

Kashan Plain Desertification Level; Iranian Model of Desertification Potential Assessment

ARTICLE INFO

Article Type

Original Research

Authors

Fakhrabadi A.¹ MA,
Saliqeh M.¹ PhD,
Akbari M.¹ PhD,
Naserzadeh MH.¹ PhD

How to cite this article

Fakhrabadi A, Saliqeh M, Akbari M, Naserzadeh MH. Kashan Plain Desertification Level; Iranian Model of Desertification Potential Assessment. Geographical Researches. 2019;34(4):527-538.

¹Department of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

*Correspondence

Address: Department of Climatology, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran
Phone: +98 (021) 86072716
Fax: +98 (021) 88829359
amirefakhrabadi1367@gmail.com

Article History

Received: October 2, 2019
Accepted: December 5, 2019
ePublished: December 11, 2019

ABSTRACT

Aims & Backgrounds Desertification is one of the major challenges in today's world, especially in countries like Iran that are affected by arid and semi-arid climates. To prevent and slow down the desertification process and in other words, with the aim of preventing and reducing desertification speed, the first effective and necessary step is to identify the susceptible areas and the factors contributing to this phenomenon. This research aims at assessing level of desertification in Kashan plain using an Iranian model.

Methodology In this comparative study with the use of IMDPA (Iranian Model of Desertification Potential assessment), an Iranian method and model, first the desertification potential of Kashan plain in 2002 and 2016 was investigated and then the conditions of the two periods were compared. The criteria used in this model were the vegetation and climate criteria. Based on this, Landsat 7 NDVI data, CHIRPS precipitation database and MODIS satellite potential evapotranspiration data were used.

Findings Based on the results and findings of this study, in 2002, 3853.1 km² of the area was classified as moderate desertification and 3294.8 km² in severe desertification group. But in 2016, there were 1035.22 km² of moderate desertification intensity, 6019.3 km² of severe desertification and 124.22 km² of extreme desertification.

Conclusion As a result, in addition to establishing a very severe desertification in 2016, the extent of the areas with severe desertification has also expanded significantly.

Keywords Desertification; IMDPA Model; Drought; Dryness; Kashan Plain

CITATION LINKS

[Ahmadi; 1996] Criteria for Recognizing Iranian Deserts; [Bahraini, et al; 2012] Spatial prioritization of land degradation with application of IMDPA desertification model with emphasis on wind and climate Erosion, case study: Bardkhoun area, Bushehr; [Bakhshandeh Mehr, et al; 202013] Evaluation of current desertification status and modalus modification in Segzi plain, Isfahan; [Davari, et al; 202017] Assessment of desertification severity and risk and presentation of management plans, Case study: Qasim Abad plain, Khorasan Razavi province; [Davari, et al; 2018] Monitoring of temporal-spatial variability of effective desertification indices in arid regions of south Khorasan; [Gharaati Jahromi, et al; 2014] Investigation of desertification process of Kashan plain using IMDPA model with emphasis on climate criteria; [Habibi Pour, et al; 2013] Study of desertification status using IMDPA model with emphasis on water and wind erosion criteria, case study: Bahabad district of Yazd Province; [Hejazi Zadeh & Joyzadeh; 2010] Introduction to drought and Its indicators; [Shokohi, et al; 2012] Mapping desertification status of Khazrabad-Elahabad plain of Yazd using IMDPA model with emphasis on soil and water criteria; [Zolfaghari, et al; 2011] Evaluation of Sistan plain desertification intensity using IMDPA model; [Zolfaghari & Khosravi; 2016] Assessment of desertification intensity of Saravan region using IMDPA; [Rezaei Rad; 2008] Desertification potential of Cheshmeh Khan basin using IMDPA method; [Raeesi, et al; 2013] EVALUATION Evaluation of current desertification status in shore deserts using biophysical criteria of imdpa model case study: Kahire Konarak, Chabahar; [Mamboni, et al; 2015] Evaluation of current desertification status, emphasizing on water, climate and soil criteria using IMDPA model case study: Abbas plain; [Masoudi, et al; 2015] Desertification assessment based on two water and climate criteria, case study: Kashan plain; [Niko; 2011] Evaluation of desertification potential based on IMDPA method for identification of factors affecting land degradation, case study: Damghan Region; [Kogan; 1993] United States droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites; [Silakhori; 2014] Mapping the severity of desertification hazard in Sabzevar mazzinan area from ESIs model using ESAs model; [Lavado Conntador, et al; 2008] Mapping sensitivity to land degradation Extremadura; [Ladisa, et al; 2002] Characterization of area sensitive to desertification in southern Italy, proc;

شدت بیابان‌زایی در دشت کاشان؛ ارزیابی با مدل پتانسیل بیابان‌زایی ایرانی

امیر فخرآبادی* MA

گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

محمد سلیقه PhD

گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مهری اکبری PhD

گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

محمدحسین ناصرزاده PhD

گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: بیابان‌زایی یکی از چالش‌های مهم دنیای امروز، به خصوص کشورهایی مثل ایران است که تحت تأثیر آب و هوای خشک و نیمه‌خشک قرار دارند. نخستین گام موثر و ضروری به‌منظور پیشگیری و کاهش سرعت بیابان‌زایی، شناسایی مناطق مستعد و عوامل موثر در ایجاد این پدیده است. این پژوهش با هدف ارزیابی شدت بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از مدل ایرانی انجام شد.

روش‌شناسی: در این پژوهش مقایسه‌ای، پتانسیل بیابان‌زایی در دشت کاشان در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ با مدل ایرانی ارزیابی بیابان‌زایی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. معیارهای مورد استفاده در این مدل پوشش گیاهی و آب و هوا بودند. بر این اساس از داده‌های NDVI ماهواره لندست ۷، پایگاه داده بارش CHIRPS و داده‌های تبخیر و تعرق پتانسیل ماهواره MODIS استفاده شد.

یافته‌ها: در سال ۱۳۸۰، ۳۸۵۳/۱ کیلومترمربع از دشت کاشان دارای بیابان‌زایی متوسط و ۳۲۹۴/۸ کیلومترمربع دارای بیابان‌زایی شدید بود. در سال ۱۳۹۴، ۱۰۳۵/۲ کیلومترمربع از این دشت دارای بیابان‌زایی متوسط، ۶۰۱۹/۳ کیلومترمربع بیابان‌زایی شدید و ۱۲۴/۲ کیلومترمربع بیابان‌زایی بسیار شدید داشت.

نتیجه‌گیری: علاوه بر اینکه در سال ۱۳۹۴ کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید در منطقه ایجاد شده است، وسعت مناطق دارای بیابان‌زایی شدید نیز گسترش قابل‌توجهی داشته است.

کلیدواژه‌ها: بیابان‌زایی، مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی، خشکسالی، خشکی، دشت کاشان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۴

*نویسنده مسئول: amirefakhrabadi1367@gmail.com

مقدمه

در جهان امروز بیابان‌زایی اراضی مسئله مهمی به شمار می‌رود. این مشکل نه تنها در نواحی خشک و نیمه خشک، بلکه در بعضی از قسمت‌های نواحی نیمه مرطوب نیز دیده می‌شود. هجوم ماسه‌های روان، افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی، کاهش حاصلخیزی خاک و افزایش حساسیت اراضی به فرسایش، نشست زمین، شور شدن اراضی، افزایش سیل‌خیزی و سرانجام برهنگی زمین، قحطی، تخریب آبادی‌ها و غیره. پیامدهای مخصوص و چشمگیر پدیده بیابان‌زایی است. افزایش جمعیت و نیاز انسان به بهره‌برداری از طبیعت، سبب می‌شود که تخریب منابع آب پیامدهای ناگواری نظیر کاهش حاصلخیزی، فقر پوشش گیاهی، کاهش استعداد

سرزمین و غیره به دنبال داشته باشد. ترکیب این مقوله با پدیده‌هایی طبیعی چون خشکسالی بخصوص در دشت‌هایی چون کاشان که مستعد وقوع این پدیده‌هاست زمینه و شرایط مضاعفی را فراهم می‌کند [Fakhrabadi, 2014].

در حال حاضر بیابان‌زایی به‌عنوان یک معضل گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه است. بیابان‌زایی مشتمل بر فرآیندهایی است که هم‌زمان با عوامل طبیعی بوده و هم به عملکرد نادرست انسان بر می‌گردد. طبق تعریف بیابان‌زایی عبارت است از کاهش استعداد اراضی در اثر یک یا ترکیبی از فرآیندها از قبیل فرسایش بادی، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، تخریب منابع آب، ماندابی‌شدن، شور شدن، قلیائی‌شدن خاک و غیره که توسط عوامل محیطی یا انسانی شدت می‌یابد. در این میان عوامل انسانی در پدیدارشدن پدیده بیابان‌زایی نقش اساسی و کلیدی داشته و موجب تسریع و افزایش سرعت بیابان‌زایی می‌شوند. عوامل انسانی علاوه بر نقش مستقیم خود در آسیب محیط، به‌عنوان یک محرک عمل نموده موجبات تحریک و تقویت عوامل محیطی از جمله اقلیم (بیابان‌زایی ناشی از عوامل اقلیمی) را فراهم می‌نمایند [Ahmadi, 1996].

بخش عمده کشور ما از جمله دشت کاشان در یک منطقه خشک و بیابانی قرار دارد که از یک خاصیت و ویژگی به اسم شکنندگی و حساسیت محیطی نیز برخوردار است که به‌طور مستقیم و غیر مستقیم به وضعیت آب‌وهوایی و به خصوص دما و بارش وابسته است. این شکنندگی و حساسیت حاکم در دشت کاشان بنا به شرایط خاص محیطی و جغرافیایی به‌علت مجاورت با دریاچه نمک مرکزی و شرایط خاص حاکم از جمله دوری از منابع رطوبتی، تأثیر عرض جغرافیایی و زاویه تابش، بارش ناچیز و تبخیر و تعرق زیاد به شکلی مضاعف قابل درک و لمس است که در این بین نقش عوامل اقلیمی و آب‌وهوایی و تغییرات دما و بارش و تأثیراتی که بر جای می‌گذارند قابل دقت است.

لادیس و همکاران [Ladisa et al, 2002] در ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از روش مدالوس در منطقه باری ایتالیا، شش شاخص را برای ارزیابی در نظر گرفتند که هر شاخص دارای لایه‌های اطلاعاتی متفاوت بوده که عبارتند از شاخص‌های خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی.

لاولا و همکاران [Lavada et al, 2008] با بررسی حساسیت اراضی به تخریب با استفاده از مدل ESAS در جنوب غرب اسپانیا به این نتیجه رسیدند که نقشه بیابان‌زایی تهیه شده طی این تحقیق نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر است. در تحقیق مذکور چهار عامل عمده بیابان‌زایی شامل تخریب پوشش گیاهی، فرسایش آبی و بادی، تخریب خاک به‌عنوان عوامل اصلی بیابان‌زایی شناخته شد.

مسعودی و همکاران [Masoudi et al, 2015] جهت ارایه یک سیستم هشدار بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از مدل IMDPA و با نرم‌افزار GIS و با تأکید بر دو معیار آب و اقلیم، نشان

IMDPA و با تأکید بر معیارهای آب و خاک پرداختند. معیار خاک با ارزش عددی ۲/۲۱ در کلاس متوسط و معیار آب با ارزش عددی ۱/۴۶ در کلاس کم و ناچیز قرار گرفتند. در میان شاخص‌های مورد مطالعه، شاخص عمق خاک بیشترین تأثیر و شاخص‌های نسبت جذب سدیم و کلر آب کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. براساس ارزیابی‌های انجام شده، متوسط هندسی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه براساس دو معیار مورد بررسی برابر ۱/۷۶ تعیین شده است که براساس طبقه‌بندی کلاس شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه متوسط برآورد شده است.

ذوالفقاری و خسروی [Zolfaghari & Khosravi, 2016] در پژوهشی، با استفاده از روش ایرانی IMDPA، حساسیت اراضی منطقه راوان به بیابان‌زایی را مورد مطالعه و بررسی قرار دادند که نتایج حاصل از کارشان نشان داد معیار اقلیم با ارزش عددی ۳/۱، بیشترین تأثیر و معیار خاک با ارزش عددی ۲/۳۵، کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. همچنین معیارهای پوشش گیاهی و فرسایش بادی به ترتیب با ارزش‌های عددی ۲/۶۲ و ۲/۸۷ شدت بیابان‌زایی شدید را نشان می‌دهد.

بخشنده مهر و همکاران [Bakhshandeh Mehr et al, 2013] به ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی و اصلاح مدل مدالوس در دشت سگزی اصفهان پرداختند. این شاخص‌ها براساس میزان تأثیرشان بر فرایند بیابان‌زایی کمی شدند. برای هر شاخص امتیازی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ در نظر گرفته شد. امتیاز هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیاز شاخص‌ها و امتیاز وضعیت فعلی بیابان‌زایی با محاسبه میانگین هندسی امتیازات هفت معیار اصلی حاصل گردید. در پایان، وضعیت فعلی بیابان‌زایی در چهار کلاس، مشتمل بر خفیف، متوسط، شدید و بسیار شدید طبقه‌بندی شد و نقشه وضعیت این پدیده با سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه گشت. براساس این نتایج، ۲٪ از مساحت منطقه در کلاس بیابان‌زایی متوسط، ۳۵٪ در کلاس بیابان‌زایی شدید ۶۳٪ نیز در کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید قرار دارد.

سیلاخوری [Silakhori, 2014] به پهنه‌بندی شدت خطر بیابان‌زایی منطقه مزینان سبزوار از منظر معیار خاک با استفاده از مدل MEDALUS1 پرداختند. نتایج نشان داد که معیارهای زهکشی و درصد سنگریزه سطحی با میانگین وزنی ۱/۵۱ و ۱/۵۰ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. منطقه مزینان سبزوار با استفاده از این مدل به چهار کلاس بی اثر، بالقوه، شکننده و بحرانی تقسیم شد که بیشترین سطح منطقه را کلاس شکننده ۳۸/۰۴٪ به خود اختصاص داد.

قراقرتی جهرمی و همکاران [Gharaati Jahromi et al, 2014] روند بیابان‌زایی دشت کاشان را با استفاده از مدل IMDPA و با تأکید بر عامل اقلیم بررسی نموده‌اند.

حبیبی‌پور و همکاران [Habibi Pour et al, 2013] در پژوهشی به بررسی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تأکید بر معیارهای فرسایش آبی و بادی در منطقه بهاباد استان یزد پرداختند.

داد که معیار آب با ارزش عددی ۳/۳۶ بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد و در کلاس شدید قرار می‌گیرد. ریسی و همکاران [Raeesi et al, 2013]، شدت بیابان‌زایی منطقه کهپر کنارک را با تأکید بر چهار معیار اقلیم، پوشش گیاهی، کیفیت خاک، فرسایش بادی و ۱۶ شاخص در چهار کلاس کم، متوسط، شدید و بسیار شدید مطالعه کردند و معیار تخریب خاک بالاترین و از بین شاخص‌های مورد بررسی، میزان بارش، ترکم پوشش گیاهی، دوری و نزدیکی به نهشته‌های ماسه بادی، بهره‌برداری از پوشش و زهکشی به ترتیب بیشترین درصد وزنی را به خود اختصاص داده‌اند. رضایی‌راد [Rezaei Rad, 2008]، به‌منظور بررسی پتانسیل بیابان‌زایی در حوضه چشمه‌خان، معیارهای خاک، آب و آبیاری، پوشش گیاهی و اجتماعی-اقتصادی از مدل IMDPA را مورد ارزیابی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان داده است که در منطقه مورد مطالعه از بین معیارها، معیار پوشش گیاهی مساحت بیشتری را به کلاس شدید اختصاص داده است.

ذوالفقاری و همکاران. [Zolfaghari et al, 2011] در پژوهش خود، جهت ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از روش IMDPA گزارش نمودند که معیار خاک نسبت به معیار فرسایش بادی تأثیر کمتری در بیابان‌زایی منطقه داشته است.

نیکو [Niko, 2011] در پژوهش خود جهت شناخت عوامل مؤثر در تخریب اراضی در منطقه دامغان به ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA پرداخته است، براساس نتایج حاصل، معیارهای زمین‌شناسی ژئومورفولوژی و آب به ترتیب با ارزش‌های عددی ۲/۷۱ و ۲/۵۱ هر دو با بیابان‌زایی شدید، مهم‌ترین معیارهای بیابان‌زایی و شاخص درصد پوشش غیرزنده معیار فرسایش بادی با میانگین وزنی ۳/۵۷ و بیابان‌زایی خیلی شدید، شاخص‌های معیشت، تشکل و مشارکت، درصد پوشش گیاهی (فرسایش آبی)، هدایت الکتریکی آب، میزان بارش سالانه، شاخص خشکی و هدایت الکتریکی خاک به ترتیب با میانگین وزنی ۳/۵، ۳/۴۶، ۳/۲۹، ۳/۰۳، ۳، ۳ و ۲/۹۱ و همگی با بیابان‌زایی شدید مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه هستند، بحیرینی و همکاران [Bahraini et al, 2012] به اولویت‌بندی مکانی تخریب اراضی با استفاده از مدل بیابان‌زایی IMDPA و با تأکید بر فرسایش بادی و اقلیم در بوشهر پرداختند و معیارهای فرسایش بادی و اقلیم به‌عنوان معیارهای اصلی مؤثر در بیابان‌زایی انتخاب شدند و ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی منطقه براساس این دو معیار، و وزن‌دهی شاخص‌ها بر طبق مدل بیابان‌زایی IMDPA صورت گرفت. نتایج نشان داد که ۳۱/۷۴٪ از مساحت منطقه در کلاس متوسط، ۶۲/۶۲٪ کلاس شدید و ۴/۶۵٪ در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی قرار داشتند و در بین شاخص‌های مورد بررسی، دو شاخص خشکی و شاخص درصد تراکم پوشش غیرزنده مهم‌ترین عواملی بودند که سبب فرآیند بیابان‌زایی در این منطقه شده‌اند.

شکوهی و همکاران، [Shokohi et al, 2012] به پهنه‌بندی وضعیت بیابان‌زایی منطقه خضرباد دشت یزد با استفاده از مدل

دشت کاشان طی دو مقطع زمانی متفاوت به منظور دریافت روند بیابان‌زایی است. در این راستا تلاش شده است تا با استفاده از داده‌های سنجش از دوری معتبر و داده‌های شبکه‌ای بارش برآوردهای دقیق‌تری از شرایط منطقه صورت گیرد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سبب شده است که محاسبات بر روی مقادیر مشاهده شده بر روی هر نقطه صورت گیرد. در بسیاری از پژوهش‌های پیشین معیارهای اقلیمی براساس داده‌های ایستگاهی که به کل منطقه تعمیم داده شده، به دست آمده است؛ درحالی که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان محاسبات بر روی مشاهدات مستقیم را فراهم می‌کند. امید است نتایج این تحقیق در مسیر حفاظت از محیط و بیابان‌زدایی راهگشا باشد.

روش‌شناسی

در این تحقیق ابتدا داده‌ها و تصاویر مورد نیاز تهیه و سپس شاخص‌های مورد نظر بررسی شد. جهت بررسی معیار پوشش گیاهی از شاخص تراکم پوشش گیاهی استفاده شد و برای بررسی معیار آب و هوا از شاخص‌های مجموع بارش سالانه، خشکسالی و خشکی ترانسو استفاده شد. پس از تهیه نقشه‌های وزن‌دهی شده شاخص‌ها و مشخص شدن وضعیت معیارها با روی هم‌گذاری این لایه‌ها در محیط ArcGIS و محاسبه میانگین هندسی، شاخص نهایی IMDPA به دست آمد که پتانسیل بیابان‌زایی را نشان می‌دهد. در ادامه چگونگی محاسبه شاخص‌ها و داده‌های مورد استفاده شرح داده شده است.

تصاویر ۳۲ روزه NDVI ماهواره لندست ۷

جهت بررسی تراکم پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه از تصاویر NDVI ماهواره لندست ۷ استفاده شده است. این تصاویر یکی از محصولات ماهواره لندست است که در بازه‌های زمانی ۳۲ روزه برای هر نقطه تهیه می‌شود. در این تحقیق میانگین تصاویر مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته است تا به این ترتیب تصاویر NDVI نماینده پوشش گیاهی کل سال باشد. این تصاویر از سامانه گوگل ارث انجین دریافت شده است. تصاویر NDVI از رابطه زیر محاسبه می‌شود [Kogan, 2014]

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

در رابطه بالا NIR باند مادون قرمز نزدیک و R باند قرمز است.

داده‌های بارش پایگاه داده CHIRPS

این داده‌ها با توان تفکیک مکانی ۵/۰ درجه جغرافیایی و تفکیک زمانی روزانه از سال ۱۹۸۱ میلادی تا زمان حاضر در دسترس است. در این تحقیق داده‌های بارش روزانه براساس تقویم هجری شمسی به مقیاس ماهانه تبدیل شده است و جهت بررسی مجموع بارش سالانه و خشکسالی مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های CHIRPS از سامانه گوگل ارث انجین قابل دریافت است.

داده‌های تبخیر و تعرق پتانسیل ماهواره مودیس سنجنده ترا این داده‌ها یکی از محصولات ماهواره مودیس است که دارای توان

نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در بخش معیار فرسایش آبی، بالغ بر ۶۱٪ منطقه از نظر شدت پتانسیل بیابان‌زایی در وضعیت متوسط و حدود ۳۹٪ منطقه از این نظر در وضعیت زیاد قرار دارد. در بخش معیار فرسایش بادی، قسمت عمده منطقه ۹۷/۸٪ از نظر پتانسیل بیابان‌زایی در وضعیت زیاد قرار دارد نتایج این مطالعه نشان داد که معیار فرسایش بادی بیش تر از معیار فرسایش آبی در بیابان‌زایی منطقه مؤثر است. علاوه بر آن پوشش سطح زمین هم از نظر معیار فرسایش آبی (شاخص پوشش گیاهی) و هم از نظر معیار فرسایش بادی (شاخص تراکم پوشش غیرزنده و پوشش گیاهی) نقش مهمی در رخداد پدیده بیابان‌زایی در عرصه مطالعاتی دارد. مسعودی و همکاران [Masoudi et al, 2015] در مطالعه‌ای به ارزیابی بیابان‌زایی براساس دو معیار آب و اقلیم در دشت کاشان با استفاده از مدل IMDPA پرداخته‌اند.

داوری و همکاران [Davari et al, 2017] در پژوهشی شدت خطر و ریسک بیابان‌زایی و ارایه برنامه‌های مدیریتی دشت قاسم‌آباد بجنستان استان خراسان رضوی را با استفاده از مدل ایرانی IMDPA مورد مطالعه قرار دادند. نتایج کار آنها نشان داد از بین عوامل مؤثر؛ معیارهای فرسایش بادی، پوشش گیاهی، خاک و آب زیرزمینی به ترتیب با ارزش متوسط وزنی ۳/۵۷، ۳/۲۴، ۳/۳، ۲/۸۷ بیشترین تأثیر را در شدت بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند.

داوری و همکاران [Davari et al, 2018] نیز تغییرات زمانی - مکانی شاخص‌های مؤثر بیابان‌زایی مناطق خشک جنوب خراسان رضوی را با استفاده از مدل ایرانی IMDPA بررسی کردند. نتایج ارزیابی شدت خطر بیابان‌زایی با مدل IMDPA نشان داد که منطقه در دو کلاس متوسط و شدید به ترتیب به مقدار ۲۲ و ۷۷٪ قرار دارد پایش دوره‌ای شاخص‌های مؤثر بیابان‌زایی نیز نشان داد که کمبود بارش در مدت ۲۵ سال گذشته باعث افزایش خشکی و خشکسالی در کل منطقه شده است.

ممنبئی و همکاران [Mamboni et al, 2015] به ارزیابی وضعیت بالفعل بیابان‌زایی در دشت عباس با تأکید بر معیار آب، اقلیم و خاک با استفاده از مدل IMDPA پرداختند. نتایج به دست آمده حاصل از بررسی معیار اقلیم نشان‌دهنده این است که ۱۰۰٪ از مساحت منطقه در طبقه شدید قرار گرفته است. نقشه شدت بیابان‌زایی براساس معیار خاک نشان می‌دهد که بالغ بر ۴۸۴۳ هکتار از منطقه که برابر با ۲۸/۸٪ است در طبقه کم و ۱۳۱۸۵ هکتار که معادل ۷۳/۱۳٪ از منطقه است در طبقه متوسط قرار دارد همچنین نتایج حاصل از میانگین هندسی شاخص‌های معیار آب حاکی از این است که ۱۰۸۶۱/۴ هکتار (۶۰/۲٪) از مساحت دشت در طبقه کم و ۷۱۶۶/۶ هکتار (۳۹/۷۵٪) از مساحت منطقه در طبقه متوسط جای دارد

نتایج حاصل از ارزش‌دهی معیارهای مورد بررسی بیان‌کننده این است که معیار اقلیم با ارزش ۲/۶۱ مؤثرترین معیار در افزایش شدت بیابان‌زایی دشت عباس است.

به‌طور کلی هدف از انجام این مطالعه بررسی شدت بیابان‌زایی در

فراوانی بارندگی برای یک ایستگاه یا پیکسل از نقشه است. احتمالات تجمعی گاما از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}$$

در این معادله a پارامتر شکل β پارامتر مقیاس X مقدار بارندگی و $\Gamma(a)$ تابع گاما است. پارامترهای توزیع چگالی احتمال گاما از داده‌های نمونه با روش درست‌نمایی حداکثر برای هر ایستگاه و برای مقیاس زمانی انتخابی و برای هر ما از سال برآورد می‌شود بنابراین:

$$\hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\alpha}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{4.A} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{4.A}{3}} \right]$$

که:

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

N تعداد مشاهدات بارندگی و به علاوه X میانگین بارندگی تجمعی برای یک ماه در طول دوره آماری است.

چون تابع گاما برای بارش صفر میلی‌متر تعریف نشده و توزیع بارندگی ممکن است دارای مقادیر صفر باشد، احتمال تجمعی کل که در برگزیده مقادیر صفر نیز است، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x)$$

که در آن q احتمال صفر بودن مقدار بارندگی و $P = 1 + q$ است اگر m تعداد داده‌های بارندگی صفر در سری زمانی N تایی باشد، آنگاه q است رابطه زیر به دست می‌آید:

$$q = \frac{m}{n}$$

پس از محاسبه احتمال تجمعی کل مقدار متغیر تصادفی نرمال استاندارد هم احتمال با احتمال مذکور دارای میانگین صفر و انحراف معیار ۱ است محاسبه می‌شود. این مقدار همان شاخص SPI است [Hejazi Zadeh & Joyzadeh, 2010]

خشکی ترانسو

برای محاسبه خشکی ترانسو که یکی دیگر از شاخص‌های آب‌وهوا است نیز از رابطه زیر استفاده شده است:

$$I = \frac{P}{ETP}$$

که در آن P مجموع بارش سالانه و ETP تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه است [Gharaati Jahromi et al, 2014].

یافته‌ها

بررسی شدت بیابان‌زایی در دشت کاشان با استفاده از روش IMDPA

در این بخش با استفاده از روش IMDPA شدت بیابان‌زایی در دشت کاشان در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ محاسبه و مقایسه شده است.

تفکیک مکانی ۵۰۰ متر و در مقیاس زمانی ۸ روزه تهیه می‌شوند. در این تحقیق جهت محاسبه خشکی ترانسو داده‌های ۸ روزه براساس تقویم هجری شمسی به داده‌های سالانه تبدیل و مورد استفاده قرار گرفته است. این داده‌ها از سامانه گوگل ارث انجین دریافت شده است.

در این تحقیق جهت مدل‌سازی شدت بیابان‌زایی در دشت کاشان از مدل ایرانی IMDPA استفاده شده است.

در روش IMDPA شدت بیابان‌زایی به کمک ۹ معیار خاک، فرسایش بادی، فرسایش آبی، اقلیم، آب، پوشش گیاهی، کشاورزی، توسعه تکنولوژی و مدیریت و ۳۵ شاخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با این وجود به دلایل مختلفی از جمله کمبود داده‌ها یا اطلاعات موجود می‌توان مدل را با تعداد معیارها و شاخص‌های کمتری نیز مورد استفاده قرار داد. بر این اساس در این تحقیق با توجه به داده‌های موجود معیار پوشش گیاهی، فرسایش آبی و آب‌وهوا مورد استفاده قرار گرفت که در ادامه به شرح بیشتر این موضوع پرداخته شده است.

در مدل IMDPA جهت بررسی شدت بیابان‌زایی ابتدا شاخص‌های مربوط به هر معیار مورد بررسی قرار می‌گیرد و براساس تأثیری که در بیابان‌زایی دارند وزنی بین صفر تا ۴ به آنها اختصاص داده می‌شود. در نتیجه برای هر شاخص یک نقشه وزن‌دهی شده به دست می‌آید که دارای ۴ کلاس از شدت بیابان‌زایی است. این کلاس‌ها عبارتند از کلاس کم، متوسط، شدید و خیلی شدید که با توجه به مقدار وزن هر پیکسل از نقشه به دست می‌آیند. دامنه وزن هر یک از کلاس‌ها در جدول ۱ ارائه شده است [Niko, 2011]

جدول ۱) طبقه‌بندی کلاس‌های بیابان‌زایی شاخص‌ها در مدل IMDPA

کلاس	دامنه وزن
کم (ضعیف)	۰ - ۱/۵۹
متوسط	۱/۶ - ۲/۵۹
شدید	۲/۶ - ۳/۵۹
خیلی شدید	۳/۶ - ۴

میانگین هندسی از رابطه زیر محاسبه شد [Gharaati Jahromi et al, 2014]:

$$IMDPA = \left[\prod_{i=1}^3 Q_i \right]^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{Q_1 \times Q_2 \times Q_3}$$

در رابطه بالا Q_1 معیار پوشش گیاهی، Q_2 معیار فرسایش آبی و Q_3 معیار آب‌وهوا است.

محاسبه شاخص IMDPA برای دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ صورت گرفته است تا به این ترتیب امکان مقایسه شرایط و تغییرات در طول زمان فراهم شود.

شاخص SPI

جهت بررسی شرایط خشکسالی از شاخص SPI ۱۲ ماه استفاده شده است. محاسبه SPI شامل برآزش تابع چگالی احتمال گاما و توزیع

معيار تراکم پوشش گیاهی

جهت بررسی معيار تراکم پوشش گیاهی از تصاویر NDVI ماهواره لندست ۷ استفاده شد.

شکل ۱ و جدول ۲ نتایج به دست آمده را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۸۰ قسمت‌هایی که فاقد پوشش گیاهی بودند عمدتاً در نواحی شرقی و شمالی منطقه قرار داشته و بیشترین مساحت منطقه را پوشش ضعیف و پراکنده شامل می‌شود. در بخش‌های کمی از منطقه نیز به صورت پراکنده پوشش معمولی وجود داشته است اما در سال ۱۳۹۴ مناطق فاقد پوشش گیاهی و پوشش معمولی کاهش داشته و در عوض به مساحت نواحی دارای پوشش گیاهی ضعیف و پراکنده افزوده شده است. به نحوی که بسیاری از نواحی مرکزی نیز پوشش گیاهی خود را به میزان قابل توجهی از دست داده در نتیجه تراکم پوشش گیاهی در سال ۱۳۹۴ نسبت به ۱۳۸۰ کاهش یافته است.

بررسی شدت بیابان‌زایی براساس معيار تراکم پوشش گیاهی نشان داد که شدت بیابان‌زایی در منطقه در هر دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ وضعیت بسیار شدید، شدید و متوسط را شامل می‌شود نواحی دارای شدت بیابان‌زایی بسیار شدید منطبق بر بخش‌هایی از منطقه است که فاقد پوشش گیاهی هستند. بخش‌های دارای شدت بیابان‌زایی متوسط و شدید به ترتیب منطبق بر پوشش گیاهی معمولی و پوشش گیاهی پراکنده هستند؛ در نتیجه در سال ۱۳۹۴ شدت بیابان‌زایی نسبت به سال ۱۳۸۰ افزایش داشته است؛ به نحوی که ۷۳۶ کیلومترمربع به نواحی دارای شدت بیابان‌زایی شدید افزوده شده است (شکل ۲ و جدول ۳).

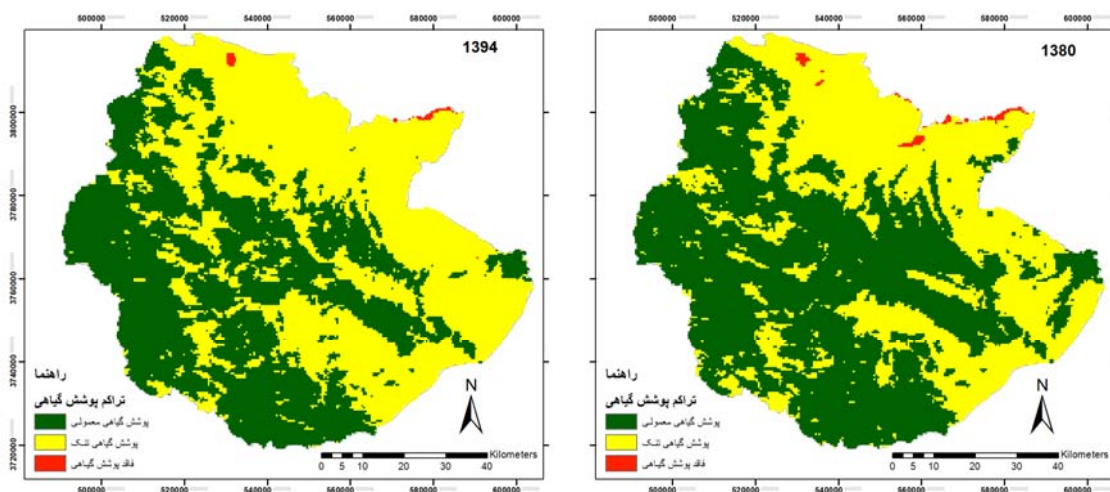
معيار آب‌وهوا

(الف) مجموع بارش سالانه

جهت بررسی معيار آب‌وهوا از سه شاخص مجموع بارش سالانه، خشکسالی و خشکی ترانسو استفاده شده است.

نقشه طبقه‌بندی مجموع بارش سالانه برای دو سال مورد بررسی در شکل ۳ ارایه شده است. در سال ۱۳۸۰ بیشترین مساحت از منطقه در طبقه بارشی ۱۵۰ تا ۷۵ میلی‌متر قرار دارد و پس از آن به ترتیب منطقه دارای بارش ۲۱۶ تا ۱۵۰ میلی‌متر و ۷۵ تا ۶۷ میلی‌متر قرار دارند. در سال ۱۳۹۴ از وسعت هر سه منطقه بارشی کاسته شده است. بیشینه بارش منطقه که در سال ۱۳۸۰، ۲۱۶ میلی‌متر بوده است به ۱۸۶ میلی‌متر کاهش داشته و کمینه بارش نیز از ۶۷ میلی‌متر در سال ۱۳۸۰ به ۶۵ میلی‌متر در سال ۱۳۹۴ رسیده است. کاهش میزان بارش در منطقه به نحوی بوده است که در سال ۱۳۹۴ بیشترین مساحت از منطقه در طبقه بارش متوسط و کمترین بارش قرار گرفته است (جدول ۴).

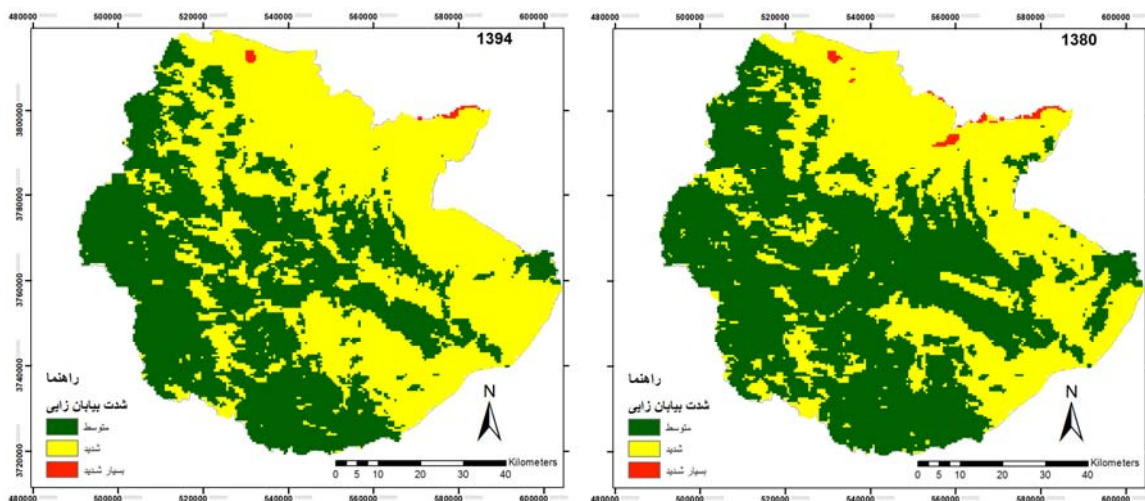
محاسبه شدت بیابان‌زایی براساس شاخص مجموع بارش سالانه نشان می‌دهد که در هر دو سال شدت بیابان‌زایی در منطقه سه نوع متوسط و شدید و بسیار شدید بوده است. در سال ۱۳۸۰ بیشترین مساحت از منطقه دارای شدت بیابان‌زایی شدید بوده است اما در سال ۱۳۹۴ به میزان قابل ملاحظه‌ای بر وسعت نواحی دارای شدت بیابان‌زایی بسیار شدید افزوده شده است؛ به شکلی که بیشترین مساحت منطقه را بعد از طبقه شدید شامل می‌شود. در نتیجه وسعت مناطق دارای شدت بیابان‌زایی متوسط و شدید به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. بر این اساس شدت بیابان‌زایی در منطقه براساس این شاخص افزایش چشمگیری داشته است (جدول ۵؛ شکل ۴).



شکل ۱) تراکم پوشش گیاهی و تغییرات آن براساس شاخص NDVI در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۲) وسعت طبقات تراکم پوشش گیاهی و تغییرات آن براساس شاخص NDVI به کیلومترمربع در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

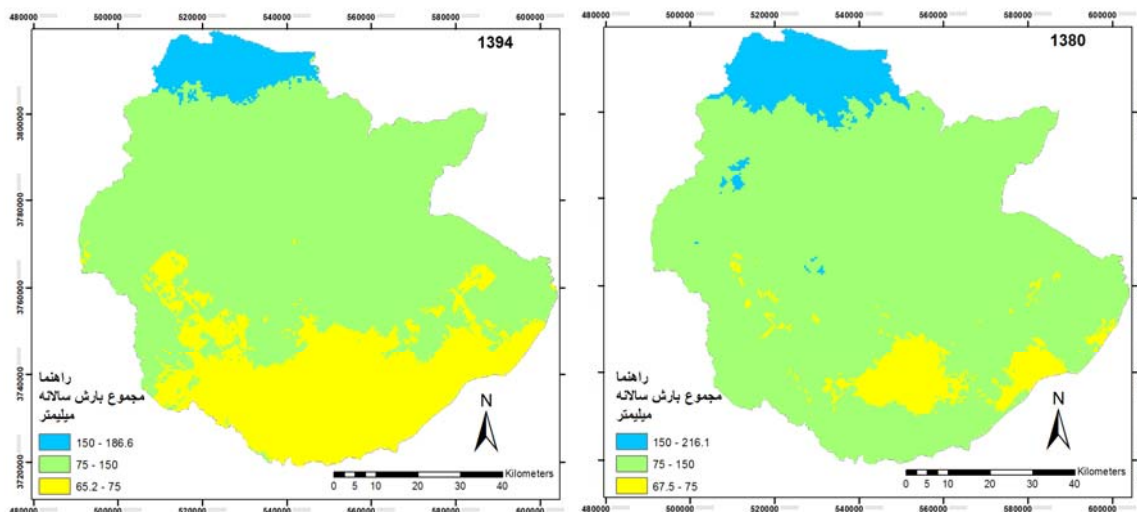
سال	فاقد پوشش	پوشش ضعیف و پراکنده	پوشش معمولی
۱۳۸۰	۳۲/۳۵	۳۰۱۷/۸	۴۱۲۶/۸
۱۳۹۴	۱۵/۰۴	۳۷۵۴/۳	۳۴۰۷/۸
تغییرات	- ۳۱/۱۷	+ ۷۳۶/۵	- ۷۱۹



شکل ۲) شدت بیابان‌زایی و تغییرات آن براساس معیار تراکم پوشش گیاهی در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۳) وسعت طبقات شدت بیابان‌زایی و تغییرات آن براساس معیار پوشش گیاهی به کیلومترمربع در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال	متوسط	شدید	بسیار شدید
۱۳۸۰	۳۲/۳۵	۳۰۱۷/۸	۴۱۲۶/۸
۱۳۹۴	۱۵/۰۴	۳۷۵۴/۳	۳۴۰۷/۸
تغییرات	- ۳۱/۱۷	+ ۷۳۶/۵	- ۷۱۹



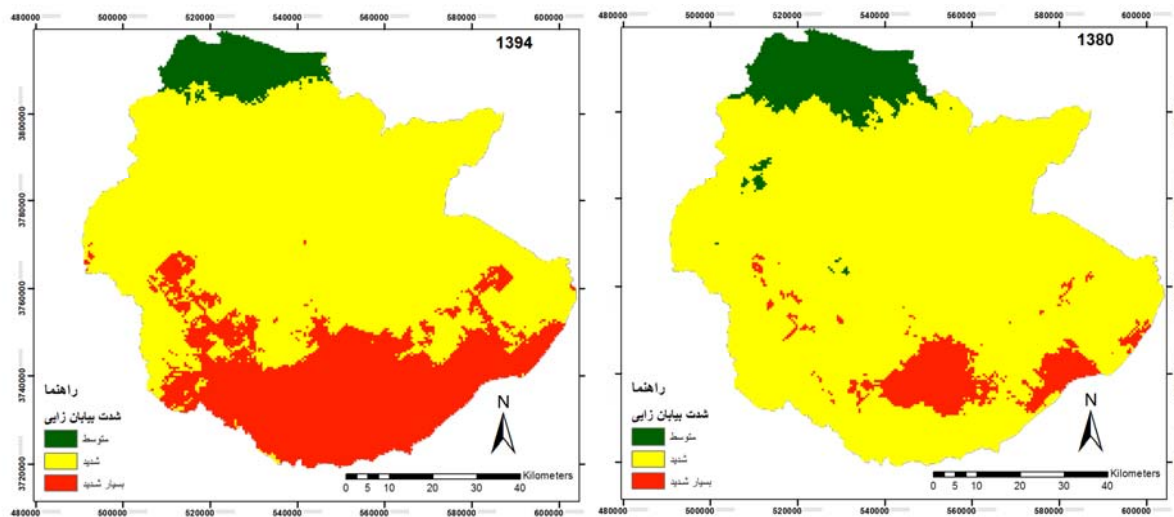
شکل ۳) طبقات مجموع بارش سالانه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۴) وسعت طبقات بارشی در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال ۱۳۸۰		سال ۱۳۹۴	
طبقه بارشی (میلی‌متر)	مساحت (کیلومترمربع)	طبقه بارشی (میلی‌متر)	مساحت (کیلومترمربع)
۱۵۰ - ۲۱۶/۱	۶۰۴/۷	۱۵۰ - ۱۸۶/۶	۳۹۳/۳
۷۵ - ۱۵۰	۶۰۹۲/۴	۷۵ - ۱۵۰	۴۸۹۶/۴
۷۵ - ۷۵	۴۸۳/۴	۷۵ - ۶۵/۲	۱۸۹۱/۷

جدول ۵) وسعت طبقات شدت بیابان‌زایی به کیلومترمربع براساس شاخص بارش سالانه در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال	متوسط	شدید	بسیار شدید
۱۳۸۰	۶۰۴/۷	۶۰۹۲/۴	۴۸۳/۴
۱۳۹۴	۳۹۳/۳	۴۸۹۶/۴	۱۸۹۱/۷
تغییرات	- ۲۱۱/۴	- ۱۱۹۶	+ ۱۴۰۸/۳



شکل ۴) شدت بیابان‌زایی براساس شاخص بارش سالانه و تغییرات آن در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

ب) شاخص خشکسالی

نتیجه بررسی شرایط خشکسالی در منطقه که با استفاده از شاخص SPI انجام شده است در شکل ۵ و جدول ۶ ارایه شده است. بر این اساس در سال ۱۳۸۰ شرایط خشکسالی از نرمال تا خشکسالی حاد در منطقه متغیر است. بیشترین وسعت منطقه در این سال دارای خشکسالی ملایم و بخش کوچکی در شمال منطقه خشکسالی حاد داشته است. در سال ۱۳۹۴ بازم شرایط از نرمال تا خشکسالی حاد متغیر بوده است اما در این سال از وسعت مناطق دارای شرایط نرمال به میزان قابل توجهی کاسته شده است؛ به نحوی که شرایط نرمال در هیچ جای منطقه وجود ندارد. در عوض مقدار قابل توجهی بر وسعت مناطقی که خشکسالی شدید و حاد داشته‌اند افزوده شده است؛ به شکلی که بسیاری از مناطق به صورت پراکنده در سرتاسر دشت کاشان خشکسالی حاد داشته‌اند.

بررسی شدت بیابان‌زایی براساس شاخص خشکسالی در شکل ۶ و جدول ۷ ارایه شده است. در هر دو سال شدت بیابان‌زایی در منطقه براساس شاخص خشکسالی از کم تا بسیار شدید متغیر بوده است. با این تفاوت که در سال ۱۳۸۰ شدت بیابان‌زایی متوسط در منطقه غالب بوده است و تنها قسمت‌های کمی از منطقه در طبقه بیابان‌زایی بسیار شدید قرار گرفته‌اند اما در سال ۱۳۹۴ شرایط دچار تغییر بسیار زیادی شده است؛ به نحوی که بیشترین وسعت از منطقه به ترتیب در طبقه بیابان‌زایی شدید و بسیار شدید قرار گرفته است و از وسعت مناطق با شدت بیابان‌زایی کم به شدت کاسته شده است.

پ) معیار خشکی ترانسو

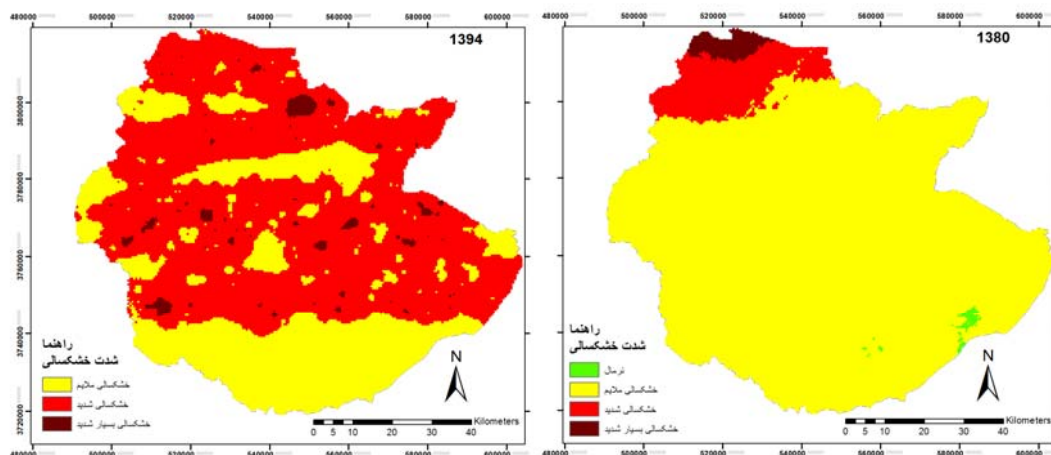
یکی دیگر از شاخص‌های مورد بررسی در معیار آب‌وهوا شاخص خشکی ترانسو است. این شاخص از نسبت بین شدت خشکسالی و تبخیر و تعرق پتانسیل به دست می‌آید در نتیجه نقشه تبخیر و تعرق پتانسیل برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در شکل ۷ ارایه شده است. شدت تبخیر و تعرق در دو سال مورد بررسی تغییرات چشمگیری نداشته است اما توزیع مکانی طبقات تفاوت بسیار زیادی به لحاظ تجمع و پراکندگی دارد؛ به گونه‌ای که در سال ۱۳۸۰ توزیع مکانی طبقات متراکم‌تر و فشرده‌تر بوده است اما در سال ۱۳۹۴ پراکندگی و تنوع بیشتری در منطقه دیده می‌شود.

نتیجه محاسبه شاخص خشکی ترانسو در شکل ۸ ارایه شده است. مقدار بیشینه این شاخص در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۸۰ افزایش یافته است و مقدار کمینه این شاخص نیز تغییرات کمی در جهت کاهشی داشته است؛ به طور کلی منطقه در هر دو سال مورد بررسی شرایط تقریباً یکسانی داشته است (جدول ۸)

شدت بیابان‌زایی براساس شاخص خشکی ترانسو در هر ۲ سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ محاسبه و در شکل ۹ و جدول ۹ ارایه شده است براساس این شکل در هر دو سال بیش از نیمی از وسعت منطقه دارای بیابان‌زایی بسیار شدید بوده است و این مسئله در سال ۱۳۹۴ وسیع‌تر شده است. درحالی‌که از وسعت مناطق با شدت بیابان‌زایی شدید مقداری کاسته شده است.

جدول ۶) وسعت طبقات شدت خشکسالی براساس شاخص SPI به کیلومترمربع در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

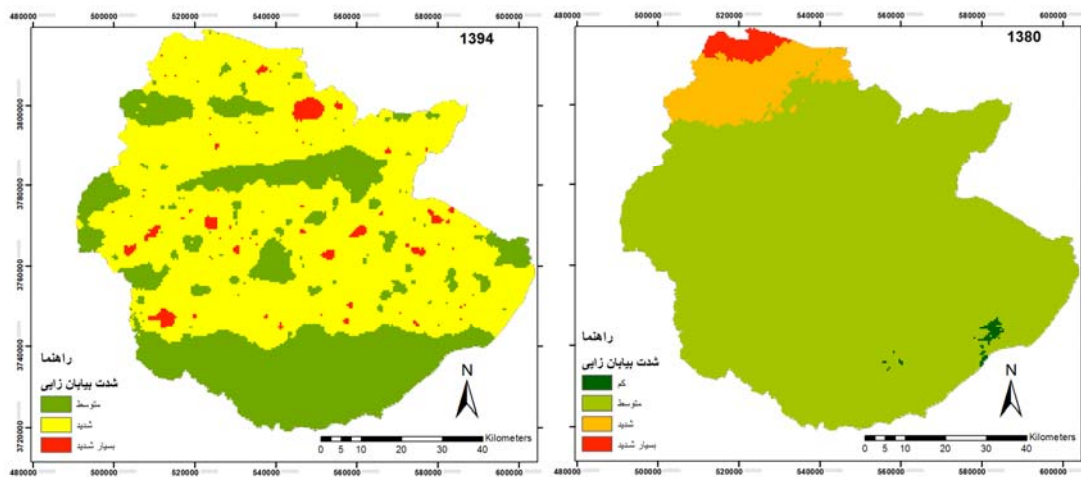
سال	نرمال	خشکسالی ملایم	خشکسالی شدید	خشکسالی بسیار شدید
۱۳۸۰	۲۴/۵	۶۴۹۹/۹	۵۴۵/۶	۱۱۱
۱۳۹۴	-	۲۳۳۴/۶	۴۷۱۴/۸	۱۲۹/۶
تغییرات	- ۲۴/۵	- ۴۱۶۵/۳	+ ۴۱۶۹/۲	+ ۱۸/۶



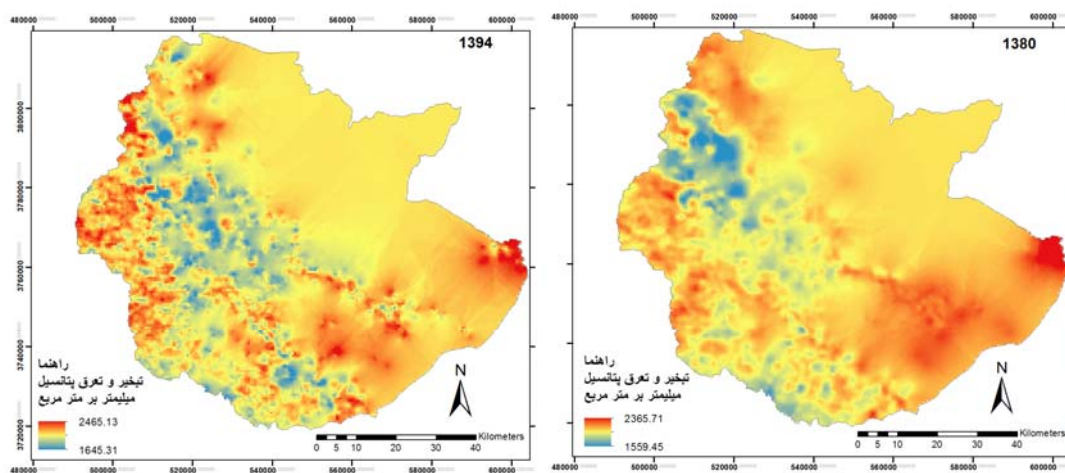
شکل ۵) شرایط خشکسالی براساس شاخص SPI در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۷) وسعت طبقات شدت بیابان‌زایی و تغییرات آن به کیلومترمربع براساس شاخص SPI در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

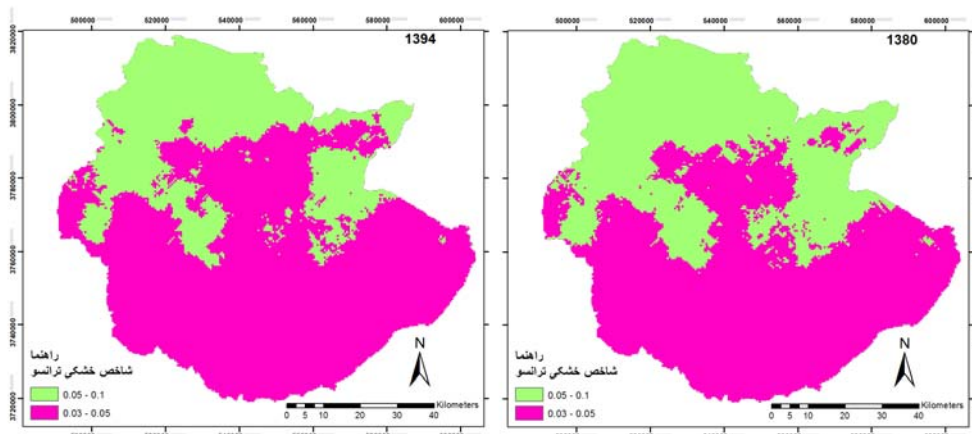
سال	کم	متوسط	شدید	بسیار شدید
۱۳۸۰	۲۴/۵	۶۴۹۹/۹	۵۴۵/۶	۱۱۱
۱۳۹۴	-	۲۳۳۴/۶	۴۷۱۴/۸	۱۲۹/۶
تغییرات	- ۲۴/۵	- ۴۱۶۵/۳	+ ۴۱۶۹/۲	+ ۱۸/۶



شکل ۶) شدت بیابان‌زایی براساس شاخص SPI در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه



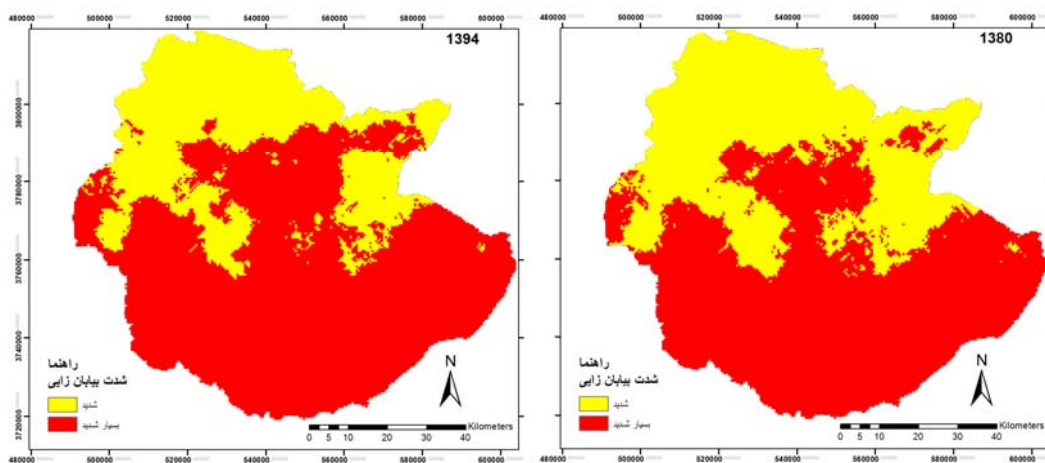
شکل ۷) تبخیر و تعرق پتانسیل در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه



شکل ۸) شاخص خشکی ترانسو در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۸) وسعت طبقات خشکی ترانسو در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال ۱۳۹۴		سال ۱۳۸۰	
مساحت (کیلومترمربع)	خشکی ترانسو	مساحت (کیلومترمربع)	خشکی ترانسو
۲۳۰۸/۳	۰/۰۳ - ۰/۰۵	۲۸۹۰/۳	۰/۰۳ - ۰/۰۵
۴۸۷۲/۳	۰/۰۵ - ۰/۱	۴۲۹۰/۱	۰/۰۵ - ۰/۱



شکل ۹) شدت بیابان‌زایی براساس شاخص خشکی ترانسو در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۹) وسعت طبقات بیابان‌زایی براساس شاخص خشکی ترانسو در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال	شدید	بسیار شدید
۱۳۸۰	۲۸۹۰/۳	۴۲۹۰/۱
۱۳۹۴	۲۳۰۸/۳	۴۸۷۲/۳
تغییرات	- ۵۸۲	+ ۵۸۲/۲

بحث

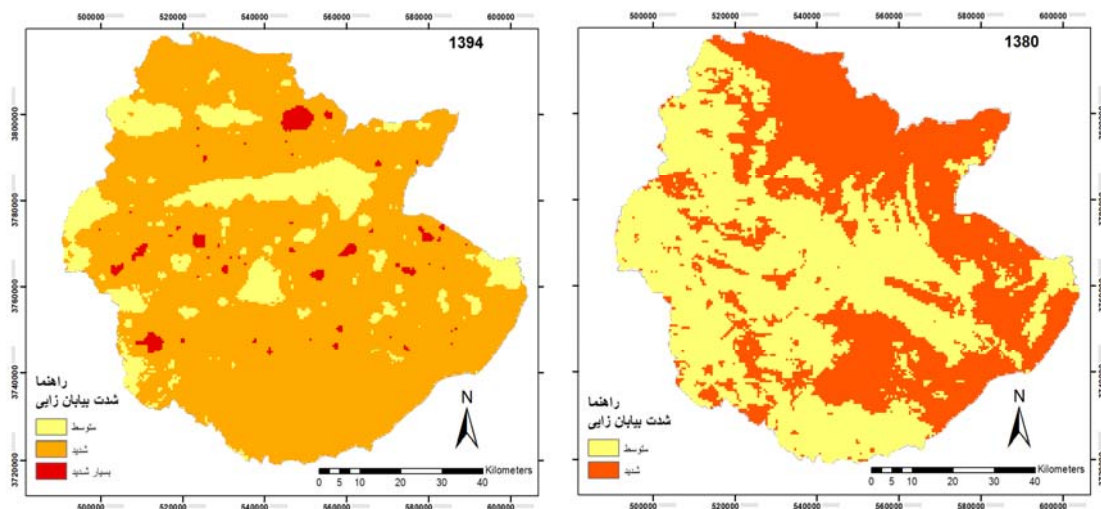
شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA

شاخص بیابان‌زایی IMDPA از ترکیب معیارهای مورد بررسی، برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ محاسبه و نتایج آن در شکل ۱۰ و جدول ۱۰ ارائه شد. بر این اساس در سال ۱۳۸۰، ۳۸۵۳/۱ کیلومترمربع از منطقه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط بوده است. این مناطق عمدتاً در قسمت‌های مرکزی و غربی منطقه مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

مابقی منطقه که وسعتی برابر با ۳۲۹۴/۸ کیلومترمربع را شامل می‌شود نیز شرایط بیابان‌زایی شدید داشته است که این مناطق بیشتر در شرق و شمال دیده می‌شود. در سال ۱۳۹۴ شرایط بیابان‌زایی تغییرات زیادی داشته است به نحوی که منطقه را می‌توان به لحاظ شدت بیابان‌زایی به سه ناحیه بیابان‌زایی متوسط، شدید و بسیار شدید تقسیم کرد. در این سال ناحیه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط به ۱۰۳۵/۲ کیلومترمربع کاهش یافته است. در

منطبق بر نواحی کویری و دشت‌های شور هستند که در شرق نواحی مرکزی منطقه دیده می‌شود در نتیجه شدت بیابان‌زایی در دو دوره مورد بررسی افزایش محسوسی داشته است.

عوض بیابان‌زایی شدید گسترش زیادی داشته است. به نحوی که به ۶۰۱۹/۳ کیلومترمربع رسیده است. علاوه بر این طبقه جدید یعنی بیابان‌زایی بسیار شدید نیز ۱۲۴/۷ کیلومترمربع از منطقه را در بر گرفته است. نواحی دارای شدت بیابان‌زایی بسیار شدید عمدتاً



شکل ۱۰) شدت بیابان‌زایی براساس مدل IMDPA و تغییرات آن در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

جدول ۱۰) وسعت کلاس‌های شدت بیابان‌زایی و تغییرات آنها به کیلومترمربع در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در منطقه مورد مطالعه

سال	متوسط	شدید	بسیار شدید
۱۳۸۰	۳۸۵۳/۱	۳۲۹۴/۸	-
۱۳۹۴	۱۰۳۵/۲	۶۰۱۹/۳	۱۲۴/۷
تغییرات	- ۲۸۱۷/۹	+ ۲۷۲۴/۵	+ ۱۲۴/۷

فاقد پوشش گیاهی، پوشش ضعیف و پراکنده و پوشش معمولی تقسیم کرد. بیشترین مساحت از سطح منطقه در سال‌های مورد بررسی یعنی ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در طبقه پوشش ضعیف و پراکنده قرار می‌گیرد، اما در سال ۱۳۹۴ مناطق فاقد پوشش گیاهی و پوشش معمولی کاهش داشته در نتیجه در سال ۱۳۹۴، ۷/۵ کیلومترمربع بر وسعت مناطق با پوشش گیاهی ضعیف و پراکنده افزوده شده است. از نظر معیار تراکم پوشش گیاهی شدت بیابان‌زایی در منطقه نیز شامل سه طبقه متوسط، شدید و بسیار شدید است که در هر دو سال مورد بررسی بیشترین وسعت منطقه در طبقه بیابان‌زایی شدید قرار داشته است. علاوه بر این با توجه به کاهش وسعت دو طبقه پوشش گیاهی معمولی و فاقد پوشش در سال ۱۳۹۴ ضمن کاسته شدن از طبقات بیابان‌زایی متوسط و بسیار شدید بر وسعت منطقه دارای بیابان‌زایی شدید افزوده شده است. در نتیجه از نظر معیار پوشش گیاهی بیابان‌زایی در دشت کاشان شدت یافته است. در بررسی معیار آب‌وهوا شاخص‌های مجموع بارش سالانه، خشکسالی، خشکی ترانسو مورد بررسی قرار گرفت. از نظر مجموع بارش سالانه دشت کاشان در هر دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ به سه طبقه بارشی تقسیم می‌شود. در نتیجه شدت بیابان‌زایی منطقه براساس شاخص مجموع بارش سالانه شامل سه گروه کم، متوسط و شدید

نتایج حاصل از این مطالعه با مطالعات [Bakhshandeh Mehr *et al*, 2011; Gharaati Jahromi *et al*, 2014; Bahraini *et al*, 2012; Zolfaghari *et al*, 2016, Masoudi *et al*, 2015; Mamboni *et al*, 2015; Silakhori, 2014] مطالعات دیگر همسو بوده که این امر نشانگر روند افزایشی و رو به رشد بیابان‌زایی در مناطق مختلف کشور است. لازم به ذکر است در هر منطقه با توجه به ساختار محیطی حاکم، شرایط آب و هوایی، شرایط اکولوژی، وضعیت حاکم در پهنه طبیعی و انسانی حاکم معیار یا معیارهایی نقش کلیدی را ایفا می‌کند و از طرفی چون مدل بیابان‌زایی ایرانی این انعطاف را داراست که محقق براساس دید خود معیارهای مد نظر را انتخاب کند و براساس آن مطالعه خود را پیش برد از این جهت در هر منطقه معیارها انتخابی یکسان نبود و در هر منطقه یک عامل یا چند معیار نقش مهم‌تری دارد اما در روند کلی تحقیقات رشد بیابان دیده شده و به عبارتی در همه تحقیقات روند افزایشی و رو به رشد بیابان یک امر تأیید شد و غیرقابل انکار است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که یکی از عوامل نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی و آگاهی از آن وضعیت پوشش گیاهی است که دشت کاشان از نظر تراکم پوشش گیاهی می‌توان به سه قسمت

Gharaati Jahromi M, Vali AA, Mousavi Hojat, Panahi F, Khosravi H (2014). Investigation of desertification process of Kashan plain using IMDPA model with emphasis on climate criteria. *Agricultural Meteorology*. 2(2):47-61.

Habibi Pour A, Akbari H, Talebi A (2013). Study of desertification status using IMDPA model with emphasis on water and wind erosion criteria, case study: Bahabad district of Yazd Province. *Journal of Geography and Environmental Planning*. 25(2): 151-168

Hejazi Zadeh Z, Joyzadeh S (2010). Introduction to drought and Its indicators. Tehran: Samt Publication.

Shokohi E, Zahhtabian G, Tavili A (2012). Mapping desertification status of Khazrabad-Elahabad plain of Yazd using IMDPA model with emphasis on soil and water criteria. *Journal of Rangeland and Watershed Management*. 65(4):517-528.

Zolfaghari F, Shahriari A, Fakhireh A, Rashaki A, Nouri S, Khosravi H (2011). Evaluation of Sistan plain desertification intensity using IMDPA model. *Watershed Research*. 24(2):97-107.

Zolfaghari F, Khosravi H (2016). Assessment of desertification intensity of Saravan region using IMDPA. *Geography and Environmental Planning Model*. 27(2):87-102

Rezaei Rad N (2008). Desertification potential of Cheshmeh Khan basin using IMDPA method. [dissertation]. Tehran: University of Tehran

Raeesi A, Ahmadi H, Zahhtabian G, Ahmadi H, Khosravi H, dastorani M (2013). EVALUATION Evaluation of current desertification status in shore deserts using biophysical criteria of imdpa model case study: Kahire Konarak, Chabahar. *Watershed Management Researchesh (Pajouhesh-Va- Sazandegi)*. 25(4):43-51.

Mamboni M, Karamshahi A, Grai P, Azadnia F, Khosravi H (2015). Evaluation of current desertification status, emphasizing on water, climate and soil criteria using IMDPA model case study: Abbas plain. *Journal of Agricultural Science and Technology- Natural Resources- Soil and Water Sciences*. 19(72):349-359

Masoudi R, Zahhtabian G, Ahmadi H, Khalighi Sigaroudi S (2015). Desertification assessment based on two water and climate criteria, case study: Kashan plain. *Rangeland and Watershed Management*. 68(4):711-723

Niko S (2011). Evaluation of desertification potential based on IMDPA method for identification of factors affecting land degradation, case study: Damghan Region. [dissertation]. Tehran: University of Tehran

Kogan FN (1993). United States droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites. *Proceedings of IGARSS '93 - IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. 1993, 18-21 Aug; Tokyo. pp.197-199.

Silakhori E (2014). Mapping the severity of desertification hazard in Sabzevar mazzinan area from ESIs model using ESAs model. *Management Research Quarterly*. 1(2):63-57

Lavado Conntador JF, Schnabel S, Mezo Gutierrez AG, Pulido FM (2008). Mapping sensitivity to land degradation extremadura. *SW spain. Land Degradation & Development*. 20:(2)129-144.

Ladisa G, Todorovic M, trisorio_liuzzi G (2002). Characterization of area sensitive to desertification in southern Italy, proc. Of the 2nd int. conf. on new trend in water and environmental engineering for safety and life: ecocompatible solutions for aquatic environmental, Capri, italy. 20:376-385.

می‌شود. تفاوت مهم بین این دو سال کاهش وسعت مناطق دارای شرایط نرمال و خشکسالی ملایم و افزایش مناطق دارای خشکسالی شدید و حاد در سال ۱۳۹۴ نسبت به ۱۳۸۰ است. بر این اساس شدت بیابان‌زایی نیز در هر دو سال دارای حالات کم، متوسط، شدید و بسیار شدید بوده است که با شدت گرفتن خشکسالی در سال ۱۳۹۴ از وسعت مناطق دارای شدت بیابان‌زایی کم و متوسط کاسته و بر وسعت مناطق دارای بیابان‌زایی شدید و بسیار شدید افزوده شده است. منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص خشکی ترانسو در هر دو سال شرایط تقریباً مشابهی داشته که بر همین اساس شدت بیابان‌زایی نیز در هر دو سال برای کل منطقه در وضعیت بسیار شدید بوده است.

از ترکیب معیارهای بالا وضعیت نهایی بیابان‌زایی براساس روش IMDPA برای هر دو سال به دست آمد. نتایج نشان داد که علاوه بر اینکه در سال ۱۳۹۴ کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید در منطقه ایجاد شده است وسعت مناطق دارای بیابان‌زایی شدید نیز گسترش قابل‌توجهی داشته است.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تأییدیه اخلاقی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: امیر فخرآبادی (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده بحث (۷۰٪)؛ محمد سلیقه (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/روش‌شناس (۱۰٪)؛ مهری اکبری (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/تحلیلگر آماری (۱۰٪)؛ محمدحسین ناصرزاده (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده مقدمه (۱۰٪)

منابع مالی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

منابع

Ahmadi H (1996). Criteria for Recognizing Iranian Deserts. Second National Conference on Desertification and Different Methods of Desertification. 1996, 22 August; Kerman.

Bahraini F, Pahlavanrevi A, Moghadamnia A, Rahi G (2012). Spatial prioritization of land degradation with application of IMDPA desertification model with emphasis on wind and climate Erosion, case study: Bardkhoun area, Bushehr. *Journal of Water and Soil*. 26(4):897-907.

Bakhshandeh Mehr L, Soltani S, Sepehr A (2013). Evaluation of current desertification status and modalus modification in Segzi plain, Isfahan. *Journal, Range and Watershed Management*. 66(1):27-41.

Davari S, Rashaki A, Akbari M, Taleban Fard AA (2017). Assessment of desertification severity and risk and presentation of management plans, Case study: Qasim Abad plain, Khorasan Razavi province. *Desert Management*. 9(5):91-106.

Davari S, Rashaki A, Akbari M, Taleban Fard AA (2018). Monitoring of temporal-spatial variability of effective desertification indices in arid regions of south Khorasan. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 9(2):17-32.