



Golestan University



Journal of the Climate Change Research

Scientific Journal of Golestan University

Vol. 5, No. 17, Spring 2024



Revealing the role of changes in vegetation cover and soil moisture in the annual distribution of dust events in Khuzestan province

Mohammad Sadegh Ghadam Khair¹, Reza Borna^{2*}, Jafar Morshedi³,
Jibril Ghorbanian⁴

¹ Ph.D. student of climatology, Department of Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran,

Email: Zadiq566@yahoo.co.uk

² Associate Professor of Geography Department, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,

Email: bornareza@yahoo.com

³ Assistant Professor of Urban Planning Department, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran,

Email: jafarmorshedi@gmail.com

⁴ Assistant Professor of Geography Department, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, Email: ghr1391@gmail.com

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received: 2023-11-10

Accepted: 2024-1-30

Keywords:

Dust

Soil moisture

Vegetation

Khuzestan province

Dust events are one of the most important and challenging environmental and climatic hazards of the whole country and especially of Khuzestan province. The main goal of this research is to reveal the role of changes in vegetation cover and soil moisture in the annual distribution of dust events in Khuzestan province. In this regard, 3 categories of data were used. The data related to station dust codes obtained during the statistical period of 2010-2020 for the synoptic stations of Khuzestan province on an hourly scale. The second set of monthly vegetation data was obtained from the NDVI product (MOD13C3) of the MODIS sensor, and finally, the moisture data of the upper 5 cm layer of the soil was provided from the SMAP sensor on a monthly basis. By analyzing the frequency of dust codes, the monthly frequency of dust events, the concentration and persistence of dust were investigated. By obtaining the spatial average values of the two moisture indices of the upper 5 cm soil layer and the monthly NDVI index, the correlation and relationship between the dust indices and these indices was analyzed. The results showed that based on the average period of 2010-2020, the period of 4 months from May to August is the dust peak period in the province. There are at least 11 days of dust in every month, and the concentration of dust is more than 2800 micrograms per cubic meter in the air, and the duration of the dust event in the province is at least 40 hours. The investigation of the moisture indicators of the upper layer of the soil and vegetation showed that, exactly in the province during the same dust peak period, the soil moisture of the upper layer of the soil reached less than 10% in a large part of the central and southern regions of the province, and at the same time, the vegetation index also in these sectors, it has reached less than 0.18. In addition, in this research, it was observed that the monthly changes in the moisture content of the upper 5 cm layer of the soil with a correlation coefficient of -0.88 have the greatest effect on controlling the dust concentration in Khuzestan province.

Cite this article: Ghadam Khair, M.S., Borna, R., Morshedi, J., Ghorbanian, J. (2024). Revealing the role of changes in vegetation cover and soil moisture in the annual distribution of dust events in Khuzestan province. *Journal of the Climate Change Research*, 5 (17), 17-30.



©The author(s)

Publisher: Golestan University

Doi: 10.30488/CCR.2024.422066.1168



آشکارسازی نقش تغییرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک در توزیع درون سالی رخدادهای گردوغبار استان خوزستان

محمدصادق قدم خیر^۱، رضا برنا^{۲*}، جعفر مرشدی^۳، جبرائیل قربانیان^۴

^۱ دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، رایانامه: Zadiq566@yahoo.co.uk

^۲ دانشیار گروه جغرافیا، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: bornareza@yahoo.com

^۳ استادیار گروه شهرسازی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، رایانامه: jafarmorshedi@gmail.com

^۴ استادیار گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، رایانامه: ghr1391@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی	رخدادهای گردوغبار یکی از مهمترین و چالش برانگیزترین مخاطرات محیطی و اقلیمی کل کشور و به ویژه استان خوزستان است. هدف اساسی این تحقیق آشکارسازی نقش تغییرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک در توزیع درون سالی رخدادهای گردوغبار استان خوزستان است. در این راستا از ۳ دسته داده استفاده گردید. داده‌های مربوط به کدهای گردوغبار ایستگاهی که طی دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰، برای ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان در مقیاس ساعتی اخذ شد. دسته دوم داده‌های پوشش گیاهی ماهانه که از محصول NDVI (MOD13C3) سنجنده MODIS اخذ شد و در نهایت داده‌های رطوبت لایه ۵ سانتی‌متری فوقانی خاک از سنجنده SMAP بصورت ماهانه فراهم گردید. با تحلیل فراوانی کدهای گردوغبار، فراوانی ماهانه رخدادهای گردوغبار، غلظت و تداوم گردوغبار بررسی گردید. با به دست آوردن مقادیر میانگین فضایی دو شاخص رطوبت لایه ۵ سانتی‌متری فوقانی خاک و شاخص NDVI ماهانه، اقدام به تحلیل همبستگی و ارتباط بین شاخص‌های گردوغبار و این شاخص‌ها گردید. نتایج بیانگر آن بود براساس میانگین دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰، دوره ۴ ماه می تا اوت دوره پیک گردوغبار در سطح استان است. دوره حداقل ۱۱ روز گردوغباری در هر ماه وجود دارد و غلظت گردوغبار بیش از ۲۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب در هوا بوده و تداوم ماندگاری رخدادهای گردوغبار در سطح استان حداقل ۴۰ ساعت است. بررسی شاخص‌های رطوبت لایه فوقانی خاک و پوشش گیاهی نشان داد، دقیقاً در سطح استان در همین دوره پیک گردوغبار، رطوبت خاک لایه فوقانی خاک در بخش وسیعی از نواحی مرکزی و جنوبی استان به کمتر از ۱۰ درصد رسیده و همزمان شاخص پوشش گیاهی نیز در این بخش‌ها به کمتر از ۰/۱۸ رسیده است. علاوه بر آن در این تحقیق مشاهده گردید که تغییرات ماهانه رطوبت لایه ۵ سانتی‌متر فوقانی خاک با ضریب همبستگی ۰/۸۸- بیشترین تأثیر را در کنترل غلظت گردوغبار در سطح استان خوزستان دارد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰	
واژه‌های کلیدی: گردوغبار رطوبت خاک پوشش گیاهی استان خوزستان	

استناد: قدم خیر، محمدصادق؛ برنا، رضا؛ مرشدی، جعفر؛ قربانیان، جبرائیل. (۱۴۰۳). آشکارسازی نقش تغییرات پوشش گیاهی و رطوبت خاک در توزیع درون سالی رخدادهای گردوغبار استان خوزستان. نشریه پژوهش‌های تغییرات آب و هوایی، ۵ (۱۷)، ۳۰-۱۷.



مقدمه

پدیده گردوغبار یکی از رخداد‌های حدی یا فرین اقلیمی است که اغلب در مناطق خشک و بیابانی جهان شکل می‌گیرد و به عنوان یک مخاطره طبیعی شناخته می‌شود (آرامی، ۱۳۹۷: ۴۶). این ذرات به شکل معلق در هوا تا ارتفاع چندین کیلومتر از سطح زمین پراکنده می‌شوند. ترکیب ذرات بسیار پیچیده بوده که در اکثر مواقع شامل ترکیبی از دود، گردوخاک و ذرات بیولوژیک می‌باشد. در نوع بسیار شدید این پدیده باد مجموع عظیمی از ذرات خاک و ماسه را به هوا بلند می‌کنند و دید افقی را بین ۱ تا ۲ کیلومتر کاهش می‌دهند. بر اساس توافق سازمان هواشناسی جهانی، هرگاه در ایستگاهی سرعت باد از ۱۵ متر بر ثانیه تجاوز و دید افقی به علت گردوغبار کمتر از یک کیلومتر (۱۰۰۰ متر) برسد طوفان گردوغبار گزارش می‌شود (مهرابی و همکاران، ۱۳۹۴: ۷۱). طوفان‌های گردوغبار در بسیاری از نواحی کره زمین یک پدیده عمومی به شمار می‌رود ولی طبق آمار موجود فراوانی رخداد آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (میلر و همکاران^۱، ۲۰۰۸: ۳). این پدیده دارای عواقب متعدد زیست‌محیطی است که بر روی تغییرات آب و هوایی، رسوب‌گذاری دریایی، کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، رشد گیاهان و... تأثیرات نامطلوبی بر جای می‌گذارد قرار گرفتن ایران در کمربند خشک و نیمه-خشک جهان و همچنین همجواری کشور و استان خوزستان با بیابانهای عراق، عربستان و سوریه و تغییر کاربری اراضی این منطقه طی سال‌های اخیر و برهمکنش عناصر مختلف جوی موجب شده است که غرب و جنوب‌غرب ایران در سالهای اخیر در معرض پدیده گردوغبار قرار گیرد بنابراین شناخت ارتباط بین طوفان گردوغبار و تغییرات کاربری اراضی و پوشش-زمین، در منابع طبیعی و بخش‌های دیگر می‌تواند به عنوان یک پارامتر مهم، برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف اجرایی را در مدیریت و توسعه همه جانبه یاری نماید. مطالعات گوناگون نشان داده است که کاربری اراضی یکی از فاکتورهای مهم در وقوع طوفان‌های گردوغبار

خصوصاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک است (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۴: ۴۳). دلایل متعددی را می‌توان برای پدیده گردوغبار نام برد که می‌توان به فاکتورهای تغییر اقلیم، کمبود بارندگی، وقوع خشکسالی، کاهش پوشش گیاهی و تخریب و عدم مدیریت مناسب اشاره نمود که منجر به وقوع بیابان‌زایی و تشدید گردوغبار می‌شوند (الهربان^۲، ۲۰۱۴: ۶۶۸؛ دینگ^۳، ۲۰۰۵: ۳؛ نیکلینگ^۴، ۱۹۸۴: ۶۴۷) مطالعات نشان می‌دهد وقوع پدیده گردوغبار ارتباط نزدیکی با شرایط اقلیمی (بارندگی، دما، سرعت باد، خشکسالی و...) و ویژگی‌های سطح زمین (پوشش گیاهی، رطوبت، بافت خاک، توپوگرافی و...) دارد (جلیلی و همکاران، ۲۰۱۲: ۳؛ کریمی و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۱۵؛ سان^۵ و همکاران، ۲۰۰۳: ۱۲۸). همچنین سهرابی و همکاران (۱۳۹۷)، به بررسی تحلیل کمی بازخورد پوشش گیاهی بر وقوع گردوغبار در اکوسیستم‌های مناطق خشک استان اصفهان، نوروزی و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در کانون‌های ریزگرد جنوب و جنوب‌شرق اهواز، درگاهیان و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی تغییر کاربری زمین در هورمنصوریه و ارتباط آن با رخداد‌های خشکسالی و گردوغبار در کلان شهر اهواز بیات و همکاران (۱۴۰۰)، به بررسی تأثیر طوفان‌های گردوغبار بر پوشش گیاهی تالاب شادگان، سلیمانی ساردو و همکاران (۱۴۰۰) به تعیین و تحلیل روند الگوی زمانی و مکانی گردوغبار و اثرپذیری آن از پوشش گیاهی ناطقی و همکاران (۱۴۰۱) به واکاوی اثر پوشش گیاهی بر وقوع پدیده گردوغبار، تان (۲۰۱۶) به مطالعه رابطه بین پوشش گیاهی و شدت گردوغبار طوفان (DSI) همچنین مینگوگ تان^۶ (۲۰۱۶) به بررسی رابطه بین پوشش گیاهی و شدت طوفان گردوغبار (DSI) در چین پرداختند، لی و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی اثرات هواشناسی و پوشش گیاهی بر غلظت گردوغبار سطحی در کشورهای خاورمیانه،

² Al-Hurban,

³ Ding

⁴ Nickling

⁵ Sun

⁶ Minghong Tan

¹ Miller et al

انرژی، کیفیت هوای شهرها قابل ردیابی است. رخدادهای گردوغبار در این استان هم به دلیل وجود کانون‌های داخلی و هم نزدیکی به بیابان‌های عراق و عربستان، هر ساله به ویژه در بهار و تابستان، به یکی از پدیده‌های رایج اقلیمی این استان تبدیل شده است. اما در کنار این چالش‌های گسترده در سطح استان، استان خوزستان یکی از پرفریت‌ترین استان‌های کشور از لحاظ کشاورزی به شمار می‌رود، به طوری که براساس گزارش وزارت جهات کشاورزی، در طی ۵ سال اخیر استان خوزستان در زمینه حجم تولید محصولات کشاورزی (بین ۱۳ تا ۱۵ میلیون تن محصول زراعی باغی در سال)، رتبه نخست تولیدات محصولات کشاورزی را داشته است (بارونیان و همکاران، ۱۴۰۰).

داده‌های مورد استفاده: در این تحقیق از ۳ دسته اساسی از داده‌ها استفاده شده است. در جدول ۱ داده‌های مورد استفاده در این تحقیق ارائه شده است. دسته اول داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه بود. این داده‌ها به صورت رکوردهای دیدبانی کدهای گردوغبار روزانه طی دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰، برای ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان بود. در ابتدا با استفاده از فراوانی تجمعی سالانه و فصلی رکوردهای گردوغبار هر ایستگاه، الگوی توزیع درون‌سالی (ماهانه) رخدادهای گردوغبار در سطح استان به دست می‌آید. دسته دوم از داده‌هایی که در این تحقیق استفاده شد، داده‌های مربوط به میزان سبزیبندی یا پوشش گیاهی و رطوبت خاک ماهانه در کانون‌های آشکار شده گردوغبار منطقه بود. داده‌های مربوط به پوشش گیاهی کانون‌های دخیل در گردوغبار ماهانه استان خوزستان، با استفاده از محصول پوشش گیاهی سنجنده MODIS، یعنی محصول MOD13A3 ماهانه با رزولوشن فضایی ۱ کیلومتر بررسی شد. داده‌های رطوبت خاک نیز از محصول رطوبت خاک سنجنده SMAP^۹ از داده‌های پایگاه ERA5 با رزولوشن فضایی ۰/۲۵ درجه قوسی فراهم گردید. این داده‌ها رطوبت

آماس^۷ و همکاران (۲۰۲۱)، به بررسی تأثیر تغییرات کاربری اراضی روی رخدادهای گرد و غبار بهاره شرق آسیا، یانگ^۸ و همکاران (۲۰۲۲) به مطالعه تأثیر کاربری و پوشش زمین بر عمق نوری آئروسول بر فراز شهر پکن پرداختند. تغییرات پوشش/کاربری اراضی با منشأ انسانی یا طبیعی، منجر به ایجاد یک چرخه از ناهنجاری‌های محیطی شده است که یکی از مهمترین این ناهنجاری‌ها تشکیل و توسعه کانون‌های گردوغبار محلی در سطح استان خوزستان و به تبع آن افزایش رخدادهای گردوغبار با منشأ محلی و کاهش کیفیت هوا می‌باشد. کاهش مساحت اراضی جنگلی در سطح استان، به زیرکشت رفتن عرصه‌های مرتعی، زراعت زیر اشکوب جنگلی، توسعه عرصه‌های شهری و مسکونی در زیر اشکوب جنگل‌واراضی منابع طبیعی، چرای بیش از حد دام‌ها، فعالیت‌های کشاورزی نادرست، الگوهای کشت نادرست و مبتنی بر بهره‌کشی بیش از حد از زمین، همگی از مواردی است که تغییر در پوشش گیاهی منجر به تغییر در فراوانی رخدادهای گردوغبار و کاهش کیفیت هوای استان شده است. لذا در این تحقیق هدف اساسی بررسی نقش دو عامل کنترل کننده گردوغبار یعنی پوشش گیاهی و رطوبت خاک در سطح استان در تغییرات ماهانه رخدادهای رطوبت خاک در سطح استان خوزستان است.

روش تحقیق

محدوده و قلمرو پژوهش: موقعیت مورد مطالعه این تحقیق استان خوزستان است که از لحاظ مخاطرات محیطی یکی از پرچالش‌ترین استان‌های کشور به شمار می‌رود. این استان با مساحتی حدود ۶/۵ میلیون هکتار، حدود ۴ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است. گردوغبار یکی از عمده‌ترین و مهمترین چالش‌های این استان است آثار مخرب آن در ابعاد مختلفی از قبیل، کیفیت منابع آب، کیفیت و عملکرد محصولات کشاورزی، صنایع و شبکه‌های انتقال

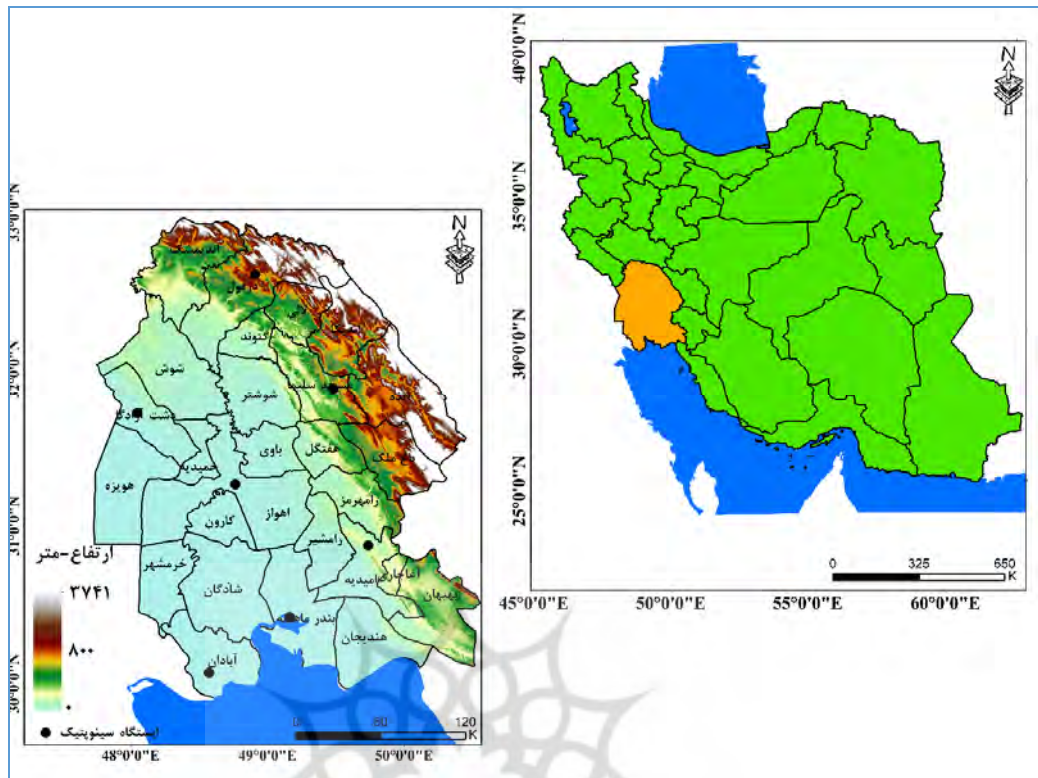
⁷ Amos

⁸ Yang

⁹ Soil Moisture Active Pasive

عمق صفر تا ۵ سانتی‌متر خاک استفاده شد.

عمق صفر تا ۵ سانتی‌متری خاک را بر حسب درصد، ارائه می‌کنند. در این تحقیق از میانگین ماهانه رطوبت



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های سینوپتیک در سطح استان

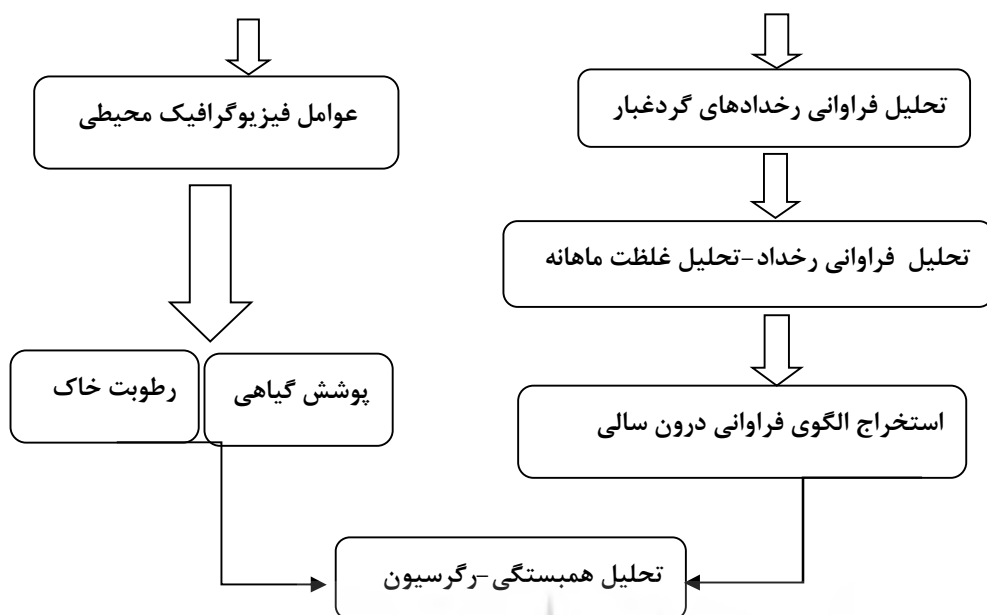
جدول ۱- مشخصات داده‌های ایستگاهی مورد استفاده در تحقیق

منبع	مشخصات	نوع داده
آبادان، اهواز، ایده، دزفول، ماهشهر، امیدیه، مسجدسلیمان، دشت آزادگان	کدهای گردوغباری ۰۶-۰۷-۰۸-۰۹-۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵-۹۸	داده‌های ایستگاهی
https://modis.gsfc.nasa.gov/	MOD13A3 رزولوشن ۱ کیلومتر-میانگین ماهانه	محصول پوشش گیاهی سنجنده MODIS
https://cds.climate.copernicus.eu	رزولوشن ۰/۲۵ درجه قوسی-میانگین ماهانه	رطوبت خاک پایگاه ERA5

دیگر، بررسی الگوهای توزیع ماهانه کدهای گردوغبار در ارتباط با دو فاکتور میزان سبزیگی پوشش گیاهی و میزان رطوبت خاک، مورد تحلیل قرار می‌گیرد. میانگین‌های فضایی ماهانه دو فاکتور رطوبت خاک و میزان سبزیگی با استفاده از اجرای توابع آمار فضایی در محیط ARC_GIS در سطح استان خوزستان محاسبه می‌گردد. در شکل ۲- مراحل انجام تحقیق ارائه شده است.

روش کار: برای بررسی وضعیت توزیع درون‌سالی یا ماهانه رخدادهای گردوغبار در سطح استان خوزستان، ابتدا رکوردهای روزانه کدهای گردوغبار ایستگاه‌های مورد بررسی در مقیاس ماهانه طی دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰، مورد بررسی قرار می‌گیرد. با تحلیل فراوانی ماهانه این کدهای گردوغبار در دهه اخیر، الگوی توزیع فراوانی درون سالی رخدادهای گردوغبار در سطح استان خوزستان آشکار می‌گردد. از طرف

تحلیل تغییرات درون سالی گردوغبار در استان خوزستان



شکل ۲- فلوچارت مراحل تحقیق

ثبت شده است. طول دوره ماندگاری رخداد‌های گردوغبار در این ماه‌های پیک گردوغبار (دوره می تا اوت) به‌طور متوسط 44 ± 20 ساعت بوده است. بیشترین غلظت گردوغبار در سطح استان نیز مربوط به همین دوره پیک رخداد‌های گردوغبار یعنی دوره می تا اوت بوده است.

بحث اصلی

در جدول ۲ ویژگی‌های آماری رخداد‌های گردوغبار در سطح استان خوزستان ارائه شده است. همانطور که در این جدول دیده می‌شود، به طور کلی ماه‌های می تا اوت (اردیبهشت تا مرداد)، بیشترین فراوانی رخداد‌های گردوغبار در سطح استان خوزستان

جدول ۲- تحلیل ویژگی‌های درون سالی (ماهانه) مشخصات رخداد‌های گردوغبار در سطح استان خوزستان براساس میانگین دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰

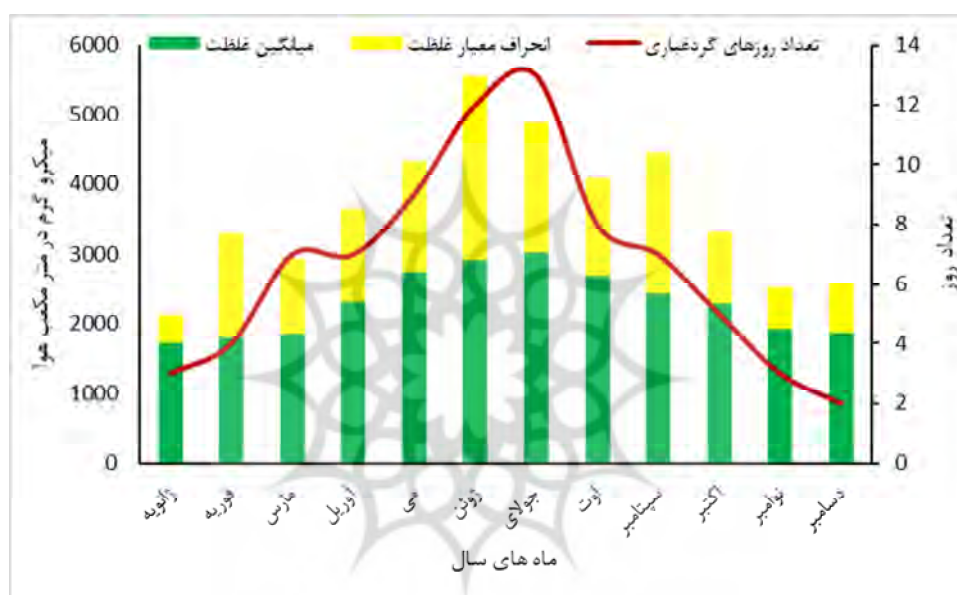
فراوانی ماهانه-روز	طول متوسط ماندگاری (ساعت)	غلظت (میکروگرم بر مترمکعب)	
۳	24±3	1715±415	ژانویه
۴	26±7	1791±1500	فوریه
۷	28±8	1841±1090	مارس
۷	30±16	2301±1350	آوریل
۹	35±14	2749±1580	می
۱۲	42±20	2910±2640	ژوئن
۱۳	51±25	3017±1870	جولای
۸	45±17	2684±1402	اوت
۷	27±15	2443±2012	سپتامبر
۵	26±7	2293±1016	اکتبر
۳	15±10	1920±612	نوامبر
۲	21±7	1772±710	دسامبر

۲۰۱۰-۲۰۲۰، در سطح ایستگاه‌های استان خوزستان مربوط به ماه جولای با ۱۳ روز و سپس ماه ژوئن با ۱۲

همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، بیشترین فراوانی تعداد روزهای گردوغبار طی دوره آماری

توجهی کمتر از ماه‌های می تا اوت بوده است و در این سه ماه دوره سرد سال یعنی دسامبر تا فوریه میزان غلظت ذرات معلق در اتمسفر استان خوزستان کمتر از ۱۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب هوا بوده است. از طرف دیگر، در دوره سرد سال یعنی ماه‌های دسامبر تا فوریه، رخدادهای گردوغباری ثبت شده عموماً از تداوم زمانی کمتر از ۲۴ ساعت برخوردار بوده‌اند در حالی که در دوره می تا اوت رخدادهای گردوغباری ثبت شده، بیش از ۴۴ ساعت تداوم داشته‌اند.

روز بوده است. در این دو ماه میزان غلظت گردوغبار نیز در سطح استان خوزستان در بیشترین مقدار خود قرار داشته است. در ماه جولای میزان غلظت ریزگردها در سطح استان به بیش از ۳۰۰۰ میکروگرم بر مترمکعب هوا رسیده است و این شاخص در ماه ژوئن برابر ۲۹۱۰ میکروگرم بر مترمکعب هوا بوده است. ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه، علاوه بر اینکه کمترین تعداد روزهای گردوغباری را به خود اختصاص داده‌اند (بین ۲ تا ۴ روز)، میزان غلظت ریزگردها در رخدادهای گردوغباری این ماه‌ها نیز به صورت قابل



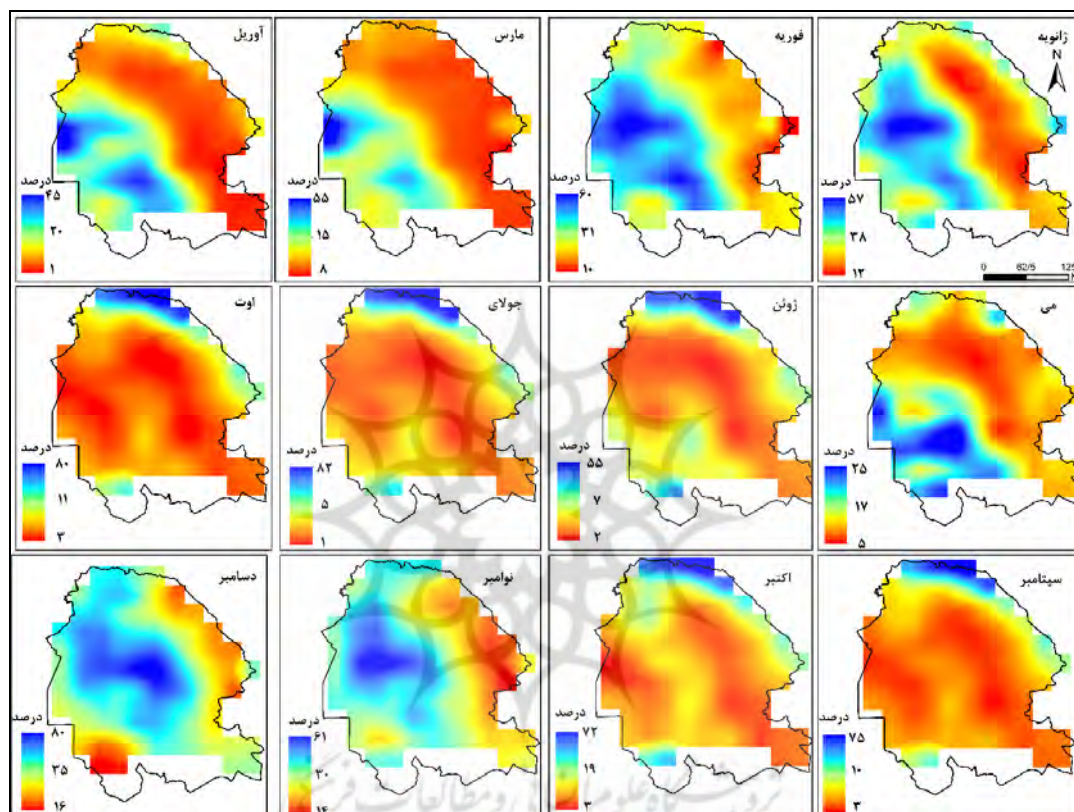
شکل ۳- وضعیت متوسط (میانگین دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰) فراوانی ماهانه روزهای گردوغباری و غلظت رخدادهای گردوغباری در سطح استان خوزستان

پیک گردوغبار در سطح استان است، در بخش‌های وسیعی از استان خوزستان رطوبت عمق ۵ سانتی‌متری فوقانی خاک، کمتر از ۷ درصد است. طبقه با رطوبت خاک کمتر از ۱۰ درصد در این ماه‌ها، بیشترین فراوانی پیکسل‌های رطوبت خاک را به خود اختصاص داده است. در این ماه‌ها عموماً کشت‌های آبی در بخش‌های شمالی استان در بخش‌های محدودی از نواحی شمالی استان، رطوبت لایه ۵ سانتیمتر فوقانی خاک را به صورت قابل توجهی به بیش از ۷۰ درصد افزایش داده است که ناشی از آبیاری اراضی است. اما بخش‌های وسیعی از نواحی مرکزی و هموار استان با

برای آشکارسازی ارتباط درون سالی بین رخدادهای گردوغبار و ویژگی‌های آن‌ها، با دو شاخص رطوبت خاک و پوشش گیاهی در سطح استان، نقشه‌های توزیع فضایی ماهانه پوشش گیاهی (محصول NDVI سنجنده MODIS) و رطوبت عمق صفر تا ۵ سانتیمتری خاک (مستخرج از داده‌های رطوبت خاک سنجنده SMAP)، براساس میانگین ماهانه دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ ارائه شد. همانطور که در نقشه‌های رطوبت خاک SMAP دیده می‌شود، الگوی توزیع فضایی رطوبت عمق صفر تا ۵ سانتیمتری خاک، به این صورت است که در ماه‌های می تا اوت که ماه‌های

درصد بوده است و پیکسل‌های با رطوبت بین ۲۵ تا ۳۵ درصد پرفراوانی‌ترین پیکسل‌های رطوبتی در این ماه‌ها بوده‌اند که بیانگر آن است بخش وسیعی از استان دارای رطوبت سطحی بیش از ۲۵ درصد بوده است که به نوعی کنترل کننده گردوغبار بوده و علاوه بر فراوانی، غلظت و تداوم رخداد گردوغبار را نیز کاهش داده است.

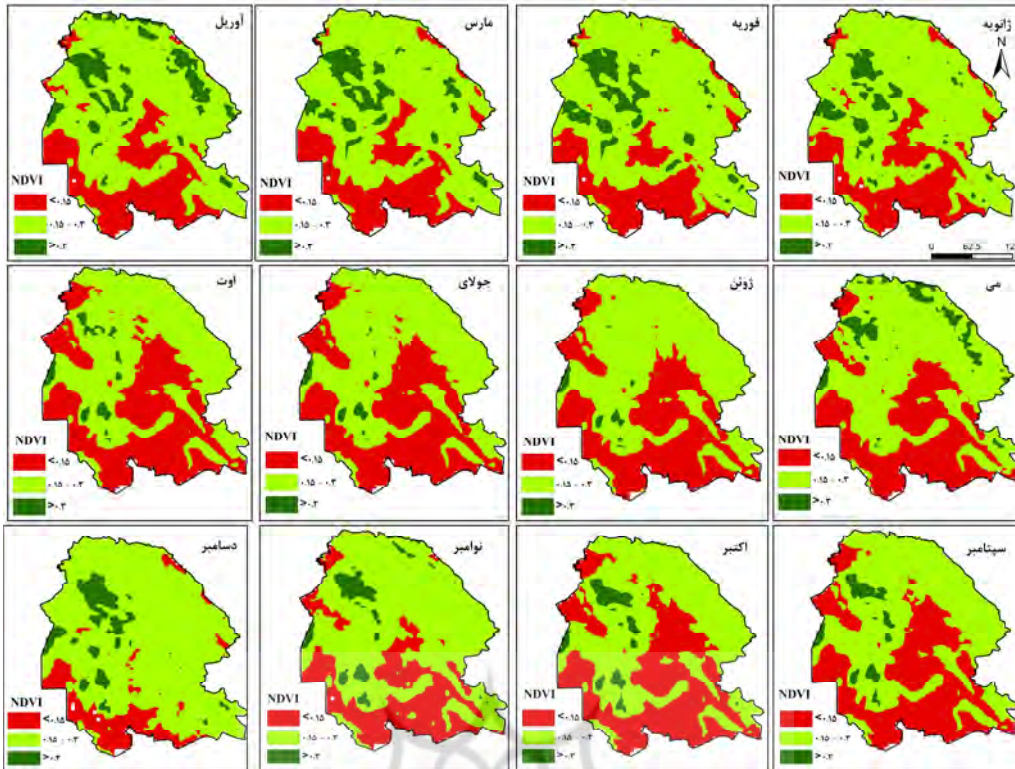
رطوبت بسیار کم، مستعد ایجاد ریزگردها و تزریق گردوغبار به اتمسفر نزدیک سطح زمین استان هستند. در ماه‌های نوامبر تا فوریه که به نوعی کمترین میزان رخداد‌های گردوغبار در این دوره ثبت شده است و علاوه بر آن غلظت رخداد‌های گردوغبار در این دوره نیز به صورت قابل توجهی پایین بوده است (جدول ۲) رطوبت لایه ۵ سانتیمتری فوقانی خاک، بیش از ۳۰



شکل ۴- توزیع فضایی شاخص رطوبت عمق ۵ سانتی‌متری خاک (برحسب درصد) مستخرج از داده‌های سنجنده SMAP، (میانگین دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰)

پوشش گیاهی بسیار ضعیف است. در دوره سرد سال یعنی از نوامبر تا مارس، میانگین فضایی سبزیگی استان، برابر ۰/۲۴ است که به صورت قابل توجهی از دوره گرم سال بالاتر است و این وجود سبزیگی، به صورت قابل توجهی غلظت و فراوانی رخداد‌های گردوغبار را در این دوره در سطح استان کاهش داده است.

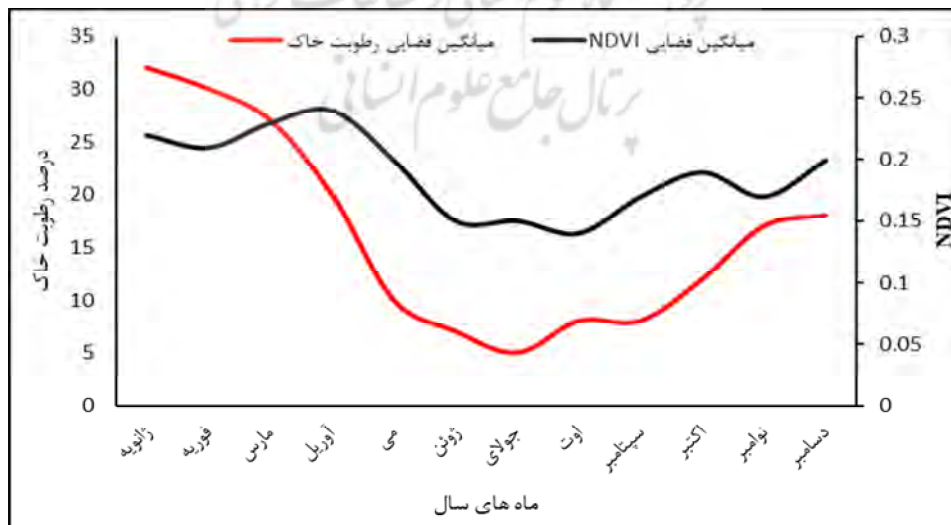
در مورد الگوی توزیع فضایی شاخص سبزیگی نیز، همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود، در ماه‌های پیک رخداد‌های گردوغبار یعنی می تا اوت، تنها در بخش‌های شمال غرب استان که بخش‌های کوهستانی استان است سبزیگی بالای ۰/۲ دیده می‌شود، در بخش‌های مرکزی جدای از برخی اراضی کشاورزی آبی، سایر پهنه‌های استان دارای مقادیر سبزیگی کمتر از ۰/۲ است که به نوعی فاقد پوشش گیاهی یا دارای



شکل ۵- توزیع فضایی شاخص سبزیگی پوشش گیاهی ماهانه استان خوزستان مستخرج از محصول پوشش گیاهی سنجنده MODIS (میانگین دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰)

غلظت و فراوانی رخدادهای گردوغبار یعنی رطوبت خاک و پوشش گیاهی، در ماه‌های می تا اوت به کمینه مقدار خود رسیده‌اند و این دوره ۴ ماهه به دوره پیک رخدادهای گردوغبار با غلظت بیش از ۲۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب هوا، تبدیل شده است.

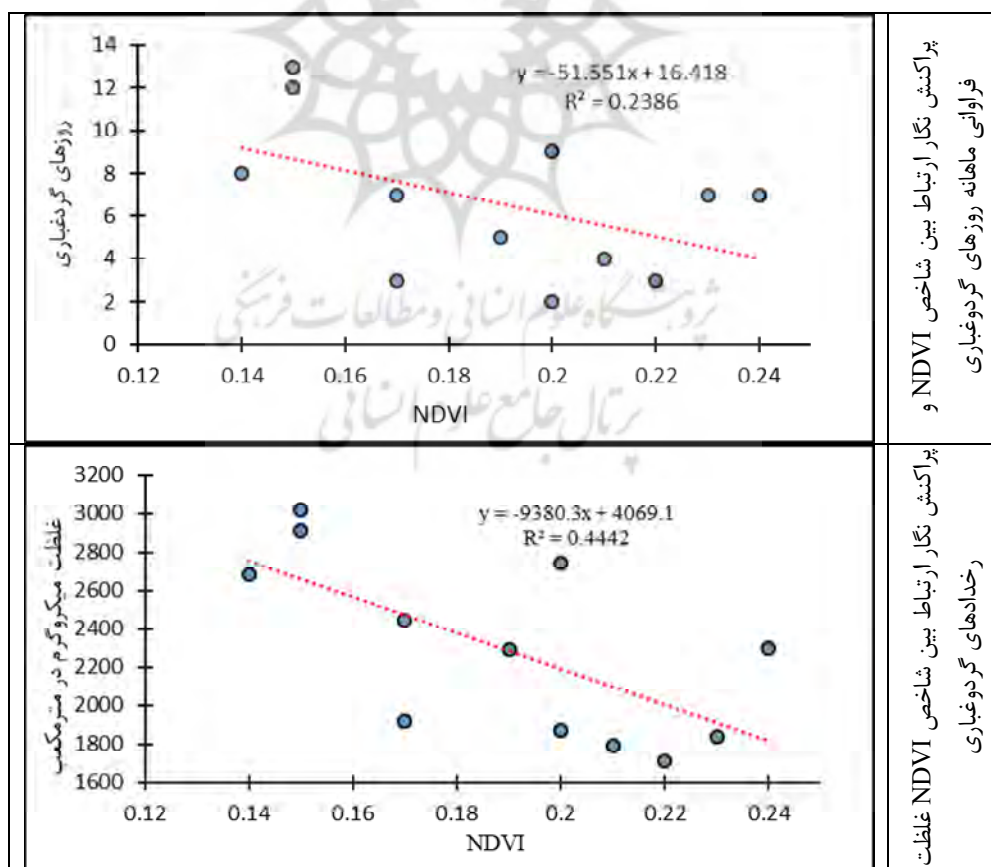
در شکل ۶ تغییرات ماهانه میانگین فضایی رطوبت لایه ۵ سانتی‌متری فوقانی خاک و شاخص پوشش گیاهی NDVI در سطح استان براساس میانگین دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰ دیده می‌شود، همانطور که در این شکل دیده می‌شود، هر دو عامل کنترل کننده

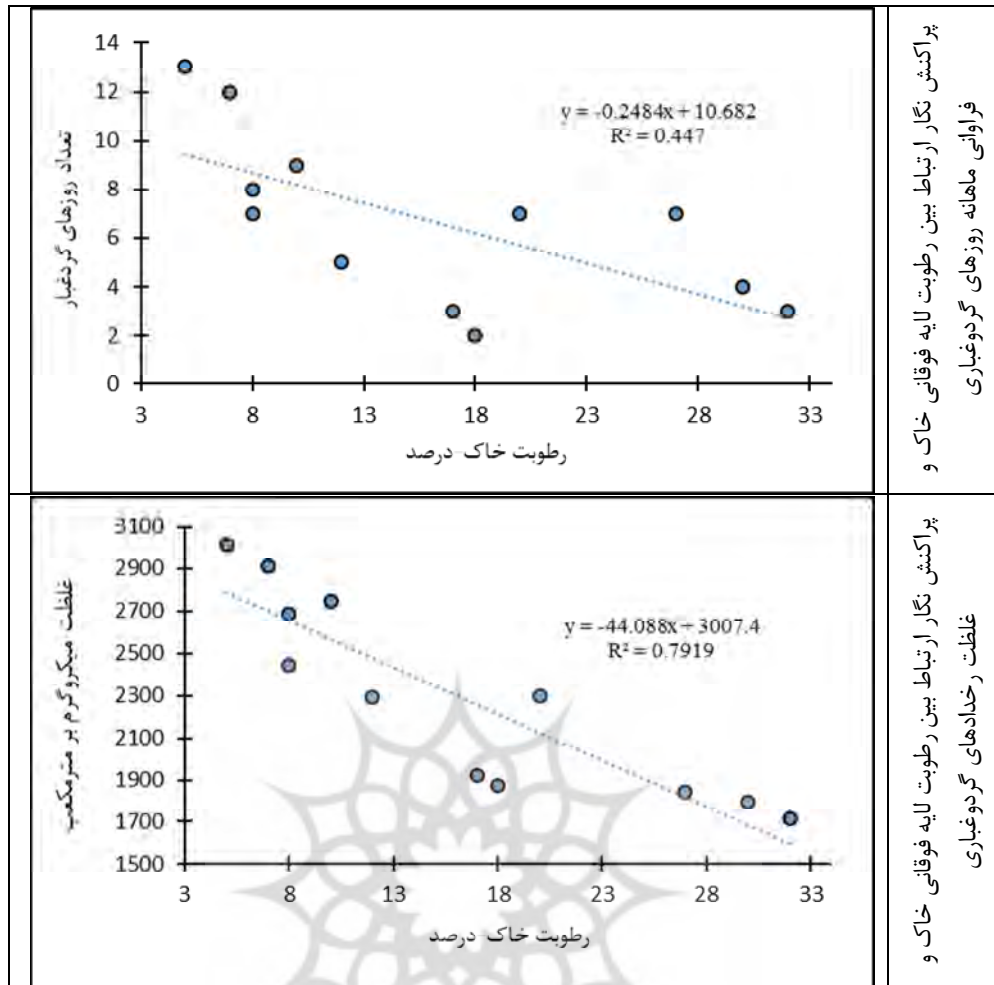


شکل ۶- تغییرات ماهانه میانگین فضایی رطوبت لایه ۵ سانتی‌متری فوقانی خاک و شاخص پوشش گیاهی NDVI در سطح استان براساس میانگین دوره آماری ۲۰۱۰-۲۰۲۰

در سطح استان خوزستان ارتباط معکوس قوی‌تری با غلظت رخدادهای گردوغبار در سطح استان نشان داد ($R = -0.66$)، که گویای این است بیشترین غلظت رخدادهای گردوغبار در دوره‌ای از سال است که مقدار میانگین فضایی شاخص پوشش گیاهی NDVI در سطح استان به کمینه رسیده باشد (مقادیر زیر ۰/۲ در دوره جولای تا اگوست). اما نتایج حاصل از تحلیل همبستگی فضایی بین فاکتورهای کنترل کننده گردوغبار در سطح استان خوزستان نشان داد که عامل رطوبت لایه ۵ سانتیمتر فوقانی خاک نقش اساسی‌تری در کنترل گردوغبار دارد. فراوانی ماهانه تعداد روزهای گردوغبار دارای همبستگی برابر ۰/۶۷- با رطوبت لایه فوقانی خاک بود و غلظت رخدادهای گردوغبار نیز همبستگی برابر ۰/۸۸- با رطوبت لایه فوقانی خاک نشان داد که هر دوی این همبستگی‌ها در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($P_value = 0.05$) معنی‌دار بوده است.

همانطور که در پراکنش نگارهای شکل ۷ دیده می‌شود، هر دو عامل رطوبت لایه فوقانی خاک و شاخص NDVI در سطح استان خوزستان ارتباط معکوسی با فراوانی رخدادهای گردوغبار و غلظت این رخدادهای در سطح استان دارند. شاخص پوشش گیاهی NDVI ماهانه دارای همبستگی برابر ۰/۵۰- با فراوانی ماهانه تعداد روزهای گردوغبار بود. این همبستگی معکوس که در سطح اطمینان ۰/۹۵ ($P_value = 0.05$)، معنی‌دار است، بیانگر آن است که در ماه‌هایی که میانگین فضایی سبزی‌نگی پوشش گیاهی در سطح استان بالا بوده است، (دوره نوامبر تا مارس)، فراوانی ماهانه روزهای گردوغباری به صورت معنی‌داری کم بوده است در حالی که در دوره‌ای از سال که میانگین فضایی این شاخص در سطح استان پایین بوده است (می تا اوت) فراوانی رخدادهای گردوغبار به صورت معنی‌داری بالا بوده است. تغییرات ماهانه میانگین فضایی شاخص NDVI،





شکل ۷- پراکنش نگارهای ارتباط بین دو فاکتور NDVI و رطوبت لایه فوقانی خاک با فراوانی ماهانه روزهای گردوغباری و میانگین ماهانه غلظت رخدادهای گردوغباری در سطح استان خوزستان

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

نیز بیش از ۲۸۰۰ میکروگرم بر مترمکعب هوا بوده و علاوه بر آن تداوم ماندگاری رخداد گردوغبار در سطح استان حداقل ۴۰ ساعت است. براین اساس دوره گرم سال یعنی اواسط بهار تا اواسط تابستان دوره اوج رخدادهای گردوغبار در سطح استان خوزستان است. توزیع درون‌سالی رخدادهای گردوغبار در تحقیق احدی و همکاران (۱۴۰۰)، نیز بیانگر آن بود ماه‌های ژوئن و جولای حدود ۴۹ درصد از رخدادهای گردوغبار استان خوزستان را به خود اختصاص داده است و بر این اساس در این دوره حداقل بیش از ۶ رخداد گردوغبار در ماه ثبت شده است که یافته‌های این تحقیق نیز نتیجه مشابهی را یافته بود. در ادامه بررسی ارتباط توزیع درون‌سالی رخدادهای گردوغبار، ارتباط

استان خوزستان یکی از قطب‌های تولیدات کشاورزی و صنایع کشور است اما در دهه‌های اخیر، مخاطره گردوغبار در استان خوزستان تبدیل به چالش اصلی و عمده اقلیمی و زیست‌محیطی استان شده است. در این تحقیق اقدام به بررسی تغییرات درون‌سالی ویژگی‌های رخدادهای گردوغبار در سطح استان خوزستان در ارتباط با دو فاکتور محیطی رطوبت لایه فوقانی خاک و پوشش گیاهی شد. براساس نتایج این تحقیق دیده شد که براساس میانگین دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰، دوره ۴ ماه می تا اوت دوره پیک گردوغبار در سطح استان است. در این دوره حداقل ۱۱ روز گردوغباری در هر ماه وجود دارد و غلظت گردوغبار

فوقانی خاک با ضریب همبستگی ۰/۸۸ - بیشترین تأثیر را در کنترل غلظت گردوغبار در سطح استان خوزستان دارد. صداقت و نظری پور (۱۳۹۹) نشان دادند که با کاهش رطوبت خاک در طی دهه اخیر در سطح تالاب هورالعظیم استان خوزستان، دمای سطح زمین دقیقاً در سطح تالاب هورالعظیم افزایش داشته است و به دنبال آن شاخص تراکم پوشش گیاهی نیز در سطح این تالاب کاهش داشته است. براینده کلی این فرایند سه وجهی در سطح تالاب هورالعظیم افزایش رخدادها و غلظت گردوغبار بوده است که این مسئله در این تحقیق نیز آشکار گردید.

آن با رطوبت خاک و نیز پوشش گیاهی بررسی گردید. بررسی شاخص‌های رطوبت لایه فوقانی خاک و پوشش گیاهی نشان داد، دقیقاً در سطح استان در همین دوره پیک گردوغبار، رطوبت خاک لایه فوقانی خاک در بخش وسیعی از نواحی مرکزی و جنوبی استان به کمتر از ۱۰ درصد رسیده. براین اساس در دوره پیک رخدادهای گردوغبار یعنی ماه‌های می تا اوت، رطوبت عمق صفر تا ۵ سانتیمتری خاک به مقدار کمینه یعنی کمتر از ۱۰ درصد رسیده است. و همزمان شاخص پوشش گیاهی نیز در این بخش‌ها به کمتر از ۰/۱۸ رسیده است. علاوه بر آن در این تحقیق مشاهده گردید که تغییرات ماهانه رطوبت لایه ۵ سانتیمتر

منابع

۱. احدی، پریسا، خالدی، شهریار، احمدی، محمود. ۱۴۰۰. پایش آماری پدیده گرد و غبار در استان خوزستان با رویکرد ساعتی، تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۱ (۶۰)، ۲۷۷-۲۵۹
۲. آرامی، سیدعبدالحسین، اونق، مجید، محمدیان بهبهانی، علی، اکبری، مهری، زراسوندی علیرضا. ۱۳۹۷. تحلیل مطالعات مخاطره گردوغبار در جنوب غرب ایران در دوره ۲۲ ساله (۲۰۱۷-۱۹۹۶)، تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، ۵ (۱)، ۳۹-۶۶.
۳. بارونیان، ایرج، برنا، رضا، ظهوریان، منیژه، مرشدی، جعفر. ۱۴۰۰. آشکارسازی تاثیرگذاری تغییرات کاربری زمین‌ها در توزیع فضایی غلظت گردوغبار استان خوزستان با استفاده از محصولات سنجنده MODIS، جغرافیا و پایداری محیط، ۱۱ (۳)، ۹۷-۱۱۴.
۴. بیات، رضا، ایرانمنش، فاضل، کاظمی، رحیم. ۱۴۰۰. بررسی تاثیر طوفان‌های گردوغبار بر پوشش گیاهی تالاب شادگان، محیط زیست و مهندسی آب، ۷ (۱)، ۱-۱۳.
۵. درگاهیان، فاطمه، تیموری، سارا، لطفی نسب اصل، سکینه، رضوی زاده، سمانه. ۱۳۹۸. بررسی تغییر کاربری زمین در هور منصوریه و ارتباط آن با رخدادهای خشکسالی و گرد و غبار در کلان‌شهر اهواز، پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۲ (۴)، ۹۴-۱۰۴.
۶. ربیعی، حمیدرضا، ضیائیان، پرویز، علیمحمدی، عباس. ۱۳۸۴. کشف و بازیابی تغییرات کاربری اراضی شهر
- اصفهان به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی و آمایش فضا، ۴ (۴۳)، ۴۱-۵۴.
۷. سلیمانی ساردو، فرشاد، کرمی، سارا، حسین حمزه، نسیم. ۱۴۰۰. تعیین و تحلیل روند الگوی زمانی و مکانی گردوغبار و اثرپذیری آن از پوشش گیاهی (مطالعه موردی حوزه جازموریان)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۱ (۳)، ۸۱-۶۴.
۸. سهرابی، طیبه‌السادات، ولی، عباسعلی، رنجبر فردویی، ابوالفضل، موسوی، سید حجت‌اله. ۱۳۹۷. تحلیل کمی باز خورد پوشش گیاهی بر وقوع گرد و غبار در اکوسیستم‌های مناطق خشک استان اصفهان، فصلنامه علمی - پژوهشی نشریه مرتع آبخیز داری، ۷۱ (۴)، ۹۸۵-۹۷۳.
۹. صداقت، مهدی، نظری پور، حمید. ۱۳۹۹. پایش تغییرات رطوبت خاک در تالاب هورالعظیم و ارتباط آن با طوفان‌های گرد و غبار در جنوب غرب ایران، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۹ (۱۴)، ۱۳۳-۱۴۵.
۱۰. مهربانی، شهباز، سلطانی، سعید، جعفری، رضا. ۱۳۹۴. بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و وقوع ریزگردها (مطالعه موردی: استان خوزستان)، علوم آب و خاک، ۱۹ (۷۱)، ۶۹-۸۱.
۱۱. ناطقی، سعیده، گوهردوست، آزاده، سلیمانی ساردو، فرشاد. ۱۴۰۱. واکاوی اثر پوشش گیاهی بر وقوع پدیده

- July 2009), *Physical Geography Research Quarterly*, 78, 113-130.
18. Jing, Li a, Eric, Garshick, Ali, Al-Hemoud, Shaodan. Huang, Petros, Koutrakis. 2020. Impacts of Meteorology and Vegetation on Surface Dust Concentrations in Middle Eastern Countries, *Science of the Total Environment*, 712, 1-9.
 19. Steven D. Miller, Arunas. P. Kuciauskas, Ming. Liu, Qiang, Ji, Jeffrey, S., Reid, Daniel, W., Breed, Annette, L., Walker, Abdulla, Al Mandoos. 2008. Haboob dust storms of the southern Arabian peninsula, *J. Geophys. Res.*, 113, 1-26.
 20. Nickling, W.G., and Brazel, A.J. 1984. Temporal and spatial characteristics of Arizona dust storms (1965-1980), *Journal of Climatology*, 4(6), 645-660.
 21. Sun, JianHua, Zhao, Linna, and Zhao, S.X. 2003. An integrated modeling system of dust storm suitable to northChina and applications, *Clim. Environ. Res.*, 8, 125-142
 22. TAN. Minghong. 2016. Exploring the relationship between vegetation and dust-storm intensity (DSI) in China, *J. Geogr. Sci.*, 26(4), 387-396
 23. Tan, Mingong, Li, Xuibin. 2015. Does the green great wall effectively decrease dust storm intensity in China? a study based on NOAA NDVI and weather station data, *Land Use Policy*, 43, 42-47
 24. Yang, Yue, Jan, Cermak, Kangzhuo. Yang, Eva, Pauli. Yunping, Chen. 2022. Land Use and Land Cover Influence on Sentinel-2 Aerosol Optical Depth below City Scales over Beijing, *Remote Sens*, 14(18), 4677.
 - گرد و غبار (مطالعه موردی: استان هرمزگان)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۲ (۲)، ۴۳-۶۰، ۱۳۹۸.
 ۱۲. نوروزی، آذین، انصاری، محمدرضا، معظمی، اصغری پور دشت بزرگ، نظام. ۱۳۹۸. روند تغییرات کاربری اراضی در کانون‌های ریزگرد جنوب و جنوب شرق اهواز، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۲۳(۳)، ۳۵۴-۳۴۱.
 13. Al-Hurban. Adeeba E. 2014. Effects of recent anthropogenic activities on the surface deposits of Kuwait, *Arabian Journal of Geosciences*, 7(2), 665-691
 14. Amos, P.K., Tai, Perry, H.L., M., Yuk-Chun, Chan, Ming-Keung. Chow, David, A. Ridley, Jasper, F. Kok, 2021. Impacts of climate and land cover variability and trends on springtime East Asian dust emission over 1982-2010: A modeling study, *Atmospheric Environment*, 254, 118348, doi.org/10.1016/j.atmosenv.2021.118348
 15. Ruiqiang, Ding, Jianping, Li, Shigong. Wang, Fumin, R. 2005. Decadal change of the spring dust storm in northwest China and the associated atmospheric circulation, *Geophysical Research Letters*, 32(2), 1-4.
 16. Jalali, M., Bahrami, H. and Darvishi Bolourani, A. (2012). Investigation of the relationship between climatic and terrestrial factors with the occurrence of dust storms using MODIS satellite images (Case study: Khuzestan province). *The First National Desert Conference*, Iran, Tehran, 27-28 June.
 17. Karimi, M., and Shakouhi Razi, K. 2009. Interaction between Atmospheric Circulation and Land Cover in the Mechanism of Creation of Summertime Dust Storms in Middle East (Case study,



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی