

بررسی گردوغبار و پیش بینی آن در شهرهای استان خوزستان با استفاده از مدل های سری زمانی

علیرضا انتظاری^۱، رسول سروستان^{۲*}

۱- استادیار اقلیم شناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران r.sarvestan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۹

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی گردوغبار و پیش بینی بهترین مدل های سری زمانی برای شهرهای استان خوزستان در طی سال های ۲۰۱۹-۲۰۲۳ می باشد. روش آماری کتابخانه ای و با استفاده از داده های سالانه، هشت شهر منتخب از استان خوزستان به منظور شناسایی و پیش بینی بهترین مدل های سری زمانی با استفاده از نرم افزار های 17، Minitab، 19، spss و 2013، Excel، صورت گرفته است. برای این منظور داده های گردوغبار سالانه از هشت ایستگاه هواشناسی استان خوزستان در طول دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۱۰ اخذ شده که با استفاده از آزمون ران تست همگنی داده های گردوغبار مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از مدل های سری زمانی گردوغبار بررسی و بهترین مدل برای شناسایی گردوغبار برآزش شده صحت و دقت مدل ها براساس آماره خطا میانگین مطلق (MAE)، درصد خطای مطلق میانگین (MAPE)، مجذور خطا ریشه دوم میانگین (RMSE)، و بیز استاندارد (BIAS)، تایید گردیده است. نتیجه یافته های مناسب ترین مدل های سری زمانی گردوغبار برای شهرهای مسجد سلیمان و بهبهان مدل پیش بینی هلت ویتنرز، شهر دزفول به تنهایی از مدل آریمما (۱، ۱۰) و شهرهای اهواز، رامهرمز، آغاچاری، آبادان و امیدیه دارای مدل نمو هموار ساده بدست آمده است. همچنین نتایج گردوغبار نشان داد شهر امیدیه با بیشترین اختلاف گردوغبار به ۷۹ روز افزایش و شهر دزفول به کمترین تعداد با ۹ روز می رسد. و بقیه شهرها آبادان، آغاچاری، رامهرمز، اهواز، مسجد سلیمان و بهبهان به ترتیب ۷۵، ۴۵، ۴۵، ۴۱، ۳۶ و ۲۵ روز در سال می رسد.

کلمات کلیدی

گردوغبار، سری زمانی، هلت ویتنرز، آریمما، خوزستان

۱-مقدمه

اقلیمی است که وقوع آن باعث وارد شدن خسارت هایی در زمینه های زیست - محیطی و بروز و تشدید بیماری های تنفسی، قلبی، ترافیک هوایی و زمینی و تهدید گردشگری، کشاورزی و غیره می شود. استان خوزستان به دلیل شرایط خاص ژئومورفولوژی و اقلیمی و همچنین همجواری با کشور عراق که یکی از کانون های اصلی ایجاد گردوغبار در کشور است، شدت پدیده گردوغبار با میزان ماندگاری، فراگیری

کشور ما به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان، مکرراً در معرض سیستم های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد می باشد (رسولی و همکاران، ۱۳۸۹). پدیده ی گرد و غبار در مناطق وسیعی، به خصوص مناطق واقع در جنوب غرب، باعث ایجاد نگرانی هایی شده است (گائودی، ۱۳۹۰) این پدیده یکی از مخاطرات های جوی -

زمانی -مکانی پدیده جستجو شده است. نتایج نشان داد بیشترین رخداد آن در ماه ژوئن (خرداد) برآورد شده است. در داخل کشور نیز مطالعات مختلفی به بررسی وضعیت گردوغبار پرداخته اند به عنوان مثال حیدری (۱۳۸۶) پس از مطالعه موردی یک نمونه از سامانه مولد گردوغبار در استان کرمانشاه نتیجه گرفت که سیکلون های بسته روی عراق و عربستان سبب ایجاد گردوغبار در استان کرمانشاه است. در کشور تنها منبعی که با استفاده از روش های ناپارامتریک پدیده گردوغبار را بررسی کرده اند. میری و همکاران (۱۳۸۸). در مورد توفان های گردوغبار سیستان یاد آور شدند که پس از وقوع خشکسالی اواخر دهه ۷۰ فراوانی رخداد توفان افزایش چشمگیری (تا ۵) برابر داشته است.

انصاری (۱۳۹۰). میزان همبستگی پارامترهایی مانند رطوبت نسبی، دما، سرعت باد و بارش را با وقوع طوفانهای گرد و غبار در استان زاهدان بررسی کرد، که از بین پارامترها مورد مطالعه، سرعت باد بیشترین همبستگی معنادار و رطوبت نسبی کمترین همبستگی معکوس را به خود اختصاص داد.

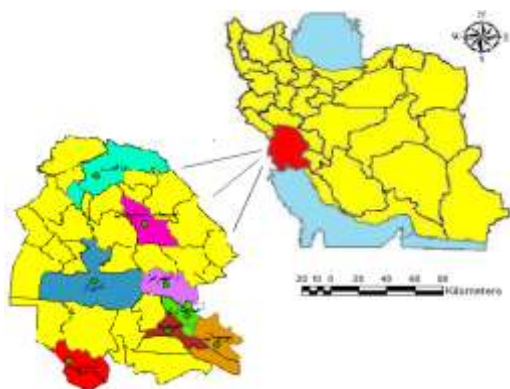
مقامی مقیم (۱۳۹۴) به پیش‌بینی فراوانی روزهای همراه با پدیده گردوخاک در بجنورد با استفاده از مدل سری زمانی AMIRA پرداخته است. جهت دستیابی به این هدف، داده‌های ایستگاه سینوپتیک بجنورد طی دوره آماری ۲۸ ساله از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۵ مورد استفاده قرار گرفته است. سپس با استفاده از روش ARIMA غیر فصلی، در نرم‌افزار Minitab16 به تحلیل و پیش‌بینی فراوانی روزهای همراه با پدیده گردوخاک در منطقه موردنظر پرداخته شد. مهربابی و همکاران(۱۳۹۴). به بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریزگردها در استان خوزستان پرداختند و نتایج نشان داد با افزایش فاصله از کشورهای عربی از قبیل عراق و عربستان سعودی، منشأ طوفانها محلی و درون استانی میشود.

گردوغبار یکی از مسائل زیست محیطی خیلی مهم و از خطرات عمده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان به شمار می آید. تاثیر این پدیده در ایران آن قدر وسیع است که بیش از نیمی از استان های کشور را به نحوی با مسائل و محدودیت های این پدیده طبیعی درگیر کرده است، که علاوه بر اثرات زیست محیطی، موجب اختلال در اجرای طرح های توسعه پایدار ملی شده و پیامد های منفی را به دنبال داشته و خواهد

مکانی میزان کاهش دید تعیین می شود(الشکری،۱۳۸۷). مدلسازی تکنیکی نوین برای توصیف، تاریخ گذاری، بازآفرینی و پیش بینی است که در سطح وسیعی به وسیله اقلیم شناسان به کار گرفته شده است(فرجی، ۱۳۸۶). هدف اصلی از مدلسازی سریهای زمانی دادن نظم خاص به مشاهدات وابسته به زمان است تا براساس آنها بتوان پیش بینی هایی را برای آینده انجام داد. مهمترین هدف از تجزیه و تحلیل سریهای زمانی یافتن مدل تغییرات و پیش بینی آینده آن است(طاووسی،۱۳۹۲).

در جهان نیز مطالعات مختلفی به بررسی وضعیت گردوغبار پرداخته اند. به عنوان مثال گائودی و میدلتن (۲۰۰۶). در ارائه ی یک تنویر جهانی از مناظر دارای توفان های گرد و غباری، وقوع توفان های گرد و غباری تابستانه در خاورمیانه را ناشی از استقرار یک مرکز کم فشار در جنوب ایران و یک مرکز پرفشار نیمه شمالی شبه جزیره عربستان و در پی آن پیدایش یک باد شدید و مداوم موسوم به باد شمال بر روی منطقه ی دانسته اند. انگلستادلر (۲۰۰۸). در رابطه با پهنه بندی مکانی فراوانی وقوع گردوغبار های جهان نقش بستر دریاچه ها و صحرا بزرگ افریقا را به عنوان تولید کننده اصلی گردوغبار مهم تر می داند و بر این باور است که صحرا آفریقا بیش از هر بیابان دیگری در دنیا گردوغبار تولید می کند. کوتیل (۲۰۰۹). توفان گردوغبار خاورمیانه را مورد مطالعه قرار داد. وی چهار ناحیه اصلی بیشترین فراوانی گردوغبار خاورمیانه را مشخص کرد. عربستان سعودی، عراق، سوریه، سودان و منطقه خلیج فارس نواحی هستند که بیشترین رخداد گردوغبار را دارند. الس (۲۰۱۰). در بررسی در مورد منشاء توفان گرد غبار چین دریافت که این توفان ها در مناطق سردسیر شمالی شکل گرفته و گذشتن از روی صفحه گبی و برداشت ذرات و ایجاد گردوغبار فراوان مشکلاتی را برای این مناطق ایجاد می کند. پژوهشهای لی و همکاران (۲۰۱۰). نشان داد که تعداد روزهای با توفان گردوغبار، کمتر از تعداد روزهای بادی در مونگولیا ی چین است، و این نشان می دهد که پیدایش و شدت این توفانها علاوه بر این که متأثر از شرایط اقلیمی مثل سرعت باد است متأثر از ویژگیهای سطح زمین مثل پوشش گیاهی، مقدار رطوبت خاک و غیره نیز می باشد. میک (۲۰۱۱) به توصیف ماهیت این پدیده و علل رخداد آن پرداخته در این پژوهش ۵ ایستگاه هواشناسی انتخاب شده و پراکنش

شمال با استان لرستان، از شمال شرقی و مشرق با استان کهگیلویه و بویر احمد و استان چهارمحال بختیاری، از جنوب شرقی با بوشهر، از جنوب با خلیج فارس و از مغرب با کشور عراق هم‌مرز است (سایت هواشناسی خوزستان ۱۳۹۵). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند



شکل ۱ - موقعیت منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش داده‌های تعداد روزهای گردوغبار به صورت سالانه هشت شهرستان خوزستان که شامل: مسجد سلیمان، اهواز، رامهرمز، دزفول، بهبهان، آغا جاری، آبادان و امیدیه از سازمان هواشناسی استان خوزستان اخذ شده، علل انتخاب این ایستگاه‌ها طول دوره آماری کافی حداقل ۲۱ سال و همچنین، پراکنش مناسب مکانی آن‌ها بوده است. مقطع زمانی مورد مطالعه در این پژوهش، بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ واقع می‌گردد (جدول ۱)

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در استان خوزستان

دوره اماری	کد ایستگاه	ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نام ایستگاه
۲۱	۴۰۸۱۲	۳۲۰	۹۳٫۳۱	۲۸/۴۹	مسجد ^۱
۲۱	۴۰۸۱۱	۲۲/۵	۳۳/۳۱	۶۷/۴۸	اهواز
۲۱	۴۰۸۱۳	۱۵۰	۲۶/۳۱	۶/۴۹	رامهرمز
۲۱	۴۰۷۹۵	۱۴۳	۴/۳۲	۳۴/۴۰	دزفول
۲۱	۴۰۸۳۴	۳۱۳	۶/۳۰	۲۳/۵۰	بهبهان
۲۱	۴۰۸۳۳	۲۷	۶۴/۳۰	۴۹/۶۷	آغا جاری
۲۱	۴۰۸۳۱	۶/۵	۳۶/۳۰	۲۵/۴۸	آبادان
۲۱	۴۰۸۳۰	۳۵	۷۶/۳۰	۶۵/۴۹	امیدیه

داشت. فراگیر شدن پدیده گردوغبار در استان خوزستان نگرانی‌های موجود را افزایش داده است. استان خوزستان به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود و همجواری کشورهای بیابانی مانند عراق، عربستان سوریه، تحت تاثیر سیستم عمومی فشار هوا و وجود کانون‌های، فرسایش بادی می‌باشد که این امر باعث انتقال ذرات گردوغبار از این کشورها و فراوانی وقوع و غلظت بیشتر این پدیده شده است. به طوری که در سال‌های اخیر این پدیده تبدیل به پدیده حاکم بر هوای استان خوزستان شده است. استان خوزستان امروزه به یکی از مناطق بحرانی پدیده گردوغبار تبدیل شده است که در صورت عدم مقابله با این امر و عدم ارائه راهکارهای عملی در مقابله با این امر رفته رفته باعث از بین رفتن شهرهای این استان و کشور می‌گردد و شهرهای این استان را در وضعیت بحرانی قرار می‌دهد. اهمیت مطالعه حاضر از این نظر است که شهرهای منتخب استان خوزستان (مسجد سلیمان، اهواز، رامهرمز، بهبهان، دزفول، آغا جاری، آبادان و امیدیه) به عنوان شهرهای که در جنوب غربی و غرب کشور بر سر مسیر ورود گردوغبارهای مهاجر که که از کشور های خشک همسایه از جمله عراق، عربستان سعودی، کویت، ترکیه، سودان، حتی شمال آفریقا به سمت ایران جریان دارند قرار گرفته است. و مطالعه پدیده و شرایط گردوغبار در آن می‌تواند به عنوان پیش‌قراول ورود گردوغبار به کشور تلقی شود. هدف بررسی و پیش‌بینی وضعیت پدیده گردوغبار در شهرهای منتخب استان خوزستان (مسجد سلیمان، اهواز، رامهرمز، بهبهان، دزفول، آغا جاری، آبادان و امیدیه) می‌باشد. تا از این طریق بتوان به بررسی گردوغبار و بهترین مدل‌های سری زمانی برای سال‌های آینده (۲۰۱۹-۲۰۲۳) شناسایی و مقدار ورود پدیده گردوغبار برای هر یک از این شهرها مشخص شود.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحت ۶۴۰۵۴ کیلومتر مربع بین ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی در جنوب غربی ایران قرار دارد و از

^۱ مسجد سلیمان

از الگوهای آماری پرکاربرد، الگوهای خانواده آریما است. در این خانواده از الگوهای آماری مقادیر بر اساس رفتارهای گذشته شان، مدل سازی شده، آینده نگری میشوند (Asakereh, 2011).
 نوع خاصی از مدل‌های فصلی که در عمل نتایج مناسبی را نشان داده و بر ساختار کلی مدل های آریما هم منطبق است، از سوی باکس جنکینز به نام مدل های فصلی ضربی پذیر خوانده شده و به اختصار به صورت (P, D, Q) (p, d, q) ARIMA شده و به اختصار به صورت (P, D, Q) (p, d, q) نشان داده شده است.

در این ساختار (p, d, q) جزء غیر فصلی مدل و (P, D, Q) جزء فصلی مدل است. با به کارگیری عملگر انتقال به عقب B فرم کلی مدل به صورت زیر نشان داده می شود: (رابطه ۵).

$$\Phi_P(B)\Phi_Q(B^s)\nabla^d\nabla_s^d z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

$$\phi(B), \Phi(B), \theta(B), \Theta(B)$$

در این به مدل به ترتیب

چند جمله ای هایی با مرتبه های Q, q, P, D, p است ضرایب p, q مرتبه غیر فصلی و P, Q مرتبه فصلی فرایندهای اتورگر سیو و میانگین متحرک را نشان می دهد. در این معادله مرتبه در این معادله d, D به ترتیب درجه تفاضل گیری ساده و فصلی را نشان میدهد که اغلب این ضرایب از یک تجاوز نمی کند. در این مدل V_s^d عملگر فصلی و V^d عملگر غیر فصلی است.

• مدل پیش بینی نمو هموار هلت-وینترز

مقدار مشاهده شده برای سری زمانی در زمان t را با x_t نشان می دهد. می توان گفت که \hat{x}_t بیانگر مقدار پیش بینی آن خواهد بود. بنابراین روند برآورده شده را با tT معرفی می کنیم در این مدل، دو معادله برآورد عبارتند از: (رابطه ۷ و ۸)

$$(A > 0 < 1)$$

$$\hat{x}_t = A(\hat{x}_{t-1} + Tt_{-1}) + (A - 1) x_t \quad (7)$$

$$(B > 0 < 1)$$

$$B = tTt_{-1} + (\hat{x} - \hat{x}_t) (B - 1)t_{-1} \quad (8)$$

مراحل استفاده از مدل هلت-وینترز به صورت زیر خلاصه می شود.

برآورد های \hat{x}_t و tT به صورت زیر بدست می آید: (رابطه ۹ و ۱۰)

$$(A > 0 < 1; t=3,4,\dots,n) \quad (9)$$

$$\hat{x}_t = A(\hat{x}_{t-1} + Tt_{-1}) + (A - 1) x_t$$

خطای مطلق میانگین (MAE).

$$MAE \text{ or Bias} = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)}{n} \quad (2)$$

درصد خطای مطلق میانگین (MAPE).

$$MAPE = 100 \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)}{Y_i} \quad (3)$$

مجذور خطای ریشه دوم میانگین (RMSE).

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (4)$$

مجذور خطای میانگین (MSE).

$$MAE \text{ or Bias} = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n} \quad (5)$$

• پیش بینی

دو نوع مدل مرتبط با سری زمانی برای پیش بینی غالباً به کار گرفته می شوند.

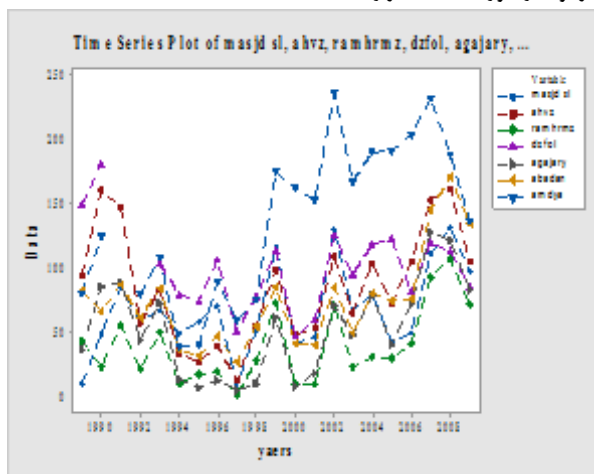
الف. مدل سازها که ایجاد کننده مدل برای سری زمانی محسوب می شوند: در این دسته مدل سازهای خبره قرار گرفته که قادر است به طور خودکار بهترین مدل را برای سری زمانی فراهم نماید. سری زمانی مبتنی بر مدل ساز خبره قادر است که از مدل های هولت وینترز، مدل ساده وزنی و آریما را بر آورده نموده و پیش بینی لازم را برای آنها انجام می دهد. و همچنین میزان انطباق اندازه گیری ها و صحت پیش بینی قادر است از طریق ضریب تعیین، ضریب تعیین ایستا، ضریب تعیین میانگین مربع خطا، میانگین مطلق خطا، نسبی میانگین مطلق خطا، ماکزیمم مطلق خطا، نسبی ماکزیمم مطلق خطا، و ضریب لجانگ باکس را برای مدل های متغیر های وزن دار انجام شود.

ب. مدل های سری زمانی درخواستی: که شما را قادر می سازد تا پیش بینی لازم را برای داده های جدید بدست آورده و حتی آنها را بازنگری نموده بدون آنکه مدل های خود را بازساخت نمایند (پورطاهری، ۱۳۹۳)

در این پژوهش از مدل های نوع اول یعنی مدل سازها های خبره به صورت خودکار توسط نرم افزار spss 19 به شناسایی و پیش بینی بهترین مدل برای سال های آماری (۲۰۱۹-۲۰۲۳) پرداخته و برای ترسیم نقشه ها از نرم افزار Arc GIS و برای مرتب کردن پیش بینی ها از نرم افزار Excel 2013 و Minitab 17 استفاده شد.

• مدل آریما

تغییرات فصلی مشاهده می شود. در این شکل می توان وضعیت هر یک از شهرها را به صورت جداگانه در خصوص پدیده گردوغبار مورد مطالعه قرار داد.



شکل ۴- نمودار سری زمانی پدیده گردوغبار شهرهای استان خوزستان در طی سال های ۱۹۹۰-۲۰۱۰

خروجی جدول ۲ تبیین کننده مدل است. در این خروجی با عنایت به انتخاب مدل سازهای خبره این امکان فراهم می گردد. تا نرم افزار به صورت خودکار بهترین مدل را برای پیش بینی گردوغبار به صورت سالانه در هر یک از شهرها انتخاب نماید. در واقع این یافته های پژوهش نشان می دهد که شهرها مسجد سلیمان و بهبهان مدل هولت وینترز، شهرهای اهواز، رامهرمز، آغاچاری، آبادان، امیدیه، از مدل نمو هموار ساده و شهر دزفول به تنهایی از مدل آریما (1، 0، 1) به عنوان مناسب ترین مدل برای پدیده گردوغبار در سال های (۲۰۱۹-۲۰۲۳) شناسایی شده اند.

خروجی مندرج در جدول ۳ میزان سازگاری و تطبیق مدل پیش بینی با مقادیر واقعی را در سطح تمامی مدل ها نشان می دهد. برای هر یک از آماره های جدول حاضر میزان میانگین، خطای استاندارد، ارزش عددی حداکثر و حداقل در میان تمامی مدل ها نمایش می دهد. همچنین می توان در صد ارزش عددی مربوط به توزیع آماری را مشاهده نمود. برای صدک ها نیز در صد مدل ها، ارزش عددی را جهت سازگاری آماری با مقادیر کمتر از سطح اطمینان را بیان نمود. در واقع صدک های این مدل نشان می دهند که چند درصد از آماره سازگاری ارزش عددی را داشته اند.

$$(B > 0 < 1; t=3, 4, \dots, n) \quad (10)$$

$$B = tTt_{-1} + (\ddot{x} - t\ddot{x}) (B - 1t_{-1})$$

۲- با رسیدن به زمان n مقادیر مورد نیاز آینده، X_{h+n} صورت ذیل پیش بینی می شود: (رابطه ۱۱).

$$\dot{X}_{n+h} = \dot{X}_n + ht_n, \quad (h=1, 2, 3) \quad (11)$$

• مدل نمو هموار ساده

در بسیاری از موارد از مدل نمو هموار ساده برای پیش بینی مقادیر آینده سری زمانی استفاده می شود. این روش یکی از بهترین روش ها و در عین حال ساده پیش بینی است که مبنای بر دیگر روش های پیش بینی به حساب می آید. روش نمو هموار ساده برای آن دسته از سری های زمانی مفید است که تغییرات دوره ای مد نظر نباشد. این روش پیش بینی داده های دوره بعد عبارت است از: فرمول نمو هموار ساده (رابطه ۱۲).

$$F_{t+1} = F_t + a(A_t - F_t) \quad (12)$$

F_{t+1} برای پیش بینی دوره های بعدی، F_t برای پیش بینی دوره های قبل و A_t میزان واقعی برای دوره های قبل را محاسبه می کند. هر قدر آلفا با ضریب نمو به هموار به صفر نزدیک شود. نمایانگر بی ارزش بودن داده ها اخیر است و هر قدر با ضریب نمو هموار به یک نزدیک شود. نشان می دهد که داده های اخیر با ارزش تر می باشند.

۳- نتایج

سری زمانی مجموعه از مشاهدات حاصله از سنجش منظم یک متغیر در دوره زمانی است. در این سری زمانی داده های مرتبط با تعداد گردوغبار در طول دوره آماری (۲۰۱۰-۱۹۹۰) به صورت سالانه استفاده شد.

در ابتدا به منظور مشخص شدن روند و تغییرات فصلی باید نمودار سری های زمانی برای هر یک از شهرها انتخاب شود که ما در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Minitab 17 این کار انجام گردید.

همان طوری که شکل ۴ نشان می دهد سری زمانی موجود دارای سطحی ناصاف و دارای بیشترین تغییرات است. که در آن سری زمانی به صورت انفرادی برای هر یک از شهرها نمونه گردوغباری گرفته شود. شاهد وجود تغییرات می باشیم. که در کل داده ها

جدول ۳- میزان سازگاری و تطبیق مدل پیش بینی با مقادیر واقعی در سطح تمامی مدل ها برای شهرهای منتخب استان خوزستان

آماره سازگاری	میانگین	خطا استاندارد	حداقل	حداکثر	صدک ها						
					۵	۱۰	۲۵	۵۰	۷۵	۹۰	۹۵
ضریب تعیین ایستا	۰.۳۱	۰.۳۰	-۲,۱۱	۸۲	-۲,۲۱	-۲,۲۱	۰.۱۲	۰.۲۰	۰.۶۴	۰.۸۲	۰.۸۲۰
ضریب تعیین	۰.۲۶	۰.۱۸	-۲,۱۱	۴۹	-۲,۲۱	-۲,۲۱	۰.۱۰	۰.۲۳	۰.۴۶	۰.۴۹	۰.۴۹
میانگین مربعات خطا	۳۴,۷۳	۸,۲۰	۲۵,۰۴	۴۸,۶۰	۲۵,۰۴	۲۵,۰۴	۲۹,۴۸	۳۱,۹۱	۲۵,۵۴	۴۸,۳۶	۴۸,۳۶
میانگین مطلق خطا نسبی	۷۷,۲۹	۵۴,۶۴	۲۹,۶۸	۱۹۰,۹۲	۲۹,۶۸	۲۹,۶۸	۳۲,۲۱۸	۶۶,۹۸	۱۰,۶۸	۱۰,۹۲	۱۹,۹۲
ماکزیمم مطلق خطا نسبی	۴۰,۱	۳۹,۳	۹۴,۳۰	۱۶,۰۳	۹۴,۳۰	۳۴,۳۰	۱۲۳,۱۰۷	۲۴,۷۲	۳۸,۹۸	۱۲,۰۷	۱۱,۰۳۷
میانگین مطلق خطا	۲۷,۰۷	۶,۵۹	۱۸,۱۰	۳۶,۸۲	۱۸,۱۰	۱۸,۱۰	۲۱,۹۲۴	۲۵,۴۱	۳۳,۱۶	۳۶,۸۲	۳,۲۶
ماکزیمم مطلق خطا	۷۳,۷۳	۱۷,۵۰۳	۵۴,۲۳۲	۱۰,۸۰۶	۵۴,۳۲	۵۴,۳۲	۵۹,۳۹	۳۱,۰۱	۸۸,۳۲	۱۰,۸۰	۱۴,۸۰

های (۲۰۲۳-۲۰۱۹) انجام گرفته است که نشان می دهد، مقدار گردوغبار در سال ۲۰۱۹ به ۱۰۹ روز در سال و در سال ۲۰۲۳ به ۱۱۹ روز در سال می رسد که این نشان دهنده روند افزایشی گردوغبار در سال آینده می باشد.

جدول ۴- پیش بینی مدل هلت وینترز برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر مسجد سلیمان

میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
	۱۱۴	۱۱۷	۱۱۴	۱۱۱	۱۰۹	M^2
۷۸	۱۷۹	۱۸۴	۱۸۲	۱۷۹	۱۷۴	H
	۵۹	۵۴	۵۲	۴۹	۴۴	L

نتایج جدول ۵ و شکل ۴ نشان می دهد که بهترین مدل شناسایی شده برای شهر اهواز مدل نمو هموار ساده می باشد. مقادیر مشخص شده نشان می دهد که از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ برای شهر اهواز مقدار گردوغبار به ۱۲۴ روز در سال می رسد البته حد بالا این جدول روند رو به افزایشی را از سال های (۲۰۱۹-۲۰۲۳) نشان می دهد.

جدول ۲- تبیین مدل در پیش بینی تعداد گردو غبار شهرهای منتخب استان خوزستان برای سال های (۲۰۱۶-۲۰۲۰)

نوع مدل	شماره مدل	شهرها
هلت وینترز	۱	مسجد ^۱
نمو هموار	۲	اهواز
نمو هموار	۳	رامهرمز
آریما (1,0,1)	۴	دزفول
نوع مدل		
هلت وینترز	۵	بهبهان
نمو هموار	۶	آغاچاری
نمو هموار	۷	آبادان
نمو هموار	۸	امیدیه

با عنایت به صورت مسئله پیش بینی مقادیر گردوغبار وارد شده به شهر های منتخب استان خوزستان در طی دوره ۵ ساله (۲۰۱۹-۲۰۲۳) با فاصله اطمینان بالا و پایین آن در سطح اطمینان ۹۵ در صدی پرداخته است نتایج جدول ۴ و شکل ۴ نشان می دهد که برای شهر مسجد سلیمان بهترین مدل مناسب برای پیش بین هورت وینترز شناسایی شده است. و مقدار پیش بینی برای سال

متوسط تعداد روزهای گردوغبار^۲

مسجد سلیمان^۱

جدول ۵-پیش بینی مدل نموهموار برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر اهواز						
میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۱۲۷	۱۲۶	۱۲۴	۱۲۳	۱۲۲	۱۲۴
H	۲۸۳	۲۷۶	۲۶۹	۲۶۲	۲۵۴	۸۳
L	۳۹	۳۲	۲۵	۱۸	۱۰	۲۵

خروجی جدول ۶ و شکل ۴ نشان دهند آن است که بهترین مدل شناسای برای شهر رامهرمز شهر اهواز مدل نمو هموار ساده می باشد مقادیر مشخص شده پیش بینی برای سال های (۲۰۱۹-۲۰۲۳) و به ۷۰ روز در سال می رسد در واقع حد بالا اطمینان نشان دهنده روند روبه افزایش گردو غبار برای سال های پیش بینی می باشد. مطابق این یافته ها شهر رامهرمز دارای کمترین مقدار پیش بینی گردو غبار برای سال های آینده از بین شهر های منتخب استان خوزستان می باشد.

یافته های جدول ۸ و شکل ۴ نشان دهنده آن است که شهر بهبهان همانند شهر مسجد سلیمان بهترین مدل شناسایی برای پدیده گردو غبار در سال های (۲۰۱۹-۲۰۲۳) مدل هلت وینترز می باشد. شهر بهبهان دارای روند رو به افزایشی برای سال های دوره پیش بینی نشان می دهد. این شهر در واقع پنجمین شهر از نظر تعداد روز های گردو غبار به صورت سالانه در شهری های منتخب استان خوزستان دارد. که مقدار آن در سال ۲۰۱۹ به ۹۶ و در سال ۲۰۲۳ به ۱۱۲ روز در سال می رسد.

یافته های مندرج در جدول ۹ نشان دهنده آن است بهترین مدل شناسایی برای شهر آغاچاری همانند شهر های اهواز، رامهرمز، آبادان، امیدیه، مدل نمو هموار ساده می باشد حد اطمینان بالا پیش بینی شهر آغاچاری در سال ۲۰۱۹ به مقدار ۱۹۸ و در سال ۲۰۲۳ به ۲۱۹ روز در سال می رسد. یعنی در واقع پیش بینی شهر آغاچاری داری روندی افزایشی در سال های آینده می باشد.

جدول ۹-پیش بینی مدل نمو هموار برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر آغاچاری						
میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۹۶	۹۶	۹۶	۹۷	۹۵	۹۴
H	۲۰۹	۲۱۹	۲۱۴	۲۰۹	۲۰۴	۱۹۸
L	۲۰	۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۹

جدول ۶-پیش بینی مدل نموهموار برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر رامهرمز						
میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۸۰	۷۸	۷۴	۷۵	۷۰	۸۳
H	۱۴۹	۱۵۴	۱۵۱	۱۴۹	۱۴۴	۳۸
L	۸	۱۲	۱۰	۵	۳	۸

یافته های جدول ۷ نشان دهنده آن است که بهترین مدل شناسایی برای شهر دزفول در سال (۲۰۱۹-۲۰۲۳) مدل آریما (1,0,1) (تنها مدل شناسایی برای این شهر) شهر دزفول در واقع بعد از شهر رامهرمز داری کمترین تعداد گردو غبار در بین این سال های پیش بینی می باشد. تعداد روز های گردوغبار برای شهر دزفول با میانگین ۸۹ برای طول دوره پیش بینی می رسد.

یافته های جدول ۱۰ نشان دهنده ان است که مقدار پیش بینی میانه حد بالا و پایین برای شهر آبادان در سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ و از ۱۴۰ به ۱۴۹ روز در سال می رسد در واقع شهر آبادان بعد از شهر امیدیه داری بیشترین تعداد گردوغبار برای سال های پیش بینی در شهر های منتخب استان می باشد بهترین مدل شناسایی گردوغبار در این شهر مدل ساده نمو همو ساده می باشد.

جدول ۷-پیش بینی مدل آریما برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر دزفول						
میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۸۵	۸۶	۸۵	۸۳	۸۰	۸۵
H ^۱	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۷۶
L ^۲	۵	۹	۶	۴	۳	۱

حد پایین تعداد روزهای گردوغبار^۲

حد بالا تعدد روز های گردوغبار^۱

یافته های مندرج در جدول ۱۱ نشان دهنده آن است که بهترین مدل شناسایی گردوغبار برای سال مدنظر در شهر امیدیه مدل

جدول ۱۰-پیش بینی مدل نمو هموار برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر آبادان

میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۱۴۹	۱۴۷	۱۴۴	۱۴۲	۱۴۰	۱۴۴
H	۲۶۹	۲۶۳	۲۵۷	۲۵۱	۲۴۴	۲۵۷
L	۱۱	۱۶	۲۲	۲۹	۳۵	۲۳

نمو هموار ساده می باشد مقدار پیش بینی برای شهر امیدیه با میانگین ۱۷۳ روز در سال با بیشترین تعداد روز های گردوغبار نسبت به شهرهای منتخب استان می باشد. مقدار حد بالا تعداد روز های گردوغبار در شهر آغاچاری ۳۱۸ در سال ۲۰۱۹ و در سال ۲۰۲۳ به ۳۴۸ نشان می دهد.

سلیمان و بهبهان با استفاده از مدل هلت ویتنز داری روندی افزایشی، شهرهای اهواز، رامهرمز، آغاچاری، آبادان، امیدیه مدل نمو هموار ساده و شهر دزفول از مدل آریمما (۱،۰،۱) در طی سال ها ی آینده (۲۰۱۹-۲۰۲۳) روند ثابت و بدون تغییر را نشان می دهند. روند وضعیت پدیده گردوغبار برای شهر امیدیه نسبت به دیگر شهر ها استان روند متفاوتی را در طی سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ نشان می دهد به طوری که از سال ۲۰۰۰ روند افزایشی و رو به رشد

بررسی مقدار گردوغبار ورودی در ایستگاه های منتخب استان خوزستان سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ نشان می دهد. میانگین تعداد روزهای گردوغبار در شهر امیدیه به بیشترین مقدار با ۱۳۰ روز و شهر رامهرمز با ۳۸ روز در سال به کمترین مقدار و بقیه شهر ها اهواز، بهبهان، مسجد سلیمان، دزفول، آبادان و آغاچاری به ترتیب ۸۳، ۷۹، ۷۶، ۷۸، ۶۹ و ۵۱ می باشد.

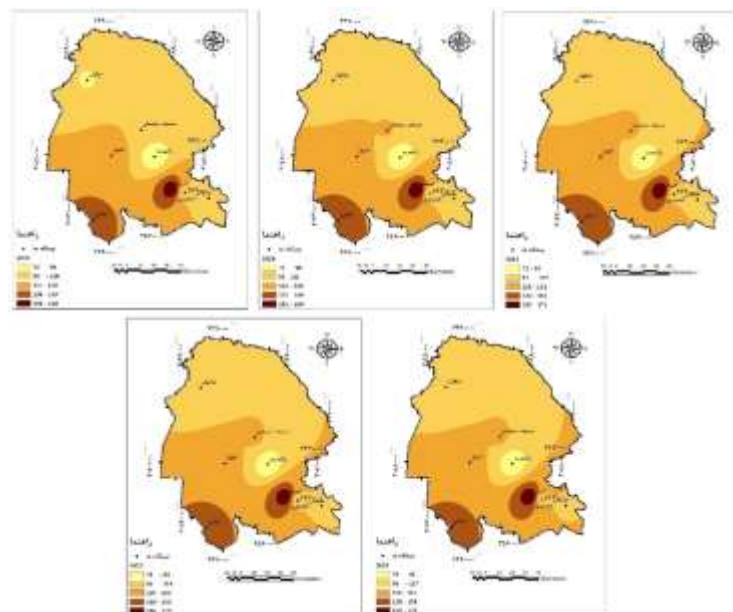
جدول ۱۱-پیش بینی مدل هلت ویتنز برای پدیده گردوغبار وارد شده به شهر امیدیه

میانگین	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	مقدار پایه
M	۱۷۳	۱۷۵	۱۷۲	۱۷۱	۱۶۸	۱۷۳
H	۳۳۳	۳۴۱	۳۳۴	۳۲۶	۳۱۸	۳۳۳
L	۹	۱۱	۴	۱۰	۱۸	۹

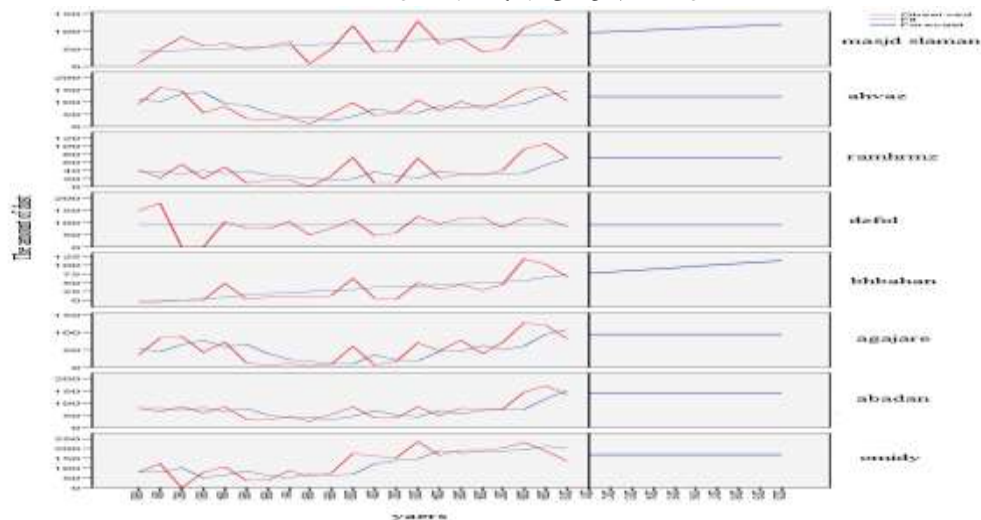
بررسی روند پدیده گردوغبار

شکل ۵ مقادیر پیش بینی گردوغبار را برای هر یک از شهر های استان خوزستان به همراه روند کاهشی و افزایش در طی سال های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ را نشان می دهد این یافته ها نشان دهنده آن است که مقدار پیش بینی گردوغبار برای شهر ها مسجد

تعداد روز های گردوغبار را تا سال ۲۰۰۹ ادامه داده است. و اما در بقیه شهر ها استان روند مشابهی ملاحظه می شود.



شکل ۴- نقشه پیش بینی گرد و غبار برای سال های ۲۰۱۹-۲۰۲۳



شکل ۵- پیش بینی تعداد گردوغبار وارد شده به شهرهای منتخب استان خوزستان در طی سال های (۲۰۱۹-۲۰۲۳)

اهواز ، رامهرمز، آغاچاری، آبادان و امیدیه دارای مدل نمو هموار ساده بدست آمده است.

همچنین نتایج گردوغبار نشان داد شهر امیدیه با بیشترین اختلاف گردوغبار به ۷۹ روز افزایش و شهر دزفول به کمترین تعداد با ۹ روز می رسد. و بقیه شهر ها آبادان، آغاچاری، رامهرمز، اهواز، مسجد سلیمان و بهبهان به ترتیب ۷۵، ۴۵، ۴۱، ۳۶ و ۲۵ روز در سال می رسد. از آنجای که این پدیده باعث انواع بیماری های پوستی، تنفسی و عروقی و زیان های زیست محیطی به کشاورزی، منابع انرژی و غیره می شود. احتمال مواجه شدن با این زیان ها و آسیب ها در این شهر ها در آینده بیشتر می باشد؛ بنابراین مسئولان و برنامه ریزان شهری، محیط زیستی و اقلیمی باید به این شهرها در مقابله با این آسیب ها تمهیدات لازم و آمادگی بیشتری در نظر داشته باشند؛ و پیشگیری ها را برای مقابله با این پدیده در این شهر های مورد نظر انجام دهند.

۴- نتیجه گیری

روش های آماری ابزارهایی کار او مفید برای درک و ارزیابی رفتار اقلیم به شمار می آیند. یکی از کاربردهای آمار در اقلیم شناسی، مدل سازی رفتار عناصر اقلیمی است. از الگوهای آماری پر کاربرد

الگوهای خانواده آریما است که اقلیم شناسان به آن بسیار توجه نموده اند. مدل های سری زمانی دارای سطحی غنی از ساختارهای متفاوت و مختلف در مدل سازی پیش بینی گردوغبار اند. معمولا این مدل ها به داده های زیادی برای ساخت یک مدل پیش بینی موفق نیاز دارند. در این گونه مدل ها قضاوت شخصی و تجربه در انتخاب پارامترها و مدل بهینه مهم است. در واقع، انتخاب بهترین مدل قالب مشخصی ندارد و با سعی و خطا انجام می گیرد. در این پژوهش از مدل های سری زمانی برای شناسایی و پیش بینی مقدار گردوغبار وارد شده به شهرهای منتخب استان خوزستان در طول دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۱۰ استفاده شد نتایج نشان می دهد. مناسب تری مدل های سری زمانی گردوغبار برای شهر های مسجد سلیمان و بهبهان مدل پیش بینی هلت وینترز، شهر دزفول به تنهای از مدل آریما (۱،۰،۱) و شهرهای

منابع

- مهربانی، شهناز، سلطانی سعید و جعفری، رضا (۱۳۹۴). بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریزگردها (مطالعه موردی: استان خوزستان) مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک / سال نوزدهم / شماره هفتادویکم، صص ۸۰-۶۹
- طاووسی، تقی و زهرایی اکبر (۱۳۹۲). مدل‌سازی و پیش‌بینی پدیده گرد و غبار استان سیستان و بلوچستان بر اساس مدل برون یابی منحنی روند سریهای زمانی، کاوش‌های جغرافیایی مناطق بیابانی، سال اول، شماره اول، صص ۱۵۷-۱۳۹
- فرج زاده، منوچهر، (۱۳۸۶). تکنیک‌های اقلیم‌شناسی، انتشارات سمت.
- انصاری زنانی (۱۳۹۰). تحلیل آماری- اقلیمی گردوغبار استان زاهدان در فاصله زمانی (۲۰۰۵-۱۹۸۶) اولین کنگره بین‌المللی پدیده گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن ۲۶-۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۰، اهواز
- لشکری، حسین، کیخسروی، جهان (۲۰۰۸). تجزیه و تحلیل آماری سینوپتیکی توفان گردوغبار استان خراسان رضوی در دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۳، تحقیقات جغرافیایی، شماره ۶۵ صص ۱۷-۳۳
- رسولی، علی، و همکاران، (۱۳۸۹). تحلیل روند وقوع پدیده اقلیمی گردوغبار در غرب کشور در ۵۵ سال اخیر با استفاده از روش‌های آماری ناپارامتری، فصلنامه جغرافیایی طبیعی، سال سوم، شماره ۹، صص ۲۸-۱۵
- ذوالفقاری، حسن و همکاران (۱۳۹۰). بررسی هم‌دید توفان‌های گردوغبار در مناطق غربی ایران طی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (مطالعه موردی: موج فراگیر تیرماه ۱۳۸۸)، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، سال ۲۲، شماره پیاپی ۴۳، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۰، صص ۱۷-۳۴
- گائودی، میدلتون، اس. ان. جی، یاراحمدی، داریوش (۱۳۹۰). گردوغبار بیابان در سامانه‌ی جهانی، جلد ۱۰۰، چ اول، نشر ۱۳۹۰، محل نشر خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، اراک، ۳۴۸ صص
- مقامی مقیم، غلامرضا (۱۳۹۴). پیش‌بینی فراوانی روزهای همراه با پدیده گرد و خاک در بجنورد با استفاده از مدل سری زمانی AMIRA. نخستین کنگره بین‌المللی کاربرد علوم نوین در مطالعات جغرافیایی ایران، صفحات ۱۶۵-۱۷۳.
- حیدری، محمد طالب (۱۳۸۶). غبار و الگوی جو مولد آن در غرب کشور، نشریه هواشناسی کرمانشاه، تابستان ۱۱ و ۱۲.
- پور طاهری، مهدی (۱۳۹۳). کاربرد آمار در علوم جغرافیایی در مطالعات روستایی، شهری، سیاسی و گردشگری با استفاده از نرم‌افزار spss. 1393. انتشارات قو مس؛ چاپ اول. تهران
- سازمان هواشناسی استان خوزستان ۱۳۹۵
- Alles, D. L., 2010, Geomorphology and Dust Storms in China, Web Paper, <http://fire.biol.wvu.edu/trent/alles/ChinaDust.pdf>.
- Engelstadler S., 2008, Dust Storm Frequencies and Their Relationships to Hand Surface Conditions, Freidrich- Schiller University, Press Jena, Germany.
- Goudie A, and Mideleton NJ., (2006), *Desert Dust in the Global System*, Springer, Heidelberg. 1-90.
- Heydari, Mohammad Talib (2007). Dust and atmospheric pattern generator in the West Country, the Journal of Meteorology Kermanshah, summer 11 and 12.
- <https://en.wikipedia.org>
- Kutiel H., Alpert P., 2009, Synoptics of Dust Transportation Days from Africa toward
- Li, N. and W. GU. 2010. Threshold value response of soil moisture to dust storms. Functioning and management. Cambridge universe- a case study of Midwestern of Inner Mongolia. Journal of Nat. Disast. 13(1): 44-49
- Miri, A., PahlavanRouy, A., Moghadamnia, A., 2009, Investigate of Occurrence of Dust Storm in the Sistan Region after Periodic Droughts, Iranian Journal of Rang and
- Rais Pour Kohzad (2007). Statistical analysis Synoptic dust phenomenon Province Master's thesis, Department of Geography, University of Sistan-Baluchista
- www.amar.org.ir
- Mic. Loredana-Elena. (2011). Thunderstorms phenomena in the Prahova's corridor, outstanding climatic hazards, Riscuri si catastrofe. Vol. 9, No. 1: 133-145