

## مطالعه کیفیت آبهای ساحلی با تصاویر ماهواره‌ای فراطیفی Hyperion - مطالعه موردی ساحل اروندکنار

مهدی مومی پور

گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۵

### چکیده

امروزه به دلیل مدیریت نامناسب شهری، صنعتی و کشاورزی، اکثر منابع آب دچار تخریب کیفیت شده‌اند. سنجش از دور می‌تواند نقش مهمی را در ارزیابی کیفیت آب و مدیریت آن ایفا نماید. منابع آلودگی، اغلب به آسانی می‌توانند به وسیله سنجش از دور تشخیص داده شوند؛ به‌خصوص وقتی به وسیله کانال‌های روباز به داخل دریاچه یا رودخانه تخلیه شوند. امروزه سنجش از دور به‌عنوان یک ابزار بسیار قوی مطرح بوده، جایگاه خاصی در پایش منابع طبیعی به‌خصوص پایش منابع آب داراست. با توجه به این‌که وسعت بسیار زیادی از سطح زمین پوشیده از آب است، جهت مطالعات منابع آب، اقدامات میدانی کاری پردردسر و پرهزینه است، جایگاه خود را به پردازش تصاویر ماهواره‌ای داده‌است. اقداماتی نظیر بررسی کیفیت آب شامل مطالعات شوری، بررسی مواد معلق و رسوب، بررسی رنگ آب، میزان کلروفیل و همچنین مطالعات کمی منابع آب شامل ژرفاسنجی منابع آب از جمله اقداماتی است که می‌توان با تصاویر ماهواره‌ای انجام داد. به کمک سنجش از دور می‌توان تمرکز کلرفیل  $a$  را در منابع آب شناسایی و مشاهده کرد. افزایش میزان کلروفیل سبب کاهش انرژی بازتابی در طول موج آبی و افزایش آن در طول موج سبز می‌شود. به طور کلی جهت بررسی کیفیت آب، رابطه بین پارامترهای کیفیت آب و تابش طیفی پدیده‌ها باید ارزیابی شوند. در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای فراطیفی Hyperion در بخش کوچکی از شمال خلیج فارس با ایجاد مدل بیو-اپتیکال پارامترهای کلروفیل، تریپتون و کدورت آب سنجیده شده است.

**واژگان کلیدی:** سنجش از دور، کیفیت آب، Hyperion، ساحل خلیج فارس

## ۱. مقدمه

رشد بی‌رویه جلبک‌ها و افزایش مواد زیستی معلق از کیفیت آب می‌کاهد. گاهی مزه و بوی نامطبوع آب می‌تواند در اثر غلظت بالای جلبک باشد. به‌علاوه میکروارگانیسم‌هایی هم در این روند دخیل هستند که ممکن است سلامتی مصرف‌کنندگان آب را به خطر اندازند. برای مدیران منابع آب مهم است که کاراترین راه را برای حل مشکلات کیفی آب آشامیدنی بیابند. این مورد به خصوص در حالتی که با وسعت زیاد و حجم بالای آب روبرو هستیم و کار میدانی بسیار سخت و زمان‌بر و گران است. اهمیت بیشتری می‌یابد. افزایش پارامترهایی نظیر کلروفیل a، کدورت، رسوبات معلق کل (TSS)<sup>۱</sup> و نیترات‌ها، نشانه‌هایی از آلودگی آب و کیفیت پایین آن است. برای مدیران منابع آب شناخت شرایط بخش‌های مختلف رودخانه یا هر منبع آبی دیگر، بدون نیاز به اندازه‌گیری‌های میدانی، می‌تواند مزیت بزرگی باشد. محققان محیط‌زیست بیش از دو دهه است که برای پایش، مدل‌سازی و کنترل آلودگی آب تلاش می‌کنند و مدل‌های متعددی نیز برای رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و سواحل ابداع کرده‌اند (Ritch and Shieb, 2000). همه این مدل‌ها بر اساس شرایط اولیه پهنه آبی طراحی شده‌اند و لذا برای تهیه پارامترهای ورودی مدل به کار میدانی وسیعی نیاز است. این مساله باعث شده است پایش و پیش‌بینی کیفیت آب کمتر انجام شود (Khorram, 1985).

سنجش از دور می‌تواند با ابداع روشی جایگزین برای پایش کیفیت آب بر مسائل فوق‌فائق آید. گسترش مکانی و توالی زمانی تصاویر سنجش از دور مزایای زیادی دارد (Dekker et al., 2001). علم سنجش از دور، خواص اشیا را بر اساس بازتاب، جذب یا عبور تابش آنها شناسایی می‌کند. هر پدیده در طول موج‌های مختلف رفتارهای متفاوتی دارد که این نیز کارایی تکنیک‌های سنجش از دور در مطالعات آب را

بیشتر می‌کند. از دهه ۱۹۸۰ ماهواره‌های سنجش از دور فرصتی را برای مشاهده سینوپتیک و چند زمانه کیفیت آب فراهم ساختند. برای شناخت پارامترهای کیفیت آب از روی تصاویر ماهواره‌ای می‌توان از سه رویکرد استفاده کرد: ۱- رویکرد تجربی براساس رگرسیون میان داده‌های سنجش از دور و مقادیر اندازه‌گیری میدانی، که در این رویکرد مقادیر DN پیکسل‌ها به مقادیر پارامترهای کیفی آب ربط داده می‌شود، ۲- رویکرد نیمه تجربی که از ویژگی‌های طیفی پارامترها استفاده می‌کند، که در آن ارتباط ویژگی‌های طیفی پارامتر کیفی آب با داده‌های سنجش از دور بررسی می‌شود، ۳- رویکرد تحلیلی که در آن مقادیر پارامترهای طیفی با خواص نوری ذاتی آنها مرتبط می‌شود. خواص نوری ذاتی هم با خواص نوری ظاهری مرتبط بوده، لذا با تابش فوق اتمسفری (TOA)<sup>۲</sup> نیز مرتبط می‌شوند (Gould and Arnone, 1997)، لذا در رویکرد سوم نیازی به برداشت‌های میدانی نیست و با شناخت خواص نوری پدیده می‌توان آن را در تصویر ماهواره‌ای شناسایی کرد (Mobley, 1994). روش‌های تجربی و نیمه‌تجربی از نظر کمی به تصاویر ماهواره‌ای و داده‌هایی که این مدل‌های رگرسیونی از آن استخراج کرده‌اند. وابسته است؛ درحالی که رویکرد سوم به منطقه و داده ماهواره‌ای معینی وابسته نیست (Dekker, 1997).

تریپتون بخش غیر زنده مواد معلق در آب است که در واقع بخشی از TSS است. TSS رسوبات معلق کل بوده، شامل مواد معلق اعم از زنده و غیر زنده است؛ اما تریپتون فقط بخش غیرزنده این رسوبات را شامل می‌شود. رسوبات با اندازه زیر ۰/۲ میکرون به‌صورت معلق در آب قرار می‌گیرند. غلظت کلروفیل یکی از خواصی است که در کیفیت نوری آب اثرگذار بوده، سنجش آن بر اساس خواص نوری ثبت شده در تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر است. تکنیک‌های

<sup>۲</sup> Top of Atmosphere<sup>۱</sup> Total Suspended Sediments

در این مطالعه، پارامترهای تریپتون (بخش غیر جلبکی مواد معلق در آب)، غلظت کلروفیل a و کدورت آب با برقراری مدل بیو-اپتیکال میان خواص طیفی این پارامترها و باندهای سنجنده Hyperion در بخش کوچکی از سواحل شمالی خلیج فارس انجام شده است.

## ۲. مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه در شمال غربی خلیج فارس در نزدیکی مدخل اروند رود به خلیج فارس و بین مختصات جغرافیایی طول شرقی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه و عرض شمالی ۲۹ درجه و ۳۹ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۵۳ دقیقه واقع شده است. مساحت منطقه مورد مطالعه در حدود ۱۸۰ کیلومتر مربع است (شکل ۱).

در این مطالعه از تصاویر سنجنده Hyperion اخذ شده در تاریخ ۶ اکتبر ۲۰۰۳ (مطابق ۱۴ مهر ۱۳۸۲) برای مطالعه برخی پارامترهای کیفی آب سواحل خلیج فارس در نزدیکی اروندکنار استفاده شده است. سنجنده Hyperion بر روی ماهواره مشاهدات زمینی (EO-1) نصب شده که اولین ماهواره با سنجنده های فراطیفی غیرنظامی است. این سنجنده ۲۴۲ باند طیفی در محدوده ۰/۴ تا ۲/۵ میکرون را با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر برداشت می کند (Simon and Beckmann, 2006). پارامترهای اندازه گیری شده شامل تریپتون (بخش غیر جلبکی مواد معلق در آب)، غلظت کلروفیل a و کدورت هستند که با برقراری مدل بیو-اپتیکال میان خواص طیفی این پارامترها و باندهای سنجنده Hyperion اندازه گیری شده اند. باندهای مورد نظر بر اساس مدل تحلیل حساسیت مدل بیو-اپتیکالی که بتواند مقدار پارامتر مورد بررسی را محاسبه کند انتخاب شدند.

در این مطالعه از مدل بیو-اپتیکالی پیشنهاد شده توسط Shafigh و همکاران (2001) استفاده شده

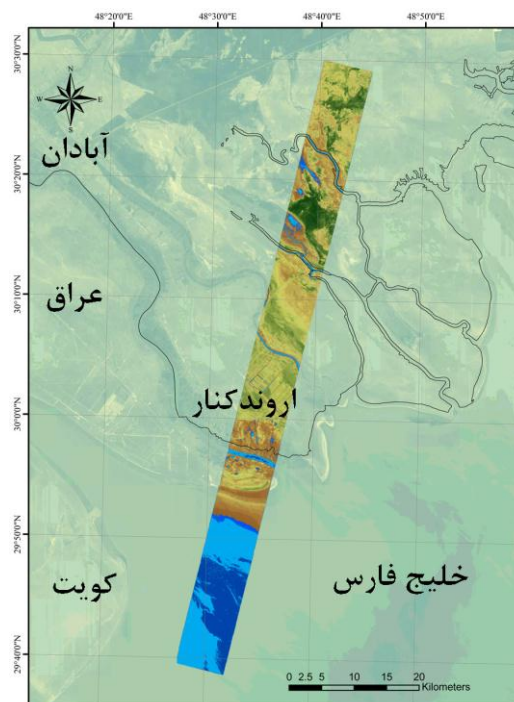
سنجش از دور ویژه پایش آبهای ساحلی از دهه ۱۹۸۰ در حال تکامل بوده است. ابزارهایی که برای گسترش این تکنیکها طراحی شده اند، از روشهای تجربی برای تهیه نقشه های کیفیت کیفی آب تا تکنیکهای نیمه تجربی و روشهای تحلیلی برای تهیه نقشه های کیفیت کمی آب را در بر می گیرد (Brando and Dekker, 2003). چندین محقق مدل های رگرسیونی متعددی را برای پیش بینی پارامترهای کیفی آب پیشنهاد داده اند که مبنای این مدل های رگرسیونی داده های طیف سنجی و نسبت گیری طیفی، به خصوص نسبت گیری بازتابشها است. Dekker (1993) پارامترهای نوری آب را با استفاده از داده های سنجش از دور مطالعه نموده است. Brando و Dekker (2003) کارایی تصاویر ماهواره ای فراطیفی Hyperion در برآورد کیفیت آب های ساحلی مدخل رودهای بزرگ را مطالعه کرده و مفید بودن این تصاویر را تأیید کردند. Kuster و همکاران (2005) ضریب جذب نوری مواد زیستی محلول در آب را با استفاده از تصاویر ماهواره ای در دریاچه های فنلاند تعیین نمودند. کالیو (۲۰۰۶) خواص نوری دریاچه های فنلاند را با مدل های بیو-اپتیک و داده های پایش کیفیت آب آن دریاچه ها بررسی کرده است. Kallio و همکاران (2008) با استفاده از تصاویر ETM+ تغییرات فصلی کیفیت آب در حوضه رودخانه ای در فنلاند را مطالعه نمودند. Giardino و همکاران (2007) با استفاده از تصاویر ماهواره ای Hyperion کیفیت آب دریاچه گاردا در ایتالیا را بررسی کردند. آنها در این مطالعه با استفاده از مدل بیو-اپتیک مقادیر کلروفیل a، تریپتون و مواد زیستی محلول در آب را تعیین کردند. Gohin (2011) تغییرات سالانه کلروفیل a، مواد غیر جلبکی معلق و کدورت آب را در بخشی از دریای مدیترانه با استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS و MERIS مطالعه کرده است. Abou El-Magd و El-Zeiny (2014) با تحلیل کمی تصاویر فراطیفی ویژگی های آبهای ساحلی بندر سعید در مصر را تعیین کردند.

بخشی از آن که منطقه ساحلی را پوشش داده‌استفاده شده‌است. داده‌های Level 1A-2 تصحیحات رادیومتریک اولیه را دارند، اما داده‌های Level 1B-1 تصحیحات بیشتری دارد (Barry, 2001). برای شناسایی پارامترهای طیفی-آب طول موجهای ۴۰۰ تا ۹۰۰ نانومتر کاربرد بیشتری دارند؛ لذا فقط بخش مرئی و مادون قرمز نزدیک (VNIR) طیف از محدوده ۴۲۷ تا ۹۲۵ نانومتر جدا شدند. از آنجایی که طول موجهای کوتاه نوفه بیشتری دارند، برای حصول کیفیت بالاتر این بخش نیز حذف شد. در مرحله بعد تصحیحات اتمسفری انجام شد که اصول فیزیکی آن مانند تصحیحات اتمسفری پهنه خشکی است. با این حال، در مورد پهنه‌های آبی سیگنالی که از درون آب به سنجنده می‌رسد، مد نظر است نه بازتاب سطحی آب. به همین دلیل تصحیحات اتمسفری سطح بالا نیاز است؛ لذا از الگوریتم FLAASH که یکی از دقیق‌ترین الگوریتم‌های تصحیح اتمسفری است استفاده شد تا بازتاب سطحی خالص سطح به دست آید (Carins et al., 2003).

### ۳. نتایج

پس از انجام پیش‌پردازش‌ها و حذف نویز می‌توان از تصاویر Hyperion برای تهیه نقشه پارامترهای کیفی آب استفاده کرد. شاخص‌های طیفی نشان دهنده مقادیر بازتابش در طول موج معین هستند و وابستگی کمی به غلظت پارامترها در محل اندازه‌گیری دارند (Kuster et al., 2001). یکی از موارد پارامترهای کیفی آب میزان کلروفیل  $a$  می‌باشد که در این مطالعه رابطه طیف‌های سنجنده Hyperion با مقدار کلروفیل  $a$  به عنوان نماینده بیوماس جلبک‌ها بررسی شد. نتایج به صورت نقشه در شکل ۳ آمده‌است. سنجش از دور براساس بازتاب طیفی پدیده‌ها تصویر را می‌سازد و در مطالعه حاضر، روند معکوس طی شده‌است به این معنا که بر اساس تصویر ثبت شده در سنجنده، پدیده و شرایط طیفی آن شناخته

است. مبنای این مدل تئوری عبور تشعشع در آب است که به وسیله Mobley (1994) ارائه شده است.



شکل ۱. تصویر اولیه از فریم سنجنده Hyperion برای تحلیل‌های بعدی بخش خشکی حذف شده است.

در این مطالعه ۲۸ باند طیفی Hyperion بین طول موجهای ۴۸۰ تا ۷۰۰ نانومتر که با خواص نوری پارامترهای کیفی مورد نظر مرتبط بودند انتخاب شدند و سپس معکوس‌سازی مدل بیو-اپتیکال با روش معکوس‌سازی ماتریس (MIM)<sup>۱</sup> انجام شد. برای کم شدن نوفه‌های محیطی، فیلتر پایین‌گذر  $5 \times 5$  بر روی تصویر اعمال شد. همچنین تصحیحات اتمسفری لازم نیز بر روی تصویر انجام گردید. در روند MIM از مقادیر خواص ویژه نوری پارامترها و طول موجهای ۴۹۰، ۶۷۰ و ۷۴۰ نانومتر استفاده شد. شکل ۲ فلوچارت نحوه انجام عملیات در این مطالعه را نشان می‌دهد. مدل‌های مورد استفاده برای سنجش پارامترهای سه‌گانه کیفیت آب به شرح زیر است (Shafigh و همکاران، ۲۰۰۱).

اندازه فریم هر تصویر، پهنه‌ای به ابعاد  $7/5$  در ۴۰ کیلومتر است که در این منطقه فریم مورد استفاده عمدتاً در خشکی واقع شده. برای این مطالعه فقط

<sup>۲</sup> Very Near Infra Red

<sup>۱</sup> Matrix Inversion Method

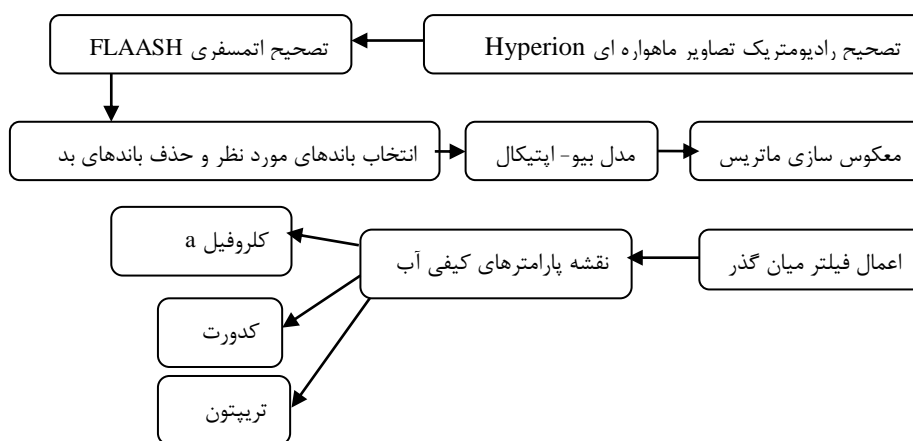
محسوب می‌شود. بایستی حذف شود (Thomann and Mueller, 1987).

می‌شود. در چنین شرایطی لازم است که تصحیحات اتمسفری به دقت انجام شود. همچنین بازتاب‌های سطحی آب نیز که در این مطالعه پدیده مزاحم

$$\text{Chl-a} = 48.849 * (705/675 \text{ nm}) - 34.876 \quad \text{معادله ۱}$$

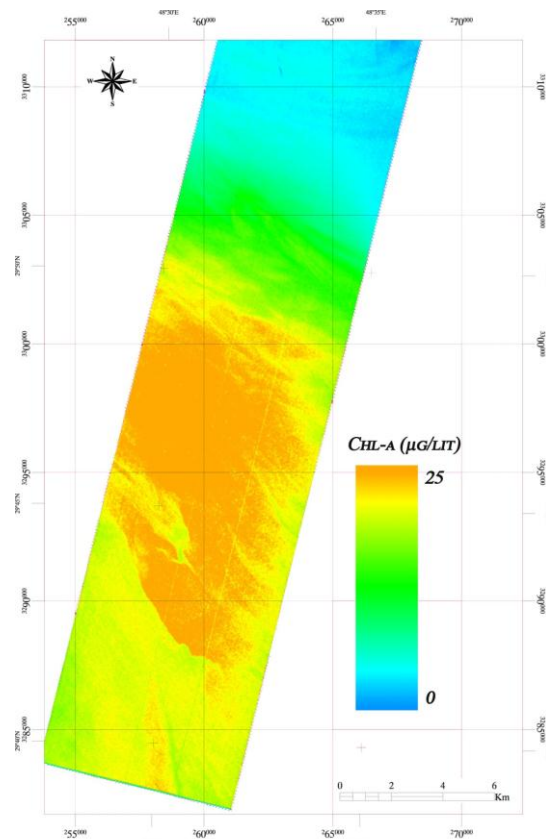
$$\text{TP} = 0.1081 * \log (554/675 \text{ nm}) - 0.0371 \quad \text{معادله ۲}$$

$$\text{Turbidity} = 186.59 * (710-740 \text{ nm}) + 8.5516 \quad \text{معادله ۳}$$

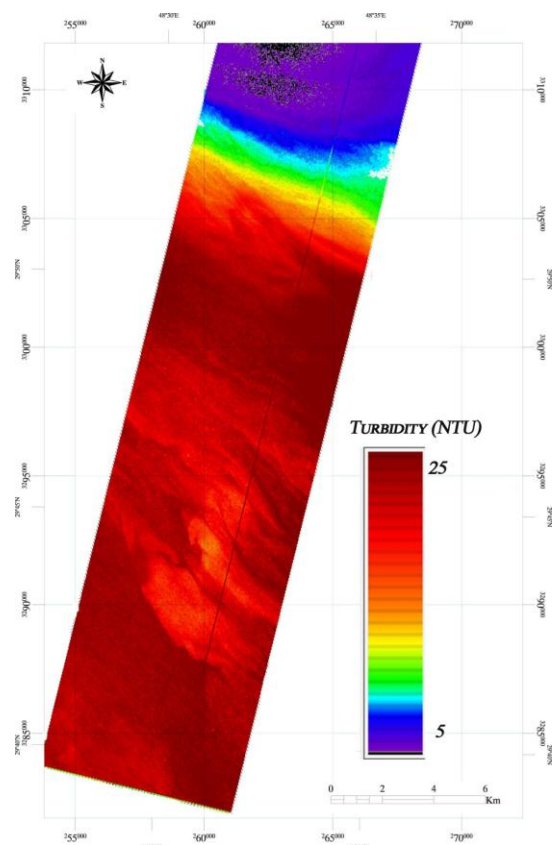


شکل ۲. فلوجارت روش انجام کار

عموماً در برقراری ارتباط بین پارامترهای طیفی و داده‌های زمینی استفاده از نسبت‌های طیفی بهتر از استفاده از باندهای تکی استفاده از طول موج‌های زیر ۴۸۰ و بالای ۷۰۰ نانومتر برای اینگونه مطالعات پایا و کارآمد نیست. در دو طول موج ۴۹۰ و ۵۵۰ نانومتر مقدار پراکنش تریپتون با استفاده از مدل بیو-اپتیکال محاسبه شده و در شکل ۴ نمایش داده شده است. اثر امواج و پمپ‌های کشنده آب در ساحل را نیز نباید از نظر دور داشت. نکته مهم در این مطالعه این است که مقدار اندازه‌گیری شده مربوط به همان لحظه برداشت تصویر ماهواره‌ای است و نباید با مقدار اندازه‌گیری شده میدانی برابر باشد. به عبارتی، نقشه ارایه شده مقادیر پارامتر در لحظه عبور ماهواره را نشان می‌دهد. باید توجه داشت که با توجه به اندازه فریم تصویر Hyperion و قدرت تفکیک زمانی آن، برای پایش دائم تغییرات قابل استفاده نیست، لذا بهتر است از تصاویر MODIS و یا MERIS که به صورت روزانه و در پهنه وسیع‌تری از منطقه تصویر برداری



شکل ۳. پهنه بندی مقدار غلظت نسبی کلروفیل a در پهنه آبی مورد مطالعه



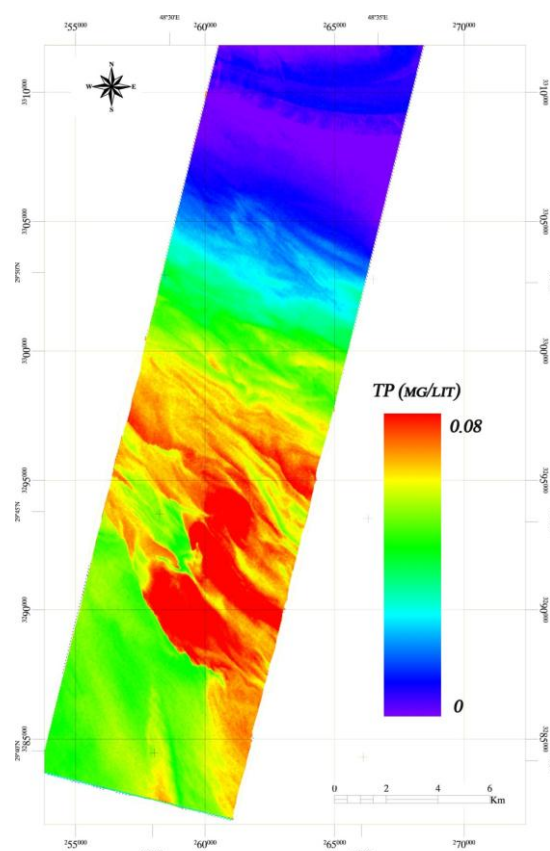
شکل ۵. پهنه بندی مقدار کدورت در منطقه مورد مطالعه در واقع، مدل فیزیکی چگونگی تأثیر خواص نوری آب در تشکیل تصویر در سنجنده را نشان می‌دهد و معکوس‌سازی مدل، براساس تصویر تشکیل شده در سنجنده نشان می‌دهد که خواص نوری آب چگونه بوده‌است. پس در این نوع مطالعات نیازی به نمونه‌برداری محلی و مقایسه آن با تصاویر نیست؛ چون نتایج براساس خواص ذاتی مواد به دست آمده است. معکوس‌سازی ماتریس (MIM) در مدول IDL نرم افزار ENVI قابل اجراست و نقشه‌های کلروفیل a، کدورت و تریپتون با اجرای آن تولید شدند. برای این منظور دو باند R(0-) سنجنده Hyperion با طول موج‌های مرکزی ۴۹۰ و ۶۷۰ نانومتر و ترکیب ۵ باند در محدوده ۷۰۰ تا ۷۴۰ نانومتر معکوس شدند. از قانون Cramer برای حل تحلیلی سیستم ۳×۳ استفاده شد.

انتخاب باندها برای استفاده در MIM روند واضح و معمولی ندارد. در وهله اول باندهایی که نزدیک‌ترین پدیده‌های طیفی کلروفیل a و تریپتون را داشتند

می‌کنند، استفاده شود. البته هیچکدام از نظر تعداد باند و قدرت تفکیک مکانی نمی‌تواند جایگزین Hyperion شود. باندهای ۶۷۲، ۶۷۵، ۷۰۰ و ۷۰۵ نانومتر با طیف‌های مربوط به جلبک (یا کلروفیل a) مرتبط هستند. مقادیر کدورت آب نیز به صورت نقشه در شکل ۵ آمده است. روند تغییرات کدورت و تریپتون در بیشتر منطقه مورد مطالعه یکسان است؛ اما روند تغییرات کلروفیل a قدری متفاوت است که دلایل آن در بخش بحث بررسی می‌شود.

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

برای ارزیابی نتایج، باید ملاحظات مربوط به تفاوت زمان تصویربرداری و زمان نمونه برداری محلی در نظر گرفته شود. با توجه به این‌که در این مطالعه از مدل‌های فیزیکی استفاده شده، سپس روند معکوس‌سازی ماتریس انجام شده‌است لذا ارزیابی نتایج به روش‌های معمول سنجش از دور لازم نیست.



شکل ۴. پهنه بندی مقدار تریپتون در منطقه مورد مطالعه

آب تخمین زده می‌شوند. محصول خروجی به دست آمده از این تحقیق می‌تواند برای مدل‌های هیدرودینامیک-اکولوژیک منطقه استفاده شود.

کدورت آب شاخصی از مواد معلق در آن است و براساس نوع مواد، اندازه ذرات و عمق و پراکنش آنها مقدار کدورت آب متفاوت خواهد بود. تریپتون مواد معلق غیر زنده آب هستند و در واقع بخشی از کدورت آب حاصل حضور تریپتون در آن است. همچنین کلروفیل نیز در ایجاد کدورت آب نقش دارد؛ بنابراین همان‌طور که در نقشه‌های این پارامترها هم دیده می‌شود، در برخی نقاط همبستگی بین پارامترهای کیفیت آب وجود دارد. البته همبستگی در همه نقاط وجود ندارد مثلاً در جایی کلروفیل بیشتری وجود دارد ولی مقدار کدورت کم است و دلیل آن را می‌توان در نسبت پراکندگی مواد دانست، به نحوی که در جایی که کدورت بالاست مواد معلق دیگری بجز کلروفیل حضور فراوان داشته‌اند. Rugner و همکاران (2013) هر واحد NTU کدورت را معادل ۱ تا ۲ میلی گرم بر لیتر TSS دانسته‌اند. با مقایسه نقشه‌های تریپتون و کدورت هم مشخص است که این دو پارامتر با روند تقریباً مشابهی تغییر می‌کنند. در واقع درصدی از کدورت ناشی از حضور تریپتون است.

روندی که هر سه پارامتر اندازه‌گیری شده نشان می‌دهند، به نحوی است که در نزدیکی ساحل مقادیر کم بوده، با دور شدن از ساحل مقدار هر سه پارامتر بیشتر می‌شود. در این میان کلروفیل روندی متفاوت دارد، اما تریپتون و کدورت روند کلی یکسانی دارند. البته یادآور می‌شود که کدورت مخلوطی از همه پارامترهایی است که شفافیت آب را کم می‌کنند که هر گونه ذرات معلق یا محلول در آب را شامل می‌شود. در استفاده از روش‌های معکوس‌سازی بر روی داده‌های سنسور از دور باید دقت کرد که تصحیحات اتمسفری و محل تماس آب- هوا با حداکثر دقت ممکن انجام شوند. در این مطالعه از مدل c-WOMBAT-c استفاده شده که دقت بالایی

انتخاب شدند که عبارتند از: باند آبی (حدود ۴۴۷ nm) برای جذب chl-a، باند سبز (حدود ۵۵۰ nm) برای حداقل تأثیر از chl-a و باند قرمز (حدود ۶۷۶ nm) که کلروفیل حداکثر جذب را در این ناحیه دارد. با این حال، این باندها در روند MIM به خوبی پردازش نشده و نتایج مطلوب را نداشتند. دلیل آن ممکن است این موارد باشد: ۱- کوتاه‌ترین طول موج (۴۴۷ نانومتر) هم‌چنان دارای نویز زیادی بوده است. ۲- در باند ۵۵۰ نانومتر ممکن است بعضی از اجزای کف ساحل هم دخیل باشند. ۳- باند ۶۷۶ نانومتر از نظر طیفی دور از باند ۴۴۷ نانومتر است و لذا خطاهای کوچکی در SIOP ایجاد می‌شود. همه اینها با هم موجب خطای بزرگی در راه حل مبتنی بر MIM می‌شوند؛ لذا با روش سعی و خطا، باندهای ۴۹۰، ۶۷۰ و محدوده ۷۴۰-۷۰۰ نانومتر مناسب‌ترین باندها برای این تحلیل شناخته شدند. چون از نواحی طیف دارای نویز دور هستند و هم‌چنین اثر بازتاب کف ساحل در آن به حداقل می‌رسد. احتمالاً باند ۶۷۰ نانومتر برای تخمین کلروفیل و باندهای ۷۴۰-۷۰۰ نانومتر برای تشخیص تریپتون بهترین اثر در نتایج معکوس‌سازی ماتریس (MIM) دارند و محاسبه پخش و جذب هر کدام از اجزا را دقیق‌تر می‌کنند. Lee و همکاران (2002) مدلی ارائه کردند که به موجب آن می‌توان عمق آب و خواص ستون آب را از روی طیف بازتابی فهمید (Lee et al., 2002). ناهمگونی در IOP ها یک چالش دیگری است که باید با آن روبرو شد. لذا، ضروری است که IOP های خاص (SIOP) را برای هر منطقه خاص و هر زمان معین تعیین کرد. به عبارتی IOP هم در مکان و هم در زمان تغییر می‌کند (Brando and Dekker, 2003). در بسیاری موارد، پژوهشگران نمی‌توانند با استفاده از کشتی‌های تحقیقاتی، خواص آب را از روی IOP بطور سینوپتیک در یک پهنه وسیع تخمین بزنند. لذا برای تخمین خواص آب، اغلب ملاحظات گفته شده در مورد مدل‌های بیوپتیکال و شناسایی IOP ساده‌تر فرض می‌شوند و با الگوریتم‌های نسبت بانندی، خواص

می‌باشد. از داوران محترم برای ارائه نظرات سازنده که باعث بهتر شدن مقاله شد سپاسگزارم.

#### منابع

Abou El-Magd, I., El-Zeiny A., 2014. Quantitative hyperspectral analysis for characterization of the coastal water from Damietta to Port Said, Egypt, Egypt. J. Remote Sensing Space Sci. dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2014.02.001

Barry, P. 2001. EO-1/Hyperion Science Data User's Guide, TRW Space, Defense & Information Systems.

Brando V. E. and Dekker A. G., 2003, Satellite hyperspectral remote sensing for estimating estuarine and coastal water quality, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 41, 1378-1387.

Cairns, B., Carlson, B. E., Ruoxian, Ying, Lacis, A. A., & Oinas, V., 2003. Atmospheric correction and its application to an analysis of Hyperion data. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing, 41, 1232-1245.

Dekker, A. G., Vos, R. J., Peters, S. W. M., 2001. Comparison of remote sensing data, model results and in situ data for total suspended matter (TSM) in the southern Frisian lakes. Science of the Total Environment, 268, 197-214.

Dekker, A.G. 1993. Detection of Optical Water Parameters for Eutrophic Lakes by High Resolution Remote Sensing. Ph.D Thesis. Free University, Amsterdam

Dekker, A.G. 1997. Operational tools for remote sensing of water quality: A prototype tool kit. Vrije Universiteit Amsterdam, Institute for Environmental Studies. BCRS Report 96-18.

Giardino, C., Brando V.E., Dekker A.G., Strömbeck N., Candiani G., 2007. Assessment of water quality in Lake Garda (Italy) using Hyperion, Remote Sensing of Environment, 109, 183-195.

Gohin, F., 2011. Annual cycles of chlorophyll-a, non-algal suspended particulate matter, and turbidity observed from space and in-situ in coastal waters, Ocean Sci., 7, 705-732.

Gould, R. W. and R. A. Arnone, 1997. "Remote sensing estimates of inherent optical

دارد. با این حال برای بهبود این رویکرد، اطلاعات بیشتری در مورد آبروسل‌ها و مدل‌های اتمسفری برای MODTRAN-4 لازم است تا نتایج دقیق‌تر شوند. یکی از موضوعات مطرح در علم اقیانوس‌شناسی، مطالعه واکنش اقیانوس به تغییرات آب و هوایی است که مشاهدات ماهواره‌ای رنگ اقیانوس، نقش کلیدی در مستندسازی تغییرات اقیانوس در مقیاس جهانی و ناحیه‌ای ایفا می‌کند. در مطالعه حاضر، بررسی انجام شده در ساحل اروندکنار به دلیل وسعت کم منطقه قابلیت تحلیل جهانی ندارد اما برای مطالعات محلی بسیار مناسب است. همچنین قدرت تفکیک مکانی بسیار خوب Hyperion نسبت به سنجنده‌های معمول اقیانوس‌شناسی مطالعه دقیق تر توزیع کلروفیل و سایر پارامترهای کیفی آب را ممکن ساخته است. الگوریتم‌های رنگ اقیانوس که از باندهای آبی و سبز طیف استفاده می‌کنند در حالتی که نوع آب ۱ باشد کارایی دارند. گاهی لازم است در وهله اول طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای صورت گیرد تا الگوی بازتاب مشخص شده و براساس آن، الگوریتم‌های مربوطه استفاده شود. تصمیم به اینکه بهترین پروسه برای یک موقعیت خاص چه باشد، براساس محدودیت‌های زمان، هزینه و قدرت تفکیک لازم برای خروجی؛ گرفته می‌شود. در برخی موارد، ممکن است طبقه‌بندی کلی شرایط آب و سطوح کلروفیل a کافی باشد. در برخی موارد دیگر، تشخیص تغییرات در طول زمان و توانایی تشخیص تفاوت‌های کم در مقدار کلروفیل نیز مهم است تا بتوان به سوالات کلیدی اکولوژیک پاسخ داد و مدل‌سازی تولید اولیه را بهبود بخشید و بتوان قوانین و مقررات و معیارهای لازم برای مدیریت دریایی را تعیین کرد.

#### قدردانی

این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی داخلی شماره ۷۷ مورخ ۹۳/۶/۲۳ از محل اعتبارات ویژه پژوهشی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر



Mobley, C. D., 1994. Light and water—radiative transfer in natural waters San Diego: Academic Press.

Ritchie, J.C., Shiebe, F.R., 2000. Water quality. In: Shultz, G.A., Engman, E.T (Eds.), Remote Sensing in Hydrology and Water Management. Springer, pp. 287–303.

Rügner, H.; Schwientek, M.; Beckingham, B.; Kuch, B.; Grathwohl, P. 2013, Turbidity as a Proxy for Total Suspended Solids (TSS) and Particle Facilitated Pollutant Transport in Catchments. Environ. Earth Sci. 69, 373–380.

Shafique, N.A., B.C. Autrey, F. Fulk, and S.M. Cormier. 2001. Hyperspectral narrow wavebands selection for optimizing water quality monitoring on the Great Miami River, Ohio. Journal of Spatial Hydrology 1(1):1-22.

Simon K., T. Beckmann, 2006. Hyperion Level 1GST Product Output files data format control book (DFCB), U.S. Geological Survey.

Thomann, R.V., and J.A. Mueller. 1987. Principles of Surface Water Quality Modeling and Control. Harper & Row Publishers, New York.

properties in a coastal environment,” Remote Sens. Environ. 61, 290–301.

Kallio, K., 2006. Optical properties of Finnish lakes estimated with simple bio-optical models and water monitoring data. Nordic Hydrology, 37. 183-204.

Kallio, K., Attila, J., Harma, P., Koponen, S., Pulliainen, J., Hyytiäinen, U-M, Pyhalähti, T., 2008. Landsat ETM+ images in the estimation of seasonal lake water quality in Boreal river basin, Environmental Management, 42, 511-522.

Khorram, S., 1985. Development of water quality models applicable throughout the entire San Francisco Bay and Delta. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 51, 53–62.

Kutser, T., Herlevi, A., Kallio, K., & Arst, H., 2001. A hyperspectral model for interpretation of passive optical remote sensing data from turbid lakes. Science of the Total Environment, 268, 47–58.

Lee ZP, Carder KL, Arnone RA., 2002, Deriving inherent optical properties from water color: a multi-band quasi-analytical algorithm for optically deep waters. Appl Opt 41:5755–5772

Mobley C. D. and Sundman L. K., 2001, HYDROLIGHT 4.2, Users’ Guide. Sequoia Scientific, Redmond.

## Study of coastal Water Quality using HYPERION Hyperspectral satellite images-case study of Arvandkenar Coasts

Mehdi Mumipour

Department of Environment, Faculty of Marine Natural Resources, Khoramshahr University of Marine Science and Technology, Khoramshahr, Iran

### Abstract

Nowadays, because of bad urban, agriculture and industrial management many of water resources suffer quality issues. Remote Sensing play a key role in water quality assessment and management. Many of pollutions can be observed using remote sensing images, so it can be a very useful tool for water resources management. Because of wide spreading of water bodies, field work cause to increase in time and cost of studies, so using satellite images can be an alternative. Quality monitoring such as salinity, water color, suspended sediment may measured using satellite images. For assessing Water Quality, some empirical relations should be found to relate water quality to one or some spectral bands. Water Quality parameters such as color, chlorophyll, Suspended Sediment and Salinity may be assessed using Remote Sensing techniques. Remote Sensing can be used for assessment and monitoring algal concentration in lakes and water resources. Increase in chlorophyll cause to reduction in Blue band reflectance and increase in Green band reflectance. For assessing Water Quality, some empirical relations should be found to relate water quality to one or some spectral bands. In this study, Chl-a, concentration of Tripton and Turbidity of a small part of the Persian Gulf was estimated applying a bio-optical model.

Keywords: Water Quality, Hyperion, Persian Gulf Coast

---

\*Corresponding author, E-mail: mumipur@kmsu.ac.ir