7th National Conference on Interdisciplinary Research in Management & Medical Science
December 20th & 21th ,2023 | University of Tehran
هفتمین همایش ملی تحقیقات میان رشته ای در مدیریت و علوم پزشکی
۲۹ و ۳۰ آذر ۱۴۰۲
دانشگاه تهران
Archive of SID

بهینه‌سازی سیستم سترون ساز استخر های ورزشیِ مبتنی بر ازن توسط کنترل اکسیژن ورودی بر سیستم

نیر وحیدمحمدنیا
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی ورزش،دانشکده فنی و مهندسی،واحد علوم و تحقیقات،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران ،ایران
nayervmn@gmail.com

دکتر رضا سارنگ
استادیار گروه مهندسی ورزش، دکترای برق کنترل، واحد علوم و تحقیقات،دانشگاه آزاد اسلامی،تهران، ایران
ar_sarang@yahoo.com

دکتر مجید پولادیان
استادیار گروه مهندسی پزشکی ،دانشکده علوم و فناوری پزشکی ،واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی ،تهران ،ایران
pouladian@srbiau.ac.ir

چکیده
سیستم ازن زنی برای ضدعفونی کردن استخرها به تنهایی در ایران کلا وجود ندارد. اکثر استخرهای ایران از روش کلرزنی استفاده می‌کنند. در این تحقیق هدف کلی سترون سازی استخرهای ورزشی مبتنی بر ازن، توسط کنترل اکسیژن ورودی می‌باشد. روش تحقیق برحسب هدف کاربردی و نوع داده‌ها به‌صورت طرح پس‌آزمون با گروه کنترل می‌باشد و نحوه اجرا به‌صورت آزمایشگاهی می‌باشد. هدف از این پژوهش بررسی نقاط قوت و ضعف این روش به طور علمی است که براساس روش آزمایش و کنترل و با استفاده از شاخص های بررسی آلودگی آب نظیر ... انجام شده است. این پژوهش براساس روش آزمایش و کنترل انجام شده است. نتایج این پژوهش بر روی استخر شیرودی حاکی از ان است که استفاده از روش ازن زنی با اکسیژن با اختلاف بسیار بالاتری موجب جلوگیری از بیماری ها، عفونت ها و ویروس ها نسبت به روش کلرزنی می‌باشد.
کلمات کلیدی: سترون ساز، استخر ورزشی، ازن، کنترل اکسیژن

مقدمه

دغدغه بسیاری از صاحبان استخر، انتخاب سیستم ضدعفونی مناسب از میان گزینه‌های بسیاری است که پیش روی آن‌ها قرار دارد. اما حقیقت این است که هیچ روشی بهترین روش نیست و برای هر استخر بنا به شرایط خاص آن باید گزینه متفاوتی انتخاب شود. برای انتخاب سیستم ضدعفونی آب استخر باید متغیرهای زیادی در نظر گرفته شود، ازجمله هزینه‌های اولیه، هزینه‌های نگهداری، شرایط تعمیر و نگهداری، آب‌وهوا و نیز تعداد شناگران. (Inkine,2021) اکثر صاحبان استخر از سیستم کلرزنی استفاده می‌کنند که این سیستم سرطان‌زا است. کلر رایج‌ترین مورداستفاده در استخرهای شنای عمومی است. بااین‌حال، کلرین با مواد آلی طبیعی

www.SID.ir

Archive of SID

موجود در آب پرکننده و آلاینده‌های واردشده به آب استخر با تشکیل مواد جانبی ضدعفونی[1] واکنش می‌دهد. رایج‌ترین ماده ضدعفونی‌کننده شناسایی‌شده در آب استخر، گونه‌های کلرین (کلرین آلی و غیر آلی)، هالو استیک اسیدها[2]، و تری هالویتان ها[3] هستند مکانیزم اصلی حذف آلاینده‌های آلی محلول، اکسیداسیون توسط کلرین و معدنی شدن متعاقب آن است. اوزون یک عامل اکسیدکننده قوی است که بسته به ویژگی‌های آلاینده‌ها، تغییرات زیادی در زمان واکنش دارد. وقتی ازن آب استخر به کار می‌رود، می‌تواند آلاینده‌های حل‌شده را اکسید کند . (Hansen et al,2017)

اهداف پژوهش

هدف ارمانی

استفاده از سیستم کنترل اکسیژن ورودی جهت سترون‌سازی در کلیه استخرهای ورزشی موجود هدف ارمانی این تحقیق می‌باشد.

هدف کلی

توسعه و اصلاح فرایند ساخت و نگه‌داری اماکن ورزشی

هدف ویژه کاربردی

هدف کاربردی از این پژوهش بررسی این روش به‌طور علمی است طوری که نتیجه آن برای استفاده عملی در استخرهایی نظیر شهید شیرودی پیشنهاد شود.

استخرهای شنا

استخر شنا به حجم مشخصی از آب اطلاق می‌شود که معمولاً در یک فضا با ابعاد و اندازهٔ مشخص محصورشده است. آب استخرها معمولاً از منابع آب آشامیدن هستند که با اضافه کردن مواد گندزدا تصفیه‌شده‌اند. استخرهای شنا ممکن است از چشمه‌های آب گرم و یا آب‌های شور هم ایجاد گردند. استخرهای شنا را معمولاً به استخرهای مصنوعی و استخرهای نیمه مصنوعی طبقه‌بندی می‌نمایند. (Ilyas,2001, 8) استخرهای مصنوعی اغلب از مصالحی مانند بتون، فولاد، آلومینیوم و فایبرگلاس و دارای پوششی از ونیل می‌باشند. استخرها به‌صورت استخرهای با آبگردشی با فیلتراسیون و گندزدایی یا بندرت (اگر اجاره داده شود) فقط با گندزدایی به‌صورت استخرهای پر و خالی شونده یا استخرهای با جریان مداوم طراحی و بهره‌برداری می‌گردند. استخرهای شنا با آب‌شور باید الزامات و استانداردهای مشابه استخرهای آب شیرین را رعایت نمایند. استخرهای شنا را به‌صورت زیر طبقه‌بندی می‌نمایند. Salvato (J.A,2003)

استخرهای پر و خالی شونده (fill and draw pool)

این استخرهای با آب تازه پرشده، برای دوره زمانی مشخص مورداستفاده قرار می‌گیرد، سپس آب تخلیه‌شده، استخر تمیز می‌گردد و مجدداً آب‌گیری می‌شود. استفاده از این استخرهای به خاطر مصرف زیاد آب، مشکلات در حفظ نظافت و آلودگی آب توصیه نمی‌شود و در بعضی از کشورها استفاده از آن‌ها ممنوع شده است.

[1] DBPs
[2] HAAs
[3] THMها

www.SID.ir

Archive of SID

استخرهای با گردش آب (Recirculating swimming pool)

در این استخرها آب توسط پمپ، از سیستم تصفیه عبور نموده و بعد از گندزدائی مجدداً به استخر برگشت داده می‌شود. آب ازدست‌رفته توسط تبخیر، ریخت‌وپاش و پاشیده شدن آب به اطراف، و آب شستشوی معکوس صافی‌ها با آب تازه جایگزین می‌گردد. این استخرها اگر به‌طور مناسب بهره‌برداری شوند ازنظر بهداشتی بهترین نوع استخرها هستند که حداکثر تعداد افراد می‌توانند در یک دوره زمانی در آن شنا کنند. اتلاف آب در این استخرها حداقل است و مصارف سوخت برای گرم نمودن آب نیز پائین است. (Glauner,2007,97)

استخرهای با جریان مدام آب (flow – through pool)

استخرهایی هستند که به‌طور مرتب جریانی از آب تازه قابل‌قبول، بدون تصفیه به آن‌ها وارد می‌شود که این امر،باعث می‌گردد به همان میزان آب به‌صورت سرریز از استخر خارج گردد. گرچه در این استخرها، آلودگی باکتریایی کاهش می‌یابد، ولی به‌طور کامل از استخر خارج نمی‌شود. میزان آلودگی باقیمانده در این استخرها به تعداد دفعاتی که در ۲۴ ساعت آب استخر تعویض می‌شود، بستگی دارد. جدول ۱-۱ اثر ورود آب تمیز در کاهش آلودگی استخر را بدون عمل گندزدایی نشان می‌دهد. (Glauner,2007,98)

جدول ۱ـ۱ تأثیر جریان آب رقیق‌سازی در حذف آلودگی از استخرهای شنا با جریان مداوم

تعداد دفعات در ۲۴ ساعت که آب استخر با آب تمیز جایگزین می‌شود (۱)	مدت‌زمان جایگزینی (ساعت) T (۲)	آب موردنیاز تازه به ازای هر شناگر (لیتر) Q (۳)	درصد آلودگی باقیمانده در استخر (۴)	تعداد روزهای که آلودگی به حد مقدار نشان داده‌شده در ستون ۴ می‌رسد (۵)
۱	۲۴	۱۴۰۰۰	۵۸	۹
۲	۱۲	۳۵۰۰	۱۶	۴
۳	۸	۱۵۰۰	۵	۳
۴	۶	۸۵۰	۲	۲

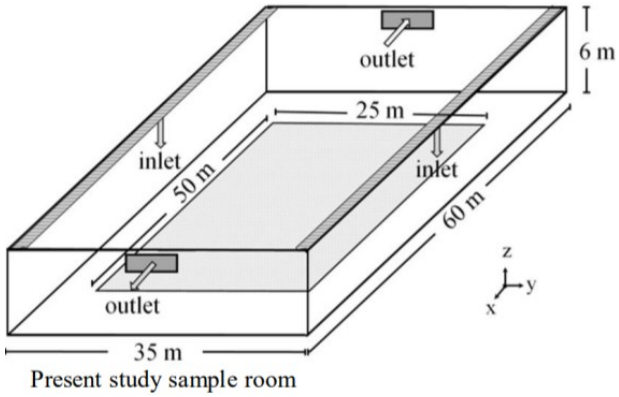
روش پژوهش

روش تحقیق برحسب هدف کاربردی و نوع داده‌ها به‌صورت طرح پس‌آزمون با گروه کنترل می‌باشد و نحوه اجرا به‌صورت آزمایشگاهی می‌باشد. در این تحقیق ابتدا آب به‌صورت کاملاً تصادفی از مناطق مختلف استخر نمونه‌برداری می‌شود و در گروه‌های آزمایش و کنترل قرار می‌گیرد و به‌صورت تصادفی در معرض آزمایش‌های قرارگرفته و دیگری به‌عنوان گروه کنترل یا گواه انتخاب‌شده و آزمایشی روی آن صورت نمی‌گیرد. در پایان پس از تغییر اندازه اکسیژن ورودی مجدداً از مناطق مختلف استخر نمونه‌برداری شده و در دو گروه آزمایش و کنترل تقسیم می‌شوند آزمایش‌های بر گروه آزمایش اعمال‌شده و نتایج با آزمایش‌های قبلی مقایسه خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

متغیرهای پژوهش



شکل ۱-۱ شمای استخر شیرودی

شکل ۱-۱ فضای اصلی استخر شیرودی که فضای نمونه موردبررسی است، سالنی با طول و عرض ۶۰ و ۳۵ متر است. استخر موجود در این سالن از نوع استخرهای قهرمانی استاندارد بوده که دارای عرض ۵۰ و ۲۵ متر می‌باشد. دریچه ورودی هوا به‌صورت نواری در سقف قرارگرفته و دارای ابعاد ۰٫۱*۶۰ مترمربع است. برای بررسی اندازه‌گیری متغیرها مساحت محیط استخر را محاسبه می‌کنیم میزان آب داخل استخر را برحسب لیتر به دست می‌آوریم و طبق استاندارد بین‌المللی به طراحی سیستم ازن زنی پرداخته می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده ها

داده‌های توصیفی

ازن یک اکسیدکننده و ویروس‌کش بسیار قوی و ماده‌ای مؤثر برای گندزدایی یا ضدعفونی نمودن آب و تصفیه فاضلاب جهت مناسب نمودن آن برای شرب و سایر مصارف مانند تصفیه آب استخرها و مصارف صنعتی می‌باشد. همچنین استفاده از دستگاه ازن ژنراتور یکی از مؤثرترین روش‌های غیرفعال کردن پاتوژن ها است. میکروارگانیسم‌ها در مکان‌های مختلف می‌توانند باعث بروز مشکلاتی گردند و در شرایط بالینی باکتری‌ها می‌توانند شیوع بیماری‌های خطرناکی را ایجاد کنند. در جدول ۲-۱ میزان بیماری‌های مختلف بر روی نمونه آب استخر شهید شیرودی که جهت بررسی در ۵۰۰ میلی‌متر مکعب به آزمایشگاه ارسال‌شده بود موردبررسی قرارگرفته و نمونه اولیه که با کلر و کلر آمین و دی‌اکسید کلر ضدعفونی شده بود (گروه کنترل) نام‌گذاری شد را با روش ازن زنی با اکسیژن مقایسه شده است. ازن از اکسیژن ساخته می‌شود و این تبدیل به‌وسیله ژنراتور ازن از طریق الکتریکی انجام می‌گیرد. اگرچه طول عمر ازن محدود است و آن‌ها باید در محل تولید و مصرف کرد اما به دلیل قدرت اکسیدکنندگی و ضدعفونی‌کنندگی قوی آن در مدت‌زمان بسیار کوتاهی سبب نابودی همه باکتری‌های پاتوژن، ویروس‌ها، اسپورهای ها، مخمرها و جلبک‌ها می‌گردد و به همان نسبت در نابود کردن باکتری‌های معمول مانند E-Coli و کلیفرم‌های مدفوعی، در کنترل و غیرفعال سازی جلبک‌ها و ویروس‌ها و کیست‌ها در آب استخرهای شنا و اسپم مؤثر است. کلر برای نفوذ و سوراخ کردن دیواره باکتری‌ها و ویروس‌ها به ساعت‌ها وقت نیاز دارد در حالی که این اکسیداسیون با ازن در طی چند ثانیه انجام می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

فاکتورCT ، حداقل غلظت موردنیاز در مدت‌زمان تماس برای کاهش جمعیت میکروارگانیسم‌ها را نشان می‌دهد.

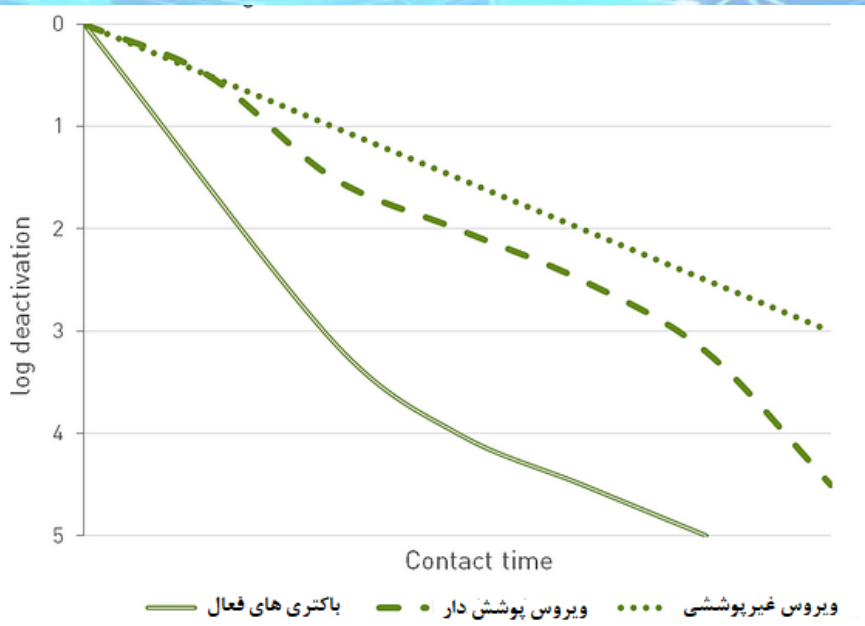
جدول ۲-۱ مقایسه روش ازن زنی با روش مورداستفاده استخر شیرودی

	گروه آزمایش	گروه کنترل		
میکروارگانیسم‌ها	گروه ازن ph ۶-۷	کلر با ph ۶-۷	کلر آمین با ph ۸-۹	دی‌اکسید کلر با ph ۶-۷
E-Coli	۰/۰۲ میکرو میلی‌گرم	۰/۰۳-۰/۰۵ میکرو میلی‌گرم	۹۵-۱۸۰ میکرو میلی‌گرم	۰/۴-۱۸۰ میکرو میلی‌گرم
ویروس فلج اطفال ۱	۰/۱-۰/۲ میکرو میلی‌گرم	۱/۱-۲/۵ میکرو میلی‌گرم	۷۷۰-۳۵۰۰ میکرو میلی‌گرم	۰/۲-۶/۷ میکرو میلی‌گرم
روتاویروس	۰/۰۰۶-۰/۰۶ میکرو میلی‌گرم	۰/۰۱-۰/۰۵ میکرو میلی‌گرم	۲۸۱۰-۶۴۸۰ میکرو میلی‌گرم	۰/۲ -۲/۱ میکرو میلی‌گرم
کیست ژیاردیالامبلیا	۰/۵-۱/۶ میکرو میلی‌گرم	۳۰-۱۵۰ میکرو میلی‌گرم	۷۵۰-۲۲۰۰ میکرو میلی‌گرم	۱۰-۳۶ میکرو میلی‌گرم
کریپتوسپوریدیوم	۲/۵-۱۸/۴ میکرو میلی‌گرم	۷۲۰۰ میکرو میلی‌گرم	۷۲۰۰۰ میکرو میلی‌گرم	۷۸۰ میکرو میلی‌گرم

همان‌طور که در جدول ۲ مشخص است ازن زنی آب استخر بالاترین میزان جلوگیری از بیماری‌های موردبررسی را داشته است. همچنین در نمودار ۱-۱ طبق آزمایش‌هایی که بر روی نمونه آب ارسالی استخر شهید شیرودی پس از ازن زنی با اکسیژن انجام شد نتایج روند ویروس غیر پوششی، ویروس پوشش‌دار و باکتری‌های فعال بررسی‌شده است. مدت‌زمان استفاده از ازن برحسب دقیقه بسته به درجه غیرفعال سازی موردنظر متغیر است که این زمان در نمودار زیر، کامل‌تر نمایش داده‌شده است. زمان موردبررسی برحسب دقیقه می‌باشد و لگاریتم ویروس‌های غیر پوششی و ویروس‌های پوشش‌دار و باکتری‌های فعال برحسب میکرو میلی‌گرم ازن تزریقی می‌باشند.

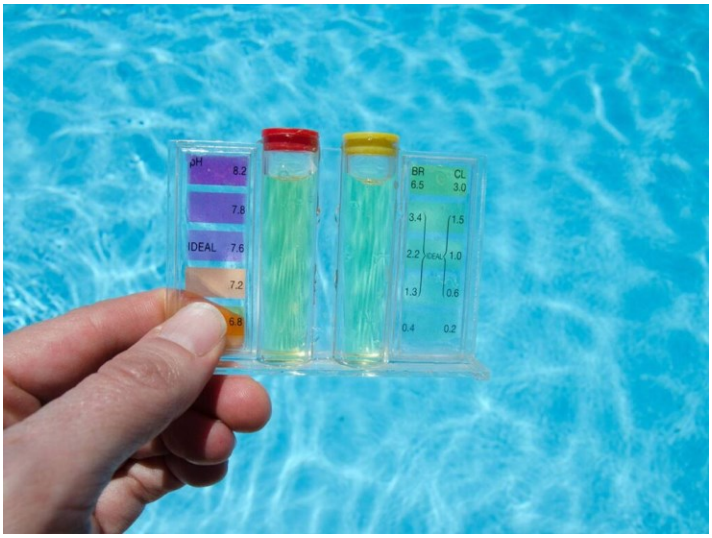
www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۱-۱ تأثیر ازن زنی بر آب استخر شیرودی

کیت‌ها یکی از آسان‌ترین راه‌ها برای آزمایش آب در محل بدون نیاز به ارسال نمونه به آزمایشگاه است. بعد از ازن زنی نیز کیت به آزمایشگاه ارسال شد.پس از استفاده از ازن به همراه اکسیژن زنی در استخر شیرودی نتایج به‌صورت زیر توسط کیت نیز نمایان شده است.



شکل ۲-۱ کیفیت آب استخر شیرودی پس از ازن زنی

www.SID.ir

Archive of SID

طبق شکل ۲-۱ کیفیت آب استخر شیرودی قبل از ازن زنی با Ph ۸/۲ کیفیت مطلوبی نداشته و پس از ازن زنی در بهترین حالت خود یعنی ph برابر ۷/۶ قرار دارد و موجب افزایش کیفیت و شفافیت آب استخر، زدودن یون‌های آهن و منگنز محلول و دیگر ترکیبات معدنی، ایجاد فضایی عاری از میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، کنترل رشد جلبک‌ها بر دیواره‌ها و کف استخر، هزینه پایین‌تر و سازگاری با طبیعت، عدم نیاز به تجهیزات متعدد، عدم نیاز به فضای زیاد، حذف هزینه‌های حمل‌ونقل و نگهداری مواد شیمیایی، سادگی عملکرد و نصب آسان، عدم نیاز به اپراتور متخصص، عدم تولید آلودگی ثانویه در محیط ازنظر کارشناسان استخر شیرودی شده است.

داده‌های استنباطی

دوره آزمایش آب استخر

برای اطمینان از مناسب و مطلوب بودن کیفیت آب استخر شهید شیرودی باید آزمایش‌های مربوط به آب استخر به‌صورت دوره‌ای انجام شود. پارامترهای شیمیایی آب استخر شنا شهید شیرودی در جدول ۳-۱ موردبررسی قرارگرفته است. استخر شیرودی یک استخر عمومی است و طبق استاندارد مطرح‌شده برای استخرهای عمومی باید هر ۱۵ روز یک‌بار مورد آزمایش قرار گیرد. طبق نتایج به دست ایده که در جدول ۳-۱ مشخص‌شده است میزان کدورت آب، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول، سختی کلی، قلیائیت کلی، کلر آزاد، کلراید، سولفات، آمونیاک، نیترات ونی‌ترت موجود در آب استخر شهید شیرودی پس از ازن زنی مورد تأیید قرارگرفته است هرکدام از این پارامترهای شیمیایی با روش‌های مختلفی آزمایش‌شده و نتایج به‌صورت کلی به‌صورت چک‌لیست آبی‌رنگ مورد تائید وزارت بهداشت می‌باشد که می‌توان در شکل ۱-۱ رنگ آبی را نشان‌دهنده تأیید این پارامترها دانست.

جدول ۳-۱ پارامترهای شیمیایی آب استخر شنا شهید شیرودی

ردیف	پارامترهای فیزیکی - شیمیایی آب استخر				روش انجام آزمایش	شماره روش
	عنوان آزمایش		عنوان آزمایش			
۱	پی اچ	pH	pH	-	Electrometric	4500-H⁺B
۲	کدورت	Turb.	Turbidity	NTU	Nephelometric	2130 B
۳	هدایت الکتریکی	EC	Electricity Conductivity	µS/Cm	Platinum Electrode	2510 B
۴	کل جامدات محلول	TDS	Total Dissolved Solids	mg/l	Electrical Conductivity	-------
۵	سختی کل	TH	Total Hardness	mg/l $CaCO_3$	EDTA Titrimetric	2340 C
۶	قلیاییت کل	T-ALK	Total Alkalinity	mg/l $CaCO_3$	Titrimetric	2320 B
۷	کلر آزاد	Cl_2	Free Chlorine	mg/l	DPD Colorimetric	4500-Cl G
۸	کلراید	Cl^-	Chloride	mg/l Cl^-	argentometric	4500-Cl^- B
۹	سولفات	SO_4^{2-}	Sulfate	mg/l SO_4^{2-}	Gravimetric	4500-SO_4^{2-} C
۱۰	آمونیاک	NH^+_4	Ammonia	mg/l NH^+_4	Nesslerization	ASTM D1426
۱۱	نیترات	NO_3^-	Nitrate	mg/l NO_3^-	BRUCINE	4500-NO_3^- B
۱۲	نیتریت	NO_2^-	Nitrite	mg/l NO_2^-	Colorimetric	4500-NO_2^- B

www.SID.ir

Archive of SID

پارامترهای میکروبی آب استخر شهید شیرودی در (جدول ۴-۱) نیز نمایش داده‌شده است. این پارامترها به‌صورت عادی برای استخرهای عمومی باید ۱۵ روز یک‌بار آزمودن شود. این پارامترها بیماری‌های گوارشی با شماره ۹۲۲۱ می‌باشد و کل کلیفرم با شماره ۹۲۲۱ و سودوموناس با شماره ۸۸۶۹ و باکتری‌های هتروتروف با شماره ۹۲۱۵ بوده و استافیلو کوکوس در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب بررسی‌شده است که طبق توضیحات آزمایشگاه نتایج به‌صورت چک‌لیست آبی‌رنگ مورد تأیید وزارت بهداشت بوده و می‌توان گفت پس از ازن زنی از تمامی بیماری‌های نام‌برده شده در این آب جلوگیری شده است و ازن زنی با اکسیژن روش مناسبی جهت سترون‌سازی آب استخر شهید شیرودی می‌باشد.

جدول ۴-۱ پارامترهای میکروبی آب استخر شهید شیرودی

ردیف	پارامترهای میکروبی آب استخر				شماره روش	روش انجام آزمایش
	عنوان آزمایش		عنوان آزمایش			
۱	کلی فرم گوارشی	Fecal Coliforms	FC	MPN/100cc	9221	Multiple Tube Technique
۲	کل کلیفرم	Total Coliforms	TC	MPN/100cc	9221	Multiple Tube Technique
۳	سودوموناس	Pseudomonas Bacteria	PB	--------	ISIRI 8869	Multiple Tube Technique
۴	باکتری هتروتروف	Heterotroph	HPC	CFU/ml	9215	-
۵	استافیلو کوکوس	-	-	/100ml	-------	Multiple Tube Technique

علاوه بر پارامترهای فیزیکی – شیمیایی و میکروبی برای آب استخر باید آزمون‌های بیولوژیک (جدول ۵-۱) نیز روی آب استخر باید انجام شود. آزمایش پارامترهای بیولوژیک هم برای استخرهای عمومی و هم استخرهای خصوصی به‌صورت فصلی انجام می‌شود. طبق جدول ۵-۱ پارامترهای فیزیکی – شیمیایی استخر شهید شیرودی به دودسته تقسیم‌شده‌اند. دسته اول فیتوپلانکتون‌ها که شامل شمارش دیاتومه ها، شمارش کلروفیسه ها، شمارش سیانوفیسه ها می‌باشد و واحد آن‌ها به‌صورت ۱۰۰ سی‌سی مطرح می‌گردد و طبق نتایج به‌دست‌آمده مورد تائید وزارت بهداشت بوده و همچنین دسته دوم زئوپلانکتون ها بوده که شامل شمارش پروتوزوا، شمارش روتیفرها، شمارش کرسئاسه ها، شمارش نماند و سایر موجودات زنده آبی به‌صورت ۱۰۰۰ سی‌سی مطرح می‌گردد و طبق نتایج به‌دست‌آمده مورد تأیید وزارت بهداشت می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵-۱ پارامترهای فیزیکی – شیمیایی و میکروبی آب استخر شهید شیرودی

ردیف	پارامترهای بیولوژیک آب استخر		
		عنوان آزمایش	واحد
۱	فیتوپلانکتون ها	شمارش دیاتومه ها	/100cc
۲		شمارش کلروفیسه ها	/100cc
۳		شمارش سیانوفیسه ها	/100cc
۴	زئوپلانکتون ها	شمارش پروتوزوا	/1000cc
۵		شمارش روتیفر ها	/1000cc
۶		شمارش کرستاسه ها	/1000cc
۷		شمارش نماتد	/1000cc
۸		سایر موجودات زنده	/1000cc

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بهینه‌سازی سیستم سترون‌ساز استخرهای ورزشیِ مبتنی بر ازن، توسط کنترل اکسیژن ورودی بر سیستم پرداخته‌شده است. نمونه موردبررسی استخر شهید شیرودی است که استخر عمومی می‌باشد. در این پژوهش ابتدا ۵۰۰ میلی‌لیتر آب استخر شیرودی را دریافت کرده، این نمونه اولیه با کلر و کلر آمین و دی‌اکسید کلر توسط مدیریت استخر ضدعفونی شده بود را به‌عنوان گروه کنترل برای آزمایش‌های میکروارگانیسم‌های E-Coli، ویروس فلج اطفال ۱، روتاویروس، کیست ژیاردیالامبلیا، کریپتوسپوریدیوم بررسی کردیم. سپس به همان آب با استفاده از دستگاه ازن ساز و اکسیژن ساز ازنی زنی کرده و مجدد آزمایش‌ها را تکرار نمودیم. همان‌طور که در جدول ۲-۱ مشخص شد ازن زنی آب استخر بالاترین میزان جلوگیری از بیماری‌های موردبررسی را نسبت به گروه کنترل داشته است و چه‌بسا بالای ۸۰ درصد میزان میکروارگانیسم‌ها پس از ازن زنی همراه اکسیژن کاهش‌یافته است. سپس آب ازن زنی شده جهت بررسی روند ویروس غیر پوششی، ویروس پوشش‌دار و باکتری‌های فعال مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج بیان‌کننده آن بود که هر چه آب در معرض ازن ازنظر زمانی بیشتر قرار بگیرد ویروس‌ها و میکروب‌های بیشتری را از بین می‌برد. همچنین آب استخر شیرودی توسط کیت نیز ارزیابی شد و نتایج آن پس از ازن زنی با اکسیژن نیز موردبررسی قرار گرفت. کیفیت آب استخر شیرودی قبل از ازن زنی با Ph ۸/۲ کیفیت مطلوبی نداشته و پس از ازن زنی در بهترین حالت خود یعنی ph برابر ۷/۶ قرار گرفت. در مرحله بعدی پارامترهای شیمیایی آب استخر شنا شهید شیرودی و پارامترهای میکروبی آب استخر شهید شیرودی و پارامترهای فیزیکی – شیمیایی و میکروبی آب استخر شهید شیرودی نیز موردبررسی قرار گرفت که با توجه به تفسیر آزمایشگاه باید گفت هیچ مشکلی در آب استخر پس ازن زنی با اکسیژن وجود نداشته و این روش کاملاً ایمن بوده و می‌توان در استخرهای دیگر نیز مورداستفاده قرارداد.

پیشنهادهای پژوهش

اگر از آب چاه برای استخر استفاده میکنند به دلیل اینکه آب چاه حاوی مواد معدنی بیشتری است بنابراین ممکن است حاوی مقدار زیاد آهن و مس باشد. اگر آبی استفاده می‌شود که سختی آن بالا است احتمال دارد میزان کلسیم آب استخر را بالا ببرد. این عوامل موجب به هم ریختن تعادل شیمیایی آب‌شده و باعث لک شدن و آسیب رساندن به دیواره و سطح استخر می‌شوند. از آنجایی که

www.SID.ir

Archive of SID

جبران این نوع آسیب ها بسیار پر هزینه و وقت گیر است پس باید از بروز این نوع مشکلات در استخر جلوگیری کنیم. تنها راه حل جلوگیری از این مشکلات نیز آزمایش مرتب و برنامه ریزی شده آب استخر است.

منابع

جهانگرد، فائزه و لک، محمد، ۱۴۰۰، بررسی و تحلیل طراحی استخر بر اساس ایین نامه های نوین امروزی، هفتمین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت شهری

حسن پور، داود و جمی، علی رضا و نرمانی، سیفعلی و چیت ساز، جواد،۱۳۸۷، تصفیه و گندزدایی آب استخر مجتمع سبز تهران با فرآیند ازن - پایه، دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران

خاکنهاد، سینا و پنداشته، علیرضا و عباسی سورکی، بهروز، ۱۴۰۰، حذف آمونیک از پساب ماهی قزل آلا برای بازچرخانی آب استخر ماهی، هفدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، مشهد،

رمضانی نژاد، زهرا و مرادنجاتی، صدیقه،۱۴۰۲، روش‌های مدرن الکتروشیمیایی برای سنتز ترکیبات آلی، ششمین کنفرانس بین المللی توسعه فناوری در مهندسی شیمی، تهران

صلح جو، کاوس، افتخاری کنزرکی، راحله، بابایی، زهرا، رضانژاد، حسن، ابوالقاضی، احمد. (۱۴۰۱). جداسازی آمیب نگلریا و شناسایی نگلریا آسترالینسیس از آب استخرهای شنای استان کرمان .مجله علوم پزشکی پارس

محمدنژاد، معصومه، معینی پور، عالیه. (۱۳۹۹). تصفیه آب استخرهای شنا با استفاده از چارچوب فلز-آلی :MIL-100 (Fe) حذف اسید اوریک .*مطالعات علوم محیط زیست*.2664-2661 ,(2)5 ,

Abilleira Eunate , Goñi-Irigoyen Fernando , Aurrekoetxea Juan J. , Cortés María A. , Ayerdi Mikel , Ibarluzea Jesús , (2023) Swimming pool water disinfection by-products profiles and association patterns, Heliyon, Volume 9, Issue 2, e13673, ISSN 2405-8440.

Aggazzotti, G. Fantuzzi, G. Righi, E. Predieri, G. Blood and breath analyses as biological indicators of exposure to trihalomethanes in indoor swimming pools. Sci. Total Environ. 1998, 217, 155–163. [CrossRef]

Aggazzotti, G. Fantuzzi, G. Righi, E. Predieri, G. Environmental and biological monitoring of chloroform in indoor swimming pools. J. Chromatogr. A 1995, 710, 181–190. [CrossRef]

Alvarez-Uriate, J.I. Iriarte-Velasco, U. Chimeno-Alanis, N. Gonzalez-Velasco, J.R. The effect of mixed oxidants and powdered activated carbon on the removal of natural organic matter. J. Hazard. Mater. 2010, 181, 426–431. [CrossRef] [PubMed]

APHA, AWWA, WEF "Standard Methods for the examination of water & wastewater" USA, 1998.

Beltran, F.J. Garcıa-Araya, J.F. Giraldez, I. Gallic acid water ozonation using activated carbon. Appl. Catal. B 2006, 63, 249–259. [CrossRef] 54. Wu, J.J. Chen, S.H. Muruganandham, M. Catalytic ozonation of oxalic acid using carbon-free rice husk ash catalysts. Ind. Eng. Chem. Res. 2008, 47, 2919–2925. [CrossRef]

Bitton, G. "Wastewater Microbiology" John wilcy & Sons. In, pub. (1999).

Bryce Lang A.STC "The Fundamentals of private pool operation and chemical treatment". 2004.

Chu, H. Nieuwenhuijsen, M. Distribution and determinants of trihalomethane concentrations in indoor swimming pools. Occup. Environ. Med. 2002, 59, 243–247. [CrossRef] [PubMed]

www.SID.ir

Archive of SID

Craik, S.A. Weldon, D. Finch, G.R. Bolton, J.R. Belosevic, M. Inactivation of Cryptosporidium parvum oocysts using medium- and low-pressure ultraviolet radiation. Water Res. 2001, 35, 1387–1398. [CrossRef]

Department of Health and Community Services, Disease Control and Epidemiology Division, Public Pools, Water quality and record keeping standards, USA, 2002.

Dowd, M. Assessment of THM formation with MIOX. Master's Thesis, University of North Carolina, Chapel Hill, SC, USA, 1994.

Drees, K.P. Abbaszadegan, M. Maier, R.M. Comparative electrochemical inactivation of bacteria and bacteriophage. Water Res. 2003, 37, 2291–2300. [CrossRef]

El-Athman Fatima , Zehlike Lisa , Kämpfe Alexander , Junek Ralf , Christoph Selinka Hans-, Mahringer Daniel , Grunert Andreas , (2021) Pool water disinfection by ozone-bromine treatment: Assessing the disinfectant efficacy and the occurrence and in vitro toxicity of brominated disinfection by-products, Water Research, Volume 204, 117648, ISSN 0043-1354.

Florentin, A. Hautemanière, A. Hartemann, P. Health effects of disinfection by-products in chlorinated swimming pools. Int. J. Hyg. Environ. Health 2011, 214, 461–469. [CrossRef] [PubMed]

Glauner, T. Waldmann, P. Frimmel, F.H. Zwiener, C. Swimming pool water fractionation and geno-toxicological characterization of organic constituents. Water Res. 2005, 39, 4494–4502. [CrossRef] [PubMed]

Glauner, T.N. Veröffentlichungen des Lehrstuhles für Wasserchemie und der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Institutes für Technologie. 2007, 45, 97–100. (In German)

Hansen, K.M.S. Willach, S. Antoniou, G.M. Mosbæk, H. Albrechtsen, H.J. Andersen, H.R. Effect of pH on the formation of disinfection byproducts in swimming pool water—Is less THM better? Water Res. 2012, 46, 6399–6409. [CrossRef] [PubMed]

Hijnen, W.A.M. Beerendonk, E.F. Medema, G.J. Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. Water Res. 2006, 40, 3–22. [CrossRef] [PubMed]

Hong, H.C. Wong, M.H. Liang, Y. Amino acids as precursors of trihalomethane and haloacetic acid formation during chlorination. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 2009, 56, 638–645. [CrossRef] [PubMed]

Ilyas Huma 1,*, Masih Ilyas, and van der Hoek Jan Peter Disinfection Methods for Swimming Pool Water: Byproduct Formation and Control, *Water* 2018, *10*(6), 797; https://doi.org/10.3390/w10060797

Ilyas, H. Masih, I. van der Hoek, J.P. An exploration of disinfection by-products formation and governing factors in chlorinated swimming pool water. J. Water Health. (under review).

Jo, C.H. Dietrich, A.M. Tanko, J.M. Simultaneous degradation of disinfection byproducts and earthy-musty odorants by the UV/H2O2 advanced oxidation process. Water Res. 2011, 45, 2507–2516. [CrossRef] [PubMed]

www.SID.ir

Archive of SID

Kerwick, M.I. Reddy, S.M. Chamberlain, A.H.L. Holt, D.M. Electrochemical disinfection, an environmentally acceptable method of drinking water disinfection? Electrochim. Acta 2005, 50, 5270–5277. [CrossRef]

Li Zijian, Xiong Jie , Guo Yuan , (2022) Physiologically based kinetic model for assessing intermittent chronic internal exposure to chemicals: Application for disinfection by-products in swimming pool water, Computational Toxicology, Volume 22, 100227, ISSN 2468-1113.

Li, J. Blatchley, E.R. III. UV photodegradation of inorganic chloramines. Environ. Sci. Technol. 2009, 43, 60–65 [CrossRef] [PubMed] Muruganandham, M. Suri, R.P.S. Jafari, S. Sillanpää, M. Lee, G.J. Wu, J.J. Swaminathan, M. Recent Developments in Homogeneous Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment. Review Article. Int. J. Photoenergy 2014, 2014, 821674. [CrossRef]

Lovibond and Tintometer Companies "The Lovibond handbook of swimming pool and SPA water Treatment" 1st edition Germany. 2002.

Manasfi, T. Méo, M.D. Giorgio, C.D. Coulomb, B. Boudenne, J.L. Assessing the genotoxicity of two commonly occurring byproducts of water disinfection: Chloral hydrate and bromal hydrate. Mutat. Res./Genet. Toxicol. Environ. Mutagen. 2017, 813, 37–44. [CrossRef] [PubMed]

12

Manasfi, T. Temime-Roussel, B. Coulomb, B. Vassalo, L. Boudenne, J.L. Occurrence of brominated disinfection by-products in the air and water of chlorinated seawater swimming pools. Int. J. Hyg. Environ. Health 2017, 220, 583–590. [CrossRef] [PubMed]

Nakajima, N. Nakano, T. Harada, F. Taniguchi, H. Yokoyama, I. Hirose, J. Sano, K. Evaluation of disinfective potential of reactivated free chlorine in pooled tap water by electrolysis. J. Microbiol. Methods 2004, 57, 163–173. [CrossRef] [PubMed]

Nicole, I. De Laat, J. Dore, M. Duguet, J.P. Suty, H. Etude de la degradation des trihalomethanes en milieu aqueux dilue par irradiation UV—Determination du rendement quantique de photolyse a 2537 nm 1. Environ. Technol. 1991, 12, 21–31.[CrossRef]

Parinet, J. Tabaries, S. Coulomb, B. Vassalo, L. Boudenne, J.L. Exposure levels to brominated compounds in seawater swimming pools treated with chlorine. Water Res. 2012, 46, 828–836. [CrossRef] [PubMed]

Patermarakis, G. Fountoukidis, E. Disinfection of water by electrochemical treatment. Water Res. 1990, 24, 1491–1496. [CrossRef]

Peng, D. Saravia, F. Abbt-Braun, G. Horn, H. Occurrence and simulation of trihalomethanes in swimming pool water: A simple prediction method based on DOC and mass balance. Water Res. 2016, 88, 634–642. [CrossRef] [PubMed]

Salvato J.A, Nemerow N.L, Agardy F.J, "Environmental Engineering". Fifth edition. John Viley & Son, Inc, USA, 2003.

Salvato J.A. "Environmenal and Sanitary Engineering", forth edition, John Viley & Son, Inc, USA 1998.

US EPA. Integrated Risk Information System (IRIS). Available online: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/ atoz.cfm (accessed on 15 September 2017).

www.SID.ir

Archive of SID

USACHPPM. Electrochemically Generated Oxidant Disinfection in the Use of Individual Water Purification Devices. 2006. Available online: www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA453956 (accessed on 27 September 2017).

Van Dusen K, Fraser G. "Swimming pool program study, Department of social and health Services, Olympia, WA, October 1977.

World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality, 4th ed. Incorporating the First Addendum: Geneva, Switzerland, 2017. Available online: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/ 254637/1/9789241549950-eng.pdf (accessed on 29 September 2017).

World Health Organization 'Guidlines for safe recreational- water environments, Volume 2 : Swimming pools, spas and similar recreational – water environments. WHO. 2000.

Wu, J.J. Muruganandham, M. Chang, L.T. Chen, S.H. Oxidation of propylene glycol methyl ether acetate using ozone-based advanced oxidation processes. Ozone Sci. Eng. 2008, 30, 332–338. [CrossRef]

Yin Chenyue , Liu Bingjun , Hur Kyu , Dong Shengkun , (2022) Assessing microbial and chemical exposure risks of Giardia in indoor swimming pool water disinfected by chlorine, Journal of Environmental Sciences, Volume 117, Pages 276-284, ISSN 1001-0742.

Zhang Di , Chen Li , Dong Shengkun , Luo Jiayi , Xu Zuxin , Chu Wenhai , (2022) Dramatically increased disinfection byproducts in swimming pool water caused by commonly used urea degradants, Water Research, Volume 223, 118987, ISSN 0043-1354.

www.SID.ir

Archive of SID

Abstract

There is no ozone system to disinfect swimming pools alone in Iran. Most of Iran's swimming pools use chlorination method. In this general research, the sterilization of sports pools is based on ozone, by input control. The research method according to the practical purpose and types is in the form of a post-test design with a control group and the method of implementation is in a laboratory. The purpose of this research is to investigate the strengths and weaknesses of this method scientifically, which has been done by testing and controlling and using water inspection indicators such as... This research has been conducted using the test and control method. The results of this research on the Shiroudi pool indicate that the ozone method prevents diseases, infections and viruses by a much higher margin than the chlorination method.

Key words: estrone maker, exercise, ozone, control

www.SID.ir