

تغییرات زمانی و مکانی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، مواد مغذی و کلروفیل a در رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تغییرات زمانی و مکانی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، مواد مغذی و کلروفیل a در دهانه پانزده رودخانه منتهی به تالاب انزلی بوده است. نمونه‌برداری‌ها از خرداد ۱۳۹۱ تا خرداد ۱۳۹۲ به مدت ۱۳ ماه به صورت ماهانه انجام شد. نتایج نشان دادند که میانگین و انحراف معیار سالانه کلروفیل a، $3/17 \pm 2/73$ میکروگرم در لیتر با حداکثر $15/5$ میکروگرم در لیتر، متوسط عمق $0/93$ متر، دمای آب $17/13$ درجه سانتی گراد، عمق دید سچی دیسک $19/64 \pm 3/79$ سانتی متر، اکسیژن محلول $53 \pm 7/39$ میلی گرم بر لیتر، $7/82 \pm 0/27$ pH، فسفات کل $0/25 \pm 0/19$ میلی گرم بر لیتر، نترات کل $1/61 \pm 0/45$ میلی گرم بر لیتر و BOD_5 $1/88 \pm 1/16$ ، آهن $0/13 \pm 0/56$ میلی گرم بر لیتر و منگنز $0/07 \pm 1/94$ میلی گرم بر لیتر تعیین گردید. بالاترین میزان ورودی مواد مغذی در فصول بارندگی، ولی بالاترین میزان کلروفیل a در فصول تابستان و زمستان اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری نمود که میزان بار ورودی مواد مغذی به تالاب توسط رودخانه‌ها بالا بوده و به شدت تحت تاثیر میزان بارندگی می‌باشد.

واژگان کلیدی: تالاب انزلی، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی، مواد مغذی، کلروفیل a، دهانه

رودخانه‌ها.

مقدمه

تالاب انزلی جزء تالاب‌های طبیعی بین‌المللی و آب شیرین ایران بوده و دارای ۱۱ رودخانه اصلی و ۳۰ رود فرعی می‌باشد. حوضه آبریز تالاب انزلی در جنوب غربی دریای خزر قرار دارد و کل مساحت آن ۳۶۱۰ کیلومترمربع است. البته بنا بر اطلاعات کنوانسیون رامسر مساحت آن در سال ۱۹۷۵ برابر با ۱۵۰ کیلومترمربع و بر اساس تصاویر GIS شرکت جاپکا (Japan International Corporation Agency) در سال ۱۳۷۷ به ۱۹۳ کیلومترمربع تغییر یافته است. تالاب انزلی مهم‌ترین اکوسیستم حد واسط حوضه آبریز دریای خزر بوده و نقش تعیین‌کننده‌ای در پالایش مواد ورودی رودخانه‌های این منطقه داشته و به عنوان یک صافی طبیعی عمل می‌کند. البته این مسئله عمومیت داشته و تالاب‌ها با توجه به دریافت میزان زیاد مواد مغذی توسط رودخانه، اکوسیستم‌های هستند که به شدت تحت تاثیر حوضه آبریز خود بوده و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب و میزان مواد مغذی در آن‌ها همواره دچار نوسان می‌باشد (قهرمان، ۱۳۸۱).

کلروفیل a به عنوان یک فاکتور زیستی نشان‌دهنده توان تولید اولیه اکوسیستم‌های آبی است و میزان آن می‌تواند پاسخ جوامع فیتوپلانکتونی به غنی‌سازی مواد مغذی را نیز نشان دهد، از آن به عنوان شاخصی جهت تخمین میزان تولیدات اولیه و نشانگر مهمی جهت شناسایی محل تشکیل جمعیت ماهیان که ارزش اقتصادی بالایی دارند استفاده می‌گردد (Behrenfeld and Falkowski, 1997). همچنین میزان کلروفیل a می‌تواند

مهدی غلامی پور^۱

محمدرضا رحیمی بشر^{۲*}

عباسعلی زمینی^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، گروه شیلات،

واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۲. گروه بیولوژی دریا، دانشکده علوم پایه، واحد لاهیجان،

دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، واحد لاهیجان،

دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

*مسئول مکاتبات:

Rahimibashar@yahoo.com

کد مقاله: ۱۳۹۵۰۳۰۱۸۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۱۸

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی

ارشد است.



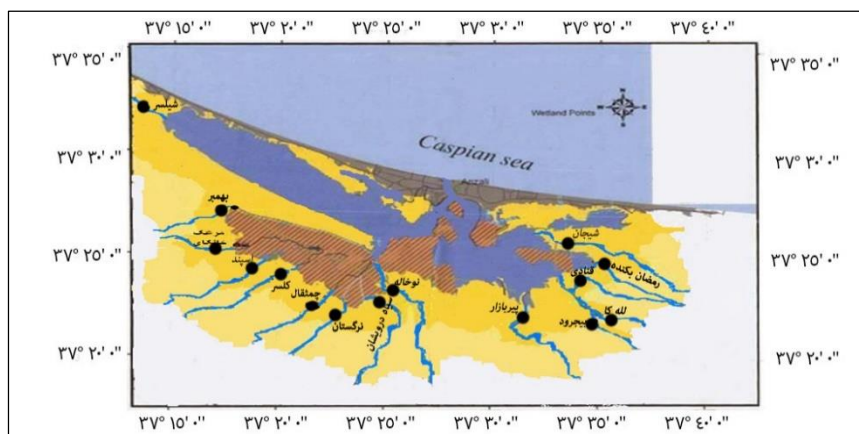
شرایط تروفیک یک اکوسیستم آبی را نیز مشخص نمایند (Dillon and Rigler, 1975; Vollenweider *et al.*, 1998). به عبارت دیگر از میزان کلروفیل a می‌توان برای آنالیز کیفیت آب استفاده و شاخصی برای اندازه‌گیری زی‌توده جلبکی نیز محسوب می‌گردد (Smith *et al.*, 1999). غلظت کلروفیل a تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی تغییر می‌یابد (Mansor *et al.*, 2001) و از دلایل غلظت‌های اندک کلروفیل a می‌توان به غالب بودن مصرف‌کنندگانی نظیر بی‌مهرگان کف زی و یا وجود شرایط محدود نیتروژنی اشاره نمود (Howarth, 1988). از عوامل مؤثر دیگر بر کلروفیل a، میزان فسفر کل (TP) و نیتروژن کل (TN) بوده که یک‌راه سریع و آسان برای به دست آوردن اطلاعات مسائل لیمنولوژیک و اقیانوس‌شناسی است (Edmondson, 1980). مواد مغذی نیز به عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر بر رشد فیتوپلانکتون‌ها در دریاچه‌ها و آبگیرها محسوب می‌شوند (Teissier *et al.*, 2012) و در شرایط الیگوتروفی، ورودی کم مواد مغذی و در شرایط یوتروفی مواد مغذی فراوانی به آن‌ها وارد می‌شود (Vollenweider *et al.*, 1998). در اکوسیستم‌های آبی مواد مغذی خصوصاً فسفات، نترات و سیلیکات بر روی میزان رشد فیتوپلانکتونی در کنار نور و حرارت نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (Kalf, 2002). بررسی‌های Kimball, Kimball (۱۹۷۴) نشان داد که افزایش مواد غذایی باعث افزایش جمعیت گیاهان آبی شده و در نتیجه رشد فیتوپلانکتون‌ها محدود می‌گردد. در ارزیابی روابط بین اندازه‌گیری‌ها، موقعیت جغرافیایی و پارامترهای کیفی آب دریاچه‌های اروپا که توسط Noges (۲۰۰۹) انجام شد این نتیجه به دست آمد که هرچه عرض جغرافیایی بیشتر باشد میزان غلظت مواد آلی و مواد مغذی کمتر خواهد بود و آب‌ها دارای شفافیت بیشتری می‌باشند. همبستگی بین کلروفیل a و کیفیت آب توسط Klarr و Forrest (۲۰۱۱) در ۵ دریاچه مهم آمریکا (بارت، داگلاس، مالت، بلک و کروک) که از لحاظ تروفی متفاوت بودند مورد ارزیابی قرار گرفتند و میزان نفوذ نور و عمق سچی دیسک فقط در دریاچه بارت همبستگی مثبت بین میزان نفوذ نور و کلروفیل را نشان داد. در بررسی دهانه رودخانه تجن توسط شاپوری و جوانشیر (۱۳۸۵) میزان کلروفیل a تغییرات فصلی زیادی را نشان داد و میزان نترات محلول به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در محدود کردن رشد فیتوپلانکتون‌های آن اکوسیستم تعیین شد. بررسی کیفیت آب تالاب شادگان بر اساس عوامل فیزیکی و شیمیایی توسط سبز علیزاده و همکاران (۱۳۸۸) مقایسه کیفیت آب تالاب با سال‌های قبل و بر اساس مقادیر pH، درجه حرارت، اکسیژن محلول، BOD، نیتريت، فسفات، آمونیاک و TSS نسبت به مطالعات قبلی کاهش و شوری، هدایت الکتریکی، سختی کل، TDS و نترات احتمالاً به دلیل کم‌آبی و خشک‌سالی در منطقه یافتند. زر کامی (۱۳۸۰) نیز به بررسی و مقایسه وضعیت عناصر غذایی در چهار رودخانه منتهی به تالاب انزلی در بخش‌های مرکزی، جنوبی، غربی و شرقی تالاب پرداخت که ایستگاه مربوط به رودخانه پیر بازار دارای بیشترین بار ورودی مواد غذایی به تالاب تعیین شدند. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی و رودخانه‌های ورودی و آب خروجی آن توسط نظامی و همکاران (۱۳۸۵) انجام و میزان کدورت، اسیدیته، CO₂ کل، ارتو فسفات، اکسیژن محلول، آمونیوم، نیتريت، نترات، کلی فرم دفعی در رودخانه‌های ورودی بیشتر از تالاب انزلی تعیین و بر اساس آزمون واریانس یک‌طرفه در فاکتورهای آمونیوم، نترات و کلی فرم دفعی اختلاف معنی‌دار دیده شد و به عبارت دیگر در این تالاب شرایط اکولوژیک و وجود جوامع گیاهی و جانوری متنوع در آن، نقش مثبتی در کاهش بار مواد آلی و معدنی و در نهایت تعدیل خواص فیزیکی و شیمیایی آب ورودی به دریای خزر از طریق خروجی‌های داشته و عمق و سطح مناسب در این تالاب به عنوان مکانی جهت کاهش فاکتورهای مورد بررسی مطرح و تالاب نقش یک محیط حد واسطه فیلتر و متعادل‌کننده اکولوژیک را در بین رودخانه‌های ورودی و دریای خزر ایفا می‌کرده است. اکبر زاده و اربابی (۱۳۸۹) به مطالعات میدانی پدیده تغذیه گرایی در تالاب انزلی پرداختند و اعلام نمودند که تالاب نسبت به سالهای گذشته پذیرنده بارهای بیشتری از مواد غذایی در تمام نقاط آن بوده و اغلب بخش‌های تالاب حاوی غلظت بالایی از نیتروژن و فسفر کل است و وضعیت فوق مغذی در تمامی نقاط آن حاکم می‌باشد. با توجه به رودخانه‌های متعددی که به تالاب انزلی می‌ریزند تاکنون مطالعه جامع‌ای از تمامی ورودی‌ها انجام نگرفته و این تحقیق به بررسی تغییرات زمانی و مکانی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب، تعیین میزان مواد مغذی و کلروفیل a در دهانه ورودی ۱۵ رودخانه مهم منتهی به تالاب انزلی در طی یک سال پرداخته است.

مواد و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق با استفاده از روش‌های نمونه‌برداری میدانی انجام شده است. در ابتدا ۱۵ ایستگاه نمونه‌برداری (جدول ۱) در نزدیک‌ترین مکان ممکن جهت اخذ آب در دهانه ورودی رودخانه‌ها به تالاب تعیین و نمونه‌برداری‌ها به صورت ماهانه از خرداد ۱۳۹۱ تا خرداد ۱۳۹۲ به مدت ۱۳ ماه و از عمق یک متری از سطح انجام شد (شکل ۱).

جدول ۱: شماره ایستگاه‌ها، اسامی رودخانه‌ها و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در ۱۵ رودخانه منتهی به تالاب انزلی.

شماره ایستگاه	نام رودخانه‌ها	عرض جغرافیایی (°N)	طول جغرافیایی (°E)
۱	شیجان	۳۷° ۲۶' ۷"	۴۹° ۳۳' ۶"
۲	قنادی	۳۷° ۲۲' ۵۶"	۴۹° ۳۷' ۲۱"
۳	لله کا	۳۷° ۲۱' ۴۰"	۴۹° ۳۸' ۱۹"
۴	بیجروود	۳۷° ۲۳' ۶"	۴۹° ۳۴' ۸"
۵	رمضان بکنده	۳۷° ۲۴' ۱۳"	۴۹° ۳۵' ۱"
۶	پیر بازار	۳۷° ۲۰' ۲"	۴۹° ۳۳' ۱۹"
۷	نوخاله	۳۷° ۲۱' ۵۱"	۴۹° ۳۷' ۳"
۸	سیاه درویشان	۳۷° ۲۰' ۲۹"	۴۹° ۳۵' ۳۸"
۹	نرگستان	۳۷° ۲۱' ۱۷"	۴۹° ۳۳' ۷"
۱۰	چمئقال	۳۷° ۲۱' ۴۱"	۴۹° ۳۱' ۴۱"
۱۱	کلشر	۳۷° ۲۳' ۳۸"	۴۹° ۲۰' ۲"
۱۲	مرغک خال کیایی	۳۷° ۲۵' ۸"	۴۹° ۱۷' ۱۳"
۱۳	بهمبر	۳۷° ۲۷' ۱۹"	۴۹° ۱۷' ۳۵"
۱۴	شیل سر	۳۷° ۳۱' ۳۵"	۴۹° ۱۴' ۴۱"
۱۵	اسپند	۳۷° ۲۳' ۱۲"	۴۹° ۱۸' ۲۲"



شکل ۱: ایستگاه‌های نمونه‌برداری در ۱۵ رودخانه‌های ورودی به تالاب انزلی (بر اساس ایستگاه‌های اداره کل محیط زیست گیلان).

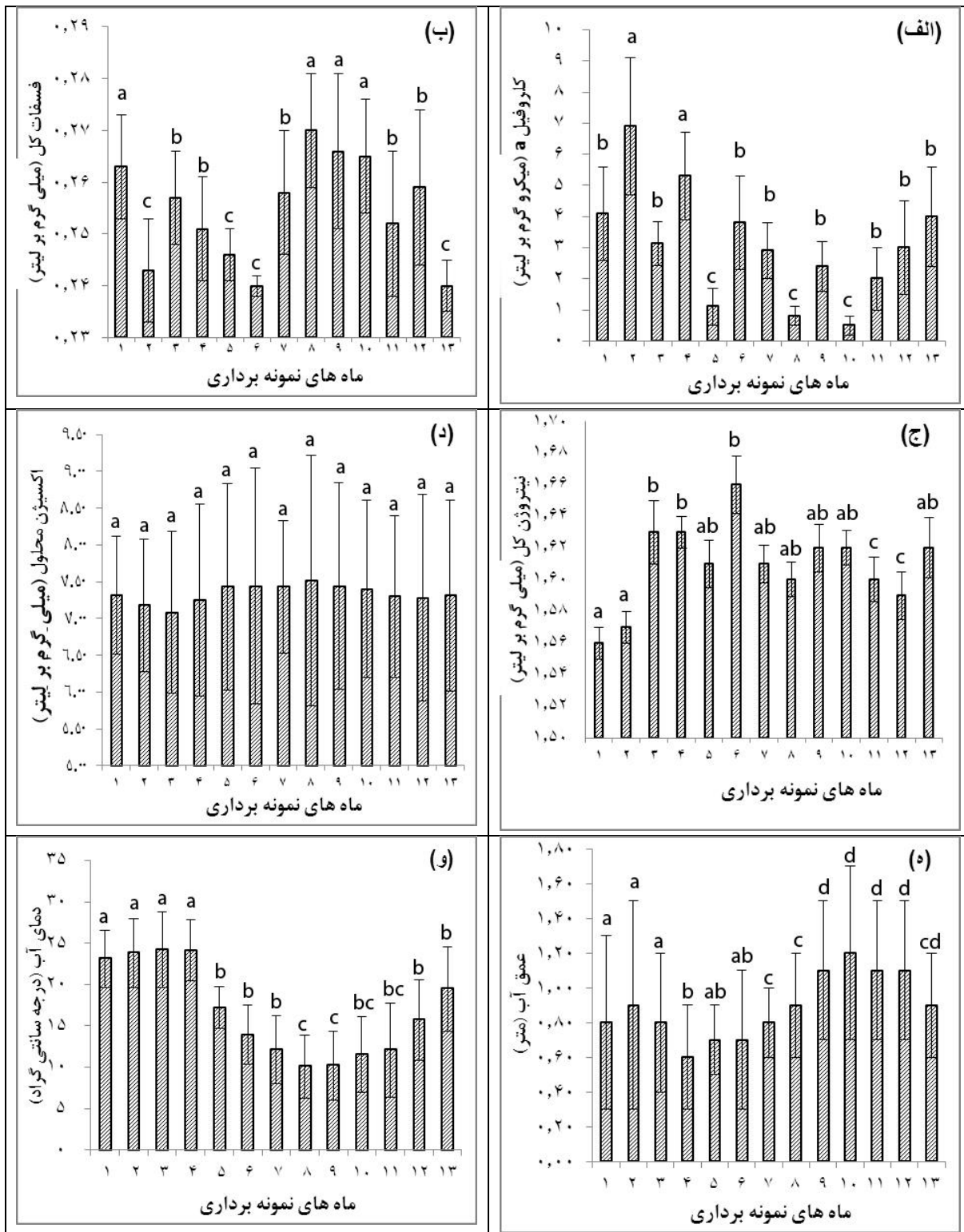
برای تعیین غلظت کلروفیل a یک لیتر آب و برای تعیین غلظت مواد مغذی نیز یک لیتر دیگر آب توسط بطری نمونه‌برداری روتنر از هر ایستگاه به صورت ماهانه برداشت شده و در شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل و توسط اسپکتروفتومتر و برحسب میکروگرم بر لیتر فاکتورها اندازه‌گیری شدند. میزان آهن، منگنز و مواد مغذی با توجه به روش‌های استاندارد موردسنجش قرار گرفته است (APHA, 2005). برای اندازه‌گیری pH از دستگاه pH meter مدل Eutech pcd650، اکسیژن محلول توسط دستگاه DO meter مدل WTW multi 340i، میزان COD توسط COD meter مدل WTW CR2200 و برای اندازه‌گیری میزان BOD از BOD meter مدل WTW Oxitop Is6 و انکوباتور مدل Memmer استفاده شد و عمق شفافیت نیز توسط سچی دیسک اندازه‌گیری گردید.

جهت رسم نمودارها و کارهای آماری توصیفی از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۲ و برنامه Excel استفاده و برای تعیین تفاوت بین ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف از آزمون توکی و جهت همبستگی بین فاکتورها بدون نرمال‌سازی از آزمون خوشه‌ای استفاده گردید.

نتایج

میانگین و انحراف معیار سالانه تمامی فاکتورهای اندازه‌گیری شده و به تفکیک ایستگاه‌ها در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نتایج میانگین و انحراف معیار سالانه کلروفیل a برابر با $3/17 \pm 2/73$ میلی گرم در لیتر و بالاترین آن برابر $4/86 \pm 4/29$ میکروگرم در لیتر در رودخانه بهمیر و حداقل آن $0/7 \pm 0/6$ میکروگرم در لیتر در رودخانه نوخاله سنجش شده است. تغییرات زمانی و مکانی کلروفیل a به عنوان شاخصی از تولید اولیه پلاژیک نشان می‌دهد که نوسان زیادی در بین ایستگاه‌ها وجود داشته که بالاترین میزان نوسان سالانه آن در ایستگاه سیاه درویشان مشاهده شده است (جدول ۲). تغییرات زمانی کلروفیل a نیز نشان از نوسانات این فاکتور در ماه‌های مختلف داشته و بالاترین میزان آن در تیرماه و حداقل آن ماه‌های دی و اسفند اندازه‌گیری شد (شکل ۲ الف). میانگین فسفات کل $0/25 \pm 0/19$ میلی گرم در لیتر تعیین و نوسانات زمانی آن نیز مشهود بوده و بالاترین مقادیر آن در ماه‌های فصل پاییز سنجش گردید (شکل ۲ ب). نیتروژن کل $1/61 \pm 0/45$ میلی گرم در لیتر بوده نوسانات مکانی آن کم و آبان ماه بیشترین مقدار زمانی آن تعیین گردید (شکل ۲ ج). میانگین سالانه اکسیژن محلول آب نیز $7/39 \pm 0/53$ میلی گرم بر لیتر تعیین و نوسانات ماهانه آن تفاوت‌های زیادی را نشان نداد (شکل ۲ د). عمق آب نیز در دهانه‌های رودخانه‌های منتهی به تالاب کمتر از یک متر بوده و نوسانات ماهانه رانشان داده است (شکل ۲ هـ). تغییرات دمای آب نیز با تغییرات دمای هوا منطبق و میانگین سالانه آن $17/13 \pm 1/17$ درجه سانتی گراد تعیین شد (شکل ۲ و).

بر اساس آزمون واریانس، فاکتورهای pH، Fe، عمق دید سچی دیسک و دما دارای تفاوت معنی‌دار نبوده ($p > 0/05$) ولی پارامترهای Chl.a، Mn، TP، DO، TN، و عمق دارای تفاوت معنی‌دار زمانی و مکانی بوده‌اند ($p < 0/05$). همچنین بر اساس آزمون خوشه‌ای کلروفیل a بیشترین همبستگی را با نیتروژن کل نشان داده و pH، BOD و DO در یک خوشه جدا قرار داشته‌اند (شکل ۳).

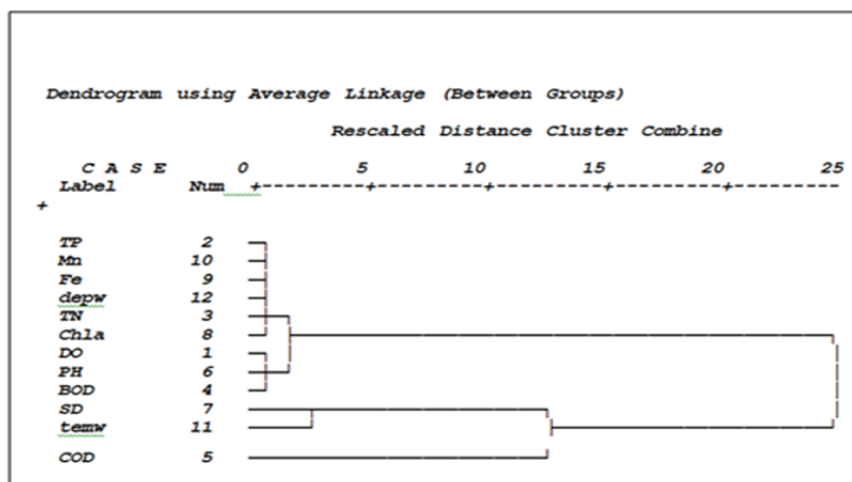


شکل ۲: میانگین و انحراف معیار ماهانه (الف) کلروفیل a (ب) فسفات کل (ج) نیترژن کل (د) اکسیژن محلول (ه) عمق آب و (و) دمای آب در دهانه ۱۵ رودخانه منتهی به تالاب انزلی (حروف انگلیسی نشان دهنده تفاوت های آماری هستند).

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار سالانه کلروفیل a و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در ۱۵ رودخانه‌ی ورودی به تالاب انزلی.

ایستگاه‌ها	Chl. a میکروگرم بر لیتر	Temp درجه سانتی گراد	Depth سانتی‌متر	DO میلی گرم بر لیتر	TP میلی گرم بر لیتر	TN میلی گرم بر لیتر	pH	BOD میلی گرم بر لیتر	COD میلی گرم بر لیتر	SD سانتی‌متر	Fe میلی گرم بر لیتر	Mn میلی گرم بر لیتر
۱	۱/۵۱±۱/۳	۱۹/۸۴±۵/۵	۰/۹۵±۰/۱	۶/۶۴±۰/۴	۰/۱۹±۰/۳	۱/۵۳±۰/۱	۷/۵۳±۰/۴	۷/۹۲±۰/۹	۴۴/۸۴±۵/۵	۲۴/۶۹±۳/۵	۰/۲۲±۰/۰۷	۰/۳۲±۰/۰۴
۲	۰/۸۴±۰/۷	۱۹/۹۲±۶/۸	۰/۷۷±۰/۱	۷/۲±۰/۲	۰/۲۹±۰/۴	۱/۵۸±۰/۱	۷/۶۱±۰/۳	۸/۰۷±۱/۴	۳۹±۶/۰۲	۲۵/۵۳±۶/۱	۰/۱۶±۰/۰۵	۰/۲۱±۰/۰۹
۳	۰/۸±۰/۸۱	۱۸/۰۷±۵/۴۹	۱/۶۶±۰/۱۸	۸/۱±۰/۶۹	۰/۱۲±۰/۵۴	۱/۸±۰/۳۴	۷/۶۴±۰/۳۶	۷/۵۳±۱/۳۳	۴۰/۶۹±۳/۰۳	۲۴/۴۶±۳/۱۲	۰/۷۱±۰/۲۷	۰/۲۴±۰/۰۶
۴	۲/۱±۳/۵	۱۹/۹۲±۷/۷	۰/۹۰±۰/۰۹	۷/۳۴±۰/۴	۰/۱۸±۰/۰۳	۱/۰۵±۰/۰۸	۷/۶۰±۰/۴	۷/۳±۱/۰۳	۴۰/۷۶±۴/۱	۲۵±۳/۹	۰/۱۵±۰/۰۵	۰/۱۸±۰/۰۵
۵	۲/۲۳±۲/۹	۱۸/۲۳±۶/۲	۰/۹۱±۰/۰۹	۷/۱۳±۰/۵	۰/۱۱±۰/۱	۱/۹۶±۰/۸	۷/۳۸±۰/۴	۷/۳±۱/۳	۲۵/۴۶±۷/۵	۲۳/۷۶±۴	۰/۲۱±۰/۰۵	۰/۲۲±۰/۰۹
۶	۰/۷±۰/۸۴	۱۷/۹۲±۷/۸	۱/۲۴±۰/۱۶	۷/۴۳±۰/۵۱	۰/۱۳±۰/۵۱	۲/۱۸±۰/۲۰	۷/۴۶±۰/۴	۸/۳۸±۱/۹	۴۲/۲۳±۱/۴۴	۲۳/۱۵±۳/۹۷	۰/۲۴±۰/۱۱	۰/۳۹±۰/۱۳
۷	۰/۷±۰/۶	۱۹/۸۴±۵/۴	۱/۴۳±۰/۱	۶/۷۹±۰/۲	۰/۱۴±۰/۰۴	۱/۳۶±۰/۰۶	۷/۴۴±۰/۳	۷/۹۲±۱/۰۳	۳۸/۳۸±۴/۵	۲۱/۸۴±۳/۹	۰/۲۱±۰/۰۶	۰/۳۱±۰/۱
۸	۲/۸±۳/۹	۲۲/۰۷±۶/۳	۱/۱۸±۰/۱	۷/۵۵±۰/۴	۰/۲۴±۰/۰۴	۲/۲۶±۰/۰۷	۷/۲۳±۰/۸	۹/۱۵±۱/۷	۳۸/۶۹±۳/۵	۲۶/۲۳±۳/۴	۰/۶۸±۰/۱	۰/۲۸±۰/۰۷
۹	۳/۶۲±۳/۸	۲۱±۶/۵	۰/۸۲±۰/۲۰	۷/۴۵±۰/۵	۰/۱۱±۰/۰۱	۱/۴۱±۰/۱	۷/۶۳±۰/۳	۸±۱/۲	۳۳±۵/۱	۲۵/۷۶±۴/۹	۰/۴۲±۰/۰۹	۰/۳۲±۰/۰۶
۱۰	۲/۱۸±۲/۹	۲۰/۸۴±۶/۶	۰/۵۰±۰/۱	۷/۵۵±۰/۳	۰/۱۸±۰/۲	۱/۳۱±۰/۰۶	۷/۵۰±۰/۴	۹±۱/۵	۴۲/۹۲±۷/۶	۲۳/۶۱±۴/۰۳	۰/۸۵±۰/۱	۰/۳۶±۰/۰۷
۱۱	۲/۴۱±۳/۰۸	۱۷/۸۴±۶/۱۱	۰/۷۴±۰/۰۸	۷/۳۶±۰/۱	۰/۶۳±۰/۰۵	۱/۶۸±۰/۰۸	۷/۷۰±۰/۴	۷/۲۳±۰/۹	۳۹±۴/۲	۲۹/۴۶±۳/۲	۰/۵۵±۰/۱	۰/۳۴±۰/۰۶
۱۲	۲/۵۲±۳/۷	۱۹/۱۵±۸/۵	۰/۷۳±۰/۱	۷/۳۷±۰/۷	۰/۵۶±۰/۰۹	۱/۳۳±۰/۸	۷/۶۴±۰/۲	۸/۲۳±۲/۳	۳۱/۳۸±۳/۰۹	۲۲/۰۷±۴/۰۵	۰/۵۵±۰/۱	۰/۲۰±۰/۰۹
۱۳	۰/۸۳±۰/۵	۱۹/۲۳±۵/۷	۰/۷۳±۰/۱	۷/۱۲±۰/۳	۰/۲۰±۰/۰۸	۱/۶۲±۰/۱	۷/۷۹±۰/۲	۸/۷۶±۲/۲	۳۶/۳۸±۳/۵	۲۳/۶۹±۴/۸	۰/۳۴±۰/۰۹	۰/۳۰±۰/۰۵
۱۴	۴/۸۶±۴/۲	۱۸/۲۳±۶/۷	۰/۸۰±۰/۰۹	۷/۱۲±۰/۲	۰/۵۵±۰/۰۹	۱/۰۹±۰/۰۲	۷/۶۸±۰/۴	۹/۹۲±۲/۴	۳۹/۹۲±۷/۲	۲۶/۰۷±۳/۲	۰/۲۹±۰/۲۸	۰/۳۲±۰/۰۶
۱۵	۰/۴±۳/۸	۱۹/۸۴±۶/۵	۰/۶۴±۰/۱	۷/۳۹±۰/۲	۰/۲۱±۰/۰۶	۲/۲۹±۰/۰۶	۷/۷۲±۰/۳	۷/۹۲±۲/۳	۴۲/۴۶±۶/۰۳	۲۷/۶۹±۳/۷	۰/۳۳±۰/۸	۰/۲۱±۰/۰۵
انحراف معیار												
±	۳/۱۷±۲/۷۳	۱۷/۱۳±۱/۱۷	۰/۹۳±۰/۳۲	۷/۳۹±۰/۵۳	۰/۲۵±۰/۱۹	۱/۶۱±۰/۴۵	۷/۸۲±۰/۲۷	۸/۱۶±۱/۸۸	۳۹/۴±۵/۵۵	۱۹/۶۴±۳/۷۹	۰/۵۶±۰/۱۳	۱/۹۴±۰/۰۷
میانگین سالانه												

بر اساس آزمون کلاستر فسفات کل، نترات کل و کلروفیل a در یک خوشه قرار می‌گیرند. میزان درصد همبستگی Chl.a-TN بیشتر از میزان رابطه Chl.a-COD می‌باشد و میزان TP و Mn دارای همبستگی بالا و بیشتر از رابطه TP-BOD است و همچنین میزان همبستگی رابطه TN-Depth بیشتر از رابطه TN-Chl.a می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳: دندوگرام ارتباط فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، مواد مغذی و کلروفیل a در رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی.

بحث

تغییرات زمانی کلروفیل a طی دوره ۱۳ ماهه این مطالعه نشان داده که نوسانات غلظت کلروفیل a در ابتدای دوره، نسبت به انتهای دوره بیشتر است و توزیع فصلی کلروفیل a بیانگر آن بود که فصل زمستان از حداقل و فصول تابستان و پاییز از حداکثر غلظت کلروفیل a برخوردار بوده‌اند. مقدار کلروفیل a از حداقل صفر تا حداکثر ۱۵/۵ میکروگرم در لیتر در رودخانه بهمیر در فروردین ماه ۱۳۹۱ متغیر بوده درحالی که در بررسی روند فراغنی شدن تالاب انزلی با استفاده از اطلاعات ده‌ساله توسط میرزاجانی و همکاران (۱۳۸۸) بر اساس معیار استاندارد OECD (۱۹۸۲) میانگین کلروفیل a در اکثر نقاط بالاتر از ۲۵ میکروگرم در لیتر بوده و نتیجه‌گیری شده که این روند به پیری زودرس تالاب خواهد انجامید. از طرفی بر طبق نظر Harding و همکاران (۱۹۸۶) میان دمای سطحی آب و غلظت کلروفیل a همبستگی وجود داشته و دما به‌عنوان یکی از عوامل مهم در نحوه توزیع مکانی-زمانی غلظت کلروفیل a محسوب می‌گردد. طبق نتایج تحقیق حاضر تغییرات زمانی کلروفیل a افزایشی و بر اساس آزمون واریانس، معنادار بوده ($p < 0.05$)، ولی تغییرات دمای آب معنادار نبوده است که این مورد مؤید مطالعات Kideys و همکاران (۲۰۰۸) و ادب و همکاران (۱۳۸۹) می‌باشد و دامنه تغییرات دمای سطح آب از الگوی منظم‌تری نسبت به کلروفیل a برخوردار بوده است. همچنین در بررسی تغییرات زمانی، شرایط هیدرولوژیکی، مواد مغذی و کلروفیل a در تالاب ساحلی مدیرانه توسط Perez-ruzafa و همکاران (۲۰۰۵) نترات و فسفر به‌عنوان عامل محدودکننده شناخته شد و میزان غلظت کلروفیل a رابطه‌ای مثبت با میزان فسفات و نترات داشته است. با توجه به اینکه مقادیر مناسب pH برای رشد و تولیدمثل ماهیان ۹-۶ گزارش شده Boyd (۱۹۸۲) بر اساس میانگین سالانه زمانی رودخانه‌های تالاب انزلی، مانند تالاب بام دژ خوزستان و همچنین بر طبق نتایج جو زی و مرادی مجد (۱۳۸۹) که دامنه‌ای بین ۷/۹ تا ۹ به ثبت رسیده، در حد مطلوب می‌باشد به‌طوری که مقادیر این پارامتر در ماه‌های مختلف دارای اختلاف معنادار نبوده ولی در ایستگاه‌های مختلف دارای اختلاف ناچیز می‌باشد.

میزان اکسیژن محلول در کلیه ایستگاه‌ها در رودخانه‌های تالاب در طول سال بالای ۵ میلی گرم در لیتر می‌باشد که شرایط ایدئال می‌باشد تنها در رودخانه کل سر در ماه فروردین مقداری کمتر از ۵ میلی گرم در لیتر به ثبت رسیده است که با توجه به ثبت مقادیر بالای ۵ میلی گرم در

لیتر در سایر ماه‌های سال در این رودخانه و نیز بر اساس مطالعات نظامی و همکاران (۱۳۸۵)، نیاز به بررسی بیشتر ضروری به نظر می‌رسد. بر اساس نتایج اکبر زاده و اربابی (۱۳۸۹) میانگین TP و TN در ایستگاه‌های رودخانه‌های ورودی در رودخانه پیر بازار به ترتیب ۰/۴۸ و ۳/۵ میلی گرم در لیتر به‌عنوان پربارترین رودخانه‌های ورود مواد مغذی مطرح می‌باشد. در نتایج مربوط به این تحقیق میانگین TP و TN در رودخانه پیر بازار ۰/۱ و ۲/۳۲ میلی گرم در لیتر به‌دست‌آمده است که تأیید نتایج فوق می‌باشد ولی بالاترین میزان TP به‌دست‌آمده در این بررسی از لحاظ مکانی مربوط به رودخانه کل سر و به مقدار ۰/۷۷ میلی گرم و از لحاظ زمانی ۰/۲۷ میلی گرم در آبان ماه ۱۳۹۰ می‌باشد. همچنین بیشترین میانگین بار ورودی TN در رودخانه سیاه درویشان و به مقدار ۲/۴۲ میلی گرم در لیتر و در اسفندماه نیز بیشترین مقدار آن ۱/۶۶ میلی گرم در لیتر مشاهده شده است که متفاوت از نتایج حاصل از افراز (۱۳۸۵) و مطالعات انجام‌شده توسط مهندسی مشاور یکم (۱۳۶۷) و توکلی و ثابت رفتار (۱۳۸۱) می‌باشد که رودخانه پیر بازار را آلوده‌ترین رودخانه از لحاظ ورود بار مغذی معرفی نمودند و از آنجایی که نیتрат نیز به‌عنوان یکی از مواد مغذی مهم برای رشد موجودات آبی مطرح است تنها در غلظت‌های بالاتر از ۵۰ میلی گرم در لیتر برای آبیان به‌طور سمی عمل می‌نماید (Monbet, 1992). این پارامتر در ماه‌های گرم سال دارای نوسانات کم، اما با شروع بارندگی‌ها علی‌الخصوص در آبان ماه دارای نوسانات چشمگیری می‌باشد به نظر می‌رسد با شروع فصل بارندگی و بارشهای زمستانی در مناطق، میزان نیترات در پاییز و زمستان افزایش یافته و در طول فصل گرما میزان آن در اثر جذب و اعمال بیوشیمیایی فیتوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد به‌طوری‌که این موضوع نیز در سایر مناطق و نواحی مصبی رودخانه‌ها مانند رودخانه‌های ورودی به دریای خزر نیز بررسی و گزارش شده است به‌طور مثال طبق نظر Leonov و Nazarov (۲۰۰۱) سالانه میانگین ۴۱ هزار تن فسفات و ۳۹۹ هزار تن نیترات توسط رودخانه‌های دریای خزر از جمله رودخانه ولگا که سهم ۸۶ درصدی در این زمینه دارد وارد دریای خزر می‌شوند. در تحقیق مربوط به دریاچه بارت امریکا (Cheng et al., 2009) باوجود مقدار زیاد مواد مغذی از جمله فسفات کل، بعلت چرخش آب و وجود بارندگیهای زیاد به شدت در حال تخلیه شدن بودند ولی با ورود زیاد مواد مغذی به تالاب انزلی و وجود رودخانه‌های فراوان در سرتاسر حاشیه تالاب، تصور بر آن است که روندیوتروپی شدن به سرعت در حال گسترش باشد با توجه به افزایش مواد مغذی در سایر رودخانه‌های ورودی و به تمامی سطح تالاب، تدوین و اجرای برنامه‌های کنترلی کارآمد در خصوص کاهش مواد مغذی ورودی ضروری به نظر می‌رسد مضافاً اینکه به دلیل توان خوपालایی متفاوت آب رودخانه‌ها در زمانها و مکانهای متفاوت، تکرار نمونه برداری در سالهای آتی و نیز مقایسه داده‌های حاصل با تحقیقات انجام شده در سایر رودخانه‌ها می‌تواند به منظور بررسی ارزیابی تغییرات مکانی و زمانی در کیفیت آب آنها انجام گیرد که گامی جهت تکمیل تحقیق مذکور می‌باشد (Wetzel and Likens, 1991).

باتوجه به نتایج بدست آمده و مقایسه آنها با تحقیقات قبلی در تالاب انزلی و دیگر نقاط دنیا به این نتیجه می‌توان دست یافت که میزان مواد مغذی ورودی نسبتاً بالا بوده ولی نسبت به سالهای قبل کاهش نشان داده است. البته در مقایسه با میزان کلروفیل a تالاب در دهانه رودخانه‌های ورودی از میزان پایین تری برخوردار است و این مساله نشان از شرایط پر غذایی در تالاب است و اطلاعات تحقیق حاضر اثر عوامل اقلیمی مانند بارندگی و دمای محیط را در نوسانات فاکتورهای کیفی آب رودخانه‌های منتهی به تالاب بسیار موثر تشخیص داده است.

سپاسگزاری

نمونه برداری های این تحقیق با همکاری اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان به انجام رسیده است بدینوسیله از همکاریهای مدیریت محترم وقت و کلیه پرسنل آن اداره و همچنین از آقای دکتر فریبرز جمالزاد بخاطر راهنماییهای ارزشمندشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- ادب، ح.، عتباتی، ا.، امیراحمدی، ا. و اسماعیلی، ر.، ۱۳۸۹. پایش زمانی دمای سطح دریا و کلروفیل a با استفاده از تحلیل تصاویر دورسنجی در دریای خزر. مجله بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال دوم، شماره هشتم، زمستان ۱۳۸۹، صفحات ۱۲-۱.
- افراز، ا.، ۱۳۸۵. طبقه بندی رودخانه های ورودی به تالاب انزلی با استفاده از منحنی شاخص. سازمان تحقیقات شیلات ایران، مهندسی مشاور یکم، شماره (۱)-۱، صفحات ۱۷-۱.
- اکبرزاده، آ. و اربابی، م.، ۱۳۸۹. مطالعات میدانی جهت بررسی پدیده تغذیه گرایبی در تالاب انزلی. مجله تحقیقات نظام سلامت، سال ششم، شماره چهارم، صفحات ۷۰۶-۶۹۸.
- توکلی، ب. و ثابت رفتار، ک.، ۱۳۸۱. مطالعه تاثیر فاکتورهای مساحت، جمعیت و تراکم جمعیت حوزه آبخیز بر روی آلودگی رودخانه های منتهی به تالاب انزلی. محیط شناسی، دوره ۲۸، صفحات ۵۷-۵۱.
- جوزی، ع. و مرادی مجد، ن.، ۱۳۸۹. ارزیابی توان اکولوژیک تالاب بامدژ خوزستان با تأکید بر جنبه حفاظتی. پژوهشهای مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۱۰۱-۹۰.
- زرکامی، ر.، ۱۳۸۰. بررسی و مقایسه وضعیت عناصر غذایی در چهار رودخانه منتهی به تالاب انزلی. مجله پژوهش و سازندگی، دوره ۱۴، شماره ۴، صفحات ۴۵-۴۱.
- سبزه‌علیزاده، س.، خلفه نیلساز، م. و مغینمی، ر.، ۱۳۸۸. بررسی کیفیت آب تالاب شادگان بر اساس پارامترهای فیزیکی و شیمیایی. مجله علمی تخصصی تالاب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره دوم، صفحات ۲۶-۲۰.
- شاپوری، م. و جوانشیرخویی، ا.، ۱۳۸۸. بررسی میزان توده زنده کلروفیل a در دهانه رودخانه تجن. مجله بیولوژی دریا، دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۸۷-۷۸.
- قهرمان، ا.، ۱۳۸۱. تالاب انزلی در اغمای مرگ (بررسی اکولوژیک فلورستیک). محیط شناسی، زمستان ۱۳۸۱، دوره ۲۸، شماره ویژه نامه، صفحه ۳۸-۱.
- مهندسان مشاور یکم، ۱۳۶۷. مطالعات گام اول طرح احیاء تالاب انزلی. جلد هفتم، لیمنولوژی، ۳۱۸ ص.
- میرزاجانی، ع.، قانع، ا. و خداپرست شریفی، ح.، ۱۳۸۸. ارزیابی کیفی رودخانه های منتهی به تالاب انزلی بر اساس جوامع کفزیان. محیط شناسی، سال ۳۴، شماره ۴۵، صفحات ۳۸-۳۱.
- نظامی، ش.، خارا، ح.، جمالزاد فلاح، ف. و اکبرزاده، ا.، ۱۳۸۵. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب تالاب انزلی و رودخانه های ورودی و خروجی آن. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۷۳، صفحات ۸۳-۷۷.

APHA. , 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. American Public Health Association. Washington, DC. Part, 8000, pp. 94-100.

Behrenfeld, M. J. and Falkowski, P. G., 1997. Photosynthetic rates derived from satellite-based chlorophyll concentration. Limnology and oceanography, 42(1); 1-20.

Boyd, C.E., 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier, Amsterdam, pp. 318.

Cheng, A., Deasy, S., and Green, M., 2009. Comparing the dissolved oxygen, nutrient levels, macroinvertebrates, and chlorophyll A levels of Burt Lake and Douglas Lake. University of Michigan biology station, EEB 381 – General ecology, 1-18.

Dillon, P. J., and Rigler, F. H., 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. Journal of the Fisheries Board of Canada, 32(9):1519-1531.

Edmondson, T.W., 1980. Secchi disk and Chlorophyll. Limnology and Oceanography, 25 (2): 378-379.

Forrest, T. and Klarr, D., 2011. Water quality-chlorophyll a correlations across five lakes in northern Michigan. University of Michigan biology station, EEB 320 – Environment, Rivers Lakes and Wetlands, 1-17.

Harding Jr, L. W., Meeson, B. W. and Fisher Jr, T. R., 1986. Phytoplankton production in two east coast estuaries: photosynthesis-light functions and patterns of carbon assimilation in Chesapeake and Delaware Bays. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 23(6): 773-806.

Howarth, R. W., 1988. Nutrient limitation of net primary production in marine ecosystems. Annual Review of Ecology and Systematics, pp.89-110.

Kalff, J., 2002. Limnology: inland water ecosystems (Vol. 592). New Jersey: Prentice Hall.

Kideys, A. E., Roohi, A., Eker-Develi, E., Mélin, F. and Beare, D., 2008. Increased chlorophyll levels in the southern Caspian Sea following an invasion of jellyfish. Research letters in Ecology, Vol. 2008:1-4.

- Kimball, K. D., and Kimball, S. F., 1974.** The Limnology of the Pahlavi Mordab, Iran: A Study of Eutrophication Problems: Technical Report. Human Environment Division, Iranian Department of the Environment.
- Leonov, A. V. and Nazarov, N. A., 2001.** Nutrient input into the Caspian Sea with river runoff. *Water Resources*, 28(6): 656-665.
- Mansor, B., Chun Knee, T., Ibrahim, H.M., and Sharif, A.R.M., 2001.** Satellite Fish Forecasting IN South China Sea Proc.ACRS 2001. 22nd Asian Conference On Remote Sensing, Vol.2.pp.887-892.
- Monbet, Y., 1992.** Control of phytoplankton biomass in estuaries: a comparative analysis of microtidal and macrotidal estuaries. *Estuaries*, 15(4):563-571.
- Nöges, T., 2009.** Relationships between morphometry, geographic location and water quality parameters of European lakes. *Hydrobiologia*, 633(1): 33-43.
- OECD, 1982.** Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. Paris: OECD Publication, pp.154.
- Pérez-Ruzafa, A., Fernández, A. I., Marcos, C., Gilabert, J., Quispe, J. I. and García-Charton, J. A., 2005.** Spatial and temporal variations of hydrological conditions, nutrients and chlorophyll a in a Mediterranean coastal lagoon (Mar Menor, Spain). *Hydrobiologia*, 550(1):11-27.
- Smith, V. H., Tilman, G. D., and Nekola, J. C., 1999.** Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. *Environmental pollution*, 100(1):179-196.
- Teissier, S., Peretyatko, A., De Backer, S., and Triest, L., 2012.** Strength of phytoplankton–nutrient relationship: evidence from 13 biomanipulated ponds. *Hydrobiologia*, 689(1): 147-159.
- Vollenweider, R. A., Giovanardi, F., Montanari, G. and Rinaldi, A., 1998.** Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9(3): 329-357.
- Wetzel, R. G., and Likens, G. E., 1991.** Limnological analyses. Springer Verlag. New York, pp.391.