

ارزیابی قابلیت الگوریتم های طبقه بندی مبتنی بر زاویه و کتابخانه طیفی در بارز سازی لکه های نفت بر روی تصاویر AVHRR خلیج فارس

مرتضی صادقی خیرآبادی- کارشناس سنجش از دور و GIS شرکت زاینده آب

آدرس: اصفهان، خیابان نظر شرقی، جنب تالار اندیشه، مهندسین مشاور زاینده آب (وابسته به وزارت نیرو)

تلفن: ۶۲۴۳۹۲۱-۶۲۴۸۰۴۴ دورنگار: ۶۲۴۶۷۶۰-۰۳۱۱

Email: sadeghi_mort@yahoo.com

عباس علی محمدی- استادیار دانشگاه تربیت مدرس تهران

آدرس: تهران، تقاطع بزرگراه شهید چمران و آل احمد، پل گیشا، دانشگاه تربیت مدرس، گروه سنجش از دور و GIS

تلفن: ۸۰۱۱۰۰۱ دورنگار: ۸۰۲۸۲۳۶

Email: alimoh_abb@yahoo.com

چکیده:

یکی از مهمترین مسائل زیست محیطی آلودگی آبهاست و شکل بارز آن در خلیج فارس آلودگی نفتی می باشد. لکه های نفت باید در اسرع وقت ممکنه شناسایی و جمع آوری شوند. روشهای سنتی بدلیل وسعت زیاد دریا و محدودیت زمانی، برای شناسایی و ثبت آلودگی نفتی مناسب نمی باشند. تکنیک سنجش از دور بدلیل ارزانی و سریع بودن و دقیق تر بودن نتایج آن می تواند برای این امر مناسب باشد. برای بارز سازی نفت روی سطح آب روشهای دور سنجی متفاوتی مرسوم است که در همه آنها نیاز به استفاده از مشاهدات زمینی تکمیلی می باشد. بدلیل حساسیت زیست محیطی ناشی از آلودگی نفتی و فقدان یا ناقص بودن اطلاعات زمینی و اینکه لکه های نفت باید سریعاً شناسایی و جمع آوری شوند، نیاز به روشهایی است که با وابستگی حداقل به مشاهدات زمینی این کار را انجام دهند. منطقه مورد مطالعه در این تحقیق خلیج فارس می باشد و برای بارز سازی لکه های نفت از تصاویر سنجنده AVHRR مربوط به ایام جنگ خلیج فارس استفاده گردید. ابتدا اطلاعات سنجنده AVHRR ماهواره NOAA 10-11 از لحاظ رادیو متری و ابرناکی منطقه خلیج فارس بررسی شدند و تصویر بهتر انتخاب گردید. پس از اعمال تصحیح رادیو متری و پردازش های لازم با استفاده از الگوریتم های

MNF, PPI, N-Dimensional Visualizer^۱ اقدام به تهیه کتابخانه طیفی شد. از کتابخانه طیفی بعنوان نمونه های آموزشی استفاده شد و طبقه بندی نظارت شده با دو الگوریتم MLC^۳ و SAM^۴ انجام گرفت.

نتایج ارزیابی روشها نشان داد که روش SAM برای جدا سازی نفت از آب بهتر از MLC است. نتایج این تحقیق بانتایج مرکز تحقیقات جهاد سازندگی و KFUPM^۵ که از مشاهدات زمینی نیز استفاده نموده اند، مطابقت دارد. با تهیه کتابخانه طیفی می توان کلاس های تصویر را با استفاده از حداقل داده های زمینی و با دقت بالا جدا کرد و هزینه های اضافی اجتناب کرد. کلمات کلیدی: AVHRR, Endmember, MLC, MNF, PPI, SAM, خلیج فارس, کتابخانه طیفی, لکه نفت, فاصله طیفی اقلیدسی,

مقدمه

آلودگی نفت یک پی آمد اجتناب ناپذیر از توسعه بی رویه تکنولوژی است. در طول چند دهه اخیر لکه های نفتی تهدید کننده بوم های سواحل و گونه های آن بوده اند. به منظور حراست موثر جوامع و گونه های در خطر، تعیین سریع و دقیق مناطق آلوده به نفت مورد نیاز می باشد. تصاویر هوایی و فضایی بعنوان ابزار موثر برای حصول داده های بهنگام (بلادرنگ) می باشد. این اطلاعات می تواند در زمان کوتاهی بدست آید و برای کمک به محققین جهت تعیین مسیر لکه نفت و حفاظت محیط مورد استفاده قرار گیرد. (سال^۶ و کافاتوس^۷ ۲۰۰۰) در این مقاله، ابتدا داده های سنجنده AVHRR، تصحیحات و روش استخراج عناصر طیفی از تصویربرداری شده و نهایتاً تجزیه و تحلیل های لازم و نتایج بدست آمده ارائه شده است.

مواد و روش ها

پس از بررسی و آماده سازی و پردازش تصاویر NOAA اقدام به شناسایی عناصر طیفی^۸ گردید. این عناصر طیفی همان نمونه های آموزشی هستند که به روش نیمه اتوماتیک با استفاده از الگوریتم های N-D Visualizer, PPI, MNF در نرم افزار ENVI از تصویر بدست آمدند و خالص ترین پیکسل های انتخاب شده هر پدیده می باشند. عناصر طیفی انتخاب شده برای طبقه بندی تصویر مورد استفاده قرار گرفت. مراحل اجرای تحقیق در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

^۱-Pixel Purity Index

^۲Minimum Noise Fraction

^۳- Maximum Likelihood Classification

^۴-Spectral Angle Mapper

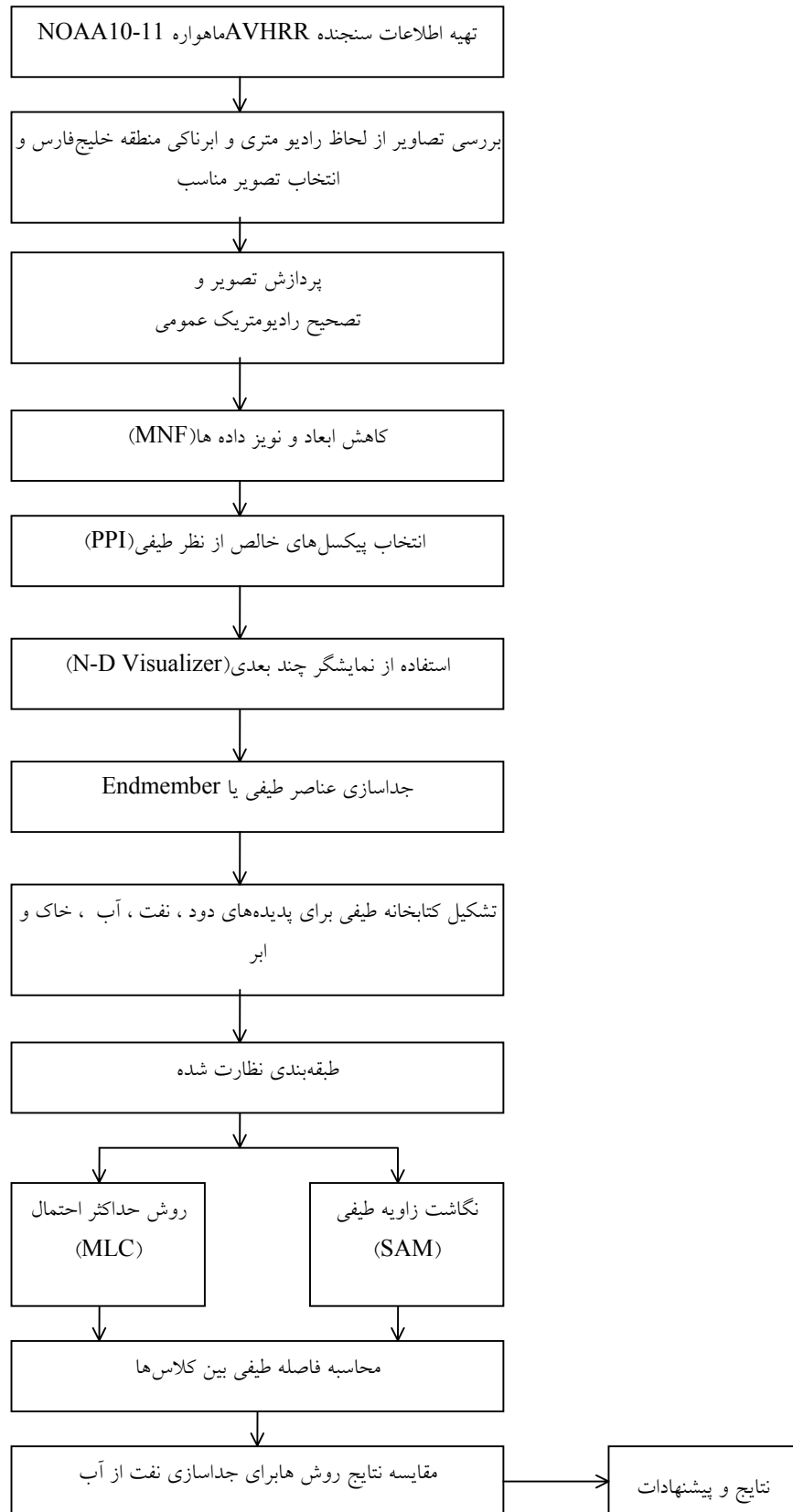
^۵King Fahad University of Petroleum & Mining

^۶-Salem

^۷- Kafatos

^۸Endmember

(شکل-۱): مواد و روشها



پردازش تصویر

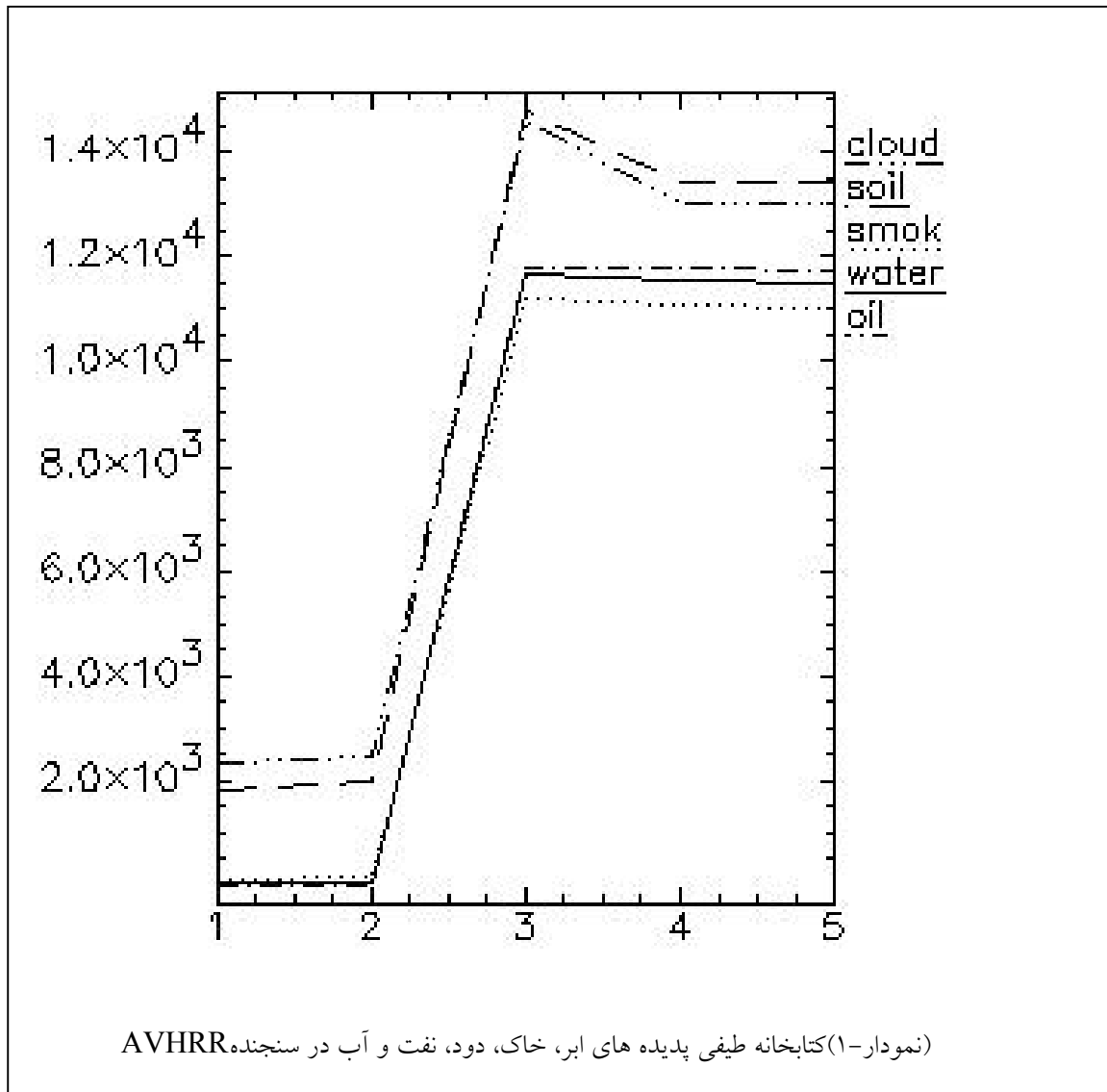
برای تصحیح اثرات اتمسفری از روش کلی و عمومی تصحیح رادیومتریک برای باندهای غیرحرارتی تصویر NOAA استفاده شد. به علت عدم وجود اطلاعات و داده‌های زمینی قابل استفاده در پژوهش تصحیح هندسی تصاویر انجام نشد و تصاویر تصحیح شده از نظر رادیومتریک برای استخراج اطلاعات مورد استفاده قرار گرفتند. چون دسترسی به تصاویر فراترین NOAA استفاده بعمل آمد وجود باندهای حرارتی در تصویر NOAA نیز به بارزسازی نفت کمک بسیار می‌نمود چون در تصاویر بعد از ظهر نفت بدلیل ظرفیت گرمایی کمتر نسبت به آب سریعتر گرم شده و تشعشع بیشتری دارد، بنابراین در باندهای حرارتی که حاصل تشعشع اجسام زمینی هستند، لکه‌های نفت روشنتر از آب زمینه ظاهر می‌شوند و از DN بالاتری برخوردار هستند.

شناسایی عناصر طیفی از تصویر به روش نیمه اتوماتیک

بخاطر کمبود پیکسل‌های با ترکیب طیفی خالص در طبیعت، به خصوص در مورد داده‌های با قدرت تفکیک مکانی ضعیف مانند سنجنده AVHRR، این نوع تحلیل برای بسیاری از موارد مفید است طبقه بندی مبتنی بر اختلاف طیفی زمانی معتبر خواهد بود که تمام عناصر طیفی خالص شناسایی شوند. الگوریتم‌های کاهش ابعاد داده‌ها (MNF) و انتخاب پیکسل‌های خالص از نظر طیفی (PPI) و نمایشگر چند بعدی (N-Dimensional Visualizer) الگوریتم‌هایی هستند که برای انتخاب دقیقتر این عناصر طیفی طراحی شده‌اند.

الگوریتم MNF به تعیین ابعاد صحیح یا ذاتی داده‌ها و کاهش ابعاد آنها از طریق جداسازی نویز از اطلاعات کمک می‌کند. در الگوریتم PPI پیکسل‌هایی که از لحاظ طیفی از همه خالص‌ترند شناسایی می‌شوند. از طریق روش N-D Visualizer خالصترین پیکسل‌ها بعنوان عناصر طیفی نهایی جدا شده و در طبقه بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اطلاعات طیفی استخراج شده برای نفت، آب، دود، خاک و ابر در پنج باند NOAA در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است.

همانطور که در نمودار یاد شده مشاهده می‌شود ویژگی طیفی نفت در باندهای حرارتی و غیر حرارتی نسبت به آب متفاوت است یعنی در باندهای حرارتی هنگام بعد از ظهر دارای DN بیشتر و در باندهای غیر حرارتی دارای DN کمتر می‌باشد. فاصله طیف خاک از سایر عناصر طیفی زیاد است. طیف دود مشابه طیف نفت و آب است. با این تفاوت که در باندهای حرارتی آن نسبت به نفت و آب کمتر است و در باندهای غیر حرارتی نسبت به نفت و آب DN بیشتری دارد. ابر در پنجره انتخابی تصویر بسیار نازک می‌باشد ابر و خاک در تمام باندها به جز باند ۳ قابل تفکیک هستند با این تفاوت که در باندهای حرارتی خاک دارای DN بیشتر ولی در باندهای غیر حرارتی دارای DN کمتر است.



طبقه‌بندی تصویر

بر اساس دو روش طبقه بندی نظارت شده MLC و SAM اقدام به طبقه‌بندی شد. تا موقعیت لکه‌های نفت جنگ خلیج فارس مشخص شود و دقت طبقه‌بندی SAM (نگاشت زاویه طیفی) و MLC (روش حداکثر احتمال) مورد مقایسه قرار گیرد.

نمونه‌های آموزشی از کتابخانه طیفی استخراج شدند و در هر دو روش از نمونه‌های آموزشی یکسان استفاده شد. روش SAM بر مبنای زاویه طیفی بین پیکسل‌های تصویر و مرجع انتخاب شده برای کلاس‌های مختلف به شرح زیر اقدام به طبقه بندی می کند

$$A(x,r_i) < A(x,r_j), \quad A(x,r_i) < A_T$$

در این صورت X^{Cr_i}

که در آن $A(x, r_i)$ نشان دهنده زاویه طیفی بین پیکسل x و کلاس مرجع i و A_T مشخص کننده حد زاویه طیفی می باشد و از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$A(x, r_i) = \frac{\sum_{i=1}^N r_i x_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N r_i^2 \cdot \sum_{i=1}^N x_i^2}}$$

لکه های نفت بارز شده به روش MLC تقریباً مطابق با لکه های نفت بارز شده توسط گروه جهاد سازندگی و ITC هلند (جلالی و همکاران ۱۹۹۸) بود ولی لکه های شمال غربی خلیج فارس که گروه تحقیقاتی دانشگاه نفت و معدن فهد عربستان (KFUPM) بارز کرده بودند (KFUPM ۱۹۹۱) در این طبقه بندی مشخص نگردید. (شکل-۲)

در طبقه بندی SAM لکه های نفت در شمال غربی خلیج فارس و شمال شبه جزیره قطر بارز شدند که با نتایج دو گروه تحقیقاتی فوق همخوانی دارد. (شکل-۳) مقایسه این تصویر و (شکل-۲) نشان می دهد که در روش SAM هم مقدار دود و هم مقدار نفت دارای سطح بیشتری است. در امتداد سواحل جنوبی فارس زبانه دود بارز شده و همچنین بر فراز تنگه هرمز نیز دود جدا شده ولی در روش MLC در این قسمت تصویر آب جدا شده که با بررسی تصویر و اجرای تکنیکهای وضوح تصویر مثل کشیدگی و اجرای فیلتر بالاگذر مشخص شد که نتیجه طبقه بندی SAM به واقعیت نزدیکتر است. خاک و ابر در هر دو طبقه بندی تقریباً مشابه هم جدا شده است.

این طبقه بندی با کاهش حد زاویه طیفی نیز انجام گرفت. هرچه زاویه طیفی کاهش یابد پدیده های خالصتر طبقه بندی می شوند. چنانچه فرض شود میزان خلوص پیکسلهای نفت تابعی از ضخامت لکه نفت باشد. نقشه نشان دهنده ضخامت نسبی لکه نفت قابل تهیه می باشد.

ارزیابی طبقه بندی

برای ارزیابی نتایج طبقه بندی علاوه بر شواهد و اطلاعات موجود از مطالعات قبلی، از شاخص تفکیک پذیری کلاس ها (فاصله اقلیدسی) استفاده شد. نتایج حاصل از این بررسی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. نتایج حاصل از این بررسی نشان می دهد که فاصله اقلیدسی مربوط به کلاس های نفت و آب برای طبقه بندی SAM (۱۹۴/۰۱۹) بیشتر از MLC (۱۴۸/۸۴۴) می باشد.

(جدول-۱): فاصله اقلیدسی بین کلاس های طیفی در طبقه بندی SAM

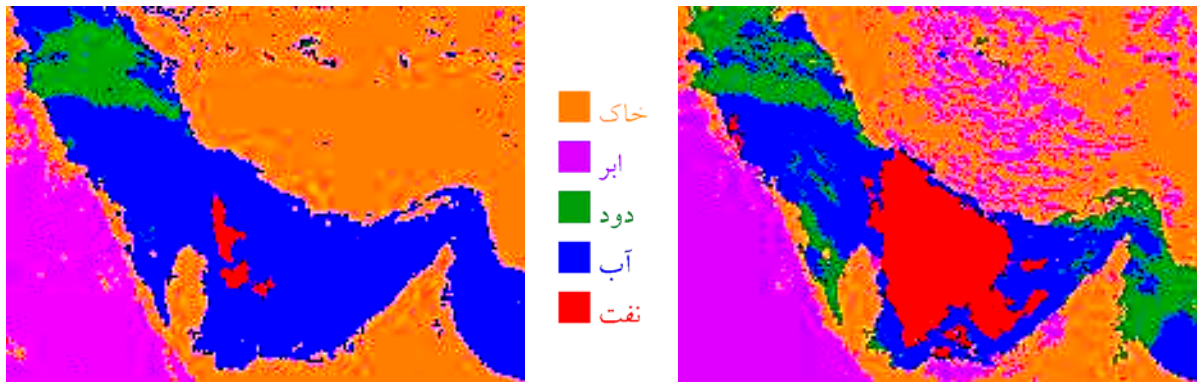
	آب	ابر	دود	نفت	خاک
خاک	۰	۲۱۴۸/۱	۴۸۸۸/۵۹	۴۴۴۸/۳۲	۰
نفت	۱۹۴/۰۱۹	۲۳۴۶/۶۸	۷۹۱/۲۶۵	۰	۰
دود	۸۴۸/۸۶۸	۲۷۶۴/۲۵	۰	۰	۰
ابر	۲۱۶۳/۷	۰	۰	۰	۰
آب	۰	۰	۰	۰	۰

(جدول-۲): فاصله اقلیدسی بین کلاس های طیفی در طبقه بندی MLC

	آب	ابر	دود	نفت	خاک
خاک	۰	۱۶۵۱/۴۵	۳۷۲۸/۹۶	۳۷۹۰/۴۶	۰
نفت	۱۴۸/۸۴۴	۲۱۷۱/۱۹	۳۱۲/۱۵۸	۰	۰
دود	۱۷۳/۱۹	۲۱۰۷/۳۴	۰	۰	۰
ابر	۲۱۶۱/۵۵	۰	۰	۰	۰
آب	۰	۰	۰	۰	۰

نتیجه گیری و پیشنهادات

روش طبقه بندی SAM دارای دقت بیشتری نسبت به سایر روشهای طبقه بندی می باشد و برای جداسازی نفت از آب مفیدتر می باشد. با تهیه و استفاده موثر از کتابخانه طیفی می توان کلاس های تصویر را جدا نمود و از هزینه های جمع آوری اطلاعات زمینی کاست. پیکسل های نفت در فضای چند بعدی داده ها بر خلاف پدیده های طبیعی که دارای پراکندگی هستند، دارای واریانس کم بوده و بصورت فشرده هستند، لذا این ویژگی می تواند در شناسایی آنها اهمیت زیادی داشته باشد. در کتابخانه طیفی دریاندهای حرارتی DN نفت بیشتر از آب بود، دلیل آن این است که نفت در هنگام بعد از ظهر به خاطر داشتن ظرفیت گرمایی کمتر نسبت به آب زودتر گرم شده و روشتر دیده می شود. در جنگ نفت آبهای سواحل ایران آسیب کمتری نسبت به سواحل جنوبی خلیج فارس و کشورهای عربی دیده است که دلیل آن وجود جریان های خلیج فارس است که ابتدا آلودگی را به سمت سواحل جنوبی سوق می دهد و بعد از رسیدن به تنگه هرمز در امتداد سواحل ایران حرکت می کند. طراحی سیستم هوا برد روی خلیج فارس و تصویر برداری با پیروی زمانی مشخص و بررسی این تصاویر برای یافتن نفت یا آلودگی های نفتی و غیر نفتی و نظارت بر عبور و مرور نفتکشها به عنوان یک راه حل عملی برای نظارت بر آلودگی ها پیشنهاد می شود.



(شکل-۲): طبقه بندی تصویر ۹ مارس

NOAA۱۹۹۱ به روش حداکثر احتمال

(شکل-۳): طبقه بندی تصویر ۹ مارس

NOAA۱۹۹۱ به روش نگاهت زاویه طیفی (حداکثر زاویه

حد = ۱/۰٫۱ رادیان)

منابع

- 1- کوران، پل، اصول سنجش از دور، رضا حائز، انتشارات امید، (۱۳۷۳)
- ۲- مواری، شونجی، مبادی سنجش از دور، فرشید جاهدی، شاهرخ فرخی، انتشارات مرکز سنجش از دور ایران، (۱۳۷۵)
- ۳- نوری، جواد، بررسی تاثیر جریانهای دریایی خلیج فارس بر آلودگی سواحل شمالی خلیج فارس، عباس اسماعیلی ساری، دانشگاه تربیت مدرس، فیزیک دریا، (۱۳۷۸)
- 4-Brown, C.E., M.F. Fingas, R.H. Goodman, J.V. Mullin, M. Choquet and J-P. Monchalain, (2000a) "Airborne Oil Slick Thickness Measurement@", in *Proceedings of the Fifth International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, pp. 1219-224,.
- 5-Brown, H.M. and Goodman, R.H. (1986). "In-Situ Burning of Oil in Ice Leads", in *Proceedings of the Ninth Annual Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa, Ontario, pp. 245-256.
- 6-Ellis, J. (2000), Searching for Oil Seeps & Oil-Impacted Soil with HyperSpectral Imagery.
- 7-Manual ENVI 3.1,(2000)
- 8-Fingas, M.F. (1982). "A Simple Night Time Oil Slick Detector", *Spill Technology Newsletter*, 7(1), pp. 137-141.
- 9-Fingas, F., Brown, E. (2000), Review of Oil Spill Remote Sensing, Emergencies Science Division, Environment Canada
- 10-Goodman, R.H. and Fingas, M.F. (1988). "The Use of Remote Sensing for the Determination of Dispersant Effectiveness", in *Proceedings of the Eleventh Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar*, Environment Canada, Ottawa, Ontario, pp. 377-384.
- 11-Goodman, R.H. (1988). *Simple Remote Sensing System for the Detection of Oil on Water*, Environmental Studies Research Fund Report Number 98, Ottawa, Ontario, 31 p.

12-Goodman, R.H. (1989). "Application of the Technology in North America", in *The Remote Sensing of Oil Slicks*, A.E. Lodge, ed., John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, p. 39-65.

13-Goodman, R., Brown, H. and Bittner, J. (1997). AThe Measurement of Thickness of Oil on Water@, in *Proceedings of the Fourth Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, Michigan, Vol. I, pp. 31-41, 1997.

14-Jalali, N., Noorozi, A., Abkar, Ali A.(1998), Traking of Oil Spills and Smoke Plumes of Kuwait Soil Well Fires to the Coast and Territory of I.R. of Iran as Result of the 1991 Persian Gulf War, Soil Conservation and Watershed Management Research Centre of I.R. of Iran (SCWMRC).& ITC

15-King Fahad University of Petroleum and Mining ,dhahran,saudi Arabia Modeling the Fate and Transport of Al-Ahmadi Oil Spill

16-Richards John.A,Remote sensing Digital ImageAnalysis,Springer,1998

17-Salem, F., Kafatos, M., (2000) HyperSpectral Analysis for Oil Spill Mitigation, School of Computational Science George Mason University, Fairfax, VA, USA