نیوار، دوره ۴۵، شماره ۱۱۵-۱۱۴، پائیز و زمستان ۱۴۰۰ (دو فصلنامه) (مقاله پژوهشی) DOI:10.30467/NIVAR.2021.146147

مطالعه میانگین بلندمدت غلظت کلروفیل و ارتباط آن با تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها روی دریای عمان و خلیج‌فارس (۲۰۲۰-۲۰۰۳)

نوشین خدام[۱]، سارا عطارچی[۲]، مهدی رهنما[۳]، ساویز صحت کاشانی[۳*]، سحر تاج بخش[۳]

[۱] دکتری هواشناسی، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران

[۲]استادیار، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران

[۳] استادیار، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، تهران

(دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۳۰)

چکیده

غلظت کلروفیل در محیط‌های دریایی نشان‌دهنده میزان فیتوپلانکتون و در نهایت تولید زیست‌بوم‌های دریایی است. غلظت کلروفیل ثابت نیست و به کمیت‌های نظیر دمای سطح دریا(SST(sea surface temperature و عمق نوری هواویزها(AOD(Aerosol Optical Depth بستگی دارد؛ همچنین دارای تغییرات فصلی است و همبستگی بین این عوامل در عمق‌های متفاوت، مختلف است. بررسی رابطه بلند مدت بین تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها با غلظت کلروفیل در سواحل خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از محصولات روزانه MODIS در بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ نشان می دهد در نواحی سواحلی که دارای عمق آب کمتری است، همبستگی بیشتر است. بیشترین میزان همبستگی در نواحی جنوبی خلیج فارس که کم‌عمق‌ترین منطقه در خلیج فارس و دریای عمان است، مشاهده شده است. روند تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویز در دو منطقه خلیج فارس و دریای عمان، مشابه است و مقادیر بیشینه آن در فصل تابستان و کمینه آن در زمستان مشاهده شده است. این روند فصلی در غلظت کلروفیل معکوس است؛ به‌طوری‌که کمترین مقادیر در تابستان و بیشترین مقادیر در زمستان مشاهده شده است. همچنین بررسی مطالعه رخداد گردوخاک در تاریخ ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸ احتمال وجود تأخیر زمانی در همبستگی دمای سطح دریا و عمق نوری هواویز با غلظت کلروفیل را نشان داد.

کلمات کلیدی: کلروفیل، دمای سطح دریا، عمق نوری هواویز، خلیج‌فارس، دریای عمان، گردوخاک

۱ مقدمه

میزان غلظت کلروفیل در زیست‌بوم‌های دریایی، معرف میزان پلانکتون در این زیست‌بوم‌ها است و در پویایی آن تاثیر می‌گذارد. میزان غلظت کلروفیل ثابت نیست و خود تحت تأثیر عواملی نظیر تغییرات فصلی، میزان بارش، جریان آب و دمای سطح آب است (گالیسای و همکاران، ۲۰۱۴). در این زمینه مطالعات فراوانی صورت گرفته و نشان داده شده است که میزان این تأثیرات، در زیست‌بوم‌های متفاوت، مختلف است (گالیسای و همکاران، ۲۰۱۴؛ تن و همکاران، ۲۰۱۱؛ پایتان و همکاران، ۲۰۰۹؛ دنگ و همکاران، ۲۰۰۸). هواویزهای جو، یک منبع غنی از مواد مغذی است که سبب افزایش تولید محیط‌های دریایی و همچنین توالی کربن در آن‌ها می‌شوند و در نتیجه میزان غلظت کربن دی اکسید و در نهایت اقلیم را تحت تأثیر قرار می‌دهند (پایتان و همکاران، ۲۰۰۹). پایتان و همکاران در سال ۲۰۰۹ همچنین نشان دادند که پاسخ رشد فیتوپلانکتون‌ها به هواویزها متفاوت است و به ترکیبات خاص هواویزها و گونه‌های فیتوپلانکتون بستگی دارد. در واقع در هواویزها، ترکیبات متفاوت طبیعی و مصنوعی شامل گردوخاک معدنی (Mineral Dust)، کریستال‌های نمک دریا، باکتری‌ها و سایر ذرات میکروسکوپی وجود دارد. هواویزهامنجر به افزایش ترکیبات نیتروژن و فسفر به آب می‌شودند؛ هرچند همه هواویزها،

*نگارنده رابط: savizsehat@yahoo.com

سبب افزایش رشد فیتوپلانکتون‌ها نمی شوند (پایتان و همکاران، ۲۰۰۹). در مطالعه دیگری گالیسای و همکاران (۲۰۱۴)، امکان تأثیر توفان‌های گردوخاک را در رشد فیتوپلانکتون‌ها در دریای مدیترانه بررسی کردند. این بررسی از آنجا اهمیت داشت که اساساً، سطح آب در دریای مدیترانه فاقد مواد مغذی لازم برای رشد پلانکتون‌ها است، اما همجواری این دریا با بزرگترین و فعال‌ترین بیابان دنیا، ورود مواد معدنی به آن را در پی داشته است . این مطالعه نشان داد که ورود هواویزها، حدود یک تا ده درصد (بطور متوسط ۵٪) تغییرپذیری کلروفیل را در دریای مدیترانه توضیح می‌دهد (گالیسای و همکاران، ۲۰۱۴). این مسأله اهمیت بررسی تأثیر رخدادهای گردوخاک را بر غلظت کلروفیل در محیط‌های دریایی آشکار می‌کند. مطالعات نشان داده است که الگوی همبستگی بین غلظت کلروفیل و دمای سطح دریا در مناطق کم‌عمق مثبت و بدون تأخیر زمانی دیده شده؛ درحالی‌که در مناطق عمیق همبستگی منفی با تأخیر زمانی ۳ تا ۵ ماه دیده شده است (مرادی و مرادی، ۲۰۲۰). همچنین مشاهده شد که تغییرپذیری دمای سطح دریا و غلظت کلروفیل در خلیج‌فارس فصلی است و از خروجی رودخانه‌ها، گردش آب و رژیم‌های اقلیمی ناشی می‌شود (مرادی و کبیری، ۲۰۱۵). در مطالعه دیگری مشاهده شده است که ضریب همبستگی بین غلظت کلروفیل و عمق نوری هواویزها در خلیج‌فارس منفی بوده و به‌ویژه در فصل تابستان با افزایش میزان گردوخاک مقادیر کلروفیل کاهش می‌یابد (مبارک حسن و همکاران، ۲۰۲۱). بررسی تغییرات مکانی و زمانی دمای سطح دریا و غلظت کلروفیل و عمق نوری هواویزها بین سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۱۴ در دریای عمان و خلیج فارس، افزایش میزان غلظت کلروفیل پس از رخداد گردوخاک را نشان داد (رهنما و همکاران، ۲۰۱۸). مطالعات دیگری نیز نشان داد که با تخمین دما با استفاده از داده‌های سنجنده MODIS در دریای عمان و خلیج فارس، مقادیر دمای سطح دریا در فصل تابستان با بی‌هنجاری مثبت و در فصل زمستان با بی‌هنجاری منفی همراه است، همچنین دقت تخمین برای فصل گرم بهتر از سال سرد است (رهنما و عطارچی، ۲۰۱۸).

در این مقاله میانگین بلندمدت غلظت کلروفیل در بین سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ در دریای عمان و خلیج فارس بررسی شده است، همچنین ارتباط غلظت کلروفیل با دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها مطالعه شده است. در ادامه با بررسی یک رخداد گردوخاک در تاریخ ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸ رفتار کلروفیل با تغییر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها بررسی شده است. مهم‌ترین نوآوری تحقیق، در نظر گرفتن تأخیر زمانی در همبستگی بین غلظت کلروفیل با دمای سطح آب و عمق نوری هواویز در بازه زمانی طولانی مدت و نیز بازه زمانی روزانه می‌باشد. همچنین ارتباط این همبستگی با عمق آب در نواحی مختلف دریای عمان و خلیج فارس تفسیر شده است. علاوه‌براین، بررسی تأثیر وقوع یک رخداد وسیع گردوخاک در منطقه بر تغییرات غلظت کلروفیل و کمیت‌های دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها در زمان وقوع و روزهای بعد از آن، از دیگر نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد.

۲ داده‌ها و روش

داده‌های مورد بررسی در این مطالعه از سایت GIOVANNI استخراج شده که داده‌های میانگین روزانه (۸ روزه) شامل کمیت‌های دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل است که از سنجنده MODIS ماهواره AQUA برای بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۲۰ استخراج شده است. همچنین از تصاویر سنجنده MODIS ماهواره AQUA از سایت Worldview تصاویر روزانه غلظت کلروفیل، عمق نوری هواویزها و دمای سطح دریا برای بازه زمانی ۲۹ ژوئیه تا ۳ اوت۲۰۱۸ به‌دست آمده است.

در ابتدا میانگین بلندمدت کمیت‌های مورد نظر برای بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفته و روند تغییرات آن‌ها و نیز الگوهای همبستگی بین این کمیت‌ها تحلیل شده است. در ادامه با بررسی یک رخداد گردوخاک

در تاریخ ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸ رفتار کلروفیل با تغییر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها بررسی شده است.

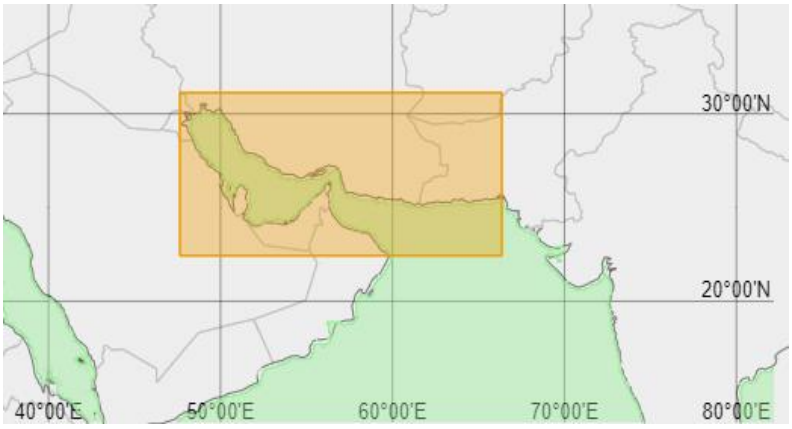
۱-۲-منطقه موردمطالعه

در این مقاله پهنه آبی خلیج‌فارس و دریای عمان مورد بررسی و مقایسه گرفته است که در شکل ۱ ارائه شده است.

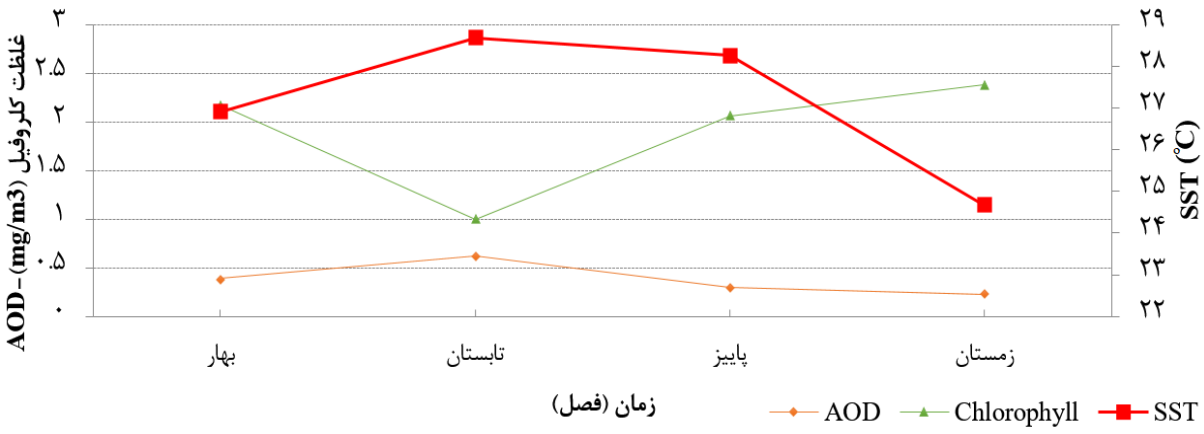
۳ بحث و نتایج

۳-۱-بررسی روند میانگین بلند مدت

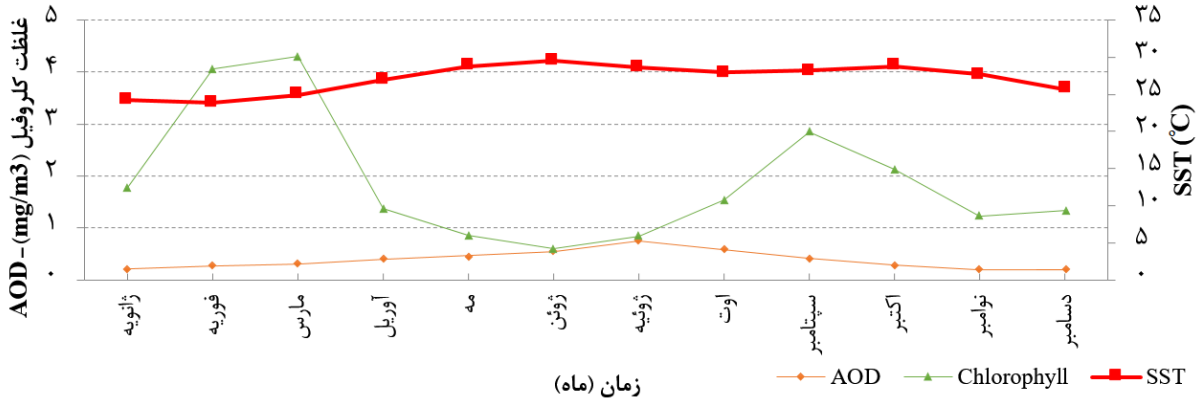
در این بخش روند تغییرات بلند مدت ماهانه و فصلی کمیت‌های دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل برای دو منطقه دریای عمان و خلیج فارس به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. نمودار روند میانگین تغییرات فصلی کمیت‌های مورد نظر برای سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ در دریای عمان در شکل ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود در منطقه دریای عمان تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها دارای روند مشابه هستند؛ در حالی که تغییرات غلظت کلروفیل روند معکوس دارد. بیشینه مقادیر غلظت کلروفیل در فصل زمستان و کمترین آن در فصل تابستان اندازه‌گیری شده است. اما بیشینه مقادیر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها در فصل تابستان و کمینه آن‌ها در فصل زمستان مشاهده می‌شود. با بررسی روند تغییرات ماهانه کمیت‌های مورد نظر در شکل ۳، مشاهده شد که بیشینه مقادیر غلظت کلروفیل در دریای عمان در ماه مارس و فوریه رخ می‌دهد که با کمینه مقادیر دمای سطح دریا همراه است. از طرف دیگر کمینه مقادیر غلظت



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه.



شکل ۲. روند تغییرات میانگین بلندمدت (۲۰۲۰-۲۰۰۳) فصلی کمیت‌های **AOD**، **SST** و غلظت کلروفیل در منطقه دریای عمان.

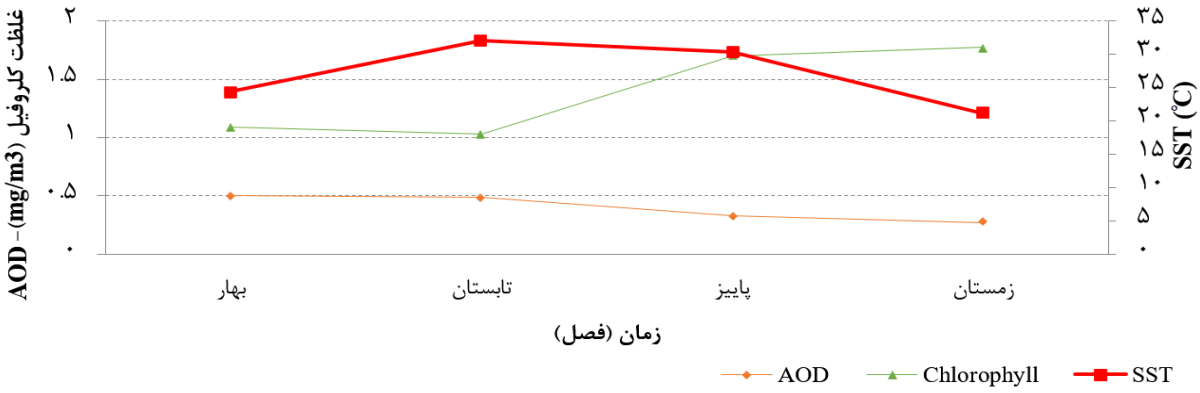


شکل ۳. روند تغییرات میانگین بلندمدت (۲۰۲۰-۲۰۰۳) ماهانه کمیت‌های **AOD**، **SST** و غلظت کلروفیل در منطقه دریای عمان.

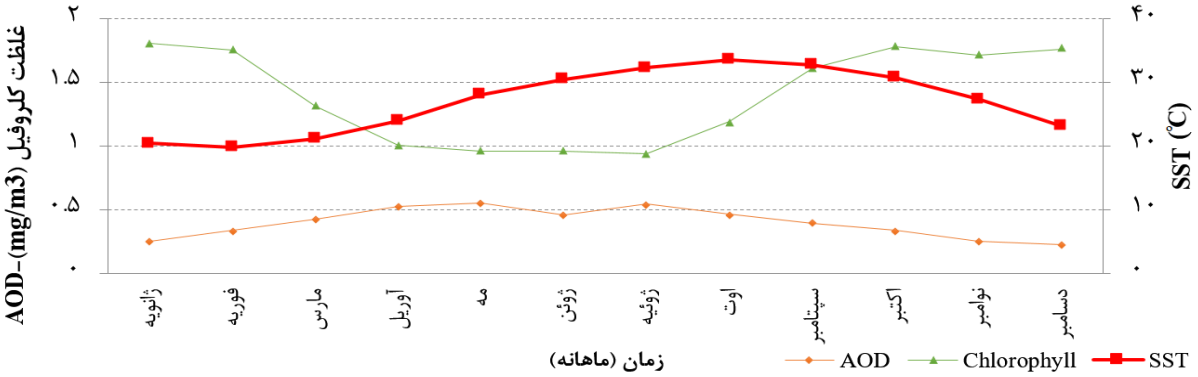
کلروفیل در ماه ژوئن دیده می‌شود که با بیشینه دمای سطح دریا هماهنگ است. بیشینه کمیت عمق نوری هواویزها نیز در ماه ژوئیه رخ می‌دهد که هم‌زمان با فعالیت جریان‌های موسمی است که می‌تواند رخدادهای گردوخاک در نواحی جنوب شرقی ایران و غرب پاکستان را افزایش دهد و سبب انتقال گردوخاک به سمت دریای عمان شود.

این بررسی برای منطقه خلیج فارس نیز انجام شده است که در ادامه نتایج آن ارائه می‌شود (شکل ۴). روند تغییرات فصلی دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها تا حدودی مشابه است؛ به‌طوری‌که بیشترین مقادیر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها در فصل تابستان و کمترین آن در فصل زمستان است. در فصل تابستان با توجه به الگوهای همدیدی شرایط برای وقوع رخدادهای گردوخاک در کشور عراق و نیمه غربی ایران فراهم می‌شود و با توجه به جریان بادهای شمال غربی مقادیر قابل‌توجهی گردوخاک وارد خلیج فارس می‌شود. روند تغییرات غلظت کلروفیل برخلاف دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها مشاهده می‌شود و بیشترین مقدار آن در فصل زمستان و کمترین آن در فصل تابستان رخ داده است.

الگوی روند تغییرات بلندمدت ماهانه کمیت‌های مورد بحث برای خلیج فارس در شکل ۵ ارائه شده است. بیشترین مقادیر دمای سطح دریا در ماه‌های ژوئیه، اوت و سپتامبر است که مقادیر بیش از ۳۰ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. بیشترین مقادیر عمق نوری هواویزها نیز در ماه‌های مه و ژوئیه مشاهده می‌شود. در ماه ژوئن با توجه به شکل‌گیری جریان‌های غربی از سمت کشور عراق، گردوخاک به سمت نیمه غربی ایران هدایت می‌شود و بنابراین مقادیر عمق نوری هواویزها روی خلیج فارس افزایش پیدا می‌کند.



شکل ٤. روند تغییرات میانگین بلندمدت (۲۰۲۰-۲۰۰۳) ماهانه کمیت‌های **AOD**، **SST** و غلظت کلروفیل در منطقه خلیج فارس.

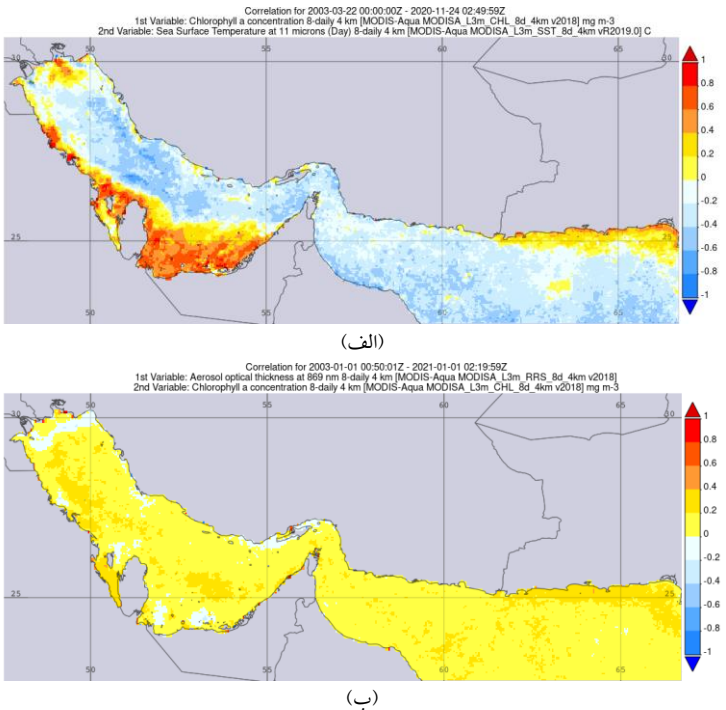


شکل ۵. روند تغییرات میانگین بلندمدت (۲۰۲۰-۲۰۰۳) ماهانه کمیت‌های **AOD**، **SST** و غلظت کلروفیل در منطقه خلیج فارس.

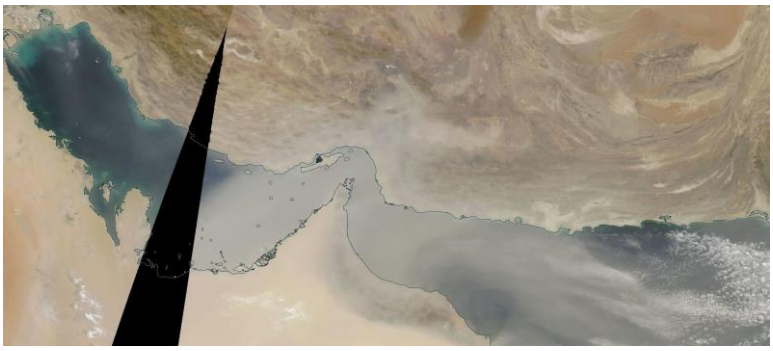
روند تغییرات میانگین بلندمدت ماهانه غلظت کلروفیل نیز نشان می‌دهد که بیشترین مقادیر در ماه‌های سرد سال از دسامبر تا فوریه و کمترین مقادیر در ماه‌های گرم سال از مه تا ژوئیه ثبت شده است.

ب) محاسبه ضریب همبستگی بین دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل

در ادامه این مقاله به محاسبه ضریب همبستگی بین کمیت‌های مورد بررسی پرداخته شده است. همان‌طور که در بخش قبلی مشاهده شد روند تغییرات دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل دارای نوسان فصلی است و به‌نظر می‌رسد تغییرات دمایی و شوری در آب دریا می‌تواند در تغییر میزان غلظت کلروفیل اثرگذار باشد. الگوی همبستگی بین عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل و نیز دمای سطح دریا و غلظت کلروفیل برای خلیج فارس و دریای عمان به تفکیک در شکل ۶ نشان داده شده است. همبستگی از نظر آماری معنی‌دار نیست، به جز در نواحی ساحلی که همبستگی نسبتاً خوبی بین کمیت‌ها مشاهده می‌شود. بیشترین میزان همبستگی در نواحی جنوبی خلیج فارس مشاهده می‌شود که دارای عمق کمتری نسبت به سایر نواحی است.



شکل ٦. ضریب همبستگی بین الف) غلظت کلروفیل و **SST** و ب) غلظت کلروفیل و **AOD** در منطقه مورد مطالعه.

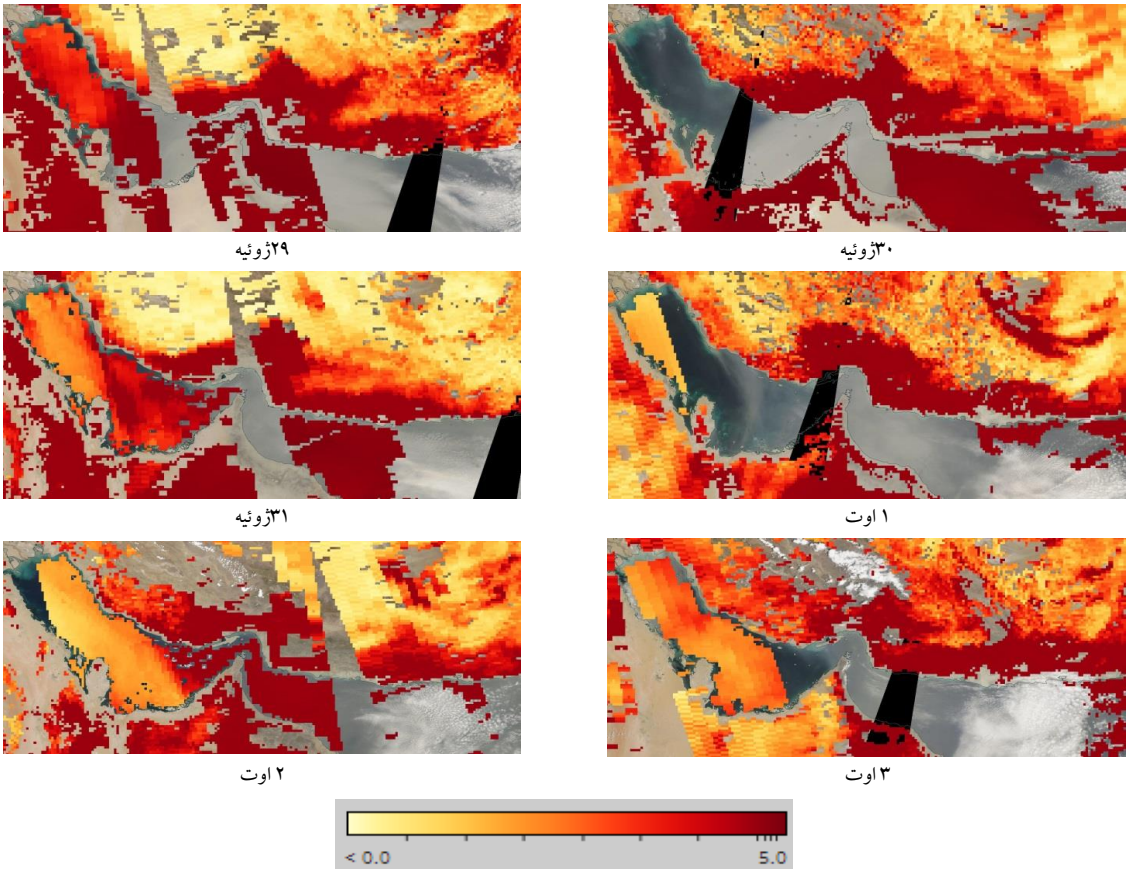


شکل ۷. تصویر از سنجنده **MODIS** ماهواره **Terra** برای روز ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸.

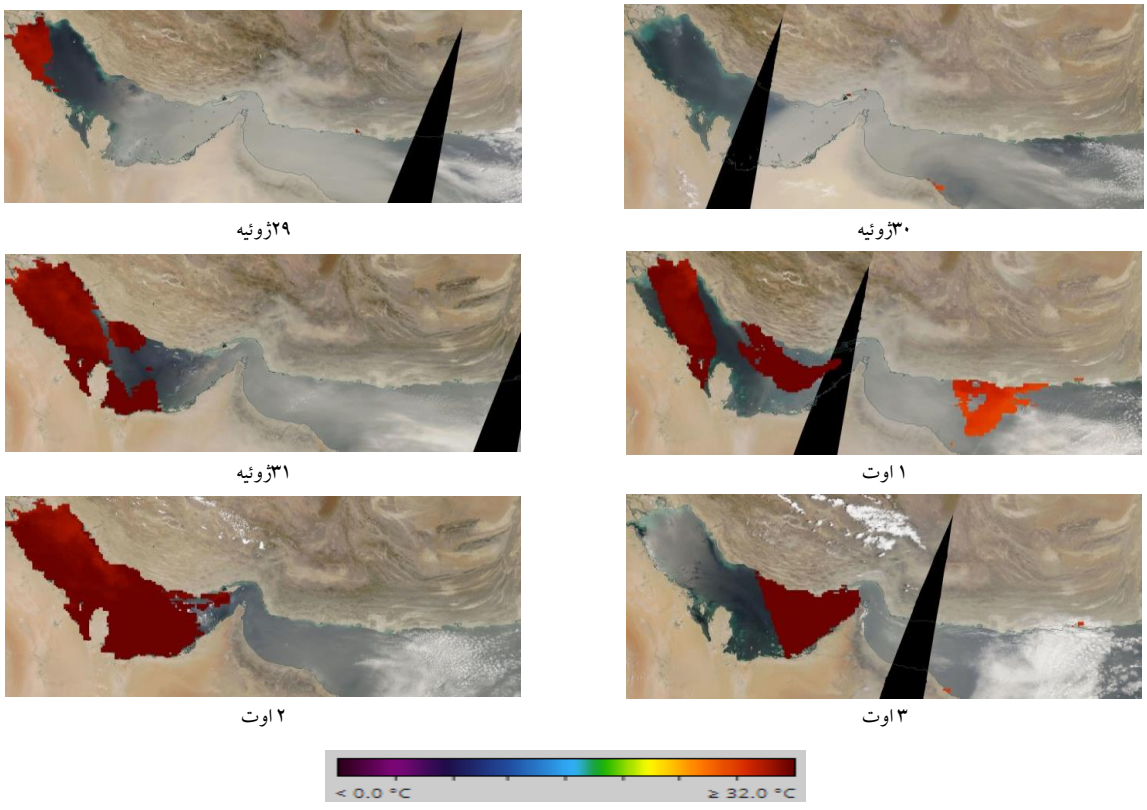
با مطالعه روند تغییرات بلند مدت بنظر می رسد احتمال وجود همبستگی با تأخیر زمانی بین دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل وجود دارد. در ادامه این پژوهش به بررسی ارتباط بین غلظت کلروفیل و تغییرات عمق نوری هواویزها و دمای سطح دریا در طی وقوع یک رخداد گردوخاک پرداخته شده است. در تاریخ ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸ با استقرار یک سامانه کم‌فشار روی نواحی بیابانی امارات، شمال یمن و بخشی از بیابان ربع‌الخالی و شکل‌گیری جریان‌های جنوبی و جنوب شرقی، مقادیر قابل‌توجهی گردوخاک به روی شرق خلیج‌فارس و دریای عمان منتقل شد (شکل ۷). بررسی تغییرات الگوی غلظت کلروفیل، دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها که در شکل ۸ تا شکل ۱۰ ارائه شده است، نشان می‌دهد که با شروع رخداد توفان گردوخاک به تدریج بر میزان عمق نوری هواویزها افزوده شده و از روز ۱ اوت روند کاهشی میزان عمق نوری هواویزها در نواحی جنوبی خلیج فارس مشاهده می‌شود. الگوی دمای سطح دریا نشان می‌دهد که همزمان با وقوع رخداد به دلیل کاهش تابش ورودی به سطح آب ناشی از حضور ذرات گردوخاک دما کاهش و پس از آن با اتمام رخداد گردوخاک دما به‌تدریج افزایش یافته است. همچنین الگوی تغییرات غلظت کلروفیل نشان می‌دهد که از روز ۱ اوت غلظت کلروفیل افزایش یافته و در روز ۲ اوت (۳ روز پس از رخداد گردوخاک) به بیشترین مقدار خود رسیده و مجدداً در روز ۳ اوت کاهش یافته است.

٤ نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

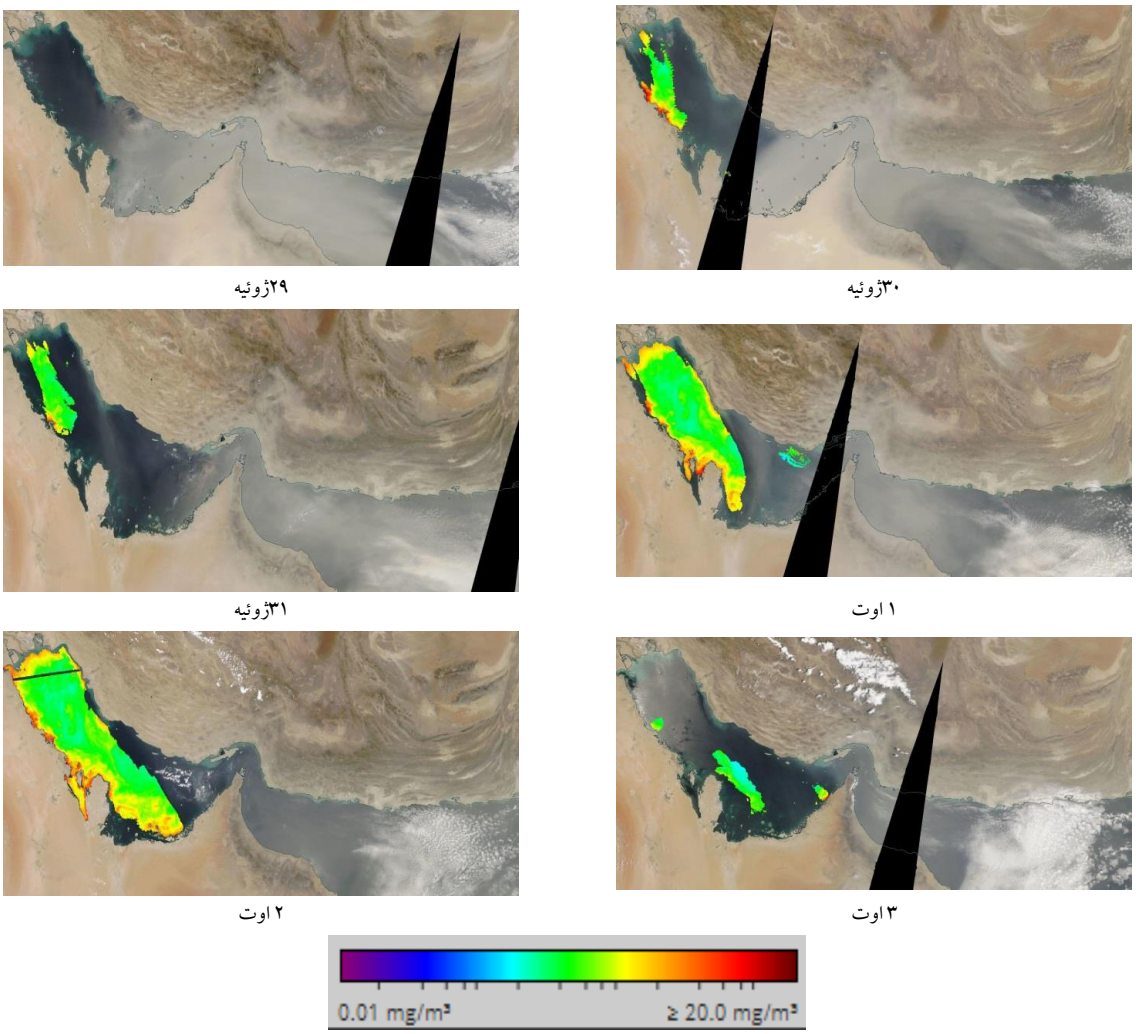
در این پژوهش میانگین بلندمدت غلظت کلروفیل و ارتباط آن با تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها، به‌همراه توزیع مکانی آنها روی دریای عمان و خلیج‌فارس با استفاده از داده‌های میانگین روزانه (۸ روزه) شامل کمیت‌های دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل از سنجنده MODIS ماهواره Aqua در بازه زمانی۲۰۰۳ تا ۲۰۲۰ بصورت ماهانه و برای یک رخداد گردوخاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر این موضوع است که روند تغییرات فصلی دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها تا حدودی مشابه است؛ به‌طوری‌که بیشترین مقادیر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها در فصل تابستان و کمترین آن در فصل زمستان است. در فصل تابستان با توجه به الگوهای همدیدی، شرایط برای وقوع رخدادهای گردوخاک در کشور عراق و نیمه غربی ایران فراهم می‌شود و با توجه به جریان بادهای شمال غربی مقادیر قابل‌توجهی گردوخاک وارد خلیج فارس می‌شود. روند تغییرات غلظت کلروفیل برخلاف دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها مشاهده می‌شود و بیشترین مقدار آن در فصل زمستان و کمترین آن در فصل تابستان رخ داده است. در منطقه دریای عمان تغییرات دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها دارای روند مشابه هستند؛ در حالی‌که تغییرات غلظت کلروفیل روند معکوس دارد.بیشینه مقادیر غلظت کلروفیل در فصل زمستان و کمترین آن در فصل تابستان اندازه‌گیری شده است.



شکل ۸. الگوی تغییرات **AOD** محصول سنجنده **MODIS** ماهواره **Aqua** (محصول الگوریتم **DB** و **DT**) ساعت **UTC** ۱۲:۰۰.



شکل ۹. الگوی تغییرات **SST** محصول سنجنده **MODIS** ماهواره **Aqua** ساعت **UTC** ۱۲:۰۰.



شکل ۱۰. غلظت کلروفیل **a** محصول سنجنده **MODIS** ماهواره **Aqua** ساعت **UTC** ۱۲:۰۰.

اما بیشینه مقادیر دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها در فصل تابستان و کمینه آن‌ها در فصل زمستان مشاهده می‌شود. از طرف دیگر کمینه مقادیر غلظت کلروفیل در ماه ژوئن دیده می‌شود که با بیشینه دمای سطح دریا هماهنگ است. بیشینه کمیت عمق نوری هواویزها نیز در ماه ژوئیه رخ می‌دهد که هم‌زمان با فعالیت جریان‌های موسمی است که می‌تواند رخدادهای گردوخاک در نواحی جنوب شرقی ایران و غرب پاکستان را افزایش دهد و سبب انتقال گردوخاک به سمت دریای عمان شود. روند تغییرات دمای سطح دریا، عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل دارای نوسان فصلی است و به‌نظر می‌رسد تغییرات دمایی و شوری در آب دریا می‌تواند در تغییر میزان غلظت کلروفیل اثرگذار باشد. همبستگی بین عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل و نیز دمای سطح دریا و غلظت کلروفیل برای خلیج فارس و دریای عمان از نظر آماری در نواحی ساحلی بصورت نسبتاً خوبی بین کمیت‌ها مشاهده می‌شود. بیشترین میزان همبستگی در نواحی جنوبی خلیج فارس مشاهده می‌شود که دارای عمق کمتری نسبت به سایر نواحی است. با مطالعه روند تغییرات بلند مدت بنظر می‌رسد احتمال وجود همبستگی با تأخیر زمانی بین دمای سطح دریا و عمق نوری هواویزها و غلظت کلروفیل وجود دارد که در مطالعه موردی رخداد گردوخاک تاریخ ۳۰ ژوئیه ۲۰۱۸ بخوبی نشان داده شده است.

۵ منابع

Gallisai, R., Peters, F., Volpe, G., Basart, S. and Baldasano, J.M., 2014. Saharan dust deposition may affect phytoplankton growth in the Mediterranean Sea at ecological time scales. *PloS one*, 9(10).

Paytan, A., Mackey, K.R., Chen, Y., Lima, I.D., Doney, S.C., Mahowald, N., Labiosa, R. and Post, A.F., 2009. Toxicity of atmospheric aerosols on marine phytoplankton. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(12), pp.4601-4605.

Tan, S.C., Shi, G.Y., Shi, J.H., Gao, H.W. and Yao, X., 2011. Correlation of Asian dust with chlorophyll and primary productivity in the coastal seas of China during the period from 1998 to 2008. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116(G2).

Deng, Z.Q., Han, Y.X., Bai, H.Z. and Zhao, T.L., 2008: Effect of dust aerosol production in China mainland on marine primary productivity. *China Environmental Science*, 28, pp.872-876.

Moradi, M., and Moradi, N., 2020: Correlation between concentrations of chlorophyll-a and satellite derived climatic factors in the Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 161, 111728.

Moradi, M., and Kabiri, K., 2015: Spatio-temporal variability of SST and Chlorophyll-a from MODIS data in the Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, *98*, 14-25.

Mobarak Hassan, E., Rahnama, M., Noori, F. 2021: Investigation of the possible impact of dust on chlorophyll concentration in north and south Iranian water resources (2007- 2017). *Amphibious Science and Technology*, 2(1), 36-54.

Rahnama, M., A. Ranjbar, S. Attarchi, 2018: Effect of dust storm on sea surface temperature and Chlorophyll content using MODIS images in the Persian Gulf and Oman Sea. 4th International Conference on the Persian Gulf Oceanography, 17-18 Feb 2018, Tehran, Iran.

Rahnama, M., S. Attarchi, 2018: Seasonal Variability of Sea Surface Temperature on the Persian Gulf and Oman sea Using MODIS Data. 4th International Conference on the Persian Gulf Oceanography, 17-18 Feb 2018, Tehran, Iran.