

ارزیابی نقش خشک سالی در فراوانی وقوع گرد و غبار در استان خراسان رضوی

مهدی بروغنی^۱

حمیدرضا مرادی^{۲*}

hmradi@modares.ac.ir

محمد علی زنگنه اسدی^۳

سیما پورهاشمی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: در مناطق خشک و نیمه خشک پدیده گرد و غبار به طور مکرر اتفاق می افتد. این پدیده اثرات جدی روی سلامت انسان، فرسایش خاک، بیابان زایی و حمل و نقل دارد. خشک سالی یکی از پدیده های طبیعی است که در اثر کاهش بارش به وجود آمده و باعث کاهش پوشش گیاهی و افزایش گرد و غبار می شود. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین تعداد وقوع گرد و غبار و خشک سالی اقلیمی می باشد.

روش بررسی: در این تحقیق از شاخص SPI برای محاسبه خشک سالی استفاده گردید. داده های مربوط به بارش از سال (۱۹۸۰-۲۰۱۰) و داده های مربوط به گرد و غبار از سال ۲۰۱۰-۲۰۰۴ مورد تحلیل قرار گرفت. سپس پهنه بندی گرد و غبار و خشک سالی در دوره آماری مشترک (۲۰۱۰-۲۰۰۴) با استفاده از روش کریجینگ در نرم افزار ArcGIS صورت گرفت.

یافته ها: نتایج پهنه بندی تعداد وقوع گرد و غبار و خشک سالی حاکی از آن است که سال ۲۰۰۸ بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار (۲۲۶ واقعه گرد و غبار) و خشک سالی شدید در سطح استان بوده است. همچنین سال ۲۰۰۵ کمترین تعداد وقوع گرد و غبار (۸۵ واقعه گرد و غبار) و شرایط ترسالی در سطح استان حاکم بوده است.

بحث و نتیجه گیری: نتایج نشان می دهد که بین وقوع گرد و غبار با خشک سالی ارتباطی مستقیم وجود دارد و در سال هایی که شدت خشک سالی زیاد یا کم شده، بر تعداد وقوع گرد و غبار نیز افزوده یا از آن کاسته شده است.

واژه های کلیدی: پهنه بندی خشک سالی، پهنه بندی گرد و غبار، استان خراسان رضوی، شاخص SPI

۱- استادیار مرکز پژوهشی علوم جغرافیا و مطالعات اجتماعی، دانشگاه حکیم سبزواری

۲- استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس* (مسئول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه اقلیم و ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری

۴- دکتری ژئومورفولوژی دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

Evaluation of the role of drought in frequency of dust in Khorasan Razavi province

Mehdi boroghani¹

Hamidreza Moradi^{2*}

hmradi@modares.ac.ir

Mohamadali Zangane Asadi³

Sima Pourhashemi⁴

Admission Date: May 18, 2016

Date Received: March 1, 2016

Abstract

Background and Objective: In arid and semi-arid regions dust phenomenon occurs frequently. These phenomenon seriously affects the human health, soil erosion, desertification and transport. Drought is one of the natural phenomena that decrease precipitation, reduce vegetation and increase dust in case study. The purpose of this study was to examine the relationship between the number of dust events and climatic drought.

Method: In this study, SPI index was used to estimate drought. Rainfall data for the years 1980-2010 and data of the dust for the years 2004-2010 were analyzed. The zoning dust and drought in the same period (2010-2004) was performed using the Kriging method in ArcGIS software.

Findings: The results of zoning the occurrence of dust and drought suggest that the greatest number of dust events (226 dust events) and severe drought happened in the province in 2008. Also, in 2005, the lowest number of dust events (85 dust events) and wet conditions prevailed in the province.

Discussion and Conclusion: The results indicate the direct relationship between dust event and drought, and dust event increased or decreased during the years that drought intensity increased or decreased.

Keywords: Drought zoning, Dust zoning, Khorasan Razavi province, SPI index.

1- Watershed Engineering PhD., Faculty of Natural Resource Nor, Tarbeat Modares University

2- Associate Professor of Watershed Engineering Department in Natural Resource Faculty of Nor, Tarbeat Modares University*(Corresponding Author)

3- Associate Professor, Geographic Faculty of Hakim Sabzevari University

4- Geomorphology PhD Student in Geographic Faculty of Hakim Sabzevari University

مقدمه

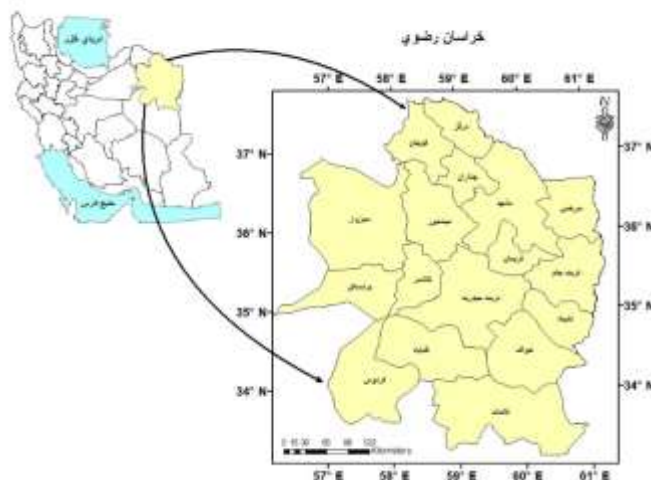
های قابل دسترس بارندگی، قابلیت محاسبه برای هر مقیاس زمانی دلخواه و قابلیت بسیار زیاد در مقایسه مکانی نتایج، به عنوان مناسب‌ترین نمایه برای تحلیل خشک‌سالی به ویژه تحلیل‌های مکانی شناخته می‌شود (۱۸). در زمینه خشک‌سالی و گرد و غبار مطالعات زیادی صورت گرفته است که میتوان به تحقیقات Tsakiris و Vangelis (۱۹)، Herweijer و Seager (۲۰)، Gholam و همکاران (۲۱)، بروغنی و همکاران (۲۲)، Hahnenberger و Nicoll (۲۴)، Rezazadeh و همکاران (۲۵)، Tan و همکاران (۴)، O'Loingsigh و همکاران (۲۶)، بحیرایی و همکاران (۲۷) و خوش کیش و همکاران (۲۸) اشاره کرد. هدف از این تحقیق مقایسه پهنه‌بندی مکانی خشک‌سالی اقلیمی با استفاده از شاخص SPI با پهنه‌بندی تعداد وقوع گرد و غبار در طی دوره ۷ ساله (۲۰۰۴-۲۰۱۰) و همچنین تغییرات مکانی آن‌ها در استان خراسان رضوی می‌باشد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه استان خراسان رضوی با مساحت ۱۴۳۸۶۴/۱۱۸ کیلومتر مربع است که چهارمین استان کشور از نظر وسعت می‌باشد. این استان با جمعیت ۵۲۹۹۹۹۵ نفر در عرض جغرافیایی ۵۲° ۳۳' تا ۴۲° ۳۷' شمالی و طول جغرافیایی ۵۶° ۱۹' تا ۱۶° ۶۱' شرقی قرار گرفته است. این استان دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک با وزش جریان‌های غالب چرخنده‌های تابستانه و جریانات غربی زمستانه می‌باشد که از شرایط مطلوبی برای وقوع پدیده توفان با سرعت فراتر از آستانه فرسایش بادی برخوردار است. بلندترین نقطه استان در ارتفاعات بینالود در شمال نیشابور با ارتفاع ۳۲۱۱ متر از سطح دریا و پست‌ترین نقطه استان دشت سرخس با ارتفاع ۳۰۰ متر از سطح دریا و در حاشیه مرز ایران و ترکمنستان قرار دارد. میانگین بارش سالیانه مناطق مختلف استان خراسان رضوی بین ۷۵ تا ۳۹۰ میلی‌متر متغیر است (۲۹).

باد مقدار زیادی گرد و غبار را در مناطق خشک و نیمه خشک در هوا منتشر می‌کند. بیش‌ترین مقدار ریزگرد در جو ذرات گرد و غبار می‌باشد (۱). توفان گرد و غبار از خطرات طبیعی است که روی شرایط جوی، سلامت انسان و اکوسیستم اثر می‌گذارد (۲ و ۳). بر اساس تعریف سازمان جهانی هواشناسی (WMO) وقوع گرد و غبار از نظر میزان دید افقی به چهار طبقه گرد و غبار ضعیف با دید افقی کم‌تر از ۱۰ کیلومتر، گرد و غبار متوسط با دید بین ۱ تا ۱۰ کیلومتر، توفان شدید با دید بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و توفان خیلی شدید با دید کم‌تر از ۲۰۰ متر تقسیم‌بندی می‌شود (۴). گرد و غبار در مناطق خشک، میزان ذرات معلق در هوا را از آستانه سلامت بهداشتی بالاتر می‌برد و اثر منفی بر سلامت انسان دارد. در بعضی موارد گرد و غبار موجب انتقال باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا می‌گردد (۵ و ۶). خشک‌سالی یکی از پدیده‌های محیطی است که می‌توان آن‌را معلول یک دوره خشک غیر عادی دانست که به اندازه کافی تداوم داشته باشد تا عدم تعادل در وضعیت هیدرولوژیکی منطقه ایجاد گردد (۷). امروزه خشک‌سالی به یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی تبدیل شده است (۸). خشک‌سالی وضعیتی از کمبود بارش و افزایش دماست که در هر وضعیت اقلیمی ممکن است رخ دهد و شامل خشک‌سالی کشاورزی، هیدرولوژی و هواشناسی می‌باشد (۹). برای تعیین ویژگی‌های خشک‌سالی تاکنون نمایه‌های متعددی ارائه شده است. نمایه خشک‌سالی بر مبنای یک یا چند متغیر اقلیمی محاسبه می‌شود. نمایه‌های خشک‌سالی PDSI (۱۰)، CMI (۱۱) و SWSI (۱۲) بر مبنای متغیرهای مختلف اقلیمی و هیدرولوژیکی محاسبه می‌گردند که وزن بارندگی در این گونه نمایه‌ها بیش از بقیه متغیرها و بیش از ۸۰ درصد تغییر است و این گونه نمایه‌ها را توصیف می‌کند (۱۳). برخی از نمایه‌ها تنها از متغیر بارندگی بهره می‌برند. این نمایه‌ها شامل نمایه درصد از نرمال (۱۴) و BMDI (۱۵)، دهک‌ها (۱۶) و SPI (۱۷) هستند. نمایه SPI به علت سادگی محاسبات، استفاده از داده-



شکل ۱- موقعیت استان خراسان رضوی در کشور

Figure 1. location of Khorasan Razavi Province in country

در این تحقیق از ۱۰ ایستگاه سینوپتیک موجود در استان که دارای آمار کاملی بودند برای انجام تحقیق مورد نظر استفاده گردید. مشخصات این ایستگاهها در جدول (۱) ارائه شده است. در هر کدام از این ایستگاهها آمار روزانه گرد و غبار در دوره ۲۰۰۴-۲۰۱۰ تعیین شد. برای محاسبه شاخص خشک-سالی SPI آمار بارش روزانه از سازمان مدیریت منابع آب کشور تهیه شد. داده‌های بارش وارد نرم افزار Excel گردید و ایستگاه‌هایی که از نظر آماری ناقص بودند کنار گذاشته شدند. بعد از حذف ایستگاه‌های ناقص از دوره آماری مشترک از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ به صورت سالانه میانگین گرفته شد.

در این تحقیق از ۱۰ ایستگاه سینوپتیک موجود در استان که دارای آمار کاملی بودند برای انجام تحقیق مورد نظر استفاده گردید. مشخصات این ایستگاهها در جدول (۱) ارائه شده است. در هر کدام از این ایستگاهها آمار روزانه گرد و غبار در دوره ۲۰۰۴-۲۰۱۰ تعیین شد. برای محاسبه شاخص خشک-سالی SPI آمار بارش روزانه از سازمان مدیریت منابع آب کشور تهیه شد. داده‌های بارش وارد نرم افزار Excel گردید و ایستگاه‌هایی که از نظر آماری ناقص بودند کنار گذاشته شدند. بعد از حذف ایستگاه‌های ناقص از دوره آماری مشترک از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ به صورت سالانه میانگین گرفته شد.

جدول ۱- موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در استان خراسان رضوی

Table 1. the Location of stations studied in Khorasan Razavi

ارتفاع	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	نوع ایستگاه	ایستگاه
۹۹۲/۲	۳۶° ۱۶'	۵۹° ۳۸'	سینوپتیک	مشهد
۹۷۷/۶	۳۶° ۱۲'	۵۹° ۴۳'	سینوپتیک	سبزوار
۱۲۱۳	۳۶° ۱۶'	۱۵° ۵۸'	سینوپتیک	نیشابور
۱۱۰۹	۳۵° ۱۲'	۱۵° ۲۸'	سینوپتیک	کاشمر
۱۲۸۷	۳۷° ۴'	۵۸° ۳۰'	سینوپتیک	قوچان
۹۵۰/۴	۳۵° ۱۵'	۶۰° ۳۵'	سینوپتیک	ترت جام
۱۴۵۰/۸	۳۵° ۱۶'	۵۹° ۱۳'	سینوپتیک	ترت حیدریه
۲۳۵	۳۶° ۳۲'	۶۱° ۱۰'	سینوپتیک	سرخس
۱۱۷۶	۳۶° ۲۹'	۵۹° ۱۷'	سینوپتیک	گلمکان
۱۰۵۶	۳۴° ۲۱'	۵۸° ۴۱'	سینوپتیک	گناباد

شاخص خشک‌سالی SPI

آمار بلند مدت بارندگی‌ها برآزش داده می‌شود. سپس تابع تجمعی توزیع با استفاده از احتمالات مساوی به توزیع نرمال

شاخص SPI برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی‌های طولانی آن محاسبه می‌شود. در ابتدا توزیع آماری مناسب، بر

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{\delta} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن SPI شاخص خشک سالی، P_i میانگین بارندگی هر سال، \bar{P} میانگین بارندگی کل سالها و δ انحراف معیار کل سالها می باشد. طبقه بندی مقادیر SPI در جدول شماره (۲)، ارائه شده است (۳۱).

تبدیل می گردد، به طوری که استاندارد شده و متوسط آن برای هر منطقه و دوره مورد نظر صفر شود (۳۰). مقادیر مثبت SPI نشان دهنده بارندگی بیش تر از بارش متوسط و مقادیر منفی آن معنای عکس دارد. طبق این روش دوره خشک سالی هنگامی اتفاق می افتد که SPI به طور مستمر منفی و به مقدار ۱- یا کم تر برسد و هنگامی پایان می یابد که SPI مثبت می گردد. برای محاسبه این شاخص از رابطه ذیل استفاده می شود:

جدول ۲- طبقه بندی مقادیر شاخص خشک سالی SPI

Table 2. The Classification of SPI drought index values

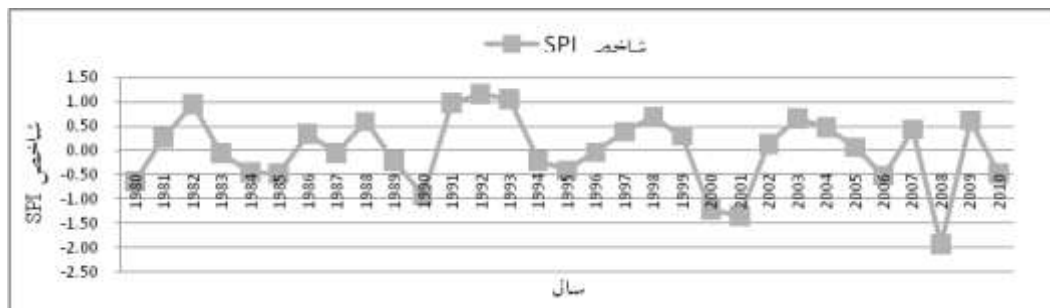
SPI	وضعیت	SPI	وضعیت
تا ۱/۴۹ -	نسبتا خشک	بزرگ تر یا مساوی با ۲	فرا مرطوب
۱/۵ - تا ۱/۹۹ -	بسیار خشک	۱/۵ تا ۱/۹۹	بسیار مرطوب
کوچک یا مساوی ۲ -	فرا خشک	۱ تا ۱/۴۹	نسبتا مرطوب
		۰/۹۹ - تا ۰/۹۹	نزدیک نرمال

این شاخصها برای هر سال این دادهها وارد نرم افزار ArcGIS شد و سپس با استفاده از روش کریجینگ معمولی و احتساب ۴۶ ایستگاه، پهنه بندی خشک سالی برای سالهای (۲۰۱۰-۲۰۰۴) برای شاخص خشک سالی SPI انجام گرفت. در نهایت به مقایسه تغییرات خشک سالی و گرد و غبار در سطح استان پرداخته شد.

یافته ها

نتایج تغییرات خشک سالی SPI در دوره مورد مطالعه (۲۰۱۰-۱۹۸۰) در شکل (۲) نشان داده شده است. همان گونه که مشاهده می شود تغییرات از روند منظمی تبعیت نمی کنند و با تغییرات بارش، شدت خشک سالی در سالهای مختلف متفاوت است. نتایج هم چنین بیان کننده آن است که سالهای ۲۰۰۸ و ۱۹۹۲ به ترتیب خشک ترین و پر باران ترین سال در دوره مورد مطالعه بوده است.

در این تحقیق روز گرد و غباری به روزی گفته می شود که در ایستگاههای سینوپتیک مورد مطالعه، طی ۸ بار دیده بانی در شبانه روز حداقل یک بار دید افقی کم تر از ۱۰ کیلومتر (گرد و غبار) باشد (۲). برای مشخص کردن تعداد روزهای همراه با گرد و غبار در استان خراسان رضوی، ابتدا برای هر کدام از ایستگاهها، تعداد روزهایی که دید افقی از ۱۰ کیلومتر کم تر بوده مشخص و تغییرات آن در سالهای مورد مطالعه تعیین گردید. سپس دادهها وارد نرم افزار ArcGIS شد و با روش کریجینگ معمولی پهنه بندی گرد و غبار صورت گرفت. برای محاسبه شاخص SPI ابتدا از دادههای مربوط به بارش از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ به صورت سالانه میانگین گرفته شد. سپس این دادهها به صورت فایل متنی تهیه و با استفاده از نرم افزار DIP شاخص SPI برای ایستگاهها محاسبه شد. این نرم افزار از توزیع گاما برای تحلیل شاخص SPI استفاده می کند. بعد از محاسبه



شکل ۲- تغییرات شاخص خشک‌سالی SPI در دوره مورد مطالعه

Figure 2. SPI drought index changes during the study period

تعداد گرد و غبار کاسته شده است. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که سال ۲۰۰۸ که شدیدترین خشک‌سالی در سطح استان در دوره مورد مطالعه صورت گرفته است، بیش‌ترین تعداد گرد و غبار به‌وقوع پیوسته است.

نتایج تغییرات تعداد وقوع گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که در دوره مورد مطالعه در سال‌هایی که شرایط خشک‌سالی در سطح استان حاکم بوده، تعداد وقوع گرد و غبار افزایش داشته و در سال‌هایی که شرایط ترسالی در استان حاکم بوده از

جدول ۳- تغییرات تعداد وقوع گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI در دوره آماری مشترک

Table 3. Changes in the number of dust and SPI drought index in the same period

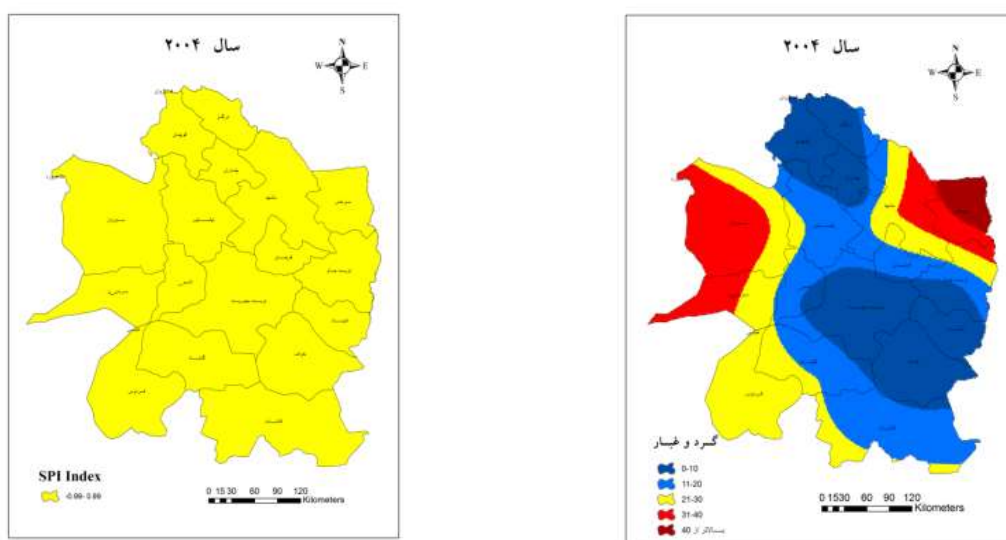
تعداد گرد و غبار	شاخص SPI	سال
۱۳۵	۰/۴۷	۲۰۰۴
۸۵	۰/۰۶	۲۰۰۵
۱۲۳	-۰/۵۲	۲۰۰۶
۱۱۱	۰/۴۲	۲۰۰۷
۲۲۶	-۱/۹۳	۲۰۰۸
۱۶۶	۰/۶۱	۲۰۰۹
۱۲۰	-۰/۴۷	۲۰۱۰

کننده آن است که نسبت به سال قبل کاهش داشته است، لذا کاهش خشک‌سالی‌در کاهش تعداد وقوع گرد و غبار موثر بوده است (شکل ۴). نتایج پهنه‌بندی خشک‌سالی در سال ۲۰۰۶ نشان می‌دهد که در بخش‌های شمالی استان شرایط نرمال و در بخش‌های جنوبی آن شرایط خشک‌سالی وجود دارد که نسبت به سال قبل بر شدت خشک‌سالی افزوده شده است. نتایج پهنه‌بندی گرد و غبار در این سال نشان می‌دهد که بخش‌های غربی استان بیش‌تر و هر چه به سمت مرکز و بخش‌های جنوبی و شمالی حرکت می‌کنیم از تعداد وقوع گرد و غبار کاسته

نتایج خشک‌سالی در سال ۲۰۰۴ حاکی از آن است که در کل استان شرایط نرمال بارش وجود دارد. ولی از نظر تعداد وقوع گرد و غبار بخش‌های شرقی و غربی استان دارای تعداد بیش‌تری هستند و هر چه به سمت مرکز استان حرکت می‌کنیم از شدت آن کاسته می‌شود (شکل ۳). سال ۲۰۰۵ در بخش شمالی استان شرایط مرطوب و در بخش‌های جنوبی استان شرایط نرمالی از لحاظ خشک‌سالی شاهد هستیم که نشان می‌دهد نسبت به سال قبل از شدت خشک‌سالی کاسته شده است. تغییرات تعداد وقوع گرد و غبار در سال ۲۰۰۵ نیز بیان

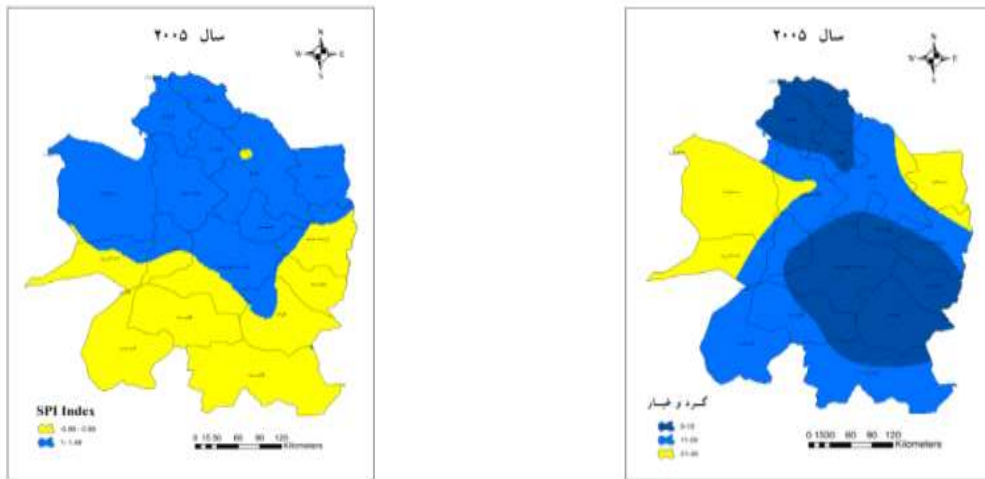
مطلوبی از نظر بارش وجود دارد و در بخش‌های مرکزی استان شرایط ترسالی و در بخش‌های جنوبی و شمالی شرایط نرمال حاکم است. پهنه‌بندی گرد و غبار در این سال نشان می‌دهد که از تعداد آن کاسته شده و به جز بخش‌های جنوبی و بخش‌های کمی از شرق که تعداد گرد و غبار زیاد است در بقیه استان تعداد وقوع گرد و غبار کم می‌باشد (شکل ۸). در سال ۲۰۱۰ شرایط خشک‌سالی در بیش‌تر مناطق استان حاکم می‌باشد به جز بخش‌های کمی از شمال که شرایط نرمال دارد حاکم می‌باشد. پهنه‌بندی گرد و غبار در این سال نشان می‌دهد که در مناطق غربی و شرقی تعداد وقوع گرد و غبار زیاد است و هر چه به سمت مرکز و شمال استان می‌رویم از تعداد آن کاسته می‌شود و تعداد وقوع گرد و غبار نسبت به سال قبل تغییر زیادی نداشته است (شکل ۹). در مجموع نتایج نشان می‌دهد که وقوع گرد و غبار با خشک‌سالی ارتباطی مستقیم وجود دارد و در سال‌هایی که شدت خشک‌سالی زیاد شده بر تعداد وقوع گرد و غبار نیز افزوده شده است.

می‌شود. در مجموع نتایج نشان می‌دهد که بر تعداد وقوع گرد و غبار نسبت به سال قبل افزوده شده است (شکل ۵). پهنه‌بندی خشک‌سالی در سال ۲۰۰۷ نشان می‌دهد که بخش‌های شمالی استان شرایط ترسالی و بخش‌های جنوبی استان شرایط نرمال دارد که از شدت خشک‌سالی نسبت به سال ۲۰۰۶ کاسته شده است. تغییرات تعداد وقوع گرد و غبار نیز در این سال نشان می‌دهد که نسبت به سال ۲۰۰۶ کاهش داشته است (شکل ۶). نتایج پهنه‌بندی در سال ۲۰۰۸ نشان دهنده آن است که خشک‌سالی شدیدی در کل استان حاکم می‌باشد که نسبت به سال قبل بر شدت خشک‌سالی افزوده شده است. نتایج پهنه‌بندی گرد و غبار نیز در این سال نشان می‌دهد که تعداد این پدیده در کل استان افزایش داشته است و به جز بخش‌هایی از شمال استان بقیه دارای تعداد گرد و غبار زیادی می‌باشد و هر چه از شمال به سمت مرزها حرکت می‌کنیم بر تعداد آن افزوده می‌شود. در سال ۲۰۰۸ نیز پدیده گرد و غبار نسبت به خشک‌سالی واکنش نشان داده و با افزایش شدت خشک‌سالی بر تعداد این پدیده افزوده شده است (شکل ۷). در سال ۲۰۰۹ شرایط



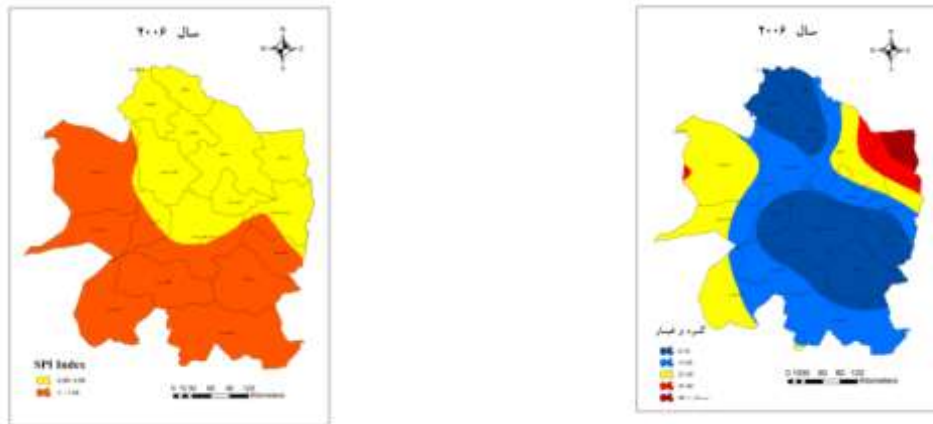
شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۴

Figure 3. Zoning maps dust and SPI drought index for 2004



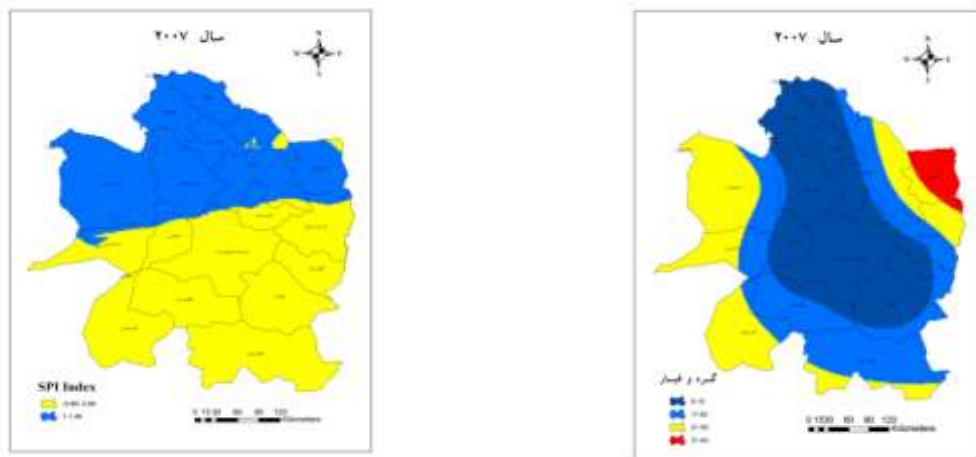
شکل ۴- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۵

Figure 4. Zoning maps dust and SPI drought index for 2005



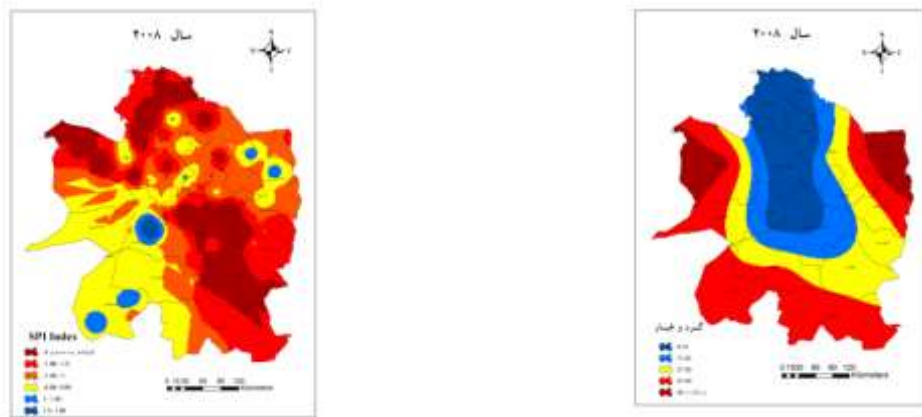
شکل ۵- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۶

Figure 5. Zoning maps dust and SPI drought index for 2006

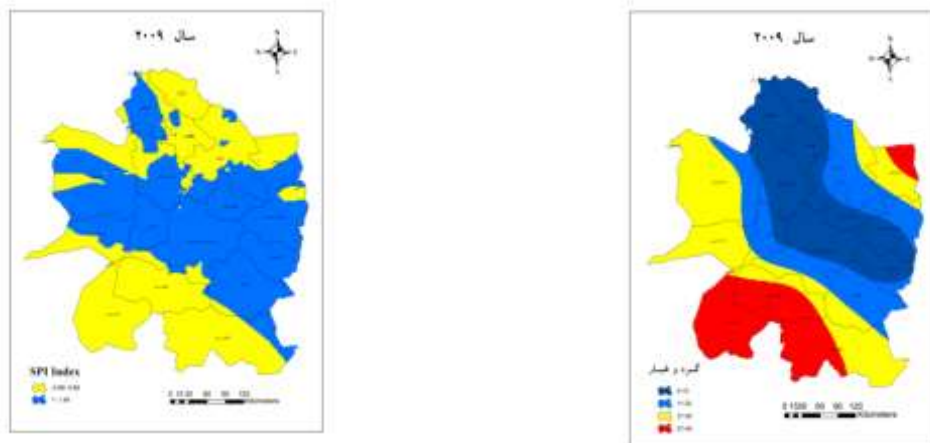


شکل ۶- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۷

Figure 6. Zoning maps dust and SPI drought index for 2007



شکل ۷- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۸
Figure 7. Zoning maps dust and SPI drought index for 2008



شکل ۸- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۰۹
Figure 8. Zoning maps dust and SPI drought index for 2009



شکل ۹- نقشه‌های پهنه‌بندی گرد و غبار و شاخص خشک‌سالی SPI برای سال ۲۰۱۰
Figure 9. Zoning maps dust and SPI drought index for 2010

بحث و نتیجه‌گیری

بندی گرد و غبار در استان خراسان رضوی نشان داد که بخش‌های جنوبی و مرزی استان نسبت به بخش‌های شمالی و مرکزی دارای تعداد وقوع گرد و غبار بیش‌تری است و شدت خشک‌سالی نیز در این مناطق بالاتر است. دلیل این امر آن است که در این مناطق میزان میانگین بارش سالانه کم‌تر و خشک‌تر است و همچنین این مناطق دارای توپوگرافی هموارتر نسبت به مناطق شمالی و مرکزی استان می‌باشد. لذا این مناطق پوشش گیاهی ضعیف‌تر داشته و در اثر خشک‌سالی بر تعداد وقوع گرد و غبار افزوده می‌شود. این نتایج، یافته‌های Prospero و همکاران (۳۷) را تایید می‌کند که گفته‌اند مناطق خشک با سطح هموار گرد و غبار زیادی دارند.

Reference

1. Alizadeh Choobari, O., Zawar-Reza, P., Sturman, A., 2014. The global distribution of mineral dust and its impacts on the climate system: A review, *Atmospheric Research*, 138(1): 152-165.
2. Akhlaq, M., Sheltami, TR., Mouftah, H.T., 2012. A review of techniques and technologies for sand and dust storm detection, *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 11(3):305-22.
3. Hahnenberger, M., Kathleen, N., 2014. Geomorphic and land cover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A., *Geomorphology*, 204(2): 657-672.
4. Tan, M., Li, X., Xin, L., 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition, *Atmospheric Environment*, 85(4): 215-222.
5. Grineski, S.E., Staniswalis, J.G., Bulathsinhala, P., Peng, Y., Gill T.E., 2011. Hospital admissions for asthma and acute bronchitis in El Paso, Texas: نتایج بررسی شاخص خشک‌سالی SPI در دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۰-۲۰۱۰) حاکی از آن است که تغییرات خشک‌سالی از روند منظمی تبعیت نمی‌کند و بر اساس تغییرات بارش شدت خشک‌سالی تغییر می‌کند. دلیل این امر آن است که این شاخص به بارندگی وابسته است. در دوره مورد مطالعه سال‌های ۲۰۰۸ و ۱۹۹۲ به ترتیب خشک‌ترین و پر باران‌ترین سال می‌باشند. این نتایج با نتایج رضیئی و همکاران (۳۲)، صالحوند و همکاران (۹) و بروغنی و همکاران (۲۳) هم‌خوانی دارد که نشان می‌دهد شدت خشک‌سالی در زمان‌ها و مکان‌های مختلف متغیر است. نتایج تغییرات تعداد گرد و غبار در دوره مورد مطالعه (۲۰۰۴-۲۰۱۰) حاکی از آن است که سال ۲۰۰۸ با ۲۲۶ و ۲۰۰۵ با ۸۵ روز به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد وقوع گرد و غبار را در سطح استان داشته است. نتایج آماریهم‌چنین بیان کننده آن است که بیش‌ترین تعداد گرد و غبار با ۲۸۸ روز در دوره مورد مطالعه مربوط به سرخس می‌باشد و کم‌ترین تعداد گرد و غبار با ۵ روز مربوط به فوجان می‌باشد که با نتایج لشکری و قاسمی (۳۳) که به بررسی آماری توفان گرد و غبار در استان خراسان رضوی پرداختند، هم‌خوانی دارد. نتایج نشان داد که خشک‌سالی با تعداد وقوع گرد و غبار ارتباط دارد و با افزایش شدت خشک‌سالی در استان خراسان رضوی بر تعداد وقوع گرد و غبار افزوده شده است، به گونه‌ای که در سال ۲۰۰۸ که شدیدترین خشک‌سالی در دوره مورد مطالعه به وقوع پیوسته است، بیش‌ترین تعداد وقوع گرد و غبار در استان رخ داده است. مناطق خشک و نیمه‌خشک نسبت به خشک‌سالی شکننده‌تر هستند. زمانی که خشک‌سالی رخ می‌دهد به علت بارش کم رطوبت خاک کم بوده و سبب پوشش گیاهی تنک در منطقه می‌شود و چون سطح خاک لخت بوده و خاک خشک می‌باشد شرایط برای ایجاد فرسایش بادی و وقوع پدیده گرد و غبار مهیا می‌شود. این تحقیق با نتایج تحقیقات Hahnenberger و Nicoll (۳)، Oloingsigh و همکاران (۲۶)، Lee و Sohn (۳۴)، Lamb و همکاران (۳۵) و Speers (۳۶) مطابقت دارد که نشان دادند با افزایش شدت خشک‌سالی، تعداد وقوع گرد و غبار افزایش می‌یابد. نتایج پهنه-

12. Shafer, B.A., Dezman, L.E., 1982. Development of a Surface Water Supply Index (SWST) to assess the severity of drought conditions in snow pack runs off areas, In Proceedings of the (50th) Annual Western Snow Conference, 164-175.
13. Keyantash, J., and Dracup, J.A., 2003. The Quantification of drought: An evaluation of drought indices. American Meteorological Society, 83, No. 8(Aug): pp, 1167-1180.
14. Willeke, G., Hosking, J.R.M., Wallis, J.R., And Guttman, N.B., 1994. The national drought atlas, Institute for water resources. Report 94-NDS-4, U.S. Army Corps of Engineers.
15. Bhalme, H.N., and Mooley, D.A., 1980. "Large-scale drought/floods and monsoon circulation". Monthly Weather Review, 108: 1197-1211.
16. Gibbs, W.J., and Maher, J.V., 1967. "Rainfall deciles as drought indicators". Bureau of Meteorology Bulletin No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne, Australia.
17. McKee, T.B., Doesken, N.J., and Kleist, J., 1995. "Drought monitoring with multiple time scales". Proceedings of the 9th Conference on Applied Climatology, Dallas, TX, USA, 233-236.
18. Hayes, M.J., Svoboda, M.D., Wilhite, D.A., and Vanyarkho, O.V., 1999. "Monitoring the 1996 drought using the Standardized precipitation Index". Bulletin of the American Meteorological Society, 80(3): 429-437.
19. Tsakiris, G., Vangelis, H., 2004. Towards a drought watch system based on spatial SPI, Water Resources Management, 18: 1-12.
- do age, sex, and insurance status modify the effects of dust and low wind events?, Environmental Research, 111(8): 1148-1155.
6. Johnston, F., Hanigan, I., Henderson, S., Morgan, G., Bowman, D., 2011. Extreme air pollution events from brushfires and dust storms and their association with mortality in Sydney, Australia 1994-2007, Environmental Research, 111(12): 811-816.
7. Moradi, H.R., Rajabi, M., Faragzadeh, M., 2011. Investigation of meteorological drought characteristics in Fars province, Iran, Catena, 84(2): 35-46.
8. Herweijer, C., Seager, R., Cook, K., Geay, E., 2013. North American Droughts of the Last Millennium from a Gridded Network of Tree-Ring Data, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, New York, Drying Technology: An International Journal, Volume 31, Issue 15.
9. Salhvand, I., Montazeri, M., Momeni, M., 2013. "Drought zoning with indices (ZSI, CZI, DI, PNI and SPI) and sequences in Khuzestan province cities in GIS environment". Zagros Landscape Geography and Urban Planning Quarterly, 17(3): 35-52. (In Persian)
10. Palmer, W.C., 1965. "Meteorological Drought", U.S. Department of Commerce Weather Bureau, Washington, D.C. Research Paper No. 45.
11. Palmer, W.C., 1968. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new Crop Moisture Index. Weatherwise, 21: 156-161.

- Systems in Lorestan Province". *Journal of Applied Geosciences Research*, 18(21): 91-110. (In Persian)
28. Mosavi Baygi, M., Ashraf, B., 2011. "Study of synoptic patterns leading to autumn and winter droughts in Khorasan Razavi province". *Journal of Soil and Water Conservation Research*, 18(4): 167-184. (In Persian)
29. Edwards, D.C., McKee, T.B., 1997. "Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple timescales", Colorado State University: Fort Collins. *Climatology Report No. 97-102*.
30. Ansafi Moghadam, T., 2007. "Evaluation of several climatic drought indices and determination of the most appropriate indices in the salt lake basin". *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 14(2): 271-288. (In Persian)
31. Razeie, T., DaneshKar Arasteh, P., Akhgari, R., Saghafean, B., 2007. "Survey of meteorological droughts in Sistan and Baluchestan province using SPI index and Markov Chain Model". *Iranian Water Resources Research Journal*, 3(1): 25-35. (In Persian)
32. Lashkari, H., Keykhosravi, G., 2008. "Synoptic Statistical Analysis of Dust Storms in Khorasan Razavi Province (2005-2005)". *Natural Geography Research*, 65(3): 17-33. (In Persian)
33. Lee, E.H., Sohn, B.J., 2011. Recent increasing trend in dust frequency over Mongolia and Inner Mongolia regions and its association with climate and surface condition change, *Atmospheric Environment*, 45(27): 4611-4616.
34. Lamb, P.J., Leslie, L.M., Timmer, R., Speer, M.S., 2009. Multidecadal variability of Eastern Australian dust
20. Herweijer, C., Seager, R., 2008. The global footprint of persistent extra-tropical drought in the instrumental era, *International Journal of Climatology*, 28(13):1761-1774.
21. Gholam, Ali, M., Younes, K.H., Esmaeil, A., Fatemeh, T., 2011. Assessment of Geostatistical Methods for Spatial Analysis of SPI and EDI Drought Indices, *World Applied Sciences Journal*, 15 (4):474-482.
22. Boroughani, M., Taie, M., Mirnia, S.K., 2013. "Analysis of Relationship between Hydrogeological and Climate Droughts of Sabzevar Plain Using SWI and SPI Indices". *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 20(4): 733-744. (In Persian)
23. Hahnenberger, M., Nicoll, K., 2012. Meteorological characteristics of dust storm events in the eastern Great Basin of Utah, U.S.A., *Atmospheric Environment*, 60(15) 601- 612.
24. Rezazadeh, M., Irannejad, P., Shao, Y., 2013. Climatology of the Middle East dust events, *Aeolian Research*, 103-109.
25. O'Lionsigh, T., McTainsh, G.H., Tews, E.K., Strong, C.L., Leys, J.F., Shinkfield, P., Tapper, N.J., 2014. The Dust Storm Index (DSI): A method for monitoring broadscale wind erosion using meteorological records, *Aeolian Research*, 12(1): 29-40.
26. Baherai, H., Ayazi, S.M.H., Rajaie, M.A., Ahmadi, H., 2011. "Synoptic Statistical Analysis of Dust Phenomena in Ilam Province". *New Attitudes in Human Geography*, 4(1): 47-67. (In Persian)
27. Khoshkish, A., Alijani, B., Hejazi, Z., 2011. "Synoptic Analysis of Dust

36. Prospero, J.M., Ginoux, P., Torres, O., Nicholson, S.E., Gill, T.E., 2002. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 total ozone mapping spectrometer absorbing aerosol product, *Reviews of Geophysics*, 40(1): 2–31
- and Northern New Zealand sunshine: associations with Pacific climate system. *Journal of Geophysical Research*, 114:1-12.
35. Leslie, L.M., Speer, M.S., 2006. Modelling dust transport over central eastern Australia, *Meteorological Applications*, 13(2): 141–167.

