Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

تنوع و فراوانی فصلی باسیلاریوفیتای (دیاتومه‌ها) پلانکتونی، در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۵ باهدف تعیین تنوع زیستی دیاتومه‌ها در آب‌های ساحلی ساری و بابلسر، در دو ترانسکت خطی و ۸ ایستگاه از مصب تا عمق ۲۰ متر انجام شد. پس از نمونه‌برداری آب از ایستگاه‌های موردنظر و اندازه‌گیری فاکتورهای دما، شوری، اسیدیته و اکسیژن محلول، دیاتومه‌های موجود در نمونه‌های آب، موردبررسی کیفی و کمی قرار گرفتند. جهت ارزیابی غنای گونه‌ای از شاخص مارگالف، پراکندگی از شاخص پیلو و جهت ارزیابی تنوع زیستی از شاخص شانون استفاده شد. از بین فاکتورهای محیطی تنها شوری رابطه مستقیم با تنوع و فراوانی دیاتومه‌ها نشان داد و بیشترین میزان شاخص تنوع در هر دو فصل در مصب بابل رود (۱/۲۰، ۰/۷۹) محاسبه گردید؛ همچنین میانگین شاخص تنوع دیاتومه‌ها، در فصل زمستان (۰/۶۲) بیشتر از فصل تابستان (۰/۴۱) بود. در این مطالعه ۱۷ جنس از دیاتومه‌ها شناسایی و شمارش شدند، محاسبه‌ی فراوانی جنس‌های شناسایی‌شده نشان داد *Cyclotella* sp. در هر دو فصل بیشترین فراوانی را داشته و *Surrirella* sp. گونه‌ای بود که تنها در ایستگاه‌های مصبی مشاهده شد. مطالعه‌ی شاخص‌های اکولوژیک در این پژوهش حاکی از وجود نوعی آشفتگی اکولوژیکی در منطقه مطالعاتی بوده و در مقایسه با مطالعات سال‌های گذشته شدت بیشتری از عدم سلامت اکولوژیکی در منطقه مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: تنوع، فراوانی، باسیلاریوفیتا، دیاتومه، دریای خزر، شاخص اکولوژیک.

طیبه امیدمعظم[۱]

مریم آخوندیان[۲*]

مریم فلاحی کپورچالی[۳]

شیلا امیدظهیر[۴]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بوم‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر

۲ و ۴. استادیار گروه زیست دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه مازندران، بابلسر

۳. استاد زیست‌شناسی دریا، پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی، موسسه علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی

***مسئول مکاتبات:**

m.akhoundian@umz.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۸۰۴۰۷۶۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

دریای خزر به سبب دارا بودن منابع آبزیان بومی، ازنقطه‌نظر ذخایر منحصربه‌فرد زیستی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. حفظ تنوع زیستی این بوم سامانه، در کنار محافظت از محیط‌زیست این منطقه از آلودگی‌ها، گونه‌های مهاجم و تخریب‌های زیست‌محیطی، مستلزم پایش مداوم ذخایر زیستی و تغییرات عوامل فیزیکی و شیمیایی آب می‌باشد. بررسی جمعیت‌های زیستی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در خصوص سلامت این بوم سامانه در اختیار ما قرار دهد؛ برای مثال حضور یا عدم حضور گونه‌های خاص، حذف برخی گونه‌ها و پیدایش یا تهاجم گونه‌های جدید را می‌توان با پایش مداوم تنوع زیستی ردیابی نمود (پورغلام و همکاران، ۱۳۹۲)، لذا بررسی تنوع زیستی می‌تواند به‌عنوان شاخصی برای مقایسه وضعیت

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

اکولوژیک بوم سامانه‌ها به کار رود. دیاتومه‌ها (Bacillariophyta) یکی از متنوع‌ترین و مهم‌ترین گروه‌های فیتوپلانکتونی در بوم سامانه‌های ساحلی غنی از مواد مغذی هستند. آن‌ها تولیدکنندگانی تک‌سلولی با پوسته سیلیسی می‌باشند و اهمیت زیاد آن‌ها به دلیل قرار گرفتن در رأس زنجیره‌های غذایی و نقش کلیدی که در تولیدات بوم سامانه‌های آبی ایفا می‌نمایند، غیرقابل‌انکار است (Malviya *et al*., 2016). از طرفی، تغییرات فصلی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تنوع و فراوانی زی‌توده‌های پلانکتونی در آب‌های دریای خزر است که می‌تواند به شکل‌های مختلف ازجمله تأثیر بر درجه حرارت آب، دبی رودخانه‌ها، تغییر میزان عناصر مغذی، ایجاد جریان‌های آبی و درنتیجه تغییرات شوری در آب‌های نزدیک به ساحل، تأثیرات مهمی را در تغییر جمعیت پلانکتون‌ها ازجمله باسیلاریوفیتا، داشته باشد (Tahami, 2012). در بررسی تنوع Bacillariophyta توسط پور غلام و همکاران (۱۳۹۲) در دریای خزر، ۶۵ گونه از این شاخه شناسایی شد که بیشترین تعداد گونه در پاییز (۵۰) و کمترین تعداد آن در بهار (۲۸) گزارش شد. بیشترین مقدار شاخص شانون این شاخه در فصل زمستان در منطقه غرب (۰/۵۵) و کمترین مقدار آن در فصل تابستان و در منطقه شرق (۰/۰۸) بود. آن‌ها همچنین اعلام کردند که دریای خزر یک بوم سامانه‌ی اولیگو مزوتروفیک با تولید نسبتاً بالا بوده است که در سال‌های پس از ورود شانه‌دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* به این دریا، به مزوتروفیک تغییر نموده است.Bagheri و Fallahi در سال ۲۰۱۴ چک‌لیستی از فیتوپلانکتون‌های در آب‌های بخش ایرانی دریای خزر را بر اساس داده‌های تحقیقات جمع‌آوری‌شده طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۰ ارائه نمودند که در این چک‌لیست ۷۰ گونه دیاتومه، از جمله Thalassionema *nitzschioides* و *Dactyliosolen fragilissimus* در این دریا معرفی گردیدند.

پایش مداوم تنوع و پراکنش آبزیان کلیدی در شبکه‌های غذایی در سال‌های متوالی، نه‌تنها تحمیل هزینه و اتلاف وقت نیست، بلکه اطلاعات دقیقی از وضعیت سلامت و پایداری بوم سامانه‌های آبی را فراهم می‌نماید که تحلیل این داده‌ها، حفظ و نگه‌داری بوم سامانه‌ها را توسط برنامه‌های مدون ملی ممکن می‌سازد. لذا در مطالعه حاضر با بررسی شاخص‌های اکولوژیک ریز جلبک‌های شاخه‌ی باسیلاریوفیتا (دیاتوم‌ها) در منطقه مطالعاتی، سعی در جمع‌آوری اطلاعاتی در خصوص تنوع و وضعیت پراکنش این فیتوپلانکتون کلیدی در قسمت‌هایی از آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر نمودیم که نتایج به‌دست‌آمده در مقایسه با اطلاعات ارائه‌شده در پژوهش‌های پیشین، می‌تواند به ارزیابی وضعیت بوم‌شناختی این زیستگاه و حفظ سلامت شبکه‌های غذایی آن مورداستفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از آب‌های ساحلی در دو فصل تابستان (مردادماه) و زمستان (بهمن‌ماه) سال ۱۳۹۵ در امتداد دو ترانسکت خطی عمود بر ساحل واقع در مصب رودخانه‌های تجن و بابل رود (با رعایت فاصله استاندارد برای نمونه‌برداری) و در ۴ ایستگاه با اعماق مختلف (۱>، ۵، ۱۰ و ۲۰ متر) توسط دستگاه نمونه‌بردار آب (نیسکین ۱/۵ لیتری) در سه تکرار انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های نمونه‌برداری در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

شهر	ایستگاه	عمق (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
ساری	S_1	۱> (مصب)	۵۲° ۶۵′ ۳۲″	۳۶° ۷۱′ ۳۳″
	S_2	۵ و	۵۲° ۶۵′ ۸۵″	۳۶° ۷۲′ ۰۵″
	S_3	۱>، ۵ و ۱۰	۵۲° ۶۵′ ۷۳″	۳۶° ۷۲′ ۷۴″
	S_4	۱>، ۵، ۱۰ و ۲۰	۵۲° ۶۵′ ۳۶″	۳۶° ۷۴′ ۱۲″
بابلسر	B_1	۱> (مصب)	۵۳° ۱۱′ ۵۱″	۳۶° ۸۱′ ۳۰″

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

شهر	ایستگاه	عمق (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
	B_2	۱> و ۵	۵۳° ۱۱′۷۳″	۳۶° ۸۲′۲۱″
	B_3	۱>، ۵ و ۱۰	۵۳° ۱۱′۸۵″	۳۶° ۸۳′۱۱″
	B_4	۱>، ۵، ۱۰ و ۲۰	۵۳° ۱۱′۸۳″	۳۶° ۸۳′۱۵″

در کلیه ایستگاه‌ها و اعماق نمونه‌برداری، پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب (دما، شوری، اسیدیته و اکسیژن محلول) نیز با استفاده از دستگاه مولتی پارامترسنج پرتابل (AZ-8603، تایوان) اندازه‌گیری و ثبت گردید. نمونه‌های آب در ظروف پلی‌اتیلنی دربدار، پس از ثبت اطلاعات ایستگاه نمونه‌برداری و تثبیت با فرمالین ۴ درصد، بلافاصله به آزمایشگاه دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی دانشگاه مازندران منتقل شد. پس از ته‌نشینی نمونه‌ها در تاریکی و تخلیه آب‌رویی با کمک سیفون مخصوص، با استفاده از سانتریفیوژ (۴۰۰۰ دور، ۵ دقیقه) و کاهش حجم نمونه به ۲۵ میلی‌لیتر، بررسی نمونه‌های فیتوپلانکتون به دو روش کیفی و کمی با استفاده از میکروسکوپ نوری (Motic، چین) صورت پذیرفت (Ayoade *et al.*, 2019). به‌منظور بررسی شناسایی دیاتومه‌ها از منابع معتبر در دسترس استفاده شد (سبک آرا و همکاران، ۱۳۹۳؛ Tomas, 1997؛ Al-kandari *et al.*, 2009) استفاده گردید. از دیگر مطالعات انجام‌شده بر فاکتورهای زیستی در این پژوهش، محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی (شانون)، غنای گونه‌ای (مارگالف) و پراگندگی (پیلو) است. این شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار پرایمر ورژن ۵ محاسبه گردید.

ابتدا نرمال بودن دادها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک بررسی شدند. مطالعه‌ی اختلافات معنادار بین تنوع و فراوانی دیاتومه‌ها در ایستگاه‌ها و فصول مختلف با آزمون کروسکال والیس انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار spss.16 و Primer.5 آنالیز شده و رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۳ صورت پذیرفت.

نتایج

میانگین داده‌های محیطی در این مطالعه بر اساس فصول، اعماق و ایستگاه‌های نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان داده‌شده است. در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری، بیشترین میانگین دما (۰/۵۶ ± ۲۳/۰۱ درجه سانتی‌گراد) در فصل تابستان، در عمق ۵ متر ایستگاه ساری و کمترین میانگین دما (۰/۳۰ ± ۱۱/۵۶ درجه سانتی‌گراد) در فصل زمستان و در عمق ۱۰ متر ایستگاه بابلسر ثبت گردید. تحلیل آماری نتایج میانگین‌ها، اختلاف معناداری را برای میانگین دما در فصل تابستان در عمق ۲۰ متر در هر دو ایستگاه ساری و بابلسر، نشان می‌دهد، درحالی‌که در سایر اعماق، اختلاف معناداری در میانگین دما مشاهده نمی‌شود. اختلاف میانگین دما هم‌چنین بین فصول نمونه‌برداری و نیز در فصل زمستان بین ایستگاه ساری و بابلسر معنادار است ($P\leq ۰/۰۵$).

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

جدول ۲: میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی فاکتورهای محیطی (میانگین ± انحراف معیار) در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵، (n=۳).

فصل	ایستگاه	عمق (متر)	دما (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	اسیدیته	شوری (گرم در لیتر)
تابستان	ساری	<۱	۲۰/۱۸ ± ۰/۷۶	۵/۳۴ ± ۰/۵	۷/۱۱ ± ۰/۱۳	۱۰/۵۴ ± ۰/۸۸
		۵	۲۳/۰۱ ± ۰/۵۶	۶/۰۷ ± ۰/۹۱	۷/۴۲ ± ۰/۲۲	۱۲/۵۳ ± ۰/۵۵
		۱۰	۲۱/۵۱ ± ۱/۴۵	۶/۵۶ ± ۰/۱۶	۷/۴ ± ۰/۳۷	۱۳/۱۳ ± ۰/۳۰
		۲۰	۱۷/۲ ± ۰/۱	۴/۴۳ ± ۰/۲۰	۶/۴۶ ± ۰/۱۱	۱۳/۲۳ ± ۰/۲۰
	بابلسر	<۱	۲۰/۵۶ ± ۰/۶۱	۵/۹۵ ± ۰/۷۱	۷/۱۰ ± ۰/۱۲	۱۰/۷ ± ۰/۶۴
		۵	۲۱/۸۵ ± ۱/۰۹	۶/۲۵ ± ۰/۶۸	۷/۱۴ ± ۰/۲۱	۱۲/۰۴ ± ۱/۳۰
		۱۰	۲۲/۱۵ ± ۰/۴۸	۶/۷۱ ± ۰/۲۱	۷/۰۶ ± ۰/۱۵	۱۳/۱ ± ۰/۱۰
		۲۰	۱۷/۶۳ ± ۰/۳۰	۴/۷۳ ± ۰/۱۱	۶/۲ ± ۰/۱	۱۳/۳۳ ± ۰/۰۵
زمستان	ساری	<۱	۱۶/۶۶ ± ۱/۷۹	±۱۷/۸ ۰/۲۳	۸/۱۴ ± ۰/۴۱	۶/۹ ± ۳/۹۶
		۵	۱۶/۰۶ ± ۲/۰۴	۸/۵۷ ± ۰/۵۵	۸/۲۵ ± ۰/۱۱	۱۰/۷۴ ± ۰/۰۹
		۱۰	۱۶/۰۸ ± ۱/۷۰	۸/۷۵ ± ۰/۶۸	۸/۲۳ ± ۰/۲۷	۱۰/۷۷ ± ۰/۱۴
		۲۰	۱۵/۸ ± ۲/۴۹	۸/۸۴ ± ۰/۳۷	۸/۳ ± ۰/۱	۱۰/۷۹ ± ۰/۰۲
	بابلسر	<۱	۱۱/۸۰ ± ۰/۳۶	۸/۵۸ ± ۰/۷۸	۷/۸۷ ± ۰/۶۳	۷/۴۸ ± ۴/۱۲
		۵	۱۱/۵۶ ± ۰/۳۶	۸/۷۹ ± ۰/۵۴	۸/۳۱ ± ۰/۰۷	۹/۹۵ ± ۰/۰۴
		۱۰	۱۱/۵۶ ± ۰/۳۰	۸/۶۴ ± ۰/۶۶	۸/۳۵ ± ۰/۰۲	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۶
		۲۰	۱۲/۴ ± ۰/۵	۸/۱۴ ± ۰/۰۳	۸/۳۷ ± ۰/۰۰	۱۰/۰۵ ± ۰/۰۲

اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که بیشترین میزان میانگین اکسیژن محلول در آب (۰/۳۷ ± ۸/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر) در عمق ۲۰ متر ایستگاه بابلسر در فصل زمستان و کمترین میزان (۰/۲۰ ± ۴/۴۳ میلی‌گرم بر لیتر) در عمق ۲۰ متر ایستگاه ساری در فصل تابستان بوده است. آنالیز آماری داده‌ها وجود اختلاف معنادار بین فصل‌های تابستان و زمستان را نشان داد، درحالی‌که اختلاف معناداری بین اعماق و ایستگاه‌های مختلف مشاهده نگردید.

بیشترین میانگین اسیدیته ی آب (۰/۰۰ ± ۸/۳۷) در عمق ۵ متر ایستگاه بابلسر در فصل زمستان و کمترین مقدار آن (۰/۱ ± ۶/۲) در عمق ۲۰ متر ایستگاه بابلسر در فصل تابستان بود. ازنظر آماری اختلاف معناداری بین مقدار اسیدیته اعماق و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری وجود نداشت، درحالی‌که بین فصول نمونه‌برداری اختلاف معناداری مشاهده گردید.

بر اساس اندازه‌گیری‌های صورت پذیرفته، بیشترین مقدار شوری (ppt ۰/۰۵ ± ۱۳/۳۳) متعلق به عمق ۲۰ متر ایستگاه بابلسر در فصل تابستان و کمترین مقدار ثبت‌شده (ppt ۳/۹۶ ± ۶/۹) مربوط به آب‌های سطحی (<۱m) ایستگاه ساری در فصل زمستان بوده است. در فصل تابستان در هر دو ایستگاه ساری و بابلسر اختلاف معناداری در میزان شوری آب‌های سطحی و آب‌های اعماق ۱۰ و ۲۰ متر وجود دارد، درحالی‌که در زمستان اختلاف معناداری در اعماق مختلف نمونه‌برداری مشاهده نگردید. در این مطالعه، فاکتورهای دما، اکسیژن محلول، اسیدیته و شوری، همبستگی

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

بالایی را با فصول نمونه‌برداری نشان داده و با دما نیز همبستگی نسبتاً قابل قبولی داشته‌اند، درحالی‌که بین فاکتورهای ذکرشده، تنها شوری با عمق، همبستگی قابل قبولی را نشان می‌دهد (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین فاکتورهای محیطی در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

					فصل	
				عمق	۱	فصل
			دما	۱	۰	عمق
		اکسیژن محلول	۱	-۰/۰۱۸	-۰/۸۵۳**	دما
	اسیدیته	۱	-۰/۶۸۱**	۰/۱۰۱	۰/۸۶۶**	اکسیژن محلول
شوری	۱	۰/۷۹۹**	-./۶۳۶**	۰/۰۸۷	۰/۷۸۷**	اسیدیته
۱	-۰/۴۷۷**	-۰/۴۵۷**	۰/۶۶۶**	۰/۵۸۸**	-۰/۶۴۶**	شوری

علامت * نشان‌دهنده وجود همبستگی معنی‌دار بین دو پارامتر است.

به‌طورکلی در این مطالعه ۱۷ جنس از دیاتوم‌ها در فصل زمستان شناسایی‌شده و موردمطالعه کمی قرار گرفتند (جدول ۴) که بیشترین فراوانی متعلق به جنس‌های *Cyclotella* sp.، *Melosira* sp.، *Thalassionema* sp. و *Stephanodiscus* sp. بوده است. از این تعداد، در فصل تابستان تنها ۵ جنس از دیاتومه‌ها در نمونه‌های آب مناطق مطالعاتی مشاهده گردید که *Cyclotella* sp. بیشترین فراوانی را در این فصل نشان داد. همچنین، بررسی فراوانی جنس‌های مشاهده‌شده نشان داد که *Cyclotella* sp. در هر دو فصل تابستان و زمستان، بیشترین فراوانی را در مناطق مطالعاتی داشته است (جدول ۴ و پیوست ۱)

نتایج آزمون غیر پارامتریک کروسکال والیس برای فاکتور فصل نشان داد که به‌استثناء جنس‌های *Thalasiosira* sp.، *Cyclotella* sp.، *Melosira* sp.، *Thalassionema* sp. و *Stephanodiscus* sp. فراوانی سایر دیاتومه‌ها، اختلاف معناداری رابین دو فصل نداشته است. بر اساس نتایج آنالیز برای فاکتور مستقل عمق نیز، تنها جنس‌های *Nitschia* sp.، *Gyrosigma* sp.، *Rhizosolenia* sp. و *Surirella* sp. اختلاف فراوانی معناداری را در اعماق مختلف نمونه‌برداری نشان دادند ($P \leq ۰/۰۵$).

هریک از شاخص‌های زیستی برای ایستگاه‌های مختلف و در فصول مختلف نمونه‌برداری محاسبه گردیده و نتایج این محاسبات در جدول ۵ آمده است. نتایج آزمون همبستگی بین شاخص‌های زیستی، مبین وجود اختلاف معنادار بین فصل‌های نمونه‌برداری و عدم وجود اختلاف معنادار در اعماق مختلف نمونه‌برداری بوده است. همچنین، بر اساس نتایج آزمون پیرسون، شاخص‌های زیستی موردمطالعه در این پژوهش دارای همبستگی مناسبی با یکدیگر بوده‌اند (جدول ۶).

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

جدول ٤: حضور و عدم حضور جنس‌های شناسایی‌شده‌ی دیاتوم در اعماق و فصول مختلف در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

ایستگاه	ساری								بابلسر							
	تابستان				زمستان				تابستان				زمستان			
عمق (متر) / جنس	<۱	۵	۱۰	۲۰	<۱	۵	۱۰	۲۰	<۱	۵	۱۰	۲۰	<۱	۵	۱۰	۲۰
Thalasiosira sp.	−	−	−	−	−	+	+	−	−	−	−	−	+	+	+	+
Cyclotella sp.	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitschia sp.	+	−	−	−	−	−	−	−	+	+	−	−	+	−	−	−
Melosira sp.	−	−	−	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	+
Cosinodiscus sp.	+	−	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	+	−	−	−
Gyrosigma sp.	−	−	−	−	−	−	+	−	+	−	−	−	+	−	−	−
Rhizosolenia sp.	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	−
Diploneis sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	−	−	+	−
Synedra sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Cymbella sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Surirella sp.	-	-	-	-	+	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Navicula sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Cymatopleura sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Diatoma sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−
Thalassionema sp.	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Stephanodiscus sp.	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Neidium sp.	-	-	-	-	−	−	−	−	-	-	-	-	+	−	−	−

نتایج آزمون همبستگی همچنین نشان داد که شاخص‌های مارگالف و شانون، همبستگی متوسطی را با کلیه‌ی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در منطقه مطالعاتی داشته‌اند، درحالی‌که شاخص پیلو، تنها با فاکتور فصل همبستگی بسیار ضعیفی داشته است و با سایر فاکتورهای محیطی همبستگی نشان نداد (جدول ۷).

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

جدول ۵: فراوانی کل و شاخص‌های زیستی باسیلاریوفیتا در فصول و ایستگاه‌های مختلف در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

فصل	ایستگاه		عمق	تعداد گونه	فراوانی (Cell / m^3)	شاخص مارگالف	شاخص پیلو	شاخص شاتون
تابستان	ساری	S1	<۱	۳	۱۷۷۸	۰/۲۶۷۳	۰/۴۸۷۴	۱/۱۵۷
		S2	<۱	۳	۳۵۶	/۳۴۰۸	۰/۶۶۹۶	۰/۷۳۵۶
		S2	۵	۰	۰	****	****	۰
		S3	<۱	۴	۵۷۸	۰/۴۷۱۸	۰/۸۳۴۶	۰/۵۳۵۵
		S3	۵	۱	۸۹	۰	****	۰
		S3	۱۰	۱	۱۳۳	۰	****	۰
		S4	<۱	۲	۱۳۳	۰/۲۰۴۴	۰/۹۱۸۳	۰/۶۳۶۵
		S4	۵	۰	۰	****	****	۰
		S4	۱۰	۱	۲۶۷	۰	****	۰
		S4	۲۰	۰	۰	****	****	۰
	بابلسر	B1		۴	۷۸۰۸۹	۰/۲۶۶۳	۰/۵۹	۱/۲۰۳
		B2	<۱	۳	۴۸۹	۰/۳۲۳	۰/۸۳۴۲	۰/۹۱۶۵
		B2	۵	۲	۱۷۸	۰/۱۹۳	۰/۸۱۱۳	۰/۵۶۲۳
		B3	<۱	۵	۷۵۶	۰/۶۰۳۶	۰/۷۴۷۷	۰/۸۱۷۹
		B3	۵	۱	۱۷۸	۰	****	۰
		B3	۱۰	۲	۱۷۸	۰/۱۹۳	۱	۰/۶۹۳۱
		B4	<۱	۴	۴۸۹	۰/۴۸۴۵	۰/۶۳۸۸	۰/۸۸۵۶
		B4	۵	۲	۳۱۱	۰/۱۷۴۲	۰/۵۹۱۷	۰/۴۱۰۱
		B4	۱۰	۱	۴۴	۰	****	۰
		B4	۲۰	۱	۱۷۸	۰	*****	۰
زمستان	ساری	S1	<۱	۱	۸۹	۰	۰	۰
		S2	<۱	۴	۲۳۱۵۶	۰/۲۹۸۵	۱/۱۴۶	۰/۶۵۴۴
		S2	۵	۵	۱۷۲۰۱	۰/۴۱۰۱	۱/۱۳۵	۰/۶۱۴۸
		S3	<۱	۴	۸۷۵۶	۰/۳۳۰۵	۱/۱۱۷	۰/۶۱۱۴
		S3	۵	۴	۸۳۱۲	۰/۳۳۲۴	۱/۰۷۷	۰/۶۰۹۸
		S3	۱۰	۶	۱۰۹۷۸	۰/۵۳۷۴	۱/۳۵۵	۰/۷۱۵۳
		S4	<۱	۴	۱۲۲۲۳	۰/۳۱۸۸	۱/۲۶۸	۰/۶۹۱۶
		S4	۵	۵	۱۲۶۶۶	۰/۴۲۳۴	۱/۰۷۲	۰/۵۸۶۷
		S4	۱۰	۵	۷۵۹۹	۰/۴۴۷۶	۱/۲۳۸	۰/۶۷۰۴
		S4	۲۰	۴	۷۰۶۷	۰/۳۳۸۵	۱/۳۲۴	۰/۷۱۹۶
	بابلسر	B1		۸	۴۰۴۴	۰/۸۴۲۹	۱/۷۵۷	۰/۷۹۶۴
		B2	<۱	۵	۲۱۲۴۴	۰/۴۰۱۵	۱/۰۵۳	۰/۵۸۸۷
		B2	۵	۶	۲۸۱۳۳	۰/۴۸۸۱	۱/۱۴۹	۰/۶۲۶۱

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

شاخص شاتون	شاخص پیلو	شاخص مارگالف	فراوانی (Cell / m^3)	تعداد گونه	عمق	ایستگاه	فصل
۰/۶۰۵۹	۱/۱۰۴	۰/۶۰۰۴	۲۱۸۵۶	۷	<۱	B3	
۰/۵۸۸۸	۱/۰۶۵	۰/۴۸۵۴	۲۹۷۳۴	۶	۵	B3	
۰/۶۴۰۴	۱/۲۱۶	۰/۴۹۹۵	۲۲۲۶۷	۶	۱۰	B3	
۰/۵۸۰۲	۱/۰۰۸	۰/۴۰۱۵	۲۱۲۴۴	۵	<۱	B4	
۰/۵۱۲۲	۱/۹۰۲۷	۰/۳۹۸۶	۲۲۸۰۰	۵	۵	B4	
۰/۴۹۱۹	۰/۹۵۱۴	۰/۳۷۵۶	۴۲۱۳۴	۵	۱۰	B4	
۰/۶۸۳۶	۱/۲۵۴	۰/۳۸۸	۳۰۰۴۴	۵	۲۰	B4	

جدول ٦: نتایج بررسی همبستگی بین شاخص‌های زیستی در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

	R	J’	H(log)
D	۱	**./۴۸۸	**۰/۸۳۵
J’	**./۴۸۸	۱	**۰/۷۳۶
H (log)	**۰/۸۳۵	**۰/۷۳۶	۱

شاخص مارگالف (R)، شاخص پیلو (J’) و شاخص شانون (H).

جدول ۷: نتایج بررسی همبستگی بین شاخص‌های زیستی با فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در آب‌های ساحلی جنوب دریای خزر، ۱۳۹۵.

	R	J’	H’(log)
فصل	**۰/۵۸۳	*۰/۳۱۶	**۰/۶۹۶
دما	**-۰/۶۳۲	-۰/۲۱	**-۰/۶۱۵
اکسیژن محلول	**۰/۵۰۰	۰/۲۹۲	**۰/۵۸۲
اسیدیته	**۰/۴۲۳	۰/۱۳۷	**۰/۵۰۶
شوری	**-۰/۴۷۲	-۰/۲۳۵	**-۰/۴۶۸

شاخص مارگالف (R)، شاخص پیلو (J’) و شاخص شانون (H).

بحث و نتیجه‌گیری

دیاتومه‌ها یکی از شاخص‌های اصلی سلامت آب هستند. با مشاهده تغییرات در تنوع و فراوانی آن‌ها به متغیرهای محیطی خصوصاً درجه شوری می‌توان میزان تأثیر آلاینده‌های محیطی را بر وضعیت اکولوژیکی منطقه برآورد نمود (Cohen, 2010). بر اساس مطالعاتی که بر روی جامعه فیتوپلانکتون‌های بخش جنوبی دریای خزر صورت گرفته، بیشترین تنوع گونه‌ای به باسیلاریوفیتا (دیاتومه‌ها) تعلق دارد، به‌طوری‌که از ۱۸۲ گونه شناسایی‌شده در مطالعه‌ی پورغلام و همکاران (۱۳۹۲)، ۸۱ گونه متعلق به این خانواده بود. در مطالعه Ganjian و همکاران نیز، ۷۱ گونه از ۱۶۲ گونه فیتوپلانکتون جمع‌آوری‌شده، به باسیلاریوفیتا تعلق داشته است (Ganjian, 2010). در این پژوهش نیز به بررسی تنوع و فراوانی شاخه باسیلاریوفیتا پرداخته‌شده و تأثیر تغییرات محیطی ناشی از تغییر فصل بر تنوع و فراوانی آن‌ها مورد ارزیابی قرارگرفته است.

در این پروژه مطالعاتی، چهار فاکتور اساسی محیطی (دما، اسیدیته، شوری و اکسیژن محلول) در آب موردسنجش قرار گرفت. کلیه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده برای فاکتورهای محیطی اختلاف معناداری رابین فصول نمونه‌برداری نشان دادند، این در حالی است که این مقادیر (به‌استثناء

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

شوری)، بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری اختلاف معناداری نداشتند. این امر با توجه به وجود جریانات آبی در حوضه جنوبی دریای خزر و اختلاط مناسب لایه‌های آب خصوصاً در مناطق ساحلی امری طبیعی است و موجب گردیده که بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معناداری مشاهده نگردد. این در حالی است که در بین فاکتورهای محیطی، فاکتور شوری علاوه بر اختلاف فصلی، در ایستگاه‌های مصبی، نیز دارای اختلاف معناداری با ایستگاه‌های دریایی بوده است. این امر با توجه به نوع محیط مصبی و جریان آب شیرین رودخانه و اختلاط آن با آب دریا کاملاً مورد انتظار بوده است.

بررسی دیاتومه‌ها به‌عنوان جامعه زیستی مورد ارزیابی در این پژوهش، نشان داد که بیشترین میانگین فراوانی کل برای انواع گونه‌های دیاتومه، در فصل تابستان ۱۰۷×۴/۷۹±۱۰۷×۲/۸ و در فصل زمستان ۱۰۸×۱/۰۶±۱۰۸×۱/۳۷ سلول در مترمکعب بوده است؛ به‌این‌ترتیب فراوانی کل در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان است که این امر را می‌توان ناشی از وابستگی شدید پراکنش فیتوپلانکتون‌ها به شیب دمایی آب دانست (Bagheri, 2012). بر اساس گزارش‌های Kideys و همکاران (۲۰۰۵)، دیاتومه‌ها جمعیت غالب فیتوپلانکتونی در آب‌های سردتر را تشکیل می‌دهند، درحالی‌که دو تاژکی‌ها جمعیت غالب فیتوپلانکتونی آب‌های گرم می‌باشند. این نتایج در مطالعه حاضر، با مطالعات تهامی و پورغلام (۱۳۹۳)، پورغلام و همکاران (۱۳۹۲)، Tahami و همکاران (۲۰۱۲) و بسیاری دیگر از مطالعات در سواحل جنوبی خزر مشابهت دارد. در مطالعات انجام‌شده توسط Bagheri و همکاران نیز، بیشترین فراوانی در فصل پاییز و زمستان گزارش‌شده است (Bagheri, 2012) که دلیل آن تمایل بیشتر دیاتومه‌ها به آب‌های سردتر بیان گردیده است. در بین ۱۷ گونه شناسایی‌شده در این پژوهش در هر دو فصل نمونه‌برداری، بیشترین فراوانی متعلق به *Cyclotella* sp. بود (۲۸۷۱۱ سلول در مترمکعب در فصل زمستان و ۵۵۲۴۴ سلول در مترمکعب در فصل تابستان) که به ترتیب مربوط به ایستگاه B4 (۱۰ متر) و مصب بابل رود (B1) می‌باشد. در مطالعات انجام‌شده توسط نصرالله زاده و همکاران در سال ۱۳۹۱ نیز *Cyclotella* sp. در تمام فصول با فراوانی بالا مشاهده و گزارش‌شده است و به‌عنوان گونه غالب برای مناطق شرقی و میانی سواحل جنوبی خزر معرفی گردیده است. در بررسی دیاتومه‌ها در منطقه مطالعاتی، *Surirella* sp. تنها جنسی بود که منحصراً در ایستگاه مصب مشاهده‌شده است و در ایستگاه‌های دریایی این‌گونه مشاهده نشده است. این امر می‌تواند با دمای سردتر آب در ایستگاه مصبی مرتبط بوده (Kideys, 2005; Bagheri, 2012) و یا ناشی از تمایل بیشتر این دیاتومه به آب‌های کم شورتر در نواحی مصبی باشد. بر اساس گزارش‌های Underwood و همکاران (۱۹۹۸)، پراکنش دیاتومه‌ها با نسبت عناصر غذایی و شوری ارتباط معنی‌داری دارد و مهم‌ترین پارامترهای محیطی تأثیرگذار بر پراکنش و فراوانی دیاتومه‌ها دما و شوری می‌باشد.

شاخص‌های زیستی به‌عنوان ابزاری مناسب جهت ارزیابی و پایش بوم سامانه می‌توانند در درازمدت استراتژی‌های مدیریتی را برای حفظ و نگهداری و بهره‌برداری پایدار از بوم سامانه ارائه نمایند. در این پژوهش نیز از کاربردی‌ترین شاخص‌های زیستی در مطالعات بوم‌شناختی استفاده‌شده است. شاخص‌های تنوع زیستی (شانون)، غنای گونه‌ای (مارگالف) و شاخص یکنواختی (پیلو) برای شاخه باسیلاریوفیسه در هریک از فصول نمونه‌برداری و ایستگاه‌های نمونه‌برداری محاسبه گردید. مقدار شاخص شانون، در جوامع به‌شدت تحت استرس یا تخریب‌شده و یا جامعه‌ای که تنها یک‌گونه داشته باشد برابر صفر خواهد بود و ازنظر تئوری افزایش تعداد گونه‌های جامعه سبب افزایش این شاخص می‌گردد، درحالی‌که عموماً بین ۱/۵ تا حدود ۴/۵ متغیر است (اجتهادی و همکاران، ۱۳۸۸)؛ بیشترین مقدار آن مبین وجود تنوع زیستی بالا در بوم سامانه و مقدار صفر مبین فقدان تنوع زیستی در بوم سامانه می‌باشد. در این پژوهش در فصل تابستان، بیشترین رقم محاسبه‌شده برای شاخص شانون ۱/۲۰ برای و ۱/۱۵ برای مصب رودخانه تجن (S1) بوده است. در زمستان نیز بیشترین شاخص مقدار شاخص شانون در ایستگاه مصبی بابلسر (B1) و برابر ۰/۷۹۶ محاسبه گردیده است. Cohen (۲۰۱۰)، در مطالعه خود بر روی اثر شوری بر شاخص‌های زیستی دیاتومه‌ها گزارش نمود که افزایش شوری آب اگرچه تأثیر معناداری بر شاخص پراکندگی این ریز جلبک‌ها ندارد اما به‌طور معناداری سبب کاهش تنوع زیستی و غنای گونه‌ای دیاتومه‌ها می‌گردد. لذا در مطالعه حاضر نیز بالا بودن شاخص تنوع در ایستگاه‌های مصبی را می‌توان مستقیماً با کاهش شوری آب در این ایستگاه‌ها به دلیل ورود آب

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

شیرین رودخانه‌ها مرتبط دانست. همچنین نتایج پژوهش Blanco و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که از بین فاکتورهای محیطی تنها غلظت عناصر مغذی (فسفر و سیلیس) با افزایش تنوع و فراوانی دیاتومه‌ها همبستگی مستقیمی داشته و لذا پایش این گروه از فیتوپلانکتون‌ها می‌تواند شاخصی برای افزایش عناصر مغذی در آب باشد؛ با توجه به اینکه غلظت عناصر مغذی در ایستگاه‌های مصبی به دلیل تخلیه آب‌های شیرین غنی از عناصر غذایی بالاتر از ایستگاه‌های دور از ساحل می‌باشد، لذا با نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش حاضر نیز همخوانی دارد. بااین‌وجود میانگین شاخص شانون برای فصل زمستان در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری برابر ۱/۱۰۹ و برای فصل تابستان در کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری ۰/۴۲۷ برآورد و محاسبه‌شده است و به‌این‌ترتیب میانگین شاخص شانون در فصل تابستان کمتر از فصل زمستان بوده است (جدول ۶) بااین‌وجود مقدار پایین این شاخص نشان‌دهنده وجود آلودگی نسبتاً شدید و تأثیرگذار در منطقه مطالعاتی می‌باشد.Oldo و همکاران (۲۰۱۹)، مقدار شاخص شانون را برای اجتماعات دیاتومه در دریاچه Aheme بین ۰/۸ تا ۱/۹ محاسبه نموده و آن را نشانه‌ی آلودگی شدید آب در منطقه مطالعاتی دانسته‌اند. با توجه به اینکه دیاتومه‌ها از فیتوپلانکتون‌های شاخص آب‌های سردسیری هستند که دمای پایین‌تر آب در فصل زمستان محیط مناسب‌تری برای رشد و افزایش تنوع آن‌ها فراهم می‌نماید، لذا بالاتر بودن میزان شاخص تنوع در زمستان نسبت به تابستان مورد انتظار می‌باشد. Vitra و همکاران (۲۰۲۰) نیز نتایج مشابهی در خصوص بالاتر بودن تنوع تاکسونومیک دیاتومه‌ها در آب‌های سرد خلیج Riga در دریای بالتیک را گزارش نمودند. آن‌ها همچنین مقدار شاخص تنوع دیاتومه‌ها در این منطقه را ۲/۸-۵/۲ محاسبه نمودند.

در مطالعات انجام‌شده توسط نصراله زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹، شاخص شانون بین سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۷۸، ۱/۳۹ محاسبه‌شده است و در سال ۱۳۸۳، شاخص شانون تا ۳/۰۲ نیز محاسبه گردیده که نشان می‌دهد وضعیت اکولوژیکی منطقه از شرایط پژوهش حاضر به‌مراتب بهتر بوده است. درحالی‌که در مطالعات تهامی و پورغلام (۱۳۹۳)، میانگین شاخص شانون در زمستان ۰/۵۵ در منطقه غربی سواحل جنوبی دریای خزر و در تابستان ۰/۰۸ در منطقه شرقی سواحل جنوبی این دریا برآورد شده است که این مقادیر در مقایسه با شاخص شانون به‌دست‌آمده از این مطالعه بسیار کمتر می‌باشد. در مطالعات پور غلام و همکاران (۱۳۹۳) بر روی ۷ شاخه از فیتوپلانکتون‌ها در سواحل جنوبی دریای خزر نیز، بیشترین شاخص شانون محاسبه‌شده در فصل بهار ۰/۹۶ و کمترین مقدار آن در فصل پاییز ۰/۴۷ بوده است. مطالعات این گروه مبین تراکم بالای دیاتومه‌ها نسبت به سایر شاخه‌های فیتوپلانکتونی بوده است و بیشترین مقدار تراکم فصلی باسیلاریوفیتا متعلق به فصل بهار بوده است. نصراله زاده و همکاران (۱۳۹۱) نیز، شاخص شانون را برای فیتوپلانکتون‌ها در حوزه مطالعاتی سواحل جنوبی دریای خزر، ۱/۴۱ – ۱/۰۱ گزارش نموده‌اند.

در این پژوهش علاوه بر شاخص تنوع زیستی شانون، شاخص‌های زیستی دیگری نیز موردتوجه قرارگرفته‌اند که تا حدودی می‌توانند مکمل پژوهش و مدیریت بوم سامانه مطالعاتی باشند. در این پژوهش بیشترین شاخص غنای مارگالف در فصل تابستان ۰/۶۰۳ برای ایستگاه مصب بابلسر و در فصل زمستان بیشترین رقم برای شاخص مارگالف بازهم در ایستگاه مصب بابلسر با رقم ۰/۸۴۳ محاسبه و ثبت گردید. تغییرات غنای گونه‌ای دیاتومه‌ها علاوه بر این‌که متأثر از روابط زیستی متقابل با سایر آبزیان مانند چرا شدن (توسط زئوپلانکتون ها) و رقابت‌های بین‌گونه‌ای می‌باشد (Mama, 2010)؛ به‌شدت با میزان ورود عناصر غذایی و جریانات اختلاطی آب در فصل زمستان همبستگی نشان می‌دهد. بارندگی به دلیل شستشوی سواحل و ورود عناصر غذایی از خشکی به آب‌های کم‌عمق ساحلی، می‌تواند سبب افزایش تولید و جمعیت فیتوپلانکتون‌ها گردد (Oldo *et al*., 2019). شاخص پیلو که یکی از انواع شاخص‌های یکنواختی می‌باشد، مبنای توزیع و پراکندگی گونه‌ها بر اساس شاخص شانون است. محدوده عددی این شاخص بین صفر و ۱ می‌باشد. به‌طوری‌که هرچه مقدار عددی به‌دست‌آمده برای این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد پراکندگی گونه‌ها در بوم سامانه از توزیع مناسب‌تری برخورداراست. در این پژوهش، بیشترین مقدار شاخص پیلو در فصل زمستان متعلق به ایستگاه شماره ۳ ساری و عمق ۲۰ متر با مقدار ۰/۹۵۵ بوده است و در فصل تابستان بیشترین رقم برای شاخص پیلو در ایستگاه شماره ۲ بابلسر در عمق ۱۰ متر با مقدار ۱ محاسبه‌شده است. میانگین شاخص پیلو برای کلیه ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل زمستان ۰/۷۲۱ و برای فصل تابستان ۰/۷۳۸ محاسبه‌شده است. بالا بودن شاخص‌های زیستی در فصل زمستان می‌تواند متأثر از افت دما و جریانات چرخشی آب باشد که منجر به

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

افزایش مواد مغذی و حرکت آن‌ها از کف به ستون آب‌شده و درنتیجه با افزایش سیلیس در سطوح مختلف آب، منجر به افزایش جمعیت باسیلاریوفیتا می‌گردد (تهامی و پورغلام؛ ۱۳۹۳). شاخص‌های زیستی از منظر تئوری بهترین گزینه برای توصیف اجتماعات بیولوژیکی محسوب می‌گردند. مقادیر بالای شاخص تنوع زیستی می‌تواند نشانه سلامت بوم سامانه موردمطالعه باشد (Porgholam *et al*., 2015). در این مطالعه مقدار محاسبه‌شده برای شاخص تنوع زیستی دیاتومه‌ها و نیز مقایسه‌ی این مقادیر با مطالعات انجام‌گرفته در سال‌های پیشین در منطقه مطالعاتی، مبین وجود نوعی آشفتگی و اغتشاش اکولوژیک در منطقه مطالعاتی بوده است. این در حالی است که منابع مطالعاتی دیگر نیز این اغتشاش و آشفتگی را در سواحل جنوبی دریای خزر ثبت و گزارش نموده‌اند (Roohi, 2009; Bagheri, 2012; Tahami *et al*., 2012; Tahami *et al*., 2013) که به دلایل متعددی ازجمله ورود آلاینده‌ها و نوترینت‌های از طریق رودخانه به آب‌های ساحلی و نیز استرس‌ها و آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های صیادی در آب‌های کم‌عمق ساحلی نسبت داده‌شده است (Wang *et al*., 2014). ازآنجایی‌که هر دو رودخانه تجن و بابل رود در مسیر خود از مناطق مسکونی و کشاورزی متعددی عبور نموده و مستعد حمل مقادیر بالای عناصر مغذی و آلاینده‌های آلی می‌باشند و منطقه موردمطالعه در این پژوهش در مجاورت مصب این دو رودخانه بوده است، لذا مشاهده‌ی اثرات منفی استرس‌های محیطی مذکور در این مطالعه نیز دور از انتظار نبوده است.

مقایسه و مطالعه در الگوی ساختاری فیتوپلانکتون در سطح شاخه برای شناخت بوم سامانه کافی نیست و مطالعات عمیق و همه‌جانبه در سطح گونه‌ای جهت درک نوع تغییرات محیطی و زیست‌شناختی ضروری می‌نماید (Alves-de-Souza, 2008) اما ازآنجایی‌که شاخه باسیلاریوفیتا یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین شاخه‌های فیتوپلانکتونی حوضه‌های میانی و جنوبی دریای خزر است، می‌توان از آن به‌عنوان یکی از بهترین فاکتورهای زیستی برای پایش بوم سامانه دریای خزر استفاده نمود. (Salmanov, 1999; Bagheri, 2012; Tahami *et al*., 2013; Porgholam, 2015). علاوه بر این، بررسی تنوع و فراوانی این ریز جلبک‌ها به همراه بررسی فاکتورهای محیطی و همچنین بررسی نوترینت‌های محیط آبی می‌تواند در پایش‌های بعدی روند تغییرات بوم سامانه خزر را برای کارشناسان محیط‌زیست قابل پیش‌بینی نماید. پیشنهاد می‌گردند در ادامه‌ی پژوهش حاضر، در بررسی جامعی رابطه‌ی میان تنوع و فراوانی فیتوپلانکتون‌ها با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب نیز مورد ارزیابی قرار گیرد، زیرا تجمع انسانی و فعالیت‌های گسترده انسانی در سواحل جنوبی دریای خزر می‌تواند بر روند تغییرات گسترده جامعه زیستی این بوم سامانه‌ی منحصربه‌فرد تأثیرات به سزایی داشته باشد.

منابع

اجتهادی، ح.، سپهری، ع. و عکافی، ح. ر.، ۱۳۸۸. روش‌های اندازه‌گیری تنوع زیستی. انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۲۲۸ ص.

باده یان، ض. و یوسفوند، پ.، ۱۳۹۶. مفهوم و اهمیت تنوع زیستی در پایداری اکوسیستم‌ها، چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران.

پورغلام، ر.، تهامی، ف. و کیهان ثانی، ع.، ۱۳۹۲. تنوع فصلی فیتوپلانکتون‌ها در آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۸۹، مجله پژوهش‌های جانوری (مجله زیست‌شناسی ایران)، جلد ۲۷(۳): صفحات ۳۱۸-۳۰۷.

تهامی، ف. و پورغلام، ر.، ۱۳۹۳. بررسی تنوع فیتوپلانکتون‌های شاخه Bacillariophyta در آب‌های حوضه جنوبی دریای خزر طی سال ۱۳۸۹، مجله فناوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، دوره ۸، شماره ۲ (۳۰): صفحات ۳۸-۲۹.

سبک آرا، ج. و مکارمی، م.، ۱۳۹۳. اطلس پلانکتون‌های تالاب انزلی و نواحی ساحلی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ۶۵۶ ص.

نصراله زاده ساروی، ح.، ۱۳۸۹. گزارش طرح هیدرولوژی، هیدرو بیولوژی و آلاینده‌های زیست‌محیطی در منطقه جنوبی دریای خزر، سازمان جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، ساری، ۱۶۴ ص.

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

Al-Kandari, M., Al-Yamani, F. and Al-Rifaie, K., 2009. Marine Phytoplankton Atlas of Kuwait's Waters. Kuwait Institute for Scientific Research, 351 pp.

Alves-de-Souza, C., González, M. T., and Iriarte, J. L., 2008. Functional groups in marine phytoplankton assemblages dominated by diatoms in fjords of southern Chile. Journal of Plankton Research, 30(11): 1233-1243.

Ayoade, A. A., and Izah, B. C., 2019. Physico-chemical parameters, primary productivity and phytoplankton assemblage of DANDARU lake, Southern Nigeria. Studia Universitatis Vasile Goldis Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series), 29(2), pp: 91-98.

Bagheri, S., Mansor, M., Turkoglu, M., Makaremi, M., Omar, W. M. W. and Negarestan, H., 2012. Phytoplankton species composition and abundance in the Southwestern Caspian Sea. Ekoloji, 21(83): 32-43.

Bagheri, S. and Fallahi, M., 2014. Checklist of Phytoplankton Taxa in the Iranian Waters of the Caspian Sea. Caspian Journal of Environmental Sciences. 12 (1): 81-97.

Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Tudesque, L., Bécares, E., Hoffmann, L. and Ector, L., 2012. Are diatom diversity indices reliable monitoring metrics?. Hydrobiologia, 695(1): 199-206.

Cohen, N., 2010. The effect of increased salinity on diversity and abundance of diatoms. Ph.D thesis report, Pennsylvania State University, 170 p.

Ganjian, A., Wan Maznah, W. O., Yahya, K., Fazli, H., Vahedi, M., Roohi, A. and Farabi, S. M. V., 2010. Seasonal and regional distribution of phytoplankton in the southern caspian sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 9(3): 382-401 .

Kideys, A. E., Soydemir, N., Eker, E., Vladymyrov, V., Soloviev, D., and Melin, F., 2005. Phytoplankton distribution in the Caspian Sea during March 2001. Hydrobiologia, 543(1): 159-168.

Malviya, S., Scalco, E., Audic, S., Vincent, F., Veluchamy, A., Poulain, J., Wincker, P., Iudicone, D., de Vargas, C., Bittner, L. and Zingone, A., 2016. Insights into global diatom distribution and diversity in the world's ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(11): E1516-E1525.

Mama, D., Aina, M., Alassane, A., Boukari, O. T., Chouti, W., Deluchat, V., Bowen, J., Afouda, A. and Baudu, M., 2011. "Caractérisation physico-chimique et évaluation du risqué d'eutrophisation du lac Nokoué (Bénin) [Physicochemical Characterization of the Eutrophication Risk of Lake Nokue (Benin)], International Journal of Biological and Chemical Sciences, 5 (29): 2076–2093.

Mutinová, P. T., Kulichová, J. and Ugland, K. I., 2017. Temporal and spatial dynamics of diatom (Bacillariophyceae) communities in a peatland area. Cryptogamie, Algologie, 38(3): 253-266.

Olodo, I.Y., Cocquyt, C., Abou, Y. and Kokou, K., 2019. Seasonal variations and distribution of diatom flora of Lake Ahémé (Benin, West Africa). Botany Letters, pp:1-14.

Porgholam, R., Tahami, F. and Kaihansani, A., 2015. Seasonal variation of phytoplankton in the southern waters of the Caspian lake Journal of Animal's Research, 27(3): 307-318.

Roohi A., 2009. Population dynamic and effects of the invasive species Ctenophore, Mnemiopsis leidyi in the Southern Caspian Sea. (Ph.D), University Sains Malaysia, 133 p.

Salmanov, M. A., 1999. Ecology and Biological Productivity of the Caspian Sea, Institute of Zoology, Baku, pp 397.

Tahami, F. S., Mazlan, A. G., Negarestan, H., Najafpour, S., Lotfi, W. W. M. and Najafpour, G. D., 2012. Phytoplankton combination in the southern part of Caspian Sea. World Applied Science Journal, 16, pp: 99-105.

Tahami, F. S., Pourgholam, R., Hirad, A., Hirad, S., Hirad, S., Leilnahari, K. and Joozani, R. J., 2013. Study on Bacillariophyceae phylum changes in Southern Caspian sea. Journal of Novel Applied Sciences, 2(9): 314-320.

Tomas, C. R., 1997. Identifying marine phytoplankton. Academic Press, San Diego, 858 p.

Underwood, G. J., Phillips, J. and Saunders, K., 1998. Distribution of estuarine benthic diatom species along salinity and nutrient gradients. European Journal of Phycology, 33(2): 173-183.

Virta, L., Soininen, J. and Norkko, A., 2020. Stable Seasonal and Annual Alpha Diversity of Benthic Diatom Communities Despite Changing Community Composition. Frontiers in Marine Science, 7, 88 p.

www.SID.ir

Wang, C., Li, X., Lai, Z., Li, Y., Dauta, A. and Lek, S., 2014. Patterning and Predicting Phytoplankton Assemblages in a Large Subtropical River. Fundamental and Applied Limnology/Archiv Für Hydrobiologie, 185: 263–279.

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

www.SID.ir

پیوست ۱. چک لیست فراوانی (سلول در مترمکعب) جنس‌های شناسایی‌شده از باسیلاریوفیتا (انحراف معیار±میانگین) به تفکیک ایستگاه‌ها، اعماق و فصول مختلف نمونه‌برداری (سال ۱۳۹۵).

فصل	ایستگاه		*Thalasiosira* sp.	*Cyclotella* sp.	*Nitschia* sp.	*Melosira* sp.	*Cosinodiscus* sp.	*Gyrosigma* sp.	*Rhizosolenia* sp.	*Diploneis* sp.	*Synedra* sp.	*Cymbella* sp.	*Surirella* sp.	*Naviacula* sp.	*Cymatopleura* sp.	*Diatoma* sp.	*Thalassionema* sp.	*Stephanodiscus* sp.	*Neidium* sp.
تابستان	ساری	S1	۰	۱۴۶۶/۶۶± ۲۳/۱۸	۲۶۶/۶۶± ۳۳/۲۷	۰	۴۴/۴۴± ۱۱/۳۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		S2	۰	۲۶۶/۶۶± ۵۸/۱۵	۰	۰	۴۴/۴۴± ۸/۱۵	۰	۴۴/۴۴± ۱۱/۰۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		S3	۰	۳۳۳/۱۱± ۲۴/۶۳	۸۸/۸۸± ۱۶/۱۱	۰	۱۳۳/۳۳±۱۷/۸۸	۰	۴۴/۴۴±۲۴/۶۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		S4	۴۴/۴۴± ۱۸/۳۳	۲۶۶/۶۶± ۲۲/۸۸	۰	۰	۰	۰	۸۸/۸۸± ۲۲/۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
	بابلسر	B1	۰	۵۵۲۴/۴۴± ۹۶/۸۸	۱۳۰۲۲/۲۲± ۱۱۱/۵۵	۹۵۹۹/۹۹± ۹۷/۶۵	۰	۲۲۲/۲۲± ۴۴/۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020
www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

فصل	ایستگاه		*Thalasiosira* sp.	*Cyclotella* sp.	*Nitschia* sp.	*Melosira* sp.	*Cosinodiscus* sp.	*Gyrosigma* sp.	*Rhizosolenia* sp.	*Diploneis* sp.	*Synedra* sp.	*Cymbella* sp.	*Surirella* sp.	*Naviacula* sp.	*Cymatopleura* sp.	*Diatoma* sp.	*Thalassionema* sp.	*Stephanodiscus* sp.	*Neidium* sp.
زمستان	ساری	B2	۰	۲۶۶/۶۶± ۵۵/۴۸	۴۴/۴۴± ۱۶/۱۶	۱۷۷/۷۷± ۴۶/۳۳	۰	۰	۴۴/۴۴± ۱۱/۲۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		B3	۰	۴۴۴/۴۴± ۳۳/۱۲	۸۸۸/۸۸± ۲۹/۶۶	۸۸/۸۸± ۱۶/۷۸	۴۴/۴۴± ۲۰/۷۷	۴۴/۴۴± ۱۱/۸۶	۱۳۳/۳۳± ۵۴/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		B4	۴۴/۴۴± ۱۱/۵۱	۳۵۵/۵۵± ۴۸/۶۶	۰	۲۶۶/۶۶± ۲۲/۷۳	۰	۰	۴۴/۴۴± ۲۰/۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		S1	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۹± ۴۴/۴۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
		S2	۴۴/۳۳± ۲۲/۱۶	۶۸۸۹± ۱۳۳/۱۱	۰	۵۱۵۵/۶۶± ۲۳۳/۵۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۵۳/۳۳± ۲۵۶/۴۴	۵۷۷/۶۶± ۹۹/۲۰	۰
		S3	۰	۲۲۶۶/۶۶± ۱۶۲/۱۱	۰	۱۱۵۵/۶۶± ۲۷۷/۲۲	۸۹± ۶۶/۳۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۸۰۰± ۵۲۲/۴۴	۲۰۴۴/۳۳± ۳۳۳/۴۴	۰

www.SID.ir

Downloaded from jmb.iauahvaz.ac.ir at 9:53 +0430 on Monday June 22nd 2020

فصل	ایستگاه		*Thalasiosira sp.*	*Cyclotella sp.*	*Nitschia sp.*	*Melosira sp.*	*Cosinodiscus sp.*	*Gyrosigma sp.*	*Rhizosolenia sp.*	*Diploneis sp.*	*Synedra sp.*	*Cymbella sp.*	*Surirella sp.*	*Naviacula sp.*	*Cymatopleura sp.*	*Diatoma sp.*	*Thalassionema sp.*	*Stephanodiscus sp.*	*Neidium sp.*
بابلسر		S4	۴۴/۳۳ ± ۳۳/۳۳	۲۷۵۵/۶۶ ± ۷۵/۵۵	۰	۲۹۳۳/۳۳ ± ۴۴/۳۳	۰	۴۴/۳۳ ± ۲۲/۱۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۱۵۵/۳۳ ± ۸۸/۰۰	۱۲۰۰ ± ۱۵۵/۸۸	۰
		B1	۰	۰	۱۲۸۹ ± ۳۳/۳۳	۰	۰	۸۸/۶۶ ± ۴۴/۲۱	۰	۰	۴۴۴/۳۳ ± ۶۶/۱۸	۱۳۳/۳۳ ± ۸۸/۵۵	۴۰۰ ± ۵۵/۵۵	۸۰۰ ± ۱۳۳/۶۴	۸۸/۶۶ ± ۴۴/۴۴	۰	۰	۰	۸۰۰ ± ۶۶/۰۰
		B2	۱۷۷/۶۶ ± ۴۴/۴۴	۱۱۴۶۶/۶۷ ± ۵۸۰/۶۶	۰	۱۸۲۲/۳۳ ± ۵۰۰/۵۵	۰	۰	۰	۱۳۳/۳۳ ± ۳۳/۶۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲۵۳۳/۳۳ ± ۴۴۴/۶۶	۲۰۰۰ ± ۳۴۵/۵۲	۰
		B3	۵۷۸ ± ۳۶/۲۱	۱۵۵۱۱ ± ۱۶۱/۰۵	۰	۲۲۶۶/۶۶ ± ۲۶۶/۴۴	۰	۰	۸۹ ± ۴۴/۴۴	۱۳۳/۳۳ ± ۳۹/۵۴	۴۴/۳۳ ± ۲۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۴۴/۳۳ ± ۲۲/۶۳	۱۱۰۶۶/۶۷ ± ۴۲۲/۵۳	۲۱۷۷/۶۶ ± ۱۳۳/۶۴	۰
		B4	۸۸۹ ± ۳۶۰/۰۰	۱۴۲۲۲/۳۳ ± ۶۳۳/۴۴	۰	۸۸۸/۶۶ ± ۹۰/۳۳	۴۴/۳۳ ± ۳۲/۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۷۱۱ ± ۶۳۱/۰۰	۱۰۶۶/۶۶ ± ۲۱۴/۸۸	۰

www.SID.ir