View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Aquatic Commons

بررسی برخی شاخص‌های میکروبی و موادمغذی در سواحل جنوبی دریای خزر، استان گیلان

محسن محمدی گلنگش[۱*]، عبدالعلی موحدی نیا[۲] و زهرا بزرگ پناه خراط[۳]

۱*. گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشدمحیط زیست گرایش آلودگی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۱۷

چکیده

توجه به آلودگی میکروبی و مواد مغذی در سواحل جنوبی دریای خزر برای سلامت گردشگران وحفظ محیط زیست ضروری است. در این تحقیق برخی از پارامترهای مهم فیزیکوشیمیایی، مواد مغذی، شاخص‌های میکروبی و پارامترهای اکسیژن‌خواهی مورد مطالعه قرارگرفت. نمونه‌برداری در ۹ منطقه از آستارا تا چابکسر و در هر ایستگاه با ۵ تکرار انجام شد. در مناطق مورد مطالعه، میانگین های دما C° ۲۲/۴۸، شوری ppt ۸/۵، pH ۸/۲۷، فسفات mg/l ۰/۴۳، نیترات mg/l ۲/۲۱، کلیفرم‌مدفوعی۱۴۴ (MPN/100ml)، کلیفرم‌کل ۶۲۶/۹ (MPN/100ml)، BOD_5 به مقدار mg/l ۳/۵ و COD به مقدار mg/l ۹/۴۳ بدست آمد. حداکثر غلظت مواد مغذی در انزلی و کیاشهر مشاهده شد. نتایج بیانگر همبستگی مواد مغذی با همدیگر و همبستگی بین COD با شاخص های میکروبی می باشد. مقایسه مقدار شاخص های میکروبی با استانداردهای ملی و جهانی برای شناگاه‌ها نشان می دهد که میانگین ۹ ایستگاه ، فراتر استانداردها بوده و بعلت بار آلودگی میکروبی محدوده ایستگاه های انزلی و لوندویل نیاز به مدیریت وِیژه دارد.

واژگان کلیدی: آلودگی میکروبی، موادمغذی، دریای خزر، استان گیلان

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: m_mohammadi@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

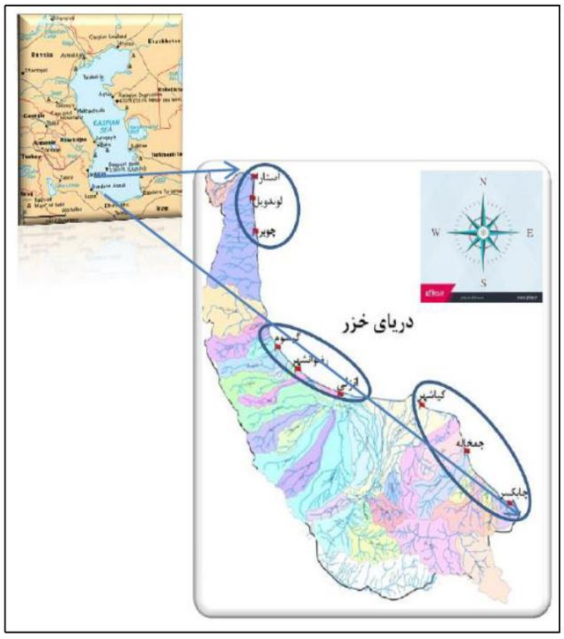
دریای‌خزر بعنوان بعنوان یک اکوسیستم ارزشمند به لحاظ اکولوژیکی، با گونه‌های منحصر بفردی از ماهیان خاویاری و اقلیم و سواحل زیبا، همواره مورد توجه گردشگران مختلف و سازمان‌های بین المللی بوده است. این دریاچه به عنوان بزرگ‌ترین توده آبی لب‌شور محصور درخشکی در سطح زمین محسوب می‌شود که از شمال به روسیه، ازجنوب به ایران، ازغرب به جمهوری‌آذربایجان و از شرق به جمهوری-ترکمنستان و قزاقستان محدود می‌شود. وسعت خزر، در حدود ۳۸۶۴۰۰کیلومترمربع است و با در نظرگرفتن عوارض بستر و خصوصیات هیدرولوژیک به سه بخش شمالی، میانی و جنوبی تقسیم می‌گردد (Radojevic et al., 2012). خزر جنوبی با مساحت ۱۴۸۶۴ کیلومترمربع، بیش از ۶۵ درصد از حجم کل آب این دریاچه را به خود اختصاص داده است (Kostianoy et al., 2005). در این دریا، پارامترهای بیولوژیک با فاکتورهای غیرزیستی از قبیل شوری و دما به طور دائم در حال تأثیر متقابل بر یکدیگر می-باشد (Aladin and Plotnikov, 2004). نیترات و فسفات، مناطق ساحلی خزر را، به محلی مناسب برای رشد و تکثیر بسیاری از آبزیان تبدیل می‌کنند. متاسفانه، حجم بالای انواع پساب‌های کشاورزی، موجب بالا رفتن غلظت موادمغذی، شکوفایی جلبکی و مرگ‌ومیر آبزیان شده (Badri et al., 2016) و علاوه بر اثرات اکولوژیکی از نظر زیباشناختی و محدودیت در توسعه صنعت توریسم و اکوتوریسم ساحلی، از پتانسیل‌های توسعه‌ای سواحل نیز کاسته می‌شود (Das et al., 2011). از دیگر مشکلات موجود در محیط‌های ساحلی خزر، آلودگی‌های میکروبی است که از مهمترین شاخص‌های این آلودگی، می توان به باکتری‌های کلی‌فرم اشاره کرد. کلی‌فرم‌مدفوعی از این گروه باکتری‌ها هستند که در روده موجودات خونگرم زندگی می‌کنند. باتوجه به اینکه زیستگاه طبیعی این باکتری‌ها اکوسیستم‌های آبی نمی‌باشد، حضور آنها در محیط‌های آبی، نشانگر آلودگی محیط به فاضلاب انسانی و حیوانی در کوتاه مدت است (Salmanov, 2006). اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی[۱] ۵ روزه (BOD_5) یکی دیگر از شاخص-های مهم، در جهت ارزیابی کیفی اکوسیستم‌های آبی می‌باشد که با سنجش آن سهم اکسیژن‌خواهی میکروارگانیسم‌ها در اکوسیستم‌های آبی مشخص می‌شود (Sapozhnikov et al., 2012). شاخصCOD یا اکسیژن‌خواهی شیمیایی[۲] یکی دیگر از شاخص‌های کیفی است که بیانگر مصرف اکسیژن محلول در آب در طی واکنش‌های شیمیایی می‌باشد. افزایش مصرف اکسیژن محلول، حرکت در مسیر بی‌هوازی شدن اکوسیستم و در نهایت تولید گازهای سمی و با بویی نامطبوع است که توسعه فعالیت‌های انسانی را دچار چالش می‌کند (Alles, 2006). سال‌های اخیردر خارج از کشور، بررسی‌های بسیاری، جهت تخمین آلودگی میکروبی سواحل گرفته است و شاخص های مورد بررسی در این مطالعات با در نظر گرفتن نوع کاربری مناطق، عموما" شاخص های میکروبی، پارامتر های فیزیکوشیمیایی بود که میتوان به مطالعات Kim و همکاران(2005) در کره، Caron و همکاران(2010) در کالیفرنیا، Cemek و همکاران (2010) درترکیه اشاره کرد، مطالعات مشابه در محدوده دریای خزر با دیدگاه اکولوژیک و ارزیابی بار میکروبی و شاخص های اکسیژن خواهی نیر در داخل انجام شد که می توان به مطالعات Khatib Haghighi و

[۱] Biochemical Oxygen Demand
[۲] Chemical Oxygen Demand

Khodaparast (2010) در تالاب انزلی و Hamzehpour و همکاران (2015) در سواحل سیسنگان اشاره نمود. دریای خزر با شرایط خاص ژئوموفولوژیکی و تنوع گونه‌ای منحصربه‌فرد ازحساسیت و اهمیت اکولوژیکی ویژه‌ای برخوردار می باشد. روند روبه‌رشد جوامع انسانی و توسعه انواع کاربری ها در سواحل جنوبی دریای خزر در کنار توسعه رو به رشد توریسم ساحلی ایجاب می کند که توجه به کیفیت محیط زیست و سلامت عمومی بیشتر مورد توجه واقع شود (Aladin and Plotnikov., 2004). بر اساس مطالعات انجام شده در داخل و خارج و بررسی های کتابخانه ای و میدانی، سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی و اکسیژن خواهی در بررسی و تحلیل بار آلودگی میکروبی در اکوسیستم‌های آبی ضروری به نظر می رسند، لذا در این تحقیق، برخی ازمهم‌ترین پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی از جمله نیترات، فسفات، کلیفرم‌مدفوعی (FC) کلی‌فرم کل (TC) بهمراه شوری، دما، pH، COD و BOD، در آب‌های سواحل جنوبی خزر واقع در استان‌گیلان به منظور ارزیابی جامع مورد بررسی قرار گرفته‌است.

۲. مواد و روش

در این تحقیق نمونه‌برداری از آب‌های سواحل دریای‌خزر در استان‌گیلان، از ۹ ایستگاه واقع در آستارا، لوندویل، چوبر، گیسوم، رضوانشهر، بندرانزلی، کیاشهر، چمخاله و چابکسر مطابق شکل(۱) انجام شد. نمونه‌گیری از آب برای مطالعات میکروبی، با بهره‌گیری از استاندارد ملی ۴۲۰۸ ISIRI (2007)، با استفاده از بطری‌های سترون شده و برای سایر شاخص‌ها اکولوژیک، با استفاده از بطری‌های نمونه-بردار نانسن انجام‌گرفت (Clesceric., 2005).



شکل۱. موقعیت ایستگاه ها در سواحل جنوبی دریای خزر

جهت تعیین کلی‌فرم‌کل و کلی‌فرم‌های مدفوعی، ازظروف شیشه‌ای یک لیتری استریل، برای جمع-آوری نمونه‌های آب استفاده شد و نمونه‌ها در یخدان یونولیتی حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. برای سنجش میکروبی آب، از روش تخمیر چند لوله‌ای استفاده شد و نتایج آن به صورت بیشترین تعداد احتمالی گزارش گردید (APHA, 2012). جهت تعیین میزان BOD_5، پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، هوادهی اولیه انجام شد و با کنترل فاکتورهای تأثیرگذار مانند نور، درجه‌حرارت، همگن‌سازی، کنترل فرآیندهای نیتریفیکاسیون در زمان ۵روز، ازدستگاه سنجش BOD_5 شرکت WTW آلمان استفاده گردید. میزانCOD در هر ایستگاه مطابق روش استاندارد متد، با استفاده از راکتورWTW آلمان و اسپکتروفتومتری مورد آنالیز قرار گرفت (Abuzaid et al., 1997). جهت تعیین

غلظت نیترات و فسفات محلول، نمونه‌ها در محل، با کاغذ صافی واتمن (۰/۴۵میکرون)، بمنظور حذف مواد معلق از آب، فیلتر شده و در داخل ظروف درب پیچ دار و فشاری بدون داشتن فضای خالی، جمع-آوری شدند. نمونه‌ها در یخدان یونولیتی حاوی یخ قرار گرفته و پس از انتقال به آزمایشگاه ،آنالیز نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Hach DR5000 انجام شد(Eaton et al., 2005). فاکتورهایpH و درجه‌حرارت با استفاده از دستگاه pHمتر و میزان شوری با دستگاه شوری‌سنج پس از انجام مراحل کالیبراسیون اولیه و در محل نمونه‌برداری مورد سنجش قرارگرفتند. کلیه آنالیزها با استفاده از نسخه ۲۴ نرم‌افزار SPSS و رسم نمودارها با بکارگیری نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ صورت-گرفت. در ابتدا جهت بررسی نرمال بودن داده از آزمون کولموگروف-اسمیرونوف استفاده شد. در ادامه آزمون تجزیه‌واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) برای بررسی اختلاف معنی دار پارامتر ها در بین ایستگاه ها انجام شد. از پس آزمون Tukey جهت تفکیک گروه های داری اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها در سطح اطمینان ۹۵درصد استفاده گردید. همبستگی بین پارامترها با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون بررسی شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای محیطی، مواد-مغذی، شاخص‌های میکروبی و نیز میزانBOD و COD در آب‌های سواحل دریای‌خزر در استان‌گیلان در جدول(۱) ارائه شده است. نتایج آزمون ANOVA بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در میزان پارامترهای-محیطی شامل دما، شوری و pH در ایستگاه‌های مختلف است (P<۰/۰۵). نتایج نشان می‌دهد که بیشینه مقدار دمایی در ایستگاه چوبر و آستارا به میزان ۲۳/۲ درجه‌سانتی‌گراد و کمینه مقدار دمایی در ایستگاه رضوانشهر به میزان ۲۱/۴درجه‌سانتی-گراد بدست آمد. بیشترین میزان شوری در ایستگاه گیسوم و کمترین مقدار شوری در انزلی به ترتیب با مقادیر۱۰/۰۲ و ۰/۹ppt مشاهده‌شد. همچنین کمترین میزان pH در ایستگاه انزلی با مقدار ۷/۸ و بیشترین pH به میزان ۸/۳۵ درآستارا بدست‌آمد.

نتایج حاصل از آزمونANOVA نشان می‌دهد که میزان پارامترهای موادمغذی، آلودگی میکروبی واکسیژن‌خواهی در ایستگاههای مختلف، دارای تفاوت معناداری بوده است (P<۰/۰۵). ایستگاه انزلی دارای بیشترین میزان BOD و COD به ترتیب با مقادیر۵/۹ و ۲۵میلی‌گرم بر لیتر بوده است. کمترین میزان BOD با مقدار ۲/۰۱ میلی گرم بر لیتر در آستارا و کمترین COD با میزان۴ میلی گرم بر لیتردر ایستگاه کیاشهر مشاهده شد. میزان آلودگی کلی‌فرم‌مدفوعی در منطقه، در محدوده MPN/100ml ۶۶۱ - ۱۰/۱ و میزان کلی‌فرم‌کل در محدوده MPN/100ml ۳۴-۴۵۰۰ اندازه‌گیری شد. بیشترین میزان آلودگی کلی‌فرم‌کل وکلی‌فرم-مدفوعی، در ایستگاه انزلی بدست آمد و کمترین میزان آلودگی کلی‌فرم‌کل وکلی‌فرم‌های‌مدفوعی به ترتیب در ایستگاه کیاشهر و آستارا مشاهده شد. میزان نیترات در محدوده ۵-۱/۱۶ میلی‌گرم‌برلیتر اندازه‌گیری شد و بالاترین میزان نیترات در ایستگاه کیاشهر بدست آمد. میزان فسفات در محدوده ۱/۱۳-۰/۰۷ میلی‌گرم‌برلیتر مشاهده شد که بیشترین مقدار برای فسفات در انزلی اندازه‌گیری شد وکمترین میزان فسفات و نیترات در ایستگاه چوبر مشاهده شد.

جدول۱. نتایج آنالیز پارامترهای مواد مغذی (mg/l)، شاخص‌میکروبی (MPN/100ml)، اکسیژن‌خواهی (mg/l)، دما (^{0}c)، شوری (ppt) و pH در آب‌های سواحل جنوبی دریای‌خزر.

	آستارا	لوندویل	چوبر	گیسوم	رضوانشهر	انزلی	کیاشهر	چمخاله	چابکسر	میانگین± انحراف‌معیار
BOD	۲/۰۱±۰/۱^{d}	۶/۰۲±۰/۰۰۵^{a}	۳/۱۲±۰/۰۱^{c}	۴/۰۱± ۰/۰۱^{b}	۳/۳±۰/۰۱^{c}	۵/۹±۰/۰۶^{a}	۲/۱± ۰/۰۱^{d}	۳/۰۳±۰/۰۵ ^{c}	۳/۰۳±۰/۰۱^{c}	۳/۵۵± ۱/۴
COD	۸±۰/۰۱^{d}	۱۱/۹۹± ۰/۰۱^{b}	۵/۹۷± ۰/۰۶^{f}	۸/۰۱± ۰/۰۱^{d}	۹/۰۱± ۰/۰۱^{c}	۲۵± ۰/۰۵^{a}	۴±۰/۰۰۵^{g}	۵/۹۴±۰/۱^{f}	۷/۱±۰/۰۱^{e}	۹/۴۳ ± ۶
TC*	۱۰۰±۰/۰۵^{g}	۲۱۱±۰/۱^{c}	۱۵۰± ۰/۰۵^{e}	۲۵۰± ۰/۰۵^{b}	۲۱۰± ۰/۰۵^{d}	۴۵۰۰±۰/۳^{a}	۳۴± ۰/۰۵^{h}	۱۰۰± ۰/۰۵^{g}	۱۱۳±۰/۲^{f}	۶۲۶/۹±۱۳۹۵
FC*	۶۰/۱± ۰/۱^{c}	۱۲۵/۱± ۰/۱^{b}	۸۰± ۰/۰۵^{bc}	۷۳/۴±۰/۰۵^{bc}	۹۰/۰۶±۰/۱^{bc}	۶۶۰/۶± ۰/۵^{a}	۸۴/۱± ۰/۱^{bc}	۵۶/۱± ۰/۱^{c}	۷۰/۱± ۰/۱^{c}	۱۴۴±۱۸۷/۶
نیترات	۱/۱± ۰/۰۹^{e}	۱/۱۱± ۰/۰۸^{e}	۱/۰۱± ۰/۰۱^{e}	۱/۰۷± ۰/۰۵^{e}	۲/۰۱± ۰/۰۱^{c}	۴/۵±۰/۰۴^{b}	۵/۱۲± ۰/۰۳^{a}	۱/۸۲± ۰/۰۲^{d}	۲/۱۴± ۰/۰۵^{c}	۲/۲۱± ۱/۴۹
فسفات	۰/۷۴± ۰/۰۴^{c}	۰/۰۸±۰/۰۰۵^{ef}	۰/۰۷±۰/۰۵^{f}	۰/۰۸±۰/۰۱^{ef}	۰/۵۹±۰/۰۳^{d}	۱/۱۳±۰/۰۲^{a}	۰/۹۴±۰/۰۴^{b}	۰/۱۲± ۰/۰۱^{ef}	۰/۱۴± ۰/۰۱^{e}	۰/۴۳۴±۰/۴
دما	۲۳/۲±۰/۰۱ ^{a}	۲۳/۱ ±۰/۰۱ ^{a}	۲۳/۲±۰/۰۵^{a}	۲۱/۵ ±۰/۰۴^{cd}	۲۱/۴±۰/۰۴^{d}	۲۱/۵ ±۰/۱ ^{c}	۲۳/۱ ±۰/۰۴ ^{a}	۲۲/۵ ±۰/۰۴ ^{b}	۲۲/۴ ±۰/۰۴ ^{b}	۲۲/۴۸±۰/۷۰
شوری	۹/۷۱± ۰/۰۱ ^{c}	۹/۶۹ ±۰/۰۲ ^{c}	۹/۸۵± ۰/۱۵ ^{b}	۱۰/۰۲ ±۰/۲^{a}	۸/۹ ±۰/۰۳^{f}	۰/۹ ±۰/۰۴^{h}	۸/۸۰ ±۰/۰۱ ^{g}	۹/۳ ±۰/۰۱ ^{e}	۹/۵ ±۰/۰۱ ^{d}	۸/۵۳±۲/۷
pH	۸/۳۵ ±۰/۰۵ ^{a}	۸/۳۵ ±۰/۰۱ ^{a}	۸/۳۱ ±۰/۰۱ ^{a}	۸/۳۵ ±۰/۰۲ ^{a}	۸/۳۲ ±۰/۰۷^{a}	۷/۸ ±۰/۰۴ ^{c}	۸/۲ ±۰/۰۲ ^{b}	۸/۳۵ ±۰/۰۱ ^{a}	۸/۳۲ ±۰/۰۱ ^{a}	۸/۲۷±۰/۱۵

*TC= Total Coliform و FC= Ecoli

حروف متفاوت، بیانگر تفاوت معنی دار (p<۰/۰۵) در آزمون توکی است.

جدول ۲. نتایج بررسی همبستگی پیرسون

	BOD	COD	نیترات	فسفات	TC	FC	دما	pH	شوری
BOD									
COD	۰/۷۹۲*								
نیترات	۰/۰۴۳	۰/۳۴۶							
فسفات	-۰/۰۱۴	۰/۴۹۶	۰/۷۹۱*						
TC	۰/۶۳۲	۰/۹۴۵**	۰/۵۳۵	۰/۶۰۷					
FC	۰/۶۷۷*	۰/۹۵۳**	۰/۵۴	۰/۶۰۱	۰/۹۹۶**				
دما	-۰/۳۴۲	-۰/۴۸۱	-۰/۱۴۴	-۰/۱۸۵	-۰/۴۷۸	-۰/۴۷۳			
pH	-۰/۴۸۲	-۰/۸۳۸**	۰/۷۴۴**	-۰/۷۳۶**	۰/۹۵۶**	۰/۹۵۶**	۰/۳۷۵		
شوری	-۰/۵۵	-۰/۹۰۶**	-۰/۶۴۸	-۰/۶۹۶	-۰/۹۸۵**	-۰/۹۷۹**	۰/۴۶۲	۰/۹۷۹**	

*P<۰/ ۰۵ ** P<۰/۰۱

بررسی همبستگی بین پارامترهای اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه با استفاده از آنالیز آماری پیرسون (جدول۲) نشان داد که بین BOD و COD همبستگی مثبت و معناداری برقرار است (P<۰/۰۵). همچنین بین نیترات و فسفات اندازه‌گیری شده در منطقه، همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد

(P<۰/۰۵). میزان اکسیژن‌خواهی‌شیمیایی مشاهده شده، دارای همبستگی مثبت ومعناداری با کلی‌فرم-کل وکلی‌فرم‌مدفوعی است (P< ۰/۰۱). میزان کلی-فرم‌روده ای بدست آمده با اکسیژن‌خواهی‌بیولوژیکی همبستگی مثبت و معنادار (P<۰/۰۵) و با میزان کلی‌فرم‌کل نیز همبستگی مستقیمی دارد (P<۰/۰۱). بین pH محیط و شوری آب، همبستگی مستقیم و معنی دار وجود دارد (P< ۰/۰۱). همچنین بین میزان شوری آب و کلی‌فرم‌مدفوعی همینطور کلی‌فرم‌کل و اکسیژن‌خواهی‌شیمیایی، همبستگی معکوسی بدست آمد(P< ۰/۰۱). بین pH با فسفات و COD همبستگی معکوس و معنی دار(P< ۰/۰۱) و بینpH با نیترات وکلی‌فرم‌مدفوعی و کلی‌فرم‌کل، همبستگی مستقیم و معنی دار برقرار است (P<۰/۰۱). نتایج آنالیزآماری پیرسون نشان داد، بین دمای محیط و سایر پارامترها همبستگی معنی‌داری وجود نداشته است.

۴. بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده در ایستگاه‌های مورد مطالعه، فاکتور شوری به عنوان یک عامل موثر بر رشد جوامع میکروبی در منطقه شناخته شد و میانگین شوری منطقه به مقدار ۸/۵۳ قسمت‌درهزار بدست آمد. با مقایسه این مقدار با میانگین شوری دریای‌خزر که در محدوده ۱۲قسمت‌درهزار است، اثر ورودی آب شیرین پرآب‌ترین رودخانه‌های ورودی، در جنوب دریای‌خزر را نشان می‌دهد، بطوریکه کمترین مقدار شوری درایستگاه انزلی مشاهده شد. شوری کم در انزلی که در منطقه وروردی آب تالاب به دریا بوده است، تاییدکننده تاثیر ریزش حجم زیادی از آب شیرین تالاب به دریا می باشد. مطالعات انجام شده توسط CEP (2009) نیز، پایین بودن مقدار شوری در سواحل انزلی در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها گزارش شده است. همچنین در مطالعه‌ای که توسط Nausch و همکاران (2007)، در سواحل دریای‌بالتیک انجام گرفت، کاهش میزان شوری آب سواحل دریا، بدلیل افزایش ورودی آب شیرین رودخانه‌ها بیان گردید. شوری از مهمترین پارامترها در دریای‌خزر محسوب می‌شود که درتنوع گونه‌ای و ایجاد جریان‌های آبی تأثیرگذار است (Wehr et al., 2003)، تغییرات شوری به عواملی مرفولوژیکی، ژئوشیمیایی و شرایط اقلیمی نیز وابسته باشد (Zaker, 2007). شدت بالای تبخیر در تابستان می‌تواند یکی از عوامل موثر در بالابودن نسبی شوری در سواحل گیلان، نسبت به مطالعات Nejatkhah Manavi (2014) و Hamzehpourو همکاران (2015) باشد. در مطالعه حاضر، همبستگی مستقیمی بین pH و شوری آب (P<۰/۰۵) سواحل جنوبی خزر برقرار است، به‌گونه ای که بیشترین میزان شوری و pH در ایستگاه گیسوم در محدوده‌ای که از محدوده اثر منابع آب شیرین مانند تالاب انزلی و رودخانه سفید رود فاصله داشته است وکمترین آنها در انزلی، دقیقاًدر منطقه ورودی، آب تالاب انزلی به دریا بدست آمد اما در سطح گسترده‌تر، شوری در بخش جنوبی خزر بالاتر از خزر شمالی بوده و این امر سبب ایجاد سامانه بافری قوی در آب شده و از تغییرات زیاد pH آب جلوگیری می‌کند (Zonn et al,2010). بیشترین غلظت نیترات در ایستگاه کیاشهر ۵/۱۲mg/l بدست آمد. این ایستگاه در قسمت مرکزی جلگه‌گیلان واقع شده که پساب‌های کشاورزی توسط زهکش‌های مختلف وارد رودخانه‌ها شده و یا به‌طور مستقیم به ساحل می‌رسند. کمترین نیترات در ایستگاه آستارا

مشاهده شد که توسعه زمین‌های کشاورزی در آن، نسبت به بخش‌های مرکزی و شرقی مطابق شکل (۱)، کمتر می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده در تحقیقی مربوط به سال ۲۰۰۸ بر روی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در منطقه، مشخص شد که میزان نیترات بدست آمده در ایستگاه‌های انزلی، آستارا، کیاشهر، چمخاله و چابکسر از میانگین نیترات مشاهده شده در این مطالعه، پایین تر بوده است(Khosropanah et al., 2011). از عوامل موثر در افزایش غلظت نیترات در سال‌های اخیر در سواحل منطقه را می‌توان به افزایش حجم فاضلاب-های ورودی ناشی از رشد و تراکم جوامع انسانی، توسعه فعالیت‌های دامپروری،کشاورزی و توریستی برشمرد. نیترات یکی از عوامل موثر بر رشد جوامع میکروبی و پلانکتونی است که علاوه اثرات نامطلوب اکولوژیکی، می تواند باکاهش کیفیت آب مناطق ساحلی اثرات منفی بر توسعه توریسم ساحلی داشته باشد (Shiganova et al., 2003). یون نیترات علاوه بر قابلیت انحلال بالا در آب، می‌تواند در گستره وسیعی از شرایط محیطی پایدار باشد و سبب گسترش تراکم جوامع فیتوپلانکتون‌ها، خواهد شد (Cemek et al., 2007). فسفر یکی دیگر از منابع مغذی است که در رشد جوامع میکروبی و نیز جوامع پلانکتونی نقش مهمی دارد و از منابع مختلف صنعتی، بهداشتی و کشاورزی وارد محیط‌زیست می‌شود (Li et al., 2010). میانگین فسفات اندازه گیری شده در ایستگاه‌های تحقیق پیش رو ۴۳mg/l بدست آمد. با توجه به وجود منابع متعدد برای موادمغذی، تحلیل منشا مواد مغذی از طریق مطالعه همبستگی مورد بررسی قرار گرفت. در مطالعه حاضر همبستگی مثبت بین نیترات با pH و فسفات ($P<۰/۰۵$) بدست آمد. وجود همبستگی بین غلظت فسفات با نیترات نشان می دهد که وجود این دو عنصر، از منبع مشترکی می باشند. بررسی‌ها نشان می دهد، منبع مشترک برای این دو ماده‌مغذی، با توجه به گستردگی کاربری کشاورزی در منطقه، نهاده‌های مربوط به کشاورزی می‌باشند که از طریق زهکش‌های مزارع به رودخانه‌ها و سواحل راه پیدا می‌کنند اما حضور گردشگران و اختصاص مناطق ویژه تحت عنوان طرح سالم‌سازی دریا در مناطق ساحلی، ورود پساب‌های بهداشتی و خانگی نیز از منابع نقطه ای موثردر افزایش حضور یون فسفات به شمار می‌روند (Caron et al., 2010). در این تحقیق میانگین غلظت فسفات به مقدار ۰/۴۳mg/l، بیشتر از میزان فسفات اندازه‌گیری شده در بررسی Hamzehpour و همکاران (2015) در سواحل سیسنگان واقع در بخش میانی سواحل جنوبی خزر در استان مازندران در سال ۹۱، می‌باشد. پایین بودن میزان فسفات در منطقه سیسنگان را می‌توان به دلیل محدودیت اراضی کشاورزی نسبت به جلگه گیلان و عدم وجود رودخانه بزرگ در محدوده سیسنگان برشمرد. رودخانه‌های زرجوب وگوهررود به عنوان آلوده‌ترین رودخانه‌های منتهی به تالاب در کنار سایر رودخانه‌های منتهی به این اکوسیستم، از عوامل بالابودن موادمغذی در ایستگاه انزلی هستند (CEP, 2005). میانگین میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی BOD_5 در ۹ ایستگاه مورد بررسی ۳/۵۵میلی‌گرم‌برلیتر بدست آمد که در محدوده ۶/۲-۲/۰۱ میلی‌گرم‌برلیتر قرار داشتند. ایستگاه های لوندویل و انزلی بیشترین و آستارا کمترین میزان BOD را دارا بوده‌اند. همچنین بیشترین میزان COD در انزلی و لوندویل مشاهده شد. می‌توان علت اصلی بالابودن شاخص اکسیژن‌خواهی بویژه BOD در لوندویل و انزلی نسبت به سایر ایستگاه‌ها را وجود

منابع آلودگی دانست که بصورت نقطه‌ای و محلی، مواد آلی را بعنوان منبع کربنی در کنار موادمغذی، به چرخه فعالیت‌های میکروبیولوژیکی وارد می‌کنند. مطالعات انجام بر روی شاخص‌های اکسیژن‌خواهی در محدوده نوار ساحلی استان گیلان که توسط Almasi و Salmanouf (2012) انجام شد، نشان داده است که این شاخص ها در محدوده بندرانزلی همواره از غلظت بیشتری برخوردار بوده اند و با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. بالا بودن اکسیژن خواهی بیوشیمیایی یک شاخص اصلی برای بار آلودگی و بطور خاص فعالیت‌های میکروبی در تجزیه مواد آلی به شمار می‌رود (Salmanov, 2006). بنابراین افزایش اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی بیانگر وجود انواع آلاینده‌های آلی و میزان فعالیت جوامع میکروبی در منطقه می‌باشد (Hambly et al., 2010). در این تحقیق BOD بدست آمده دارای همبستگی مثبتی با COD وکلی‌فرم‌مدفوعی است ($P<0/05$). همچنین میزان COD، دارای همبستگی مستقیمی با میزان کلی‌فرم‌کل و کلی‌فرم‌مدفوعی است ($P<0/01$). این امر با توجه به مصرف اکسیژن توسط جوامع میکروبی جهت تجزیه بار آلی، مطابقت دارد. از طرفی همبستگی COD با BOD با توجه کاربری کشاورزی و مسکونی در منطقه نشان می‌دهد که بخش عمده COD را BOD تشکیل می‌دهد. در مطالعه پیش رو، بیشترین میزان کلی‌فرم‌کل و کلی‌فرم‌مدفوعی در ایستگاه انزلی مشاهده شد. در جدول ۳، مقایسه نتایج کیفیت میکروبی این مطالعه با استانداردهای سازمان بهداشت جهانی و موسسه ملی استاندارد آب ایران، آمده است.

جدول۳. مقایسه میانگین شاخص‌های میکروبی با استانداردهای جهانی و ملی به منظور استفاده تفریحی (شنا)

منبع	Total Coliform/ 100ml	Ecoli/100ml
(2003)WHO	۴۶۰	۱۰۰
موسسه ملی استاندارد آب ایران (2007)	۵۰۰	۱۰۰
مطالعه حاضر	۶۲۶/۹	۱۴۴

در تحقیق حاضر میانگین کلی‌فرم‌کل و کلی‌فرم مدفوعی از استانداردهای جهانی فراتر است و با مقایسه جداول (۱) و (۳) مشاهده می‌شود که میزان کلی‌فرم روده‌ای اندازه گیری شده در انزلی و لوندویل از حد مجاز استانداردها بیشتر بوده‌اند. همچنین میزان کلی‌فرم‌کل مشاهده در انزلی از حد استانداردهای بین المللی بسیار فراتر می‌باشد. لازم به ذکر است که استفاده از کودهای حیوانی و پرورش دام در کنار فعالیت‌های کشاورزی، بین افزایش پساب کشاورزی با افزایش کلی‌فرم‌های مدفوعی در آب همبستگی بالایی وجود دارد (Kim et al., 2005). نتایج این بررسی مشابه نتایج برخی از مطالعات انجام شده در گذشته است. در مطالعه انجام شده توسط Almasi و Salmanouf (2012) بر روی آلودگی میکروبی در سواحل جنوب غربی خزر، بیشترین شاخص‌های آلودگی میکروبی در انزلی دیده شد. Naemi Jobani و همکاران (2012)، عدم وجود سیستم تصفیه کارآمد را دلیل اصلی این امر بر شمردند. منابع عمده آلودگی میکروبی را می توان به تخلیه فاضلاب‌های شهری، کشاورزی و دامداری ها و همینطور بالا بودن سطح آب زیرزمینی و سیلابی شدن مناطق در زمان‌های بارندگی برشمرد (Bitton, 2005). تقریبا مجموع شرایط محیطی و اقلیمی در کنار فعالیت‌های انسانی در منطقه، بستر

لازم را برای رشد فعالیت‌های میکروبی فراهم کرده است. مطالعات نشان داده‌اند که شناکردن در آب دریاچه‌ها با میانگین کلی‌فرم ۲۳۰۰MPN/100ml، سبب افزایش قابل توجه بروز بیماری های گوناگون بویژه امراض پوستی می‌شود (Salmanov, 2006). این در حالی است که میزان کلی‌فرم‌کل بدست آمده درایستگاه انزلی ۴۵۰۰MPN/100ml بوده که بسیار بالاتر از حد استاندارد پیشنهادی است. البته باید تاکید شود که در ایستگاه انزلی، عموما فعالیت‌های قایقرانی انجام می‌شود اما با شرایط موجود، خود می‌تواند بعنوان یک منبع آلوده‌کننده مناطق اطراف مطرح باشد که نیاز به مطالعه دقیق‌تر دارد. از آنجایی‌که باکتری‌های کلی‌فرم در آب رقیق می‌شوند و پس از مدتی از بین می‌روند، وجود این باکتری‌ها درمحیط، بیانگر تداوم در ورود آلاینده‌های مختلف و فراهم بودن شرایط مناسب برای رشد این میکرو-ارگانیسم‌ها می‌باشد (Khatib Haghighi and Khodaparast, 2010). با توجه به این که مطالعه شاخص‌های اصلی تاثیر گذار بر فعالیت‌های جوامع میکروبی، از دیدگاه اکولوژیکی در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است. بررسی همبستگی شاخص-های اکسیژن‌خواهی با یکدیگر، در ادامه بررسی همبستگی شاخص‌های موادمغذی با یکدیگر و همبستگی تمامی آنها با جوامع میکروبی، بیانگر این حقیقت است که کاربری کشاورزی، بعنوان منبعی از مواد آلی و تامین کننده مواد مغذی و نیز ورود مستقیم یا تصفیه ناقص فاضلاب‌های شهری، نقش مهمی در تداوم آلودگی میکروبی ایفا می کنند. مطالعات نشان می‌دهد بار آلودگی در سواحل جنوبی خزر در سه بخش شرقی، مرکزی و غربی آن، از شرایط مشابهی در محدوده تراکم جوامع انسانی برخوردارند (Khosropanah et al., 2011). در یک دیدگاه کلی، بار آلودگی میکروبی در سواحل خزر از شمال به جنوب به دلیل تاثیرپذیری شرایط اقلیمی، فعالیت‌های انسانی و ضعف مدیریت زیست محیطی روند افزایش داشته است (Aladin and Plotnikov, 2004). بر اساس نتایج این تحقیق در بین مناطق مورد مطالعه، سواحل بندر انزلی و در بین شاخص های مورد مطالعه، شاخص های آلودگی میکروبی، از اولویت نخست جهت پایش وضعیت کنونی برخوردارند. سپس شاخص‌های اکسیژن خواهی در راستای حفظ سلامت عمومی و توسعه پایدار توریسم ساحلی نیازمند توجه بیشتر و رویکرد مدیریت ویژه می‌باشند. مسلم است که مدیریت فاضلاب‌های خانگی و کشاورزی، گامی موثر در افزایش کیفیت محیط‌زیست ساحلی دریای خزر است و کنترل آلودگی در این اکوسیستم خاص به جهت ارزش های ویژه اکولوژیکی آن، نیازمند مدیریت یکپارچه منطقه ای و بین المللی است تا این زیبایی وصف‌ناپذیر، سالم در اختیار آیندگان قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از اداره کل بنادر و دریا نوردی استان گیلان به منظور حمایت از این طرح تشکر می نمایند.

منابع

Abuzaid, N, S., Al-Malack, M, H., and El-Mubarak, A, H. 1997. Alternative Method for Determination of the Chemical Oxygen Demand for Colloidal Polymeric Wastewater . Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology . Vol 59, p: 626-630.

Aladin, N., and Plotnikov, I. 2004. The Caspian Sea. Caspian Sea Biodiversity Project under umbrella of Caspian Sea Environment Program (CEP).

Alles, D, L. 2006. Marine phytoplankton blooms. Western Washington University. USA.

Almasi, K., and Salmanouf, M. 2012. Quality analysis and determination of microbial indeces in the water of western rivers of Caspian sea, from Astara to Anzali. Environmental microorganisems biotechnology. Vol 6, No 3, p:1-7.

APHA, AWWA, WEF. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: AmericanPublic Health Association, water Environment Federation. Vol 9.

Badri, N., Amrollahi Biuki, N., and Sharif Ranjbar, M. 2016. Determination of Median lethal concentration lead (II) nitrate and Behavioral responses of hermit crab, *Diogenes avarus*. Journal of Marine Science and Technology. Vol 16, No 4, p: 56-65. In Persian.

Bitton, G. 2005. Water and waste water microbiology Translation by Mirhendi SH, Nikaeen M. Tehran, Tehran University of Medical Sciences Publication, p. 557-569.

Caron, D, A., Garneau, M, E., Seubert, E., Howard, M, D, A., Darjani, L., Schnetzer, A., Cetinic, I., Filteau, G., Lauri, P., Jones, B., and Trussell, S. 2010. Harmful Algae and their potential impacts on desalination operations off southern California. Water research. Vol 44, p: 385- 416.

Caspian Environment Program (CEP). 2009. Caspian Sea: Anomalous Algal Bloom. Available in: http:// www. caspianenvironment.org.

Cemek, M., Akkaya, L, O., and Birdane, Y. 2007. Nitrate and nitrite levels in fruity and natural mineral waters marketed in western Turkey. Food Composition and Analysis. Vol 20, p: 236-240.

Clesceri, L. 2005. Standard Method for examination of water and waste water. American Public Health Association. USA.

Das, N., and Chandran, P. 2011. Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview. Bioresource Technology. Vol 101, p: 14-19.

Eaton, A., Clesceri, L., and Greenberg, A. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st edn. American Public Health Association: APHA, Washington, DC.

Hambly, A,C., Henderson, R,K., and Storey, M,V. 2010. Fluorescence monitoring at a recycled water treatment plant and associated dual distribution system-implications for cross connection detection. Water Research. Vol 44, No 18, p: 5323-5333.

Hamzehpour, A., Darvishbastami, K., Bagheri, H., Azimi, A., Eynali, A., and Rahnama, R. 2015. Study of Physico-chemical Properties and nutrient matters of surface water in southern coastal of Caspian sea- Sisangan. Marine Sciences and technology Research. Vol 11, No 1.

IEPA . 2011. Guidelines for Monitoring Microbial Contamination of Coastal waters, Marin Natorium and Recreation areas. Iran: Department of Marine Environment and Health Department . In Persian.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran. 2007. Swimming pool water. Microbiological specifications. ISIRI. No 9412. In Persian.

Khatib Haghighi, S., and Khodaparast, H. 2010. Study of gram-negative bacterial contamination in some part of Anzali wetland. Journal of Marine Science and Technology. Vol 10, No 3, p: 57-68.

Khosropanah, N., Nejatkhah-Manavi, P., Koohilay, S., and Taghi Naseri, M. 2011. Variations in Nitrate and Phosphate Contents of Waters in the Southwest Caspian Sea. Persian Gulf. Vol 2, No 5, p: 27-34.

Kim, G, T., Choi, E., and Lee, D. 2005. Diffuse and point pollution impacts on the pathogen indicator organism level in the Geum River. Korea Science of the Total Environment. Vol 350, p: 94– 105.

Kostianoy, A, G., and Kosarev, A,N. 2005. The Caspian Sea environmentThe handbook of environmental chemistry. Springer-Verlag. Berlin. Vol 5, part –P.

Li, X., Hu, H,Y., and Yang, J. 2010. Lipid accumulation and nutrient removal properties of a newly isolated freshwater microalga, *Scenedesmus sp*. LX1, growing in secondary effluent. New Biotechnology. Vol 27, p: 59-63.

Naemi jobani, M., Eslami, M, S., Saedi, A., Keramati, A., and Javahershenas, M. 2012. Study of the microbial contamination in coastal water of the Caspian Sea in Guilan province Northern Iran. Guilan University of Medical Sciences. Vol 22, p: 67-72.

National Action Caspian. 2005. Caspian Environment Program (CEP). Pollution.1 st Ed.

Nausch, M, A., Nausch, G, R., Norbet, N, A., and Nagel, N, K. 2007. Phosphorus pool variations and their relation to Cyanobacteria development in the Baltic sea: three years study. Marine Systems. Vol 71, p: 99−116.

Nejatkhah Manavi, P . 2014. Investigation of physic-chemical parametrs variations with accents on Nutriant matters in the southern part of Mazandaran Sea. Marine Sciences and Technology Researches. Vol 9, No 2, p: 15-28.

Radojevic, I, D., Stefanovic, D, M., Comic, R., Ostojic, A, M., Topuzovic, M, D., and Stefanovic, N,D. 2012. Total coliforms and data mining as a tool in water quality monitoring. Microbiology Research. Vol 6, No 10, p: 2346-235.

Salmanov, M, A. 2006. Microbiological studies in the deep water area of the southern Caspian Sea. Microbiology. Vol 75, p: 206-212.

Sapozhnikov, V,V., Artamonova, K,V., Zozulya, N,M., Stolyarskii, S, I., and Azarenko, A,V. 2012. Hydrochemical studies of the middle and southern Caspian Sea from onboard the RPS Issledovatel' Kaspiya in May–June of 2011. Oceanology. Vol 52, p: 295–298.

Shiganova, T,A., Sapozhnikov, V,V., Musaeva, E,I., Domanov, M,M., Bulgakova, Y,V., Belov, A,A., Zazulya, N,I., Zernova, V,V., Kuleshov, A,F., Sokol'skii, A,F., Imirbaeva, R,I., and Mikuiza, A,S. 2003. Factors determining the conditions of distribution and quantitative characteristics of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the North Caspian. Oceanology. Vol 43, No 5, p: 676-693.

Wehr, J,D., and Sheath, R,G. 2003. Freshwater Algae of North America: Ecology. and Classification. USA: Academic Press, p: 950.

WHO. 2003. Coastal and Fresh Waters. IN: WHO Guidelines for Safe Recreational Water Environments. Switzerlad: World Health Organization, p:253

Zaker, N,H. 2007. Characteristics and Seasonal Chemical Society. Washington, DC. Vol 209, p: 467-472.

Zonn, I., Kostianoy, A., Kosarev, A., and Glantz, M. 2010. The Caspian Sea Encyclopedia. Springer Heidelberg, New York, p: 537.

A study on some microbial indices and nutrient matters in the southern part of Caspian Sea; Guilan province

Mohsen Mohammadi Galangash[1]*, Abdolali Movahedinia[2], Zahra Bozorgpanah Kharat[3]

1*. Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, Guilan.
2. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, University of Mazandaran, Babolsar.
3. Graduated Master of Environmental pollution, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara, Guilan.

Abstract

The microbial pollutions and nutrient matters of the southern part of Caspian Sea is to be under close scrutiny as it is vital to tourist health and environmental conservation.In this research, some physico-chemical factors, nutrient matters, oxygen demand parameters and microbial indices were investigated. Sampling from nine sites along Astara to Chaboksar coastline were conducted with five replicates. The mean of temperature, Salinity, pH, phosphate, nitrate, FC, TC, BOD5 and COD were respectively obtained as 22.48°C, 8.5ppt, 8.27, 0.43mg/l, 2.21mg/l, 144MPN/100ml, 626.9MPN/100ml, 3.58mg/l and 9.43 mg/l. Maximum levels of nutrient matters were measured at Anzali and Kiyashahr sites. Results showed there are positive correlations between nutrient matters as well as COD with microbial indices. The average of microbial indices at nine sampling sites were higher than the permissible level of national and international organizations for swimming places. Due to high level of microbial pollution at Anzali and Chobar sampling sites, the swimming places of these areas require specific administration.

Key words: Microbial pollution, Nutrient matters, Caspian Sea, Guilan province

Fig 1. Sampling locations in the southern part of Caspian Sea, Guilan province
Table 1. Statistical results of environmental parameters including nutrient matters (mg/l), microbial indices (MPN/100ml), oxygen demand (mg/l), salinity (ppt), temprature (°C) and pH in the southern parts of Caspian Sea coastline (Different words show statistically differences ($p<0.05$) using Tukey test.
Table 2. Results of Pearson correlation.
Table 3. Comparison of measured microbial indices with national and international standards for swimming pool and recreational water environments.

*Corresponding author, E-mail: m_mohammadi@guilan.ac.ir