

## ارزیابی و پهنه‌بندی ریسک بیابان‌زایی منطقه روداب

### خراسان رضوی

- ❖ **فاطمه آذربان؛** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشگاه زابل، ایران.
- ❖ **سارا ولی‌زاده؛** دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ **پویان دهقان؛** دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.
- ❖ **حسن خسروی\*؛** هیأت علمی گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

#### چکیده

مناطق خشک و نیمه‌خشک سطح وسیعی از کشور را به خود اختصاص داده‌اند. منطقه روداب سبزوار به‌عنوان نمونه‌ای بارز از مناطق بیابانی کشور می‌باشد که تحت تأثیر خطر بیابان‌زایی قرار گرفته است. هدف این مطالعه ارزیابی خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل ESAs و تهیه نقشه ریسک بیابان‌زایی می‌باشد. بر پایه این روش در ابتدا نقشه واحدهای کاری در منطقه به عنوان نقشه پایه برای ارزش‌دهی شاخص‌های مورد نظر تهیه شد. سپس شاخص‌های مورد بررسی بر اساس مدل ESAs و با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شد و در نهایت شاخص ESAI برای هر واحدکاری محاسبه و پهنه‌بندی شد. نتایج نشان داد که منطقه روداب از نظر خطر بیابان‌زایی، در سه کلاس I، II و III قرار گرفته است که بیشترین سطح منطقه را زیرکلاس III با پوشش ۴۴/۴۸ درصد از سطح منطقه به خود اختصاص داده است. نقشه خسارت بیابان‌زایی منطقه روداب در پنج کلاس قرار گرفت به طوری که کلاس III با ۳۵/۲۰ درصد بیشترین سطح منطقه را پوشش داد. رخساره پهنه‌های ما سه‌ای فعال علاوه بر دارا بودن بالاترین خطر بیابان‌زایی، به دلیل برخورداری از عناصر در معرض خطر قابل توجه، بیشترین ریسک بیابان‌زایی را نیز به خود اختصاص داد که با توجه به خسارت شدید، انتظار می‌رود در اولویت برنامه‌های بیابان‌زدایی قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** خطر بیابان‌زایی، مدل ESAs، خسارت بیابان‌زایی، روداب.

## ۱. مقدمه

تا به امروز، هیچ روش خاصی برای طبقه‌بندی شدت بیابانزایی بر اساس کل فرآیندهای بیابانزایی ارائه نشده است. بنابراین، برای ارزیابی فرآیندهای بیابانزایی باید به ارزیابی شاخص‌های منطقه‌ای پرداخت [۹]. شناخت معیارها و شاخص‌ها به منظور ارائه مدلی برای تعیین شدت بیابانزایی، تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر بیابانزایی منطقه و جلوگیری از گسترش آن ضروری است. در هر منطقه بسته به شرایط اقلیمی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژیکی و ... فاکتورهای مؤثر در بیابانزایی متفاوتند. جهت پی بردن به نقش و پتانسیل آنها در بیابانزایی مطالعات زیادی صورت گرفته که حاصل آن ارائه مدل‌های مختلف بیابانزایی است. مدلسازی بیابانزایی در تجسم و پیش‌بینی خطر مورد انتظار محیطی بسیار مهم است [۱۰]. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل فائو-یونپ (۱۹۸۴)، مدل آسود (۱۹۹۰)، مدل گلاسود (۱۹۹۷)، مدل مدالوس (۱۹۹۹)، مدل لادا (۲۰۰۰) و مدل گلادا (۲۰۰۵) اشاره کرد. مدل ESAs که توسط کمیسیون اروپایی ارزیابی بیابانزایی و محیط زیست موسوم به مدالوس در پروژه‌های تحت عنوان MEDALUS III در سال ۱۹۹۹ ارائه شده، در کشورهای اروپایی حوضه مدیترانه از جمله اسپانیا، ایتالیا و همچنین در بعضی از کشورهای خاورمیانه مورد ارزیابی قرار گرفته است. این مدل دارای مزایای بیشتری نسبت به مدل‌های مرسوم مورد استفاده در ایران می‌باشد و آن دقت بیشتر این مدل جهت ارزیابی و تهیه نقشه شدت بیابانزایی می‌باشد. این مدل با توجه به روش خاص وزن‌دهی لایه‌ها، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تلفیق لایه‌ها، استفاده از میانگین هندسی به جای جمع و یا میانگین حسابی در محاسبه شاخص‌ها و تهیه نقشه نهایی شدت بیابانزایی، افزایش دقت و سرعت انجام آن در ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی، عدم وجود خطای کارشناسی است [۱۱و۱۸].

تاکنون مطالعات گسترده‌ای در رابطه با ارزیابی خطر بیابانزایی انجام شده که برخی از آنها به شرح زیر است: حسینی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از مدل MICD وضعیت بالفعل و بالقوه بیابانزایی را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت بیشترین ارزش شدت کنونی بیابانزایی، را تپه‌های بارخانی با ۲۲/۵ ارزش که از نظر کیفی با فرسایش خیلی زیاد مشخص شده است معرفی کردند [۷]. شهریاری و همکاران (۱۳۸۹) تخریب سرزمین در منطقه سیستان را با استفاده از مدل MICD مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه در سه کلاس متوسط (III)، زیاد (IV) و شدید (V) قرار دارد که به ترتیب ۵۹/۳، ۳۱/۲ و ۹/۵ درصد از مساحت کل منطقه را دربرمی‌گرفتند [۱۴]. طباطبائی‌زاده (۱۳۸۹) پتانسیل شدت بیابانزایی را در دشت فخرآباد مهریز با استفاده از دو مدل ایرانی IMDPA و MICD با تأکید بر فرسایش بادی مقایسه کردند. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در روش IMDPA، مساحتی بالغ بر ۳۴۷۳۲/۹۳ هکتار (۸۸/۳ درصد) از منطقه مطالعاتی در کلاس متوسط قرار گرفت و شاخص رخساره‌های فرسایشی بیشترین نقش را در بیابانزایی داشت [۱۶]. ابریشم (۱۳۸۳) وضعیت فعلی بیابانزایی حوزه فخرآباد - مهریز، واقع در استان یزد را بر اساس روش‌های مدالوس تغییر یافته<sup>۱</sup>، ICD و MICD به طور جداگانه ارزیابی و نقشه مربوط به هر یک را تهیه کرد و بر اساس نتایج به‌دست آمده، منطقه مورد مطالعه را جزء بیابان‌های طبیعی محسوب و نقش عوامل انسانی را در بیابانزایی منطقه بسیار کم گزارش کرد. همچنین مقایسه نتایج حاصل از سه روش ذکر شده با شرایط منطقه مورد مطالعه، روش‌های مدالوس تغییر یافته و MICD را به ترتیب برای ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی مناسب دانست [۱]. نظری‌نژاد (۱۳۸۹) جهت پهنه‌بندی و تدوین برنامه مدیریت خطر بیابانزایی در منطقه رضا آباد خارتوران، کارایی مدل‌های ESAs و ICD را مورد ارزیابی قرار داد. پس از شناسایی عناصر در معرض خطر، بیشترین

<sup>1</sup> Modified Mediterranean Desertification and Land Use

سطح منطقه سبزوار را کلاس متوسط بیابان‌زایی (۴۶/۴۵ درصد) و کلاس ریسک زیاد (۴۶/۷۷ درصد) به خود اختصاص داده است [۱۵].

هدف از این تحقیق ارزیابی و پهنه‌بندی خطر و ریسک بیابان‌زایی در منطقه روداب سبزوار با استفاده از مدل ESAs می‌باشد تا نتایج آن مبنای تدوین برنامه‌های مدیریتی برای مهار بحران بیابان‌زایی باشد.

## ۲. روش‌شناسی تحقیق

### ۱.۱.۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۹۲۰۸۴/۹۳ هکتار بین محدوده جغرافیایی در حد فاصل "۳۸' ۴۴' ۵۶" تا "۳۸' ۴۴' ۳۸" طول شرقی و "۴۸' ۴۴' ۳۵" تا "۷' ۱۰' ۳۶" عرض شمالی واقع شده است. میانگین بارندگی منطقه با توجه به آمار درازمدت ایستگاه‌ها بین ۱۴۱ تا ۱۸۹ میلی متر متغیر است. از مراکز جمعیتی مهم منطقه می‌توان به شهر «داراب» روداب اشاره کرد (شکل ۱).

### ۲.۲. روش تحقیق

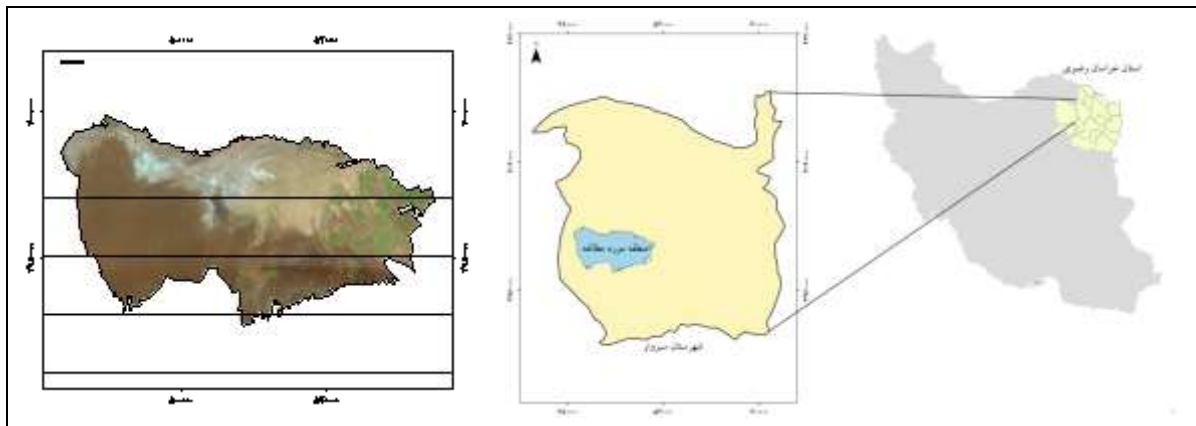
#### ۱.۲.۲. تهیه نقشه واحدهای کاری (رخساره‌های

#### ژئومورفولوژی)

برای تهیه نقشه واحدهای کاری ابتدا مرز منطقه بر روی تصاویر توپوگرافی و گوگل ارث جدا گردید. سپس نقشه شیب با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS ۱۰٫۱ تهیه شد و مورد طبقه‌بندی قرار گرفت. از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی و نقشه کاربری اراضی نیز برای تفکیک و ادغام نقشه‌ها استفاده شد. در نهایت از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و همچنین سایت گوگل ارث برای تفسیر چشمی و تدقیق مرزها استفاده شد و در نهایت نقشه واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی) تهیه شد تا مبنای امتیازدهی مدل بیابان‌زایی قرار گیرد.

و کمترین عناصر به ترتیب در کلاس زیاد (V) و کم (II) آسیب پذیری قرار گرفتند و با توجه به نتایج جداول تطابقی تفاوت آماری فراوانی کلاس‌های خطر و خسارت بیابان‌زایی معنی‌دار شد [۶].

در تحقیقی به منظور تعیین خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس یک پایگاه داده بیابان‌زایی شامل ۲۰ شاخص برای معیارهایی از جمله آب و هوا، خاک، پوشش گیاهی و کاربری زمین به علاوه سطح آب زیرزمینی و فرسایش بادی تهیه شد. مقایسه دو نقشه بر اساس مدل مدالوس اصلی و اصلاح شده نشان می‌دهد که ورود پارامترهای منطقه‌ای خاص به مدل اجازه می‌دهد تا نمایش دقیق‌تری از فرآیندهای بیابان‌زایی در سراسر دشت لیزاد به وجود آید [۵]. در مطالعه دیگر به منظور ارزیابی کمی روند بیابان‌زایی بر اساس رویکرد مدالوس شش عامل اصلی و یا شاخص‌های بیابان‌زایی از جمله: خاک، آب و هوا، فرسایش، پوشش گیاهی، آب‌های زیرزمینی و مدیریت برای ارزیابی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که ۱۲٪ از منطقه در کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید ۸۱٪ در کلاس بیابان‌زایی شدید، و ۷٪ به عنوان متوسط طبقه‌بندی گردید [۱۳]. در منابع علمی لاتین پژوهشگرانی از قبیل [۱۰ و ۱۷] نیز به این موضوع پرداختند. آرامی (۱۳۹۱) در منطقه آق‌بند استان گلستان پس از ارزیابی خطر و ریسک بیابان‌زایی توسط مدل IMDPA به تدوین برنامه مدیریتی پرداخت. نتایج نشان داد که معیارهای پوشش گیاهی و خاک به ترتیب با ارزش عددی ۲/۶۷ و ۲/۵۴ در کلاس شدید (III) بیابان‌زایی و سایر معیارها در کلاس متوسط (II) بیابان‌زایی قرار گرفته‌اند. ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه مورد مطالعه ۲/۰۳ (کلاس II) به دست آمد. ۳۰/۰۳ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه در کلاس خسارت خیلی زیاد و زیاد (III و IV) قرار گرفت [۴]. سیلاخوری و همکاران (۱۳۹۳) در منطقه سبزوار نقشه خطر بیابان‌زایی را با مدل MICD تهیه و ریسک بیابان‌زایی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد که بیشترین



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. کلاس‌ها و وزن‌های لایه‌های کیفیت خاک (SQI)

امتیاز	شرح	شاخص (لایه)
۱	L, SCL, SL, LS, CL	بافت خاک
۱/۲	SC, SiL, SiCL	
۱/۶	Si, C, SiC	
۲	S	زهکشی
۱	نفوذپذیری خوب	
۱/۲	تا حدودی نفوذپذیری	
۲	نفوذپذیری کم	شیب %
۱	< ۶	
۱/۲	۶-۱۸	
۱/۵	۱۸-۳۵	عمق خاک (Cm)
۲	> ۳۵	
۱	عمیق (> ۷۵)	
۱/۲	میانگین (۳۰ - ۷۵)	سنگریزه سطحی %
۱/۶	کم عمق (۱۵ - ۳۰)	
۲	خیلی کم عمق (< ۱۵)	
۱	< ۶۰ %	
۱/۳	۲۰-۶۰	
۲	> ۲۰	

شاخص حساسیت مناطق به بیابانزایی (ESAI) بر اساس جدول ۲، به ۴ تیپ بحرانی، شکننده، پتانسیل تخریب و بی‌اثر تقسیم می‌شود.

## ۲.۲.۲. ارزیابی وضعیت بیابانزایی با استفاده از

### مدل ESAs

جهت پهنه‌بندی خطر بیابانزایی منطقه روداب سبزوار از شاخص‌های خاک روش ESAs بهره گرفته شد. برای این منظور شاخص‌های بافت خاک، زهکشی، شیب، عمق خاک و سنگریزه سطحی مورد استفاده قرار گرفتند. بعد از تهیه نقشه واحدهای کاری، با توجه به بازدیدهای صحرائی، نقشه‌های پایه و تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده TM) سال ۲۰۱۱ شاخص‌ها بر پایه جدول ۱ مورد امتیازدهی قرار گرفتند و در نهایت با استفاده از رابطه ۱ و میانگین‌گیری هندسی این شاخص‌ها و به کمک Arc GIS شاخص حساسیت ESAI<sup>۱</sup> تعیین شد. در نهایت بر پایه جدول ۲ کلاس‌های بیابانزایی مشخص شد. هر یک از شاخص‌ها، با توجه به اثری که در بیابانزایی دارند، بر اساس روش ESAs وزن‌دهی شدند؛ به طوری که دامنه ارزش آنها بین ۱ (بهترین حالت) و ۲ (بدترین حالت) می‌باشد [۱۴].

$$ESAI = SQI = \quad (1)$$

$$^{1/5} (\text{زهکشی} \times \text{شیب} \times \text{عمق} \times \text{پوشش سنگریزه} \times \text{بافت خاک})$$

<sup>1</sup> Environmental Sensitive Area Index

$$R = H \times E \times V \quad (2)$$

در این رابطه، R ریسک، H بزرگی خطر، E عناصر در معرض خطر، V درجه آسیب‌پذیری عناصر می‌باشد [۳]؛ ۱۲ و ۱۳].

۴،۲،۲. تهیه نقشه آسیب‌پذیری عناصر در معرض

### خطر

برای محاسبه ارزش آسیب‌پذیری عناصر، وجود خطر و شرایط هر یک از عناصر از لحاظ اقتصادی و اکولوژیکی حائز اهمیت می‌باشد. عناصری که در کلاس خطر بالاتری قرار دارند از ارزش آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار می‌باشند [۱۵].

در پایان از ضرب کلاس‌های خطر بیابان‌زایی (H) در کلاس‌های عناصر در معرض خطر (E) و درجه آسیب‌پذیری عناصر (V) کلاس‌های ریسک (R) محاسبه شد.

جدول ۲. تیپ‌های ESAs (شهریاری و همکاران، ۱۳۸۷)

کلاس	علامت	دامنه ESAs
بحرانی	C3	> ۱/۵۳
	C2	۱/۴۲ - ۱/۵۳
	C1	۱/۳۸ - ۱/۴۱
شکنده	F3	۱/۳۳ - ۱/۳۷
	F2	۱/۲۷ - ۱/۳۲
	F1	۱/۲۳ - ۱/۲۶
مناطق دارای پتانسیل تخریب در صورت عدم رعایت مدیریت بالقوه	P	۱/۱۷ - ۱/۲۲
	N	< ۱/۱۷

### ۳،۲،۲. برآورد خسارت بیابان‌زایی

برای برآورد خسارت ناشی از بیابان‌زایی ابتدا عناصر در معرض خطر شناسائی و بر اساس نقشه شدت خطر بیابان‌زایی و با تعیین درجه آسیب‌پذیری، مبنای برآورد خسارت با استفاده از رابطه ریسک (رابطه ۲) بدست آمد:

جدول ۴. ارزش صفات عناصر در معرض خطر (سیلاخوری و همکاران، ۱۳۹۳)

عناصر	عامل	عدد آسیب
مرتع	با بالا رفتن ارزش گیاهان مرتعی و افزایش شدت خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰
اراضی درخت‌کاری شده	با بالا رفتن ارزش گیاهان مرتعی و افزایش شدت خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰
زراعت	هر چه گیاه آسیب‌پذیرتر و شدت خطر افزایش پیدا کند با ضریب ۳ افزایش پیدا می‌کند	۳-۱۵
چشمه، چاه، قنات	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰
اماکن مسکونی	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۳ افزایش پیدا می‌کند	۳-۱۵
تاسیسات	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰
جاده	جاده‌های درجه ۱ در اولویت بالاتری نسبت به جاده‌های درجه ۲ و ۳ قرار دارند و با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰

جدول ۵. کلاس و عدد آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر

کلاس آسیب‌پذیری	طبقات کیفی	عدد آسیب‌پذیری
I	خیلی کم	۰-۱۲
II	کم	۱۲-۲۴
III	متوسط	۲۴-۳۶
IV	زیاد	۳۶-۴۸
V	خیلی زیاد	۴۸-۶۰

جدول ۶: کلاس ریسک و عدد ریسک

کلاس ریسک	طبقات کیفی	عدد ریسک
I	خیلی کم	۰-۲
II	کم	۲-۹
III	متوسط	۹-۲۰
IV	زیاد	۲۰-۳۲
V	خیلی زیاد	۳۲-۷۶

ارزیابی خطر بیابانزایی قرار گرفت (جدول ۷ و شکل ۳).  
 واحد کاری «آبرفت های رودخانه ای» با مساحت  
 ۴۸/۵۹ هکتار کوچکترین رخساره و واحد کاری «تپه های  
 ماسه ای عرضی و تثبیت شده» بزرگترین رخساره  
 ژئومورفولوژی در منطقه مورد مطالعه محسوب شد  
 (جدول ۷ و شکل ۲).

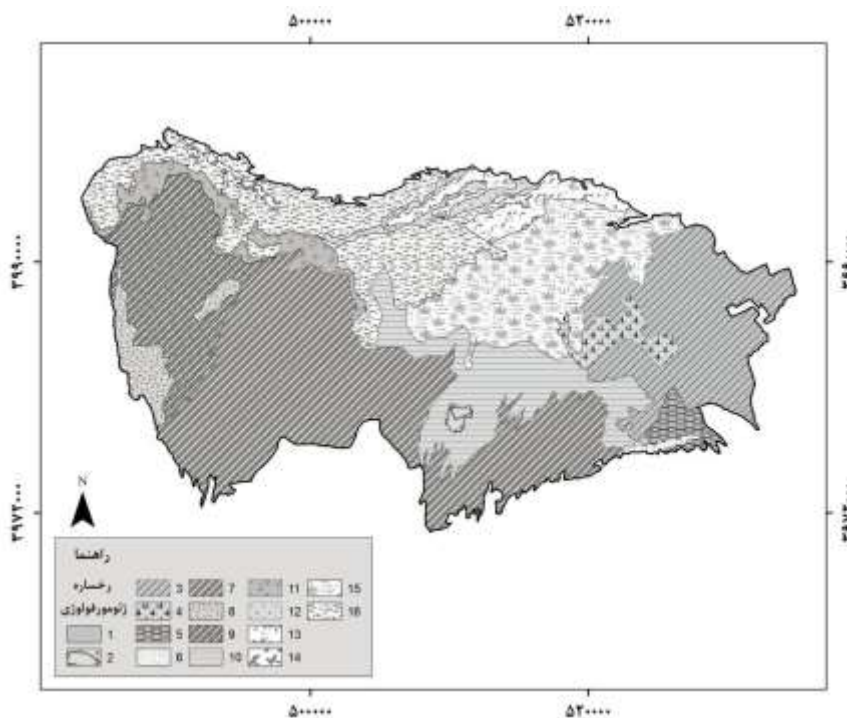
لایه شاخص های بافت خاک، زهکشی، شیب، عمق  
 خاک و سنگریزه سطحی که بر اساس مدل ESAs تهیه  
 شده است را در شکل های ۳ تا ۷ مشاهده می کنید. پس  
 از اینکه لایه شاخص ها تهیه شد با استفاده از نرم افزار  
 Arc GIS 10 و بر اساس رابطه ۱ میانگین هندسی گرفته  
 شد و نقشه خطر بیابانزایی تهیه شد (شکل ۸ و ۹).

#### ۴. نتایج

نقشه ژئومورفولوژی تهیه شده منطقه را به دو واحد،  
 چهار تیپ و ۱۶ رخساره تقسیم کرده که هر یک از  
 رخساره ها به عنوان واحد کاری منطقه مورد مطالعه، مورد

جدول ۷: رخساره های ژئومورفولوژی و کدهای آن ها

کد واحد کاری	مساحت (درصد)	رخساره (واحد کاری)	واحد ژئومورفولوژی
۱	۰/۰۳	آبرفت های رودخانه ای	
۲	۰/۱۵	اینسلیبرگ پروند	
۳	۷/۲۱	مخروط افکنه های کشت شده روداب	دشت سر پوشیده
۴	۱/۰۳	اراضی شور و رسی با پوشش شورپسند ملوند	
۵	۰/۷۴	سیلت و رس با پوشش کم روداب	
۶	۰/۱۸	بارخان های ناقص تا طولی	
۷	۱۵/۵۴	سیلک	
۸	۶/۶۸	تپه های ماسه ای عرضی و تثبیت شده با پوشش کم	
۹	۲۱/۹۰	تپه های ماسه ای عرضی و تثبیت شده	تپه ماسه ای
۱۰	۵/۰۸	پهنه های ماسه ای فعال	
۱۱	۲/۶۱	اراضی شور با تلماسه های گیاهی	پلایا
۱۲	۰/۸۰	راضی سیلابی با پوشش شورپسند	
۱۳	۱/۸۲	اراضی شور و مرطوب با سطوح نرم و پف کرده	
۱۴	۰/۵۹	دشت سیلابی کالشور	جلگه رسی
۱۵	۶/۷۶	کفه های رسی شور روداب	
۱۶	۷/۸۸	سطوح نمکی و پف کرده شمال ارگ	کویر



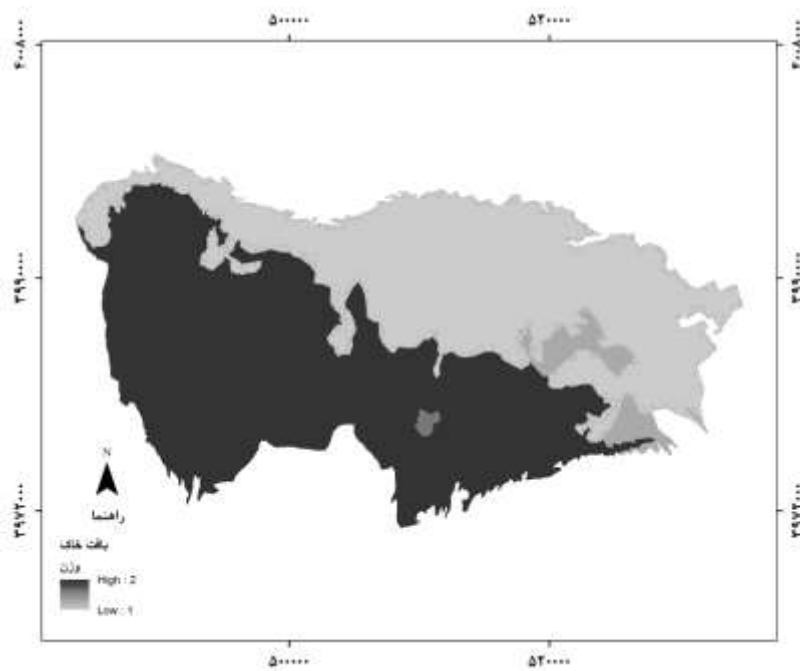
شکل ۲. نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی منطقه روداب سبزوار

زیر کلاس F1 با پوشش ۴۴/۴۸ درصد و همچنین کمترین سطح منطقه مورد مطالعه را کلاس بی‌اثر (N) با پوشش ۱۳/۳۲ درصد از سطح منطقه به خود اختصاص داد.

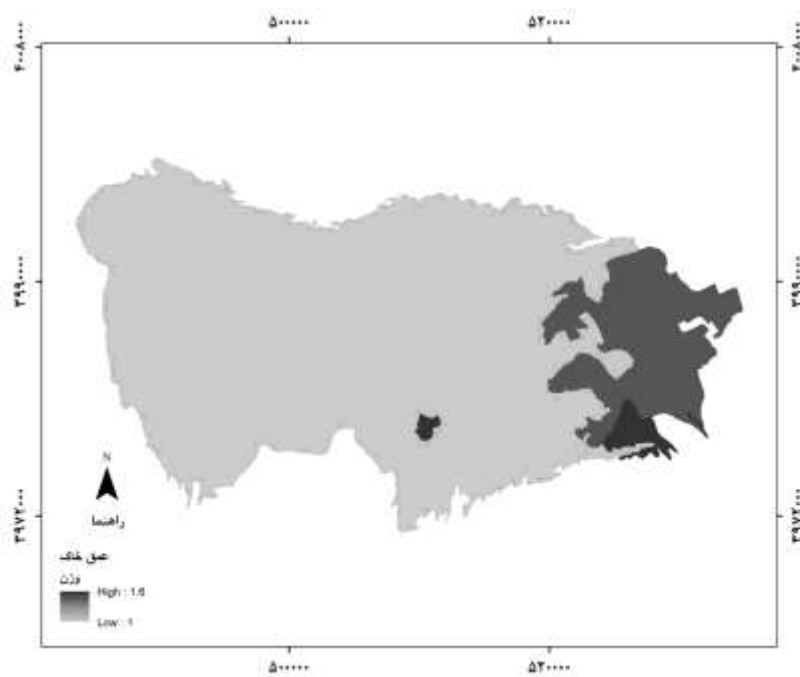
منطقه روداب با استفاده از مدل ESAs به سه کلاس بی‌اثر، پتانسیل تخریب و شکننده تقسیم شد که در جدول ۸ مشاهده می‌کنید. بیشترین سطح منطقه را

جدول ۸. طبقه‌بندی منطقه روداب بر اساس کلاس‌های بیابان‌زایی

مساحت (درصد)	علامت	کلاس
۲۱/۶۵	F2	شکننده
۴۴/۴۸	F1	
۲۰/۵۶	P	مناطق دارای پتانسیل تخریب در صورت عدم رعایت مدیریت بالقوه
۱۳/۳۲	N	بی‌اثر
۱۰۰/۰۰		جمع

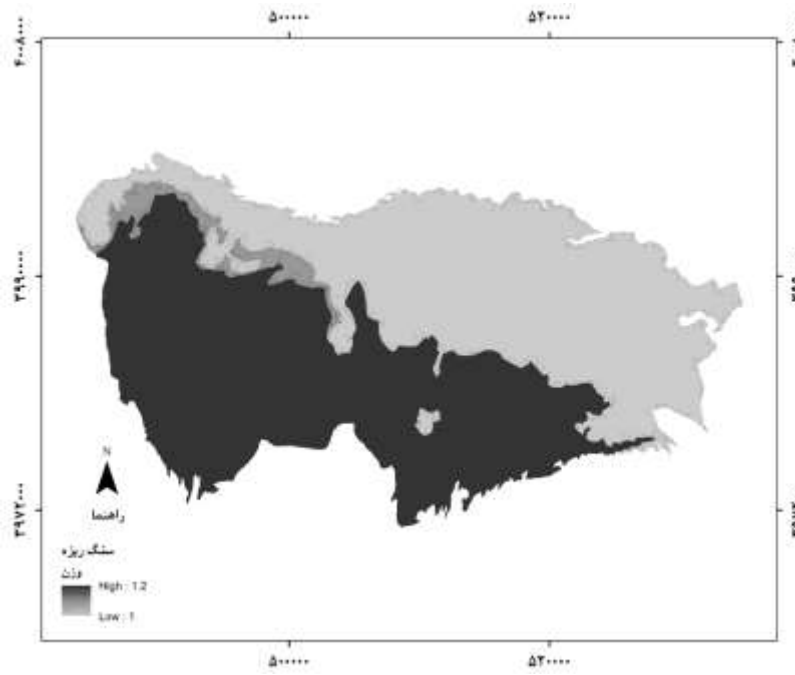


شکل ۳. دامنه وزن‌های شاخص بافت خاک

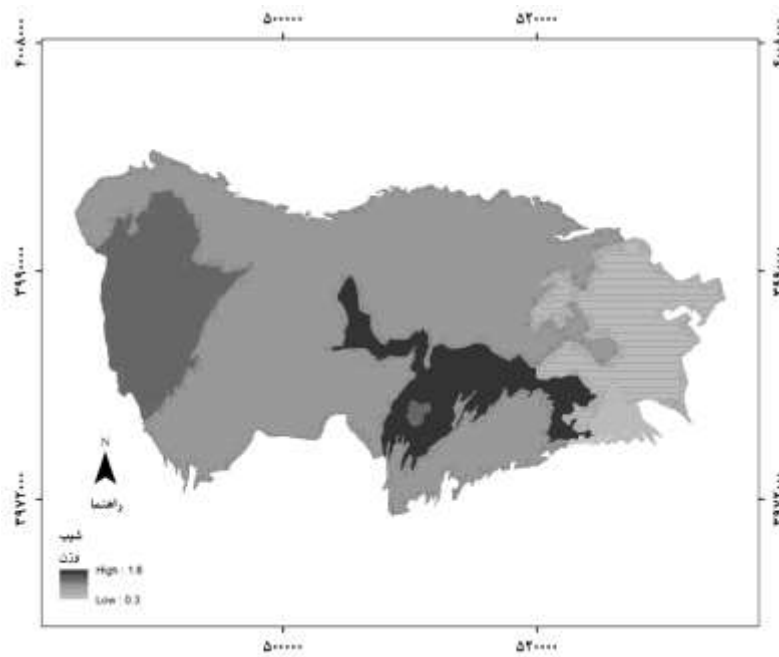


شکل ۴. دامنه وزن‌های شاخص عمق خاک

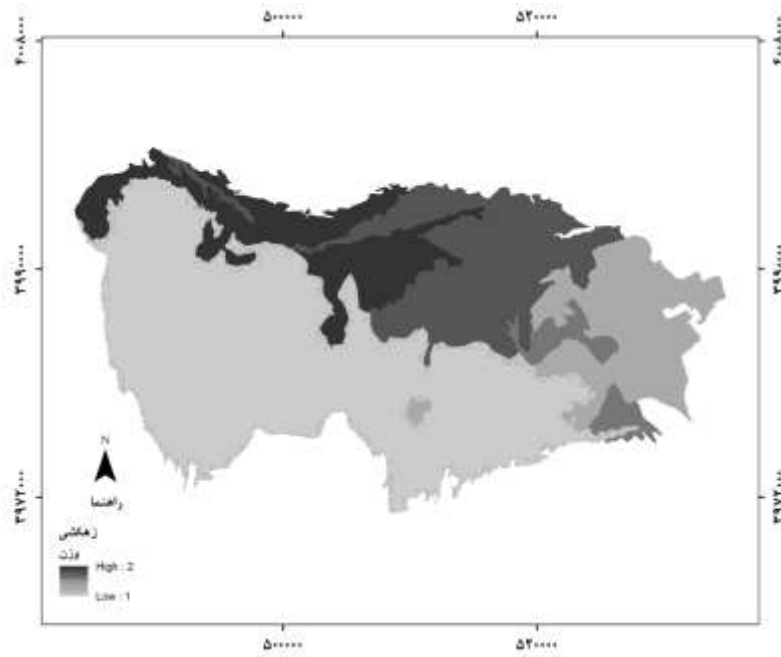




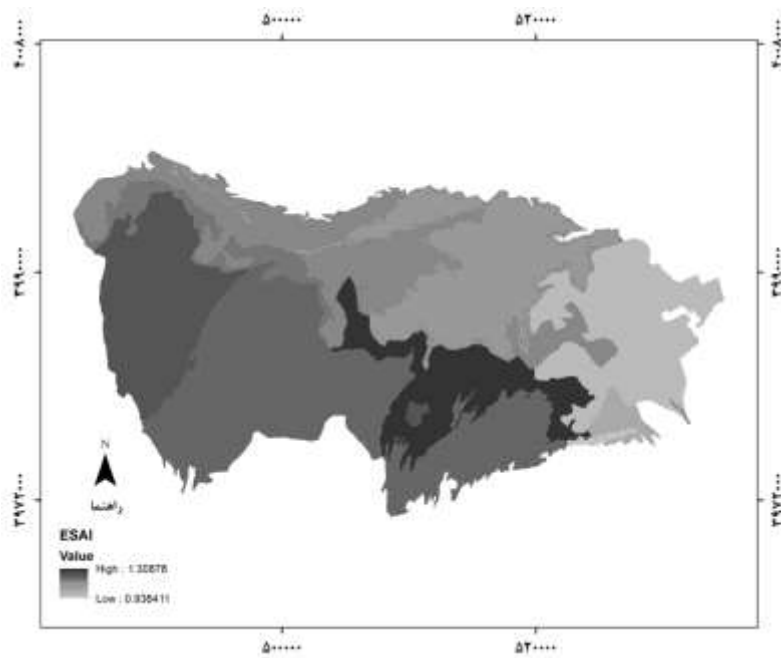
شکل ۵. دامنه وزن‌های شاخص سنگ‌ریزه سطحی



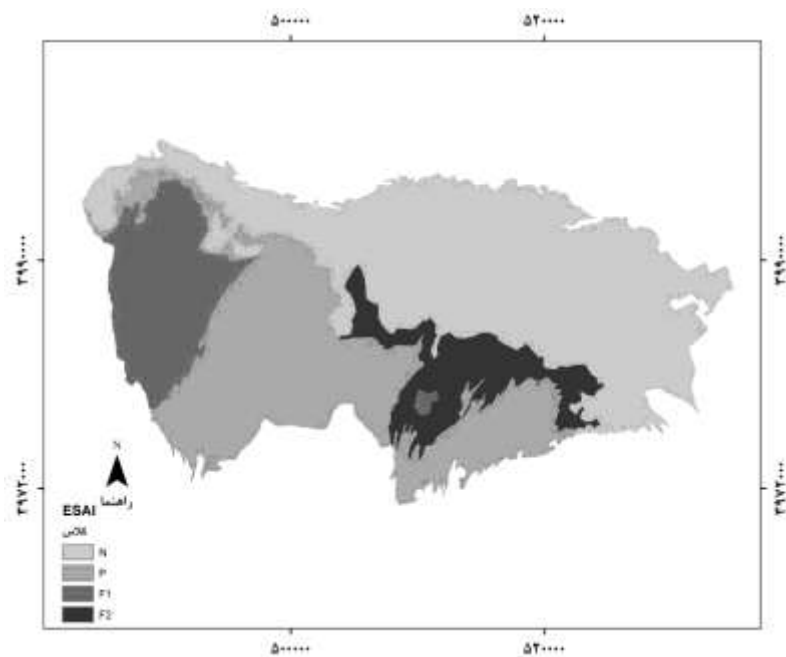
شکل ۶. دامنه وزن‌های شاخص شیب



شکل ۷. دامنه وزن‌های شاخص زهکشی



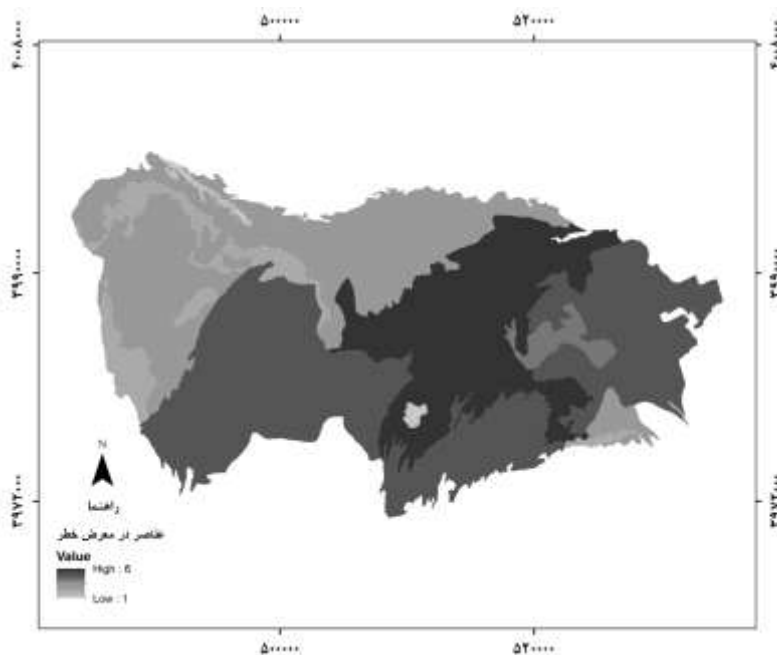
شکل ۸. دامنه وزن ESAI



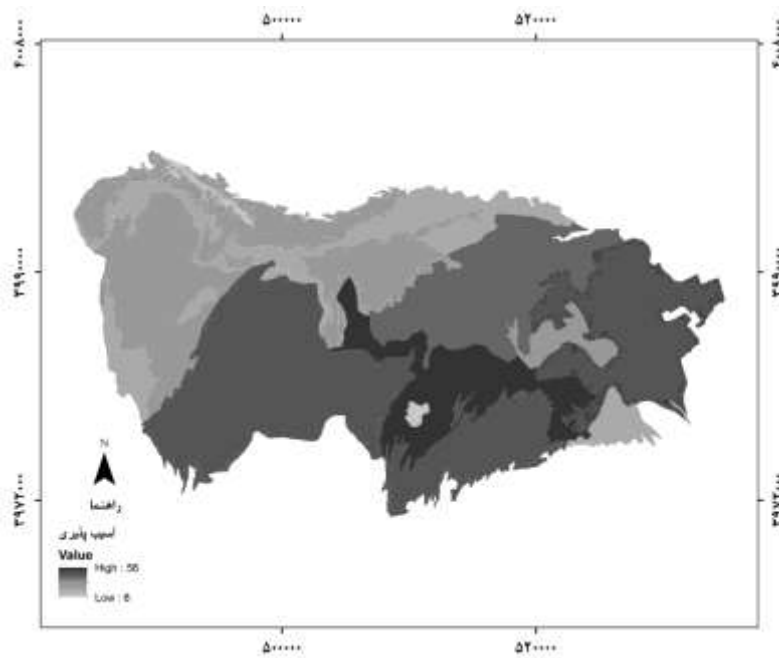
شکل ۹. کلاس‌های خطر بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه

درصد بیشترین سطح منطقه و کلاس خیلی زیاد با پوشش ۰/۸۹ درصد کمترین سطح منطقه را به خود اختصاص داد.

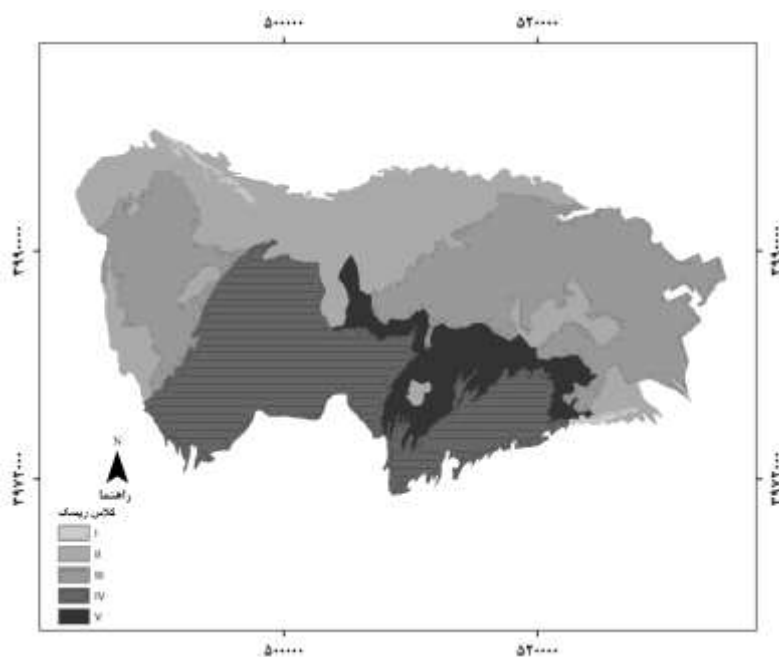
در نهایت نقشه ریسک از ضرب سه نقشه کلاس خطر، کلاس عناصر در معرض خطر و کلاس آسیب‌پذیری آنها بدست آمد (جدول ۱۰ و شکل ۱۲). کلاس III با ۳۵/۲۰



شکل ۱۰- دامنه عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی



شکل ۱۱. دامنه آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر بیابانزایی



شکل ۱۲. کلاس‌های ریسک بیابانزایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۹. مساحت کلاس‌های ریسک بیابان‌زایی

کلاس ریسک	مساحت (درصد)
I	۰/۸۹
II	۲۶/۸۲
III	۳۵/۲۰
IV	۲۷/۹۶
V	۹/۱۳

جدول ۱۰. اجزای رابطه ریسک برای هر واحد کاری

کلاس ریسک (R)	کلاس آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر (V)	کلاس عناصر در معرض خطر (E)	کلاس خطر (H)	کد واحد کاری	کلاس ریسک (R)	کلاس آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر (V)	کلاس عناصر در معرض خطر (E)	کلاس خطر (H)	کد واحد کاری
III	III	II	III	۹	I	II	I	I	۱
V	V	V	III	۱۰	II	I	I	III	۲
II	II	I	II	۱۱	III	V	IV	I	۳
II	II	II	I	۱۲	II	III	III	I	۴
II	II	II	I	۱۳	II	II	II	I	۵
I	I	I	I	۱۴	I	II	I	I	۶
III	IV	V	I	۱۵	IV	IV	IV	II	۷
II	III	II	I	۱۶	II	II	I	III	۸

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

گیاهی و بافت درشت‌دانه آن می‌توان جستجو کرد. نتایج این قسمت با تحقیقات حسینی و همکاران (۱۳۸۹) و شهریاری و همکاران (۱۳۸۹) که بیشترین ارزش بیابان‌زایی را مربوط به تپه‌های ماسه‌ای می‌دانند، مطابقت داشت. دو شاخص «بافت خاک» و «زهکشی» به ترتیب با میانگین ۱/۴۵ و ۱/۳۸ مؤثرترین شاخص‌ها در بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بودند و می‌تواند در برنامه‌های مدیریت بیابان مورد توجه قرار گیرد. خطر بیابان‌زایی به تنهایی نمی‌تواند نقشه راه برای ارائه برنامه مدیریت بیابان‌زایی باشد چرا که

بر اساس نتایج بدست آمده با استفاده از این مدل بیشترین در صد منطقه مورد مطالعه را کلاس III به خود اختصاص داد که با نتایج احمدی و همکاران (۱۳۸۴)، طباطبائی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، و هاشمی و همکاران (۱۳۹۰) که کلاس متوسط (III) را غالب معرفی کردند، مطابقت دارد. بیشترین ارزش شدت بیابان‌زایی، مربوط به رخساره «پهنه‌های ماسه‌ای فعال» با وزن ۱/۳۰ است. علت این امر را در فعال بودن تپه ماسه‌ای، عدم پوشش

«پهنه‌های ماسه‌ای فعال» علاوه بر دارا بودن خطر بیابانزایی بیشتر در منطقه به دلیل وجود عناصر در معرض خطر، بیشترین ریسک بیابانزایی را در منطقه به خود اختصاص داد. نیاز است که این رخساره با توجه به بالاترین ریسک، در اولویت برنامه‌های بیابانزدایی قرار گیرد.

در کنار نقشه خطر، توجه به عناصر در معرض خطر و آسیب‌پذیری آنهاست که اولویت برنامه‌های مدیریتی را تعیین می‌کند. نقشه ریسک که از ضرب سه نقشه کلاس خطر، کلاس عناصر در معرض خطر و کلاس آسیب‌پذیری آنها بدست آمد، منطقه را به پنج کلاس تقسیم کرد که کلاس III بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داد که با تحقیقات آرامی (۱۳۹۱) مطابقت داشت. رخساره

## References

- [1] Abdi, J. (2008). Assessment and mapping of desertification with IMDPA model based on two criteria in water & soil in Zeidabad area. M.Sc. Dissertation, Faculty of Natural resources, University of Tehran 114 pp.
- [2] Abrisham, E. (2004). Assessment and mapping of desertification and analysis methods FAO-UNEP, ICD and MICD in Fakhrabadof Mehriz, M.Sc. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 130 p.
- [3] Ahmadi, H. (1995). Investigation of effective factors in desertification. *Journal of Forest and Range*, 62, 66-70.
- [4] Ahmadi, H. (2004). The final report describes the formulation of a comprehensive service plan and methodology specifying the evaluation criteria and indicators of desertification in Iran, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
- [5] Ahmadi, H., Abrisham, E., Zehtabian, Gh. R. and Amirarsalani, F. (2006). The comparison of ICD and MICD models for assessment of desertification in a decertified pilot region. Iran, 14th International soil conservation organization conference. Water management and soil conservation in semi- arid environments. Marrakech, Morocco, March 14-19.
- [6] Anagnostopoulos Stavros, A. (2006). A Brief Report on Research Needs for Natural Hazards, Based on the recent workshop Climate Change-Research Challenges Brussels in memory of Anver Ghazi. 2-3 February.
- [7] Arami, A. (2012). Risk assessment (model IMDPA), losses and program management in semi-arid desert Agh Band, Golestan, M.Sc. The Ministry of Science, Research and Technology - Gorgan University - Faculty of Range and Watershed and Fisheries and the Environment. 180 p.
- [8] Farajzadeh, M. and Egbal, M.N. (2007). Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; case study: Iyzad Khast plain, Iran. *Pakistan Journal Biological Science*, 10(16), 2622-2630.
- [9] Hashemi, Z., Phlvanrvy, A., Moghadam Nia, M. R., Javadi, M. R. and Miri, A. (2011). Evaluation of the current status of desertification Zahak Sistan criteria with emphasis on water erosion, Research Watershed (Research and Construction), 24(2), 68-79.
- [10] Hosseini, S. M., Ekhtesasi, M. R., Shahriari, A. R. and Shafie, H. (2010). Survey of actual and potential wind erosion, desertification, with an emphasis on the standard method MICD1 (Case study: Nyatk region of Sistan), *Range and Watershed Management (Natural Resources)*, 63(2), 165-181.
- [11] Khosravi, H., Zehtabian, G., Ahmadi, H., and Azarnivand, H. (2014). Hazard assessment of desertification as a result of soil and water recourse degradation in Kashan Region, Iran. *Desert*, 19(1), 45-55.
- [12] Nazari Nezhad, M. 2010, Zoning and Planning Models ICD efficacy of ESAs to desertification risk management (Case Study: Khartouran Rezaabad, Kerman region of Semnan Province), Master degree of Management of deserts, University Of Gorgan.
- [13] Parvari, S.H., Pahlavanravi, A., Moghaddam Nia, A.R., Dehvari, A. and Parvari, D. (2011). Application of Methodology for Mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification in Dry Bed of Hamoun Wetland (Iran), *International Journal of Natural Resources and Marine Sciences*, 1 (1),65-80.
- [14] Rasmy, M., Gad, A., Abdelsalam, H. and Siwailam, M. (2010). A dynamic simulation model of desertification in Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 13, 101–111.
- [15] Saniei, A. (2011). Risk assessment, soil liquefaction damage in the Caspian coastal plain, Golestan, M.Sc. University of Gorgan, 105 p.
- [16] Sepehr, A., Hassanli, A.M., Ekhtesasi, M.R. and Jamali, J.B. (2007). Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. *Environ Monitoring Assessment*, 134(1-3), 243-254.
- [17] Shahriari, A. R., Parvari, H. and Vabhi, M. J. (2009). Mapping desertification process by ESAs, *Journal forest and grassland*, 81, 20-13.
- [18] Silakhori, E., Ownegh, M. and Sadoddin, A. (2014). Assessing desertification hazard and risk in Sabzevar region using MICD Model, *Emergency Management Journal*, 5, 99-89.

- [19] Tabatabaee, A. (2010). Comparing the potential severity of desertification in two ways, with emphasis on standard MICD IMDPA and wind erosion (Case study: Plain Fakhrabadof Mehriz), M.Sc. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, page 92
- [20] Zehtabian, G.H., Ahmadi, H., Khosravi, H. and Rafiei Emam, A. (2004). An approach to desertification mapping using Medalus methodology in Iran. *Desert*, 10(1), 205-223.
- [21] Zehtabian. G.R. and Rafiee Emam. (2003). ESAs new method for evaluating and mapping of areas susceptible to desertification, *Desert*, 8(10), 120-125.