قرص های DPD (دستگاه کلرسنج مدل کاریزاب ساخت کشور ایران)، سنجش دمای آب و محیط با دماسنج جیوه ای و دماسنج لیزری تستو (ساخت کشور آلمان) و سنجش pH با محلول فنل رد انجام شد. در مجموع برای هریک از پارامترهای مورد مطالعه، در استخرهای اصلی و جکوزی هرکدام ۱۷۶ مورد سنجش در طول سال، در چیلرها ۱۴۰ مورد و در استخرهای کودکان ۷۲ مورد سنجش صورت گرفت. اطلاعات به دست آمده ضمن استخراج پارامترهای توصیفی، برای مقایسه میانگین داده ها تحت آنالیز واریانس قرار گرفت.

یافته ها

در جدول ۱ تا ۴ توصیف آماری پارامترهای اندازه گیری شده کلر باقیمانده، pH ، دمای آب و دمای محیط در استخرهای بررسی شده به ترتیب استخر اصلی، جکوزی، چیلر و کودکان در چهار فصل مختلف ارائه شده است. کلیه داده ها از چولگی و کشیدگی نرمال برخوردار بودند اما آزمون Shapiro-Wilk نرمال بودن داده ها را رد کرد (P<۰.۰۵). بر اساس این جداول در برخی موارد مقدار کمینه کلر باقیمانده در حد صفر و مقدار بیشینه به ۵ میلیگرم در لیتر نیز می رسد. pH نیز در اغلب موارد در استخرها نزدیک به حالت خنثی و بیشتر در حالت قلیایی (۷ <) مشاهده می گردد. در نمودار ۱ توزیع پراکندگی پارامترهای سنجش شده در استخرهای اصلی بر اساس ۱۷۶ آنالیز در قالب نمودار جعبه ای ارائه شده که نشان‌دهنده وجود داده های پرت در خصوص pH می باشد. آنالیز واریانس (ANOVA) نشان داد که در استخرهای اصلی تفاوت معنی داری بین میانگین پارامترهای سنجش شده با لحاظ نمودن فصول مختلف وجود ندارد (P>۰.۰۵). آنالیز همبستگی ارتباط معکوس معنی داری را بین کلر باقیمانده با دمای آب در این استخرها نشان داد (R=۰.۶۹۴ , P<۰.۰۱). در مورد کلر باقیمانده و هوا نیز این رابطه به صورت ضعیف مشاهده گردید (R=-۰.۲۸۵ , P<۰.۰۱). ارتباط بین دمای آب استخر و هوای محیط نیز معنی دار بود (R=۰.۵۴۸ , P<۰.۰۱).

در استخرهای جکوزی تفاوت بین دمای آب استخرها و همچنین دمای هوای محیط معنی دار بود (P<۰.۰۵). ارتباط معنی داری بین کلر باقیمانده و pH مشاهده نگردید. ارتباط معکوس معنی داری بین کلر باقیمانده با دمای آب در این استخرها وجود داشت (R=-۰.۲۹۴ , P<۰.۰۱). پراکندگی قابل توجهی در غلظت کلر باقیمانده در این استخرها مشاهده گردید. در اغلب موارد در این استخرها مقدار کلر باقیمانده کمتر از یک میلیگرم در لیتر بود. با این حال بالاترین غلظت‌ها نیز در این استخرها مشاهده گردید. در استخرهای چیلر تفاوت بین دمای آب استخرها معنی دار بود (P<۰.۰۵). کلر باقیمانده حداقل صفر تا حداکثر ۵ میلیگرم در لیتر ثبت شد. ارتباط معنی داری بین کلر باقیمانده و pH مشاهده نگردید. ارتباط معکوس معنی داری بین کلر باقیمانده با دمای آب در این استخرها وجود داشت (R=-۰.۱۹۶ , P<۰.۰۵). در استخرهای کودکان تفاوت بین کلر باقیمانده استخرها معنی دار بود (P<۰.۰۱). کلر باقیمانده حداقل صفر تا حداکثر ۵ میلیگرم در لیتر ثبت شد. ارتباط معنی داری بین کلر باقیمانده و pH مشاهده نگردید. ارتباط معکوس معنی داری بین کلر باقیمانده با دمای آب در این استخرها وجود داشت (R=-۰.۱۹۶ , P<۰.۰۵).

جدول ۱. توصیف آماری مقادیر کلرباقیمانده، دما و pH در استخرهای اصلی

فصل اندازه گیری	پارامتر آماری	کلر باقیمانده (mg/l)	دمای آب	دمای هوا	pH
بهار	میانگین	۱.۹	۲۷.۸	۲۸.۸	۷.۸۳
	مقدار بیشینه	۳.۵	۳۲.۰	۳۲.۰۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۵	۲٤.۰	۲٦.۰۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	.۷۳	۱.۸	۱.۵	.۲۷
تابستان	میانگین	۲.۰	۲۷.۵	۲۸.٦	۷.۸
	مقدار بیشینه	٤.۰	۳۲.۰	۳۲.۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۰	۲٤.۰	۲۵.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	.۷٦	۱.۸	۱.۸۱	.۲۹
پاییز	میانگین	۲.۰	۲۷.۵	۲۸.۷	۷.۸٦
	مقدار بیشینه	۳.۵	۳۲.۰	۳۲.۰۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۲٤.۰	۲۵.۰۰	۷.۱۰
	انحراف معیار	.۸۳	۱.۸۹	۱.٦	.۲۹
زمستان	میانگین	۱.۸	۲۷.۸	۲۸.۸٦	۷.۹

	مقدار بیشینه	۳.۰	۳۳.۰	۳۲.۰۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۲	۲٤.۰	۲٤.۰۰	۷.۰۰
	انحراف معیار	.۷۳	۲.۳	۱.٦	.۳۲
کل	میانگین	۱.۹۵	۲۷.٦	۲۸.۷	۷.۸٦
	مقدار بیشینه	٤.۰	۳۳.۰	۳۲.۰۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۲٤.۰	۲٤.۰۰	۷.۰۰
	انحراف معیار	.۷٦	۱.۹	۱.٦	.۲۹

جدول ۲. توصیف آماری مقادیر کلر باقیمانده، دما و pH در استخرهای جکوزی

فصل اندازه گیری	پارامتر آماری	کلر باقیمانده (mg/l)	دمای آب	دمای هوا	pH
بهار	میانگین	۱.۰٤	٤۰.۹	۳۰.٤	۸.۰۷
	مقدار بیشینه	۵.۰	٤٤.۰	۳۳.۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۳۸.۰	۲۸.۰	۷.٦۰
	انحراف معیار	۱.۵۸	۱.۳	۱.۵	.۱۵
تابستان	میانگین	.٦۵	٤۲.۰	۳۱.۵	۸.۱۱
	مقدار بیشینه	۵.۰	٤٤.۰	۳۵.۰	۸.۸۰
	مقدار کمینه	.۰	۳۹.۰	۲۷.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	۱.۱۳	۱، ۲	۱.۷	.۲٤
پاییز	میانگین	۱.۱٤	٤۰.٦	۳۰.٦	۸.۰۹
	مقدار بیشینه	۵.۰	٤٤.۰	۳۵.۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۳۱.۰	۲۷.۰	۷، ٤۰
	انحراف معیار	۱.۵۷	۲.۱۲	۱.۹	.۱۹
زمستان	میانگین	.۷٦	٤۱.۱	۳۱.۰	۸.۰٤
	مقدار بیشینه	۵.۰	٤٤.۰	۳۵.۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۳۸.۰	۲۷.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	۱.۳۷	۱.۳	۱.۸۷	.۲۳
کل	میانگین	.۹۰	٤۱.۱	۳۰.۹	۸.۰۸
	مقدار بیشینه	۵.۰	٤٤.۰	۳۵.۰	۸.۸۰
	مقدار کمینه	.۰	۳۱.۰	۲۷.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	۱.٤۳	۱.٦	۱.۸	.۲۱

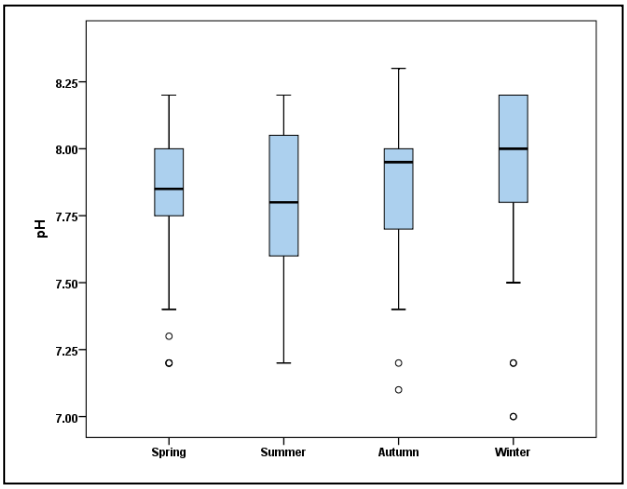
جدول ۳. توصیف آماری مقادیر کلرباقیمانده، دما و pH در استخرهای چیلر

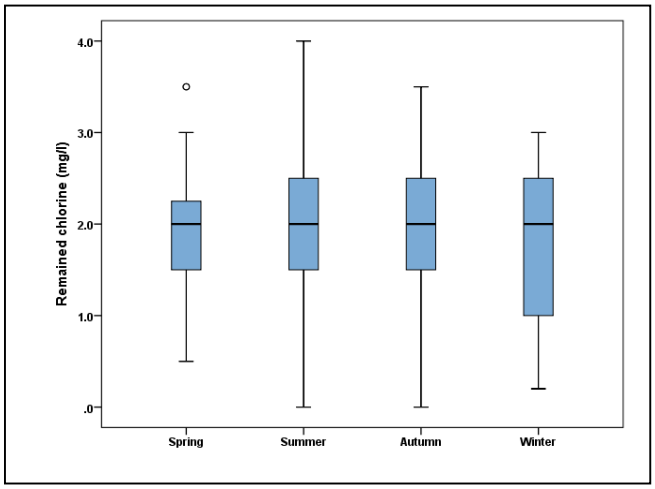
فصل اندازه گیری	پارامتر آماری	کلر باقیمانده (mg/l)	دمای آب	دمای هوا	pH
بهار	میانگین	۲.۱۵	۲۱.۱	۲۸.۱	۷.٦
	مقدار بیشینه	۵.۰	۲٤.۰	۳۱.۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۰	۱۸.۰	۲۰.۰	٦.۸۰
	انحراف معیار	۲.۰۲	۱.۵	۱.۹۳	.۳٤
تابستان	میانگین	۱.۱۰	۲۲.٤	۲۹.۰	۷.۷۱
	مقدار بیشینه	۵.۰	۲٦.۰	۳۱، ۰	۸.۸۰
	مقدار کمینه	.۰	۱۹.۰	۲۲.۰	٦.۹۰
	انحراف معیار	۱.۳۹	۱.۷	۲.۰	.۳۹
پاییز	میانگین	۱.۷۵	۲۱.۳	۲۸.۳	۷.۷۵
	مقدار بیشینه	۵.۰	۲۵.۰	۳۲.۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۰	۱۷.۰	۲۲.۰	۷.۰۰

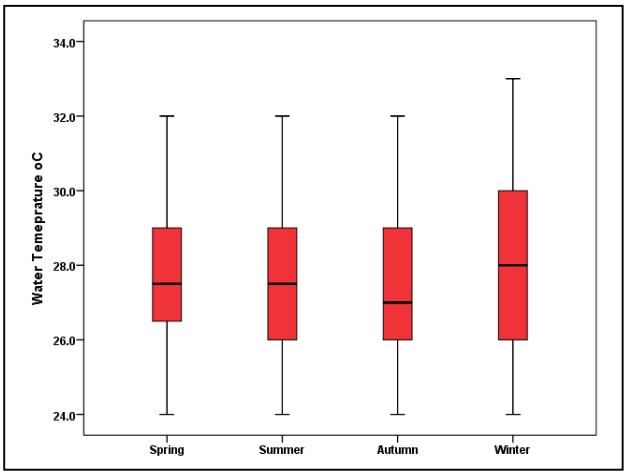
	انحراف معیار	۱.۷۹	۱.۷	۱.۷	.۳٤
زمستان	میانگین	۱.۳۷	۲۱.۷	۲۸.۵	۷.۷۱
	مقدار بیشینه	۵.۰	۲۵.۰	۳۳.۰	۸.۳۰
	مقدار کمینه	.۰	۱۸.۰	۲۱.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	۱.۷۳	۱.۷	۲.۱	.۳۲
کل	میانگین	۱.۵۹	۲۱.٦	۲۸.۵	۷.۷۱
	مقدار بیشینه	۵.۰	۲٦.۰	۳۳.۰	۸.۸۰
	مقدار کمینه	.۰	۱۷.۰	۲۰.۰	٦.۸۰
	انحراف معیار	۱.۷۷	۱.۷	۱.۹	.۳۵

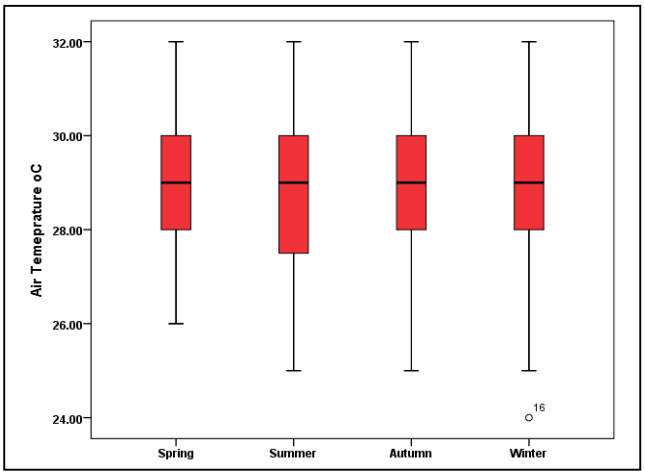
جدول ۴. توصیف آماری مقادیر کلر باقیمانده، دما و pH در استخرهای کودکان

فصل اندازه گیری	پارامتر آماری	کلر باقیمانده (mg/l)	دمای آب	دمای هوا	pH
بهار	میانگین	۱.۳	۲۸.۳	۲۸.۹	۷.۸۵
	مقدار بیشینه	۲.۰	۳۱.۰	۳۲.۰۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۵	۲٤.۰	۲۷.۰۰	۷.۳۰
	انحراف معیار	.٤	۱.٦	۱.۵	.۲۰
تابستان	میانگین	۲.۰	۲۷.۳	۲۸.٦	۷.۷۸
	مقدار بیشینه	۳.۰	۳۰.۰	۳۱.۰۰	۸, ۲۰
	مقدار کمینه	.٦	۲۵.۰	۲۵.۰۰	۷, ۳۰
	انحراف معیار	.۵۱	۱.٤	۱.۷	.۲۲
پاییز	میانگین	۱.٦۱	۲۷.۹	۲۸.۷	۷.۷۰
	مقدار بیشینه	۳.۰	۳۱.۰	۳۵.۰	۸.۱۰
	مقدار کمینه	.۵	۲٦.۰	۲٦.۰	۷.۳۰
	انحراف معیار	.٦۹	۱.٤	۱.۹	, ۲۲
زمستان	میانگین	۱.۳۵	۲۸.۳	۲۹.۰	۷, ۷٦
	مقدار بیشینه	۳.۰	۳۱.۰	۳۱.۰	۸.۰۰
	مقدار کمینه	.۵	۲٤.۰	۲٦.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	.۷۸	۲.۲	۱.۲	.۲٤
کل	میانگین	۱.۵۷	۲۸.۰	۲۸.۸	۷.۷۷
	مقدار بیشینه	۳.۰	۳۱.۰	۳۵.۰	۸.۲۰
	مقدار کمینه	.۵	۲٤.۰	۲۵.۰	۷.۲۰
	انحراف معیار	.٦۷	۱.۷	۱.٦	.۲۲









نمودار ۱. توزیع پراکندگی کلرباقیمانده، pH، دمای محیط و دمای هوای استخرهای اصلی در قالب نمودار جعبه ای

بحث

در تحقیق حاضر وضعیت برخی پارامترهای بهداشتی مهم استخرهای شنا در شهر تبریز در طی چهار فصل مورد بررسی قرار گرفت. تحقیق انجام شده در ایالات متحده نشان داده که هرگاه میزان کلر باقیمانده، pH و بار شنا در استخر اندازه‌گیری شود، می‌توان با اطمینان ۹۵ درصد در خصوص آلودگی میکروبی قضاوت کرد (۱۴). دمای بالای آب زمینه را برای رشد جلبک ها و میکروب ها فراهم می‌کند. شناکردن طولانی مدت در آب که دمای آن بیش از ۲۹ درجه سانتی‌گراد باشد باعث ایجاد ناتوانی و ضعف در فرد می‌گردد (۲). شنا نمودن در آب ۴ درجه سانتی‌گراد باعث ایجاد خستگی و مشکلات تنفسی در زمان کوتاه ۱۰ دقیقه یا کمتر خواهد شد (۳و۴). دما بر روی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی که در سیستم‌های طبیعی انجام می‌گیرند اثر می‌گذارد. همچنین دما دارای اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی حلالیت گازها در آب می‌باشد. درجه حرارت بالا روی قدرت گندزداها اثر دارد و معمولاً گندزداها در دمای بالاتر در استخرهای سرپوشیده شنا فعال‌تر هستند (۱).

یافته های تحقیق در خصوص کلر باقیمانده نشان داد که میزان این پارامتر دراستخرهای اصلی۲۳مورد (۱۳٪)، در استخرهای جکوزی ۱۴۳مورد (۸۱.۲٪)، در استخرهای چیلر ۱۰۰مورد (۷۱/۴٪) و در استخرهای کودکان ۹ مورد (۱۲.۵٪) خارج از حد استانداردهای مصوب وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی کشور (۳-۱میلی گرم در لیتر) می باشد (۱و۲). این موارد نشان دهنده لزوم توجه به تنظیم و کنترل کلر باقیمانده در جکوزی ها و در مرحله بعدی استخرهای چیلر می باشد.

در خصوص دما، حد استانداردهای مصوب وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی کشور در مورد دمای آب استخرها دراستخرهای اصلی و کودکان کمتر از ۲۹ درجه سانتی گراد و در استخرهای جکوزی کمتر از ۴۰ درجه سانتی گراد تعیین شده است (۳و۴و۸). میزان دمای آب در استخرهای اصلی در طول مطالعه در۳۰ مورد (۱۷٪)، در استخرهای جکوزی ۱۱۱مورد (۶۳٪)، در استخرهای کودکان ۱۲مورد (۱۷٪) خارج از حد استانداردها بود. در استخرهای چیلر هیچ موردی خارج از حداستانداردها (زیر ۴ درجه سانتی گراد و بالای ۲۹ درجه سانتی‌گراد) مشاهده نگردید (۱و۲).

میزان دمای محیط در استخرهای اصلی در طول مطالعه در ۱۶ مورد (۶٪)، در استخرهای جکوزی ۹۷ مورد (۵۶٪)، در استخرهای چیلر۱۵مورد (۱۱٪) و در استخرهای کودکان ۸ مورد (۱۲٪) خارج از حد استاندارد مصوب وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی کشور (دمای محیط کمتراز ۳۰درجه سانتی‌گراد) بود (۱و۲). بر اساس راهنمای موجود در خصوص ارتباط بین دمای آب استخر و دمای محیط، درجه حرارت هوای اطراف استخر نباید بیش از ۴ درجه گرم تر و یا ۲ درجه سردتر از آب استخر باشد که در ارتباط با استخرهای اصلی در ۲۹ مورد (۱۷٪)، دراستخرهای چیلر۱۱۴مورد (۸۲٪) و در استخرهای کودکان ۱۱مورد (۱۶٪) خارج از حد استاندارد قرار داشت.

میزان pH در استخرهای اصلی ۴۰مورد (۲۳٪)، در استخرهای جکوزی ۱۰۹مورد (۶۲٪)، در استخرهای چیلر ۲۰ مورد (۱۵٪) و در استخرهای کودکان ۳مورد (۵٪) خارج از حداستانداردهای مصوب وزارت بهداشت، درمان وآموزش پزشکی کشور (۸-۷.۲) بوده است که بیانگر لزوم توجه به جکوزی ها در این خصوص است. اسید هیپوکلرو گندزدای قوی‌تری تسبت به یون هیپوکلریت است. در pH برابر ۸، ۲۱ درصد از کلر آزاد موجود به صورت اسید هیپوکلریت (به صورت گندزدایی سریع، قوی و اکسید کننده عمل می‌کند) ولی در pH برابر ۸.۵ تنها ۱۲ درصد کلر موجود به صورت اسید هیپوکلرو است. به همین دلیل باید مقدار pH در یک محدوده‌ی تعریف شده‌ی نسبتاً پایین نگه‌داری شود (۱۵). بر اساس رهنمود وزارت بهداشت در استخرها بایستی

کلر باقیمانده ۱ تا ۳ میلی گرم در لیتر در دامنه pH ۷.۲ تا ۸ نگهداری شود. با در نظر گرفتن این شاخص در استخرهای اصلی در۵۶مورد (٪۳۲)، در استخرهای جکوزی در ۱۶۰مورد (٪۹۱)، در استخر های چیلر در ۱۰۵مورد (٪۷۵) و در استخرهای کودکان در ۱۰مورد (٪۱۴) حدود توصیه شده رعایت نمی گردید که لازم است به موضوع توجه لازم صورت گیرد.

در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۹۳ خورشیدی در استخرهای شهر تبریز انجام گرفت، مشخص گردید فقط ٪۳۱.۵ از استخرهای اصلی و٪۴۱.۵ جکوزی‌های آبگرم از نظر دمایی در محدوده قابل قبول بودند (۱۶). در مطالعه‌ای که در اردن انجام شد بیشتر استخرهای شنا از نظر دمای آب وضعیت مطلوبی نداشتند. در این مطالعه دمای آب استخرها ۳۱ درجه سانتی‌گراد ذکر شده است (۹و۱۷). در پژوهشی که جعفری منصوریان و همکارانش درسال ۱۳۹۰در استخرهای شنای شهرکرمان داشتند، کلر باقیمانده آزاد در ٪۱۲.۳ موارد وpH در ٪۲۶.۷ موارد کمتر از حد استاندارد بود. درجه حرارت نیز در ٪۳۳.۲ موارد از حد استاندارد بیشتر بود (۱۸). در مطالعه‌ی زرولی و همکارانش در سال ۱۳۹۲در استخرهای شنای شهر ارومیه میانگین دمای آب ۰.۷۱±۲۸.۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین کل کلر آزاد باقیمانده ۰.۸۴±۱.۶میلی‌گرم در لیتر گزارش گردید که کمتر از میانگین کل مطالعه ی حاضر می باشد (۱۰و۱۹). درمطالعه‌ای که حسین‌زاده و همکاران او در سال ۹۲ در شهر همدان حداقل و حداکثر دمای آب استخرها ۲۷ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد ذکر شد و٪۴۰ نمونه‌های برداشته شده خارج از حد استاندارد بودند (۲۰).

وزارت بهداشت توصیه کرده که کلر باقیمانده در حد ۳-۱ میلی گرم در لیتر بایستی نگهداری شود و درجه حرارت هوای اطراف استخر نباید بیش از ۴ درجه گرم تر و یا ۲ درجه سردتر از آب استخر باشد و دمای آب نیز نبایستی کمتر از ۲۹درجه سانتی گراد دراستخرهای اصلی، چیلر و کودکان و دمای محیط کمتر از ۳۰درجه سانتی‌گراد باشد (۲۱و۲۲). با در نظر گرفتن این موارد و در خصوص ارتباط بین سه پارامتر کلر باقیمانده، دمای آب و دمای محیط در استخرهای اصلی در ۴۵مورد (٪۲۶)، در استخرهای چیلر در۱۳۲مورد (٪۹۵) و در استخرهای کودکان در ۲۱مورد (٪۳۰) خارج از حد دامنه مطلوب استانداردهای مصوب وزارت بهداشت بود (۳و۴و۲۱و۲۲). این رابطه در استخرهای جکوزی بین کلر باقیمانده، دمای آب و دمای محیط در ۱۶۳مورد (٪۹۳) خارج از حد مطلوب بود (کلر باقیمانده ۳-۱میلی گرم در لیتر و دمای آب زیر ۴۰ درجه سانتی گراد و دمای محیط کمتر از ۳۰درجه سانتی‌گراد).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر مشخص گردید که در چهار نوع استخر اصلی، جکوزی، چیلر و کودکان بررسی شده در شهر تبریز در موارد متعددی حدود و استانداردهای توصیه شده در خصوص کلر باقیمانده، pH، دمای استخر و دمای هوای محیط استخر رعایت نمی شود. بویژه در خصوص استخرهای جکوزی و چیلر در مقایسه با سایر استخرها وضعیت موجود از نظر کلر باقیمانده و pH آب نامطلوب تر بود و لازم است توجه جدی در خصوص تأمین و افزایش کلر باقیمانده مناسب و تنظیم اسیدیته مناسب جهت کاهش pH به عمل آید. این موضوع زمانی اهمیت بیشتر می یابد که به ارتباط بین دمای آب، pH و تأثیر متقابل بر میزان کلر باقیمانده و خطرات میکروبی ناشی از آلودگی آب توجه شود.

ملاحظات اخلاقی

این مطالعه بر روی نمونه‌های انسانی انجام نشده است. اصل محرمانه بودن اطلاعات در تمام مراحل تحقیق وایمنی کارشناس بررسی کننده در هنگام نمونه برداری و آنالیزها رعایت گردیده و هیچ‌گونه ماده شیمیایی مضر به محیط زیست تخلیه نشده است.

تضاد منافع

بدینوسیله نویسندگان اعلام می کنند که این اثر حاصل یک پژوهش مستقل بوده و هیچ‌گونه تضاد منافعی با سازمان‌ها و اشخاص دیگری ندارد.

تشکر وقدردانی

بدینوسیله نویسندگان مقاله از ریاست محترم مرکز بهداشت شهرستان تبریز جناب آقای دکتر خسروشاهی و آقای مهندس رضایی مسئول محترم واحد بهداشت محیط شهرستان تبریز جهت حمایت‌های همه جانبه در اجرای این تحقیق کمال تشکر را دارند.

References

1. Health, I.M.o., Guidline for health control of swimming pools. 2006.
2. Health, I.M.o., Guidline for supervision and monitoring of swimming pools and natural swimming ponds C.o.E.a.O. Health, Editor. 2013.
3. Schoefer Y, Zutavern A, Brockow I, et al. Health risks of early swimming pool attendance. International journal of hygiene and environmental health. 2008; 211(3-4): 367-73. PMID:17869580 doi:10.1016/j.ijheh.2007.08.001

4. Suppes LM, Canales RA, Gerba CP, Reynolds KA. Cryptosporidium risk from swimming pool exposures. International journal of hygiene and environmental health. 2016; 219(8): 915-9. PMID:27432615 doi:10.1016/j.ijheh.2016.07.001
5. Font-Ribera L, Villanueva CM, Gracia-Lavedan E, Borras-Santos A, Kogevinas M, Zock JP. Indoor swimming pool attendance and respiratory and dermal health in schoolchildren--HITEA Catalonia. Respiratory medicine. 2014; 108(7): 1056-9. PMID:24835075 doi:10.1016/j.rmed.2014.04.018
6. Carter RAA, Joll CA. Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review. Journal of environmental sciences (China). 2017; 58: 19-50. PMID:28774608 doi:10.1016/j.jes.2017.06.013
7. Hang C, Zhang B, Gong T, Xian Q. Occurrence and health risk assessment of halogenated disinfection byproducts in indoor swimming pool water. The Science of the total environment. 2016; 543(PtA): 425-31. PMID:26599142 doi:10.1016/j.scitotenv.2015.11.055
8. McGuire, M.J., Chlorine Revolution, The History of Water Disinfection and the Fight to Save Lives. 2013.
9. Kim D, Ates N, Kaplan Bekaroglu SS, Selbes M, Karanfil T. Impact of combining chlorine dioxide and chlorine on DBP formation in simulated indoor swimming pools. Journal of environmental sciences (China). 2017; 58: 155-62. PMID:28774604 doi:10.1016/j.jes.2017.04.020
10. Qin Y, Alam AU, Pan S, et al. Integrated water quality monitoring system with pH, free chlorine, and temperature sensors. Sensors and Actuators B: Chemical. 2018; 255: 781-90. doi:https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.07.188
11. R.Rezai, M.Jalali Parvin, H.Khosroshah, SH.Tayefeh, Determination of Water Pollution in Swimming Pools of Tabriz City Using Biochemical Method,1392 Solar year, 16th National Conference on Environmental Health.
12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Swimming Pools - General Requirements.ISIRI 11203.
13. Press E. The health hazards of saunas and spas and how to minimize them. Am J Public Health. 1991;81(8):1034-7. PMID:1853995
14. Paul RA. An environmental mode for swimming pool bacteriology. Am J Public Health. 1972;62(6):770-2. PMID:4555695
15. Nabizadeh R, Aslani H, Nemati R. W.H.O Organization. Guidelines for Safe Recreational Water Environments (Swimming Pools and Similar Environments). [In Persian]
16. Elham Asrari, Khalil Rahimi. The comparative study of environmental factors in health providing water of swimming pools in Tabriz city in 1393 solar year, 2nd. International conference on sustainable development, strategies and challenges 23-25 Feb 2016.
17. Rabi A, Khader Y, Alkafajei A, Aqoulah AA. Sanitary conditions of public swimming pools in Amman, Jordan. Int J Environ Res Public Health. 2007; 4(4): 301-6. PMID:18180541
18. Jafari Mansoorian H. Water Health Indices in Kerman Swimming Pools, in 2011. Journal of Health and Development. 2013;2(2):128-0. [In Persian]
19. Zazouli MA, 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.
20. Hoseinzadeh E, Shokouhi R, Giasian SA, Roshanai G, Mohammadi F. Fungal Contamination Evaluation in Hamadan Indoor Public Swimming Pools. Jentashapir. 1392:19-28. [In Persian]
21. Environment and Job Health Center, Ministry of Health and Medical Education, The Regulation form of Health Control of swimming pools. [In Persian]
22. Environment and Job Health Center, Ministry of Health and Medical Education, The Executive Order of the Law on the Amendment of Article 13 of the Food, Drinking, Cosmetic and Health Materials. [In Persian]