

## ادغام آنالیزهای بافتی و روش شیء‌گرا جهت شناسایی لکه‌های نفتی با استفاده از تصاویر رادار (مطالعه موردی: خلیج فارس)

خلیل دیده‌بان<sup>۱\*</sup>، حسن یوسفی<sup>۱</sup>

<sup>۱\*</sup> - نویسنده مسئول، دانشکده علوم محیطی و برنامه‌ریزی، دانشگاه تبریز

ایمیل نویسنده مسئول: [khalilididhban@yahoo.com](mailto:khalilididhban@yahoo.com) شماره موبایل نویسنده مسئول: ۰۹۳۸۲۶۵۰۳۸۰

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۹

### چکیده

آلودگی نفت یکی از تهدیدات قابل توجه برای بسیاری از کشورهای جهان است که می‌تواند منجر به زیان جدی شود. امروزه روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی برای شناسایی آلودگی‌های ناشی از نفت با استفاده از تصاویر SAR ارائه شده‌است، رادار دیافراگم مصنوعی (SAR) ابزار بسیار مهم و ارزشمندی برای استخراج لکه‌ی نفت در محیط دریایی به دلیل قابلیت‌هایش است. در این مقاله از آنالیزهای بافت و شیء‌گرا برای استخراج لکه‌های نفتی از تصاویر SAR استفاده می‌شود. در مرحله اول، روش ماتریس Co-Occurrence برای استخراج ویژگی‌های بافت از تصویر SAR استفاده می‌شود. این روش ۸ ویژگی بافتی حاوی کنتراست، ناهمگونی، انتروپی، ASM، میانگین، واریانس و همگن بودن را ایجاد می‌کند. در مرحله دوم، نتایج تجزیه و تحلیل بافتی با هم ادغام می‌شوند و با استفاده از روش شیء‌گرا در نرم افزار eCognition سگمنت‌سازی می‌شوند بطوریکه هر سگمنت اطلاعات متفاوتی را از لکه‌های نفتی و سطح آب تمیز نشان می‌دهد که آنها را از همدیگر متمایز می‌کند. در مرحله نهایی، تصاویر طبقه بندی می‌شوند و لکه‌های نفت با دقت بالا از تصاویر SAR جدا می‌شوند.

### کلمات کلیدی

"آنالیز بافتی"، "آنالیز شیء‌گرا"، "تصاویر SAR"، "لکه‌ی نفتی"

## The Integration of Textural Analysis and Object-Based Method for Oil Spills Detection Using SAR Images (The Persian Gulf)

Khalil Didehban<sup>1,\*</sup>, Hassan Yousefi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduate Faculty of Environmental Sciences and Planning, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Email Address: [khalilididhban@yahoo.com](mailto:khalilididhban@yahoo.com)

\* Mobile Phone: +989382650380

### Abstract

Oil spill contamination is one of the significant threats for many countries in the world and also it can cause a serious detriment. Nowadays, the various methods and algorithms have been proposed for oil spills contamination detection using SAR imagery, because synthetic aperture radar (SAR) is very important and valuable means to extract oil spills in the marine environment because of its capabilities. In this article, the texture analysis and object-based are used to extract oil spills from SAR images. In the first step of this study, the co-occurrence matrix method is employed to extract textural features of marine SAR image. This method generates eight textural features that contain contrast, dissimilarity, entropy, angular second moment, mean, variance and homogeneity. Within the second step, the results of the textural analysis are integrated and are segmented using object based technique in eCognition software so that every segment shows different information about oil spills and clean water that make it possible to discriminate them of each other. In the final step, the images are categorized and oil spills are separated with high accuracy from SAR images.

### Keywords

"Textural analysis", "Object-based", "SAR images", "Oil spill"

## ۱- مقدمه

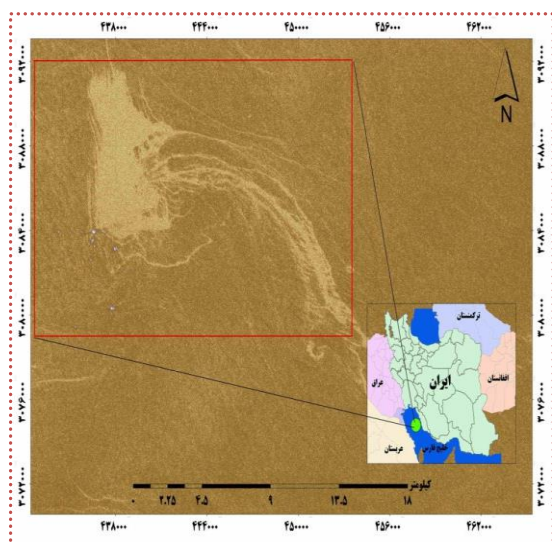
باشد. به همین دلیل استفاده از الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی می‌تواند ابزار مناسبی جهت پردازش تصاویر راداری باشد. از جمله آنالیزهای بافتی و شیء‌گرایی تصاویر از نمونه‌های بارز الگوریتم‌های آشکارسازی لکه‌های نفتی در تصاویر راداری هستند. آنالیز بافتی در واقع امکان استخراج چندین لایه‌ی بافتی از تصاویر راداری را فراهم می‌آورد که امکان تمایز و شناسایی لکه‌های نفتی از سایر پدیده‌های دیگر سطح دریا فراهم می‌کند و ادغام این نتایج جهت طبقه‌بندی و استخراج لکه‌های نفتی از تصاویر راداری با استفاده از الگوریتم شیء‌گرا فراهم می‌شود. بطوریکه لایه‌های اطلاعاتی حاصل از آنالیز بافتی سگمنت‌سازی شده و هر سگمنت ارزش آماری متفاوتی را برای عوارض نشان می‌دهد که منجر به تمایز آسان لکه‌های نفتی در سطح دریا خواهد شد. در همین راستا تحقیقات مختلفی جهت کاربرد آنالیزهای بافتی و شیء‌گرا برای استخراج لکه‌های نفتی از تصاویر راداری در سطح جهانی انجام گرفته است.

(Topouzelis, Karathanassi, Pavlakis and Rokos, 2007) در تحقیقی با عنوان شناسایی لکه‌های نفتی با استفاده از الگوریتم شیء‌گرا و تقسیم‌بندی چندگانه، از تصاویر راداری و الگوریتم فازی شیء‌گرا برای شناسایی لکه‌های نفتی استفاده کردند. در الگوریتم شیء‌گرا از معیارهای بافت، ویژگی‌های هندسی و همچنین اطلاعات طیفی تصویر استفاده کردند که توانایی معیار بافت با میزان ۸۰ درصد بیشتر از سایر معیارها در جهت آشکارسازی لکه‌های نفتی بود.

(Marghany and Genderen, 2014) در تحقیقی با عنوان، استفاده از الگوریتم آنتروپی برای کشف اتومات لکه‌های نفتی از تصاویر SAR ماهواره رادارست-۲ استفاده کردند. آنها در این تحقیق، لکه‌های نفتی را با استفاده از الگوریتم آنتروپی با دقت ۹۰ درصد از تصاویر راداری استخراج کردند.

(Mihoub and Hassini, 2014) با استفاده از تصاویر راداری انویست و تکنیک سگمنت‌سازی به کشف و شناسایی لکه‌های نفتی در سواحل اسپانیا پرداختند. در این تحقیق برای جداسازی و طبقه‌بندی لکه‌های نفتی از معیارهای شکل، کنتراست و ضریب فشردگی استفاده کردند. که نتایج حاصل از تحقیق آنها دقت بالای تصاویر راداری در شناسایی لکه‌های نفتی را نشان داد.

امروزه به دلیل نقش اساسی نفت در اقتصاد کشورهای دنیا راه‌های دریایی بعنوان راه‌های مناسب در جهت انتقال نفت بوسیله‌ی نفت‌کش‌های غول‌پیکر شناخته می‌شوند. کشور ایران یکی از کشورهای مهم دنیا در زمینه‌ی انتقال نفت به حساب می‌آید و همچنین به دلیل موقعیت ژئوپلیتیک کشور در این زمینه، مدیریت مناطق حساس دریایی به دلیل انتقال نفت‌کش‌ها و آگاهی از آلودگی‌های نفتی حاصله بوسیله‌ی این نفت‌کش‌ها و از طرف دیگر در سال‌های اخیر نظارت هوایی و دریایی برای مهار فعالیت‌های ترافیک دریایی و آلودگی دریایی در محیط دریایی رایج شده‌اند، ایجاب می‌کند از تکنیک‌های سنجش از راه دوری (پردازش‌های تصاویر ماهواره‌ای مانند: تصاویر راداری) استفاده شود. آلودگی نفتی از طریق نشت خطوط لوله و یا ریزش نفت در اثر حادثه، دو نمونه‌ی بارز از تلفات و خسارتی است که به دست بشر بر محیط زیست وارد می‌شود. بر این اساس در این تحقیق با ارائه‌ی الگوریتم‌های سنجش از دوری جهت استفاده و پردازش تصاویر راداری اقدام به بررسی وجود لکه‌های نفتی در سطح دریای خلیج فارس می‌شود. آشکارسازی لکه‌های نفتی به-عنوان یکی از عوامل اصلی آلودگی‌های دریایی بوسیله‌ی فناوری سنجش از دور در دهه‌های اخیر مورد توجه محققین علوم زمین قرار گرفته‌است. داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌های تهیه‌ی نقشه از محیط است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۳). با توجه به اینکه امکانات جستجوی میدانی و بررسی محل دقیق وقوع لکه‌های نفتی دارای هزینه هنگفتی است علم سنجش از راه دور با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی اقدام به ثبت و ضبط عوارض سطح زمین اعم از خشکی و آبی می‌کند می‌تواند ابزار مفیدی در جهت کشف و آشکارسازی لکه‌های نفتی و همچنین عوامل مختلفی که منجر به آلودگی دریاها می‌شوند باشد. امروزه با توسعه‌ی الگوریتم‌های مختلف جهت پردازش سریع تصاویر رادار، امکان تولید نقشه‌های متنوع از سطح دریا امکان‌پذیر است. تصاویر راداری حاصل از دهانه‌ی ترکیبی واقعی و دهانه‌ی ترکیبی مصنوعی از ابزارات اساسی و مهمی جهت کشف لکه‌های نفتی محسوب می‌شوند زیرا این داده‌ها برخلاف داده‌های میدانی مستقل از شرایط آب و هوایی و زمان شبانه‌روزی هستند (Alpers and Espedal, 2004; Alpers et al, 2017). با این وجود شناسایی کردن لکه‌های نفتی بعنوان یک عامل مخرب محیط دریایی می‌تواند کار بسیار دشوار و سختی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

#### • دیتا و نرم افزار

جهت استخراج لکه‌ی نفتی ایجاد شده در سطح دریای خلیج فارس از تصویر رادار سنتینل-۱ استفاده شد که در سایت کوپرنیک آژانس فضایی اروپا بصورت رایگان ارائه گردیده است. این ماهواره توسط سازمان فضایی اروپا توسعه و طراحی شده است و یکی از مجموعه ماهواره‌های سنتینل-۱ و ۲ و ۳ است که جزو اهداف GEOSSE قرار دارد. مأموریت این ماهواره شامل دو ماهواره سنتینل-۱ A و B است. که در یک مدار با ارتفاع ۶۹۳ کیلومتر و با اختلاف ۱۸۰ درجه فاز در حرکت هستند (سایت آژانس فضایی اروپا).

جهت پردازش تصاویر از نرم افزار SNAP 5.0 که توسط سازمان آژانس فضایی برای پردازش تصاویر سنتینل فراهم شده است استفاده شد. این نرم افزار با توجه به نوع تصاویر ماهواره سنتینل ارائه می‌شود به این معنی که برای تصاویر راداری که از سنتینل-۱ و تصاویر اپتیک از ماهواره سنتینل-۲ تهیه می‌شوند نسخه‌های جداگانه طراحی شده است و قابلیت‌های متفاوتی دارند.

از دیگر نرم افزارهای قدرتمند پردازش تصاویر و استخراج عوارض به کمک الگوریتم شی‌گرا نرم افزار eCognition است که در این تحقیق از نسخه‌ی ۹ این نرم افزار استفاده شده است.

#### • پردازش تصاویر رادار

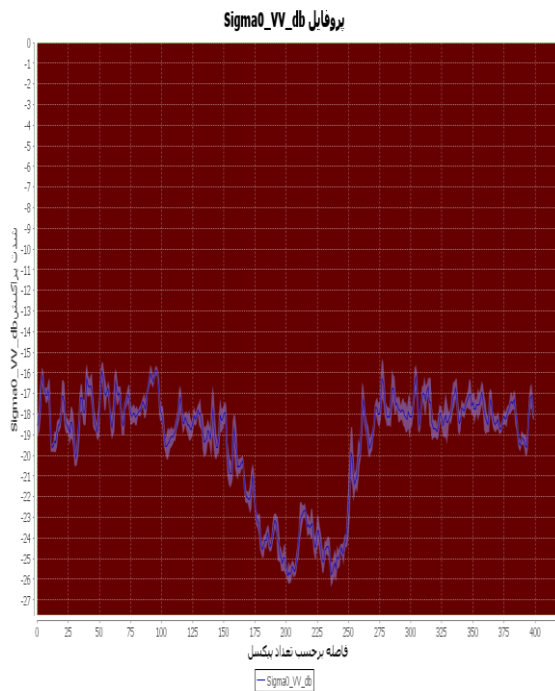
با توجه به نحوه‌ی تولید تصاویر راداری در مقایسه با تصاویر نوری نوع پردازش این تصاویر نیز متفاوت است. برای مثال وجود

( Nunziata and Migliaccio, 2015 ) در تحقیقی تحت عنوان مانیتورینگ و ارزیابی اثرات لکه‌های نفتی از اندازه-گیری‌های Palsar برای شناسایی لکه‌های نفتی استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها نشان دهنده کاربرد مناسب تصاویر Palsar در جهت شناسایی لکه‌های نفتی است (Pilžis and Vaišis, 2016) با استفاده از بخش‌های مختلف طیف الکترومغناطیسی اقدام به شناسایی لکه‌های نفتی کردند که با ارائه‌ی نتایج حاصل از بخش‌های طیف الکترومغناطیسی دریافتند که بخش راداری توانایی دقیق‌تری در جهت شناسایی لکه‌ها و نظارت بر مسیر حرکت لکه دارد. جمع‌بندی پیشینه‌ی تحقیق نشان می‌دهد که تکنیک‌های سنجش از دوری (آنالیزهای بافتی و شی‌گرا) در شناسایی و نظارت دریاها اهمیت دارند، زیرا این تکنیک‌ها با فراهم آوردن داده‌هایی از پدیده‌ها و عوارض سطح دریا در جهت مدیریت مخاطرات زیست محیطی از نقش آفرینی مناسبی برخوردار هستند.

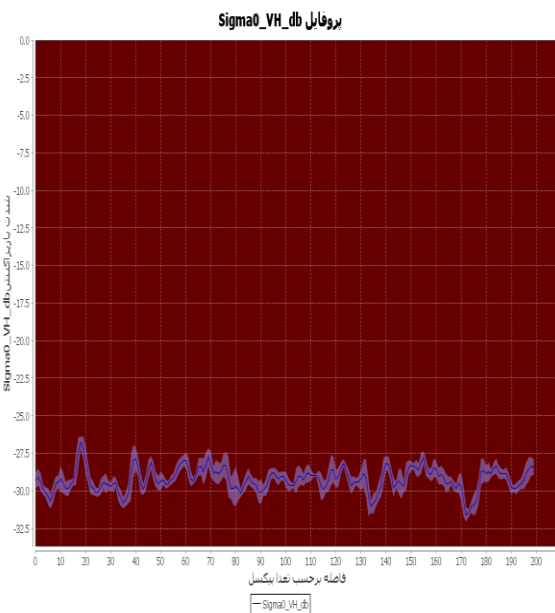
#### ۲- روش انجام تحقیق

##### • محدوده مورد مطالعه

خلیج فارس یکی از مهمترین مناطق دریایی برای تبادلات نفتی در سطح جهانی شناخته می‌شود. حدود ۶۰ درصد ذخایر نفتی دنیا در خلیج فارس و به همین نسبت صادرات نفت از این خلیج صورت می‌پذیرد و همچنین حدود ۹۰ درصد صادرات نفت و فرآورده‌های نفتی توسط نفتکش‌های دنیا از تنگه‌ی هرمز انجام می‌شود که براساس آمار سازمان بنادر و دریانوردی سالانه ۴۰ هزار شناور از این تنگه عبور می‌کنند. در کنار آلودگی‌های نفتی ناشی از حدود ۷۰ سکوی فعال نفتی در خلیج فارس، عمده آلودگی‌های دریایی در این منطقه را تردد نفتکش‌ها از تنگه‌ی هرمز، آب توازن کشتی‌هایی که هنوز از سازمان جهانی دریانوردی مجوز نگرفته‌اند و تخلیه آب موتورخانه‌ها و قاچاق سوخت شامل می‌شود. در این محدوده مطالعاتی حوادث نفتی زیادی اتفاق افتاده است که نمونه آن نشت نفت از سکوی نفتی موجود در منطقه‌ی خلیج فارس در تاریخ ۲۶ سپتامبر ۲۰۱۷ بود. در شکل ۱ منطقه‌ی مورد مطالعه نشان داده می‌شود.



شکل ۲- منحنی بازپراکنش لکه‌ی نفتی در پولاریزاسیون عمودی-عمودی



شکل ۳- منحنی بازپراکنش لکه‌ی نفتی در پولاریزاسیون عمودی-افقی

#### • آنالیز بافتی

شاخص ماتریس سطح خاکستری از مهمترین شاخص‌های تجزیه و تحلیل بافت تصاویر است که جهت استخراج ویژگی‌های بافتی تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش بوسیله‌ی هارالیک و همکاران برای پردازش تصاویر پیشنهاد شده‌است. به گونه‌ای که داده‌های مکانی در شکل بافت عوارض یکی از مهمترین و کاربردی‌ترین روش‌های طبقه‌بندی تصاویر به حساب می‌آید.

نویزهای فلفل‌نمکی و قدرت تفکیک رادیومتریک ضعیف تفاوت اساسی این تصاویر محسوب می‌شود. در یک تصویر راداری، حتی در یک منطقه هموزن نیز پیکسل‌ها دارای مقدار ثابتی نمی‌باشند و مقدار آنها به شدت تغییر می‌کند بطوریکه بافتی دانه دانه را در تصویر ایجاد می‌نماید. این ساختار فلفل‌نمکی اصطلاحاً اسپکل نامیده می‌شود. دامنه و فازی که در پیکسل‌های تشکیل دهنده تصاویر راداری ثبت می‌شوند، نتیجه‌ی برهم‌کنش تمام پراکنش-گره‌های موجود در آن پیکسل‌ها است. در نتیجه برای رفع این مشکل از فیلتر اسپکل استفاده شد. فیلتر کاهش اسپکل شامل حرکت دادن یک پنجره‌ی کوچک روی هر پیکسل در تصویر و محاسبه‌ی ریاضی روی پیکسل‌هایی است که زیر آن پنجره قرار دارند (مثلاً محاسبه‌ی میانگین) و جایگزینی پیکسل مرکزی با مقدار جدید است. پنجره روی تک تک پیکسل‌ها قرار می‌گیرد، تا جایی که کل تصویر پوشش داده شود. در این صورت تأثیر اسپکل کاهش داده می‌شود (Oliver and Quegan, 2004). فیلترهای اسپکل برای کاهش اسپکل از رابطه‌ی ۱ که به مدل ضرب معروف است استفاده می‌کنند.

(۱)

$$I(x, y) = R(x, y) * u(x, y)$$

#### • شناسایی مناطق تیره

شناسایی و کشف لکه‌های نفتی با استفاده از تصاویر راداری معمولاً با شناسایی مناطق تیره در سطح دریا شروع می‌شوند. با توجه به اینکه بیشتر لکه‌های نفتی در سطح دریا اتفاق می‌افتند برای جلوگیری از پراکندگی و تمرکز بیشتر روی سطح دریا جهت شناسایی لکه‌های نفتی اقدام به جداسازی خشکی از سطح دریا شد. برای اجرای اینکار از مدل رقمی ارتفاعی SRTM استفاده شد که بطور سریع اقدام به تعیین پیکسل‌های خشکی در زمین و دریا می‌کند. بعد از اجرای جداسازی مناطق خشکی و آب برای کشف مناطق تیره روی سطح دریا در تصاویر از روش تعیین حد آستانه استفاده شد که ابتدا میانگین بازپراکنش امواج راداری از روی سطح دریا مشخص و سپس مقدار db از بازپراکنش پیکسل‌های سطح دریا محاسبه شد و مقدار منفی ۲۰ db بعنوان آستانه‌ی مناطق تیره شناسایی شد. شکل ۲ و ۳ نشان می‌دهند که مناطق تیره در پولاریزاسیون عمودی-عمودی بهتر از پولاریزاسیون عمودی-افقی آشکارسازی شده است.

(۸)

$$\text{Correlation} = \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (i \cdot j) p(i, j | d, \theta) - \mu_x \mu_y \right] / \sigma_x \sigma_y$$

#### • پردازش شیء گرا

در چندسال گذشته به دلیل طراحی نرم افزارهای تخصصی به همراه الگوریتم‌های جدید ریاضی امکان اعمال روش‌های جدید پردازش تصویر بر روی داده‌های سنجش از دور میسر شده‌است. یکی از روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش از دوری طبقه‌بندی شیء گرا می‌باشد. تکنیک OBIA طبقه بندی تصویر را با کمک تجزیه و تحلیل یک شیء در فضا بجای یک پیکسل در فضا انجام می‌دهد و رایج‌ترین روش مورد استفاده برای تولید اشیا تقسیم بندی تصویر است (Blaschke and Lang, 2006). تکنیک تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای مبتنی بر شیء گرا یک نوع اطلاعات مکانی صریح برای استخراج، ترکیب و پردازش تصاویر ماهواره‌ای و توابع سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی محسوب می‌شود (Blaschke, 2010). طبقه-بندی تصاویر ماهواره‌ای براساس اطلاعات طیفی دارای محدودیت‌هایی است. بنابراین برای افزایش دقت طبقه‌بندی باید از منبع اطلاعات دیگری استفاده شود که آنالیز شیء‌گرای تصاویر این امر را میسر می‌سازد (Chen, Chao, Yue and Li, 2009). در این روش تصویر براساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت شده بر روی تصویر، سگمنت سازی می‌شوند عبارتی واحدهای پردازش از پیکسل به پدیده‌های تصویری که اشیا نامیده می‌شوند یا سگمنت تغییر پیدا می‌کند. و در سه مرحله سگمنت‌سازی، طبقه‌بندی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

#### • سگمنت‌سازی تصاویر

سگمنت سازی اولین و مهمترین مرحله در ریز طبقه‌بندی تصویر به واحدهای تصویری مجزا است سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (نظیر ارزش عددی و بافت) مهمترین معیار مشترک آنهاست (Blaschke and Lang, 2006). در طول فرآیند سگمنت سازی، تمام تصویر سگمنت سازی شده و شیء‌های تصویری براساس معیار همگنی در رنگ و شکل تولید می‌شوند. با توجه به اینکه سگمنت مبنای طبقه‌بندی در این روش است باید با دقت زیادی این مرحله انجام بگیرد (فیضی زاده و هلالی؛ اسلمی و همکاران). تنظیم پارامتر مقیاس مستقیماً در میانگین اندازه‌ی شیء‌های تصویری تأثیر می‌گذارد و ارزش بزرگ اجازه‌ی ایجاد

بافت ترکیبی از الگوهای مکرر با فرکانس منظم است. تجزیه و تحلیل بافت به عنوان طبقه بندی یا تقسیم بندی ویژگی های بافتی با توجه به شکل عنصر ، چگالی و جهت منظم تعریف می-شود. در این زمینه، ماتریس‌های همبستگی خاکستری (GLCM) به عنوان یک اندازه بافت مشخص استفاده می-شوند. اندازه‌گیری بافت در تصاویر منجر به ایجاد تصاویر جدیدی می‌شوند که عامل اصلی در طبقه‌بندی و تفکیک عوارض هستند. که از اطلاعات شکل پیکسل‌های همسایه تصاویر جهت تشخیص و شناسایی اشیا استفاده می‌کند

(Franklin, Hall, Moskal, Maudie, and Lavigne, 2000 )  
شاخص GLCM بصورت فرمول زیر تعریف می‌شود.

(۲)

$$p(i, j | d, \theta)$$

که  $i$  و  $j$  بعنوان پیکسل احتمالی با یک مسیر ( $d$ ) و یک جهت ( $\theta$ ) تعیین شده که در تصویر اتفاق می‌افتد مشخص می‌شوند.

نتایج حاصل از آنالیز بافتی شامل موارد زیر هستند.

(۳)

$$\text{Contrast} = \sum_{i,j=1}^N (i - j)^2 p(i, j | d, \theta)$$

(۴)

$$\text{Dissimilarity} = \sum_{i,j=1}^N |i - j| p(i, j | d, \theta)$$

(۵)

$$\text{ASM} = \sum_{i,j=1}^N p(i, j | d, \theta)^2$$

(۶)

$$\text{Entropy} = - \sum_{i,j=1}^N \{ p(i, j | d, \theta) * \log p(i, j | d, \theta) \}$$

(۷)

$$\text{Variance} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (i - \mu)^2 p(i, j | d, \theta)$$

(۱۱)

$$\Delta h_{shape} = W_{compact} \cdot \Delta h_{compact} + W_{smooth} \cdot \Delta h_{smooth}$$

$\Delta h_{smooth}$  از رابطه ۱۲ بدست می‌آید:

(۱۲)

$$\Delta h_{smooth} = n_{merge} \cdot \frac{l_{merge}}{b_{merge}} - \left( n_{obj-1} \cdot \frac{l_{obj-1}}{b_{obj-1}} + n_{obj-2} \cdot \frac{l_{obj-2}}{b_{obj-2}} \right)$$

$$\Delta h_{compact} = n_{merge} \cdot \frac{l_{merge}}{\sqrt{n_{merge}}} - \left( n_{obj-1} \cdot \frac{l_{obj-1}}{\sqrt{n_{obj-1}}} + n_{obj-2} \cdot \frac{l_{obj-2}}{\sqrt{n_{obj-2}}} \right)$$

$l$  محیط شیء

$b$  محیط محدوده شیء، بنابراین ناهمگنی فشردگی برابر است با طول مرز  $l$  نسبت به ریشه‌ی مربعات تعداد پیکسل‌های تشکیل دهنده شیء تصویر.

با استفاده از نرم‌افزار اکوگیشن، بر روی تصویر راداری پردازش شده عملیات سگمنت‌سازی بصورت مکرر انجام گرفت تا دقت سگمنت‌سازی با توجه به دخالت معیارهای تعیین سگمنت، افزایش یابد. در جدول (۱) پارامترهای سگمنت‌سازی تعیین شده است.

شیء‌های تصویری بزرگ را داده و برعکس با انتخاب عددی کوچک بعنوان مقیاس، سگمنت‌های کوچکتری تولید می‌شود. علاوه بر پارامتر مقیاس، ترکیب نواری مناسب برای طبقه‌بندی نیز یکی دیگر از پارامترهای مؤثر در کیفیت سگمنت‌سازی است، در تحلیل شیء‌گرای تصاویر علاوه بر استفاده از بهترین ترکیب نواری برای سگمنت‌سازی امکان اعمال وزن برای هر یک از نوارهای رنگی نیز وجود دارد. از دیگر پارامترهای مؤثر در تعیین سگمنت تصاویر تعیین ضریب فشردگی و شکل می‌باشند که مکمل همدیگر هستند. ضریب فشردگی نشان دهنده‌ی نوع شکل عوارض بر حسب سگمنت ایجاد شده است بطوریکه اگر شکل عارضه به شکل هندسی دایره نزدیک باشد مقدار عددی آن به یک نزدیک خواهد بود (Benz, Hofmann, 2004). محاسبه و اجرای سگمنت بر روی تصاویر از رابطه-۹ زیر بدست می‌آید.

(۹)

$$f = W_{color} \cdot \Delta h_{color} + W_{shape} \cdot \Delta h_{shape}, W_{color} \in [0,1], W_{shape} \in [0,1] W_{color} + W_{shape} = 1$$

$W_{color}$  و  $W_{shape}$  وزن پارامترها هستند.

$\Delta h_{color}$  = اختلاف در همگنی طیفی است و از رابطه‌ی ۱۰ بدست می‌آید:

(۱۰)

$$\Delta h_{color} = \sum_C W_C (n_{Merge} \cdot \sigma_{c, Merge} - (n_{obj-1} \cdot \sigma_{c, obj-1} + n_{obj-2} \cdot \sigma_{c, obj-2}))$$

$n_{Merge}$  = تعداد پیکسل‌های در داخل شیء متصل شده

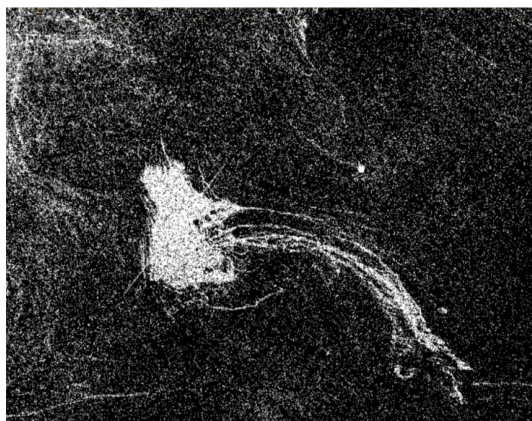
$n_{obj-1}$  = تعداد پیکسل‌ها در شیء اول

$n_{obj-2}$  = تعداد پیکسل‌ها در شیء دوم

$\sigma$  = انحراف معیار

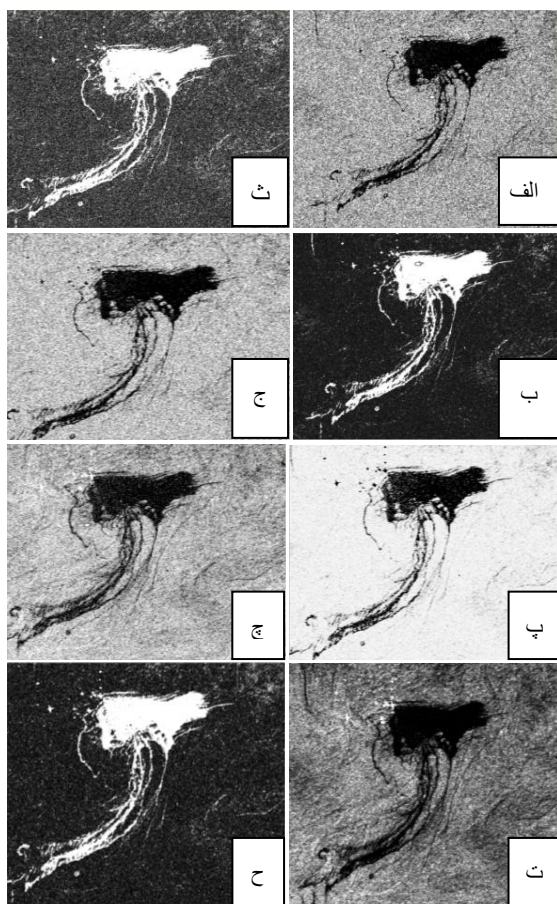
$\Delta h_{shape}$  = یک ارزشی است که کیفیت شکل را با در نظر گرفتن ضریب فشردگی و ضریب نرمی شیء نشان می‌دهد. و از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:





شکل ۴- نتیجه آستانه‌گذاری بر روی تصویر رادار

بعد از اجرای حد آستانه، لکه‌های بصورت پراکنده در سطح تصویر رادار بعنوان Look alike شناسایی شدند در ادامه با توجه به مورفولوژیک لکه‌های نفتی اقدام به طبقه‌بندی اطلاعات طیفی و مکانی این لکه‌ها بر روی تصاویر شد. بطوریکه با ادغام نتایج آنالیزهای بافتی و الگوریتم شی‌گرا لکه‌های نفتی از سایر لکه‌های دیگر متمایز شدند. نتایج آنالیزهای بافتی در شکل ۵ نشان داده می‌شوند.



شکل ۵- پارامترهای آنالیز بافتی، الف) کنتراست، ب) همگنی، پ) ASM، ت) ناسازگاری، ث) واریانس GLCM، ج) میانگین GLCM، چ) آنتروپی، ح) سازگاری

تصویر	مقیاس	ضریب شکل	ضریب فشردگی	وزن لایه‌ها
رادار	۱۰۰	۰.۱	۰.۵	۱،۱،۱
آنالیز بافتی	۵۰	۰.۱	۰.۵	۱،۲،۱،۲،۱،۱،۱

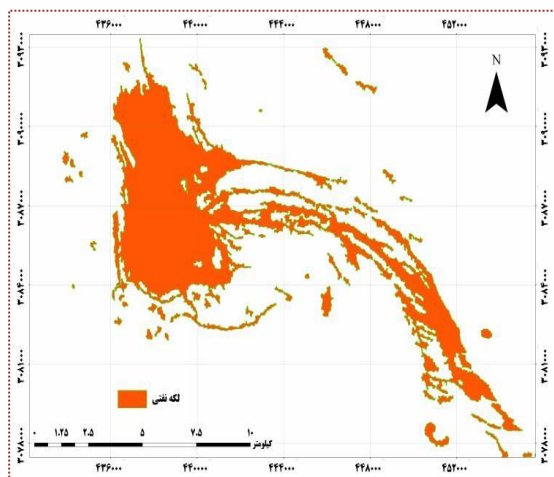
جدول ۱- تعیین پارامترهای سگمنت‌سازی تصاویر

بعد از اجرای مکرر سگمنت‌سازی روی تصاویر، بهترین شرایط سگمنت‌سازی در تصاویر ارائه گردید. بطوریکه لایه‌ی آنتروپی و کنتراست بیشترین وزن را برای سگمنت‌سازی به خود اختصاص دادند.

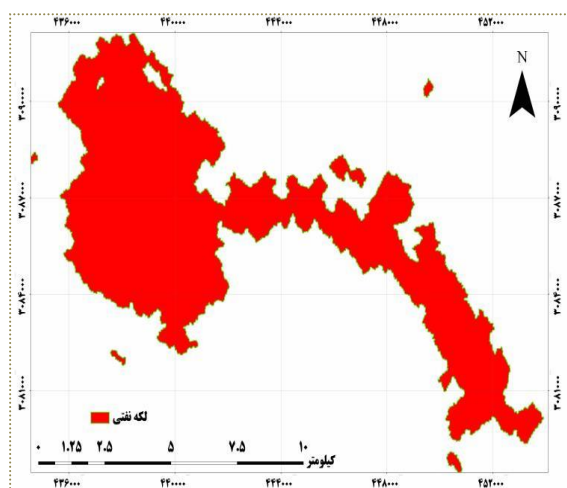
### ۳- نتایج

#### استخراج لکه‌نفتی

یکی از نتایج تأثیر گذار در تحقیق جداسازی لکه‌ی نفتی از دو عارضه‌ی خشکی و آب بود که برای این هدف از مدل SRTM و تعیین حد آستانه استفاده شد. با توجه به شباهت بازپراکنش برخی عوارض با لکه‌های نفتی در سطح آب که بعنوان Lookalikes شناخته می‌شوند آستانه‌گذاری نمی‌تواند روش مناسب برای تشخیص لکه‌های نفتی باشد. نتیجه حاصل از آستانه‌گذاری ارزش بازپراکنش تصویر راداری در شکل (۴) ارائه گردیده است. همانطور که در شکل نشان داده شده‌است لکه‌های سفید رنگ که ترکیبی از لکه‌ی نفتی و سایر پدیده‌های با بازپراکنش مشابه هستند در روش آستانه‌گذاری تمایز داده نشده‌اند.



شکل ۷- استخراج لکه‌ی نفتی از آنالیز بافتی

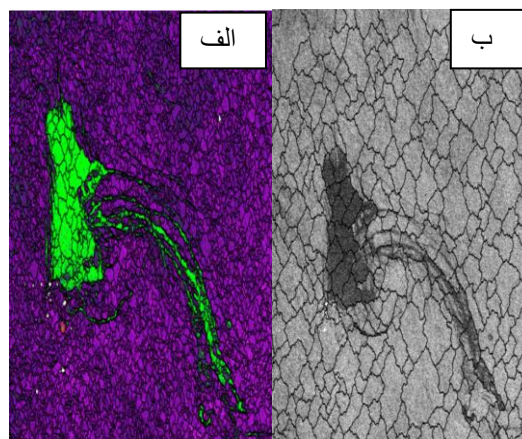


شکل ۸- استخراج لکه‌ی نفتی از تصویر رادار

#### ۴- ارزیابی دقت طبقه‌بندی

با توجه به اینکه هیچ طبقه بندی تا زمانیکه دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است، قابل استناد نیست لذا برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی می‌شود (Anderson et al, 1976). دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه‌ی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای است. یکی از شاخص‌های بسیار مهم برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، شاخص ضریب کاپاست. شاخصی است برای اندازه‌گیری صحت طبقه‌بندی براساس تفاوت بین صحت واقعی در ماتریس خطا و تغییرهای صحت که بوسیله‌ی مجموع سطر و ستون نشان داده شده است. شاخص  $K$  در واقع شاخص معرف اختلاف بین توافق واقعی در داده‌های مرجع و یک طبقه بندی

نتایج حاصل از سگمنت سازی تصویر در شکل ۶ ارائه گردید. که ترکیب اطلاعات بافتی تصاویر نسبت به استفاده از تک پولاریزه راداری بهترین تمایز را بین لکه‌ی نفتی و آب ایجاد کرد که باعث تمایز اساسی و تشخیص راحت‌تر لکه‌ی نفتی شد.



شکل ۶- سگمنت سازی تصاویر الف) آنالیز بافتی ترکیب شده، ب) رادار

بعد از اجرای سگمنت سازی لایه‌های بافتی، سگمنت‌ها برای عوارض مختلف ارزش عددی متفاوتی را نشان می‌دهند که منجر به تمایز عوارض مختلف از یکدیگر خواهند شد.

آستانه‌گذاری معیارهای بافت برای شناسایی لکه‌های نفتی.

$0.38 < 1.25$  انتروپی

$0.38 < 1.25$  همبستگی

$0.38 < 1.25$  همگنی

$0.38 < 1.25$  کنتراست

$0.38 < 1.25$  ناسازگاری

$0.38 < 1.25$  واریانس

$1.85 < ASM < 3.98$

آستانه‌گذاری معیارهای شی‌گرا با استفاده از تصاویر رادار

$1.98 < 6.17$  ضریب شکل

$0.2 < 1$  ضریب روشنایی

$23.26 < 3$  نسبت طول به عرض

$1.55 < 6.72$  ضریب فشردگی

$21.2 < 25.36$  میانگین

$1486 < 6523$  تعداد پیکسل

نتایج حاصل از طبقه‌بندی معیارهای بافت و رادار در شکل ۷ و ۸ ارائه شده است.



الگوریتم‌های آنالیز بافتی می‌تواند ابزار بسیار مناسبی جهت کشف و شناسایی آلودگی‌های نفتی در هر زمان و هرگونه شرایط آب و هوایی باشد. همچنین این اطلاعات می‌تواند جایگزین مناسبی برای مطالعات میدانی در مناطق وسیع و گسترده باشد.

کننده خودکار و توافق احتمالی بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده تصادفی است که براساس رابطه‌ی (۱۳) تعریف می‌شود.

(۱۳)

احتمال توافق- $1/(\text{احتمال توافق})$ -(دقت مشاهده شده) $=K$

در مواردی که توافق حقیقی (مشاهده شده) به یک و توافق احتمالی به صفر نزدیک شود. مقدار  $K$  به یک نزدیک می‌گردد که این حالت ایده‌آل است.

در این تحقیق جهت استخراج دقت طبقه‌بندی تصاویر راداری بعد از اجرای آنالیزهای بافتی و طبقه‌بندی شی‌گرا از ضریب کاپا استفاده شد. تعدادی از سگمنت‌هایی که لکه‌های نفتی را نشان می‌دادند بصورت تصادفی انتخاب و همچنین تعدادی سگمنت نیز برای پیکسل‌های آب انتخاب شدند و سپس سگمنت‌های انتخاب شده برای عوارضی که شامل چندین پیکسل بودند به کل تصویر طبقه‌بندی شده تعمیم داده شدند و دقت طبقه‌بندی لکه‌ی نفتی با کمک آنالیزهای بافتی و تصویر رادار به ترتیب ۰,۹۳ و ۰,۸۶ برآورد گردید همانطور که توضیح داده شد هرچه این عدد به یک نزدیکتر باشد دقت طبقه‌بندی بالاتر خواهد بود.

#### ۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که تصاویر راداری سنتینل-۱ ابزار مناسبی برای پایش آلودگی‌های در سطح وسیعی مانند خلیج فارس است و همچنین این تصاویر به دلیل قابلیت دید در شب ابزار مناسبی برای پایش آلودگی لکه‌های نفتی هستند که پولاتریزاسیون‌های راداری که دارای جهتی مخالف در ارسال و دریافت امواج هستند توانایی شناسایی پدیده‌هایی که دارای بازپراکنش سطحی هستند مانند لکه‌های نفتی را ندارند. همچنین اجرای آنالیزهای بافتی روی تصاویر راداری با پولاتریزاسیون عمودی-عمودی نشان داد که ویژگی‌های بافتی تصاویر راداری جهت شناسایی لکه‌های نفتی بسیار کاربردی است. بخصوص هنگامیکه نتایج آنالیزهای بافتی با هم ترکیب شدند، لکه‌های نفتی به آسانی آشکارسازی شدند و با الگوریتم شی‌گرا که در مقایسه با الگوریتم‌های طبقه‌بندی مانند ماشین بردار پشتیبان، حداکثر احتمال و نزدیکترین همسایه که برپایه-ی اطلاعات طیفی تصاویر را طبقه‌بندی می‌کنند دارای اهمیت بالایی است و دقت طبقه‌بندی را با توجه به ادغام اطلاعات مکانی و طیفی بصورت همزمان بالا می‌برد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت داده‌های راداری سنچس از دور با کمک

## منابع

- یوسفی، ص.، تازه، م.، میرزایی، س.، مرادی، ح. ر.، توانگر، ش.، ۱۳۹۳. مقایسه‌ی الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور)، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال ۵، شماره ۳، ص ۶۷-۷۶.
- فیضی‌زاده، ب.، هلالی، ح.، ۱۳۸۹. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا برای نقشه کاربری اراضی در آذربایجان غربی، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۲، شماره ۷۱، ص ۷۳-۸۴.
- اسلمی، ف.، قربانی، ا.، سبجانی، ب.، پناهنده، م.، ۱۳۹۴. مقایسه‌ی روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال ۶، شماره ۳، ص ۱-۱۴.
- Alpers, W., Espedal, H.A. 2004. Oils and Surfactants, Synthetic Aperture Radar Marine User's Manual, U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington DC, USA, P. 263-275.
- Alpers, W., etal. 2017. Oil Spill Detection by Imaging Radars: Challenges and Pitfalls, Remote Sensing of Environment, Vol. 201, P. 133-147.
- Topouzelis, K., etal. 2007. A new Object-Oriented Methodology to Detect Oil Spill using Envisat Images, Envisat Symposium.
- Marghany, M., Genderen, J. 2014. Entropy Algorithm for Automatic Detection of Oil Spill from Radarsat-2 SAR Data, Earth and Environmental Science, Vol. 18, P. 1-5.
- Mihoub, Z., Hassini, A. 2014. Monitoring and Identification of Marine Oil Spills using Advanced Synthetic Aperture Radar Images, Optica Applicata, Vol. 3, P. 433-449.
- Nunziata, F., Migliaccio, M. 2015. Oil Spill Monitoring and Damage Assessment via PolSAR Measurements, International Oil Spill Response Technical Seminar, Vol. 3, P. 95-102.
- Pilžis, K., Vaišis, V. 2016. Oil spill detection with remote sensors, In proceedings of the 19th Conference for Junior Researchers, Science – Future of Lithuania 145-150.
- Copernicus: Sentinel-1 - Satellite Missions, <https://www.esa.int>
- Oliver, C.H., Quegan, S.H. 2004. Understanding Synthetic Aperture Radar Images, Scitech Publishing, Inc, United State of America, 512 pp.
- Franklin, S.E., etal. 2000. Incorporating Texture into Classification of Forest Species Composition from Airborne Multispectral Images, International Journal of Remote Sensing, Vol. 21, P. 7-61.
- Blaschke, T., Lang, S. 2006. Briding Remote Sensing and GIS-what are the Main Supportive Pillrs, International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006), university of Salzburg, Austria.
- Blaschke, T. 2010. Object based Image Analysis for Remote sensing, Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 65, P. 2-16.
- Chen, M., etal. 2009. Comparison of Pixel-based and Object-oriented Knowledge- based Classification Methods Using SPOT5 Imagery, Wseas Transactions on Information Science and Application, ISSN: 1790-0832, P. 477-48.
- Benz, U., etal. 2004. Multi-resolution Object-oriented Fuzzy Analysis of Remote Sensing Data for GIS-ready Information, Photogrammetry & Remote Sensing, Vol. 54, P. 239-258.
- Anderson, J., etal. 1976. A Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data, United States Government Printing Office, Washington.