Invest the Effect of the Intensity of Wind Erosion and Desertification on the Destruction of the Habitat of Hamedan Region

Alireza Ildoromi [1*], Mina Moradi [2], Mohammad Ghorbani [3]

[1] Associate Professor of Geomorphology, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Malayer, Malayer, Iran

[2] Master of Environmental Science, Faculty of Natural and Environmental Sciences, University of Malayer, Malayer, Iran

[3] Master of Environmental Science, Faculty of Energy and Environment, University of Science and Research in Tehran, Tehran, Iran

Abstract

The study of wind erosion in desert areas and the devaluation of the habitats in it is a subject that has been underestimated. Paying attention to the importance of animal species and describing the scientific relationship between the intensity of wind erosion and the status of habitats of desert areas are the main goals of this research. For this purpose, first, desert areas of Ghahavand region were selected in the eastern part of Hamedan province. Then, the 9 factors affecting wind erosion including: lithology, landform, elevation, velocity, wind condition, soil texture, non-lining of soil surface, type and distribution of wind deposits, and land management were studied. Based on the IRIFR.EA Model, seven units of work including: medium-sized pigeon plains (coniferous), stabilized hills, clay plains, fine or puffy salt zones, active hills, land-change, and rural change were identified and the map of geomorphic units was prepared. In order to evaluate the intensity of wind erosion in each unit of work, nine effective factors in wind erosion were graded and the regional map was prepared. The animal species of the area were evaluated based on field observations and current available reports. The approximate value of each habitat in the region was evaluated based on three variables of food, water, and security (human impacts) via using a questionnaire, experts' opinions, and the Delphi method. Then, analysis was done by determining the correlation between the values of each animal habitat with the average amount of wind erosion in that habitat. The results showed that the highest score was related to the land use change and the salt zones of fine or puff grain and the lowest score to the rural land. It was also found that 7.4% of the area is in low erosion level, 23.59% in moderate erosion level, and 69.35% in extreme erosion level. There was an inverse linear and logarithmic correlation (ln) between the amount of wind erosion (wes) and the value of the habitat (WH). This means that the effective factors in increasing the amount of wind erosion on the quality of the habitat have a significant and reverse correlation that decrease the value of the habitat. So, with the increase of wind erosion in the area, water resources, food, and vegetation security either would be lost or limited and caused migration and reduced species diversity and habitat degradation.

Key words: Wind Erosion, Desert Areas, Deserts, Desertification, IRIFR.E.A Model, Ghahavand Hamedan Region, Habitat Value.

* ildoromi@gmail.com

جغرافیـــا و برنامـــه‌ریـــزی محیطـــی
سـال ۲۹، پیـاپی ٦۹، شـماره ۱، بهـار ۱۳۹۷

تأثیر شدت فرسایش بادی و بیابان‌زایی در تخریب زیستگاه منطقهٔ همدان

علیرضا ایلدرمی*، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
مینا مرادی، کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
محمد قربانی، کارشناس ارشد محیط زیست، دانشکده انرژی و محیط زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
وصـول: ۱۳۹۵/۰۹/۲۹ پـذیرش: ۱۳۹٦/۰۷/۰۱، صص ٤۲-۲۱

چکیده

بررسی فرسایش بادی در مناطق بیابانی و کاهش ارزش زیستگاه‌های واقع در آنها، موضوعی است که کمتر بررسی شده است؛ ازاین‌رو، توجه به اهمیت گونه‌های جانوری و تشریح رابطهٔ علمی بین میزان فرسایش بادی و وضعیت زیستگاه‌های مناطق بیابانی از اهداف اصلی پژوهش حاضر هستند. به این منظور، ابتدا منطقهٔ بیابانی قهاوند در شرقی‌ترین بخش استان همدان انتخاب و با بررسی عوامل نه‌گانهٔ مؤثر بر فرسایش بادی شامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی و میزان پستی و بلندی، سرعت و وضعیت باد، بافت خاک و پوشش غیرزندهٔ سطح خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی و مدیریت اراضی بر اساس الگوی IRIFR.E.A، هفت واحد کاری شامل دشت ریگی دانه متوسط (مخروط‌افکنه)، تپه‌های تثبیت‌شده، دشت رسی، پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده، تپه‌های فعال، اراضی تغییر کاربری یافته و روستایی تعیین و نقشهٔ واحدهای کاری ژئومورفولوژی تهیه شد. برای ارزیابی شدت فرسایش بادی در هر یک از واحدهای کاری، عوامل نه‌گانهٔ مؤثر در فرسایش بادی امتیازدهی شدند و نقشهٔ هم‌فرسای منطقه تهیه شد. گونه‌های جانوری منطقه بر اساس مشاهده‌های میدانی و بررسی گزارش‌های موجود مشخص شدند و ارزش تقریبی هر یک از زیستگاه‌های منطقه بر اساس سه عامل متغیر غذا، آب و امنیت (تأثیرهای انسانی) و با استفاده از پرسش‌نامه و نظرهای کارشناسان شناسایی و با روش دلفی ارزش‌گذاری شد. سپس بررسی‌ها با تعیین همبستگی ارزش هر یک از زیستگاه‌های جانوری با میزان متوسط فرسایش بادی در آن زیستگاه انجام شدند. نتایج نشان دادند بیشترین امتیاز به تغییر کاربری اراضی و پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف و کمترین امتیاز به اراضی روستایی مربوط است. همچنین مشخص شد ۷/۰٤ درصد منطقه در کلاس فرسایشی کم، ۲۳/۵۹ درصد در کلاس فرسایش متوسط و ٦۹/۳۵ درصد در کلاس فرسایشی شدید و بسیار شدید قرار دارد. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهند همبستگی خطی معکوس ($r = -0.83$) و همبستگی لگاریتمی (ln) معکوس ($r = -0.84$) بین میزان فرسایش بادی (wes) و ارزش زیستگاه (WH) وجود دارد؛ به این معنا که عوامل مؤثر در افزایش میزان فرسایش بادی بر کیفیت زیستگاه دارای تاثیر همبستگی معنادار و معکوس هستند و متناسب با اندازهٔ خود از ارزش زیستگاه می‌کاهند؛ به‌طوری‌که با افزایش میزان فرسایش بادی در منطقه، منابع آب، غذا، پوشش گیاهی و امنیت از بین می‌روند یا محدود و موجب مهاجرت و کاهش تنوع گونه و تخریب زیستگاه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، مناطق بیابانی، بیابان، بیابان‌زایی، الگوی IRIFR.E.A، منطقهٔ قهاوند همدان، ارزش زیستگاه.

*نویسنده مسؤول: ldoromi@gmail.com

مقدمه

توسعهٔ روند تخریب و ناهنجاری‌ها در مناطق بیابانی و تداوم آن طی دوره‌های بلندمدت آماری به شکل نامحسوسی خطرآفرین است؛ ازاین‌رو، شناخت تغییرات ناشی از تخریب مناطق بیابانی به‌منظور برنامه‌ریزی مناسب برای مقابله با آنها و تصحیح فعالیت‌های انسانی در مناطق حساس امری ضروری است (نگارش، ۱۳۸۹: ۱). باتوجه‌به اینکه ایران در کمربند خشک دنیا قرار دارد و دوسوم وسعت آن در قلمروی مناطق خشک و بیابانی واقع شده، شناخت مناطق بیابانی و بیابان‌زایی بسیار مهم است (مرادی و همکاران، ۱۳۸۷: ۱).

تغییر اقلیم، نگرانی عمدهٔ مدیریت و حفاظت تنوع زیستی است و باعث تغییر پراکنش بسیاری از گونه‌های جانوری می‌شود. باوجود انجام بررسی‌های متعدد دربارهٔ تأثیر تغییر اقلیم بر شرایط زیستی گونه‌های گیاهی و جانوری طی سال‌های اخیر، مطالعه‌های اندکی دربارهٔ تأثیر تغییر اقلیم آینده بر گونه‌های جانوری ایران وجود دارند (کفاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۱). تخریب منابع طبیعی در مناطق خشک یکی از مهم‌ترین فرایندهای بیابان‌زایی است که با تجزیه‌وتحلیل شدت فرسایش و بیابان‌زایی در الگوهای مختلف و به شکل‌های متفاوت به آن توجه شده است (زهتابیان و رفیعی امام، ۱۳۸۲: ۱۹). بیابان‌زایی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی زمان حاضر است که پیامدهایی جدی بر تنوع زیستی، ایمنی محیط‌زیست، افزایش فقر، بی‌ثباتی اجتماعی‌اقتصادی و توسعهٔ پایدار در سراسر جهان داشته است (سیلاخوری،۱۳۹۳: ۵۷). اگرچه پدیدهٔ خشکسالی موجب کاهش منابع غذایی و تعداد وحوش می‌شود، دارای آثار نامحسوسی در منطقه است؛ زیرا معمولاً این مکان‌ها باوجود اینکه تحت مدیریت هستند و ظرفیت برد منابع آنها با جیره‌بندی نیز کنترل می‌شود، تمرکز وحوش در زمان بروز خشکسالی و کاهش منابع آب بیشتر روی منابع آب دائمی موجود قرار می‌گیرد و تخریب اراضی باتوجه‌به کمبود آب تشدید می‌شود (عباسی، ۱۳۸۹: ۵۷). فرسایش بادی در مناطق بیابانی شدیدتر است و با قدرت زیادتری به تخریب اراضی و زیستگاه‌های جانوری و ورود مستقیم ماسه‌های روان به مزارع، افزایش شوری آب، تخریب مراتع و نابودی پوشش گیاهی، تغییر تیپ گیاهی و در نتیجه افزایش مهاجرت و بیکاری، کاهش اشتغال و تغییر کاربری اراضی منجر می‌شود (حسینی و اختصاصی، ۱۳۸۹: ۱۱۹).

زیستگاه‌های جانوری مناطق بیابانی دارای گونه‌های باارزش زیستی هستند و اهمیت ویژه‌ای دارند. باتوجه‌به اینکه بیشتر عوامل تخریب زیستگاههای مناطق بیابانی، عواملی هستند که به افزایش میزان فرسایش بادی منجر می‌شوند، شناخت این عوامل و ارزیابی ارتباط بین عوامل مؤثر بر کاهش ارزش زیستگاه و عوامل مؤثر بر فرسایش بادی بسیار ضروری است (Azarkar et al., 2006: 387). فرسایش بادی و بیابان‌زایی بر میزان مهاجرت و زادآوری و شرایط زیستگاهی حیات وحش و کاهش میزان رویش‌های علفی و تنوع زیستی اثرگذار است و باعث کاهش کیفیت آب و سلامت هوا می‌شود و در نتیجه، تأثیر منفی بر روند رشد گیاهان دارد و شرایط رویشگاهی را با تنگناهای متعددی روبه‌رو می‌کند (Goudarzi et al., 2014: 345).

مطالعه‌های بسیاری در زمینهٔ تأثیر و رابطهٔ بیابان‌زایی و فرسایش بادی روی اکوسیستم‌های بیابانی انجام شده‌اند که ازجملهٔ آنها عبارتند از: اثر بیابان‌زایی در پیشروی آب‌های شور و تخریب منابع خاک (اسفندیاری و حکیم‌زاده اردکانی، ۱۳۸۹: ٦٢٤)، محتویات کربن و نیتروژن آلی خاک (Zhao et al., 2009: 187) مسائل اقتصادی و اجتماعی روستایی (اکبری و صادقی شاهرخت، ۱۳۹۱: ۱۱)، آثار روی حیوانات (Whitford, 1993: 243) و آثار اقتصادی اجتماعی (Low, 2013: 43) و ....

جعفری (۱۳۸۰) با استفاده از روش‌های فائو- یونپ و اختصاصی - مهاجر وضعیت فعلی بیابان‌زایی را همراه با عوامل انسانی و محیطی بالقوه در دشت کاشان ارزیابی و پس از تهیهٔ نقشه بیابان‌زایی منطقه و بررسی دو فرایند عمدهٔ بیابان‌زایی شامل فرسایش بادی و تخریب منابع آب بر اساس معیارهای تعیین‌شده به نقش عوامل انسانی و محیطی پرداخت. نتایج پژوهش یادشده نشان می‌دهند با افزایش شدت بیابان‌زایی، منابع آب محدودتر و مشکلات اقتصادی واجتماعی بیشتر می‌شوند.

در بررسی دیگری، اختصاصی (۱۳۸٦) روشی با عنوان طبقه‌بندی ایرانی بیابان‌زایی را برای طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی ارائه کرده است که در آن، عوامل مؤثر در بیابان‌زایی به شکل گام‌به‌گام بررسی می‌شوند و توجه کامل به چشم‌اندازهای طبیعی و پوشش گیاهی، نوع و شدت بهره‌برداری از تولیدات زیستی و کاهش توان تولیدی هر واحد، شاخص‌های اصلی تفکیک محیط‌های بیابانی از غیربیابانی در نظر گرفته می‌شوند. در این الگو، با وزن‌دهی به عوامل مؤثر و در نظر گرفتن امتیاز هر یک از عوامل، هشت شاخص مؤثر در تخریب اراضی یا بیابانی‌شدن در سه گروه قرار داده و سپس نقش عوامل محیطی شامل ژئومورفولوژی، اقلیم و کیفیت و کمیت منابع آب و خاک و عوامل انسانی شامل تخریب منابع گیاهی، خاک و آب در بیابان‌زایی منطقه بررسی شده‌اند (اختصاصی، ۱۳۸٦: ۷).

در همین راستا، حسین‌زاده در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی و پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر پرداخته و در نهایت راهکارهای مؤثری برای کاهش پدیدهٔ بیابان‌زایی در منطقهٔ خمین پیشنهاد کرده است. نتایج نشان می‌دهند واحدهای کاری ۱ و ۲ بیشترین مساحت تیپ‌های بیابان‌زایی با شدت بحرانی را به خود اختصاص داده‌اند (حسین‌زاده، ۱۳۹۳: ۱۲۹).

زهتابیان و همکاران (۱۳۸٦) نیز اثر معیار خاک در بیابان‌زایی حبله‌رود را با استفاده از الگوی مدالوس بررسی و از شش شاخص مؤثر در بیابان‌زایی شامل بافت، درصد مواد آلی، درصد سنگریزهٔ عمقی، عمق خاک، میزان هدایت الکتریکی و شیب استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهند فقط ٤/١٦ درصد کل منطقه در کلاس بیابان‌زایی با شدت تخریب کم و بقیهٔ منطقه در کلاس بیابان‌زایی با شدت زیاد و متوسط قرار دارند.

نتایج پژوهش اکبری و همکاران (۱۳۹۰) با استفاده از روش الگوی مفهومی شبکهٔ عصبی مصنوعی در جنوب شهرستان نیشابور نشان می‌دهند کاهش پوشش گیاهی و فرسایش آبی مهم‌ترین عوامل بیابانی‌شدن این منطقه هستند.

نتایج مطالعه‌های قره‌چلو و همکاران (۱۳۸۹) در منطقهٔ خضرآباد – همت‌آباد یزد با استفاده از روش

ICD[1] نشان می‌دهند تخریب منابع آبی و افت سفره‌های آب زیرزمینی مهم‌ترین عامل پیشروی پدیدهٔ بیابان‌زایی در منطقهٔ همت‌آباد یزد است. فرسایش بادی در منطقهٔ بیابانی و فقیربودن پوشش گیاهی نیز از پدیده‌های مؤثر و مهم بیابان‌زایی در منطقهٔ همت‌آباد یزد هستند.

بررسی‌های احمدی و همکاران (۱۳۸۳) در منطقهٔ سرخس نشان می‌دهند تشدید فرسایش بادی به علت گسترش مناطق بیابانی تأثیر منفی درخور توجهی بر کیفیت زیستگاه‌های جانوری منطقه گذاشته و با افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه، ارزش و کیفیت زیستگاه کاهش یافته است. احمدی و همکاران (۱۳۸۳) در پژوهشی با عنوان برآورد فرسایش بادی با استفاده از الگوی IRIFR.E.A[2] در زیستگاه‌های بیابانی خراسان (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ سرخس) نتیجه گرفتند همبستگی معنادار و معکوسی (r=-0.93) بین مقدار رسوبات ناشی از فرسایش بادی در منطقهٔ بیابانی مطالعه‌شده و ارزش زیستگاه‌های واقع در آن وجود دارد؛ به این معنا که عوامل مؤثر در افزایش میزان فرسایش بادی بر کیفیت زیستگاه‌های جانوری منطقه تأثیر می‌گذارند و متناسب با اندازهٔ خود از ارزش آن زیستگاه می‌کاهند.

صادقی (۱۳۹۵) نیز به بررسی و پهنه‌بندی فرسایش بادی با استفاده از الگوی IRIFR.E.A در ارتباط با ارزش زیستگاهی مناطق چهارگانهٔ حفاظتی استان یزد پرداخته است. نتایج بررسی یادشده نشان می‌دهند عوامل مؤثر در افزایش میزان فرسایش بادی بر کیفیت زیستگاه حفاظتی مؤثر هستند و متناسب با افزایش وسعت مناطق متأثر از فرسایش بادی و بیابان‌زایی به‌طور چشمگیری از ارزش زیستگاهی منطقه کاسته می‌شود.

ایلدرمی و نوری (۱۳۹۳) در بررسی قلمروی بیابان و شدت خشکی حوزهٔ آبخیز قهاوند همدان با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی به این نتیجه رسیدند دشت قهاوند بر اساس شاخص‌های ژئومورفولوژی یکی از مناطق شبه‌بیابانی کشور است که ازنظر خشکی در شرایط حساسی قرار دارد و فراوانی و تداوم خشکسالی‌ها، کاهش معنادار بارش و افزایش معنادار دما در دهه‌های اخیر بر شدت خشکی منطقه افزوده‌اند.

ایلدرمی و همکاران (۱۳۹۳) به پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از سری زمانی SARIMA و شاخص SPI[3] در ناحیهٔ مرکزی استان همدان پرداختند. نتایج حاصل بر اساس شاخص SPI، وقوع خشکسالی ضعیف در همهٔ ایستگاه‌های مطالعه‌شده را طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهند.

ایلدرمی و میرسنجری (۱۳۹٤) به بررسی محیط بیوکلیماتیک قهاوند همدان و نقش آن در بیابان‌زایی منطقه پرداختند. نتایج نشان می‌دهند فرایند متوالی تخریب و فرسایش و دخالت انسان سبب تشکیل محیط بیوکلیماتیک ویژه و زایش منطقه‌ای شبیه مناطق بیابانی مرکزی ایران در قهاوند همدان شده است.

Topa و همکاران (۲۰۱۳)، حساسیت به بیابان‌زایی دو منطقهٔ نیمه‌شهری جنوب صحرای اوآگادوگو پایتخت بورکینافاسو و سن لوئی واقع در کشور افریقایی سنگال را با استفاده از ESAs بررسی و بخش شمالی منطقهٔ سن لوئی را دارای حساسیت بحرانی به بیابان‌زایی معرفی و نقشهٔ بیابان‌زایی توسعه‌یافته را ابزار

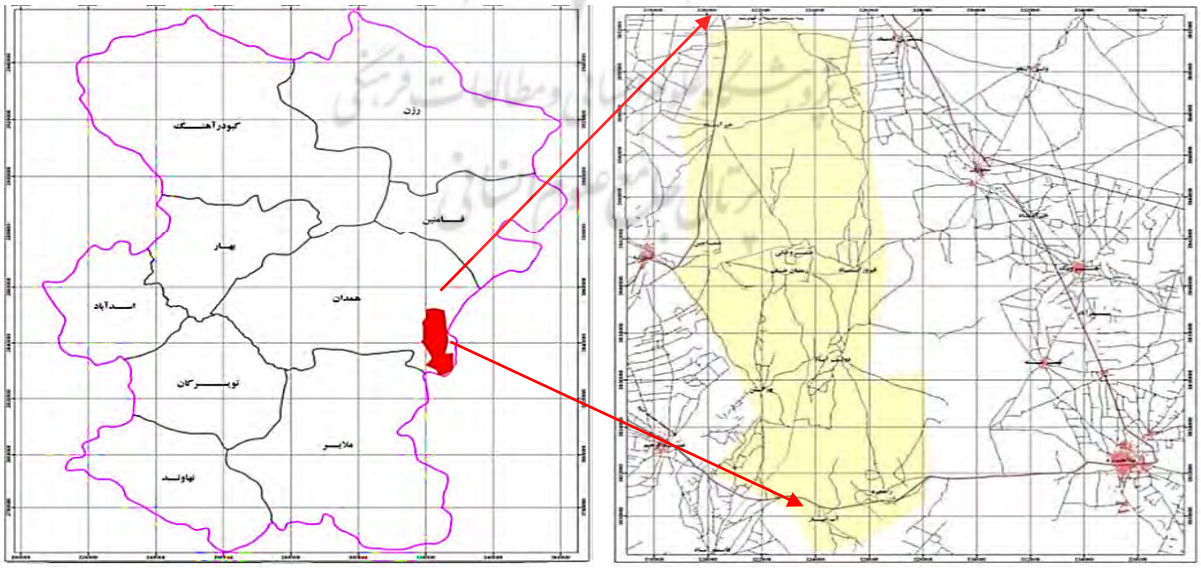
[1] Iranian Classification of Desertification
[2] Iran's Research Institute of Forest and Ranglands
[3] Standardized Precipitation Index

ارزشمندی برای ترویج مدیریت کارآمدتر مناطق آسیب‌دیده و جهت‌یابی مؤثر سیاست‌های پیشگیری از بیابان‌زایی قلمداد کرده‌اند.

تاکنون طرح‌های مطالعاتی و پژوهشی متعددی در زمینهٔ بیابان در استان همدان انجام شده‌اند و طرح مطالعاتی احیای منابع طبیعی و محیط‌زیست استان همدان از جملهٔ آنهاست که در آن به بررسی اثر خشکسالی و بیابان‌زایی بر منابع طبیعی و محیط‌زیست پرداخته شده است. باتوجه‌به موقعیت منطقهٔ همدان در غرب ایران، زایش بیابان در آب‌وهوای سرد استان و به‌ویژه در شرقی‌ترین قسمت بخش مرکزی آن درخور تأمل است؛ بنابراین فقدان مطالعه‌هایی برای بررسی محدودهٔ بیابان و نقش بیابان‌زایی در تخریب زیستگاه اهمیت ویژه‌ای دارند و ازاین‌رو هدف پژوهش حاضر، برآورد فرسایش بادی با استفاده از الگوی IRIFR.E.A و تهیهٔ نقشهٔ هم‌فرسای منطقه و تحلیل آماری ارتباط شدت بیابان‌زایی و کاهش ارزش زیستگاه در منطقه است.

داده‌ها و روش پژوهش

منطقهٔ قهاوند همدان با مساحت ۳۱۲۵۰۰ مترمربع در شرقی‌ترین بخش استان همدان و موقعیت جغرافیایی ″۳۴°۳۵′۴۸ تا ″۳۴°۳۵′۴۹ عرض شمالی و ″۴۹°۰۰′۰۵ تا ″۴۹°۴۸′۲۰ طول شرقی واقع شده است. بیشترین و کمترین ارتفاع منطقهٔ مطالعه‌شده از سطح دریا به‌ترتیب برابر ۱۷۰۴ و ۱۶۰۷ متر است. بخش بزرگی از محدودهٔ مطالعه از آبرفت‌های جوان کواترنر به شکل مخروطه‌افکنه‌ای و دشت سیلابی تشکیل شده است (شکل ۱). بر اساس آمار سازمان هواشناسی و ایستگاههای موجود در منطقه طی دورهٔ ۳۰ ساله، میزان بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر، مقدار تبخیر ۱۳۵۱/۲ میلی‌متر در سال و رطوبت نسبی کمتر از ۵۰ درصد است. بیلان آب منفی و هوای خشک گرم و نیمه‌خشک سرد در بیشتر ماههای سال در منطقه حاکم است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقهٔ مطالعه‌شده

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع تحلیلی، توصیفی و میدانی است و با بررسی اسناد و مدارک کتابخانه‌ای، نقشه‌های موجود و تهیهٔ نقشه‌های لازم در الگوی اریفر، تعیین واحدهای کاری، تهیهٔ پرسش‌نامه و تحلیل آماری برای تعیین ارزش زیستگاه و در نهایت، مشاهده‌های میدانی انجام شده است.

بررسی حاضر در چهار مرحله انجام شده است:

۱- **جمع‌آوری اسناد و مدارک موجود برای بررسی منطقه:** در بررسی حاضر، ابتدا دشت قهاوند با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ تعیین موقعیت و سپس وضعیت شیب، زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای بررسی شد.

۲- داده‌های لازم: نقشهٔ واحدهای کاری ژئومورفولوژی برای تحلیل فرسایش بادی منطقه تهیه و سپس عوامل نه‌گانهٔ مؤثر بر فرسایش بادی شامل سنگ‌شناسی، شکل اراضی و میزان پستی و بلندی، سرعت و وضعیت باد، بافت خاک و پوشش غیرزندهٔ سطح خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی و مدیریت اراضی با استفاده از الگوی IRIFR.E.A بررسی شدند. سپس هفت واحد کاری شامل دشت ریگی دانه‌متوسط (مخروط‌افکنه)، تپه‌های تثبیت‌شده، دشت رسی، پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده، تپه‌های فعال، اراضی تغییر کاربری یافته و روستایی تعیین و شدت فرسایش بادی در هر یک از واحدهای کاری با امتیازدهی عوامل نه‌گانه تجزیه‌وتحلیل شد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱). نقشهٔ هم‌فرسای منطقه به کمک انطباق نقشه‌های پایه و با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS .9.2 تهیه شد (جدول ۱) (اختصاصی، ۱۳۸۶: ۷).

جدول ۱. عوامل مؤثر بر فرسایش خاک و تولید رسوب بر اساس الگوی IRIFR

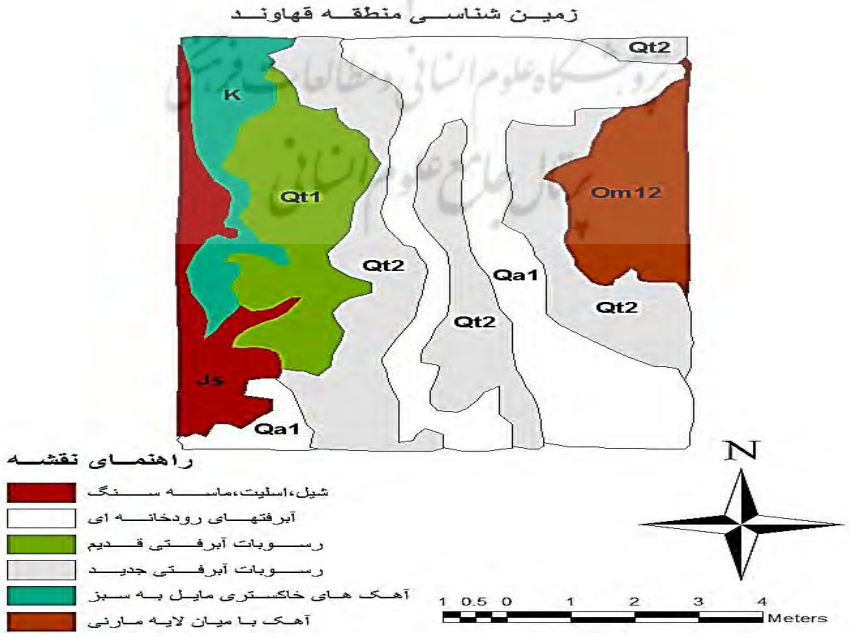
ردیف	عامل مؤثر بر فرسایش خاک و تولید رسوب به روش IRIFR	امتیاز
۱	سنگ‌شناسی	۰-۱۰
۲	شکل اراضی و پستی و بلندی	۰-۱۰
۳	سرعت و وضعیت باد	۰-۲۰
٤	خاک و پوشش سطح	-۵-۱۵
۵	انبوهی پوشش گیاهی	-۵-۱۵
٦	آثار فرسایش در سطح	۰-۲۰
۷	رطوبت خاک	۰-۱۰
۸	نوع و پراکنش نهشته‌های باد	۰-۱۰
۹	مدیریت کاربری اراضی	-۵-۱۵

بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی و سنگ‌شناختی منطقه:

برای تعیین امتیاز عامل سنگ‌شناسی در روش IRIFR.E.A، امتیازهای مدنظر باتوجه‌به جنس سنگ و ذره‌های تشکیل‌دهندهٔ آن اختصاص یافتند(شکل ۲ و جدول‌های ۲ و ۳) (احمدی، ۱۳۸۷: ۷۰٦).

جدول ۲. تعیین عامل سنگ‌شناسی IRIFR.E.A

کم (۲-۰)	متوسط (٤-۲)	زیاد (۷-٤)	بسیار زیاد (۱۰-۷)
سنگ‌های آذرین سخت	سنگ‌های با بافت دانه‌ای	مارن و رس	آبرفت ریزدانه
کوارتزیت	آهک مقاوم	آبرفت میانگین دانه ریز	ماسهٔ ساحلی
آهک توده‌ای	ماسه‌سنگ	شیل و کنگلومرا	نهشته‌های بادی
گرانیت			جلگهٔ رسی



شکل ۲. زمین‌شناسی منطقهٔ مطالعه‌شده

جدول ۳. واحدهای لیتولوژی منطقهٔ مطالعه‌شده

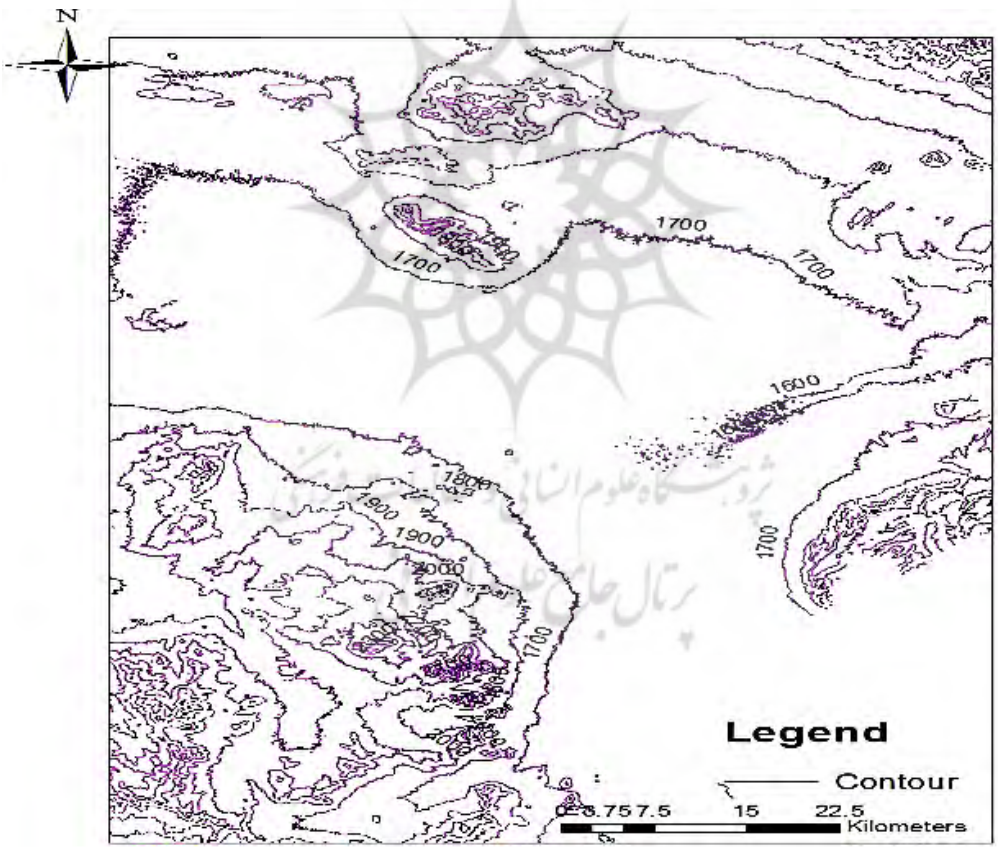
واحد زمین‌شناسی	لیتولوژی
Js	شیل، اسلیت، ماسه‌سنگ
K	ماسه‌سنگ،آهک‌های خاکستری مایل به سبز
Qt1	رسوبات آبرفتی قدیمی
Qt2	رسوبات آبرفتی جوان
Qa1	آبرفت‌های رودخانه‌ای
Om12	آهک با میان لایه‌های مارنی

بررسی شکل اراضی و پستی و بلندی (عامل توپوگرافی):

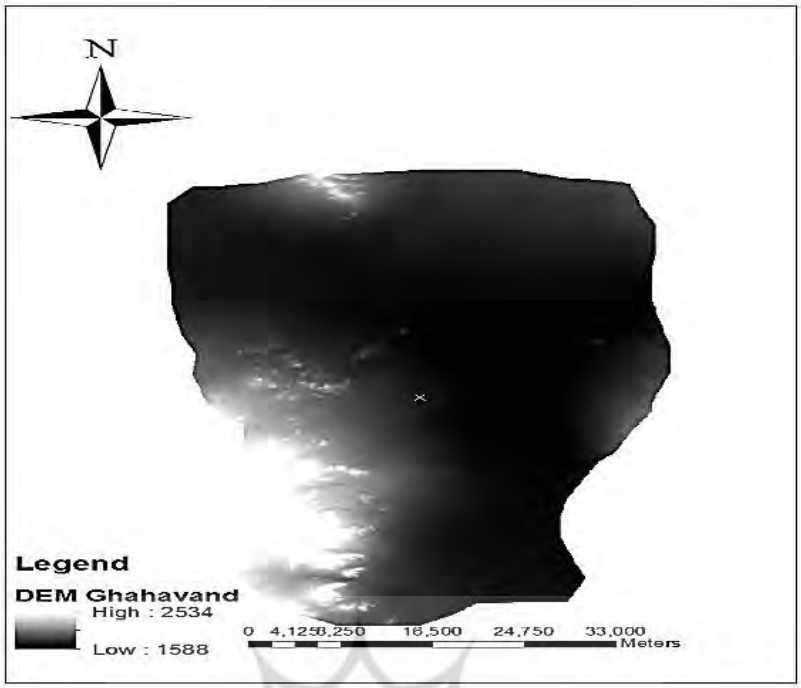
در جدول (٤)، چگونگی تعیین امتیاز عامل توپوگرافی (پستی و بلندی) در روش IRIFR.E.A ارائه شده است. استفاده از نقشهٔ توپوگرافی، DEM منطقه و بررسی‌های میدانی مبانی امتیازدهی به هر یک از واحدهای کاری در رابطه با عامل شکل اراضی و پستی و بلندی بوده‌اند (شکل‌های ۳ و ٤).

جدول ٤. تعیین عامل توپوگرافی (پستی و بلندی) IRIFR.E.A

کم (۲-۰)	متوسط (٤-۲)	زیاد (۷-٤)	بسیار زیاد (۱۰-۷)
منطقهٔ کوهستانی	تپه ماهور	دشت سر	دشت‌های به‌نسبت هموار



شکل ۳. توپوگرافی منطقهٔ مطالعه‌شده



شکل ٤. DEM منطقهٔ مطالعه‌شده

بررسی سرعت و وضعیت باد:

باتوجه‌به اهمیت سرعت و وضعیت باد در روش IRIFR.E.A، امتیازی بین صفر تا ۲۰ به آن اختصاص یافت؛ چگونگی تعیین امتیاز عامل سرعت و وضعیت باد در روش IRIFR.E.A در جدول (۵) ارائه شده است.

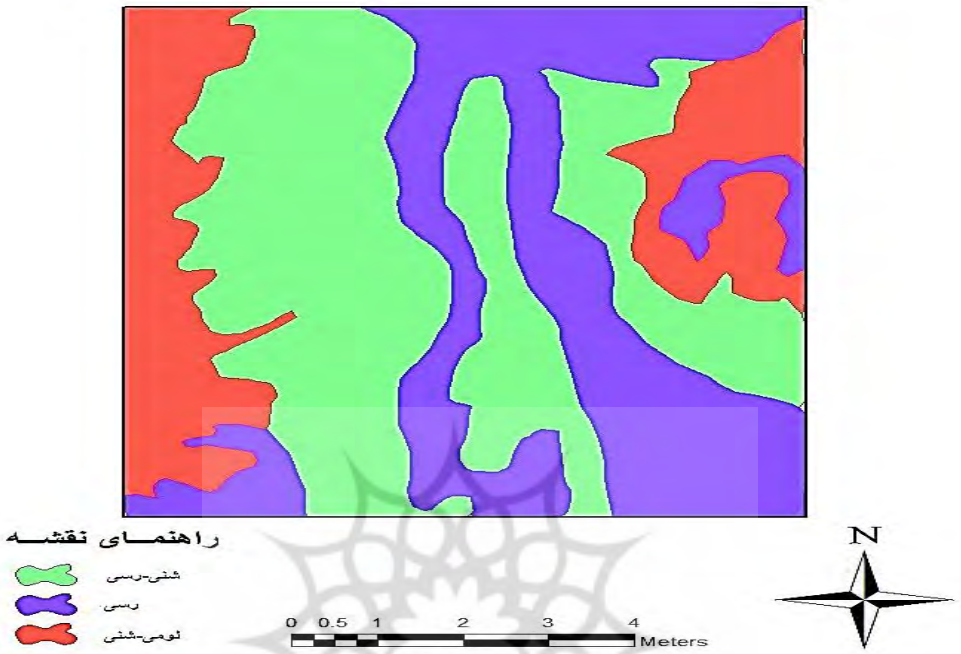
جدول ۵. تعیین عامل سرعت و وضعیت باد IRIFR.E.A

کم (۵-۰)	میانگین (۱۰-۵)	زیاد (۱۵-۱۰)	بسیار زیاد (۲۰-۱۵)
سرعت میانگین باد کمتر از ٤/۵ متر بر ثانیه	سرعت میانگین باد بین ٤/۵ تا ۵ متر بر ثانیه	سرعت میانگین باد بین ۵ تا ۵/۵ متر بر ثانیه	سرعت میانگین باد بیش از ۵/۵ متر بر ثانیه
بادهای شدید غباردار	بادهای شدید غبارزا	رخداد یک طوفان گردوخاک در سال	بادهای تند با طوفان و گردوخاک و غبارزا
روزهای شن‌باد	روزهای شن‌باد در برخی سال‌ها	روزهای شن‌باد ۱ تا ۵ بار در سال	روزهای شن‌باد بیشتر از ۵ بار در سال

بررسی خاک و پوشش سطح آن

در جدول (٦)، چگونگی تعیین امتیاز عامل خاک و پوشش سطح آن در روش IRIFR.E.A ارائه و سپس با میانگین‌گیری به شکل وزنی، امتیازی برای هر یک از واحدهای کاری و کل منطقهٔ بررسی‌شده تعیین شده است. شکل (۵) نقشهٔ خاک‌شناسی منطقهٔ مطالعه‌شده را نشان می‌دهد. خاک‌های منطقه در دو ردهٔ Aridisols و Entisols قرار می‌گیرند. خاک‌ها دارای

تکامل نسبی هستند و افق ناتریک، کمبیک و کلسیک در خاک‌های اریدی سویلز مشاهده می‌شود. رژیم رطوبتی اریدیک (Aridic) و رژیم حرارتی ترمیک (Thermic) است.



شکل ۵. خاک‌شناسی منطقهٔ مطالعه‌شده

جدول ٦. تعیین عامل خاک و پوشش سطح آن IRIFR.E.A

کم (۵-۰)	متوسط (۵-۰)	زیاد (۱۰-۵)	بسیار زیاد (۱۵-۱۰)
سطح خاک بیش از ٦٠ درصد رسی‌سنگی	سطح خاک ٤٠ تا ٦٠ درصد سخت- غیرحساس	سنگریزه‌ای کمتر از ٤٠ درصد شنی- رسی	سطح خاک بدون سنگریزه لومی تا شنی

برای مشخص‌کردن امتیاز خاک و پوشش سطح آن در هریک از واحدهای کاری، با بهره‌گیری از بررسی‌های خاک‌شناسی و نوع خاک ازنظر بافت و چسبندگی و بر اساس جدول (٦) امتیازی به آن داده شده است. سپس امتیاز هریک از واحدهای کاری با میانگین‌گیری وزنی تعیین شد.

بررسی انبوهی پوشش گیاهی

به دلیل اهمیت پوشش گیاهی در فرسایش بادی، گسترهٔ امتیاز این عامل در روش IRIFR.E.A بین ۵- تا ۱۵ متغیر است. در جدول (۷)، چگونگی تعیین امتیاز عامل انبوهی پوشش گیاهی در روش IRIFR.E.A آورده شده است.

جدول ۷. تعیین عامل انبوهی پوشش گیاهی IRIFR.E.A

کم (۵-تا ۰)	متوسط (۵-۰)	زیاد (۱۰-۵)	بسیار زیاد (۱۵-۱۰)
تاج‌پوشش گیاهی بیش از ۵۰ درصد	انبوهی تاج‌پوشش گیاهی ۳۰ تا ۵۰ درصد	انبوهی تاج پوشش گیاهی ۱۰ تا ۲۰ درصد	انبوهی تاج پوشش گیاهی کمتر از ۱۰ درصد

بررسی آثار فرسایش سطح خاک

به دلیل اهمیت زیاد این عامل در روش IRIFR.E.A، امتیاز اختصاص‌یافته به آن بین صفر تا ۲۰ متغیر است. در جدول (۸)، چگونگی تعیین امتیاز عامل آثار فرسایش سطح خاک در روش IRIFR.E.A ارائه شده است.

جدول ۸. تعیین عامل آثار فرسایش سطح خاک IRIFR.E.A

کم (۵-۰)	متوسط (۱۰-۵)	زیاد (۱۵-۱۰)	بسیار زیاد (۲۰-۱۵)
در سطح خاک دیده نمی‌شود	آثار فرسایش بادی محدود	آثار فرسایش بادی گسترده	شکل فرسایش ناشی از باد شدید و مشخص

برای تعیین امتیاز عامل آثار فرسایش سطح خاک، ابتدا بازدیدهای صحرایی در واحدهای کاری انجام و سپس با استفاده از جدول (۸)، امتیازها با میانگین‌گیری وزنی در واحدهای کاری مشخص شدند.

بررسی رطوبت خاک

عامل رطوبت خاک با بهره‌گیری از داده‌های محلی و مجموعه آمار و اطلاعات موجود در مرکز پژوهش‌های آب و خاک استان و مراجعه به منطقهٔ بررسی‌شده و جدول (۹) تعیین شد.

جدول ۹. تعیین عامل رطوبت خاک IRIFR.E.A

کم (۲-۰)	متوسط (٤-۲)	زیاد (۷-٤)	بسیار زیاد (۱۰-۷)
خاک تحت‌تاثیر کامل سفرهٔ آب زیرزمینی کویر مرطوب	خاک‌های سطحی تحت‌تأثیر رطوبت حاشیهٔ کویرها، رودخانه‌ها	خاک سطحی تحت‌تأثیر رطوبت است و سریع خشک می‌شود	خاک‌های کاملاً خشک با زهکشی سریع

عامل رطوبت خاک با بهره‌گیری از داده‌های محلی و باتوجه‌به نوع خاک و امتیازدهی طبق جدول (۹) تعیین شد. امتیاز نهایی با میانگین‌گیری وزنی برای هریک از واحدهای کاری باتوجه‌به امتیاز دریافت‌شده محاسبه شد.

بررسی نوع و پراکنش نهشته‌های بادی

به پراکنش نهشته‌های بادی منطقه بر اساس بررسی‌های میدانی و باتوجه‌به فاصلهٔ این نهشته‌ها از واحد کاری مدنظر امتیازی داده و سپس با میانگین‌گیری وزنی، امتیاز هر یک از واحدهای کاری و کل محدودهٔ مطالعه تعیین شد (جدول ۱۰).

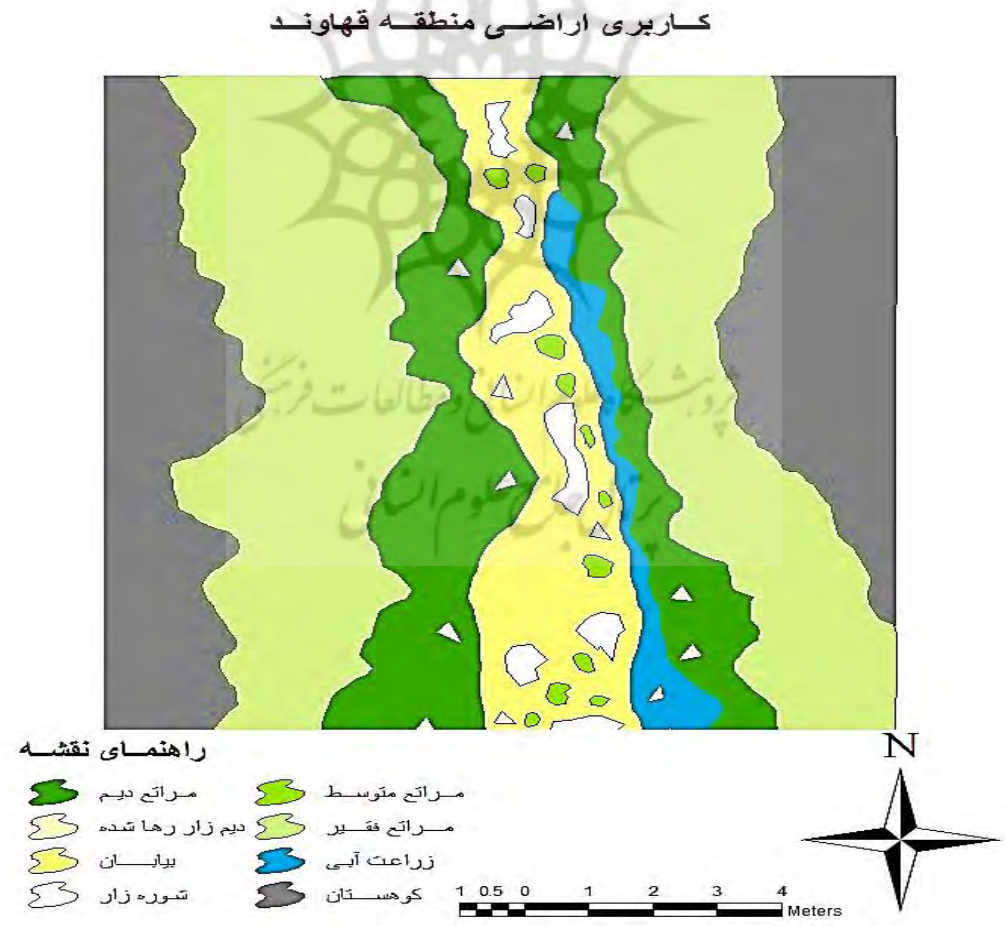
جدول ۱۰. تعیین عامل نوع پراکنش و گستره نهشته های بادی IRIFR.E.A

کم (۲-۰)	متوسط (٤-۲)	زیاد (۷-٤)	بسیار زیاد (۱۰-۷)
به شکل پهنه‌ها و تپه‌های ماسه‌ای دیده نمی‌شوند.	به شکل تپه‌های ماسه‌ای فعال و غیرفعال در محدوده دیده می‌شوند.	تپه‌های ماسه‌ای فعال و غیرفعال و ریپل مارک‌های مشخص در محدوده دیده می‌شوند.	تپه‌های ماسه‌ای، نبکای مشخص ریپل مارک در محدوده دیده می‌شود.

پراکنش نهشته‌های بادی منطقه باتوجه‌به فاصلهٔ این نهشته‌ها با واحدهای کاری مدنظر امتیاز داده شد و سپس امتیاز واحدها و کل محدوده با میانگین‌گیری وزنی تعیین شد.

بررسی مدیریت و بهره‌گیری از زمین

چگونگی بهره‌برداری اراضی یکی از مسائل بسیار مهم و مؤثر در شدت فرسایش بادی و قابلیت رسوب‌دهی ناشی از آن است. در روش IRIFR.E.A، بهره‌برداری از اراضی مرتعی، جنگلی و کشاورزی بیش از هر عاملی مدنظر قرار گرفته است (شکل ٦ و جدول ۱۱).



شکل ٦. کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقهٔ مطالعه‌شده

جدول ۱۱. تعیین عامل مدیریت و بهره‌برداری از زمین IRIFR.E.A

کم (۵- تا ۰)	متوسط (۵-۰)	زیاد (۱۰-۵)	بسیار زیاد (۱۵-۱۰)
- اراضی جنگلی و مرتعی متراکم با مدیریت مناسب بهره‌برداری - اراضی کشاورزی بدون آیش و یا غلات با رعایت بادشکن	- اراضی مرتعی یا جنگلی تنک با بهره‌برداری بیش از ظرفیت - اراضی کشاورزی با کمتر از ۳ ماه آیش و یا نم بدون رعایت بادشکن	- اراضی جنگلی یا مرتعی با چرای بیش از ظرفیت (شدید) - اراضی کشاورزی با بیش از ۳ ماه آیش و بدون بادشکن	- اراضی لخت و بیابانی بدون پوشش یا با پوشش محدود - اراضی زراعی متروکه و شخم‌خورده

امتیاز ناشی از این عامل با بهره‌گیری از نقشهٔ کاربری اراضی و برداشت‌های صحرایی باتوجه‌به جدول (۱۱) حاصل شده است. برای تعیین امتیاز مدیریت و بهره‌برداری از زمین در هر یک از واحدهای کاری و کل منطقهٔ بررسی‌شده از نتایج بررسی‌های پوشش گیاهی و نقشهٔ کاربری اراضی تهیه‌شده از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدهٔ صحرایی بهره گرفته و به هر یک از واحدهای همگن کاری امتیازی در رابطه با مدیریت بهره برداری از زمین اختصاص یافته و طبقه‌بندی شده است (جدول ۱۲).

جدول ۱۲. تعیین کلاس برآورد قابلیت فرسایش اراضی نسبت به فرسایش بادی به روش تجربی IRIFR.E.A

جمع امتیازها	میزان کیفی فرسایش	علامت کلاس فرسایشی
<۲۵	خیلی کم	I
۲۵-۵۰	کم	II
۵۰-۷۵	میانگین	III
۷۵-۱۰۰	زیاد	IV
>۱۰۰	خیلی زیاد	V

تعیین ارزش زیستگاه منطقه:

برای تعیین ارزش تقریبی زیستگاه‌های جانوری منطقه، با استفاده از امتیازدهی به عوامل مؤثر در ارتقای کیفیت آن شامل عوامل غذا، آب، امنیت (تأثیر انسانی) بر اساس مشاهده‌های میدانی و جمع‌آوری اطلاعات متناسب با وضعیت هر یک از عوامل، امتیازدهی از صفر تا ده و به شکل مقایسه‌ای برای هر زیستگاه انجام شد (این اعداد نسبی هستند و کاربرد مقایسه‌ای دارند). جمع جبری امتیازها برای هر زیستگاه بیان‌کنندهٔ ارزش تقریبی آن است.

برای بررسی ارزش زیستگاهی، با استفاده از روش دلفی و پرسش‌نامه از متخصصان آشنا به منطقهٔ مطالعاتی (حجم جامعهٔ آماری N=۲۲) خواسته شد ارزش زیستگاهی منطقه را بر مبنای سه عامل آب، غذا و امنیت در مقیاس ۱ تا ۹ برآورد کنند. نتایج به تفکیک هر عامل، میانگین‌گیری و دوباره در میان جامعهٔ آماری اولیه توزیع شدند و از آنها خواسته شد باتوجه‌به انحرافات پاسخ‌های اولیهٔ خود از میانگین، تغییرات نهایی را روی ارزش‌های مدنظرشان اعمال کنند. سپس، متوسط هندسی ارزش‌های داده شدهٔ هر متخصص به هر عامل برآورد و ارزش زیستگاهی هر منطقه از جمع جبری ارزش عوامل حاصل شد.

تحلیل‌های آماری:

با استفاده از رابطهٔ ضریب همبستگی پیرسن، برهم‌کنش میان ارزش زیستگاهی مناطق تحت حفاظت از دیدگاه گروه و وسعت مناطق تحت‌تأثیر فرسایش بادی در هر واحد ژئومورفولوژی کاری در محیط نرم‌افزار Excel محاسبه و پس از برآورد میزان اطمینان، نمودار معادلهٔ همبستگی به شکل خطی و لگاریتمی ترسیم شد تا ارتباط بین تخریب زیستگاه و شدت فرسایش بادی مشخص شود.

یافته‌های پژوهش

در بررسی حاضر، شدت فرسایش بادی بر اساس هفت واحد کاری ژئومورفولوژی و ارزیابی عوامل نه‌گانهٔ مؤثر در الگوی اریفر محاسبه و نتیجهٔ آن برای هر یک از واحدهای کاری ارائه شد (جدول ۱۳).

جدول ۱۳. رخساره‌های ژئومورفولوژیکی تفکیک‌شده در منطقهٔ مطالعه‌شده

کد رخساره	نام رخساره	علامت
۱	دشت ریگی میانگین دانه (مخروطه‌افکنه)	A
۲	تپه‌های تثبیت‌شده	B
۳	دشت رسی (دق)	C
٤	پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده	D
٥	تپه‌های فعال	E
٦	تغییر کاربری اراضی	F
۷	اراضی روستا	G

پس از بررسی عوامل نه‌گانه در هر واحد بر اساس روش .IRIFR.E و دریافت نتایج حاصل از امتیازدهی، نقشهٔ وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه تهیه شد (جدول ١٤).

جدول ١٤. نتایج ارزیابی عوامل مؤثر بر فرایند بیابان‌زایی

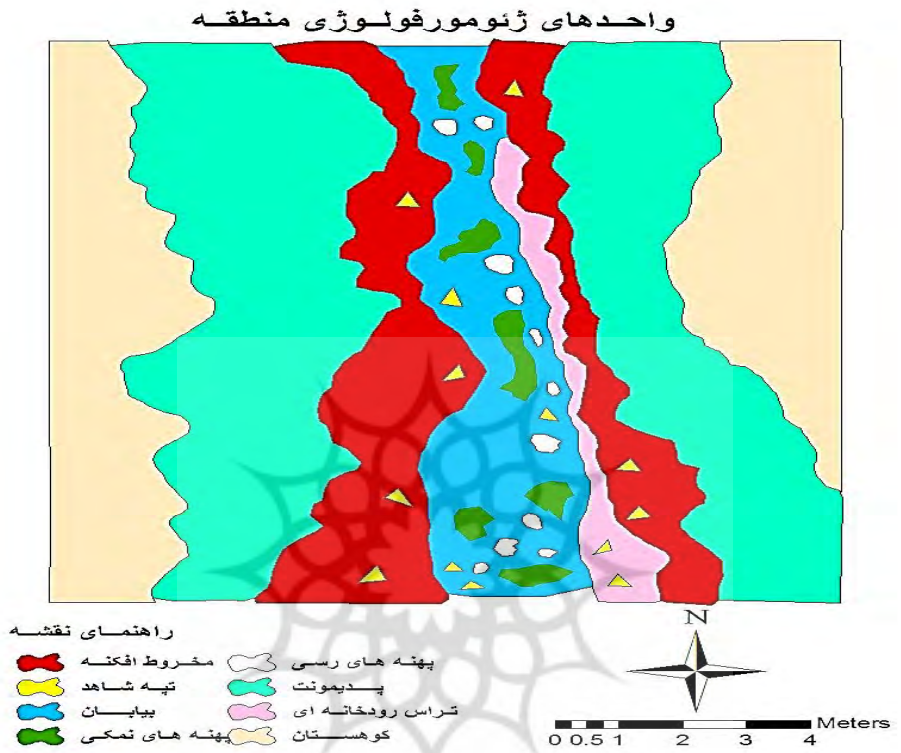
رخساره	سنگ‌شناسی	شکل اراضی	وضعیت باد	خاک	پوشش گیاهی	فرسایش بادی	رطوبت خاک	نهشته‌های بادی	مدیریت
A	٥	٦	۹	۷	۹	٦	۸	۲	۷
B	۸	۹	۹	۹	۱۲	۲	۹	٦	۱۱
C	۹	۷	۱٥	۱٤	۱۰	۱۰	۱۰	۹	٥
D	۱۰	۹	۱۷	۱٥	۱٥	۲۰	۱۰	۱۰	۱٥
E	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۳	۱۰	۷	۱۰
F	۱	۱	۱۰	-۱	۱	۱۰	۱	۸	۹
G	۷	۷	۱۲	۹	۹	۱۰	۷	۷	۸

پس از تهیهٔ نقشهٔ حساسیت اراضی به فرسایش بادی، محدودهٔ هر کلاس در کل منطقهٔ مطالعه‌شده با استفاده از سیستم رقومی محاسبه و نقشهٔ هم‌فرسا و بیابان‌زایی منطقه بر اساس این امتیازها ترسیم و درصد نسبی کلاس‌های فرسایش بادی در عرصهٔ مطالعه‌شده ارائه شد (شکل ۷ و جدول ۱٥).

جدول ۱٥. درصد مساحت مربوط به هر طبقهٔ کلاس بیابان‌زایی منطقهٔ مطالعه‌شده

درصد مساحت	مساحت منطقه	کلاس شدت فرسایشی	شرح وضعیت	دامنهٔ امتیاز IRIFR
-	-	I	غیرحساس	۰-۲٥
۷/۰٤	۲۲۰۰	II	کم	۲٥-٥۰
۲۳/٥۹	۷۳۷۲	III	متوسط	٥۰-۷٥
۲۹/٥۷	۹۲٤۱	IV	شدید	۷٥-۱۰۰
۳۹/۷۸	۱۲٤۳۱	V	خیلی شدید	۱۰۰<

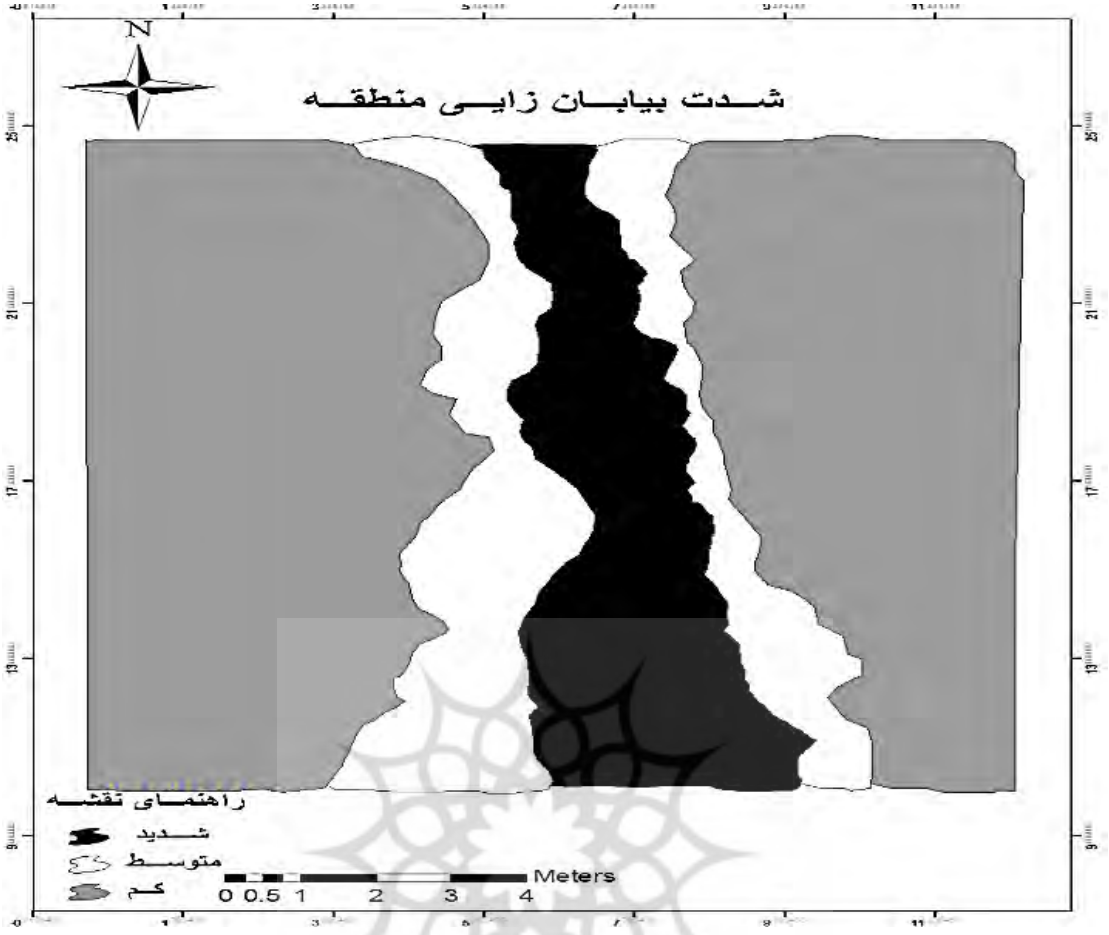
بررسی‌ها نشان می‌دهند ۷/۰٤ درصد منطقه در کلاس بیابان‌زایی کم، ۲۳/۵۹ درصد در کلاس بیابان‌زایی متوسط و ٦۹/٤٤ درصد در کلاس بیابان‌زایی شدید و بسیار شدید قرار دارند که این مناطق بیشتر تپه‌های ماسه‌ای فعال و اراضی هستند که در آنها تغییر کاربری انجام شده است (شکل ۸ و جدول‌های ۱۵ و ۱٦).



شکل ۷. واحدهای ژئومورفولوژی منطقه

جدول ۱٦. شدت و کلاس فرسایش در هر یک از واحدهای کاری منطقه

واحد کاری	سنگ‌شناسی	شکل اراضی و پستی و بلندی	سرعت باد	خاک و پوشش سطح آن	پوشش گیاهی	آثار فرسایش خاک	رطوبت خاک	نوع و پراکنش نهشته‌های بادی	مدیریت بهره‌برداری	جمع	شدت فرسایش
دشت‌ریگی میانگین دانه (مخروطه‌افکنه)	۵	٦	۹	۷	۹	٦	۸	۲	۷	۵۹	متوسط
تپه‌های تثبیت‌شده	۸	۹	۹	۹	۱۲	۲	۹	٦	۱۱	۷۵	متوسط
دشت رسی (دق)	۹	۷	۱۵	۱٤	۱۰	۱۰	۱۰	۹	۵	۸۹	زیاد
پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده	۱۰	۹	۱۷	۱۵	۱۵	۲۰	۱۰	۱۰	۱۵	۱۲۱	بسیار زیاد
تپه‌های فعال	۹	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۳	۱۰	۷	۱۰	۷۹	زیاد
تغییر کاربری اراضی	۹	۹	۱٤	۱٤	۱۲	۱۸	۸	۹	۱۳	۱۰٦	بسیار زیاد
اراضی روستا	۱	۱	۱۰	۱	۱	۱۰	۱	۸	۷	٤۰	کم



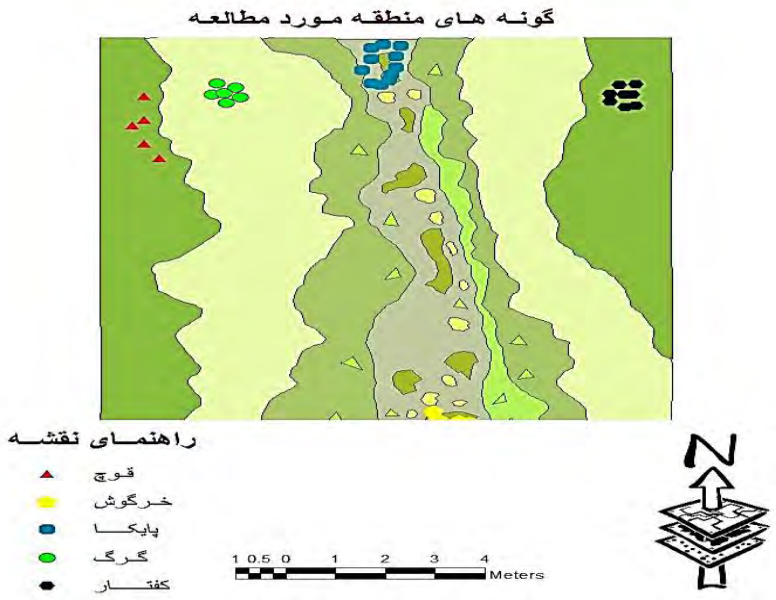
شکل ۸. نقشهٔ وضعیت فرسایش بادی در منطقهٔ قهاوند

تعیین ارزش زیستگاه‌های جانوری

پس از بررسی عوامل زیستی به‌ویژه اقلیم و پوشش گیاهی منطقه به‌عنوان دو عامل مهم در تعیین حدود زیستگاه، سه عامل مؤثر منابع آب، غذا، امنیت و پناهگاه باتوجه‌به پیشینهٔ پژوهش در تعیین ارزش زیستگاه استفاده شدند. گفتنی است عامل امنیت در زیستگاه در پرسش‌نامه بر اساس حضورداشتن یا نداشتن انسان و فاصلهٔ مراکز مسکونی با جمعیت گونه در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهند بیشتر مناطق دارای فرسایش شدید شامل تپه‌های ماسه‌ای فعال و اراضی تغییر کاربری یافته هستند و امتیاز منابع آب و غذا و امنیت در آنها به‌شدت کاهش یافته است. در بین سه عامل مؤثر، عامل آب و سپس غذا و امنیت به‌ترتیب دارای کمترین تا بیشترین امتیاز هستند (شکل ۹ و جدول ۱۷).

جدول ۱۷. تعیین ارزش زیستگاه‌های جانوری منطقهٔ قهاوند همدان

ردیف	گونه جانوری		رخسارهٔ ژئومورفولوژی	وضعیت زیستگاه				برآورد میزان فرسایش
	نام	نام علمی		گونه‌های گیاهی غالب	امتیاز			
					غذا	آب	امنیت	جمع
۱	قوچ و میش وحشی	Ovis orientalis gemelini	تپه‌های تثبیت‌شده تپه‌های فعال	Astruyulus As-Agr As-Stu	۷	۳	۵	۱۵	۷۷
۲	گرگ	Canis lupus	دشت ریگی میانگین‌دانه دشت رسی	Ael-Annulqrus Ael-Art Ael-Puc	۸	۵	۵	۱۸	۷٤
۳	خرگوش	Lepus capensis	تغییر کاربری اراضی دشت رسی (دق)	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	٤	٤	۳	۱۱	۹۷/۵
٤	رودک معمولی (گورکن)	Meles meles	تپه‌های تثبیت‌شده تپه‌های فعال	Astruyulus As-Agr As-Stu	۵	٤	۵	۱٤	۷۷
۵	شغال	Canis aureus	دشت ریگی میانگین دانه‌درشت رسی	Ael-Annulqrus Ael-Art Ael-Puc	۸	٦	۵	۱۹	۷٤
٦	کفتار	Hyaena hyaena	تپه‌های تثبیت‌شده تپه‌های فعال	Astruyulus As-Agr As-Stu	۸	۲	۷	۱۷	۷۷
۷	تشی	Hystrisindica	تغییر کاربری اراضی روستایی	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	٦	۷	۷	۲۰	۷۳
۸	خدنگ بزرگ	Herpestesed wardsii	اراضی روستایی دشت رسی دشت ریگی میانگین‌دانه	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	۹	۸	۸	۲۵	٦۲/٦
۹	خدنگ کوچک	Herpestesjavanicus	اراضی روستایی دشت رسی دشت ریگی میانگین‌دانه	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	۸	۸	۷	۲۳	٦۲/٦
۱۰	راسو	Mustelanivalis	اراضی روستایی دشت رسی دشت ریگی میانگین‌دانه	Ael-Annulqrus Ael-Art Ael-Puc	۹	۸	۷	۲٤	٦۲/٦
۱۱	سنجاب ایرانی	Sciurusanomalus	اراضی روستایی دشت رسی	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	٦	۷	٦	۱۹	٦٤/۵
۱۲	سنجاب زمینی	Spermophilusfulvus	اراضی روستایی دشت رسی	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	٦	٦	۵	۱۷	٦٤/۵
۱۳	روباه معمولی	Vulpesvulpes	دشت رسی پهنه‌های نمکی دانه‌ریز دشت ریگی میانگین‌دانه	Ael-Annulqrus Ael-Art Ael-Puc	۸	۵	۲	۱۵	۸۹/٦
۱٤	پایکا	Ochotonarufescens	تغییر کاربری اراضی روستایی	Annuulgruss-Ael Art-Cum Hulocnemum Hulotis	۷	۷	۵	۱۹	۷۳



شکل ۹. محدودهٔ زیستگاه جانوری دشت همدان

شکل (۱۰) بر پایهٔ جدول (۱۷) ترسیم شده است؛ همبستگی خطی معکوسی بین میزان فرسایش بادی (wes) و ارزش زیستگاه (WH) در این نمودار دیده می‌شود (رابطهٔ ۱).

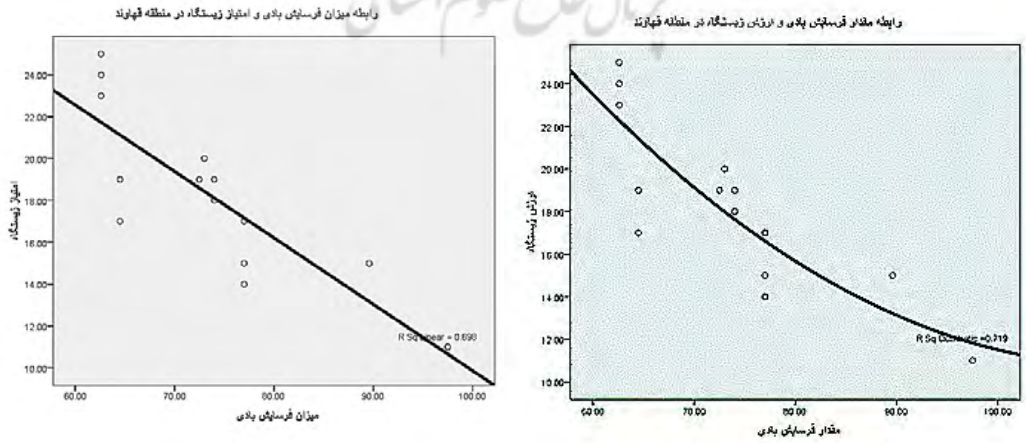
$$(VH = 26/9 - 0/169 * Wes\,, \quad R^2 = 0/69\,, \quad r = -0/83)$$

رابطهٔ ۱

همچنین برای بیان بهتر این ارتباط، امتیازهای محاسبه‌شده در جدول (٤) به مقادیر Ton/Ha/Year رسوبات ناشی از فرسایش بادی تبدیل شدند که در شکل (۱۱) ارائه شده است. در این نمودار، همبستگی لگاریتمی (ln) معکوسی بین مقدار فرسایش بادی (wes) و ارزش زیستگاه حاصل شد که ارتباط بین فرسایش و تخریب زیستگاه منطقه را نشان می‌دهد (رابطهٔ ۲).

$$(VH = 24/7 - 3/8\ln(Wes)\,, R^2 = 0/71\,, \mathrm{r} = -0/84)$$

رابطهٔ ۲



شکل ۱۰. رابطهٔ میزان فرسایش بادی و امتیاز زیستگاه

شکل ۱۱. رابطهٔ بین مقدار فرسایش بادی و ارزش زیستگاه

از نظر آماری، ارتباط معناداری بین افزایش شدت فرسایش بادی (بیابان‌زایی) و کاهش ارزش زیستگاه وجود دارد؛ به شکلی که با افزایش فرسایش بادی، امتیاز زیستگاه منطقه کاهش می‌یابد. این امر در منطقه با کاهش پوشش گیاهی در اثر خشکسالی و شدت بیابان‌زایی ناشی از شدت فرسایش بادی به کاهش منابع آب و غذا در منطقه منجر می‌شود. پیامد این فرایند موجب مهاجرت گونه‌ها، کاهش تنوع آنها و تخریب زیستگاه در منطقه شده است (شکل‌های ۱۰ و ۱۱)؛ همبستگی خطی معکوس و لگاریتمی (ln) معکوس بین میزان فرسایش بادی (wes) و ارزش زیستگاه (WH) در نمودارهای یادشده بیان‌کنندهٔ ارتباط بین فرسایش و تخریب زیستگاه منطقه است و بر اساس تحلیل‌های آماری انجام‌شده مشخص شد ارتباط آماری معناداری بین میزان فرسایش بادی و کاهش ارزش زیستگاه در منطقهٔ همدان وجود دارد (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج ارزیابی عوامل نه‌گانهٔ بررسی‌شده در روش IRIFR نشان می‌دهند واحد کاری پهنه‌های نمکی دانه‌ریز یا پف‌کرده (واحد کاری D) با کسب بیشترین امتیاز در بین رخساره‌های ژئومورفولوژی، بحرانی‌ترین بخش منطقهٔ مطالعه‌شده است. همچنین بر اساس جدول (۱۵)، مشخص شد منطقهٔ بررسی‌شده در طبقه‌های بیابان‌زایی کم، متوسط، شدید و بسیار شدید واقع شده است؛ نتایج بررسی نقشهٔ شدت فرسایش بادی نشان می‌دهند ۷/۰٤، ۲۳/۵۹ و ٦۹/٤٤ درصد منطقه به‌ترتیب در کلاس‌های بیابان‌زایی کم، متوسط، شدید و بسیار شدید قرار دارند که این مناطق بیشتر تپه‌های ماسه‌ای فعال و اراضی تغییر کاربری یافته هستند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهند ارتباط آماری معناداری به شکل معکوس بین میزان فرسایش بادی و کاهش ارزش زیستگاه در منطقهٔ قهاوند وجود دارد؛ به این معنا که بین مقدار فرسایش بادی (wes) و ارزش زیستگاه (WH) همبستگی خطی و لگاریتمی (ln) معکوس وجود دارد و شدت فرسایش بادی در منطقه باعث کاهش منابع آب، غذا و امنیت زیستی شده که با نتایج پژوهش‌های اختصاصی، ۱۳۸٦: ۷؛ پهلوانروی و همکاران، ۱۳۹۱: ٦۲٤ و زهتابیان و رفیعی امام، ۱۳۸۲: ۱۹ در مناطق مرکزی ایران و نعمت‌آباد بیجار مقایسه‌پذیر است و تاحدی تطابق دارد. باتوجه‌به تجزیه‌وتحلیل انجام‌شده و مقایسهٔ آن با شرایط منطقه معلوم می‌شود الگوی مدنظر و شاخص‌های ارزیابی‌شده برای منطقهٔ دارای شرایط اقلیمی خشک مناسب هستند و کارایی خوبی دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهند بیابان‌زایی در این منطقه بر اثر عوامل گوناگون طبیعی و انسانی باعث تخریب زیستگاههای جانوری شده است، به‌طوری‌که بین افزایش شدت فرسایش بادی و کاهش ارزش زیستگاه جانوری ارتباط معناداری وجود دارد. بررسی نقشهٔ هم‌فرسا و محدودهٔ زیستگاه نشان می‌دهد مناطق دارای فرسایش بیشتر، ارزش زیستگاهی کمتر و کمترین تنوع زیستی را دارند. در بین عوامل محیطی، اقلیم بیشترین تأثیر را داشته است. به علت عوامل مخرب پوشش گیاهی ازجمله چرای شدید و برداشت بی‌رویه، تنوع گونه‌ای در منطقه چندان مشهود نیست. آثار و شواهد موجود در منطقه، این واقعیت را نشان می‌دهند که منطقه در گذشتهٔ نه‌چندان دور تنوع زیستی به‌نسبت خوبی داشته و شدت خشکسالی و

فرسایش بادی به علت مدیریت غلط و از بین رفتن پوشش گیاهی افزایش یافته است. در حال حاضر نیز نبود پوشش گیاهی در برخی واحدهای کاری ازجمله تپه‌ها، اراضی شور و پف‌کرده، اراضی نامرغوب کشاورزی رهاشده در اطراف روستاها باعث حساسیت زیاد این بخش از منطقه به فرایند بیابان‌زایی شده است. توصیه می‌شود برای جلوگیری از روند پیشروی بیابان، بادشکن غیرزنده ساخته و در کنار آنها با استفاده از گونه‌های بومی به‌ویژه مرتعی و خشکی‌دوست به تثبیت زیستی منطقه اقدام شود.

منابع

احمدی، حسن؛ خراسانی، نعمت‌الله؛ کرمی، محمود؛ سیدمحمد آذرکار، (۱۳۸۳). برآورد فرسایش بادی در زیستگاه‌های بیابانی خراسان (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ سرخس)، مجلهٔ بیابان، جلد ۹، شمارهٔ ۱، صص ٢٤-١٥.

احمدی، حسن؛ اختصاصی، محمدرضا؛ نعمت‌الله همتی، (١٣٨٦). برآورد و مقایسهٔ پتانسیل رسوب‌دهی فرسایش آبی و بادی با استفاده از مدل‌های MPSIACK و IRIFR در مناطق نیمه‌خشک (مطالعهٔ موردی: حوزهٔ آبخیز نعمت‌آباد بیجار، مجلهٔ منابع طبیعی ایران، شمارهٔ (١)٦، صص ١١-١.

احمدی، حسن، (١٣٨٧). ژئومورفولوژی کاربردی: بیابان - فرسایش بادی، دانشگاه تهران، مؤسسهٔ انتشارات و چاپ، ص ٧٠٦.

اختصاصی، محمدرضا، (١٣٨٦). تغییر شاخص‌های اقلیمی زنگ خطر بیابان‌زایی، مجلهٔ جنگل و مرتع، شمارهٔ ٧٤، صص ١١-٧.

اسفندیاری، مطهره و محمدعلی حکیم‌زاده اردکانی، (١٣٨٩). ارزیابی وضعیت بالفعل بیابان‌زایی با تأکید بر تخریب منابع خاک بر اساس مدل IMDFA (مطالعهٔ موردی: آباده طشک فارس)، فصلنامهٔ تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷، شمارهٔ ٤، صص ٦٣١-٦٢٤.

اکبری، مرتضی؛ رعنایی، احسان؛ سیدحمزه بدیعی، (١٣٩٠). ارزیابی حساسیت پارامترهای ورودی در وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل شبکهٔ مصنوعی (مطالعه موردی: جنوب شهرستان نیشابور)، نشریهٔ آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شمارهٔ ۲، صص ٤١٠-٣٩٨.

اکبری، مرتضی و طاهره صادقی شاهرخت، (١٣٩١). بررسی اثرات ناشی از بیابان‌زایی بر مسائل اقتصادی اجتماعی مناطق روستایی (مطالعهٔ موردی: شهرستان سرخس، استان خراسان شمالی)، اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعهٔ پایدار (کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست)، ص ١١.

انوشه، کفاش؛ یوسفی، مسعود؛ احمدی، محسن؛ کهلر، گونتا؛ محمد کابلی، (١٣٩٢). پیش‌بینی اثر تغییرات اقلیمی بر خزندگان مناطق بیابانی ایران (مطالعهٔ موردی: سوسمار دم‌تیغی بین‌النهرین *Saara loricata*)، سومین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، صص ٦-١.

ایلدرمی، علیرضا و حمید نوری، (۱۳۹۳). بررسی قلمرو بیابان و شدت خشکی در حوزهٔ آبخیز قهاوند همدان با استفاده از شاخص‌های ژئومورفولوژی، مجلهٔ علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان، سال سوم، شمارهٔ ۵، صص ۱۸-۹.

ایلدرمی، علیرضا؛ معروفی، صفر؛ ختار، بهناز؛ صادقی‌فر، مجید؛ نصرالدین پارسافر، (۱۳۹۳). پیش‌بینی خشکسالی با استفاده از سری زمانی SARIMA و شاخص SPI در ناحیهٔ مرکزی استان همدان، نشریهٔ پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۸، شمارهٔ ۱، صص ۲۲۵-۲۱۳.

ایلدرمی و میرمهرداد میرسنجری، (۱۳۹٤). بررسی محیط بیوکلیماتیک قهاوند همدان و نقش آن در بیابان‌زایی منطقه، محیط‌زیست و توسعه، سال ششم، شمارهٔ ۲۱، صص ۳۲-۲۱.

پهلوانروی، احمد؛ مقد منیا، علیرضا؛ هاشمی، زهره؛ جواد، محمدرضا؛ عباس میری، (۱۳۹۱). ارزیابی شدت بیابان‌زایی با معیار فرسایش بادی با استفاده از مدل‌های FAO-UNEP و MICD در منطقهٔ زهک سیستان، فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۹، شمارهٔ ٤، صص ٦٣٩-٦٢٤.

جعفری، رضا، (۱۳۸۰). ارزیابی و تهیهٔ نقشهٔ بیابان‌زایی با تحلیل و بررسی روش‌های ICD و FAO-UNEP در منطقهٔ کاشان، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

حسینی، محمد و محمدرضا اختصاصی، (۱۳۸۹). بررسی نوع و شدت عوامل مؤثر در بیابان‌زایی سیستان (مطالعهٔ موردی: منطقه نیاتک)، فصلنامهٔ علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، شمارهٔ ۳۱، صص ۱۳٦-۱۱۹.

حسین‌زاده، محمدمهدی، (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی، پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر و پیشنهاد راهکارهای مؤثر برای کاهش پدیدهٔ بیابان‌زایی در منطقهٔ خمین، آمایش سرزمین، دورهٔ ششم، شمارهٔ ۱، صص ۱۵۲-۱۲۹.

زهتابیان، غلامرضا و عمار رفیعی امام، (۱۳۸۲). ESAs، روشی جدید برای ارزیابی و تهیهٔ نقشهٔ حساسیت مناطق به بیابان‌زایی، فصلنامهٔ محیط‌شناسی، شمارهٔ ۳۰، صص ۳۰-۱۹.

زهتابیان، غلامرضا؛ جوادی، محمدرضا؛ احمدی، حسن؛ آذرنیوند، حسین؛ احمد یزدان‌پناه، (۱۳۸٦). ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی و ارائهٔ یک مدل منطقه‌ای در حوضهٔ آبخیز ماهان (با تأکید بر فرسایش آبی)، مجلهٔ منابع طبیعی، دورهٔ ٦۰، شمارهٔ ۲، ص ٤۱۹.

سیلاخوری، اسماعیل، (۱۳۹۳). پهنه‌بندی شدت خطر بیابان‌زایی منطقهٔ مزینان سبزوار از منظر معیار خاک با استفاده از مدلESAs، فصلنامهٔ مدیریت بحران، شمارهٔ ٦، صص ٦۳-۵۷.

صادقی، محمدحسن، (۱۳۹۵). بررسی ارزش زیستگاهی مناطق چهارگانهٔ حفاظتی از دیدگاه پهنه‌بندی فرسایش بادی در استان یزد، فصلنامهٔ انسان و محیط‌زیست، شمارهٔ ۳۷، صص ٤۸-۳۸.

عباسی، حمیدرضا، (۱۳۸۹). بیابان‌زایی و پیامدهای ناشی از آن، مجلهٔ جنگل و مرتع، شمارهٔ ٧٤، صص ٦١-٥٧.

قره‌چلو، سعید؛ اختصاصی، محمدرضا؛ زارعیان جهرمی، مجتبی؛ محمدباقر صمدی، (۱۳۸۹). ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی با استفاده از مدل ICD (مطالعهٔ موردی: منطقهٔ خضرآباد - همت‌آباد یزد)، فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۷، شمارهٔ ۳، صص ٤٢٠-٤٠٢.

مرادی، حمیدرضا؛ فاضل‌پور، محمدرضا؛ صادقی، سیدحمیدرضا؛ سید زین‌العابدین حسدینی، (۱۳۸۷). بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدودهٔ شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور، فصلنامهٔ تحقیقات مرتع و بیابان ایران، دورهٔ ۱۵، شمارهٔ ۱، صص ۱۲-۱.

نگارش، حسین، (۱۳۸۹). بررسی اثرات منفی فعالیت‌های مورفودینامیکی باد در منطقهٔ خضرآباد یزد، مجموعه مقالات چهارمین کنگرهٔ بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، زاهدان، صص ١٦-١.

Azarkar, S.M., Ahmadi, H.A.S.A.N., Khorasani, N., Karami, M. (2006), Investigating the relationship between wind erosion and value of animal habitats in desert areas, International Journal of Environmental Science & Technology, *2*(4), 387-393.

Topa, M.E., Iavazzo, P., Terracciano, S., Adamo, P., Coly, A., De Paola, F., Traoré, S.E. (2013), Evaluation of sensitivity to desertification by a modified ESAs method in two sub-Saharan peri-urban areas: Ouagadougou (Burkina Faso) and Saint Louis (Senegal). In EGU General Assembly Conference Abstracts, Vol. 15, 2229.

Goudarzi, G., Shirmardi, M., Khodarahmi, F., Hashemi-Shahraki, A., Alavi, N., Ankali, K. A., Marzouni, M.B. (2014), Particulate matter and bacteria characteristics of the Middle East Dust (MED) storms over Ahvaz, Iran, Aerobiologia, 30(4), 345-356.

Low, PS. (2013), Economic and social impacts of desertification, land degradation and drought. In White Paper I. UNCCD 2nd Scientific Conference, prepared with the contributions of an international group of scientists (Available at: http://2sc.Unccd.int/fileadmin/unccd/upload/documents/WhitePapers/White_Paper_1. pdf.

Whitford, W.G. (1993), Animal feedbacks in desertification: an overview, Revista Chilena de Historia Natural, 66, 243-251.

Zhao, H.L., He, Y.H., Zhou, R.L., Su, Y.Z., Li, Y.Q., Drake, S. (2009), Effects of desertification on soil organic C and N content in sandy farmland and grassland of Inner Mongolia, Catena, 77(3), 187-191.