آشکارسازی اهداف حرارتی با دمای بالا با استفاده از الگوریتم[1] در تصاویر ماهواره‌ای مودیس

دکتر علی اردکانی
اکبر باقری

چکیده

سالیانه در ایران صدها آتش‌سوزی در جنگل‌ها و مراتع اتفاق می‌افتد و هزاران هکتار از درختان، درختچه‌ها و گیاهان را طعمه حریق می‌کند. آتش‌سوزی علاوه بر خسارات اقتصادی، آثار مخرب زیست‌محیطی به دنبال دارد. وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر در مناطق مختلف ایران در چند سال گذشته، پژوهشگران منابع طبیعی را بر آن داشته است تا پژوهش‌های جدیدی در عرصه‌های با ارزش جنگلی انجام دهند.

در پژوهش حاضر از تصاویر ماهواره‌ای MODIS به منظور آشکارسازی شعله‌های آتش چاه‌های نفت و گاز استفاده شده است. در روش پیشنهادی، برای شناسایی آتش، پس از انجام تصحیحات رادیومتری و هندسی، با استفاده از ماسک ابر و آب، پوشش گیاهی و پیکسل‌های فاقد پتانسیل آتش از تصویر حذف شدند و سپس با تعیین حد آستانه مناسب، نواحی دارای پتانسیل آتش مشخص شدند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد در این نواحی پیکسل‌هایی که درجه حرارت روشنایی آنها در باند ۲۲ کمتر از ۳۵۰ درجه کلوین و میزان انعکاس طیفی آنها در باند ۲ کمتر از ۰.۳ و اختلاف دمایی باند ۲۲ و ۳۱ کمتر از ۱۰ درجه کلوین بود، به عنوان پیکسل‌های دارای پتانسیل آتش علامت‌گذاری شدند و با تعیین حد آستانه و آزمون‌های مختلف، اقدام به استخراج پیکسل‌های آتش شد. نتایج نشان می‌دهد با استفاده از حد آستانه ۳۱۰ درجه کلوین برای باند ۲۲ که برای مقیاس جهانی در نظر گرفته شده است، نمی‌شوند؛ از این رو از حد آستانه بهینه استفاده شد. یادگیری درختی نیز متدی برای تخمین توابع هدف گسسته‌مقدار است. در یادگیری درختی، تابع تخمین زده‌شده با یک درخت تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. درخت‌های به دست‌آمده را می‌توان به صورت دسته‌ای از دستورهای if-then نیز نمایش داد تا بررسی آن راحت‌تر باشد.

واژگان کلیدی

آتش‌سوزی، تصاویر ماهواره‌ای، MODIS, Decision Tree

---

1 . Decision Tree

مقدمه

یکی از حوادثی که به وفور در کشور ما اتفاق می‌افتد آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع است. بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، منابع طبیعی ایران شامل جنگل، مرتع، بیابان، بیشه‌زار و درختچه‌زارها معادل ۸۳.۴۸ درصد از مساحت کشور را تشکیل می‌دهند (شریعت‌نژاد، ۱۳۸۷). طبق گزارش‌های منتشرشده از طرف سازمان خواروبار جهانی (FAO)، هر ساله حدود ۰.۰۶ درصد از جنگل‌های ایران براثر آتش‌سوزی از بین می‌رود. دمای بالا و خشکسالی بعد از یک دوره رویش گیاهی ممکن است شرایط خطرناکی برای وقوع آتش‌سوزی فراهم کند (محمدی،۱۳۸۷).

تا کنون تحقیقات زیادی در زمینه پیش‌بینی رفتار آتش‌سوزی همراه با مدل‌سازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام گرفته است (giglio, 2005). وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر در مناطق مختلف ایران محققان منابع طبیعی و سنجش از دور را بر آن داشته است پژوهش‌های جدیدی در عرصه‌های با ارزش جنگلی و پوشش‌های گیاهی انجام دهند تا در حد امکان از بروز و گسترش آتش جلوگیری کنند یا آن را به تأخیر اندازند. با وجود ضرورت تعیین نواحی پر خطر آتش‌سوزی در کشور، انجام این کار با استفاده از روش‌های معمول دشوار و پرهزینه است؛ زیرا وقوع حریق در یک ناحیه وابسته به عوامل مختلف انسانی، طبیعی و زیست‌محیطی است. در صورت وجود اطلاعات جامع و کافی از نقاط مختلف کشور می‌توان با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل مکانی در محیط GIS نسبت به تعیین نواحی پر خطر و طبقه‌بندی کشور از این منظر اقدام کرد. با توجه به اینکه جمع‌آوری تمام این اطلاعات با روش‌های معمول امکان‌پذیر نیست، از روش‌های نوین و کارامد در آشکارسازی آتش‌سوزی‌ها در مناطق مختلف با به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. باندهای مادون قرمز حرارتی این تصاویر کاربردهای فراوانی در تشخیص منابع حرارتی از قبیل آتش‌سوزی دارند (علوی‌پناه، ۱۳۸۵). این دو محدوده طیفی به طور معمول برای کشف آتش‌سوزی در سنجش از دور استفاده می‌شوند (Giglio ,et al., 2003).

از جمله تصاویر قابل استفاده در این زمینه می‌توان به تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS اشاره کرد. این سنجنده که روی ماهواره Terra نصب شده در دسامبر ۱۹۹۹ به وسیله ناسا به فضا پرتاب شده است. مدار گردش این ماهواره به دور زمین قطبی است و زمان عبور آن از استوا به وقت محلی ۱۰:۳۰ صبح است. دومین سنجنده MODIS که روی ماهواره Aqua نصب شد در ۴ می ۲۰۰۲ به فضا فرستاده شد. این دو سنجنده

می‌توانند روزانه چهار بار از مناطق دچار حریق روی سطح زمین تصویربرداری کنند (Kaufman,et al., 2003). سنجنده MODIS دارای تعدادی باند مناسب برای نظارت و مانیتورینگ آتش‌سوزی در مناطق مختلف جهان در محدوده باندهای طیفی حدود ۴ و ۱۱ میکرومتر و با توان تفکیک مکانی ۱ کیلومتر است (Kaufman,et al., 1998). در حال حاضر تصاویر این دو سنجنده به وسیله تعدادی از ایستگاه‌های زمینی دریافت اطلاعات ماهواره‌ای در کشور دریافت می‌شود (اردکانی،۱۳۸۷).

مواد و روش‌ها

از آنجا که سنجنده MODIS روی ماهواره‌های Terra از فوریه ۲۰۰۰ و Aqua از ژوئن ۲۰۰۲ شروع به جمع‌آوری داده‌ها کرده‌اند، امکان کشف آتش‌سوزی در مناطق مختلف جهان نیز با استفاده از تصاویر مذکور فراهم شده است. بنابراین در مطالعه حاضر به منظور آشکارسازی شعله‌های آتش چاه‌های نفت و گاز (عراق) از این نوع تصاویر که به وسیله ماهواره Terra دریافت شده است، استفاده شد.

روش‌های کشف آتش عمدتاً بر مبنای پردازش و تجزیه و تحلیل باندهای حرارتی و انعکاسی استوار است و معمولاً در مقیاس کوچک‌تر از ابعاد پیکسل انجام می‌گیرد. سیگنال‌های ناشی از آتش به اندازه‌ای قوی هستند که گرچه بخشی کوچک از یک پیکسل را دربرگرفته باشند، ولی می‌توانند کل پیکسل را به گونه‌ای که قابل شناسایی باشند، تحت تأثیر قرار دهند. بعضی از باندهای سنجنده MODIS در همان محدوده طیفی طراحی شده است که برای کشف هسته‌های آتش مناسب است. در هر طول موج، تابش اندازه‌گیری‌شده نمایانگر درجه حرارت جسم سیاه در آن طول موج است که به صورت تابش انتشار می‌یابد. این همان دمای روشنایی است.

در سنجنده‌ها سنجش و اندازه‌گیری تابش متفاوت است و خروجی هر باند به صورت ولتاژی است که متناسب با انرژی رسیده به سنجنده در واحد زمان است. این ولتاژ که به صورت آنالوگ ظاهر می‌شود، به عددی رقومی تبدیل می‌شود. این فرایند در سنجنده MODIS به صورت ۱۲ بیتی انجام می‌گیرد که آن را توان تفکیک رادیومتری سنجنده می‌گویند. اگر منحنی رادیانس طیفی پدیده‌ها با درجه حرارت‌های مختلف برحسب طول موج ترسیم شوند، مشاهده می‌شود با افزایش درجه حرارت اجسام، نقطه حداکثر تشعشع به سمت امواج کوتاه‌تر تمایل پیدا می‌کند (قانون جابه‌جایی وین). بر مبنای قانون جابه‌جایی وین، می‌توان با استفاده از طول موج‌های مختلف به

تفکیک اهداف حرارتی اقدام کرد. با انتخاب طول موج‌های مناسب (۳.۷ میکرومتر یا کوتاه‌تر) در سنجش از دور می‌توان به شناسایی پدیده‌های با درجه حرارت بسیار زیاد نظیر آتش‌سوزی پوشش‌های گیاهی مبادرت ورزید (Wooster, 1998).

استفاده از الگوریتم‌های موجود کشف آتش برای کشف آتش‌هایی که وسعت کم و درجه حرارت پایین دارند، دشوار است، زیرا این آتش‌ها به اندازه کافی حرارت و تشعشع ندارند تا بتوانند سنجنده‌های حرارتی نصب‌شده روی ماهواره‌ها را تحت تأثیر قرار دهند. الگوریتم‌هایی که تا کنون طراحی شده‌اند برای کشف آتش‌سوزی در مقیاس جهانی مناسب‌اند. این الگوریتم‌ها برای کشف آتش‌های با حرارت زیاد از باندهای مادون قرمز حرارتی و انعکاسی استفاده می‌کنند. محدودیت‌های روش‌های مذکور این است که انعکاس‌های گمراه‌کننده، که گاهی در طول روز در منطقه مورد مطالعه بروز می‌کند، باعث می‌شود آتش‌سوزی اشتباه تشخیص داده شود یا آتش‌های سرد و کوچک به علت استفاده از حد آستانه بالا که برای کشف آتش در مقیاس‌های جهانی طراحی شده‌اند، آشکار و تشخیص داده نشوند.

با استفاده از تصاویر برداشت‌شده به وسیله سنجنده‌ها با توان تفکیک مکانی متفاوت و با اجرای الگوریتم، کشف آتش‌هایی با ابعاد کوچک امکان‌پذیر خواهد بود. روشن است که شناسایی و کشف هسته‌های آتش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک مکانی بالا به راحتی امکان‌پذیر است؛ ولی به دلیل اینکه معمولاً این‌گونه تصاویر توان تفکیک زمانی بالایی ندارند و امکان دریافت تصویر در فواصل زمانی کوتاه وجود ندارد، در نتیجه مونیتورینگ و نظارت بر روند پیشروی آتش‌سوزی در مناطق مختلف جهان به آسانی امکان‌پذیر نخواهد شد. تصاویر ماهواره‌ای با توان مکانی پایین، همانند ماهواره MODIS که دارای اندازه پیکسل ۲۵۰ـ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر در نادیر و عرض گذر زیاد (حدود ۲۳۰۰ کیلومتر) هستند، به دلیل فعال بودن دو سنجنده از این نوع در فضا امکان نظارت مداوم بر مناطق دچار حریق را به خوبی فراهم می‌آورند. مشکلی که در این زمینه وجود دارد این است که هسته‌های اولیه آتش‌سوزی بسیار کوچک‌تر از ابعاد پیکسل تصاویر سنجنده فوق است؛ از این رو دستیابی به الگوریتم‌هایی که با استفاده از آن بتوان هسته‌های آتش را در همان مراحل اولیه شناسایی کرد و به اطفای آن اقدام ورزید، اهمیت زیادی دارد.

۱. درخت تصمیم‌گیری

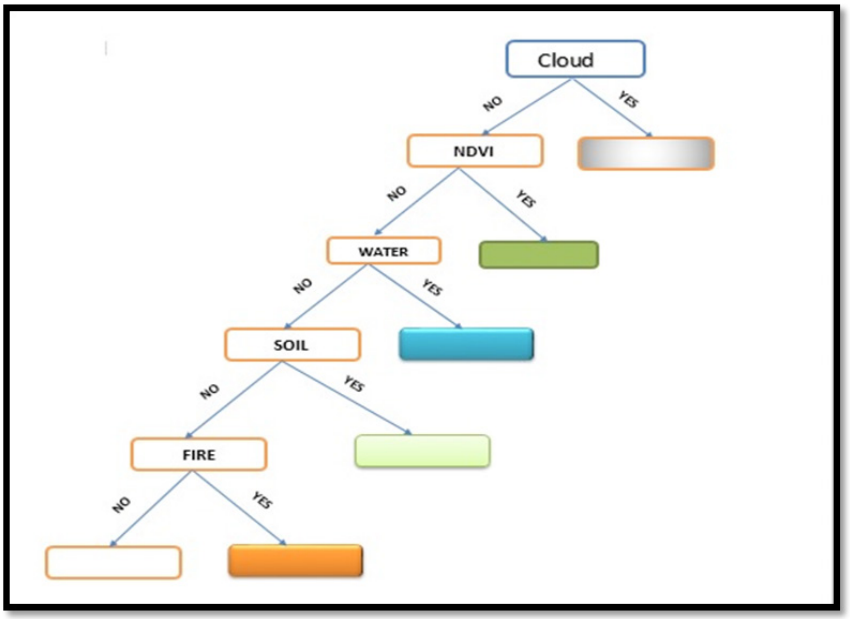
ـ یادگیری درختی

هدف از تصمیم‌گیری، بهینه کردن مسائل، با توجه به یک تابع هدف بوده است. یادگیری درختی متدی برای تخمین توابع هدف گسسته مقدار است. در یادگیری درختی، تابعِ تخمین زده‌شده با یک درخت تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. درخت‌های به دست‌آمده را می‌توان به صورت دسته‌ای از دستورهای if-then نیز نمایش داد تا بررسی آن راحت‌تر شود. این متدها از متداول‌ترین متدها در یادگیری‌های استقرایی هستند و در حوزه وسیعی از کارهای یادگیری، از یادگیری تشخیص موارد پزشکی گرفته تا تشخیص میزان ریسک وام، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یادگیری درخت تصمیم‌گیری یکی از پرکاربردترین و کارامدترین متدهای یادگیری استقرایی است. استقرا[1] یعنی رسیدن به نتیجه کلی از طریق مشاهدات جزئی و مکرر. نگرش درخت تصمیم‌گیری تشخیص می‌دهد که دو عامل عمده وجود دارند که آینده را متأثر می‌سازند. این دو عامل عبارت‌اند از: «انتخاب (گزینه)» و «شانس». ما در ارزیابی آنها نیاز به در نظر گرفتن دو پارامتر داریم که عبارت‌اند از: «هزینه‌ها» و «پیامدها». این چهار عامل پایه‌ای از تجزیه و تحلیل درخت تصمیم هستند.

۲. نمایش درخت تصمیم‌گیری

درخت تصمیم‌گیری با ترتیب کردن نمونه‌ها از ریشه به سمت برگ‌های درخت، نمونه‌ها را دسته‌بندی می‌کند. در این درخت هر گره ویژگی‌ای را در مورد نمونه و هر شاخه (که از آن گره خارج می‌شود) و مقادیر مربوط به آن ویژگی را مشخص می‌کند. برای دسته‌بندی هر نمونه ابتدا از ریشه شروع می‌کنیم؛ به هر ویژگی‌ای که می‌رسیم از شاخه‌ای از درخت که ویژگی نمونه با آن مطابق است، پایین می‌رویم. این فرایند برای زیردرخت‌ها نیز ادامه می‌یابد تا به دسته‌بندی نمونه برسیم.

1 . Inducation



شکل ۱ـ دیاگرام درخت تصمیم‌گیری

۳. ایجاد درخت تصمیم‌گیری

نخستین گام در ایجاد درخت تصمیم‌گیری تعیین گزینه‌هایی است که باید در تلاش برای دستیابی به اهدافمان درباره آنها تصمیم‌گیری کنیم. این گزینه‌ها شاخه‌های درخت هستند. برای مثال ساختن یا خریدن، مسیر سریع یا سنتی و ... هریک از این تصمیم‌ها منتج به خروجی‌های مختلفی می‌شود که در درخت تصمیم منعکس می‌شوند تا در سه عامل دیگر استفاده شوند.

الگوریتم کشف آتش

به منظور شناسایی نقاط آتش‌سوزی تا کنون روش‌های مختلفی ارائه شده که یکی از آنها الگوریتم کشف آتش مبتنی بر زمینه تصویر است. این الگوریتم برای کشف آتش در مقیاس‌های جهانی طراحی شده است (Giglio et al., 2003)؛ بنابراین برای استفاده در مقیاس منطقه‌ای ضعیف و تا حدی ناکارامد به نظر می‌رسد. آزمایش‌های انجام‌شده با استفاده از این الگوریتم برای کشف آتش‌های فعال در بعضی مناطق نشان می‌دهد که آتش‌های سرد کوچک اغلب به علت شرایط محیطی و الگوهای رفتاری آتش در هر منطقه قابل کشف نیستند. افزون بر اینها آتش‌های سرد و کوچک به علت نوع

بیوماس، مقدار مواد سوختی، زمان روز، فصل، مناطق جغرافیایی و زاویه تصویربرداری خصوصیات متفاوتی از خود نشان می‌دهند. به دلایل یادشده، الگوریتم‌های مبتنی بر زمینه با تغییر حد آستانه‌ها برای تشخیص پیکسل‌های آتش بهبود یافته‌اند. با همه این اقدامات، الگوریتم‌های مبتنی بر زمینه به اندازه کافی انعطاف لازم را برای کشف آتش در مقیاس‌های منطقه‌ای ندارند؛ از این رو، حد آستانه‌های خاص هر منطقه به منظور افزایش دقت الگوریتم‌های کشف آتش ضروری می‌نماید. در پژوهش حاضر، با بهینه‌سازی الگوریتم جهانی کشف آتش با تعیین حد آستانه مناسب، الگوریتم مناسب بومی برای کشف آتش ارائه شده است که مراحل آن با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری به اجرا در خواهد آمد.

۱. اجرای ماسک ابر

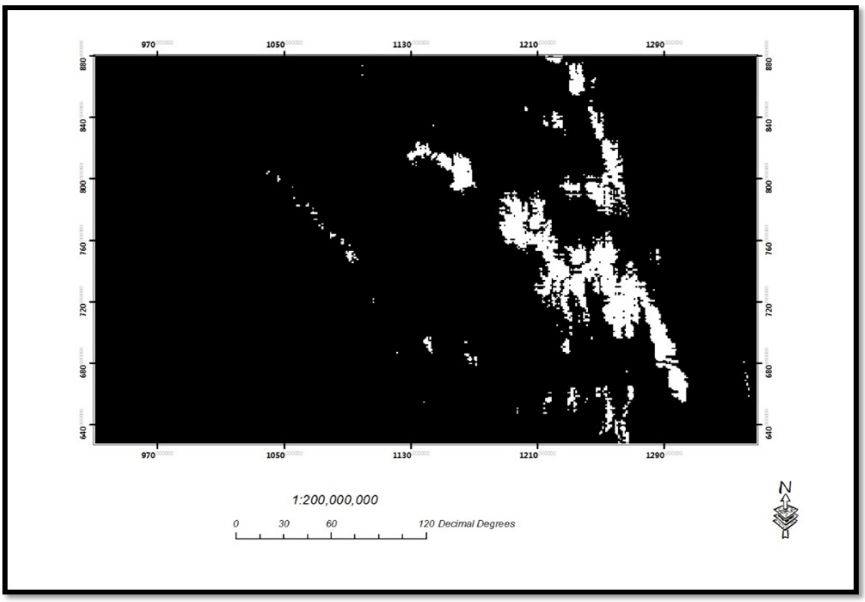
برای جداسازی مناطق ابری از حد آستانه‌های زیر، که به وسیله Giglio و همکاران (۲۰۰۳) ارائه شده است، استفاده شد. با اعمال شرایط زیر پیکسل‌های ابر از بقیه پیکسل‌ها تفکیک می‌شوند.

رابطه (۱) $(R1 + R2) > 0.9$

رابطه (۲) $(T32 < 265K)$

رابطه (۳) $(R1 + R2) > 0.7 \text{ and } T32 < 285K$

در روابط فوق R1 و R2 به ترتیب انعکاس طیفی باندهای شماره ۱ (۰/۶۵ میکرومتر) و شماره ۲ (۰/۸۶میکرومتر) و T32 درجه حرارت روشنایی باند شماره ۳۲ (۱۲/۲) را نشان می‌دهد. طبق این روابط، در صورتی که مجموع انعکاس طیفی باند شماره ۱ و ۲ بزرگ‌تر از ۰/۹، یا درجه حرارت روشنایی باند ۳۲ کوچک‌تر از ۲۶۵ درجه کلوین یا مجموع انعکاس طیفی باند شماره ۱ و ۲ بزرگ‌تر از ۰/۷ و درجه حرارت روشنایی باند ۳۲ کوچک‌تر از ۲۸۵ درجه کلوین باشد، پیکسل‌های مد نظر به کلاس ابر تعلق می‌گیرند.



شکل۲ـ ماسک مناطق ابری

۲. تعیین نواحی دارای پتانسیل آتش

طرح اصلی الگوریتم مبتنی بر زمینه تصویر، بر پایه آزمون‌های زمینه استوار است؛ به طوری که با انتخاب چند حد آستانه ثابت، پیکسل‌های دارای پتانسیل آتش تشخیص داده می‌شود. یکی از حد آستانه‌های اولیه برای تعیین نواحی دارای پتانسیل آتش T22>310K است (Giglio et al., 2003). این معیار پیکسل‌هایی را که درجه حرارت آنها کمتر از 310k درجه کلوین باشد، به عنوان پیکسل‌های غیرآتش در نظر می‌گیرد. مطالعات انجام‌شده نشان داده است که انتخاب حد آستانه 310K باعث می‌شود آتش‌های سرد کوچک تشخیص داده نشوند به ویژه زمانی که زاویه تصویربرداری زیاد باشد. این حد آستانه باعث می‌شود این پیکسل‌ها جزء پیکسل‌های زمینه قرار گیرند. بعد از اعمال ماسک ابر و آب، پیکسل‌های حاوی دود شناسایی می‌شوند. هدف از شناسایی پیکسل‌های دود، تعیین محل تقریبی آتش‌سوزی است. سپس به طور دقیق‌تر با کاهش حد آستانه کشف آتش، پیکسل‌های دارای پتانسیل آتش، مورد بررسی قرار می‌گیرند. این پیکسل‌ها که تا حد زیادی شرایط آتش را دارند، در مراحل بعدی مورد پردازش دقیق‌تر قرار می‌گیرند.

در این مطالعه از الگوریتم کشف دود که به وسیله Xie و همکاران (۲۰۰۵) ارائه شده استفاده شده است. پیکسل‌های غیر ابر و آب به عنوان پیکسل‌های دارای پتانسیل

دود در نظر گرفته می‌شوند. سپس پیکسل‌هایی که در چهار معیار زیر صدق کنند به عنوان پیکسل‌های دود در نظر گرفته می‌شوند.

رابطه (۴) $0/15 <= (R8 - R19)/(R8 + R19) <= 0/5$

رابطه (۵) $(R9 - R7)/(R9 + R7) >= 0/30$

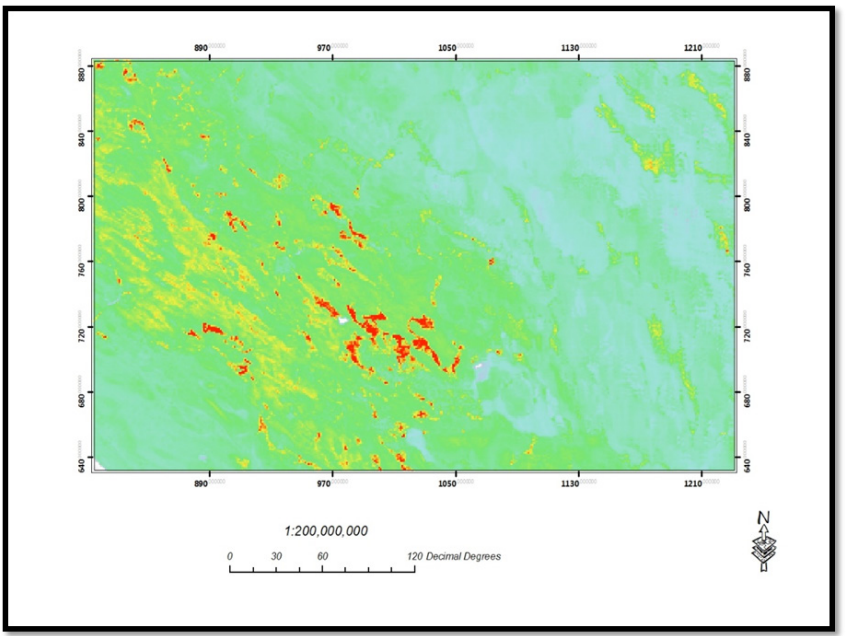
رابطه (۶) $(R8 - R3)/(R8 + R3) <= 0/09$

رابطه (۷) $R8 >= 0/09$

۳. شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI)

تا کنون انواع مختلفی از شاخص‌های گیاهی ارائه شده‌اند که هر کدام ویژگی‌ها، ضعف‌ها و توانایی‌های خاص خود را دارند. هدف از ایجاد شاخص پوشش گیاهی آن است که برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی نظیر تاج پوشش، بیومس، سطح برگ یا درصد پوشش گیاهی پیش‌بینی و ارزیابی شود (علوی پناه، ۱۳۸۲). شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده که از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی است، بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت زیر تعریف می‌شود (Mather ,1999):

$$NDVI=(\rho_{0.86}-\rho_{0.65})/(\rho_{0.86}+\rho_{0.65})$$

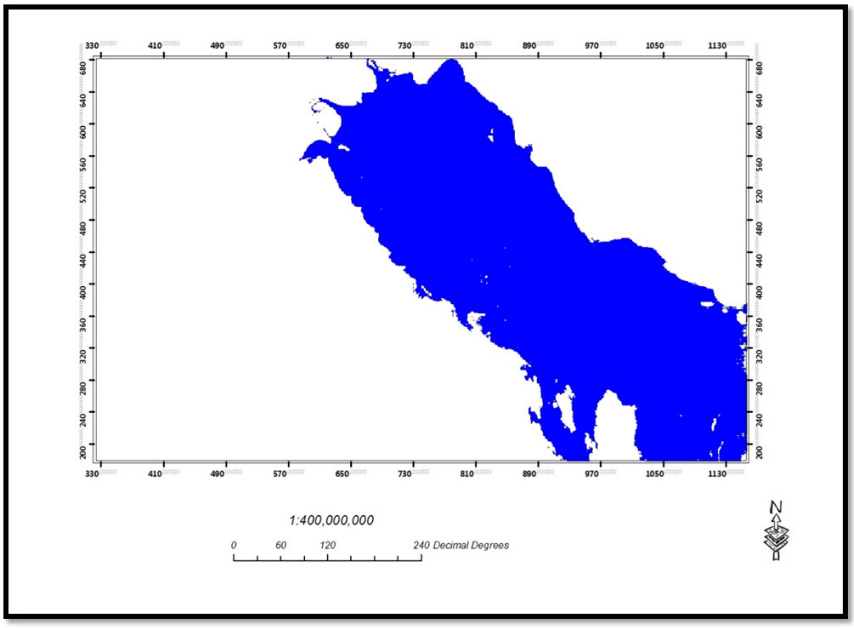


شکل ۳ـ ماسک مناطق دارای پوشش گیاهی

۴. ماسک آب

آب‌ها قسمت اعظم انرژی تابش الکترومغناطیسی را جذب می‌کنند و به همین دلیل در تصاویر ماهواره‌ای تیره دیده می‌شوند. میزان انعکاس انرژی تابشی در آب‌ها با افزایش طول موج کاهش می‌یابد و در محدوده مادون قرمز نزدیک (حدود یک میکرومتر) به صفر درصد می‌رسد. بنابراین در محدوده امواج مادون قرمز نزدیک (۱,۳ ـ ۰,۷) آب‌ها انعکاسی ندارند. در چنین تصاویری آب‌ها به راحتی از سایر پدیده‌ها قابل تفکیک و شناسایی هستند زیرا تیره‌رنگ ظاهر می‌شوند. به منظور جداسازی پهنه‌های آبی ایران از تصویر MODIS، از باند انعکاسی استفاده و این مناطق از تصویر حذف شد. R2 انعکاس طیفی باند ۲ (۰/۸۶میکرومتر) را نشان می‌دهد.

Water Masking: R2 LT 0/08



شکل ۴ـ جداسازی پهنه‌های آبی

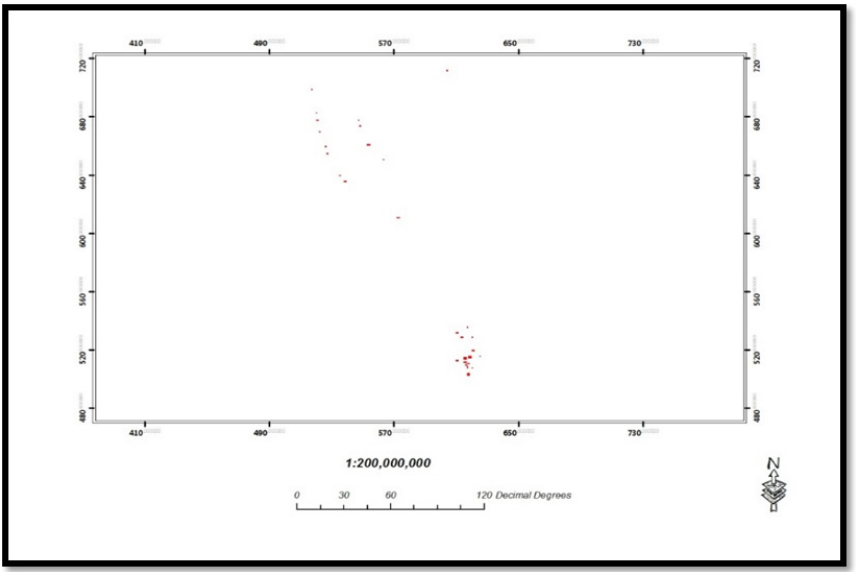
۵. تعیین پیکسل‌های دارای پتانسیل آتش

پیکسل‌های موجود در ناحیه دارای پتانسیل آتش در صورتی که شرایط زیر را داشته باشند به عنوان پیکسل‌های دارای آتش در نظر گرفته می‌شوند:

$$T22 > 293\ K \text{ ، } R2 < 0/3 \text{ ، } \Delta T22 > 10K \qquad \text{رابطه (۸)}$$

$$\text{Where } \Delta T22 = T22 - T31 \qquad \text{رابطه (۹)}$$

در این رابطه T ۲۲ درجه حرارت روشنایی باند ۲۲ (۳/۹۶ میکرومتر) و R۲ انعکاس طیفی باند شماره ۲ (۰/۸۶میکرومتر) و T ۳۱ درجه حرارت روشنایی باند شماره ۳۱ (۱۱/۰۳ میکرومتر) است. این شرایط با تغییر حد آستانه T ۲۲ در الگوریتم کشف آتش MODIS به منظور افزایش حساسیت به آتش‌های سرد و کوچک ایجاد شده است. انتخاب K۲۹۳ برای حد آستانه T ۲۲ می‌تواند خطای Omissionایجادشده به وسیله الگوریتم مبتنی بر زمینه MODIS را کاهش دهد و همچنین می‌تواند تعداد پیکسل‌های حاوی آتش را که به طور اشتباه جزء زمینه قرار گرفته‌اند، کاهش دهد. حد آستانه پایین‌تر از T ۲۲ خطاهای Omission ناشی از زاویه زیاد تصویربرداری را کاهش می‌دهد. از آنجا که رادیانس هر شیء در زاویه اسکن بزرگ کاهش پیدا می‌کند، حد آستانه‌های پایین‌تر امکان پردازش بیشتر پیکسل‌هایی را که با زاویه بزرگ برداشت شده‌اند، فراهم می‌سازند. در پژوهش حاضر با تعیین حد آستانه مناسب برای T ۲۲ اقدام به بومی‌سازی الگوریتم و استخراج نقاط آتش‌سوزی شد.



شکل ۵ـ جداسازی پیکسل‌های آتش

نتیجه و پیشنهاد

نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر قابلیت استفاده از فناوری‌های جدید در عرصه‌های مختلف است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کمک بسیاری به ما در برآوردهای ناشی از خسارات احتمالی می‌کند. تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS به دلیل کم هزینه (رایگان) بودن و قدرت تفکیک زمانی بالا کمک بسیاری به ما در کشف آتش می‌کند. در تحقیق حاضر با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، لایه‌های پوششی مختلف زمین یکی پس از دیگری حذف شد و در نهایت پیکسل‌هایی با پتانسیل آتش به دست آمد. با بومی‌سازی الگوریتم و تعیین آستانه برای ماسک پوشش‌های مختلف، حد آستانه‌های مطلوب به دست آمد. برای رسیدن به حد آستانه در هر منطقه نیاز به تحقیق بیشتری در این زمینه داریم.

منابع فارسی

سرکارگر اردکانی، علی (بی‌تا)، تحلیل فضایی نیروی آتش‌سوزی مناطق مختلف کشور با استفاده از RS و Gis.

سرکارگر اردکانی، علی (بی‌تا)، تجزیه و تحلیل طیفی آتش به منظور شناسایی و برآورد وسعت مناطق دچار حریق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای.

منابع لاتین

- Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS", ***Remote Sensing of Environment***, Vol. 87.

from Two Algorithms", ***Earth Interactions***, Vol. 9.

- Giglio, L. (2005), MODIS Collection 4 Active Fire Product, MODIS User Guide Version2.2, Science Systems and Application, inc.

- Giglio, L., Descloitres, J., Christopher, O., Kaufmam, Y.J., (2003), "An Enhanced

Hoseinali, F., Rajabi, M. (2005), "Simulation of Forest Fires by Using GIS", ***Paper Presented at the Geomantic Conference***, Tehran.

- Iran Forest, Range & Watershed Management Organization website: www.frw.org.ir.

- Iran Metrological Organization Home Page, On line accessed, website: http://www.weather.ir.

- Jeffrey T. et al., (2005), "Validation of MODIS Active Fire Detection Products Derived

- Justice, C.O., Giglio, L., et al., "The MODIS Fire Products", ***Remote Sensing of Environment***, Vol. 83.

- Kaufman, Y.J. et al. (1998), "Potential Global Fire Monitoring from EOS-MODIS", ***Journal of Geophysical Research***, Vol. 103.

- Kaufman, Y.J., Ichoku, C., Giglio, L. (2003), Fire and Smoke Observation from the Earth Observation System MODIS Instrument-Products, Validation, and Operational Use", ***International Journal of Remote Sensing***, Vol. 24, No, 8.