

بررسی و پیش‌بینی پدیده گرد و غبار در استان خوزستان با استفاده از مدل‌های سری زمانی باکس-جنکینز

غلامعباس فلاح قاله‌ری^۱ و رسول سروستان^{۲*}

^۱ دانشیار، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران و ^۲ دانشجوی دکترای رشته آب و هواشناسی شهری،
دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، پیش‌بینی و بررسی تعداد روزهای پدیده گرد و غبار ایستگاه‌های منتخب استان خوزستان با استفاده از مدل‌های باکس-جنکینز است. پژوهش حاضر در هشت ایستگاه منتخب از استان خوزستان به منظور مقایسه دقت مدل باکس-جنکینز و پیش‌بینی مقدار پدیده گرد و غبار انجام شده است. با استفاده از نرم‌افزار Minitab 17 مدل سری زمانی باکس-جنکینز تعداد روزهای گرد و غبار ماهانه بررسی و بهترین مدل برازش داده شد، صحت و دقت مدل‌ها به کمک نرمال بودن توزیع مانده‌ها، فرض ثابت بودن واریانس، نمودارهای مربوط به مانده‌ها در طول زمان، آزمون پرت-مانتو تأیید شد و در پایان از نرم‌افزار ArcGIS 10.4 برای ترسیم نقشه‌های خروجی استفاده شد. نتیجه این پژوهش نشان داد، الگوهای مناسب ماهانه به ترتیب برای رامهرمز، آغاچاری، بهبهان، آبادان، دزفول، امیدیه، اهواز، و مسجد سلیمان به ترتیب $ARIMA(0,1,1)(1,1,1)$ ، $ARIMA(0,1,2)(1,1,1)$ ، $ARIMA(1,1,1)(1,1,2)$ ، $ARIMA(0,1,3)(1,1,1)$ ، $ARIMA(0,1,1)(2,1,1)$ ، $ARIMA(0,1,2)(2,1,1)$ ، $ARIMA(1,1,1)(1,1,3)$ ، $ARIMA(0,3,4)(1,1,1)$ هستند که از دقت خوبی برای پیش‌بینی گرد و غبار برخوردار بودند. همچنین، پیش‌بینی تعداد روزهای پدیده گرد و غبار برای سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۷ نشان داد که از میان شهرهای استان خوزستان شهرهای آغاچاری، آبادان و مسجد سلیمان بیشتر با پدیده گرد و غبار مواجه هستند و این امر توجه بیشتر مسئولان و برنامه‌ریزان این شهرها را در مواجهه با این پدیده طلب می‌کند.

واژه‌های کلیدی: آزمون پرت-مانتو، ایستگاه منتخب، برنامه‌ریزی، مدل سری زمانی، $ARIMA$

مقدمه

است (Rasoli و همکاران، ۲۰۱۰) مطالعات درباره تعداد روزهای گرد و غباری نشان می‌دهد که در کشور چاله‌های مرکزی ایران با بیشترین پدیده گرد و غبار در روز و سپس مناطق جنوب غرب و غرب که در مجاورت بیابان‌های بزرگی همچون عراق، عربستان، سوریه و ... می‌باشند (Alijani, ۱۹۹۷). در سال‌های اخیر فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در سطح منطقه‌ای و جهانی افزایش یافته است (Mehrabi و

پدیده گرد و غبار یکی از مخاطرات جوی است که وقوع آن باعث وارد شدن خسارت‌هایی در زمینه‌های زیست-محیطی و بروز و تشدید بیماری‌های تنفسی، قلبی، ترافیک هوایی و زمینی و تهدید گردشگری، کشاورزی و غیره می‌شود. ایران به دلیل قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، مکرراً در معرض سامانه‌های گرد و غبار محلی و سینوپتیکی متعدد

سرعت باد و بارش را با وقوع توفان‌های گرد و غبار در استان زاهدان بررسی کرد که از بین پارامترهای مورد مطالعه، سرعت باد بیشترین همبستگی معنی‌دار و رطوبت نسبی کمترین همبستگی معکوس را به خود اختصاص داد. Zarsvandi و همکاران (۲۰۱۱) با تکیه بر تحلیل و تصاویر ماهواره‌ای ذرات تشکیل‌دهنده گرد و غبار را در استان خوزستان بررسی کردند و بیان داشتند که ذرات گرد و غبار خوزستان را می‌توان در سه گروه کانیاپی خلاصه کرد. (۱) گروه کربنات (کانی غالب کلسیت)، (۲) گروه سیلیکات (کانی غالب کواترنز) و (۳) گروه رس‌ها (کانی غالب کائولن)، Holms و همکاران (۲۰۰۴)، Viana و همکاران (۲۰۰۸) و Wang و همکاران (۲۰۰۵) نیز هم‌زمان با پدیده گرد و غبار به تحلیل و پیش‌بینی پرداختند. Yousefi و Jamalizadeh (۲۰۱۵) و همکاران (۲۰۰۸) نیز در پژوهش خود به نتایجی دست یافتند که سرعت باد تأثیر زیادی در میزان گرد و غبار دارد. در پژوهش‌های مشابه Moghig Moghimi (۲۰۱۵) به پیش‌بینی فراوانی روزهای همراه با پدیده گرد و خاک در بجنورد با استفاده از مدل سری زمانی AMIRA پرداخته است. برای 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 گرد و خاک در منطقه مورد نظر پرداخته شد. Bahrami و همکاران (۲۰۱۳) مدل‌سازی مکانی-زمانی وقوع توفان‌های گرد و غبار در استان خوزستان را انجام دادند. استان خوزستان یکی از استان‌های که از نظر منابع، انرژی و کشاورزی دارای پتانسیل بالایی است؛ که هر ماه شاهد پدیده گرد و غبار است. این پدیده افزون بر دشواری‌ها که بر روی پتانسیل‌های موجود به وجود می‌آورد، شدیداً پیرامون زندگی و آسایش مردم و حتی محیط زیست را مختل کرده، باعث نگرانی و دل‌سردی مردم از این پدیده شده است. پدیده گرد و غبار سالانه خسارت‌های بسیار جبران‌ناپذیری به اقتصاد و سرمایه ملی و محلی استان وارد می‌کند. لذا، با توجه به گرفتاری‌هایی که پدیده گرد و غبار در استان ایجاد می‌کند، نگارنده در کوشش

همکاران، (۲۰۱۴). گرد و غبار به‌عنوان یکی از مخاطرات طبیعی شناخته شده، مورد توجه بسیاری از اندیشمندان و محققان شاخه‌های مختلف علوم جوی است. گرد و غبار به‌عنوان یک ماده آلاینده هوا، همراه با دیگر آلاینده‌های جوی مورد سنجش قرار می‌گیرد (Zolfagari, ۲۰۱۱) در جهان نیز مطالعات مختلفی به بررسی وضعیت گرد و غبار پرداخته‌اند. Kutiel (۲۰۰۹) توفان گرد و غبار خاورمیانه را مورد مطالعه قرار داد. وی چهار ناحیه اصلی بیشترین فراوانی گرد و غبار خاورمیانه را مشخص کرد. عربستان سعودی، عراق، سوریه، سودان و منطقه خلیج فارس نواحی هستند که بیشترین رخداد گرد و غبار را دارند. Lin- و همکاران (۲۰۱۰) به کمک داده‌های ۵۱۷ ایستگاه هواشناسی در سراسر چین به بررسی پراکنش جغرافیایی، تغییرات ده ساله و پراکنش سالانه و فصلی روزهای همراه با توفان تندری پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این پژوهش، نشان داد که پراکنش رخداد این پدیده در فصول مختلف متفاوت است، به طوری که در ماه می (اردیبهشت ماه) به سمت شمال کشیده می‌شود و در ماه سپتامبر (شهریور ماه) به سمت جنوب عقب‌نشینی می‌کند. Davis (۲۰۱۲) تغییرات روزانه توفان‌های تندری را در فرودگاه هیثروی لندن بررسی کرد. نتایج پژوهش‌های وی نشان داد که بیشتر توفان‌های تندری در بعدازظهرها و فقط در بعضی مواقع نیمه‌های شب رخ می‌دهد.

در داخل کشور نیز مطالعات مختلفی به بررسی وضعیت گرد و غبار پرداخته‌اند. به‌عنوان مثال؛ Javidaneh و همکاران (۲۰۱۶) مطالعاتی بر روی گرد و غبار خیابانی مسجد سلیمان، استان خوزستان انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین آلودگی گرد و غبار خیابانی مربوط به فلزات Cu, Zn, Pb و Cd است که عمدتاً فعالیت‌های نفتی، ترافیک و فعالیت‌های صنعتی بیشترین سهم را در افزایش غلظت این فلزات در گرد و غبار خیابانی داشتند. Miri و همکاران (۲۰۰۹) درباره توفان‌های گرد و غبار سیستان یادآور شدند که پس از وقوع خشکسالی اواخر دهه ۷۰ فراوانی رخداد توفان افزایش چشمگیری (تا پنج برابر) داشته است. Ansari (۲۰۱۱) میزان همبستگی پارامترهایی مانند رطوبت نسبی، دما،

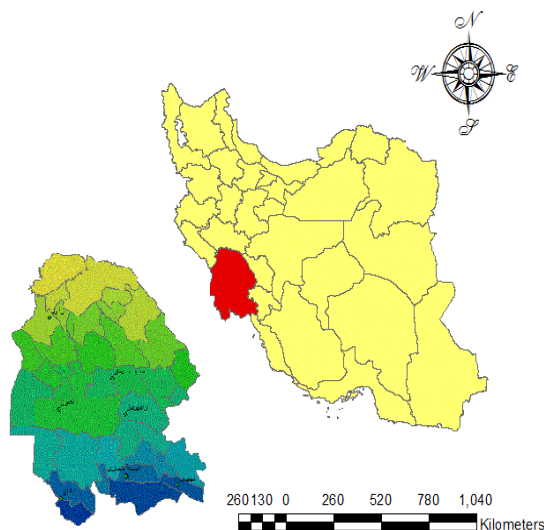
متوسط ۱۲۵ تا ۲۲۵ میلی‌متر است (شکل ۱). در این پژوهش، داده‌های تعداد روزهای گرد و غبار به صورت ماهانه در هشت شهر استان خوزستان (مسجد سلیمان، اهواز، رامهرمز، دزفول، بهبهان، آغاجاری، آبادان و امیدیه)، از سازمان هواشناسی استان اخذ شد. علل انتخاب این ایستگاه‌ها (جدول ۱) طول دوره آماری کافی، دست‌کم ۲۱ سال و همچنین، پراکنش مناسب مکانی هنگام‌ها بوده است.

خلاءهای آماری موجود در بین داده‌های گرد و غبار ماهانه ایستگاه‌ها با توجه به روند زمانی هست در سری زمانی داده‌ها و با استفاده از روش همبستگی بین ایستگاه‌ها به وسیله نرم‌افزار SPSS-19 بازسازی شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری مربوط به برازش بهترین مدل سری زمانی در نرم‌افزار Minitab-17 و EXCEL 2013 در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت و در پایان خروجی‌ها به صورت نقشه در نرم‌افزار ArcGIS 10.4 انجام می‌گیرد.

است تا از میان شهرهای استان خوزستان شهرهای که در آینده با تعداد روزهای گرد و خاک بیشتری مواجه‌اند شناسایی و پیش‌بینی کند. هدف این شناسایی، این است که مسئولان و برنامه‌ریزان زیست محیطی و سازمان‌های مرتبط با موضوع گرد و غبار استان، تمهیدات لازم و راه‌کارهای مقابله با این پدیده زیان‌بار را مهیا کنند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: استان خوزستان با مساحتی حدود ۶۴۲۳۴ کیلومتر مربع بین ۴۱° تا ۴۷° ۳۱' تا ۵۰° طول شرقی و ۲۹° ۵۸' تا ۳۳° ۴' عرض شمالی در جنوب غربی ایران واقع شده است. میزان بارندگی این استان از جنوب و جنوب غرب به سمت شمال و شرق افزایش می‌یابد. به طوری که بیشترین و کمترین میزان بارندگی به ترتیب مربوط به نواحی شمال شرقی با متوسط ۶۱۶ تا ۷۰۰ میلی‌متر و جنوب غرب با



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی استان خوزستان

مدل باکس-جنکینز: در تحلیل آن، پیش‌بینی سری زمانی تک متغیره با مدل‌بندی آماری صورت می‌گیرد. پیش‌بینی با استفاده از روش باکس-جنکینز از چهار مرحله تشکیل شده است. نوع خاصی از مدل‌های فصلی که در عمل نتایج مناسبی را نشان داده، بر ساختار کلی مدل‌های آریما هم منطبق است، از سوی باکس-جنکینز به نام مدل‌های فصلی ضربی‌پذیر خوانده شده، به اختصار به صورت

$$\varphi_p(B)\phi_p(B^s)\nabla^d\nabla_s^d z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)a_t \quad (1)$$

که در آن، $\phi(B)$, $\Phi(B)$, $\theta(B)$, $\Theta(B)$ چند جمله‌های با مرتبه‌های p, P, q, Q است.

چنان باشد که مدل را به مخاطره بیاندازد. در بررسی مناسب بودن مدل از نرمال بودن توزیع مانده‌ها، فرض ثابت بودن واریانس، نمودارهای مربوط به مانده‌ها در طول زمان، آزمون پرت-مانتو، برازش داده شده و تجزیه و تحلیل مدل‌هایی که پارامتر بیشتری دارند، استفاده شد. بر این اساس، مدلی مناسب تلقی می‌شود که شرط‌های زیر برای آن برقرار باشد. الف- نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها، ب- فرض ثابت بودن واریانس، ج- نمودارهای مربوط به باقی‌مانده‌ها در طول زمان و د- آزمون پرت-مونتو. چنانچه مدل پیشنهادی نامناسب باشد، باید مدل دیگری را در نظر گرفت.

مرتب‌ه غیرفصلی و P, Q مرتبه فصلی فرایندهای اتو رگرسیون و میانگین متحرک را نشان می‌دهد. d, D به ترتیب درجه تفاضل گیری ساده و فصلی را نشان می‌دهد که اغلب این ضرایب از یک تجاوز نمی‌کند. ∇_S^d عملگر فصلی و r^d عملگر غیر فصلی است. (Carrey, ۱۹۹۹). پس از شناسایی مدل آزمایشی، باید فراسنج‌های مدل را برآورد کرد. الگوسازی سری زمانی یک روش تکراری است که با شناخت الگو و برآورد فراسنج‌ها شروع می‌شود. در این مرحله، فراسنج‌های الگوی برازش داده شده، برآورده می‌شود. پس از تشخیص مدل و برآورد فراسنج‌های آن، باید رسایی مدل را نیز آزمون کرد. بررسی مناسب بودن مدل باید

جدول ۱- مشخصات ایستگاه‌های مورد بررسی در استان خوزستان

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	کد ایستگاه	دوره آماری
مسجد سلیمان	۴۹/۲۸	۳۱/۹۳	۳۲۰	۴۰۸۱۲	۲۱
اهواز	۴۸/۶۷	۳۱/۳۳	۵/۲۲	۴۰۸۱۱	۲۱
رامهرمز	۴۹/۶	۲۶/۳۱	۱۵۰	۴۰۸۱۳	۲۱
دزفول	۴۰/۳۸	۳۲/۴	۱۴۳	۴۰۷۹۵	۲۱
بهبهان	۵۰/۳۲	۳۰/۶	۳۱۳	۴۰۸۳۴	۲۱
آغاجاری	۴۹/۶۷	۳۰/۶۴	۲۷	۴۰۸۳۳	۲۱
آبادان	۴۸/۲۵	۳۰/۳۶	۵/۶	۴۰۸۳۱	۲۱
امیدیه	۴۹/۶۵	۳۰/۷۶	۳۵	۴۰۸۳۰	۲۱

نتایج و بحث

آزمون کلموگروف-اسمیرنوف (K-S): همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، محاسبه میزان نرمال بودن پدیده گرد و غبار شهرهای استان خوزستان به همراه بیشینه تفاوت‌ها در سه سطح مطلق، مثبت و

منفی مشخص شده است. بر این اساس با عنایت به میزان سطح معنی‌داری محاسبه شده که بزرگ‌تر از آلفا ۰/۵ می‌باشد، می‌توان پذیرفت که داده‌های پدیده گرد و غبار شهرهای منتخب شده استان خوزستان نرمال هستند.

جدول ۲- بررسی نرمال بودن داده‌های پدیده گرد و غبار

مقدار	پدیده گرد و غبار
۲۵۲	تعداد
۵۶۲/۹۰۴۸	میانگین
۲۶۱/۲۵۰۶۳	انحراف معیار
۰/۵۸۷	کلموگروف-اسمیرنوف
۰/۸۸۱	معیار تصمیم‌گیری

نرمال

شده است. در تعداد دوره گردش به‌دست آمده، با توجه به سطح معنی‌داری بیشتر از پنج درصد، همگن بودن داده‌ها پذیرفته می‌شود (جدول ۳).

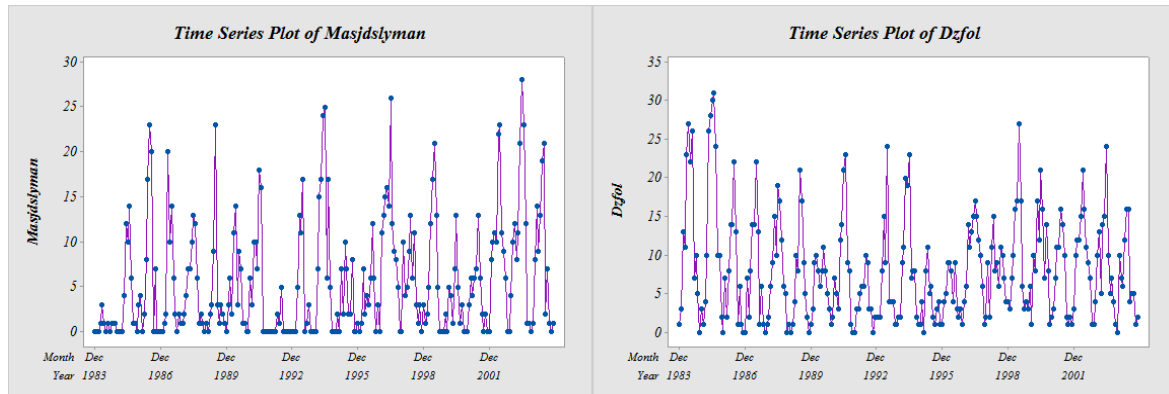
آزمون همگنی داده‌ها: از آنجایی که در این آزمون، Test value میانگین انتخاب شده و مقدار آن ۵۶۲/۹۰۴۸ به‌دست آمده، تعداد نمونه‌های کمتر و بیشتر یا مساوی میانگین در جدول Test value آورده

جدول ۳- آزمون ران تست داده‌های گرد و غبار

Runs Test	Dust
Test value ^a	۵۶۲/۹۰۴۸
Cases < Test value	۱۲۵
Cases >= Test value	۱۲۷
Total Cases	۲۵۲
Number of Runs	۱۰
Z	۰/۴۳۸
Asymp. Sig. (2-tailed)	۰/۶۶۱

جغرافیایی استان نمودارهای سری زمانی ترسیم شود. این نمودارها نشان می‌دهند که سری‌های زمانی گرد و غبار ایستگاه‌های منتخب دارای روند افزایشی نیستند، به همین دلیل، دارای ایستایی در واریانس و میانگین هستند و نیاز به تفاضل‌گیری و لگاریتم‌گیری در میانگین و واریانس ندارند (شکل‌های ۲ و ۳).

پس از بررسی آزمون‌های همگنی و نرمال بودن داده‌ها، نمودارهای سری زمانی گرد و غبار برای هر یک از ایستگاه‌ها منتخب استان ترسیم شد. در این پژوهش به‌طور نمونه تنها چهار ایستگاه دزفول، مسجد سلیمان، اهواز و آبادان آورده شده است. سعی شده است، برای پوشش دادن منطقه از چهار جهت



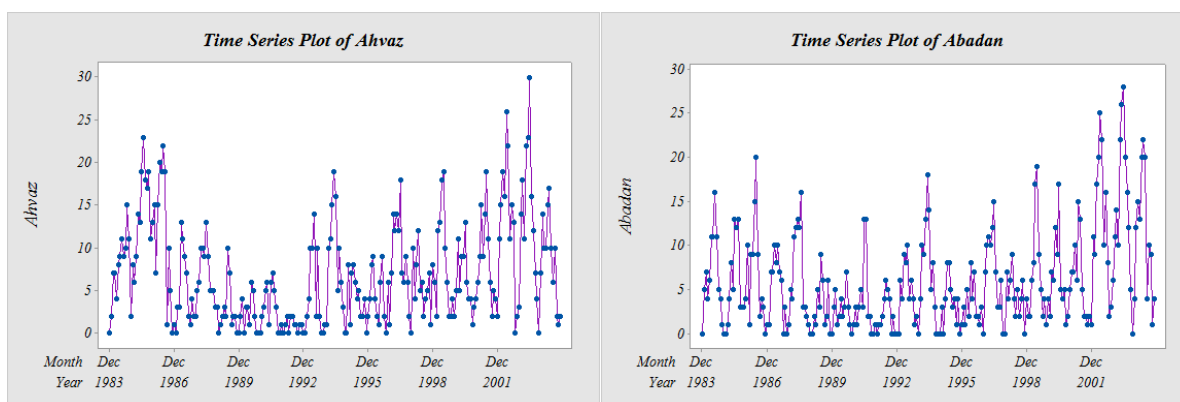
شکل ۲- نمودار سری‌های زمانی ایستگاه‌های گرد و غبار دزفول و امیدیه در طول دوره آماری ۱۹۸۳-۲۰۱۰

مدل ۱ تا ۸ معرفی شد. مدل سری‌های زمانی هر دو مدل میانگین‌گیری را از طریق متغیر وزن‌دار و مدل خود بازگشتی میانگین متحرک تلفیق ARIMA برآورده می‌کند که در این پژوهش بهترین نام برآورده شده مدل، مبتنی بر خود بازگشتی میانگین متحرک تبدیل شده، تغییرات فصلی به معنایی تعداد دفعات خود بازگشتی در مدل بر تمام ایستگاه منتخب استان

تخمین پارامترهای مدل (برازش مدل‌ها): از نمودار ACF مرتبه q و از نمودار PACF مرتبه p تعیین می‌شوند، D نیز مرتبه تفاضل‌گیری است. اکنون که مؤلفه‌های مورد نیاز برای مدل استخراج شد، مدل ARIMA نوشته می‌شود (جدول ۴). برازش مدل به معنی برآورد پارامترهای مجهول مدل می‌باشد. مدل برآورد شده برای ایستگاه‌ها به‌دست آمد و تحت عنوان

شده و وجود تفاضل گیری برای ایستگاه های استان را نشان می دهد.

خوزستان و همچنین، تعداد تفاضل گیری تمام ایستگاه ها منتخب را نشان می دهد. ماهیت تغییرات فصلی مدل با توجه به اوج های متعدد نمودار تهیه



شکل ۳- نمودار سری های زمانی گرد و غبار ایستگاه های اهواز و آبادان در طول دوره آماری ۱۹۸۳-۲۰۱۰

جدول ۴- برازش مدل های مناسب پیش بینی گرد و غبار ایستگاه های منتخب استان

ردیف	ایستگاه ها	نوع مدل
۱	رامهرمز	ARIMA (۲,۰,۱)(۱,۱,۱)
۲	آغا جاری	ARIMA (۱,۱,۲)(۱,۱,۱)
۳	بهبهان	ARIMA (۰,۱,۳)(۲,۱,۱)
۴	آبادان	ARIMA (۰,۱,۱)(۲,۱,۱)
۵	دزفول	ARIMA (۰,۱,۲)(۲,۱,۱)
۶	امیدیه	ARIMA (۱,۱,۳)(۱,۱,۱)
۷	اهواز	ARIMA (۰,۱,۳)(۱,۱,۱)
۸	مسجد سلیمان	ARIMA (۰,۳,۴)(۱,۱,۱)

۰/۳۹، ۰/۴۱، ۰/۶۷، ۰/۴۹ و ۰/۳۵ نمایش داده شده که برای هر ایستگاه نیز بیش از ۰/۰۵ است. بنابراین فرضیه صفر را نمی توان رد کرد و به معنی عدم وجود روند قطعی در مدل ها سری زمانی گرد و غبار برای ایستگاه های استان هستند. در گام بعد بر روی فراسنج های مدل قضاوت می شود. در این گام چنانچه مقدار p-value در هر یک از اجزای مدل برازش داده شده بیش از ۰/۰۵ باشد، باید یک مرتبه از آن را کاهش داد و دوباره مدل را با مرتبه های جدید برازش داد. همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود، میزان p-value در همه فراسنج های مدل کمتر از ۰/۰۵ است.

پس از آن، درباره وجود یا عدم وجود روند قطعی در مدل می توان تصمیم گیری کرد. برای این کار، ابتدا مدل با جمله ثابت برازش داده می شود و سپس با توجه به آماره t و p-value در مورد حضور یا عدم حضور جمله ثابت در مدل تصمیم گرفته خواهد شد. با توجه به جدول ۵ فراسنج های مدل های برازش شده سری های زمانی تعداد روزهای گرد و غبار ایستگاه های منتخب استان، مشاهده شد که آماره t برای همه ایستگاه های رامهرمز، آغا جاری، بهبهان، آبادان، دزفول، امیدیه، اهواز و مسجد سلیمان به ترتیب ۱/۱۲، ۰/۹۵، ۰/۵۱، ۱/۰۸، ۰/۸۲، ۰/۴۳، ۰/۶۳ و ۱/۲۷ کمتر از دو بوده، نیازی به لحاظ کردن جمله ثابت در مدل نیستند. مقدار p-value هم به ترتیب ۰/۳۴، ۰/۳۵

جدول ۵- فراسنج‌های مدل‌های ایستگاه‌های خوزستان

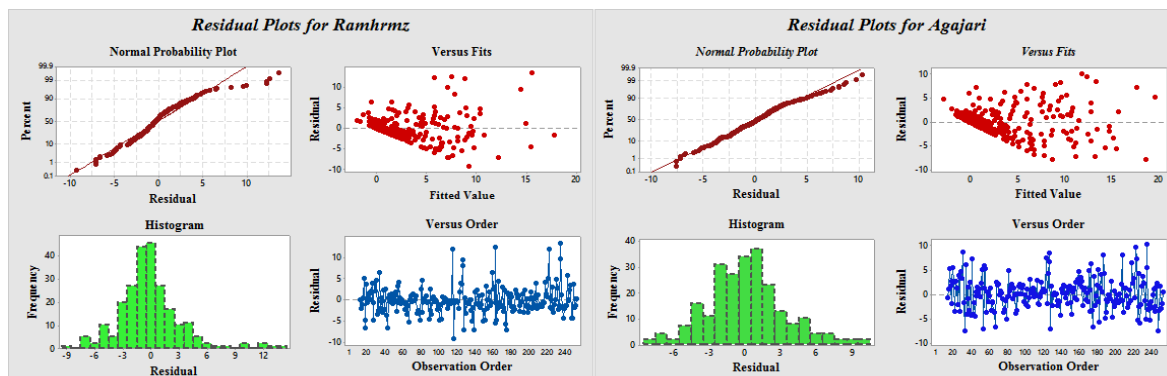
ایستگاه	Type	Coef.	SE Coef.	T	P	ایستگاه	Type	Coef.	SE Coef.	T	P		
رامهریز	AR1	۱/۳۲۶۸	۰/۵۵۷۸	۲/۳۸	۰/۰۱۸	رامهریز	AR1	۰/۳۶۱۸	۰/۴۶۹۴	۰/۸۱	۰/۰۲۲		
	AR2	-۰/۴۰۵۲	۰/۳۳۸۸	-۱/۲	۰/۰۳۳		AR2	۰/۱۹۲۵	۰/۲۴۱۶	۰/۸	۰/۰۲۶		
	SAR12	-۰/۰۰۲۶	۰/۰۸۱۷	-۰/۰۳	۰/۰۴۵		SAR12	۰/۱۱۷۶	۰/۰۷۳۲	۱/۶۱	۰/۰۱		
	MA1	۰/۷۸۷۵	۰/۵۳۶۶	۱/۴۷	۰/۰۳۴		SAR24	-۰/۰۹۰۶	۰/۰۷۳۶	-۱/۲۳	۰/۰۱۹		
	SMA12	۰/۸۹۶۹	۰/۰۵۷۲	۱۵/۶۹	۰/۰۰۰		MA1	-۰/۰۹۵۶	۰/۴۵۴۹	-۰/۲۱	۰/۰۰۴		
	Constant	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۱/۱۲	۱/۳۵		SMA12	۰/۹۱۳۷	۰/۰۴۶۷	۱۹/۵۶	۰/۰۰۰		
	AR1	۰/۵۶۰۴	۰/۰۶۶	۸/۴۹	۰/۰۰۰		Constant	۰/۰۲۶۷	۰/۰۳۲۵	-۰/۸۲	۰/۴۱۲		
	AR2	-۰/۰۲۳۷	۰/۰۶۶۸	۰/۳۵	۰/۰۰۳		AR1	۰/۳۸۲۸	۰/۰۸۴۵	۴/۵۳	۰/۰۰۰		
	SAR12	۰/۰۲۸۷	۰/۰۹۲۷	-۰/۳	۰/۱۰۵		AR2	۰/۱۱۱۷	۰/۰۷۷۵	۱/۴۴	۰/۰۰۱		
	MA1	۰/۹۶۴۱	۰/۰۱۰۷	۹۰/۳۴	۰/۰۰۰		AR3	-۰/۰۱۵۹	۰/۰۷۴۱	-۰/۲۱	۰/۰۰۳		
آغاجاری	SMA12	۰/۸۰۲	۰/۰۶۹۱	۱۱/۶۱	۰/۰۰۰	آغاجاری	SAR12	-۰/۱۶۵۲	۰/۰۷۶۶	-۲/۱۶	۰/۰۳۲		
	Constant	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۲۹	۰/۹۵	۰/۳۴		MA1	۰/۸۹۲	۰/۰۵۵۵	۱۶/۰۶	۰/۰۰۰		
	AR	۰/۲۳۲۵	۰/۳۲۶۹	۰/۷۱	۰/۰۷۸		SMA12	۰/۸۶۹۵	۰/۰۴۶۸	۱۸/۵۸	۰/۰۰۰		
	AR	۰/۲۸۴۷	۰/۲۳۸	۱/۲	۰/۰۳۳		Constant	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	-۰/۴۳	۰/۶۷		
	AR1	۰/۱۹۲۷	۰/۰۶۵۳	۲/۹۵	۰/۰۰۳		AR1	۰/۲۷۲۵	۰/۲۹۱۱	۰/۸۸	۰/۰۰۷		
	SAR2	۰/۰۹۹۸	۰/۰۸۶۷	۱/۱۵	۰/۰۵۱		AR2	۰/۲۰۹۶	۰/۱۶۹	۱/۲۴	۰/۰۱۶		
	SAR3	-۰/۰۶۱۲	۰/۸۴۲	-۰/۷۳	۰/۰۰۸		AR3	۰/۲۴۴۹	۰/۰۷۶۵	۳/۲	۰/۰۰۲		
	MA12	-۰/۴۲۱۹	۰/۳۲۲	-۱/۲۷	۰/۰۰۵		SAR12	۰/۰۴۹۹	۰/۰۸۶۵	۰/۵۸	۰/۰۰۵		
	SMA24	۰/۸۷۸۷	۰/۰۶۲۳	۱۴/۱	۰/۰۰۰		MA1	-۰/۲۳۱	۰/۳۰۰۱	۰/۷۷	۰/۰۴۲		
	Constant	-۰/۰۲۴۱	۰/۰۴۷۰	-۰/۵۱	۰/۶۰۸		SMA12	۰/۸۷۲۸	۰/۰۵۴۶	۱۵/۹۹	۰/۰۰۰		
تهجهان	AR1	۰/۷۹۷۱	۰/۰۶۴۵	۱۲/۳۷	۰/۰۰۰	تهجهان	Constant	۰/۰۳۱۹	۰/۰۴۶۷	۰/۶۸	۰/۴۹۵		
	SAR12	-۰/۰۰۹۹	۰/۱۰۱۸	-۰/۰۹	-۰/۰۲۹		AR1	۱/۲۹۹	۰/۰۶۹۲	۱۷/۷۸	۰/۰۰۰		
	SAR24	-۰/۰۴۵۷	۰/۰۹۳	۰/۴۹	۰/۰۲۴		AR2	-۱/۳۲۴	۰/۹۳۲	-۱۴/۲	۰/۰۰۰		
	MA1	۰/۳۵۸	۰/۰۹۹	۳/۵۷	۰/۰۰۰		AR3	۰/۹۳۰	۰/۱۱۱	۸/۳۳	۰/۰۰۰		
	SMA12	۰/۸۵۹	۰/۰۸۱	۱۰/۵۹	۰/۰۰۰		AR4	-۰/۱۶۶۴	-۰/۰۷۶	-۲/۱۷	۰/۰۳۱		
	Constant	۰۵۱۱	۰/۰۲۴	۱/۰۸	۰/۳۹		SAR12	-۰/۰۷۷	۰/۰۷۶	-۱/۰۱	۰/۰۱۴		
	آبدان							آبدان	constant	۰/۰۶۲	۰/۰۱۱	۱/۲۷	۰/۳۵۰

یعنی مدلی که کلی‌تر از مدل مشخص شده است و این مدل را به‌عنوان یک حالت خاص در بر دارد (Khorami, ۲۰۰۷). در این پژوهش از تجزیه و تحلیل باقی‌مانده‌های مدل که رایج‌تر است، استفاده شد. این تجزیه و تحلیل به کمک نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها، فرض ثابت بودن واریانس، نمودارهای مربوط به باقی‌مانده‌ها در طول زمان و همچنین، آزمون پرت-مانتو انجام می‌گیرد. برای بررسی فرض نرمال بودن باقی‌مانده‌های مدل نمودار احتمال نرمال باقی‌مانده‌ها و نمودار هیستوگرام باقی‌مانده‌ها ترسیم شد (شکل‌های ۴ تا ۷). در نمودار احتمال نرمال، نقاط در راستای خط قطری گسترده شده‌اند که تطابق این دو

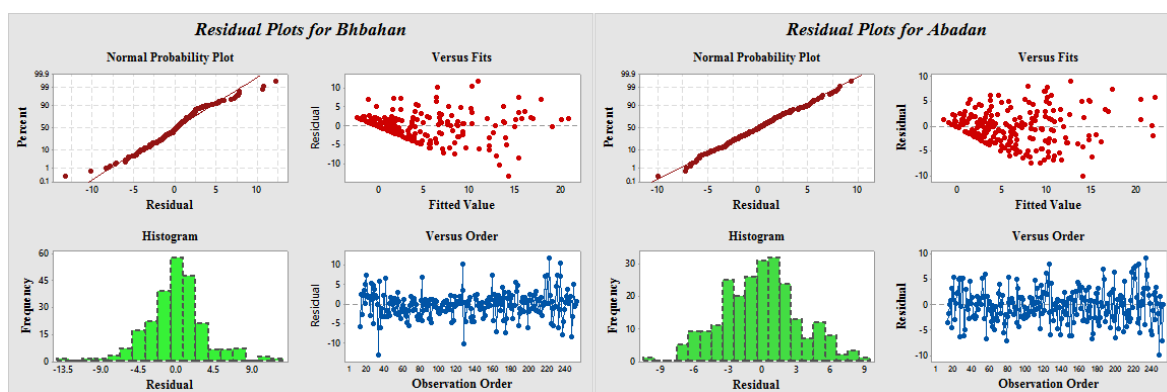
بررسی مناسب بودن مدل: پس از تشخیص یک مدل مناسب و برآورد پارامترهای آن، سؤالی که به‌جا مانده این است که آیا مدل رسا است یا نه؟ اگر دلایلی از نارسایی شدید وجود داشته باشد، باید مشخص شود، مدل در سبکل تکراری پس از آن چگونه باید تغییر داده شود. بررسی میزان مناسب بودن مدل باید چنان باشند که مدل را به مخاطره بیاندازد. یعنی بایستی نسبت به انحرافات که احتمال رخداد دارند، حساس باشد. برای بررسی مناسب بودن مدل، از دو روش که مکمل یکدیگرند استفاده می‌شود. اول تجزیه و تحلیل باقی‌مانده‌های مدل برازش داده شده و دوم تجزیه و تحلیل مدل‌هایی که پارامتر بیشتری دارند.

در اطراف سطح افقی صفر پراکندگی بدون روندی را نشان دهد. چنانچه رفتار این نمودار شبیه رفتار یک فرایند تصادفی محض با میانگین صفر و واریانس ثابت باشد، آنگاه می‌توان مدل برازش داده شده را تایید کرد. با توجه به نمودارهای ترسیم شده در مدل صحت مدل برازش داده شده تایید می‌شود.

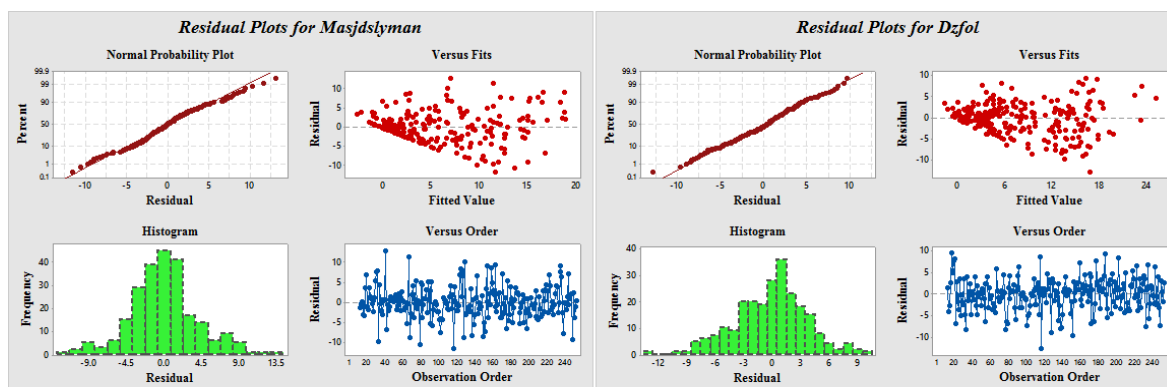
بیانگر توزیع نرمال است. نمودار هیستوگرام نیز با توزیع ستون مقادیر توزیع نرمال داده‌ها را نشان می‌دهد. با نگاهی به نمودارها مشاهده می‌شود که هیچ‌یک از خودهمبستگی‌ها معنی‌دار نیستند که این خود به معنی ناهمبسته بودن و تصادفی بودن باقی‌مانده‌ها است. اگر مدل برازش داده‌شده مناسب باشد، انتظار می‌رود، نمودار باقی‌مانده‌ها در برابر زمان



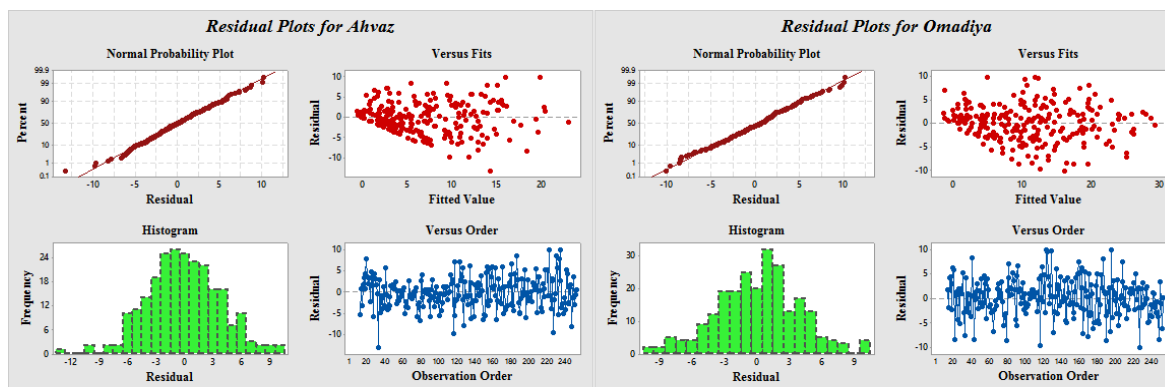
شکل ۴- نمودار مربوط به باقی‌مانده‌های مدل ایستگاه آغاچاری و رامهرمز



شکل ۵- نمودار مربوط به باقی‌مانده‌های مدل ایستگاه آبادان و بهبهان



شکل ۶- نمودار مربوط به باقی‌مانده‌های مدل ایستگاه مسجد سلیمان و دزفول



شکل ۷- نمودار مربوط به باقی‌مانده‌های مدل ایستگاه امیدیه و اهواز

خوزستان مورد تأیید قرار می‌دهد. در ایستگاه رامهرمز در تاخیرهای ۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸ مقدار p -value به ترتیب برابر ۰/۷۶۴، ۰/۹۹۱، ۰/۸۲۷ و ۰/۸۶۵ است که همانند همه ایستگاه‌ها بیشتر از ۰/۰۵ است که قوی‌ترین تاخیرها را در میان ایستگاه‌های استان دارا می‌باشد و فرضیه ناهمبسته بودن باقی‌مانده را تأیید می‌کند.

پیش‌بینی: اکنون که با استفاده از استراتژی مدل‌سازی باکس-جنکینز مدل نهایی شناسایی شد، می‌توان برای پیش‌بینی رفتار آینده سری تعداد روزهای گرد و غبار استفاده کرد. شکل ۸ به پیش‌بینی میانگین ماهانه تعداد روزهای گرد و غبار در ایستگاه‌های منتخب استان خوزستان سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۷ به مدت ده سال را نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۸ استان خوزستان با پدیده گرد و غبار همراه می‌باشد، در این سال شهرهای امیدیه دارای کمترین و بیشترین تعداد روزها گرد و غبار در ماه هستند. سال ۲۰۱۹ روند پدیده گرد و غبار همانند سال ۲۰۱۸ می‌باشد، با این تفاوت که از تعداد روزهای گرد و غبار کاسته شده است و همچنان شهر آغاچاری با ۱۷/۹۶ روز در ماه دارای بیشترین پدیده گرد و غبار است. در سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ پیش‌بینی پدیده گرد و غبار شبیه به هم می‌باشد. به طوری که شهرهای بهبهان و امیدیه دارای کمترین مقدار و شهرهای آغاچاری، آبادان و مسجد سلیمان با تعدد روزهای هفت تا ۲۰ روز در ماه دارای بیشترین مقدار گرد و غبار می‌باشند. سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۳ نشان دهنده هنگامی است که استان با پدیده گرد و غبار همراه می‌باشد، در این

با توجه به نمودارهای مشاهده شده، فرض نرمال بودن و توزیع باقی‌مانده‌ها برآمده از برازش مدل‌های سری زمانی ایستگاه‌های استان و همچنین، فرض ثابت بودن واریانس باقی‌مانده‌ها پذیرفته می‌شود. نمودارهای باقی‌مانده‌ها این سری‌ها در طول زمان نیز طرح خاصی را نشان نمی‌دهند و رفتار آن‌ها مشابه یک فرایند اغتشاش خاص با میانگین صفر و واریانس ثابت هستند. این نمودارها حاکی از آن است که باقی‌مانده‌ها حاصل از برازش این مدل‌ها ناهمبسته هستند؛ بنابراین، با توجه به آن‌که هیچ یک از خودهمبستگی‌ها از حدود استانداردشان تجاوز نکردند، می‌توان فرض استقلال نمونه‌ها را پذیرفت. اگر یک مدل درست تشخیص داده شده باشد، در این صورت باقی‌مانده‌های حاصل از برازش آن مدل باید تقریباً دارای خواص متغیرهای تصادفی نرمال مستقل هم توزیع با میانگین و واریانس ثابت باشند. چنانچه مدل مناسب باشد، باید باقی‌مانده‌ها فاقد ساختار باشند. یعنی هر متغیر دیگری مانند زمان جمع‌آوری داده‌ها با مقادیر برآورده شده بی‌ارتباط باشند. وجود هرگونه ساختاری در این قبیل نمودارها حاکی از اثر غیر نرمال بودن توزیع در میانگین و واریانس مدل برازش شده است. روش دیگر و رسمی‌تر برای بررسی مناسبیت مدل که بر مبنای خودهمبستگی‌های باقی‌مانده‌ها استفاده از آزمون پرت-مانتو می‌باشد که در واقع کیفیت مدل‌ها را نشان می‌دهد (جدول ۶). همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، مقدار p -value برای تمامی تأخیرها بیش از ۰/۰۵ است که فرضیه ناهمبسته بودن باقی‌مانده سری‌های زمانی تعداد روزهای گرد و غبار به صورت ماهانه را برای ایستگاه‌های منتخب استان

سلیمان دارای بیشترین مقدار گرد و غبار در ماه‌های سال هستند.

سال‌ها شهرهای آجاجاری، اهواز و دزفول نسبت به سال‌های قبل از شدت تعداد روزهای گرد و غبار کاسته شده، شهرهای آجاجاری، آبادان و مسجد

جدول ۶- نتایج آزمون پرت-مانتو پدیده گرد و غبار

ایستگاه	Lag	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸	ایستگاه	Lag	۱۲	۲۴	۳۶	۴۸
رامهرمز	Chi-Squaer	۳/۳	۶/۸	۲۲/۷	۳۲/۱	دزفول	Chi-Squaer	۱/۱	۱۲/۷	۲۴/۶	۴۴/۴
	DF	۶	۱۸	۳۰	۴۲		DF	۵	۱۷	۲۹	۴۱
	P-Value	۰/۷۶۴	۰/۹۹۱	۰/۸۲۷	۰/۸۶۸		P-Value	۰/۸۳۳	۰/۷۵۹	۰/۷۰	۰/۳۲۹
آجاجاری	Chi-Squaer	۱۰/۳	۱۷/۳	۳۲/۲	۳۴/۴	امیدیه	Chi-Squaer	۱۲/۷	۱۲/۹	۲۷	۴۱/۳
	DF	۶	۱۸	۳۰	۴۲		DF	۵	۱۷	۲۹	۴۱
	P-Value	۰/۱۱۴	۰/۵۰	۰/۸۰۸	۰/۷۹۲		P-Value	۰/۲۲۷	۰/۳۹۴	۰/۵۷۱	۰/۴۵۹
بهبهان	Chi-Squaer	۷/۴	۱۲/۸	۱۷/۴	۲۵/۷	اهواز	Chi-Squaer	۱۲/۴	۲۱/۲	۳۳/۲	۴۱/۶
	DF	۴	۱۶	۲۸	۴۰		DF	۵	۱۷	۲۹	۴۱
	P-Value	۰/۱۱۸	۰/۶۸۴	۰/۹۴	۰/۹۶۱		P-Value	۰/۳۳	۰/۲۱۷	۰/۲۷	۰/۴۴۴
آبادان	Chi-Squaer	۱۰/۶	۱۷/۷	۲۳/۷	۳۲	مسجد سلیمان	Chi-Squaer	۹/۱	۲۰/۴	۲۹/۸	۳۸/۳
	DF	۶	۱۸	۳۰	۴۰		DF	۲	۱۴	۲۶	۳۸
	P-Value	۰/۱۱	۰/۴۷۴	۰/۷۸۴	۰/۸۶۷		P-Value	۰/۱۱۱	۰/۱۱۸	۰/۲۷۵	۰/۴۵۷

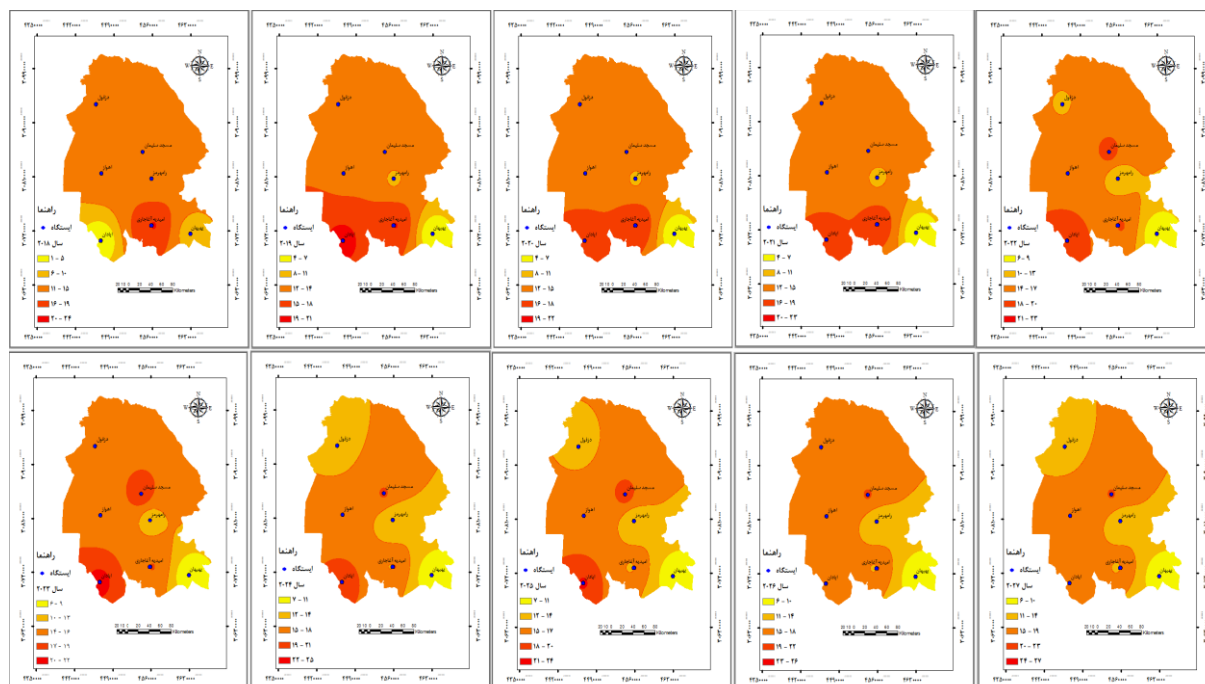
مشکلات قلبی و عروقی)، حمل نقل (اختلاف در رفت و آمد جاده ای و یا هوایی در اثر تعطیلی فرودگاه‌ها)، اقتصاد، کشاورزی (باغات صیفی‌کاری‌ها و زراعت، زنبور داری و پرورش گل و گیاه)، آموزش و پرورش استان و از همه مهمتر و جدیدتر چالش قطع آب و برق استان به‌علت نشست بیش از اندازه گرد و غبار عمل می‌کند، دارد.

ناهنجاری گرد و غبار میان‌سال‌های پایه و سال‌های پیش‌بینی: ناهنجاری در واقع برای به‌دست آوردن میانگین ماهانه، سال پایه با میانگین سال‌های پیش‌بینی و همچنین، تک‌تک سال‌های پیش‌بینی برای هر شهر را نشان می‌دهد. جدول ۷ نشان می‌دهد که میانگین سالانه پایه تعداد روزهای گرد و غبار در شهر امیدیه با ۱۱/۸ روز در ماه بیشترین و کمترین روز در ماه با ۳/۲۳ در شهر رامهرمز اتفاق افتاده است. ناهنجاری برای هر یک از سال‌ها محاسبه شده نشان می‌دهد که چه اندازه شمار روزهای گرد و غبار کاهش یا افزایش یافته است و این اختلاف تعداد روزها پیش‌بینی با سال پایه را نشان می‌دهد. از ناهنجاری

در میانگین ماه سال‌های ۲۰۲۴، ۲۰۲۵ و ۲۰۲۶ روند بیشتری از پدیده گرد و غبار در استان قابل مشاهده است، به‌طوری که در این سال‌ها مقدار تعداد روزهای گرد و غبار به بیشترین مقدار خود خواهد رسید. تعداد روزهای گرد و غبار شهر آجاجاری در سال ۲۰۲۶ به ۲۴/۹۴ روز در ماه می‌رسد. روند پدیده گرد و غبار در استان در سال ۲۰۲۷ شبیه به روند پدیده گرد و غبار در سال‌های ۲۰۲۴، ۲۰۲۵ و ۲۰۲۶ است، با این تفاوت که شهر دزفول و بهبهان از شمار پدیده گرد و غبار کاسته و بقیه شهرها استان خوزستان به روند افزایش خود ادامه می‌دهند. پیش‌بینی‌های گرد و غبار در استان نشان می‌دهند که استان خوزستان همواره با پدیده گرد و غبار همراه هست و این پدیده گرد و غبار همه گستره استان را در بر می‌گیرد. بیشترین میانگین سالانه استان خوزستان در دوره پیش‌بینی با ۲۱/۴۲ روز در ماه با پدیده گرد و غبار همراه می‌باشد. استان خوزستان شاهد رخدادهای پدیده گرد و غبار است که اثرات زیان‌باری بر سلامت (جسمی و روحی، بیماری‌های تنفسی، ریوی و

روزهای گرد و غبار با ۱/۶۴ روز در ماه در ایستگاه بهبهان مواجه بوده است.

های سالانه تعداد روزهای گرد و غبار مشخص می‌شود که بیشترین تعداد روزهای ماهانه گرد و غبار در شهر آغاچاری با ۲۱/۴۲ روز افزایش و کمترین تعداد



شکل ۸- نقشه پیش‌بینی تعداد روزهای گرد و غبار استان خوزستان در طول دوره ۲۰۱۸-۲۰۲۷

جدول ۷- ناهنجاری ماهانه به‌دست آمده برای تعداد روزهای گرد و غبار استان خوزستان

ایستگاه	دوره پایه	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۳	۲۰۲۵	۲۰۲۶	۲۰۲۷	میانگین ماهانه
رامهرمز	۳/۳۲	۷/۰۸	۷/۰۸	۷/۴۸	۷/۴	۷/۵۹	۷/۷۷	۷/۹۶	۸/۱۵	۸/۳۴	۸/۷۹	۷/۷۶
آغاچاری	۴/۳۳	۲۰/۹	۱۷/۹۶	۱۸/۹۶	۱۹/۹۵	۲۰/۹۵	۱۹/۸۷	۲۲/۹۴	۲۱/۹۸	۲۴/۹۴	۲۵/۹۴	۲۱/۴۲
بهبهان	۱/۴	۳/۳۵	۰/۴	۰/۴۱	۰/۴۵	۱/۲۱	۲/۱۶	۳/۰۷	۳/۰۲	۲/۰۱	۱/۹۱	۱/۶۴
آبادان	۶/۱۲	۴/۷۷	۱۲/۸۸	۱۰/۴۴	۱۰/۱۷	۱۳/۶۷	۱۳/۹۳	۱۴/۲	۱۴/۷۴	۱۲/۰۴	۱۲/۱۳	۱۰/۹۸
دزفول	۸/۲۱	۳/۸۸	۴/۶۴	۴/۵۹	۴/۵۴	۴/۸۸	۴/۸۳	۴/۷۸	۴/۷۳	۴/۸۱	۴/۶۴	۴/۹۳
امیدیه	۱۱/۸	۰/۵۷	۰/۰۴	۱/۰۳	۲/۱۸	۴/۷۹	۶	۷/۲۶	۸/۵۷	۹/۹۵	۱۱/۳	۵/۷۵
اهواز	۷/۰۵	۶/۲۵	۶/۵۴	۶/۷۳	۶/۸۹	۸/۰۶	۷/۱۹	۸/۳۵	۸/۵	۸/۶۵	۸/۸۸	۷/۵۹
مسجد سلیمان	۵/۶۱	۶/۷۹	۷/۰۴	۷/۲۷	۷/۵	۱۲/۰۳	۱۲/۶۲	۱۲/۹۴	۱۲/۲۷	۲/۴۹	۱۳/۷۱	۱۰/۴۲

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج به‌دست آمده بر کارایی و استفاده مدل باکس-جنکینز در پیش‌بینی تغییرات پدیده گرد و غبار دلالت دارد. بدون شک آنچه از واژه پیش‌بینی در مطالعه گرد و غبار مدنظر است، ارائه مقادیری، با توجه به سری‌های زمانی گذشته که دارای بیشترین احتمال وقوع هستند و به هیچ وجه منظور ارائه مقادیر

دقیق برای گرد و غبار آینده نیست چرا که با توجه به تغییرپذیری شدید زمانی و مکانی پارامترهای اقلیمی چنین ادعایی صرفاً به معنی عدم درک درست از چرخه پیچیده اقلیم و شرایط حاکم بر آن است. مطالعات پژوهشگران اقلیمی حاکی از آن است که مقادیر حاصل از این مطالعات با وجود عدم اطمینان حاکم بر آن به گونه‌ای بسیار موثر در مدیریت کاراتر از

بیشترین اختلاف و ناهنجاری تعداد روزهای گرد و غبار با سال پایه در ایستگاه آغاچاری با ۲۱/۴۲، آبادان با ۱۰/۹۸ و مسجد سلیمان ۱۰/۴۲ روز در ماه افزایش مواجه هستند و کمترین ناهنجاری در ایستگاه بهبهان با ۱/۶۴ روز در ماه است. نتایج نشان می‌دهد، شهر آغاچاری، آبادان و مسجد سلیمان بیشتر از بقیه شهرهای استان با پدیده گرد و غبار رو به رو هستند. از آنجایی که این پدیده باعث انواع بیماری‌های پوستی، تنفسی و عروقی و زیان‌های زیست‌محیطی به کشاورزی، منابع انرژی و غیره می‌شود. احتمال مواجه شدن با این زیان‌ها و آسیب‌ها در این شهرها در آینده بیشتر است. بنابراین، مسئولان و برنامه‌ریزان شهری، محیط زیستی و اقلیمی باید به این شهرها در مقابله با این آسیب‌ها تمهیدات لازم و آمادگی بیشتری در نظر داشته باشند و پیشگیری‌ها را برای مقابله با این پدیده در این شهرهای مورد نظر انجام دهند.

تغییرات پدیده گرد و غبار تاثیر داشته، لذا روش مذکور می‌تواند به منظور آگاهی از مقدار پدیده گرد و غبار و احتمال وقوع اثرات زیان‌بار آن در آینده باشد. در این پژوهش پس از برازش مدل‌های مختلف سری زمانی برازش‌های نرمال بودن توزیع باقی‌مانده‌ها، فرض ثابت بودن واریانس، نمودارهای مربوط به باقی‌مانده‌ها در طول زمان و آزمون پرت-مانتو، بهترین مدل برازش شده به ترتیب برای شهرهای رامهرمز (۱،۱،۱)(۰،۱،۲)، ARIMA آغاچاری (۱،۱،۲)(۱،۱،۱)، آبادان بهبهان ARIMA (۲،۱،۱)(۰،۱،۳)، آبادان بهبهان ARIMA (۲،۱،۱)(۰،۱،۳)، دزفول ARIMA (۲،۱،۱)(۰،۱،۲)، اهواز امیدیه ARIMA (۱،۱،۱)(۱،۱،۳)، اهواز ARIMA (۱،۱،۱)(۰،۱،۳) و مسجد سلیمان ARIMA (۱،۱،۱)(۰،۳،۴) هستند که این مدل‌ها از دقت خوبی برای پیش‌بینی گرد و غبار برخوردار بودند و همچنین، پیش‌بینی تعداد روزهای پدیده گرد و غبار برای سال‌های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۷ نشان می‌دهد که

منابع مورد استفاده

1. Alijani, B. 1997. Iran's climate. Payame Noor Publications, 222 pages (in Persian).
2. Ansari, R. 2011. Statistical analysis of climatic dust Zahedan Province in the period (1986-2005). 1st International Congress of Dust Phenomenon and Counteract the Harmful Effects of 26-27 February 2011, Ahvaz, Iran (in Persian).
3. Bahrami, H., M. Jalali and A. Dervishes Blurani. 2013. Spatial modeling of dust storms in Khuzestan Province. Remote Sensing and Iranian GIS, 5(2): 95-114 (in Persian).
4. Bhattacharyya, G., K. Richard and A. Johnson. 1977. Statistical concepts and methods. Wiley Series in Probability and Statistics, 656 Pages.
5. Davis. N.E. 2012. Diurnal variation of thunder at Heathrow airport, London. Weather, 24(5): 166-172.
6. Goodman, W. 2007. Designing a learning environment for predicting stock market using neural network. MSc Thesis, Tarbiat Modarres University, 115 pages.
7. Holms, C.W. and R. Miller. 2004. Atmospherically transported metals and deposition in the southeastern United States, local or transoceanic. Applied Geochemistry, 19(7): 189-200.
8. Jamalizadeh, M.R., A. Moghaddamia, J. Piri, V. Arbabi, M. Homayounifar and A. Shahryari. 2008. Dust storm prediction using ANNs technique, case study: Zabol City. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil and Environmental Engineering, 45: 529-537.
9. Javidaneh, Z., A. Zarsevandi and F. Rast Manesh. 2016. Determination of geo-environmental factors and source heavy metals in street dust, Masjed-e-Soleiman City, Khuzestan Province. Iranian Journal of Health and Environment, 92: 155-70 (in Persian).
10. Kutiel, H. and P. Alpert. 2009. Synoptics of dust transportation days from Africa toward Italy and central Europe. Journal of Geophysical Research, 110(D7): 1-14.
11. Kutiel, H. and H. Furman. 2003. Dust storms in the Middle East: sources of origin and their temporal characteristics. Indoor and Built Environment, 12(6): 419-426.
12. Lin-Lin, Z., S. Jian-Hua and W. Jie. 2010. Thunder events in China: 1980-2008. Atmospheric and Oceanic Science Letters, 3(4): 181-188.
13. Miri, A., A. Pahlavanrouy and A. Moghadamia. 2009. The study of occurrence of dust storms after taking place alternative droughts in Sistan Region. Iranian Journal of Range and Desert Research, 16(3): 329-342.

14. Moghig Moghimi, G. 2015. Frequency prediction of days with dust phenomena in Bojnourd using AMIRA time series model. 1st International Congress on the Application of New Sciences in Geographical Studies of Iran, 165-173 pages (in Persian).
15. Rasoli, A. 2010. Analysis of the climatic phenomenon of dust in the western part of the country in the last 55 years using non-parametric statistical methods. *Journal of Physical Geography*, 3(9): 15-28 (in Persian).
16. Viana, M., T.A.J. Kuhlbusch and X. Querol. 2008. Source apportionment of particulate matter in Europe: a review of methods and results. *Journal of Aerosol Science*, 39(10): 827-849.
17. Wang, Y., X. Zhang, R. Arimoto, J. Cao and Z. Shen. 2005. Characteristics of carbonate content and carbon and oxygen isotopic composition of northern Chinasoil and dust aerosol and its application to tracing dust sources. *Atmospheric Environment*, 39(14): 2631-2642.
18. Yousefi, M. and L. Toni Zoori. 2015. Determining the most appropriate method for artificial neural network input for determining wind factors for dust hurricane prediction, case study: Yazd Province. *Journal of Iranian Rangeland and Desert Research*, 22(2): 240-250 (in Persian).
19. Zarsvandi, A., F. Mar and A. Nazarpour. 2011. The mineralogical composition and morphology of particles forming dust deposits in Khuzestan Province, based on XRD analysis and SEM images. *Journal of Crystallography and Mineralogy of Iran*, 19(3): 511-518 (in Persian).
20. Zolfagari, H., J. Masoumpour Samakosh, Sh. Shaygan Mehr and M. Ahmdi. 2011. A synoptic investigation of dust storms in western regions of Iran during 2005- 2010 (a case study of widespread wave in July 2009). *Geography and Environmental Planning*, 22(3): 17-34 (in Persian).