

شناسایی مناطق منشاء گرد و غبار با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و زمینی

مورد مطالعه غرب ایران

علی اکبر نوروزی^{۱*}، مرتضی میری^۲، ضیاءالدین شعاعی^۳

۱- دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، noroozi.aa@gmail.com

۲- استادیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- دانشیار، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده

هدف پژوهش حاضر تعیین مناطق منشاء گرد و غبار با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و داده‌های زمینی در غرب ایران است. داده‌های مورد استفاده دربرگیرنده تصاویر سنجنده مودیس سطح ۲ با دقت مکانی ۱ کیلومتر، محصول AOD سنجنده مودیس، تصاویر سنجنده لندست در نسل‌های مختلف، نقشه‌های شکل زمین و داده‌های گرد و غبار و دید افقی ایستگاه‌های سینوپتیک استان‌های غرب کشور طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۴ می‌باشد. بر اساس نتایج آماری بیشینه رخداد گرد و غبار برای منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ ثبت شده است. در مقیاس ماهانه، ماه‌های می، ژوئن و جولای از بیشترین رخداد گرد و غبار برخوردارند. در مقیاس ساعتی، بیشینه رخداد گرد و غبار برای ساعت‌های ۹ صبح الی ۱۸ بعدظهر به وقت محلی رخ می‌دهد. ردیابی مسیر گرد و غبارهای ورودی نشان داد که طی دوره گرم سال بیشترین گرد و غبارهای ورودی با جهت شمال غربی - جنوب شرقی و غربی-شرقی و در دوره سرد بویژه در اواخر دوره با جهت جنوبی - شمالی منطقه مطالعاتی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تهیه نقشه کاربری و بررسی تغییرات آن بیانگر کاهش سطح مناطق آبی، پوشش گیاهی و افزایش اراضی بایر خاکی در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ می‌باشد. این ویژگی‌ها به همراه بررسی خصوصیات فیزیوگرافی، فرسایش پذیری سازندها، نوع خاک، رطوبت خاک و تغییرات کاربری سبب شناسایی مناطق مستعد و پتانسیل تولید گرد و غبار برای استان‌های هدف شد. تلفیق لایه‌های اطلاعاتی نشان داد که مناطق مولد و مستعد تولید گرد و غبار برای بیشتر استان‌های هدف در قسمت‌های غربی و جنوب غربی قرار دارد.

واژه‌های کلیدی:

سنجش از دور، AOD، تغییرات کاربری، سرعت و جهت باد، فرسایش، گرد و غبار.

مقدمه

گرد و غبارها یکی از ویژگی‌های سامانه‌های جوی هستند که در بسیاری از مناطق جهان رخ می‌دهند (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۱) باوجوداین بررسی‌ها نشان می‌دهد که رخداد این پدیده در مناطق خشک و نیمه‌خشک نسبت به سایر مناطق از فراوانی بیشتری برخوردار است (عباسی و همکاران، ۱۳۷۸). در این مناطق معمولاً انتشار پدیده گرد و غبار ناشی از فرسایش بادی و کاهش رطوبت خاک رخ می‌دهد (Shao 2006). در حال حاضر منبع اصلی انتشار گرد و غبار بیابان‌های نواحی جنب حاره و نواحی نیمه خشک و نیمه مرطوب می‌باشند، جایی که خاک خشک و بدون پوشش (لخت) زمان‌های معینی از سال در معرض بادهای شدید قرار دارد. نواحی اصلی تولید گردوغبار در جهان در نوار گسترده‌ای از سرزمین‌های خشک و نیمه خشکی که از غرب آفریقا تا شمال چین با اکثریت وجود در شمال Hemisphere کشیده شده‌اند (امتداد یافته‌اند)، قرار دارند (Middleton 1986). ذرات معلق ناشی از توفان‌های گرد و غبار از طریق تاثیرگذاری مستقیم و غیر مستقیم بر تابش خورشید نقش مهمی در سیستم اقلیمی ایفا می‌کنند (Li 2014). با توجه به تاثیرات این پدیده بر ابعاد مختلف محیط زیست انسانی و طبیعی، پژوهشگران زیادی در داخل و خارج از کشور به مطالعه چگونگی شکل‌گیری، شناسایی مناطق منشاء و پیامدهای رخداد این پدیده پرداخته‌اند. Wilderson (۱۹۹۱)، با استفاده از پردازش تصاویر

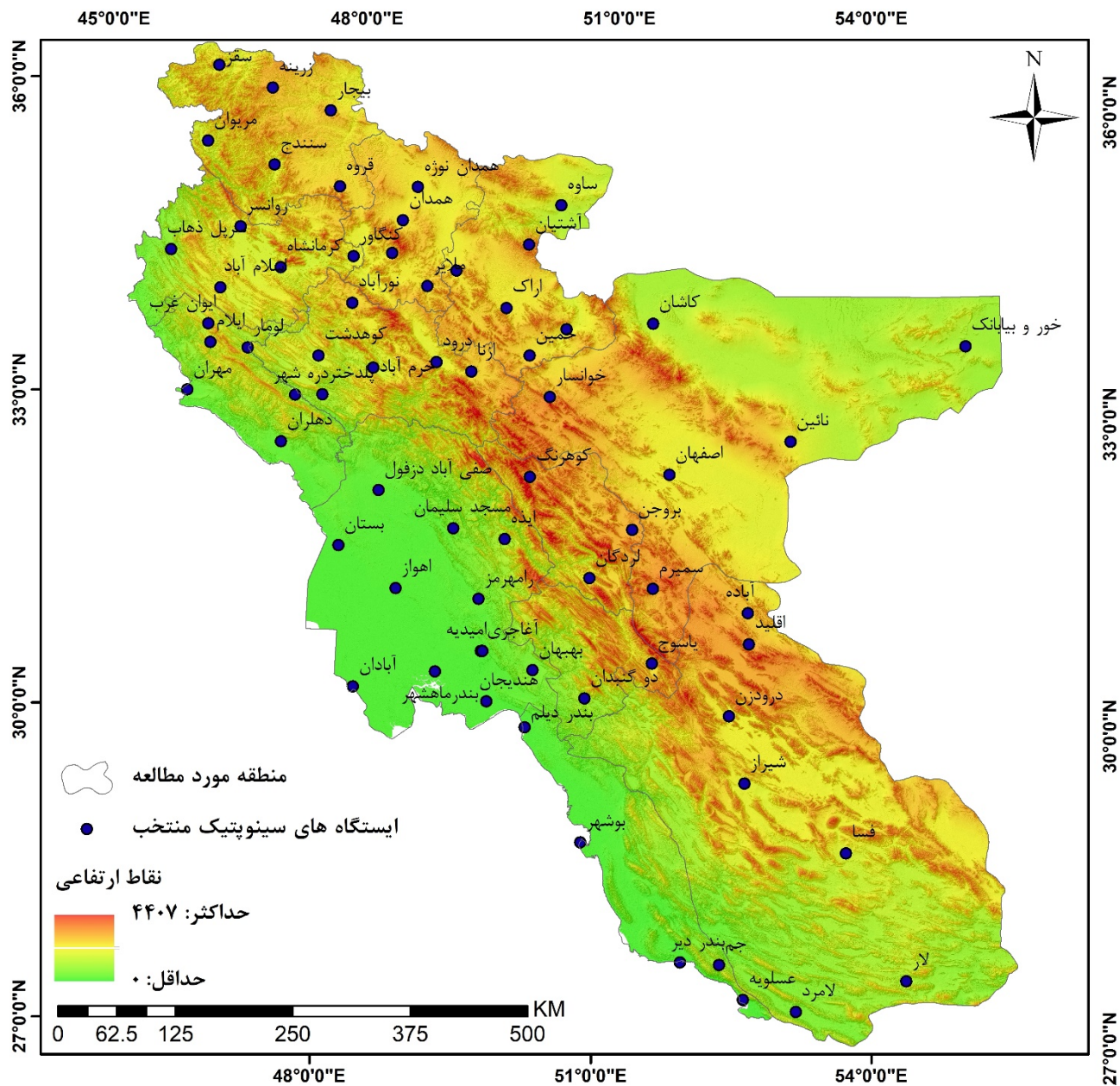
ماهواره‌ای NOAA به آشکارسازی طوفان‌های گرد و غبار از سال ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۸ در منطقه خاورمیانه پرداخت. در این بررسی چشمه‌های تعدادی از طوفان‌ها منطقه خاورمیانه مشخص و مسیر حرکت و هجوم طوفان‌ها مورد ردیابی قرار گرفتند. Goudie و Midelton (۲۰۰۱)، معتقدند صحرای آفریقا بیش از هر منبع دیگری تولید گرد و غبار می‌کند. همچنین شمال شرق کشور موریتانی، غرب مالی و جنوب الجزایر را در رتبه‌های بعدی نام می‌برند. Furman و Kutiel (۲۰۰۳)، با بررسی منشأ و خصوصیت مکانی و زمانی طوفان‌های گرد و غبار در خاورمیانه طی دوره ۲۱ ساله (۱۹۹۳-۱۹۷۳) بیان کردند وقوع مکرر طوفان‌های گرد و غبار در ایران، شمال شرقی عراق و سوریه، خلیج فارس و جنوب عربستان، یمن و عمان بیشتر در فصل تابستان رخ می‌دهد. Zhai و Zou (۲۰۰۴) با بررسی ارتباط بین رخداد گرد و غبار و پوشش گیاهی طی دوره ۲۰۰۱-۱۹۸۲ بیان کردند که پوشش گیاهی فقیر در شمال چین یکی از دلایل اصلی رخداد متوالی گردو غبارهای فصل بهار این منطقه است. Orlovsky و همکاران (۲۰۰۵)، طوفان‌های گرد و غبار ترکمنستان را با استفاده از داده‌های ۵۶ ایستگاه هواشناسی در یک طولانی‌مدت (۶۰ ساله) مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق بادهای قوی، نوع اقلیم منطقه، نوع و پوشش گیاهی منطقه را از عوامل مؤثر در رخداد این پدیده دانستند. Alles (۲۰۰۷)، در مطالعه منشأ طوفان‌های گرد و غبار چین با استفاده از شاخص‌های آلودگی هوا و تصاویر ماهواره MODIS بیان کردند که این پدیده در مناطق سردسیر شکل گرفته و با عبور از صحرای گبی و برداشت ذرات فراوان گرد و غبار، معضلاتی را برای آن مناطق ایجاد می‌کند. Prakash و همکاران (۲۰۱۵) طوفان گرد و غبار ۲۰-۱۸ مارس ۲۰۱۲ را شبیه سازی و بیان کردند که این طوفان در حدود ۹۴ میلیون تن گرد و غبار تولید کرده است که از این میزان ۵٫۳ میلیون بر روی خلیج فارس و ۱٫۲ میلیون تن گرد و غبار در دریای سرخ نشست کرده است. همچنین می‌توان به تحقیقات Tanaka و Chiba (2006)، Kimura و همکاران (۲۰۰۹)، Kurosaki و همکاران (۲۰۱۱)، Shalaby, Speer (2013) و همکاران (۲۰۱۵) و غیره اشاره کرد. در داخل کشور نیز طی سالیان اخیر به این پدیده و مشکلات آن توجه زیادی شده است. لشکری (۱۳۸۷)، با تحلیل آماری همدیدی طوفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی نتیجه گرفت که طوفان‌های گرد و غبار در جنوب استان خراسان رضوی یک پدیده متداول است و از شمال به جنوب بر تعداد آن‌ها افزوده می‌شود. جلالی (۱۳۸۸) به بررسی علل و منشأ طوفان‌های جنوب غرب و غرب کشور و مناطق تحت تأثیر آن پرداخت. محمدی‌ها و همکاران (۲۰۱۰) نحوه شکل‌گیری طوفان گرد و غبار را به صورت موردی با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS مطالعه کردند. آن‌ها بیان کردند که در نمونه مورد مطالعه گرد و غبارهای وارد شده به منطقه از بیابان‌های عراق سرچشمه گرفته است. میری و همکاران (۱۳۹۱)، ردیابی پدیده گرد و غبار در غرب ایران را مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق دو مسیر اصلی شمال غربی- جنوبی شرقی و مسیر غربی - شرقی به‌عنوان مسیرهای انتقال این پدیده معرفی شدند. شمشیری و همکاران (۲۰۱۴)، با آشکارسازی و پهنه‌بندی گردو غبارهای استان کرمانشاه با استفاده از تصاویر سنجنده مودیس بیان کردند که ایستگاه سومار دارای بیشترین گردو غبارهای زیر ۱۰۰ متر است و شاخص آکرمن بهترین کارایی برای بارزسازی گرد و غبار بر روی تصاویر مودیس دارد. همچنین می‌توان به تحقیقات اسماعیلی (۱۳۸۵)، فرج زاده و رازی (۱۳۹۰)، عزیزی و همکاران (۱۳۹۱)، رنجبر سعادت آبادی و درویش زاده (۱۳۹۲)، موحدی و همکاران (۱۳۹۳)، میری و همکاران (۱۳۹۴) و غیره اشاره کرد.

منطقه غرب ایران بعنوان یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی بشمار می‌رود. که معیشت اکثر ساکنان آن به این صنعت وابسته است. موقعیت جغرافیایی این منطقه و نزدیکی آن به مناطق بیابانی کشورهای مجاور، به‌مراه ویژگی‌های محیطی این ناحیه سبب شده است که هر ساله بطور متناوب با رخداد پدیده گرد و غبار مواجه باشد. از طرف دیگر با توجه به تأثیرگذاری این پدیده بر روی محصولات کشاورزی، سلامتی انسان، تاسیسات انسان ساخت و منابع طبیعی، بررسی فراوانی زمانی- مکانی، آگاهی از زمان رخداد و شناسایی مناطق منشاء این پدیده در غرب ایران ضروری به نظر می‌رسد. دستیابی به اطلاعات در کوتاه‌ترین زمان و کمترین هزینه از جمله عوامل مهم تأثیر گذار در سیدن به این ضرورت است. در سالهای اخیر استفاده از روش‌های اتوماتیک، کم هزینه و سریع مانند فناوری سنجش از دور بعلا توانایی در ارائه تکنیک‌های متنوع و کارآمد همواره مورد توجه متخصصین علوم محیطی بوده است. با توجه به آنکه شناسایی مناطق مستعد فرسایش بادی و بررسی اثرات آن با استفاده از روش‌های صحرایی کاری بسیار دشوار، زمان بر و پرهزینه می‌باشد استفاده از فناوری سنجش از دور در این زمینه می‌تواند بسیار کارآمد باشد. از این‌رو در این پژوهش سعی بر این شده است که با استفاده از مطالعات میدانی و قابلیت‌های سنجش از دوری و سیستم اطلاعات جغرافیایی کانون‌های مولد گرد و غبار داخلی کشور شناسایی و مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش غرب ایران است (شکل ۱). داده‌های مورد استفاده در این پژوهش دربرگیرنده کدهای هواشناسی و میزان دید افقی روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک منتخب، تصاویر روزانه سنجنده مودیس در سطح ۲ پردازشی، محصول روزانه $AOD_{0.4}$ سنجنده مودیس، تصاویر سنجنده لندست در نسل‌های مختلف (۴-۵)، داده‌های سرعت و جهت باد در ترازهای مختلف جو و داده‌های مدل رقومی ارتفاع با دقت ۳۰ متر استفاده شده است. روش پژوهش ترکیبی از روش‌های میدانی، دورسنجی و آماری می‌باشد. بدین ترتیب که در ابتدا با مراجعه به سازمان هواشناسی کل کشور داده‌های روزانه گرد و غبار میزان دید افقی (۸ بار دیده بانی در روز) ایستگاه‌های همدیدی استانهای منتخب طی دوره آماری مشترک (۲۰۰۰-۲۰۱۴) در غرب ایران، دریافت و پردازش گردید. پس از مشخص کردن تغییرات مکانی و زمانی رخداد گرد و غبار در غرب ایران و همچنین بررسی شدت وقوع آنها، روزهای همراه با پدیده گرد و غبار بر اساس داده‌های سازمان هواشناسی و رخدادهای ثبت شده در تارنماهای معتبر داخل کشور، رخدادهای شدید استخراج و بارزسازی شد. برای بارزسازی پدیده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده مودیس در سطح پردازشی ۲ و شاخص BTD (اختلاف دمای درخشایی) در محیط نرم افزاری $ENVI$ استفاده گردید. تفاوت دمای درخشایی ذرات جامد معلق در طول موج های ۸.۵، ۱۱ و ۱۲ میکرومتر، شناسایی پدیده ی مزبور را امکان پذیر می‌کند، بدین صورت که با افزایش مقدار گرد و غبار، اختلاف ($BT_{8.5}-BT_{11}$) و ($BT_{11}-BT_{12}$) افزایش و مقدار ($BT_{11}-BT_{12}$) کاهش می‌یابد که امکان استخراج گرد و غبار را فراهم می‌نماید.

پس از بارزسازی گرد و غبار بر روی تصاویر، بمنظور شناسایی مسیر حرکت آنها، از مدل $HYSPLIT$ استفاده شد. این مدل برای ردیابی ذرات از داده‌های سرعت و جهت باد با قدرت تفکیک مکانی ۱، ۵/۰ درجه استفاده می‌کند. ردیابی مسیر ذرات در این مدل با دو روش $Forward$ و $Backward$ انجام می‌شود (میری، ۱۳۹۰)، که در تحقیق پیشرو با توجه به اینکه هدف شناسایی مناطق منشأ گرد و غبار می‌باشد، از روش $Backward$ استفاده شده است. همچنین نقشه‌های سرعت و جهت باد برای روزهای همراه با گرد و غبار در تراز ۱۰۰۰ هکتوپاسکال با استفاده از داده‌های تارنمای نوا تهیه و تفسیر گردید. در ادامه با استفاده از روش‌های طبقه بندی نظارت شده، تغییرات پوشش گیاهی استان خوزستان طی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ در فصل‌های تابستان و زمستان بررسی و درصد تغییرات هر یک از کلاس‌های کاربری با استفاده از روش حداکثر احتمال در محیط نرم افزاری $ENVI$ تعیین و زمین‌های بایر و تپه‌های شنی شناسایی شد. سپس ویژگی‌های خاک، شیب، جهت شیب، ارتفاع این کلاس‌ها با استفاده از مدل رقومی ارتفاع زمین با دقت مکانی ۳۰ متر حاصل از تصاویر $Aster$ مطالعه شد. در نهایت با تلفیق لایه‌های اقلیمی (سرعت و جهت باد) و فیزیوگرافی (تغییرات کاربری اراضی، خاک، فرسایش پذیری سازند و غیره)، لایه های دورسنجی (گرد و غبارهای بارزسازی شده) مناطق داخلی مستعد تولید گرد و غبار در محیط نرم افزاری GIS برای استان‌های منتخب در غرب کشور شناسایی شد. صحت مناطق منشأ گرد و غبار شناسایی شده با استفاده از مطالعات میدانی نگارندگان، نقشه تهیه شده توسط منابع طبیعی بررسی شد.



نتایج و بحث

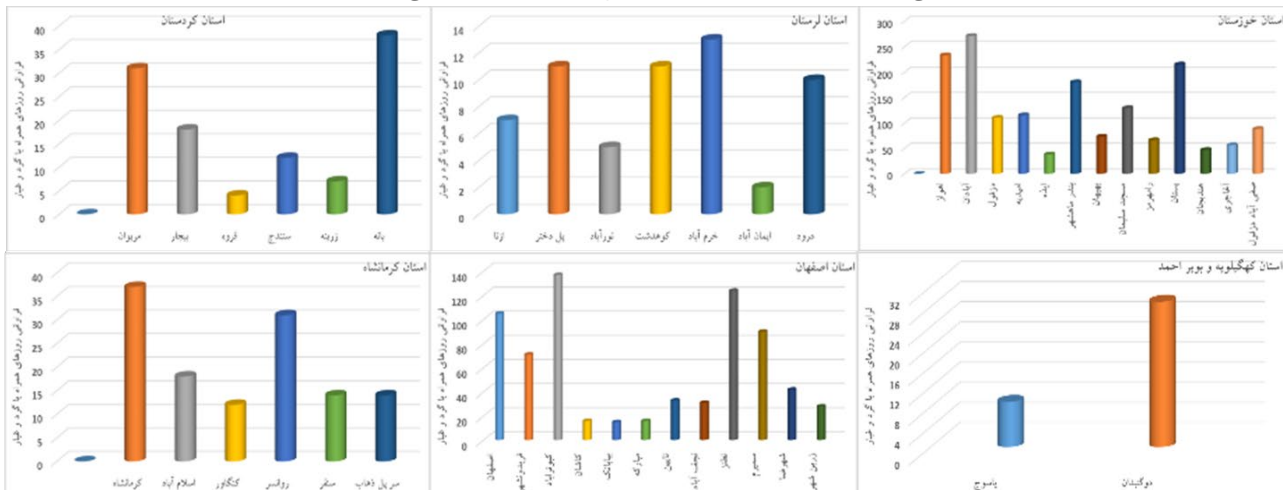
بررسی فراوانی گرد و غبار

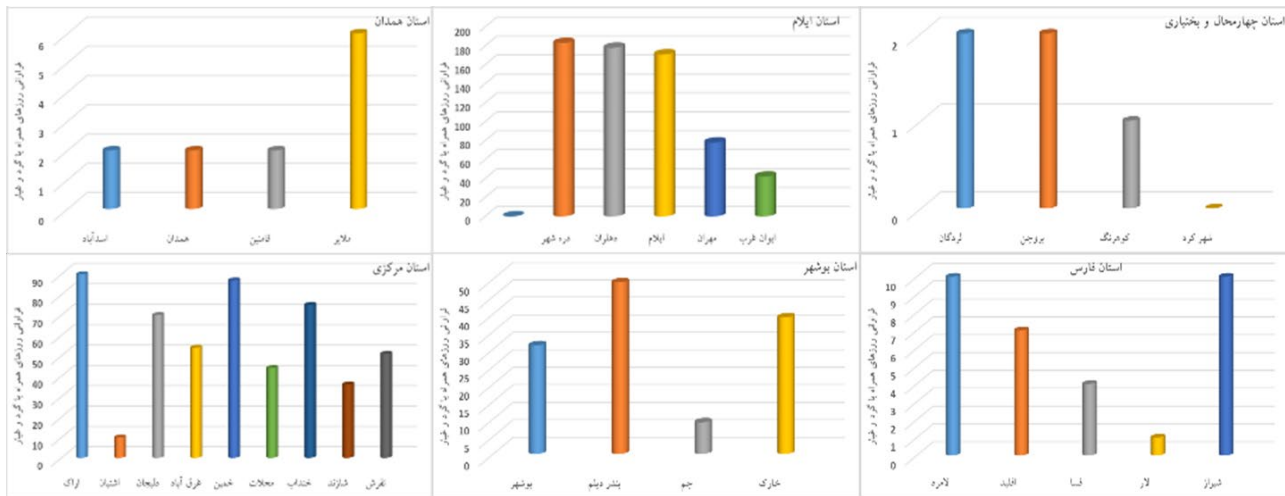
بررسی سالیانه رخداد پدیده گرد و غبار برای ایستگاه های منتخب در منطقه مورد مطالعه نشان داد که طی دوره آماری ۱۵ ساله، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار برای سال های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ برای بیشتر ایستگاه ها ثبت شده است. شکل (۱) نتایج حاصل از پردازش داده های گرد و غباری ایستگاهی برای هر استان و همچنین برای هر ایستگاه همدید را به تفکیک استانی نشان می دهد. بر اساس نتایج حاصل از پردازش داده های ایستگاه های منتخب در مقیاس ماهانه، بیشترین فراوانی وقوع گرد و غبار مربوط به سه ماه می و ژوئن و جولای می باشد که ماه جولای در حالت کلی و به صورت ایستگاهی برای بیشتر ایستگاه ها از حداکثر فراوانی وقوع گرد و غبار برخوردار است. این زمان از نظر آب و هوایی در فصل بهار و اوایل فصل تابستان است و به مرور زمان این فراوانی وقوع در فصل پاییز در تمامی ایستگاه ها کاهش می یابد. آنچه در جدول ماهانه رخداد گرد و غبار این استان ها قابل توجه است ثبت رخداد گرد و غبار نسبتاً زیاد در ماه های فصل زمستان است. بطوریکه در ایستگاه های جدیدی که در استان های مانند ایلام تأسیس شده اند همانند آبادان،

تعداد رخداد های ثبت شده در ماه های فصل زمستان در حال افزایش است. این شرایط نشان دهنده افزایش خشکی و فرسایش بیشتر خاک در استان های غربی کشور و مناطق هجوار این استان ها است. در مقیاس ساعتی، بیشینه رخداد گرد و غبار برای ساعت های ۹ صبح الی ۱۸ بعدظهر به وقت محلی رخ می دهد.

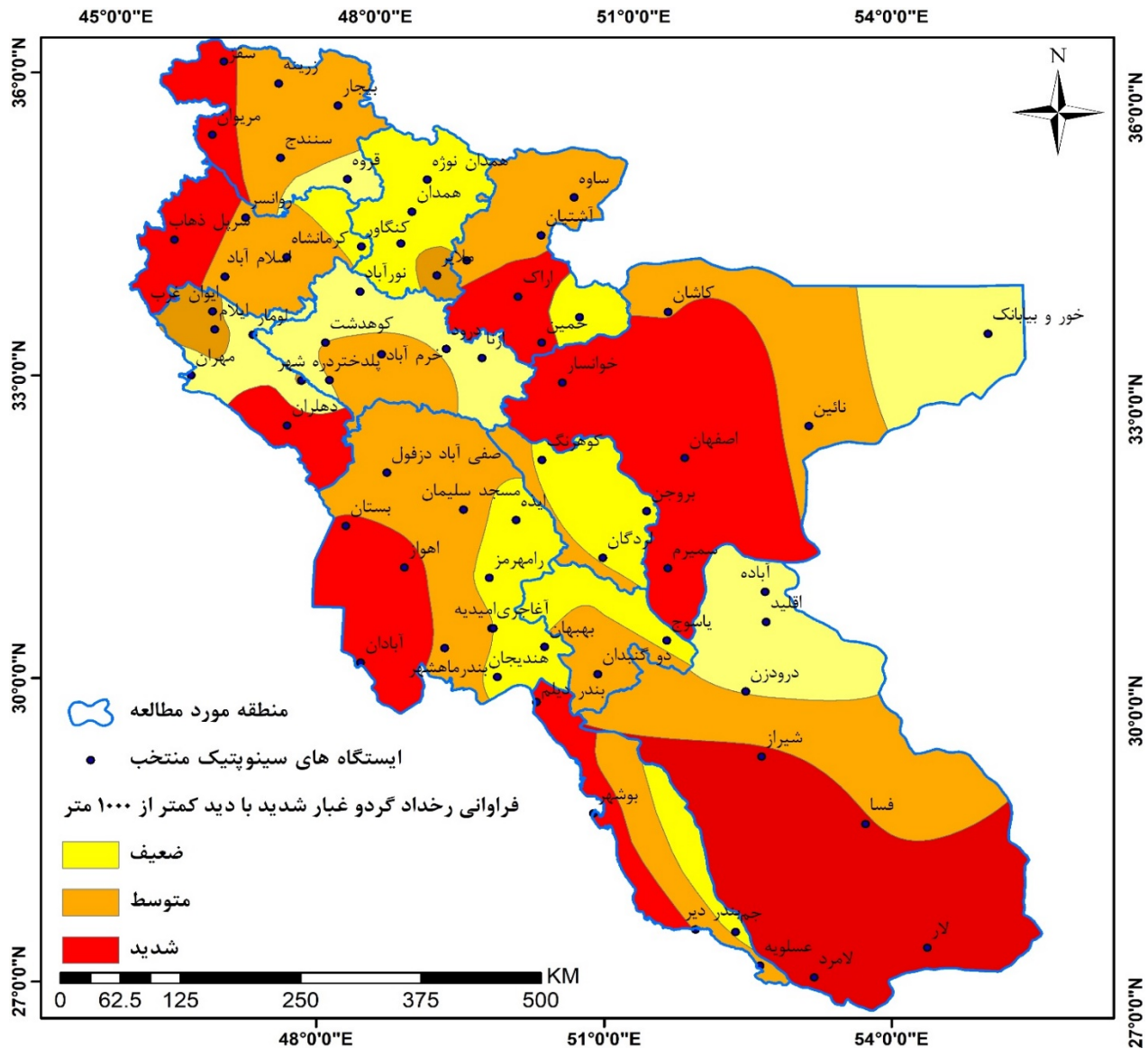


شکل : فراوانی رخداد سالانه گرد و غبار در استان های مورد مطالعه طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴





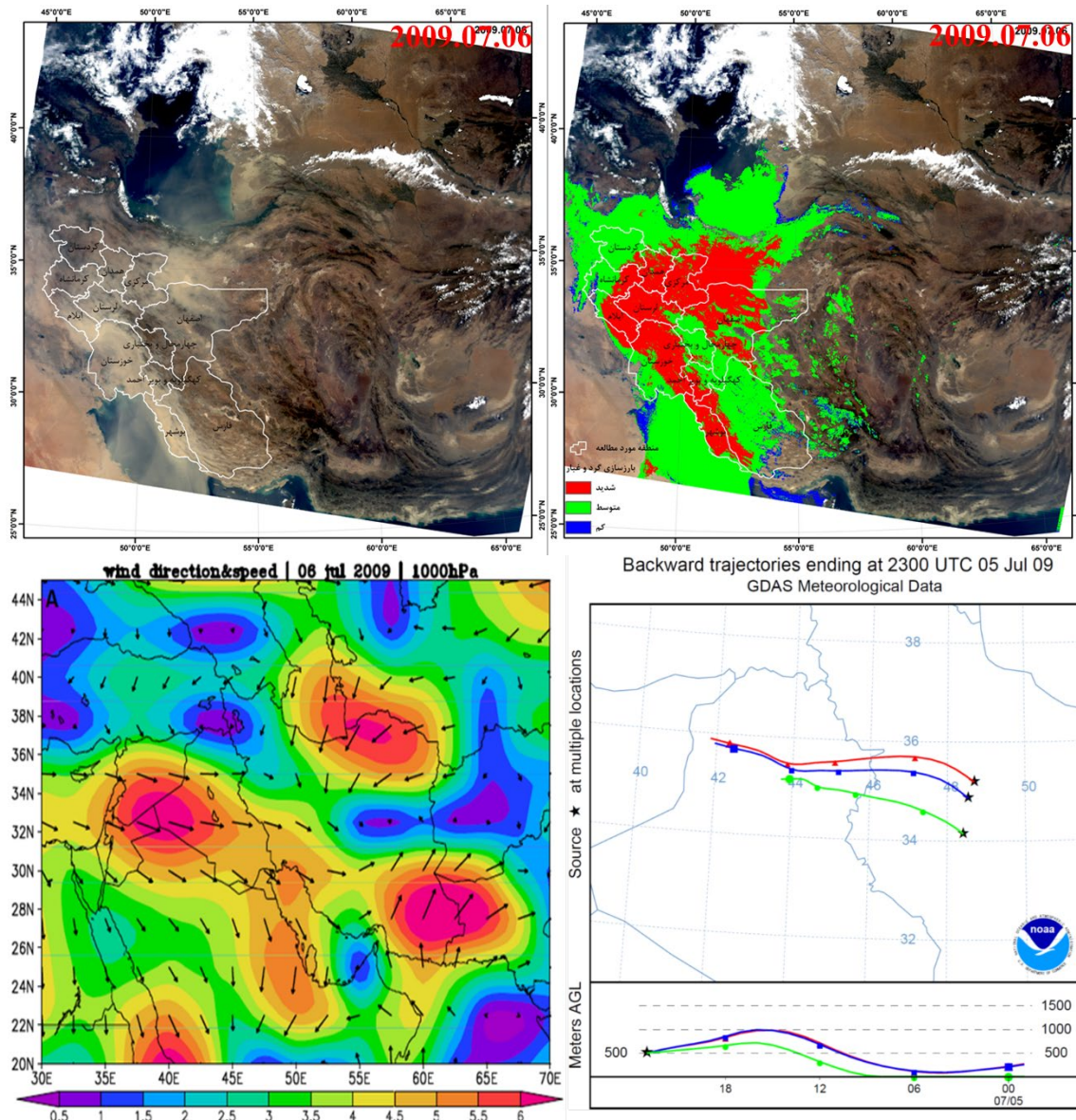
شکل: میانگین فراوانی رخدادهای گرد و غبار در ایستگاه‌های منتخب در سطح منطقه مورد مطالعه طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰

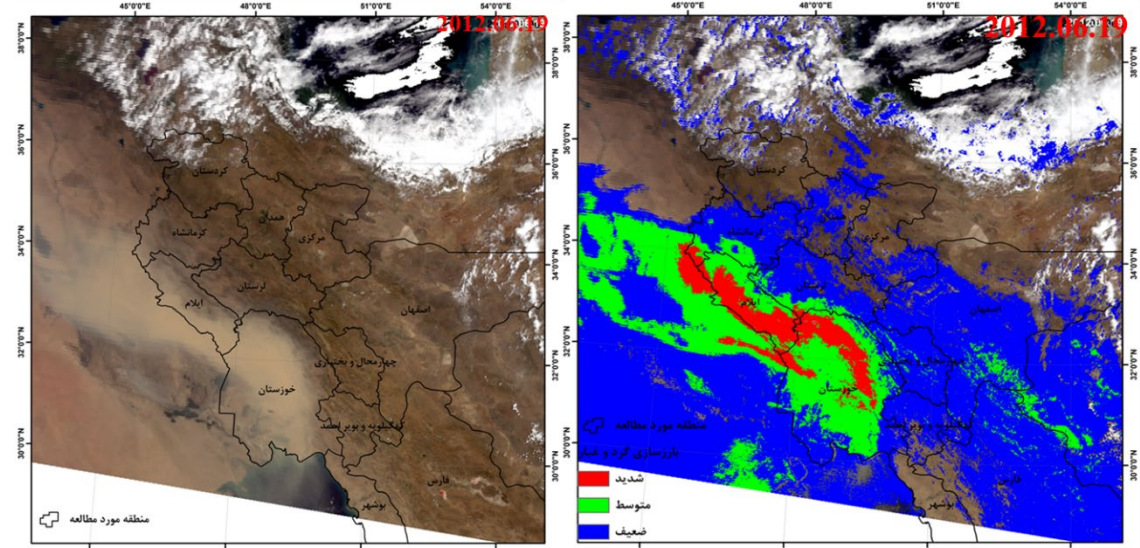


شکل: فراوانی رخدادهای گرد و غبار با دید کمتر از ۱۰۰ متر در غرب ایران طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰

بارزسازی گرد و غبارهای شدید و رهگیری مسیر حرکت آنها

شکل (۳) نتایج بارزسازی چند نمونه از رخداد گرد و غبارهای شدید روی تصاویر مودیس و رهگیری مسیر حرکت ذرات با استفاده از مدل Hysplit و سرعت و جهت باد را نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل از بارزسازی گرد و غبار مشخص گردید که بیشتر گرد و غبارهای وردی به منطقه غرب کشور، ناشی از رخداد توفان های گرد و غبار رخ داده در خارج از کشور به ویژه در کشورهای عراق، سوریه و عربستان می باشد. ردیابی مسیر گرد و غبارهای ورودی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نقشه‌های جوی نشان داد که طی دوره گرم سال بیشترین گرد و غبارهای ورودی با جهت شمال غربی - جنوب شرقی و غربی- شرقی و در دوره سرد بویژه در اواخر دوره با جهت جنوبی - شمالی منطقه مطالعاتی را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

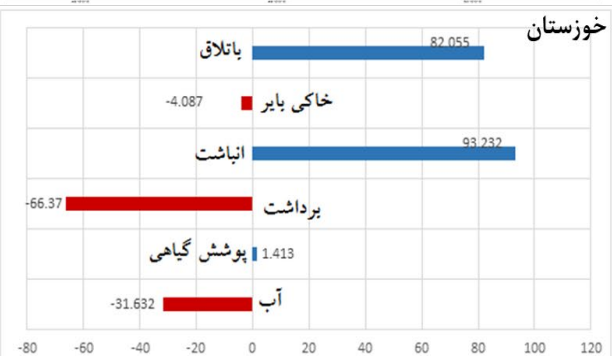
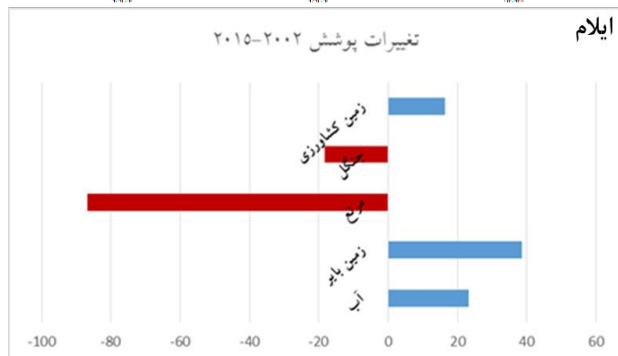
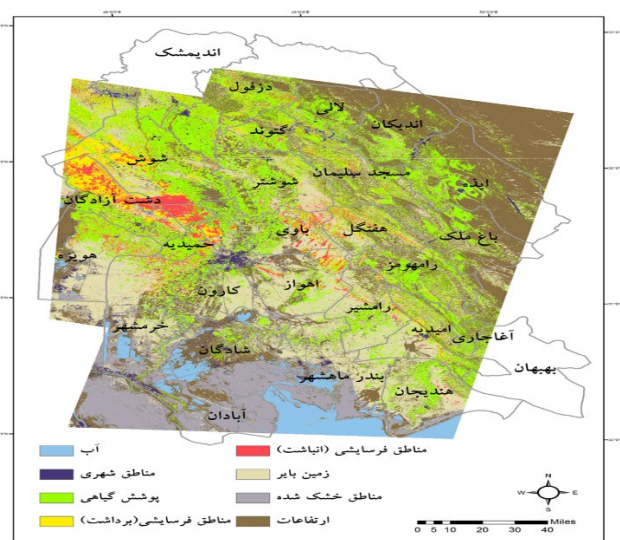
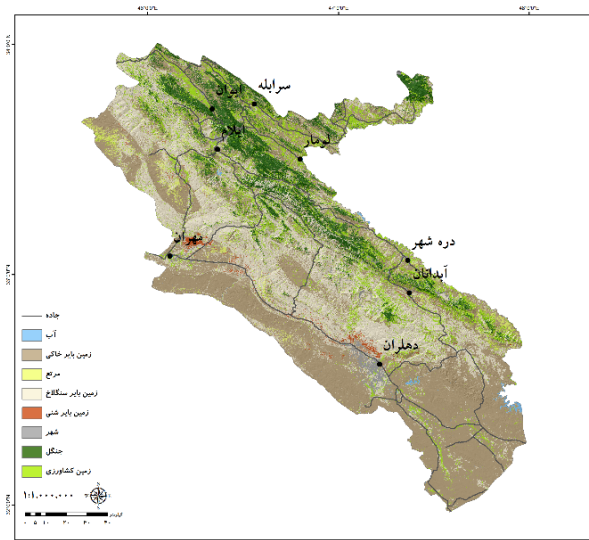




人

بررسی تغییرات کاربری اراضی

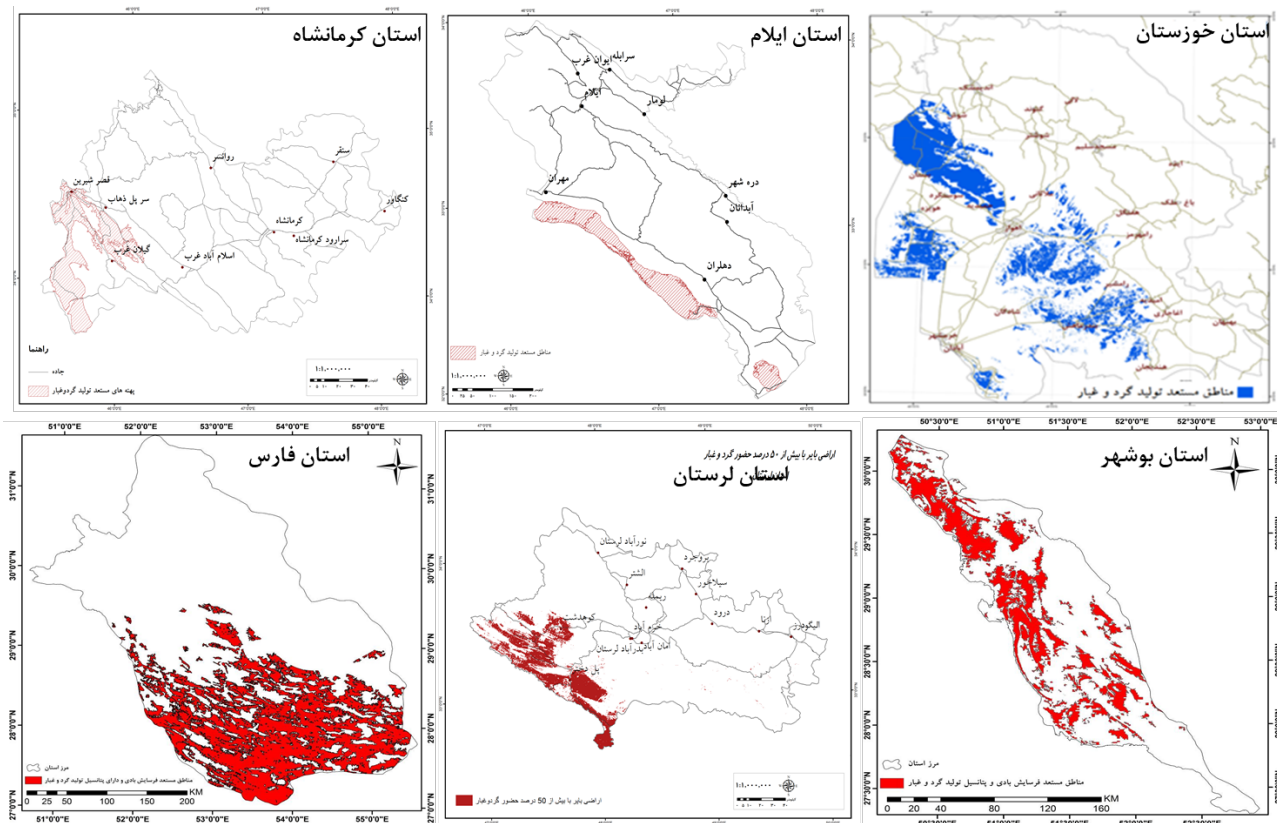
با شناسایی مناطق بیشترین تمرکز گرد و غباری با استفاده از آمارهای هواشناسی و همچنین تصاویر سنجنش از دوری در استان‌های هدف، در ادامه نوع کاربری و تغییرات آنها طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۰ به منظور استخراج مناطق حساس به فرسایش بادی با استفاده از تصاویر لندست بررسی شد. نتایج حاصل از طبقه بندی بیانگر وجود هفت کلاس اصلی کاربری در این استان‌ها می باشد که از رخنمون‌های سنگی در قسمت‌های مرتفع در استان‌های کردستان و لرستان تا دشت‌های وسیع و مسطح در مناطق پست و کم ارتفاع با شیب بسیار کم در استان خوزستان را شامل می‌شود. بررسی تغییرات کلاس‌های ذکر شده طی فصل زمستان سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۵ نشان داد که برای بیشتر استان‌ها در سال ۲۰۱۵ زمین‌های بایر افزایش یافته و در مقابل مناطق همراه با پوشش کاهش یافته است. بعنوان مثال بررسی تغییرات کاربری استان ایلام نشان داد که در سطح این استان در مجموع زمین‌های بایر بیشتر از سایر کلاس‌ها افزایش داشته است. این افزایش در واقع بر اثر کاهش وسعت پوشش‌های دیگر به زمین بایر است؛ زیرا طی این دوره زمانی ۸۰ درصد مراتع، ۱۸ درصد مساحت‌های جنگلی و ۲۵ درصد از زمین‌های کشاورزی با کاهش وسعت همراه بوده‌اند. در نتیجه این تغییرات در سال ۲۰۱۵ در مجموع نزدیک ۴۰ درصد به زمین‌های بایر در سطح استان ایلام اضافه شده است. قابل ذکر است افزایش آب در استان ایلام به ایجاد سد سازی‌های انجام شده و افزایش سطح پهنه‌های آبی مربوط می‌شود (شکل ۴). بررسی تغییرات کاربری در استان خوزستان نیز نشان داد که پهنه‌های آبی با کاهش یک سوم از مجموع مساحت کلاس آب نسبت به سال ۲۰۰۲ کاهش یافته و نیمی از مساحت مناطقی که در سال ۲۰۰۲ پوشیده از آب بودند به زمین‌های مرطوب ساحلی و یا زمین‌های خاکی در سال ۲۰۱۵ تبدیل شده است. بیش از ۳۰ درصد از مساحت کلاس پوشش گیاهی در سال ۲۰۰۲ به کلاس زمین‌های خاکی در سال ۲۰۱۵ تبدیل شده و مساحت کلاس پهنه‌های فرسایشی (مناطق برداشت) بر اثر تبدیل زمین‌های خاکی و پوشش‌های گیاهی در حاشیه‌ی پهنه‌های فرسایشی در سال ۲۰۰۲ به مناطق فرسایشی در سال ۲۰۱۵ افزایش چشمگیری یافته است. مساحت کلاس زمین‌های مرطوب ساحلی در سال ۲۰۱۵ نیز به دلیل خشک شدن مناطق اختصاص یافته به کلاس آب در سال ۲۰۰۲ و تبدیل شدن این مناطق به زمین‌های مرطوب ساحلی افزایش یافته است. شکل (۴) درصد تغییرات کلاس‌های مختلف کاربری در استان خوزستان را نشان می‌دهد.



شکل ۴- نمودار تغییرات کلی پوشش‌های اصلی استان‌های خوزستان و ایلام طی فصل زمستان ۲۰۰۲-۲۰۱۵

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر بر اساس ترکیبی از روش‌ها و داده‌های میدانی، سنجش از دوری، اقلیمی و فیزیوگرافی انجام شده است. بررسی داده‌های ۱۵ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴) سازمان هواشناسی کشور برای ایستگاه‌های منتخب نشان داد که از نظر مکانی، بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار مربوط به استان‌های خوزستان، کرمانشاه و ایلام می‌باشد و در مقابل استان چهارمحال و بختیاری دارای کمترین وقوع پدیده گرد و غبار است. همچنین مشخص شد که از نظر زمانی بیشترین رخداد گرد و غبار برای منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۲ ثبت شده است. در مقیاس ماهانه، ماه‌های می، ژوئن و جولای از بیشترین رخداد گرد و غبار برخوردارند. در مقیاس ساعتی، بیشترین رخداد گرد و غبار برای ساعت‌های ۹ صبح الی ۱۸ بعدظهر به وقت محلی رخ می‌دهد. بررسی و پردازش تصاویر روزانه سنجنده مودیس طی دوره مورد مطالعه برای نیمه غربی ایران نشان داد که رخداد پدیده گرد و غبار در روزهای قابل توجهی از زمان‌های سال قابل مشاهده می‌باشد؛ زیرا مقادیر AOD با شدت‌های متفاوت در ماه‌های مختلف سال در منطقه غرب ایران و نواحی مجاور آن بخوبی نمایان است. با وجود این بیشترین شدت این شاخص را می‌توان در ماه‌های دوره گرم مشاهده کرد. نکته قابل توجه فراوانی این پدیده در فصل زمستان است. با توجه به اینکه در این منطقه بیشتر بارش‌ها در دوره سرد سال ریزش دارد و از طرف دیگر دلیل وجود رطوبت، انتظار رخداد این پدیده در فصل سرد کمتر از زمان‌های دیگر است، اما در برخی موارد رخداد گرد و غبار با شدت زیاد در ماه‌های منتهی به فصل بهار بر روی تصاویر سنجنده مودیس مشاهده شد. این شرایط می‌تواند ناشی از عوامل مختلف انسانی و طبیعی و تغییر در شرایط اقلیمی منطقه، تغییر در کاربری و غیره باشد. بر اساس شاخص‌های مورد استفاده، در منطقه مورد مطالعه بیشترین شدت و تمرکز گرد و غبار برای استان‌های خوزستان و ایلام بدست آمد و شهرهایی چون اهواز، آبادان، بستان در استان خوزستان و شهرهای دهلران، ایوان غرب و ایلام در استان ایلام از فراوانی بیشتری نسبت به سایر مناطق برخوردارند. در استان کرمانشاه مناطقی چون قصر شیرین، گیلان غرب و سرپل ذهاب، در استان لرستان پل دختر نسبت به سایر مناطق این استان‌ها گرد و غبار بیشتری دارا می‌باشند. بارسازی گرد و غبارهای رخ داده در منطقه غرب ایران روی تصاویر مودیس نشان داد که بیشتر گرد و غبارهای شدید در غرب ایران خارجی هستند و از بیابان‌های مناطق اطراف بویژه عراق، سوریه و در موارد محدودی از عربستان به مناطق غربی ایران وارد می‌شوند. ردیابی مسیر گرد و غبارهای ورودی نشان داد که طی دوره گرم سال بیشترین گرد و غبارهای ورودی با جهت شمال غربی - جنوب شرقی و غربی-شرقی و در دوره سرد بویژه در اواخر دوره با جهت جنوبی - شمالی منطقه مطالعاتی را تحت تاثیر قرار می‌دهند. تهیه نقشه کاربری و بررسی تغییرات آن بیانگر کاهش سطح مناطق آبی، پوشش گیاهی و افزایش اراضی بایر خاکی در سال ۲۰۱۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ می‌باشد. این ویژگی‌ها به همراه خصوصیات فیزیوگرافی چون فرسایش پذیری زیاد سازندها، وجود خاک‌های شور و باتلاقی، رطوبت کم خاک، تغییرات زیاد کاربری سبب شناسایی مناطق مستعد و پتانسیل تولید گرد و غبار برای استان‌های هدف شد. این مناطق برای بیشتر استان‌های هدف در قسمت‌های غربی و جنوب غربی قرار دارد (شکل ۵).



شکل ۵: مناطق مستعد و دارای پتانسیل تولید گرد و غبار در برخی از استان‌های منطقه مورد مطالعه

منابع

- اسماعیلی، ا. ۱۳۸۵. پهنه بندی مقدماتی مراکز اصلی تولید گرد و غبار کشور با استفاده از فناوری سنجش از دور. پایان نامه کارشناسی ارشد عمران محیط زیست، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.
- جلالی، ن. ۱۳۸۸. بررسی علل و منشأ طوفان‌های جنوب غرب و غرب کشور و مناطق تحت تاثیر آن. پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- رنجبر سعادت آبادی، ع.، و ص. درویش زاده. ۱۳۹۳. مطالعه الگوهای جوی و تعیین کانون های گرد و غبار مؤثر در شرایط بسیار ناسالم کیفیت هوای تهران. پژوهش های محیط زیست، ۷(۴): ۱۶۰-۱۴۷.
- عباسی، ح.ر.، ع. رفیعی امام و ح. روحی. ۱۳۷۸. تحلیل منشأ گرد و غبارهای بوشهر و خوزستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. فصلنامه جنگل و مرتع، ۷۸: ۵۱-۴۸.
- عزیزی، ق.، م. میری، و س.ا. نبوی. ۱۳۹۱. ردیابی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران. مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۲(۷): ۸۱-۶۳.
- فرج زاده، م.، و م. رازی. ۱۳۹۰. بررسی توزیع زمانی و مکانی طوفانها و بادهای شدید در ایران. پژوهشهای آبخیزداری ۹۱، ۳۲-۲۲.
- لشکری، ح.، و ق. کیسخروی. ۱۳۸۷. تحلیل آماری سینوپتیکی طوفان های گرد و غبار استان خراسان رضوی در فاصله زمانی (۱۹۹۳-۲۰۰۵). پژوهش های جغرافیایی طبیعی، ۶۵: ۳۳-۱۷.
- موحدی، س.، خ. حاتمی بهمن بیگلو، و م. نارنگی فرد. ۱۳۹۳. پایش مکانی و زمانی پدیده های آب و هوایی مرتبط با گرد و غبار در شهرهای ایران. فصلنامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۱۱ (۳)، صفحات ۴۸-۳۷.
- میری، م. ۱۳۹۰. واکاوی آماری همبستگی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران. رساله کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.



چهارمین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری با محوریت گرد و غبار

تهران- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۹



- میری، م.، ع.ا. نوروزی، و ب. خاکباز. ۱۳۹۴. مدلسازی اثر تغییرات پوشش سطح زمین و رخداد گرد و غبار در استان خوزستان. اولین کنفرانس بین المللی گرد و غبار، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- نوروزی، ع.ا. ۱۳۹۴. انجام پژوهش و مطالعه جامع عرصه های تولید گرد و غبار در کشور به منظور اولویت بندی مناطق منشا تولید گرد و غبار (مطالعه موردی استان ایلام)، شماره مصوب پروژه: ۸۲۳-۹۳، ژیهوشکده حفاظت خاک و آبخیزداری.
- Alles, D.L. 2007. Geomorphology and dust storms in China. 1-35.
- Goudie. A.S, Middleton, N.J., ۲۰۰۱. Saharan dust storms: nature and consequences, Earth-Science Reviews ۵۶, ۱۷۹-۲۰۴.
- Kimura, R., B. Long, and J.M. Wang, 2009. Relationships among dust outbreaks, vegetation cover, and surface soil water content on the Loess Plateau of China, 77(3): 292-296.
- Kurosaki, Y., Shinoda, M., Mikami, M., and B. Nandintsetseg, 2011. Effects of Soil and Land Surface Conditions in Summer on Dust Outbreaks in the Following Spring in a Mongolian Grassland, Scientific online letters on the atmosphere, 7: 069-072.
- Kutiel, Haim., and Furman, Hadar., 2003. Dust Storms in the Middle East: Sources of Origin and their Temporal Characteristics, Environmental Problems Affecting Health, vol 2, pages 419-426.
- Li, X., 2014. Observation and parameterization on dust emission over Horqin sandy land area. Ph. D. dissertation, Peking University, Beijing, 103-116.
- Middleton, N. J., 1986. Dust storms in the Middle East. Journal of Arid Environments, 10: 83-96.
- Orlovsky, L., Orlovsky, N., Durdyev, A., 2005. Dust storm in the turkmenistan, Journal of Arid Environments, 60: 83-97.
- Shalaby, A., Rappenglueck, B., and E. A. B. Eltahir., 2015. The climatology of dust aerosol over the Arabian Peninsula, Atmospheric Chemistry and Physics, doi: 10.5194/acpd-15-1523-2015.
- Shao, Y., Dong, C.H., 2006. A review on East Asian Dust Storm Climate, Modeling
- Speer, M.S., 2013. Dust storm frequency and impact over Eastern Australia determined by state of Pacific climate system, Weather and Climate Extremes, 2013.
- Wilkerson Walter D., 1991. Dust and sand forecasting in Iraq and adjoining countries. USAF Environmental Technical Applications Center, 72 pp.
- Zhou, X.K, and P.M, Zhai ., 2004. Relationship between vegetation coverage and spring dust storms over northern China, Journal of Geophysical Research, 109: DOI: 10.1029/1999JD900756.