

طبقه‌بندی کاربری اراضی و تعیین الگوی تغییرات سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ با استفاده از داده‌های

سنجده OLI

سید بهروز حسینی^۱ - علی صارمی^{۲*} - محمد حسین نوری قیداری^۳ - حسین صدقی^۴ - علیرضا فیروزفر^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹

چکیده

بررسی تغییرات کاربری اراضی، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مدیریت منابع طبیعی و بازرگری در تغییرات محیطی است. با افزایش نیاز به تأمین مواد غذایی و ملزومات زندگی بشر، تغییراتی در سطح زمین ایجاد می‌شود که می‌تواند موجب تخریب اراضی و منابع موجود در آن گردد. این تغییرات، در اثر تقابل نیازهای همیشگی جوامع انسانی و محیطی با زمین ایجاد می‌شود. در تحقیق حاضر با استفاده از تکنیک سنجش از دور، تغییرات کاربری اراضی منطقه طارم (در شمال غرب ایران) در بازه زمانی بین سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ با استفاده از تصاویر لندست ۸ مورد پایش قرار گرفت. تصحیحات اتمسفری به وسیله الگوریتم FLAASH در نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام شد و از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر درست‌نمایی، برای تولید نقشه های کاربری اراضی در پنج طبقه (شامل اراضی بایر، جنگل و باغ، پهنه سنگی، زراعت و پیکره آبی) استفاده گردید. نتایج نشان داد که نقشه‌های تهیه شده برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶، به ترتیب دارای دقت کلی ۹۲/۱۶ و ۸۹/۱۹ درصد بود. آماره کاپای این تصاویر نیز به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۵ محاسبه شد که در محدوده قابل قبول می‌باشد. در منطقه طارم، بیش‌ترین مساحت محدوده مطالعاتی، متعلق به پهنه کوهستانی است (بیش از ۷۰ درصد مساحت منطقه) و مشخص گردید که بیش‌ترین تغییرات در کاربری اراضی (کاهش ۸۳ کیلومتر مربع)، متعلق به اراضی بایر و مراتع بود که در طی سه سال، تبدیل به باغات گردیده و در آنها درختکاری (عموماً درخت زیتون، گردو و انار) انجام شده است. علت تغییرات ذکر شده، رهاسازی آب از سد بالادست منطقه مورد مطالعه بود.

واژه‌های کلیدی: آماره کاپا، تصاویر ماهواره‌ای، حوضه طارم، لندست ۸، نرم‌افزار ENVI

مقدمه

به جنگل‌زدایی، از دست رفتن تنوع گونه‌های زیستی، گرمایش جهانی و افزایش تعداد سیلاب‌های فاجعه بار می‌گردد (۶۰ و ۷۲). بنا به گفته ریس (۶۰)، مشکلات زیست‌محیطی اغلب با تغییرات LULC مرتبط است و تأثیرات تغییرات کاربری اراضی بر پایدار بودن اکوسیستم‌ها، در تحقیقات و مطالعات تغییرات جهانی، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه واقع شده است. به‌نظر می‌رسد که اقدامات و فعالیت‌های انسانی، به بزرگ‌ترین عامل تغییرات در وضعیت فعلی سطح زمین، منجر شده است. تغییرات در پوشش سطح زمین، سبب تغییر در تعادل انرژی، چرخه آب در سطح محلی، منطقه‌ای و جهانی می‌شود و موجب عدم پایداری دسترسی به منابع طبیعی و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی می‌گردد (۶۹). بنابراین، داده‌هایی که از بررسی تغییرات در کاربری اراضی تهیه می‌گردد، می‌تواند اطلاعات مهم و حیاتی، برای تصمیم‌گیری‌های بهتر در مورد مدیریت منابع زیست‌محیطی و منابع آب را فراهم کند (۳۲) جمعیت در حال افزایش و رشد نیازهای اجتماعی و اقتصادی، سبب افزایش فشار بر اراضی موجود و تغییرات کاربری آن‌ها می‌شود. این فشار، منجر به ایجاد تغییرات غیرقابل کنترل و برنامه

مدیریت کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین، به‌عنوان ابزار اصلی و مهم برای کنترل تغییرات در مقیاس فضایی و زمانی مختلف، می‌باشد (۴۱). تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی (LULC^۶)، فرایندی در حال گسترش می‌باشد که به‌وسیله اقدامات انسانی، هدایت می‌شود و در بسیاری از موارد، تغییراتی که انسان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، هدایت می‌کند (۲). این تغییرات به‌طور عمده منجر

۱، ۲ و ۴ - به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و استاد گروه مهندسی منابع آب،

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

*- نویسنده مسئول: (Email: Ali.Saremi.srbiau@gmail.com)

۳- استادیار گروه مهندسی عمران، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران

۵- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه زنجان

DOI: 10.22067/jsw.v34i2.74878

6- Land Use Land Cover

مناطق گرمسیری، اصلاح مراتع، استحکام کشاورزی، شهرنشینی و جهانی سازی را به عنوان عوامل اصلی تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی، بیان کردند. اصغری سراسکانرود و همکاران (۷)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از RS و GIS پرداختند. آنها با کمک تصاویر OLI لندست ۸، با الگوریتم طبقه بندی نظارت شده، نقشه کاربری اراضی دو سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ را برای منطقه شهرستان نیر (اردبیل) تهیه نمودند. صحت نتایج آنها با کمک پارامتر ضریب کاپای بیش از ۰/۸۵ تأیید شد. مطالعه نحوه تغییرات کاربری اراضی با کمک مجموعه تصاویر ماهواره لندست ۷ و ۸ برای دوره زمانی ۱۹۸۹-۲۰۱۵ در حوضه آبریز سد علویان (مراغه) نشان داده است که علاوه بر افزایش اراضی باغی، تبدیل اراضی مرتعی پر تراکم به مراتع کم تراکم و زراعت دیم، به عنوان مهم ترین تغییرات منطقه‌ای است که می تواند بر میزان آسیب پذیری و افزایش فرسایش آن مؤثر باشد (۲۴).

با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده، نقشه کاربری اراضی منطقه حوضه آبخیز سد گاوشان (کردستان) توسط محمودی و امین خواه (۴۶) تهیه شد. نتایج مطالعه آنها نشان داد که با کمک تصاویر ماهواره لندست ۸ و بر اساس نمونه های تهیه شده از نرم افزار گوگل ارث، می توان با دقت کلی بیش از ۷۸ درصد، کلاس های مختلف کاربری و پوشش اراضی مانند جنگل، باغ و مرتع را تفکیک نمود. کریمی فیروزجایی و همکاران (۳۶)، به پایش و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی به منظور بررسی گسترش شهر بابل پرداختند. آنها با کمک تصاویر چند زمانه ماهواره لندست، توسط الگوریتم حداکثر مشابهت، اراضی منطقه را طبقه بندی نموده و بیان نمودند که تغییرات کاربری اراضی، روند رو به رشدی را در توسعه شهر و تخریب اراضی زراعی و فضای سبز حاشیه شهر دارد. پایش تغییرات کاربری اراضی و مدل سازی آن با کمک RS و GIS، بر اساس داده های ماهواره لندست ۷ و ۸، در مقیاس حوضه ای در منطقه تایلند، نشان داد که با آماره دقت کلی بیش از ۸۰ درصد، می توان تغییرات کلاس های زراعی و باغی را رصد نمود (۱۶). ال بیلبیلی (۵)، به پایش مکانی گسترش مناطق شهری عمان (اردن) با کمک سنجنش از دور پرداخت و با مقایسه تصویر سال های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۷، بر اساس الگوریتم نظارت شده، اعلام نمود که گسترش مناطق شهری با نرخ متوسط سالانه ۱/۷۹، موجب کاهش اراضی زراعی، پهنه کوه و سنگی شده است.

فشارهای افزایشی بر منابع طبیعی و محیط زیست در حوضه طارم، از جمله افزایش تولید محصولات گیاهی و کشاورزی (مانند سیر، کرفس، زیتون و انار)، همزمان با افزایش نرخ جمعیت، منجر به

ریزی نشده در پوشش اراضی و کاربری آنها می گردد (۷۱، ۴۲، ۲۵ و ۲). تغییرات کاربری اراضی و الگوی این تغییرات، یک فرآیند پویا و پیوسته است (۵۵)، بنابراین، تحقیقات گسترده ای در زمینه این موضوع، همراه با بررسی پیامدهای محیط زیستی و آثار اجتماعی- اقتصادی آن، در مقیاس فضایی و زمانی، می تواند به موضوع مهم و جذابی، تبدیل شود (۴۴). علاوه بر عوامل بیان شده، شرایط و ویژگی های اجتماعی- اقتصادی نیز، می تواند به تغییرات قابل توجهی در پوشش زمین و کاربری اراضی، کمک کند (۸ و ۷۱). تغییرات LULC عموماً، ناشی از عدم مدیریت زمین های کشاورزی، اراضی واقع شده در محدوده های شهری، دامنه کوهستان ها، مراتع و جنگل است که منجر به مشکلات زیست محیطی شدید، مانند زمین لغزش، سیل و غیره می شود. بنابراین، مطالعات در مورد تغییرات در کاربری اراضی و پوشش زمین های مختلف برای نظارت کلی بر محیط زیست، امری مهم و ضروری است (۴۰).

با توجه به اینکه تغییرات در کاربری اراضی و پوشش زمین، یک روند اکولوژیکی قابل توجه در سطح محلی و جهانی است، ممکن است پیامدهای مهمی برای تغییرات آینده در محیط زیست و تبعات جبران ناپذیر داشته باشد (۲). از این رو، اطلاعات مربوط به تغییرات LULC، می تواند نقش حیاتی در مدیریت منابع طبیعی ایفا کند. مطالعات پیشین و مطالعاتی که در حال حاضر، توسط سازمان ها و مؤسسات تحقیقاتی در سراسر جهان انجام می شود، عمدتاً در مورد موضوع تغییرات LULC^۱ و منابع تامین داده های مورد نیاز برای این قبیل از مطالعات (مانند فناوری سنجنش از دور)، متمرکز شده است. همان طور که توسط اولبریچ و هکندورف (۶۷)، بیان شده است، تصاویر حاصل از سنجنش از دور، مهم ترین منابع برای پایگاه داده سامانه اطلاعات جغرافیایی^۲ (GIS) می باشد. GIS یک محیط قابل انطباق برای جمع آوری داده ها، ذخیره سازی، نمایش و تجزیه و تحلیل داده های دیجیتالی مانند نقشه های LULC و از ملزومات مهم برای تشخیص تغییرات کاربری اراضی می باشد. GIS، اطلاعات دقیق و مناسبی را از نحوه توزیع فضایی (مکانی) تغییرات LULC در مناطق بزرگ فراهم می کند (۱۵ و ۷۴). روش های مختلف و متعددی برای کشف و ارزیابی LULCC^۳، مورد استفاده محققان مختلف، قرار گرفته است. در میان این روش ها، سنجنش از دور (RS^۴) و تکنیک GIS، به طور گسترده ای توسط محققان در زمینه مطالعه کاربری اراضی و بررسی تغییرات مکانی و زمانی آن، مورد استفاده قرار گرفته است (۹، ۳۲، ۴۸ و ۱۸). لمبین و همکاران (۴۱)، جنگل زدایی در

1- Land Use and Land Cover

2- Geographical Information System

3- Land Use and Land Cove Change

4- Remote Sensing

شیب شدید است. در حقیقت، طارم یک منطقه کوهستانی است (۲۰)، که ارتفاع آن از ۳۰۰ تا ۲۴۰۰ متر (نسبت به سطح دریا) با مساحت ۵۲۲۰ کیلومتر مربع است (شکل ۱).

بررسی آمار بارش ایستگاه‌های باران‌سنجی موجود در منطقه (سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۷)، نشان می‌دهد که بارندگی بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر (ارتفاعات شمالی) متغیر می‌باشد و متوسط سالانه بارش، برابر با ۳۵۶ میلی‌متر است (۶۶). قابل ذکر است که متوسط بارندگی برای ایران ۲۳۲ میلی‌متر می‌باشد (سایت دفتر مطالعات پایه منابع آب^۲). حوضه طارم، ناحیه‌ای دشتی-کوهستانی محدود به دو رشته کوه است که رودخانه اصلی و گذرنده از آن با نام قزل‌اوزن، در جهت شمال‌غربی و جنوب‌شرقی آن، جریان دارد. در این مرز و بوم، طیف گسترده‌ای از جریان‌های سطحی کم‌عمق (مسیل‌های فصلی) تا عمیق جاری می‌باشد که جریان اصلی آن از ایستگاه هیدرومتری استور در نزدیکی شهر میانه، تا ایستگاه هیدرومتری گیلوان، گسترده شده است (۶۶). شکل ۲، مسیل‌های زهکشی را نشان می‌دهد. این مسیل‌ها، با استفاده از ابزار basin موجود در محیط Arc GIS ترسیم شد که ورودی آن، نقشه رقومی سنجنده ماهواره ASTER بود.

منطقه طارم، انواع مختلفی از محصولات زراعی (بیش از ۵۰ نوع محصول)، مانند زیتون، انار، سیر، برنج و کرفس تولید می‌کند. در بخش مرکزی طارم، میزان تولید محصولات زراعی، برابر بیش از ۱۳۳۰۰۱ تن می‌باشد و سهم منطقه مطالعاتی در زمینه تولیدات کشاورزی به بیش از ۵۰ درصد از سهم تولیدات استان می‌رسد (سایت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی، سیمای کشاورزی استان^۳). با توجه به شرایط آب و هوایی مناسب برای کشاورزی، کاربری اراضی و نوع پوشش زمین، به‌سرعت تغییر نموده است.

داده‌های مورد استفاده

تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا، که توسط USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) از ماهواره لندست ۸ برای سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ ارائه شده است، برای شناسایی کاربری اراضی و پوشش گیاهی زمین مورد استفاده قرار گرفت. دو تصویر در ردیف ۱۶۶ و مسیر ۳۴ و ۳۵ منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد. پس از انجام تصحیحات اتمسفری و تأیید صحت زمین‌مرجع بودن تصاویر، آنها با یکدیگر ادغام شدند. سایر مواد مورد استفاده در تحقیق، عبارتند از: عکس هوایی از منطقه (تهیه شده از اداره جهاد کشاورزی زنجان)، داده‌های برداشت زمینی (توسط GPS)، نقشه‌های توپوگرافی استاندارد و نقشه‌های Google Earth.

تغییرات گسترده‌ای در نوع پوشش زمین‌های لخت و چراگاه‌های طبیعی شده است. این تغییرات، در نهایت پوشش طبیعی اراضی را دچار تحول و دگرگونی کرده و پوشش طبیعی اراضی را به کاربری‌های مختلف، تبدیل می‌کند. تبدیل اراضی طبیعی، به زمین‌هایی با کاربری مورد استفاده ساکنین در منطقه مورد مطالعه، تأثیرات عظیم و قدرتمندی بر زیستگاه‌های طبیعی، طبقات و گونه‌های مختلف گیاهی و حیوانی منطقه دارد و همان‌طور که توسط اسلام^۱، اشاره شده است، این قبیل تغییرات ناگهانی، تهدیدی برای اکوسیستم شکننده حوضه‌های آبریز مختلف است (۳۱). در منطقه طارم، تاکنون مطالعاتی برای بررسی تأثیر عدم مدیریت اراضی بر تخریب آنها و همچنین، بررسی اثر تغییرات کاربری اراضی، بر ویژگی‌های اقلیمی، قدرت تولید سیلاب، فرسایش و تخریب خاک صورت نگرفته است. بنابراین، اطلاعات ما در مورد تغییرات کاربری اراضی در منطقه طارم و تأثیر آن بر اکوسیستم اطراف آن، بسیار محدود است. از اینرو، در این مطالعه با فرض اینکه سال ۱۳۹۳ به‌عنوان سال پایه برای انجام تحقیق است، تغییرات LULC را از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ بررسی گردیده و از طریق انجام این فرایند، تغییراتی را که در کاربری اراضی و پوشش آنها رخ داده است، شناسایی شده است. قابل ذکر است که منطق انتخاب دوره زمانی ذکر شده، این موضوع بود که بنا به اظهار کارشناسان شرکت آب منطقه‌ای زنجان، در این محدوده نسبت به سال‌های اخیر و حداقل در دوره ۱۰ ساله گذشته، در این سال‌ها، تغییرات عمده در پوشش گیاهی و کاربری اراضی اتفاق افتاده است. در این تحقیق، از تکنیک‌های RS و ابزار GIS برای کشف، تجزیه و تحلیل LULCC با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در منطقه طارم، با هدف پاسخ به سوال «کاربری اراضی منطقه طارم در طی سال‌های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ چه تغییراتی داشته است؟» استفاده شد.

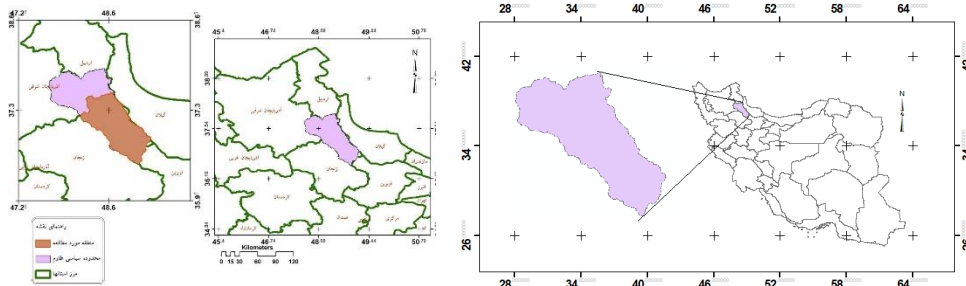
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

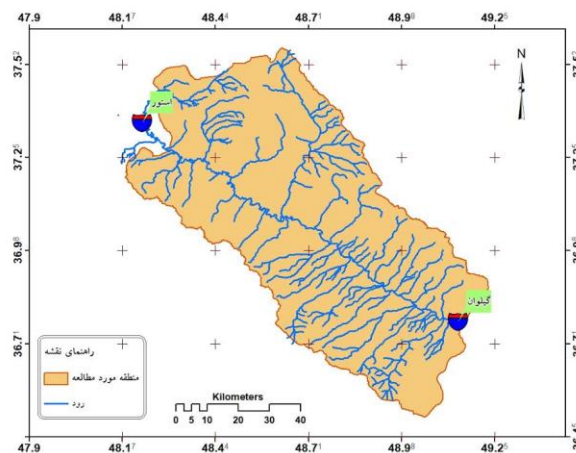
حوضه مطالعاتی طارم (بین ۴۸° و ۴۹° شمالی و ۴۸° و ۴۹° شرقی)، در محدوده‌ای که محدوده به چهار استان یعنی زنجان، گیلان، اردبیل و آذربایجان شرقی می‌باشد، قرار دارد. منطقه مذکور، از بخش جنوبی، محدود به استان‌های زنجان و از بخش شمالی، محدود به استان اردبیل است. در حالی که این حوضه توسط گیلان از سمت شرق محدود شده است، آذربایجان شرقی قسمت‌های غربی حوضه مطالعاتی طارم را پوشش می‌دهد (۲۰). بخشی از حوضه طارم که در این پروژه به عنوان محدوده مطالعاتی در نظر گرفته شده است، شامل دشت‌های کم ارتفاع و کوه‌های بلند با دامنه‌هایی دارای

2- http://wrs.wrms.ir/m3/gozaresh_print.asp

3- <https://zanrrc.ir>



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در نقشه ایران
Figure 1- Study Area in Iran map



شکل ۲- منطقه مطالعاتی طارم و رودخانه‌های جاری
Figure 2- Study area and streams

دریافتی جدا گردید. قابل ذکر است که در این مطالعه، تصحیح اتمسفری با استفاده از الگوریتم FLAASH انجام شد (۴۵).

روش شناسایی و تشخیص تغییرات کاربری اراضی

همانطور که قبلاً ذکر شد، هدف بررسی کاربری اراضی و پوشش گیاهی زمین، کشف و شناسایی تغییرات آنها با استفاده از تصاویر دیجیتال و در تاریخ‌های مختلف می‌باشد (۵۴ و ۵۶). در این مطالعه، پنج کلاس LULC به‌عنوان کلاس‌های غالب منطقه در نظر گرفته شد (جدول ۱). از هر یک از کلاس‌های LULC، حداقل ۵۰۰ نمونه برای طبقه‌بندی تصاویر جمع‌آوری شد. حدود نیمی از این نمونه‌ها که به‌عنوان "نمونه‌های آموزشی"^۲ مورد استفاده قرار گرفت. بخش دیگر داده‌ها نیز، توسط نقشه‌های کاربری اراضی موجود و تصاویر گوگل ارث با زوم بالا تهیه شدند. بسیاری از محققین نیز، این روش را توصیه نموده‌اند (۴۷، ۵۲، ۱۴ و ۱۷).

مشخصات داده‌های لندست ۸، در جدول ۱ ارائه شده است. از مجموع این ۱۱ باند، فقط آن‌هایی که در کوتاه‌ترین طول موج (باند ۱-۴ و ۸) هستند، توسط چشم غیر مسلح، قابل مشاهده هستند و باقی آنها، در قسمت طیف نامرئی هستند. به منظور جلوگیری از اثر شرایط ابرناکی و کاهش دقت تصاویر، از گزینه تعیین میزان ابرناکی، به‌عنوان معیار انتخاب تصاویر در محدوده تاریخ مورد نظر استفاده شد، زیرا تصاویری که بخشی از آنها دارای ابر باشد، می‌تواند به‌طور قابل توجهی دقت کار طبقه‌بندی را کاهش دهد.

پردازش تصاویر^۱

نرم‌افزار ENVI 5.3 برای پردازش دو تصویر منتخب از منطقه، در این پژوهش استفاده شد. با استفاده از ابزار ترکیب باندها، باندهای حرارتی و طیفی (مرئی و نامرئی) از دو تصویر، به یک لایه تبدیل شدند و با استفاده از ابزار برش، منطقه مورد نظر، از کل تصویر

2- training samples

1- Image processing

جدول ۱- نوارها (باندها)ی طیفی و مقادیر GSD مجموعه داده‌های لندست ۸ (۵۰)

Table 1- Spectral bands and GSD values of Landsat 8 datasets

مشخصات باندهای Landsat 8		
نام باند Band name	طول موج (میکرومتر) Band width (μm)	رزولوشن (متر) Resolution (m)
باند ۱- فوق آبی Band 1- Ultra blue or coastal/aerosol	0.43-0.45	30
باند ۲- آبی Band 2- Blue	0.45-0.51	30
باند ۳- سبز Band 3- Green	0.53-0.59	30
باند ۴- قرمز Band 4- Red	0.64-0.67	30
باند ۵- مادون قرمز نزدیک Band 5- Near infrared (NIR)	0.85-0.88	30
باند ۶- مادون قرمز طول موج کوتاه ۱ Band 6- Shortwave infrared (SWIR 1)	1.57-1.65	30
باند ۷- مادون قرمز طول موج کوتاه ۲ Band 7- Shortwave infrared (SWIR 2)	2.11-2.29	30
باند ۸- سیاه و سفید Band 8- Panchromatic	0.50-0.68	15
باند ۹- ابر سیروس Band 9- Cirrus	1.36-1.39	30
باند ۱۰- مادون قرمز طول موج بلند ۱ Band 10- Thermal infrared (TIRS 1)	10.60-11.19	100×30
باند ۱۱- مادون قرمز بلند ۲ Band 11- Thermal infrared (TIRS 2)	11.50-12.51	100×30

با در نظر گرفتن شرایط مورد نظر، یعنی حداقل پوشش ابر و حداکثر میزان سبز بودن در گیاهان و درختان موجود در منطقه، تصاویر مربوط به تاریخ ۲۷ اوت (۵ شهریور) برای ادامه مراحل تحقیق انتخاب شد.

Considering the conditions, ie minimum cloud cover and maximum in the study area, images of August 27 were selected to continue the investigation.

لندست ۸ که دارای تاریخ‌های برداشت مختلف (اما دوره برداشت یکسان) هستند، با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر درست‌نمایی^۲ مقایسه شدند. روش حداکثر درست‌نمایی، یکی از کارآمدترین روش‌های طبقه‌بندی تصاویر می‌باشد (۳۳) و در مطالعات محققین بسیاری نیز به آن اشاره شده است (۳۷ و ۶۱). در این روش طبقه‌بندی، دو یا چند تصویر با تاریخ‌های مختلف به‌طور جداگانه دسته‌بندی می‌شوند (۶۲، ۴۹ و ۷۰). تصویر اول، تحت عنوان تصویر پایه، نام‌برده می‌شود و سایر تصاویر (که تاریخ متفاوتی دارند)، با تصویر پایه مقایسه می‌شوند.

قابل ذکر است که نمونه‌های آموزشی تهیه شده از سراسر منطقه، از تمام ناحیه طارم به‌طور یکنواخت برداشت شد. برای افزایش دقت نمونه‌ها، تلاش گردید که نمونه‌های انتخابی، از مناطقی با شیب و ارتفاع مختلف جمع‌آوری گردد. در این تحقیق، از نرم‌افزار ENVI 5.3 برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و تولید ماتریس خطا به منظور بررسی صحت نقشه‌های تولیدی، استفاده شد.

برای تفکیک پیکسل‌های تصاویر لندست در روش طبقه‌بندی نظارت شده، نیاز به نمونه‌های تعلیمی بود و طی بازدیدهای میدانی و همچنین، با کمک نمونه‌گیری در نرم‌افزار گوگل ارث، این نمونه‌ها تهیه شد. نمونه‌ها در پنج کلاس متفاوت و طبق توضیحات ارائه شده در جدول ۲ انتخاب گردیدند.

به‌عنوان ورودی نرم‌افزار ENVI، دو مجموعه داده از تصاویر

- 1- supervised classification
- 2- Maximum likelihood

جدول ۲- طرح طبقه‌بندی پوشش زمین
Table 2- Land cover classification scheme

توضیح	توضیح
Description	Landuse classes
اراضی بایر، خاک لخت بدون پوشش گیاهی، جاده‌ها و مسیرهای خاکی، اراضی مسکونی و صنعتی	زمین‌های بایر Bare land
اراضی با پوشش درخت (طبیعی مانند جنگل) و مصنوعی مانند باغات احداث شده (زیتون، انار، به و ...)	جنگل Forest
Lands covered with trees (natural such as forest) and artificial like gardens (olive, pomegranate, etc.)	
اراضی کوهستانی مرتفع، پهنه سنگی و صخره	کوهستان Mountain
Highlands, rocky terrain and cliff	
اراضی تحت زراعت و شالیزارها	زراعی Vegetation
Agricultural land and paddy fields	
مسیل‌های موقت و دائمی جریان، رود و رودخانه	پهنه آبی Water body
Temporary and permanent rivers and streams	

می‌شود و فرض می‌شود که هر کلاس کاربری در هر باند، تابع توزیع نرمال می‌باشد. در این روش، احتمال تعلق یک پیکسل مشخص، به یک کلاس مورد نظر را بر اساس معادله نشان داده شده در رابطه ۱ محاسبه می‌کند (۲۳).

$$g_i(x) = \ln p(w_i) - \frac{1}{2} \ln \left| \sum_i i \right| - \frac{1}{2} (x - m_i)^T \sum_i x i^{-1} (x - m_i) \quad (1)$$

در رابطه فوق، i نشانگر هر کلاس کاربری می‌باشد. X ، داده n بعدی است (n ، تعداد باندها می‌باشد). پارامتر $p(w_i)$ احتمال اینکه کلاس w_i در تصویر وجود داشته باشد را محاسبه می‌کند و فرض شده است که مقدار آن برای همه کلاس‌ها یکسان است. $|\sum_i i|$ ، دترمینان ماتریس کوواریانس داده‌ها در کلاس w_i ، $\sum_i i^{-1}$ ، ماتریس معکوس آن و m_i نیز، بردار میانگین است.

برای محاسبه و اندازه‌گیری تغییرات بزرگی هر یک از کلاس‌های LULC، تفاضل مساحت محدوده هر کلاس در سال دوم (۱۳۹۶) از مساحت سال اول (یا تصویر پایه سال ۱۳۹۳) و بر اساس رابطه ۲ محاسبه می‌شود:

$$MC = A_{i2} - A_{i1} \quad (2)$$

در رابطه فوق، MC = بزرگی تغییرات، A_{i2} و A_{i1} نیز به ترتیب، مساحت کلاس i در سال دوم و مساحت آن کلاس در تصویر پایه (سال اول) است. با تقسیم نتیجه معادله ۲ بر مقدار مساحت آن کلاس در سال پایه (و ضرب در ۱۰۰)، روند یا درصد تغییر^۵ هر کلاس محاسبه می‌شود (معادله ۳).

$$PC = (MC/A_{i1}) \times 100 \quad (3)$$

بر اساس گفته جنسن (۳۴)، ارزیابی دقت تصاویر برای اطمینان از نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی، امری ضروری است. برای به دست آوردن بهترین نتایج برای طبقه‌بندی تصاویر (به عنوان مثال اطلاعات موجود در تصاویر لندست ۸)، تعدادی از عوامل مانند انتخاب بهترین روش طبقه‌بندی و پیش‌پردازش^۱ تصاویر، باید مورد توجه قرار گیرد (۶۵ و ۷۳). از سوی دیگر، تصحیح هندسی و رادیومتری با استفاده از روش‌های مناسب بر روی تصاویر دریافت شده، بخش مهمی از اجرای تکنیک‌های RS برای استخراج بهترین نتایج است (۶۵ و ۷۶). در مطالعه حاضر، پس از جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی برای هر کلاس و بررسی صحت هندسه تصاویر لندست ۸ (از نظر زمین مرجع بودن)، در مرحله بعدی پیش‌پردازش داده‌ها، مقادیر DN^2 تصاویر، باید با استفاده از الگوریتم مناسبی مانند FLAASH^۳ به مقادیر بازتاب در محل ماهواره، تبدیل شوند. این الگوریتم برای از بین بردن اثرات اتمسفر، که توسط پراکنش و جذب مولکولی ذرات موجود در اتمسفر در هنگام تابش و در حسگر در هنگام بازتاب از سطح استفاده می‌شود (۶۲). در این مطالعه از الگوریتم مذکور و به کمک ماژول تصحیح اتمسفری موجود در ENVI، صورت پذیرفت. توضیح کاملی از روش انجام کار و روابط مورد استفاده در تصحیح، توسط اندرسون و همکاران (۶) تشریح شده است. برای کلاس‌بندی تصاویر نیز، از روش حداکثر درست‌نمایی که یک روش نظارت‌شده و پر کاربرد است، استفاده شد (۱۳، ۱۴، ۴۰ و ۵۹). در این روش، از پارامترهای آماری برای هر دسته (کلاس) از کاربری اراضی استفاده

1- pre-processing

2- Digital Number

3- Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes

4- Magnitude change

5- Percentage Change

نهایت، الگوی تغییرات در طی این دوره سه ساله، شناسایی شد.

نتایج

استخراج پارامترهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی

پس از اعمال روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال یا درست‌نمایی، مطابق مطالعات پیشین (۳۸ و ۶۴)، ماتریس خطا توسط نرم‌افزار تولید و بر اساس مقادیر داخل این ماتریس آماره‌های ضریب کاپا و دقت کلی، ارزیابی دقت نتایج تهیه شده، انجام شد. در مطالعه حاضر نیز از پارامترهای مذکور که بر اساس مقایسه نمونه‌های تصادفی از منطقه و پیکسل‌های طبقه‌بندی شده به‌دست می‌آید، استفاده شد (جدول ۳).

دقت کلی و آماره کاپا برای طبقه‌بندی نظارت شده

بررسی صحت طبقه‌بندی تصاویر به روش نظارت‌شده برای دو تایم فریم مختلف (۱۳۹۳ و ۱۳۹۶) که از طریق ابزار ارزیابی دقت تصاویر به‌دست آمد، نشان می‌دهد که بالاترین مقدار دقت کل، برای طبقه‌بندی تصاویر سال ۲۰۱۴ بود (۹۲/۱۶ درصد). این آماره برای سال ۲۰۱۷ برابر با ۸۹/۱۹ بود که البته، هم‌چنان نشان‌دهنده صحت طبقه‌بندی است. آماره کاپا نیز، برای سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷، به‌ترتیب برابر با ۰/۸۹ و ۰/۸۵ بود که هر دو، در محدوده مورد تأیید قرار دارند (۵ و ۵۸).

جدول ۳- بررسی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶

Table 3- Accuracy assessment of produced maps (2014-2017)

آماره طبقه‌بندی		سال
صحت کلی	ضریب کاپا	Year
Overall accuracy	Kappa coeff.	
92.16 %	0.89 %	2014
89.19 %	0.85 %	2017

بر اساس مقادیر محاسبه شده، می‌توان دریافت که خروجی‌های حاصل از الگوریتم مورد استفاده مطلوب می‌باشد و این موضوع با نتایج به‌دست آمده توسط محققان مختلف مطابقت دارد (۵، ۱۳ و ۵۸).

شناسایی کلاس‌های LULC و برآورد تغییرات

پس از تأیید دقت و کیفیت تفکیک پیکسل‌ها، بر اساس اطلاعات پیشین و بررسی‌های میدانی، نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی منطقه مطالعاتی طارم که شامل اطلاعات مربوط به توزیع فضایی کلاس‌های LULC می‌باشد، تهیه شد.

در نهایت، به‌منظور درک میزان تغییرات (نرخ تغییرات) سالانه هر کلاس، همان‌طور که در معادله ۴ نشان داده شده است، مساحت کلاس مورد نظر در سال دوم (در تحقیق حاضر، سال ۱۳۹۶) از مساحت آن کلاس در سال پایه کسر شده و سپس، تقسیم بر تعداد سال بین دو تاریخ مورد نظر خواهد شد:

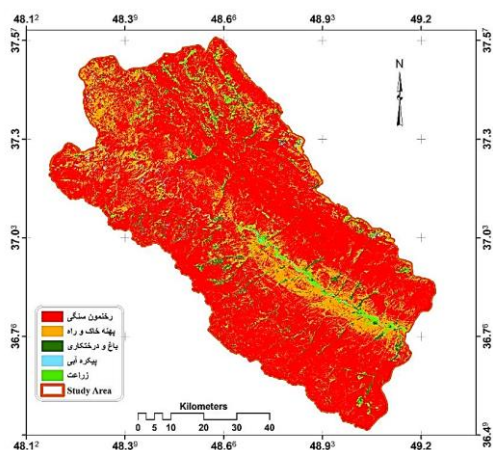
$$ARC = MC/N \quad (4)$$

که در رابطه ۴، متغیر N، تفاوت فاصله زمانی بین دو سال مورد نظر می‌باشد. به‌عنوان مثال، در این مطالعه، فاصله زمانی بین ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶، برابر با ۳ سال است.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

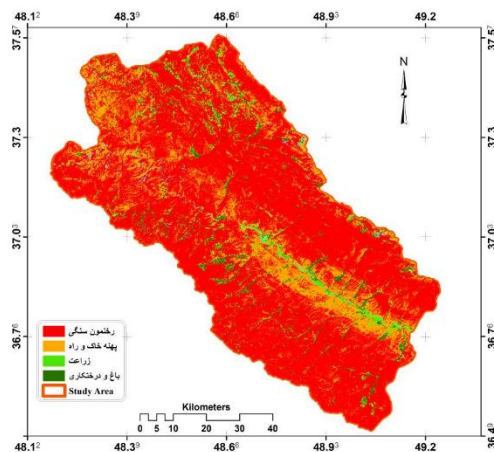
برای برآورد دقت روش طبقه‌بندی مورد استفاده (طبقه‌بندی نظارت شده)، برای هر دو تصویر با استفاده از نرم‌افزار ENVI v5.3، بررسی دقت تصاویر انجام شد. ماتریس خطا^۲ و آماره کاپا^۳، از داده‌های مرجع (نمونه‌های آموزشی) و داده‌های حاصل از تصاویر طبقه‌بندی شده (پیکسل‌های طبقه‌بندی شده)، با استفاده از خروجی ماتریس خطا در نرم‌افزار تولید شد. قابل ذکر است که در ماتریس خطا، ردیف‌های ماتریس، بیانگر طبقات در تصویر کلاس‌بندی شده، می‌باشند و هر ردیف ماتریس نیز، بیانگر طبقاتی هستند که بر اساس مقادیر نمونه‌های آموزشی، به نرم‌افزار معرفی شده است. با استفاده از مقادیر داخل ماتریس خطا، مقدار صحت کلی^۴ محاسبه شد. این آماره، حاصل تقسیم مجموع ورودی‌ها در قطر اصلی تقسیم بر تعداد پیکسل‌های آزمون شده می‌باشد (۳۹). ضریب کاپای توافقی نیز، از طریق روش تشریح شده در مقاله عفیفی، محاسبه می‌شود (۱). قابل ذکر است که ضریب کاپا، میزان دقت را بر خلاف روش دقت کلی، بر اساس تمامی پیکسل‌هایی که درست و غلط طبقه‌بندی شده‌اند محاسبه می‌نماید. آماره کاپا نیز، مکانیسمی برای اندازه‌گیری بین داده‌های صحت‌سنجی و داده‌های دسته‌بندی شده توسط کاربر می‌باشد که مقدار آن اگر بین ۰/۸۱ تا ۱ باشد، بیانگر تطابق کامل بین داده‌های طبقه‌بندی شده و داده‌های صحت‌سنجی (مشاهده شده) است (۴، ۴۴، ۶۹ و ۷۲). پس از طبقه‌بندی پیکسل‌ها توسط الگوریتم نام برده و تأیید دقت تولید نتایج، تصاویر یا همان نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶، بر اساس کلاس‌های LULC ذکر شده، نقشه‌های مربوطه در ArcMap 10.5 تهیه شد. پس از تهیه نقشه‌ها، به‌منظور شناخت الگوی کاربری اراضی طارم، مساحت کلاس‌های مختلف LULC برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶ تهیه و در

- 1- Annual Rate of Change
- 2- Error matrix
- 3- Kappa statistics
- 4- Overall accuracy



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی (سال ۱۳۹۶)

Figure 4- LULC map (2017)



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی (سال ۱۳۹۳)

Figure 3- LULC map (2014)

برون‌زدگی سنگی است. این بخش‌های کوهستانی، مساحت زیادی از منطقه مطالعاتی را به خود اختصاص داده است و به همین سبب، در آنها امکان زراعت و باغبانی وجود ندارد. بخش‌های نشان داده شده با رنگ سبز و سبز روشن، اراضی کشاورزی (کلاس پوشش درختی مانند جنگل و کلاس پوشش گیاهی زراعی) بود. قابل ذکر است که عموماً کلاس اراضی زراعی، در اطراف رودخانه قزل‌اوزن و مسیل‌های منتهی به آن، مشاهده می‌شود. دلیل آن نیز، ارتفاع کم و وجود خاک حاصلخیز است.

در جدول فوق، منظور از پیکسل‌های ناشناخته نیز، پیکسل‌هایی است که در هیچ‌کدام از کلاس‌های نام‌برده، طبقه‌بندی نشده است و دلیل آن را می‌توان عدم توانایی روش مورد استفاده در تفکیک پیکسل‌ها و یا در ابری بودن این نواحی، در هنگام برداشت تصاویر توسط سنجنده OLI بیان نمود. نتایج بررسی مساحت انواع کاربری اراضی سال ۱۳۹۶ نیز، در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس مقادیر داخل جدول می‌توان دریافت که بالاترین رده از نظر اختصاص مساحت در کل منطقه، همانند سال ۱۳۹۳، برای کلاس پهنه کوه و برون‌زدگی سنگی بود (۳۵۳۲ کیلومتر مربع، معادل ۶۷/۷ درصد از کل مساحت). اراضی باقیمانده نیز در کلاس‌های اراضی بایر (۲۳/۲۱ مساحت)، در صد، جنگل (۲/۷۳ درصد)، گیاه و زراعی (۴/۳ درصد) و پیکره آبی (۱/۷۵ درصد) طبقه‌بندی شد. پیکسل‌های ناشناخته و دسته‌بندی نشده‌ای نیز در این سال شناسایی شد که ۰/۳۱ درصد از مساحت کل منطقه را به خود اختصاص داد. به‌طور کلی، می‌توان بیان نمود که از مجموع مساحت ۵۲۲۰ کیلومتر مربعی منطقه مورد مطالعه، بیش‌ترین نوع پوشش فیزیکی اراضی، متعلق به کلاس کوهستانی و برون‌زدگی سنگی می‌باشد (۶۷ درصد) و بنابراین، کم‌ترین میزان تغییرات در این طبقه مورد انتظار بود.

بر اساس این نقشه‌ها، مساحت هر کلاس و شناسایی تغییرات کلاس‌های مختلف در طول دوره زمانی مورد مطالعه محاسبه گردید. نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش گیاهی زمین که از تصاویر سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶ به‌دست آمد، در شکل‌های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

پس از اعمال پیش‌پردازش‌ها و تولید نقشه‌ها، نحوه تغییرات در مساحت کلاس‌های مختلف کاربری اراضی برای تاریخ‌های مورد نظر محاسبه شد و نتیجه در ادامه ارائه شده است.

الگوی کاربری اراضی طارم در سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶

توزیع فضایی کلاس‌های LULC در محدوده مورد مطالعه طارم، برای سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۶، در جدول ۳ ارائه شده است. قابل ذکر است که مساحت محدوده مورد بررسی، ۵۲۲۰ کیلومتر مربع بود. از مجموعه کلاس‌های پنج‌گانه شناسایی شده در منطقه، کلاس پهنه کوه و برون‌زدگی سنگی، با ۳۵۳۲ کیلومتر مربع پوشش (۶۲/۷۵ درصد از کل مساحت منطقه مطالعاتی) بالاترین رده را در سال ۱۳۹۳ به خود اختصاص داد. کلاس یا طبقه اراضی بایر، با وسعت ۱۲۹۵ کیلومتر مربع (۲۴ درصد) و پوشش گیاهی زراعی با وسعت ۱۹۴/۶ کیلومتر مربع (۳/۷ درصد) در رده‌های بعدی قرار دارند. سایر کلاس‌های LULC مورد نظر در منطقه نیز عبارت بودند از کلاس جنگل و پوشش باغی (۲/۷ درصد پوشش) و کلاس پهنه آبی (۱/۴ درصد پوشش)، در حالی که پیکسل‌های ناشناخته مساحتی در حدود ۸ کیلومتر مربع را که معادل با ۰/۱۵ درصد از مساحت اراضی مورد مطالعه است، به خود اختصاص می‌دهد. در شکل ۳، نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۳ ارائه شده است. در این شکل، بخش‌های زرد تیره نشان‌دهنده اراضی بایر و بخش‌های قرمز، نشانگر مناطق کوهستانی و

دارای افزایش در مساحت بود که علت آن را در منطقه جست و جو نمودیم. نهایتاً نتیجه شد که این افزایش در مقدار اراضی پوشیده شده با آب، به سبب رهاسازی آب از سد بالادست منطقه (سد مراش) می‌باشد.

دومین طبقه که بیش‌ترین مساحت اراضی را در سال ۱۳۹۶ به خود اختصاص داده است، تحت عنوان اراضی بایر معرفی گردید که در طول دوره مورد بررسی، با کاهش ۸۳ کیلومتر مربع در طول سه سال، مواجه شده است. طبقه پیکره آبی نیز در طول دوره مورد مطالعه

جدول ۳- توزیع کلاس‌های LULC در طارم برای سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۶
Table 3- LULC Distribution and classes of Tarom from 2014-2017

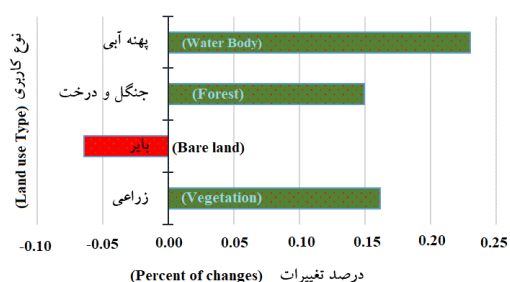
کلاس‌های کاربری اراضی Land use classes	کاربری اراضی سال ۱۳۹۳ Land use 2014		کاربری اراضی سال ۱۳۹۶ Land use 2017	
	مساحت (کیلومتر مربع) Area (KM ²)	درصد از مساحت % of Area	مساحت (کیلومتر مربع) Area (KM ²)	درصد از مساحت % of Area
	۱ اراضی بایر Bare land	1295	24 %	1212
۲ جنگل و درختکاری Forest	124	2.7 %	142.5	2.73 %
۳ کوهستان و سنگ Mountain and rock	3524	67.5 %	3532	67.7 %
۴ زراعی Vegetation	194.6	3.7 %	226	4.3 %
۵ پیکره آبی Water body	74.4	1.4 %	91.5	1.75 %
۶ ناشناخته Unknown	8	0.15 %	16	0.31 %
مجموع Total	5220	100 %	5220	100 %

جدول ۴- تغییرات کاربری اراضی (۱۳۹۳-۱۳۹۶)
Table 4- Land Use Change (2014-2017)

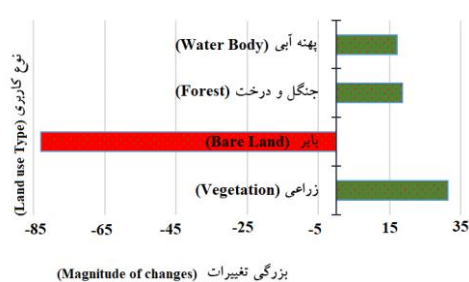
کلاس‌های کاربری اراضی Land use classes	تغییرات کاربری اراضی (۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶) Land use changes (2014-2017)		
	بزرگی تغییرات (کیلومتر مربع) Changes magnitude (KM ²)	درصد تغییرات % of changes	نرخ سالانه تغییرات Annual rate of change
	۱ اراضی بایر Bare land	83 (-)	6.41 (-)
۲ جنگل و درختکاری Forest	18.5 (+)	14.92 (+)	6.17
۳ زراعی Vegetation	31.4 (+)	16.14 (+)	10.46
۴ پیکره آبی Water body	17.1 (+)	22.98 (+)	5.7
۵ کوهستان و سنگ Mountain and rock		NA	
۶ ناشناخته Unknown			

علائم (+) و (-) در جدول شماره ۴، نشان‌دهنده افزایش و کاهش تغییرات در میزان مساحت کاربری اراضی مختلف و در فواصل زمانی مورد نظر است و "NA" نیز، به عدم تغییر در کلاس‌ها اشاره می‌کند.

The (+) and (-) symbols in Table 4 indicate the increase and decrease in changes in the area of land use at different intervals, and the "NA" also indicates no change in the classes.



شکل ۶- درصد تغییرات کاربری اراضی طارم
Figure 6- Percent of Relative change in land use in Tarom



شکل ۵- تغییرات نسبی کاربری اراضی طارم
Figure 5- Relative change in land use in Tarom

می تواند به عنوان تهدید جدی برای پایداری اکوسیستم منطقه طارم در نظر گرفته شود.

بحث و نتیجه گیری

در مطالعه حاضر، با هدف تعیین انواع کاربری اراضی و مساحت هر کدام از کلاس های پوشش اراضی منطقه مطالعاتی طارم، از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان داد که طبقه بندی پیکسل های برداشت شده توسط سنجنده ماهواره لندست، با کمک روش نظارت شده حداکثر درست نمائی، گزینه مناسبی برای مطالعات و بررسی کاربری اراضی، تغییرات آن در بستر زمان و مدل سازی تغییرات زیست محیطی است (۳۵). نتیجه بررسی فلاح سورکی و اکبری (۲۲) و موهاججه^۲ (۵۱)، تایید می کند که با کمک الگوریتم MLC، می توان با دقت بالایی، نقشه های کاربری اراضی را تولید نمود. هم چنین، اطلاع از نسبت کاربری های و ارزیابی نحوه تغییرات انواع کاربری اراضی با استفاده از تصاویر برداشت شده در زمان های مختلف (چند زمانه) یکی از مهم ترین اطلاعات مورد نیاز در برنامه ریزی و سیاست گذاری حفاظت از منابع آب و خاک می باشد که توسط محققین دیگر نیز بیان گردیده است (۷ و ۱۸). داده های ماهواره لندست ۸، اخیراً به یکی از پرکاربردترین منابع اطلاعاتی در مطالعات پوشش زمین تبدیل شده است و قدرت تفکیک مکانی و طیفی نسبتاً خوب این داده ها (۳۰ متر)، می تواند اطلاعات خوبی را در اختیار محققان رشته های مختلف قرار دهد (۳). در تحقیق ارائه شده، به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی رخ داده در طی یک دوره سه ساله در منطقه طارم استان زنجان پرداخته شد. این مطالعه برای درک و اکتشاف میزان تغییرات کاربری اراضی محدوده مطالعاتی مورد نظر و به کمک روش سنجش از دور و تکنیک GIS، انجام شد. این روش ساده و کم هزینه، می تواند در مدیریت و برنامه ریزی کاربری

به عنوان بخش نهایی تحقیق، سناریوهای تغییرات بین تایم فریم های^۱ مورد بررسی، در جدول ۴ ارائه شده است. کمترین نرخ تغییرات سالانه در طی دوره آماری مورد بررسی، متعلق به کلاس پیکره آبی بود و بیشترین نرخ تغییرات نیز در مجموعه زمین های بایر اتفاق افتاده است و ضمن تخریب این اراضی، احداث باغ های زیتون و انار و سیب و امثالهم و افزایش اراضی تحت زراعت آبی، در منطقه مشاهده شد.

تغییرات نسبی در کاربری اراضی منطقه طارم

تغییرات نسبی در کاربری اراضی منطقه مطالعاتی (شکل ۵)، براساس داده های جدول ۴ ارزیابی شد. تغییرات نسبی در سال های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ برخی الگوهای نامنظم را در این منطقه نشان داد. تغییر کاربری اراضی و پوشش گیاهی در این دوره، تغییرات مثبت را در برخی کلاس ها تایید می کند. حدود ۳۱/۴ کیلومتر مربع به وسعت اراضی داری پوشش گیاهی (در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۶) افزوده شده است که نشان دهنده تغییر مثبت ۱۶/۱۴ درصدی بود (شکل ۶). در حالی که کاهش ۸۳ کیلومتر مربع، (۶/۴ درصد) در مساحت اراضی بایر مشاهده شد (بر اساس مقادیر جدول ۴). اما بررسی درصد تغییرات در مساحت جنگل ها و مناطق درختکاری شده (مانند زیتون و دیگر درختان ذکر شده در بخش معرفی منطقه) از سال ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ نشان دهنده روند مثبت در این کلاس کاربری اراضی است (۱۴/۹۲ درصد که مساحتی بیش از ۱۸ کیلومتر مربع را شامل می شود). در طول دوره زمانی مورد مطالعه، تغییرات مثبت (۲۲/۹۸ درصد) در مساحت پیکره (بهنه) آبی تعیین شد و این افزایش پیکره آبی، به دلیل رهاسازی آب ذخیره شده از سد مراش (در منطقه بالادست طارم) در طی ماه های خرداد تا مرداد است. بر اساس نتایج به دست آمده، تغییراتی که در کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه رخ داده است،

گذار باشد. با توجه به اینکه عموماً تغییرات اراضی بایر به اراضی زراعی و درختکاری شده، در سطوح شیب‌دار منطقه اتفاق افتاده است، با توجه به نتایج سایر محققان مانند آذرتاج و همکاران (۱۳۹۷)، این امر، حجم رواناب تولیدی را می‌تواند افزایش داده و بر این اساس، میزان ضریب رواناب نیز افزایش می‌یابد (۱۰)، که پیشنهاد می‌گردد به عنوان ادامه مراحل تحقیق حاضر، برای مطالعات آتی، این موضوع مد نظر گیرد. در مراتع دست خورده، غلظت رسوب عموماً افزایش می‌یابد و موجب هدررفت خاک گردد، که این امر توسط سایر محققان نیز تایید شده است (۱۱ و ۳۰). با این تغییرات در حال افزایش در منطقه مورد مطالعه، باید انتظار داشت که پتانسیل سیل‌خیزی در آن و به‌ویژه در مناطقی که اراضی بایر آن در حال تغییر است افزایش یافته و با توجه به کاهش کیفیت مراتع (تبدیل به اراضی تحت کشاورزی)، حداکثر دبی سیلاب و توان فرسایش خاک نیز افزایش یابد. چنین نتیجه‌ای در تحقیق حسینی همکاران که اخیراً و در سال ۱۳۹۸ انجام شده نیز تایید شده بود (۲۸). به‌منظور بحث بیش‌تر در زمینه کیفیت تصاویر تولید شده، می‌توان بیان نمود که اگر چه دقت کلی و ضریب کاپای محاسبه شده در این مطالعه، در محدوده مقادیر رضایت‌بخشی بود (۴ و ۵۸)، اما همچنان، مسائلی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرد. با توجه به این موضوع که تصاویر دریافتی، باید در حد امکان پوشش ابر نداشته باشد، اگرچه فیلتر ابرناکی زیر ۱۰ درصد انتخاب گردید، اما بخش‌های بسیار کمی از منطقه، پیکسل‌های ناشناخته را داشت که می‌تواند به‌عنوان منبع خطا مورد بررسی و توجه قرار گیرد. از آنجایی دسترسی به تصاویر با کیفیت بالا همواره دغدغه‌ای برای انجام مطالعات با کمک تصاویر ماهواره‌ای است، لذا استفاده از تصاویر لندست ۸، که به صورت رایگان در اختیار است، می‌تواند به‌عنوان منبع مهم داده، مورد استفاده قرار گیرد. به‌سبب توالی زمانی برداشت‌های تصاویر در مجموعه ماهواره‌های لندست، می‌توان آنها را به صورت سری زمانی در اختیار مدل‌های پیش‌بینی یا ماژول پیش‌بینی نرم‌افزار ENVI قرار داد و بر اساس روش‌هایی مانند زنجیره مارکف، تغییرات احتمالی کلاس‌های کاربری اراضی و شاخص‌های گیاهی منطقه را برای دوره‌های آتی و بر اساس الگوهای پیشین، پیش‌بینی نمود (۱۹، ۲۹ و ۵۳). بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای منطقه مورد مطالعه، ضمن استفاده از اطلاعات ثبت شده توسط سایر سنجنده‌ها، از الگوریتم پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شده و ضمن مقایسه نتایج، الگوی تغییرات احتمالی آتی نیز تعیین گردد. این کار می‌تواند علاوه بر ارائه دیدی کلی از وضعیت آسیب‌پذیری منطقه، به‌منظور مدیریت بهتر منابع طبیعی و حفاظت از اکوسیستم منطقه (۵۷)، بسیار حائز اهمیت باشد.

اراضی مورد استفاده قرار گیرد (۱۲، ۲۱، ۴۸ و ۶۰). تعداد کاربری اراضی موجود، با توجه به بازدهی‌های میدانی و نقشه‌های موجود و شرایط فعلی منطقه، برای تهیه نقشه کاربری اراضی به پنج کلاس مختلف تقسیم و نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که برداشت نمونه‌های کافی از طبقات مختلف پوشش گیاهی زمین و کاربری اراضی، احتمال تعلق صحیح هر یک از پیکسل‌های تصویر دریافتی از ماهواره، به طبقات مناسب و صحیح را افزایش می‌دهد و بنابراین، حصول نتایج مناسب از طبقه‌بندی تصاویر به کمک روش نظارت‌شده حداکثر احتمال، در گرو نمونه‌های تعلیمی کافی و مناسب است. از سوی دیگر، کیفیت نقشه‌های تهیه شده، به قدرت تفکیک طیفی و پردازش‌های مناسب پیش و پس از طبقه‌بندی وابسته بود. با نظر گرفتن قدرت تفکیک مکانی تصاویر لندست ۸ که در این تحقیق استفاده شد (۳۰ متر)، دقت نقشه‌های تهیه شده نیز متناسب با همین کیفیت بود (۵). دقت طبقه‌بندی کلی، برای سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۶ به‌ترتیب برابر با ۹۲/۱۶ و ۸۹/۱۹ محاسبه شد. آماره ضریب کاپا نیز برای این سال‌ها به ترتیب ۰/۸۹ و ۰/۸۵ به‌دست آمد که مقادیر بیان شده، می‌تواند روش انتخاب شده برای طبقه‌بندی پیکسل‌های برداشت شده از منطقه را با روش نظارت شده، رضایت‌بخش اعلام نماید. هاشمی نسب و همکاران در سال ۱۳۹۷ و محققان دیگری نیز بیان نموده‌اند که محدوده ۰/۸۵، به‌معنای توافق مناسب بین پیکسل‌های طبقه‌بندی شده و موقعیت آنها در انواع طبقات کاربری موجود در زمین است (۲۷، ۴۳، ۶۳ و ۶۸). قابل ذکر است که بخش‌هایی از منطقه طارم که امکان افزایش اراضی زراعی و باغی را دارد، تحت فشارهای مختلفی مانند افزایش نرخ جمعیت قرار گرفته است و زمین‌های این منطقه، تبدیل به کاربری‌های متفاوتی نسبت به شرایط طبیعی آن شده است. همچنین، در دوره سه ساله منتخب، با رهاسازی آب از سد بالادست منطقه مطالعاتی، مقدار آب در رودخانه گذرنده از منطقه افزایش یافته و این امر موجب شده تا با انتقال آب از رودخانه قزل‌اوزن به اراضی مرتفع و بخش‌هایی که قبلاً در آنها زراعت و درختکاری انجام نمی‌گردید، مساحت اراضی بایر کاهش یافته و زمین‌های تحت کشت، افزایشی را در حدود ۱۰ درصد به صورت سالانه داشته باشد. تعیین روند تغییرات استفاده از زمین در این مطالعه، به‌ویژه تخمین میزان درصد افزایش مساحت زمین‌های زراعی و درختکاری شده و از سوی دیگر، محاسبه میزان کاهش سطح زمین‌های بایر و مراتع طبیعی، می‌تواند به سیاست‌گذاران برای تصمیم‌گیری مناسب در مورد نحوه گسترش اراضی و تخریب اراضی طبیعی کمک شایانی نماید. زیرا، این تغییرات علاوه بر تاثیر در مقدار تولید رواناب، می‌تواند بر میزان فرسایش خاک‌های اراضی بایر نیز تاثیر

- 1- Afify H.A. 2011. Evaluation of change detection techniques for monitoring landcover changes: a case study in new Burg El-Arab area. *Alexandria Engineering Journal* 50: 187–195.
- 2- Agarwal C., Green G.M., Grove J.M., Evans T.P., and Schweik C.M. 2001. A Review and Assessment of Land-Use Change Models Dynamics of Space, Time, and Human Choice. CIPEC Collaborative Report Series No. 1, Center for the Study of Institutions Population, and Environmental Change Indiana University.
- 3- Akbari E., Zangane Asadi M.A., and Taghavi E. 2016. Change detection on land use and land cover regional neyshabour using Different methods of statistical training theory. *Geographical Planning of Space* 6(20): 35-50. (In Persian with English abstract)
- 4- Akyürek D., Koç O., Akbaba E.M., and Sunar F. 2018. Land use/Land Cover Change Detection Using Multi-Temporal Satellite Dataset: A case Study in Istanbul New Airport. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-3/W4, Geo Information for Disaster Management, 18–21 March, Istanbul, Turkey.
- 5- Al-Bilbisi H. 2019. Spatial Monitoring of Urban Expansion Using Satellite Remote Sensing Images: A Case Study of Amman City, Jordan. *Sustainability* 11(8): 1-14. doi:10.3390/su11082260.
- 6- Anderson G.P., Felde G.W., Hoke M.L., Ratkowski A.J., et al. 2002. MODTRAN4-based atmospheric correction algorithm: FLAASH (fast line-of-sight atmospheric analysis of spectral hypercubes). In *Algorithms and Technologies for Multispectral, Hyperspectral, and Ultra Spectral Imagery VIII* (Proceedings of SPIE); She SS, Lewis P., Eds.; Society of Photo Optics: Orlando FL, USA: 65–71.
- 7- Asghari Saraskanroud S., Aghayary L., and Pirouzi E. 2018. Study of land use change and its effect on erosion in Nir city using GIS and RS (Case study: Nir county). *Journal of RS and GIS for Natural Resources* 8(4): 49-62. (In Persian with English abstract)
- 8- Aspinall R. 2004. Modelling land use change with generalized linear models– A multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal of Environmental Management* 72: 91–103.
- 9- Avci Z.D.U., Karaman M., Ozelkan E., and Papila I. 2011. A Comparison of Pixel-Based and Object-Based Classification Methods, a Case Study: Istanbul, Turkey. 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Sydney, Australia.
- 10- Azartaj E., Rasoolzade A., and Esmali oori A. 2014. Investigation of the Impact of Land Use Changes on Soil Erosion and Surface Runoff Using Precipitation Simulation (Case Study: Band Almas, Ardabil Province). 1st National Conference on Sustainable Management of Soil and Environmental Resources. 10-11 Sep. 2003. Shahid Bahonar University, Kerman, Iran.
- 11- Azartaj E., Rasoulzadeh A., and Asghari A. 2018. Investigation of land use change effect on runoff and soil erosion using rainfall simulation in Heiran area, Ardabil. *Watershed Engineering and Management* 10(1): 1-13. (In Persian with English abstract)
- 12- Baatz M., and Schäpe A. 1999. Multiresolution Segmentation: An Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation, XI. *Beitrage zum AGIT Symposium*, Salzburg, Germany.
- 13- Benedictsson J.A., Swain P.H., and Ersoy O.K. 1990. Neural Network Approaches versus Statistical Methods in Classification of Multisource Remote Sensing Data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 28(4): 540–551.
- 14- Brandt J.S., Haynes M.A., Kuemmerle T., Waller D.M., and Radeloff V.C. 2013. Regime shift on the roof of the world: alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas. *Biological Conservation* 158: 116–127.
- 15- Carlson T.N., and Azofeifa S.G.A. 1999. Satellite Remote Sensing of land Use changes in and around San Jose', Costa Rica. *Remote Sensing of Environment* 70: 247–256.
- 16- Chaikaew P. 2018. Land Use Change Monitoring and Modelling using GIS and Remote Sensing Data for Watershed Scale in Thailand. *IntechOpen*, 165-181. DOI: 10.5772/intechopen.79167.
- 17- Chen J., Zhu X., Vogelmann J.E., Gao F., and Jin S. 2011. A simple and effective method for filling gaps in Landsat ETM+ slc-off images. *Remote Sensing Environment* 115(4): 1053–1064.
- 18- Dewan A.M., and Yamaguchi Y. 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: using remote sensing to promote sustainable urbanization. *Applied Geography* 29: 390–401.
- 19- Dutta D., Kundu A., Patel N.R., Saha S.K., and Siddiqui A.R. 2015. Assessment of agricultural drought in Rajasthan (India) using remote sensing derived Vegetation Condition Index (VCI) and Standardized Precipitation Index (SPI). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 53–63.
- 20- Economic Development and Rural Employment Program in Zanjan Province. 2018. Plan and Budget Organization, Presidency Islamic republic of Iran. (In Persian)
- 21- Elhag M., and Boteva S. 2016. Mediterranean Land Use and Land Cover Classification Assessment Using High Spatial Resolution Data. 5–9 Sep. 2016. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science* 44(4): 042032.
- 22- Fallah Sourki M., Kavian A., and Omidvar E. 2016. Prioritization of Haraz sub-watersheds in order to Soil and Water Conservation Practices Based on Morphometric and Land Use Characteristics. *Journal of Science and*

- Technology of Agriculture and Natural Resources 20(77): 85-99. (In Persian with English abstract)
- 23- Fan F., Weng Q., and Wang Y. 2007. Land use land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery. *Sensors* 7: 1323-1342.
 - 24- Feizizadeh B. 2017. Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Hydrogeomorphology* 3(11): 21-38. (In Persian with English abstract)
 - 25- Geist H.J. 2005. The land-use and cover change (lulc) project. Land use, land cover and soil sciences, I. Retrieved from <http://www.eolss.net/sample-chapters/c19/E1-05.pdf>.
 - 26- Habib A.F., Kersting A.P., Shaker A., and Yan W.Y. 2011. Geometric Calibration and Radiometric Correction of LiDAR Data and Their Impact on the Quality of Derived Products. *Sensors* 11(9): 9069-9097.
 - 27- Hasheminasab S.N., and Jafai R. 2018. Evaluation of Land Use Changes order to Desertification Monitoring Using Remote Sensing Techniques. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards* 5(3): 67-82. (In Persian with English abstract)
 - 28- Hosseini Y., Ramezani Moghadam J., and Abdolali zade Z. 2019. Evaluating the Impact of Land Use Changes on Flooding and Flood Runoff in Amuqin Drainage Basin. *Natural Environmental Hazards*, (in press) DOI: 10.22111/JNEH.2019.27508.1464
 - 29- Hu Y., Dong Y., and Batunacun. 2018. An automatic approach for land-change detection and land updates based on integrated NDVI timing analysis and the CVAPS method with GEE support. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 146: 347-359.
 - 30- Iqbal M.F., and Khan I.A. 2014. Spatiotemporal land use land cover change analysis and erosion risk mapping of Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 17: 209-229.
 - 31- Islam K., Jashimuddin M., Nath B., and Nath T.K. 2016. Quantitative Assessment of land cover change using landsat time series data: case of Chunati Wildlife Sanctuary (CWS), Bangladesh. *International Journal of Environment Geoinformatics* 3: 45-55.
 - 32- Islam K., Jashimuddin M., Nath B. and Nath T.K. 2018. Land use classification and change detection by using multi-temporal remotely sensed imagery: The case of Chunati wildlife sanctuary, Bangladesh. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 21: 37-47.
 - 33- Jensen J.R. 1996. A remote sensing perspective. In *Introductory Digital Image Processing*; Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ, USA.
 - 34- Jensen J. 2005. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective* (3rd Ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 526 pp.
 - 35- Kantakumar L.N., and Neelamsetti P. 2015. Multi-temporal land use classification using hybrid approach. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 289-295.
 - 36- Karimi Firozjahi M., Kiyavarz M., and Kalantari, M. 2017. Monitoring and prediction of land use changes and physical expansion of Babol city during 1985-2040 using multi-temporal Landsat imagery. *Physical Development Planning* 3(7): 32-52. (In Persian with English abstract)
 - 37- Kazemi M., Nohegar A., and Mirdadi M. 2017. Comparison of different classification algorithms in Landsat OLI imagery to produce land use maps (Case study: Beheshte Gomshode region). *Journal of Natural Ecosystems of Iran* 8(1): 79-97. (In Persian)
 - 38- Kyani V., Alizadeh Shaabani A., and Nazari Samani A. 2014. Assessing the Classification accuracy of LISS-III Sensor Image of IRS-P6 Satellite using Google Earth's Database to provide land coverage/ Land use maps (Case study: Taleghan Watershed). *Geographical Data* 23(90): 51-59. (In Persian with English abstract)
 - 39- Kumar R., Nandy S., and Agarwal R. 2014. Kushwaha, S.P.S. Forest cover dynamics analysis and prediction modeling using logistic regression model. *Ecological Indicators* 45: 444-455.
 - 40- Lal A.M., and Margret Anouncia S. 2015. Semi-supervised change detection approach combining sparse fusion and constrained k means for multi-temporal remote sensing images *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 279-288.
 - 41- Lambin E.F. 1997. Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical Geography* 21:375-393.
 - 42- Lambin E.F., Turner B.L., Geist H.J., Agbola S.B., Angelsen A., Folke C., Bruce J.W., Coomes O.T., et al. 2001. The causes of land-use and landcover change: moving beyond the myths. *Global Environment Change* 11: 261-269.
 - 43- Landis J.R., and Koch G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(1): 159-174.
 - 44- López E., Bocco G., Mendoza M., and Duhau E. 2001. Predicting land cover and land use change in the urban fringe. *Landscape Urban Plann* 55(4): 271-285.
 - 45- López-Serrano P.M., Corral-Rivas J.J., Díaz-Varela R.A., Álvarez-González J.G. and López-Sánchez, C.A. 2016. Evaluation of radiometric and atmospheric correction algorithms for aboveground forest biomass estimation using landsat 5 TM data. *Remote Sensing* 8(5): 1-19.

- 46- Mahmoodi M.A., and Aminkhah S. 2018. Providing Land Use and Land Cover Maps Using Remote Sensing Data and Artificial Neural Network. *Iranian Journal of Soil and Water Research* 49(5): 1171-1180. (In Persian with English abstract)
- 47- Malarvizhi K., Kumar S.V., and Porchelvan P. 2016. Use of High Resolution Google Earth Satellite Imagery in Landuse Map Preparation for Urban Related Applications. *Procedia Technology* 24: 1835-1842.
- 48- Mamun A.Al, Mahmood A., and Rahman M. 2013. Identification and Monitoring the Change of Land Use Pattern Using Remote Sensing and GIS: A Case Study of Dhaka City. *Journal of Mechanical and Civil Engineering* 6(2): 20-28.
- 49- Manakos I., Manevski K., Kalaitzidis Ch., and Edler D. 2011. Comparison between FLAASH & ATCOR atmospheric correction modules on the basis of WorldView-2 imagery and in situ spectroradiometric measurements. *EARSeL 7th SIG-Imaging Spectroscopy Workshop*, Edinburgh 11-13 April.
- 50- Marangoz A.M., Sekertekin A., and Akcin H. 2017. Analysis of Land Use Land Cover Classification Results Derived from Sentinel-2 Image. *Conference: 17th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference at: Albena, Varna, Bulgaria.*
- 51- Mohajne M., Essahlaoui A., Oudija, F., et al. 2018. Land Use/Land Cover (LULC) Using Landsat Data Series (MSS, TM, ETM+ and OLI) in Azrou Forest, in the Central Middle Atlas of Morocco. *Environments* 5(12): 2-16.
- 52- Mohammady M., Moradi H.R., Zeinivand H., and Temme A.J.A.M. 2015. A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* 12(5): 1515-1526.
- 53- Mombeni M., and Asgari H. 2018. Monitoring, assessment and prediction of spatial changes of Land Use /Cover using Markov Chain Model (Case study: Shushtar- Khuzestan). *Geograohical Data* 27(105): 35-47.
- 54- Mondal M.S., Sharma N., Kappas M., and Garg P.K. 2012. Modeling of spatio-temporal dynamics of LULC – a review and assessment. *Journal of Geomatics* 6(2): 93-103.
- 55- Mondal M.S., Sharma N., Garg P.K., and Kappas M. 2016. Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 19(2): 259-272.
- 56- Muttitanon W., and Tiipathi N.K. 2005. Land use/land cover changes in the coastal zone of Ban Don Bay, Thailand using Landsat 5 TM data. *International Journal of Remote Sensing* 26(11): 2311-2323.
- 57- Pullanikkatil D., Palamuleni L., and Ruhuiga T. 2016. Assessment of land use change in Likangala River catchment, Malawi: A remote sensing and DPSIR approach. *Applied Geography* 71: 9-23.
- 58- Rafii S., Alavipanah B., malekmohammadi B., ramazani Mehrian M., and Nasiri H. 2012. Producing land cover maps using remote sensing and decision tree algorithm (Case study: Bakhtegan national park and wildlife refuge). *Geography and Environmental Planning* 23(3): 111-132. (In Persian with English abstract)
- 59- Rawat J.S., and Kumar M. 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: a case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 77-84.
- 60- Reis S. 2008. Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey. *Sensors* 8:6188-6202.
- 61- Riahi bakhtiary H.R., Darvish sefat A.A., and Zobairy M. 2000. Determining the most suitable method for preparing natural resource land use maps in scale of 1: 250,000 using satellite data in the Arzhan plain area. *Geomatics*, Tehran, Iran.
- 62- San B.T., and Suzan M.L. 2010. Evaluation of Different Atmospheric Correction Algorithms for EO-1 Hyperion Imagery. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science (XXXVIII)*8: 392-397.
- 63- Shenani Hoveize S.M., and Zareii H. (2017). Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). *Journal of Watershed Management Research* 7(14): 237-244. (In Persian with English abstract)
- 64- Sophia S.R., and Ndambuki J.M. 2017. Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS. *International Journal of Geosciences* 8: 611-622.
- 65- Song C., Woodcock C.E., Seto K.C., Lenney M.P., and Macomber S.A. 2001. Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects? *Remote Sensing of Environment* 75: 230-244.
- 66- Sustainable Rural Development Sector Plan in Centern of Tarom, Iran. 2017. Housing Foundation of Islamic Revolution. Pp: 674. (In Persian)
- 67- Ulbricht K.A., and Heckendorf W.D. 1998. Satellite images for recognition of landscape and land use changes. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 53: 235-243.
- 68- Van Vliet J., Bregt A.K., and Hagen-Zanker A. 2011. Revisiting Kappa to account for change in the accuracy assessment of land-use change models. *Ecological Modelling* 222(8): 1367-1375.
- 69- Vescovi F.D., Park S.J., and Vlek P.L. 2002. Detection of human-induced land coverchanges in a savannah

- landscape in Ghana: I. Change detection and quantification. In 2nd Workshop of the EARSeL Special Interest Group on Remote Sensing for Developing Countries. Bonn, Germany.
- 70- Yang X., and Lo C.P. 2002. Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing* 23(9): 1775–1798.
- 71- Zeng Y.N., Wu G.P., Zhan F.B., and Zhang H.H. 2008. Modeling spatial land use pattern using autologistic regression. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XXXVII*: 115–118.
- 72- Zhao G.X., Lin G., and Warner T. 2008. Using Thematic Mapper data for change detection and sustainable use of cultivated land: a case study in the Yellow River delta, China. *International Journal of Remote Sensing* 25(13): 2509-2522.
- 73- Zhu Z., Fu Y., Woodcock C.E., Olofsson P., Vogelmann J.E., Holden C., Wang M., Dai S., and Yu Y. 2016. Including land cover change in analysis of greenness trends using all available Landsat 5, 7, and 8 images: A case study from Guangzhou, China (2000–2014). *Remote Sensing of Environment* 185: 243–257.
- 74- Zsuzsanna D., Bartholy J., Pongracz R., and Barcza Z. 2005. Analysis of land-use/land-cover change in the Carpathian region based on remote sensing techniques. *Physics and Chemistry of Earth* 30(1-3): 109-115.

Land Use Classification and Determining the Pattern of Changes for 2014-2017, using OLI Sensor's Data

S.B. Hosseini¹ - A. Saremi^{2*} - M.H. Noori Gheydari³ - H. Sedghi⁴ - A.R. Firoozfar⁵

Received: 07-12-2018

Accepted: 08-02-2020

Introduction: Land use is an aggressive process applying to human activities and different uses accomplished over land. It can be argued that human actions can lead to significant changes in current state of earth's surface. Changes in surface cover (land cover change) may in turn lead to alternations in balance of energy, water, and geochemical fluctuations at local, regional or global levels. Thus, studies on different land uses changes seem necessary in general environmental evaluation. LULC change detection include implementing multi-temporal Remote Sensing (RS) knowledge to analyze the historical LULC data (maps) and therefore helps in determining the trend of changes associated with LULC properties.

Materials and Methods: Image processing and performing supervised image classification helps to extract information from imageries. In this study, ENVI 5.3 software was used for processing two selected imageries in this project (2014 and 2017). Five LULC classes were established as forest, bare land, vegetation, mountain and water body. For each LULC class, 500 samples were collected at least and used for the supervised classification of images in ENVI. About half of these samples, which were used as "training samples" were collected from the study area through Land Surveying Geographical Positioning System GPS (ground truth data) and Google Earth images. The first step in pre-processing of LANDSAT 8 OLI data in this study referred to the collection of training samples for each class and validating the geometric accuracy of Landsat images, while the next step belonged to the conversion of DNs into At-Satellite radiance using algorithms such as FLAASH. Two dated Landsat images were compared via the supervised classification technique. In this classification technique, two or more images with different dates are independently classified. Maximum Likelihood Classification (MLC) algorithm as a supervised classification method was carried out using training areas and test data for accuracy assessment in ENVI 5.3 and accuracy assessment was done for both images using ENVI v5.3.

Results and Discussion: In order to recognize the past land use pattern of Tarom, researchers first focused on imagery of Landsat 8 ETM+ for the year 2014. Summary of supervised classification accuracy for the 2 different time frames (2014 and 2017) found from accuracy assessment showed that the highest accuracy was found for 2014 supervised classification (92.16% accuracy). Kappa value is also used to check accuracy in classification and having a Kappa value (0.81–1.00) denotes almost perfect match between the classified and referenced data. Different LULC classes had been recognized and used as the base map. From the identified LULC classes, Mountain area by 3524 km² (62.75% of total land area) was the highest category, after which, came bare land areas with 1295 km² (24.0%) coverage and vegetation area with 194.6 Km² (3.7%). Forest was the next class with (2.7%) coverage whereas, water body (1.4%) and unknown pixels 8 km² (0.15%) specified the least amount of coverage, respectively. Based on the 2017 image classification results, the highest category belonged to mountain area (3532 Km², sharing 67.7% of total area). The remaining land uses were bare land (23.21%), forest (2.73%), vegetation (4.3%), and water body (1.75%). The unknown and uncategorized pixels were identifiable in this stage that shared 0.31% of the total area. The relative changes in land use and land cover from 2014 and 2017 images showed some irregular patterns in the study area. Land-use change from this period showed positive changes in most of the categories. About 31.4 Km² of vegetation area had increased in 2014–2017 period which showed a positive change of (+16.14%). While a negative decrease (83 Km², -6.4%) in bare land category. The results showed that the extraction of adequate samples from different classes of land cover/land use would increase the possibility of correct distinction of image pixels received from the satellite and accurate extraction of LULC classes. Thus, obtaining accurate results from the classification of images via the

1, 2 and 4- Ph.D. Student, Assistant Professor and Professor Department of Water Science and Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, respectively.

(*- Corresponding Author Email: Ali.Saremi.srbiau@gmail.com)

3- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran

5- Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Zanjan, Zanjan, Iran

DOI: 10.22067/jsw.v34i2.74878

maximum likelihood method is depending on adequate and appropriate training samples. The trend of land-use changes found in this study, especially percentage increase in forest land and a decrease in bare lands will be helpful for policymakers to make appropriate decisions.

Conclusion: Land cover is the physical material at the earth's surface and an essential variable which links the physical environment by human activities, and land use is the description of how the land has been utilized for the socio-economic activities purposes. Population growth increases the demand for food, water, and energy, which causes a prompt change in land cover and pattern of land-use. The mentioned process depends on the social and economic development of the nation. In order to have appropriate and unrestrictive management of natural resources (water and soil), it is necessary to have complete information about the pattern of land use and its alteration pattern over time. Thus, it can be concluded that remote sensing is a proper technique to investigate the land-use changes using satellite imagery. Spatiotemporal analyses of LULC help us to manage the environmental changes, which are an appropriate tool for decision-makers on water resources' to enhance their decisions. In the presented study, LULC map for Tarom basin, Iran, acquired from OLI sensor data sets (Landsat-8) by applying a pixel-based classification method (MLC) with the aid of remote sensing technology. The results that are presented in this study proved the usefulness, effectiveness and also convenience of the MLC technique for generating land-use maps by using a free archive of Landsat data and processing the digital images through the ENVI software. Accuracy assessment using overall accuracy and kappa coefficient for 2014 and 2017, shows the performance of the used algorithm. What matters most in this regard is the accuracy, speed, and quality of land-use maps. In the present study, it was shown that due to high speed and accuracy in generating land-use maps of Tarom, MLC method, would act as the best classification method in this area. However, it is suggested to classify the data by using other methods and compare the results with image outputs provided by Landsat 8 satellite.

Keywords: ENVI, Kappa coefficient, LANDSAT 8, Sattelite imagery, Tarom basin