بررسی وقوع و گسترش کشند قرمز در خلیج فارس و دریای عمان با تحلیل داده های سنجنده MODIS

صمد حمزه ئی[۱]، محمد صدیق مرتضوی[۲]، عباسعلی علی اکبری بیدختی[۳]، ابوالحسن غیبی[۴]

چکیده

وقوع پدیده کشند قرمز از نوع Cochlodinium polykrikoides در پاییز و زمستان ۱۳۸۷ در سواحل خلیج فارس و دریای عمان باعث به وجود آمدن شرایطی شد که بسیاری از سازمانهای دریایی و زیست محیطی را غافلگیر کرد. این پدیده با مرگ بیش از سی تن آبزی در سواحل استان هرمزگان باعث کاهش مصرف آبزیان توسط مردم گردید.

در این تحقیق از داده ها و تصاویر سنجنده MODIS که از ماهواره های Aqua و Terra دریافت شد استفاده شده است، که با ساخت الگوریتمهای محلی خلیج فارس و دریای عمان ، تصاویر کلروفیل و دما به دست آمد. الگوریتم محلی با اندازه گیریهای میدانی ، تصاویر حقیقی ماهواره ای و مشاهدات سنجش از دور مطابقت داده شد و ضرایب طیفی این الگوریتم تصحیح گردید که در نهایت نتایج مفیدی از میزان و گسترش شکوفایی مضر جلبکی به دست آمد.

نتایج این تحقیق با استفاده از داده های دریافت شده برای دما نشان داد که کاهش دمای آب تا $^{\wedge}$c ۲۵ باعث افزایش کشند قرمز شده است. تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که در مناطقی که شکوفایی مضر جلبکی (کشند قرمز) رخ داده است کلروفیل و کربن آلی آب افزایش می یابد.در شهرهای صنعتی پر جمعیت حاشیه تنگه هرمز تراکم جلبکی کشند قرمز بیشتر است و جریان اصلی آب ورودی به خلیج فارس در انتقال کشند قرمز به نواحی غربی تر خلیج فارس موثر بوده است. بیشترین تراکم و رشد کشند قرمز توسط ماهواره در شمال تنگه هرمز قابل رویت می باشد که نزدیک به ۹ ماه در این منطقه ماندگار بوده است.

کلید واژه: کشند قرمز، خلیج فارس، شکوفایی مضر جلبکی، سنجنده MODIS

زمینه و هدف

پدیده ای که به عنوان کشند قرمز یا رشد انفجاری جلبکهای تک سلولی در دریاها مطرح است با نام شکوفایی مضر جلبکی (Harmful Algal Bloom) شناخته می شود، این پدیده با گسترش و افزایش تراکم این جلبکها به عنوان یک مشکل در دریاها و اقیانوسها مطرح است و با مرگ و میر ماهیها ، صدفها و دیگر موجودات دریایی در زمینه های اقتصادی، اکولوژیکی و بهداشتی تاثیرات نامطلوبی می گذارد. اثرات مخرب این پدیده بر توریسم، کاهش ذخایر آبزیان و به خطر افتادن سلامتی موجودات و انسانها ناشی از انتقال سم موجود در جلبک به ماهیها و صدفها و در نهایت به انسان می شود. افزایش روز افزون فعالیتهای صنعتی بشر باعث آلودگی بیشتر دریاها، اقیانوسها و مواد مغذی موجود در آن شده که اثراتی مانند افزایش شکوفایی جلبکهای مضر را در پی داشته است. [۱]

کشند قرمز در سواحل آسیایی اقیانوس آرام به طور متناوب تکرار می شود که برای اولین بار در سال۱۹۶۱ شکوفایی جلبکی مضر از نوع Cochlodinium polykrikoides درسواحل پورتوریکو در دریای کارائیب توسط Margalef (۱۹۶۱), به ثبت رسید. اما بیشترین شکوفایی این جلبک در سواحل شبه جزیره کره به ثبت رسیده که در سال ۱۹۹۵ خساراتی بالغ بر ۹۵ میلیون دلار آمریکا به صنعت شیلات این کشور وارد نمود و نزدیک به هشت هفته در سواحل کره حضور داشت (Kim, ۱۹۹۸).

شکوفایی جلبکی مضر که در سواحل کره به وقوع می پیوندد معمولا از اواخر تابستان شروع شده و تا پاییز ادامه می یابد و اثراتی مانند کاهش اکسیژن موجود در آب دریا، مرگ و میر صدفها و آبزیان شیلاتی و تغییراتی در آنزیمهای حیاتی این موجودات دارد. [۲]

---

[۱]. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، sh_hamzei@yahoo.com ،

[۲]. رئیس پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان

[۳]. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

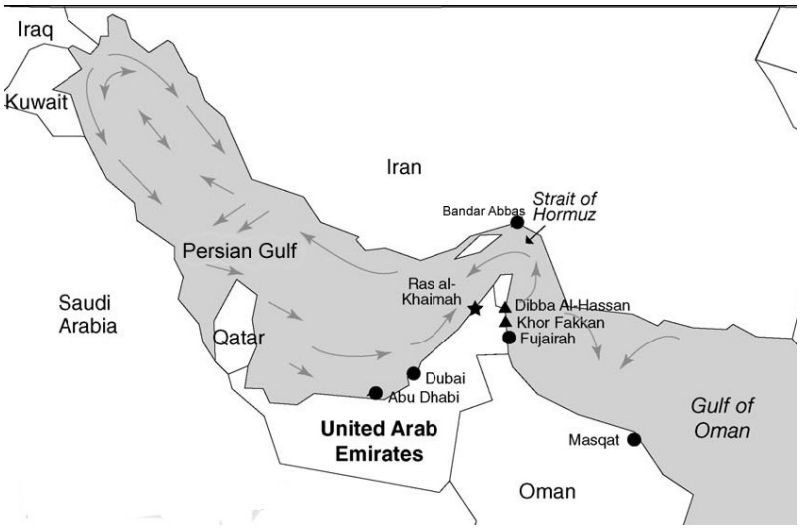
[۴]. عضو هیات علمی دانشگاه هرمزگان

آشکارسازی ماهواره ای رشد انفجاری جلبکهای مضر (HAB) در آبهای جهان از سال ۱۹۷۸ به وسیله سنجنده CZCS (Coastal Zone Scanner Color) بر روی ماهواره Nimbus ۷ شروع شد، در آن دوران ابتدا استفاده از تغییرات ساده در رنگ آبها مورد استفاده قرار گرفت، سپس با استفاده از الگوریتمهای ترکیبی، آشکار سازی شکوفایی پلانکتونی در مناطق مختلف جهان انجام شد و در سال ۱۹۸۶ ماموریت آن پایان یافت.

سنجش از دور با ماهواره روش مناسبی برای پدیده هایی است که در سطح آبها و خشکیها رخ می دهد. در شناسایی کشند قرمز نیز می توان با استفاده از استانداردهای الگوریتم تخمین کلروفیل، تعیین جذب فیتوپلانکتونها، بررسی تغییرات کدورت و نفوذ نور در آب دریا و بررسی طیفی طول موجهای مختلف با روشهای سنجش از دور ، میزان و وسعت کشند قرمز را محاسبه کرد.[۳]

روش بررسی

محدوده مطالعه شامل خلیج فارس ، دریای عمان و تنگه هرمز می شود که در شمال غرب اقیانوس هند واقع شده است. خلیج فارس یک محدوده آبی کم عمق نیمه بسته با میانگین عمق ۳۷ متر می باشد که از طریق دریای تنگه هرمز به دریای عمان متصل شده است. به دلیل قرار گرفتن در محدوده ای کم بارش، شوری و چگالی آب خلیج فارس بالا می باشد. تنگه هرمز محل تبادل آب چگال خلیج فارس و آب کمتر چگال اقیانوس هند می باشد که باعث گردش آب در خلیج فارس می شود(شکل ۱). [۵]



شکل ۱: محدوده مورد مطالعه و نقشه جریان آب در خلیج فارس بر اساس الگوی کلی گردش (Reynolds, ۱۹۹۳)

داده های مورد استفاده در این تحقیق از داده های سنجنده MODIS با استفاده از دو ماهواره Aqua و Terra و داده های سنجنده SeaWiFS که از داده های سطح ۰ ،۱ ،۲ و ۳ استفاده شده است و شامل تصاویر روزانه و میانگینهای ماهانه می شود. در ساخت این تصاویر الگوریتمهای متنوعی به کار برده شده که جهت شناسایی و تعیین کشند قرمز استفاده می شود.

داده های میدانی این تحقیق از طریق اندازه گیری و شمارش سلولهای پلانکتون Cochlodinium polykrikoides توسط پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان انجام شده به دست آمده است. همچنین در این تحقیق از گزارشهای و قوع این پدیده که به صورت مشاهدات میدانی بوده است نیز استفاده شده است.

سنجنده MODIS بر روی ماهواره های Aqua و Terra در مجموع دارای ۳۶ باند طیفی می باشد که باندهای ۸ تا ۱۶ آن در شناسایی رنگ اقیانوسها، بررسی تجمع فیتوپلانکتونها، بیوژئوشیمیایی آب دریا اهمیت دارد. در بررسی کشند قرمز، فیتوپلانکتونها و جلبکهای دریایی عمدتا از تغییرات کلروفیل آب دریا استفاده می شود که به همین منظور الگوریتمهای زیادی با دقتها و وضوح متنوعی ارائه شده است. با استفاده از نرم افزار SeaDAS که برای محاسبات سنجش از دور اقیانوسها برای سنجنده های MODIS، MERIS و SeaWiFS ارائه شده می توان تغییرات کلروفیل را بررسی نمود.

در این تحقیق از دو الگوریتم OC۳ و OC۲ برای سنجنده MODIS و از الگوریتم OC۴ برای سنجنده SeaWiFS استفاده شده است. [۶]

جدول۱: الگوریتم OC۳ و OC۲ در تعیین کلروفیل آب دریا برای سنجنده MODIS بر اساس رابطه (O'Reilly, ۱۹۹۸)

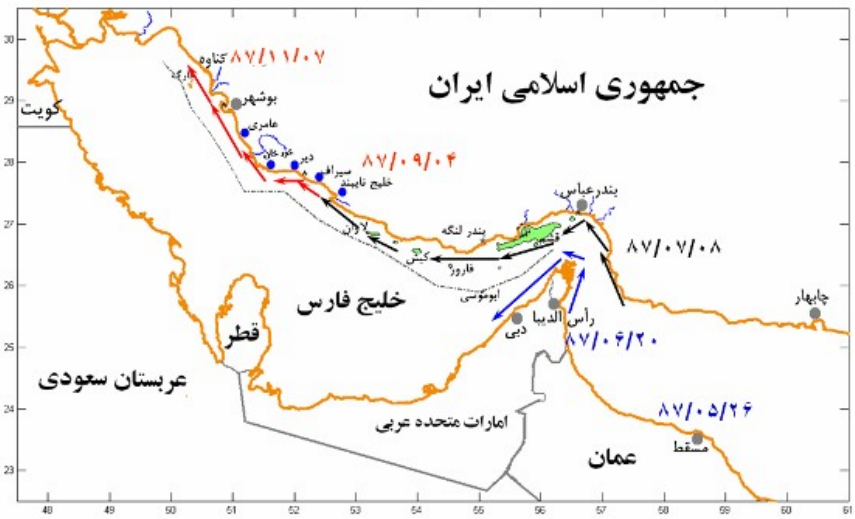
$chl\ a\ (\mu g/L) = 10^{(a_0 + a_1 R + a_2 R^2 + a_3 R^3 + a_4 R^4)}$	OC۳
R=log[(max(Rrs۴۴۳, Rrs۴۸۸))/Rrs۵۵۱)	نسبت باند
a=[۰.۲۸۳, -۲.۷۵۳, ۱.۴۵۷, ۰.۶۵۹, -۱.۴۰۳]	ضرایب a
$chl\ a\ (\mu g/L) = 10^{(a_0 + a_1 R + a_2 R^2 + a_3 R^3 + a_4)}$	OC۲
R=log(Rrs۴۸۸/Rrs۵۵۱)	نسبت باند
a=[۰.۳۱۹, -۲.۳۳۶, ۰.۸۷۹, -۰.۱۳۵, -۰.۰۷۱]	ضرایب a

یافته ها

از ابتدای پاییز ۲۰۰۸ تا بهار ۲۰۰۹ در خلیج فارس ، دریای عمان و تنگه هرمز یک کشند قرمز از نوع Cochlodinium polykrikoides به و قوع پیوست. این کشند قرمز در شمال تنگه هرمز دوره ای ۹ ماهه داشت که نسبت به موارد مشابه بسیار طولانی می باشد و تاکنون کشند قرمزی با این دوره طولانی گزارش نشده است. بر اساس اولین مشاهدات شروع کشند قرمز برای اولین بار در ۲۶ مرداد ۱۳۸۷ (۱۷ آگوست ۲۰۰۸) در سواحل جنوبی دریای عمان در بندر مسقط دیده شد که پس از آن بار دیگر در ۲۰ شهریور ۱۳۸۷ (۱۱ سپتامبر ۲۰۰۸) در جنوب غرب دریای عمان محدوده راس الدیبا دیده شد.

در سواحل ایران اولین مشاهده کشند قرمز از نوع Cochlodinium polykrikoides در ۸ مهرماه ۱۳۸۷ (۳۰ سپتامبر ۲۰۰۸) در سواحل جزیره هرمز توسط پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان به ثبت رسید.با مطابقت مشاهدات اولیه با تصاویر ماهواره ای می توان دریافت که مشاهدات اولیه کشند قرمز نسبت به تاریخ وقوع این پدیده که با اطلاعات ماهواره ای به دست آمده تاخیر در مشاهدات اولیه و گزارش پدیده را نشان می دهد.

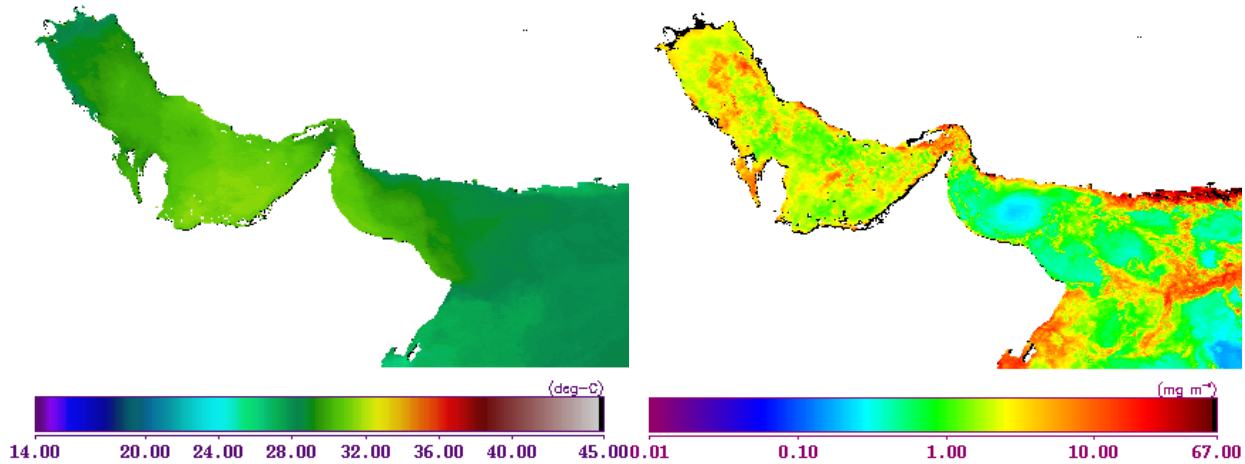
بر اساس اطلاعات موجود و تفسیر تصاویر ماهواره ای به نظر می رسد شروع پدیده کشند قرمز از سواحل کشور عمان در دریای عرب شروع شده و پس از حرکت به جنوب دریای عمان از طریق جریان دریایی ناشی از پیچکهای میان مقیاس در این ناحیه که دراکثر مواقع سال فعال هستند به شمال دریای عمان و سواحل شمالی تنگه هرمز کشیده شده است. با توجه به فراهم شدن شرایط شکوفایی با کاهش دما و افزایش مواد مغذی، این پدیده توانسته است گسترش یابد و تا فصل بهار در منطقه حضور داشته باشد.



شکل ۲: نقشه گسترش شکوفایی پلانکتونی در خلیج فارس و دریای عمان بر اساس مشاهدات و اندازه گیری میدانی (سراجی،۱۳۸۷)

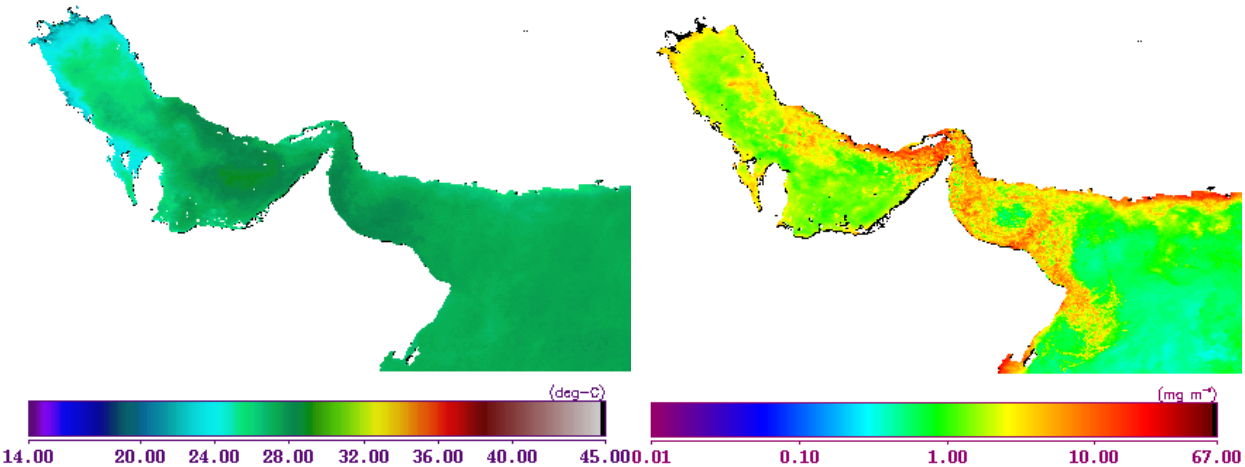
بررسی میزان دما و کلروفیل- آ توسط سنجنده MODIS در کشند قرمزی که طی پاییز و زمستان سال ۱۳۸۷ در خلیج فارس و دریای عمان به وقوع پیوست نشان می دهد که در ابتدای شهریور ماه این سال پدیده خاصی در سواحل شمالی دریای عمان و خلیج فارس مشاهده نشد، اما در اوایل مهر ماه ۸۷ با استفاده از پردازش داده های سنجنده MODIS و تصویرسازی، تراکم پلانکتونی در سواحل شمالی تنگه هرمز (محدوده سواحل بندرعباس ، قشم و هرمز، شرق جزیره قشم و سواحل بندر سیریک تا بندر تیاب) دیده شد، روند تصاویر نشان می دهد که در محدوده تنگه هرمز کلروفیل بالای آب به طور نسبی وجود دارد، اما در سواحل شمالی میزان انباشت کلروفیل بیشتر است، به نظر می رسد شکوفایی جلبکی با کاهش دمای آب تا ۲۹ درجه سلسیوس در گذر از شهریور ماه به مهر ماه در شمال تنگه هرمز در حال شکل گیری است.

اطلاعات و تصاویر ماهواره از اولین روزهای کشند قرمز که در ۳۱ شهریور ماه ۱۳۸۷ در شمال تنگه هرمز به وقوع پیوست نشان می دهد که این پدیده به سرعت در شمال تنگه هرمز گسترش یافت و تا سواحل جنوبی تنگه هرمز نیز کشیده شد.



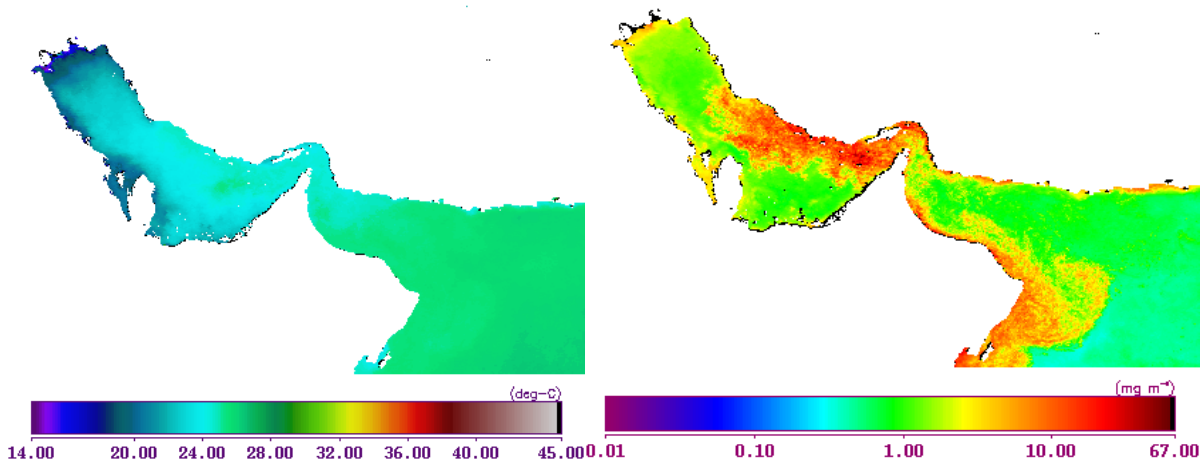
شکل ۳:میانگین ماهیانه کلروفیل a و دمای سطحی در مهر ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

شکل۴ میزان تراکم کلروفیل- آ و دما در آبان ماه ۱۳۸۷ نشان می دهد که کلروفیل موجود در آب افزایش یافته است و تقریبا کل محدوده شمال تنگه هرمز را فرا گرفته است، با توجه به شرایط اقلیمی و جریانهای فصلی تنگه هرمز به نظر می رسد با کاهش دما شرایط رشد پلانکتون Cochlodinium polykrikoides فراهم شده است، تصاویر ماهواره ای این دوره زمانی کشیده شدگی یک نوار متراکم جلبکی در طول سواحل شمالی و محدوده مرکزی تنگه را نشان می دهد که تمایل بیشتر جلبک به خط ساحلی و تراکم بیشتر به مناطق مرکزی تنگه از مشخصه های این دوره زمانی است. در دریای عمان نیز یک پیچک میان مقاس باعث حرکت توده جلبکی از جنوب به شمال دریای عمان شده است که در شمال دریای عمان روی نوار ساحلی دیده می شود. کاهش دما در این مدت تا c ۲۸ و شوری میانگین psu ۳۷ در نواحی شمالی و مرکزی تنگه از مشخصات فیزیکی شمال تنگه هرمز است.



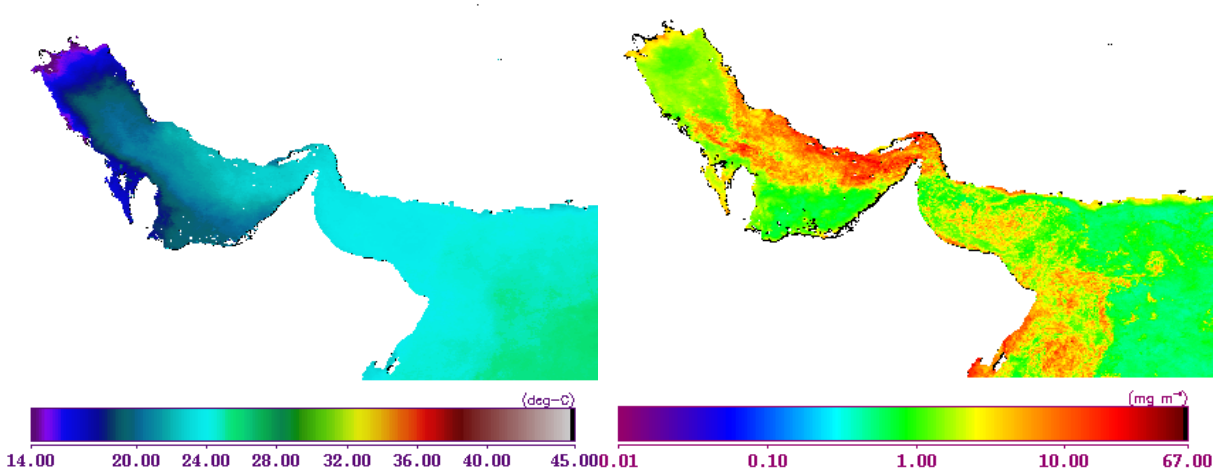
شکل ۴: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در آبان ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

طی آذر ماه ۱۳۸۷ شکل ۵ رشد قابل توجهی از میزان تراکم جلبکی را نشان می دهد. در این مدت تراکم جلبک Cochlodinium polykrikoides تقریبا تمام مناطق ساحلی استان هرمزگان را در بر می گیرد . در این ماه محدوده وسیعی شامل محدوده مرکزی ، جنوبی و سواحل شمالی دریای عمان ، اکثر مناطق تنگه هرمز و سواحل استان هرمزگان در خلیج فارس را در برگرفته که تراکم پلانکتونی درسواحل شمالی تنگه هرمز بیشترین مقدار و با حرکت به غرب و شرق تنگه کاهش می یابد. در این دوره کاهش دمای آب از ۲۸ c تا ۲۶ c شرایط رشد جلبکها را فراهم می کند. با تکثیر و گسترش توده فیتوپلانکتونی به محور تاو خلیج فارس در اواسط آذر ماه، بخشی از از این توده همراه با جریان برگشتی خلیج به مناطق جنوبی خلیج فارس در محدوده سواحل شبه جزیره قطر و بحرین می رسد و بخشی نیز همراه جریان ورودی در راستای سواحل ایران به حرکت خود ادامه می دهد.



شکل ۵: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در آذر ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

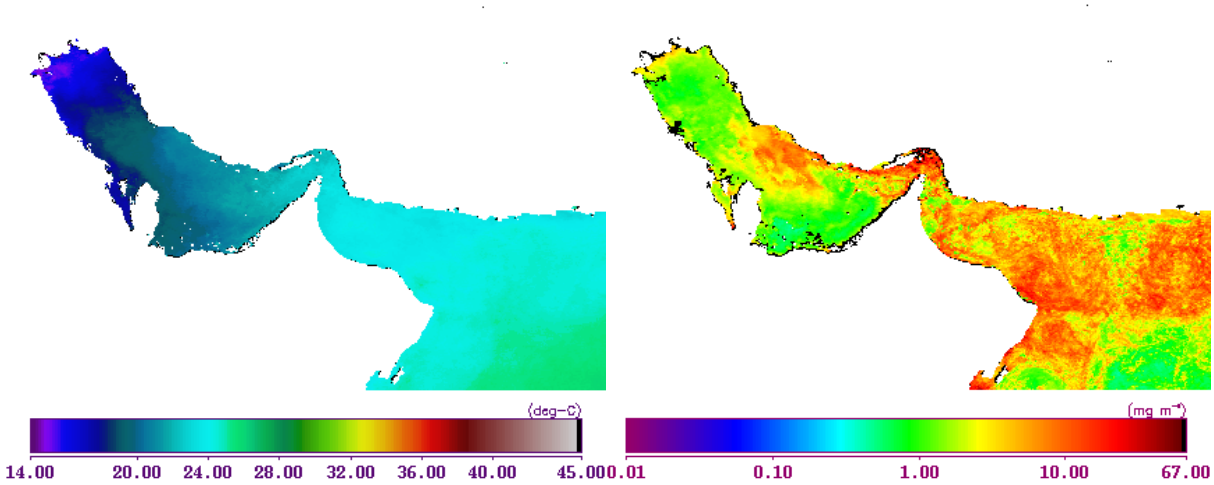
شکل ۶ برای دوره دی ماه ۱۳۸۷ نشان می دهد که شکوفایی جلبکی توسعه یافته و قسمتهای وسیعی از نواحی شمالی خلیج فارس و تنگه هرمز و مناطق شمال و جنوب دریای عمان را در بر گرفته است . تراکم پلانکتونی تا نواحی مرکزی استان بوشهر پیشروی داشته که به نظر می رسد این پیشروی نسبت به آذر ماه به کندی صورت گرفته است و دلیل این امر نیز کاهش سرعت جریانهای ورودی به خلیج فارس (IOSW) در تقابل با جریاهای بازگشتی از سر خلیج فارس باشد. تراکم جلبکی نیز از سواحل شمالی خلیج فارس به سمت سواحل جنوبی تر کشیده شده است که تا نزدیکی شبه جزیره قطر قابل رویت است.



شکل ۶: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در دی ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

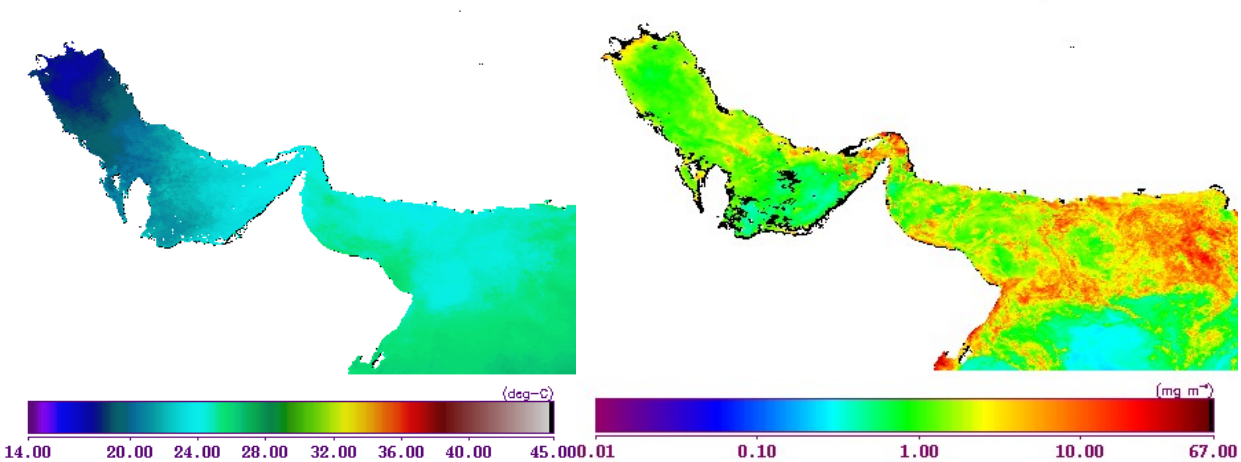
طی دی ماه کاهش میزان تراکم جلبکی در دریای عمان مشاهده می شود، در سواحل شمالی دریای عمان در حرکت از بندر چابهار به سمت بندر جاسک تراکم میانگین افزایش می یابد. کاهش تراکم در محدوده مرکزی خلیج فارس و پیش روی شاخه شمالی توده جلبکی تا استان خوزستان و پیش روی شاخه جنوب غربی تا نزدیکی کشور کویت با فاصله ای دورتر از ساحل از ویژگیهای شکوفایی پلانکتونی در این دوره است. شکل ۷ دوره زمانی بهمن ماه ۱۳۸۷ به طور کلی در این دوره میانگین تراکم جلبکی در حال کاهش است و به نظر می رسد شکوفایی در خلیج فارس متوقف شده است و توده های جلبکی در حال متلاشی شدن هستند.کاهش دما، پایان دوره شکوفایی، کاهش اکسیژن آب و کاهش مواد مغذی را می توان از علل کاهش شکوفایی در این دوره برشمرد. در این دوره دو شاخه شمالی و جنوبی کاملا تضعیف شده و از بین می رود ، اما در محدوده های شمال و جنوب تنگه هرمز تراکم پلانکتونی وجود دارد و در مرکز تنگه تراکم رو به زوال است.

در جنوب دریای عمان شکوفایی کوتاه مدت در اواخر بهمن ماه به وقوع می پیوندد که در مناطق جنوبی با تراکم بیشتر به دلیل تقویت توسط مواد مغذی می باشد این شکوفایی تحت تاثیر پیچک میان مقیاس به نواحی مرکزی دریای عمان کشیده می شود، این امر می تواند ناشی از شرایط محیطی و دمایی بهتر این محدوده نسبت به خلیج فارس که دمای آن به زیر ۲۰ c رسیده است باشد.



شکل ۷: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در بهمن ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

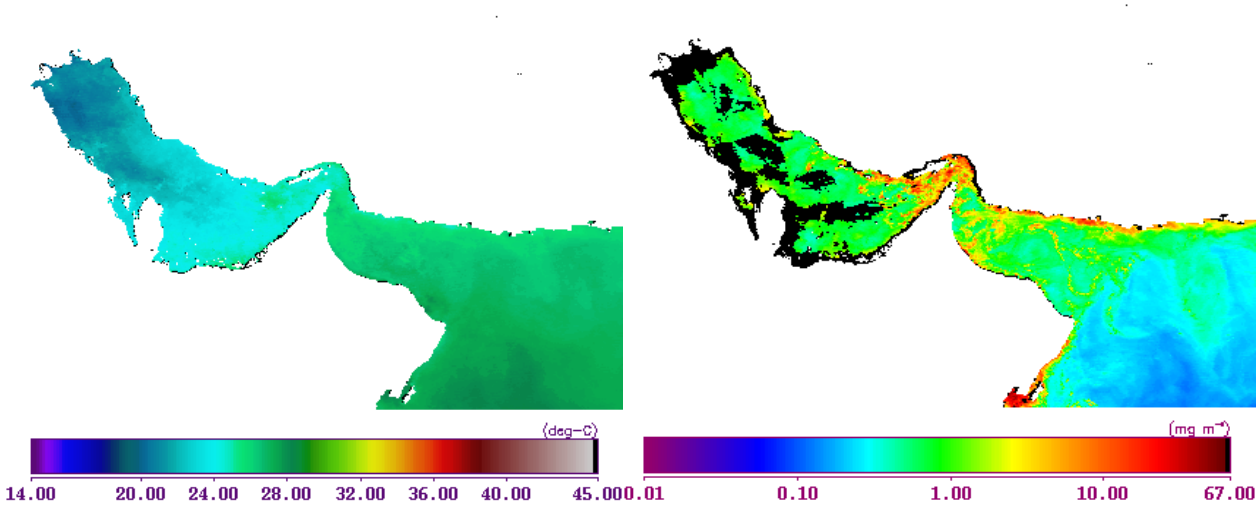
در دوره زمانی اسفند ماه ۱۳۸۷ تضعیف شدید شکوفایی پلانکتونی در کل خلیج فارس در شکل ۸ دیده می شود، به غیر از شمال تنگه هرمز که در کل دوره شکوفایی دارای تراکم جلبکی بالایی بوده است در بقیه مناطق خلیج فارس شکوفایی از بین رفته است اما در برخی از مناطق شمالی و جنوبی دریای عمان شکوفایی از بین رفته است.



شکل ۸: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در اسفند ماه ۸۷ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

شکل ۹ فروردین ماه ۸۸ را نشان می دهد که بیشترین تراکم در شمال تنگه هرمز دیده می شود اما در کل خلیج فارس تراکم شدیدا تضعیف شده و یا از بین رفته است. در دریای عمان نیز تراکم جلبکی کاهش زیادی داشته است. افزایش دمای آب نیز شروع شده است اما تاثیری در افزایش شکوفایی جلبکی نداشته است.

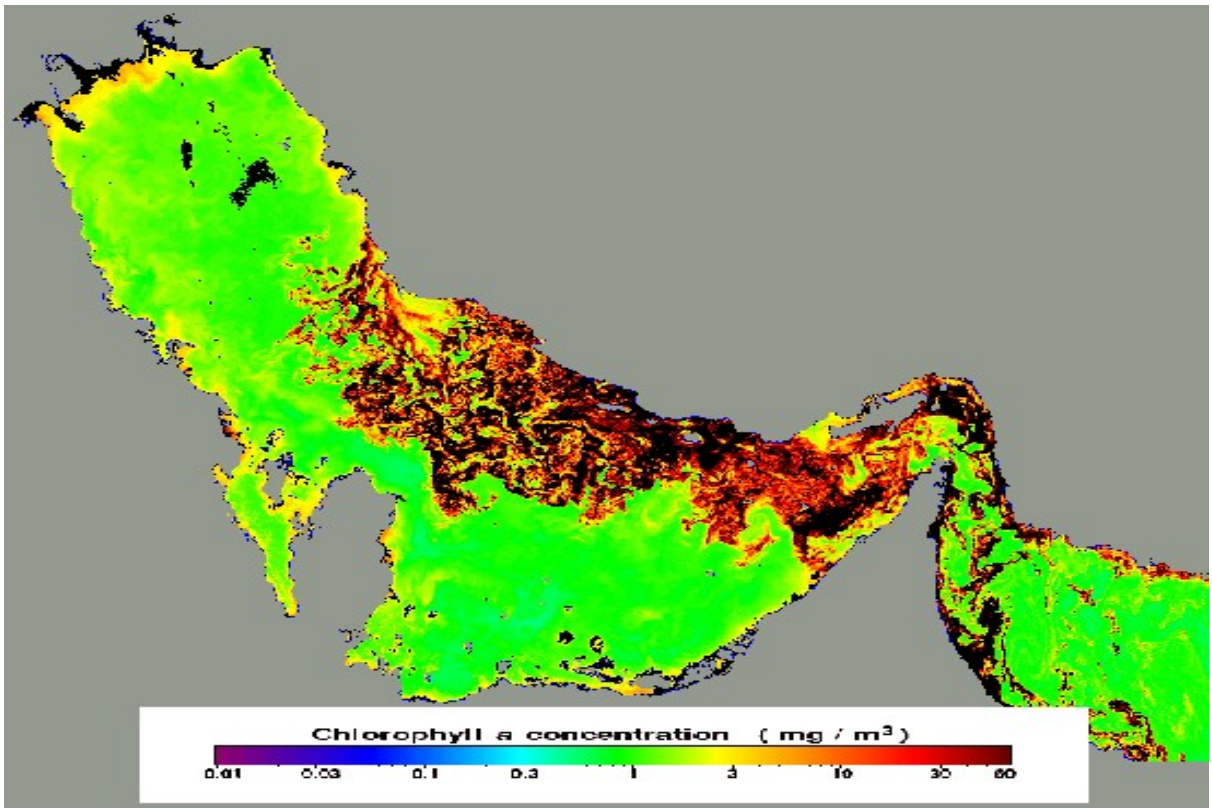
از اردیبهشت ماه ۸۸ تا خرداد این سال تراکم پلانکتونی به شدت کاهش می یابد و فقط در سواحل بندرعباس لکه های پلانکتونی پراکنده ای دیده می شود به نظر می رسد کشند قرمز از بین رفته و تراکم پلانکتونی به حداقل میزان خود رسیده است.این روند تا شهریور ماه ۱۳۸۸ حفظ می شود و تراکم جلبکی خاصی در منطقه مشاهده نمی شود.



شکل ۹: میانگین ماهیانه کلروفیل a و دما در فروردین ماه ۸۸ با استفاده از سنجنده MODISماهواره Aqua

مطالعات میدانی و تصاویر ماهواره ای نشان می دهد مسیر توسعه و افزایش کشند قرمز از نوع Cochlodinium polykrikoides در خلیج فارس و دریای عمان کاملا مطابق با مسیر گردش کلی آب در خلیج فارس بوده است. در دریای عمان نیز ساختار پیچکهای میان مقیاس اقیانوسی در انتقال جلبک نقش داشته است . شکل ۲ نشان می دهد انتقال جلبک از دریای عمان به سمت مرکز و شمال تنگه هرمز و همراستا با آبهای ساحلی ایران وارد خلیج فارس شده است که این مسیر را ادامه داده تا به محور تاو در مرز استانهای هرمزگان و بوشهر رسیده است و از آنجا بخشی از توده جلبکی ادامه مسیر داده و بخشی به سمت مرکز خلیج فارس و سواحل جنوبی خلیج فارس تغییر جهت داده است که در آنجا نیز مجددا بخش از توده جلبکی به سمت سواحل بحرین و کویت و بخشی دیگر نیز به سمت سواحل امارات متحد عربی حرکت نموده تا از طریق جنوب تنگه هرمز وارد دریای عمان شود.

مسیر پیچ در پیچ هر یک توده های پلانکتونی نشان می دهد که حرکت این توده ها کاملا با حرکات جزر و مدی آب دریا هماهنگ بوده و در مسیر حرکت خود با پیچشهای ناشی از جزر و مد در خلیج فارس و حرکات پیچکی ناشی از گردش فصلی آب در دریای عمان گسترش یافته است.



شکل ۱۰: تراکم کلروفیل آب دریا در خلیج فارس و دریای عمان در تاریخ ۱ دی ماه ۱۳۸۷ به وسیله سنجنده MODIS

بحث و نتیجه گیری

بر اساس مطالعات انجام شده توسط محققین کره ای (Kim et al., ۲۰۰۱, ۲۰۰۴; Lee et al., ۲۰۰۱) محدویتهای فیزیکی برای رشد این جلبک دمای بین ۲۱ تا ۲۵ درجه سلسیوس و شوری بین ۱۵ تا ۵۰ psu می باشد که جلبک در سواحل کره با این شرایط رشد می کرد. اما در خلیج فارس و دریای عمان با تغییر شرایط محیطی ما شاهد رشد جلبک در دمای ۲۹ درجه سلسیوس نیز بودیم. [۷]

محدودیت دیگری که باعث توقف رشد و شکوفایی عمدتا در دریای عمان شده بود کمبود مواد مغذی بود با اینکه در شمال تنگه هرمز که شهرهای صنعتی بندرعباس و قشم وجود دارند و به دلیل نقص در سیستم فاضلاب شهری و صنعتی در کل سال مواد آلی آب دریا بالا است و تقریبا تمام دوره ۹ ماهه تراکم جلبکی در آن بسیار بالا بود در بقیه مناطق تراکم جلبکی به صورت دوره ای کاهش و افزایش می یافت که این کاهش و افزایت در مناطق شمالی و جنوبی دریای عمان مشهود بود.

نتایج این تحقیق با استفاده از داده های دریافت شده برای دما نشان داد که کاهش دمای آب تا ۲۵ ^c باعث افزایش کشند قرمز شده است. تصاویر ماهواره ای نشان می دهد که در مناطقی که شکوفایی مضر جلبکی (کشند قرمز) رخ داده است کلروفیل آب افزایش یافته است.

در شهرهای صنعتی پر جمعیت حاشیه تنگه هرمز مانند بندرعباس و قشم تراکم جلبکی کشند قرمز بیشتر است و جریان اصلی آب ورودی به خلیج فارس در انتقال کشند قرمز به نواحی غربی تر خلیج فارس موثر بوده است.

بیشترین تراکم و رشد کشند قرمز توسط ماهواره در شمال تنگه هرمز قابل رویت می باشد که نزدیک به ۹ ماه در این منطقه ماندگار بوده است.

رشد و توسعه کشند قرمز بر اساس الگوی جریان و جذر و مد در خلیج فارس و دریای عمان بوده که در دریای عمان پیچکهای میان مقیاس اقیانوسی نقش مهمی در انتقال توده های جلبکی از جنوب به مرکز و شمال این محدوده را داشته است.

شرایط دمایی(تغییر فصل)، مواد مغذی و محدودیتهای زیستی جلبک را می توان به عنوان عامل ماندگاری طولانی مدت و عدم ماندگاری کشند قرمز در منطقه در نظر گرفت.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مسولین پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان که شرایط را برای این تحقیق مهیا نمودند شامل جناب آقای دکتر مرتضوی،خانم سراجی، آقای ابراهیمی، آقای مهدی زاده، آقای سالارپور و تمام کسانیکه دراین تحقیق کمک کردند قدردانی می گردد.

همچنین از دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس و واحد علوم و تحقیقات هرمزگان به دلیل همکاری در انجام این تحقیق قدردانی می گردد.

مراجع

[۱] Anderson, D.M. (ed.). ۱۹۹۵. ECOHAB, The ecology and oceanography of harmful algal blooms: A national search agenda. Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA. ٦٦ pp.

[۲] Kim, D.-I., Matsuyama, Y., Nagasoe, S., Yamaguchi, M., Yoon, Y.-H., Oshima, Y.,Imada, N., Honjo, T., ۲۰۰٤. Effects of temperature, salinity and irradiance on the growth of the harmful red tide dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides Margalef (Dinophyceae). J. Plankton Res. ۲٦, ٦١–٦٦.

[۳] Ishizaka, J. ۲۰۰۳. Detection of red tide events in the Ariake Sound, Japan. Ocean Remote Sensing and Applications, ٤٨٩٢:٢٦٤-٢٦٨

[٤] Lavender, S.J. and S.B. Groom. ۲۰۰۱. The detection and mapping of algal blooms from space. International Journal of Remote Sensing, ۲۲(۲-۳):۱۹۷-۲۰۱.

[٥] Reynolds, R.M., ۱۹۹۳. Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman-results from the Mt Mitchell expedition. Mar. Pollut. Bull. ۲۷, ۳٥– ٥۹.

[٦] O'Reilly, J.E., Maritorena, S. Mitchell, B.G., Siegel, D.A., Carder, K.L., Garver, S.A., Kahru, M.,and McClain, C. ۱۹۹۸. Ocean Color Chlorophyll Algorithms for SeaWiFS. *Journal of Geophysical Research.* ۱۰۳:۲٤,۹۳۷-۲٤,۹٥۳.

[۷] Kim, C.S., Lee, S.G., Lee, C.K., Kim, H.G., Jung, J., ۱۹۹۹. Reactive oxygen species as causative agents in the ichthyotoxicity of the red tide dinoflagellate Cochlodinium polykrikoides. J. Plankton Res. ۲۱, ۲۱۰٥-۲۱۱٥.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.