

بررسی روند تغییرات سبزینگی جنگل‌های بلوط غرب و پدیده گرد و غبار با استفاده از تلفیق داده‌های ماهواره‌ای و هواشناسی در استان کرمانشاه

علی صالحی^{۱*}، کامران پورمقدم^۲، علی‌اکبر نوروزی^۳ و امیر اسلام بنیاد^۴

^۱ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ^۲ دانشجوی دکتری علوم جنگل، پردیس دانشگاهی دانشگاه گیلان، ^۳ دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران و ^۴ استاد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲

چکیده

در سال‌های اخیر بخش قابل توجهی از جنگل‌های بلوط غرب کشور با پدیده خشکیدگی مواجه شده است. بررسی‌های اولیه، یکی از عوامل تاثیرگذار بر خشکیدگی جنگل‌های بلوط را افزایش فراوانی وقوع و شدت پدیده گرد و غبار معرفی کرده‌اند. در این مطالعه، از تصاویر سنجنده مادیس با قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر و ۲۵۰ متر و اطلاعات هواشناسی ایستگاه‌های هم‌دیدگی استان کرمانشاه مربوط به دوره زمانی ۱۵ ساله (۲۰۱۴-۲۰۰۰) برای بررسی پدیده گرد و غبار و روند تغییرات سبزینگی جنگل در این استان استفاده شد. بررسی شدت گرد و غبار با استفاده از داده‌های دید افقی و طبقه‌بندی تصاویر با روش نظارت‌نشده صورت گرفت. همچنین، در این پژوهش ارتباط فراوانی وقوع گرد و غبار و روند تغییرات سبزینگی در محدوده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط مورد بررسی قرار گرفت. بررسی رخداد گرد و غبار نشان داد که در استان کرمانشاه به ترتیب بیشترین روزهای دارای گرد و غبار در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ به وقوع پیوسته است. بیشترین فراوانی وقوع گرد و غبارهای شدید مربوط به سال ۲۰۱۲ بوده است. همچنین، بررسی تصاویر ماهواره‌ای و شاخص‌های طیفی نشان داد که بیشترین کاهش سبزینگی در جنگل‌های متراکم (با بیش از ۵۰ درصد تاج پوشش) به میزان ۶۷ درصد و با دقت کلی ۶۲ درصد در محدوده جنوب و جنوب شرق استان کرمانشاه و در مرز استان‌های لرستان و ایلام اتفاق افتاده است. همچنین، نتایج نشان داد که فراوانی پدیده گرد و غبار با پدیده کاهش سبزینگی جنگل بلوط همبستگی بالایی (۰/۷) دارد و گرد و غبار، بر کاهش سبزینگی جنگل‌های بلوط استان کرمانشاه تاثیرگذار است.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه هم‌دید، بارش، رطوبت خاک، تصاویر سنجنده مادیس، طبقه‌بندی

مقدمه

و بیش از ۹/۸ میلیون نفر به‌طور مستقیم به آن وابسته‌اند (Jahanbazi Goujani و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین، جنگل‌های زاگرس با مساحتی بالغ بر پنج میلیون هکتار با تحت پوشش قرار دادن ۱۱ استان کشور ضمن بهبود کیفیت اقلیمی، بیشترین تأثیر را در

ناحیه رویشی زاگرس به‌دلایل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی منطقه‌ای کلیدی و راهبردی به شمار می‌رود. این منطقه، ۲۰ درصد سطح کشور را در بر می‌گیرد، ۴۰ درصد آب‌های کشور در آن جریان دارند

مختلف استان ایلام و جنگل‌های منطقه بود. همچنین، کاهش معنی‌دار بارش و ایجاد تنش خشکی در مقیاس سالانه و به‌ویژه فصل رشد یکی از عامل‌های اصلی خشکیدگی و کاهش سبزیگی در جنگل‌های این منطقه معرفی شد. Hoseinzadeh و همکاران (۲۰۱۵)، به بررسی ارتباط عوامل پستی و بلندی با گسترش زوال بلوط ایرانی در جنگل مله‌سیاه ایلام پرداختند. به این منظور، ۱۲ قطعه نمونه در دو جهت شمالی و جنوبی و دو طبقه ارتفاعی همراه با سه تکرار انتخاب شدند. نتایج پژوهش نشان داد که قطر، ارتفاع، طول تاج و رویه‌زمینی در جهت‌های مختلف دامنه و ارتفاعات مختلف از سطح دریا، تفاوت معنی‌داری نداشته، با این حال، جهت دامنه بر اندازه خشکیدگی درختان دانه‌زاد اثر معنی‌داری داشت. Mahdavi و همکاران (۲۰۱۵) با هدف بررسی وضعیت درختان خشکیده بلوط ایرانی با استفاده از آماربرداری صد در صد در ۹۶ هکتار از جنگل‌های منطقه بیوره استان ایلام پرداختند. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که درصد کل خشکیدگی در منطقه مورد بررسی ۱۱/۵ درصد بود و بیشترین میزان در جهت‌های غربی و جنوبی و کمترین میزان در جهت‌های شرقی و شمالی دیده شد.

با توجه به اهمیت موضوع تغییرات محیطی، امروزه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از منابع مهم داده برای نمایش تغییرات محیطی و مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی مطرح است. استفاده و کاربرد این تصاویر در زمینه‌های مختلف می‌تواند قابلیت و محدودیت‌های این داده‌ها را مشخص کند (Mohammadzadeh و همکاران، ۲۰۱۷). آنچه که مهم است، بررسی قابلیت این داده‌ها با توجه به پیشرفت‌های روز افزون داده‌های طیفی و مکانی است. همچنین، بررسی این داده‌ها در شرایط مختلف محیطی با تنوع کاربری‌ها و پوشش‌های گیاهی ضروری به نظر می‌رسد (Sanjar و Boroomand، ۲۰۱۳). Zhaofei و همکاران (۲۰۰۸)، در پژوهشی به بررسی خشکیدگی توده‌های بلوط در کوهستان‌های راکی ایالات متحده پرداختند. نتایج بررسی آن‌ها نشان داد که درختان با تاج بزرگ‌تر نسبت به درختان با تاج‌های متوسط و کوچک آسیب‌پذیری بیشتری به

تأمین آب، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کشور دارند (Heidari Safari Kouchi و همکاران، ۲۰۱۵).

جنگل‌های ارزشمند زاگرس در یک دهه اخیر با پدیده خشکیدگی مواجه شده‌اند. زوال و خشکیدگی جنگل‌های زاگرس از سال ۱۳۸۸ از استان ایلام آغاز و نخستین گزارش زوال گونه‌های جنگلی در این استان تهیه شد و به‌دنبال آن، استان‌های دیگر مانند کرمانشاه، فارس، کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری نیز گزارش شد (Afaridan و همکاران، ۲۰۱۵). با وجود این‌که هنوز دلیل اصلی زوال جنگل‌های زاگرس مشخص نشده است، اما در تحقیقاتی که انجام گرفته است، عوامل زنده (مانند پاتوژن‌ها و بیماری قارچ زغالی بلوط)، آفات (سوسک‌ها)، عوامل غیر زنده مانند گرد و غبارها، خشکسالی، خشکی و سرما، رقابت درختی، قطر و سن درختان و عوامل انسانی مانند کشت زیراشکوب جنگل و چرای دام را از عوامل تأثیرگذار بر خشکیدگی بلوط می‌دانند (Khosropour و همکاران، ۲۰۱۴). عوامل متعددی بر خشکیدگی جنگل‌ها موثر هستند، اما در این پژوهش، صرفاً به بررسی پدیده گرد و غبار و ارتباط آن با کاهش سبزیگی و خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان کرمانشاه پرداخته شده است.

عوامل آب و هوایی باعث تغییر در الگوی بارش، خشکسالی‌های تابستانه و زمستان‌های سرد می‌شوند که اثرات مخربی بر روی درختان دارند. مطالعات انجام‌شده نشان می‌دهند که بیشترین درختان خشکیده در شیب‌های زیاد (قدرت خاک در نگهداری رطوبت به‌خصوص در شرایط سخت جوی و خشکسالی ضعیف می‌شود)، ارتفاع کمتر از سطح دریا و جهت‌های جنوبی (خشکی هوا، شدت تابش، گرمای زیاد و کاهش رطوبت در این دامنه) قرار دارند (Barazmand و همکاران، ۲۰۱۲).

Azizi و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به بررسی زوال جنگل‌های ایلام و ارتباط آن با تغییرات بارش و در یک دوره ۱۴ ساله پرداختند. نتایج مطالعه، نشان‌دهنده روند کاهشی بارش در مقیاس‌های زمانی سالانه و ماهانه بر پوشش‌های

طبیعی کشور را شامل می‌شود که از این میزان ۵۲۷۰۰۰ هکتار را اراضی جنگلی و ۱۱۹۰۰۰۰ هکتار را اراضی مرتعی تشکیل می‌دهند. نسبت طبقات انبوهی جنگل شامل دو درصد جنگل انبوه، ۴۰ درصد جنگل نیمه‌انبوه و ۵۸ درصد جنگل تنک است. بر اساس استاندارد ارائه‌شده در تارنمای سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، برای جنگل‌های زاگرس، جنگل‌های انبوه با بیش از ۵۰ درصد تاج پوشش، جنگل‌های نیمه‌انبوه با ۲۵ تا ۵۰ درصد تاج پوشش و جنگل‌های تنک با پنج تا ۲۵ درصد تاج پوشش تعریف شده است (شکل ۱). گونه غالب این جنگل‌ها بلوط ایرانی است که همراه گونه‌های دیگر نظیر بنه، گلایی وحشی، ارژن، کیکم، زالزالک، بادام و آلبالوی وحشی پوشش جنگلی استان را تشکیل می‌دهند (Gheitury, ۲۰۱۴). جنگل‌های بلوط استان کرمانشاه از سال ۱۳۸۹ دچار خشکیدگی شده است. مساحت تحت تاثیر خشکیدگی بلوط در این استان تا پایان سال ۱۳۹۲ معادل ۹۲ هزار هکتار، پایان سال ۹۳ برابر با ۱۲۰ هزار هکتار و در پایان سال ۹۵ این میزان ۲۰۰ هزار هکتار گزارش شده است (Gheitury, ۲۰۱۴؛ Parvaneh و همکاران، ۲۰۱۶). با توجه به روند گسترش خشکیدگی جنگل‌های بلوط، برآورد می‌شود که اکنون در پایان سال ۹۷ و پس از یک دهه تقریباً نیمی از ۵۲۷ هزار هکتار جنگل‌های بلوط این استان با معضل خشکیدگی مواجه شده باشند.

روش مورد پژوهش: ابتدا، داده‌های مکانی و توصیفی بر اساس مطالعات پیشین جمع‌آوری و سپس، از داده‌های ایستگاه‌های همدیدی هواشناسی مراکز شهرستان‌های استان کرمانشاه، بارش، جهت باد غالب، رطوبت، دید افقی و PM10 محیط زیست استخراج شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات پایه از منطقه مورد مطالعه، به تهیه تصاویر سنجنده مادیس^۱ با قدرت تفکیک مکانی یک کیلومتر، طی یک دوره آماری (۲۰۱۴-۲۰۰۰) اقدام شد. همچنین، برای بررسی پوشش جنگلی تصاویر روزانه سنجنده مادیس (محصولات NDVI mod21 و 22) با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متر مربوط به همین بازه زمانی از تارنمای

پدیده خشکی داشته‌اند. در پژوهشی دیگر، Brown و Allen-Diaz (۲۰۰۹) به بررسی دینامیک توده و خشکیدگی ناگهانی بلوط در جنگل‌های همیشه سبز آمیخته با غالبیت بلوط ساحلی در کشور آمریکا پرداختند. نتایج این بررسی، حاکی از نرخ چهار تا پنج درصدی مرگ و میر درختان در یک دوره ۱۰ ساله بود که باعث کاهش ۴۰ تا ۶۰ درصدی سطح مقطع در هکتار این توده‌ها تا سال ۲۰۱۴ شد. Galiano و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی دلایل خشکیدگی جنگل‌های بلوط مدیترانه پرداختند که نتایج مطالعه ایشان به ترتیب خصوصیات اختصاصی گونه‌ها، تغییرات در آب و هوا و سایر عوامل را در جایگاه بعدی اهمیت در مورد خشکیدگی بلوط‌های منطقه قرار داد.

با توجه به اهمیت جنگل‌های زاگرس به‌عنوان ذخایر ارزشمند طبیعی کشور و ضرورت حفاظت از این جنگل‌ها به‌منظور حفظ تعادل و پایداری زیست‌بوم غرب ایران و همچنین، با توجه به موقعیت استان کرمانشاه در غرب کشور که همواره تحت تأثیر گرد و غبار وارده از کشورهای همسایه قرار دارد، پژوهش حاضر بر آن است تا به بررسی وضعیت فراوانی وقوع و شدت پدیده گرد و غبار و ارتباط آن با کاهش سبزینگی جنگل‌های بلوط کرمانشاه بپردازد. به این‌منظور، از تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات هواشناسی استان، وقوع گرد و غبار به‌عنوان عامل موثر بر وضعیت سبزینگی جنگل بلوط منطقه در یک دوره زمانی معین استفاده و اثرات آن مورد بحث قرار گرفت.

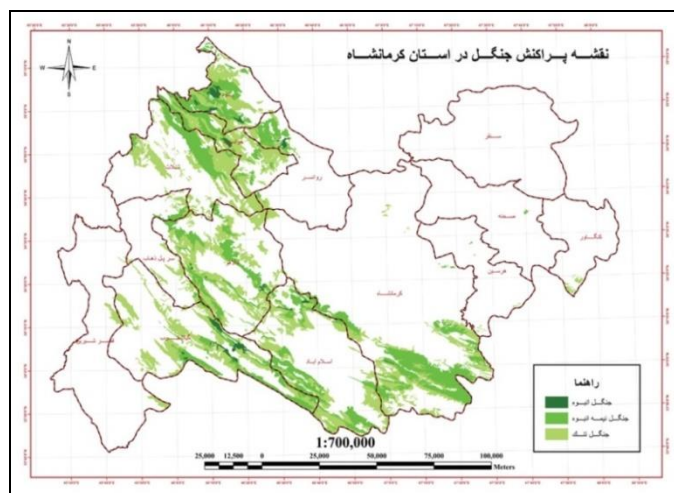
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پژوهش حاضر در پهنه جنگل‌های استان کرمانشاه انجام گرفت. استان کرمانشاه با مساحت ۲۴۴۵۰۰۰ هکتار در محدوده ۸° ۳۷' ۳۳" تا ۸° ۱۷' ۳۵" عرض جغرافیایی شمالی و ۳۹° ۲۰' ۴۵" تا ۴۸° ۱' ۵۸" طول جغرافیایی شرقی قرار دارد. این استان با متوسط ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا بخشی از رشته کوه زاگرس و جنگل‌های بلوط غرب را در بر دارد. مساحتی بالغ بر ۱۷۱۷۰۰۰ هکتار از سطح کل استان را عرصه‌های منابع طبیعی در بر می‌گیرد که در مقایسه با وسعت منابع طبیعی کشور (۱۰۰ میلیون هکتار)، ۱/۵ درصد عرصه‌های

^۱ MODIS

مربوط به تیپ جنگل و تراکم انبوهی جنگل است نیز اخذ شد. همچنین، نقشه‌های محدوده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان که در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۴ توسط این سازمان تولید شده است، مورد استفاده قرار گرفت.

NOAA دریافت شد. کاربرد این محصول برای بررسی تغییرات میزان سبزی‌نگی و در نتیجه دستیابی به روند تغییرات پوشش گیاهی است. نقشه رقومی پوشش منابع جنگلی که به‌وسیله سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور تولید شده است و شامل اطلاعات



شکل ۱- نقشه پراکنش و تراکم جنگل‌های استان کرمانشاه

تغییرات میزان سبزی‌نگی جنگل در محدوده‌های استخراج‌شده از نقشه‌های سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور استفاده شد.

الگوریتم ISODATA، یک روش خودکار است که می‌تواند داده‌های ورودی مختلف را طبقه‌بندی کند. در این روش، فقط تعداد خوشه‌ها و بیشترین تعداد تکرار مورد نیاز است (Tou, ۱۹۷۴). با استفاده از این الگوریتم به ارزیابی تعداد طبقات مطلوب برای منطقه مورد مطالعه پرداخته شد. قابل ذکر است، برای تعیین دقیق طبقات در این پژوهش، فواصل طبقات تا طبقه ۵۰ به صورت پنج طبقه و از طبقه ۵۰ تا ۱۰۰ به صورت ۱۰ طبقه در نظر گرفته شد که در نهایت، تعداد طبقات اعمال‌شده به صورت پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ طبقه بود و برای هر بار اجرا بیشینه تکرار ۲۵ و آستانه تفکیک‌پذیری ۰/۹۹ در محیط نرم‌افزاری ERDAS نظر گرفته شد. انتخاب بهترین طبقه برای پوشش‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه بر اساس تفکیک‌پذیری هر خوشه انجام گرفت.

یکی از مشکلاتی که در تکنیک ISODATA وجود دارد، این است که انتخاب بهترین طبقه را نشان

پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای سنجش از دوری ERDAS و ENVI پیش‌پردازش‌های هندسی، اتمسفری و تبدیل^۱ به سامانه‌های مورد نظر (شامل GCS و UTM) انجام شد. به‌منظور تعیین تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی عمل طبقه‌بندی با استفاده از روش نظارت‌نشده^۲ ISODATA انجام شد (de Bie و همکاران، ۲۰۰۸). روش نظارت‌نشده یک نوع روش خودکار طبقه‌بندی است که به نمونه‌های معلوم نیاز نداشته، بر اساس مقادیر خود پیکسل‌ها در مورد طبقه‌بندی آن‌ها تصمیم‌گیری می‌شود (Azizi و همکاران، ۲۰۱۲). تعیین تعداد طبقه مطلوب و بهینه پوشش گیاهی با استفاده از شاخص تفکیک‌پذیری^۳ و با کمک میانگین و کمینه واگرایی این شاخص انجام پذیرفت. با توجه به در اختیار بودن نقشه پوشش جنگلی استان کرمانشاه که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه شده است، لزومی به تهیه نقشه محدوده جنگل‌های استان با استفاده از روش نظارت نشده نبود و از این روش برای تعیین

^۱ Re-projection

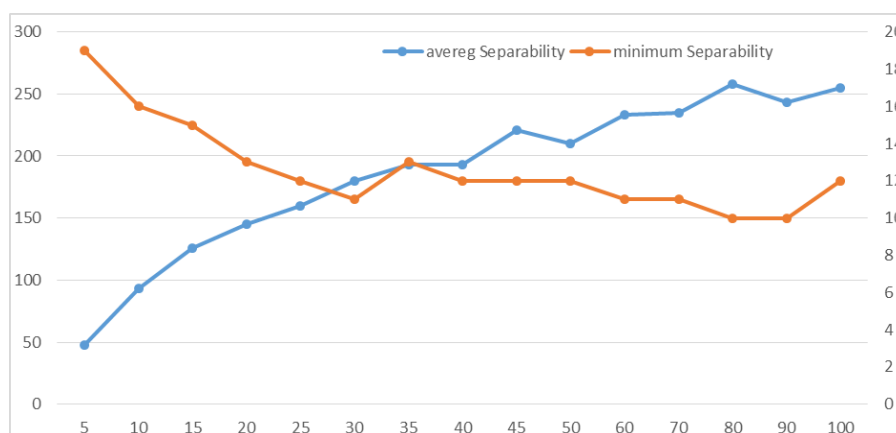
^۲ Unsupervised classification

^۳ Separability

اولین بار به وسیله Swain (۱۹۷۸) به کار برده شد. بر اساس نتایج حاصل از طبقه‌بندی ۱۰۰ طبقه نام برده شده، در نهایت طبقه ۴۵ برای ماهواره MODIS منطقی‌ترین انتخاب تشخیص الگوی صحیح است، چرا که این طبقه مقادیر طبقات را کمتر از ۱۰۰ نگه می‌دارد و انطباق مناسبی بین کمینه و میانگین طبقات وجود دارد. بر اساس نمودار شکل ۲، شاخص میانگین تفکیک‌پذیری در طبقه ۴۵ سنجنده مادیس به اوج می‌رسد و همزمان شاخص کمینه تفکیک‌پذیری نیز از اوج نسبتاً متعادلی برخوردار است.

نمی‌دهد. یعنی در انتخاب طبقه‌ها مشخص نیست که کدام طبقه بهینه تعداد خوشه‌ها است. ممکن است، ۱۰۰ تکرار داشته باشد، اما انجام تعداد تکرار زمان‌بر است، در حالی که ممکن است، به عنوان مثال با ۴۵ طبقه نیز همان تعداد طبقه بهینه را به دست آورد. ارزیابی و انتخاب بهترین طبقه با استفاده از شاخص تفکیک‌پذیری انجام شد (Pal و Bezdek، ۱۹۹۵؛ Boudraa، ۱۹۹۹).

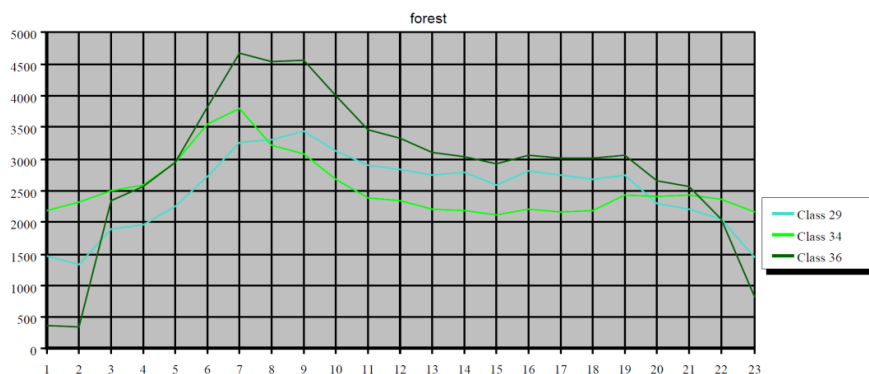
شاخص تباین از روش‌های اولیه تفکیک آماری خوشه‌ها است که مورد استفاده قرار گرفت. این روش،



شکل ۲- تعیین تعداد طبقه مطلوب بر اساس شاخص‌های کمینه و میانگین تفکیک‌پذیری تصاویر سنجنده مادیس

هدف اصلی این پژوهش، تعیین طبقات جنگل و بررسی روند تغییرات سبزینگی آن‌ها در درازمدت است، پایش روند تغییرات سبزینگی جنگل در مقیاس‌های مختلف ماهانه، فصلی و سالانه مورد نیاز است. بنابراین، پس از انجام پردازش‌های لازم بر روی تصاویر منطقه در محیط نرم‌افزار ERDAS به صورت یک لایه تجمعی در دوره ۱۴ ساله مطالعه به انجام رسید (Barazmand و همکاران، ۲۰۱۲).

نقشه NDVI سال ۲۰۱۴ از تصویر موزائیک‌شده برای منطقه مورد مطالعه استخراج شد و بر اساس روش‌های نام برده شده در روش پژوهش، تعداد طبقات مطلوب تهیه شد. تفکیک طبقات جنگلی بر اساس طول دوره رشد و سبزینگی و زمان شروع و خاتمه خزان (در نظر گرفتن فصل رویش جنگل) و بر اساس منحنی خصوصیات طیفی در طول زمان قابل استخراج و تشخیص بود (شکل ۳). با توجه به این‌که

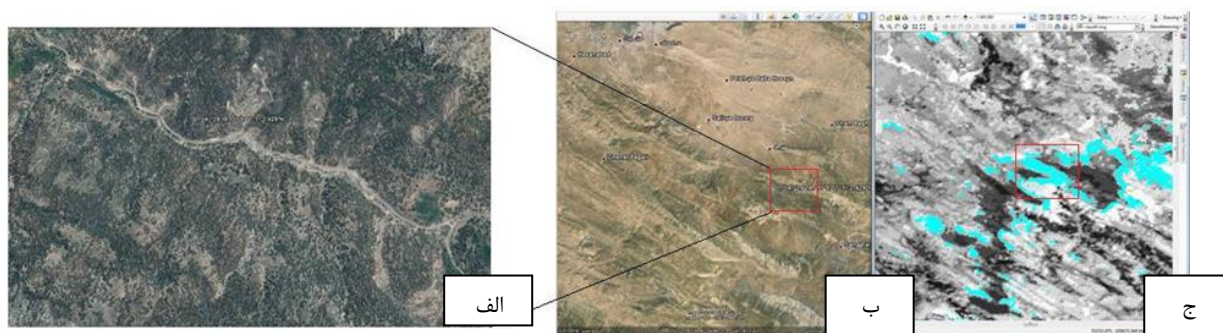


شکل ۳- امضاءهای طیفی به تفکیک هر طبقه بر اساس نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر سنجنده MODIS

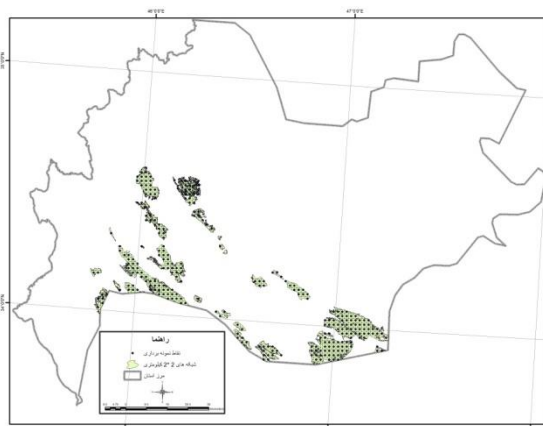
منحنی‌های خصوصیات طیفی استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای قرار گرفت (شکل ۴).

برای بررسی صحت محدوده‌های جنگلی تولیدشده از تصاویر ماهواره‌ای بر اساس واقعیت زمینی، شبکه‌ای با ابعاد دو کیلومتر در دو کیلومتر بر روی نقشه طراحی شد (شکل ۴).

برای بررسی نقشه NDVI محدوده جنگل از لایه رقومی نقشه‌های پوشش منابع جنگلی که شامل اطلاعات تیپ و تراکم جنگل بلوط و نقشه محدوده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان است و به‌وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور تهیه شده است، استفاده شد. همچنین، تصاویر گوگل ارث، مبنای بررسی و کنترل نقشه‌های تولیدشده و



شکل ۴- استفاده از تصاویر گوگل‌ارث برای بررسی نقشه NDVI محدوده جنگل



شکل ۵- موقعیت شبکه‌های ۲×۲ کیلومتری برای بررسی صحت محدوده‌های جنگلی

نقاط کنترل تهیه‌شده بر روی لایه اطلاعات جنگلی تهیه‌شده با استفاده از تصاویر NDVI مادیس، میزان دقت نقشه NDVI جنگل مشخص شد. بر اساس ارزیابی انجام‌شده از نقاط کنترلی دقت کلی معادل ۶۲ درصد برآورد شد (جدول ۱).

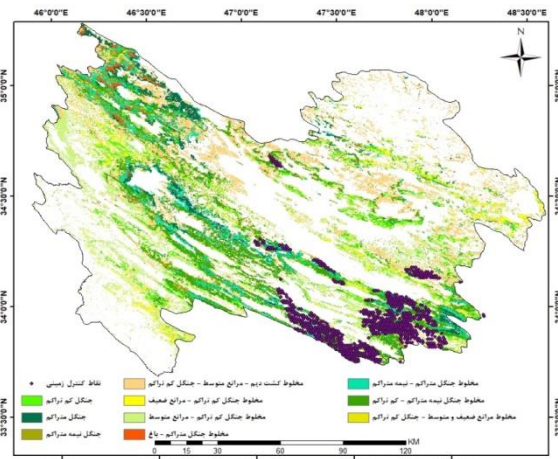
این شبکه به‌عنوان نقاط کنترل زمینی در نظر گرفته شد. بر اساس شبکه طراحی‌شده در مجموع تعداد ۷۱۲ نقطه مشخص شد (شکل ۳). از مجموع ۷۱۲ نقطه، تعداد ۷۹ نقطه در نقاط فاقد پوشش واقع شد و بر همین اساس، این تعداد نقاط در ارزیابی کلی مورد محاسبه قرار نگرفت. در نهایت، با قراردادن لایه

جدول ۱- ارزیابی دقت نقشه تولیدشده محدوده جنگل

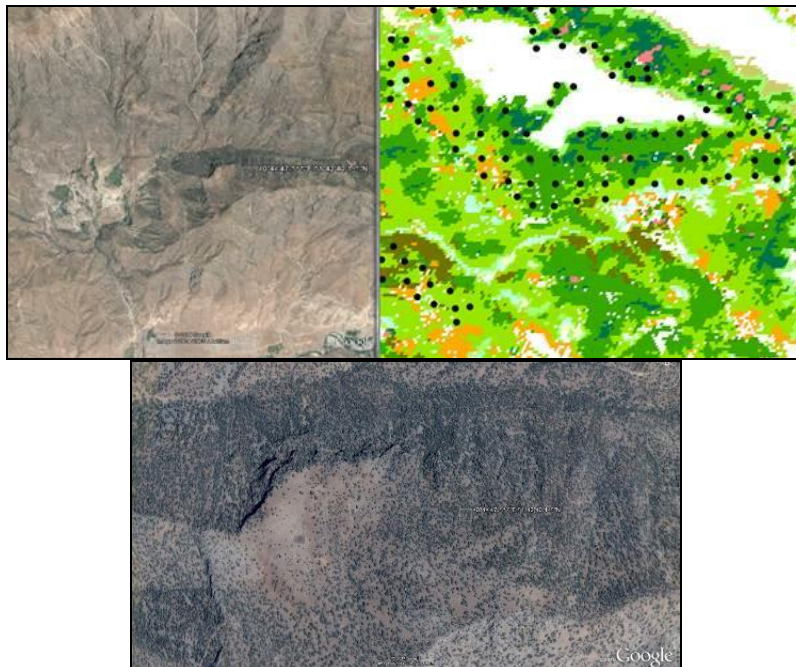
مجموع نقاط کنترلی	تعداد نقاط کنترلی واقع‌شده در نقاط خالی	تعداد نقاط کنترلی بر روی لایه جنگل تولیدشده	نقاط کنترلی تاییدکننده واقعیت زمینی	درصد صحت به‌دست آمده
۷۱۲	۷۹	۶۳۳	۳۹۴	۶۲/۲

در این لایه تجمعی، وضعیت تغییر سبزینگی پوشش جنگل در محدوده جنگل‌های بلوط استان که از طریق بازدیدهای زمینی و نقشه‌های سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور شناسایی و استخراج شده بود، انجام شد. با بررسی تغییرات در منحنی طیفی مربوط به محدوده جنگلی روند تغییرات میزان سبزینگی طبقات جنگلی طی دوره مطالعه (۲۰۱۴-۲۰۰۰) مشخص شد.

به موازات آن، لایه‌های AOD که عملیات تبدیل سامانه مختصات بر روی آن‌ها انجام شده بود، به صورت لایه تجمعی برای هر سال تولید شد. نقاط نمونه گرفته شده، منطبق بر تصاویر ماهواره‌ای و تصاویر موجود در گوگل ارث و نوع پراکنش آن‌ها در منطقه مورد مطالعه در شکل ۷ نشان داده شده است. تصاویر NDVI تهیه شده برای هر ۱۶ روز یک‌بار به صورت یک لایه تجمعی ساخته شد. به ازای هر سال



شکل ۶- شبکه نقاط کنترل زمینی بر اساس نقشه سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور



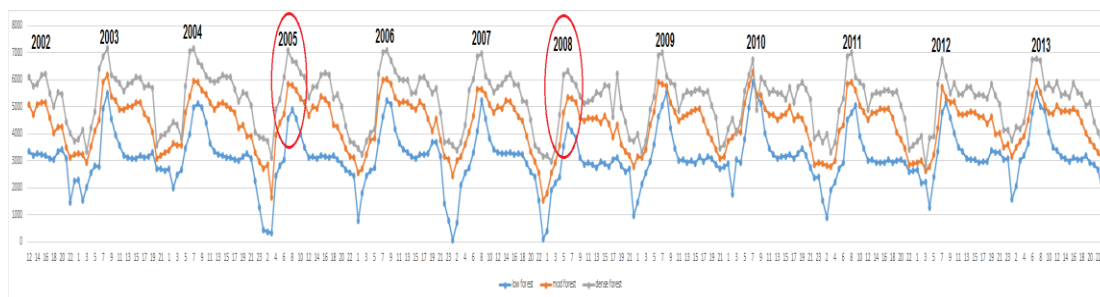
شکل ۷- نقاط نمونه گرفته شده منطبق بر تصاویر ماهواره‌ای و تصاویر موجود در گوگل ارث

توجهی در میزان NDVI در مناطق خشکیدگی جنگل بلوط در این برهه از زمان رخ داده است. این کاهش

نمودارهای طیفی سبزینگی جنگل در طی سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ نشان داد که کاهش قابل

است که نشان‌دهنده فراگیربودن روند کاهش سبزیگی جنگل بلوط در منطقه مورد مطالعه است (شکل ۸).

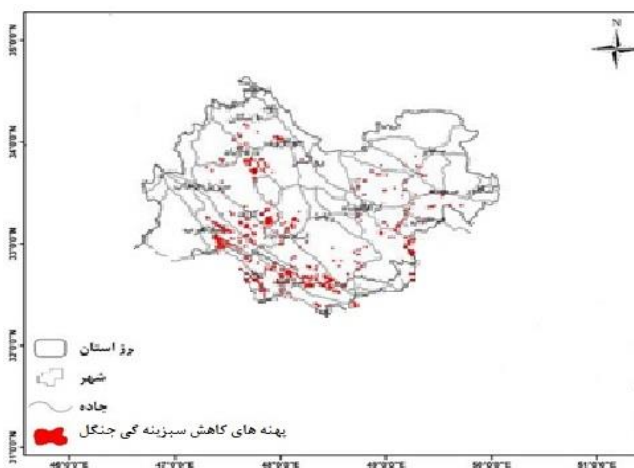
برای سال ۲۰۰۸ نسبت به سایر سال‌ها بیشتر است. طی این سال‌ها علاوه بر این که کاهش حجم سبزیگی در زمان بیشینه رویش جنگل یعنی اوایل اردیبهشت ماه رخ داده است، در سایر ماه‌های سال نیز پایین



شکل ۸- روند تغییرات سبزیگی طبقات مختلف جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای (۲۰۰۰-۲۰۱۴)

آن‌ها به شدت کاهش یافته، همچنین، سالی که بعد از یک دوره کاهش، مجدداً از سبزیگی نسبتاً مناسبی برخوردار بود، انتخاب شد. در ادامه، با هم‌پوشانی تصاویر سال‌ها بر روی نقشه پوشش جنگلی استان و محاسبه اختلاف بین سال همراه با سبزیگی بالا از سال همراه با سبزیگی کم، پهنه‌های کاهش سبزیگی در سطح منطقه مورد مطالعه مشخص شد (شکل ۹).

در ادامه، پس از بررسی روند تغییرات زمانی کاهش سبزیگی جنگل‌های بلوط منطقه مورد مطالعه و هماهنگی مناسب بین مشاهدات محلی و داده‌های سنجش از دوری، بر اساس ترکیب تصاویر مودیس و نقشه‌های رقومی پوشش منابع جنگلی مکان‌های دارای پتانسیل کاهش سبزیگی شناسایی شد. به این منظور، ابتدا سال‌هایی که میزان سبزیگی درختان در



شکل ۹- پهنه‌های کاهش سبزیگی جنگل‌های منطقه مورد مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴

وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری تولید شده است (شکل ۱۰)، با نقشه پهنه‌های کاهش سبزیگی جنگل میزان کاهش سبزیگی جنگل در هر یک از طبقات خشکیدگی جنگل‌های بلوط به تفکیک تراکم انبوهی جنگل مشخص شد (جدول ۳).

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این قسمت، همان‌طور که شکل ۹ نیز نشان می‌دهد، پهنه‌های جنگل که در آن کاهش سبزیگی رخ داده، در اغلب نقاط منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود. از هم-پوشانی نقشه محدوده خشکیدگی جنگل بلوط که به-



شکل ۱۰- محدوده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط کرمانشاه تولیدشده به‌وسیله سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری

جدول ۲- میزان نسبت کاهش سبزینگی جنگل در محدوده‌های خشکیدگی جنگل بلوط

تراکم جنگل در نقشه‌های سازمان جنگل، مراتع و آبخیزداری	طبقه درصد خشکیدگی توده جنگلی در نقشه‌های سازمان جنگل‌ها و مراتع	نسبت کاهش سبزینگی جنگل
جنگل انبوه (بیش از ۵۰ درصد تاج پوشش)	<۲۵	۰/۱۸۴۶۱۵
	۵۰-۲۵	۰/۶۷۶۹۲۳
	۷۵-۵۰	۰/۱۳۸۴۶۲
جنگل نیمه‌انبوه (۲۵ تا ۵۰ درصد تاج پوشش)	<۲۵	۰/۳۴۷۸۲۶
	۵۰-۲۵	۰/۳۹۱۳۰۴
	۷۵-۵۰	۰/۲۶۰۸۷
جنگل تنک (۵ تا ۲۵ درصد تاج پوشش)	<۲۵	۰/۷۰۸۳۳۳
	۵۰-۲۵	۰/۱۶۶۶۶۷
	۷۵-۵۰	۰/۱۲۵

غبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه در طول دوره آماری، با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از کدهای ۰۶ و ۰۷ ایستگاه‌های هم‌دید^۱ نقشه‌های توزیع مکانی آن‌ها برای بازه‌های زمانی روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه تهیه شد. از هم‌پوشانی و تجمیع لایه‌های پوشش گیاهی، ضخامت طیفی، اختلاف درجه روشنایی و اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی، وضعیت پوشش جنگلی در مقابل متغیرهای فوق مورد تجزیه و تحلیل‌های آماری قرار گرفت (Karimi و همکاران، ۲۰۱۸).

در انتها، با استفاده از روابط رگرسیونی رابطه بین مؤلفه‌های مورد بررسی مدل‌سازی شد. این رابطه، از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ واسنجی شده و اعتبارسنجی

استخراج روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در دوره آماری مورد مطالعه نیز بر اساس دستورالعمل سازمان هواشناسی جهانی، کدهای ۰۶ و ۰۷ مورد بررسی قرار گرفت (WW=۰۶: گرد و غبار معلق در هوا که در اثر طوفان شن و خاک نقاط خارج از ایستگاه به ایستگاه وارد شده است و WW=۰۷: گرد و غبار یا شنی که به‌وسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی آن در ساعت دیده‌بانی بلند شده است). همچنین، به‌منظور بررسی شدت پدیده‌های وقوع‌یافته در منطقه از داده‌های دید افقی ثبت‌شده در روزهای همراه با گرد و غبار استفاده شد (Azizi و همکاران، ۲۰۱۲). دید افقی در روزهای گرد و غبار به کمتر از ۱۰۰۰۰ متر کاهش می‌یابد که با توجه به مطالعات گذشته در زمینه بررسی گرد و غبارهای منطقه و شرایط روزهای غبار، دید افقی ۱۰۰۰ متر و کمتر به‌عنوان گرد و خاک شدید در نظر گرفته شد. فراوانی وقوع و شدت گرد و

¹ Synoptic

این، روزهای همراه با گرد و غبار مشترک بین ایستگاه‌های استان کرمانشاه نیز بارزسازی و مسیر گرد و غبارهای ورودی به این استان مشخص شد. در این قسمت سعی بر این شد که تصاویر فاقد ابر مورد استفاده قرار گیرد. پس از بارزسازی برای نشان دادن مسیر حرکت باد که در واقع مولد گرد و غبار است، از داده‌های سرعت و جهت باد با دقت 1×1 درجه و مدل انتشارهای اسپلیت^۵ استفاده شد (Urban و Reheis، ۲۰۱۱). در این مطالعه، از فرایند پس‌رو^۶ این مدل در مقیاس‌های زمانی شش ساعته برای سطوح مختلف جوی استفاده شد. برای بررسی صحت ردیابی این مدل و همچنین، شناسایی مناطق با بیشترین سرعت باد نقشه‌های سرعت و جهت باد برای سطح ۱۰۰۰ هکتو پاسکال تهیه و به‌صورت نقشه‌های پهنه‌ای بعد از تصاویر بارزسازی گرد و غبار، نمایش داده شد. قابل ذکر است، بر روی این تصاویر سرعت باد به‌صورت پهنه‌ای و جهت باد به‌صورت بردار قابل مشاهده است. در ادامه، تجزیه و تحلیل‌های لازم از طریق روش‌های آماری شامل روش گام به گام چند متغیره^۷ انجام که متغیرها به‌صورت دو به دو با هم بررسی و متغیرهای با همبستگی بالا در مدل خروجی قرار داده شد (Karimi و همکاران، ۲۰۱۸).

نتایج و بحث

همبستگی افزایش گرد و غبار با تغییرات سبزیگی توده جنگلی بلوط به‌منظور بررسی ارتباط میان تغییرات سبزیگی جنگل‌های بلوط با گرد و غبار، همبستگی آن‌ها در نرم افزار SPSS بررسی شد. نتایج به‌دست آمده از ارتباط میان کاهش سبزیگی جنگل بلوط با تغییرات فراوانی گرد و غبار نشان داد که عوامل مذکور با هم همبستگی معنی‌داری دارند (۷۰ درصد). همچنین، ضریب تعیین آن‌ها با مقدار $49/5$ درصد مشخص شد (جدول ۳).

بارزسازی گرد و غبار: در ادامه، چگونگی بارزسازی گرد و غبار در زمان‌های مختلف برای هر رخداد نمایش داده شده است. همراه با این تصاویر، محصول

شد. در نهایت، با کمک آماره‌های $RMSE^1$ ، MBE^2 و MAE^3 صحت‌سنجی مدل انجام و رابطه به‌دست آمده مورد ارزیابی قرار گرفت. در مطالعه حاضر، پس از بررسی‌های آماری و مشخص کردن روزهای همراه با گرد و غبار شدید محلی ۰۷ و بیرونی ۰۶، برای تعدادی از این روزها تصاویر ماهواره‌ای مادیس از تارنمای NOAA دریافت شد و با استفاده از روش اختلاف دمای درخشندگی (BT⁴) و انتخاب آستانه‌های دمایی درخشندگی در محیط‌های خشکی و آب، گرد و غبار بر روی این تصاویر بارزسازی شد (Karimi و همکاران، ۲۰۱۸). برای اجرای این شاخص، از تصاویر Mod02 استفاده می‌شود. این تصاویر پس از تصحیح هندسی و اعمال حدهای مناسب با توجه به ویژگی‌های دمای درخشندگی مورد بررسی قرار گرفتند. اختلاف دمای درخشندگی پدیده گرد و غبار در طول موج‌های ۱۱ و ۱۲ میکرومتری منفی است و دلیل آن، آلودگی بیشتر گرد و غبار در طول موج ۱۲ میکرومتر نسبت به ۱۱ میکرومتر بیان شده است (Tan و همکاران، ۲۰۱۴). تفاوت دمای درخشندگی ذرات جامد معلق در طول موج‌های پنج، هشت، ۱۱ و ۱۲ میکرومتر، شناسایی پدیده مزبور را امکان‌پذیر می‌کند، بدین‌صورت که با افزایش مقدار گرد و غبار، اختلاف BT_{8.5}-BT₁₁ و BT₁₁-BT₁₂ افزایش و مقدار BT₁₁-BT₁₂ کاهش می‌یابد. در این شاخص، بخش‌هایی از ابر و سایه ابر، به‌دلیل ویژگی‌های دمای درخشندگی با گرد و غبار تداخل دارند که باید در خروجی نهایی با اعمال حد مناسب از گرد و غبار تفکیک شوند (Sanjari و Broumand، ۲۰۱۳). برای جلوگیری از بارزسازی مناطق ابری و سایه ابر به‌عنوان گرد و غبار، از حد دمایی ۲۹۰ درجه کلوین استفاده شد. این مقدار برای عرض‌های پایین‌تر از ۲۲ درجه شمالی به ۳۰۰ درجه کلوین تغییر می‌یابد. با توجه به هدف اصلی مطالعه حاضر که تعیین رابطه کاهش سبزیگی با عوامل محیطی است، روزهای همراه با گرد و غبار ۰۷ که نشان‌دهنده گرد و غبار رخ داده در نزدیکی یک ایستگاه است، به‌عنوان نماینده انتخاب شدند. علاوه‌بر

¹ Root Mean Square Error

² Mean Bias Error

³ Mean Absolute Error

⁴ Brightness Temperature Difference

⁵ HYSPLIT

⁶ Backward

⁷ Stepwise

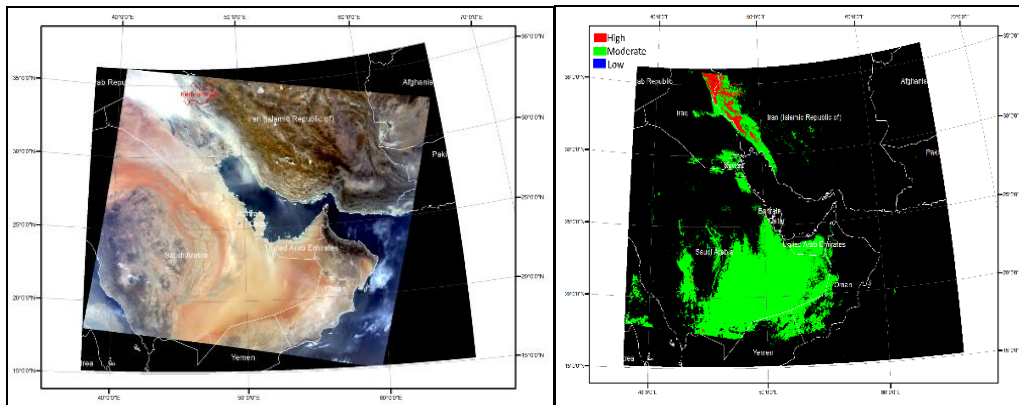
و ۲۰۰۹ میلادی ثبت شده است (یک نمونه از آن‌ها در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ ارائه شده است).

جدول ۳- همبستگی میان فراوانی گرد و غبار با تغییرات سبزینگی جنگل بلوط

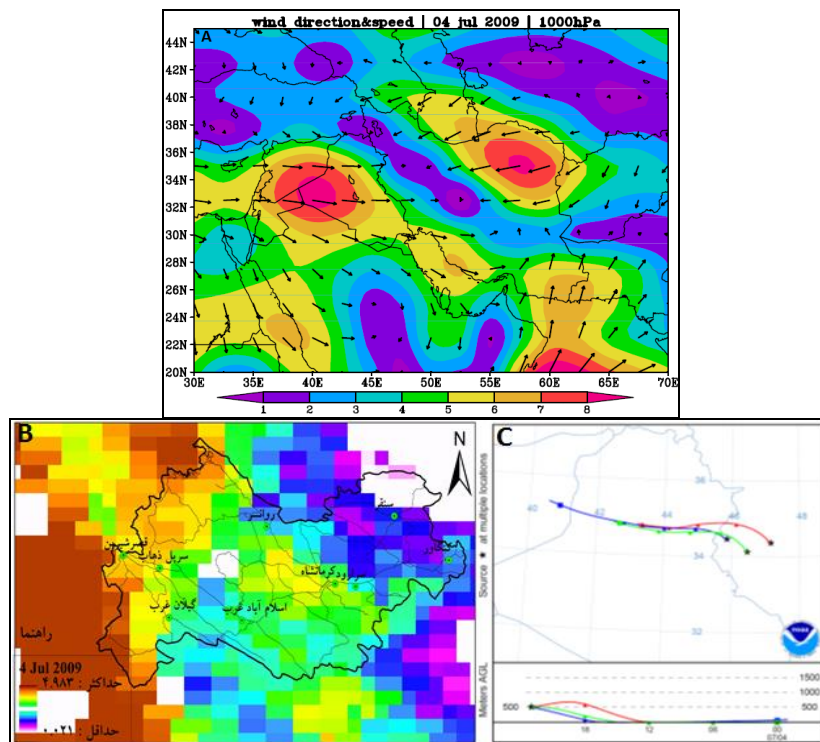
مدل	همبستگی (R)	ضریب تعیین	مربع (R)	انحراف معیار
۱	۰/۷۰۴	۰/۴۹۵	۰/۳۰۶	۰/۸۳۳

سرعت و جهت باد، غلظت پدیده گرد و غبار و ردیابی مسیر حرکت ذرات در منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه باد در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

AOD سنجنده مادیس که در واقع نشان‌دهنده غلظت گرد و غبار است نیز نشان داده شده است. بررسی داده‌های رخداد گرد و غبار در مقیاس‌های مختلف زمانی برای منطقه مورد مطالعه نشان داد که در مقیاس سالانه بدون در نظر گرفتن شدت وقوع این پدیده سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ برای استان کرمانشاه به ترتیب بیشترین روز همراه با گرد و غبار را دارند. بررسی گرد و غبارهای شدید نشان داد که بیشینه رخداد گرد و غبار شدید (ثبت پدیده گرد و غبار با میزان دید افقی ۱۰۰۰ و کمتر از آن) برای این استان در سال ۲۰۱۲ و در رتبه بعدی برای سال‌های ۲۰۰۸



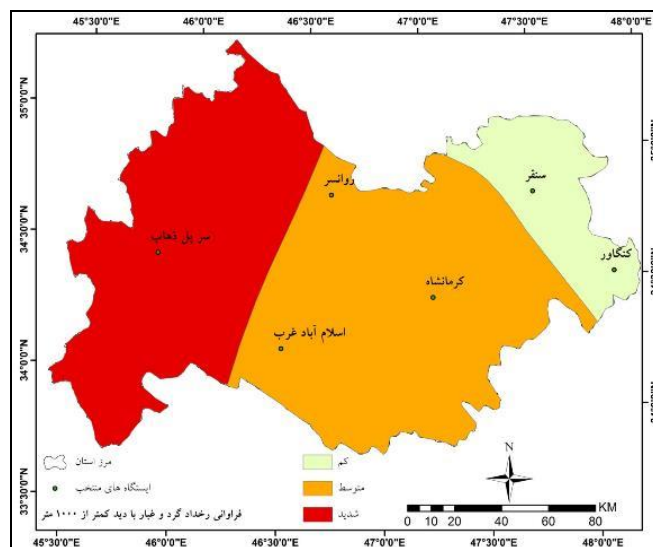
شکل ۱۰- بارسازی گرد و غبار با استفاده از شاخص BTD و آستانه‌های تجربی (۲۰۰۹/۰۷/۰۴)



شکل ۱۱- سرعت و جهت باد (A)، بررسی غلظت پدیده گرد و غبار (B) و ردیابی مسیر حرکت ذرات بر اساس نقشه باد (C) (۲۰۰۹/۰۷/۰۴)

به‌علت نزدیکی به مرزهای غربی ورود گرد و غبار از این مسیر و کانون‌های عراق و سوریه را مربوط دانست (شکل ۱۲).

فراوانی وقوع گرد و غبار: همچنین، نتایج نشان داد که بیشترین ثبت رخداد گرد و غبارهای شدید در استان کرمانشاه از نظر مکانی مربوط به ایستگاه‌های سرپل ذهاب، کرمانشاه و روانسر بوده است که می‌توان



شکل ۱۲- فراوانی وقوع گرد و غبار با میزان دید کمتر از ۱۰۰۰ متر در استان کرمانشاه (۲۰۱۴-۲۰۰۰)

میلادی به‌ترتیب بیشترین روز همراه با گرد و غبار را در استان کرمانشاه ثبت شده است. بررسی گرد و غبارهای شدید نشان داد که بیشینه رخداد گرد و غبار شدید (ثبت پدیده گرد و غبار با میزان دید افقی ۱۰۰۰ و کمتر از آن) برای این استان در ۲۰۱۲ و در رتبه بعدی برای سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ ثبت شده است. این شرایط می‌تواند از یک طرف، نشان‌دهنده گسترش مکانی و زمانی این پدیده در سال‌های اخیر به سمت عرض‌های بالاتر غرب کشور و از طرف دیگر، بیانگر افزایش چشمه‌های تولید گرد و غبار در داخل و به‌ویژه خارج از کشور و مرزهای غربی عراق و سوریه باشد. مرور مطالعات شبیه‌سازی مسیر حرکت ذرات گرد و غبار در خاورمیانه توسط Reheis و Urban (۲۰۱۱)، نشان می‌دهد که اغلب مسیرهای گسترش گرد و غبار، از مناطق شمالی و مرکزی عراق و سوریه گذشته و منشاء توفان‌های گرد و غبار، مناطق کویری و خشک شمال و مرکز عراق و سوریه هستند که غالباً مناطق غربی ایران را تحت تأثیر قرار می‌دهند. همچنین، مطالعه Karimi و همکاران (۲۰۱۸) در مورد جنگل‌های کرمانشاه نشان داده است که سال‌های

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پدیده گرد و غبار همبستگی بالایی را با کاهش سبزی‌نگی جنگل‌های بلوط در استان کرمانشاه دارد. پدیده گرد و غبار یکی از عوامل موثر در کاهش تدریجی سبزی‌نگی جنگل‌های بلوط و نهایتاً تسهیل‌کننده زوال جنگل‌های بلوط استان خواهد بود. نتایج مطالعه Pirouzi و همکاران (۲۰۱۴) اثبات کرده است که جنگل بلوط سالانه تا ۶۰ تن گرد و غبار را در خود رسوب می‌دهند. این ذرات مخرب، فتوسنتز و چرخه طبیعی گیاه را از کار انداخته و کاهش بارندگی و افزایش دما نیز باعث تشدید این پدیده شده و درخت روز به روز ضعیف‌تر می‌شود و به سادگی در معرض بیماری‌های مختلف قرار می‌گیرد. این بدان معناست که گرد و غبارها به‌عنوان عامل موثر، شرایط را برای طغیان و فعالیت آفات و بیماری‌ها به‌عنوان عوامل ثانویه فراهم می‌کند. در این مطالعه، بررسی داده‌های رخداد گرد و غبار در مقیاس‌های مختلف زمانی برای منطقه مورد مطالعه نشان داد که در مقیاس سالانه بدون در نظر گرفتن شدت وقوع این پدیده سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹

شدت بالا مواجه شده‌اند. هم‌زمان بررسی نقشه‌های سرعت و جهت باد و همچنین، اجرای مدل رهگیری برای روزهای همراه با گرد و غبار این نتایج را تایید می‌کنند. چرا که در بیشتر موارد هسته‌های سرعت باد در خارج از منطقه مورد مطالعه و بر روی مناطق بیابانی مولد گرد و غبار با جهت‌های غربی-شرقی و شمال غربی-جنوب شرقی شکل گرفته‌اند که این هسته‌های سرعت و جهت باد سبب انتقال گرد و غبارهای شکل گرفته به داخل استان کرمانشاه می‌شود. بر اساس مطالعه Tan و همکاران (۲۰۱۴)، سرعت‌های بیش از هفت متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری در ایجاد شرایط طوفانی و شکل‌گیری گرد و غبار نقش مهمی دارند. بادهای شدید و گرد و غبار، مقدار زیادی خاک را از روی زمین‌های خشک بدون پوشش گیاهی با خود بلند کرده و هوا را تاریک می‌کند که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

با توجه به نتایج این مطالعه، تغییرات شدت و مدت وقوع پدیده گرد و غبار، ارتباط بالایی با کاهش سبزیگی در محدوده‌های خشکیدگی جنگل‌های بلوط استان کرمانشاه دارد و کاهش سبزیگی می‌تواند سبب ایجاد ضعف فیزیولوژیک در درختان و تسهیل‌کننده ابتلای درختان به آفات و امراض و نهایتاً خشکیدگی درختان بلوط شود. همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که تحلیل تصاویر دریافتی از سنجنده مادیس قابلیت بالایی در شناسایی شدت و پراکندگی گرد و غبار در جنگل‌های بلوط کرمانشاه دارد.

۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و ماه‌های اردیبهشت، خرداد و مرداد بیشترین فراوانی و شدت وقوع گرد و غبار در استان کرمانشاه را داشته‌اند که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد.

در مقیاس زمانی برای استان کرمانشاه ماه‌های می، ژوئیه، ژوئن (خرداد، تیر و مرداد) دارای بیشترین رخداد گرد و غبار هستند. در مقیاس ساعتی، برای این استان بیشترین رخداد گرد و غبار ساعت نه صبح ثبت شده است. در حالت کلی می‌توان گفت که بیشینه رخداد این پدیده برای هر ایستگاه و در مجموع در ساعات میانی روز ثبت شده است که Karimi و همکاران (۲۰۱۸) نیز در مطالعه خود به نتیجه مشابهی با پژوهش حاضر دست یافتند. علاوه بر این، مطالعات Azizi و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد که رخداد گرد و غبار بیشتر در ماه‌های اول تابستان به وقوع پیوسته است و در سال‌های اخیر به مناطق جنوب غرب، غرب، و شمال غرب کشور و مناطق مرکزی کشور گسترش پیدا کرده است که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

بررسی نقشه‌های بارسازی گرد و غبار بر روی تصاویر و محصولات سنجنده مادیس نشان داد که در این منطقه، بیشترین گرد و غبار ثبت شده، ناشی از شکل‌گیری هسته‌های این پدیده در داخل مناطق بیابانی کشورهای همسایه است و به دلیل مجاورت این استان و قرارگیری آن‌ها در مسیر ورود گرد و غبار به داخل کشور، با نسبت بالایی از وقوع این پدیده با

منابع مورد استفاده

1. Afaridan, M., S. Kalbi, A. Fallah, J. Oladi and H. Jalilvand. 2014. Identify the factors affecting degradation and drying Quercus forests of the Zagros. 1st National Conference of Oak Forests (NCOF 2014), Yasuj, Iran, 1-4.
2. Azizi, Gh., A.A. Shamsipur, M. Miri and T. Safarrad. 2012. Statistical and synoptically analysis of dust in the western half of Iran. *Environmental Studies*, 38(63): 123-134.
3. Azizi, Gh., M. Miri, H. Mohamadi and M. Pourhashemi. 2015. Analysis of relationship between forest decline and precipitation changes in Ilam Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(3): 502-515 (in Persian).
4. Barazmand, S., Sh. Shataei, M.R. Kavosi and H. Habashi. 2012. Spatial distribution of tree crown dieback and its relation with some environmental factors and road network. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 19(3): 159-174.
5. Brown, L.B. and B. Allen-Diaz. 2009. Forest stands dynamics and sudden oak death: mortality in mixed-evergreen forests dominated by coast live oak. *Forest Ecology and Management*, 257: 1271-1280.
6. de Bie, C.A.J.M., R. Mobushir and A.G. Toxopus. 2008. Hypertemporal image analysis for crop mapping and change detection. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*, 812 pages.

7. Galiano, L., J. Martínez-Vilalta, S. Sabaté and F. Lloret. 2012. Determinants of drought effects on crown condition and their relationship with depletion of carbon reserves in a Mediterranean holm oak forest. *Tree Physiology*, 32(4): 478-489.
8. Heidari Safari Kouchi, A., F. Moradian Fard, A. Eskandari and T. Rostami Shahrabi. 2015. Investigation of some quantitative and qualitative characteristics of Persian oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Bazoft forests of Chahar Mahal and Bakhtiari Province. *Journal of Zagros Forests Researches*, 2(1): 75-91.
9. Hoseinzadeh, J., A. Azami and M. Mohammadpour. 2015. Study of the topography with oak decline in Melah-Siah forests in Ilam Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 23(1): 190-197 (in Persian).
10. Jahanbazi Goujani, H., A. Mirbadian and M. Talebi. 2002. Investigate and determine the diameter growth of *Quercus brantii* in Chaharmahal and Bakhtiari Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 254: 1-32 (in Persian).
11. Karimi, M., J. Oladi Ghadikolaei and J. Mohammadi. 2018. Investigating the vegetation changes in the internal and external dust storm sources using MODIS satellite imagery, case study: Kermanshah Province. *Ecology of Iranian Forest*, 6 (12): 39-49 (in Persian).
12. Khosropour, N., J. Mirzaee and S. Doostkami. 2014. Factors affecting oak forest dieback Zagros. The National Conference of Iranian Natural Resources with a focus on forest science, Sanandaj, Iran, 1-10.
13. Mahdavi, A., J. Mirzaee and O. Karami. 2015. Condition of declined trees in Zagros forests, a case study: Boureh local area in Ilam Province. *Journal of Sustainable Forest Development*, 1(4): 329-340 (in Persian).
14. Mohammadzadeh, A., R. Basiri and A. Torahi. 2017. The relationship between ecological species groups and non-parametric indicators of biodiversity and environmental factors in Arasbaran, a case study: Ilgenechai and Kaleybarchai watersheds. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(4): 609-621 (in Persian).
15. Parvaneh, I., V. Etemad, M. Marvie Mohadjer, G. Zahedi Amiri and P. Attarod. 2016. The relationships between the rate of oak trees decline and forest types, soil characteristics and topographic conditions in Ghalaje forests of Kermanshah, west of Iran. *Iranian Journal of Forest*, 8(3): 263-275 (in Persian).
16. Pirouzi, F., E. Borna and M. Tavakoli. 2014. Investigating the effects of dusts as an effective factor on oak trees decline of Lorestan Province. Second National Conference on Engineering and Management of Agriculture, Environment and Sustainable Natural Resources, Tehran, Permanent Conference Secretariat, Shahid Beheshti University.
17. Reheis, M.C. and F.E. Urban. 2011. Regional and climatic controls on seasonal dust deposition in the southwestern U.S. *Aeolian Research*, 3: 3-21.
18. Rezaeadeh, M., P. Irannejad and Y. Shao. 2013. Climatology of the Middle East dust events. *Aeolian Research*, 10: 103-109.
19. Sanjari, S. and N. Broumand. 2013. Land use/cover change detection in last three decades using remote sensing technique, a case study: Zarand region, Kerman Province. *Applied RS and GIS Techniques in Natural Journal*, 1: 57-67.
20. Tan, M., X. Li and L. Xin. 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: a new definition. *Atmospheric Environment*, 2: 215-222.
21. Zhaofei, F., J.M. Kabrick, M.A. Spetich, S.R. Shifley and R.G. Jensen. 2008. Oak mortality associated with crown dieback and oak borer attack in the Ozark highlands. *Forest Ecology and Management*, 255(7): 2297-2305.
22. Zolghi, E., G.R. Goodarzy and A. Saki. 2013. Quantification of health effects comparison of criteria air pollutants in Ahvaz, Bushehr and Kermanshah regions using AIR Q Model. 15th National Conference on Environmental Health, Ministry of Health and Medical Education, Gilan, Iran.