علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دوازده، اسفندماه ۹۹

# بررسی و تهیه نقشه بیابان‌زایی بر اساس مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی(IMDPA) با تأکید بر دو معیار خاک و پوشش گیاهی

## (مطالعه موردی: فاریاب-استان کرمان)

**احسان کمالی مسکونی[1*]**

Ehsane_2006@yahoo.com

**محمدامین کمالی[2]**

**علی خنامانی[3]**

**تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۵** **تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۱۱**

**چکیده**

**زمینه و هدف:** با توجه به مفهوم بیابان‌زایی که عبارت است از تخریب اراضی در نواحی خشک، نیمه خشک و نیمه مرطوب خشک ناشی از عوامل متعددی چون تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی، این پدیده مدت‌هاست که یک مشکل جدی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در بسیاری از کشور های شناخته شده است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی بیابان‌زایی شهرستان فاریاب در جنوب استان کرمان با استفاده از روش ایرانی IMDPA می‌باشد.

**روش بررسی:** تحقیق حاضر به منظور بررسی شدت بیابان‌زایی اراضی حوزه فاریاب در مناطق خشک جنوب استان کرمان با تأکید بر معیارهای خاک و پوشش گیاهی با استفاده از مدل ایرانی بیابان‌زایی صورت گرفت. با استفاده از این مدل امتیازات هر شاخص در معیار مربوطه مشخص و ارزش هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیاز شاخص‌های آن مشخص گردید و پس از آن هر یک از معیارها به صورت لایه‌های اطلاعاتی وارد ArcGIS 9.3 شدند. با روی هم گذاری و تلفیق لایه‌های رستری معیارهای مذکور و محاسبه میانگین هندسی معیارها به کمک فرمول $DM=(VQI*SQI)^{1/2}$ و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از مدل IMDPA نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه بدست آمد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان می‌دهد از سطح زمین‌های منطقه به ترتیب ۱۴/۵۳ درصد در کلاس کم یا ناچیز، ۳۳/۶۹ درصد در کلاس متوسط و ۵۱/۷۸ درصد در کلاس شدید بیابان‌زایی است. همچنین نتایج نشان داد شاخص تجدید حیات از معیار پوشش گیاهی با ارزش عددی ۳/۸۲ بیش‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است.

---

۱- عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد، واحد جیرفت، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- دانشجوی دکتری رشته بیابان‌زدایی، دانشگاه هرمزگان، ایران.

۳- عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد، واحد جیرفت، ایران.

**بحث و نتیجه‌گیری**: با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق که حاکی بر اهمیت پوشش گیاهی در بیابان‌زایی است پیشنهاد می‌شود در اسرع وقت تحقیقی عمیق‌تر نسبت به تعیین روش‌های مناسب اصلاح و احیاء مراتع منطقه از سوی ادارات منابع طبیعی اقدام گردد. در صورت عدم توجه مسوولین امر حدود ۵۰ درصد دیگر (کلاس بیابان‌زایی متوسط و کم منطقه) در معرض نابودی شدید قرار خواهد گرفت که این مهم باعث صدمه به سایر عناصر اکوسیستم از جمله حیات وحش و غیره منجر خواهد شد.

**واژه‌های کلیدی:** بیابان‌زایی، تخریب اراضی، خاک، پوشش گیاهی و حوزه فاریاب.

*J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.12, March, 2021*

# Investigation and Preparation of Desertification Map Based on Iranian Model of Desertification Potential (IMDPA) with an emphasis on two criteria of soil and vegetation

## (Case study: Faryab-Kerman Province)

**Ehsan Kamali Maskooni[1]***

*Ehsane_2006@yahoo.com*

**Mohammadamin Kamali[2]**

**Ali Khanamani[3]**

Admission Date:January 31, 2018 Date Received: September 27, 2017

**Abstract**

**Background and Objective:** According to the concept of desertification, which is land degradation in dry areas, the semi-arid, and dry sub-humid due to many factors such as climate change and human activities, this phenomenon has long been known as a serious problem in terms of economic, social, and environmental in many countries. The purpose of this study was to study the desertification of Faryab city in southern Kerman province using Iranian IMDPA method.

**Method:**The aim of this study was assessed desertification potential of Faryab region in the arid region of south of Kerman province by using the Iranian model of desertification potential assessment (IMDPA) on soil and vegetation cover indicators.Each criterion was assessed based on the selected indices which result in qualitative mapping of each criterion cased on geometric average of the indices. Thematic databases, with a scale of 1:50000 were integrated and elaborated in Arc GIS 9.3. By laminate of thematic databases layers and using this formula $DM=(VQI\times SQI)^{1/2}$ to Calculate the geometric mean Criteria. Then Desertification intensity map was obtained with analysis IMDPA Model.

**Findings**: Results indicated that 14.53% of study area classified as low class, 33.69% is classified as moderate class and 51.78% of area classified as a severe class of desertification. Analysis of desertification criteria in Faryab region showed that among study criteria, regeneration of vegetation of vegetation cover is a major problem with a geometric average of 3.82.

**Discussion and Conclusion:** According to the results of this research, which indicates the importance of vegetation in desertification, it is suggested that a deeper investigation of the appropriate methods of remediation and improvement of the rangelands of the region be undertaken by the Natural Resources Department. In the case of lack of attention from the authorities, about 50% of other

1- Young Researchers and Elites Club, Jiroft Branch, Azad University, Iran. *(Corresponding Author)
2- PhD., Candidate, Department of Watershed Management, School of Ariculture, Hormozgan University, Iran.
3- Young Researcher and Eleit Club, Jiroft Branch. Islamic Azad University, Iran.

(medium and low desertification classes) will be subject to severe destruction, which will lead to damage to other elements of the ecosystem, including wildlife, and so on.

**Key words:** Desertification, Land Degradation, soil, vegetation and Faryab region.

**مقدمه**

طبق برآورد کنفرانس جهانی بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی، پدیده بیابان‌زایی در آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان در مناطق خشک که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان می‌باشند را تهدید می‌کند. (۱) از این تعداد، ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر به طور مستقیم به علت کاهش حاصل‌خیزی اراضی و دیگر فرآیندهای بیابان‌زایی، تحت تأثیر قرار می‌گیرند. (۲) از آنجا که پدیده بیابان‌زایی ۴۰ درصد از کل اراضی زمین را تهدید نموده و سالانه ۱۲ میلیون هکتار از اراضی را تحت تأثیر مستقیم خود قرار می‌دهد، سالانه ۴۲ میلیارد دلار به اقتصاد جهانی زیان می‌رساند و موجب مهاجرت ۵ میلیون نفر از محل سکونت خود می‌شود. (۳)

یکی از بزرگ‌ترین مشکلات موجود در مناطق خشک، تخریب زمین و بیابان‌زایی می‌باشد. (۴) برآوردهای بسیار متفاوتی وجود دارد، ولی گفته می‌شود در حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از مناطق خشک، دچار تخریب زمین شده‌اند. (۵) این رقم در برخی منابع تا ۷۰ درصد از مناطق خشک (حدود ۳۶۰۰ میلیون هکتار) را شامل شده است. (۶)

با توجه به تعاریف بیابان‌زایی به معنی تخریب در مناطق خشک است (۶) و در تعریف رسمی‌تر بیابان‌زایی معادل تخریب زمین در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب در اثر فاکتورهای مختلف مانند تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی می‌باشد.(۷)

در رابطه با طبقه‌بندی و تعیین نوع و شدت عوامل مؤثر در تخریب سرزمین (بیابان‌زایی) در جهان اختلاف نظرهای بسیار متفاوتی وجود دارد این اختلاف عقیده در دیدگاه‌هایی است که در مورد معیارها و شاخص‌ها تفکیک کننده مناطق بیابانی با ویژگی‌های مختلف وجود دارد. تلاش‌های وسیعی در سطوح جهانی در رابطه با طبقه‌بندی بیابان‌ها، شدت تخریب و عوامل مؤثر در آن‌ها وجود دارد که می‌توان به مهم‌ترین آن‌ها یعنی فائو- یونپ(FAO-UNEP)، ارزیابی جهانی تخریب خاک[1] ، ارزیابی تخریب سرزمین در مناطق خشک[2]، بیابان‌زایی و کاربری اراضی مدیترانه‌ای[3] و مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی[4] اشاره نمود. (۸)

در زمینه بیابان‌زایی و نقش آن در تخریب اراضی، محققان از مدل‌های گوناگونی استفاده کرده‌اند. یاسوگلو (۹) در کمیته ملی مقابله با بیابان‌زایی و دانشگاه کشاورزی آتن، پنج پارامتر از ویژگی‌های پوشش گیاهی و سه پارامتر از ویژگی‌های مدیریتی را، در محیط GIS با هم تلفیق و در نهایت نقشه‌های بیابانی‌زایی مناطق مختلف یونان را با استفاده از مدل مناطق حساس محیطی (ESAs) تهیه نمودند. ژو و همکاران (۱۰) با استفاده از سامانه GIS و شبکه فازی توانستند نقشه فرسایش خاک را برای منطقه ای از چین طراحی کنند. گاد و لفتی (۱۱) با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه مناطق حساس محیطی به بیابان‌زایی در مصر به این نتیجه رسیدند که کیفیت خاک دره نیل پایین و حساس به فرسایش می‌باشد. دپالئو و همکاران در مطالعه هم‌زمان بیابان‌زایی و فرسایش خاک در جنوب ایتالیا، مدل‌های ESAs و مدالوس را به کار گرفتند و در بررسی بیابان‌زایی چهار پارامتر، کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت را در لایه های اطلاعاتی مختلف استفاده نمودند.(۱۲)

تاکنون در مطالعات متعددی جهت ارزیابی بیابان‌زایی از روش IMDPA استفاده شده است که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. جعفری و همکاران از شاخص‌های معیار خاک جهت بررسی وضعیت بیابان‌زایی مناطق سلیمان، حسین‌آباد

1- GLASOD
2- LADA
3- MEDALUS
4- IMDPA

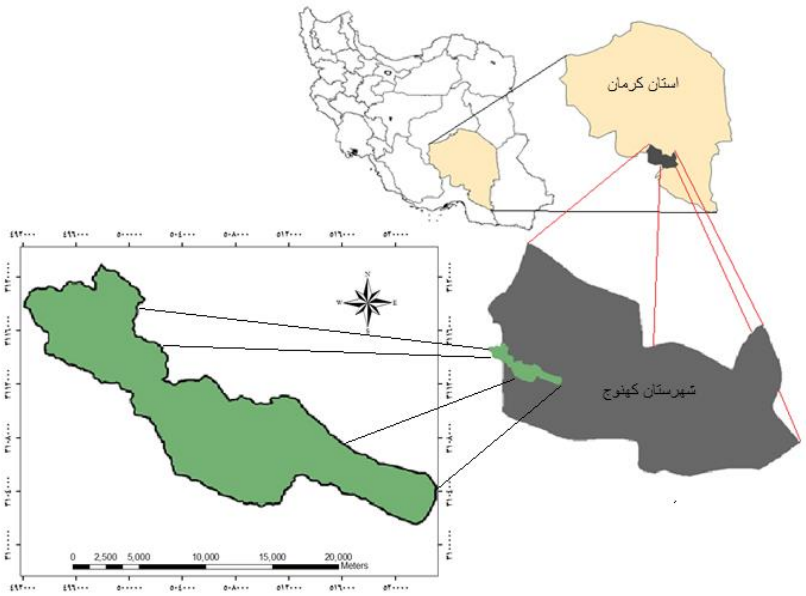
میش‌مست و گازران در استان قم استفاده نمود. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص شوری مهم‌ترین شاخص در بیابان‌زایی منطقه می‌باشد.(۱۳) ناطقی و همکاران به ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سگزی با بهره‌گیری از مدل IMDPA و با تکیه بر مسایل آب، زمین و پوشش گیاهی پرداخته است و شدت بیابان‌زایی منطقه را در کلاس‌های شدید و بسیار شدید بدست آورده است. در ضمن معیار آب با متوسط وزنی ۳/۹۷ در کلاس خیلی‌شدید، معیار زمین با متوسط وزنی ۳/۲۶ و معیار پوشش با متوسط وزنی ۳/۱۲ هر دو در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار گرفتند. (۱۴) ذوالفقاری و همکاران به ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA با تکیه بر معیارهای اقلیم، خاک، پوشش گیاهی و فرسایش بادی پرداختند. نتایج حاصل از ارزیابی آنها نشان داد ۵۱/۰۹ درصد منطقه از نظر درجه بیابان‌زایی در کلاس متوسط و ۴۵/۰۹ درصد آن در کلاس شدید و ۳/۸۲ درصد منطقه که شامل مناطق مسکونی و مخازن آب بود در هیچ کلاسی قرار نگرفته‌است. همچنین نشان دادند که معیار فرسایش بادی با ارزش عددی ۱/۶۷ بیش‌ترین تأثیر و معیار خاک با ارزش عددی ۱/۳۴ کم‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است. (۱۵) رئیسی و همکاران طی تحقیقی با عنوان بررسی عوامل مؤثر در شدت بیابان‌زایی (بیابان‌های ساحلی) با استفاده از مدل IMDPA در منطقه کهیر کنارک نشان دادند که نتایج حاصل از این ارزیابی بیان‌گر آن است که بیابان‌زایی در منطقه با شدت متوسط، شدید و بسیار شدید در حال انجام بوده و روند آن رو به گسترش می‌باشد.(۱۶) طباطبایی‌فر و همکاران به ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت گرمسار با تأکید بر دو معیار اقلیم و آب پرداخته‌اند. نتایج تجزیه و تحلیل معیارهای بیابان‌زایی در منطقه گرمسار نشان داد که در میان معیارهای مورد بررسی، معیار آب بیشترین اثر را بر روی تخریب زمین و بیابان‌زایی از سال ۱۳۷۳ داشته است.(۱۷) رایگانی و همکاران به نقد بر مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) پرداخته‌اند و در انتها مدلی با عنوان "مدل ایرانی وضعیت بیابان‌زایی" که در آن سه معیار تخریب خاک، پوشش گیاهی و آب بکار برده شود، پیشنهاد کردند(۱۸). هاشمی و همکاران با ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تکیه بر معیارهای فرسایش بادی، خاک، اقلیم و پوشش گیاهی در دشت سیستان پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان داد ۳۶/۴ درصد از منطقه در کلاس متوسط، ۶۳/۶ درصد در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار گرفته است.(۱۹) همچنین ارزش عددی معیارهای مورد بررسی نشان داد معیار اقلیم با ارزش عددی ۳/۸۸ مؤثرترین عامل در شدت بیابان‌زایی منطقه بوده است. حبیبی‌پور کاربرد مدل IMDPA در بررسی وضعیت بیابان‌زایی با تکیه بر معیار فرسایش بادی در منطقه بهاباد یزد را مورد مطالعه قرار داده‌است. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد از نظر معیار فرسایش بادی، قسمت عمده منطقه (۹۷/۸) درصد در شدت زیاد بیابان‌زایی قرار دارد.(۲۰) در نهایت به دلیل ایرانی بودن مدل IMDPA و سازگار بودن معیارها و شاخص‌های آن با شرایط محیطی ایران، این مدل جهت ارزیابی بیابان‌زایی شهرستان فاریاب کرمان انتخاب گردید. همچنین به‌دلیل این‌که معیارهای خاک و پوشش گیاهی مهم‌ترین معیارهای موثر بر پدیده بیابان‌زایی می‌باشند، (۲۴) این دو معیار جهت بررسی بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند.

استان کرمان به دلیل شرایط اقلیمی، معمولا در معرض هجوم ماسه‌های روان می‌باشد که این امر ضرورت ارزیابی بیابان‌زایی در مناطق مختلف استان را نشان می‌دهد. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی شاخص‌های معیارهای خاک و پوشش گیاهی موثر در بیابان‌زایی با توجه به تجزیه و تحلیل مدل IMDPA و تهیه نقشه بالفعل بیابان‌زایی منطقه بر اساس مدل ایرانی است.

## مواد و روش‌ها

### موقعیت منطقه مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان کرمان و در محدوده جغرافیایی ´۵۶ °۵۶ تا ۱۴ °۵۷ شرق و عرض جغرافیایی ´۳ °۲۸تا ´۱۱ °۲۸ شمالی قرار دارد (شکل۱). این منطقه شامل دو حوزه آبخیز چکچک و گلاشگرد جمعاً به مساحت ۱۱۸۷۶/۰۶ هکتار می باشد.




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان کرمان**

Figure 1. The location of case study in Kerman Province

**روش تحقیق**

در این تحقیق جهت رسیدن به هدف که بررسی وضعیت بیابان‌زایی و به‌دنبال آن ارایه نقشه بیابان‌زایی حوزه فاریاب می‌باشد از روش IMDPA استفاده گردید. جهت استفاده از این مدل و ترسیم نقشه بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه با توجه به شرایط منطقه دو معیار کیفیت خاک و کیفیت پوشش گیاهی به عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد که هر کدام از این معیارها خود دارای شاخص‌هایی می‌باشند (جداول ۱ و ۲). (۱۸) در ابتدا به منظور تهیه‌ی نقشه‌ی بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA، نقشه‌ی هر یک از شاخص‌ها تهیه گردید. در ادامه داده‌های شاخص‌ها بر اساس وضعیت کیفی خود، امتیازی بین ۰ تا ۴ گرفتند، به‌طوری‌که به بهترین وضعیت آن شاخص عدد صفر و به بدترین حالت، عدد ۴ تعلق گرفت. سپس با گرفتن میانگین هندسی از شاخص‌های هر معیار، وضعیت آن معیار بدست آمد و با گرفتن میانگین هندسی از دو معیار خاک و پوشش گیاهی، وضعیت نهایی بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA بدست آمد. (۱۸)

به عنوان مثال برای دست‌یابی به مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها، از افق‌های ژنتیکی پروفیل‌های تشریح شده (۱۸ پروفیل)، نمونه خاک تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد و سپس پارامترهای بافت خاک، هدایت الکتریکی، عمق خاک و درصد سنگ و سنگریزه اندازگیری شد. جهت تهیه‌ی نقشه‌ی معیار خاک از شاخص‌های مذکور بر اساس جدول ۱ استفاده گردید و میانگین هندسی این معیار طبق رابطه (۱) محاسبه شد. (۱۸)

(۱) (۱۸) معیار خاک = (عمق خاک × درصد سنگ و سنگریزه × بافت خاک × هدایت الکتریکی)۱/۴

**جدول ۱- شاخص‌های ارزیابی معیار خاک موثر بر شدت بیابان‌زایی در مدل IMDPA (۱۸)**

Table 1. Indices for assessment of soil index, which affects desertification severity in IMDPA Model.

| شاخص‌ها | کلاس بیابان‌زایی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | کم و ناچیز (۱/۵-۰) | متوسط (۲/۵-۱/۶) | شدید (۳/۵-۲/۶) | بسیار شدید ۴-۳/۶ |
| عمق خاک(سانتی‌متر) | >۸۰ | ۵۰-۸۰ | ۲۰-۵۰ | <۲۰ |
| بافت خاک | سنگین تا خیلی سنگین | متوسط | سبک | درشت تا خیلی درشت |
| درصد سنگ و سنگریزه | <۱۵ | ۱۵-۳۵ | ۳۵-۶۵ | >۶۵ |
| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | <۴ | ۴-۸ | ۸-۱۶ | >۱۶ |

معیار پوشش گیاهی منطقه بر اساس سه شاخص وضعیت پوشش، بهره‌برداری از پوشش و تجدید حیات پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. (۱۸) زیر شاخص‌های در نظر گرفته در وضعیت پوشش عبارتند از: ترکیب گونه‌ای (گونه‌های مهاجم و یک‌ساله) و درصد پوشش تاجی گیاهان دایمی. امتیاز دهی به شاخص وضعیت پوشش گیاهی بر اساس وضعیت مراتع در هر تیپ گیاهی تعیین گردید. بدین منظور گونه‌های موجود در ۱۵ عدد پلات در هر تیپ جمع‌آوری شدند. شاخص بهره‌برداری از پوشش گیاهی نیز که یکی از شاخص‌های مؤثر در تخریب است فاکتور چرای دام از نظر تعداد دام موجود نسبت به ظرفیت دامی (چرای بیش از حد) و قطع بوته‌ها (بوته‌کنی) بررسی شد. بسته به میزان علوفه تولیدی و نوع دام چرا کننده با توجه به ترکیب پوشش و وضعیت فیزیوگرافی منطقه، شاخص بهره‌برداری از پوشش، در کلاس‌های مختلفی طبقه‌بندی شد. همچنین به منظور ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی از لحاظ مهیا بودن یا نبودن شرایط تجدید حیات، شاخص تجدید پوشش گیاهی انتخاب و کلاس‌های مختلف آن با توجه به امکان‌پذیر بودن یا نبودن اجرای عملیات اصلاحی تعیین شد (جدول ۲). (۱۸) در نهایت نقشه کیفیت معیار پوشش گیاهی از میانگین هندسی شاخص‌های ذکر شده بدست آمد:

(۲) (۱۸) ۱/۳(تجدید پوشش گیاهی × بهره برداری از پوشش × وضعیت پوشش)= معیار

**پوشش گیاهی**

**جدول ۲- شاخص‌های ارزیابی معیار پوشش گیاهی موثر برشدت بیابان‌زایی در مدل IMDPA (۱۸)**

Table 2. Indices for assessment of vegetation index, which affects desertification in IMDPA Model.

| شاخص‌ها | کلاس بیابان‌زایی | | | |
|---|---|---|---|---|
| | کم و ناچیز (۱/۵-۰) | متوسط (۲/۵-۱/۶) | شدید (۳/۵-۲/۶) | بسیار شدید (۴-۳/۶) |
| وضعیت پوشش گیاهی | گونه‌های مهاجم کم‌تر از ۵درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد و کم‌تر از ۲۵ درصد ترکیب گیاهی از گونه های یک‌ساله می‌باشد. | گونه های مهاجم ۲۰-۵درصد ترکیب گیاهی را تشکیل داده و ۵۰-۲۵ درصد ترکیب گیاهی منطقه از گیاهان یک‌ساله می‌باشد. | گونه های مهاجم ۵۰-۲۰درصد ترکیب گیاهی را تشکیل داده و اکثر پوشش گیاهی منطقه از گیاهان یک‌ساله می‌باشد. | گونه های مهاجم بیش از ۵۰ درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل داده و پوشش گیاهی منطقه از گیاهان یک‌ساله می باشد. |
| | درصد پوشش تاجی دایمی بیش از ۳۰ درصد | درصد پوشش تاجی دایمی ۱۵-۳۰ درصد | درصد پوشش تاجی دایمی ۵-۱۵ درصد | درصد پوشش تاجی دایمی کم‌تر از ۵ درصد |
| بهره‌برداری از پوشش گیاهی | اثار بوته کنی مشاهده نمی شود. | قطع بوته ها ،درختچه ها و درختان نسبتا زیادتر از بیوماس سالانه | قطع بوته ها ،درختچه ها و درختان زیاد و کاملا محسوس | قطع بی رویه بوته ها، درختان و درختچه ها در حال حاضر و یا گذشته نه چندان دور |
| | چرا متعادل و یا کم‌تر از ظرفیت و در فصل مناسب | مازاد دام تا ۲۵ درصد بیش از ظرفیت چرا | مازاد دام ۲۵ تا۵۰ درصد بیش از ظرفیت چرا | مازاد دام تا ۵۰ درصد بیش از ظرفیت چرا |
| تجدید پوشش گیاهی | تجدید حیات به‌طور طبیعی انجام می‌شود | تجدید حیاط با هزینه کم امکان پذیر است | تجدید حیاط با هزینه زیاد امکان پذیر است | تجدید حیاط پوشش گیاهی بسیار مشکل و یا غیر ممکن و غیرقابل توجیه اکولوژیکی و اقتصادی |
| | نیازی به عملیات اصلاحی نمی‌باشد | عملیات احیاء پوشش تاکنون موثر بوده است. | عملیات اصلاحی انجام شده نسبتا موفق بوده است. | عملیات اصلاح و احیاء پوشش تاکنون موفق نبوده است. |

در نهایت پس از تهیه لایه‌های مربوط به معیارهای مورد مطالعه از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی دو معیار خاک و پوشش گیاهی بر اساس رابطه (۳) در محیط نرم افزار Arc GIS 9,3 نقشه نهایی وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه بدست آمد و با توجه به جدول (۳) طبقه‌بندی گردید.

$$DM= [VQI*SQI]^{1/2} \quad (۳)$$ (۱۸)

Vegetation Quality Index: معیار پوشش گیاهی

Soil Quality Index: معیار خاک

Desertification Map: نقشه وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه

**جدول ۳- کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی (۲۰)**

Table 3. The severity classes of the current state of desertification.

| ردیف | دامنه ارزش عددی | وضعیت بالفعل بیابانزایی | کلاس بیابانزایی |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰ – ۱/۵ | کم و ناچیز | I |
| ۲ | ۱/۵ – ۲/۵ | متوسط | II |
| ۳ | ۲/۵ – ۳/۵ | شدید | III |
| ۴ | ۳/۵ – ۴ | بسیار شدید | IV |

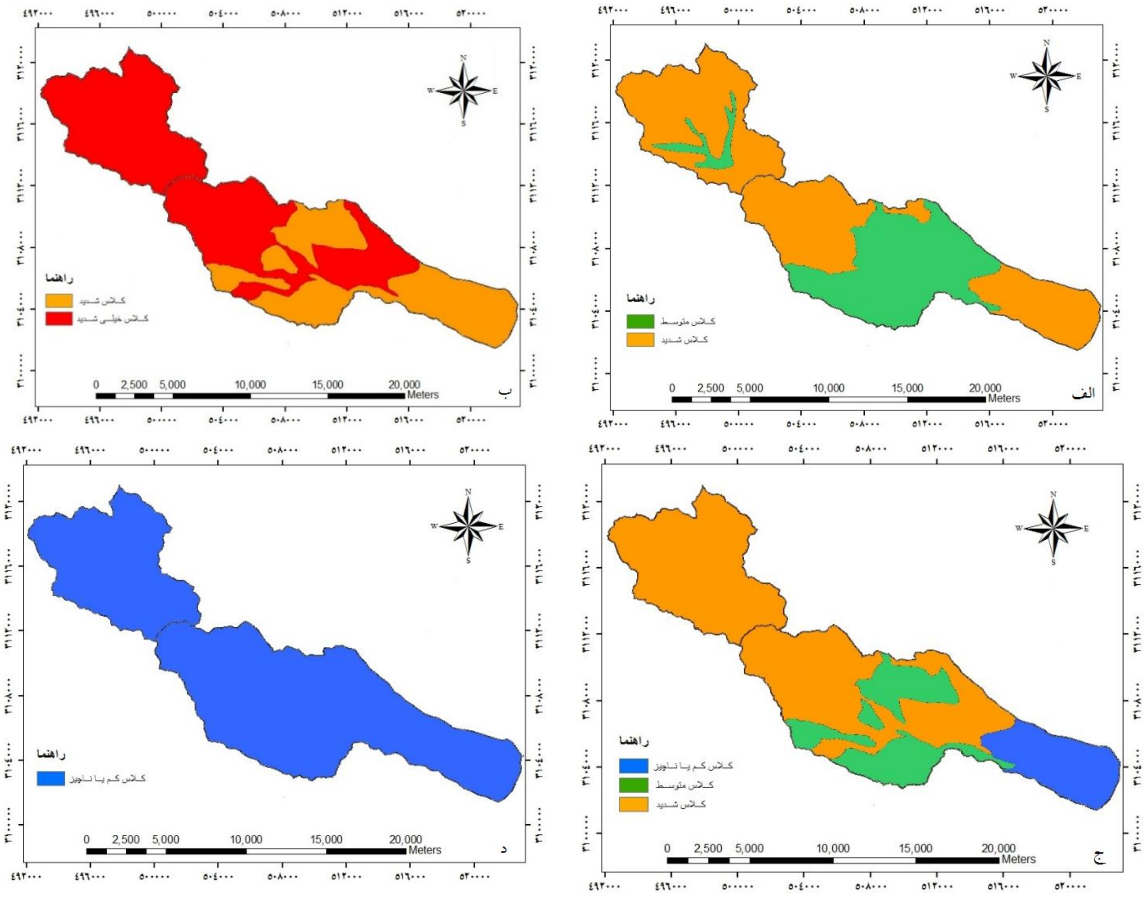
**شکل ۲- فلوچارت مراحل کار در مدل IMDPA**

Figure 2. Steps in the flow chart for IMDPA Model

**یافته‌ها**

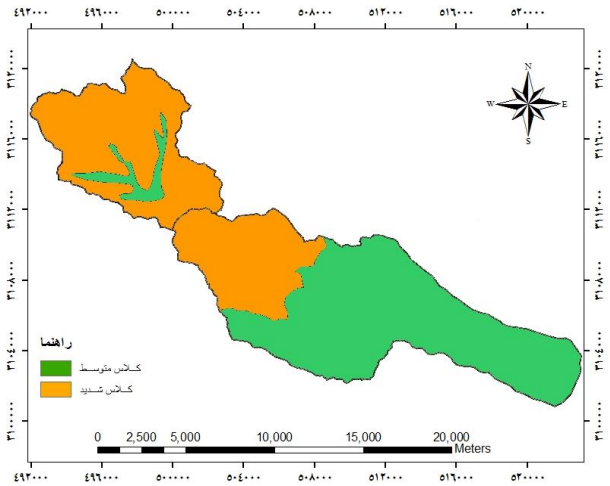
**معیار خاک**

نقشه کیفیت معیار خاک نشان می‌دهد که ۵۲/۶۴ درصد (۶۲۵۱/۵ هکتار) از کل منطقه در کلاس متوسط قرار گرفته است که این کلاس بیش‌تر مناطق جنوبی را در بر گرفته است و ۴۷/۳۶ درصد (۵۶۲۷/۵ هکتار) از کل منطقه که بیش‌تر شامل مناطق شمالی می‌باشد، در کلاس شدید قرار گرفتند (شکل ۴). همچنین متوسط وزنی و هندسی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار خاک نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه درصد سنگ و سنگریزه با ارزش عددی ۳/۴۵ مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه می‌باشد. تحقیق حاضر با نتایج تحقیقی که توسط پروانه و همکاران، (۲۱) در منطقه طبس مسینا، در خراسان جنوبی صورت گرفته است، انطباق نزدیکی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که بیش‌ترین تأثیر در بیابان‌زایی منطقه مذکور، شاخص درصد سنگریزه سطحی و کمبود مواد آلی عنوان شده است. در شکل ۳ نقشه‌ی هر یک از شاخص‌های معیار خاک ارایه گردیده است.




**شکل ۳- شاخص‌های معیار خاک به ترتیب؛ بالا راست: بافت خاک، بالا چپ: سنگ و سنگریزه، پایین راست: عمق و پایین چپ: هدایت الکتریکی خاک.**

Figure 3. Indices of soil index, respectively: up right (Soil texture), up left (Stone and gravel), down right (Soil depth), down left (Electrical conductivity)




**شکل ۴- نقشه وضعیت پتانسیل بیابان‌زایی معیار خاک در منطقه مورد مطالعه**

Figure 4. Map of potential status of desertification with soil index in the study are

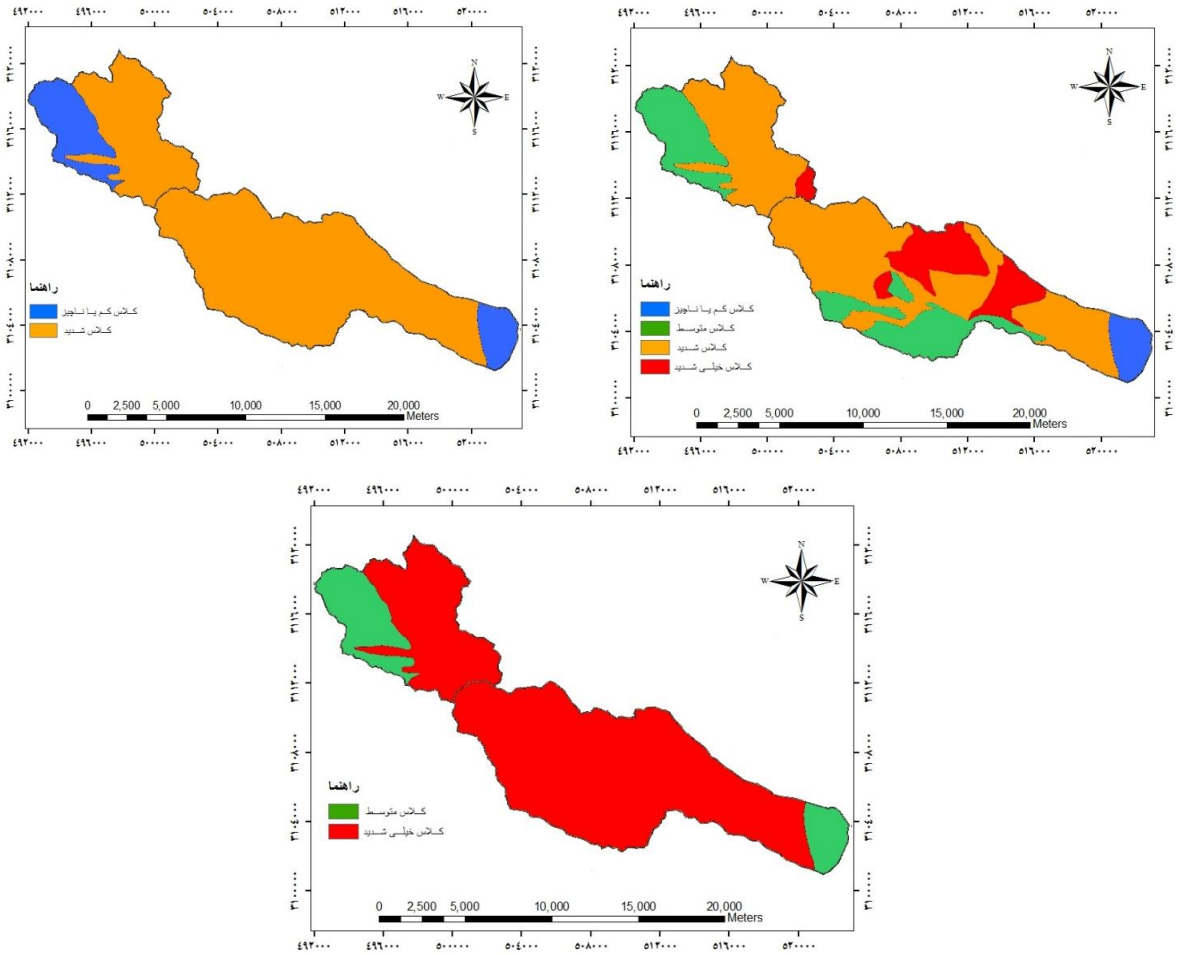
**جدول ۴- متوسط وزنی ارزش عددی شاخص‌های مؤثر در معیار خاک**

Table 4. Average weight of numerical value of effective indices in Soil Index.

| شاخص های معیار | امتیاز شاخص | وضعیت بالفعل بیابان‌زایی | کلاس بیابان‌زایی |
|---|---|---|---|
| عمق | ۲/۶۶ | شدید | III |
| بافت | ۲/۵۱ | متوسط | II |
| سنگ و سنگریزه | ۳/۴۵ | شدید | III |
| هدایت الکتریکی | ۰/۲۵ | کم و ناچیز | I |

**معیار پوشش گیاهی**

نقشه کیفیت معیار پوشش گیاهی نشان می‌دهد که ۱۴/۵۲درصد (۱۷۲۴/۴ هکتار) از کل منطقه در کلاس کم، ۷۳/۱۴ درصد (۸۶۸۶۸/۱ هکتار) از کل منطقه در کلاس شدید و ۱۲/۳۴ درصد (۱۴۶۵/۵ هکتار) از کل منطقه در کلاس خیلی شدید قرار گرفته است (شکل ۶). همچنین متوسط وزنی و هندسی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار پوشش گیاهی، نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شاخص تجدید حیات با ارزش عددی۳/۸۲ مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه می‌باشد. که بیانگر عدم تاثیر عملیات اصلاحی صورت گرفته برای تجدید حیات پوشش گیاهی می‌باشد. در شکل ۵ نقشه‌ی هر یک از شاخص‌های معیار پوشش گیاهی ارایه گردیده است.



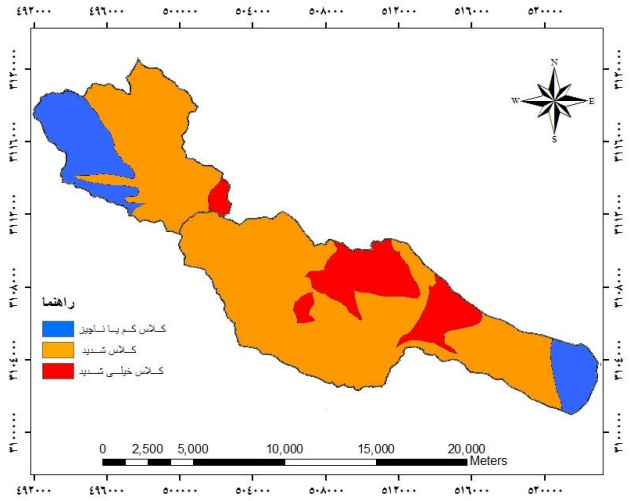

**شکل ۵- شاخص‌های پوشش گیاهی به ترتیب بالا راست: وضعیت پوشش گیاهی، بالا چپ: بهره‌برداری از پوشش گیاهی، پایین: تجدید حیات پوشش گیاهی.**

Figure 5. Indices of soil index, respectively: up right (Vegetation status), up left (Exploitation of vegetation), down (Restoring vegetation).

**جدول ۵- متوسط وزنی ارزش عددی شاخص‌های مؤثر در معیار پوشش گیاهی**

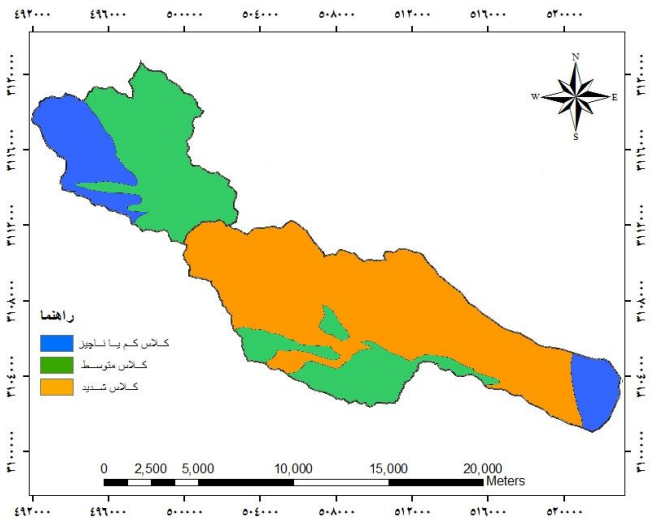
Table 5- Average weight of numerical value of effective indices in Vegetation Index.

| شاخص های معیار | امتیاز شاخص | وضعیت بالفعل بیابان‌زایی | کلاس بیابان‌زایی |
|---|---|---|---|
| وضعیت پوشش گیاهی | ۲/۹۵ | شدید | III |
| بهره برداری از پوشش گیاهی | ۲/۷۸ | شدید | III |
| تجدید پوشش گیاهی | ۳/۸۲ | خیلی شدید | IV |




**شکل ۶- نقشه معیار پوشش‌گیاهی در منطقه مورد مطالعه**

Figure 6. Map of potential status of desertification with vegetation index in the study area.




**شکل ۷- نقشه وضعیت بالفعل بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه**

Figure 7. Map of potential status of desertification in the study area.

**جدول ۶- متوسط هندسی ارزش عددی و کلاس بیابان‌زایی معیارهای مورد بررسی**

Table 6. Geometric mean values and desertification class of studied indices

| معیار | ارزش عددی | وضعیت بالفعل بیابان‌زایی | کلاس |
|---|---|---|---|
| خاک | ۱/۵۲ | متوسط | II |
| پوشش | ۳/۱۱ | شدید | III |

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که منطقه از نظر وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از روش IMDPA در سه کلاس کم، متوسط و شدید قرار می‌گیرد. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه ۶۱۴۹/۴۲ هکتار (۵۱/۷۸ درصد کل منطقه) جزو مناطقی است که کلاس شدید بیابان‌زایی برای آن‌ها تعریف شده است. ۴۰۰۱/۰۴ هکتار (۳۳/۶۹ درصد کل منطقه) در کلاس بیابان‌زایی متوسط و ۱۷۲۵/۵۹ هکتار (۱۴/۵۳ درصد کل منطقه) در کلاس بیابان زایی کم یا ناچیز قرار دارد (شکل ۷).

**بحث و نتیجه‌گیری**

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق شاخص تجدید حیات از معیار پوشش گیاهی با ارزش عددی ۳/۸۲ و شاخص درصد سنگ و سنگریزه با ارزش عددی ۳/۴۵ از معیار خاک به ترتیب بیش‌ترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند.

مطالعات رضائی‌پور باغدر و همکاران (۲۲) که به ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA با تکیه بر دو معیار پوشش گیاهی و خاک در باغ‌در یزد پرداخته بودند نشان داد منطقه مورد مطالعه از نظر معیار خاک در کلاس شدید و براساس معیار پوشش گیاهی در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد. همچنین نتایج آن‌ها نشان داد از بین شاخص‌های معیار پوشش گیاهی، شاخص تجدید حیات بیش‌ترین تأثیر را در روند بیابان‌زایی منطقه داشته است. نتایج ذولفقاری و همکاران (۲۳) که به ارزیابی تأثیر پوشش گیاهی بر روند تخریب سرزمین بر اساس مدل IMDPA در منطقه دشت سیستان پرداخته‌اند بودند نشان داد شاخص تجدید حیات پوشش گیاهی با متوسط وزنی ۱/۷۱ و کلاس شدید موثرترین شاخص در بیابان‌زایی منطقه بوده است. همچنین با توجه به ارزیابی صورت گرفته معیار پوشش گیاهی با ارزش عددی ۳/۱۱ معیار غالب و در کلاس شدید و پس از آن معیار خاک با ارزش عددی ۱/۵۲ در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار گرفتند. نتایج تحقیق جعفری و همکاران(۱۳) در ارزیابی شاخص های معیار خاک جهت بررسی وضعیت بیابان‌زایی در سه منطقه استان قم نشان داد که درصد سنگ و سنگ ریزه خاک و بافت خاک به عنوان دو عامل تعیین کننده در بیابانی شدن می‌باشند. در تحقیقی دیگر خنامانی و همکاران (۲۴) به ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سگزی با استفاده از مدل مدالوس پرداخته‌اند که نتایج آن‌ها نشان داد که معیارهای پوشش گیاهی و اقلیم مهم‌ترین معیارهای موثر در بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه می‌باشند.

با توجه به نتایج بدست آمده در این تحقیق که حاکی بر اهمیت پوشش گیاهی در بیابان‌زایی است پیشنهاد می‌شود در اسرع وقت تحقیقی عمیق‌تر نسبت به تعیین روش‌های مناسب اصلاح و احیاء مراتع منطقه از سوی ادارات منابع طبیعی اقدام گردد. در صورت عدم توجه مسوولین امر حدود ۵۰ درصد دیگر (کلاس بیابان‌زایی متوسط و کم منطقه) در معرض نابودی شدید قرار خواهد گرفت که این مهم باعث صدمه به سایر عناصر اکوسیستم از جمله حیات وحش و غیره منجر خواهد شد. ذوالفقاری و همکاران (۲۳) به ارزیابی تأثیر پوشش گیاهی بر روند تخریب سرزمین بر اساس مدل IMDPA در منطقه دشت سیستان پرداخته‌اند که نتایج آن‌ها نشان داد ۵۳/۰۶ درصد منطقه از نظر تخریب سرزمین در کلاس متوسط و ۴۶/۹۴ درصد آن در کلاس شدید قرار دارد. اسفندیاری و حکیم‌زاده اردکانی (۲۵) به منظور بررسی شدت تخریب منابع خاک در اراضی کشاورزی منطقه آباده طشک از مدل بیابان‌زایی IMDPA استفاده کردند. که نتایج بدست آمده از تحقیق آن‌ها نشان داد که ۴۸ درصد از (۲۲۱۲ هکتار) از کل مساحت منطقه در کلاس کم بیابان‌زایی، ۴۳ درصد (۲۰۱۹ هکتار) از کل مساحت منطقه در کلاس متوسط و ۱۰ درصد (۴۶۷ هکتار) از مساحت منطقه در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار گرفته است.

در این مطالعه پیشنهاد می‌شود جهت احیای منطقه از چرای بی رویه دام جلوگیری شود و همچنین می‌توان با اعمال قرق متناوب، بذر پاشی نباتات مرتعی و رعایت اصول مرتعداری و جلوگیری از بوته‌کنی و نابودی پوشش گیاهی توسط ساکنین و به منظور تامین سوخت می‌توان به احیای آن کمک کرد.

**Reference**


1. Babaev, A., 1999. Introduction, Desert Problems and Desertification in Central Asia. Springer, pp. 1-3.
2. Ladisa, G., Todorovic, M., Liuzzi, GT., 2010. Assessment of Desertification in Semi-Arid Mediterranean Environments: The Case Study of Apulia Region (Southern Italy), Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation. Springer, pp:493-516.
3. Hoseini, SM., Ekhtesasi, MR., Shahriyari, AR., Shafiei, H., 2010. Study of Current and Potential

Desertification Status With Emphasis on Wind Erosion Criterion using MICD Method (Case Study: Niatak Region of Sistan). Journal of Range and Watershed Management, Vol. 63(2), pp. 165-181. (In Persian)

4. Whitfield, S., Reed, MS., 2012. Review: Participatory environmental assessment in drylands: Introducing a new approach. Journal of Arid Environments,Vol. 77, pp. 1-10.
5. Reynolds, JF., Smith, DMSS., Turner, BL., Mortimore, M., Battetbury, SPJ., Downing, TE., Dowlatabadi, H., Fernández, RJF., Herrick, JE., Huber-Sannwald, E., Jiang, H., Leemans R., Lynam, T., Maestre, F., Ayarza, M., Walker, B., 2007. Global desertification: Building a science for dryland development. Science, Vol. 316, pp. 847–851.
6. UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification)., 2008. Desertification is the degradation of drylands.
7. Zucca, C., Della, Peruta, R., Salvia, R., Sommer, S., Cherlet M., 2012. Towards a World Desertification Atlas. Relating and selecting indicators and data sets to represent complex issues. Ecological Indicators, Vol. 15. pp. 157–170.
8. Rahimi, M., Damavandi, A., Jaferian, V., 2014. Remote sensing applications in the assessment and monitoring of land degradation and desertification, Journal of Forest and Rangeland, Vol. 100, pp. 8-21. (In Persian)
9. Yassoglou, C., Nicholas, J., Kossmas, C., 2001. Desertification in the Mediterranean Europe, case study in Greece, No 200. MEDALUS Report: 454-475.
10. Zhu, D., Wang, TW., Cai, CF., Li, L., Shi, ZH., 2009. Large-scale assessment of soil erosion using a neuro-fuzzy model combined with GIS: A case study of Hubei Province, China. Land degrade develop. Vol. 20. pp. 654–666.
11. God, A., Lofty, I., 2008. Use of remote sensing and GIS in mapping the environmental sensitivity areas for desertification of Egyptian territory. Earth Discuss, Vol. 3(1). pp. 41- 85.
12. Depaola, FD., Ducci, C., Giugni, D., 2009. Soil erosion and desertification: a combined approach using RUSLE and ESAS models in the Tusciano basin (Southern Italy). pp. 654-684.
13. Jafari, M., Panahi, F., Ahmadi1, H., Abbasi, HR., Mosavi, M., Zareae, MA., Tavil, A., 2006. Assessment of soil criteria indices for desertification studies in Ghom province, Iranian Journal of Rangelandand Desert Research. Vol. 13(2), pp. 278-283. (In Persian)
14. Nateghi, S., Zehtabian, GH., Ahmadi., 2006. Evaluation of Desertification Intensity in Segzi Plain Using IMDPA Model. Journal of Range and Watershed Management. Vol. 62(3), pp. 419-430. (In Persian)
15. Zolfaghari, F., Shahriari, A., Fakhireh, A., Rashki, R., Noori, S., 2011. Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan plain. Watershed Management Research, Pajouhesh and Sazandegi, Vol. 91, pp. 97-107. (In Persian)
16. Raeesi, A., Zehtabian, Gh., Ahmadi, H., Khosravi, H., 2012. Evaluation of current desertification status in shore deserts using biophysical criteria of IMDPA model, Whatershed

Management Research, Vol. 97, pp. 43-51. (In Persian)

17. Tabatabaeefar, SM., Zehtabian, Gh., Rahimi, M., Khosravi, H., Nikoo, S., 2013. The Impact Assessment of Temporal Variation of Climatological and Groundwater Condition on Desertification Intensity in Garmsar Plain, Desert Management, Vol. 2, pp. 39-48. (In Persian)
18. Rayegani, **.,** Zehtabian, GH., Barati, S., 2013. Surveying of Iranian Model of Desertification Potential Assessment, Iranian Journal of Applied ecology, Vol. 2(4), pp. 73-99. (In Persian)
19. Hashemi, Z., Pahlevanravi, A., Moghaddamnia, AR., Javadi, MR., Miri, A., 2015. Investigation of the Desertification Potential Using IMDPA Model in Sistan Plain (Case Study: ZAHAK), Desert Ecosystems Engineering Journal, Vol. 3(5), pp. 49-62. (In Persian)
20. Habibipour, A., 2015. Application of the IMDPA model in the study of desertification status based on the wind erosion criterion (Case study: Behbad area, Yazd province), Lornal of Forest and Rangeland, Vol. 106. pp. 67-72. (In Persian)
21. Parvane, H., Karimzadeh, HR., AliAkbari, V., 2008. Investigating the effect of soil index on desertification (Case Study Tabas Mseena, Khorasan Jenoobi), World Day of Desertification. (In Persian)
22. Poorbaghedar, AR., Bahrami, H., Sharifabad, JR., Khosravi, H., 2015. An Evaluation on the Intensity of Desertification by using IMDPA model (Case study: Baghedar region, Yazd), Journal of Arid Regions Geographics Studies, Vol. 5(19), pp. 42-54. (In Persian)
23. Zolfaghari, F., Shahriari, A., Fakhire, A., 2013. Evaluate the effect of vegetation cover on land degradation process using IMDPA model and GIS (Case study: Sistan plain), Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science, Vol. 4(1), pp. 69-77. (In Persian)
24. Khanamani, A., Karimzadeh, HR., Jafari, R., Golshahi, A., 2013. Quantitative assessment of current desertification using MEDALUS model (Case study: Segzi plain), Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science, Vol. 4(1), pp. 13-25. (In Persian)
25. Esfandiari, M., Hakimzadehardakani, MR., 2014. Evaluation of active desertification with emphasis on the soil degradation by IMDPA model (case study: Abadeh-Tashk, Fars), Iranian journal of Range and Desert Reseach, Vol. 17(4), pp. 624-631. (In Persian)