Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۲، صفحات ۳۱۹ تا ۳۲۸

بررسی کیفیت فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب جکوزی های شهر یزد در سال ۱۳۹۰

محمد تقی قانعیان[۱]، محسن امرالهی[۲]، محمد حسن احرامپوش[۳]، محبوبه دهواری[۲]

دریافت: ۹۱/۰۶/۳۱ پذیرش: ۹۱/۰۹/۱۹

Archive of SID

چکیده

زمینه و هدف: *مجموعه های آبی از جمله جکوزی ها از پرطرفدارترین مراکز تفریحات آبی برای مردم بشمار میروند که عدم رعایت معیارهای بهداشتی در آنها می‌تواند منجر به افزایش رشد میکروبی در آب آنها و در نتیجه افزایش شیوع بیماری‌های عفونی شود. این تحقیق با هدف بررسی جامع آب جکوزی های شهر یزد و مقایسه نتایج با استانداردهای ملی و بین المللی صورت گرفته است.*

روش بررسی: *این تحقیق یک مطالعه توصیفی- تحلیلی بوده که جامعه آماری آن شامل جکوزیهای شهر یزد است. نمونه‌برداری از کلیه جکوزی ها هر دو هفته یکبار و به مدت ۳ ماه (تابستان ۱۳۹۰) انجام گردیده و پارامترهای درجه حرارت، pH، میزان کلر باقیمانده، کدورت، قلیاییت، سختی، جمعیت باکتری‌های هتروتروف، استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آیروژینوزا، استرپتوکوک مدفوعی و کلیفرم مدفوعی مطابق با روشهای استاندارد مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. از نرم افزار SPSS و آزمون‌های آماری ANOVA و T-test یا Kruskal-Wallis و Mann-Whitney برای توصیف داده‌ها استفاده و نتایج حاصل از تحقیق به روش مقایسه با استانداردها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.*

یافته‌ها: *با توجه به نتایج این مطالعه، میانگین کلر آزاد و ترکیبی باقیمانده به ترتیب برابر با ۰/۶۲۸ mg/L و ۰/۳۳۷، قلیاییت $mg/LCaCO_3$ ۱۴۱/۹۲۸ و سختی برابر با $mg/LCaCO_3$ ۲۷۵ بوده است. میانگین pH، کدورت و دما به ترتیب برابر با ۷/۸۸، ۰/۴۵۷ NTU و ^oC ۳۸/۱۲۱ بود و از نظر باکتری‌های شاخص، میانگین جمعیت باکتریهای هتروتروف، استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آیروژینوزا و کلیفرم مدفوعی به ترتیب ۲۰۴۶۵/۷، ۱۲۰/۷۷، ۲۰۹/۹۱ و۳۱/۱۴۳ در ۱۰۰ mL بوده است. آنالیز آماری داده ها نشان داد بین کدورت و pH (Pvalue =۰/۰۱۸) رابطه مستقیم و بین جمعیت باکتری‌های هتروتروف و کلر آزاد باقیمانده، رابطه عکس (Pvalue=۰/۰۲۶) وجود دارد.*

نتیجه‌گیری: *بر اساس نتایج، پارامترهای جمعیت باکتری هتروتروف و قلیاییت کمترین تطابق را با استاندارد داشتند که نشان‌دهنده ضرورت پایش مداوم پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب جکوزی، کنترل تعداد و تراکم افراد استفاده‌کننده از جکوزی و پایش مداوم عملکرد فرایند فیلتراسیون و کلرزنی آب جکوزی ها است.*

واژگان کلیدی: جکوزی، کیفیت فیزیکی، کیفیت شیمیایی، کیفیت میکروبی، تصفیه آب، یزد

۱- دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
۲- **(نویسنده مسئول)**: کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی وخدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
mahboobehdehvari@yahoo.com
۳- دکترای بهداشت محیط، استاد دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد

www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

مقدمه

جکوزی ها، استخرهای با جریان پیوسته هستند که در درون آنها آب داغ از طریق تزریق هوا به داخل فضای فراهم شده برای شناگران به حباب تبدیل می گردد(۱). جکوزی ها متشکل از حجم نسبتاً کمی از آب گرم با درجه حرارت ^{o}C ۴۰-۳۶ (مطابق با استاندارد ایران) و بالاتر از ^{o}C ۳۲ (مطابق با استاندارد WHO) هستند(۴-۲). وان های آبگرم دارای اسامی مختلفی از جمله حوض های آبگرم، حوض های گردابی، حمام جوشان و جکوزی هستند که متداول ترین آن، جکوزی است(۳،۲و۵). باکتری های خاص محیط های آبی و آمیب ها می توانند در وان های آبگرم و حتی روی اجزاء یا تأسیسات شامل سیستم گرمایشی و سیستم تهویه هوا یا روی سطح مرطوب رشد کنند. برخی از این موجودات می توانند سبب بیماری های مختلف عفونی از قبیل بیماری های تنفسی، عفونت های گوش و چشم، عفونت‌های قارچی پوست، عفونت‌های معده-روده‌ای (ناراحتی معده) و یا عفونت های سیستم اعصاب مرکزی شوند(۲،۵و۶). از جمله باکتری های بیماری‌زای غیر روده‌ای که در استخرهای شنا و محیط های تفریحی مشابه یافت می شوند می‌توان به گونه های لژیونلا، سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوساورئوس اشاره کرد(۲و۵). از آنجا که جکوزی ها شامل آب متلاطم هستند، می توانند منجر به تشکیل آئروسل‌های قابل استنشاق شوند. این بدین معناست که حتی افرادی که از نزدیکی جکوزی ها عبور می‌کنند نیز می‌توانند آئروسل را تنفس کنند که ممکن است حاوی عوامل میکروبی نظیر لژیونلا و عوامل شیمیایی نظیر کلر و تری هالومتان‌ها باشد(۵و۷). گونه های لژیونلا سبب ایجاد لژیونلوزیس می شوند که بیماری‌های تنفسی و غیر تنفسی را در بر دارد (۸). بالا بودن مقدار مواد آلی در جکوزی ها باعث رشد سریع پاتوژن‌هایی همچون سودوموناس آئروژینوزا در این محیط‌های آبی می‌شود(۵). اصلی ترین اثر بهداشتی حضور سودوموناس آئروژینوزا در جکوزی، فولیکولیت ها (بثورات قرمز رنگ مسبب عفونت فولیکول‌های مو) است(۲،۵و۹). علاوه بر مواجهه با عوامل میکروبی سه راه اصلی مواجهه با ترکیبات شیمیایی وجود دارد که شامل بلع مستقیم آب، استنشاق مواد فرار یا آئروسل‌های حاوی مواد محلول، تماس پوستی و جذب از طریق پوست است. آلاینده‌های شیمیایی که ممکن است در محیط جکوزی ها وجود داشته باشد شامل ترکیبات جانبی گندزدایی، گندزداها، ترکیبات تنظیم pH و غیره است(۲). ضدعفونی و فیلتراسیون مناسب آب، میکروارگانیسم های مضر را نابود، چربیها و روغن های بدن را حذف می‌کند و تضمین‌کننده تمیزی، سالم و زلال بودن آب است. بنابراین برای اطمینان از کیفیت آب، جکوزی‌ها باید به نحو مطلوبی مدیریت شوند(۴). مطالعات محدودی در راستای ویژگی‌های کیفیت آب جکوزی‌ها انجام شده، بطوری که Price و همکاران (۱۹۸۸)، McEvoy و همکاران (۲۰۰۰) و Mooreو همکاران (۲۰۰۲) آب جکوزی‌ها را از نظر باکتری‌های سودوموناس آیروژینوزا و لژیونلا و بیماری‌های مرتبط با این باکتری‌ها مورد بررسی قرار دادند (۱۲-۱۰). با توجه به اهمیت رعایت ضوابط بهداشتی و ایمنی در جکوزی‌ها و بر اساس نشریه استاندارد شماره ۱۱۲۰۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تمام الزامات مربوط به استخرهای شنا باید در جکوزی ها نیز رعایت گردد. از نقطه نظر ویژگی‌های کیفی آب، این الزامات شامل دما، کدورت، pH، قلیائیت و سختی آب و جمعیت باکتری های هتروتروف (HPC)، کلیفرم های مدفوعی، استافیلوکوکاورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و سودوموناس آیروژینوزا است(۲و۴). با توجه به اهمیت کنترل کیفیت آب در جکوزی‌ها، این تحقیق با هدف بررسی وضعیت کیفیت فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب جکوزی‌های شهر یزد در سال ۱۳۹۰ و مقایسه با استانداردهای ملی، صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه توصیفی- تحلیلی بوده که طی آن، ۷ جکوزی موجود در مجموعه های آبی سرپوشیده شهر یزد، از نظر وضعیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی آب، به مدت ۳ ماه و هر دو هفته یکبار در تابستان ۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌برداری برای جکوزی ها، بین ساعات ۹ صبح تا ۱۰ شب بویژه در شرایطی که تراکم شناگران بالا بوده، صورت گرفته است. نمونه های میکروبی در بطری‌های دهانه گشاد استریل با گنجایش ۵۰۰ mL و حاوی ۱۰ قطره محلول تیوسولفات سدیم (جهت خنثی‌سازی کلر باقیمانده) برداشته شده و سریعاً به آزمایشگاه رفرانس آب و فاضلاب مرکز بهداشت استان یزد منتقل و آزمایشات بلافاصله پس از نمونه‌برداری انجام شد.

www.SID.ir
Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

بطور کلی نمونه‌برداری از آب مطابق با روش‌های استاندارد و از عمق cm ۳۰ تا ۴۰ آب برداشت شد. جمع آوری نمونه ها به گونه‌ای صورت گرفت که فضای خالی در بالای بطری باقی بماند تا عمل اختلاط قبل از انجام آزمایش بهراحتی امکانپذیر باشد(۱۳،۲و۱۴). جهت انجام آنالیز فیزیکی و شیمیایی نیز L ۱ از نمونه آب جکوزی بر اساس شرایط استاندارد و با توجه به عوامل مداخله‌گر، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد(۱۵). به علاوه پارامترهای pH، دما، کلر آزاد باقیمانده و کلر ترکیبی در محل نمونه برداری و سایر پارامترهای فیزیکی و میکروبی در آزمایشگاه و طبق دستورالعمل ارائه شده در کتاب روش های استاندارد آزمایش آب و فاضلاب تعیین مقدار گردید(۱۶).

در بررسی های آزمایشگاهی، برای اندازه‌گیری pH از pH متر دیجیتال (Palintest مدل Multi۱۰۰۰)، سنجش کلر آزاد باقیمانده به روش کلرسنجی دیجیتال با قرص (DPD Palintest مدل Multi۱۰۰۰) و کیت کلرسنج، دمای آب با دماسنج، کدورت با استفاده از کدورت‌سنج (EUTECH مدل WLTB۱۰۰۰CYBERSCAN) و پارامترهای سختی و قلیائیت به روش تیتراسیون تعیین مقدار شدند(۱۳،۱۶و۱۷). از نظر شاخص‌های باکتریولوژیک، جهت تعیین تعداد کلیفرم های مدفوعی از روش تخمیر چند لوله‌ای، برای تخمین تراکم سودوموناس آیروژینوزا، استرپتوکوک های مدفوعی و استافیلوکوکاورئوس از روش صافی غشایی و برای شمارش باکتری های هتروتروف از روش شمارش بشقابی و بر اساس روش‌های استاندارد، استفاده شد(۱۶). در نهایت نتایج آزمایشات فیزیکی، شیمیایی و میکروبی، ثبت و برای توصیف داده‌ها از نرم افزار SPSS و برای تعیین نرمال و یا غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و سپس آزمون‌های آماری ANOVAو T-test (برای داده‌های با توزیع نرمال) یا Kruskal-Wallis و Mann-Whitney (برای داده‌های غیر نرمال) استفاده شد. به علاوه نتایج حاصل از تحقیق به روش مقایسه با استانداردها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

با توجه به نتایج آزمایشات فیزیکی و شیمیایی انجام شده بر روی آب جکوزی های شهر یزد، حداکثر موارد مطابقت با استانداردهای ملی در رابطه با پارامترهای کدورت، pH، کلر آزاد و ترکیبی باقیمانده به ترتیب در جکوزی های شماره ۱ و ۵ (۱۰۰٪)، ۱ و ۳ (۱۰۰٪)، ۷ (۱۰۰٪) و ۲ و ۳ (۶۷٪) مشاهده شده است. به علاوه بیشترین موارد عدم مطابقت با استانداردها مربوط به پارامترهای کدورت، pH، کلرآزاد و ترکیبی باقیمانده به ترتیب در جکوزی های شماره ۶ (۶۷٪)، ۶ (۶۷٪)، ۲، ۳ و ۵ (۱۰۰٪)، ۴ (۸۳٪) بوده است. از نقطه‌نظر ویژگی های میکروبی نیز بیشترین تطابق با استانداردهای ملی از نظر جمعیت باکتری های هتروتروف و سودوموناس به ترتیب در جکوزی شماره ۷ (۶۰٪) و ۴ (۶۷٪)، باکتری های استافیلوکوک در جکوزی‌های شماره ۵ و ۷ (۱۰۰٪) و کلیفرم مدفوعی در جکوزی های شماره ۴، ۵ و ۷ (۱۰۰٪) بوده است. جمعیت باکتری‌های هتروتروف در جکوزی های شماره ۱، ۲، ۳ و۶ (۱۰۰٪)، استافیلوکوک در جکوزی های شماره ۱ و ۶ (۶۷٪)، سودوموناس در جکوزی های شماره ۱ و ۲ (۱۰۰٪) و کلیفرم های مدفوعی در جکوزی های شماره ۱ و ۶ (۶۷٪) بیشترین عدم مطابقت را با استاندارد داشتند.

مقادیر میانگین و انحراف معیار نتایج حاصل از سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و میکروبی آب به تفکیک جکوزی های مورد بررسی در جداول ۱ و ۲ و همچنین مقادیر میانگین، انحراف معیار و درصد موارد مطلوب و نامطلوب حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و میکروبی آب در کل جکوزی ها، به ترتیب در جداول ۳ و ۴ ارائه شده است. بررسی نتایج حاصل از سنجش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی در کل جکوزی ها نشان داد که میانگین میزان pH برابر با ۷/۸۸، کلر آزاد باقیمانده برابر با ۰/۶۲۸ mg/L، کلر ترکیبی برابر با ۰/۳۳۷ mg/L، قلیاییت برابر با ۱۴۱/۹۲۸ mg/L $CaCO_3$، کدورت برابر با ۰/۴۵۷ واحد کدورت (NTU)، سختی برابر با ۲۷۵ mg/L $CaCO_3$ و دما برابر با ۳۸/۱۲۱ °C بوده است. به علاوه میزان pH در ۷۷/۵۷، کلرآزاد باقیمانده در ۲۳/۸۶، کلر ترکیبی در ۳۹/۱۴، قلیاییت در ۸/۱۴، کدورت در ۷۳/۲۸، سختی در ۶۶/۱۴ و دما در ۷۳/۴۲ درصد نمونه‌ها مطلوب بوده است. از نظر ویژگی میکروبی نیز، میانگین جمعیت باکتری های هتروتروف ۲۰۴۶۵/۷۱ در mL ۱، استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آیروژینوزا و کلیفرم های مدفوعی در آب جکوزی ها به ترتیب برابر با ۱۲۰/۷۷، ۲۰۹/۹۱ و ۳۱/۱۴ در mL ۱۰۰ بوده است. جمعیت باکتری های استرپتوکوک مدفوعی، هتروتروف، استافیلوکوک اورئوس،

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

سودوموناس آیروژینوزا و کلیفرم مدفوعی به ترتیب در ۱۰۰، ۱۶/۱۴، ۶۶/۵، ۳۰/۴۲۸ و ۷۱/۴۳ ٪ موارد مطلوب بوده است. بیشترین میزان میانگین سختی، قلیاییت، کدورت، دما، pH، کلر آزاد و ترکیبی باقیمانده به ترتیب در جکوزی شماره ۳ (۶۳۰ mg/$LCaCO_3$)، ۶ (۱۶۳ mg/$LCaCO_3$)، ۶ (۰/۸NTU)، ۲ (۳۹/۴ °C)، ۶ (۸/۰۵)، ۷ (۲/۱۵ mg/L) و ۴ (۰/۹ mg/L) دیده شده است. در مورد پارامترهای میکروبی، بیشترین میانگین جمعیت باکتری های هتروتروف، استافیلوکوک، سودوموناس و کلیفرم مدفوعی به ترتیب در جکوزی شماره ۱ (۶۵۸۳۴ در mL)، ۶ (۴۵۹ در ۱۰۰mL)، ۱ (۶۲۱ در ۱۰۰mL)، ۱ (۱۱۹ در ۱۰۰mL) مشاهده گردید(جداول ۱ و ۲). از نقطه‌نظر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی، قلیائیت بالاترین درصد موارد نامطلوب (۹۱/۸۵۷٪) را به خود اختصاص داده است (جداول ۳ و ۴). بیشترین آلودگی میکروبی مربوط به باکتری های هتروتروف (۸۳/۸۶٪ نامطلوب) است.

بحث

جدول ۱. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب جکوزی ها

شماره جکوزی	سختی (۱۸۰–۲۵۰mg/$LCaCO_3$)	قلیاییت (۸۰–۱۲۰mg/$LCaCO_3$)	کدورت (حداکثر ۰/۵ NTU)	دما (حداکثر ۴۰°C)	pH (۷/۲–۸)	کلر آزاد باقیمانده (۱ – ۳mg/L)	کلرترکیبی (حداکثر نصف کلر آزاد باقیمانده)
۱	۱۸۷ ±۱۹/۶۶	۱۴۳±۱۰/۳۳	۰/۲۲ ±۰/۱۸	۳۷/۷۵ ±۱/۹۹	۷/۷ ±۰/۱۹	۰/۲۹ ±۰/۴۶	۰/۱۶ ±۰/۰۷۶
۲	۱۷۷±۱۲/۱۱	۱۲۲/۵±۳۸/۱۸	۰/۲±۰/۲۱۵	۳۹/۴±۱/۸۰	۷/۹±۰/۱۸۶	۰/۴۵±۰/۴۵۷	۰/۲۳±۰/۱۴
۳	۶۳۰±۵۴/۷۷	۱۳۵±۱۰/۴۹	۰/۴۴±۰/۱۸۹	۳۷/۶±۳/۳۸	۷/۷۷±۰/۱۲۱	۰/۵۸±۰/۳۳۵	۰/۱۸±۰/۱۲۸
۴	۲۵۰±۴۶/۴۸	۱۴۶±۱۲	۰/۷۳±۰/۶۳	۳۸/۲±۱/۲۹	۷/۹۶±۰/۱۰۷	۰/۶۸±۰/۵۴	۰/۹±۰/۵۵
۵	۱۹۰±۷/۰۷	۱۳۲±۱۳/۰۴	۰/۲۱±۰/۱۰۹	۳۸/۴±۳/۹۸	۷/۸۸±۰/۱۵	۰/۰۷±۰/۰۵۶	۰/۲۱±۰/۱۰۹
۶	۲۹۷±۸۹/۶۳	۱۶۳±۲۵/۱۷	۰/۸±۰/۲۶	۳۸/۲±۳/۸۸	۸/۰۵±۰/۷	۰/۱۸±۰/۱۷۸	۰/۲۱±۰/۲۶۶
۷	۱۹۴±۲۵/۱	۱۵۲±۸/۳۷	۰/۵۲±۰/۵۷۸	۳۷/۳±۱/۹۹	۷/۹±۰/۲۷	۲/۱۵±۰/۷۱۸	۰/۴۷±۰/۳۷

جدول ۲. مقادیر میانگین و انحراف معیار پارامترهای میکروبی آب جکوزی‌ها

شماره جکوزی	باکتری هتروتروف (حداکثر ۲۰۰ در mL)	باکتری استافیلوکوک (حداکثر ۵۰ در mL ۱۰۰)	باکتری سودوموناس (صفر در mL ۱۰۰)	باکتری استرپتوکوک مدفوعی (حداکثر ۱۰۰ در mL ۱۰۰)	باکتری کلیفرم مدفوعی (صفر در mL ۱۰۰)
۱	۶۵۸۳۴ ±۴۰۶۵۱/۸	۷۹±۷۴/۸۳	۶۲۱±۸۹۳/۵۶	۰	۱۱۹±۱۷۷/۹۳
۲	۱۷۲۵۰±۷۳۰۵/۸۲	۲۱۵±۳۲۱/۹۲	۵۶۲±۶۰۳/۰۷	۰	۳/۲±۶/۰۱
۳	۲۱۴۰۰±۲۹۶۰۵/۷۴	۴۰±۵۴/۳۹	۹۴±۱۱۵/۲	۰	۷/۸±۱۷/۳۰
۴	۸۶۸۶±۱۱۳۹۵	۳۸±۲۹/۹۴	۱۷±۲۵/۸۲	۰	۰
۵	۴۱۸۲±۳۶۱۲/۶۴	۱۰±۱۱/۰۹	۱۳۰±۱۸۷/۲۷	۰	۰
۶	۲۴۵۳۳±۲۴۸۰۰	۴۵۹±۷۲۸/۶۴	۳۹±۵۳/۳۰	۰	۸۸±۱۳۲/۴۲
۷	۱۳۷۵±۲۴۹۳/۲۶	۴/۴±۴/۰۴	۶/۴±۱۰/۸۳	۰	۰

جدول ۳. مقادیر میانگین، انحراف معیار و درصد موارد مطلوب و نامطلوب پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب جکوزی‌ها

پارامترها	میانگین ± انحراف معیار	موارد مطلوب(درصد)	موارد نامطلوب(درصد)
سختی (mg/$LCaCO_3$)	۲۷۵±۳۶/۴۰۳	۶۶/۱۴۳	۳۳/۸۵۷
قلیائیت (mg/$LCaCO_3$)	۱۴۱/۹۲۸±۱۶/۷۹۷	۸/۱۴۳	۹۱/۸۵۷
دما(°C)	۳۸/۱۲۱±۲/۶۱۶	۷۳/۴۲۸	۲۶/۵۷
pH	۷/۸۸±۰/۲۴۶	۷۷/۵۷۱	۲۲/۴۳
کلر آزاد باقیمانده (mg/L)	۰/۶۲۸±۰/۳۹۲	۲۳/۸۶	۷۶/۱۴۳
کلر ترکیبی باقیمانده (mg/L)	۰/۳۳۷±۰/۳۳۴	۳۹/۱۴۳	۶۰/۸۶

www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

جدول ۴. مقادیر میانگین، انحراف معیار و درصد موارد مطلوب و نامطلوب پارامترهای میکروبی آب جکوزی ها

پارامترها	میانگین ± انحراف معیار	موارد مطلوب(درصد)	موارد نامطلوب(درصد)
باکتری هتروتروف (حداکثر ۲۰۰ در mL)	۲۰۴۶۵/۷۱±۱۷۱۲۳/۴۶۶	۱۶/۱۴	۸۳/۸۶
باکتری استافیلوکوک (حداکثر ۵۰ در mL ۱۰۰)	۱۲۰/۷۷۱±۱۷۴/۹۷۸	۶۶/۵۰	۳۳/۵
باکتری سودوموناس (صفر در mL ۱۰۰)	۲۰۹/۹۱۴±۲۵۵/۵۷۸	۳۰/۴۲۸	۶۹/۵۷
استرپتوکوک مدفوعی (حداکثر ۱۰۰ در mL ۱۰۰)	۰	۱۰۰	۰
کلیفرم مدفوعی (صفر در mL ۱۰۰)	۳۱/۱۴۳±۴۷/۶۶۶	۷۱/۴۳	۲۸/۵۷

مجموعه هـای آبی در فصول مختلف بویژه در فصل تابسـتان مراجعه‌کنندگان زیادی داشـته و رعایت نکات بهداشت فردی، بهداشـت‌محیط و عـدم آلودگی آب ایـن مجموعه ها اهمیت ویژه‌ای در سـلامت شـناگران دارد. بر اساس استاندارد شماره ۱۱۲۰۳ مؤسسـه اسـتاندارد و تحقیقـات صنعتی ایـران کلیه الزامات عمومی ارائه شـده جهت استخرهای شنا در جکوزی (استخر آبگرم) نیز باید رعایت شود(۴).

دما، pH، قلیائیت و سـختی آب فاکتورهـای اصلی در تعیین تعادل آب شـیمیایی هسـتند(۱۵). به منظور اطمینان از بهترین شـرایط بهره‌برداری بـرای انواع گندزداهای مورد اسـتفاده در جکوزی‌هـا، دما باید بطور منظم سـنجش گـردد(۱۸). درجه حـرارت آب از جملـه عوامل مؤثر بر گندزدایـی بوده و باید در حد مقادیر توصیه شـده، تنظیم شـود. دمـای بالای آب در جکوزی‌ها می‌تواند باعث خواب آلودگی شناگران شده که این امر ممکن است منجر به از دست دادن هوشیاری یا گرمازدگی و مـرگ شـود. به علاوه دماهـای بالاتر باعـث ناراحتی برای استفاده‌کنندگان و افزایش دمای بدن (hyperthermia) می‌شود(۲، ۱۸و ۱۹). مطابق با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میـزان درجه حرارت آب در ۲۶/۵۷٪ از موارد، نامطلوب بوده است.

pH یکی دیگر از پارامترهای کیفی مورد مطالعه در این تحقیق اسـت. pH آب جکوزی به منظـور کارایی مطلوب گندزداها باید در محدوده ۸-۷/۲ باشد. ترکیبات شیمیایی مورد نیاز جهت تنظیم pH، معمولاً به اسـیدی یا قلیایـی بودن گندزدای مورد اسـتفاده، وابسته اسـت(۲). مقادیر پایین pH باعث خوردگی لوله‌هـا و اتصـالات انتقـال آب و همچنین ایجـاد عوارضی همچون ایجاد لک، تحریک و سوزش چشم و پوست شناگران و مقادیر بالای pH باعث رسـوب‌گذاری، کاهش کارآیی کلر و کدر شـدن آب(ابری شـدن) می‌شـود(۱۳). بررسی واکنش یونیزاسیون اسـید هیپوکلرو نشـان می‌دهد که در pH پایین، کلر بیشـتر بصورت اسید هیپوکلرو (HOCL) و در pH بالا، عمدتاً به شـکل یون هیپوکلریت (OCL-) در آب است. طبق نظریه Muris، اثر اسـید هیپوکلـرو در گندزدایی باکتری‌های مدفوعی و تک سـلولی‌ها ۱۰۰ بار بیشـتر از یون هیپوکلریت اسـت. بنابراین با افزایش pH، قدرت گندزدایی کلر به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد(۲۰). در مطالعه حاضر، میانگین pH آب استخرها ۷/۸۸ بوده که با استانداردهای ملی(۸-۷/۲) تطابق داشـته ولی در مجموع pH نمونـه آب جکوزی‌ها در ۲۲/۴۳٪ از موارد، نامطلوب بوده است.

سـختی و قلیاییت از جمله عوامل شـیمیایی اسـت که دارای حدود اسـتاندارد ملی در آب استخرها و جکوزی‌ها بوده و بر خورنده و یا رسـوب‌دهنده بـودن آب و در نتیجه کاهش عمر مفید تأسیسـات استخرهای شنا مؤثر هسـتند(۲۱). به عبارتی ایـن دو پارامتر عمدتاً از نگاه فنی - اقتصادی اهمیت دارند. بر اسـاس نتایج از مجموع ۴۲ نمونه مورد آزمایش، از نظر سختی در ۳۳/۸۵۷٪ موارد، نامطلوب (بیش از حد استاندارد) و از نظر قلیاییت ۹۱/۸۵۷٪ موارد، نامطلوب بوده است.

کدورت باعث کاهش شفافیت آب می‌شود. پیشنهاد می‌شود که کدورت آب به گونه‌ای حفظ شود که از کنار استخر، خط‌کشی کف اسـتخر یا دیگر علائم کف استخر در عمیق‌ترین نقطه آن به وضوح دیده شـود. به منظور گندزدایی مؤثر، مقدار کدورت آب جکوزی‌ها باید در حد NTU ۰/۵ باشـد(۲و۲۲). مقادیر بیـش از حد اسـتاندارد کدورت باعث افـت کیفیت آب و نیز

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

ایجاد خطر جدی برای سلامتی شناگران می‌شود(۲). میانگین کدورت در آب جکوزی های مورد مطالعه برابر با NTU ۰/۴۵۷ بوده که با استاندارد، مطابقت داشته است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، ۲۶/۷۱٪ از نمونه‌های آب مورد بررسی دارای کدورت بیش از حد مجاز بوده‌اند.

کلر، معمول‌ترین گندزدای مورد استفاده در آب استخرها و جکوزی‌ها است. استفاده مداوم از جکوزی امکان آلودگی آن را افزایش می‌دهد. غلظت کلر آزاد پیشنهادی برای آب جکوزی‌ها، mg/L ۴-۲ است، با این‌حال در شرایطی که جکوزی در حال استفاده است، سطح ایده‌آل کلر، mg/L ۳ است(۲۳،۱۸،۱۳و۲۴). به نظر می‌رسد کلر آزاد باقیمانده mg/L ۳-۲ در غیر فعال کردن ارگانیسم‌ها در این شرایط مؤثر باشد(۲۵و۲۶). در جکوزی‌ها به علت تراکم شناگران و دمای بالاتر آب، باید میزان غلظت باقیمانده کلر بالاتر (mg/L ۳-۲) باشد تا از گندزدایی اطمینان حاصل شود(۲). لازم به ذکر است که جکوزی هر هفته یکبار باید تا حد mg/L ۱۰ توسط کلر، گندزدایی(فوق کلرینه) شود(۴). پیشنهاد کلی وجود حداقل mg/L ۱ کلر آزاد باقیمانده در آب در طی شرایط زمانی مختلف است. به علاوه غلظت کلر ترکیبی باید کمتر از mg/L ۱ باشد (۲۷،۱۳). نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان‌دهنده نامطلوب بودن میزان کلر آزاد باقیمانده در ۷۶/۱۴۳ درصد از نمونه‌ها است. Sadeghi و همکاران (۱۳۸۷) طی مطالعه‌ای، وضعیت بهداشتی استخرهای شنای شهر مشهد طی سال‌های ۸۳ تا ۸۶ را مورد بررسی قرار دادند. مطابق نتایج این محققین، میانگین کلر باقیمانده در جکوزی‌ها برابر با mg/L ۲/۶۷ و میانگین کشت میکروبی برابر با ۴۱۴ بود(۲۸). میانگین کلر آزاد باقیمانده و ترکیبی در جکوزی‌های شهر یزد به ترتیب برابر با mg/L ۰/۶۲۸ و ۰/۳۳۷ بوده است.

سنجش کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا عمدتاً با استفاده از باکتری‌های شاخص آلودگی آب نظیر کلیفرم‌های گرماپای، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوکوس اورئوس، لژیونلا، گونه‌های مایکوباکتریوم و لپتوسپیرا استفاده می‌شود (۴و۲۹). کلیفرم های گرماپای و اشرشیاکلی شاخص های آلودگی مدفوعی آب هستند. میزان رهنمود برای کلیفرم‌های گرماپای در آب جکوزی‌ها کمتر از یک عدد در mL ۱۰۰ پیشنهاد شده است(۲و۳) که در مطالعه حاضر در ۷۱/۴۳٪ نمونه‌ها، کیفیت آب در حد استاندارد بوده است.

سودوموناس آیروژینوزا یکی دیگر از باکتری‌های شاخص بوده که در آب، پوشش گیاهی و خاک وجود دارد و انتقال آن به استخر از طریق انسان آلوده و همچنین محیط اطراف صورت می‌گیرد(۱۵). پایش منظم سودوموناس آئروژینوزا در وان های آبگرم عمومی و نیمه عمومی و چشمه های آب-گرم طبیعی توصیه شده است. کنترل رشد گونه های لژیونلا و سودوموناس‌آئروژینوزا در جکوزی‌ها نسبت به استخرها دشوارتر است. زیرا طراحی و بهره‌برداری از جکوزی‌ها به منظور دستیابی به حد مطلوب مواد گندزدا در آنها مشکل تر است. در صورتی که شمارش بالایی از سودوموناس آئروژینوزا در آب مشاهده شود، باید کدورت، غلظت گندزدای باقیمانده و pH کنترل گردد و نمونه برداری مجدد صورت گیرد. در صورتی که میزان سودوموناس آئروژینوزا همچنان بالا باشد باید جکوزی تعطیل و آب آن تخلیه شود و پس از تمیز کردن دوباره آبگیری شود(۲). درجه حرارت آب جکوزی ها نسبتاً بالاست و نگهداری مناسب کلر آزاد باقیمانده دشوار است، از این‌رو احتمال بقاء سودوموناس و دیگر عوامل بیماری-زا در این شرایط زیاد است. عفونت های پوستی و چشمی ناشی از سودوموناس آئروژینوزا در چندین تحقیق گزارش شده است(۹و۳۰-۳۲). عمده ترین مخاطره بهداشتی ناشی از حضور سودوموناس آئروژینوزا، فولیکولیت بوده که اصلی‌ترین علت های آن شامل مدت یا تعداد تماس‌ها با آب، تعداد شناگران و سن شناگران است(۹،۲و۳۳). دمای زیاد آب و اختلاط شدید در جکوزی های هوادهی شده سبب افزایش ورود تعرق و سلول های پوست به داخل آب می‌شود. این مواد، باکتریها را از تماس با گندزداها باز داشته و مواد آلی موجود در آب را افزایش می‌دهند(۲و۱۰). محققین بر این باورند که آبگرم سبب فوق اشباع شدن پوست، بزرگ شدن حفره‌های پوستی و تسهیل ورود سودوموناس آئروژینوزا به آن می‌شود(۲و۹). مطالعات قبلی نشان داد که سودوموناس را می‌توان از آبگرم با داشتن mg/L ۳-۲ کل کلر باقیمانده، جدا کرد(۲۵). طی مطالعه‌ای توسط Price و Ahearn (۱۹۸۸)، سودوموناس آیروژینوزا از ۹ جکوزی مورد بررسی (که هفت

www.SID.ir
Archive of SID

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

مورد آن عمومی و دو مورد خانگی بودند)، جدا شـد(۲و۱۰). جمعیت این باکتری در اکثر جکوزی ها بین ۱۰۰ الی ۱۰۵ عدد در هر mL بود. در هیچ یک از جکوزی‌های عمومی بررسـی شده، اسـتانداردهای محلی گندزدایی (۵-۳ mg/L کلر یا برم باقیمانده) رعایت نشده بود. در این تحقیق، ۲۴ h الی ۴۸ بعد از گندزدایی تعداد سودوموناسآئروژینوزا در دو مورد جکوزی های خانگـی ۱۰۴ تا ۱۰۶ عدد در هـر mL گزارش گردید(۲). در سال ۲۰۰۲، Moore و همکاران، در ایرلند شمالی و انگلستان حضور سـودوموناس آئروژینوزا را در ۷۲٪ جکوزی ها و ۳۸٪ استخرهای شنای مورد بررسـی، تأیید کردند(۱۲). Shaw در سال ۱۹۸۴ نشـان داد که برای کنترل سودوموناس آئروژینوزا، کلـر مؤثرتر از برم عمل می‌کند. وی در یک بررسـی گزارش کرد که علی‌رغم وجـود برم باقیمانده ۵ mg/L در pH=۷/۵، سـودوموناس آئروژینوزا در آب مشاهده شده است بطوری‌که در ۵٪ از جکوزی هـای گندزدایـی شـده با بـرم و در ۰/۸ ٪ از جکوزی‌هـای گندزدایی شـده با کلر، سـودوموناس وجود داشته است(۳۴). برای اسـتخرهایی که بطور مداوم گندزدایی می شوند، سطح سودوموناس آئروژینوزا کمتر از ۱/۱۰۰ mL و در جایی‌که جکوزی بدون هیچ باقیمانده گندزدایی بهره‌برداری می‌شـود، کمتـر ۱۰/۱۰۰ mL پیشـنهاد می‌شـود(۳). بطور- کلی جکوزی که خوب بهره‌برداری شـده باشـد، نباید حاوی سـودوموناس آئروزینوزا باشـد(۱۵). در تحقیق حاضر تعداد این باکتری در آب جکوزی‌ها بطور میانگین برابر با ۲۰۹/۹۱۴ در۱۰۰ mL بـود بطوری‌کـه در ۶۹/۵۷٪ مـوارد، کیفیت آب نامطلوب بوده است.

اسـتافیلوکوکاورئوس عامـل عفونت های پوسـتی، چشـمی، التهاب گوشـخارجی، عفونت مجرای ادرار و زرد زخم بوده و در مخاط بینی، پوسـت و مدفوع انسان وجود دارد(۱۵). تخلیه مخاط های بینی، گوش، چشـم و گلو در آب بوسیله شناگران، دفع ادرار بصورت ناخواسته و شسته شدن آلودگی های پوستی شـناگران در آب، احتمال بیماری های با منشـأ استافیلوکوک- اورئـوس را افزایش می دهد(۳۵). بر اسـاس اسـتانداردهای ملـی ایـران، حداکثر مجاز این باکتری در آب اسـتخر شـنا و جکوزی ها ۵۰ عدد در۱۰۰ mL است. در مطالعه حاضر بطور میانگیـن جمعیت این باکتری برابر بـا ۱۲۰/۷۷۱ در۱۰۰ mL بود. DE Araujo و همکاران (۱۹۹۰) در مطالعه خود، اظهار داشـتند که آب های تفریحی که تعداد شناگران آن زیاد باشد، خطـر انتقال عفونت های اسـتافیلوکوکی را دارند که این خطر با بیماری های اسـهالی با منشـا آلودگی مدفوعی قابل مقایسه است (۳۶).

استرپتوکوک های مدفوعی به عنوان یکی دیگر از ارگانیسم های شـاخص جهت پایش کیفیت میکروبی آب‌های تفریحی است. این میکروارگانیسـمها، معمـولاً مقیم مجرای روده‌ای انسـان و حیوانات خونگـرم بوده و جهت ردیابـی آلودگی مدفوعی آب بـکار میروند(۳۷). حداکثر تعداد مجاز اسـترپتوکوک های مدفوعی در آب جکوزی برابر با ۱۰۰ عدد در۱۰۰ mL است، کـه در تحقیق حاضر اسـترپتوکوک مدفوعـی در هیچ یک از نمونه‌هـا یافت نشـد. باکتری های هتروتـروف، باکتری هایی هـوازی و بی‌هـوازی اختیاری بـوده و متعلق بـه جنس های کلبسـیلا، آئروموناس، فلاووباکتریوم، انتروباکتر، سیترو باکتر، اسـنیتوباکتر، پروتئـوس، سـراتیا، آلکالیژنـس، انتروباکتـر و موراکسلا هستند. بعضی از اعضای این گروه مانند آئروموناس و فلاووباکتریـوم، پاتوژن هـای فرصت طلب هسـتند. درباره تأثیرات تعداد زیاد باکتری های هتروتروف روی سلامتی انسان اطلاعات کمی در دسـت اسـت(۳۷). حداکثر مجاز جمعیت باکتری‌هـای هتروتروف (HPC) برابر با ۲۰۰ در هر mL آب اسـت که این میـزان در مطالعه حاضر بطـور میانگین برابر با ۲۰۴۶۵/۷۱ در هر mL است.

آنالیـز آماری داده هـای حاصل از ایـن تحقیق با اسـتفاده از آزمون هـای آمـاری ANOVA و T-test نشـان داد کـه بیـن کـدورت و pH (pvalue=۰/۰۱۸) رابطـه مسـتقیم و بین جمعیـت باکتری‌هـای هتروتـروف و کلـر آزاد باقیمانده (pvalue =۰/۰۲۶) رابطه معکوسی وجود دارد.

نتیجه گیری

بررسـی کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشـان داد که از نظر ویژگی‌های میکروبی، بیشترین موارد عدم مطابقت با استاندارد مربـوط بـه باکتری‌هـای سـودوموناس و هتروتروف‌ها بوده که ضرورت پایـش کلر باقیمانده و نظـارت دقیق بر عملکرد سیسـتم‌های تصفیه و گندزدایی آب را نشان می‌دهد. با این

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

حـال مطالعات محـدودی در داخل و خارج از کشـور در زمینـه کیفیت آب جکوزی‌ها انجام شـده و اسـتانداردهای شـفاف و جداگانـه‌ای در رابطه با آب جکوزی در کشـور تدوین نشـده که با توجه بـه رهنمودهای WHO ضروری به‌نظر می‌رسـد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل از طرح تحقیقاتی با عنوان بررسـی وضعیت کیفیـت فیزیکی، شـیمیایی و باکتریولوژیک آب اسـتخرهای شـنای شهرستان یزد مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشـتی- درمانی شـهید صدوقی یزد در سـال ۱۳۹۰ با کد ۱۵۳۹ اسـت که با حمایت دانشـگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی شهید صدوقی یزد اجرا شده است.

منابع

1. ISIRI. Water used in bathing facilities - Treatment and disinfection, Part 1: General requirements, Standard number 13192-1. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2010 (in Persian).
2. Nabizadeh R, Aslani H, Nemati R. Guidelines for Safe Recreational Water Environments: Swimming Pools and Similar Environments. Tehran: Mezrab Publication; 2006 (in Persian).
3. WHO. Guidelines for Safe Recreational-water Environments - Swimming Pools, Spas and Similar Recreational-water Environments. Geneva: World Health Organization; 2004.
4. ISIRI. Swimming pools - General requirements, Standard number 11203. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2008 (in Persian).
5. Health Protection Agency and Health Safety Executive. Management of Spa pools, controlling the Risks of infection. London: Health Protection Agency and Health Safety Executive; 2006.
6. Ohio and Nebraska. Centers for Disease Control and Prevention and Morbidity and Mortality Weekly Report. Protracted outbreaks of cryptosporidiosis associated with swimming pool use. 2001;285(23):2967-72.
7. Falkinham JO. Mycobacterial aerosols and respiratory disease. Emerging Infectious Diseases. 2003;9(7):763-67.
8. WHO. Legionella and the Prevention of Legionellosis. Geneva: World Health Organization; 2007.
9. Ratnam S, Hong K, March SB, Butler RW. Whirlpool-associated folliculitis caused by Pseudomonas aeruginosa: Report of an outbreak and review. Journal of Clinical Microbiology. 1986;23(3):655-59.
10. Price D, Ahearn DG. Incidence and persistence of Pseudomonas aeruginosa in whirlpools. Journal of Clinical Microbiology. 1988;26(9):1650-54.
11. McEvoy M, Batchelor N, Hamilton G, MacDonald A, Faiers M, Sills A, et al. A Cluster of cases of legionnaires' disease associated with exposure to a spa pool on display. Communicable Disease and Public Health. 2000;3(1):43-45.
12. Moore JE, Heaney N, Millar BC, Crowe M, Elborn JS. Incidence of Pseudomonas aeruginosa in recreational and hydrotherapy pools. Communicable Disease and Public Health. 2002;5(1):23-26.
13. Münzberg R. Handbook of Swimming Pool and Spa Pool Water Treatment. Germany: Tintometer GmbH; 2011.
14. ISIRI. Water quality- Sampling for microbiological examination of water- Code of practice, Standard number 4208. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 1992 (in Persian).
15. WHO. Guidelines for safe Recreational Water Environments: Swimming Pools and Similar Environments. Geneva: World Health Organization; 2006.
16. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination oOf Water and Wastewater, 21st ed. Washington DC: American Public Health Association; 2005.
17. ISIRI. Water - Determination of water hardness, Standard number 2356, 3rd ed. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 1982 (in Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

18. Government of South Australia. Water quality fact sheet, private spa pools: A maintenance guide for owners. Australia: Department of Health, Government of South Australia; 2008.
19. Press E. The health hazards of saunas and spas and how to minimize them. American Journal of Public Health. 1991;81(8):1034–37.
20. Kawamura S. Integrated Design and Operation of Water Treatment Facilities, 2nd ed. New York: John Willy & Sons; 2000.
21. Ministry of Health and Medical Education. Guidelines of Swimming pools water health control. Tehran: Ministry of Health and Medical Education; 2006.
22. ISO. Water quality-Determination of turbidity, ISO 7027, 3rd ed. Geneva: International Organization for Standardization; 1999.
23. Recommendations of CDC and the Healthcare Infection Control, Practices Advisory Committee. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention; 2003.
24. Davis BJ. Whirlpool operation and the prevention of infection. Infect Control. 1985;6(10):394–97.
25. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FJ. Environmental Engineering. 5th ed. New York: John Wiley & Sons; 2003.
26. Kushand BJ, Hoadley AW. A preliminary survey of the association of Pseudomonas aeruginosa with commercial whirlpool bath waters. American Journal of Public Health. 1980;70(3): 279–81.
27. ISIRI. Water used in bathing facilities - Treatment and disinfection, Part 2: Combined adsorption, coagulation, and filtration and chlorination method, Standard number 13192-2. Tehran: Institute of Standards and Industrial Research of Iran; 2010 (in Persian).
28. Sadeghi A, Hasani AA, Pezeshk Y, Jaberi A, Rahimi L. Investigation of health condition of Mashhad City swimming pools at 83-86 years and effect of pools managers' education at development of health conditions. Proceedings of the 11th National Conference of Environmental Health; 2009 Oct 28-29; Zahedan, Iran (in Persian).
29. Martins MT. Assessment of microbiological quality for swimming pool in South America. Water Ressearch. 1999;29(10):2417-20.
30. Gustafson TL, Band JD, Hutcheson RH, Schaffner Jr. Pseudomonas folliculitis: an outbreak and review. Reviews of Infectious Diseases. 1983;5(1):1-8.
31. McCausland WJ, Cox PJ. Pseudomonas infection traced to motel whirlpool. Journal of Environmental Health. 1975;37:455–59.
32. Atlanta GA. Morbidity and Mortality Weekly Report. USA: Centers for Disease Control and Prevention, Rash Associated with Use of Whirlpools-Maine; 1979.
33. Centers for Disease Control and Prevention, Morbidity and Mortality Weekly Report. Pseudomonas dermatitis/folliculitis associated with pools and hot tubs- Colorado and Maine, 1999-2000. The Journal of the American Medical Association. 2001;285(2):157-58.
34. Shaw JH. A Retrospective comparison of the effectiveness of bromination and chlorination in controlling Pseudomonas aeruginosa in spas (whirlpools) in Alberta. Canadian Journal of Public Health.1984;75(1):61-68.
35. Yousefi Z. Determination of swimming pool water contamination status to Staphylococci Oreos in Sari city. Iranian Journal of Health and Environment. 2010;2(3):178-87 (in Persian).
36. DE Araujo MA, Guimaraes VF, Mendonca-Hagler LCS, Hagler AN. Staphylococcus aureus and faecal streptococci in fresh and marine waters of Rio de Janeiro, Brazil. Revista de Microbiologia. 1990;21(2):141-47.
37. Bitton G.Wastewater Microbiology. 3rd ed. New Jersey: John Willy & Sons; 2005. p. 154-60.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation of the Physical, Chemical and Microbial Quality of Yazd Spa pools, Water (Jacuzzi) in 2011

Ghaneian Mohammad Taghi[1], Amrollahi Mohsen[1], Ehrampoush Mohammad Hassan[1], *Dehvari Mahboobeh[1]

[1]Department of Environmental Health, Faculity of Health, Shahid sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Received: 21 September 2012 ; Accepted: 9 June 2012

ABSTRACT

Background and Objectives: Water complexes including Jacuzzi are among the most popular water recreation centers that noncompliance with health standards can lead to increased microbial growth in water and thus the risk of infection. This study aimed at comprehensive study of jacuzzis water in Yazd city and comparing the results with national and international standards.

Materials and Methods: This was a descriptive - analytical study that statistical society included all Jacuzzis of Yazd city. Sampling of jacuzzis was performed every two weakes for 3 months (Summer 2011). We tested the water samples for parameters such as temperature, pH, amount of residual chlorine, turbidity, alkalinity, hardness, the population of heterotrophic bacteria, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, fecal streptococci, and fecal coliforms accordance with standard methods. The SPSS software and ANOVA, T-test statistical tests, and/or Kruskal-Wallis, and Mann-Whitney were used for description of data and the obtained results were analyzed by comparing with standards.

Results: we found that the mean of residual free and combined chlorine was equal to 0.628 and 0.337 mg/l respectively. The alkalinityand hardness were 141.928 and 275 mg/lCaCO3 respectively. Mean of pH, turbidity and temperature were equal to 7.88, 0.457 NTU and 38.121˚C respectively. Moreover, the mean population of fecal streptococci bacteria, heterotrophic bacteria, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, and fecal coliforms were 20465.7, 120.77, 209.91 and 31.143 in 100 ml respectively. Statistical analysis of data showed that there is a direct relationship between water turbidity and pH (Pvalue=0.018); however, population of heterotraphic bacteria and residual free chlorine had indirectl relationship (Pvalue= 0.026).

Conclusion: According to the results achieved, the parameters of heterotrophic bacteria population and alkalinity had the least compliance with the standard indicating the need for continuous monitoring of physical, chemical, and microbial parameters of Jacuzzi water and control of the number and density of people using Jacuzzi and continuous monitoring of Jacuzzi water filtration and chlorination process performance.

Keywords: Jacuzzi, physical quality, chemical quality, microbiological quality, water treatment, Yazd

***Corresponding Author:** *mahboobehdehvari@yahoo.com*
***Tel:** +98 3516238555, **Fax:** +98 3516238555*

Downloaded from http://journals.tums.ac.ir/ at 9:41 CEST on Tuesday June 24th 2014

Archive of SID

www.SID.ir