مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره ده، دی ماه ۱۴۰۱ (۱۱۹-۱۰۵)

استفاده از سنجش از دور در ارزیابی و آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی

(مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده ماله‌گاله (ملەگاله))

غلامرضا سبزقبایی[۱]

محمدجواد احسان‌دوست[۲]

سولماز دشتی[۳*]

soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir

عاطفه میر[۴]

فریبا هدایت‌زاده[۵]

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: تکنیک سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص خود در ارایه سریع و ارزان اطلاعات پایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سنجش از دور امروزه در مسایل مهمی مثل ساخت نقشه‌های مناطق و تصمیم‌گیری‌های درست کاربرد دارد. هدف از انجام این مطالعه آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی منطقه حفاظت شده ملەگاله بوده است.

روش بررسی: در پژوهش حاضر از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده ETM^+، سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ استفاده شد و به بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از نرم‌افزار TerrSet بدون در نظر گرفتن باغات و زمین‌های کشاورزی منطقه حفاظت شده ماله‌گاله پرداخته شده است. در این مطالعه، پس از تهیه تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM^+ برای دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و انجام تصحیحات هندسی لازم بر روی آن‌ها، جهت استخراج پارامتر پوشش گیاهی، از نقشه اولیه حاصل از بارزسازی تصاویر استفاده شد. سپس با در نظر گرفتن نقشه کاربری اراضی منطقه و نقشه طبقه‌بندی شده حاصل از شاخص NDVI و با در نظر گرفتن پارامتر حداکثر احتمال، نقشه واقعیت زمینی مربوط به دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تهیه شد. در نهایت با انجام روش تفاضل دو تصویر، میزان و چگونگی تغییرات نسبت به هم بررسی گردید.

۱- استادیار گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۲- کارشناس ارشد آلودگی‌های محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

۳- دانشیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۴- مربی گروه محیط زیست، دانشکده محیط زیست، زابل، ایران.

۵- کارشناس ارشد آلودگی‌های محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران.

یافته‌ها: کمیت تغییرات در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ بررسی شد و مشخص گردید که در فاصله ۱۰ سال، سطح پوشش گیاهی حفاظتی از ۵۲۷۸/۵ هکتار به ۲۵۲۱۱/۲۵ هکتار افزایش پیدا کرده و با روش تفاضل بین نقشه‌های نهایی، مشخص شد که تراکم پوشش گیاهی منطقه به میزان مساحت ۱۸۱/۱۷ هکتار کاسته شده، پوشش گیاهی ۳۴۱۷/۴۸ هکتار از منطقه بدون تغییر بوده و در ۲۱۷۳۹/۵۹ هکتار از منطقه پوشش گیاهی رشد داشته است.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد که تصاویر ماهواره‌ای مجهز به سنجنده ETM^{+} از قابلیت لازم جهت استخراج پوشش گیاهی به‌خصوص پوشش گیاهی مناطق جنگلی برخوردار بوده است. در بازه زمانی ده ساله تقریبا نزدیک به زمانی که منطقه حفاظت شده ماله-گاله در فهرست مناطق چهارگانه حفاظت محیط زیست ایران قرار گرفته است تا سال ۲۰۱۰ پوشش گیاهی حفاظتی این منطقه افزایش پیدا کرده است.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، TerrSet، ماله‌گاله، پوشش جنگلی، تغییر کاربری اراضی، شاخص پوشش گیاهی

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No.10, January, 2023

The Use of Remote Sensing and Detecting Changes in the Evaluation of Vegetation

(Case Study: Maleh Galle (Mleh Galle) Protected Area)

Gholam Reza Sabzghabaei [1]
Mohammad Javad Ehsandoost [2]
Soolmaz Dashti [3 *]
soolmazdashti@iauahvaz.ac.ir
Atefeh Mir[4]
Fariba Hedayatzadeh[5]

Admission Date: January 4, 2017 Date Received: August 13, 2016

Abstract

Background and Objective: Remote sensing techniques due to their specific features in providing rapid and inexpensive basic information is very important. Remote sensing is used these days in the important issues like making maps of the regions and the right decision making. The aim of this study was to changes detection in vegetation of Maleh Galle protected area.

Material and Methodology: In this study, satellite images of Landsat 7 ETM^+, 2000 and 2010 were used and the vegetation changes using TerrSet software were considered regardless of the gardens and agricultural lands of the of, Maleh Galle protected area. In this study, after the preparation of Landsat ETM^+ images for years 2000 and 2010 and necessary geometric corrections on them, for extract the parameters of vegetation cover, the original map was derived from processing images. Then, taking into account the classified land use map and map of NDVI index and keeping in mind the maximum likelihood parameter, ground truth map was prepared for the two years 2000 and 2010. Finally with two images difference method, the rate and the changes relation to each other investigated.

Findings: The quantity changes between the years of 2000 and 2010 were examined and it was found that within 10 years, the level of protective vegetation cover has been increased from 5278/5 hectares to 2521/25 hectares. With the Difference method between final maps, it was found that the density of vegetation area has been reduced to 181/17 hectares. 3417/48 hectares of Vegetation area remained unchanged and 21739/59 hectares of vegetation area has been grown.

Discussion and Conclusion: Results showed that satellite images equipped with Landsat ETM^+ has sufficient capabilities to extract vegetation cover, particularly vegetation of forest areas. In this nearly

1- Assistant Professor, Department of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
2- M.Sc. of Environmental Pollution, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
3- Associate Professor, Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran. *(*CorrespondingAuthor*)
4- Educator of Department of Environment, College of Environment, Zabol University, Zabol, Iran.
5- M.Sc. of Environmental Pollution, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

ten-year period, when the area was included in the list of protected areas in Iran, by 2010, the protected vegetation of region has been increased.

Keywords: Remote Sensing, Maleh Galle, Forest Cover, Land use Change, Vegetation Index.

مقدمه

علم کسب اطلاعات از پدیده‌ها، یا اجسام بدون تماس فیزیکی با آن‌ها را سنجش از دور، یا دورکاوی گویند (۱ و ۲). تکنیک سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص خود در ارایه سریع و ارزان اطلاعات پایه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. سنجش از دور یک تکنولوژی در حال تکامل برای کمک به مطالعات پوشش زمین و تشخیص روند تغییرات با ارزیابی جامع در سطح جهانی برای بسیاری از اقدامات محیط‌زیستی و فعالیت‌های انسانی است. آشکارسازی تغییرات فرایندی است که کمک می‌کند تا چگونگی وقوع پدیده‌ها در زمان‌های مختلف را مشاهده کنیم. چگونگی گردش این تغییرات بر مدیریت و خط‌مشی تصمیم‌ها تاثیر می‌گذارد. تصاویر ماهواره‌ای امکان مشاهده تغییرات سطح زمین را می‌دهند، بنابراین این تصاویر قادرند به ما در برآورد، تشخیص و بررسی تغییرات منطقه کمک کنند. تکامل تکنولوژی سنجش از دور در جمع‌آوری داده‌ها یک ابزار قدرتمند برای مدیریت کارآمدکاربری اراضی محسوب می‌شود. با این حال، این ابزار در دریافت اطلاعات جوامع آبی کم‌تر مورد توجه قرار گرفته و استقرار خود را برای پشتیبانی و تصمیم‌گیری فضایی در این حوزه، هم‌چنان به‌صورت بسیار آهسته است (۳ و ۴).

بشر به طور مستمر از منابع موجود در طبیعت برای بقای خود استفاده کرده است. بتدریج این بهره برداری از منابع طبیعی به حد مطلوب رسیده است که نظام اکولوژیکی را تحت فشار قرار داده است. عدم تعادل اکوسیستم به دلیل استفاده بیش از حد از زمین و دارایی های آب ایجاد شده است. این عدم تعادل اکوسیستم باعث ایجاد ناپایداری برای انسان شد. از این رو، مشاهده تغییرات در حال وقوع در سیستم‌های منابع آب و خاک و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری مناسب از منابع موجود برای تداوم حیات پایدار انسان، نهایت ضرورت را احساس می‌کند (۵). یکی از موارد قابل استفاده تکنیک سنجش از دور در علوم زمینی تعیین تغییرات کاربری اراضی یک منطقه است، کاربری زمین همواره یکی از مهم‌ترین شاخص‌هایی بوده است که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار داده است. کاربری فعالیتی کلیدی است که انسان از طریق مصرف منابع طبیعی موجبات رشد و توسعه اجتماعی اقتصادی خود را فراهم کرده و در عین حال ساختارها و فرایندهای موجود در محیط‌زیست را تغییر می‌دهد (۶). لذا اگر این تغییرات به صورت مدیریت شده نباشد تأثیرات نامطلوب مختلفی بر معیشت مردم در سراسر جهان دارد، از جمله بر امنیت غذایی، کاهش فقر و حفاظت از تنوع زیستی تأثیر خواهد گذاشت (۷). از نظر تاریخی مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی که انسان انجام داده، از میان بردن جنگل‌ها و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی و سکونتگاه بوده است (۸). رصد از راه دور اطلاعات پوشش زمین، کاربری اراضی و تغییرات آن، یک کلید برای بسیاری از برنامه‌های کاربردی مختلف مانند محیط زیست، جنگل‌داری، هیدرولوژی، کشاورزی و زمین‌شناسی است. مدیریت منابع طبیعی به برنامه‌ریزی و نظارت دقیق بر برنامه‌ها و اطلاعات در مورد پوشش زمین در منطقه بستگی دارد. از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانی و چند طیفی انتظار می‌رود که طیف وسیعی از زمینه‌های کاربرد مربوط به تغییرات جهانی برای پوشش گیاهی و پویایی اکوسیستم و نظارت بر خطرات، تجزیه و تحلیل خاک و تغییر پوشش زمین را آشکار کند. سنجش از دور به عنوان یک ابزار بسیار موثر برای نظارت بر تخریب محیط زیست اهمیت قابل توجهی در روزهای اخیر با توجه به نتایج سریع و دقیق خود در تشخیص زوال محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های مختلف انسانی به‌دست آورده است. پردازش تصاویر دیجیتالی حاصل از داده‌های ماهواره‌ای ابزاری را برای آنالیز تصاویر با استفاده از الگوریتم و شاخص‌های ریاضی مختلف فراهم می‌کند. بر این اساس با توجه به مشخصه بازتاب هر پدیده، شاخص هایی ابداع شده اند که منجر به برجسته کردن یا استخراج ویژگی‌های مورد علاقه از تصاویر ماهواره‌ای می شود (۹).

Bazlar Rashid و همکاران در سال ۲۰۲۳ در پژوهشی تحت عنوان تغییر ناشی از شوری در پوشش گیاهی سبز و الگوهای کاربری زمین با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، NDVI و GIS در سواحل جنوب غربی بنگلادش، تغییرات شوری خاک را به کمک شاخص NDVI را که ناشی از تغییرات پوشش گیاهی منطقه بود را مورد مطالعه قرار دادند و در نهایت به این نتیجه رسیدند که از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۲۰، منطقه شورزار غنی از نمک افزایش یافت در حالی‌که پوشش گیاهی سبز به طور قابل توجهی کاهش یافته است(۱۰).

Meera Gandhi در سال ۲۰۱۵ در پژوهش خود تحت عنوان بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده شاخص NDVI با استفاده از سنجش از دور و GIS مطالعه موردی Vellore District، تغییرات پوشش گیاهی را طی دو سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۶ را مورد مطالعه قرار داده است و به این نتیجه رسیده است که شاخص NDVI نقش مهمی در تشخیص ویژگی های سطح منطقه مورد مطالعه داشته است و می‌تواند برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران مفید واقع شود (۱۱). Bhandari و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود تحت عنوان استخراج ویژگی‌ها با استفاده از شاخص NDVI در شهر Jabalpur واقع در هند به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص NDVI در استخراج پوشش گیاهی اهمیت بسزایی دارد و می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های شهری، بلایای طبیعی، کمک‌های بشر دوستانه مفید واقع شود (۱۲). پیمان (۲۰۱۰) با استفاده از آشکارسازی تغییرات در طول سال-های ۱۹۹۹ و ۲۰۰۴، شوری در منطقه ای ایران را مورد مطالعه قرار داد، او نشان داد: که کلاس شوری خاک ها به طور متوسط حدود ۳ درصد در مزارع تحت شبکه آبیاری دشت قزوین در طول این ۵ سال مختلف تغییرکرده است (۱۳). رحمان و همکاران در سال ۲۰۰۵ روش طبقه‌بندی نظارت شده را برای آشکارسازی تغییرات پوشش محصول زمستانه با استفاده از تصاویر چندطیفی و زمانی لندست استفاده کردند، آن‌ها از سنجنده‌های MSS، TM و ETM^+ ماهواره لندست، در طول دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۰ استفاده کردند که با استفاده از آن‌ها توانستند نقشه‌ی پوشش زمستانه در تاریخ‌های مربوطه و الگوی تغییر تولید محصول زمستانه در منطقه را کشف کنند (۱۴). سنجنده چندطیفی TM و ETM^+ ماهواره لندست به یک داده مهم برای مشخص کردن و تجزیه و تحلیل تغییرات در محیط زیست تبدیل شده است. در این پژوهش از تکنولوژی سنجش دور و تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ برای پردازش داده‌ها به منظور شناسایی تغییرات محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گرفت. این فن‌آوری‌ها ممکن است برای کمک به برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان برای به‌دست آوردن یک دید کلی جهانی در طول زمان‌های گذشته از تغییر پوشش زمین در منطقه و برنامه‌ریزی موثر برای آینده مورد استفاده قرار گیرد. ارزیابی کاربری اراضی با هدف هماهنگی بهتر بین طبیعت و منابع آن از یک طرف و فعالیت‌های انسانی از طرف دیگر در حال ایجاد هماهنگی و بهره‌وری مطلوب از طبیعت است. این روزها کاربری اراضی پایدار یک مساله بسیار مهم است. ارزیابی کاربری به نفع مطلوب در برنامه‌ریزی آینده کمک می‌کند و اجازه می‌دهد حداکثر بهره‌وری از زمین و حفظ محیط زیست طبیعی را داشته باشیم. علاوه بر این، ارزیابی اراضی در غلبه بر مشکلات موجود و نظارت بر توسعه آینده آن‌ها به ما کمک می‌کند. نتیجه این تخریب‌های محیط‌زیستی، عدم وجود پوشش‌گیاهی طبیعی، شوری بیش از حد خاک، بیابان‌زایی و کاهش در بهره‌وری و تولیدات زمین است. داده‌های سنجنده‌ای از راه دور یک منبع مفید از اطلاعات مربوط به پوشش زمین و کاربری اراضی را در اختیار قرار می‌دهند (۱۵).

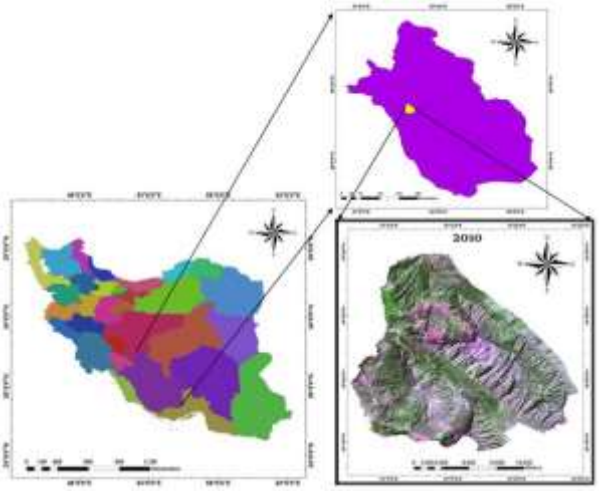
پرتوهای منعکس و ساطع شده از زمین دارای بازتاب‌های متفاوتی هستند که بستگی به پوشش سطح زمین دارد. لندست ETM^+ دارای هشت باند است که تفکیک طیفی بسیار مناسبی برای این نوع تجزیه و تحلیل‌ها است. بهبود مداوم تکنیک‌ها و قابلیت‌های سنجش از دور آن را به عنوان یک ابزار کارآمد و دقیق برای تجزیه و تحلیل بهتر پوشش زمین و شناسایی هر گونه تغییر با گذشت زمان تبدیل کرده است. پوشش زمین به معنای پوشش سطح زمین از آب، جنگل‌ها، چراگاه‌ها، صخره‌ها و خاک تعریف شده است. به همین دلیل، تغییر کاربری اراضی در سطح زمین به دلیل فعالیت‌های انسانی از قبیل صنعتی، مسکونی و

کشاورزی نگران کننده است. کاربری اراضی مطلوب به استفاده درست از منابع طبیعی و محیط‌زیست بستگی دارد. هدف اصلی این پژوهش، نشان دادن توانایی‌های آشکارسازی تغییرات در تشخیص و روند تغییرات پوشش گیاهی حفاظتی منطقه حفظات شده ماله گاله می‌باشد و استفاده از تکنولوژی سنجش دور و تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ برای پردازش داده‌ها به منظور شناسایی تغییرات محیط‌زیستی مورد استفاده قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت محدوده مطالعاتی

منطقه حفاظت شده ماله‌گاله با هدف حفاظت از رویشگاه جنگلی در تاریخ ۷۸/۱۰/۱۵ به عنوان منطقه حفاظت شده معرفی گردید. این منطقه با وسعتی حدود ۵۲۰۹۶ هکتار در ۱۰ کیلومتری شیراز، درشرق منطقه حفاظت شده ارژن و پریشان و بین ۵۱ درجه ۳۳ دقیقه تا ۵۲ درجه ۲۵ دقیقه طول شمالی و ۲۹ درجه ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه ۰۰ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). از نظر خصوصیات اقلیمی این منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک سرد در قسمت‌های پست و نیمه‌خشک مرطوب در ارتفاعات می‌باشد. میزان بارندگی سالیانه آن بین ۳۵۰- ۳۸۰ میلی‌متر می‌باشد. این منطقه از پوشش گیاهی نسبتاً خوبی برخوردار است. در واقع آخرین حد رویش جنگل‌های بلوط در زاگرس می‌باشد. پوشش منطقه از نوع ایران_تورانی بوده و عناصر این تیپ در آن حضور دارند. از جمله گیاهان موجود در این منطقه را می‌توان به ارس، بلوط، بنه، بادام وحشی، افرای کوهی، زالزالک، گون و غیره اشاره کرد. درون منطقه و حاشیه آن روستاهای متعددی وجود دارد که شغل اصلی مردم آن دامداری و کشاورزی است. متاسفانه محدودیت مراتع و اراضی کشاورزی باعث تعرض آن‌ها به مراتع و تصرف اراضی ملی گردیده است و برخی نیز اقدام به قطع درختان بلوط و ذغال‌گیری می‌نمایند (۱۶).



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1. the position of the study area

روش کار

به منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰، ابتدا تصاویر لندست سنجنده ETM^+ مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ در فصل مناسب رشد درختان موجود در این منطقه تهیه شد (جدول ۱) و سپس عمل پیش‌پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار TerrSet انجام شد. لازم به ذکر است که نرم‌افزار TerrSet (ادریسی سابق) در سال ۱۹۸۷ توسط آزمایشگاه کلارک و سرپرستی دکتر جی رونالد ایستمن در دانشگاه کلارک تولید شد و در ژانویه ۲۰۱۵، این آزمایشگاه قسمت‌های جدیدی به این نرم‌افزار اضافه کرد و آن را با نام جدید Terrset وارد بازار کرد. یکی از خصیصه‌هایی که در سری جدید این نرم‌افزار مورد تاکید قرار گرفته است پیاده سازی انواع مدل‌سازی‌ها می‌باشد (۱۷). با توجه به این‌که داده-

های خام ستجش از دور، آن چنان‌که به‌وسیله سنجنده‌های موجود در ماهواره دریافت می‌شود، ممکن است که کمبودها یا پارازیت‌هایی داشته باشد. نظر به این‌که جبران کمبودها و یا حذف پارازیت‌ها باید قبل از هرگونه استفاده از داده یا پردازش آن‌ها صورت گیرد (۱۸). بر این اساس در ابتدا داده‌های جدول ۱ از لحاظ کیفیت رادیومتری بررسی گردیدند که فاقد خطای رادیومتری بودند. سپس تصحیحات مورد نیاز از جمله تصحیحات هندسی با استفاده از نقشه رقومی آبراهه منطقه و هم چنین به کمک نرم‌افزار گوگل‌ارث، به میزان خطای کمتر از ۰/۵ پیکسل (۱۹) صورت گرفت. منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده تصویر و انطباق آن با نقشه‌های نظیر و یا تصویری است که قبلا بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته است (۲۰) و هم‌چنین تصحیحات لازم جهت افزایش کنتراست[1] بر روی تصاویر مورد نظر صورت گرفت و با استفاده از شاخص NDVI[2] مناطق دارای پوشش گیاهی ناحیه مورد نظر، بارزسازی شد.

شاخص NDVI یکی از معروف ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که در زمینه مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است (۲۱). این شاخص به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد نسبت به تغییرات پوشش گیاهی حساسیت کم‌تری دارد (۲۲). شاخص NDVI از رابطه ۱ محاسبه می‌شود که توسط Rouse و همکاران در سال ۱۹۷۳ ارایه شد (۲۳)؛ اما برای اولین بار Tucker در سال ۱۹۷۹، شاخص تفاضل نرمال NDVI را به عنوان شاخص سلامتی و تراکم پوشش گیاهی مطرح کرد (۲۴).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

در رابطه فوق، NIR نشان دهنده بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و RED نشان‌دهنده انعکاس در باند قرمز است. مقادیر حاصل از این شاخص در محدوده ما بین ۱- تا ۱+ می باشد. بدین صورت که هر چه به سوی عدد یک میل کند بر تراکم پوشش گیاهی افزوده می‌شود ولی ابرها، برف و آب با مقادیر منفی مشخص می‌شوند. سنگ‌ها و خاک‌های بایر که واکنش طیفی مشابه در دو باند مورد استفاده دارند با مقادیر نزدیک به صفر دیده می‌شوند. (۲۵ و ۲۶). استفاده از شاخص NDVI در مراحل مختلف رشد گیاه نتایج خاصی را ارایه می‌دهد، نتایج این شاخص در مرحله گل دادن، میوه دادن و فصل رویش بهتر از مراحل دیگر رشد است (۲۶). از کاربرد شاخص‌های گیاهی برای اهداف مختلف حدود چند دهه می‌گذرد و هنوز هم در سطح وسیعی استفاده می‌شود (۲۷). در میان شاخص‌های متنوع و متعدد پوشش گیاهی شاخص NDVI و شاخص EVI هر دو از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی هستند که برای آماده نمودن دایمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی به‌کار گرفته می‌شوند (۲۸ و ۲۹). به‌خصوص شاخص NDVI که کارایی مفید آن در بسیاری از مطالعات مشخص شده است (۳۰).

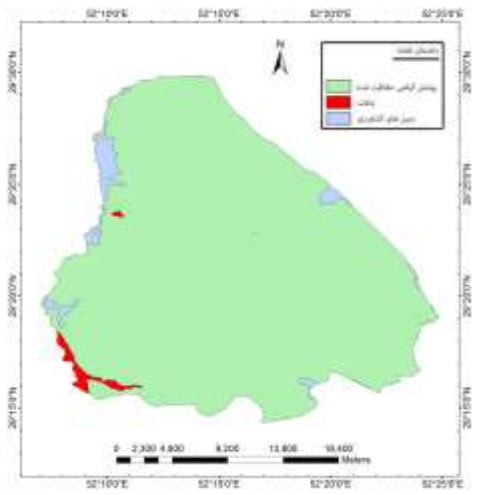
سپس نقشه تهیه شده حاصل از رابطه ۱، با توجه به در نظر گرفتن ۵ درصد خطا، طبقه‌بندی گردید. از طرف دیگر از نقشه تهیه شده حاصل از شاخص NDVI و هم‌چنین نقشه کاربری اراضی منطقه مربوط به سال ۲۰۰۳ با توجه به نزدیک بودن فاصله زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳، هم‌چنین نرم‌افزار گوگل‌ارث برای به‌دست آوردن نقاط تعلیمی استفاده گردید که برای هر طبقه از نقشه بدست آمده توسط شاخص NDVI حداقل ۷۰ پلات ۳۰×۳۰ در نظر گرفته شد و در نهایت با استفاده از نقاط تعلیمی تعیین شده و با توجه در نظر گرفتن پارامتر حداکثر احتمال، نقشه نهایی تهیه گردید. دقت شود که این عمل بر روی هر یک از تصاویر در سال‌های مختلف به صورت جداگانه انجام شده است. سپس با استفاده از شکل ۲ جداسازی منطقه با استفاده از مدل رقومی مرز منطقه به همراه نقشه کاربری اراضی (۲۰۰۳) به منظور جدا کردن زمین‌های کشاورزی و باغات صورت گرفت. لازم به ذکر است با بررسی نقشه استفاده شده در مقاله سوسنی و همکاران و نقشه کاربری اراضی سازمان جنگل‌ها و مراتع ایران، به این نتیجه رسیده شد که نقشه مورد نظر مربوط به سال ۱۳۸۲ می‌باشد.

1- Contrast
2- Normalized Difference Vegetation Index

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

Table 1. specifications of the satellite images used in research

تصاویرماهواره‌ای	سنجنده	تاریخ تصویربرداری	گذر	ردیف	Total RMS
لندست ۷	ETM^+	۲۰۰۰/۰۴/۲۴	۱۶۳	۴۰	۰/۳۷
لندست ۷	ETM^+	۲۰۱۰/۰۴/۰۲	۱۶۳	۴۰	۰/۳۷



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی منطقه حفاظت شده ماله گاله (۱۳۸۲)(۳۱ و ۳۲)

Figure 2. The protected area land use map Maleh Galle (2003) (31 and 32)

الگوریتم اجرای پژوهش در شکل ۳ ارایه شده است.

شکل ۳- فلوچارت روش کار

Figure 3. Flowchart methods

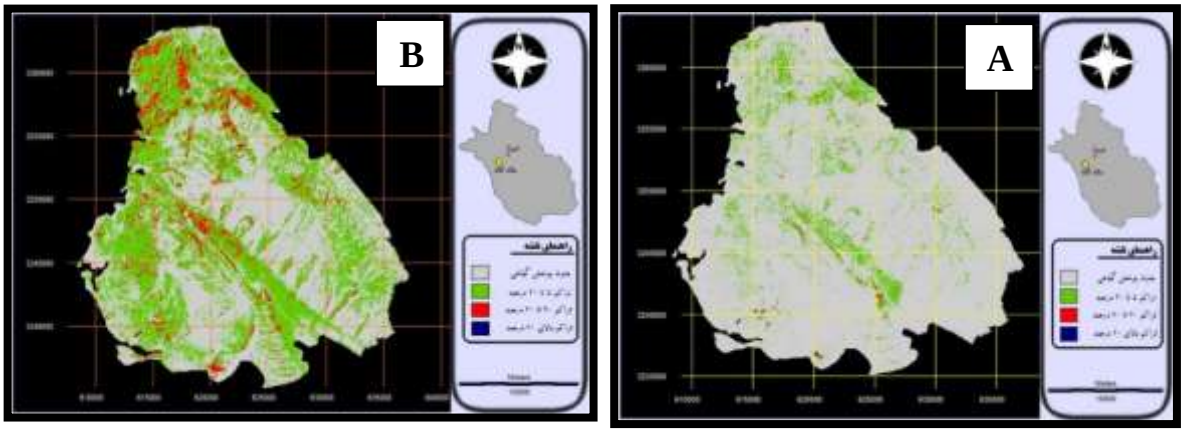
فصل و فاصله زمانی در نظر گرفته شده در پروژه حاضر به ترتیب شامل فصل بهار به دلیل وجود حداکثر رویش و فاصله می‌باشد. زمان مربوط به پروژه حاضر تغییرات در طول یک دوره زمانی ۱۰ ساله را نشان می‌دهد. تمرکز ما در این کار، استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک (گروه ۳ و گروه ۴) که

بیش‌ترین فعالیت کلروفیلی در آن‌ها محسوس می‌شود خواهد بود.

هم‌چنین در این مطالعه برای نشان دادن تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه بندی استفاده شد. مهم‌ترین مزیت روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، امکان تهیه اطلاعات مکانی و توصیفی تغییرات سرزمین است (۳۳).

نتایج

بررسی و تجزیه و تحلیل نقشه‌های تهیه شده سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ از پوشش گیاهی حفاظتی منطقه مورد مطالعه در طول ۱۰ سال به‌شرح زیر است: رنگ خاکستری نشان دهنده‌ی مناطق بدون پوشش گیاهی یا دارای تراکم پوشش گیاهی کم‌تر از ۵ درصد است. رنگ سبز نشان دهنده‌ی تراکم پوشش‌گیاهی بین ۵ تا ۲۰ درصد و رنگ قرمز نشان دهنده‌ی تراکم پوشش‌گیاهی بین ۲۰ تا ۴۰ درصد و در نهایت رنگ آبی نشان دهنده‌ی تراکم پوشش‌گیاهی بالای ۴۰ درصد می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴- A: نقشه تراکم پوشش‌گیاهی برای سال (۲۰۰۰). B: نقشه تراکم پوشش‌گیاهی برای سال (۲۰۱۰).

Figure 4. A: map the density of the vegetation for the year (2000). B: map the density of the vegetation for the year (2010).

با توجه به در نظر گرفتن موارد گفته شده در روش کار، نقشه تراکم پوشش گیاهی حفاظتی تهیه شده مربوط به سال ۲۰۰۰ دارای دقت کلی ۰/۹۸ و ضریب کاپا ۰/۸۸ هم‌چنین نقشه تراکم پوشش گیاهی حفاظتی تهیه شده مربوط به سال ۲۰۱۰ دارای دقت کلی ۰/۹۱ و ضریب کاپا ۰/۸۳ بودند. (جدول ۲)

جدول ۲- دقت نقشه‌های تراکم پوشش گیاهی

Table 2. The accuracy of vegetation density maps

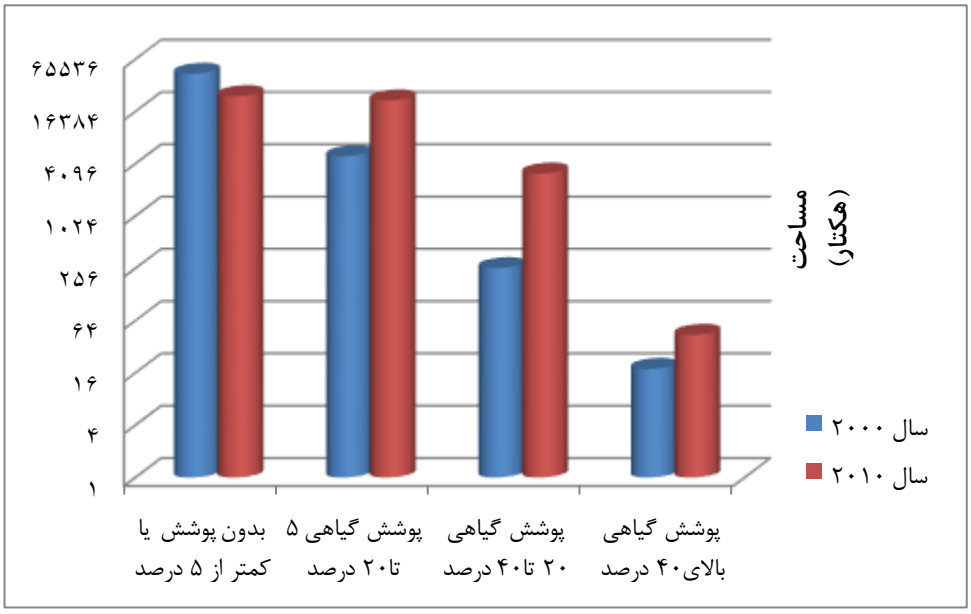
ویژگی	سال	دقت کلی	ضریب کاپا
نقشه تراکم پوشش گیاهی	۲۰۰۰	۰/۹۸	۰/۸۸
	۲۰۱۰	۰/۹۱	۰/۸۳

پس از تهیه نقشه تراکم پوشش گیاهی حفاظتی، کمیت تغییرات در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ بررسی و مشخص گردید که در فاصله ۱۰ سال سطح پوشش گیاهی حفاظتی از ۵۲۷۸/۵ هکتار به ۲۵۲۱۱/۲۵ هکتار افزایش پیدا کرده است (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه مساحت تراکم پوشش گیاهی حفاظتی منطقه حفاظت شده ماله‌گاله بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰.

Table 3. Comparison of the protective vegetation density area of the protected area Maleh Galle between the years 2000 and 2010.

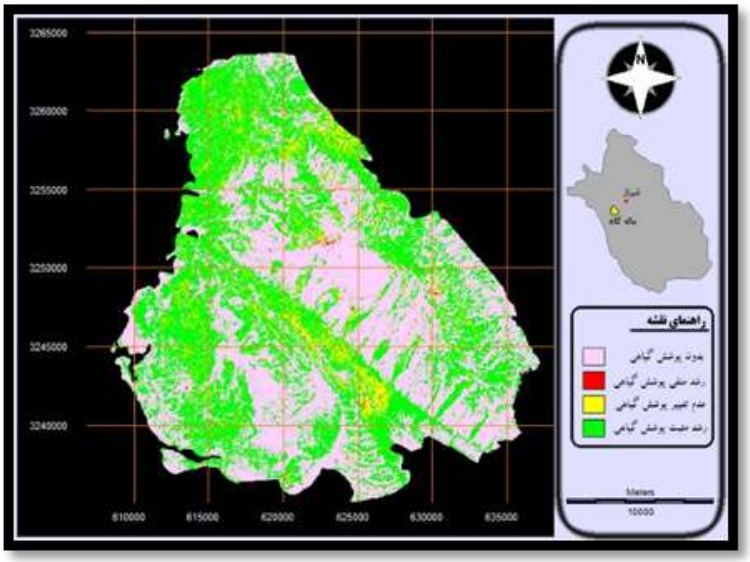
طبقات (هکتار)	سال ۲۰۰۰	سال ۲۰۱۰
بدون پوشش یا کم‌تر از ۵٪	۴۴۵۰۸/۸۷	۲۴۵۷۶/۱۲
پوشش گیاهی ۵ تا ۲۰٪	۵۰۰۳/۴۶	۲۲۰۰۶/۲۶
پوشش گیاهی ۲۰ تا ۴۰٪	۲۵۷/۲۲	۳۱۶۱/۰۷
پوشش گیاهی بالای ۴۰٪	۱۷/۸۲	۴۳/۹۲



نمودار ۱- تغییرات مساحت تراکم پوشش گیاهی حفاظتی منطقه حفاظت شده ماله‌گاله بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰.

Diagram 1. Changing the area of protected vegetation cover density between 2000 and 2010 in Maleh Galle protected area

از طرفی برای بهتر مشخص شدن تغییرات موجود در منطقه و پیدا کردن نواحی موجود در منطقه حفاظت شده ماله‌گاله که سیر تحول صعودی و نزولی از نظر تراکم پوشش‌گیاهی را طی کرده‌اند، نقشه تفاضل منطقه ماله‌گاله بین دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ تهیه شد (شکل ۶، جدول ۴ و نمودار ۲).



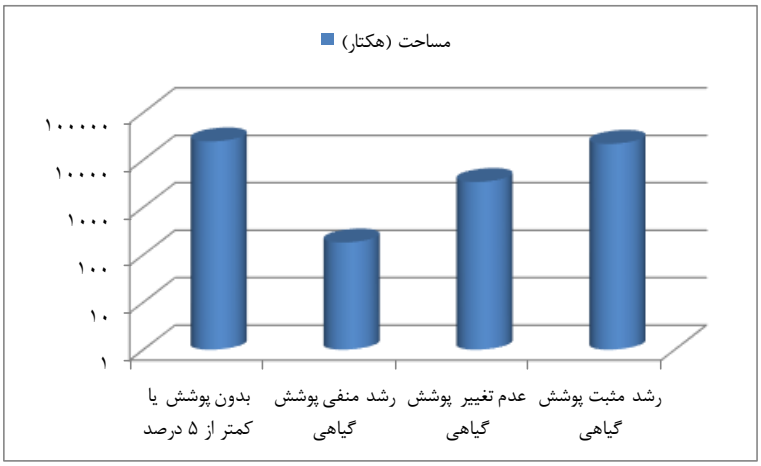
شکل ۶- نقشه تفاضل تراکم پوشش گیاهی حفاظتی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰

Figure 6. Difference map of protected vegetation cover area between 2000 and 2010

جدول ۴- بررسی مساحت تغییرات تراکم پوشش گیاهی حفاظتی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰

Table 4. Protected vegetation cover area density changes between 2000 and 2010

طبقات	مساحت (هکتار)	درصد
بدون پوشش یا کمتر از ۵٪	۲۴۴۴۹/۱۳	۴۹/۱۰۷۰۹۲۸۲
رشد منفی پوشش گیاهی	۱۸۱/۱۷	۰/۳۶۳۸۸۷۴۶۷
عدم تغییر پوشش گیاهی	۳۴۱۷/۴۸	۶/۸۶۴۱۵۰۴۸۶
رشد مثبت پوشش گیاهی	۲۱۷۳۹/۵۹	۴۳/۶۶۴۸۶۹۲۲
جمع کل	۴۹۷۸۷/۳۷	۱۰۰



نمودار ۲- تفاضل تراکم پوشش گیاهی حفاظتی بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰

Diagram 2. Difference of protected vegetation cover between 2000 and 2010

بحث و نتیجه‌گیری

تصاویر چند طیفی سنجش از راه دور به منظور بدست آوردن درک درستی از محیط زیست بسیار کارآمد هستند (۳۴). سنجش از دور نشان داده که به‌عنوان یک روش بسیار عالی، برای تجزیه و تحلیل پوشش زمین و کمک به ایجاد یک برنامه‌ریزی بهینه کاربری اراضی و هم‌چنین در تشخیص و اجرای آن موثر می‌باشد و این اجازه را می‌دهد تا نظارت مداومی برای رسیدن به اهداف مورد نظر در حفظ محیط‌زیست و استفاده بهتر از منابع موجود صورت گیرد. روش ارایه شده به ما اجازه ایجاد کاربری اراضی بهینه، بازرسی، نظارت و ارزش‌یابی از گذشته تا وضع موجود را می‌دهد. مدیریت صحیح مستلزم ایجاد یک برنامه بر مبنای کاربری اراضی مطلوب برای حفظ محیط زیست و بهبود آن است. منطقه حفاظت شده مالـه‌گالـه با هدف حفاظت از رویشگاه جنگلی در تاریخ ۷۸/۱۰/۱۵ به عنوان منطقه حفاظت شده معرفی گردید (۱۶). براساس مطالعات انجام گرفته توسط سوسنی و همکاران در سال ۱۳۸۷ می‌توان بیان داشت که تصاویر سنجنده ETM^{+} از قابلیت لازم برای تهیه نقشه جنگل دقیق برخوردار می‌باشند (۳۱) که تحقیقات مشابه نیز این امر را تایید می‌کند (۳۵ و ۳۶). در جهت انجام عملیات پیش‌پردازش اقدام به انجام تصحیح هندسی بر روی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفته شد که مقدار RMS کل آن به میزان ۰/۳۷ تعیین گردید در نتیجه این مقدار با توجه به گفته سفیانیان و همکاران (۱۳۹۱) که مقدار آن را می‌توان کم‌تر از ۰/۵ پیکسل تعیین کرد (۱۶)، قابل قبول می‌باشد. سپس در جهت بارز سازی تراکم پوشش گیاهی برای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰، از شاخص NDVI استفاده گردید این شاخص نیز توسط آقای Tucker در سال ۱۹۷۹، به عنوان شاخص سلامتی و تراکم پوشش گیاهی مطرح گردید (۲۴) و سپس با توجه به در نظر گرفتن نقشه حاصل از شاخص NDVI و نقشه کاربری اراضی مشاهدات حاصل از گوگل ارث برای انجام طبقه‌بندی نظارت شده در جهت استخراج نقشه واقعیت زمینی با استفاده از روش حداکثر احتمال برای سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ اقدام شد. که از این روش نیز رنگزن و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود با موضوع تلفیق شاخص NDVI و باند ترمال تصویر ماهواره‌ای برای استخراج نقشه تراکم پوشش گیاهی حوزه آبریز کمستان با استفاده از RS و GIS استفاده کرده است (۳۷) مطابقت دارد.

بر این اساس کمیت تغییرات در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ مشخص شد که در فاصله ۱۰ سال سطح پوشش گیاهی حفاظتی از ۵۲۷۸/۵ هکتار به ۲۵۲۱۱/۲۵ هکتار افزایش پیدا کرده است که در نتیجه مواردی چون عملکرد صحیح سازمان حفاظت محیط زیست با داشتن برنامه‌ای جامع در زمینه حفاظت، حمایت و نظارت این سازمان نظیر تخریب حلقه‌های کوره‌های زغال، عدم تغییر محسوس در خصوص افزایش مساحت زمین‌های کشاورزی و باغات بین دو سال ۲۰۰۳-۲۰۱۰ با توجه به بررسی‌های دیداری گوگل ارث، افزایش فرهنگ محیط‌زیستی در میان مردم محلی می‌تواند نشان‌دهنده دلایل احیا و رشد پوشش گیاهی منطقه شده باشد.

همان‌طور که در شکل ۶ (نقشه تفاضل منطقه مالـه‌گالـه بین دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰) دیده می‌شود مناطقی که از نظر تراکم پوشش گیاهی حفاظتی، رشد منفی داشته‌اند با رنگ قرمز و مناطقی که از نظر تراکم پوشش گیاهی حفاظتی، طی ده سال هم‌چنان بدون تغییر مانده‌اند با رنگ زرد و مناطقی که از نظر تراکم پوشش گیاهی رشد مثبتی را طی کرده، با رنگ سبز نشان داده شده است. در نتیجه کمیت آن به ترتیب نشان دهنده این است که که از تراکم پوشش گیاهی منطقه به میزان مساحت ۱۸۱/۱۷ هکتار کاسته شده و تراکم آن به میزان مساحت ۳۴۱۷/۴۸ بدون تغییر بوده و به میزان مساحت ۲۱۷۳۹/۵۹، تراکم پوشش گیاهی رشد داشته است.

در نتیجه تحقیق حاضر نشان‌دهنده این است که حمایت و حفاظت خوبی از طرف سازمان حفاظت محیط زیست و هم‌چنین با همکاری مردم محلی بر روی منطقه مورد نظر صورت گرفته و در بازه زمانی ده ساله پروژه حاضر، میزان تراکم پوشش گیاهی حفاظتی منطقه حفاظت شده مالـه‌گاله به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا کرده است. هرچند در بخش‌هایی از مناطق شاهد رشد منفی تراکم پوشش گیاهی بوده‌ایم که می‌توان با حمایت و حفاظت از این قسمت‌های تعیین شده نقاط ضعف‌های موجود را نیز کاهش داد یا از بین برد.

References

1. Makhdoum, M. et al. 2001. Environmental evaluation and planning by geographic information system, first edition, publication of Tehran University. (In Persian)
2. Zebardast. L. et al. 2010. Assessment of the Trend of Changes in Land Cover of Arasbaran Protected Area Using Satellite Images of 2002, 2006 and 2008. Environmental researches, No. 1. (In Persian)
3. Sanchez, W. 2004. Land use and Growth Impacts from Highway Capacity Increases. ASC-Journal of Urban and Development, 130: pp. 75-82.
4. Rajitha, K., Mukherjee, C., and Vinu Chandran R. 2007. Applications of Remote Sensing and GIS for Sustainable Management of Shrimp Culture in India. Journal of Aquaculture Engineering, 36: P 17.
5. Sultana, Q., Sultana, A. and Ara, Z. 2023. "Assessment of the land use and landcover changes using remote sensing and GIS techniques," Water, Land, For. Susceptibility Sustain. pp. 267–297, doi: 10.1016/B978-0-323-91880-0.00022-2.
6. Helming, K. 2008. Sustainability Impact Assessment of Landuse Changes. Springer. Berlin, Heidelberg, New York. P 507.
7. Akinyemi, F. O., Ghazaryan, G. and Dubovyk, O. 2021. "Assessing UN indicators of land degradation neutrality and proportion of degraded land for Botswana using remote sensing based national level metrics," L. Degrad. Dev., Vol. 32, no. 1, pp. 158–172, doi: 10.1002/LDR.3695.
8. Lausch, A. and Herzog, F. 2002. Applicability of Landscape Metrics for the Monitoring of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution and Interpretability. Ecological Indicator: 3-15.
9. Shikhar Deep, Akansha Saklani, 2014." Urban Sprawl modeling using cellular automata", The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences, 17, pp. 179–18.
10. Rashid, M. B., Sheik, M. R. Haque, A. J. M. E. Siddique, M. A. B. Habib, M. A. and Patwary, M. A. A. 2023."Salinity-induced change in green vegetation and land use patterns using remote sensing, NDVI, and GIS techniques: A case study on the southwestern coast of Bangladesh," Case Stud. Chem. Environ. Eng., Vol. 7, p. 100314, doi: 10.1016/J.CSCEE.2023.1003
11. Meera Gandhi, G. Parthiban, S. Thummalu, Nagaraj. and Christy, A. 2015, NDVI: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and GIS – A Case Study of Vellore District, Procedia Computer Science, Vol. 57, pp. 1199-1210.
12. Bhandari. K. Kumar, A. 2012. "Feature Extraction using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): A Case Study of Jabalpur City", Proceedings of Communication, Computing & Security. Procedia Technology Vol. 6, pp 612– 621.
13. Peyman, A. 2010. Soil Salinity in Irrigated Area under Qazvin Plain Network Using Satellite Imagery. Presented in the 9th International Drainage Symposium held jointly with CIGR and CSBE/SCGAB Proceedings, Published by the journal of American

Society of Agricultural and Biological Engineers IDS-CSBE-100164, June 13th to June 16th, 2010.

14. Rahman, M. Hedayutul, I., and Shareful, M. 2005. Change Detection of Winter Crop Coverage and the Use of Landsat Data with GIS. The Journal of Geo-Environment, 4: pp. 1-13.
15. Lo, L. and Yang, X. 2002. Drivers of Land Use/Land –Cover Changes and Dynamic Modeling for Atlanta, George Metropolitan Area. Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 68: pp. 1073-1082.
16. Website of the Environmental Protection Agency of Fars province. 2014. (http://fars.doe.ir/Portal/home). (In Persian)
17. Mohammad. 2015, GIRS website (http://girs.ir). (In Persian)
18. Paul M. Mather, 1990, Computer processing of remotely - sensed images, translated by Mohammad-Ali Najafi Disfani, .1998, Semat Publishing, First Printing, Tehran. (In Persian)
19. Khodakarami, L., Soffianian, A. 2012. Application of Multi Temporal Remote Sensing for Precision Farming. JWSS. 2012; 16 (59):215-231. (In Persian)
20. Zobeiry, M., Majd, A. R. 2004. An introduction to remote sensing technology and its application in natural resources. Tehran University Press, 5th edition, Tehran. (In Persian)
21. Kassa, A., 1990. Drought risk monitoring for Sudan using NDVI, 1982-1993. A Dissertation submitted to the University College London.
22. Kogan, F.N., 1993. United States droughts of late 1980’s as seen by NOAA polar orbiting satellites. International Geoscience and remote Sensing Symposiom, 1: pp. 197-199.
23. Halounov, L., 2008. Reclamation areas and their development studied by vegetation indices, International Journal of Digital Earth, Vol. 1, No. 1, pp.155-164.
24. Thenkabail, P.S., Gamage, M.S.D.N., Smakhtin, V.U., 2004. The use of remote sensing deta for drought assessment and monitoring in Southwest Asia. Report 85. Coiombo, Srilanka: International Water Management Institute.
25. Allison, E. W., 1989. Monitoring drought affected vegetation with AVHRR Digest International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 4: pp. 1965-1967.
26. Baghideh, M., Alijani, B., Ziaeian, P. 2011. Evaluating the possibility of using the NDVI index to analyze and monitor droughts in Esfahan Province. Arid Regions Geographic Studies, 1 (4):1-16. (In Persian)
27. Akbari, M. 2003. Assessment and Classification of Desertification Using RS Technique in the Dry Area of the North of Isfahan". Master's Degree in Environmental Sciences, Isfahan University of Technology. (In Persian)
28. Matsushita. B., Wei. Y., Jin. C., Yuyichi. O. and Guoyn. Q., 2007. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density Cypress forest. Sensors. www.mdpi.org/sensors.
29. Pettorelli.N, Vik. J.O., Mysterud. A., Gaillard. J.M., Tucker. C.J. and Stenseth. N.C., 2005. Using the satellite –derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Journal Trends in ecology and evolution. Vol. 20, No. 9.

30. Snaeenejad, S. H., et al. 2008. Using Satellite Images for Vegetation Studies (Comparison of Various Plant Indicators-Case Study of Neyshabour Region). (Article 438). Proceedings of the 5th National Congress of Agricultural Machinery and Mechanization, Mashhad, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)
31. Sousani, J, et al.,.2008. Application of ETM satellite imagery for forest coverage mapping in the middle Zagros area (Case study of Lorestan forests), Geomatics conference, Tehran, Mapping Organization of Iran. (In Persian)
32. Land use map of Iran Forest and Rangeland Organization, 2013. (http://geographybank.blogfa.com/post-66.aspx). (In Persian)
33. Pakniat, D, et al. 2014. Using remote sensing in evaluating and Detection of vegetation changes and soil salinity: Case Study of Mezayjan Hunting Region, The second National Conference on wilderness with the approach of the management of arid and desert, Semnan, School of Desertification, Semnan University, International Center for Desertification, University of Tehran. (In Persian)
34. Ahmadi, H. and Nusrath, A. 2012. "Vegetation change Detection of Neka river in Iran by using remote sensing and GIS", Journal of geography and Geology, Vol. 2 No. 1, pp. 58-67.
35. Rafieyan, O. 2003. The Area Change Detection in the Northern Forests for the years between 73 to 80 images of Iran Using ETM^+ Data. Master thesis. University of Tehran. (In Persian)
36. Darvishsefat, A., 1994. Einsatz und Fusion von Multi sensoralen Satelliten Daten zur Erfassung von Waldinveturen, Ph.D. Thesis, University of Waikato, 341 P.
37. Rangzan, K. et al. 2009. NDVI index conflation and the thermal band image loaders to extract the map of vegetation density using RS and GIS (case study area kamestan), Geomatics Conference, Iran Mapping Organization, Tehran, May 20 and 21. (In Persian)