

آشکارسازی و مدل‌سازی گرد و غبار شهرهای استان کرمانشاه

علی صیادی^۱، محمد جواد امیری^۲

۱- دانشجوی دکتری محیط زیست، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

۲- استادیار، دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران

ایمیل نویسنده مسئول: Sayyadi.ali@ut.ac.ir

چکیده

نتایج کلی این پژوهش نشان می‌دهند که بیشترین میزان گرد و غبار مربوط به سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ بوده است همچنین با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی شده گرد و غبار استان کرمانشاه ایستگاه‌های کرمانشاه، روانسر، سرپل ذهاب بیشترین روزها و پهنه گرد و غبار را داشته‌اند. همچنین تصاویر سنجنده مادیس از سال ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۵ از سایت ناسا تهیه و با استفاده از ترکیب باندی (۱۴۳) جهت بارزسازی گرد و غبار استفاده گردید. نتایج مدل‌سازی نشان داد بیشترین میزان گرد و غبار کشور بین سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۷، ۲۰۱۰ بوده است.

گرد و غبار پدیده‌ای است که در دوران گذشته نیز وجود داشته است اما فراوانی و شدت آن در سال‌های اخیر افزایش یافته و پیامدهای مختلف اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی را باعث شده است. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت پدیده گرد و غبار استان کرمانشاه با استفاده از داده‌های زمینی (اقلیمی و سینوپتیک) و سنجش از دوری است. بدین منظور داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک از سال ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۳ از سازمان هواشناسی کشور اخذ و با استفاده از GIS و روش‌های زمین‌آمار (کریجینگ) نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار هر سال تهیه شد.

واژگان کلیدی

"استان کرمانشاه"، گرد و غبار "GIS"، "Modis".

۱- مقدمه

وجود آورده است (ریوندی و همکاران، ۱۳۹۲) این مسئله باعث بروز بیماری‌های تنفسی، تخریب زمین‌های کشاورزی و ایجاد آسیب جدی در زیرساخت‌های مناطق تحت تأثیر این طوفان‌ها می‌شود که علاوه بر خسارت‌های مالی باعث بروز خسارات جانی نیز می‌شود (Middleton, 2019; کینی و همکاران، ۱۳۹۱). اندازه‌گیری‌های دقیق و مداوم از پراکندگی گرد و غبار و خصوصیات و علل به وجود آمدن آن نیازمند کاهش عدم قطعیت در مقیاس‌های بزرگ است (Cheng et al, 2012). شناسایی و اندازه‌گیری گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در دهه‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است (Otterman and Fraser, 1979).

این فرایند بسیار پیچیده است زیرا میزان بازتاب عوارض سطح زمین از سیگنال دریافتی ماهواره‌ها به سختی قابل تشخیص است بنابراین، برآورد میزان سطح بازتاب عامل کلیدی در بازیابی گرد

گرد و غبار یکی از اساسی‌ترین مشکلات آب و هوایی است که شناخت قطعیت و عدم قطعیت آن با دشواری صورت می‌گیرد. این پدیده عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان روی می‌دهد که از جمله شرایط مستعد برای به وجود آمدن آن کاهش پوشش گیاهی و رطوبت خاک است (رضازاده و همکاران، ۲۰۱۳) ذرات گرد و غبار سالانه بیش از یک سوم آئروسول‌های اتمسفر را تشکیل می‌دهند و طبق برآوردهای جهانی انتشار ذرات حدود ۱۰۰۰-۳۰۰۰ میلیون تن در سال است (Ji et al, 2019). همچنین در سال‌های اخیر شاهد حضور و گسترش مداوم پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران هستیم که علت عمده آن هم‌جواری با بیابان‌های کشورهای بیابانی همچون عربستان و سوریه است و معضلات محیط زیستی مخربی در این منطقه به

مشاهدات مادیس است که برای مطالعات خشکی‌ها، اقیانوس‌ها و جو و همچنین روابط متقابل بین آن‌ها مفید و لازم است. به طور خلاصه، مادیس یک ابزار اصلی بر روی ماهواره‌های ترا و اکوا جهت هدایت و انجام تحقیقات مربوط به تغییرات جهانی است. پهنه‌بندی گرد و غبار با استفاده GIS از روش‌های دیگر بررسی و اندازه‌گیری ریزگردها است در این روش برخلاف تصاویر ماهواره‌ای می‌توان از داده‌های اندازه‌گیری شده ایستگاه‌های هواشناسی و یا مطالعات آزمایشگاهی و زمینی استفاده کرد. با توجه به اینکه مقیاس منطقه وسیع است امکان نمونه‌گیری از کل منطقه وجود ندارد. بدین منظور از روش‌های نمونه‌گیری تخمینی و تصادفی استفاده شده است. برای پردازش اطلاعات و به دست آوردن میزان همبستگی کل محدوده معمولاً از روش‌های پهنه‌بندی (درونی یابی) استفاده می‌شود. روش‌های مختلف پهنه‌بندی وجود دارد اما با توجه به اینکه داده‌های اندازه‌گیری گرد و غبار دارای همبستگی و وابستگی مکانی است یکی از بهترین روش‌ها استفاده از زمین‌آمار و یا کریجینگ است. یکی از مشکلات عمده استان‌های نواحی غربی کشور همه ساله طوفان‌های گرد و غبار است. استان‌های مانند کردستان، کرمانشاه آذربایجان و... تحت تأثیر این طوفان‌ها قرار می‌گیرد. استان کرمانشاه با توجه به موقعیت توپوگرافی و جغرافیایی تحت تأثیر طوفان‌های بیشتری قرار می‌گیرد. شهرهای پیرامونی استان کرمانشاه از جمله صحنه، هلشی، بیستون، سنقر، سطر، میان‌راهان، قصر شیرین و... هم از این رویداد مستثنا نیستند. بدین منظور پهنه‌بندی و مدل‌سازی گرد و غبار استان کرمانشاه با توجه به مشکلاتی هر ساله برای این استان ایجاد می‌کند دارای درجه اهمیت فراوان است.

استان به‌صورت مجموعه‌ای از رشته‌کوه‌های موازی پدیدار گشته که دشت‌های مرتفع کوهستانی در میان آن‌ها شکل گرفته و بستر گذرگاه‌های مهم زاگرس را به وجود آورده است (مجرد و همکاران، ۱۳۹۲). وضعیت توپوگرافی استان به‌گونه‌ای است که هراندازه از شرق به غرب برویم، ارتفاع زمین کم می‌شود. پست‌ترین ناحیه آن قصر شیرین با ارتفاع ۳۰۰ متر و بلندترین نقطه آن رشته ارتفاعات الوند (کوه الوند) به ارتفاع ۳۵۸۰ متر از سطح دریا است. در نقشه زیر موقعیت استان کرمانشاه با شهرستان‌های آن را مشخص است (شکل ۱).

و غبار است (Kaufman and Didier, 1989) امروزه یکی از بهترین روش‌های اندازه‌گیری گرد و غبار استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است. به‌وسیله تولیدات ماهواره‌ها می‌توان میزان سطح آلودگی گرد و غبار، مدل‌سازی حرکات گرد و غبار، میزان پراکنندگی گرد و غبار در مقیاس‌های جهانی و محلی را محاسبه کرد. تولیدات تصاویر ماهواره‌ای همچنین برای اندازه‌گیری گرد و غبار در مقیاس‌های جهانی در محدوده‌های اپتیک و امواج کوتاه برای نواحی زمین و اقیانوس‌ها نیز استفاده می‌شود (Hsu et al, 2004) همچنین با پیشرفت علم سنجش‌ازدور امکان مشاهده و اندازه‌گیری گرد و غبار در زمان شب با امواج کوتاه حرارتی نیز وجود دارد. سنجنده‌های مختلفی برای اندازه‌گیری و محاسبه گرد و غبار وجود دارد اما از مهم‌ترین سنجنده‌های ماهواره‌ها که برای اندازه‌گیری ریزگردها امروزه استفاده می‌شود سنجنده مادیس^۵ است. سنجنده مادیس در محدوده طول‌موج ۰/۴۱-۱۴ میکرومتر با رزولوشن مکانی متفاوت (۲۵۰-۵۰۰-۱۰۰۰) متر بر روی دو ماهواره ترا^۶ با مدار گردش قطبی و اکوا قرار دارد. سنجنده مادیس در طول‌موج‌های مختلف پدیده‌های سطح زمین را جمع‌آوری و اندازه‌گیری می‌کند (Ackerman, 1997). هدف از سنجنده‌ی مادیس، فراهم کردن یک سری اطلاعات و داده‌های جامع با دامنه طیفی و پوشش مکانی کامل از سطح زمین، اقیانوس‌ها و جو و در نواحی وسیع است. علاوه بر این، مادیس سنجنده‌ی کاملی است که اندازه‌گیری‌های آن در نواحی طیفی مختلف صورت می‌گیرد؛ اما بایستی خاطر نشان کرد که سنجنده‌ی مادیس از لحاظ هندسه‌ی عدسی به‌گونه‌ای طراحی گردیده است که قابلیت‌های تمامی سنجنده‌های دیگر را دارا است. اصطلاح جامع بودن نیز بیانگر طبیعت منحصر به فرد

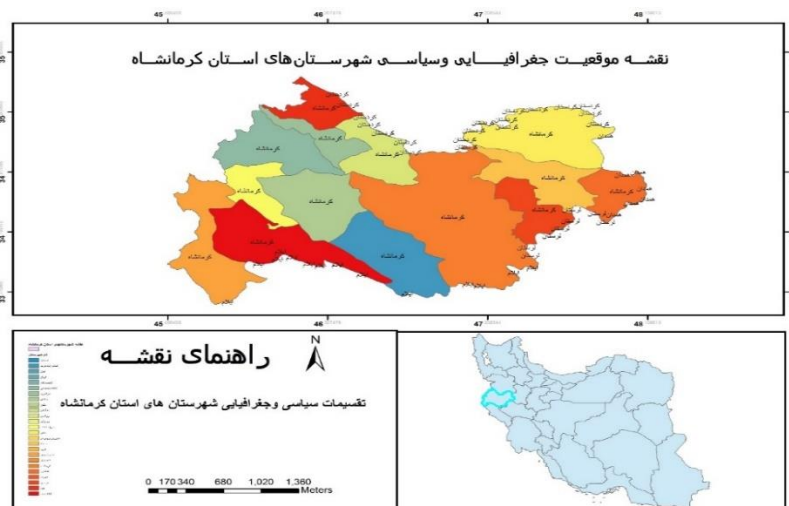
۲- روش انجام تحقیق

محدوده مورد مطالعه

استان کرمانشاه با وسعتی در حدود ۲۴۴۳۴ کیلومتر مربع در میانه ضلع غربی کشور قرار گرفته است. این استان از شمال به استان کردستان، از جنوب به استان‌های لرستان و ایلام، از شرق به استان همدان و از غرب به کشور عراق محدود شده است. استان کرمانشاه ناحیه‌ای کوهستانی است که بین فلات ایران و جلگه بین‌النهرین قرار گرفته و سراسر آن را قله‌ها و ارتفاعات سلسله کوه‌های زاگرس پوشانده‌اند و در محدوده این

⁶ Terra

⁵ MODIS



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۱۳۸۵ مرداد ماه بیشترین میزان گرد و غبار به وسیله ایستگاه‌های سینوپتیک ثبت شده است بدین منظور در این سال تصویر سنجنده مادیس از مرداد ماه اخذ شده است. بعد از دریافت تصاویر ماهواره‌ای از تمامی سال‌ها برای آشکارسازی و پهنه‌بندی گرد و غبار از شاخص‌های ابداع شده گرد و غبار استفاده شده است.

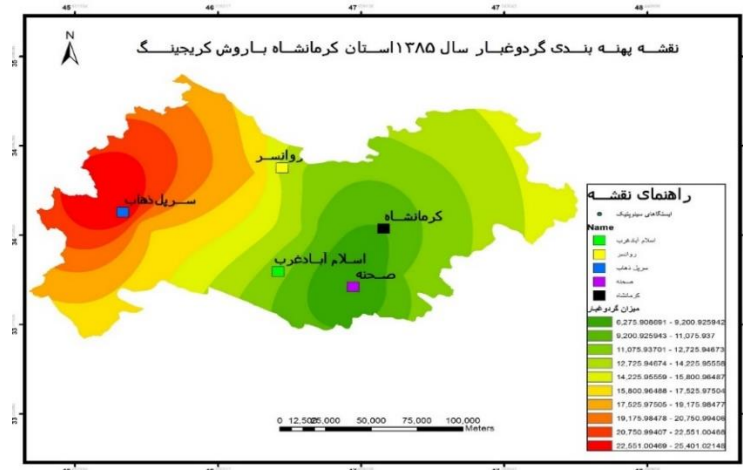
۳- یافته‌ها

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۵

در سال ۱۳۸۵ روند پراکندگی از شرق به غرب بیشتر شده است به طوری که شهرهای کوزران، سومار، ازگله، سرپل ذهاب، کرندغرب، گهواره، قصر شیرین، گیلان غرب و... روزهای گرد و غبار بیشتری را سپری کرده‌اند در این سال ایستگاه‌های سرپل ذهاب و روانسر روزهای گرد و غبار بیشتری نسبت به ایستگاه‌های دیگر داشته و بخش‌های مرکزی کرمانشاه روزهای گرد و غبار کمتری را داشته‌اند (شکل ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

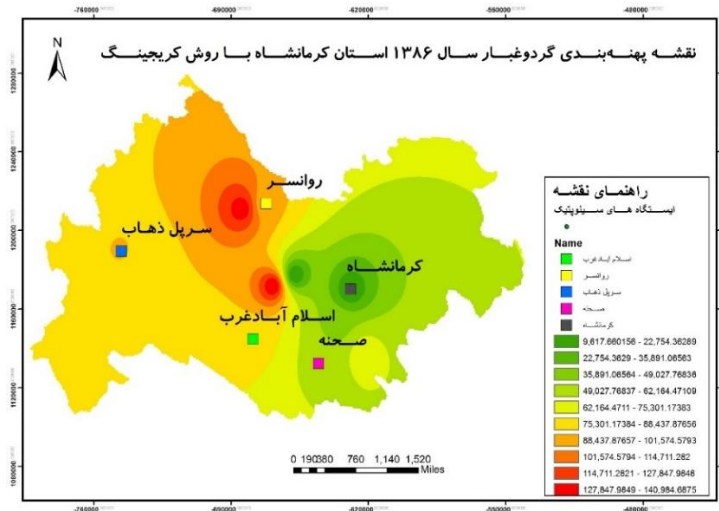
برای انجام این تحقیق از اطلاعات گرد و غبارهای ثبت شده ایستگاه‌های سینوپتیک استان کرمانشاه از سال ۱۳۸۵ تا سال ۱۳۹۳ برای پهنه‌بندی گرد و غبار استفاده شده است. روش انجام نیز به این صورت است که میزان اندازه‌گیری گرد و غبار ایستگاه‌های سینوپتیک در یک سال (۱۲ ماه) و همراه در ۳۰ روز مورد بررسی قرار گرفت و میانگین یک ماه گرد و غبار ثبت شده به وسیله ایستگاه سینوپتیک مورد نظر واقع شده است. همچنین برای تخمین غلظت گرد و غبار نزدیک ایستگاه‌های مورد نظر از پهنه‌بندی (درونی یابی) و از روش‌های کریجینگ به دلیل دقت پهنه‌بندی بالا و با در نظر گرفتن شعاع همسایگی استفاده شده است. علاوه بر داده‌های زمینی برای برآورد دقت مدل‌سازی گرد و غبار بر داده‌های سنجنده مادیس از سال ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۵ استفاده شده است. تصویر ماهواره‌ای هر سال بر مبنای بیشترین میزان گرد و غبار ثبت شده هر سال مورد نظر اخذ شده است. برای برآورد بیشترین میزان گرد و غبار هر سال مورد بررسی از صحت سنجی داده‌های زمینی استفاده شده است. برای مثال در سال



شکل ۲- نقشه پهنه بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۵ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

پهنه بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۶

در سال ۱۳۸۶ روند پراکندگی گرد و غبار در شهرهای کرمانشاه به میزان تقریباً متوسطی توزیع شده است و تنها ایستگاه روانسر از ایستگاه های دیگر بالاتر بوده است (شکل ۳).



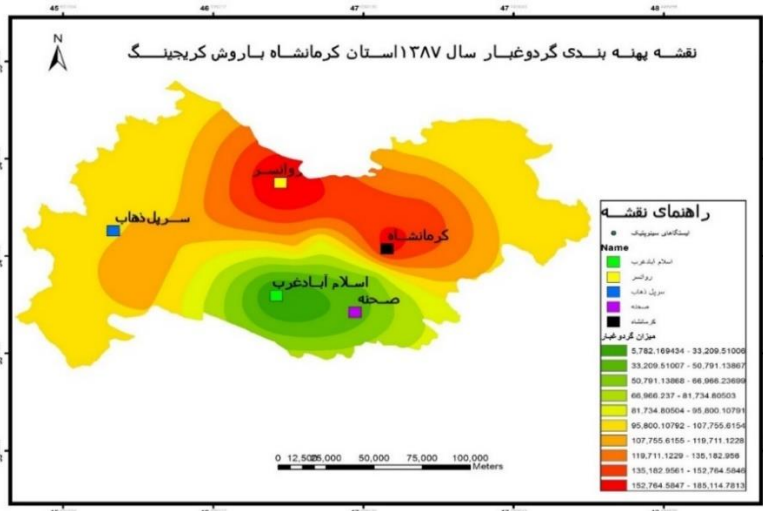
شکل ۳- نقشه پهنه بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۶ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

شمال غرب استان کرمانشاه بیشتر بوده است. ایستگاه های سینوپتیک کرمانشاه، روانسر، سرپل ذهاب نسبت به ایستگاه های دیگر روزهای گرد و غبار بیشتری داشته اند. در سال ۱۳۸۷ تقریباً نیمی از کرمانشاه دارای گرد و غبار زیاد است در این سال

پهنه بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۷

سال ۱۳۸۷ پرغبارترین سال بین سال های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۳ بوده است. در سال ۱۳۸۷ روند توزیع گرد و غبار از شمال شرق به

شهرهایی از قبیل کوزران، بیستون، میان راهان، هرسین، باینگان، جوانرود، گیلان غرب، روانسر، کرمانشاه و... روزهای گرد و غباری را پشت سر گذاشته‌اند (شکل ۴).

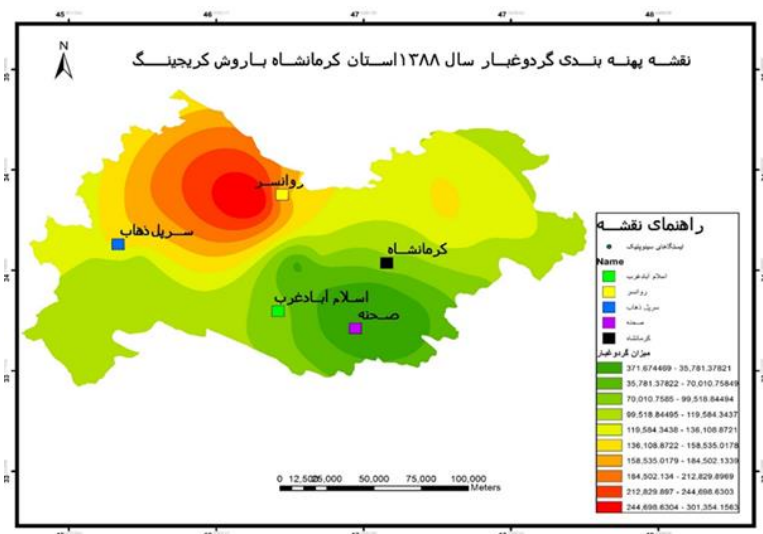


شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۷ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

پیدا کرده در این سال مناطق شمال شرقی و غربی روزهای پرغبار و مناطق جنوب روزهای کم غبارتری را سپری کرده‌اند به طوری که شهرهایی از قبیل کوزران، سنقر، سطر، میان راهان در شمال شرقی و شهرهای از قبیل ازگله، سرپل ذهاب، کرد غرب، گهواره، تازه‌آباد، باینگان، جوانرود، روانسر، پاوه، نودشه، نوسود، شاهر روزهای پر گرد و غباری را در سال ۱۳۸۸ سپری کرده‌اند (شکل ۵).

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۸

روند توزیع گرد و غبار سال ۱۳۸۸ نسبت به گرد و غبار سال ۱۳۸۷ کاهش پیدا کرده‌است؛ به طوری با مقایسه سال ۱۳۸۷ که سه پهنه کرمانشاه، روانسر و سرپل ذهاب را دربر داشته در سال ۱۳۸۸، بیشتر محدوده ایستگاه روانسر و مناطق غربی و شمال غربی کرمانشاه را دربرداشته است. روند گرد و غبار از شرق به غرب افزایش و از شمال به جنوب استان کرمانشاه کاهش

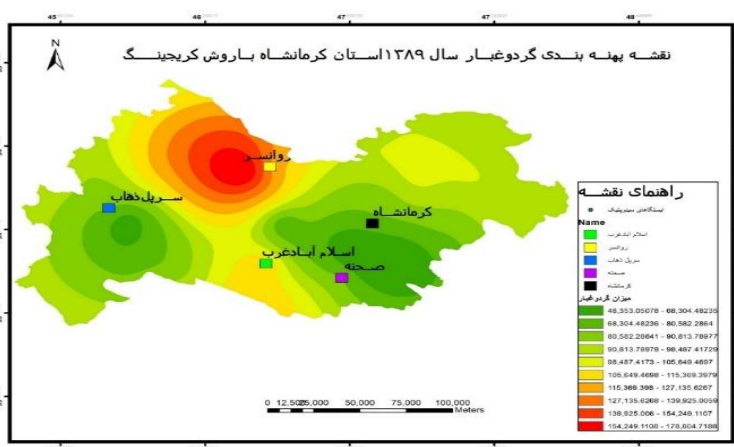


شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۸ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

روانسر، تازه‌آباد، باینگان، جوانرود، روانسر، پاوه، نودشه، نوسود، شاهو و... در شمال غرب و شهرهای از قبیل: اسلام‌آباد غرب، در جنوب مرکزی روزهای پر گرد و غباری را سپری کرده‌اند؛ و همچنین ایستگاه‌های کرمانشاه، صحنه، سرپل ذهاب روزهای کم غباری را سپری کرده‌اند (شکل ۶).

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۹

روند توزیع گرد و غبار سال ۱۳۸۹ از مناطق شمال شرقی شروع و به مناطق شمال غربی منتهی شده است و همچنین تا مناطق جنوب غربی استان کرمانشاه امتداد داشته است و اسلام‌آباد غرب روزهای پر گرد و غباری را به خود اختصاص داده است. همچنین شهرهای از قبیل کوزران، گهواره در این سال و ایستگاه‌های

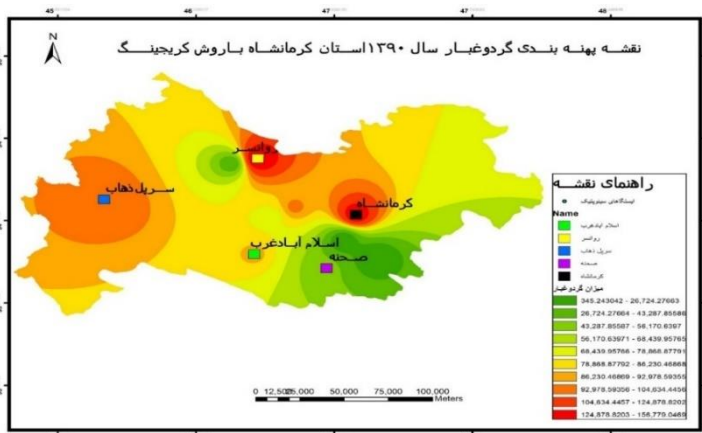


شکل ۶- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۸۹ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

شهرهای از قبیل کرمانشاه، در مرکز و روانسر، در شمال و همچنین سرپل ذهاب، قصر شیرین، گیلان غرب، در شمال غرب کرمانشاه میزان گرد و غبار بیشتری را سپری کرده‌اند. در سال ۱۳۹۰ تقریباً به‌جز ایستگاه صحنه در بیشتر ایستگاه‌ها روزهای گرد و غبار را سپری کرده‌اند (شکل ۷).

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۰

در سال ۱۳۹۰ به‌جز سه پهنه ایستگاه کرمانشاه، روانسر و سرپل ذهاب بیشتر مناطق استان کرمانشاه شرایط گرد و غبار متوازی داشته است. در سال ۱۳۹۰ نیمه شمال (شمال غرب، شرق) نسبت به نیمه جنوبی میزان گرد و غبار بیشتری را داشته‌اند. بدین منظور

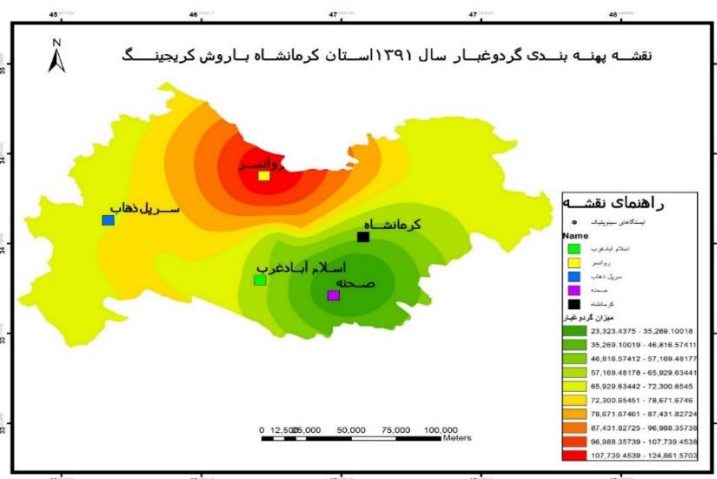


شکل ۷- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۰ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

۱۳۸۹ و ۱۳۸۸ کمتر شده و همانند سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ گرد و غبارهای سال ۱۳۹۰ نیمه شمالی کرمانشاه را بیشتر از نیمه جنوبی دربرگرفته است به طوری که بیشتر شهرهای شمال غربی، مرکز و شمال شرقی تحت تأثیر گرد و غبار بیشتری بوده‌اند (شکل ۸).

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۱

در این سال پهنه گرد و غبار در مناطق شمال شرقی و در ایستگاه روانسر نسبت به ایستگاه‌های دیگر بیشتر بوده است. در سال ۱۳۹۱ توزیع و پراکندگی گرد و غبار نسبت به سال‌های ۱۳۹۰،

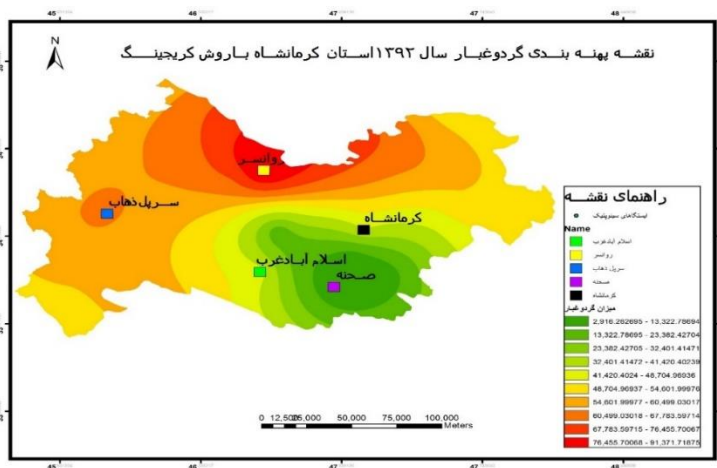


شکل ۸- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۱ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

نسبت به مناطق جنوبی گرد و غبار بیشتری را دربرگرفته‌اند و در سال ۱۳۹۲ کاهش گرد و غبار نسبت به سال گذشته ثبت گردیده است. (شکل ۹).

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۲

در سال ۱۳۹۲ میزان گرد و غبار از شرق به غرب و مرکز بیشتر شده است و همانند سال‌های قبل نیمه شمالی استان کرمانشاه

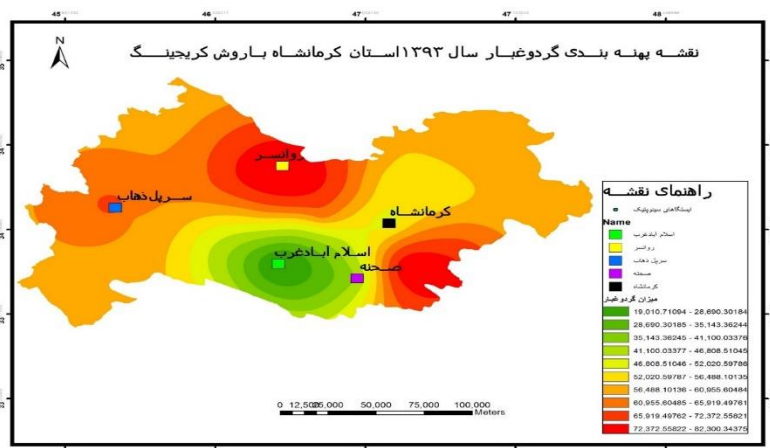


شکل ۹- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۲ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۳

در سال ۱۳۹۳ میزان گرد و غبار نسبت به سال ۱۳۹۲ بیشتر شده است. در سال ۱۳۹۳ مناطق شمال شرقی، شمال غربی، جنوب غربی، جنوب شرقی کرمانشاه روزهای پر گرد و غباری را داشته‌اند به‌طوری‌که شهرهای بیستون، صحنه، سنقر، سطر، هرسین،

کنگاور، در شمال غربی و شهرهای از قبیل، ازگله، سرپل ذهاب، تازه‌آباد، باینگان، قصر شیرین، تازه‌آباد، پاوه، نوسود، نودشه، در شمال غرب و شهرهای از قبیل کوزران، روانسر، جوانرود شاهو در شمال مرکز و شهرهای از قبیل گیلان غرب، سومار در جنوب غرب روزهای پر گرد و غباری را سپری کرده‌اند (شکل ۱۰).



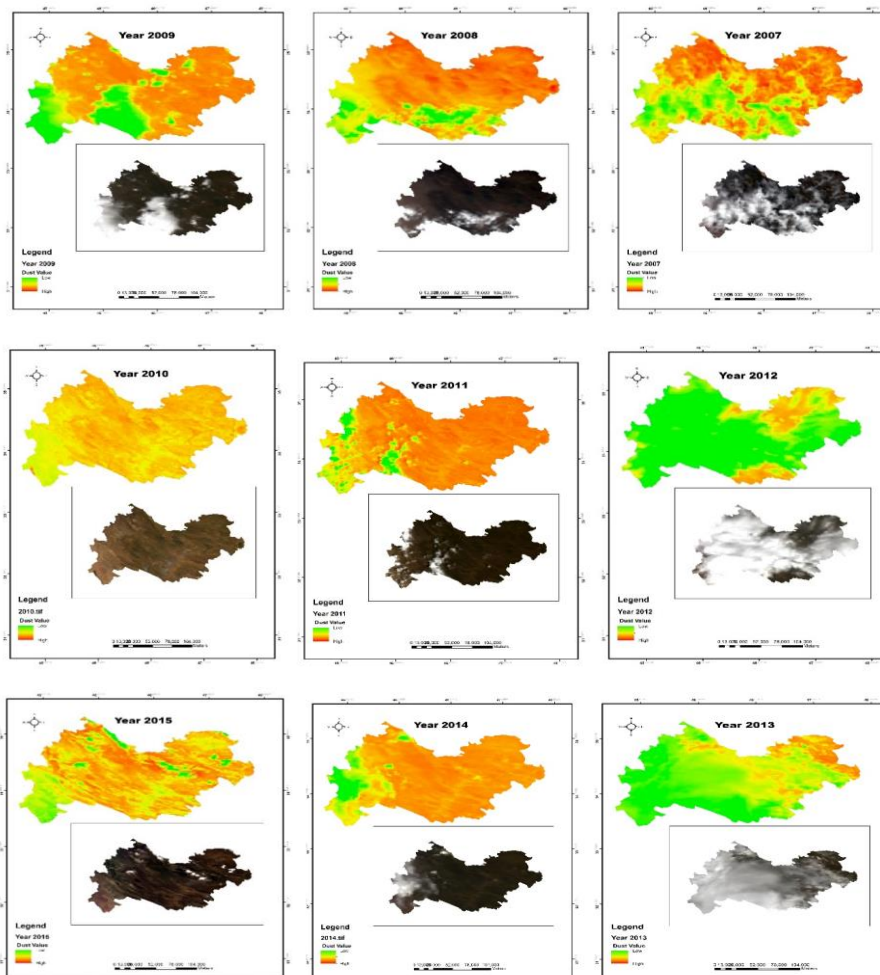
شکل ۱۰- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار سال ۱۳۹۳ استان کرمانشاه با روش کریجینگ

که توده گرد و غبار در آن به رنگ قهوه‌ای، سطح آب به رنگ آبی و ابرها به رنگ سفید است. همان‌طور که در شکل (۱۲) مشاهده می‌کنید روند گرد و غبار استان کرمانشاه از سال ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۵ با به کار بردن ترکیب باندی ۱۴۳ مشخص گردیده است. با توجه به شکل ۱۲ در قسمت‌های قرمز رنگ گرد و غبار با شدت بالا ثبت گردیده و در قسمت‌های زرد رنگ به‌صورت متوسط و قسمت سبز از شدت گرد و غبار کاسته شده است. با توجه به شکل ۱۲ در سال ۲۰۰۷ در قسمت‌های شرقی و شمال استان گرد و غبار به رنگ قرمز بوده و از قسمت‌های غربی بیشتر بوده است. همین روند در سال ۲۰۰۸ نیز ثبت گردیده است و فقط در قسمت جنوبی استان گرد و غبار کمتری ثبت گردیده است و با رنگ سبز مشخص گردیده است. در سال ۲۰۰۹ شدت گرد و غبار کمتر شده است و قسمت غربی و مرکزی استان گرد و غباری ثبت نگردیده است (رنگ سبز)، و در قسمت‌های شرقی و شمال غربی گرد و غبار به‌صورت شدید ثبت گردیده است. در سال ۲۰۱۰ تمام استان شامل گرد و غبار بوده است که شدت آن به‌صورت متوسط و به رنگ زرد و نارنجی است. در سال ۲۰۱۱ با توجه به داده‌های ثبت شده شدت گرد و غبار افزایش چشمگیری نسبت به سال ۲۰۱۰ داشته است و تمام استان را در بر گرفته است. در سال ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳ که گرد و غبار به‌صورت چشمگیری کاهش یافته با توجه به داده‌های مادیس ابرها از ثبت داده‌های گرد و غبار جلوگیری کرده‌اند و به ترتیب در سال ۲۰۱۲ فقط در دو

جهت بارزسازی گرد و غبار بر تصویر و آگاهی از وجود این توده‌ها که بعضاً به دلیل غلظت کم آنان با قدرت بصری امکان تشخیص ممکن نیست از الگوریتم‌های بارزسازی استفاده می‌شود. الگوریتم‌های بارزسازی، برای بهبود وضعیت ظاهری تصاویر، تجزیه و تحلیل چشمی و یا پس از آن تجزیه و تحلیل رایانه‌ای استفاده می‌شود. به این نکته هم باید توجه داشت که در بارزسازی تصاویر ممکن است نتوان به شرایط بارزسازی ایده‌آل دست‌یافت، زیرا در نهایت تمام تصاویر تولید شده با چشم ارزیابی می‌شوند چندین روش برای شناسایی گرد و غبار با استفاده از تصاویر مادیس وجود دارد. در این روش‌ها، گرد و غبار را فقط یا با باندهای مرئی و یا فقط با باندهای حرارتی و یا هر دو نوع باند حرارتی و مرئی شناسایی می‌کنند. هر کدام از این الگوریتم‌ها مشکلات خاص خود را دارند و در بعضی موارد درست عمل نمی‌کنند این الگوریتم‌ها برای مناطق وسیع‌تر بیشتر استفاده می‌شود بدین منظور در این تحقیق برای آشکارسازی گرد و غبار به دلیل وسعت کم از روش‌های دیگر مانند ترکیب باندی استفاده شده است. یکی از بهترین روش‌ها برای شناسایی طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تشکیل تصویر ترکیب رنگی است. در تحقیقات اولیه از طیف مرئی به‌منظور پایش طوفان‌های گرد و غبار و تخمین ضخامت اپتیکی آن‌ها بر روی مناطق اقیانوسی استفاده می‌کردند. یکی از بهترین ترکیب‌های رنگی مورد استفاده جهت شناسایی گرد و غبار در تصاویر مادیس ترکیب ۱۴۳ است

بالایی ثبت گردیده است که روند مشابهی در سال ۲۰۱۵ نیز ثبت گردیده و فقط در این سال قسمت جنوب غربی به صورت سبز رنگ بوده است.

قسمت شمالی و جنوبی و در سال ۲۰۱۳ قسمت شرقی و مرکزی استان گرد و غبار ثبت گردیده است. در سال ۲۰۱۴ استان کرمانشاه به غیر از غرب استان به صورت یکپارچه گرد و غبار



شکل ۱۲- نقشه پهنه‌بندی گرد و غبار کرمانشاه با استفاده از ترکیب باندی (۱۴۳) سنجنده مادیس از سال ۲۰۰۷ الی ۲۰۱۵

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های تحقیق مشخص گردید با استفاده از داده‌های سنجنده مادیس به‌طور موفقیت‌آمیزی توده‌های گرد و غبار کشور را شناسایی و نقشه‌بندی نمود که به علت پوشش کلیه مناطق گرد و غبار با شدت‌های مختلف مزیت بسیار بالایی نسبت به داده‌های زمینی دارد. البته در این راستا استفاده از داده‌های هواشناسی و همین‌طور ایستگاه‌های سنجش گرد و غبار در جهت نیل به یک سامانه کارآمد لازم و ضروری است.

مزیت و نوآوری این تحقیق نسبت به مطالعات نظیر به این صورت است در این تحقیق علاوه بر داده‌های زمینی برای بهبود و

این پژوهش با هدف کلی بررسی وضعیت پدیده گرد و غبار استان کرمانشاه با استفاده از داده‌های زمینی (اقلیمی و سینوپتیک) و سنجش از دوری صورت گرفته است. نتایج کلی این پژوهش با توجه به روش‌های زمین‌آمار (کریجینگ) نشان می‌دهد بیشترین میزان گرد و غبار در سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ بوده است. با توجه به نقشه‌های پهنه‌بندی شده گرد و غبار استان کرمانشاه ایستگاه‌های کرمانشاه، روانسر، سرپل ذهاب بیشترین روزها و پهنه گرد و غبار را داشته‌اند.

و غبار سال ۱۳۸۷ کاهش پیدا کرده به طوری که در سال ۱۳۸۸ بیشتر محدوده ایستگاه روانسر و مناطق غربی و شمال غربی کرمانشاه را دربر داشته است. روند توزیع گرد و غبار سال ۱۳۸۹ از مناطق شمال شرقی شروع و به مناطق شمال غربی منتهی می‌شود و همچنین تا مناطق جنوب غربی استان کرمانشاه امتداد دارد و اسلام‌آباد غرب روزهای پر گرد و غباری را به خود اختصاص داده‌اند. در سال ۱۳۹۰ نیمه شمال (شمال غرب، شرق) نسبت به جنوب میزان گرد و غبار بیشتری را داشته‌اند. در سال ۱۳۹۰ تقریباً به‌جز ایستگاه صحنه در بیشتر ایستگاه‌ها روزهای دارای گرد و غبار را سپری کرده‌اند. در سال ۱۳۹۱ توزیع و پراکندگی گرد و غبار نسبت به سال‌های ۱۳۸۹، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۷ کمتر شده است. در سال ۱۳۹۲ مجدد کاهش گرد و غبار ثبت گردیده است. در سال ۱۳۹۲ میزان گرد و غبار از شرق به غرب و مرکز بیشتر شده است. در سال ۱۳۹۳ میزان گرد و غبار نسبت به سال ۱۳۹۲ بیشتر شده است. در سال ۱۳۹۳ مناطق شمال شرقی، شمال غربی، جنوب غربی، جنوب شرقی کرمانشاه روزهای پر گرد و غباری را داشته‌اند.

افزایش دقت کار از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مادیس نیز استفاده شده است در واقع در این تحقیق مطالعات زمینی با تصاویر ماهواره‌ای ترکیب شده‌اند؛ به طوری برای دریافت تصاویر ماهواره‌ای که دارای گرد و غبار هستند، از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده است.

با توجه به داده‌های بررسی‌شده روند پراکندگی در این استان عموماً به‌صورت شرق به غرب بوده که یکی از دلایل اصلی آن توده‌های گرد و غباری است که از کشورهای عراق و سوریه و عربستان وارد کشور شده و از غرب به سمت شرق به‌وسیله باد شمال در کشور جریان پیدا می‌کند، بررسی‌ها نشان داد سال ۱۳۸۵ روند پراکندگی از شرق به غرب بیشتر شده است. در سال ۱۳۸۶ روند پراکندگی گرد و غبار در شهرهای کرمانشاه به میزان تقریباً متوسطی توزیع شده‌اند و تنها ایستگاه روانسر از ایستگاه‌های دیگر بالاتر بوده است، سال ۱۳۸۷ پرغبارترین سال بین سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۳ بوده است. در سال ۱۳۸۷ روند توزیع گرد و غبار از شمال شرق به شمال غرب استان کرمانشاه بیشتر بوده است. روند توزیع گرد و غبار سال ۱۳۸۸ نسبت به گرد

منابع

- رضازاده، م.، ایران‌نژاد، پ. و ش.، یاپینگ، ۱۳۹۲، شبیه‌سازی گسیل غبار با مدل پیش‌بینی عددی وضع هوا WRF-Chem و با استفاده از داده‌های جدید سطح در منطقه خاورمیانه، مجله فیزیک و زمین و فضا، دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۹۲، صفحه ۹۱-۱۱۲.
- ریوندی، ا.، میرکنی، م. و ا.، محمدیها، ۱۳۹۲، بررسی تشکیل و انتشار طوفان‌های گرد و خاک ورودی به غرب و جنوب غرب ایران با استفاده از مدل پخش لاگرانژی ذرات HYSPLIT. نشریه پژوهش‌های اقلیم‌شناسی، سال چهارم، شماره ۱۳ و ۱۴، بهار و تابستان ۱۳۹۲.
- کیانی، ا.، فاضل‌نیا، غ. و ب.، رضایی، ۱۳۹۱، بررسی و اولویت‌سنجی مخاطرات محیط طبیعی شهر زابل، نشریه جغرافیا و مطالعات محیطی، دوره ۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۹۸-۱۱۱.
- مجرد، ف. و ج.، معصوم پور، ۱۳۹۲، برآورد حداکثر بارش محتمل به روش سینوپتیکی در استان کرمانشاه، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال چهارم، شماره ۱۳، صفحه ۱-۱۶.
- Ackerman, S.A, 1997, Remote sensing aerosols using satellite infrared observations. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 102.D14, pp.17069-17079.
- Cheng, T. , Chen, H. , Gu, X. , Yu, T. , Guo, J. , and H. , Guo, 2012. The inter-comparison of
- MODIS, MISR and GOCART aerosol products against AERONET data over China. Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Vol. 113, No. 16, pp. 2135-2145.
- Hsu, C., Tsay, S-C., and M, D. King, Senior Member, IEEE, and Jay R. Herman 2004. Aerosol properties over bright-reflecting source regions. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 42.3, pp. 557-569.
- Ji, Y., X. Chen, Y. Li, W. Zhang, Q. Shi, J. Chen, Y. Gao, G. Li, J. Wang, P. Tian and T. An, 2019, The mixing state of mineral dusts with typical anthropogenic pollutants: A mechanism study. Atmospheric Environment. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2019.04.035>.
- Kaufman, YJ., and T. Didier, 1998. Algorithm for remote sensing of tropospheric aerosol from MODIS. NASA MODIS Algorithm Theoretical Basis Document, Goddard Space Flight Center, Vol. 85, pp. 3-68.
- Middleton, N.J, 2019, Variability and Trends in Dust Storm Frequency on Decadal Timescales: Climatic Drivers and Human Impacts . Geosciences, Vol. 9, No. 6, pp. 261-273.
- Otterman, J., and R. S. Fraser, 1979. Adjacency effects on imaging by surface reflection and atmospheric scattering: cross radiance to zenith. Applied Optics, Vol. 18, No.16, pp. 2852-2860.