

## تعیین ارتباط تغییر اقلیم با تشدید پدیده گرد و غبار در غرب کشور

مهران زند\*، فرناز الماسیان

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

Mehran.lashanizand@gmail.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد f.almasian.1986@gmail.com

### چکیده

در سال‌های اخیر وقوع طوفانهای گرد و غبار، آسیب‌های جدی به مناطق مختلف کشور به ویژه مناطق غربی تحمیل نموده است. هدف از انجام این تحقیق تعیین رابطه بین وقوع طوفان‌های گرد و غبار با متغیرهای هواشناسی فشار هوا، سرعت باد، دما و بارش و تعیین روند همین متغیرها در ایستگاه‌های هواشناسی استان‌های لرستان، مرکزی، کردستان، ایلام، کرمانشاه و همدان می‌باشد. در این تحقیق برای تعیین روند متغیرها از آزمون تایل-سن استفاده شد و علاوه بر این معنی‌داری اثر متغیرهای هواشناسی بر روی وقوع گرد و غبار تعیین شد. نتایج نشان داد که روند سرعت باد، دما و فشار در غالب ماه‌های سال دارای روندی مثبت معنی دار، و روند بارش منطقه در غالب ماه‌های سال دارای روند منفی است. این نتایج نشان دهنده وقوع تغییر اقلیم در بخش قابل توجهی از سطح منطقه می‌باشد. تحلیل و وضعیت توزیع مکانی بارش حاکی از آن است که، از سمت شرق به غرب منطقه میزان بارش منطقه با شیب نسبتاً تندی کاهش یافته، نکته قابل تامل اینکه نقشه تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار در سطح منطقه مورد مطالعه نشانگر آن است که تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار از سمت شرق به غرب منطقه به شدت افزایش یافته است. در مجموع نکته قابل توجه در بررسی توزیع مکانی روند متغیرهای هواشناسی، همخوانی و مطابقت زیاد تغییرات توزیع مکانی بارش و تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در سطح منطقه است.

کلمات کلیدی: روند، گرد و غبار، فشار هوا، آزمون تایل-سن.

### مقدمه

منشاء طوفان‌های گردوغبار بیشتر شامل مناطقی است که اقلیم آنها بسیار خشک بوده و میانگین بارندگی سالیانه آنها کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر است (Middleton و Goudie, ۲۰۰۶؛ خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی زمانی و مکانی طوفانهای گردوغبار نشان دهنده دخالت عوامل متعددی در بروز و گسترش این پدیده است که می‌توان آن‌ها را بر اساس شدت و نحوه تاثیراتشان در دو گروه عوامل محیطی و عوامل انسان‌ساز جا داد (Ardebili, ۲۰۱۱). در بین فاکتورهای پدید آورنده این آلودگی، عوامل زمین‌شناسی (جنس ذرات که معمولاً ترکیبی از سیلیکات‌ها، رس، فلدسپات و کوارتز) است (Lee و همکاران، ۲۰۱۰) و عوامل اقلیمی (نظیر توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارندگی، تبخیر شدید، فراوانی و سرعت نسبتاً زیاد باد، دوره برگشت کوتاه و تداوم خشکسالی، گسترده‌گی مناطق با اقلیم خشک و الگوهای گردشی هوا) به‌عنوان عوامل طبیعی و عوامل انسان‌ساز (نظیر از بین بردن پوشش گیاهی، چرای بی رویه دام و تولید محصول، خشک کردن تالابها و برداشت بی رویه از آبهای زیرزمینی، توسعه صنعت، افزایش جمعیت، جنگ و مسائل سیاسی بین کشورها) را به عنوان عوامل مصنوعی مورد بررسی قرار می‌گیرند (خوشحال دستجردی و همکاران، ۱۳۹۱). طوفانهای گرد و غبار از پدیده‌های مخرب اقلیمی بر روی نقشه‌های سینوپتیکی بوده که متاثر از عناصر اقلیمی فشار، ابرناکی، بارندگی، رطوبت نسبی، باد، دما و تبخیر است (لشکری و کیخسروی، ۱۳۸۷). اثرات پدیده گرد و غبار ممکن است تا فاصله ۴۰۰ کیلومتری از منبع اصلی تداوم داشته و سبب بروز نامطلوب زیستی و بروز خسارت فراوان در زمینه‌های کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و سیستم‌های مخابراتی، بروز و تشدید بیماری‌های تنفسی، قلبی، ترافیک هوایی و زمینی، خسارات جبران ناپذیری به سلامتی انسان، مزارع، تاسیسات عمرانی و صنعتی، خطوط مواصلاتی و مراکز جمعیتی وارد می‌کند گردد (گوهردوست و همکاران، ۱۳۹۰). روند فزاینده و فراوانی وقوع گردوغبارهای اخیر ایران، خصوصاً در مناطق غرب و جنوب غربی و پیامدهای سوء اقتصادی و انسانی نشأت گرفته از آن بر کسی پوشیده نیست. این عوامل

ضرورت مطالعه طوفانهای گرد و غبار این مناطق را بیش از پیش ایجاب کرده و اهمیت آن‌ها را در مجامع علمی دو چندان نموده است. امروزه در آسمان ایران نیز به طور گسترده ای ریزگردها مشاهده می شوند اما هنوز سخت است تا به طور دقیق محاسبه کرد که این ریزگردها چه اندازه منشأ داخلی و چه اندازه منشأ خارجی دارند. اما آنچه در آن تردید نیست این است که ریزگردها عمدتاً منشأ داخلی دارند. یکی از عوامل اقلیمی ایجاد کننده گردوغبار، باد می باشد که تعیین تغییرات این پدیده در تعیین وقوع روزهای گردوغبار مهم می باشد. در این زمینه تحقیقاتی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است. فیو و همکاران (۲۰۰۸) روند کاهش طوفان های گرد و غبار و مشخصات مواد معلق آنها را در شمال چین مورد بررسی قرار داده و روند کاهش گرد و غبار این منطقه طی ۲۰ سال گذشته را مرتبط با آنومالی حرارتی همان دوره می دانند، بطوریکه افزایش دما شدت جریان های سرد شمال مونگولیا که اغلب عامل محرک طوفان های گرد و غبار در بیابان گبی هستند را کاهش می دهد. تاکشی و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی خصوصیات گرد و غبار و شناسایی منابع آن در نواحی خشک و نیمه خشک چین مشخص شد که بیابان های وسیع عربستان و صحرای شمال آفریقا متاثر از سامانه های همدید مقیاس و امواج غربی، گرد و غبار را به مناطق مختلفی همچون ایران گسترش می دهند. وانگ و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از مدل HYSPLIT طوفان های شن و گرد و غبار سال ۲۰۰۸ را بررسی کردند و چهار منطقه آفریقای شمالی، خاورمیانه، مغولستان و شمال غرب چین را با فراوانی بالای رخداد گرد و غبار بیان کردند. کریستوفر و جونز (۲۰۱۱) ویژگی های مکانی و زمانی گرد و غبار در صحرا را با استفاده از ارزیابی های ماهواره ای برای یک دوره ی شش ساله (۲۰۰۶-۲۰۰۰) در دو منطقه Capo و Paguera مورد مطالعه قرار دادند. بحیرایی و همکاران (۱۳۹۰) به تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گرد و غبار در استان ایلام پرداختند. در ایستگاه ایلام، ماه می با ۶۳ روز و دسامبر با یک روز و در ایستگاه دهلران ماه جولای با ۲۲ روز و ماه دسامبر با ۷ روز به ترتیب بیشترین و کم ترین فراوانی گرد و غبار مشاهده شده است. در ایستگاه ایلام فصل بهار با ۴۵ درصد و در ایستگاه دهلران فصل تابستان با ۴۱ درصد بیشترین توزیع فصلی را دربر می گیرند. خوشحال دستجردی و همکاران (۱۳۹۱) به تحلیل همدید طوفان های گرد و غبار ایلام پرداختند. نتایج نشان می دهد که غالباً سامانه های موجد بارش به دلیل فقدان رطوبت عامل ایجاد و انتقال طوفان های گرد و غبار به منطقه مطالعاتی هستند. همچنین کم فشار سودان و کم فشار گنگ در سطح زمین و فرود بلند مدیترانه، فرود دریای سرخ و پر ارتفاع جنب حاره آזור در سطوح میانی جو مهم ترین سامانه های همدید تاثیرگذار و انتقال گرد و غبار به غرب ایران و منطقه مطالعاتی هستند. لذا هدف از انجام این تحقیق بررسی روند سرعت باد و فرارانی وقوع گردوغبار در استان های لرستان و کرمانشاه می باشد. یوان و همکاران (۲۰۱۹) میزان حساسیت طوفان های گردوغبار آسیای میانه در طرحواره های مختلف گردوغبار را با استفاده از مدل WRF-Chem برای ۱۲ تا ۱۵ جولای ۲۰۱۵ شبیه سازی کردند. این توفان توسط جبهه سرد سطح زمین در سراسر ازبکستان، تاجیکستان و ترکمنستان گسترش یافت. آن ها طرحواره های مختلف از جمله GOCART، AFWA و Shao04 را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد طرحواره GOCART با توجه به سرعت آستانه پایین، بزرگترین ناحیه انتشار را نمایش می دهد. بادنهیمرو و همکاران (۲۰۱۹) ویژگی های ۵۳ طوفان گردوغبار شرق مدیترانه با تأکید بر مناطق منشأ طی دوره آماری ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ را مورد بررسی قرار دادند. آنالیز داده های ایستگاهی، تصاویر ماهواره ای و غلظت ایتیکی ذرات نشان داد که غلظت ذرات، طول دوره و بادهای سطحی قوی در مناطق منشأ غربی (شمال آفریقا بخصوص بیابان صحرا) بیشتر از مناطق منشأ شرقی (شبه جزیره عربستان) است. این در حالی است که ارتفاع لایه گردوغبار در مناطق شرقی بیشتر از غربی به دست آمد. گردش سینوپتیکی غالب در توفان های گردوغبار مناطق غربی، هسته سرد سیکلون در فصل زمستان بوده در حالی که در مناطق شرقی ترفای دریای سرخ طی فصل پاییز پدیده غالب است. حمیدی (۲۰۱۹) طوفان های گردوغبار جبهه ای در جنوب غرب آسیا را با استفاده از شاخص AOD و داده های جوئی مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که در فصل هایی غیر از تابستان، تقابل سیستم پرفشار جنوب شرقی شبه جزیره عربستان و مناطق همسایه با سیستم های کم فشار در شرق دریای مدیترانه و اطراف آن، مولد توفان های گردوغبار در دشت های آبرفتی دجله و فرات می باشند. همچنین جنوب عراق، کویت و استان خوزستان در ایران، غرب و جنوب غرب ایران و شمال شرق عربستان سعودی، بیشتر از مناطق دیگر خاورمیانه تحت تأثیر طوفان های گردوغبار قرار داشته اند. شدیدترین گردوغبارهای منطقه در ماه های مارس و آوریل رخ داده است. منگ و همکاران (۲۰۱۹) به مدل سازی سه بعدی توزیع ذرات گردوغبار بر روی حوضه تاریخیم در شمال غرب چین پرداختند.

<sup>1</sup> Yuan

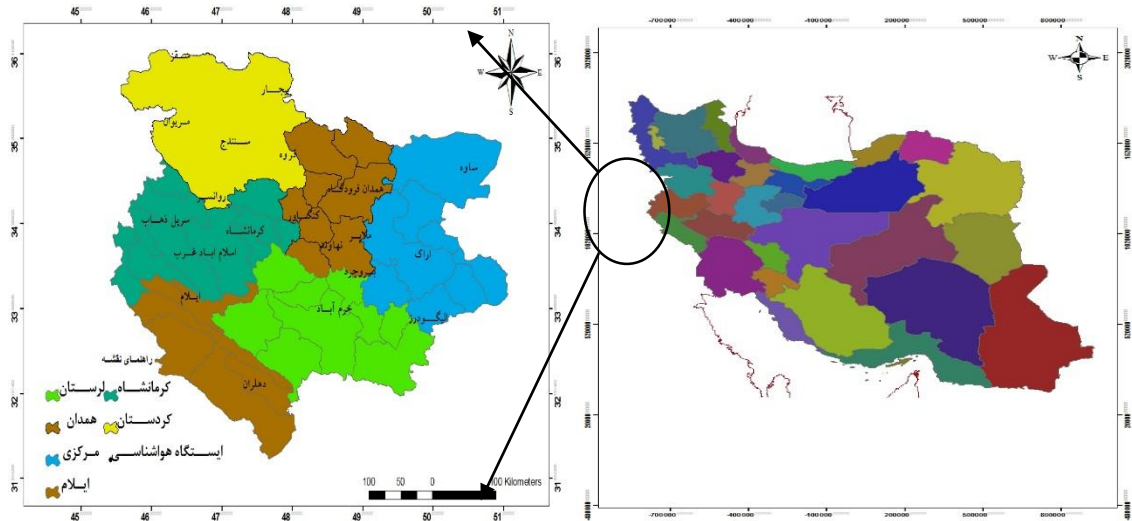
<sup>2</sup> Bodenheimer

<sup>3</sup> Meng

آن‌ها یک نمونه طوفان گردوغبار شدید در فصل بهار طی سال ۲۰۱۵ را با استفاده از مدل WRF-Chem شبیه‌سازی کردند. بر اساس داده‌های مشاهداتی و شبیه‌سازی شده، برای توزیع عمودی گردوغبار در سطح بیابان تاریم، ضخامت لایه‌مرزی با ارتفاع بیش از ۳ تا ۵ کیلومتر شناسایی شد. کرگولیان و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی طوفان‌های شدید عربستان با استفاده از تصاویر ماهواره، داده‌های زمینی و مدل WRF-Chem پرداختند. نتایج نشان داد که همگرایی جت جنب‌حاره و جت قطبی در ایجاد و تشدید طوفان‌های سطح زمین نقش داشته است. کاسکاتیس و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی طوفان‌های شدید حوضه سیستان در فوریه ۲۰۱۹ با استفاده از نقشه‌های همدیدی پرداختند. نتایج نشان داد که عامل ایجاد و تشدید طوفان، وجود جبهه سرد بر روی منطقه بوده است.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده طول‌های  $45^{\circ}52'$  تا  $50^{\circ}20'$  شرقی و عرض‌های  $32^{\circ}41'$  تا  $36^{\circ}15'$  شمالی مطابق شکل ۱ در غرب کشور ایران قرار گرفته است. پست‌ترین نقطه منطقه با ارتفاع ۱۵۰ متر در غرب منطقه و بلندترین نقطه آن قله اشترانکوه با ارتفاع ۴۰۸۰ متر از سطح دریا در میان رشته کوه زاگرس قرار گرفته است.



شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

## مواد و روش‌ها

به منظور انجام این تحقیق ابتدا شناسنامه اطلاعات آب و هوایی هشت ایستگاه هواشناسی سینوپتیک از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. علل انتخاب این ایستگاه‌ها، طول دوره آماری مناسب و همچنین پراکنش مناسب مکانی آن‌ها در کشور بوده است. از بین آمار و اطلاعات هواشناسی ثبت شده در این ایستگاه‌ها کمیت سرعت باد و تعداد روزهای وقوع گردوغبار در طول دوره آماری ۲۰ ساله (۱۹۹۱-۲۰۱۰) انتخاب گردید (جدول ۱).

<sup>4</sup> Karagolian

جدول ۱ مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
خرم آباد	۴۸° ۱۴"	۳۳° ۲۶"	سنندج	۴۷° ۰۰"	۳۵° ۳۳"
بروجرد	۴۸° ۳۵"	۳۳° ۵۲"	مریوان	۴۶° ۲۰"	۳۵° ۵۲"
الیگودرز	۴۹° ۲۰"	۳۳° ۴۰"	بیجار	۴۷° ۲۲"	۳۵° ۴۸"
ملایر	۴۸° ۳۲"	۳۴° ۲۵"	سقز	۴۶° ۲۷"	۳۶° ۲۵"
نهایند	۴۸° ۴۲"	۳۴° ۱۵"	قروه	۴۷° ۳۰"	۳۵° ۱۷"
همدان	۴۸° ۵۳"	۳۴° ۱۸"	سرپل ذهاب	۴۵° ۴۷"	۳۴° ۴۵"
اراک	۴۹° ۲۷"	۳۴° ۱۰"	ایلام	۴۶° ۴۳"	۳۳° ۵۳"
ساوه	۵۰° ۳۳"	۳۵° ۰۵"	دهلران	۴۷° ۲۷"	۳۲° ۲۸"
کرمانشاه	۴۷° ۱۵"	۳۴° ۳۵"	روانسر	۴۶° ۳۹"	۳۴° ۴۳"
اسلام آباد	۴۶° ۴۷"	۳۴° ۱۲"	کنگاور	۴۷° ۵۹"	۳۴° ۳۰"

در ادامه تعداد روزهای وقوع گردوغبار وارد نرم افزار صفحه گسترده اکسل شد و نمودارهای مربوطه تهیه شدند و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در ادامه روند سرعت باد در دوره مورد مطالعه با استفاده از روش تایل-سن محاسبه شد. سن<sup>۵</sup>(۱۹۶۸) با توسعه یک سری مطالعات آماری که تیل<sup>۶</sup>(۱۹۵۰)، به انجام رسانده بود یک روش ناپارامتری را جهت تحلیل سری‌های زمانی ارائه نمود. این روش بر اساس محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت در مورد معنی داری آن در سطوح اعتماد مختلف می‌باشد. این روش نیز همانند روش من-کندال از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی بهره می‌گیرد. نقاط قوتی که در روش من-کندال ذکر گردید، در این روش نیز وجود دارد. همچنین این آزمون در هنگام وجود داده‌های گم‌شده، به راحتی قابل استفاده می‌باشد (سرانو و همکاران، ۱۹۹۹). اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت نمودن در مورد معنی داری شیب بدست آمده در سطوح اعتماد مختلف می‌باشد. مراحل کلی انجام این آزمون به شرح زیر می‌باشد (فتحیان و مرید، ۱۳۹۱):

الف) محاسبه شیب بین هر جفت داده مشاهده‌ای با استفاده از رابطه زیر:

$$Q = \frac{x_t - x_s}{t - s} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که  $x_t$  و  $x_s$  به ترتیب داده‌های مشاهده‌ای در زمان‌های  $t$  و  $s$  بوده و  $t$  یک واحد زمانی بعد از زمان  $s$  می‌باشد. با اعمال این رابطه برای هر دو جفت داده مشاهده‌ای، یک سری زمانی از شیب‌های محاسبه شده بدست می‌آید که از محاسبه میانه این سری زمانی شیب خط روند ( $Q_{med}$ ) حاصل می‌آید. مقدار مثبت  $Q_{med}$  حاکی از صعودی بودن روند و مقدار منفی آن نشان‌دهنده نزولی بودن روند می‌باشد. ب) محاسبه پارامتر  $C_\alpha$  در سطوح اطمینان مورد آزمون به کمک رابطه زیر:

$$C_\alpha = Z_{1-\alpha/2} \times \sqrt{\text{Var}(s)} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن  $Z$  آماره توزیع نرمال استاندارد می‌باشد و در یک آزمون دو دامنه بسته به سطوح اطمینان در نظر گرفته شده می‌تواند مقادیر مختلفی به خود بگیرد. این آماره ( $C_\alpha$ ) برای سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد به ترتیب برابر با  $Z=1/96$  و  $Z=2/58$  می‌باشد (سالمی و همکاران، ۲۰۰۲).

ج) محاسبه حدود اعتماد بالا و پایین ( $M_1$  و  $M_2$ ) به کمک روابط زیر:

$$\begin{cases} M_1 = \frac{N' + C_\alpha}{2} \\ M_2 = \frac{N' - C_\alpha}{2} \end{cases} \quad \text{رابطه (۳)}$$

5. Sen

6. Thiel

که  $N'$  تعداد شیب‌های محاسبه شده در بند الف می‌باشد.

(د) برای بررسی حدود اطمینان هر مقدار شیب محاسبه شده، مقادیر شیب از ۱ تا  $N$  مرتبه بندی شده و به ازای هر مرتبه بر طبق رابطه (۳)، حدود بالا و پایین آن شیب محاسبه و  $M_1$  امین و  $(M_2+1)$  امین شیب‌ها استخراج می‌گردند. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد، بنابراین روند معنی داری بر سری زمانی داده‌ها وجود ندارد (فتحیان و مرید، ۱۳۹۱).  
**ضریب تعیین:** در این تحقیق برای تعیین ارتباط بین متغیرهای هواشناسی با وقوع گردوغبار از معیار ضریب تعیین استفاده شد. ضریب تعیین معیاری بدون بعد و بهترین مقدار آن برابر یک می‌باشد. رابطه (۴) نحوه محاسبه آن را نشان می‌دهد (صداقت‌کردار و فتاحی، ۱۳۸۷):

$$R^2 = \frac{\sum_{K=1}^K X_K Y_K}{\sqrt{\sum_{K=1}^K X_K^2 \sum_{K=1}^K Y_K^2}}$$

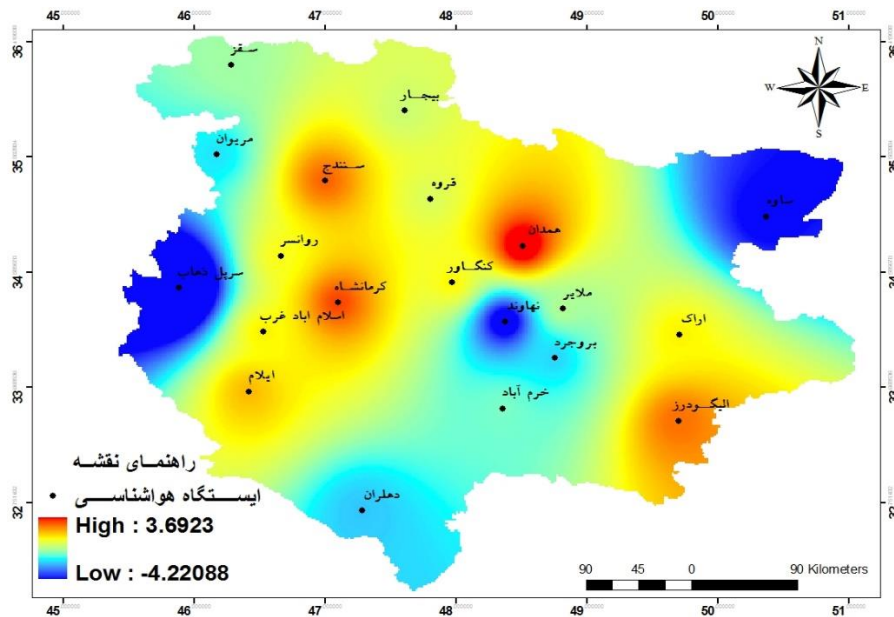
رابطه ۴

در رابطه ۴:  $X_K$  مقادیر مشاهداتی،  $Y_K$  مقادیر برآورد شده و  $R^2$  ضریب تعیین می‌باشد.

### نتایج تحقیق

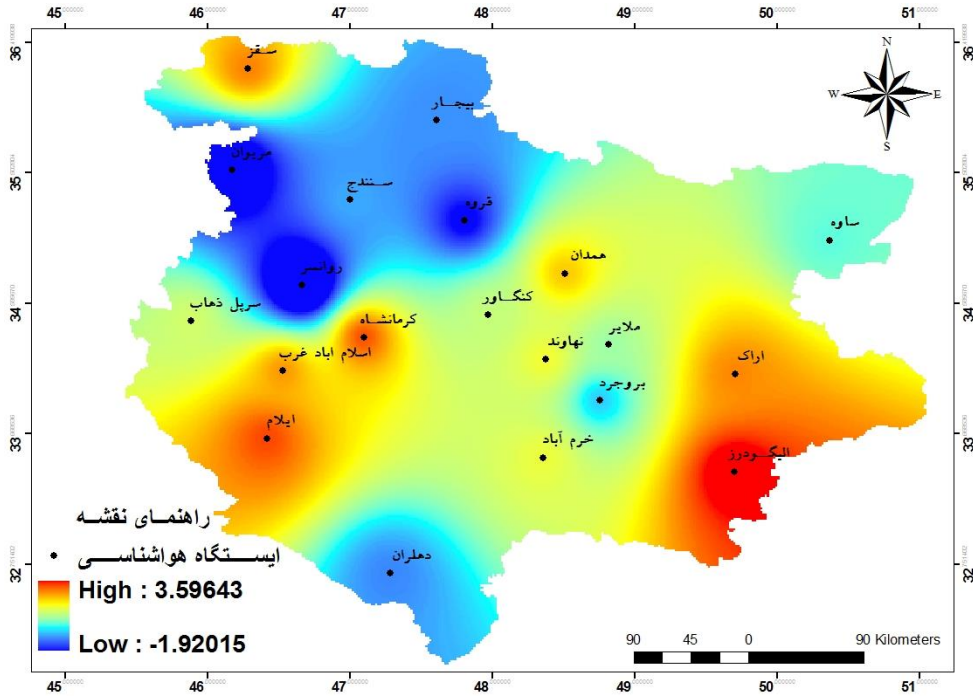
نقشه‌های توزیع جغرافیایی روند متغیرهای هواشناسی در مقیاس سالانه

شکل‌های ۲ تا ۵ نقشه توزیع جغرافیایی روند متغیرهای هواشناسی فشار، باد، دما و بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه را در دوره ۱۹۹۱-۲۰۱۰ در مقیاس سالانه را نشان می‌دهد.



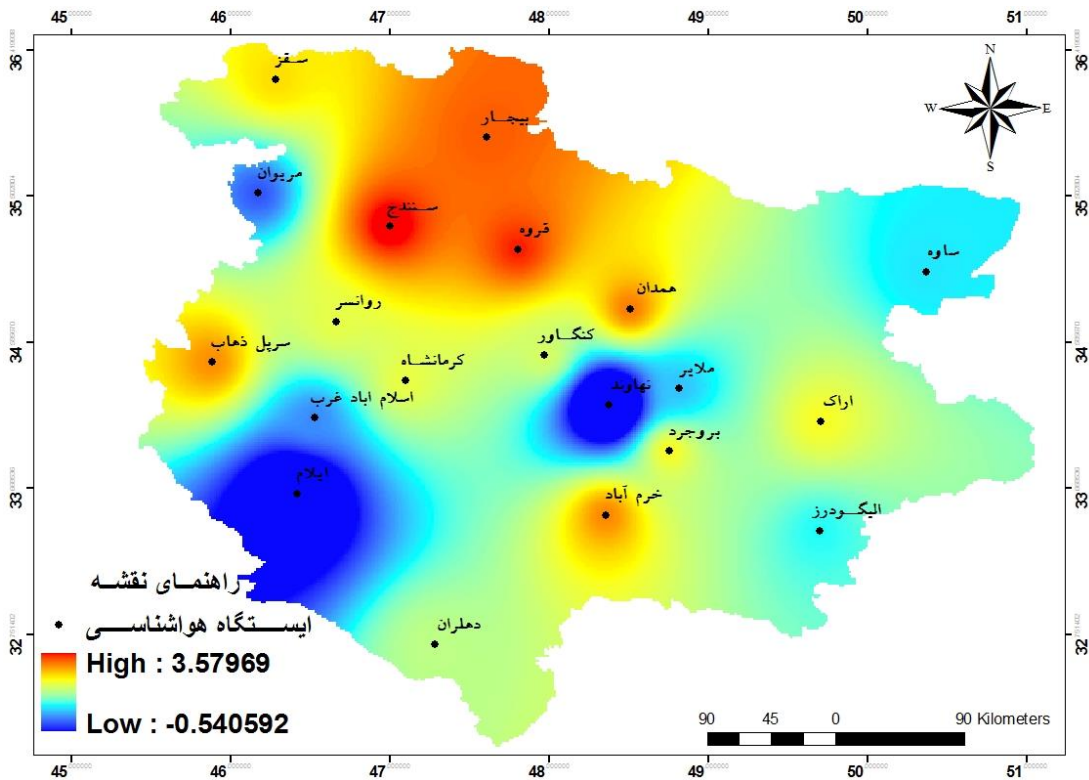
شکل ۲ توزیع جغرافیایی روند متغیر هواشناسی فشار ایستگاه‌های مورد مطالعه را در دوره ۱۹۹۱-۲۰۱۰

نتایج شکل ۲ روند متغیر هواشناسی فشار را در هر یک از ایستگاه‌های را در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مطابق نتایج بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های همدان، سنندج، کرمانشاه، الیگودرز و ایلام مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های سرپل ذهاب، نهاوند و ساوه مشاهده شده است.



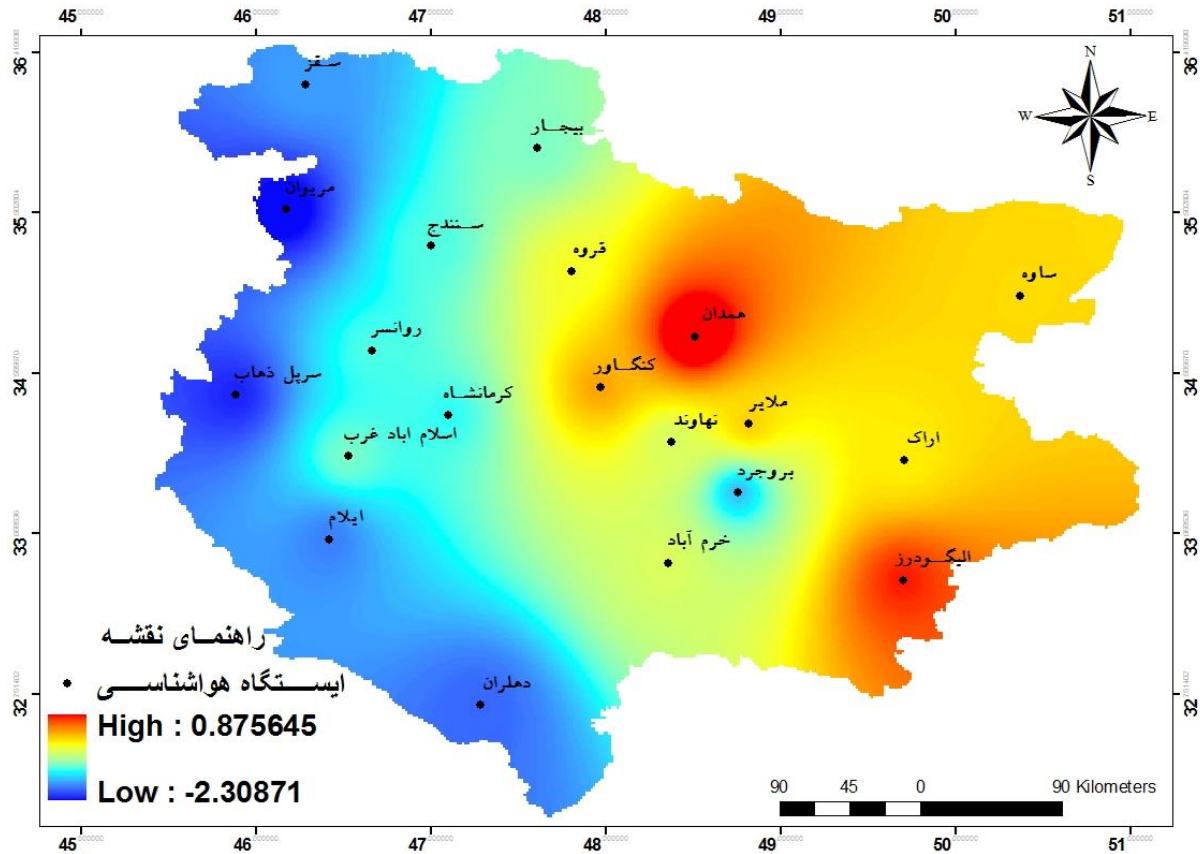
شکل ۳ توزیع جغرافیایی روند متغیر هواشناسی باد ایستگاه‌های مورد مطالعه را در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۱

نتایج شکل ۳ روند متغیر هواشناسی باد را در هر یک از ایستگاه‌های را در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مطابق نتایج بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های الیگودرز، سقز، کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و ایلام مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های روانسر، مریوان و قروه مشاهده شده است.



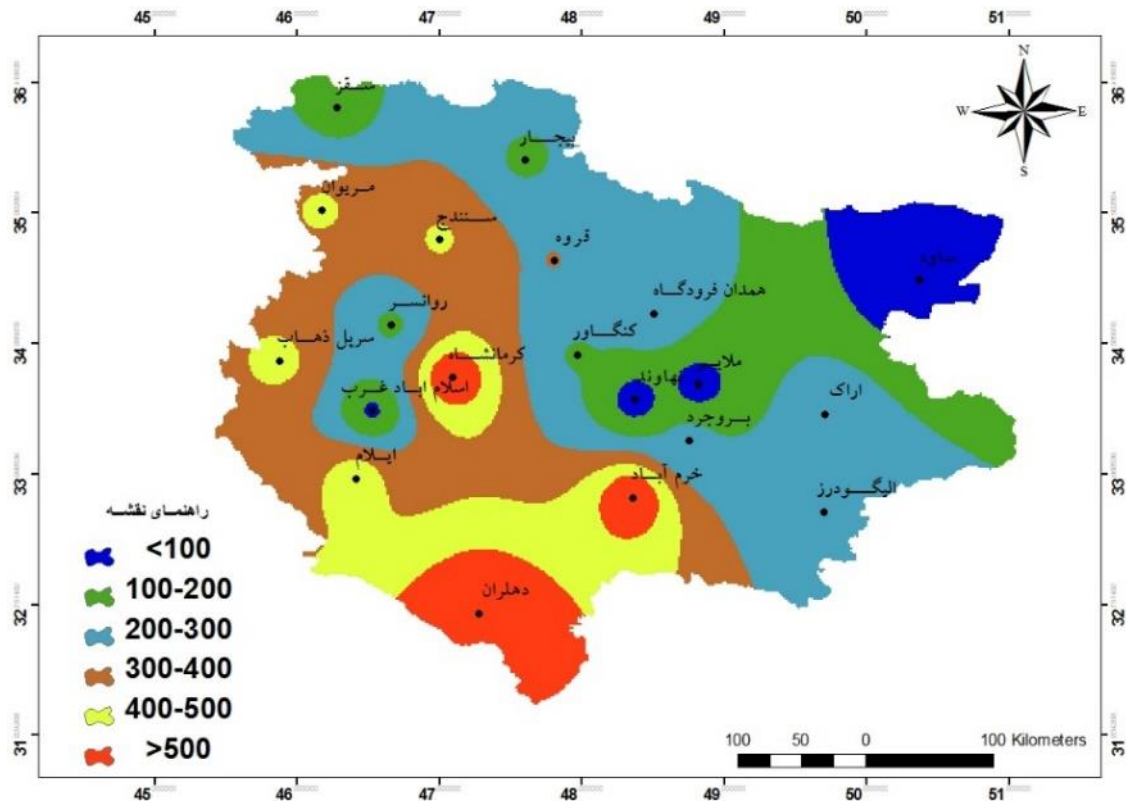
شکل ۴ توزیع جغرافیایی روند متغیر هواشناسی دما ایستگاه‌های مورد مطالعه را در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۱

نتایج شکل ۴ روند متغیر هواشناسی دما را در هر یک از ایستگاه‌های را در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مطابق نتایج بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های سنندج، قروه، بیجار، همدان و سرپل ذهاب مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهشی) در ایستگاه‌های ایلام، مریوان و نهاوند مشاهده شده است.



شکل ۵ توزیع جغرافیایی روند متغیر هواشناسی بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه را در دوره ۱۹۹۱-۲۰۱۰

نتایج شکل ۵ روند متغیر هواشناسی بارش را در هر یک از ایستگاه‌های را در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. مطابق نتایج بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های همدان و الیگودرز مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهشی) در ایستگاه‌های ایلام، مریوان، سقز، دهلران و سرپل ذهاب مشاهده شده است. مطابق نتایج این شکل، از سمت شرق به غرب منطقه میزان بارش با شیب نسبتاً تندی کاهش یافته است.



شکل ۶ تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار در سطح منطقه مورد مطالعه در دوره مورد (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

نتایج شکل ۶ تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار در سطح منطقه مورد مطالعه در دوره مورد (۱۹۹۱-۲۰۱۰) را نشان می‌دهد که بیشترین وقوع پدیده گرد و غبار در بخش‌های جنوب و غرب منطقه مورد مطالعه اتفاق افتاده است. همچنین این شکل نشان می‌دهد که بیشترین گرد و غبار از سمت غربی و جنوب غربی وارد منطقه مورد مطالعه شده است و مطابق این شکل ایستگاه‌های دهلران، خرم‌آباد و کرمانشاه دارای بیشترین وقوع گرد و غبار بوده‌اند.

### بررسی معنا داری روند سرعت باد با استفاده از آزمون تایل-سن

در این تحقیق با استفاده از آزمون تایل-سن، معنی داری روند سرعت باد در ۲۰ ایستگاه غرب کشور گرفته شد، که نتایج به تفکیک استان، در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج آنالیز روند سرعت باد ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. مطابق نتایج این جدول، در مقیاس ماهانه روند سرعت باد در ۸۲/۰۲ درصد صعودی، ۱۶/۲۳ نزولی و در ۱/۷۵ درصد بدون روند می‌باشد که از بین ایستگاه‌های که دارای روند صعودی هستند حدود ۴۵/۹۹ درصد دارای روند صعودی و معنی دار هستند و در منطقه روند نزولی معنی دار مشاهده نشد. در مقیاس سالانه حدود ۸۴/۴ درصد دارای روند صعودی می‌باشند که از این تعداد ایستگاه حدود ۵۰ درصد دارای روند صعودی و معنی دار است. علاوه بر این در مقیاس سالانه حدود ۱۵/۷۸ درصد دارای روند نزولی هستند که از این تعداد روند نزولی معنی دار مشاهده نشد. در کل نتایج این بررسی روند و تغییرات متغیرهای هواشناسی نشان داد که در منطقه مورد مطالعه که همزمان با وقوع پدیده گرد و غبار طی سال‌های اخیر روند متغیر سرعت باد نیز در برخی ایستگاه‌ها دارای روند افزایشی بوده است و این نتایج نشان دهنده تغییر اقلیم در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.



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

تهران- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۹

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

جدول ۲ نتایج آزمون روند برای سرعت باد در ایستگاه‌های هواشناسی مورد مطالعه در طول دوره آماری (۱۹۹۱-۲۰۱۰)

ایستگاه	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
کرمانشاه	AA	AA	AA	A	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	A	A	AA
اسلام آباد	AA	AA	AA	AA	A	AA	A	A	A	A	AA	A	AA	AA
کنگاور	A	AA	AA	AA	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
روانسر	A	B	B	B	B	A	B	B	B	B	B	A	A	B
خرم آباد	AA	AA	AA	AA	AA	AA	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA
بروجرد	A	A	A	AA	A	B	B	C	A	B	A	B	B	A
الیگودرز	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
اراک	AA	AA	AA	AA	AA	A	AA	AA	A	AA	AA	A	A	AA
ساره	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	AA	AA	A	A
همدان	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	A	A	AA
ملایر	A	AA	AA	AA	AA	A	A	A	A	AA	AA	AA	A	A
نهایوند	AA	AA	AA	AA	AA	AA	A	A	A	AA	AA	AA	AA	AA
ایلام	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
دهلران	A	A	B	A	B	B	A	A	A	B	B	B	B	A
سنندج	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
بیجار	A	A	A	AA	AA	A	B	B	A	B	B	C	B	A
قروه	A	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	A
مریوان	B	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	B	B	B
سقز	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA

A روند صعودی AA روند صعودی و معنی دار B روند نزولی BB روند نزولی و معنی دار C بدون روند

## بررسی روند وقوع گردوغبار در ایستگاه‌های مورد بررسی

نتایج آنالیز روند وقوع گردوغبار ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. مطابق نتایج این جدول، در مقیاس ماهانه روند سرعت باد در ۶۹/۸۷ درصد صعودی، ۷/۹۵ نزولی و در ۲۲/۱۸ درصد بدون روند می‌باشد که از بین ایستگاه‌های که دارای روند صعودی هستند حدود ۲۰/۵ درصد دارای روند صعودی و معنی دار هستند و در منطقه حدود ۰/۴۲ دارای روند نزولی معنی دار هستند. در مقیاس سالانه تمام ایستگاه‌ها دارای روند صعودی می‌باشند که از این تعداد ایستگاه حدود ۶۰ درصد دارای روند صعودی و معنی دار است. علاوه بر این در مقیاس سالانه روند نزولی مشاهده نشد.

جدول ۳ روند وقوع پدیده گرد و غبار را در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	ماه	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	می	ژوئن	ژوئیه	اگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	سالانه
کرمانشاه	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	BB	A	A
اسلام آباد	C	A	A	A	A	A	AA	A	A	A	A	C	C	A
کنگاور	C	A	A	A	A	B	B	A	A	B	B	C	C	A
روانسر	C	A	A	A	AA	A	B	A	A	B	B	C	C	A
سرپل ذهاب	A	A	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	C	C	AA
خرم آباد	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	B	A	AA
بروجرد	C	A	A	A	A	A	A	AA	A	C	C	C	C	AA
الیگودرز	C	A	A	A	A	A	A	AA	AA	AA	A	C	C	AA
سنندج	C	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	C	C	AA
بیجار	C	A	A	A	AA	A	AA	AA	A	A	AA	A	C	A

A	C	A	A	A	A	A	A	A	AA	AA	A	C	قروه
A	C	B	A	A	A	A	A	A	A	AA	AA	C	مریوان
AA	C	A	A	A	A	A	A	AA	AA	A	A	C	سقز
AA	C	A	AA	A	A	AA	AA	AA	AA	AA	AA	C	اراک
A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	ساوه
A	B	B	A	A	B	A	A	B	A	A	B	C	همدان
A	C	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	C	ملایر
AA	C	C	A	A	A	AA	A	AA	A	A	A	C	نهایوند
A	C	C	A	A	AA	AA	A	A	A	A	A	B	ایلام
A	B	A	B	B	A	A	AA	A	A	AA	A	A	دهلران

A روند صعودی AA روند صعودی و معنی دار B روند نزولی BB روند نزولی و معنی دار C بدون روند

### بررسی ارتباط بین گرد و غبار و متغیر هواشناسی فشار

جدول ۴ همبستگی و اثر متغیر هواشناسی باد بر روی وقوع گرد و غبار در ۲۰ ایستگاه مورد بررسی در این تحقیق را نشان

می دهد.

جدول ۴ همبستگی و اثر متغیر هواشناسی باد بر روی وقوع گرد و غبار

ایستگاه	انحراف معیار	Sig. (2-tailed)	همبستگی
کرمانشاه	۴۰/۲۰	۰/۰۰۳**	۶۱/۵۷
اسلام آباد غرب	۷/۶۰	۰/۰۸۰ ns	۴۹/۳
روانسر	۱۴/۴۴	۰/۰۱۱*	۵۲/۳
سر پل ذهاب	۱۲/۹۲	۰/۰۲۲*	۸۰/۳
سنندج	۲۶/۱۶	۰/۰۰۱**	۶۳/۳۹
سقز	۳۰/۱۱	۰/۰۰۵**	۳۳/۲
بیجار	۱۲/۳۳	۰/۰۵۲ ns	۱۴/۱
قروه	۲۲/۳۹	۰/۰۱۵*	۴۶/۹
مریوان	۲۹/۷۰	۰/۰۰۴**	۵۱/۵
اراک	۱۴/۶۰	۰/۰۵۲ ns	۴۹/۴۷
ساوه	۱۹/۵۳	۰/۰۱۱*	۳۱/۹۷
خرم آباد	۲/۵۷	۰/۰۰۳**	۵۳/۸۶
الیگودرز	۴۲/۷۰	۰/۰۰۳**	۵۵/۹۳
بروجرد	۱۵/۷۲	۰/۰۵۷ ns	۵۹/۸۷
همدان	۲۱/۲۶	۰/۱۳۱ ns	۵۴/۵۶
کنگاور	۱۹/۳۰	۰/۰۰۳**	۵۳/۲۴
ملایر	۵/۴۳	۰/۶۰۶ ns	۴۰/۶۹
نهایوند	۳/۶۹	۰/۷۷۲ ns	۱۹/۰۶
ایلام	۳۲/۰۱	۰/۰۰۵**	۸۳/۰۴
دهلران	۳۸/۹۹	۰/۰۰۳**	۵۶/۸۴

\*\* معنی داری در سطح ۰/۰۱ \* معنی داری در سطح ۰/۰۵ ns عدم معنی داری

نتایج جدول ۴ همبستگی و اثر متغیر هواشناسی باد را بر روی وقوع گرد و غبار را نشان می‌دهد که مطابق آن اثر متغیر اقلیمی باد بر روی وقوع گرد و غبار در ایستگاه‌های کرمانشاه، سنندج، سقز، میوان، خرم‌آباد، الیگودرز، کنگاور، ایلام و دهلران در سطح ۹۹ درصد، در ایستگاه‌های روانسر، سرپل ذهاب، قروه و ساوه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است و در ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب، بیجار، اراک، بروجرد، همدان، ملایر و نهاوند اثر متغیر هواشناسی باد را بر روی وقوع گرد و غبار معنی‌دار نیست. مطابق همین جدول، بیشترین و کمترین همبستگی بین متغیر هواشناسی باد و وقوع گرد و غبار به ترتیب در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و بیجار با میزان ۸۰/۳ و ۱۴/۱ درصد بوده است. لازم به ذکر است که همبستگی بین متغیر هواشناسی باد و وقوع گرد و غبار در ایستگاه سرپل ذهاب، همبستگی مستقیم و بالا است و در ایستگاه بیجار همبستگی مستقیم و بسیار پایین است.

## بحث و نتیجه‌گیری

غرب ایران به لحاظ نزدیکی به مناطق منشأ گرد و غبار در غرب آسیا منطقه‌ای مستعد برای رخداد مکرر پدیده‌ی گرد و غبار در اوقات مختلف سال است. مطابق نتایج حاصل، روند متغیر هواشناسی فشار، بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های همدان، سنندج، کرمانشاه، الیگودرز و ایلام مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های سرپل ذهاب، نهاوند و ساوه مشاهده شده است. نتایج این بخش با نتایج خزایی و میرزایی (۱۳۹۳) مطابقت دارد. بررسی روند متغیر هواشناسی باد حاکی از این است که، بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های الیگودرز، سقز، کرمانشاه، اسلام‌آباد غرب و ایلام مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های روانسر، میوان و قروه مشاهده شده است. نتایج این بخش با نتایج، خردادی و همکاران (۱۳۸۶)، رحیم‌زاده و همکاران (۱۳۸۵)، قهرمان و قره‌خانی (۱۳۸۹) و رضایی بنفشه و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت دارد. بررسی روند متغیر هواشناسی دما نمایانگر این است که، بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های سنندج، قروه، بیجار، همدان و سرپل ذهاب رخ داده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های ایلام، میوان و نهاوند مشاهده شده است. بررسی روند متغیر هواشناسی بارش نشان داد که، بیشترین تغییر روند (روند افزایشی) در ایستگاه‌های همدان و الیگودرز مشاهده شده است. علاوه بر این کمترین تغییر روند (روند کاهش) در ایستگاه‌های ایلام، میوان، سقز، دهلران و سرپل ذهاب مشاهده شده است. تحلیل وضعیت توزیع مکانی بارش حاکی از آن است که، از سمت شرق به غرب منطقه میزان بارش منطقه با شیب نسبتاً تندی کاهش یافته، نکته قابل تامل اینکه نقشه تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار در سطح منطقه مورد مطالعه نشانگر آن است که تعداد روزهای وقوع پدیده گرد و غبار از سمت شرق به غرب منطقه به شدت افزایش یافته است. نتایج این بخش با نتایج خزایی و میرزایی (۱۳۹۳) مطابقت دارد. در مجموع نکته قابل توجه در بررسی توزیع مکانی روند متغیرهای هواشناسی، همخوانی و مطابقت خوب تغییرات توزیع مکانی بارش و تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در سطح منطقه است.

در این تحقیق با استفاده از آزمون تایل-سن، معنی‌داری روند متغیر هواشناسی باد در ۲۰ ایستگاه غرب کشور گرفته شد. نتایج این بخش نشان داد که روند سرعت باد دارای روندی غالباً مثبت در اکثر ماه‌های سال بودند که این روند در تعدادی از ایستگاه‌ها معنی‌دار بود که نتایج این بخش با نتایج لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷) همخوانی دارد. این نتایج نشان می‌دهند که در سال‌های اخیر اقلیم غرب کشور دستخوش تغییر شده است که این نتیجه یعنی وقوع تغییر اقلیم، با نتایج تحقیقات ذولفقاری و عابدزاده (۱۳۸۴)، لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷)، خوش‌کیش و همکاران (۱۳۹۰)، بحیرایی و همکاران (۱۳۹۰)، رسولی و همکاران (۱۳۹۰) و اکبری و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد.

اثر متغیر اقلیمی باد بر روی وقوع گرد و غبار در ایستگاه‌های کرمانشاه، سنندج، سقز، میوان، خرم‌آباد، الیگودرز، کنگاور، ایلام و دهلران در سطح ۹۹ درصد، در ایستگاه‌های روانسر، سرپل ذهاب، قروه و ساوه در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است و در ایستگاه‌های اسلام‌آباد غرب، بیجار، اراک، بروجرد، همدان، ملایر و نهاوند اثر متغیر هواشناسی باد را بر روی وقوع گرد و غبار معنی‌دار نیست. بیشترین و کمترین همبستگی بین متغیر هواشناسی باد و وقوع گرد و غبار به ترتیب در ایستگاه‌های سرپل ذهاب و بیجار با میزان ۸۰/۳ و ۱۴/۱ درصد بوده است. نتایج این بخش تحقیق با نتایج اکبری و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد.

## منابع

۱. اکبری ز، لشنی زند م، سپهوند ن، سیاه منصور م، ۱۳۹۱: بررسی روند تغییرات سرعت باد و گرد و غبار در غرب کشور طی ۲۰ سال گذشته، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه ریزی محیط زیست، همدان، ۲۰-۱.
۲. بحیرایی ح، ایازی م، رجایی م، احمدی ح، ۱۳۹۰: تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گرد و غبار در استان ایلام، فصلنامه علمی - پژوهشی نگرش های نو در جغرافیای انسانی، ۴(۱): ۴۸-۶۹.
۳. خردادی، م، س. اسلامیان و ج. عابدی کوپایی(۱۳۸۶): بررسی روند پارامترهای هواشناسی در چند منطقه از ایران، کارگاه فنی اثرات تغییر اقلیم در مدیریت منابع آب.
۴. خوش کیش ا، علیجانی ب، حجازی زاده ز، ۱۳۹۰: تحلیل سینوپتیکی سامانه های گرد و غبار در استان لرستان، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۲۱): ۹۱-۱۱۰.
۵. خوشحال دستجردی ج، موسوی س، کاشکی ع، ۱۳۹۱: تحلیل همدید طوفان های گرد و غبار ایلام، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، ۲۳(پیاپی ۴۶): ۱۵-۴۱.
۶. ذوالفقاری ح، عابدزاده ح، (۱۳۸۴): تحلیل سینوپتیک سامانه های گرد و غبار در غرب ایران، فصلنامه ی جغرافیا و توسعه، ۶: ۱۶۱-۱۷۳.
۷. رحیم زاده ف، محمدیان ن، اکبری نژاد ج، (۱۳۸۵): بررسی تغییر پذیری سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری در تعدادی از شهرهای بزرگ ایران، مجله نیوار، شماره ۶۳-۶۲: ۲۱-۷.
۸. رسولی ع، ساری صراف ب، محمدی غ، ۱۳۹۰: تحلیل روند وقوع پدیده گرد و غبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با بکارگیری روش های آماری ناپارامتری، فصلنامه ی جغرافیای طبیعی، ۱۱: ۱-۱۶.
۹. رضایی بنفشه م، جوان خ، زینالی ب، ۱۳۹۰: بررسی روند تغییرات سرعت باد در شمال غرب ایران، فصلنامه جغرافیایی طبیعی لار، ۴(۱۳): ۲۷-۳۷.
۱۰. شائمی، حبیبی، م، ۱۳۸۸: گرمایش جهانی پیامدهای زیستی - اکولوژیکی، چاپ انتشارات ترجمان خرد.
۱۱. صداقت کردار ع، فتاحی ا، ۱۳۸۷: شاخصهای پیش آگاهی خشکسالی در ایران، مجله جغرافیا و توسعه دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۶(۱۱): ۵۹-۷۶.
۱۲. عبداللهی، ج، ح. نادری، م. میرجلالی و م.س. تبایی زاده. ۱۳۹۰. تاثیر بعضی از فاکتورهای محیطی بر خصوصیات رشد *Stipabarbata* در مراتع نودوشن- یزد. مجله علمی پژوهشی تحقیقات مرت و بیابان. ۲۰(۱): ۱۳۰-۱۴۴.
۱۳. فتحیان ف، مرید س، ۱۳۹۱: بررسی روند متغیرهای هواشناسی و هیدرولوژیکی حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از روش های غیرپارامتری، مجله تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۳(۳): ۲۶۹-۲۵۹.
۱۴. فراست ن، دیرکوند مقدم ف، فراست م، ۱۳۹۰: بررسی اثرات پدیده گردوغبار بر اکوسیستم انسانی، اولین کنگره بین المللی گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
۱۵. قهرمان ن، قره خانی ا، ۱۳۸۹: بررسی روند تغییرات زمانی سرعت باد در گستره اقلیمی ایران، مجله آبیاری و زهکشی ایران، ۱(۴): ۳۱-۴۳.
۱۶. گوهردوست ا، عظیمی ف، ظهوریان م، ۱۳۹۰: بررسی و تحلیل نقشه های سینوپتیکی اوج روزهای گردوغبار استان خوزستان، اولین کنگره بین المللی گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان.
۱۷. لشکری ح، کیخسروی ق، ۱۳۸۷: تحلیل آماری سینوپتیکی توفان های گردوغبار استان خراسان رضوی، پژوهش های جغرافیایی طبیعی، ۶۵: ۱۷-۳۳.
18. Bodenheimer, Shalev.; Lensky, Itamar M.; Dayan, Uri.; (2019), Characterization of Eastern Mediterranean dust storms by area of origin; North Africa vs”, *Arabian Peninsula*, 198, p.p. 158-165, 2019.
19. Ardebili, L., (2011), Effective processes of intensification of recent dust in Iran, Proceedings of the second -National Conference of wind erosion and dust storms, 16-17 February, University of



- Yazd, Iran, p. 31.
20. Christopher, A., Jones, s., Thomas, A., 2011. Satellite and surface-based remote sensing of Saharan dust aerosols, *Remote Sensing of Environment*, 114, 1002–1007.
  21. Fu, P., Huang, J., Li, C., & Zhong, S.,(2008), The properties of dust aerosol and reducing tendency of the dust storms in northwest China. *Journal of Atmospheric Environment*: 42; pp 5896– 5904.
  22. Goudie, A.S., Middleton, N.J., (2001),Saharan dust storms: nature and consequences. *Journal of Earth Sci. Rev.*: 56; pp 179–204.
  23. Goudie, A.S., Middleton, N.J., (2006), *Desert Dust in the Global System*. Springer, Heidelberg. Conditions. Freidrich - Schiller University Press. Jena. Germany.
  24. Hamidi, M”.; Atmospheric Investigation of Frontal Dust Storms in Southwest Asia”, “Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences”, 55(2), p.p. 177–193, 2019.
  25. Karagulian, F. Temimi1, M. Ghebreyesus1, Dawit. Weston1, M. Kondapalli1, NK.; “ Analysis of a severe dust storm and its impact on air quality conditions using WRF-Chem modeling, satellite imagery, and ground observations”, *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12, p. p 453–470, 2019.
  26. Kaskaoutis, D.G.; Francis, D.; Rashki, A.; Chaboureau, J.P.; Dumka, U. C.; “Atmospheric Dynamics from Synoptic to Local Scale During an Intense Frontal Dust Storm over the Sistan Basin in Winter 2019”, *Geosciences*, 9, p.p. 453,1-21, 2019.
  27. Lee, Y.C., Yang, X., & Wenig, M.,(2010), Transport of dusts from East Asian and non-East Asian sources to Hong Kong during dust storm related events 1996-2007. *Journal of Atmospheric Environment*: 44; pp 3728-3738.
  28. Menga, Lu.; Yanga, Xinghua .; Zhaob, Tianliang .; Hea, Qing.; Lua, Hui.; Mamtimina, Ali.; Huoa, Wen.; Yanga, Fan.; Liu, Chong.; “Modeling study on three-dimensional distribution of dust aerosols during a dust storm over the Tarim Basin, Northwest China”, *Atmospheric Research*, 218 .p.p. 285–295, 2019.
  29. Sen, P.K. (1968). Asymptotically efficient tests by the method of n rankings. *J. Roy. Statist. Soc. Ser. B*. 30.
  30. -Serrano, A., Mateos, V.L & Garcia, J.A (1999). Trend Analysis of Monthly Precipitation over the Iberian Peninsula for the Period 1921-1995. *phys. Chem. Earth (B)*, VOL.24, NO. 1-2: 85-90.
  31. Takashi,Y., Yoshion, M., and J.,Suzuki. 2007. The relationship between occurrence of dust events and synoptic climatological condition in East Asia, 1999-2003, *Journal of the Meteorological Society of Japan*, Vol.85, Pages 81-99.
  32. Thiel, H (1950). A Rank-invariant Method of Linear and Polynomial Regression Analysis, Part 3. *Proceedings of Koninalijke Nederlandse Akademie van Weinenschatpen A*. 53:1397-1412.
  33. Wang,Y., Stein,A., Draxler,R., Rosa, D., and Zhang, X., 2011. Global sand and dust -storms in 2008: Observation and HYSPLIT model verification, *Atmospheric Environment*, 45, 6368-6381.
  34. Zheng, J., M. He, X. Li, Y. Chen, X. Li & L. Liu, 2008. Effect of Salsola Passerine shrab patches on the micro scale heterogeneity of soil in a mountain grassland, China. *Journal of Arid Environments*, 72: 150-161.