فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۲، شماره پیاپی ۱۰۹

تقی طاووسی، دانشیار اقلیم شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان
اکبر زهرایی، کارشناس ارشد اقلیم شناسی دانشگاه سیستان و بلوچستان
T. Tawoosi
A. Zahraei
E-mail: t_tavousi@yahoo.com

شماره مقاله: ۹۰۳ **صص: ۱۷۰-۱۵۹**
وصول: ۱۳۹۱/۱/۲۸ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲

مدل‌سازی سری‌های زمانی پدیده گرد و غبار شهر اهواز

چکیده

«گردوغبار» یکی از پدیده‌های جوی است که پیامدهای ناگوار زیست - محیطی به دنبال دارد. اهواز در استان خوزستان از جمله شهرهایی است که از گرد و غبار در رنج است. در این پژوهش پس از تعیین نرمال نبودن روزهای همراه با گرد و غبار، با استفاده از روش‌های ناپارامتریک به مدل‌سازی تغییرات و برآورد سری‌های زمانی روزهای گرد و غباری شهر اهواز در دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۱) پرداخته شد. چگونگی روند روزهای گرد و غباری به کمک روش‌های مقایسه میانگین دو نیمه دوره آماری، روش من کندال و Sen's تحلیل شد. پس از تعیین روند در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه، معادله شیب روند گرد و غبار تعیین شد و سرانجام وقوع آن برای سال ۲۰۱۵ برآورد گردید. نتایج نشان داد که بیشینه روزهای گرد و غباری در دوره گرم سال رخ می‌دهد. همچنین، فراوانی گرد و غبار به لحاظ سری‌های زمانی، در نیمه دوم دوره آماری نسبت به دوره اول افزایش چشمگیری (دو برابر) داشته است. به طور کلی، به غیر از ژانویه، روند افزایشی گرد و غبار در همه ماه‌ها، فصول و در مقیاس سالانه در سطح ۹۵ تا ۹۹ درصد معنادار بود.

واژه‌های کلیدی: پدیده گرد و غبار، مدل‌سازی، مدل SEN'S، اهواز، من کندال.

مقدمه

هدف اصلی مدل‌سازی سری‌های زمانی، دادن نظم خاص به مشاهدات وابسته به زمان است تا بر اساس آن بتوان آینده را پیش‌بینی کرد. به سخن دیگر، مهمترین هدف تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی یافتن مدل تغییرات و پیش بینی آینده آن است (فرج زاده،۱۲۷:۱۳۸۶). گردوغبار یکی از پدیده‌های جوی است که آثار و پیامدهای زیست - محیطی نامطلوبی را بر جای می‌گذارد. از مهمترین شرایط ایجاد گرد و غبار در کنار هوای ناپایدار، مقدار نمناکی است؛ به طوری که اگر هوای ناپایدار نمناک باشد، بارش و پدیده رعد و برق، و اگر خشک باشد، پدیده گرد و غبار ایجاد می‌کند (ذوالفقاری و عابدزاده، ۱۳۸۴: ۳۸). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که چاله‌های مرکزی ایران با بیش از ۱۵۰ روز و سپس مناطق جنوبغرب و غرب کشور که در همسایگی کشورهای عراق، عربستان، سوریه و ... قرار دارند که منشأ پدیده گرد و غباری در کشور هستند، دارای بیشترین فراوانی روزهای گرد و غبار هستند (علیجانی، ۱۳۷۶: ۴۲). در واقع، ایجاد گرد و غبار می‌تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد. در این رابطه نقش فعالیت‌های انسانی را در کنار شرایط

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

محیط‌های جغرافیایی باید در نظر گرفت (رئیس پور،۱۳۸۶: ۳۶). بیشترین گرد و غبار موجود در جو با منشأ ذرات ریزدانه اتفاق افتاده است که این ذرات در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از فراوانی بالاتری برخوردارند. تأثیرات گرد و غبار ممکن است تا فاصله ۴۰۰۰ کیلومتری از منبع اصلی تداوم داشته، سبب بروز خسارات فراوان در زمینه‌های بهداشتی، کشاورزی، صنعتی، حمل و نقل و سیستم‌های مخابراتی گردد (رئیس پور،۱۳۸۶: ۳۰). کاهش قدرت دید یکی از ویژگی‌های اصلی سیستم‌های گرد و غباری است که علاوه بر آثار ناخوشایند بهداشتی، مثل مشکلات تنفسی و ریوی برای انسان و آلوده کردن محیط زندگی انسان‌ها، اختلالاتی را در سیستم‌های حمل و نقل هوایی کشورها ایجاد می‌کند. مطالعات پزشکی نشان می‌دهد که مشکلات بینایی و اغلب بیماری‌های تنفسی، مثل آسم و بیماری‌های عفونی از مهمترین عوارض پدیده‌های گرد و غباری به شمار می‌رود (مرجانی،۱۳۷۲). منطقه جنوبغرب و غربی کشور از جمله مناطقی است که سالانه شاهد این پدیده در محدوده سرزمینی خود است.با توجه به این امر، در این مطالعه به تحلیل و بررسی آماری روزهای گرد و غباری شهر اهواز طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۵۱پرداخته شده و با روش‌های مختلف آماری بررسی شده است.

پیشینه پژوهش

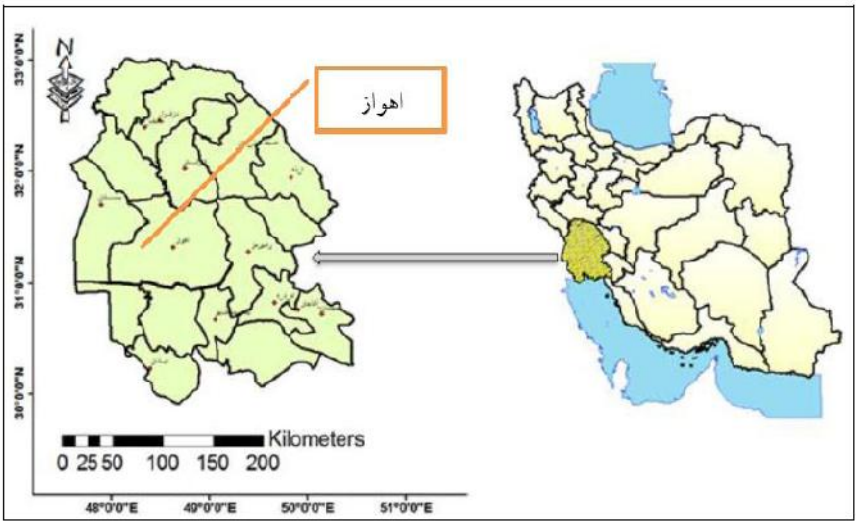
پدیده گرد و غبار به عنوان یکی از مهمترین پدیده‌های اتمسفری و از جمله مخاطرات محیطی مورد توجه و مطالعه پژوهشگران در سطح جهان و ایران شده که هر کدام به نوعی جهت رفتار شناختی این پدیده، جنبه‌ای از آن را مطالعه و بررسی کرده. از اولین کارها در این زمینه می توان به تحقیقات "رومانوف" (۱۹۵۱) اشاره کرد. وی پدیده گرد و غبار را در آسیای مرکزی و قزاقستان بررسی و در پایان نتیجه گیری کرد که بیشتر این پدیده‌ها در دوره گرم سال رخ می‌دهد. وای‌هانگ و شااونشی (۲۰۰۱) از جمله کسانی هستند که علل وقوع پدیده گرد و غبار و تأثیرات آنها را بر آب و هوای چین مطالعه کردند. آنها گرمایش زمین در پهنه کشور مغولستان و سرمایش زمین در شمال کشور چین را در ایجاد گرد و غبارهای شمال این کشور، به خصوص حوضه تاریم مؤثر می‌دانند. کوتس ورام (۱۹۸۷) به مطالعه و تحلیل دو بعدی دینامیک و میکروفیزیک پدیده گرد و خاک در بیابان صحرا پرداخت. "نهسرت گری و همکاران" (۲۰۰۲) به بررسی و تحلیل پدیده گرد و غبار در مغولستان طی دوره ۱۹۳۷ تا ۱۹۹۹ پرداختند. "اورلووسکی" (۱۹۶۲) مطالعه توزیع زمانی، مکانی پدیده خاک و ماسه ای در ترکستان را انجام داد."دایان" (۱۹۸۶) با تحلیل سینوپتیکی و طبقه بندی موقعیت هوای غالب در فلسطین نتیجه گرفت که اختلاف معناداری بین مسیرهای فصلی این الگوها وجود دارد. "برازل و نیکلینگ"(۱۹۸۸) گردش‌های جوی را بر اساس پدیده گرد و غبار ایالت آریزونا طبقه بندی و چهار تیپ هوای غالب را شناسایی کردند. "فولینگ شانگ و همکارانش"(۲۰۰۲) مدل توسعه پدیده گرد و غبار شدید در شمال غربی چین را ارائه نمودند."هیم کوتیل"(۲۰۰۳) منابع اصلی و ویژگی‌های زمانی، مکانی پدیده گرد و غبار خاورمیانه را مطالعه کرد. وی با تحلیل خوشه‌ای داده‌ها، چهار ناحیه اصلی را که دارای بیشترین فراوانی گرد و غبار بود، مشخص نمود. "مرجانی" (۱۳۷۲) با استفاده از نقشه‌های سینوپتیکی، بادهای شدید بیش از ۱۵متر بر ثانیه را در خراسان بررسی و همچنین، با بررسی وضعیت سینوپتیکی و توپوگرافی خراسان عوامل مؤثر در وقوع پدیده گرد و غبار منطقه را در پنج دسته عنوان کرد."همتی" (۱۳۷۴) به بررسی فراوانی وقوع پدیده گرد و غبار در نواحی مرکزی و جنوبغرب کشور پرداخت.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

"سالاری" (۱۳۷۵) با مطالعه توزیع افقی گرد و غبار معتقد است که گرد و غبار حاصل که اغلب از ذرات کلوئیدی است، کمتر تابع مانع بوده، بیشتر به جریان و قدرت ادامه حرکت باد بستگی دارد. از مطالعات اولیه در زمینه پیش بینی‌های اقلیمی می‌توان به کار "علیجانی و رمضانی" (۱۳۸۱) اشاره کرد که با استفاده از مدل «باکس، جنکیز» خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران را پیش بینی کردند."علیجانی"(۱۳۸۵) ضمن بررسی علل گرد و غبارها در ایران، نقشه پهنه‌بندی زمانی و مکانی گرد و غبارها را ارائه داه است. "کاویانی" (۱۳۸۶) علت تشکیل گرد و غبار در بیابان‌ها را ناشی از ناپایداری هوا می‌داند. "رئیس پور" (۱۳۸۶) به تحلیل آماری و سینوپتیکی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان پرداخته است."حیدری" (۱۳۸۶) پس از مطالعه موردی یک نمونه از سامانه مولد گرد و غبار در استان کرمانشاه نتیجه گرفت که سیکلون‌های بسته روی عراق و عربستان سبب ایجاد گرد و غبار در استان کرمانشاه است. در کشور تنها منبعی که با استفاده از روش‌های ناپارامتریک پدیده گردوغبار را بررسی کرده، تحقیق "رسولی و همکاران" (۱۳۸۹) است که در آن وقوع پدیده گردوغبار را با استفاده از روش‌های ناپارامتریک از جمله من-کندال و سنس را برای نیم سده اخیر انجام داده اند.

آشنایی با منطقه مورد بررسی

شهر اهواز مرکز استان خوزستان است. براساس سرشماری سال ۱۳۸۵، جمعیت آن ۱,۴۲۵,۸۹۱ نفر بوده است. داده-های هواشناسی و اقلیمی ایستگاه سینوپتیک با مختصات ۴۹ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه عرض شمالی نشان می‌دهد که برپایه طبقه‌بندی اقلیمی دومارتون، آب و هوای این شهر در محدوده گروه اقلیم خشک قرار دارد. میانگین آماری ۵۴ ساله کمینه دما در دی ماه با ۱۲/۳و بیشینه دما در تیر ماه با ۳۷/۱ درجه سلسیوس مشاهده شده و از لحاظ بارش ماهانه بیشینه بارش در دی ماه ۴۹/۸ میلیمتر و کمینه ماهانه با صفر میلیمتر در مرداد ماه مشاهده شده است. بیشترین نم نسبی در دی ماه با ۷۲ درصد و کمترین آن با ۲۳ درصد در خرداد ماه دیده شده است.



شکل ۱. جایگاه شهر اهواز در استان و کشور

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

داده‌ها و روش‌ها

در این پژوهش که مبتنی بر روش آماری است، نخست داده‌های روزانه گرد و غبار با منشأ فرامحلی (دارای کد ۰۶ در ایستگاه‌های هواشناسی) اخذ شد. سپس داده‌های مزبور به داده‌های اقلیمی در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه تبدیل گردید. در این پژوهش با استفاده از روش‌های آماری، از قبیل: مقایسه میانگین دو نیمه، آزمون ناپارامتریک من کندال و روش ناپارامتریک سنس، همه داده‌های موجود تجزیه و تحلیل شد. برای انجام این مطالعه علاوه بر مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای جهت انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری، از قبیل: تعیین روند، همبستگی، محاسبه آمار توصیفی برای پارامترها و همچنین، ترسیم نمودارهای مربوطه از نرم افزارهای Excel۲۰۰۷ و Spss۱۷ و برای کارهای جانبی از نرم افزارهای گرافیکی از قبیل Photoshop Cs استفاده گردید.

الف: تحلیل روند با استفاده از آزمون (MANN-KENDALL)

ابتدا روش من کندال توسط مان (۱۹۴۵) و سپس توسط کندال (۱۹۷۵) گسترش یافت و تکمیل شد. از مزیت‌های روش مذکور این است که مناسب سری زمانی داده‌هایی است که از توزیع آماری خاصی پیروی نمی‌کنند. در این روش فرض صفر مبنی بر عدم وجود روند و فرض یک به معنای وجود روند معنی دار در سری داده‌هاست (Turgay & et al ،۲۰۰۵:۴)

مراحل محاسبه آماره این آزمون به شرح زیر است:

۱- محاسبه اختلاف بین تک تک جملات سری با همدیگر واعمال تابع علامت (sgn) و استخراج پارامتر S رابطه (۱):

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} \operatorname{sgn}(x_j - x_k)$$

n = تعداد جملات سری یا همان تعداد مشاهدات سری، X_j= داده j ام سری،

X_k= داده k ام سری،

۲- محاسبه تابع sgn،

$$\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} +1 & \text{if } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{if } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{if } (x_j - x_k) < 0 \end{cases}$$

بنابراین، تمامی مقادیر به دست آمده از تابع علامت(sgn) ۱ یا ۰ یا ۱- است.

برای محاسبه واریانس به مقدار t نیاز است.مقدار t بیانگر تعداد تکرار داده‌ها در سری یا فراوانی داده‌های با ارزش یکسان است. چون شرط n>۱۰ برقرار است، بنابراین، از رابطه زیر برای محاسبه واریانس استفاده می شود:

رابطه (۲):

$$\operatorname{var}(s) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m} t(t-1)(2t+5)}{18}$$

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

n=تعداد داده‌های مشاهده ای؛ m = تعداد سری‌های که در آنها دست کم یک داده تکراری وجود دارد؛ t = فراوانی داده‌هایی با ارزش یکسان.

۳- استخراج آماره z

رابطه (۳):

$$z = \frac{s-1}{\sqrt{\mathrm{var}(s)}}$$

s همان تابع علامت (sgn) است که محاسبه شد.

۴- تحلیل روند

در یک آزمون دو دامنه ($2/\sim$) برای روند یابی سری داده‌ها، فرض صفر در صورتی پذیرفته می شود که رابطه $|z| \le z_{\sim/2}$ برقرار باشد.در سطح اطمینان ۹۵ درصد، z=۱/۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹ درصد، z=۲/۵۴ در نظر گرفته می شود. به طور کلی، اگر نتایج به دست آمده بر وجود روند در سری داده‌ها دلالت کند و آماره z به دست آمده مثبت باشد، روند صعودی است واگر z منفی باشد، روند نزولی است.

ب: تعیین شیب روند و معادله خط به شیوه SEN' S ESTIMATOR ( )

در روش سنس استیمیتور نیز همانند روش من-کندال از تحلیل تفاوت بین مشاهدات یک سری زمانی بهره گرفته می شود. اساس این روش بر محاسبه یک شیب میانه برای سری زمانی و قضاوت کردن در مورد معنی داری شیب به دست آمده در سطوح اعتماد مختلف استوار است(رسولی و همکاران،۱۳۸۹:۲۱).مراحل انجام این آزمون به ترتیبی است که در زیر می آید:

۱- محاسبه شیب بین هر جفت داده در سری:

رابطه (۴):

$$Q = \frac{Xi' - Xi}{i' - i}$$

۲- با اعمال رابطه(۴) برای هر دو جفت داده، یک سری زمانی حاصل می آید که محاسبه میانه سری شیب‌های به دست آمده (Qmed) به عنوان شیب خط روند در نظر گرفته می‌شود. درصورتی که Qmed مثبت باشد، روند صعودی و در صورت منفی بودن آن روند نزولی در نظر گرفته می شود.

۳- مرحله بعد، آزمون نمودن شیب به دست آمده در دو سطح ۹۵٪ و ۹۹٪ است. برای انجام این آزمون از روابط زیر استفاده می گردد:

رابطه (۵):

$$C_{\sim} = Z_{1-\sim/2} * \sqrt{\mathrm{var}(s)}$$

واریانس همان واریانس محاسبه شده در آزمون من-کندال است.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

Z = عبارت است از آماره توزیع نرمال استاندارد که در یک آزمون دو دامنه، بسته به سطح اطمینان مورد آزمون می تواند مقادیر متفاوتی به خود بگیرد. این آماره برای سطح اطمینان ۹۵٪ برابر با Z=۱,۹۶ و در سطح اطمینان ۹۹٪ برابر با Z=۲,۵۸ در نظر گرفته می شود.

۴- حدود اعتماد پایین (M۱) و بالا (M۲+۱) به صورت زیر محاسبه می گردند:

رابطه (۶) و (۷):

$$M1 = \frac{N' - C\sim}{2}$$

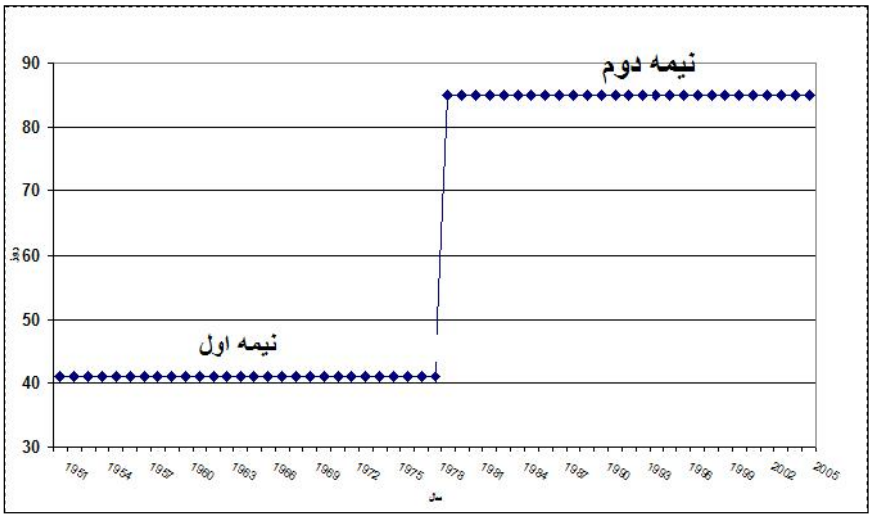
$$M2 = \frac{N' + C\sim}{2}$$

N`= تعداد کل شیب‌های محاسبه شده از طریق رابطه شماره ۴

۵- حال M۱ امین و (M۲+۱) امین شیب‌ها از بین شیب‌های محاسبه شده استخراج می‌شوند. در صورتی که عدد صفر در دامنه بین دو شیب استخراج شده فوق قرار گیرد، فرض صفر پذیرفته شده و عدم روند در سری داده‌ها تأیید می گردد. در غیر این صور، فرض صفر رد شده و وجود روند در سطح اطمینان مورد نظر در آزمون پذیرفته می شود.

یافته‌های پژوهش

پس از انتخاب بهترین روش موجود آماری برای اهداف پژوهش حاضر،طبق روابط موجود در مدلها و روش‌های آماری به تجزیه و تحلیل داده‌ها اقدام گردید.در ابتدا تعیین روند در مقیاس کلی به روش مقایسه میانگین دو نیمه در طی دوره آماری انجام گرفت و طی بررسی مشاهده گردید که اختلاف زیادی در حد دو برابر بین دو نیمه وجود دارد که در نیمه دوم دو برابر نیمه اول گردیده است.



شکل ۲- مقایسه میانگین فراوانی پدیده‌های گرد و غبار شهر اهواز طی دو نیمه آماری

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

چنانکه در نمودار مشاهده می شود، روند پدیده گرد و غبار در طی دوره آماری، روندی صعودی داشته است. پس از تعیین روند کلی از طریق آزمون ناپارامتریک من کندال به تعیین مقدارZ، آزمون فرض صفر در دو سطح معناداری ۹۵ و ۹۹ درصد و سرانجام تعیین وجود یا عدم روند گرد و غبار در مقیاس ماهانه، فصلی و سالانه طی دوره آماری (۲۰۰۵-۱۹۵۱) برای شهر اهواز اقدام گردید که مقادیر Z و آزمون فرض صفر به تفکیک برای تمام موارد در جدول شماره ۱ آمده است. طبق تحلیل آماری داده‌ها بر اساس آزمون من کندال گرد و غبار شهر اهواز تنها در ماه ژانویه روند ندارد، ولی در سایر ماه‌ها، همه فصول و سالانه فرض صفر رد شده و دارای روند هستند. باید گفت تنها دو ماه اوت و دسامبر، روند در سطح ۹۵ درصد معنادار است و سایر ماه‌ها، فصول و سالانه در سطح ۹۹ درصد معنادار است. به لحاظ مقادیر Z در مقیاس ماهانه سه ماه می، اکتبر و آوریل به ترتیب با ۳/۹۴، ۳/۵۲ و۳/۴۴ بیشترین مقدار وسه ماه ژانویه،دسامبر و اوت با ۸۹/۹۶، ۱/۰ و۲/۰۹ کمترین مقدار Z را دربین ماه‌ها داشته اند.پس از تعیین روند به روش آزمون ناپارامتریک من کندال به مدل سازی سری‌های زمانی پدیده‌های گرد و غباری با استفاده از روش‌های ناپارامتریک پرداخته شد. با استفاده از این روش ناپارامتریک ابتدا نوع روند برای اطمینان از صحت محاسبات روش من کندال در این پژوهش به دست آمد و سپس با تعیین مقادیر QوB که از مؤلفه‌های اصلی رابطه مدل، برای تعیین معادله شیب در تمامی مقیاس‌ها برای پیش بینی پدیده‌های گرد و غبار در آینده است، به تعریف معادلات شیب برای هر کدام از ماه، فصل و سال پرداخته شد (جدول ا) که با جای گذاری سال مبنا و سال مورد پیش بینی می توان پدیده‌های گرد و غباری را برای شهر اهواز در آینده پیش بینی کرد.

رابطه (۸):

$$F(y)=Q*(year - firstdata\ year) + B$$

جدول ۱: تعیین روند و معادلات شیب ماهانه شهر اهواز طی دوره (۲۰۰۵ـ ۱۹۵۱)

ماه	مقدارZ	سطح ۹۵ درصد	سطح۹۹ درصد	معادله شیب جهت برآورد
ژانویه	۰/۹۶	پذیرفته می‌شود	پذیرفته می‌شود	F(y)=۰/۰۰۱*(year –firstdata year) +۱
فوریه	۲/۵۶	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۰۸*(year –firstdata year) –۰/۰۸
مارس	۲/۵۵	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۲۵*(year –firstdata year) +۰/۶۳
آوریل	۳/۴۴	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۳۳*(year –firstdata year) +۱/۷۳
می	۳/۹۴	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۶۷*(year –firstdata year) +۱/۶۷
ژوئن	۲/۵۹	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۳۰۸*(year –firstdata year) +۱/۳۱
ژولای	۲/۹۵	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۳۸۸*(year –firstdata year) +۰/۹
اوت	۲/۰۹	رد می شود	پذیرفته می شود	F(y)=۰/۱۴۳*(year –firstdata year) +۲
سپتامبر	۲/۸۵	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۶۶*(year –firstdata year) +۰/۱۸
اکتبر	۳/۵۲	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۰۷۱*(year –firstdata year) +۱/۰۷
نوامبر	۳/۱۷	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۱۱۱*(year –firstdata year) –۰/۴۴
دسامبر	۱/۸۹	رد می شود	پذیرفته می شود	F(y)=۰/۰۵۹*(year –firstdata year) +۰/۰۶

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

جدول ۲: تعیین روند و معادلات شیب فصلی شهر اهواز طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۵۱)

فصل	مقدارZ	سطح۹۵درصد	سطح۹۹ درصد	معادله شیب جهت برآورد
بهار	۳/۶۷	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۷۴*(year –firstdata year) +۷/۵۶
تابستان	۲/۸۱	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۶۳*(year –firstdata year) +۱۰/۶۷
پاییز	۳/۰۶	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۲*(year –firstdata year) +۷
زمستان	۲/۴۹	رد می شود	رد می شود	F(y)=۰/۲۷۸*(year –firstdata year) +۸

جدول ۳: تعیین روند و معادله شیب سالانه شهر اهواز طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۵۱)

مقیاس	مقدارZ	سطح ۹۵ درصد	سطح۹۹ درصد	معادله شیب جهت برآورد
سالانه	۳/۷۶	رد می شود	رد می شود	**F(y)=۱/۶۳*(year –firstdata year) +۲۵/۶۲**

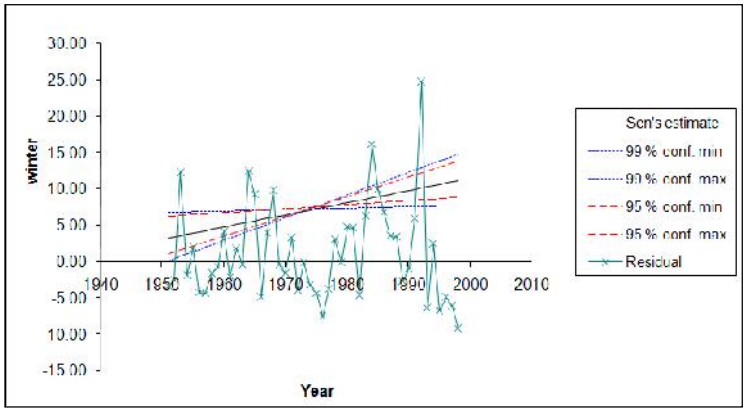
با استفاده از معادلات جدول شماره یک برای هر کدام از مقیاس‌ها می توان پدیده‌های گرد و غباری را در سال‌های آتی برای شهر اهواز با درصد اطمینان بالایی برآورد کرد. البت، با در نظر گرفتن تغییرات پارامترهای اقلیمی که بیشتر به جای شکل خطی به شیوه سینوسی است همیشه میزان خطایی را برای آن می توان در نظر داشت، ولی مدل حاضر را می توان یکی از موفق ترین مدل‌ها در پیش بینی سری‌های زمانی اقلیمی دانست که قادر است روند و تغییرات آن را در آینده با درصد اطمینان بالایی نشان دهد. برای آزمون مدل حاضر دوره آماری یک بار برای برآورد بین ۲۰۰۰-۱۹۵۱ در نظر گرفته شد و با فرض اینکه آمار پدیده‌های گرد و غباری برای سال‌های بعد از ۲۰۰۰ موجود نیست، به برآورد پدیده‌های گرد و غبار شهر اهواز از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ اقدام گردید و مدل حاضر توانست یک پیش بینی را با درصد احتمال وقوع بالا نشان دهد. پس از تعیین معادلات شیب، به برآورد پدیده گرد و غباری شهر اهواز برای سال ۲۰۱۵ در مقیاس فصلی و سالانه اقدام گردید.

جدول٤. برآورد تعداد پدیده گرد و غبار شهر اهواز برای سال۲۰۱۵ میلادی

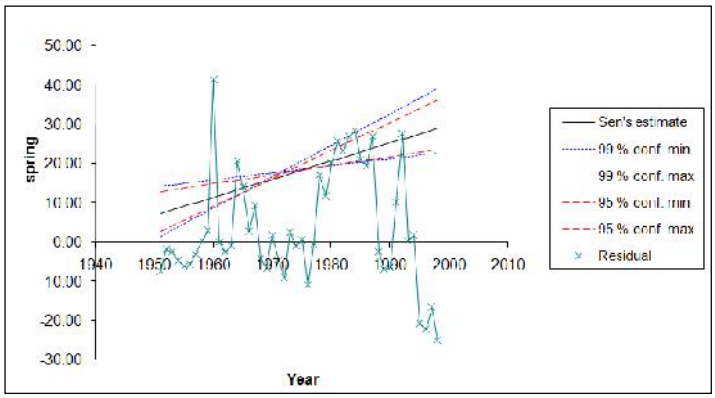
سال	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
۲۰۰۵	۴۳	۳۵	۸	۱۶	۱۰۲
۲۰۱۵	۴۹	۵۱	۲۰	۲۶	۱۳۰

پس از تعیین معادلات شیب برای مقیاس‌های مختلف، به ترسیم نمودارهای شیب با اختصاصاتی، از قبیل خط برآورد، تعیین کران‌های بالا و پایین در دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد و باقیمانده سری برای فصول مختلف و همچنین سالانه اقدام گردید (شکل ۳ تا ۷).

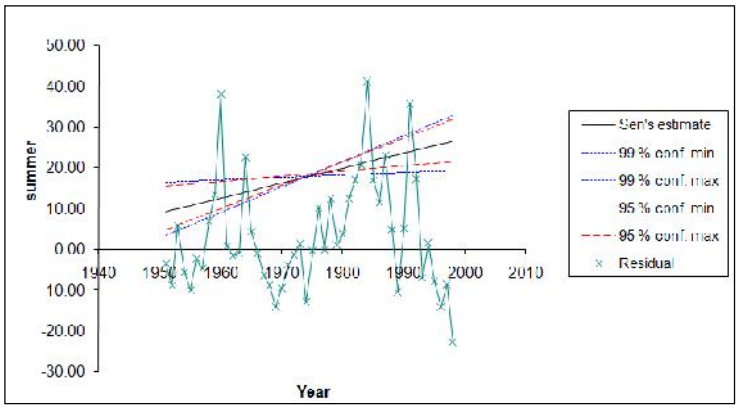
[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]



شکل ۳-نمودار شیبSen's در فصل زمستان اهواز طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱)

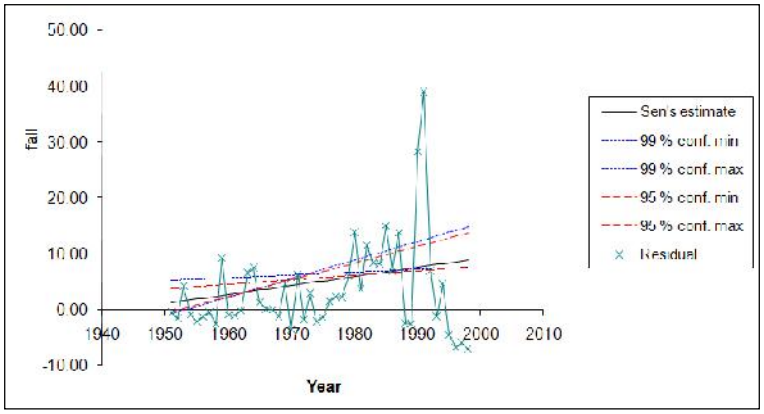


شکل ٤-نمودار شیبSen's در فصل بهار اهواز طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱)

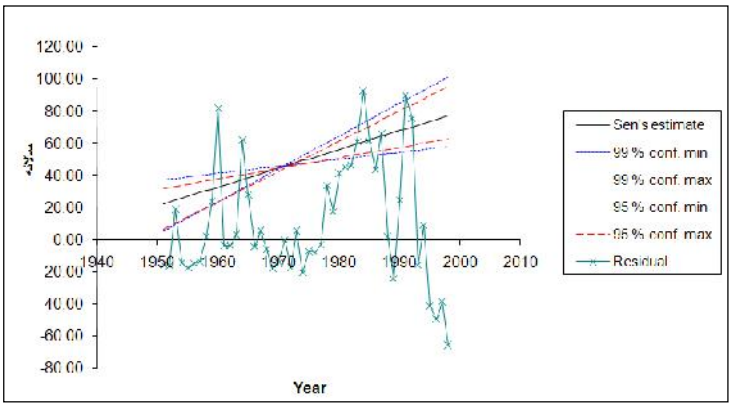


شکل ۵-نمودار شیبSen's در فصل تابستان اهواز طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱)

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]



شکل ٦-نمودار شیبSen's در فصل پاییز اهواز طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱)



شکل ۷-نمودار شیب سالانهSen's اهواز طی دوره آماری(۲۰۰۵-۱۹۵۱)

نمودارهای شیب فصلی نشان داد که شیب خط به گونه ای است که از دوره گرم سال (بهار و تابستان) به سمت دوره سرد سال (پاییز و زمستان) ملایمتر می گردد که بیانگر افزایش فراوانی وقوع پدیده گرد و غبار در دوره گرم سال است. در فصول پاییز و زمستان کران‌های بالا و پایین در هر دو سطح ۹۵ و ۹۹ درصد نسبت به بهار و تابستان به هم نزدیکتر هستند که این خود بر ملایم بودن شیب فراوانی گرد و غبار در فصول پاییز و زمستان برای سال‌های آتی صحه می گذارد.

نتایج

نتایج نشان داد که فراوانی وقوع پدیده گرد و غبار اهواز در دوره گرم بیشتر است. به لحاظ وجود روند در حالت کلی با استفاده از روش مقایسه میانگین دو نیمه مشخص گردید که روندی افزایشی در وقوع گرد و غبار اهواز شکل گرفته است؛ به طوری که میانگین روزهای گرد و غباری در نیمه اول (۱۹۷۸- ۱۹۵۱) حدود ۴۱ روز و در نیمه دوم (۲۰۰۵-۱۹۷۹) به حدود ۸۵ روز؛ یعنی بیش از دو برابر رسیده است. نتایج به کارگیری روش‌های ناپارامتریک حاکی است که در مقیاس ماهانه تنها دو ماه اوت و دسامبر در سطح ۹۵ درصد دارای روند یکسان است، در صورتی که در سایر ماه‌ها، همه فصول و در مقیاس سالانه، روند در سطح ۹۹ درصد معنادار است. مقادیر Z در مقیاس ماهانه سه ماه می،

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

اکتبر و آوریل به ترتیب با ۳/۹۴، ۳/۵۲ و۳/۴۴ بیشترین مقدار و سه ماه ژانویه، دسامبر و اوت با ۰/۹۶، ۱/۸۹ و ۲/۰۹ کمترین مقدار Z را دربین ماه‌ها داشت. پس از مشخص شدن وجود روند در پدیده گرد و غبار شهر اهواز با استفاده از مدل SEN' S به تعیین معادلات شیب، برای پیش بینی فراوانی وقوع این پدیده در سالهای آتی اقدام شد. با تعیین معادلات شیب برای مقیاس‌های ماهانه، فصلی و سالانه تعداد روزهای گرد و غبار برای سال ۲۰۱۵ برآورد گردید. پیش بینی مدل نشان داد که تعداد روزهای همراه با گرد و غبار که در بهار سال ۲۰۰۵ برابر با ۴۳ روز بود، به ۴۹ روز در بهار ۲۰۱۵ افزایش خواهد یافت. همچنین، تعداد روزهای گرد و غباری تابستان از ۳۵ روز در سال ۲۰۰۵ به ۵۱ روز در تابستان ۲۰۱۵، از ۸ روز در پاییز ۲۰۰۵ به ۲۰ روز در پاییز ۲۰۱۵ و از ۱۶ روز در زمستان ۲۰۰۵ به ۲۶ روز در زمستان ۲۰۱۵ افزایش خواهد یافت. نتایج برآورد بیانگر شیب تند روند افزایش روزهای گرد و غباری در سال‌های پیش روست که می‌تواند وقایع ناگواری، از جمله صدمات جبران ناپذیر برای سلامت انسان، محیط زیست و... را به دنبال داشته باشد. بنابراین، درمان علل وقوع فزاینده این پدیده نامطلوب اقلیمی و پیشگیری مخاطرات ناشی از آن ضرورتی دو چندان پیدا می کند.

منابع:

۱-فرج زاده منوچهر. (۱۳۸۶). تکنیک‌های اقلیم شناسی، تهران: انتشارات سمت.

۲-حسین زاده، سید رضا. (۱۳۸۶). «بادهای ۱۲۰ روزه سیستان»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ش ۴۶

۳-حیدری، محمد طالب. (۱۳۸۶). «غبار و الگوی جوی مولد آن در غرب کشور»، نشریه هواشناسی کرمانشاه، تابستان، ص ۱۱ و ۱۲.

۴-ذوالفقاری حسن و عابدزاده، حیدر. (۱۳۸۴). «تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گرد و غبار در ایران»، مجله جغرافیا و توسعه، ص۴۵-۳۶

۵-رسولی علی اکبر، ساری صراف بهروز و محمدی غلام حسن. (۱۳۸۹). «تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روشهای آماری ناپارامتری»، فصلنلمه جغرافیای طبیعی، سال سوم، ش ۹.

۶-رییس پور کهزاد. (۱۳۸۶). «تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده‌های گرد و غباری استان خوزستان»، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

۷-سالاری، محمود . (۱۳۷۵). طرح بررسی و شناخت مواد آلوده کننده هوا، سازمان حفاظت محیط زیست.

۸-علیجانی بهلول و رمضانی نبی الله. (۱۳۸۱). «پیش بینی خشکسالی‌ها و ترسالی‌های استان مازندران با استفاده از مدل باکس- جنکیز»، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، سال۳۴، صص ۱۵۴-۱۶۹.

۹-علیجانی، بهلول. (۱۳۷۶). آب و هوای ایران، انتشارات پیام نور، تهران.

۱۰-کاویانی، محمدرضا. (۱۳۸۶). میکروکلیماتولوژی، تهران: سمت، ص ۱۳۷.

۱۱-مرجانی، سیدصدرالدین. (۱۳۷۲). بررسی سینوپتیکی بادهای بادهای شدید بیش از ۱۵ متر بر ثانیه در خراسان، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد هواشناسی، دانشگاه تهران.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]

۱۲-همتی، نصرالله. (۱۳۷۴). بررسی فراوانی وقوع پدیده خاک در نواحی مرکزی و جنوب کشور، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

۱۳- Dayan U ,Koch J ,(۱۹۸٦) A synoptic analaysis of the meteorological conditions affecting dispersion of pollutants emitted from tallstacksin the coastal plain of Israel ,pp،۵۳۷-۵٤۳

۱٤- Koteswaram,E(۱۹۹۸). Synoptic meteorology

۱۵- Kutiel H ,Furman H ,(۲۰۰۳) dust storm in Middle East ، sources of Origin and their Temporal Characteristic ,University of Hifa ,pp ٤۱۹-٤۲۵

۱٦- Natsagdori ,L.D.Judjer . Y.Schang(۲۰۰۲) Analysis of dust storm observed.Mongolia during ۱۹۳۷-۱۹۹۹ , p۱۲

۱۷- orlovsky,L,(۱۹٦۲) dust storm in Turkemenistan ,Journal of Arid Environment , pp,٤۲

۱۸- Romanof B ,(۱۹۵۱) dust storm in Gobian Zone of Mongolina , The First PRC-Mongolina Workshop on climate change in arid and semi-arid Region over the Central Asia ,pp،۲۱

۱۹- Turgay, P. and Ercan K. (۲۰۰۵): Trend Analysis in Turkish Precipitation data. Hydrological Processes Published Online in Wiley Inter Science (www. Interscience.wiley.com).

۲۰- Yarnal B ,(۱۹۹۳) , synoptic climatology in environmental Analasis ,pp۳-۱۹

۲۱- Weihong Q and Shaoyinshi,(۲۰۰۱)Variations of the dust storm in China and its climatic control.Journal of climate.vol ۱۵.

[Downloaded from georesearch.ir on 2026-10-15]