

Geomorphic and Land Cover Assessment of Dust Sources Affecting the West and North-West Iran

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Maleki A.^{*1} PhD,
Fathnia A.¹ PhD,
Akbari M.¹ MA

How to cite this article

Maleki A, Fathnia A, Akbari M. Geomorphic and Land Cover Assessment of Dust Sources Affecting the West and North-West Iran. Geographical Researches Quarterly Journal. 2019;34(1):87-95.

ABSTRACT

Aims & Backgrounds One of the most important environmental challenges facing the west of Iran in recent years is the dust phenomenon, that today has become one of the most important problems in arid and semi-arid areas. In this research, dust sources identified by Jalali and Davoudi were used to study the effect of surface features on the creation of effective dust sources in the west of the country. The study area is about 1,200,000 square kilometers located in the east of middle east covering Iraq and parts of Iran, Turkey, Syria, Jordan, Saudi Arabia, and Kuwait. The aim of this research is to evaluate geomorphic characteristics and surface sediments, land cover, and wind erosion potential of dust sources in the study area.

Methodology For this purpose, according to the Bullard classification, firstly, the layers of geomorphic classes, soil, and land cover were prepared and classified and according to the relative importance of the classes in the release of dust, they were classified into 3 groups, including low, medium and high. Subsequently, using 40 data stations, wind erosion potential (EW) was calculated and zoned by Kriging method.

Findings Sand dunes in the geomorphic classes with a dust emission ratio of 3/35 unit had the greatest effect on the creation of dust sources. There was not much compatibility between different classes of land cover and type of soil with dust sources, but there was compatibility between the wind erosion potential and dust sources and the most dust sources were created in areas with high wind erosion potential.

Conclusion Geomorphic characteristics have the most important role among the controllers of dust emissions.

Keywords Dust; Geomorphology; Land cover; Wind erosion potential; West of Iran

¹Department of Geography, Literature and Humanities Faculty, University of Razi, Kermanshah, Iran

*Correspondence

Address: Department of Geography, Faculty of Literature & Humanities, Razi University, Silk Garden, Kermanshah, Iran
Phone: +98 (83) 34277605
Fax: -
amgad_maleki@yahoo.com

Article History

Received: June 05, 2018

Accepted: December 28, 2018

ePublished: February 05, 2019

CITATION LINKS

[Abkar AA, et al.; 2011] Identification of harvesting centers ...; [Afifi ME; 2017] Monitoring of the dust using ...; [Arami A, et al.; 2018] Analysis of dust hazard ...; [Baddock MC, et al.; 2011] Geomorphology of the Chihuahuan ...; [Bullard J, et al.; 2008] Sub-basin scale dust source ...; [Bullard JE, et al.; 2011] Preferential dust sources ...; [Fallahzuzoli M, et al.; 2014] Source routing of dust haze ...; [Galloza MS, et al.; 2018] Exploring dust emission responses ...; [Gill TE & Cahill TA; 1992] Playa-Generated Dust Storms ...; [Gill TE; 1996] Eolian sediments generated by ...; [Hahnenberger M & Nicoll K; 2014] Geomorphic and landcover identification ...; [Iranmanesh F, et al.; 2005] Surveying Dust Particulate Areas ...; [Karimi K, et al.; 2011] Identifying the origin of dust ...; [Lee JA, et al.; 2009] Land use/land cover and ...; [Lee JA, et al.; 2012] Geomorphic and land cover ...; [Mahowald NM, et al.; 2007] Global trends in visibility ...; [Painter TH, et al.; 2010] Response of Colorado River runoff ...; [Parajuli SP & Zender CS; 2017] Connecting geomorphology ...; [Shamsipour AA & Safarrad T; 2010] Satellite - Overview Analysis ...; [Wilkerson WD; 1991] Dust and Sand Forecasting in ...; [Wang X, et al.; 2006] Control of dust emissions ...; [Wang X, et al.; 2008] Dust sources in arid and ...; [Zou KX & Zhai PM; 2004] Relationship between vegetation ...; [Zaitchik BF, et al.; 2007] Climate and vegetation in the ...;

ارزیابی ژئومورفیک و پوشش اراضی چشمه‌های گردوغبار موثر بر غرب و شمال غرب ایران

امجد ملکی^{PhD}

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

امان‌اله فتح‌نیا^{PhD}

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

محسن اکبری^{MA}

گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی به‌وجود آمده در غرب کشور در سال‌های اخیر پدیده گردوغبار است که امروزه به یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است. این پدیده به عنوان یک پدیده اقلیمی در تمام شرایط آب‌وهوایی رخ می‌دهد که اثرات نامطلوب اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و تجاری را سبب می‌شود. در این تحقیق برای بررسی تأثیر ویژگی‌های سطحی زمین بر ایجاد چشمه‌های گردوغبار موثر بر غرب کشور، از کانون‌های شناسایی‌شده توسط جلالی و داوودی استفاده شد. منطقه مورد مطالعه با مساحتی حدود ۱۲۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع بخش شرقی خاورمیانه شامل کشور عراق و قسمتی از کشورهای ایران، ترکیه، سوریه، اردن، عربستان سعودی و کویت را دربر می‌گیرد. هدف از این پژوهش، بررسی ویژگی‌های ژئومورفیکی و رسوبات سطحی، پوشش اراضی و پتانسیل فرسایش بادی چشمه‌های گردوغبار در منطقه مورد مطالعه است.

روش‌شناسی: بدین منظور، با توجه به طبقه‌بندی بولارد (۲۰۱۱)، ابتدا لایه‌های طبقات ژئومورفیکی، خاک و پوشش اراضی تهیه و براساس اهمیت نسبی طبقات در انتشار گردوغبار، به سه گروه کم، متوسط و زیاد طبقه‌بندی شد. در ادامه با استفاده از داده‌های ۴۰ ایستگاه هواشناسی شاخص پتانسیل فرسایش بادی (EW) محاسبه و پهنه‌بندی با روش کریجینگ، انجام شد.

یافته‌ها: تپه‌های ماسه‌ای در بین طبقات ژئومورفیکی با نسبت انتشار ۳/۳۵ واحد بیشترین تأثیر را در ایجاد چشمه‌های گردوغبار داشتند. بین طبقات مختلف پوشش اراضی و نوع خاک و کانون‌های گردوغبار انطباق زیادی وجود نداشت، اما بین پتانسیل فرسایش بادی و چشمه‌های گردوغبار انطباق وجود داشت و بیشترین کانون‌های گردوغبار در مناطق با پتانسیل فرسایش بادی زیاد ایجاد شد بود.

نتیجه‌گیری: ویژگی‌های ژئومورفیکی بیشترین نقش را در بین عوامل کنترل‌کننده انتشار گردوغبار را دارند.

کلیدواژه‌ها: گردوغبار، ژئومورفولوژی، پوشش اراضی، پتانسیل فرسایش بادی، غرب ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۰۷

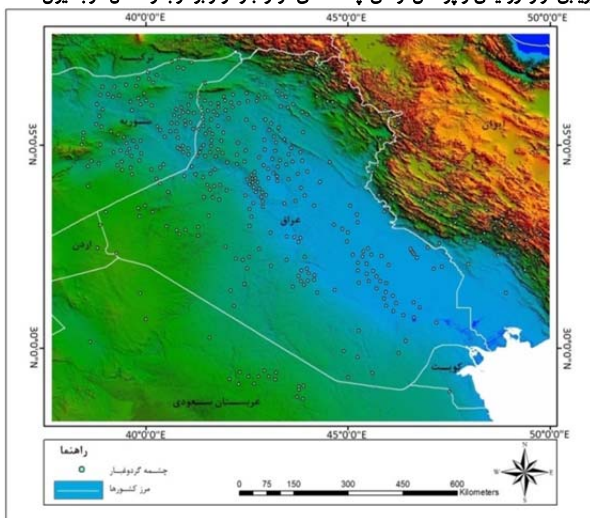
نویسنده مسئول: amgad_maleki@yahoo.com

مقدمه

یکی از مهم‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی به‌وجود آمده در غرب کشور در سال‌های اخیر پدیده گردوغبار است که امروزه به یکی از مشکلات اساسی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است. این پدیده بر تمام انواع آب و هوایی اثرات نامطلوب اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی و تجاری دارد [Fallahzuzoli et al, 2014]. توفان گردوغبار فرآیند پیچیده‌ای است که تحت تأثیر

فعل و انفعالات سامانه‌های جوی بوده و اساساً شرایطی مانند سرعت زیاد باد، خاک برهنه و هوای خشک در ایجاد آن نقش دارند و با ورود ذرات گردوغبار به جو، باعث تغییر خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی جو می‌شوند [Mahowald et al, 2007]. توفان گردوغبار بر روند تشکیل خاک، ژئومورفولوژی سطحی در نواحی خشک و حرکت پوشش سطحی نواحی بیابانی تأثیر دارد، همچنین می‌تواند در انتقال عوامل بیماری‌زای خطرناک به انسان، آلودگی هوا و آسیب به عملکرد دستگاه تنفس نقش داشته باشد. همچنین یکی از عوامل خشکیدگی درخت بلوط در غرب کشور، افزایش غلظت ذرات گردوغبار است. نشست گردوغبار در قله‌های برف‌گیر موجب جذب بیشتر تابش خورشید و ذوب سریع‌تر می‌شود و طول دوره رواناب بهاری را کاهش می‌دهد [Painter et al, 2010].

بولارد و همکاران روشی را برای طبقه‌بندی منابع گردوغبار براساس ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی و با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی ۱ تا ۱۰ کیلومتر پیشنهاد کردند [Bullard et al, 2011]. برای تشخیص دیده‌های گردوغبار، تصاویر ماهواره‌ای با پوشش وسیع و تکرار زیاد همراه با باندهای طیفی بالا نیاز است [Iranmanesh et al, 2005; Karimi et al, 2011]. اهمیت ژئومورفولوژیکی توفان‌های گردوغبار به خاطر نقش آنها در فرسایش و رسوب‌گذاری است [Shamsipour & Safarrad, 2009]. ویژگی‌های سطح زمین در مناطق منبع گردوغبار بر مقدار، تناوب و نوع ذرات معلق هوا تأثیر می‌گذارد، بولارد و همکاران با هدف شناسایی ژئومورفولوژیکی منابع گردوغبار حوضه دریاچه ایره، از تصاویر سنجنده مادیس استفاده کردند. نتایج نشان داد حوضه دریاچه ایره، یک سیستم با ذخیره محدود است [Bullard et al, 2008]. هاننبرگر و نیکول با استفاده از تصاویر سنجنده مادیس سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰ عوارض ژئومورفیکی و پوشش اراضی منابع گردوغبار در ایالت یوتا آمریکا را بررسی و تغییرات زمانی و مکانی تعیین کردند، نتایج نشان داد که مناطق دستکاری‌شده توسط انسان و سطوح پلایای عریان، دو منبع اصلی تولید گردوغبار در منطقه مورد مطالعه هستند [Hahnenberger & Nicoll, 2014]. بولارد و همکاران با استفاده از تصاویر سنجنده مادیس، با طبقه‌بندی ژئومورفولوژیکی کانون‌های گردوغبار، رفتار مکانی و زمانی منبع انتشار گردوغبار در مناطق مختلف را شناسایی کردند. این طبقه‌بندی اطلاعاتی درباره طبیعت احتمالی رسوبات، فرسایش‌پذیری و احتمال اینکه تحت شرایط خاص باعث انتشار گردوغبار شوند، را فراهم می‌کند [Bullard et al, 2008]. لی و همکاران، به بررسی پوشش و کاربری اراضی منابع توفان گردوغبار ۱۵ دسامبر ۲۰۰۳، در جنوب غربی آمریکای شمالی به کمک تصاویر سنجنده مادیس پرداختند نتایج نشان داد که در مناطق مختلف، نوعی خاصی از طبقات پوشش اراضی در انتشار گردوغبار حاکمیت ندارد [Lee et al, 2009]. لی و همکاران، به شناسایی ژئومورفیکی و پوشش اراضی توفان‌های



شکل ۱) محدوده منطقه مورد مطالعه

روش‌شناسی

در این تحقیق برای بررسی ویژگی‌های عوامل سطحی مؤثر بر چشمه‌های گردوغبار از کانون‌های شناسایی شده توسط جلالی و داوودی استفاده شد [Abkar et al, 2011] که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مادیس و روش تفسیر بصری ۳۸۴ چشمه گردوغبار را شناسایی نمودند (شکل ۱). در مرحله بعد با توجه به چشمه‌های گردوغبار شناسایی شده، محدوده منطقه مورد مطالعه به منظور تهیه لایه‌های عوامل مؤثر بر چشمه‌های گردوغبار شامل ویژگی‌های ژئومورفیکی، خاک، پوشش اراضی و پتانسیل فرسایش بادی، تعیین شد.

برای محاسبه پتانسیل فرسایش (EW) از فرمول ذیل استفاده شد:

$$EW=W(P-E)-2$$

W میانگین سالانه سرعت باد برحسب کیلومتر است که با استفاده از سرعت باد روزانه محاسبه می‌شود و (P-E) شاخص بارندگی-تبخیر سالانه است. داده‌های تبخیر برای تمامی ایستگاه‌ها موجود نیست، بنابراین (P-E) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$(P-E) \sum_{I=1-12} \left[1.644 \left(\frac{R}{T} + 12.2 \right) \right] 10/9$$

که در آن I یکی از ۱۲ ماه سال، R مجموع بارندگی در ماه I و T میانگین دما در ماه I است.

در این مرحله ابتدا با توجه به توپوگرافی منطقه تعداد ۴۰ ایستگاه هواشناسی انتخاب و داده‌های سرعت باد، مجموع بارندگی (ماهانه و سالانه) و میانگین دما (ماهانه) برای محاسبه شاخص EW هر ایستگاه از سایت نووا از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ استخراج شد (جدول ۱). در مرحله بعد با ورود داده‌ها در محیط ارک مپ با روش کریجینگ شاخص EW به‌صورت فضایی برای منطقه تهیه شد (شکل ۲).

گردوغبار سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ در غرب تگزاس و شرق نیومکزیکو پرداختند. بر این اساس در بین طبقات ژئومورفیکی، پهنه‌های ماسه بیشترین منابع تولید گردوغبار بودند. از میان طبقات پوشش اراضی نیز کشتزارهای شخم‌زده بیشترین سهم تولید گردوغبار را برعهده داشتند [Lee et al, 2012]. وانگ و همکاران و به بررسی کنترل عوارض ژئومورفیکی و مواد سطحی و همچنین شرایط بادی و کاربری اراضی بر منابع گردوغبار در شمال چین پرداختند، نتایج نشان داد که اغلب منابع گردوغبار در بیابان گبی و مخروط‌های آبرفتی مجاور آن قرار دارد و تعداد روزهای گردوغبار در مناطق با فعالیت‌های انسانی کمتر است. اگرچه بالاترین مقدار انتشار در مناطق با انرژی بادی بالا دیده نمی‌شود، اما روند روزهای گردوغبار در منطقه از سال ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۳، رابطه نزدیکی با فعالیت بادی دارد [Wang et al, 2006; Wang et al, 2008]. پاراجولی و زندر نشان دادند که ذخیره رسوبی به نوع سطوح ژئومورفولوژیکی ارتباط دارد و در این بین پلایا بیشترین نقش را در تولید رسوب در توفان‌های گردوغبار برعهده دارند [Parajuli & Zender, 2017]. گالوزا و همکاران با استفاده از یک مدل طبقه بندی سطوح اکولوژیکی، تغییرات پوشش اراضی را در انتشار گردوغبار اندازه‌گیری کردند [Galloza et al, 2018]. عقیفی با استفاده از تصاویر مادیس ۱۴ چشمه گردوغبار در جنوب غرب ایران شناسایی کرد و نشان داد که در بین روش‌های تحقیقات پیشین الگوریتم طبقه‌بندی‌کننده ماشین بردار پشتیبان، دقت بیشتری نسبت به سایر روش‌ها دارد [Afifi, 2017]. آرامی و همکاران نشان دادند که برای آشکارسازی دقیق پدیده گردوغبار باید از ترکیب باندهای انعکاسی و حرارتی سنجنده مادیس در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود [Arami et al, 2018]. از آنجا که وقوع پدیده گردوغبار به خصوص در سال‌های اخیر اثرات نامطلوبی بر شرایط مختلف اجتماعی، اقتصادی، زیست‌محیطی مناطق غربی کشور داشته است، شناسایی منابع این پدیده، امری اجتناب‌ناپذیر است. لذا هدف از این تحقیق، بررسی عوامل اصلی و مؤثر در پیدایش و گسترش پدیده گردوغبار، شرایط ژئومورفولوژیکی و پوشش گیاهی و کاربری اراضی مناطق منشاء است.

منطقه مورد مطالعه

منطقه با مساحتی حدود ۱۲۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع بخش شرقی خاورمیانه شامل کشور عراق و بخش‌هایی از کشورهای ایران، ترکیه، سوریه، اردن، عربستان سعودی و کویت را دربر می‌گیرد (شکل ۱).

خاورمیانه عموماً دارای آب و هوایی گرم و خشک بوده و به علت بارندگی بسیار کم سهم زیادی از این منطقه را بیابان تشکیل می‌دهد. بروز گردوغبار در این منطقه در بهار، تابستان و زمستان رایج بوده و با بادهایی به نام بادهای شمال در ارتباط است [Wilkerson, 1991]. پوشش گیاهی در این منطقه عموماً به دلیل کمبود رطوبت خاک و درجه حرارت بالا محدود شده است [Zaitchik et al, 2007].

ژئومورفولوژیکی و رسوبات سطحی منطقه شناسایی و برای همپوشانی با لایه کانون‌های گردوغبار در محیط اِرك مپ رقومی شد (شکل ۳).

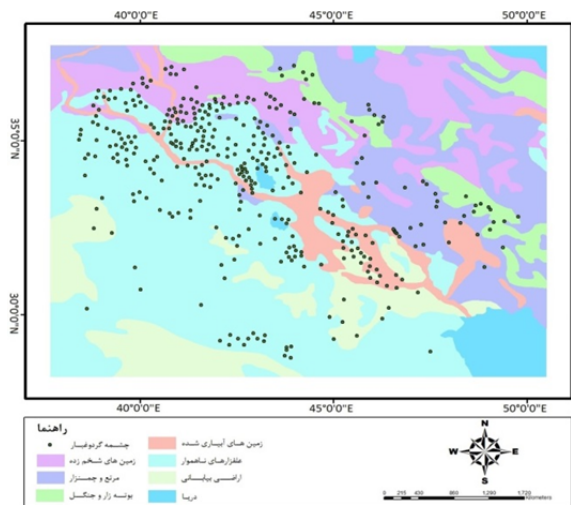


Map of Iraq showing administrative regions and major cities. The map is color-coded by province: Erbil (yellow), Sulaymaniyah (pink), Kirkuk (green), Baghdad (light blue), Basra (dark blue), and Karbala (purple). Major cities like Baghdad, Erbil, Basra, and Sulaymaniyah are marked. The map includes a legend in Persian, a compass rose, and a scale bar.

شکل ۲) موقعیت ایستگاه‌های هواشناسی منتخب

فصلنامه تحقیقات جغرافیایی

ارزیابی ژئومورفیکی و پوشش اراضی چشمه‌های گردوغبار مؤثر بر غرب و شمال غرب ایران ۹۱
 کانون‌های گردوغبار با مناطق مستعد انتشار هریک از لایه‌های منطقه مورد مطالعه مقایسه و نقش آنها در تولید و انتشار چشمه‌های گردوغبار تجزیه و تحلیل شد.

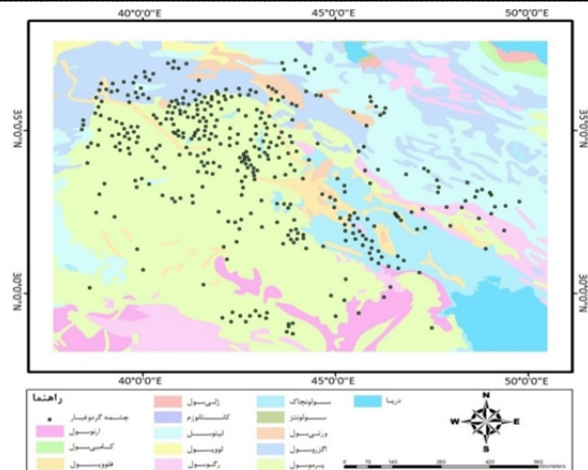


شکل ۵) نقشه طبقات پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه

یافته‌ها

نقش ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بر چشمه‌های گردوغبار

جدول ۲ مشخصات طبقات ژئومورفولوژیکی شامل مساحت و درصد آن، تعداد کانون و درصد آن و نسبت انتشار گردوغبار هریک از طبقات را نشان می‌دهد. در بین طبقات ژئومورفولوژیکی سنگ بستر همراه با رسوبات با ۵۵/۱۳٪ بیشترین وسعت را دارد که بیشتر در مناطق شمال غرب ایران، جنوب ترکیه، غرب عراق، شرق سوریه و اردن و شمال غربی عربستان سعودی مشاهده می‌شود. در این طبقه بیشترین تعداد چشمه‌های گردوغبار با ۶۳/۸٪ قرارداد و نسبت انتشار گردوغبار در آن ۱/۱۵ است. بالاترین نسبت انتشار با ۳/۳۵٪ مربوط به تپه‌های ماسه‌ای است.



شکل ۴) نقشه طبقات خاک منطقه مورد مطالعه

به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه ابتدا نقشه پوشش اراضی منطقه از سایت فائو در مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰۰ استخراج شد. سپس به کمک نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و تصاویر گوگل ارث منطقه، تصحیح و برای همپوشانی با چشمه‌های گردوغبار در محیط ارک مپ رقومی شد. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از ۶ طبقه تشکیل شده است (شکل ۵).

پس از تهیه لایه‌های طبقات ژئومورفیکی، پتانسیل فرسایش بادی، پوشش اراضی، خاک و بافت رسوبات و همپوشانی با لایه کانون‌های گردوغبار، نسبت انتشار گردوغبار به عنوان شاخص اندازه‌گیری تولید نسبی گردوغبار برای هر طبقه از لایه‌های فوق محاسبه شد. این نسبت با تقسیم درصد کل کانون‌های منابع گردوغبار در هر طبقه با درصد کل مساحت در برگرفته هر طبقه محاسبه می‌شود. در مرحله بعد نقشه اهمیت نسبی انتشار گردوغبار در سه طبقه کم، متوسط و زیاد برای هریک از لایه‌های طبقات ژئومورفیکی، خاک، پوشش اراضی و پتانسیل فرسایش بادی با توجه به طبقه‌بندی بولارد (۲۰۱۱) تهیه شد. در مرحله آخر

جدول ۲) ویژگی‌های طبقات ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (%)	کانون‌های گردوغبار (تعداد)	مساحت (%)	مساحت (Km ²)	بافت خاک	طبقات ژئومورفیکی
۲/۸۸	۰/۵۲	۲	۰/۱۸	۲۲۲۰	گراول، ماسه، لوم	رسوبات رودخانه‌ای
۲/۰۲	۲/۳۴	۹	۱/۲	۱۴۷۵۱	سیلت، رس	رسوبات تبحیری
۱/۵۹	۱۰/۹۳	۴۲	۶/۸۴	۸۳۴۹۰	سیلت، رس	پلاپایاها
۰/۴۷	۷/۰۳	۲۷	۱۴/۸۷	۱۸۱۴۲۳	لوم	رسوبات آبرفتی
۱/۵۳	۰/۵۲	۲	۰/۳۴	۴۲۲۱	سیلت، رس	بستر دریاچه‌ای خشک جدید
۱/۳۳	۰/۸۷	۳	۰/۶۵	۸۰۱۵	سیلت، رس	بستر دریاچه‌ای خشک قدیمی
۰/۰۹	۰/۵۲	۲	۵/۴۹	۶۶۷۹۱	ماسه	نشته‌های ماسه‌ای
۳/۳۵	۳/۱۲	۱۲	۰/۹۳	۱۱۳۶۰	ماسه	تپه‌های ماسه‌ای
۰	۰	۰	۰/۰۷	۸۴۳	سیلت، رس	لس‌ها
۰/۶۶	۴/۹۴	۱۹	۷/۳۹	۹۰۲۳۳	گراول، ماسه، سیلت	سطوح سنگی
۰/۷۷	۵/۳۲	۲۱	۶/۸۷	۸۳۸۰۷	گراول و بزرگتر	سنگ بستر
۱/۱۵	۶۳/۸۰	۲۴۵	۵۵/۱۳	۶۷۲۳۱۳	ماسه، سیلت	سنگ بستر همراه با رسوبات

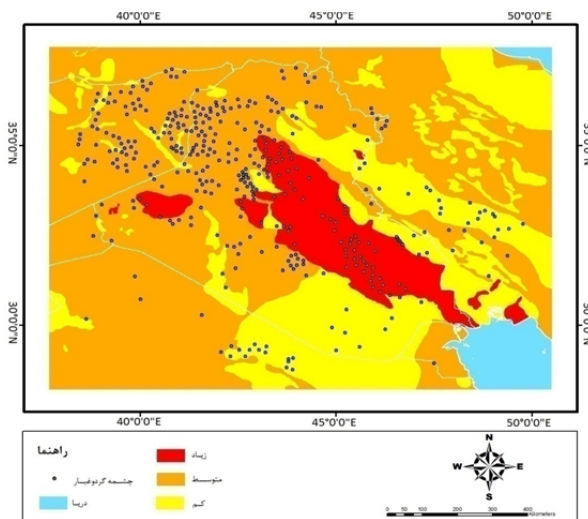
شامل تپه‌های ماسه‌ای، رسوبات تبخیری، پلایا و بستر دریاچه‌های قدیمی است که شرایط مساعدی برای انتشار گردوغبار دارند.

نقش ویژگی‌های نوع خاک بر چشمه‌های گردوغبار منطقه مورد مطالعه

با توجه به جدول ۴ یرموسول‌ها (Yermosols) با ۴۱/۴۹٪ بیشترین مساحت را در بین طبقات نوع خاک دارد. همچنین با ۵۹/۶۳٪ بیشترین تعداد چشمه‌های گردوغبار و نسبت انتشار آن ۱/۴۳ است. سپس به‌ترتیب فلوویسول‌ها (Fluvisols) با ۱/۳۲٪، ورتی‌سول‌ها (Vertisols) با ۱/۲۷٪، سولونچاک‌ها (Solonchaks) با ۱/۱۹٪، آگزروسول‌ها (Xerosols) با ۰/۹۲٪، لیتوسول‌ها (Lithosols) با ۰/۵٪، رگوسول‌ها (Regosols) با ۰/۲۶٪ و ارنوسول‌ها (Arenosols) با ۰/۱۷٪ قرار دارند. کاستانوزم‌ها (Kastanozems) با ۰/۸٪، لوویسول‌ها (Luvisols) با ۰/۷۷٪، سولونترها (Solontez) با ۰/۶٪، کامبی‌سول‌ها (Cambisols) با ۰/۵۱٪ و ژلی‌سول‌ها (Gelisols) با ۰/۳۵٪ از مساحت کل، فاقد کانون گردوغبار هستند.

با استفاده از طبقه‌بندی بولارد (۲۰۱۱) و باتوجه به بافت خاک و اهمیت نسبی آن در فرسایش بادی و ایجاد گردوغبار، بافت خاک‌های منطقه به سه طبقه کم، متوسط و زیاد تبدیل شد (شکل ۷ و جدول ۵).

اهمیت نسبی طبقات ژئومورفولوژیکی در انتشار گردوغبار شکل ۶ و جدول ۳ نشان می‌دهد که بالاترین نسبت انتشار به مقدار ۱/۷۷٪ اهمیت بالایی در انتشار گردوغبار قرار دارد که شامل عوارض ژئومورفیکی تپه‌های ماسه‌ای، رسوبات تبخیری، پلایا و بستر دریاچه‌های قدیمی است. طبقه با اهمیت متوسط با نسبت انتشار گردوغبار ۱/۱۴ در درجه دوم قرار دارد. نسبت انتشار طبقه با اهمیت نسبی کم با ۰/۴۴٪ است.



شکل ۶) اهمیت نسبی طبقات ژئومورفولوژیکی در انتشار گردوغبار

جدول ۴) ویژگی‌های طبقات نوع خاک منطقه مورد مطالعه

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (تعداد)	کانون‌های گردوغبار (%)	مساحت (Km ²)	نسبت انتشار گردوغبار
۰	۰	۰/۰۸	۱۰۱۱	کاستانوزم
۰	۰	۰/۰۶	۷۶۱	سولونتر
۰	۰	۰/۳۵	۴۳۳۳	ژلی‌سول
۰	۰	۰/۵۱	۶۱۲۴	کامبی‌سول
۰	۰	۰/۷۷	۹۱۴۵	لوویسول
۱/۳۲	۴/۶۸	۱۸	۳/۵۳	فلوویسول
۰/۵۰	۸/۵۹	۳۳	۱۷/۰۶	لیتوسول
۱/۴۳	۵۹/۶۳	۲۲۹	۴۱/۴۹	یرموسول
۱/۲۷	۲/۳۴	۹	۱/۸۴	ورتی‌سول
۰/۹۲	۱۲/۵	۴۸	۱۳/۴۵	آگزروسول
۰/۱۷	۰/۸۷	۳	۵/۰۹	ارنوسول
۰/۲۶	۲/۰۸	۸	۷/۸۲	رگوسول
۱/۱۹	۹/۳۷	۳۶	۷/۸۷	سولونچاک

جدول ۵) اهمیت نسبی طبقات خاک در انتشار گردوغبار

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (تعداد)	کانون‌های گردوغبار (%)	مساحت (Km ²)	اهمیت نسبی انتشار گردوغبار
۰/۴۶	۹/۳۷	۳۶	۲۰/۲۸	کم
۱/۱۸	۷۹/۴۲	۳۰۵	۶۶/۷۴	متوسط
۰/۹۱	۱۱/۱۹	۴۳	۱۲/۹۷	زیاد

جدول ۳) اهمیت نسبی طبقات ژئومورفولوژیکی در انتشار گردوغبار

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (تعداد)	کانون‌های گردوغبار (%)	مساحت (Km ²)	اهمیت نسبی انتشار گردوغبار
۰/۴۴	۱۳/۲	۵۰	۲۹/۵۶	کم
۱/۱۴	۶۹/۵۳	۲۶۷	۶۰/۶	متوسط
۱/۷۷	۱۷/۴۴	۶۷	۹/۸۲	زیاد

در منطقه مورد مطالعه سنگ بستر همراه با رسوبات بیشترین وسعت را در بین طبقات دارد. تپه‌های ماسه‌ای با ۳/۳۵ بالاترین نسبت انتشار در بین طبقات ژئومورفیکی را دارد که می‌تواند به دلیل وجود انسجام کم مواد و حجم رسوبی زیاد برای برداشت نیروی باد باشد. رسوبات تبخیری و پلایا به‌ترتیب با نسبت انتشار ۲/۰۲ و ۱/۶۳ دیگر طبقات ژئومورفیکی با انتشار گردوغبار بالا هستند. وجود رسوبات ریزدانه که باعث کاهش آستانه فرسایش بادی می‌شود می‌تواند عامل نسبت بالای انتشار در این طبقات باشد. بیشتر کانون‌های گردوغبار از رسوبات دوران جدید زمین‌شناسی سرچشمه گرفته‌اند. کانون‌های گردوغبار با نقشه اهمیت نسبی انتشار گردوغبار برای طبقات ژئومورفیکی مطابقت دارد، به‌طوری که طبقه با اهمیت نسبی بالا با نسبت انتشار ۱/۷۷ بیشترین سهم در تولید چشمه‌های گردوغبار را دارد. این طبقه

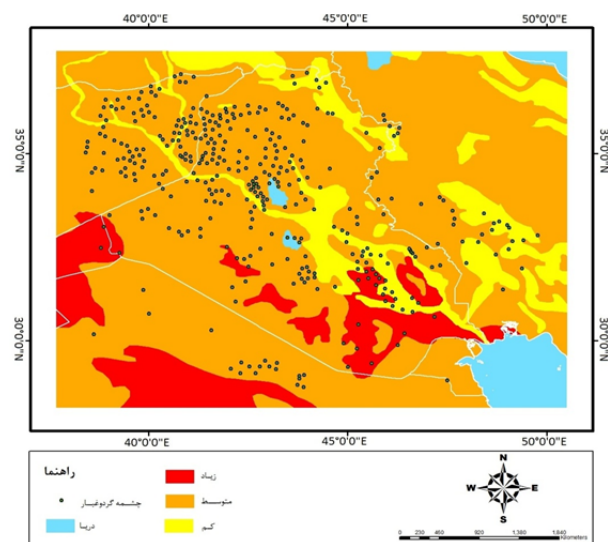
ارزیابی ژئومورفیکی و پوشش اراضی چشمه‌های گردوغبار مؤثر بر غرب و شمال غرب ایران ۹۳ کاربری در سه طبقه کم، متوسط و زیاد را نشان می‌دهد. طبقه متوسط با نسبت انتشار ۱/۱ بالاترین نسبت انتشار گردوغبار را در بین طبقات دارد که شامل مراتع و چمنزار، اراضی قابل کشت و علفزار ناهموار می‌شود. طبقه اهمیت نسبی کم شامل بوته‌زار و جنگل و اراضی آبیاری شده با نسبت انتشار ۹۸/۰ در رده دوم قرار دارد. طبقه با اهمیت نسبی بالا در انتشار گردوغبار شامل اراضی بیابانی و فاقد پوشش گیاهی با نسبت انتشار ۳۷/۰ کمترین مقدار انتشار گردوغبار را در بین طبقات دارد.

جدول ۶) ویژگی‌های طبقات پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (%)	کانون‌های گردوغبار (تعداد)	مساحت (Km ²)	طبقات پوشش اراضی
۰/۴۴	۵/۴۶	۲۱	۱۲/۳۷	اراضی بیابانی
۰/۵۹	۴/۱۶	۱۶	۶/۹۶	بوته‌زار و جنگل
۱/۳۰	۸/۸۵	۳۴	۶/۷۷	زمین‌های آبیاری شده
۱/۴۰	۵۹/۸۹	۲۳۰	۴۲/۷۶	علفزارهای ناهموار
۰/۵۴	۹/۳۷	۳۶	۱۷/۳۳	مرتع و چمن‌زار
۰/۸۸	۱۲/۲۳	۴۷	۱۳/۷۷	زمین‌های شخم زده

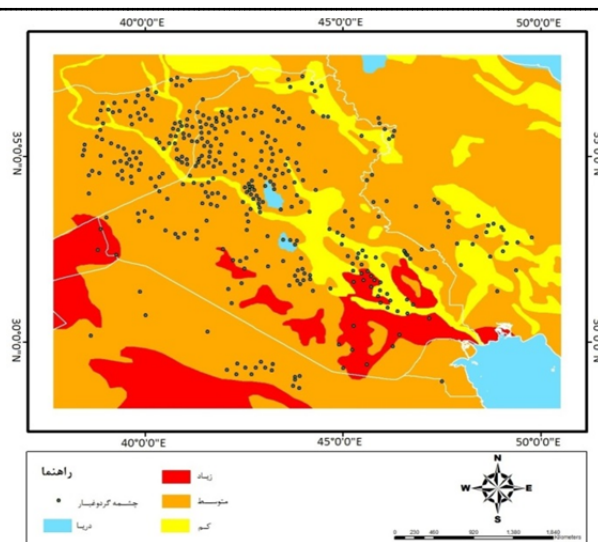
جدول ۷) اهمیت نسبی طبقات پوشش اراضی در انتشار گردوغبار

نسبت انتشار گردوغبار	کانون‌های گردوغبار (%)	مساحت (Km ²)	اهمیت نسبی انتشار گردوغبار
۰/۹۸	۱۳/۵۴	۱۳/۷۳	کم
۱/۱۰	۸۱/۷۷	۷۳/۸۸	متوسط
۰/۳۷	۴/۶۸	۱۲/۳۷	زیاد



شکل ۸) اهمیت نسبی طبقات پوشش اراضی در انتشار گردوغبار

مقایسه طبقات پوشش اراضی و اهمیت نسبی طبقات آن در انتشار گردوغبار نشان داد که انطباقی بین چشمه‌های گردوغبار با پوشش اراضی آنها وجود ندارد. به طوری که طبقه با اهمیت نسبی



شکل ۷) اهمیت نسبی طبقات خاک در انتشار گردوغبار

طبقه متوسط با ۶۶/۷۴٪ مساحت و ۷۹/۴۲٪ کانون گردوغبار، بیشترین نسبت انتشار گردوغبار (۱/۱۸٪) را در بین طبقات دارد که شامل خاک‌های یرموسول‌ها، فلوویسول‌ها و آگروسول‌ها است. طبقه با اهمیت نسبی زیاد که شامل خاک‌های سولونچاک‌ها و ارنوسول‌ها است، با نسبت انتشار ۹۱/۰٪ در رده دوم قرار دارد. طبقه با اهمیت نسبی کم با نسبت انتشار ۴۶/۰٪، کمترین تعداد چشمه‌های گردوغبار را دارد.

نقشه طبقات نوع خاک منطقه با نقشه اهمیت نسبی طبقات خاک در انتشار گردوغبار مطابقت زیادی ندارد، به طوری که با توجه بافت رسوبات و حساسیت‌پذیری آنها به فرسایش بادی انتظار می‌رفت که خاک‌های طبقه اهمیت نسبی زیاد در انتشار گردوغبار چشمه‌های بیشتری ایجاد کرده باشند، اما با نسبت انتشار ۹۱/۰٪ در رده دوم قرار گرفته‌اند. خاک‌های با اهمیت نسبی متوسط انتشار گردوغبار، بیشترین چشمه‌ها و خاک‌های با اهمیت نسبی کم در انتشار چشمه‌های گردوغبار کمترین کانون‌ها را دارند. از جمله عواملی که می‌تواند بر این امر تأثیرگذار باشد، می‌توان به تغییرات رطوبتی و پوشش گیاهی در سال مورد نظر اشاره کرد. به طوری که افزایش بارندگی در رسوبات ریزدانه می‌تواند چسبندگی و انسجام خاک را افزایش دهد یا حتی به رشد گیاهان موقتی کمک کند که سرعت فرسایش بادی و انتشار گردوغبار را کاهش می‌دهد.

نقش ویژگی‌های پوشش اراضی بر چشمه‌های گردوغبار

با توجه به جدول ۶ بیشترین وسعت مربوط به علفزارهای ناهموار با ۴۲/۷۶٪ مساحت و بیشترین تعداد چشمه‌های گردوغبار به مقدار ۵۹/۸۹٪ است. همچنین این طبقه با ۱/۴٪ بیشترین نسبت انتشار گردوغبار را دارد. اراضی آبیاری شده با ۶/۷۷٪ مساحت و ۸/۸۵٪ چشمه‌های گردوغبار، با نسبت انتشار ۱/۳٪ در رده دوم قرار دارد. کمترین نسبت انتشار مربوط به اراضی بیابانی با ۰/۴۴٪ است.

شکل ۸ و جدول ۷ اهمیت نسبی انتشار گردوغبار طبقات اراضی

گردوغبار با پتانسیل فرسایش بادی انطباق دارد. به طوری که بیشترین چشمه‌های گردوغبار در مناطق شرق سوریه و غرب عراق و همچنین مناطق مرکزی عراق، بین دجله و فرات ایجاد شده‌اند که پتانسیل فرسایش بادی بالایی دارند. این امر نشان می‌دهد که ایجاد چشمه‌های گردوغبار به عواملی مانند ذخیره رسوبی و در دسترس بودن آن و همچنین به ظرفیت انتقال بادی بستگی دارد. بنابراین واحدهای ژئومورفیکی در منطقه مورد مطالعه مانند تپه‌های ماسه‌ای، رسوبات تبخیری و پلایا ذخیره رسوبی مناسب و قابل دسترسی را برای انتقال بادی فراهم نموده‌اند که منجر به ایجاد چشمه‌های گردوغبار در منطقه مورد مطالعه شده است.

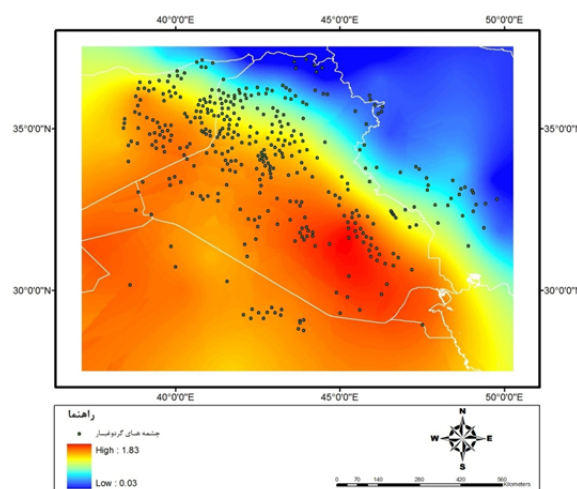
بحث و نتیجه‌گیری

بیشتر تحقیقات از جمله بولارد [Bullard et al, 2009 & [Hahnenberger & Nicol, 2014]، هانبرگر و نیکول [Hahnenberger & Nicol, 2014]، بادوک و همکاران [Baddock et al, 2011] و لی [Lee et al, 2012]، روش طبقه‌بندی بولارد (۲۰۱۱) را برای بررسی تأثیر ویژگی‌های ژئومورفولوژیکی بر انتشار چشمه‌های گردوغبار در مناطق خشک و نیمه‌خشک به کار برده‌اند. در منطقه مورد مطالعه ۱۱ طبقه از ۱۷ طبقه ژئومورفیکی بولارد شناسایی شد. باتوجه به تحقیقات ماهوالد و همکاران [Mahowald et al, 2003]، گیل [Gill, 1996]، گیل و چایل [Gill & Chaill, 1992] و پاراجولی و زندر [Parajuli SP & Zender, 2017] دریاچه‌های خشک و موقتی که به عنوان پلایا شناخته می‌شوند، در بین سایر چشمه‌های گردوغبار مناطق خشک معمول تر هستند. در این تحقیق تأثیر ۴ عامل ویژگی‌های ژئومورفیکی، خاک، پوشش اراضی و پتانسیل فرسایش بادی بر ایجاد چشمه‌های گردوغبار بررسی شد. در بین عوامل یادشده، مناطق منشاء گردوغبار بیشتر از ویژگی‌های ژئومورفیکی و پتانسیل فرسایش بادی تأثیر پذیرفته‌اند. مقایسه چشمه‌های گردوغبار با لایه اهمیت نسبی طبقات ژئومورفیکی نشان از انطباق بین آنها دارد به طوری که طبقه با اهمیت نسبی بالا در انتشار گردوغبار با نسبت انتشار ۱/۷۷ بیشترین تأثیر بر روی چشمه‌های گردوغبار دارد. در بین طبقات ژئومورفیکی تپه‌های ماسه‌ای با نسبت انتشار ۳/۳۵ بیشترین سهم را در تولید چشمه‌های گردوغبار دارند. در بین طبقات نوع خاک، طبقه با اهمیت نسبی متوسط در انتشار گردوغبار با نسبت انتشار ۱/۱۸ سهم بیشتری در تولید چشمه‌های گردوغبار دارد و طبقه با اهمیت نسبی بالا در انتشار گردوغبار با نسبت انتشار ۰/۹۱ در رده دوم قرار دارد که نشان‌دهنده تأثیر کمتر ویژگی‌های نوع خاک نسبت به ویژگی‌های ژئومورفیکی در ایجاد چشمه‌های گردوغبار است. طبقات پوشش اراضی کمترین تأثیر را در ایجاد کانون گردوغبار دارند. مقایسه بین چشمه‌های گردوغبار و مقادیر پتانسیل فرسایش بادی نشان از انطباق بین آنها دارد و مناطق با پتانسیل فرسایش بادی (EW) بالا چشمه‌های گردوغبار بیشتری ایجاد کرده‌اند که حاکی از نقش کنترل‌کننده پتانسیل

زیاد در انتشار گردوغبار که شامل اراضی بیابانی و فاقد پوشش گیاهی است با نسبت انتشار ۰/۳۷ کمترین تأثیر را در ایجاد چشمه‌های گردوغبار داشته است. در مقابل اراضی آبیاری شده با نسبت انتشار ۱/۳ در رده دوم تولید چشمه‌های گردوغبار قرار دارد. این امر می‌تواند به تغییرات اقلیمی مانند تغییرات بارندگی و خشکسالی و همچنین دخالت انسان در تغییر کاربری اراضی مرتبط باشد. وجود خشکسالی می‌تواند به کمبود بارندگی و کاهش سطح آبهای زیرزمینی تأثیرگذار باشد که این امر به نوبه خود می‌تواند به کاهش آبیاری زمین‌های کشاورزی و از بین رفتن پوشش زراعی منجر شود. تغییر کاربری اراضی به زمین‌های کشاورزی می‌تواند موجب کاهش انسجام خاک‌های منطقه شود و زمینه را برای تشدید فرسایش بادی در دوره‌های خشکسالی و کمبود بارندگی فراهم سازد. همچنین انسان با دخالت خود مانند سدسازی در حوضه رودخانه‌های دجله و فرات باعث تغییر وضعیت هیدرولوژیکی آنها گردیده است که باعث افزایش خشکی منطقه و تشدید فرسایش بادی و بروز توفان‌های گردوغبار شده است.

نقش پتانسیل فرسایش بادی در ایجاد چشمه‌های گردوغبار

شکل ۹ نشان می‌دهد که بیشترین مقدار EW مربوط به مناطق مرکزی و جنوب غربی منطقه است که شامل نواحی بین رودخانه دجله و فرات، غرب عراق، شرق سوریه و شمال شرقی عربستان است. از مرکز به سمت شمال شرقی و غرب منطقه مقدار EW و پتانسیل فرسایش بادی کاهش می‌یابد. بیشترین تعداد چشمه‌های گردوغبار مربوط به مناطق دارای مقدار EW زیاد است که حدود نیمی از منطقه را دربر می‌گیرد. پس از آن مناطق با پتانسیل فرسایش متوسط قرار دارد که به صورت نواری از شمال غرب تا جنوب شرقی منطقه امتداد دارد. مناطق با مقدار EW پایین که بیشتر مناطق غرب و شمال غربی ایران را شامل می‌شود، کمترین تعداد چشمه‌های گردوغبار را دارد.



شکل ۹) مقدار شاخص EW ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نتایج محاسبه پتانسیل فرسایش بادی نشان داد که چشمه‌های

- Gill TE (1996). Eolian sediments generated by anthropogenic disturbance of playas: Human impacts on the geomorphic system and geomorphic impacts on the human system. *Geomorphology*. 17(1):207-228.
- Hahnenberger M, Nicoll K (2014). Geomorphic and landcover identification of dust sources in the eastern Great Basin of Utah, USA. *Geomorphology*. 204:657-672.
- Iranmanesh F, Arab Khedri M, Akram M (2005). Surveying Dust Particulate Areas and Their Distribution Characteristics in Sistan Area Storm Using Satellite Image Processing. *Pajouhesh va Sazandegi*. 18(2-67):25-33. [Persian]
- Karimi K, Taheri Shahraeini H, Habibi Nokhandan M, Hafezi Moghadas N (2011). Identifying the origin of dust storm production in the Middle East using remote sensing. *Climate Research*. 2(1):57-72. [Persian]
- Lee JA, Gill T, Mulligan KR, Acosta MD, Perez AE (2009). Land use/land cover and point sources of the 15 December 2003 dust storm in southwestern North America. *Geomorphology*. 105(1):18-27.
- Lee JA, Baddock MC, Mbuh JM, Gill Th (2012). Geomorphic and land cover characteristics of aeolian dust sources in West Texas and eastern New Mexico, USA. *Aeolian Research*. 3(4):459-466.
- Mahowald NM, Ballantine JA, Feddema J, Ramankutty N (2007). Global trends in visibility: implications for dust sources. *Atmosphere Chemistry and Physics*. 7(12):3309-3339.
- Painter TH, Deems JS, Belnap J, Hamlet AF, Landry CC, Udall B (2010). Response of Colorado River run off to dust radiative forcing in snow. *Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security Journal*. 107(40):17125-17230.
- Parajuli SP, Zender CS (2017). Connecting geomorphology to dust emission through high-resolution mapping of global land cover and sediment supply. *Aeolian Research*. 27:47-65.
- Shamsipour AA, Safarrad T (2010). Satellite - Overview Analysis of the Dust. *Natural Geography Research*. 79:111-126. [Persian]
- Wilkerson WD (1991). Dust and Sand Forecasting in Iraq and Adjoining Countries. Technical Report, Air Weather Service, Scott AFB(AWS/XTX), IL 62225-5008, pp: 1-65.
- Wang X, Zhou Z, Dong Z (2006). Control of dust emissions by geomorphic conditions, wind environments and land use in northern China: An examination based on Abstracton dust storm frequency from 1960 to 2003. *Geomorphology*. 81(3-4):292-308.
- Wang X, Xia D, Wang T, Xue X, Jinchang L (2008). Dust sources in arid and semiarid China and southern Mongolia: Impacts of geomorphological setting and surface materials. *Geomorphology*. 97(3-4):583-600.
- Zou KX, Zhai PM (2004). Relationship between vegetation coverage and spring dust storms over northern china. *Geophysical Research*. 109(D3):1-9.
- Zaitchik BF, Evans JP, Geerken RA, Smith RB (2007). Climate and vegetation in the Middle East: Interannual variability and drought feedbacks. *Climate*. 20:3924-3941.

فرسایش بادی است. به‌طور کلی در بین عوامل تأثیرگذار ویژگی‌های ژئومورفیکی با ایجاد ذخیره مناسب رسوبی و قابل دسترس و نیروی باد با ایجاد ظرفیت انتقال گردوغبار شرایط برای ایجاد چشمه‌های گرد و غبار و انتقال آن به مناطق غرب کشور ایران فراهم نموده‌اند.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان بیان نشده است.

تابییدیه‌های اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان بیان نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان بیان نشده است.

سهم نویسندگان: امجد ملکی (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/روش‌شناس (۵۰٪)؛ امان‌اله فتح‌نیا (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/تحلیلگر (۲۵٪)، محسن اکبری (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث (۲۵٪)

منافع مالی: موردی از سوی نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- Abkar AA, Nooshin MA, Golijirandeh A, Abkar A (2011). Identification of harvesting centers and the effect of vegetation changes on the occurrence of dust storms using remote sensing technology and GIS, *Geomatics National Conference*, Tehran: National mapping agency. [Persian]
- Afifi ME (2017). Monitoring of the dust using Multi-Spectral Images of the Satellite in the Southwest of Iran. *Geography Quarterly*. 55:183-194. [Persian]
- Arami A, Ownagh M, Mohammadianbehbahani A, Akbari M, Zarasvandi A (2018). Analysis of dust hazard studies in southwest of Iran during the 22 year period 1996-2017. *Spatial Analysis Environmental Hazards*. 5(1):39-66. [Persian]
- Baddock MC, Gill TE, Bullard JE, Dominguez Acosta M, Rivera NI (2011). Geomorphology of the Chihuahuan Desert based on potential dust emissions. *Maps*. 2011:249-259.
- Bullard J, Baddock M, McTainsh G, Leys J (2008). Sub-basin scale dust source geomorphology detected using MODIS, *Geophysical Research Letters*. 35(15):1-6.
- Bullard JE, Harrison SP, Baddock MC, Drake N, et al (2011). Preferential dust sources: A geomorphological classification designed for use in global dust-cycle models. *JGR Earth Surface*. 116(F4):1-20.
- Fallahzuzoli M, Vafayinejad A, Khairkhahzarkesh M, Ahmadinejad F, et al (2014). Source routing of dust haze phenomenon in the west and southwest of Iran and its synoptic analysis by using remote sensing and GIS. *RS and GIS for Natural Resources*. 5(4):61-78. [Persian]
- Galloza MS, Webb NP, Bleiweiss MP, Winters C, Herrick JE, Ayers E (2018). Exploring dust emission responses to land cover change using an ecological land classification. *Aeolian Research*. 32:141-151.
- Gill TE, Cahill TA (1992). Playa-Generated Dust Storms from Owens Lake, Climate indicators. University of California Press. pp: 63-73.