مجله سلامت و بهداشت

دوره پنجم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۳، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۶

شاخص‌های کیفی آب در چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر، با تاکید بر باکتری استافیلوکوکوس اورئوس

پری باقری اردبیلیان[۱]، هادی صادقی[۲]، مهدی فضل زاده دویل[۳]*، روح اله رستمی[٤]، یوسف پورعشق[۵]، علیرضا محمدنیا[۶]

۱. کارشناس گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ۲. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران و عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ۳. کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل ٤. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه تربیت مدرس تهران ۵. دانشجوی دکتری مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی همدان ۶. کارشناس ارشد فناوری اطلاعات، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰٤۵۱۵۵۱۳٤۲۸ فکس: ۰٤۵۱۵۵۱۲۰۰٤ ایمیل: m.fazlzadeh@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: در استخرهای شنا علاوه بر احتمال بلع آب آلوده توسط شناگران، چشم، گوش و مجاری تنفسی نیز به طور مستقیم با آب در تماس هستند و در صورت کافی‌نبودن مراحل تصفیهٔ آب، امکان ابتلای شناگران به انواع بیماری‌های عفونی وجود دارد. این مطالعه در راستای ارزیابی کیفیت آب چشمه های معدنی شهرستان نیر در استان اردبیل، با تاکید بر باکتری *S. aureus* بعنوان یکی از ارگانیسمهای دخیل در عفونتهای پوستی و چشمی در نیمه اول سال ۹۰ انجام گرفت.

روش کار: در این مطالعه که یک مطالعه توصیفی- مقطعی می باشد، تعداد ٤۵ نمونه از چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر در طی ماههای اردیبهشت تا شهریور برداشته شد. میزان کلر آزاد باقیمانده، دما، pH، کدورت، H_2S، ORP، DO و EC در محل نمونه‌برداری اندازه‌گیری شده و رنگ توسط اسپکتروفتومتر DR-5000 اندازه گیری گردید. آزمایشات مربوط به توتال و فیکال کلیفرمها، استافیلوکوکوس اورئوس، HPC و فیکال استرپتوکوکها، بر اساس کتاب روشهای استاندارد انجام گرفت.

یافته ها: نتایج نشاندهنده بیشترین آلودگی به فیکال و توتال کلیفرم‌ها، باکتری‌های هتروتروف و استافیلوکوکوس اورئوس در تیرماه بود. کمترین آلودگی نیز مربوط به استرپتوکوک‌های مدفوعی (حداکثر ۱۱ MPN/100) در مردادماه ثبت شد. همچنین بین ماه‌های نمونه‌برداری و میزان آلودگی به باکتری *S. aureus* ارتباط آماری معنی‌داری وجود داشت ($p=۰/۰۰$). از طرفی بین آلودگی به *S. aureus* با دمای آب و نیز اکسیژن محلول همبستگی معکوس معنی دار و بین آلودگی به *S. aureus* و کدورت آب همبستگی معنی دار آماری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). این نتایج ارتباط آماری معنی داری را بین آلودگی به باکتری مورد بحث و pH و H_2S نشان نداد.

نتیجه گیری: در مجموع، ۸۶/۶۷ درصد نمونه ها در مقایسه با حد مجاز استافیلوکوکوس اورئوس، بالاتر از محدوده استاندارد قرار داشتند (MPN/100<50)، این نتایج زنگ هشداری برای وقوع بیماریهای پوستی و عفونت‌های احتمالی برای شناگران به شمار می‌آید. لذا پیشنهاد می‌شود که پایش مستمر آب‌های گرم معدنی شهرستان نیر، در کنار محدود نمودن تعداد شناگران، با جدیت بیشتری توسط مسئولین امر مد نظر قرار گیرد.

واژه های کلیدی: آبگرم معدنی، استخر، شاخصهای کیفی آب، استافیلوکوکوس اورئوس

دریافت: ۹۲/۲/۱۱ پذیرش: ۹۲/۷/۵

مقدمه

در بهره برداری و استفاده از استخرهای شنا حفظ سلامتی شناگران حائز اهمیت است چرا که اضافه شدن موادی نظیر چربی، عرق و سایر ترشحات بدن به آب که ممکن است حاوی میکروارگانیسمهای بیماریزا باشند، باعث آلودگی آب استخرها شده و عدم وجود گندزدا در غلظت مناسب می‌تواند زمینه ساز شیوع بیماریهای عفونی گردد (۱). در این خصوص معیارهای بهداشتی برای استخرهای شنا تدوین شده است که از آن‌جمله می‌توان میزان کدورت آب، درجه حرارت، کلر باقیمانده، pH و نیز شاخصهای میکروبی نظیر گروه باکترهای کلیفرم، سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس اورئوس را نام برد (۲). در استخرهای شنا علاوه بر احتمال بلع آب آلوده توسط شناگران، چشم، گوش و مجاری تنفسی نیز به طور مستقیم با آب در تماس هستند و در صورت کافی‌نبودن مراحل تصفیهٔ آب استخر، علاوه بر مسمومیت‌های گوارشی، امکان ابتلای شناگران به بیماری‌های پوستی، عفونت چشم، گوش و دستگاه تنفس نیز وجود دارد. بنابراین انجام آزمون‌های میکروبیولوژی آب استخر شنا برای تعیین کیفیت بهداشتی آب ضروری است (۳).

افراد در اثر شنا در آب استخر همواره موادی را وارد آب می نمایند. این مواد عمدتاً شامل سلول‌های مرده پوست، عرق، چربی، مواد آرایشی و مقدار کمی از ترشحات دستگاه گوارش می‌باشد. از طرفی ساخته شدن مواد آلی در استخرهای آبگرم معدنی، بدلیل دمای بیشتر آب سریعتر از سایر استخرها رخ می دهد که در صورت عدم حذف، این مواد به عنوان یک منبع غذایی مناسب در اختیار میکروب‌ها قرار می‌گیرد (٤). کاهش مواد آلی می‌تواند با محدودکردن تعداد شناگران، وادار کردن آنها به استفاده از دوش قبل از ورود به آب و همچنین استفاده از صابون جهت حذف چربی‌های روی پوست قبل از استفاده از استخر، اتفاق بیفتد (٤،٥).

داده‌های مرکز کنترل بیماری‌ها در ایالات متحده نشان می‌دهد که در بین سال‌های ۱۹۹۹ تا سال ۲۰۰۰، ۵۹ مورد همه‌گیری در ۲۳ ایالت به ثبت رسیده است که همگی مرتبط با مواجهه افراد با استخرها و آب‌های تفریحی خصوصاً چشمه‌های آبگرم بوده‌اند. در این مطالعه خطرپذیرترین اقشار جامعه در مقابل آلودگی ناشی از استخرها و چشمه‌های آبگرم معدنی، زنان باردار، افراد با سیستم ایمنی تضعیف شده، کودکان، سالمندان و نیز افراد سیگاری عنوان شده است (۱۰-۶). در مطالعه ای در اسپانیا مشخص گردید که آلودگی استخرهای شنا که از آب دریا و آب شیرین کلرزنی شده تغذیه می‌شدند، در درجه اول ناشی از *S. aureus* و در درجه دوم ناشی از گونه‌های مایکوباکتریوم بوده است (۱۱). بللو[1] و همکاران نیز در راستای ارزیابی کیفیت میکروبی استخرهای شنا، در کنار قارچها، باکتریهایی نظیر استرپتوکوکوس فیکالیس، اشریشیاکلی، استافیلوکوکوس اورئوس و کلستریدیوم پرفرینژنس را مورد توجه قرار دادند (۱۲).

استافیلوکوکوس اورئوس یک پاتوژن فرصت طلب است که به عنوان میکروفلور در پوست یا مخاط بینی افراد سالم به فراوانی یافت شده و همواره در اثر غوطه ور شدن افراد در آب، وارد آن می گردد (٤). حضور باکتری مذکور در آب به تعداد زیاد، ممکن است ناشی از گندزدایی ناکافی بوده و منجر به عفونتهای پوستی نظیر جوش، زردزخم[2]، عفونت گوش خارجی[3]، عفونت جراحات پوستی، ورم ملتحمه[4] و نظایر آن گردد. این باکتری گاهی ممکن است منجر به همه‌گیری‌های ناگهانی نیز بشود که البته فراوانی این نوع همه‌گیری‌ها نسبتا پایین است. نگرانی

[1] Bello
[2] Impetigo
[3] Otitis Externa
[4] Conjunctivitis

اصلی در مورد این باکتری مربوط به سویه‌های مقاوم به متی سیلین می باشد (۵).

شهرستان نیر که با داشتن آبگرم‌های معدنی متعدد در غرب استان اردبیل و در حدفاصل ۳۵ کیلومتری مرکز استان واقع شده است، با توجه به قرار گرفتن در مسیر تردد گردشگران غرب کشور به سمت مرکز استان، همه ساله خصوصاً در فصول گرم سال گردشگران زیادی را به سمت خود جلب می‌نماید. همین امر لزوم توجه ویژه به آبگرم‌های معدنی موجود در این شهرستان را بیش از پیش آشکار می‌سازد. لذا با توجه به اهمیت شناسایی و کنترل باکتری *S. aureus* در استخرها و چشمه‌های آبگرم معدنی و با هدف تعیین و ارزیابی کیفیت فیزیکوشیمیایی و میکروبی چشمه های آبگرم معدنی شهرستان نیر، این مطالعه برای نخستین بار و در نیمه اول سال ۱۳۹۰، بر روی استخرهای آبگرم معدنی شهرستان نیر و بعنوان بخشی از یک مطالعه گسترده در زمینه بررسی شاخص‌های کیفی استخرهای معدنی استان اردبیل صورت گرفت.

روش کار

در این مطالعه که یک مطالعه توصیفی- مقطعی می‌باشد، تعداد ٤٥ نمونه ترکیبی از چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر در استان اردبیل در طی ماههای اردیبهشت تا شهریور سال ۹۰ برداشته شد. با توجه به تاکید مرجع بین‌المللی «روش‌های استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب» (۱۳) در زمینه برداشت نمونه از استخرها در زمان حداکثر حضور شناگران، این ۵ ماه بعنوان پربارترین ماه‌های سال از نظر حضور شناگر، جهت نمونه‌برداری انتخاب شدند. جامعه مورد نظر کلیه چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر بود که در طول ۵ ماه مجموعاً ٤٥ نمونه به ازای هر ماه ۹ نمونه (یک نمونه از منبع و یک نمونه از استخر) برداشته شد. لازم به ذکر است که در یکی از استخرها که سازه استخر بر روی چشمه بنا شده بود نمونه استخر و منبع یکسان بوده و به برداشت یک نمونه اکتفا گردید. نمونه‌برداری مطابق روش 9213B کتاب «روش‌های استاندارد» صورت گرفت. به این صورت که از هر استخر دو نمونه یکی از سطح آب و دیگری از عمق ۳۰ سانتی متری برداشته شده و بصورت ترکیبی به حجم ۲۵۰ سی‌سی در بطری‌های استریل حاوی تیوسولفات سدیم ۳٪ (بعنوان ماده کلرزدا) در کوتاهترین زمان ممکن (حداکثر ۳ ساعت) و دمای زیر ٤ درجه سانتی‌گراد، در مجاورت بسته‌های یخ و در داخل کلدباکس، به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل انتقال می‌یافت. میزان کلر آزاد باقیمانده، دما، pH، کدورت، H_2S، ORP[1]، DO[2] و EC[3] در محل نمونه‌برداری و توسط دستگاه‌های پرتابل اندازه‌گیری شده و اندازه‌گیری میزان رنگ در نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر DR-5000 (HACH) طبق روش استاندارد انجام گرفت. آزمایشات مربوط به بررسی شاخص های میکروبی شامل توتال و فیکال کلیفرمها، استافیلوکوکوس اورئوس، شمارش بشقابی هتروتروفیک (HPC[4]) و فیکال استرپتوکوکها، در آزمایشگاه میکروبیولوژی محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل انجام گرفت.

جهت بررسی کل کلیفرم‌های موجود در نمونه، از متد 9221B استاندارد متد (تکنیک MTF[5]) استفاده گردید. محیط کشت مورد استفاده در مرحله احتمالی لاکتوز براث بود. نمونه‌ها پس از تلقیح و انکوباسیون بمدت ٢٤ تا ٤٨ ساعت در دمای ۳۵±۰/۵ درجه سانتی گراد، در صورت مثبت بودن به مرحله تاییدی منتقل شده و مثبت بودن نتایج در محیط کشت برلیانت گرین لاکتوز بایل براث (BGB)

[1] Oxidation-Reduction Potential
[2] Dissolved Oxygen
[3] Electrical Conductivity
[4] Heterotrophic Plate Count
[5] Multiple-Tube Fermentation

پس از ۲٤ تا ٤۸ ساعت انکوباسیون، حضور توتال کلیفرم، و مثبت بودن نتایج در محیط EC براث پس از ۲٤ ساعت حمام آب با دمای ٤٤/۵ درجه، حضور فیکال کلیفرم را تایید می‌کرد. نتایج با استفاده از جدول توزیع پوآسون با ۹۵ درصد حدود اطمینان به‌صورت MPN/100[1] گزارش می‌گردید. جهت اندازه‌گیری فیکال استرپتوکوک‌ها از متد ۹۲۳۰ استاندارد متد استفاده گردید. آزمایش به‌روش ۱۵ لوله‌ای در لوله های بدون دورهام صورت گرفته و محیط کشت آزید دکستروز براث در مرحله احتمالی و PSE آگار[2] در مرحله تاییدی بکار گرفته شد. مرحله اول در صورت وجود کدورت پس از ۲٤ یا ٤۸ ساعت در دمای ۳۵±۰/۵، به مرحله دوم منتقل شده و نتایج مرحله دوم پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون مورد بررسی قرار می‌گرفت. وجود کلنی های تیره با هاله سیاه تا قهوه‌ای نشان‌دهنده حضور فیکال استرپتوکوک‌ها بود. در نهایت نتایج به‌صورت MPN/100 گزارش می‌گردید.

جهت بررسی باکتری‌های هتروتروف، از روش ۹۲۱۵ استاندارد متد استفاده شد. نمونه ها بروش آمیخته[3] در محیط کشت R2A آگار کشت شده و تعداد کلنی ها پس از ٤۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۵±۰/۵ به کمک کلنی کانتر SANA طبق دستورالعمل استاندارد شمارش گردید. نتایج بصورت CFU/mL[4] گزارش شد.

آزمون استافیلوکوکوس اورئوس بر اساس روش 9213B استاندارد متد و بروش ۱۵ لوله‌ای انجام گرفت. محیط کشت مرحله احتمالی M-استافیلوکوکوس براث و محیط کشت مرحله تاییدی محیط کشت مانیتول فنل رد سالت آگار (MSA) بود. نتایج مرحله اول پس از ۲٤ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۵±۰/۱ با تولید کدورت، مثبت شناخته شده و به محیط کشت حاوی آگار منتقل می‌گردید. ۲٤ تا ٤۸ ساعت بعد نتایج بصورت MPN/100 بر اساس مشاهده کلنی های مات و بیرنگ گزارش می‌شد. تولید رنگ زرد در محیط کشت نتیجه تخمیر قند مانیتول بود که منجر به اسیدی شدن محیط و تغییر رنگ معرف فنل رد از قرمز به زرد شده و در نتیجه نشاندهنده حضور استافیلوکوکوس اورئوس بود.

داده‌های به‌دست‌آمده در نهایت توسط نرم‌افزارهای Excel و SPSS-16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آزمون‌های آماری تی‌تست یک طرفه و پیرسون برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته ها

میانگین و انحراف معیار خصوصیات فیزیکوشیمیایی اندازه گیری شده در آبگرمهای معدنی شهرستان نیر در ماههای نمونه‌برداری در جدول ۱ آمده است. نمودارهای ۱ و ۲ میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی شامل کلر آزاد باقیمانده (mg/L)، کدورت[5] (NTU)[6]، pH، دما (°C)، H_2S (mg/L)، DO (mg/L)، ORP (mV) و EC (µMho/cm) را در آبگرم‌های معدنی شهرستان نیر به تفکیک آبگرم معدنی نشان می‌دهد.

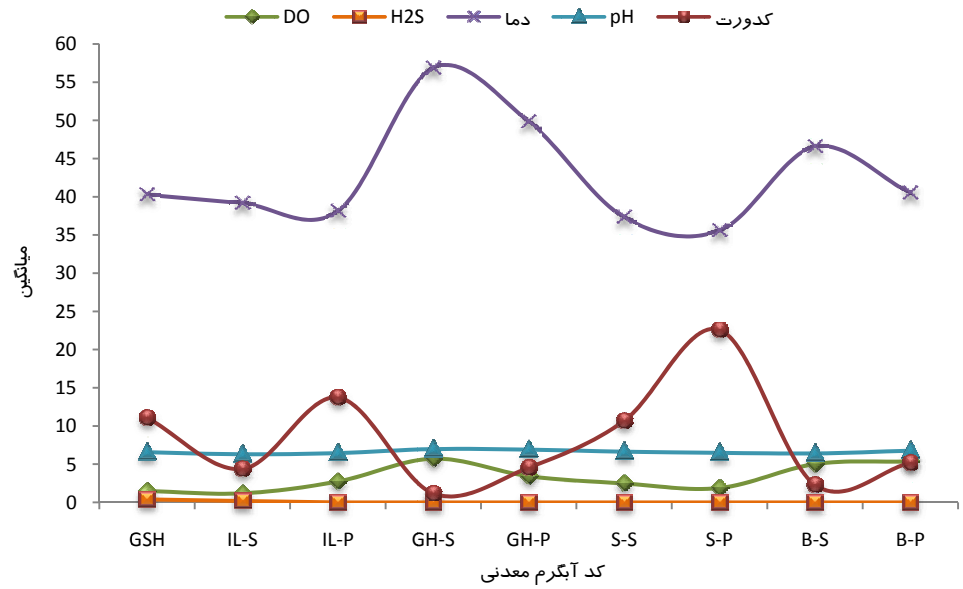
همانگونه که در نمودار ۱ ملاحظه می گردد بالاترین دمای ثبت شده در چشمه های آبگرم شهرستان نیر در آبگرم GH-S با ۵۶/۸٤ درجه سانتی گراد و پایین ترین دما (۳۵/۵۸°C) در آبگرم S-P می‌باشد. کدورت بین ۱/۲ تا ۲۲/۶ به ترتیب در GH-S و S-P متغیر بوده و PH محدوده ای از ۶/۳ تا ۷ را در IL-S و GH-S به خود اختصاص داده است (نمودار ۱). کلر آزاد باقیمانده در تمامی نمونه ها صفر بوده (نمودار ۲) و H_2S در بیشترین مقدار خود در GSH

[1] Most Probable Number
[2] Pfizer Selective Entrococos Agar
[3] Pour Plate Method
[4] Colony-Forming Units
[5] Turbidity
[6] Nephlometric Turbidity Unit

به ۰/۰٤ رسیده است. کمینه اکسیژن محلول در IL-S ۱/۱۹ و بیشینه آن در GH-S ۵/۷۲ میلی گرم در لیتر به ثبت رسیده است (نمودار ۱).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار پارامترهای فیزیکوشیمیایی در ماههای مختلف نمونه‌برداری در آبگرمهای معدنی شهرستان نیر

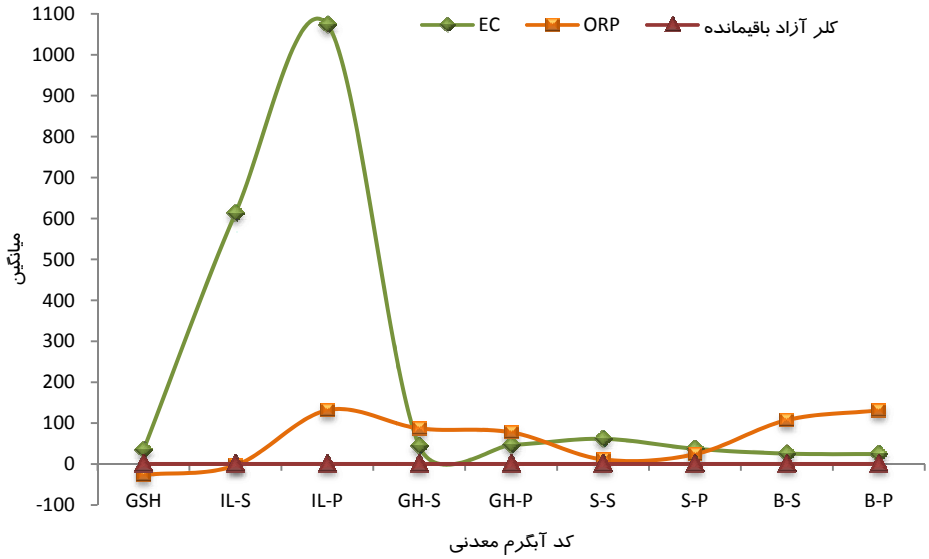
پارامتر (واحد) / ماه		اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
رنگ (Pt-Co)	Mean	۶۶/۶۷	۷۹/۵۶	۷۳/۷۰	۷۳/۲۱	۷٤/۲۲
	S.D	٤۱/۶۷	۵۰/۲۰	۵۲/۲۱	۶۵/٤۲	۶۶/۳۵
ORP (mV)	Mean	۶۶/۷۸	۷۰/۳۳	۵۷/۳۳	۸۰/۸۹	۲٤/۵۶
	S.D	٤۰/۹۶	۳۷/۱۱	۳۹/۱٤	۹۲/۸٤	۱۰۶/۶۰
H_2S (mg/l)	Mean	۰	۰	۰	۰/۱۱	۰/۲۲
	S.D	۰	۰	۰	۰/۳۳	۰/٤٤
DO (mg/L)	Mean	۲/۸۹	۳/۰۵	۲/۸۶	۲/۸	٤/۶۸
	S.D	۱/۵۳	۱/۲۱	۱/۸۷	۱/۷۱	۵/۹۲
pH	Mean	۶/۶۱	۶/۶۲	۶/۵۹	۶/۶۷	۶/۶۰
	S.D	۰/۲۹	۰/۳	۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۳۳
EC ($\mu Mho/cm$)	Mean	۲۸۹/۳۳	۳٤۳/۶۷	۲۰۰/۶٤	۱٤۷/۰۰	۱۰۸/۰۳
	S.D	۵۰۵/۰۲	٤۹۷/۳۱	۳۷۵/۲۹	۳۳۶/۸۳	۲۸۳/۸۸
Free chlorine (mg/L)	Mean	۰	۰	۰	۰	۰
	S.D	۰	۰	۰	۰	۰
Temperature (°C)	Mean	٤۲/۱۲	٤۲/۵۰	٤۲/۷٤	٤۲/۸۰	٤۳/۲۷
	S.D	۷/۶۵	۷/٤۹	۸/۲۰	۶/۲۷	۵/۶۲
Turbidity (NTU)	Mean	۱۰/۵۰	۸/۱۲	۸/۲۷	۸/۵٤	۶/۶۲
	S.D	۹/۹۵	۱۰/۸۱	۸/۱۹	۷/۳۶	۵/۸۰



نمودار۱. میانگین پارامترهای فیزیکوشیمیایی در آبگرمهای معدنی شهرستان نیر در طول دوره تحقیق

(کدورت (NTU)، pH، دما (°C)، H_2S (mg/L)، DO (mg/L))

مطابق نمودار ۲ هدایت الکتریکی آب حداقل ۲٤/۲ در B-P و حداکثر ۱۰۷۳/۶ میکروزیمنس بر سانتی‌متر در IL-P بوده است. پتانسیل ردوکس (ORP) نیز در محدوده ۲۶/۲- تا ۱۳۱/۶ میلی ولت به ترتیب در GSH و IL-P به ثبت رسید (نمودار ۲).



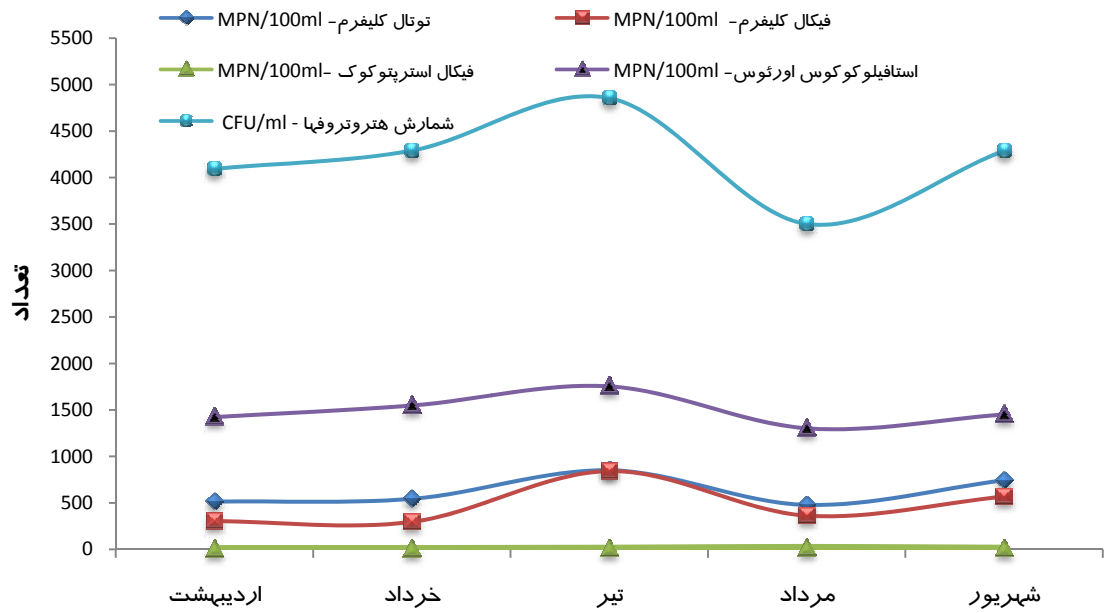
نمودار۲. میانگین هدایت الکتریکی آب ($EC\ (\mu Mho/cm)$)، کلر آزاد باقیمانده (mg/L) و پتانسیل ردوکس (ORP (mV)) در آبگرمهای معدنی شهرستان نیر در طول دوره تحقیق

میانگین نتایج آزمون‌های میکروبی انجام شده بر روی نمونه های آب چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر نشان داد که بیشترین آلودگی به فیکال و توتال کلیفرم‌ها، باکتری‌های هتروتروف و استافیلوکوکوس اورئوس در تیرماه رخ داده است. کمترین آلودگی مربوط به استرپتوکوک‌های مدفوعی با محدوده میانگین صفر در اردیبهشت تا حداکثر ۱۱ MPN/100 در مردادماه بود (نمودار ۳).

در جدول ۲ تعداد باکتری *S. aureus* در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه آبگرم‌های معدنی شهرستان نیر (به تفکیک ماه و آبگرم معدنی) و مقایسه آن با حد مجاز آمده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد بیشترین تعداد میکروارگانیسم مذکور در تیرماه و در آبگرم S-P شمارش شده است (۲۵۰۰MPN/100). GH-S و IL-S نیز با شمارش صفر باکتری *S. aureus* در مردادماه در حداقل آلودگی قرار داشتند (جدول ۲).

لازم به ذکر است که عدم وجود باکتری استافیلوکوکوس اورئوس در مردادماه در آبگرم‌های B-S و B-P به علت انجام تعمیرات در استخرهای مذکور و عدم حضور شناگران بود. در عین حال نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین ماه‌های نمونه‌برداری و میزان آلودگی به باکتری *S. aureus* ارتباط آماری معنی‌داری وجود داشت ($p=۰/۰۰$).

نتایج آنالیزهای آماری خصوصیات فیزیکوشیمیایی آبها و مقایسه آن با آلودگی به *S. aureus* نشان داد که بین آلودگی به این میکروارگانیسم با دمای آب و نیز اکسیژن محلول همبستگی معکوس معنی‌دار و بین آلودگی به *S. aureus* و کدورت آب همبستگی معنی دار آماری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). این نتایج ارتباط آماری معنی داری را بین آلودگی به باکتری مورد بحث و pH و H_2S نشان نداد.



نمودار ۳. میانگین نتایج آزمون‌های میکروبی برای آبگرم‌های معدنی شهرستان نیر به تفکیک ماه

جدول ۲. تعداد باکتری *S. aureus* در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه آبگرم‌های معدنی شهرستان نیر به تفکیک ماه و مقایسه آن با حد مجاز (۳)

کد آبگرم معدنی	ماه	تعداد باکتری *S. aureus* (MPN/100 ml)				میانگین و انحراف معیار
	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	
GSH	۱۶۰۰	۱۷۰۰	۲۱۰۰	۵۰۰	۱۶۶۰	۱۵۱۲ ±۵۹۸/۹۳
IL-S	۱۷۵۰	۱۶۰۰	۲۱۵۰	۰	۱۷۰۰	۱۴۴۰±۸۳۱/۷۲
IL-P	۱۸۰۰	۱۶۵۰	۱۷۰۰	۱۷۰۰	۱۸۵۰	۱۷۴۰±۸۲/۱۶
GH-S	۵۰	۷۰	۲۸۰	۰	۲۲۰	۱۲۴±۱۱۹/۷۱
GH-P	۱۸۸۰	۱۹۰۰	۱۷۵۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۷۴۶±۱۴۵/۱۹
S-S	۱۶۰۰	۱۹۶۰	۱۸۰۰	۱۸۶۰	۱۶۵۰	۱۷۷۴±۱۴۸/۵۹
S-P	۱۸۶۰	۱۷۰۰	۲۵۰۰	۱۷۵۰	۱۸۰۰	۱۹۲۲±۳۲۸/۵۱
B-S	۵۰۰	۱۶۰۰	۰	۲۶	۶۰۰	۵۴۵/۲±۶۴۸/۹۳
B-P	۱۷۷۵	۱۷۵۰	۰	۱۶۸۰	۱۹۷۰	۱۴۳۵±۸۰۹/۳۷
حد مجاز	۵۰ MPN/100ml					

بحث

مقایسه نتایج بدست آمده با استاندارد آب استخرهای شنا نشان می‌دهد که میانگین کدورت در تمامی استخرها بالاتر از حد استاندارد که کمتر از ۰/۵NTU می‌باشد (۱۸،۱۷،۳)، اندازه گیری شده است. همچنین میانگین دما حداکثر ۵۶/۸۴ و حداقل ۳۵/۵۸ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسید، مطابق استاندارد، دمای مناسب استخرهای شنا حدود ۲۷ درجه سانتی گراد تعیین شده است (۱۷،۳). این در حالی است که در استاندارد کشور کانادا استانداردهای ویژه ای جهت استخرهای آبگرم معدنی از نظر دمایی پیشنهاد شده است. در این استانداردها دمای ۳۸-۳۶ درجه سانتی گراد بعنوان دمای مطلوب عنوان شده است (۲۶).

همچنین با توجه به نمودار ۱ میانگین pH در آبگرم‌های معدنی شهرستان نیر حدود ۷-۶/۳ ثبت گردید که با استاندارد مربوطه که این رقم را در محدوده خنثی تا قلیایی (pH= ۷/۲-۸) تعیین نموده

است مغایرت داشت (۱۷،۳). البته با توجه به اینکه استانداردهای مذکور برای استخرهای غیرمعدنی تدوین شده‌اند، این عدم تطابق، لزوم تدوین استانداردهای ویژه ای را برای آب‌های معدنی طبیعی بیش از پیش آشکار می‌سازد. چرا که برخی از استخرهای آب گرم معدنی بر روی چشمه های طبیعی احداث شده اند و املاح وارد شده به استخر یا سایر شرایط ویژه و طبیعی آب، خود دارای خواص درمانی می باشد. لذا چنین بنظر می رسد که در چنین آبهایی بعنوان مثال در مورد کدورت، افزایش کدورت ناشی از حضور شناگران، مورد پایش و کنترل قرار گرفته و بر اساس پایه کدورت طبیعی موجود، مورد ارزیابی قرار گیرد.

در دوره تحقیق (اردیبهشت تا شهریور ۱۳۹۰) میزان کلر آزاد باقیمانده در تمامی نمونه‌ها صفر بود که عدم وجود کلر باقیمانده و آلودگی باکتریایی موجود، نشان از ناکافی‌بودن مقدار کلر (۱۸) یا عدم کلرزنی مداوم می‌باشد که در استخرهای مورد بررسی در حذف میکروارگانیسم‌های شاخص و موکداً *S. aureus* تاثیری نداشته است. میزان کلر باقیمانده در آب استخر طبق استاندارد ایران در حدود ۱/۵ میلی گرم در لیتر تعیین شده است (۳). البته به‌طور کلی در رابطه با انتخاب گزینه کلر جهت گندزدایی استخرهای آب گرم، اشکالاتی وارد است که بحث درباره آن خارج از اهداف این مطالعه می‌باشد. ذکر این نکته نیز ضروری به نظر می‌رسد که گندزدایی متداول و مداوم استخر، در صورت عدم وجود نظارت بر روی تعداد شناگرانی که در واحد زمان از استخر استفاده می کنند، تاثیری در از بین بردن بار میکروبی که بیش از ظرفیت پالایش استخر می‌باشد نخواهد داشت. چرا که مطابق دستورالعمل وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی در زمان بالابودن بار آلودگی و تعداد زیاد شناگران تنها روش اصلاح مشکل آلودگی، سوپرکلریناسیون می‌باشد (۱۷). این مساله در استخرهای مورد بررسی که هیچگونه محدودیتی در پذیرش تعداد شناگران در آنها اعمال نمی گردد، نگران کننده بنظر می‌رسد.

مقدار استاندارد ORP در استخرها و چشمه های آب معدنی ۶۵۰mV ≥ توصیه شده است (۲۱-۱۹)، ORP بعنوان معیاری مفید از عدم حضور میکروارگانیسمهای بیماریزا، در سلامت مواد غذایی، آب آشامیدنی و تصفیه فاضلاب پیشنهاد شده است (۲۴-۲۲). آلمان استانداردORP را از سال ۱۹۸۲ در استخرهای شنا به مورد اجرا گذارده است. سازمان جهانی بهداشت نیز ORP را بعنوان معیاری ارزشمند از کیفیت آب در رهنمودهای بهداشتی آبهای تفریحی ذکر کرده است (۲۱). و در حداقل ۸ ایالت آمریکا در کنار معیارهای سنتی کیفیت آب نظیر کلر آزاد و pH، در استانداردهای کیفیت آب به ORP بعنوان شاخص مکمل توجه شده است. در این استانداردها اشاره شده است که استخرها یا اسپا[1]های با ORP<650 mV بایستی بدون توجه به سایر پارامترهای کیفیت آب، سریعاً تعطیل شود (۲۵). با توجه به نمودار ۲ که پتانسیل ردوکس در نمونه ها را در محدوده ۲۶/۲- تا ۱۳۱/۶ میلی ولت نشان می‌دهد، هیچیک از نمونه های مورد بررسی با استانداردهای موجود مطابقت نداشتند. این مساله می تواند ناشی از گندزدایی ناکافی و یا حضور مواد احیاکننده طبیعی در آب چشمه ها باشد که نیازمند مطالعات تکمیلی است.

در رابطه با کیفیت میکروبی آب، داده‌های این مطالعه نشان داد که شاخصهای میکروبی مورد بررسی در استخرها در برخی موارد با استاندارد استخرهای شنا (۱۸،۱۷،۲،۳) مطابقت نداشتند. بطوریکه داده‌ها نشان داد که ۳۷/۷۸٪ نمونه‌ها از نظر کل کلیفرمها بیش از حدود راهنما (۵۰۰MPN/100)، ۴۸/۸۹٪ نمونه‌ها از نظر کلیفرمهای مدفوعی بیش از حدود راهنما

[1] Spa

(۱۰۰MPN/100) و ۸٤/٤٤ ٪ نمونه ها از نظر HPC بیش از ۲۰۰ CFU/ml (حد راهنمای باکتری‌های هتروتروف) آلودگی داشتند. داده‌ها حاکی از عدم تخطی آلودگی به استرپتوکوک‌های مدفوعی از حد مجاز (۱۰۰MPN/100) در کل دوره تحقیق در آبگرم‌های مورد بررسی بود. مطالعه‌ای در نیجریه نشان داد که ۲۰ درصد نمونه های استخر از نظر کلیفرمهای مدفوعی و ٤۰ درصد نمونه ها از نظر فیکال استرپتوکوکها از استاندارد تبعیت نکرده بودند. مطالعه مذکور نشان داد که کلیه استخرهای مورد بررسی HPC بیش از حد استاندارد داشتند. همچنین عنوان شد که در ۱۵ مورد از ۲۰ استخر مورد بررسی هیچ رشدی از باکتریهای کلیفرم مشاهده نگردید (۱۲).

داده‌های مطالعه حاضر نشان داد که در مجموع ۵ ماه نمونه‌برداری تنها ۱۳/۳۳ درصد نمونه‌ها در مقایسه با حد مجاز استافیلوکوکوس اورئوس (۳)، در محدوده استاندارد قرار داشتند (MPN/100<50)، در نتیجه آلودگی ۸۶/۶۷ درصدی در چشمه‌های آبگرم معدنی شهرستان نیر زنگ هشداری برای وقوع بیماریهای پوستی و عفونت‌های احتمالی برای شناگران به شمار می‌آید. مطالعه یوسفی بر روی استخرهای شهر ساری در سال ۱۳۸۸ نیز آلودگی ۹۱/۳ درصدی نمونه ها را نشان داد (۱٤) که در مقایسه با مطالعه حاضر و با توجه به اینکه استخرهای مطالعه مذکور از حدود ۰/۳ تا ۲/۳ میلیگرم در لیتر کلر باقیمانده داشته اند، وقوع چنین حجمی از آلودگی میکروبی قابل توجه است. این در حالی است که آلودگی آبگرمهای مطالعه حاضر در شرایط عدم حضور کلر باقیمانده ناشی از کلرزنی ناکافی رخ داده است. در مطالعه بللو[1] و همکاران در نیجریه درصد آلودگی استخرهای شنا به *S. aureus* ۱۰۰٪ برآورد گردید (۱۲). در مطالعه دیگری در یونان نشان داده شد که کیفیت میکروبی آب استخرهای شنا در ۳۲ درصد نمونه‌ها حداقل از نظر یکی از شاخص‌های میکروبی از جمله استافیلوکوکوس اورئوس از حد استاندارد بالاتر بوده است. در این مطالعه عنوان شد که ۹۶/۲ نمونه ها در استخرهای آموزشی کودکان، ۷۱/۹ درصد استخرهای آبدرمانی بیمارستانی و ۹۷/۷ درصد استخرهای عمومی در محدوده مجاز از نظر استافیلوکوکوس اورئوس قرار داشتند (۱۵) که در مقایسه با مطالعه حاضر وضعیت مطلوبی را نشان می دهد. در مطالعه ای در اسپانیا نیز مشخص گردید که آلودگی استخرهای شنا که از آب دریا و آب شیرین کلرزنی شده تغذیه می شدند، در درجه اول ناشی از *S. aureus* و در درجه دوم ناشی از گونه‌های مایکوباکتریوم بوده است (۱۶).

نتیجه گیری

با توجه به یافته های مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود که پایش مستمر آب‌های گرم معدنی شهرستان نیر در کنار نوسازی و مدرنیزاسیون استخرها، آموزش مناسب و مداوم بهداشت فردی به روستاییان استفاده کننده از آبها و محدود نمودن تعداد شناگران، با جدیت بیشتری توسط مسئولین امر مد نظر قرار گیرد. بعلاوه لزوم تدوین استانداردهایی مختص آبهای گرم معدنی که بدون لطمه زدن به خواص درمانی و طبیعی آنها بیشترین مطابقت را با شرایط استخرهای مطلوب داشته باشد کاملاً مشهود است. پیشنهاد می گردد که در مطالعات آتی روش‌های مناسب و کارآمد جهت تصفیه و گندزدایی آبهای گرم معدنی، بصورت مقایسه ای، با استفاده از ترکیبات و روش‌های مختلف در قالب طرح‌های پایلوت مورد بررسی قرار گیرد.

[1] Bello

تشکر و قدردانی

این مطالعه بخشی از پروژه مصوب شورای محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل می‌باشد که نویسندگان بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را اعلام می دارند.

References

1-Neghab M, Gorji H, Baghapour MA, Rajaiifard AR. A survey on contamination situation of Shiraz swimming pools. J Kord uni med sci. 2005Apr; 31(1): 41-49. (In Persian)
2-Salvato JA. Environmental Engineering and sanitation, 4th ed. John Wiley and sons, New York U.S.A.1992.
3-Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Standard no. 9412, swimming pools water-microbiological specifications. Tehran: The institute; 2009. (In Persian)
4-Robinton ED, Mood EW. A quantitative and qualitative appraisal of microbial pollution of water by swimmers: a preliminary report. J Hyg (London). 1966 Dec;64:489-99. http://dx.doi.org.
5-Begier EM, et al. A high-morbidity outbreak of methicillin- resistant Staphylococcus aureus among players on a college football team, facilitated by cosmetic body shaving and turf burns. Clin Infect Dis. 2004 Apr;39:1446-53. http://dx.doi.org/10.1086/425313
6-Tubs: Health and Safety Tips. The Provincial Government, British Columbia, Canada.
7-Tablan OC, Anderson LJ, Arden NH, Breiman RF, Butler JC, McNeil MM, and the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for Prevention of Nosocomial Pneumonia. Atlanta: US Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, 1994.
8-Broadbent C. Guidance on water quality for heated spas. Rundle Mall SA (Australia): South Australian Health Commission (for the National Environmental Health Forum), 1996.
9-Gerba CP. Ensuring safety: Why the industry needs to standardize residential pool and spa sanitization equipment. Aqua. 1999 Mar.
10- National Center for Injury Prevention and Control, (US). Disease Control and Prevention. Washington: The institute, 2000.
11- Delgado M, Garcia H, Hormigo F, de la Torre H, Marante A. A microbiological and physicochemical analysis of the water in swimming pools of the island of Tenerife. Rev. Sanid. Hig. Publica (Madr.). 1992 Sep;66:281-289.
12- Bello O, Mabekoje O, Egberongbe H, Bello T. Microbial qualities of swimming pools in Lagos, Nigeria. Int. J of Appld. Sci and Tech. 2012 Oct; 2 (8):89-96.
13- APHA, AWWA,WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th ed. USA.1999.
14- Yousefi Z. Study of the Pollution Condition of Swimming Pools in Sari City for the Staphylococcus aureus. Iran. J. Health & Environ. 2009 Dec; 2(3): 178-187. (In Persian)
15- Papadopoulou Ch, 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. Available online at: www.elsevier.de/ijheh
16- Delgado M, Garcia H, Hormigo F, de la Torre H, Marante A. A microbiological and physicochemical analysis of the water in swimming pools of the island of Tenerife. Rev. Sanid. Hig. Publica (Madr.). 1992 Aug;66:281-289.
17- Health ministry of Iran. Guidelines for swimming pools monitoring and control. Tehran: The center of environmental and occupational health; 2007.
18- World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: WHO Press; 2006.
19- Carlson S, Hasselbarth U, Mecke P. The evaluation of the disinfectant action of chlorinated water in swimming pools through determination of the redox potential. Arch Hyg Bakteriol 1968 Apr;152:306-20.

20- Lund E. Inactivation of poliomyelitis virus by chlorination at different oxidation potentials. Arch Gesamte Virusforsch. 1991Aug;11:330- 42.
21- World Health Organization. Guidelines for safe recreational water environments, volume 2: swimming pools and similar environments. 2006 [cited 2007 Aug 27]. Available from: URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2full.pdf
22- Kim YH. Evaluation of redox potential and chlorine residual as a measure of water disinfection. Presented at the 54th International Water Conference; 1993 Oct;11-13; Pittsburgh.
23- Kim C, Hung Y, Brackett RE. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. Int J Food Microbiol 2000 May;61:199-207.
24- World Health Organization (WHO). International standards for drinking water. 3rd ed. Geneva: The Organization; 1971.
25- Minnesota Department of Health. Minnesota Department of Health 2005 gastroenteritis outbreak summary [cited 2007 Aug 20]. Available from: URL: http://www.health.state.mn.us/ divs/idepc/dtopics/foodborne/outbreak/outbreaks2005.pdf
26- Environmental public health division. Public pools standards and guidelines. NewFoundland, Labrador, Canada. 2011.

Quality Indices of Water in Nir Thermal Springs: Emphasizing on *Staphylococcus aureus*

Bagheri Ardebilian P[1], Sadeghi H[2], Fazlzadeh davil M [3]*, Rostami R[4], Poureshgh Y[5], Mohamadnia A[6]

1. BSc in Department of Environmental Health, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences
2. PhD Student of Environmental Health Engineering, School of Health, Tehran University of Medical Sciences and academic member in Ardabil University of Medical Sciences
3. MSc of Environmental Health Engineering, Academic Member in School of Health, Ardabil University of Medical Sciences
4. PhD Student of Environmental Health Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran
5. PhD Student of Environmental Health Engineering, Hamadan University of Medical Sciences
6. MSc of Information Technology, Academic member of Ardabil University of Medical Sciences

***Corresponding author.** Tel: +984515513775 Fax: +984515512004 E-mail: m.fazlzadeh@gmail.com

Received: 30 Apr 2013 Accepted: 26 Sep 2013

ABSTRACT

Background & Objectives: This study aimed at evaluating the water quality of thermal springs of Nir, Ardabil province, with emphasize on *S. aureus* bacteria, as one of the organisms that involved in skin and eye infection, in the first half of 2011.

Methods: In this study, 45 samples were collected from all thermal springs of Nir from May to September. The levels of free residual chlorine, temperature, pH, turbidity, H_2S, ORP, DO, and EC were measured in situ by portable devices. Total coliform, fecal coliform, *Staphylococcus aurous*, fecal streptococci and HPC were determined according to Standard methods for examination of water and wastewater.

Results: The results showed that the highest levels of contamination to total coliform, fecal coliform, *Staphylococcus aurous*, and HPC were occurred in July. The lowest contamination to fecal streptococcus (maximum 11 MPN/100) was observed in August. Significant difference was observed between the months of sampling and *S. aureus* contamination (p<0.001). On the other hand, *S. aureus* contamination showed significant inverse correlation with water temperature and directly correlated with turbidity (p<0.05). There has been no statistically significant correlation between bacterial contamination and pH and H_2S.

Conclusion: The results showed that *Staphylococcus aureus* contamination level in 86.67% of samples were higher than the standard limits (MPN/100<50), which is a significant alarm for occurrence of skin diseases and probable infections to swimmers.

Keywords: Thermal Springs; Swimming Pools; Water Quality Indices; *Staphylococcus aureus*