

بررسی شش شاخص کیفیت میکروبی در استخرهای شنای کلر زنی شده و تاثیر عمق استخر و جنس شناگران بر آن (مطالعه موردی)

خلیل الله معینان^{۱*} (Ph.D)، طیبه راستگو^۲ (B.Sc).

۱- گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، سمنان، ایران

۲- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده ی محیط زیست و انرژی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران

چکیده

سابقه و هدف: استخرهای شنا می‌توانند انواع بسیاری از بیماری‌های واگیر را منتقل نمایند. غلظت کلر و جنسیت شناگران از مهم‌ترین عوامل موثر بر کیفیت آب استخرها می‌باشند. هدف این مطالعه، تعیین کارآیی کلریناسیون و تاثیر عمق استخر و جنس شناگران بر شش شاخص کیفیت میکروبی بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه‌ی توصیفی-تحلیلی، ۳۶ نمونه از نقاط مختلف استخر آقایان و بانوان برداشت و کلر باقی‌مانده، کدورت، مجموع کلیفرم، اشرشیاکلی، باکتری‌های هترتروف، استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و سودوموناس آئروژینوزا آزمایش گردید.

یافته‌ها: میانگین کلر باقی‌مانده‌ی کل در استخر آقایان و بانوان به ترتیب ۱/۴۷ و ۲/۴۷ میلی‌گرم در لیتر و در حد استاندارد کشور بود. با این وجود، میانگین تعداد اشرشیاکلی، باکتری‌های هترتروف و سودوموناس آئروژینوزا در هر دو استخر بانوان و آقایان بیش از استاندارد ایران و در استخر بانوان بیش از استخر آقایان بود. میانگین کدورت نیز به ترتیب ۱/۳۴ و ۱/۹۷ NTU و فراتر از حد استاندارد کشور بود.

نتیجه‌گیری: به رغم غلظت بالاتر کلر در استخر بانوان، میانگین برخی شاخص‌های میکروبی در استخر بانوان بیش‌تر از استخر آقایان برآورد گردید که نشان‌دهنده‌ی تاثیر جنس شناگران و وجود آلودگی بیش‌تر در استخر بانوان می‌باشد. هم‌چنین تفاوت مشاهده شده بین میانگین شاخص‌ها در عمق‌های مختلف در هر استخر و نیز بین استخر بانوان و آقایان معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: استخرهای شنا، اشرشیاکلی، باکتری‌های هترتروف، استرپتوکوک، استافیلوکوکوس اورئوس،

پسودوموناس آئروژینوزا

مقدمه

استخرهای شنای عمومی به لحاظ تماس مستقیم گروه‌های مختلف انسانی با آب، یک منبع بالقوه‌ی انتشار آلودگی هستند [۲،۱] و لذا بسیاری از بیماری‌های واگیر از طریق شنا در آب‌ها ی غیر بهداشتی استخرها قابل انتقال می‌باشند [۳]. از بین بیماری‌های منتقله می‌توان به بیماری‌ها تب تیفوئید، دیسانتری، تراخم، لپتوسپیروزیس، کرم‌های حلقوی، عفونت‌های پوستی، شیستوزومیازیس، خارش شناگران،

بیماری‌های دستگاه تنفسی، عفونت سینوس‌ها، عفونت گوش و گلو اشاره نمود. مثلاً مایکوباکتریوم مورنیوم باعث ایجاد عفونت‌های مختلف چشم، گوش و پوست شده و عامل گرانولوما می‌باشد. این میکروارگانیسم در حضور کلر باقی‌مانده ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر نیز مقاوم است. شیگلا و اشرشیاکلی ۱۵۷، دو باکتری می‌باشند که همه‌گیری ناشی از آن در استخرهای شنا گزارش شده است. هم‌چنین انواع عفونت‌های حاد گوارشی، لپتوسپیرو و لژیونلا پنوموفیلا نیز

اداراری است. استرپتوکوک جنس مهمی از باکتری‌های گرم مثبت و بیش‌تر گونه‌های آن غیربیماری‌زا و به عنوان فلور دهان، پوست، روده و سیستم تنفسی فوقانی محسوب می‌شوند اما برخی از گونه‌های آن می‌توانند بیماری‌هایی مانند گلودرد چرکی، مننژیت، پنومونی و قانقاریا را ایجاد کنند. سودوموناس آئروژینوزا نیز یک بیماری‌زای فرصت‌طلب است و عفونت‌های مجاری ادراری، سیستم تنفسی، عفونت‌های معده و روده‌ای و عفونت‌های سیستمیک گوناگون به ویژه در بیمارانی که سیستم ایمنی آن‌ها سرکوب شده است ایجاد می‌نماید. از استانداردهای مهم دیگر مرتبط با این پژوهش می‌توان به کدورت (حداکثر ۰/۵ NTU) و میزان کلر آزاد باقی‌مانده (در محدوده‌ی ۱ تا ۳ میلی‌گرم در لیتر) و کلر باقی‌مانده ترکیبی (حداکثر ۰/۴ میلی‌گرم در لیتر) اشاره نمود [۱۴]. در رابطه با کل کلیرم سازمان استاندارد ایران رقمی ذکر نکرده است و استاندارد سایر کشورها و ارگان‌های بهداشتی جهان بسیار متفاوت است.

گندزدایی مطلوب، قیمت مناسب و نیز سادگی تولید و کاربرد ترکیبات کلر [۱۵]، باعث شده است که کلر پرکاربردترین گندزدا در استخرهای شنا در ایران باشد. البته کاربرد کلر به‌خصوص وقتی که اصول کاربرد آن به درستی رعایت نشود دارای ایرادهایی به شرح زیر می‌باشد: کلر باقی‌مانده در اثر ترکیب با مواد آلی موجود در آب تولید ترکیباتی موسوم به تری هالومتان‌ها را می‌کند که سرطان‌زا بودن این ترکیبات تایید شده است. این ترکیبات علاوه بر درون آب در هوای فضای بسته‌ی استخرهای سرپوشیده نیز یافت شده‌اند. تماس با مقادیر زیاد کلر می‌تواند مشکلاتی از قبیل حساسیت و ریزش مو ایجاد نماید و همچنین گروهی از میکروارگانیسم‌ها مانند کریپتوسپوریدیوم نسبت به کلر مقاوم هستند و با این روش از بین نخواهند رفت. با این همه هنوز هم کلر به دلیل فوایدی که دارد به گستردگی در جهان و ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۶، ۱۷]. با توجه به این‌که کیفیت میکروبی آب استخرها می‌تواند تابع عواملی چون غلظت کلر باقی‌مانده، جنس شناگران و عمق استخر باشد این مطالعه

می‌تواند از طریق آب شناگاه‌ها منتقل شوند. بیماری‌های ناشی از ویروس‌ها شامل آدنوویروس‌ها، ویروس هپاتیت A، نورواک و اکوویروس می‌باشد ولی فراوانی همه‌گیری‌های گزارش شده توسط آدنوویروس‌ها مانند عفونت گلو، ورم ملتحمه و پلک بیش‌تر از بقیه می‌باشد. از بیماری‌های قارچی می‌توان به انواع بیماری‌های پوستی و بیماری شایع عفونت پای شناگران که عامل آن گونه‌ای قارچ تریکوفیتون می‌باشد اشاره نمود. هر چند خطر بیماری‌های مرتبط با پروتوزورها در استخرهای شنا در درجه‌ی اول به دو انگل ژیاودیما و کریپتوسپوریدیوم مربوط می‌شود اما باید به اهمیت بهداشتی نگلریا فالوری عامل بیماری منگوانسفالیت آمیبی و آکانتاموبا که سبب عفونت حاد یا مزمن ولی با شدت کم‌تر از نگلریا می‌گردد نیز اشاره نمود [۱۳-۳]. با توجه به تنوع و اهمیت بیماری‌های مذکور، کنترل کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا جهت جلوگیری از انتقال بیماری‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد.

در حال حاضر سازمان ملی استاندارد ایران به منظور تامین سلامت شناگران، شاخص‌های میکروبی و حد مجاز آن‌ها در آب استخرهای شنا را به شرح زیر تعیین نموده است: باکتری‌های هتروتروف ۲۰۰ عدد در هر میلی‌لیتر، اشرشیاکلی یا کلیرم‌های گرم‌پای ۱ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر، استافیلوکوکوس ۵۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر، انتروکوک‌های روده‌ای ۱۰۰ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر و سودوموناس آئروژینوزا ۱ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر. باکتری‌های هتروتروف شامل باکتری‌های هوازی و بی‌هوازی اختیاری و اغلب گرم منفی می‌باشند. این باکتری‌ها شاخص سلامت میکروبی آب نیستند ولی در این گروه باکتری‌های غیر بیماری‌زا و بعضاً فرصت‌طلب (مانند سودوموناس) و بیماری‌زا (مانند اشرشیا و آئروموناس) وجود دارند به همین دلیل حضور این باکتری‌ها در آب باعث به خطر افتادن سلامت قشر آسیب‌پذیر می‌گردند. اشرشیاکلی باسیل گرم منفی، متحرک، هوازی بی‌هوازی اختیاری و بدون اسپور است. این باکتری شاخص اصلی آلودگی مدفوعی بوده و شایع‌ترین عامل عفونت دستگاه

در مرحله‌ی احتمالی از محیط کشت دکستروز آزاید و در مرحله‌ی تاییدی از محیط کشت PSE آگار استفاده شد. کلیه‌ی محیط‌های استفاده شده تولید شرکت مرک آلمان بوده و آزمون‌ها نیز بر اساس تکنیک‌های استاندارد متد نگارش ۲۰۰۵ انجام گرفته‌اند [۱۸]. اندازه‌گیری کلر با استفاده از کیت کلرسنجی و با روش DPD و اندازه‌گیری کدورت نیز با روش نفلومتری انجام گردید. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Excel و با روش‌های آماری توصیفی و آزمون غیر پارامتری کروسکال والیس و هم‌بستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

نتایج

نتایج به دست آمده در مورد کلر باقی‌مانده‌ی کل و کدورت در جدول ۱ ارائه شده است. کم‌ترین میانگین کلر باقی‌مانده‌ی کل در منطقه‌ی کم‌عمق استخر آقایان (۱/۴۳ میلی‌گرم در لیتر) و بیش‌ترین میانگین کلر باقی‌مانده‌ی کل در منطقه‌ی عمیق استخر بانوان (۲/۳۷ میلی‌گرم در لیتر) مشاهده شد. کم‌ترین و بیش‌ترین مقدار مشاهده شده‌ی کلر باقی‌مانده‌ی کل برابر ۰/۲۰ و ۴/۲۰ میلی‌گرم در لیتر به ترتیب مربوط به استخر آقایان و بانوان بود. به طور کلی هم میزان کلر باقی‌مانده و هم میزان کدورت در استخر بانوان از استخر آقایان بیش‌تر، میانگین کلر باقی‌مانده در هر دو استخر در حد استاندارد ایران و میزان کدورت در هر دو استخر از استاندارد ایران بیش‌تر بود.

شمارش بشقابی هتروتروف‌ها، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوکس ارئوس، کل کلیفرم، اشرشیاکلی و استرپتوکوک مدفوعی در سه عمق مختلف و در استخرهای اختصاصی آقایان و بانوان در جداول ۲ ارائه شده است. بر اساس داده‌های به دست آمده، به جز در مورد کلیفرم کل و استرپتوکوک مدفوعی در مورد بقیه‌ی شاخص‌های میکروبی، استخر شنای بانوان آلودگی بیش‌تری را نشان داد. هم‌چنین از شش شاخص مورد بررسی، تعداد شمارش شده‌ی باکتری‌های هتروتروف، سودوموناس آئروژینوزا و اشرشیاکلی در هر دو استخر آقایان و بانوان از استاندارد ایران فراتر بود.

توصیفی-تحلیلی، با هدف تعیین تعداد شش شاخص میکروبی آب در استخر شنای بانوان و آقایان شهر دامغان، ارتباط آن با جنس، کلر باقی‌مانده و عمق استخر و نیز میزان مطابقت شاخص‌ها با استانداردهای ایران تدوین و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش کلر باقی‌مانده‌ی آزاد و ترکیبی، مجموع کلیفرم، اشرشیاکلی، باکتری‌های هتروتروف (Heterotrophic Plate Count, HPC)، استافیلوکوکوس اورئوس، استرپتوکوک مدفوعی و سودوموناس آئروژینوزا، در دو استخر شنای مجزای اختصاصی آقایان و بانوان شهر دامغان که در یک مجموعه و تحت مدیریت واحد بوده‌اند در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. در طول انجام پژوهش، از آب هر یک از استخرهای کلرزی شده‌ی مخصوص آقایان و بانوان و از سه منطقه کم‌عمق، متوسط و عمیق و در زمان حضور حداکثر تعداد شناگران، از هر نقطه شش بار و کلاً ۳۶ بار نمونه‌برداری گردید. برای نمونه‌برداری میکروبی از بطری‌های شیشه‌ای استریل دارای تیوسولفات استفاده شد. نمونه‌ها بر اساس روش استاندارد از عمق ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متری زیر سطح آب گرفته شد و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری و به آزمایشگاه منتقل گردید. هم‌چنین کلر آزاد، کلر کل و کدورت نیز در محل اندازه‌گیری شدند. لازم به ذکر است که استخرهای مورد مطالعه در یک مجموعه‌ی ورزشی واقع بوده، روش‌های تصفیه یکسان داشته و تحت یک مدیریت واحد قرار داشته‌اند.

به منظور آزمایش کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی، از روش تخمیر ۹ لوله‌ای با محیط کشت مرحله‌ی احتمالی لاکتوز براث، محیط تاییدی بریلیانت گرین لاکتوز بایل براث و محیط اشرشیاکلی براث استفاده شد. برای آزمون HPC، محیط R2A آگار و روش پورپلیت به کار رفت. آزمون سودوموناس به روش صافی غشایی و با محیط کشت اختصاصی سیتیریماید آگار انجام و به منظور آزمون استافیلوکوک از محیط کشت اختصاصی استافیلوکوکوس آگار (چاپمن آگار) به روش صافی غشایی استفاده گردید. برای آزمایش استرپتوکوک مدفوعی،

جدول ۱: میزان کلر باقیمانده و کدورت آب استخرهای شنای کلر زنی شده ی شهر دامغان به تفکیک عمق استخر و جنس شناگران در سال ۱۳۹۱

شاخص کیفیت	استخر	پارامتر آماری	مکان نمونه برداری در استخر		
			عمیق	متوسط	کم عمق
کلر باقیمانده آزاد، mg/l	بانوان	میانگین	۲/۲۵	۲/۲۳	۲/۳۷
		انحراف معیار	۱/۳۲	۱/۴۲	۱/۴۳
	آقایان	میانگین	۱/۲۵	۱/۳۰	۱/۲۸
		انحراف معیار	۰/۷۴	۰/۷۹	۰/۷۱
کلر باقیمانده کل، mg/l	بانوان	میانگین	۲/۴۳	۲/۵۲	۲/۴۸
		انحراف معیار	۱/۲۹	۱/۳۷	۱/۴۰
	آقایان	میانگین	۱/۴۳	۱/۵۰	۱/۴۷
		انحراف معیار	۰/۷۱	۰/۷۳	۰/۶۷
کدورت، NTU	بانوان	میانگین	۲/۱۲	۱/۹۷	۱/۸۳
		انحراف معیار	۰/۸۵	۰/۷۹	۰/۷۴
	آقایان	میانگین	۱/۲۸	۱/۳۳	۱/۴۲
		انحراف معیار	۰/۶۲	۰/۵۶	۰/۵۰

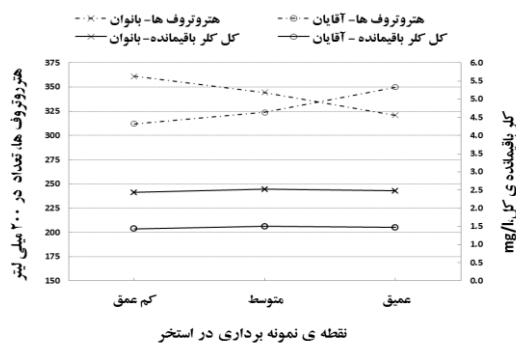
جدول ۲: وضعیت شاخصهای میکروبی استخرهای شنای کلر زنی شده ی شهر دامغان به تفکیک عمق استخر و جنس شناگران در سال ۱۳۹۱

شاخص میکروبی	استخر	پارامتر آماری	مکان نمونه برداری در استخر		
			عمیق	متوسط	کم عمق
شمارش بشقابی هترتروف ها، در ۱ میلی لیتر	بانوان	میانگین	۳۶۰/۰۰	۳۴۴/۳۳	۳۲۰/۸۲
		انحراف معیار	۷۷/۹۵	۷۹/۸۸	۸۰/۳۰
	آقایان	میانگین	۳۱۱/۶۷	۳۲۴/۰۰	۳۲۸/۶۷
		انحراف معیار	۱۰۶/۸۲	۱۳۸/۱۰	۱۱۷/۷۹
سودوموناس آئروژینوزا، در ۱۰۰ میلی لیتر	بانوان	میانگین	۱۶/۰۰	۱۲/۳۳	۱۰/۰۰
		انحراف معیار	۱۵/۵۹	۱۳/۵۰	۱۳/۴۷
	آقایان	میانگین	۴/۶۷	۶/۰۰	۸/۱۷
		انحراف معیار	۱/۵۱	۲/۱۹	۴/۳۶
استافیلوکوکس ارئوس، در ۱۰۰ میلی لیتر	بانوان	میانگین	۵/۱۷	۳/۳۳	۲/۳۳
		انحراف معیار	۶/۱۸	۴/۴۶	۳/۷۸
	آقایان	میانگین	۱/۰۰	۱/۵۰	۲/۶۷
		انحراف معیار	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۸۲
کل کلیفرم، (MPN/100ml)	بانوان	میانگین	۴/۱۷	۳/۱۷	۳/۱۷
		انحراف معیار	۲/۴۰	۰/۴۱	۰/۴۱
	آقایان	میانگین	۳/۱۷	۳/۱۷	۵/۳۳
		انحراف معیار	۰/۴۱	۰/۴۱	۴/۷۶
اشرشیاکلی (MPN/100ml)	بانوان	میانگین	۴/۱۷	۳/۱۷	۳/۱۷
		انحراف معیار	۲/۴۰	۰/۴۱	۰/۴۱
	آقایان	میانگین	۳/۱۷	۳/۰۰	۲/۸۳
		انحراف معیار	۰/۴۱	۰/۰۰	۱/۶۰
استرپتوکوک مدفوعی، (MPN/100ml)	بانوان	میانگین	۳/۰۰	۳/۳۳	۳/۳۳
		انحراف معیار	۰	۰/۵۲	۰/۵۲
	آقایان	میانگین	۳/۶۷	۳/۵۰	۵/۵۰
		انحراف معیار	۱/۶۳	۰/۵۵	۲/۵۱

بحث و نتیجه گیری

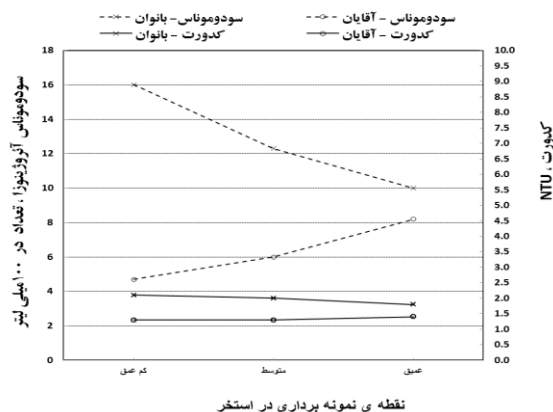
با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، هم در مورد استخر آقاییان و هم در مورد استخر بانوان و در هر سه عمق مورد بررسی، میانگین میزان کلر باقی مانده ی آزاد، ترکیبی و کل در حد استاندارد ایران بوده و کمترین و بیشترین مقدار کلر باقی مانده ی کل به ترتیب مربوط به منطقه ی کم عمق و منطقه ی عمق متوسط بوده است (جدول ۱) که با توجه به تراکم معمول شناگرها که در درجه ی اول در نقاط کم عمق و سپس منطقه ی عمیق استخر مشاهده می شود قابل توجه می باشد. میانگین کلر باقی مانده ی کل در استخر آقاییان و بانوان به ترتیب ۱/۴۷ و ۲/۴۷ میلی گرم در لیتر بوده و بر اساس آزمون کرومکال- والیس تفاوت بین غلظت کلر باقی مانده ی کل در دو استخر در سطح $\alpha=0/008$ معنی دار بوده است. هر چند مقدار عددی میانگین غلظت کلر باقی مانده ی کل چه در مورد استخر بانوان و چه در مورد استخر آقاییان در اعماق مختلف متفاوت بوده و از منطقه ی کم عمق به متوسط روند افزایشی و سپس از منطقه ی متوسط به عمیق روند کاهشی داشته است اما تفاوت بین غلظت ها در اعماق مختلف در سطح $\alpha=0/05$ معنی دار نبوده است. همچنین میانگین کدورت در استخر آقاییان و بانوان به ترتیب برابر ۱/۳۴ و ۱/۹۷ NTU تعیین شده (جدول ۱) و در هر دو مورد از استاندارد ایران فراتر بوده است. تفاوت بین کدورت در دو استخر نیز در سطح $\alpha=0/048$ معنی دار بوده ولی تفاوت کدورت در اعماق مختلف در سطح $\alpha=0/05$ معنی دار نبوده است. بدین ترتیب می توان نتیجه گرفت که هم غلظت کلر باقی مانده ی کل و هم کدورت در استخر بانوان از استخر آقاییان بیش تر و بنابراین استخر بانوان از این نظر در رتبه ی کیفی پایین تری قرار دارد. تاکید بر این نکته نیز ضرورت دارد که کدورت می تواند هم به عنوان محلی برای رشد و تکثیر میکروارگانیسم ها عمل نموده و هم با محافظت از میکروب ها باعث کاهش اثر گندزدایی کلر بر میکروب ها گردد. نتیجه ی این مطالعه نیز نشان می دهد که استخر بانوان که دارای میانگین کدورت بالاتری نسبت به استخر آقاییان می باشد به رغم داشتن غلظت کلر باقی مانده ی

بر اساس شکل ۱، میانگین تعداد باکتری های هتروتروف در استخر بانوان از استخر آقاییان بیش تر بود و با افزایش عمق کاهش یافت. بر عکس استخر بانوان، در استخر آقاییان تعداد باکتری های هتروتروف از منطقه ی کم عمق تا عمیق روندی افزایشی داشت. کلر باقی مانده ی کل در استخر بانوان حدود ۱ میلی گرم در لیتر بیش تر از استخر آقاییان بود و البته در اعماق مختلف دو استخر تغییر چندانی مشاهده نشد.



شکل ۱. میانگین باکتری های هتروتروف و کلر باقیمانده ی کل در استخر بانوان و آقاییان شهر دامغان در سال ۱۳۹۱

شکل ۲ نشان می دهد که میانگین تعداد باکتری های سودوموناس آئروژینوزا در تمام مناطق استخر بانوان از استخر آقاییان بیش تر بود و با افزایش عمق استخر کاهش یافت در حالی که در استخر آقاییان روندی معکوس مشاهده شد. نمودار ۲ هم چنین نشان می دهد که کدورت استخر بانوان در همه ی مناطق استخر از استخر آقاییان بیش تر بود و با افزایش عمق کاهش یافت در حالی که در استخر آقاییان با افزایش عمق اندکی افزایش داشته است.



شکل ۲. میانگین باکتری های سودوموناس آئروژینوزا و کدورت در استخر بانوان و آقاییان شهر دامغان در سال ۱۳۹۱

دست آمده است که میانگین کلر باقی مانده‌ی کل در استخر بانوان ۲/۴۷ میلی‌گرم در لیتر و در استخر آقایان ۱/۴۷ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است (جدول ۱) بنابراین مجدداً نقش جنس شناگران در کیفیت آب استخر مطرح می‌گردد.

برخی مطالعات دیگر نیز وجود آلودگی بیش‌تر در استخرهای شنای بانوان را گزارش نموده‌اند. بررسی آلودگی میکروبی در استخرهای شهر یزد نشان داده است که بیش‌ترین مورد آلودگی میکروبی با میانگین کل کلیفرم $MPN/100\text{ ml}$ 24 و کم‌ترین آن با میانگین کل کلیفرم $MPN/100\text{ ml}$ 9 بوده است [۱۹] که در مقایسه با نتایج استخر آقایان و بانوان این پژوهش بیش‌تر بوده است. در مطالعه استخرهای شنای شهر کرمان نیز ۸/۸ درصد از نمونه‌ها دارای آلودگی باکتریایی [۲۰] و در مطالعه استخرهای شنای شهر بندرعباس نیز ۱۸ درصد از کل نمونه‌ها دارای آلودگی کلیفرمی بوده‌اند [۲۱]. این نتایج نشان می‌دهند که درصد نمونه‌های آلوده در آن‌ها کم‌تر از نتایج به دست آمده در این پژوهش می‌باشند. مطالعه دیگری که در شهر گرگان صورت گرفته، میزان آلودگی به سودوموناس را در ۵۸/۳ درصد نمونه‌ها و اشرشیاکلی را در ۲۵ درصد نمونه‌ها نشان داده که کم‌تر از مقادیر این مطالعه است [۱۶]. هم‌چنین در مطالعه‌ی انجام شده در ساری، میانگین تعداد استافیلوکوک اورئوس در تمامی استخرهای مورد بررسی بیش از حد استاندارد ایران بوده است [۱۷] که شدت آلودگی آن بسیار بیش‌تر از این مطالعه برآورد گردیده است.

میانگین تعداد اشرشیاکلی، هتروتروف‌ها و سودوموناس آئروژینوزا در هر دو استخر بانوان و آقایان بیش از استاندارد ایران و در استخر بانوان بیش از استخر آقایان بوده است و این موضوع در حالی به دست آمده است که میانگین کلر باقی مانده‌ی کل در استخر آقایان و بانوان به ترتیب ۱/۴۷ و ۲/۴۷ میلی‌گرم در لیتر و میانگین کدورت در استخر آقایان و بانوان به ترتیب ۱/۳۴ و ۱/۹۷ NTU به دست آمده است. چون در اغلب موارد میانگین آلودگی در استخر بانوان بیش از استخر آقایان بوده است (هر چند که اختلاف بین آن‌ها در حد

بیش‌تر، دارای تعداد باکتری‌های بیش‌تری می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی اهمیت تاثیر کدورت بر کیفیت آب می‌باشد (نمودارهای ۱ و ۲). از آنجایی که استخرهای مورد مطالعه در یک مجموعه‌ی ورزشی واقع بوده، روش‌های تصفیه‌ای یکسان داشته و تحت یک مدیریت واحد قرار داشته‌اند می‌توان علت بالاتر بودن کدورت در استخر بانوان را به عواملی مانند جنس شناگران مربوط دانست.

آزمون پیرسون نشان داد که بین کلر باقی مانده‌ی کل با باکتری‌های هتروتروف و سودوموناس آئروژینوزا با ضرایب هم‌بستگی به ترتیب برابر ۰/۵۸۵- و ۰/۵۶۵-، هم‌بستگی معکوس با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ وجود دارد و این بدان معنی است که با افزایش غلظت کلر، تعداد باکتری‌های شاخص مورد نظر کاهش یافته است. هم‌چنین بین کدورت آب با باکتری‌های هتروتروف و سودوموناس آئروژینوزا با ضرایب هم‌بستگی به ترتیب برابر ۰/۷۶۱ و ۰/۸۸۱، هم‌بستگی مستقیم با سطح معنی‌داری ۰/۰۰۰ مشاهده گردید.

مقایسه نتایج به دست آمده با مقادیر استاندارد شاخص‌های میکروبی آب استخر در ایران نشان می‌دهد که میانگین هتروتروف‌ها، سودوموناس آئروژینوزا و اشرشیاکلی شمارش شده در هر دو استخر آقایان و بانوان بیش از مقادیر مجاز و البته در استخر بانوان بیش از استخر آقایان بوده است (جدول ۲). هم‌چنین میانگین تعداد استرپتوکوکوس فکالیس و استافیلوکوکوس اورئوس در هر دو استخر بانوان و آقایان از استاندارد ایران کم‌تر و البته باز هم در استخر بانوان بیش از استخر آقایان بوده است (جدول ۲). این نتایج در شرایطی به دست آمده‌اند که میانگین غلظت کلر باقی مانده در هر دو استخر در حد استاندارد بوده است بنابراین می‌توان علت را در موضوعاتی مانند میزان رعایت مقررات و ضوابط شنا در دو جنس (مثلاً استحمام قبل از شنا) و کیفیت مدیریت و نظافت فضای سالن شنا جستجو نمود. هم‌چنین، هر چند آزمون کروسکال والیس نشان داده است که تفاوت بین دو استخر از نظر شاخص‌های میکروبی فوق، در سطح $\alpha=0/05$ معنی‌دار نمی‌باشد اما باید توجه داشت که این نتایج در شرایطی به

[5] Keuten MG, Schets FM, Schijven JF, Verberk JQ, van Dijk JC. Definition and quantification of initial anthropogenic pollutant release in swimming pools. *Water Res* 2012; 46: 3682-3692.

[6] Schets FM, Schijven JF, de Roda Husman AM. Exposure assessment for swimmers in bathing waters and swimming pools. *Water Res* 2011; 45: 2392-2400.

[7] Leoni E, Legnani PP. Prevalence of *Legionella* spp. in swimming pool environment. *Water Res* 2001; 35: 3749-3753.

[8] Morelli P, Mentasti M, Sangiulo A, Arata L, Manno G. *Pseudomonas aeruginosa* from contaminated swimming pools: A source of acquisition for cystic fibrosis patients; Proceeding of 31th European cystic fibrosis conference, 2008 June 11-14; Prague; Czech Republic.

[9] Morelli P, Mentasti M, Sangiulo A, Arata L, Manno G. Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* recovered from swimming pools and from Italian cystic fibrosis patients Proceeding of 31th European Cystic Fibrosis Conference, 2008 June 11-14; Prague; Czech Republic.

[10] Casanovas-Massana A, Blanch AR. Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. *Int J Hyg Environ Health* 2012; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.04.002>.

[11] Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, Gousia P, Giannakopoulos X, Dontorou C, et al. Microbiological quality of indoor and outdoor swimming pools in Greece: Investigation of the antibiotic resistance of the bacterial isolates. *Int J Hyg Environ Health* 2008; 211: 385-397.

[12] Mehdinejad MH. The determination of quality of healthy indicators in swimming pools in Gorgan. *J Gorgan Uni Med Sci* 2003; 5: 89-95. (Persian).

[13] Pereira-Neves A, Benchimol M. *Trichomonas vaginalis*: In vitro survival in swimming pool water samples. *Exp Parasitol* 2008; 118: 438-441.

[14] Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Standard number 9412: Microbiological quality of swimming pools water, 2009. (Persian).

[15] American Public Health Association. Standard for the operation of swimming pools and spa pools. 1998, 4th Edition. 410 IAC, 6-21-31.

[16] Shahriari A, Nafez AH, Norouzi S, Heidari M. Investigation of common microbial indicators in swimming pool of Gorgan city, Iran. *J Ardabil Hygiene Health* 2011; 2: 17-26. (Persian).

[17] Yousefi Z. Study of the pollution condition of swimming pools in Sari city for the staphylococcus aureus. *Iran J Health Environ* 2009; 2: 178-187. (Persian).

[18] American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th Edition, 1995.

[19] Kargar M, Ehrampoush MH, Askarshahi M, Shiranian M. Survey on physicochemical and microbiological quality of covered swimming pools in Yazd city, Iran. *Zahedan Nat Con Environment Health* 2008. (Persian).

[20] Alamdar M, Khalooee A, Moradi A, Golsari h, Ayatollahi moosavi A. Survey of common fungal parasitic and bacterial contamination of water in public indoor swimming pools in kerman city in 2006-2007. *Tehran Nat Con Environment Health* 2009. (Persian).

[21] Dindarloo K, Soleimani Ahmadi M, Zare Sh, Abdi H, Heidari M. Hygienic situation of swimming pools in Bandar Abbas city (Iran) in 2003. *Hormozgan Med J* 2005; 9: 41-46. (Persian).

$\alpha=0/05$ معنی دار نبوده است) توجه بیش تر به کنترل آلودگی میکروبی استخرهای شنای بانوان ضروری به نظر می رسد. نکته ی پایانی آن که هر چند آزمون های آماری نشان داده اند که تفاوت بین میانگین شاخص های میکروبی در عمق های مختلف چه در استخر بانوان و چه در استخر آقایان معنی دار نبوده است اما کم ترین آلودگی در استخر بانوان در منطقه ی عمیق و در استخر آقایان در منطقه ی کم عمق مشاهده شده است. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش و مقایسه نتایج با مقادیر استاندارد شاخص های میکروبی، مشهود است که کیفیت میکروبی آب این استخرها به کنترل بیش تری نیاز دارد. با توجه به این که مقدار کلر باقی مانده در استخرها در حد استاندارد بوده است علت مسئله را می توان در فرایندهای تصفیه ی نامناسب (به خصوص غیر از کلر زنی) و عدم رعایت اصول بهداشتی توسط شناگران (مثلاً استحمام قبل از شنا) و جنبه های مدیریت استخر جستجو نمود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با پشتیبانی دانشگاه علوم پزشکی سمنان - دانشکده بهداشت دامغان انجام شده است لذا نویسندگان مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از سازمان متبوع اعلام می نمایند.

منابع

[1] Rasti S, Asadi M, Iranshahi L, Hooshyar H, Gilasi H, Zahiri A. Evaluation of parasitic and fungal contamination and physicochemical parameters of indoor public swimming pools in Kashan during 2008-9. *KAUMS J (Feyz)* 2011; 15: 74-80. (Persian).

[2] Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI). Standard number 11203: Swimming pools, General requirements 2008. (Persian).

[3] Ministry of health and medical education of Iran, Deputy of health, Health center of environment and work. Guideline for swimming pool water quality control, 2007. (Persian).

[4] Karin C, Marilise BR. *Acanthamoeba* T3, T4 and T5 in swimming-pool waters from Southern Brazil. *Acta Tropica* 2011; 117: 233-235.

Survey on six microbial quality indices in chlorinated swimming pools and Influence of pool depth and swimmers gender on it (case study)

Khalilollah Moeinian (Ph.D)^{*1}, Tayyabeh Rastgoo (B.Sc)^{1,2}

1 - Dept. of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

2 - Dept. of Environment Engineering, Faculty of Environment and Energy, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

(Received: 3 Jan 2015; Accepted: 20 Oct 2015)

Background and Aim: Swimming pool can transfer many pathogens. Chlorine concentration and swimmers gender are the most effectors on the quality of pool water. The scope of this study was to determine the effect of chlorination, pool depth and swimmer's gender on the six microbial qualification indices.

Materials and Methods: In this descriptive-analytical study which was performed in 2013, thirty six water samples were taken from the different depths of pools (Pools separated by gender) and the chlorination, turbidity and total Coliform, E.Coli, Heterotrophic bacteria, Streptococcus Feacalis, Staphylococcus Aureus and Pseudomonas Aeruginosa were measured.

Results: The total average of residual chlorine in the men's and women's pools were 1.47 and 2.47 mg/l respectively, which matched with the standard levels in the country, while the mean of E.Coli, Heterotrophic Plate count and Pseudomonas Aeruginosa concentrations in the both pools were higher than Iranian standards and were more concentrated in the women's pools than the men's. Also, the turbidity was 1.34 and 1.47 NTU respectively, which was higher than the Iranian standards.

Conclusion: In spite of the higher concentration of residual chlorine in the women's pool, the average concentrations of microbial indices in the women's pool were higher than the men's. This difference may be related to the swimmers gender. The observed differences in microbial concentrations in different depths of each of the pools and also between men's and women's pools were not significant.

Key Words: Swimming Pools, Escherichia Coli, Heterotrophic Bacteria, Streptococcus, Staphylococcus Aureus, Pseudomonas Aeruginosa

* Corresponding author. Tel: +98 23 35220145

khalilollah@yahoo.com