Archive of SID

پژوهش های آبخیزداری شماره ۸۳، تابستان ۱۳۸۸
(پژوهش و سازندگی)

توسعه مدل تاکسنومی به منظور دستیابی به روشی مناسب جهت ارزیابی وتهیه نقشه شدت بیابانزائی : مطالعه موردی، منطقه خضرآباد یزد

• **محمد حسین صادقی روش**، استادیار محیط زیست، کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان(نویسنده مسئول)
• **حسن احمدی**، استاد یار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
• **غلامرضا زهتابیان**، استاد دانشکده منابع دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش:آبان ماه ۱۳۸۷
تلفن تماس نویسنده مسئول:۰۹۱۲۳۸۰۰۱۱۵
Email:msadeghiravesh@yahoo.com

چکیده

طبقه بندی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی، به عنوان ابزاری کارآمد، نقش مهمی در ارزیابی توان محیطی و جلوگیری از بیابانی شدن یا ترمیم و احیا مناطق تخریب یافته بازی می کنند. در این رابطه تا کنون مدل ها و روش های مختلفی مطرح شده که از جمله این روش ها می توان به مدل فائو - یونیپ، مدل طبقه بندی نوع و شدت بیابان زائی در ایران، مدالوس وغیره اشاره کرد. با بررسی این مدل ها ملاحظه شد که مدل های مطروحه به نوبه خود دارای نواقصی از جمله، غیر بومی و کیفی بودن شاخص ها، خطای کارشناسی و غیره هستند. بتابراین این پژوهش با هدف اصلی ارائه مدلی بهینه جهت ارزیابی حساسیت مناطق به پدیده بیابانی شدن ارائه شد. از این رو مدل تاکسنومی عددی که از مهمترین مدل های در جه بندی رتبه ای است مد نظر قرار گرفت و جهت کاربردی کردن مدل مذکور به منظور طبقه بندی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی، این مدل در رابطه با چهار مقوله بنیادی مورد بازنگری و توسعه قرار گرفت. که عبارتند از، ارزیابی منابع طبیعی و شناخت جامع شاخص های موثردر بیابان زائی، تعیین واحدهای کاری، طبقه بندی شاخص ها در مقیاسی واحد ودرنهایت طبقه بندی وتهیه نقشه شدت بیابان زائی بر مبنای واحدهای کاری.این مدل به منظور ارزیابی کارائی در منطقه خضرآباد به مساحت ۷۸۱۸۰ هکتار به کار گرفته شد . که نتایج حاصله ازکاربرد این مدل حکایت ازتوانایی بالای آن در ارزیابی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی داشت. متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان زائی برای کل منطقه، ۰/۷۴ برآورد شد، که در کلاس بیابان زائی شدید جای می گیرد. در عین حال نتایج ، غالب بودن عوامل طبیعی بر انسانی را تأیید کرده به طوری که متوسط وزنی شاخص ها و عوامل طبیعی ۰/۷۹ (کلاس بسیار شدید یا IV) ،و متوسط وزنی عامل انسانی ۰/۳۷ (کلاس متوسط یا II) برآورد گردیده است.

کلمات کلیدی:مدل بیابان زائی، مدل تاکسنومی عددی توسعه یافته(MNT) ،معیارها وشاخص های بیابان زائی

www.SID.ir

Archive of SID

Watershed Management Researches (Pajouhesh & Sazandegi) No 83 pp: 83-95

Development of Taxonomy Model in order to reach an appropriate method for desertification assessment and privation of desertification intensity map (Case Study: Khezr Abad Area, Yazd, Iran)

By:M.H.Sadeghi Roushan.Assistant Porfessor of Islamic Azad University Takestan Branch(Corresponding Author;Tel:0989123800115).

H.Ahmadi and Gh.Zehtabian,Scientific Member of Tehran University.

Classification and provision of desertification intensity map, as an efficient tool, has an important role in evaluation of environmental capability and prevention of desertification and reclamation of degradation lands. So far, different models and methods have been proposed in local, national, and international scales, such as Medalus method, Iranian classification of desertification (ICD) and etc. Investigation of mentioned models shows that these models have some deficiencies such as exotic and qualitative indices and expertise mistake. Therefore, Taxonomy Model has developed as base of the desertification assessment model. The model has developed in connection with four principles: a) Natural resources evaluation and Comprehensive knowledge of effective desertification indices, b) determination of terrain mapping units (TMU), c) Classification of criterion with uniform and similar scale and finally classification and provision of desertification intensity map. This paper investigates the abilities of Modify Numerical Taxonomy model (MNT) to assess lands sensitivity to desertification. and was applied in Khezr Abad region, with 78180 ha area. Results show that MNT model has high ability to assess desertification risk and provision of desertification intensity map. Weighted average of the quantitative value of desertification intensity was estimated at 0.74 for all the study area (intense class of desertification risk). Investigation of weighted average of the quantitative values of human and natural desertification benchmarks shows prevailing of natural benchmarks over human factors, so that weighted average of natural benchmarks have been assessed at 0.79 (very intense class of desertification risk) and weighted average of human benchmarks have been assessed at 0.37 (moderate class of desertification).

Key words: Model modifies numerical taxonomy (MNT), Benchmarks and Indicators of desertification (human-environmental).

مقدمه

با توجه به رشـد روز افزون جمعیت و کاهش سـرانه زمین برای تامین غذا ، پدیده بیابان زائی که با کاهش استعداد باروری اراضی، کاهش تولیدات کشـاورزی، افزایش تلفـات منابع آب و خاک، کاهش کمـی و کیفی منابع مرتعی و غیره همراه اسـت، به روند کاهش امکانات و منابع در برابر رشـد جمعیت شـتاب بیشـتری مـی دهد. و در واقـع جدی ترین اثـر نامطلوب بیابـان زائـی، کاهش تـوان تولید و تهدیـد امنیت غذایـی و از بین بردن سـاختارهای بنیانی زیسـتی اسـت. بنابراین امروزه مسـئله بیابان زائی و جلوگیـری از توسـعه آن در حوزه بیـن المللی و ملی مطرح می باشـد. از طرف دیگر طبقه بندی مناطق و تهیه نقشـه شدت بیابان زائی، جهت انجام سـایر زمینه های تحقیقات کاربردی، در زمینه جلوگیری از بیابانی شـدن امری حیاتی اسـت.این نقشـه ها در مقام ابزاری کارآمد و به صورت همگن به یاری آمایشـگران محیط زیست آمده و کارشناسان با توجه به نقشه های موجـود، نقاط بحرانی مناطق را شناسـائی کرده و با هدایت برنامه ریزان به مناطق کم خطر، ضمن حفاظت از جلوه های باقی مانده حیات در آن نقاط، ارزش افـزوده سـرمایه گذاری هـای ملی را در پایدارترین و مناسـب ترین حالـت ممکـن تضمین می سـازد. و در عین حال با معرفـی نقاط بحرانی، امکان تمرکـز فعالیت های بیابان زدائی و جلوگیری از هدر رفتن امکانات و سـرمایه های محدود را فراهـم می آورد. در این زمینه تـا کنون تحقیقات زیـادی در سـطوح بیـن المللی و ملی صـورت گرفته اسـت، از جمله این مـدل هـا، روش تحقیقی مقدماتی بـرای ارزیابی نقشـه بنـدی بیابانزائی (FAO- UNEP,۱۹۸۰-۸۴)(۱۰) و مدل حساسـیت زیسـت محیطی نواحی (ESAs[۱],۱۹۹۹) (۲۳،۱۹)، در سـطح بین المللی می باشـد. سایر مـدل هـای منطقه ای و محلـی از جمله مدل موسسـه تحقیقـات بیابان ترکمنسـتان[۲](۱۷)، مدل کنیـا[۳] (۱۶)، مدل یونیپ و شـوروی[۴](۱۳)، مدل بین النهرین سـفلی[۵](۲۰)، مدل نیوسـاوث ویلز[۶] (۱۳) مدل تخریب اراضی جنوب آسـیا(۲۱)، مدل طبقه بندی نوع و شدت بیابان زائی در ایران[۷](۴) و مدل های منطقه ای آق قلا کمیشـان(۹)، حسـین آباد میش مست(۱۱)،

www.SID.ir

Archive of SID

ماهان(۶) قشـلاق بناب(۱۲) وغیره در قالـب و چار چوب، مدل FAO-UNEPو مـدل آگری[۸](۱۴)، مدل باری[۹](۱۹)، مدل سیسـیل[۱۰](۱۵)، مدل بیابـان زائی دشـت ورامین (۸)، مـدل بیابان زائی کاشـان(۷) و مدل گروه احیا مناطق خشـک دانشکده منابع طبیعی[۱۱](۳) در قالب مدل ESAs بیان شده اند.

با بررسـی که بر روی این روش ها صورت گرفت، ملاحظه شـد که این روش هـا نیز به نوبه خود دارای نواقصی هسـتند، به عنـوان مثال در مدل FAO-UNEP بـه مـواردی نظیر نادیده گرفتن شـرایط خاص بیوم های منطقـه ای، کوچک مقیاس بودن، کیفی بودن، عـدم امکان تفکیک عوامل انسـانی و طبیعی در نتیجه گیری ها، خطای کارشناسـی و مواردی از این قبیـل می توان اشـاره کرد. سـایر روش ها در این چهارچـوب نیز صرفاً به بومـی کردن این روش در مناطـق مختلف پرداختند و هم چنان نقص های یاد شـده رابه همراه داشـتند. روش طبقه بندی نوع وشدت بیابان زائی در ایـران(ICD) نیـز که در چارچوب FAO-UNEP مطرح شـد ، علاوه بر اینکه دارای محاسـنی از جمله بومی بودن ، تفکیک نوع محیط های بیابانی انسـانی وطبیعی، افزایش دقت به علت بـه کارگیری روش ترازوی وزنی در تعیین اولویت ها، و امکان تهیه نقشـه انواع محیط های بیابانی می باشـد، می توان به معایبی از جمله بررسی کیفی شاخص ها ، ارزش دهی نامناسب شـاخص های طبیعی(ضرب عوامل طبیعی در عدد۲) و دست یابی به نتایج غیـر واقعی ، کوچک مقیاس بودن و در نهایت دسـت یابی به نتایج مختلف توسط کارشناسـان که درنتیجه وزن دهی های مختلف به پارامترها حاصل می شـود، اشـاره کرد. سـایر مدل های مطرح شـده و به کار گرفته شـده در ایـران ، تنهـا به بومی کردن شـاخص ها به صورت محلـی و تا حدودی کمی کردن آنها پرداختند . مدل حساسـیت زیست محیطی(ESAs) نیزکه به دنبال پروژه MEDALUS[۱۲] درسـال ۱۹۹۹مطرح شـد، علاوه بر اینکه برسرعت و دقت در تهیه نقشه و کاهش خطای کارشناسی موثر بود، ولی هم چنان معیارها و شاخص های مؤثر در بیابان زایی به صورت غیرسیستماتیک و بنابر نظرکارشناس تعیین می شد که مقایسه تطبیقی پدیده ها را مواجه با اشکال می کرد. از این رو برآن شدیم تا با استفاده از مدل تاکسنومی عددی و با بازنگری و توسـعه این مدل، مدلی متناسـب جهت ارزیابی حساسـیت مناطق به پدیده بیابانی شدن را ارائه دهیم.

مدل تاکسـنومی عـددی که ازمهم ترین روش هـای درجه بندی رتبه ای می باشـد، اولین بار توسط Adanson در سال ۱۷۵۷ ارا ئه شد و طی سـا ل های ۱۹۵۰ الی۱۹۵۶ برای اولین بار توسط Sneath به منظور رتبه بندی باکتری ها در مسـائل میکروبیولوژی به صورت کاربردی به کار گرفته شـد و سپس در سال۱۹۶۸ توسـط پرفسورHellwing عضو مدرسه عالی اقتصاد به عنوان وسـیله ای مهم در طبقه بندی درجه توسـعه یافتگی بین ملل مختلف در یونسکو[۱۶] مطرح گردید. (۵)

مدل تاکسـنومی توسـعه یافته ، دارای مزایایی چون، امکان شـناخت بهتر منطقه در مرحله تعیین واحدهای کاری، امکان تفکیک عوامل انسـانی و طبیعی در فرآیند بیابان زائی، انعطاف پذیر بودن، توانائی بومی شدن مدل با هر منطقه، امکان کمی کردن شـاخص هـای مؤثر در بیابان زائی، کاهش خطای انسـانی و امکان تهیه نقشه حساسـیت منطقه به بیابان زائی بر پایه واحدهای کاری می باشـد. مدل پیشـنهاد شده به منظور ارزیابی کارایی در تعیین حساسـیت مناطق و تهیه نقشـه بیابان زائی در منطقه خضرآباد در فاصله زمانی تیر ماه سال۱۳۸۳ الی مهر ماه۱۳۸۴ بکار گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرحله ارزیابی ویژگی های محیطی و شناسایی عوامل بیابانزایی از روش تجربی[۱۴] و در مرحله تعیین شـدت بیابان زایی از روش آماری[۱۵] سود برده اسـت و در عین حال به دلیل وسعت موضوع بیابانزایی و تعدد معیارها و شـاخص های مؤثر در آن که نیاز به حجم وسـیعی از آمار و اطلاعات میدانی و سـتادی داشـت، مطالعه به روش موردی[۱۶] صورت گرفت. به منظور ارزیابی وضعیت بیابان زائی و تهیه نقشـه حساسـیت مناطق به بیابانی شدن، منطقه خضرآباد یزد تحت بررسی قرار گرفت. منطقه مذکور با وسعتی معادل ۷۸۱۸۰ هکتار در ۱۰ کیلومتری غرب شهریزد در موقعیت جغرافیایی ´ ۵۵، ´ ۵۳ الی ´ ۲۰، ´ ۵۴ طول شـرقی و ´ ۴۵، ´ ۳۱ الی ´ ۱۵، ´ ۳۲ عرض شـمالی قرار گرفته ، و از نظر اقلیمی در شـرایط خشـک و سرد بیابانی طبقه بندی می شود (شکل ۱) ۱,۱۲۹۳۰ هکتار(۱۶/۵٪) از اراضی منطقه را تپه ها و پهنه های ماسه ای شـکل داده که ارگ بزرگ اشـکذر با وسـعتی معادل ۸۹۲۳ هکتار در شمال منطقه با انواع رخسـاره های تخریبی و فرسایشـی به چشم می خورد. از کل اراضی زراعی منطقه۱۹۹۵ هکتار(۲۶/۵٪) را اراضی مخروبه حاصل از عملیات انسانی و فرایند های طبیعی تشکیل داده است، که نشان دهنده وضعیت کاملاً تیپیـک از نظر گاه بیابان زائی در منطقه و بیان کننده لزوم شـناخت و تهیه نقشه ارزیابی حساسیت مناطق به بیابانی شدن می باشد.

فرایند مدل تاکسـنومی عددی توسعه یافته[۱۷](MNT) طی مراحلی در ذیل بیان شده است:

ارزیابی منابع طبیعی و تعیین و تفکیک واحدهای کاری

به منظورارزیابی شـدت بیابان زایی درابتدا جهت شـناخت وکاربردکلیه شـاخص های مؤثردربیابان زائی و هم چنین تعیین چارچوبی مناسـب برای تهیه نقشه شدت بیابان زائی،اقدام به تعیین وتفکیک واحدهای کاری درسطح منطقه مطالعاتی می کنیم.در جریان مطالعات میدانی به منظور تهیه نقشـه واحدهای کاری، شاخص های مؤثر در بیابان زایی نیز به صورت جامع و بومی شناسایی و میزان اثر هر شاخص در فرایند بیابان زائی برآورد می شود.

ارزش گذاری شاخص ها در مقیاسی واحد از لحاظ شدت بیابان زائی

این شاخص ها به صورت مثبت ومنفی وجوددارند.بعضی ازآنهامانند میزان بارش سـالانه مثبت اسـت و افزایش بارش به عنوان یکی ازشاخص هایی که درکاهش شـرایط بیابانی شدن مؤثراست به حسـاب می آید.و شاخص هایی مانند شـوری خاک،که افزایش آن به عنوان یکی ازعواملی که افزایش شرایط بیابانی شـدن رابه دنبال داردبه عنوان شـاخص منفی مطرح می شودکه می بایست این شاخص ها به نحوی معکوس شده یا به طریق دیگری منفی بودن آنها لحاظ شود. برای این منظور و هم چنین ازبین بردن مقیاس های مختلف اندازه گیری شاخص ها و کمی کردن شاخص های کیفی،شاخص های مؤثردر مقیاس واحدی ازلحاظ شـدت بیابان زایی ارزش گذاری می شوند.(جدول۱). درمدل تاکسنومی اولیه جهت بی مقیاس کردن وهم جهت کردن شاخص ها ازروش نرمال سازی استفاده می شد.هر چنددرمنطق نرمال سازی مقادیرکمی به جای داده های کیفی به کار می رفت.ولی به دلیل اینکه این روندبه صورت سیستماتیک انجام نمی شد،متخصصان مختلف به هرداده کیفی،مقادیرکمی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - امتیاز دهی شاخص ها در مقیاس واحد

معیار Benchmark	طبقات شدت بیابانزایی Intensity / شاخص Indicator	N/≥D۱>۰ ۲-n	-N/n ۲N/≥D۲>۲ ۲-n	.....	-kN/n Dn≤N>۲
B_1	I_1	aI_1D_1	aI_1D_2	.....	aI_1D_n
	I_2	aI_2D_1	aI_2D_2	.....	aI_2D_n
	:	:	:	:	:
	I_m	aI_mD_1	aI_mD_2	.....	aI_mD_n

مختلفی نسبت می دادندکه منجربه ایجاد نتایج مختلف وعدم امکان مقایسه تطبیقی آن ها می شد،و هم چنین درصورت انجام تاکسنومی گروهی به کاربردن روش دلفی که مستلزم تهیه پرسش نامه و پاسخ گویی افراد می باشد،استفاده ازعددنرمال شده برای افراد تحت پرسش گری نامناسب و نامأنوس بود.

در این ماتریس aI_mD_n بیان کننده محدوده شاخص I ام در شدت بیابان زایی D ام می باشد. N، مقیاس در نظر گرفته شده و n، تعداد ستون های ماتریس و m، تعداد ردیف های ماتریس می باشد.

تعیین ارزش هر شاخص در هر واحد کاری

درادامه با تشکیل ماتریس دو بعدی"واحدهای کاری و شاخص های مؤثر" (جدول ۲) ارزش هر شاخص در هر واحد کاری، از جهت اثر بر فرایند بیابان زایی با توجه به مقیاس در نظر گرفته شده (N) ، مورد ارزیابی قرار می گیرد، این فرایند می تواند توسط کارشناس به صورت انفرادی با استفاده از تجربیات و مطالعات میدانی و ستادی صورت گیرد(تاکسنومی فردی) و هم می تواند با تشکیل پرسش نامه ای، از روش دلفی، از کارشناسان آشنا به محدوده مطالعاتی خواست که نظارت خود را با توجه به مقیاس در نظر گرفته شده در زمینه شدت بیابان زایی، برای هر شاخص در هر واحد کاری بیان کنند و سپس با محاسبه میانگین هندسی (با فرض یکسان بودن رأی تمام افراد) رابطه (۱) به ترکیب ماتریس کارشناسان اقدام و در نهایت ماتریس گروه حاصل می شود.(تاکسنومی گروهی)

$$\overline{X}TMU,I=\left(\mu_{k=1}^{n}DTMU_mI_n^k\right)^{\frac{1}{N}} \quad (1)$$

جدول ۲ -: ماتریس عوامل وشاخص های مؤثردربیابان زایی و واحدهای کاری

شاخص I_i / واحد کاری TMU_i	I_1	I_2	.....	I_n
TMU_1	$DTMU_1I_1$	$DTMU_1I_2$	.....	$DTMU_1I_n$
TMU_2	$DTMU_2I_1$	$DTMU_2I_2$	.....	$DTMU_2I_n$
:	:	:	:	:
TMU_m	$DTMU_mI_1$	$DTMU_mI_2$	.....	$DTMU_mI_n$
NI_j	NI_1	NI_2	.....	NI_n

دراین ماتریس $DTMU_mI_n$ شدت بیابان زائی(D) شاخصI ام را درواحد کاریTMU ام بیان می کند، به بیان دیگر، بیان کننده اثرشاخص I ام به صورت کمی است،که با مطالعات میدانی و کتاب خانه ای و براساس مقیاس در نظر گرفته شده (N) مورد ارزیابی قرار می گیرد. در این مرحله در انتهای ماتریس، کوچک ترین عدد قابل مشاهده در هر ستون تحت عنوان عدد ایده آل منفی[۱۸] بدست می آید، که در محاسبات بعدی تحت عنوان عدد ایده آل (NI) استفاده می شود. این عدد در مدل تاکسنومی اولیه تحت عنوان ایده آل مثبت[۱۹] یا PI نام می گرفت. ولی به دلیل اینکه در مدل توسعه یافته هر چقدر امتیاز دهی ما به هر شاخص در ارتباط با هر واحد کاری (DTMUmIn) کمترباشد، نشان دهنده شرایط بیابان زائی کمتر در آن شاخص است، بنابراین کم ترین شاخص در ماتریس تحت عنوان ایده آل منفی (NIj) بدست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

شناسائی واحدهای کاری ناهمگن

تعیین فاصله هر واحد کاری از سایر واحدها به نسبت هر کدام از شاخص ها

در ادامه همانند مدل تاکسنومی اولیه، اقدام به شناسایی واحدهای کاری ناهمگن می شود، تا در صورت وجود واحدهای کاری که فاصله بسیار بیشتر یا کمتر از سایر واحدها را دارند، نسبت به بازنگری ارزش گذاری شاخص ها در ارتباط با آن واحد اقدام شود. و از دست یابی به نتایج خلاف واقع پرهیز شود. پس بدین منظور، فاصله هر واحد کاری از سایر واحدهای کاری به نسبت هرکدام ازشاخص ها محاسبه می شود.

با استفاده از رابطه (۲) فاصله[۲۳] بین دو واحد کاری (TMU_1-TMU_2) محاسبه می شود، که تحت عنوان "فاصله مرکب بین واحدهای کاری " نامیده می شود.

$$dTMU_1, TMU_2 = \sqrt{\sum (DTMU_1 I_n - DTMU_2 I_n)^2} \qquad (۲)$$

سپس با محاسبه کلیه فواصل مرکب واحدهای کاری از هم، ماتریس دو بعدی تحت عنوان "ماتریس مقایسات زوجی واحدهای کاری برحسب فاصله مرکب بین واحدها" تشکیل می شود. (جدول ۳) قطر اصلی در این ماتریس نشان دهنده اختلاف (فاصله) هر واحد از خودش است که برابر صفر می باشد.

تعیین کمترین میزان فاصله هر سطر از ماتریس

در این مرحله پس از تشکیل ماتریس فوق، کم ترین میزان فاصله هر سطر از ماتریس (به غیر از فاصله هر واحد از خودش یا قطر ماتریس)، تحت عنوان "کم ترین فاصله" یا MD[۲۴] مشخص می شود.(جدول ۳)

جدول ۳ : ماتریس مقایسه زوجی واحد های کاری بر حسب فاصله مرکب بین واحد ها

واحد کاری TMUi	TMU۱	TMU۲	.....	TMUn	کمترین فاصله (MD)
TMU_1	۰	TMU_2,$dTMU_1$	.....	TMU_n,$dTMU_1$	MD_1
TMU_2	TMU_1,$dTMU_2$	۰	.....	TMU_n,$dTMU_2$	MD_2
:	:	:	.....	:	:
TMU_m	$dTMU_m$,TMU_1	$dTMU_m$,TMU_2	.....	$dTMU_m$,TMU_n	MD_m
					MD
					6MD

در ایـن ماتریس $dTMU_m TMU_n$ بیانگر فاصله مرکب (d) بین واحدهای کاری TMUm از TMUn می باشد

تعیین حد بالا و پایین کم ترین فاصله ها و نتیجه گیری

در ادامـه میانگیـن و انحراف معیار مجموع کـم ترین فاصله ها (MD) محاسـبه و با مشـخص کردن حد بالا و پایین مجموعه فوق از رابطه (۳) ، در صورتی که کم ترین فاصله های محاسـبه شـده، بین دو حد مذکور باشـند، نتیجه می شود که مجموعه واحدها در محدوده ی همگن واقع شده و نیازی به بازنگری شاخص های امتیاز داده شده در ارتباط با واحدهای کاری نیست، در غیر این صورت، نیاز است که واحدهای کاری که کم ترین فاصله آنها خارج از حدود مشخص شده هستند، از نظر امتیاز دهی شاخص ها در آن واحد کاری دوباره مورد بازنگری قرار گیرند.

$$\mp O = \overline{MD} \mp 2\delta MD \qquad (۳)$$

تعیین شدت، طبقه بندی و تهیه نقشه حساسیت مناطق به بیابانی شدن

تشکیل ماتریس شدت بیابان زائی شاخص ها و واحدهای کاری

پس از اطمینان از همگن بودن واحدهای کاری، با در نظرگرفتن ماتریس اولیه ارزش گذاری شـدت بیابان زائی شـاخص ها در واحدهای کاری و عدد ایده آل منفی (جدول۲) ، مجذور فاصله "شـدت بیابان زائی هر شـاخص، در هر واحدکاری" ($DTMU_m I_n$) را از عدد ایده آل منفی همان شاخص(NI_n) محاسـبه کرده و در ماتریـس دو بعدی دیگری تحت عنوان"ماترس شـدت بیابانزائی شـاخص ها و واحدهای کاری"(جدول ۴) به تفکیک شـاخص های طبیعی و انسـانی وارد می کنیم. فاصله کم هرشـاخص از عدد ایده آل منفی نمایـان گـر اثر کم آن شـاخص (I_n) از نظـر بیابان زائـی در آن واحد کاری (TMU_m) و بالعکس می باشد.

محاسبه میزان بیابان زایی واحدهای کاری

سپس از رابطه (۴) مجموع مجذورات انحرافات از عدد ایده آل منفی، در هر واحد کاری به تفکیک شـاخص های طبیعی وانسـانی مشخص می شود. که تحت عنوان "میزان بیابان زائی واحدهای کاری[۲۵](DM)"بیان می شـود. (جدول ۴)

$$DM = \sqrt{\sum_{j=1_{i=1}}^{n^m} (DTMU_i I_j - NI_j)^2} \qquad (۴)$$

جدول ۴ - ماتریس شدت بیابان زائی شاخص ها وواحدهای کاری

واحد کاری $dTMU_i$	TMU_1	TMU_2	.....	TMU_n	میزان بیابان زائی DM	شدت بیابان زائی DI
TMU_1	a_1	b_1	.....	y_1	DM_1	DI_1
TMU_2	a_2	b_2	.....	Y_2	DM_2	DI_2
:	:	:	.....	:	:	:
TMU_m	a_m	b_m	.....	Y_m	DM_m	DI_m
NIj	NI_1	NI_2		NI_n	DM	
					$6D_M$	

تعیین حد بالای بیابان زائی

در ادامه به منظور تعیین شدت بیابان زائی واحدهای کاری، تعیین طبقات، کلاسـه بندی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی، حد بالای بیابان زائی[۲۶] (D_{max}) از رابطه (۵) در کلیه واحدهای کاری محاسبه می شود.

$$D_{max} = \overline{DM} + 2\delta DM \qquad (۵)$$

تعیین حد بالای بیابان زائی

درنهایت شـدت بیابان زائی واحدهای کاری(DI) ازرابطه (۶) به تفکیک شاخص های طبیعی وانسانی محاسبه می شود

$$DI = \frac{DM}{D_{max}} \qquad (۶)$$

از آنجا که بر طبق این روش، شدت بیابان زائی در واحدهای کاری، همواره بین صفر و یک می باشـد (۰≥DI≥۰) بنابراین هر چقدر این مفهوم به صفر نزدیک تر باشـد، نشانگر وضعیت بهتر یا شدت بیابان زایی کمتر، در آن واحد کاری می باشد و بالعکس.

www.SID.ir

Archive of SID

طبقه بندی واحدهای کاری از لحاظ شدت بیابان زائی

لذا بر مبنای نتایج حاصل از شدت بیابان زایی در واحدهای کاری (DI)[۲۷] اقدام به تهیه جدول طبقه بندی واحدهای کاری از لحاظ شـدت بیابان زایی کردیم.(جدول ۵)

جدول ۵ - طبقه بندی واحدهای کاری از لحاظ شدت بیابانزائی

طبقات شدت (CLASS)	شدت بیابانزایی(DI)	علائم
کم(ناچیز) low	۰ -۰/۲۵	I
متوسط moderate	۰/۲۶-۰/ ۵۰	II
شدید intense	۰/۵۱-۰/۷۵	III
خیلی شدید very intense	۰/۷۶ – ۱	IV

تهیه نقشه شدت بیابان زایی بر مبنای نقشه پایه واحدهای کاری

مطابق جدول طبقه بندی واحدها از لحاظ شدت بیابان زائی (جدول ۵) هر واحد کاری با توجه به شـدت بیابان زائی محاسبه شده در یکی از طبقات چهارگانه کم، متوسط، شدید و خیلی شدید قرار می گیرد که در نهایت برروی نقشـه واحدهای کاری، از تلفیق واحدهای دارای طبقات یکسـان، نقشه های نهایی شدت بیابان زایی به تفکیک بیابان زایی انسانی ، طبیعی و بیابان زایی کل حاصل از عوامل انسانی،طبیعی و مجموع شاخص ها بدست می آید.

نتایج

تهیه نقشه شدت بیابان زایی بر مبنای نقشه پایه واحدهای کاری

به دنبـال مطالعات وسـیع میدانی وکتاب خانـه ای، اطلاعات پایه ای گردآوری و سپس با استفاده ازنرم افزار Arc $Wive_{۳,۲a}$ ، نقشه های تماتیک پایه ای رخسـاره های ژئومرفولوژیک، تیپ پوشش گیاهی، و کاربری اراضی به صورت ارقامی تهیه و از تلفیق نقشه های مذکور به ترتیب اهمیت، نقشه نهایی واحدهای کاری بدسـت آمد (شکل ۳) . دراین نقشه منطقه مطالعاتی به۱۲واحد کاری تفکیک و نقشـه حاصل شـده به عنوان چارچوب و مبنای تهیه نقشه شدت بیابان زائی قرار گرفت.

تعیین معیارها و شاخص های موثر وارزش گذاری آنها در مقیاس واحد

دراین راستا برمبنای اطلاعات حاصل از ارزیابی منابع طبیعی و مطالعات میدانی انجام شـده برای تهیه ی نقشـه واحدهای کاری ودر چارچوب طرح تدوین معیارها و شـاخص های بیابان زائی (۲) ۴۹ شـاخص مؤثر در فرایند بیابـان زائـی در قالب ۷ معیار به تفکیک معیارها و شـاخص های طبیعی و انسـانی تعیین(شـکل ۲) و در مقیاس۱ الی۱۰۰ در چهارگروه، طبقه بندی شدند(جدول ۶)

۳-۳- تعیین ارزش شاخص های موثروعدد ایده آل منفی

در ادامه ارزش هر شـاخص در هر واحد کاری در مقیاس ۱ الی ۱۰۰ از روش تاکسنومی فردی محاسبه و شاخص ها هم جهت ، بی مقیاس و کمی

جدول ۶ - بخشی ازامتیازدهی شاخص هادرمقیاس۱الی۱۰۰

معیار(B)	شاخص (I)	علائم	متوسط	شدید (۵۱-۷۵)	خیلی شدید (۷۶-۱۰۰)
اقلیم	میانگین بارش (برحسبmm)	P > ۵۰۰	۲۵۰≤ P< ۵۰۰	۷۰≤P<۲۵۰	P<۷۰
خاک	شوری (EC) mlμ/cm	EC<۰/۷۵	۰/۷۵ <EC≤۲	۲< EC≤۴	EC>۴

جدول ۷ - بخشی ازماتریس تعیین ارزش هرشاخص درهرواحدکاری

معیار(B)	زمین شناسی -ژئومرفولوژی			اقلیم(C)					
زیر معیار									
شاخص(II) / واحدکاری(TMU)	شیب (درصد)	حساسیت سنگ	نوع بهره برداری	حد اکثر سرعت باد	طول دوره خشکی (ماه)	بارندگی متوسط سالانه(mm)	روزهای ماسه باد در سال	P/EPT	DSI	...
b(m)	۵	۲۰	۵	۴۸	۵۱	۵۰	۱	۶۲	۶۲	...
P(m)	۳۴	۴۵	۱۰۰	۴۸	۵۱	۶۶	۱۳	۶۹	۶۲	...
P(m)	۶	۲۲	۱۰۰	۴۸	۸۷	۶۹	۳۷	۷۵	۶۲	...
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	...
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	...
NI	۳	۱۵	۵	۴۸	۵۱	۵۰	۱	۶۲	۶۲	...

www.SID.ir

Archive of SID

شدندو عدد ایده آل منفی تعیین شد (جدول ۷).

شناسائی واحد های کاری ناهمگن

سپس به منظور دست یابی به نتایج صحیح تر اقدام به شناسائی واحدهای ناهمگن شد. در این روند ملاحظه شد که مقادیر کوتاه ترین فاصله ازسطرهای ماتریس فواصل مرکب، بین حد بالا ۲۶۵/۱۹=O+ و حد پایین ۲۳/۱۵=O- واقع شده اند (جدول ۸) . بنابراین مجموع واحدها در محدوده همگن واقع شده، و نیازی به بازنگری شاخص های امتیاز داده شده در ارتباط با واحدهای کاری نیست.

طبقه بندی شدت بیابان زائی منطقه

پس از اطمینان از همگن بودن واحدهای کاری، میزان بیابان زایی در هر واحد کاری (DM)و حد بالای بیابان زائی (D_{max}) در کلیه واحدهای مورد بررسی محاسبه و شدت بیابان زائی (DI) واحدهای کاری به تفکیک شاخص های طبیعی، انسانی و مجموع شاخص ها تعیین شد.(جدول ۹) و درانتها نیز از تلفیق واحدهای دارای طبقات یکسان بر روی نقشه پایه واحدهای کاری، نقشه های نهایی شدت بیابان زائی به مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ و به تفکیک انسانی، طبیعی و کل حاصل شد(اشکال ۴،۳و۵).

نتایج حاصل از طبقه بندی شدت بیابان زائی

براساس برآوردهای انجام شده از نظر شدت بیابان زائی در واحد های کاری (جدول ۹) به ترتیب نتایج ذیل حاصل شد. از نظر شدت بیابان زائی ناشی از معیارها و شاخص های انسانی، واحد اراضی کشاورزی کوهستانی AM(I)[۲۵] و دشتی AP(I)[۲۶] با بیش ترین ارزش کمی به ترتیب معادل ۱ و ۰/۹۱ (کلاس خیلی شدید یا IV) در درجه اول قرار گرفتند و اراضی رسی با پوشش گیاهی P(C)[۲۷] و تپه ها و پهنه های ماسه ای با پوشش P(S.D)[۲۸]به ترتیب با ارزش کمی ۰/۴۵ و ۰/۴۸ (کلاس متوسط یا II) رتبه های بعدی را به خود اختصاص دادند و سایر واحدهای کاری در کلاس متوسط و ناچیز از لحاظ شدت بیابان زائی قرار گرفتند.

از شاخص های انسانی مهم در فرایند بیابان زائی واحد های کاری مذکور می توان به ، شخم وآیش نامناسب اراضی زراعی(۳۰ تا ۵۰ در صد اراضی به دلائل مختلف به زیر کشت نمی رود) ، استفاده نامناسب وکم از ماشین آلات زراعی، استفاده ناچیز از کودهای آلی حیوانی وکود سبز و افزایش مصرف بی رویه سموم وکودهای شیمیایی، روش آبیاری سنتی و نامناسب با راندمان پایین(کمتر از ۴۰ درصد) ، آفت شدید سفره آب زیر زمینی(۴۵ سانتی متر در سال) تراکم بالای زیستی جمعیت(مابین ۲۰۰ الی ۵۵۰ نفر در کیلومتر مربع)، تغییر نامناسب کاربری اراضی، بیکاری، وسعت ناچیز اراضی کشاورزی(حداکثر ۲ الی۳ هکتار) و مشارکت ناچیز مردم بومی در اجرای طرح های بیابان زدائی وغیره اشاره کرد .

با ارزیابی معیارها و شاخص های طبیعی موثر در بیابان زائی، نتایج حاصله نشان می دهد که اراضی رسی لخت B(C)[۲۹]، اراضی رسی با پوشش گیاهی P(C) و تپه های ماسه ای بدون پوشش B(S.D)[۳۰] با حداکثر امتیاز به ترتیب معادل ۰/۹۴، ۰/۹۳ و۰/۹۳ (کلاس خیلی شدید یا IV) در رتبه اول قرار دارند و در مرحله بعدی واحدهای کاری اراضی کشاورزی دشتی AP(I) ، تپه های ماسه ای با پوشش P(S.D) و مناطق صنعتی ، به ترتیب با امتیاز ۰/۸۷ ، ۰/۷۹ و ۰/۷۶ (کلاس خیلی شدید یا IV) ، قرار گرفتند و سایر واحدهای کاری در کلاس شدید ارزیابی شدند که نشان دهنده شدت تأثیر عوامل طبیعی در بیابان زائی منطقه است.

مهم ترین شاخص های طبیعی موثر در فرایند بیابان زائی عبارتند از: دوره خشکی طولانی به صورتی که بخش عمده ای از منطقه فاقد ماه مرطوب می باشد، بروز روزهای متعدد توام با ماسه باد(بیش از ۱۰ روز در سال)، بالا بودن بادهای با سرعت بیش از سرعت آستانه فرسایش(۳۹ درصد)، پایین بودن نسبت بارش به تبخیر و تعرق (۰/۰۳ الی۰/۰۵) ، بارندگی کم(کمتر از ۶۰mm در سال)، بافت خاک متوسط تا ریز و دارای زهکشی نامناسب(۰/۵ تا ۱ اینچ بر ساعت)، وجود لایه های محدود کننده گچی و آهکی در عمق خاک به خصوص در واحد های B(C) P(C) و AP(I) ، جابه جایی ظاهری تپه های ماسه ای (بیش از ۱۰ متر در سال) ، عدم وجود بادشکن ، بالا بودن میزان شوری و کلر آب زیرزمینی که به ترتیب به ۷۶۲۰ میلی موس بر سانتی متر و۲۳۵۰ میلی گرم درلیتر می رسد. وضعیت تیپ های گیاهی مرتعی فقیر با گرایش منفی به دلیل چرای مفرط و فشار دام (۳/۷ تا ۵/۱ برابر بیشتر از حد قابل تحمل) و بوته کنی شدید ، به طوری که ۴۰٪ الی ۵۰٪ پوشش گیاهی مرتعی بر اثر بوته کنی از بین می رود.

بحث و نتیجه گیری

طبقه بندی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی امروزه نقش مهمی را در پروسه های ارزیابی محیطی و جلوگیری از بیابانی شدن بازی می کنند، در این رابطه تا کنون مدل ها و روش های مختلفی جهت طبقه بندی و تهیه نقشه شدت بیابان زائی در سطح بین المللی و ملی مطرح شده، با بررسی که بر روی این روش ها صورت گرفت، ملاحظه شد که آنها نیز به نوبه خود دارای نواقصی هستند. از این رو بر آن شدیم تا با استفاده از مدل تاکسنومی عددی، که از مهم ترین مدل های درجه بندی رتبه ای است و بازنگری و توسعه این مدل، مدلی متناسب جهت ارزیابی حساسیت مناطق به پدیده بیابانی شدن ارائه دهیم. این مدل که به عنوان " مدل تاکسنومی عددی توسعه یافته (MNT) بیان می شود، نسبت به سایر مدل های مطروحه دارای مزایائی از جمله، امکان شناخت بهتر منطقه در مرحله ارزیابی محیطی و تعیین واحد های کاری، امکان تفکیک عوامل انسانی و طبیعی در فرایند بیابان زائی، کاهش خطای انسانی با استفاده از روش دلفی و نتایج حاصل از ارزیابی محیطی به منظور تعیین شدت بیابان زائی، انعطاف پذیر و تکرار پذیر بودن می باشد. این مدل به صورت کاربردی، جهت ارزیابی شدت بیابان زائی، در منطقه خضرآباد یزد بکار گرفته شد. نتایج حاصله نشان از توانایی بالای این مدل در ارزیابی حساسیت مناطق به بیابانی شدن دارد.

با توجه به نتایج حاصله از طبقه بندی شدت بیابان زائی واحد های کاری به تفکیک عوامل طبیعی وانسانی ، مشاهده می شود که ، عوامل طبیعی در کل واحدهای کاری به جز اراضی کشاورزی دشتی و کوهستانی بر عوامل انسانی غلبه داشته و عامل اصلی بیابان زائی درمنطقه به حساب می آید. هم چنین بررسی متوسط وزنی ارزش کمی بیابان زائی انسانی و طبیعی ،غالب بودن معیارها و شاخص های طبیعی بر انسانی را تأیید کرده به طوری که متوسط وزنی شاخص ها و عوامل طبیعی ۰/۷۹ (کلاس بسیار شدید یا IV) ،و متوسط وزنی عامل انسانی ۰/۳۷ (کلاس متوسط یا II) برآورد گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۳۷ ... A(II <(۰/۷۹ ... EIV)

در عین حال ارزش کمی شدت بیابان زائی برای کل منطقه از مجموع عوامل ۰/۷۴ (کلاس بسیار شدید یا IV) بدست آمد. در نقشه شدت بیابان زائی بر مبنای عوامل طبیعی (شکل ۴) ، ملاحظه می شود که از کل منطقه مطالعاتی، ۲۶۵۹۰/۰۳۹ هکتار (۳۴ درصد) در کلاس خیلی شدید و ۵۱۵۹۰/۱۸۱ هکتار (۶۶ درصد) در کلاس شدید قرار دارد. این در حالی است که با توجه به نقشه شدت بیابان زائی بر مبنای عوامل انسانی (شکل ۵)،از کل منطقه، ۷۳۳۵/۸۶ هکتار (۹/۴ درصد) در کلاس خیلی شدید، ۱۹۷۸۴/۱۵ هکتار (۲۵/۴ درصد) در کلاس متوسط و ۵۱۰۶۰/۲۱ هکتار (۶۵/۲ درصد) در کلاس بیابان زائی آرام قرار گرفته است. در نهایت با مراجعه به نقشه شدت بیابان زائی مجموع عوامل (شکل ۶) ملاحظه می شود که از کل منطقه مطالعاتی ۱۳۵۸۹/۵۶۱ هکتار(۱۷٪) در کلاس IV یا خیلی شدید و ۶۴۵۹۰/۶۵۹ هکتار (۸۳٪) در کلاس III یا شدید قرار دارد. همان طور که ملا حظه می شود اثری از بیابان زائی آرام ومتوسط در منطقه دیده نمی شود که این نشان دهنده میزان شدت تخریب در منطقه خضرآباد می باشد.

به طور کلی نتایج حاصل شده می تواند در ارزیابی های آتی به منظور سرمایه گذاری در جهت دست یابی به توسعه پایدار مد نظر قرار گرفته تا علاوه بر تضمین پایدار ارزش افزوده سرمایه گذاری ها ، اکوسیستم های حاشیه ای این مناطق را به نحو مطلوب تری حفاظت کند. از طرف دیگر به مدیران مناطق بیابانی این امکان را می دهد که امکانات و سرمایه های محدود اختصاص یافته به منظور کنترل روند بیابان زائی را در مناطق دارای حساسیت بیشتر به کار بندند تا ضمن دست یابی به نتایج بهتر، از هدر رفتن سرمایه های ملی جلوگیری کنند .

نتایج حاصله از کاربرد مدل MNT در منطقه خضرآباد بیان می دارد که از نظر گاه عوامل انسانی و طبیعی تمرکز سرمایه گذاری ها به منظور اجرای طرح های بیابان زدائی می بایستی بر روی واحد های ، AM(I) P(S. D) ، B(S.D) ، P(C) B(C)،AP(I) و I باشد. و متناسب با شاخص های مهم بیابان زائی مهم ترین راهبردها عبارتند از:

- مدیریت الگوی کشت شامل شخم وآیش مناسب ، توسعه کشت گلخانه ای وغیره
- احداث بادشکن در اطراف مزارع
- حفاظت و احیا تاغ زارها
- احیا پوشش گیاهی مرتعی با تاکید بر گونه های بومی ومقاوم
- جلوگیری از تردد نامناسب ماشین آلات و تجهیزات صنعتی
- تغییر الگوی آبیاری و اجرای روش های کم آبخواه
- جلوگیری از تغییر نامناسب کاربری
- جلوگیری از تفکیک وکوچک سازی اراضی
- جلوگیری از بوته کنی و قطع اشجار
- تعدیل در برداشت از منابع آب زیر زمینی
- کنترل چرای دام
- افزایش مشارکت مردمی
- ترویج اصول بیابان زدائی و مدیریت به زراعی در بین زارعین و دامداران

البته لازم است به منظور برآورد درجه اهمیت و اولویت این راهبردها به صورت سیستماتیک و نظام مند و با در نظر گرفتن تمامی عوامل موثر در ارائه راهبردهای بهینه از مدل های تصمیم گیری چند معیاره (MCDM)[۳۱] استفاده شود.

پاورقی‌ها

1- Environment Sensitive Area to Desertification
2- Turkemanestan model
3- Kenia model
4- UNEP/USSR model
5- Mesopotamia model
6- New South Wales model
7- Iranian classification of desertification(ICD)
8- Agri model
9-Bari model
10- Sicily Model
11- Iranian Model of Desertification Potential Assessment(IMDPA)
12- Mediterranean Desertification And Land Use
13-Experimental
14- Statistical
15- Case study
16- Modify Numerical Taxonomy
17- Negative Index
18-Positive Index
19- distance
20- Minimum Distance
21- Desertification Measure
22 - Maximum Desertification
23-Desertification Intensity
24- Mountain agricultural grounds
25- Plain agricultural grounds
26 - Clay grounds with plant cover
27- Sandy dunes with plant cover
28- Bare clay grounds
29- Bare sandy dunes
30-Multiple Criterion Decision Making

منابع مورد استفاده

۱-احمدی، حسن(۱۳۸۴) ژنومر فولوژی کاربردی، جلد ۲، بیابان و فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۰ صفحه

۲-احمدی، حسن ، زهتابیان ، غلام رضا، جعفری، محمد (۱۳۸۱) طرح تدوین شرح خدمات و متدولوژی تعیین معیارها و شاخصهای بیابانزائی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، گروه بیابانزدایی، ۳۰۰ صفحه

۳-احمدی، حسن، زهتابیان، غلام رضا، جعفری، محمد، آذرنیوند، حسین، فیض نیا، سادات (۱۳۸۵) مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابانزائی، گروه احیاء مناطق خشک، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۴۸۰ صفحه

www.SID.ir

Archive of SID

۴-اختصاص، محمد رضا و مهاجری،سـعید(۱۳۷۴) طبقه بندی نوع و شـدت بیابانزایی در ایران، مجموعه مقالات دومین همایش بررسـی مسائل مناطق بیابانی ، کرمان ، ص ۵۲- ۳۵

۵-آذر، عـادل، و رجـب زاده، علی(۱۳۸۱) تصمیم گیـری کاربردی (رویکرد MADM)، چاپ اول، نشر نگاه، ۱۸۳ صفحه

۶-جوادی ،محمد رضا (۱۳۸۳) بررسی عوامل موثر در افزایش شدت بیابانزائی وارائه مدل منطقه ای بیابان زدائی در کرمان، پایان نامه کارشناسـی ارشد،دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۷-خسروی،حسـن(۱۳۸۳) کاربرد مدل مدالوس دربررسـی بیابانزدائی منطقه کاشان،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،

۸-رفیعی امام، عمار(۱۳۸۲) بررسـی بیابانزایی دشت ورامین با تکیه بر مسائل آب و خاک، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۹-عباس آبادی ، محمدرضا (۱۳۷۸) ارزیابی کمی بیا با نزائی دردشت آق قلا-کمیشـان ، جهت ارائه یک مدل منطقه ای ، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی ، دانشگاه تهران.

۱۰-فائـو- یونیپ (۱۹۸۴) ارزیابی و تهیه نقشـه بیابانزایی، مترجم، مشـکوه، محمدعلی، موسسـه تحقیقات جنگل ها و مراتع، معاونت آموزش و تحقیقات.۱۴۵ صفحه

۱۱-گویـا ، علی نقی (۱۳۷۹) بررسـی عوامل بیا با نزائی دشـت حسـین آباد میش مسـت قم و ارائه یک مدل ، پایان نامه کارشناسـی ارشـد، دانشـکده منابع طبیعی،دانشگاه تهران

۱۲-منصـوری ،فاطمـه (۱۳۸۲) ارزیابی بیابانزائی وارائه مـدل منطقه ای در جهت توسـعه پایدار در منطقه شـکار ممنوع دشـت قره قشـلاق بناب، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۱۳-نوروزی، غلام رضا (۱۳۷۸) فرسـایش و پسرفت، نگرشی دیگر باید، مجله جنگل و مرتع شماره ۴۲، ص۴۴-۳۶

14-Basso, F., E. Bove, S. Dumontet, A. Ferrara, M. Pisante, G. Quaranta and M. Taberner (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) . *J . CATENA*, 40:19-35

15- Giordino, L., F.Giordano., S. Grauso, M.Lannetta, M.Sciortino, G.Bonnati,F. Borfecchia, L. DeCecco, F. Felici(2002) *Desertification Vulnerability in Sicily, proc. of the 2nd Int. conf on safety and life : Eco-compatible solutions for Aquatic Environment*, Capri, Italy, June 24-28, 2002. pp: 85-98. Available from: http://www.Capri(2002).com

16-Grumblatt, J.(1991) Kenya pilot study to Evaluate FAO/ UNEP provisional Methodology for Assessment and Mapping of desertification . *J. Natural Conservation*. 72:171-183

17-Kharin, N. G., G.A. Alferor., N.S. Ovlosky.(1990) *Desertification assessment and mapping* .Milshova press, Ashkabad,

18-Kosmas, c., ST. Gerontidis., V. Detsis., Th. Zafiriou., M. Marathianou.(1999)*Application of MEDALUS methodology for defining ESAs in the Lesvos island*, European commission, Capri, Italy, June 24-28, 2002

19-Ladsia,G.,M.Todorovic.,G.Trisorio-liuzzi.(2002) *Characterization of areas sensitive to desertification in southern Italy*, Proc.of the 2nd Int. conf on New Trend in water and Environmental Engineering for Safty and Life:Eco– compatible Solution for Aquatic Environment, Capri, Italy, Jun 24-28, 2002. pp:1-16. Available from: http://www.Capri2002.com

20-Morst,A.(1987)Desertification hazard map in Lower Mesopotamia, Iraq, J. *Arid land research and management*. 36: 43-60

21-UNDP, UNEP, FAO(1994) Land degradation in south Asia, *World soil Resources Reports* ≠ 78, ISBN 92-5-103595-4. pp:102-123

22-European commission(1999)*Mediteranean Desertification and*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ - ماتریس مقایسات زوجی واحدها ی کاری برحسب فاصله مرکب بین واحدها

$$DTMU_1,TMU_2 = \sqrt{\sum (DTMU_1 I_n - DTMU_2 I_n)^2}$$

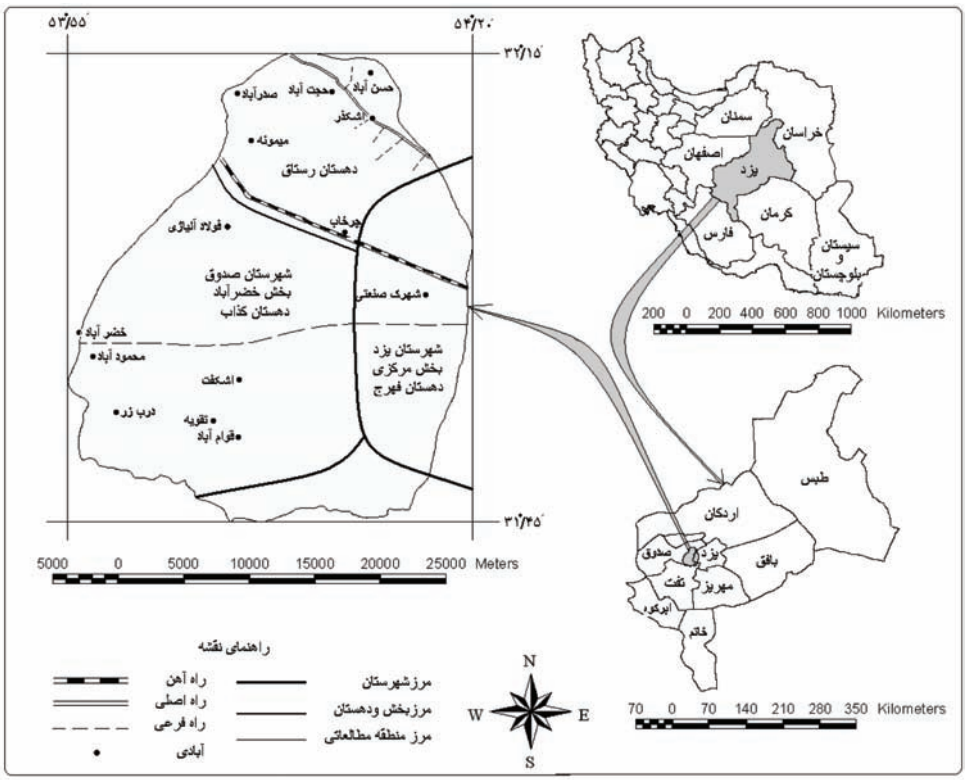
واحدهای کاری	B(m)	P(M)	P(B)	B(E)	P(E)	AP(I)	P(C)	B (C))	B(S.D)	P(S.D)	I	AM(I)	کوتاهترین فاصله (MD)	$(MD - \overline{MD})^2$
B(M)	۰	۱۳۴/۲۰	۱۵۶/۰۴	۲۳۰/۶۷	۲۰۴/۲۱	۳۶۱/۳۵	۳۴۲/۲۴	۲۸۷/۵۷	۲۹۱/۸۷	۲۷۱/۷۸	۲۳۳/۰۱	۳۰۱/۴۶	۱۳۳/۲۰	۹۹/۴
P(M)	۱۳۴/۲۰	۰	۳۲۴/۶۷	۲۲۳/۹۹	۱۳۹/۱۴	۳۴۶/۰۱۵	۲۳۹/۹۸	۲۶۶/۸۲	۲۷۹/۰۹	۲۲۵/۷۶	۱۶۵/۴۴	۲۷۹/۸۳	۱۳۳/۲۰	۹۹/۴
P(B)	۱۵۶/۰۴	۳۲۴/۶۷	۰	۲۰۰/۵۳	۹۲/۹۵	۳۱۸/۶۲	۲۰۹/۰۴	۲۴۶/۴۵	۲۵۴/۴۸	۱۹۰/۵۱	۱۳۲/۸۹	۲۹۵/۲۱	۹۲/۹۵	۲۶۲۳/۴۹
B(E)	۲۳۰/۶۷	۲۲۳/۹۹	۲۰۰/۵۳	۰	۱۶۳/۶۴	۲۶۲/۹۹	۲۰۹/۷۵	۱۱۴/۳۵	۱۳۱/۰۹	۱۹۸/۲۶	۱۵۲/۴۱	۳۱۵/۷۱	۱۱۴/۳۵	۸۸۹/۲۳
P(E)	۲۰۴/۲۱	۱۳۹/۱۴	۹۲/۹۵	۱۶۳/۶۴	۰	۲۹۴/۶۳	۱۶۹/۸۰	۲۰۲/۹۳	۲۱۹/۵۸	۱۶۱/۰۳	۱۰۴/۵۶	۳۱۵/۸۳	۹۲/۹۵	۲۶۲۳/۴۹
AP(I)	۳۶۱/۳۵	۳۴۶/۰۱۵	۳۱۸/۶۲	۲۶۲/۹۹	۲۹۴/۶۳	۰	۲۶۳/۸۷	۲۵۸/۴۲	۲۵۸/۷۹	۲۶۸/۴۴	۲۶۵/۸۳	۲۶۰/۳۲	۲۵۸/۴۲	۱۳۰۵۳/۰۶
P(C)	۳۴۲/۲۴	۲۳۹/۹۸	۲۰۹/۰۴	۲۰۹/۷۵	۱۶۹/۸۰	۲۶۳/۸۷	۰	۱۸۴/۱۵	۲۲۵/۱۳	۱۲۲/۸۸	۱۷۹/۱۶	۳۴۳/۴۷	۱۶۹/۸۰	۶۵۶/۸۹
B(C)	۲۸۷/۵۷	۲۶۶/۸۲	۲۴۶/۴۵	۱۱۴/۳۵	۲۰۲/۹۳	۲۵۸/۴۲	۱۸۴/۱۵	۰	۱۴۵/۷۸	۲۱۴/۳۶	۱۸۸/۷۴	۳۴۶/۶۲	۱۱۴/۳۵	۸۸۹/۲۳
B(S.D)	۲۹۱/۸۷	۲۷۹/۰۹	۲۵۴/۴۸	۱۳۱/۰۹	۲۱۹/۵۸	۲۵۸/۷۹	۲۲۵/۱۳	۱۴۵/۷۸	۰	۱۸۸/۵۱	۱۹۵/۶۲	۳۵۵/۸۱	۱۳۱/۰۹	۱۷۱/۰۹
P(S.D)	۲۷۱/۷۸	۲۲۵/۷۶	۱۹۰/۵۱	۱۹۸/۲۶	۱۶۱/۰۳	۲۶۸/۴۴	۱۲۲/۸۸	۲۱۴/۳۶	۱۸۸/۵۱	۰	۱۸۲/۳۳	۳۳۴/۲۵	۱۲۲/۸۸	۴۵۳/۲۶
I	۲۳۴/۰۱	۱۶۵/۴۴	۱۳۲/۸۹	۱۵۲/۴۱	۱۰۴/۵۶	۲۶۵/۸۳	۱۷۹/۱۶	۱۸۸/۷۴	۱۹۵/۶۲	۱۸۲/۳۳	۰	۳۰۶/۳۱	۱۰۴/۵۶	۱۵۶۸/۹۵
AM(I)	۳۰۱/۴۶	۲۷۹/۸۳	۲۹۵/۲۱	۳۱۵/۷۱	۳۱۵/۸۴	۲۶۰/۳۲	۳۴۳/۴۷	۳۴۶/۶۲	۳۵۵/۸۱	۳۳۴/۲۵	۳۰۶/۳۱	۰	۲۶۰/۳۲	۱۳۴۹۰/۸۲

جدول ۹ - شدت بیابان زائی شاخص ها و واحدهای کاری

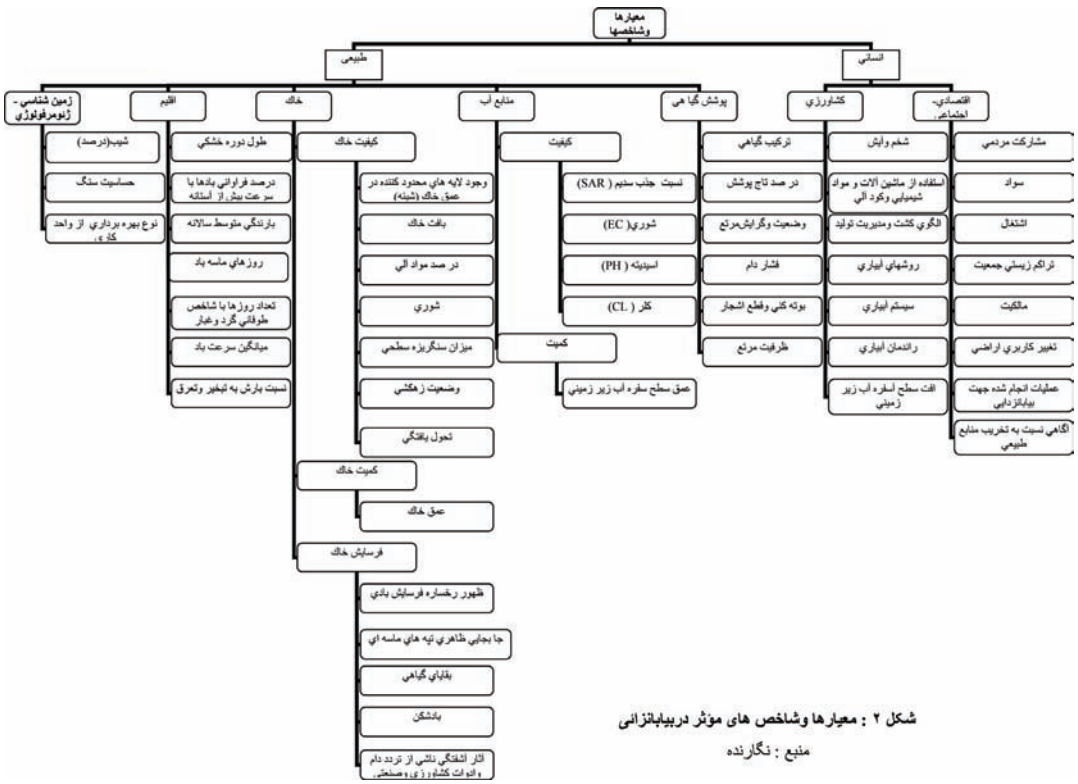
	بیابانزائی طبیعی					بیابانزائی انسانی					بیابانزائی کل				
واحد کاری▼ (AU_i)	$\Sigma(DTMU_i I_n - NI_i)^2$	DM	شدت بیابانزائی (DD)	طبقات شدت	علائم	$\Sigma(DTMU_i I_n - NI_i)^2$	DM	شدت بیابانزائی (DD)	طبقات شدت	علائم	$\Sigma(DTMU_i I_n - NI_i)^2$	DM	شدت بیابانزائی (DD)	طبقات شدت	علائم
B(M)	۴۳۴۳۶	۲۰۸	۰/۷۱	شدید	III	۰	۰	۰	کم(ناچیز)	I	۴۳۴۳۶	۲۰۸	۰/۶۲	شدید	III
P(M)	۴۷۸۸۶	۲۱۹	۰/۷۵	شدید	III	۱۴۰۵	۳۷	۰/۱۷	کم(ناچیز)	I	۴۹۲۹۱	۲۲۲	۰/۶۶	شدید	III
P(B)	۴۰۱۱۳	۲۰۰	۰/۶۹	شدید	III	۲۳۸۶	۴۹	۰/۲۲	کم(ناچیز)	I	۴۲۴۹۹	۲۰۶	۰/۶۱	شدید	III
B(E)	۴۱۸۳۴	۲۰۴	۰/۷۰	شدید	III	۲۴۰۰	۴۸	۰/۲۲	کم(ناچیز)	I	۴۴۲۳۴	۲۱۰	۰/۶۲	شدید	III
P(E)	۴۲۴۶۷	۲۰۶	۰/۷۱	شدید	III	۱۳۳۲	۳۶	۰/۱۶	کم(ناچیز)	I	۴۳۷۹۹	۲۰۹	۰/۶۲	شدید	III
AP(I)	۶۴۱۷۵	۲۵۳	۰/۸۷	خیلی شدید	IV	۳۹۷۹۹	۱۹۹	۰/۹۱	خیلی شدید	IV	۱۰۳۹۷۴	۳۲۲	۰/۹۵	خیلی شدید	IV
P(C)	۷۳۲۷۷	۲۷۱	۰/۹۳	خیلی شدید	IV	۹۷۶۱	۹۹	۰/۴۵	متوسط	II	۸۳۰۳۸	۲۸۸	۰/۸۵	خیلی شدید	IV
B(C)	۷۵۲۱۹	۲۷۴	۰/۹۴	خیلی شدید	IV	۳۷۲۰	۶۱	۰/۲۸	متوسط	II	۷۸۹۳۹	۲۸۱	۰/۸۳	خیلی شدید	IV
B(S.D)	۷۳۵۰۳	۲۷۱	۰/۹۳	خیلی شدید	IV	۴۰۹۶	۶۴	۰/۲۹	متوسط	II	۷۷۵۹۹	۲۷۹	۰/۸۲	خیلی شدید	IV
P(S.D)	۵۳۴۲۶	۲۳۱	۰/۷۹	خیلی شدید	IV	۱۱۳۲۱	۱۰۶	۰/۴۸	متوسط	II	۶۴۷۴۷	۲۵۴	۰/۷۵	شدید	III
I	۴۹۰۹۶	۲۲۲	۰/۷۶	خیلی شدید	IV	۴۷۴۴	۶۹	۰/۳۱	متوسط	II	۵۳۸۴۰	۲۳۲	۰/۶۹	شدید	III
AM(I)	۴۱۳۳۷	۲۰۳	۰/۶۹	شدید	III	۴۷۹۸۰	۲۱۹	۱	خیلی شدید	IV	۸۹۳۱۷	۲۹۹	۰/۸۸	خیلی شدید	IV

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱- موقعیت منطقه خضرآباد

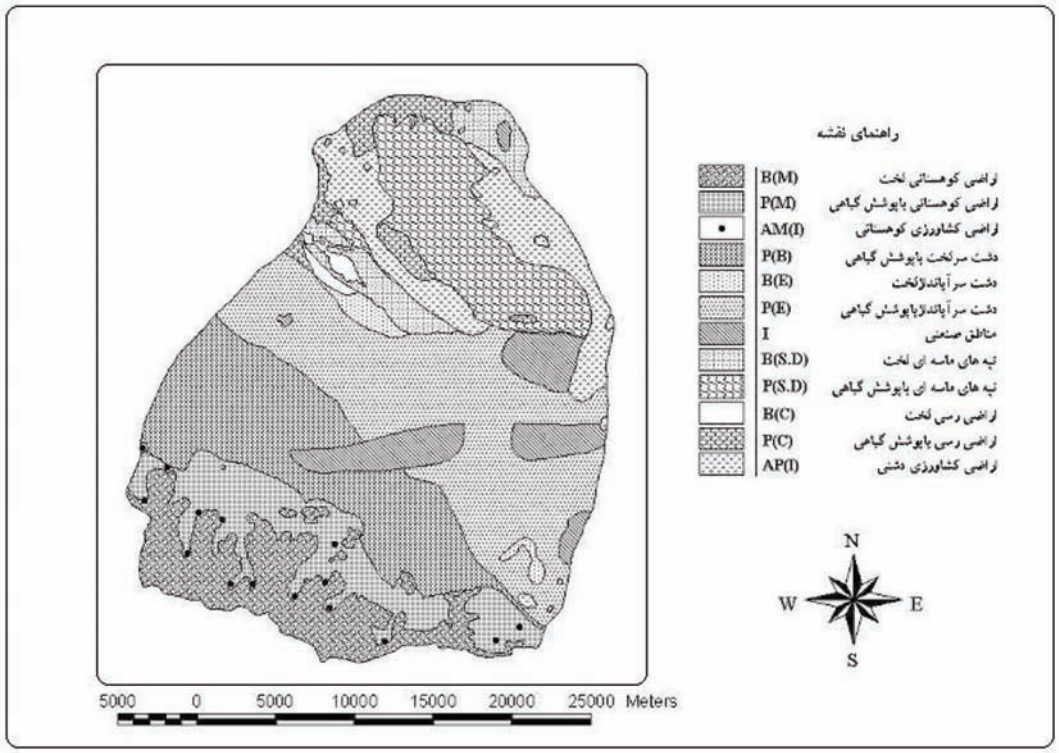


شکل ۲ : معیارها وشاخص های مؤثر دربیابانزائی

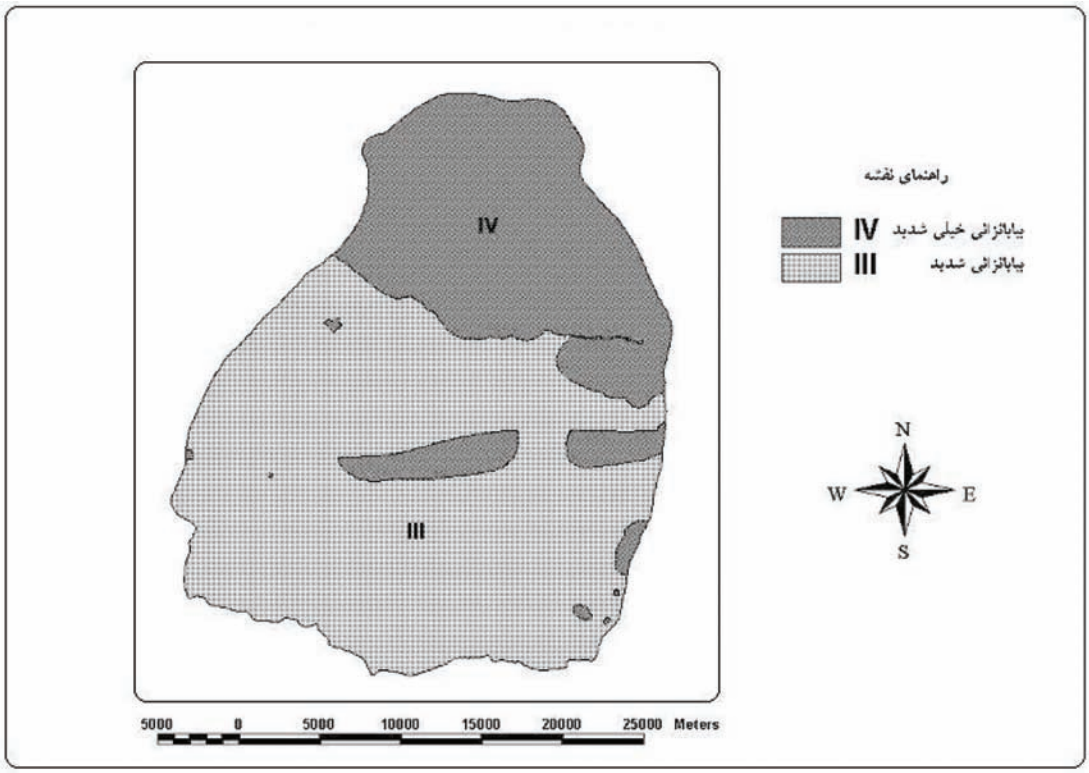
منبع : نگارنده

www.SID.ir

Archive of SID



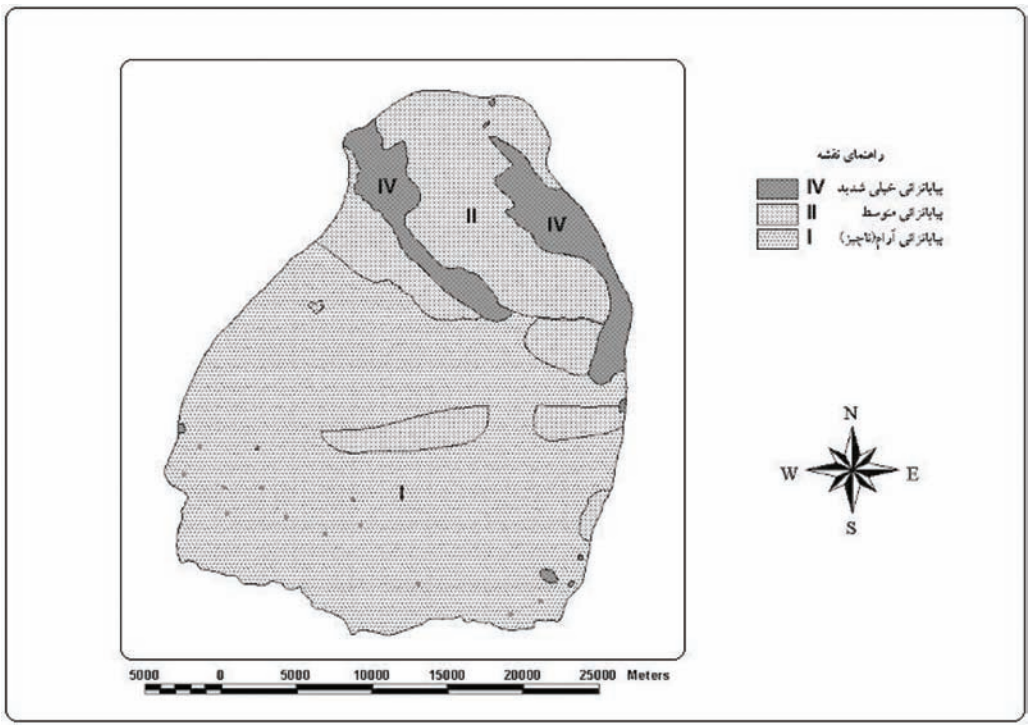
شکل۳- واحدهای کاری در منطقه خضرآباد



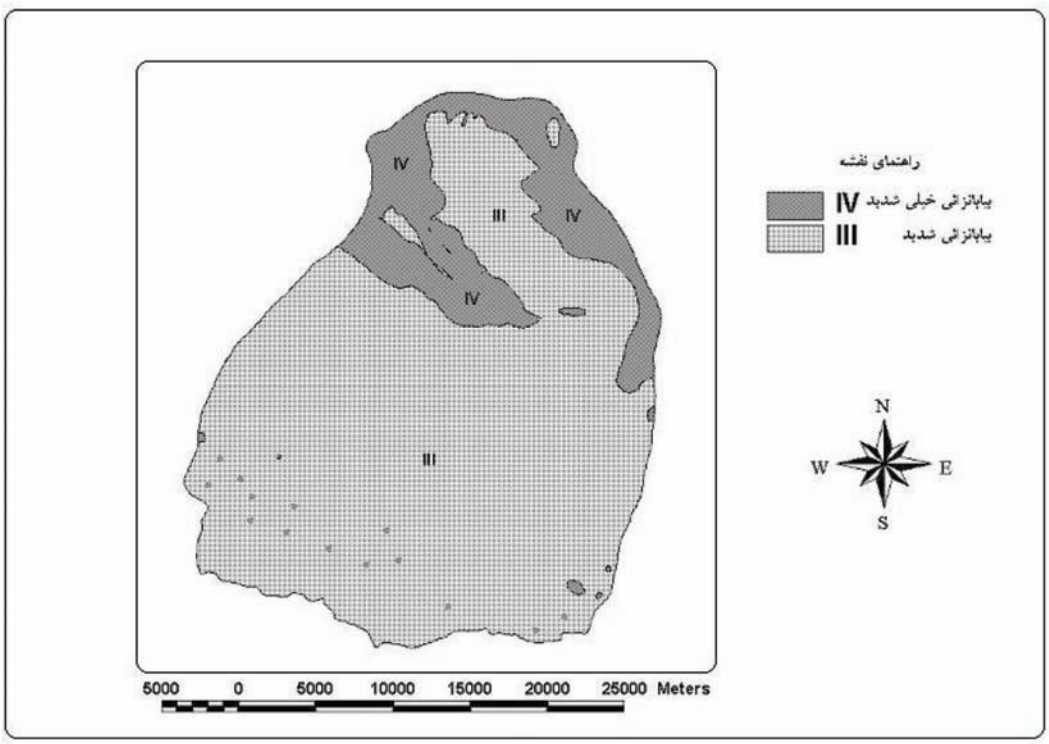
شکل۴- شدت بیابان زائی بر اساس معیارها و شاخص های طبیعی

پژوهش های آبخیزداری www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- شدت بیابان زائی بر اساس معیارها و شاخص های انسانی



شکل۶- شدت بیابان زائی بر اساس معیارها و شاخص های طبیعی و انسانی

www.SID.ir