فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۴، شماره پیاپی ۱۱۸
علیرضا حبیبی، کارشناس ارشد پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور **A. R. Habibi**

E-mail: habibi1354@yahoo.com

شماره مقاله: ۱۰۴۰ صص: ۱۸۴-۱۷۱
وصول: ۹۳/۶/۲۳ پذیرش: ۹۴/۲/۲۲

برآورد توان تولید رسوب در حوضه شادگان با استفاده از مدل اریفر و پایگانی

چکیده

فرسایش خاک به‌عنوان مسأله‌ای اساسی برای کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته با آب و هواهای مختلف، مطرح است. فرسایش از دو طریق آبی و بادی امکان‌پذیر است. در این مقاله، با استفاده از دو روش اریفر و روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی[1] (پایگانی)، میزان و شدت فرسایش خاک در حوضه شادگان در استان خوزستان برآورد شده است. برای این منظور، از نقشه‌های مختلف مانند مدل رقومی ارتفاعی[2]، بارش، کاربری اراضی، شاخص پوشش گیاهی[3] و زمین‌شناسی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شده است. نقشه نهایی برآورد فرسایش حاصل از دو روش به پنج گروه فرسایشی بسیارزیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم، بازطبقه‌بندی شده‌است. نتایج این پژوهش نشان داد که حدود ۱۲/۲ درصد از مساحت حوضه دارای شرایط بحرانی و میزان فرسایش بسیار شدید و شدید است. متوسط فرسایش خاک در سطح حوضه برابر با ۲۱۴۳/۸تن بر هکتار درسال برآورد شده‌است. معادله رگرسیونی دو مدل، (R^2= ۰/۹۶) را نشان داده است. روش پایگانی همراه با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، رویه و ابزار توانمندی برای برآورد، نمایش و پهنه‌بندی میزان فرسایش خاک است؛ بااین وصف، در این رابطه می‌توان از روش‌های جدیدتری نیز بهره‌گرفت.

واژه‌های کلیدی: تحلیل سلسله مراتبی(پایگانی)، حوضه شادگان، فرسایش خاک، مدل اریفر، همبستگی

مقدمه

دانشمندان تاکنون پژوهش‌های بسیاری در زمینه فرسایش انجام داده‌اند. در سال‌های اخیر توجه روزافزونی به بهبود و حفظ منابع طبیعی و جلوگیری از، از دست رفتن آنها و کاهش خسارات ناشی از نابودی این منابع شده‌است. فرسایش بادی یکی از عوامل هدررفت منابع خاک در نواحی خشک و نیمه خشک است. با توجه به قرارگیری بخش وسیعی از ایران در نواحی خشک و نیمه خشک، شناسایی‌کانون‌های فرسایش بادی و اندازه‌گیری آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فرسایش بادی توان تولیدی خاک را با جابه‌جاکردن ذرات لای و رس و مواد غذایی از خاک با

1- Analytical Hierarchy process(AHP)
2- Digital Elenation Model (DEM)
3- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

وارد نمودن خسارت به گیاهان جوان کاهش می‌دهد. از جمله مدل‌های سازگار و مناسب برای برآورد فرسایش بادی در آب و هوای خشک و نیمه‌خشک در ایران، مدل اریفر بر اساس مدل‌سازی تجربی است. این مدل با روشی، مشابه روش پسیاک در فرسایش آبی، برای برآورد فرسایش بادی استفاده شده‌است. برای اجرای این مدل که از نوع تجربی شاخصی بوده‌است، نه عامل مؤثر دربرآورد فرسایش بادی مشخص شده‌است. سپس با جمع امتیازهای نه‌گانه در هر رخساره، کلاس‌های فرسایش و توان رسوبدهی بادی اراضی در طول سال برآورد شده است. از آنجا که غالب پژوهش‌های مرتبط با این روش با همکاری مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران انجام شده است، با نام اختصاری اریفر، معرفی شده است. به منظور کاربردی نمودن روش مذکور، ابتدا به کمک نقشه‌های پایه مطالعاتی؛ از جمله نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب، تراکم پوشش گیاهی و... رخساره‌های ژئومرفولوژی در حوضه آبخیز تفکیک شده‌است. سپس با مراجعه به محل و تکمیل فرم‌های امتیازدهی در هر رخساره، با تکنیک‌های مورفومتری نسبت به برآورد کلاس رسوبدهی، تهیه و تدوین نقشه شدت رسوبدهی اراضی اقدام شده‌است. روش اریفر، نخستین مدلی است که به صورت گسترده برای پیش‌بینی فرسایش بادی درون و بیرون دشت‌های وسیع به‌کار گرفته شده‌است. پژوهش‌هایی با بهره‌گیری از این روش انجام شده که می‌توان به (طهماسبی، ۱۳۷۹)، (زهتابیان،۱۳۸۱)، (احمدی ۱۳۸۶)، (اخضری ۱۳۸۸)، (سعدالدین، ۱۳۸۹)، (زارعی،۱۳۸۹)، (شاکریان، ۱۳۸۹)، (فرجی، ۱۳۸۹)، (رضایی راد، ۱۳۸۹)، (نادری،۱۳۹۱)، (جواهری، ۱۳۹۱) اشاره نمود.

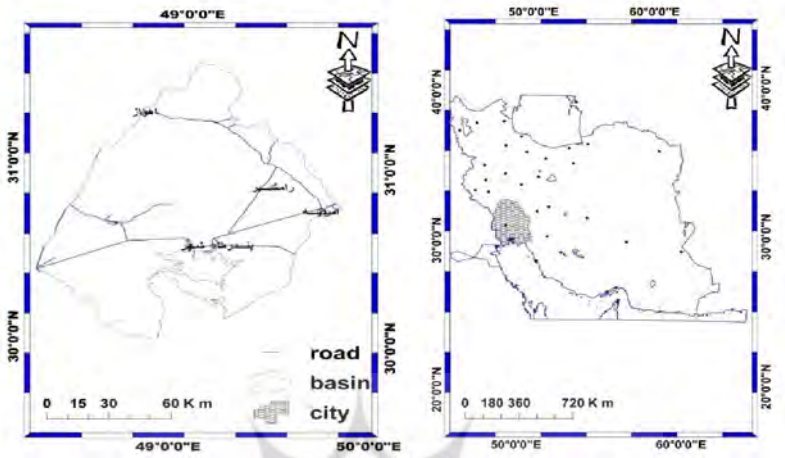
روش پایگانی،گرچه روش نسبتا جدیدی نبوده؛ اما کاربرد آن در مطالعات فرسایش خاک نسبتا جدید است. کارهای زیادی در سطح جهان؛ به‌ویژه ایران در این زمینه با استفاده از این روش، انجام نشده است. وانگ و وو (۲۰۰۶) از روش پایگانی و یکپارچه‌سازی آن با دیگر تکنیک‌ها برای برآورد فرسایش خاک استفاده کرده‌اند. همچنین، مجددا وو و میتگی پو (۲۰۰۷) در چین از روش پایگانی برای تخمین شدت فرسایش استفاده کرده‌اند. هدف از پژوهش حاضر، این است که میزان و شدت فرسایش خاک در منطقه پژوهش از طریق مدل‌های اریفر و پایگانی برآورد و مقایسه و نقشه پهنه‌بندی شدت فرسایش نیز تهیه می‌گردد. در نهایت، محدوده‌های دارای وضعیت بحرانی یا با توان بالای فرسایش تعیین و معرفی می‌شود.

پرتال جامع علوم انسانی

معرفی منطقه پژوهش

منطقه مورد مطالعه با مختصات ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۳۰ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی واقع شده است. حوضه شادگان با شهرهای شادگان، ماهشهر، امیدیه و رامشیر در استان خوزستان هم مرز است. منطقه مورد مطالعه در تقسیمات تماب درحوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان با کد ۲۴۱۱۱ و مساحتی برابر با ۱۳۲۶۸/۵۴ کیلومتر مربع واقع شده‌است. از لحاظ زمین‌شناسی بیشترین سطح حوضه را رسوبات کواترنری و باقیمانده را سازند آغاجاری با رسوبات آهکی و سیلتستون و سندستون تشکیل داده‌است. از لحاظ ژئومورفولوژی با بررسی‌های میدانی شاهد آن بودیم که بیشترین تیپ ژئومرفولوژی منطقه را جلگه‌های رسی ۷۴/۲٪ برابر ۹۷۳۵۳۴/۴ هکتارو کویرها با ۱۴/۲٪ از سطح حوضه را شامل شده است. سه نوع دشت سر در سطح حوضه شناسایی شده است. به ترتیب دشت سراپانداژ، فرسایشی و پوشیده است. بیشترین پوشش گیاهی منطقه را گیاهان خاص

مناطق شور مانند گیاهان هالوفیل (نمک دوست)و گیاه مرتعی شن دوست[1] تشکیل داده است. میزان بارش ثبت شده از داده‌های ۱۷ ایستگاه منطقه برابر با ۲۲۵ میلیمتراست. دمای هوا بین ۲۴ تا ۲۷ درجه در نوسان است. حداقل و حداکثر میزان تبخیر، مابین ۲۷۵۰-۴۰۰۰ را نشان داده است. متوسط شاخص پوشش گیاهی محاسبه شده عدد ۰,۱۱ با انحراف معیار ۰,۰۶ را نشان داده است.



شکل ۱) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

داده ها و روش پژوهش

در پژوهش حاضر از گزارش‌های موجود و نقشه‌های توپوگرافی۱:۵۰۰۰۰، مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متر[2]، زمین شناسی۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی مؤسسه خاک وآب ۲۵۰۰۰۰ : ۱، تصاویر ماهواره‌ای[3]، شاخص پوشش گیاهی تهیه شده در پژوهشکده آبخیزداری و داده‌های بارش ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شده است. برای اجرای مدل از فاکتورهای مورد نیاز هر مدل در قالب لایه‌های نقشه‌ای در محیط نرم افزار[4] استفاده شده است. ابتدا لایه‌ها دارای فرمت برداری رقومی به فرمت رستری برای تحلیل، تبدیل شده است. نقشه نهایی شدت فرسایش حاصل از دو مدل اریفر و پایگانی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شده است. در هردو مدل، نقشه نهایی به روش شکستگی‌های طبیعی به پنج کلاس بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم فرسایشی باز طبقه‌بندی شده است. برای ارزیابی رابطه دو مدل از روش تحلیل جداول متقاطع استفاده شده است. برای ارزیابی دقت پژوهش از مشاهدات میدانی رخساره‌ها و نمونه‌برداری استفاده شده است. با استفاده از نرم افزارآماری[5] میزان همبستگی آزمون شده‌است. در نهایت پیشنهادها و توصیه‌هایی مطرح شده است.

- تعیین امتیاز عوامل مدل فرسایش بادی(مدل اریفر)

به منظورکاربرد روش مذکور، ابتدا به کمک نقشه‌های پایه مطالعاتی؛ ازجمله نقشه‌های زمین‌شناسی، شیب، کاربری

1 -Psammophile
2-DEM ASTER
3-ETM2007
4-ARCGIS9
5-SPSS20

اراضی، تراکم پوشش گیاهی تیپ‌های ژئومرفولوژی در منطقه تفکیک شده‌است. با برآورد کلاس رسوبدهی، نسبت به تهیه و تدوین نقشه شدت رسوبدهی اراضی اقدام شده است. عوامل مورد بررسی و نحوه امتیازدهی آنها در جداول (۱) و (۲) نشان داده شده است.

جدول۱) نحوه امتیازدهی معیارهای مؤثر در فرسایش بادی(اختصاصی–احمدی به نقل از احمدی،۱۳۷۴ :۳۸۸-۳۹۳).

عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	حدود امتیازات عوامل فرسایش خاک	عوامل فرسایش خاک و تولید رسوب	حدود امتیازات عوامل فرسایش خاک
سنگ شناسی	۱۰-۰	آثار فرسایش سطح خاک	۲۰-۰
پستی و بلندی و شکل اراضی	۱۰-۰	رطوبت خاک	۱۵-(۵-)
سرعت ووضعیت باد	۲۰-۰	نوع وپراکنش نهشته‌های بادی	۱۰-۰
بافت خاک وپوشش غیر زنده سطح آن	۱۵-(۵-)	مدیریت و استفاده از زمین	۱۵-(۵-)
انبوهی پوشش گیاهی	۱۵-(۵-)		

برای اجرای مدل اریفر، سهم هر یک از عوامل در فرسایش مشخص شده است. با روش میانگین وزنی، امتیاز هریک از عوامل در منطقه مورد پژوهش و زیرحوضه ها محاسبه شده‌است. امتیاز عوامل موثر در فرسایش بادی با به دست آوردن جمع نمرات (درجه رسوبدهی)، از معادله (۱) استفاده شده‌است. هدف تعیین شدت فرسایش بادی و توان نهشته‌گذاری برای هر یک از رخساره‌هاست. برای برآورد توان نهشته‌گذاری در حوضه مورد مطالعه از رابطه ارائه شده بین درجه رسوبدهی و میزان نهشته‌گذاری استفاده شده است(طهماسبی،۱۳۷۹).

$$QS= 41\ [EXP\ (0.05\ R)] \qquad (۱$$

QS = میزان رسوبدهی سالانه (T/h/y) R: درجه رسوبدهی

جدول۲) برآورد توان رسوبدهی اراضی نسبت به فرسایش بادی به روش تجربی اریفر

علامت کلاس فرسایشی	مقدار کیفی فرسایش	کل امتیاز	برآورد توان رسوبدهی (ton/km2/yr)
I	خیلی کم	کمتر از ۲۵	کمتراز ۲۵۰
II	کم	۵۰-۲۵	۵۰۰-۲۵۰
III	متوسط	۷۵-۵۰	۱۵۰۰-۵۰۰
IV	زیاد	۱۰۰-۷۵	۶۰۰۰-۱۵۰۰
V	خیلی زیاد	بزرگتراز ۱۰۰	بیشتر از ۶۰۰۰

- تعیین امتیاز عوامل مدل پایگانی

روش مقایسه دو به دو به دلیل داشتن مبنای نظری قوی، دقت بالا و سهولت استفاده، دارا بودن ارزش و اعتبار و درستی و دقت نتیجه، یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش‌هاست (مالکسوازکی، ۱۹۹۹).از نقاط مثبت این پژوهش استفاده از مدل پایگانی و ارزیابی آن با مدل اریفر است. در این روش، ابتدا ماتریس مقایسه‌ای تشکیل شده و مشخصه‌ها به‌صورت زوجی مقایسه و وزن (ارزش) نسبی آنها به‌طور نظری تعیین شده است. نسبت‌های یاد شده با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ بیان شده است (ساعتی، ۱۹۸۰). برای تعیین درجه دقت و صحت وزن دهی از شاخص سازگاری استفاده شده‌است .چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یاکمتر باشد، وزن‌دهی صحیح بوده و در غیر این صورت وزن های نسبی داده شده به‌معیارها باید تغییر یابند و وزن‌دهی مجدد باید انجام گردد (کرم،۱۳۸۳). باتوجه به اینکه شاخص سازگاری ۰/۰۸۹۱محاسبه شده و کمتر از ۰,۱ است، نشان‌دهنده دقت و صحت وزن‌دهی به معیارهاست. برای محاسبه وزن نسبی لایه‌ها از روش مقایسه دوتایی با استفاده از الحاقیه در نرم افزار[1] استفاده شده است.

جدول۴) ماتریس ارزش‌گذاری معیارها و وزن نهایی محاسبه شده

ماتریس ارزش لایه	آب و هوا	پوشش گیاهی	کاربری راضی	سنگ شناسی	وزن نهایی
آب و هوا	۱	۰/۳۳۳	۳	۵	۰/۰۲۵۸۹
پوشش گیاهی	۳	۱	۵	۷	۰/۵۵۵۵۸
کاربری اراضی	۰/۳۳۳	۰/۲	۱	۵	۰/۱۱۳۶۴
زمین‌شناسی	۰/۲	۰/۱۴۲۹	۰/۲	۱	۰/۰۰۴۸۹

لایه‌های نقشه‌ای ابتدا طبقه‌بندی شده و به هر طبقه از هر نقشه، در رابطه با حساسیت نسبت به فرسایش بادی امتیازی از ۱۰ (کمترین حساسیت) تا ۱۰۰ (بیشترین حساسیت) تعلق گرفته است. سپس وزن‌های حاصل از اعمال مدل پایگانی در این امتیازها ضرب می‌گردد. در نتیجه، برای هر پیکسل (واحد نقشه‌ای) در هر لایه یک ارزش کمی به‌دست آمده است. در نهایت، همه لایه‌های امتیاز دار و وزن‌دارشده نقشه با هم جمع جبری شده است. نقشه خروجی امتیاز کل هر پیکسل را در رابطه با حساسیت نسبت به فرسایش بادی نشان داده است. ارقام بالا بیشترین و ارقام پایین، کمترین شدت به فرسایش را نشان داده است.

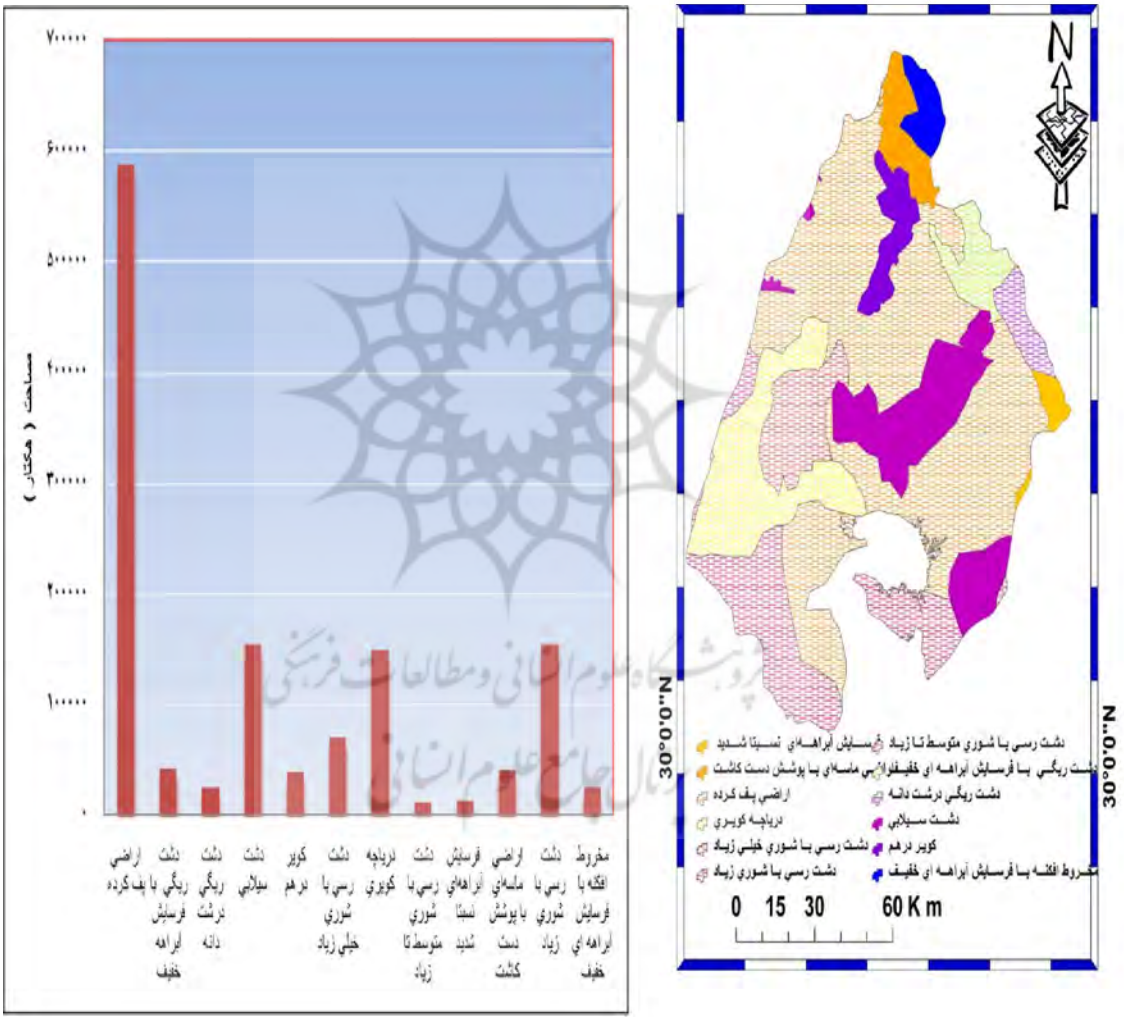
یافته‌های پژوهش

بدین منظور، ابتدا نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ منطقه مورد مطالعه تهیه و محدوده مورد نظر بر روی آن مشخص و رقومی شده است.بعد با استفاده از نقشه‌های وکتوری، نقشه مدل رقومی‌ارتفاع زمین تهیه شده است. با استفاده از آن، نقشه شیب ایجاد شده است. با استفاده از روش احمدی (۱۳۷۴،۴۰۳) واحدها و تیپ‌های ژئومورفولوژیک جدا شده است. پروفیل دشت سر ۱ تا ۲۰ درصد بوده، که شامل دشت سر پوشیده ۱ تا ۴٪، دشت سر اپانداژ (انتهایی) تا ۸٪

1 -AHP- ARCGIS

وفرسایشی تا ۲۰٪ است. برای تهیه نقشه رخساره‌ها از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تصاویر حاصل از گوگل ارث[1] استفاده شده است.

مناطق برداشت، حمل و رسوبگذاری مشخص شده است.نقشه رخساره‌های مقدماتی تهیه شده با رخساره‌های فعلی موجود در عرصه ارزیابی شده واصلاحات لازم انجام و رقومی شده است. بررسی مواد سازنده لندفرم‌ها و فرایندهای موثر با استفاده از تکنیک های کمی ژئومورفولوژیک و خاک شناختی، استفاده شده است. در این مرحله ۱۲ رخساره در منطقه شناسایی شده است(شکل ۲).



شکل۲) نقشه ژئومورفولوژی منطقه به همراه مساحت رخساره‌ها (هکتار)

1- Google Earth

جدول۴) خصوصیات شیمیایی خاک و تطبیق با نقشه بازطبقه‌بندی شده روش پایگانی

محل نمونه برداری	هدایت الکتریکی (µmhos/cm)	مواد آلی خاک	درصد سنگریزه سطح	محل نمونه ها با کلاسه بندی مدل پایگانی
دشت رسی با شوری زیاد	۸۷	۰/۲۳	٪۹	خیلی زیاد
اراضی پف کرده	۱۴۷/۸	۰/۱۲	٪۳	خیلی زیاد
دشت رسی با شوری خیلی زیاد	۱۱۲/۴	۰/۱۹	٪۷	خیلی زیاد
دشت ریگی درشت‌دانه	۳۹/۱	۰/۴۶	٪۷۵	زیاد
دشت سرفرسایشی (فرسایش آبراهه‌ای نسبتا شدید)	۱۲	۰/۸۲	٪۴۹	متوسط
دشت رسی شوری متوسط	۵۷	۰/۳۸	٪۱۶	زیاد

به منظور ارزیابی میزان فرسایش بادی در مدل اریفر نه عامل بررسی می‌شود. این عوامل عبارتند از:

– سنگ شناسی : این عامل به منظور تعیین حساسیت سنگ نسبت به فرسایش بررسی شد.جنس سازندهای منطقه اغلب آبرفت درشت‌دانه تا ریزدانه است. با توجه به جدول امتیازدهی، دامنه امتیاز این عامل در واحدهای کاری ۱ تا ۷ است

– واحد زمین‌ریخت: چنانکه در نقشه ژئومرفولوژی منطقه مشخص است، این منطقه شامل پلایا، دشت سرپوشیده، دشت سر اپانداژ و دشت سر فرسایشی و سطوح کوچک کوهستانی است؛ لذا امتیاز این عامل با توجه به نوع ناهمواری بین ۶ تا۸ متغیر است.امتیاز این عامل در قسمت رخساره‌های جلگه رسی بیشتر است.

– سرعت و وضعیت باد: باد اصلی‌ترین عامل تخریب و فرسایش در مناطق بیابانی محسوب می‌شود. به همین جهت بر اساس سرعت و مدت تداوم باد، امتیازدهی این عامل انجام می‌گیرد. در منطقه مورد مطالعه،درصد فراوانی بادهای فرساینده در تمام منطقه مطالعاتی از ۴۰ درصد بالاتر است. بادها دارای توان بالای حمل ماسه هستند. با توجه به این موضوع، امتیاز این عامل در تمام واحدهای کاری ۱۷ در نظر گرفته شد.

– خاک و پوشش سطح آن: این عامل با توجه به بافت، ساختمان، میزان پوشش سنگی، چسبندگی و سیمانی شدن امتیازدهی می‌شود. به واحدهای کاری منطبق بر رخساره‌های ماسه‌ای به سبب ساختمان و بافت مستعد برای فرسایش بادی امتیاز بالایی تعلق گرفت. دامنه امتیاز بین منفی ۵تا ۱۳متغیر است.

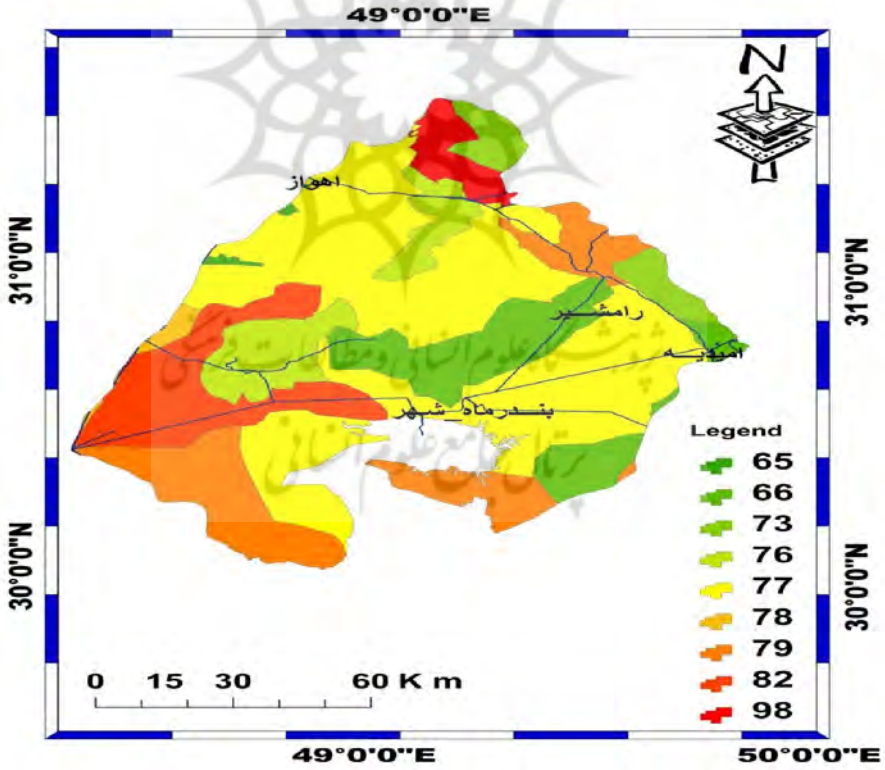
– انبوهی پوشش گیاهی: تراکم پوشش گیاهی از جمله عوامل مؤثر در کاهش سرعت باد و جلوگیری از فرسایش بادی است. به طور کلی، سطح این منطقه از جهت تراکم پوشش گیاهی در بسیاری از واحدهای کاری فقیر است؛ لذا امتیاز این عامل در اکثر واحدهای کاری بالاست. دامنه امتیاز از ۱۰ تا ۱۳ تغییر می‌کند.

– آثار فرسایشی سطح خاک: در سطح وسیعی از منطقه، آثار فرسایش به شکل نهشته‌گذاری به چشم می‌خورد. بر این اساس و با توجه به جدول امتیازدهی این مدل، امتیاز هر رخساره تعیین شده است. این امتیازات بین ۸ تا ۲۰ متغیر است.

– رطوبت خاک: اصلی‌ترین عامل تأمین رطوبت خاک، ریزش‌های جوی و جریان‌های سطحی است که منطقه مورد مطالعه از جنبه این دو عامل در وضعیت نسبتا خوبی است؛ اما به دلیل تبخیر و تعرق بالا در تمام منطقه و همچنین به دلیل نفوذپذیری بالای خاک و بافت سیلتی رسی در تعدادی از واحدهای کاری این منطقه، ظرفیت نگهداری آب در این خاک ها محدود و رطوبت این خاک‌ها پایین است. لذا با توجه به این مسائل، امتیاز این عامل درسطح وسیعی از منطقه بالاست. دامنه امتیاز از منفی ۵ تا ۱۰ است.

– نوع و پراکنش نهشته‌های بادی: با توجه به آثار و شواهد موجود می‌توان گفت که این منطقه در فرایند فرسایش بادی به عنوان منطقه حمل و نهشته گذاری، بیشتر ترسیب عمل نموده و شواهدی که از ترسیب در این ناحیه دیده می‌شود، سفره‌های پرضخامت ماسه بادی و توفان‌های گرد و غبار است. دامنه امتیاز این عامل از ۲ تا ۱۰ تغییر می‌کند.

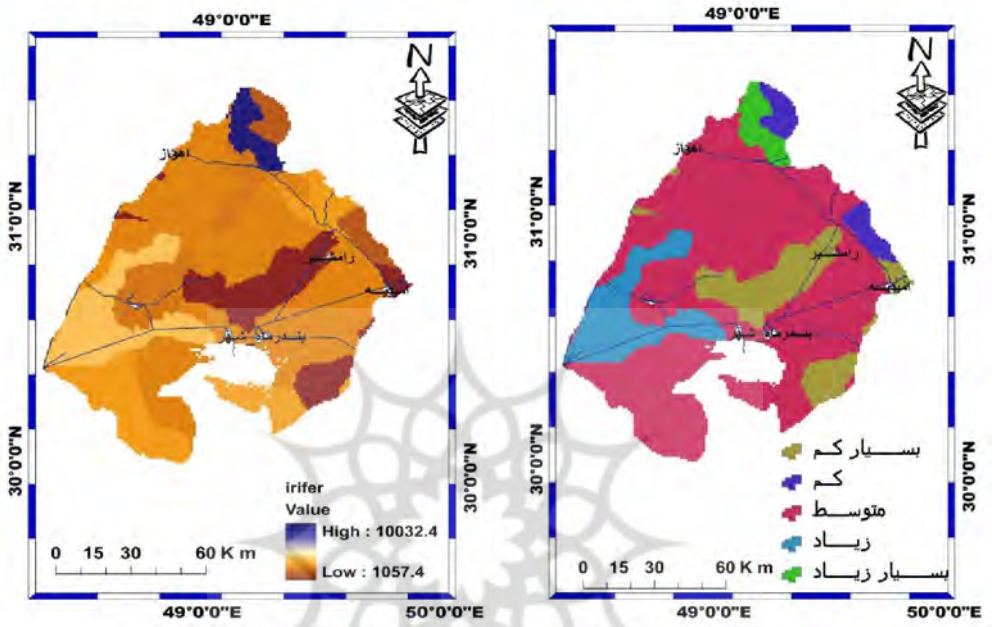
– مدیریت و استفاده از زمین: این عامل نیز با توجه به نوع و تناسب کاربری اراضی امتیازدهی شده است. محدوده امتیاز این عامل نیز بین۹ تا ۱۵ متغیر است.



شکل ۳) نقشه ضریب فرسایندگی و درجه رسوبدهی

پس از محاسبه درجه رسوبدهی در هر واحد کاری می‌توان به رخساره‌های ژئومورفولوژیک اراضی پف کرده با درجه رسوبدهی ۷۷ در واحد پلایا اشاره گردد. بر اساس جدول (۲) پیش‌بینی میزان نهشته‌گذاری بین ۱۵۰۰–۶۰۰۰ تن/

کیلومتر مربع / سال و در کلاس زیاد قرار گرفته است. رخساره‌های دشت ریگی،کویر درهم، دشت رسی با شوری خیلی زیاد، زیاد و متوسط، همگی دارای تیپ جلگه رسی درکلاس زیاد طبقه بندی شده است. رخساره‌های دشت ریگی درشت‌دانه، دشت سیلابی و فرسایش آبراهه‌ای نسبتا شدید درکلاس شدت متوسط با امتیاز بین ۵۰-۷۵ و میزان نهشته‌گذاری سالیانه ۵۰۰-۱۵۰۰ تن / کیلومتر مربع / سال را داراست. نقشه نهایی برآورد فرسایش خاک به پنج طبقه بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم فرسایشی باز طبقه‌بندی شده است(شکل۴ و ۵).



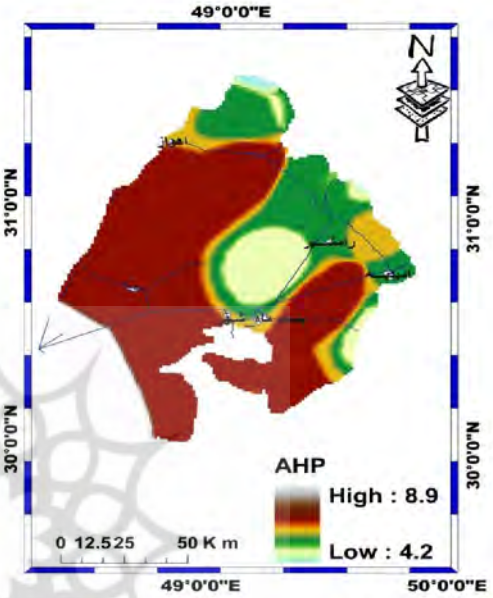
شکل ۴) باز طبقه‌بندی روش اریفر شکل ۵) برآورد میزان فرسایش خاک به روش اریفر

نقشه وضعیت کیفی فرسایش حاصل از این مدل نشان داده شده است. براساس این نقشه ۹۰۶۷۱۹ هکتار در طبقه متوسط با ۶۹/۲ ٪ کل منطقه را شامل شده است. ۱۴۷۶۶۰ هکتار در طبقه زیاد و ۴۰۲۱۷ هکتار در طبقه بسیار زیاد از نظر شدت فرسایش قرارگرفته است. نتایج حاصل از اجرای مدل اریفر نشان داد که مقدار متوسط فرسایش خاک در سطح حوضه معادل ۲۱۴۳/۸ تن و حداکثر آن برابر ۱۰۰۳۲ تن در هکتار در سال برآورد شده است.

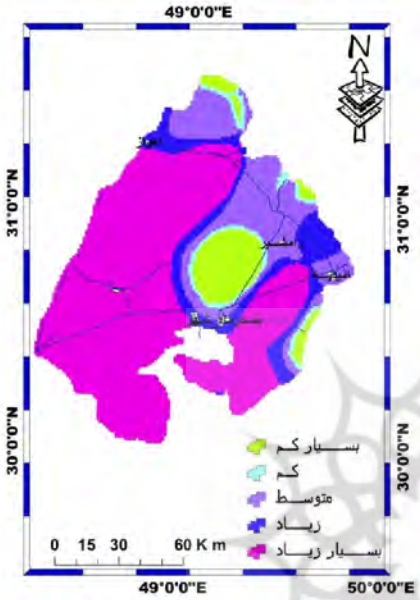
جدول ۵) برآورد میزان فرسایش خاک به روش اریفر در حوضه شادگان

طبقات شدت فرسایش	مقدار فرسایش (تن در هکتار در سال)	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
بسیار کم	کمتر از ۱۱۰۰	۱۶۵۷۰۵	۱۲/۶
کم	۱۱۰۰-۱۵۵۰	۵۰۵۹۶	۳/۸
متوسط	۱۵۵۰-۲۱۰۰	۹۰۶۷۱۹	۶۹/۲
زیاد	۲۱۰۰-۲۵۰۰	۱۴۷۶۶۰	۱۱/۳
بسیار زیاد	۲۵۰۰-۱۰۰۰۰	۴۰۲۱۷	۳/۰۶

با اجرای روش پایگانی، نقشه‌های معیار ابتدا براساس میزان حساسیت کلاسه‌بندی و وزن‌دهی شده است. نقشه حاصل از جمع جبری لایه‌ها، جدول(۳) نقشه نهایی حوضه با مدل پایگانی را نشان داده است (شکل۶). نقشه حاصل با استفاده از روش شکستگی‌های طبیعی به پنج طبقه بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم فرسایشی باز طبقه‌بندی شده است (شکل ۷). نتیجه نشان داد که ۸۵۷۴۷۱ هکتار در طبقه بسیار زیاد فرسایشی و ۱۵۲۲۴۰ هکتار در طبقه زیاد و ۱۷,۲ درصد برابر ۲۴۲۶۲۹ هکتار در طبقه متوسط فرسایشی بازطبقه‌بندی شده است.



شکل ۶) برآورد شدت فرسایش خاک با روش پایگانی



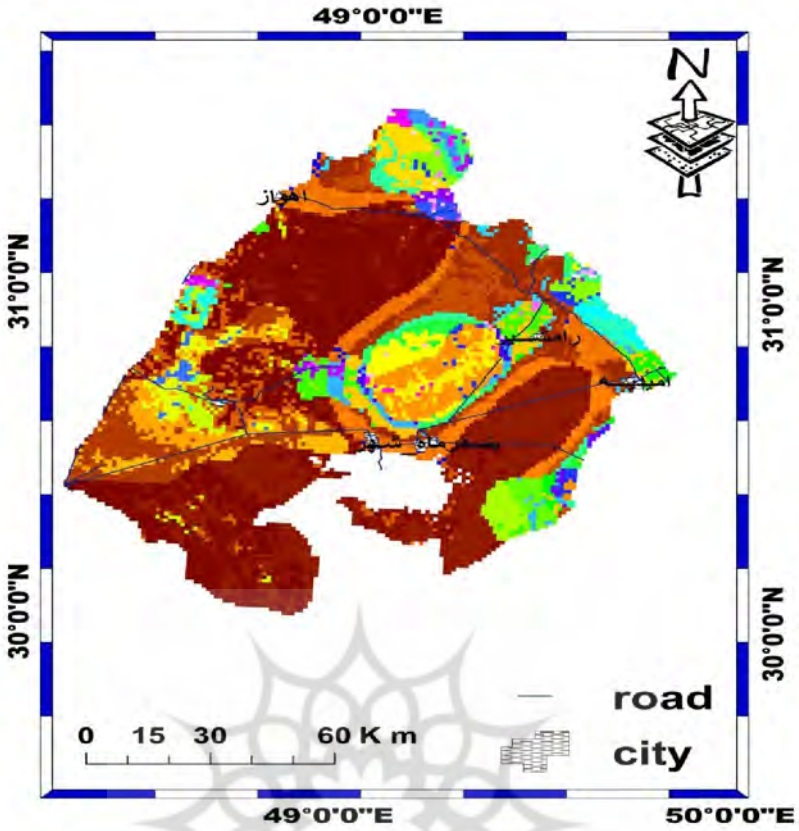
شکل۷) بازطبقه‌بندی به روش پایگانی

جدول ۶) برآورد میزان فرسایش خاک به روش پایگانی در حوضه شادگان

طبقات شدت فرسایش	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
بسیار کم	۱۱۰۹۶۵	۷/۸
کم	۴۱۷۶۵	۲/۹
متوسط	۲۴۲۶۲۹	۱۷/۲
زیاد	۱۵۲۲۴۰	۱۰/۸
بسیار زیاد	۸۵۷۴۷۱	۶۱/۰۲

برای به‌دست آوردن میزان همپوشانی لایه‌های بازطبقه‌بندی شده، دو نقشه رستری با استفاده از از دستور[1] در محیط نرم افزار روی‌هم اندازی شده است(شکل ۸).

1 -Combine



شکل ۸) ماتریس برآورد میزان فرسایش خاک با دو روش اریفر و پایگانی

نتایج ماتریس نشان داده است که پیش‌بینی فرسایش خیلی ضعیف و ضعیف در هردو مدل ۴/۸۷ ٪ برابر ۶۳۸۱۱ هکتار و ۹۰۶۳ است. پیش‌بینی هر دو مدل در خصوص فرسایش متوسط ۱۴۱۷۰۷ هکتار معادل ۱۰/۸است. همچنین، پیش‌بینی نشان داد که فرسایش زیاد و خیلی زیا در هردو مدل برابر ۱۵۷۳۸۳ هکتار ۱۲/۲ ٪ از کل منطقه را شامل شده است. بررسی ضریب همبستگی پیرسون که با استفاده از نرم افزار آماری به‌دست آمده‌است، در پیش‌بینی فرسایش خیلی زیاد باد و روش پایگانی و اریفر (R^2= ۰/۹۶) را نشان داده است. این آماره حکایت از همبستگی بسیار قوی دو مدل است و معادله رگرسیونی مدل عبارت است از :

$y = ۰/۰۳۸۱x +$ و ۱۵۴۵/۶ $R^۲$= ۰/۹۶۵۸

نتیجه‌گیری

با توجه به مقدار برآورد شده نهشته‌گذاری با استفاده از مدل اریفر در سطح حوضه؛ یعنی متوسط ۲۱۴۳/۸ تن در هکتار در سال می‌توان گفت که شدت نهشته‌گذاری در سطح حوضه شادگان زیاد و در برخی نواحی بحرانی و بسیار زیاد است. لذا لزوم توجه به مساله خاک با انجام مطالعات جامع آبخیزداری، مبارزه با فرسایش بادی با استفاده از روش‌های بیولوژیک و مالچ‌پاشی و اجرای روش‌های حفاظت خاک وآبخیزداری در سطح حوضه و بویژه دررخساره‌ها و واحدهای کاری دارای شرایط بحرانی بسیار ضروری است. تجزیه و تحلیل خصوصیات شیمیایی خاک منطقه در محل نمونه برداری از انطباق قابل قبولی بین عوامل اندازه‌گیری شده مانند هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی خاک و درصد

سنگریزه سطح با طبقه‌بندی انجام شده با استفاده از مدل پایگانی دارا بوده است. مناطق دارای درصد سنگریزه سطحی کمتر و نسبت جذب سدیم بیشتر (انفصال خاکدانه‌ها) و درصد مواد آلی خاک کمتر (پیوستگی کلوئیدهای خاک) و هدایت الکتریکی بیشتر از لحاظ میزان نهشته‌گذاری در اولویت است. این موضوع با نقشه ارائه شده از مدل پایگانی کاملا منطبق است. نتایج نشان می‌دهد که شرایط بحرانی در جلگه رسی و پلایاها بیشتر مشهود است. این منطقه باید در اولویت اجرای برنامه‌های مطالعاتی، حفاظتی و آبخیزداری قرار بگیرد. تحلیل جداول متقاطع بین هردو روش نشان داد که هر دو مدل در برآورد شدت فرسایش بسیارزیاد و زیاد همبستگی بالایی را داراست. همچنین، مشاهدات میدانی و تصاویر ماهواره ای تطابق خوبی را داراست. مقایسه دو نقشه برآوردی نشان داد که در هردو مدل سطوح برآورد شده مربوط به نواحی با نهشته‌گذاری زیاد و بسیار زیاد تقریبا معادل هم و برابر ۱۲,۲ ٪ از مساحت حوضه است. مقایسه جداول متقاطع و تجزیه شیمیایی خاک به همراه بررسی بصری تصویر ماهواره‌ای حوضه با نقشه‌های نهایی در دو روش برآورد میزان نهشته‌گذاری گویای آن است. پراکنش فضایی نیز، روش پایگانی همخوانی و دقت قابل قبولی در برآورد شدت نهشته‌گذاری داشته است؛ زیرا بخش قابل‌توجهی از نواحی دارای توان نهشته‌گذاری زیاد و بسیار زیاد در نقشه حاصل از این روش دقیقا منطبق بر نواحی موجود دارای نهشته‌گذاری زیاد است. معادله همبستگی نیز می‌تواند موکد استفاده از این روش در برآورد میزان نهشته‌گذاری باشد. پیشنهاد می‌گردد از روش‌های دیگری چون منطق فازی و شبکه عصبی نیز در مطالعات آتی استفاده گردد.

منابع

۱- احمدی، حسن. (۱۳۷۴). *ژئومرفولوژی کاربردی*، جلد دوم، (بیابان فرسایش بادی) ، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- احمدی، حسن؛ اختصاصی، محمد رضا و همتی، نعمت ا.... (۱۳۸۶). برآورد و مقایسه توان رسوبدهی فرسایش آبی و بادی با استفاده از مدل‌های MPSIACK و IRIFR در مناطق نیمه‌خشک (مطالعه موردی حوضه آبخیز نعمت‌آباد بیجار)، *نشریه دانشکده منابع طبیعی*، دوره ۶۰ ، ش ۱، صص ۳۴-۲۱.

۳- اخضری، داود؛ مصفایی، جمال و لطفی اناری، پیمان.(۱۳۸۸). پهنه‌بندی شدت خطر فرسایش بادی با استفاده از مدل اریفر در دشت شهریار، *پنجمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران.*

۴- جواهری شیرازی، محمدعلی و خوشبخت، مهرانگیز. (۱۳۹۱). برآورد میزان فرسایش بادی در منطقه شرق کرخه با استفاده از مدلIRIFR ، *اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.*

۵- رضایی راد، نظر؛ هاتفی، امیرحسین؛ صابری، موسی و برغمدی، منصور. (۱۳۸۹). برآورد توان رسوبدهی فرسایش بادی در منطقه بیابانی شهرستان اسفراین با استفاده از مدل اریفر، *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار*، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، یزد.

۶- زارعی محمودآبادی، هادی؛ چابک بلداجی، مسلم؛ ابراهیمی خوسفی، زهره و طباطبایی‌زاده، منیرالسادات.(۱۳۸۹). برآورد شدت فرسایش بادی با استفاده از مدل IRIFR مطالعه موردی: منطقه جمز طبس، *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار*، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، یزد.

۷- زهتابیان، غلامرضا؛ احمدی، حسن؛ اختصاصی، محمد رضا، جعفری، رضا. (۱۳۸۱). تعیین شدت فرسایش بادی در منطقه کاشان با استفاده از مدل بیابانزایی، *مجله منابع طبیعی ایران*، ج ۵۵، ش ۲.

۸- سعدالدین، امیر؛ اخضری، داوود؛ نورا، نادر. (۱۳۸۹). پیش‌بینی اثرات سناریوهای مدیریت پوشش گیاهی بر خطر فرسایش بادی (مطالعه موردی: جنوب دشت ورامین) پژوهش‌های حفاظت آب و خاک (علوم کشاورزی و منابع طبیعی).

۹- شاکریان، غلامرضا .(۱۳۸۹). محاسبه شدت فرسایش بادی و میزان رسوبدهی منطقه جرقویه اصفهان با استفاده از مدل I.R.I.F.R ، *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار*، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ، ایران، یزد.

۱۰- طهماسبی بیرگانی، علی محمد؛ احمدی، حسن؛ رفاهی، حسینقلی، اختصاصی، محمد رضا.(۱۳۷۹). مقایسه توان رسوبدهی فرسایش های آبی و بادی با استفاده از مدل های MPSIACK و IRIFR در مناطق بیابانی ایران (مطالعه موردی حوضه آبخیز آب بخشاء کرمان)، *مجله منابع طبیعی ایران*، ج ۵۳ ، ش ۱، صص ۷۲-۸۵.

۱۱- فرجی، محمدعلی؛ احمدی، حسن؛ اختصاصی، محمدرضا. (۱۳۸۹). ارزیابی شدت فرسایش بادی حوضه آبخیز مارون - ملاثانی به روش اریفر ۱، *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار*، انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران، یزد.

۱۲- قنواتی، عزت اله. (۱۳۸۵). مکان‌یابی محل دفن بهداشتی مواد زائد جامد شهری بااستفاده ازروش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (مطالعه موردی شهرآبدانان)، *فصلنامه جغرافیایی سرزمین*، ش۱، صص ۸۱-۶۸.

۱۳- کرم، امیر.(۱۳۸۳). کاربرد مدل ترکیب خطی وزین در پهنه‌بندی وقوع زمین لغزش، *جغرافیا وتوسعه*، ش ۴، زاهدان.

۱۴- نادری، فتح الله؛ کریمی، حاجی؛ علیمرادی، صادق و ناصری، بهروز. (۱۳۹۱). ارزیابی شدت فرسایش بادی در دشت چنگوله ایلام به روش تجربیIRIFR.E.A ، *اولین همایش ملی بیابان(علوم، فنون و توسعه پایدار)*، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران، تهران.

۱۵- داده‌های ماهواره چندطیفی سنجنده +ETM مربوط به مسیرهای ۱۶۵، ردیف ۳۸ و ۳۹ در سال ۲۰۰۰۷.

۱۶- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح به شماره NH39-5 و سری K555 منطقه آبادان نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ به شماره ۵۷۵۱،۵۸۵۱ سریK753 شادگان، رامشیر سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح.

۱۷- نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ به شماره ۵۷۵۱ و ۵۸۵۱ منصوری و ماهشهر سازمان زمین‌شناسی کشور.

۱۸- تهیه نقشه مدل رقومی ارتفاعی (Digital Elenation Model)DEM ۳۰ متر ASTER

۱۹- نقشه ارزیابی منابع و قابلیت اراضی مؤسسه خاک وآب ۲۵۰۰۰۰ : ۱ خوزستان.

۲۰- استفاده از نرم‌افزارهای ARCGIS9.3، ERDAS9.1،ENVI4.5 و2007 Office،SPSS20 و تهیه آمار و اطلاعات هواشناسی از اداره هواشناسی استان خوزستان.

21- Malczewski. J.(1999). GIS & Multicriteria Decision Analysis. Jhon Weily & sons. Newyork. VSA, pp: 198- 204

22-Saaty. (1980). the analytical hierarchical process planning, priority setting, resource allocation. new york: mc graw- hill.

23-Wang,M.,and Wu,Q.(2006)." A framework for establishment of risk assessments model for soil erosion by integrating the AHP approach and modeling techniques".American Geophysical Union,Fall Meeting.

24-Wu,Q.,and Mingyu.W.(2007)." A framework for risk assessment on soil erosion by water using an integrated and systematic approach ".Hydrology,v337,pp:11-21.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی