

تخمین غلظت کروفیل-a و دمای سطح آب در خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر سنجش از دور

فاطمه گروئی^۱، محمدرضا عظیمی سردری^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی آب‌خیزداری، گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۲- دانش آموخته دکتری علوم و مهندسی آب‌خیزداری، دانشگاه هرمزگان و رئیس سازمان نظام مهندسی ساختمان استان هرمزگان،
بندرعباس، ایران

چکیده:

خلیج فارس و دریای عمان از مهم‌ترین اکوسیستم‌های آبی جهان هستند. کیفیت آب این دو منطقه به دلیل عوامل مختلفی مانند توسعه صنعتی، آلودگی و تغییرات آب و هوایی در حال کاهش است. روش‌های سنتی اندازه‌گیری غلظت کروفیل-a ناخوشایند، پیچیده و زمان‌بر هستند. سنجش از دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند به‌طور دقیق و در زمان واقعی غلظت کروفیل-a را اندازه‌گیری کند. هدف از این پژوهش تخمین غلظت کروفیل-a و دمای سطح آب در خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر سنجش از دور می‌باشد. در این پژوهش به ترتیب غلظت کروفیل-a و دمای سطح آب در خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از تصاویر سنتینل-۲ و تصاویر مودیس بررسی شد. نتایج نشان داد در فصل زمستان با کاهش دما کروفیل-a رو به افزایش است و همین‌طور در فصل بهار با افزایش دمای آب، کروفیل رو به کاهش است.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، کروفیل-a، دمای سطحی آب، خلیج فارس، سنجش از دور

مقدمه

در حال حاضر از آب برای سلامت و رشد اقتصادی جوامع استفاده می‌شود، از این رو مدیریت بهینه منابع آب به‌ویژه آب شیرین، از مهمترین برنامه‌های کشورها به شمار می‌آید (سلیمانی ساردو و همکاران، ۱۳۹۲). خلیج فارس و دریای عمان یکی از مهمترین بوم‌سازگان آبی کشورند که از لحاظ جنبه‌های مختلف اهمیت فراوانی دارند. این دو از لحاظ دمای سطحی آب، جمعیت فیتوپلانکتون و مواد مغذی متفاوت می‌باشند (کریمیان و همکاران، ۱۴۰۲).

با توسعه صنعتی و استفاده بیش از حد از مواد آلی مصنوعی، پیامدهای منفی بر منابع آب شیرین به همراه دارد. ارزیابی کیفیت منابع آب در سال‌های اخیر و هم‌زمان با کاهش کمیت و کیفیت منابع آب از اهمیت زیادی برخوردار است (هوشمند و همکاران، ۱۳۹۸). کیفیت آب را می‌توان به‌عنوان یک توصیف‌کننده کلی از خصوصیات آب از نظر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در نظر گرفت. بسیاری از پارامترهای کیفیت آب، مانند کروفیل-a، مواد جامد معلق و کدورت، معمولاً به عنوان شاخص استفاده

می‌شوند (Kwong et al, 2022). کاهش کیفیت آب شیرین به دلیل تشکیل شکوفه‌های جلبکی مضر مرتبط با علل طبیعی و انسانی متعدد، یک نگرانی جهانی است (Munsaf Khan et al, 2022).

بهترین روش برای ارزیابی کیفیت آب، استفاده از شاخص‌های کیفیت آب است. شاخص‌های کیفیت، ابزارهای مدیریتی قدرتمندی برای تصمیم‌گیری‌های مرتبط هستند (کرد تمینی، ۱۳۹۸). شاخص‌های اصلی کیفیت آب عبارتند از: کلروفیل a-، شفافیت آب، کدورت و ذرات معلق. کلروفیل a- یک معیار رایج برای سنجش کیفیت آب به عنوان سطح اوتروفیکاسیون است (Yigit Avdan et al, 2019).

یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی که بر رشد جلبک‌ها تأثیر مثبت و منفی می‌گذارد دما است (کریمیان و همکاران، ۱۴۰۲).

آب دریاها و اقیانوس‌ها با جذب انرژی خورشید، دمای سطحی خود را افزایش می‌دهند. این اختلاف دما، جریان گرمایی بین آب-های سطحی و زیرین را ایجاد می‌کند. دما بر تولیدات اولیه دریایی تأثیر می‌گذارد. تأثیر مستقیم دما بر پلانکتون‌هاست. هر گونه فیتوپلانکتون در دامنه دمایی خاصی فعالیت می‌کند. تأثیر غیرمستقیم دما بر تولیدات اولیه، از طریق تأثیر بر حد اشباع نور، توانایی معلق ماندن ارگانیسم‌ها در آب و انحلال گازهای حیاتی است. لایه‌بندی حرارتی در آب‌ها و تشکیل ترمو کلاین، مانعی برای بالا آمدن مواد مغذی از لایه‌های زیرین و در نتیجه کاهش تولیدات اولیه است (غلامعلی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۹).

کلروفیل a- رنگدانه‌ای است که معمولاً در گیاهان سبز و جلبک‌ها یافت می‌شود و یک شاخص حیاتی برای ارزیابی زیست توده جلبکی و گیاهی، کیفیت آب و سلامت اکوسیستم در محیط‌های آبی است. سطوح بالا کلروفیل a- به طور معمول نشان‌دهنده فراوانی مغذی در بدنه آبی است و آن را به یک پارامتر کلیدی برای نظارت بر وضعیت مواد مغذی و کیفیت کلی آب تبدیل می‌کند (Li et al, 2023).

نظارت بر غلظت کلروفیل a- می‌تواند به جلوگیری از بدتر شدن بیشتر کیفیت آب کمک کند. روش‌های سنتی نظارت بر غلظت کلروفیل ناخوشایند، پیچیده و زمان‌بر هستند. با استفاده از مطالعه عمیق ویژگی‌های طیفی آب و بهبود مدل بازیابی کلروفیل، تصاویر سنجش‌ازدور می‌توانند محتوای کلروفیل a- را با دقت بیشتری شبیه‌سازی کنند (Wang et al, 2022).

علی‌رغم استفاده از روش‌های نمونه‌برداری و دیگر روش‌های وابسته به نمونه، استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور به دلیل صرفه جویی در هزینه و زمان بیشتر و علاوه بر این بررسی طیف گسترده‌ای از پروژه‌ها در مقیاس‌های محلی تا جهانی دارای اهمیت بیشتری است (صادقیان‌پیرمحله، ۱۳۹۹).

سنجش‌ازدور به دلیل توانایی آن در به‌دست‌آوردن دیدگاه همدیدی و منبع اطلاعات تقریباً در زمان واقعی، مورد توجه محققان و دستداران محیط‌زیست بوده است. ارزیابی کیفیت آب با استفاده از سنجش‌ازدور برحسب اجزای فعال نوری و رسوبات معلق انجام می‌شود. GEE^۱ پلتفرم محاسباتی مبتنی بر، ابر برای تجزیه و تحلیل مکانی با استفاده از یک مخزن آنلاین تصاویر ماهواره‌ای است. این پلتفرم از قابلیت‌های محاسباتی Google برای نظارت بر مسائل اجتماعی مانند جنگل‌زدایی، تغییرات آب‌وهوایی، تغییرات خط ساحلی، مدیریت آب و غیره استفاده می‌کنند. از قابلیت‌های GEE برای نقشه‌برداری شکوفه جلبک‌ها، پایش منطقه جنگل، پایش پوشش زمین و نقشه‌بردار سیل استفاده شده است (Sherjah et al, 2023). هدف از این مطالعه بررسی پارامترهای

^۱ Google Earth Engin



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

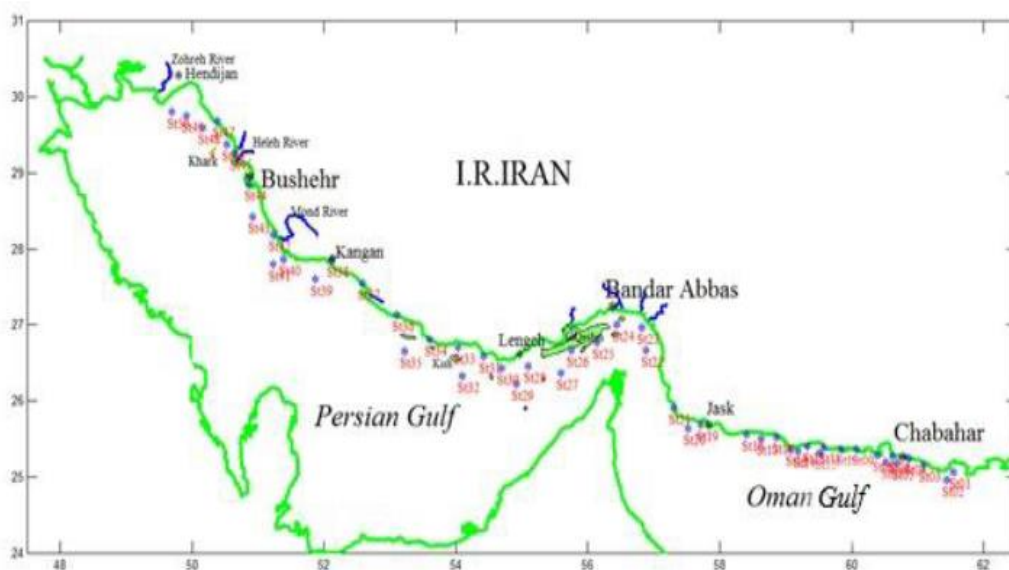
۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

کلروفیل-a و دما سطح آب به ترتیب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل-۲ و تصاویر ماهواره‌ای مودیس در خلیج فارس و دریای عمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

خلیج فارس دریای کوچکی در جنوب غربی ایران است. این خلیج بین عرض جغرافیایی ۲۴ تا ۳۰ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ تا ۵۶ درجه شرقی قرار دارد. خلیج فارس از شمال به وسیله تنگه هرمز به دریای عمان و اقیانوس هند متصل می‌شود. خلیج فارس دارای طولی در حدود ۹۹۰ کیلومتر، عرضی در حدود ۳۳۸ کیلومتر و عمقی در حدود ۳۶ متر است. عمق خلیج فارس در سواحل ایران بیشتر از سواحل عربستان است. اقلیم خلیج فارس در تابستان گرم و در زمستان معتدل است. این خلیج دارای دو فصل اصلی زمستان (دسامبر تا مارس) و تابستان (ژوئن تا سپتامبر) است. در تابستان دمای هوا در خلیج فارس تا ۵۱ درجه سانتیگراد می‌رسد. در زمستان دمای هوا در خلیج فارس تا ۱۵ درجه سانتیگراد کاهش می‌یابد. میزان تولیدات اولیه فیتوپلانکتونی در خلیج فارس بین ۰/۲ تا ۰/۸۶ میلی گرم در متر مکعب است. این خلیج به دلیل شکوفایی میکرو جلبک‌های دریایی، که به عنوان شکوفایی جلبک‌های مضر (HABs) یا کشت‌های قرمز شناخته می‌شوند، شناخته شده است. دریای عمان دریای کوچکی در جنوب شرقی ایران است. این دریا بین عرض جغرافیایی ۲۲ تا ۲۶ درجه شمالی و طول جغرافیایی ۵۶ تا ۶۲ درجه شرقی قرار دارد. دریای عمان از شمال به وسیله تنگه هرمز به خلیج فارس و از جنوب به وسیله تنگه باب‌المندب به اقیانوس هند متصل می‌شود. دریای عمان دارای طولی در حدود ۵۴۵ کیلومتر و عرضی در حدود ۲۷۰ کیلومتر است. عمق دریای عمان در حدود ۲۰۰۰ متر است. اقلیم دریای عمان تحت تأثیر دو فصل مانسونی قرار دارد. فصل مانسون زمستانی از نوامبر تا آوریل ادامه دارد و با بادهای کم سرعت شمال شرقی همراه است. فصل مانسون تابستانی از ژوئیه تا سپتامبر ادامه دارد و با بادهای شدید جنوبی و جنوب غربی همراه است (کریمیان و همکاران، ۱۴۰۱).



شکل (۱) - محدوده مورد مطالعه

این تحقیق به منظور برآورد کیفیت آب خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از نرم افزار گوگل ارث انجین و نرم افزار snap از طریق مراحل زیر به انجام رسیده است.

تعیین میزان غلظت کلروفیل-a با استفاده از تصاویر سنتینل-۲

تخمین غلظت کلروفیل-a از تصاویر ماهواره سنتینل-۲، با توجه به توان تفکیک مناسب این ماهواره، در نقشه برداری پوشش زمین و نظارت بر پوشش گیاهی، آب، خاک و همچنین راه‌های آبی و مناطق ساحلی کاربرد دارد. تصاویر سنتینل-۲ دارای توان تفکیک مکانی ۱۰، ۲۰ و ۶۰ متر و دارای ۱۳ باند طیفی در محدوده‌های مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز طول موج کوتاه است. همچنین این تصاویر دارای توان تفکیک زمانی ۳ روز در عرض‌های میانی و ۵ روز در استوا می‌باشد. در این پژوهش، داده‌های Level 2A سنتینل-۲ که از نوع داده‌های بازتاب بالای جو هستند از سایت <https://scihub.copernicus.eu/> بارگیری شد. بعد از دانلود تصاویر، تصحیح هندسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار Snap اعمال شد. S2A دارای دوباند در ناحیه آبی است که در ۴۴۳ نانومتر (باند ۱) و ۴۹۰ نانومتر (باند ۲) در مرکز قرار دارند. یک باند در منطقه سبز (باند ۳، در مرکز ۵۶۰ نانومتر). یک باند در ناحیه قرمز (باند ۴، در مرکز ۶۶۵ نانومتر) و پنج باند در مناطق NIR. در نتیجه، تمام نسبت‌های باند موجود که معمولاً برای تخمین کلروفیل-a استفاده می‌شوند مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای برآورد غلظت کلروفیل-a از رابطه ۱ استفاده می‌شود:

$$Chlo-a = 0.80 \times \exp(0.35 \times B3/B4) \quad (1)$$

$B3$ = باند ۳ و $B4$ = باند ۴

محیط گوگل ارث انجین و پارامتر دمای سطح آب

در این پژوهش از داده‌های سنجنده Terra ماهواره مودیس استفاده شد. داده‌های دمای آب این سنجنده با استفاده از سامانه Google Earth Engine پردازش و نقشه‌های دما تهیه شدند. این فرآیند با استفاده از کدنویسی جاوا در Google Earth Engine انجام شد. این محصول به صورت روزانه و با جزییات مکانی ۵۰۰ متری از سال ۲۰۰۰ میلادی تاکنون در دسترس است. بعد از دانلود تصاویر، تصحیح هندسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار Snap اعمال شد.

نتایج

برآورد غلظت کلروفیل-a با استفاده از نرم‌افزار Snap

شکل (۲) غلظت کلروفیل-a در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان در طول زمان را نشان می‌دهد.

نتایج نشان می‌دهد غلظت کلروفیل-a از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ به‌طور کلی در حال نوسان است. کمترین میزان غلظت کلروفیل مربوط به سال ۲۰۲۲ می‌باشد و غلظت کلروفیل-a در سال ۲۰۱۹ به‌طور قابل توجهی بیشتر از سایر سال‌ها بوده است. این



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

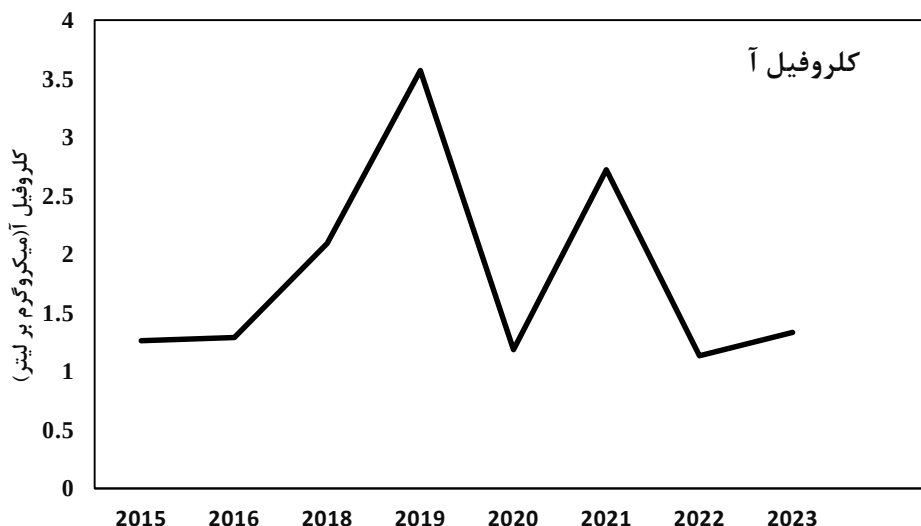
(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آب‌خیزهای ساحلی

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

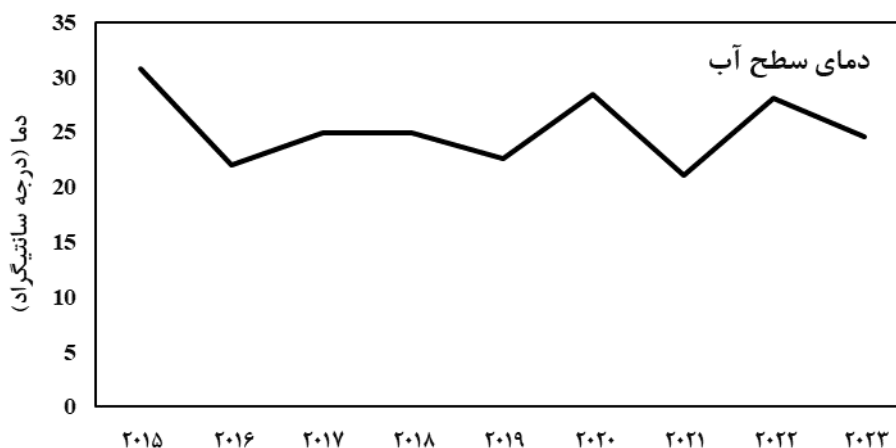
افزایش ممکن است به دلیل شرایط آب و هوایی مطلوب در آن سال باشد. یکی از دلایل افزایش غلظت کلروفیل a می‌تواند کاهش دمای سطح آب باشد.



شکل (۲) - تغییرات کلروفیل a در پهنه خلیج فارس و دریای عمان

پایش دمای آب در خلیج فارس و دریای عمان در محیط گوگل ارث انجین

با استفاده از سنجنده Terra ماهواره MODIS در محیط گوگل ارث انجین در رابطه با دمای سطح آب در دوره‌های زمانی مختلف به دست آمد. همانطور که از نمودار مشخص است، دمای سطح آب به طور کلی در حال نوسان است به طوری که بیشترین میزان تغییرات دما مربوط به سال ۲۰۱۵ است و کمترین میزان دما مربوط به سال ۲۰۲۱ است.



نتیجه گیری:

پارامترهای دمای سطحی آب و کلروفیل-a از معمول ترین مولفه‌هایی هستند که مقدار و تغییرات آن‌ها بر حسب زمان در بخش-های مختلف منطقه مورد مطالعه تعیین کننده شرایط امکان زیست، توسعه موجودات گیاهی و جانوری در محیط دریایی هستند. بر اساس یافته‌ها می‌توانیم نتیجه بگیریم که غلظت کلروفیل-a در خلیج فارس و دریای عمان در فصل زمستان رو به افزایش و دمای آب رو به کاهش است و همچنین غلظت کلروفیل در فصل بهار رو به کاهش و دما رو به افزایش است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که غلظت کلروفیل-a با دمای آب رابطه عکس دارد.

منابع:

- [۱] سلیمانی ساردو مجتبی، ولی عباسعلی، قضاوی رضا و سعیدی گراغانی حمیدرضا، ۱۳۹۲. آنالیز و روندیابی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب؛ مطالعه موردی رودخانه چم انجیر خرم‌آباد
- [۲] صادقیان پیر محله نیما، رحمانی مهران و موسوی پور سیده زهرا، ۱۳۹۹. پایش پارامترهای کیفی آب و روند توزیع مکانی آن‌ها در دریاچه سدها با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل-۲ (مطالعه موردی: سد سپیدرود)
- [۳] غلامعلی فرد مهدی، احمدی بنیاد، نوری پریسا، رنجروزی فاطمه، مظلومی سهراب و صابر علی، ۱۳۹۹. پایش سنجش از دوری تغییر-پذیری دمای سطحی آب و کلروفیل-a در خلیج فارس و دریای عمان: عوامل موثر در تولید خالص اولیه
- [۴] کرد تمینی ایوب، بذرافشان ادریس، نورآبادی الهام، انصاری حسین و کمائی حسین، ۱۳۹۸. بررسی کیفیت آب دریاچه سد ماشکید شهرستان سیب و سوران با بهره‌گیری از شاخص کیفیت آب و شاخص کیفیت آب‌های سطحی ایران
- [۵] کریمیان مریم، بیرق دار کشکولی امید، مدرس رضا و پور منافی سعید، ۱۴۰۲. تحلیل روند و تغییرات مکانی و زمانی غلظت کلروفیل a در خلیج فارس و دریای عمان
- [۶] هوشمند حسین، آهنگرزاده مینا، دهقان مدیسه سیمین و سید مرتضایی سید رضا، ۱۳۹۸. بررسی کیفیت آب دریاچه سد سیمه با استفاده از شاخص‌های باکتریایی و ارتباط آن با برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب
- [7] Kwong, I., Wong, F., Fung, T., 2022, Automatic Mapping and Monitoring of Maring water Quality Parameters in Hong Kong Using sentinel-2 Image Time- Series and Google Earth Engine Cloud computing
- [8] Sherjah, P., Saji Kumar, N., Nowshaja, P., 2023, Quality monitoring of inland water bodies using Google Earth Enging
- [9] Wang, Q., Song, K., Xiao, X., Andre Jacinthe, P., Wen, Z., Zhao, F., Tao, H., Li, S., Shang, Y., Wang, Y., Lio, G., 2022, Mapping water clarity in North American lakes and reservoirs using Landsat images on the GEE platform with the RGRB model
- [10] Munsaf Khan, R., Salegi, B., Mahdian Pari, M., 2022, Maching Learning methods For water Quality Monitoring Finger Lakes using sentinel-2
- [11] Yigit Avdan, Z., Kaplan, G., Goncu, S., Avdan, U., 2019, Monitoring the Water Quality of Small Water Bodies
- [12] Li, W., Zhou, Y., Yang, F., Liu, H., Yang, X., Fu, C., He, B., 2023, Using C2X to Explore the Uncertainty of In Situ Chlorophyll-a and Improve the Accuracy of Inversion Models Using High-Resolution Remote Sensing Data



انجمن علمی سیستم‌های
سطوح آبگیر باران ایران

12th National Conference on Iranian Rainwater Catchment Systems

(The role of rainwater harvesting methods in revitalizing arid and semi-arid microclimates of Iran)

Feb 13-14, 2024, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

دوازدهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

استحصال آب باران و نقش آن در احیا و پایداری
خرد اقلیم‌های مناطق خشک، نیمه خشک و آبخیزهای ساحلی

۲۴ و ۲۵ بهمن ماه ۱۴۰۲

Estimation of chlorophyll-a concentration and water surface temperature in Persian Gulf and Sea of Oman using remote sensing images

Fatemeh Gorouei¹, Mohammadreza Azimi sardari²

- 1- Master's student in Watershed Science and Engineering, Department of Natural Resources Engineering, Hormozgan University, Bandar-Abbas, Iran
- 2- Doctoral student of watershed engineering and sciences, Hormozgan University and head of Hormozgan Construction Engineering System Organization, Bandar Abbas, Iran

Abstract

The Persian Gulf and the Sea of Oman are among the most important water ecosystems in the world. The water quality of these two regions is decreasing due to various factors such as industrial development, pollution and climate change. Traditional methods of measuring chlorophyll-a concentration are inconvenient, complicated and time-consuming. Remote sensing using satellite images can accurately measure chlorophyll-a concentration in real time. The purpose of this research is to estimate the concentration of chlorophyll-a and water surface temperature in the Persian Gulf and Oman Sea using remote sensing images. . In this research, chlorophyll-a concentration and water surface temperature in the Persian Gulf and the Sea of Oman were investigated using Sentinel-2 and MODIS images, respectively. The results showed that in winter, chlorophyll-a is increasing with decreasing temperature, and in spring, chlorophyll is decreasing with increasing water temperature.

Keywords: Water quality, chlorophyll-a, water surface temperature, Persian Gulf, remote sensing