

آنالیز تغییرات کاربری اراضی بر تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در مناطق ساحلی جنوب ایران

- ❖ سید علیرضا حسینی؛ دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
- ❖ حسن خسروی*؛ دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
- ❖ حمید غلامی؛ دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
- ❖ یحیی اسماعیل‌پور؛ استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، ایران.
- ❖ آرتمی سردا؛ استاد گروه فرسایش خاک، دانشگاه والنسیا - اسپانیا.

چکیده

تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین، از مهم‌ترین مباحث زیست محیطی مورد توجه در دنیا می‌باشند. چنین تغییراتی معمولاً در اثر عوامل طبیعی و فعالیت‌های انسانی ایجاد می‌شود. مناطق ساحلی در جهان از اهمیت اکولوژیکی، اقتصادی و سیاسی زیادی برخوردارند. در پژوهش حاضر روند تغییرات کاربری اراضی مناطق ساحلی جنوب ایران شامل سه استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر طی دوره ۳۱ ساله (۱۳۶۷ - ۱۳۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا از تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده‌های TM، ETM⁺ و OLI و از روش حداکثر احتمال نیز برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید. همچنین جهت اثرگذاری طبقات کاربری اراضی بر روند تخریب سرزمین از شاخص‌های پوشش گیاهی (SAVI) و شاخص شوری (SI) استفاده شد. نتایج روند تغییرات کاربری اراضی نشان داد که تغییرات طبقات کاربری مناطق انسان ساخت و اراضی شور به عنوان پویاترین طبقات کاربری به ترتیب، روند افزایشی ۲/۷۲ و ۱/۱۴ درصد را دنبال می‌کند. یافته‌های تحلیل رگرسیون چند متغیره نشان داد، سه متغیر پوشش گیاهی، اراضی شور و مناطق انسان ساخت و چهار متغیر پوشش گیاهی، اراضی شور، مناطق انسان ساخت و ماسه‌زار به ترتیب ۳۷/۸ و ۲۲/۳ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص‌های پوشش گیاهی و شوری را تبیین می‌کنند. بنابراین در بیش از ۶۰ درصد تغییرات، دیگر متغیرهای محیطی اثر گذار می‌باشند. از این رو با توجه به نتایج به دست آمده از مساحت طبقات کاربری و تحلیل رگرسیون و روند متوسط تغییرات SAVI و SI که در آن، طبقه کاربری پوشش گیاهی و SAVI روند کاهشی و طبقه اراضی شور و SI روند افزایشی را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات کاربری اراضی پدیده‌ای است که خدمات اکوسیستم را تغییر می‌دهد که تقریباً اثرات آن غیرقابل جبران و برگشت ناپذیر می‌باشد. این نتیجه‌ای جز بهم خوردن تعادل اکوسیستم و تشدید روند تخریب سرزمین در مناطق ساحلی به همراه نخواهد داشت.

کلید واژگان: تخریب سرزمین، کاربری اراضی، مدل رگرسیونی، SAVI، SI، خلیج فارس.

۱. مقدمه

تهدید تخریب سرزمین در ایران، کشوری که ابعاد آسیب‌پذیری و ناپایداری عرصه‌های طبیعی‌اش از همیشه بحرانی‌تر به نظر می‌رسد، نه تنها در سطح منطقه، که در تمامی کره زمین و در مقایسه با اغلب کشورهای جهان پیش برنده‌تر و خطرناک‌تر است [۸، ۲۵]. تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین، یکی از مهم‌ترین مباحث محیط طبیعی مورد توجه در دنیا می‌باشد [۷]. تغییرات کاربری اراضی به عنوان محرک اصلی تغییرات جهانی با تأثیرات شگرف بر اکوسیستم‌ها، آب و هوا و کره زمین شناخته شده است [۱۴]. در حال حاضر تغییر کاربری زمین به صورت غیر اصولی از مهم‌ترین معضلات اقصی نقاط کشور ایران است، چرا که تغییر اکثر کاربری‌ها غالباً بی‌برنامه و بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های محیط زیستی صورت می‌گیرد [۴]. تغییرات در کاربری معمولاً به دو صورت طبیعی و انسانی و در اثر بهره‌برداری نابخردانه انسان از منابع ایجاد می‌گردد. عوامل طبیعی مانند اقلیم، سیل، آتش سوزی و زلزله در این میان نقش اساسی را بازی می‌کنند که باعث خشک شدن رودها، نوسان آب دریاها و تغییر و تبدیل پوشش‌های اراضی می‌شوند. در نوع غیرطبیعی، انسان نقش اصلی را برعهده دارد که باعث تغییرات گسترده‌ای در سطح زمین می‌گردد و معمولاً این تغییرات بیشترین آسیب را به محیط طبیعی وارد ساخته و باعث می‌شود که جنگل‌ها، مراتع و زمین‌های کشاورزی از بین رفته و به جای آن‌ها اراضی انسان ساخت مثل جاده‌ها و شهر ایجاد گردد [۱۳]. اطلاعات دقیق در مورد تغییر کاربری و پوشش برای درک علل تغییر و نیز تدوین سیاست‌ها و راهبردهای مؤثر برای کاهش سرعت و معکوس تخریب سرزمین بسیار مهم است. بنابراین بارزسازی و پایش تغییرات کاربری در جهت شناخت اولیه و ارزیابی روند تغییرات آن‌ها می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در جهت مدیریت و برنامه‌ریزی

محیط مفید واقع گردد.

شوری خاک یکی از شایع‌ترین فرآیندهای تخریب و بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود [۱۱]. چون شور شدن خاک، مقدمه تخریب آن را فراهم می‌سازد و به ایجاد عواملی نظیر انواع فرسایش‌های آبی و بادی، افزایش ریزگردها، از بین بردن پوشش گیاهی، کاهش توان تولید خاک و ... منجر می‌شود که خود از مهم‌ترین عوامل تشدید بیابان‌زایی است. خاک‌های شور بیشتر در مناطقی وجود دارد که اقلیم‌های گرم و خشک بر آن‌ها حاکم است. آخرین اطلاعات شوری خاک که از نقشه یک میلیونیم منابع و استعداد خاک ایران در مقیاس سرزمین برگرفته شده است، اراضی دارای خاک‌هایی با درجات مختلف شوری، مساحتی بالغ بر ۵۵/۶ میلیون هکتار یعنی ۳۴ درصد از مساحت کل ایران را شامل می‌شود که بیشتر در فلات مرکزی، دشت ساحلی جنوب و دشت خوزستان قرار دارند [۱۵، ۲۴].

پوشش گیاهی یک منطقه محل تلاقی اقلیم، خاک و سایر عوامل انسانی و غیره می‌باشد. پس استخراج اطلاعات تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر تغییرات باشد [۱۹، ۲۴]. شناسایی و پهنه‌بندی خاک‌های شور غالباً، به دلیل تغییر پذیری زمانی و مکانی آن و نیاز به نمونه‌برداری و کارهای آزمایشگاهی مشکل است [۲۲]. در طول سه دهه گذشته، استفاده از داده‌های سنجش از راه دور یکی از بهترین و دقیق‌ترین و کم هزینه‌ترین روش برای شناسایی این تغییرات ایجاد شده است و می‌تواند در تشخیص تغییرات پدیده‌ها بسیار راهگشا باشد [۲۱].

در پژوهش‌های صورت گرفته [۱۶]، طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، همبستگی شاخص‌های مختلف با زیست بوم منطقه حفاظت شده هامون را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد که شاخص SAVI^۱ بیشترین همبستگی را با بیوماس منطقه دارد [۱۷]، در مطالعه‌ای با عنوان پایش تغییرات کاربری اراضی بیابان‌های ساحلی شاخص SAVI

^۱ Soil adjusted vegetation Index

۲. روش‌شناسی

۲.۱. معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق، پهنای شرقی تا غربی جنوب ایران را در بر می‌گیرد، که در این محدوده مناطق ساحلی استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر را شامل می‌گردد. مرز منطقه مورد مطالعه به صورت ۶۰ کیلومتر از خط ساحلی در نظر گرفته شد که بیشترین خصوصیات مناطق ساحلی را دارا باشد [۲۰]. این محدوده در منطقه‌ای بین طول شرقی ۵۰ درجه ۶ دقیقه تا ۶۱ درجه ۵۴ دقیقه و عرض شمالی ۲۵ درجه ۴ دقیقه تا ۳۰ درجه ۱۵ دقیقه قرار گرفته است. از لحاظ اقلیم و شرایط محیطی، نوار ساحلی جز نواحی گرم و مرطوب محسوب می‌شود. تابستان‌های نسبتاً طولانی و زمستان‌ها، فقط در دو ماه دی و بهمن هوا تا حدی سرد است. این کرانه به علت مجاورت با دریا، دارای رطوبت بسیار بالا است، حداکثر دمای هوا در این مناطق در تابستان به ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد و حداکثر رطوبت نسبی به ۷۰ درصد می‌رسد.

۲.۲. روش کار

محدوده زمانی تحقیق، یک بازه ۳۱ ساله از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۸ می‌باشد. کلیه داده‌های مورد استفاده در تحقیق شامل تصاویر ماهواره‌ای، نقشه توپوگرافی مورد نیاز جهت مشخص نمودن مرز منطقه، در این بازه زمانی جمع‌آوری و تهیه شد. تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM, ETM⁺, OLI) در فصل رویش پوشش گیاهی در یک بازه زمانی ۲۲/۵ روزه در ماه‌های اسفند و اوایل فروردین (مارس و آوریل) از پایگاه سازمان زمین‌شناسی آمریکا دریافت گردید. از نرم‌افزارهای ENVI 5.3 جهت پردازش و آنالیز تصاویر و طبقه‌بندی تصاویر و Arc GIS 10.4 برای ایجاد نقشه‌های نمونه تعلیمی، واقعیت زمینی

با ضریب همبستگی ۹۵ درصد در سال ۲۰۱۴ و ۹۲ درصد در سال ۲۰۰۱ در مطالعه تغییرات پوشش سطح اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک نتایج بهتری ارائه می‌دهد. [۹]، در مطالعه‌ای جهت ارزیابی وضعیت و تغییرات شوره‌زایی استان خراسان رضوی، از شاخص شوری NDSI^۱، SI^۲ استفاده شد. [۳]، در پژوهشی تحت عنوان اثرات کاربری و پوشش اراضی بر فرایند تخریب در مناطق ساحلی ساردینیا ایتالیا به این نتایج رسیدند، که دو عامل اصلی تخریب در منطقه، رها سازی زمین و استفاده ناپایدار از مناطق روستایی و منطقه شهری می‌باشد. همچنین یافته‌های تحقیق [۲]، نشان داد که تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین از طریق شیوه‌های نامناسب کشاورزی و فشار بالای جمعیت و دام، منجر به تخریب شدید اراضی در ارتفاعات اتیوپی شده است. [۲۳]، در طی پژوهشی در مناطق خشک، شاخص‌های SI3، SI2 و SI1 را در بارزسازی شوری سطح خاک مناسب بیان می‌کند. [۶] شاخص شوری SI1 مناسب‌ترین روش برای تهیه نقشه‌های شوری خاک است. یافته‌های [۱]، عامل اصلی تغییرات کاربری، افزایش جمعیت بود.

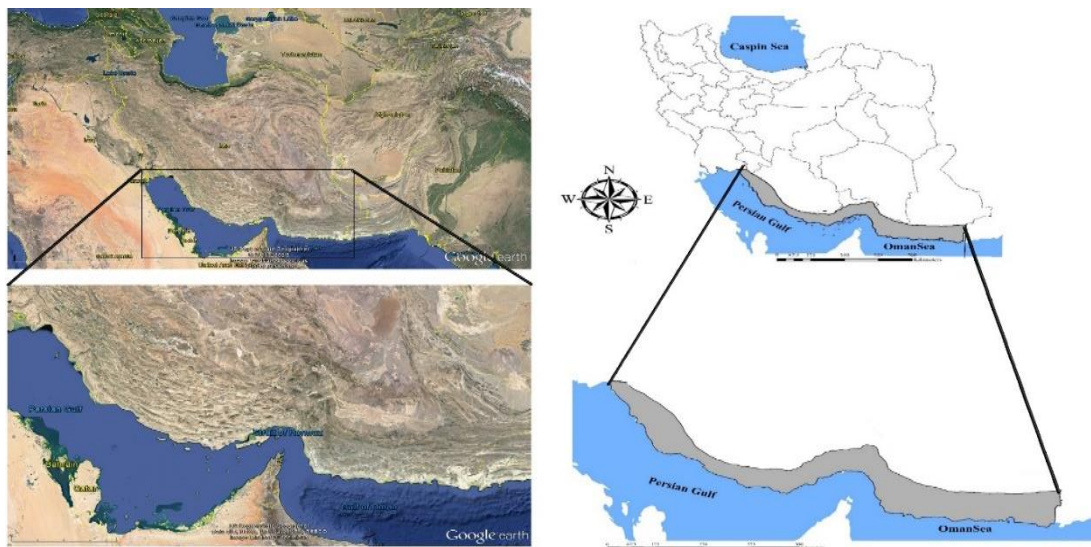
مناطق ساحلی در گوشه و کنار جهان از اهمیت اکولوژیک، اقتصادی و سیاسی زیادی برخوردارند. به طوری که حدود ۶۰ درصد از جوامع در مناطق ساحلی زندگی می‌کنند [۵، ۱۰]. بنابراین هدف این پژوهش بررسی اثرگذاری پارامترهای تغییرات کاربری بر روند تخریب سرزمین و بیابان‌زایی با استفاده از شاخص پوشش گیاهی SAVI و شاخص شوری SI1 در فواصل بین سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۸، در محدوده سواحل جنوبی ایران در سه استان ساحلی سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست می‌باشد.

^۱Salinity index

^۲Normalized Difference Salinity Index

Excel و SPSS 21 استفاده گردید.

استفاده شد. همچنین جهت رسم نمودار، محاسبات رگرسیون و آنالیز اطلاعات جمع‌آوری شده از نرم افزارهای



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

ماهواره	سنجنده	ردیف/گذر	قدرت تفکیک	تاریخ میلادی	تاریخ شمسی
Landsat -4-5	TM	۱۵۶ - ۱۶۴/۳۹ - ۴۳	۳۰	۱۹۸۸ - ۱۹۹۸	۱۳۶۷ - ۱۳۷۷
Landsat - 7	ETM	۱۶۴-۱۶۳-۱۶۱/۴۱-۴۲-۴۰	۳۰	۲۰۰۸	۱۳۸۷
Landsat- 8	OLI	۱۵۶ - ۱۶۴/۳۹ - ۴۳	۳۰	۲۰۱۹	۱۳۹۸

نمونه‌های تعلیمی است. در این مطالعه با توجه به کیفیت داده‌ها برای دوره زمانی نمونه‌های تعلیمی برای طبقات کاربری و پوشش اراضی تهیه شد. پس پردازش‌های طبقه‌بندی به منظور افزایش کیفیت و دقت طبقه‌بندی انجام گردید. در تحقیق حاضر با استفاده از تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای نقشه مربوط به مناطق کوهستانی استخراج شد و با استفاده از الگوریتم update در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی به نقشه حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال اضافه گردید. به این ترتیب، با توجه به کاربری‌های موجود در

۲.۳. پیش پردازش، طبقه‌بندی داده‌های

ماهواره‌ای و تهیه نقشه کاربری اراضی

قبل از به کارگیری تصاویر ماهواره‌ای فرایند پیش پردازش که شامل دو گام تصحیحات هندسی و رادیومتریک می‌باشد، انجام شد. جهت استخراج اطلاعات مفید از داده‌های ماهواره‌ای انتخاب الگوریتم مناسب برای طبقه‌بندی است. به همین منظور از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال^۱ استفاده گردید. پیش نیاز استفاده از این الگوریتم به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره، انتخاب

^۱Maximum Likelihood

منطقه، اهداف تحقیق و قابلیت‌های کم و بیش شناخته شده تصاویر مورد استفاده در استخراج اطلاعات مفید به ویژه تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین، شش طبقه کاربری شامل پوشش گیاهی، آب، اراضی شور، ماسه‌زار، کوه و مناطق انسان ساخت مد نظر قرار گرفت.

۲.۴. محاسبه شاخص پوشش گیاهی (SAVI)

شاخص SAVI اولین بار توسط Huete در سال ۱۹۸۸ ارائه گردید. برای محاسبه این شاخص از باند سوم (قرمز - R) و باند چهارم (مادون قرمز - NIR) تصاویر ماهواره لندست (سنجده TM و ETM⁺) و باند چهارم (قرمز - R) و پنجم (مادون قرمز - NIR) (سنجده OLI) استفاده شد. شاخص پوشش گیاهی SAVI با تنظیم انعکاس خاک، یک شاخص گیاهی عالی برای محیط‌هایی با پوشش کم می‌باشد. ضریب L بین ۱٪ برای خاک لخت تا ۱۰۰٪ برای پوشش گیاهی متغیر است که معمولاً این ضریب ۰/۵ در نظر گرفته می‌شود. این شاخص دارای نتایج مطلوبی در مناطق خشک جنوب کشور می‌باشد [۱۲، ۱۷].

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR-RED)}{NIR+RED+L} \quad (۱)$$

$$L = 1 - (2 \times a \times NDVI \times WdVI) \quad (۲)$$

$$= \frac{(2 \times NIR^2 \times R^2) + (1.0 \times NIR + 0.5 \times R)}{NIR + R + 0.5}$$

NIR برابر با ارزش بازتاب باند مادون قرمز نزدیک - R برابر با ارزش بازتاب باند قرمز - A برابر با زاویه بین خط خاک و محور NIR-WdVI برابر با شاخص پوشش گیاهی وزنی - NDVI برابر با شاخص پوشش گیاهی نرمال شده

۲.۵. محاسبه شاخص شوری (SI1)

در رابطه با شوری در محدوده تحقیق مقادیر سه شاخص SI₁، SI₂، SI₃ و NDSI محاسبه شدند. برای محاسبه این شاخص‌ها از باند دوم (سبز - G) و باند سوم (قرمز - R) تصاویر ماهواره لندست (سنجده TM و

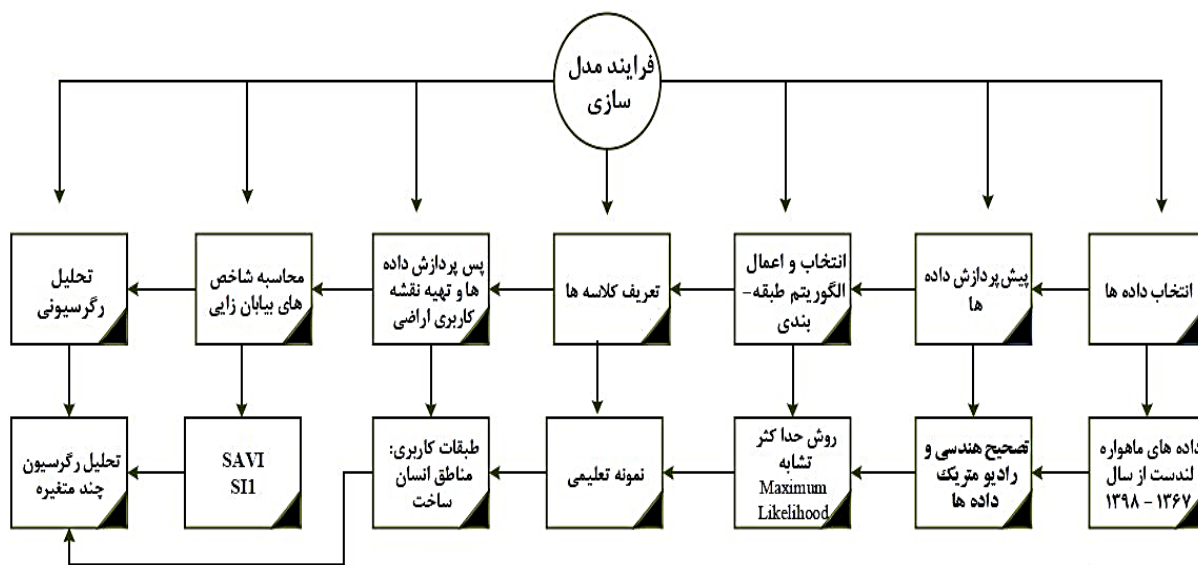
$$SI1 = \sqrt{G \times R} \quad (۳)$$

۲.۶. مدل‌سازی و تحلیل رگرسیونی

به منظور تهیه داده برای مدل رگرسیونی از یک شبکه ۳۰×۳۰ کیلومتر مربع استفاده شد، این شبکه منطقه تحقیق را به ۱۵۰ واحد تقسیم نمود و در ادامه در هر یک از این واحدها آماره‌های سطح کاربری‌ها و متوسط مقادیر شاخص‌های SAVI و SI1 محاسبه گردید. در پایان با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، اثر طبقات کاربری اراضی بر مراحل تخریب و بیابانی شدن منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت. به طوری که طبقات کاربری اراضی به عنوان متغیر مستقل و شاخص‌های پوشش گیاهی و شوری به عنوان متغیر وابسته انتخاب شد و نتایج به صورت یک مدل رگرسیونی خطی ارائه گردید.

۳. نتایج

بررسی روند تغییر کاربری اراضی در مناطق ساحلی جنوب طی ۳۱ سال نشان می‌دهد که تغییرات طبقه مناطق انسان ساخت با افزایش ۲/۷۲ درصدی، بیشترین رشد را در بین طبقات کاربری داراست، که در آن مساحت از ۴۱۴۴۱ هکتار به ۱۱۲۶۳۸ هکتار افزایش داده است. سپس طبقه اراضی شور با رشد ۱/۱۴ درصد قرار دارد و همچنین درصد تغییرات طبقات کاربری پوشش گیاهی، ماسه‌زار و آب به ترتیب با مقدار ۰/۸۹، ۰/۸۶، ۰/۸۸ روند کاهشی دنبال می‌کند.



شکل ۲. نمودار مراحل انجام تحقیق

می دهد (شکل ۵).

۳.۲. تحلیل رگرسیون تک متغیره کاربری اراضی

با شاخص SAVI

بر اساس یافته های تحقیق، بیشترین اثر گذاری کاربری های اراضی بر شاخص پوشش گیاهی SAVI مربوط به پوشش گیاهی و اراضی شور می باشد. بنابراین یک رابطه معنی داری در سطح ۰/۰۵ درصد بین متغیر کاربری ها (پوشش گیاهی، اراضی شور، اراضی ماسه ای، مناطق انسان ساخت) و شاخص پوشش گیاهی وجود دارد.

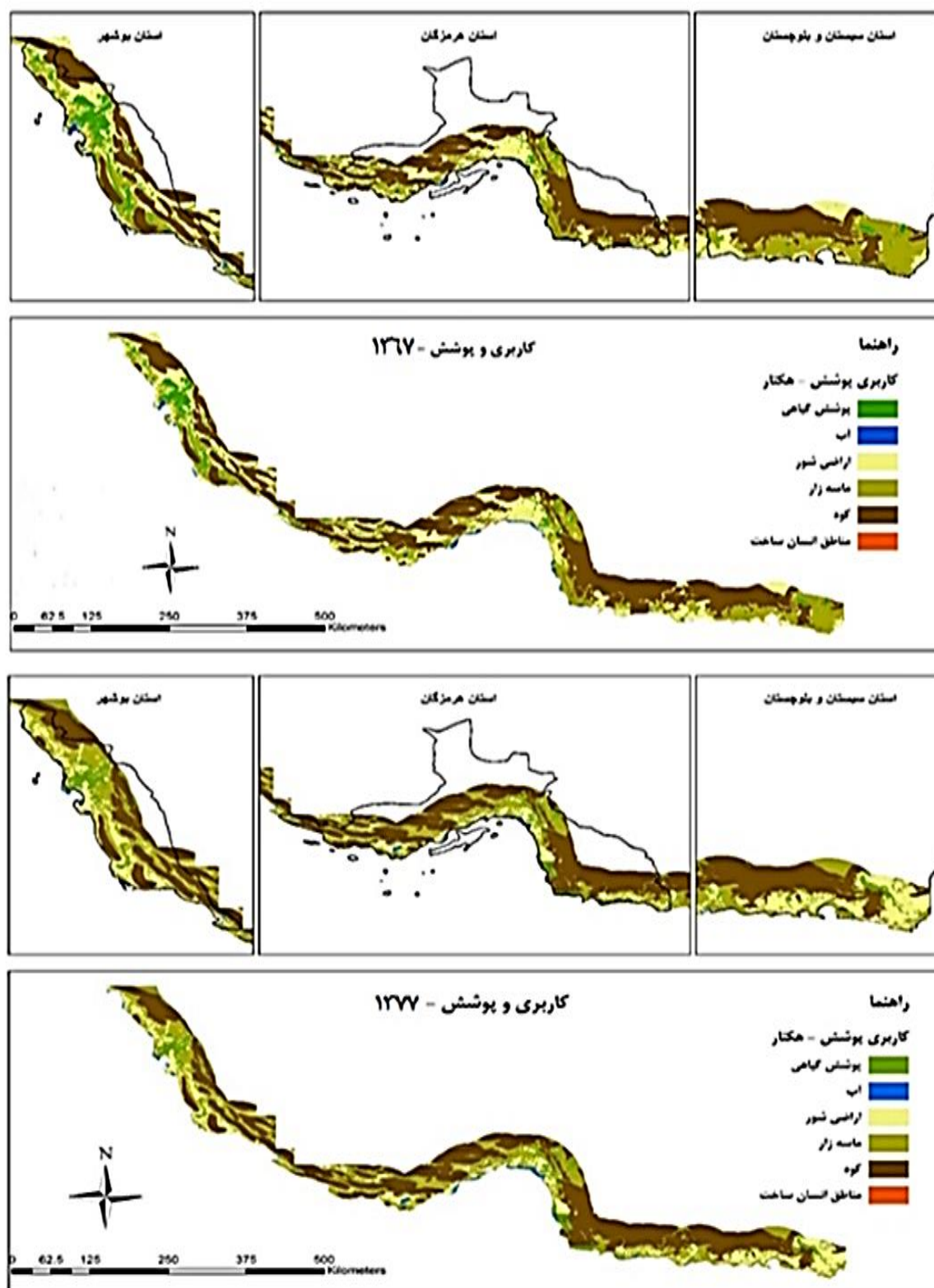
کاربری پوشش گیاهی نیز از ۵۴۱۴۰۸ هکتار به مقدار ۴۸۳۵۸۰ رسیده است. از بین طبقات کاربری، سال ۱۳۶۷، بیشترین مساحت با مقدار ۳۶ درصد مربوط به کاربری اراضی شور است که این میزان در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۲ درصد افزایش داشته است (جدول ۲).

۳.۱. تغییرات متوسط SAVI و SII

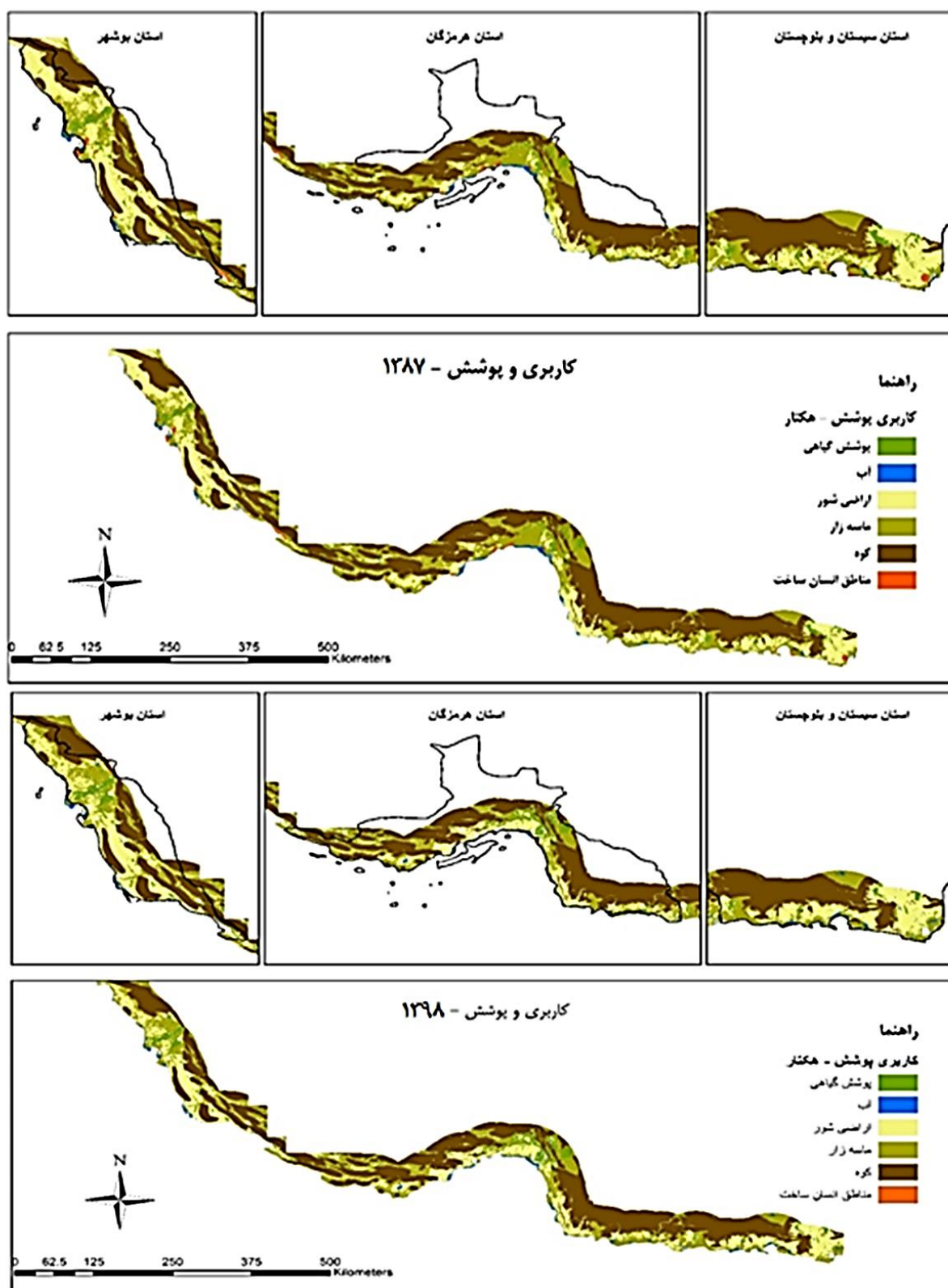
بررسی روند تغییرات متوسط شاخص ها نشان داد که در بازه زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۸ شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری روند کاهشی و افزایشی دنبال می کند. همچنین بیشترین تغییرات مربوط به سال ۱۳۸۷ می باشد SAVI روند کاهشی و SII روند افزایشی را نشان

جدول ۲. مساحت (هکتار) و درصد طبقات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸

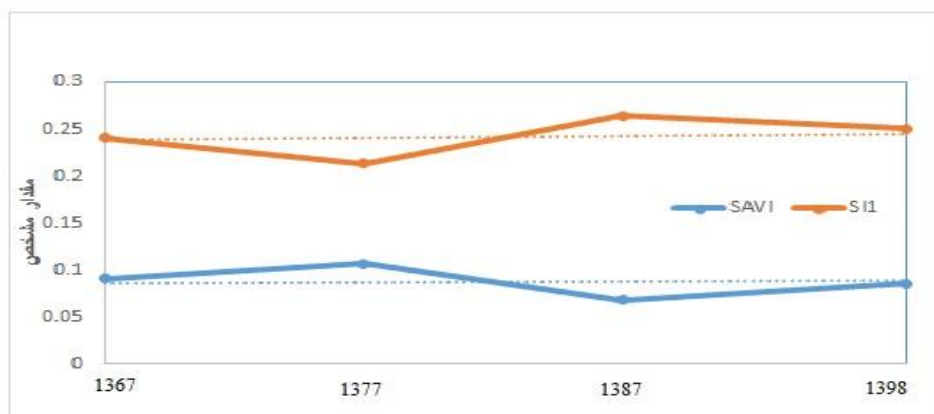
سال	مساحت (هکتار)				تغییرات (درصد)			
	۱۳۶۷	۱۳۷۷	۱۳۸۷	۱۳۹۸	۱۳۶۷-۱۳۷۷	۱۳۷۷-۱۳۸۷	۱۳۸۷-۱۳۹۸	۱۳۶۷-۱۳۹۸
طبقات کاربری								
پوشش گیاهی	۵۴۱۴۰۸	۶۴۷۸۵۸	۴۲۰۲۹۳	۴۸۳۵۸۰	۲/۲۹	-۴/۸۹	۱/۳۶	-۰/۸۹
آب	۱۴۰۹۰۱	۱۳۷۲۲۱	۱۱۵۵۷۸	۱۲۲۲۲۸	-۰/۰۷	-۰/۴۶	۰/۱۴	-۰/۸۶
اراضی شور	۱۷۰۵۳۱۰	۱۵۵۹۵۴۹	۲۰۲۵۴۷۴	۱۹۵۹۸۱۰	-۳/۱۳	۱۰/۰۲	-۱/۴۱	۱/۱۴
ماسه زار	۲۲۱۷۹۲۰	۲۲۴۹۶۳۰	۲۰۰۹۶۲۰	۱۹۶۸۷۲۴	۰/۶۸	-۵/۱۶	-۰/۸۸	-۰/۸۸
مناطق انسان ساخت	۴۱۴۴۱	۵۲۷۲۲	۷۶۰۱۵	۱۱۲۶۳۸	۰/۲۴	۰/۵۰	۰/۷۸	۲/۷۲



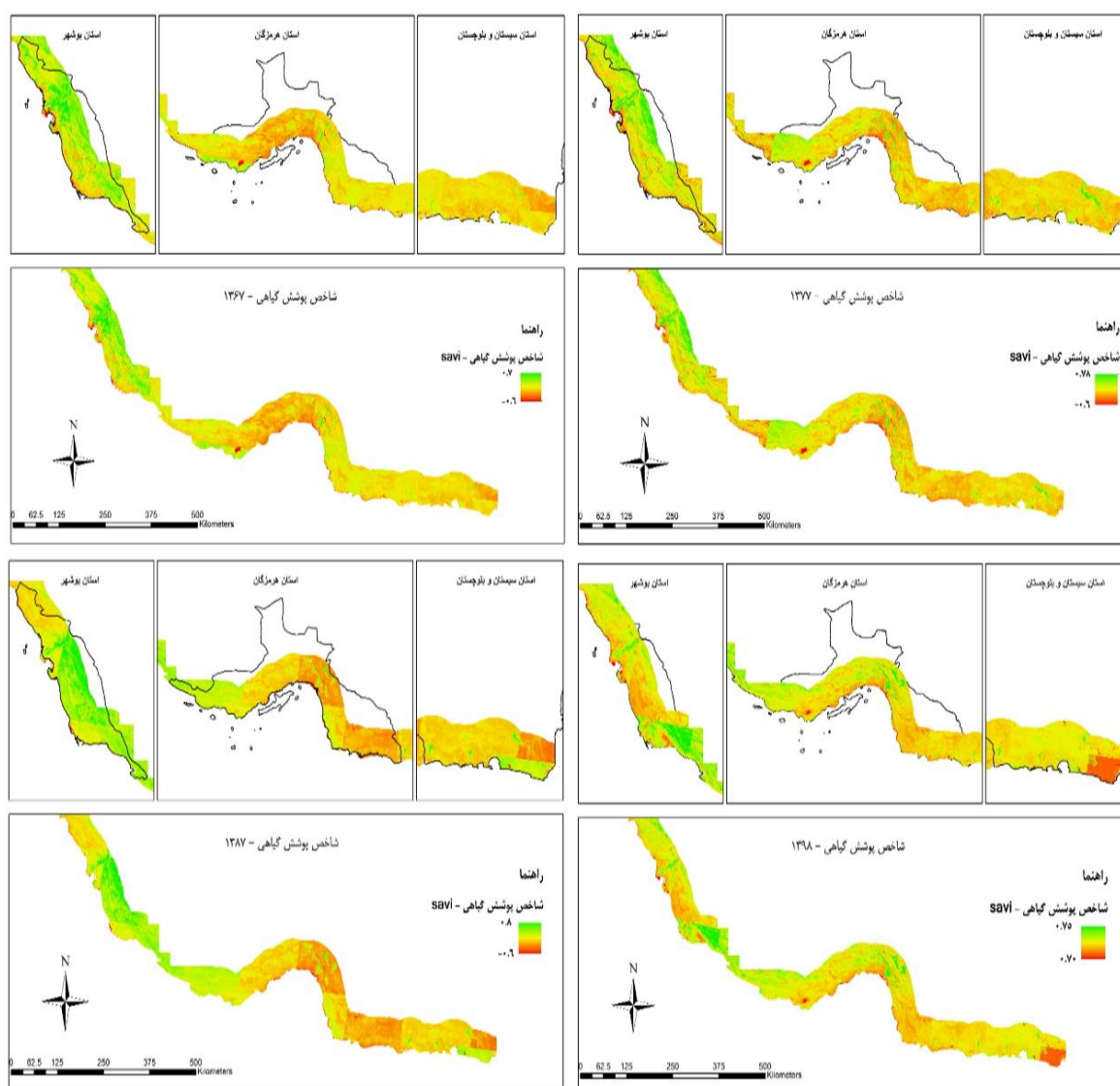
شکل ۳. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۸۷



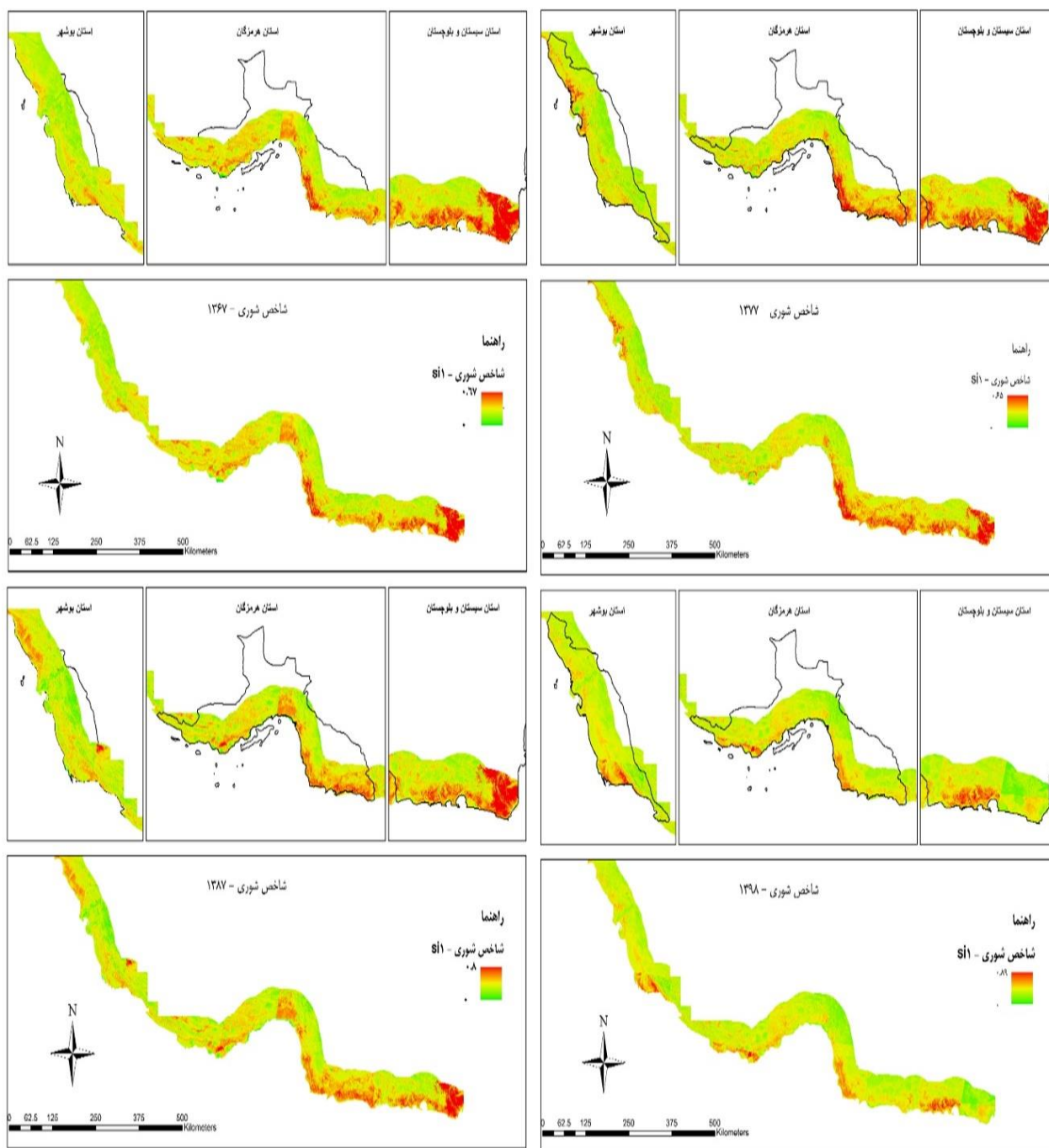
شکل ۴. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۸۷ - ۱۳۹۸



شکل ۵. روند تغییرات متوسط شاخص شوری و پوشش گیاهی در بازه زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸



شکل ۶. برآورد شاخص پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۸



شکل ۷. برآورد شاخص شوری منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۸

۳.۳. تحلیل رگرسیون تک متغیره کاربری اراضی با شاخص SI1

بر اساس یافته های تحقیق بیشترین اثر گذاری کاربری های اراضی بر شاخص شوری SI1 مربوط به میزان

(شکل ۸) نمودار ابرنقاط متغیرهای مستقل (پوشش گیاهی، اراضی شور، ماسه زار، مناطق انسان ساخت) و متغیر وابسته (شاخص پوشش گیاهی SAVI) را نشان می دهد.

چندگانه (R) برابر ۰/۳۹۶ و ضریب تبیین برابر ۰/۱۵۶ به دست آمد؛ یعنی ۱۵/۶ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص پوشش گیاهی را این متغیر تبیین می‌کند. در گام دوم تحلیل، متغیر اراضی شور وارد معادله گردید. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۴۴۹ و ضریب تبیین را به ۰/۲۰۲ افزایش داد. در واقع این متغیر به تنهایی ۴/۶ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند. در گام سوم تحلیل متغیر مناطق انسان ساخت وارد معادله گردید. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۴۷۲ و ضریب تبیین را به ۰/۲۲۳ افزایش داد. در واقع این متغیر به تنهایی ۲/۱ درصد تغییرات متغیر وابسته استاندارد شده شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند.

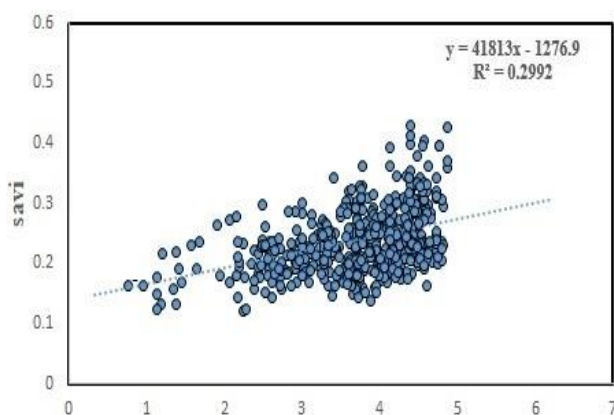
اراضی شور و ماسه‌زار می‌باشد. بنابراین رابطه معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بین متغیر کاربری‌ها (پوشش گیاهی، اراضی شور، ماسه‌زار و مناطق انسان ساخت) و شاخص شوری SI1 وجود دارد.

شکل (۹) نمودار ابر نقاط متغیرهای مستقل (پوشش گیاهی، اراضی شور، ماسه‌زار، اراضی ساخته شده) و متغیر وابسته (شاخص شوری SI1) را نشان می‌دهد.

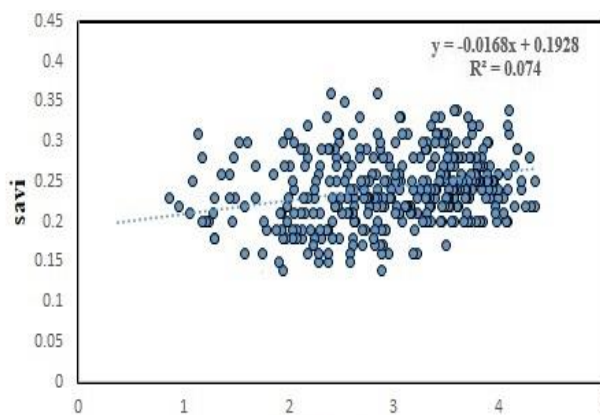
۳.۴. تحلیل رگرسیون چند متغیره کاربری اراضی

و شاخص SAVI

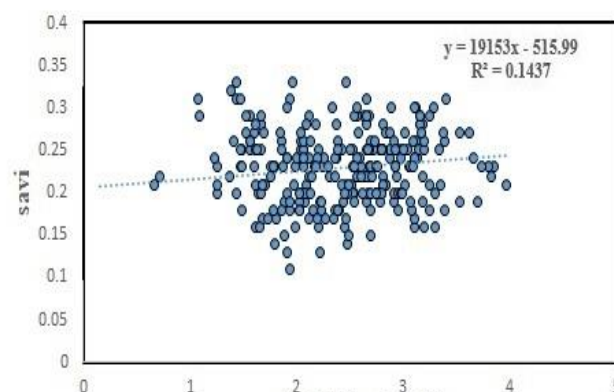
با توجه به نتایج (جدول ۳)، در اولین گام، متغیر پوشش گیاهی وارد معادله گردید. مقدار ضریب همبستگی



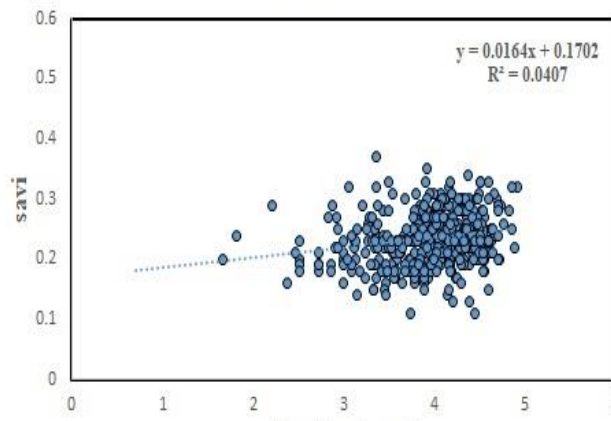
پوشش گیاهی (هکتار)



اراضی شور (هکتار)

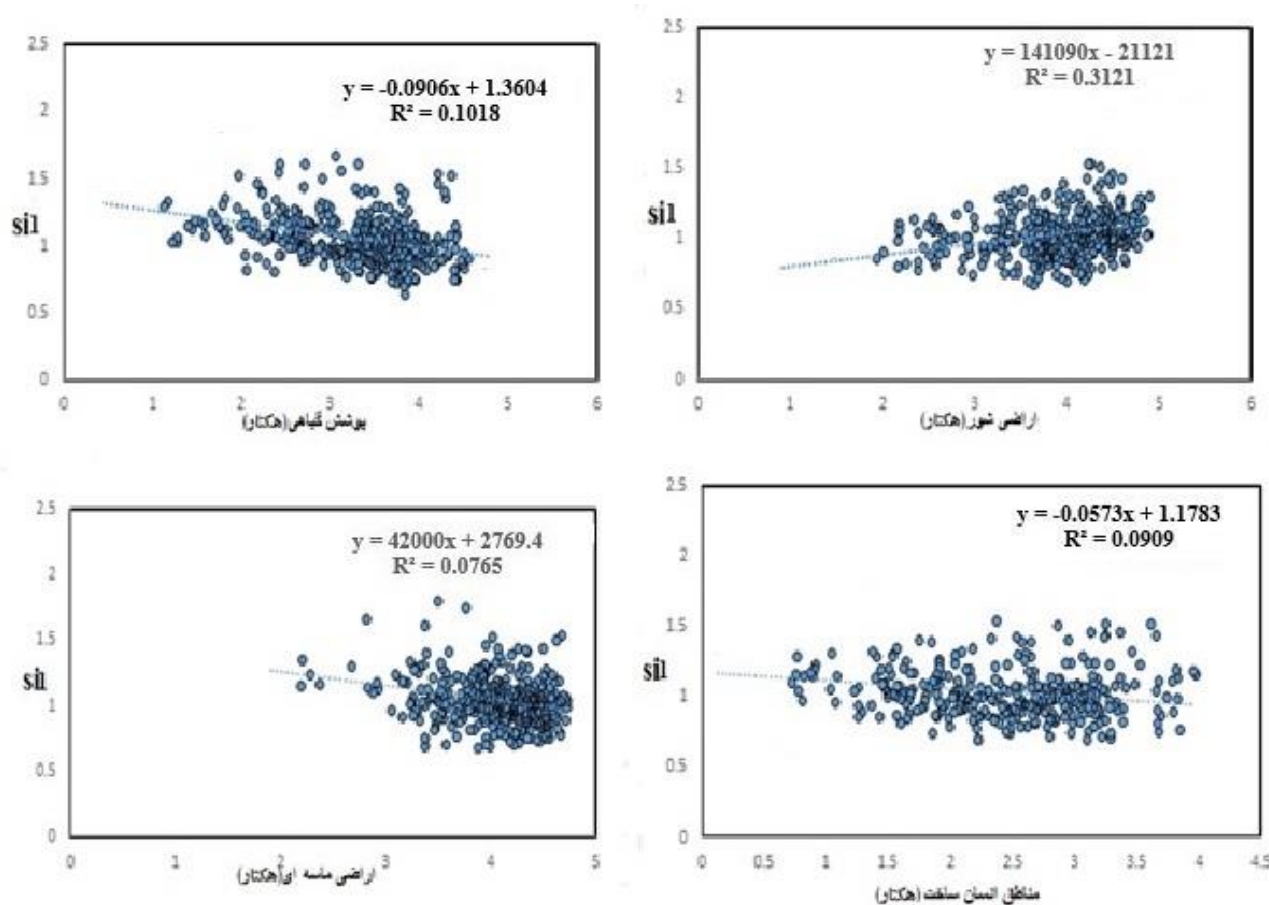


مناطق انسان ساخت (هکتار)



اراضی ماسه ای (هکتار)

شکل ۸. نمودار ابر نقاط رابطه بین شاخص SAVI و طبقات کاربری اراضی



شکل ۹. نمودار ابر نقاط رابطه بین شاخص SI1 و طبقات کاربری اراضی

جدول ۳. ضرایب تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص پوشش گیاهی SAVI (مجموع دوره‌ها)

گام	متغیر	R^2	ضریب تعدیل شده	R^2 Ad
۱	پوشش گیاهی	۰/۱۵۶	۱۵/۶	۰/۱۵۵
۲	مناطق انسان ساخت	۰/۲۰۲	۴/۶	۰/۱۹۹
۳	اراضی شور	۰/۲۲۳	۲/۱	۰/۲۲۰

شاخص شوری را این متغیر تبیین می‌کند. در گام دوم تحلیل متغیر پوشش گیاهی وارد معادله گردید. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۵۸۵/۰ و ضریب تبیین را به ۳۴۱/۰ افزایش داد، در واقع این متغیر به تنهایی ۳/۲ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص شوری را تبیین می‌کند. در گام سوم تحلیل متغیر مناطق انسان ساخت وارد

۳.۵. رگرسیون چند متغیره کاربری اراضی و

شاخص SI1

بر اساس یافته‌های (جدول ۴)، در اولین گام، متغیر اراضی شور وارد معادله گردید. مقدار ضریب همبستگی چندگانه (R) برابر ۵۵۷/۰ و ضریب تبیین برابر ۳۰۹/۰ به‌دست آمد، یعنی ۳۱ درصد تغییرات متغیر وابسته

ضریب همبستگی چندگانه را به $0/615$ و ضریب تبیین را به $0/375$ افزایش داد، در واقع این متغیر به تنهایی $1/3$ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص شوری را تبیین می‌کند.

معادله گردید. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به $0/604$ و ضریب تبیین را به $0/363$ افزایش داد، در واقع این متغیر به تنهایی $2/3$ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص شوری را تبیین می‌کند. در مرحله بعد تحلیل متغیر ماسه‌زار در منطقه وارد معادله گردید. این متغیر

جدول ۴. ضرایب تعیین متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص پوشش گیاهی SI1 (مجموع دوره‌ها)

گام	متغیر	R^2	ضریب تعدیل شده	R^2 Ad
۱	اراضی شور	$0/310$	۳۱	$0/191$
۲	پوشش گیاهی	$0/342$	$3/2$	$0/250$
۳	ماسه‌زار	$0/365$	$2/3$	$0/281$
۴	مناطق انسان ساخت	$0/378$	$1/3$	$0/292$

جدول ۵. مقدار تأثیر متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص پوشش گیاهی SAVI (مجموع دوره‌ها)

متغیر	B	ضریب استاندارد شده Beta	t	Sig
ضریب ثابت b_0	$0/081$	---	$46/336$	$0/000$
پوشش گیاهی	$2/2$	$0/357$	$10/517$	$0/000$
مناطق انسان ساخت	$1/2$	$0/235$	$6/953$	$0/000$
اراضی شور	$-3/8$	$-0/148$	$-4/479$	$0/000$

جدول ۶. مقدار تأثیر متغیرهای تأثیرگذار بر شاخص شوری SI1 (مجموع دوره‌ها)

متغیر	B	ضریب استاندارد شده Beta	t	Sig
ضریب ثابت b_0	$0/204$	---	$65/750$	$0/000$
اراضی شور	$2/1$	$0/542$	$18/047$	$0/000$
پوشش گیاهی	$-1/39$	$-0/157$	$-5/216$	$0/000$
ماسه‌زار	$1/02$	$0/157$	$5/249$	$0/000$
مناطق انسان ساخت	$-8/818$	$-0/118$	$-3/925$	$0/000$

رگرسیون به صورت رابطه (۴) می‌باشد. همچنین با توجه به نتایج جدول (۴)، این چهار متغیر $37/8$ درصد از تغییرات متغیر وابسته شاخص شوری را تبیین می‌کند، و $62/2$ درصد تغییرات را دیگر متغیرهای محیطی (اقلیمی، اقتصادی-اجتماعی) بیان می‌نماید. بنابراین با توضیحات ارائه شده و نتایج جدول (۴ و ۶) معادله خطی حاصل از

بر اساس نتایج جدول (۳)، مشاهده گردید که این سه متغیر، $22/3$ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند و $77/7$ درصد تغییرات را دیگر متغیرهای محیطی (اقلیمی، اقتصادی - اجتماعی) بیان می‌کند. بدین منظور با توجه به توضیحات ارائه شده و نتایج جدول (۳ و ۵) معادله خطی حاصل از تحلیل

تحلیل رگرسیون به صورت رابطه (۵) می‌باشد.

$$\text{رابطه (۴)} \quad SAVI = 0.86 + (2.22 \times V) + (1.23 \times B) - (3.86 \times S)$$

$$\text{رابطه (۵)} \quad SI_1 = 0.20 + (2.1 \times S) - (1.39 \times V) + (1.029 \times D) - (8.81 \times B)$$

شاخص پوشش گیاهی^۱ SAVI - شاخص شوری
^۲SI₁ - پوشش گیاهی^۳ - اراضی شور^۴ S
 ماسه‌زار^۵ D - مناطق انسان ساخت^۶ B

مقدار Beta اهمیت نسبی متغیرهای مستقل در بین متغیرهای وابسته را نشان می‌دهد، بر اساس نتایج حاصل از ضرایب Beta مشاهده می‌شود که متغیر کاربری پوشش گیاهی و اراضی شور به ترتیب بیشترین اثرگذاری را بر شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری دارا می‌باشد و کاربری اراضی شور و مناطق انسان ساخت به ترتیب در ردیف بعدی قرار می‌گیرند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق روند تغییرات کاربری اراضی مناطق ساحلی جنوب ایران طی دوره ۳۱ ساله (۱۳۶۷-۱۳۹۸) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (سنجنده TM, ETM+, OLI) انجام شد و از روش حداکثر احتمال نیز برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید. نتایج نشان داد تغییرات طبقه مناطق انسان ساخت با افزایش ۲/۷۲ درصدی، بیشترین رشد را در بین طبقات کاربری داراست، که در آن مساحت از ۴۱۴۴۱ هکتار به ۱۱۲۶۳۸ هکتار افزایش داده است. سپس طبقه اراضی شور با رشد ۱/۱۴ درصد قرار دارد و همچنین در صد تغییرات طبقات کاربری پوشش گیاهی، ماسه‌زار و آب به ترتیب با مقدار

۰/۸۹، ۰/۸۶ و ۰/۸۸ روند کاهشی دنبال می‌کند. کاربری پوشش گیاهی در سال ۱۳۶۷ نیز از ۵۴۱۴۰۸ هکتار به مقدار ۴۸۳۵۸۰ در سال ۱۳۹۸ رسیده است و بیشترین تغییرات طبقه کاربری پوشش گیاهی، مربوط به دوره ۱۳۷۷-۱۳۹۸ می‌باشد که مساحت آن از ۶۴۷۸۵۸ هکتار به ۴۸۳۵۸۰ کاهش پیدا کرده است. از بین طبقات کاربری، سال ۱۳۶۷، بیشترین مساحت با مقدار ۳۶ درصد مربوط به کاربری اراضی شور است که این میزان در سال ۱۳۹۸ به میزان ۴۲ درصد افزایش داشته است. در ادامه پژوهش، جهت اثرگذاری طبقات کاربری بر روند تخریب سرزمین از شاخص‌های پوشش گیاهی SAVI و شاخص شوری SI₁ استفاده شد. در مطالعات بسیاری شاخص SAVI به عنوان مطلوب‌ترین شاخص پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به منظور کمی‌سازی روند تخریب سرزمین و نشان دادن پویایی پوشش گیاهی استفاده شده است [۱۰، ۱۷]. نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که شاخص SAVI و شوری می‌توانند به عنوان شاخصی مهم و تأثیرگذار جهت کمی کردن مراحل تخریب سرزمین استفاده گردید. همچنین بررسی روند تغییرات متوسط شاخص‌ها نشان داد که در بازه زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۸ شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری روند کاهشی و افزایشی دنبال می‌کند و بیشترین تغییرات مربوط به سال ۱۳۸۷ می‌باشد که در آن SAVI روند کاهشی و SI₁ روند افزایشی را نشان می‌دهد. برای این منظور در طول دوره مطالعه، طبقات کاربری به عنوان متغیرهای مستقل و شاخص‌های پوشش گیاهی و شوری به عنوان متغیرهای وابسته در نظر گرفته شد. اثرگذاری هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته با استفاده از تحلیل رگرسیون چند متغیره انجام شد. بر اساس

^۱Soil-adjusted vegetation index

^۲Salinity index

^۳Vegetation Cover

^۴Salty lands

^۵Sandy dunes

^۶Built areas

کاربری و روند متوسط تغییرات SAVI و SI1 طی این ۴ دوره، که در آن، طبقه کاربری پوشش گیاهی و SAVI روند کاهشی و طبقه اراضی شور و SI1 روند افزایشی را نشان می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت، تغییرات کاربری پدیده‌ای است که خدمات اکوسیستم را تغییر می‌دهد، که تقریباً برای همیشه غیرقابل جبران و برگشت ناپذیر می‌باشد. مصداق این نوع تغییرات نظیر تبدیل اراضی مرتعی و کشاورزی به صنعتی و شهری که نتیجه‌ای جز بهم خوردن تعادل اکوسیستم و تشدید روند تخریب اراضی منطقه به همراه نخواهد داشت، و ادامه این روند می‌تواند اکوسیستم شکننده مناطق ساحلی با مخاطرات جدی مواجه نماید و از سوی دیگر نیز، نتایج نشان داد، که بیش از ۶۰ درصد سایر عوامل محیطی و انسانی بر روند تخریب سرزمین اثر گذار می‌باشد و عامل تغییر کاربری می‌تواند بخشی از فرآیند تخریب سرزمین را سبب گردد. بنابراین ارائه روش و راهکارها برای مدیریت صحیح کاربری اراضی، سایر عوامل محیطی و اجتماعی- انسانی به عنوان ابزاری مهم که به‌طور غیر مستقیم می‌تواند، مراحل توسعه تخریب سرزمین و بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی را در منطقه کنترل نماید ضروری می‌باشد. همچنین یافته‌های به دست آمده در این پژوهش با نتایج تحقیق [۲، ۳، ۱۲] که در هر سه مورد مطالعه، تغییرات کاربری را به عنوان یکی از عوامل اصلی تخریب سرزمین بیان کردند. هم سو و در یک راستا می‌باشد.

یافته‌های تحقیق بیشترین اثرگذاری کاربری‌های اراضی بر شاخص پوشش گیاهی SAVI مربوط به طبقه کاربری پوشش گیاهی و اراضی شور می‌باشد. بر این اساس، رابطه معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بین متغیر طبقات کاربری (پوشش گیاهی، مناطق انسان ساخت و اراضی شور) و شاخص پوشش گیاهی وجود دارد. این رابطه برای کاربری پوشش گیاهی و مناطق انسان ساخت یک رابطه مثبت و برای طبقه اراضی شور یک رابطه منفی می‌باشد. همچنین بیشترین تأثیرات طبقات کاربری اراضی بر شاخص شوری SI1، مربوط به میزان کاربری اراضی شور و پوشش گیاهی می‌باشد. بر این اساس یک رابطه معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد نیز بین متغیر طبقات کاربری (اراضی شور، پوشش گیاهی، ماسه‌زار، مناطق انسان ساخت) و شاخص شوری وجود دارد. براساس یافته‌های تحلیل رگرسیونی مشاهده گردید که سه متغیر (پوشش گیاهی، اراضی شور و مناطق انسان ساخت) مقدار ۲۲/۳ درصد تغییرات متغیر وابسته شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند و ۷۷/۷ درصد تغییرات را دیگر متغیرهای محیطی (اقلیمی، اقتصادی- اجتماعی و...) بیان می‌کند. همچنین چهار متغیر (پوشش گیاهی، اراضی شور، مناطق انسان ساخت و ماسه‌زار) مقدار ۳۷/۸ درصد از تغییرات متغیر وابسته شاخص شوری را بیان می‌کند و ۶۲/۲ درصد تغییرات را دیگر متغیرهای محیطی اثرگذار می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از مساحت طبقات

References

- [1] Alemayehu, F., (2016). Land use and land cover change in the coastal area of Watamu Mida Creek, Kenya. Open Journal of Forestry, 6(04), p.230.
- [2] Alemu, B., (2015). The effect of land use land cover change on land degradation in the highlands of Ethiopia. J Env Earth Sci, 5, pp.1-12.
- [3] Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A. and Salvati, L., (2012). The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. Environmental management, 49(5), pp.980-989.

- [4] Bonyad, A.E., T. Hajyghaderi 2008 inventorying and Mapping of Natural Forest Stands of Zanjan Province Using Landsat ETM+ Image Data Journal of Water and Soil Science, 11(42): 627-638.(in Persian)
- [5] Cracknell, A.P., (1999). Remote sensing techniques in estuaries and coastal zones an update. International Journal of Remote Sensing, 20(3), pp.485-496.
- [6] Daempanah, R.; Haghnia, G.H.; Alizadeh, A.; & A. Karimi Karveh, 2011. Mapping salinity and sodicity of surface soil by remote sensing and geostatistic methods in southern Ma Valat County, Journal of Soil and Water (Food Science and Technology), pages 498-508. (In Persian)
- [7] Eskandari, H., Borji, M., Khosravi, H., & Mesbahzadeh, T. (2016). Desertification of forest, range and desert in Tehran province, affected by climate change. *Solid Earth*, 7(3), 905-915.
- [8] Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T. and Hokao, K., (2011). Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, 222(20-22), pp.3761-3772.
- [9] Huete, A., 1988. Huete, AR A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment. Remote sensing of environment, 25, pp.295-309.
- [10] <https://iraniczsm.pmo.ir/> (11 / 10 /2019)
- [11] Jian – li, D.; Man – Chun, W.; & T. Tiyp, 2011. Study on soil salinization information in arid region using remote sensing technique, Journal of Agriculture Sciences in Chine, 404
- [12] Kharazmi, R., Abdollahi, A., Rahdari, M. R. and Karkon varnosfaderani, M. (2016). Monitoring Land Use Change and its Impacts on Land Degradation and Desertification Trend Using Landsat Satellite Images (Case study: East of Iran, Hamoon Wetland). *Arid Regions Geographic Studies.*; 7 (25) pp.64-75
- [13] Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological indicators*, 2(1-2), pp.3-15.
- [14] Lambin, E.F., Geist, H. and Rindfuss, R.R., (2006). Introduction: local processes with global impacts. In *Land-use and land-cover change* (pp. 1-8). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [15] Momeni, A., 2010. Geographical distribution and levels of soil salinity, Journal of Soil Research (water and soil), ۳, ۲۰۳-۲۱۵. (PDF)
- [16] Mousavi, S.H, Ranjbar, A. and Haseli, M., (2015). Monitoring and Trending of Land Use Changes in Abarkooh Basin using Satellite Images (1976-2014) Journal of Geographical Information, Volume 25, Issue 97. , pp. 129-146
- [17] Nateghi, S., Nohegar, A., Ehsani, A. H. and Bazrafshan, O., (2016). Coastal desert land use monitoring using change vector analysis technique during 2001 to 2014 (Case study: Qeshm Island) Volume 23, Issue 2, pp. 404 -416
- [18] Nateghi, D. and Abedinejad, Gh. A. (2011). *Desert and Combating Desertification in Iran*, Pooneh press
- [19] Rahimi, M., Damavandi, A. A. and Jafarian, V., (2012). Investigating remote sensing applications in evaluating and monitoring land degradation and desertification, Volume 22, Issue 88, pp. 115-128
- [20] Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F.D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonon, P., Marinova, N. and Santini, M., (2011). Methods for assessing coastal vulnerability to climate change. ETC CCA Technical Paper, 1(2011), pp.1-93.
- [21] Rogan, J. and Chen, D., (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in planning*, 61(4), pp.301-325.
- [22] Said, N.; Henning, B.; & H. Joachim, 2014. Estimation of soil salinity using three quantitative methods based on visible and near-infrared reflectance spectroscopy: a case study from Egypt, *Arab J Geosci*. 8 (7), 5127–5140.
- [23] Shirazi, M., Zehtabian, G.H. and Matinfar, H.R., 2010. Survey of capability of remote sensing indices for enhancement of land cover in arid areas (case study: Najmabad). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, ۱۷(۲), ۲۵۶-۲۷۵.

-
- [24] Zehtabian, Gh., Khosravi, H., Masoudi, R., (2014). Desertification Assessment Models (Criteria and Indices). University of Tehran Press.
- [25] Zolfaghari, F., Khosravi, H., Shahriyari, A., Jabbari, M., & Abolhasani, A. (2019). Hierarchical cluster analysis to identify the homogeneous desertification management units. *Plos one*, 14(12), e0226355.