



## بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شناگاه‌های دریای خلیج فارس در سواحل بندر بوشهر

وحید نوروزی کرباسدهی<sup>۱</sup>، سینا دوبرادران<sup>۱، ۲، ۳\*</sup>، سیده رقیه میراحمدی<sup>۱</sup>،

حبیب مختاری<sup>۴</sup>، حسین دارابی<sup>۵</sup>، فاطمه فرجی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده علوم زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

<sup>۳</sup> مرکز تحقیقات بهداشت محیط سیستمی، نفت، گاز و انرژی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

<sup>۴</sup> گروه مهندسی محیط زیست، گرایش آب و فاضلاب، واحد علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی

<sup>۵</sup> مرکز تحقیقات طب گرمسیری و عفونی خلیج فارس، پژوهشکده زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

(دریافت مقاله: ۹۳/۹/۲۵ - پذیرش مقاله: ۹۳/۱۱/۳۰)

### چکیده

**زمینه:** شنا به دلیل اثرات مفید روی مفاصل و احساس رضایت و شادابی توصیه زیادی شده است. اما متأسفانه تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی با سطح بالایی از پاتوژن‌ها، فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها به شناگاه‌های طبیعی، سلامت شناگران و اکولوژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. لذا این مطالعه به منظور بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی سواحل دریای خلیج فارس در بندر بوشهر و مقایسه با استانداردهای موجود انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه تعداد ۳۰ نمونه از سواحل پارک سیادت (TV)، پارک دانشجو و اسکله جفره در سال ۱۳۹۱ برداشت شد و میانگین باکتری‌های کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس، HPC و همچنین فلزات سنگین و BOD با روش استاندارد تعیین گردید. یافته‌ها: میانگین باکتری‌های کلیفرم کل، مدفوعی و سودوموناس به ترتیب ۵۴۰، ۱۶۵/۵۶ و ۶ MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر و میانگین باکتری‌های HPC ۱۵۸۰/۶۶ CFU/ml بود. میانگین غلظت آهن، روی، سرب، کادمیوم، کروم، مس و BOD نمونه‌ها نیز به ترتیب ۰/۱۶۷۶، ۰/۰۱۳، ۰/۰۲۵، ۰/۰۱۶، ۰/۰۳۹، صفر و ۲۱/۳ میلی‌گرم بر لیتر به دست آمد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که میانگین شاخص‌های میکروبی در تمامی ایستگاه‌ها از استانداردهای موجود بالاتر اما میانگین فلزات سنگین در تمامی نمونه‌ها از استانداردهای موجود پایین‌تر بود. این امر بیانگر تخلیه بیشتر فاضلاب شهری در مقایسه با فاضلاب صنعتی است. بنابراین سواحل شنا بوشهر از نظر شاخص میکروبی آلوده بوده و می‌تواند برای سلامتی شناگران خطرناک باشد.

**واژگان کلیدی:** بندر بوشهر، شاخص‌های میکروبی، فلزات سنگین، خلیج فارس

\*بوشهر، مرکز تحقیقات زیست فناوری دریایی خلیج فارس، پژوهشکده زیست پزشکی خلیج فارس، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

## مقدمه

کلیفرم‌های مدفوعی، سودوموناس آئروژنزا، استرپتوکوکوس فیکالیس، کلستریدیوم پرفرژنس و آئروموناس هیدروفیلا اشاره کرد (۷ و ۸). برابر رهنمود سازمان جهانی بهداشت (WHO) (World Health Organization) و کمیسیون اقتصادی اروپا (EEC) (European Economic Community) کیفیت میکروبی آب دریا جهت شنا به صورت جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱) استاندارد کیفیت مورد نیاز آب شناگاه‌ها انجمن اقتصادی اروپا و سازمان جهانی بهداشت (۹ و ۱۰)

| اجباری | راهنما | عوامل میکروبیولوژی                       |
|--------|--------|--|
| ۱۰۰۰۰  | ۵۰۰    | شمارش کل کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر         |
| ۲۰۰۰   | ۱۰۰    | شمارش کلیفرم‌های مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر |
| ۴۰۰    | ۱۰۰    | استرپتوکوک‌های مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر   |
| -      | ۰      | سودوموناس آئروژینوزا                     |

استاندارد ملی مؤسسه آب ایران جهت کیفیت میکروبی آب سواحل به منظور استفاده تفریحی و شنا نیز طبق جدول ۲ آمده است.

امروزه شمارش باکتری‌های هتروتروفیک (HPC) (Heterotrophic Plate Count) از جمله شاخص‌هایی است که به عنوان مکمل شاخص کلیفرم در کنترل کیفی آب مورد توجه قرار گرفته است (۱۴).

جدول ۲) شرایط کیفی آب شناگاه بر اساس استاندارد ملی ایران (آیین نامه وزارت بهداشت) (۱۱ و ۱۲)

| حداقل تواتر نمونه‌برداری | ایران | عوامل میکروبیولوژی                    |
|--------------------------|-------|---------------------------------------|
| دو هفته یکبار            | ۴۶۰   | کلیفرم کل در ۱۰۰ میلی‌لیتر            |
| دو هفته یکبار            | ۱۰۰   | کلیفرم مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر        |
| دو هفته یکبار            | ۱۰۰   | استرپتوکوک مدفوعی در ۱۰۰ میلی‌لیتر    |
| برحسب ضرورت              | ۰     | سودوموناس آئروژینوزا                  |
| برحسب ضرورت              | ۲۰۰   | باکتری‌های هتروتروفیک در هر میلی‌لیتر |

لازم به ذکر است همچنین مقررات و استاندارد آب استخرها و سواحل در آمریکا که طبق جدول ۳ ارائه

شنا به دلیل اثرات مفید روی مفاصل و احساس رضایت و شادابی توصیه زیادی شده است. پزشکان شنا کردن را یک راه مهم برای تمدد اعصاب و تنظیم ضربان قلب به خصوص در گرمای تابستان می‌دانند. به همین دلیل تعداد زیادی از مردم اعم از سالمندان، بزرگسالان و کودکان با معلولیت‌های جسمانی و افراد مبتلا به ناتوانی حرکتی، علاقه زیادی به ورزش شنا در استخرهای شنا و شناگاه‌های طبیعی به منظور آمادگی جسمانی، شادابی روح و روان دارند (۱).

متأسفانه با افزایش سریع جمعیت شهرها، توسعه مراکز مسکونی، صنعتی و تجاری در اطراف سواحل، تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی با سطح بالایی از پاتوژن‌ها و سایر آلاینده‌های دیگر از جمله فلزات سنگین به شناگاه‌های طبیعی، موجبات آلودگی شناگاه‌های طبیعی را در سالیان اخیر فراهم نموده است (۲ و ۳). همچنین در این مناطق اغلب حجم زیادی از زباله‌های آلوده را در آب‌های ساحلی تخلیه می‌کنند که ممکن است برای سلامتی شناگران، ماهیگیران، قایقرانان و غیره خطرناک باشند و اکولوژی را تحت تأثیر قرار دهند (۴). انواع زیادی از میکروارگانیسم‌های فرصت‌طلب و بیماری‌زا می‌توانند به طور مستقیم از طریق فاضلاب‌های شهری و یا به طور غیرمستقیم از طریق بدن شناگران به علت بیماری و یا عدم رعایت اصول بهداشتی قبل از شنا، وارد این منابع طبیعی گردند و موجب بیماری‌های پوستی، گوارشی و تنفسی شود (۵). در میان پاتوژن‌های فرصت‌طلب، باکتری‌ها از مهم‌ترین آلاینده‌های میکروبی می‌باشند (۶). از مهم‌ترین باکتری‌های شاخص در آب شناگاه‌ها و دریاها می‌توان به کلیفرم کل (اشرشیا، کلبسیلا، سیتروباکتر و انتروباکتر)،

شده است نیز در کلیه مراحل پژوهش مدنظر محققین قرار گرفته و در بررسی و پایش موارد آلودگی به کار گرفته شده است. از طرفی شناخت کیفیت شیمیایی آب و همچنین منابع آلاینده آن از ضروریات بررسی میزان آلودگی در یک منطقه محسوب می‌شود. فلزات سنگین به طور طبیعی در محیط وجود دارند و در سطوح مختلف در آب‌های سطحی نیز یافت می‌شوند (۱۵).

جدول ۳) مقررات و استانداردهای آب استخرها و سواحل در

آمریکا (۱۳)

| پارامتر              | مقدار   |
|----------------------|---|
| pH                   | ۷/۲-۸   |
| شمارش بشقابی میکروبی | نباید در بیش از ۱۵ درصد از نمونه‌ها در یک دوره ۳۰ روزه که استخر یا شناگاه مورد استفاده شناگران قرار می‌گیرد تعداد کلنی از ۲۰۰ عدد در هر میلی‌لیتر فراتر رود. کمتر از ۱۵ درصد نمونه‌ها در یک دوره ۳۰ روزه که استخر یا شناگاه مورد استفاده شناگران قرار می‌گیرد می‌توانند در مرحله تأییدی مثبت باشند. |
| ارگانسیم‌های کلیفرم  | استخر یا شناگاه مورد استفاده شناگران قرار می‌گیرد می‌توانند در مرحله تأییدی مثبت باشند.   |
| گروه استرپتوکوک      | کمتر از ۵۰ ارگانسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر  |

امروزه آلودگی فلزات سنگین، یکی از ۵ نوع آلوده کننده‌های اصلی و سمی معمول در آب‌های سطحی جهان است (۱۶). فلزات سنگین از قبیل سرب، روی، کادمیوم، کروم، جیوه و آرسنیک می‌توانند در بدن موجودات تجمع یابند، همچنین پایداری شیمیایی بالایی داشته و تعداد تجزیه کننده‌های زیستی آن‌ها در محیط محدود می‌باشد و با توجه به اینکه این آلوده کننده‌ها قدرت حلالیت بالایی دارند، بنابراین از متحرک‌های محیطی به‌شمار می‌روند (۱۷). این فلزات پس از ورود به محیط قادرند در چرخه‌ی حیات به حرکت چرخه‌ای خود ادامه داده و به تدریج در بافت‌های چرب مصرف کنندگان ذخیره گردند و از این راه موجب بروز خطرات عدیده سمی حاد، مزمن و اثرات ژنتیکی شوند (۲۲-۱۸). حضور این دسته از فلزات بیش از مقادیر مجاز استانداردهای تعریف شده

در محیط، باعث بروز مشکلات و عوارض زیست محیطی برای اکوسیستم نیز می‌گردد (۲۳). استانداردهای WHO و خدمات بهداشت عمومی آمریکا (U.S. PHS) (United States Public Health Service) در مورد فلزات سنگین طبق جدول ۴ می‌باشد (۲۴ و ۲۵). از آنجایی که ارزیابی کیفیت بهداشتی آب شناگاه‌های طبیعی به ویژه در سواحل، غالباً در استان‌های مازندران، گیلان و گلستان صورت پذیرفته، از این رو به منظور مشخص نمودن تفاوت در میزان آلودگی شناگاه‌های استان بوشهر با استان‌های مذکور و تعیین عوامل تأثیرگذار در آن، مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی شناگاه‌های طبیعی دریای خلیج فارس در سواحل بندر بوشهر انجام شده است.

جدول ۴) استانداردهای سازمان جهانی بهداشت و خدمات

بهداشت عمومی آمریکا برای فلزات سنگین در آب‌های

طبیعی (۲۲ و ۲۳)

| نام فلز سنگین  | آهن | روی | سرب  | کادمیوم | مس  | کروم |
|----------------|-----|-----|------|---------|-----|------|
| حد مجاز (mg/l) | ۵   | ۱/۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۱    | ۱/۵ | ۰/۰۵ |

### مواد و روش‌ها

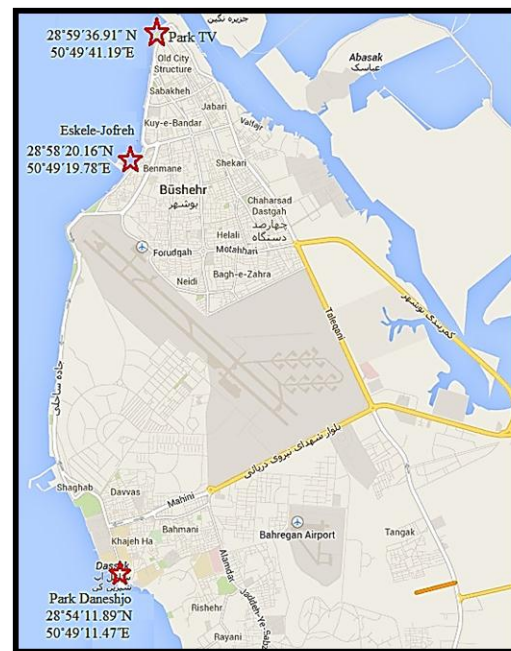
این تحقیق به منظور بررسی کیفیت میکروبی و شیمیایی آب شناگاه‌های خلیج فارس در سواحل بندر بوشهر در سال ۱۳۹۱ انجام شد. پس از تعیین تعداد و محل ایستگاه‌های مطالعاتی بر حسب وضعیت آلودگی و مناطقی که دارای بیشترین تعداد شناگر بودند سه شناگاه مجاز در مکان‌های پارک دانشجو، پارک TV و اسکله جفره به عنوان محل‌های نمونه‌برداری انتخاب گردید که در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی این ایستگاه‌ها نشان داده شده است. نمونه‌ها به‌طور

تصادفی در طی شش ماه در دو فصل بهار و تابستان سال ۱۳۹۱ مطابق روش استاندارد نمونه برداری آب دریا از عمق ۲۰ الی ۳۰ سانتی متری زیر سطح آب برداشت شد و در بطری‌های دهانه گشاد جمع‌آوری و در جعبه سرد<sup>۱</sup> تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری گردید. آزمایش تعیین میانگین باکتری‌های کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، سودوموناس و باکتری‌های هتروتروفیک (HPC) و همچنین میانگین فلزات سنگین (آهن، روی، سرب، کادمیوم، کبالت، مس، منگنز) و BOD در هر نمونه مطابق روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام گرفت (۲۶).

به صورت بیشترین تعداد احتمالی<sup>۲</sup> (MPN) در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش شد. برای آزمایش سودوموناس نیز از روش تخمیر ۱۵ لوله‌ای و محیط کشت‌های اسپارژین برات (مرحله احتمالی)، استامید برات (مرحله تأییدی) استفاده شد و نتایج آزمایش به صورت MPN در ۱۰۰ میلی لیتر گزارش گردید. از طرفی برای شمارش باکتری‌های HPC از روش کشت سطحی<sup>۳</sup> و محیط کشت R<sub>2</sub>A استفاده شد و نتایج آزمایش به صورت واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی لیتر<sup>۴</sup> (CFU) در ۱۰۰ میلی لیتر بیان شد. همچنین برای آنالیز فلزات سنگین نمونه‌های آماده شده به آزمایشگاه فرستاده شدند تا فلزات سنگین مورد مطالعه با سه بار تکرار توسط دستگاه جذب اتمی شعله‌ای مدل Varian AA ساخت کشور آمریکا مورد سنجش قرار گیرند. برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

### یافته‌ها

یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد که میانگین تعداد باکتری‌های کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی و سودوموناس در آب شناگاه‌های مورد مطالعه در سواحل بندر بوشهر به ترتیب ۵۴۰، ۱۶۵/۵۶ و ۶ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر و میانگین باکتری‌های HPC، ۱۵۸۰/۶۶ CFU در میلی لیتر می‌باشد. که بیشترین میزان کلیفرم اندازه‌گیری شده مربوط به پارک TV با ۹۲۰ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر و کمترین آن مربوط به پارک دانشجو با میزان ۲۸۰ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر بود. بیشترین میزان کلیفرم مدفوعی اندازه‌گیری شده مربوط به پارک TV با میزان ۳۵۰ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر و کمترین آن مربوط به پارک



شکل ۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد مطالعه

برای آزمایش تعداد کل کلیفرم‌ها و کلیفرم مدفوعی از روش تخمیر ۱۵ لوله‌ای و محیط کشت‌های لاکتوز برات (مرحله احتمالی)، برلیانت گرین (مرحله تأییدی) و EC برات (مرحله تکمیلی) استفاده و نتایج آن

<sup>2</sup> Most Probable Number

<sup>3</sup> Surface Method

<sup>4</sup> Colony Forming Unit

<sup>1</sup> Cold Box

شده مربوط به پارک TV با میزان CFU ۲۱۰۰ در میلی لیتر و کمترین آن مربوط به پارک دانشجو با میزان CFU ۱۰۲۰ در میلی لیتر بود. این نتایج به طور کامل در جدول ۵ آورده شده است.

دانشجو با میزان MPN ۷۹ در ۱۰۰ میلی لیتر بود. بیشترین میزان سودوموناس اندازه گیری شده مربوط به اسکله جفره با میزان MPN ۱۱ در ۱۰۰ میلی لیتر و کمترین آن مربوط به پارک TV با میزان MPN ۲ در ۱۰۰ میلی لیتر بود. بیشترین میزان HPC اندازه گیری

جدول ۵) نتایج آزمایش های میکروبی آب شناگاه های دریای خلیج فارس در بندر بوشهر

| شاخص آماری                            | کلیفرم<br>(MPN/100ml) | کلیفرم مدفوعی<br>(MPN/100ml) | سودوموناس<br>(MPN/100ml) | باکتری های هتروتروف<br>(CFU/ml) |
|---------------------------------------|-----------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| تعداد کل نمونه                        | ۳۰                    | ۳۰                           | ۳۰                       | ۳۰                              |
| میانگین                               | ۵۴۰                   | ۱۶۵/۵۶                       | ۶                        | ۱۵۸۰/۶۶                         |
| حداقل و حداکثر مقدار                  | ۲۸۰-۹۲۰               | ۷۹-۳۵۰                       | ۲-۱۱                     | ۱۰۲۰-۲۱۰۰                       |
| تعداد موارد بالاتر از حد مجاز         | ۲۰                    | ۲۴                           | ۳۰                       | ۳۰                              |
| درصد موارد بالاتر از حد مجاز برای شنا | ۶۶/۶                  | ۸۰                           | ۱۰۰                      | ۱۰۰                             |

شناگاه ها مقایسه شده که نشان می دهد تمامی شناگاه ها از نظر باکتری های HPC نیز از حد مجاز استاندارد بالاتر هستند.

میانگین غلظت آهن، روی، سرب، کادمیوم، کروم، مس و BOD در ایستگاه های مورد مطالعه به ترتیب ۰/۱۶۷۶، ۰/۰۱۳، ۰/۰۲۵، ۰/۰۰۱۶، ۰/۰۳۹، صفر و ۲۱/۳ میلی گرم بر لیتر بود. با توجه به یافته های تحقیق، بیشترین میزان آهن اندازه گیری شده مربوط به اسکله جفره با میزان ۰/۸۱۵ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن مربوط به پارک TV با میزان ۰/۰۰۴ میلی گرم بر لیتر می باشد. بیشترین میزان روی و سرب اندازه گیری شده مربوط به پارک دانشجو با میزان ۰/۰۶۳ و ۰/۱۵ میلی گرم بر لیتر بوده و کمترین آن صفر می باشد. بیشترین میزان کادمیوم اندازه گیری شده مربوط به جفره با میزان ۰/۰۰۵ میلی گرم بر لیتر و کمترین میزان آن صفر می باشد. بیشترین میزان کروم اندازه گیری شده مربوط به اسکله جفره با میزان ۰/۰۷۸ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن مربوط به پارک دانشجو با میزان ۰/۰۰۸

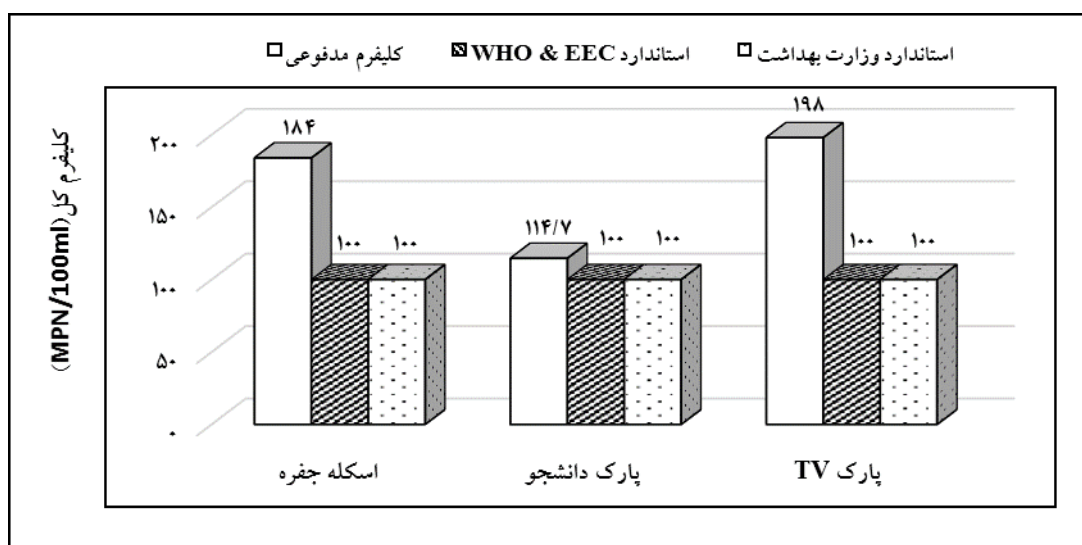
همچنین با توجه به یافته های تحقیق میانگین تعداد باکتری های کلیفرم کل در آب شناگاه های اسکله جفره، پارک دانشجو و پارک TV به ترتیب ۵۲۶، ۵۵۰ و ۵۴۴ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر، میانگین کلیفرم مدفوعی به ترتیب ۱۸۴، ۱۱۴/۷ و ۱۹۸ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر و میانگین سودوموناس به ترتیب ۸، ۶ و ۴ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر به دست آمد. در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ میانگین این باکتری ها با استانداردهای WHO، EEC و استاندارد ملی ایران برای شناگاه های طبیعی مقایسه شده است که نشان می دهد شناگاه های مورد مطالعه از نظر شاخص های میکروبی مذکور از حد مجاز استاندارد بالاتر هستند. همچنین میانگین تعداد باکتری های HPC در آب شناگاه های اسکله جفره، پارک دانشجو و پارک TV به ترتیب ۱۴۳۷، ۱۶۱۷ و ۱۶۸۸ CFU در میلی لیتر به دست آمد. در نمودار ۴ میانگین تعداد باکتری های HPC در آب شناگاه های مورد مطالعه با استاندارد ملی ایران و استاندارد سواحل امریکا برای استخرهای شنا و

روی به ترتیب ۰/۰۱۲، ۰/۰۱۷۱ و ۰/۰۱۱۶ میلی گرم بر لیتر، میانگین غلظت سرب به ترتیب ۰/۰۲۱، ۰/۰۳۱ و ۰/۰۲۳ میلی گرم بر لیتر، میانگین غلظت کادمیوم به ترتیب ۰/۰۰۲۶، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱۲ میلی گرم بر لیتر، میانگین غلظت کروم به ترتیب ۰/۰۴۴، ۰/۰۲۹ و ۰/۰۴۳ میلی گرم بر لیتر، به دست آمد. از طرفی میانگین غلظت مس در هر سه ایستگاه برابر صفر بود. همچنین میانگین BOD در شناگاه‌های اسکله جفره، پارک دانشجو و پارک TV به ترتیب ۹۳/۵، ۱۲۷/۵ و ۱۰۸ میلی گرم بر لیتر به دست آمد.

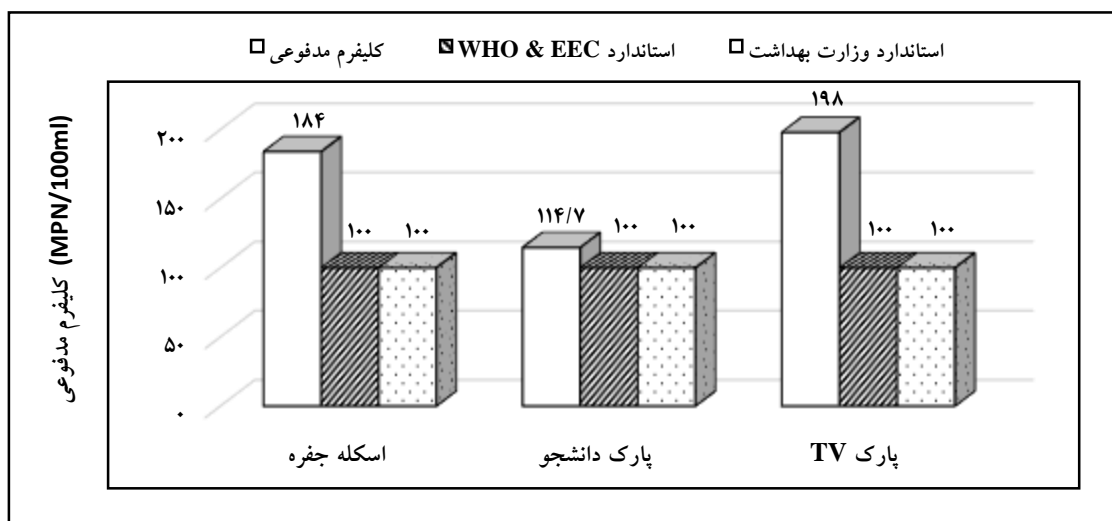
میلی گرم بر لیتر می باشد. غلظت مس اندازه گیری شده در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه صفر بود. همچنین بیشترین میزان BOD اندازه گیری شده مربوط به اسکله جفره و پارک TV با میزان ۲۸ میلی گرم بر لیتر و کمترین آن مربوط به ایستگاه پارک دانشجو با میزان ۱۴ میلی گرم بر لیتر بود. این نتایج به طور کامل در جدول ۶ آورده شده است. با توجه به یافته‌های تحقیق میانگین غلظت آهن در آب شناگاه‌های اسکله جفره، پارک دانشجو و پارک TV به ترتیب برابر ۰/۳۴، ۰/۱۷۹۴ و ۰/۲۵۶ میلی گرم بر لیتر، میانگین غلظت

جدول ۶) نتایج آزمایش‌های شیمیایی آب شناگاه‌های دریای خلیج فارس در بندر بوشهر

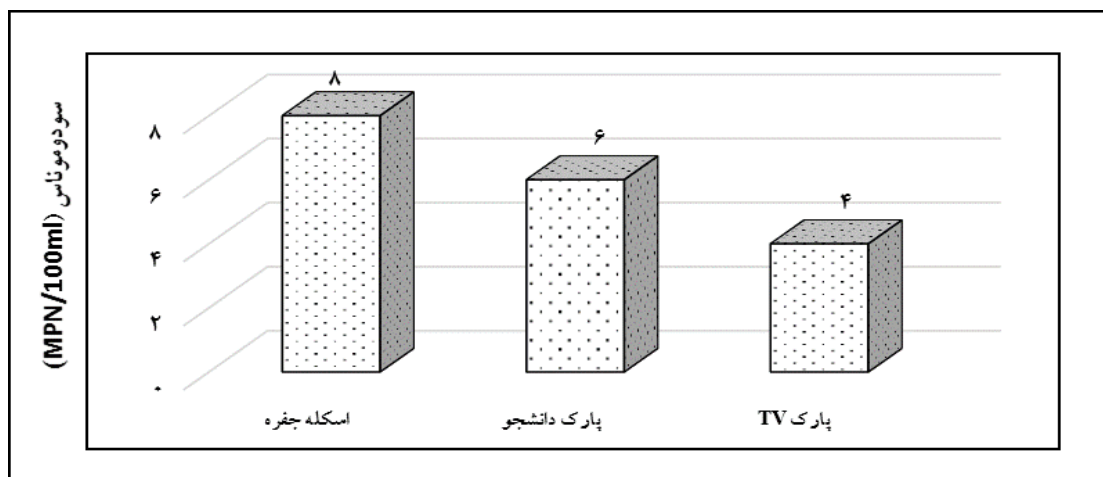
| شاخص آماری                            | آهن (mg/l)  | روی (mg/l) | کادمیوم (mg/l) | کروم (mg/l) | مس (mg/l) | سرب (mg/l) | BOD (mg/l) |
|---------------------------------------|-------------|------------|----------------|-------------|-----------|------------|------------|
| تعداد کل نمونه                        | ۳۰          | ۳۰         | ۳۰             | ۳۰          | ۳۰        | ۳۰         | ۳۰         |
| میانگین                               | ۰/۱۶۷۶      | ۰/۰۱۳      | ۰/۰۰۱۶         | ۰/۰۳۹       | ۰         | ۰/۰۲۵      | ۲۱/۳       |
| حداقل و حداکثر مقدار                  | ۰/۰۰۴-۰/۸۱۵ | ۰-۰/۰۶۳    | ۰-۰/۰۰۵        | ۰/۰۰۸-۰/۰۷۸ | ۰         | ۰-۰/۱۵     | ۱۴-۲۸      |
| تعداد موارد بالاتر از حد مجاز         | ۰           | ۰          | ۰              | ۰           | ۰         | ۰          | ۰          |
| درصد موارد بالاتر از حد مجاز برای شنا | ۰           | ۰          | ۰              | ۰           | ۰         | ۰          | ۰          |



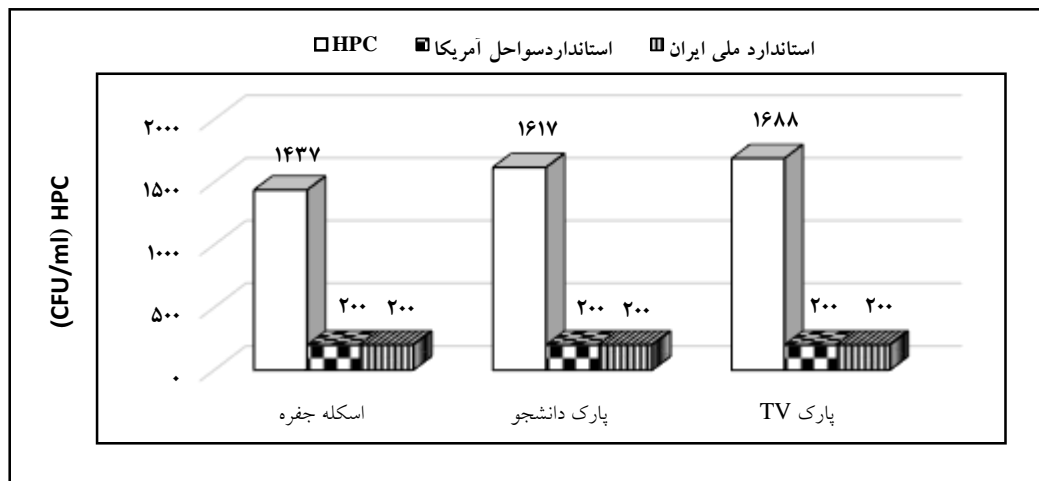
نمودار ۱) مقایسه میانگین کلیفرم کل در ایستگاه‌های مختلف با استانداردهای وزارت بهداشت، WHO و EEC



نمودار ۲) مقایسه میانگین کلیفرم مدفوعی در ایستگاه‌های مختلف با استانداردهای وزارت بهداشت، WHO و EEC



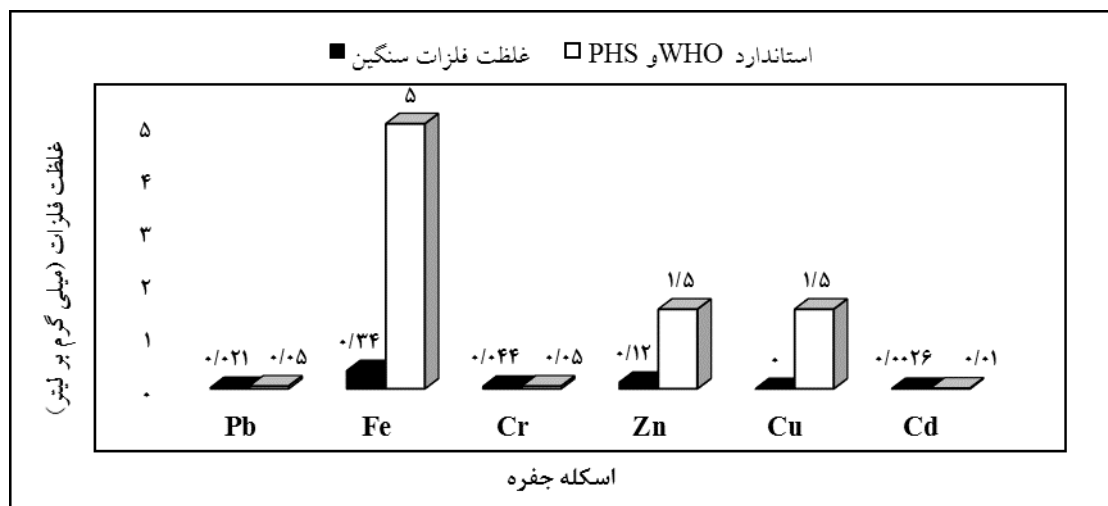
نمودار ۳) میانگین سودوموناس در ایستگاه‌های مختلف (استانداردهای وزارت بهداشت، WHO و EEC برای سودوموناس صفر می باشد)



نمودار ۴) مقایسه میانگین باکتری‌های HPC در ایستگاه‌های مختلف با استانداردهای ملی ایران

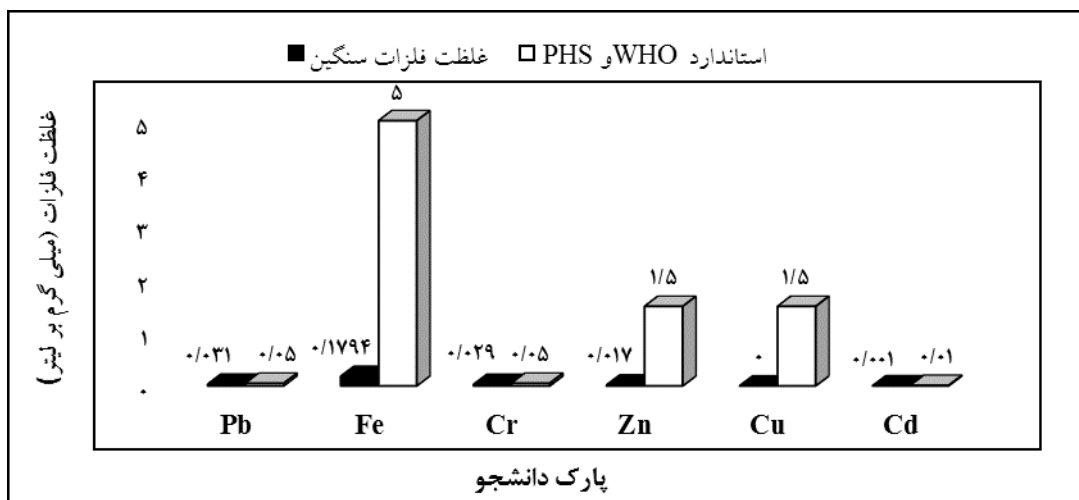
BOD با استاندارد تخلیه پساب هفتگی و ماهیانه که به ترتیب ۴۵ و ۳۰ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد (۲۷)، مقایسه شده است که نتایج حاصل نشان می‌دهد که میزان BOD در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه پایین‌تر از حد استاندارد تخلیه پساب می‌باشد.

در نمودارهای ۵، ۶ و ۷ میانگین غلظت این فلزات سنگین در آب شناگاه‌های سواحل بندر بوشهر با استاندارد WHO و PHS برای آب‌های طبیعی مقایسه شده که نشان می‌دهد تمامی شناگاه‌های مورد مطالعه از نظر غلظت فلزات سنگین پایین‌تر از حد مجاز استاندارد می‌باشد. همچنین در نمودار ۸ میانگین

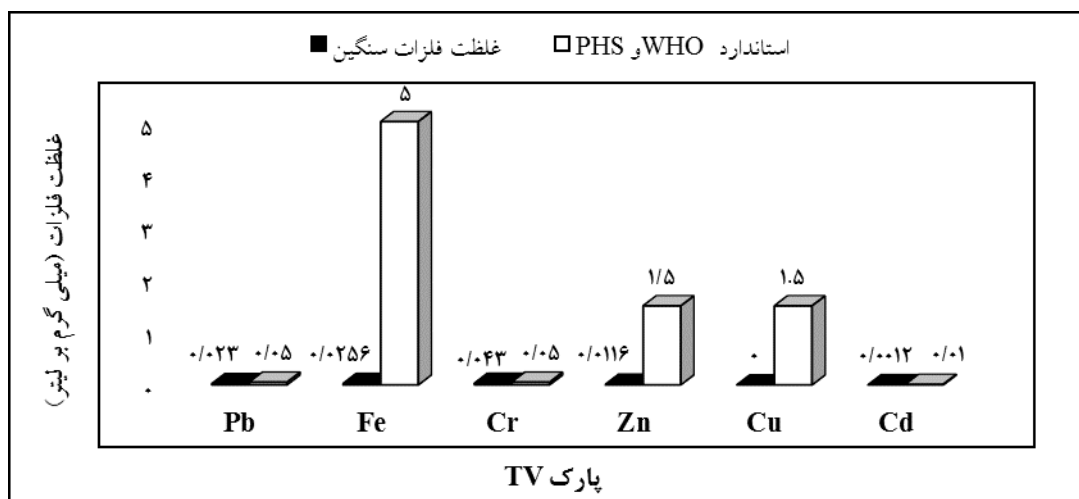


نمودار ۵) مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه اسکله جفره با استانداردهای WHO و PHS

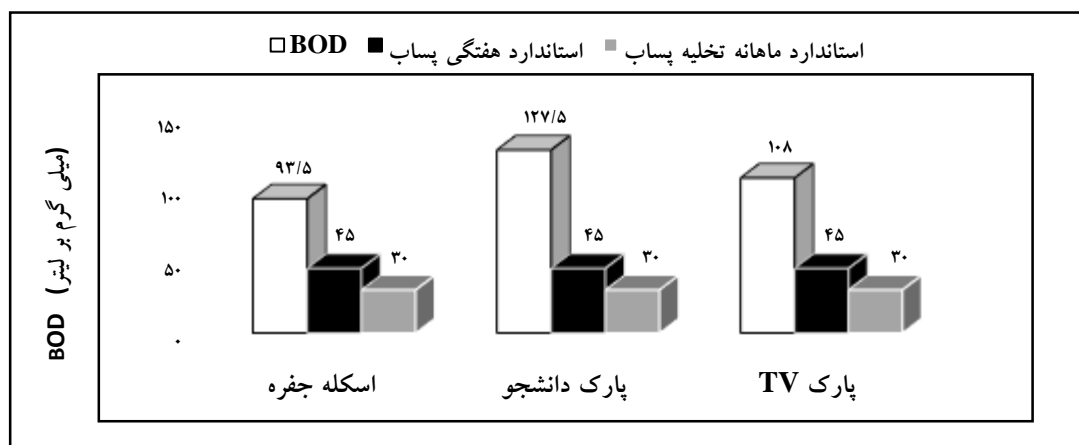




نمودار ۶) مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پارک دانشجو با استانداردهای WHO و PHS



نمودار ۷) مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در ایستگاه پارک TV با استانداردهای WHO و PHS



نمودار ۸) مقایسه میانگین BOD در ایستگاه‌های مختلف با استاندارد هفتگی و ماهانه تخلیه پساب

## بحث

با توجه به یافته‌های تحقیق و مقایسه میانگین تعداد کلیفرم کل، کلیفرم مدفوعی، باکتری‌های HPC و سودوموناس با استانداردهای موجود، می‌توان دریافت که آب سواحل دریای خلیج فارس در استان بوشهر در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه بالاتر از حد مجاز می‌باشد، بنابراین می‌تواند سلامت شناگران را تهدید نماید. دلیل این آلودگی‌ها بیشتر تخلیه فاضلاب‌های تصفیه نشده و تخلیه انواع زباله‌های خانگی به سواحل دریا در این نقاط می‌باشد. همچنین این آلودگی‌ها می‌تواند تابعی از تعداد استفاده کنندگان و شناگران از منطقه، نبودن تسهیلات بهداشتی کافی از قبیل سرویس بهداشتی و زباله‌دان باشد. از طرفی تخلیه ضایعات روغنی و نفتی به همراه فضولات انسانی، باعث افزایش کدورت و مانع از نفوذ اشعه خورشید می‌گردد زیرا اشعه خورشید در از بین بردن باکتری‌های شاخص و بیماری‌زا نقش اساسی دارد و می‌تواند در کاهش میزان آلودگی تأثیر بسیاری داشته باشد. مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج بررسی وضعیت آلودگی میکروبی آب دریای خزر در خلیج گرگان نشان می‌دهد که سواحل گرگان با میانگین کلیفرم کل ۱۵۵۵ و کلیفرم مدفوعی ۸۱۷ در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه نسبت به سواحل بوشهر از وضعیت نامناسب‌تری برای شنا برخوردار است که این امر به دلیل ورود بدون ضوابط فاضلاب‌های شهری، صنعتی و دامی به دریای خزر و عدم توجه به اجرای طرح سالم سازی دریا در قسمت‌های شرقی دریای خزر و عدم وجود سرمایه‌گذار بخش خصوصی در خلیج گرگان می‌باشد. همچنین آلودگی میکروبی آب خلیج گرگان تابعی از تخلیه فاضلاب‌های شهری، خانگی، فضولات حیوانی و رودخانه‌های آلوده به فاضلاب، تعداد زیاد استفاده

کنندگان و شناگران از منطقه شنا و نبودن تسهیلات بهداشتی کافی از قبیل سرویس‌های بهداشتی و زباله‌دان است که متأثر از شستشوی ساحل توسط پیشروی و امواج دریا در مواقع کولاک شدید می‌باشد (۲۸). همچنین مقایسه نتایج این مطالعه با نتایج بررسی کیفیت آب شناگاه‌های ساحل شهرستان نور نشان می‌دهد که سواحل نور با میانگین تعداد کلیفرم کل در سه ایستگاه نمونه‌برداری به ترتیب برابر ۱۶۶، ۲۰۷ و ۳۳۶ و کلیفرم مدفوعی به ترتیب ۱۳۴، ۱۳۴ و ۱۴۸ MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه آب از وضعیت بهتری نسبت به سواحل استان بوشهر برخوردار هستند که دلیل این امر می‌تواند تخلیه کمتر فاضلاب‌های صنعتی و توجه به طرح‌های سالم‌سازی و حفظ محیط زیست در سواحل شهرستان نور باشد (۲۹).

در تحقیق دیگری که توسط مهردادی و تکدستان در خصوص میزان اشرشیاکلی و استرپتوکوکوس فیکالیس در آب‌های ساحلی منطقه مازنداران صورت گرفت مشاهده گردید که در سواحل شهرستان تنکابن میزان اشرشیاکلی ۱۲۶۰ در ۱۰۰ میلی‌لیتر بوده که در مقایسه با نتایج حاصل از سواحل بوشهر، آلودگی میکروبی سواحل شنای تنکابن بالاتر بوده و به عنوان یک خطر میکروبی از نظر بیماری‌های گوارشی همچون گاستروآنتریت<sup>۵</sup> شناخته می‌شود (۷)

مقایسه نتایج حاصل از بررسی کیفیت میکروبی آب شناگاه‌های دریای خزر در سواحل استان گلستان با سواحل استان بوشهر نیز نشان داد که سواحل استان گلستان (شهرستان نوکده، بندر گز و بندر ترکمن) از نظر باکتری‌های شاخص کلیفرم کل با میانگین ۳۶۶ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه پایین‌تر از استاندارد وزارت بهداشت بوده و نسبت به سواحل استان بوشهر

<sup>5</sup> Gastroenteritis

در وضعیت بهتری قرار دارد ولی از نظر کلیفرم مدفوعی با میانگین ۲۶۱ عدد در ۱۰۰ میلی‌لیتر بالاتر از استاندارد وزارت بهداشت بوده و نسبت به سواحل بوشهر نیز دارای مقادیر بالاتری می‌باشد که احتمال می‌رود این امر به دلیل تجمع زیاد شناگران، تخلیه فاضلاب‌های شهری و کشاورزی و نبودن تسهیلات بهداشتی باشد (۳۰).

در تحقیقی که توسط پوند (Pond) و همکاران از دانشگاه سوری<sup>۶</sup> انگلستان بر روی آب‌های سواحل دریای خزر در دو کشور ایران و ترکمنستان صورت گرفت، مشاهده گردید که از چهار ایستگاه مورد بررسی در ترکمنستان، در دو ایستگاه میزان شمارش اشرشیاکلی بیشتر از استاندارد و در تمامی ایستگاه‌ها میزان استرپتوکوک مدفوعی کمتر از استاندارد می‌باشد. در حالی که در سواحل ایران (استان مازندران) که در ده ایستگاه نمونه‌برداری انجام شده بود، در ۴ ایستگاه میزان شمارش اشرشیاکلی کمتر از استاندارد و در تمامی ایستگاه‌ها میزان استرپتوکوک مدفوعی بیش از استاندارد گزارش شده بود (۳۱).

در سال ۲۰۰۹ نیز مطالعه ای توسط وونگ (Wong) و همکاران در خصوص ارزیابی خطرات بهداشت عمومی مربوط به سواحل شنا در دریاچه میشیگان از طریق ردیابی ویروس‌ها و باکتری‌های شاخص مدفوعی انجام شد، نتایج نشان داد که بیش از ۱۵ درصد از نمونه‌های آب، دارای آلودگی مدفوعی هستند (۳۲). از آنجایی که گندزدایی شناگاه‌های طبیعی برای نابودی کامل آلودگی کار دشواری می‌باشد ولی برای کاهش این میزان آلودگی می‌توان به روش‌های مختلفی نظیر کلرپاشی به غلظت ۱۰ تا ۱۴ درصد بر سطح آب به وسیله قایق‌های موتوی و

تزریق زیرآبی، دفع بهداشتی فاضلاب، جلوگیری از تخلیه فضولات به‌طور مستقیم به سواحل دریا و مدیریت طرح‌های سالم‌سازی در طول سال به همراه نظارت مستمر بر آن اشاره کرد. همچنین با توجه به نتایج کسب شده در خصوص وضعیت شاخص‌های بهداشت محیط در طرح‌های مورد بررسی مشاهده می‌گردد که بیشتر طرح‌های ساحلی دریا واقع در استان بوشهر متأسفانه فاقد امکانات و تسهیلات بهداشتی از جمله مستراح بهداشتی، دوش‌های سرد و گرم آب شهری، سطل‌های درب‌دار زباله، شیر برداشت آب بهداشتی و سالم، دفع مناسب و بهداشتی فاضلاب و پساب، وجود مراکز تهیه و توزیع و فروش مواد غذایی بهداشتی و غیره. می‌باشد. لذا ضروری است مکان‌های مذکور مجهز به امکانات و تسهیلات بهداشتی مناسب مطابق با آخرین دستورالعمل سازمان جهانی بهداشت شوند تا از آلودگی‌های بیشتر و مخاطرات ثانوی ناشی از آن پیشگیری گردد و از به خطر افتادن سلامتی شناگران جلوگیری شود.

ضروری است شناگاه‌های ساحلی و طرح‌های سالم‌سازی در نوار ساحلی استان بوشهر از نظر بازرسی‌های بهداشتی (ممیزی بهداشتی) و ارزیابی کیفیت آب آن‌ها از نظر میکروبی درجه‌بندی و طبقه‌بندی شوند زیرا این طبقه‌بندی تلفیقی (مبتنی بر بازرسی‌های بهداشتی و سنجش کیفیت میکروبی آب دریا) به همراه پیشگیری از ورود و استفاده افراد از این مکان‌ها در زمان‌های افزایش خطر آلودگی، چارچوبی را برای سنجش کیفیت آب‌های ساحلی ترسیم می‌کند. از طرف دیگر طبقه‌بندی حاصل، به فعالیت‌های جلوگیری کننده از آلودگی آب‌های سواحل نیز کمک می‌کند.

با توجه به یافته‌های تحقیق و مقایسه میانگین فلزات سنگین موجود در شناگاه‌های سواحل بوشهر با

<sup>6</sup> Surrey

نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد (۳۵). در تحقیقی که توسط فوهرر (Fuhrer) و همکاران، انجام شد حد مخاطره‌آمیز غلظت فلزات سنگین مس، سرب و روی به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۲۵ و ۰/۸۲ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که غلظت تمامی فلزات حاصل از این تحقیق پایین‌تر از حد مخاطره‌آمیز می‌باشد (۳۶). در تحقیقی که توسط رجایی و همکاران در بررسی غلظت فلزات سنگین در رودخانه گرگان‌رود و آب خلیج گرگان انجام شد، نتایج نشان داد که فلزات سنگین کروم، کادمیوم و سرب در مقایسه با استانداردهای موجود، بیشتر از حد مجاز بودند. همچنین در بین فلزات مطالعه شده، فلز سرب بیشترین مقدار را در آب داشت که علت آن ترکیب‌های نفتی، فاضلاب‌های شهری و کشاورزی بود. از طرفی کادمیوم از عناصر آلوده کننده‌ای است که نفوذ آن در آب ناشی از استفاده کودهای شیمیایی (کودهای فسفات) در فعالیتهای کشاورزی، رسوب‌های آلوده اتمسفری ناشی از کارخانجات صنعتی و پساب فعالیتهای صنعتی یا معادن بود. عنصر کروم در ترکیب‌های نفتی وجود داشت. بنابراین تردد قایق‌ها و شناورها و عملیات رنگ‌آمیزی آن‌ها یکی از عوامل اصلی آلاینده تالاب‌ها محسوب می‌شود (۳۷). در بررسی که توسط بذرافشان بر روی غلظت فلزات سنگین در آب رودخانه اروندرود انجام شد، نتایج نشان داد که منابع مختلفی مانند صنایع، کشاورزی و فاضلاب و پساب شهری و همچنین تخلیه بار آلوده توسط پالایشگاه آبادان باعث افزایش غلظت فلزات سنگین در آب نظیر سرب، مس، روی، کادمیوم، آهن و کروم در رودخانه اروندرود شده است (۳۸).

استانداردهای WHO و PHS برای آب‌های طبیعی می‌توان دریافت که تمامی فلزات سنگین مورد مطالعه در آب سواحل استان بوشهر در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد. آلودگی فلزات سنگین می‌تواند بر اثر فعالیت‌های انسانی (پساب‌های صنعتی، شهری و کشاورزی) و مواد نفتی حاصل از توازن کشتی‌ها، ریخت و پاش مواد روغنی توسط لنج‌های صیادی و قایق موتورهای تفریحی و صیادی به آب‌های سواحل استان نفوذ کرده و حیات آبیان را تحت تأثیر قرار خواهد داد. در تحقیقی که توسط بابائی و خداپرست در بررسی غلظت فلزات سنگین در خروجی تالاب انزلی انجام شد نتایج نشان داد که میانگین غلظت فلزات سرب، کروم، مس، آهن، روی، کادمیم و جیوه کل در آب‌های خروجی تالاب انزلی در سه ایستگاه مطالعاتی به ترتیب ۰/۰۵۸، ۰/۰۰۷، ۰/۷۵۱، ۰/۱۵۵، ۰/۳۷۹، ۰/۰۱۱ و ۰/۰۱۹ میلی‌گرم بر لیتر اندازه‌گیری شده است. که این بررسی نشان می‌دهد که حداکثر غلظت فلزات سنگین احتمالاً به دلیل افزایش ریخت و پاش پساب‌های شهری و کشاورزی در این منطقه می‌باشد که در مقایسه با تحقیق حاضر تمامی فلزات در مقادیر بالاتری می‌باشند (۳۳).

در تحقیق دیگری که توسط راشد (Rashed) در آب دریاچه ناصر مصر انجام شد، غلظت فلزات مس، روی، آهن به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۳ و ۱/۴۲ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است که تمامی فلزات بالاتر از نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد (۳۴). در تحقیق دیگری که توسط افزار در آب‌های سواحل جنوبی دریای خزر به عمل آمد، نتایج نشان داد که میزان غلظت فلزات مس، روی، آهن، کادمیوم و سرب به ترتیب ۰/۶۸، ۰/۱۹۹، ۰/۱۸۹، ۰/۰۲۲ و ۰/۰۳۷ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است که غلظت تمامی فلزات بالاتر از

### نتیجه‌گیری

با توجه به بالا بودن بار آلودگی میکروبی و پایین بودن غلظت فلزات سنگین می‌توان نتیجه گرفت که ورود فاضلاب شهری به شناگاه‌ها در مقایسه با فاضلاب‌های صنعتی بیشتر می‌باشد از طرفی BOD در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه پایین‌تر از استاندارد تخلیه پساب بود ولی با ادامه روند تخلیه فاضلاب‌های شهری این میزان در سال‌های آتی می‌تواند مخاطره‌آمیز شود. در آخر با عنایت به موارد پیشگفت جهت ارتقای کیفیت بهداشتی شناگاه‌های سواحل استان پیشنهاد می‌شود با توجه به بالا بودن شاخص‌های میکروبی در مقایسه با استانداردهای موجود جهت تحقیقات آتی، ارتباط بین باکتری‌های شاخص با بیماری‌های ایجاد شده توسط آن‌ها مورد بررسی قرار گیرند. همچنین پیشنهاد می‌گردد با افزایش تعداد ایستگاه‌ها و دوره‌ی زمانی نمونه‌برداری، دیگر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز مورد سنجش و ارزیابی قرار گیرد.

### سپاس و قدردانی

نویسندگان این مقاله از زحمات معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بوشهر که در اجرای این پروژه ما را یاری نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارند.

در مطالعه‌ای که توسط حسن‌پور و همکاران در اندازه‌گیری فلزات سنگین در آب حاشیه جنوب شرقی دریای خزر انجام گرفت مقایسه غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیم، کروم و روی در نمونه‌های آب ایستگاه‌های مختلف با استانداردهای ارائه شده جهانی مشخص نمود که مقادیر اندازه‌گیری شده سرب، روی و کادمیم در نمونه‌های آب کمتر از حد استانداردهای توصیه شده است اما عنصر کروم از استاندارد بالاتر بود همچنین میانگین غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های آب ایستگاه‌های مختلف به ترتیب کروم > روی > کادمیم > سرب بود (۳۹).

با نظر به اینکه ورود مواد آلاینده از قبیل فلزات سنگین از طریق فعالیت‌های انسانی، پساب‌های صنعتی، کشاورزی و شهری، ریخت و پاش مواد روغنی، استفاده بی‌رویه از کودهای فسفاته و غیره به آب‌های سواحل نفوذ کرده و حیات آبریان را تحت تأثیر قرار خواهد داد لذا پایش سالانه و یا هر دو سال یکبار از مقادیر و سطح مواد نفتی و فلزات سمی در سواحل دریای خلیج فارس به‌ویژه در کانال‌های کشتیرانی، محل استقرار کشتی‌های تجاری ضروری به نظر می‌رسد.

### References:

- Guida M, Galle F, Mattei ML, et al. Microbiological quality of the water of recreational and rehabilitation pools: a 2-year survey in Naples, Italy. *Public Health* 2009; 123: 448-51.
- Pond KR, Cronin A, Pedley S. Recreational water quality in the Caspian Sea. *J Water Health* 2005; 3: 129-38.
- Efstratiou MA. Managing coastal bathing water quality: the contribution of microbiology and epidemiology. *Mar Pollut Bull* 2001; 42: 424-31.
- Brinks MV, Dwight RH, Osgood ND, et al. Health risk of bathing in Southern California coastal waters: *Arch Environ Occup Health* 2008; 63: 123-35.
- Sunderland D, Graczyk TK, Tamang L. Impact of bathers on levels of *Cryptosporidium parvum* oocysts and *Giardia lamblia* cysts in recreational beach waters. *Water Res* 2007; 41: 3483-9.
- Papadopoulou C, Economou V, Sakkas H, 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: 385-97.
7. Mehrdadi N, Takdastan A. Investigation the amount of E.Coli and fecal streptococci in Costal water of Mazandaran region and comparing it with global standard. *Proceeding of 6th national congress on environmental health. Mazandaran Univ Med Sci* 2003, P. 34-41 (Persian).
  8. Binamotlagh P. Quality and features swimming pool, health center work, April 2004 (Persian).
  9. European Economic Community. Council directive of 8 december 1975 concerning the quality of bathing water. *Official Journal of the European Communities*, 1975 No. L31 of February 1976; 1 (76/160/EEC).
  10. Institute of Standards & Industrial Research of Iran. Drinking water Microbiological specifications. Tehran: ISIRI No. 1011; 2007. (Persian).
  11. Yazdanbakhsh AR. Sanitary control water swimming pools. Tehran: Ministry of health and medical education; 2006. (Persian).
  12. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Swimming pool water Microbiological specifications. Tehran: ISIRI; 2007. (Persian).
  13. Salvato JA, Nemerow NL, Agardy FG. *Environmental Engineering*. 5th ed. USA: John Willy & Sons Publication, 2003.
  14. Carter JT, Rice EW, Buchberger SG, et al. Relationships between levels of heterotrophic bacteria and water quality parameters in a drinking water distribution system. *Water Res* 2000; 34: 1495-502.
  15. Little P, Martin MH. Biological monitoring of heavy metal pollution. *Environ Pollut* 1974; 6: 1-19.
  16. Mason CF. *Biology of freshwater pollution*. 2nd ed. New York, USA: Longman, 1991; 351.
  17. Sanders MJ. A field evaluation of the freshwater river crab, *Potamonautes warren*, as a bioaccumulative indicator of metal pollution [dissertation]. South Africa: Rand Afrikaans Univ, 2012.
  18. Demirak A, Yilmaz F, Tuna AL, et al. Heavy metals in water, sediment & tissues of *Leuciscus cephalous* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere* 2006; 63:1451-8.
  19. Khoshnood R. Rate accumulation of heavy metals (Ni, V, Cd, Pb, and Hg) in two species of fish hoof Bandar Abas and Bandar Lengeh [dissertation]. Ahwaz: Ahwaz Azad Univ., 2007; 78-90 (Persian).
  20. Usero J, Izquierdo C, Morillo J, et al. Heavy metals in fish (*Solea Vulgaris*, *Anguilla Anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environ Int* 2004; 29: 949-56.
  21. Agah H, Leermakers M, Elskens M, et al. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. *Environment Monit Assess* 2009; 157: 499-514.
  22. Pizzichini M, Fonzi M, Sugherini L, et al. Release of mercury from dental amalgam and its influence on salivary antioxidant activity. *Sci Total Environ* 2002; 248: 19-25.
  23. Rainbow PS. The biology of heavy metals in the sea. *J environ Stud*. 1985; 25:195-211.
  24. Organization WH. Guidelines for drinking-water quality: recommendations: World Health Organization; 1993.
  25. Terry L. Public Health Service Drinking Water Standards. *Pub Health Ser Pub* 1962;962.
  26. Eaton AD, Franson MAH. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington DC, USA: American Public Health Association (APHA), 2005, 202.
  27. Brown D, Burton FL, Tchobanoglous G. *Solutions Manual to Accompany Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse: McGraw-Hill; 1992.*
  28. Shahriari A, Kabir M, Golfiruozi K. Caspian Sea water pollution in the Gulf of Gorgan. *J Gorgan Univ Med Sci* 2008; 10: 69-73 (Persian).
  29. Mohseni A, Zzvly M, Yousefi Z. Evaluation fecal coliform and total water in the coastal city of Noor and compare it with international standards. Seventh National Conference on Environmental Health, University of Medical Sciences Shahr-e Kord; 2003 (Persian).
  30. Naddafi K, Yonesian M, Nabizadeh R, et al. Microbial quality of swimming water in Caspian Sea coasts in Golestan province. *Health Sys Res J* 2010; 6: 0 (Persian).
  31. Pond K, Cronin A, Pedley S. Recreational water quality in the Caspian Sea: *J Water Health*; 2005; 3: 129-38.
  32. Wong M, Kumar L, Jenkins TM, et al. Evaluation of public health risks at recreational beaches in Lake Michigan via detection of enteric viruses and a human-specific bacteriological marker. *Water Res* 2009; 43: 1137-49.
  33. Babaei H, Khodaprast SH. Study on the total

- Petroleum Hydrocarbon (TPH) and heavy metals (Zn, Cu, Fe, Pb, Cr, Cd and Hg) concentrations in Anzali Wetland outlets. Wetland 2009; 1: 33- 45 (Persian).
34. Casanovas-Massana A, Blanch AR. Characterization of microbial populations associated with natural swimming pools. Int J Hyg Environ Health 2013; 216: 132-7.
35. Afzar A. Evaluation of Heavy metals in the South Basin Caspian Sea. Bony fish in the Caspian Sea Research Center. 1997; 26 – 29.
36. Fuhrer GJ, Cain DJ, Mckenzie SW, et al. Surface-water-quality assessment of the Yakima River Basin in Washington: Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment, and aquatic biota, 1987-91. U.S. Geological survey water 1998; 2354A: 1-186.
37. Rajaei GH, Hasanpour M, Mehdinejad MH. Concentrations of heavy metals Zinc, Lead, Chromium and Cadmium in water and sediment Gorgan Bay and estuaries GorganRoud. J Health Sys Res 2012; 5: 748-56 (Persian).
38. Bazrafshan A. Investigation of heavy metal in water and sediment in Arvandrud river. 1999; 8:14-29 (Persian).
39. Hassanpour M, Pourkhabbaz A, Ghorbani R, et al. The measurement of heavy metals in water, sediment and wild bird (common coot) in southeast Caspian Sea. J Mazandaran Univ Med Sci 2012; 22: 184-94 (Persian).

*Original Article*

# Survey of microbiological and chemical quality of the swimming beaches along the Persian Gulf in Bushehr port

V. Noroozi Karbasdehi<sup>1</sup>, S. Dobaradaran<sup>1, 2, 3\*</sup>, SR. Mirahmadi<sup>1</sup>,  
H. Mokhtari<sup>4</sup>, H. Darabi<sup>5</sup>, F. Faraji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health, Bushehr University of Medical Science, Bushehr, Iran

<sup>2</sup> The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, The Persian Gulf Biomedical Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

<sup>3</sup> Systems Environmental Health, Oil, Gas and Energy Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

<sup>4</sup> Department of Environmental Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

<sup>5</sup> The Persian Gulf Tropical Medicine Research Center, The Persian Gulf Biomedical Research Institute, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

(Received 16 Dec, 2014 Accepted 19 Feb, 2015)

## Abstract

**Background:** Swimming is highly recommended because of its potentially beneficial effects on the joints and people's general sense of well-being. But unfortunately the discharging of urban and industrial wastewaters into sea with their high level of pathogens, heavy metals and other pollutants, increase concerns about its consequences on swimmers' health and ecology. The aim of this study was to investigate the microbial and chemical quality of Persian Gulf Sea beaches in Bushehr port and compare it to the existing standards.

**Materials and Methods:** In this study, 30 samples were taken from the beaches at TV-Park, Daneshjo-Park and Eskele-Jofreh, in August 2012. The mean values of total coliforms, fecal coliforms, pseudomonas, HPC, heavy metals and BOD were determined by standard methods.

**Results:** The mean values of total coliforms, fecal coliforms, and pseudomonas along Bushehr port beaches were 540, 165.56 and 6 MPN/100ml respectively. The mean value of HPC was 1580.66 CFU/ml. Also the mean concentrations of Fe, Zn, Pb, Cd, Cr, Cu and BOD were 0.1676, 0.013, 0.025, 0.0016, 0.039, 0 and 21.3 mg/l respectively.

**Conclusion:** The results showed that the mean values of indicator microorganisms in all stations were higher than the existing standards and the mean concentration of heavy metals were lower than the existing standard, which indicates higher pollution more due to urban wastewater compare to industrial wastewater. Therefore Bushehr port beaches are contaminated considering indicator bacteria measurements that can be dangerous for swimmers health.

**Key words:** Bushehr port, Indicator microbial, Heavy metals, Persian Gulf

\*Address for correspondence: The Persian Gulf Marine Biotechnology Research Center, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, IRAN; E-mail [sina\\_dobaradaran@yahoo.com](mailto:sina_dobaradaran@yahoo.com)

Website: <http://bpums.ac.ir>

Journal Address: <http://ismj.bpums.ac.ir>