



جغرافیا و روابط انسانی، زمستان ۱۴۰۰، دوره ۴، شماره ۳، صص ۲۳۷-۲۲۴

تجزیه و تحلیل روند تغییرات گردوغبار و ارتباط آن با شاخص *SPI* (مطالعه

موردی: شهر اهواز)

رسول باقرآبادی*

دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران.

rasul.bagherabad@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۶

چکیده

در سال‌های اخیر رخداد گردوغبار یکی از مهمترین بحران‌های محیط‌زیستی بوده است. رخداد گردوغبار یکی از پدیده‌هایی که سال‌هاست با شهرهای جنوبی از جمله اهواز همراه بوده است. در این پژوهش روند تغییرات رخداد‌های گردوغبار در دوره آماری ۱۱ ساله (۲۰۱۵-۲۰۰۵) برای ماه، فصل و سال برای اهواز مورد بررسی قرار گرفته و ارتباط آنها با شاخص *SPI* مورد ارزیابی قرار گرفته است. علاوه بر این، از روش غیر پارامتری در آمار همبستگی پیرسون برای ارتباط بین بارش و دما با رخداد گردوغبار استفاده شد. نتایج نشان داد که از ماه‌های می تا جولای و در فصل تابستان و در سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ بیشترین تعداد گردوغبار نسبت به ماه‌ها، فصل‌ها و سال‌های دیگر وجود داشته است. همچنین نتایج نشان داد که بین رخداد گردوغبار و سال‌های همراه با خشکسالی رابطه مستقیمی وجود دارد. در روش پیرسون نیز بین دما و رخداد گردوغبار رابطه معنی داری مثبت و بین بارش و رخداد گردوغبار رابطه معنی داری منفی (معکوس) وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: رخداد گردوغبار، اهواز، بارش، دما، *SPI*



مقدمه

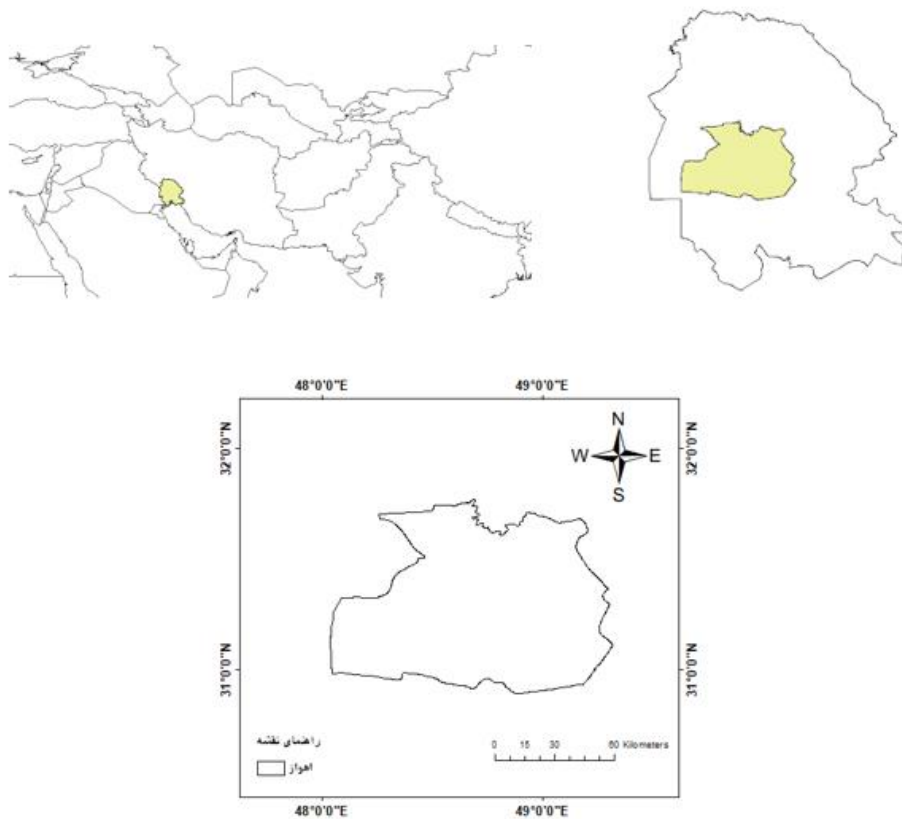
گردوغبار یکی از مسائل مهم محیط‌زیستی است که می‌تواند باعث خطرات جدی و تاثیرات نامطلوب بر سلامتی انسان شود. طبق تعریف سازمان جهانی هواشناسی رخداده گردوغبار عبارت است از بادی که مخصوص نواحی خشک و نیمه‌خشک بوده و بر اثر وزش آن توده متراکمی از گردوغبار در فضا ایجاد می‌شود. بنابراین گردوغبار نه تنها حاصل وزش بادهای شدید که حاصل شرایط ناپایدار در الگوی همدید است (*R Squires* ۲۰۱۶) (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۳). گردوغبار در بسیاری از مناطق جهان رخ می‌دهد، آمار نشان دهنده آن است که فراوانی رخداد آنها در مناطق خشک و نیمه خشک به مراتب بیشتر است (عقیفی، ۱۳۹۶) (فیروزیان و محمدی صادق، ۱۳۹۷). گردوغبار رخدادی است که بهداشت و سلامتی مردم را به خطر می‌اندازد. گردوغبار هوا از روزگاران گذشته، به طور کم یا زیاد، ساکنان مناطق مختلف را به صورت طبیعی، تحت تأثیر خود قرار داده است و مردم زندگی خود را با آن تطابق داده‌اند، ولی در سال‌های، شدت آلودگی به گونه‌ای بوده که آمار روزهای همراه با اختلال در محیط‌زیست، کاهش بازدهی و رشد محصولات کشاورزی، کاهش دید افقی، تعطیلی مدارس و لغو پرواز هواپیماها، نارضایتی اجتماعی و شهروندی و کاهش تولید و بهره‌وری و همچنین بیمارهای تنفسی و برخی دیگر از بیماری‌ها، در زمان رخدادهای گردوغبار فراوانتر شده است (باقرآبادی، ۱۳۹۹) (شاهکوهی و رحمانی، ۱۳۹۸) (لطفی، ۱۳۹۶) (*Kaiser 2005*). گردوغبار زمانی به وجود می‌آیند که مجموع بارش سالانه از مجموع بارش میانگین بلند مدت کمتر شود. بنابراین وقوع گردوغبار ارتباط نزدیکی با شرایط اقلیمی از جمله بارندگی دارند (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۳) (*Rashki, Kaskaoutis et al. 2013*). در چند سال اخیر تغییرات اقلیمی، کاهش بارش و وقوع خشکسالی گسترش بیابان‌ها می‌باشد، این بیابان‌ها مهمترین منابع تأمین گردوغبار بوده و در پی ناپایداریهای جوی به همراه نبود رطوبت و وزش بادهای شدید گردوغبار شدیدی را بوجود می‌آورند (حنیفه‌پور و ملکیان، ۱۳۹۲) (عباسی، ۱۴۰۰). در چند سال اخیر پژوهش‌های فراوانی در زمینه خشکسالی و گردوغبار صورت گرفته است که می‌توان به پژوهش‌های اختصاصی و همکاران (۱۳۸۹)، خلیقی سیگارودی و همکاران (۱۳۸۹)، حنیفه‌پور و ملکیان (۱۳۹۲)، حیدر نژاد و همکاران (۱۳۹۲)، بروغنی و همکاران (۱۳۹۵) و (*Dastorani and Jafari 2019*) اشاره کرد.

از این رو وقوع خشکسالی‌های در طی سال‌های اخیر و پیامدهای احتمالی تغییرات اقلیمی درزمینه بیابان‌زایی، امروزه رخدادهای گرد و غبار را در کانون توجه بسیاری از پژوهشگران قرار داده است. شهر اهواز یکی از شهرهای ایران است که با مشکل گردوغبار مواجه است به ویژه که وجود خشکسالی‌های پی‌درپی این رخداد

را تشدید کرده است. از این رو هدف از این پژوهش بررسی و ارتباط میان خشکسالی با استفاده از شاخص *SPI* با میزان گردوغبار در طی دوره آماری ۱۱ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) شهر اهواز است.

منطقه مورد مطالعه

اهواز با مساحت ۱۸۵۶۰ هکتار به عنوان یکی از شهرهای بزرگ و صنعتی ایران شناخته می‌شود و در بخش مرکزی شهرستان اهواز قرار گرفته است اهواز دارای مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه طول شرقی با ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا واقع شده است (صیدی و گندمکار، ۱۴۰۰) (کامیابی و همکاران، ۱۳۹۹). میانگین بارندگی سالانه اهواز طی دوره ۳۱ ساله ۲۱۲ میلیمتر، حداکثر درجه حرارت ۴۳ درجه در مرداد و حداقل ۱- درجه در دی ماه گزارش شده و بر اساس طبقه‌بندی دومارتن اهواز در اقلیم خشک قرار گرفته است (کریمیان و همکاران، ۱۳۹۵). شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد روزهای همراه با گردوغبار در سال و پارامترهای هواشناسی که شامل مقادیر بارندگی، دمای ماهیانه است از سازمان هواشناسی استان کرمانشاه برای دوره آماری ۱۱ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) دریافت گردید. و برای ماه، فصل و سال رسم گردید.

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (*Shapiro-Wilk*) و کولموگروف-اسمیرنوف (*Kolmogorov-Smirnov*) استفاده شد و با توجه به نرمال بودن داده جهت تعیین میزان همبستگی بین تعداد روزهای همراه با گردوغبار با دما و بارندگی از ضریب همبستگی پیرسون (*pearsonian correlation*) استفاده شد. سپس از روش رگرسیون خطی جهت بررسی روابط بین تعداد روزهای همراه با دما و بارندگی استفاده شد. در تحلیل آماری بین تعداد روزهای همراه با گردوغبار با دما و بارندگی از نرم افزار آماری *SPSS22* استفاده شد. تعداد روزهای همراه با گردوغبار در تحلیل آماری به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته دما و بارندگی به‌عنوان متغیر مستقل انتخاب شدند.

SPI (*Standardized Precipitation Index*) از معمول‌ترین شاخص‌های است که برای ارزیابی چگونگی رخداد بارش و کمی‌سازی آن استفاده می‌شود. این شاخص برای اقلیم‌های خشک و مرطوب قابل استفاده است و نتایج آن برای دوره‌های مورد نظر قابل مقایسه است. که از رابطه ۱ بدست می‌آید (علیزاده، ۱۳۸۷).

(۱)

$$SPI = \frac{P_i - P^-}{SD}$$

که در این رابطه *SPI* شاخص استاندارد بارش، P_i معادل بارش سال به میلیمتر، P^- میانگین بارش بلندمدت ایستگاه و *SD* انحراف معیار بارش است (علیزاده، ۱۳۸۷). طبقه‌بندی وضعیت خشکسالی شاخص *SPI* در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱ طبقه‌بندی شاخص *SPI* (علیزاده، ۱۳۸۷)

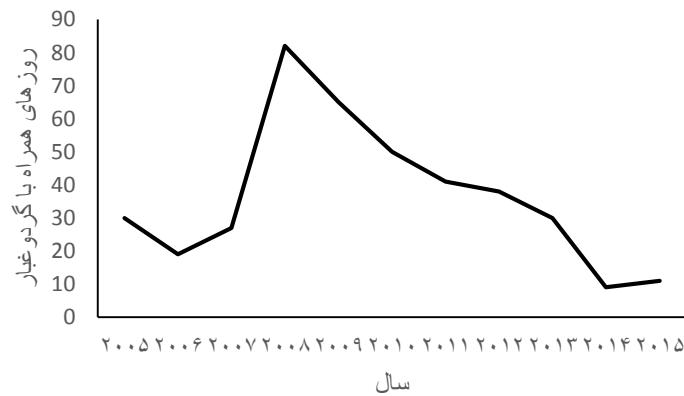
<i>SPI</i> شاخص	وضعیت خشکسالی
$2 <$	فرا مرطوب
۱/۹۹ تا ۱/۵	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۹۹	نسبتاً مرطوب
۰/۹۹ تا -۰/۹۹	نزدیک به نرمال
-۱ تا -۱/۴۹	خشکسالی ملایم
-۱/۵ تا -۱/۹۹	خشکسالی شدید
> -2	خشکسالی بسیار شدید

در این پژوهش برای نشان دادن مسیر عبور گردوغبار و تصویر واضحی از گردوغبار از تصاویر ماهواره *MODIS* استفاده شده است. *MODIS* یا «اسپکترورادئومتر (Kolmogorov-Smirnov) تصویربردار با قدرت تفکیک مکانی متوسط» ابزاری است که بر روی ماهواره ترا در ماه دسامبر سال ۱۹۹۹ و ماهواره آکوا در ماه می سال ۲۰۰۲ راه اندازی و نصب شده است. مودیس، داده‌ها را در ۳۶ باند طیفی قادر است اطلاعات دریافتی از سطح زمین را در محدوده طیفی ۰/۴ تا ۱۴/۴ میکرومتر و با عرض پوشش ۲۳۳۰ کیلومتر ثبت نماید. قدرت تفکیک مکانی باندهای این سنجنده از ۲۵۰ متر تا ۱۰۰۰ متر متغیر است. عبور زمانی بالاتر از خط استوا در حدود ۱۰:۳۰ و ۲۲:۳۰ برای ماهواره ترا و ۱۳:۳۰ و ۰۱:۳۰ برای ماهواره آکوا است. محصولات سنجنده مودیس در سطوح جوی، خشکی‌ها و اقیانوس‌ها در دسترس است (Li and (Namdari, Karimi et al. 2018) (Song 2009).

در این پژوهش با توجه به ماهیت تصاویر ماهواره‌ی سنجنده‌های ترا و آکوا روش تفسیر چشمی تصاویر با دقت قابل قبولی برای شناخت منشأ و جهت مناطق تحت تاثیر رخدادهای گردوغبار دنبال شد. بدین منظور ابتدا تصاویر مودیس را از سایت استخراج سپس در نرم افزار *ENVI* با استفاده از ابزار *Mosicing* به هم متصل و با استفاده از ابزار *ResaiZ* برش داده شد و ترکیب سه باند ۱، ۴ و ۳ که تصویر رنگی از تصاویر مودیس نشان می‌دهد. بنابراین دو تاریخ ۲۰۰۸/۰۶/۱۱ و ۲۰۱۴/۰۵/۲۰ به عنوان نمونه‌های تصاویر رخدادهای گردوغبار استفاده شده است.

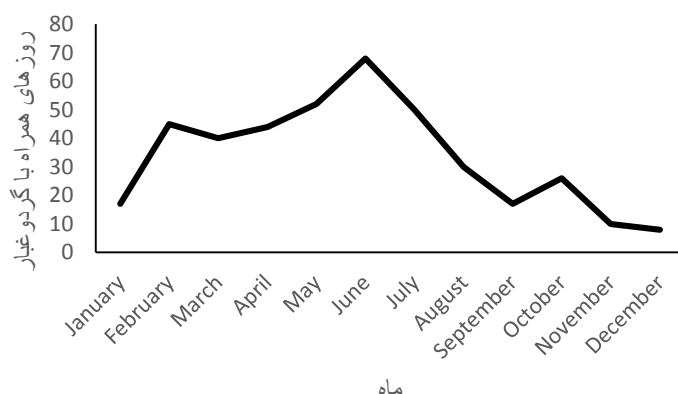
بحث و نتایج

تعداد روزهای همراه با رخدادهای گرد و غبار برای دوره ۱۱ ساله برای شهر اهواز را نشان می‌دهد شکل ۲. در بازه‌ی زمانی ۱۱ ساله دارای روند کاهشی و افزایشی است که از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ روندی افزایشی است و در سال ۲۰۰۸ با ۸۲ روز همراه با گردوغبار این مقدار به بیشترین مقدار در سال رسیده است و از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۵ روندی کاهشی دارد گردوغبار در سال ۲۰۰۸ با ۸۲ روز همراه با گردوغبار و ۲۶/۱۴ درصد، سال ۲۰۰۹ با ۶۵ روز همراه با گردوغبار و ۱۵/۹۷ درصد و سال ۲۰۱۰ با ۵۵ روز گردوغبار و ۱۳/۵۱ درصد بیشترین تعداد گردوغبار در سال را دارند که با نتایج مهرابی و همکاران (۱۳۹۴) مطابقت دارد و سال ۲۰۰۶ با ۱۹ روز همراه با گردوغبار و ۴/۶ درصد، سال ۲۰۱۴ با تعداد ۹ روز همراه با گردوغبار و ۲/۲۱ درصد و سال ۲۰۱۵ با تعداد ۱۱ روز همراه با گردوغبار و ۰/۷ درصد کمترین مقدار گردوغبار را دارا هستند.



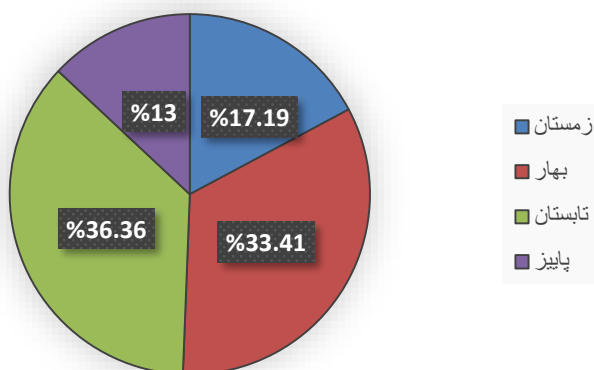
شکل ۲. تعداد روزهای همراه با گردوغبار در سال

روزهای همراه با گردوغبار ایستگاه سینوپتیک شهر اهواز در دوره آماری ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ و در سه دوره‌ی ماهانه مورد بررسی قرار گرفت شکل ۳. بر اساس نتایج نمودار بیشترین فراوانی رخدادهای گردوغبار شهر اهواز از ماه‌های آوریل تا اوت شروع شده و ماه ژوئن با ۱۶/۷ درصد بیشترین درصد گردوغبار را دارا می‌باشد و کمترین مقدار در ماه دسامبر با ۱/۹ درصد رخ داده است. که با نتایج عزیز و همکاران (۱۳۹۱) و میرشاهی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد.



شکل ۳. تعداد روزهای همراه با گردوغبار در ماه

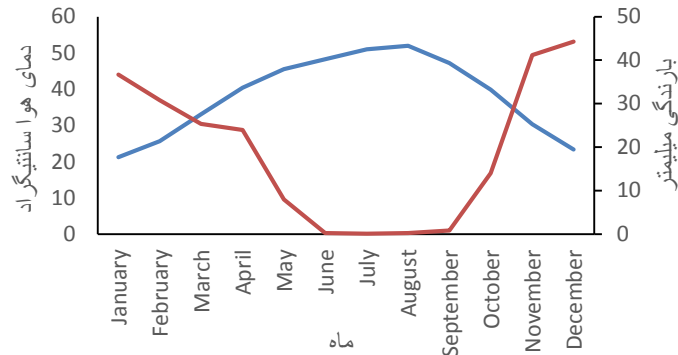
نمودار فصلی (براساس فصل‌های میلادی) برای روزهای همراه با گردوغبار در دوره آماری ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت شکل ۴ بدین ترتیب که فصل تابستان با ۳۶/۳۶ درصد بیشترین مقدار را دارا است و پس از آن فصل بهار با ۳۳/۴۱ و فصل پاییز با ۱۷/۱۹ درصد در رده بعدی قرار می‌گیرند و فصل زمستان کمترین مقدار با ۱۳ درصد فراوانی را دارا است. از این رو با آغاز فصل گرما میزان گردوغبار افزایش پیدا کرده و در فصل پاییز و زمستان با آغاز فصل بارندگی میزان گردوغبار روندی کاهشی را به همراه داشته است که با نتایج نبوی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد.



شکل ۴. تعداد روزهای همراه با گردوغبار فصلی (میلادی)

منحنی آمبروترمیک نموداری است که در آن تغییرات ماهانه دمای هوا نسبت به تغییرات ماهانه بارندگی در طول سال مورد مقایسه قرار می‌گیرد برای نمایش بهتر دو عنصر مهم اقلیمی و ماه‌های خشک سال نمودار آمبروترمیک اهواز تهیه و به صورت شکل ۵ ارائه شده است. در نمودار آمبروترمیک یک دوره کاملاً خشک قابل رؤیت است و آن زمانی است که منحنی دما بر فراز منحنی بارش قرار گیرد. بنابراین در این شکل ملاحظه می‌شود که بین ماه‌های مارس تا اکتبر دما بر بارندگی فزونی دارد، لذا این دوره را می‌توان دوره خشک سال به

حساب آورد که در بیشتر این ماه‌های رخدادهای گردوغبار فراوان است که با نتایج نبوی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد.



شکل ۵. منحنی آمبروترمیک شهر اهواز

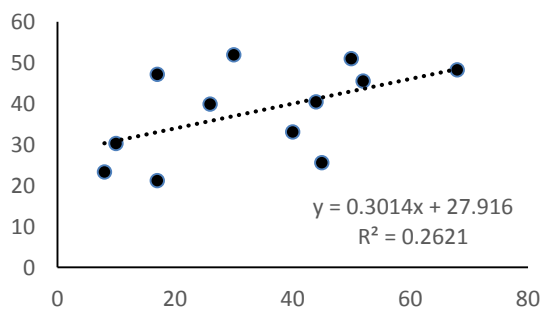
با توجه به داده‌های بارندگی از ایستگاه هواشناسی اهواز شاخص *SPI* (دوره‌های خشکسالی و ترسالی) برای دوره آماری ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ محاسبه شده است که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که دو دوره خشکسالی شدید در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ برای شهر اهواز رخ داده است که در این سال‌ها تعداد ۸۲ و ۵۰ رخدادهای گردوغبار در سال رخ داده است و در سال‌های که وضعیت نزدیک به نرمال است گردوغبار وجود دارد.

از این رو می‌توان نتیجه گرفت که در دوره مورد مطالعه، سال‌های با وضعیت خشکسالی در ایستگاه دارای وقایع گرد و غبار و به افزایش بوده است. روند کاهشی در رویدادهای گرد و غبار وجود داشته است. علاوه بر این، نتایج نشان داد که ۲۰۱۰ و ۲۰۰۸ خشکترین سال در شهر اهواز بود که بیشترین وقوع گرد و غبار در آن رخ داد.

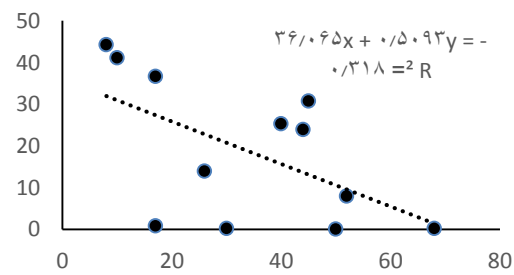
جدول ۲ طبقه‌بندی شاخص *SPI* به همراه تعداد روزهای گردوغبار در سال اهواز

سال	تعداد گردوغبار در سال	شاخص <i>SPI</i>	وضعیت خشکسالی
۲۰۰۵	۳۰	۰/۲۷	نزدیک به نرمال
۲۰۰۶	۱۹	۱/۷۹	نسبتاً مرطوب
۲۰۰۷	۲۷	۰/۰۶	نزدیک به نرمال
۲۰۰۸	۸۲	-۱/۵۲	خشکسالی شدید
۲۰۰۹	۶۵	۰/۹۱	نزدیک به نرمال
۲۰۱۰	۵۵	-۱/۸۵	خشکسالی شدید
۲۰۱۱	۴۱	-۰/۷۷	نزدیک به نرمال
۲۰۱۲	۳۸	۰/۲۸	نزدیک به نرمال
۲۰۱۳	۳۰	۰/۰۲	نزدیک به نرمال
۲۰۱۴	۹	۰/۱۲	نزدیک به نرمال
۲۰۱۵	۱۱	۰/۷	نزدیک به نرمال

جهت بررسی ارتباط بین گرد و غبار و پارامترهای هواشناسی (بارندگی و دما) از همبستگی پیرسون استفاده شد شرط لازم برای استفاده از همبستگی پیرسون نرمال بودن داده‌ها است از این رو با توجه به نرمال بودن داده‌ها جهت بررسی همبستگی از همبستگی پیرسون استفاده شد. براساس نتایج شکل ۶ و ۷، همبستگی پیرسون بین گرد و غبار با دما ($r=0.511$) همبستگی مثبت وجود دارد و بین گردوغبار و بارش ($r=-0.563$) همبستگی منفی وجود دارد. همچنین به منظور درک بهتر ارتباط بین گردوغبار هواشناسی از رابطه رگرسیونی استفاده شد که در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که گردوغبار در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ دارای ارتباط خط مستقیمی با دما با بارش دارای ارتباط خطی معکوس دارد. که با نتایج افضلی و همکاران (۲۰۱۴) (*Afzali, et al. 2014*) (*Rashid et al. 2014*) (*Jamshidi, Karimzadeh et al. 2006*) مطابقت دارد. از این رو می‌توان گفت که کمبود بارندگی و رطوبت شرایط سبب افزایش گردوغبار افزایش دما سبب کاهش گردوغبار می‌شود.



شکل ۷. رابطه رگرسیونی بین تعداد گردوغبار و

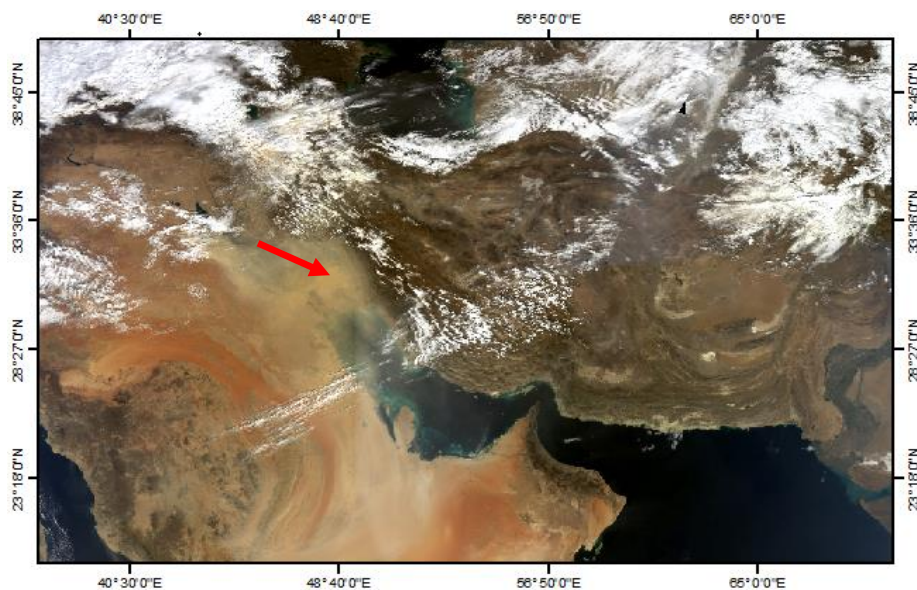


شکل ۶. رابطه رگرسیونی بین تعداد گردوغبار و بارش

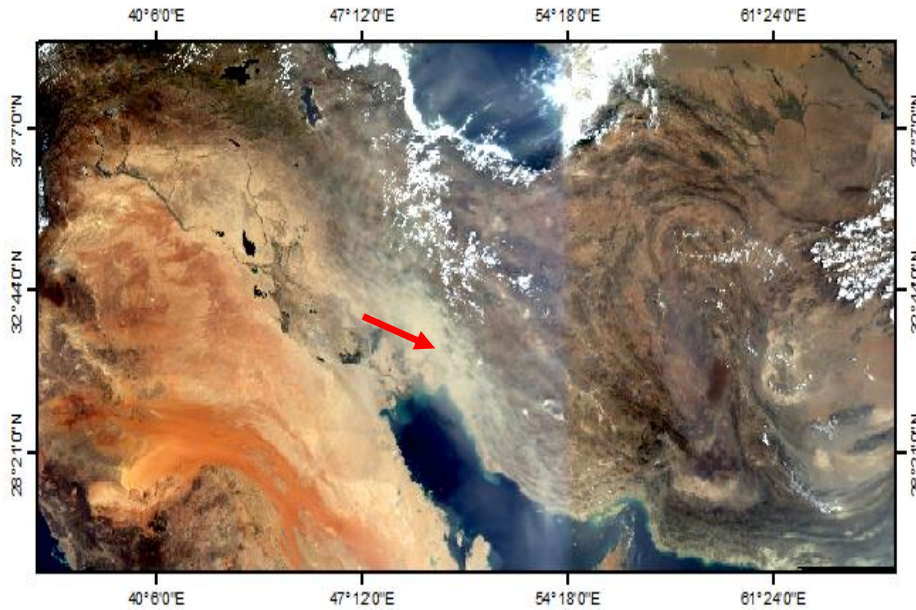
دما

در این پژوهش جهت ارائه شدت گردوغبار و نشان دادن تصویر واضحی از نحوه ورود و استان‌های درگیر با گردوغبار به خصوص شهر اهواز با استفاده از سنجش از دور از تصویر مودیس از ماهواره‌های آکوا و ترا در دو تاریخ ۲۰۰۸/۰۶/۱۱ و ۲۰۱۴/۰۵/۲۰ استفاده شده است.

بررسی تصویر ماهواره‌ی مودیس شکل ۸ در تاریخ ۲۰۰۸/۰۶/۱۱ نشان دهنده تشکیل گردوغبار از بیابان‌های عربستان و عراق است که حجمی زیادی از گردوغبار را تشکیل می‌دهد که با عبور از روی عربستان و بخشی از عراق از سمت مرزهای جنوب و جنوب غربی وارد کشور شده است و بخش وسیعی از کشور از جمله شهر اهواز را تحت تاثیر خود قرار داده است که با نتایج عزیز و همکاران (۱۳۹۱) (دانیالی و همکاران، ۱۳۹۷) که منشأ گردوغبار را عربستان و خوزستان می‌دانند مطابقت دارد. با بررسی تصویر ماهواره‌ی مودیس شکل ۹ در تاریخ ۲۰۱۴/۰۵/۲۰ نشان دهنده وقوع گردوغبار در شهر اهواز است که هسته‌ی تشکیل آن در کشور عراق است که به سمت مرزهای جنوبی و جنوب غربی در حال نزدیک شدن است. که پس از عبور از استان‌های از بیابان‌های عراق به شهر اهواز وارد می‌شود.



شکل ۸. تصویر ورود گردوغبار ۲۰۰۸/۰۶/۱۱



شکل ۹. تصویر ورود گردوغبار ۲۰/۰۵/۲۰۱۴

نتیجه گیری

در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل آماری، داده‌های اقلیمی گرد و غبار به صورت روزانه برای دوره ۱۱ ساله از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ به کار رفت. این داده‌ها مربوط به شهر اهواز است که از ستازمان هواشناسی کشور تهیه شد. بررسی ماهیانه رخداد گردوغبار نشان داد بیشترین فراوانی در شهر اهواز در ماه‌های می، آوریل، ژوئن و جولای روی داده است از طرفی منحنی آمبروترمیک نیز که ماه‌های خشک سال را دما بر بارندگی افزونی دارد شدت گردوغبار را در این ماه‌ها تصدیق می‌کند. همچنین بیشترین فراوانی گردوغبار در فصول تابستان و بهار به علت کاهش بارندگی و فصل خشک بوده است همچنین کمترین رخداد گردوغبار در فصول پاییز و زمستان همراه با آغاز فصل بارندگی و ورود سیستم‌های بیرونی همراه با ناپایداری بوده است. در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ روند کاهشی و افزایشی داشته است و بیشترین تعداد گردوغبار در سال ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ رخ داده است. تعداد روزهای همراه با گردوغبار اهواز رابطه معکوس با روزهای بارانی دارد. از سوی دیگر تعداد روزهای گردوغبار اهواز هم نشان می‌دهد که در ماه‌های گرم و کم بارش بر تعداد روزهای گردوغبار افزوده می‌شود. در این پژوهش با استفاده از شاخص *SPI* مشخص گردید. با توجه به شاخص *SPI* میزان خشکسالی در هر سال طی دوره آماری سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ دارای وضعیت خشکسالی شدید بوده و دارای به ترتیب تعداد گردوغبار ۸۲ و ۵۵ هستند. همبستگی پیرسون نشان می‌دهد که تعداد معنی داری بین خشکسالی و تعداد روزهای گرد و غبار وجود ندارد ولی در صورت میانگین گیری می توان همبستگی معنی داری بین این دو

پدیده ایجاد کرد به طوری که با افزایش دوره خشکسالی، تعداد روزهای گردوغبار نیز افزایش می‌یابد. در این پژوهش به منظور بررسی ارتباط بین گردوغبار و پارامترهای هواشناسی از تحلیل‌های آماری همبستگی پیرسون و معادلات رگرسیون خطی استفاده شد. و درارای بارش اثر معکوس بر روی میزان غلظت گردوغبار دارند به طوری که افزایش بارش باعث سبب کاهش گردوغبار می‌شود در حالیکه با افزایش دما گردوغبار بیشتر می‌شود. تصویری مودیس برای شناسایی محدوده رخدادهای گردوغبار برای دو ۲۰۰۸/۰۶/۱۱ و ۲۰۱۴/۰۵/۲۰ تاریخ نشان داد که هر دو دارای منشا خارجی بوده و از بیابان‌های عراق و عربستان نشأت گرفته و استان‌های جنوبی به خصوص اهواز را در بر گرفته است.

منابع

- اختصاصی، محمد رضا، شاکری، فاضل، سلیمانی مطلق، مهدی (۱۳۸۹). مقایسه و بررسی روند خشکسالی و وقوع گردوغبار مطالعه موردی: شهرستان لار، دومین همایش ملی فرسایش بادی، یزد.
- باقرآبادی، رسول (۱۳۹۹). بررسی علل تشکیل دهنده و اثرات رخداد های گردوغبار، چهارمین کنگره بین المللی توسعه کشاورزی و محیط زیست با تاکید بر برنامه توسعه ملل.
- بروغنی، مهدی، مرادی، حمیدرضا، زنگنه اسدی، محمدعلی، پورهاشمی، سیما (۱۳۹۵). ارزیابی نقش خشکسالی بر فراوانی وقوع گرد و غبار در استان خراسان رضوی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۱، شماره ۵، ص ۱۰۹-۱۲۱.
- حنیفه‌پور، مهین، ملکیان، آرش (۱۳۹۲). بررسی رابطه خشکسالی با رخدادهای گرد و غبار (مطالعه موردی: استان سمنان)، سومین همایش ملی فرسایش بادی و رخدادهای گردوغبار.
- حیدرنژاد، مریم، لطفی محمد آباد، فاطمه، زارع ارنانی، محمد (۱۳۹۲). بررسی رابطه خشکسالی و رخدادهای گرد و غبار (مطالعه موردی: استانهای یزد، اصفهان و کرمان)، سومین همایش ملی فرسایش بادی و رخدادهای گرد و غبار.
- دانیالی، محمد، محمدنژاد، بایرامعلی، کریمی، نعمت‌الله (۱۳۹۷). تحلیل مکانی گردوغبار استان خوزستان به کمک تصاویر ماهواره‌ای، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۹، شماره ۱، ص ۵۸-۷۳.
- سیگارودی، شهرام، شاه بندری قوچانی، راضیه، دادفر، صدیقه، کامرانی نوق، فروغ (۱۳۸۹). بررسی رابطه خشکسالی با توفان‌های گردوخاک مطالعه موردی: استان یزد، دومین همایش ملی فرسایش بادی و رخدادهای گرد و غبار.

- شاهکوهی، اسمعیل، رحمانی، طاهره (۱۳۸۹). ارزیابی خطر ریزگردها در شمال غرب ایران، فصلنامه علمی برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)، دوره ۹، شماره ۱، ص ۵۷-۸۰.
- صیدی، علیرضا، گندمکار، امیر (۱۴۰۰). بررسی تغییرات اقلیم در رابطه با توسعه منطقه‌ای و برنامه ریزی شهری، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، دوره ۱۳، شماره ۲، ص ۱۵۱-۱۶۹.
- عباسی، فرید (۱۴۰۰). بحران ریزگردها و تأثیرات آن بر امنیت مناطق (مطالعه موردی: شهرستان اهواز)، جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۳، شماره ۴، ص ۱۵۶-۱۷۴.
- عزیزی، قاسم؛ مرتضی میری و سید امید نبوی (۱۳۹۱). ردیابی پدیده گردوغبار در نیمه غربی ایران، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۲، شماره ۷، ص ۶۳-۸۱.
- عفیفی، محمد ابراهیم (۱۳۹۶). پایش ریزگردها با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهواره مادیس در جنوب غربی ایران، جغرافیا، فصلنامه علمی - پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران، دوره ۱۵، شماره ۵۵، ص ۱۸۳-۱۹۴.
- علیزاده، امین (۱۳۸۷). اصول هیدرولوژی کاربردی، مشهد: انتشارات آستان قدس رضوی.
- فیروزیان، سارا، محمدی صادق، سعید (۱۳۹۷). بررسی اثرات و آسیب‌های اجتماعی ریزگردها (مطالعه موردی شهرستان سیستان)، چهارمین کنفرانس بین المللی مهندسی علوم و تکنولوژی، آتن-یونان.
- کامیابی، سعید، نظری، زهرا، شعبانی، مریم (۱۳۹۹). تاثیر مدیریت پسماند بیمارستانی بر کاهش آلودگی زیست محیطی در شهر اهواز، جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۳، شماره ۲، ص ۲۷۱-۲۹۷.
- کریمیان، بهناز، لندی، احمد، حاجتی، سعید، احدیان، جواد (۱۳۹۵). بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی گردوغبار شهر اهواز، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۴۷، شماره ۱، ص ۱۵۹-۱۷۳.
- لطفی، حیدر (۱۳۹۶). بررسی مساله ریزگردها و امنیت اجتماعی یک مطالعه موردی در شهر اهواز، جغرافیا، دوره ۱۵، شماره ۵۲، ص ۴۲۹-۴۳۸.
- مهرابی، شهباز، سلطانی، سعید، جعفری، رضا (۱۳۹۳). بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریزگردها، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (مطالعه موردی: استان خوزستان)، علوم آب و خاک، دوره ۱۹، شماره ۷۱، ص ۶۹-۸۰.
- میرشاهی، نکونام، داریوش، زری (۱۳۸۸). بررسی آماری پدیده گردوغبار و تحلیل الگوی وزش بادهای گردوغبارزا در شهرستان سبزوار، مجله انجمن جغرافیای ایران، دوره ۷، شماره ۲۲، ص ۸۳-۱۰۴.

Afzali, A., M. Rashid, B. Sabariah and M. Ramli (2014). *PM10 pollution: its prediction and meteorological influence in PasirGudang, Johor. IOP conference series: earth and environmental science, IOP Publishing.*

Dastorani, M. and M. Jafari (2019). "Analysis of the Trend of Dust Changes in Ardestan Region, Iran." *Desert Ecosystem Engineering Journal* **2**(1): 45-54.

Jamshidi, A., K. Karimzadeh and A. Raiganshirazi (2006). "Investigation of suspended particles pollution in Gachsaran air." *Armaghan of Danesh* **12**(2): ۸۷-۸۹ :(

Kaiser, J. (2005). "Mounting evidence indicts fine-particle pollution." *Science* **۳۰۷**(۵۷۱۷): ۱۸۵۸□-۱۸۶۱□.

Li, X. and W. Song (2009). *Dust storm detection based on Modis Data. International conference on geo-spatial solutions for emergency management and the 50th anniversary of the Chinese Academy of surveying and mapping.*

Namdari, S., N. Karimi, A. Sorooshian, G. Mohammadi and S. Sehatkashani (2018). "Impacts of climate and synoptic fluctuations on dust storm activity over the Middle East." *Atmospheric environment* **173**: 265-276.

R Squires, V. (2016). "Dust Particles and Aerosols: Impact on Biota "A Review"(Part I)." *Journal of Rangeland Science* **6**(1): 82-91.

Rashki, A., D. Kaskaoutis, A. S. Goudie and R. Kahn (2013). "Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: the case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran." *Science of the total environment* **463**: 552-564.