بررسی کاربرد روش مدالوس به منظور ارائه يك مدل منطقه‌اي برای ارزيابي و تهيه نقشه بيابان‌زايي

عادل سپهر*[1]، مسعود معيري[2]، محمدرضا اختصاصي[3] و سميه آقاجانی[4]

[1] دانشجوي دكتري ژئومورفولوژي، دانشگاه اصفهان، ايران

[2] استاديار گروه جغرافياي طبيعي، ژئومورفولوژي، دانشگاه اصفهان، ايران

[3] استاديار دانشكده منابع طبيعي و كويرشناسي، پژوهشكده مناطق خشك و بياباني، دانشگاه يزد، ايران

[4] دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه اصفهان، ايران

(تاريخ دريافت: ٨٥/١٠/٢٤، تاريخ تصويب: ٨٦/١٢/٢٥)

چكيده

اين پژوهش با هدف ارزيابي كمي‌روند بيابان‌زايي در دشت فيدويه – گرمشت با گستره‌ای معادل ۴۳۰۹۳ هكتار در استان فارس و به منظور تدوين يك مدل منطقه‌اي انجام شده است. در اين پژوهش، بر پايه روش مدالوس[1] با توجه به شرايط منطقه، و با بهره‌گيری از سامانه آگاهی‌های جغرافيايي، يك مدل منطقه‌اي تدوين شد. در آغاز عامل‌های موثر اصلي و فرعي در روند بيابان‌زايي كه شامل شش لايه يا معيار اصلي وضعيت خاك، اقليم، فرسايش، پوشش گياهي، آب‌هاي زيرزميني و وضعيت مديريت (معيار درجه تخريب انساني) بودند، شناسايي شدند. سپس براي هر لايه يا معيار اصلي مهم‌ترين شاخص‌هاي موثر در كيفيت آن معيار بررسي و با شيوه مدالوس وزن‌دهي انجام شد و با محاسبه ميانگين هندسي شاخص‌ها و بهره‌گيری از نرم‌افزار (ArcGIS(9، نقشه‌هاي مربوط به وضعيت هر معيار يا لايه اصلي تهيه شد. در پايان با تلفيق نقشه‌ي لايه‌هاي اصلي و بهره‌گيری از ميانگين هندسي لايه‌ها، نقشه‌ي وضعيت فعلي بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی توليد شد. نتايج نشان داد ۱۲% از كل منطقه مورد بررسی در كلاس بسيار شديد بيابان‌زايي، ۸۱% در كلاس شديد بيابان‌زايي و ۷% در كلاس متوسط از نظر شدت بيابان‌زايي قرار گرفتند. همچنين نتايج گوياي اين واقعيت بود كه معيار پوشش گياهي و وضعيت آب‌هاي زيرزميني از آنجا كه پايين‌ترين كلاس كيفي را به خود اختصاص دادند، از مهم‌ترين عامل‌های موثر در بياباني شدن اراضي دشت فيدويه – گرمشت مي‌باشند.

واژه‌هاي كليدي: بيابان‌زايي، مدالوس، سامانه آگاهی‌های جغرافيايي، فيدويه-گرمشت

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۹۱۵-۵۰۸۵۷۳۲ فاكس: ۰۳۱۱-۷۹۳۲۲۵۷ E-mail: adelsepehr@aol.com

۱- MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use)

مقدمه

بر طبق نظریه گلنتس[۱] (۱۹۷۷)، واژه بیابان‌زایي در حدود یکصد تعریف دارد (۸). نقطه مشترك در همه این تعریف‌ها تخریب شدید محیط زیست بر اثر بیابان‌زایي است. برخي از این تعریف‌ها عبارت‌اند از:

تخریب اکوسیستم‌ها (۱۶)، تخریب گونه‌هاي گیاهي (۱۴)، کاهش تولید اکوسیستم (۹)، کاهش تولید (۱۰)، کاهش تولید بیولوژیك (۱۳). هر کدام از این تعریف‌های نشان‌دهنده روند تغییر اکوسیستم از وضعیت مطلوب به وضعیت نا مطلوب و کاهش تولید بیولوژیکي مي‌باشد.

مابوت[۲] (۱۹۷۸) بیابان‌زایي را شامل فقر اکوسیستم‌ها از لحاظ کاهش تولید بیولوژیکي و تشدید تخریب خاك‌ها مي‌داند (۱۵). کاتز[۳] و همکاران (۱۹۷۷) (۱۱) و استریت[٤] (۱۹۸۷) (۱۸) بیابان‌زایي را روند تخریب اراضي مي‌دانند که شامل روند تخریبي در تولید و سامانه‌هاي اجتماعي اکوسیستم‌ها مي‌باشد. ویشمایر[٥] (۱۹۸۰) معتقد است بیابان‌زایي تغییرهای زیان‌بار در اکوسیستم منطقه‌های خشك و نیمه‌خشك است که به دست بشر ایجاد مي‌شود (۱۹). در کنفرانس محیط زیست و توسعه سازمان ملل متحد در ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲، مفهوم بیابان‌زایي به صورت زیر مطرح شد:

بیابان‌زایي عبارت است از: تخریب سرزمین در منطقه‌های خشك، نیمه خشك و نیمه مرطوب خشك، تحت اثر تغییرهای اقلیمي‌و فعالیت‌هاي انساني.

اکنون چندین روش و یا به عبارت دیگر مدل برای ارزیابي عامل‌های بیابان‌زایي و تهیه نقشه بیابان‌زایي ارایه شده است، که از مهم‌ترین آن‌ها مي‌توان به روش فائو – یونپ (۱۹۸۱) (۷)، روش آکادمي‌علوم ترکمنستان (بابایف، ۱۹۸۵) (۵)، روش طبقه‌بندي نوع و شدت بیابان‌زایي در ایران (ICD)[٦] (اختصاصي و مهاجري،۱۳۷۴) (۱)، روش مدالوس (ESA)[۷] (کاسمس، ۱۹۹۹) (۱۲)، روش DeMon[۸] (۱۷) و پروژه DESERTLINK (2000) (۶) اشاره کرد. همچنین باید خاطر نشان ساخت که در ایران نیز مدلی ایرانی برای تعیین شاخص‌های ارزیابی بیابان زایی با همکاری کارشناسان موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و دانشگاه تهران تدوین شده و در حال انجام است.

رفیعي امام و زهتابیان (۱۳۸٤)، بیابان‌زایي دشت ورامین را با تکیه بر مسائل آب و خاك و در قالب روش ESAs (مدالوس) مورد بررسي قرار دادند. ایشان در بررسی خود، شاخص‌هاي مهم بیابان‌زایي را وضعیت آب زیرزميني، کاربري اراضي و کیفیت خاك معرفي نموده‌اند (۳).

خسروي (۱۳۸۳)، مدل مدالوس را به منظور ارزیابي بیابان‌زایي منطقه کاشان به کار برد. نتایج بدست‌آمده از ارزیابي وی نشان دهنده آن بود که بیابان‌زایي در منطقه کاشان با شدت متوسط، شدید و بسیار شدید روند افزایشي داشته و معیار تخریب منابع آب، معیار غالب در بیابان‌زایي این منطقه بشمار مي‌آید (۲).

اگرچه بررسی های ارزشمندی توسط دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، در یزد و دیگر مراکز پژوهشی جهت ارزیابی بیابان‌زایي با بهره‌گیری از روش‌های گوناگون انجام یافته است، ولی از آنجا که هدف اصلی این پژوهش، ارزیابی وضعیت بیابان‌زایي با بهره‌گیری از روش مدالوس مي‌باشد، لذا چند مورد از بررسی‌های انجام یافته با کمک این مدل در ایران بیان شد.

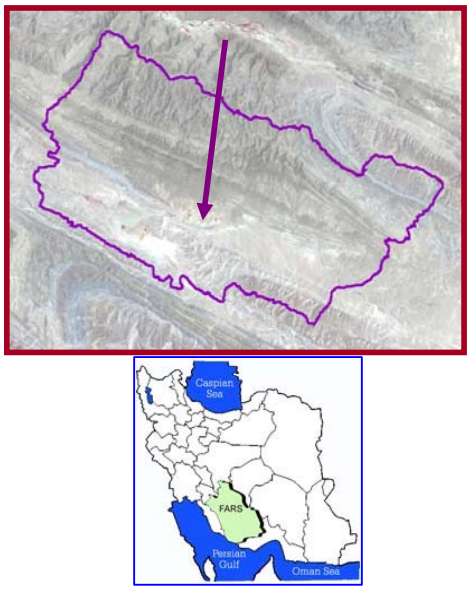
مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

محدوده مورد بررسی بین طول‌هاي شرقي ً٥٨ ً٣٧ °٥٢ تا ً٥٥ ً٥٩ °٥٢ و عرض‌هاي شمالي ً٠٢ ً٥٦ °٢٧ تا ً٤٩ ً٠٨ °٢٨ گسترده شده است. این منطقه از نظر تقسیم‌بندي سیاسي – اداري در دهستان محمله از شهرستان خنج در منطقه لارستان واقع شده است. (شکل ۱). کانون‌هاي مهم

۱- Glants
۲- Mabbutt
۳- Kates
٤- Street
٥- Wischmeier, W.H.
٦- Iranian Classification Desertification
۷- Environment Sensitive Areas
۸- Desertification Monitoring

جمعيتي موجود در منطقه ٢ روستا به نام‌هاي فيدويه و گرمشت مي‌باشند. مساحت كل منطقه مورد بررسی گستره ای برابر ٤٣٠٩٣ هكتار را در بر مي‌گيرد. همچنين ميانگين بارش سالیانه منطقه ٢٣٤ ميليمتر و ميانگين دماي سالیانه ٢٤ درجه سلسيوس (بيشينه مطلق ٥٠ درجه سلسيوس و كمينه مطلق ٢ درجه سلسيوس) به‌دست آمده است (٤).



شكل ١- منطقه مورد بررسی بر روي تصوير ماهواره‌اي لندست (٢٠٠٢) با تركيب رنگي ٢-٣-٤

روش كار

هدف از اين پژوهش، تدوين روش يا به عبارت ديگر مدلي كمي‌برای ارزيابي بيابان‌زايي است. براي دستيابی ايـن امـر، عامل‌های موثر در بيابان‌زايي (عامـل‌هـای طبيعـي و عامـل های انساني) شناسايي و سپس برپايه روش مدالوس امتيـاز بندي مي‌شود و در پايان از بررسي عامل‌های امتيـاز بنـدي شده، مدل گـسترش و پـيش‌روي بيابـان در منطقـه مـورد بررسی تدوين مي‌شود. در نهايت با تلفيق نقشه‌هـاي تهيـه شـده بـه كمـك سـامانه آگـاهی‌هـای جغرافيـايي و بـا ميانگين‌گيري هندسي از عامل‌های، نقـشه وضـعيت فعلـي بيابان‌زايي در منطقه تهيه مي‌شود.

در روش مدالوس چهار معيار كليدي مورد ارزيابي قرار مي‌گيرد: خاك، اقليم، پوشش گياهي و مديريت. هر معيار نيز داراي شاخص‌هايي است كه در واقع، لايه‌هاي آن معيار را تشكيل مي‌دهند. كيفيت هر معيار از ميانگين هندسي شاخص‌هاي مربوط به آن به دست مي‌آيد. در نهايت، نقشه منطقه های حساس به بيابان‌زايي از ميانگين هندسي كيفيت معيارهاي كليدي برآورد مي‌شود. شايان يادآوری است، اين معيارها و شاخص‌ها با توجه به شرايط منطقه های مديترانه‌اي تعريف و بيان شده‌اند و براي بهره‌گيری در ساير منطقه های نيازمند معيارهاي كليدي و موثر در آن منطقه مي‌باشد.

ارزيابي روند بيابان‌زايي در منطقه نيازمند شناسايي عامل های موثر در بيابان‌زايي و نيز تهيه نقشه واحدهاي كاري برای ارزيابي هر يك از عامل‌های بيابان‌زايي مي‌باشد. بدين ترتيب مرحله های زير جهت شناسايي كامل ويژگي‌هاي منطقه صورت گرفت:

- تعيين شيب منطقه

با بهره گيری از نقشه‌هاي توپوگرافي٢٥٠٠٠: ١سازمان نقشه‌برداري‌كشور و با بهره‌گيري از نرم‌افزارArcGIS نقشه شيب و طبقه‌های آن تهيه شد. به طوركلي ارتفاع محدوده مورد بررسی فيدويه – گرمشت بين ١٠٩٢ متر در شمال‌شرقي (بلندترين نقطه) تا ٣٢٠ متر در جنوب‌غربي (پست‌ترين نقطه) متغير است. با بهره گيری از نقشه‌هاي توپوگرافي ٢٥٠٠٠: ١ سازمان نقشه‌برداري كشور و بهره گيری از نرم‌افزار ArcGIS 9 نقشه ارتفاع برپايه طبقه‌های با فاصله های ارتفاعي ١٠٠ متر تهيه شد. گسترده ترين طبقه ارتفاعي منطقه، طبقه ٦٠٠-٥٠٠ متر با مساحت ١٦٤٦٤/٣ هكتار (٣٨/٢ درصد) و كم‌ترين سطح طبقه ارتفاعي، ١٠٩٢-١٠٠٠ متر با مساحت ٢٤١ هكتار (٠/٦ درصد مساحت) مي‌باشد.

- بررسي زمين شناسي منطقه

در اين مرحله با بررسي تصويرهای ماهواره لندست (ETM$^+$, 2002) با تركيب رنگي ٣-٤-٥ و عكس‌هاي هوايي و انجام بازديدهاي ميداني، سازندهاي اصلي منطقه شناسايي و سنگ‌هاي منطقه از لحاظ جنس و تكامل مشخص شد. محدوده مورد بررسی به‌عنوان جزئي از ناحيه

ساختماني زاگرس چين‌خورده است و مجموعه‌اي از تاقديس‌ها و ناوديس‌هاي موازي را به‌وجود آورده، و از سازندهاي رسوبي مزوزوئيك و سنوزوئيك (دوران دوم و سوم زمين‌شناسي) پوشيده شده است. قديمي‌ترين سازند موجود در منطقه آسماري- جهرم و جديدترين سازند، بختياري است. سازند ماسه‌سنگي آغاجاري بيشترين رخنمون را در منطقه دارا مي‌باشد.

- بررسي و تهيه نقشه ژئومرفولوژي منطقه تا حد واحد كاري

براي بررسی ژئومرفولوژي منطقه و تعيين واحدها، جورها و رخساره‌هاي ژئومرفولوژي از نقشه‌هاي توپوگرافي (شيب، جهت و ارتفاع)، زمين شناسي و سنگ‌شناسي و عكس‌هاي هوايي با مقياس ۵۰۰۰۰ :۱ و نيز تصويرهای ماهواره لندست (ETM^+) سال ۲۰۰۲ با تركيب رنگي ۲-۳-۴ (برای بررسي پوشش گياهي) و ۳-۴-۵ (برای بررسي زمين‌شناسي و ژئومرفولوژي) بهره‌گيری شده است. پس از تهيه اين مدارك، در مرحله اول اقدام به رسم نقشه جداگانه واحدهاي كوهستان و دشت‌سر (تعيين خط كنيك و تيپ‌هاي دشت‌سر فرسايشي، اپانداژ و پوشيده) شد.

در اين پژوهش نقشه رخساره‌هاي ژئومرفولوژي به‌عنوان واحد كاري در بررسی‌های عامل‌های بيابان‌زايي مدنظر قرار گرفت و كليه عامل‌های و مشخصه‌هاي بيابان‌زايي بر اساس آن سنجيده و در نهايت نقشه وضعيت فعلي بيابان‌زايي نيز با توجه به نقشه واحد كاري بدست آمد. بررسي‌هاي انجام شده نشان مي‌دهد كه منطقه مورد بررسی فيدويه و گرمشت از دو واحد اصلي ژئومرفولوژي، واحد كوهستان و واحد دشت‌سر (۲ تيپ در واحد كوهستان و۳ تيپ در واحد دشت‌سر) و ۲۷ رخساره (۷ رخساره در واحد كوهستان و ۲۰ رخساره در واحد دشت‌سر) تشكيل شده است (جدول ۲).

- بررسي عامل‌های موثر در بيابان‌زايي در منطقه و تدوين مدل منطقه‌اي

برای بررسي عامل‌های بيابان‌زايي كه از هدف‌های اصلي اين پژوهش مي‌باشد و رسيدن به يك مدل منطقه‌اي، به منظور ارائه نقشه وضعيت فعلي بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی، مهم‌ترين عامل‌های و معيارهاي موثر در روند بيابان‌زايي در منطقه مورد بررسی شناسايي و بر پايه جدول های كمي‌امتيازدهي شدند. يادآوری اين نكته ضروری است كه گزينش معيارها و شاخص‌های ارزيابی بيابان زايی با توجه به شرايط محلی و اقليمی حاكم بر منطقه و در چهارچوب روش مدالوس صورت پذيرفت. برای مثال گزينش معيار فرسايش، به دليل غالب بودن اين فرايند در بيابان زايی منطقه مي‌باشد، و يا گزينش شاخص‌های تراكم چرا و يا فشار جمعيت در معيار مديريت، موید درجه تخريب انسانی در بيابان زايی منطقه می باشد كه در اين شاخص‌ها بيشتر نمود يافته است. لذا در ارزيابی بيابان زايی منطقه، مهم ترين معيارها و شاخص‌های غالب در كيفيت هر معيار، با توجه به شرايط منطقه، گزينش شده‌اند.

لازم به يادآوری است كه امتيازدهي مشخصه‌ها و تعيين وضعيت كيفي هر معيار بر اساس روش مدالوس صورت پذيرفته است. معيارهاي اصلي (پارامترها) و نيز، شاخص‌هاي مورد بررسي براي هر معيار در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

سپس به كليه مشخصه‌هاي يادشده امتيازي بين ۱-۲ با توجه به وضعيت كيفي آن‌ها داده شد. امتياز ۱ براي بهترين حالت و امتياز ۲ براي بدترين حالت و براي شرايط متوسط امتياز بين ۲-۱ در نظر گرفته شد. در مرحله بعد كليه امتياز شاخص‌ها بررسي و با بهره‌گيری از ميانگين هندسي بر اساس معادله ۱، نقشه وضعيت براي هر معيار اصلي محاسبه شد:

معادله ۱:

$$I_x = [(L_1) \times (L_2) \times (L_3) \times \ldots \times (L_n)]^{1/n}$$

I_x: وضعيت مربوط به هر معيار اصلي شامل: خاك، اقليم، پوشش گياهي، فرسايش، مديريت و آب‌هاي زيرزميني.

$L_{1, 2, \ldots, n}$: شاخص‌هاي مورد بررسي براي هر معيار (بنا به جدول۱).

n: شمار شاخص‌هاي مورد بررسي براي هر معيار

آنگاه با ميانگين هندسي معيارهاي اصلي بر پايه معادله ٢، نقشه شدت بيابان‌زايي (وضعيت فعلي بيابان‌زايي) منطقه تهيه شد.

معادله ٢:

$$D_S = (C_I \times S_I \times E_I \times V_I \times GW_I \times M_I)^{1/6}$$

D_S: شدت بيابان‌زايي

C_I: وضعيت اقليم

S_I: وضعيت خاك

E_I: وضعيت فرسايش

V_I: وضعيت پوشش گياهي

GW_I: وضعيت آب‌هاي زيرزميني

M_I: وضعيت مديريت و عامل انساني

وضعيت مديريت، علاوه بر سياست‌های اجرايی، نشان دهنده درجه تخريب به وسيله فعاليت‌های ساكنين منطقه مي‌باشد كه به صورت معيار مديريت و عامل انسانی ارزيابی مي‌شود.

براي بررسي بيشتر، جزئيات مربوط به امتيازهای شاخص‌هاي هر معيار و چگونگی وزن دهی و كلاس بندی معيارها به صورت جداول ٣ تا ٨ تشريح شده‌اند.

جدول ١- معيارها و شاخص‌هاي مورد بررسي در ارزيابي بيابان‌زايي

رديف معيارها	معيارهاي اصلي (پارامترها)	رديف شاخص	شاخص‌هاي مربوط به هر مشخصه يا معيار
١	وضعيت خاك	١	پوشش سنگريزه‌اي
		٢	بافت خاك
		٣	عمق خاك
		٤	درصد مواد آلي
		٥	زهكشي
		٦	هدايت الكتريكي (EC)
		٧	شيب
٢	وضعيت اقليم	١	بارندگي (P)
		٢	تبخير و تعرق (ET)
		٣	شاخص خشكي ($AI = P/ET_P$)
٣	وضعيت پوشش گياهي	١	خطر آتش‌سوزي
		٢	محافظت در برابر خشكسالي
		٣	دوام و پايداري در برابر فرسايش
		٤	درصد پوشش گياهي
٤	وضعيت فرسايش	١	فرسايش آبي
		٢	فرسايش بادي
٥	وضعيت مديريت و عامل انساني	١	فشار جمعيت
		٢	تراكم و فشار چرا
		٣	سياست‌هاي اجرايي
		٤	كاربري اراضي
٦	وضعيت آب‌هاي زيرزميني	١	كلر (Cl)
		٢	هدايت الكتريكي (EC)
		٣	سطح ايستايي (Water table)
		٤	نسبت جذبي سديم (SAR)

مرحله نهايي ارزيابي بيابان‌زايي، شامل جمع‌بندي لايه‌هاي اطلاعاتي كيفيت‌هاي فيزيكي محيط شامل: كيفيت خاك، كيفيت اقليم، كيفيت پوشش گياهي، كيفيت مديريت و عامل انساني، كيفيت فرسايش و كيفيت آب‌هاي زيرزميني بود، كه از راه ميانگين هندسي لايه‌هاي اصلي آن‌گونه كه در معادله ۲ نشان داده شده است بدست آمد.

سپس كلاس‌هاي شدت بيابان‌زايي از لحاظ كمي و كيفـي برپايه جدول ۹ مشخص شدند.

در پايان پس از تعيين شدت بيابان‌زايي در منطقه بر پايه متدولوژي بالا و طبقه‌بندي پيشنهادي و بر پايه داده‌هاي جمع‌آوري شده، نقشه شدت بيابان‌زايي با بهره گيری از سامانه آگاهی‌های جغرافيايي (GIS) تهيه گرديد (شكل ۲) و به ارزيابي مدل پيشنهادي، نقطه‌های قوت و ضعف روش ارائه شده پرداخته شد.

شكل ۳، شماي كلي از روش كار در اين پژوهش را ارائه مي‌دهد.

نتايج

نتايج بدست‌آمده از وزن دهی شاخص‌ها و تلفيق معيارها و لايه‌های اصلی، با توجه به ميانگين گيری هندسی وزن‌ها، به‌طور جداگانه بر پايه شش معيار اصلی در زير بيان شده است.

- معيار خاک

نتايج نشان داد كه در حدود ۶۶/۲% از منطقه داراي كيفيت خاك متوسط و ۳۳/۴% از لحاظ كيفي در كلاس پايين بودند. كلاس پايين كيفيت خاک در واحد كوهستان و در رخساره‌هاي۱-۲-۱، ۱-۱-۱ (بيرونزدگي سنگي همراه با واريزه) و دامنه نامنظم با فرسايش سطحي و شياري (۱-۲-۳) قرار داشت. رخساره‌هاي واحد دشت‌سر در كلاس متوسط از نظر كيفي قرار داشتند. در واحد دشت‌سر بدترين وضعيت كيفي خاك در رخساره فرسايش آبراهه‌اي و فرسايش سطحي (رخساره ۲-۱-۱ و۲-۱-۲) قرار داشت. همچنين در تيپ دشت‌سر پوشيده نيز رخساره‌هاي ۲-۳-۱ (رسوب های ريزدانه با فرسايش شديد سطحي) و منطقه رسوب در طبقه پايين از كيفيت خاک بودند.

- معيار اقليم

نتايج موید اين مطلب بود كه كيفيت اقليم به طور متوسط در همه واحدهاي منطقه در كلاس پايين مي‌باشد، كه اين امر از عامل‌های اصلي بياباني‌شدن منطقه مي‌باشد. در اين بين در واحد كوهستان رخساره‌هاي ۱-۱-۱، ۱-۲-۲ و ۱-۲-۴ از كلاس متوسط اقليمي‌برخوردار بودند.

- معيار پوشش گياهی

پوشش گياهي منطقه نشان‌دهنده آن بود كه بيش از ۹۰% از منطقه، از مراتع يا پوشش گياهي با كيفيت كم برخوردارند، كه موجب تشديد روند بيابان‌زايي در منطقه مي‌شود. همچنين در حدود ۸% از منطقه داراي پوشش كيفي متوسط و تنها ۲% از نظر كيفي پوشش بالايي دارد. در رخساره‌هاي منطقه، فقط رخساره‌هاي اراضي كشاورزي در واحد دشت‌سر از پوشش مناسبي برخوردار بودند، كه اين پوشش نيز طبيعي نبوده و نتيجه كشت و توليد فرآورده های كشاورزي است. لذا نبود پوششي مناسب در منطقه، شدت فرسايش و به‌دنبال آن بيابان‌زايي را به همراه دارد. از نظر كمي‌نيز بيش از ۹۰% از منطقه داراي تراكم پوشش كم‌تر از ۳۵% مي‌باشند، كه در تشديد انواع فرسايش موثر است. فرسايش كه خود نتيجه‌اي از نبود پوشش گياهي و عامل‌های نامساعد طبيعي است، عامل ديگري در بيابان‌زايي منطقه مي‌باشد.

- معيار فرسايش

نتايج نهايي شدت فرسايش بادي در منطقه موید اين مطلب بود كه در حدود ۳% از منطقه فرسايش زياد، ٤% داراي شدت فرسايش متوسط، ٦٨% داراي شدت كم و ۲۵% از منطقه داراي شدت فرسايش بادي خيلي كم مي‌باشد.

نتايج نهايي شدت فرسايش آبي در منطقه موید اين مطلب بود كه در حدود ۳% از منطقه داراي شدت فرسايش زياد، ۸۸% داراي شدت فرسايش متوسط و در حدود ۹% داراي شدت كم و ناچيز مي‌باشد. نتايج كلي نشان داد كه ۸۵% از منطقه در كلاس كيفي متوسط فرسايش، ۹/۵% در كلاس ۳ (فرسايش زياد) و در حدود ۵/۵% از منطقه داراي

فرسايش كم و كلاس I مي‌باشد. بيشترين آثار فرسايش را مي‌توان در رخساره‌هاي۱-۲-۲ (فرسايش آبراهه‌اي با شيارهاي عميق)، ۲-۱-۱ (فرسايش آبراهه‌اي)، ۲-۲-۵ (رسوب‌های ريزدانه با فرسايش سطحي و شياري)، ۲-۳-۱ (رسوب‌های ريزدانه با فرسايش سطحي شديد)، ۲-۳-٤ و ۲-۳-۵ (منطقه حمل و رسوب) ديد.

- معيار مديريت و عامل انسانی

بررسي‌ها نشان داد كه در حدود ۹۱% منطقه از نظر معيار مديريتي و وضعيت انساني در كلاس كيفي پايين مي‌باشد. همچنين ۵% از منطقه فيدويه – گرمشت از نظر مديريتي در كلاس بالا و در حدود ۴% در وضعيت متوسط قرار دارد، كه به تقريب در دشت‌سر پوشده متمركز شده‌اند. كلاس بالاي كيفي مديريت در رخساره‌هاي نهشته‌هاي رسوبي سنگريزه‌دار با فرسايش آبراهه‌اي كم تراكم (۲-۱-٤)، مخروط افكنه (۲-۱-۶) و مخروط افكنه با پوشش ضعيف (۲-۲-۱) قرار دارد.

- معيار وضعيت آب‌هاي زيرزميني

نقشه كيفيت آب‌هاي زيرزميني گوياي آن است كه در حدود ۳۸% از منطقه در وضعيت متوسط و ۹% در كيفيت بالا قرار دارد. همچنين ۵۳% از منطقه در وضعيت نامناسب كيفيت آب زيرزمينی مي‌باشد كه خود از عامل های اصلي بيابان‌زايي به شمارمي‌آيد. كليه رخساره‌هاي واحد كوهستان به‌جز رخساره بيرونزدگي سنگي (۱-۱-۱) در طبقه كيفي پايين قرار داشتند. رخساره‌هاي تيپ دشت‌سر پوشيده در كلاس متوسط از لحاظ كيفي قرار گرفتند. وضعيت مناسب كيفيت آب زيرزمينی را مي‌توان در رخساره‌هاي مخروط‌افكنه ديده.

بحث

در نهايت، بررسي‌ها نشان داد كه در حدود ۱۲% از منطقه داراي شدت بيابان‌زايي بسيار شديد، ۸۱% داراي شدت شديد و ۷% از منطقه در كلاس متوسط از نظر شدت بيابان‌زايي قرار مي‌گيرند. بنابراين نتايج حاكي از آن است كه بيش از ۹۰% از منطقه به بيابان‌زايي حساس بوده و شدت بيابان‌زايي بالا دارند. بيشينه شدت بيابان‌زايي (كلاس ۱ در شدت) مربوط به رخساره‌هاي منطقه رسوب مي‌باشد (شكل ۲).

بر پايه اين نتايج ارزشيابي، منطقه در وضعيت شديد بياباني‌شدن قرار دارد. دو فرايند نبود پوشش گياهي مناسب و تخريب آن و كيفيت نامناسب آب‌هاي زيرزميني مهم‌ترين تاثير را در شدت بيابان‌زايي در منطقه داشتند. نبود كيفيت مناسب اين عامل های را نيز مي‌توان در اقليم خشك منطقه، وضعيت ژئومرفولوژي و فيزيوگرافي منطقه و مهم‌تر از آن، نبود مديريت اصولي در بهره‌گيری از منابع موجود جستجو كرد.

لذا انجام پروژه‌هاي بيابان‌زايي در منطقه ضروري به‌نظر مي‌رسد. البته اين امر به معني بی توجهی به منطقه‌های با شدت پايين‌تر نمي‌باشد. زيرا نبود اعمال مديريت بهينه در اين منطقه ها منجر به افزايش شدت بيابان‌زايي در آنها مي‌شود.

روش بكار برده شده در اين پژوهش از كارآيي مناسب و قابل قبولي در ارزيابي شدت بيابان‌زايي برخوردار بود. بايد خاطر نشان ساخت كه گزينش عامل‌های موثر در بيابان‌زايي باتوجه به ويژگي‌هاي منطقه بوده است. لازم به يادآوری است از آنجا كه به‌طور معمول امتيازدهي بين ۲-۱ براي كاربران مشكل مي‌باشد، مي‌توان امتيازدهي را بر پايه معيار ۱۰۰-۰ انجام داد و در هر مرحله برای انجام محاسبه‌های (ضرب انها و اخذ ريشه n ام) آن‌ها به اعداد معادل ۲-۱ تبديل نمود.

سپاسگزاري

نويسندگان اين مقاله مراتب قدرداني خود را از آقاي مهندس اكبر رياحي، كارشناس ارشد اداره كل منابع طبيعي استان فارس، به جهت در اختيار گذاردن داده‌هاي مورد نياز اين پژوهش اعلام مي‌دارند.

جدول ۲- واحدها ، تیپ‌ها و رخساره‌هاي ژئومرفولوژي در منطقه فیدویه – گرمشت

واحد	کد تیپ	نام تیپ	کد رخساره	نام رخساره
۱ کوهستان	۱-۱	تیپ کوه	۱-۱-۱	بیرونزدگي سنگي همراه با واریزه
			۲-۱-۱	دامنه منظم با فرسایش شیاري
			۳-۱-۱	فرسایش آبراهه اي
	۱-۲	تیپ تپه	۱-۲-۱	بیرونزدگي سنگي با واریزه
			۲-۲-۱	فرسایش آبراهه اي باشیارهاي عمیق
			۳-۲-۱	دامنه نامنظم بافرسایش سطحي وشیاري
			٤-۲-۱	دامنه نامنظم با واریزه
۲ دشت‌سر	۲-۱	دشت سر فرسایشي	۱-۱-۲	فرسایش آبراهه اي
			۲-۱-۲	فرسایش سطحي
			۳-۱-۲	رسوب‌های درشت‌دانه با فرسایش سطحي و شیاري
			٤-۱-۲	نهشته‌هاي رسوبي با فرسایش آبراهه اي کم تراکم
			٥-۱-۲	نهشته‌هاي رسوبي سنگریزه دار
			٦-۱-۲	مخروط افکنه
	۲-۲	دشت سر اپانداژ	۱-۲-۲	مخروط افکنه با پوشش ضعیف
			۲-۲-۲	مخروط افکنه با پوشش متوسط
			۳-۲-۲	مخرط افکنه با قلوه سنگهاي سطحي
			٤-۲-۲	فرسایش آبي
			٥-۲-۲	رسوب‌های با فرسایش سطحي و شیاري
			٦-۲-۲	منطقه رسوب
			۷-۲-۲	اراضي کشاورزي
	۳-۲	دشت سر پوشیده	۱-۳-۲	رسوب‌های ریزدانه بافرسایش سطحي شدید
			۲-۳-۲	رسوب‌های ریزدانه با پوشش مناسب گیاهي
			۳-۳-۲	مخروط افکنه وسیع با نهشته‌هاي ریزدانه و تراکم کم آبراهه
			٤-۳-۲	منطقه حمل با نبکاي فعال
			٥-۳-۲	پهنه‌هاي ماسه‌اي با پوشش پراکنده جنگل‌هاي دست‌کاشت کهور
			٦-۳-۲	اراضي کشاورزي
			۷-۳-۲	بستر رودخانه

جدول ٣- چگونگي تعيين كلاس‌ها و وزن‌دهي لايه‌ها براي ارزيابي كيفيت خاك

١- بافت			
كلاس	تشريح	بافت خاك	وزن
١	خوب	L, SCl , SL , LS , Cl	١
٢	متوسط	SC , SiL , SiCl	١/٢
٣	فقير	Si , C , SiC	١/٦
۴	خيلي فقير	S	٢
٢- شيب (درصد)			
١	خيلي ملايم تا مسطح	< ۶	١
٢	ملايم	۶ -١٨	١/٢
٣	تند و سراشيب	١٨ -٣٥	١/٥
۴	خيلي تند و سراشيب	> ٣٥	٢
٣- درصد مواد آلي **(O.M)**			
كلاس	تشريح	درصد مواد آلي **(O.M.)**	وزن
١	عالي	> ٣	١
٢	خوب	٢ – ٣	١/٢
٣	متوسط	١ -٢	١/٥
۴	كم	٠/٥ – ١	١/٧
۵	ناچيز	< ٠/٥	٢
۴- پوشش سنگريزه‌اي			
كلاس	تشريح	درصدپوشش‌سنگريزه‌اي	وزن
١	خيلي سنگي	> ۶٠	١
٢	سنگي	٢٠ – ۶٠	١/٣
٣	لخت تا پوشش سنگي كم	< ٢٠	٢
۵- عمق خاك			
كلاس	تشريح	عمق خاك (سانتيمتر)	وزن
١	خاك عميق	> ٧۵	١
٢	عمق خاك متوسط	٢٠ – ٧۵	١/٢
٣	عمق خاك سطحي	١۵ – ٣٠	١/۶
۴	عمق‌خاك‌خيلي‌سطحي	< ١۵	٢
۶- زهكشي			
كلاس	تشريح	وزن	
١	زهكشي خوب	١	
٢	زهكشي ناقص و نامناسب	١/٢	
٣	زهكشي فقير	٢	

ادامه جدول ۳- چگونگي تعيين كلاس‌ها و وزن‌دهي لايه‌ها براي ارزيابي كيفيت خاك

۷- هدايت الكتريكي **(EC)**			
كلاس	تشريح	ميزان **(mmhos/cm) EC**	وزن
۱	خيلي‌كم	< ۴	۱
۲	كم	۴ – ۸	۱/۲
۳	متوسط	۸ – ۱۶	۱/۴
۴	به‌نسبت زياد	۱۶ – ۳۲	۱/۶
۵	زياد	۳۲ – ۶۴	۱/۸
۶	خيلي‌زياد	> ۶۴	۲
۸- كيفيت خاك			
كلاس	تشريح	دامنه وزن‌ها	
۱	كيفيت زياد (High quality)	< ۱/۳	
۲	كيفيت متوسط (Moderate quality)	۱/۱۳ – ۱/۴۵	
۳	كيفيت پايين (Low quality)	> ۱/۴۶	

جدول ۴- چگونگي تعيين كلاس‌ها و وزن‌دهي لايه‌ها براي ارزيابي كيفيت پوشش گياهي

۱- خطر آتش‌سوزي			
كلاس	تشريح	نوع پوشش گياهي	وزن
۱	كم	اراضي لخت و باير	۱
۲	متوسط	فرآورده‌های كشاورزي يكساله، غلات، علفزارها و بوته‌زارهاي يكساله	۱/۵
۳	زياد	باغ‌ها و درختچه‌زار و مراتع هميشه سبز	۲
۲- حفاظت در برابر فرسايش			
كلاس	تشريح	نوع پوشش گياهي	وزن
۱	زياد	باغ‌ها، درختچه‌زارها و مراتع هميشه سبز	۱
۲	متوسط	مراتع و بوته‌زارهاي دائمي	۱/۳
۳	كم	فرآورده‌های كشاورزي يكساله، غلات، علفزارهاي يكساله	۱/۶
۴	خيلي كم	اراضي لخت و باير	۲
۳- مقابله در برابر خشكسالي			
كلاس	تشريح	نوع پوشش گياهي	وزن
۱	زياد	باغ‌ها، درختچه‌زارها و مراتع هميشه سبز	۱
۲	متوسط	مراتع و بوته‌زارهاي دائمي	۱/۳
۳	كم	فرآورده‌های كشاورزي يكساله، غلات، علفزارهاي يكساله	۱/۶
۴	خيلي كم	اراضي لخت و باير	۲
۴- درصد پوشش گياهي			
كلاس	تشريح	درصد پوشش گياهي	وزن
۱	زياد	$> \%$ ۳۵	۱
۲	كم	۱۰ - ۳۵	۱/۵
۳	خيلي كم	$< \%$ ۱۰	۲
۵- كيفيت پوشش گياهي			
كلاس كيفيت پوشش		تشريح	دامنه وزن‌هاي
۱		كيفيت زياد (High)	$<$ ۱/۱۳
۲		كيفيت متوسط (Moderate quality)	۱/۱۳ – ۱/۳۸
۳		كيفيت كم (Low quality)	$>$ ۱/۳۸

جدول ۵- چگونگي تعيين كلاس‌ها و وزن‌دهي لايه‌ها براي ارزيابي كيفيت اقليم

۱- بارندگي		
كلاس	ميزان بارندگي (ميليمتر)	وزن
۱	> ۳۰۰	۱
۲	۱۵۰ – ۳۰۰	۱/۵
۳	< ۱۵۰	۲
۲- تبخير و تعرق		
كلاس	ميزان تبخير و تعرق (ميلي‌متر)	وزن
۱	< ۱۵۰۰	۱
۲	۱۵۰۰ – ۲۰۰۰	۱/۵
۳	> ۲۰۰۰	۲
۳- شاخص خشكي		
كلاس	**AI**	وزن
۱	AI ≥ ۱	۱
۲	۰/۱ <AI<۱	۱/۵
۳	AI ≤ ۰/۱	۲
۴- كيفيت اقليم		
كلاس كيفيت اقليم	تشريح	دامنه وزن‌ها
۱	كيفيت بالا (High quality)	< ۱/۵
۲	كيفيت متوسط (Moderate quality)	۱/۵
۳	كيفيت پايين (Low quality)	> ۱/۵

جدول ۶- چگونگي تعيين كلاسه‌ها و وزن‌هاي مربوط به شاخص‌هاي بهره‌گيری شده براي ارزيابي مديريت

۱- كاربري اراضي			
كلاس	**Land use**		وزن
۱	اراضي كشاورزي		۱
۲	مراتع خوب و متوسط		۱/۳
۳	مراتع فقير		۱/۶
۴	اراضي لخت و باير		۲
۲- تراكم و فشار چرا			
كلاس	**AUM**[9]		وزن
۱	< ۱		۱
۲	۱ – ۲/۵		۱/۵
۳	> ۲/۵		۲
۳- فشار جمعيت			
كلاس	فشار جمعيت		وزن
۱	< ۰/۵		۱
۲	۰/۵ – ۱		۱/۳
۳	۱ – ۱/۵		۱/۶
۴	> ۱/۵		۲
۴- سياست			
كلاس	توضيح	درجه يا ميزان اجراء	درجه
۱	كم (Low)	كامل: >۷۰ درصد مناطق تحت حفاظت و كارهاي حفاظتي مي‌باشد	۱
۲	متوسط (Moderate)	ناتمام و مختصر: ۲۵ تا ۷۵ درصد از منطقه‌های زير كارهاي حفاظتي‌اند	۱/۵
۳	زياد (High)	ناقص: كمتر از ۲۵ درصد از مناطق زير كارهاي حفاظتي قرار دارند	۲
۵- كيفيت مديريت			
كلاس	توضيح		دامنه
۱	كم (Low)		۱ تا ۱/۲۵
۲	متوسط (Moderate)		۱/۲۶ تا ۱/۵
۳	زياد (High)		> ۱/۵۱

۱- واحد دامي در هر ماه (Animal Unit Month) عبارت است مقدار علوفه مورد نياز يك واحد دامي در ماه كه معادل ٦٠ كيلوگرم علوفه خشك مراتع است.

جدول ۷- کلاسه‌ها و وزن‌هاي مربوط به شاخص‌هاي بهره‌گیری شده براي ارزیابي کیفیت فرسایش

۱- فرسايش بادي (**Wind Erosion**)		
کلاس	تشریح	وزن
۱	خيلي کم	۱
۲	کم	۱/۲
۳	متوسط	۱/۵
۴	زياد	۱/۷
۵	خيلي‌زياد	۲
۲- فرسايش آبي (**Water Erosion**)		
کلاس	تشریح	وزن
۱	خيلي کم	۱
۲	کم	۱/۲
۳	متوسط	۱/۵
۴	زياد	۱/۷
۵	خيلي‌زياد	۲
۳- کیفیت فرسایش		
کلاس	تشریح	وزن
۱	کم	۱ – ۱/۲
۲	متوسط	۱/۲۱ – ۱/۳۵
۳	زياد	> ۱/۳۶

جدول ۸- کلاسه‌ها و وزن‌هاي مربوط به شاخص‌هاي بهره‌گیری شده براي ارزیابي کیفیت آب‌هاي زیرزميني

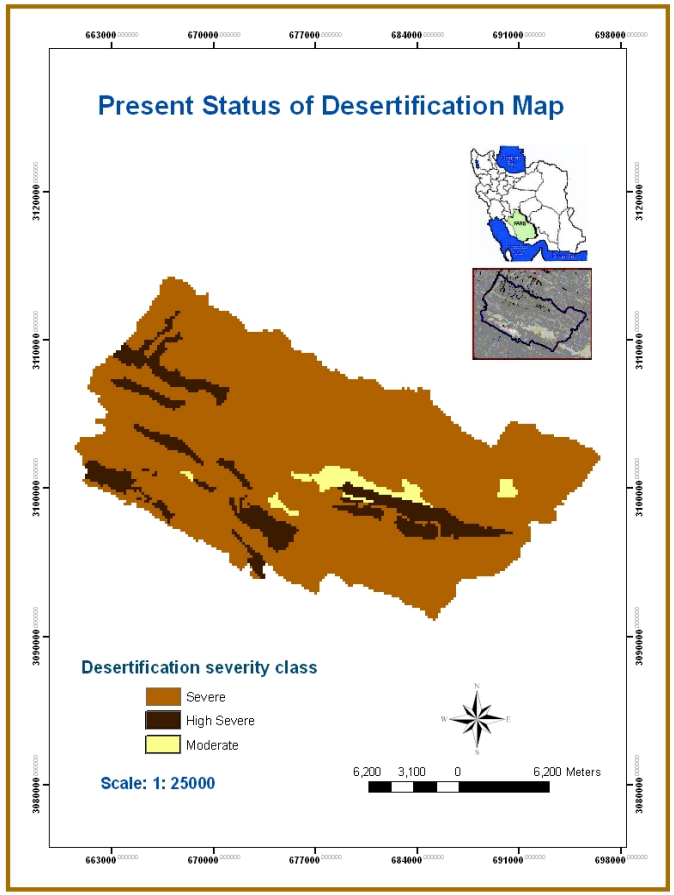
۱- هدايت الکتريکي بر پايه (**EC**)		
کلاس	تشریح (**mmhos/cm**)	وزن
۱	< ۲۵۰	۱
۲	۲۵۰ – ۷۵۰	۱/۲
۳	۷۵۰ – ۲۲۵۰	۱/۵
۴	۲۲۵۰ – ۵۰۰۰	۱/۷
۵	> ۵۰۰۰	۲
۲- کلر (**CL**)		
کلاس	میزان کلر (**mg/lit**)	وزن
۱	< ۲۵۰	۱
۲	۲۵۰ – ۵۰۰	۱/۲
۳	۵۰۰ - ۱۵۰۰	۱/۵
۴	۱۵۰۰ - ۳۰۰۰	۱/۷
۵	> ۳۰۰۰	۲

ادامه جدول ٨- كلاسه‌ها و وزن‌هاي مربوط به شاخص‌هاي بهره‌گيری شده براي ارزيابي كيفيت آب‌هاي زيرزميني

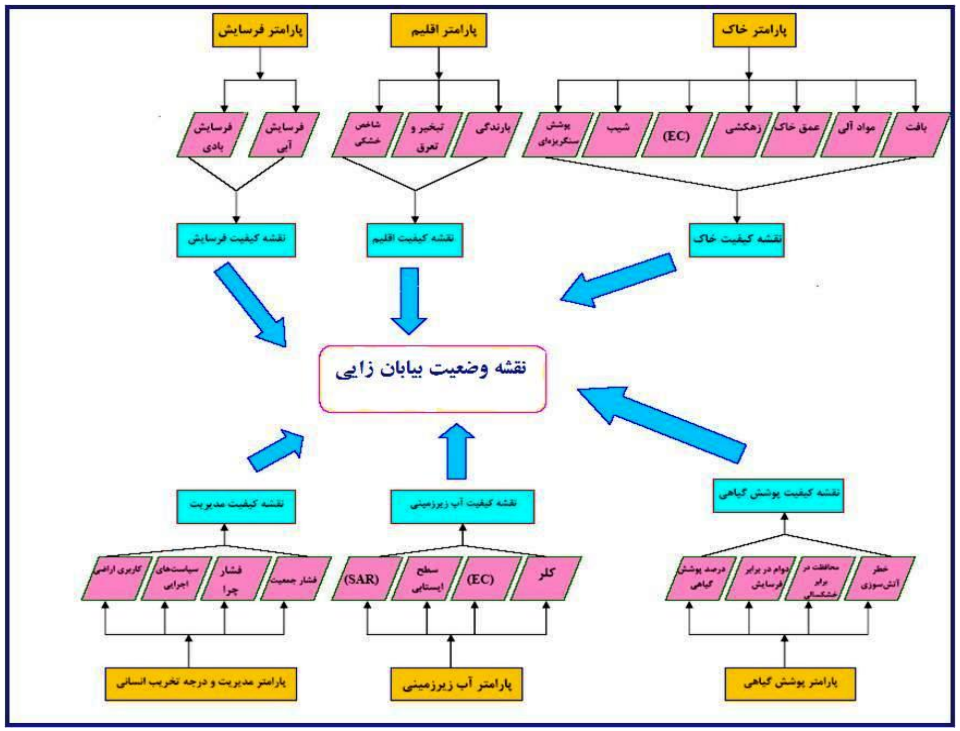
٣- نسبت جذبي سديم **(SAR)**		
كلاس	**SAR**	وزن
١	< ١٠	١
٢	١٠ – ١٨	١/٣
٣	١٨ – ٢٦	١/٦
۴	> ٢٦	٢
۴- سطح ايستايي آب		
كلاس	اندازه سطح (سانتي‌متر)	وزن
١	> ٣١٥	١
٢	٢٨٥ – ٣١٥	١/٥
٣	< ٢٨٥	٢
۵- كيفيت آب‌هاي زيرزميني		
كلاس	تشريح	وزن
١	زياد	<١/٢
٢	متوسط	١/٢-١/٣٨
٣	كم	> ١/٣٨

جدول ٩- كلاس‌هاي شدت بيابان‌زايي

كلاس‌هاي شدت بيابان‌زايي				نوع
كم	متوسط	شديد	خيلي شديد	كيفي
١-١/٢٢	١/٢٣-١/٣٧	١/٣٨-١/٥٣	١/٥۴-٢	كمي



شکل ۲- نقشه وضعیت فعلي بیابان‌زایي منطقه



شکل ۳- فلوچارت مدل منطقه‌اي وضعیت فعلي بیابان‌زایي با بهره‌گیري از روش مدالوس

منابع

١- اختصاصي، محمدرضا و سعيد مهاجري، ١٣٧٤. "روش طبقه‌بندي، نوع و شدت بيابان‌زايي اراضي در ايران"، مجموعه مقالات دومين همايش ملي بيابان‌زايي و روش‌هاي مختلف بيابان‌زدايي، كرمان: موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

٢- خسروی، حسن، ١٣٨٣. " كاربرد مدل مدالوس در بررسی بيابان زايی دشت كاشان"، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه تهران، دانشكده منابع طبيعي.

٣- رفيعي امام، عمار و غلامرضا زهتابيان، ١٣٨٤. "روش تهيه نقشه حساسيت مناطق به بيابان‌زايي"، فصلنامه جنگل و مرتع، شماره ٦٦، ص ٦-١٣، تهران: مؤسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع.

٤- سالنامه آماري استان فارس، ١٣٨٠. سازمان مديريت و برنامه‌ريزي استان فارس، شيراز

5- Babaev, A.G, 1985. Methodological Principals of Desertification processes Assessment and Mapping. Turkmenistan: Desert Research Institute.

6- DESERTLINKS, 2001. Internal Preliminary Report, MEDALUS office, Leeds University, England.

7- FAO, 1981. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification, Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Environment Programme, Itlaly: Rome, 84 pp.

8- Glantz, M.H, 1977. Desertification: Environmental Degradation in and around Arid Lands. Boulder, Westview Press, 123 pp.

9- Hare, F.K, 1977. Connections between climate and desertification, Environmental Conservation, 4(2): 82.

10- Kassas, M, 1977. Arid and semi-arid lands: Problems and prospects. Agro-Ecosystems, 3:186.

11- Kates, R.W., D.L. Johnson, and K. Johnson Haring, 1977. Population, society and desertification, Nairobi: Report of UNCOD A/CONF, 74-8 pp.

12- Kosmas, C., J. Poesen, H. Briassouli, 1999. Key indicators of desertification at the Environmentally Sensitive Areas (ESA) scale, In: Kosmas, C.; Kirkby, M.; Geeson, N. (eds.), The Medalus project: Mediterranean desertification and land use, Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification, Project report, European Commission, 88 pp.

13- Kovda, V, 1980. Land aridization and drought control, Boulder Westview Press.

14- Le Houerou, H.N, 1975. The nature and causes of desertification, In: Proceedings of the IGU Meeting on Desertification, Cambridge: 22-26 September 1975.

15- Mabbut, J.A, 1978. The impact of desertification as revealed by mapping, Environmental Conservation, 5 (1): 45.

16- Reining, P. (compiler), 1978. A Handbook on Desertification Indicators: based on the Science Associations' Nairobi Seminar on Desertification. Washington: American Association for the Advancement of Science.

17- Sluiter, R, 1998. Desertification and Grazing on South Crete, a model approach (DeMon-2), Department of Physical Geography, Faculty of Geographical Science, University of Utrecht, 107 pp.

18- Street, P, 1987. Land use policy. London: Butterworth, 4(4): 362 pp.

19- Wehmeier, E, 1980. Desertification processes and groundwater utilization in the northern Nefzaoua. Tunisia: Stuttgarter Geographische Studien. No: 95, 43-125 pp.

Application of MEDALUS method to develop a regional model for desertification assessment and mapping

A. Sepehr[1*], M. Moayeri[2], M.R. Ekhtesasi[3] and S. Aghajani[4]
[1] Ph.D Student of Geomorphology, University of Isfahan, I.R.Iran
[2] Assistant Prof, University of Isfahan, I.R.Iran
[3] Assistant Prof, University of Yazd, I.R.Iran
[4] Former M. Sc. Student of Geomorphology, University of Isfahan, I.R.Iran
(Received: 14 January 2007, Accepted: 15 March 2008)

Abstract

The present study attempts to assess quantitatively the desertification process to develope a regional model in Fidoyeh- Garmosht plain in Fars province with area of 43000 ha as a case study. In this study, based on the MEDALUS method and according to the characteristics of study area a regional model was developed using GIS. In the first step, all major factors affecting desertification were determined. These main six indicators (layers) included: soil, climate, erosion, plant cover, groundwater and management (for human activities). Then a number of sub-layers for each main layer affecting the quality of main layers were identified. To each sub-layer a number between "1 to 2" according to the MEDALUS method was denoted. These denoted numbers were considered as a weight for each sub-layer. GIS (ArcGIS 9) then was used to analyze data to prepare the main layer status maps using geometric mean for the sub-layers and the main layers. Ultimately, the maps were combined and based on the geometric mean of the main layers, a desertification potential status map was developed. The results indicated that 12% of total study area classified as a very severe class, 81% is classified as a severe class and 7% of area classified as a moderate class of desertification. The results showed that plant cover and groundwater quality are the most important parameters that affecting desertification process in the Fidoyeh – Garmosht plain.

Keywords: Desertification, MEDALUS, GIS, Fidoyeh-Garmosht

* Corresponding author: Tel: +98 915 5085732 , Fax: +98 311 7932257 E-mail: adelsepehr@aol.com