Archive of SID

صص ۱۴۰-۱۲۳

آشکارسازی تغییرات پوشش سطح زمین ناحیه شمال غرب ایران به‌عنوان نمایه‌ای از بیابان‌زایی

قاسم کیخسروی [۱]
استادیار اقلیم‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
زینب محمدی
دکتری اقلیم‌شناسی سینوپتیک، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۱۲

چکیده

بیابان‌زایی مشتمل بر فرایندهایی است که در نتیجه عوامل طبیعی و عملکرد نادرست انسان ایجاد می‌شود. در این پژوهش جهت بررسی روند بیابان‌زایی شمال غرب ایران، ابتدا تصاویر ماهواره‌ای سنجنده مادیس مرتبط با محصول پوشش زمین (MCD12Q1)، در فواصل زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ دریافت شد. برای تبدیل به فرمت نقشه‌های پوشش زمین از استاندارد IGBP و الگوریتم‌های Decision tree و Change Detection استفاده گردید در مرحله بعد نیز سطح تراز ارتفاعی دریاچه ارومیه از سنجنده های TOPEX،Jason-1، OSTM و JASON-3 دریافت شد. بر اساس استاندارد IGBP، در طی این ۱۳ سال در منطقه حدود ۱۴ طبقه پوششی زمین تشخیص داده شد. بیشترین مساحت منطقه را پوشش‌های گیاهی پراکنده، مراتع، زمین‌های زراعی و نواحی آبی تشکیل می‌دهند. با این وجود که پوشش منابع آبی ۶۴ درصد وسعت خود را از دست داده است؛ اما وسعت پوشش‌های گیاهان پراکنده ۵۷ درصد، مراتع ۴ درصد و پوشش زمین‌های زراعی حدود ۹ درصد نسبت به سال ۲۰۰۱ افزایش‌یافته است. نتایج تغییرات پوشش سطح زمین بر اساس الگوریتم Change Detection بیانگر آن است که ۸ طبقه پوششی در طی ۱۳ سال دچار تغییر در نوع پوشش شده‌اند؛ که این طبقات شامل (طبقه بوته‌زارها، طبقه زمین‌های زراعی، طبقه پوشش‌های گیاهی پراکنده، طبقه جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ، طبقه جنگل‌های مخلوط، طبقه پوششی مراتع، طبقه پوششی ساوانا و طبقه پوششی آب) می‌باشند که بخشی از مساحت این طبقات تبدیل به پوشش‌های از قبیل زمین‌های زراعی، مراتع، پوشش‌های گیاهی پراکنده و ... شده‌اند؛ بنابراین با توجه به تغییرات پوششی شمال غرب ایران می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که فقط ۹ درصد مساحت منطقه (عمدتاً در اطراف دریاچه ارومیه) دچار دگرگونی در نوع پوشش شده است.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی، شمال غرب ایران، پوشش زمین، سنجنده مادیس، الگوریتم.

مقدمه

امروزه یکی از عمده‌ترین معضلات زیست‌محیطی پدیده بیابان‌زایی است که شامل تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه مرطوب می‌باشد. عمدتاً بیابان‌زایی از طریق فعالیت‌های انسانی و نوسانات اقلیمی حادث

[۱] نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۲۲۵۱۴۹۴ Email:Gh_keikhosravi@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. طبق برآورد کنفرانس بیابان‌زایی سازمان ملل متحد، پدیده بیابان‌زایی آینده بیش از ۷۸۵ میلیون نفر انسان ساکن در مناطق خشک و نیمه‌خشک که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان است را تهدید می‌کند. از این تعداد، بین ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر از طریق کاهش حاصلخیزی اراضی همراه با دیگر فرایندهای بیابان‌زایی به‌طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌گیرند. همچنین برآورد شده است که در اثر پیشروی بیابان هرساله بین ۵۰۰۰۰ تا ۷۰۰۰۰ کیلومترمربع اراضی حاصلخیز، غیرقابل استفاده می‌شود (مشکوه، ۱۳۷۷؛ ۱۰۴). امروزه سنجش از دور ماهواره‌ای همراه با سیستم اطلاعات جغرافیائی، به‌طور فزاینده‌ای برای تعیین و تجزیه‌وتحلیل تغییرات کاربری و پوشش زمین بکار گرفته می‌شوند (هاتو، ۲۰۰۲؛ ۲۲۹). داده‌های سنجنده MODIS در چهار گروه اتمسفر، اقیانوس، زمین و یخ‌کرده ارائه می‌شوند؛ که در این پژوهش برای بررسی پوشش سطح زمین از محصول MCD12Q1 استفاده می‌شود. این محصول شامل ۵ طرح طبقه‌بندی پوشش زمین که به‌وسیله یک روش نظارت‌شده درخت تصمیم‌گیری ایجاد شده می‌باشد. طرح اولیه پوشش زمین شامل ۱۷ کلاس که ۱۱ کلاس آن مربوط به پوشش گیاهی و سه کلاس مربوط به کلاس‌های انسان‌ساخت و سه کلاس مربوط به کلاس‌های غیر پوشش گیاهی است. این محصول به‌صورت سالانه و به‌صورت پیکسل سایز ۵۰۰ متر ارائه می‌شود (کیخسروی و میرزایی، ۱۳۹۵؛ ۴۹). در سال‌های اخیر به‌کارگیری روش‌های مبتنی بر سنجش از دور توسط متخصصان و پژوهشگران مباحث تخریب و بیابان‌زایی بسیار زیاد شده است. این استقبال به دلیل امکانات فراوانی است که داده‌های ماهواره‌ای در اختیار آن‌ها قرار می‌دهند. در ادامه به برخی از مطالعاتی که در زمینه تخریب و بیابان‌زایی انجام گرفته است، اشاره می‌گردد. (تودون و همکاران، ۲۰۱۴؛ ۷۳) به تجزیه‌وتحلیل تغییرات پوشش جنگل در نامیبیا واقع در کشور نیجریه بین سال‌های ۱۹۸۶ و ۲۰۱۰ و پیش‌بینی برای ۲۱ سال آینده با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دوری و GIS به این نتیجه رسیدند که میزان مساحت اراضی جنگلی در حال کاهش است و دلیل آن فعالیت‌های انسانی مانند قطع غیرقانونی درختان و فعالیت‌های کشاورزی است. در منطقه‌ای در شمال ویتنام تخریب جنگل‌ها با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکوف، مدل‌سازی شد. در این مطالعه نشان داد که تخریب در مرز بین جنگل‌ها و اراضی کشاورزی، مناطق نزدیک به منابع آبی و مناطق با ارتفاع کمتر، شدیدتر است (کویی و میرایاما، ۲۰۱۱؛ ۱۶۹). (هادل و همکاران، ۲۰۱۰؛ ۱۰۴) با کاربرد سنجش از دور و GIS به ارزیابی بیابان‌زایی استان بصره در بخش جنوبی عراق پرداختند. خاک، پوشش گیاهی آب و هوا و تا حدی حرکت شن و ماسه اطلاعات اصلی مورد نیاز برای برآورد شاخص حساسیت نسبت به بیابان‌زایی است. این اطلاعات با استفاده از نقشه توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی، تصویر TM مربوط به سال ۱۹۹۰ و ۲۰۰۳ تجزیه‌وتحلیل شدند و تغییرات حاصل نشان می‌دهد که ۴۱۸۸/۳ تا ۴۵۵۸/۱ کیلومترمربع از منطقه دارای شن و ماسه فعال است که مناطق بسیار حساس برای ایجاد بیابان شنی در آن قرار دارد. بخش‌های جنوبی بصره مناطق حساس به بیابان‌زایی هستند. (شاکری و همکاران، ۱۳۹۱؛ ۵۸) با استفاده از داده‌های تصویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۰۵ و عکس‌های هوایی سال ۱۳۴۳ به بررسی نقش کاربری اراضی بر پدیده بیابان‌زایی شهر لار پرداختند. نتایج حاصل بیانگر افزایش مناطق مسکونی- صنعتی و بایر از سال ۱۳۴۳ تا ۱۳۸۴ به ترتیب به میزان ۱۹۲۲ و ۱۰۵۰

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار و کاهش مساحت کاربری‌های دیگر می‌باشد و بیشترین تغییرات به‌صورت تبدیل کاربری‌های باغ و اراضی به اراضی مسکونی- صنعتی و بایر دیده شد. (روستا و همکاران، ۱۳۹۱؛ ۱۴۹) در یک بررسی نقشه‌های کاربری اراضی شیراز را در سه دوره زمانی با استفاده سنجنده‌های ETM 2000, TM1900, IRS2009 تهیه کردند نتایج نشان داد که سطح پوشش طبیعی باغ در دوره‌های زمانی کاهش یافته و در حالی که سطح اراضی شهری افزایش قابل توجهی داشته است. (هادیان و همکاران، ۱۳۹۲؛ ۴۶) آثار بیابان‌زایی را بر تغییرات پوشش و کاربری اراضی در استان قم، در یک بازه زمانی ۲۳ سال با استفاده از تصاویر لندست ۱۹۷۶، ۱۹۹۲ و ۲۰۰۹ را بررسی نمودند. نتایج حکایت از آن داشت که ساخت سد و قطع آب‌های ورودی به استان، بهره‌برداری شدید از آب‌های زیرزمینی، خشک‌سالی‌های متوالی و افزایش تعداد دام موجب افزایش سرعت روند بیابان‌زایی بخصوص در بخش شرقی استان قم شده است. الدوسکی و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست تغییرات پوشش اراضی در حلبچه عراقی را طی سال‌های ۱۹۸۶-۱۹۹۰ بررسی نمودند. در این پژوهش از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و تصاویر ماهواره لندست استفاده شد. از دیگر مطالعات در زمینه بیابان‌زایی می‌توان به کارهای پژوهشگرانی چون (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ ۱۲۹)؛ (لیسز، ۲۰۰۴؛ ۲۱۱)؛ (نصیر و همکاران، ۲۰۰۵؛ ۹)؛ (آیپینگ و همکاران، ۲۰۱۰؛ ۱۰۷۴)؛ (هاریچ و همکاران، ۲۰۰۲؛ ۱۰۸)؛ (یان وزانگ، ۲۰۱۳؛ ۱۱۷) و همچنین (افراسیونی و همکاران، ۲۰۱۷؛ ۱۰۰۷)، در بررسی روش‌های طبقه‌بندی برای تشخیص و ارزیابی تغییرات و ویژگی‌های مرتبط با بیابان‌زایی در محیط‌های خشک و نیمه‌خشک با استفاده از الگوریتم Decision tree و روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده در دو منطقه مختلف، نتایج نشان‌دهنده آن است که روش الگوریتم Decision tree دارای دقت بیش از ۸۵ درصد در هر دو منطقه می‌باشد. (ایکسنگن و همکاران، ۲۰۱۵؛ ۴۲۷) در بررسی تغییرات پوشش سطح زمین و کاربری اراضی منطقه لوس پلاتو از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ با استفاده از داده‌های مادیس، با اجرای پروژه سبز دولت چین، در کل منطقه تحت پوشش، پوشش علف‌های هرز، گیاهان زراعی و جنگل‌ها به ترتیب به میزان ۱۹/۲، ۳۳/۷ و ۱۹/۶ درصد، در طی ۹ سال افزایش‌یافته است. با توجه به نقش منابع طبیعی در زندگی بشر، لازم است اطلاع دقیقی از چگونگی منابع طبیعی و روند تغییرات آن‌ها کسب گردد و نظارت بر روند تغییرات و دسترسی به آمار و اطلاعات بروز و بهنگام شده، از عوامل کلیدی در برنامه‌ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزار مدیریت در هر سازمانی می‌باشد (زهتابیان و طباطبایی، ۱۳۷۸؛ ۶۷). لذا در این پژوهش سعی بر آن است با استفاده از محصول پوشش سطح زمین سنجنده مادیس و همچنین تکنیک‌های موجود در محیط نرم‌افزاری انوی، پوشش‌ها و تغییرات سطح زمین در طی دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ مورد تجزیه‌وتحلیل شود.

داده و روش‌ها

شمال غرب کشور متشکل از استان‌های آذربایجان شرقی و غربی حدود ۸۷۴۰۷/۹۸ کیلومترمربع از پهنه سرزمینی ایران را اشغال کرده است. جهت بررسی روند بیابان‌زایی منطقه شمال غرب ایران، تصاویر مادیس محصول (MCD12Q1) که

www.SID.ir

Archive of SID

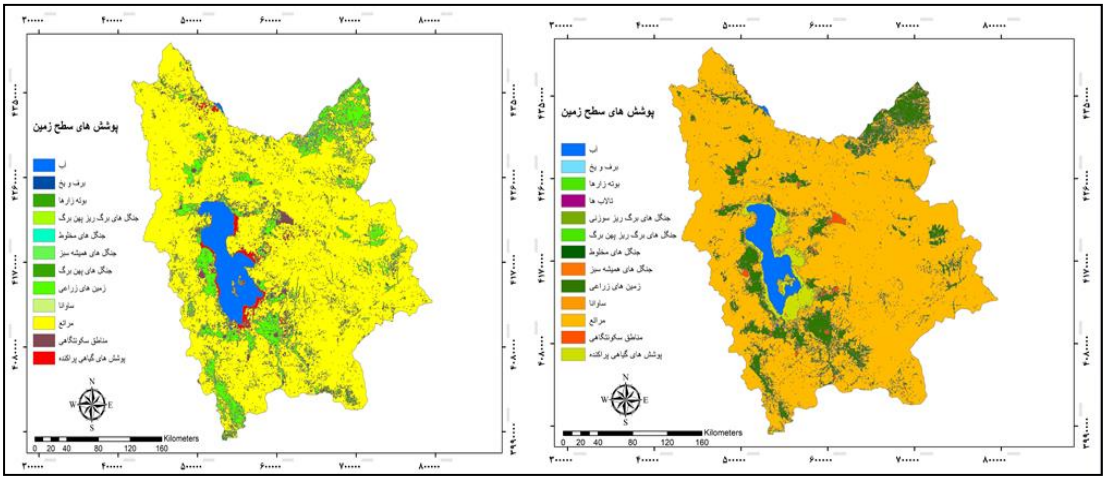
مربوط به پوشش سطح زمین است با توان تفکیک ۵۰۰ متر از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ میلادی دریافت گردید. محصول پوشش سطح زمین (Land cover) بر اساس استانداردهای IGBP, UMD, LAI/FPAR, PFT طبقه‌بندی شده است. در این پژوهش از استاندارد IGBP و برای تبدیل به فرمت نقشه و تغییرات پوشش سطح زمین از الگوریتم Decision tree و Change Detection استفاده گردیده است. همچنین برای بررسی روند تغییرات پهنه مساحتی دریاچه ارومیه بعد از به دست آوردن سطح پوششش آبی با کمک محصول MCD12Q1 در سال‌های مختلف، سطح تراز ارتفاعی دریاچه نیز با کمک سنجنده های TOPEX، Jason-1، OSTM و JASON-3 محاسبه شد.

یافته‌ها

آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و نحوه استفاده از زمین، به‌عنوان اطلاعات‌پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش برای تهیه نقشه پوشش زمین در طول دوره آماری (۲۰۱۳-۲۰۰۱) از محصول سالانه MCD12Q1، با توان تفکیک مکانی ۵۰۰ متر استفاده شد. مبنای کار طبقه‌بندی پوشش سطح زمین بر اساس استاندارد، IGBP، پوشش‌های زمین را به ۱۶ کلاس طبقه‌بندی می‌کند. در این کلاس‌ها بعضی از طبقات از قبیل طبقه ۷ و ۶ که مربوط به بوته‌زارها است تا حدی به هم شباهت دارد. لذا بر اساس این شباهت ناحیه شمال غرب ایران بر اساس الگوریتم Decision tree به ۱۴ کلاس تقسیم‌بندی می‌شود. به علت تعداد زیاد نقشه‌های پوشش زمین فقط نقشه‌های سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳ جهت تحلیل ارائه می‌گردد. در صورتی که تمامی مساحت کاربری‌ها و همراه با نوع پوشش زمین جهت آشکارسازی تغییرات در جدول (۱) ارائه گردیده است. بر اساس شکل و جدول (۱) در سال ۲۰۰۱ بر اساس طبقه‌بندی استاندارد IGBP، حدود ۱۲ نوع پوشش سطح زمین شناخته شده است و پوشش تالاب‌ها و جنگل‌های سوزنی برگ در این سال مشاهده نمی‌شود. بیشترین مساحت منطقه را پوشش‌های مراتع، زمین‌های زراعی، گیاهان پراکنده و نواحی آبی را تشکیل می‌دهند. این پوشش‌ها تقریباً تا سال ۲۰۱۳ پوشش‌های بالاتر را در منطقه نشان می‌دهند. با این وجود که پوشش منابع آبی ۶۴ درصد وسعت خود را از دست داده است؛ اما وسعت پوشش‌های مراتع ۴ درصد، پوشش زمین‌های زراعی ۹ درصد و پوشش گیاهان پراکنده ۵۷ درصد نسبت به سال ۲۰۰۱ افزایش‌یافته است. در سال ۲۰۱۳ وسعت دریاچه ارومیه به پایین‌ترین سطح مساحتی خود رسیده است و مناطقی که قبلاً زیر پوشش آب بوده اند در این نقشه، پوشش‌های گیاهی پراکنده و غیرمثمر جای آن را گرفته‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱: نقشه پوشش سطح زمین در سال ۲۰۰۱ (سمت چپ)، سال ۲۰۱۳ (سمت راست)

جدول ۱: پوشش سطح زمین به تفکیک سال بر اساس استاندارد IGBP محصول MCD12Q1، برحسب کیلومترمربع

نوع پوشش	۲۰۰۱	۲۰۰۲	۲۰۰۳	۲۰۰۴	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳
آب	۴۵۷۶,۳	۶۵۶۸,۷	۴۶۵۴	۴۴۹۶	۴۵۵۶	۴۳۳۵	۴۲۷۹	۴۱۴۴	۴۰۷۸	۳۸۵۳	۳۳۹۴	۳۲۰۲	۲۹۴۰
جنگل‌های همیشه‌سبز	۰,۹	۰,۶	۱	۲,۲	۱,۶	۱۲,۴	۶,۷	۸,۳	۱۸,۹	۱۸,۳	۱۷,۵	۳۰,۸	۶۵,۶
جنگل‌های پهن‌برگ	۰,۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰,۲	۰,۲	۰
جنگل‌های برگ‌ریز سوزنی	۰	۰,۳	۰,۳	۲,۳	۲,۱	۳,۸	۲,۱	۰,۵	۸,۵	۱۰	۰,۲	۰	۵,۶
جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ	۳۸,۴	۳۵,۱	۴۵,۵	۲۸,۷	۳۵,۱	۱۵,۱	۸,۱	۱۳,۵	۱۵,۴	۲۰,۷	۲۸	۲۰,۱	۱۸,۵
جنگل‌های مخلوط	۶۴,۷	۴۸,۳	۳۹,۸	۴۴,۵	۵۴,۷	۶۴,۸	۷۱,۱	۴۶,۶	۶۱	۸۲,۱	۱۰۳,۳	۱۲۰	۹۵,۹
بوته‌زارها	۲۲۷۰	۱۲۹۲	۹۴۸,۹	۶۲۹,۲	۶۴۵,۸	۳۸۳,۴	۳۳۸,۱	۴۴۶,۵	۵۵۷,۶	۸۲۳,۵	۷۷۴,۷	۶۲۱,۹	۲۳۷,۱
ساوانا	۲۸۵,۵	۲۰۳,۵	۷۸,۱	۶۷,۳	۵۷,۶	۵۳,۷	۴۷,۹	۳۱,۷	۴۶,۹	۴۱	۳۹,۳	۳۴	۵۶,۶
مراتع و چمنزارها	۶۹۰۷۴	۷۰۸۳۵	۷۱۳۴۲	۷۳۰۴۰	۷۱۶۲۳	۷۲۰۱۸	۷۱۸۴۵	۷۲۱۲۹	۷۱۷۴۲	۷۰۹۳۶	۶۹۹۱۴	۷۰۱۰۵	۷۱۴۲۵
تالاب‌ها	۰	۰	۰,۲	۰,۸	۱,۴	۵,۴	۵,۴	۶,۷	۱,۲	۱,۲	۰,۶	۰,۷	۳,۴
زمین‌های زراعی	۸۶۴۷,۸	۸۷۵۹,۶	۸۶۵۵	۷۵۳۰	۸۶۵۴	۸۹۴۹	۸۸۸۶	۸۹۴۹	۸۸۹۴	۹۷۵۹	۱۰۶۱۰	۱۰۴۰۷	۹۳۱۵
مناطق شهری و سکونتگاه‌ها	۶۷۴	۶۷۱,۵	۶۷۲,۲	۶۷۰,۵	۶۷۰	۶۶۸,۲	۶۶۹,۶	۶۶۸,۷	۶۷۱,۶	۶۶۸,۲	۶۷۱,۶	۶۶۹	۶۶۷,۵
برف و یخ	۱,۵	۰,۲	۰	۰	۰,۲	۰	۰	۰,۴	۰	۳	۲۲,۹	۴۳,۲	۲,۵
پوشش گیاهی پراکنده	۱۴۷۰,۸	۹۹۰,۷	۹۶۸,۲	۸۹۵,۹	۱۱۰۷	۸۹۷,۶	۱۲۴۶	۹۶۰,۴	۱۳۱۵	۱۱۹۰	۱۸۳۱	۲۱۵۰	۲۵۷۳

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

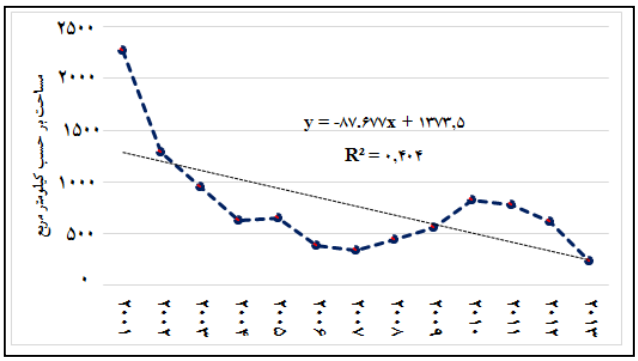
Archive of SID

بررسی تغییرات پوشش زمین (Change Detection) در فاصله زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳

برای بررسی تغییرات پوشش سطح زمین بعد از ترسیم نقشه پوشش زمین، تغییرات پوششی نقشه ۲۰۱۳ نسبت به ۲۰۰۱ با کمک الگوریتم Thematic change workflow در محیط نرم‌افزاری Envi استخراج شد. نتایج بیانگر آن است که ۸ طبقه پوششی در طی ۱۳ سال دچار تغییر در نوع پوشش گردیده‌اند؛ که این طبقات به شرح ذیل می‌باشند.

طبقه بوته‌زارها[۲]

پوشش گیاهی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی و پایش تخریب و بیابان‌زایی می‌باشند چرا که کوچک‌ترین تغییرات در روند بیابان‌زایی عرصه‌ها، از طریق بررسی پوشش گیاهی قابل پی گیری است. پوشش گیاهی یک منطقه، محل تلاقی اقلیم، خاک و سایر عوامل انسانی و غیره می‌باشد. پس استخراج اطلاعات تغییرات پوشش گیاهی می‌تواند بیانگر تغییرات بیابان‌زایی باشد. بوته‌زار به ناحیه‌ای اطلاق می‌شود که با بوته و خار و یا با زمین جنگلی پوشیده شده باشد.



مأخذ: نگارندگان

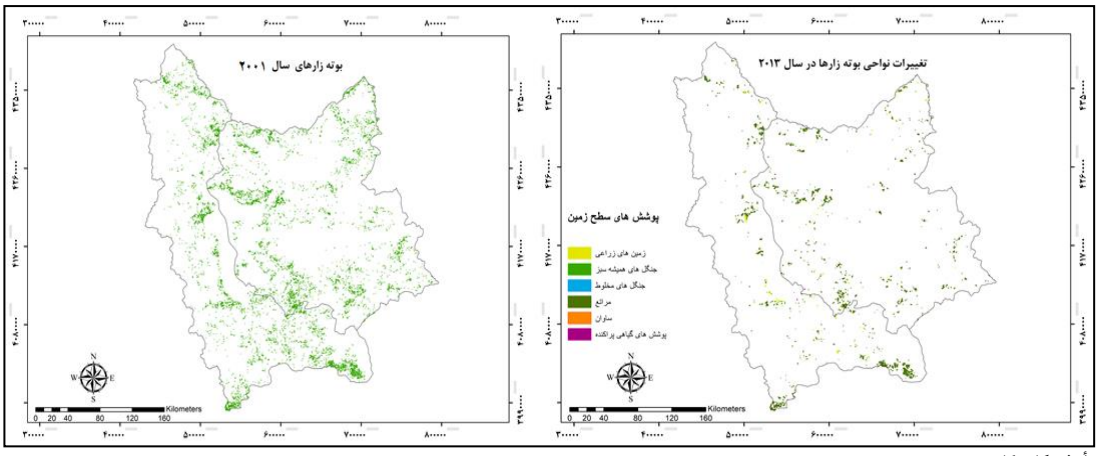
شکل ۲: مساحت پوششی بوته‌زارها به تفکیک سال

در سال ۲۰۰۱ طبقه بوته‌زارها حدود ۲۲۶۹/۹۹ کیلومترمربع مساحت منطقه را دربر گرفته است، تقریباً، در تمامی منطقه جزء مرکز، بوته‌زارها از پراکنش یکنواختی برخوردار هستند شکل (۲). در سال ۲۰۰۷ مساحت بوته‌زارها به‌شدت کاهش یافته و به ۳۳۸ کیلومترمربع رسیده است و در سال‌های بعدی تا حدی مساحت آن افزایش‌یافته است. در کل روند کاهشی بوته‌زارها مثبت می‌باشد و در فاصله زمانی ۱۲ ساله از مساحت کل، حدود ۱۰۳۸/۹۹ کیلومترمربع آن دچار تغییرات در نوع پوشش شده است که عمده تغییرات پوششی متعلق به پوشش‌های مراتع با وسعت ۹۳۵/۶۱ کیلومترمربع و زمین‌های زراعی با وسعت ۹۸ کیلومترمربع می‌باشد شکل (۳).

1. Shurblands.[2]

www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۳: روند تغییرات بوته‌زارها سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

طبقه زمین‌های زراعی[۳]

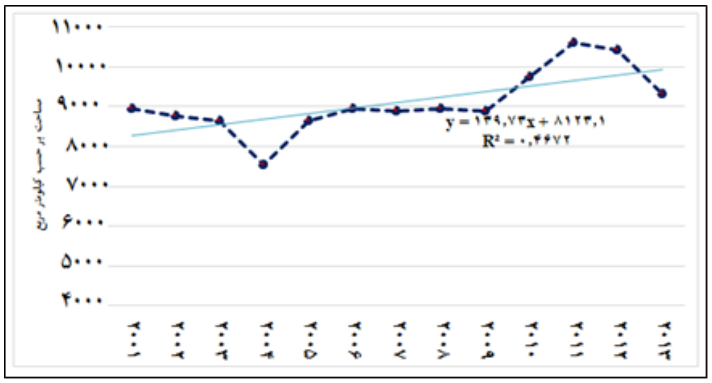
زمین از عوامل مهم تولید در کشاورزی است. با وجود پیشرفت‌های فناورانه و افزایش بهره‌وری زمین، به دلیل رشد زیاد جمعیت، اهمیت این نهاده رو به فزونی است. به خاطر افزایش جمعیت و نیاز افراد برای تغذیه و همچنین برای استفاده در بخش دامداری و از طرفی به علت کاهش بارش و تغییرات اقلیمی چند سال اخیر انتظار می‌رود بر میزان زمین‌های زراعی افزوده شود. در شکل (۴) روند افزایشی زمین‌های زراعی مشاهده می‌شود. بر این اساس در سال ۲۰۱۱، زمین‌های زراعی بیشترین فراوانی (۱۰۶۱۰ کیلومترمربع) و سال ۲۰۰۴ کمترین فراوانی (۷۵۳۰ کیلو مربع) را به خود اختصاص داده‌اند.

شکل (۵) وضعیت پوشش سطح زمین را از نظر زمین‌های زراعی را در سال ۲۰۰۱ و تغییرات این پوشش را در سال ۲۰۱۳ نشان می‌دهد. در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۶۹۵/۴۳ کیلومترمربع از وسعت این زمین‌ها، تبدیل به پوشش‌های از قبیل گیاهان پراکنده، بوته‌زارها، نواحی آبی، مراتع، جنگل‌های مخلوط، جنگل‌های برگ‌ریز و همیشه‌سبز شده‌اند؛ که در این میان مراتع با وسعت ۱۶۷۵/۷۳ کیلومترمربع بیشترین فراوانی را دربرمی گیرد و از نظر موقعیت جغرافیائی بیشترین تغییرات متعلق به بخش‌های شمال شرقی و جنوب شرقی منطقه است.

2.Croplands

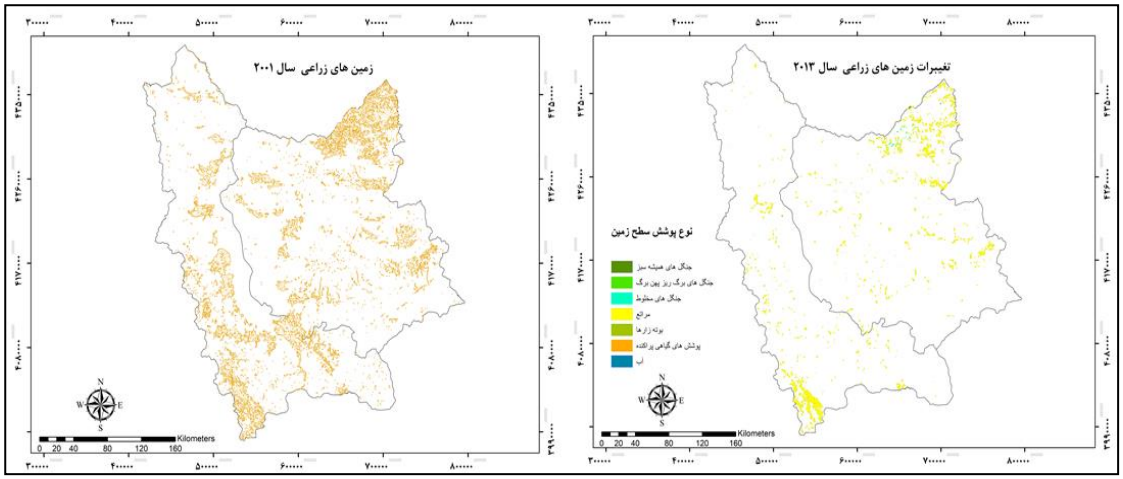
www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۴: مساحت پوشش زمین‌های زراعی به تفکیک سال



مأخذ: نگارندگان

شکل ۵: روند تغییرات زمین‌های زراعی سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

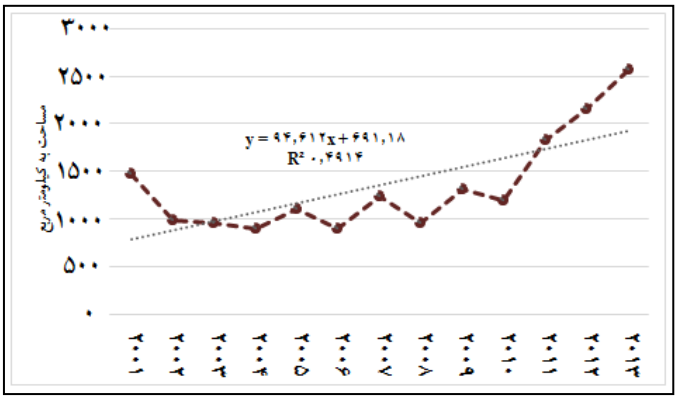
طبقه پوشش‌های گیاهی پراکنده[۴] و بی‌ثمر

افزایش وسعت طبقه پوشش گیاهی پراکنده و بی‌ثمر نشان‌دهنده تغییرات منفی در اکوسیستم منطقه است. به‌گونه‌ای که از مساحت طبقات دیگر همچون نواحی آبی، زمین‌های زراعی و ... کاسته شده و بر وسعت این طبقه افزوده شده است. در شکل (۶) روند افزایشی این طبقه به‌وضوح مشاهده می‌شود به طوریکه بیشترین افزایش مساحتی را در سال ۲۰۱۳ با ۲۵۷۲ کیلومترمربع مشاهده می‌شود؛ که از این وسعت حدود ۵۴۱/۹۵ کیلومتر آن دچار تغییرات در نوع پوشش (زمین‌های زراعی، جنگل‌های همیشه‌سبز، مراتع، ساوانا، بوته‌زارها) شده است که البته طبقه زمین‌های زراعی و مراتع بیشترین وسعت را دربر می‌گیرند شکل (۷).

3. Vegetation Sparsely.

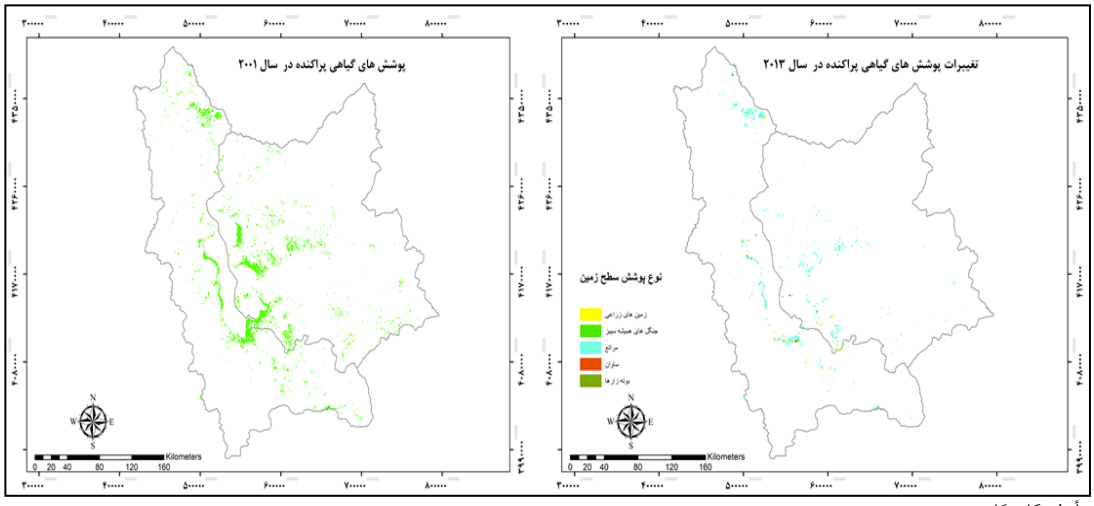
www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۶: مساحت پوششی طبقه پوشش گیاهی پراکنده و بی‌ثمر به تفکیک سال



مأخذ: نگارندگان

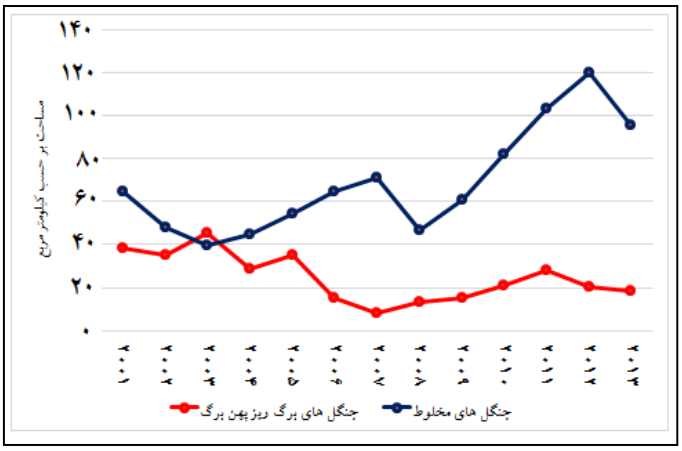
شکل ۷: روند تغییرات طبقه پوشش گیاهی پراکنده و بی‌ثمر سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

طبقه جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ و جنگل‌های مخلوط

جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ در استان آذربایجان شرقی در قسمت شمال استان و جنگل‌های مخلوط نیز بیشتر در همین قسمت و پهنه‌های کوچکی در اطراف دریاچه ارومیه مشاهده می‌کردد (شکل ۹) در سال ۲۰۰۱ جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ ۳۸/۳۶ و جنگل‌های مخلوط حدود ۶۴/۶۸ کیلومترمربع وسعت داشتند.

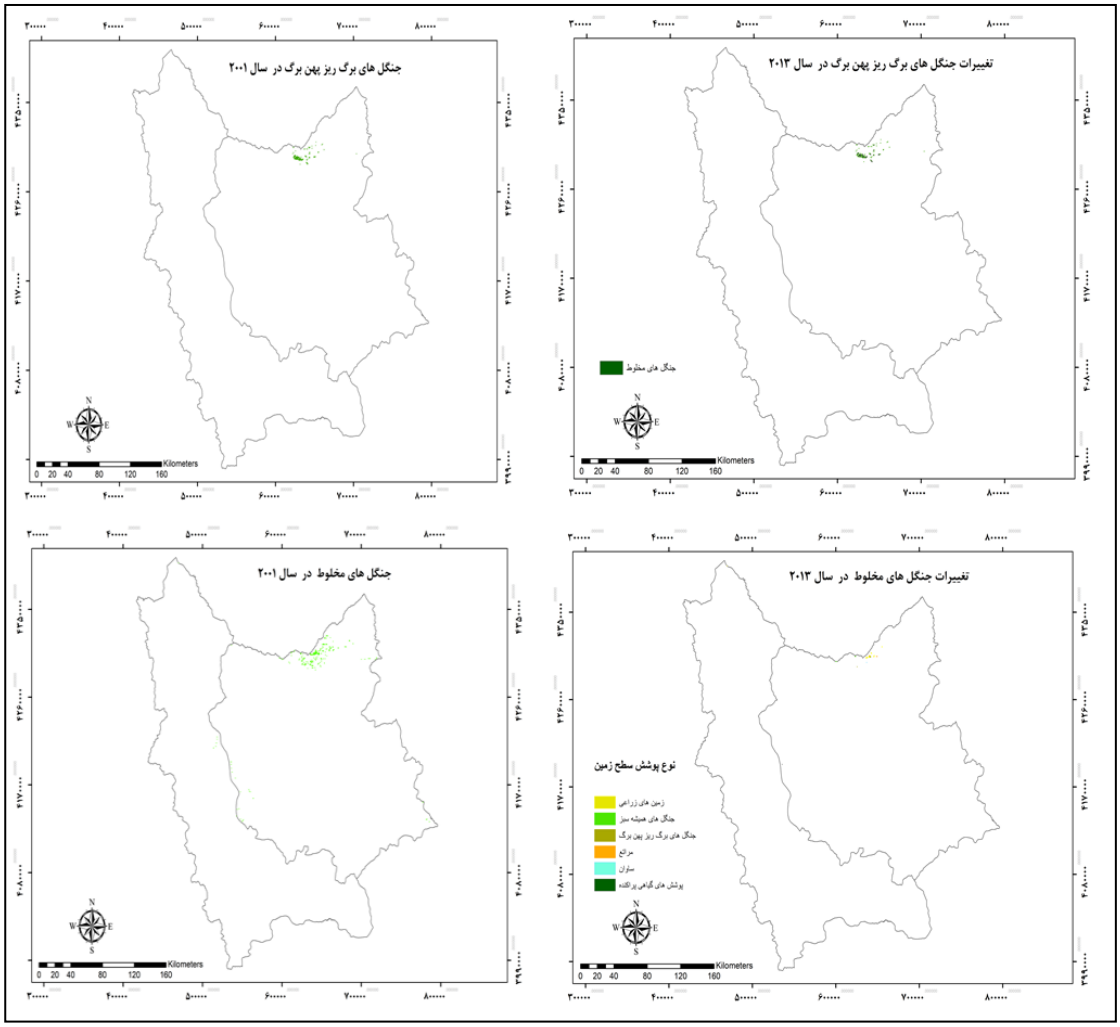
www.SID.ir

Archive of SID



مأخذ: نگارندگان

شکل ۸: مساحت پوششی طبقه پوشش جنگلی پهن‌برگ و مخلوط به تفکیک سال



مأخذ: نگارندگان

شکل ۹: روند تغییرات طبقه جنگل‌های برگ‌ریز و مخلوط سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

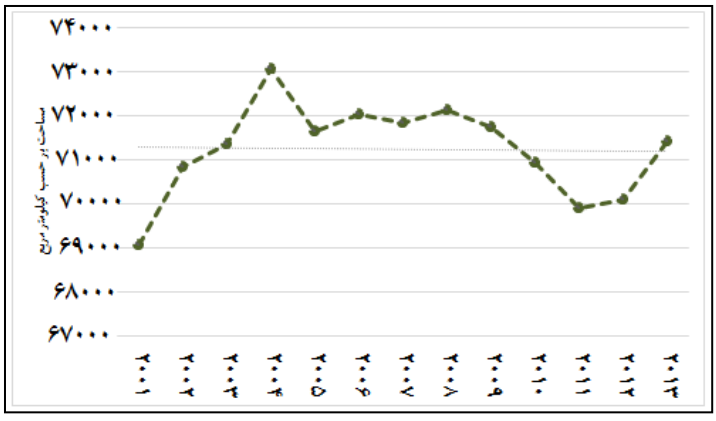
www.SID.ir

Archive of SID

جنگل‌های برگ‌ریز یک‌روند کاهشی شدیدی تا سال ۲۰۰۷ را طی می‌کنند، بطوریکه در این سال وسعت این نوع جنگل‌ها به ۸/۰۶ کیلومترمربع رسیده و بعد از آن تا سال ۲۰۱۳ با یک شیب ملایم روند افزایشی پیدا می‌کنند. بر عکس جنگل‌های مخلوط به‌طور کلی دارای شیب افزایشی شدیدی می‌باشند بطوریکه حداکثر وسعت خود در سال ۲۰۱۲ به ۱۱۹/۹۸ کیلومترمربع رسانده‌اند (شکل ۸). تغییرات این دو جنگل در سال ۲۰۱۳ به این‌گونه است که حدود ۱۷/۶۷ کیلومترمربع از جنگل‌های برگ‌ریز به جنگل‌های مخلوط تبدیل شده‌اند و حدود ۹/۲۶ کیلومترمربع از وسعت جنگل‌های مخلوط نیز تبدیل به سایر پوشش‌های از قبیل زمین‌های زراعی، مراتع، جنگل‌های برگ‌ریز و ... شده‌اند.

طبقه پوششی مراتع و چمنزارها[5]

مراتع دارای اهمیت بسیار در حفظ اکوسیستم منطقه بشمار می‌روند. چرا که موجب حفظ خاک و جلوگیری از فرسایش، تأمین علوفه مورد نیاز احشام و همچنین باعث تنظیم گردش آب در طبیعت اعم از آب‌های زیرزمینی و سطحی می‌شوند. به‌طور کلی در طی دوره آماری در ابتدا مراتع دارای روند افزایشی و بعد از سال ۲۰۰۸ تا حدی روند کاهشی می‌باشند. بیشترین افزایش در سال ۲۰۰۴ با وسعت ۷۳۰۴۰/۴ کیلومترمربع و کمترین وسعت در سال ۲۰۰۱ با وسعت ۶۹۰۷۴ کیلومترمربع مشاهده می‌شود (شکل ۱۰). در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۶۶۱/۱۴ کیلومترمربع از مراتع تبدیل به زمین‌های زراعی و حدود ۲۹۲/۸۲ کیلومترمربع تبدیل به پوشش‌های گیاهی پراکنده شده‌اند. به‌طور کلی در این سال ۲۰۱۲/۳ کیلومترمربع از مراتع تبدیل به پوشش‌های دیگر در طبقه‌بندی IGBP شده‌اند (شکل ۱۱).



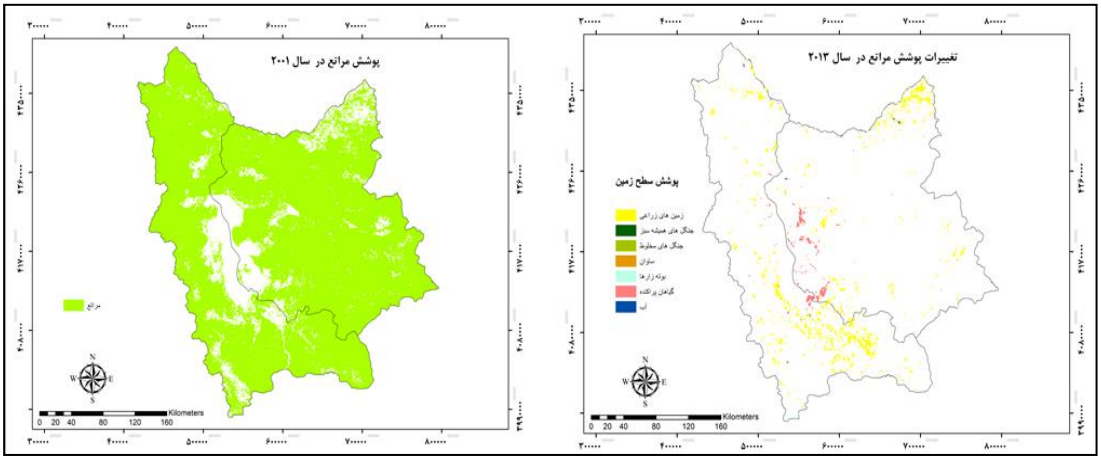
مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۰: مساحت پوششی طبقه مراتع به تفکیک سال

4. Grasslands

www.SID.ir

Archive of SID

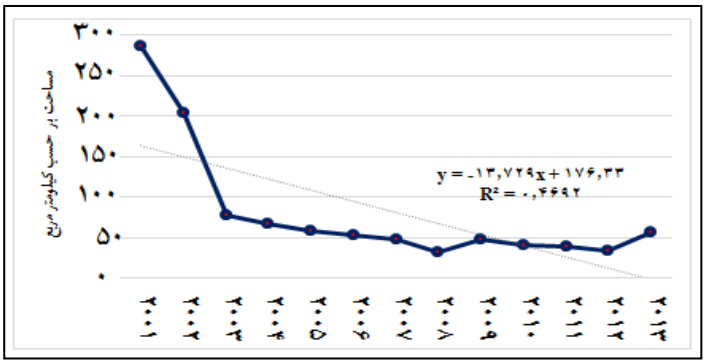


مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۱: روند تغییرات پوشش مرتعی سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

طبقه‌بندی پوشش ساوانا[۶]

ساوان پوشش گیاهی از علف‌های بلند است که در بین آن‌ها درختچه‌های پراکنده دیده می‌شود. به عبارت دیگر به علفزارهای گرمسیری و نیمه گرمسیری ناحیه مداری، عموماً با درختان و درختچه‌های پراکنده به‌صورت تک پایه‌ای یا گروهی ساوانا گفته می‌شود، عرصه‌ای که قبلاً جنگل بوده و به دلیل قطع و سوزندان درختان به ساوان تبدیل شده است. بر اساس شکل (۱۲)



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۲: مساحت پوششی طبقه ساوانا به تفکیک سال

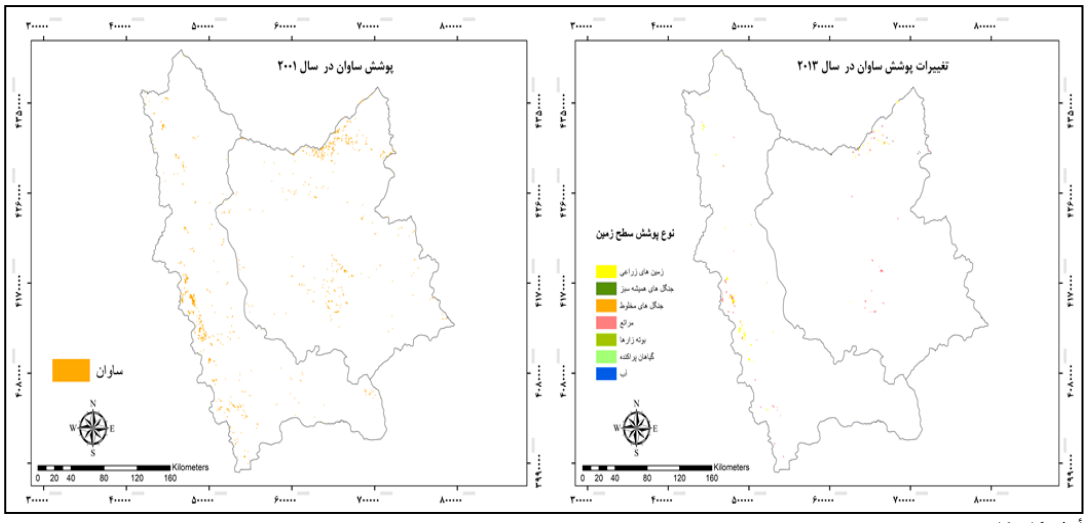
بیشترین مساحت پوشش ساوانا را در منطقه در سال ۲۰۰۱ با ۲۸۵ کیلومترمربع و کمتر آن را در سال ۲۰۰۸ با ۳۱/۷ کیلومترمربع شاهد هستیم. همچنین بر اساس این نمودار روند پوشش ساوان از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ بشدت نزولی بوده و از سال ۲۰۰۳ به بعد، روند تقریباً یکسانی را تا پایان دوره آماری را طی می‌کند. بیشترین مناطق پوشش ساوانا در سال ۲۰۰۱ در ناحیه شمال غرب ایران متعلق به نواحی غرب استان آذربایجان غربی و نواحی مرکزی و شمالی استان

5. Savanna

www.SID.ir

Archive of SID

آذربایجان شرقی است. نقشه تغییرات پوشش ساوانا در سال ۲۰۱۳ نشان‌دهنده آن است که حدود ۱۰۸/۳۷ کیلومترمربع از پوشش ساوانا به پوشش‌های دیگری از قبیل پوشش زمین‌های زراعی (۵۳/۶ کیلومترمربع)، مراتع (۴۶/۷ کیلومترمربع) و ...تبدیل گشته است (شکل ۱۳).



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۳: روند تغییرات پوشش ساوانا سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

طبقه پوششی آب

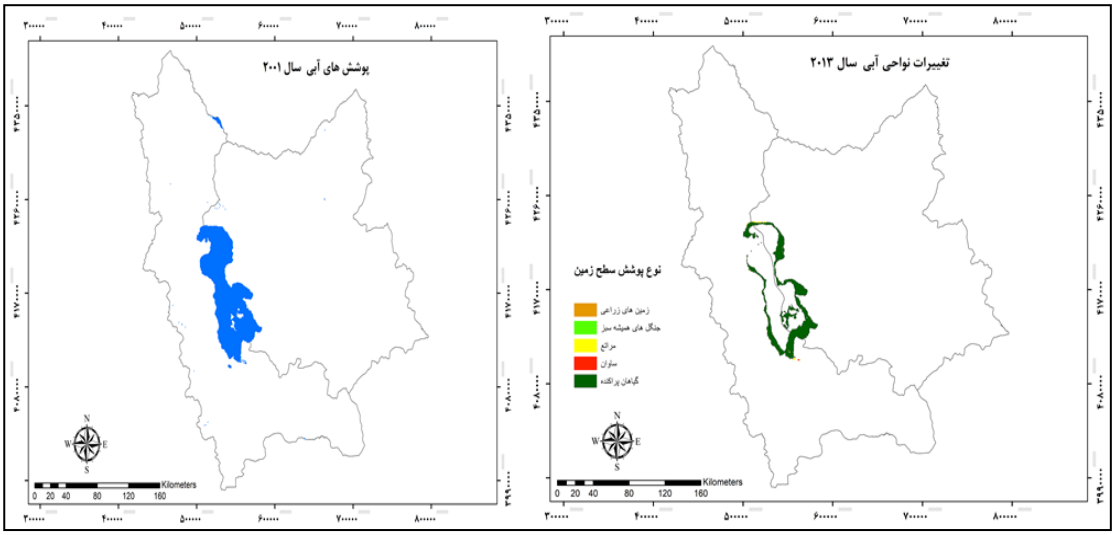
آب بعد از هوا مهم‌ترین ماده مورد نیاز موجودات زنده است. آب از منابع مهم محیطزیست است و زندگی و سلامت همه موجودات زنده اعم از انسان‌ها، گیاهان و جانوران به وجود آن بستگی دارد. آب نه تنها برای مصرف آشامیدن و کارهای روزمره مورد استفاده قرار می‌گیرد بلکه برای حل مشکلات صنایع و کاربردهای کشاورزی نقش اصلی و عمده دارد. عمده نواحی آبی منطقه شمال غرب ایران شامل دریاچه ارومیه و بخش کوچکی در قسمت شمال شرقی استان آذربایجان غربی را شامل می‌شود. آب دریاچه ارومیه به علت عبور اکثر رودهای تأمین کننده آب از زمین‌های نمکی و حمل نمک به دریاچه شور است. به خاطر شوری بیش از حد دریاچه هیچ نوع ماهی در این دریاچه زندگی نمی‌کند با این حال دریاچه ارومیه یکی از زیستگاه‌های مهم سخت پوست آرتمیا شناخته شده است. آب مورد نیاز مورد دریاچه از طریق ۱۴ رودخانه دائمی و تعدادی آبراهه و مسیل که به‌صورت فصلی و یا موردی آب در آن جریان می‌گردد تأمین می‌شود. مساحت دریاچه ارومیه با استفاده از محصول (Land cover) مادیس از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ بسیار متغییر می‌باشد. اندازه گیری‌ها نشان می‌دهد که طی این ۱۳ سال دریاچه ارومیه از وسعت ۴۵۱۱/۵۶ کیلومترمربع در سال ۲۰۰۱ به وسعت ۲۸۶۹/۰۱ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۳ رسیده است. به عبارت دیگر دریاچه طی این ۱۳ سال ۶۳/۵ درصد مساحت خود را از دست داده است. در این ۱۳ سال سرعت کاهش مساحت دریاچه ثابت نبوده و تغییرات مساحت دریاچه نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ تغییرات مساحت دریاچه با سرعت کمتری اتفاق افتاده است ولی از سال ۲۰۰۹ به بعد این تغییرات

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت خیلی بیشتری به خود گرفته است. بر ای بررسی میزان معنی‌دار بودن سطح تراز آب دریاچه با کاهش مساحت دریاچه، داده‌های تراز آب از طریق سنجنده های سنجنده های TOPEX، Jason-1، OSTM و JASON-3 جمع‌آوری شد. بین سطح تراز آب و مساحت دریاچه رابطه معنی‌داری مستقیم ($y = ۴۲۵.۵x + ۳۹۰۲.۲$) و با ضریب همبستگی عالی (R2=0.8013) مشاهده شد. به‌گونه‌ای که با کاهش یک متر تراز آب به‌طور متوسط حدود ۴۲۱/۵ کیلومترمربع از وسعت دریاچه کاسته می‌شود.

بر اساس شکل (۱۴) فقط نواحی آبی اطراف دریاچه ارومیه دچار تغییر در نوع پوشش شده‌اند؛ و عمده پوششی که جایگزین این مناطق گردیده است شامل پوشش‌های گیاهی پراکنده و غیر مثمر است.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۴: روند تغییرات نواحی آبی سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۳

طبقه عدم تغییرات[۷]

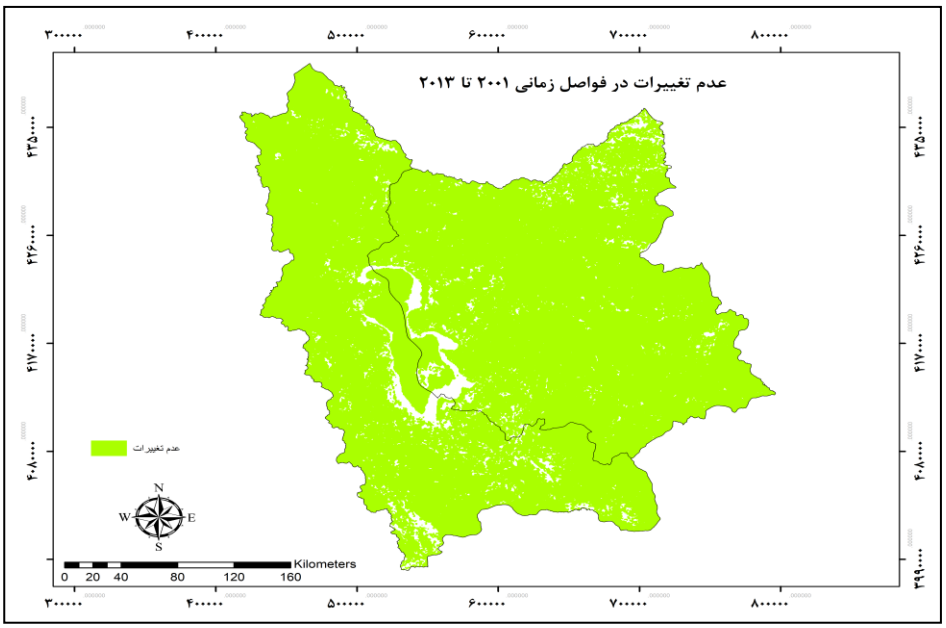
از کل مساحت پهنه شمال غرب ایران (۸۷۴۰۷/۹۸ کیلومترمربع)، حدود ۸۰۳۱۱/۴۲ کیلومترمربع از مساحت شمال غرب ایران دچار تغییرات در نوع پوشش زمین در فاصله زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ نشده است. به عبارت دیگر در ۹۱ درصد شمال غرب ایران هیچ‌گونه تغییری در پوشش زمین مشاهده نمی‌شود و فقط ۹ درصد از مساحت منطقه دچار دگرگونی در نوع پوشش شده است. بیشترین تغییرات در اطراف دریاچه ارومیه مخصوصاً در قسمت‌های شرق، شمال شرقی، جنوب و جنوب شرقی دریاچه و بعد از آن قسمت‌های شمال شرقی و جنوب غربی منطقه را شامل می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد مشکل اصلی ناحیه شمال غرب ایران استفاده بی‌رویه از منابع آب حوضه دریاچه ارومیه و مصرف نادرست آن در امور مربوط به معیشت خود می‌باشند. چرا که با توجه به تغییر اندک در نوع پوشش و افزایش سطح کشت زمین‌های زراعی به نظر می‌رسد که شیوه بهره‌برداری از منابع آب مدرنیزه نشده و از روش‌های سنتی همچنان استفاده می‌کنند و از

6. No change

www.SID.ir

Archive of SID

طرف دیگر وجود سدهای مخزنی متعدد در حوضه دریاچه ارومیه و جمع‌آوری آب‌های منطقه باعث شده است که زه آب کمی به خود دریاچه ارومیه برسد. از این‌رو به نظر می‌رسد مشکل کم‌آبی دریاچه ارومیه بیشتر مرتبط با عامل انسانی است تا اینکه مربوط به عوامل طبیعی از قبیل تغییر اقلیم و کمبود بارش باشد.



مأخذ: نگارندگان

شکل ۱۵: مناطقی که دچار هیچ‌گونه تغییری در فواصل زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ نشده‌اند

نتیجه‌گیری

یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجش از دوری مطالعه و بررسی پدیده‌های پویا و در حال تغییر با طی زمان است. از جمله از پدیده‌های پویا می‌توان به رشد محصولات کشاورزی، تخریب منابع آب، تخریب خاک، پوشش گیاهی و تخریب اراضی و بیابان‌زایی اشاره کرد. به دلیل آنکه بیابانی شدن و تخریب سرزمین در طی زمان رخ می‌دهد. بنابراین از طریق داده‌های ماهواره‌ای می‌توان نسبت به ارزیابی مکانی و زمانی اراضی بیابانی اقدام کرد. آشکارسازی تغییرات فرایندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند. بر اساس طبقه‌بندی استاندارد IGBP و محصول پوشش زمین (MCD12Q1) سنجنده مادیس، در فاصله زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ بیشترین مساحت شمال غرب کشور را پوشش‌های مراتع، زمین‌های زراعی، پوشش‌های پراکنده گیاهی و نواحی آبی را تشکیل می‌دهند. این پوشش‌ها تقریباً تا سال ۲۰۱۳ پوشش‌های برتر منطقه را دربر می‌گیرد با این وجود که پوشش منابع آبی ۶۴ درصد وسعت خود را از دست داده است؛ اما وسعت پوشش‌های مراتع ۴ درصد، پوشش زمین‌های زراعی حدود ۹ درصد و پوشش گیاهان پراکنده ۵۷ درصد نسبت به سال ۲۰۰۱ افزایش‌یافته است. در سال ۲۰۱۳ وسعت دریاچه ارومیه به پایین‌ترین سطح مساحتی خود رسیده است و مناطقی که قبلاً زیر پوشش

www.SID.ir

Archive of SID

آب یوده اند، گیاهان پراکنده و غیرمثمر جای آن را گرفته‌اند. تغییرات پوشش سطح زمین بر اساس الگوریتم Change Detection بیانگر آن است که ۸ طبقه پوششی در طی ۱۳ سال دچار تغییر در نوع پوشش گردیده‌اند که این طبقات شامل موارد ذیل می‌باشد:

– در طبقه بوته‌زارها روند کاهشی بوته‌زارها در طی دوره آماری مثبت است و در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۰۳۸/۹۹ کیلومترمربع از وسعت این طبقه دچار تغییرات در نوع پوششی گردیده است که عمده تغییرات پوششی متعلق به پوشش‌های مراتع (۹۳۵/۶۱ کیلومترمربع) و زمین‌های زراعی (۹۸ کیلومترمربع) می‌باشد؛

– در طبقه پوشش‌های زمین‌های زراعی روند افزایشی این نوع پوشش در طی ۱۳ سال به‌وضوح مشاهده می‌شود. با این وجود در سال ۲۰۱۳ حدود ۱۶۹۵/۴۳ کیلومترمربع از وسعت این زمین‌ها، تبدیل به پوشش‌هایی از قبیل گیاهان پراکنده، بوته‌زارها، نواحی آبی، مراتع، جنگل‌های مخلوط و برگ‌ریز و همیشه‌سبز شده‌اند؛

– در طبقه پوشش‌های گیاهی پراکنده و بی‌ثمر شاهد روند افزایشی در میزان وسعت این طبقه هستیم که خود این عامل نشان‌دهنده وجود تغییرات منفی در اکوسیستم منطقه شمال غرب ایران است. بیشترین وسعت این طبقه در سال ۲۰۱۳ با مساحت ۲۵۷۲/۹ کیلومترمربع مشاهده می‌شود که از این وسعت حدود ۵۴۱ کیلومترمربع دچار تغییرات در نوع پوشش شده‌اند در این میان طبقه‌های زمین‌های زراعی و مراتع بیشترین وسعت را در بر می‌گیرد؛

– بیشترین وسعت طبقه جنگل‌های برگ‌ریز پهن‌برگ و مخلوط در شمال استان آذربایجان شرقی مشاهده می‌شود. تغییرات این دو جنگل در سال ۲۰۱۳ به این ترتیب است که حدود ۱۷ کیلومترمربع از جنگل‌های برگ‌ریز به جنگل‌های مخلوط و حدود ۹ کیلومترمربع از وسعت جنگل مخلوط نیز تبدیل به سایر پوشش‌ها از قبیل زمین‌های زراعی و مراتع شده‌اند؛

– در طبقه پوششی مراتع و چمنزارها، طبقه مراتع بیشترین وسعت منطقه شمال غرب ایران را در برگرفته است؛ به عبارت دیگر ۸۱ درصد وسعت منطقه شامل این پوشش است و در سال ۲۰۱۳ حدود ۲۰۱۲ کیلومترمربع از وسعت این طبقه تبدیل به پوشش‌هایی از قبیل زمین‌های زراعی، گیاهان پراکنده، بوته‌زارها، ساوانا و ... گردیده‌اند.

– در طبقه پوششی ساوان شاهد روند نزولی در وسعت این طبقه هستیم؛ نقشه تغییرات پوشش ساوانا بیانگر آن است که حدود ۳۷ درصد مساحت پوشش ساوان در سال ۲۰۱۳ تبدیل به پوشش‌های از قبیل زمین‌های زراعی، مراتع، بوته‌زارها و ... شده است؛

– عمده پوششی نواحی آبی ایران را در ناحیه شمال غرب را دریاچه ارومیه تشکیل می‌دهد. این دریاچه در حال حاضر دومین دریاچه شور جهان و بزرگ‌ترین دریاچه داخلی ایران بشمار می‌رود. با توجه به نتایج ارتفاع سنجی سنجنده های TOPEX،Jason-1، OSTM و JASON-3 و محصول پوشش زمین (MCD12Q1)، روند نزولی سطح و مساحت دریاچه در طی این ۱۳ سال مشهود است. دریاچه ارومیه در طی این ۱۳ سال حدود ۶۳/۵ درصد مساحت خود را از دست داده است و همچنین سطح تراز دریاچه نیز از ۲/۳۲ متر به ۱/۵۴– متر کاهش یافته است و وسعت مناطقی که خشک

www.SID.ir

Archive of SID

شده است در حال حاضر بیشتر، گیاهان پراکنده و غیرمثمر رشد کرده‌اند؛ بنابراین با توجه به نقشه‌های تغییرات پوششی و نتایج آن می‌توان این‌گونه استدلال نمود فقط ۹ درصد منطقه در طی این ۱۳ سال دچار دگرگونی در نوع پوشش شده است و ۹۱ درصد وسعت منطقه، تغییراتی در پوشش زمین مشاهده نمی‌گردد و از طرفی همین ۹ درصد هم عمدتاً در اطراف دریاچه ارومیه اتفاق افتاده است؛ بنابراین به نظر می‌رسد مشکل اصلی ناحیه شمال غرب ایران استفاده بی‌رویه از منابع آب حوضه دریاچه ارومیه می‌باشد چرا که با توجه به تغییر اندک در نوع پوشش و افزایش سطح کشت زمین‌های زراعی به نظر می‌رسد که شیوه بهره‌برداری از منابع آب مدرنیزه نشده و از روش‌های سنتی همچنان استفاده می‌کنند و از طرف دیگر وجود سدهای مخزنی متعدد در حوضه دریاچه ارومیه و جمع‌آوری آب‌های منطقه باعث شده است که زه آب کمی به خود دریاچه ارومیه برسد. از این‌رو مشکل کم آبی دریاچه ارومیه بیشتر مرتبط با عامل انسانی است تا اینکه مربوط به عوامل طبیعی از قبیل تغییر اقلیم و کمبود بارش باشد.

منابع

۱- حسین زاده، محمد مهدی. نصرتی، کاظم. محمدی، فیروزه. (۱۳۹۳): بررسی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی، پهنه‌بندی مناطق آسیب‌پذیر و پیشنهاد راهکارهای مؤثر برای کاهش پدیده بیابان‌زایی در منطقه خمین، آمایش سرزمین، دوره ۶، شماره اول، صص ۱۵۲-۱۲۹.

۲- زهتابیان، غلامرضا. طباطبائی، مریم. (۱۳۷۸): بررسی روند بیابان‌زایی با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیائی، مجله بیابان، جلد ۴، شماره ۲، صص ۵۷-۶۷.

۳- روستا، زهرا. منوری، مسعود. درویشی، مهدی. فلاحتی، فاطمه. (۱۳۹۱): کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی شیراز، آمایش سرزمین، شماره ۶، صص ۱۶۴-۱۴۹.

۴- شاکری، فاضل. قالیباف، محمد. اختصاصی، محمدرضا. سپهر، عادل. (۱۳۹۱): بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زایی محدوده شهر لار با استفاده از RS و GIS، مجموعه مقالات سومین همایش ملی مقابله با بیابان‌زایی و توسعه پایدار تالاب‌های کویری ایران، اراک، صص ۶۴-۵۸.

۵- کیخسروی، قاسم. میرزائی، سهام. (۱۳۹۵): کاربرد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیائی در مطالعات هوا و اقلیم‌شناسی، انتشارات پیام مؤلف.

۶- مشکوه، محمدعلی. (۱۳۷۷): روشی موقت برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی، سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع.

۷- هادیان، فاطمه. بشرا، حسین. جعفری، رضا. ادنانی، مهدی. (۱۳۹۲): بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی قم در یک دوره ۳۳ ساله با استفاده از روش حداکثر احتمال فازی، فصل‌نامه تحقیقات حمایت از حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران،۱۱، صص ۵۹-۴۶.

8- Afrasinei G.M. Teresa M, M. Buttau, C. Arras, C. Pistis, M. Zerrim, A. Guied, M. Ouessar, M. Essifi, B. Zaied, M. (2001): Classification Methods for Detecting and Evaluating Changes in Desertification-Related Features in Arid and Semiarid Environments, Euro-Mediterr J Environ Integr, DOI 10.1007/s41207-017-0021-1.

www.SID.ir

Archive of SID

9- Aiping P. Chunhui LI, Xuan W. Jun H. (2010): Land Use/Cover Change in Response to Driving Forces of Zoige County, China, Procedia Environmental Sciences 2, 1074–1082.
10- Al-doski J. Mansor M, MohdShafri A. (2013): Monitoring Land Cover Changes in Halabja City, Iraq. International Journal of Sensor and Related Networks, 6(6):20-10.
11- Harahsheh H. Tateishi, R. Kharin, N. (2002): Assessment and Desertification Mapping of The Dry Lands of Asia. Magallat Kulliyyat Al-Ulum. 12,108-128.
12- Hathout, S. (2002): The Use of GIS for Monitoring and Predicting Urban Growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. Journal of Environmental Management, 66(3), 229-238.
13- Hadeel, A. Jabbar, M.T. Chen, X. (2010): Application of Remote Sensing and Gis in the Study of Environmental Sensitivity to Desertification. A Case Study in Basrah Province. Southern part of Iraq. Applied Geomatics. 2 (3), 101-112.
14- Hadeel A, Jabbar MT, Chen X. (2010): Application of Remote Sensing and Gis in The Study of Environmental Sensitivity to Desertification, a Case Study in Basrah Province, Southern part of Iraq. Applied Geomatics, 2(3):101-112.
15- Harahsheh, Hussein Tateishi Ryutaro, & Kharin Nikolai. (2002): Assessment and Desertification Mapping of The Drylands of Asia. Magallat Kulliyyat Al-Ulum. Vol. 12, N 1423H, Pp.108-128.
16- Hathout, S. (2002): The Use of GIS for Monitoring and Predicting Urban Growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. Environmental Management, 66, 229–238.
17- Khoi, D. Murayama, Y. (2011): Modeling Deforestation Using a Neural Network- Markov Model. Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process. Vol. 100 of The Series Geo Journal Library.169-190.
18- Lacaze, B. (2004): Remotely-Sensed Optical and Thermal Indicators of Land Degradation. In 24th EarseL Symposium (Pp. 211-218). Mill Press, Rotterdam.
19- Nasir, M. Khan, A.Victor, V. Rastos kuevb, Y. Sato, A, and Shiozawaa, S. (2005): Assessment of Hydro Saline Land Degradation By Using A Simple Approach of Remote Sensing Indicators. Agricultural Water Management Journal.77, 96-109.
20- Tudunwada, M. Tukur, Y. Hussaini, Y. Sani, M. Musa, I.and Lekwot, V. (2014): Analysis of Forest Cover Changes in Nimbia Forest Reserve, Kaduna State. Nigeria Using Geographic Information System and Remote Sensing Techniques. Journal of Environment and Earth Science. 4(21), 73-83.
21- Nasir M. Khan a, Victor V. Rastoskuevb, Y. Sato A, S. Shiozawaa. (2005): Assessment of Hydro Saline Land Degradation By Using A Simple Approach of Remote Sensing Indicators Pickup G and Chewing's VH (1988), Forecasting Patterns of Soil Erosion in Arid Lands from Landsat MSS Data, Int J Remote Sensing 9.
22- Xingang, F. Zhuguo, M. Qing, Y. Yunhuan, H. Rezaul, M. and Ziyan, Z. (2015): Land Use/Land Cover Changes and Regional Climate Over The Loess Plateau During 2001–2009. Part I: Observational Evidence. Climatic Change Journal. 129,427–440.
23- Yan, Y. and Zheng-Hui, X. (2013): A Simulation Study on Climatic Effects of Land Cover Change in China. Advances in Climate Change Research. 4 (2), 117-126.
24- Zhu Zhenda, Lin Shu, Di Xinmin. (1988): Desertification and Rehabilitation in China Lanzhou, Pp. 222.

www.SID.ir