

## ***Pseudomonas aeruginosa* in Public Hot Spring Pools of Ardabil Province**

Sadeghi H<sup>1</sup>, Bagheri Ardebilian P\*<sup>1</sup>, Fazlzadeh Davil M<sup>1</sup>, Rostami R<sup>2</sup>, Poureshgh Y<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Health, School of Health, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran

<sup>2</sup> Department of Environmental Health, School of Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

<sup>3</sup> Department of Environmental Health, School of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

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

Received: 8 April 2012 Accepted: 23 September 2012

### **ABSTRACT**

**Background & Objectives:** Considering the effect of *Pseudomonas aeruginosa* on public health as one of the most important microorganisms in swimming pools, this study was conducted to assess the possibility of contamination of hot spring pools with this organism in Ardabil province.

**Methods:** In this study, 195 specimens were investigated from all public hot spring pools of Ardabil province during April to September 2011 when the number of swimmers reaches its peak. Standard method was used to investigate the presence or absence of *P. aeruginosa* in the volume of 100 ml collected samples.

**Results:** The rates of contamination with *P. aeruginosa* at different months were as follows: April 17.5%, May 22.5%, June 22.5%, July 25% and August 20%. There was no statistically significant difference for *P. aeruginosa* contamination within the months. However, a statistically significant difference was considered for *P. aeruginosa* among all locations ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Totally, 22.9% of specimens revealed *P. aeruginosa* which is alarming. So, it is suggested that monitoring and disinfection the public hot spring pools should be considered more seriously. It is also necessary to limit the number swimmers in public hot spring pools to reduce burden of contamination.

**Keywords:** Hot Spring, *Pseudomonas aeruginosa*, Public Pools, Ardabil

# بررسی وجود باکتری سودوموناس آئروژینوزا در استخرهای آبگرم معدنی استان اردبیل

هادی صادقی<sup>۱</sup>، پری باقری اردبیلیان<sup>۱\*</sup>، مهدی فضل زاده دویل<sup>۱</sup>، روح اله رستمی<sup>۲</sup>، یوسف پورعشق<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران <sup>۲</sup> گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران

پزشکی سمنان، سمنان، ایران <sup>۳</sup> گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۴۵۱ ۵۵۱۳۷۷۵ - فکس: ۰۴۵۱ ۵۵۱۲۰۰۴ - E-mail: paribagheri@gmail.com

## چکیده

**زمینه و هدف:** با توجه به اهمیت باکتری سودوموناس آئروژینوزا بعنوان یکی از مهمترین ارگانوسم‌های دخیل در عفونت‌های ناشی از شنا در استخرهای عمومی نظیر التهاب و عفونت‌های پوستی و در راستای ارزیابی وضعیت استخرهای آبگرم معدنی، این مطالعه در نیمه اول سال ۱۳۹۰ در کلیه استخرهای معدنی استان اردبیل صورت گرفت.

**روش کار:** در این مطالعه تعداد ۱۹۵ نمونه از استخرهای آبگرم معدنی استان اردبیل و در زمان حداکثر حضور شناگر، در طی ماههای اردیبهشت تا شهریور برداشته شد. بررسی باکتری سودوموناس آئروژینوزا بروش حضور و غیاب در ۱۰۰ سی‌سی نمونه، مطابق مرجع بین المللی «روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب» صورت گرفت.

**یافته‌ها:** داده‌ها نشان داد که ۱۷/۵٪ (نمونه ۷) در اردیبهشت، ۲۲/۵٪ (نمونه ۹) در خرداد، ۲۲/۵٪ (نمونه ۹) در تیر، ۲۵٪ (نمونه ۱۰) در مرداد و ۲۰٪ (نمونه ۸) در شهریورماه آلوده به سودوموناس آئروژینوزا بودند. تفاوت معنی‌داری ما بین ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در آلودگی به سودوموناس وجود نداشت. اما نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار برای مقادیر سودوموناس آئروژینوزا در مناطق مختلف بود ( $p < 0.05$ ).

**نتیجه گیری:** در طول دوره تحقیق در ۲۲/۹٪ نمونه‌ها، آلودگی به سودوموناس آئروژینوزا وجود داشت که با توجه به استاندارد استخرهای شنا در رابطه با لزوم عدم وجود این باکتری، درصد نسبتاً بالایی می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود که پایش مستمر آب‌های گرم معدنی در کنار گندزدایی مناسب و مداوم آب و نیز محدود نمودن تعداد شناگران در واحدهای زمانی، با جدیت بیشتری توسط مسئولین و مالکین بخش خصوصی مد نظر قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** آبگرم معدنی، سودوموناس آئروژینوزا، استخرهای عمومی، اردبیل

پذیرش: ۹۱/۷/۲

دریافت: ۹۱/۱/۲۰

## 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 آن جمله می‌توان میزان

کدورت<sup>۱</sup> آب، درجه حرارت، کلر باقیمانده<sup>۲</sup>، pH و نیز شاخصهای میکروبی نظیر گروه باکترهای کلیفرم، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوک اورئوس، شمارش بشقابی هتروتروفیک (HPC)<sup>۳</sup> و غیره 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 کافی نبودن مراحل تصفیه آب استخر، علاوه

<sup>1</sup> Turbidity

<sup>2</sup> Residual chlorine

<sup>3</sup> Heterotrophic Plate Count

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].

سودوموناس آئروژینوزا باکتری گرم منفی، میله‌ای شکل، متحرک، کاتالاز مثبت و هوازی است که در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد و pH ۵/۸ تا ۸ به خوبی رشد می‌کند. این باکتری گستردگی زیادی در محیط‌های طبیعی داشته و بیماری‌زای فرصت طلب محسوب می‌شود [۳].

سودوموناس آئروژینوزا بخشی از فلور طبیعی گلو، غشاهای مخاطی و پوست بدن انسان بوده و از آنجاییکه در محیط‌های گرم و مرطوب بخوبی رشد و تکثیر می‌یابد، در مکانهایی نظیر استخرها و چشمه‌های آبگرم نیز که در تماس مداوم با پوست و ترشحات بدن می‌باشند رشد کرده و برای شناگران ایجاد مشکلات بهداشتی از جمله التهاب و عفونت‌های پوستی می‌نماید [۴،۵].

از مطالعاتی که در زمینه کیفیت بهداشتی استخرهای شنا انجام شده است می‌توان به مطالعه نقاب و همکاران در شیراز اشاره کرد که طی آن مشخص گردید که بیشترین آلودگی در استخرهای شنا فعال در این شهرستان، مربوط به سودوموناس با ۵۱/۳٪ بوده است [۱]. جابری نیز در سال ۱۳۸۲ به بررسی آسیب‌های شنا ناشی از آلودگی استخرها در شهر مشهد پرداخته و در این پژوهش میزان شمارش باکتری‌ها، میزان کلر و pH را مورد بررسی قرار داده است [۶]. مهدی‌نژاد در سال ۱۳۸۲ با تعیین شاخص‌های بهداشتی کیفی آب کلیه استخرهای شنا در شهر گرگان نشان داد که بسیاری از استخرها دارای آلودگی‌های مختلف میکروبی بوده و راندمان کلرزنی پائین‌تر از حد استاندارد بوده است [۷]. مطالعات انجام شده توسط بلک<sup>۱</sup> نشان داد که

میکروبی‌های بیماری‌زایی که از آب استخرها جدا شده‌اند کلی فرم و سودوموناس بوده و نقش گندزدایی آب در این مورد موثر است [۸]. در تحقیق دیگری لئون<sup>۲</sup> و همکاران به بررسی کیفیت میکروبی استخرهای شنا پرداخته و گونه‌های لژیونلا و نیز سودوموناس آئروژینوزا را مورد بررسی قرار دادند و ارتباط حضور توأمان این دو گروه باکتری را معنی دار ارزیابی کردند [۹]. همچنین 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 بوده‌اند. این همه‌گیری‌ها در مجموع ۲۰۹۳ نفر را درگیر کرده‌اند که در میان همه‌گیری‌های غیر گاسترو آنتریتی، از ۲۳ مورد، ۷ مورد (بیشترین همه‌گیری) در اثر سودوموناس آئروژینوزا اتفاق افتاده است [۱۰]. همچنین در ایالات متحده بیشترین بیماری‌های مرتبط با چشمه‌های آب گرم معدنی که به‌عنوان استخرهای تفریحی استفاده می‌شدند، التهاب و عفونت‌های پوستی ناشی از سودوموناس آئروژینوزا بوده است، به‌گونه‌ای که در بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۴، ۴۸ مورد شیوع بیماری‌های پوستی ناشی از این باکتری در ۹۵۱ استخر آب گرم گزارش شده است [۱۱].

با توجه به مطالب عنوان شده و با توجه به اهمیت حضور باکتری سودوموناس آئروژینوزا که به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی کیفیت استخرهای آبگرم مطرح می‌باشد و نظر به عدم وجود کنترل بر روی این میکروارگانیسم در استخرهای معدنی در استان اردبیل، در راستای ارزیابی وضعیت این استخرها از نظر حضور باکتری ذکر شده و پیش‌بینی وقوع همه‌گیری‌های ناشی از این ارگانیسم در جمعیت‌های هدف، این مطالعه در نیمه اول سال ۱۳۹۰ و بر روی استخرهای آبگرم معدنی استان

<sup>۲</sup> Leoni<sup>۱</sup> Black

اردبیل و بعنوان بخشی از یک مطالعه گسترده در زمینه بررسی شاخصهای کیفی این استخرها صورت گرفت.

### روش کار

در این مطالعه که یک مطالعه توصیفی-مقطعی می‌باشد تعداد ۱۹۵ نمونه از استخرهای آبگرم معدنی استان اردبیل در طی ماههای اردیبهشت تا شهریور سال ۹۰ برداشته شد. با توجه به تاکید مرجع بین المللی «روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب» در زمینه برداشت نمونه از استخرها در زمان حداکثر حضور شناگران [۱۲]، این ۵ ماه بعنوان پر بارترین ماههای سال از نظر حضور شناگر، جهت نمونه برداری انتخاب شدند. جامعه مورد نظر استخرهای آبگرم معدنی استان اردبیل شامل استخرهای سنتی و مدرن در شهرهای سرعین، مشگین شهر، نیر، خلخال و روستای سردابه بود که در طول ۵ ماه مجموعاً ۱۹۵ نمونه به ازای هر ماه ۳۹ نمونه (یک نمونه از منبع و یک نمونه از استخر) برداشته شد. لازم به ذکر است که در برخی از استخرها که سازه استخر بر روی چشمه بنا شده بود نمونه استخر و منبع یکسان بوده و به برداشت یک نمونه ترکیبی اکتفا شد. نمونه برداری مطابق روش 9213B کتاب «روشهای استاندارد برای آزمایشات آب و فاضلاب» [۱۲] که مورد تایید انجمن امور آب آمریکا (AWWA)<sup>۱</sup> و انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA)<sup>۲</sup> بوده و در سراسر جهان بعنوان مرجع استاندارد پذیرفته شده است، 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 ۴ درجه سانتی گراد (در مجاورت بسته های یخ و در داخل کلد باکس)، به آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل انتقال می‌یافت. میزان کلر آزاد باقیمانده، دما و pH توسط دستگاه پرتابل مدل Sension شرکت HACH آلمان و در همان محل نمونه برداری اندازه‌گیری می‌شد. میزان کدورت نمونه‌ها نیز به وسیله دستگاه کدورت سنج پرتابل مدل 2100P شرکت HACH در محل نمونه برداری اندازه‌گیری و برحسب NTU<sup>۳</sup> ثبت می‌گردید. آزمایشات مربوط به سودوموناس آئروژینوزا، بعنوان یکی از مهمترین ارگانسیم‌های دخیل در عفونت‌های مرتبط با استخرها، در آزمایشگاه میکروبیولوژی محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اردبیل انجام گردید.

بررسی وجود سودوموناس آئروژینوزا طبق روش‌های 9213F و 9221D کتاب روشهای استاندارد و به روش حضور و غیاب (P/A)<sup>۴</sup> صورت گرفته و محیط کشت آسپاراژین برات در مرحله احتمالی<sup>۵</sup> مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌های مثبت با مشاهده رنگ سبز فلورسانس در مقابل لامپ UV<sup>۶</sup> با طول موج بلند که اصطلاحاً نور سیاه<sup>۷</sup> نامیده می‌شود، به محیط کشت مرحله تاییدی<sup>۸</sup>، استامید برات، منتقل گردید. در مرحله دوم مشاهده رنگ صورتی در استامید برات پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۵±۰/۵<sup>۸</sup> نشان‌دهنده حضور سودوموناس آئروژینوزا بود که بصورت حضور یا عدم حضور در ۱۰۰ سی‌سی نمونه گزارش می‌گردید. در این روش شمارش باکتری صورت نمی‌گیرد که علت عدم شمارش باکتریها در نمونه، استانداردهای موجود برای باکتری مذکور می‌باشد.

<sup>3</sup> Nephelometric Turbidity Unit

<sup>4</sup> Presence-Absence Test

<sup>5</sup> Presumptive Phase

<sup>6</sup> Ultra Violet

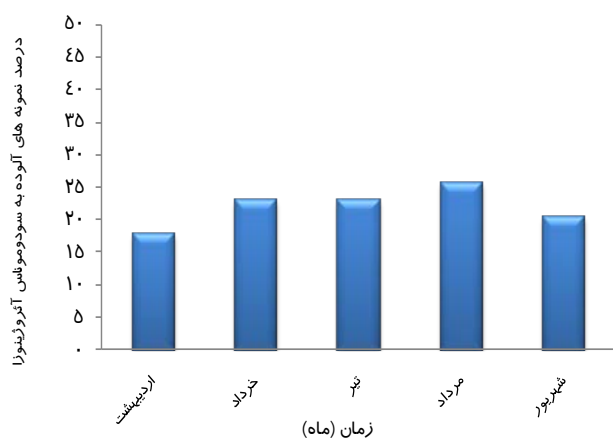
<sup>7</sup> Black Light

<sup>8</sup> Confirm Phase

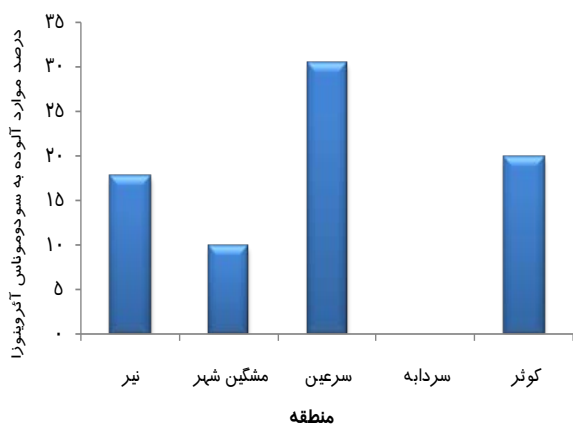
<sup>1</sup> American Water Work Association

<sup>2</sup> American Public Health Association

کدها، حروف P و S در بخش دوم اسامی، بترتیب نشاندهنده استخر<sup>۱</sup> و منبع<sup>۲</sup> می‌باشد.



نمودار ۱. درصد موارد مثبت از نظر وجود سودوموناس آئروژینوزا در آبهای گرم معدنی، به تفکیک ماه



نمودار ۲. درصد موارد مثبت از نظر وجود سودوموناس آئروژینوزا در آبهای گرم معدنی، به تفکیک منطقه

نتایج نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار برای موارد مثبت سودوموناس در مناطق مختلف بود ( $p < 0.05$ ). ولی تفاوت معنی‌داری بین ماههای مختلف نمونه‌برداری در آلودگی به سودوموناس وجود نداشت. به طور کلی در طول ماه‌های نمونه برداری در ۲۲/۹٪ موارد آلودگی به سودوموناس وجود داشت.

در جداول ۲ و ۳ خصوصیات فیزیکوشیمیایی آبهای مورد بررسی به تفکیک مناطق و ماههای مربوطه آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد

مطابق جدول ۱ وجود هر تعداد *P. aeruginosa* در ۱۰۰ سی‌سی نمونه آب استخر، نامطلوب بوده و هرگونه حضور باکتری فوق در آب استخر، عدم گندزدایی کافی و کیفیت نامناسب آب را نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقادیر مجاز سودوموناس آئروژینوزا در آب استخرهای شنا مطابق استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و ایران [۱۳، ۱۴]

مقادیر استاندارد	استاندارد
<i>P. aeruginosa</i>	
< ۱ در ۱۰۰ میلی لیتر	WHO
منفی در ۱۰۰ میلی لیتر	ایران

داده های بدست آمده در نهایت توسط نرم افزارهای Excel و SPSS-16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. آزمونهای آماری تی تست یک طرفه و پیرسون برای تحلیل داده ها استفاده گردید.

## یافته‌ها

نتایج این بررسی نشان داد که در کل دوره تحقیق (اردیبهشت تا شهریور ۱۳۹۰) میزان کلر آزاد باقیمانده در تمامی نمونه‌ها صفر بوده است. نمودار ۱ درصد نمونه‌های مثبت در ماه‌های مختلف و نمودار ۲ درصد نمونه‌های مثبت در مناطق مختلف استان را نشان می‌دهد. همچنین همانطور که در نمودار ۳ دیده می‌شود نمونه‌های برداشت شده از ۲۴ آبگرم معدنی (شامل استخر و منبع) در کل دوره زمانی تحقیق از نظر سودوموناس منفی بوده‌اند. همچنین نمونه‌های مربوط به P-P و GG-P در کل دوره زمانی تحقیق، دارای آلودگی به باکتری سودوموناس آئروژینوزا بوده‌اند.

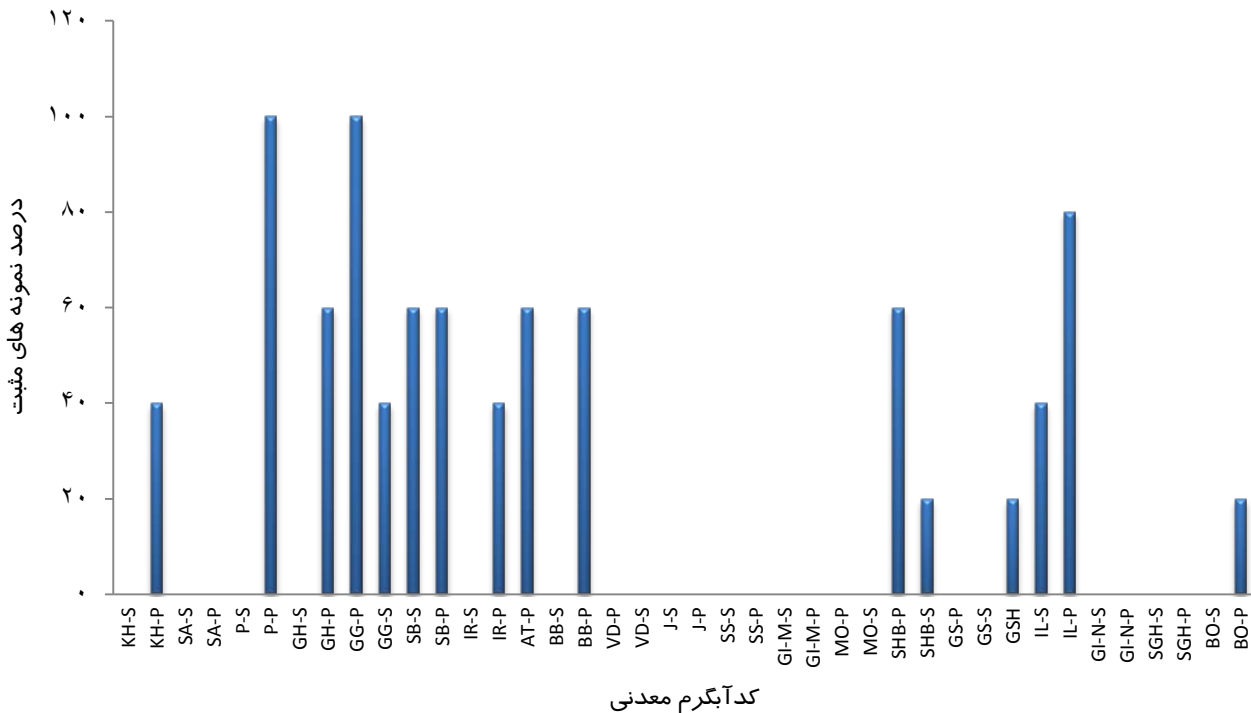
لازم است به این نکته اشاره گردد که به دلیل رعایت اخلاق در پژوهش و محرمانه بودن نتایج تحقیق، اسامی آبگرم‌های معدنی اردبیل بصورت کدهای قراردادی پژوهشگر نشان داده شده است. در این

<sup>1</sup>. Pool

<sup>2</sup>. Source

میانگین کدورت‌های ثبت شده در طول ۵ ماه نشان می‌دهد که بیشترین مقدار مربوط به SB-P با ۵۳/۱ واحد کدورت (NTU) بوده و کمترین مقدار مربوط به آبگرم SHB-S با ۰/۸ NTU بود. با توجه به جدول ۲، آزمون آماری آنالیز واریانس انجام شده تفاوت معنی داری را برای پارامترهای فیزیکوشیمیایی بین ماه‌های مختلف در مناطق نمونه برداری نشان نداد.

بیشترین دما در GI-M-S با میانگین ۵۸/۴ و کمترین دما در VD-S با ۹/۱ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسیده است. همچنین pH مربوط به AT-P و KH- P ۷/۳ ثبت گردید که بیشترین رقم ثبت شده و در محدوده خنثی بود. این در حالی بود که GH-P و GH-S در مشکین شهر به ترتیب با ۳ و ۳/۱ کمترین pH را به خود اختصاص دادند که نشان‌دهنده شرایط کاملاً اسیدی در این آب‌معدنی بود. همچنین بررسی



نمودار ۳. درصد نمونه های مثبت از نظر وجود سودوموناس آئروژینوزا در مجموع ۵ ماه، به تفکیک استخرهای مورد بررسی

جدول ۲. مشخصات فیزیکوشیمیایی مناطق مختلف و مقایسه آنها

میانگین pH	کلر آزاد باقیمانده	میانگین دما	میانگین کدورت	منطقه
۷/۰۹±۰/۳۱	.	۴۸/۱۳±۵/۹۳	۲۵/۹۴±۱۹/۵۸	کوثر
۴/۵۸±۰/۳۵	.	۲۹/۹۱±۱۰/۲	۱۵/۶۳±۱۲/۱۲	سردابه
۶/۲۳±۰/۴۴	.	۳۷/۸۳±۸/۲۳	۱۶/۳۴±۱۴/۸۶	سرعین
۵/۴۹±۱/۵۵	.	۴۱/۶۵±۷/۱	۵/۹۸±۶/۱۳	مشکین شهر
۶/۶۲±۰/۲۹	.	۴۲/۶۹±۶/۷۹	۸/۴±۸/۳	نیر
<۰/۰۱	.	<۰/۰۱	<۰/۰۱	p
۰/۹۹	.	۰/۹۶	۰/۷۵	p بین ماههای نمونه برداری

جدول ۳. میانگین، انحراف معیار و دامنه کدورت، دما و pH در نیمه اول سال ۱۳۹۰ برای آبهای گرم معدنی استان اردبیل، به تفکیک ماه

پارامتر	ماه	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور
میانگین		۱۴/۶۱	۱۴/۱۱	۱۱/۹۸	۱۱/۴۴	۱۱/۶۳
کدورت (NTU)	انحراف معیار	۱۴/۷۳	۱۵/۷۲	۱۲/۶۸	۱۱/۳۴	۱۱/۸۸
دامنه		۰/۴-۶۷/۷	۰/۲-۵۶/۹	۰/۹-۵۶/۲	۰/۴-۳۶	۰/۶-۴۸/۹
میانگین		۴۰/۱۴	۳۸/۹۶	۴۰/۰۷	۴۰/۲۹	۴۰/۰۷
دما (°C)	انحراف معیار	۸/۸۹	۱۰/۸۴	۸/۹۰	۶/۴۶	۶/۶۵
دامنه		۲/۷-۵۹	۳/۴-۵۹/۴	۱/۸-۵۹	۱۹/۳-۵۸/۶	۱۸/۵-۵۹/۲
میانگین		۶/۱۸	۶/۱۵	۶/۱۲	۶/۰۶	۶/۱۰
pH	انحراف معیار	۰/۹۹	۰/۹۸	۱/۰۰	۰/۹۹	۰/۹۲
دامنه		۳/۱-۷/۳۵	۳/۱۹-۷/۳۳	۲/۷۷-۷/۳۲	۳/۰۵-۷/۳۶	۲/۹۲-۷/۵۷

### بحث

در مطالعه حاضر از مجموع ۱۹۵ نمونه در کل دوره تحقیق، ۴۳ نمونه (۲۲٪) از نظر وجود سودوموناس آئروژینوزا مثبت بود. باید توجه داشت که وجود هر تعداد *P. aeruginosa* در ۱۰۰ سی‌سی نمونه آب استخر، نامطلوب می‌باشد و هرگونه حضور باکتری فوق در آب استخر، عدم گندزدایی کافی و کیفیت نامناسب آب را نشان می‌دهد [۱۳، ۱۴].

باربن<sup>۱</sup> و همکاران در مطالعه خود در سال ۲۰۰۵ در کشور سوئیس نشان داده‌اند که ۳ مورد از مجموع ۱۱۷ نمونه برداشت شده از ۴۶ استخر شنای عمومی در طول تابستان آلوده به سودوموناس آئروژینوزا بوده‌اند [۱۵]. مطالعه مشابهی در آلمان نشان می‌دهد که ۵٪ استخرهای شنای عمومی آلوده به باکتری مذکور بوده‌اند [۱۶]. مطالعه دیگری در استرالیا در اوایل دهه ۱۹۸۰ نشان داد که ۷٪ از استخرهای شنای خصوصی تصفیه شده با کلر، آلوده به سودوموناس آئروژینوزا بوده‌اند. این مطالعه همچنین نشان داد که این استخرها بصورت کافی و مناسب کلرزنی نشده بودند [۱۷]. همچنین در مطالعه‌ای در ایرلند در سال ۲۰۰۲ شیوع بسیار بالایی از حضور باکتری سودوموناس آئروژینوزا گزارش شده است، در این مطالعه عنوان شده است که ۳۸٪

استخرهای شنا و ۷۳٪ جکوزی‌ها و چشمه‌های آب گرم آلوده بوده‌اند [۱۸]. همچنین بررسی ۲ ساله بین سال‌های ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷ در ناپل ایتالیا بر روی ۷ استخر بیانگر آلودگی هر هفت استخر به سودوموناس آئروژینوزا با تعداد میکروارگانیسم در طیف ۲-۱۵<sup>۲</sup> CFU/ml بود [۱۹].

در تحقیقی ۸ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹۷) در یونان گزارش گردید که ۳۶/۴٪ نمونه‌ها در استخرهای آب درمانی و ۴/۶٪ نمونه‌های استخرهای آموزش کودکان به سودوموناس آئروژینوزا آلوده بودند و هیچ آلودگی به این ارگانیسم در استخرهای عمومی ورزشی مشاهده نگردید [۲۰]. در مطالعه‌ای مشابه بر روی استخرهای شنای شهر شیراز مشاهده گردید که ۵۱/۳٪ نمونه‌های میکروبی آلوده به سودوموناس بودند، همچنین از لحاظ آماری مشخص گردید که کیفیت میکروبی در نمونه‌های فاقد کلر آزاد باقیمانده و نمونه‌های حاوی کلر تفاوت معناداری دارد [۱].

لذا نتایج مطالعه حاضر که نشان‌دهنده ۲۲٪ نمونه مثبت از نظر سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد، در مقایسه با مطالعه مور<sup>۳</sup> و همکاران در ایرلند [۱۸] و مطالعه انجام شده در یونان [۱۹] و شیراز [۱]

<sup>۲</sup> Colony Forming Units

<sup>۳</sup> Moore

<sup>۱</sup> Barben

وضعیت بهتر و در مقایسه با مطالعات انجام شده در سوئیس، آلمان و استرالیا [۱۶-۱۴] وضعیت نامناسبتر استخرهای آبگرم را نشان می‌دهد.

در رابطه با پارامترهای فیزیکی مورد بررسی، مقایسه نتایج بدست آمده با استاندارد آب استخرهای شنا که کمتر از ۰/۵ NTU را بعنوان حد مطلوب کدورت معرفی کرده است [۳] نشان داد که کدورت در اغلب استخرها بالاتر از حد استاندارد بوده است (جدول ۲ و ۳). همچنین دما حداکثر ۵۸/۴ و حداقل ۹/۱ درجه سانتی‌گراد به ثبت رسید که نشان‌دهنده مغایرت با استانداردهای موجود می‌باشد، چرا که مطابق استاندارد دمای مناسب استخرهای شنا حدود ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعیین شده است [۳، ۱۳]. pH مربوط به یکی از استخرهای معدنی در مشگین شهر با عدد ۳ کمترین pH را به خود اختصاص داد که نشان‌دهنده شرایط کاملاً اسیدی در این آب‌معدنی بوده و با استاندارد مربوطه که این رقم را در محدوده خنثی (۷/۵-۷/۶) تعیین نموده است مغایرت داشت [۳]. البته با توجه به اینکه استانداردهای مذکور برای استخرهای غیر معدنی تدوین شده اند، این عدم تطابق، لزوم تدوین استانداردهای ویژه ای را برای آبهای معدنی بیش از پیش آشکار می‌سازد. چرا که برخی از استخرهای آب گرم معدنی بر روی چشمه‌های طبیعی احداث شده اند و املاح وارد شده به استخر یا سایر شرایط ویژه و طبیعی آب، خود می‌تواند دارای خواص درمانی باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد در چنین آب‌هایی بعنوان مثال افزایش کدورت ناشی از حضور شناگران، مورد پایش و کنترل قرار گرفته و بر اساس پایه کدورت طبیعی موجود، مورد ارزیابی قرار گیرد.

در کل دوره تحقیق (اردیبهشت تا شهریور ۱۳۹۰) میزان کلر آزاد باقیمانده در تمامی نمونه‌ها صفر بوده است. البته عملیات کلرزنی در برخی از استخرها صورت می‌گرفت که عدم وجود کلر باقیمانده و آلودگی باکتریایی موجود، نشان از ناکافی بودن مقدار

کلر یا عدم کلرزنی مداوم می‌باشد که در اغلب استخرها در حذف ارگانوسم‌های شاخص بیماریزا که در این مطالعه اختصاصاً باکتری سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد، تاثیر چشمگیری نداشته است. میزان کلر باقیمانده در حدود ۳-۵ میلی‌گرم در لیتر تعیین شده است [۱۴، 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.

در استخرهای AT و IR نیز از گاز ازن جهت گندزدایی استفاده می‌شد که این روش با توجه به عدم باقی گذاشتن باقیمانده در آب، چندان در حذف باکتری مورد بررسی کارآمد نبوده است. ذکر این نکته نیز ضروری به نظر می‌رسد که گندزدایی متداول استخر، در صورت عدم وجود نظارت بر روی تعداد شناگرانی که در واحد زمان از استخر استفاده می‌کنند، 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 [۱۳].

### نتیجه گیری

با توجه به مطالب عنوان شده، پیشنهاد می‌شود که پایش مستمر آب‌های گرم معدنی استان اردبیل در کنار محدود نمودن تعداد شناگران استفاده کننده از این آب‌ها، با جدیت بیشتری توسط مسئولین امر و مالکین بخش خصوصی آب‌های معدنی مد نظر قرار گیرد. بعلاوه لزوم تدوین استانداردهایی مختص آب‌های گرم طبیعی که بدون لطمه زدن به خواص درمانی و طبیعی آنها بیشترین مطابقت را با شرایط استخرهای مطلوب داشته باشد کاملاً مشهود است. همچنین پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آتی روش‌های مناسب و کارآمد جهت تصفیه و گندزدایی



**تشکر و قدردانی**

این مطالعه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب شورای پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل می‌باشد که بدین وسیله مراتب قدردانی نویسندگان مقاله اعلام می‌گردد.

آبهای گرم معدنی بصورت مقایسه‌ای با استفاده از ترکیبات و روشهای مختلف در قالب طرحهای پایلوت مورد بررسی قرار گیرد.

**References**

- 1- Neghab M, Gorji H, Baghapour MA, Rajaiifard AR. A survey on contamination situation of Shiraz swimming pools. J Kord uni med sci. 2005April; 31(1): 41-49. (Full text in Persian)
- 2- Salvato J, Nemerow N, Agardy F. Environmental Engineering, 5<sup>th</sup> ed. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.2003:1192-97.
- 3- Institute of Standards and Industrial Research of Iran. swimming pools water-microbiological specifications. Tehran: The institute; 2009. (Full text in Persian)
- 4- Zunino P, Beltran L, Zunino L, Mendez H, Percovich V, Rocca R, et al. Microbial quality of hemodialysis water in a three-year multicenter study in Uruguay. J Nephrol. 2002Jul-Aug;15(4): 374-379.
- 5- Wingender J, Flemming HC. Contamination potential of drinking water distribution network biofilms. Water Sci Tech. 2004; 49(11-12): 277-286.
- 6- Jaberi A. A survey on damages because of swimming in contaminated pools of Mashhad city [dissertation]. Tehran: Tarbiat modares university; 2005. (Full text in Persian)
- 7- Mahdinejad H. Determination of health indicators in swimming pools of Gorgan city. J Gorgan uni med sci, 2005Jan; 5(12): 89-95. (Full text in Persian)
- 8- Black AP, Kinman RN, Keirn MA, Smith JJ, Harlan WE. The disinfection of swimming pool waters, comparison of iodine and chlorine as swimming pool disinfectants. American J Public Health & Nations Health, 1970Mar; 60(3): 535-545.
- 9- Leoni E, Legnani PP, Bucci Sabattini MA, Righi F. Prevalence of *legionella* spp. In swimming pool environment. J Water Research. 2001Oct; 35(15):3749-53.
- 10- National center for injury prevention and control, (US). Disease control and prevention. Washington: The institute, 2000.
- 11- Freije MR. Spas, hot tubs and whirlpool bathtubs: a guide for disease prevention. USA: HC Information Resources Inc, 2000:1-3.
- 12- American water work association, American public health association, Water environment federation. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20<sup>th</sup> ed. USA.1999.
- 13- Health ministry of Iran. Guidelines for swimming pools monitoring and control. Tehran: The center of environmental and occupational health; 2007.
- 14- World health organization. Guidelines for safe recreational water environments. Geneva: WHO Press; 2006.
- 15- Barben J, Hafen G, Schmid J. *Pseudomonas aeruginosa* in public swimming pools and bathroom water of patients with cystic fibrosis. J Cystic Fibrosis. 2005 Dec; 4(4), 227– 231.
- 16- Schindler PRG, Metz H, Hellwig R. *Pseudomonas aeruginosa* in swimming pool waters. J Zent Bakteriologie. 1978;16(7):462– 9.
- 17- Millis NF, Eager E, Hay AJ, Kasian PA, Pickering WJ, Tan MA. Survey of bacteria in private swimming pools. Med J. 1981Aug; 15(3): 573–5.
- 18- Moore JE, Heaney N, Millar BC, Crowe M, Elborn JS. Incidence of *Pseudomonas aeruginosa* in recreational and hydrotherapy pools. Commun dis public health 2002Jan;5(1):23– 6.

- 19- Guida M, Galle F, Mattei ML, Anastasi D, Liguori G. Microbiological quality of the water of recreational and rehabilitation pools: a 2-year survey in Naples, Italy. *Pub Health J.* 2009Aug; 12(3): 448–451.
- 20- 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.* 2008Jul; 211(3-4): 385–397.