

## *Qualitative Analysis of Coastal Waters in the Caspian Sea in Guilan Province: Determining the Environmental Health Indicators in Swimming Areas*

Ramin Nabizadeh<sup>1</sup>,  
Masoud Binesh Barahmand<sup>2</sup>,  
Kazem Nadafi<sup>1</sup>,  
Alireza Mesdaghinia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Environmental Health, Faculty of Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

(Received February 5, 2011 ; Accepted March 3, 2012)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Guilan province, with unique environmental values is located in southwest of the Caspian Sea. Disposal of untreated domestic, industrial and agricultural sewage to the surface of water pollutes the coastal waters of the Caspian Sea. Due to many pollutants in these swages they could endanger the health of swimmers. The purpose of this study was to evaluate the microbial contamination of water in the Caspian shores of Guilan province.

**Materials and methods:** In this study 21 littoral swimming areas in Guilan were studied regarding microbial contamination by microbial indicators of fecal and total coliform with pH, temperature and turbidity during 2009-2010. In each swimming area six samples were taken during the study period. The data from the total of 122 samples were analyzed using statistical software.

**Results:** The results showed that the mean of total coliform and fecal coliform was 234.8 and 60 MPN per 100 ml, respectively. The mean of total coliform in swimming areas 1 and 2 were 1445 and 600 MPN per 100 ml, respectively. Fecal coliform in swimming areas 1, 2, 6, 8, 9 and 10, was 195.3, 163.5, 131.5, 111.7, 127.8, 118.8 MPN per 100 ml, respectively. Significant correlation was found among temperature, turbidity, and microbial contamination ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion:** The results indicated that the mean of total coliform in two swimming areas and the mean of fecal coliform in six swimming areas were more than the standard level. Therefore, these swimming areas are considered as a microbial threat to swimmers.

**Keywords:** Caspian Sea, Guilan, coastal waters, microbial contamination, total coliform, fecal coliform

J Mazand Univ Med Sci 2012; 22(88): 41-52 (Persian).

# آنالیز کیفی آب‌های ساحلی نوار جنوبی دریای خزر در استان گیلان و تعیین شاخص‌های بهداشت محیط در طرح‌های ساحلی آن منطقه

رامین نبی زاده<sup>۱</sup>  
مسعود بینش برهمند<sup>۲</sup>  
کاظم ندافی<sup>۱</sup>  
علیرضا مصداقی نیا<sup>۱</sup>

## چکیده

**سابقه و هدف:** استان گیلان با ارزش زیست محیطی بی‌نظیر در جنوب غربی دریای خزر واقع شده است. دفع فاضلاب‌های تصفیه نشده خانگی، صنعتی و کشاورزی به آب‌های سطحی و سپس دریای خزر سبب آلودگی قابل توجه آب‌های منطقه به‌خصوص سواحل شده و به علت دارا بودن آلودگی‌های مختلف می‌تواند سلامت شناگران را به خطر اندازد. هدف از این تحقیق بررسی میزان آلودگی میکروبی آب دریای خزر در استان گیلان می‌باشد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه موردی ۲۱ نقطه شناگاه ساحلی دریای خزر در استان گیلان شناسایی و این نقاط از نظر آلودگی میکروبی به‌وسیله شاخص‌های میکروبی کلیفرم کل و گرمپای به همراه pH، دما و کدورت در طی یک‌سال ۸۹-۱۳۸۸ با روش استاندارد بررسی شد. از هر ایستگاه در طی دوره نمونه‌برداری ۶ نمونه و جمعاً ۱۲۲ نمونه برداشت شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که میانگین کلیفرم کل ۲۳۴/۸ و کلیفرم گرمپای برابر ۶۰ MPN در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه است. ضمن این که میانگین کلیفرم کل در ایستگاه‌های ۱ و ۲ به ترتیب ۱۴۴۵ و ۶۰۰ (MPN) در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه و کلیفرم گرمپای در ایستگاه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹ و ۱۰ به ترتیب ۱۹۵/۳، ۱۶۳/۵، ۱۳۱/۵، ۱۱۱/۷، ۱۲۷/۸ و ۱۱۸/۸ (MPN) در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه می‌باشد. همچنین رابطه معنی‌داری بین میزان دما، کدورت و آلودگی میکروبی مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ).  
**استنتاج:** نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که میانگین کلیفرم کل در دو ایستگاه و میانگین کلیفرم گرمپای در ۶ ایستگاه بیش از حد استاندارد است و با توجه به استانداردهای مربوط به محل‌های شنا به عنوان خطر میکروبی برای شناگران محسوب می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** دریای خزر، گیلان، آب‌های ساحلی، آلودگی میکروبی، کل کلیفرم، کلیفرم گرمپای

## مقدمه

دریای خزر بزرگ‌ترین ذخیره آبی محصور شده خشکی در جهان می‌باشد که مساحت کل آن ۴۳۶ هزار کیلومتر مربع است (۱). دریای خزر از جنوب با سه استان شمالی ایران در ارتباط است. گیلان در غرب، گلستان در

دریای خزر بزرگ‌ترین ذخیره آبی محصور شده خشکی در جهان می‌باشد که مساحت کل آن ۴۳۶ هزار

E-mail: binesh1348@yahoo.com

مؤلف مسئول: مسعود بینش برهمند - گیلان: دانشگاه علوم پزشکی گیلان

۱. گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲. دانشگاه علوم پزشکی گیلان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۶ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۹۰/۳/۸ تاریخ تصویب: ۹۰/۱۲/۱۳

شرق و مازندران در وسط که مجموعاً دارای مساحت حدود ۶۱۴۶۵ کیلومتر مربع (۳/۷۳ درصد کل کشور) می‌باشند. قلمرو و جغرافیای منطقه از دو قسمت آبی و خشکی تشکیل شده است.

قلمرو آبی شامل دریای خزر، مانداب‌ها، تالاب‌ها و حوضه‌های فرعی است. قلمرو خشکی منطقه نیز از نظر پستی و بلندی به سه بخش جلگه‌ای، کوهپایه‌ای و کوهستانی تقسیم می‌شود. آب تمامی نواحی و حوزه‌های آبریز دریای خزر پس از مشروب نمودن اراضی کشاورزی و عبور از مناطق مسکونی و صنعتی وارد دریا شده و بدین ترتیب مقادیر عظیمی از پساب‌ها و ضایعات وارده به آب‌های جاری این منطقه سرانجام به دریای خزر وارد می‌شوند (۲).

استان گیلان با بیش از ۲۷۰ کیلومتر مرز آبی از آستارا تا چابک‌سر و جاذبه‌های مختلف توریستی از جمله سواحل زیبا، جنگل‌های سرسبز و نزدیکی ساحل به جنگل در نوع خود بی‌نظیر می‌باشد. این عوامل باعث جذب سالیانه بیش از ۳ میلیون نفر گردشگر به استان می‌شود که در برخی از فصول سال خصوصاً بهار و تابستان بسیاری از مسافران (بیش از ۲ میلیون نفر) جهت استفاده از دریا به این استان سفر می‌کنند. علاوه بر این دریای خزر نه فقط به‌عنوان تفریح‌گاه جهت شناگران بلکه زیستگاهی مناسب جهت ماهیان با ارزشی مانند ماهیان غضروفی، ماهی سفید، ماهی کفال و غیره بوده که ماهیان خاویاری آن سهم قابل توجهی از واردات خاویار کشورهای اروپایی و آمریکا را به خود اختصاص داده است.

با افزایش سریع جمعیت شهرها، توسعه مراکز مسکونی، صنعتی و دامداری‌ها در اطراف رودخانه‌ها و تخلیه فاضلاب و فضولات انسانی و شیمیایی به آن‌ها موجبات آلودگی دریای خزر را در سالیان اخیر فراهم نموده است. از سوی دیگر نبود سیستم‌های مدرن دفع فاضلاب در شهرهای شمالی و بالا بودن سطح ایستایی، باعث تخلیه بیشتر فاضلاب به آن شده است. عوامل

میکروبی از جمله آلاینده‌های بسیار مهمی محسوب می‌شوند که از طریق فاضلاب‌های شهری و روستایی تصفیه نشده به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم وارد دریای خزر می‌شوند و می‌تواند موجب به خطر افتادن سلامت شناگران، ماهیگیران، قایق‌رانان و... شوند (۳، ۲). همچنین بیماری‌های متعددی با شنا در آب‌های تفریحی آلوده به فاضلاب در ارتباط می‌باشند. این بیماری‌ها شامل تب تیفوئید، سالمونلا، شیگلا، هپاتیت و گاستروانتریت هستند. منابع این عوامل عفونی عبارتند از پساب‌های واحدهای تصفیه فاضلاب، پساب‌های تانک‌های سپتیک، جریانات سیلابی و مخروجات انسانی و حیوانات به داخل آب‌های مورد استفاده تفریحی می‌باشند که این نوع عوامل در استان گیلان به وفور وجود دارد (۵، ۴). همچنین از مهم‌ترین باکتری‌های شاخص در آب شناگاه‌ها و دریاها عبارتند از کلی فرم کل و عوامل مرتبط با آن (اشرشیا، کلبسیلا، سیتروباکتر، انتروباکتر)، کلیفرم‌های گرم‌پای، پسدوموناس آئروژنزا، کلوستریدیوم پرفرنس، آئروموناس هیدروفیلا، ویبریو پاراهمولیتیکوس و آنتروکوکسی می‌باشند (۷، ۶). در تحقیقی که توسط شهرداری و همکاران در خصوص وضعیت آلودگی میکروبی آب دریای خزر در خلیج گرگان بر روی چهل نمونه برداشت شده از آب دریا در فصول تابستان و پاییز در سال ۱۳۸۳ به عمل آمده، میانگین تعداد کل کلیفرم و کلی فرم گرم‌پای در آب خلیج گرگان به ترتیب ۱۵۵۵ و ۸۱۷ در ۱۰۰ سی‌سی تعیین شده است. مقایسه میانگین نتایج این بررسی با استانداردهای مربوط به محل شنا و پرورش ماهی نشان داد که آب خلیج گرگان از نظر شنا دارای آلودگی است (۸). همچنین در تحقیق دیگری که توسط خطیب حقیقی بر روی میزان آلودگی کلی فرمی حوضه جنوب غربی دریای خزر در استان گیلان انجام شد، در هشت ایستگاه از آستارا تا چابک‌سر به صورت فصلی در اعماق صفر، ۱ و ۵ متری در سال ۱۳۸۴ نمونه برداری انجام شد مشخص گردید که بیشترین میزان میانگین آلودگی در

استاندارد و در تمامی ایستگاه‌ها مقدار استرپتوکوک مدفوعی بیش از استاندارد گزارش شده بود (۱۱). برابر رهنمود سازمان جهانی بهداشت و کمیسیون اقتصادی اروپا کیفیت میکروبی آب دریا جهت شنا به صورت جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول شماره ۱: مقررات کیفیت میکروبی آب شناگاه (۱۹۹۶) (WHO/EEC)(۱۳،۱۲)

حداقل تناوب نمونه برداری	اجباری	پیشنهادی	پارامتر میکروبیولوژی
دو هفته یک بار	۱۰۰۰۰	۵۰۰	Total Coliform/100ml
دو هفته یک بار	۲۰۰۰	۱۰۰	E.coli/100ml
دو هفته یک بار	۴۰۰	۱۰۰	Fecal Streptococci/100ml
ماهانه	۰	-	Enteroviruses PFU/10liter

همچنین با توجه به استاندارد ملی موسسه آب ایران کیفیت میکروبی آب سواحل به منظور استفاده تفریحی و شنا که طبق جدول شماره ۲ آمده است در کلیه مراحل پژوهش مدنظر محققین قرار گرفته و در بررسی و پایش موارد آلودگی به کارگیری شده است.

جدول شماره ۲: شرایط کیفی آب دریا جهت شنا و پرورش ماهی (موسسه ملی استاندارد آب ایران)(۱۳)

عوامل میکروبی	استاندارد شنا	پرورش ماهی
تعداد کل باکتری ها در یک میلی لیتر نمونه	۲۰۰	-
شمارش کل کلیفرم در ۱۰۰ میلی لیتر	۴۶۰	-
شمارش کلی فرم گرماپای	۱۰۰	کمتر از ۱۰۰۰
استرپتوکوک های مدفوعی در ۱۰۰ میلی لیتر	۱۰۰	-

به دلیل این که مطالعات انجام شده تاکنون در استان‌های مازندران و گلستان صورت گرفته است و به منظور مشخص نمودن تفاوت در میزان آلودگی در استان گیلان با سایر استان‌های ذکر شده، تعیین و بررسی عوامل تاثیر گذار در آن و همچنین با توجه به این که بر روی شاخص‌های بهداشتی جهت شناگاه‌ها تاکنون هیچ تحقیقی در دریای خزر انجام نشده است تا مشخص کننده میزان بهره‌مندی از خدمات بهداشتی باشد، این

فصل زمستان با ۱۱۴۰ در ۱۰۰ سی سی و بیشترین میزان میانگین آلودگی کلی فرم‌های مدفوعی در فصل تابستان با ۴۸۷ در ۱۰۰ سی سی می‌باشد (۹). در حالی که در تحقیقی که توسط محسنی و همکاران در خصوص میزان کل کلیفرم و کلیفرم مدفوعی در آب شناگاه‌های ساحلی شهرستان نور و مقایسه آن با استانداردهای جهانی در سال ۱۳۸۲ صورت گرفت، مشاهده گردید که میانگین تعداد کلیفرم کل بین ۱۶۹ تا ۳۳۶ در ۱۰۰ میلی لیتر و کلیفرم مدفوعی بین ۱۳۴ تا ۱۴۸ در ۱۰۰ میلی لیتر بوده که در مقایسه با استانداردها، آلودگی میکروبی سواحل شای شهرستان نور از حد استاندارد فراتر تعیین شده و به عنوان یک خطر میکروبی برای شناگران محسوب می‌شود (۱۰). ضمن این که در تحقیقی دیگر که توسط مهدادی و همکارانش در خصوص میزان اشرشیا کلی و استرپتوکوکوس فکاليس در آب‌های ساحلی منطقه مازندران و مقایسه آن با استانداردهای جهانی در سال ۱۳۸۱ صورت گرفت، مشاهده گردید که در ایستگاه تنکابن میزان اشرشیا کلی ۱۲۶۰ در ۱۰۰ میلی لیتر و در ایستگاه زاغمرز ۵۷ در ۱۰۰ میلی لیتر بوده که در مقایسه نتایج حاصل با استاندارد و مقررات جهانی نشان داد که آلودگی میکروبی سواحل شای تنکابن از حد استاندارد بسیار فراتر بوده و به عنوان یک خطر میکروبی از نظر بیماری‌های گوارشی همچون گاستروآنتریت شناخته می‌شود (۶).

همچنین در تحقیقی که توسط پوند و همکاران از دانشگاه سوری انگلستان در سال ۲۰۰۵ 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 مقدار شمارش اشرشیا کلی بیشتر از استاندارد و در تمامی ایستگاه‌ها مقدار استرپتوکوک مدفوعی کمتر از استاندارد می‌باشد. در حالی که در سواحل ایران (استان مازندران) که در ده ایستگاه نمونه برداری انجام شده بود، در ۴ ایستگاه مقدار شمارش اشرشیا کلی کمتر از

مطالعه با اهداف ذکر شده به منظور تعیین میزان آلودگی آب دریای خزر نسبت به باکتری‌های شاخص بیماری‌زا در سواحل دریای خزر طی مدت یک سال در سال‌های ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق از دو جنبه طرح‌های ساحلی دریای خزر در استان گیلان را مورد بررسی قرار داد. اول بررسی دقیق وضعیت آلودگی میکروبی آب‌های ساحلی دریای خزر به‌ویژه در محل نوار ساحلی و مناطق تفرج گاهی به منظور تعیین کیفیت آب و مقایسه آن با استانداردهای زیست محیطی و بین‌المللی و دوم بررسی وضعیت بهداشت محیطی طرح‌های ساحلی و امکان سنجی وضعیت رفاهی موجود در طول نوار ساحلی دریای خزر که به همین منظور جمعاً ۲۱ ایستگاه شاخص نمونه‌برداری و سایت مطالعاتی مشخص و تعیین گردید.

روش به کار گرفته شده در این تحقیق جهت انجام مطالعات و نمونه‌برداری میکروبی از آب شرب مصرفی و آب دریا در ایستگاه‌های مورد نمونه‌برداری و سایت‌های مطالعاتی براساس تلفیقی از ضوابط، توصیه‌ها و رهنمودهای آژانس حفاظت از محیط زیست آمریکا<sup>۱</sup> و نیز سازمان جهانی بهداشت<sup>۲</sup> و تکمیل فرم بررسی وضعیت شناگاه‌های ساحلی از نظر موازین بهداشت محیطی بوده است. فواصل زمانی نمونه‌برداری در فصول غیر شنا هر فصل یک نمونه و در فصل شنا هر ماه یک نمونه که جمعاً ۱۲۲ نمونه‌بوده است. نمونه‌برداری از فصل پاییز سال ۱۳۸۸ شروع شد و از عمق ۰/۵ متر تا ۱/۵ متر نمونه‌برداری میکروبی از آب دریا در هر ایستگاه در امتداد سواحل صورت گرفت.

در این مطالعه توصیفی برای تعیین میانگین غلظت آلودگی میکروبی آب دریای خزر در سواحل استان گیلان پس از بررسی و مطالعه فراوان، ۲۱ طرح ساحلی

در استان گیلان در مدت یک‌سال مورد نمونه‌برداری میکروبی، دما، کدورت و pH قرار گرفت. بر این اساس ۱۲۲ نمونه آب از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری زیر سطح آب برداشته شد و در بطری‌های دهانه گشاد جمع‌آوری و در کنار یخ تا رسیدن به آزمایشگاه مرکز بهداشت رشت نگهداری گردید. آزمایش‌های کل کلیفرم، کلیفرم گرم‌پای، کدورت، دما و pH روی هر نمونه مطابق با روش‌های استاندارد آب و فاضلاب انجام گرفت. نتایج به‌طور روزانه جمع‌بندی شد. برای انجام آزمایش کلیفرم کل و کلیفرم گرم‌پای از روش تخمیر چند لوله‌ای استفاده و نتایج آن به صورت محتمل‌ترین تعداد گزارش شد. در مرحله احتمالی برای غنی‌سازی باکتری‌ها که به میزان کمی انتخابی می‌باشد، به گونه‌ای طراحی شده که ضعیف‌ترین سلول کلی فرم نیز قادر به رشد باشد. این آزمایش در محیط لاکتوز برات<sup>۳</sup> که دارای لوله درهام است انجام می‌شود. در این محیط قند لاکتوز عامل انتخابی برای باکتری‌های کلی فرم بود، چون این قند توسط این باکتری‌ها و چند باکتری محدود دیگر تخمیر می‌شود.

در این روش ۹ لوله لاکتوز برات (هر یک حاوی ۱۰ میلی‌لیتر محیط کشت) آماده شده، هر لوله به ترتیب ۱ml، ۰/۱ml و ۱۰ml از آب مورد آزمایش و در شرایط استریل تلقیح شد. سپس در داخل انکوباتور ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شد. سپس وجود گاز در لوله درهام با کدورت محیط کشت بررسی گردید. کدورت محیط و وجود گاز، نشان‌دهنده مثبت بودن احتمالی وجود باکتری‌های کلی فرم و احتمال آلودگی مدفوعی است، کدورت تنها و بدون تشکیل گاز به عنوان واکنش مثبت ارزیابی نشد. آزمایش تأییدی کلی فرم‌های گرم‌پای پس از واکنش مثبت احتمالی انجام شد که در آن باکتری‌های رشد یافته در لوله‌های لاکتوز برات<sup>۳</sup> در محیط دیگری به نام EC برات<sup>۳</sup> که

3. Eschericia Coli Broth

1. EPA: Environmental Protection Agency  
2. WHO: World Health Organization

وضعیت حضور دوره گردان و وضعیت وجود حشرات و جوندگان و اقدامات انجام شده در آن زمینه تکمیل گردید. سپس به هریک از موارد یاد شده امتیاز داده و هریک از طرح‌های ساحلی مطابق با امتیاز کسب کرده رتبه‌بندی شدند (۱۴، ۱۵).

همچنین نمونه‌برداری از آب مصرفی از نظر دوره زمانی همانند نمونه‌برداری از آب دریا بود. زمان تکمیل فرم‌های بررسی وضعیت بهداشت محیطی طرح‌ها در فصل گردشگری (تابستان) به صورت ماهانه بوده است. انتخاب ایستگاه‌ها در طول نوار ساحلی در استان گیلان اصولاً بر مبنای توزیع نسبی شدت بار جمعیتی و تراکم بالای جمعیتی و نیز کثرت استفاده کنندگان محلی و گردشگران از این مناطق به عنوان محل‌های تفریحی و شنا و احتمال آلودگی آب‌های ساحلی در مناطق مذکور، بررسی شد. امکان سنجی بهداشت محیطی در طرح‌های ساحلی دریا در استان گیلان به منظور بررسی امکانات رفاهی گردشگران انجام شد.

پس از انجام آزمایش و جمع‌بندی داده‌ها، میانگین نتایج حاصل از آزمایش‌های کل کلیفرم، کلیفرم گرمپای، کدورت، دما و pH با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون‌های آماری تی و آنالیز واریانس با ضریب اطمینان ۹۵ درصد تعیین شد و با استانداردهای ایران و WHO از نظر امکان استفاده از آن به عنوان شناگاه مقایسه و بررسی گردید.  $p < 0/05$  به عنوان معنی‌دار بودن نتایج در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

نتایج نشان می‌دهد که میانگین تعداد کلیفرم کل و کلیفرم گرما پای در سواحل دریای خزر در استان گیلان به ترتیب برابر  $234/8$  و  $60$  MPN در  $100$  میلی لیتر نمونه و میانگین کدورت و دما به ترتیب برابر  $25/17$  NTU<sup>۲</sup>،  $25/2$  درجه سانتی گراد می‌باشد (جدول شماره ۳). میانگین تعداد کلیفرم کل و گرمپای

انتخابی تر از لاکتوز براث است کشت داده شد. به این ترتیب که یک لوپ از هر لوله محیط کشت لاکتوز براث مثبت وارد لوله‌های محیط کشت EC براث (ویژه کلی فرم‌های گرمپای) شده و به تعداد لوله‌های مثبت تأییدی در لوله‌های EC براث کشت داده شد. لوله‌ها در دمای  $44/5$  درجه سانتی گراد قرار گرفت، تنها کلی فرم‌های بامنشأ مدفوعی در این دما قادر به رشد می‌باشند. عدم تولید گاز در لوله درهام گویای واکنش منفی است. لوله به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور قرار گرفت. وجود گاز در لوله درهام و کدورت محیط واکنش مثبت آزمایش تأییدی را نشان می‌دهد. از روی جدول<sup>۱</sup> MPN، تعداد کلی فرم‌ها در  $100$  ml نمونه به دست آمد (۱۴-۱۲). در این تحقیق باکتری‌های گروه کلیفرم شامل توتال کلیفرم‌ها (کل کلیفرم) و کلیفرم گرمپای به عنوان باکتری‌های نشانگر و اندیکاتور جهت پی بردن به میزان بار آلودگی میکروبی شناگاه‌های ساحلی و مناطق تفریحی و شنا در طول نوار ساحلی دریای خزر در استان گیلان انتخاب گردید. با استفاده از روش استاندارد و متداول MPN یا به عبارتی روش تعیین محتمل‌ترین تعداد، آزمایش و بررسی شد. سپس بر روی آن‌ها آزمایشات احتمالی و تأییدی انجام گرفت.

روش بررسی وضعیت بهداشت محیط طرح‌های ساحلی جهت هر یک از ایستگاه‌های تعیین شده، فرم مربوط به بررسی وضعیت بهداشت محیط شامل بررسی منابع تأمین‌کننده آب شرب (شبکه آبرسانی شهری و روستایی)، آب چاه براساس بهسازی شده و بهسازی نشده، بررسی وضعیت دفع فاضلاب و زباله به صورت مطلوب و نامطلوب بودن، بررسی وضعیت سرویس‌های بهداشتی شامل مستراح، دوش‌های حمام شامل تعداد و وضعیت نظافتی، بررسی وضعیت مراکز تهیه و توزیع و فروش مواد غذایی و اماکن عمومی بر اساس بهداشتی شده، بهسازی شده و بهسازی نشده، وضعیت اقامتگاه‌ها،

2. Nephelometric Turbidity Units

1. Most Probable Numbers

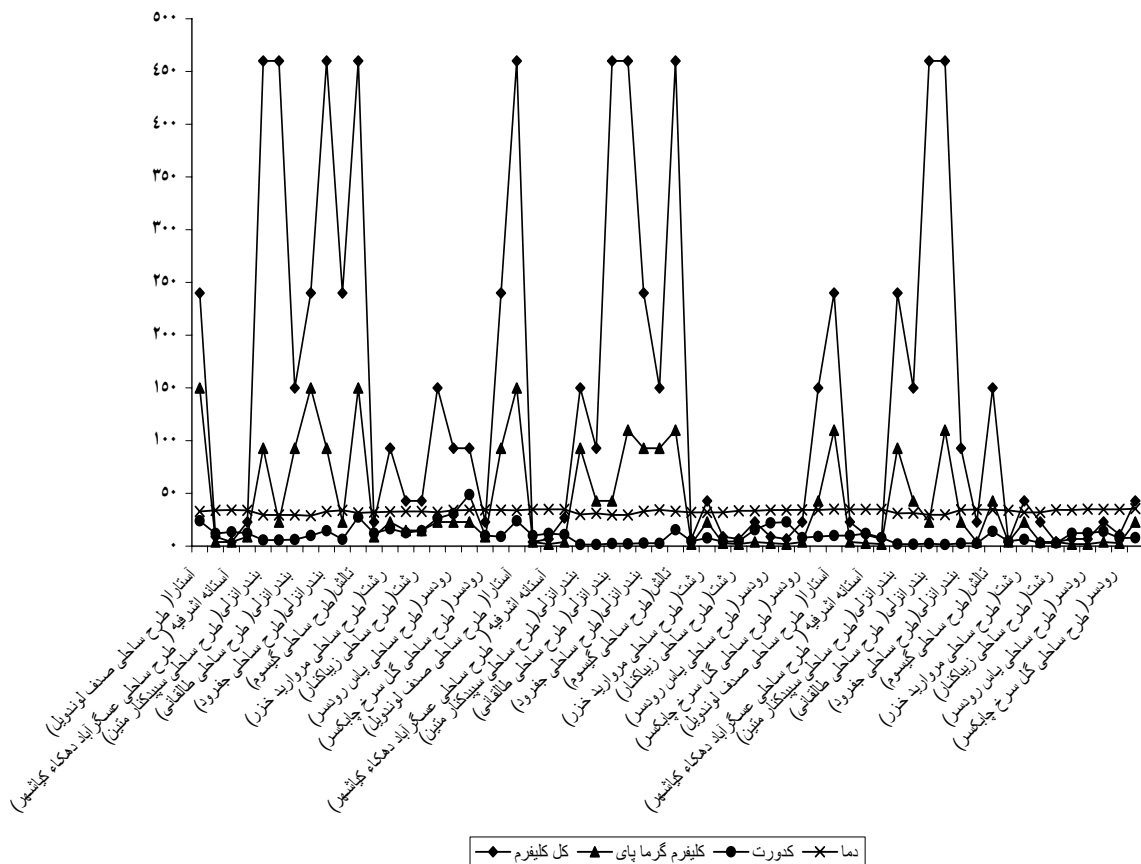
همچنین میانگین تعداد کلیفرم کل و گرمپای در فصول بهار و تابستان به ترتیب برابر ۱۵۸، ۱۰۳ و ۴۳، ۵۸ و بیشترین تعداد به ترتیب در ایستگاه‌های لوندویل، سپیدکنار، طالقانی به میزان ۴۶۰ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه می‌باشد. همچنین بیشترین میزان کدورت مربوط به فصل زمستان با میزان ۱۲۲ در واحد NTU می‌باشد. مقایسه میانگین تعداد کلیفرم کل در آب سواحل دریای خزر در استان گیلان نشان داد که در ۲ ایستگاه لوندویل آستارا و ساحل تعداد از حد مجاز استاندارد ایران بالاتر است. همچنین از مقایسه میانگین تعداد کلیفرم گرمپای در آب سواحل استان گیلان مشاهده گردید که در ایستگاه‌های لوندویل، قو، سپیدکنار متین، خرمشهر، گیسوم و طالقانی این تعداد از حد مجاز استاندارد ایران بیشتر است (نمودارهای شماره ۱ و ۲).

در فصول پاییز و زمستان به ترتیب برابر ۴۶۴، ۳۵۲، ۱۰۵ و ۷۹ و بیشترین تعداد به ترتیب در ایستگاه‌های لوندویل و زیباکنار به میزان ۲۴۰۰ و ۱۱۰۰ MPN در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه بوده است (جدول شماره ۳).

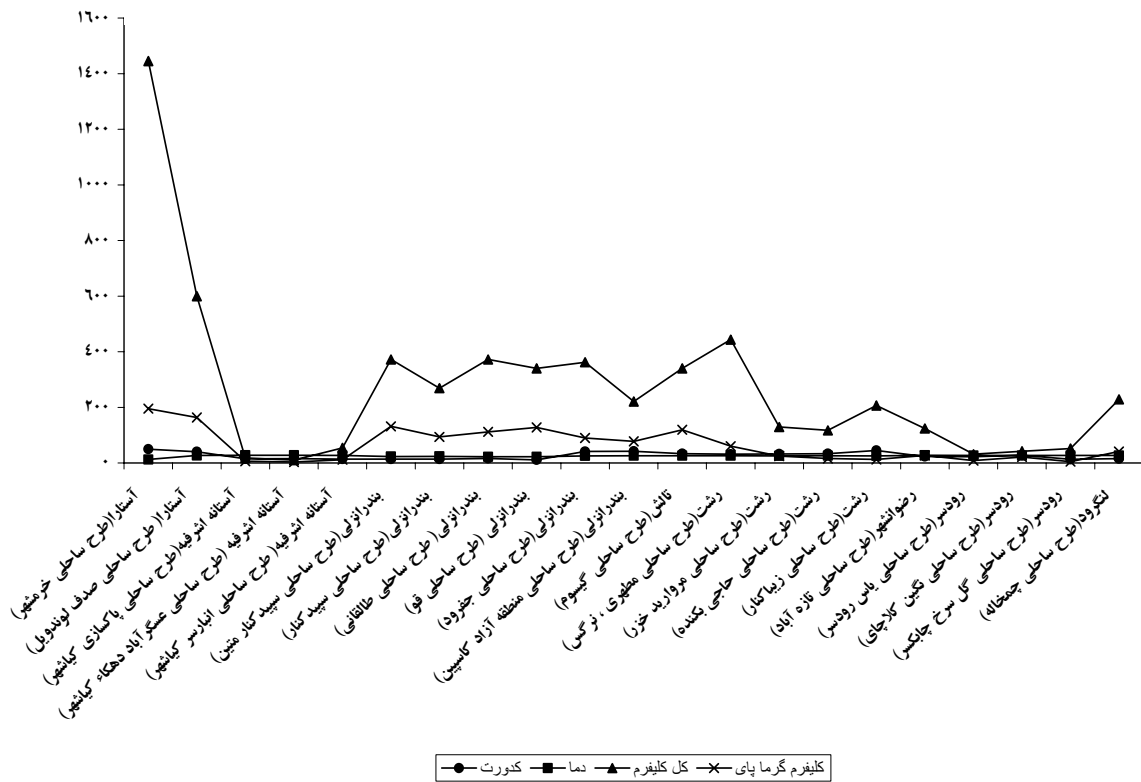
جدول شماره ۳: نتایج آزمایش های میکروبی و فیزیکی شیمیایی آب دریای خزر در استان گیلان

شاخص آماری	کلیفرم (MPN/100cc)	کلیفرم گرمپای (MPN/100cc)	کدورت *NTU	دما °C
تعداد کل نمونه	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲
میانگین	۲۳۴/۸	۶۰	۲۵/۱۷	۲۵/۲
انحراف معیار	۳۵۹	۶۶	۲۶	۹/۳
حداقل و حداکثر مقدار	۲۴۰-۴	۲۴۰-۲	۱۲۲-۱/۶۲	۲۵/۵-۹/۸
تعداد موارد بالاتر از حد مجاز	۳۱	۲۹	۱۷	-
درصد موارد بالاتر از حد مجاز برای شنا	۲۵/۴	۲۳/۷۷	۱۳/۹۳	-

\* الف میزان کدورت برابر با رهنمود محیط زیست کشور کانادا به میزان ۵۰ NTU در نظر گرفته شده است و در این خصوص در کشور ایران و سایر منابع مورد استفاده استاندارد یا رهنمودی به دست نیامده است (۱۷).



نمودار شماره ۱: میانگین تغییرات تعداد کلیفرم کل، کلیفرم گرمپای، کدورت و دمای آب دریا در ایستگاه‌های نمونه برداری در استان گیلان در فصل تابستان در سال ۱۳۸۹



نمودار شماره ۲: میانگین تغییرات تعداد کلیفرم کل، کلیفرم گرما پای، کدورت و دمای آب دریا در ایستگاه های نمونه برداری در استان گیلان در سال های ۱۳۸۸-۱۳۸۹

سانتی گراد و کمترین میزان آن مربوط به ایستگاه طرح ساحلی طالقانی در بندرانزلی با ۹/۸ درجه سانتیگراد در فصول پاییز و زمستان بوده است. میانگین میزان شمارش کل کلیفرم ها برابر با (مطابق با جدول شماره ۳) ۳۵۹ ± ۲۳۴/۸ و بیشترین میزان مربوط به ایستگاه طرح ساحلی خرمشهر در آستارا با کمتر از ۲۴۰۰ در زمستان و ایستگاه طرح ساحلی زیبا کنار رشت در فصل پاییز بوده است. کمترین میزان مربوط به ایستگاه های طرح ساحلی یاس رودسر و عسگر آباد کیشهر در فصل پاییز و تیرماه، پاکسازی کیشهر در مرداد ماه و هتل نرگس و زیبا کنار در رشت در شهریور ماه با مقدار ۴ می باشد. همچنین متوسط تعداد کلیفرم گرما پای برابر با ۶۶ ± ۶۰ و بیشترین میزان آن مربوط به ایستگاه طرح ساحلی خرمشهر در آستارا مربوط به فصل زمستان با مقدار ۲۴۰ و کمترین مقدار آن مربوط به ایستگاه های طرح ساحلی

با توجه به یافته های به دست آمده از تحقیق حاضر در ایستگاه های شاخص نمونه برداری و مطالعاتی در نواحی ساحلی دریای خزر در استان گیلان، میانگین میزان کدورت در فصول مورد بررسی برابر با (مطابق با جدول شماره ۳) ۲۶ ± ۲۵/۱۷ و بیشترین میزان کدورت آب دریا مربوط به فصل پاییز در ایستگاه طرح ساحلی منطقه آزاد کاسپین بندرانزلی برابر با ۱۲۲ NTU بوده است. همچنین کمترین میزان کدورت مربوط به ایستگاه های طرح ساحلی سفید کنار متین و سفید کنار در مرداد ماه و ایستگاه طرح ساحلی قو در بندرانزلی در شهریور ماه بوده است. متوسط میزان دما در دوره مورد بررسی با توجه به زمان نمونه برداری که به منظور انتقال به موقع نمونه ها در صبح صورت گرفته است، برابر با ۲۵/۲ ± ۹/۳ بود و بیشترین میزان دما مربوط به ایستگاه طرح ساحلی چمخاله در لنگرود با ۳۵/۵ درجه

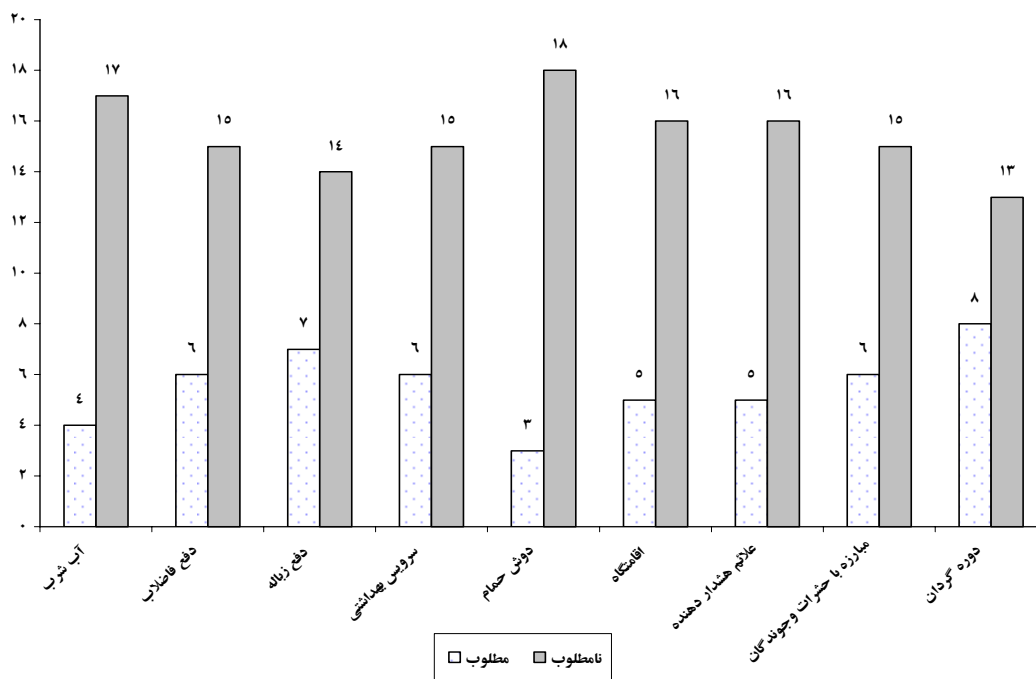


گشاد) که نمونه‌برداری‌ها از آب چاه نیز حاکی از آلوده بودن آب در بیشتر مواقع می‌باشد. ضمن این که در ۱۳ طرح دست‌فروشان حضور فعال دارند و اقدام به عرضه مواد غذایی به صورت غیر بهداشتی می‌نمایند (نمودار شماره ۳). از نظر وضعیت بهداشتی محیط ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده در استان گیلان، بهترین وضعیت از نظر شاخص‌های بهداشت محیط از جمله وضعیت آب آشامیدنی، دفع بهداشتی زباله و فاضلاب، سرویس‌های بهداشتی و حمام و... برابر با رتبه‌بندی مربوط به ایستگاه‌های هتل نرگس، هتل سفید کنار، مجتمع زیبا کنار، گل سرخ و تازه آباد رضوان شهر می‌باشد (نمودار شماره ۴).

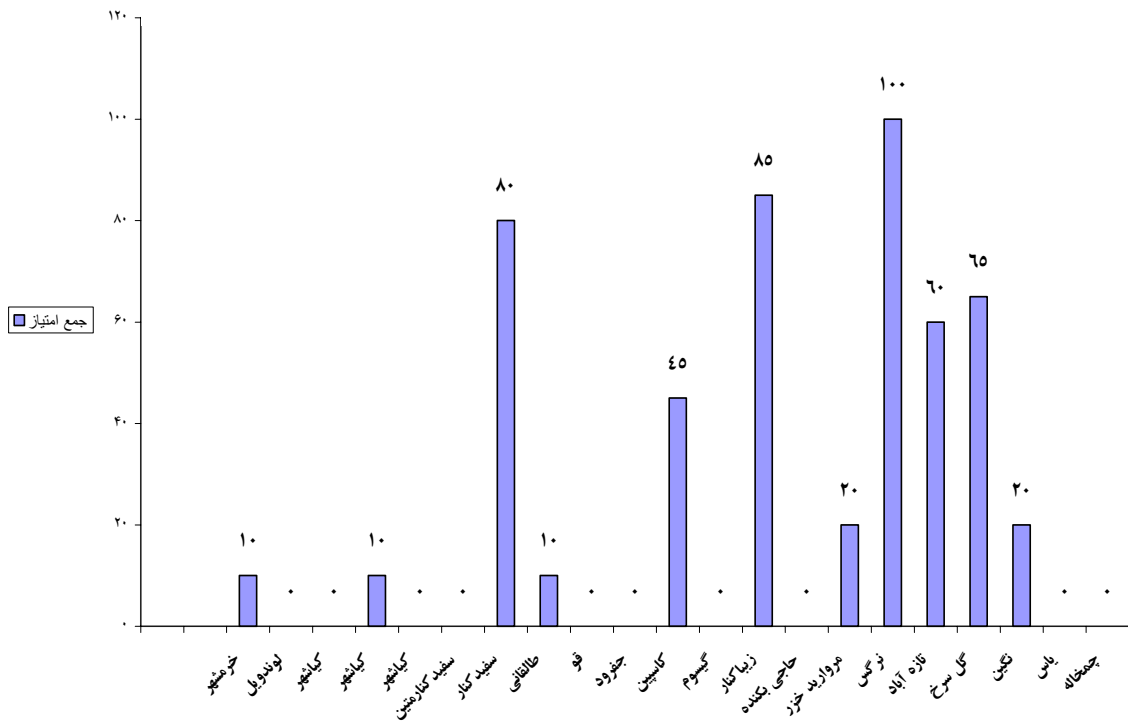
نتایج آنالیز آماری آزمون نمونه‌های زوج برای تعیین تفاوت در میانگین دو گروه وابسته نشان داد که بین تعداد کلیفرم کل و کلیفرم مدفوعی ارتباط آماری معنی‌داری وجود دارد ( $p < 0/05$ ). همچنین بین متغیرهای کدورت و دمای آب و تعداد کلیفرم کل و کلیفرم گرم‌پای نیز ارتباط معنی‌داری مشاهده شد ( $p < 0/001$ ).

عسگرآباد کیشهر و نگین کلاچای و یاس رودسر در فصول پاییز و بهار، ایستگاه‌های طرح ساحلی زیباکنار و هتل نرگس رشت و نگین کلاچای در مرداد ماه و ایستگاه‌های طرح ساحلی تازه آباد رضوان‌شهر و چابکسر در رودسر با میزان ۲ می‌باشد. در ۲۵/۴ درصد نمونه‌های برداشت شده تعداد کل کلیفرم‌ها بالاتر از حد مجاز بوده در حالی که در ۲۳/۷۷ درصد نمونه‌ها تعداد کلیفرم‌های گرم‌پای بالاتر از حد مجاز می‌باشد. این نتایج به‌طور کامل در جدول شماره ۳ و نمودارهای شماره ۱ تا ۲ آورده شده است.

با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده و تکمیل فرم وضعیت بهداشت محیط مشخص شد که از نظر دوش حمام (آب شیرین) فقط سه ایستگاه دارای دوش حمام می‌باشند. از نظر وضعیت دفع فاضلاب و سرویس‌های بهداشتی و دفع زباله فقط ۷ ایستگاه دارای وضعیت مطلوب می‌باشد. در خصوص آب مصرفی، ۲۰ طرح از چاه دهانه گشاد (سطحی) استفاده می‌کنند که (۶ طرح به‌صورت مشترک از شبکه آب لوله‌کشی و چاه دهانه



نمودار شماره ۳: رتبه‌بندی از نظر شاخص‌های بهداشت محیط در طرح‌های ساحلی مورد بررسی در استان گیلان



نمودار شماره ۴: وضعیت شاخص های بهداشت محیط در طرح های سالم سازی مورد بررسی در استان گیلان

## بحث

کشاورزی، برای شنا نامطلوب می باشد (نمودارهای شماره ۲ و ۱). همچنین نتایج نشان داد میانگین تعداد کلیفرم کل و کلیفرم گرمپای و کدورت آب دریا در ماه های تیر و مرداد کمتر از ماه شهریور و نیز میانگین میزان آلودگی در فصل تابستان کمتر از فصول بهار، پاییز و زمستان بود که این امر می تواند به خاطر تابش نور خورشید باشد. تحقیقات نشان داده که اشعه خورشید در از بین بردن باکتری های شاخص و بیماری زا نقش اساسی دارد. براین اساس با گرم شدن هوا و کاهش میزان کدورت آب، نفوذ اشعه ماوراء بنفش در آب بیشتر شده و می تواند در کاهش میزان آلودگی تأثیر بسیاری داشته باشد. همچنین آبیاری مزارع در فصول بهار و تابستان و انتقال آب رودخانه ها و زه آب های کشاورزی به آن ها و عدم تخلیه آب های جاری به سواحل دریا نیز از دیگر عوامل تأثیر گذار می باشد (۱۰).

آب دریای خزر در سواحل استان گیلان در نواحی غربی و مرکزی نسبت به مناطق شرقی دارای آلودگی بیشتری بود که می تواند به دلیل گسترش صنایع و تخلیه فاضلاب های صنعتی و خانگی به داخل رودخانه ها و دریای خزر باشد. همچنین وجود مرداب انزلی و لوندویل آستارا و تخلیه فاضلاب ها و زه آب های کشاورزی انواع زباله های خانگی و غیره نیز از دیگر عوامل آلوده کننده سواحل دریا در این نقاط می باشد. برابر با یافته های تحقیق، در ایستگاه لوندویل و ساحل قو به دلیل وجود آلودگی بیش از حد مجاز در تمامی فصول، برای شنا مناسب نمی شود. همچنین ایستگاه های واقع در قسمت مرکزی استان (حاجی بکنده، سفید کنار، طالقانی و زیبا کنار) به دلیل وجود آلودگی کلیفرم گرمپای بیش از حد مجاز استاندارد ایران در فصول بهار و پاییز، به دلیل تخلیه فاضلاب های خانگی و زه آب های

با توجه به یافته‌های تحقیق و مقایسه میانگین تعداد کلیفرم گرماپای با استاندارد ایران از نظر محل پرورش ماهی نیز نشان داد که آب سواحل دریای خزر در استان گیلان برای پرورش ماهی کمتر از حد استاندارد می‌باشد (جدول شماره ۱ و ۲). استفاده از آب دریا در فصول پاییز و زمستان برای مقاصد ماهی‌گیری و افزایش میزان بارندگی، کاهش دمای آب، تخلیه ضایعات روغنی و نفتی به سواحل به همراه دفع فضولات انسانی در این فصول باعث افزایش میزان کدورت آب و همچنین افزایش میزان آلودگی در این فصول گردیده است. لذا تعیین مداوم کیفیت میکروبی آب‌های سواحل دریا برای سایر مقاصد (ماهی‌گیری و تفریحی) و تداوم برنامه‌های طرح‌های سالم‌سازی دریا در طول سال به طور موفقیت‌آمیزی در مدیریت بهداشت عمومی منطقه برای استفاده کنندگان مؤثر خواهد بود. با مقایسه یافته‌های تحقیق با استاندارد ایران در خصوص پرورش ماهی، مشخص می‌شد میزان آلودگی کمتر از حد استاندارد برای پرورش ماهی می‌باشد.

مقایسه نتایج آزمایشات کلیفرم کل با کلیفرم گرماپای در سواحل استان گیلان با سواحل خلیج گرگان و سواحل شهرستان تنکابن و نور نشان می‌دهد که میانگین تعداد کلیفرم کل و گرماپای در استان گیلان کمتر از سواحل خلیج گرگان و شهرستان تنکابن و نور می‌باشد (۱۰،۸،۶). با بررسی نتایج مشخص گردید که میزان آلودگی در استان گیلان از میزان آن در استان مازندران و گلستان کمتر بوده که این تفاوت می‌تواند به دلیل تخلیه فاضلاب‌های صنعتی و عدم توجه به طرح‌های سالم‌سازی و حفظ محیط زیست در سواحل استان مذکور و همچنین ناشی جریانات جوی غربی به شرقی، جنس خاک، دمای محیط و نیز ناشی از فصل نمونه‌برداری باشد. یافته‌ها نشان داد که میانگین تعداد کلیفرم کل و کلیفرم گرماپای در سواحل استان گیلان در ۲۴ درصد ایستگاه‌های مورد نمونه‌برداری بیشتر از استاندارد ایران بود. این آلودگی تابعی از آلودگی در

نتیجه تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی، فضولات حیوانی و همچنین رودخانه‌های آلوده به فاضلاب، تعداد استفاده کنندگان و شناگران از منطقه، نبودن تسهیلات بهداشتی کافی از قبیل سرویس بهداشتی و زباله‌دان، عوامل فیزیکی شامل پیشروی دریا، فرسایش خاک و امواج دریا می‌باشد. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که یکی از مهم‌ترین علل آلودگی میکروبی آب دریا و طرح‌های ساحلی، رودخانه‌هایی هستند که در مسیر حرکت خود با دریافت پساب‌ها و فاضلاب‌های شهری، روستایی، کشاورزی و صنعتی و نیز زه‌آب‌های سطحی و بارندگی آلوده می‌گردند و متعاقباً موجب آلودگی آب‌های ساحلی و سواحل شنا می‌شوند. لذا ضروری است طرح‌های ساحلی از محل ریزش این رودخانه به دریا به میزان زیادی فاصله داشته باشند. کاهش این میزان آلودگی در فصول گرم سال می‌تواند به روش‌های مختلف از جمله کلر پاشی بر سطح آب به وسیله قایق به غلظت ۱۰ درصد، دفع بهداشتی فاضلاب و جلوگیری از تخلیه فضولات به‌طور مستقیم به سواحل دریا و خودداری از انجام ماهی‌گیری در محدوده طرح‌های سالم‌سازی و مدیریت طرح‌های سالم‌سازی در طول سال به همراه نظارت مستمر بر آن باشد. 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 گیلان متأسفانه فاقد امکانات و تسهیلات بهداشتی از جمله مستراح بهداشتی، دوش‌های سرد و گرم آب شهری، سطل‌های درب دار زباله، شیر برداشت آب بهداشتی و سالم و نیز دفع مناسب و بهداشتی فاضلاب و پساب، مراکز تهیه و توزیع و فروش مواد غذایی بهداشتی و... 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

ترسیم می کند. از طرف دیگر طبقه بندی حاصل، هم به فعالیت های جلوگیری کننده از آلودگی آب های سواحل کمک می کند.

### سپاسگزاری

نگارنده لازم می داند از ریاست و کارشناسان بهداشت محیط مرکز بهداشت رشت، کارشناسان شرکت آب و فاضلاب استان گیلان و کارشناسان معاونت اجتماعی استانداری گیلان که در انجام این پژوهش اینجانب را یاری نمودند تشکر و قدردانی نماید.

خطر افتادن سلامتی افراد و شناگران و گردشگران جلوگیری شود. ضروری است شناگاه های ساحلی و طرح های سالم سازی در نوار ساحلی استان گیلان از نظر بازرسی های بهداشتی (ممیزی بهداشتی) و ارزیابی کیفیت آب آن ها از نظر میکروبی درجه بندی و طبقه بندی شوند زیرا این طبقه بندی تلفیقی (مبتنی بر بازرسی های بهداشتی و سنجش کیفیت میکروبی آب دریا) به همراه پیشگیری از ورود و استفاده افراد از این مکان ها در زمان های افزایش خطر آلودگی، چارچوبی را برای سنجش کیفیت آب های ساحلی

### References

- Clark RB. Translators; Jafarzadeh H, Farhang, M. Pollution at sea; 1<sup>st</sup> ed. Publishing Avayeh ghalam; 2006. p. 375-378 (Persian).
- Krdvany P. Water ecosystems Iran (Caspian Sea). Tehran: Dictionary Publisher; 1995. p. 3-7 (Persian).
- Afshin Y. Iran's rivers. Volume II. DOE. Jamab. 1994. p. 18-25 (Persian).
- Suodi MR. Develop criteria and standards for environmental microbial contaminants; EPA Gilan province, 2006. p. 51-64 (Persian).
- Bitton G. Water & wastewater microbiology. Translation by Mirhendi SH, Nikaeen M. Tehran: Tehran University of Medical Sciences publication; 2005. p. 557-569 (Persian).
- 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 6<sup>th</sup> national congress on environmental health-Mazandaran University of Medical Scinces; 2003; p. 34-41 (Persian).
- Binamotlagh P. Quality and features swimming pool, health center work, April 2004 (Persian).
- Shahriari A, Kabir M, Golfiruzi K. Caspian Sea water pollution in the Gulf of Gorgan. J Gorgan Univ Med Sci 2008; 10(2): 69-73 (Persian).
- Khatib Haghighi S. Coliform pollurion in the south caspian sea, Quilan province (Abstract to Chabksar). Iranian Fisheries Scientific 2007; 16(11): 29-39.
- Mohseni A, Zzvly MA, Yousefi Z. Evaluation fecal coliform and total water in the coastal city of Noor and compare it with international standards. Seven<sup>th</sup> National Conference on Environmental Health, University of Medical Sciences, Shahr-e Kord, August 2003. (Persian).
- Pond KR, Cronin AA, Pedley S. Recreational water quality in the Caspian sea. J Water Health 2005; 3(2): 129-138.
- European Economic Community (EEC). Council directive of 8 December 1975 concerning the quality of bathing water. Official Jornal of the European Communities.
- Water microbiological characteristics Institute of Standards & Industrial Research. Standard No. 1011, 1998. (Persian).

14. APHA, AWWA, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> ed. Washington: American public health association; 1999.
15. Salvato JA. Environmental Engineering, published by John Wiley & Sons, INC. 15<sup>th</sup> ed. Hoboken: New Jersey; 2003. p. 1188.
16. Bylaw amendment to Article 13 of law materials, eating, drinking, Cosmetics, Parliament, 2000. (Persian).
17. Guidelines for Canadian Recreational Water Quality. Health Canada. 1989. Available from <http://www.hc-c.gc.ca>.