



## سجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال نهم / شماره دوم) تابستان ۱۳۹۷

نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز

آدرس وب سایت: <http://girs.iaubushehr.ac.ir>



# پایش تغییرات زمانی - مکانی شاخص‌های مؤثر بیابان‌زایی مناطق خشک جنوب خراسان

رضوی

سرور داوری<sup>۱</sup>، علیرضا راشکی<sup>۲\*</sup>، مرتضی اکبری<sup>۲</sup>، علی اصغر طالبان‌فرد<sup>۳</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد

۳. کارشناس ارشد منابع طبیعی، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی

### مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۳۰ دی ۱۳۹۶

پذیرش: ۱۳ فروردین ۱۳۹۷

دسترسی اینترنتی: ۱ شهریور ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:

شدت بیابان‌زایی

مدل IMDPA

سیستم اطلاعات جغرافیایی

سجش‌از دور

خراسان رضوی

### چکیده

بیابان‌زایی یکی از پیچیده‌ترین تهدیدهای محیط‌زیست با اثرات منفی اقتصادی- اجتماعی است که باگذشت زمان نقش فزاینده‌ای در شدت تخریب زمین دارد. هدف از این تحقیق پایش تغییرات مکانی و زمانی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی مناطق جنوبی استان خراسان رضوی است. داده‌های اولیه شامل پارامترهای اقلیمی، پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، آب‌های زیرزمینی و سطحی، کشاورزی و اطلاعات اقتصادی- اجتماعی پس از جمع‌آوری، به محیط GIS معرفی و نقشه واحدکاری ژئوبیوفاسیس تهیه شد. سپس با استفاده از مدل ایرانی IMDPA شدت بیابان‌زایی محاسبه و عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه تعیین گردید. ارزیابی تغییرات زمانی و مکانی معیارها و شاخص‌های مؤثر نیز بر اساس داده‌ها، نقشه‌های موجود، نظرات کارشناسی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. نتایج ارزیابی شدت خطر بیابان‌زایی با مدل IMDPA نشان داد که منطقه در دو کلاس متوسط و شدید به ترتیب به مقدار ۲۲ و ۷۷ درصد قرار دارد. پایش دوره‌ای شاخص‌های مؤثر بیابان‌زایی نیز نشان داد که کمبود بارش در مدت ۲۵ سال گذشته ۱۳۸۸-۱۳۶۳، باعث افزایش خشکی و خشک‌سالی در تمامی منطقه شده است. بررسی تغییرات کاربری اراضی نیز در مدت ۱۰ سال ۱۳۹۰-۱۳۸۰، بیانگر کاهش ۶ درصدی سطح اراضی مرتعی و افزایش سطح اراضی کشاورزی بوده که دلیل اصلی آن افزایش ۱/۵ درصدی نرخ رشد جمعیت در مدت سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۶۵ می‌باشد. برداشت بیش‌ازحد از سفره‌های آب زیرزمینی نیز باعث افت ۱۰ درصد سطح آب در چاه‌ها شده که نتیجه آن افزایش شوری در اراضی و همچنین تشدید فرسایش بادی در بیش از ۹۳ درصد منطقه بوده است.

\* a.rashki@um.ac.ir: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

## مقدمه

اکوسیستم‌های مناطق خشک به دلیل حساس و شکننده بودن، دائماً در معرض تخریب و بیابان‌زایی می‌باشند (۲۲). خاک این مناطق نیز نسبت به عوامل فرسایشی به‌ویژه فرسایش بادی به‌شدت آسیب‌پذیر بوده که به همراه سایر محدودیت‌ها همچون فقر پوشش گیاهی و تغییر شرایط اقلیمی در حال تخریب و اضمحلال است (۱۷) و درنهایت سبب کاهش توان تولیدی اکوسیستم و زوال پتانسیل اراضی می‌گردد (۱۰). بیابان‌زایی یکی از پیچیده‌ترین تهدیدهای محیط‌زیست با اثرات منفی اقتصادی-اجتماعی است (۱). مطالعات نشان می‌دهد که ۱۰ تا ۲۰ درصد از مناطق خشک جهان (مساحتی در حدود ۶ تا ۱۲ میلیون کیلومترمربع) دچار درجاتی از تخریب و بیابان‌زایی شده‌اند (۲۶). در نتیجه آن، طیف گسترده‌ای از پیامدهای زیست‌محیطی، فرهنگی، اقتصادی-اجتماعی و سیاسی در مقیاس‌های محلی، ملی و جهانی به وجود آمده است. اما هنوز اطلاعات کافی و مناسبی، از وسعت و شدت بیابان‌زایی در جهان وجود ندارد (۲۳ و ۲۷).

در حال حاضر، رویکرد محققین برای ارزیابی بیابان‌زایی، تعیین معیارها و شاخص‌های کاربردی، مناسب با فرآیند اثر و قابل پایش است (۲۴). با مشخص شدن معیارها، شاخص‌ها و پایش آن‌ها در طی دوره‌های زمانی امکان تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی برای پی بردن به عوامل اصلی بیابان‌زایی و اثرات ناشی از آن ارائه و توسعه سیستم‌های هشدار اولیه بیابان‌زایی را فراهم می‌سازد (۱۷). پایش به مفهوم بررسی زمانی و مکانی متغیرها، امکان ارزیابی شرایط کلی منطقه را فراهم می‌آورد (۶).

روش‌های ساده پایش مبتنی بر جمع‌آوری اطلاعات پایه و بر اساس داده‌های زمینی به همراه داده‌های سنجش از دور، برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی و خصوصیات خاک تدوین شده است که به میزان زیادی، ارتجاع اکوسیستم نسبت به نیروهای فرساینده و توانایی آن را در استفاده از آب و مواد غذایی نشان می‌دهد (۲۳). به طوری که جهت بررسی روند تغییرات کاربری و کاهش پوشش گیاهی طبیعی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

می‌توان به مطالعات چن و وانگ (۲۰) در امتداد رودخانه یانگ تسه در چین، اولکه‌گن و همکاران (۲۵) در منطقه شاشا نیجریه و همچنین مطالعات آشوری (۳)، فتاحی (۱۲) در ایران اشاره نمود. در رابطه با بررسی دوره‌ای و زمانی پارامترهای اقلیمی و محیطی برای ارزیابی روند خشک‌سالی به‌عنوان یک عامل تسریع و تشدیدکننده روند بیابان‌زایی، نیز مطالعه داکار و همکاران (۲۱)، جهت بررسی پدیده تغییر اقلیم و اکبری و همکاران (۱) در پایش بررسی روند تغییرات خشک‌سالی بر مبنای شاخص‌های بارش استاندارد شده (Standardized SPI) و شاخص خشک‌سالی (Precipitation Index, RDI) و با استفاده از مدل گردش عمومی جو (LARS-WG5) در ایران قابل تأمل خواهد بود.

مناطق جنوبی استان خراسان رضوی به دلایل مختلفی (طبیعی و انسانی) دچار شرایط بحرانی بیابان‌زایی شده و به‌عنوان کانون بحران فرسایش بادی، مشکلات محیط زیستی را به وجود آورده است لذا به دلیل اهمیت این موضوع، تحقیق حاضر باهدف ارزیابی شدت خطر با استفاده از مدل ایرانی (Iranian Model for Desertification Potential) IMDPA (Assessment) و پایش دوره‌ای عوامل و فاکتورهای مؤثر در روند بیابان‌زایی با ارائه و پیشنهاد برنامه‌های مدیریتی در منطقه مورد مطالعه انجام شد.

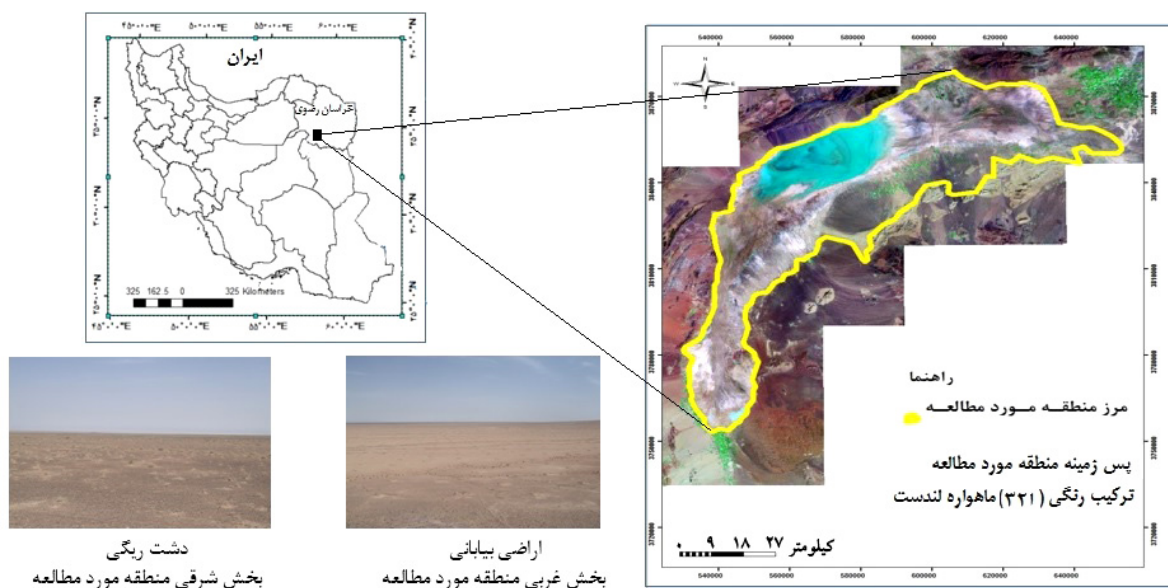
## مواد و روش‌ها

## منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی به طول ۵۲۰۰۰۰ تا ۶۶۰۰۰۰ متر شرقی و عرض ۳۷۵۰۰۰۰ تا ۳۹۰۰۰۰۰ متر شمالی در سیستم مختصات UTM (شکل ۱) و با مساحتی در حدود ۴۰۰۰۰۰۰ هکتار به صورت یک محدوده از اراضی طبیعی از شرق تا شمال شرق شهر بجستان در جنوب استان خراسان رضوی امتداد دارد (۷). متوسط بارندگی در این محدوده ۱۷۱/۱ میلی‌متر محاسبه شده است. این منطقه به دلایل

خاک، تعداد واحد دام مازاد بیش از ۳ برابر ظرفیت چرایی مراتع و تخریب پوشش گیاهی، دچار شرایط بحرانی بیابان‌زایی شده و به‌عنوان کانون بحران فرسایش بادی، مشکلات محیط زیستی در منطقه به وجود آورده است (۷ و ۱۶).

مختلفی طبیعی و انسانی از جمله؛ فرسایش بادی و آبی، خشک‌سالی و کاهش بارندگی سالانه، عدم وجود برنامه‌های مدیریتی مناسب، فقر اقتصادی، عدم استفاده از روش‌های نوین کشاورزی جهت بهبود محصولات و کاهش آب مصرفی در بخش کشاورزی، افت سطح آب‌های زیرزمینی، شور شدن



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان رضوی

اداره منابع طبیعی شهرستان بجنستان، استانداری استان خراسان رضوی). اطلاعات کشاورزی (اداره جهاد کشاورزی استان خراسان رضوی).

#### واحد کاری ژئوبایوفاسیس

واحدهای ژئوبایوفاسیس یکی از واحدهای برنامه‌ریزی محیطی است که علاوه بر در نظر گرفتن ژئومورفولوژی منطقه، خصوصیات پوشش گیاهی و نوع کاربری اراضی را نیز در آن واحد در نظر می‌گیرد. این واحد برنامه‌ریزی، امکان بررسی جزئیات بیشتری از خصوصیات زمین را برای کارشناس فراهم خواهد آورد. جهت تهیه نقشه واحدهای کاری، نقشه‌های زمین‌شناسی، فیزیوگرافی، کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت که پس از تهیه، با تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده

#### روش تحقیق

##### جمع‌آوری داده‌ها

جهت بررسی و پایش تغییرات شاخص‌های بیابان‌زایی، از داده‌های موجود و همچنین مطالعات میدانی و نظرات کارشناسی استفاده گردیده است که برخی از این اطلاعات شامل؛ آمار ایستگاه‌های هواشناسی، نقشه کاربری اراضی، تپ بندی پوشش گیاهی، توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه زمین‌شناسی اراضی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، نقشه قابلیت اراضی، خاک‌شناسی و زهکشی شهرستان بجنستان، آمار مربوط به منابع آب سطحی و زیرزمینی، (اداره آب منطقه‌ای استان خراسان رضوی و اداره منابع طبیعی شهرستان بجنستان). آمار جمعیتی روستاهای منطقه (اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی،

اساس روش ترانسو و داده‌های آماری ۱۵ ساله (۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰) و مقادیر بارش سالانه بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های سه ایستگاه هواشناسی در سه دوره پنج‌ساله پایش شد. جهت پایش تغییرات زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و توسعه شهری صنعتی از تغییرات کاربری اراضی در طی دوره‌های زمانی ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ استفاده گردید. پایش دوره‌ای اثر فرسایش بادی با استفاده از تغییرات درصد پوشش گیاهی و شاخص پوشش گیاهی NDVI از طریق تصاویر ماهواره‌ای لندست در یک دوره ۱۰ ساله (سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۰) به دست آمد. تغییرات آب زیرزمینی، از بُعد تغییرات کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت پایش دوره‌ای معیار کشاورزی، از شاخص‌های سطح زیر کشت و عملکرد محصولات در هکتار گونه‌های زراعی مانند گندم، جو و پنبه نسبت به میانگین ۱۰ ساله (۱۳۹۰-۱۳۸۰) منطقه‌ای استفاده شد. جهت پایش معیار خاک از شاخص شوری خاک و معیار اجتماعی-اقتصادی از شاخص نرخ رشد جمعیت در یک دوره ۲۵ ساله استفاده شد.

### نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده از ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA، متوسط وزنی منطقه ۲/۸۲ برآورد گردید که بیانگر شدت بیابان‌زایی شدید و بحرانی است. از نظر پهنه‌بندی، منطقه در دو کلاس متوسط با درصد فراوانی ۲۲/۲۵ و شدید با درصد فراوانی ۷۷/۷۵ طبقه‌بندی شد (شکل ۳). از بین عوامل مؤثر، معیارهای فرسایش بادی، پوشش گیاهی، خاک و آب زیرزمینی به ترتیب با متوسط وزنی ۳/۵۷، ۳/۲۴، ۳/۳، ۲/۸۷ بیشترین تأثیر را در شدت بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند. شکل ۳ نقشه‌های شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. جدول ۲ متوسط وزنی ارزش کمی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی را بیان می‌کند. جهت صحت‌سنجی کلاس‌های بیابان‌زایی مدل IMDPA با واقعیت زمینی از آزمون من-ویتنی استفاده گردید. نتایج بررسی نشان داد که مدل، اختلاف معنی‌داری با واقعیت زمینی در سطح اطمینان ۵ درصد (P-value=۰/۳۸۶) ندارد.

ETM+ سال ۲۰۱۵ مربوط به ماه‌های خرداد و تیر و همچنین بازدیدهای میدانی، ارزیابی گردید. در نهایت منطقه مورد مطالعه به ۳ واحد، ۸ تیپ و ۱۶ تحت عنوان واحدهای ژئوبایوفاسیس تفکیک شد.

### مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی

جهت ارزیابی شدت بیابان‌زایی، از روش ایرانی IMDPA و از میانگین هندسی معیارهای نه‌گانه اقلیم، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کشاورزی، آب، خاک، فرسایش، مسائل اجتماعی و اقتصادی، توسعه شهری و صنعتی استفاده گردید. نمره‌دهی معیارها و شاخص‌ها، در واحدهای کاری ژئوبایوفاسیس انجام گرفت و بر اساس نظرات کارشناسی به هر شاخص در هر واحد کاری، وزنی بین ۰ تا ۴ داده شد و در نهایت در چهار کلاس طبقه‌بندی گردید (۷).

### صحت‌سنجی و بررسی میزان تطابق نقشه شدت با واقعیت زمینی

جهت بررسی نتایج مدل، کلاس‌های بیابان‌زایی در هر یک از واحدهای کاری مجدداً مورد ارزیابی بصری قرار گرفت و سپس اقدام به مقایسه آماری کلاس بیابان‌زایی مدل با نظر کارشناسی (تطبیق مدل با زمین) گردید. با توجه به رتبه‌ای بودن داده‌ها در هنگام امتیازدهی، جهت انجام صحت‌سنجی نتایج مدل، از نرم‌افزار Minitab و آزمون ناپارامتری من ویتنی (Man-Whitney) استفاده شد.

### پایش و ارزیابی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی

پایش معیارهای و شاخص‌های مهم و مؤثر بر اساس مدل IMDPA، بر اساس داده‌ها و اطلاعات موجود نقشه‌ای، اطلاعات محلی و شرایط منطقه‌ای، بررسی‌های میدانی و کارشناسی صورت گرفت. جدول ۱ معیارها و شاخص‌های پیشنهادی برای پایش منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل و پایش شاخص‌های مورد بررسی بر اساس اطلاعات موجود در منطقه انجام گردید. شاخص خشکی بر

جدول ۱. معیارها و شاخص‌های پیشنهادی برای پایش منطقه مورد مطالعه

اندیکاتور	معیار	شاخص	درجه تغییرپذیری شاخص جهت پایش	منابع اطلاعاتی	ابزار سنجش شاخص	بازه زمانی
		مقدار بارش سالانه	فصلی - سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده	تجزیه و تحلیل داده‌های بارش	دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۰)
	اقلیم	شاخص خشکی	فصلی - سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده	شاخص خشکی ترانسو	دوره ۱۵ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۰)
	زمین‌شناسی و پوشش گیاهی	تغییر کاربری اراضی	سالانه	تصاویر ماهواره‌ای	تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای	دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۰)
طبیعی	فرسایش بادی	درصد پوشش گیاهی	سالانه	تصاویر ماهواره‌ای	تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای و استفاده از شاخص گیاهی NDVI	دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۰)
	آب زیرزمینی	EC	سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده	تحلیل آماری	دوره ۶ ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۱)
	خاک	EC	سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده	تجزیه و تحلیل	دوره ۹ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۱)
	کشاورزی	عملکرد محصولات	فصلی - سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده - بازدید - پرسش از کارشناسان	تحلیل آماری و نقشه‌های تهیه شده	دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۰)
انسانی	توسعه شهری و صنعتی	تبدیل کاربری اراضی	سالانه	تصاویر ماهواره‌ای	تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای	دوره ۱۰ ساله (۱۳۸۰-۱۳۹۰)
	اجتماعی - اقتصادی	جمعیت	سالانه	آمار و اطلاعات ثبت شده	تجزیه و تحلیل داده‌های موجود	دوره ۲۵ ساله (۱۳۶۵-۱۳۹۰)

### پایش و ارزیابی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی

بر اساس جدول ۲ مؤثرترین شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی منطقه انتخاب گردیدند و مورد ارزیابی و پایش دوره ای قرار گرفتند که نتایج ذیل حاصل گردید.

#### معیار اقلیم

تجزیه و تحلیل و پایش شاخص‌های معیار اقلیم (شاخص مقدار بارش، شاخص خشکی)، به عنوان یک معیار مهم و مؤثر در روند بیابان‌زایی منطقه، بر اساس آمار داده‌های هواشناسی دوره ۲۵ ساله (۱۳۸۸-۱۳۶۳) در سه بازه زمانی انجام گردید. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل شاخص خشکی نشان می‌دهد، در طی این سه دوره خشکی در منطقه متأثر از بارش و

تبخیر-تعرق بسیار شدید بوده و همواره اقلیمی خشک در منطقه حاکم بوده است. با توجه به اینکه متوسط بارش سالانه تمامی ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه بین ۷۵-۱۵۰ میلی‌متر می‌باشند، بنابراین بر اساس مدل IMDPA، مقادیر شاخص بارش در سه دوره زمانی در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار گرفت.

#### معیار زمین‌شناسی و پوشش گیاهی

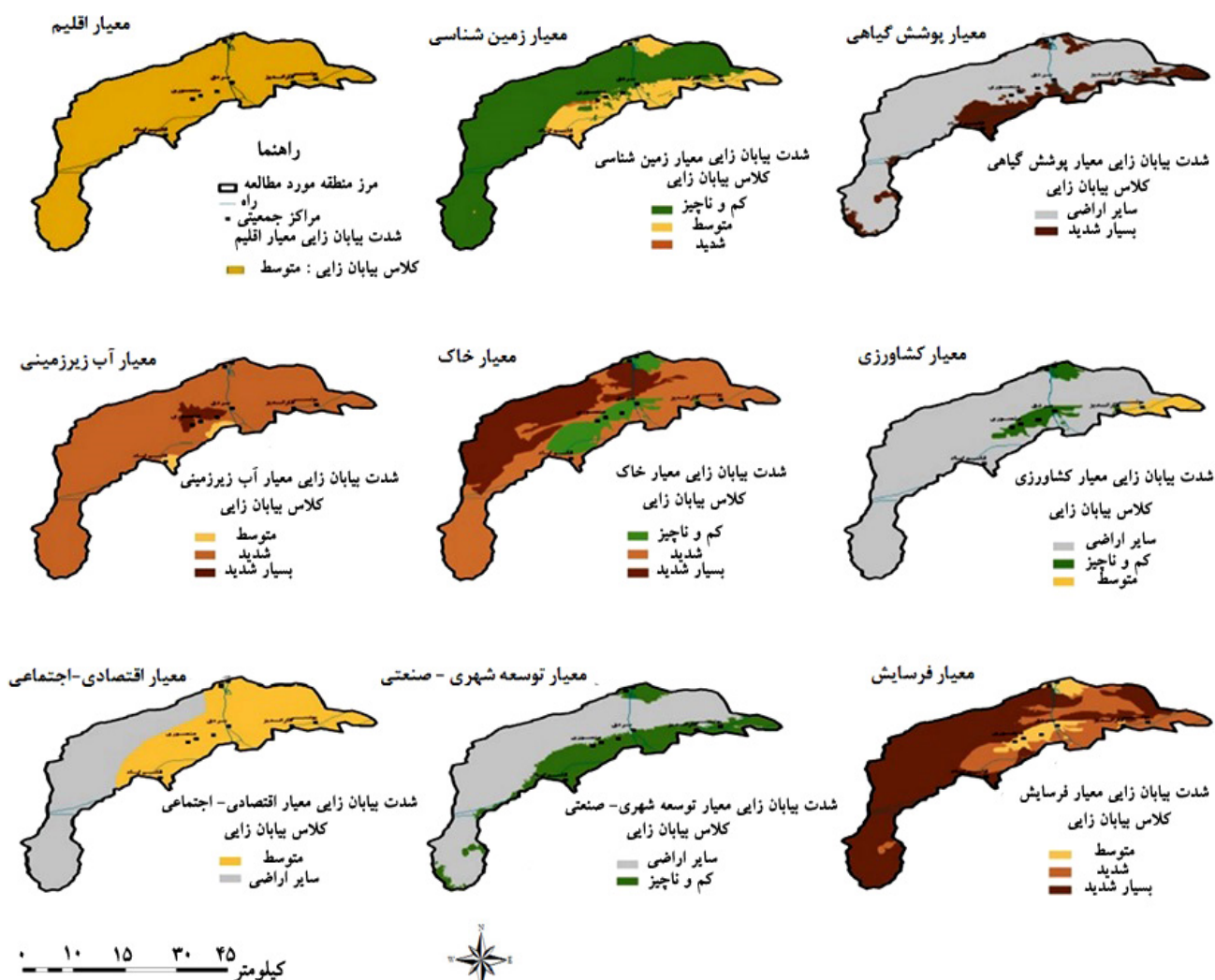
برای پایش تغییرات زمین‌شناسی، پوشش گیاهی و توسعه شهری صنعتی از تغییرات کاربری اراضی در طی دوره‌های زمانی ۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل حاصل از تغییرات کاربری اراضی در طی سه دوره پایش نشان

داد که در مدت ۱۰ سال، ۶ درصد از سطح اراضی مرتعی کاسته و به اراضی کشاورزی افزوده شده است و به دلیل خشکی غالب در منطقه، مساحت اراضی شور در حدود ۸ درصد افزایش یافته است. جدول ۳ و شکل ۴ تغییرات انواع کاربری اراضی در مدت ۱۰ سال (۱۳۷۹-۱۳۸۹) را نشان می‌دهد.

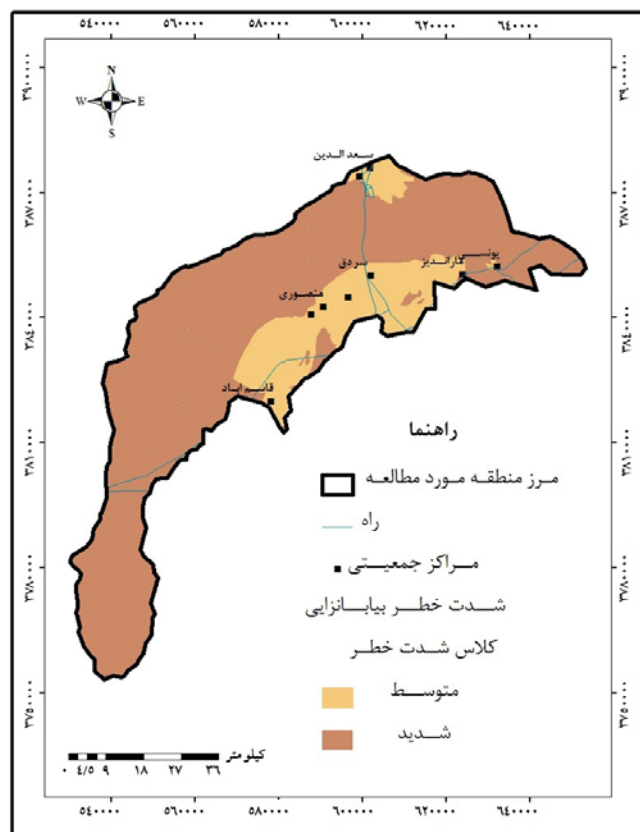
جدول ۲. میانگین وزنی ارزش کمی کلاس‌های شدت بیابان‌زایی

کلاس شدت بیابان‌زایی	دامنه عددی	مساحت (مترمربع)	درصد فراوانی
متوسط	۱/۶-۲/۵	۹۷۴۱۷/۴۲	۲۲/۲۵
شدید	۲/۶-۳/۵	۳۴۰۲۶۶/۰۶	۷۷/۷۵

سطح معنی‌داری مساحت‌ها ( $P\text{-value} < 0.01$ )



شکل ۲. نقشه‌های شدت بیابان‌زایی معیارهای نه‌گانه مدل IMDPA

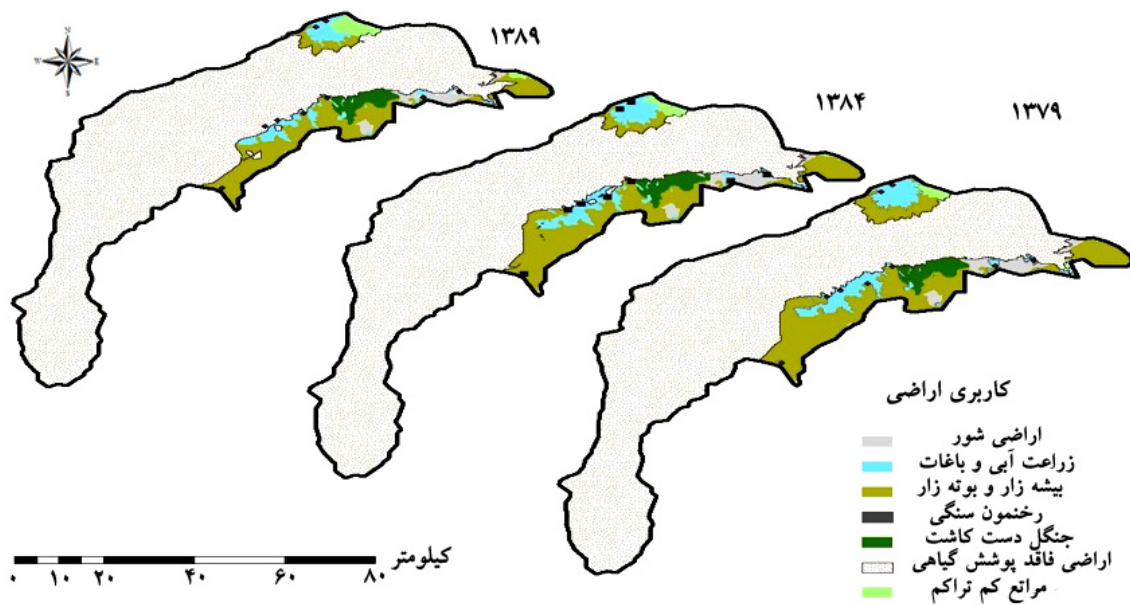


شکل ۳. نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل IMDPA

جدول ۳. تغییرات کاربری اراضی در طی سه دوره پایش (۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹)

مساحت (ha) / درصد تغییرات						کاربری
درصد تغییرات کاربری (۱۳۷۹-۱۳۸۹)	درصد تغییرات کاربری (۱۳۸۴-۱۳۸۹)	۱۳۸۹	درصد تغییرات کاربری (۱۳۷۹-۱۳۸۴)	۱۳۸۴	۱۳۷۹	تیب انواع کاربری اراضی
۸/۰۷	۳/۲۳	۳۷۴۱۱۳/۷	۴/۸۳	۳۵۹۹۴۷/۲	۳۳۸۷۶۳/۸	اراضی فاقد پوشش گیاهی
۰/۱۱	۰/۰۷	۹۹۳/۸	۰/۰۴	۶۳۸/۲۸	۴۷۶/۲۲۹	زراعت آبی و باغات
۲/۱۳	۲/۲۷	۱۹۶۳۴/۸	-۰/۱۴	۹۶۶۵/۲۵	۱۰۲۷۸/۹۲	بیشه‌زار و بوته‌زار
۰/۰۱	۰/۰۱	۷۹۱۲/۵۷	-۰/۰۰۱	۷۸۲۹/۱۲	۷۸۶۸/۴۲۷	جنگل دست کاشت
۰/۰۰۰۲	۷/۹۲	۱۴/۶۲	۰/۰۰۰۱	۱۴/۲۷۳	۱۳/۶۷۳	رخنمون سنگی
۰/۲۷	۰/۱۱	۳۴۱۵/۵	۰/۱۵	۲۹۱۱/۱	۲۲۲۶/۲۳	اراضی شور
۰/۰۰۱	۶/۳۹	۱۸۰/۱۲	۰/۰۰۲	۱۷۹/۸۴	۱۷۲/۷۲	محدوده شهر
-۶/۵۴	-۲/۰۸	۳۱۲۱۲/۲۱	-۴/۴۵	۴۰۳۴۲/۴۵	۵۹۸۵۸/۵۱	مرتع کم تراکم

سطح معنی‌داری مساحت‌ها ( $P\text{-value} < 0/01$ )



شکل ۴. نقشه تغییرات کاربری اراضی در سه دوره زمانی (۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹)

#### معیار فرسایش بادی

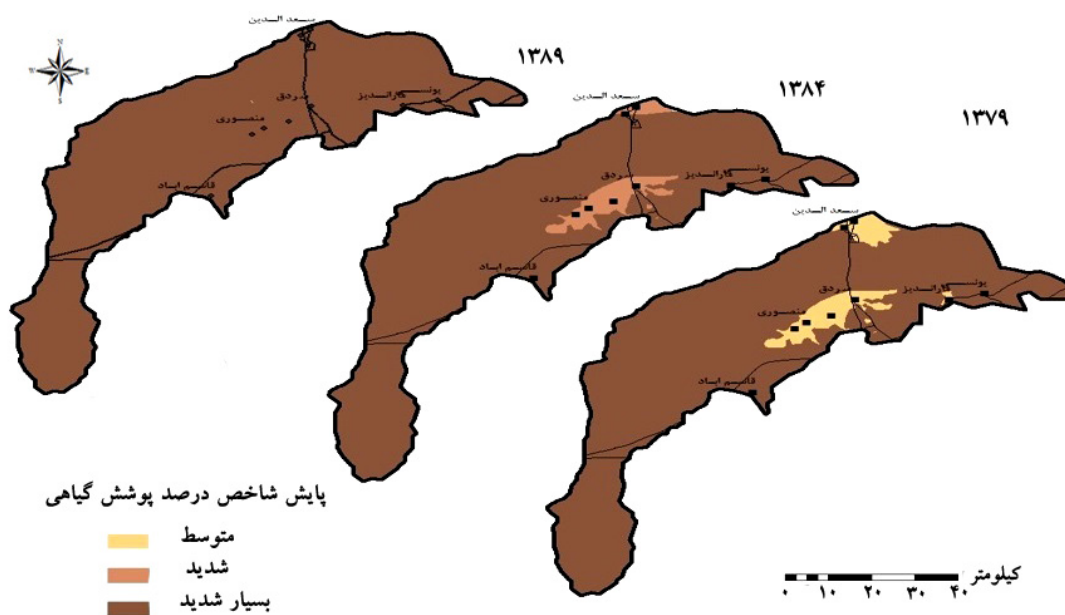
پایش دوره‌ای اثر فرسایش بادی از طریق تغییرات شاخص پوشش گیاهی و با استفاده از شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) از طریق تصاویر ماهواره‌ای لندست در یک دوره ۱۰ ساله (سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۹) به دست آمد. شاخص NDVI یکی از پرکاربردترین شاخص‌ها برای ارزیابی پوشش گیاهی است که از طریق نسبت‌گیری باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک بر روی تصویر ماهواره‌ای، میزان پوشش گیاهی منطقه را به دست می‌دهد (۱۹). بدین منظور از تصاویر

ماهواره‌ای مربوط به ماه خرداد استفاده شد که پوشش مرتعی و محصولات کشاورزی به حداکثر رشد مورفولوژی خود رسیده‌اند. نتایج نشان داد در این بازه زمانی میزان پوشش گیاهی به کمتر از ۱۰ درصد در واحد سطح رسیده و باعث حساسیت‌پذیری بیشتر نسبت به فرسایش بادی شده است. شکل ۵ نقشه کلاس‌های بیابان‌زایی و جدول ۴ مساحت و درصد مساحت تغییرات درصد پوشش گیاهی در سه دوره زمانی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی شاخص درصد پوشش گیاهی در سه دوره زمانی (۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹)

کلاس دوره پایش	کم و ناچیز		متوسط		شدید		بسیار شدید
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	
۱۳۷۹	-	-	۳۰۸۶۲/۳۷	۷/۰۵	-	-	۹۴/۹۲
۱۳۸۴	-	-	-	-	۳۱۰۱۲/۵۴	۶/۹	۴۱۲۴۳۷/۹۱
۱۳۸۹	-	-	-	-	-	-	۴۳۷۶۸۳/۴۸



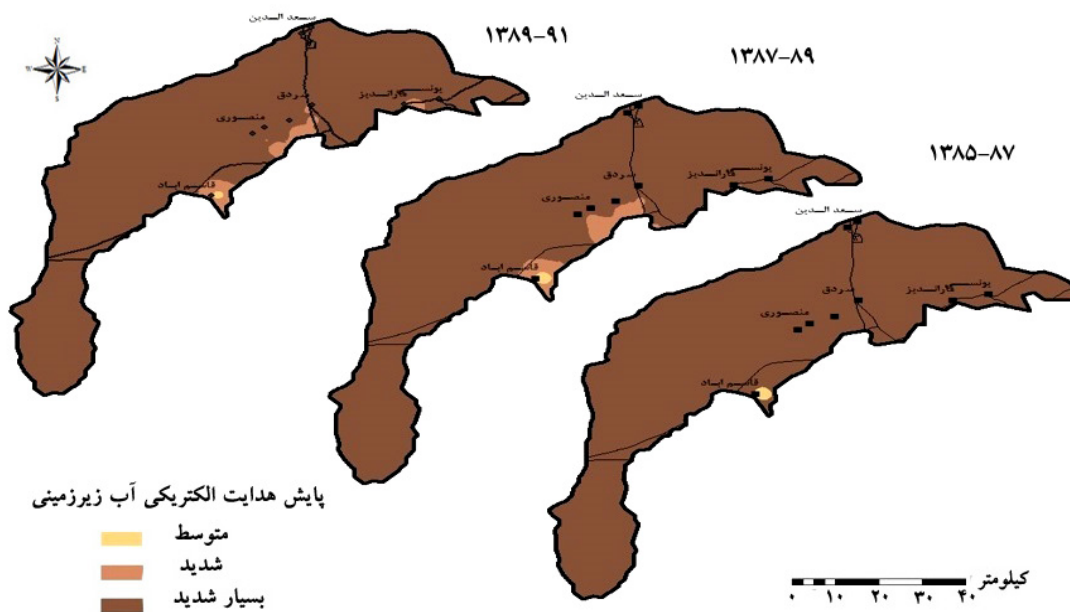


شکل ۵. نقشه کلاس‌های بیابان‌زایی تغییرات پوشش گیاهی در سه دوره زمانی (۱۳۷۹، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۹)

#### معیار آب زیرزمینی

معیار آب زیرزمینی به‌عنوان یکی از مؤثرترین عوامل گسترش بیابان‌زایی در منطقه، از نظر تغییرات میزان هدایت الکتریکی (EC) مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از درون‌یابی تغییرات EC چاه‌های بهره‌برداری، مشخص گردید که در تمام منطقه شوری در حد شدید و بسیار شدید بوده و لذا در

مناطق که سطح آب زیرزمینی بالا است (حاشیه مرطوب در غرب منطقه) در اثر تبخیر-تعرق شدید املاح موجود در آب به سطح خاک رسیده و در اثر وزش باد این املاح به سایر مناطق منتقل گردیده و در نتیجه موجب توسعه بیابان‌زایی شده است (شکل ۶).

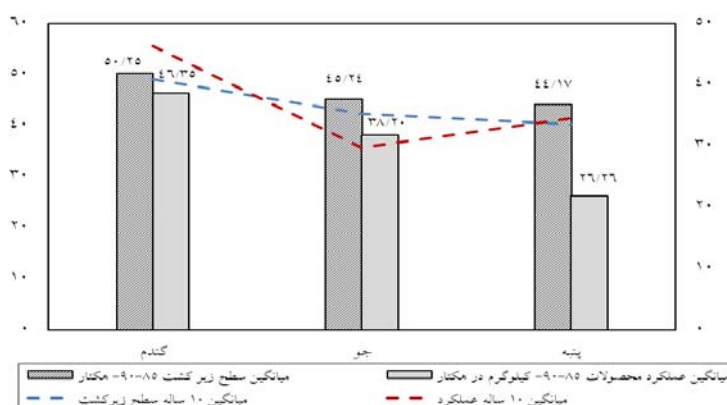


شکل ۶. تغییرات میزان شوری آب‌های زیرزمینی در طی سال‌های ۱۳۸۵-۹۱

### معیار کشاورزی

گردیده در طی زمان به گونه‌های غالب در منطقه تبدیل شوند. در طی بازه زمانی ۱۰ سال در حدود ۶ درصد به مساحت اراضی زراعی و باغی افزوده شده است. در مجموع سطح زیر کشت گندم بیشتر از دو گونه دیگر است اما جو دارای عملکرد بیشتری است. شکل ۷ تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد محصولات اصلی کشاورزی را در یک دوره ۵ ساله ۹۰-۱۳۸۵ نسبت به میانگین ۱۰ ساله منطقه‌ای نشان می‌دهد.

جهت پایش دوره‌ای معیار کشاورزی، از شاخص‌های سطح زیر کشت و عملکرد محصولات در هکتار گونه‌های زراعی مانند گندم، جو و پنبه نسبت به میانگین ۱۰ ساله منطقه‌ای استفاده شد. این سه گونه زراعی به دلیل داشتن آستانه تحمل بالا نسبت به شوری، کمبود آب و خشکی باوجود سطح زیر کشت کم، عملکرد بالایی دارند و همین امر موجب



شکل ۷. نمودار تغییرات سطح زیر کشت و عملکرد محصولات اصلی کشاورزی در یک دوره ۵ ساله ۹۰-۱۳۸۵ نسبت به میانگین ۱۰ ساله

### معیار خاک

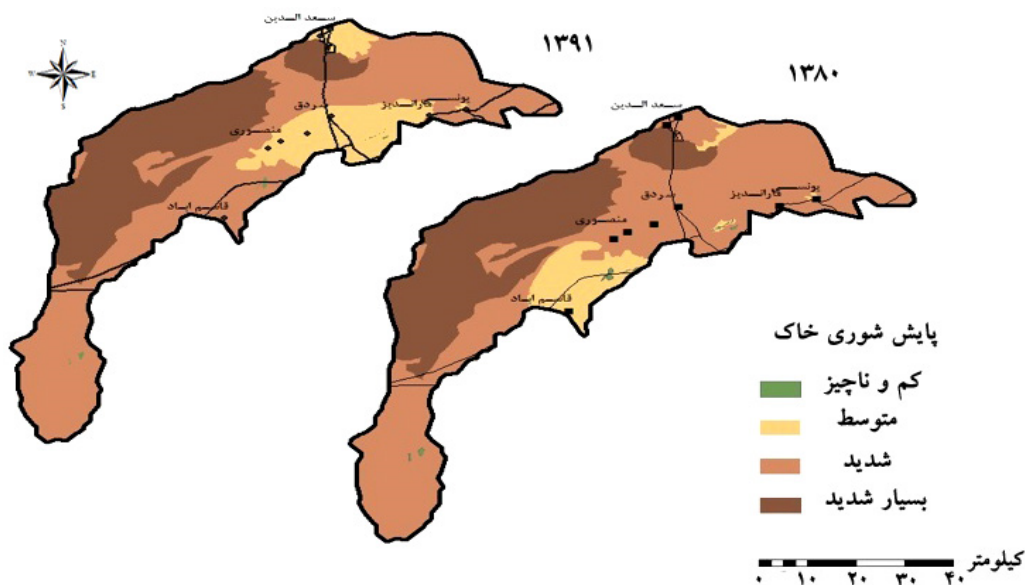
تغییرات زمانی آن، چه به دلایل طبیعی و چه انسانی می‌تواند در توسعه شرایط بیابان‌زایی منطقه مؤثر باشد. طبق بررسی‌های به عمل آمده در مدت ۱۱ سال (۱۳۹۱-۱۳۸۰) حدود ۸ درصد به مساحت اراضی شور افزوده شده و موجب توسعه روند بیابان‌زایی گردیده است. شکل ۸ نقشه تغییرات شوری خاک و جدول ۵ مساحت و درصد مساحت تغییرات شوری خاک را طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۱ نشان می‌دهد.

جهت پایش معیار خاک از شاخص شوری خاک استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد تغییرات شوری خاک، هنگامی که عامل شوری خاک فاکتور طبیعی داشته باشد (مانند جنس سنگ مادر) در طول سال‌ها نسبتاً ثابت بوده و در صورتی که تحت تأثیر سایر عوامل باشد (مانند؛ نوسانات آب زیرزمینی، عملیات خاک‌ورزی)، دچار تغییرات سالانه خواهد بود. این شاخص و

جدول ۵. مساحت و درصد تغییرات شاخص شوری خاک

دوره پایش	کلاس		کم و ناچیز		متوسط		شدید		بسیار شدید	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
۱۳۸۰	۱۳۸۳	۰/۳۱	۳۷۲۴۲	۸/۵۰	۲۵۹۷۲۳/۳۶	۵۹/۲۳	۱۳۹۷۹۹/۴۶	۲۳/۹۴	۱۳۸۳	۰/۳۱
۱۳۹۱	۱۳۸۳	۰/۳۱	۵۸۰۵۳/۳۶	۱۳/۲۶	۲۳۵۴۴۵/۲۹۹۰	۵۴/۴۷	۱۳۹۷۹۹/۴۹	۳۱/۹۴	۱۳۸۳	۰/۳۱

سطح معنی‌داری مساحت‌ها ( $P\text{-value} < 0/01$ )



شکل ۸. نقشه تغییرات شوری خاک طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۱

#### معیار اجتماعی-اقتصادی

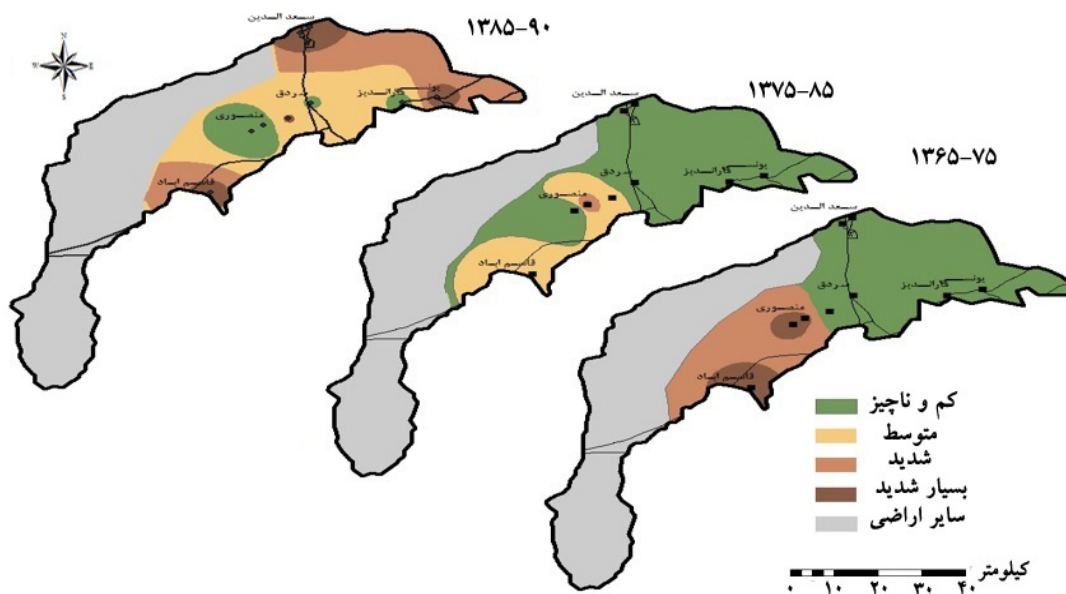
یکی دیگر از معیارها با تأثیر عامل انسانی، معیار اجتماعی-اقتصادی است. جهت بررسی و پایش معیار اجتماعی-اقتصادی از شاخص نرخ رشد جمعیت در یک دوره ۲۵ ساله استفاده شد. نتایج نشان داد، از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ نرخ رشد جمعیت در تمامی روستاهای محدوده مطالعاتی روند صعودی (۱/۵ درصد) داشته، البته این وضعیت به تفکیک هر روستا متفاوت خواهد بود. گروه نخست شامل فخرآباد، سردق و قاسم‌آباد است که در تمامی دوره‌ها رشد مثبت داشته‌اند. گروه دوم روستاهایی می‌باشند که جمعیت آن‌ها پس از طی

یک دوره افزایشی سیر نزولی به خود گرفته است. روستای ابراهیم‌آباد در این گروه جای می‌گیرد. نتایج اولیه این بررسی نشان می‌دهد که روستاهای گروه نخست سکونتگاه‌های پایداری هستند که از توانمندی توسعه برخوردارند. روستاهای گروه دوم در معرض تهدید قرار دادند و باید برنامه‌های رشد و توسعه سریعی در آن اجرا شود. شکل ۹ نقشه شاخص نرخ رشد جمعیت و جدول ۶ مساحت و درصد مساحت کلاس‌های نرخ رشد جمعیت را در دوره بیست و پنج ساله (۱۳۹۰-۱۳۶۵) نشان می‌دهد. منظور از سایر اراضی، مناطق فاقد جمعیت (مراکز جمعیتی) بوده است.

جدول ۶. مساحت و درصد تغییرات شاخص نرخ رشد در سه دوره آماری پایش

دوره پایش	کلاس		کم و ناچیز		متوسط		شدید		بسیار شدید		سایر اراضی	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
۶۵-۷۵	۱۴۲۹۲۵/۶۵	۳۴/۶۸	-	-	-	-	۶۳۱۳/۶۱	۱۴/۵۸	۲۰۱۹۶/۰۵	۴/۹	۲۰۸۲۶۹/۷۱	۴۵/۳۷
۷۵-۸۵	۱۸۱۱۵۹/۷۹	۴۱/۳۹	۵۵۱۴/۰۳	۱۲/۶۳	۲۰۲۰/۹۱	۰/۴۶	۳۷۲/۲۶	۰/۱	۲۰۸۲۶۹/۷۱	۴۵/۳۷	۲۰۸۲۶۹/۷۱	۴۵/۳۷
۸۵-۹۰	۳۱۲۵۵/۸۳۳۹	۷/۱۴	۹۲۵۴۵/۱۵	۲۱/۱۴	۸۱۲۸۵/۹۰	۱۸/۵۷	۲۴۳۲۶/۸۸۴۹	۵/۶	۲۰۸۲۶۹/۷۱	۴۵/۳۷	۲۰۸۲۶۹/۷۱	۴۵/۳۷

سطح معنی‌داری مساحت‌ها ( $P\text{-value} < 0/01$ )



شکل ۹. نقشه‌های کلاس بیابان‌زایی تغییرات نرخ رشد در سه دوره (۱۳۶۵-۱۳۹۰)

## بحث و نتیجه‌گیری

مدل ایرانی IMDPA روشی نسبتاً کامل و جامع است و خطای کارشناسی این روش کم می‌باشد. علاوه بر آن وجود تعداد نسبتاً کافی از شاخص‌های منطبق با شرایط منطقه در این مطالعه باعث گردیده تا برآورد دقیقی از شدت و وضعیت بیابان‌زایی عرصه به دست آید. مطالعات انجام‌شده در این زمینه؛ اکبری و همکاران (۲)، آرامی و همکاران (۴)، خسروی (۵)، داودی منظم و همکاران (۸)، زهتابیان و همکاران (۹)، سیلاخوری و همکاران (۱۱) و به دلیل استفاده از تمامی معیارها و شاخص‌های این مدل جواب‌های نسبتاً مشابهی را در اقلیم‌های مشابه تأیید می‌کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید بیش از ۷۷ درصد از منطقه مطالعاتی (بخش‌های شمالی تا پهنه‌هایی از شرق و غرب منطقه) در شدت بیابان‌زایی شدید و بحرانی قرار دارد. برای پایش دوره‌ای تغییرات مکانی و زمانی بیابان‌زایی، پس از ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA عوامل مؤثر در گسترش بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه مشخص شدند و مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج به‌دست‌آمده از معیار اقلیم با در نظر گرفتن دو شاخص (بارش سالیانه و خشکی ترانسو) نشان داد در طی

دوره آماری ۲۵ ساله به دلیل پایین بودن متوسط بارندگی سالیانه و بالا بودن میزان تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه همواره اقلیمی خشک و فراخشک در منطقه حاکم بوده و موجب گسترش بیابان‌زایی شده است. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با مطالعات اکبری (۱۸)، داکار و همکاران (۲۱)، مطابقت دارد. تغییرات میزان شوری آب زیرزمینی در طی سال‌های (۱۳۸۲-۱۳۹۱) روند افزایشی و اثر تخریبی داشته است. شاخص هدایت الکتریکی آب زیرزمینی نیز یک عامل مهم و مؤثر در بیابان‌زایی منطقه محسوب می‌شود به طوری‌که با رسیدن آب زیرزمینی حاوی املاح زیاد به سطح خاک، منجر به شوری و قلیائیت بیشتر خاک می‌گردد. این نتایج با پژوهش خسروی (۵)، فتاحی (۱۲)، کاظمی‌نیا و همکاران (۱۳) و محمدزاده (۱۴) تطابق دارد. بررسی پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۰ سال نشان داد، میزان پوشش گیاهی به کمتر از ۱۰ درصد در واحد سطح رسیده و باعث حساسیت‌پذیری بیشتر نسبت به فرسایش بادی شده است و منطقه را به کانون بحران فرسایش بادی تبدیل کرده است. این نتایج با مطالعات اکبری (۱۷) همخوانی دارد. تغییرات کاربری اراضی نیز در مدت ۱۰ سال (۱۳۸۰-۱۳۹۰) نشان داد، ۶ درصد از سطح

زیاد است.

در این تحقیق با پایش دوره‌ای عوامل مؤثر در بیابان‌زایی یک نوع ارزیابی پویا و دینامیک انجام گردید. عوامل به‌وجودآورنده بیابان‌زایی به‌صورت چرخه‌ای و در ارتباط و کنش متقابل با یکدیگر عمل می‌کنند به همین سبب نمی‌توان هریک از آن عوامل را به‌صورت مجزا در نظر گرفت. کمبود بارش در طی دوره ۲۵ ساله، اقلیمی خشک و فراخشک در منطقه به وجود آورده است. تغییرات کاربری اراضی در مدت ۱۰ سال (۱۳۸۰-۱۳۹۰)، بیانگر تبدیل ۶ درصد از سطح اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی است و اراضی شور نیز در حدود ۸ درصد پیشروی داشته‌اند. افزایش ۱/۵ درصدی نرخ رشد جمعیت، باعث افت سطح آب زیرزمینی (به میزان ۱۰ درصد) و افزایش اراضی فاقد پوشش گیاهی گردیده که فرسایش بادی را در بیش از ۹۳ درصد منطقه تشدید نموده است.

#### قدردانی و تشکر

تحقیق حاضر، نتایج بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد با عنوان پایش و ارزیابی ریسک بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA در دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه فردوسی مشهد است. لذا از زحمات استادان محترم و کارکنان گرامی آن دانشکده و همچنین از همکاری اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان خراسان رضوی و شهرستان بجستان کمال سپاسگزاری را داریم.

#### منابع مورد استفاده

۱. اکبری، م.، م. اونق، ح. ر. عسگری، ا. سعدالدین و ح. خسروی. ۱۳۹۵. ارزیابی ریسک فرسایش خاک بر اساس مدل کورین (مطالعه موردی: منطقه نیمه‌بیابانی غرب استان گلستان)، مجله مهندسی اکوسیستم بیابان، ۵(۱۲): ۶۳-۷۸.
۲. اکبری، م. و ن. ضیائی. ۱۳۹۳. نقد و بررسی تعاریف بیابان و بیابان‌زایی در راستای ارائه تعریفی استاندارد، دومین همایش ملی بیابان با رویکرد مدیریت مناطق خشک و کویری،

اراضی مرتعی کاسته و به اراضی کشاورزی افزوده شده است و به دلیل خشکی غالب در منطقه، در حدود ۸ درصد به مساحت اراضی شور و فاقد پوشش گیاهی افزوده شده است. این نتایج با مطالعات چن و وانگ (۲۰)، داکار و همکاران (۲۱) مطابقت حاصل کرد. پایش دوره‌ای معیار کشاورزی نشان داد در طی بازه زمانی ۱۰ سال در حدود ۶ درصد به مساحت اراضی زراعی و باغی افزوده شده است و سه گونه زراعی پنبه، گندم و جو به دلیل داشتن آستانه تحمل بالا نسبت به شوری، کمبود آب و خشکی باوجود سطح زیر کشت کم، عملکرد بالایی دارند و همین امر موجب گردیده در طی زمان به گونه‌های غالب در منطقه تبدیل شوند. کشت این گونه‌های زراعی در روستاهای قاسم‌آباد و منصوریه بیشتر صورت می‌گیرد. در طی بازه زمانی ۱۰ سال (۱۳۸۰-۱۳۹۰)، وضعیت عملکرد محصولات عمده کشاورزی منطقه رشد مناسبی داشته است. این افزایش عملکرد را می‌توان تغییر الگوی کشت، بهبود وضعیت کشاورزی منطقه، افزایش آگاهی زارعین در استفاده مناسب از کود و حفظ نباتات دانست. بهبود وضعیت کشاورزی باعث افزایش سطح پوشش گیاهی در منطقه می‌شود و می‌تواند در کنترل روند بیابان‌زایی منطقه نقش مفید و مؤثری داشته باشد. نتایج حاصله با پژوهش اولکه‌گن و همکاران (۲۵) تطابق دارد. نتایج بررسی و پایش شاخص نرخ رشد نشان داد، از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۰ نرخ رشد جمعیت در تمامی روستاهای محدوده مطالعاتی به‌جز روستای ابراهیم‌آباد روند صعودی (۱/۵ درصد) داشته و همین عامل موجب گردید تراکم جمعیت در واحد سطح افزایش یافته و در نتیجه آن استفاده بی‌رویه از منابع صورت بگیرد و باعث گسترش بیابان‌زایی در منطقه شود. نتایج حاصله با مطالعات خسروی (۶) و اکبری (۱۷) انطباق دارد. در نتیجه‌گیری نهایی می‌توان اشاره نمود که استفاده از مدل IMDPA به‌عنوان یک مدل ایرانی و سازگار با شرایط اقلیمی و محیطی ایران به‌ویژه منطقه مورد مطالعه، به‌خوبی توانسته است ارزیابی مناسبی از شدت بیابان‌زایی منطقه ارائه دهد. با استفاده از مدل IMDPA، بیش از ۷۷ درصد منطقه بیابانی بجستان دچار درجاتی از شدت بیابان‌زایی متوسط تا

- آب‌وخاک، ۲۱(۶): ۱-۲۸.
۱۲. فتاحی، م. م. ۱۳۸۸. بررسی روند بیابان‌زایی در استان قم با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور با تأکید بر تغییرات استفاده از اراضی و تغییرات کمی و کیفی منابع آب. فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۲): ۲۳۴-۲۵۳.
۱۳. کاظمی‌نیا، ع.ر.، ک. رنگزن و م. محمودآبادی، م. ۱۳۹۶. بررسی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس (مطالعه موردی: اراضی غرب اهواز). مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)، ۷(۲): ۱۱۲-۱۲۶.
۱۴. محمدزاده، ف. ۱۳۹۴. بررسی تطبیقی کمی و کیفی منابع آب زیرزمینی و ارتباط آن‌ها با سازندهای زمین‌شناسی و کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دشت بجنستان)، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ۹۵ صفحه.
۱۵. میزایی زاده، و.، م. نیک‌نژاد و ج. اولادی قایکلایی. ۱۳۹۴. ارزیابی الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده غیرپارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸. مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)، ۶(۳): ۲۹-۴۴.
۱۶. مطالعات بازنگری طرح مدیریت منابع طبیعی منطقه قاسم‌آباد شهرستان بجنستان. ۱۳۹۰. شرکت مهندسین مشاور مهار سیلاب خراسان. ۱۳۸ صفحه.
17. Akbari M, Ownegh M, Asgari H, Sadoddin A, Khosravi H. 2016. Desertification risk assessment and management program. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2(4): 365-380.
18. Akbari M, Ownegh M, Asgari H, Sadoddin A, Khosravi H. 2016. Drought monitoring based on the SPI and RDI indices under climate change scenarios (Case study: semi-arid areas of west Golestan province). *Ecopersia*, 4(4): 1585-1602.
19. Binh T, Vromant N, Hung NT, Hens L, Boon E. 2005. Land cover changes between 1968 and 2003 in Cai Nuoc, Ca Mau peninsula, Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 7(4): 519-536.
20. Chen Z, Wang J. 2010. Land use and land cover change detection using satellite remote sensing techniques in the mountainous three Gorges area, دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان با همکاری مرکز بین المللی بیابان دانشگاه تهران، ۲۰ الی ۲۱ آبان ماه، ۱-۱۳.
۳. آشوری، ه. ۱۳۹۴. پایش تغییرات زمانی و مکانی کاربری اراضی حوزه آبخیز سیدان با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۷۳ صفحه.
۴. آرامی، ع. ال.، م. اونق و و. بردی شیخ. ۱۳۹۳. ارزیابی خطر بیابان‌زایی با ۹ معیاری JMDPA، در منطقه نیمه‌خشک آق بند، استان گلستان. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، ۲۱(۲): ۱۵۳-۱۷۲.
۵. خسروی، ح. ۱۳۹۱. ارائه پایش و سیستم هشدار اولیه بیابان‌زایی، رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۲۷ صفحه.
۶. خسروی، ح. ۱۳۸۳. کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابان‌زایی منطقه کاشان. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۷۸ صفحه.
۷. داوری، س.، ع. ر. راشکی، م. اکبری و ع. ا. طالبان‌فرد. ۱۳۹۶. ارزیابی شدت و ریسک بیابان‌زایی و ارائه برنامه‌های مدیریتی (منطقه مورد مطالعه: دشت قاسم‌آباد بجنستان، استان خراسان رضوی). مجله مدیریت بیابان، ۵(۹): ۹۱-۱۰۶.
۸. داودی منظم، ز.، ع. حاجی‌نژاد، م. عباس‌نیا و س. پوره‌اشمی. ۱۳۹۳. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده تکنیک سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: شهرستان شهریار). مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)، ۵(۱): ۱-۱۳.
۹. زهتابیان، غ.، ر.، ح. خسروی و ر. مسعودی. ۱۳۹۵. مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۸ صفحه.
۱۰. سلیمانی ساردو، م.، ع. طویلی، ع. علی‌پور، و م. هاشمی. ۱۳۹۵. ارزیابی حساسیت اراضی منطقه جازموریان به بیابان‌زایی. مجله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی)، ۷(۴): ۳۱-۴۴.
۱۱. سیلاخوری، ا.، م. اونق و ا. سعدالدین. ۱۳۹۳. تدوین برنامه مدیریت بیابان‌زایی منطقه سبزوار. نشریه پژوهش‌های حفاظت

- China. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6): 1519-1542.
21. Dhakar R, Sehgal VK, Pradhan S. 2013. Study on inter-seasonal and intra-seasonal relationships of meteorological and agricultural drought indices in the Rajasthan State of India. *Journal of arid environments*, 97: 108-119.
  22. Facts G. 2008. Facts on health and the environment. Obtained of facts on health and the environment: <http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie5-base-ciencia/> Accessed on, 2.
  23. Lantieri D. 2003. Potential use of satellite remote sensing for land degradation assessment in dry lands: application to the LADA project. Environment and Natural Resources Service, Sustainable Development Department, FAO. 77 pp.
  24. Núñez M, Civit B, Muñoz P, Arena AP, Rieradevall J, Antón A. 2010. Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(1): 67-78.
  25. Olokeogun O, Iyiola K, Iyiola O. 2014. Application of remote sensing and GIS in land use/land cover mapping and change detection in Shasha forest reserve, Nigeria. *International Archives of the photogrammetry, Remote sensing and Spatial Information Science*, Volume XL-8, 2014, ISPRS Technical Commission VIII Symposium, 09 – 12 December 2014, Hyderabad, India. 1-4.
  26. Rubio JL, Recatalá L. 2006. The relevance and consequences of Mediterranean desertification including security aspects. In: *Desertification in the Mediterranean region. A security issue*. Springer, 133-165.
  27. Veron S, Paruelo J, Oesterheld M. 2006. Assessing desertification. *Journal of Arid Environments*, 66(4): 751-763.



## Monitoring of spatio-temporal indices on desertification in arid regions of south of Khorasan Razavi province

S. Davri<sup>1</sup>, A. R. Rashki<sup>2\*</sup>, M. Akbari<sup>2</sup>, A. A. Talebanfard<sup>3</sup>

1. MSc. Graduated of Desert and Arid zone Management, Department of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad

2. Assis. Prof. College of Desert and Arid zone Management, Department of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad

3. MSc. of Natural Resources, Khorasan Razavi Province Forests, Range & Watershed Management Organization

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 20 January 2018

Accepted 2 April 2018

Available online 23 August 2018

#### Keywords:

Desertification intensity

IMDPA model

GIS

Remote sensing

Khorasan Razavi

### ABSTRACT

Desertification is one of the most complex environmental threats with negative effects on the socioeconomic that play an increasing role in the severity of land degradation over the times. This study was carried out to monitoring the spatiotemporal variability of the criteria and indices effective on desertification in an arid region in the south of Khorasan Razavi province. Primary data, such as climatic parameters, vegetation, geology, soil, groundwater and surface water, agriculture and socioeconomic data were collected and introduced into the GIS environment, and a geobiofacies unit map was prepared. Then, desertification intensity was calculated by using the Iranian Model for Desertification Potential Assessment (IMDPA). Evaluations of indices were done based on available data and maps, expert opinions and satellite imagery in a GIS environment. The results showed the desertification severity being in two classes of medium and severe with 77% and 22%, respectively. Periodic monitoring of the effective indices on desertification also showed that low precipitation over the past 25 years 1984-2009 has caused increasing drylands and droughts. Assessment of land use changes during 10 years 2001-2011 indicated decreasing 6% in rangelands and an increase in agriculture, which was mainly due to 1.5% population growth rate during the years 1986 to 2011. The excessive removal of groundwater aquifers also caused a 10% drop in the wells water levels, resulting in increased land salinity as well as an increase in wind erosion in more than 93% of the study area.

\* Corresponding author e-mail address: [a.rashki@um.ac.ir](mailto:a.rashki@um.ac.ir)