

## بررسی تشخیص نفت با استفاده از الگوریتم‌های جداسازی طیفی PPI و FPPI در تصاویر ابرطیفی

احمد کشاورز<sup>۱</sup>، حمیدرضا کیهان پور<sup>۲</sup>، سید محمدکریم هاشمی زاده<sup>۳،۴\*</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیئت علمی (استادیار)، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

<sup>۲</sup> شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران، منطقه خوزستان، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد مخابرات سیستم دانشگاه آزاد اسلامی بوشهر، ایران

<sup>۴</sup> معاون فنی شرکت خطوط لوله و مخابرات، منطقه خوزستان، ایران

دریافت: ۹۴/۲/۱۸ پذیرش: ۹۴/۹/۱۹

### چکیده

با رهاشدن نفت به اقیانوس‌ها از تانکرها، کشتی و خطوط انتقال نفت تاثیر اجتماعی اقتصادی روی محیط‌های ساحلی دارد. آشکارسازی سریع نشت نفت می‌تواند خطرات جدی روی محیط زیست و ساکنان ساحلی را کاهش دهد. کشور ما از شمال و جنوب توسط دریا احاطه شده پس حفاظت از دریا امری حیاتی است. سنجنده‌های فراطیفی مجموعه‌ای از تصاویر مکانی را در باندهای متعدد با قدرت تفکیک طیفی بالا از یک منطقه جمع‌آوری می‌نمایند؛ که به پشتوانه اطلاعات موجود در صدها باند طیفی، امکان شناسایی مواد تشکیل دهنده صحنه تصویر با استفاده از مشخصه های طیفی آن‌ها فراهم شده است. در این تحقیق جهت استفاده از داده مورد نظر با الگوریتم FLAASH تصحیح اتمسفری و حذف باندهای زاید انجام، سپس با استفاده از الگوریتم‌های جداسازی فراطیفی PPI و FPPI نسبت به تشخیص نفت خام رهاشده در خلیج مکزیک و تخمین نسبت نفت به آب در صحنه اقدام شد.

**کلمات کلیدی:** نشت نفت، DWH، الگوریتم های جداسازی فراطیفی، الگوریتم FLAASH، SpecTir، PPI، FPPI

### مقدمه

آلودگی آب از موارد مهمی است که توجه دانشمندان محیط زیست را به خود جلب کرده است. آلودگی آب یعنی برهم‌زدن کیفیت و ترکیبات آن به گونه‌ای که توانایی خود را در ایفای نقش طبیعی و حیات‌بخش خود از دست داده و به لحاظ صدماتی که وارد می‌کند، غیرقابل استفاده می‌شود و ارزش اقتصادی خود را در حد

\* hashemizadeh53@yahoo.com



بالایی از دست می‌دهد. آلودگی نفتی حاصل از تخلیه مخازن کشتی‌ها و نفتکش‌ها، پساب‌های صنعتی، زباله های خانگی، گیاهی، دامی، معدنی، صنعتی و شیمیایی که به دریاها راه می‌یابد، عامل اصلی آلودگی آب‌ها به حساب می‌آید.

آلودگی نفتی مهم‌ترین آلودگی دریاها و اقیانوس‌ها می‌باشد. به طور متوسط سالانه میلیون‌ها تن مواد هیدروکربنی که شامل هیدروکربن‌های سبک<sup>۱</sup> نفت خام، هیدروکربن‌های سنگین، هیدروکربن‌های چند حلقه ای آروماتیک<sup>۲</sup> و مانند آن‌ها می‌باشد به دریاها و اقیانوس‌ها می‌ریزد.

نشت نفت در دریا از کشتی‌ها، چاه‌های نفت، تاسیسات ساحلی و ... خسارات زیست محیطی و اقتصادی فراوانی به دنبال دارد. نتایج مطالعات در مورد سرنوشت آلودگی نفتی دریاها و روند خود پالایی دریا نشان می‌دهد مواد سبک نفتی تبخیر شده و مواد آروماتیک تا حدی به صورت محلول در می‌آیند و ترکیبات سنگین به صورت گلوله های نفتی (Tarball) به ساحل آمده یا در بستر دریا ته نشین می‌گردد و سایر ترکیبات به صورت ذرات معلق در آب دریا مخلوط می‌شوند. به این ترتیب سمیت نفت با گذشت زمان و تغییرات فیزیکی و شیمیایی اعمال شده بر آن کاهش می‌یابد. مقدار کمی از این ترکیبات به وسیله باکتری‌ها و سایر موجودات شکسته می‌شود (Biodegradation) وجود دارد.

مواد نفتی از منابع مختلفی وارد آب می‌گردد و بیش‌ترین منابع آلودگی مربوط به چاه‌های نفتی و دکل‌ها و سکوه‌های بهره برداری نفت می‌باشد. آلودگی نفتی در دریاها در جوامع گیاهی و جانوری و اکوسیستم دریاها اثرات مخربی بر جا می‌گذارد و در این میان بیش‌ترین آسیب به ماهیان آلوده به نفت وارد آمده که این امر به اقتصاد آسیب می‌رساند. عوامل بسیاری در میزان خسارات ناشی از نفت وجود دارد. از جمله آن‌ها مقدار مواد نفتی، نوع نفت، و شرایط آب و هوایی و کدورت می‌باشد.

باتوجه به اهمیت حفظ اکوسیستم‌های آبی و سلامت پروتئین دریایی و اقتصاد لازم است در کاهش آلودگی دریاها خصوصاً آلودگی نفتی توجه ویژه‌ای گردد. برای واکنش در برابر لکه نفتی سه قسمت کلی: محدود کردن، پاکسازی و برداشت لکه نفتی وجود دارد. با به‌کار بردن این سه راه حل گام بزرگی در پاکسازی دریاها آلوده به نفت برداشته می‌شود. بسیاری از عوامل مانند جریان‌های محلی، هوا و دمای آب و ترکیب خود نفت در مقایسه با دیگر عوامل، بر میزان تخریب طولانی مدت ناشی از لکه‌های بزرگ نفت تاثیر می‌گذارند. این حوادث نفتی اثرات مخرب زیست محیطی فراوانی را در دریاها به دنبال دارد که علاوه بر اثرات تکنولوژیکی بیولوژیکی و زیبایی شناسی و عبور و مرور کشتی‌ها، مسائل اقتصادی از همه مهم‌تر می‌باشد.

به این ترتیب اهداف اقتصادی در مناطق دریایی و ساحلی عامل بسیار مهمی برای حفاظت از اکوسیستم دریاها می‌باشد. یکی از اصولی‌ترین راه‌های مقابله با این آلودگی‌ها استفاده از روش‌هایی است که توسط آن بتوان به مقدار قابل توجهی، آلودگی را کاهش داد، که لازمه آن شناخت و درک کامل از سرنوشت هیدروکربنهای نفتی در دریا می‌باشد.

<sup>1</sup>BTEY

<sup>2</sup>PAH'S

یکی از روش‌های مدرن پایش آلودگی آب دریا بهره‌گیری از فناوری سنجش از دور و انواع تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. که در طی سال‌های اخیر به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع جمع‌آوری اطلاعات به منظور مطالعه و پایش منابع زمینی و بهره‌برداری بهینه از آنها، توجه بسیاری از کارشناسان و متخصصان علوم مختلف از جمله زمین‌شناسی، معدن، محیط زیست، هواشناسی، کشاورزی، هیدرولوژی، نفت و غیره را به خود جلب نموده است. سنجنده‌های فراطیفی مجموعه‌ای از تصاویر مکانی را در باندهای متعدد (بیش از ۱۰۰ باند)، با قدرت تفکیک طیفی بالا از یک منطقه جمع‌آوری می‌نمایند؛ که به پشتوانه اطلاعات موجود در صدها باند طیفی، امکان شناسایی مواد تشکیل دهنده صحنه تصویربرداری با استفاده از مشخصه‌های طیفی آن‌ها فراهم شده است.

سنجش از دور می‌تواند برای هر دو نوع آشکارسازی و پایش نشت‌ها استفاده شود. برای نشت‌های نفتی در اقیانوس‌ها، داده‌های سنجش از دور می‌توانند اطلاعاتی مربوط به نرخ و جهت حرکت نفت از طریق تصاویر چندزمانه فراهم کنند، و برای مدل‌سازی پیش‌بینی تغییرات به‌عنوان ورودی استفاده شوند. همچنین می‌توانند شناسایی واضح‌تر و تلاش‌های کنترلی را تسهیل بخشند. کاربران داده‌های سنجش از دور برای کاربردهای نشت نفت شامل گارد ساحلی، آژانس‌ها و سازمان‌های حمایتی محیطی ملی، شرکت‌های نفتی، صنایع کشتیرانی، صنایع بیمه، صنایع ماهیگیری، سازمان‌های ملی ماهیگیری و اقیانوسی و سازمان‌های نظامی دفاعی می‌شوند.

### فرضیه‌ها

می‌توان با استفاده از طبقه‌بندی پیکسل‌ها، جداسازی طیفی، مدل کردن نحوه شکل‌گیری طیف پیکسل-های مختلط و استخراج عضو آخر و ترکیب الگوریتم‌های جدا سازی، تصاویر فرا طیفی، از وجود نفت در صحنه تصویر آگاهی پیدا کرد و همچنین طیف‌های مواد معدنی را با مقایسه طیف‌های کتابخانه‌ای و یا حضور در صحنه تصویر تشخیص داد.

### اهداف تحقیق

شبیه‌سازی با نرم افزار متلب و استخراج طیف نفت در تصویر مورد مطالعه و مقایسه آن با طیف‌های کتابخانه‌ای.

### سنجش از دور و لکه‌های نفتی

#### تفاوت بین تصویربرداری چند طیفی و ابر طیفی

سیستم‌های چند طیفی (MSS) می‌توانند تنها ۲ تا ۲۰ تصویر را در ناحیه مادون قرمز قابل مشاهده‌ی طیف میانی الکترومغناطیسی تولید و متوسط تفاوت انرژی را ثبت نمایند. این طبقه‌بندی طیفی استفاده از MSS را محدود می‌کند. تصاویر چند طیفی امضا طیفی گسسته تولید می‌کنند. سیستم‌های ابر طیفی (HSS) بیش از ۲۰ عکس در هر مجموعه داده را به طور همزمان در صدها باند باریک در مجاورت طیفی را پردازش و



داده‌های طیفی دقیق با نتایجی در بالاترین سطح تفاوت تولید می‌کنند. در تصاویر ابر طیفی امضا طیفی پیوسته می‌باشد.

### سنجش از دور غیر فعال سطوح صاف نفت

در مراحل ابتدایی نشت نفت، مسیر، موقعیت و شدت با استفاده از ابزار سنجش از دوری به طور ضعیفی قابل شناسایی هستند. شرایط آب و هوایی و مداری ممکن است مشاهدات ماهواره‌ای و مشاهدات تجربی منظر ورودی را با تاخیر رو به رو سازد. بنابراین گزارشات اولیه اغلب با صحت عدم قطعیت متناقض است. به این دلیل است که ممکن است بیش‌تر پدیده‌های دریایی، نظیر یخ، امواج داخلی، بسترهای اشنه دریایی، موجودات زنده‌ی طبیعی، گرده، توده‌های پلانکتونی، سایه‌های ابر، ستاره دریایی، جلبک و سنگ‌های شسته شده، سایه‌های باد، بستر علف‌های هرز و جبهه‌های اقیانوسی در مرحله اولیه همگی می‌توانند به عنوان نفت ثبت شوند (هزمت، ۱۹۹۶؛ فینگاسو برون، ۲۰۱۱)<sup>۱</sup>. شین‌های باریک نیز مستعد شناسایی اشتباه به عنوان نشت‌های بیولوژیکی غیرنفتی می‌باشند. در حقیقت، سطوح دریایی بالای ۱ میلی‌متر به‌عنوان یک بیوفیلم ژلاتینی توصیف می‌شوند. (کونلیفه ومورل، ۲۰۰۹)<sup>۲</sup>

جدول ۱. عکس العمل نور خورشید در ضخامت‌های مختلف سطوح نفتی در دریا

کد	ظاهر / شرح	Bonn ( $\mu\text{m}$ ) لایه، ضخامت	ASTM ( $\mu\text{m}$ ) ضخامت لایه، ASTM	Bonn، لیتر بر $\text{km}^2$
۱	شین (نقره ای / خاکستری)	۰/۳ تا ۰/۴	۰/۱ تا ۰/۳	۴۰ تا ۳۰۰
۲	رنگین کمان	۰/۵ تا ۰/۳	۰/۳ تا ۰/۵	۳۰۰ تا ۵۰۰۰
۳	فلزی	۵۰ تا ۰/۵	~۳	۵۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰
۴	رنگ ناپیوسته واقعی نفت	۲۰۰ تا ۵۰	>۵۰	۲۰۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰
۵	رنگ پیوسته واقعی نفت	>۲۰۰ تا ۲۰۰	-	۲۰۰۰۰۰ تا >۲۰۰۰۰۰

ضخامت‌های بیش‌تر از ۵۰ میکرومتر (کدهای ۴ و ۵) رنگ حقیقی نفت را نشان می‌دهند.

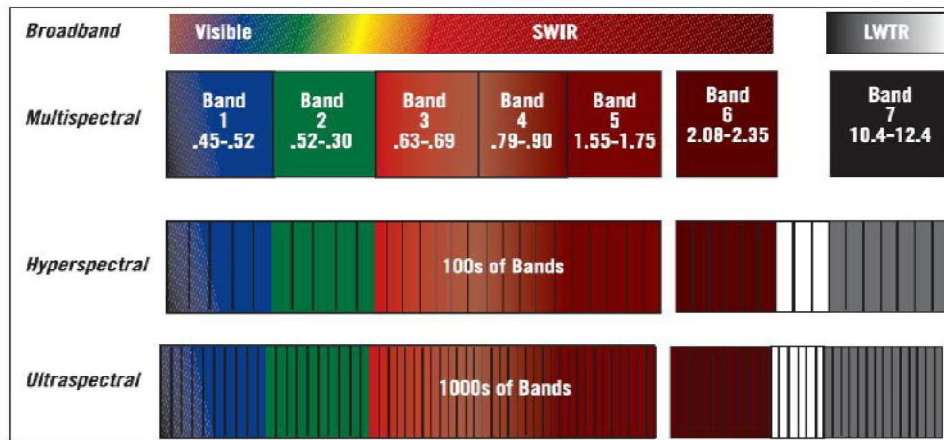
### سیستم تصویر برداری فراطیفی

سنجش از دور طیفی، تشخیص و جمع‌آوری نشانه‌های طیفی مواد و تفسیر آن‌هاست. تصاویر فراطیفی را میتوان به‌عنوان سیستمی که توانایی جمع‌آوری و تولید امضا طیفی انعکاسی منحصر به‌فرد از انرژی الکترومغناطیسی بازتاب مواد از سطح زمین را داراست، بیان کرد. اتم‌ها و مولکول‌های ساخته شده مواد از طریق همین نشانه‌های طیفی شناخته می‌شوند. به طوری که هر کدام از این مواد در نتیجه واکنش

<sup>۱</sup>HAZMAT,1996; Fingas & Brown, 2011

<sup>۲</sup>Cunliffe & Murrell

مولکول‌های داخل خود نشانه‌ها و عکس‌العمل خاص خود را دارند که منجر به شناسایی و تشخیص این مواد می‌شوند.



شکل ۱. مقایسه بین انواع مختلف تصویر برداری سنجش از دور (۵۰)

در تصویر برداری فراطیفی، طیف امواج الکترومغناطیسی به صدها باریکه باندهای طیفی پیوسته تشکیل شده‌اند که این نشانه‌های طیفی را ثبت می‌کنند. در شکل زیر انواع مختلف تصویر برداری سنجش از دوری را به نحوی مطلوبی نشان می‌دهد و مقایسه می‌کند.

### کاربردهای داده‌های فراطیفی

تصویربرداری فراطیفی در مطالعات گوناگون نظیر پایش زیست محیطی، ترابری و کشاورزی کاربرد دارد. همچنین در ثبت اطلاعات با حجم بالا و مربوط به مناطق با وسعت زیاد، تواناست. از جمله کاربردهای این تکنیک تصویربرداری می‌توان به: تشخیص مواد، کشف و آشکارسازی اهداف، کاربردهای زیست محیطی، مطالعات ساحلی، کشف زمین‌های معدنی، کشاورزی دقیق، شهرسازی، آشکارسازی استتارها و اختفاها و غیره اشاره کرد.

### پردازش تصاویر سنجش از دوری

پس از فراهم آوردن تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های دورسنجی عملیات پردازشی طی سه مرحله پیش پردازش، پردازش و پس پردازش انجام می‌گردد.

برای تصحیح هندسی تصویر عموماً از معادلات چندجمله‌ای درجه اول و دوم استفاده می‌شود که به ترتیب به حداقل ۳ و ۶ نقطه کنترل زمینی نیاز دارند. اگر معادله چندجمله‌ای مورد استفاده از درجه اول باشد برای انجام تصحیحاتی نظیر تغییر مقیاس و چرخش تصویر کافی خواهد بود. ولی اگر هدف تصحیح خطاهای ناشی از کرویت و غیره باشد بهتر است از معادلات درجه دوم استفاده شود.



گام دوم در تصحیح هندسی تصویر با استفاده از روش‌های واسطه یابی، بازنویسی تصویر می‌باشد زیرا پس از انتخاب نقاط کنترل و مشخص نمودن ضرایب معادلات، معمولاً مراکز پیکسل‌های تصویر تصحیح شده با مراکز پیکسل‌های تصویر خام مطابقت ندارند، بنابراین باید درجه روشنایی پیکسل جدید محاسبه شود. دومین مرحله استخراج اعضای خالص می‌باشد که مشخصه‌های عناصر خالص استخراج می‌شوند. برای انجام عملیات جداسازی طیفیک مدل ترکیبی باید انتخاب شود. در این مطالعه از مدل ترکیب خطی هندسی استفاده می‌شود. الگوریتم‌هایی که در این مطالعه استفاده شده‌اند FPPI, PPI می‌باشد.

### الگوریتم‌های جداسازی طیفی

هدف از الگوریتم‌های جداسازی طیفی تعیین مشخصه‌های طیفی عناصر خالص تشکیل دهنده پیکسل-های مختلط تصویر و فراوانی متناظر آن‌ها در صحنه است. از دید ریاضی، تعیین ماتریس  $A$  معادل با برآورد یک زیر مجموعه‌ی غیر متعامد از بردارهای پایه است. این بردارها به منظور معنادار بودن از نظر فیزیکی، باید مقادیر غیر منفی داشته باشند. همچنین، مشخصه طیفی عناصر خالص باید دربرگیرنده خصوصیات فیزیکی مواد، مانند باندهای جذبی و غیره باشند. بنابراین در شناسایی عناصر خالص شرایط فیزیکی و ریاضی لازم باید مرتفع گردد. که این خود، یک مسئله مهم در استخراج مشخصه طیفی عناصر خالص به حساب می‌آید. برآورد صحیح عناصر خالص تشکیل دهنده پیکسل‌ها، مستلزم شناسایی درست مشخصه طیفی آن‌هاست.

استخراج عناصر خالص و جداسازی طیفی به دو صورت امکان پذیر است:

۱ - فرض وجود پیکسل خالص

۲ - عدم وجود پیکسل خالص.

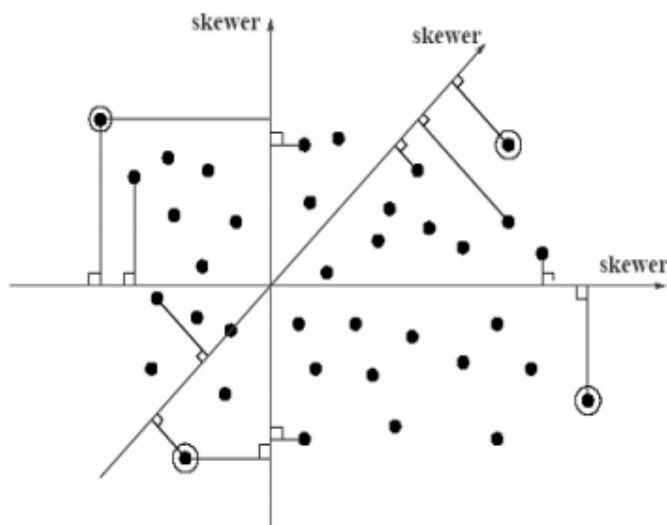
### PPI

از روش‌های استخراج اعضای خالص است که توسط بوردمن<sup>۱</sup> برای جست‌وجوی پیکسل‌های خالص تصویر ارائه شده است. در این روش از تعدادی بردار به صورت رندمی و تصادفی که به آن‌ها اسکیرور<sup>۲</sup> گفته می‌شود، استفاده می‌کند. پیکسل‌های تصویر مورد استفاده روی این بردارها تصویر می‌شوند و پیکسلی که بیش‌ترین تصویر را روی این بردارها داشته باشد، جزء اعضای خالص محسوب شده و یک امتیاز خلوص می‌گیرد. شکل زیر پیکسل‌های داده روی این بردارها (Skewers) را نشان می‌دهد. بعد از تصویرشدن همه پیکسل‌ها روی همه بردارها امتیاز خلوص پیکسل‌هایی از یک آستانه بیش‌تر باشد، پیکسل خالص در نظر گرفته می‌شود. اما این روش یک سری نقاط ضعفی دارد از جمله:

<sup>1</sup>Boardman

<sup>2</sup>Skewers

۱- اعضای خالصی که در این روش تولید می‌شود به علت عدم تکراری بودن روش PPI و انتخاب تصادفی بردارها، معلوم نیست این اعضای خالص صحیح باشند. در واقع چون بردارها به صورت رندمی انتخاب می‌شوند، تضمینی نیست که در اجرای تکراری این الگوریتم این پیکسل‌ها مجدداً



بعنوان پیکسل خالص انتخاب شوند.

شکل ۲. تصویرشدن نقاط داده روی بردارها در روش جداسازی طیفی PPI

- ۲- زمانی که از PPI به عنوان الگوریتم کاهش بعد استفاده می‌شود هیچ قاعده ای ندارد که نشان دهد چه مقدار از بعد داده کاهش پیدا می‌کند.
  - ۳- این الگوریتم بسیار به نویز حساس است
  - ۴- در انتخاب بردارها از هیچ معیاری تبعیت نکرده و کاملاً رندمی و تصادفی انتخاب می‌شود.
  - ۵- در تعیین اعضای خالص نهایی نیاز به دخالت انسان دارد.
- برای جبران نقص های این الگوریتم از الگوریتم FPPI استفاده شده است. در واقع FPPI برای جبران نقص های PPI به وجود آمد.

### FPPI

این روش تعیین اعضای خالص یک روش بهبودیافته روش PPI است. از مزیت های FPPI نسبت به PPI در این است که: ۱- از مفهوم VD برای برآورد اعضای خالص استفاده می‌کند. ۲- برای تولید اعضای خالص از الگوریتم ATGP استفاده می‌کند که زمان اجرا را نسبت به PPI کاهش می‌دهد. ۳- برخلاف PPI، الگوریتم FPPI یک الگوریتم اتوماتیک است که معیار توقف آن با تعداد عناصر خالص داده تعیین می‌شود که با پارامترهای K و آستانه خلوص در روش PPI که وابسته به آن است جایگزین می‌شود.



سپس پیکسلی با بزرگ‌ترین طول در فضای جدید پیدا شده و به عنوان دومین عنصر خالص انتخاب می‌شود. این عنصر خالص به ماتریس A الحاق شده و دوباره فضای مکمل اورتوگونال ماتریس جدید A محاسبه می‌شود. سپس پیکسل با بزرگ‌ترین طول در این فضا پیدا می‌شود. این کار تا پیدا شدن p عنصر خالص ادامه پیدا می‌کند.

هر چند داده‌های فراطیفی امتیاز خوبی نسبت به دیگر داده‌های دورسنجی دارند (تصویر برداری با باندهای طیفی باریک و در نتیجه توان تفکیک طیفی بالا)، اما این داده‌ها با مشکلات حجم زیاد داده‌ها مواجه هستند. مثلاً داده‌های هایپریون ۲۴۵ باند در محدوده ۰/۴ تا ۲/۵ تصویر برداری می‌کند و داده‌های اسپک تایر<sup>۱</sup> دارای ۳۶۰ باند بوده که در مقایسه با داده‌های چند طیفی حجم بیش‌تری را اشغال می‌کنند.

### الگوریتم‌های استخراج اعضای خالص

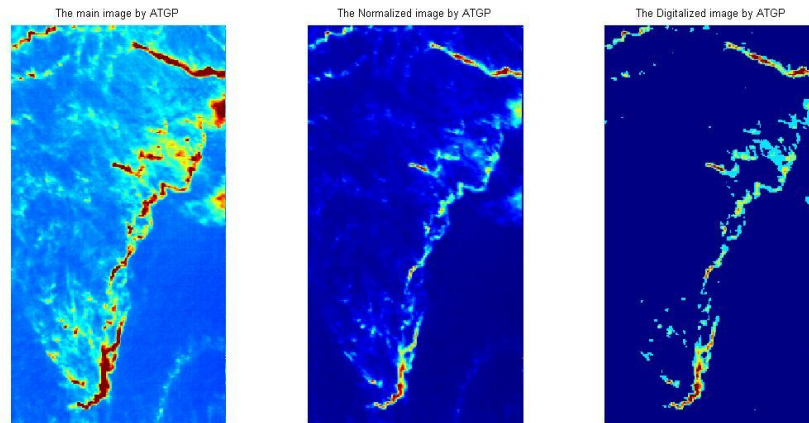
همان‌طور که گفته شد مدل‌های اختلاط به صورت خطی و غیر خطی است. این مسئله به مقیاس هر پیکسل بستگی دارد به طوری که در مقیاس ماکروسکوپی مدل اختلاط خطی بوده و واکنش بین اعضای خالص در زمان رسیدن انرژی منبع نور کم‌تر بوده و در مقیاس میکروسکوپی مدل اختلاط غیر خطی است و فرض بر این است که واکنش انرژی ورودی بین اعضای خالص بسیار زیاد می‌باشد. در بیش‌تر مطالعات، مدل خطی به‌گونه رضایت‌بخشی توانسته مشکلات را حل نماید، بنابراین ما هم در این تحقیق از مدل‌های خطی استفاده نموده‌ایم. الگوریتم‌های زیادی در رابطه با استخراج اعضای خالص وجود دارد. در این تحقیق از الگوریتم PPI و FPPI برای استخراج اعضای خالص استفاده شده است. در الگوریتم‌ها فرض می‌شود که پیکسل خالص وجود داشته در نتیجه باعث کارایی سرعت الگوریتم می‌شود. دلیل انتخاب این الگوریتم‌ها داشتن سرعت محاسباتی بالا FPPI و قدرت نمایشی بالا و تفکیک راحت خوشه‌ها در N-D Visualization بوده است. برای استخراج اعضای خالص الگوریتم FPPI با مقدار ۱۰۰۰۰ تکرار<sup>۲</sup> و با آستانه PPI یک اجرا گردید. از آنجایی که در این الگوریتم اعضای خالص بوسیله پروجکشن کردن n بعدی نمودار پخش در قالب بردار واحد تصادفی انجام شده است. در واقع تعداد دفعات حداکثر بودن پیکسل‌ها شمارش شده و پیکسل‌هایی که در بیش‌تر دفعات حداکثر<sup>۳</sup> شناخته می‌شوند خالص تر هستند، بنابراین در مرحله بعد، بعد مقادیر ۱/۱۵. در تصویر خروجی از الگوریتم FPPI برای ورود به محیط N-D Visualization استخراج شدند. در شکل زیر خروجی حاصل از FPPI را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup>SpecTIR

<sup>۲</sup>iteration

<sup>۳</sup>Extreme

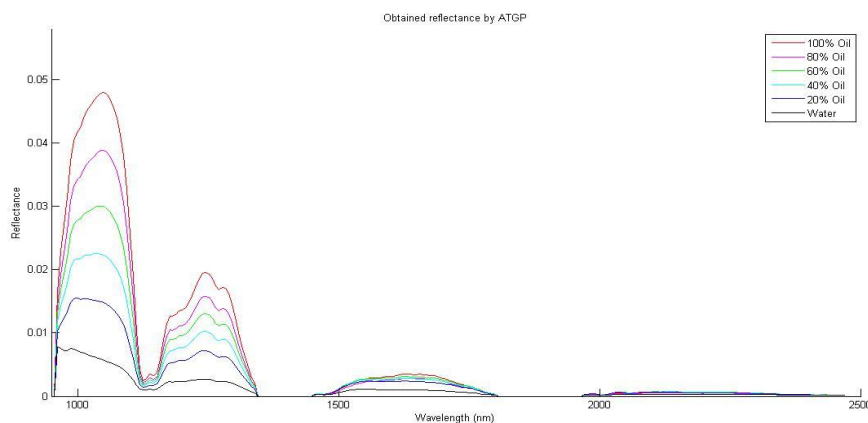




شکل ۳. نتایج حاصل از استخراج لکه های نفتی به وسیله الگوریتم های FPPI

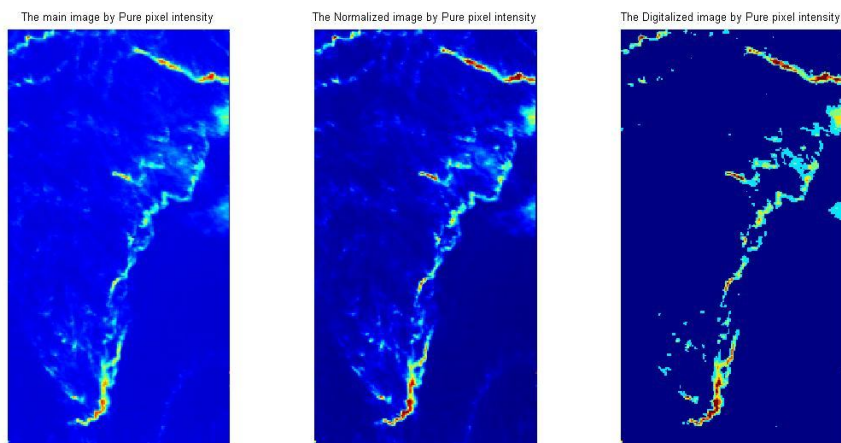
در مرحله نهایی استخراج اعضای خاص با استفاده از الگوریتم FPPI اعضای نهایی در ۶ کلاس خوشه بندی گردید.

در نمودار زیر ۶ کلاس مربوط به اعضای نهایی نشان داده شده است. کلاس اول نشان دهنده کلاس آب می- باشد و کلاس های ۲ تا ۶ نشان دهنده نسبت نفت به آب می باشد، که در آن کلاس دوم نسبت نفت ۲۰ درصد به ۸۰ درصد آب و کلاس سوم، ۴۰ به ۶۰، کلاس چهارم، ۶۰ به ۴۰، کلاس پنجم ۸۰ به ۲۰ و در نهایت کلاس ششم، صد درصد نفت می باشد.

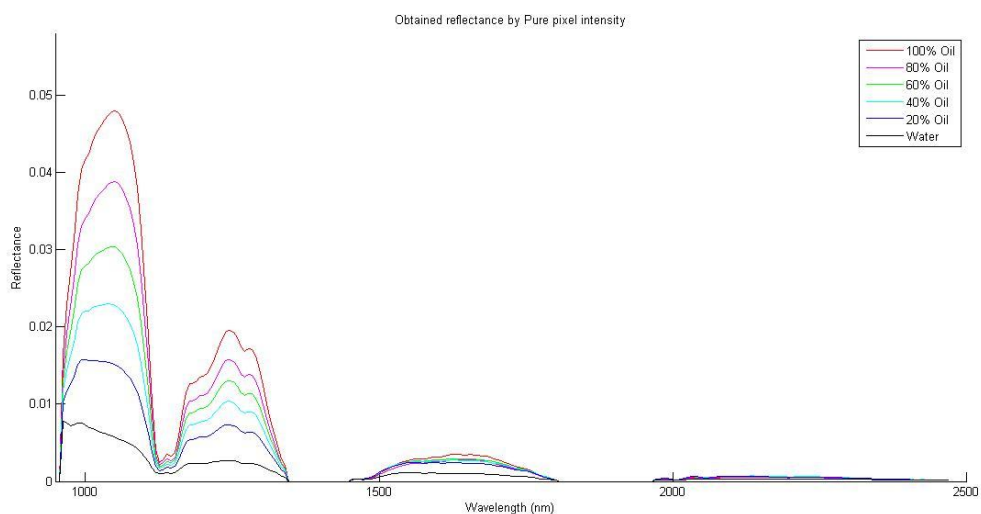


شکل ۴. نمودار میانگین بازتاب طیفی کلاس های طبقه بندی شده حاصل از FPPI

نمودار بالا نشانگر میانگین بازتاب طیفی خوشه بندی اعضای خالص در ۶ کلاس با استفاده از FPPI می- باشد، به طوری که کلاس دوم بصورت دو کلاس 2a و 2b، خوشه بندی شده که این کار برای بالا بردن دقت طبقه بندی صورت گرفته است، که بعد از انجام طبقه بندی با هم ادغام خواهند شد. محور افقی این نمودار بیانگر طول موج به نانومتر و محور عمودی نشان دهنده میزان بازتاب است.



شکل ۵. نتایج حاصل از استخراج لکه های نفتی بوسیله الگوریتم های PPI



شکل ۶. نمودار میانگین بازتاب طیفی کلاس های طبقه بندی شده حاصل از PPI

### ارزیابی نسبی طبقه بندی های انجام شده

نتایج طبقه بندی الگوریتم های مختلف برای استخراج نسبت نفت و آب بازگو کننده این واقعیت می باشد که از نظر دقت نسبی الگوریتم های FPPI دقت بهتری نسبت به سایر روش ها داراست. علت دقت نسبی بهتر این الگوریتم ها، تشخیص تغییر پذیری طیفی بالا نسبت به روش های دیگر می باشد. تعداد پیکسل های مورد برآورد به وسیله هر کدام از الگوریتم های طبقه بندی کننده در جدول زیر نمایش داده شده است.

**جدول ۱. مساحت تشکیل دهنده هر کلاس (به پیکسل)**

کلاس ۶	کلاس ۵	کلاس ۴	کلاس ۳	کلاس ۲	کلاس ۱	الگوریتم ها
۱۳۹	۱۳۸	۲۹۶	۶۱۲	۱۶۲۴	۴۵۲۱۸	PPI
۱۳۹	۱۴۲	۲۹۰	۶۵۵	۱۷۳۷	۴۵۰۳۷	FPPI

### بررسی فرضیه

✓ می توان با استفاده از طبقه بندی پیکسل ها، جداسازی طیفی، مدل کردن نحوه شکل گیری طیف پیکسل های مختلط و استخراج عضو آخر و ترکیب الگوریتم های جدا سازی، تصاویر فرا طیفی را بهبود بخشید و همچنین طیف های مواد معدنی را با مقایسه طیف های کتابخانه ای و یا حضور در صحنه تصویر تشخیص داد.

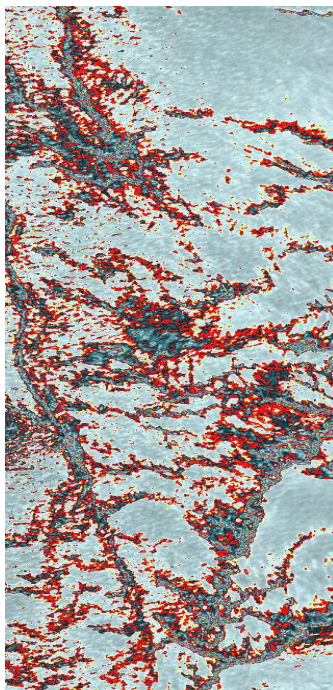
با توجه به این که FPPI یک روش بر پایه ترکیب متدولوژی های مشهور پردازش سیگنال و نظریه اختلاط خطی می باشد، به دلیل تولید تصاویر Infeasibility برای فائق آمدن به مشکل هشدارهای اشتباه در طبقه بندی زیر پیکسلی و همچنین عدم احتیاج به استفاده از الگوهای طیفی کلا اعضای خالص برای انجام یک تحلیل دقیق در تصویر، دارای نتایج رضایت بخشی نسبت به PPI، ارائه می دهد. بنابراین همان طور که در تصاویر خروجی نشان داده شده است، این الگوریتم ها توانایی شناخت و جداسازی طیف نفت را از آب دارا می باشند. به این ترتیب فرضیه فوق مورد قبول می باشد.

### نتیجه گیری

لکه های نفتی یکی از چالش های عمده زیست محیط دریایی می باشد. از مهم ترین تأثیرات آن روی زیست بوم های دریایی می توان به کاهش در انتقال نور که باعث جلوگیری از عمل فتوسنتز گیاهان آبی می شود و همچنین کاهش در جذب و انحلال اکسیژن اشاره داشت. بنابراین پایش و سنجش آلودگی ها و لکه های نفتی برای مدیریت و ارائه راه کارهای عملی برای مرتفع ساختن این مشکل زیست محیطی از ضروریات اجتناب ناپذیر می باشد. فن آوری سنجش از راه دور با قابلیت های همچون به روز بودن داده ها، وسیع بودن گستره مکانی و دریافت داده از مناطق دارای شرایط دشوار از نظر سنجش، مقرون به صرفه بودن آن و ارائه داده های با اطلاعات طیفی وسیع با توان تفکیک مکانی مقبول، از مهم ترین ابزارهای پایش و سنجش منابع زمینی و زیست محیطی می باشد. در تحقیق حاضر به دلیل اهمیت شناسایی و تشخیص لکه های نفتی از داده های سنجنده های فرا طیفی استفاده شده است. این سنجنده ها ادغام نمایش مکانی سنجنده های تصویر بردار با قابلیت های تحلیلی طیف سنج ها می باشد. نتیجه این ادغام، ایجاد یک طیف مداوم برای هر پیکسل به واسطه چند صد باند طیفی با توان تفکیک ۱۰ نانومتر یا باریک تر که اسکنر های چند طیفی فاقد این قابلیت می باشند، است.

در این پژوهش با استفاده از داده های سنجنده هوابرد اسپک تایراقدام به استخراج و طبقه بندی لکه های نفتی ناشی از دیپ و آتر هوریزن که در سال ۲۰۱۰ در خلیج مکزیک به وقوع پیوست، گردید. داده مورد

استفاده دارای ۳۶۰ باند و توان تفکیک مکانی ۲ متر می‌باشد. بدین ترتیب از آن‌جایی که داده‌های اخذ شده در سطح رادیناس بودند، کار پیش پردازش داده‌ها با تصحیحات اتمسفری شروع شد، این تصحیحات با استفاده از الگوریتم FLAASH صورت پذیرفت. در مرحله بعدی پردازش تصاویر فرا طیفی به دلیل حجم و ابعاد بالای تصاویر و همچنین برای افزایش نسبت سیگنال به نویز با بکارگیری الگوریتم MNF، کاهش بعد تصاویر صورت گرفت و ۷ مولفه اول با داشتن واریانس بالای ۹۵ درصد از کل واریانس تصاویر انتخاب شدند. در گام بعدی به منظور استخراج اعضای خالص با استفاده از الگوریتم FPPI با ۱۰۰۰۰ تکرار پیکسل‌های خالص استخراج شده و سپس در شش کلاس خوشه بندی و با استفاده از الگوهایی طیفی استخراج شده اعضای خالص اقدام به استخراج و طبقه بندی لکه‌های نفتی در شش کلاس نسبت نفت ۱۰٪، ۸۰٪، ۶۰٪، ۴۰٪، ۲۰٪ به آب، شد. طبقه بندی صورت گرفته به صورت طبقه بندی زیر پیکسلی انجام گرفت. در این تحقیق از دو الگوریتم PPI و FPPI استفاده شده است. روی هم رفته الگوریتم FPPI به دلیل تولید تصاویر Infeasibility برای فائق آمدن به مشکل هشدارهای اشتباه و همچنین عدم احتیاج به استفاده از الگوهایی طیفی کلا اعضای خالص برای انجام یک تحلیل دقیق در تصویر، دارای نتایج رضایت بخشی بود.



شکل ۷. نتایج حاصل از الگوریتم FLAASH

## کارهای آتی

۱- ارزیابی دقت نتایج طبقه بندی برای تکنیک‌های متعدد صورت خواهد گرفت، و ارزیابی عملکرد هر طبقه بندی نشان دهنده میزان دقت هر روش خواهد بود.

۲- روش جداسازی خطی امضا در شناسائی ویژگی های ساحلی آلوده، تمایز بین امضاهای مختلط مواد مختلف مانند علف، آب، و خاک آلوده به نفت به کار خواهد رفت.

### منابع

۱. مارکوس بورنگیسر و ویلیام اس. هانگیت و راسل واتکینز، ترجمه سید کاظم علوی پناه و مسعود مینائی و حسین نصیری، سنجش از دور ابرطیفی (اصول و کاربردها)، انتشارات نوربخش، چاپ اول ۱۳۸۹
۲. کوران، پل، ۱۳۷۳، اصول سنجش از دور، ترجمه: حائر، رضا، انتشارات مرکز سنجش از دور ایران، تهران.
۳. سید اکبر رحمانی خضری، ۱۳۸۰، اندازه گیری آلاینده های نفتی در اسکراب کشتی ها در شمال، پایان نامه کارشناسی ارشد آلودگی دریا، تهران، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال
۴. سید خشایار حسنی، ۱۳۷۵. الودگی نفتی خلیج فارس و روش های کنترل و پاکسازی آن، سمینار کارشناسی ارشد لودگی دریا، تهران، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.
۵. ثریا مهاجری، ۱۳۸۰، روش های متداول سنجش هیدروکربن های نفتی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.
6. Asanuma, I., Muneyama, K., Sasaki, Y., et al. (1986). Satellite thermal observation of oil slicks on the Persian Gulf. *Remote Sensing of Environment*, 19, 171–186.
7. ASTM (1996). Standard guide for visually estimating oil spill thickness on water. ASTM International, Report Number F2534-06 (pp. 4).
8. Bonn Agreement (2004). Bonn agreement aerial surveillance handbook (pp. 96).
9. HAZMAT (1996). Aerial observations of oil at sea. NOAA, Hazardous Materials Response and Assessment Division, Report No. 96-7 (pp. 15).
10. Fingas, M. F., & Brown, C. E. (1997). Review of oil spill remote sensing. *Spill Science & Technology Bulletin*, 4, 199–208.
11. Neba, S., 2003, Detection and Analysis of Land cover Dynamics in moist Tropical Rainforest of South Cameroon, Master in Science, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation. Enschede.
12. Cunliffe, M., & Murrell, J. C. (2009). The sea-surface microlayer is a gelatinous biofilm. *International Society for Microbiology Ecology Journal*, 3, 1001–1003.
13. Lefebvre (2010). Visual observations and the Bonn Agreement. Thirty-third Arctic and Marine Oil spill Program (AMOP) Technical Seminar (pp. 669–678). Ottawa, Ontario, Canada: Environment Canada.
14. Hollinger, J. P., & Mennella, R. A. (1973). Oil spills: Measurements of their distributions and volumes by multifrequency microwave radiometry. *Science*, 181, 54–56.
15. ASCE (1996). State of the art review of modeling transport and fate of oil spill (Task Committee on Modeling Oil Spills of the Water Resources Engineering Division). *Journal of Hydraulic Engineering*, 122, 594–609.



16. Lehr, W. J. (2010). Visual observations and the Bonn Agreement. Thirty-third Arctic and Marine Oil spill Program (AMOP) Technical Seminar (pp. 669–678). Ottawa, Ontario, Canada: Environment Canada.
17. Klemas, V., & Polis, D. F. (1977). A study of density fronts and their effects on coastal pollutants. *Remote Sensing of Environment*, 6, 95–126.
18. Washburn, L., Clark, J. F., & Kyriakidis, P. (2005). The spatial scales, distribution, and intensity of natural marine hydrocarbon seeps near Coal Oil Point, California. *Marine and Petroleum Geology*, 22, 569–578.
19. Taft, D. G., Egging, D. E., & Kuhn, H. A. (1995). Sheen surveillance: An environmental monitoring program subsequent to the 1989 Exxon Valdez shoreline cleanup. In P. G. Wells, J. N. Butler, & J. S. Hughes (Eds.), *Exxon Valdez oil spill: Fate and effects in Alaskan waters*, ASTM STP 1219 (pp. 215–238). Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
20. [www.spectir.com](http://www.spectir.com)
21. Young, S. J., Johnson, B. R., & Hackwell, J. A. (2002). An in-scene method for atmospheric compensation of thermal hyperspectral data. *Journal of Geophysical Research*, 107, 4774–4794.
22. Vijayalakshmi, Senthil vadivu, 2014, An Assessment of Hyperspectral Imaging and Target detection, *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering* Vol. 3, Issue 8.