

شناسایی لکه‌های آلودگی‌های نفتی با استفاده از سری زمانی داده‌های سنجنده مودیس (مطالعه موردی: آب‌های خلیج فارس)

بهزاد رایگانی*، محمد نجفی یاسوری، جواد بدایقی جمالی و حمید سرخیل
دانشکده محیط‌زیست، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۱۶

چکیده

امروزه نشت نفت به دریاها و اقیانوس‌ها از مهم‌ترین عوامل آلودگی این منابع در سطح جهان به شمار می‌رود. شناسایی به هنگام، جلوگیری از نشت نفت به اکوسیستم‌های دریایی و کاهش اثرات زیان‌بار آن بر محیط ضروری می‌باشد. تکنولوژی سنجش از دور به دلیل برداشت داده در بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیس و دید ناحیه‌ای وسیع، برای پایش هوایی در تشخیص زودهنگام آلودگی‌های نفتی مناسب می‌باشد. در این پژوهش از تصاویر سطح دوم سنجنده مودیس برای سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ استفاده شده است. به طوری که با بهره‌گیری از روش بارزسازی داده‌های سنجنده مودیس به پایش آلودگی‌های نفتی پرداخته شده است. اساس این روش بارزسازی استفاده از پارامترهای آماری بلندمدت میانگین و انحراف معیار از سری‌های زمانی باند شماره ۱ یا ۲ سنجنده مودیس می‌باشد. به طوری که با استفاده از یک روش ابتکاری داده‌های نامناسب سری مربوطه، سلول به سلول حذف شده و سپس میانگین و انحراف معیار بلندمدت از داده‌های سری باند شماره ۱ یا ۲ محاسبه شده و همچنین ارزش هر سلول به کمک آن دو پارامتر استاندارد شد. به طوری که با این روش رویداد نفتی بارزسازی گردید. در ادامه برای جداسازی لکه نفتی از روش توزیع فراوانی نرمال استفاده شد که با اعمال یک آستانه، سلول‌های آلوده به نفت جدا شدند. بدین صورت آلودگی نفتی که در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۰ رخ داده بود با کمک مدل طراحی شده جداسازی شد و با نقشه‌ی حاصل از تفسیر کارشناسانه رویداد نفتی، صحت‌سنجی گردید. نقشه حاصل هریک از رویدادهای نفتی با صحت کلی ۹۶٪ و ضریب کاپا (دقت‌روش) ۰/۹۵ برای آگوست ۲۰۰۷، صحت کلی ۹۵٪ و ضریب کاپا ۰/۹۲ برای جولای ۲۰۱۰ به دست آمد. نتایج کلی تحقیق نشان داد که مدل ساخته شده دقت کافی برای تشخیص و جداسازی آلودگی نفتی را دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی: سنجش از دور، نشت نفت، سنجده مودیس، سری زمانی داده ماهواره‌ای، ماسک نویزها

مقدمه

با پیشرفت صنعتی جهان، استخراج منابع نفتی و حمل و نقل دریایی تشدید و متناسب با این پیشرفت میزان نشت ناخواسته نفت به دریا افزایش یافته است. از این رو، لازم است برای کاهش خطرات زیست محیطی، راه مناسبی برای شناسایی منطقه آلوده و میزان آلودگی با ماده نفتی نشت یافته، در نظر گرفته شود. به دست آوردن این اطلاعات از منطقه آلوده شده برای اقدامات متقابل برای رفع آلودگی بسیار مهم می باشد. علاوه بر شناسایی لکه نفتی و وسعت آن، توانایی در اندازه گیری ضخامت نفت باعث افزایش اطلاعات در مورد پتانسیل پراکنده شدن نفت می شود [۱]. آلودگی نفتی دریا به طور عمده توسط تخلیه غیرقانونی هیدروکربن ها توسط کشتی ها به محیط زیست دریایی رخ می دهد. هنگامی که آلودگی نفت اتفاق می افتد، باید محل و وسعت نشت نفت مشخص شود. با آگاهی به موقع از محل نشت نفت و جهت حرکت آن، می توان اقدامات برنامه ریزی شده ای برای کاهش اثرات آن بر محیط زیست انجام داد. در این خصوص، داده های سنجش از دور با فراهم کردن اطلاعات درباره مقدار و جهت حرکت لکه نفتی با استفاده از تصاویر چند زمانه در پیش بینی حرکت لکه ها و همچنین پشتیبانی عملیات کنترل و پاک سازی لکه های نفتی نقش بسیار مهمی ایفا می کنند [۲].

شناسایی لکه های نفتی در سطح آب بر اساس خواص شیمیایی آن و اثرات متقابل بر روی آب و هوا می باشد. ساختار شیمیایی ترکیبات نفتی خواص نوری مختلفی با توجه به محیط آب دریا، مانند تغییر ضریب شکست، ضریب جذب نور و فلورسان نشان می دهد [۳] تبخیر، تجزیه بیولوژیکی، پراکندگی، امولسیون و انحلال، اکسیداسیون و رسوب مهم ترین فرآیندهایی هستند که در تشخیص نشت نفت مؤثر می باشند. میزان تبخیر به نوع نفت، غلظت، وزش باد و دمای دریا بستگی دارد. تجزیه

بیولوژیکی براساس میکرو ارگانیسم ها می تواند باعث تجزیه برخی از ترکیبات، با توجه به دما و سطح اکسیژن شود. پراکندگی، ناشی از آشفتگی در سطح دریا است که به نوع نفت و شرایط آب و هوا وابسته می باشد. امولسیون و انحلال یک اثر فیزیکی و شیمیایی اختلاط با آب است. اکسیداسیون، یک فرآیند زمان بر براساس نور خورشید می باشد [۴].

شناسایی آلودگی های نفتی در محدوده های مختلف طیف الکترومغناطیس توسط سیستم های غیرفعال و فعال امکان پذیر است. در سیستم های غیرفعال در بخش مرئی لکه های نفتی دارای بازتاب بالاتر نسبت به آب می باشند لذا در تصاویر مرئی با تن (شدت) روشن تر دیده می شوند. محدودیتی که در اینجا وجود دارد حضور پدیده های دیگر با بازتاب بالا، نظیر برخی ساختارهای زیستی است [۵]. تأثیر بازتاب بستر دریا در نواحی کم عمق نیز می تواند اثری مشابه با لکه های نفتی داشته باشد. در محدوده مادون قرمز حرارتی، لکه های ضخیم نفتی به صورت جذب کننده های خوب و به تبع آن، ساطع کننده های خوب عمل می کنند. لذا، این نوع از لکه های نفتی در تصاویر مادون قرمز به صورت نقاط با حرارت بالاتر نسبت به اطراف با تن روشن تر ظاهر می شوند. استفاده از ماکروویو غیرفعال نیز در آشکارسازی لکه های نفتی مفید است. با استفاده از داده های این محدوده از طیف الکترومغناطیس، لکه های نفتی به واسطه گسیلمندی^۱ بالاتر نسبت به آب دریا قابل شناسایی هستند [۶]. چاست و همکاران، با کمک تصاویر ماهواره ای MISR^۲، فاکتور بازتابندگی دوراستایی^۳ و تابع کنتراست تحت شرایط نور خورشید، در طی سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۳ آلودگی های نفتی را مشخص کردند. در این مطالعه تصاویری با زوایای مختلف توسط MISR با قدرت تفکیک m و باند nm ۶۷۲ ۲۷۵

1. Emissivity

2. Multi-angle Imaging SpectroRadiometer

3. Bidirectional Reflectance Distribution Function

لکه‌های نفتی را پایش نماید. نتایج آنها نشان داد که به دلیل قدرت تفکیک مکانی مناسب و باندهای طیفی بیشتر، مودیس توانایی تعیین لکه‌های نفتی را داشته است. شیائو و همکاران، از داده‌های ماهواره‌ای مودیس برای تشخیص آلودگی نفتی در خلیج مکزیک که در ۲۰ آوریل ۲۰۱۰ رخ داده بود، استفاده نمودند و با به‌کارگیری روش خوشه‌بندی فازی همراه با تجزیه و تحلیل ویژگی‌ها، لکه نفتی را مشخص کردند. این تحقیق نشان داد که داده‌های فراطیفی سنجنده مودیس در شناسایی آلودگی نفتی مناسب می‌باشد.

امروزه مزیت‌ها و قابلیت‌های دانش سنجش از دور و سنجنده‌های جدید باعث پیشرفت خوبی در شناسایی لکه‌های نفتی قبل از ایجاد خسارات فراوان شده است. با استفاده از ابزارهای سنجش از دور مدرن می‌توان آلودگی نفتی دریا را به‌صورت ۲۴ ساعته پایش نمود [۷]. داده‌های ماهواره‌ای به‌واسطه عددی بودن، به‌هنگام بودن، توان تفکیک مکانی، طیفی و رادیومتری، پوشش مناسب و قابلیت تکرار آن‌ها، لایه‌های اطلاعاتی موردنیاز مطالعات را فراهم و امکان برقراری نگاه یک پارچه (مکانی و زمانی) به آن را ممکن می‌سازند. با استفاده از شاخص‌های مختلف و انجام آنالیزهای مربوطه، تعیین لایه‌های آلودگی امکان‌پذیر و قابل مدیریت است [۸].

منطقه مورد مطالعه

خلیج فارس، آبراهی است که در امتداد دریای عمان و در بین فلات ایران و شبه‌جزیره عربستان قرار دارد. این خلیج توسط تنگه هرمز به دریای عمان و از طریق آن به دریاهاى آزاد مرتبط است. از بین کشورهای همسایه خلیج فارس، کشور ایران دارای بیشترین مرز آبی مشترک با خلیج فارس است. طول مرز آبی کشور ایران با خلیج فارس،

را به‌دست آوردند. تصاویر با زاویه‌ی ۴۶° از جلو، همه سطوح نفتی به صورت نواحی تاریک و در ۲۶° جلو در دسامبر ۲۰۰۲ سطوح نفتی روشن‌تر ظاهر شد. نتایج این پژوهش نشان داد که تغییرات ظاهر شدن لکه‌های نفتی برحسب زاویه‌های دید می‌تواند تشخیص نفت را در مقایسه با سنسورهای نوری تک زاویه بهبود بخشد. یانگ و همکاران، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس^۱ براساس ویژگی‌های طیفی لکه‌های نفتی به بررسی آلودگی‌های نفتی در سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ در دریای چین پرداختند. نتایج نشان داد که تصاویر مودیس در محدوده طیفی ۴۲۵-۵۷۵ به نشت نفت حساس می‌باشد و سنجنده مودیس به دلیل داشتن تعداد باند بیشتر و قدرت تفکیک بالا توانایی تشخیص نفت را دارد. ویلیام و همکاران، از داده‌های سنجنده AVHRR برگرفته از ماهواره NOAA^۲ و شاخص SST^۳ برای تشخیص آلودگی نفتی استفاده نمودند. در این مطالعه از سه باند، باند ۱ (۴۶۹ nm)، باند ۲ (۵۵۵ nm) و باند ۳ (۶۴۵ nm) برای محاسبه درجه حرارت سطح آب استفاده کردند و از طریق تصویر مادون قرمز، نقاط داغ^۴ شناسایی شد که دمای این نقاط از دمای سطح آب اطراف بیشتر بود. نتایج این بررسی نشان داد، استفاده از این تصاویر برای شرایط آب و هوای مناسب و زمانی که نشت نفت به تازگی رخ داده است و همچنین نزدیک به سطح آب می‌باشد، مناسب است. شی و همکاران، در پژوهش خود با به‌کارگیری خوشه‌بندی فازی و تجزیه و تحلیل ویژگی یافت لکه نفتی (آنتروپی)، با استفاده از باند شماره ۱ و ۲ تصاویر ماهواره‌ای مودیس با قدرت تفکیک ۲۵۰ m به تشخیص لکه‌های نفتی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از ویژگی آنتروپی می‌تواند در تشخیص لکه نفتی مؤثر باشد. لونگ و همکاران، جهت تشخیص و پایش لکه‌های نفتی از سنجنده مودیس استفاده نمودند. براساس مشخصات طیفی نفت اثبات نمودند که چگونه سنجنده مودیس می‌تواند

1. MODIS

2. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

3. Surface Sea Temperature

4. Hotspots

حدود نیمی از نفت خام و فرآورده‌های نفتی که توسط کشتی صادر می‌گردد، از این مسیر می‌گذرد و تأسیسات دریافت آب توازن نیز در ترمینال‌های نفتی به اندازه کافی وجود ندارد.

براساس مطالعات انجام‌شده آلودگی حاصل از حمل و نقل مواد نفتی در خلیج فارس حدود ۸۶٪ کل آلودگی نفتی این خلیج تخمین زده شده است که در مقام مقایسه، حدود ۲ برابر سهم آلودگی در اثر حمل و نقل دریایی در سطح جهانی می‌باشد. تعداد زیاد سوانح و حوادث دریایی نیز نقش بسزایی در افزایش آلودگی نفتی در خلیج فارس داشته است [۱۰].

اهداف پژوهش

در این پژوهش با توجه به گستردگی زیاد دریا و الزام کشف زود هنگام نشت نفت جهت جلوگیری از خسارات زیاد زیست‌محیطی و با توجه به اینکه حدود ۹۰٪ از آلودگی نفتی در مناطقی دور از ساحل رخ می‌دهد، از توانایی سنجش از دور استفاده شده است. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس به مشخص کردن شیوه مناسب برای آشکارسازی آلودگی نفتی پرداخته می‌شود.

داده‌ها و روش کار

داده ماهواره‌ای مورد نیاز

سنجنده مودیس به صورت ردیفی دیدی به عرض ۲۳۳۰ km در برمی‌گیرد. سنجنده مودیس دارای ۳۶ باندهای ۲۰ بانده آن به صورت باندهای انعکاسی خورشیدی و ۱۶ بانده دیگر حرارتی می‌باشند که محدوده طیفی آن بین ۰/۴ تا ۱۴/۳۸ μm است. سنجنده مودیس دارای قدرت تفکیک‌های مکانی مختلف شامل ۲۵۰ m (باندهای ۱ و ۲)، ۵۰۰ m (باندهای ۳-۷) و ۱ km (باندهای ۸ تا ۳۶) است. در این تحقیق برای تشخیص لکه‌های نفتی ناحیه

با احتساب جزایر در حدود ۱۸۰۰ km و بدون احتساب جزایر در حدود ۱۴۰۰ km است. شرایط خاص خلیج فارس از جمله تبخیر زیاد، شوری بالا، وجود هزاران هکتار پهنه‌های میان جزر و مدی، تنوع موجودات آبی، پرندگان مهاجر بسیار زیادی که از این منطقه می‌گذرند، ارزش شیلاتی و از همه مهم‌تر، منابع معدنی و بخصوص منابع نفتی منطقه که اهمیت فوق‌العاده‌ای در دنیا دارد باعث شده تا خلیج فارس منطقه‌ای حساس و استراتژیک به شمار آید [۹]. به همین دلیل از دیرباز تردد کشتی‌های نفتکش در آن بسیار بوده است. تجمع مراکز صنعتی کشورهای اطراف حوزه خلیج فارس سالیانه مقادیر بسیار زیادی آلودگی‌های مختلف وارد این اکوسیستم آبی می‌کند که از جمله مهم‌ترین این آلودگی‌ها که حیات آبریان و سلامت منطقه را به خطر می‌اندازد، آلودگی نفتی می‌باشد. با توجه به وضعیت جغرافیایی خلیج فارس که در ادامه دریاهای آزاد قرار دارد و تقریباً در محدوده باریکی قرار گرفته است نسبت به سایر اکوسیستم‌های آبی از جریان‌های آبی دریایی بسیار محدودی برخوردار است. لذا، هنگام آلودگی با غلظت زیاد، دچار مشکلات جدی می‌شود چرا که پراکندگی و حذف فیزیکی ترکیبات بسیار محدود انجام گرفته و لکه‌هایی با غلظت بالا در سواحل جمع شده و باعث مرگ آبریان و ایجاد مشکلات عدیده در درازمدت می‌شوند [۱۰].

در صورت پیدایش آلودگی نفتی در خلیج فارس تنها مقدار بسیار جزئی از این مواد ممکن است از آن خارج شوند. بنابراین میزان بار آلودگی نفتی تحمیل شده بر هر کیلومتر مربع از سطح خلیج فارس بیش از مقدار جهانی می‌باشد. اگرچه صنایع و شهرهای متعددی در کناره این خلیج وجود دارد، اما مقدار آلودگی ناشی از عملیات اکتشافی و بهره برداری نفت خصوصاً با نادیده گرفتن مقررات حفظ محیط‌زیست از سوی شرکت‌های عامل بین‌المللی فعال در این منطقه در مقایسه با سایر منابع آلوده کننده بسیار زیاد می‌باشد زیرا طبق آمار موجود

همین اساس با آستانه میانگین به‌علاوه یا منهی چند برابر انحراف معیار ($\pm \mu \text{ZSD}$) برای تک‌تک پیکسل‌ها، مدلی طراحی شد تا پیکسل‌های ناهنجار از سری زمانی ماه جولای حذف شوند (فیلتر کردن پیکسل‌های ناهنجار در سری زمانی). سپس برای تک‌تک پیکسل‌ها، میانگین و انحراف معیار سری داده اصلاح شده به صورت تصویر به‌دست آمد. در نهایت مطابق روش پیشنهادی [۱۴] هر پیکسل در تاریخ رویداد نشت نفت بر اساس رابطه ۱ استاندارد شد. با این کار تصویر باند ۲ بارزسازی شد و عملاً به صورت چشمی رویداد موردنظر قابل مشاهده گردید. گام بعدی اعمال آستانه‌ای بر روی تصویر مدنظر بود تا به کمک آن لکه نفتی از پیکره آبی جدا شود.

$$\otimes \rho_x(x, y, t) = \frac{\rho_x(x, y, t) - \mu_{\rho_x}(x, y)}{\sigma_{\rho_x}(x, y)} \quad (1)$$

$\rho_x(x, y, t)$ تصویر لکه نفتی ایجاد شده در زمان و منطقه مشخص

$\mu_{\rho_x}(x, y)$ تصویر متوسط سری زمانی

$\sigma_{\rho_x}(x, y)$ تصویر انحراف معیار سری زمانی

جداسازی لکه‌های نفتی

پس از بارزسازی باند شماره (۲)، به منظور جداسازی لکه نفتی از روش توزیع فراوانی نرمال استفاده شد [۱۵]. ابتدا از تمامی تصاویر تیرماه که مطابق توضیحات قبل فاقد ابر و غبار بودند یک تصویر میانگین و یک تصویر انحراف معیار بر اساس قاعده سری‌های زمانی به‌دست آمد [۱۶] و [۱۷]. سپس با اعمال تابع آمار برای تصویر میانگین سری زمانی متوسط کل تصویر (k) به عنوان یک شاخص به‌دست آمد، این متوسط برای تصویر انحراف معیار سری زمانی (z) نیز به‌دست آمد. در نهایت آستانه‌ای تعیین شد که در آن اگر مقدار بازتابش پیکسل در باند (۲) بیشتر از $1z+k$ بود به عنوان آلودگی نفتی علامت زده شود.

مطالعاتی در یک دوره طولانی مدت، محصول MYD09250M تصاویر سنجنده مودیس، ماهواره آکوا به عنوان محصول Level 2 از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ از طریق سایت ناسا^۱ دریافت گردید. در مورد داده‌های سطح اول سنجنده مودیس ضرورت دارد برخی از تصحیحات مانند تصحیح اتمسفری و رادیومتری صورت پذیرد ولی داده MYD09 مورد استفاده در این پژوهش یک محصول سطح دوم می‌باشد و تصحیحات اتمسفری و هندسی بر روی آن انجام شده است. این محصول با قدرت تفکیک ۲۵۰ m در باند ۱ و ۲، تفاوت بین آب و نفت را به خوبی نشان می‌دهد [۱۱ و ۱۲].

روش تحقیق

در این تحقیق پس از انتخاب سنجنده مودیس، داده‌های مربوطه با فرمت hdf از سایت ناسا دریافت شد که اطلاعات جانبی و فرا داده‌ای در آن گنجانده شده است. از داده به‌دست آمده (حدود ۱۵۰ تصویر ماهواره‌ای)، باند ۱ و ۲ آن استخراج شد. در این پژوهش به دلیل استفاده از محصول سطح دوم سنجنده مودیس، تصحیح رادیومتری و تصحیح هندسی صورت نپذیرفت [۱۲]. بنابراین جهت آماده‌سازی نهایی تصاویر، پس از بارزسازی بر اساس ترکیب رنگی کاذب ۲ با تفسیر چشمی تصاویری که دارای ابر و غبار در محدوده مطالعاتی بود [۱۳]، حذف شدند.

بارزسازی لکه نفتی

بر اساس گزارش‌های موجود، مهم‌ترین رویداد نشت نفت در منطقه مورد مطالعه در جولای ۲۰۰۵ به وقوع پیوسته بود. بنابراین، ابتدا تمامی تصاویر مودیس بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ در ماه جولای (تیرماه) دریافت شد. تصاویر دارای ابر و غبار حذف گردید. سپس در یک محدوده وسیع پیکره آبی یکنواخت بدون نفت، مقادیر متوسط و انحراف معیار سری زمانی ماه جولای برای باند ۲ محصول مورد استفاده به‌دست آمد [۱۴]. بر

1. [Http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data](http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data)

2. FCC False Colour Composite

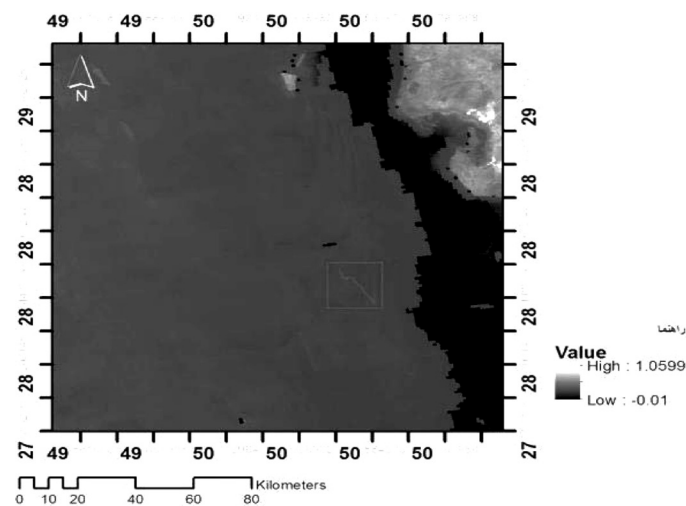
نتایج و بحث

نتایج حاصل از بارزسازی لکه نفتی

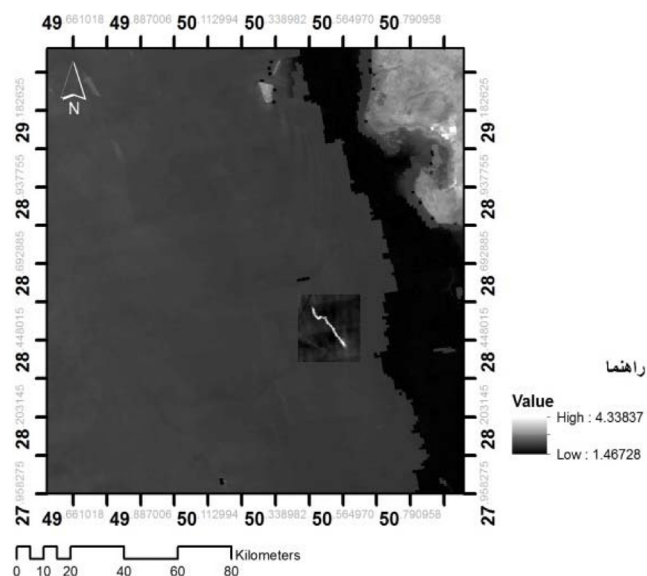
شکل ۱ محدوده و زمان مشخصی از آلودگی نفتی (قاب قرمز رنگ در حاشیه لکه نفتی) را نشان می‌دهد. در شکل ۱ مناطق تاریک یا بسیار تیره کیفیت نامناسب داده را نشان می‌دهد. در این تحقیق، سعی شده است در محدوده آلودگی نفتی کیفیت و تباین داده مناسب باشد و ابر و غبار در آن وجود نداشته باشد. برای بارزسازی به باندهای ۱ و ۲ نیاز بود که این دو باند استخراج شود و

بر روی این دو باند آنالیز صورت پذیرد. همانگونه که در شکل ۱ مشخص است تصویر خام باند ۲ تا حدودی می‌تواند لکه نفتی را نشان دهد، اما با اعمال روش پیشنهادی همانگونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، آلودگی نفتی کاملاً بارزسازی شده و مشخص می‌گردد.

شکل ۲، خروجی تصویر بارزسازی شده مربوط به رویداد نشت نفت ۲۰۰۵/۷/۸ را نشان می‌دهد. همان‌گونه که قابل مشاهده است لکه نفتی به رنگ سفید در نقشه قابل رؤیت است.



شکل ۱ تصویر محدوده آلودگی نفتی با سنجنده مودیس



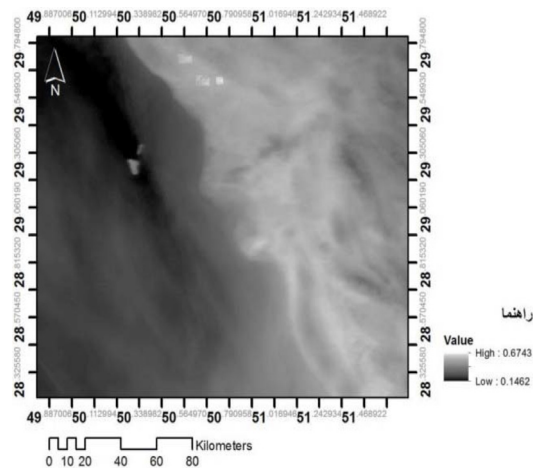
شکل ۲ لکه نفتی بارزسازی شده

نتایج حاصل از جدا سازی لکه‌های نفتی

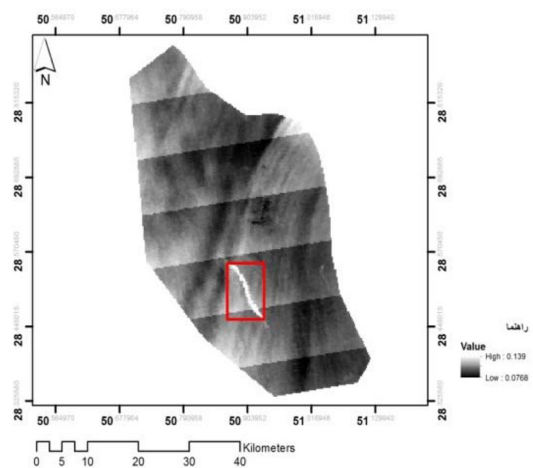
پس از انجام بارزسازی با توجه به توان سامانه سنجش از دور در تفکیک لکه نفتی از آب، تمامی گزارش‌های مربوط به آلودگی‌های نفتی برای جداسازی در نظر گرفته شد. تمام تصاویر طی دوره ۱۰ ساله در محدوده‌ای که مشکوک به آلودگی نفتی بود، به دست آمد. همچنین، تمامی پروتکل‌هایی [۱۸] که برای داده آزمون اولیه بکار گرفته شده بود رعایت شد و تصاویر نامناسب کنار گذاشته شدند. شکل ۳ نمونه‌ای از تصویری می‌باشد که به علت وجود ابر و شرایط جوی نامناسب، در محدوده مورد مطالعه از فرآیند تحلیل کنار گذاشته شده است. در مورد تمامی رویدادها مطابق آنچه بیان شد عملیات بارزسازی صورت پذیرفت. در نهایت، تصاویر

بارزسازی شده با اعمال یک آستانه مطابق به تصاویر موضوعی لکه نفتی تبدیل شدند. شکل ۴ تصویر بارزسازی شده مربوط به رویداد نشت نفت ۲۰۰۷/۰۸/۱۵ را نشان می‌دهد. در شکل ۵ همین رویداد با اعمال آستانه جداسازی شده است و یک تصویر موضوعی با جداسازی لکه نفتی نشان داده شده است. لکه نفتی در این تصویر به رنگ سیاه مشاهده می‌شود.

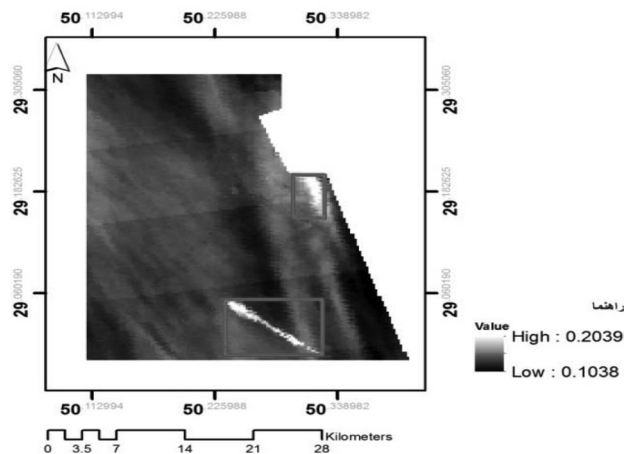
شکل ۶ تصویر بارزسازی شده مربوط به رویداد نشت نفت ۲۰۱۰/۷/۶ را نشان می‌دهد. در شکل ۷ این رویداد با اعمال آستانه جداسازی شده است و یک تصویر موضوعی که در آن لکه نفتی به رنگ سیاه مشخص شده است به دست آمده است.



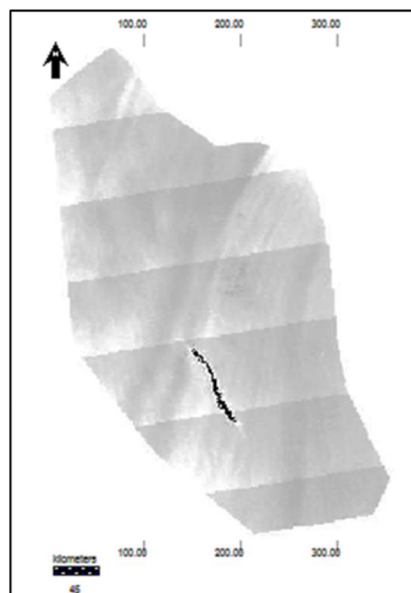
شکل ۳ وجود غبار در محدوده مطالعاتی



شکل ۴ لکه نفتی بارزسازی شده متعلق به تاریخ ۲۰۰۷/۸/۱۵



شکل ۶ لکه نفتی بازسازی شده متعلق به تاریخ ۲۰۱۰/۷/۶



شکل ۷ لکه نفتی جداسازی شده با اعمال یک آستانه متعلق به تاریخ ۲۰۱۰/۷/۶

نتیجه گیری

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به منظور پایش آلودگی نفتی با توجه به کاهش قابل ملاحظه هزینه‌ها و صرفه‌جویی در زمان بسیار مؤثر خواهد بود. در پایش پیوسته آلودگی نفتی نیاز به سنجنده‌هایی است که دوره بازگشت کوتاه مدت دارند. با توجه به اهمیت پایش آلودگی نفتی، در این تحقیق سعی شد به کمک تصاویر ماهواره‌ای MODIS آلودگی نفتی تشخیص داده شود که تصاویر نهایی جداسازی لکه نفتی به خوبی شمایی از وسعت آلودگی نفتی در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد. همچنین در

شکل‌های ۵ و ۷، لکه نفتی جداسازی شده با آستانه مشخص (مقادیر میانگین و انحراف معیار) $1z+k$ را نشان می‌دهد. جهت ارزیابی صحت، یک قاب بر روی هر رویداد نفتی تعریف شد (مستطیل‌های قرمز رنگ در شکل‌های ۴ و ۶) و با تحلیل‌های چشمی به منظور ارزیابی صحت روش از ماتریس خطا استفاده گردید [۱۹]. نتایج ارزیابی صحت برای رویداد مورخ ۲۰۰۷/۸/۱۵ (شکل ۵) با دقت کلی ۹۶٪، ضریب کاپا ۹۵٪ و برای رویداد مورخ ۲۰۱۰/۷/۶ (شکل ۷) با دقت کلی ۹۵٪، ضریب کاپا ۹۲٪ به دست آمد.

نامناسب و در فصول سرد سال در عمل امکان پایش لکه‌های نفتی میسر نمی‌باشد. در نتیجه بهتر است جهت پر نمودن خلأ موجود از تکنولوژی‌های دیگر مانند سنجنده‌های فعال استفاده گردد.

از آنجا که سنجنده مودیس قابلیت ارائه تصاویر روزانه و شبانه از سطح زمین را دارد، لذا می‌توان با استفاده از روش بکار گرفته‌شده در این تحقیق، سامانه‌ای جهت شناسایی لکه‌های نفتی به صورت خودکار طراحی نمود؛ که در این صورت در کمترین زمان ممکن حادثه اطلاع‌رسانی شده و عملیات لازم جهت مدیریت و جلوگیری از پخش بیشتر نفت انجام خواهد شد.

این تحقیق، با استفاده از پارامترهای آماری بلندمدت میانگین و انحراف معیار از سری زمانی داده‌ها، از لکه نفتی بارزسازی صورت گرفت. در این پژوهش، مشخص گردید امکان استفاده از داده‌های سری‌های زمانی سنجنش از دور برای شناسایی آلودگی نفتی وجود دارد ولی هر داده می‌تواند اطلاعات منحصر به فردی ارائه کند که در داده دیگری یافت نمی‌شود.

پوشش ابر عامل مهمی در تعیین کارایی تصاویر مودیس است. با توجه به اینکه در عمل امکان تشخیص لکه‌های نفتی که توسط ابر پوشیده شده‌اند وجود ندارد، لذا در شرایط آب و هوایی

منابع

- [1]. Brekke C. and Solberg A. H., "Oil spill detection by satellite remote sensing," Remote Sensing of Environment, Vol. 95, No. 1, pp. 1-13, 2005.
- [2]. Pajot E., "Examples of SAR imagery applications to the petroleum industry," 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE Europec, 2013.
- [3]. Nirchio F., Sorgente M., Giancaspro A., Biamino W., Parisato E., Ravera R. and Trivero P., "Automatic detection of oil spills from SAR images," International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 6, pp. 1157-1174, 2005.
- [4]. Solberg A. H. S., "Remote sensing of ocean oil-spill pollution," Proceedings of the IEEE, Vol. 100, No. 10, pp. 2931-2945, 2012.
- [5]. Fingas M. F. and Brown C. E., "Review of oil spill remote sensing," Marine Pollution Bulletin, Vol. 83, No. 4, pp. 9-23, 2014.
- [6]. متکان ع. آ.، حاجب م. و آذرخش ز.، "بررسی کاربرد سنجنش‌ازدور در آشکارسازی آلودگی‌های نفتی دریا"، علوم محیطی، دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱-۱۰، ۱۳۹۳.
- [7]. Leifer I., Lehr W. J., Simecek Beatty D., Bradley E., Clark R., Dennison P. and Reif M., "State of the art satellite and airborne marine oil spill remote sensing: application to the BP deepwater horizon oil spill", Remote Sensing of Environment, Vol. 124, pp. 185-209, 2012.
- [8]. ملکی نجف‌آبادی س.، راهداری و.، "پایش آلودگی‌های نفتی در دریا با استفاده از تکنیک سنجنش‌ازدور (RS)"، همایش بین‌المللی HSE در صنعت نفت و گاز، شرکت پتروپارس (تهران)، ۱۳۸۸.
- [9]. لطفی ح.، بقابی ح.، موسوی س. ر.، خیامباشی س.، "محیط زیست خلیج فارس و حفاظت از آن"، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ۳، شماره ۱، ۱۳۹۸.
- [10]. گل مروی د. آ.، لگزایی ف.، "بررسی میزان تجمع آلاینده‌های نفتی در رسوبات و سواحل خلیج فارس"، ششمین همایش علوم و فنون دریایی، تهران، مرکز علوم جوی و اقیانوسی، ۱۳۸۴.
- [11]. Vermote E. F., Kotchenova S. Y. and Ray J. P., "MODIS surface reflectance user's guide version 1.3," MODIS

Land Surface Reflectance Science Computing Facility, 2011.

[12]. Lacava T., Ciancia E., Coviello I., Di Polito C., Grimaldi C. S., Pergola N. and Tramutoli V., "A MODIS-based robust satellite technique (RST) for timely detection of oil spilled areas," Remote Sensing, Vol. 2, No. 9, 128., 2017.

[13]. Cuomo V., Filizzola C., Pergola N., Pietrapertosa C. and Tramutoli V., "A self-sufficient approach for GERB cloudy radiance detection," Atmos. Res., Vol. 72, pp. 39–56, 2004.

[14]. Dubovyk O., Landmann T., Erasmus B. F., Tewes A. and Schellberg J., "Monitoring vegetation dynamics with medium resolution MODIS-EVI time series at sub-regional scale in southern Africa," International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 38, pp. 175-183, 2015.

[15]. Eastman J., "TerrSet Tutorial," Clark Labs., Clark University: Worcester, MA, United States, 2015.

[16]. Rayegani B. and Kheirandish Z., "Utilization of time series of satellite data in order to validate the identified dust storm sources in Alborz province," Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, Vol. 4, No. 4, pp. 1-18, 2018.

[17]. Klingmüller K., Pozzer A., Metzger S., Stenchikov G. L. and Lelieveld J., "Aerosol optical depth trend over the Middle East," Atmospheric Chemistry and Physics, Vol. 16, pp. 5063-5073, 2016.

[18]. Grimaldi C. S. L., Casciello D., Coviello I., Lacava T., Pergola N. and Tramutoli V., "An improved RST approach for timely alert and near real time monitoring of oil spill disasters by using AVHRR data," Nat. Hazard. Earth Syst. Sci., Vol.11, pp.1281–1291, 2011.

[19]. Marsh P., M. Woo k., "Meltwater movement in natural heterogeneous snow covers", Water Resour, Vol. 21, pp. 1710-1716, 1985.



Petroleum Research

Petroleum Research, 2019(December-January), Vol. 29, No. 108, 32-35

DOI: 10.22078/pr.2019.3772.2723

Detection of Oil Spill Hotspots Using Time-Series MODIS Data (Case Study: Persian Gulf)

Behzad Rayegani*, Mohammad Najafi Yasouri, Javad Bodaghi Jamali and Hamid Sarkheil

College of Environment, Karaj, Iran

rayegani@coe.ac.ir

DOI: 10.22078/pr.2019.3772.2723

Received: May/14/2019

Accepted: September/07/2019

INTRODUCTION

Oil pollution at sea is mainly caused by the illegal discharge of hydrocarbons by ships into the marine environment. When oil contamination occurs, the location and extent of the oil spill should be specified. With timely knowledge of the location of the oil spill and its direction, planned actions can be taken to reduce its impact on the environment. In this regard, remotely sensed data play an important role in providing information on, the amount and direction of oil spill motion using multi-temporal images in predicting the motion as well as supporting oil spill control and clearance operations [1]. Moreover, viscosity, fluctuation, and toxicity are the main

differences between the types of oil. In addition, viscosity is known as oil resistance to currents. The fluctuations indicate the rate of evaporation of oil. Toxicity also refers to the effects of oil on nature and living things. Moreover, the leakage of different types of oil affects the environment differently. In addition, operations and methods for cleaning oil spills may be different [2].

Oil leakage monitoring is an important component of oil crisis management. Remote sensing sensors can help identify minor leaks before they cause extensive damage. In the case of larger events, remote sensing satellites are a good aid in assessing leakage and tracking it.

Using a combination of electromagnetic energy

in active or passive zones, it is possible to monitor a wide range of different climatic conditions, including cloud cover overnight.

Medium-resolution images with a resolution between 30 and 500 meters are suitable for monitoring large areas, while higher-resolution images can provide more detail on larger events [3]. Nowadays, the advantages and capabilities of new remote sensing knowledge and sensors have made good progress in identifying oil spills before causing much damage. In addition, modern remote sensing tools can monitor oil pollution for up to 2 hours [4]. Satellite data provide temporal, spatial, spectral and radiometric resolutions, adequate coverage and reproducibility, information layers required for studies; moreover, the satellite data enable one-piece (spatial and temporal) observations to be established. In addition, determination of the contamination layers is possible and manageable using various indices and related analyzes [4].

STUDY AREA

The Persian Gulf region is a platform along the Oman Sea between the Persian and Arabian plateau. This Gulf is connected to the Oman Sea by the Strait of Hormuz and through it to the free seas. Among the neighboring Persian Gulf countries, Iran has the largest water boundaries in common with the Persian Gulf [5].

Studies show that pollution from oil shipments in the Persian Gulf is estimated to account for about 86% of total oil pollution in the Gulf, which in comparison is about twice the share of pollution caused by sea shipping worldwide. Large numbers of marine accidents have also played a significant role in increasing oil pollution in the Persian Gulf

DATA AND METHODS

SATELLITE DATA REQUIRED

The MODIS sensor comprises a field of view of 2330 km. The MODIS sensor has 36 bands. 20 bands of them are reflective bands and 16 are thermal bands. Its spectral range is between 0.4 and 14.38 μm . MODIS bands have different spatial resolutions including 250 m (bands 1 and 2), 500 m (bands 3 to 7) and 1 km (bands 8 to 36). In this study, the MYD09 (250 m) product as Level 2 product from 2005 to 2015 was obtained through NASA's site to detect oil spills in the study area over a long period. In the case of MODIS first level data, some corrections such as atmospheric correction and radiometric correction are necessary, but the MYD09 data used in this study are a second level product, and atmospheric and geometric correction has been performed on it. Also, this product with a resolution of 250 m in bands 1 and 2 shows the difference between water and oil [7,8].

In this study, after selecting the Modis sensor, the relevant hdf format was obtained from NASA, which included spatial, spectral and metadata information. From the obtained data (about 2 satellite images), band 2 and 2 were extracted. In this study, due to the use of the MODIS Sensor Level 2 product, radiometric correction and geometric correction were not performed [8]. Here, this preprocessing [9] was omitted.

RESULTS AND DISCUSSION

RESULTS OF OIL STAIN HIGHLIGHTING

Figure 1 shows the specific range and timing of the oil contamination (red frame on the margin of the oil stain). Furthermore, in Figure 1, dark or very dark areas of poor data quality are shown. In this study, it has been attempted to have a

good quality and data analysis in the area of oil pollution, and there is no cloud or haze in it. Bands 1 and 2 required extractions and analyses of these two bands. As illustrated in Figure 1, the raw image of band 2 can somewhat show the oil stain, but by applying the proposed method as seen in Figure 2, the oil contamination is fully characterized. In addition, after the enhancement, due to the ability of the remote sensing system to discriminate the oil stain from the water, all reports of oil contamination were considered for extraction (Figure 3).

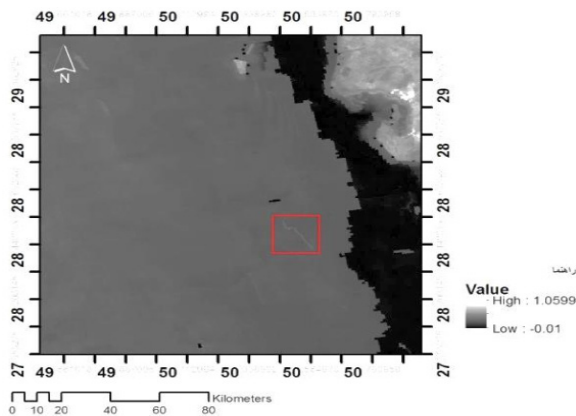


Figure 1: Image of oil pollution range with MODIS data.

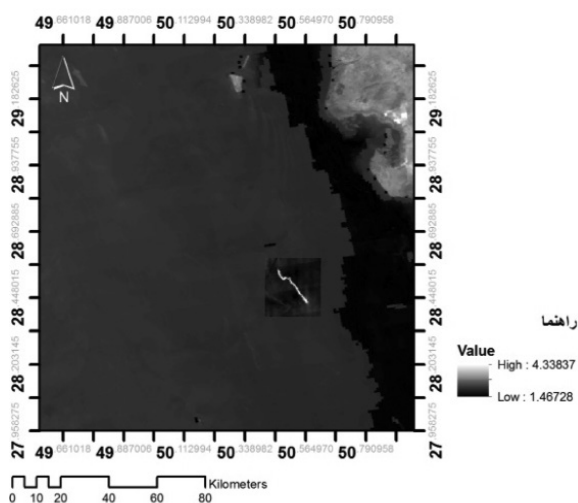


Figure 2: Enhanced image of oil pollution ranges with MODIS data.

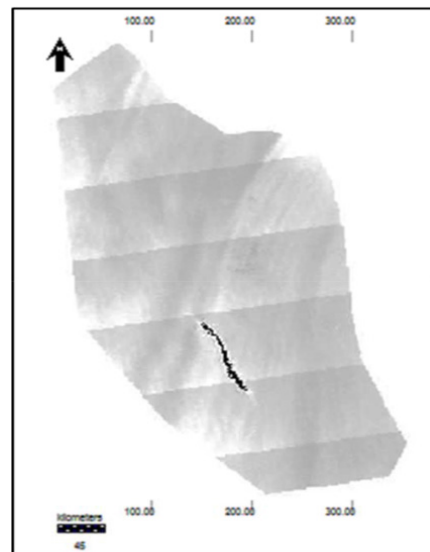


Figure 3: Oil spill extraction by applying a threshold dated 15/8/2007.

CONCLUSIONS

Using satellite imagery to monitor oil pollution will be very effective in terms of dramatically reducing costs and saving time. In addition, monitoring oil pollution continuously requires sensors that have a short-term return period. Due to the importance of oil pollution monitoring, this study attempted to detect oil pollution using MODIS satellite images, which the study provides the researchers with a good overview of the extent of oil pollution. Also, in this study, oil spots were performed using long-run statistical parameters and standard deviation of time series data. In this study, it was determined that remote sensing time series data could be used to identify oil pollution, but each data could provide unique information not found in any other data. Moreover, cloud coverage is an important factor in determining the efficiency of MODIS images. Since it is practically impossible to detect oil spills covered by clouds, it is not possible to monitor oil spills in cloudy weather and cold seasons. As a result, other technologies such as active sensors should be used to fill the gap time. Finally,

since the MODIS sensor is capable of providing day and night images of the Earth's surface, it is possible to design an automated system for the detection of oil spills using the method used in this study; in addition, operations will be carried out to manage and prevent further oil spillage.

REFERENCES

- [4]. Solberg A. H. S., "Remote sensing of ocean oil-spill pollution," Proceedings of the IEEE, Vol. 100, No. 10, pp. 2931-2945, 2012.
- J. Pajot E., "Examples of SAR Imagery Applications to the Petroleum Industry," 75th EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, 2013.