



## ارزیابی خطر بیابان‌زایی سیستم شاخص‌های بیابان‌زایی مدیترانه‌ای اروپا (DIS4ME) (منطقه مورد مطالعه: اترک سفلی در استان گلستان)

\*مریم بخشی<sup>۱</sup>، چوقی‌بایرام کمکی<sup>۲</sup> و مجید اونق<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشجویار گروه مدیریت مناطق بیابانی،  
<sup>۲</sup> دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> استاد گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۲۸

### چکیده

**سابقه و هدف:** بیابان‌زایی پدیده‌ای است که از عوامل متعددی اعم از طبیعی، اجتماعی و اقتصادی تأثیر می‌گیرد و به‌طور متقابل بر این موارد اثر می‌گذارد. اولین گام در اجرای فعالیت بیابان‌زدایی در ممانعت از گسترش بیابان باید متکی بر شناخت پدیده‌هایی باشد که هم به‌طور مجزا و هم در کنش با یکدیگر، در یک ناحیه، تغییراتی را به وجود می‌آورند و منجر به بیابان‌زایی می‌گردند.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، هفت معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی، رواناب، مدیریت اراضی، شوری و ترکیبی (ESI) در حوزه اترک سفلی در استان گلستان براساس سیستم شاخص‌های بیابان‌زایی (DIS4ME) شناسایی و ارزیابی گردیدند. با استفاده از روش فوق هر یک از معیارها و شاخص‌های مربوطه مورد بررسی و برای هر معیار در محیط GIS لایه اطلاعاتی تهیه شد. در نهایت با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، هشت معیار در منطقه براساس مدل مورد مطالعه بررسی و نقشه بیابان‌زایی منطقه به‌دست آمد.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از این ارزیابی نشان می‌دهد که ۲۱/۹۵ درصد منطقه از نظر درجه بیابان‌زایی در کلاس بحرانی الف، ۱۳/۲۵ درصد آن در کلاس بحرانی ب و ۶۴/۳ درصد در کلاس بحرانی ج قرار دارد. معیار پوشش گیاهی با متوسط عددی ۱/۶۱، شوری با متوسط عددی ۱/۶۰ و ESI با متوسط عددی ۱/۵۴ بیش‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌ها وضعیت بیابان‌زایی در منطقه شدید می‌باشد. معیارهای خاک و پوشش گیاهی بیش‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. البته تأثیر معیار اقلیم منطقه با توجه به تغییرات چند دهه اخیر مانند کاهش بارندگی و خشکسالی‌های مداوم قابل توجه می‌باشد.

**واژه‌های کلیدی:** نقشه بیابان‌زایی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیستم شاخص‌های بیابان‌زایی (DIS4ME)، اترک سفلی

## مقدمه

بیابان‌زایی پدیده‌ای است که به عللی ممکن است در سراسر جهان به وقوع بپیوندد. در واقع بیابان‌زایی حاصل یک برهمکنش بین محیط طبیعی و محیط اجتماعی است. توجه به مسایل بیابان‌زایی متناظر با فقر، بیماری و نابرابری‌های فزاینده جوامع بشری است (12). امروزه ضرورت شناخت دقیق‌تر عوامل و مکانیسم‌های مؤثر در وقوع پدیده بیابان‌زایی به‌منظور مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح و اصولی مناطق بیابانی بیش از پیش احساس می‌شود. شناخت معیارها و شاخص‌ها به‌منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن شدت بیابان‌زدایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد (1). جهت ارزیابی بیابان‌زایی پژوهش‌ها گسترده و مختلفی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است که منجر به ارائه مدل‌های منطقه‌ای فراوانی شده است که خاص همان مناطق می‌باشد. از جمله این روش‌ها می‌توان مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی FAO-UNEP، MEDALUS<sup>۱</sup>، ESAI<sup>۲</sup> و ICD<sup>۳</sup> را نام برد، که در نقاط مختلف کشور بررسی شده است (13). به دلیل شرایط اقلیمی، ادافیکی و انسانی<sup>۴</sup> بیابان‌زایی در منطقه اترک اتفاق افتاده است. بنابراین مقابله و کنترل بیابان‌زایی در منطقه لازم به نظر می‌رسد. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی خطر (وضعیت فعلی) بیابان‌زایی براساس معیارهای DIS4ME<sup>۵</sup> و شناسایی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه می‌باشد.

شاخص‌های DIS4ME توسط کمیسیون اروپا تحت عنوان پروژه DESERTLINK از سال ۲۰۰۱

شروع به جمع‌آوری و دسته‌بندی شاخص‌های بیابان‌زایی در اقلیم مدیترانه‌ای، در ۴ کشور یونان، پرتغال، اسپانیا و ایتالیا کرد. نتایج بررسی شاخص‌ها در این چهار منطقه نشان داد که در پرتغال شاخص‌های خشکسالی، مهاجرت و آتش‌سوزی جنگل‌ها عامل مهم بیابان‌زایی است. در ایتالیا مناطق آسیب‌دیده بیش‌تر در جنوب این کشور وجود دارد و آتش‌سوزی و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب از عوامل مهم بیابان‌زایی است. در یونان، جنگل‌زدایی، آتش‌سوزی و چرای بیش از حد از بزرگ‌ترین عوامل بیابان‌زایی می‌باشد. در اسپانیا برنامه‌های مبارزه با بیابان‌زایی از سابقه طولانی برخوردار است. اقدامات صورت گرفته نشان می‌دهد کشاورزی پایدار، بهره‌برداری بهینه از منابع آبی، پیش‌بینی خشکسالی و حفاظت در مقابل آتش‌سوزی برای کاهش فرایند بیابان‌زایی بسیار مهم می‌باشند (سایت پروژه).

تاکنون در منطقه اترک و حتی دیگر نقاط مشابه در کشور از DIS4ME استفاده نشده است. ولی مدل‌های دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. هندیوست و همکاران (2009) در دشت صوفیکم- منگالی استان گلستان با استفاده از مدالوس اصلاح‌شده بیابان‌زایی منطقه را بررسی کردند که نتایج نشان داد منطقه در سه کلاس کیفی کم، متوسط و شدید قرار دارد و کلاس شدید با ۵۴/۱۲ درصد بیش‌ترین مساحت را به خود اختصاص داده است (5). السید سعید محمد (2013) با استفاده از روش مدالوس و با چهار شاخص خاک، اقلیم، فرسایش، پوشش گیاهی و مدیریت بیابان‌زایی شمال صحرای سینا در مصر را مورد ارزیابی قرار داد (2). نتیجه نشان داد که ۶۵ درصد منطقه حساسیت بسیار شدید، ۲۳ درصد نسبتاً حساس و ۱/۲ درصد حساسیت کم نسبت به بیابان‌زایی دارد. سالواتی و همکاران (2013) با استفاده از معیار ترکیبی ESI<sup>۶</sup> در

6- Environmental Sensitive Area Index

1- Mediterranean and land use sensitive  
2- Environmental Sensitive Area Index  
3- Iranian classification of desertification  
4- Anthropogenic  
5- Desertification indicators system for meditteranen

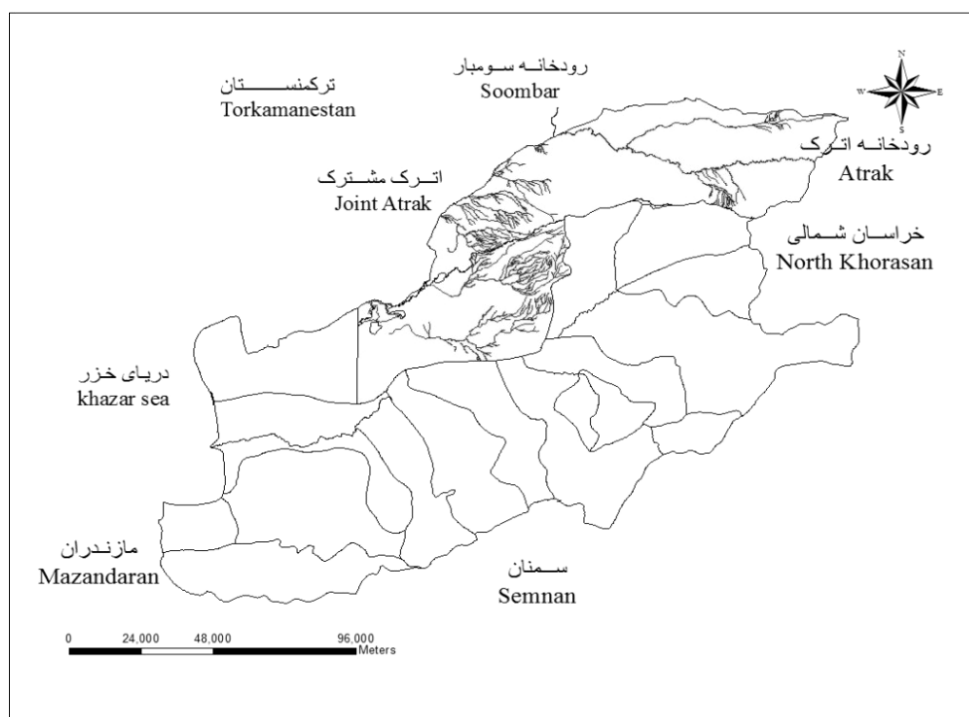
غربی) ادامه می‌یابد و در اکثر منابع به نام اترک سفلی نام‌گذاری شده است. آب و هوای آبخیز اترک طبق طبقه‌بندی دومارتن نیمه‌خشک تا خشک است. وسعت آن حدود  $644316/4$  کیلومتر مربع می‌باشد. بارندگی متوسط سالیانه آن  $340$  میلی‌متر بوده و دمای سالیانه آن با حداکثر  $48/5$  درجه سانتی‌گراد در اینچ‌برون و حداقل  $18-$  سانتی‌گراد در مراوه‌تپه ثبت شده است.

**مطالعات میدانی، آزمایشگاهی و کتابخانه‌ای:** با بررسی گزارش‌های مختلف و بازدید از منطقه و نمونه‌برداری (خاک، شوری)، اطلاعات پایه از جمله نقشه‌های موضوعی، تصاویر ماهواره‌ای (لندست ۸، سنجنده TM، اردیبهشت ۲۰۱۲) و سایر اطلاعات مورد نیاز گردآوری و محدوده منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

ایتالیا به برآورد میزان حساسیت بیابان‌زایی پرداختند که نتایج نشان داد معیار اقلیم با رتبه بیابان‌زایی  $1/75$ ، بیش‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است (11). کاسماس و همکاران (2013) به بررسی شاخص‌های مؤثر در وقوع بیابان‌زایی در جنوب اروپا و شمال آفریقا پرداختند که نتایج نشان داد که شاخص‌های شیب، پوشش گیاهی، شدت کاربری، بارندگی فصلی و سیاست‌های اجرایی بیش‌ترین تأثیر را دارا هستند (9).

### مواد و روش‌ها

**معرفی منطقه مورد مطالعه:** آبخیز اترک در استان گلستان بین  $54$  درجه و  $25$  دقیقه تا  $56$  درجه و  $23$  دقیقه طول شرقی و  $37$  درجه و  $13$  دقیقه تا  $38$  درجه و  $3$  دقیقه عرض شمالی واقع شده است. از قازانقایه شروع و تا دریای خزر (جعفربای شرقی و



شکل ۱- محدوده جغرافیایی منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Location of the study area.

از میانگین هندسی نقشه کیفیت معیارهای خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، رواناب، مدیریت اراضی، شوری و ترکیبی مطابق رابطه ۲ تهیه شد.

$$D_S = (D_1 \times D_2 \times D_3 \times D_4 \times D_5 \times D_6 \times D_7)^{1/8} \quad (2)$$

که در آن،  $D_S$ : خطر بیابان‌زایی،  $D_1$ : معیار اقلیم،  $D_2$ : معیار پوشش گیاهی،  $D_3$ : معیار خاک،  $D_4$ : معیار رواناب،  $D_5$ : معیار مدیریت اراضی،  $D_6$ : معیار ترکیبی،  $D_7$ : معیار شوری.

### نتایج

نقشه بیابان‌زایی از میانگین هندسی نقشه کیفیت معیارهای خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، رواناب، مدیریت اراضی، ترکیبی و شوری تهیه شد. با توجه به محاسبات انجام شده با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS متوسط ارزش عددی شدت بیابان‌زایی منطقه ۱/۵۸ می‌باشد. از نظر فراوانی نیز ۶۴/۳ درصد از کل منطقه در کلاس بیابان‌زایی بحرانی ج، ۱۳/۲۵ درصد در کلاس بیابان‌زایی بحرانی ب و ۲۱/۹۵ درصد از کل منطقه در کلاس بیابان‌زایی بحرانی الف قرار دارد. از آزمون مربع کای برای فراوانی، درصد فراوانی، مساحت و درصد مساحت استفاده شد که همه در سطح ۱ درصد معنی‌دار هستند (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

روش **DIS4ME**: پروژه DESERTLINKS (سیستم DIS4ME) در سال ۲۰۰۱ با هدف ایجاد یک سیستمی از شاخص‌های بیابان‌زایی آغاز شد. این پروژه برای کمک به فعالیت‌های UNCCD<sup>۱</sup> و به‌ویژه برای ۴ منطقه در کشورهای پرتغال، اسپانیا، ایتالیا و یونان برنامه‌ریزی شده بود. پروژه DESERTLINKS سعی نموده یک منبع تحت وب برای آسانی دسترسی به شاخص‌هایی که در ایجاد بیابان‌زایی تحت شرایط مدیترانه‌ای تأثیرگذارند، در اختیار پژوهشگران قرار دهد. در این پژوهش برای ارزیابی خطر بیابان‌زایی منطقه اترک سفلی در شمال شرق استان گلستان از روش DIS4ME استفاده شد. در ابتدا خاکشناسی به‌عنوان واحد مطالعاتی تعیین گردید و با توجه به بررسی‌های میدانی نقشه واحدکاری بر پایه نقشه خاک با ۵ تیپ اصلی<sup>۲</sup> و ۱۸ واحد اراضی به‌دست آمد (شکل ۱). شاخص‌های هر معیار براساس امتیازهای تعریف شده در سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته و میانگین هندسی<sup>۳</sup> هر یک از معیارها براساس رابطه ۱ محاسبه شد (۶). و در نهایت طبق جدول پیوست طبقه‌بندی شدند:

$$Index-X = [(Layer-1) \times (Layer-n)]^{1/n} \quad (1)$$

که در آن،  $Index-X$ : معیار مورد نظر،  $Layer$ : شاخص‌های هر معیار،  $n$ : تعداد شاخص‌های هر معیار.

بنابراین هفت نقشه وضعیت معیار به‌دست آمد که این نقشه‌ها برای بررسی کیفیت هر معیار و تأثیر آن‌ها در بیابان‌زایی به‌کار می‌روند. در نهایت نقشه بیابان‌زایی

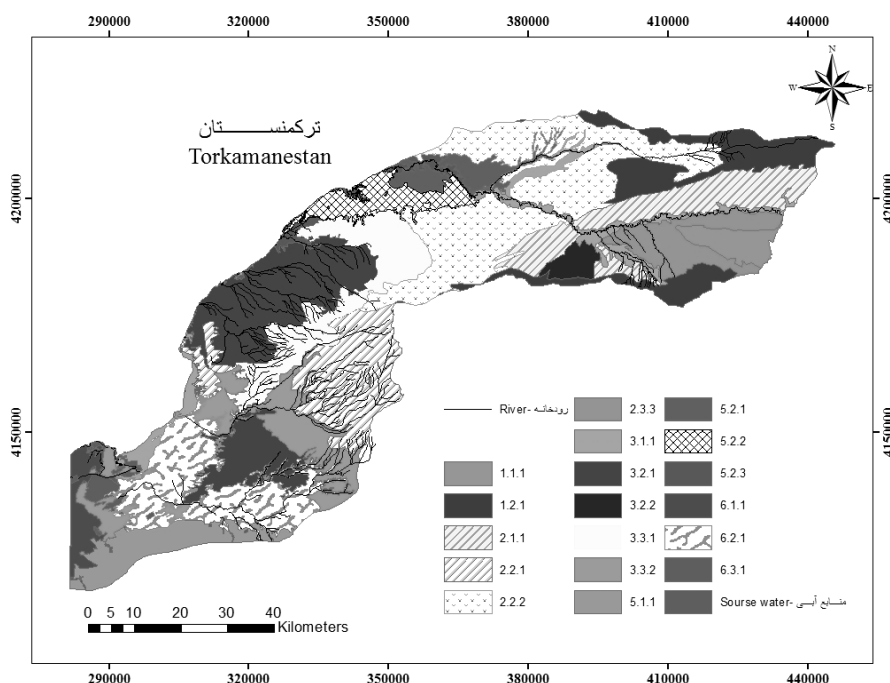
- 4- Climate Indicator
- 5- Vegetation Indicator
- 6- Soil Indicator
- 7- Runoff Indicator
- 8- Land Management Indicator
- 9- Composite Indicator
- 10- Salinization

- 1- United Nation Conference of Combating Desertification
- 2- Land type
- 3- Geometric Mean

جدول ۱- معیارها و شاخص‌های مورد استفاده در برآورد بیابان‌زایی منطقه اترک.

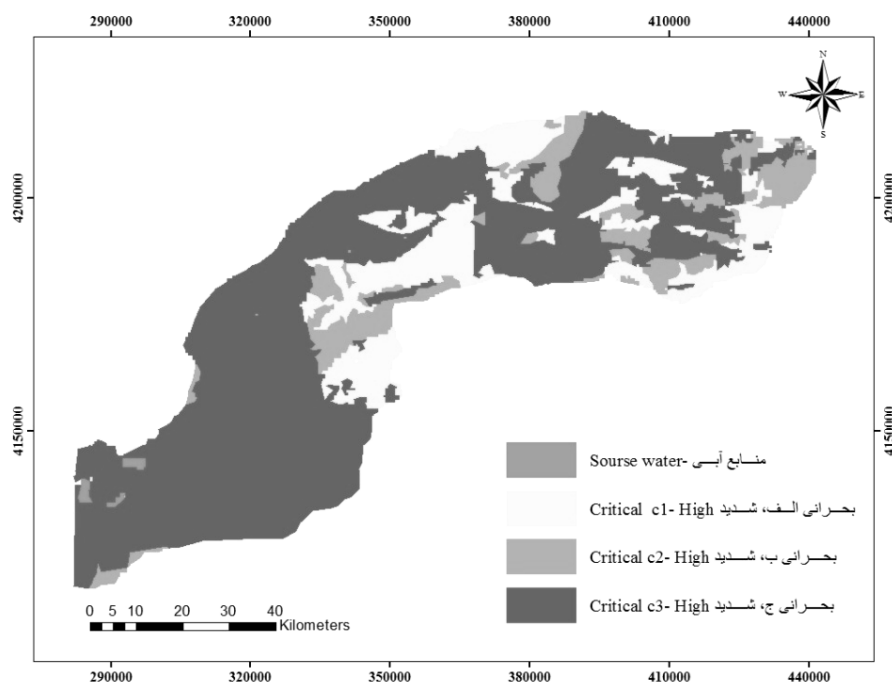
Table 1. Criteria and indicators used in the assessment desertification in Atrak area.

شاخص Index	معیار Indicator
Rainfall, Temperature, Aridity Index, Wind speed, Potential evapotranspiration, Rainfall seasonality, Rainfall erosivity, Climate quality	بارندگی، دما، شاخص خشکی (ترانسو)، سرعت باد، تبخیر و تعرق پتانسیل (تورنت وایت)، بارندگی فصلی، بارندگی فرسایشی، شاخص کیفیت اقلیم Climate
Vegetation cover (NDVI, LAI), Erosion protection, Drought resistance, Vegetation quality	درصد پوشش گیاهی (NDVI)، درصد پوشش گیاهی (LAI)، حفاظت خاک، مقاومت به خشکسالی، شاخص کیفیت پوشش گیاهی Vegetation
Soil texture, Parent material, Soil depth, Soil gradient, Soil aspect, Organic matter, Erosion risk, Rock fragment, Drainage, Soil quality	بافت خاک، مواد مادری، عمق خاک، درجه شیب، جهت شیب، مواد آلی، خطر فرسایش، پوشش سنگریزه‌ای، وضعیت زهکشی، کیفیت خاک Soil
Drainage density, Soil permeability	تراکم زهکشی، نفوذپذیری خاک Runoff
Fire protection, Soil erosion control measure, Reclamation of affected soils, management quality	حفاظت در مقابل آتش، اقدامات کنترل فرسایش، احیا خاک‌های آسیب دیده، شاخص کیفیت مدیریت Land Management
ESI, Salinisation	شاخص حساسیت زیست‌محیطی، شوری Composite



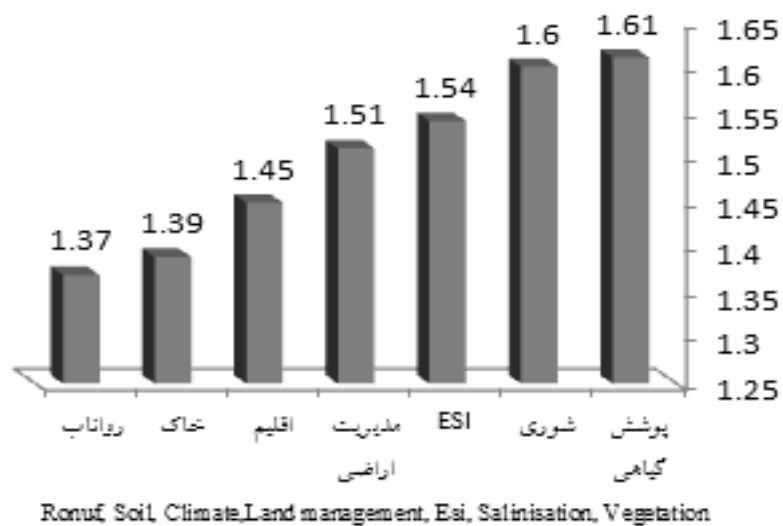
شکل ۲- نقشه واحد کاری منطقه اترک.

Figure 2. Maps units Atrak area.



شکل ۳- نقشه طبقات بیابان‌زایی به‌دست آمده با روش DIS4ME.

Figure 3. Map of desertification obtained by DIS4ME.



شکل ۴- نمودار ارزش کمی معیارها در واحد کاری.

Figure 4. Chart measures the value of units.



Low lands, Sedimentary plains, Upper terrace, Hill, Mountain

شکل ۵- نمودار رتبه بیابان‌زایی واحدهای کاری.

Figure 5. Location of the study area.

همکاران مطابقت دارد (2, 5). دو معیار پوشش گیاهی و شوری بیش‌ترین رتبه بیابان‌زایی را در منطقه دارند که با پژوهش سالواتی و همکاران (2011) مطابقت ندارد (۱۱).

با توجه به خاک منطقه (لومی رسی و لسی) که عمدتاً بافت سنگین دارد و محدودیت پوشش گیاهی در منطقه به دلایل طبیعی و غیرطبیعی (دخالته انسانی و جایگزین نشدن) و متعاقب آن درصد کم مواد آلی و لخت شدن خاک و نیز درصد کم پوشش سنگریزه‌ای، معیار خاک و پوشش گیاهی تأثیر بیش‌تری در بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند. اثر متقابل این دو معیار با اقلیم که تغییرات آن طی چند دهه اخیر طبق آمار سازمان‌های مربوطه موجب کاهش بارندگی، افزایش تبخیر و تعرق و خشکسالی شده است مسبب وضعیت کنونی بیابان‌زایی منطقه می‌باشد. شوری منطقه نیز با توجه به شاخص‌های کیفیت آب و عمق آب زیرزمینی شدید می‌باشد. شوری از شرق به غرب منطقه به دلیل زهکشی نامناسب و خاک منطقه افزایش می‌یابد.

### نتیجه‌گیری

در این روش برای محاسبه شاخص بیابان‌زایی از میانگین هندسی امتیازها استفاده شده و نتیجه بهتری را ارائه داده است. با توجه به این‌که پدیده بیابان‌زایی حاصل اثر متقابل عوامل زیادی می‌باشد، بنابراین باید تمامی عوامل با هم در نظر گرفته شوند و اثر متقابل آن‌ها نیز در نظر قرار گیرد که این نکته در این روش به خوبی قابل مشاهده است (4). همچنین مؤلفه‌های این روش نسبت به روش‌های دیگر ساده‌تر بوده و تمام آن‌ها از مطالعات پوشش گیاهی، اقلیم، خاکشناسی قابل دسترس می‌باشد. همچنین به دلیل نزدیکی شرایط منطقه مدیترانه‌ای و خزری (5)، می‌توان از روش DIS4ME برای تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه و مناطق مشابه استفاده نمود. حساسیت بیابان‌زایی در کل منطقه اترک سفلی شدید می‌باشد و در سه وضعیت بحرانی قرار دارد. با توجه به متوسط ارزش عددی ۱/۵۸ در منطقه که کلاس کیفی شدید دارد با نتیجه پژوهش هنردوست و همکاران (2009) و السید سعید محمد (2013) و

### منابع

1. Ahmadi, H. 2004. The final describes the formulation of a comprehensive service plan and methodology specifying and evaluated the parameters and indices desertification. Tehran University of Natural Resources. (In Persian)
2. Elsayed Said, M. 2013. Spatial assessment of desertification in north Sinai using modified MEDLAUS model. Arab. J. Geosci. Pp: 4647-4659.
3. Ferrara, A., Bellotti A., Faretta S., Mancino, G., and Taberner, M. 1999. Identification and assessment of environmentally sensitive areas by Remote Sensing. MEDALUS III 2.6.2. OU Final Report. King's College, London. Pp: 397-429.
4. Ghasemi, S. 2008. The Survey of Desertification Criteria Indexes *Emphazing* on Water and Soil for Evaluation Supply of Desertification Map in Zabol Region. Master Science Thesis. University of Tehran.
5. Honardoust, F., Sheikh, V., and Ownegh, M. 2009. Assessing Current Status of Desertification in the Sofikam – Mangali Plain, Northwest of the Golestan Province. J. Water Soil Cons. 18: 3. 201. (In Persian)
6. Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H., and Imeson A. 1999. Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification, P 31-47. In C. Kosmas, M. Kirkby, N. Geeson (Eds). In 'The Medalus project Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. European Union 18882. ISBN 92-828-6349-2.
7. Kosmas, C., Ferrara, A., Briasouli, H., and Imeson, A. 1999. Methodology for mapping Environmentally Sensitive Areas (ESAs) to Desertification Mediterranean desertification and land use (MEDALUS), P 37-47. In: Kosmas, C., M. Kirkby and N. Geeson (Eds), The Medal us project Mediterranean desertification and land use, European Commission, Luxembourg.
8. Kosmas, C., Tsara, M., Moustakas, N., and Karavitis, C. 2003. Identification of indicators for desertification. Annals of Arid ZONES. 42: 3/4. 393-416.
9. Kosmas, C., Kairis, Or., and Karavitis, Ch. 2013. Evaluation and Selection of Indicators for Land Degradation and Desertification Monitoring: Methodological Approach Environmental Management. Pp: 1-20.
10. Ownegh, M. 1995. Study and modulation properties of a unique ecosystem plane lands and natural resources, project report, Department of Tribal Affairs province.
11. Salvati, L., Mancino, G., De Zuliani, E., Sateriano, A., Zittl, M., and Ferara, A. 2011. An Expert System to Evaluated Environmental sensitivity: A local – Scale Approach to Desertification Risk. Applied Ecology and Environmental Research. 11: 4. 611-627.
12. UNEP. 2002. Sistan Oasis Parched by Drough, Compiled by UNEP/DEWP/GRI Geneva, July.
13. Zolfaghari, F. 2010. Identification of present desertification status in Sistan plain using IMDPA method, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Zabol.
14. [http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/indicator\\_system/index.htm](http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/indicator_system/index.htm).





Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(4), 2015*  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

### Short Technical Report

## The assessment hazard desertification using desertification indicator system for Mediterranean Europe (DIS4ME) (Case study: Atrak watershed in Golestan province)

\*M. Bakhshi<sup>1</sup>, Ch.B. Komaki<sup>2</sup> and M. Ownegh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>M.Sc., Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>Professor, Dept. of Arid Zone Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 09/23/2014; Accepted: 02/17/2015

#### Abstract

**Background and Objectives:** Desertification is a phenomenon that has been impacted by the natural, social and financial factors and vice versa. The first step in desertification and desertification combat plan should be based on the identification and studying phenomena which are responsible for the changes in areas and induce desertification. Also, the intensification of desert conditions is considered as a trend which leads to biological reduction of ecosystems and desertification of environmental condition.

**Materials and Methods:** In this research, by using GIS 8 indices are selected and evaluated in Atrak Watershed of Golestan province: soil, vegetation, climate, management, Runoff, Land use and composite Indicators. The model of DIS4ME is applied in this research. Each of factors is estimated one by one and for each of them, data was collected.

**Results:** The result showed that 5.5% of study area was found to be in critica ( $c_1$ ), 25% in critica ( $c_2$ ) and about 69% in critica ( $c_3$ ) class of desertification. Also soil, vegetation cover and climate criteria with a geometric average of 1.67, 1.62 and 1.58 show high class desertification.

**Conclusion:** According to the results of desertification in the region is intense. Measures of soil and vegetation have the greatest impact on desertification. The impact of climate measures with regard to changes in recent decades, such as reduced rainfall and persistent drought is remarkable.

**Keywords:** Desertification, Desertification map, Geographical Information System, DIS4ME model desertification, Desertification index

---

\* Corresponding Author; Email: bakhshi.maryam6@gmail.com

