



## بررسی الگوی زمانی-مکانی همبستگی خشک‌سالی و شاخص طوفان گردوغبار در استان بوشهر

غلامرضا راهی\*<sup>۱</sup>، محمد خسروشاهی<sup>۲</sup>، فاطمه بحرینی<sup>۳</sup>، سیاوش کلبی<sup>۴</sup>  
استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، بوشهر، سازمان تات  
<sup>۲</sup>دانشیار پژوهشی موسسه جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور ایران-تهران، سازمان تات  
<sup>۳</sup>فارغ‌التحصیل دکترای بیابان‌زدایی و مدیریت بیابان از دانشگاه کاشان  
<sup>۴</sup>دکترای جنگل‌داری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان بوشهر

### چکیده

استان بوشهر از جایگاه ویژه‌ای در بحث‌های مرتبط با خشک‌سالی و ریز گرد برخوردار است، لذا تحقیق حاضر در پی وقوع خشک‌سالی و پدیده گردوغبار در سال‌های اخیر، به بررسی الگوی زمانی و مکانی همبستگی خشک‌سالی و گردوغبار در استان بوشهر می‌پردازد. در این مطالعه خشک‌سالی با استفاده از SPEI در بازه زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸، با کمک پکیج SPEI در نرم‌افزار R و شدت پدیده گردوغبار از روش شاخص طوفان گردوغبار DSI محاسبه گردید. همگن بودن پارامترهای اقلیمی و شاخص‌های طوفان ریز گرد و روند این دو متغیر با استفاده از رگرسیون خطی حداقل مربعات در محیط نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید و در نهایت اطلاعات حاصل در محیط نرم‌افزار ARCGIS10.3 پهنه‌بندی شد. نتایج روند افزایشی وقوع خشک‌سالی را نشان می‌دهد اما خشک‌سالی ملایم نسبت به خشک‌سالی متوسط و شدید از فراوانی وقوع بیشتری برخوردار است. همچنین شاخص DSI طی دوره مورد آنالیز هم‌زمان با افزایش شدت خشک‌سالی کاهش یافته است و همبستگی آن با خشک‌سالی طی دوره ۳۰ ساله معنی‌دار نبوده است. تلفیق نقشه توزیع پراکندگی خشک‌سالی و شاخص DSI الگوی یکسانی را نشان نمی‌دهد. که اشاره دارد عوامل انسانی و اقدامات حفاظتی نقش مهمی در ایجاد الگوی ناهمگون پراکندگی خشک‌سالی و شاخص DSI در استان بوشهر دارد. با توجه به نتایج می‌توان به این موضوع اذعان داشت که علاوه بر فعالیت‌های انسانی، نقش باد در میزان گردوغبار و یا وجود یک منبع دیگر گردوغبار را باید در نظر گرفت.

کلمات کلیدی: ریز گرد، خشک‌سالی، پهنه‌بندی، همبستگی، استان بوشهر



# چهارمین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری با محوریت گرد و غبار

تهران- پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۹



## مقدمه

در قرن حاضر، در مقیاس جهانی، فراوانی، شدت و مدت خشک‌سالی در دهه‌های اخیر به‌طور قابل توجهی افزایش نشان داده است (Dai, 2011). به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک (Solomon, 2007). برخی تحقیقات اخیر نشان داده‌اند که برآورد افزایش جهانی خشک‌سالی به علت نقص ذاتی در شاخص‌های خشک‌سالی می‌باشد بطوریکه در مقیاس جهانی تغییرات اندکی در خشک‌سالی در ۶۰ سال گذشته رخ داده است (Sheffield and Wood, 2008). با این حال، تجزیه و تحلیل روند خشک‌سالی جهانی با استفاده از شاخص SPEI توسط ویسنته-سروانو (Vicente-Serrano et al, 2010) نشان می‌دهد که مناطق تأثیر خشک‌سالی شدید به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. در دهه‌های اخیر، اروپا چندین خشک‌سالی در سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۸-۱۹۹۲ و ۱۹۹۷ (Bradford 2000)، ۲۰۰۳ (Rebetez et al. 2006; Schär & Jendritzky 2004) و ۲۰۱۰ (Barriopedro et al. 2011) را تجربه کرده است، به‌ویژه در نواحی مدیترانه وقوع خشک‌سالی‌های طولانی‌تر انتظار می‌رود (Beniston et al. 2007). از طرفی مراکز تولید گردوغبار معمولاً در مناطق خشک جهان قرار دارند. این مناطق دارای بارندگی سالانه کمتر از ۲۲۲ تا ۲۵۲ میلی‌متر بوده که به لحاظ توپوگرافی در مناطق پست جهان واقع می‌باشند (Squires, 2002). با توجه به اینکه خشک‌سالی‌های شدید یکی از اثرات تغییر اقلیم در عرض‌های ۱۰ تا ۳۰ درجه می‌باشد و خشک‌سالی به همراه عوامل انسانی باعث گسترش بیابان‌ها و در نتیجه، گسترش طوفان‌های گردوغباری می‌شود. به همین دلیل، تحقیقات و پژوهش‌هایی در این زمینه انجام شده است (Farraji and Fadhil, 2001). همبستگی بین طوفان‌های گردوغبار و خشک‌سالی برای آفریقا (Prospero et al. 2002) و استرالیا (Yu et al. 1992) و ایالات متحده آمریکا به اثبات رسیده است. خشک‌سالی‌های وسیع و مستمر چندین ساله منطقه غرب آسیا در سال‌های اخیر در کنار جنگ‌های اتفاق افتاده در سوریه و عراق باعث شده که نواحی شرقی منطقه غرب آسیا دچار طوفان‌های گردوغباری شدید، فراگیر و مستمری در چندساله گذشته باشند. بر این اساس عامل افزایش فراوانی وقوع و شدت و فراگیری و استمرار زمانی طوفان‌های گردوغباری ایران و کل منطقه غرب آسیا دو عامل طبیعی اقلیمی (خشک‌سالی و باد) و انسانی (جنگ و عدم حمایت و مدیریت محیط‌زیست) هستند. در سال‌های اخیر به سبب افزایش فراوانی وقوع و کثرت خسارات ناشی از طوفان‌های گردوغباری مطالعات زیادی در دنیا و ایران انجام گرفته است (قوبدل رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷). هدف از این مطالعه، بررسی تغییرات زمانی- مکانی خشک‌سالی و شاخص DSI طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸ و پهنه‌بندی هر دو شاخص جهت شناسایی مناطق مستعد به تولید ریز گرد در استان بوشهر می‌باشد.

## مواد روش‌ها

### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان بوشهر، به وسعت ۲۸۰۰۰ کیلومتر مربع در محدوده جغرافیایی ۱۷° ۲۷' تا ۱۷° ۱۷' عرض شمالی و ۸' ۵۰° تا ۵۳° ۵۸' طول شرقی واقع در جنوب ایران واقع شده است. بر اساس آمار هواشناسی، منطقه دارای تابستان‌های بسیار گرم و طولانی و

زمستان‌های ملایم است. در طول دوره آماری ۳۰ ساله متوسط بارندگی حوضه ۲۵۲/۸۶ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۲۵/۲۳ درجه سانتی‌گراد که بیشتر بارندگی از نوامبر سال قبل تا آوریل (آبان تا فروردین) رخ می‌دهد. منطقه به‌طور کلی تابع توده ابر مدیترانه‌ای است که از غرب کشور وارد می‌شود. حداکثر ارتفاع ۱۰۱۵ متر در ارتفاعات و حداقل ارتفاع حوزه ۲/۶۳ متر می‌باشد. از لحاظ آب و هوایی شرایط اقلیمی منطقه برحسب پستی و بلندی‌ها متغیر است و به‌طور کلی دارای اقلیمی خشک بیابانی سرد تا نیمه‌خشک سرد می‌باشد.

## آنالیز داده‌ها

این تحقیق شامل سه بخش، مشخص کردن شرایط خشک‌سالی در دوره ۳۰ ساله با استفاده از شاخص SPEI، برآورد شاخص طوفان گردوخاک (DSI) و درنهایت کمی کردن همبستگی شاخص طوفان گردوخاک و خشک‌سالی در طول دوره آماری می‌باشد. در این مطالعه خشک‌سالی با استفاده از SPEI دوازده ایستگاه موجود در استان بوشهر در بازه زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸، با استفاده از پکیج SPEI در نرم‌افزار R و پهنه‌بندی خشک‌سالی آن در نرم‌افزار ARCGIS10.3 انجام شد. جهت بررسی وضعیت خشک‌سالی (SPEI) و پهنه‌بندی آن از آمار ۱۲ ایستگاه (جم، دیر، دیلم، خارک، بوشهر، برازجان، عسلویه، دهرود، فاریاب، شنبه، خورموج، جره بالا) استفاده گردید. در این پهنه‌بندی با استفاده از مقادیر به‌دست‌آمده SPEI سال‌هایی که مواجه با خشک‌سالی بودند مشخص شده و نیز شدت‌های آن‌ها به‌صورت متوسط، شدید و خیلی شدید معلوم گردید. جدول ۱ رتبه‌بندی خشک‌سالی با روش SPEI نشان داده‌شده است.

جدول ۱- طبقه‌بندی شاخص بارندگی استاندارد شده (SPEI)

وضعیت	کلاس
ترسالی بسیار شدید	بزرگ‌تر یا مساوی از ۲
ترسالی شدید	۱/۵۰ تا ۱/۹۹
ترسالی متوسط	۱ تا ۱/۵۰
ترسالی خفیف (نرمال)	۰ تا ۰/۹۹
خشک‌سالی خفیف (نرمال)	۰/۹۹ تا ۰
خشک‌سالی متوسط	۱ - تا ۱/۴۹
خشک‌سالی شدید	۱/۵۰ - تا ۱/۹۹
خشک‌سالی بسیار شدید	کوچک‌تر یا مساوی
	-۲

برای مطالعه‌ی فرکانس و شدت پدیده گردوغبار از روش شاخص طوفان گردوغبار<sup>۱</sup> DSI<sup>۱</sup> استفاده شد. میزان شاخص DSI در ایستگاه‌های موردبررسی استان بوشهر، در دوره‌ی زمانی ۳۰ ساله با استفاده از رابطه زیر محاسبه‌شده و درنهایت از

<sup>۱</sup>- Dust Storm Index

مجموع شاخص‌ها، کل مقدار شاخص DSI برای استان بوشهر محاسبه گردید. سپس روند تغییرات سالانه با بهره‌گیری از نرم‌افزار R مورد آنالیزهای آماری و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت نیز اطلاعات حاصل پهنه‌بندی شد.

SDS = روزهای طوفانی با گردوغبار شدید، مجموع مشاهدات کدهای گرد و غبار حداکثر روزانه کد ۳۳-۳۵

MDS = روزهای طوفانی با گردوغبار متوسط، مجموع مشاهدات کدهای گرد و غبار حداکثر روزانه ۳۰، ۳۲ و ۹۸

LDE = روزهای با گردوغبار محلی، مجموع مشاهدات کدهای گرد و غبار حداکثر روزانه ۰۷ و ۰۹

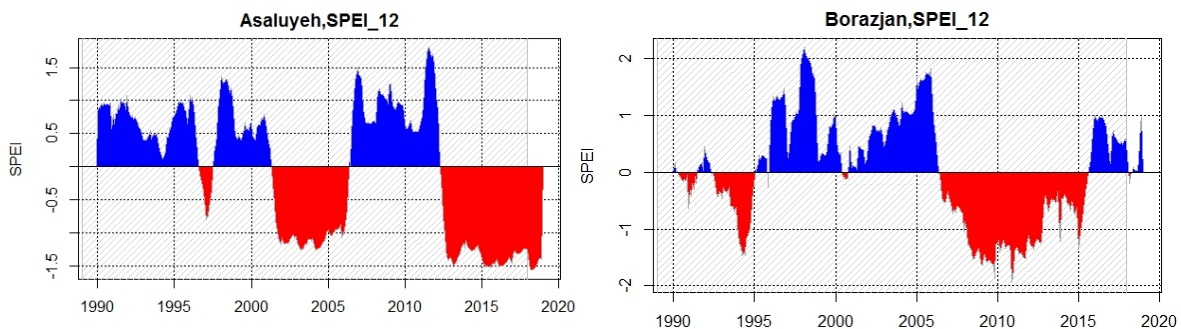
$$DSi = \sum_{i=1}^n [(5 \times SDS) + MDS + (0.05 \times LDE)]_i$$

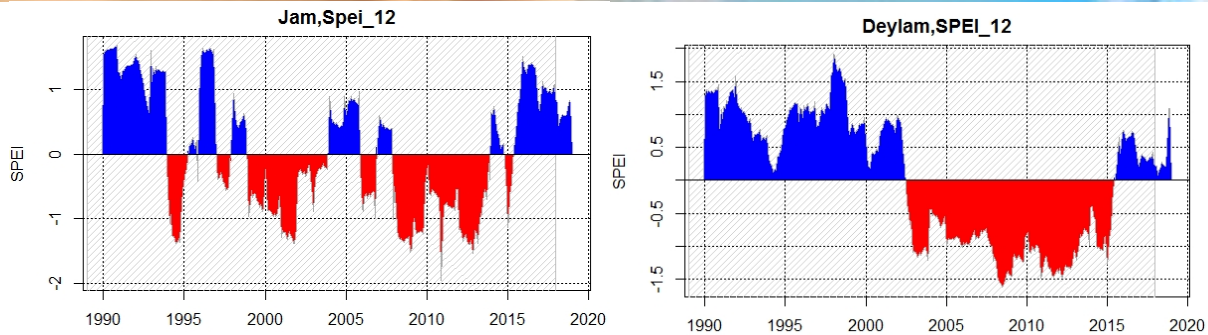
DSI = شاخص طوفان گردوغبار در n ایستگاه که در آن‌ها رویداد گردوغبار در یک بازه زمانی مشخص ضبط و مشاهده شده است.

برای ارزیابی اثرات خشک‌سالی بر ریز گرد، تحلیل روند انجام می‌شود. روند این دو متغییر در طول دوره (۱۹۸۹-۲۰۱۸) از رگرسیون خطی حداقل مربعات در برابر سری زمانی اقلیم سال مربوطه استفاده شد. قبل از تحلیل روند، همگن بودن پارامترهای اقلیمی و شاخص‌های طوفان ریز گرد در محیط نرم‌افزار SPSS محاسبه گردید.

## نتایج و بحث

آنالیز زمانی وضعیت خشک‌سالی در دوره ۳۰ ساله در مقیاس ۱۲ ماهه نشان داد که در استان بوشهر شاهد خشک‌سالی‌های پی‌درپی با درجات متفاوت شدت، در سال‌های متوالی هستیم. در شکل ۱ نوسان‌های خشک‌سالی با استفاده از محاسبه SPEI در بازه‌های زمانی دوازده‌ماهه در چند ایستگاه مورد مطالعه در استان، به‌عنوان نمونه، ارائه شده است (۱).



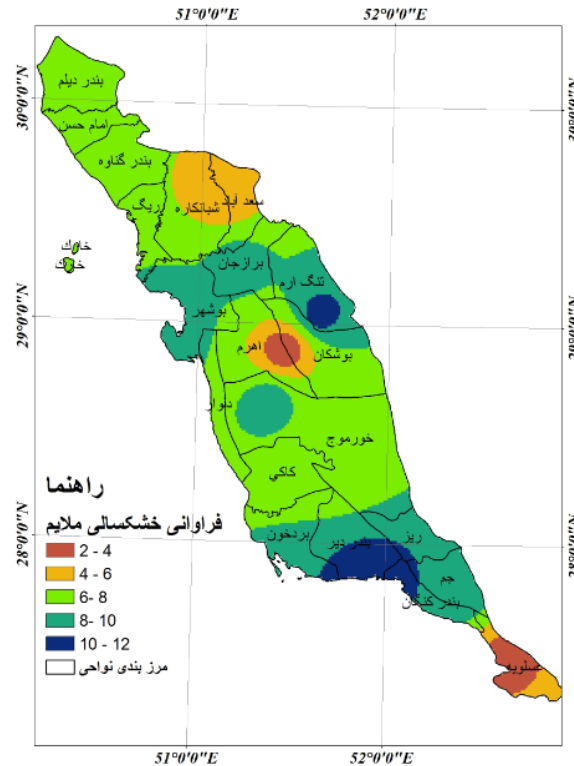


شکل ۱- ارزیابی شاخص خشک‌سالی SPEI در مقیاس زمانی ۱۲ ماهه در ایستگاه مختلف در استان بوشهر

نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که در دوره ۳۰ ساله در استان بوشهر، با ۷۸/۴۶ درصد فراوانی خشکی ملایم، حدود ۱۸/۳۶ درصد فراوانی دارای خشکی متوسط و حدود ۲ درصد فراوانی خشک‌سالی شدید بوده است. در نتیجه، خشک‌سالی ملایم بیشترین آمار را در بین خشک‌سالی‌ها دارا می‌باشد. بر اساس نمایه SPEI خشک‌سالی‌ها در استان بوشهر به ترتیب در دو دوره ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۳ و دوره ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ به وقوع پیوسته‌اند. اگر کل دوره آماری را به ۳ دهه‌ی، ۱۹۸۹-۱۹۹۸، ۱۹۹۸-۲۰۰۸ و ۲۰۰۸-۲۰۱۸ تقسیم کنیم، مشاهده می‌شود که ۶/۲۵ درصد خشک‌سالی‌ها مربوط به دهه‌ی نخست (۱۹۹۸-۱۹۸۹)، ۵۰ درصد خشک‌سالی‌ها در دهه‌ی دوم و ۴۳/۷۵ درصد خشک‌سالی‌ها در دهه سوم اتفاق افتاده است.

نقشه توزیع مکانی فراوانی وقوع خشک‌سالی نشان می‌دهد کانون اصلی تمرکز این پدیده در محدوده جنوبی، مرکز و شمال شرقی (عمدتاً در محدوده‌های دیر، جم، خورموج، سعدآباد، اهرم، برازجان و بوشهر) استان می‌باشد که نشان می‌دهد این مناطق دارای حساسیت و قابلیت بیشتری نسبت به دیگر نقاط استان دارند. همچنین مقایسه مکانی وقوع خشک‌سالی‌های رخ داده شده در سه دهه‌ی مورد بررسی، نشان‌دهنده تغییر قابل توجه در توزیع مکانی خشک‌سالی هست. به‌عنوان مثال در بازه اول مساحت بسیار کمی از استان در محدوده ایستگاه خارک درگیر خشک‌سالی ملایم هست. بعد از گذشت به ترتیب ۱۰ و ۲۰ سال، مساحت بیشتری از سطح استان درگیر مسئله خشک‌سالی شده است و حتی برخی مناطق شدت خشک‌سالی افزایش نشان داده است (شکل ۲).



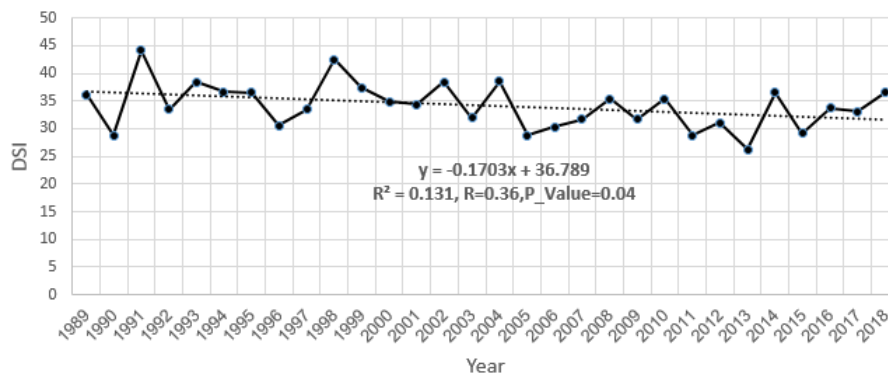


شکل ۲- پهنه‌بندی فراوانی وقوع خشکسالی در مناطق مختلف استان در دوره ۳۰ سال

به‌طور کلی در محدوده استان بوشهر، خشکسالی شدید نسبت به خشکسالی‌های متوسط از فراوانی وقوع کمتری برخوردار هستند که از کمترین میزان در ایستگاه جره بالا با صفر درصد تا بیشترین مقدار در ایستگاه فاریاب با ۷ درصد متغیر می‌باشد. بر اساس آنالیز داده‌های ایستگاه به ایستگاه در استان بوشهر، بیشترین و کمترین احتمال خشکسالی‌های ملایم در دو ایستگاه دیر (۴۰ درصد) و عسلویه (۱۰ درصد) محاسبه شده است. همچنین مقایسه درصد وقوع خشکسالی‌های رخ داده در بازه مشخص (۳۰ سال) نشان‌دهنده احتمال و فراوانی وقوع خشکسالی‌های ملایم نسبت به خشکسالی‌های متوسط بیشتر بوده و احتمال وقوع خشکسالی‌های متوسط نسبت به خشکسالی‌های شدید بالاتر است. در نتیجه در تمامی ایستگاه‌ها فراوان‌ترین خشکسالی‌ها از نوع ملایم SPEI (-۰/۹۹ تا ۰) و نادرترین خشکسالی‌ها از نوع شدید SPEI (بین -۱/۵ تا -۲) می‌باشند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل ویژگی‌های خشکسالی شدت، مدت، فراوانی و سطح درگیر (در استان بوشهر نشان‌دهنده درصد احتمال وقوع خشکسالی‌ها در تمامی ایستگاه‌ها از درصد احتمال وقوع ترسالی) نیز بیشتر است.

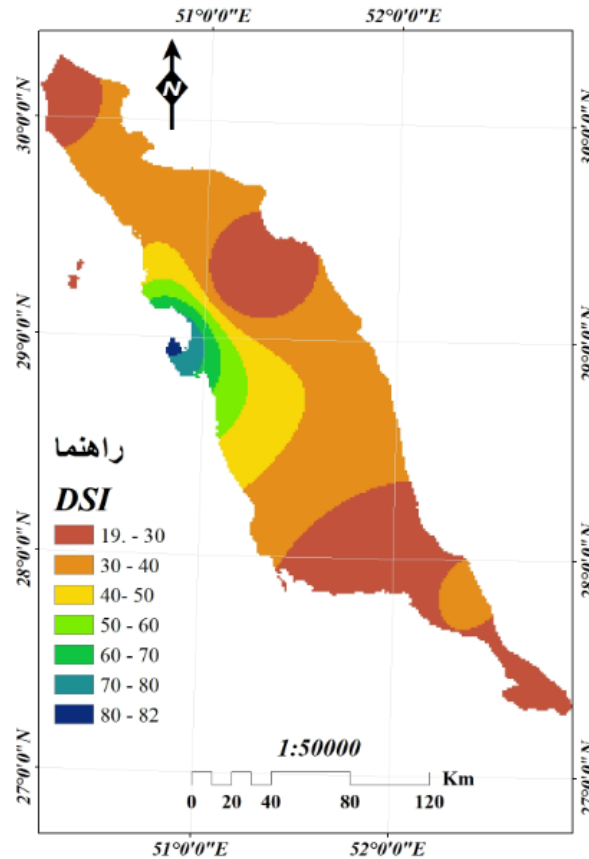
## نتایج از حاصل از محاسبه شاخص طوفان گردوغبار (DSI)

نتایج نشان داد که مقدار شاخص DSI برای استان بوشهر باگذشت زمان کاهش داشته است و در حدود اطمینان ۹۵ درصد تغییرات معنی داری ( $R=0.36, P=0.04$ ) را نشان می‌دهد (شکل ۴) و این مقدار به‌طور کلی برابر ۳۴ واحد شاخص DSI است. مقادیر این شاخص در سال ۲۰۰۴ بالاترین میزان، در سال ۲۰۱۳ کمترین میزان را نشان می‌دهد (شکل ۳).



شکل ۳- روند شاخص طوفان گردوغبار (DSI) در طول سال‌های مورد مطالعه در استان بوشهر

پهنه‌بندی تغییرات شاخص DSI نشان‌دهنده وضعیت تغییرات شاخص طوفان گردوغبار در دوره زمانی مورد مطالعه هست. در سال‌های ابتدایی بیشتر بخش‌های مرکزی استان بوشهر (شهرستان‌های دشتستان، بوشهر ...) تحت تأثیر طوفان‌های گردوغبار بوده است که از شدت این روند در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۸ کاسته شده و به‌طور کلی منطقه شرایط بهتری را تجربه کرده است، هم شاخص DSI کاهش پیدا کرده و هم مساحت تحت تأثیر آن کمتر شده است (شکل ۴). نقشه حاصله به‌وضوح تغییرات ۳۰ ساله نشان می‌دهد نقاط سبز و آبی در نقشه عمدتاً با افزایش گردوغبار همراه بوده حال آنکه نقاط قهوه‌ای با کاهش گردوغبار همراه بوده است. آنچه به‌وضوح قابل مشاهده است نقاط افزایش گردوغبار به سمت شوره‌زار و نمکزار استان پراکنش دارند. پراکنندگی مکانی این پدیده برای دوره ۳۰ ساله در شکل نشان می‌دهد که کانون اصلی تمرکز این پدیده ابتدا در بخش‌های غربی و جنوب غرب استان بوشهر واقع شده است، علت این موضوع در نوار ساحلی استان، کمبود پوشش گیاهی و وجود نمکزار و شوره‌زار، همچنین وزش نسیم دریا به خشکی و بالعکس در ساعت‌های مختلف شبانه‌روز می‌تواند از عوامل تشدیدکننده پدیده‌های گردوغبار در این بخش از استان باشد. همچنین فرسایش خاک در این مناطق مزید بر علت شده و در تشدید وضعیت نامناسب بسیار مهم تلقی می‌شود.



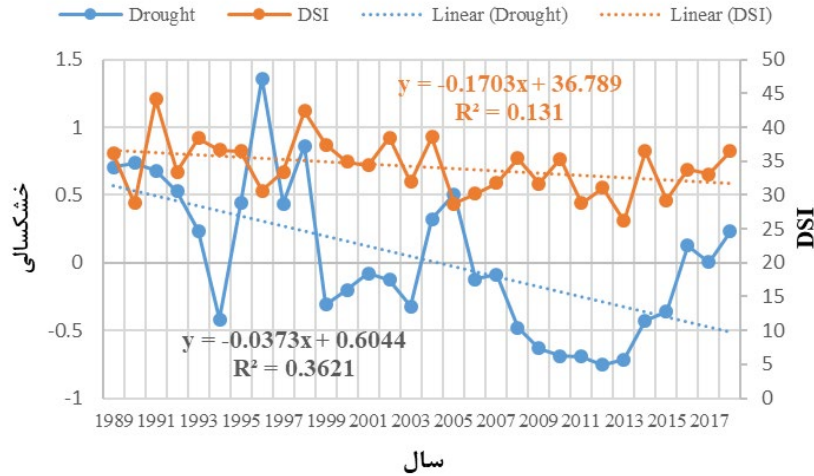
شکل ۴- پهنه‌بندی وضعیت تغییرات شاخص DSI در مناطق مختلف استان در دوره آماری ۳۰ ساله از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸

هرچند شاخص DSI طی دوره مورد آنالیز هم‌زمان با افزایش شدت خشک‌سالی افزایش یافته است و همبستگی آن با خشک‌سالی طی دوره ۳۰ ساله معنی‌دار نبوده ( $R=0/28$ ,  $P\_Value=0/13$ ), اما الگوی روند شاخص DSI منطبق با الگوی روند خشک‌سالی هست (شکل ۵). همان‌گونه که در نمودار زیر مشخص است، همخوانی به نسبت مناسبی بین شاخص DSI و خشک‌سالی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد بطوریکه هرگاه دوره ترسالی بوده، مقدار DSI به دنبال آن کاسته شده است و هرگاه دوره خشک‌سالی بوده، مقدار شاخص گردوخاک افزایش یافته است.

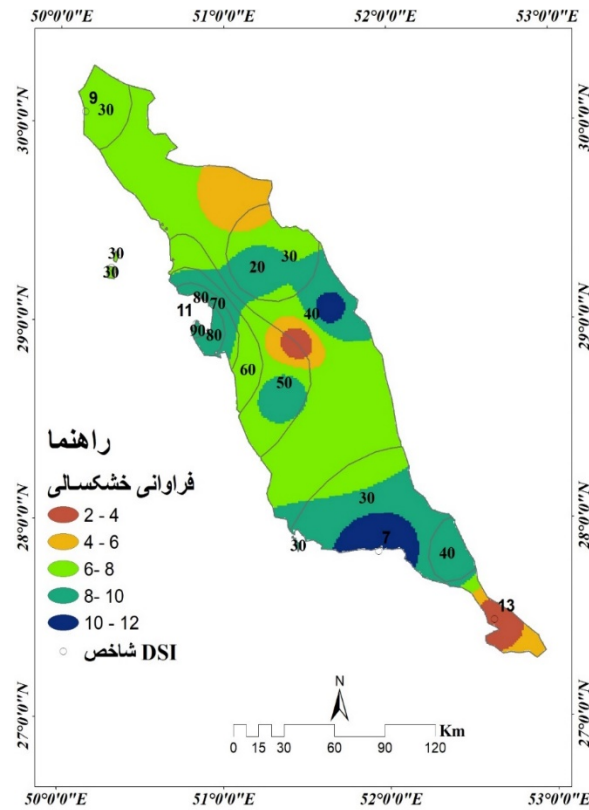
جهت شناسایی بهتر تأثیرگذاری خشک‌سالی بر کانون‌های محلی ریز گرد به منظور ارائه راهکارهای مقابله با این پدیده، تلفیقی بین نقشه نهایی خشک‌سالی استان و نقشه نهایی کانون‌های محلی ریز گرد صورت گرفت (شکل ۶). نتایج نشان داد که الگوی پراکندگی مشخصی بین آن‌ها وجود ندارد به‌عنوان مثال در محدوده ایستگاه دیر که فراوانی وقوع خشک‌سالی بیشتر بوده و نزدیک تپه‌های ماسه‌ای قرار دارد، بالاترین مقدار شاخص DSI وجود ندارد که یک دلیل آن می‌تواند مربوط به انجام اقدامات تثبیت شن مانند جنگل‌کاری در طی سال‌های گذشته داست. از طرفی در محدوده ایستگاه بوشهر که در این محدوده هم فراوانی وقوع



خشک‌سالی بالا می‌باشد بالاترین مقدار شاخص DSI قرار دارد که این علی‌رغم عوامل اقلیمی می‌تواند اشاره به زمین‌های کشاورزی دیم در این محدوده داشته باشد که طی خشک‌سالی‌های اخیر بدون کشت ره‌اشده‌اند.



شکل ۵- رابطه همبستگی میان خشک‌سالی و شاخص DSI در استان بوشهر



شکل ۶- توزیع مکانی رابطه خشک‌سالی و شاخص DSI در دوره ۳۰ ساله در استان بوشهر



### نتیجه‌گیری

اکوسیستم‌های مناطق خشک دارای اقلیم بسیار متغیر هستند بطوریکه آن‌ها را به تغییر اقلیم و الگوی بارش بسیار حساس کرده است. استان بوشهر در این تحقیق، هم جز مناطق خشک ایران می‌باشد، گرچه روند معنی‌داری در شدت خشک‌سالی برای دوره مورد مطالعه مشاهده نشد اما فصل خشک آن شش ماه و یا حتی بیشتر بدون بارندگی می‌باشد و انت‌های پاییز تا ابتدای بهار شاهد بارندگی غیر مداوم و کم هستیم. تعیین اینکه چگونه شرایط خشک بر روی فرایندهای مختلف تأثیرگذار می‌باشد برای پیش‌بینی فرایندهای بیوژئوکمیکال که ممکن است باعث خشک‌تر شدن این مناطق در آینده شوند ضروری است. بررسی‌های بیشتر نشان می‌دهد که میانگین دمای سالانه طی ۳۰ سال (۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸) افزایش داشته و این گرم شدن سریع منجر به تنش‌های خشک‌سالی در این منطقه گردیده و در پی افزایش دما و افزایش تبخیر و تعرق، در نهایت منجر به افزایش هدر رفت آب در سطح زمین را به دنبال داشته است. با این وجود، پیش‌بینی اینکه آیا فراوانی وقوع ریز گرد در استان بوشهر در حال رشد یا زوال هست مشکل هست، به این دلیل که کاهش پتانسیل رطوبت خاک ناشی از تغییر اقلیم تا حدی با افزایش رطوبت نسبی جو جبران می‌گردد و از این طریق کاهش هدر رفت آب را به دنبال دارد. در بررسی ایستگاه به ایستگاه، نتایج نشان داد که ایستگاه‌های استان بوشهر به‌طور مکرر دچار خشک‌سالی شده‌اند و باید اذعان داشت که مجموع درصد احتمال وقوع خشک‌سالی‌ها در برخی ایستگاه‌ها از مجموع درصد احتمال وقوع ترسالی بیشتر است. همچنین در استان بوشهر در دوره ۳۰ ساله، نتایج روند افزایشی وقوع خشک‌سالی را نشان می‌دهد اما خشک‌سالی ملایم نسبت به خشک‌سالی متوسط و شدید از فراوانی وقوع بیشتری برخوردار است. در بررسی روند شاخص طوفان گردوغبار (DSI) نتایج نشان داد دوره زمانی مورد مطالعه ۲۰۱۸-۱۹۸۹ در کل استان بوشهر، روند کاهشی داشته و در حدود اطمینان ۹۵ درصد تغییرات معنی‌داری نشان داده است؛ اما معنی‌دار نبودن تغییرات در دهه‌ی اخیر نشان از تأثیرات رخدادهای مختلف و تصمیمات مقطعی در زمینه گردوغبار در منطقه دارد. نتایج مشابهی را می‌توان در مطالعه اصغری پوده در استان خوزستان مشاهده کرد. مطالعه اصغری پوده و همکاران (۱۳۹۴) در استان خوزستان نشان داد که مقدار شاخص DSI برای استان خوزستان باگذشت زمان کاهش داشته است؛ و نتایج حاصله از تغییرات شاخص DSI در ایستگاه‌های مختلف در استان خوزستان بیانگر اختلال در روند شاخص‌ها حتی در ایستگاه‌های نزدیک به هم است. این امر عمدتاً به دلیل روند توسعه طرح‌های حفاظت خاک (جنگل‌کاری، آبیاری و مراقبت، مدیریت چرا، قرق مراتع، توسعه ساخت‌وسازها و توسعه صنایع نفت و گاز) در منطقه بوده است که حجم عمده‌ای از اراضی بایر را زیر کشت برده و یا تحت طرح‌های آبخیزداری... یا به سطوح انسان‌ساخت مبدل کرده است. طبیعتاً استقرار چنین طرح‌هایی در منطقه به همراه توسعه زیرساخت‌های مختلف راه را برای کاهش هر چه بیشتر کانون‌های گردوغبار محلی در منطقه فراهم کرده است. در مقابل روند توسعه در کشورهای همسایه از جمله عراق به‌گونه‌ای بوده که به مهم‌ترین کانون انتشار ریز گرد در منطقه بدل شده است. از این رو شاخص DSI با در نظر گرفتن هر دو مورد گردوغبارهای محلی و فرامحلی نمایی از مجموع روند تغییرات را در منطقه نشان می‌دهد که در نهایت بیانگر کاهش طوفان‌های گردوغبار در منطقه است. به عبارت دیگر شدت کاهش طوفان‌های محلی در مقابل افزایش طوفان‌های فرامحلی بیشتر بوده از این رو شاخص DSI روند کاهشی را نشان می‌دهد (اصغری پوده و همکاران، ۱۳۹۴). در استان بوشهر، شاخص DSI طی دوره مورد آنالیز هم‌زمان با افزایش شدت خشک‌سالی کاهش یافته است و همبستگی آن با خشک‌سالی طی دوره ۳۰ ساله معنی‌دار نبوده است.



همچنین تلفیق نقشه توزیع پراکندگی خشک‌سالی و شاخص DSI الگوی یکسانی را نشان نمی‌دهد؛ که بررسی‌ها نشان می‌دهد عوامل انسانی نقش مهم‌تری در ایجاد الگوی ناهمگون پراکندگی خشک‌سالی و شاخص DSI در استان بوشهر دارد. با توجه به نتایج می‌توان به این موضوع اذعان داشت که وضعیت گردو خاک همواره متأثر از اقلیم بوده است؛ اما میزان ارتباط خشک‌سالی و شاخص DSI همواره با توجه به خشک‌سالی‌ها و ترسالی‌ها، دستخوش نوسان بوده است. با این وجود پارامترهای مختلف اقلیمی با یکدیگر متفاوت هستند و میزان تأثیرگذاری آن‌ها باهم فرق دارند. علاوه بر فعالیت‌های انسانی، نقش اصلی باد در میزان گردوغبار و یا وجود یک منبع دیگر گردوغبار را باید در نظر گرفت.

### منابع

- قويدل رحيمي، ی. فرج زاده، م. لشنی زنده، ا. ۱۳۹۷. تحلیل تغییرات زمانی توفان‌های گردوغباری خرم‌آباد. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۱۵، زمستان.
- اصغری پوده، ز. شفيعی زاده، م. فاخران، س. گیلانی، ع.ر. ۱۳۹۴. ارزیابی و پهنه‌بندی تغییرات مکانی-زمانی طوفان‌های گردوغبار با استفاده از شاخص در استان خوزستان. دومین همایش ملی و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی. سال همایش‌های بین‌المللی دانشگاه شهید بهشتی. ۱۳۹۴.
- Farraji, Fadhil A, Combating desertification in Iraq, desertification control Bulletin NO 33, PP: 42, 2001
- Barriopedro D, Fischer EM, Luterbacher J, Trigo RM, Garcia-Herrera R (2011) The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe. Science, 332, 220–224.
- Beniston M, Stephenson DB, Christensen OB, Ferro CAT, Frei C, Goyette S, Halsnaes K, Holt T, Jylhä K, Koffi B, Palutikof J, Schöll R, Semmler T, Woth K (2007) Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. Climatic Change, 81, 71–95.
- Bradford RB (2000) Drought events in Europe. In: Drought and Drought Mitigation in Europe. Vogt JV, Somma F (eds). Kluwer: Dordrecht, 7–20.
- Dai, A.G. 2011. Drought Under Global Warming: A Review, vol. 2, Wiley Interdisciplinary Reviews-Climate Change, pp. 45–65.
- Prospero, J.M. Ginoux, P. Torres, O. Nicholson, S.E. and Gill, T.E. (2002) Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. Reviews of Geophysics 40, 31–56.
- Rebetez M, Mayer H, Dupont O, Schindler D, Gartner K, Kropp JP, Menzel A (2006) Heat and drought 2003 in Europe: a climate synthesis. Annals of Forest Science, 63, 569–577.
- Vicente-Serrano, S.M. Begueria, S, Lopez-Moreno, J.I. multiscalar, A. 2010. drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index, J. Clim. 23: 1696–1718.
- Solomon, S. 2007. Climate Change 2007—The Physical Science Basis. Working group I contribution to the fourth assessment report of the IPCC vol. 4. Cambridge University Press.
- Schär C, Jendritzky G (2004) Climate change: Hot news from summer 2003. Nature, 432, 559–560.
- Sheffield, J. Wood, E.F. 2008. Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations, Clim. Dyn. 31 (2008) 79–105.



# چهارمین کنفرانس ملی حفاظت خاک و آبخیزداری با محوریت گرد و غبار

تهران - پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری

۲۸ بهمن ماه ۱۳۹۹



- Squires, V. R. 2002b. Mitigating and preventing sand-dust storms: problems and prospects. In Yang Youlin Victor Squires & Lu Qi (Eds.), Global Alarm: Dust and Sandstorms from the World's Drylands, (pp. 15-73). New York: United Nations.
- Yu, B. Neil, D.T. and Hesse, P.P. (1992) Correlation between rainfall and dust occurrence at Mildura, Australia: the difference between local and source area rainfalls. Earth Surfaces Processes.