نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال اول، شماره پیاپی ۲، تابستان ۱۳۹۳
صفحات ۹۲-۷۷

برآورد پتانسیل فرسایش بادی و رسوبدهی با استفاده از روش IRIFR در منطقه میاندشت اسفراین

حمید علی پور[۱]، استادیار ژئومرفولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد
سیده نگار هاشمی نسب، دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان زدایی دانشگاه صنعتی اصفهان
امیرحسین هاتفی اردکانی، کارشناسی ارشد بیابان زدایی دانشگاه سمنان
اعظم غلام نیا، کارشناسی ارشد مدیریت مناطق خشک دانشگاه یزد
یاسر شهنواز، کارشناسی ارشد بیابان زدایی دانشگاه سمنان

دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۰۱ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۳/۱۵

چکیده

فرسایش بادی در مناطقی با بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی متر اهمیت ویژه ای دارد. فرسایش بادی به عنوان یکی از عوامل مهم بیابان زایی، همواره مورد توجه قرار گرفته است. در این تحقیق بعد از جمع آوری اطلاعات و مطالعات پایه در منطقه و تهیه نقشه‌های لازم از قبیل توپوگرافی، زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی، قابلیت اراضی، پوشش گیاهی و آگاهی از مطالعات هواشناسی و جهت بادهای غالب در منطقه به بازدید صحرایی پرداخته و فرم‌های بیابانی و پرسشنامه مردمی در منطقه تکمیل شد و سپس واحدهای کاری به روش احمدی -اختصاصی تهیه، سپس مقدارفرسایش بادی براساس مدل تجربی اریفردرهریک از واحدهای کاری تعیین شد. همچنین نقشه حساسیت اراضی به فرسایش بادی با استفاده از اریفر تهیه شد و پتانسیل رسوبدهی نیز با استفاده از رابطه بین درجه رسوبدهی وتولیدرسوب به دست آمد. نتایج نشان داد کلاس فرسایشی I (فرسایش خیلی کم) با مساحتی در حدود ۱۱۲۸۷/۲۱ هکتار بیشترین مساحت وکلاس فرسایشی IV (فرسایش زیاد) با مساحت۶۶۸۲/۴۵ هکتار در رتبه دوم از نظر مساحت می باشد. دربین رخساره های ژئومرفولوژی رخساره های مسیل (۵-۳-۲) و اراضی زراعی (۲-۳-۲) دارای بیشترین مقادیررسوبدهی می باشند. وجود توپوگرافی مسطح و اراضی با شیب کم در بخشهای شرقی وشمالی حوزه که مستقیماً تحت تاثیر بادهای غالب منطقه می باشند، باعث شده تا باد از قدرت تخریبی بالاتری برخوردار باشد. یکی از راهکارهای مناسب به منظور مقابله با فرسایش بادی در حوزه میاندشت احداث بادشکن در اطراف مزارع داخل و خارج منطقه با توجه به گسترش اراضی کشاورزی در اطراف منطقه مورد مطالعه و در مسیر بادهای غالب محدوده در بخشهای شرق، شمال شرق می باشد.

واژگان کلیدی: اریفر؛ رسوب؛ رخساره‌های ژئومرفولوژی؛ فرسایش بادی؛ میاندشت اسفراین

[۱] - نویسنده ی مسئول
Email: alipor.hamid@gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مقدمه

فرسایش بادی در مناطقی با بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی متر اهمیت ویژه ای دارد. هرچند که فرسایش بادی به دلیل گستره وسیع فعالیت خود به طور معمول عملکرد تخریبی خفیف تری نسبت به فرسایش آبی دارد ولی به علت نداوم و گستره فرسایندگی در زمان و مکان، بیلان جابجایی توسط این نوع فرسایش در مناطق خشک به مراتب بیشتر از فرسایش آبی می باشد. در مقیاس جهانی اهمیت و خطر فرسایش بادی کمتر از فرسایش آبی است. ولی گاهی ابعاد و عظمت آن بیش از فرسایش آبی می باشد(بهلولی، ۲۰۰۶). در برآورد میزان و شدت فرسایش بادی به صورت مستقیم در بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران ایستگاهی برای اندازه گیری رسوبات فرسایش بادی وجود ندارد از این رو اغلب روش های برآورد رسوب متکی به مدل های تجربی است که در بسیاری از موارد خطای اندازه گیری دارد(رفاهی، ۱۳۸۵). از طرفی مدل های تجربی موجود نیز اغلب در مناطق ویژه ای ارزیابی می شوند و کاربرد این مدل ها در دیگر مناطق با دقت باید انجام شود یا اصلاح و بازنگری شود(اختصاصی و احمدی، ۱۳۷۶). به عنوان مثال با بررسی هایی که در منطقه حوزه آبخیز بیجار به عمل آمد نشان داده شد که در مدل تجربی اریفر میزان فرسایش بادی از راه تطبیق و بررسی شاخص های تعریف شده در مدل و دامنه ی امتیازهای هریک از شاخص ها با وضعیت موجود در واحدهای کاری حوزه ارزیابی شد. بر پایه ی تحقیق صورت گرفته معیارهای مرتبط با این مدل باید بازنگری شوند تا تناسب بیشتری با شرایط همسان حوزه داشته باشد(احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). در غالب فرمول های تجربی حساسیت پذیری خاک نقش مهمی را ایفا می کند و از آنجا که عوامل گوناگونی مانند دانه بندی بافت خاک، چسبندگی ذرات، وزن مخصوص، جورشدگی، رطوبت و غیره در پایداری و یا حساسیت پذیری آن نقش موثری دارد. برآورد دقیق و کمی این عامل به صورت تجربی را غیر ممکن می سازد (مصباح زاده و همکاران، ۱۳۸۹). روش های کمی برآورد فرسایش بادی که شامل مراحل برداشت، حمل و رسوب گذاری می باشد، مدل سازی نامیده می شود (اختصاصی و احمدی،۱۳۷۵). از عمده ترین معادلات و روش های ارایه شده در فرسایش بادی می توان به معادله فرسایش بادی (WEQ)، سیستم پیش بینی فرسایش بادی (WEPS) و معادله فرسایش بادی تجدیدنظر شده (RWEQ) اشاره نمود(سعدالدین و همکاران، ۱۳۸۹). فرسایش بادی به عنوان یکی ازعوامل مهم بیابانزایی، همواره مورد توجه قرارگرفته است . تاکنون محققان مدل های تجربی متنوعی را درخصوص برآورد شدت فرسایش وپتانسیل رسوبدهی درفرسایش آبی ارائه کرده‌اند تا درمناطقی که ازنظراطلاعات وآمار باکمبود مواجه مورداستفاده قرارگیرد(طهماسبی بیرگانی و همکاران، ۱۳۷۹).

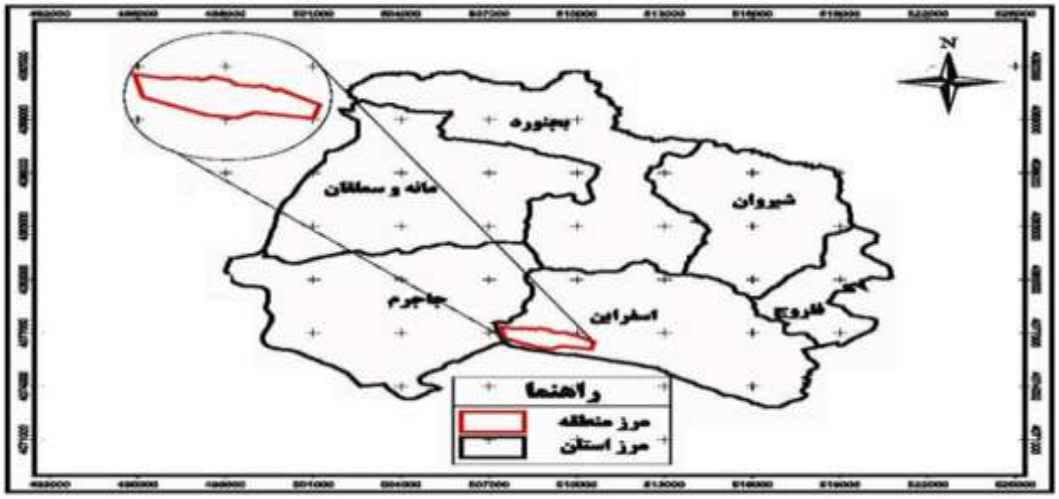
طبق نظریه گلنتس واژه بیابانزایی در حدود یکصد تعریف دارند(گلانتس،۱۹۷۷). نقطه مشترک در همه ی این تعریف ها تخریب شدید محیط براثر فرآیند بیابانزایی است. برخی از این تعریف ها عبارتند از تخریب اکوسیستم (رینینگ،۱۹۷۸)، تخریب گونه های گیاهی (لی،۱۹۷۵)، کاهش تولید اکوسیستم (هار،۱۹۷۷)، و کاهش تولید بیولوژیک(کودا،۱۹۸۴)۶ میلیون هکتار از مناطق خشک ونیمه خشک را تپه های ماسه ای فعال تشکیل می دهند(رفاهی، ۱۳۸۵). در حوزه های آبخیز خشک و نیمه خشک شرق کشور علاوه بر فرسایش آبی، وجود بادهای فرساینده منطقه را مساعد فرسایش بادی ساخته و در بعضی از نقاط مقدار خسارت نیز قابل توجه است در نتیجه تعیین پتانسیل رسوب دهی ناشی از باد نیز اهمیت شایان توجهی دارد (پهلوانروی، ۱۳۹۱). با برآورد و مقایسه پتانسیل رسوب دهی فرسایش بادی و آبی با استفاده از مدل های IRIFR E.Aو MPSIAC در منطقه نیمه خشک حوزه آبخیز نعمت آباد بیجار به این نتیجه رسیدند که مدل اریفر از لحاظ کمی و کیفی دقت مناسبی دارد و به لحاظ کمی فرسایش بادی ۲۲/۶ درصد و فرسایش آبی ۷۷/۴ درصد در کاهش حاصلخیزی اراضی موثر است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). محققان با مقایسه روش های طبقه بندی و تهیه نقشه کاربری اراضی مناطق خشک با استفاده از داده های ماهواره ای به این نتیجه رسیدند که روش هیبرید با دقت کلی ۷۶/۴۲ درصد و ضریب کاپای ۷۲ درصد بالاترین میزان دقت را دارد (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۶). کارشناسان با اندازه گیری و تهیه نقشه جریان ماسه بادی به روش نصب تله

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

رسوبگیر در دشت یزد و اردکان به این نتیجه رسیدند که دبی جریان ماسه بادی در بخشی از محدوده ی تپه های ماسه ای از ۱۷۵۰ کیلوگرم در واحد عرض یک متر در سال فراتر می رود (اختصاصی و همکاران، ۱۳۸۵). محققان با بررسی تغییرات مکانی فرسایش پذیری خاک با استفاده از روش زمین آمار و GIS در حوزه آبخیز مهر سبزوار به این نتیجه رسیدند که حداقل و حداکثر میزان فرسایش پذیری خاک به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۹۱ است (ایوبی و حسینعلی زاده، ۱۳۸۶). محققان با بررسی سرعت آستانه فرسایش بادی به عنوان یک عامل کلیدی فرسایش خاک با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی در آرژانتین به این نتیجه رسیدند که بیشترین سرعت آستانه فرسایش بادی مصادف با بیشترین رطوبت هوا و کمترین مصادف با کمترین میزان رطوبت هوا بوده است (لارا و همکاران،۲۰۰۹). با توجه به اهمیت ویژه آب و همچنین شرایط بارندگی، دما، باد و خشکی که منطقه را مستعد فرسایش بادی نموده است ضروری است که به این موضوع در منطقه پرداخته شود و هدف از این تحقیق برآورد پتانسیل فرسایش بادی و رسوبدهی با استفاده از روش IRIFR در منطقه میاندشت اسفراین می باشد.

داده ها و روش کار

منطقه میاندشت اسفراین به مساحت ۲۴۲۳۱/۳۶ هکتار که بصورت یک عرصه مطالعاتی از اراضی منابع طبیعی می‌باشد، دارای طول جغرافیایی"۲۹َ۱۶ ۵۶ تا "۵۱ َ۵۴ ۵۶ و عرض جغرافیایی"۰۰ َ۵۲ ۳۶ تا "۴۹ َ۵۸ ۳۶ که از سمت شمال به کال شور و کوه آنجرلی ، از شرق به روستای قاسم خان ، از جنوب به ارتفاعات جوین و روستای راه چمن ، از غرب جاده خاکی غمیطه به کلاته سلیمان ، از شمال غربی به روستای سرخ چشمه و از شمال شرقی به روستای گمه اسحاق متصل می گردد. کمترین ارتفاع منطقه ۹۸۹ متر و بیشترین ارتفاع آن ۱۲۰۳ متر بوده واختلاف ارتفاع در کل حوزه۲۱۴ متر می باشد متوسط بارندگی سالانه منطقه میاندشت اسفراین ۲۰۰ میلیمتر و متوسط درجه حرارت سالیانه محدوده ۱۳/۵ درجه سانتیگراد می باشد. اقلیم منطقه به روش دومارتن خشک می باشد.



شکل۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

بعد از جمع آوری اطلاعات و مطالعات پایه در منطقه و تهیه نقشه های لازم از قبیل توپوگرافی، زمین شناسی، ژئومرفولوژی، قابلیت اراضی، پوشش گیاهی و آگاهی از مطالعات هواشناسی و جهت بادهای غالب در منطقه به بازدید صحرایی پرداخته و فرم های بیابانی و پرسشنامه مردمی در منطقه تکمیل می شود. بعد از انجام مطالعات ژئومرفولوژی و تهیه نقشه ژئومرفولوژی، می توان برای تعیین کلاس فرسایش و برآورد رسوب دهی رخساره ها شروع به کار کرد. در منطقه میاندشت اسفراین پس از

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

امتیازدهی به عوامل مؤثر در فرسایش بادی در هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی(فرسایشی) و جمع امتیازات داده شده میزان تولید رسوب سالانه و نقشه شدت فرسایش منطقه در محیط ArcGIS تهیه گردید. بدلیل اینکه که بخش های وسیعی از مناطق خشک و نیمه خشک کشور تحت تأثیر فرسایش بادی است وبعلت منطبق نبودن مدلهای ارائه شده توسط سایر کشورها با شرایط اقلیمی وادافیکی کشورمان، در سال ۱۳۷۴ مدل تجربی IRIFR توسط موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران تدوین و ارائه گردید. این روش برای مناطق فاقدآمار رسوب سنجی بادی کاربرد دارد. در روش IRIFR نقش و تأثیر نه عامل مهم و مؤثردر فرسایش بادی و میزان رسوبدهی ناشی از آن مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گرفته و بسته به شدت و ضعف هر عامل و تأثیر آن در رسوبزایی، امتیازی به آن نسبت داده می‌شود. مجموع اعداد به دست آمده برای فاکتورهای مختلف نشان دهنده شدت فرسایش بادی خواهد بود. از روی مجموع اعداد فوق میزان رسوبدهی در رخساره های ژئومرفولوژی منطقه برآورد شده و نقشه شدت فرسایش بادی تهیه خواهد شد. در جدول شماره۱ نه عامل مؤثر در شدت فرسایش بادی و رسوبدهی ناشی از آن همراه با دامنه امتیازات آنها ارائه شده است.

جدول۱. عوامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب با امتیازات مربوطه در مدل IRIFR

ردیف	عامل موثر در فرسایش خاک و تولید رسوب	دامنه امتیاز
۱	سنگ شناسی	۰ـ۱۰
۲	شکل اراضی و پستی و بلندی	۰ـ۱۰
۳	سرعت و وضعیت باد	۰ـ۲۰
۴	خاک و پوشش سطح آن	-۵ـ۱۵
۵	انبوهی پوشش گیاهی	-۵ـ۱۵
۶	آثار فرسایشی سطح خاک	۰ـ۲۰
۷	رطوبت خاک	۰ـ۱۰
۸	نوع و پراکنش نهشته های بادی	۰ـ۱۰
۹	مدیریت و استفاده از زمین	-۵ـ۱۵

شدت فرسایش خاک و میزان رسوبدهی که از امتیازات عوامل نه گانه مؤثر در فرسایش بادی حاصل می‌شوند در پنج کلاس طبقه‌بندی گردیده است. جدول شماره۲ کلاس‌های فرسایش، امتیازات اختصاص یافته و میزان رسوب تولیدی هر کلاس را نشان می‌دهد.

جدول۲. تعیین میزان تولید رسوب سالیانه و کلاس فرسایش خاک در مدل IRIFR

شدت و کلاس فرسایش	تولید رسوب سالیانه ($ton/km^2/yr$)	امتیاز نشان دهنده شدت فرسایش
خیلی کم	<۲۵۰	<۲۵
کم	۲۵۰ـ۵۰۰	۲۵ـ۵۰
متوسط	۵۰۰ـ۱۵۰۰	۵۰ـ۷۵
زیاد	۱۵۰۰ـ۶۰۰۰	۷۵ـ۱۰۰
خیلی زیاد	>۶۰۰۰	> ۱۰۰

در منطقه میاندشت اسفراین پس از امتیازدهی به عوامل مؤثر در فرسایش بادی در هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی(فرسایشی) و جمع امتیازات داده شده میزان تولید رسوب سالانه و نقشه شدت فرسایش منطقه در محیط ArcGIS تهیه گردید. در روش IRIFR که برای مناطق خشک و نیمه خشک ایران ارائه شده است، نقش نه عامل مؤثردر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

فرسایش بادی درمنطقه میاندشت مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. به منظور کاربرد روش مذکور در منطقه میاندشت اسفراین به ترتیب زیر عمل شد.

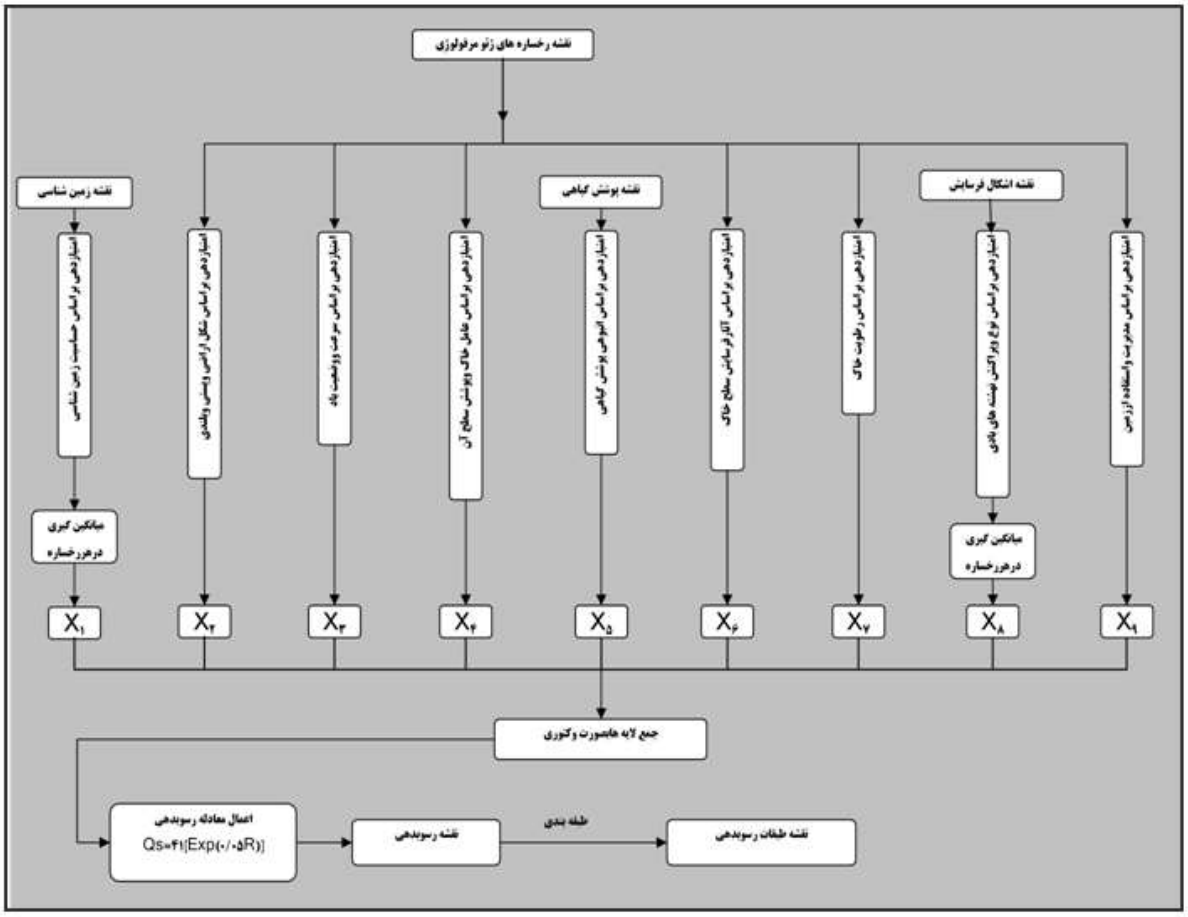
۱- امتیاز دهی نقشه زمین شناسی منطقه و سپس اینترسکت نقشه مذکور با نقشه رخساره های ژئومرفولوژی محدوده ودر نهایت میانگین گیری از امتیاز مربوطه در هر رخساره برای تعیین عامل X_1.

۲- امتیاز دهی نقشه تیپهای گیاهی منطقه و سپس اینترسکت نقشه مذکور با نقشه رخساره های ژئومرفولوژی محدوده ودر نهایت میانگین گیری از امتیاز مربوطه در هر رخساره برای تعیین عامل X_5.

۳- امتیاز دهی نقشه رخساره های فرسایشی منطقه و سپس اینترسکت نقشه مذکور با نقشه رخساره های ژئومرفولوژی محدوده ودر نهایت میانگین گیری از امتیاز مربوطه در هر رخساره برای تعیین عامل X_6.

۴- امتیاز دهی نقشه رخساره های ژئو مرفولوژی بر اساس اطلاعات بدست آمده از فرمهای امتیازدهی(شکل ۲) درطی بازدید میدانی و نقاط مختصاتی برداشت شده به منظور تعیین سایر عوامل مورد استفاده در روش اریفر.

۵- جمع امتیازات بدست آمده و تعیین درجه رسوبدهی در هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی منطقه.



شکل۲. نمودارجریانی مورداستفاده درتهیه نقشه رسوبدهی به روش اریفر

در جدول شماره ۳ نمونه‌ای از فرم ارزیابی عوامل مؤثردر فرسایش بادی به روش IRIFR ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول۳. نمونه فرم ارزیابی عوامل مؤثردرفرسایش خاک به روش IRIFR

مختصات UTM		کد رخساره ژئومورفولوژی	سنگ شناسی ۱۰-۰	شکل اراضی و پستی و بلندی ۱۰-۰	سرعت و وضعیت باد ۲۰-۰	خاک و پوشش سطح آن ۱۵-۵	انبوهی پوشش گیاهی ۱۵-۵	آثار فرسایش سطح خاک ۲۰-۵	رطوبت خاک ۱۰-۰	نوع و پراکنش نهشته های بادی ۱۰-۰	مدیریت استفاده از زمین ۱۵-۵	جمع امتیازات
X	Y											

عوامل نه گانه موثر در فرسایش بادی در روش IRIFR به شرح زیر می‌باشند:

سنگ شناسی

اگر ذرات دارای قطرکوچکی باشند به سهولت توسط باد جابجا می شوند. به همین علت نیز امتیازاختصاص داده شده به اینگونه ذرات (آبرفتهای ریزدانه، لس‌ها و نهشته‌های بادی) در روش IRIFR بالا بوده و منجر به جابجایی آنها و در نتیجه بالا بودن شدت فرسایشی بادی می‌گردد. در روش مورد استفاده باتوجه به جنس سنگ و ذرات متشکله آن در هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی به آنها امتیازی خاص اختصاص یافته است.

جدول۴. تعیین امتیاز عامل سنگ شناسی در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز				
خیلی کم (۱ـ۰)	کم (۳ـ۱)	متوسط(۵ـ۳)	زیاد (۷ـ۵)	خیلی زیاد(۱۰ـ۷)
ـ سنگهای آذرین سخت با بافت یکنواخت ـ کوارتزیت ـ آهک توده ای ـ گرانیت	ـ سنگهای با بافت دامنه ای نسبتاً سخت ـ آهک مقاوم ـ ماسه سنگ و کنگلومرای با سیمان سخت شده	ـ سنگهای با بافت دامنه ای و سست ـ آبرفت درشت دانه و واریزه ـ رگ درشت دانه	ـ مارن ورس ـ آبرفت متوسط دامنه و رگ دانه درشت ـ شیل و کنگلومرای درشت	ـ آبرفت ریزدانه و رگ دانه ریز ـ ماسه ساحلی ـ نهشته های بادی ـ جلگه رسی

شکل اراضی و پستی و بلندی

یکی از عوامل مؤثر در فرسایش بادی و پتانسیل رسوبدهی ناشی از آن در روش IRIFR شکل اراضی و پستی و بلندی در نظر گرفته شده است. به طوری که که جدول فوق نشان می‌دهد با کاهش پستی و بلندی اراضی امتیاز کسب شده توسط این عامل افزایش یافته و حداکثر امتیاز دریافتی را دشتهای هموار مانند دشتهای سیلابی و دشتهای دامنه‌ای با شیب بسیار کم دریافت می‌نمایند.

جدول۵. تعیین امتیاز شکل اراضی و پستی و بلندی در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۲ـ۰)	متوسط(۴ـ۲)	زیاد (۷ـ۴)	خیلی زیاد(۱۰ـ۷)
ـ منطقه کوهستانی و تخته سنگی با پستی و بلندی زیاد و فاقد دالان های هدایت باد	ـ منطقه کوهستانی تا تپه ماهوری با دامنه های منظم و خاکدار ـ دره های توپوگرافی منطبق با جهت باد	ـدشت سر فرسایشی ـ دشت سر آپانداژ ـ واریزه های با پستی و بلندی متوسط تا هموار ـ جهت عمومی بادها منطبق با شیب زمین	ـ دشت های نسبتاً هموار با پستی و بلندی محدود و کمتر از ۱۰ سانتیمتر ـ شیب عمومی زمین منطبق با جهت بادهای اصلی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

سرعت و وضعیت باد

با توجه به اهمیت سرعت و وضعیت باد در روش IRIFR امتیازی بین صفر تا ۲۰ به آن اختصاص یافته است. به طوری که جدول فوق نشان می‌دهد باافزایش سرعت باد وگرد وغبار در طول سال، امتیاز اخذ شده در این عامل نیز افزایش می‌یابد. وجود گردو غبار که نمود عینی فرسایش بادی در هر منطقه می‌باشد در این زمینه از اهمیت شایان توجهی برخوردار است.

جدول۶. تعیین امتیاز عامل سرعت و وضعیت باد در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۵ـ۰)	متوسط(۱۰ـ۵)	زیاد (۱۵ـ۱۰)	خیلی زیاد(۲۰ـ۱۵)
ـ سرعت متوسط باد در کلیه ماههای سال کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متر می باشد. ـ بادهای شدید فاقد گردوخاک وغبارمحلی	ـ سرعت متوسط باد در کلیه ماههای سال بین ۵ـ۴/۵ متر بر ثانیه ـ بادهای شدید معمولاً فاقد گردو غبار است.	ـ سرعت متوسط لااقل در یک ماه از سال بیش از ۵ متر بر ثانیه. ـ وقوع حداقل یک طوفان گردو خاک در سال	ـ سرعت متوسط باد لااقل در یک ماه از سال بیش از ۵/۵ متر بر ثانیه است. ـ بادهای تند همواره بصورت طوفان و گردو خاک و غبارزا است .

خاک و پوشش سطح آن

نقش افزایشی عامل خاک و پوشش سطح آن نیز در شدت فرسایش و میزان رسوبدهی در خور توجه است. در صورتی که ذرات فاقد بافت و چسبندگی لازم بوده و سطح آنها لخت و بدون پوشش باشد به سادگی توسط نیروی باد جابجا می‌شوند. به همین دلیل امتیاز این عامل درروش IRIFR تا ۱۵ می‌باشد. به طوری که در جدول فوق مشاهده می‌شود پوشش سنگفرشی زمین (Reg)نقش بسیار مهمی در جلوگیری از فرسایش بادی و جابجایی ذرات خاک ایفا می‌نماید.

جدول۷. تعیین امتیاز عامل خاک و پوشش سطح آن در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۰ـ۵-)	متوسط(۵ـ۰)	زیاد (۱۰ـ۵)	خیلی زیاد(۱۵ـ۱۰)
ـ سطح خاک پوشیده از سنگریزه درشت(رگ درشت) با تراکم بیش از ۸۰ درصد. ـ سطح خاک کاملاً رسی و یا سیمانی شده بوسیله نمکها (سطوح کویری سخت) ـ خاکهای با پوشش سنگی و یا تخته سنگی مناطق کوهستانی	ـ سطح خاک با پوشش سنگفرش متوسط تا ریز (رگ متوسط) با تراکم ۷۰ـ۴۰ درصد. ـ سطح خاک نسبتاً سخت شده بوسیله سیمان رس و یا نمک . ـ خاکهای غیر حساس مناطق کوهستانی	ـ سنگریزه های سطح خاک محدود با تراکم کمتر از ۴۰ درصد. ـ بافت خاک شنی رسی با چسبندگی متوسط تاکم	ـ سطح خاک فاقد سنگریزه. ـ بافت خاک لومی تا شنی با ساختمان دانه ای و فاقد چسبندگی . خاک سیلتی .

انبوهی پوشش گیاهی

در صورتی که تراکم خوب با توزیع یکنواخت همراه باشد بهترین حالت برای جلوگیری از فرسایش بادی و حفاظت از خاک است. به دلیل اهمیت پوشش گیاهی و نقش کاهشی و افزایشی آن در فرسایش بادی و میزان رسوبدهی از آن در روش IRIFR، گستره امتیاز این عامل بین ۵- تا۱۵متغیر است.

جدول۸. تعیین امتیاز عامل انبوهی پوشش گیاهی در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۰ـ۵-)	متوسط(۵ـ۰)	زیاد (۱۰ـ۵)	خیلی زیاد(۱۵ـ۱۰)
ـ انبوهی تاج پوشش گیاهی موثر سطح خاک بیش از ۴۰ درصد و با توزیع مناسب و یکنواخت	ـ انبوهی تاج پوشش گیاهی موثر سطح خاک ۴۰ـ۲۶ درصد با توزیع یکنواخت تا غیر یکنواخت	ـ انبوهی تاج پوشش گیاهی موثر ۲۵ـ۶ درصد با توزیع یکنواخت و یا نواری عمود بر باد اصلی	ـ انبوهی تاج پوشش گیاهی کمتر از ۵ درصد با توزیع یکنواخت تا غیر یکنواخت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

آثار فرسایش سطح خاک

در صورتی که آثار فرسایش بادی قابل رویت باشد نشان از وضعیت نامناسب زمین از نظر شدت فرسایش است. البته درجه یا شدت عمل باد نیز از اهمیت شایان توجهی برخوردار می‌باشد. به دلیل اهمیت بالای این عامل در روش IRIFR امتیاز اختصاص یافته به آن بین ۵- تا ۲۰ متغیر است.

جدول۹. تعیین امتیاز عامل آثار فرسایش سطح خاک در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۰-۵-)	متوسط(۱۰ـ۵)	زیاد (۱۵ـ۱۰)	خیلی زیاد(۲۰ـ۱۵)
ـ در سطح خاک هیچگونه آثار فرسایش بادی دیده نمی شود.	ـ آثار فرسایش بادی محدود و بعضاً پوسته های شلجمی شکل و یا نبکا در پای بوته ها دیده می شود . ـ تجمع ماسه های بادی کم ضخامت در پای بوته ها بصورت پراکنده. ـ آثار حمل ماسه بسیار جزئی است .	ـ آثار فرسایش بادی نسبتاً گسترده و شامل پوسته های شلجمی شکل، بیرون زدگی ریشه و طوقه گیاه. ـ تراکم ماسه در پای بوته ها	ـ ظواهر فرسایش ناشی از باد، شدید و کاملاً مشخص و شامل بیرون زدگی ریشه و طوقه گیاهان و تپه های ماسه ای فعال و نیمه فعال در منطقه وجود دارد.

رطوبت خاک

در صورتی که بادهای فرساینده در فصول خشک شروع به وزیدن نمایند قدرت تخریبی آنها بسیار زیادتر از بادهایی است که تاریخ وقوع آنها در فصول مرطوب است، هر چند که سرعت و تداوم وزش آنها کمتر باشد.

جدول۱۰. تعیین امتیاز عامل رطوبت خاک در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۲ـ۰)	متوسط(۴ـ۲)	زیاد (۷ـ۴)	خیلی زیاد(۱۰ـ۷)
ـ خاک همیشه مرطوب و تحت تاثیر کامل سفره آب زیرزمینی است . ـ کویر مرطوب و چسبناک ـ منطقه مرطوب	ـ خاک سطحی در پاره ای از اوقات سال تحت تاثیر رطوبت حاشیه کویرها، رودخانه های دائمی و یا ساحل دریا قرار می گیرد .	ـ خاک سطحی بطور موقتی تحت تاثیر رطوبت قرار گرفته و بدلیل بافت سبک سریع خشک می شود. ـ بستر رودخانه های فصلی و موقتی	ـخاکهای کاملاً خشک بازهکشی سریع و فاقد چسبندگی ناشی از رطوبت .

نوع و پراکنش نهشته های بادی

نوع نهشته‌های بادی و پراکندگی آنها در هر منطقه تا حدی می‌تواند نشان دهنده شدت فرسایش بادی و جابجایی ذرات ماسه توسط باد باشد. به همین علت یکی از عوامل مؤثر در شدت فرسایش بادی و پتاسیل رسوبدهی ناشی از آن در روش IRIFR به نوع و پراکنش نهشته‌های بادی اختصاص یافته است.

جدول۱۱. تعیین امتیاز عامل نوع و پراکنش نهشته های بادی در روش IRIFR

شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۲ـ۰)	متوسط(۴ـ۲)	زیاد (۷ـ۴)	خیلی زیاد(۱۰ـ۷)
ـ در منطقه آثار نهشته های ماسه بادی بصورت پهنه و یا تپه های ماسه ای دیده نمی شود .	ـ نهشته های ماسه ای بادی بصورت تپه های ماسه ای فعال و غیر فعال در محدوده دیده می شود.	ـ نهشته های ماسه بادی اعم از تپه های ماسه ای فعال و غیر فعال و یا ریپل مارکهای مشخص در محدوده مورد بررسی دیده می شود.	ـ از انواع نهشته های ماسه بادی اعم از تپه ماسه ای، ماسه درپای بوته ها و ریپل مارک (زیبار) در محدوده دیده می شود .

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مدیریت و استفاده از زمین

چگونگی استفاده و بهره‌برداری از اراضی در شدت فرسایش بادی و پتانسیل رسوبدهی آن مؤثرمی‌باشد. در روش IRIFR بیش از هر عاملی به بهره‌برداری از اراضی مرتعی، جنگلی و اراضی کشاورزی توجه شده است.

جدول۱۲. تعیین امتیاز عامل مدیریت و استفاده از زمین در روش IRIFR

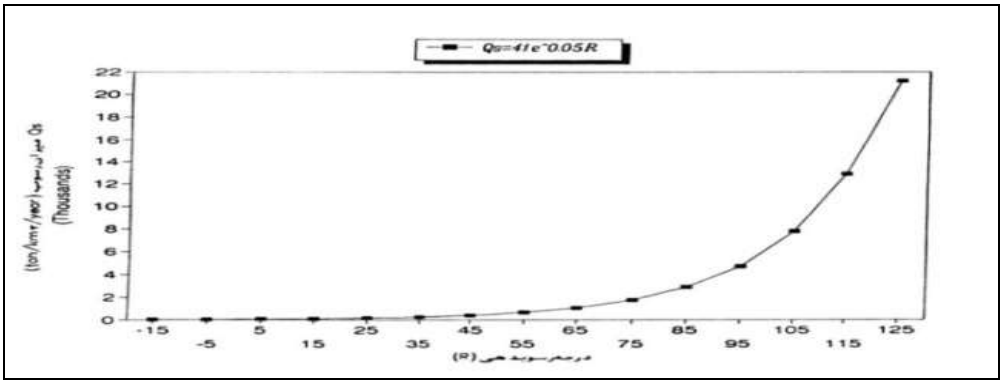
شدت فرسایش و دامنه امتیاز			
کم (۰ـ۵-)	متوسط(۵ـ۰)	زیاد (۱۰ـ۵)	خیلی زیاد(۱۵ـ۱۰)
ـ اراضی مرتعی یا جنگلی متراکم با مدیریت مناسب بهره برداری . ـ اراضی کشاورزی بدون آیش و یا باغات با رعایت بادشکن	ـ اراضی مرتعی یا جنگلی تنک با بهره برداری بیش از ظرفیت ـ اراضی کشاورزی با کمتر از سه ماه آیش و یا باغ بدون رعایت باد شکن .	ـ اراضی جنگلی یا مرتعی مخروبه با چرای بیش از ظرفیت مجاز دام . ـ اراضی کشاورزی بیش از سه ماه آیش و فاقد بادشکن	ـ اراضی لخت و بیابانی بدون پوشش و یا با پوشش محدود ـ اراضی زراعی متروکه و شخم خورده .

برآورد میزان رسوبدهی در مدل IRIFR

به منظور تعیین پتانسیل رسوبدهی در هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی منطقه مورد مطالعه می توان از جدول شماره۲ استفاده نمود. برای دقت بیشتر همچنین می توان از رابطه بین درجه رسوبدهی و میزان تولید رسوب استفاده بعمل آورد. رابطه اخیر در روش IRIFR بصورت زیر می باشد :

$$Qs = ٤١ * [Exp (٠.٠٥ R)]$$

Qs: میزان رسوبدهی سالانه بر حسب تن در کیلو متر مربع در سال R: درجه رسوبدهی (مجموع امتیازات نه عامل موثر در فرسایش خاک بروش IRIFR). برای برآوردمیزان رسوبدهی ناشی از فرسایش بادی با استفاده از درجه رسوبدهی می توان از شکل شماره۳ که از معادله فوق حاصل شده است در روش IRIFR استفاده بعمل آورد .



شکل۳. رابطه بین درجه رسوبدهی ومیزان رسوب درمدل IRIFR

شرح و تفسیر نتایج

درحوزه میاندشت اسفراین بعد از مشخص شدن امتیاز هریک از عوامل مدل اریفر در رخساره های ژئومرفولوژی با استفاده از جدول۱۳ از جمع این امتیازات درجه رسوبدهی بدست آمد و سپس با استفاده از رابطه ارائه شده زیر میزان رسوبدهی در رخساره های ژئومرفولوژی منطقه محاسبه گردید که نتایج به شرح جداول (۱۴) تا (۱۶) می باشد. همچنین نقشه طبقات فرسایشی منطقه بر اساس درجه رسوبدهی واطلاعات جدول۱ تهیه گردید(شکل۶).

$$Qs = ٤١ * [Exp (٠/٠٥ R)]$$

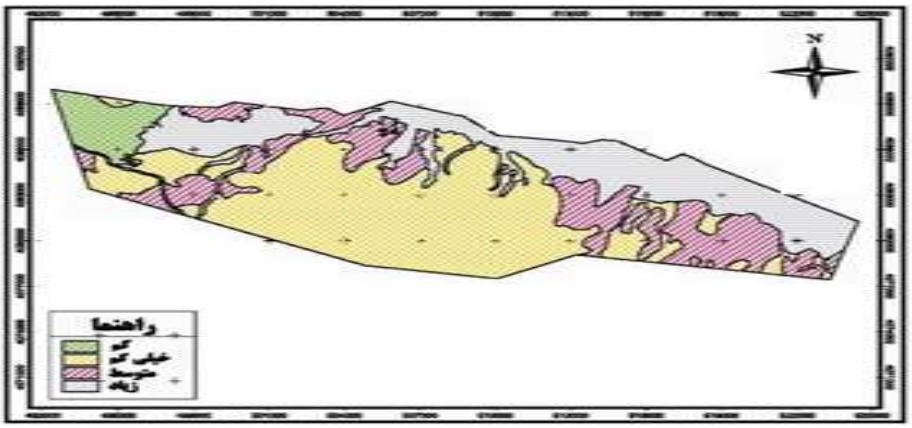
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

جدول۱۳. امتیازات عوامل نه گانه روش اریفر و کلاس فرسایش در رخساره های ژئومورفولوژی حوزه

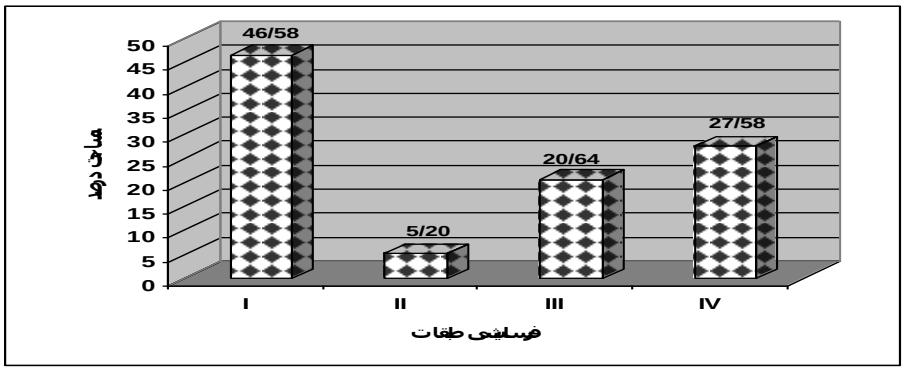
نام رخساره	کد رخساره	سنگ شناسی	شکل اراضی و پستی و بلندی	سرعت و وضعیت باد	خاک و پوشش سطح آن	انبوهی پوشش گیاهی	آثار فرسایش سطح خاک	رطوبت خاک	نوع و پراکنش نهشته های بادی	مدیریت استفاده از زمین	جمع امتیازات	کلاس فرسایش
فرسایش آبی	۲-۱-۱	۴/۴۷	۳/۰۰	۱۵/۰۰	۰/۰۰	۳/۲۰	-۳/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۲۰	۲۵/۸۷	خیلی کم
فرسایش آبی	۲-۲-۱	۶/۵۸	۴/۰۰	۱۵/۰۰	۲/۰۰	۳/۱۸	-۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۱۸	۳۲/۹۵	خیلی کم
دامنه منظم	۲-۲-۲	۶/۱۴	۵/۰۰	۱۶/۰۰	۵/۰۰	۳/۲۰	۰/۰۰	۴/۰۰	۱/۰۰	۳/۲۰	۴۳/۵۴	کم
پهنه ماسه ای	۲-۲-۳	۷/۶۱	۶/۰۰	۱۷/۰۰	۶/۵۰	۲/۶۲	۱۰/۰۰	۶/۵۰	۷/۰۰	۲/۶۲	۶۵/۸۴	متوسط
منطقه برداشت	۲-۳-۱	۸/۰۸	۷/۴۹	۱۶/۹۹	۸/۹۸	۸/۵۹	۱۰/۹۸	۶/۹۸	۲/۰۰	۸/۵۹	۷۸/۶۹	زیاد
اراضی زراعی	۲-۳-۲	۸/۵۱	۸/۰۰	۱۷/۰۰	۱۰/۰۰	۷/۰۰	۱۲/۰۰	۷/۵۰	۲/۰۰	۷/۰۰	۷۹/۰۱	زیاد
دشت ریگی ریز دانه	۲-۳-۳	۶/۲۰	۸/۵۰	۱۸/۰۰	۱۲/۰۰	۳/۹۹	۱۴/۰۰	۸/۰۰	۲/۰۰	۳/۹۹	۷۶/۶۷	زیاد
دشت ریگی متوسط دانه	۲-۳-۴	۷/۱۶	۷/۰۰	۱۶/۰۰	۶/۰۰	۴/۵۶	۹۸/۵۰	۵/۰۰	۲/۰۰	۴/۵۶	۶۱/۷۷	متوسط
مسیل	۲-۳-۵	۱۰/۰۰	۷/۵۰	۱۷/۰۰	۸/۰۰	۹/۰۰	۱۳/۰۰	۷/۰۰	۲/۰۰	۱۰/۰۰	۸۳/۵۰	زیاد

جدول۱۴. مساحت هر یک از کلاسهای فرسایشی حوزه میاندشت اسفراین

کلاس فرسایش	کیفیت فرسایش	مساحت(هکتار)	درصد مساحت
I	خیلی کم	**۱۱۲۸۷/۲۱**	**۴۶/۵۸**
II	کم	**۱۲۶۱/۲۵**	**۵/۲۰**
III	متوسط	**۵۰۰۱/۰۵**	**۲۰/۶۴**
IV	زیاد	**۶۶۸۲/۴۵**	**۲۷/۵۸**

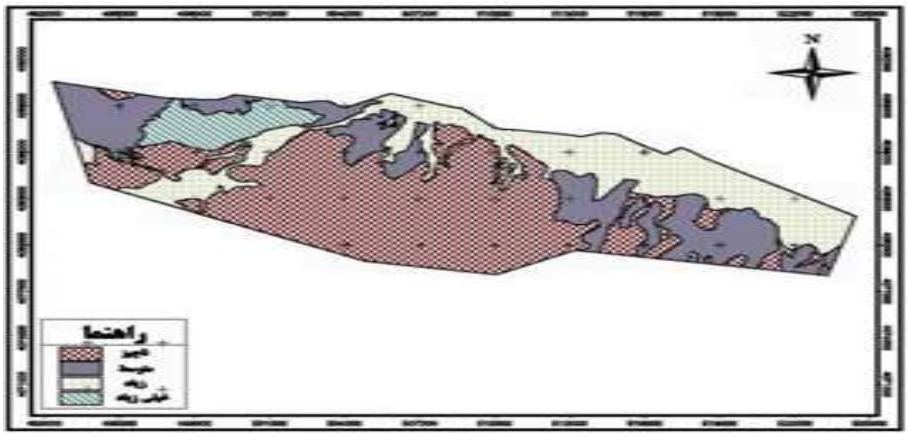


شکل۴. نقشه فرسایش پذیری خاک منطقه میاندشت اسفراین



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

شکل۵. مساحت هر یک از طبقات فرسایش بادی منطقه



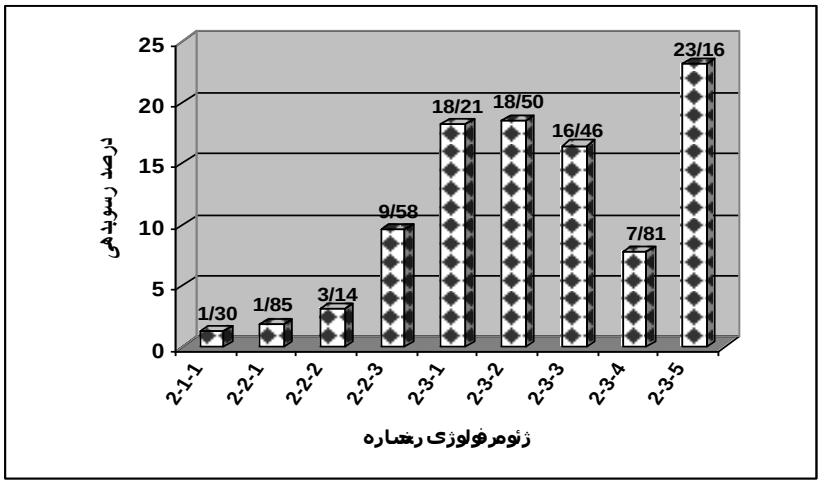
شکل۶. طبقات فرسایش بادی منطقه

براساس جدول۱۴ و شکل های ۴، ۵ و ۶ کلاس فرسایشی I (فرسایش خیلی کم) با مساحتی در حدود ۱۱۲۸۷/۲۱ هکتار بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است. این طبقه فرسایشی شامل رخساره های ژئومرفولوژی ۱-۱-۲ (فرسایش آبی در دشت سر فرسایشی) و ۱-۲-۲ (فرسایش آبی در دشت سر آپانداژ) می باشد. کلاس فرسایشی IV (فرسایش زیاد) با مساحت۶۶۸۲/۴۵ هکتار در رتبه دوم از نظر مساحت می باشد. این کلاس فرسایشی نیزدربرگیرنده رخساره های ژئومرفولوژی منطقه برداشت- اراضی زراعی- دشت ریگی ریزدانه و مسیل می باشد.

جدول۱۵. امتیاز رسوبدهی و مقداررسوبدهی در رخساره های ژئومرفولوژی منطقه میاندشت اسفراین

نام رخساره	کد رخساره	R	Qs(ton/km۲/y)	درصد رسوبدهی از کل
فرسایش آبی	۲-۱-۱	۲۵/۸۷	۱۴۹/۵۰	۱/۳۰
فرسایش آبی	۲-۲-۱	۳۲/۹۵	۲۱۲/۹۰	۱/۸۵
دامنه منظم	۲-۲-۲	۴۳/۵۴	۳۶۱/۶۴	۳/۱۴
پهنه ماسه ای	۲-۲-۳	۶۵/۸۴	۱۱۰۲/۸۷	۹/۵۸
منطقه برداشت	۲-۳-۱	۷۸/۶۹	۲۰۹۶/۹۶	۱۸/۲۱
اراضی زراعی	۲-۳-۲	۷۹/۰۱	۲۱۳۰/۶۶	۱۸/۵۰
دشت ریگی ریز دانه	۲-۳-۳	۷۶/۶۷	۱۸۹۵/۲۷	۱۶/۴۶
دشت ریگی متوسط دانه	۲-۳-۴	۶۱/۷۷	۸۹۹/۸۰	۷/۸۱
مسیل	۲-۳-۵	۸۳/۵۰	۲۶۶۶/۶۳	۲۳/۱۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

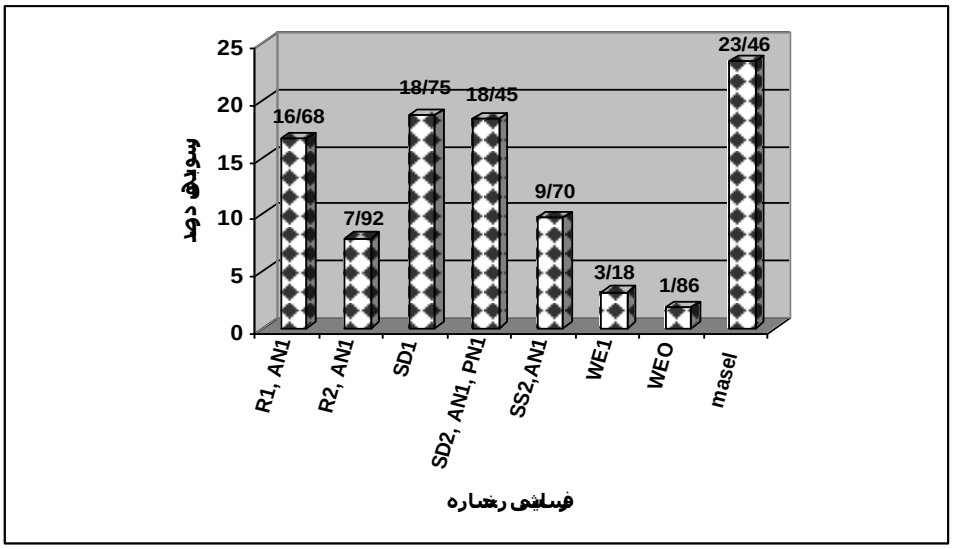


شکل۷. نموداردرصد رسوبدهی هر یک از رخساره های ژئومرفولوژی منطقه

همان طورکه درجدول و نمودار بالا مشهود است دربین رخساره های ژئومرفولوژی رخساره های مسیل (۵-۳-۲) و اراضی زراعی (۲-۳-۲) دارای بیشترین مقادیررسوبدهی می باشند.

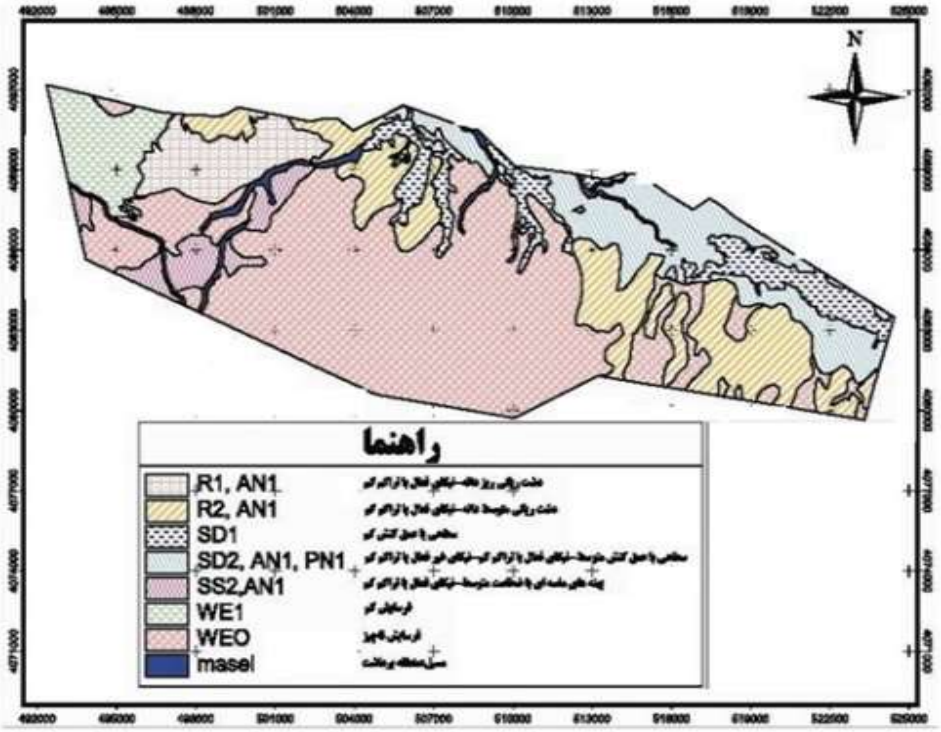
جدول۱۶. میانگین امتیاز ورسوبدهی در رخساره های فرسایشی منطقه میاندشت اسفراین

رخساره فرسایشی	میانگین امتیازرسوبدهی	Qs(ton/km۲/y)	درصد رسوبدهی از کل
R۱, AN۱	۷۶/۶۷	۱۸۹۵/۲۷	۱۶/۶۸
R۲, AN۱	۶۱/۷۷	۸۹۹/۸۰	۷/۹۲
SD۱	۷۹/۰۱	۲۱۳۰/۶۶	۱۸/۷۵
SD۲, AN۱, PN۱	۷۸/۶۹	۲۰۹۶/۹۶	۱۸/۴۵
SS۲,AN۱	۶۵/۸۴	۱۱۰۲/۸۷	۹۰/۷۰
WE۱	۴۳/۵۴	۳۶۱/۶۴	۳/۱۸
WEO	۳۲/۷۶	۲۱۰/۹۵	۱/۸۶
masel	۸۳/۵۰	۲۶۶۶/۶۳	۲۳/۴۶



شکل۸. درصد رسوبدهی رخساره های فرسایشی منطقه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]



شکل۹. نقشه رخساره های فرسایش بادی حوزه

طبق جدول۱۶ و اشکال۸ و ۹در بین رخساره های فرسایشی مشاهده شده درمنطقه نیز، رخساره های فرسایشی مسیل و SD۱ به ترتیب دارای حداکثر امتیاز رسوبدهی و مقادیر رسوبدهی می باشند.

نتیجه گیری

برای بررسی نقش فرسایش بادی در تولید رسوب وکارآمد بودن مدل اریفردرمناطق مشابه باحوزه مطالعاتی،عوامل نه گانه مؤثردرفرسایش بادی با شرایط موجودمنطقه ازطریق تطبیق وبررسی شاخص‌های تعریف شده درمدل ودامنه امتیازهای هریک ازشاخص ها باوضعیت موجود در واحدهای کاری حوزه ارزیابی شد. در مدل تجربی اریفر برآورد مقدارفرسایش بادی درتطبیق شاخص های تعریف شده با وضعیت موجود حوزه برای عامل رطوبت خاک و نیزعامل استفاده و مدیریت اراضی با اشکالاتی مواجه است، برای عامل رطوبت خاک بجزمسئله عمق وسطح سفره های زیرزمینی اراضی، بارندگی منطقه و تعداد ماه های خشکسالی نیز باید توجه قرارگیردو در مورد عامل مدیریت اراضی نیز باید مورد مقدار و نقش شخم و شیار مراتع و نحوه عملیات کشاورزی ازجمله تعداد دفعات شخم درفصل آیش که نقش بسیارمهمی در فرسایش‌های بادی منطقه دارد، درنظرگرفته شود. در واقع این محل‌ها به علت اینکه شیب کمی دارند، موردتخریب وتصرف بهره بردارن قرارگرفته وپوشش گیاهی آن به طورکامل نابود شده و اغلب یکسال درمیان آیش بوده است، به همین علت خاک لخت درمعر ض باد قراردارد و بیشترین توفان‌ها وگردوغبار نیز به هنگام وزش باد در این مناطق مشاهده می‌شود. کلاس فرسایشی I (فرسایش خیلی کم) با مساحتی در حدود ۱۱۲۸۷/۲۱ هکتار بیشترین مساحت و کلاس فرسایشی IV (فرسایش زیاد) با مساحت۶۶۸۲/۴۵ هکتار در رتبه دوم از نظر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

مساحت می باشد و دربین رخساره های ژئومرفولوژی رخساره های مسیل (۵-۳-۲) و اراضی زراعی (۲-۳-۲) دارای بیشترین مقادیررسوبدهی می باشند.

فرسایش بادی در منطقه میاندشت دارای ۸ شکل فرسایشی بوده و از نظر شدت فرسایش رخساره های مسیل، منطقه برداشت، اراضی زراعی و دشت ریگی ریز دانه دارای شدت فرسایش زیاد می باشند. منطقه مورد مطالعه از دیدگاه کنترل فرسایش بادی دارای یکسری محدودیت ها و قابلیت ها می باشد که اعم آنها به شرح ذیل می باشد. مهمترین محدودیتها درکنترل فرسایشهای بادی درمنطقه میاندشت به شرح زیر می باشد.

۱. همزمانی شروع فصل خشک سال با بالا رفتن سرعت میانگین باد سالانه یا به عبارتی بالا بودن میانگین سالانه سرعت باد در ماههای خرداد ،تیر و مرداد نسبت به سایر ماههای سال. که خود باعث افزایش شدت فرسایش بادی می گردد.

۲. وجود بافت ریز دانه، درصد سیلت بالا و املاح فراوان در خاک منطقه که سبب کاهش چسبندگی ذات خاک و از هم گسیختگی ساختمان خاکدانه ها و کاهش سرعت آستانه فرسایش بادی در منطقه شده است و آنها را مستعد هر گونه فرسایش نموده است.

۳. وجود توپوگرافی مسطح و اراضی با شیب کم در بخشهای شرقی و شمالی که مستقیماً تحت تاثیر بادهای غالب منطقه می باشند،که باعث شده تا باد از قدرت تخریبی بالاتری برخوردار باشد.

۴. تخریب پوشش گیاهی به دلایل مختلف در بخش اعظم رخساره های فرسایش بادی و همچنین از بین رفتن برخی گونه های گیاهی در بعضی از رخساره های فرسایش بادی در بخشهای شمالی منطقه در مجاورت کالشور به دلیل شوری بالای خاک که در مجموع سبب تشدید فرسایش بادی در سطح حوزه شده است. علی رغم حساسیت منطقه به فرسایش بادی ، در منطقه مورد مطالعه پتانسیلها و قابلیتهایی نیز برای کنترل انواع فرسایش وجود دارد. که با بالقوه کردن این قابلیتها می توان گامهای موثری در جهت کنترل پدیده بیابان زایی در منطقه برداشت. از جمله پتانسیلها و قابلیت های فراوان درمنطقه می توان به موارد زیراشاره نمود:

- وجود گونه‌های مقاوم به خشکی نظیر تاغ Haloxylon prsicum و درمنه Artimisia sp در سطح رخساره های ژئومرفولوژی منطقه به صورت پراکنده که با گسترش کشت آنها می توان به کنترل فرسایش بادی کمک شایانی نمود.

- رشد مناسب درختچه های تاغ دست کاشت در قسمت جنوب شرق منطقه با پراکنش کم تا متوسط که بیان گر نتیجه مثبت عملیات تاغکاری در اراضی محدوده و بخصوص در اراضی ماسه ای می تواند باشد و بهترین گزینه در جهت کنترل فرسایش بادی می تواند باشد.

- رشد خوب گونه های اشنان و آتریپلکس دست کاشت در اراضی شور واقع در دشت سر پوشیده که توانسته مانع تجمع نمک در سطح خاک و از هم پاشیدگی بافت خاک سطحی شود و از طرفی با حفظ خاک توسط ریشه آن را در برابر انواع فرسایش تا حدی حفظ نموده است، از این رو با توسعه کشت این گونه ها در دشت سرهای پوشیده حاشیه شمالی منطقه علاوه بر جلوگیری از شوری بیش از حد خاک وشیرین شدن بیولوژیک آن، می توان به افزایش هوموس خاک و تثبیت آن بوسیله ریشه و نیز از بین بردن اثر باد به عنوان باد شکن در کاهش اثرات فرسایش بادی گامهای موثری برداشت.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

منابع

احمدی، حسن.۱۳۷۴. *ژئومورفولوژی کاربردی*، جلد۲، فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران. ص۵۰۱.

احمدی، حسن؛ محمد رضا اختصاصی و نعمت الله همتی. ۱۳۸۶. بررسی و مقایسه پتانسیل رسوب دهی فرسایش بادی و آبی با استفاده از مدل های IRIFR E.Aو MPSIAC در منطقه نیمه خشک حوزه آبخیز نعمت آباد بیجار، *مجله منابع طبیعی ایران*، دوره ۶۰، **۱**: ص۷.

اختصاصی، محمدرضا و حسن احمدی.۱۳۷۶. بررسی کمی وکیفی فرسایش بادی و برآورد میزان رسوب، مطالعه موردی. دشت یزد- اردکان، *مجله منابع طبیعی ایران*، **۵۰ (۲)**: ص۵.

اختصاصی، محمدرضا و حسن احمدی.۱۳۷۵. معرفی دوروش جدید برآورد رسوب درفرسایش بادی۱- روش تجربی وآنالیزمنطقه ای سرعت و۲W.E.meter – اندازه گیری غیرمستقیم کاربردی دستگاه IRIFR. برآوردرسوب فرسایش بادی تداوم باد، *مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان زایی وروش های مختلف بیابان زدایی*، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلهاو مراتع،ص۱۵.

اختصاصی، محمد رضا؛ محمد رضا دانشور؛ محمد ابوالقاسمی؛ سادات فیض نیا و محمد علی سارمی نائینی.۱۳۸۵. اندازه گیری و تهیه نقشه جریان ماسه بادی به روش نصب تله رسوبگیر(دشت یزد و اردکان)، *مجله منابع طبیعی ایران*، **۵۹** (۴).

پهلوانروی، احمد. ۱۳۹۱. ارزیابی فرسایش و رسوبات بادی با استفاده از مدل IRIFR در منطقه زهک دشت سیستان، *جغرافیا و توسعه* ، **۲۷**: ۱۲۷-۱۴۰.

سعدالدین، امیر؛ داود اخضری و نادر نورا. ۱۳۸۹ . پیش بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی (مطالعه موردی: جنوب دشت ورامین)، *مجله پژوهش های حفاظت آب و خاک*، **۱۷ (۱)**: ۸۰ – ۶۳ .

رفاهی،حسینقلی . ۱۳۸۵. *فرسایش بادی وکنترل آن*،انتشارات دانشگاه تهران.

طهماسبی بیرگانی، علیمحمد؛ حسن احمدی؛ حسینقلی رفاهی و محمدرضا اختصاصی.۱۳۷۹. مقایسه پتانسیل رسوبدهی فرسایش آبی وبادی بااستفاده از مدلهای، IRIFR.E.A وMPSIAC درمناطق بیابانی ایران (مطالعه موردی حوزه آبخیزآببخشاءکرمان)، *مجله منابع طبیعی ایران*، **۵۳ (۱)** :ص۵۳.

فتاحی، محمد مهدی؛ علی اکبر نوروزی و سید علی خلخالی.۱۳۸۶. مقایسه روش های طبقه بندی و تهیه نقشه استفاده از اراضی مناطق خشک با استفاده از تصاویر ماهواره ای. *مجله پژوهش و سازندگی*، **۷۶**: ۱۳۴.

مصباح زاده، طاهره؛ حسن احمدی؛ غلام رضا زهتابیان و فریدون سرمدیان. ۱۳۸۹. ارزیابی شدت فرسایش بادی با بهره گیری از مدل IRIFR. E.A(بررسی موردی: ابوزیدآباد کاشان). *نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران*، **۶۳**(۳) :۳۹۹ – ۴۱۵.

Armbrusr, D.V, ; Chepil, W.S. and Siddoway,H. ۱۹٦٤. *Effects of ridegs on erosion of Soil bywind, soil Science Society of America* , proceedings ۲۸.

Bohloli, M. ۲۰۰٦ . *Estimation of wind erosion in selective farm in Yazd Plain with use of WEPS and IRIFR. E.A - ۲ Models*. M.Sc Thesis, Faculty of Natural Resource,University of Tehran.

Kovda, V. ۱۹۸۰. *Land aridization and drought control.* Boulder Westview Press.

Laura, A.D. and Daniel, E.B .۲۰۰۹. *Threshold wind velocity susceptibility to wind erosion under variable climatic condition. Land Degrad*ation Development, ۲۰.

Le Houerou, H.N .۱۹۷۵. The nature and causes of desertification, *In: Proceedings of the IGU Meeting on Desertification,Cambridge*.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

Reining, P. (Editor) .۱۹۷۸. *A Handbook on Desertification Indicators: based on the Science Associations.*Nairobi Seminar on Desertification. Washington: American Association for the Advancement of Science.

Glantz, M. H .۱۹۷۷. *Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Lands.* Boulder, Westview Press.

Hare, F.K.۱۹۷۷. *Connections between climate and desertification*. *Environmental Conservation*, **٤(۲):** ۸۲.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]