

آشکارسازی تأثیر تغییرات کاربری اراضی بر توزیع فضایی گردوغبار در شمال غرب ایران مرکزی

امیر کرم* - دانشیار گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی.
پرویز ضیائیان - دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی.
مجتبی یمانی - استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
مریم عنایتی - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۱۶ تأیید نهایی: ۱۳۹۶/۰۸/۱۴

چکیده

تغییرات پوشش اراضی می‌تواند منجر به از بین رفتن پوشش گیاهی و ایجاد شرایط بیابانی شود و از این طریق باعث افزایش گردوغبار گردد. هدف اصلی این تحقیق بررسی تغییرات پوشش اراضی و شاخص عمق نوری هواویزها AOD (که نمایه سنجش‌ازدوری گردوغبار سنجنده MODIS است) در دو دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ می‌باشد. در این راستا داده‌های مربوط به تغییرات کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ از تصاویر لندست ۷ و سال ۲۰۱۶ از تصاویر لندست ۸ اخذ گردیده است. نقشه پوشش سطحی با استفاده از این تصاویر به صورت طبقه‌بندی نظارت‌شده با الگوریتم پیشینه مشابهت، تولید گردیده است. داده‌های مربوط به AOD نیز از تصاویر آتروسل MODIS برای دو دوره مذکور به دست آمده است، درنهایت با تحلیل متقاطع فضایی و تحلیل ارتباط بین تغییرات کاربری، شاخص گردوغبار به دست آمد. نتایج بیانگر آن است که طی دوره موردبررسی دو کاربری، زمین‌های بایر و مراتع به ترتیب کاهشی برابر ۳۵ درصد و ۱۱ درصد را داشته‌اند. بیشترین میزان افزایش کاربری‌ها مربوط به نواحی کویری و شوره‌زارها می‌باشد که طی ۱۷ سال، رشدی برابر ۹۵ درصد نسبت به سال ۲۰۰۰ داشته‌اند. توزیع فضایی گردوغبار بر روی کاربری‌های زمین‌های شوره‌زارها و نواحی کویری، در هر دو سال بالا بوده است. به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۰۰ میانگین فضایی شاخص AOD برای کل منطقه موردبررسی برابر ۰/۶۵ بوده است. میانگین فضایی این شاخص برای نواحی کویری برابر ۰/۷۲ و برای شوره‌زارها برابر ۰/۸۲ بوده است. درحالی‌که در سال ۲۰۱۶ میانگین فضایی این شاخص به ۰/۷۹ رسیده است و این شاخص در زمین‌های کویری به ۰/۹۳ و در شوره‌زارها به ۰/۸۸ رسیده است.

واژگان کلیدی: کاربری اراضی، ایران مرکزی، گردوغبار.

مقدمه

توفان گردوغبار یک رویداد طبیعی است که در بخش‌هایی از جهان که دارای مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند شکل می‌گیرد. این پدیده در شمار بلایای جوی اقلیمی جای می‌گیرد و وقوع آن پیامدهای نامطلوب بسیاری را به همراه دارد. توفان گردوغبار کیفیت هوا را به شدت کاهش داده و سلامت انسان را با خطر جدی روبرو می‌کند. اثرات پدیده ی گردوغباری ممکن است تا فاصله زیادی از منبع اصلی تداوم داشته و سبب بروز اثرات نامناسب زیستی و بروز خسارات فراوان در زمینه های کشاورزی، صنعتی، حمل و نقل و سیستم های مخابراتی و ... گردد(خوش کیش و همکاران، ۱۳۹۰، ۹۲). بررسی رابطه گرد و غبار در هوای مناطق مرکزی ایران و مشکلات بهداشتی و پزشکی مانند بروز بیماریهای ریوی، تنفسی و بیماریهای چشمی، قابل توجه است(ذوالفقاری وعابدزاده، ۱۳۸۴، ۱۷۵). کشور ایران به دلیل قرارگیری در محل فرونشینی پرفشار دینامیکی جنب حاره، در طول دوره گرم سال نزول مداوم هوا را در ترازهای میانی و فوقانی وردسپهر تجربه می کند. گسترش عمودی پرفشار جنب حاره همراه با تداوم درازمدت آن بر روی ایران، ضمن پایدار نمودن جو، شکل گیری توده هوای گرم و خشک را بر روی این سرزمین فلاتی در پی دارد. وجود این شرایط به طور محسوسی بر میزان تبخیر و تعرق، پراکندگی زمانی و مکانی بارش و سایر متغیرهای جوی اثر گذاشته و به تبع آن سبب خشکی در کشور می شود. تضاد حرارتی شدید و شیب فشاری که به واسطه تفاوت در میزان انرژی دریافتی در سطح حاصل می گردد، در ترازهای زیرین وردسپهر جریانات مداوم و بادهای شدیدی را در طول دوره گرم سال موجب می گردد، ساختار گردشی فوق در ترکیب با ویژگی های پوشش سطحی و آبرفتهای ریزدانه فراوانی که در داخل کشور و کشورهای همسایه وجود دارد، منطقه خاورمیانه و ایران را به یکی از مهم ترین مناطق وقوع توفانهای گرد و غباری در دنیا مبدل ساخته است(مفیدی ۱۳۹۰، ۱۹). در زمینه تحلیل ارتباط بین تغییرات کاربری اراضی و شاخص عمق نوری به‌عنوان شاخص گردوغبار تحقیقات زیادی در داخل کشور صورت نگرفته است، اما در ادامه به تعدادی از تحقیقات مشابه پرداخته می‌شود. نتایج این پژوهش‌ها نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر این پدیده دارای فراوانی رخداد بیشتری بوده است. مطالعات صورت گرفته در رابطه با گردوغبار عمدتاً مربوط به کشورهایی است که به‌نوعی با این پدیده درگیر هستند. این مناطق شامل آسیای شرقی و مرکزی، قاره آفریقا، خاورمیانه، استرالیا و ایالات متحده است. بحیرایی و همکاران (۱۳۹۰) به شناسایی و تحلیل پدیده بسیار مخرب گردوغبار به صورت آماری و سینوپتیکی در استان ایلام پرداختند. منابع تولید گردوغبار قطعاً زمین‌های فرسایش یافته‌ای هستند که بافت خاک به دلیل خشک‌سالی و کمبود رطوبت و نیز به دلیل فعال بودن عوامل فرساینده نظیر باد، سست بوده و ذرات خاک فاقد چسبندگی بوده و باد می‌تواند آن‌ها را شناور سازد(فریا، ۱، ۲۰۱۱). کاربری اراضی^۲، استفاده از زمین در شرایط حاضر است(اماقلی و همکاران، ۱۶، ۱۳۹۳). نقشه کاربری اراضی، پوشش فیزیکی سطح زمین را با توجه به استفاده از آن نشان می‌دهد(ژانگ، ۳، ۲۰۱۰). بررسی کاربری اراضی و استفاده از زمین یعنی تمام فعالیت‌های موجود در یک محل یا انواع مختلف استفاده از زمین در یک محل به تصویر کشیده شود نظیر زمین‌های زراعی، باغ‌ها، مناطق مسکونی، جنگل، مراتع و... (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹، ۷۴). تغییرات پوشش سطحی^۴ در عین اینکه همپوشانی زیادی با کاربری اراضی دارد اما درواقع تفاوت‌های بنیادی نیز با آن دارد، کاربری زمین به نقش انسان و تغییرات ناشی از استفاده وی از منابع زمین از جمله کشاورزی، باغداری، ساخت‌وساز و... اشاره می کند اما تغییرات پوشش سطحی به تغییرات پوشش سطح زمین به دلیل عوامل طبیعی از جمله خشک‌سالی، آتش‌سوزی وسیع، تغییرات اکوسیستمیک و... اشاره می کند، که در هر دو مورد، این تغییرات هم خود علت تغییرات دیگری خواهند

1 Ferreira

۲ Land use Changes(LUC)

3 Zhang

۴ Land Cover Changes(LCC)

بود و هم این که تغییرات ثانویه نیز می‌تواند تغییرات کاربری را تشدید یا محدود کند. امروزه تکنیک سنجش از دور امکاناتی فراهم می‌آورد که از طریق آن می‌توان در مقیاس‌های زمانی مورد نیاز، تغییرات کاربری اراضی را بازیابی و سرعت و وسعت آنها را نیز مشخص نمود (فرج زاده ۱۳۸۶، ۹۰). استفاده از داده‌های سنجش از دور برای تهیه نقشه کاربری اراضی از سال ۱۹۷۲ هم‌زمان با پرتاب اولین لندست شروع شده است. تغییرات کاربری اراضی هم با دخالت انسان و هم طی روند طبیعی تغییرات آب و هوایی در ایران به سمت گسترش بیابان‌زایی و توسعه کانون‌های مستعد گردوغبار بوده است، تبدیل کشاورزی دیم به زمین‌های بایر و رها کردن زمین‌های کشاورزی در پی خشک‌سالی می‌تواند طی زمان، پتانسیل گردوغبار خیزی این زمین‌ها را بالا ببرد (گودیه^۱، ۱۷۹، ۲۰۱۰). گردوغبار یکی از مهم‌ترین معضلات زیست‌محیطی بوده که بخش وسیعی از پهنه فضایی کشور به‌ویژه در غرب و مرکز کشور را درگیر کرده است. عمق اُپتیکی آئروسول^۲ یکی از پارامترهای مهم در مطالعه‌ی گردوغبارها است. یکی از راه‌های تعیین عمق اُپتیکی آئروسول‌ها استفاده از سنجش از دور می‌باشد (سلیمانی و همکاران ۱۳۹۴). این شاخص کمیتی بی‌بعد بوده و عبارت است از میزان جلوگیری از گذر پرتو نور در جو به خاطر جذب و پراکنش ناشی از وجود هواویزها در مسیر عبور نور. عمق اُپتیکی آئروسول در واقع به توزیع آئروسول‌های گردوغبار موجود در جو اشاره دارد. این کمیت وابسته به طول موج، به‌صورت کاهش نور در واحد طول بر روی یک مسیر مشخص تعریف می‌شود. مسیر اُپتیکی عمودی، فاصله عمودی از سطح زمین در قسمت فوقانی جو است. مقدار عمق اُپتیکی می‌تواند با تراکم تعداد هواویزها (آئروسول‌ها) و ویژگی‌های آن ذرات متفاوت می‌باشد (ویکرسون^۳، ۱۹۹۹، ۷۲). ارگن^۴ (۱۹۹۵) دامنه‌ی تغییرات عمق اُپتیکی ۰/۱ تا ۰/۲ را برای شرایط هوای قاره‌ای صاف و ۰/۱ تا ۰/۵ را برای هوای بحری صاف پیشنهاد می‌نماید. بیشتر بودن مقادیر عمق اُپتیکی آئروسول، از این مقدار نشان‌دهنده‌ی تراکم هواویزها در امتداد ستون عمودی هوا بوده و به عبارتی دید در امتداد آن ستون کم است. در صورتی که گردوغبارهای عمده‌ی دنیا دارای عمق اُپتیکی در محدوده‌ی بین ۰/۳ تا ۲/۵ است که بیانگر نقش مهم گردوغبارها در کاهش نور است. عمق اُپتیکی کمتر از ۰/۱ نشان‌دهنده‌ی هوای صاف و عمق اُپتیکی بیشتر از ۴ بیانگر حضور حجم متراکمی از هواویزهاست که مانع از رسیدن نور خورشید حتی در میانه‌ی روز به سطح زمین می‌شوند (رئیس پور، کوهزاد، ۱۳۹۳). رنجبر و همکاران (۱۳۸۴، ۶۹) نقش پلایاهای سیستان در گسترش توفان‌های غبار را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی کرده‌اند، اندازه‌گیری‌های انجام‌شده بر روی تصاویر نشان داد که از مجموع ۱۴۹۳۱ کیلومتر مربع وسعت پلایاهای منطقه که شامل هامون‌های هیرمند، صابری و پوزک است، نزدیک به ۱۸ درصد وسعت منطقه را شامل می‌شود. این واحد با دو قسمت جداگانه تحت عنوان پلایا با تیپ کویر نمکی و پلایا با تیپ اراضی رسی لخت را دربرمی‌گیرند. (فریرا^۵ و همکاران ۲۰۱۱) در مقاله‌ای پوشش زمین و شیوه‌های مدیریت زمین و اثرگذاری آن بر بروز فرسایش بادی را به‌وسیله تکنیک‌های سنجش از دور در ایالت ویکتوریای استرالیا مورد مطالعه قرار دادند. در این مقاله آمده است که فرسایش بادی در کشتزارهای منطقه مالی در ایالت ویکتوریا به‌طور سالیانه اتفاق می‌افتد که مقدار آن با توجه به فصل و شیوه‌های مدیریت زمین متفاوت است. (سفیانیان و همکاران ۱۳۸۸، ۹۵) اقدام به بررسی تغییرات کاربری اراضی برای محدوده شهر اصفهان بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ نموده‌اند، داده‌های بکار رفته در این پژوهش، داده‌های ماهواره لندست بوده است. وی جهت آشکارسازی تغییرات سنجنده TM، از روش آنالیز برداری تغییرات روی تصاویر استفاده کرده است. نتایج پژوهش او حاکی از آن است که آنالیز برداری تغییرات، یک روش مناسب برای آشکارسازی و توصیف تغییرات رادیو متریک سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی است.

1 Goudie

۲ Aerosols Optical Depth(AOD)

3 Wilkerson

4 Ogren

5 Ferreira

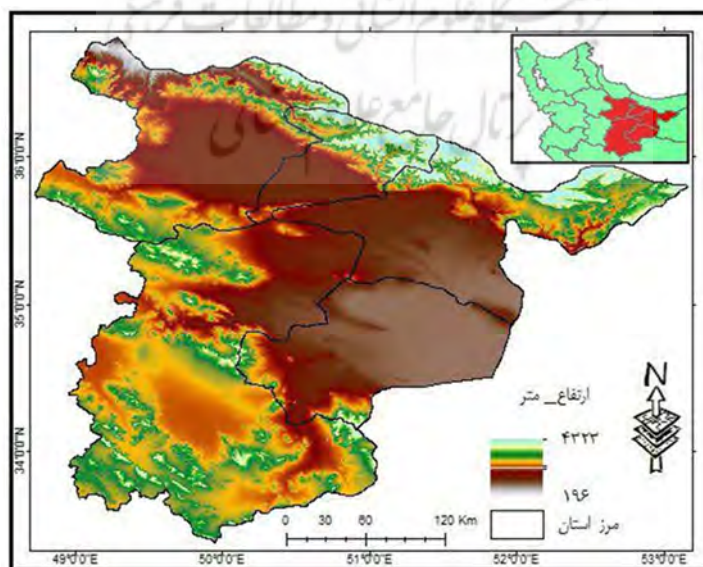
موقعیت نقشه‌های تغییرات نیز نشان‌دهنده این بود که طی سال‌های مذکور جهت توسعه شهر بیشتر به سمت جنوب و جنوب شرقی بوده است. امام‌قلی و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تغییرات کاربری اراضی بین سالهای ۱۹۸۷ و ۲۰۰۶ به وسیله تصاویر ماهواره ای سنجنده های TM و ETM+ لندست، با استفاده از تکنیک های RS و GIS و تغییرات کاربری اراضی و تخریب در حوزه آبخیز سد آزاد استان کردستان پرداختند. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۳) به منشا یابی گردوغبار و اثرات پوشش زمین در وقوع فرسایش بادی و روز های گردوغبار در منطقه شه‌ریار با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و نقشه های تراکم پوشش گیاهی پرداختند. نتایج تحقیق ایشان نشان داده است که پوشش گیاهی با تراکم ۷۵ درصد از بین رفته و بیشتر مساحت منطقه دارای تراکم بسیار پایین (کمتر از ۲۵ درصد) است.

علوی پناه و همکاران (۱۳۸۰)، برای تهیه نقشه کاربری اراضی از منطقه کوهستانی موک استان فارس، از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM و سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده کردند. آنها از باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ سنجنده TM و روش طبقه بندی نظارت شده حد اکثر احتمال در تولید نقشه استفاده کردند و نقشه ای شامل ۹ طبقه به دست آوردند، که بدین شرح است: زراعت آبی، مرتع، اراضی شخم خورده، شالیزار، جنگل، باغ ها، تاکستان، زراعت دیم و اراضی زراعی برداشت شده است.

در سال‌های اخیر تغییرات کاربری به گونه‌ای بوده است که شرایط تشکیل کانون‌های گردوغبار در ایران مرکزی به وجود آمده است آگاهی از تغییرات بلندمدت کاربری اراضی در این بخش از کشور با توجه به نزدیکی این منطقه به کانون‌های جمعیتی کشور، بسیار مهم و اساسی می‌باشد لذا هدف اصلی این تحقیق بررسی ارتباط بین تغییرات آشکار شده کاربری اراضی و تغییرات فضایی شاخص عمق نوری سنجنده MODIS در شمال غرب ایران مرکزی است.

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه شامل استان‌های تهران، البرز، قم، قزوین، مرکزی است. مختصات جغرافیایی محدوده بین ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه ۳۳ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی قرار دارد و از شمال به استان‌های مازندران و گیلان، از شرق به استان‌های سمنان و اصفهان، از جنوب به استان لرستان و از غرب به استان‌های زنجان و همدان محدود شده است.



شکل ۱. نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

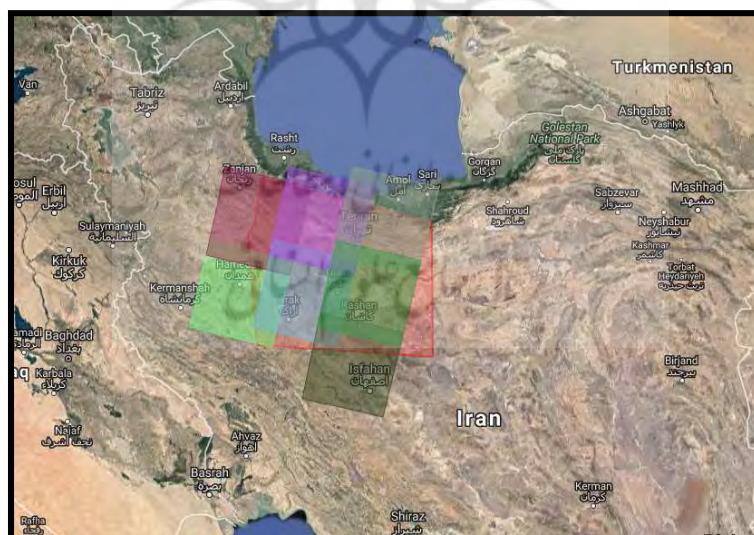
مواد و روش‌ها

داده‌ها

در این تحقیق از دودسته داده استفاده گردیده است. دسته اول داده‌ها، داده‌های مربوط به تصاویر ماهواره‌ای لندست است که برای استخراج نقشه کاربری اراضی در دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ استفاده شده است. با توجه به وسعت محدوده مورد بررسی، برای پوشش کل منطقه از ۷ تصویر استفاده گردیده است که بتواند به صورت کامل منطقه مورد مطالعه را که شامل استان‌های تهران، البرز، قم، مرکزی، قزوین است، پوشش دهد. در نهایت با موزاییک‌سازی تصاویر اخذ شده در هر دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ تصویر سراسری منطقه مورد مطالعه به صورت یکپارچه به دست آمده است. (جدول ۱ و شکل ۲).

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

سال	ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک فضایی	تعداد تصاویر	تاریخ تصویر
۲۰۱۶	LANDSAT8	OLI	۳۰ متر	۷ تصویر	روز ۱۶۶ سال ۲۰۱۶
۲۰۰۰	LANDSAT7	ETM+	۳۰ متر	۷ تصویر	روز ۱۶۶ سال ۲۰۰۰



شکل ۲. تصاویر محدوده مورد مطالعه

دسته دوم داده‌های مورد استفاده، داده‌های مربوط به شاخص عمق نوری سنجنده MODIS اکوا و ترا که برای دو سال مذکور به صورت میانگین ۳ ساله اخذ گردیده است. این داده‌ها با قدرت تفکیک فضایی ۱۰ در ۱۰ کیلومتر، و به صورت میانگین ماهانه استفاده گردیده است.

روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا برای مشخص کردن تغییرات پوشش زمین، از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای با الگوریتم بیشینه مشابهت^۲ استفاده گردیده است. از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق‌ترین و پر استفاده‌ترین روش‌ها شناخته شده است. (لیو^۳ و همکاران، ۲۰۰۲، ۲۵۸) در این روش طبقه‌بندی بر اساس واریانس و کواریانس انجام می‌شود. در روش مذکور فرض بر این است که همه مناطق آموزشی دارای پراکنش نرمال هستند. در حقیقت نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند. بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد. طبقه‌بندی حداکثر احتمال، احتمال تعلق یک پیکسل را به کلاسی می‌دهد که در آن مقدار احتمال، ماکزیمم باشد. مقدار احتمال اولیه هر کلاس برابر ۱ در نظر گرفته شده است. در نهایت در ۹ طبقه به نام‌های، زمین‌های بایر، مراتع، باغات، کشاورزی، پهنه‌های آبی، نواحی شهری، دریاچه شور، کویر، جنگل، تقسیم‌بندی گردیده است.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی^۴

متداول‌ترین روش برای ارزیابی کمی صحت طبقه‌بندی، انتخاب تعدادی پیکسل از پیکسل‌های نمونه معلوم و مقایسه کلاس آن‌ها با نتایج طبقه‌بندی است. به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی، از نمونه‌های تعلیمی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، استفاده گردیده است. نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس به دو قسمت ۰/۷۵ و ۰/۲۵ تقسیم شده است. ۰/۷۵ پیکسل‌ها در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفته و ارزیابی درستی طبقه‌بندی بر روی ۰/۲۵ باقی‌مانده پیکسل‌ها انجام شده است. در واقع، کنار گذاشتن ۰/۲۵ پیکسل نمونه‌های تعلیمی و عدم استفاده از آن‌ها در طبقه‌بندی اولیه باعث مستقل کردن دو فرآیند طبقه‌بندی و ارزیابی درستی طبقه‌بندی می‌شود. از دو شاخص ارزیابی دقت از جمله شاخص صحت کلی^۵ و ضریب کاپا برای صحت سنجی طبقه‌بندی انجام‌شده استفاده شده است.

الف) صحت کلی

این شاخص در ماتریس خطاها محاسبه می‌شود و عبارت است از تعداد کل پیکسل‌های صحیح تقسیم‌بر تعداد کل پیکسل‌های ماتریس.

ب) ضریب کاپا

ضریب کاپا تکنیک چند متغیره گسسته‌ای است که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

بحث و یافته‌ها

در جدول ۲ شاخص اعتبارسنجی ضریب کاپا و شاخص صحت کلی برای طبقه‌بندی به کار گرفته‌شده، ارائه شده است که به ترتیب ضریب کاپا برای طبقه‌بندی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ برابر ۰/۸۴ و ۰/۸۵ می‌باشد در حالی که شاخص صحت کلی به ترتیب برای این دو سال برابر ۰/۸۶ و ۰/۸۹ بوده است.

1 Supervised Classification

2 Maximum Likelihood

3 - Liu

4 Accuracy Assessment

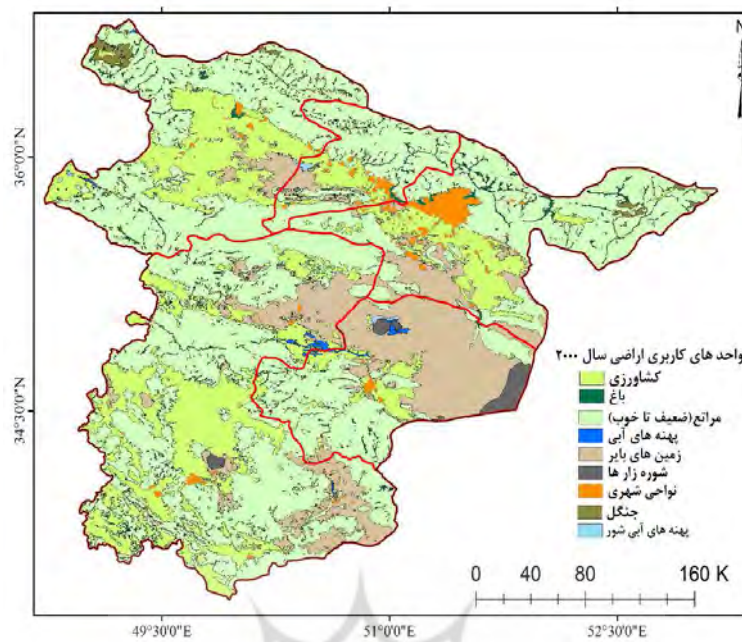
5 Overall accuracy

جدول ۲. شاخص اعتبارسنجی ضریب کاپا و شاخص صحت کلی برای کاربری‌های استخراج شده

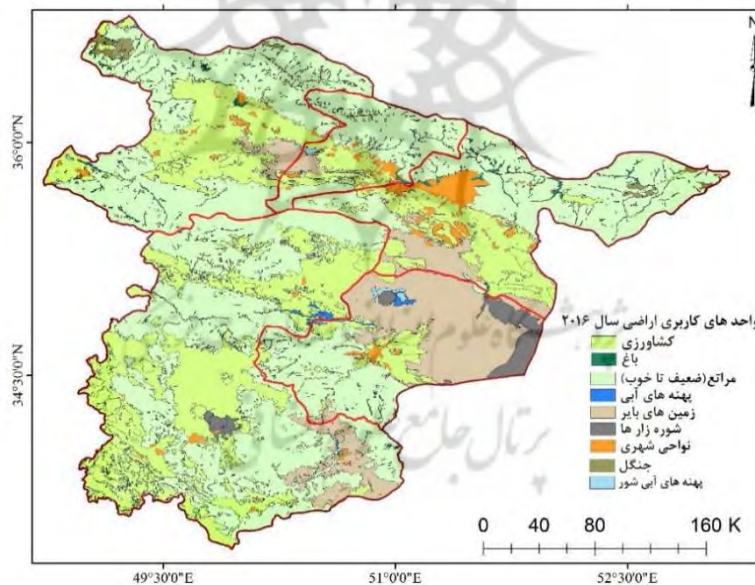
شاخص صحت کلی	ضریب کاپا	تصاویر
۰/۸۶	۰/۸۴	2000(ETM+SLC on)
۰/۸۹	۰/۸۵	2016(OLI)

شکل ۳ کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۰ ارائه شده است، همان طور که مشاهده می‌گردد، ۹ کاربری مشخص در منطقه مورد مطالعه تحت عناوین، نواحی شهری، نواحی کشاورزی، نواحی مراتع اعم از مرتع خوب تا ضعیف، نواحی آبی، کویرها و دریاچه‌های شور و نواحی جنگلی و باغات، مشخص گردیده است. مساحت هر کدام از کاربری‌های مورد بررسی برحسب هکتار در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، در این سال دو کاربری مراتع و سپس کشاورزی، به ترتیب با در برگیری ۵۶ درصد و ۲۴ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه، بیشترین کاربری‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. نواحی جنگلی به صورت پراکنده در بخش‌های شمال غرب منطقه دیده می‌شود. این کاربری حدود ۱ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. کاربری شهری یا زمین‌های اختصاص داده شده به ساخت‌وساز (ناحیه شهری)، در این سال ۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه یعنی ۱۴۱۶۶۰ هکتار از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۰۰ کمترین میزان کاربری مربوط به پهنه‌های آبی بوده که ۰/۰۰۸ از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده‌اند. نواحی کویری و شورزارها، ۰/۰۱۴ از مساحت منطقه را در بر گرفته است. در سال ۲۰۰۰ زمین‌های بایر یا زمین‌هایی که به کاربری خاصی اختصاص نیافته‌اند، حدود ۱۲۱۵۴۶۰ هکتار از مساحت منطقه مورد مطالعه که برابر ۱۶ درصد از مساحت منطقه هست را در بر گرفته است. باغات نیز که به صورت پراکنده در سراسر منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌گردد، حدود ۰/۰۱ از مساحت منطقه را در بر گرفته است.

در شکل ۴ کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۱۶ ارائه شده است، همان طور که مشاهده می‌گردد، ۹ کاربری مشخص در منطقه مورد مطالعه مشخص گردیده است. مساحت هر کدام از کاربری‌های مورد بررسی برحسب هکتار در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که در این جدول مشاهده می‌گردد، در این سال دو کاربری مراتع و سپس کشاورزی، به ترتیب با در برگیری ۵۰ درصد و ۲۷ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه، بیشترین کاربری‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. نواحی جنگلی به عنوان کاربری که کمترین مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است به صورت پراکنده در بخش‌های شمال غرب منطقه دیده می‌شود. این کاربری حدود ۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. نواحی شهری یا کاربری مربوط به ساخت‌وساز شهری در این سال حدود ۶ درصد از منطقه مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. زمین‌های بایر در این سال حدود ۱۲ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه یعنی ۸۹۹۷۱۰ هکتار را در بر گرفته است.



شکل ۳. کاربری اراضی سال ۲۰۰۰، استخراج‌شده از تصاویر لندست ۷ در سال ۲۰۰۰

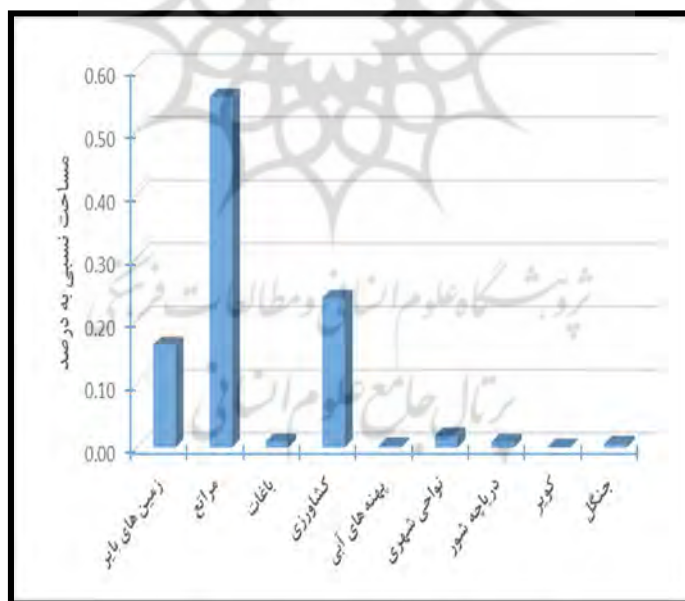


شکل ۴. کاربری اراضی سال ۲۰۱۶، استخراج‌شده از تصاویر لندست ۸ در سال ۲۰۱۶

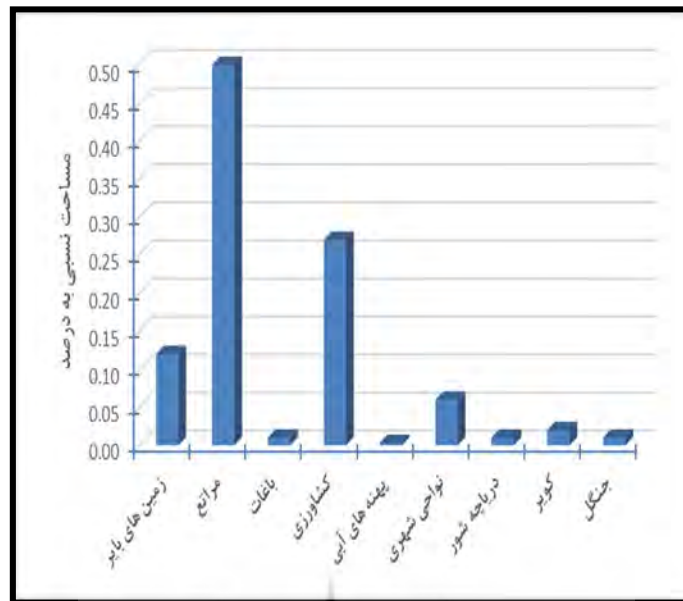
مساحت ۹ کاربری اراضی استخراج‌شده از تصاویر لندست ۸ (OLI و حرارتی) برای سال ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰ در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، مساحت زمین‌های بایر در سال ۲۰۰۰ حدود ۰/۱۶ از کل مساحت منطقه بوده است در حالی که در سال ۲۰۱۶ به ۱۲ درصد کاهش یافته است. در هر دو سال مراتع بیشترین مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است و کمترین میزان کاربری نیز مربوط به کاربری جنگل و کویر بوده است.

جدول ۳. مساحت هر کدام از کاربری‌های استخراج‌شده از تصاویر موزاییک شده سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰

۲۰۱۶		۲۰۰۰		نوع کاربری
درصد نسبی	مساحت به هکتار	درصد نسبی	مساحت به هکتار	
۰/۱۲	۸۹۹۷۱۰	۰/۱۶	۱۲۱۵۴۶۰/۷۳	زمین‌های بایر
۰/۵۰	۳۷۴۸۷۹۱	۰/۵۴۶	۴۱۶۳۴۹/۳۱	مراغ
۰/۰۱	۷۴۹۷۶	۰/۰۱	۶۸۳۰۰/۵۸	باغات
۰/۲۷	۲۰۲۴۳۴۷	۰/۲۴	۱۷۷۲۱۱۷/۶۶	کشاورزی
۰/۰۰	۲۲۱۴۷	۰/۰۰	۲۲۱۴۷/۰۱	پهنه‌های آبی
۰/۰۶	۴۴۹۸۵۵	۰/۰۲	۱۴۱۶۶۰/۶۷	نواحی شهری
۰/۰۱۴	۷۴۹۷۶	۰/۰۱۴	۶۵۱۲۶/۵۵	شوره‌زارها
۰/۰۲	۱۴۹۹۵۲	۰/۰۰	۷۹۲۱/۱۷	کوبیر
۰/۰۱	۷۴۹۷۶	۰/۰۱	۴۱۳۵۷/۷۵	جنگل
۱	۷۴۹۷۵۸۲/۴۰	۱	۷۴۹۷۵۸۲/۴۰	مجموع



شکل ۵. نمودار مساحت کاربری‌های استخراج‌شده سال ۲۰۰۰



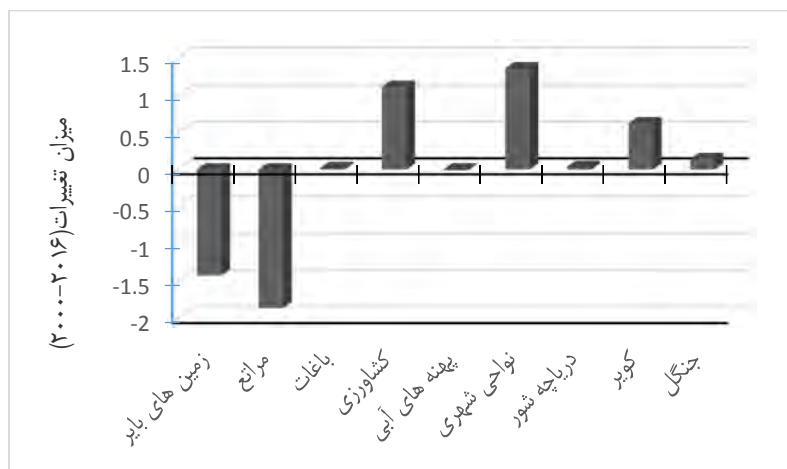
شکل ۶. نمودار مساحت کاربری‌های استخراج‌شده سال ۲۰۱۶

در جدول شماره ۴ میزان تغییرات کاربری اراضی ۸ کاربری استخراج‌شده از تصاویر لندست ۸ (OLI) و لندست ۵ (TM)، طی دوره آماری ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶، ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، طی این دوره ۱۶ ساله دو کاربری زمین‌های بایر و مراتع به ترتیب کاهشی برابر ۳۵ درصد و ۱۱ درصد مساحت خودشان (مساحت سال ۲۰۰۰) را داشته‌اند. بیشترین میزان افزایش مربوط به نواحی کویری و شورزارها است که طی ۱۷ سال، رشدی برابر ۹۵ درصد مساحت سال ۲۰۰۰ داشته‌اند. نواحی ساخته‌شده یا شهری در این دوره ۱۶ ساله مساحت آن ۶۹ درصد مساحت کل نواحی شهری سال ۲۰۰۰ یعنی برابر ۳۰۸۱۹۴/۲۸ هکتار رشد داشته است. زمین‌های کشاورزی طی این دوره ۱۷ ساله یعنی از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۱۶، به اندازه ۱۲ درصد از کل مساحت زمین‌های کشاورزی سال ۲۰۰۰ افزایش داشته است.

جدول ۴. میزان تغییرات کاربری اراضی طی دوره آماری ۱۶ ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۶)

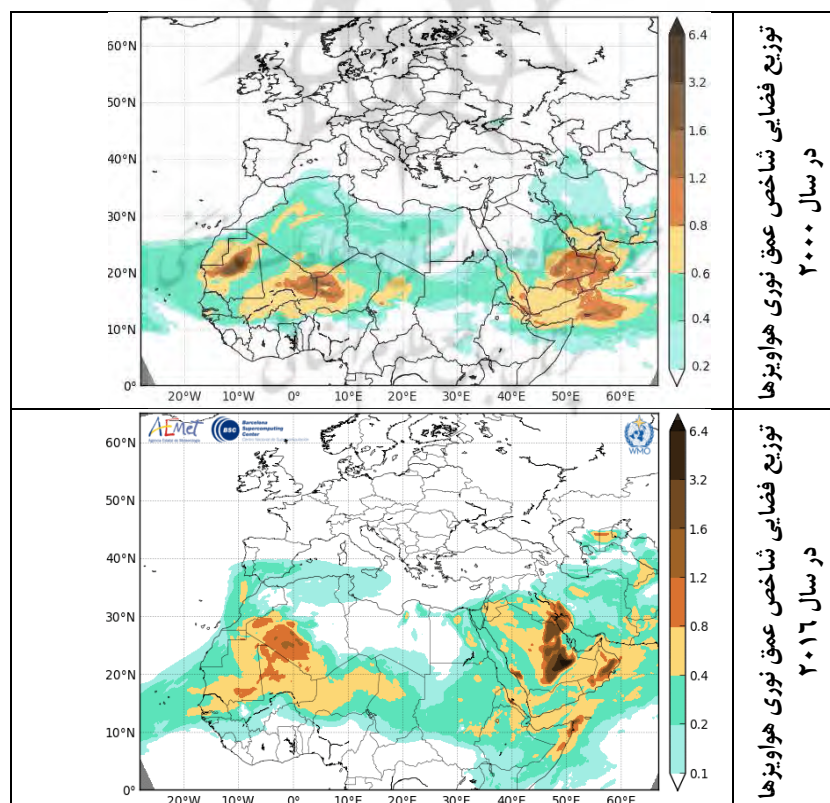
نوع کاربری	میزان تغییرات (هکتار)	درصد تغییر (از مساحت سال ۲۰۰۰)
زمین‌های بایر	-۳۱۵۷۵۰/۸۴	-۰/۳۵
مراتع	-۴۱۴۶۹۹/۱۱	-۰/۱۱
باغات	۶۶۷۵/۲۷	۰/۰۹
کشاورزی	۲۵۲۲۲۹/۵۹	۰/۱۲
پهنه‌های آبی	۰/۰۰	۰/۰۰
نواحی شهری	۳۰۸۱۹۴/۲۸	۰/۶۹
دریاچه شور	۹۸۴۹/۲۸	۰/۱۳
کویر	۱۴۲۰۳۰/۴۷	۰/۹۵
جنگل	۳۳۶۱۸/۰۷	۰/۴۵

میزان تغییرات هر کدام از کاربری‌های استخراج‌شده از تصاویر طی دوره آماری مورد بررسی به صورت نمودار ارائه شده است.



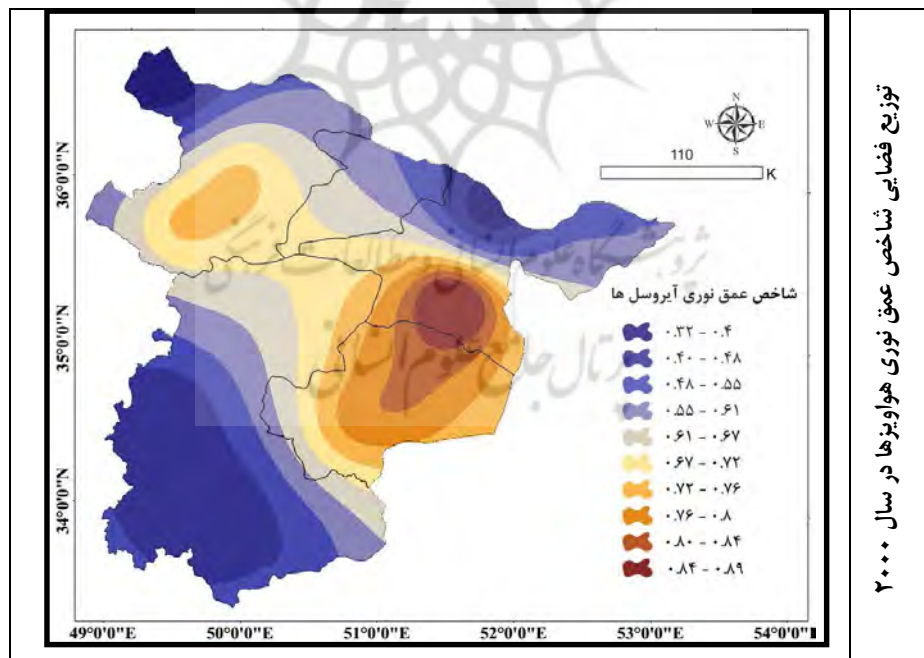
شکل ۷. نمودار میزان تغییرات کاربری اراضی طی دوره آماری ۱۶ ساله (۲۰۱۶-۲۰۰۰) (مقادیر بر اساس توزیع نرمال، برای مقایسه پذیری نرمال‌سازی شده‌اند)

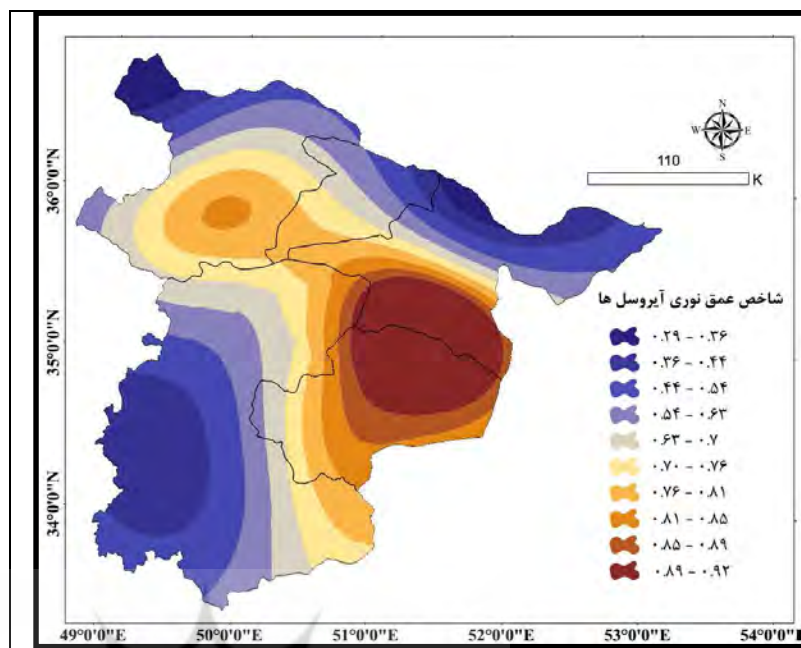
در شکل ۷ توزیع فضایی شاخص عمق نوری آئروسول‌ها برای دو سال ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰ در مقیاس کلی و نیز برای منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در سال ۲۰۰۰ میانگین فضایی این شاخص در منطقه مورد بررسی برابر ۰/۶۵ بوده است که تقریباً به معنی گردوغبار متوسط است. در سال ۲۰۱۶ میانگین فضایی شاخص AOD در منطقه مورد بررسی به ۰/۷۲ رسیده است که نشان‌دهنده بالا رفتن غلظت گردوغبار در کل منطقه مورد بررسی است.



شکل ۸. توزیع فضایی شاخص عمق نوری آبروسل‌ها برای دو دوره ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰ (میانگین دو ماه ژوئیه و اگوست) سازمان هواشناسی جهانی (WMO)

برای آگاهی دقیق‌تر از الگوی توزیع فضایی غلظت گردوغبار در دو دوره ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، توزیع فضایی این پارامتر بر روی منطقه مورد مطالعه ارائه شده است، همان‌طور که مشاهده می‌گردد، در سال ۲۰۰۰ نواحی شرقی منطقه که غالباً مبتنی بر پوشش‌های شوره‌زار و کویر است، بیشترین میزان شاخص بدون بعد AOD را که برابر ۰/۸۰ تا ۰/۸۹ است را به خود اختصاص داده است. نواحی شمالی و جنوبی منطقه مورد بررسی در این سال کمترین میزان شاخص AOD را داشته است که کمتر از ۰/۵ بوده است. در سال ۲۰۱۶، هم وسعت فضایی نواحی که دارای مقادیر بالای شاخص عمق نوری هستند افزایش پیدا کرده است و هم مقدار عددی این شاخص افزایش داشته است. به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۶ نیز در نواحی شرقی به ۰/۸ تا ۰/۹۲ رسیده است که حاکی از افزایش غلظت گردوغبار در این بخش از منطقه مورد بررسی نسبت به سال ۲۰۰۰ دارد. در این سال نیز بیشینه گردوغبار در نواحی شرقی بوده و مبتنی است بر نواحی شوره‌زار و کویری و زمین‌های بایر که بیشترین میزان گردوغبار را به خود اختصاص داده‌اند. نواحی کشاورزی، مراتع مرغوب و جنگل‌ها در هر دو سال نواحی هستند که کمترین میزان شاخص AOD را به خود اختصاص داده‌اند که کمتر از ۰/۵ بوده است و در کمترین حالت به زیر ۰/۳ رسیده است. به‌طور کلی میانگین فضایی شاخص AOD در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۰ حدود ۰/۰۷ افزایش داشته است و علاوه بر آن وسعت منطقه با گردوغبار بالا (۰/۸ تا ۰/۹۲) در سال ۲۰۱۶ نیز حدود ۲/۱ برابر سال ۲۰۰۰ شده است. گسترش نواحی کویری و شوره‌زارها که در طی دوره مورد بررسی با یک افزایش ۰/۹۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ روبرو شده بودند، یکی از عوامل اصلی افزایش طبقه گردوغباری با غلظت بالا در بخش شرقی منطقه است.





شکل ۹. توزیع فضایی شاخص عمق نوری هواپیزها در سال ۲۰۱۶ و ۲۰۰۰ (تصاویر AOD مادیس)

نتیجه گیری

در این تحقیق جهت بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در منطقه شمال غرب ایران مرکزی، از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و ۸ برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ استفاده گردیده است و به ارتباط تغییرات کاربری اراضی با شاخص گردوغبار سنجنده MODIS پرداخته شده است. در این راستا با به‌کارگیری روش طبقه‌بندی نظارت‌شده پیشینه شباهت، ۹ طبقه کاربری اراضی تحت عنوان زمین‌های بایر، مراتع، باغات، کشاورزی، پهنه‌های آبی، نواحی شهری، دریاچه شور، کویر، جنگل مشخص گردیده است که بیشترین کاربری مربوط به طبقه مراتع می‌باشد که در هر دو سال بیش از ۵۰ درصد از مساحت منطقه را در بر گرفته است، کمترین میزان کاربری مربوط به جنگل می‌باشد. همچنین زمین‌های بایر ۳۵ درصد و مراتع ۱۱ درصد نسبت به سال ۲۰۰۰ کاهش یافته‌اند. نتایج حاصل از اعتبارسنجی طبقه‌بندی نشان داد که دقت طبقه‌بندی بر اساس شاخص کاپا برای دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ به ترتیب برابر ۸۵ و ۸۶ درصد بوده است. نتایج تحقیق همچنین نشان داده است که در منطقه مورد بررسی پیشینه شاخص گردوغبار بر کاربری‌هایی مانند شوره‌زار و کویری است که طی دوره ۱۷ ساله مورد بررسی این دو پوشش سطحی رشدی برابر با ۰/۹۵ را از خود نشان داده‌اند. به تبع رشد فضایی این دو کاربری، علاوه بر بالا رفتن میانگین فضایی شاخص عمق اپتیکی آئروسول‌ها (از ۰/۶۵ در سال ۲۰۰۰ به ۰/۷۲ در سال ۲۰۱۶) وسعت فضایی طبقه پیشینه گردوغبار نیز که در نواحی شرقی منطقه دیده شده است، در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۰ حدود ۲/۱ برابر شده است و علاوه بر آن شاخص AOD نیز به ۰/۸ تا ۰/۹۲ در سال ۲۰۱۶ افزایش داشته است.

منابع

- آرخی، صالح؛ یعقوب نیازی؛ ۱۳۸۹، ارزیابی روشهای مختلف سنجش ازدور برای پایش تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی حوزه دره شهر- استان ایلام)، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷، شماره ۱، صص ۹۳-۷۴.

- امامقلی، معروف؛ عطا صفری؛ شاهدی، کاکا، فرهودی، محمدحسین، خسروی، خه بات، ۱۳۹۳، بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های GIS و RS و ارزیابی اقتصادی آن در مقایسه با تغییرات هدر رفت خاک (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سد آزاد)، فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، دوره ۵، شماره ۳، صص ۱۵-۲۸.
- بحیرایی، حمید؛ سید محمود هادی ایازی، رجایی، محمدعلی، احمدی، حمزه، ۱۳۹۰، تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گردوغبار در استان ایلام، فصلنامه علمی-پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال چهارم، شماره اول، ص ۴۷.
- حسین زاده، محمد مهدی؛ غلامرضا، براتی، صابر نیا، زهرا، ۱۳۹۳، اثرات تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی بر فرسایش بادی و وقوع روزهای غبارآلود در منطقه شهریار، پژوهش‌های دانش زمین، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۷۶-۸۸.
- خوش کیش، اسدالله؛ بهلول علیجانی، حجازی زاده، زهرا، ۱۳۹۰، تحلیل سینوپتیکی گردوغبار در استان لرستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۲، صص ۹۱-۱۱۰.
- ذوالفقاری، حسن؛ حیدرعباد زاده، ۱۳۸۴، تحلیل سینوپتیکی توفان‌های گردوغبار در غرب ایران، نشریه جغرافیا و توسعه، صص ۱۷۳-۱۸۸.
- ذوالفقاری، حسن؛ جعفر معصوم پور سما کوش، شایگان مهر، شاپور، احمدی، محمد، ۱۳۹۰، بررسی همدید توفان‌های گردوغبار در مناطق غربی ایران طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (مطالعه موردی، موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸). مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره ۳، صص ۳۴-۱۷.
- رنجبر، محسن؛ فاضل ایران منش، دهقان، علی‌رضا، ۱۳۸۴، نقش پلایا های سیستان در گسترش توفان‌های غبار زا (با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای)، نشریه علمی-پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، سال سوم، شماره ۷، صص ۸۱-۶۹.
- رئیس پور، کوهزاد؛ ۱۳۹۳، وب سایت جامع هوا و اقلیم شناسی ایران.
- سلیمانی، آرزو؛ حسین محمد عسگری، سهراب، علی دادالهی، علمی زاده، هیوا، خزاعی، سید حسین، ارزیابی عمق اپتیکی حاصل از تصاویر ماهواره MODIS در خلیج فارس، مجله علوم و فنون دریایی، دوره ۱۴، شماره ۴، صص ۷۵-۸۳.
- سفیانیان، علیرضا؛ لقمان خداکرمی، ۱۳۹۲، تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوزه آبخیز کبودرآهنگ، رزن - قهاوند و خونجین - تلخاب در استان همدان)، آمایش سرزمین، شماره ۴، صص ۹۵-۱۱۴.
- علوی پناه، سید کاظم؛ مسعود مسعودی، ۱۳۸۰، تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های رقومی ماهواره لندست TM و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مطالعه موردی (منطقه موک استان فارس)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۸، شماره ۱، صص ۶۵-۷۵.
- فرج زاده، منوچهر؛ مهنام فلاح، ۱۳۸۷، ارزیابی اثرات تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین در سیل رژیم رودخانه تجن با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۴، صص ۱۰۴-۸۹.
- ۱۳- فلاح ززولی محمد؛ علیرضا وفایی نژاد، خیرخواه زر کش، میر مسعود و احمدی دهکاء، فریبرز، ۱۳۹۳، منشأ یابی گردوغبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، شماره ۵ و ۴، صص ۷۷-۶۱.

- ۱۴- مفیدی، عباس؛ سجاد جعفری، ۱۳۹۱، بررسی نقش گردش منطقه‌ای جو بر روی خاورمیانه در وقوع توفان‌های گردوغباری تابستانه در جنوب غرب ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال دوم، شماره پنجم، صص ۴۵-۱۷.
- Ferreira, D. , Farimani, A. and Sousa, M. , 2011. *Numerical and experimental analysis of wind erosion*. Springer Science Business Media B. V.
- Goudie ,A. and Middleton NJ. , 2001. *Saharan dust storms: nature and consequences: Earth Science Review*, 56, pp.179-204.
- Liu, X.H., Skidmore, A.K. and Oosten, H.V., 2002, *Integration of Classification Methods for Improvement of Land-cover Map Accuracy : ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 56, pp. 257-268.
- ogren, J.A., 1995. *A systematic approach to in situ observations of aerosol properties, Aerosol forcing of climate*, R.J. Charlson and J. Heintzenberg(eds), Wiley & Sons, New York, pp.215-226.
- Zhang, X. , T. , Kang, H. , wang, Y. , Sun, 2010. *Analysis on spatial structure of landuse change based on remote sensing and geographical information system : International Journal of Applied Earth Observation and Geo information*, 12, pp.145-150.
- Wilkerson Walter, D., 1991. *Dust and sand forecasting in Iraq and adjoining countries. USAF Environmental Technical Applications Center*, pp72.

