Archive of SID

اقیانوس‌شناسی/ سال هفتم/ شماره ۲۶/ تابستان ۱۳۹۵/۱۰/۲۲-۱۳

بررسی تاثیر عوامل محیطی بر تولید اولیه در خوریات ماهشهر (شمال غربی خلیج فارس)

لاله موسوی ده موردی[۱*]، احمد سواری[۲]، بابک دوست‌شناس[۳]، حسین محمد عسگری[۴]، علیرضا عباسی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: lalehmosavi84@yahoo.com

۲- استاد گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: savari53@gmail.com

۳- استادیار گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: babakdoust@yahoo.com

۴- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر،استان خوزستان، خرمشهر، پست الکترونیکی: h.masgari@kmsu.ac.ir

۵- سازمان جغرافیایی ارتش، استان تهران، تهران، پست الکترونیکی: abbasi_a@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۱/۱۶ ** نویسنده مسوول* *تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۲۶*

© نشریه علمی ـ پژوهشی اقیانوس‌شناسی ۱۳۹۵، تمامی حقوق این اثر متعلق به نشریه اقیانوس‌شناسی است.

چکیده

در این مقاله تغییرات زمانی و مکانی عوامل محیطی و اثر آنها روی تولید اولیه در خوریات ماهشهر، زنگی و دهانه خور موسی به مدت یک‌سال (از بهمن ماه ۱۳۹۲ تا آبان ماه ۱۳۹۳) مورد ارزیابی قرار گرفت. تولید اولیه با استفاده از بطری تاریک و روشن و کلروفیلa با استفاده از HPLC اندازه گیری شد. بیشترین میزان تولید اولیه ($۱/۵۹gc/m^2/day$) در خور موسی در فروردین ماه و کمترین میزان آن ($۰/۰۲gc/m^2/day$) در خور زنگی در آبان ماه مشاهده گردید. مهمترین عوامل موثر محیطی بر تولید اولیه توسط آزمون تجزیه به مولفه‌های اصلی(PCA) شناسایی گردیدند. نتایج این آزمون ۱۸ پارامتر محیطی را به چهار مولفه مستقل از هم کاهش داد که در مجموع ۸۴ درصد از کل تغییرات را در بر می‌گرفتند. مقایسه میزان تولید اولیه در مناطق مورد مطالعه حاضر با دیگر مناطق جهانی نشان می‌دهد که در این خوریات تولید اولیه در سطح متوسطی است.

کلمات کلیدی: *کلروفیل a، تولید اولیه، خوریات ماهشهر، خلیج فارس.*

۱. مقدمه

یکی از موارد مهم در برنامه‌های ارزیابی و مدیریت منابع آبی، برآورد و تعیین توان تولید اولیه است که در نهایت به تعیین پتانسیل تولید ماهی می انجامد. تولید اولیه در ستون آب بوسیله جلبک‌های شناور کوچک به نام فیتوپلانکتون انجام می‌شود. فیتوپلانکتون‌ها حداقل دو نقش اساسی در جهان بازی می‌کنند. یک نقش آنها به عنوان پایه شبکه غذایی در دریا و دوم نقشی که در تثبیت کربن معدنی دارند، بنابراین فیتوپلانکتون‌ها در چرخه جهانی کربن نیز شرکت دارند (ربانی‌ها و همکاران، ۱۳۹۱). عدم

www.SID.ir

Archive of SID

تعادل در چرخه کربن با توجه به رشد جمعیت و ظرفیت تحمل گیاهان و رابطه‌ای که با امنیت غذایی دارند بسیار مهم است. پس به تبع آن تعیین توزیع منطقه‌ای و جهانی تولید اولیه نیز مهم است (Martin, 2004). تولید اولیه در اقیانوس‌ها تاثیرات انسان انگیخته کربن روی محیط و آب و هوا را تعدیل می‌کند. مطالعات نشان داده است که اقیانوس‌ها می‌توانند نیمی از دی اکسید کربن اتمسفر را جذب کنند. لذا مطالعات جزییات تغییرات زمانی و مکانی تولید اولیه جهت مشخص کردن تغییرات دی اکسیدکربن دریا و هوا که بر پمپ زیستی اثر می‌گذارد بسیار اساسی است (Arrigo, 2008). تخمین تولید اولیه نشانگر مهمی جهت شناسایی محل تشکیل جمعیت ماهیان است و ارزش اقتصادی بالایی دارد (Leymarie et al., 2010). عوامل گوناگونی روی تولید اولیه و تراکم فیتوپلانکتون‌ها در خوریات مناطق مختلف تاثیرگذار است که از مهم‌ترین آنها می‌توان به زمین شناسی و ساختار ریخت-شناسی منطقه، فاضلاب‌های شهری و صنعتی، فضولات دامی، فعالیت‌های آبزی پروری، کودهای کشاورزی، فرآیندهای جوی (باران اسیدی) و گرم شدن هوای زمین اشاره کرد (Smith, 1999; Kalytyte, 2007). لذا بررسی تغییرات تولید اولیه و تاثیر عوامل محیطی بر تولید اولیه می‌بایست شناسایی و اندازه‌گیری شود. مطالعات صورت گرفته روی تولید اولیه آب‌های شور در ایران (احمدی، ۱۳۷۴؛ خلفه نیلساز، ۱۳۸۷؛ رحیمی بشرو همکاران، ۱۳۸۸؛ هدایتی فرد و همکاران، ۱۳۹۰) و در منطقه مورد مطالعه (خلفه نیلساز، ۱۳۷۷؛ حبیبی خالدی، ۱۳۷۸) بسیار اندک است و از سال ۱۳۷۸ تا کنون تغییرات تولید اولیه در منطقه حاضر اندازه‌گیری نشده است. هدف از انجام این مطالعه بررسی تغییرات تولید اولیه در طی یک‌سال و بررسی اثر عوامل محیطی روی آن است.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق به مدت یک‌سال از بهمن ۱۳۹۲ تا آبان ۱۳۹۳ در سه خور از خوریات ماهشهر انجام گردید. خورهای مورد مطالعه شامل خور زنگی، خور ماهشهر و ابتدای دهانه خور موسی بود. موقعیت دقیق ایستگاه‌های نمونه برداری شده در شکل ۱ نشان داده شده است. نمونه‌برداری از آب در ماه‌هایی که تغییرات عوامل محیطی در منطقه بیشتر محسوس است (سواری و شفایی پور، ۱۳۸۳)، (فروردین، اردیبهشت، تیر، شهریور، مهر، آبان، بهمن و اسفند) انجام شد. در این مطالعه عوامل دما، اکسیژن محلول و pH آب با استفاده از دستگاه اکسیژن‌متر و pH متر (WTW-Multi 340I) و هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه هدایت سنج (EDT BA 300)، شوری با استفاده از شوری سنج ATAGO ، کدورت توسط دستگاه پرتابل Hach و میزان اشعه های فعال فتوسنتزی (PAR)[1] در محیط نیز با استفاده از دستگاه spherical quantum sensor سنجیده شد. در هر ایستگاه یک لیتر از آب نیز، جهت بررسی مواد مغذی، با استفاده از بطری‌های مخصوص و با شرایط استاندارد به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه سنجش مواد مغذی آب مثل نیترات، نیتریت، آمونیوم، فسفات، سیلیکات با استفاده از روش‌های رنگ سنجی مورد سنجش قرار گرفت (Levinton, 1995).

شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

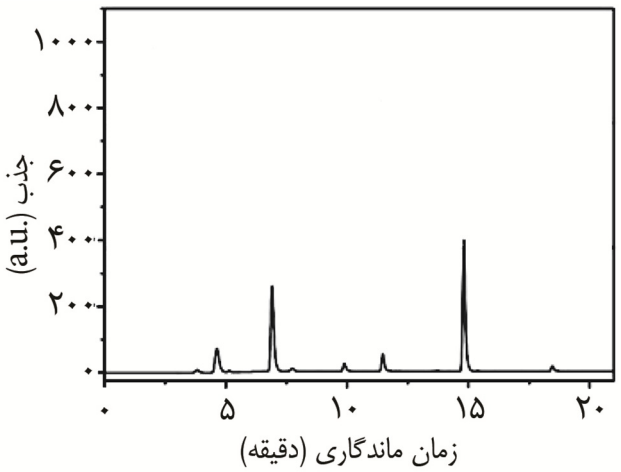
جهت اندازه‌گیری کلروفیلa نیز با استفاده از نمونه‌بردار روتنر از آب نمونه‌برداری گردید. سپس آب از فیلترهای GF/F ۰/۴۵ میکرومتری عبورداده شد و با استفاده از سیستم کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا مجهز به اتوسمپلر ستون C18 به ابعاد (۲۵۰ میلی‌متر×۴/۶ میلی‌متر) و دتکتور UV-VIS در طول موج ۴۴۰ نانومتر شناسایی و اندازه‌گیری شد. در این مطالعه زمان بازداری کلروفیل a ۱۴/۹ دقیقه بدست آمد. نمودار کروماتوگرام کلروفیل a در شکل ۲ نشان داده شده است. جهت تعیین تراکم فیتوپلانکتون‌ها نمونه‌ها به مدت ۷ تا ۱۰ روز در محل آرام و دور از نور نگهداری شده تا فیتوپلانکتون‌ها رسوب نمایند. سپس با سیفون مخصوص، آب رویی تخلیه گردید و مابقی نمونه در چند مرحله توسط سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۵ دقیقه رسوب-دهی شد تا حجم آب به ۲۰ تا ۲۵ میلی لیتر برسد. سپس ۱ میلی-

[1] Photosynthetically Active Radiation

www.SID.ir

Archive of SID

لیتر از آن را در محفظه سجویک-رفتر[1] ریخته و با استفاده از میکروسکوپ اینورت کار شمارش با سه تکرار و گرفتن میانگین انجام گردید.



شکل ۲: کروماتوگرام نمونه کلروفیل a

تولید اولیه با استفاده از روش بطری تاریک و روشن سنجش گردید (Wetzel and Likens, 1991). به این منظور با توجه به عمق متوسط منطقه که حدود ۲۵ متر می‌باشد، اعماق ۲،۱، ۴ و ۸ متری انتخاب و نمونه‌برداری از آب با استفاده از بطری‌های نمونه‌بردار نیسکین از اعماق مورد نظر انجام شد. پس از نمونه-برداری و انتقال آب به شیشه‌های تاریک و روشن (سه بطری روشن و یک بطری تاریک)، اکسیژن اولیه سنجش و بطری‌ها مطابق روش استاندارد به مدت ۴ ساعت در محل قرار گرفتند و پس از این مدت اکسیژن محلول آن‌ها توسط روش وینکلر سنجش و توسط فرمول‌های ۱، ۲، ۳ تعیین گردیدند (Levinton, 1995). سپس میزان تثبیت بهینه کربن از عوامل تولید اولیه و کلروفیل بدست آمد (mgc/mgchla/h).

فرمول ۱ $GPP=3/5\ (L-D)\times$عمق$/PQ$

فرمول ۲ $R=375(I-D)\times RQ\times$عمق

فرمول ۳ $NPP=GPP-R$

GPP[2]= تولید اولیه ناخالص بر حسب میلی‌گرم کربن بر متر مربع بر ساعت

R[3]= تنفس بر حسب میلی‌گرم کربن بر متر مربع بر ساعت

NPP[4]= تولید اولیه خالص بر حسب میلی‌گرم بر متر مربع بر ساعت

L[5]= اکسیژن محلول بطری روشن بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

D[6]= اکسیژن محلول بطری تاریک، برحسب میلی‌گرم بر لیتر

I[7]= اکسیژن اولیه، بر حسب میلی‌گرم بر لیتر

RQ[8] , PQ[9] = نسبت ثابت مصرف اکسیژن برابر با دی اکسید کربن آزاد شده که برای جوامع فیتوپلانکتونی به ترتیب ۱/۲ و ۱ محاسبه می‌شود.

مهمترین عوامل موثر بر تولید اولیه با آزمون تجزیه به مولفه-های اصلی (PCA) در نرم افزار SPSS، نسخه ۲۱ شناسایی گردیدند. در این مطالعه ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S) مورد سنجش قرار گرفت. روش PCA مورد استفاده در این تجزیه و تحلیل مبتنی بر ماتریکس همبستگی و چرخش وریماکس داده‌ها است و آن تعداد از مولفه‌ها که ریشه مشخصه آن‌ها بزرگتر از یک بود در این مطالعه انتخاب شدند (Reid and Spencer, 2009).

۳. نتایج و بحث

نتایج بررسی عوامل فیزیکی و شیمیایی در منطقه مورد مطالعه نشان داد که بیشترین میزان دما در خور ماهشهر و خور موسی (۳۱ درجه سانتیگراد) در تیر ماه و کمترین دما در بهمن ماه در خور زنگی(۱۴/۸ درجه سانتیگراد) بوده است. بیشترین میزان اکسیژن محلول در خور موسی (۸/۵۶ppm) در بهمن ماه و کمترین آن در اردیبهشت ماه در خور ماهشهر (۶/۴ppm) مشاهده گردید. بیشترین میزان pH در خور موسی (۸/۸) در اسفند ماه و کمترین آن در شهریور ماه در خور زنگی (۶/۶۸) مشاهده گردید. بیشترین میزان PAR در خور ماهشهر ($۲۶/۸e/m^2/d$) در تیر ماه و کمترین آن در آبان ماه در خور زنگی و ماهشهر ($۰/۰۱e/m^2/d$) مشاهده گردید. بیشترین میزان هدایت الکتریکی در خور زنگی (۷۴/۵ms/cm) در تیر ماه و کمترین آن در بهمن ماه در خور

[1] Sedgwick-Rafter counting chamber
[2] Gross Primary Production
[3] Respiration
[4] Net Primary Production
[5] Light bottle
[6] Dark bottle
[7] Initial Oxygen
[8] Respiration Quotient
[9] Photosynthetic Quotient

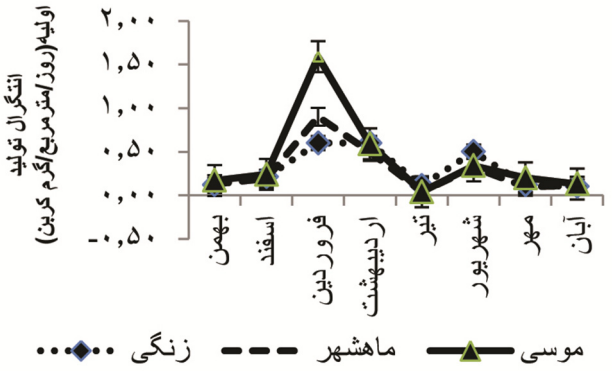
www.SID.ir

Archive of SID

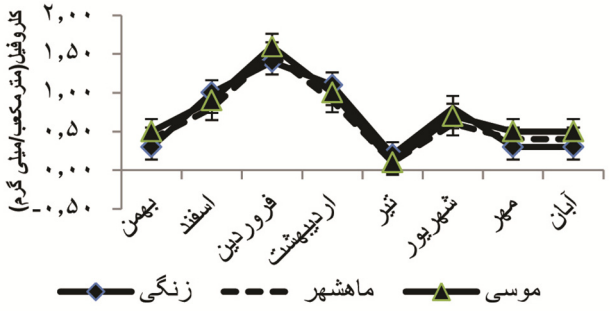
موسی (۴۵/۵ms/cm) مشاهده گردید. بیشترین میزان شوری در خور ماهشهر (۴۷/۸گرم بر لیتر) در مهر ماه و کمترین آن در بهمن ماه در خور موسی (۳۸ گرم بر لیتر) مشاهده گردید. بیشترین میزان کدورت در خور زنگی (۲۶۵/۹NTU) در اردیبهشت ماه و کمترین آن در فروردین ماه در خور ماهشهر (۶۹NTU) مشاهده گردید. بیشترین میزان عمق نوری (۷/۵ متر) در بهمن ماه در خور ماهشهر و کمترین میزان آن (۵/۳۵ متر) در اردیبهشت ماه در خور زنگی مشاهده گردید. بیشترین میزان ضریب خاموشی (۰/۶۷ متر) در اردیبهشت ماه در خور زنگی و کمترین میزان آن (۰/۴۸ متر) در بهمن ماه در خور ماهشهر مشاهده گردید. نتایج بررسی مواد مغذی در منطقه مورد مطالعه نیز نشان داد که بیشترین میزان فسفات در (۴/۱ppm) خور ماهشهر در مهر ماه و کمترین آن در خور زنگی در تیر ماه (۱/۱ppm) است.

بیشترین میزان نیترات در (۱/۶ppm) خور موسی در فروردین ماه و کمترین آن در خور موسی در فروردین ماه (۰/۰۲ppm) مشاهده گردید. بیشترین میزان سیلیکات در (۴/۸ppm) خور زنگی در اردیبهشت ماه و کمترین آن در خور موسی و ماهشهر در فروردین ماه (۰/۱ppm) مشاهده گردید. بیشترین میزان آمونیم در (۰/۵۱ppm) خور زنگی در تیر ماه و کمترین آن در خور موسی در فروردین ماه (۰/۱۱ppm) مشاهده گردید. بیشترین میزان نیتریت در (۰/۶۵ppm) خور موسی در شهریور ماه و کمترین آن در خور موسی در فروردین ماه (۰/۰۲ppm) مشاهده گردید. نتایج بررسی عوامل محیطی و مواد مغذی در ایستگاه‌ها و ماه‌های متفاوت در جدول ۱ نشان داده شده است.

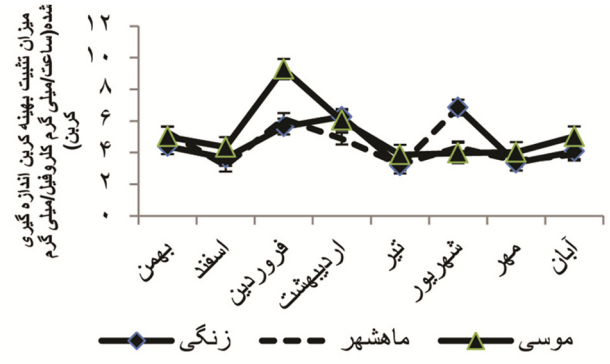
نتایج بررسی تولید اولیه، تعداد فیتوپلانکتون‌ها و کلروفیل a نشان داد که بیشترین میزان تولید اولیه در خور موسی (۱/۵۹گرم کربن بر مترمربع بر روز) در فروردین ماه و کمترین میزان آن در خور زنگی (۰/۰۲ گرم بر مترمربع بر روز) در آبان ماه است. بیشترین تعداد فیتوپلانکتون‌ها در خور موسی (۳۱۴۳۲ عدد در لیتر) در فروردین ماه و کمترین میزان آن در خور زنگی (۱۹عدد در لیتر) در مهر ماه مشاهده گردید. بیشترین میزان کلروفیل a در خور موسی (۱/۶میلی گرم بر متر مکعب) در فروردین ماه و کمترین میزان آن در خور زنگی(۰/۰۸ میلی گرم بر مترمکعب) در آبان ماه مشاهده گردید. بیشترین میزان تثبیت بهینه کربن در خور موسی (۹/۲۹ ساعت/میلی‌گرم کلروفیل/میلی‌گرم کربن) در فروردین ماه و کمترین میزان آن در خور زنگی (۱۶/ ۳ ساعت/میلی‌گرم کلروفیل/میلی‌گرم کربن) در تیر ماه مشاهده گردید. بیشترین تعداد فیتوپلانکتون‌ها در خور موسی (۳۱۴۳۲ عدد در لیتر) در فروردین ماه و کمترین میزان آن در خور زنگی (۱۹عدد در لیتر) در مهر ماه مشاهده گردید. نتایج بررسی تولید اولیه، کلروفیل a، میزان تثبیت بهینه کربن و تعداد فیتوپلانکتون‌ها در ایستگاه‌ها و ماه‌های متفاوت در شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است.



شکل ۳: تغییرات تولید اولیه در طول دوره مطالعه



شکل ۴: تغییرات کلروفیلa در طول دوره مطالعه



شکل ۵: تغییرات میزان تثبیت بهینه کربن در طول دوره مورد مطالعه

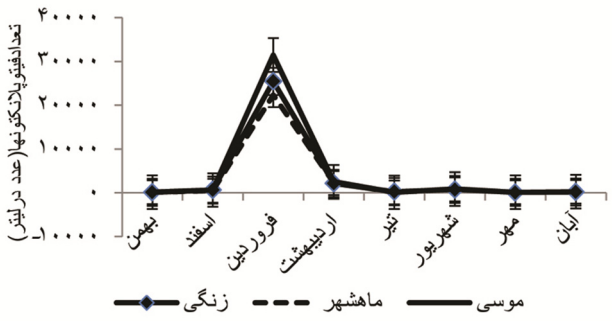
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: دامنه تغییرات عوامل محیطی مورد مطالعه در ایستگاه‌ها و ماه‌های مختلف

	ایستگاه	دما (°C)	شوری (psu)	pH	کدورت (NTU)	هدایت الکتریکی (ms/cm)	PAR ($e/m^2/d$)	اکسیژن محلول (ppm)	ضریب خاموشی (متر)	عمق نوری (متر)	فسفات (ppm)	نیترات (ppm)	نیتریت (ppm)	سیلیکات (ppm)	آمونیوم (ppm)
	۱	۱۵/۱	۴۰	۸/۰۱	۹۱	۴۸/۱	۱۷/۱	۷/۹۸	۰/۴۹	۷/۲۵	۲	۰/۳	۰/۳	۱/۹	۰/۴۲
بهمن	۲	۱۵/۲	۴۲	۸/۰۲	۸۹	۴۶/۷	۱۶/۴	۸/۳۲	۰/۴۸	۷/۵	۲/۴	۰/۲۸	۰/۲۸	۱/۷	۰/۳۱
	۳	۱۵/۸	۳۸	۸/۰۲	۹۹	۴۵/۵	۱۷/۹	۸/۵۶	۰/۴۹	۷/۳۲	۲/۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۱/۸	۰/۳۲
	۱	۱۵/۷	۴۵	۸/۲۴	۱۲۴	۷۰/۸	۲۰/۴	۷	۰/۴۹	۷/۲۵	۱/۸	۰/۲۸	۰/۲۸	۱/۸	۰/۳۷
اسفند	۲	۱۷/۴	۴۵	۸/۲	۸۶	۶۹/۴	۱۹/۶	۷/۳	۰/۴۹	۷/۳۷	۲/۳	۰/۱۷	۰/۱۷	۲/۱	۰/۲۷
	۳	۱۸/۸	۴۴	۸/۸	۹۶	۶۸/۵	۱۷/۴	۷/۴	۰/۵۵	۶/۵	۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۲/۲	۰/۲۹
	۱	۲۵	۴۲	۸/۴	۱۲۵	۶۶/۶	۱۹/۴	۸/۴	۰/۶	۶	۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۵	۰/۳۵
فروردین	۲	۲۵	۴۳	۸/۳	۶۴	۶۳/۴	۱۸/۶	۸/۴	۰/۵۶	۶/۳۷	۲/۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۳	۰/۴
	۳	۲۴/۹	۴۲	۸/۲	۱۴۰	۶۴/۳	۱۵/۳	۸/۵	۰/۵۷	۶/۲۵	۲/۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۲	۰/۲۵
	۱	۳۰/۲	۴۶	۷/۴۶	۲۳۳/۸	۷۳/۴	۲۵/۲	۶/۷	۰/۶۷	۵/۳۵	۱/۵	۰/۱	۰/۱	۴/۸	۰/۳۸
اردیبهشت	۲	۳۰	۴۵	۷/۴۵	۱۸۶	۷۲/۴	۲۴/۷	۶/۸	۰/۶۴	۵/۶۲	۱/۹	۰/۲	۰/۲	۴	۰/۳۹
	۳	۲۹/۵	۴۵	۷/۴۶	۲۲۳	۷۲/۷	۲۲	۶/۷۱	۰/۶۴	۵/۶	۱/۷	۰/۰۹	۰/۰۹	۳/۸	۰/۳
	۱	۳۰	۴۶	۸/۲۵	۱۱۴	۷۳/۸	۲۵/۶	۸	۰/۵۹	۶/۱۲	۱/۱۵	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۳	۰/۴۵
تیر	۲	۳۱	۴۵	۸/۱	۹۱	۷۳/۶	۲۶/۸	۸/۱	۰/۵۵	۶/۵	۱/۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۴۵	۰/۴۶
	۳	۳۱	۴۵	۸/۲	۹۲	۷۰/۴	۲۰/۹	۸/۲	۰/۵۷	۶/۵	۱/۲۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۴۲	۰/۴۲
	۱	۲۹/۹	۴۶	۷/۷	۱۱۰	۶۲/۹	۲۰/۳	۸/۱	۰/۵۶	۶/۳۷	۱/۵	۰/۱۱	۰/۱۱	۱/۷	۰/۳۷
شهریور	۲	۳۰	۴۵	۷/۶	۹۲	۶۱/۹	۱۸/۹	۸/۲	۰/۵۴	۶/۶۲	۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۱/۳	۰/۳۸
	۳	۳۰	۴۵	۷/۷	۱۰۱	۶۰/۲	۱۹/۵	۸/۳	۰/۵۵	۶/۲۵	۱/۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۱/۲	۰/۲۹
	۱	۳۰	۴۷	۸	۱۴۰	۵۶/۸	۱۴	۸/۱	۰/۶	۶	۳	۰/۲۱	۰/۲۱	۱/۴	۰/۴
مهر	۲	۳۰	۴۷	۷/۸	۶۹	۵۵/۶	۱۳/۴	۸/۳	۰/۵۴	۶/۶۲	۳/۸	۰/۱۲	۰/۱۲	۱/۳	۰/۳۱
	۳	۲۹/۸	۴۶	۷/۹	۹۱	۵۴/۴	۱۲/۲	۸/۴	۰/۵۳	۶/۷۵	۳/۷	۰/۱۳	۰/۱۲	۱/۳	۰/۴۱
	۱	۲۱	۴۷	۷/۴۵	۱۵۱	۵۰/۷	۱۵/۵	۶/۹	۰/۵۷	۶/۳۵	۲/۸	۰/۲۶	۰/۲۶	۱/۵	۰/۳۹
آبان	۲	۲۱/۴	۴۶	۷/۴	۱۰۱	۵۱/۴	۱۴/۸	۷/۱	۰/۵۴	۶/۶۲	۳/۲	۰/۱۹	۰/۱۹	۱/۱	۰/۳۴
	۳	۲۰	۴۶	۷/۵	۱۰۲	۴۸/۴	۱۲	۷/۲	۰/۵۳	۶/۷۵	۳/۱	۰/۲	۰/۲	۱/۲	۰/۳۵
میانگین و انحراف معیار		۲۴/۸۶ ±۶/۰۱	۴۴/۵ ±۲/۲۶	۷/۹۲ ±۰/۳۷	۱۱۷/۲ ±۴۳/۵	۶۱/۷۴ ±۹/۶	۱۸/۶۶ ±۴/۱۶	۷/۷۹ ±۰/۶۴	۰/۵۵ ±۰/۰۵	۰/۵۶ ±۶/۴	۲/۲۳ ±۰/۷۴	۰/۱۶ ±۰/۰۷	۰/۰۷ ±۰/۱۶	۱/۵۹ ±۱/۱۷	۰/۳۵ ±۰/۰۵

* ایستگاه ۱: خور زنگی، ایستگاه ۲: خور ماهشهر، ایستگاه ۳: خور موسی



شکل ۶: تغییرات تعداد فیتوپلانکتون‌ها در ماه‌ها و ایستگاه‌های مختلف

نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف نشان داد که عوامل زیست محیطی آب دریا از توزیع نرمال برخوردار هستند ($P>0/05$). همچنین در این بررسی ضریب کایزر (KMO) برابر ۰/۵۲ بدست آمد که مقدار قابل قبولی در این بررسی به شمار می‌آید.

آزمون بارتلت نیز معنی‌دار بودن این نتایج را در خصوص مناسب بودن تعداد نمونه‌ها برای تجزیه و تحلیل نشان داد.

مطابق روش PCA، چهار مولفه اصلی (PC) بدست آمد که ریشه مشخصه آنها بزرگتر از یک بود (جدول ۲). چهار مولفه اصلی در مجموع ۸۳/۵۳ درصد از تغییرات را در بر می‌گرفتند. مطابق جدول ۲ مولفه اول ۳۸/۹۲ درصد، مولفه دوم ۲۰/۸۷ درصد و مولفه سوم و چهارم به ترتیب ۱۲/۹۷ و ۱۰/۷۶درصد از کل اطلاعات را در خود جای داده است. نتایج ضرایب مولفه‌های اصلی بر کلیه عوامل محیطی مورد مطالعه در جدول ۳ آمده است.

در این بررسی عوامل ضریب خاموشی، عمق نوری، نیترات، نیتریت، هدایت الکتریکی، کلروفیل a، میزان تثبیت بهینه کربن، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها، دما و PAR همبستگی بالایی با مولفه اول، عوامل سیلیکات، pH، اکسیژن محلول، کدورت، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و شوری همبستگی بالایی با مولفه دوم، عوامل میزان تثبیت بهینه کربن و آمونیوم همبستگی بالایی با مولفه سوم و عامل فسفات همبستگی بالایی با مولفه چهارم نشان دادند (جدول ۳).

www.SID.ir

Archive of SID

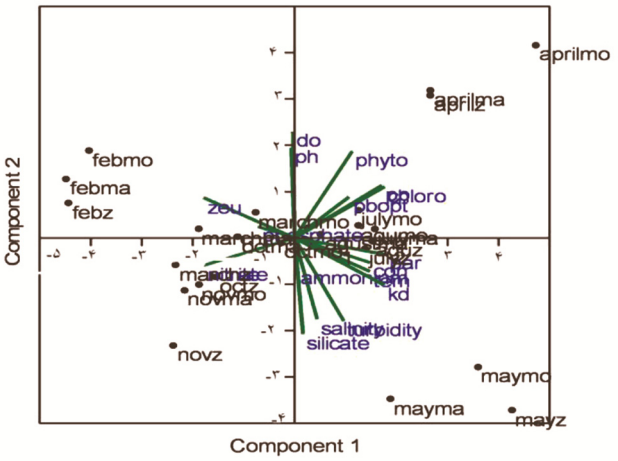
جدول ۲: واریانس هر یک از مولفه‌ها در روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA)

مولفه‌های اصلی	وزن مولفه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۷/۰۰۷	۳۸/۹۲۵	۳۸/۹۲۵
۲	۳/۷۵۸	۲۰/۸۷۶	۵۹/۸۰۲
۳	۲/۳۳۵	۱۲/۹۷۰	۷۲/۷۷۲
۴	۱/۹۳۷	۱۰/۷۶۳	۸۳/۵۳۵
۵	۰/۹۶۷	۵/۳۷۴	۸۸/۹۰۹
۶	۰/۷۵۱	۴/۱۷۰	۹۳/۰۸۰
۷	۰/۳۷۵	۲/۰۸۳	۹۵/۱۶۲
۸	۰/۳۲۶	۱/۸۱۳	۹۶/۹۷۵
۹	۰/۲۱۱	۱/۱۷۰	۹۸/۱۵۴
۱۰	۰/۱۳۳	۰/۷۳۷	۹۹/۸۸۲
۱۱	۰/۰۹۱	۰/۵۰۶	۹۹/۳۸۸
۱۲	۰/۰۴۸	۰/۲۶۶	۹۹/۶۵۴
۱۳	۰/۰۲۵	۰/۱۳۹	۹۹/۷۹۳
۱۴	۰/۰۱۸	۰/۱۰۲	۹۹/۹۶۶
۱۵	۰/۰۱۴	۰/۰۷۶	۹۹/۸۹۵
۱۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۱	۹۹/۹۷۱
۱۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۱۰۰/۰۰۰
۱۸	۷/۷۹۰ × ۱۰$^{-۵}$	۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰

جدول ۳: ضرایب سه مولفه اصلی اول (PC1, PC2, PC3, PC4) برای هر یک از عوامل محیطی بر اساس ماتریس همبستگی (ضرایب بزرگ‌تر از ۰/۵ به صورت پررنگ مشخص شده اند.)

عوامل محیطی	مولفه های اصلی			
	PC1	PC2	PC3	PC4
PAR	**۰/۸۸۲**	-۰/۰۷۵	-۰/۳۷۳	۰/۱۹۶
عمق نوری	**-۰/۸۶۸**	-۰/۲۳۳	۰/۰۹۲	۰/۲۸۸
نیترات	**-۰/۸۶۶**	-۰/۳۲۴	-۰/۰۶۷	۰/۲۴۶
نیتریت	**-۰/۸۶۳**	-۰/۲۳۳	۰/۰۹۸	۰/۲۹۷
ضریب خاموشی	**۰/۸۴۹**	-۰/۳۷۱	۰/۱۷۳	-۰/۱۶۲
کلروفیلa	**۰/۸۴۱**	۰/۴۲۸	۰/۰۰۵	۰/۲۷۰
تولید اولیه	**۰/۷۶۹**	۰/۳۷۲	۰/۲۳۹	۰/۰۶۴
دما	**۰/۷۳۷**	-۰/۲۱۱	-۰/۴۶۳	-۰/۲۶۰
هدایت الکتریکی	**۰/۷۳۶**	-۰/۱۴۵	-۰/۲۱۸	۰/۵۳۹
اکسیژن محلول	-۰/۰۳۴	**۰/۸۱۱**	-۰/۲۷۳	-۰/۲۳۵
سیلیکات	۰/۰۸۶	**-۰/۷۳۳**	۰/۴۷۷	۰/۲۲۶
pH	-۰/۰۷۲	**۰/۷۱۳**	-۰/۱۹۰	۰/۴۷۷
فراوانی فیتوپلانکتون‌ها	**۰/۵۲۳**	**۰/۶۵۵**	۰/۳۹۰	-۰/۰۷۶
میزان تثبیت بهینه کربن	**۰/۵۲۰**	-۰/۴۴۳	**۰/۶۳۰**	۰/۲۱۴
شوری	۰/۲۶۲	-۰/۶۰۱	-۰/۴۸۶	-۰/۳۳۰
کدورت	۰/۴۴۱	۰/۲۹۷	**۰/۷۱۷**	-۰/۰۹۲
آمونیوم	۰/۰۵۵	-۰/۱۸۱	**-۰/۶۰۲**	۰/۱۸۸
فسفات	-۰/۳۳۵	۰/۰۵۱	۰/۱۰۹	**-۰/۸۱۶**

استفاده از هر چهار مولفه به منظور تعیین مهم‌ترین عوامل زیست محیطی متاثر در تولید اولیه به دلیل پیچیدگی زیاد می‌تواند منجر به اشتباه شده و نتایج منفی به بار آورد. با این حال تجسم صحیح فضای دو بعدی یا سه بعدی و استفاده از نمودارها می‌تواند مفید تر باشد. بردارها در شکل ۷ مربوط به صفات اندازه‌گیری شده و طول، جهت و زاویه بین آنها دربرگیرنده اطلاعاتی در مورد همبستگی عوامل است. شکل ۷ وابستگی PC1 وPC2 را در یک فضای دوبعدی نشان می‌دهد. در شکل ۷ عواملی که بزرگترین بردار ویژه مثبت یا منفی (قدر مطلق) را با PC1 و PC2 نشان می‌دهند، مهمترین عواملی هستند که مد نظر قرار دادن آنها در مطالعات صحرایی و نمونه‌برداری حائز اهمیت است. ملاحظه می‌شود که تولید اولیه بیشترین رابطه را با عوامل نیترات، نیتریت، PAR، عمق نوری، ضریب خاموشی، هدایت الکتریکی، دما و کلروفیل نشان می‌دهد.



شکل ۷: رابطه عوامل محیط زیستی با مولفه اول (PC1) و دوم (PC2) (شماره ایستگاه و ماه‌های نمونه‌برداری، m: ایستگاه دهانه خور موسی، ma: ایستگاه ماهشهر، z: ایستگاه خور زنگی)

در بررسی حاضر در پی شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها در فروردین ماه بیشترین مقدار تولید اولیه و کلروفیل و کمترین میزان در آبان ماه ثبت گردید. Hirawake (1998) نیز در جنوب خلیج فارس بیشترین میزان تولید اولیه (۱/۲۷ روز/مترمربع/گرم کربن) را در فروردین ماه و کمترین میزان (۰/۱۲ روز/مترمربع/گرم کربن) را در مهر ماه گزارش کرده است. همچنین Al-Yamani (2006) در خلیج کویت بیشترین میزان تولید اولیه (۲/۳۶ روز/مترمربع/گرم کربن) را در آوریل و کمترین آن را در اکتبر (۰/۰۱ روز/مترمربع/گرم کربن)گزارش کرده است. مطالعات دیگر محققین نشان داده است که میزان بالای تولید اولیه در زمان شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها است (Jointand and Groom, 2000). در اردیبهشت ماه کاهش یکباره تولید اولیه در منطقه وجود داشت که علت آن افزایش تعداد زئوپلانکتون‌ها و چرای آن‌ها از فیتوپلانکتون‌ها است. بر اساس مطالعه محققین در منطقه حاضر، بیشترین چرای زئوپلانکتون‌ها در اردیبهشت ماه گزارش شده است (دهقان مدیسه، ۱۳۹۱). Dallolmo و Gitelson (۲۰۰۵) کاهش یک‌باره تولید اولیه را بعد از فصول شکوفایی چرای

www.SID.ir

Archive of SID

زئوپلانکتونی دانسته‌اند. طبق مطالعات صورت گرفته در منطقه حاضر، حاصلخیزی در فصل زمستان بالا نیست ولی در فصل بهار بیشترین حاصلخیزی و تولید اولیه در منطقه وجود دارد. زیرا تولید اولیه با فصل و مدار جغرافیایی و تغییرات روشنایی تغییر می‌کند که این امر ناشی از شرایط مطلوب محیطی در طی ماه‌های گرمتر جهت رشد جلبک‌ها است (خلفه نیلساز، ۱۳۷۸). محققین گزارش نموده اند که در بهار، زمانی که آب متلاطم می‌شود عناصر بیوژنی که در زمستان احیا شده‌اند به لایه‌های سطحی منتقل شده و افزایش شدت نور همراه با افزایش دما باعث رشد جلبک‌ها می‌شود (Oreilly et al., 2000). طبق نظر محققین به علت افزایش بارندگی و نیز افزایش تلاطم آب در فصول سرد میزان کدورت در ماه‌های زمستان بیشتر از تابستان بوده، لذا این فاکتور از عوامل محدود کننده تولید اولیه محسوب می‌شود (حبیبی خالدی، ۱۳۷۸). از دیگر عوامل محدود کننده تولید اولیه در زمستان قابلیت دسترسی انرژی نورانی خورشید است (Amin, 2010). در فصل بهار به دلیل افزایش ورود آب‌های شیرین و بادهای منطقه‌ای و گرد و خاک آشفتگی پدیدار می‌گردد که در افزایش تعداد سلول‌های فیتوپلانکتون‌ها بی تاثیر نخواهد بود (Martin, 2004).

داده‌های محیطی از تغییرپذیری زیادی و در عین حال از روابط درونی نیز برخوردار هستند، در نتیجه تفسیر و شناسایی آنها دشوار و زمان بر خواهد بود. در تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی در این روش تعداد اندکی از مولفه‌های اصلی بیانگر بخش مهم و زیادی از کل اطلاعات هستند. در این بررسی نیز نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، چهار مولفه اصلی را با ریشه مشخصه بزرگتر از یک بدست آورد. هر یک از مولفه‌ها ترکیب خطی از ۱۸ متغیر اولیه بوده و در برگیرنده واریانس آنها نیز هستند. از این رو عوامل محیطی مورد ارزیابی از نظر ۱۸ صفت به راحتی با تعداد کمی از مولفه‌های جدید که با یکدیگر همبستگی ندارند قابل توجیه بوده و این موضوع در فضای دوبعدی و سه بعدی نیز قابل نمایش است. برای مثال مولفه اول بر برتری عواملی مثل ضریب خاموشی، عمق نوری، نیترات، نیتریت، هدایت الکتریکی، کلروفیلa، میزان تثبیت بهینه کربن، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها، دما و PAR تاکید دارد، درحالی‌که مولفه دوم توجه به عوامل سیلیکات، pH، اکسیژن محلول، کدورت، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها و شوری و مولفه سوم به عوامل میزان تثبیت بهینه کربن و آمونیوم و مولفه چهارم به عامل فسفات تاکید دارد. همچنین نتایج حاصل از نمودار دو بعدی در این مطالعه نشان داده است که تولید اولیه بیشترین رابطه را با عوامل نیترات، نیتریت، PAR، عمق نوری، ضریب خاموشی، هدایت الکتریکی، دما و کلروفیل a دارد. نگاهی به عوامل محیطی که توسط محققان مختلف برای مطالعه تولید اولیه مد نظر قرار گرفته است، تایید کننده نتایج حاصل از این پژوهش است. برای مثال Sharada (2000) طی مطالعه‌ای روی خلیج بنگال مهمترین عوامل موثر بر تولید اولیه را مواد مغذی و نور دانسته است. Manna و همکاران (۲۰۱۲) نیز طبق مطالعه‌ای در خوریات هند مهمترین عوامل موثر روی تولید اولیه را کدورت و مواد مغذی گزارش کرده اند. مهمترین تغییرات میزان کلروفیلa ملاکی برای تغییرات خصوصیات زیست محیطی و نوسان بار مواد مغذی بوده و همواره افزایش میزان کلروفیلa در یک بوم‌سامانه آبی شاخصی از افزایش تولید اولیه است (Smith et al., 2002). ترکیب گونه‌های فیتوپلانکتونی، غنای گونه‌ای، تراکم جمعیت و تولید اولیه در سواحل و دریاهای مختلف بستگی زیادی به تغییرات هیدروبیولوژی آب دارد، از جمله مهمترین این عوامل تغییرات دما، نفوذ نور، مواد مغذی و چرای زئوپلانکتونی است (Prabhahar et al., 2011). مطالعات صورت گرفته در خوریات مناطق زیر استوایی جهان نشان داده است نیتروژن و فسفات هر دو می‌توانند عامل محدود کننده باشند و میزان محدودیت هر کدام بستگی به فصل و شرایط محلی بوم-سامانه دارد (Longhurst et al., 1995). همچنین نتایج این مطالعات نشان داده است که غلظت فسفات در خورها چندین برابر مقادیر فسفر در مناطق مصبی دیگر است (Lazzari et al., 2012). در مورد سیلیکات نیز غلظت این ماده در خوریات کمتر از مناطق مصبی دیگر است. این امر شاید به دلیل مصرف بیشتر سیلیکات توسط دیاتومه‌ها برای ساختن اسکلت ساختمانی خود باشد (نصراله زاده ساروی و همکاران، ۱۳۹۱). به طور کلی غلظت نوترینت‌ها در بوم‌سامانه‌های آبی بستگی به نوع سنگ‌های غالب منطقه، پساب‌های کشاورزی، فضولات دامی، سیلاب‌های فصلی و سایر آلاینده‌های محیطی از قبیل کانال خروجی کارگاه-های تکثیر و پرورش آبزیان دارد (Plessis, 2007). مطالعات محققین نشان داده است که مواد مغذی از عوامل موثر بر تولید اولیه بوده به طوریکه همواره رابطه منفی بین تولید اولیه و مواد مغذی وجود دارد (Longhurst et al., 1995). از آنجاکه خلیج فارس عمدتا در ناحیه گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده است و نیز با توجه به شرایط بوم‌شناختی خاص آن، مواد مغذی

www.SID.ir

Archive of SID

در این نواحی عامل محدود کننده و کنترل کننده اصلی تولید اولیه هستند (سالاری و همکارن، ۱۳۸۳). با توجه به قرار گرفتن خلیج فارس در عرض‌های جغرافیایی گرمسیری و نیمه گرمسیری دما دارای نقش کمتری در کنترل تولید اولیه نسبت به مواد مغذی است، اما به هر حال نقش آن مهم است (پارسامنش، ۱۳۷۳). مقایسه میزان تولید اولیه در مناطق حاضر با دیگر مناطق جهانی نشان می‌دهد که در این خوریات تولید اولیه در سطح متوسطی است (جدول ۴).

جدول ۴: تولید نسبی انواع بوم‌سامانه‌های جهان (Colinvaux, 1993)

تولید اولیه	بوم‌سامانه
زیاد (۳۵۰< گرم کربن/متر مربع/ سال)	جنگل‌ها، تالاب‌ها و خوریات و صخره‌های مرجانی
متوسط (۳۵۰-۷۰ گرم کربن/متر مربع/ سال)	مراتع، مناطق فراجوشی، دریاچه‌ها
کم (<۷۰ گرم کربن/متر مربع/سال)	توندرا، بیابان، اقیانوس‌ها

مقایسه این مطالعه با دیگر مطالعات انجام شده در سال‌های قبل (خلفه نیلساز،۱۳۷۷؛ حبیبی خالدی، ۱۳۷۸) کاهش تولید اولیه، میزان فیتوپلانکتون‌ها و کلروفیلa را نشان می‌دهد. از دلایل احتمالی، این مسئله را می‌توان افزایش آلودگی‌های سمی ناشی از پتروشیمی‌ها و کارخانجات صنعتی احداث شده در منطقه و افزایش کدورت ناشی از آن‌ها و گرد و غبارهای منطقه‌ای بالا در این سال‌ها دانست (حویزاوی و همکاران، ۱۳۹۳).

۴. نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین مقدار تولید اولیه و کلروفیل a در فروردین ماه و کمترین میزان آنها در آبان ماه است. همچنین مهمترین عوامل موثر بر تولید اولیه ضریب خاموشی، عمق نوری، نیترات، نیتریت، هدایت الکتریکی، کلروفیل a، میزان تثبیت بهینه کربن، فراوانی فیتوپلانکتون‌ها، دما و PAR است. مقایسه این مطالعه با دیگر مطالعات انجام شده در سال‌های قبل کاهش تولید اولیه، میزان فیتوپلانکتونها و کلروفیل a را نشان داده است. همچنین مقایسه میزان تولید اولیه در مناطق مورد مطالعه حاضر با دیگر مناطق جهانی نشان می دهد که در این خوریات تولید اولیه در سطح متوسطی است.

منابع

احمدی، م.، ۱۳۷۴. برآورد تولید اولیه از طریق روش اندازه‌گیری کلروفیل a در تنگه هرمز، آب‌های همجوار با جزیره هرمز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال، ۴۶۰ صفحه.

پارسا منش، ا.، ۱۳۷۳. بررسی مقدماتی هیدروبیولوژی خوریات استان خوزستان، گزارش نهایی طرح، مرکز تحقیقات آبزی پروری جنوب کشور، ۴۴۰ صفحه.

ربانی ها، م.؛ ایزدپناهی، غ.؛ محسنی‌زاده، ف.؛ عوفی، ف.، ۱۳۹۱. تغییرات اجتماع پلانکتون‌ها در آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر، نشریه اقیانوس‌شناسی، دوره ۳، شماره ۱۱، صفحات ۳۱-۲۱.

رحیمی بشر، م.؛ اسماعیلی ساری، ع.؛ فاطمی، س.؛ نظامی، ش.؛ جوانشیر، آ.؛ علیپور، و.، ۱۳۸۸. تغییرات زمانی و مکانی عوامل غیر زیستی، کلروفیلa و تولید اولیه پلاژیک مصب رودخانه سفیدرود، مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی، سال اول، دوره۴، صفحات ۲۴-۱۱.

دهقان مدیسه، س.، ۱۳۹۱. پایش تغییرات ترکیب گونه‌ای در اطراف زیستگاه‌های مصنوعی احداث شده در سواحل خوزستان و نقش آن در افزایش تنوع و تولید. طرح تحقیقاتی، مرکز آبزی پروری جنوب، اهواز، ایران. ۲۳۵ صفحه.

سالاری، م.؛ زمانی جمشیدی، م.؛ پورسیف، ی.؛ خالقی، ع.؛ بهرامی، ب.، ۱۳۹۰. بررسی عوامل کنترل کننده تولید اولیه در خلیج فارس. همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست. صفحات ۵۸-۴۵.

سواری، ا.؛ شفایی پور، آ.، ۱۳۸۳. ارتباط غذایی پرندگان ساحلی و آبزیان خوریات موسی (ماهشهر-خلیج فارس). مجله علوم دریایی ایران، دوره ۳، شماره۳، صفحات ۴۹-۳۹.

حبیبی خالدی، ط.، ۱۳۷۸. بررسی تاثیر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بر روی تولید اولیه و کلروفیل در خو ریات موسی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۲۰۰ صفحه.

حویزاوی، ش.؛ سواری، ا.؛ دهقان مدیسه، س.؛ دوست شناس، ب.؛ صفاهیه، ع.؛ پاشازانوسی، ح.؛ اخوت، ن.، ۱۳۹۳. ارزیابی سلامت اکولوژیک نواحی ساحلی و خوریات خوزستان با استفاده از شاخص BOPA و BOPA-m. مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۱۳، شماره ۳. صفحات ۱۰-۱.

خلفه نیلساز.، ع.، ۱۳۷۷. بررسی تولید اولیه در خوریات ماهشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر. ۱۷۸

www.SID.ir

Archive of SID

صفحه.

خلفه نیلساز، ع.، ۱۳۸۷. برآورد تولیدات اولیه، سطح تروفیک و توان اولیه دریاچه سد کرخه. سومین کنفرانس مدیریت منابع آب. صفحات ۷۷-۶۲.

نصراله زاده ساروی، ح.؛ پورغلام، ر.؛ واحدی، ف.؛ مخلوق، آ.؛ صفوی، س.، ۱۳۹۱. روند تغییرات ماکرونوترینت (مواد مغذی) آب در سواحل ایرانی حوزه جنوبی دریای خزر، نشریه اقیانوس‌شناسی، دوره ۳، شماره ۱۱، صفحات ۵۳-۴۳.

هدایتی فرد، م.؛ موسوی ندوشن، ر.؛ خم خاجی، ن.؛ وحیدی، ف.، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر نوترینت ها بر تولید اولیه و تراکم پلانکتونهای دریاچه ولشت. مجله زیست شناسی کاربردی، دوره ۳، شماره۴، صفحات ۹۴-۷۷.

Al-Yamani, F.; Subba Rao, D.; Mharzi, A.; Ismail, W.; Al-Rifaie, K., 2006. Primary production off Kuwait, an arid zone environment, Persian Gulf, International Journal of Oceans and Oceanography, 1(1): 85-65.

Amin, R., 2010. Sediment and shallow coastal water detection utilizing MODIS land channels over Gulf of Martaban. Applied Physics Research, 2(2): 61-71.

Arrigo, K., 2008. Primary production in the Southern Ocean, Journal of Geophysical Research, 113(4): 112-122.

Colinvaux, P.A., 1993. Ecology 2. Second edition. John Wiley, New York. 349P.

Dallolmo, G.; Gitelson, A., 2005 Effect of bio-optical parameter variability on the remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters: experimental results. Applied Optics, 44(3): 412-422.

Hirawake, T.; Tobita, K.; Ishimaru, T.; Satoh, H.; Morinaga, T., 1998. Primary production in the ROPME area. In: A. Otsuki et al. (Eds.) offshore environment of the ROPME sea area after the War-Related Oil Spills, Terra Scientific Publishing Co. (TERRAPUB), Tokyo, 181-191PP.

Joint, I.; Groom, S.B., 2000. Estimation of phytoplankton production from space: current status and future potential of satellite remote sensing. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 250(6): 233-255.

Kalytyte, D., 2007. Summer phyto-plankton in deep Lithuanian lakes, Journal of ecology, 53(4) 52-58 .

Lazzari, P.; Solidoro1, C.; Ibello1, V.; Salon1, S.; Teruzzi1, A.; B´eranger, K.; Colella, S.; Crise, A., 2012. Seasonal and inter-annual variability of plankton chlorophyll and primary production in the Mediterranean Sea: a modelling approach, Biogeosciences, 9(5): 217-233.

Levinton, J., 1995. Marine biology: function, biodiversity, ecology. Oxford University Press, New York. 134P.

Leymarie, E.; Doxaran, D.; Babin, M., 2010. Uncertainties associated to measurements of inherent optical properties in natural waters, Applied Ecology, 49(28): 5415-5436.

Longhurst, A.; Sathyendranath, S.; Platt, T.; Caverhill, C., 1995. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. Journal of Plankton Research, 17(7): 1245-1271.

Manna, S.; Chaudhuri, K.; Sarma, S.; Naskar, P., 2012. Somenath bhattacharyya1 and maitree bhattacharyya, Interplay of physical, chemical and biological components in estuarine ecosystem with special reference to sundarbans, India. Journal of Ecology and the Natural Environment, 5(12): 23-45.

Martin, S., 2004. An introduction to ocean remote sensing. Cambridge University Press, 124-185PP.

O'Reilly, J.; Maritorena, S.; Mitchell, B.; Siegel, D.; Carder, K.; Kahru, M.; Garver, S.; McClain, C., 2000. Ocean color algorithms for SeaWiFS. Journal of Geophysical Research, 103(24): 937-953.

Plessis, D., 2007. Impacts of cage aquaculture on the farm dam ecosystem and its use as a multipurpose resource: Implications for irrigation. University of Stellenbosch. 145PP.

Prabhahar, C.; Saleshrani, K.; Enbarasan R., 2011. Studies

www.SID.ir

Archive of SID

Smith, V.; Tilman, G.; Nekola, J., 1999. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. Environmental Pollution, 100(5): 179-196.

Smith, E.; Harding, L.; Mallone, M.; Kemp, R., 2002. Variation in fresh water input to Cheasapeak Bay, Marine ecology progress series. USA.

Wetzel, R.; Likens, G., 1991. Limnological analyses, second edition, Springer, New York. 234P.

on the ecology and distribution of phytoplankton biomass in Kadalur coastal zone Tamil nadu, Indian Current Bulletin, 2(3): 26-30.

Reid, M.K.; Spencer, K.L., 2009. Use of principal components analysis (PCA) on estuarine sediment datasets: The effect of data pre-treatment. Environmental Pollution, 157(12): 2275-2281.

Sharada, M.K.; Yajnik, K.S., 2000. Seasonal variation chlorophyll and primary production in Bengal bay, Indian Academic Science, 1(2): 33-42.

www.SID.ir