Quarterly Journal of Research in Social Studies Education

Training on Determining Wind Erosion Rate Using the Erifer Model in the Mighan Basin for Geography Education Students

Arefeh Shabani-Iraqi[1], Yasman Hosseini[2], Fatemeh Afkari-Qarababa[3]

1.Assistant Professor and PhD in Geomorphology.a.shabani@cfu.ac.ir

2. Bachelor of Arts in Geography Education, Amir Kabir Alborz University of Education.

3. Bachelor of Arts in Geography Education, Amir Kabir Alborz University of Education

Keywords: . Environmental : Education, Wind Erosion, Orifer, Meeghan, Environment, Sustainable Interaction[1] .

Corresponding author*amingolsa.shabani@cfu.ac.ir*

ABSTRACT

Background and Objective: Wind erosion is a natural hazard in arid and semi-arid regions that significantly affects the landscapes of these regions; this phenomenon not only leads to desertification, but also has an impact on air quality, biodiversity, and agricultural activities. Therefore, understanding the importance of this phenomenon and its effective management is crucial to preserve sensitive ecosystems and ensure sustainable development. In this regard, a study was conducted in the Meighan Basin to assess the potential of wind erosion. The aim of this study is to provide an educational guide for geography student teachers on how to use the ORIFER model to determine wind erosion. **Method:** The present study was conducted using the "ERIFER" model and by integrating library data, geomorphological maps, etc., along with field studies.**Findings:** The findings of the study indicate that the plain facies has the highest sedimentation rate, while the mountain facies has the lowest sedimentation rate. Next, respectively, are the clayey saline facies and the salt cover facies with very high sedimentation. After them, the hilly facies, low plain surfaces, and low and isolated mountains are all in the moderate sedimentation category.**Conclusion:** The results indicate the worsening desertification situation in this region and remind us of the need for conservation measures. It is hoped that the present study will be a guide for students and researchers in geography to provide a basis for achieving sustainable and responsible interaction with the environment by raising public awareness of environmental challenges and natural hazards in the area.

ISSN (Online): 2717-2651 **DOI:10.48310/rsse.2025.21050.1317**

Received: 1404/07/07 Reviewed: 1404/09/12 Accepted: 1404/09/19 PP: 21

Citation (APA):Shabani , A. (2025). Training on Determining Wind Erosion Rate Using the Erifer Model in the Mighan Basin for Geography Education Students *Quarterly Journal of Research in Social Studies Education*. *7*(4), 103-123.

https://doi.org/ 10.48310/rsse.2025.21050.1317

آموزش تعیین میزان فرسایش بادی با مدل اریفر در حوضه میقان به فراگیران رشته آموزش جغرافیا

عارفه شعبانی عراقی[۱]، یاسمن حسینی[۲]، فاطمه افکاری قره بابا[۳]

۱.استادیار و دکتری ژئومورفولوژی

a.shabani@cfu.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی آموزش جغرافیا دانشگاه فرهنگیان امیرکبیرالبرز.

۳. دانشجوی کارشناسی آموزش جغرافیا دانشگاه فرهنگیان امیرکبیرالبرز

چکیده

زمینه و هدف: فرسایش بادی، از مخاطرات طبیعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که به طور قابل‌توجهی بر چشم‌اندازهای این مناطق تأثیرگذار است؛ این پدیده نه‌تنها منجر به بیابان‌زایی می‌شود، بلکه بر کیفیت هوا، تنوع زیستی و فعالیت‌های کشاورزی تأثیرگذار بوده است؛ لذا درک اهمیت این پدیده و مدیریت مؤثر آن، جهت حفظ اکوسیستم‌های حساس و تضمین توسعه پایدار، امری حیاتی است. در این راستا، پژوهشی در حوضه میقان، به‌منظور ارزیابی پتانسیل فرسایش بادی، انجام شده است. هدف این مطالعه، فراهم‌آوردن یک راهنمای آموزشی برای دانشجو معلمان رشته آموزش جغرافیا در خصوص نحوه استفاده از مدل اریفر جهت تعیین فرسایش بادی است. **روش:** پژوهش حاضر با استفاده از مدل "اریفر" و با تلفیق داده‌های کتابخانه‌ای، نقشه‌های ژئومورفولوژی و... در کنار مطالعات میدانی، انجام‌گرفته است. **یافته‌ها:** یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که لندفرم ژئومورفیک سطوح دشتی بالاترین میزان رسوب‌دهی و در مقابل، لندفرم ژئومورفیک کوهستان کمترین رسوب‌دهی را از خود نشان می‌دهد. در ادامه به ترتیب، لندفرم‌های ژئومورفیک سطوح نمکی رسی و پوشش نمکی با رسوب‌دهی بسیار زیاد وجود دارند. پس از آنها نیز، لندفرم‌های ژئومورفیک‌های تپه‌ماهور، سطوح دشتی کم‌ارتفاع و کوه کم‌ارتفاع و منفرد، همگی در دسته رسوب‌دهی متوسط قرار می‌گیرند. **نتیجه‌گیری:** نتایج نشان‌دهنده وخامت وضعیت بیابان‌زایی در این منطقه است و ضرورت اقدامات حفاظتی را یادآور می‌شود. امید است پژوهش حاضر، رهنمودی برای دانشجویان و پژوهشگران علم جغرافیا باشد تا با ارتقاء سطح آگاهی عمومی نسبت به چالش‌های زیست‌محیطی و مخاطرات طبیعی پیرامون، زمینه را برای دستیابی به تعاملی پایدار و مسئولانه با محیط‌زیست فراهم آورند.

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:10.48310/rsse.2025.21050.1317

واژه‌های کلیدی:
آموزش،
فرسایش بادی،
اریفر، میقان،
محیط‌زیست، تعامل پایدار

۱. نویسنده مسئول

a.shabani@cfu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۹/۱۹ شماره صفحات: ۲۱

مقدمه

از فرایندهای طبیعی تأثیرگذار در شکل و کیفیت مناطق خشک و نیمه‌خشک فرسایش بادی است. این پدیده در قرن بیستم یکی از مهم‌ترین فرایندهای مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب

می‌شود که حدود یک‌ششم مساحت اراضی دنیا را به خود اختصاص داده است (Skidmore, 2000). منظور از فرسایش بادی فرآیندی از کنده‌شدن و جابه‌جایی ذرات خاک توسط باد است (Zangi Abadi et all,2010)؛ حرکت خاک توسط باد پدیده پیچیده‌ای است که تحت‌تأثیر شرایط آب‌وهوایی، ژئومورفولوژی و دیگر سازه‌ها (عوامل) قرار دارد. لازمه فرسایش بادی جدا بودن ذرات خاک است، به‌محض به‌وجودآمدن این وضعیت باد قادر خواهد بود ذرات خاک را جابه‌جا کند. به‌طورکلی خاک‌های مناطق خشک در مقابل عوامل فرساینده به دلیل کمبود مواد آلی آسیب‌پذیرترند (Abedi & Jafari, 2020).

آثار و تبعات فرسایش بادی متعدد بوده است؛ از جمله این تبعات می‌توان به کاهش حاصلخیزی خاک و تسریع بیابان‌زایی اشاره نمود (namdar khojaste & zareh, 2021). بیابان‌زایی در اثر شدت فرسایش بادی به معنی کاهش توان اکولوژیکی و بیولوژی زمین است که به‌صورت طبیعی یا مصنوعی با فعالیت انسان رخ می‌دهد (Ildoromi & Moradi, 2017).

بیان مسئله

باتوجه‌به موقعیت ایران و شرایط اقلیمی آن، بخش وسیعی از این کشور تحت‌تأثیر مسئله فرسایش بادی و در معرض مخاطره گردوغبار قرار دارد (Maleki et al, 2011) به‌طوری‌که با افزایش میزان فرسایش بادی منابع آب، غذا، پوشش گیاهی و امنیت از بین می‌روند یا محدود و موجب مهاجرت و کاهش تنوع گونه و تخریب زیستگاه می‌شوند (Ildoromi et al, 2018) نمونه‌ای از این مناطق در ایران که هم اکنون در حال گسترش محدوده خود است کویر میقان در شمال شرقی اراک واقع در استان مرکزی است. در دهه‌های اخیر تغییرات اقلیمی، کمبود بارندگی، فعالیت‌های انسانی و سوءمدیریت منابع آب سبب کاهش ورودی آب به تالاب‌ها شده و خشک‌شدن فصلی و یا دائمی تالاب‌ها را به دنبال داشته است، این خشکی منجر به رسوب کانی‌های محلول به‌ویژه نمک‌ها شده و تالاب‌ها را به کویر تبدیل کرده است؛ تالاب میقان اراک نیز که حوضه آبریزی به مساحت حدود ۵۵۲۸ کیلومترمربع را زهکشی می‌کند اکنون با معضل کاهش ورودی آب و پدیده کویرزایی مواجه است (Ghahrudi et al, 2012).

نتایج تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و بررسی پارامترهای اقلیمی منطقه کویر میقان طی دوره ۳۸ساله حاکی از آن است که تغییرات اقلیمی (کاهش بارش و افزایش دما)، در افزایش مساحت اراضیِ کویری تأثیر مثبت داشته است؛ به‌طوری که با کاهش بارش (بخصوص بارش سالانه) و به‌تبع آن بروز خشکسالی‌های اَخیر، رشد بیابان و کویرزایی روند صعودی به خود گرفته است (Ziaeian Firoozabadi et al, 2014)؛ برای جلوگیری از کویرزایی میقان باید مطالعات جامع صورت گیرد تا عوامل مؤثر شناخته شوند و بتوان با راهبردهای جدید از پیشروی کویر جلوگیری

نمود (khaledi, 2006). کنترل فرسایش بادی زمانی مؤثر خواهد بود که از عوامل مؤثر در آن اطلاع داشته باشیم و با بررسی‌های دقیق در هر منطقه برای حفاظت در مقابل عوامل فرسایشی راهکارهای مناسب را دنبال کنیم (Refahi, 2012).

از آنجایی که فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (Coppinger et all, 1991) آموزش نحوه بررسی شدت این پدیده و تاثیر آن بر بیابان‌زایی به دانشجویان ضمن افزایش علم تخصصی، باعث افزایش احساس مسئولیت‌پذیری و توجه نسبت به محیط‌زیست شده و به آن ها در انجام پژوهش‌های مؤثر در رابطه با مسئله شدت فرسایش بادی یاری می‌رساند. بی تردید اهمیت آموزش این مسئله به دانشجومعلمان به عنوان معلمان آینده و انتقال دهندگان دانش حائز اهمیت بیشتری است زیرا امروزه به دلیل اهمیت فرسایش بادی و تأثیر آن بر روی محیط‌زیست و آب وهوا، این مسئله تهدیدی برای جوامع شهری و روستایی محسوب شده و به همین دلیل نیز آموزش وپرورش به منظور هشیار و آگاه سازی دانش‌آموزان و جامعه، در دروس جغرافیا، به عنوان علم کاربردی، بارها به شناسایی مناطق خشک و نیمه‌خشک، آسیب‌های محیطی و مشکلات محیط زیستی آنها پرداخته است.

هدف از این پژوهش، آموزش تعیین میزان فرسایش بادی برای شناسایی محیط‌های مستعد بیابان‌زایی و پیشگیری و محافظت از محیط‌زیست مناطق حساس و شکننده از جمله محیط‌های خشک و نیمه‌خشک به فراگیران رشته جغرافیاست تا آنها نیز با دانستن اهمیت این امر مهم، جامعه را در راستای حفاظت از مناطق خشک و نیمه‌خشک آگاه سازد. این پژوهش برای کویر میقان انجام شده است.

پیشینه و چهارچوب نظری

باتوجه‌به موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی کشور ما، پژوهش‌های مختلفی با تاکید بر حفاظت از منابع طبیعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک انجام‌گرفته است. (Khaledi, 2005) در مقاله‌ای تحت عنوان احیای کویر میقان با روش تجزیه‌وتحلیل بیان کرده است که اقلیم کویر میقان از نوع بیابانی و خشک سرد است. پوشش گیاهی آن از نوع بیشتر شورپسند به‌ویژه قره داغ است که نشانه مقاومت زیاد در برابر شرایط دمایی مطلق و دیگر موارد محیطی سخت محسوب می‌گردد. جهت باد غالب، غربی و جنوب غربی است و تبخیر و تعرق آن برابر ۱۱۶۸میلیمتر در برابر ۲۱۰ میلیمتر بارندگی قرار دارد. خاک کویر میقان شور است و علت اصلی شوری، عمق کم‌آب‌های شور زیرزمینی و صعود آن به بالا می‌باشد. چرای بی‌رویه و قطع

رستنی‌ها برای مصارف سوختی و به زیر کشت بردن مراتع برای زراعت نیز از دیگر مواردی است که در گسترش کویر میقان تسریع ایجاد کرده است. (Pahlevanravy, 2012)

به ارزیابی فرسایش و رسوبات بادی با استفاده از مدل اریفر در منطقه زهک دشت سیستان پرداخت و با انتخاب واحدهای کاری (لندفرم های ژئومورفیک) نه عامل مؤثر در فرسایش مؤثری را در منطقه مذکور مورد تحلیل قرار داد و در نهایت موثرترین عوامل را بیابان‌زایی، مدیریت کاربری اراضی و اقلیم تعیین کرد. در پژوهشی (Alipoor et al, 2014) به برآورد پتانسیل فرسایش بادی و رسوب‌دهی با استفاده از روش اریفر در منطقه میاندشت اسفراین پرداختند و نه عامل مؤثر در فرسایش بادی را در لندفرم های ژئومورفیک منطقه بررسی و در نهایت کلاس فرسایشی هر یک را تعیین کردند و بیان کردند با استفاده از بادشکن در منطقه می‌توان خسارات را تا حد بسیاری کاهش داد. همچنین (Habibi, 2015) به برآورد تولید رسوب در حوضه شادگان با استفاده از مدل اریفر (پتانسیل فرسایش بادی) و مدل پایگانی و اجرای این دو مدل در منطقه بیان کرد روش پایگانی نیز می‌تواند در ارزیابی این موضوع کارآمد باشد. (Nourzadeh Haddad et al, 2016) نیز به برآورد پتانسیل تولید رسوب ناشی از فرسایش بادی در اراضی منطقه عبدالخان (شوش) با استفاده از مدل اریفر پرداختند و برای هر واحد کاری در منطقه کلاس فرسایشی بر اساس ویژگی‌های هر یک از عوامل در منطقه تعیین و بررسی کردند. (Kouchami-sardoo et al, 2017) در مقاله‌ای با عنوان ارزیابی مدل IRIFR برای شبیه‌سازی هدررفت خاک در لندفرم های ژئومورفیک گوناگون فرسایش بادی به کمک داده‌های دستگاه سنجش فرسایش بادی بیان کرده آمد که شدت فرسایش بادی اندازه‌گیری‌شده در بخش عمده‌ای از منطقه موردمطالعه با استفاده از هر دو روش مدل IRIFR و دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی نشان از وضعیت بحرانی دشت داوران از نظر شدت فرسایش بادی داشت نتایج ارزیابی مدل IRIFR با داده‌های دستگاه سنجش فرسایش بادی و تجزیه‌وتحلیل‌های انجام‌گرفته نشان داد که علی‌رغم تجربی بودن مدل IRIFR تعیین‌کننده بودن نقش تجربه کارشناس در نتایج به علت همخوانی داشتن این مدل و شاخص‌های مورد بررسی در آن با شرایط طبیعی، ژئومورفولوژی، اقلیمی و خاکی کشور می‌تواند یکی از روش‌های مناسب برای برآورد توان رسوب‌دهی ناشی از فرسایش بادی در کشور محسوب گردد. بااین‌وجود به نظر می‌رسد که مدل IRIFR در شبیه‌سازی شدت فرسایش بادی در برخی از لندفرم های ژئومورفیک دارای کمبودهایی است که باید باتوجه‌به شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و خاک، مورد بازنگری و اصلاح قرار گیرد تا بتواند بهترین عملکرد را داشته باشد.

در پژوهشی دیگر (Ildoromi & Moradi, 2017) تحت عنوان ارزیابی شدت فرسایش بادی با بهره‌گیری از مدل IRIFR.E.A (بررسی موردی دشت نهاوند همدان) بیان کرده‌اند که بر

اســـاس نتایج حاصـــله از این تحقیق و بازدیدهای به‌عمل‌آمده از منطقه، مدل IRIFR از کارایی خوبی جهت برآورد میزان شـدت بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی برخوردار اسـت؛ چراکه سـیمای واقعی بیابان را به‌خوبی به تصویر کشـیده و بیابانی بودن منطقه را به طور کاملاً مشخص نمایش داده است باتوجه‌به نتایج ارائه شده، مشخص شد که عوامل مدیریتی باد و شرایط اقلیمی منطقه با کسب بیشـترین میزان امتیاز بیشـترین نقش را در تخریب اراضی دارند در این اراضی باتوجه‌به این که عامل اصـلی تخریب باد اسـت و افزایش شـدت فرسـایش بادی در منطقه نهاوند ناشـی از نبود پوشش گیاهی، بهره‌برداری غیراصولی از اراضی، چرای مفرط و... است.

(Yamani et al, 2019) در پژوهشـی تحت عنوان «تحلیل پتانسـیل فرایند فرسـایش بادی و گردوغبار با تطبیق سـیسـتم الگوی چرخنده بادها در چاله دامغان» به بررسـی دقیق و برآورد پتانسـیل فرسـایش بادی و تولید گردوغبار در پلایای چاله دامغان (حاج علی‌قلی) با اسـتفاده از مدل اریفر پرداختند. علاوه بر این، محققان با تحلیل داده‌ها به این نتیجه مهم دسـت یافتند که لندفرم های ژئومورفیک بســـتر فصـــلی دریاچه، پادگانه دریاچه‌ای و توده‌های ماســـه‌ای دارای بالاترین پتانسـیل فرسـایشـی هسـتند، درحالی‌که لندفرم های ژئومورفیک شـوره‌زار گلی فصـلی و دشت آبرفتی پتانسیل فرسایشی متوسطی از خود نشان می‌دهند و مخروط‌افکنه‌ها و دامنه‌های کوهســـتانی ناهموار کمترین میزان فرســـایش را تجربه می‌کنند. این تفاوت‌ها به‌وضـــوح نشـــان می‌دهد که لندفرم های ژئومورفیک واقع در حاشـیه دریاچه، به دلیل جنس رسـوبات و خشـکی محیط، بیشـترین پتانسـیل را برای فرسایش بادی دارند که این فرآیند به شکل‌گیری لندفرم‌های خاص منجر شـده و در مقایسـه، مخاطره گردوغبار در منطقه عملکرد ضـعیف‌تری از خود نشـان می‌دهد.

(Abedi & Jafari,2020) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی قابلیت داده‌های سـنجش‌ازدور در تهیه نقشه فرسایش بادی استان اصفهان با استفاده از مدل IRIFR بیان کرده است که فرسایش بادی یکی از بحران‌های محیط زیســـتی اســـت که بیش از ۱۷ اســـتان کشـــور را فرامی‌گیرد. پهنه‌بندی این پدیده در چنین سـطح وسـیعی توسـط روش‌های میدانی مانند مدل تجربی اریفر نیازمند وقت و هزینه بسـیار زیادی اسـت؛ لذا، پژوهش حاضـر باهدف پتانسـیل سـنجی داده‌های سـنجش‌ازدور در اسـتخراج عامل‌های فرسـایش بادی مدل اریفر و همچنین تهیه نقشـه فرسـایش بادی در استان اصفهان انجام شد. نتیجه نشان داد که استان اصفهان به‌عنوان یکی از استان‌های بیابانی کشـور بیش از ۷۰٪ اراضـی بیابانی دارد و بیش از ۱۶٪ اسـتان را فرسـایش بادی زیاد و بسـیار زیاد تشـکیل می‌دهد که بیشـتر در شـهرسـتان‌های نایین، آران بیدگل، اصـفهان و اردسـتان قرار دارد.

(et al Yamani,2020) در مقاله‌ای دیگر تحت عنوان بررسی پتانسیل‌یابی فرسایش بادی و مناطق تولید گردوغبار در پلایای جازموریان، با روش کتابخانه‌ای، میدانی و با استفاده از مدل اریفر به بررسی عامل نه‌گانه مؤثر در تعیین پتانسیل فرسایش بادی در لندفرم های ژئومورفیک حوضه جازموریان و رسوب‌دهی آنها پرداخته‌اند، نتایج این پژوهش پس از رهگیری بادهای غالب منطقه و بررسی اندازه نمونه ذرات رسوبی حاکی از آن است که این منطقه قابلیت وسیعی برای تولید مخاطره گردوغبار و در معرض خطر قراردادن محیط دارد، بنابراین مخاطره گردوغبار عملکرد وسیعی در سطح پلایا و حواشی آن داشته و پلایای جازموریان به دلیل شرایط محیطی یکی از منشأهای گردوغبار در جنوب غرب کشور محسوب می‌شود.

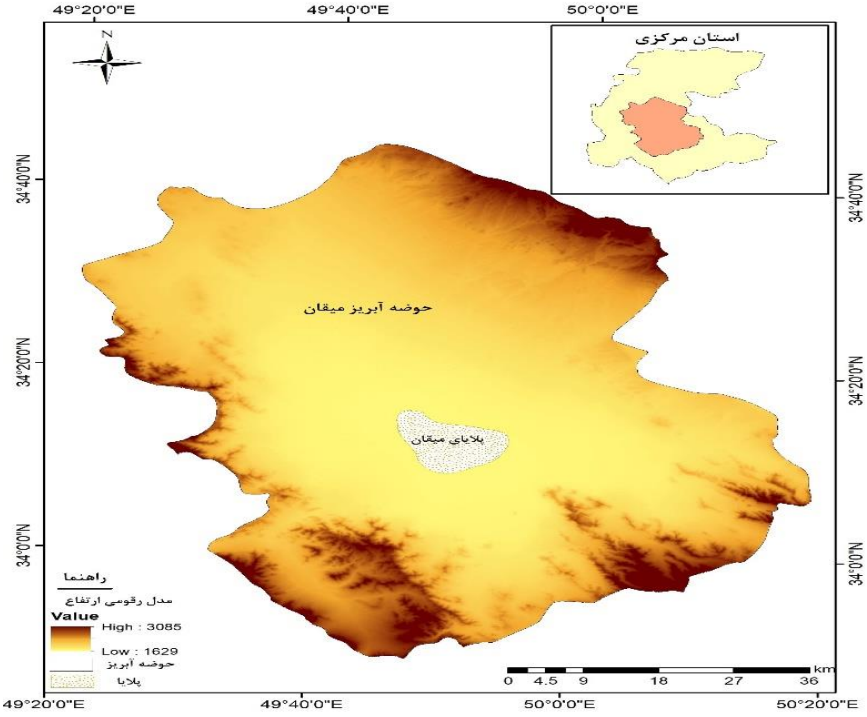
موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

محدوده مورد بررسی حوضه رسوبی میقان در مرکز و جنوب غربی استان مرکزی واقع گردیده است. حوضه رسوبی میقان حوضهٔ بسته‌ای است که ۱۹۷۰ کیلومتر مربع وسعت آن را دشت اراک،۱۰۰ تا ۱۱۰ کیلومتر مربع را پلایای میقان و بقیه را ارتفاعات حاشیه حوضه تشکیل می دهند. زهکش آب حاصل از بارندگی در حوضه در نهایت توسط آبراهه ها به فرم همگرا در پست ترین محل حوضه جمع می‌شود. بلندترین نقطه ارتفاعی حوضه مذکور مربوط به کوه های مرتفع سفیدخانی و نقره کمر می باشند. پست ترین نقطه ارتفاعی این حوضه مربوط به پلایای میقان با ارتفاع متوسط ۱۶۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. اقلیم منطقه نیمه‌خشک با زمستان های سرد تا خیلی سرد و تابستان‌های گرم تا نسبتا گرم می‌باشد (Alaei Taleghani. 1996).

از نظر جغرافیایی بین دو واحد ساختمانی مهم قرار دارد. حوضه رسوبی میقان نیمه جنوب غربی آن امتداد ارتفاعات واحد ساختمانی سنندج سیرجان است و سراسر نیمه شمالی آن بخشی از رشته‌کوه‌های ایران مرکزی را در بر می‌گیرد. دشت اراک از دشت‌های ساختمانی ایران مرکزی است که بر اثر عملکرد گسل‌ها به وجود آمده است سطح این دشت منطبق بر ساختمان فروزمین می‌باشد که در حال حاضر به دلیل فشار ناشی از وزن رسوبات، فرونشست از خود نشان می‌دهد (Darvishzadeh. 2000).

در واقع چاله میقان حاصل یک فرونشست گسلی در نتیجه عملکرد موازی گسل‌های تبرته و تلخاب است. راستای گسل‌های منطقه تماماً شمال غربی - جنوب شرقی است. گسل تبرته مرز بین اسفندقه—مریوان در مغرب و ایران مرکزی در مشرق بشمار و تقریباً از قسمت مرکزی چاله میقان عبور می‌کند. این گسل از نوع نرمال بوده و شیب سطح گسل به سمت شمال شرق است. گسل تلخاب نیز از سمت شمال شرقی چاله میقان عبور می‌کند با این تفاوت که شیب گسل تلخاب به سمت جنوب غربی است چاله میقان دربرگیرندهٔ دریاچه فصلی و شور توزلوگل

دشت‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌های مشرف به دریاچه است. به‌طورکلی حوضه رسوبی میقان به‌صورت چاله باز نامتقارنی است که خط الراس آن به ارتفاعات و مرکز آن به دریاچه توزلوگل منتهی می‌شود (Shabani eraghi. 2020).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

در این پژوهش برای انجام مدل اریفر و شرایط فرسایشی کویر میقان از داده‌های حاصل از منابع کتابخانه‌ای، نقشه‌های ژئومورفولوژی، خاک و پوشش گیاهی و بررسی‌های میدانی استفاده کرده است. این پژوهش با مدل IRIFR که از مدل‌های مناسب سازگار برآورد فرسایش بادی در آب‌وهوای خشک و نیمه‌خشک ایران محسوب می‌شود، انجام شده است. برای بررسی پتانسیل فرسایش بادی و تعیین میزان (رسوب‌دهی) لندفرم های ژئومورفیک از مدل اریفر استفاده شده است. این مدل یکی از بهترین مدل‌ها برای تعیین پتانسیل فرسایش بادی است؛ این مدل تجربی توسط مؤسسه تحقیقات جنگل و مرتع در سال ۱۳۷۴ برای ایران و مطابق شرایط بومی طراحی شده است (Ekhtesasi and Ahmadi,1997).

برای اجرای آن در منطقه ابتدا ۷ لندفرم های ژئومورفیک به عنوان واحد کاری در منطقه تفکیک و اساس کار قرار گرفته است. در این مدل از تاثیر نه عامل مؤثر (سنگ‌شناسی، شکل اراضی و پستی و بلندی، سرعت و وضعیت باد، خاک و پوشش سطحی آن، انبوهی پوشش‌گیاهی، آثار فرسایشی سطح خاک، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی، مدیریت و استفاده از زمین) در میزان رسوب‌دهی استفاده شده است. همه عوامل مورد ارزیابی و امتیاز دهی قرار می‌گیرد و باتوجه به شدت و ضعف هر عامل، امتیازی به هر لندفرم ژئومورفیک داده می‌شود.

جدول ۱: عوامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب با امتیازات مربوطه در مدل اریفر

ردیف	عامل مؤثر در فرسایش خاک و تولید رسوب	دامنه امتیاز
۱	سنگ‌شناسی	۰-۱۰
۲	شکل اراضی و پستی‌وبلندی	۰-۱۰
۳	سرعت و وضعیت باد	۰-۲۰
۴	خاک و پوشش سطحی آن	۵-۱۵
۵	انبوهی پوشش‌گیاهی	۵-۱۵
۶	آثار فرسایشی سطح خاک	۰-۲۰
۷	رطوبت خاک	۰-۱۰
۸	نوع و پراکنش نهشته‌های بادی	۰-۱۰
۹	مدیریت و استفاده از زمین	۵-۱۵

شدت فرسایش خاک و میزان رسوب‌دهی که از امتیازات عوامل نه‌گانه مؤثر در فرسایش بادی حاصل می‌شوند در پنج کلاس طبقه‌بندی گردیده است. جدول کلاس‌های فرسایش، امتیازات اختصاص‌یافته و میزان رسوب تولیدی هر کلاس را نشان می‌دهد.

جدول ۲: تعیین تولید رسوب سالیانه و کلاس فرسایش خاک در مدل اریفر

شدت و کلاس فرسایش	تولید رسوب سالیانه (ton/km۲/yr)	امتیاز نشان‌دهنده شدت
خیلی کم	<۲۵۰	<۲۵
کم	۲۵۰-۵۰۰	۲۵-۵۰
متوسط	۵۰۰-۱۵۰۰	۵۰-۷۵
زیاد	۱۵۰۰-۶۰۰۰	۷۵-۱۰۰
خیلی زیاد	>۶۰۰۰	>۱۰۰

برای تعیین پتانسیل فرسایش بادی در مدل اریفر از فرمول زیر استفاده شده است:

$$QS = 41^{(0.05R)}$$

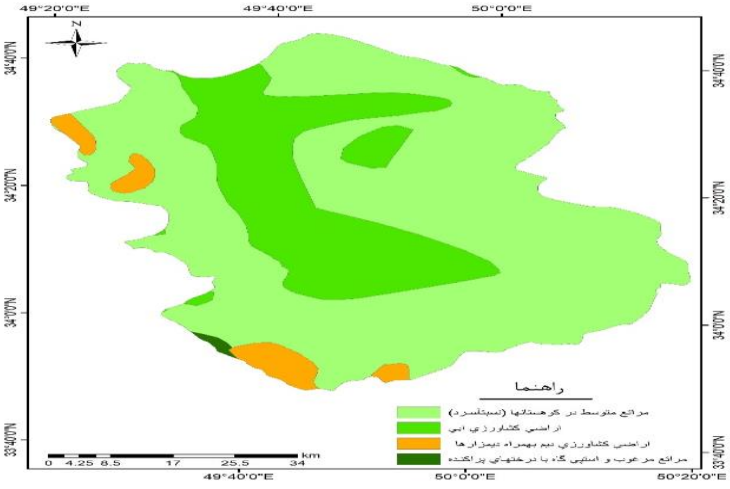
Qs میزان رسوب‌دهی سالانه: **(Ton/Km2/year)**

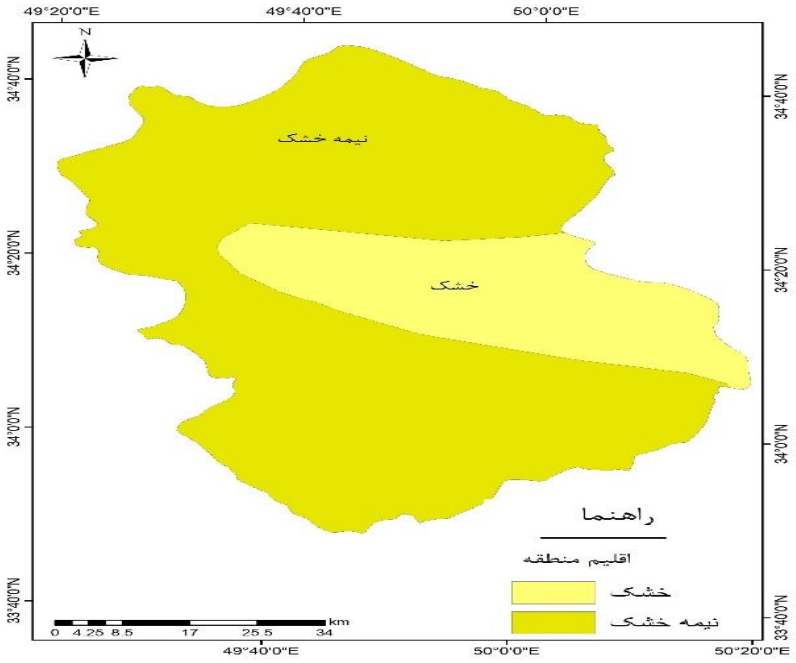
R:درجه رسوب‌دهی مجموع امتیازات عوامل نه‌گانه مؤثر در فرسایش

در نهایت مجموع اعداد به‌دست‌آمده برای فاکتورهای مختلف نشان‌دهنده مقدار فرسایش خواهد بود و با قراردادن در فرمول فوق مقدار رسوب‌دهی هر لندفرم های ژئومورفیک در منطقه مشخص و کلاس فرسایشی آن واحد تعیین می‌گردد.

یافته‌ها

در ادامه برای درک بهتر شرایط فرسایشی و رسوب‌گذاری مناطق گرم و خشک، نمونه موردی کویر میقان را ارزیابی و پیشنهادهای عملکردی محیط زیستی خود را ارائه می‌دهیم. برای انجام این پژوهش در ابتدا باید به شناسایی محیط از نظر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی، هیدرولوژی، موقعیت شیب، ارتفاع و آب‌وهوا پرداخته شود؛ سپس ۷ لندفرم ژئومورفیک براساس نقشه‌های عوامل طبیعی تعیین گردید.

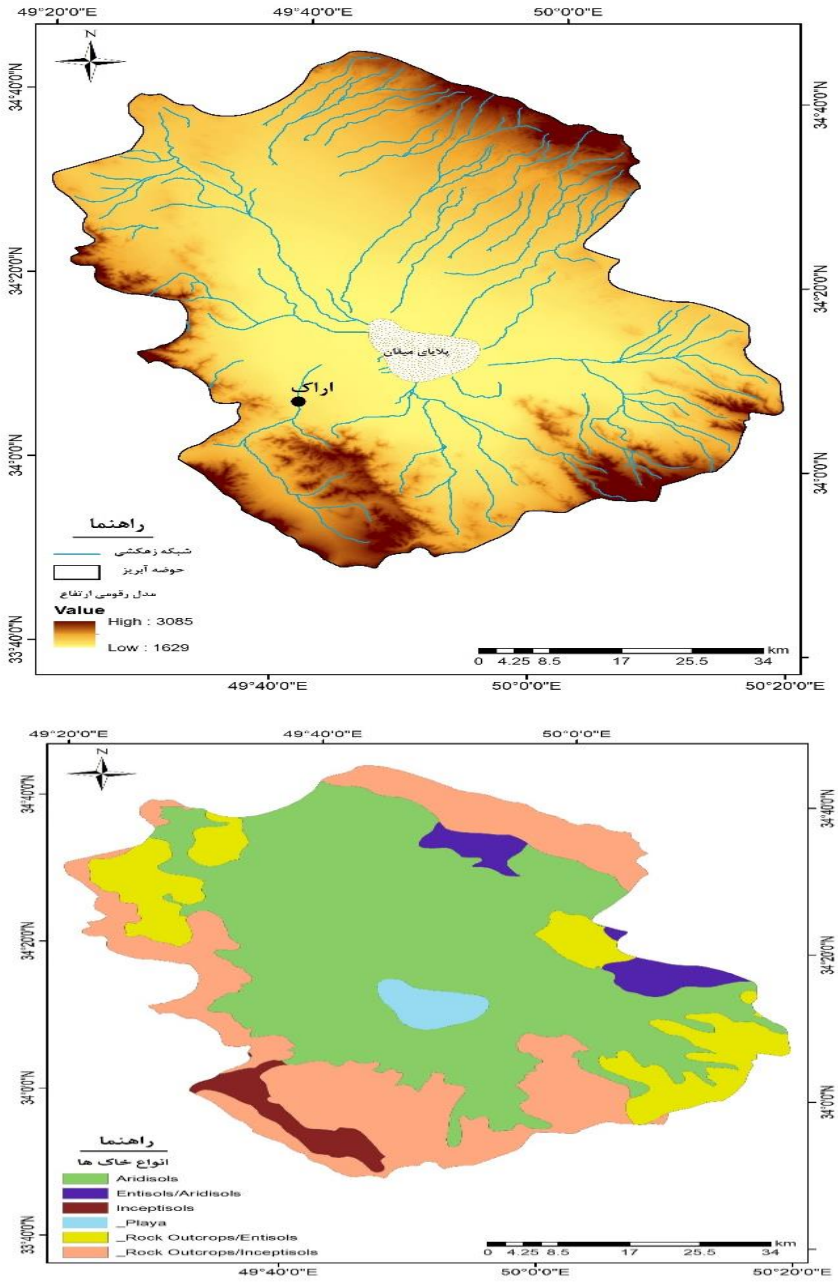




شکل۲و۳: نقشه پوشش گیاهی و آب و هوای حوضه میقان به ترتیب از راست به چپ

در نقشه شماره (۲) پراکندگی پوشش گیاهی در منطقه میقان نشان داده شده است؛ مقدار زیادی از مساحت منطقه را مراتع متوسط در کوهستانها تشکیل داده است، پس از آن اراضی کشاورزی آلی در شمال و مرکز این منطقه قرار دارد؛ در سمت غرب نیز به صورت پراکنده اراضی کشاورزی دیم به همراه دیم زارهای خزری قرار دارد و در جنوب غربی آن مراتع مرغوب و استپی‌گاه با درخت‌های پراکنده به مقدار کمی دیده می‌شود.

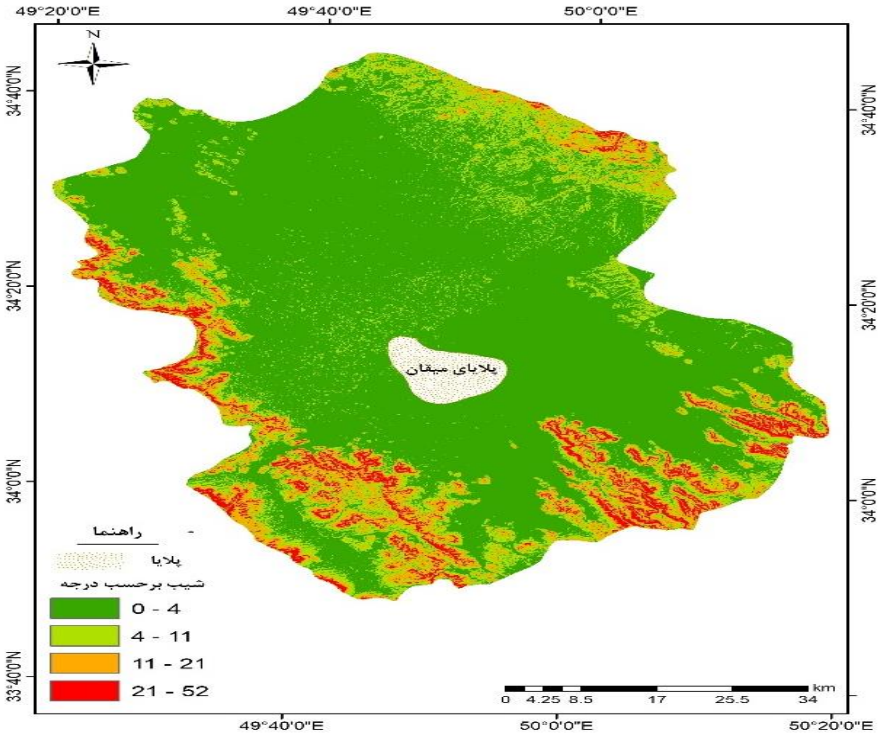
در نقشه شماره (۳) نقشه آب و هوا و اقلیم منطقه میقان نشان داده شده است، طبق این نقشه آب و هوای اکثر منطقه میقان در شمال، غرب و جنوب آن نیمه‌خشک می باشد، در شرق این منطقه به سمت مرکز آن آب و هوا خشک است، به تبع آن بارندگی کاهش و دمای هوا نیز افزایش می‌یابد؛ میزان تبخیر و تعرق این منطقه بیشتر از میانگین بارندگی در آن است.

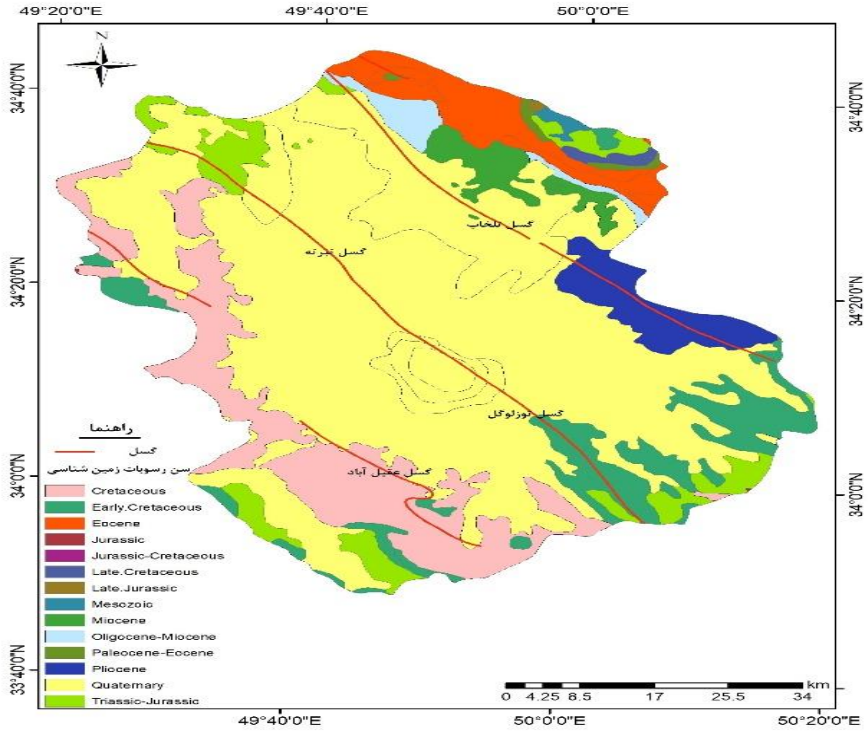


شکل ۴و۵: نقشه مدل رقومی مناطق مرتفع و خاک حوضه میقان به ترتیب از راست به چپ

نقشه شماره (۴) نقشه‌ای است که مدل رقومی مناطق مرتفع را نشان می‌دهد، این مناطق با رنگ قهوه‌ای و زرد مشخص شده است؛ به گونه‌ای که رنگ قهوه‌ای نشان دهنده ارتفاع زیاد و رنگ زرد نشان دهنده ارتفاع کم و مناطق پست می باشد که بر این اساس قسمت‌های شمال شرقی، جنوب شرقی، جنوب غربی و غرب، جزء مناطق مرتفع به حساب می‌آیند و با پیشروی به قسمت مرکزی این منطقه که دشت میقان در آن واقع شده است، از میزان درجه ارتفاع کاسته شده و نواحی کم‌ارتفاع و پست نشان داده می‌شود.

نقشه شماره (۵) پراکندگی انواع خاک های موجود در منطقه میقان را نشان می‌دهد؛ Aridisols فراوان‌ترین خاک در این ناحیه است، این نوع خاک معمولا در نواحی خشک و نیمه‌خشک یافت می‌شود و نمودی از آب و هوای این منطقه است.



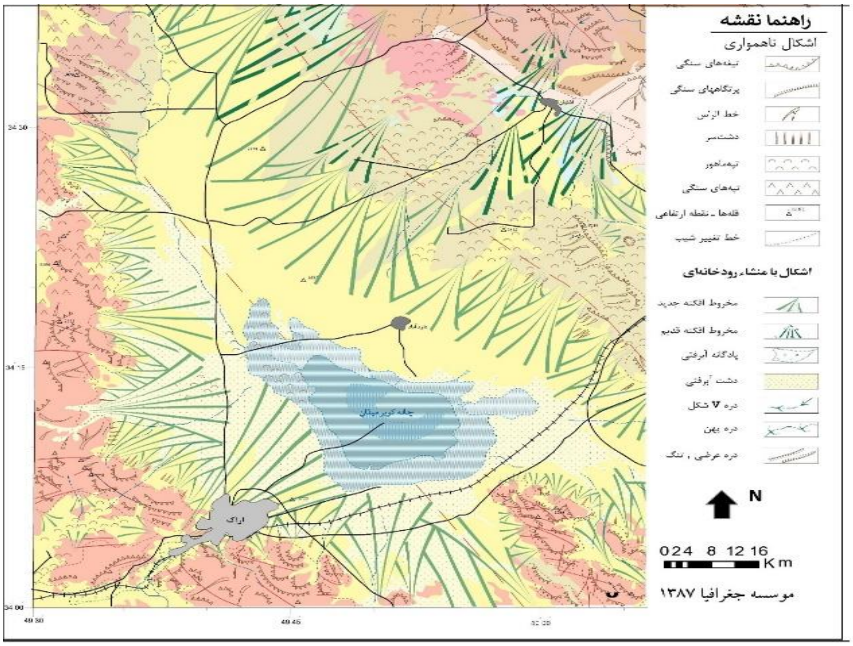


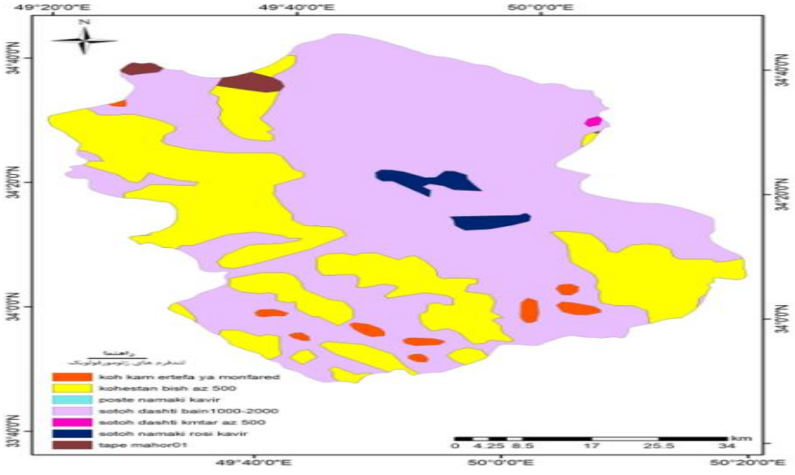
شکل ۶ و۷: نقشه شیب و رسوبات حوضه میقان بر اساس دوره‌های زمین شناسی به ترتیب از راست به چپ

نقشه شماره (۶) شیب منطقه را بر اساس درجه بندی نمایش می‌دهد، به گونه‌ای که رنگ سبز نشان دهنده کمترین درجه شیب و رنگ قرمز نشان دهنده بیشترین درجه شیب است؛ از این رو می‌توان اینگونه بیان کرد؛ که قسمت‌های جنوب و غرب این منطقه دارای بیشترین درجه شیب و قسمت‌های شمال، شرق و بخش مرکزی که دشت میقان در منطقه مرکزی واقع شده است، دارای کمترین شیب می باشد؛ لذا با پیشروی به سمت قسمت مرکزی منطقه، از درجه شیب کاسته شده و منطقه پست و هموار ایجاد می‌شود.

نقشه شماره (۷) رسوبات منطقه مورد نظر را بر اساس دوره‌های زمین‌شناسی نمایش می‌دهد که رسوبات بخش های شمالی منطقه، مربوط به دوره‌های تراسیک ـژوراسیک و کواترنری؛ بخش اعظم قسمت‌های شمال شرقی مربوط به دوره‌های ائوسن،میوسن،الیگوسن_میوسن؛بخش شرقی مربوط به دوره پلیوسن؛ قسمت‌جنوبی مربوط به دوره‌های کواترنری، تراسیک_ ژوراسیک، کرتاسه پیشین، کرتاسه ؛بخش های غربی مربوط به دوره کرتاسه؛ قسمت‌های شمال غرب مربوط به دوره‌های کرتاسه، کرتاسه پیشین و کواترنری

می‌باشد و در این میان، منطقه‌ای که دشت میقان در آن واقع شده است (بخش مرکزی)،مربوط به دوره کواترنری می‌باشد که این دوره تقریباً از ۵۸۸/۲ میلیون سال پیش آغاز شده و بزرگترین رویداد زیستی در این زمان گسترش پیداکرده و پراکندگی انسان اتفاق افتاده است.





شکل۸ و۹: نقشه محدوده‌های ژئوموفولوژی و نقشه ژئومورفولوژی پیرامون حوضه میقان به ترتیب از راست به چپ

نقشه شماره (۸) محدوده های ژئورفولوژی منطقه را نشان می‌دهد، به گونه‌ای که بخش قابل توجه این منطقه از کوهستان‌هایی با ارتفاع بیش از ۵۰۰ متر و سطوح دشتی بین ۲۰۰۰_۱۰۰۰ متر تشکیل شده است و کویر میقان با پوشش نمکی در مرکز دشت قرار گرفته است. دراین محدوده ها انواع لندفرم‌های منطقه خشک و نیمه‌خشک از جمله مخروط افکنه ها، پادگانه های آبرفتی، دشت آبرفتی، دریاچه فصلی و سطوح نمکی قرار دارد.

نقشه شماره (۹) نقشه ۱۲۵۰۰۰۰ ژئومورفولوژی است که توسط موسسه جغرافیا دانشگاه تهران تهیه شده است، با بررسی این نقشه نیز انواع لندفرم‌های ژئومورفولوژیک از جمله مخروط افکنه ها، دشت های آبرفتی، پادگانه های آبرفتی، تپه‌ماهور و انواع دره های محیط های کوهستانی دیده می‌شود و دید مناسبی را به پژوهشگران در رابطه با شرایط ژئومورفولوژی منطقه می‌دهد.

بحث

در ادامه باتوجه‌به شناخت حوضه آبریز میقان و بررسی ساختارهای زمین‌شناسی، اقلیمی، خاک، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی و شیب و ارتفاع منطقه می‌توانیم به اجرای مدل اریفر و امتیازدهی عوامل مؤثر در فرسایش بادی در منطقه پرداخته شده که در جدول ۳ مشخص شده است.

جدول ۳: امتیازات لندفرم های ژئومورفیک

کد لندفرم های ژئومورفیک	سنگ‌شناسی	شکل اراضی و پستی‌وبلندی	سرعت و وضعیت باد	خاک و پوشش سطحی آن	انبوهی پوشش گیاهی
کوه کم‌ارتفاع و منفرد	۳	۴	۱۰	۱۰	۹
کوهستان بیش از ۵۰۰ متر	۴	۵	۶	۶	۵
پوشش نمکی	۷	۳	۱۵	۱۱	۵
سطوح دشت ۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر	۶	۵	۱۳	۱۴	۱۲

سطوح دشتی کمتر از ۵۰۰ متر	۵	۳	۱۲	۱۳	۱۰
سطوح نمکی رسی	۷	۳	۱۵	۱۴	۶
تپه‌ماهور	۶	۶	۱۳	۱۲	۷
کد لندفرم های ژئومورفیک	**آثار فرسایش سطحی خاک**	**رطوبت خاک**	**نوع و پراکنش نهشته‌های بادی**	**مدیریت و استفاده از زمین**	**مجموع امتیازات**
کوه کم‌ارتفاع و منفرد	۷	۵	۲	۳	**۵۳**
کوهستان بیش از ۵۰۰ متر	۶	۶	۷	۴	**۴۹**
پوشش نمکی	۱۳	۲	۶	۸	**۷۰**
سطوح دشت ۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر	۱۵	۵	۴	۱۰	**۸۴**
سطوح دشتی کمتر از ۵۰۰ متر	۱۰	۵	۴	۳	**۶۵**
سطوح نمکی رسی	۱۳	۳	۴	۷	**۷۲**
تپه‌ماهور	۱۲	۳	۳	۶	**۶۸**

جدول ۴: تعیین کلاس های فرسایشی و درصد رسوب‌دهی از کل در لندفرم های ژئومورفیک

لندفرم های ژئومورفیک	تولید رسوب	امتیاز	مقدار رسوب
کوه کم‌ارتفاع و منفرد	۱۵۰۰-۵۰۰(متوسط)	۵۳	۱۸۷۸۷
کوهستان بیش از ۵۰۰	۵۰۰-۲۵۰(کم)	۴۹	۸۹۳۹
پوشش نمکی	۱۵۰۰-۵۰۰(متوسط)	۷۰	۴۴۱۳۰۹
سطوح دشت ۲۰۰۰-۱۰۰۰	۶۰۰۰-۱۵۰۰(زیاد)	۸۴	۵۹۳۸۷۱۱
سطوح دشتی کمتر از ۵۰۰	۱۵۰۰-۵۰۰(متوسط)	۶۵	۱۷۴۴۰۰
سطوح نمکی رسی	۱۵۰۰-۵۰۰(متوسط)	۷۲	۶۳۹۷۶۷
تپه‌ماهور	۱۵۰۰-۵۰۰(متوسط)	۶۸	۳۰۴۴۱۴

نتایج جدول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که میزان تولید رسوب هر کدام از ۷ لندفرم ژئومورفیک چه میزان است و حوضه میقان دارای کلاس فرسایشی متفاوت از کم، متوسط و زیاد را داراست .

همچنین از ۷ لندفرم ژئومورفیک، لندفرم ژئومورفیک کوهستان بیش از ۵۰۰ متر دارای کلاس فرسایشی کم، لندفرم ژئومورفیک سطوح دشت بین ۱۰۰۰تا ۲۰۰۰ متر دارای کلاس فرسایشی زیاد است و سایر لندفرم های ژئومورفیک در کلاس فرسایشی متوسط قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

فرسایش بادی از عوامل اصلی ایجاد فرسایش در سطح زمین به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک است، ازاین‌رو برای جلوگیری از خسارات محیط زیستی به این مناطق، مطالعه خصوصیات آنها و تحلیل شرایط محیطی بسیار ضروری است.

امروزه هم‌زمان با شرایط اقلیمی که با افزایش دما و کمی بارش روبروست مناطقی مانند کویر میقان بیش از گذشته در معرض فرسایش بادی قرار دارند، لذا به‌منظور آموزش عملی تعیین میزان فرسایش بادی با مدل اریفر به فراگیران رشته آموزش جغرافیا، به بررسی نمونه موردی حوضه میقان پرداختیم و طی انجام مدل مذکور به این نتایج دست یافتیم که در این حوضه شاهد تفاوت‌های چشمگیری در میزان رسوب‌دهی هستیم؛ جایی که لندفرم ژئومورفیک سطوح دشتی (با ارتفاع ۱۰۰۰-۲۰۰۰ متر) با امتیاز ۸۴، بالاترین میزان رسوب‌دهی را به خود اختصاص داده و بیشترین فرسایش بادی و کویر زایی را باعث می‌شود، در مقابل، لندفرم ژئومورفیک کوهستان (با ارتفاع بیش از ۵۰۰ متر) با امتیاز ۴۹، کمترین رسوب‌دهی را از خود نشان می‌دهد. در ادامه به ترتیب، لندفرم های ژئومورفیک سطوح نمکی رسی با امتیاز ۷۲ رسوب‌دهی بسیار زیاد و پوشش نمکی با امتیاز ۷۰ رسوب‌دهی زیادی دارند. پس از آنها نیز، لندفرم ژئومورفیک تپه‌ماهور با امتیاز ۶۸، سطوح دشتی کم‌ارتفاع (با ارتفاع کمتر از ۵۰۰ متر) با امتیاز ۶۵ و کوه کم‌ارتفاع و منفرد با امتیاز ۵۳، همگی در دسته رسوب‌دهی متوسط قرار می‌گیرند. نتایج این پژوهش، بر اهمیت فوریت اقدامات حفاظتی در منطقه میقان و سایر نواحی مشابه تاکید دارد، بدین منظور استفاده از رویکردهای پیشگیرانه، برای کند کردن روند فرسایش و مقابله با بیابان‌زایی امری حیاتی است.

امید است پژوهش حاضر، رهنمودی برای دانشجویان و پژوهشگران علم جغرافیا باشد تا با ارتقاء سطح آگاهی عمومی نسبت به چالش‌های زیست‌محیطی و مخاطرات طبیعی پیرامون، زمینه را برای دستیابی به تعاملی پایدار و مسئولانه با محیط‌زیست فراهم آورند. وجود موضوعات در رابطه با مناطق خشک و نیمه خشک درکتب درسی مقاطع تحصیلی مختلف نشان از ضرورت شناسایی و شناخت محیط ها، مخاطرات موجود در این مناطق، راه های حفاظت از آنها و در نهایت راهکارهای محیط زیستی در برخورد با محیط طبیعی را برای دانش آموزان و در واقع نسل

آینده است که تعامل آنها در برخورد با محیط طبیعی در نابودی و بقا محیط زیست تاثیرگذار بوده تا جامعه ای آگاه تر و مسئولیت پذیر تر نسبت به محیط داشته باشیم.

منابع

Abedi, M., Jafari, R. (2020). The Potential of Remote Sensing Data in Mapping of Wind Erosion in Isfahan Province Using the IRIFR Model. Desert Management. 9(1), 1_14. [in persian]

Alaei Taleghani, M., (1996). Geomorphology and development of the Arak Plain, PhD dissertation Geography, supervised by Farajollah Mahmoudi, Faculty of Literature and Humanities. [in Persian]

Ali Pour, H., Hashemi Nasab, N., Hatefi Ardakani, A. H., Gholamnia, A., & Shahnavaz, Y. (2014). Assessment of wind erosion and sedimentation potential using the IRIFR method in the Miandasht Esfarayen region. Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, 1(2), 77-92. [in Persian]

Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., and Olson, R.K. 1991. Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution. Soil Sci. Soc .Am. J. 55: 254-258.

Darvishzadeh, A. (2000). Geology of Iran, first edition, Amirkabir Publications. [in persian]

Ekhtesasi, M. R., Ahmadi, H. (1997). Quantitative and qualitative study of wind erosion and consumption rate, study: Yazd-Ardakan Plain, Iranian Journal of Natural Resources Research. [in Persian]

Geography (2) Regional Geography, Eleventh grade of the second secondary education, eighth edition (2024), Research and educational planning organization, Iran textbook printing and publishing company: Tehran. [in Persian]

Geomorphology map 1250000. Geographical Institute .

Ghahrudi Tali, M., Mirzakhani, B., & Asgari, A. (2012). Desertification Phenomenon in Iranian Wetlands (Case Study: Miqan Wetland). Geography and Environmental Hazards, 1(4), 97-111. [in Persian]

Habibi, A. R. (2015). Estimate potential sediment yield In Shadegan Catchment with using of IRIFER and hierarchical models. Geographical Research , 30(3), 171-184. [in Persian]

Ildoromi, A. R., Moradi, M. (2017). Assessment of Wind Erosion Intensity by IRIFR.E.A Model (Case Study: Qahavand, Hamedan). Journal of geography and planning, 21(60), 35-53. [in persian]

Khaledi, sh. (2005). Revitalization of the Meighan Desert. Journal of Applied Research in Geographic Sciences, 5(7_8),129_152. [in Persian]

Khaledi, sh. (2006). Revitalization of the Meighan Desert. Journal of Applied Research in Geographic Sciences, 5(6_7), 133_156. [in Persian]

Koochmi sardo, I., Besalatpur, A. A., Bushra, H., Shirani, H., & Esfandiar Pour Borujeni, I. (2017). Evaluation of the IRIFR model for simulating soil loss in various wind erosion facies using wind erosion measuring device data. Journal of Arid Regions, 7(1), 13-25. [in Persian]

lldoromi, A. R., Moradi, M., & Ghorbani, M. (2018)The effect of wind erosion intensity and desertification on habitat destruction in the Hamadan region, Geography and Environmental Planning, 29(1), 21_42. [in Persian]

Maleki, S., Karimi, A., & Hashemi, H. (2011). Wind Erosion and Its Control in Gonabad, In Yazd, Yazd University: Second National Conference on Wind Erosion and Dust Storms, 86-96. [in persian]

Namdar Khojasteh, D., Zareh, S. (2021). Evaluation of the effectiveness of a bio-soil windbreak device for wind erosion control (Case study: Chaharmahal and Bakhtiari Province - Jhunqan District). Journal of Desert Ecosystem Engineering, 10(30), 1-16. [in Persian]

Noorzadeh Haddad, M., Gholami, A., & Ashnagar, N. (2016). Estimating the sediment yield potential from wind erosion in the lands of the AbdolKhan region (Shush) using the ERIFR model. J. Geogr. Res.16(56), 277-289. [in Persian]

Pahlevanravy, A. (2012). Evaluation of Erosion and Aeolian Sediments Using Irifr Model in Zahak Plain of Sistan Plain, Journal of Geography and Development, 10(27) ,127_140. [in Persian]

Refahi, H. (2012).wind erosion and its control. Tehran University Press. [in persian]

Shabani eraghi, A. (2020). Study of morphological and sedimentological evidence of the Meighan pit in order to determine the extent of its expansion in the Quaternary. Master's thesis, supervised by Dr. Mojtaba Yamani, Faculty of Geography, University of Tehran. [in persian]

Skidmore, E.L. (2000). Air, soil, and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation. In: Agroenviron, P 216-221. In: Second International Symposium of New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications Proceedings, Tekirdag, Turkey.

Social Studies, Ninth grade of first period of middle school, Eleventh edition (2025), Research and Educational Planning Organization, Iran textbook printing and publishing company: Tehran. [in Persian]

Social Studies, Seventh grade of first period of middle school, thirteenth edition (2025), Research and educational planning organization, Iran textbook printing and publishing company: Tehran. [in Persian]

Yemani, M., Lak, R., Goorabi, A., Shahbazi, R., & Shabanieraghi, A. (2019). Potential Analysis of Wind Erosion Processes and Dust by Adaptation of

Wind Circular Pattern System in Damghan Hole. Environmental Erosion Researchs. 9(3), 82-101. [in Persian]

Yemani, M., Lak, R., Goorabi, A., Shahbazi, R., & Shabanieraghi, A. (2020). Investigating the potential of wind erosion and dust production areas in Jazmourian Playa. Environmental Erosion Researchs. 10(1), 21-38. [in Persian]

Zangi Abadi, M., Rangavar, A., Refahi, H., Shorafa, M., & Bei hamta, M. (2010). Investigation of the most important factors on soil erosion process in semi-arid Grassland of Kalat. Water and Soil Journal, 1737-744. [in persian]

Ziaeian Firoozabadi, P., Talkhabi, H. R., & Hosseinjani, L. (2014). Change detection of Mighan desert basin using ETM+, TM, MSS images and climate data in the period of 1973 to 2011.Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 13(31), 173-189. [in persian]