

بررسی ساختار فیزیکی، شیمیایی و نوسانات مواد مغذی در مصب رودخانه چمخاله

آرش اکبرزاده^۱، وهاب پورفرج^۲، محمدرضا رحیمی بشر^{۳*}، شعبانعلی نظامی^۴، حسین خارا^۵

۱. دانشگاه تهران، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، کرج، ایران، صندوق پستی: ۳۱۸۵۸-۴۳۱۴

۲، ۳ و ۵. دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

۴. موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۱۵۵۵-۶۱۱۶

rahimibashar@yahoo.com

چکیده

یکی از رودخانه های مهم حوضه جنوبی دریای خزر، رودخانه لنگرود می باشد، که با پیوستن شلمانرود به آن مصب مشترک چمخاله را تشکیل می دهند. بررسی های انجام شده در این مطالعه در محدوده مصب چمخاله و بصورت فصلی در سال ۱۳۸۲ بوده و فاکتورهای اندازه گیری شده در آن مربوط به عوامل فیزیکوشیمیایی و نوسانات مواد مغذی می باشد. نمونه برداری ها در ۵ ایستگاه از داخل آب شیرین رودخانه لنگرود (ایستگاه ۱) تا دلتای مصب (ایستگاه ۵) بصورت نمونه برداری از سطح و عمق توسط روتنرهای افقی و عمودی به میزان ۲ لیتر از هر ایستگاه انجام گرفته و دمای هوا و آب، شوری، pH و عمق شفافیت اندازه گیری شد. غلظت مواد مغذی و قلیائیت کل در آزمایشگاه توسط روشهای استاندارد با استفاده از اسپکتروفوتومتر مورد سنجش قرار گرفتند. مهمترین عامل تعیین کننده نوع مصب تغییرات شوری بوده و نتایج نشان می دهد که نوع مصب زبانه آب شور (Salt Wedge) بوده که محدوده این زبانه در فصول مختلف با توجه به دبی رودخانه و تلاطم و موج بودن دریا متغیر است. نتایج حاصل از آنالیز مواد مغذی در محدوده مصب نشان می دهد که میانگین سالیانه سیلیکات ($2/648 \pm 0/76 \text{ mg/l}^{-1}$)، نیترات ($0/434 \pm 0/11 \text{ mg/l}^{-1}$)، نیتريت ($0/036 \pm 0/025 \text{ mg/l}^{-1}$)، آمونیوم ($0/27 \pm 0/19 \text{ mg/l}^{-1}$)، نیتروژن معدنی محلول ($0/74 \pm 0/23 \text{ mg/l}^{-1}$)، ارتوفسفات ($0/067 \pm 0/034 \text{ mg/l}^{-1}$)، فسفات کل ($0/114 \pm 0/05 \text{ mg/l}^{-1}$) و قلیائیت ($37/4 \pm 5/1 \text{ mg/l}^{-1}$) می باشد. در تمام موارد به غیر از قلیائیت، حداکثر مقادیر در ایستگاه ۱ و حداقل آن در ایستگاه ۵ مشاهده می گردد که نشان دهنده روند کاهش غلظت مواد مغذی از داخل آب شیرین رودخانه به آب دریا می باشد. تغییرات فصلی نیز نشان می دهد که تمام مواد مغذی بغیر از آمونیوم حداکثر مقادیر خود را در فصل بهار دارا هستند.

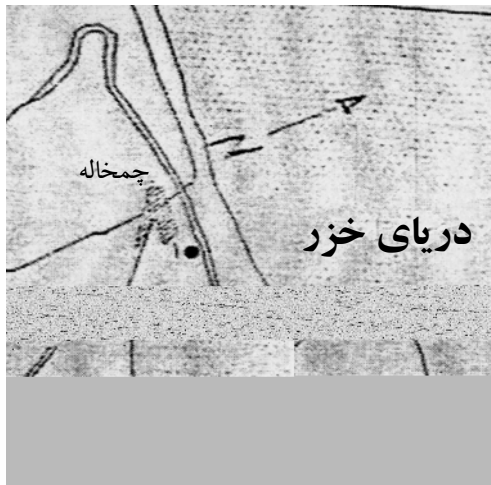
کلمات کلیدی: ایران، دریای خزر، مصب چمخاله، فاکتورهای فیزیکی شیمیایی، مواد مغذی.

مقدمه

یکی از اکوسیستم های بسیار مهم ساحلی مصبها می باشند. مصب (Estuary) بعنوان محل تلاقی آب دریا و آب شیرین رودخانه تعریف شده است و تمامی اقیانوس شناسان، این واژه را برای تأکید بر وجود اختلاط بین آب دریا و آب شیرین، همراه با شوری حد واسط استفاده می کنند (۱۱). در واقع مصب اتصال یک رودخانه به دریاست که در آن آب شیرین و شور با یکدیگر مخلوط می گردند و یک شوری حد واسط حاصل می گردد. از طرف دیگر مصبها کاملاً متأثر از ورود مواد آلی و مغذی رودخانه و زمینهای مجاور بخصوص در صورت دارا بودن رویشهای گیاهی می باشند. به همین دلیل میزان تولید اولیه در آنها بسیار بالا بوده و حتی در برخی مناطق، حاصلخیزی آن از تمامی نقاط دریایی نیز بیشتر است (۱۶). به عبارت دیگر مصبها را می بایست یکی از پرتولیدترین اکوسیستم های دریایی دانست که فراوانی و تنوع جانوری و گیاهی در آنها بالا است (۱۵، ۱۴، ۱۰، ۶). از اهمیت های دیگر مصبها می توان به ارزش آنها بعنوان پرورشگاه آبزیان، اکوسیستم انتقالی برای ماهیان مهاجر و همچنین مکانی جهت تغذیه آبزیان رودخانه ای و دریایی اشاره کرد (۹). تغییرات دبی آب رودخانه و عواملی همچون جزر و مد و امواج دریا می توانند سبب نوسانات مواد مغذی در مصبها گردند. بنابراین ترکیب شیمیایی هر مصب نشانگر تقابل دو جنبه آب شیرین و آب شور می باشد (۱۶).

دریای خزر بعنوان بزرگترین دریاچه جهان ریزشگاه رودخانه های متعددی می باشد و بیش از ۳۵۰ رودخانه کوچک و بزرگ تنها از خاک ایران، به این دریا می ریزند (۲). از آنجا که دریای خزر فاقد پدیده

جزر و مد می باشد و از سوی دیگر یک دریای ناآرام است عامل تأثیرگذار در ورود آب دریا به داخل رودخانه، جریانات دریایی و تلاطم های ناشی از باد می باشد. یکی از رودخانه های مهم منتهی به دریای خزر در سواحل جنوبی آن رودخانه لنگرود بوده که با پیوستن به رودخانه شلمانرود مصب چمخاله را تشکیل می دهد. مصب چمخاله مأوای مهاجرت ماهیان خاویاری و استخوانی بوده و همچنین مکان امنی برای بسیاری از پرندگان مهاجر، بدلیل وجود گیاهان آبی حاشیه ای فراوان می باشد. اما از سوی دیگر ورود فاضلابهای شهری و هرزآبهای کشاورزی منتهی به رودخانه لنگرود می تواند سلامت این اکوسیستم مهم را در معرض خطر قرار دهد. به همین دلیل بررسی وضعیت ساختاری این مصب ضروری به نظر می رسد. تاکنون مطالعات بسیار گسترده ای در مورد ساختار فیزیکی و شیمیایی و نحوه توزیع مواد مغذی مصبها در سطح جهان صورت گرفته است. مطالعات Almida و همکاران (2002) بر روی مصب Rio de Averio و Nagy و همکاران (2002) بر روی سیستم مصبی Rio dela Plata به ترتیب در کشور های پرتغال و اوروگوئه مثالی از این مطالعات می باشند. در سواحل جنوبی دریای خزر تاکنون مطالعه جامعی در مورد محدوده مصبها، ساختار فیزیکی و شیمیایی آنها، الگوی لایه بندی و اختلاط و وضعیت تغییرات مواد مغذی در امتداد یک مصب صورت نگرفته است. به همین جهت در این تحقیق مصب چمخاله که بعنوان یکی از مصبهای مهم حوضه جنوبی دریای خزر محسوب می گردد، برای رسیدن به اهداف زیر مورد مطالعه قرار گرفته است که شامل:



شکل ۱: نقشه محل نمونه برداری مصب چمخاله و حوضه آبریز رودخانه های لنگرود و شلمانرود

بررسی ساختار شوری و تعیین نوع مصب چمخاله بر اساس الگوی لایه بندی و اختلاط و تعیین محدوده این مصب در فصول مختلف سال، تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل درجه حرارت آب و هوا، عمق شفافیت، شوری سطح و عمق، pH و قلیائیت در محدوده مصب در چهار فصل، بررسی نوسانات مواد مغذی شامل ارتوفسفات، فسفات کل، آمونیوم، نیتريت، نیترات، نیتروژن معدنی محلول و سیلیکات در محدوده مصب چمخاله در چهار فصل ۱۳۸۲ و تعیین رابطه متقابل نوسانات شوری و مواد مغذی این مصب در طول سال بوده است.

ایستگاه بندی، لوازم و روش کار

بر روی یک خط طولی از رودخانه به سمت دهانه، ۵ ایستگاه با فاصله های کمتر از ۵۰۰ متر نسبت به هم تعیین گردید که ایستگاه اول کاملاً در آب شیرین رودخانه لنگرود و ایستگاه پنجم در انتهای دلتای رودخانه که همواره شوری عمق آن شوری آب دریا بوده تعیین شده است.

نمونه برداری ها در خلال سال ۱۳۸۲، در چهار فصل و با استفاده از روتر افقی در رودخانه و روتر عمودی در دریا و در سطح و عمق انجام گرفت، که در هر ایستگاه به میزان ۲ لیتر آب جهت تعیین غلظت مواد مغذی و قلیائیت اخذ گردید. درجه حرارت آب و هوا توسط دماسنج های جیوه ای و دیجیتالی، pH توسط pH متر دیجیتالی مدل Hanna و عمق شفافیت توسط سکشی دیسک به هنگام نمونه برداری در محل اندازه گیری شد. نمونه های اخذ شده از هر ایستگاه در کوتاهترین فاصله زمانی به آزمایشگاه منتقل گردید و در آزمایشگاه با استفاده از اصول استاندارد (۵)، غلظت های ارتوفسفات، فسفات کل، آمونیوم، نیترات،

مواد و روشها

ناحیه مورد مطالعه

رودخانه لنگرود یکی از بااهمیت ترین رودخانه های حوضه شرقی استان گیلان بوده که از کوه های جنوب لاهیجان سرچشمه می گیرد و پس از دور زدن شهر لاهیجان از قسمت شمال شرقی به طرف لنگرود جاری شده و در محلی به نام «رادارکومه» به شلمانرود که از رودخانه های مهم دیگر منطقه است، پیوسته و به صورت مصب مشترک دو رودخانه با عنوان مصب چمخاله به دریای خزر وارد می شوند (شکل ۱). این دو رودخانه مکانهای بسیار با اهمیت مهاجرت ماهیان خاویاری و استخوانی بوده و با توجه به سواحل مرطوب و پرگیاه حاشیه ای پناهگاه مناسبی جهت مهاجرت پرندگان مهاجر آبی و کنارآبی می باشند.

تابستان دیده می شود و بطور متوسط دمای بین ۱۵ تا ۲۰ درجه یکی از شاخصهای معتدله بودن این مصب می باشد.

شوری سطح آب دارای متوسط سالانه ۳/۹۵ و شوری عمق آب دارای متوسط سالانه ۸/۴۵ قسمت در هزار را نشان داده که با توجه به جدول ۱ همواره روند تغییرات از ایستگاه ۱ بطرف ایستگاه ۵ در حال افزایش بوده و در ایستگاه ۵ در عمق همواره آب دریا دیده شده است (جدول ۱).

نیتريت و سيليكات توسط دستگاه اسپكتروفوتومتر تعیین گردید. داده های حاصل با استفاده از نرم افزار های Excel و SPSS10 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

نتایج

نتایج حاصله از تحقیق حاضر نشان می دهد که متوسط دمای هوا در این مصب ۱۷/۹ درجه سانتی گراد و متوسط دمای آب ۱۹/۰۰ درجه سانتی گراد بوده که حداقل مقادیر در فصل زمستان و حداکثر آن در فصل

جدول ۱: فاکتورهای فیزیکی شیمیایی در ایستگاههای مختلف مصب چمخاله در سال ۱۳۸۲

ایستگاه	فصل	دمای هوا °C	دمای آب °C	شوری سطح ppt	شوری عمق ppt	pH	عمق شفافیت سانتی متر	قلیائیت mg/l
۱	بهار	۱۶	۱۸/۵	۱	۲	۷/۹	۱۱۰	۴۸
۲	بهار	۱۶/۵	۱۹	۱	۲/۵	۷/۹	۱۱۰	۱۴
۳	بهار	۱۷/۵	۱۹/۵	۱	۲/۵	۷/۹	۱۰۰	۱۲
۴	بهار	۱۸/۵	۱۷	۲	۱۰	۷/۷	۷۰	۲۴
۵	بهار	۱۹	۱۹/۵	۶	۱۲	۷/۴	۶۰	۳۸
۱	تابستان	۲۶	۲۶	۲	۲	۸/۲	۱۳۰	۲۶
۲	تابستان	۲۶	۲۶	۳	۳	۸/۱	۱۰۵	۲۸
۳	تابستان	۲۷	۲۶/۵	۴	۶	۸/۲	۱۰۰	۱۴
۴	تابستان	۲۷	۲۷	۶/۵	۱۰	۸/۳	۱۲۵	۲۶
۵	تابستان	۲۸	۲۸	۱۱	۱۱	۸/۴	۱۵۰	۲۰
۱	پاییز	۱۸	۲۰	۲	۱۰	۸/۴	۹۰	۴۸
۲	پاییز	۱۸	۲۰	۲/۵	۱۲	۸/۱	۸۵	۴۶
۳	پاییز	۱۸	۲۰	۲	۱۲	۸	۷۰	۴۴
۴	پاییز	۱۹	۲۰	۲	۱۲	۸/۱	۸۵	۴۴
۵	پاییز	۱۹	۲۱	۱۲	۱۲	۸/۲	۱۰۰	۴۸
۱	زمستان	۹	۱۰/۵	۱	۹	۷/۷	۸۵	۵۹
۲	زمستان	۹	۱۱	۲	۷	۷/۷	۱۰۰	۴۹
۳	زمستان	۹	۱۰/۵	۱	۱۲	۸/۱	۹۵	۵۹
۴	زمستان	۹/۵	۱۰	۵	۱۲	۸/۳	۹۵	۵۰
۵	زمستان	۹/۵	۱۰/۵	۱۲	۱۲	۸/۳	۷۰	۴۰

جدول ۲: مقادیر غلظت های مواد مغذی در ایستگاههای مختلف مصب چمخاله در سال ۱۳۸۲

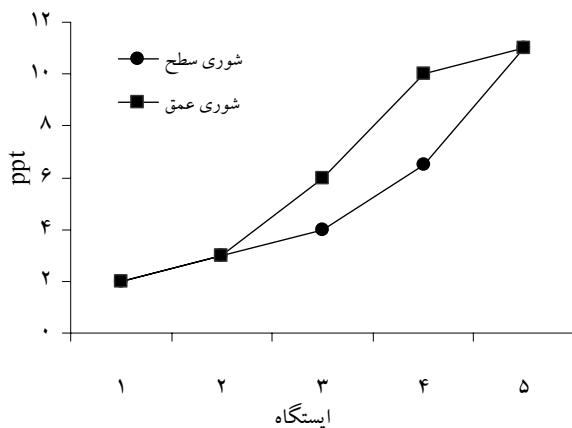
سیلیکات mg/lit	نیتروژن کل mg/lit	نترات mg/lit	نیتريت mg/lit	آمونوم mg/lit	فسفات کل mg/lit	ارتوفسفات mg/lit	فصل	فاکتور ایستگاه
۵/۱۲۲	۱/۲۰۷	۰/۶۳۵	۰/۰۷	۰/۷۰۲	۰/۱۹۱۵	۰/۰۱۴۹	بهار	۱
۵/۴۰۷	۰/۷۴۱	۰/۵۹۳	۰/۰۶۵	۰/۰۸۳	۰/۲۰۲۵	۰/۱۴	بهار	۲
۶/۸۹۶	۱/۴۵۲	۱/۳۵۸	۰/۰۵۳	۰/۰۴۱	۰/۱۱۷۵	۰/۰۹۴	بهار	۳
۶/۱۶۷	۱/۶۶۷	۰/۹۹۱	۰/۰۵۷	۰/۶۱۹	۰/۱۵۱۵	۰/۱۲	بهار	۴
۵/۹۲۴	۱/۱۱۱	۰/۹۱	۰/۰۳۵	۰/۱۶۶	۰/۰۹۷۵	۰/۰۹۶	بهار	۵
۱/۶۷۳	۰/۲۳۷۳	۰/۱۵۶	۰/۰۱۲	۰/۰۶۹۳	۰/۱۱	۰/۰۵۴	تابستان	۱
۴/۸۸۱	۰/۹۱۶۸	۰/۸۰۳	۰/۰۸۹	۰/۰۲۶۶	۰/۲۰۴	۰/۱۱۵	تابستان	۲
۰/۶۲۱	۰/۱۶۴۶	۰/۱۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۶۶	۰/۱۰۷	۰/۰۰۲	تابستان	۳
۰/۷۸۲	۰/۲۰۵۳	۰/۱۵۷	۰/۰۰۴	۰/۰۴۴۳	۰/۱۹	۰/۰۰۸	تابستان	۴
۰/۱۷۷	۰/۰۸۴۶	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۵۸۶	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۱	تابستان	۵
۳/۵۰۱	۱/۰۱۲	۰/۰۹۲	۰/۱۷	۰/۷۵	۰/۱۵۷	۰/۱۰۹	پاییز	۱
۰/۵۷۱	۰/۱۴۳۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۴	۰/۱۳۹	۰/۰۹۵	۰/۰۳۴	پاییز	۲
۰/۲۴۸	۰/۳۰۵	۰/۰۳۸	۰/۰۰۴	۰/۲۶۳	۰/۰۴۳۵	۰/۰۳۷	پاییز	۳
۰/۲۹	۰/۲۵۱	۰/۰۸۸	۰/۰۱۷	۰/۱۴۶	۰/۰۵۲۵	۰/۰۴۷۱	پاییز	۴
۰/۲۳۸	۰/۲۶۲۵	۰/۱۰۳	۰/۰۰۰۵	۰/۱۵۹	۰/۰۵۷۵	۰/۰۴۶۲	پاییز	۵
۰/۷۰۷	۰/۶۹۲	۰/۸۳۸	۰/۰۴۸	۰/۸۰۶	۰/۱۷۵	۰/۱۲۶	زمستان	۱
۲/۱۶۹	۱/۱	۰/۶۵۴	۰/۰۴۶	۰/۴	۰/۱۶۷	۰/۱۲۵	زمستان	۲
۲/۹۹۴	۱/۰۰۱	۰/۶۶۹	۰/۰۱۳	۰/۳۱۹	۰/۰۵۴۵	۰/۰۲۷۲	زمستان	۳
۱/۱۹۲	۰/۸۰۶	۰/۳۵۵	۰/۰۱۳	۰/۴۳۸	۰/۰۵۳	۰/۰۱۷۷	زمستان	۴
۰/۳۷۳	۰/۲۵۱	۰/۱۰۷	۰/۰۰۵	۰/۱۳۹	۰/۰۵۱۵	۰/۰۱۵	زمستان	۵

جدول ۳: میانگین سالیانه و خطای استاندارد فاکتورهای فیزیکی شیمیایی و مواد مغذی در طول ۵ ایستگاه در مصب رودخانه چمخاله

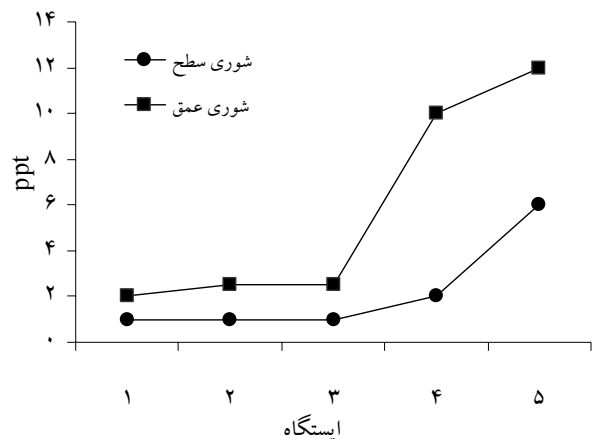
۵		۴		۳		۲		۱		ایستگاه معیار فاکتور
خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	خطای استاندارد	میانگین	
۱/۴۲	۱/۶۸	۱/۳۷	۲/۱۱	۱/۵	۲/۶۹	۱/۱۴	۳/۲۶	۰/۷۱	۳/۵	سیلیکات mg/lit
۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۲	۰/۴	۰/۳	۰/۵۵	۰/۱۸	۰/۵۱	۰/۱۸	۰/۴۳	نیتрат mg/lit
۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۱/۱۷	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۵	۰/۰۳۷	۰/۰۷۵	نیتريت mg/lit
۰/۰۲۵	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۳۱	۰/۰۷۵	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۷	۰/۵۸	آمونوم mg/lit
۰/۲۳	۰/۴۳	۰/۳۴	۰/۷۳	۰/۳	۰/۷۳	۰/۲	۰/۷۳	۰/۳۲	۱/۰۹	نیتروژن کل mg/lit
۰/۰۱۹	۰/۰۵۲	۳/۵	۰/۱۱	۰/۰۱۸	۰/۰۸	۰/۰۲۶	۰/۱۷	۰/۰۱۸	۰/۱۶	فسفات کل mg/lit
۰/۰۲۱	۰/۰۴	۰/۰۲۵	۰/۰۴۸	۰/۰۱۱	۰/۰۴	۰/۰۲۴	۰/۱	۰/۰۲	۰/۱۱	ارتو فسفات mg/lit
۳/۷	۳۹	۵/۳	۳۸/۵	۱۱	۳۱/۵	۷/۸	۳۳/۵	۶/۴۵	۲۴/۵	قلیائیت mg/lit
۲۰/۲	۹۵	۲۱/۸	۷۳/۷۵	۹/۴	۸۳/۷۵	۵/۴	۱۰۰	۱۷/۷	۱۱۶	شفافیت mg/lit
۰/۲۳	۸/۰۷	۰/۱۴	۸/۱	۰/۶۵	۸/۰۵	۰/۱۳	۷/۹	۰/۱۵	۸/۰۵	pH
۰/۶۵	۱۲/۵	۰/۶۶	۱۱/۱۳	۲/۲۴	۸/۸۸	۲/۲	۶/۱	۱/۹	۵	شوری عمق ppt
۱/۷	۱۰/۷۵	۱/۱۲	۳/۹	۰/۰۷	۲	۰/۴۳	۲/۱	۰/۲۹	۱	شوری سطح ppt
۳/۷	۱۹	۳/۵	۱۸/۵	۳/۳	۱۹	۳/۰۸	۱۹	۳/۱۹	۱۸/۷	دمای هوا °C
۳/۸	۱۸/۸۸	۳/۶	۱۸/۵	۳/۷	۱۷/۹	۳/۵	۱۷/۴	۳/۵	۱۷/۲	دمای آب °C

کمترین آن در ایستگاه ۴ ($۷۳/۵ \pm ۲۱/۸$) سانتی متر بوده است (جدول ۳).

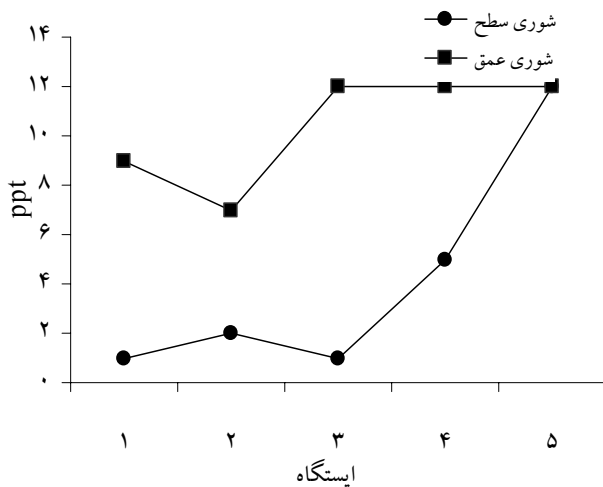
ساختار شوری مصب یکی از فاکتورهای بسیار متغیر در ناحیه مورد مطالعه بود، بطوریکه تغییرات نسبتاً فاحشی در فصول مختلف سال در آن مشاهده می‌گردید. بیشترین و کمترین میزان شوری ثبت شده به ترتیب ۱۴ ppt در ایستگاه ۵ در فصل پاییز و ۱ ppt در ایستگاههای ۱ تا ۳ در فصول بهار و زمستان بود.



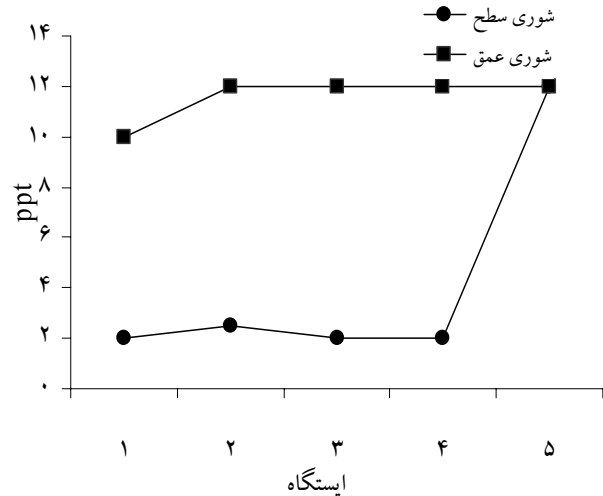
نمودار ۱-ب: تغییرات شوری در سطح و عمق از رودخانه به سمت دریا در فصل تابستان



نمودار ۱-الف: تغییرات شوری در سطح و عمق از رودخانه به سمت دریا در فصل بهار

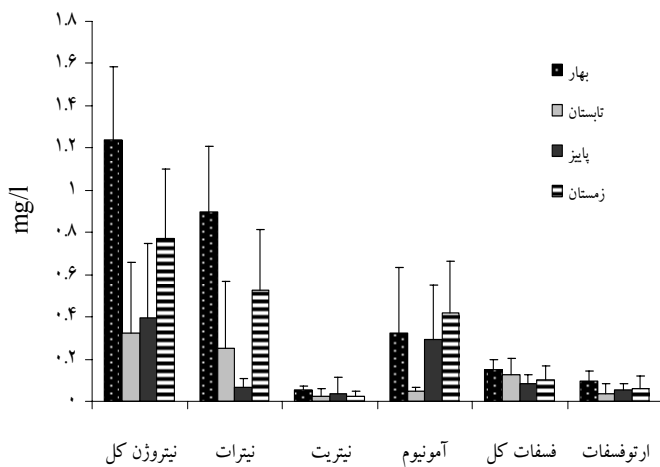


نمودار ۱-د: تغییرات شوری در سطح و عمق از رودخانه به سمت دریا در فصل زمستان



نمودار ۱-ج: تغییرات شوری در سطح و عمق از رودخانه به سمت دریا در فصل پاییز

در فصل بهار و به میزان $6/896 \text{ mg/l}$ و حداقل آن در فصل تابستان در ایستگاه ۵ به میزان $0/177 \text{ mg/l}$ بوده است. میانگین سالیانه سیلیکات از ایستگاه ۱ تا ۵ یک کاهش تدریجی را نشان داده است (جدول ۳ و نمودار ۳). در مجموع غلظت مواد مغذی با افزایش شوری یک رابطه منفی را نشان می دهد.

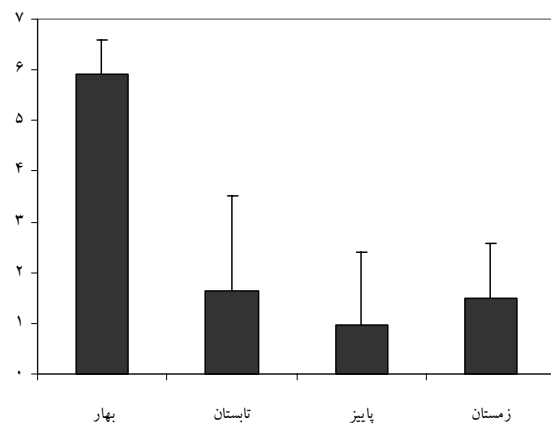


نمودار ۴: میانگین فصلی مواد مغذی در مصب رودخانه چمخاله

بحث

بر اساس الگوی لایه بندی و اختلاط شوری، مصبها را به ۴ نوع اصلی مصبهای زبانه آب شور (Salt wedge), مصبهای نیمه مخلوط (Partially mixed estuary), مصبهای همگن (homogenous estuary) و مصبهای فیوردی (Fjord) تقسیم بندی می کنند (۱۲۸). از سوی دیگر مصبها را بر اساس دامنه جزر و مد به سه گروه مصبهای با دامنه جزر و مدی گسترده بالای ۴ متر (Macrotidal), مصبهای با دامنه جزر و مدی متوسط (Mesotidal) و مصبهای با دامنه جزر و مدی کم (Microtidal) تقسیم بندی می کنند (۱۱). محققین بر این باورند که مصبهای زبانه آب شور مختص به مناطقی

کمترین غلظت ارتوفسفات و فسفات کل در فصل تابستان و در ایستگاه ۵ (به ترتیب $0/001 \text{ mg/l}$ و $0/0027 \text{ mg/l}$) و بیشترین غلظت آنها به ترتیب در ایستگاه ۱ در فصل بهار ($0/149 \text{ mg/l}$) و ایستگاه ۳ در فصل تابستان ($0/204 \text{ mg/l}$) به ثبت رسیده است (جدول ۲ و نمودار ۴). حداکثر غلظت یون سیلیکات



نمودار ۳: میانگین فصلی سیلیکات در مصب رودخانه چمخاله

تغییرات فصلی سیلیکات، نیترات، نیتريت، فسفات کل و ارتوفسفات نشان می دهد که در فصل بهار این مواد مغذی در بیشترین مقادیر خود قرار دارند (نمودار ۳ و ۴). همچنین میانگین سالیانه سیلیکات ($2/648 \pm 0/76$) نیترات ($0/434 \pm 0/11$)، نیتريت ($0/036 \pm 0/025$)، آمونیوم ($0/27 \pm 0/19$)، نیتروژن معدنی محلول ($0/74 \pm 0/23$)، ارتوفسفات ($0/067 \pm 0/034$)، فسفات کل ($0/114 \pm 0/05$) و قلیائیت ($37/4 \pm 5/1$) میلی گرم بر لیتر بدست آمد.

نسبت N/P در فصول بهار تا زمستان به ترتیب مقادیر $10/58$ ، $8/89$ ، $7/22$ و $15/64$ محاسبه و میانگین کل سالیانه $11/04 \text{ N/P}$ بدست آمد.

دهانه مصب بیشتر است (۱۶)، که بررسی بر روی مصب چمخاله این موضوع را به خوبی نشان می دهد (جدول ۳). روشن طبری و همکاران در بررسی رودخانه چالوس حداکثر مقادیر مواد مغذی (فسفات، نیترات، آمونیوم و سیلیکات) را در حوالی مصب رودخانه گزارش نمودند که با نتایج به دست آمده در مصب چمخاله منافات دارد. از آنجا که ارتفاع مصب رودخانه چالوس بالاتر از سطح دریا می باشد و رودخانه کمتر تحت تأثیر آب دریا قرار دارد (۱). در نتیجه میزان مواد مغذی در مصب بیشتر تحت تأثیر آب رودخانه بوده تا آب دریا، اما در مصب چمخاله که ارتفاع آب رودخانه در ناحیه مصبی تفاوت بسیار کمی با ارتفاع سطح دریا دارد، آب دریا به راحتی وارد رودخانه گردیده و به دلیل کمتر بودن بار مواد مغذی در آب دریا نسبت به ناحیه مصبی شاهد کاهش این مواد در بخش انتهایی مصب می باشیم. میانگین غلظت سیلیکات بیشتر از سایر مواد مغذی می باشد ($0/76 \pm 2/648$ میلی گرم بر لیتر) که این موضوع در رودخانه چالوس نیز صادق است. بالاتر بودن غلظت مواد مغذی در فصل بهار می تواند به علت افزایش شستشوی ناشی از ازدیاد بارندگی ها و ذوب برفها و همچنین شروع فصل کشاورزی و ریزش عناصر مغذی به آب رودخانه باشد.

دلایل اصلی مطالعات مواد مغذی در مصب چمخاله بخاطر اثر آنها بر روی خصوصیات زنده محیط می باشد که خصوصاً مواد مغذی این اثرات متقابل را بیشتر نشان می دهند. مطالعات انجام گرفته بر روی حوضه جنوبی دریای خزر میزان سیلیس آنرا بین $0/195$ تا $0/308$ میلی گرم بر لیتر تعیین کرده که تغییرات آن با جریانات رودخانه ای و جوامع دیاتومه ای همخوانی داشته است (۳). در مطالعه حاضر میزان سیلیکات

بوده که دارای وسعت جزر و مدی کمی می باشند. عامل اصلی و موثر در اختلاط و لایه بندی آب شور و شیرین در محل ورودی رودخانه های منتهی به دریا عمدتاً به علت عدم وجود نیروهای جزر و مدی، باد و تلاطم آب دریا و همچنین شدت جریان آب رودخانه می باشند (۱۲). نمونه برداری های صورت گرفته در مصب چمخاله نشان می دهد که این مصب به مصبهای زبانه آب شور شباهت داشته که دامنه ورود آب دریا به رودخانه و شدت لایه بندی آن متغیر بوده و بیشترین لایه بندی و نفوذ آب دریا به عمق رودخانه در فصول پاییز و زمستان می باشد که از جمله دلایل این امر می تواند موج بودن دریا و غلبه آب دریا بر آب رودخانه باشد (نمودار ۱). بررسی عمق شفافیت در محدوده مصب که از فاکتورهای اصلی محدود کننده تولیدات است نشان می دهد که بیشترین عمق شفافیت در ایستگاه ۱ که در آب رودخانه واقع شده می باشد و کمترین میزان آن درست در ایستگاههای ۳ و ۴ در محل برخورد آب دریا به آب شیرین حاصل از ادغام دو رودخانه لنگرود و شلمانرود می باشد که دلیل آن می تواند کدورت بالای ناشی از گل آلودگی آب رودخانه شلمانرود در بیشتر مواقع سال باشد. نتایج حاصل از آنالیز مواد مغذی نشان دهنده کاهش غلظت مواد مغذی با افزایش شوری می باشد که Nagy و همکاران (2002) در بررسی سیستم مصبی Rio dela Plaia در کشور اوروگوئه به این امر اشاره نموده اند. مصبها به خاطر ورود بعضی از مواد از منابع خشکی ممکن است دارای غلظت بیشتری از بعضی از مواد مغذی نسبت به دریایی که به آن می پیوندند دارا باشند. به عنوان مثال غلظت فسفر، نیتروژن (به اشکال مختلف) و سیلیکات در بالا دست یک مصب نسبت به نزدیک

فیتوپلانکتونی و تغییرات مکانی و زمانی آنها و همچنین تغییرات مواد رسوبی و چرخه‌های مواد در بستر و اثرات آن بر روی ستون آب نیز باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد تا بتوان ساختار کاملی از این اکوسیستم مصبی را بیان نمود.

سپاسگزاری

از مدیریت و کارکنان محترم اداره محیط زیست شهرستان لنگرود و پایگاه این اداره در چمخاله به جهت همکاری در نمونه برداری و همچنین کارکنان محترم سازمان تحقیقات محیط زیست بندر انزلی جهت انجام آزمایشات مربوط کمال تشکر و قدردانی بعمل می آید.

منابع

۱. روشن طبری، م.، عبدلی، ک. تکمیلیان، ش. نجف پور، ح. ا. فروغی فرد. ۱۳۷۹. هیدرولوژی رودخانه چالوس. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴، سال نهم ۱۴-۱.
۲. کردوانی، پ. ۱۳۷۴. اکوسیستمهای آبی ایران، دریای مازندران. نشر قومس. ۳۵۲ ص.
۳. نصراله زاده ساروی، ح. و مخلوق، آ.، ۱۳۸۰. تغییرات کمی سیلیس دریا تومه های حوزه جنوبی دریای خزر، مجله علمی شیلات ایران، سال دهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۰، صفحات ۶۳ تا ۷۶.
4. Almeid, M.A., Cunha, M.A. and Alcantara, F., 2002. Seasonal change in the proportion of bacterial and phytoplankton production along salinity gradient in a shallow estuary. *Hydrobiology* 475/476: 251-156.

بیشترین میزان خود را در بهار نشان داده (نمودار ۳) که با تحقیقات بالا همخوانی داشته است.

در ارتباط با فسفر کل (TP) نیز که یکی دیگر از مواد مغذی مهم می باشد مقدار آن در مصب رودخانه چمخاله در فصول مختلف تغییرات شدیدی را نشان نمی دهد و میزان آن از حداقل ۰/۰۴۳ تا حداکثر ۰/۲۰۴ میلی گرم بر لیتر متغیر می باشد که در دیگر رودخانه های دنیا مانند Riade Aveiro میزان آن از ۰/۰۲ تا ۰/۲۱ میلی گرم بر لیتر متغیر است (۴). همچنین میزان ارتوفسفات در مصب Long Island Sound بین ۰/۹۲ تا ۱/۴ میلی گرم بر لیتر بوده که دارای یک حداقل مقدار در سطح و افزایش در کف می باشند (۷). در ارتباط با ترکیبات ازت نیز که نقش مهمی در تولیدات اولیه دارند عمده‌تاً در اکوسیستم های آب شیرین بعنوان عامل محدود کننده نبوده و به اشکال N_2 گازی، NH_4^+ و نیترات NO_3 در این محیط ها مورد استفاده تولیدکنندگان اولیه و خصوصاً فیتوپلانکتونها قرار می گیرد که نوسانات آن می تواند بدلیل تفاوتهای مصرف توسط این گروه ها باشد (۱۸).

میزان آمونیوم سنجش شده در مصب رودخانه چمخاله در حداقل مقدار خود ۰/۰۲۶ و در حداکثر مقدار خود ۰/۸ میلی گرم بر لیتر را نشان داده که عمده‌تاً از آب شیرین به طرف مصب کاهش یافته و این مسئله می تواند به مصرف بالاتر آن در آب شیرین رودخانه (جدول ۳) مربوط باشد.

تمامی فاکتورهای غیرزیستی این مصب نشان از تغییرات فصلی و مکانی داده و این تفاوت را می تواند ناشی از اثرات متقابل رودخانه و آب دریا و همچنین نوسانات جوامع زیستی این مصب داشت که به جهت پی بردن به دلایل اصلی این تغییرات بررسی جوامع

5. APHA, 1981. Standard methods for the Examination of water and wastwaters, 15th edh. American Public Health Association Washington DC.
6. Boyent, W.R., Kemp, W.M. and Keefe, C.W., 1982. A comparative analysis of nutrient and other factors influencing phytoplankton production in estuary comparision. Academic Press New York, pp 69-90.
7. Capriulo, G.M., Smit, G., Troy, R., Wikfors, G.H., Pellet, J. and Garish, C., 2002. The planktonic food web stracture of a temperate zone estuary and its alteration due to eutrofication. *Hydrobiologia*, Vol. 475/476, 263-333.
8. Duxbury, A.B., Duxbury, A.C. and Sverdrup, K.A., 2002. Fundamentals of oceanography. Mc Graw- Hill, USA. 337pp.
9. Goldman, C.K. and Home, A.J., 1994. *Limnology*, 2nd edition, Mc Graw- Hill, 576pp.
10. Houde, E.D. and Rotherford, E.C., 1993. Recent trends in estuaries fisheries, Prediction of production and field. *Estuaries* 16: 161- 176.
11. Little, C. 2000. The biology of soft shores and estuaries. Oxford university press Inc. New York. 252pp.
12. Mann, K.H. 2000. Ecology of coastal waters. Blackwell Science. 406 pp.
13. Nagy, G.J., Gomez-Erach, M., Lopez, C.H. and Perdomo, A.C., 2002. Distribution patterns of nutrients and symptoms of eutrophication in the Rio dela Plata River estuary system. *Hydrobiologia* 475/476: 125-138.
14. Nixon, S.W., Ovidant, C.A., Frithsan, J. and Sullivan, B., 1986. Nutrient and productivity of estuarine and coastal and marine ecosystems. *J. Of The Limnology Society of south Africa* 12: 43-71.
15. Odwn, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. 3rd edition. AENN, W.B. Sandurs. Filladelphia.
16. Reid, G.K., 1961. Ecology of inland waters and estuaries. New York. 375pp.
17. Ross, D.A., 1988. Introduction to oceanography. Prentice- Hall. New Dehli.
18. Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 1991. *Limnological Analyses*. 2nd, ed. Springer, verlag, New York, INC. 391pp.