

## بررسی خشکسالی با استفاده از شاخص SPEI و ارتباط آن با وقوع گردوغبار (مطالعه موردی: استان خوزستان)

فاطمه غلامی<sup>۱</sup>، طیبه مصباح‌زاده<sup>۲</sup> و غلامرضا زهتابیان<sup>۳\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- نویسنده مسئول، استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: ghzehtab@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۳/۲۶

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۱۰

### چکیده

خشکسالی و گردوغبار از جمله مخاطرات جوی هستند که به دلیل عوامل گوناگون طی سالیان متمادی، گریبان‌گیر مناطق غربی و جنوب‌غربی کشور شده‌اند. از آنجایی که خشکسالی‌های اخیر تأثیر بسزایی در پیدایش و تشدید گردوغبار داشته است. از این رو مطالعات مربوط به آن هم مهم تلقی می‌شود. در این مطالعه نوسانهای زمانی و مکانی خشکسالی هواشناسی و گردوغبار استان خوزستان در مقیاس زمانی ماهانه، فصلی و سالانه بررسی شد. برآورد خشکسالی با استفاده از شاخص بارش - تبخیر و تعرق استاندارد (SPEI) و برآورد وقوع گردوغبار بر مبنای کدهای پدیده ۰۷ و ۰۹ با میدان دید کمتر از یک کیلومتر میسر شد. به منظور حصول اطمینان انطباق خشکسالی بر فراوانی گردوغبار، اقدام به برقراری روابط همبستگی پیرسون میان دو پدیده گردید. نتایج حاصل از همبستگی نشان از وجود ارتباط مستقیم و معنی‌دار میان خشکسالی هواشناسی و تعداد روزهای غبارآلود را در استان داد. به نحوی که بیشترین همبستگی مربوط به ماه‌های فوریه، جولای، ژوئن، آگوست و می می‌باشد. بیشترین سطح معناداری نیز به فصول زمستان و تابستان و بعد بهار اختصاص یافته است. همچنین همبستگی متقاطع نیز حکایت از آن دارد که رویداد گردوغبار همزمان و یک ماه پس از آن بیشترین تأثیر را از خشکسالی می‌پذیرد.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی هواشناسی، شاخص بارش - تبخیر و تعرق، کدهای پدیده، همبستگی پیرسون.

### مقدمه

گردوغبار که لازمه رویداد آن آشفتنگی و وزش شدید باد نشأت گرفته از افزایش شار عمودی و افقی دما در منطقه خشک است (Zhou et al., 2013)، هر ساله نزدیک به ۲۰۰۰ میلیون تن غبار وارد جو شده که ۷۵ درصد از آن در اکوسیستم خاکی و ۲۵ درصد در اکوسیستم آبی ترسیب می‌شود (Shao et al., 2011). فشارهای ناشی از بهره برداری انسان از طبیعت از یکسو و پدیده‌هایی مانند

بحران خشکسالی و گردوغبار در کشور یک بحران محیط‌زیستی است. به دلیل ناهنجاری‌های اقلیمی در بسیاری از مناطق کشور و قرارگرفتن بر روی محور بیابان زایی جهان، بیش از نیمی از کشور در عرصه‌های بیابانی قرار دارد و همواره در مواجهه با فرسایش بادی می‌باشد (Tayyi Semiromi et al., 2013). در طوفان‌های

نتایج حاصل از همبستگی، رابطه معنی‌دار و معکوس را در تمامی فصول سال تأیید نمود. Achakulwisut و همکاران (۲۰۱۸)، ارتباط بین خشکسالی، بارش- تبخیر و تعرق و گردوغبار و تأثیر آن بر سلامت انسان‌ها را در جنوب ایالات متحده مورد بررسی قرار دادند. تحلیل‌های آنان نشان داد گردوغبار که در بیابان‌های بزرگ امریکای شمالی در مناطق محلی و منطقه‌ای انباشته شده است به شدت با تغییرات SPEI همبستگی دارد. براساس تاریخچه ذکر شده، گرچه مطالعات متعددی در زمینه نوسانهای خشکسالی و گردوغبار فرامحلی و تفکیک سطوح دربرگیرنده آنها انجام شده است اما تاکنون به مطالعاتی که نقش خشکسالی‌های اخیر بر وقوع گردوغبار محلی استان‌های کشور به‌ویژه استان خوزستان را به‌طور جامع بررسی کند کمتر پرداخته شده است. از این‌رو در این پژوهش سعی شده است نقش شدیدترین دوره‌های خشکسالی در چند سال اخیر، بر تولید گردوغبار داخلی و محلی استان خوزستان در مقیاس‌های متفاوت زمانی مورد بررسی قرار بگیرد.

## مواد و روش‌ها

### روش تحقیق

استان خوزستان با محدوده جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۵۹ دقیقه و ۳۳ درجه تا ۴ دقیقه عرض شمالی، در جنوب غربی ایران و همجوار با کشور عراق واقع شده است. به دلیل نابسامانی‌های آب و هوایی و رویداد خشکسالی‌ها و قرارگرفتن در مسیر سامانه‌های انتقال دهنده گردوغبار، بخش عظیمی از این استان در معرض ریزگردهای محلی و فرامحلی قرار دارد. برای تهیه تقویم زمانی دوره‌های خشک و مرطوب و نقش آن در ایجاد گردوغبار، از اطلاعات پنج ایستگاه سینوپتیک که بهترین پراکنش و عمده‌ترین تأثیر را بر تولید گردوغبار داخلی استان دارند استفاده شد. به‌منظور پایش خشکسالی با شاخص بارش-تبخیر و تعرق استاندارد شده، مقیاس زمانی سی‌ساله (۱۹۸۶ - ۲۰۱۶) را مبنا قرار داده و شاخص توسط کدنویسی در محیط برنامه

تغییرات اقلیمی و نوسانهای آب و هوایی و وقوع دوره‌های طولانی‌مدت خشکسالی از سوی دیگر، زمینه را برای فعالیت سیستم‌های گردوغبار محلی و سینوپتیکی فراهم کرده است (Anonymous, 2011). خشکسالی و در نتیجه آن وقوع گردوغبارها، اثرهای سوء و ناگوار فراوانی را در جای‌جای کره خاکی به وجود می‌آورند. تأثیر بر سلامت و روح و روان انسان‌ها (Akhlaq et al., 2012)، زیرساخت‌های اجتماعی و اخلاص حمل‌ونقل و افزایش تصادفات جاده‌ای (Hamadneh et al., 2015)، نابودی مزارع و خسارت ناشی از آفات گیاهی، (Hahnenberger and Nikoul, 2014) از مهمترین پیامدهای این مسائل بوده که آستانه تحمل را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. مطالعات مختلفی با نگرش‌ها و راهکارهای متنوع در رابطه با تحلیل خشکسالی و گردوغبار انجام شده است. Ensafi Moghaddam و همکاران (۲۰۱۷) اثرهای تغییرات اقلیمی بارش را بر وقوع گردوغبار در جنوب غرب پایش نمودند. چنین استنباط شد که در مدت زمانی که بارش‌ها کمتر از متوسط بلندمدت است و منطقه با خشکسالی مواجه است، با افزایش تعداد روزهای گردوغبار همراه بوده و بعکس. افزایش بارش‌ها و به‌تبع کاهش دوره‌های خشک، کاهش تعداد روزهای غبارآلود را سبب شده است. Ali Pur و همکاران (۲۰۱۸)، در بررسی اثرهای خشکسالی بر وقوع طوفان‌های گردوغبار استان‌های البرز و قزوین، استنباط نمودند که خشکسالی‌های اخیر هیچ‌گونه نقشی در وقوع گردوغبار محلی ایستگاه کرج نداشته است اما در ایستگاه قزوین خشکسالی اثرهای معنی‌داری روی وقوع طوفان‌های گردوغبار داشته و بین آنها همبستگی ضعیفی در سطح ۱۰ درصد وجود دارد. نتایج تحقیقات Yar Moradi و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که فراوانی گردوغبار با کاهش بارش و افزایش دما و سرعت باد در ۹، ۱۰ و ۱۷ ایستگاه مناطق خشک نیمه شرقی در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار است. نتایج مطالعات Ebrahimi Khosfi و همکاران (۲۰۱۸) نشان از عدم تأثیر سطوح خشک تالاب گاوخونی بر وقوع طوفان‌های گردوغبار داخلی داشت و

## نتایج

نوسانهای سالانه خشکسالی و گردوغبار  
نتایج آنالیز ناهنجاریهای بارش و دمای ۵ ایستگاه، با فراوانی سالانه گردوغبار در شکل (۱) نشان داده شده است. با استناد به شکل (۱)، استان خوزستان در طول بازه زمانی سی ساله، به تناوب دورههای خشکسالی و ترسالی را تجربه کرده است. مشاهده می‌شود که وضعیت خشکسالی از دهه ابتدایی (۲۰۰۶-۱۹۹۷) تا دهه اخیر به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. حداکثر شدت خشکسالی در سالهای (۲۰۰۸-۲۰۱۶) با متوسط  $-۱/۱۹$ ، به وقوع پیوسته که به عنوان مشخصه‌ای از دوران خشکسالی معرفی می‌شود، از این رو ارتباط فراوانی گردوغبار با نمایه خشکسالی سنجیده شد. فراز و فرودهای نمودار خطی که بیانگر فراوانی سالانه گردوغبار است، تأثیرپذیری خود را از نمایه خشکسالی آشکار می‌سازد. به‌طوری‌که بیشترین روزهای غبارآلود مربوط به سال ۲۰۱۲ (۱۴۷ روز در سال) و کمترین روزهای غبارآلود مربوط به سال ۲۰۱۴ (۴۶ روز در سال) بوده است. از سویی مقادیر خشکسالی رخ داده در این بازه‌های زمانی به این شرح است: در سال ۲۰۱۲ ( $-۱/۲۷$ ) و در سال ۲۰۱۴ ( $-۰/۷۸$ )، میانگین گردوغبار نیز  $۹۳/۸۸$  روز در سال بوده که گردوغبار در ۵ سال کمتر از میانگین و در ۴ سال بیشتر از آن بوده است.

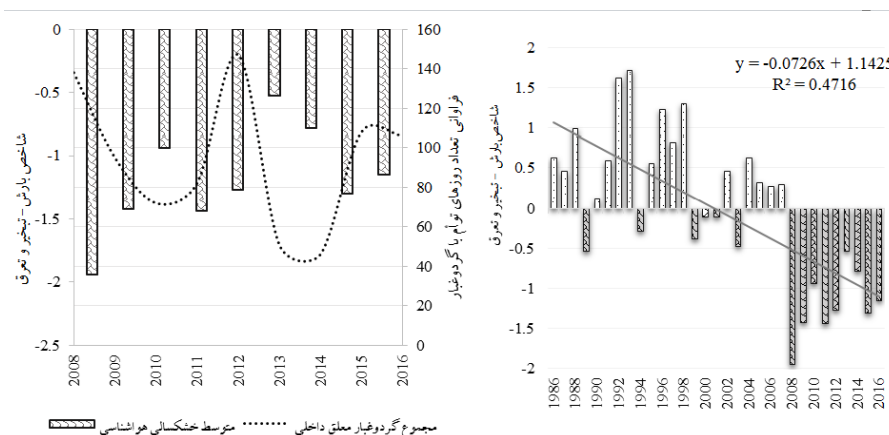
نویسی MATLAB محاسبه گردید. در نهایت ارتباط گردوغبار محلی با نمایه خشکسالی (طولانی‌ترین دوران خشکسالی سی سال گذشته) در مقیاس ماهانه و فصلی و با تأخیرات زمانی مختلف با استفاده از همبستگی پیرسون مشخص شد.

## استخراج دوره‌های خشکسالی توسط SPEI

شاخص باران - تبخیر و تعرق نخستین بار توسط Vicente-Serrano و همکاران در سال ۲۰۱۰ به‌منظور پایش دوره‌های خشکسالی و ترسالی به‌کار برده شد. مزیت این شاخص چند متغیره نسبت به شاخص SPI در نظر گرفتن اثر تبخیر و تعرق بر شدت خشکسالی است (Mustafa Zadeh and Zabihi, 2016). مبنای محاسبه شاخص مذکور رابطه بیلان آب (رابطه ۱) بوده که با اعمال تفاوت میان بارندگی (P) و قابلیت تبخیر و تعرق (PET) بر اساس رویکرد تورنت وایت ارزیابی می‌شود (Vicente-Serrano et al., 2010).

$$Di = Pi - PET \quad (۱) \text{ رابطه}$$

مقادیر منفی SPEI نمایانگر وقوع خشکسالی و کاهش بیلان آب و مقادیر مثبت SPEI نشان‌دهنده پایان خشکسالی و مثبت بودن بیلان آبی است.



شکل ۱- مقادیر سالانه خشکسالی و گردوغبار داخلی طی دوره آماری موجود

می‌یابد، از این رو در طول ۸ سال گذشته به ترتیب در ماه ژوئن و جولای حداکثر خشکسالی و در ماه دسامبر حداقل آن به وقوع پیوسته است. همچنین ملاحظه می‌گردد که بیشینه و کمینه رخداد گردوغبار به ترتیب مربوط به ماه ژوئن و جولای و ماه نوامبر می‌باشد.

نوسانهای ماهانه خشکسالی توأم با گردوغبار برای مطالعه بهتر اثرهای سطوح خشک بر تشدید گردوغبارهای استان، نوسانهای گردوغبار معلق محلی در نتیجه خشکسالی، به تفکیک هر ماه مورد توجه و بررسی قرار گرفت (جدول ۱). یادآوری می‌شود هرچه مقادیر شاخص SPEI کاهش یابد (منفی تر شود) خشکسالی شدت

جدول ۱- مقادیر ماهانه خشکسالی هواشناسی به روش شاخص SPEI

| ایستگاه        | Jan  | Feb   | Mar   | Apr     | May      | Jun   | Jul   | Aug   | Sep    | Oct   | Nov   | Dec   |
|----------------|------|-------|-------|---------|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Station        | دی   | بهمن  | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر   | مرداد | شهریور | مهر   | آبان  | آذر   |
| متوسط خشکسالی  | ۰/۹۴ | -۱/۰۵ | -۱/۰۹ | -۱/۰۰   | -۱/۳۰    | -۱/۵۱ | -۱/۵۳ | -۱/۲۹ | -۰/۹۸  | -۱/۱۶ | -۱/۰۹ | -۰/۷۱ |
| مجموع گردوغبار | ۲۱   | ۵۲    | ۵۷    | ۵۶      | ۱۱۳      | ۲۰۷   | ۱۷۸   | ۵۹    | ۳۷     | ۳۴    | ۱۲    | ۱۹    |

فراوانی روزهای توأم با گردوغبار نیز در شدت‌های گردوغبار محلی (کد ۰۰۷، ۰۰۹)، گردوغبار متوسط (کد ۳۲، ۳۰ و ۹۸) و گردوغبار شدید (کد ۳۳ تا ۳۵) با میدان دید کمتر از ۱۰۰۰ متر، در جدول ۳ ارائه شده است. بیشترین تعداد روزهای همراه با گردوغبار در طول دوران خشکسالی ابتدا در ایستگاه آبادان و بعد در اهواز و کمترین روزهای غبارآلود در ایستگاه بهبهان مشاهده شد.

برآورد شدت‌های متفاوت خشکسالی و گردوغبار نتایج بررسی‌های خشکسالی در دوره مشخص خشکسالی (۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶) در جدول ۲ نشان داده شده است. در بررسی SPEI‌های کوچکتر از صفر چنین برآورد شد که بیشترین طول دوران خشک و حداکثر شدت و بیشترین تداوم خشکسالی به ترتیب به ایستگاه آبادان و کمترین آنها به ایستگاه بهبهان اختصاص یافته است. نتایج

جدول ۲- حداکثر تداوم، حداکثر شدت و شدت‌های مختلف خشکسالی در ایستگاه‌های مورد مطالعه

| ایستگاه     | No | MD | MiD | SD | حداکثر تداوم | فراوانی بیشترین تداوم | شدیدترین خشکسالی | سال وقوع |
|-------------|----|----|-----|----|--------------|-----------------------|------------------|----------|
| مسجد سلیمان | ۳۴ | ۶  | ۲۸  | ۲۱ | ۶۰           | ۲                     | -۳/۹۸            | ۲۰۰۹     |
| دزفول       | ۱۹ | ۲۳ | ۳۸  | ۱۷ | ۲۳           | ۶                     | -۳/۶۹            | ۲۰۰۹     |
| بهبهان      | ۴۲ | ۱۲ | ۲۰  | ۴  | ۱۹           | ۳                     | -۲/۹۲            | ۲۰۱۵     |
| اهواز       | ۲۷ | ۳۴ | ۱۲  | ۱۸ | ۳۲           | ۳                     | -۴/۲۹            | ۲۰۱۱     |
| آبادان      | ۲۰ | ۱۴ | ۲۵  | ۴۲ | ۶۹           | ۲                     | -۳/۴۵            | ۲۰۱۰     |

جدول ۳- شدت‌های مختلف فراوانی گردوغبار در ایستگاه‌های مورد مطالعه

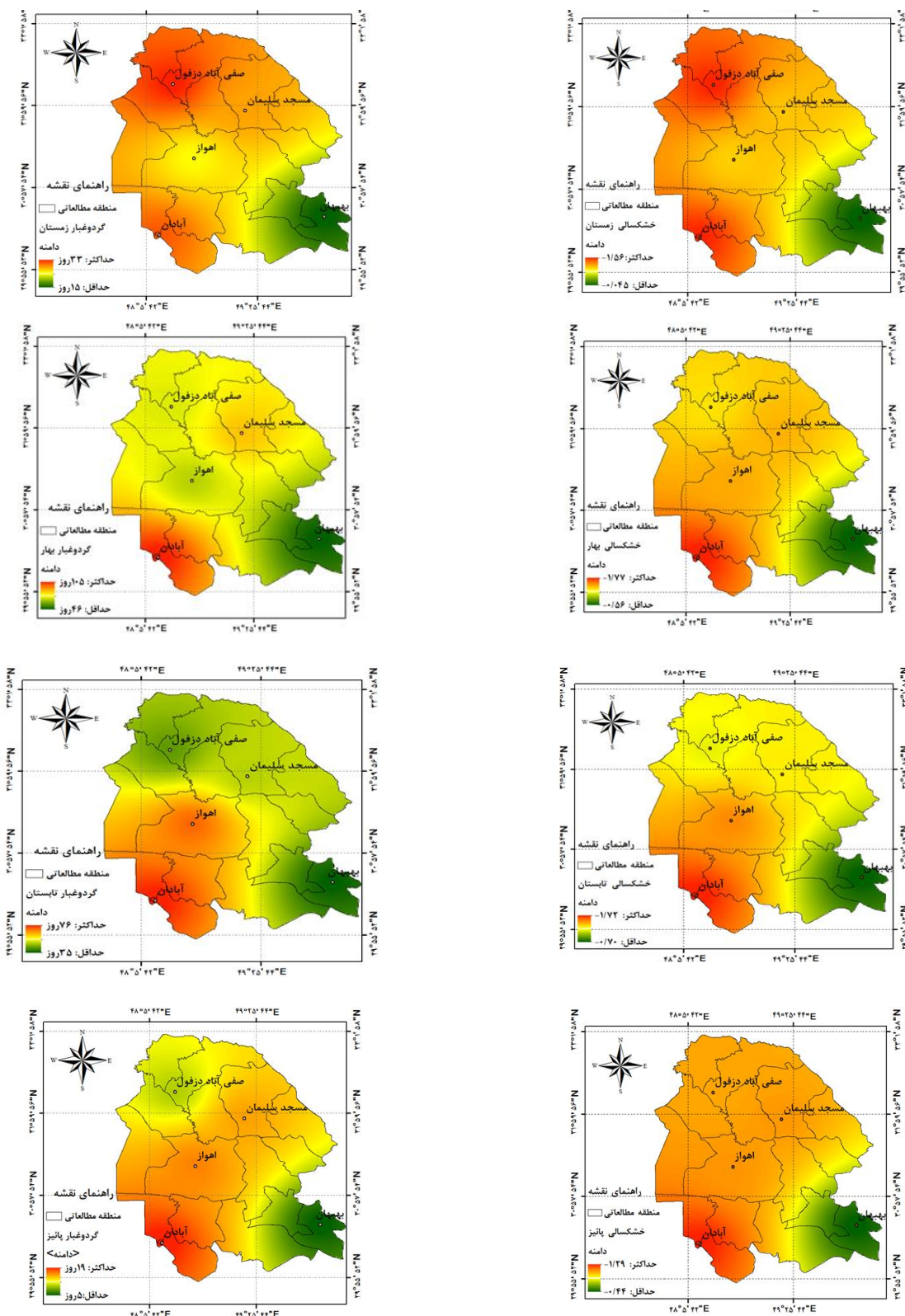
| ایستگاه     | شدت   | ۲۰۱۶ | ۲۰۱۵ | ۲۰۱۴ | ۲۰۱۳ | ۲۰۱۲ | ۲۰۱۱ | ۲۰۱۰ | ۲۰۰۹ | ۲۰۰۸ | مجموع |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| مسجد سلیمان | محلی  | ۲۰   | ۱۷   | ۷    | ۱۱   | ۳۱   | ۲۱   | ۲۱   | ۲۳   | ۲۶   | ۱۷۷   |
|             | شدید  | ۴    | ۰    | ۲    | ۰    | ۳    | ۰    | ۰    | ۰    | ۱    | ۱۰    |
|             | متوسط | ۲    | ۱    | ۲    | ۰    | ۱    | ۰    | ۰    | ۰    | ۰    | ۶     |
| دزفول       | محلی  | ۲۴   | ۲۳   | ۱۰   | ۷    | ۲۲   | ۸    | ۱۰   | ۷    | ۸    | ۱۵۷   |
|             | متوسط | ۲    | ۱    | ۰    | ۳    | ۴    | ۰    | ۰    | ۰    | ۳    | ۱۳    |
|             | شدید  | ۰    | ۲    | ۰    | ۰    | ۲    | ۰    | ۱    | ۰    | ۰    | ۵     |
| بهبهان      | محلی  | ۱۳   | ۱۶   | ۱۰   | ۷    | ۲۲   | ۷    | ۱۰   | ۹    | ۱۲   | ۱۰۱   |
|             | متوسط | ۳    | ۰    | ۷    | ۰    | ۱۰   | ۰    | ۳    | ۰    | ۰    | ۲۳    |
|             | شدید  | ۰    | ۲    | ۰    | ۰    | ۲    | ۰    | ۰    | ۰    | ۰    | ۴     |
| اهواز       | محلی  | ۲۲   | ۲۷   | ۶    | ۱۰   | ۲۴   | ۱۷   | ۹    | ۲۲   | ۴۱   | ۱۷۸   |
|             | شدید  | ۵    | ۱    | ۲    | ۰    | ۴    | ۲    | ۰    | ۰    | ۰    | ۱۴    |
|             | متوسط | ۰    | ۴    | ۰    | ۱    | ۴    | ۰    | ۰    | ۰    | ۲    | ۱۱    |
| آبادان      | محلی  | ۲۷   | ۲۵   | ۱۳   | ۱۷   | ۴۲   | ۲۴   | ۱۹   | ۳۰   | ۳۵   | ۲۳۲   |
|             | شدید  | ۲    | ۱    | ۰    | ۳    | ۳    | ۰    | ۰    | ۱    | ۰    | ۹     |
|             | متوسط | ۵    | ۲    | ۰    | ۰    | ۵    | ۰    | ۰    | ۳    | ۵    | ۲۰    |

گردید و توسط همبستگی متقاطع میزان تأثیرات آنها برآورد شد. در مرحله اول، همبستگی بر اساس مقادیر ماهیانه انجام و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

با توجه به جدول ۵ که بیانگر همبستگی متقاطع میان خشکسالی و گردوغبار است، استنباط می‌شود که بیشترین تأثیر خشکسالی بر وقوع گردوغبارهای داخلی در همان ماه و یک ماه پس از آن می‌باشد. به عبارتی وقوع طوفان‌های گردوغبار داخلی همزمان با رخداد و یک ماه بعد از آن بیشترین تأثیر را از خشکسالی دارد.

پس از انجام عملیات پردازش، به منظور نمایش بهتر نوسانهای زمانی و مکانی و ارتباط بین دو پدیده اقلیمی، پهنه‌بندی‌ها به تفکیک فصول مختلف سال با استفاده از بهترین تکنیک زمین‌آمار میسر شد (شکل ۲ و ۳). پهنه‌بندی‌ها با روش میانگین وزنی متحرک یا IDW که دارای کمترین خطای برازش شده بود انجام گردید.

برای بررسی و تعیین اثرهای دوره‌های خشکسالی به عنوان اصلی‌ترین عامل اقلیمی در تشدید گردوغبارهای داخلی، اقدام به برقراری همبستگی پیرسون میان دو متغیر



شکل ۲- نوسانهای خشکسالی هواشناسی به تفکیک هر فصل و نوسانهای گردوغبار معلق داخلی در فصول مختلف

جدول ۴- همبستگی پیرسون در مقیاس ماهانه

| ماه           | Jan  | Feb** | Mar   | Apr     | May*     | Jun*  | Jul* | Aug*  | Sep    | Oct  | Nov  | Dec  |
|---------------|------|-------|-------|---------|----------|-------|------|-------|--------|------|------|------|
| Mounth        | دی   | بهمن  | اسفند | فروردین | اردیبهشت | خرداد | تیر  | مرداد | شهریور | مهر  | آبان | آذر  |
| ضرایب همبستگی | ۰/۷۱ | ۰/۹۹  | ۰/۱۸  | ۰/۶۹    | ۰/۸۸     | ۰/۹۱  | ۰/۹۸ | ۰/۹۰  | ۰/۶۵   | ۰/۶۶ | ۰/۳۶ | ۰/۶۷ |
| سطح معنی داری | ۰/۱۷ | ۰/۰۱  | ۰/۷۷  | ۰/۱۹    | ۰/۰۴     | ۰/۰۳  | ۰/۰۲ | ۰/۰۳  | ۰/۲    | ۰/۲۱ | ۰/۵۴ | ۰/۲۰ |

\*\*\*: معنی داری در سطح اطمینان ۹۹٪، \*\*: معنی داری در سطح اطمینان ۹۵٪

جدول ۵- همبستگی پیرسون با تأخیرات مختلف زمانی

| پارامتر        | بدون تأخیر    | ۱ ماه تأخیر   | ۲ ماه تأخیر    | ۳ ماه تأخیر    | ۴ ماه تأخیر    | ۵ ماه تأخیر    |
|----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Parameter      | Without delay | ۱ month delay | ۲ months delay | ۳ months delay | ۴ months delay | ۵ months delay |
| مقادیر همبستگی | ۰/۵۲          | ۰/۴۵          | ۰/۲۶           | ۰/۲۳           | ۰/۰۹           | ۰/۳۶           |
| سطح معنی داری  | ۰/۰۰۱         | ۰/۰۵          | ۰/۰۴           | ۰/۰۸           | ۰/۵            | ۰/۰۷           |

\*\*\*: معنی داری در سطح اطمینان ۹۹٪، \*\*: معنی داری در سطح اطمینان ۹۵٪، \*: معنی داری در سطح اطمینان ۱۰٪

بارندگی منظم برخوردار است، از این رو چنین ارتباطی دور از ذهن نخواهد بود. کمبود نزولات جوی و بالا بودن درجه حرارت با تأثیر بر میزان تبخیر و تعرق، سبب خشک شدن خاک و پیدایش شرایط وقوع خشکسالی خواهد شد که این مسئله باعث افزایش طوفان‌های گردوغبار محلی در مناطق مستعد شده است.

در نهایت به منظور نمایش مشخص‌تر ارتباط خشکسالی هواشناسی با وقوع گردوغبار داخلی، همبستگی با تفکیک فصول سال برقرار گردید (جدول ۶). همانگونه که مشاهده می‌شود همبستگی معناداری در سطوح اطمینان متفاوت در تمامی فصل‌ها (به استثنای پاییز) وجود دارد. بنابراین می‌توان دلیل این ارتباط را به دو عامل بارندگی و درجه حرارت ربط داد. منطقه مطالعاتی از مقدار متوسط دمای بالا و کمبود

جدول ۶- همبستگی پیرسون به تفکیک فصول مختلف سال

|               | ** زمستان | * بهار | ** تابستان | * پاییز |
|---------------|-----------|--------|------------|---------|
|               | Winter    | Spring | Summer     | Atund   |
| ضرایب همبستگی | ۰/۹۷      | ۰/۹۲   | ۰/۹۴       | ۰/۹۱    |
| سطح معنی داری | ۰         | ۰/۰۲۴  | ۰/۰۱       | ۰/۲۸    |

\*\*\*: معنی داری در سطح ۹۹٪، \*\*: معنی داری در سطح ۹۵٪، \*: عدم معنی داری

## بحث

مناطق از لحاظ خشکسالی و گردوغبار مطرحند و اگر مدیریت لازم در زمینه کنترل و سازگاری با تغییرات اقلیمی و ریزگردها اتخاذ نشود، در آینده‌ای نه چندان دور باعث می‌شود توان و قابلیت منطقه بیش از پیش کاسته شود و پیامدهای ناگواری را که زمینه‌ساز پیشرفت بیابان‌زایی و تهدیدی برای سلامت انسان‌هاست، به دنبال خواهد داشت. با توجه به اینکه استان خوزستان خاستگاه ریزگردهای محلی و فرامحلی در ایران است و در مواجهه با وقوع بیابان‌زایی می‌باشد، بنابراین ضروریست سازمان‌های مدیریتی کشور با برنامه‌ریزی و مدیریت‌های قبل از بحران و هنگام آن، از معضلات و خسارتهای زیان‌بار پدیده‌های خشکسالی و گردوغبار رخ داده شده در استان بکاهند. با توجه به اینکه در این پژوهش تنها خشکسالی دهه اخیر بر فراوانی گردوغبار در بازه آماری کوتاه‌مدت مورد تحلیل قرار گرفته است، از این رو پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های فراتر و جامع‌تر که دربرگیرنده چندین شاخص پایش خشکسالی و گردوغبار در مجموعه‌های زمانی بلندمدت باشند و پژوهش‌هایی که نقش سایر عوامل طبیعی و انسانی را بر وقوع پدیده‌های ذکرشده لحاظ می‌کنند انجام بشود که به درک و شناخت درست‌تر این پدیده‌ها و انجام برنامه‌ریزی‌های دقیق مسئولان محلی کمک بیشتری نماید.

## منابع مورد استفاده

- Anonymous., 2011. National Plan for Prevention and Control of Oak Forests Decline in the Forest Ecosystems. Forest Resources Office Department of Arid and Semi-arid, Forests, Range and Watershed Management Organization, 68 p.
- Akhlaq, M., Sheltami, T.R. and Mouftah, H.T., 2012. A review of techniques and technologies for sand and dust storm detection. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 11 (3):305-322.
- Ali Pur, N., Mesbah Zadeh, T., Ahmadi, H., Malekian, A. and Jafari, M., 2018. Synoptic analysis of dust dangers and its relationship with drought in Qazvin and Alborz Provinces. *Journal of Geography (Urban Planning)*, 8(2):25-37.
- Ensafi Moghaddam, T., khosh akhlagh, F., Akhavan, A., safar Rad, R. and Amir Solani, F., 2017. Monitoring and assessing the effects of dust on rainfall

خشکسالی و طوفان‌های گردوغبار به دلیل تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی پیوسته در حال وقوع است و اثرهای منفی و مثبت متعددی را بر بخش‌های یک اکوسیستم وارد می‌کند. این پژوهش مثال بارزی است که نشان می‌دهد میان خشکسالی و وقوع طوفان‌های گردوغبار محلی در سینوپتیک‌های اتخاذی استان خوزستان ارتباط بسیار روشنی وجود دارد. نتایج مطالعات مختلف حکایت از آن دارد که وقوع طوفان‌های گردوغبار و خشکسالی‌ها در دهه اخیر و طی سالیان متمادی افزایش یافته و در ارتباط با یکدیگر بوده و همبستگی مستقیم و قابل قبول را میان دو پدیده تأیید می‌نماید. از این میان می‌توان مطالعات Yar Moradi و همکاران (۲۰۱۸) در نیمه شرقی ایران و Ali Pur و همکاران (۲۰۱۸) را در استان‌های قزوین و البرز که با این پژوهش همراستا است نام برد. اما در بسیاری از مناطق افزایش خشکسالی و کاستی گردوغبار تطابق کافی ندارند، در این صورت نقش دیگر عوامل مانند سرعت بادهای فرساینده منطقه و رطوبت نسبی جو، تغییرات کاربری اراضی در رویداد گردوغبار را مشخص می‌کند که مطالعات Ebrahimi Khosfi و همکاران (۲۰۱۸) در استان اصفهان حکایت از این امر دارد و با این نتایج مغایرت دارد. به بیانی دیگر این مطالعه نشان می‌دهد که تشدید خشکسالی از طریق کاهش بارش و افزایش درجه حرارت و تبخیر و تعرق طی سال‌های متمادی بر فراوانی ریزگردها در سینوپتیک‌ها اثر مثبت گذاشته است که با نتایج پیشگامانی مانند Hahnenberger و Nikoul (۲۰۱۴) و Herweijer و همکاران (۲۰۱۳) که بیانگر وجود همبستگی‌های مستقیم و معنی‌دار میان افزایش دما و ریزگردهاست و Ensafi Moghaddam و همکاران (۲۰۱۷) که نقش کاهش بارش‌های جوی و به تبع آن افزایش وقوع طوفان‌های گردوغبار را در ناحیه جنوب غربی ایران به خوبی مشخص نموده است، همخوانی دارد. نتایج این تحقیق نشان داد در بین سینوپتیک‌های مورد مطالعه، ایستگاه‌های آبادان و اهواز به‌عنوان بحرانی‌ترین



- Achakulwisut, L., Mickley, J. and Anenberg, S.C., 2018. Drought-sensitivity of fine dust in the US Southwest: Implications for air quality and public health under future climate change. *Environmental Research Letters*.
- Shao, Y., Wyrwoll, K.H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z. and McTainsh, G.H., 2011. Dust cycle: an emerging core theme in Earth system science. *Journal of Aeolian Research*, 2 (4):181- 204.
- Tayyi Semiromi, S., Moradi, H.R., Khodaghali, M. and Ahmadi Akhormah, M., 2013. Identifying and investigating factors affecting dust dismantling in West of Iran. *Journal of Human and Environment Quarterly*, 27: 1-10.
- Vicente-Serrano, S. M., Begueria, S. and Lopez moreno, J.I., 2010, A multi-scalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index-SPEI, *Journal of Climate*, 23(7): 1696-1718.
- Yar Moradi, Z., Nasiri, B., Karmaup, M. and Mohammadi, G.H., 2018. An analysis of the frequency of dusty days in the Middle East of Iran in relation to climate fluctuations. *Journal of Ecosystem of the Desert*, 7 (18):1-14.
- Zhou, Y., Li, N., Wu, W., Wu, J., Gu, X. and Ji, Z., 2013. Exploring the characteristics of major natural disasters in China and their impacts during the past decades. *Journal of Natural Hazards*, 69 (1): 829-843.
- changes in southwestern Iran using remote sensing and GIS. *Iranian Remote Sensing and GIS Journal*, 9(2): 79-98.
- Ebrahimi Khosfi, Z., Vali, A. and Khosrow Shahi, M. and Ghazavi, R., 2018. Investigation of the role of bed dried Gavkhooni wetland on the production of the internal dust using remote sensing and duststorms (Case study :Isfahan province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24 (1):152-164.
- Herweijer, C., Seager, R., Cook, K. and Geay, E., 2013. North American droughts of the last Millennium from a Gridded Network of tree ring dates, lamont-doherty Earth Observatory. *Drying Technology: An International Journal*, 31 (15): 134-142.
- Hahnenberger, M. and Nikoul, K., 2014. Geomorphic and land cover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A. *Journal of Geomorphology*, 204 (2): 657-672.
- Hamadneh, H.S., Ababneh, Z., Hamasha, K.M. and Ababneh, A.M., 2015. The radioactivity of seasonal dust storms in the Middle East: the May 2012 case study in Jordan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 140: 65-69.
- Mustafa Zadeh, R. and Zabihi, M., 2016. Analysis and comparison of SPI and SPEI indices in meteorological drought assessments using R software (case study: Kurdistan province). *Magazine of Earth and Space Physics*, 42 (3) 633-643.

## **Drought investigation using SPEI Index and its relationship with dust (Case Study of Khuzestan Province)**

**F. Gholami<sup>1</sup>, T. Mesbahzadeh<sup>2</sup> and G.H. Zehtabian<sup>3\*</sup>**

1- M.Sc. Student, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Associate Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran

3\*-Corresponding author, Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: ghzehtab@ut.ac.ir

Received: 09/01/2018

Accepted: 06/16/2019

### **Abstract**

Drought and dust are some of the atmospheric hazards that have affected the western and southwestern regions of the country for many years due to various factors. The recent droughts have had a significant impact on the emergence and intensification of dust. Therefore, studies related to it are considered important. In the current study, temporal and spatial fluctuations of meteorological drought and dust in Khuzestan province were examined on a monthly, seasonal and annual time scale. Drought estimation was possible using standard precipitation-evapotranspiration index (SPEI) and estimation of dust occurrence based on phenomenon codes 07 and 09 with a field of view of less than one kilometer. To ensure the adaptation of drought to the abundance of dust, a Pearson correlation was established between the two phenomena. The results of correlation showed a direct and significant relationship between meteorological drought and the number of dusty days in the province. The most correlation is in February, July, June, August, and May. The highest level of significance is attributed to the winter and summer and then spring. Cross-correlation also showed that the events of the dust simultaneously and one month later are more affected by the drought.

**Keywords:** Meteorology drought, precipitation-evapotranspiration index, phenomenon codes, Pearson correlation.