پهنه‌بندی شدت خطر بیابان‌زایی منطقه‌ی مزینان سبزوار از منظر معیار خاک با استفاده از مدل ESAs

اسماعیل سیلاخوری*- دانشجوی دکتری تخصصی بیابان‌زدایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
Email:Esmaeil.silakhori@gmail.com

چکیده

بیابان‌زایی یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های زیست‌محیطی زمان ما به شمار می‌رود. این پدیده یک مسئله‌ی جهانی است و پیامدهای جدی آن بر تنوع زیستی، ایمنی محیط‌زیست، ریشه‌کنی فقر، ثبات اجتماعی ـاقتصادی و توسعه‌ی پایدار در سراسر جهان تأثیرگذار است. مناسب‌ترین روش برای تعیین شدت خطر بیابان‌زایی، استفاده از مدل‌های تجربی است. برای بررسی شدت بیابان‌زایی در منطقه‌ی مزینان، از معیار خاک مدل ESAs استفاده شد. برای این منظور، ابتدا نقشه‌ی واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی) با استفاده از نقشه‌های شیب، زمین‌شناسی، ارتفاع، پوشش گیاهی، کاربری و همچنین تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ (Landsat 5) و گوگل ارث (Google Earth) تهیه گردید؛ سپس در هر واحد کاری ارزش‌های هر شاخص در معیار خاک مشخص شد و از میانگین هندسی ارزش شاخص‌ها، نقشه‌ی شدت بیابان‌زایی منطقه به دست آمد. نتایج نشان داد که معیارهای زهکشی و درصد سنگریزه‌ی سطحی با میانگین وزنی ۱/۵۱ و ۱/۵۰ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. منطقه‌ی مزینان سبزوار با استفاده از این مدل به چهار کلاس بی‌اثر، بالقوه، شکننده و بحرانی تقسیم شد که بیشترین سطح منطقه را کلاس شکننده (۳۸/۰۴ درصد) به خود اختصاص داد.

واژه‌های کلیدی: *خطر، بیابان‌زایی، مدل ESAs، منطقه‌ی مزینان، خاک*

Mapping of desertification hazard intensity based on soil index using ESAs methodology in Mazinan of Sabzevar

Esmaeil Silakhori*[1]

Abstract

Desertification is a phenomenon that ranks among the greatest environmental challenges of our time. This phenomenon is a global issue, with serious implications worldwide for biodiversity, eco-safety, poverty eradication, socio-economic stability and sustainable development. The most suitable methods for desertification assessment intensity considered to be experimental models. In order to evaluate desertification in Mazinan region, the soil criterion of ESAs model was used. For this purpose, work unit map (geomorphologic facies) was created using slope, geology, elevation, vegetation cover, land use, Landsat 5 satellite imagery and Google Earth data. Then, in each work unit, soil criterion was assessed based on the selected indices. Then, desertification intensity map of the region was obtained using the geometric average of all indices. The results showed that drainage condition and Rock's fragments have the most severe impacts on desertification with weighted mean of 1.51, and 1.50, respectively. Mazinan region was divided into four classes of Non-classified, Potential, Fragile, and Critical classes which the largest area of the region is covered by Fragile class (38.04 %).

Keywords: *Desertification, Hazard, ESAs model, Mazinan region, Soil*

1 PhD Student of Combating Desertification, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran; Email: Esmaeil.silakhori@gmail.com

مقدمه

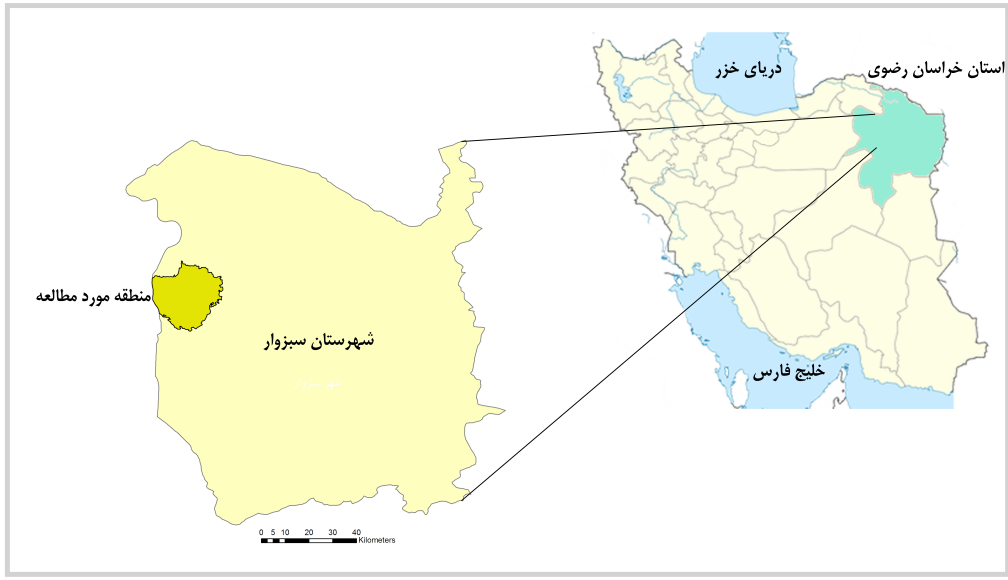
بیابان‌زایی، به‌منزله‌ی یک معضل، گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است و مشتمل بر فرایندهایی است که هم زاییده‌ی عوامل طبیعی است و هم به عملکرد نادرست انسان بر می‌گردد [۱]. بیابان‌زایی پدیده‌ای است که سازمان ملل متحد آن را، به‌مثابه‌ی یک مشکل مهم جهانی، در اجلاس بیابان‌زدایی ملل متحد در سال ۱۹۷۷ در نایروبی رسماً مورد شناسایی قرار داد و امروز آثار زیانبار این پدیده برای بیش از یک میلیارد نفر ساکن در ۱۰۰ کشور به‌منزله‌ی یک معضل بزرگ اقتصادی، اجتماعی و محیطی به اثبات رسیده است. در واقع اصطلاح بیابان‌زایی تمهیدی بود که برای جلب توجه بیشتر افکار عمومی به آثار سوء این پدیده به کار رفت و در حقیقت منظور از آن، همان تخریب اراضی یا کاهش توان تولیدی اراضی است [۲]. به‌رغم رابطه‌ها و روش‌های متنوعی که محققان برای برآورد فرسایش خاک ناشی از فرسایش بادی پیشنهاد کرده‌اند، تا کنون روش مشخص و واحدی برای طبقه‌بندی بیابان‌ها و همچنین برآورد شدت بیابان‌زایی، بر اساس مجموع فرایندهای بیابان‌زایی، ارائه نشده است. در این راستا شناسایی و ارزیابی فرایندها، عوامل و وضعیت فعلی شدت بیابان‌زایی، برای تدوین برنامه‌های مشخص و واقع‌گرایانه‌ی پایش بیابان‌زایی، از نیازهای اساسی مناطق بیابانی است [۳]. برای ارزیابی بیابان‌زایی، تحقیقات مختلفی در داخل و خارج کشور انجام شده که به ارائه‌ی مدل‌های منطقه‌ای فراوانی منجر شده است. از این مدل‌های رایج می‌توان به مدل جهانی فائو یونپ[۱]، لادا[۲]، گلاسود[۳]، تاکسونمی[۴]، مدالوس[۵]، ICD[۶]، MICD[۷] و IMDPA[۸] اشاره کرد [۴]. کمیسیون اروپا طرح مدالوس را برای ارزیابی بیابان‌زایی در کشورهای مدیترانه‌ای پیشنهاد کرد. این طرح به مدت ۹ سال و در طی ۳ مرحله از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۹ به طول انجامید و در سال ۱۹۹۹ مدلی برای ارزیابی و تهیه‌ی نقشه‌ی بیابان‌زایی با عنوان ESAs[۹] ارائه گردید. این روش از جدیدترین روش‌های ارزیابی بیابان‌زایی است که در کشورهای اروپایی و بعضی کشورهای خاورمیانه انجام شده و نتایج مثبتی ارائه داده است [۵]. زهتابیان و همکاران [۶] اثر معیار خاک را در بیابان‌زایی حبله‌رود با استفاده از مدل مدالوس مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور از شش شاخص آن مشتمل بر بافت، درصد مواد آلی، درصد سنگریزه‌ی عمقی، عمق خاک، میزان هدایت الکتریکی و شیب استفاده کردند. نتایج نشان داد که ۴/۱۶ درصد از کل منطقه در کلاس بیابان‌زایی با شدت تخریب کم قرار دارد. خنامانی و همکاران [۷] برای ارزیابی شدت بیابان‌زایی در دشت سگزی اصفهان از معیار خاک مدل مدالوس استفاده کردند. نتایج نشان داد که بیشترین مساحت منطقه مربوط به کلاس متوسط بیابان‌زایی است و شاخص‌های درصد مواد آلی، درصد گچ، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در پدیده‌ی بیابان‌زایی منطقه‌ی سگزی اصفهان هستند. پروانه و همکاران [۸] تأثیر شاخص خاک بر بیابان‌زایی را در منطقه‌ی خراسان جنوبی مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بیابان‌زایی با شدت متوسط و شدت زیاد بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است. سیلاخوری [۹] در منطقه‌ی سبزوار خطر بیابان‌زایی را با استفاده از مدل IMDPA مورد ارزیابی قرار داد و در نهایت منطقه‌ی مورد مطالعه را از نظر بیابان‌زایی به دو کلاس متوسط (II) و شدید (IV) تقسیم کرد که بیشترین سطح منطقه را کلاس متوسط (۸۵/۰۷ درصد) به خود اختصاص داد. لادیسا[۱۰] و همکاران [۱۰] برای ارزیابی بیابان‌زایی، طبق روش مدالوس، شش شاخص را برای ارزیابی در نظر گرفتند. این شاخص‌ها عبارتند از: شاخص‌های خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی. در تحقیق یاد شده از میانگین شاخص‌های کاربری اراضی و مدیریت، به‌منزله‌ی یک شاخص، قبل از قرار گرفتن در رابطه‌ی نهایی استفاده شد و در نهایت از میانگین هندسی پنج شاخص مذکور، نقشه‌ی نهایی بیابان‌زایی ترسیم شد. در این پژوهش مدالوس در منطقه‌ی باری[۱۱] ایتالیا مورد آزمایش قرار گرفت. پروری و همکاران [۱۱] برای تهیه‌ی نقشه‌ی بیابان‌زایی بستر خشک هامون از مدل ESAs استفاده کردند و نتیجه گرفتند که ۴۸/۲ درصد منطقه در طبقه‌ی بحرانی متوسط قرار دارد. النا توپا[۱۲] و همکاران [۱۲] حساسیت به بیابان‌زایی دو منطقه‌ی نیمه‌شهری جنوب صحرای اوآگادوگو پایتخت بورکینافاسو و سن‌لوئی واقع در کشور افریقایی سنگال را با استفاده از روش اصلاح‌شده‌ی ESAs مورد بررسی قرار دادند و بخش شمالی منطقه‌ی سن‌لوئی را با حساسیت بحرانی به بیابان‌زایی معرفی کردند. آن‌ها در نهایت نقشه‌ی بیابان‌زایی توسعه‌یافته را ابزاری ارزشمند برای ترویج مدیریتی کارآمدتر از مناطق آسیب‌دیده و جهت‌یابی مؤثر برای سیاست‌های پیشگیری از بیابان‌زایی قلمداد کردند. هدف از این تحقیق، تعیین وضعیت بیابان‌زایی منطقه‌ی مزینان سبزوار با استفاده از مدل ESAs می‌باشد.

منطقه‌ی مورد مطالعه

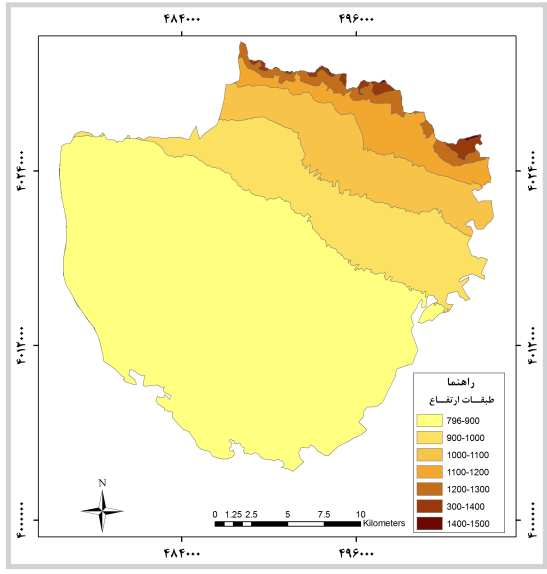
منطقه‌ی مزینان با وسعت ۵۶۳۴۵/۶۴ هکتار در محدوده‌ی جغرافیایی ۵۶ درجه، ۵۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه تا ۵۶ درجه، ۵۴ دقیقه و ۳۴ ثانیه‌ی طول شرقی و ۳۶ درجه، ۱۹ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۳۶ درجه، ۲۱ دقیقه و ۳۰ ثانیه‌ی عرض شمالی واقع گردیده است. از لحاظ تقسیمات سیاسی جزء شهرستان سبزوار از توابع استان خراسان رضوی است. ارتفاع منطقه از ۷۹۸ متر در کویر مزینان تا ۱۴۳۸ متر در کوه‌های ده‌نو تغییر می‌کند. از مراکز جمعیتی مهم منطقه می‌توان به دو شهر «داراب» و «کاهک» اشاره کرد (تصویر۱).

روش تحقیق

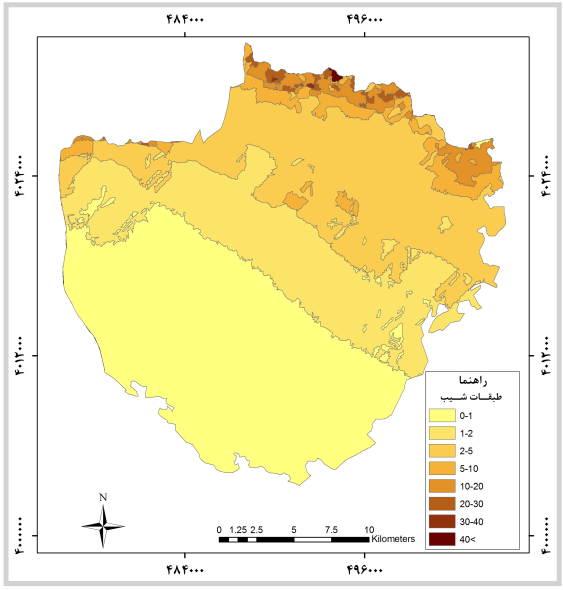
برای انجام دادن این تحقیق ابتدا مرز منطقه‌ی مورد مطالعه در یک روند ژئومورفولوژیکی از کوهستان تا پلایا (کویر) بسته شد. سپس واحدهای کاری تعیین شدند و در هر واحد کاری با استفاده از روش ESAs شاخص‌های بیابان‌زایی مورد ارزش‌دهی قرار گرفتند که شرح آن به تفکیک در زیر ذکر شده است.



تصویر۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در شهرستان سبزوار و استان خراسان رضوی [نگارنده]



تصویر۲: نقشه‌ی طبقات ارتفاع منطقه‌ی مزینان [نگارنده]



تصویر۳: نقشه‌ی طبقات شیب منطقه‌ی مزینان [نگارنده]

تعیین واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی)

برای تعیین واحدهای کاری منطقه مراحل زیر صورت گرفت

تهیه‌ی نقشه‌ی ارتفاع

ابتدا در محیط نرم‌افزار ArcGIS از نقشه‌ی ارتفاع منطقه‌ی سبزوار با فاصله‌ی خطوط ۱۰۰ متر نقشه‌ی تین[۱۳] و سپس نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاعی[۱۴] تهیه شد که پس از طبقه‌بندی مجدد، نقشه‌ی ارتفاعی منطقه‌ی مورد مطالعه به دست آمد (تصویر۲).

تهیه‌ی نقشه‌ی شیب

نقشه‌ی توپوگرافی منطقه‌ی مزینان وارد محیط نرم‌افزار ILWIS گردید و نقشه‌ی شیب در هشت طبقه تهیه شد (تصویر۳). شیب منطقه از زیر یک درصد تا بالای چهل درصد تغییر می‌کند.

نقشه‌ی زمین‌شناسی

برای این منظور از نقشه‌های زمین‌شناسی «داورزن» و «دارین» در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ که سازمان زمین‌شناسی کشور تهیه کرده بود، استفاده شد. این نقشه‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS رقومی گردیدند.

تهیه‌ی نقشه‌ی واحدهای کاری مقدماتی

در این مرحله نقشه‌ی شیب، ارتفاع و زمین‌شناسی که در مراحل قبل تهیه گردیده بود، با هم ادغام شدند.

تهیه‌ی نقشه‌ی واحدهای کاری نهایی (استفاده از سنجش از دور)

در این مرحله نیز از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ (Landsat 5) و برنامه‌ی گوگل ارث (Google Earth) استفاده شد. ابتدا داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی سنجنده‌ی TM (۲۰۱۱ میلادی) که دارای ۶

جدول ۱: کلاس‌ها و وزن‌های لایه‌های کیفیت خاک (SQI) [۱۳]

شاخص(لایه)	شرح	ارزش
بافت خاک	اول: لومی، لومی شنی رسی، لومی شنی، لومی رسی و شنی لومی	۱
	دوم: لومی و سلیتی لومی سلیتی، رسی رسی سلیتی	۱/۲
	سوم: رسی سلیتی و رسی سلیتی	۱/۶
	چهارم: شنی	۲
زهکشی	نفوذپذیری خوب	۱
	تا حدودی نفوذپذیری	۱/۲
	نفوذپذیری کم	۲
٪ شیب	۶>	۱
	۶-۱۸	۱/۲
	۱۸-۳۵	۱/۵
	۳۵<	۲
عمق خاک (Cm)	عمیق (۷۵ <)	۱
	میانگین (۷۵ — ۳۰)	۱/۲
	کم‌عمق (۳۰ — ۱۵)	۱/۶
	خیلی کم‌عمق (۱۵>)	۲
سنگریزه‌ی ٪ سطحی	٪ ۶۰ <	۱
	۲۰-۶۰	۱/۳
	۲۰ >	۲

باند طیفی و یک باند حرارتی (باند شش) بود در گذر ۱۶۱ و ردیف ۳۵ تهیه شد و وارد نرم‌افزار ILWIS گردید. سپس از تصاویر تحلیل مؤلفه‌ی اصلی[۱۵]، تصاویر کاذب رنگی[۱۶] و شاخص پوشش گیاهی NDVI، برای تفسیر بصری واحدهای فتومورفیک و تصحیح مرزهای واحدهای کاری تهیه شده، استفاده شد.

ارزیابی خطر بیابان‌زایی

برای ارائه‌ی نقشه‌ی تخریب اراضی منطقه‌ی مزینان سبزوار، بر اساس معیار خاک، از روش ESAs استفاده شد. برای این منظور از شاخص‌های بافت خاک، زهکشی، شیب، عمق خاک و سنگریزه‌ی سطحی استفاده شد. پس از تهیه‌ی نقشه‌ی واحدهای کاری، با توجه به بازدیدهای صحرایی، نقشه‌های پایه و تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده‌ی TM) سال ۲۰۱۱، ارزش‌های مربوط به شاخص‌ها بر پایه‌ی جدول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت و در نهایت با میانگین‌گیری هندسی این شاخص‌ها با استفاده از رابطه‌ی ۱ و به کمک سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، شاخص حساسیت ESAI[۱۷] تعیین شد. در نهایت بر پایه‌ی جدول ۲ کلاس‌های بیابان‌زایی مشخص شد. هر یک از شاخص‌ها، با توجه به اثری که در بیابان‌زایی دارند، بر اساس روش ESAs وزن‌دهی شدند؛ به‌طوری‌که دامنه‌ی ارزش آن‌ها بین ۱ (بهترین حالت) و ۲ (بدترین حالت) است [۱۳].

رابطه‌ی ۱:

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

جدول ۲: تیپ‌های ESAs [۱۳]

کلاس	علامت	دامنه‌ی ESAs
بحرانی	C۳	>۱/۵۳
	C۲	۱/۴۲-۱/۵۳
	C۱	۱/۳۸ — ۱/۴۱
شکننده	F۳	۱/۳۳ — ۱/۳۷
	F۲	۱/۲۷ — ۱/۳۲
	F۱	۱/۲۳ — ۱/۲۶
مناطق دارای پتانسیل تخریب در صورت رعایت نکردن مدیریت بالقوه	P	۱/۱۷ — ۱/۲۲
بی‌اثر	N	<۱/۱۷

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

بحث و نتایج

نقشه‌ی واحدهای کاری منطقه‌ی مزینان در چهار واحد تپه‌ماهور، دشت‌سر، اِرگ و پلایا و ۲۱ رخساره‌ی ژئومورفولوژی (واحدهای کاری) به دست آمد (جدول ۳ و تصویر ۴). بزرگ‌ترین واحد کاری منطقه‌ی «مخروط‌افکنه‌های کشت‌شده‌ی مزینان» (کد ۱۲) و کوچک‌ترین رخساره‌ی آن «آبرفت‌های رودخانه‌ای» (کد ۴) بود (تصویر ۴).

برای ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی، با استفاده از مدل ESAs، پس از ارزش‌دهی به هر یک از لایه‌های معرفی‌شده در این مدل، در نهایت نقشه‌ی فعلی بیابان‌زایی تهیه گردید.

نتایج نشان داد که شاخص بافت خاک (تصویر ۵) در چهار کلاس (۱، ۱/۲، ۱/۶ و ۲)، زهکشی (تصویر ۶) در سه کلاس (۱، ۱/۲ و ۲)، شیب (تصویر ۷) در سه کلاس (۱، ۱/۲، ۱/۵ و ۲)، عمق (تصویر ۸) در چهار کلاس (۱، ۱/۲، ۱/۶ و ۲) و سنگریزه‌ی سطحی (تصویر ۹) در سه کلاس (۱، ۱/۳ و ۲) قرار دارد. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی شاخص خاک نشان داد که نقشه‌ی بیابان‌زایی منطقه‌ی مزینان به چهار کلاس بحرانی، شکننده، بالقوه و بی‌اثر تقسیم شده که زیرکلاس N (بی‌اثر) بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داده است (تصویر ۱۰) که با نتایج زهتابیان و همکاران [۱] همخوانی دارد. در مجموع کلاس شکننده (F3, F2, F1) ۳۸/۰۴ درصد منطقه را به خود اختصاص داد که با نتایج تحقیق خنامانی و همکاران [۷]، پروانه و همکاران [۸] و سیلاخوری [۹] مبنی بر غالب بودن کلاس متوسط بیابان‌زایی در منطقه همخوانی دارد. تقریباً یک چهارم (۲۵/۴۳ درصد) منطقه‌ی مورد مطالعه در کلاس بحرانی (C۲) قرار دارد. در نهایت شاخص‌های زهکشی و درصد سنگ و سنگریزه مؤثرترین شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه‌ی مزینان‌اند که با تحقیقات زهتابیان و همکاران [۶] همخوانی دارد.

جدول ۳: رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحدهای کاری)

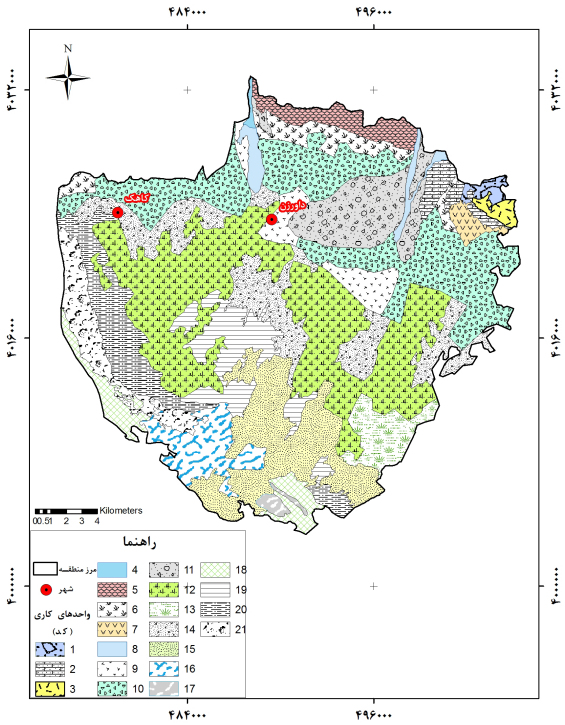
کد	واحد	کد	تیپ	کد	شماره‌ی واحدها	رخساره	سنگ‌شناسی	کاربری	شیب %
۱	تپه‌ماهور	۱-۱	تپه‌ماهور	۱-۱-۱	۱	کنگلومرای سست‌شده‌ی ضعیف	PIQc	مرتع	۳۰-۱۰
				۱-۱-۲	۲	ماسه‌سنگ با چشم‌انداز خندقی	Piqc, Ecs,	مرتع	۲۰-۵
		۱-۲	تیپ تپه‌های مارنی	۳-۲-۱	۳	تپه‌های مارنی با فرسایش خندقی	Km2l2, km2, kms2, Qpim, Etmm, Emm, Mm, mmc, mm	مرتع	۲۰-۵
۲	دشت‌سر	۲-۱	بالایی	۱-۱-۲	۴	آبرفت‌های رودخانه‌ای	Qal	مرتع	۱۰-۵
				۱-۲-۲	۵	اینسلبرگ فرسایشی	Elm, Etmm ,Ecm, Eapm	مرتع	۴۰-۲<
				۱-۳-۲	۶	مخروط‌افکنه‌های کم‌ارتفاع جوان	Qf2	مرتع	۱۰-۵
				۱-۴-۲	۷	مخروط‌افکنه‌های مرتفع و کهن شمالی	Qf1	مرتع	۲۰-۵
		۲-۲	میانی	۱-۲-۲	۸	آبرفت‌های رودخانه‌ای شمال داورزن	Qal	مرتع	۵-۲
				۲-۲-۲	۹	مخروط‌افکنه‌های جوان‌مهر با اراضی کشت‌شده	Qf2	کشاورزی	۵-۲
				۳-۲-۲	۱۰	مخروط‌افکنه‌های کم‌ارتفاع جوان داورزن	Qf2	مرتع	۵-۲
				۴-۲-۲	۱۱	مخروط‌افکنه‌های مرتفع کهن شمال داورزن	Qf1	مرتع	۵-۲
				۱-۳-۲	۱۲	مخروط‌افکنه‌های کشت‌شده‌ی مزینان	Qf2	کشاورزی	۲-۰
		۳-۲	پایینی	۲-۳-۲	۱۳	اراضی شور و رسی با پوشش شورپسند مقیسه	Qf2	مرتع	۲-۰
				۳-۳-۲	۱۴	دشت ریگی ریزدانه‌ی داورزن	Qf2	مرتع	۲-۰
۳	ارگ و رسوب‌گذاری	۴-۱	تپه‌های ماسه‌ای	۱-۱-۴	۱۵	تپه‌های ماسه‌ای موازی تثبیت‌شده	Qsd1	مرتع	
۴	پلایا	۵-۱	جلگه رسی	۱-۱-۵	۱۶	دشت سیلابی کالشور	Qcf	مرتع	۱-۰
				۱-۲-۵	۱۷	اراضی سیلابی مسطح و شور	Qcf	فاقد کاربری	۲-۰
				۱-۳-۵	۱۸	اراضی مسطح و شور با پوشش شورپسند	Qcf	مرتع	۱-۰
				۱-۴-۵	۱۹	اراضی مسطح و شور مزینان	Qcs	فاقد کاربری	۱-۰
				۱-۵-۵	۲۰	کفه‌های رسی شور مزینان	Qcf	مرتع	۱-۰
		۵-۲	کویر	۱-۲-۵	۲۱	سطوح نمکی مزینان با پهنه‌های نرم و پف‌کرده	Qcf	فاقد کاربری	۱-۰

نتیجه‌گیری

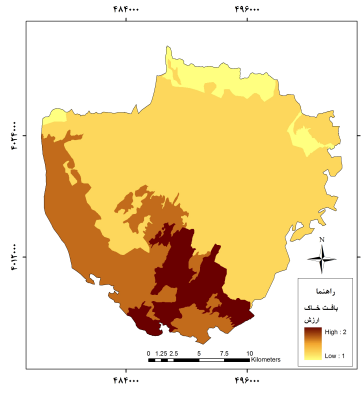
با توجه به نقشه‌ی بیابان‌زایی حاصل از مدل ESAs، بیش از ۳۸ درصد از منطقه‌ی مزینان در کلاس شکننده‌ی بیابان‌زایی قرار دارد و تقریباً یک‌چهارم منطقه (۲۵/۴۳ درصد) هم در کلاس بحرانی (C۲) است که نیازمند دقت و برنامه‌ریزی بیشتری است. نتایج نشانگر آن است که تمام منطقه به بیابان‌زایی حساس است. با توجه به اینکه قسمت اعظم منطقه همچون جلگه‌ی رسی با مشکل زهکشی مواجه بودند، مؤثرترین عامل بیابان‌زایی منطقه، شاخص زهکشی برآورد گردید که می‌تواند در تدوین نوع برنامه‌ی مدیریتی مهم و اثرگذار باشد. همان‌طور که در نقشه‌ی بیابان‌زایی مشاهده می‌کنید، شوره‌زارهای قسمت جنوبی منطقه به دلیل بافت و زهکشی نامناسب در کلاس بحرانی و بقیه‌ی منطقه در کلاس کم و متوسط قرار دارند. از مقایسه‌ی نتایج مطالعات مشابه، این نکته مشخص می‌شود که ESAs مدلی «متوسط‌گرا» است و برآورد متوسطی از بیابان‌زایی را نشان می‌دهد که علت آن را می‌توان در استفاده از میانگین وزنی جستجو کرد. عاملی که در مدل IMDPA هم موجب «متوسط‌گرا» بودن مدل شده است. برعکس مدل‌های ICD و MICD از میانگین حسابی استفاده می‌کنند و برخلاف مدل‌های IMDPA و ESAs «متوسط‌گرا» نیستند و پس از ارزش‌گذاری کلاس‌های بحرانی دست‌یافتنی‌تر هستند. می‌توان یکی از نقاط قوت مدل ESAs را در استفاده از میانگین وزنی جستجو کرد. با توجه به متوسط ارزش عددی، شاخص‌های سنگریزه و زهکشی تأثیر زیادی در نامناسب شدن اراضی و بیابان‌زایی دارند؛ بنابراین ضروری است تا برنامه‌ی عملی پایش و مهار بحران بیابان‌زایی برای اصلاح شاخص‌های یادشده تدوین گردد و گامی مؤثر برای توسعه‌ی پایدار برداشته شود.

جدول ۴: طبقه‌بندی منطقه‌ی مزینان براساس کلاس‌های بیابان‌زایی

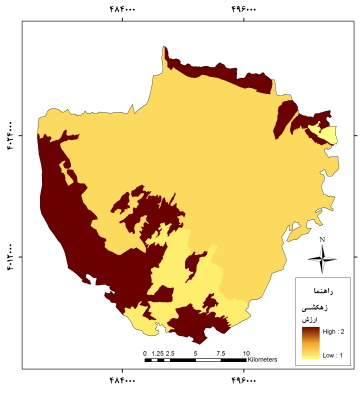
کلاس	علامت	مساحت (ha)	درصد فراوانی
بحرانی	C۲	۱۴۳۲۶/۴۳	۲۵/۴۳
شکننده	F۳	۵۳۵۰/۶۸	۹/۵۰
	F۲	۱۹۲۱/۴۲	۳/۴۱
	F۱	۱۴۱۵۶/۸۶	۲۵/۱۳
مناطق دارای پتانسیل تخریب در صورت رعایت نکردن مدیریت بالقوه	P	۲۷۲۴/۹۵	۴/۸۴
بی‌اثر	N	۱۷۸۶۲/۹۴	۳۱/۷۰
جمع		۵۶۳۴۳/۲۸	۱۰۰/۰۰



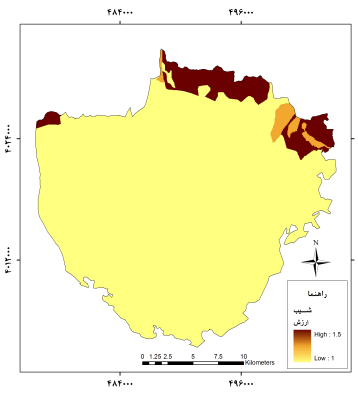
تصویر ۴: واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی) منطقه‌ی مزینان [نگارنده]



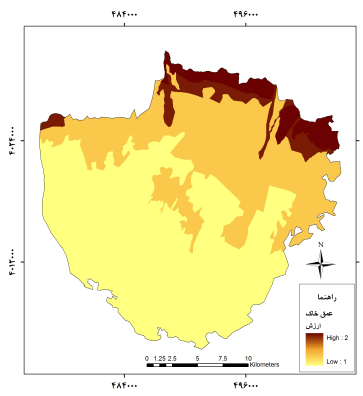
تصویر ۵: لایه‌ی بافت خاک



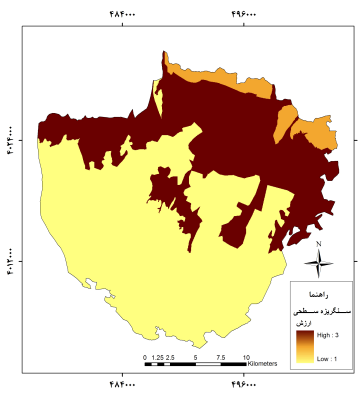
تصویر ۶: لایه‌ی زهکشی



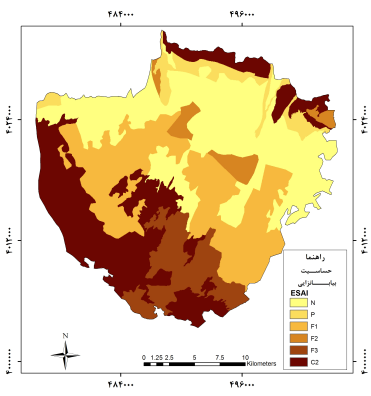
تصویر ۷: لایه‌ی شیب



تصویر ۸: لایه‌ی عمق خاک



تصویر۹: لایه‌ی سنگریزه‌ی سطحی



تصویر ۱۰: نقشه‌ی حساسیت بیابان‌زایی منطقه‌ی مورد مطالعه (ESAI)

پی‌نوشت

1. FAO-UNEP
2. Lada
3. Glasod
4. Taxonomi
5. Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALLUS)
6. Iranian Classification of Desertification
7. Modified Iranian Classification of Desertification
8. Iranian Model of Desertification Potential Assessment
9. Environmentally Sensitive Areas to desertification
10. Ladisa
11. Bari
12. Elena Topa
13. Triangulated Irregular Network (TIN)
14. Digital Elevation Model (DEM)
15. Principal Components Analysis (PCA)
16. False Color Composite (FCC)
17. Environmental Sensitive Area Index

منابع

۱. زهتابیان، غلامرضا (۱۳۸۸). واسنجی مدل مدالوس به منظور ارائه‌ی یک مدل منطقه‌ای برآورد شدت بیابان‌زایی در منطقه‌ی کاشان. *نشریه‌ی دانشکده منابع طبیعی*، جلد ۶۰، شماره‌ی ۲، ۷۴۴- ۷۲۷.

۲. فیض‌نیا، سادات؛ گویا، علینقی؛ احمدی، حسن؛ آذرنیوند، حسین (۱۳۸۰). بررسی عوامل بیابان‌زایی دشت حسین‌آباد میش‌مست قم. *بیابان*، جلد ۶، شماره‌ی ۲، ۱۴-۲.

۳. پهلوانروی، احمد؛ مقدم‌نیا، علیرضا؛ هاشمی، زهره؛ جواد، محمدرضا؛ میری، عباس (۱۳۹۱). ارزیابی شدت بیابان‌زایی با معیار فرسایش بادی با استفاده از مدل‌های FAO-UNEP و MICD در منطقه‌ی زهک سیستان. *فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، جلد ۱۹، شماره‌ی ۴، ۶۳۹ -۶۲۴.

۴. اسفندیاری، مطهره؛ حکیم‌زاده، محمدعلی (۱۳۸۹). ارزیابی وضعیت بالفعل بیابان‌زایی، با تأکید بر تخریب منابع خاک بر اساس مدل IMDPA (مطالعه‌ی موردی: آباده طشک، فارس). *فصلنامه‌ی علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، جلد ۱۷، شماره‌ی ۴، ۶۳۱ -۶۲۴.

۵. پروری‌اصل، سیدهدایت؛ پهلوانروی، احمد؛ مقدم‌نیا، علیرضا (۱۳۸۹). امکان‌سنجی پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی با استفاده از روش ESAs در منطقه‌ی نیاتک سیستان. *نشریه‌ی مرتع و آبخیزداری (مجله منابع طبیعی ایران)*، جلد ۶۳، شماره‌ی ۲، ۱۶۳ - ۱۴۹.

۶. زهتابیان، غلامرضا؛ جعفری، محمد؛ موحدیان، فاطمه؛ نعیمی، مریم (۱۳۸۸). بررسی اثر معیار خاک در بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس (مطالعه‌ی موردی منطقه‌ی حبله‌رود). *فصلنامه‌ی علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران*، جلد ۱۶، شماره‌ی ۴، ۴۸۰- ۴۶۸.

۷. خنامانی، علی؛ کریم‌زاده، حمیدرضا؛ جعفری، رضا (۱۳۹۲). استفاده از معیار خاک جهت ارزیابی شدت بیابان‌زایی (مطالعه‌ی موردی: دشت سگزی اصفهان). *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک*، جلد ۱۷، شماره‌ی ۶۳، ۵۹- ۴۹.

۸. پروانه، حسن (۱۳۸۸). *ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در خراسان جنوبی با استفاده از روش مدالوس (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی طبس مسینا - شهرستان درمیان)*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۹. سیلاخوری، اسماعیل (۱۳۹۱). *ارزیابی خطر (مقایسه‌ی مدل‌های MICD و IMDPA)، خسارت و تدوین برنامه‌ی مدیریت بیابان‌زایی منطقه‌ی سبزوار*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

10. Ladisa, G., Todorovic, M., and Trisorio Liuzzi, G. (2002). Characterization of Area Sensetive to Desertification in Southern Italy, Proc. Of the 2nd Int. Con, On new Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life.

11. 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.

12. Elena Topa, M., Iavazzo, P., Terracciano, S., Adamo, P., Coly, A., De Paola, F., Giardano, S., Giugni, M., and Eric Traore, S. (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). *Geophysical Research Abstracts,* Vol. 15.

۱۳. شهریاری، علیرضا؛ پروری، هدایت؛ بهی، محمدجواد (۱۳۸۷). مراحل تهیه‌ی نقشه‌ی بیابان‌زایی به روش ESAs. *جنگل و مرتع*، شماره‌ی ۸۱، ۲۰-۱۳.