Archive of SID

مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی (سال چهارم / شماره ۱) بهار ۱۳۹۲
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت: http://isj.iup.ir/index.aspx?pid=95744&jid=186

ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس (مطالعهٔ موردی: دشت سگزی)

علی خنامانی[1*]، حمیدرضا کریم‌زاده[2]، رضا جعفری[2]، امین گلشاهی[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده

هدف از این تحقیق، ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابانزایی دشت سگزی اصفهان با استفاده از مدل مدالوس (MEDALUS) می‌باشد. بدین منظور ابتدا شش معیار مهم (کیفیت خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، آب‌های زیرزمینی، فرسایش و مدیریت و سیاست) که در بیابانزایی منطقه موثر بودند، انتخاب گردد. هر کدام از این معیارها دارای شاخص‌های متعددی می‌باشند. داده‌های هر یک از شاخص‌ها، پس از آنالیزهای آماری و تعیین نرمال بودن، وارد محیط Arc®GIS 9.3 گردید و برای تهیه نقشه هر یک از این شاخص‌ها، از روش‌های معکوس فاصله وزنی و کریجینگ معمولی و گسسته استفاده گردید. سپس نقشه‌ها بر اساس روش مدالوس امتیازدهی شده و از میانگین هندسی شاخص‌های هر یک از معیارها، نقشه نهایی وضعیت هر معیار تهیه گردید و از میانگین هندسی شش معیار مورد بررسی، نقشه وضعیت فعلی بیابانزایی دشت سگزی اصفهان مشخص شد. نتایج نشان داد که ۸۱۲۹۹ هکتار از منطقه در کلاس شدید و ۳۰۸۶۸ هکتار در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار دارد. متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابانزایی (وضعیت فعلی بیابانزایی) برای کل منطقه سگزی اصفهان برابر DS =۱۵۳/۳۲ می‌باشد که در کلاس شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد. نتایج همچنین نشان داد که معیارهای اقلیم و پوشش گیاهی، مهمترین معیارهای موثر در بیابانزایی منطقه و معیار فرسایش (آبی و بادی) دارای کمترین میزان اهمیت در منطقه می‌باشد.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۰ خرداد ۱۳۹۱
پذیرش: ۴ آبان ۱۳۹۱
دسترسی اینترنتی: ۱۵ تیر ۱۳۹۲

واژه‌های کلیدی:
مدالوس
بیابانزایی
سیستم اطلاعات جغرافیایی
دشت سگزی

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: khanamani@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

طبق برآورد کنفرانس جهانی بیابانزایی و بیابانزدایی، پدیده بیابانزایی در آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان در مناطق خشک را که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان می‌باشند، تهدید می‌کند (۱۵). از این تعداد، ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر به طور مستقیم به علت کاهش حاصلخیزی اراضی و دیگر فرآیندهای بیابانزایی، تحت تأثیر قرار می‌گیرند (۲۲). این فرآیند همواره با تخریب خاک و منابع آب، پوشش گیاهی و دیگر منابع همراه است (۱۵). فیض‌نیا و همکاران (۹) پیامدهای چشمگیر پدیده بیابانزایی را؛ هجوم ماسه‌های روان، افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش حساسیت اراضی به فرسایش، نشست زمین، شور شدن اراضی، افزایش سیل‌خیزی و سرانجام برهنگی زمین، قحطی، محو آبادی و عقب‌نشینی آثار حیات، می‌دانند.

ارزیابی کمی وضعیت بیابانزایی در این تحقیق، با استفاده از مدل مدالوس می‌باشد. کمیسیون اروپا پروژه مدالوس را جهت ارزیابی بیابانزایی در کشورهای مدیترانه‌ای پیشنهاد کرد. این پروژه به مدت ۹ سال و در طی ۳ مرحله از سال ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۹ به طول انجامید و در سال ۱۹۹۹ مدلی برای ارزیابی وتهیه نقشه بیابانزایی تحت عنوان مناطق حساس به بیابانزایی (Environmentally Sensitive Areas to desertification) ارائه گردید (۱۶). با توجه به مزایای بسیار زیاد آن از جمله جمع‌آوری آسان داده‌های مورد نیاز و نیز استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، این روش می‌تواند جایگزین روش‌های رایج و سنتی تهیه نقشه گردد (۱۷). در این مدل چهار شاخص تحت عنوان شاخص کیفیت خاک، شاخص کیفیت اقلیم، شاخص کیفیت پوشش گیاهی و شاخص کیفیت مدیریت به عنوان شاخص‌های کلیدی بیابانزایی تعریف شدند و در نهایت نقشه بیابانزایی از میانگین هندسی شاخص‌های مذکور بدست آمد (۲۱). بعد از ارائه این مدل، محققین کشورهای مختلف اروپایی و آسیایی به ارزیابی بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس پرداختند (۱۳، ۱۷).

لادیسا و همکاران (۲۲) جهت ارزیابی بیابانزایی بر طبق روش مدالوس در باری ایتالیا، شش شاخص را برای ارزیابی در نظر گرفتند که عبارتند از: شاخص‌های خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی. آنها به این نتیجه رسیدند که معیار اقلیم به عنوان مهمترین معیار در پدیدهٔ بیابانزایی می‌باشد. پروانه (۳) بیابانزایی منطقه طبس مسینا از توابع نهبندان در استان خراسان جنوبی را با استفاده از مدل مدالوس مورد ارزیابی قرار داد. وی در تحقیق خود از ۸ معیار؛ وضعیت خاک، اقلیم، فرسایش، پوشش گیاهی، آب‌های زیرزمینی، فیزیوگرافی، زمین‌شناسی و مدیریت استفاده نمود، که در نهایت با میانگین‌گیری هندسی از این معیارها، نقشه‌های حساسیت منطقه به بیابانزایی وضعیت فعلی بیابانزایی را بدست آورد. نتایج وی نشان داد که معیارهای مدیریت و آب‌های زیرزمینی، از مهمترین عوامل مؤثر در بیابانزایی منطقه می‌باشند. با توجه به اهمیت کمی کردن ارزیابی بیابانزایی، هدف از انجام این مطالعه، ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابانزایی دشت سگزی اصفهان به روش تلفیق داده‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در مختصات ′۲۷ °۳۲ تا ′۴۱ °۳۲ عرض شمالی و ′۱۵ °۵۲ تا ′۵۳ °۵۱ طول غربی (شکل ۱)، در جنوب جاده اصفهان- نائین و در شمال رودخانه زاینده‌رود قرار دارد. وسعت محدودهٔ مطالعاتی ۱۱۲۱۶۷ هکتار است.

خاک‌های منطقه بر اساس طبقه‌بندی FAO عمدتاً در رده‌های Fluvisols، Regosols، Cambisols، Gypsisols و Solonchaks (۱۸) و به روش کلید طبقه‌بندی خاک، عمدتاً در دو رده Entisols و Aridisols طبقه‌بندی می‌گردد (۲۵).

میانگین بارندگی منطقه ۱۲۵/۵ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت منطقه ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. کاربری‌های منطقه شامل؛ اراضی کشاورزی آبی، اراضی شوره‌زار که عمدتاً دستخوش رسوبات فرسایش‌یافته بادی است، اراضی مسکونی، صنعتی و تعداد زیادی کوره‌های آجرپزی و گچ‌پزی و همچنین معادن شن و ماسه است.

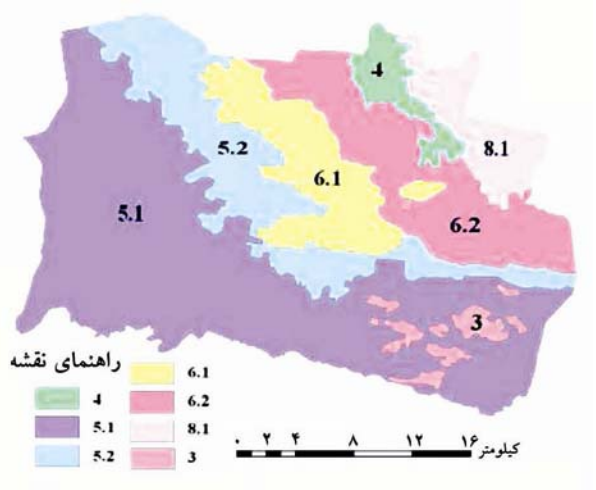
www.SID.ir

Archive of SID

شکل۱. محدوده مورد مطالعه (منطقه سگزی اصفهان)

معیارهای مطالعه

ابتدا اطلاعات مورد نیاز شامل نقشه‌های توپوگرافی و ژئومورفولوژی تهیه گردید و در مجموع ۵ واحد فیزیوگرافی و ۷ واحد اراضی (Land unit) (شکل ۲) تهیه گردید (۱۰). جزئیات واحدهای فیزیوگرافی در جدول ۱ آورده شده است. با بازدیدهای صحرایی، مهمترین معیارهایی که در بیابانزایی دشت سگزی مؤثر بودند، شناسایی شدند. این معیارها عبارت‌اند از: کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی، کیفیت آب‌های زیرزمینی، کیفیت فرسایش (فرسایش آبی و بادی) و کیفیت مدیریت و سیاست. هر کدام از این معیارها نیز دارای شاخص‌های متعددی می‌باشد که در جدول ۲ خصوصیات هر معیار و شاخص‌ها آورده شده است.



شکل۲. نقشه واحدهای فیزیوگرافی منطق

جدول۱. خصوصیات واحدهای فیزیوگرافی منطقه مورد مطالعه

شماره واحد	واحد	خصوصیات
3	فلات‌ها و تراس‌های بالایی	واحدهای فیزیوگرافی قدیمی‌اند (مربوط به دوران چهارم) که فرآیند فرسایش آبی آن‌ها را فرسوده و بقایایی از آن‌ها بصورت عوارضی در سطح نمایان می‌شود
4	دشت‌های آبرفتی دامنه‌ای	در اثر تجمع رسوبات دانه‌ریز که از دامنهٔ کوهستان‌ها حمل شده‌اند، دشت‌های دامنه‌ای مسطحی ایجاد شده‌اند.
5.1 و 5.2	دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای	رودخانه‌ها در هنگام طغیان این واحد را به وجود می‌آورند.
6.1 و 6.2	اراضی پست	با شیب کم یا مقعر در مرکز دشت‌های میان‌کوهی قرار گرفته‌اند.
8.1	واریزه‌های بادبزنی شکل سنگریزه‌دار	اراضی شیبدار پایکوهی هستند که رسوبات درشت و ریز توسط آبراهه‌ها از حوضه آبخیز منطقه به این اراضی منتقل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲. معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس (۱۶)

شماره	معیار	شاخص	شماره	معیار	شاخص
۱	کیفیت خاک	pH خاک شوری خاک درصد مواد آلی درصد گچ خاک درصد کلر خاک میزان سدیم خاک بافت خاک سطحی میزان بی‌کربنات خاک نسبت جذب سدیم خاک میزان کلسیم و منیزیم خاک	۲	کیفیت آب زیرزمینی	میزان کلر میزان کلسیم میزان یون بی‌کربنات pH آب زیرزمینی هدایت الکتریکی (EC) نسبت جذب سدیم (SAR) کل مواد جامد محلول (TDS)
۳	کیفیت اقلیم	میزان بارندگی شاخص خشکی میزان تبخیر و تعرق	۴	کیفیت فرسایش	کلاس فرسایش آبی در روش MPSIAC کلاس فرسایش بادی در روش IRIFR
۵	کیفیت مدیریت و سیاست	اراضی کشاورزی: کیفیت عملیات کشاورزی، کیفیت آبیاری اراضی مرتعی: میزان تخریب مراتع، فشار چرا اراضی معدنی: نحوه و میزان بهره‌برداری	۶	کیفیت پوشش گیاهی	گرایش مرتع درصد پوشش گیاهی مقاومت در برابر خشکی حفاظت در برابر فرسایش

نقشه فرسایش منطقه

هر کدام از شاخص‌های بالا با توجه به وضعیت کیفی، امتیازی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ خواهند گرفت (۱۶). به‌طوری که به بهترین حالت هر شاخص، امتیاز ۱۰۰ و به بدترین حالت آن امتیاز ۲۰۰ تعلق می‌گیرد. امتیاز مربوط به هر معیار با میانگین هندسی شاخص‌های مربوط به آن مشخص می‌شود. رابطهٔ ۱ نحوه محاسبه امتیاز مربوط به هر معیار را مشخص می‌کند (۳).

$$W_x = (W_1 \times W_2 \times \dots \times W_n)^{1/n} \quad [۱]$$

در این رابطه؛ Wx امتیاز مربوط به هر معیار، W (1, 2, …, n) امتیازات مربوط به هر شاخص و n تعداد شاخص‌ها می‌باشد. شدت بیابانزایی منطقه، با استفاده از میانگین هندسی امتیازات معیارها مشخص گردید و با طبقه‌بندی امتیازات حاصله، وضعیت فعلی بیابانزایی منطقه مورد ارزیابی قرار گرفته و مناطق حساس به بیابانزایی شناسایی شد. نحوهٔ محاسبه امتیاز مربوط به شدت بیابانزایی بوسیله رابطهٔ ۲ محاسبه گردید (۱۶).

$$D_s = (W_s \times W_c \times W_v \times W_{Gw} \times W_w \times W_m)^{1/6} \quad [۲]$$

در این رابطه؛ Ds شدت بیابانزایی، Ws امتیاز معیار خاک، Wc امتیاز معیار اقلیم، Wv امتیاز معیار پوشش گیاهی، WG امتیاز معیار آب زیرزمینی، Ww امتیاز معیار فرسایش و Wm

www.SID.ir

Archive of SID

امتیاز معیار مدیریت و سیاست می‌باشد. بعد از محاسبه هر معیار و میانگین‌گیری هندسی از معیارها، کلاس طبقه‌بندی شدت بیابانزایی در هر واحد تعیین، و نقشهٔ تهیه شده بر اساس جدول ۳ طبقه‌بندی گردید.

نتایج

آنالیزهای آماری

با توجه به اینکه شرط اول استفاده از کریجینگ معمولی، نرمال بودن توزیع شاخص‌ها برای تهیه نقشه می‌باشد (۶)، آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS®15.0 انجام و سپس وضعیت نرمال بودن توزیع داده‌ها با انجام آزمون کولموگروف- اسمیرنف تعیین و در نهایت همبستگی بین متغیرها مشخص گردید ($p<۰/۰۵$) (۴). تمامی شاخص‌ها به جزء بافت خاک در سطح احتمال $\alpha= ۰/۰۱$ دارای توزیع نرمال می‌باشند. بنابراین برای تهیهٔ نقشه بافت خاک از روش کریجینگ گسسته و معکوس فاصله وزنی، ولی برای سایر شاخص‌ها از روش کریجینگ معمولی و معکوس فاصله وزنی استفاده گردید.

روش‌های زمین‌آماری

تخمین‌گرهای معکوس فاصله وزنی

یکی از راهکارهای تصحیح شیوه‌ی وزن‌دهی یکسان به نمونه‌ها، عبارت است از وزن‌دهی بیشتر به نزدیک‌ترین نمونه و اختصاص وزن کوچکتر به نمونه‌هایی است که دارای فاصلهٔ بیشتری از محل تخمین هستند. بیان آماری چنین رویکردی، وزن‌دهی براساس معکوس فاصله تا نقطهٔ تخمین است. این روش از رابطهٔ ۳ تعیین می‌گردد (۱۱).

$$z^*(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^a} z(x_1)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^a}} \qquad [۳]$$

در این رابطه؛ d_1 عبارت است از فاصلهٔ بین نقطهٔ تخمین تا هر کدام از نمونه‌های واقع در همسایگی آن، $z(x_1)$ عبارت است از مقادیر نمونه‌های واقع در همسایگی محل تخمین و a توان معکوس فاصله است.

کریجینگ

در کریجینگ با استفاده از واریوگرام، همبستگی مکانی درنظر گرفته می‌شود. علاوه بر آن، واریوگرام امکان بررسی تغییرپذیری در جهات مختلف را فراهم می‌کند و طی آن می‌توان فاصله‌ای که داده‌ها در جهات مختلف دارای ارتباط فضایی هستند را تعیین کرد. شرط اول استفاده از کریجینگ‌های خطی آن است که متغیر مورد نظر توزیع نرمال داشته باشد، در صورت نرمال نبودن داده‌ها، باید از روش‌های کریجینگ غیرخطی (مثل کریجینگ گسسته) استفاده کرد و یا اینکه داده‌ها را نرمال کرد (۶).

کریجینگ معمولی

در این روش، مقدار میانگین، مجهول ولی مستقل از مختصات فرض می‌شود. روش کریجینگ بر اساس میانگین متحرک وزن‌دار بوده و می‌توان آن را بهترین تخمینگر خطی ناأریب دانست (۱۲ و ۷). فرمول کلی روش کریجینگ مانند سایر تخمین‌گرها به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Z(x_i) \qquad [۴]$$

در این معادله $Z\times(x0)$ مقدار تخمین کمیت در نقطه‌ی مجهول x_0؛ λ i وزن یا اهمیت نمونه‌ی i ام و $Z(xi)$ مقدار کمیت در نمونه‌ی i ام می‌باشد.

کریجینگ گسسته

کریجینگ گسسته، تخمین‌گر غیرخطی است که در شرایطی که توزیع داده‌ها پیچیده و برازش آنها توسط توزیع‌های معمول آماری دشوار باشد، به‌کار گرفته می‌شود. این عمل با تبدیل داده‌ها از طریق ترکیب خطی پلی‌نومیال‌های هرمایت طبق رابطهٔ ۵ صورت می‌گیرد (۶ و ۱۱).

$$Z(x_i)=\Phi\{Y(x_i)\} \qquad [۵]$$

در این رابطه؛ $Y(xi)$ عبارت از $Z(xi)$ تبدیل شده و Φ ترکیب خطی پلی‌نومیال‌های هرمایت است.

www.SID.ir

Archive of SID

دقت روش‌های مذکور نیز با استفاده از مقادیر میانگین خطا (ME؛ Mean Error)، ریشه خطای مجذور میانگین (RMSE؛ Root Mean Square Error) و اعتبار مثل خطای قدرمطلق میانگین (MAE؛ Mean Absolute Error) مقایسه گردید سپس روشی که دارای کمترین مقدار خطاء و بالاترین میزان دقت بود، به عنوان روش درون‌یابی انتخاب شد. به‌طوری که توابع خطاهای مذکور در معادله‌های ۴ تا ۶ ارائه شده است.

$$ME=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\{Z^*(X_i)-Z(X_i)\} \qquad [۶]$$

$$RMSE=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\{Z^*(X_i)-Z(X_i)\}^2} \qquad [۷]$$

$$MAE=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\{|Z^*(X_i)-Z(X_i)|\} \qquad [۸]$$

در این رابطه‌ها؛ n تعداد نقاط نمونه‌برداری، $Z(X_i)$ مقدار متغیر اندازه‌گیری شده در نمونه آب و $Z\times(X_i)$ مقدار متغیر مشاهده شده در محل هر نقطهٔ نمونه‌برداری در نقشه‌های تهیه شده می‌باشند (۲۴).

تهیهٔ نقشه هر معیار

نقشه هر یک از شاخص‌های مورد مطالعه در نرم‌افزار ArcGIS®9.3 با استفاده از روش‌های نوین زمین آماری تهیه گردید. بدین منظور از روش‌های متعدد میانیابی مانند روش‌های معکوس فاصله وزنی و کریجینگ معمولی و گسسته (با مدل‌های کروی و نمایی) برای تعیین مقادیر عددی شاخص‌ها استفاده شد و در نهایت روشی که دارای کمترین میانگین خطاء، ریشه خطای مجذور میانگین و اعتبار متقاطع مثل خطای قدر مطلق میانگین و بیشترین میزان دقت بود، انتخاب گردید (۱۹)، که در اینجا برای اختصار، از آوردن جدول نتایج مربوط به میزان خطای روش‌های میانیابی برای تهیهٔ نقشه هر یک از شاخص‌ها صرف‌نظر شده است.

معیار کیفیت خاک

نتایج بررسی‌ها در منطقه نشان داد که وضعیت خاک در سه کلاس متوسط، شدید و خیلی شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد، به طوریکه مساحت هر کدام به ترتیب برابر با ۶۶۰۰۰، ۴۵۶۵۰ و ۵۱۷ هکتار می‌باشد. با توجه به نقشه وضعیت خاک، در قسمت‌های مرکزی منطقه (لندفرم پلایا) به دلیل تجمع املاح در سطح خاک، فعال بودن فرآیندهای فرسایش بادی و افت شدید آب زیرزمینی، وضعیت تخریب معیار خاک شدید می‌باشد و در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد.

بدترین وضعیت تخریب خاک در واحد اراضی 6.1 (لندفرم پلایا) وجود دارد. دلیل این امر، شوری و قلیائیت بسیار بالای این محدوده می‌باشد. همچنین میزان گچ این محدوده زیاد می‌باشد که باعث می‌گردد خاک، ساختمان خود را از دست دهد و مستعد انواع فرسایش آبی و بادی گردد. میزان مواد آلی هم در این محدوده بسیار کم می‌باشد که بر رشد گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد. به دلیل تأثیر مهم معیار خاک در رشد پوشش گیاهی، این معیار بطور غیرمستقیم نیز بر بیابانزایی اثر می‌گذارد. جعفری (۵) از شاخص‌های معیار خاک جهت بررسی وضعیت بیابانزایی مناطق سلیمان، حسین‌آباد میش‌مست و گازران در استان قم استفاده نمود. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص شوری مهمترین شاخص در بیابانزایی منطقه می‌باشد. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که از بین شاخص‌های معیار خاک، شاخص شوری بیشترین تأثیر را در بیابانزایی دارد.

معیار کیفیت اقلیم

تمامی منطقه از لحاظ معیار اقلیم، در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد. مقدار متوسط بارندگی منطقه ۱۲۵/۷ mm و تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از روش بلانی- کریدل برابر با ۲۹۲۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. توزیع بارندگی بسیار نامناسب می‌باشد، به‌طوری که تقریباً تمام بارندگی سالانه در فصول سرد سال و زمانی که گیاهان منطقه به آن نیاز ندارند، اتفاق می‌افتد. شاخص تبخیر و تعرق پتانسیل به عنوان مهمترین شاخص اقلیمی مؤثر در بیابانزایی منطقه می‌باشد. بخشنده‌مهر (۲) در بررسی وضعیت بیابانزایی شمال-

www.SID.ir

Archive of SID

شرقی اصفهان، به این نتیجه رسید که شاخص تبخیر، مؤثرترین شاخص در بیابانزایی منطقه می‌باشد. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که شاخص تبخیر و تعرق پتانسیل بیشترین تأثیر را در بیابانزایی دارد.

معیار کیفیت پوشش گیاهی

پوشش گیاهی در منطقه بدلیل شرایط خشک اقلیمی و همچنین شور و قلیا بودن خاک منطقه، از وضعیت خوبی برخوردار نمی‌باشد. با توجه به نقشه وضعیت پوشش گیاهی در منطقه، ۶۴۱۷۱ هکتار در کلاس شدید و ۴۷۹۹۶ هکتار از منطقه در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد. مناطقی که در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار دارند، عاری از پوشش گیاهی می‌باشند که دلیل این امر، شور و قلیایی بودن بسیار زیاد خاک منطقه می‌باشد. از بین شاخص‌های معیار پوشش گیاهی، شاخص درصد پوشش گیاهی بیشترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه داشته است. سپهر (۸) در بررسی وضعیت بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس و ارائه یک مدل منطقه‌ای به این نتیجه رسید که کمبود پوشش گیاهی تأثیر بسزائی بر شدت بیابانزایی دارد. نتایج مطالعات مختلف نشان می‌دهد که شاخص درصد پوشش گیاهی، بیشترین تأثیر را در پدیده‌ی بیابانزایی دارد.

معیار کیفیت آب‌های زیرزمینی

نتایج نشان داد که معیار آب زیرزمینی از وضعیت خوبی در منطقه برخوردار نمی‌باشد، بطوریکه ۱۰۶۵۸۶ هکتار از منطقه در کلاس شدید و ۵۵۸۱ هکتار در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار دارد که دلیل این امر، بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی می‌باشد. شاخص‌های هدایت الکتریکی (EC) و کل مواد جامد محلول (TDS)، شاخص‌هایی از معیار آب زیرزمینی هستند که بیشترین تأثیر را بر پدیده‌ی بیابانزایی دارند. دلیل این امر، زیاد بودن میزان این شاخص‌ها و تأثیر مهمی است که بر شرایط خاک می‌گذارند. این شرایط هم با استفاده از آب‌های زیرزمینی به عنوان آب آبیاری و هم با تبخیر آب زیرزمینی از سطح خاک و برجا ماندن املاح در سطح خاک و در نتیجه شور شدن سطح خاک ایجاد می‌گردد. پروانه (۳) تأثیر معیار کیفیت منابع آب زیرزمینی منطقه‌ی طبس‌مسینا در خراسان جنوبی بر پدیده‌ی بیابانزایی را مورد ارزیابی قرار داد و به این نتیجه رسید که شاخص‌های شوری آب زیرزمینی، غلظت کلر، افت سطح آب زیرزمینی و میزان ماده خشک (TDS) بیشترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه دارند. نتایج دیگر مطالعات نشان می‌دهد که شاخص شوری آب زیرزمینی بیشترین تأثیر را در بیابانزایی دارد که دلیل این امر، تأثیر زیاد این شاخص بر خصوصیات خاک می‌باشد.

معیار کیفیت فرسایش

جهت بررسی معیار کیفیت فرسایش، از دو شاخص کلاس فرسایش بادی در روش IRIFR و کلاس فرسایش آبی در روش MPSIAC استفاده گردید. وضعیت شاخص فرسایش بادی در سه کلاس متوسط، شدید و خیلی شدید بیابانزایی به ترتیب با مساحت‌های ۴۴۲۹۱، ۵۶۴۱۵ و ۱۱۴۶۱ هکتار قرار گرفت. در واحد ۶.۱، بیشتر سطح خاک عاری از پوشش گیاهی بوده و همچنین شرایط خاک نامناسب می‌باشد، مانند بالا بودن میزان شوری و قلیائیت خاک و میزان سدیم خاک؛ که این عوامل باعث می‌گردند خاک در برابر عوامل محیطی بسیار حساس و شکننده باشد و در نتیجه به راحتی توسط فرآیند فرسایش بادی، فرسایش یابد. تأثیر فرسایش بادی در بیابانزایی منطقه خیلی بیشتر از تأثیر فرسایش آبی در بیابانزایی می‌باشد. یکی از مهمترین دلایل این امر، مسطح بودن منطقه می‌باشد که باعث می‌گردد از شدت فرسایش آبی کم گردد، در عوض با طولانی بودن مسیر وزش باد، بر شدت فرسایش بادی افزوده گردد. همچنین وجود بادهای فرساینده (میانگین ۸ m/s) باعث می‌گردد که فرسایش بادی از شدت خیلی بیشتری برخوردار باشد.

فرسایش آبی نیز در دو کلاس کم و ناچیز و متوسط بیابانزایی به ترتیب با مساحت‌های ۶۴۲۵۳ و ۴۷۹۱۴ هکتار قرار گرفت. در واحدهای 6.1 و 6.2 که از نظر توپوگرافی در وضعیت پست منطقه قرار دارد، آبراهه‌ها از اراضی بالادست به این اراضی ختم می‌شوند و سپس به مسیر خط‌القعر منطقه (رودخانه زاینده‌رود) منتهی می‌شوند. بنابراین در زمان اوج سیلاب، این واحدها تحت تأثیر فرسایش آبی شدیدتر از مناطق اطراف قرار می‌گیرند. سپهر (۱۳۸۷) جهت تعیین وضعیت

www.SID.ir

Archive of SID

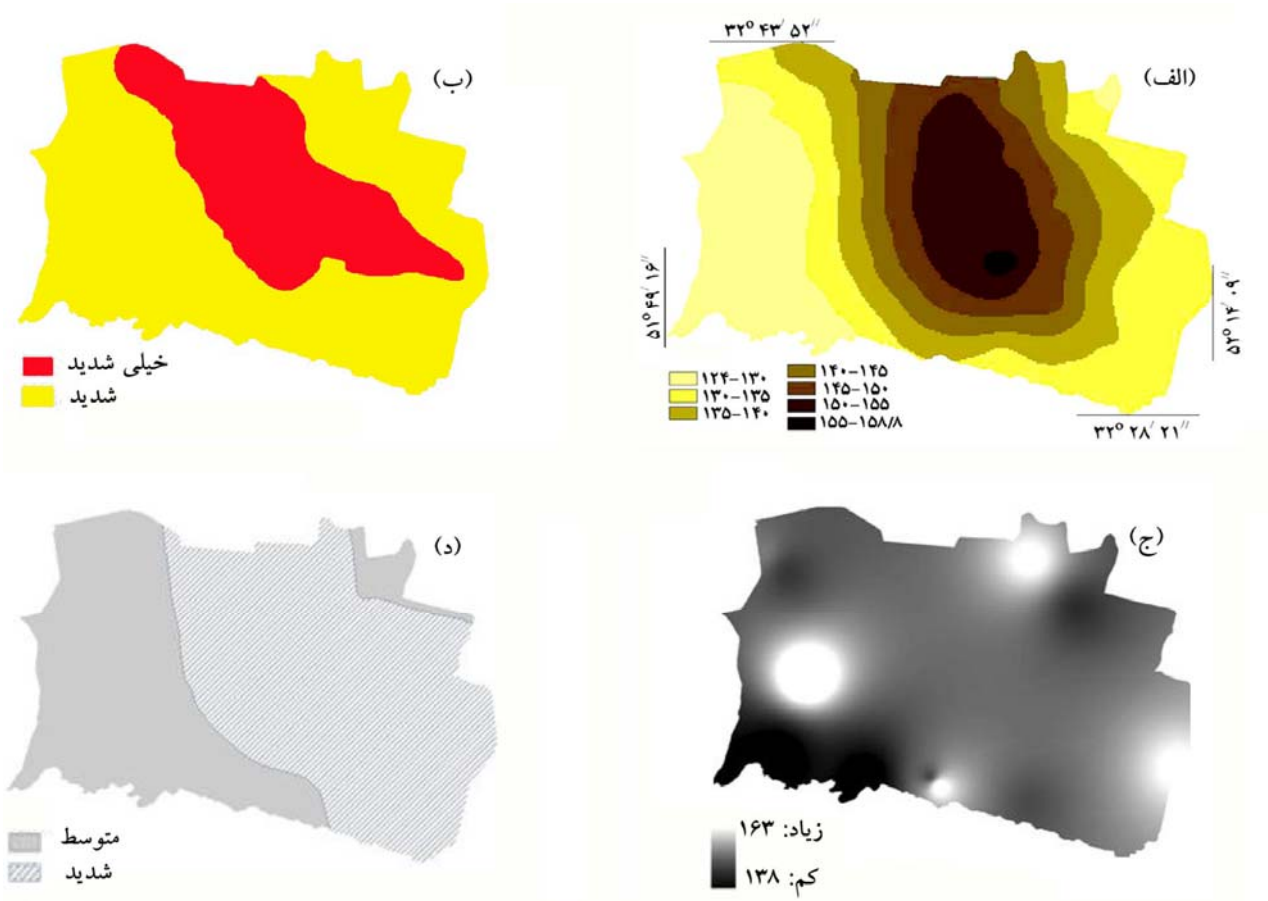
معیار فرسایش از شاخص‌های فرسایش آبی و بادی استفاده نمود. نتایج وی نشان داد که شاخص فرسایش بادی بیشترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه دارد. نتایج دیگر مطالعات نیز مؤید این مطلب است که دلیل این امر، مناسب بودن شرایط ایجاد فرسایش بادی در مناطق بیابانی می‌باشد.

معیار کیفیت مدیریت و سیاست

بررسی نقشه وضعیت معیار مدیریت و سیاست نشان می‌دهد که تمامی منطقهٔ مورد مطالعه در کلاس شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد. مدیریت در اراضی کشاورزی وضعیت بهتری دارد، بطوریکه میانگین وزنی ۱۵۹ برای آن لحاظ شده است. در این اراضی، از سموم و آفتکش و همچنین کود شیمیایی استفاد می‌شود، اما آبیاری بیشتر با شیوه غرقابی صورت می‌گیرد. در اراضی معدنی با میانگین وزنی ۱۶۹، مدیریت خوبی اعمال نمی‌شود. معادن اغلب بصورت سطحی بوده که بدون توجه به اثرات زیست‌محیطی، برداشت بی‌رویه و غیراصولی از این منابع، صورت می‌گیرد. در اراضی معدنی که پس از شکستن لایه تثبیت‌شده سطحی، از لایه‌های زیرین برداشت صورت می‌گیرد و پس از برداشت منابع معدنی، سطح آن تثبیت نمی‌گردد که باعث می‌شود فرسایش بادی با شدت زیاد انجام گیرد.

جدول۳. طبقه‌بندی نهایی هر معیار (۱۶)

ارزیابی بیابانزایی	کلاس وضعیت بیابانزایی			
وضعیت	کم و ناچیز	متوسط	شدید	خیلی شدید
امتیاز	۱۲۰– ۱۰۰	۱۳۵– ۱۲۰	۱۵۵– ۱۳۵	> ۱۵۵



شکل۲. نقشه وضعیت کیفیت معیار؛ (الف) خاک، (ب) پوشش گیاهی، (ج) آب زیرزمینی و (د) فرسایش خاک در منطقهٔ مورد مطالعه

www.SID.ir

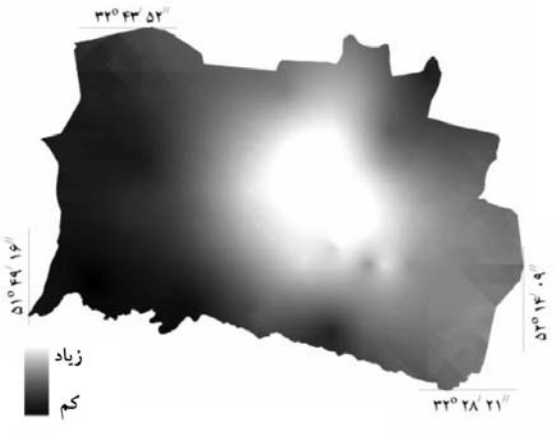
Archive of SID

مدیریت اراضی مرتعی نیز با میانگین وزنی ۱۶۵/۹۴، از وضعیت خوبی برخوردار نمی‌باشند. در این اراضی، چرا بدون توجه به ظرفیت مراتع و با شدت و تکرار زیاد صورت می‌گیرد. شرایط به گونه‌ای است که بیش از نیمی از منطقه، عاری از هر گونه پوشش گیاهی می‌باشد. البته شور و قلیا بودن خاک منطقه نیز بر عاری بودن پوشش در منطقه می‌افزاید. در واحد اراضی 6.1، بیشترین میزان تخریب و فشار چرا مشاهده می‌شود. در این محدوده که عموماً شوره‌زار بوده و عاری از پوشش گیاهی می‌باشد، میزان تخریب به حدی است که خاک سطحی کاملاً توسط دام‌های موجود در منطقه (بز و گوسفند) بهم خورده و مستعد فرسایش بادی می‌گردد. پروانه (۳) در بررسی تأثیر معیار مدیریت و سیاست در بیابانزایی منطقه طبس مسینا، به این نتیجه رسید که نحوه‌ی بهره‌برداری از معادن بیشترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه داشته است که نتایج دیگر مطالعات نیز همین مطلب را نشان می‌دهد.

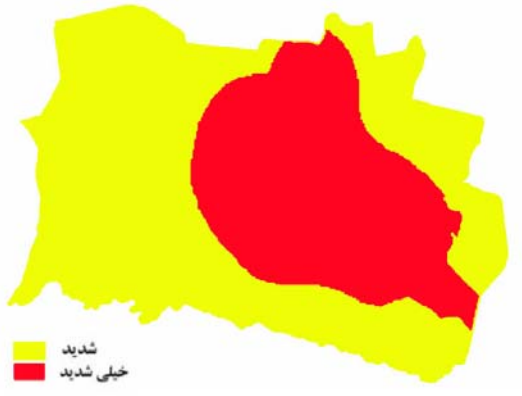
تجزیه و تحلیل شدت بیابانزایی

پس از انجام میانگین‌گیری هندسی از معیارهای مورد بررسی، نقشه نهایی وضعیت بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه بدست آمد. بر طبق شکل ۳، ۸۱۲۹۹ هکتار از منطقه در کلاس شدید و ۳۰۸۶۸ هکتار در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار دارد. متوسط وزنی ارزش کمّی شدت بیابانزایی (وضعیت فعلی بیابانزایی) برای کل منطقه سگزی اصفهان برابر DS=۱۵۳/۳۲ می‌باشد که در کلاس شدید بیابانزایی قرار می‌گیرد. در شکل ۴، طبقه‌بندی بیابانزایی منطقه مورد مطالعه مشاهده می‌شود.

همانطور که ملاحظه شد، تمامی منطقه در کلاس‌های شدید و خیلی شدید بیابانزایی قرار دارد. بیشترین شدت بیابانزایی مربوط به محدودهٔ مرکزی منطقه (واحد اراضی 6.1) می‌باشد. در این محدوده، اراضی شوره‌زار قرار دارند (میانگین EC=79.84 ds/m) و شاخص‌های پوشش گیاهی از وضعیت مناسبی برخوردار نمی‌باشند، بطوری که هیچ‌گونه پوشش گیاهی در اینجا مشاهده نمی‌شود و دلیل این امر، شوری و قلیائیت بیش از حد خاک منطقه می‌باشد. به دلیل شوره‌زار بودن منطقه و در نتیجه سبک بودن مواد سطحی خاک، فرسایش بادی در فصول خشک سال و فرسایش آبی در فصول مرطوب سال صورت می‌گیرد. مدیریت نیز در این منطقه نامناسب می‌باشد، به‌طوری که کانال‌های انتقال آب، تمرکز زیادی در این محدوده دارند. در قسمت شمال‌غرب، غرب و جنوب‌غربی منطقه، شدت بیابانزایی نسبت به دیگر مناطق کمتر می‌باشد. در این قسمت که اراضی کشاورزی قرار دارند، فرسایش بادی به دلیل وجود محصولات کشاورزی در اکثر مواقع سال، به مقدار خیلی کم اتفاق می‌افتد. همچنین این پوشش موجود، از سرعت باد می‌کاهد که علاوه بر کنترل فرسایش بادی بطور مستقیم، از خشک شدن سطح خاک جلوگیری می‌نماید و به‌طور غیرمستقیم باعث کنترل فرسایش در منطقه می‌شود. سپهر و همکاران (۲۰۰۷) وضعیت بیابانزایی دشت لارستان استان فارس را با استفاده از مدل مدالوس مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج آن‌ها نشان داد که معیارهای وضعیت پوشش گیاهی و آب زیرزمینی به‌عنوان مهمترین شاخص‌های تأثیرگذار در بیابانزایی منطقه می‌باشند.



شکل۳. نقشه نهایی وضعیت فعلی بیابانزایی در منطقه



شکل۴. نقشه طبقه‌بندی وضعیت فعلی بیابانزایی در منطقه

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه و تحلیل معیارهای بیابانزایی

معیارهای اقلیم و پوشش گیاهی بیشترین تأثیر و معیار فرسایش (آبی و بادی) کمترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه سگزی اصفهان دارند (شکل ۳ و ۴). معیار اقلیم به عنوان مؤثرترین معیار بر پدیده‌ی بیابانزایی در منطقه‌ی سگزی اصفهان می‌باشد. دلیل این امر، بالا بودن بیش از حد میزان تبخیر و تعرق و همچنین کم بودن و توزیع نامناسب زمانی بارندگی می‌باشد. جیاردانو و همکاران (۲۰) به منظور ارزیابی بیابانزایی در منطقه سیسیل ایتالیا با استفاده از روش مدالوس، به این نتیجه رسیدند که معیار اقلیم به عنوان مهمترین معیار در بیابانزایی منطقه می‌باشد. فرجزاده و نیک‌اقبال (۱۹) نیز در ارزیابی بیابانزایی زرین‌دشت فارس با استفاده از مدل مدالوس، به این نتیجه رسیدند که ترتیب اولویت معیارهای بیابانزایی در این محدوده عبارت‌اند از؛ اقلیم، فرسایش بادی و کیفیت مدیریت، تخریب پوشش گیاهی و شور شدن منابع آب و خاک. بر طبق اکثر مطالعات صورت گرفته، معیار اقلیم به عنوان مهمترین معیار در پدیدهٔ بیابانزایی شناخته می‌شود.

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل انسانی و محیطی مختلفی بر پدیدهٔ بیابانزایی تأثیر دارند که معیار اقلیم به عنوان مهمترین معیار تأثیرگذار در پدیدهٔ بیابانزایی در مناطق دارای اقلیم مدیترانه‌ای می‌باشد. دلیل این امر، بالا بودن میزان تبخیر و تعرق پتانسیل و همچنین کم بودن و توزیع نامناسب زمانی بارندگی می‌باشد. بالا بودن میزان تبخیر و تعرق پتانسیل باعث می‌گردد تا املاح شوری از اعماق خاک به سطح آمده و باعث شور شدن خاک گردند که در نتیجه بافت خاک سبک می‌شود و به راحتی توسط انواع فرسایش آبی و بادی از منطقه خارج گردد. میزان شوری و درصد گچ خاک از مهمترین شاخص‌های خاک می‌باشند که بر پدیدهٔ بیابانزایی منطقه تأثیر می‌گذارند. این عوامل باعث شکننده شدن ساختمان و سبک شدن بافت خاک می‌گردند که در نتیجه فرسایش خاک را افزایش می‌دهند(۱). این شاخص‌ها همچنین بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند (۱۳)، که باعث می‌گردد سطح خاک عاری از پوشش گیاهی باشد، رطوبت خود را سریع‌تر از دست دهد، سرعت باد بسیار بالا رود و در نتیجه میزان فرسایش افزایش یابد. در قسمت جنوب‌غربی منطقه که در مجاورت رودخانه زاینده‌رود قرار دارد و آب مصرفی جهت کشاورزی از رودخانه تامین می‌گردد، منابع آب زیرزمینی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد. دلیل این امر، بهره‌برداری به مقدار کم از منابع آب زیرزمینی در این محدوده می‌باشد. همچنین، منابع آبی این محدوده بوسیله رودخانه زاینده‌رود تغذیه می‌شوند. در قسمت مرکزی منطقه که از نظر معیار خاک دارای شرایط نامطلوبی می‌باشد و شوری و قلیائیت خاک بسیار بالا می‌باشد، وضعیت آب زیرزمینی مناسب می‌باشد که دلیل این امر، نامناسب بودن شرایط خاک جهت مصارف کشاورزی در این محدوده و برداشت نشدن از منابع آب زیرزمینی می‌باشد.

در نتیجهٔ کمبود و توزیع نامناسب بارش و افت منابع آب زیرزمینی نیز میزان رطوبت و چسبندگی ذرات خاک و درصد پوشش گیاهی بسیار کاهش پیدا می‌کند. سطح زبر که بواسطه وجود پوشش گیاهی در سطح خاک تشکیل می‌شود، اما به دلیل اینکه در قسمت‌های مرکزی منطقه، میزان پوشش گیاهی کمتر از ۲ درصد می‌باشد، این سطح زبر در سطح خاک بوجود نمی‌آید و در نتیجه باد به‌صورت مستقیم با سطح خاک برخورد کرده و خاک را سریع‌تر خشک می‌کند و همچنین بدلیل اینکه میانگین سرعت باد در منطقه (۸ m/s)، خیلی بیشتر از سرعت آستانه فرسایش بادی (۵/۴ m/s) می‌باشد (۹)، فرسایش بادی با شدت زیاد در منطقه صورت می‌گیرد. در نتیجه، تمامی عوامل مؤثر در بیابانزایی، به صورت زنجیره‌ای شامل تأثیر آب زیرزمینی و اقلیم بر خاک، سپس تأثیر این عوامل بر وضعیت پوشش گیاهی و شرایط فرسایش آبی و بادی بر یکدیگر اثر گذاشته و در نهایت، شدت بیابان‌زایی در چنین مناطقی زیاد می‌باشد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح. ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی- فرسایش بادی، جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۴۲-۲۷۴.

۲. بخشنده‌مهر، ل. ۱۳۸۷. بررسی کمّی بیابان‌زایی دشت سگزی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۵-۶۶.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. پروانه، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی در خراسان جنوبی با استفاده از روش مدالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۷-۵۸.

۴. جباری، ا. ۱۳۸۵. روش‌های آماری در علوم محیطی و جغرافیایی، انتشارات دانشگاه رازی، ۷۹-۹۲.

۵. جعفری، م. ۱۳۸۵. ارزیابی شاخص‌های معیار خاک جهت بررسی وضعیت بیابان‌زایی مناطق سلیمان، حسین‌آباد و گازران در استان قم. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۳(۳): ۲۷۸-۲۸۳.

۶. چیت‌سازان، م.، ک. رنگزن، م. ص. درانی نژاد و آ. تقی‌زاده. ۱۳۸۷. پهنه‌بندی هیدروژئوشیمیایی عناصر کمیاب آرسنیک، آهن و منگنز در آبخوان آبرفتی میداوود خوزستان با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). همایش ژئوماتیک ۸۷. سازمان نقشه‌برداری کشور.

۷. حسنی‌پاک، ع. ۱۳۸۹. زمین‌آمار (ژئواستاتیستیک)، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ صفحه.

۸. سپهر، ع. ۱۳۸۷. بررسی کاربرد روش مدالوس به منظور ارائه یک مدل منطقه‌ای برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی. نشریه دانشکده منابع طبیعی. ۶۱(۳): ۵۳۷-۵۵۴.

۹. فیض‌نیا، س.، ع. گویا، ح. احمدی و ح. آذرنیوند. ۱۳۸۰. بررسی عوامل بیابان‌زایی دشت حسین‌آباد قم. بیابان. ۶(۲): ۱۴-۲.

۱۰. کریم‌زاده، ح. ۱۳۸۱. چگونگی تدوین و تکامل خاک‌ها در لندفرم‌های مختلف و منشاءیابی رسوبات فرسایش‌یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. رساله‌ی دکتری. دانشکده کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۰۲ صفحه.

۱۱. محمدی، ج. ۱۳۸۵. آمار مکانی، تهران، انتشارات پلک، ۲۷۹ صفحه.

۱۲. مدنی، ح. ۱۳۷۳. مبانی زمین‌آمار، تفرش، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر واحدتفرش، ۲۱۲ صفحه

۱۳. مقدم، م. ر. ۱۳۸۴. مرتع و مرتع‌داری. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۲ صفحه.

۱۴. نوروزی، غ. ۱۳۸۵. فرسایش یا پس‌رفت Erosion or degradation نگرش دیگر باید؟ مجلهٔ جنگل و مرتع. سازمان جنگل‌ها مراتع و آبخیزداری کشور. ۴۲: ۳۶-۴۲.

15. Babaev A. 1999. Introduction, Desert Problems and Desertification in Central Asia. Springer, pp. 1-3.
16. Basso F, Bove E, Dumontet S, Ferrara A, Pisante M, Quaranta G and Taberner M. 2000. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). Catena 40(1): 19-35.
17. Brandt CJ and Thornes JB. 1996. Mediterranean desertification and land use. John Wiley & Sons Ltd.
18. FAO F. 1988. UNESCO soil map of the world, revised legend. World Resources Report 60: 138.
19. Farajzadeh M and Egbal MN. 2007. Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS; study area: Iyzad Khast plain, Iran. Pakistan journal of biological sciences: PJBS 10(16): 2622-2630.
20. Giordano L, Giordano F, Grauso S, Iannetta M, Sciortino M, Rossi L and Bonati G. 2003. Identification of areas sensitive to desertification in Sicily Region. ENEA, Rome, Italy. 1-16.
21. Kosmas C. 2002. Gerontidis St, Detsis V, Zafiriou Th, Marathianou M., 1999, Application of the MEDALUS methodology for defining ESAs in the Lesvos island, European Commission. Capri, Italy, June: 24-28.
22. Ladisa G, Todorovic M and Liuzzi GT. 2010. Assessment of Desertification in Semi-Arid Mediterranean Environments: The Case Study of Apulia Region (Southern Italy), Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation. Springer, pp. 493-516.
23. Sepehr A, Hassanli AM, Ekhtesasi M and Jamali J. 2007. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. Environmental Monitoring and Assessment, 134(1-3): 243-254
24. Shi W, Liu J, Du Z, Song Y, Chen C and Yue T. 2009. Surface modelling of soil pH. Geoderma, 150(1): 113-119.
25. USDA, Service USNRC. 2012. Keys to soil taxonomy. US Dept. of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science (Vol.4/ Issue 1) spring 2013

Indexed by ISC, SID, magiran and noormags

http://isj.iup.ir/index.aspx?pid=95744&jid=186

Quantitative assessment of current desertification using MEDALUS model (Case study: Segzi plain)

A. Khanamani [1*], H. R. Karim Zadeh [2], R. Jafari [2], A. Golshahi [3]

1. MSc. Student of Desertification, Isfahan university of Technology
2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Isfahan university of Technology
1. Graduated MSc. of Environment, Isfahan university of Technology

ARTICLE INFO

Article history:
Received 9 June 2012
Accepted 25 October 2012
Available online 6 July 2013

Keywords:
Medalus
Desertification
Geographic Information System
Segzi plain

ABSTRACT

The purpose of this study was to have a quantitative evaluation of current desertification status in Segzi plain of Isfahan using MEDALUS model. To achieve this purpose 6 important criteria, which were effective on desertification have been selected. These criteria are: soil quality, climate, vegetation, underground water, erosion, management and policy. Each one of these criteria has numerous indicators. Each indicator data after statistical analyses and normality test with the Kolmogorov-Smirnov test has been imported to ArcGIS®9.3 and interpolated with IDW and normal and discrete kriging methods to produce their maps. Methods with highest accuracy have been selected. Then, the maps scored by MEDALUS approach and final map of each criterion have been created from the geometrical mean of its indicators. Finally current desertification status in Segzi plain of Isfahan has been created from the geometrical mean of all 6 criteria. The results showed that 81299 ha of the region classified in severe desertification class and 30868 ha classified as a very severe desertification class. Weighted average of the quantity desertification (current desertification) for the Segzi plain is equal DS= 153.32 ha classified as a severe desertification class. The results also showed that climate and plant cover criteria are the most important criteria of desertification in the study area and erosion criterion (wind and water erosion) has the minimum importance.

* Corresponding author e-mail address: khanamani@gmail.com

www.SID.ir