Assessing Impact of Extreme Precipitation Events on Wind Erosion Intensity: Western Region of Makran Coastal Plain, Iran

Saeedeh Khaefi [a], **Mohammad Akbarian** [* b], **Asadollah Khoorani** [b]
[a] *M.Sc. Graduate Student in Climatology, Geographical Sciences Department, Faculty of Humanities, University of Hormozgan, BandarAbbas, Iran*
[b] *Associate professor, Geographical Sciences Department, Faculty of Humanities, University of Hormozgan, BandarAbbas, Iran*

Research Full Paper
Article History (Received: 2024/10/2 Accepted: 2024/12/12)

Extended abstract

1- Introduction

Erosion is a delicate balance influenced by climate and land management practices. Understanding the impact of climate change on erosion is crucial for developing effective management strategies. While wind erosion is a global phenomenon, its severity depends on the natural environment's support (Chorley et al., 2000). Particularly in arid and semi-arid regions, wind erosion is a significant challenge leading to desertification (Jebali & Zare Chahouki, 2021); In these areas, the natural environment has contributed and wind has become the main factor of desertification (Yan, 2004). Dust storms resulting from wind erosion not only degrade soil but also deteriorate air quality in downwind areas (Jiang et al., 2018). Given the detrimental effects of wind erosion on food security and human health, accurately simulating and predicting this process in arid regions is essential (Wang et al, 2020). This study aims to investigate the impact of extreme precipitation events on wind erosion intensity.

The research area encompasses the western plain of Makran, including Jask and Sirik counties in Hormozgan province, southern Iran, covering an area of 366,879 square kilometers. This low-lying coastal region is characterized by frequent intense winds, especially during the summer, contributing to various erosion processes, including wind and coastal erosion. The region's climate is arid, with low rainfall concentrated in the winter months. The average temperature is 27 degrees Celsius, with the highest rainfall occurring in January. The region experiences a dry period all months annually, with humidity ranging from 60-80%. The warmest month is July, with temperatures below 34°C.

2- Methodology

The research data include soil moisture indicators, vegetation abundance from MODIS's satellite images, precipitation data, and geomorphological features. The IRIFR model, ArcGIS, and Excel software were utilized for analysis. Homogeneous study units were established based on geomorphological characteristics. The IRIFR model was employed to assess wind erosion intensity in each unit. Precipitation data from the Jask synoptic station were used to determine rainfall patterns. Extreme precipitation events were identified and extracted. Since most IRIFR criteria are constant, soil moisture and vegetation density measures were derived from satellite images and statistical relationships. Wind erosion intensity was calculated at 10, 20, and 30 days post-extreme precipitation events.

3- Results

The average wind erosion intensity in the western plain of Makran, specifically Sirik and Jask, is 11.4 tons per hectare per year, indicating moderate erosion levels. Extreme rainfall events temporarily reduce wind erosion by enhancing soil moisture and vegetation abundance. Meteorological data demonstrated that extreme precipitation events have a significant impact on mitigating wind erosion in the region.

According to the meteorological data of Jask station, the average rainfall of the region during the statistical period is 110 mm per year. The lowest amount of annual rainfall is 79 mm and the highest amount of annual rainfall

* **Corresponding Author: m.akbarian@hormozgan.ac.ir**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

during the statistical period under review is 188.6 mm. For the study of precipitation events, the upper 60% of the rainfall statistics of the region were considered as precipitation. The results showed that extreme presentations have improved the condition of NDVI and NDMI indices. This situation continued for 20 days after the rainy event, but with time, the moisture conditions of the soil and its surface vegetation returned to the previous situation.

4- Discussion & Conclusions

The results showed that extreme precipitations have caused a decrease in wind erosion by increasing soil moisture and dense vegetation; However, this reduction did not permanent and the intensity of wind erosion gradually increased. It seems that apart from the amount of precipitation in an extreme event, the season of its occurrence is also important. It seems that these extreme precipitations, although in a certain period, have caused a great reduction in the intensity of wind erosion in the region, their effect does not last. The reason for the non-continuity of erosion reduction is the growth of ephemeral species (Terophytes) after rainfall. Terophytes have a short life and are limited to the wet period of the year (Jalili Sehbardan et al., 2021). With more rainfall and a more suitable rainy season in terms of temperature and intensity of radiation, a higher percentage of them grow and increase the number of plants. The Ombrothermic diagram shows that the end of winter is a suitable season for growth in the region, so the effect of the rain showers of this period on the abundance of vegetation has been greater.

Key Words: Climate change, Makran western plain, Wind Erosion, IRIFR model, Terophytes**.**

Cite this article: Khaefi, S., Akbarian, M., & Khoorani, A. (2025). Assessing Impact of Extreme Precipitation Events on Wind Erosion Intensity: Western Region of Makran Coastal Plain, Iran. *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2025; 15 (1):45-65.* http//doi.org/10.61186/jeer.15.1.45

© The Author(s).
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.1.45
Published by Hormozgan University Press.
URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

ارزیابی تغییرات فرسایش بادی متأثر از فرین‌های بارشی در جلگه غربی مکران

سعیده خائفی: *دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد آب‌وهواشناسی، گروه علوم جغرافیا، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس*

محمد اکبریان*: *دانشیار گروه علوم جغرافیا، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس*

اسداله خورانی: *دانشیار گروه علوم جغرافیا، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس*

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۲۲)

DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.1.45

چکیده

فرسایش را می توان به عنوان یک تعادل مبتنی بر اقلیم و مدیریت زمین در نظر گرفت. درک چگونگی تاثیرپذیری فرسایش از تغییرات آب و هوایی، برای توسعه استراتژی‌های مدیریتی مناسب، حیاتی است. هدف از این پژوهش، مطالعه تاثیرپذیری شدت فرسایش بادی از فرین‌های بارشی به عنوان یکی از وقایع حدی اقلیمی است. داده‌های پژوهش، شاخص‌های رطوبت خاک و انبوهی پوشش گیاهی تصاویر ماهواره‌ای مودیس، داده‌های بارش و نیز داده‌های ژئومورفولوژیک و ویژگی‌های سطح زمین است. علاوه بر مدل اریفر از نرم‌افزارهای Arc GIS و اکسل به عنوان ابزار استفاده شد. ضمن گردآوری نتایج مطالعات ژئومورفولوژی منطقه، محدوده به واحدهای همگن مطالعاتی تقسیم شد. در هر واحد، با استفاده از مدل اریفر به ارزیابی شدت فرسایش بادی اقدام شد. با اخذ آمار بارش ایستگاه سینوپتیک بندرجاسک به‌عنوان تنها ایستگاه معیار منطقه، فرین‌های بارشی در طول دوره آماری مشخص شد. ازآنجایی‌که از بین ۹ معیار اریفر ۷ معیار آن با زمان تغییر زیادی نمی‌کند، این معیارها ثابت فرض شد. دو معیار مستقیماً از بارش تأثیر می‌پذیرند، معیار رطوبت خاک و معیار انبوهی پوشش گیاهی. این معیارها به کمک تصاویر ماهواره‌ای (شاخص‌های NDVI و NDMI) و روابط آماری تبدیل به معیارهای اریفر شد. با فرض ثابت بودن سایر عوامل، شدت فرسایش بادی در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از وقوع فرین‌های بارشی مورد محاسبه قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق، متوسط شدت فرسایش بادی در جلگه غربی مکران، محدوده جلگه ساحلی سیریک و جاسک، ۱۱/۴ تن بر هکتار در سال است که در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که فرین‌های بارشی با افزایش رطوبت خاک و انبوهی پوشش گیاهی، کاهش مقطعی فرسایش بادی را سبب شده‌اند. به نظر می‌رسد دلیل عدم تداوم کاهش فرسایش، موقتی بودن رویش گونه‌های یکساله تروفیت است. این گونه‌ها ماندگاری چندانی نداشته و دوره رویشی آن‌ها وابستگی تامّی به شرایط اقلیمی دارد.

واژگان کلیدی: اریفر، تروفیت، تغییر اقلیم، جلگه غربی مکران، فرسایش بادی.

* **نویسندهٔ مسئول:** m.akbarian@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

۱ـ مقدمه

فرسایش بادی و طوفانهای گرد و غبار ناشی از آن یکی از مهمترین مخاطرات زیست محیطی مبتلابه دنیای امروز است که خسارات فراوانی را بر محیط زیست و سلامت انسان‌ها وارد می‌کند (Rahdari et al., 2022). اگرچه آثار فرسایش بادی کم‌وبیش در سراسر کره زمین مشهود است، عملکرد مؤثر آن بستگی به مساعدت محیط طبیعی دارد (Chorley et al., 2000). این پدیده، از جمله دشواری‌های حاکم بر مناطق خشک و نیمه خشک است (Jebali & Zare Chahouki, 2021)؛ در این مناطق، مساعدت محیط طبیعی وجود دارد، به‌گونه‌ای که باد به عامل اصلی بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تبدیل شده است (Yan, 2004). سواحل دریاها نیز همانند مناطق خشک مساعدترین قلمرو عملکرد باد هستند؛ حال اگر سواحل دریا منطبق با مناطق خشک اقلیمی باشد، آثار فرسایش بادی و فرایندهای آن پیچیدگی بیشتری خواهد داشت (Mahmoudi, 2000). فرسایش بادی محتوای مواد آلی خاک، ظرفیت جذب آب و ظرفیت تبادل یونی را کاهش داده، بر تولید محصول و چرخه بیوژئوشیمیایی خاک تأثیر منفی می‌گذارد (Zhao et al., 2017; Li et al, 2019). وقوع مکرر طوفان‌های گرد و غبار، نه‌تنها منجر به تخریب خاک در منشأ می‌شود، بلکه کیفیت هوا را در مناطق بادگیر کاهش می‌دهد (Jiang et al., 2018). با توجه به اثرات مخرب فرسایش بادی برای امنیت غذایی و سلامت انسان، توانایی شبیه‌سازی و پیش‌بینی دقیق این فرایند، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ضروری و لازم است (Wang et al,2020).

از نظر مفهومی، فرسایش را می‌توان به عنوان یک تعادل مبتنی بر اقلیم و مدیریت زمین، در نظر گرفت. به عنوان مثال، مقدار، نوع و توزیع پوشش گیاهی و قرار گرفتن خاک در معرض بارندگی و بادهای بالقوه، فرسایش بادی را کنترل می‌کند (Edwards et al,2019). به نظر Bagnold (1941) حداقل سرعت بحرانی بادبردگی برای تحرک ذرات ۰/۱۵ میلی‌متری است، به‌عبارت‌دیگر ذرات ۰/۱۵ میلی‌متری بیشترین قابلیت در تحرک را نشان می‌دهند. بالاتر و پایین‌تر از این اندازه، سرعت آستانه فرسایش به تناسب جذر قطر ذرات، سریع‌تر افزایش می‌یابد. پس از آنکه حرکت از آستانه سیالیت گذشت و انتقال توسط باد صورت گرفت، سرعت باد می‌تواند تا خط تقسیم آستانه فشردگی کاهش یابد بدون اینکه توقفی در وضع رسوب‌های در حال حرکت اتفاق بیفتد (Motamed, 2000). علاوه بر ویژگی‌های خاک سطحی، عوامل اقلیمی به‌ویژه سرعت باد و نیز منابع تأمین‌کننده رطوبت خاک از جو از عمده‌ترین عوامل تأثیرگزار بر فرسایش بادی است (Akbarian & Khoorani, 2022; Shayan et al., 2014). عوامل اقلیمی تأثیرگزار بر فرسایش بادی عبارتند از: سرعت برشی باد، بارندگی، تبخیر و تعرق، رطوبت نسبی و درجه‌حرارت (Cornelis, 2006). در این میان بارندگی تأثیر ویژه‌ای در فرسایش بادی دارد؛ فقط خاک خشک توسط باد منتقل می‌شود و هیچ خاکی با داشتن سطح مرطوب جابجا نمی‌شود (Refahi, 2004). بارش و تبخیروتعرق با تغییر وضعیت رطوبتی خاک، فرسایش‌پذیری خاک را تغییر می‌دهند (Cornelis et al., 2004). اثرات بارش بر کاهش فرسایش بادی، قابل اغماض نیست (Khodraz et al., 2023). بررسی‌ها نشان داده‌اند که اگر خاک خشکی را تا رطوبت نقطه پژمردگی خیس کنند، فرسایش پذیری آن در ابتدا به کندی و سپس به‌سرعت کاهش می‌یابد (Refahi, 2004 به نقل از چپیل، ۱۹۵۶ و بیسال و هسیه، ۱۹۶۶).

با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق خشک و سواحل، محققین زیادی به پژوهش در این مورد پرداخته‌اند. Khazrak و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی با عنوان تحلیلی ژئومورفولوژیک از رخدادهای گردوغبار دارای منشأ محلی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

در جلگه غربی مکران، اقدام به بررسی عملکرد لندفرم‌های ساحلی بر وقوع رخداد گردوغبار کردند و نتیجه گرفتند که تفاوت مکانی غلظت گردوغبار منطقه، عمدتاً متأثر از نحوه آرایش لندفرم‌ها در مقابل باد غالب است. به گفته Zandifar و همکاران (۲۰۲۰)، روند افزایش تغییرات سالانه بارندگی و رطوبت نسبی و روند کاهشی تغییرات سالانه سرعت باد و دمای متوسط هوا در شهرستان قزوین، منجر به روند کاهشی تغییرات ماهانه رخدادهای گردوغبار ماه ژولای شده است. Asakareh و همکاران(۲۰۱۵)، توان فرسایشی باد را در استان خوزستان مطالعه کرده‌اند. آنها با استفاده از داده‌های۵۸ ایستگاه همدیدی و تبخیرسنجی استان خوزستان از سال ۱۹۸۷ تا۲۰۱۰، آستانه فرسایش بادی بافت‌های مختلف خاک را به طور جداگانه محاسبه و احتمال رخداد فرسایش درشرایط خشک و مرطوب را تعیین کردند. Khoshakhlagh و همکاران(۲۰۱۷)، با ارزیابی تاثیرگرمایش جهانی بر پهنه‌های مستعد فرسایش بادی در غرب دشت مرکزی و شرق زاگرس میانی، مناطق مستعد فرسایش بادی این محدوده را مشخص کردند. Shen و همکاران[1](۲۰۱۸) ویژگی های آماری وقایع فرسایش بادی در چین شمالی را مطالعه کردند، آنها داده های سرعت باد را از ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۵ از ۵۱ ایستگاه هواشناسی مورد تحلیل قراردادند و وقایع فرسایشی باد را به ۱۵سطح طبقه‌بندی کردند. بنا به گفته Jararah et. al., (2020) مدل‌سازی فرسایش بادی در ارزیابی میزان فرسایش بادی فواید زیادی دارد؛ مدل‌ها میزان فرسایش را در مقیاس‌های کوچک محلی تا مقیاس‌های بزرگ جغرافیایی برآورد می‌کنند (Jararah et. al., 2020 به نقل از Blanco-Canqui and Lal, 2008). مطالعات گذشته، ویژگی‌های اقلیمی و ویژگی‌های خاک سطحی را دو عامل مهم دخیل در سازوکار جابجایی خاک توسط باد عنوان کرده‌اند (Jararah et. al., 2020 به نقل از Chepil, 1959).

بر اساس مطالعات طرح ملی شناسایی کانونهای بحرانی فرسایش بادی، بالغ بر ۲۰ میلیون هکتار از عرصه‌های کشور در شرایط حاد فرسایش بادی است. از این مقدار حدود ۱۳ میلیون هکتار جزو مناطق برداشت، حدود ۲ میلیون هکتار را مناطق حمل یا ترانزیت و مابقی حدود ۵ میلیون هکتار را مناطق رسوبگذاری یا تپه‌های ماسه‌ای و پهنه‌های ماسه‌ای تشکیل می دهند(Desert Affairs office, 2002). عمده کانون‌های بحرانی فرسایش بادی استان هرمزگان در جلگه ساحلی شرقی استان است. جلگه ساحلی به دلیل ویژگی‌های توپوگرافی و خاکشناسی خود در معرض فرسایش بادی است(Asadpour & Akbarian, 2018). جلگه‌های ساحلی دریافت کننده رسوبات حاصل از تخریب ارتفاعات بالادست هستند. نهشته مذکور طی فرایندهای رسوب‌گذاری رودخانه‌ها در سطوح دلتاها، بستر و پادگانه رودها ته‌نشین می‌شود. (Akbarian et al., 2019). در جلگه‌های ساحلی رودخانه‌ها به دیواره دره‌ها محدود نشده و مرتباً تغییر مسیر می‌دهند (Chorley et al., 2000). تغییر مسیر رودخانه‌ها بر سطح جلگه، با پدید آوردن بسترهای عریض متروک و مملو از رسوبات ریزدانه، شرایط لازم برای برداشت رسوبات توسط باد (که وزش آن از ویژگی‌های مناطق خشک است) را فراهم می‌کند. در جلگه‌هایی که در مناطق خشک گسترده‌اند، بستر رودخانه‌های فصلی، همچنین بسترهای متروک رودخانه‌ها، از منشأهای اصلی برداشت ماسه توسط باد است. در این مناطق، فرسایش بادی در واقع اثرات تخریبی فرسایش آبی در حوضه آبخیز هم‌جوار را تکمیل می‌کند (Akbarian et al., 2012). این تحقیق سعی دارد با بررسی فرین‌های بارشی در دوره آماری مورد مطالعه، نقش آن را بر شدت فرسایش بادی منطقه، مطالعه کند. برای این‌کار سعی شده است با جایگزینی برخی معیارها و شاخص‌های مدل اریفر که مبتنی بر کار میدانی و براورد کارشناسی است، با

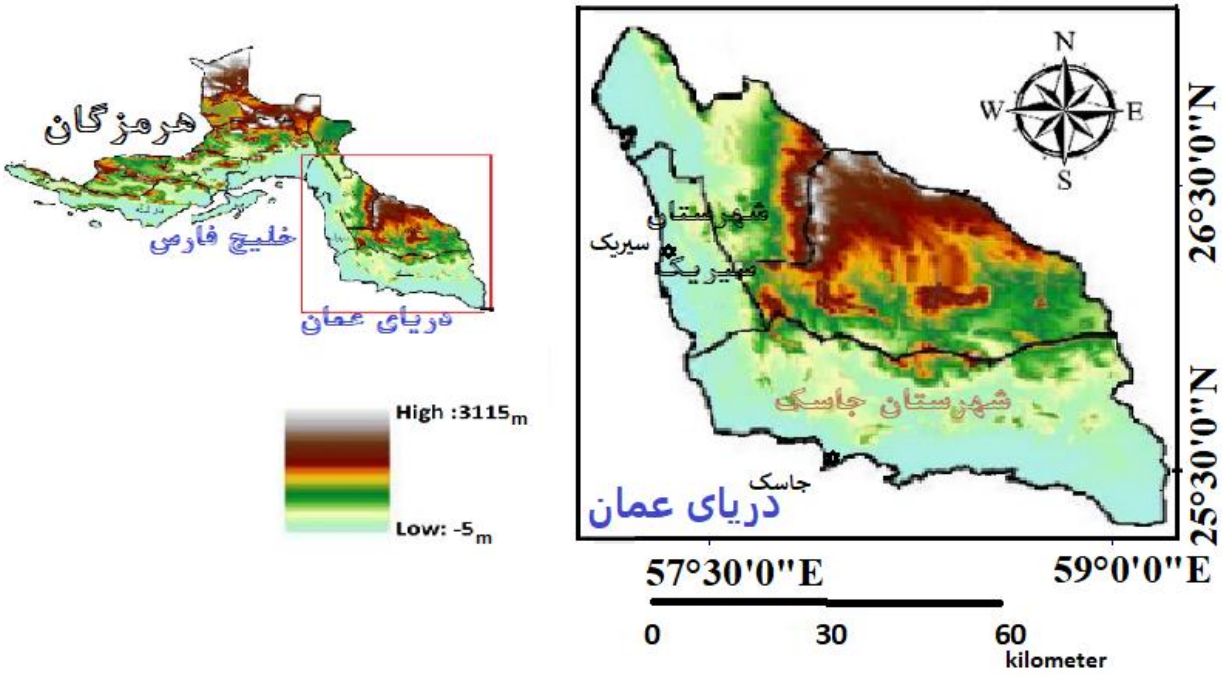
[1] Shen et al.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

شـاخص‌های قابل استخراج از تصاویر ماهواره‌ای، به گذشته بازگشته و مدل اریفر را برای برآورد شدت فرسایش بادی در بازه‌های زمانی پس از فرین‌های بارشی به‌کار بست.

۲ـ منطقهٔ مورد مطالعه

منطقه پژوهش، بخشـی از جلگه غربی مکران بوده و با ۳۶۶۸۷۹/۷۹ کیلومتر مربع مسـاحت، شـهرسـتان‌های جاسک و سیریک در استان هرمزگان را دربر می‌گیرد. موقعیت جغرافیایی آن ۵۶ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۹۱ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۹ دقیقه عرض شمالی است. از نظر ارتفاعی، منطقه‌ای پست و ساحلی است (شکل ۱).

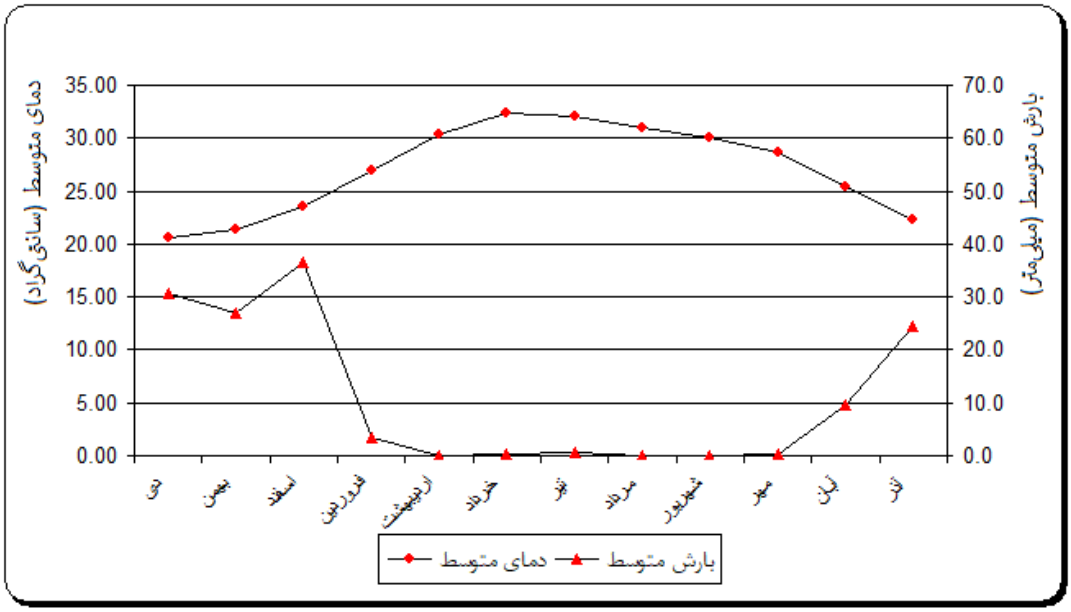


شکل ۱: موقعیت منطقه پژوهش

حداکثر ارتفاع آن، کمتر از ۲۰ متر است. این منطقه جزء زون مکران و بیابان‌های سواحل دریای عمان است؛ جایی که فراوانی شدت باد به‌خصوص در فصل تابستان از ویژگی‌های آن است. منطقه تحقیق از دیدگاه ژئومورفولوژی دینامیک کاملاً فعال اسـت و تمام فازهای فرسـایشـی اعم از آبی و بادی و فرسایش ساحلی را به‌طور همزمان تجربه می‌کند، لذا انواع لندفرم‌های فرسـایشـی، به‌ویژه لندفرم‌های بادی را می‌توان در آن دید (Akbarian, 2014). اقلیم منطقه براسـاس روش آمبرژه گرم شـدید و براسـاس روش دومارتن، خشک و بر اساس روش خلیلی(دومارتن بسط داده شده) خشک معتدل اسـت. منحنی آمبروترمیک ایسـتگاه جاسـک نشـان می‌دهد که تمام ماه‌های سال خشک است؛ در ماه‌های دی، بهمن و اسفند به دلیل متوسط بارش بیشتر و دمای کمتر، شدت خشکی کمتر است (شکل ۲). متوسط درجه حرارت در این منطقه ۲۷ درجه سـانتیگراد و بیشـترین بارش در ژانویه ثبت شده است. میزان بارش سالیانه آن، کمتر از ۳۰۰ میلی متر بوده و تقریبا بیشـتر بارندگی در زمستان نازل شده و ۶ تا ۸ ماه سال فاقد بارندگی است. رطوبت سالانه منطقه ۶۰ تا ۸۰ درصـد با زمسـتانی گرم با درجه حرارت متوسـط بیش از ۱۵ درجه سـانتی گراد در دی ماه و کمتر از ۳۴ درجه سانتی‌گراد در تیر ماه است.

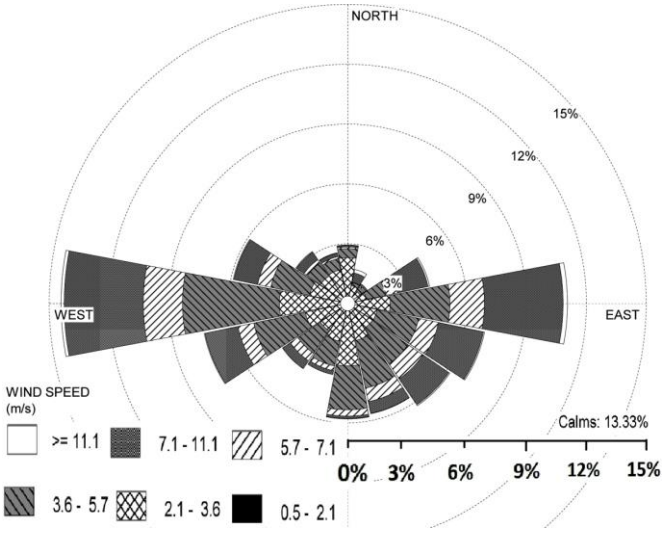
[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]



شکل ۲: منحنی آمبروترمیک ایستگاه سینوپتیک جاسک

پوشش گیاهی منطقه شامل پوشش درختی ناحیه رویشی خلیجی ـ عمانی با تراکم کم است. صرفا در حاشیه رودخانه‌هایی مثل جگین، گابریک و سدیچ تراکم این گونه‌ها بیشتر بوده و در سایر نواحی جلگه به‌صورت تک درختان پراکنده مشاهده می‌شوند (Akbarian, 2022). پوشش بوته‌های دائمی از گونه‌های عمدتا ماسه‌دوست و یا شورپسند نیز در این منطقه قابل مشاهده است ولی تراکم کمی داشته، به‌نحوی که در جلگه سیریک (شرق تنگه هرمز)، به کمتر از ۵ درصد نیز می‌رسد (Akbarian, 2014). بخش دیگری از فلور منطقه، گیاهان علفی یکساله‌اند که به فاصله زمانی کمی از بارش که عموما با شدت زیاد است، رشد کرده و در نهایت با شروع فصل خشک، از بین می‌روند (Shayan & Akbarian 2016). گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک جاسک به عنوان تنها ایستگاه دارای آمار وزش باد، حاکی از حاکمیت باد غربی به عنوان باد غالب منطقه است (شکل ۳).



شکل ۳: گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک جاسک (Akbarian, 2014)

۳ـ مواد و روش

۳ـ۱ـ داده‌ها و مراحل اجرای پژوهش

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

داده‌های تحقیق شامل داده‌های بارش در دوره آماری ۱۳۶۳-۱۳۹۷، داده‌های ژئومورفولوژیک و ویژگی‌های سطح زمین (سنگ شناسی، شکل اراضی و ناهمواری، خاک، پوشش سطح)، شاخص‌های NDVI، NDMI محصول Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500 m تصاویر ماهواره‌ای مودیس است. این داده‌ها طی گام‌های مختلف مطالعاتی جمع‌آوری شده و در فرایند تحقیق بکار گرفته شدند. از نقشه‌های توپوگرافی و مدل اریفر به عنوان ابزار استفاده شد. در محدوده مطالعاتی دو ایستگاه سینوپتیک وجود دارد. ایستگاه سینوپتیک جاسک در محدوده جلگه جنوبی و ایستگاه سینوپتیک میناب که نزدیک ترین به بخش شمال غربی جلگه است. از آنجایی که مشاهدات میدانی حاکی از تطابق کشیدگی فرم های ماسه ای با جهت باد غالب ایستگاه سینوپتیک جاسک است، این ایستگاه به عنوان ایستگاه معیار برای اخذ داده های اقلیمی استفاده شد. لازم به ذکر است ایستگاه سینوپتیک میناب خارج از محدوده مطالعاتی بوده، از ساحل دور و در بالادست جلگه واقع است.

۳-۲- مدل اریفر[1]

در این پژوهش از روش برآورد پتانسیل فرسایش بادی در محدوده اراضی غیرکشاورزی یا به اختصار مدل اریفر ۱ (Ekhtesasi & Ahmadi, 1997) استفاده شد. معیارها و شاخص‌های این مدل شامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی، سرعت و وضعیت باد، بافت خاک و پوشش غیر زنده، انبوهی پوشش گیاهی، آثار فرسایش سطح خاک، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی، مدیریت و استفاده از زمین است. هر معیار شامل چند شاخص است که این شاخص ها با رجوع کارشناس به عرصه، انجام کار میدانی و تکمیل آن با اطلاعات کتابخانه‌ای قابل براورد است (جداول ۱ و ۲). با جایگزینی دو معیار «انبوهی پوشش گیاهی» و «رطوبت خاک» از این مدل با شاخص‌های متناظر مستخرج از تصاویر مودیس «NDVI و NDMI»، سعی شد تغییرات شدت فرسایش بادی پس از وقایع فرین بارشی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از فرین بارشی)، براورد شود.

جدول ۱: معیارهای مدل اریفر و دامنه امتیازهای آن ها (اختصاصی و احمدی، ۱۳۷۲)

	دامنه امتیاز
سنگ شناسی	۱۰-۰
شکل اراضی ومیزان پستی وبلندی	۱۰-۰
سرعت ووضعیت باد	۲۰-۰
بافت خاک وپوشش غیر زنده سطح آن	۱۵- (۵-)
انبوهی پوشش گیاهی	۱۵- (۵-)
آثار فرسایش سطح خاک	۲۰-۰
رطوبت خاک	۱۰- (۵-)
نوع وپراکنش نهشته‌های بادی	۱۰-۰
مدیریت و استفاده از زمین	۱۵- (۵-)

[1] IRIFR. E. A.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

جدول ۲: طبقه‌بندی شدت فرسایش بادی با مدل اریفر (اختصاصی و احمدی، ۱۳۷۲)

مجموع امتیازات شاخص‌های اریفر	کلاس فرسایشی	مقدار کیفی فرسایش	برآورد پتانسیل رسوبدهی (تن در هکتار در سال)
کمتر از ۲۵	I	خیلی کم	کمتراز ۲/۵
۵۰- ۲۵	II	کم	۵- ۲/۵
۷۵- ۵۰	III	متوسط	۱۵-۵
۱۰۰- ۷۵	IV	زیاد	۶۰-۱۵
بزرگتراز ۱۰۰	V	خیلی زیاد	بیشتر از ۶۰

۳-۳- شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI)

شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI)، یک معیار پرکاربرد برای تعیین کمیت سلامت و تراکم پوشش گیاهی است. این شاخص با استفاده از داده های طیف سنجی در دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک محاسبه می‌شود. NDVI تفاوت بین بازتاب نور قرمز مرئی (که پوشش گیاهی آن را جذب می کند) و نور نزدیک به مادون قرمز (که توسط پوشش گیاهی به شدت منعکس می شود) را اندازه گیری می کند (معادله ۱). مقادیر NDVI از ۱- تا ۱+، تغییر می‌کند (Lin et al., 2009).

$$NDVI=IR-R/IR+R$$ رابطه (۱)

۳-۴- شاخص رطوبت خاک (NDMI)

NDMI یک شاخص طیفی است که می تواند برای ارزیابی میزان رطوبت در خاک، استفاده شود (بندار و ساراپاتکا، ۲۰۱۸). شاخص اختلاف رطوبتی نرمال شده، از داده‌های باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود (Khanmohamadi et al., 2015).

$$C = (\rho NIR-\rho MIR)/(\rho NIR+\rho MIR)$$ رابطه (۲)

۳-۵- گام‌های پژوهش

پس از مطالعات کتابخانه‌ای و جمع‌آوری اسناد، مدارک و نقشه‌های مورد نیاز، مطالعه در گام‌های زیر پیگیری شد.

در گام اول، با جمع‌آوری نقشه‌های تهیه شده از لندفرم‌های ساحلی که به‌نحوی مبنای مطالعه فرسایش بادی بوده‌اند، از جمله نقشه کانون‌های بحران فرسایش بادی (Desert Affairs office, 2002)، ژئومورفولوژی جلگه غربی مکران (Akbarian, 2014)، واحدهای مطالعاتی طرح احداث ایستگاه‌های رسوب‌سنجی بادی (Research institute of dry and desert areas, 2007)، رخساره‌های ژئومورفولوژی طرح‌های بیابان‌زدایی و مدیریت مناطق بیابانی منطقه (NRA of Hormozgan, 2018; 2018; 2016; 2013; Dabbagh, 2002; Ekhtesasi, 2006) و تلفیق و اصلاح آنها با کار میدانی و تفسیر تصاویر گوگل‌ارث، اقدام به تهیه نقشه واحدهای همگن مطالعاتی شد. با رجوع به عرصه و کار میدانی معیارهای مؤثر در فرسایش بادی مطابق با روش اریفر (Ekhtesasi & Ahmadi, 1997) امتیازدهی شد. امتیازدهی در هر واحد همگن با سه تکرار انجام و متوسط آن‌ها به عنوان امتیاز واحد لحاظ شد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

تصاویر ماهواره‌ای (سنجیده‌های مودیس) مطابق با زمان امتیازدهی اخذ و متوسط شاخص پوشش گیاهی NDVI در هر واحد همگن محاسبه‌شد، لازم به ذکر است تاریخ‌ها به نحوی انتخاب شدند که دو هفته پیش از تاریخ تصویر، هیچ‌گونه بارشی در منطقه گزارش نشده است. با کار آماری، معادله بین معیار پوشش گیاهی مدل اریفر و شاخص NDVI، به دست آمد. متوسط شاخص رطوبت خاک هر واحد کاری نیز از تصاویر ماهواره‌ای مذکور استخراج و معادله همبستگی بین آن با معیار رطوبت خاک اریفر محاسبه شد. شاخص NDVI با استفاده از باندهای ۵ و ۶ تصاویر لندست ۸ در تاریخ ۱۴ و ۲۵ می ۲۰۱۵ تهیه شد. ۲ هفته پیش از تاریخ تصویربرداری هیچ گونه بارشی در منطقه گزارش نشده است. برای تهیه شاخص رطوبت خاک نیز از باند ۵ و ۶ تصاویر لندست ۸ در تاریخ ۱۴ و ۲۵ می ۲۰۱۵ استفاده شد.

در گام دوم، با اخذ آمار بارش ایستگاه سینوپتیک بندر جاسک به‌عنوان تنها ایستگاه معیار منطقه، فرین‌های بارشی در طول دوره آماری (۱۳۶۳-۱۳۹۷)، تفکیک شدند. با تاخیر زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از واقعه بارشی، تصاویر ماهواره‌ای مرتبط با این فرین‌های بارشی، اخذ و متوسط شاخص NDVI و رطوبت خاک هر واحد کاری استخراج شد. با استفاده از معادله‌های بین معیارهای اریفر و شاخص‌های مذکور که در مرحله اول به‌دست آمد، شاخص NDVI و شاخص رطوبت خاک سطحی به امتیاز معیارهای متناظر در اریفر تبدیل شدند. ازآنجایی‌که از بین ۹ معیار اریفر ۷ معیار آن با زمان تغییر زیادی نمی‌کنند، این معیارها ثابت فرض شد. مجموع امتیاز معیارهای ارزیابی اریفر در وقفه‌های زمانی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از واقعه فرین بارشی، بر اساس امتیازات محاسبه‌شده در عملیات میدانی (گام اول) بعلاوه تبدیل شاخص‌های مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای (NDVI و رطوبت) به شاخص‌های متناظر اریفر، به دست آمد.

در گام سوم با جمع‌بندی نتایج گام‌های اول و دوم نسبت به تحلیل نتایج پژوهش اقدام شد.

۴-یافته‌ها

۴-۱امتیاز عامل‌های ده‌گانه اریفر و کلاس‌های فرسایشی

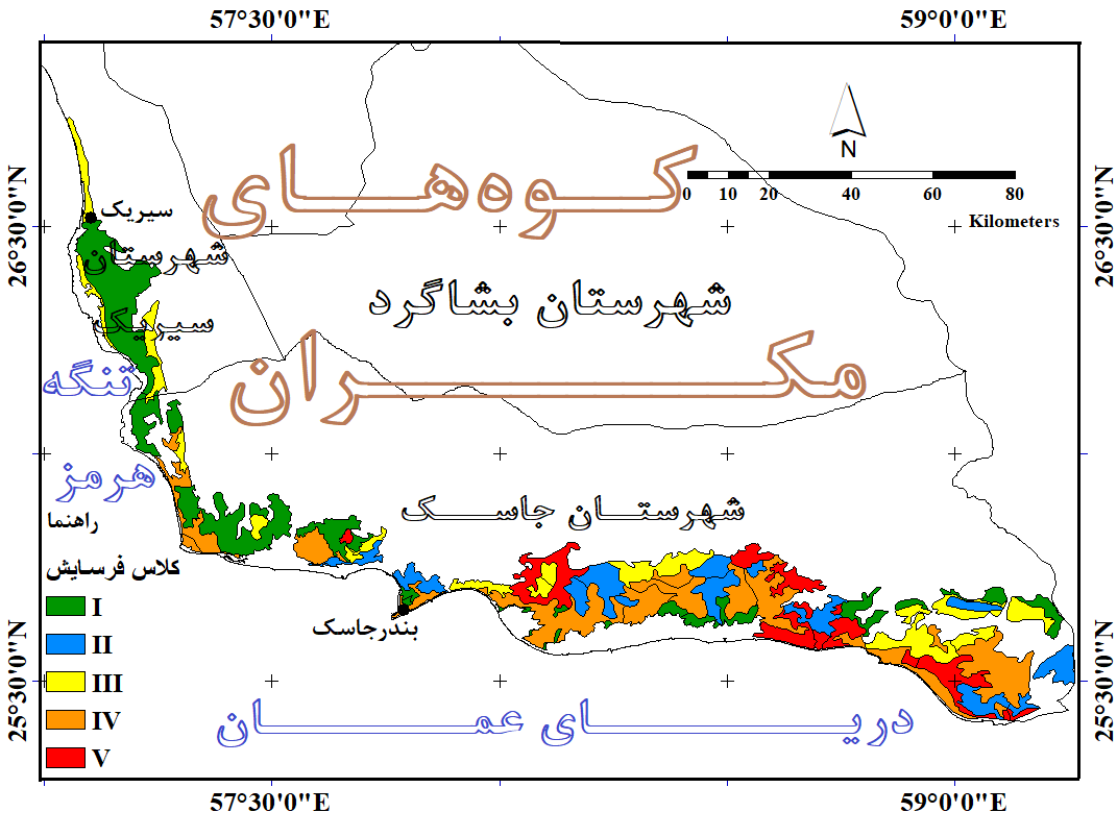
بر اساس جمع‌بندی نقشه‌های موجود و اصلاح آن‌ها، جلگه سیریک و جاسک شامل ۷۹ واحد همگن مطالعاتی است. مناطق برداشت و حمل ۴۰ واحد همگن و رسوب‌گذاری ۳۹ واحد همگن را شامل می‌شود. جدول ۳، متوسط وزنی امتیازهای معیارهای ۹ گانه اریفر و شکل ۴ نقشه طبقه یا کلاس‌های فرسایش بادی جلگه سیریک و جاسک را بر اساس امتیازهای عامل‌های اریفر نشان می‌دهد.

جدول ۳: میانگین امتیاز معیارهای اریفر در واحدهای مورد بررسی

سنگ‌شناسی ۱۰-۰	شکل اراضی ۱۰-۰	سرعت و وضعیت باد ۲۰-۰	بافت و پایداری سطح خاک ۱۵-(۵-)	انبوهی گیاهی ۱۵-(۵-)	فرسایش سطح ۲۰-۰	رطوبت خاک ۱۰-(۵-)	پراکنش نهشته‌بادی ۱۰-۰	مدیریت و استفاده از زمین ۱۵-(۵-)	جمع امتیاز	شدت فرسایش (تن بر هکتار در سال)
۶/۴۱	۷/۳	۱۱/۷	۶/۴	۶/۵	۱۰/۲	۵/۲	۵/۹	۶/۳	۶۵/۹	۱۱/۴

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]



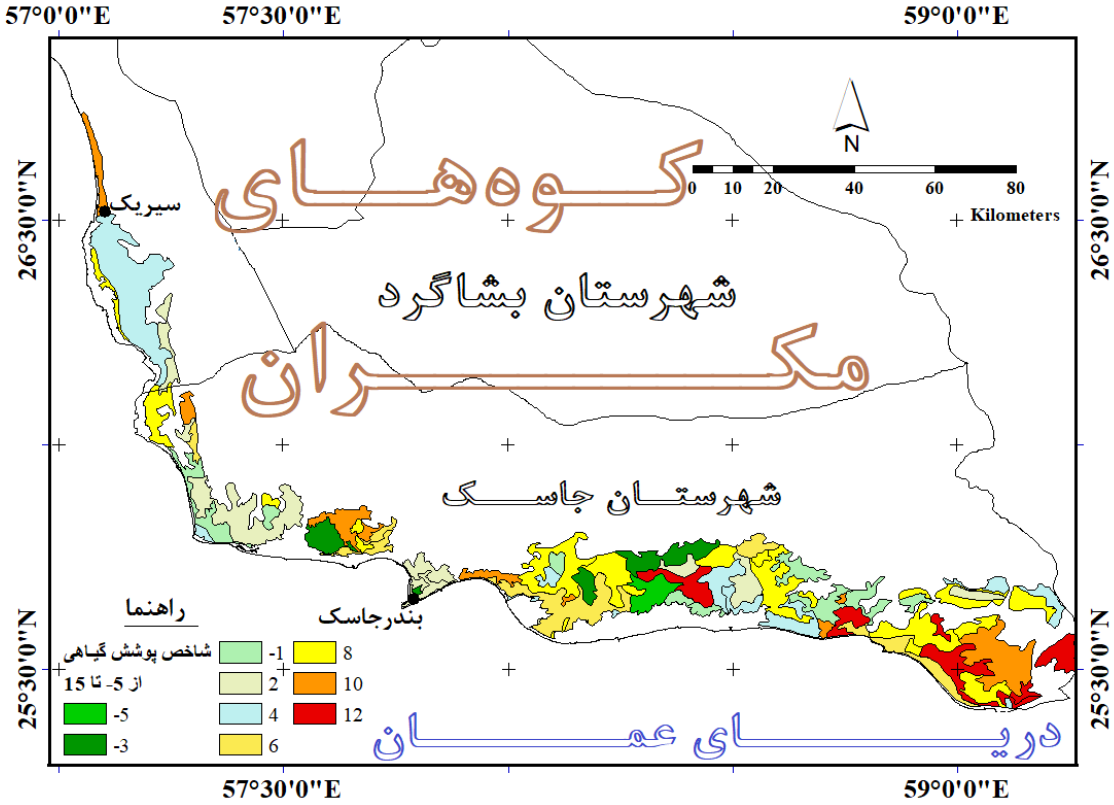
شکل ۴: کلاس‌های فرسایش بادی منطقه به روش اریفر

۴-۲ شاخص‌های NDVI و NDMI

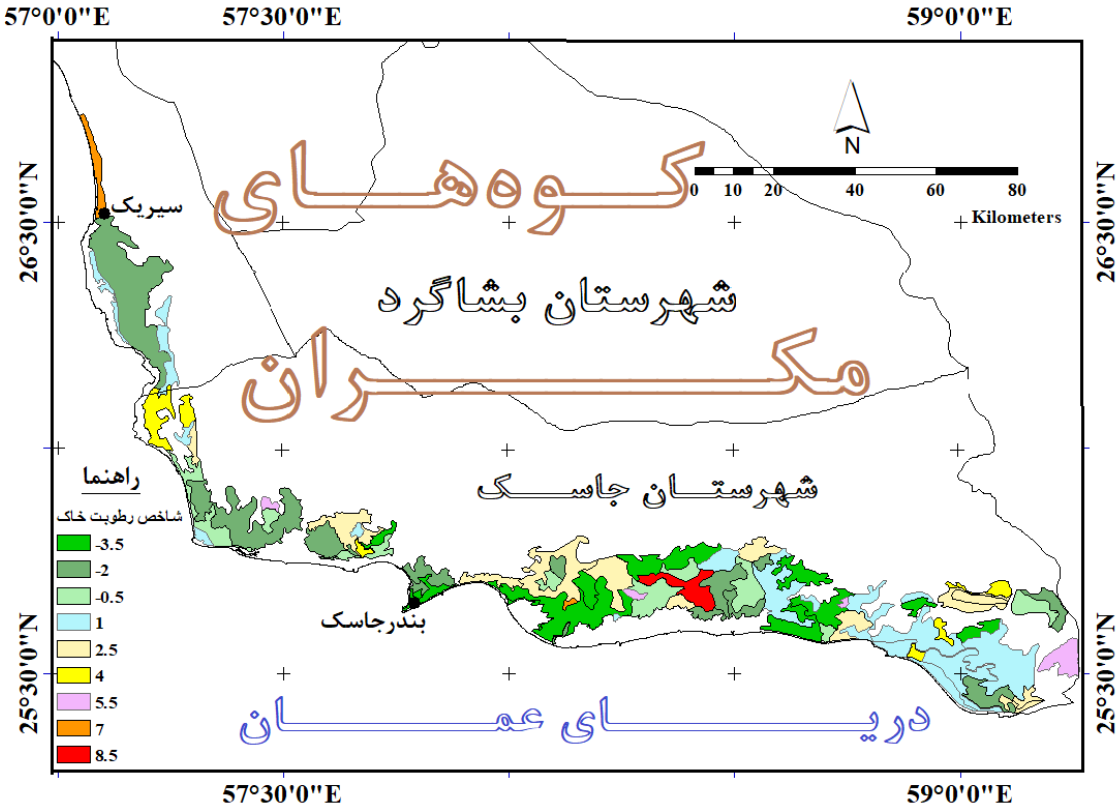
شکل ۵، شاخص تراکم پوشش گیاهی (NDVI) و شکل ۶، شاخص رطوبت خاک منطقه (NDMI) را به تفکیک واحدهای همگن مطالعاتی، نشان می‌دهد. این شاخص‌ها بازطبقه‌بندی (رکلاسیفای) شده‌اند؛ به نحوی که اعداد کوچکتر و منفی نشان‌دهنده پوشش گیاهی یا رطوبت خاک بیشتر است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]



شکل ۵: نقشه طبقه بندی شاخص پوشش گیاهی منطقه (NDVI)



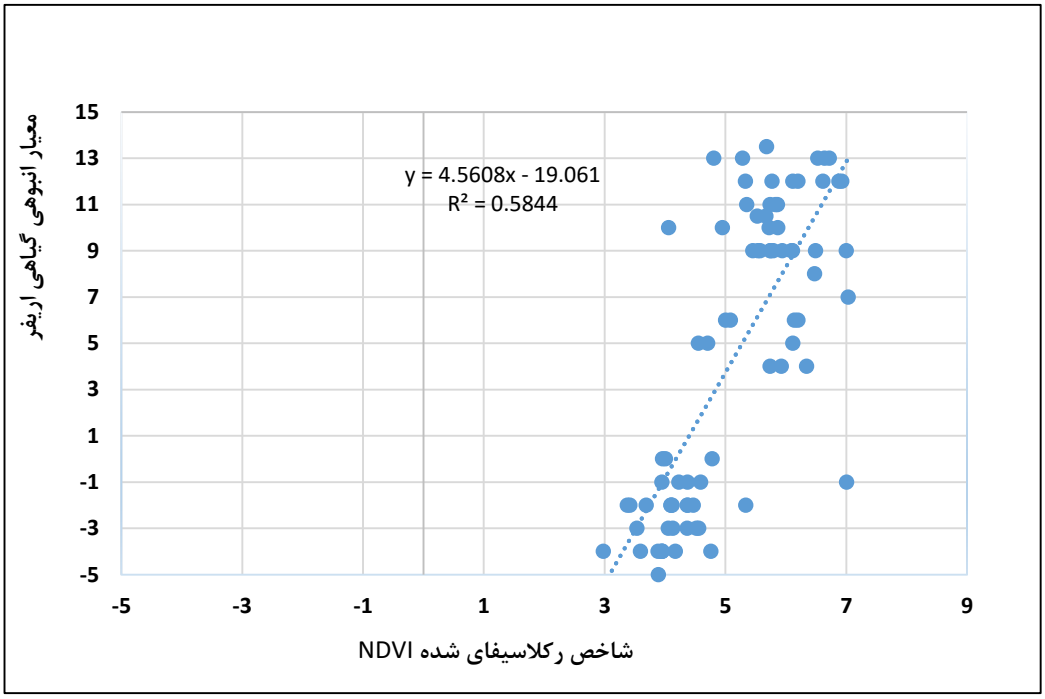
شکل ۶: طبقه‌بندی شاخص رطوبت خاک در منطقه مورد مطالعه (NDMI)

با توجه به اینکه طیف شاخص پوشش گیاهی از ۱- تا ۱+ را در بر می گیرد، دامنه ۵- تا ۱۵+ برای این شاخص در نظر

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

گرفته شده و مجددا کلاسه‌بندی شد. به تحوی‌که با دامنه امتیازات پوشش گیاهی در مدل اریفر که از ۵- تا ۱۵+ است، هماهنگ باشد. هر چقدر مقدار این شاخص به عدد ۵- نزدیک‌تر باشد، تراکم پوشش گیاهی بیشتر است. لازم به ذکر است برخی بخش‌های منطقه از سنوات قبل با گونه سمر (*Prosopis juliflora*)، جنگل‌کاری شده است که عمدتا در کلاس‌های بالای پوشش قرار گرفته‌اند. برای شاخص NDMI نیز دامنه ۵- تا ۱۰+ در نظر گرفته شد. به‌طوری که مقدار شاخص نزدیک به ۵- بیانگر رطوبت بیشتر باشد.

شکل‌های ۷ و ۸ همبستگی شاخص‌های رکلاسیفای شده تراکم پوشش گیاهی (NDVI) و رطوبت خاک منطقه (NDMI) با متناظرشان از بین معیارهار مدل اریفر را نشان می‌دهد. ضریب تعیین یا مربع همبستگی[1] برای شاخص انبوهی پوشش گیاهی ۰/۵۸۴ و برای شاخص رطوبت خاک ۰/۶۲۰ است. بدین معنی که همبستگی این شاخص‌ها با معیارهای متناظرشان به ترتیب ۰/۷۶۴ و ۰/۷۸۷ است که نشان‌دهنده همبستگی بسیار قوی بین انبوهی پوشش گیاهی (اریفر) با شاخص رکلاسیفای شده تراکم پوشش گیاهی (NDVI) و نیز همبستگی قوی بین معیار رطوبت خاک اریفر با شاخص رکلاسیفای شده رطوبت خاک منطقه (NDMI) است.



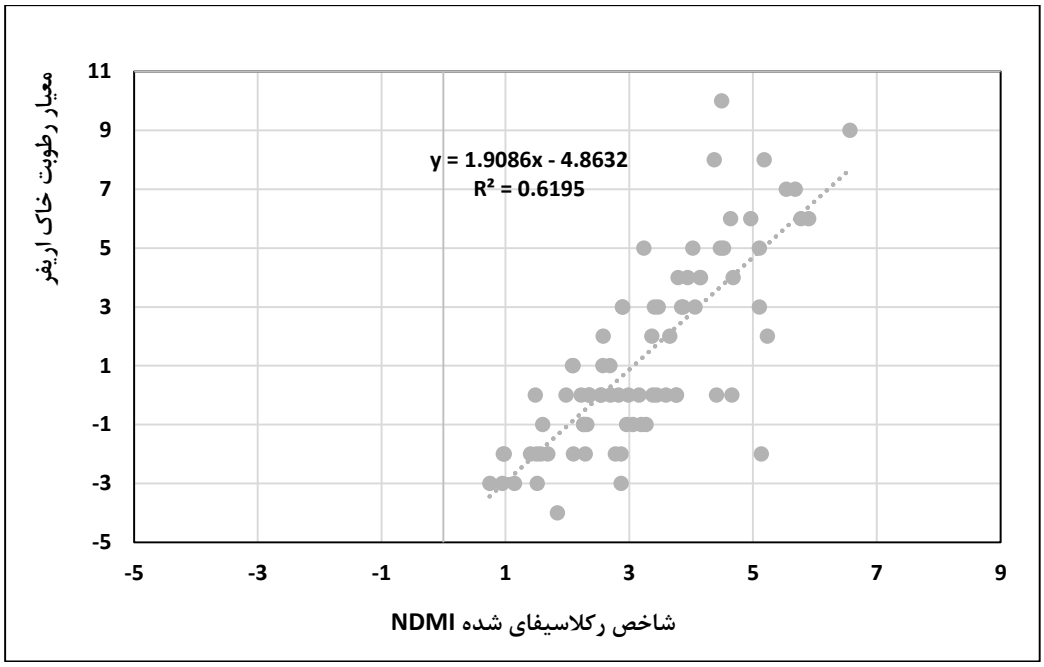
شکل ۷، همبستگی بین شاخص مجدد طبقه‌بندی شده[2] تراکم پوشش گیاهی (NDVI) با متناظر آن از بین معیارهای اریفر

[1] R Square

[2] رکلاسیفای شده

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]



شکل ۸: همبستگی بین شاخص مجدد طبقه‌بندی شده رطوبت خاک منطقه (NDMI) با متناظر آن از بین معیارهای اریفر

۴-۳ فرین‌های بارشی و تغییرات شدت فرسایش بادی متناظر با آن‌ها

با توجه به داده‌های هواشناسی ایستگاه جاسک، متوسط بارندگی منطقه در طی دوره آماری ۱۱۰میلی‌متر در سال است. کمترین مقدار بارندگی سالیانه ۷۹ میلی‌متر و بیشترین مقدار بارندگی سالیانه طی دوره آماری مورد بررسی ۱۸۸/۶ میلی‌متر است. برای مطالعه وقایع بارشی، ۶۰ درصد بالایی آمار بارندگی منطقه به عنوان فرین بارشی در نظر گرفته شد. تغییرات شاخص‌های NDVI و NDMI متناظر با فرین‌های بارشی نیز از تصاویر ماهواره‌ای مودیس استخراج شد (جدول ۴ و شکل‌های ۹ و ۱۰).

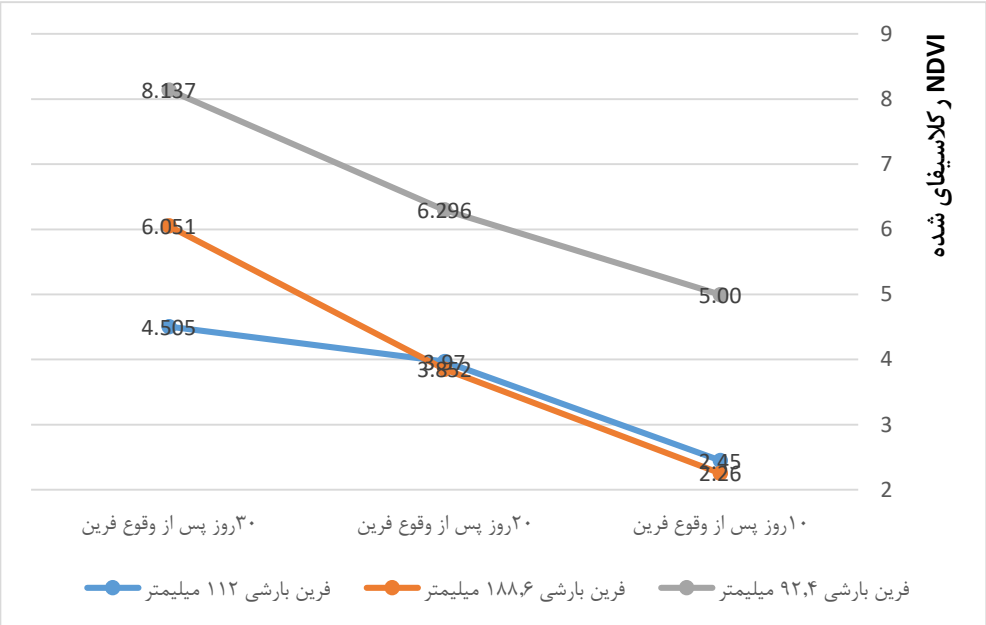
جدول ۴، فرین‌های بارشی و تغییرات متوسط شاخص‌های NDVI و NDMI

تاریخ وقوع فرین	بارش فرین (mm)	مجموع بارش فرین با بارش متوالی روزهای قبل و بعد (mm)	دامنه تغییرات	۱۰ روز بعد از فرین بارشی		۲۰ روز بعد از فرین بارشی		۳۰ روز بعد از فرین بارشی	
				NDVI	NDMI	NDVI	NDMI	NDVI	NDMI
۱۳۷۳/۱۲/۲۴	۱۸۸٫۶	۳۰۵	۱- تا ۱+	۰٫۲۷۴۵	۰٫۱۶۶۰	۰٫۱۱۴۸	۰٫۰۸۷۳	-۰٫۱۰۵۱	-۰٫۰۳۵۰
			رکلاسیفای شده	۲/۲۵۵۰	۱/۲۵۵۰	۳/۸۵۲۰	۱/۸۴۵۳	۶/۰۵۱۰	۲/۷۶۲۵
۱۳۶۶/۱۱/۲۹	۱۱۲	۱۵۰	۱- تا ۱+	۰٫۲۵۴۲	۰٫۲۶۴۹	۰٫۱۹۰۳	۰٫۲۶۴۸	۰٫۰۴۹۵	-۰٫۰۹۰۶
			رکلاسیفای شده	۲/۴۵۸۰	۰/۵۱۳۳	۳/۰۹۷۰	۰/۵۱۴۰	۴/۵۰۵۰	۳/۱۷۹۵
۱۳۸۶/۳/۱۸	۹۲٫۴	۱۵۴/۸	۱- تا ۱+	۰٫۰۰۰۳	۰٫۰۸۸	-۰٫۱۲۹۶	۰٫۰۱۷۳	-۰٫۳۱۳۷	-۰٫۱۴۴۲
			رکلاسیفای شده	۴/۹۹۷۰	۱/۸۴۰۰	۶/۲۹۶۰	۲/۳۷۰۳	۸/۱۳۷۰	۳/۵۸۱۵

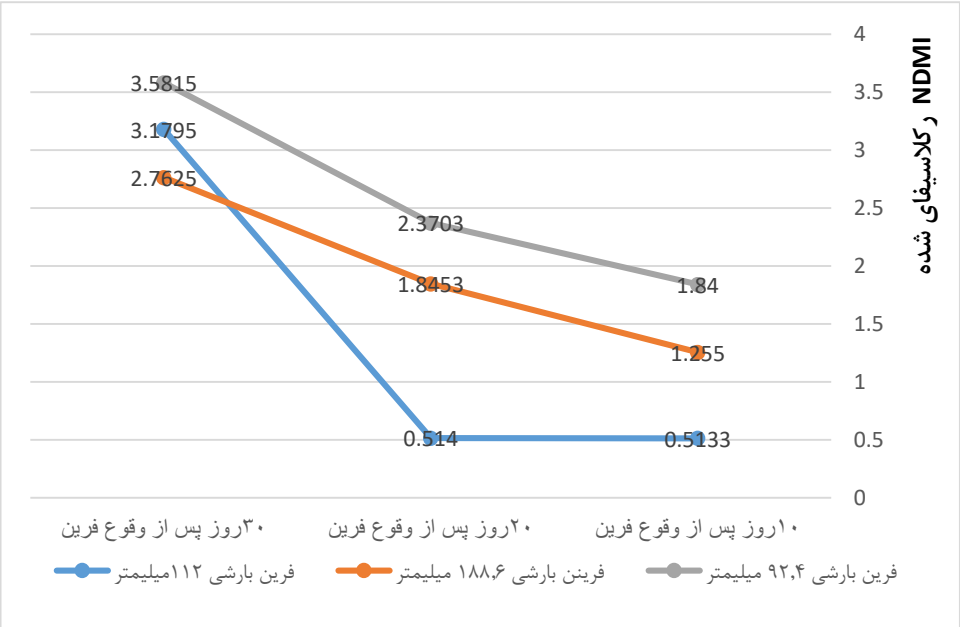
*دامنه تغییرات داده‌های رکلاسیفای شده برای NDVI، ۵- تا ۱۵+ (۵- به معنای پوشش متراکم‌تر) و دامنه تغییرات داده‌های NDMI، ۵- تا ۱۰+ (۵- به معنای رطوبت بیشتر خاک) است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]



شکل ۹: تغییرات NDVI بعد وقایع فرین‌های بارشی (عددهای کوچکتر به معنای انبوهی بیشتر پوشش گیاهی است)



شکل ۱۰: تغییرات NDMI بعد وقایع فرین‌های بارشی (عددهای کوچکتر به معنای طوبت بیشتر خاک است)

جدول ۵، متوسط امتیازات عامل‌های پوشش و رطوبت خاک در مدل اریفر را نشان می‌دهد. این امتیازات با استفاده از معادله‌های بین شاخص‌های NDVI و NDMI با شاخص‌های متناظرشان از مدل اریفر (شکل‌های ۷ و ۸)، محاسبه شده و بر اساس آنها امتیاز اریفر برای تمام واحدهای همگن مطالعاتی در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از فرین بارشی محاسبه، شدت فرسایش بادی به تن بر هکتار در سال، به دست آمد. جدول ۶ و شکل ۱۱، تغییرات متوسط شدت فرسایش بادی منطقه تحقیق را در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ روز پس از فرین‌های بارشی نشان می‌دهد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

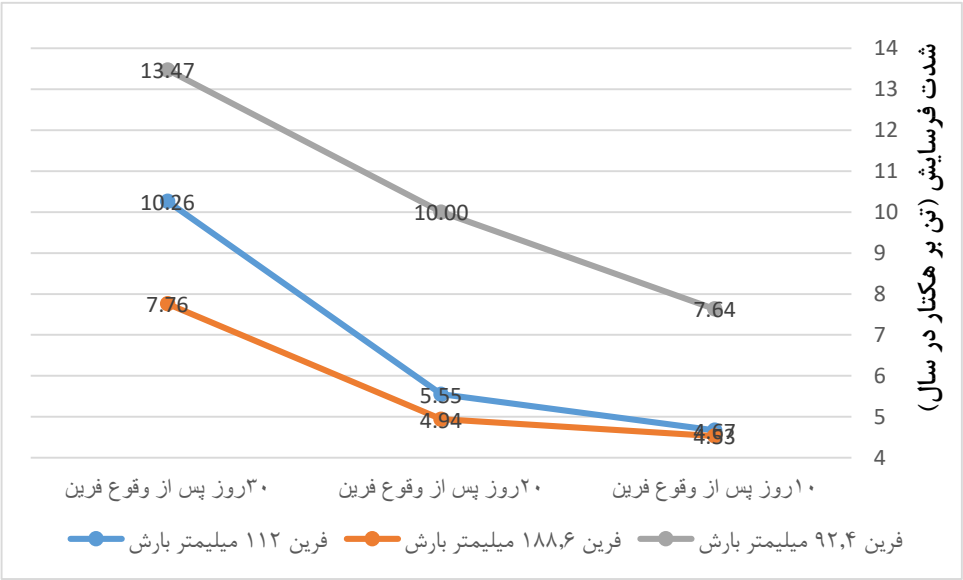
جدول ۵: متوسط امتیازات عامل‌های پوشش و رطوبت خاک در مدل اریفر

تاریخ وقوع فرین بارشی	بارش (میلیمتر)	متوسط عامل‌های پوشش گیاهی و رطوبت خاک اریفر					
		۱۰ روز بعد از فرین بارشی		۲۰ روز بعد از فرین بارشی		۳۰ روز بعد از فرین بارشی	
		*پوشش گیاهی	رطوبت خاک	پوشش گیاهی	رطوبت خاک	پوشش گیاهی	رطوبت خاک
۱۳۶۶/۱۱/۲۹	۱۱۲	-۵	-۲/۴۷	-۱/۴۹	-۱/۳۴	۸/۵۴	۰/۴۱
۱۳۷۳/۱۲/۲۴	۱۸۸/۶	-۵	-۳/۸۸	-۰/۹۵	-۳/۷۸	۱/۴۹	۱/۲۱
۱۳۸۶/۳/۱۸	۹۲/۴	۳/۷۳	-۱/۳۵	۹/۶۵	-۰/۳۴	۱۵	۱/۹۷

*حداقل امتیاز در مدل اریفر، ۵- است.

جدول ۶: تغییرات زمانی شدت فرسایش بادی متاثر از فرین‌های بارشی

تاریخ وقوع فرین بارشی	بارش (میلیمتر)	متوسط امتیاز اریفر و شدت فرسایش (تن بر هکتار در سال)					
		۱۰ روز بعد از فرین بارشی		۲۰ روز بعد از فرین بارشی		۳۰ روز بعد از فرین بارشی	
		امتیاز	شدت	امتیاز	شدت	امتیاز	شدت
۱۳۶۶/۱۱/۲۹	۱۱۲	۴۶/۷۴	۴/۶۷	۵۱/۳۸	۵/۵۵	۶۳/۱۶	۱۰/۲۶
۱۳۷۳/۱۲/۲۴	۱۸۸/۶	۴۵/۳۳	۴/۵۳	۴۹/۳۷	۴/۹۴	۵۶/۹۰	۷/۷۶
۱۳۸۶/۳/۱۸	۹۲/۴	۵۶/۵۹	۷/۶۴	۶۳/۵۲	۱۰/۱۲	۷۱/۱۸	۱۳/۴۶
متوسط درازمدت	۱۱۰/۵			امتیاز اریفر ۶۵/۹ شدت فرسایش ۱۱/۴			



شکل ۱۱: تغییرات زمانی شدت فرسایش بادی متاثر از فرین‌های بارشی

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

نتایج نشان می‌دهد که بارش‌های فرین، باعث بهبود وضعیت شاخص‌های NDVI و NDMI شده است. این وضعیت تا ۲۰ روز بعد از واقعه بارشی نیز ادامه داشته است ولی با گذشت زمان، شرایط رطوبتی خاک و پوشش گیاهی سطح آن به وضع سابق برگشته است. به نظر می‌رسد تفاوت محسوسی بین اثرات فرین بارشی خردادماه با فرین‌های بارشی که در بهمن و اسفند رخ داده است، وجود دارد. بر اساس نتایج می‌توان گفت اثرات فرین‌های بارشی زمستانه بر روی رطوبت خاک و پوشش گیاهی بیشتر بوده و ماندگاری طولانی‌تری دارد.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

متوسط شدت فرسایش بادی در جلگه غربی مکران، محدوده جلگه ساحلی سیریک و جاسک، ۱۱/۴ تن بر هکتار در سال است که در طبقه متوسط قرار می‌گیرد. از بین معیارهای مدل اریفر، سرعت و وضعیت باد، امتیاز بالایی دارد که به معنی وقوع باد با سرعت بیش از آستانه فرسایش در منطقه است. از آنجایی‌که بر وضعیت وزش باد کنترلی نمی‌توان اعمال نمود، بالابردن آستانه فرسایش سطح، تنها راه باقیمانده مدیریت فرسایش بادی منطقه است. انبوهی پوشش گیاهی و وضعیت رطوبت خاک سطحی، دو عاملی است که با بارش مرتبط هستند (Shayan & Akbarian, 2016). امتیاز متوسط این عامل‌ها در این منطقه به ترتیب ۶/۵ در دامنه ۵- تا ۱۵ و ۵/۲ در دامنه ۵- تا ۱۰ با مدل اریفر به دست آمده است. بخش‌هایی از نوار ساحلی متأثر از رطوبت دریا بوده و هر چند فاقد پوشش گیاهی‌است، به دلیل رطوبت، فرسایش بادی کمی دارد ولی عمده جلگه خشک و پوشش گیاهی آن نیز کم است. نتایج نشان می‌دهد که فرین‌های بارشی با افزایش رطوبت خاک و انبوهی پوشش گیاهی، کاهش فرسایش بادی را سبب شده‌اند؛ لیکن این کاهش تداوم نداشته و شدت فرسایش بادی به مرور افزایش می‌یابد. در بین سه فرین بارشی مورد مطالعه، واقعه بارشی ۱۸ خرداد ۱۳۸۶، کمترین تأثیر را در افزایش رطوبت خاک، افزایش انبوهی گیاهی و کاهش فرسایش بادی داشته است. هرچند میزان بارش این واقعه ۹۲ میلیمتر در یک روز است ولی با احتساب تداوم بارش در سه روز متوالی، جمعا ۱۵۴/۸ میلیمتر بارش مداوم داشته است. این بارش، همزمان با طوفان گونو است که جنوب شرق کشور را متأثر کرد. دو فرین بارشی دیگر با تداوم بارش‌های به ترتیب ۱۵۰ و ۳۰۵ میلیمتری در ماه‌های بهمن و اسفند نازل شده‌اند. به نظر می‌رسد جدای از میزان بارش در یک فرین بارشی، فصل وقوع آن هم مهم است. مشاهدات میدانی و همچنین سوابق مطالعاتی (Dabbagh, 2002) حاکی از این‌است که پوشش گیاهی منطقه تراکم کمی دارد ولی خاک آن مملوّ از بذر گونه‌های یکساله تروفیت[1] است که پس از بارش، رویش کرده و در مدت کوتاهی چرخه رشدشان کامل شده و از بین می‌روند (Nishabouri, 1996). به نظر می‌رسد این فرین‌های بارشی، هرچند در یک بازه زمانی خاص، کاهش زیادی را در شدت فرسایش بادی منطقه سبب شده‌اند، تأثیر آن‌ها تداوم ندارد. Shayan & Akbarian (۲۰۱۶) نیز در مطالعه تأثیر وقایع حدی بر فرایندهای ژئومورفولوژیکی این منطقه، به نتایج مشابهی دست یافتند. به نظر می‌رسد دلیل عدم تداوم کاهش فرسایش، رویش گونه‌های یکساله تروفیت در مقطع زمانی بعد از بارش است. در فلور شاخص مناطق بیابانی، تروفیت‌ها و همی‌کریپتوفیت‌ها بیشترین سهم را دارند (Najafi et al., 2009; Pour rezaei et al., 2010; Jalili Sehbardan et al., 2021). شکل‌های زیستی غالب، معیار مناسبی برای شناخت اقلیم منطقه بوده (Soltanipoor & Asadpour, 2020)، میزان و فصل بارش را توصیف می‌کنند (Hutchinson, 1975). تروفیت‌ها زندگی‌شان کوتاه و

[1] Terophytes

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

محدود به دوره مرطوب سال است (Jalili Sehbardan et al., 2021). آن‌ها بذرهای متفاوتی از نظر اندازه تولید می‌کنند، به نحوی که واکنش بذرها به بارش متفاوت اســـت و در مقادیر بارشـــی متفاوتی جوانه می‌زنند (Koneshlo, 2016; Mehrbanian et al., 2008; Nishabouri, 1996). درصد پوشش این گیاهان در مناطق خشک با بارندگی سالیانه تغییر می‌کند و تابعی از بارش است (Najafi Tireh Shabankareh & Jalali, 2008). قاعدتا با میزان بارش بیشتر و نیز فصل بارش مناســب‌تر از نظر دما و شدت تابش، درصد بیشتری از آنها رویش کرده و باعث افزایش انبوهی گیاهی می‌شوند. منحنی آمبروترمیک نشــان می‌دهد که اواخر زمســتان فصــل مناسبی از نظر رویش در منطقه است، لذا تاثیر فرین‌های بارشــی این مقطع زمانی بر انبوهی پوشش گیاهی، بیشتر بوده‌است. اواخر اردیبهشت و خردادماه، شروع فصل گرم سال بوده و از نظر دمایی، فصــل مناســبی برای رویش گیاهی در این منطقه نیســت. با استناد به این شرایط می‌توان تغییرات شــدت فرسایش در این سه فرین بارشی را مرتبط با رویش یک‌ساله‌ها دانست و عدم تداوم این شرایط کاهشی را علاوه بر کاهش رطوبت خاک، در ارتباط با آن‌ها توجیه کرد.

منابع:

1. Akbarian M, Kaboli S H, Moradi N (2012) Comparison of water and wind erosion functions in soil degradation of arid and semiarid lands (Case Study: Dashte-Jeihoon of Khamir County, Hormozgan province). Journal of Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 65: 4, p443-448. https://dx.doi.org/10.22059/jrwm.2012.32043 (In Persian)
2. Akbarian, M. (2014) Analysis of Coastal plain Sand Masses Morphogenesis and their temporal variations (Case study: Western coast of Makran), Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy (Ph.D), Supervisors: Dr. Shayan S. and Dr. Yamani M., Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, 168 pages (In Persian)
3. Akbarian, M. (2022). Role of River Processes and Coastal Uplift in the Formation of Sahara Sindhi Forest Ecosystems in the Western Coastal Plain of Makran. Climate and Ecosystems of Arid and Semi-Arid Regions, 1(1), 1-14. doi: 10.22075/ceasr.2023.30748.1016. (In Persian)
4. Akbarian, M., Shayan, S., Yamani, M., 2019. Geomorphology of the western plain of Makkoran (Sandy landforms and processes), University of Hormozgan press, 161p. (In Persian)
5. Akbarian, Mohammad, Khoorani, Asadollah, The impacts of climate variability on the wind erosion potentials: western region of Makran coastal plain, South of Iran, Theoretical and applied Climatology, https://doi.org/10.1007/s00704-022-04094-5, Springer, 2022
6. Asadpour R, Akbarian M (2018) Morphogenesis of sand masses and its relationship with vegetative components of *Sphaerocoma aucheri*, Case study: Coastal plain of Hormozgan province. Quantitative geomorphological researches, 7:4, p93-104. (In Persian)
7. Asakareh H, Khoshraftar R, Mousavi, S K (2015) Study of wind erosion probabilistic in Khuzestan. Quarterly Journal of Desert Geographical Exploration, No. 6, 1-13. (In Persian)
8. Bagnold, R.A., 1941. The Physics of Blown Sand and Desert Dunes. Methuen, London. 265p.
9. Chorley, R. J., Schumm, S. A., Sugden, D. E., 2000. Geomorphology, Volume 3: Slope, waterway, coastal and wind processes. Translated by Motamed, A., Tehran: Samt Publications. (In Persian)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

10. Cornelis, W.M. (2006) Hydroclimatology of wind erosion in arid and semiarid environments. In: D'Odorico P., Porporato A. (eds) Dryland Ecohydrology. Springer, Dordrecht. 141-159
11. Cornelis, W.M., D. Gabriels and R. Hartmann (2004). A conceptual model to predict the deflation threshold shear velocity as affected by near-surface water content: 2. Calibration and Verification. Soil Sci. Soc. Am. J.. 68, 1162-1168.
12. Dabbagh, A. (2002). Sand Stabilization and Desertification of Chenali-Sedich and Biyahi, Natural Resources Organization of Hormozgan. (in Persian).
13. Desert Affairs office, Tak Sabz Agricultural Development and Rehabilitation Consulting Engineers Company, (2002). Identification Plan of wind erosion Critical center of Hormozgan Province, Forests, Rangelands and Watershed Management Organization. In Persian.
14. Edwards, B.L., Webb, N.P., Brown, D.P., Elias, E., Peck, D.E., Pierson, F.B., Williams, C.J., Herrick, J.E., 2019. Climate change impacts on wind and water erosion on US rangelands. J. Soil Water Conserv. 74, 405–418.
15. Ekhtesasi M R (2006) Sedic-Heimann Crisis Center Control Plan. Volume 4: Erosion and Sediment Studies, Bandar Abbas: Department of Natural Resources of Hormozgan Province. (In Persian)
16. Ekhtesasi, M. R. Ahmadi, H. (1997). Qualitative and quantitative investigation of wind erosion and estimation of sediment amount, case study of Yazd Ardakan Plain. Journal of Natural Resources of Iran. 50(2): 5-14. (In Persian)
17. Hutchinson, G. E., 1975. A treatise on limnology, vol., 3, Limnological botany, John Wiley & Sons Inc., New York, 645 p.
18. Jalili Seh bardan, Y., Kavosi, M. R., Attar Roshan, S., & Habashi, H. (2021). Introduction of Flora, life form and Chorotype of plants in the critical dust sources in South of Horalazim and south east of Ahvaz. Journal of Wood and Forest Science and Technology, 28(3), 71-89. doi: 10.22069/jwfst.2021.18282.1886
19. Jararah, M., Mayel, S., Tatarco, J., Funk, R., Kuka, K., 2020. A review of wind erosion models: Data requirements, processes, and validity, Catena, www.elsevier.com/locate/catena,187: 1-16.
20. Jebali, A., & Zare Chahouki, A. (2021). Evaluation of Wind Erosion Risk in Abarkouh Plain Using Landsat Satellite Imageries. *Desert Management*, *9*(3), 17-32. doi: 10.22034/jdmal.2021.538377.1350 (In Persian)
21. Jiang Y, Gao Y, Dong Z, Liu B, and Zhao L. 2018. Simulations of wind erosion along theQinghai-Tibet Railway in north-central Tibet. Aeolian Research 32:192-201.
22. Khanmohamadi, F., Homaee, M., and Noroozi, A.A. 2015. Soil Moisture Estimating with NDVI and LAND Surface Temperature and Normalized Moisture index using MODIS images. J. Soil Water Resour. Cons. 4: 2. 37-45.(In Persian)
23. Khazrak Z, Akbarian M, Khoorani A. (2020). The Geomorphological Analysis of Local Dust Events in the Western Region of Mackoran Coastal Plain, Iran. E.E.R.; 10 (2) :93-109, dor: 20.1001.1.22517812.1399.10.2.6.9 (In Persian)
24. Khodraz, Z., Akbarian, M. & Khoorani, A. Projecting the impacts of climate change on the wind erosion potential using an ensemble of GCMs in Hormozgan Coastal plains, Iran. *Environ Monit Assess* **195**, 1445 (2023). https://doi.org/10.1007/s10661-023-12072-1
25. Khoshakhlagh F, Moradimoghadam M, Mohamadi H, Mahoutchi M (2017) Assessing the Effects of Global Warming on the Areas Susceptible to Wind Erosion in the West of Central Plains and the East of Central Zagros Mountains of Iran. journal of Environmental Erosion Research, 7 (2): 43-58 (In Persian)
26. Koneshloo, H. 2016. Why Moringa peregrina (Forssk.) Fiori is distributed at South of Iran J. of Plant Research. 29: 1. 180-190. (In Persian)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]
[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

27. Li, X. Ma and C. Zhang, 2019.Predicting the spatiotemporal variation in soil wind erosion across Central Asia in response to climate change in the 21st century, Science of the Total Environment,709(20).
28. Lin, Yu-Pin and Chu, Hone-Jay and Wang, Cheng-Long and Yu, Hsiao-Hsuan and Wang, Yung-Chieh, (2009). Remote Sensing Data with the Conditional Latin Hypercube Sampling and Geostatistical Approach to Delineate Landscape Changes Induced by Large Chronological Physical Disturbances, Sensors (Basel, Switzerland), volume 9, doi: 10.3390/s90100148, 148-74.
29. Mahmoudi, F., 2000, Dynamic Geomorphology, Payam Noor University, 281 pages. In Persian.
30. Mehrabian, A.R., Naqinezhad, A.R., Mostafavi, H., KiaNi, B., and Abdoli, A. 2008. Contribution to the flora and habitats of mand protected area (Bushehr province). J. of Environmental Studies. 34: 46. 1-18. (In Persian)
31. Motamed, A. (2000), Volume 3: Geomorphology. Tehran: Samit Publications. (In Persian)
32. NADJAFI TIREH SHABANKAREH, K., & JALILI, A.. (2008). COMPARISON OF VEGETATION COVER UNDER CANOPY COVER AND OPEN AREA OF PROSOPIS JULIFLORA (SW.) DC IN HORMOZGAN PROVINCE. PAJOUHESH-VA-SAZANDEGI, 21(3 (80 IN NATURAL RESOURCES)), 176-184. SID. https://sid.ir/paper/19394/en
33. Najafi Shabankare, K., Jalili, A., Khorasani, N., Jamzad, Z., and Asri, Y. 2004. Flora, life form and chorotypes of plants in the Genu Protected area. Hormozgan province (Iran). Pajouhesh and Sazandegi. 18: 4. 50-62. (In Persian)
34. Natural Resources Administration (NRA) of Hormozgan Province, 2016. Hejdan Jasek Desertification Plan, Archive of Desert Department Study Plans (In Persian)
35. Natural Resources Administration (NRA) of Hormozgan Province, 2018. Brizk Desertification Plan, Archive of Study Plans of the Desert Department (In Persian)
36. Natural Resources Administration (NRA) of Hormozgan Province, 2018. Brizak Desertification Plan, Archive of Study Plans of the Desert Department (In Persian)
37. Natural Resources Administration (NRA) of Hormozgan Province, 2013. Biological desertification plan, desert department study plans archive (In Persian)
38. Nishabouri, A. (1996). Biogeography, The Organization for Researching and Composing University textbooks in the Humanities (SAMT), Tehran, Iran (In Persian).
39. Pour rezaei, J., Tarnian, F., Payranj, J., and Deefrakhsh, M. 2010. The studies of flora and phytogeography of Tang Ban watershed basin in Behbahan. Iranian J. of Forest. 1: 2. 37-49. (In Persian)
40. Rahdari, V., Maleki, S., & Mir, M. (2022). Development of A Wind Erosion Sensitivity Model Using Multi-Criteria Assessment Method (Case Study: Hamoun Wildlife Refuge). *Desert Management*, *10*(2), 39-54. doi: 10.22034/jdmal.2022.551548.1382 (In Persian)
41. Refahi H G (2004) Wind erosion and its control. University of Tehran Press, Tehran.
42. Research institute of dry and desert areas (2007). Study plan of wind erosion sediment measurement network in Iran. Yazd University. (In Persian)
43. Shayan S, Akbarian M, Yamanni M, Sharifikia M, Maghsoudi M (2014) Affect of Sea Hydrodynamic on Coastal Sand Masses Formation, Case study: Western Makran Coastal Palin, Quantitative Geomorphological Research, 2(4): 86-104. (In Persian)
44. Shayan S, Akbarian M. (2016). The Impact of Climatic Extreme Events on Aeolian Geomorphic Process from Catastrophic Theory aspect (Case study: Coastal Plain of Western Makran). GeoRes; 30 (4) :54-63 (In Persian)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]

45. Shen, Y., Zhang, C., Wang, X., Kang, L. 2018. Statistical characteristics of wind erosion events in the erosion area of Northern China, Catena, 167, 399-410.
46. Soltanipoor, M. A., & Asadpour, R. (2020). Flora, life form and chorology of Dehgin basin, Hormozgan Province. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 33(3), 662-676. DOR: 20.1001.1.23832592.1399.33.3.2.6
47. Wang, X., Zhao, X., Zhang, Z., Yi, L., Zuo, L., Wen, Q., Liu, F., Xu, J., Hu, S., Liu, B., 2016. Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. Catena 137, 256–268.
48. Yan, P., Shi, P., 2004. Using the 137CS Technique to Estimate Wind Erosion in Gonghe Basin, Qinghai Province, China, Soil Science, VOL. 169 No. 4, 295-305
49. Zandifar S, Ebrahimikhusfi Z, khosroshahi M, Naeimi M. (2020). Analysis of the Effect of Climatic Parameters and Meteorological Droughts on the Variation of Internal Dust Events (A Case Study: Qazvin City). jwss; 24 (3) :239-256, doi: 10.47176/jwss.24.3.41611 (In Persian)
50. Zhao, Y., Wu, J., He, C.,Ding, G. 2017. Linking wind erosion to ecosystem services in drylands: a landscape ecological approach. Landscape Ecology 32:2399-2417.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.61186/jeer.15.1.45]