

تحلیل فضایی نیروی آتش‌سوزی مناطق مختلف کشور با استفاده از GIS و RS

چکیده

بر اساس آمارهای منتشر شده از طرف سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور سالانه صدها مورد آتش‌سوزی در مناطق مختلف ایران رخ می‌دهد. با توجه به از بین رفتن مراتع و جنگل‌ها در قسمت‌های مختلف ایران، به‌خصوص در سلسله جبال زاگرس و البرز، پیش‌بینی تمهیدات لازم به منظور مقابله با آن ضروری به نظر می‌رسد. دلایل متعددی برای وقوع آتش‌سوزی وجود دارد که صرف نظر از این دلایل، تأثیرات زیست محیطی و تخریب منابع طبیعی و از بین رفتن پوشش گیاهی موجود، دارای اهمیت زیاد است. با توجه به این‌که آتش‌سوزی‌ها تقریباً در اکثر عرصه‌های گیاهی کشور می‌تواند واقع شود، نظارت کامل و مداوم بر روند پیشروی آنها با مطالعات میدانی و در مقیاس‌های محلی براحتی امکان پذیر نیست. استفاده از فناوری سنجش از دور و مدل‌سازی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، راهکاری مناسب و اساسی برای نظارت، پیشگیری و مقابله با این مشکل ملی است. در این مطالعه از توزیع مکانی آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده طی هشت سال گذشته در ایران که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS ثبت شده اند، استفاده شد و با کمک تصاویر شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) و با در نظر گرفتن تکرار آتش‌سوزی‌ها، آتش‌های دائمی از آتش‌های اتفاقی تفکیک شدند. سپس با استفاده از روش آماری چگالی و خودهمبستگی مکانی در محیط GIS نسبت به تحلیل فضایی و استخراج نقاط پرخطر و مستعد برای آتش‌سوزی اقدام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که آتش‌سوزی‌هایی که طی سالهای اخیر در کشور اتفاق افتاده، ارتباط زیادی با وضعیت و میزان پوشش گیاهی موجود داشته است، به طوری که ضریب همبستگی آن با میانگین شاخص پوشش گیاهی نرمال شده کشور به ۰/۹ می‌رسد.

کلید واژه

رژیم آتش‌سوزی، خودهمبستگی مکانی، شاخص پوشش گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای

سر آغاز

ساله حدود ۰/۰۶ درصد از جنگل‌های ایران بر اثر آتش‌سوزی از بین می‌رود. دمای بالا و خشکسالی بعد از یک دوره رویش گیاهی می‌تواند شرایط بسیار خطرناکی را برای وقوع آتش‌سوزی فراهم می‌کند (محمدی، ۱۳۸۷). همچنین باعث انتشار گازهای مختلف در اتمسفر و تغییر در اقلیم جهانی می‌شود (Wooster, 1998).

تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه پیش‌بینی رفتار آتش‌سوزی همراه با مدل‌سازی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ صورت گرفته است (Giglio, 2005). وقوع آتش‌سوزی‌های مکرر در مناطق مختلف ایران محققان منابع طبیعی و سنجش از دور را بر آن داشته تا

یکی از حوادثی که به‌وفور در کشور ما اتفاق می‌افتد پدیده آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع است. بر اساس گزارش سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، منابع طبیعی ایران شامل جنگل، مرتع، بیابان و بیشه زار و درختچه‌زارها، معادل ۸۳/۴۸ درصد از مساحت کشور را تشکیل می‌دهند (شریعت‌نژاد، ۱۳۸۷). همچنین بر اساس آمار ارائه شده به‌وسیله این سازمان، سهم جنگل‌ها و مراتع ۶۱/۸۲ درصد است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیشترین آتش‌سوزی ایران در این عرصه‌ها اتفاق می‌افتد (Ardakani, et al., 2009). بر طبق گزارش‌ها منتشر شده از طرف سازمان خواروبار جهانی (FAO) هر

مواد و روش‌ها

داده‌های استفاده شده و منطقه مورد مطالعه

برای انجام این پژوهش از تعداد ۳۰۰ فریم تصاویر سنجنده MODIS مربوط به سالهای ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۷ میلادی که به وسیله ماهواره‌های Aqua و Terra اخذ شده است و همچنین از لایه‌های شاخص پوشش گیاهی نرمال شده NDVI³ حاصل از تصاویر ماکزیمم ۱۰ روزه استفاده شد. برای آماده سازی، تحلیل مکانی و تولید نقشه‌های مورد نیاز از نرم افزارهای ENVI نسخه ۴/۵ و ARCGIS نسخه ۹/۲ استفاده شد. منطقه مورد مطالعه محدوده جغرافیایی کشور ایران است.

روش انجام مطالعه

روش انجام این مطالعه بر اساس تحلیل فضایی آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده در سالهای اخیر در ایران بوده است. به این صورت که با جداسازی آتش‌های دائمی از آتش‌های غیردائمی با استفاده از شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) نسبت به تحلیل الگوهای مکانی پراکنش و توزیع آتش‌سوزی‌های رخ داده در سالهای اخیر اقدام شد. برای دستیابی به این هدف از مدل خود همبستگی مکانی و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده بهره گرفته شد.

از آنجا که لایه‌های NDVI روزانه معمولاً حاوی مقادیر قابل توجهی از اطلاعات ابر هستند، از روش MVC⁴ که روشی استاندارد برای تهیه تصاویر ترکیبی دارای حداقل پوشش ابر است استفاده به عمل می‌آید و نسبت به تهیه تصاویر ترکیبی NDVI ۱۰ روزه اقدام می‌شود. در واقع پوشش ابر به علت دارا بودن کمترین مقادیر NDVI از طریق تهیه تصاویر ترکیبی تا حدود زیادی حذف می‌شوند. که معمولاً با ترکیب سه تصویر ترکیبی ۱۰ روزه برای هر ماه یک تصویر ترکیبی ماهیانه تهیه می‌شود.

انتخاب دوره مناسب برای تهیه تصاویر ترکیبی از مسائل مهم در استفاده از داده‌های MODIS است. کوتاه بودن دوره منجر به کاهش امکان حذف ابرها و افزایش آن منجر به کاهش دقت زمانی و در نتیجه کاهش قابلیت استفاده و تطبیق تصاویر با سایر امکانات زمینی می‌شود (علیمحمدی، ۱۳۸۲).

با توجه به مطالب فوق در این پژوهش از تصاویر ترکیبی ۱۰ روزه استفاده شد. به نظر می‌رسد که استفاده از دوره‌های ۱۰ روزه برای حصول تصاویر ترکیبی ماهیانه تا حدود زیادی امکان جداسازی نقاط آتش‌سوزی دائم مثل چاهای نفت، پالایشگاه‌ها، و دیگر مراکز ایجاد حرارت با دمای بالا را از آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده در جنگل‌ها و مراتع، بر اساس بستر ایجاد حریق فراهم می‌سازد.

پژوهش‌های جدیدی در عرصه‌های با ارزش جنگلی و پوشش‌های گیاهی انجام دهند تا حتی الامکان از بروز و گسترش آتش‌جولوگیری کرده و 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 پر هزینه 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 استفاده از روش‌های تحلیل مکانی در محیط GIS نسبت به تعیین نواحی پر خطر و طبقه‌بندی مناطق کشور از این منظر اقدام کرد. با توجه به این‌که جمع‌آوری تمام این اطلاعات با روش‌های معمول امکان‌پذیر نیست، بنابراین روش‌های نوین و کارآمد در آشکارسازی آتش‌سوزی‌ها در مناطق مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره ای ارائه شده است.

باند‌های مادون قرمز حرارتی این تصاویر کاربردهای فراوانی در تشخیص منابع حرارتی از قبیل آتش‌سوزی دارد (علوی پناه، ۱۳۸۵). این دو محدوده طیفی به‌طور معمول برای کشف آتش‌سوزی در سنجش از دور استفاده می‌شود (Giglio, et al., 2003).

از جمله تصاویر قابل استفاده در این زمینه می‌توان به تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS² اشاره کرد. این سنجنده که بر روی ماهواره Terra نصب شده است در دسامبر سال ۱۹۹۹ به‌وسیله ناسا به فضا پرتاب شد. مدار گردش این ماهواره به دور زمین قطبی است و زمان عبور آن از استوا به وقت محلی ساعت ۱۰:۳۰ صبح است. دومین سنجنده MODIS که بر روی ماهواره Aqua نصب شد در تاریخ ۴ می سال ۲۰۰۲ به فضا فرستاده شد. این دو سنجنده می‌توانند روزانه چهار بار از مناطق دچار حریق بر روی سطح زمین تصویربرداری کنند (kaufman, et al., 2003).

سنجنده MODIS دارای تعدادی باندهای 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 به‌وسیله تعدادی از ایستگاههای زمینی دریافت اطلاعات ماهواره‌ای در کشور قابل اخذ است (اردکانی، ۱۳۸۷). با بهره‌گیری از تصاویر این سنجنده و آشکارسازی آتش‌سوزی‌های اتفاق افتاده قبلی و تجزیه و تحلیل مکانی آنها در محیط GIS می‌توان تا حدودی نسبت به تعیین نقاط پر خطر و طبقه‌بندی مناطق کشور از این لحاظ اقدام کرد.

خود همبستگی مکانی

خودهمبستگی مکانی نوعی مدل ریاضی است که برای مطالعه نحوه تغییر الگوهای مکانی در طول زمان مناسب است. نتایج تجزیه و تحلیل فوق، شناخت کاملی از نحوه تغییر الگوهای مکانی از گذشته تا حال و از حال تا آینده را ارائه می‌کند. نتایجی که به این طریق کسب می‌شود به شناخت ما از عوامل مؤثر تغییردهنده الگوهای مکانی کمک می‌کند.

از خصوصیات بارز داده‌هایی که دارای خودهمبستگی مکانی هستند، این است که مقادیر آنها در مکان، تصادفی نیستند بلکه مقادیر داده‌ها از نظر مکانی با هم ارتباط دارند. خودهمبستگی مکانی علاوه بر نوع و طبیعت خود می‌تواند بر حسب "توانایی" بیان شود. منظور از «خودهمبستگی مکانی قوی» این است که پدیده‌های جغرافیایی نزدیک به هم دارای ویژگی‌های مشابه بوده و الگوی آنها خوشه‌ای است. چنانچه ویژگی پدیده‌های جغرافیایی مجاور، ارتباطی با هم نداشته باشند، گفته می‌شود توزیع دارای «خودهمبستگی مکانی ضعیف» و الگوی تصادفی است.

استفاده از خودهمبستگی مکانی، نتایج روش‌های آماری کلاسیک را بهبود می‌بخشد. برای مثال، به منظور استفاده از مشخصه‌های آماری کلاسیک، نظیر مدل‌های مختلف رگرسیون، فرض این است که مشاهدات به طور تصادفی انتخاب شده و هیچ ارتباطی با هم ندارند. این فرض برای تجزیه و تحلیل مکانی صحیح نیست، زیرا بیشتر داده‌های مکانی دارای درجه‌ی معینی از خودهمبستگی مکانی هستند.

برای نمونه اگر در منطقه‌ای تراکم‌های جمعیتی را مورد بررسی قرار دهیم، مشاهده می‌شود که نواحی که نزدیک، و یا داخل شهرهای بزرگ هستند، دارای تراکم بیشتری نسبت به سایر نواحی‌اند. به دلیل این امر عوامل شهر مرکزی، بر شهرهای مجاور نسبت به شهرهای دور است. حال چنانچه به داده‌هایی که دارای خودهمبستگی مکانی هستند، توجه نشود، نتایج حاصل صحیح نخواهد بود. با این هدف GIS را می‌توان در مدیریت پایگاه داده در قالبی که متناسب با تحلیل خودهمبستگی مکانی باشد مورد استفاده قرار داد (پرهیزکار، ۱۳۸۵). برای اندازه‌گیری خود همبستگی مکانی توزیع نقاط، دو روش وجود دارد: "نسبت جری" و "شاخص مورن". دو شاخص فوق، خودهمبستگی مکانی داده‌های توصیفی رتبه‌ای، یا نسبتی را محاسبه می‌کنند. در حالت کلی، ضریب خودهمبستگی مکانی (SAC) نسبتی از تشابه وزنی داده‌های توصیفی نقاط است که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$SAC \approx \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} W_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (1)$$

در این رابطه (C_{ij}) تشابه اطلاعات توصیفی نقاط i و j و (W_{ij}) نزدیکی موقعیت‌های نقطه i و j را نشان می‌دهد و n تعداد نقاط در توزیع است.

در حالت نسبت جری، تشابه مقادیر توصیفی بین دو نقطه به طرق زیر به دست می‌آید:

$$C_{ij} = (x_i - x_j)^2 \quad (2)$$

که در آن XI مقدار توصیفی نقاط است.

تفاوت مقادیر توصیفی نقطه i و نقطه j به صورت $(X_i - X_j)$ است. تفاوت‌های اخیر، قبل از جمع‌شدن برای تمامی جفت‌های i و j به توان دو می‌رسند، بنابراین تفاوت‌های مثبت به وسیله تفاوت‌های منفی خنثی نمی‌شوند. نسبت جری به شکل زیر است:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} W_{ij}}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \delta^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - x_j)^2}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \delta^2} \quad (3)$$

در اینجا δ^2 واریانس مقادیر توصیفی X با میانگین \bar{x} و به شکل زیر است:

$$\delta^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)} \quad (4)$$

در حالت مورن I تشابه مقادیر توصیفی با توجه به تفاوت آن با میانگین از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$C_{ij} = (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) \quad (5)$$

و شاخص I به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} W_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})^2}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (6)$$

در اینجا S^2 واریانس نمونه است.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (7)$$

بررسی انواع پوشش گیاهی و وضعیت سبزیگی منطقه طی دوران مختلف و... استفاده می‌شوند (فاطمی، ۱۳۸۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تهیه نقشه‌های فراوانی آتش سوزی

همان طوری که قبلاً ذکر شد به منظور محاسبه فراوانی آتش‌سوزی در سالهای مورد مطالعه از تصاویر سنجنده MODIS استفاده شد (شکل شماره ۱).

با توجه به این که تعدادی از آتش‌سوزی‌های شناسایی شده در تصاویر مربوط به مناطق دارای آتش دائم، نظیر چاههای نفت و پالایشگاهها و دیگر مراکز ایجاد حرارت با دمای بالا است، تفکیک این نوع از آتش‌ها با مدل‌سازی در محیط GIS بر مبنای تعیین حد آستانه مناسب برای شاخص NDVI انجام شد تا فقط آتش‌های اتفاقی ناشی از عوامل طبیعی و انسانی در محاسبات وارد شوند.

تصاویر فوق فراوانی آتش سوزی و پراکنش آنها در مناطق مختلف کشور طی سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ را نشان می‌دهد. توزیع زمانی این آتش‌سوزی‌ها در سالهای مورد مطالعه در نمودار شماره (۱) مشاهده می‌شود.

تهیه نقشه‌های شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)

برای تهیه نقشه‌های شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) سالانه کشور از تصاویر ماکزیمم شاخص پوشش گیاهی ۱۰ روزه استفاده شد. معمولاً برای تهیه این گونه از تصاویر، NDVI هر یک از تصاویر موجود برای دوره ۱۰ روزه محاسبه و سپس با ترکیب این تصاویر، تصویر ماکزیمم NDVI تولید می‌شود. تصاویر تولید شده حداکثر میزان پوشش گیاهی برای یک دوره ۱۰ روزه را نشان می‌دهند. برای انجام این مطالعه به ازای هر سال تعداد ۳۶ فریم تصویر شاخص پوشش گیاهی نرمال شده تهیه شد.

مجموع تصاویر مورد استفاده که مربوط به سالهای ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۱ میلادی هستند، ۲۱۶ فریم است. همچنین به منظور تولید تصاویر شاخص پوشش گیاهی سالانه از ترکیب تصاویر ۱۰ روزه هر سال، تصاویر NDVI ماکزیمم سالانه برای تمام سالهای مورد مطالعه تولید شد (شکل شماره ۲).

برای محاسبه W_{ij} عکس فاصله بین نقطه i و j استفاده می‌شود و فرض بر این است که مقادیر توصیفی نقاط از قانون اول جغرافیا که بر اساس آن هر چیزی به چیز دیگری ارتباط داشته، اما اشیا نزدیک به هم ارتباط بیشتری نسبت به اشیا دورتر دارند (Tobler, 1970) تبعیت می‌کنند.

با در نظر گرفتن عکس فاصله، عددهای کوچک دور بودن نقاط، و عددهای بزرگتر نزدیکی نقاط نسبت به هم را نشان می‌دهند. در ضمن W_{ij} می‌تواند به صورت $1/d_{ij}$ تعریف شود که در آن d_{ij} فاصله بین نقطه i و نقطه j است (Lee, et al., 2000).

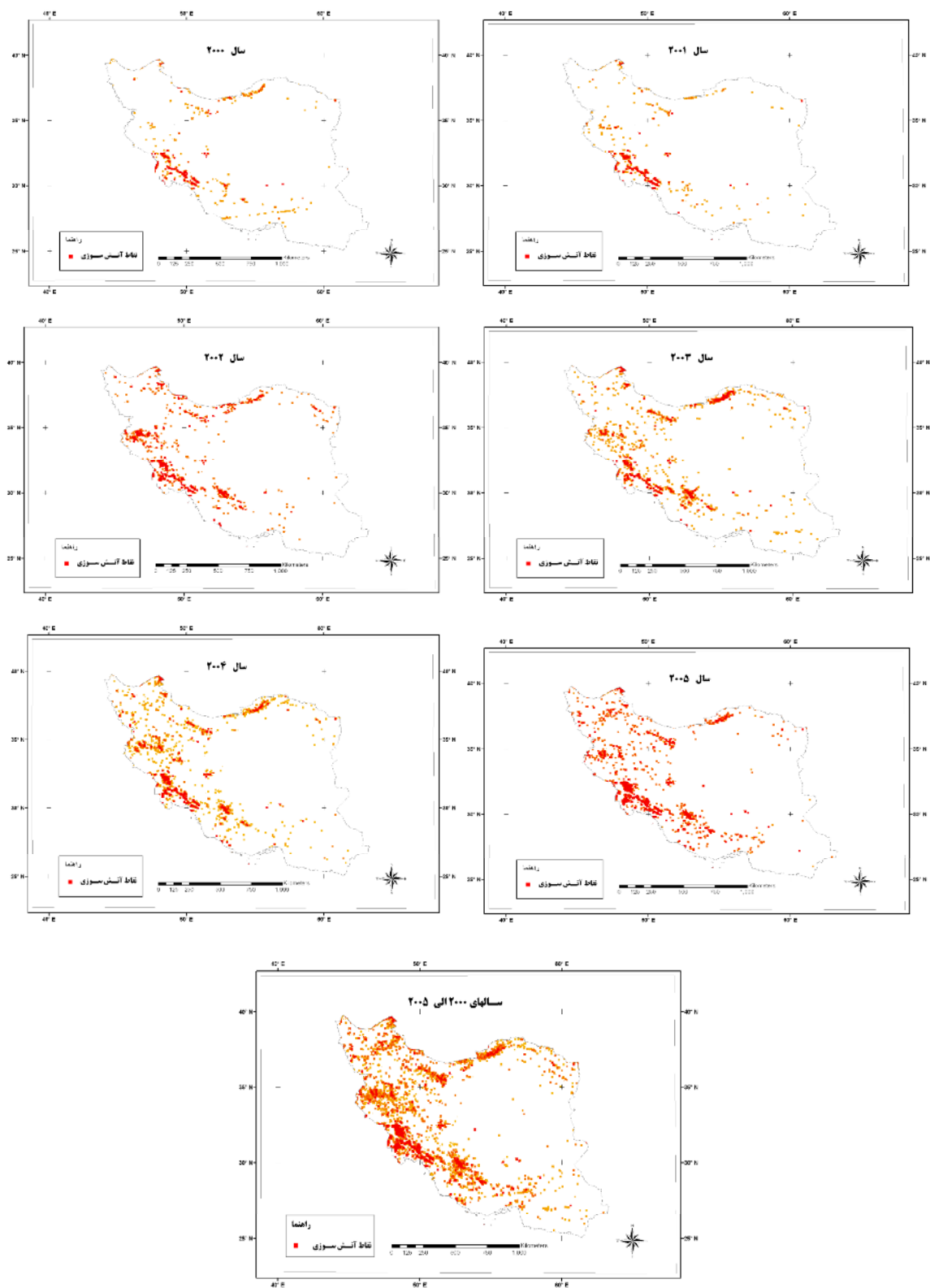
شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)

تاکنون انواع مختلفی از شاخص‌های گیاهی ارائه شده‌اند که هر کدام ویژگی‌ها، ضعف‌ها، و توانایی‌های خاص خود را دارا هستند. 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 (علوی‌پناه، ۱۳۸۲). شاخص پوشش گیاهی نرمال شده که از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی است، برحسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت تعریف زیر می‌شود (Mather, 1999):

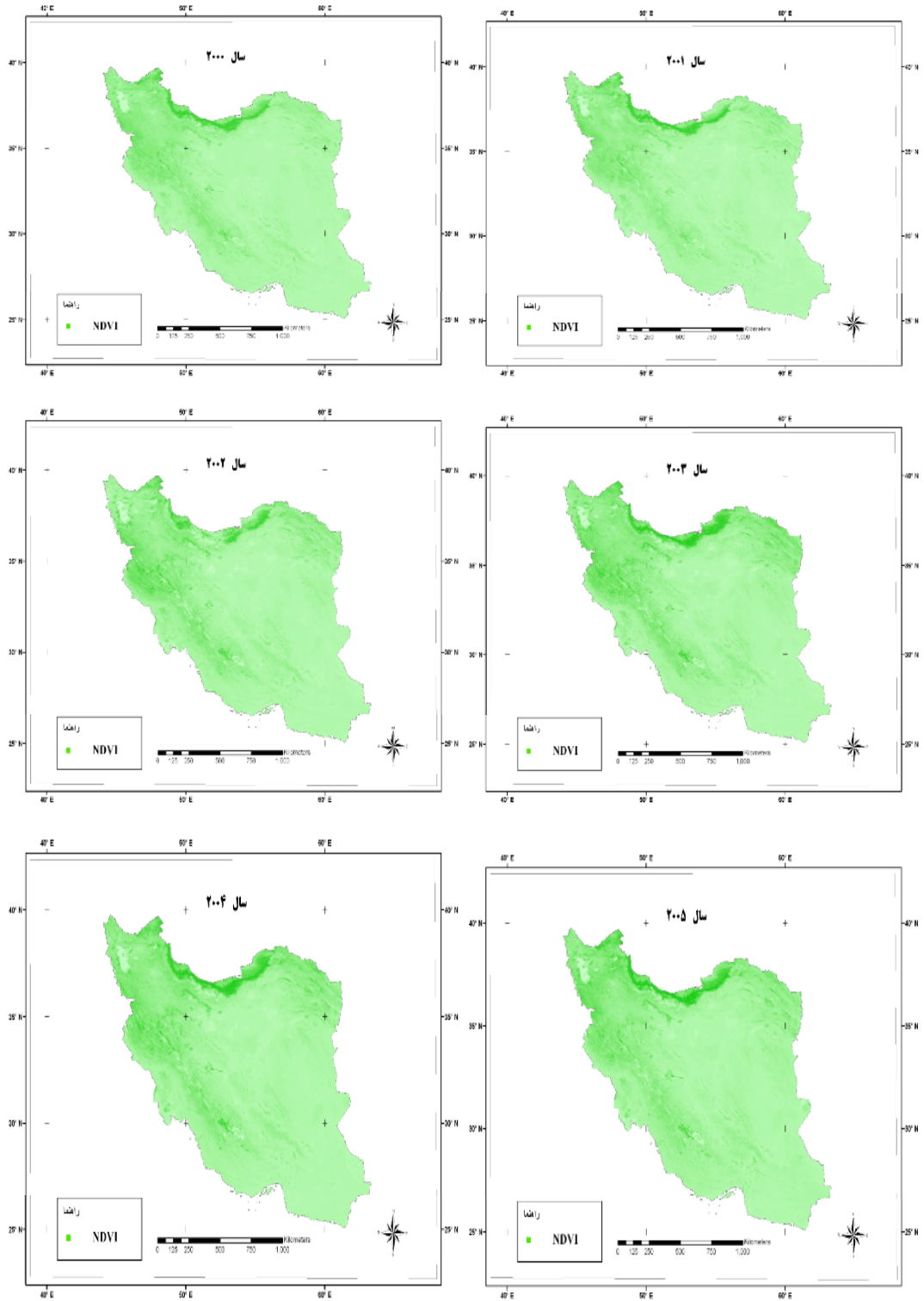
$$NDVI = \frac{NIR - IR}{NIR + IR} \quad (۸)$$

شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی طراحی شده‌اند. بیشترین باندهایی که در محاسبه شاخص‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک هستند.

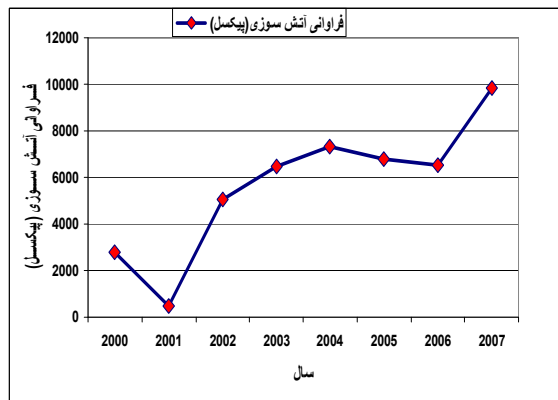
به این دلیل که گیاهان سبز در این دو محدوده طیفی به علت وجود کلروفیل در برگ سبز گیاهان اختلاف زیادی را در میزان انعکاس از خود نشان می‌دهند. این شاخص‌ها اطلاعات مربوط به چند باند طیفی در تصاویر ماهواره‌ای را به یک باند تبدیل می‌کنند. (Jensen, 2005). شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبات باندهای اند که به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی،



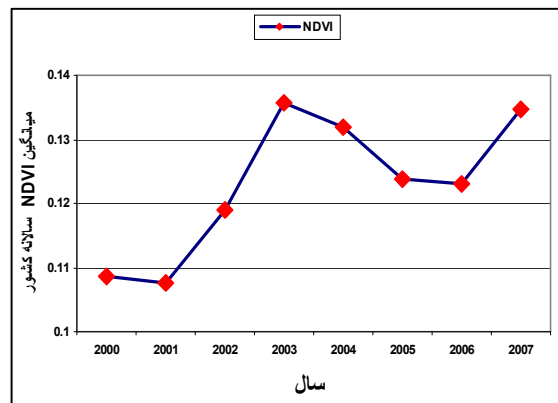
شکل شماره (۱): نقشه فراوانی آتش سوزی سالانه در مناطق مختلف ایران بین سالهای ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۵



شکل شماره (۲): نقشه NDVI کشور مربوط به سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵



نمودار شماره (۱): فراوانی آتش سوزی بر حسب سال (پیکسل)



نمودار شماره (۲): میانگین NDVI سالانه کل کشور

بررسی و تحلیل الگوهای مکانی آتش سوزی

به منظور بررسی و شناخت الگوهای مکانی آتش سوزی و میزان تغییر این الگو برای سالهای ۲۰۰۰ الی ۲۰۰۵ میلادی، شاخص مورن بر حسب تعداد دفعات کشف آتشهای غیردائمی، به وسیله سنجنده MODIS محاسبه شد (جدول شماره ۲).

همان طوری قبلاً ذکر شد، هرچه مقدار شاخص مورن به +۱ نزدیک شود مبین توزیع خوشه‌ای پدیده‌ها و هر چه این مقدار به -۱ نزدیک شود مبین پراکندگی پدیده‌ها است. نتایج حاصل از انجام آنالیز خود همبستگی مکانی برای نقاط آتش سوزی‌ها نشان می‌دهد که برای تمام سالهای مورد مطالعه، شاخص مورن مثبت و مقدار نمره Z (Z) score نیز بالاست، بنابراین نقاط آتش سوزی با سطح اطمینان ۹۹ درصد دارای الگوی توزیع مکانی خوشه‌ای هستند.

نقشه‌های تراکم آتش سوزی تهیه شده نیز گویای همین مطلب است (شکل شماره ۴). به بیان دیگر وقوع آتش سوزی‌ها وابسته به

بررسی رابطه بین NDVI و فراوانی وقوع آتش سوزی

به منظور بررسی و مقایسه رابطه بین شاخص پوشش گیاهی نرمال شده و فراوانی وقوع آتش سوزی در کشور، میانگین NDVI سالانه کشور برای سالهای مورد مطالعه مورد استفاده شد. این مقادیر میزان واقعی NDVI را در بازه -۱ تا +۱ نشان می‌دهد.

همچنین فراوانی وقوع آتش سوزی برای این سالها استخراج شد (جدول شماره ۱). همان طوری که در این جدول مشاهده می‌شود، سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱، میانگین NDVI کشور کمترین مقدار را در بین سالهای مورد مطالعه نشان می‌دهد و این در حالی است که فراوانی آتش سوزی در این دو سال از سالهای دیگر کمتر است. در صورت رسم نمودار فراوانی آتش سوزی هر سال (نمودار شماره ۱) و پوشش گیاهی سالانه (نمودار شماره ۲) مشاهده می‌شود که این دو منحنی در سالهای مورد مطالعه از یکدیگر تبعیت می‌کنند.

در صورت محاسبه همبستگی بین آنها مشاهده می‌شود که ضریب همبستگی منفی و حدود ۰/۹ است، بنابراین می‌توان پیش‌بینی کرد که با افزایش پدیده خشکسالی در کشور میزان آتش سوزی کاهش خواهد یافت.

جدول شماره (۱): مقایسه NDVI سالانه کشور و فراوانی

وقوع آتش سوزی

سال	NDVI	فراوانی آتش سوزی (پیکسل)
۲۰۰۰	۰/۱۰۸۵	۲۷۸۲
۲۰۰۱	۰/۱۰۷۶	۴۷۸
۲۰۰۲	۰/۱۱۹۰	۵۰۴۴
۲۰۰۳	۰/۱۳۵۶	۶۴۸۷
۲۰۰۴	۰/۱۳۲۰	۷۲۹۰
۲۰۰۵	۰/۱۲۳۹	۶۷۸۱
۲۰۰۶	۰/۱۲۳۰	۶۵۴۹
۲۰۰۷	۰/۱۳۴۶	۹۸۶۰

(مانند سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱)، شکل‌گیری الگوهای خوشه‌ای نقاط حریق، نسبت به سالهای مشابه بیشتر است، به بیان دیگر آتش‌سوزی‌های پراکنده نسبت به سالهای مشابه به دلیل کمتر بودن ماده سوختی کمتر است.

عوامل مکانی هستند. از این مسئله می‌توان نتیجه گرفت که محدوده پخش نقاط آتش‌سوزی دارای نیروی آتش‌سوزی بیشتری نسبت به سایر مناطق هستند. علاوه بر نتایج فوق با محاسبه همبستگی بین شاخص مورن و فراوانی وقوع آتش‌سوزی، مقدار منفی ۰/۹۳ به دست آمد. این شاخص مبین این است که در سالهایی که میزان NDVI کمتر است، و یا به عبارت دیگر با خشکسالی مواجه هستند

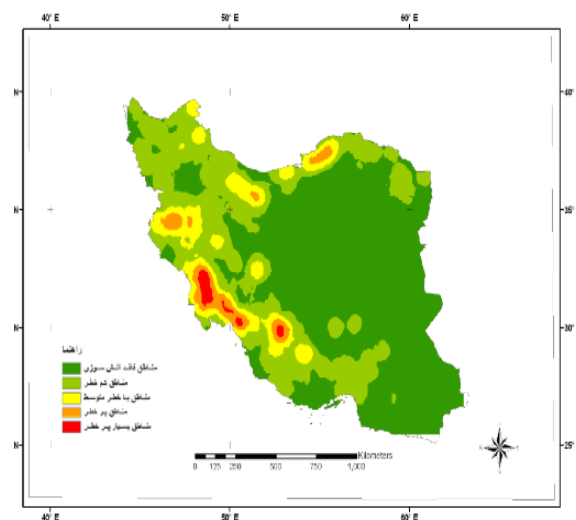
جدول شماره (۲): شاخص مورن و فراوانی وقوع آتش‌سوزی برای سالهای ۲۰۰۵ الی ۲۰۰۰

سال	تعداد آتش‌سوزی (پیکسل)	شاخص مورن	شاخص پیش‌بینی	واریانس	نمره Z
۲۰۰۰	۲۷۸۲	۰/۱۶۱۲۱۲	-۰/۰۰۰۷۲۳	۰/۰۰۰۰۱۱	۵۱/۷۴۰۲۴۸
۲۰۰۱	۲۴۷۸	۰/۲۰۴۹۰۱	-۰/۰۰۰۷۵۱	۰/۰۰۰۰۱۲	۶۴/۴۰۷۱۹۴
۲۰۰۲	۵۰۴۴	۰/۰۸۶۲۳۸	-۰/۰۰۰۲۶۱	۰/۰۰۰۰۰۱	۹۲/۲۳۴۵۶۱
۲۰۰۳	۶۴۸۷	۰/۰۸۷۲۲۵	-۰/۰۰۰۲۰۴	۰/۰۰۰۰۰۱۳	۱۲۱/۷۶۹۰۳۸
۲۰۰۴	۷۲۹۰	۰/۰۶۱۸۵۸	-۰/۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰۵	۹۵/۷۳۷۴۷۹
۲۰۰۵	۶۷۸۱	۰/۰۳۰۶۷۷	-۰/۰۰۰۲۷۴	۰/۰۰۰۰۰۰۱	۳۱/۰۹۸۲۸۲

بنابراین این امکان به‌وجود می‌آید که بتوان با پیش‌بینی وضعیت پوشش گیاهی در کشور، آتش‌سوزی‌های را که در آن سال ممکن است در مراتع و جنگل‌های اتفاق بیفتد را برآورد کرد.

همچنین آتش‌سوزی‌های ایران از خود همبستگی مکانی بالایی برخوردار هستند، به طوری که همبستگی بین شاخص مورن و فراوانی وقوع آتش‌سوزی به مقدار منفی ۰/۹۳ می‌رسد، که نشان دهنده الگوی مکانی خوشه‌ای آتش‌سوزی‌هاست.

نقشه‌های تراکم آتش‌سوزی تهیه شده نیز گویایی همین مطلب است. مطالعه انجام شده فوق مربوط به کل کشور است و به نظر می‌رسد انجام این مطالعه در مقیاس‌های محلی و منطقه‌ای می‌تواند نتایج بهتر و دقیق‌تری را ارائه کند که زمینه‌ای مناسب برای مطالعات محققان بعدی باشد.



شکل شماره (۴): نقشه پهنه‌بندی مناطق مختلف کشور به لحاظ خطر آتش‌سوزی

یادداشت‌ها

- 1- Geographic Information System(GIS)
- 2- Moderate Resolution imaging pectoradiometer
- 3- Normalized Difference Vegetation Index
- 4-Maximum Value Composition

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که آتش‌سوزی‌هایی که طی سالهای اخیر در کشور اتفاق افتاده، ارتباط زیادی با وضعیت پوشش گیاهی موجود داشته است، به طوری که میزان همبستگی آن با میانگین شاخص پوشش گیاهی نرمال شده کشور به ۰/۹ می‌رسد.

منابع مورد استفاده

- پرهیزکار، ا. غفاری، ع. ۱۳۸۵. سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی (سمت).
- علوی پناه، س.ک. ۱۳۸۵. سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- علوی پناه، س.ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- سرکارگر اردکانی، ع. ۱۳۸۷. بررسی تطبیقی رابطه آتش‌سوزی جنگل‌های کشور و خشکسالی با استفاده از RS و GIS، سومین کنفرانس سوانح طبیعی، دانشگاه تهران.
- علیمحمدی، ع. ۱۳۸۲. ارزیابی و تجزیه و تحلیل و تهیه نقشه وضعیت خشکسالی بر اساس اطلاعات ماهواره NOAA، مرکز سنجش از دور ایران
- شریعت‌نژاد، ش. ۱۳۸۷. نقش و جایگاه سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری برای مدیریت توسعه و تأمین مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور، مجموعه مقالات اولین همایش ملی تأمین مواد اولیه صنایع چوب و کاغذ کشور، دانشگاه گرگان.
- فاطمی، س.ب، رضایی، ی. ۱۳۸۵. مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده.
- محمدی، م. ۱۳۸۷. مخاطرات جوی، انتشارات دانشگاه تهران.
- Ardakani, A., et al. 2009. Assessment of drought effect on wildfire using MODIS data, The 2nd International Conference on Earth Observation for Global Changes (EOGC 2009), Chengdu, Sichuan, China.
- Giglio, L., et al. 2003. AN Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS. Remote sensing of environment 87, 273-282.
- Giglio, L. 2005. MODIS collection 4 active fire product user's guide version 2.2. Science systems and application, inc.
- Kaufman, Y.J., C., Ichoku, L., Giglio. 2003. fire and smoke observation from the earth Observation system MODIS instrument-products, validation, and operational use. INT. J. Remote sensing. VOL. 24, NO, 8, 1765-1781
- Kaufman, Y.J., et al. 1998. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. Journal of Geophysical Research, 103, 32 215–32 238.
- Lee, J. W.S., Wong. 2000. Statistical analysis with arc view GIS.
- Mather, P.M. 1999. Computer processing of remotely sensed images.

Tobler,W.R. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46(2): 234-240.

Wooster,M.J. 1998. Biomass burning, Department of geography, king's college London

Iran Forest range & Watershed Management Organization website: www.frw.org.ir

FAO News .2003. Fire Situation in the Islamic Republic or Iran, *International Forest Fire News*, No.28, pp.88-91