

## مطالعات جغرافیایی مناطق خشک

سال پنجم، شماره نوزدهم، بهار ۱۳۹۴

تأیید نهایی: ۹۴/۰۱/۱۵

دریافت مقاله: ۹۳/۱۰/۱۹

صص ۴۲-۵۴

### ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA (مطالعه موردی: منطقه باغدر، یزد)

عبدالحسین رضائی‌پور باغدر، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی - دانشگاه هرمزگان

حسین بهرامی، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی - دانشگاه هرمزگان

جواد رفیع شریف‌آباد، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی - دانشگاه هرمزگان

حسن خسروی\*، استادیار دانشکده منابع طبیعی - دانشگاه تهران

#### چکیده

بیابان‌زایی پدیده‌ای است که در مناطق خشک، نیمه‌خشک، و خشک نیمه مرطوب به دلیل شکننده بودن اکوسیستم، اثرات تخریبی بیشتری نسبت به سایر مناطق دارد. هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت بیابان‌زایی و ارائه نقشه بیابان‌زایی در منطقه باغدر از توابع شهرستان بافق در استان یزد با استفاده از مدل IMDPA می‌باشد. جهت استفاده از این مدل و ترسیم نقشه بیابان‌زایی در منطقه باغدر، دو معیار خاک و پوشش گیاهی به عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. با استفاده از روش فوق‌امتیازات هر شاخص در معیار مربوطه مشخص و ارزش هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیاز شاخص‌های آن مشخص گردید و پس از آن با روی هم‌گذاری و تلفیق لایه‌های رستری معیارهای مذکور و محاسبه میانگین هندسی معیارها و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از مدل IMDPA، نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه بدست آمد. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان می‌دهد منطقه از نظر معیار خاک در کلاس شدید قرار داشته و بر اساس معیار پوشش گیاهی در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد. از بین شاخص‌های معیار خاک، بافت خاک و شوری با میانگین وزنی  $1/79$  و  $1/2$  به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در روند بیابان‌زایی منطقه دارند. از بین شاخص‌های معیار پوشش گیاهی، شاخص‌های تجدید حیات و وضعیت پوشش گیاهی با میانگین وزنی  $1/53$  و  $1/54$  تأثیر بیشتری در روند بیابان‌زایی منطقه داشته است. مطابق نقشه‌های به دست آمده مشخص گردید، شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌گردد با ارائه راهکارهای مدیریتی در چرای متعادل دام و آموزش و ترویج ساکنان محلی در بهره‌برداری مناسب از مراتع منطقه، از تخریب بیشتر جلوگیری نموده و حتی در صورت نیاز منطقه به طور موقت قرق گردد.

واژگان کلیدی: باغدر، شدت بیابان‌زایی، معیار، شاخص، IMDPA

\* Email: [hakhosravi@ut.ac.ir](mailto:hakhosravi@ut.ac.ir)

## ۱- مقدمه

بیابان‌زایی به معنی تخریب سرزمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه مرطوب ناشی از عوامل مختلف از جمله تغییرات آب‌وهوا و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. بیابان‌زایی بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین، به عنوان سومین چالش جهانی در قرن ۲۱ به شمار می‌آید. نتیجه نهایی فرآیند بیابان‌زایی تشکیل بیابان است. بیابان به اکوسیستم‌های زوال‌یافته‌ای گفته می‌شود که استعداد تولید طبیعی گیاهی (بیوماس) در آن‌ها کاهش یافته و یا به کلی از بین رفته است. برای مقابله با پدیده بیابان‌زایی، ابتدا باید عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی مشخص و برای بررسی شدت بیابان‌زایی معیارها و شاخص‌های آن شناسایی شود و سپس با مدل‌سازی اقدام به تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه نمود. جهت ارزیابی بیابان‌زایی و ارائه راهکارهای مطلوب مدل‌های منطقه‌ای فراوانی استخراج شده است. از بین این مدل‌ها، در دسترس‌ترین مدل که دارای دقت بسیار زیادی بوده و نیز در آن از ابزارهای جدید در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود مدل مدالوس می‌باشد. مدل IMDPA<sup>۱</sup> که توسط دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران و با همکاری سازمان جنگلها و مراتع ارائه شده، از متودولوژی مدل مدالوس استفاده کرده است و در این مدل شاخص‌ها و معیارها با توجه به شرایط ایران تدوین شده است (ناطق، ۱۳۸۶). محققین زیادی شدت بیابان‌زایی مناطق مختلف را مورد مطالعه قرار داده و به نتایج گوناگونی دست یافته‌اند که در ذیل به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود. ذاکری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان ارزیابی شدت بیابان‌زایی با معیار آب زیرزمینی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی دشت زرین فارس) به این نتیجه رسیدند که ۳۷/۴۱ و ۶۲/۵۹ درصد از اراضی منطقه به ترتیب در کلاس‌های شدید و خیلی شدید بیابان‌زایی می‌باشد.

ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) شدت بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA را مورد ارزیابی قرار داده و نشان دادند ۵۱/۰۹ درصد منطقه از نظر درجه بیابان‌زایی در کلاس متوسط و ۴۵/۰۹ درصد آن در کلاس شدید قرار دارد و ۳/۸۲ درصد منطقه که شامل مناطق مسکونی و مخازن آب چاه نیمه‌ها بود در هیچ کلاسی قرار نگرفت. معیار فرسایش بادی با ارزش عددی ۱/۶۷ بیشترین تأثیر و معیار خاک با ارزش عددی ۱/۳۴ کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. زهتابیان و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی اثرات توسعه کشاورزی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در بیابان‌زایی منطقه طشک (استان فارس) به این نتیجه رسیدند که ارزش عددی وضعیت فعلی بیابان‌زایی برای کل منطقه بر اساس دو معیار مورد بررسی در حدود ۲/۶۱ می‌باشد که بر اساس جدول طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی، شدید برآورد گردید. از میان دو معیار مورد بررسی، معیار آب با متوسط وزنی ۲/۹۲ تأثیر بیشتری نسبت به توسعه کشاورزی با میانگین وزنی ۲/۴ در بیابان‌زایی منطقه دارد.

رئیزی و همکاران (۱۳۹۱) 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 حاصله 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. ناطقی (۱۳۸۶) در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد با استفاده از مدل IMDPA و با تأکید بر معیارهای آب، زمین و پوشش گیاهی به بررسی شدت بیابان‌زایی دشت سگری پرداخت و به این نتیجه رسید که معیار آب با متوسط وزنی ۳/۱۷ در کلاس بیابان‌زایی خیلی شدید، طبقه بندی می‌شود.

سپهر (۱۳۸۴) در تحقیقی با عنوان ارزیابی کمی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از GIS و RS جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای (با تأکید بر مدل مدالوس) در منطقه فیدوئیه گرم‌دشت، نشان داد در حدود ۳۸ درصد از منطقه متوسط و ۹ درصد در کیفیت بالا قرار دارد. همچنین ۵۳ درصد از منطقه در وضعیت نامناسب کیفی می‌باشد که خود از عوامل اصلی بیابان‌زایی

<sup>۱</sup>. Iranian model of desertification potential assessment

به حساب می‌آید.

زهتابیان و همکاران (۱۳۸۲) به ارزیابی شدت تخریب منابع آب در منطقه کاشان با استفاده از مدل مدالوس پرداختند که در نهایت مشخص شد ۴۶/۴۶ درصد منطقه مورد مطالعه دارای شدت تخریب شدید و ۵۳/۵۴ درصد دارای شدت تخریب بسیار شدید می‌باشد که این وضعیت نشان دهنده شدت تخریب منابع آب در منطقه است.

شاکریان<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی وضعیت بیابان‌زایی بالفعل جرقوییه اصفهان بر اساس معیارهای آب و خاک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که معیار خاک با ارزش عددی ۲/۲۵ در کلاس متوسط بیابان‌زایی و معیار آب با ارزش عددی ۱/۱۴ در کلاس با شدت کم بیابان‌زایی قرار دارد.

در نقاط مختلف جهان نیز مطالعاتی به منظور ارزیابی و تعیین شدت اثر عوامل مؤثر در ایجاد شرایط بیابان‌زایی انجام شده یا در حال انجام است (Melchiade, 2009; Ladisa, 2002; Giordano et al, 2002). مؤسسه تحقیقات فرهنگستان علوم ترکمنستان طرحی با دقت بیشتر از روش فائو یونپ در زمینه ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی ارائه نمود، در روش فوق که توسط خارین و همکاران در سال ۱۹۸۵ تهیه شده بود، مواردی همچون فرسایش بادی، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، شور شدن خاک، باتلاقی شدن، آلودگی محیطی و بیابان‌زایی ناشی از عملکرد جانوران به عنوان فرآیندهایی که می‌توانند موجب بیابان‌زایی در منطقه شوند، پیشنهاد گردید (Kharin et al, 1985). لاوادو و همکاران در سال ۲۰۰۸، 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 می‌باشد (Lavado, 2008).

صلواتی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی سیستم هشدار اولیه میزان حساسیت تخریب اراضی (LD) به بیابان‌زایی، توسط پایش تغییرات در طی یک دوره طولانی مدت (۲۰۰۸-۱۹۶۰) در ایتالیا پرداختند. نتایج حاصل افزایش آشکاری را در میزان حساسیت حوضه به تخریب اراضی طی ۵۰ سال گذشته نشان داد.

کوندا و دوتا<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی خطر بیابان‌زایی حوزه چورو (Churu) در هندوستان را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که بعضی از قسمت‌های حوزه چورو تحت تأثیر پدیده بیابان‌زایی ناشی از تغییر اقلیم است.

منطقه باغدر نمونه‌ای از اکوسیستم‌های مناطق خشک است که به دلیل فعالیت‌های نادرست انسانی و خشک‌سالی‌های پی‌درپی، توان تولید بیوماس آن کاهش یافته و فرآیند بیابان‌زایی در آن رو به گسترش است. هدف از این تحقیق، بررسی وضعیت بیابان‌زایی و ارائه نقشه بیابان‌زایی در منطقه باغدر (شهرستان بافق) در استان یزد با استفاده از مدل IMDPA می‌باشد.

## ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه

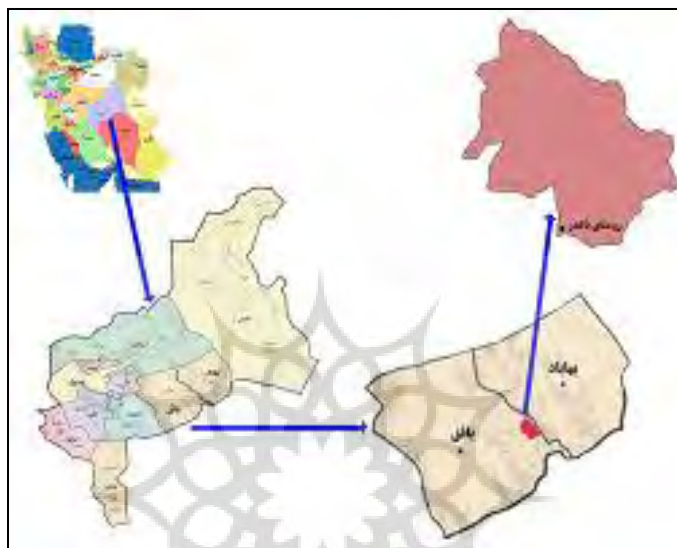
روستای باغدر از توابع دهستان کوشک در ۶۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بافق در استان یزد واقع شده است. منطقه مورد مطالعه از مراتع روستای باغدر در محدوده  $31^{\circ} 44' 00''$  و  $31^{\circ} 48' 30''$  درجه شمالی و  $55^{\circ} 53' 00''$  و  $57^{\circ} 30' 00''$  درجه شرقی با وسعت تقریبی بیش از ۲۵۰۰ هکتار، حداکثر ارتفاع ۲۹۸۰ و حداقل ارتفاع ۲۳۱۰ متر از سطح دریا می‌باشد که دارای متوسط بارندگی سالیانه بالغ بر ۹۷ میلی‌متر، میانگین سالیانه درجه حرارت ۱۴/۲۶ درجه سانتی‌گراد است که گرم‌ترین ماه سال تیر، سردترین ماه سال دی، حداقل و حداکثر دمای ثبت شده به ترتیب ۲۴- و ۴۷/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱).

2. Shakerian

3. Salvati

4 Kundu and Dutta

از نظر زمین‌شناسی کهن‌ترین نهشته‌های مربوط به پرکامبرین که در این محدوده قرار دارند ردیفی از شیل و ماسه‌سنگ ارغوانی است و ضخامت آن حدود ۲۵۰ متر است. رسوبات متعلق به زمان پرکامبرین بالایی-کامبرین زیرین بخش وسیعی از محدوده مطالعاتی را در برمی‌گیرد که از دو بخش زیرین و بالایی تشکیل شده است. بخش زیرین شامل دولومیت، آهک شیل و ماسه سنگ، گدازه میانه تا بازیک، گدازه‌های اسید، توف‌های اسیدی، شیل‌های آهکی، شیل و ماسه سنگ می‌باشد. بخش بالایی بیشتر کربناتی بوده و کم و بیش در خور قیاس با سازند سلطانیه است که از دولومیت تا دولومیت آهکی، آهک دولومیتی و آهک‌های ستبر لایه تشکیل شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

### ۳- مواد و روش‌ها

جهت استفاده از مدل IMDPA و ترسیم نقشه بیابان‌زایی در منطقه باغدر، دو معیار خاک و پوشش گیاهی به عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. جهت رسیدن به این معیارها سعی گردید مطالعات نسبتاً کاملی در زمینه‌های خاک‌شناسی و پوشش گیاهی در منطقه صورت گیرد؛ بنابراین هر یک از این پارامترها که به عنوان معیارهای بیابان‌زایی در نظر گرفته شده است، به صورت جداگانه مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند.

برای امتیازدهی به شاخص‌های مورد نظر، نقشه واحد کاری منطقه تهیه گردید. مرزبندی اولیه واحدهای کاری روی عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای با توجه به عوارض طبیعی و تغییرات رنگ انجام گرفته و سپس به نقشه‌های توپوگرافی حوزه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ انتقال داده شد و برای تصحیح و تطبیق واحدهای کاری اولیه با مراجعه به عرصه و کمک گرفتن از عوارض طبیعی (رودخانه، جاده، کوه و آبادی) موجود منطقه، محدوده واحدهای کاری با کمک دستگاه GPS، نرم افزار GIS، بازدید میدانی و نیز کمک گرفتن از سیستم اطلاعاتی تصویری Google Earth کنترل گردید. سپس امتیاز هر شاخص به صورت جداگانه در هر واحد کاری تعیین شد.

در نهایت نقشه‌های معیارهای پوشش گیاهی و خاک، با توجه به مدل پیشنهادی IMDPA جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی در این تحقیق تهیه گردید و در انتها نقشه بیابان‌زایی به کمک این دو نقشه و با توجه به فرمول ۱ ترسیم شد. به کمک GIS و با استفاده از متدولوژی IMDPA می‌توان با وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، ارزش هر لایه را در شاخص مورد

نظر دخالت داده و تأثیر آن را در بیابان‌زایی بررسی کرد.

$$\text{Index- X} = [(\text{Layer-1}) \cdot (\text{layer-2}) \dots (\text{Layer-n})]^{1/n}$$

رابطه ۱

Index-x: معیار مورد نظر

Layer: شاخص‌های هر معیار

n: تعداد شاخص‌های هر معیار

جدول ۱: کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی

شاخص کیفیت	دامنه اعداد	کلاس
۱	۱-۱/۵۰	کم و ناچیز (LOW)
۲	۱/۵۱-۲/۵۰	متوسط (MEDIUM)
۳	۲/۵۰-۳/۵۰	شدید (HIGH)
۴	۳/۵۱-۴	خیلی شدید (VERY HIGH)

با توجه به بررسی منابع و استناد به کار سایر محققین و با توجه به شرایط منطقه، نقشه هر معیار در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید با توجه به وزن اخذ شده، طبقه‌بندی گردید؛ بنابراین دو نقشه وضعیت معیارها به دست آمد که این نقشه‌ها برای مطالعه کیفیت هر معیار و تأثیر آن‌ها در بیابان‌زایی می‌تواند به کار رود و در نهایت نقشه نهایی که نشان دهنده وضعیت بیابان‌زایی در منطقه می‌باشد از میانگین هندسی معیارهای مذکور براساس فرمول ۲ به دست آمد و وضعیت بیابان‌زایی در نقشه نهایی DM نیز با توجه به وزن‌های اخذ شده طبق جدول ۱ به چهار زیرتیپ تقسیم شد.

$$DM = (LI \times VI)^{1.2}$$

رابطه ۲

VI<sup>۵</sup>: معیار کیفیت پوشش

SI<sup>۶</sup>: معیار خاک

DM<sup>۷</sup>: نقشه بیابان‌زایی

### ۳-۱- معیار پوشش گیاهی

در مدل پیشنهادی جهت ارزیابی پوشش گیاهی، شاخص‌هایی انتخاب گردید و در نهایت، نقشه معیار پوشش از میانگین هندسی شاخص‌های ذکر شده بدست آمد. (جدول ۲)

برای مطالعه شاخص‌های پوشش گیاهی در واحدهای کاری از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در قالب کوادرات‌های ۱×۲ متر مربعی استفاده شده‌است. در این پژوهش، ابتدا ۲۴ نمونه به صورت تصادفی از کل سطح مراتع منطقه گرفته شد. با توجه به این که گونه غالب منطقه درمنه می‌باشد، انبوهی (تراکم) و تاج پوشش گونه درمنه محاسبه گردید. سپس مطابق روش آماری و توسط فرمول مربوطه حداقل تعداد نمونه مورد نیاز برای هر واحد کاری ۱۵ پلات به دست آمد.

$$t(n-1, 0.95) = t(23, 0.05) = 2.069$$

$$s^2 = 1.913$$

رابطه ۳

$$p = 1 - 0.95 = 0.05$$

$$\bar{x} = \frac{72}{24} = 3$$

رابطه ۴

5. Vegetation Index

6. land Index

7. Desertification Map

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{1.913}{24}} = 0.282 \quad N = \frac{(2.069)^2 \left(\frac{0.282}{3}\right)^2}{(0.05)^2} = 15.127 \approx$$

رابطه ۵

جدول ۲: شاخص‌های معیار پوشش گیاهی

کلاس بیابان‌زایی				شاخص
۳/۵۱-۴	۲/۵۱-۳/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۱-۱/۵۰	
(بسیار شدید)	(شدید)	(متوسط)	(کم و ناچیز)	
گونه‌های مهاجم بیش از ۵۰ درصد منطقه را تشکیل می‌دهد.	گونه‌های مهاجم ۵۰-۲۰ درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد	گونه‌های مهاجم ۲۰-۵ درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد	گونه‌های مهاجم کمتر از ۵ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد.	وضعیت پوشش
درصد پوشش تاجی گیاهان دائمی کمتر از ۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۵-۱۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۱۵-۳۰ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی بیش از ۱۰۰-۸۵ درصد	
عدم زادآوری گیاهان کم شونده	زادآوری گیاهان کم شونده به ندرت مشاهده می‌شود	زادآوری کم گیاهان کم شونده	زادآوری نسبتاً مناسب گیاهان کم شونده	
چرای بی رویه و چند برابر ظرفیت مرتع	چرای بیش از ظرفیت و بی برنامه	چرای کمی زیاده‌تر از تولید	چرای متعادل و یا کمتر از ظرفیت چرای	نوع چرای
عملیات اصلاح و احیای پوشش تا کنون موفق نبوده است.	عملیات اصلاحی انجام شده نسبتاً موفق بوده	عملیات احیای پوشش تا کنون موثر بوده	نیازی به عملیات اصلاح نمی‌باشد	نیاز به اصلاح

### ۳-۲- معیار خاک

برای بررسی این معیار، از اطلاعات حاصل از تجزیه نمونه‌های خاک منطقه استفاده شد. بدین منظور از چهار شاخص بافت خاک، عمق خاک، هدایت الکتریکی، و درصد سنگ و سنگریزه که در نهایت نقشه معیار زمین از میانگین هندسی شاخص‌های مذکور بدست آمد، استفاده شد (جدول ۳).

به منظور مطالعه شاخص‌های خاک به صورت تفصیلی، با توجه به وسعت کل منطقه مورد مطالعه و تعداد واحدهای کاری تفکیک شده، نسبت به حفر ۲۷ پروفیل (هر واحد یک پروفیل) به صورت کاملاً تصادفی اقدام گردید. سپس به مقدار استاندارد و به نحوی که معرف لایه‌ها باشد، نمونه خاک گرفته شده و جهت تعیین پارامترهای مورد نیاز به آزمایشگاه منتقل گردید. نمونه‌های خاک از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند و درصد سنگریزه درشت‌تر از دو میلی‌متر برای هر یک تعیین گردید. سپس روی ذرات کوچکتر از دو میلی‌متر، آزمایش‌های فیزیکی تعیین ذرات نسبی خاک (درصد رس، سیلت و شن) با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس انجام شد. و در نهایت میزان هدایت الکتریکی (EC) با دستگاه هدایت سنج الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر (ds/m) تعیین گردید.

جدول ۳: شاخص‌های معیار خاک

کلاس بیابان‌زایی				شاخص
۳/۵۱-۴	۲/۵۱-۳/۵۰	۱/۵۱-۲/۵۰	۱-۱/۵۰	
(بسیار شدید)	(شدید)	(متوسط)	(کم و ناچیز)	
<۲۰	۲۰-۵۰	۵۰-۸۰	>۸۰	عمق خاک
درشت تا خیلی درشت	سبک	متوسط	سنگین تا خیلی سنگین	بافت خاک
>۶۵	۳۵-۶۵	۱۵-۳۵	<۱۵	سنگ و سنگریزه
>۱۶	۸-۱۶	۴-۸	<۴	هدایت الکتریکی

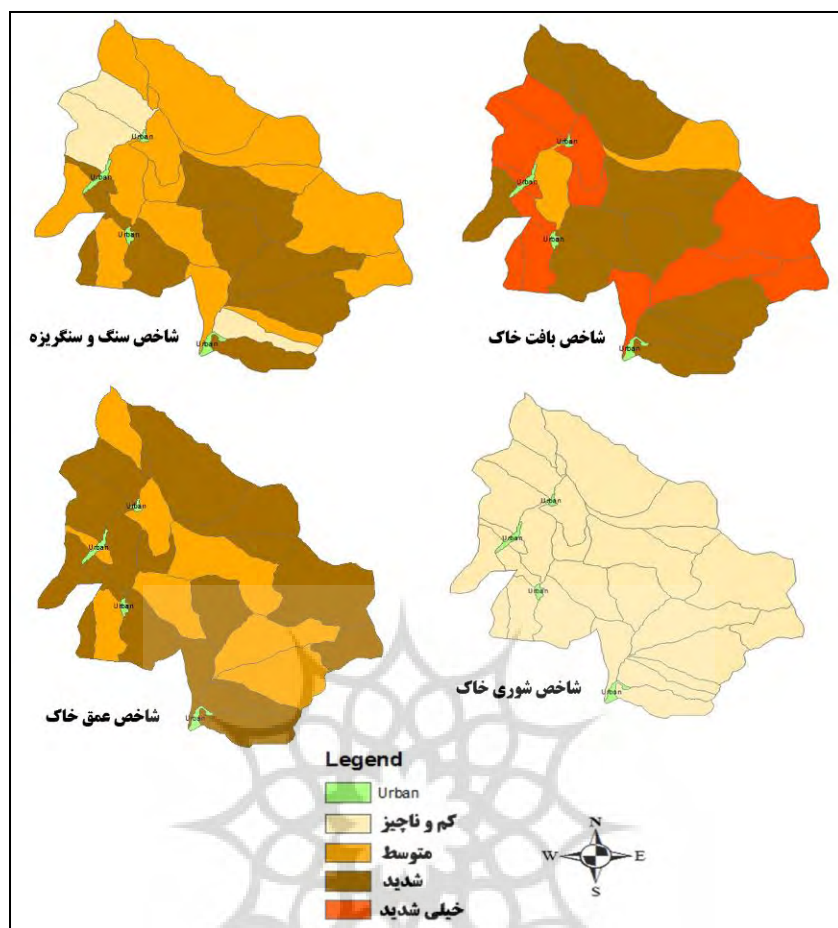
## ۴- بحث و نتایج

با توجه به شاخص‌های انتخاب شده در دو معیار پوشش گیاهی و خاک و امتیاز دهی مطابق جدول مربوطه، نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر بر اساس این شاخص‌ها به دست آمد. شکل ۲ و ۳ به ترتیب نشان دهنده وضعیت بیابان‌زایی منطقه بر اساس شاخص‌های انتخابی دو معیار خاک و پوشش گیاهی و جدول ۴ نشان دهنده متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مؤثر در دو معیار پوشش گیاهی و خاک است.

جدول ۴: متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مؤثر در معیار پوشش گیاهی و خاک

معیار	شاخص ارزیابی	متوسط ارزش عددی	کلاس
خاک	عمق خاک	۳/۲۴	شدید
	بافت خاک	۳/۵۴	خیلی شدید
	سنگ و سنگریزه	۳/۰۰	شدید
	هدایت الکتریکی	۱/۴	کم و ناچیز
پوشش گیاهی	وضعیت پوشش	۳/۰۸	شدید
	بهره‌برداری از پوشش	۲/۴۵	متوسط
	تجدید حیات پوشش	۳/۰۵	شدید

همانطور که شکل ۲ نشان می‌دهد منطقه از لحاظ بافت خاک دارای وضعیت مناسبی نمی‌باشد و بیشتر در کلاس شدید و خیلی شدید قرار دارد. از لحاظ عمق خاک، منطقه در کلاس متوسط تا شدید جای دارد. از نظر میزان سنگ و سنگریزه نیز بیشتر در کلاس متوسط تا شدید قرار می‌گیرد. از نظر شوری هیچ‌گونه مشکل و محدودیتی در خاک منطقه وجود ندارد.

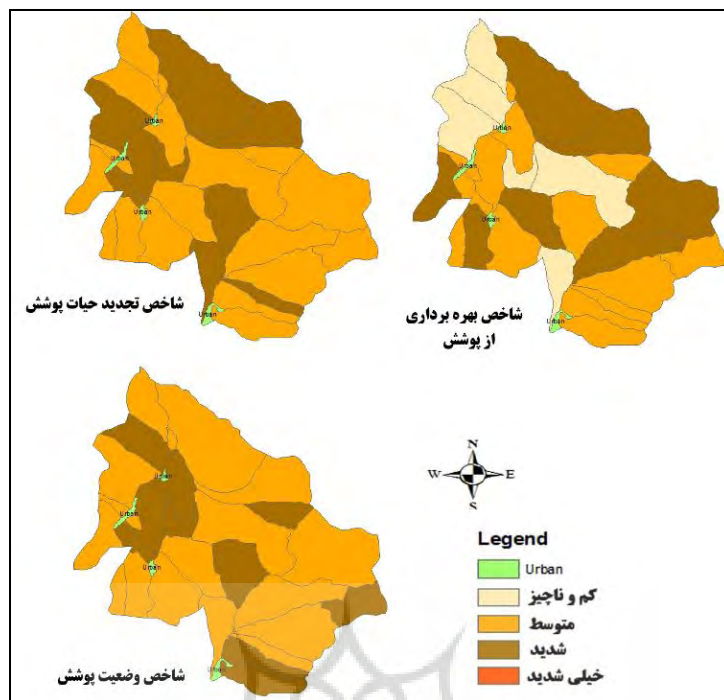


شکل ۲: شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر بر اساس شاخص‌های معیار خاک

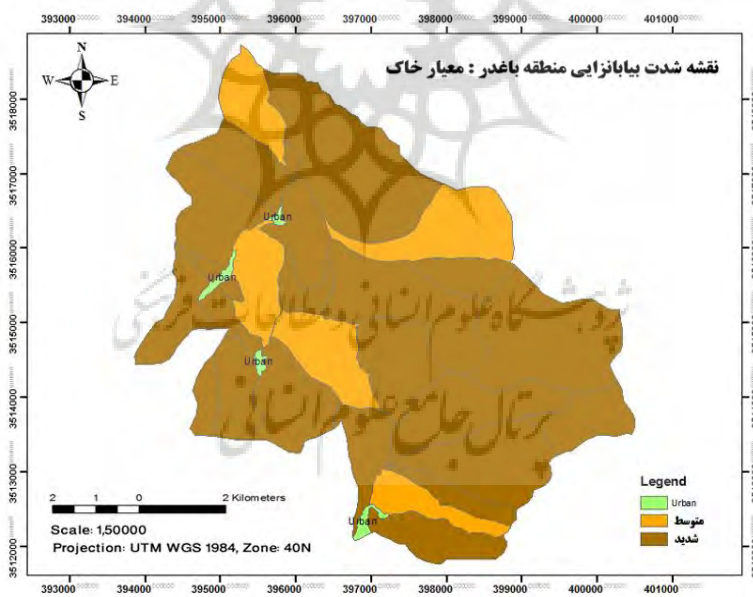
مطابق شکل ۳ و جدول ۴ از نظر وضعیت پوشش گیاهی، منطقه باغدر در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد. شاخص بهره‌برداری از پوشش، منطقه را در کلاس متوسط قرار داده است. تجدید حیات پوشش گیاهی در منطقه به کندی صورت گرفته و منطقه از نظر شاخص تجدید حیات در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد.

شکل ۴ و ۵ نشان دهنده شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر بر اساس معیار خاک و پوشش گیاهی می‌باشد. مطابق شکل ۴ منطقه از نظر معیار خاک در کلاس شدید قرار گرفته و فقط بخش‌های کوچکی از آن در کلاس متوسط قرار دارد. همانگونه که شکل ۵ نشان می‌دهد بر اساس معیار پوشش گیاهی نیز منطقه در کلاس متوسط تا شدید جای دارد. شکل ۶ نشان دهنده شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر می‌باشد که از میانگین هندسی دو معیار خاک و پوشش گیاهی به دست آمده است. از این شکل می‌توان دریافت که شدت بیابان‌زایی منطقه در کلاس شدید تا متوسط قرار دارد.

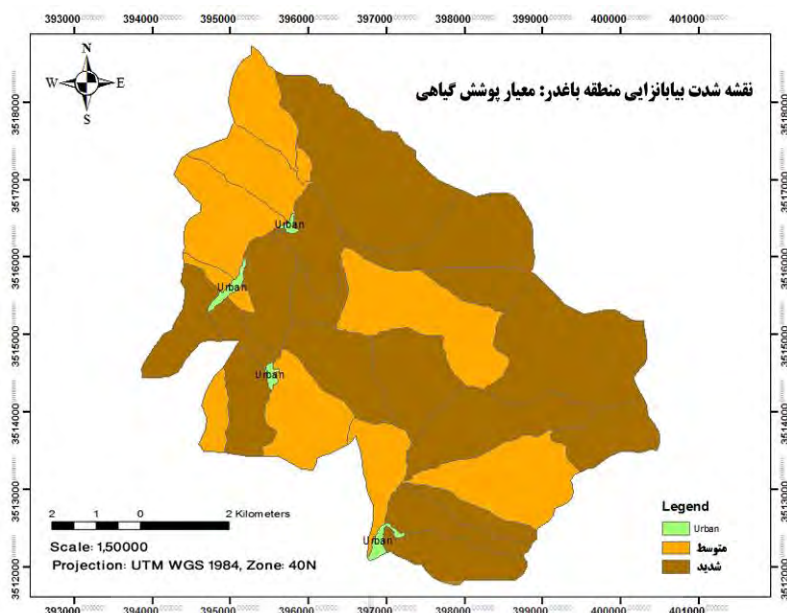




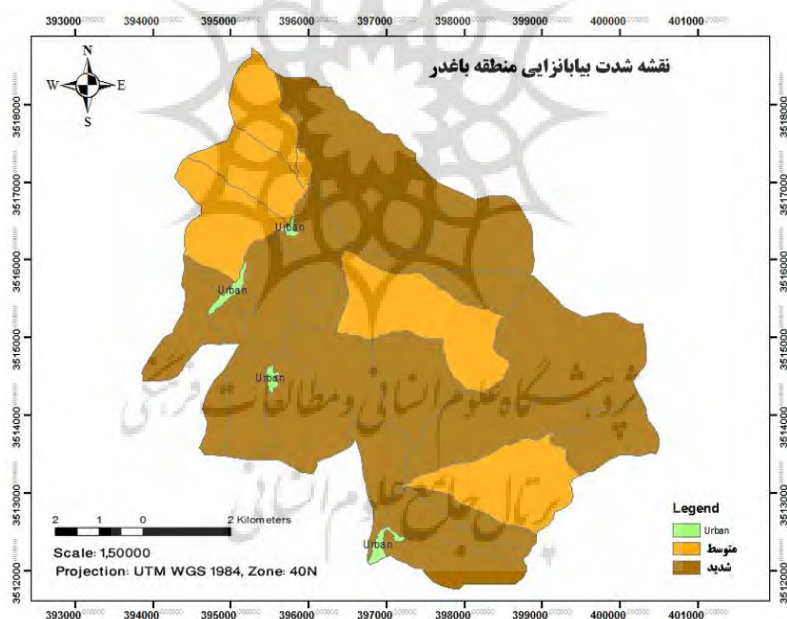
شکل ۳: شدت بیابانزایی منطقه باغدر بر اساس شاخص‌های معیار پوشش گیاهی



شکل ۴: نقشه شدت بیابانزایی منطقه باغدر بر اساس معیار خاک



شکل ۵: نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر بر اساس معیار پوشش گیاهی



شکل ۶: نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر

#### ۴- نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی منطقه باغدر، می‌توان نتیجه گرفت که منطقه از نظر شدت بیابان‌زایی در کلاس متوسط تا شدید قرار دارد. محققانی همچون ذاکری نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰)، زهتابیان و همکاران (۱۳۸۹)، رئیسی و همکاران (۱۳۸۷)، زهتابیان و همکاران (۱۳۸۲)، ناطقی (۱۳۸۶) و سپهر (۱۳۸۴) نیز با بررسی وضعیت بیابان‌زایی مناطق گوناگون، به نتایج مشابهی دست یافتند.

با توجه به نتایج تحقیق می‌توان گفت هر دو معیار پوشش گیاهی و خاک نقش مهمی در بیابان‌زایی منطقه باغدر دارد. از بین شاخص‌های معیار خاک، شاخص بافت خاک و شوری با میانگین وزنی  $3/54$  و  $1/4$  به ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در روند بیابان‌زایی منطقه دارند. به نظر می‌رسد بافت نامناسب خاک متأثر از سازندهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی منطقه است. سازندهای ماسه سنگی و شیلی که به صورت کوه و تپه ظاهر شده‌اند، بافت خاک را تحت تأثیر قرار داده و بیشتر خاک‌های شنی در منطقه تشکیل شده است. از طرفی با توجه به کم بودن میزان بارش‌ها و خشکی محیط، فرآیند خاک‌سازی کند بوده و عمق خاک نیز کم می‌باشد. لیکن به دلیل وجود سازندهای دولومیتی و آهکی و کوهستانی بودن منطقه و شستشوی املاح، میزان املاح در خاک کم بوده و خاک از نظر شوری در وضعیت مناسبی قرار دارد.

از بین شاخص‌های معیار پوشش گیاهی، شاخص‌های وضعیت پوشش گیاهی و تجدید حیات و با میانگین وزنی  $3/08$  و  $3/05$  تأثیر بیشتری در روند بیابان‌زایی منطقه داشته است. درصد پوشش دائمی بین ۱۵ تا ۳۰ بوده و بیش از ۵ درصد از تاج‌پوشش را گونه‌های مهاجم تشکیل داده‌اند. بهره‌برداری از پوشش گیاهی در مراتع منطقه باغدر نسبت به شاخص‌های دیگر پوشش در وضعیت مطلوب‌تری قرار دارد. به دلیل بعد مسافت منطقه تا مرکز استان و دور ماندن از چشم دامداران عمده، چرای دام متعادل بوده و در بعضی از بخش‌ها کمی بیشتر از ظرفیت چرای می‌باشد. هر چند با توجه به خشکسالی‌های اخیر چرای دام‌های دامداران محلی پوشش گیاهی را تا حدی تحت تأثیر قرار داده است. از طرفی با عنایت به اینکه میزان بارش‌ها در سال جاری کمی بیشتر از متوسط درازمدت منطقه بوده و تا حدی از خشکسالی کاسته شده است، فشار بیشتری به پوشش گیاهی وارد خواهد شد.

در پایان نتیجه‌گیری می‌شود که دو دسته از عوامل طبیعی و مصنوعی در بیابان‌زایی منطقه نقش دارد. به گونه‌ای که می‌توان در منطقه باغدر بیابان‌زایی بر اساس معیار خاک را بیابان‌زایی طبیعی و بیابان‌زایی بر اساس معیار پوشش گیاهی را بیابان‌زایی مصنوعی دانست. از طرفی به دلیل اینکه کلاس بیابان‌زایی منطقه شدید تا متوسط بوده و هنوز مراتع به طور کامل تخریب نگردیده است، می‌توان با ارائه راهکارهای مدیریتی در چرای متعادل دام و آموزش دامداران محلی در حفظ و نگهداری و بهره‌برداری مناسب از مراتع منطقه و نیز ترویج روشهای مختلف تجدید حیات و احیاء بیولوژیک، از تخریب بیشتر منطقه در اثر فعالیت‌های انسانی جلوگیری کرد. با توجه به تغییرات اقلیمی صورت گرفته در جهان و تغییر شکل بارش‌ها به سوی بارندگی‌هایی با شدت بالا و نیز با عنایت به اینکه خاک منطقه کم‌عمق بوده و در معرض خطر فرسایش قرار دارد، پیشنهاد می‌شود در صورت نیاز، منطقه به طور موقت قرق گردد.

علاوه بر این، استفاده از این مدل در سایر نقاط کشورمان و اقلیم‌های گوناگون، به منظور افزایش کارایی مدل و به روز رساندن اطلاعات، جهت حفظ کارایی مدل و همچنین تجدید نظر در تعداد، نوع شاخص‌ها، معیارها و افزایش رنج دامنه جهت کاهش اثرات متقابل، پیشنهاد می‌گردد.

محمد قاسمی (۱۳۸۵) با ارزیابی شدت بیابان‌زایی منطقه زابل، نشان داد که هدایت الکتریکی خاک با بیابان‌زایی شدید، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه است. همچنین در این ارتباط زهتابیان (۲۰۱۰)، شوری خاک را یکی از مهم‌ترین معیارهای بیابان‌زایی در مناطق خشک آسیا می‌داند. عبدی (۱۳۸۶) در منطقه ابوزیدآباد، وضعیت بیابان‌زایی شاخص هدایت الکتریکی را شدید ارزیابی کرد. زهتابیان و همکاران (۱۳۹۱) در کویر میقان اراک نشان دادند که بیابان‌زایی شاخص هدایت الکتریکی خاک، شدید بوده و این شاخص مهم‌ترین شاخص بیابان‌زایی در منطقه است. همچنین ناطقی (۱۳۸۶) در دشت سگری، بیابان‌زایی شاخص هدایت الکتریکی خاک را شدید ارزیابی نمود. نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق نامبردگان مطابقت ندارد ولی با نتایج تحقیق خسروی (۱۳۸۳) و خسروی و همکاران (۲۰۱۰) در منطقه‌ی کاشان که وضعیت بیابان‌زایی شاخص هدایت الکتریکی خاک را متوسط ارزیابی نمود، مطابقت می‌کند. تفاوت نتایج به دلیل گستردگی زیاد عرصه‌های

ماسه‌ای با نفوذپذیری زیاد و شوری کم در منطقه کاشان در مقایسه با مناطق دیگر است. با کمی دقت به جداول و نمودارهای حاصل از تجزیه و تحلیل معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی درمی‌یابیم که بعضی از واحدهای کاری در آستانه ورود به کلاس بالاتر قرار گرفته‌اند که این خود افزایش شدت تخریب را در آینده نزدیک به ارمغان خواهد آورد. در مجموع، این نتایج که گویای بیابان‌زایی شدید و متوسط ولی در آستانه‌ی تغییر کلاس در بسیاری از مناطق خشک کشور است، هشدار می‌دهد که می‌گویند، در صورت عدم توقف روند کنونی تخریب و انجام اقدامات احیایی و اصلاحی در آینده نزدیک، شاهد بیابان‌زایی شدید در این مناطق خواهیم بود.

## ۵- منابع

۱. خسروی حسن، (۱۳۸۳)، کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابان‌زایی کاشان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۲. ذاکری‌نژاد، ر. مسعودی، م. فلاح شمس، ر و افضل، ف. (۱۳۹۱). ارزیابی شدت بیابان‌زایی با معیار آب زیرزمینی و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی زرین دشت فارس)، مجله مهندسی آب و آبیاری. سال دوم. شماره ۷.
۳. ذوالفقاری، ف. شهریاری، ع. فخریه، ا. راشکی، ع. نوری، س و خسروی، ح. (۱۳۹۰). ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA، مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۹۱.
۴. زهتابیان، غ و اسفندیاری، م. (۱۳۸۹). بررسی اثرات توسعه کشاورزی و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در بیابان‌زایی منطقه طشک (استان فارس)، فصلنامه خشک بوم. سال اول، شماره ۲.
۵. زهتابیان، غ و جعفری، ز. (۱۳۸۲). تعیین شدت تخریب منابع آب در منطقه کاشان با استفاده از مدل بیابان‌زایی فصلنامه محیط‌شناسی، شماره ۳۰.
۶. زهتابیان، غ. س. م. رضوی، ر. مسعودی، حسن خسروی، (۱۳۹۱)، ارزیابی وضعیت بالفعل بیابان‌زایی، با تأکید بر دو معیار پوشش گیاهی و خاک (مطالعه موردی: کویر میقان)، اولین همایش ملی بیابان، ۲۸-۲۷ خرداد، دانشگاه تهران.
۷. زهتابیان، غلامرضا. حسن، خسروی. حسن، احمدی. حسین، آذرینوند، (۱۳۸۸)، ارزیابی شدت بیابان‌زایی منطقه کاشان از منظر معیار خاک». ششمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور ۹-۸ اردیبهشت ماه.
۸. سپهر، ع. (۱۳۸۴). ارزیابی کمی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از GIS و RS جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای (با تأکید بر مدل مدالوس) در منطقه فیدوئیته گرم‌دشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز.
۹. عبدی، ژاله، (۱۳۸۶). بررسی و تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل IMDPA با تکیه بر دو معیار آب و خاک در منطقه ابوزید آباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۱۰. محمد قاسمی، سیلوانا (۱۳۸۵). بررسی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر معیارهای آب و خاک در منطقه زابل، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
۱۱. ناطقی، س. (۱۳۸۶). ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت سگری با استفاده از مدل IMDPA و با تأکید بر مسائل آب، زمین و پوشش گیاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران.
12. Giordano L., F. Giordano., S. Grauso, M. Lannetta, M. Scicortino, G. Bonnati, F. Borfecchia, 2002. Desertification vulnerability in Sicily. Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-Compatible Solution for Aquatic Environments.
13. Kharin, N. G., Nechaeva, N.T, Nechaeva, V. N. 1985. Methodological principle of desertification assessment and mapping, Desert Research Institute, Ashkhabad, 117.
14. Khosravi. H, Gh. Zehtabian, H. Ahmadi, H. Azarnivand, 2010, Determination of Desertification Severity in Kashan Region Using IMDPA Model, The 6th International

- Symposium on "Protection and Utilization of Ecosystems in Arid and Semi- Arid Regions", 2nd-6th October 2010, Karaj, Iran.
15. Kundu, A. and Dutta, D. (2010). Monitoring desertification risk through climate change and human interference using Remote sensing and GIS techniques. *Int. J. of Geomatics and Geosciences*, 2(1): 21-33.
  16. 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: Eco-compatible solutions for Aquatic Environmental, Capri, Italy.
  17. Lavado Comntador, J.F. Schnabel, S. Mezo Gutierrez, A.G. & Pulido, F. M. 2008. Mapping Sensitivity to land degradation Extremadura. SW Spain. Vol 1, Issue 1, pp 25-41.
  18. Melchiade B. 2009. Secretariat of the convention to combat desertification. CSD-17 Intergovernmental Preparatory Meeting Panel on Desertification. New York, February 26.
  19. Salvati, luca and sofia Bajoco, 2010. Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future, *Applied Geography*.
  20. Shakerian, N., G.R, Zehtabian,. H, Azarnivand,. H, Khosravi. 2011. Evaluation of desertification intensity based on soil and water criteria in Jarghooyeh region. *DESERT*. 16, 23-32.

