واسنجي مدل مدالوس به‌منظور ارائه يك مدل منطقه‌اي برآورد شدت بيابان‌زايي در منطقه كاشان

غلامرضا زهتابيان[١]، حسن احمدي[٢]، محمدرضا اختصاصي[٣] و حسن خسروي*[٤]
[١] استاد گروه احياي مناطق خشک و کوهستاني، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[٢] استاد گروه احياي مناطق خشک و کوهستاني، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[٣] استاديار دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه يزد، ايران
[٤] دانشجوي دكتري بيابان‌زدايي، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٤/٧/٢٥، تاريخ تصويب: ٨٥/٥/٢)

چكيده

بيابان‌زايي به‌عنوان يک معضل، گريبانگير بسياري از كشورهاي جهان است. به‌منظور ارزيابي بيابان‌زايي تحقيقات مختلفي در داخل و خارج كشور صورت گرفته كه به ارايه مدل‌هاي منطقه‌اي منجر شده است. در اين تحقيق براي بررسي بيابان‌زايي در منطقه كاشان از روش مدالوس، استفاده شد. نخست قبل از به‌كارگيري مدل در منطقه كاشان، معيارها و شاخص‌هاي آن بازنگري و با توجه به شرايط منطقه، ٧ معيار و ٤٥ شاخص ارزيابي شد. اين هفت معيار عبارتند از: معيار آب زيرزميني، پوشش، كيفيت خاك، اقليم، فرسايش آبي و بادي و مديريت. در ادامه، اين معيارها بر اساس شاخص‌هاي انتخاب‌شده براي هر معيار ارزيابي شدند به‌طوري‌كه از ميانگين شاخص‌ها در هر معيار، نقشه كيفي معيار مورد نظر به‌دست آمد و در انتها از ميانگين هندسي معيارها، نقشه حساسيت مناطق به بيابان‌زايي حاصل شد. نتايج حاصل از اين ارزيابي نشان مي‌دهد كه روند بيابان‌زايي رو به گسترش است، به‌طوري‌كه با وجود چنين حالتي، بيابان‌زايي با شدت بيشتري را نيز در آينده‌اي نه چندان دور مي‌توان براي كل منطقه پيش‌بيني كرد. با توجه به معيارهاي بررسي شده، فرآيند تخريب منابع آب در منطقه كاشان بيشترين تاثير را در بيابان‌زايي منطقه دارد. همچنين با توجه به كل منطقه (به استثناي اراضي شهري)، حدود $298/67 km^2$ در كلاس متوسط، حدود $366/04 km^2$ در كلاس شديد و حدود $240/21 km^2$ در كلاس بسيار شديد بيابان‌زايي قرار گرفت.

واژه‌هاي كليدي: مدل، مدالوس، معيار، شاخص، بيابان‌زايي و كاشان

نويسنده مسئول: تلفن: ٠٩١٣-٣٥٥٠٠٧٦ فاكس: ٠٢٦١-٢٢٤٩٣١٣ Email: hakhosravi@ut.ac.ir

مقدمه

در حال حاضر بیابان‌زایي به‌عنوان یک معضل گریبانگیر بسیاري از کشورهاي جهان از جمله کشورهاي در حال توسعه است. این مشکل نه تنها در نواحي خشک و نیمه‌خشک بلکه، در بخش‌هاي از مناطق نیمه‌مرطوب نیز دیده مي‌شود. بیابان‌زایي مشتمل بر فرآیندهایي است که هم زاییده عوامل طبیعي است و هم به عملکرد نادرست انسان بر مي‌گردد و بنابر تعریف عبارت است از کاهش استعداد اراضي در اثر یک یا ترکیبي از فرآیندها، مانند فرسایش بادي، فرسایش آبي، تخریب پوشش گیاهي، تخریب منابع آب، ماندابي شدن، شور شدن و قلیایي شدن خاک و ... که توسط عوامل محیطي یا انساني شدت مي‌یابد. از جمله این دخالت‌ها مي‌توان به تبدیل زمین، انجام زراعت غیراصولي در اراضي کشاورزي، جنگل‌زدایي، مسمومیت و آلودگي زمین و محیط زیست (آب و خاک)، حذف پوشش گیاهي به‌منظور استفاده از آن در سوخت و تولید انرژي گرمایي و ... که موجب به‌مخاطره انداختن سلامت منابع طبیعي جهان مي‌شود، اشاره کرد. بر اساس تحقیقات فائو و یونپ در سال ۲۰۰۱، بیش از یکصد کشور جهان و بیش از ۳۳ درصد سطح اراضي زمین تحت تاثیر تخریب اراضي و بیابان‌زایي قرار دارند، در حدود ۹۳ درصد مراتع در مناطق خشك به همراه ۴۷ درصد از اراضي کشاورزي دیم حاشیه مناطق خشك و درصد معني داري از اراضي کشاورزي فاریاب در مناطق در معرض تخریب قرار دارند (۱۲).

مقابله با این پدیده، بویژه در کشورهاي مذکور بسیار کارساز و سودمند خواهد بود. در این زمینه مي‌توان با ارائه راهکارها و روش‌هاي مدیریتي مناسب از شدت این پدیده کاست و از گسترش و پیشروي آن جلوگیري به‌عمل آورد. در این راه شناخت فرآیندهاي بیابان‌زایي و عوامل به‌وجودآورنده و تشدیدکننده آن و همچنین آگاهي از شدت و ضعف این فرآیندها و عوامل، مهم و ضروري است که باید مورد بررسي و ارزیابي قرارگیرد.

به‌منظور ارزیابي بیابان‌زایي، تحقیقات مختلفي در داخل و خارج کشور صورت گرفته که به ارائه مدل‌هاي منطقه‌اي فراواني منجر شده که خاص همان مناطق هستند و براي استفاده از این مدل‌ها در مناطق دیگر باید شاخص‌ها و معیارهاي آنها مورد بررسي و ارزیابي مجدد قرار گیرند و با توجه به شرایط منطقه مطالعاتي تعدیل و اصلاح شوند. یکي از جدیدترین این روش‌ها، توسط کمیسیون اروپا در پروژه‌اي با نام مدالوس[1] انجام شده و در سال ۱۹۹۹ با عنوان ESAs[2] ارائه شده است(۱۰).

مدل بیابان‌زایي موجود براي ارزیابي شدت بیابان‌زایي از تجزیه و تحلیل روش مدالوس شکل گرفته است که براي آشنایي بیشتر به صورت خلاصه به این روش پرداخته مي‌شود.

در روش مدالوس براي رسیدن به نقشه حساسیت مناطق به بیابان‌زایي، چهار معیار خاك، پوشش گیاهي، اقلیم و مدیریت اراضي به عنوان معیارهاي کلیدي بیابان‌زایي با توجه به شرایط منطقه مطالعاتي تعریف شده‌اند و هر معیار نیز داراي شاخص‌هایي است که در واقع لایه‌هاي آن است. لایه‌هاي مذکور در زمینه تاثیرشان در بیابان‌زایي وزني بین ۱ تا ۲ دریافت مي‌کنند. بعد از وزن‌دهي به شاخص‌ها، نقشه هر معیار از میانگین هندسي شاخص‌هاي هر معیار به‌دست مي‌آید. در نهایت نقشه حساسیت به بیابان‌زایي از میانگین هندسي معیارهاي مذکور بر اساس فرمول زیر به‌دست مي‌آید:

$$ESAs = \sqrt[4]{(\text{معیار خاك} \times \text{معیار اقلیم} \times \text{معیار پوشش گیاهي} \times \text{معیار مدیریت})}$$

نقشه به‌دست‌آمده نشان‌دهنده حساسیت مناطق به بیابان‌زایي است. روش مذکور به‌طور همزمان در کشورهاي یونان، پرتغال و ایتالیا تست شد که نتایج مثبتي را نیز نشان

۱- Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS)

۲- Environmental Sensitive Area

داد. لاديسا و همكاران(١٧) در منطقه باري ايتاليا با توجه به روش مدالوس پنج معيار خاك، اقليم، پوشش گياهي، كاربري اراضي، مديريت و شاخص فشار انساني، جياردانو و همكاران(١٣) در منطقه سيسيل ايتاليا پس از اصلاح و بازسازي مدل با توجه به شرايط منطقه، معيارهاي خاك، اقليم، پوشش گياهي و مديريت را براي ارزيابي شدت بيابان‌زايي در نظر گرفتند. به‌نظر مي‌رسد يكي از مزاياي اين روش نسبت به ساير مدل‌هاي ارائه‌شده در جهان، دقت بيشتر اين مدل براي ارزيابي و تهيه نقشه بيابان‌زايي است، در اين مدل با توجه به روش خاص وزن دادن به معيارها و همين طور استفاده از سامانه اطلاعات جغرافيايي در تلفيق لايه‌ها، علاوه بر افزايش دقت و سرعت آن در ارزيابي و تهيه نقشه بيابان‌زايي ، خطاي كارشناس كمتر است (٩، ١١، ١٣، ١٥، ١٦، ١٧). شايان ذكر است اين شاخص‌ها و معيارها با توجه به شرايط مناطق مديترانه تعريف و بيان شده است و به‌نظر مي‌رسد كه الگوبرداري بدون دخالت و كامل از آن در كشور ما تقريباً غيرمنطقي و حتي در مواردي داراي مشكلات زيادي است، ازاين‌رو براي استفاده از آن در ساير مناطق بايد معيارهاي كليدي و تاثيرگذار در منطقه براي آن تعريف شود. كما اينكه در منطقه كاشان در جنوب شرقي تهران، بر اساس تحقيق انجام‌شده هفت معيار و ٤٥ شاخص با توجه به شرايط منطقه و هدف تحقيق به عنوان معيارهاي كليدي و تاثيرگذار در بيابان‌زايي براي رسيدن به نقشه مناطق حساس به بيابان‌زايي تعريف شد كه در ادامه به آن پرداخته مي‌شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسي با وسعت حدود٩١٣/٨٣ كيلومتر مربع در ٢٤٠ كيلومتري شهرستان تهران و در موقعيت جغرافيايي "٣٥ ´٦ °٥١ تا "٥ ´٣٣ °٥١ طول شرقي و "٣٤ ´٥٢ °٣٣ تا "٣ ´٢٠ °٣٤ عرض شمالي قرار گرفته است. اين عرصه از نظر تقسيم‌بندي سياسي_اداري كشور بخشي از شهرستان كاشان از توابع استان اصفهان است.

در اين تحقيق براي بررسي وضعيت بيابان‌زايي و ارائه نقشه بيابان‌زايي در منطقه كاشان، از روش مدالوس استفاده شد. اين روش كه يكي از جديدترين روش‌هاي مدل ارزيابي بيابان‌زايي در جهان ايت توسط كميسيون بين‌المللي اروپا[1] در سال ١٩٩٩ ارائه شده است. همين‌طوركه ذكر شد، براي رسيدن به نقشه ESAs در روش مدالوس، چهار معيار به عنوان معيارهاي كليدي بيابان‌زايي با توجه به شرايط منطقه مطالعاتي تعريف شده‌اند و هر معيار نيز داراي شاخص‌هايي به صورت زير است (١١):

معيار خاك = بافت، مواد مادري، پوشش سنگريزه‌اي، عمق خاك، شيب و زهكشي؛

كيفيت پوشش گياهي = خطر آتش‌سوزي، حفاظت در برابر فرسايش، تداوم خشكسالي و درصد پوشش گياهي؛

معيار اقليم = بارندگي، خشكي و جهت؛

معيار كيفيت مديريت= نوع و شدت كاربري اراضي و سياست اجرايي.

ابتدا از آنجا كه پاره‌اي از معيارها و شاخص‌هاي اين مدل با شرايط منطقه انطباق نداشت، شاخص‌هاي اين مدل بازبيني شده و با توجه به شرايط منطقه مطالعاتي و همچنين تحقيقات قبلي از جمله شاخص‌هاي مورد استفاده در مدلICD[2] تعديل و اصلاح شدند به‌طوري‌كه هفت معيار و ٤٥ شاخص با توجه به شرايط منطقه و هدف تحقيق به عنوان معيارهاي كليدي و تاثيرگذار در بيابان‌زايي براي رسيدن به نقشه مناطق حساس به بيابان‌زايي تعريف شد كه در ادامه به آن پرداخته مي‌شود. اين هفت معيار عبارتند از: معيار آب زيرزميني، پوشش، كيفيت خاك، اقليم، فرسايش آبي و بادي و مديريت كه هر معيار نيز چندين شاخص و زيرشاخص دارد.

١- European Commission

٢- Iranian Classification of Desertification (Ekhtesasi & Mohajer)

در مرحله بعد به هر شاخص بر اساس تاثير آن در بيابان‌زايي با توجه به بررسي منابع و استناد به کار ساير محققان و با توجه به شرايط منطقه، وزني بين ۱ تا ۲ داده شد و نحوه وزن‌دهي به‌صورت خطي و نسبت برابر بود، به‌طوري‌که ارزش ۱ بهترين و ارزش ۲ بدترين وزن بوده است. نحوه امتيازدهي به شاخص‌هاي هر معيار در جداول ۷-۲ آمده است. در مدل مدالوس، به مناطقي مانند استخرهاي آب و مناطق شهري و به‌طور کلي مناطقي از اين دست، ارزش صفر داده شد، ولي با توجه به اينکه در ايران گسترش اراضي شهري نيز به عنوان يك عامل بيابان‌زايي مطرح است، بنابراين گسترش اراضي شهري با عنوان بيابان‌زايي تکنولوژيکي تحت يك زيرلايه جداگانه در بخش مديريت وزن‌دهي شد و در نهايت براي هر شاخص و زيرشاخص با توجه به وزن‌دهي انجام‌شده يك نقشه تهيه شد، سپس به کمك سيستم اطلاعات جغرافيايي[1] عمليات ارزيابي و تهيه نقشه بيابان‌زايي انجام شد. شايان است در اين مدل به مانند ساير مدل‌هاي ارائه‌شده که امتيازدهي در رخساره‌هاي ژئومورفولوژي صورت مي‌گيرد، ابتدا وزن‌دهي به هر معيار و شاخص در واحدهاي کاري (رخساره‌هاي ژئومورفولوژي) صورت گرفت و آنگاه با استفاده از نرم‌افزار ILWIS به کل منطقه تعميم داده شد.

در اين روش هر معيار از ميانگين هندسي شاخص‌هاي خود بر اساس فرمول زير به‌دست مي‌آيد:

$$Index - X = \left[(Layer - 1).(layer - 2)...(Layer - n)\right]^{1/n}$$

که در آن:

Index-x: معيار مورد نظر؛

Layer: شاخص‌هاي هر معيار؛

n: تعداد شاخص‌هاي هر معيار است.

بنابراين هفت نقشه وضعيت معيارها به‌دست آمد که اين نقشه‌ها براي بررسي کيفيت هر معيار و تاثير آنها در بيابان‌زايي به کار مي‌روند و در نهايت نقشه نهايي که نشان‌دهنده وضعيت بيابان‌زايي در منطقه است از ميانگين هندسي معيارهاي مذکور بر اساس فرمول زير به‌دست آمد:

$$DM^2 = (GWI^3 \times MQI^4 \times SQI^5 \times VQI^6 \times CQI^7 \times WiEI^8 \times WaEI^9)^{1/7}$$

تعيين کلاس‌هاي بيابان‌زايي و حتي حدود آنها، با توجه به محلي بودن معيارها و زيرعامل‌ها و البته نظر کارشناس متفاوت خواهد بود. تعداد کلاس‌ها در اين روش از ٤ طبقه تشکيل شده است. نحوه طبقه‌بندي در جدول ۱ آمده است.

نتايج

به‌منظور به‌کارگيري روش پيشنهادي مورد نظر در اين تحقيق که براي ارزيابي توان بيابان‌زايي انجام شده، ابتدا با توجه به کليه اطلاعات ميداني(تحقيقات به‌نسبت کاملي در زمينه‌هاي هيدرولوژيکي، کاربري اراضي، خاکشناسي، ژئومورفولوژي و فرسايش گياهي) و نيز با عنايت به ساختار روش و نحوه ارزش‌گذاري که در روش کار ذکر شده است، اين روش در سطحي بالغ بر ۹۱۳/۸۵ کيلومترمربع از اراضي منطقه کاشان انجام شد و نتايج به‌دست آمده مورد تجزيه و تحليل قرار گرفت. خلاصه نتايج تجزيه و تحليل شاخص‌ها و زيرشاخص‌هاي هر معيار به‌صورت وزني در جداول ۱۷-۱۰ ارائه شده است. شکل ۱، متوسط ارزش عددي معيارها و شکل ۲ توزيع فراواني کلاس‌هاي شدت بيابان‌زايي را نشان مي‌دهد.

۱- Geographical Information System

۲- Desertification Mapping

۳- Ground Water Index

۴- Management Quality Index

۵- Soil Quality Index

۶- Vegetation Quality Index

۷- Climate Quality Index

۸- Wind Erosion Index

۹- Water Erosion Index

جدول ١- توزيع فراواني كلاس‌هاي شدت وضعيت فعلي بيابان‌زايي

طبقه‌بندي كيفي شدت بيابان‌زايي	علامت	دامنه ارزش عددي
استخرهاي آب و مناطق شهري	U	٠
ناچيز و كم	I	١-١/٢٢
متوسط	I I	١/٢٣-١/٣٢
شديد	I I I	١/٣٣-١/٤١
بسيار شديد	I V	١/٤٢-٢

در ادامه نحوه امتيازدهي به شاخص‌هاي هر معيار آمده است.

جدول ٢- شاخص‌هاي ارزيابي معيار تخريب منابع آب

شاخص ارزيابي	كلاس	ناچيز و كم	متوسط	شديد	بسيار شديد (الف)	بسيار شديد (ب)
	امتياز	١ - ١/١٩	١/٢٠ – ١/٣٩	١/٤٠ – ١/٥٩	١/٦٠ – ١/٧٩	١/٨٠ – ٢
افت آب زيرزميني در سال (cm/year)		٠ -١٠	١٠ - ٢٠	٢٠ - ٣٠	٣٠ - ٥٠	٥٠<
كيفيت آب زيرزميني (µmhos/cm) EC (mgr/lit)CL		<٢٥٠ <٢٥٠	٢٥٠ – ٧٥٠ ٢٥٠ - ٥٠٠	٧٥٠ – ٢٢٥٠ ٥٠٠ - ١٥٠٠	٢٢٥٠ – ٥٠٠٠ ١٥٠٠ - ٣٠٠٠	>٥٠٠٠ >٣٠٠٠
كمبود منابع آب مورد استفاده دام وانسان		منابع متناسب با نياز دام و حيات وحش	منابع آب به‌نسبت متناسب با نياز دام وحيات وحش	منابع آب متناسب نياز دام وحيات وحش	منابع آب كمتر از نياز دام وحيات وحش	منابع آب بسيار كمتر از نياز دام و حيات وحش
عمق سطح آب زيرزميني (m)		>٢٥	١٠ - ٢٥	٥ - ١٠	٢/٥ – ٥	<٢/٥
شاخص كميسيون توسعه پايدار سازمان ملل(UN)		I_{UN}<١٠	١٠< I_{UN}<٢٠	٢٠< I_{UN}<٤٠	٤٠< I_{UN}<٦٠	I_{UN} >٦٠

جدول ۳- شاخص‌هاي ارزيابي معيار فرسايش بادي

شاخص ارزيابي	کلاس	ناچيز و کم	متوسط	شديد	بسيار شديد
	امتياز	۱/۲٤ - ۱	۱/٤۹ – ۱/۲۵	۱/۷٤ – ۱/۵	۲ – ۱/۷۵
کلاس‌هاي فرسايش بادي		IوII	III	IV	V
آثار و فعاليت‌هاي رخساره‌هاي بادي		فاقد آثار فرسايش بادي و تجمع رسوبات در زير بوته‌هاي هاي دائمي بصورت برجستگي‌هاي بسيار کوچک	نبکاهاي کوچک و بادبردگي متوسط	نبکاهاي غير فعال، تپه‌هاي کم ارتفاع و نيمه فعال باد آورده و پراکنده، وجود آثار شبه ياردانگ و باد بردگي زياد	نبکاهاي فعال، تپه‌هاي ماسه‌اي‌اي فعال و بدون پوشش گياهي، وجود آثار کلوتک و ياردانگ يا بادبردگي بسيار شديد
درصد سنگريزه سطحي		مقدار سنگريزه بيش از ۸۰ درصد	مقدار سنگريزه ۸۰ –۵۰درصد	مقدار سنگريزه ۵۰-۲۰ درصد	مقدار سنگريزه کمتر از ۲۰ درصد
آشفتگي و پايداري خاک		در اثر عبور انسان يا ضربه بسيار مقاوم است	در اثر عبور انسان يا ضربه نوک پا، به راحتي خرد نمي‌شود	در اثر عبور انسان يا ضربه نوک پا، خرد مي‌شود و از هم مي‌پاشد	در اثر عبور انسان يا ضربه نوک پا، به‌طور کلي از هم مي‌پاشد و پودر مي‌شود
روزهاي شن باد با شرايط يکسان در سال		۱-۲	۳-۴	۵-۱۰	>۱۰
فراواني بادها با سرعت متوسط بيش از ٦m/s		< ۵	۵ - ۱۰	۱۰ – ۲۰	> ۲۰

جدول ۴- شاخص‌هاي ارزيابي معيار فرسايش آبي

شاخص ارزيابي	كلاس	ناچيز و كم	متوسط	شديد	بسيار شديد
	امتياز	١/٢٤ - ١	١/٤٩ – ١/٢٥	١/٧٤ – ١/٥	٢ – ١/٧٥
كلاس‌هاي فرسايش آبي		**IوII**	**III**	**IV**	**V**
آثار و فعاليت رخساره‌هاي آبي		فاقد فرسايش آبي يا وجود فرسايش سطحي و شياري جزيي در ٠ تا ٥ درصد منطقه	وجود آثار فرسايش سطحي همراه با شياري متوسط در ٥ تا ١٥ درصد منطقه	وجود فرسايش شياري شديد، شياري و خندقي در ١٥ تا ٣٠ درصد منطقه	وجود اشكال مختلف فرسايش بويژه بدلند يا هزار دره در بيش از ٣٠ درصد منطقه
خسارت‌هاي ناشي از سيل‌بردگي و اثر آن در تخريب اراضي		اراضي منطقه در طول سال دچار سيل‌بردگي نشده و خسارات ناشي از آن به اراضي ناچيز و كم است	اراضي در طول سال حداكثر يک بار دچار سيل‌بردگي شده است و اراضي از اين نظر دچار خسارت مي‌شوند	اراضي در طول سال بين ٢ تا ٣ بار دچار سيل بردگي شده و خسارات ناشي از آن زياد است	وجود سيل‌بردگي در اراضي، در طول سال كاملا مشهود است و چندين بار در طول سال به وقوع مي پيوندد و خسارات حاصل از آنها بسيار زياد است

جدول ۵- شاخص‌هاي ارزيابي معيار پوشش

شاخص ارزيابي	كلاس	ناچيز و كم	متوسط	شديد	بسيار شديد
	امتياز	١/٢٤ - ١	١/٤٩ – ١/٢٥	١/٧٤ – ١/٥	٢ – ١/٧٥
درصد پوشش تاجي		>٥٠	٣٠ - ٥٠	١٠ - ٣٠	<١٠
درصد تركيب گياهي		گونه‌هاي مهاجم كمتر از ٥ درصد تركيب گياهي را تشكيل مي‌دهند و كمتر از ٢٥ درصد تركيب گياهي از گونه‌هاي يكساله است	گونه‌هاي مهاجم ٢٠-٥ درصد از تركيب گياهي را تشكيل مي‌دهند و ٥٠-٢٥ در صد تركيب گياهي منطقه از گياهان يكساله است	گونه‌هاي مهاجم ٥٠-٢٠ درصد تركيب گياهي را تشكيل مي‌دهند و بيشتر پوشش گياهي منطقه يكساله است	گونه‌هاي مهاجم بيش از ٥٠ درصد از تركيب گياهي را تشكيل مي‌دهند و پوشش گياهي منطقه از گياهان يكساله است
مقدار توليد		توليد علوفه ٨٥< درصد پتانسيل ساليانه	توليد علوفه ٨٥-٦٥درصد پتانسيل ساليانه	توليد علوفه ٦٥- ٢٥درصد پتانسيل ساليانه	توليد علوفه ٢٥ درصد پتانسيل ساليانه
زادآوري		زادآوري به‌نسبت مناسب گياهان كم‌شونده	زادآوري كم گياهان كم‌شونده	زادآوري گياهان كم‌شونده بندرت ديده مي‌شود	عدم زادآوري گياهان كم‌شونده و ضعيف بودن يا كم بودن گياهان كم‌شونده

جدول ۶- شاخص‌هاي ارزيابي معيار اقليم

شاخص ارزيابي	عوامل موثر بر بيابان‌زايي				
مقدار بارش	>٦٥٠mm	٢٨٠ - ٦٥٠mm			<٢٨٠mm
امتياز	١ - ١/٣٣	١/٣٤ – ١/٦٦			١/٦٧ – ٢
جهت	E – NE – N - NW	W – SW- S - SE			
امتياز	١ – ١/٤٩	١/٥ – ٢			
شاخص ترانسو	>٠/٦٥	٠/٤٥ – ٠/٦٥	٠/٢ – ٠/٤٥	٠/٠٥ – ٠/٢	<٠/٠٥
امتياز	١ - ١/١٩	١/٢٠ – ١/٣٩	١/٤٠ – ١/٥٩	١/٦٠ – ١/٧٩	١/٨٠ – ٢

جدول ٧- شاخص‌هاي ارزيابي معيار تخريب خاک

شاخص ارزيابي	عوامل موثر بر بيابان‌زايي			
بافت خاک	SC - SiC	L – SCL – SiCL- SiL	LS – SL	S – C>%60
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	١/٧٥ – ٢
درصد سنگريزه زيرزميني	>٥٠	٢٠ – ٥٠	<٢٠	
امتياز	١ - ١/٣٣	١/٣٤ – ١/٦٦	١/٦٧ – ٢	
ضخامت خاک(cm)	٧٥cm >	٣٠ – ٧٥	١٥ – ٣٠	<١٥
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	١/٧٥ – ٢
زهكشي	در عمق بيش ١٠٠cm فاقد ذرات اهن ومنگنز،نفوذ آب سريع و در خلال دوره رشد خاک مرطوب است	در عمق ١٠٠ -٣٠ cm داراي ذرات آهن و منگنز، نفوذ آب به كندي صورت مي‌گيرد و خاک به حد كافي مرطوب است	در عمق ٣٠cm ذرات آهن ومنگنز ديده مي‌شود، نفوذ آب بسيار كند و خاک براي مدت طولاني مرطوب است	
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	
شيب	٦% >	١٨-٦	١٨ – ٣٥	٣٥% >
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	١/٧٥ – ٢
جنس سازند	واحدهاي رسوبي و خاكي پايدار و غير شور و مقاوم در برابر عوامل تخريب	واحدهاي رسوبي و خاكي به‌نسبت پايدار به شوري و با شوري حداقل تا متوسط	واحدهاي رسوبي و خاكي با پايداري كم و حساس در برابر عوامل تخريب با شوري زياد	واحدهاي رسوبي و خاكي ناپايدار و بسيار حساس در برابر عوامل تخريب و يا شوري زياد
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	١/٧٥ – ٢
شوري و قليايیت خاک EC SAR ESP	 ٨ > ١٣ > ١٥ >	 ٨ -١٦ ١٣ – ٣٠ ١٥ - ٣٠	 ١٦ – ٣٢ ٧٠ – ٣٠ ٣٠ - ٥٠	 >٣٢ > ٧٠ > ٥٠
امتياز	١ - ١/٢٤	١/٢٥ – ١/٤٩	١/٥ – ١/٧٤	١/٧٥ – ٢

جدول ٨- شاخص‌هاي ارزيابي سياست و مديريت اعمال‌شده

شاخص ارزيابي	كلاس امتياز	ناچيز و كم ١ - ١/٢٤	متوسط ١/٢٥ – ١/٤٩	شديد ١/٥ – ١/٧٤	بسيار شديد ١/٧٥ – ٢
اقدام‌هاي مورد نياز		بيش از ٧٥ درصد منطقه تحت حفاظت	٧٥-٥٠ درصد منطقه تحت حفاظت	٥٠-٢٥ درصد منطقه تحت حفاظت	كمتر از ٢٥ درصد منطقه تحت حفاظت
روش‌هاي بيابان‌زايي		با اعمال مديريت صحيح بيابان‌زايي خود به خود صورت مي‌گيرد	بيابان‌زايي به كمك عمليات بيولوژيكي با هزينه كم امكان‌پذير است	بيابان‌زايي به كمك عمليات مكانيكي، بيولوژيكي و با هزينه زياد امكان‌پذير است	بيابان‌زايي بسيار مشكل يا غير ممكن و غير قابل توجيه اكولوژيكي - اقتصادي
عمليات انجام‌شده		نيازي به عمليات بيابان‌زايي نداشته است	عمليات بيابان‌زايي تاكنون موثر بوده است	عمليات انجام‌شده به نسبت موفق بوده است	عمليات اجرايي تا كنون موفقيت‌آميز نبوده است
توجه به مشاركت مردم		مشاركت مردم وكارشناسان منطقه مناسب بوده است	عدم توجه مردم به كارهاي كارشناسي	انجام كارهاي كارشناسي بدون توجه به مردم منطقه	تضاد رابطه بين مردم منطقه و كارشناسان

بحث

نتيجه بررسي معيارها و شاخص‌هاي موثر در بيابان‌زايي نشان مي‌دهد كه تعيين وضعيت فعلي بيابان‌زايي با مشخص شدن معيارها، شاخص‌هاي بيابان‌زايي و اشكال آن ميسر مي‌شود كه در اين تحقيق به آن توجه شده است، به‌طوري‌كه بدون تفكيك اين شاخص‌ها نمي‌توان برآورد دقيق و منطقي از پديده بيابان‌زايي انجام داد. در روش پيشنهادي، معيارهاي بيابان‌زايي عبارتند از تخريب منابع آب، فرسايش آبي، فرسايش بادي، پوشش گياهي، خاك، اقليم و مديريت. شاخص‌هاي بيابان‌زايي نيز در دو گروه عوامل انساني و محيطي بررسي شدند و از بين جنبه‌هاي مختلف بيابان‌زايي فقط وضعيت فعلي آن بررسي شد. به‌طوري‌كه با ارزيابي معيارهاي بيابان‌زايي ضمن بررسي معيارها و تعيين آنها، به يكي از اهداف ارزيابي كه همان وضعيت فعلي بيابان‌زايي است، خواهيم رسيد. به عبارت ديگر، تعيين شدت بيابان‌زايي منطقه در مدل پيشنهادي بر خلاف ساير مدل‌هاي پيشين كه با توجه به معيار غالب صورت مي‌گرفت(٤)، با گرفتن ميانگين هندسي معيارها شدت تمام معيارهاي مورد بررسي دخالت داده مي‌شود.

بررسي معيارها و شاخص‌هاي موثر در بيابان‌زايي ايران، نشان مي‌دهد كه عوامل محيطي و انساني هر دو تاثير جدي در شرايط بيابان‌زايي در ايران دارند كه حاصل اين تاثير در قالب تخريب منابع آب و خاك و پوشش گياهي است (٤). بر اساس برآوردهاي انجام‌شده در منطقه كاشان نيز مقدار بارش از شاخص‌هاي ارزيابي معيار محيطي اقليم و شاخص بحران آب از شاخص‌هاي ارزيابي معيار انساني تخريب منابع آب از جمله موثرترين شاخص‌ها در تشديد فرايند بيابان‌زايي در منطقه است. تجزيه و تحليل معيارهاي مورد بررسي نشان مي‌دهد كه معيار تخريب منابع آب، عامل اصلي موثر در تشديد شدت بيابان‌زايي در منطقه است. جعفري در سال

۱۳۸۰، با استفاده از مدل فائو- یونپ و ICD و تلفیق دو روش مذکور در منطقه کاشان با تاکید بر فرایندهاي تخریب منابع آب و فرسایش بادي به ارزیابي بیابان‌زایي پرداخته است. نامبرده نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسید که در منطقه کاشان تخریب منابع آب معیار غالب است (٤). وجود چنین حالتي را مي‌توان به دسترسي بهتر به منابع آب زیرزميني، وجود قنات متعدد در مناطق دشتي و همچنین تمرکز جمعیت بیشتر در این مناطق به‌دلیل وجود منابع آب و سهولت دسترسي به آنها براي رفع نیاز روزمره اهالي منطقه نسبت داد. همچنین از دیگر علل این وضعیت مي‌توان به توجه مسئولان در پروژه‌هاي جمع‌آوري آب‌هاي سطحي و هدایت آنها به این مناطق براي جلوگیري از هدر رفتن آب به دیگر نقاط و همچنین تامین نیاز آب مورد تقاضا در این مناطق براي مصرف شرب، کشاورزي و... اشاره کرد. قابل ذکر است که انجام چنین اعمال و مدیریت متغیر، به‌دلیل مهیا بودن شرایطي همچون امکان کشت و زرع یا امکان دسترسي بهتر و بیشتر به منابع آب، موجب مي‌شود که نقش عامل انساني در افزایش شدت بیابان‌زایي بر عامل محیطي باالقوه غالب شود.

همان‌طورکه ملاحظه مي‌شود، فرسایش بادي نسبت به گذشته (۳۵ سال پیش) به‌علت تاغ‌کاري‌هاي انجام‌شده کاهش چشمگیري داشته است، به‌طوري‌که بسیاري از کارشناسان و کشاورزان منطقه، شدت فرسایش بادي را آرام و تا حدودي مهارشده در نظر مي‌گیرند. با وجود این با کمي دقت به جداول و نمودارهاي حاصل از تجزیه و تحلیل معیارها و شاخص‌هاي بیابان‌زایي، در مي‌یابیم که بعضي از واحدهاي کاري در آستانه ورود به کلاس بالاتر قرار گرفته‌اند که این خود افزایش شدت تخریب را در آینده نزدیك نشان مي‌دهد. همچنین متوسط ارزش کمي فرایند بیابان‌زایي براي کل منطقه (به استثناي اراضي شهري)، حدود ۲۹۸/٦۷km^2 در کلاس متوسط، حدود ۳۶۶/۰۴ km^2 در کلاس شدید و حدود ۲۴۰/۲۱ km^2 در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایي قرار گرفت.

با توجه به تجزیه و تحلیل انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده از ارزشیابي روش پیشنهادي در منطقه کاشان و مقایسه آن با تحقیق قبلي صورت‌گرفته در منطقه(٤) و همچنین سایر روش‌هاي ارزیابي بیابان‌زایي از جمله روش فائو- یونپ و ICD، آشکار مي‌شود که روش موجود براي منطقه مورد بررسي مناسب بوده و از کارایي خوبي برخوردار است. روش پیشنهادي با در نظر گرفتن شاخص‌هاي مناسب و به تعداد به‌نسبت کافي در مناطق خشك و به‌علت سادگي و مرحله‌اي بودن آن، روش خاص وزن دادن به شاخص‌ها، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایي در تلفیق نقشه‌ها و استفاده از میانگین هندسي به جاي جمع یا میانگین حسابي (ICD, UNEP-FAO) در محاسبه شاخص‌ها و نقشه نهایي بیابان‌زایي روش به‌نسبت دقیقي است و مي‌توان از آن در مناطق مشابه مورد بررسي براي تعیین شدت بیابان‌زایي استفاده کرد و در صورت لزوم شاخص‌ها و کلاس‌هاي آن را اصلاح کرد. در حال حاضر ارائه مدل جهاني یا ملي با اطلاعات فعلي قدري مشکل است و تحقیقات بیشتر در قالب مدل‌هاي منطقه‌اي و در اقلیم‌هاي مشخص قابل استفاده است.

جدول ٩- شاخص‌هاي ارزيابي مديريت

عوامل اصلي	عوامل فرعي	شاخص ارزيابي	كلاس امتياز	ناچيز و كم ١ - ١/٢٤	متوسط ١/٢٥ – ١/٤٩	شديد ١/٥ – ١/٧٤	بسيار شديد ١/٧٥ – ٢
نوع كاربري اراضي و شدت كاربري اراضي	محصولات كشاورزي	تغيير كاربري		I→→II	II→→III	II , III→→IV	I→→V
		رعايت اصول كشاورزي (شخم و آيش)		اصول كشاورزي به خوبي رعايت مي‌شود . باغ و زراعت چندساله	اصول كشاورزي به‌نسبت رعايت مي‌شود. زراعت چند ساله	اصول كشاورزي نامناسب. تناوب زراعي نامناسب با آيش هاي كمتر از شش ماه	اصول كشاورزي اصلا رعايت نمي‌شود .تناوب زراعي وجود ندارد
		استفاده غير اصولي از ماشين‌آلات كشاورزي و كودهاي شيميايي		استفاده از ماشين آلات مدرن با قابليت زياد، به‌صورت اصولي صورت مي‌گيرد.كودها و حشره‌كش‌ها استفاده نمي‌شود	استفاده از ماشين آلات جديد با قابليت زياد تقريبا به‌صورت اصولي انجام مي‌گيرد. كودها و سموم استفاده مي‌شود	استفاده از ماشين آلات با اصطحلاک بالا و بازدهي كم و تقريبا به صورت غير اصولي.استفاده از سموم تقريبا غير اصولي	استفاده از ماشين آلات كاملا مستهلک شده، با بازدهي بسار كم و استفاده غيراصولي. استفاده از سموم به‌صورت غير اصولي
		شيوه‌هاي آبياري		شيوه‌هاي آبياري مناسب با شرايط منطقه	شيوه‌هاي آبياري به‌نسبت مناسب با شرايط منطقه	شيوه‌هاي آبياري به‌نسبت مناسب با شرايط منطقه	شيوه‌هاي آبياري غلط و مناسب نيست
		نسبت توسعه چاه به قنات		١ - ٣	٣ - ٦	٦ - ٩	>١٢

ادامه جدول ۹- شاخص‌هاي ارزيابي مديريت

عوامل اصلي	عوامل فرعي	شاخص ارزيابي	کلاس	ناچيز و کم	متوسط	شديد	بسيار شديد
			امتياز	۱/۲٤ - ۱	۱/٤۹ – ۱/۲۵	۱/۷٤ – ۱/۵	۲ – ۱/۷۵
	مرتع و بوته‌زار		تغيير کاربري	**I→→II**	**II→→III**	**II , III→→IV**	**I→→V**
			چراي بي‌رويه	نسبت واحد دامي موجود به ظرفيت چرايي ۱	نسبت واحد دامي موجود به ظرفيت چرايي ۲ – ۱	نسبت واحد دامي موجود به ظرفيت چرايي ۳ - ۲	نسبت واحد دامي موجود به ظرفيت چرايي ۳<
			بوته‌کني	ضريب تغييرات کمتر از ۱۰ درصد	ضريب تغييرات ۱۰ تا ۲۵ درصد	ضريب تغييرات ۲۵ تا ۵۰ درصد	ضريب تغييرات بيشتر از ۵۰ درصد
			شخم اراضي مرتعي و مقدار اراضي کم‌بازده رهاشده	اراضي کم بازده رها شده وجود ندارد و شخم اراضي مرتعي بسيار کم است (کمتر از ۲۰ درصد)	اراضي رهاشده و شخم اراضي مرتعي کم (۲۰ تا ۵۰ درصد)	اراضي رهاشده و شخم اراضي مرتعي در حد متوسط است (۵۰ تا ۷۵ درصد)	اراضي کم‌بازده رهاشده و شخم اراضي مرتعي زياد (بيش از ۷۵ درصد)
			کاهش مقدار توليد محصول غالب نسبت به حالت مطلوب	ناچيز و کم ۱۰۰ - ۸۵	متوسط ۸۵ - ٦۵	زياد ٦۵ - ۲۵	بسيار زياد ۲۵<
	اراضي شهري		گسترش غيراصولي شهرها و روستاها	گسترش شهرها و روستاها به‌طور اصولي و مطابق با شرايط منطقه است	گسترش شهرها و روستاها تقريبا اصولي و مطابق با شرايط منطقه است	گسترش شهرها و روستاها تقريبا غير اصولي است و با توان منطقه سازگاري ندارد	گسترش بي‌رويه شهرها و روستاها و غير منطبق بودن گسترش آنها با توان منطقه

جدول ١٠- متوسط وزني ارزش‌هاي كمي شاخص‌هاي موثر بر تخريب منابع آب

شاخص ارزيابي	ارزش عددي	كلاس
افت آب زيرزميني	١/٧٩٣	بسيار شديد
هدايت الكتريكي	١/٧٩٠	بسيار شديد
غلظت كلر	١/٥٧١	شديد
كمبود منابع آب	١/٦٤٧	شديد
شاخص بحران آب	١/٨٣	بسيار شديد

جدول ١١- متوسط وزني ارزش كمي شاخص‌هاي موثر بر معيار فرسايش آبي

شاخص ارزيابي	ارزش عددي	كلاس
كلاس فرسايش آبي	١/٠٨٧	كم و ناچيز
فعاليت رخساره‌هاي آبي	١/١٢٣	كم و ناچيز
خسارات ناشي از سيل‌بردگي	١/٠٧٧	كم و ناچيز

جدول ١٢- متوسط وزني ارزش كمي شاخص‌هاي موثر بر معيار فرسايش بادي

شاخص ارزيابي	ارزش عددي	كلاس
كلاس فرسايش بادي	١/٣٧٨	متوسط
آثار و فعاليت رخساره‌هاي بادي	١/٢٥٠	متوسط
درصد سنگريزه سطحي	١/٥٢٢	شديد
آشفتگي خاك	١/٣٠٧	متوسط
روزهاي شن باد	١/٤٩	متوسط
فراواني باد با سرعت بيش از ٦m/s	١/١٨	كم و ناچيز

جدول ١٣- متوسط وزني ارزش كمي شاخص‌هاي موثر بر معيار پوشش

شاخص ارزيـــابي	ارزش عددي	كلاس
درصد پوشش	١/٤٢٢	متوسط
درصد تركيب گياهي	١/٤٩١	متوسط
زادآوري	١/٢١٨	متوسط
مقدار توليد	١/٣٩٨	متوسط

جدول ۱۴- متوسط وزني ارزش کمي شاخص‌هاي موثر بر تخريب خاك

شاخص ارزيابي	ارزش عددي	کلاس
بافت خاك	۱/۱۵۱	کم و ناچيز
ضخامت خاك	۱/۱٦٤	کم و ناچيز
زهکشي	۱/۰۰۷	کم و ناچيز
شيب	۱/۲٦۱	متوسط
درصد سنگريزه تحت ارضي	۱/۵	شديد
جنس سازند زمين شناسي	۱/٤۸۱	متوسط
هدايت الکتريکي	۱/۲٦٦	متوسط
نسبت جذب سديم	۱/۲۰٤	کم و ناچيز

جدول ۱۵- متوسط وزني ارزش کمي شاخص‌هاي موثر بر معيار اقليم

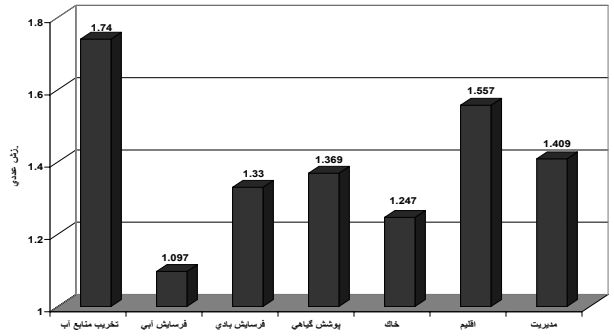
شاخص ارزيابي	ارزش کمي	کلاس
مقدار بارش	۱/۸۵۱	بسيار شديد
جهت	۱/۰۵۹	کم و ناچيز
شاخص ترانو	۱/۷۳٤	شديد

جدول ۱۶- متوسط وزني ارزش کمي واحد کاربري مرتع و بوته‌زار

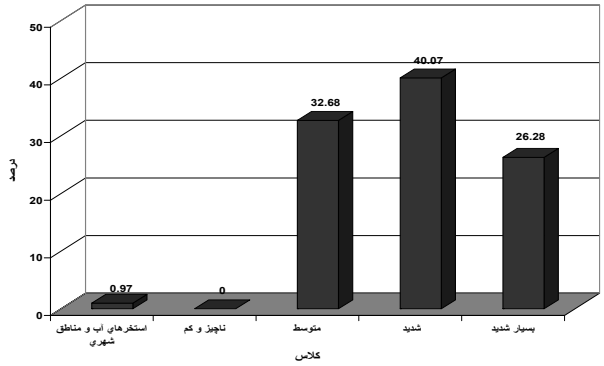
شاخص ارزيابي	ارزش عددي	کلاس
چراي بي‌رويه	۱/۲۰۸	کم و ناچيز
بوته‌کني	۱/۱۸٤	کم و ناچيز
شخم اراضي مرتعي	۱/۷۷۱	شديد
کاهش مقدار توليد مرتع در مقايسه با بالقوه	۱/۳۹۳	متوسط

جدول ۱۷- متوسط وزني ارزش کمي واحد کاربري اراضي کشاورزي

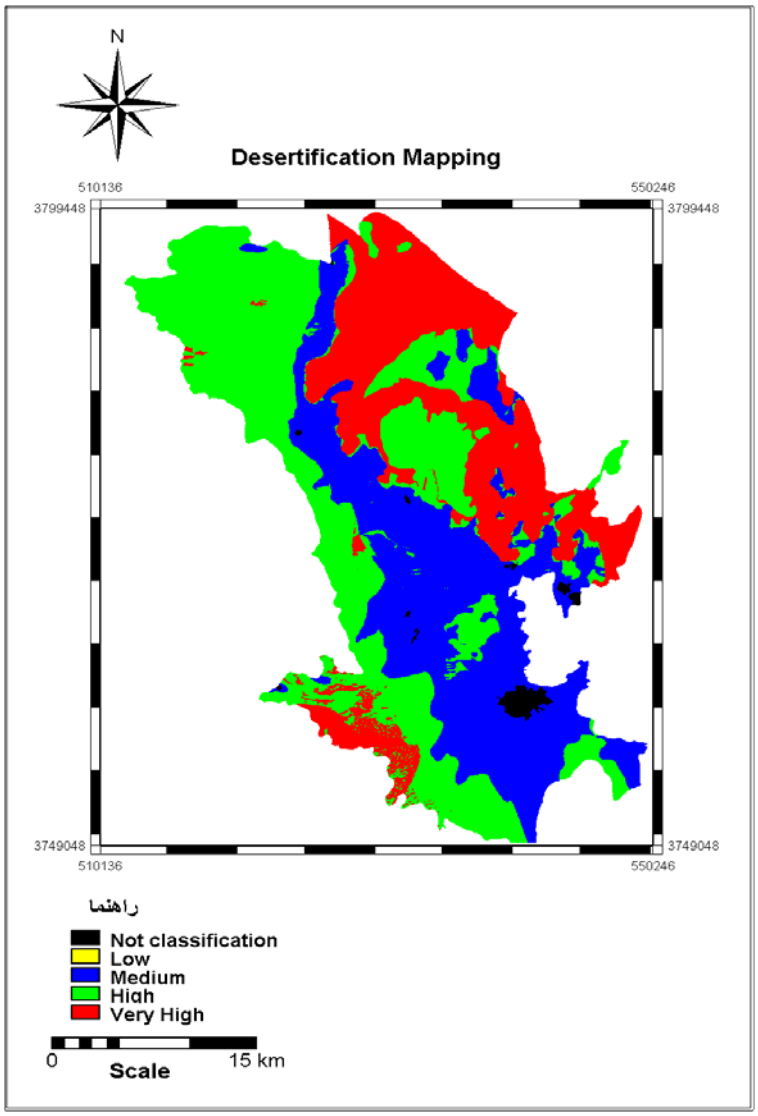
شاخص ارزيابي	ارزش عددي	کلاس
تغيير کاربري اراضي کشاورزي	۱/۱۱٤	کم و ناچيز
رعايت اصول کشاورزي	۱/۲٤۹	متوسط
استفاده غير اصولي از ماشين‌آلات و سموم شيميايي	۱/٤٦۳	متوسط
شيوه آبياري	۱/۷۹	خيلي شديد
توسعه چاه به قنات	۱/٦٦۸	شديد



شكل ١- متوسط ارزش عددي معيارها



شكل ٢- توزيع فراواني كلاس‌هاي شدت وضعيت فعلي بيابان‌زايي



شكل ٣- وضعيت فعلي بيابان‌زايي در منطقه كاشان

منابع

۱- احمدي، حسن، (۱۳۷۵). معيارهاي شناخت بيابان، مجموعه مقالات دومين همايش ملي بيابان‌زايي و روش‌هاي مختلف بيابان‌زايي ، انتشارات موسسه تحقيقات جنگل‌ها و مراتع كشور.

۲- احمدي، حسن، (۱۳۷۷). ژئومرفولوژي كاربردي، جلد ۲، بيابان- فرسايش بادي- انتشارات دانشگاه تهران.

۳- اختصاصي، محمدرضا و سعيد مهاجري، ۱۳۷٤. روش طبقه بندي نوع و شدت بيابان‌زايي اراضي در ايران(ICD)، مجموعه مقالات دومين همايش بررسي مسائل مناطق بياباني كشور، كرمان.

٤- جعفري، رضا، ۱۳۸۰. ارزيابي و تهيه نقشه بيابان‌زايي با تحليل و بررسي روش‌هاي FAO-UNEP و ICD در منطقه كاشان(فرسايش بادي و تخريب منابع آب)، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ص ۲۱۱.

۵- خسروي، حسن، ۱۳۸۳. كاربرد مدل مدالوس در بررسي بيابان‌زايي منطقه كاشان. پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ص ۱۵۶.

٦- زهتابيان غلامرضا، عمار رفيعي، ۱۳۸۲. ESAs روشي جديد براي ارزيابي و تهيه نقشه حساسيت مناطق به بيابان‌زايي، مجله بيابان، جلد ۸، شماره ۱، ۱۲۶-۱۲۰.

۷- زهتابيان، غلامرضا، حسن احمدي، حسن خسروي و عمار رفيعي امام، ۱۳۸۴. روش تهيه نقشه بيابان‌زايي با استفاده از مدل مدالوس، مجله بيابان، جلد۱۰، شماره ۱، ۲۲۴-۲۰۵.

۸- زهتابيان غلامرضا، آرش ملكيان، حسن خسروي، ۱۳۸۴. معيارها و شاخص‌هاي موثر در بيابان‌زايي، جنگل و مرتع، شماره ۶۶.

9- Basso, F., A. Belloti, S. Faretta, A. Ferara, G. Manino, M. Pisante, G. Quaranta & M. Tabemer, 1999. The Agri Basin In: MEDALUS Project_ Mediterranean Desertification and Land Use.Manual on Key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive areas to desertification.

10- Bayadgiev, T 1981. FAO/UNEP Project of Desertification Assessment and Mapping.

11- European Commission, 1999. Mediterranean Desertification and Land Use. (MEDALUS). MEDALUS Office. Landan.

12- FAO/UNEP, Land Degradation Assessment in Dryland (LAND), 2001 United Nations Environment Program, Global Environment Facility, PP67.

13- Giordano, L., F. Giordano, S. Grauso, M. Lannetta, M. Scicortino, G. Bonnati & F. Borfecchia. Desertification vulnerability in Sicily. Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-Compatible Solution for Aquatic Environments.

14- Khosravi, H. 2004, The Strategies for Prevention of Desert Regions Degradation Using Desertification Models in Kashan, the forth international Iran and Russia conference "Agriculture and Natural Resources" Shahrekord, Iran.

15- Kosmas, C., St. Gerontidis, V. Detsis, Th. Zafiriou & M. Marathianou . 1999. Apllication of the MEDALUS methodology for defining ESAs in the Lesvos island, European Commission. Capri, Italy, June 24-28, 2002.

16- Kosmas, C., M. Krikby & N. Geeson, 1999. Report of the MEDALUS Project-Mediterranean Desertification and Land Use. Manual on Key indicators of desertification and mapping Environmentally Sensitive Areas to desertification. European commission, England.87 pp.

17- Ladisa G., M.Todorovic & G. Trisorio-liuzzi. Characterization of Areas Sensitive to Desertification in Southern Italy, Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible solutions for Aquatic Environments, Capri, Italy, June 24-28, 2002.

Calibration of MEDALUS Model to Present Regional Model For Desertification Intensity (Case Study: Kashan)

GH. Zehtabian[1], H. Ahmadi[2], M. R. Ekhtesasi[3] and H. khosravi[4]
[1] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[3] Assistance Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
[4] Ph.D. Student of De-Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran
(Received 2005 Oct 17, Accepted 2006 July 24)

Abstract

Recently, desertification as a great problem threatens many countries all over the world. For evaluation and mapping of desertification many researches have been conducted in other countries leading to regional and local models. This research uses MEDALU, introduced by European Commission in 1999, to investigate desertification in Kashan area. The criteria and indices used in model were re-defined before application, so in the revised model seven criteria and 45 indices were assessed regarding conditions of the aera. These criteria include water resources degradation, wind erosion, water erosion, climate, soil and management factors. Each criterion was assessed based on the selected indices, which resulted in qualitative mapping of each criterion based on selected criteria. Finally, sensitive (susceptibility) map of the area was prepared using geometric average of all criteria. The result indicates desertification in the region has an accelerating trend which may be extended throughout the region in the near future. Regarding the studied criteria, water resources degradation has the highest effect on desertification. This area, excluding urban lands, 196.67 km^2 of the area was categorized in the moderate desertification class while 366.04 km^2 and 240.21 km^2 of the area are prone to high and very high desertification.

Key word: Model, MEDALUS, Criteria, Index, Kashan

* Corresponding author: Tel: 0913-3550076 , Fax: 0261-2249311 Email: hakhosravi@ut.ac.ir