

An analysis of man-made factors' role in desertification Case study: Niatak dust corridor in Sistan

S. J. Seyed Akhlaghi^{1*} and A. Gohardoost²

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, Email sjsa47@gmail.com:

2- Researcher, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 04/22/2022

Accepted: 05/15/2023

Abstract

Background and objectives

Desertification is a multidimensional process initiated by the interlinking of environmental and human constructs. It is expanded by combining and synergizing natural conditions, climate change, and human pressure factors. This study aimed to combine economic, social, and managerial factors affecting desertification in the Niatak dust corridor in Sistan and using the application framework of multi-criteria decision-making models, the most important indicators of desertification Human-making is prioritized and introduced in the study area to be used in management and control of desertification and dust phenomenon in the region.

Methodology

This research is survey research. At first, based on the sources and conventional models of desertification assessment, 20 appropriate indicators were selected in the form of 5 criteria using a combination of different models such as IMDPA, MICD, and MEDALUS, along with the opinions of experts and experts familiar with the region, as well as the research executive team. Data and values related to the indicators were collected through various information sources, including reports from the Statistical Center of Iran, the Ministry of Energy, the Agricultural Jihad Organization, and the General Directorate of Natural Resources of the province, as well as structured interviews in the region, and then the factors and indicators under study were ranked using TOPSIS multi-criteria decision-making method, and finally, a zoning map of the study area was prepared by each of the anthropogenic factors. And it was presented.

Results

According to the results, policy and rules (32.5%), economics (25.1%), water, and agriculture (20.6%) had the greatest impact on desertification. The ranking of indicators showed that the Hamoon wetland rights index and Niatak River with a coefficient of 0.69, the institutional and organizational coordination index with a coefficient of 0.6743, the rural development index with a coefficient of 0.6743, the efficiency index of conservation and recovery of desert areas with a coefficient of 0.5596, poverty index and household income with a coefficient of 0.5988, grazing pressure index in rangelands with a coefficient of 0.4821 and agricultural land release index with a coefficient of 0.5596 had the greatest impact on The land was destroyed and deserted.

Conclusion



The results obtained in this study indicate the importance of anthropogenic factors in the desertification of Sistan. By relying on the results of this study that 62% of the land in the Niatak wind erosion corridor is subject to severe desertification, a long-term action plan implementing suitable measures for rehabilitating desert lands of the region by the custodians should be prepared. On the other hand, TOPSIS, used in this study to determine desertification intensity, is a relatively accurate method when using the appropriate indices. It also has simplicity, flexibility, and low cost. This method can help managers and planners of the desert area identify priorities affecting desertification. It can also provide appropriate programs for managing and restoring desert areas.

Keywords: Dust, Environmental protection, Institutional coordination, Niyatak, Sistan.

تحلیلی بر نقش عوامل انسان ساخت در بیابان‌زایی مطالعه موردی: دالان گردوغباری نیاتک در سیستان

سیدجعفر سیداخلاقی^{۱*} و آزاده گوهردوست^۲

*۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهشی بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران، پست الکترونیک: sjsa47@gmail.com

۲- محقق بخش تحقیقات بیابان، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۲

چکیده

سابقه و هدف:

بیابان‌زایی نتیجه فرآیندی چندبعدی بوده و در اثر بهم‌پیوستگی تعدادی از سازه‌های محیطی و انسانی آغاز و با ترکیب و هم‌افزایی اثرات مرتبط با شرایط طبیعی، تغییرات اقلیمی و فشار عوامل انسانی گسترش می‌یابد این پژوهش با هدف واکاوی عوامل اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی مؤثر بر بیابان‌زایی در دالان گردوغباری نیاتک در سیستان و با بهره‌گیری از چارچوب کاربردی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی انسان‌ساخت را در منطقه مورد مطالعه اولویت‌بندی و معرفی نموده تا در مباحث مدیریتی و کنترل بیابان‌زایی و پدیده گردوغبار منطقه بکار گرفته شود.

مواد و روش:

این پژوهش از نوع پژوهش‌های پیمایشی است. ابتدا براساس منابع و مدل‌های مرسوم ارزیابی بیابان‌زایی، ۲۰ شاخص مناسب در قالب ۵ معیار با استفاده از ترکیبی از مدل‌های مختلف از جمله MICD, IMDPA, MEDALUS همراه با نظرات متخصصین و کارشناسان آشنا به منطقه و نیز تیم اجرایی پژوهش انتخاب و تعیین گردید. داده‌ها و مقادیر مربوط به شاخص‌ها از طریق منابع اطلاعاتی مختلف شامل گزارش‌های مرکز آمار ایران، وزارت نیرو، سازمان جهاد کشاورزی و اداره کل منابع طبیعی استان و همچنین مصاحبه ساختاریافته در منطقه جمع‌آوری و سپس عوامل و شاخص‌های مورد مطالعه، با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS، رتبه‌بندی شدند و در نهایت نقشه پهنه‌بندی محدوده مطالعاتی به تفکیک هریک از عوامل انسان‌ساخت تهیه و ارائه گردید.

نتایج:

نتایج نشان داد عامل سیاست و قوانین به میزان ۳۲/۵ درصد، عامل اقتصادی با ۲۵/۱ درصد، عامل آب و کشاورزی با ۲۰/۶ درصد، بیشترین تأثیر را بر روند بیابان‌زایی در منطقه داشته است. همچنین رتبه‌بندی شاخص‌ها نشان داد که شاخص حقایق تالاب هامون و خشکیدگی رودخانه نیاتک با ضریب ۰/۶۹، شاخص هماهنگی نهادی و سازمانی با ضریب ۰/۶۷۴۳، شاخص توسعه یافتگی روستاها با ضریب ۰/۶۷۴۳، شاخص اثربخشی عملیات حفظ و احیاء مناطق بیابانی با ضریب ۰/۵۵۹۶، شاخص فقر و درآمد خانوار با ضریب ۰/۵۹۸۸، شاخص فشار چرای دام در مراتع با ضریب ۰/۴۸۲۱ و شاخص میزان اراضی کشاورزی رهاشده با ضریب ۰/۵۵۹۶ بیشترین تأثیر را در فرایند تخریب سرزمین و بیابان‌زایی منطقه داشته است.

نتیجه‌گیری:

نتایج بدست آمده در این تحقیق که حاکی بر اهمیت عوامل انسان‌ساخت در بیابان‌زایی سیستان است با اتکاء بر نتایج این پژوهش

مینی بر اینکه ۶۲ درصد اراضی در دالان فرسایش بادی نیاتک در معرض بیابانزایی شدید و خیلی شدید قرار دارد، ضرورت ایجاد می‌نماید، یک برنامه عملیاتی بلندمدت با هدف اجرایی‌سازی اقدامات مناسب برای احیاء اراضی بیابانی منطقه از سوی متولیان امر تهیه شود. از طرفی، روش تاپسیس که در این پژوهش برای تعیین شدت بیابانزایی استفاده گردید، با توجه به در نظر گرفتن شاخص‌های مناسب، ساده‌بودن، منعطف بودن، کم‌هزینه‌بودن، روش نسبتاً دقیقی است. استفاده از این روش می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان حوزه بیابان را در شناسایی اولویت‌های مؤثر بر بیابانزایی و نیز ارائه برنامه‌های مناسب برای مدیریت و احیای مناطق بیابانی کمک نماید.

کلمات کلیدی: گرد و غبار، حبابه زیست‌محیطی، هماهنگی نهادی، نیاتک، سیستان،

مقدمه

بیابانزایی یکی از پیامدها و آسیب‌های مهم مدیریت غلط و غیرآمایشی سرزمین است. خطرات بیابانزایی هنگامی بیشتر درک می‌شود که جوامع بدانند، این پدیده نتیجه فرایندی چندبعدی بوده و در اثر بهم‌پیوستگی تعدادی از سازه‌های محیطی و انسانی آغاز و با ترکیب و هم‌افزایی اثرات مرتبط با شرایط طبیعی، تغییرات اقلیمی و فشار عوامل انسانی گسترش می‌یابد (Sontini et al., 2017). بیابانزایی برآیند مجموعه‌ای از عوامل طبیعی، اقلیمی، بوم‌شناختی و اقتصادی-اجتماعی بوده و به اعتقاد اکثر صاحب‌نظران، مولفه‌های اقتصادی و اجتماعی به عنوان مهمترین عوامل در تخریب منابع طبیعی به شمار می‌آید (Ahmadi & Jafarianjelodar, 2004). جدی‌ترین اثر نامطلوب بیابانزایی، کاهش توان تولید و تهدید امنیت غذایی و از بین بردن ساختارهای بنیانی زیستی در یک سرزمین است (Sadeghiravesh et al., 2010). از اینرو امروزه پرداختن به مسئله بیابانزدایی و جلوگیری از گسترش آن در حوزه بین‌المللی و ملی به عنوان پیش‌زمینه دستیابی به توسعه پایدار بسیار حائز اهمیت است. IPBES در سال ۲۰۱۸، گزارش کرده است که گسترش زمین‌های زراعی، شیوه‌های مدیریت ناپایدار زمین از جمله چرای بیش از حد دام، توسعه شهری، توسعه زیرساخت‌ها و صنایع معدنی، محرک‌های اصلی بیابانزایی و تخریب سرزمین هستند. بیابانزایی برهم‌کنشی است که در یک‌سوی آن فعالیت‌های نامعقول انسان و دیگرسوی آن محیط زیست آسیب‌پذیر قرار

دارد. در این جدال عامل انسانی در پدیدار شدن بیابانزایی دارای نقش کلیدی است زیرا علاوه بر نقش مستقیم موجبات تحریک و تقویت عوامل محیطی شده و روند بیابانزایی را تسریع می‌کند (Fu, 2007). از زاویه‌ای دیگر، بیابانزایی پدیده‌ای متأثر از فرایند جهانی محیط زیست و نتیجه مستقیم از هم‌گسیختگی و عدم تعادل بین منابع طبیعی و سیستم‌های اقتصادی اجتماعی است (Onate & peco, 2005). یک مطالعه جهانی که در سطح ۱۳۲ سایت از قاره‌های ۵ گانه انجام شد، عوامل بیابانزایی را شامل افزایش خشکی، اثرات فعالیت‌های کشاورزی و دامی، قطع درختان و برداشت گیاهان اقتصادی، گسترش زیر ساخت‌ها (سدسازی و شبکه‌های آبیاری، جاده‌سازی، مناطق مسکونی)، صنایع استخراجی و معادن معرفی کرده است. این مطالعات نشان داد در ۱۰ درصد سایت‌ها، بیابانزایی در اثر تنها یک عامل (افزایش خشکی و یا اثرات کشاورزی)، در ۳۰ درصد سایت‌ها در اثر ترکیبی از دو عامل و در سایر سایت‌ها ترکیبی از سه عامل و یا بیشتر بوده است (Lambin et al., 2004). در مطالعه دیگری در سال ۲۰۱۵، الگوهای رایج بیابانزایی با استفاده از تجزیه و تحلیل چند بخشی در سطح ۳۲ منطقه در جهان بررسی شد. نتایج این بررسی نشان داد که پارامترهایی همچون فعالیت‌های کشاورزی، گسترده‌گی ساختاری، استخراج چوب و فعالیت‌های مرتبط، افزایش خشکی، فاکتورهای جمعیتی، فاکتورهای اقتصادی، فاکتورهای تکنولوژیکی، فاکتورهای اقلیمی، فاکتورهای سیاسی و ساختاری، فاکتورهای فرهنگی، باعث تشدید

دیگری Akbari و همکاران (۲۰۰۷)، به این نتیجه رسیدند که در منطقه خشک شمال اصفهان فعالیت‌هایی مانند تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، چرای دام، برداشت آبهای زیرزمینی و عوامل طبیعی مثل خشکسالی از مهمترین عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی به شمار می‌آیند بطوری که ۶۵ درصد بیابان‌زایی ناشی از عوامل انسانی و ۳۵ درصد دیگر ناشی از عوامل طبیعی بوده است (Akbari et al., 2007). تخریب سرزمین و بیابان‌زایی یکی از فرایندهای مهم ژئومورفیک است که در بسیاری از مناطق و تحت تأثیر عوامل پیرامون مختلف به وجود می‌آید. عوامل طبیعی که در برگیرنده تغییر اقلیم هم هستند، حذف پوشش گیاهی و جنگل زدایی، چرای مفرط دام، طوفان‌ها و بالا آمدن ایزواستاتیک اراضی ناشی از تکتونیک یا نشست زمین، فشار ناشی از جمعیت، فعالیت‌های نامناسب کشاورزی، ساختارهای مدیریتی و سازمانی و سیاست‌گذاری‌ها در میان مهمترین عوامل انسانی هستند که منجر به تخریب زمین می‌شوند (Carling, 2013). رابطه مستقیمی بین اثرات زیست محیطی و توسعه وجود ندارد. اثر انسان بر تخریب محیط زیست ناشی از اقدامات توسعه‌ای است که خود نیازمند بررسی دقیق‌تری می‌باشد (Pokharel, 2015). درحقیقت می‌توان گفت دخالت‌های انسان در برهم زدن چرخه‌های معمول زیست‌بوم‌های طبیعی، به‌عنوان بزرگترین تهدید برای افزایش پتانسیل گردوخاک‌خیزی در این زیست‌بوم‌هاست (Parliamentary Research Center, 2019). از دیدگاه یونپ، عواملی همچون؛ افزایش جمعیت و تقاضای بیشتر برای منابع، اتخاذ سیاست‌های نامناسب و شکست سیاست‌ها، تغییر کاربری اراضی به کاربری‌های ناپایدار، تغییرات اقلیم، تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی شهری و در نتیجه فشار به اراضی حاشیه‌ای، فقر، عدم توسعه روستایی، مهاجرت، جنگ و متغیرهای سیاسی از متغیرهای اصلی مؤثر بر بیابان‌زایی در زیست بوم‌های طبیعی به شمار می‌آیند (UNEP, 2016). مدل‌سازی گردو غبار جهانی نشان می‌دهد که سهم عوامل انسان‌ساخت در تولید گرد و غبار جوی امروزه بین ۱۰ تا ۶۰ درصد است، یعنی بین ۹۰ تا ۲۰۰۰ میلیون تن در سال

عوامل بیابان‌زایی می‌شوند. نتایج این مطالعه بیان کرد که هیچ مجموعه شاخص جهانی برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی نمی‌تواند پیچیدگی سیستم‌های انسانی محیطی را در تغییرات مناطق خشک به وضوح نشان دهد و همچنان هیچ سیاست جهانی برای کاهش بیابان‌زایی وجود ندارد که قابل تعمیم به تمام مناطق باشد (Helmut et al., 2015). Wang و همکاران (۲۰۱۵)، با بررسی خصوصیات گرد و غبار و شناسایی منابع آن در نواحی خشک و نیمه خشک چین مشخص کردند که بیابان‌های وسیع عربستان و صحرای شمال آفریقا از سامانه‌های همدید مقیاس و امواج غربی تأثیر می‌پذیرد و گرد و غبار را به مناطق مختلفی همچون ایران گسترش می‌دهد. ایران به دلیل واقع شدن در کمربند خشک و نیمه خشک جهان همواره در معرض سیستم‌های گرد و غبار محلی و منطقه‌ای قرار دارد. Salehi و Karbasi (۲۰۲۱) به بررسی نقش عوامل انسان ساخت در بیابان‌زایی شرق اصفهان پرداختند. هدف آنها شناسایی نقش عوامل مختلف و وزن هر یک در ایجاد و گسترش گرد و غبار در شرق اصفهان بود. نتایج آنها نشان داد که عوامل آب و کشاورزی بهره‌برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی، شیوه‌های آبیاری سنتی، شوری‌زایی خاک، نظام‌های بهره‌برداری سنتی از اراضی، الگوی ناپایدار کشت، ضعف فناوری و دانش فنی مهارتی بهره‌برداران، رقابت کشاورزان در بهره‌برداری از منابع آب اهمیت بسیار زیادی داشته است. پس از عوامل آب و کشاورزی به ترتیب عوامل اقتصادی، عوامل مدیریت، سیاست و قوانین، عوامل اجتماعی و عوامل توسعه و تکنولوژیک در درجه بعدی می‌باشد. Golshiri Esfahani و همکاران (۲۰۱۳)، در پژوهشی به شناخت عوامل انسانی مؤثر بر بیابان‌زایی در دشت مرتاضیه یزد پرداختند. نتایج آنان نشان داد که در مجموع ۷ عامل اصلی شامل مدیریت منابع طبیعی، تأمین سوخت، کاهش رونق کشاورزی، توسعه شهری، روش‌های آبیاری و آبرسانی، سطح دانش فنی و مهارت کشاورزان، ۷۶/۳ درصد واریانس مربوط به متغیرهای انسانی مؤثر بر بیابان‌زایی در دشت مرتاضیه را تبیین نموده‌اند. در پژوهش

قالب طرح‌های تحقیقاتی و اقدامات علمی پژوهشی نشانگر ناچیز بودن فعالیت‌های انجام شده در این زمینه است. اغلب تحقیقات علمی انجام گرفته در زمینه مباحث انسانی مؤثر بر فرایند بیابان‌زایی در قالب طرح‌های شناخت ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌ها ارائه شده و کمتر بصورت مجزا و مشخص به سنجه‌ها و شاخص‌های انسانی مؤثر در بیابان‌زایی پرداخته شده است. گسترش و پیشروی عوارض بیابانی، متضمن شناخت و تدقیق علل، شواهد و راهکارهایی است که این مسئله در هر منطقه، اختصاصات خاص خود را دارد و گام نهادن در راه مقابله با این پدیده مستلزم تلاش در جهت حصول شناخت عمیق و کافی نسبت به این ویژگی‌ها خواهد بود. اگر بتوان سهم عوامل انسانی و اقتصادی اجتماعی را در بیابان‌زایی مشخص نمود، راه برای تنظیم برنامه‌ها و مداخلات هموارتر خواهد شد. این پژوهش با هدف واکاوی عوامل انسان ساخت (اقتصادی، اجتماعی و مدیریتی) مؤثر بر بیابان‌زایی، سهم بندی و اولویت‌بندی هریک از عوامل در دالان گردوغباری نیاتک در سیستان با استفاده از مدل تاپسیس انجام شده است. در این مقاله کوشش شده است تا با بهره‌گیری از چارچوب کاربردی مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی انسان‌ساخت را در منطقه مورد مطالعه اولویت‌بندی و معرفی نماید تا در مباحث مدیریتی و کنترل بیابان‌زایی و پدیده گردوغبار منطقه بکار گرفته شود.

مواد و روش‌ها

معرفی دالان گردوغباری نیاتک

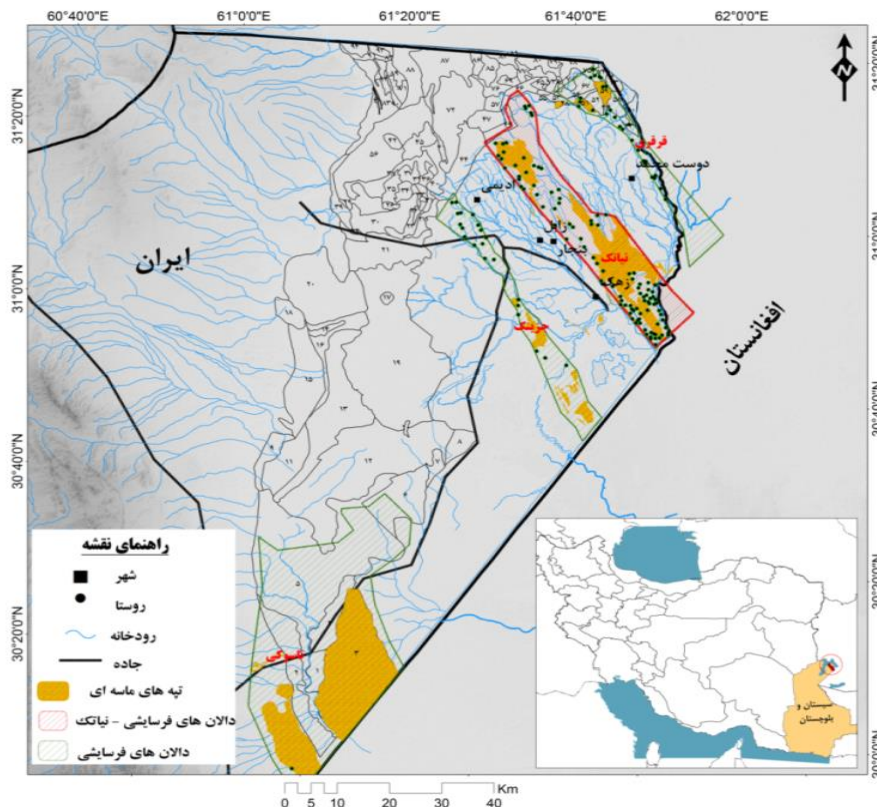
دالان گردوغباری نیاتک با وسعتی معادل ۲۲۶۱۳ هکتار در محدوده جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۶۶ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی و عرض ۳۰ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). این محدوده در شمال شرق دشت سیستان واقع شده است. دالان حمل ماسه نیاتک از فعال‌ترین دالان‌های فرسایش بادی به طول حدود ۶۰ کیلومتر در دشت سیستان است که ابتدای آن در حد فاصل بین هامون برینگک و صابوری و خروجی آن به داخل رود پریان مشترک بر روی مرز ایران و افغانستان است. در محدوده دالان نیاتک، ۷ دهستان با

(Shao et al., 2011, Mahowald et al., 2010). بنابراین، تخریب سرزمین تحت تأثیر هم عوامل طبیعی و هم عوامل انسانی است و نتایج آن به شدت بر مردم تأثیر می‌گذارد، زیرا خدماتی که از اراضی دریافت می‌کرده‌اند، به واسطه تخریب زمین کاهش یافته و در نتیجه، میزان توسعه را نیز کاهش داده است. (Gerber, 2014).

از طرفی با توجه به رویکرد روش‌شناختی این پژوهش باید گفت، تاکنون در پژوهش‌های مختلفی از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره تاپسیس استفاده شده است از جمله Zucca (۲۰۱۱) در مطالعه خود از الگوریتم تاپسیس به عنوان یک روش تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین مجموعه شاخص‌ها و ادغام شاخص‌های بیابان‌زایی و کنترل فرسایش در سه کشور مختلف (برزیل، موزامبیک و پرتغال) استفاده کردند و نشان دادند که تاپسیس روشی با ارزش در مواجهه با افزایش پیچیدگی‌ها در مدیریت سرزمین و تصمیم‌گیری است. همچنین Zabihی و همکاران (۲۰۱۴) برای نقشه‌سازی پتانسیل آب زیرزمینی با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون از ۱۱ شاخص طبقه ارتفاعی، سنگ‌شناسی، شکل شیب، درجه شیب، جهت شیب، طول شیب، کاربری اراضی و... استفاده کردند. که نتایج آنتروپی نشان داد که لایه‌های کاربری اراضی، لیتولوژی، فاصله از آبراهه و طبقه ارتفاعی بیشترین تأثیر را بر پتانسیل آب زیرزمینی دارد. در مطالعه دیگری Arabameri و Shirani (۲۰۱۷) جهت مکان‌یابی عرصه مناسب برای تغذیه سفره‌های زیرزمینی با ۵ معیار و ۱۲ شاخص، از رویکرد ترکیبی AHP-TOPSIS استفاده کردند که نتایج بیانگر این بود که شاخص‌های لیتولوژی، شیب، عمق برخورد با سطح آب زیرزمینی و کاربری اراضی بیشترین تأثیر را در تعیین عرصه‌های مساعد برای تغذیه مصنوعی سفره‌های آب زیرزمینی داشته‌اند. جمع‌بندی پیشینه تحقیقات انجام‌گرفته نشان داد که تعیین مناسب‌ترین معیارها و شاخص‌ها برای ارزیابی تخریب سرزمین و ارائه راهکارهای مدیریتی مناسب برای پیشگیری از تخریب و بیابان‌زایی بسیار با اهمیت و مورد توجه است. از سوی دیگر، مرور سوابق تحقیقاتی مرتبط با موضوع بررسی‌های اجتماعی اقتصادی در محیط‌های بیابانی بویژه در

طوفان‌های گردوغبار برای جوامع زیستی و کانون‌های جمعیتی منطقه، خسارات فراوان زیست‌محیطی، اقتصادی و زیرساختی و نیز ضرورت مدیریت پدیده بیابانزایی در منطقه، از دلایل انتخاب این منطقه بعنوان محدوده مورد مطالعه در این پژوهش است.

۵۹ روستای دارای سکنه و ۸۱ روستای خالی از سکنه و ۳ نقطه شهری وجود دارد که برپایه آخرین سرشماری (۱۳۹۵) دارای ۲۸۲۹۱ نفر جمعیت روستایی متشکل از ۷۲۴۱ خانوار و ۱۰۲۷ خانوار شهری می‌باشد (Seyed Akhlaghi, 2020). بروز مشکلات زیاد در اثر گسترش پدیده بیابانزایی و



شکل ۱- موقعیت دالان گردوغباری نیاتک در سیستان

Figure 1- Location of Niatek Corridor in Sistan

سیستان، مدل‌ها، منابع و مطالعات انجام شده مرتبط با بیابانزایی در سطح ایران و جهان ارزیابی شد. براین اساس با در نظر گرفتن شرایط منطقه، شاخص‌های مناسب متشکل از ۲۰ شاخص تأثیرگذار در قالب ۵ معیار، با استفاده از مدل‌های مختلفی از جمله (IMDPA) Iranian Model of Desertification Potential Assessment (Ahmadi & Jafarianjelodar, 2004 Modified Iranian) MICD) تهیه شده توسط دانشگاه تهران با همکاری دفتر تثبیت شن (Classification of Desertification)، روش

روش تحقیق

این بررسی به دنبال رتبه‌بندی عوامل انسانی مؤثر بر بیابانزایی در نیاتک سیستان است، بنابراین از حیث ماهیت، یک پژوهش کاربردی است. در این مطالعه، سطح اجرایی و واحدکاری تحقیق، برخلاف سایر مدل‌های موجود ارزیابی بیابانزایی که واحدهای کاری را براساس واحدهای ژئومرفولوژیک تعیین می‌کنند، براساس مرز دهستان تعیین شده است. برای ارائه مدلی مناسب برای ارزیابی بیابانزایی انسان‌ساخت، منطبق بر شرایط

نیاتک با ضریب $0/6936$ در عامل آب و کشاورزی، شاخص تشکیلات سازمانی و سطح هماهنگی نهادی با ضریب $0/6743$ ، شاخص توسعه نیافتگی روستایی با ضریب $0/6743$ ، شاخص سطح و اثربخش پائین عملیات حفظ و احیاء مناطق بیابانی با ضریب $0/5596$ در عامل سیاست و مدیریت، شاخص میزان درآمد سرانه خانوار با ضریب $0/5988$ ، شاخص فشار چرای دام با ضریب $0/4821$ در عامل اقتصادی و شاخص میزان اراضی کشاورزی رها شده با ضریب $0/5596$ در عامل تغییر کاربری و توسعه، بیشترین تأثیر و میزان اهمیت و حساسیت را در روند تخریب سرزمین و تشدید مخاطره گردوغبار در منطقه داشته است. (جدول ۲ و شکل ۲)

نتایج پهنه‌بندی دهستان‌های واقع در محدوده دالان نیاتک به عنوان واحدهای تحلیل این پژوهش نشان داد از بین ۸ دهستان واقع در محدوده کانون‌های مورد مطالعه، ۳ دهستان زهک، خواجه احمد و اکبرآباد، بیشترین تأثیرپذیری را در گروه عوامل اجتماعی، دو دهستان اکبرآباد و خواجه احمد بیشترین تأثیرپذیری را از عوامل اقتصادی، ۳ دهستان مارگان، خواجه احمد و اکبرآباد بیشترین تأثیرپذیری را در گروه عوامل مربوط به آب و کشاورزی، دهستان‌های بنجار، خواجه احمد و جهان‌آباد بیشترین تأثیرپذیری را در گروه عوامل تکنولوژیک و دو دهستان بنجار و زهک بالاترین اثرپذیری را در گروه عوامل مربوط به سیاست و مدیریت داشته است. مقایسه دهستان‌های مختلف در شکل‌های ۳ تا ۷ و بر روی نقشه نشان داده شده است. همچنین نتایج طبقه‌بندی کلاس‌های بیابانزایی به تفکیک عوامل مؤثر نشان داد، از منظر عوامل انسان‌ساخت، بیش از ۶۲ درصد منطقه کریدور نیاتک در طبقه بیابان‌زایی شدید و بسیار شدید قرار دارد. (جدول ۴)

Mediterranean and land use) MEDALUS (sensitive) همراه با نظرات متخصصین و کارشناسان آشنا به منطقه و نیز تیم اجرایی پژوهش انتخاب و تعیین گردید (Ekhtesasi, & Mohajeri, 1997). سنجش شاخص‌ها با استفاده از منابع مختلف شامل گزارش‌های موجود در مرکز آمار ایران، وزارت نیرو، سازمان جهاد کشاورزی و اداره کل منابع طبیعی استان و نواحی سیستان و همچنین مصاحبه ساختار یافته به کمک پرسشنامه با ۲۸ نفر از متخصصان و صاحب‌نظران منابع طبیعی منطقه انجام گرفت. در این بررسی به هر شاخص، مطابق با برآوردها و شدت تأثیر آن در بیابان‌زایی، وزنی بین یک تا چهار داده شد و نحوه وزندهی بصورت خطی و نسبت برابر بود به طوریکه ارزش یک بهترین و ارزش چهار بدترین وزن بوده است. سپس با بکارگیری روش تصمیم‌گیری چند شاخصه TOPSIS، شاخص‌های مؤثر اولویت‌بندی شد و در نهایت بر اساس ضرایب نزدیکی تاپسیس، نقشه پهنه‌بندی محدوده مورد مطالعه ارائه گردید.

نتایج

بر اساس داده‌های جدول ۱، عامل سیاست و مدیریت با $32/4$ درصد، عامل اقتصادی با $25/08$ درصد و عامل آب و کشاورزی با $20/57$ درصد به ترتیب بیشترین سهم را در بیابان‌زایی در دالان نیاتک سیستان داشته است. عامل اجتماعی با $11/9$ درصد و عامل تکنولوژیک با $9/97$ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند. نتایج حاصل از رتبه‌بندی و اولویت‌بندی عوامل انسان ساخت براساس مدل TOPSIS و ضریب نزدیکی هرکدام از شاخص‌های هر عامل در جدول ۲ و شکل ۲ به صورت طبقه‌بندی شده نمایش داده شده است. با تکیه بر این نتایج، شاخص عدم تأمین حقایق تالاب هامون و خشکیدگی رودخانه

جدول ۱- فهرست و روش برآورد عوامل و شاخص‌های مورد بررسی

Table 1- The list and method of estimating factors and indicators under consideration

| Data source | The degree of influence | | | | unit | Index | Factors |
|--|---|--------------------|---|-----------------|------------------|---|-----------------------------|
| | Severe 4 | High 3 | Moderate 2 | Low 1 | | | |
| Statistics of -95) Censuses (1385) | 3 | 2-2.5 | 1-2 | < 1 | % | Population growth rate | Social |
| | >75 | 50-75 | 25-50 | <25 | % | Awareness and knowledge of users | |
| | >15 | 10-15 | 5-10 | <5 | % | Unemployment Rate | |
| Statistics of Veterinary and Veterinary Affairs of the Province Agricultural Jihad Expert Theory (Interview with Natural Resources (Specialists Household Income Statistics Center of Iran (1398) | 1.Occupations Unrelated to Natural Resources 2. Agriculture 3. Livestock 4. Livestock and Traditional Agriculture | | | | 1-4 | Type of livelihood | Economical |
| | | | 1Balanced 2-1 equals 3-2 equals +3 times | | 1-4 | Livestock Grazing Pressure | |
| | >50 | 25-50 | 10-25 | کمتر از 10 | % | Planting and cutting down trees | |
| | +3 | 2-3 | 1-2 | -1 | Million Toman | Monthly household income | |
| Viewing and interviewing experts | > 5 | 2-5 | 1-2 | < 1 | % | Converting Natural Resources to Agriculture | Development and Technogenic |
| | > 5 | 2-5 | 1-2 | < 1 | % | Converting natural resources to other uses | |
| | more than 75 | 50 to 75 | 15 to 50 | less than 15 | % | Abandoned lands | |
| | 1.Optimal operation, Surface soil preservation + Restoration, 2 Optimum operation, Surface soil conservation, Non-regeneration, 3 Indiscriminate operation, Surface soil conservation, Non- regeneration, 4 Indiscriminate operation, Removing surface soil, Lack of protection | | | | 1-4 | Construction and mining operations | |
| Regional Water Statistics | > 50 | 30-50 | 20-30 | < 20 | Cm/year | Groundwater drop | Water and Agriculture |
| Statistics of Agriculture Jihad | Inappropriate Dimming and Aish | rain and fallow | watery Agriculture | Garden | 1-4 | Cultivation pattern in order of priority | |
| Expert theory and field observations | new irrigation methods, good irrigation water quality, 2 new irrigation, poor irrigation water quality, 3 traditional irrigation practices, relatively good irrigation water quality, 4 use of traditional irrigation methods, poor irrigation water quality | | | | 1-4 | Irrigation and Water Quality | |
| | Nonconformity | Poor compliance | Relative compliance | Full compliance | 1-4 | Environmental Rights | |

| Data source | The degree of influence | | | | unit | Index | Factors |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|------------|-----------|------|---|-----------------------|
| | Severe 4 | High 3 | Moderate 2 | Low 1 | | | |
| Natural Resources Statistics | weak | medium | good | Excellent | 1-4 | Level of maintenance and rehabilitation operations and development Efficiency of Laws, Regulations and Enforcement Guarantees Rural Development Research and Promotion Organizational and Institutional Harmony | Policy and Management |
| Viewing and interviewing experts | Deprived | semi-privileged | Developed | Stable | 1-4 | | |
| | weak | medium | good | Excellent | 1-4 | | |
| | weak | medium | good | Excellent | 1-4 | | |

ماخذ: اقتباس از احمدی (۲۰۰۴)، اختصاصی (۱۹۹۷)

جدول ۲- سهم عوامل و شاخص‌های انسان‌ساخت در بیابان‌زایی و تشدید گردوغبار دالان نیاتک سیستان

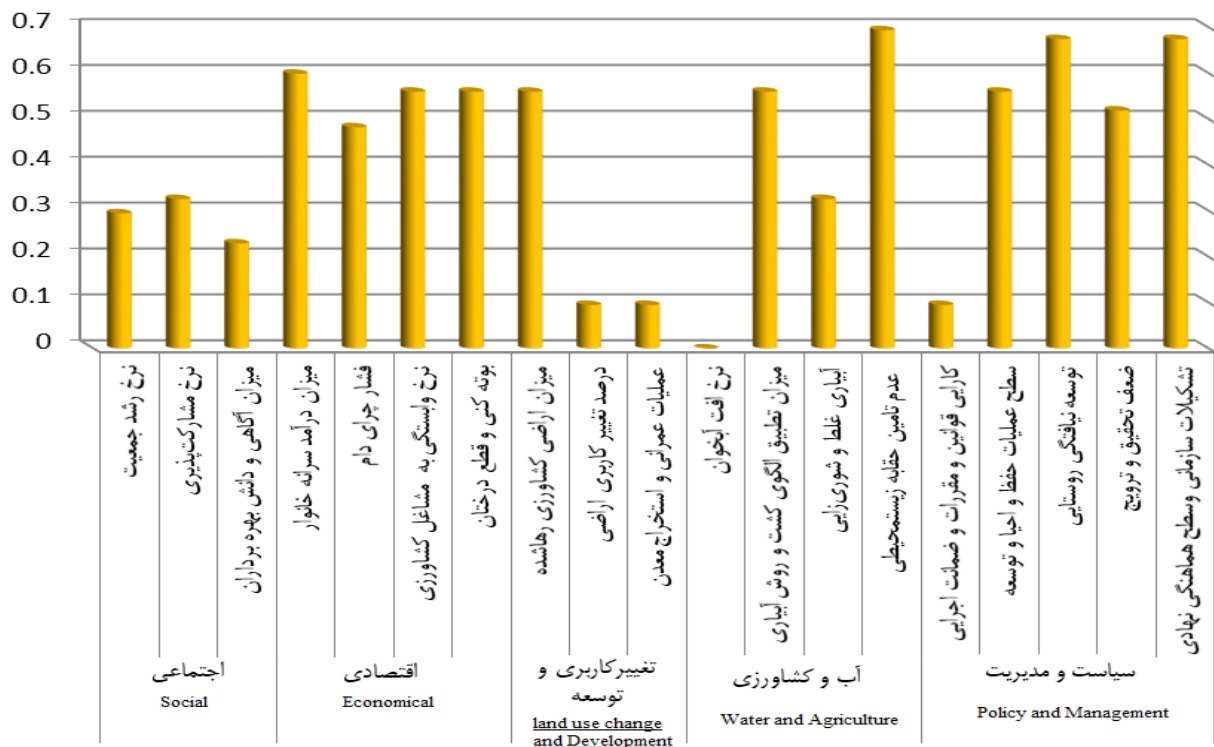
Table 2- The contribution of man-made factors and indicators in desertification and dust intensification of Niyatak corridor in Sistan

| Factors share | Index share | Weighted average | Index | Factors |
|---------------|-------------|------------------|--|---------------------------------|
| 11.9 | 4.18 | 2.57 | Population growth rate | Social |
| | 4.5 | 2.5 | Unemployment rate | |
| | 3.22 | 3.57 | The level of awareness and knowledge of users | |
| 25.08 | 8.04 | 3.29 | Household income per capita | Economical |
| | 3.5 | 3.52 | Grazing pressure | |
| | 6.75 | 3.43 | Dependence rate on agricultural jobs | |
| | 7.07 | 3.43 | Bushing and cutting trees | |
| 9.95 | 0.96 | 2.29 | Converting natural resources to agriculture | land use change and Development |
| | 7.07 | 1.71 | Rate of fallow land agricultural lands | |
| | 0.96 | 2 | Construction operations and mine extraction | |
| 20.57 | 0 | 3 | Aquifer drop rate | Water and Agriculture |
| | 7.07 | 2.71 | Adaptation of cultivation pattern and irrigation method | |
| | 4.5 | 4 | Improper irrigation and salinization | |
| | 9 | 1.71 | Lack of provision of water rights to Hamon wetlands | |
| 32.47 | 0.96 | 3.43 | Effectiveness of laws and regulations and executive guarantee | Policy and Management |
| | 7.07 | 3.71 | The level of preservation and rehabilitation and development operation | |
| | 8.36 | 3.43 | Villager underdevelopment | |
| | 7.72 | 3.71 | Weakness of research and promotion | |
| | 8.36 | 3.43 | Organizational organization and level of institutional coordination | |

جدول ۳- اولویت بندی عوامل و شاخص‌های انسان‌ساخت مؤثر بر بیابان‌زایی دالان نیاتک سیستان

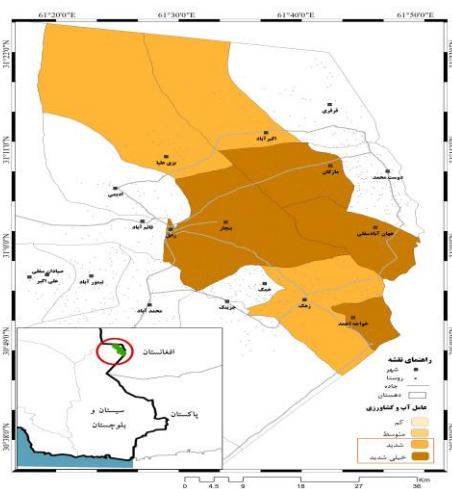
Table 3- Prioritization of man-made factors and indicators affecting the desertification of Niyatak corridor of Sistan

| Rank | Closeness Coefficient | Index | Factors |
|------|-----------------------|--|---------------------------------|
| 15 | 0.2945 | Population growth rate | Social |
| 11 | 0.3257 | Unemployment rate | |
| 14 | 0.2291 | The level of awareness and knowledge of users | |
| 4 | 0.5988 | Household income per capita | Economical |
| 10 | 0.4821 | Grazing pressure | |
| 6 | 0.5596 | Dependence rate on agricultural jobs | |
| 13 | 0.2291 | Bushing and cutting trees | |
| 16 | 0.0949 | Converting natural resources to agriculture | land use change and Development |
| 5 | 0.5596 | Rate of fallow land agricultural lands | |
| 17 | 0.0949 | Construction operations and mine extraction | |
| 19 | 0 | Aquifer drop rate | Water and Agriculture |
| 8 | 0.5596 | Adaptation of cultivation pattern and irrigation method | |
| 12 | 0.3257 | Improper irrigation and salinization | |
| 1 | 0.6936 | Lack of provision of water rights to Hamon wetlands | |
| 18 | 0.0949 | Effectiveness of laws and regulations and executive guarantee | |
| 7 | 0.5596 | The level of preservation and rehabilitation and development operation | Policy and Management |
| 3 | 0.6743 | Villager underdevelopment | |
| 9 | 0.5186 | Weakness of research and promotion | |
| 2 | 0.6743 | Organizational organization and level of institutional coordination | |



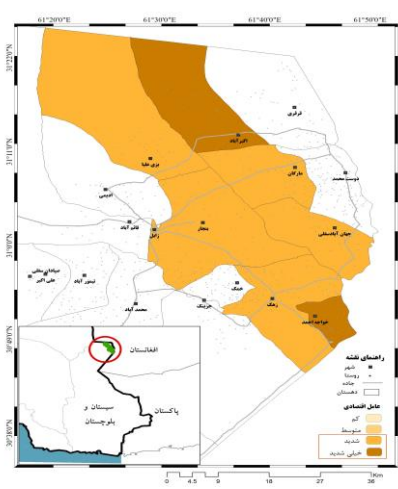
شکل ۲- ضریب نزدیکی (تاپسیس) شاخص‌های تخریب و بیابان‌زایی در دالان نیاتک سیستان

Figure 2-Closeness Coefficient (TOPSIS) of indicators of destruction and desertification in Sistan's Niyatak corridor



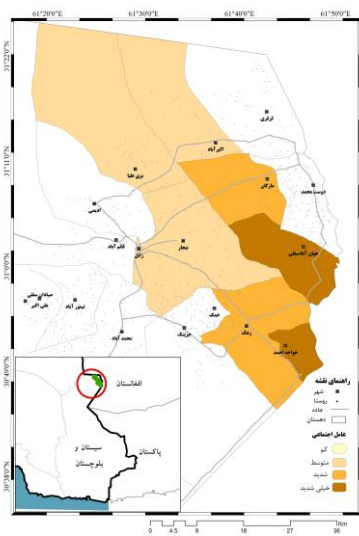
شکل ۴- نقشه‌های پهنه‌بندی دالان نیاتک بر اساس عامل آب و کشاورزی به تفکیک دهستان

Figure 4- Niyatak Corridor zoning maps based on water and agriculture factor by Rural district



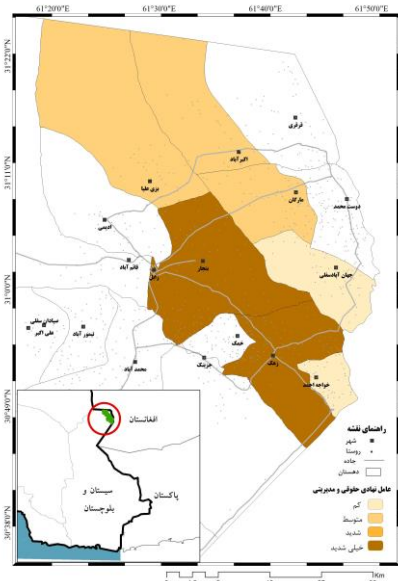
شکل ۳- نقشه‌های پهنه‌بندی دالان نیاتک بر اساس عامل اقتصادی به تفکیک دهستان

Figure 3- Niyatak corridor zoning maps based on Economical factor by Rural district



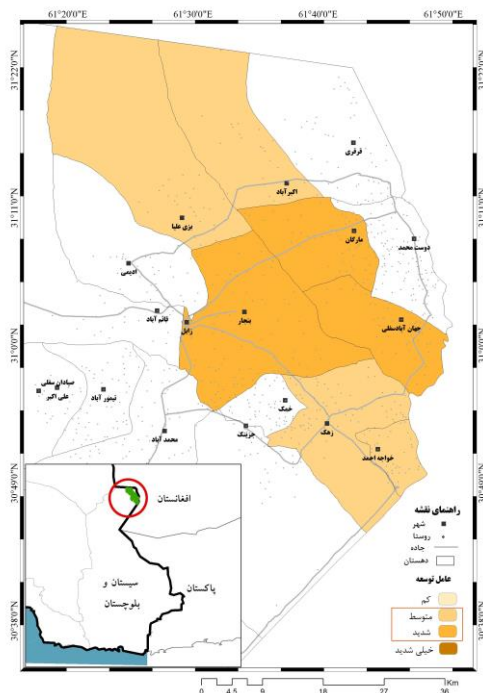
شکل ۶- نقشه‌های پهنه‌بندی دالان نیاتک بر اساس عامل اجتماعی به تفکیک دهستان

Figure 6- Niyatak Corridor zoning maps based on social factor by Rural district



شکل ۵- نقشه‌های پهنه‌بندی دالان نیاتک بر اساس عامل سیاست و قوانین (نهادی، حقوقی و مدیریتی) به تفکیک دهستان

Figure 5- Niyatak Corridor zoning maps based on legal and administrative institutions by Rural district



شکل ۷- نقشه‌های پهنه‌بندی دالان نیاتک بر اساس عامل توسعه به تفکیک دهستان

Figure 7- Niyatak corridor zoning maps based on the development factor by Rural district

جدول ۴- وسعت کلاس‌های بیابان‌زایی

Table 4- The extent of desertification classes

| Very intense | | Intense | | Medium | | Low | | Factors |
|--------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|-------|-------------------------------|
| % | Km ² | Km ² | % | Km ² | % | Km ² | | |
| 12.76 | 215.1 | 24.2 | 407.6 | 63 | 1062 | - | - | Social |
| 18.75 | 315.9 | 81.25 | 1369.2 | - | - | - | - | Economical |
| - | - | 39.4 | 664.8 | 61 | 1020.3 | - | - | Development & land use change |
| 42.7 | 719.14 | 57.3 | 966 | - | - | - | - | Water and Agriculture |
| 35.1 | 591.7 | - | - | 52 | 878.3 | 12.7 | 215.1 | Policy and Management |
| 21.86 | - | 40.45 | - | 35.14 | - | 2.55 | - | Total percent |

بحث

گردوغبار در منطقه بوده‌اند. بر اساس نتایج و یافته‌ها، بیشترین تأثیر مربوط به عوامل و شاخص‌های مدیریتی (سیاست‌ها و قوانین) به میزان ۳۲/۴۷ درصد، عامل اقتصادی با ۲۵/۰۸ درصد، عامل آب و کشاورزی با ۲۰/۵۷ درصد بوده است، عامل اجتماعی با ۱۱/۹ درصد و عامل توسعه و کاربری با ۹/۹۷ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند. این نتایج نشان می‌دهد که ضعف مدیریتی و سیاستی بخصوص در حوزه انسجام سازمانی و اقدامات بین‌بخشی و مسائل مرتبط با آب و حوزه‌های معیشتی و اقتصادی تأثیر بسیار عمیق و فزاینده‌ای بر

این پژوهش با نگرشی متفاوت به مقوله شاخص‌های تأثیرگذار بر بیابان‌زایی به لحاظ نقش و سهمی که در مدیریت، ارزیابی و پایش دارند پرداخته است. در این پژوهش کاربرد روش تاپسیس دررتبه بندی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی در سیستان با در نظر گرفتن چندین عامل به طور همزمان بررسی شد. نتایج به دست آمده از مدل TOPSIS در وزن‌دهی به عوامل و شاخص‌های ارزیابی، نشان داد که تعدادی از شاخص‌ها، محرک و پیشران اصلی پدیده بیابان‌زایی و

بیکره اکوسیستم شکننده منطقه وارد خواهد ساخت. از طرفی، روش تاپسیس که در این پژوهش برای تعیین شدت بیابان‌زایی استفاده گردید، با توجه به در نظر گرفتن شاخص‌های مناسب، ساده‌بودن، منعطف بودن، کم‌هزینه‌بودن، روش نسبتاً دقیقی است. استفاده از این روش می‌تواند مدیران و برنامه‌ریزان حوزه بیابان را در شناسایی اولویت‌های مؤثر بر بیابان‌زایی و نیز ارائه برنامه‌های مناسب برای مدیریت و احیای مناطق بیابانی کمک نماید و لذا کاربست این مدل در سایر مناطق با اقلیم‌های متفاوت پیشنهاد می‌شود. به هر روی، با تلفات به نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود اقدامات لازم در زمینه ایجاد معیشت‌های جایگزین و پایدار غیروابسته به آب و کشاورزی، اقدامات دیپلماتیک برای تأمین و تضمین حقایق هامون از طریق ایجاد یک اتاق فکر تخصصی با محوریت جمعی متشکل از معتمدان محلی دوطرف ایرانی و افغانی، تقویت انسجام سازمانی و همکاری‌های بین بخشی فی‌مابین دستگاه‌های اجرایی و شبکه دست‌اندرکاران مرتبط با بیابان در منطقه، تمرکز بر کشاورزی در محیط‌های کنترل شده مانند گلخانه، کشت‌های زیر پلاستیک و ...، یکپارچه‌سازی مدیریت منابع آب ورودی به سیستان، برنامه‌ریزی و پیگیری جدی برای خروج دام‌ها از ظرفیت چرای منطقه و جابه‌جایی مکانی جمعیت روستایی از دالان نیاتک به محدوده‌ای مناسب در خارج از محدوده دالان مدنظر قرار گیرد.

منابع مورد استفاده:

- Ahmadi, H. and Jafarianjelodar, Z., 2004. The impact of desertification in the social and economic situation in Kerman city. *Desert Journal*, 9(2): 226-207 (In Persian).
- Akbari, M.; Karimzadeh, H.R.; Modares, R. and Hammer, B., 2007. Assessment and Classification of Desertification Using RS & GIS Techniques (Case Study: the Arid Region, in the North of Isfahan). *Iranian Range and Desert Research*, 14(2): 142-124. (Summary In Persian With English).
- Arabameri, A. and Shirani, K., 2017. Delineation of suitable sites for groundwater artificial recharge using Integrated AHP - TOPSIS (Case study: Shahrood - Bastam Basin). *Water and soil science (Sci. & Technol. Agric. & Natural Resources)*,

روند بیابان‌زایی و شدت آن در محدوده مورد مطالعه داشته است. این نتایج با تحقیقات Lambin و همکاران (۲۰۰۴); Helmut و همکاران (۲۰۱۵)، Pokharel (۲۰۱۵) Ekhtesasi; و Mohajeri (۱۹۹۶) و Akbari و همکاران (۲۰۰۷) هم‌راستا و منطبق است. همچنین بررسی‌های انجام گرفته بر روی میزان اثرگذاری شاخص‌ها نشان می‌دهد که شاخص حقایق تالاب هامون و خشکیدگی رودخانه نیاتک، شاخص میزان انسجام سازمانی و هماهنگی نهادی، شاخص توسعه نیافتگی روستایی، شاخص اثربخشی پائین عملیات و اقدامات بیابان‌زدایی، شاخص فقر و میزان درآمد خانوار، شاخص فشار چرای دام در مراتع و شاخص میزان اراضی کشاورزی رهاشده، بیشترین سهم و بالاترین رتبه و اهمیت را در روند بیابان‌زایی و تشدید پدیده گردوغبار در منطقه داشته است. این شاخص‌ها از جهت اینکه بیشترین نزدیکی نسبی را در رتبه‌بندی بدست آورده‌اند دارای بیشترین اهمیت هستند و می‌توان چنین استدلال نمود که؛ توجه به این شاخصها و ملحوظ داشتن آنها می‌تواند در اولویت کاری برنامه‌ها و طرح‌های مربوط به کنترل و مدیریت پدیده بیابان‌زایی و گردوغبار در دشت سیستان قرارگیرند این نتایج با نتایج Shakarari و Golshiri Esfahani (۲۰۱۳) Sarai و همکاران (۲۰۱۷) و Pishyar و همکاران (۲۰۱۶)، علیرغم تفاوت‌های اقلیمی مطابقت دارد. با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق که حاکی بر اهمیت عوامل انسان‌ساخت در بیابان‌زایی سیستان است پیشنهاد می‌شود با اتکاء بر نتایج این پژوهش مبنی بر اینکه ۶۲ درصد اراضی در دالان فرسایش بادی نیاتک در معرض بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید قرار دارد، ضرورت ایجاد می‌نماید، یک برنامه عملیاتی بلندمدت با هدف اجرایی‌سازی اقدامات مناسب برای احیاء اراضی بیابانی منطقه از سوی متولیان امر تهیه شود. چه بسا غفلت از این امر می‌تواند در آینده نزدیک ۴۰ درصد دیگر منطقه را که هم‌اکنون در کلاس بیابان‌زایی متوسط و کم قرار دارد، در معرض نابودی قرار دهد. زیرا این منطقه، خدماتی را که از اراضی و ظرفیت‌های محیطی دریافت می‌کرده، امروزه به واسطه تخریب سرزمین کاهش یافته و در نتیجه، توسعه را نیز در آینده دستخوش چالش خواهد نمود که این مهم، آسیب جدی را بر

- Environmental Planning, 21(2), 83-100. DOI:10.1001.1.20085362.1389.21.2.7.3. (Summary In Persian With English).
- Onate j.j. and peço, B., 2005. Policy impact on desertification: Stakeholders' perceptions in Southeast Spain. *Land Use Policy* 22(2):103-114. DOI:10.1016/j.landusepol.2004.01.002.
 - Pishyar, S., Khosravi, H., Tavili, A. and, Malekian, A., 2016. Ranking Effective Desertification Indices using TOPSIS and Analytic Hierarchy Process (Case Study: Kashan Region). *Journal of Natural Environmental Hazards*, 5(8):83-96. DOI:10.22111/JNEH.2016.2818
 - Pokharel, T., 2015. Human sustainable development: global issues. 13th South Asia management forum (Colombo, Sri Lanka), pp.26-27.
 - Sadeghiravesh, M.h., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh.r. and Tahmoore, M., 2010. Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate strategies for desertification (Case Study: Khezrabad area Iranian *Journal of Range and Desert*. 17(1): 35-50. (Summary In Persian With English).
 - Salehi, A. and Karasi, P., 2021. The Role of Man-made Factors in the Desertification of East of Isfahan. *Spatial Planning*, 3(11): 1-24. Doi: 10.22108/sppl.2021.126373.1546. (Summary In Persian With English).
 - Santini, M., Caccamo, G., Iattrenti, A., Noce, S. and Valentini, R., 2010. A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index. *Applied Geography*, 30(3): 394-415. DOI:10.1016/j.apgeog.2009.11.003
 - Sepehr, A. and Zucca, C., 2012. Ranking desertification indicators using TOPSIS Algorithm. *Journal of natural hazards*, 62(3): 1137-1153.
 - Seyed Akhlaghi, S.J., 2020. Socio-economic demands of Sistan Dust Control, Research Institute of Forests and Rangelands, unpublished.
 - Shakarian, N., Zehtabian, G.H., Zareh Chahooki, M.A. and Khosravi, H., 2017. Determine the most important criteria and indicators that influence land degradation and desertification. *Journal of Range and Watershed Management*, 70(2): 385-398. DOI: 10.22059/jrwm.2017.233496.1125. (Summary In Persian With English).
 - Shao, Y., Ishizuka, M., Mikami, M. and Leys, J.F., 2011. Parameterization of size-resolved dust emission and validation with measurements. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 116(D8). DOI:10.1029/2010JD014527.
 - Shekari Badi, A., Motamedi Rad, M. and Mohamadnia, M., 2016. Combining the ANP model and Shannon entropy index to assess the effective 3(21):149-168. (In Persian). DOI:10.29252/jstnar.21.3.149 (Summary In Persian With English).
 - Ekhtesasi, M. R. and Mohajeri, S., 1996. Classification method deserts and desertification intensity in Iran. 2nd National Conference on desertification and desertification control methods. Kerman. 21-22 Aug. 1996: 124-134.
 - Eslamian, Z., Ghorbani, M., Mesbah zadeh, T. and Rafieie, H., 2016. Application of numerical taxonomy to prioritize socioeconomic effects of desertification (Case Study: Nazrabad area, Aran). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(1): 188-196 (Summary In Persian With English).
 - Fu, c., 2000. Combating Desertification: Action programme in china. *Journal of Human Environment*, 29(6):359-361.
 - Geist, H. J. and Lambin, E. F., 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *Bioscience*, 54(9), 817-829.
 - Gerber, N., Nkonya E. and von Braun, J., 2014. Land degradation, poverty and marginality. In: Von Braun J, Gatzweiler FW (eds) *Marginality: addressing the Nexus of poverty, exclusion and ecology*. Springer, Berlin, pp 181-202. DOI:10.1007/978-94-007-7061-4
 - Golshiri Esfahani, Z. and Sarai, M.H., 2013. Investigation of human factors affecting desertification in the villages of arid region (Case study: Mortazieh region, Yazd province). *Geographical Exploration of Desert Areas*, 1(1): 52-35. (Summary In Persian With English).
 - Helmut, J., Geist, L. and Eric, F., 2015. Dynamic causal patterns of Desertification. Seoul National University Library, December 6.2015:125-145. DOI:10.1641/0006-3568(2004)054[0817:DCPOD]2.0.CO;2
 - Hwang, C.L. and Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York. DOI:10.1007/978-3-642-48318-9
 - Mahowald, N., Kloster, S., Engelstaedter, J.K., Moore, S., Mukhopadhyay, Albani S.McConnell, Doney, S. A. Bhattacharya, M., Curran, M., Flanner, F., Hoffman, D., Lawrence, K., Lindsay, P., Mayewski, J., Neff, D., Rothenberg, E., Thomas, P. and Thornton, C., 2010. Zender Observed 20th century desert dust variability: impact on climate and biogeochemistry *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 10875-10893.
 - Nastaran, M., Abolhasani, F. and Izadi, M., 2010. Application of TOPSIS method in analysis and prioritizing sustainable development of urban zones (case study: urban zones of Isfahan), *Geography and*

- emission in arid and semiarid regions of China: A major source area for East Asia dust storms, *Catena*, 133: 373-384. DOI:10.1016/j.catena.2015.06.011.
- Wang, Q., Fan, X., Qin, Z. and Wang, M., 2012. Change trends of temperature and precipitation in the Loess Plateau Region of China, 1961–2010, *Global and Planetary Change*, 93:138-147. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2012.05.010.
 - Zabihi, M., Pourghasemi, H.R. and Behzadfar, M., 2015. Groundwater potential mapping using shannon's entropy and random forest models in the bojnourd township. *Ecohydrology*, 2(2): 221-232. DOI: 10.22059/IJE.2015.56242 (Summary In Persian With English).
 - factors in the occurrence and zonation of landslide hazard (case study: Farob Roman basin in Neyshabur). *Arid regions geographic studies*, 6(22): 89-103 (Summary In Persian With English).
 - UNEP, WMO. and UNCCD, 2016. *Global Assessment of Sand and dust Storm*, United Nations Environment Programme, Nairobi.
 - Verkerk, P., Levers, C., Kuemmerle, T., Lindner, M., Valbuena, R., Verburg, P. and Zudin, S., 2015. Mapping wood production in European forests. *Forest Ecology and Management*, 357: 228–238. DOI:10.1016/j.foreco.2015.08.007.
 - Wang, H., Jia, X., Li, K. and Li, Y., 2015. Horizontal wind erosion flux and potential dust