دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در کانون‌های داخلی و خارجی ریزگردها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS (مطالعه موردی: استان کرمانشاه)

مهسا کریمی[۱]، جعفر اولادی قادیکلایی[۲] و جهانگیر محمدی[۳]

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: karimi.mahsa99@gmail.com)
۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۳

چکیده

پوشش‌گیاهی یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های بوم‌سازگان می‌باشد که نقش مهمی در حفاظت خاک و جلوگیری از بلند شدن ذرات آن دارد. لذا پایش و بررسی تغییرات آن در برنامه‌ریزی به‌منظور کنترل و مهار پدیده ریزگردها مؤثر است. هدف از تحقیق حاضر بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در کانون‌های داخلی و خارجی ریزگردهای استان کرمانشاه و همچنین نواحی گسترش ریزگردها می‌باشد. بدین منظور ابتدا داده‌های میزان دید افقی در ساعات مختلف شبانه‌روز در دوره آماری (۲۰۱۵-۲۰۰۵) از اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه اخذ شد و سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و همچنین ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر به‌دلیل داشتن بیشترین فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها مبنای مطالعه قرار گرفت. در مرحله بعد مهم‌ترین رخدادهای همراه با ریزگردها در سال‌ها و ماه‌های مبنا براساس دو معیار کمترین دید افقی و بیشترین تداوم زمانی انتخاب شد و تصویر ماهواره‌ای مودیس (MOD02) برای آنها اخذ شد. به‌منظور آشکارسازی ریزگردها از روش اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی استفاده شد. سپس تغییرات پوشش‌گیاهی با استفاده از محصول MOD09 Q1 سنجنده مودیس و شاخص NDVI در بازه‌های زمانی سه ساله و در کلاسه‌های پوششی خوب، متوسط و ضعیف بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که در سال ۲۰۰۶ مساحت کلاسه پوشش‌گیاهی خوب در کانون‌های خارجی و داخلی به‌ترتیب ۱/۸٪ و ۲۸/۲۵٪ بوده اما در سال ۲۰۱۵ مساحت این کلاسه در هر دو نوع کانون خارجی (۰/۸۷٪) و داخلی (۱۸/۶۲٪) کاهش یافته است. به‌طورکلی با توجه به نقش ارزنده پوشش‌گیاهی در حفاظت خاک می‌توان با حفظ، احیاء و گسترش آن به‌ویژه در مناطقی که مطابق با نتایج این پژوهش دچار کاهش سطح شده گامی مؤثر در جهت کنترل و مهار پدیده ریزگردها برداشت.

واژه‌های کلیدی: پوشش‌گیاهی، MOD09 Q1، NDVI، کانون ریزگردها، اختلاف دمای درخشندگی

مقدمه

پوشش‌گیاهی شاخص اولیه بوم‌شناختی سطح زمین است که با خاک، اتمسفر و آب پیوند دارد و از این جهت یکی از مهمترین مؤلفه‌های بوم‌سازگان محسوب می‌شود (۱۶،۱۳). اثرات مثبت پوشش‌گیاهی در تلطیف هوا، تولید اکسیژن، کاهش گازهای گلخانه‌ای، رسوب ریزگردها و حفظ خاک بر هیچ‌کس پوشیده نیست (۳۰،۸). با توجه به نقش مهمی که پوشش‌گیاهی در حفاظت از خاک ایفاء می‌کند لذا کاهش تراکم آن باعث بلند شدن خاک از زمین و وقوع پدیده ریزگردها می‌شود. بدین ترتیب که در کوتاه‌مدت پوشش‌گیاهی با سایه‌اندازی و دریافت بارش افزون بر حفظ و افزایش رطوبت خاک باعث محفوظ ماندن سطح خاک در مقابل برخورد قطرات باران و کاهش سرعت باد می‌شود، در بلندمدت نیز پوشش‌گیاهی با افزایش پایداری خاکدانه‌ها و افزایش چسبندگی آنها مانع از بلند شدن ذرات خاک در اثر وزش باد می‌شود و در نهایت از آلودگی هوا جلوگیری می‌کند (۲۴،۹). بررسی و پایش تغییرات عوامل مهم در ایجاد ریزگردها از جمله پوشش‌گیاهی یکی از راهکارهای مؤثر در کنترل و مهار پدیده ریزگردها محسوب می‌شود. یکی از روش‌های بسیار مؤثر در زمینه بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی کانون‌ها و نواحی گسترش ریزگردها با استفاده از فن سنجش از دور می‌باشد (۸). این فن افزون بر کاهش صرف وقت و هزینه کمتر می‌تواند بسیار دقیق و وسیع عمل کند. چند طیفی بودن، بالا بودن قدرت تفکیک مکانی، قابلیت تکرار و به‌روز بودن اطلاعات جمع‌آوری شده از دیگر ویژگی‌های این فن می‌باشد (۳۱،۱۰). به‌طورکلی استفاده از این فناوری این امکان را برای مدیران و برنامه‌ریزان مرتبط با منابع طبیعی فراهم می‌کند تا به‌طور دقیق‌تری اقدام به پایش تغییرات پوشش‌گیاهی در محل کانون ریزگردها و در نهایت برنامه‌ریزی به‌منظور حل این معضل نمایند. با وجود اهمیت بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در کانون ریزگردها به‌منظور کنترل و مهار این پدیده مخرب زیست‌محیطی، تاکنون مطالعات اندکی با استفاده از روش‌های مختلف سنجش از دوری در سراسر دنیا انجام شده است که لزوم تحقیقات بیشتر در این زمینه را می‌رساند، در ادامه به برخی از تحقیقات انجام شده اشاره می‌شود:

فرجزاده و کاوسی (۸) روند تغییرات پوشش‌گیاهی را در بخش‌هایی از عراق و سوریه به عنوان کانون خارجی ریزگردهای ایران با استفاده از تصاویر مودیس (۲۰۱۱-۲۰۰۱) بررسی کردند. آنها در مطالعه خود از روش رگرسیون خطی برای استخراج روند تغییرات و روش تحلیل بردار تغییر برای نشان دادن اندازه و جهت تغییر استفاده نمودند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که در طی ۱۱ سال در سرشاخه‌های دو رودخانه دجله و فرات و حاشیه این رودخانه‌ها سطح پوشش‌گیاهی به‌طور قابل توجهی کاهش یافته است. بهرامی و همکاران (۴) در تحقیقی ارتباط بین پوشش‌گیاهی و فراوانی روزهای همراه با ریزگردها را با استفاده از مدل رگرسیون چندمتغیره بررسی کردند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای مودیس و شاخص پوشش‌گیاهی NDVI و همچنین اطلاعات ایستگاه هواشناسی همدیدی طی دوره آماری (۲۰۰۸-۲۰۰۰) در

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

استان خوزستان استفاده شد. نتایج آنها نشان داد که شاخص پوشش‌گیاهی تأثیر منفی بر وقوع ریزگردها دارد به‌طوری‌که افزایش پوشش‌گیاهی فراوانی وقوع ریزگردها را کاهش می‌دهد. تمسکی و همکاران (۳۳) نیز در تحقیقی مشابه از ۹۲ تصاویر ماهواره‌ای مودیس و شاخص پوشش‌گیاهی NDVI و همچنین اطلاعات ۱۸ ایستگاه هواشناسی همدیدی طی دوره آماری (۲۰۰۹-۲۰۰۱) در جنوب و جنوب‌شرق کشور استفاده کردند. نتایج آنها نیز بیانگر تأثیر منفی شاخص پوشش‌گیاهی بر وقوع ریزگردها می‌باشد. بیات و همکاران (۵) به بررسی ارتباط پوشش‌گیاهی و غلظت ریزگردها در تالاب شادگان خوزستان طی دوره آماری (۲۰۱۱-۲۰۰۰) پرداختند. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای مودیس و شاخص NDVI و همچنین اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی اهواز استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که سطح پوشش‌گیاهی در سال ۲۰۱۱ نسبت به سال ۲۰۰۰ به مقدار ۷/۳۶٪ کاهش اما غلظت ریزگردها در دوره مورد مطالعه افزایش یافته است.

تان و لی (۳۴) تحقیقی را در شمال چین به‌منظور بررسی تأثیر افزایش سطح پوشش‌گیاهی در کنترل پدیده ریزگردها انجام دادند. بدین منظور تصاویر NOAA و مقدار شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده در دو منطقه مدیریت شده و نشده مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین اطلاعات مربوط به ریزگردها از قبیل تعداد رخداد، دید افقی و تداوم زمانی رخدادها از ایستگاه‌های هواشناسی واقع در هر دو منطقه استخراج شد. نتایج این مطالعه نشان داد که مقدار شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده در منطقه مدیریت شده بیشتر بوده است و مقدار پارامترهای ریزگردها نیز به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. تحقیقات دیگر در همین زمینه با استفاده از تصاویر مودیس و شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده بیانگر افزایش سطح پوشش‌گیاهی در مناطق تحت مدیریت و اثرات مثبت افزایش فضای سبز در کنترل ریزگردها است (۴۰،۳۷).

مرور منابع نیز نشان می‌دهد که کاهش سطح پوشش‌گیاهی نقش مؤثری در وقوع ریزگردها ایفاء می‌کند، از طرفی دیگر بهره‌برداری بی‌رویه ساکنین زاگرس از پوشش‌گیاهی در دهه‌های اخیر سبب کاهش سطح پوشش‌گیاهی شده است (۲۳،۲۰) بنابراین با توجه به نقش مؤثر پوشش‌گیاهی در ممانعت از وقوع پدیده ریزگردها پایش تغییرات آن در جنگل‌های زاگرس به‌منظور مهار این پدیده امری ضروری است. استان کرمانشاه نیز به‌عنوان بخشی از زاگرس سال‌هاست که با پدیده تخریب پوشش‌گیاهی به واسطه عواملی از قبیل جنگ تحمیلی، افزایش جمعیت منطقه، قطع درختان و چرای بی‌رویه دام (۲۷،۲) مواجه است، به‌طوری‌که در بسیاری از مناطق، شدت تخریب به‌حدی است که زمین کاملاً از وجود پوشش‌گیاهی خالی شده است (۱۹). با توجه به این‌که پوشش‌گیاهی در ناحیه رویشی زاگرس نقش مؤثری در حفاظت خاک دارد، بنابراین از بین رفتن آن شرایط لازم را برای ایجاد کانون ریزگردها در این ناحیه فراهم کرده است. تحقیقات اخیر در زمینه منشأیابی ریزگردهای ایران نیز پیدایش کانون‌های جدید در برخی از استان‌های زاگرس را تأیید می‌کند (۶،۲). از آنجا که پایش تغییرات عوامل مؤثر ایجاد کانون ریزگردها می‌تواند در برنامه‌ریزی به‌منظور جلوگیری از ایجاد و گسترش کانون‌ها مفید واقع شود، بنابراین این تحقیق در نظر دارد با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به بررسی روند تغییرات سطح پوشش‌گیاهی کانون فعلی ریزگردها در استان کرمانشاه بپردازد تا از این طریق گامی مؤثر در جهت حل این معضل بردارد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان کرمانشاه در عرض جغرافیایی ′۴۰ °۳۳ تا ′۱۸ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی ′۲۴ °۴۵ تا ′۰۷ °۴۸ شرقی و در ارتفاع متوسط ۱۲۱۲ متری از سطح دریا قرار گرفته است. متوسط میزان بارندگی سالیانه استان ۴۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۹ درجه سانتی‌گراد است. براساس تقسیم‌بندی اقلیمی دومارتن اقلیم استان کرمانشاه در چهار گروه خشک، نیمه‌خشک، مدیترانه‌ای و مرطوب قرار می‌گیرد (۱۵).

روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا کانون ریزگردهای استان کرمانشاه شناسایی و سپس تغییرات پوشش‌گیاهی در کانون‌های شناسایی شده و نواحی گسترش ریزگردها مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور شناسایی کانون ریزگردهای استان کرمانشاه داده‌های میزان دید افقی در ساعات مختلف شبانه‌روز در دوره آماری (۲۰۱۵-۲۰۰۵) از اداره کل هواشناسی اخذ شد. سپس براساس داده‌های اخذ شده از اداره کل هواشناسی نمودار توزیع سالیانه و ماهیانه فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها در دوره آماری مورد مطالعه ترسیم و سال‌ها و ماه‌هایی که بیشترین فراوانی وقوع ریزگردها را در دوره مورد مطالعه داشت مبنای مطالعه قرار گرفت (شکل‌های ۱ و ۲). در این مطالعه آلوده‌ترین روزها در سال‌ها و ماه‌های مبنا با توجه به دو معیار کمترین دید افقی و بیشترین تداوم زمانی مشخص و با درنظر گرفتن این شرایط در نهایت شش رخداد گرد و غباری در دوره آماری مورد مطالعه انتخاب شد (جدول ۱).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

جدول ۱- مهم‌ترین رخدادهای همراه با ریزگردها براساس دید افقی و فراوانی وقوع در سال‌ها و ماه‌های مبنای مطالعه
Table 1. The most important of the dusty days based on horizontal visibility and frequency of occurrences

ردیف	تاریخ	دید افقی (متر)	فراوانی وقوع
۱	۲۰۰۸/۰۵/۱۸	۸۰۰	۲
۲	۲۰۰۸/۰۶/۱۶	۱۰۰	۴
۳	۲۰۰۸/۰۷/۰۸	۲۰۰	۶
۴	۲۰۰۹/۰۵/۰۲	۹۰۰	۳
۵	۲۰۰۹/۰۶/۱۹	۸۰۰	۸
۶	۲۰۰۹/۰۷/۱۴	۳۰۰	۸

در این تحقیق به‌منظور آشکارسازی ریزگردها از تصاویر سطح 1B سنجنده مودیس (MOD02) برای رخدادهای انتخابی استفاده شد زیرا سنجنده مودیس با دارا بودن قدرت تفکیک طیفی بالا، پوشش وسیع و تکرار زیاد در آشکارسازی ریزگردها کارایی بالایی دارد (۳۹،۲۶،۱۸،۷،۳) و به همین دلیل نیز در تحقیق حاضر مورد استفاده قرار گرفت. سپس عملیات پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای اخذ شده شامل تصحیحات اتمسفری، هندسی و رادیومتریکی انجام شد و در مرحله بعد با استفاده از روش اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی (BTD)، ریزگردها بر روی تصاویر ماهواره‌ای تصحیح شده آشکار شد. در نهایت با در نظر گرفتن محدوده گسترش ریزگردها در تصاویر همه رخدادهای مورد مطالعه، کانون ریزگردهای استان کرمانشاه جهت بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در آنها شناسایی شد. در این مطالعه به‌منظور آشکارسازی ریزگردها در تصاویر مودیس تصحیح شده از اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی ۳۱ (طول موج ۱۱ میکرومتر) و ۳۲ (طول موج ۱۲ میکرومتر) مودیس استفاده شد که با توجه به بالاتر بودن مقدار دمای درخشندگی ریزگردها در باند ۳۲ نسبت به باند ۳۱، مقادیر منفی بدست آمده از اختلاف دمای درخشندگی این دو باند بیانگر وجود ریزگردها در تصویر می‌باشد. آکرمن (۱) برای اولین بار از این روش استفاده کرد و نتایج مشابهی بدست آورد. کارآیی این روش در آشکارسازی ریزگردها در تحقیقات بسیاری مورد تأیید قرار گرفته است (۳۲،۲۲،۱۷،۱۱،۷). در این مطالعه برای محاسبه دمای درخشندگی باندهای حرارتی ۳۱ و ۳۲ از رابطه (۱) استفاده شد.

$$BT_i = \frac{hc}{\lambda_i k ln(\frac{2hc^2}{l(\lambda_i)\lambda_i^5} + 1)}$$ رابطه (۱)

که در آن BT_i: دمای درخشندگی باند حرارتی i، h: ثابت پلانک ($6.6265 \times 10^{-34}\ JS$)، c: سرعت نور ($2.998 \times 10^8\ m/s$)، k: ثابت بولتزمن ($1.3806558 \times 10^{-23}\ J/K$)، $l(\lambda_i)$: مقدار رادیانس باند i، λ_i: طول موج باند i برحسب میکرومتر می‌باشد. بعد از شناسایی کانون ریزگردهای استان کرمانشاه به‌منظور بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در کانون‌های شناسایی شده و نواحی گسترش ریزگردها از محصول MOD09 Q1 سنجنده مودیس استفاده شد. به دلیل تغییرات نامحسوس پوشش‌گیاهی در سال‌های متوالی، از بین سال‌های آماری مورد مطالعه تنها سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۵ به‌منظور نمایش بهتر تغییرات پوشش‌گیاهی مبنای مطالعه قرار گرفت و با توجه به این‌که بیشترین میزان پوشش‌گیاهی در کانون‌های شناسایی شده و نواحی گسترش ریزگردها مربوط به اردیبهشت ماه می‌باشد به همین دلیل از سال‌های مورد مطالعه تصاویر ماه May جهت ارزیابی شاخص NDVI انتخاب شد. شاخص NDVI نیز با استفاده از رابطه (۲) و انعکاس نور در باند قرمز (باند ۱) و مادون قرمز نزدیک (باند ۲) محاسبه شد.

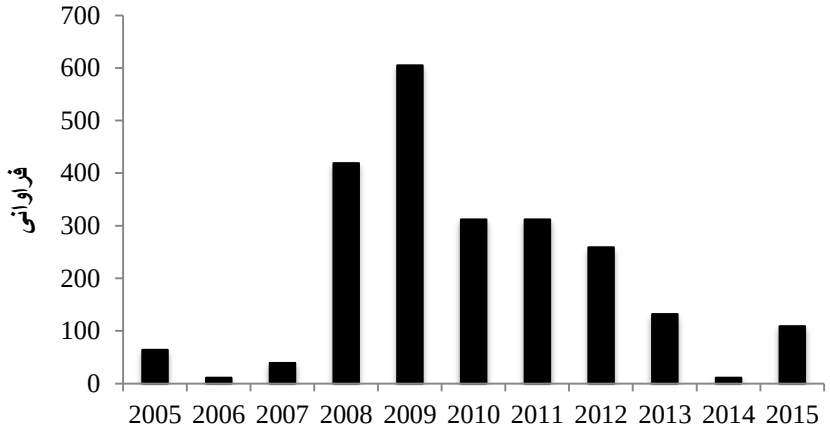
$$(NIR–RED)/(NIR + RED)$$ رابطه (۲)

که در آن NIR: انعکاس نور در باند مادون قرمز نزدیک، RED: انعکاس نور در باند قرمز می‌باشد. مقدار شاخص NDVIدر مناطق دارای پوشش‌گیاهی ضعیف (۰/۱)، متوسط (۰/۵) تا خوب (۰/۸) متفاوت است (۳۵). تاکر (۳۶) نیز برای اولین‌بار تغییرات پوشش‌گیاهی منطقه مورد مطالعه خود را با استفاده از شاخص NDVI محاسبه و کارآیی این شاخص را در بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی مورد تأیید قرار داد. بعد از اعمال شاخص NDVI، تغییرات پوشش‌گیاهی در چهار کلاسه پوشش‌گیاهی خوب، متوسط، ضعیف و فاقد پوشش‌گیاهی در بازه‌های زمانی سه ساله در کانون‌های شناسایی شده و نواحی گسترش ریزگردها مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش جهت انجام تصحیحات بر روی تصاویر هر دو نوع محصول مودیس (MOD02 و MOD09 Q1) و همچنین محاسبه اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی و شاخص NDVI از نرم‌افزار ENVI 5.1 و در نهایت جهت طبقه‌بندی نقشه‌ها و خروجی گرفتن از نرم‌افزار ArcGIS 10.3 استفاده شد.

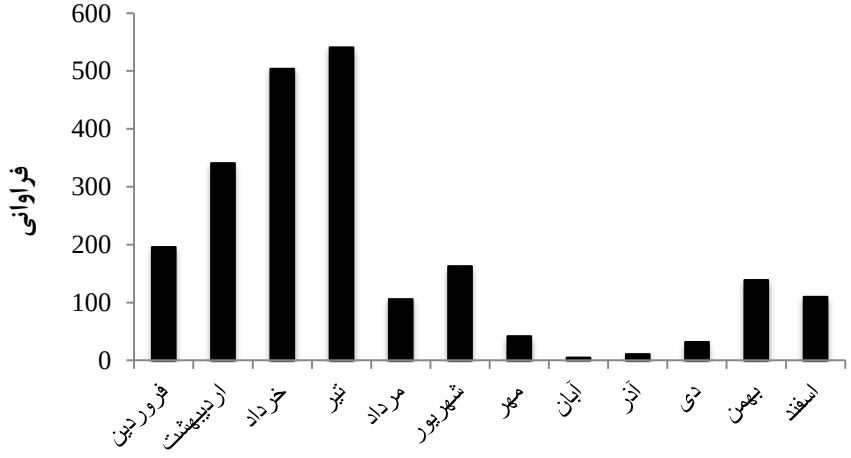
نتایج و بحث

در این مطالعه بررسی نمودار توزیع سالیانه و ماهیانه فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها در دوره زمانی (۲۰۱۵-۲۰۰۵) نشان داد که سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر بیشترین فراوانی وقوع را به خود اختصاص داده است (شکل‌های ۱ و ۲). نتایج تحقیق عزیزی و همکاران (۲)، مهرابی و همکاران (۲۱) و ناستادوری و همکاران (۲۵) نیز نشان داد که بیشترین فراوانی وقوع ریزگردها در فصل بهار و تابستان اتفاق می‌افتد زیرا با فرا رسیدن فصل بهار و تابستان و به دنبال آن افزایش دما و کاهش بارندگی، رطوبت خاک کاهش یافته و با وزش باد با سرعتی حتی کمتر از حد آستانه خاک خشک به راحتی بلند می‌شود و پدیده ریزگردها رخ می‌دهد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]



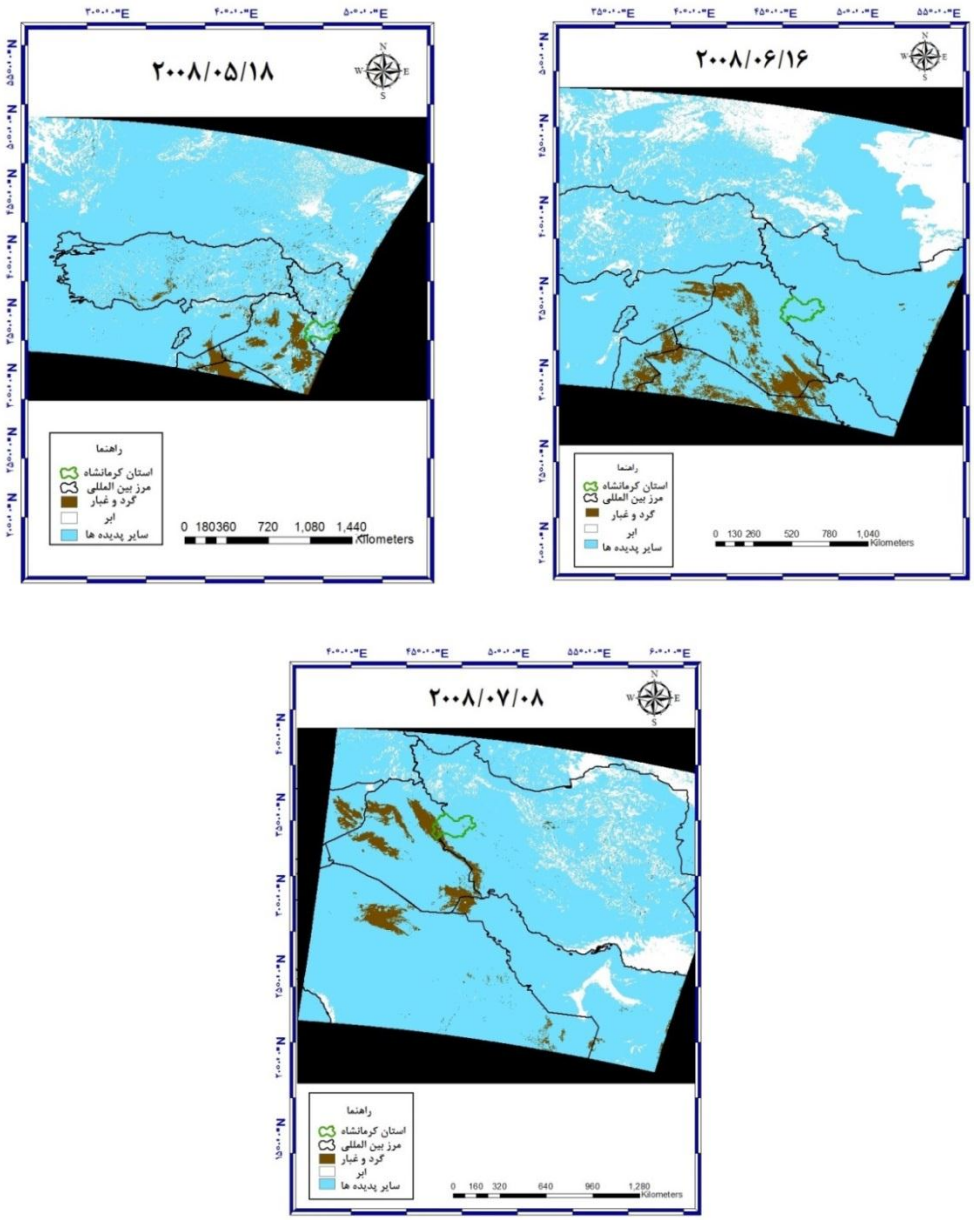
شکل ۱- توزیع سالیانه فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها در استان کرمانشاه طی دوره زمانی (۲۰۱۵-۲۰۰۵)
Figure 1. Yearly distribution of frequency of occurrence of dusty days in Kermanshah province during the 2005 to 2015



شکل ۲- توزیع ماهیانه فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها در استان کرمانشاه طی دوره زمانی (۲۰۱۵-۲۰۰۵)
Figure 2. Monthly distribution of frequency of occurrence of dusty days in Kermanshah province during the 2005 to 2015

در شکل‌های ۳ و ۴ تصاویر روزهای همراه با ریزگردها نمایش داده شده در این تصاویر مناطقی که مقدار اختلاف دمای درخشندگی باندهای حرارتی ۳۱ و ۳۲ در آنها منفی است حاوی ریزگردها می‌باشد که در تصاویر با رنگ قهوه‌ای مشخص شده‌است. محققان بسیاری نیز در تحقیقات خود با استفاده از روش اختلاف دمای درخشندگی کانون‌های ریزگردها را شناسایی کردند و توانایی این شاخص در بارزسازی ریزگردها را مورد تأیید قرار دادند (۳۲،۲۲،۱۷،۱۱،۷). براساس تحلیل شش رخداد گرد و غباری مورد مطالعه ریزگردهای استان کرمانشاه کانون داخلی و خارجی دارد (شکل‌های ۳ و ۴). تفسیر بصری مهم‌ترین رخداد گرد و غباری ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیرماه سال ۲۰۰۸ نشان داد که کانون ریزگردهای استان کرمانشاه در شرق سوریه، بخش‌هایی از مرز عراق و سوریه، شمال‌شرقی، غربی و همچنین شرق و غرب عراق قرار گرفته است (شکل ۳). در رخدادهای گرد و غباری سال ۲۰۰۹ شرق سوریه، بخش‌هایی از مرز عراق و سوریه و همچنین شمال‌غربی عراق کانون خارجی ریزگردها محسوب می‌شود (شکل ۴). نتایج تحقیق کریمی و همکاران (۱۴)، شمسی‌پور و صفرراد (۳۲)، عزیزی و همکاران (۲)، فلاح ززولی و همکاران (۷) و جهانبخش و همکاران (۱۲) نیز نتیجه بدست آمده از تحقیق حاضر را تأیید می‌کند، براساس نتایج آنها دو کشور عراق و سوریه و مرز بین آنها بیشترین سهم را در ایجاد گرد و غبارهای خاورمیانه دارد. همچنین تفسیر بصری رخدادهای گرد و غباری ۲۰۰۹/۰۶/۱۹ و ۲۰۰۹/۰۷/۱۴ بیانگر وجود کانون‌های داخلی ریزگردها در غرب، مرکز و شرق استان کرمانشاه است (شکل ۴). رضایی‌مقدم و مهدیان‌بروجنی (۲۹) نیز در پژوهش خود وجود کانون‌های داخلی را در بخش‌های از ناحیه رویشی زاگرس تأیید کرد.

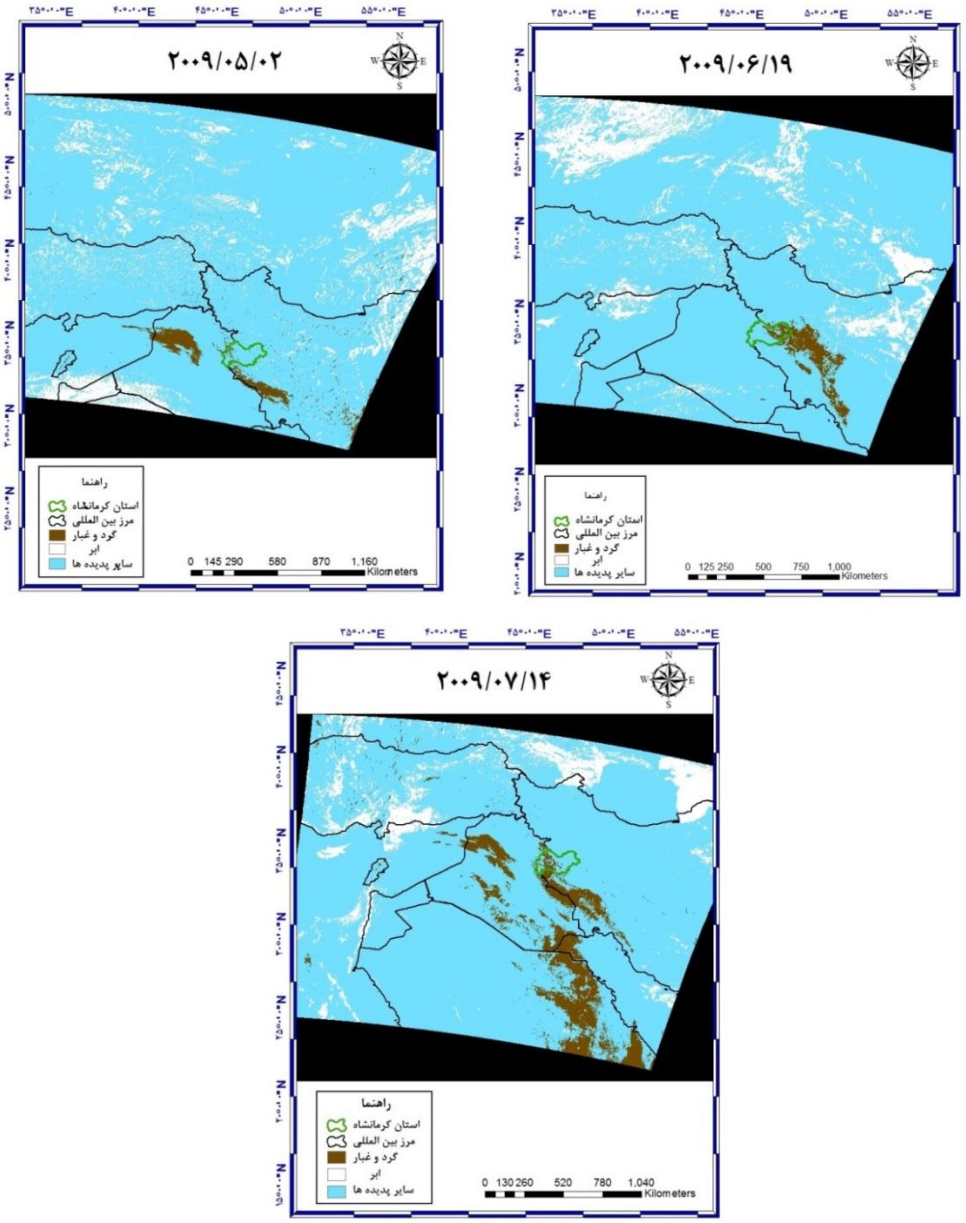
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]



شکل ۳- آشکارسازی کانون‌ها و محدوده گسترش ریزگردها با استفاده از روش اختلاف دمای درخشندگی در تصاویر مودیس روزهای گرد و غباری سال ۲۰۰۸

Figure 3. Detecting dust sources and extension area using BTD method with MODIS Image in 2008

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]



شکل ۴- آشکارسازی کانون‌ها و محدوده گسترش ریزگردها با استفاده از روش اختلاف دمای درخشندگی در تصاویر مودیس روزهای گرد و غباری سال ۲۰۰۹

Figure 4. Detecting dust sources and extension area using BTD method with MODIS Image in 2009

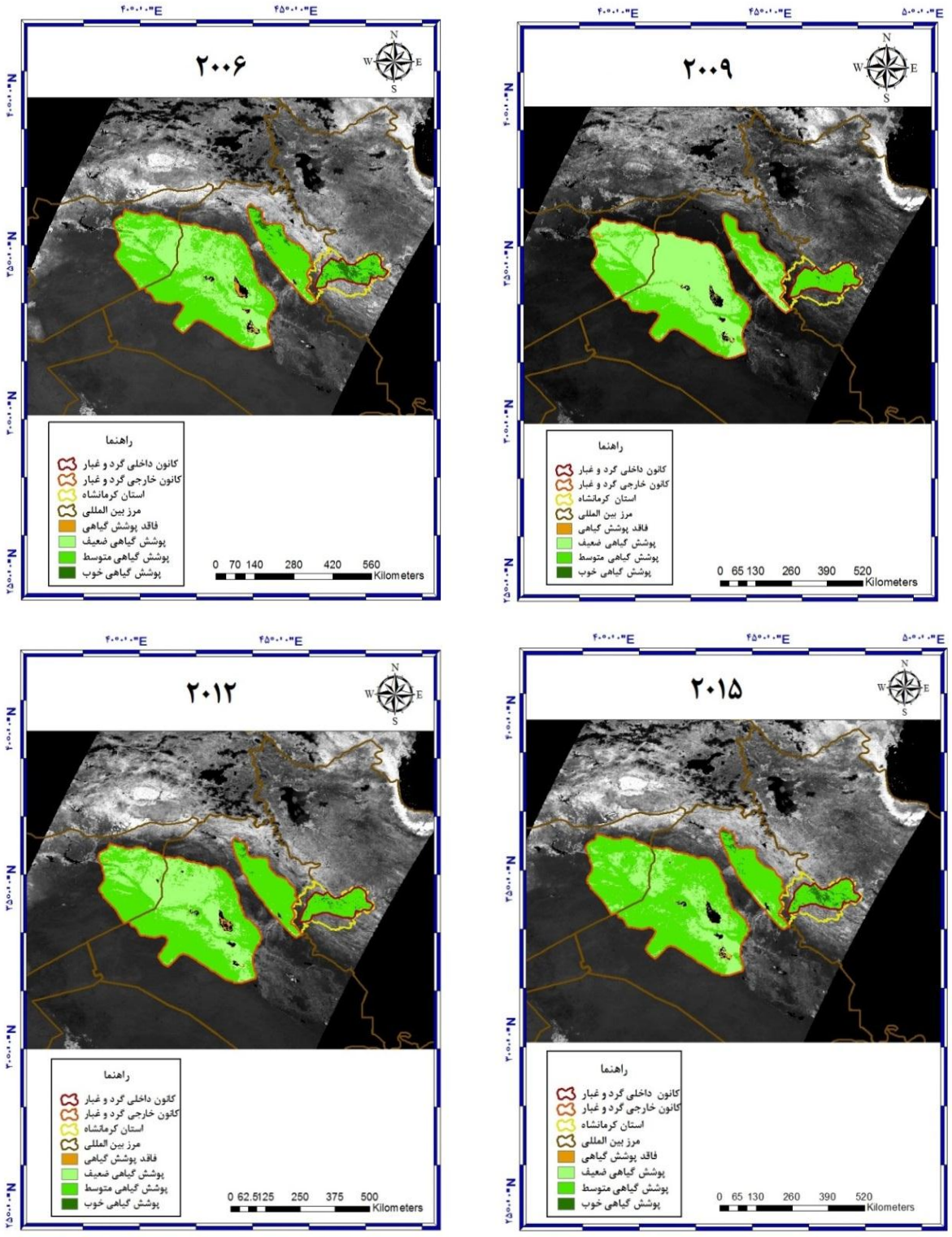
بعد از شناسایی کانون‌ها و محدوده گسترش ریزگردها بررسی تغییرات عوامل مؤثر در ایجاد ریزگردها یکی از گام‌های مهم در برنامه‌ریزی به‌منظور کنترل و مهار این پدیده محسوب می‌شود. با توجه به این‌که پوشش‌گیاهی نقش مؤثری در حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش بادی ایفاء می‌کند بنابراین کاهش سطح آن یکی از عوامل مهم در ایجاد کانون ریزگردها است (۸)، یوسف و همکاران (۳۸) نیز در مطالعه خود تأثیر حفظ و گسترش پوشش‌گیاهی در جلوگیری از ایجاد ریزگردها را مورد تأیید قرار دادند. در شکل ۵ کانون‌های داخلی و خارجی ریزگردهای استان کرمانشاه و همچنین محدوده گسترش ریزگردها جهت بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی در آنها مشخص شده است. بررسی نقشه طبقات پوشش‌گیاهی براساس شاخص NDVI در بازه‌های زمانی سه ساله نشان داد که در هر دو نوع کانون خارجی و داخلی ریزگردها، مجموع پوشش‌گیاهی طی دوره آماری مورد مطالعه تغییرات چندانی نداشته است اما در کلاسه‌های مختلف پوشش‌گیاهی تغییرات زیادی رخ داده است. در سال ۲۰۰۶ مساحت کلاسه پوشش‌گیاهی خوب در کانون‌های خارجی (۱/۸٪) و داخلی (۲۸/۲۵٪) بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است، اما در سال ۲۰۰۹ مساحت این کلاسه با کاهش شدید در هر دو نوع کانون خارجی (۰/۰۳٪) و داخلی (۱/۹۶٪) مواجه شده است. در سال ۲۰۱۲ مساحت کلاسه

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

مذکور در کانون‌های خارجی (۰/۵۹٪) و داخلی (۶/۱۵٪) افزایش می‌یابد، در سال ۲۰۱۵ نیز این افزایش در هر دو نوع کانون خارجی (۰/۸۷٪) و داخلی (۱۸/۶۲٪) به مقدار بیشتری صورت می‌گیرد. مساحت کلاسه پوشش‌گیاهی متوسط در هر دو نوع کانون خارجی و داخلی در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۶ افزایش یافته است که به نوعی بیانگر کاهش سطح کلاسه پوشش‌گیاهی خوب می‌باشد که با افزایش فراوانی وقوع روزهای گرد و غباری نیز همراه است. مساحت کلاسه پوشش‌گیاهی ضعیف در سال ۲۰۰۶ در کانون خارجی ۳۶/۱۶٪ می‌باشد اما در سال ۲۰۰۹ مساحت این کلاسه به ۵۹/۴۱٪ افزایش می‌یابد و در ادامه با افزایش زمان در سال‌های ۲۰۱۲ (۳۶/۷۸٪) و ۲۰۱۵ (۲۳/۷۵٪) کاهش می‌یابد اما در کانون داخلی مساحت کلاسه پوشش‌گیاهی ضعیف در دوره آماری مورد مطالعه تغییری نداشته است (شکل ۵ و جدول‌های ۲ و ۳). بررسی نمودار توزیع سالیانه فراوانی وقوع روزهای همراه با ریزگردها در دوره آماری مورد مطالعه نیز نشان داد که کمترین و بیشترین فراوانی وقوع روزهای گرد و غباری به‌ترتیب مربوط به سال‌های ۲۰۰۶ (۱۱ روز) و ۲۰۰۹ (۶۰۵ روز) می‌باشد که نتیجه به‌دست آمده از تغییرات مساحت کلاسه‌های مختلف پوشش‌گیاهی را تأیید می‌کند (شکل ۱). سیستم ریشه گیاهان ذرات خاک را به‌هم چسبیده نگه داشته و با ایجاد سایه، باعث افزایش رطوبت خاک و در نهایت افزایش پایداری خاک می‌شود همچنین گیاهان زبری سطح را افزایش داده و در نتیجه سرعت باد را کاهش می‌دهند. بنابراین کاهش سطح پوشش‌گیاهی موجب کاهش پایداری سطح خاک، افزایش سرعت باد و در نتیجه افزایش فرسایش بادی و وقوع ریزگردها می‌شود. مطالعات نیز نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی وقوع ریزگردها در مناطق فاقد پوشش‌گیاهی (۸۰-۶۰ روز در سال)، پس از آن مناطق با پوشش گیاهان بوته‌ای (۳۰-۲۰ روز در سال) و سپس چمن‌زارها (۴-۲ روز در سال) رخ می‌دهد. همچنین مطالعات انجام شده در قسمت‌های مرکزی و شمال‌شرقی چین نیز افزایش فراوانی وقوع ریزگردها با کاهش سطح پوشش‌گیاهی را تأیید می‌کند (۳۷،۳۴،۴). ژوو و همکاران (۴۱) نیز در مطالعه خود بیان داشتند که بیشترین فراوانی وقوع روزهای گرد و غباری مربوط به مناطقی با کمترین سطح پوشش‌گیاهی بوده است.

به‌طورکلی براساس نتایج تحقیق حاضر کانون‌های خارجی ریزگردهای استان کرمانشاه در شرق سوریه، مناطق شمالی عراق و نواحی مرزی بین دو کشور واقع شده است، همچنین بررسی نقشه طبقات پوشش‌گیاهی آنها در دوره آماری مورد مطالعه نشان داد که سطح پوشش‌گیاهی خوب در کانون‌های خارجی با گذشت زمان کاهش یافته است. این ناحیه جز حوضه رودخانه دجله و فرات است که به‌دلیل استفاده غیرمعمول آب در بالادست رودخانه در کشورهای ترکیه و سوریه خاک منطقه رطوبت خود را از دست داده و به حوضه خشکی تبدیل شده است. از طرف دیگر وقوع خشکسالی‌های شدید و فعالیت‌های انسانی سبب از بین رفتن پوشش‌گیاهی منطقه شده و تمام این شرایط منطقه مذکور را برای تبدیل شدن به کانون ریزگردها مهیا کرده است، به‌طوری‌که با وزش بادهایی با سرعتی حتی کمتر از حد آستانه حجم زیادی از رسوبات ریزدانه کف رودخانه از زمین بلند می‌شود و پدیده ریزگردها رخ می‌دهد (۸). ریجی و همکاران (۲۸) نیز در مطالعه خود بیان داشتند که در مناطقی با شاخص پوشش‌گیاهی نرمال شده کمتر از ۰/۲، باد با سرعتی حتی کمتر از حدآستانه (۷ m/s) ذرات خاک را به‌راحتی از زمین بلند می‌کند. نتایج تحقیق کریمی و همکاران (۱۴) شرایط نامساعد محیطی منطقه مذکور از جمله کم بودن سطح پوشش‌گیاهی آن را تأیید می‌کند. فرجزاده و کاوسی (۸) نیز در مطالعه خود نشان دادند که منطقه بین‌النهرین و نواحی مرزی عراق و سوریه بیشترین کاهش سطح پوشش‌گیاهی را در دوره آماری مورد مطالعه آنها داشته است. در استان کرمانشاه نیز پوشش‌گیاهی با گذشت زمان به‌واسطه عوامل طبیعی همچون خشکسالی و عوامل غیرطبیعی از قبیل جنگ تحمیلی، افزایش جمعیت منطقه، قطع درختان و چرای بی‌رویه دام با کاهش مواجه شده است (۲۷،۲) که زمینه را برای ایجاد کانون‌های داخلی در این استان فراهم کرده است، نتایج تحقیق حاضر نیز وجود کانون‌های داخلی در استان کرمانشاه و کاهش سطح پوشش‌گیاهی خوب در آنها را طی دوره مورد مطالعه تأیید می‌کند. روند افزایشی تخریب پوشش‌گیاهی توسط جنگل‌نشینان زاگرس (۱۹) و همچنین وقوع خشکسالی‌های شدید و طولانی‌مدت (۱۵) که در سال‌های اخیر با شدت بیشتری منطقه را تحت تأثیر قرار داده است بیانگر این است که در آینده شاهد افزایش تعداد و وسعت کانون‌های داخلی خواهیم بود، با توجه به نقش پوشش‌گیاهی در حفاظت خاک می‌توان با کاشت گونه‌های بومی و مقاوم به ریزگردها در کانون‌های داخلی شناسایی شده در این مطالعه مانع از افزایش سطح کانون‌های داخلی ریزگردها در استان کرمانشاه شد، در مورد کانون‌های خارجی نیز با توجه به نقش پوشش‌گیاهی در رسوب گرد و غبار، می‌توان با ایجاد کمربند سبز در مرزهای ایران و عراق از ورود ریزگردها به استان کرمانشاه جلوگیری کرد.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]



شکل ۵- نقشه طبقات پوشش‌گیاهی در کانون‌های داخلی و خارجی ریزگردهای استان کرمانشاه و نواحی گسترش ریزگردها (سال‌های ۲۰۰۶، ۲۰۰۹، ۲۰۱۲ و ۲۰۱۵)

Figure 5. Map of vegetation classes in the internal and external dust storm sources of Kermanshah province and dust extension areas (2006, 2009, 2012, and 2015)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

جدول ۲- مساحت طبقات پوشش‌گیاهی در کانون خارجی ریزگردهای استان کرمانشاه

Table 2. The area of vegetation classes in the external dust storm sources of Kermanshah province

طبقه / سال	پوشش‌گیاهی خوب (٪)	پوشش‌گیاهی متوسط (٪)	پوشش‌گیاهی ضعیف (٪)	مجموع سطح پوشش‌گیاهی (٪)	فاقد پوشش‌گیاهی (٪)
۲۰۰۶	۱/۸	۶۰/۸۷	۳۶/۱۶	۹۸/۸۳	۱/۱۷
۲۰۰۹	۰/۰۳	۳۹/۸۵	۵۹/۴۱	۹۹/۲۹	۰/۷۱
۲۰۱۲	۰/۵۹	۶۱/۸۷	۳۶/۷۸	۹۹/۲۴	۰/۷۶
۲۰۱۵	۰/۸۷	۷۴/۶۳	۲۳/۷۵	۹۹/۲۵	۰/۷۵

جدول ۳- مساحت طبقات پوشش‌گیاهی در کانون داخلی ریزگردهای استان کرمانشاه

Table 3. The area of vegetation classes in the internal dust storm sources of Kermanshah province

طبقه / سال	پوشش‌گیاهی خوب (٪)	پوشش‌گیاهی متوسط (٪)	پوشش‌گیاهی ضعیف (٪)	مجموع سطح پوشش‌گیاهی (٪)	فاقد پوشش‌گیاهی (٪)
۲۰۰۶	۲۸/۲۵	۷۱/۵۲	۰/۲	۹۹/۹۷	۰/۰۳
۲۰۰۹	۱/۹۶	۹۷/۸۱	۰/۲	۹۹/۹۷	۰/۰۳
۲۰۱۲	۶/۱۵	۹۳/۶۲	۰/۲	۹۹/۹۷	۰/۰۳
۲۰۱۵	۱۸/۶۲	۸۱/۱۲	۰/۲	۹۹/۹۴	۰/۰۶

منابع

1. Ackerman, S.A. 1997. Remote sensing aerosols using satellite infrared observations. Journal of Geophysical Research, 102: 17069-17080.
2. Azizi, Gh., A.A. Shamsipour, M. Miri and T. Safarrad. 2012. Statistical analysis-synoptic phenomenon of dust in the western half of Iran. Ecology, 38(3): 123-134 (In Persian).
3. Baddock, M.C., J.E. Bullard and R.G. Bryant. 2009. Dust source identification using MODIS: A comparison of techniques applied to the Lake Eyre Basin Australia. Remote Sensing of Environment, 113: 1511-1528.
4. Bahrami, H.A., M. Jalali, A. Darvishi Bolorany and R. Azizi. 2013. The spatial modeling of the time of storm storms in Khuzestan province. Iranian Remote Sensing and GIS, 5(2): 95-114 (In Persian).
5. Bayat, R., S. Jafari, B. Ghermezcheshmeh and A.H. Charkhabi. 2016. Studying the effect of dust on vegetation changes (case study: Shadegan Wetland, Khuzestan). RS and GIS for Natural Resources, 7(2): 17-32 (In Persian).
6. Cao, H., J. Liu, G. Wang, G. Yang and L. Luo. 2015. Identification of sand and dust storm source areas in Iran. Journal of Arid Land, 7(5): 567-578.
7. Fallah Zzooli, M., A. Vafaei Nezhad, M.M. Kheirkhah Zarkesh and F. Ahmadi Dehkae. 2014. Synoptic monitoring and analysis of dust phenomena using remote sensing and GIS (case study: Dust 18 June 2012). Geographical Information Scientific-Research Quarterly Periodical, 23(91): 69-80 (In Persian).
8. Frarajzadeh, M. and M. Kavosi. 2014. The evaluation of vegetation variations trend using linear regression methods and change vector analysis. Geography and Environmental Planning, 25(4): 69-82 (In Persian).
9. Godı´nez-Alvarez, H., J.E. Herrick, M. Mattocks, D. Toledo and J. Van Zee. 2009. Comparison of three vegetation monitoring methods: their relative utility for ecological assessment and monitoring. Ecological Indicators, 9: 1001-1008.
10. Hua, N.P., F. Kobayashi, Y. Iwasaka, G.Y. Shi and T. Naganuma. 2007. Detailed identification of desertoriginated bacteria carried by Asian dust storms to Japan. Aerobiologia, 23(4): 291-298.
11. Huang, J., J. Ge and F. Weng. 2007. Detection of Asian dust storms using multisensor satellite easurements. Remote Sensing Environment, 110: 186-191.
12. Jahanbakhsh, S., Kh. Valizadeh, M. Khosravi, B. Zeinali and S. Asghari. 2014. Identifying and detecting the Hurricane of Iran 1 July 2008 using the MODIS sensor. Geographical Space Scientific-Research Quarterly Periodical, 46(14): 31-50 (In Persian).
13. Jensen, R., J. Gatrell, J. Boulton and B. Harper. 2004. Using remote sensing and geographic information systems to study urban quality of life and urban forest amenities. Ecology and Society, 9(5): 5.
14. Karimi, Kh., H. Taheri Shahr Aeini, M. Habibi Nokhandan and N. Hafezi Moghadas. 2011. Identifying the origins of dust storm production in the Middle East using remote sensing. Journal of Clinical Research, 2(7-8): 57-72 (In Persian).
15. Karimi, M., K. Shahedi and M. Byzedi. 2015. Analysis of hydrological drought using constant threshold level method (case study: Karkheh River Basin, Iran). Journal of Watershed Management Research, 6(11): 59-72 (In Persian).
16. Krishna, T.M., G. Ravikumar and M. Krishnaveni. 2009. "Remote sensing based agricultural drought assessment in Palar Basin of Tamil Nadu State, India". Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 37: 9-20.
17. Li, X., L. Ge, Y. Dong and H.C. Chang. 2010. Estimating the greatest dust storm in eastern Australia with MODIS satellite images. Published by IEEE.
18. Madhavan, S., J.J. Qu and X. Hao. 2017. Saharan dust detection using multi-sensor satellite measurements. Heliyon, http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00241.
19. Marvie Mohadjer, M.R. 2007. Silviculture. Second Edition, University of Tehran Press, 387 pp (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

20. Masrouri, E., Sh. Shataei, M.H Moayeri, J. Soosani and R. Bagheri. 2015. Modeling of forest degradation extend using physiographic and socio-economic variables (case study: A part of Kaka-Reza District in Khoram-Abad). Ecology of Iranian Forests, 3(5): 20-30 (In Persian).
21. Mehrabi, Sh., S. Soltani and R. Jafari. 2015. Investigating the relationship between climatic parameters and occurrence of dust. Journal of Agricultural Science and Technology, Water and Soil Science, 19(71): 69-80 (In Persian.)
22. Mie, D., L. Xiushan, S. Lin and W. Ping. 2008. A dust-storm process dynamic monitoring with multi-temporal MODIS data. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 10(7): 965-969.
23. Mirzaei Zadeh, V., A. Mahdavi, A. Karmshahi and A.A. Jaefarzadeh. 2015. Application of an integrated CA-Markov model in simulating spatiotemporal changes in forest cover: a case study of Malekshahi county forests, Ilam province. Ecology of Iranian Forests, 3(5): 42-52 (In Persian).
24. Munson, S.M., R.H. Webb and A. Hubbard. 2011. A comparison of methods to assess longterm changes in Sonoran desert vegetation. Journal of Arid Environments, 75: 1228-1231.
25. Nastagdori, L., D. Jugder and Y. Schung. 2002. Analysis of dust storms observed. Mongolia during 1937-1999, 12 pp.
26. Ochirkhuyag, L. and R. Tsolmon. 2008. Monitoring the source of trans-national dust storms north east Asia. The international archives of the photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 10(7): 835-840.
27. Pourreza, M., J.D. Shaw and H. Zangeneh. 2008. Sustainability of Wild Pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Zagros forests, Iran. Forest Ecology and Management, 225: 3667-3671.
28. Reiji, K., L. Bai and J. Wang. 2009. Relationships among dust outbreaks, vegetation cover, and surface soil water content on the Loess Plateau of China, 1999-2000. Catena, 77(3): 292-296.
29. Rezaei Moghadam, M.H. and M. Mahdian Boroujeni. 2015. Determination of the dust using NOAA satellite AVHRR (case study: South-West of Iran). Geography and Environmental Sustainability, 5(17): 1-13 (In Persian).
30. Sauer, T. and J.D. Ries. 2008. Vegetation cover and geomorphodynamics on abandoned fields in the Central Ebro Basin (Spain). Geomorphology, 102: 267-277.
31. Scheer, L. and R. Sitko. 2007. Assessment of some forest characteristics employing IKONOS satellite data. Journal of Forest Science, 53 pp.
32. Shamsipour, A.A. and T. Safarrad. 2012. Satellite and synoptic analysis of dust storm in western half of Iran (case study: July 2009). Natural Geography Research, 44(79): 111-126 (In Persian).
33. Tamassoki, E., A. Khoorani, A. Dervishi Bolorany and A. Nohegar. 2016. Monitoring and predicting the occurrence of dust storms using Dwarves data, spatial information system and terrestrial data based on the study of changes in vegetation and climatic elements (case study: south and south east of Iran). Iranian Remote Sensing and GIS, 7(4): 27-44 (In Persian).
34. Tan, M. and X. Li. 2015. Does the green great wall effectively decrease dust storm intensity in China? a study based on NOAA NDVI and weather station data. Land Use Policy, 43: 42-47.
35. Thenkabail, P.S., R.B. Smith and E. De Pauw. 2002. Evaluation of narrow band and broadband vegetation indices for determining optimal hyper spectral wavebands for agricultural crop characterization. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 68(6): 607-621.
36. Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of Environment, 8(2): 127-150.
37. Wu, Zh., J. Wu, J. Liu, B. He, T. Lei and Q. Wang. 2013. Increasing terrestrial vegetation activity of ecological restoration program in the Beijing–Tianjin sand source region of China. Ecological Engineering, 52: 37-50.
38. Youssef, F., G. Erpul, P. Bogman, W.M. Cornelis and D. Gabriels. 2008. Determination of efficiency of Vaseline slide and Wilson and Cooke sediment traps by wind tunnel experiments. Environmental Geology, 55(4): 741-750.
39. Yue, H., Ch. He, Y. Zhao, Q. Ma and Q. Zhang. 2017. The brightness temperature adjusted dust index: An improved approach to detect dust storms using MODIS imagery. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 57: 166-176.
40. Zhang, Y., Ch. Peng, W. Li, L. Tian, Q. Zhu, H. Chen, X. Fang, G. Zhang, G. Liu, X. Mu, Zh. Li, Sh. Li, Y. Yang, J. Wang and X. Xiao. 2016. Multiple afforestation programs accelerate the greenness in the 'Three North' region of China from 1982 to 2013. Ecological Indicators, 61(2): 404-412.
41. Zhou, X.K., P.M. Zhai. 2004. Relationship between vegetation coverage and spring dust storms over northern China. Geophysical Research, 109: 987-993.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]

Investigating the Vegetation Changes in the Internal and External Dust Storm Sources using MODIS Satellite Imagery (Case Study: Kermanshah Province)

Mahsa Karimi[1], Jafar Oladi Ghadikolaei[2] and Jahangir Mohammadi[3]

1- Ph.D. Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University,
(Corresponding author: karimi.mahsa99@gmail.com)
2- Associate Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Assistant Professor, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: July 10, 2018 Accepted: August 25, 2018

Abstract

Vegetation is one of the most important components of ecosystem, which plays an important role in protecting soil and preventing its rise. So, monitoring and evaluating its changes in planning to control the dust storm is effective. The purpose of this study was to investigate the changes of vegetation in the internal and external dust storm sources of Kermanshah province and dust extension areas. For this purpose, horizontal visibility data were obtained from the meteorological administration of Kermanshah in the statistical period 2005 to 2015. In 2008 and 2009, as well as in the months of May, June and July, due to the most frequent occurrence of days with dust were the basis of study. In the next step, the most important events of dust in the years and months were selected based on two criteria of minimum horizontal visibility and maximum duration of continuity and the MODIS satellite image (MOD02) was obtained for them. The BTD method was used to detect dust storm. Then vegetation changes were evaluated using MOD09 Q1 MODIS and NDVI index in three year intervals and in good, moderate and poor vegetation categories. The results of this study showed that in 2006 the area of good vegetation class in the external and internal dust storm sources was 1.8% and 28.25%, respectively, but in 2015 the area of this class decreased in both external (0.87%) and internal (18.62%). In general, considering the important role of vegetation in soil conservation, it can be taken with the conservation, regeneration and extension of the vegetation, especially in areas where the results of this research have been reduced, have taken an effective step in controlling the dust storm.

Keywords: Vegetation, MOD09 Q1, NDVI, Dust storm sources, Brightness temperature difference

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1397.6.12.6.9]
[DOI: 10.29252/ifej.6.12.39]