

بررسی روند تغییرات پوشش اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه موردی، تحت واحد کتالان)

مریم ناظمی جلال^۱

maryam.nazemi.502@gmail.com

مرضیه علی خواه اصل^۲

الهام فروتن^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۷

چکیده

زمینه و هدف: استفاده و مدیریت بهینه یک سرزمین نیازمند اطلاعات بهنگام و درست می‌باشد. یکی از مهمترین منابع اطلاعاتی در مدیریت منابع طبیعی، نقشه‌های پوشش اراضی است. هدف از انجام این پژوهش، تهیه نقشه‌های پوشش اراضی منطقه کتالان برای بررسی تغییرات صورت گرفته طی ۱۲ سال گذشته می‌باشد.

روش بررسی: در انجام این تحقیق داده‌های ماهواره لندست سنجنده OLI سال ۲۰۱۳ و سنجنده ETM سال ۲۰۰۱ به کار گرفته شد و پس از انجام تصحیحات لازم بر روی تصاویر، از GPS و نقشه‌های توپوگرافی به منظور بازدید صحرایی منطقه و برداشت نقاط تعلیمی، استفاده شده‌است. نقشه‌های پوشش اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال تهیه گردید.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به دست آمده، منطقه مورد مطالعه دارای ۶ طبقه شامل: اراضی زراعی آبی، اراضی زراعی دیم، اراضی زراعی رها شده، رخنمون سنگی، مرتع و معدن می‌باشد. دقت کلی و ضریب کاپا برای نقشه پوشش اراضی سال ۲۰۱۳، به ترتیب برابر ۰/۸۶/۱۱ و ۰/۸۲ و برای سال ۲۰۰۱ به ترتیب برابر با ۰/۷۸/۲۶ و ۰/۷۱ به دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اراضی زراعی آبی، اراضی زراعی رها شده و طبقه مرتع از سال ۲۰۰۱ نسبت به سال ۲۰۱۳ به ترتیب ۱/۸۴٪ و ۱/۲۹٪ و ۱/۲۱٪ افزایش سطح داشته‌است و کلاس اراضی زراعی دیم و برونزد سنگی به ترتیب ۵/۰۹٪ و ۰/۶۲٪ کاهش یافته‌است. همچنین طبقه معدن در سال ۲۰۰۱ وجود نداشته و در سال ۲۰۱۳، ۴۹/۳۹۳۹ هکتار معادل ۱/۳۶ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌است.

واژه‌های کلیدی: کتالان، سنجش از دور، طبقه‌بندی نظارت شده، پوشش اراضی.

۱- دانش آموخته مقطع کارشناسی ارشد محیط زیست (ارزیابی و آمایش سرزمین)، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

Evaluating the Competitive of Green Product Development The investigation of land cover changes using remote sensing technique (Case study: Katalan unit)

Maryam Nazemi Jalal ^{1*}

maryam.nazemi.502@gmail.com

Marzieh Alikhah-Asl ²

Elham Forootan ³

Admission Date: November 7, 2023

Date Received: July 29, 2023

Abstract

Background and Objective: Updated and correct information is necessary for using and optimized managing of a land. Land cover map is one of the most important information resources in natural resource management. The goal of this research is to provide Katalan land cover map for investigating land use changes during 12 years in this area.

Material and Methodology: For this purpose, satellite images such as Landsat ETM 2001 and OLI 2013 were used after performing necessary corrections whereas; GPS and topographic maps were implemented for surveying fields and gathering trained samples. Land cover maps were provided using supervised classification method with maximum likelihood algorithm.

Findings: The results of this study revealed that the study area comprises six classes viz. irrigated farm land, rainfed farm land, bare land, rock stone, range land and mine class. The overall accuracy and kappa coefficient for 2013 map were estimated 86.11% and 0.82, respectively and these values for 2001 land use map were 78.26%, and 0.71, respectively.

Discussion and Conclusions: The results of this research revealed that the class of farm land, bare land and range land were increased 1.84%, 1.29%, and 1.21% from 2001 to 2013, and the class of rock stone and rainfed farmland were decreased 5.09%, and 0.62%, respectively. Also, there was not mine class in 2001 but this class was 1.36% equivalent to 49.3939 hectare of the whole area in 2013.

Keywords: Katalan, Remote sensing, supervised classification, land cover

1- Graduated student of Master's Degree in Environment (evaluation and landuse planning), Payame Noor University, Tehran

2- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Department, Payame Noor University, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Department, Payame Noor University, Tehran, Iran.

مقدمه

و تصاویر ماهواره‌ای صورت می‌پذیرد، مشخص نمودن دقت تکنیک‌های مختلف سنجش از دوری مجریان طرح‌ها را در انتخاب روش‌های دقیق انجام پردازش تصاویر مساعدت می‌نماید.

از اینرو نیاز به تهیه نقشه‌هایی جهت بررسی تغییرات به وجود آمده می‌باشد. نقشه‌هایی که نمایشگر چنین فعالیت‌هایی بر روی زمین باشد نقشه کاربری اراضی نامیده می‌شود (۷). با استفاده از سنجش از دور می‌توان بررسی و اندازه‌گیری‌های لازم را در منابع بیوفیزیکی زمین در مقیاس مکانی و زمانی مشخص انجام داد (۸). از آنجا که هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد، انتخاب روش مناسب جهت طبقه‌بندی تصاویر نقش زیادی در این امر ایفا می‌کند. انواع روش‌های طبقه‌بندی شامل روش‌های حداقل فاصله، حداکثر احتمال و فاصله ماکسیمی است (۹).

در تحقیقی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست به روش طبقه بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال، تغییرات به وجود آمده در جنگل جلگه‌ای غرب گیلان در دوره زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که کلاس‌های جنگل در منطقه ۵،۱۴۴۱ درصد کاهش یافته‌است (۱۰). در حوضه سد استقلال میناب برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست (در دوره‌های زمانی ۱۹۷۶ و ۱۹۸۸ و ۲۰۰۲) بهره‌گرفته شد و از روش شاخص گیاهی و روش طبقه بندی نظارت‌شده و تلفیق دو روش برای تهیه این نقشه‌ها استفاده شد. نتایج نشان داد که سطح اراضی مرتعی و جنگلی از ۴۵ درصد در سال ۱۹۷۶ به ۸ درصد در سال ۲۰۰۲ رسیده است (۱۱). در تحقیقی دیگر مناسب‌ترین روش طبقه‌بندی، برای تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ETM و IRS در دشت قم مورد بررسی قرار گرفت. پس از تصحیحات لازم و پیش پردازش‌های اولیه، طبقه‌بندی تصاویر انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش چند باند، بالاترین دقت مربوط به روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۷۱/۹۵ درصد و ضریب کاپای ۰/۶۷ است

سرزمین یک منبع محدود و آسیب‌پذیر است، اما بسیاری از سودمندی‌های آن اگر بیجا استفاده نشوند ابدی و قابل تجدید خواهد بود. به همان نحو که از سرزمین در سراسر جهان استفاده می‌شود، تغییراتی نیز در آن رخ می‌دهد. اکثر تغییرات حاصله ظاهراً برای بشر سودمند است. اما برخی از این تغییرات می‌تواند از نظر اکولوژیکی زیانبخش باشد (۱). یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از سرزمین، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان است. آگاهی از نسبت و توزیع نواحی کشاورزی، مسکونی، اراضی شهری و به موازات آن تغییرات آنها در طول زمان، برای برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری به منظور استفاده بهتر از زمین، شناسایی نواحی و نقاط تحت فشار محیطی و ارزیابی توسعه ناحیه‌ای اهمیت بسیاری دارد (۲). کاربری اراضی به روش‌ها و اهداف انسان برای بکارگیری اراضی و منابع آن اطلاق می‌گردد (۳). الگوی کاربری و پوشش اراضی هر ناحیه نتیجه تنوع عوامل فیزیکی و طبیعی و استفاده بشر در زمان و مکان است. از اینرو جزء مهمی در درک فعل و انفعالات فعالیت‌های بشری با محیط زیست محسوب می‌شود و بنابراین برای شناسایی تغییرات مشابه ضروری است (۴). امروزه شناسایی تغییرات حاصله، از مقایسه تفاوت‌های ایجاد شده در یک منطقه مشخص از تصاویر گرفته‌شده در چندین دوره زمانی مشخص امکان‌پذیر است (۵). کاربری و پوشش اراضی غالباً در اثر فعالیت‌های انسانی دستخوش تغییر و تحول می‌شود. شناسایی و کشف این تغییرات می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان کمک کند تا عوامل موثر در کاربری و پوشش اراضی را شناسایی کرده و از آن در سطوح مختلف برنامه‌ریزی استفاده نمایند. برای کشف و ارزیابی تغییرات، داده‌های چند زمانه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی امکانات تحلیلی با ارزشی را فراهم می‌کند (۶). آشکارسازی دقیق تغییرات کاربری و پوشش اراضی به برنامه‌ریزان در راستای اتخاذ سیاست‌های مدیریتی مناسب کمک خواهد نمود. از آنجایی که در سال‌های اخیر بررسی دقیق تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور

(۱۲). پایش تغییرات کاربری/ پوشش اراضی در منطقه زرد کرمان در طی سه دهه گذشته با استفاده از تصاویر MSS(۱۳۵۵، TM ۱۳۶۶، ETM ۱۳۷۹ و ۱۳۸۴ انجام شد و برای تهیه نقشه پوشش اراضی از روش طبقه‌بندی نظارت- شده، استفاده شد و در نهایت ۵ نوع کاربری در منطقه شناسایی گردید. نتایج نشان داد که وسعت اراضی باغی طی ۲۹ سال اضافه شده و مناطق مسکونی و صنعتی نیز افزایش وسعت داشته‌است (۳). در منطقه مرنجاب، به منظور طبقه‌بندی لندفرم‌های ژئومورفولوژیک از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که روش ارائه شده توانسته‌است با دقت کلی ۸۱ درصد و شاخص کاپای ۰/۷۳ لندفرم‌ها را طبقه‌بندی کند (۱۳). در تحقیقی دیگر تصاویر لندست ۴ مربوط به سال‌های ۱۹۹۴، ۱۹۹۹، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹ و طبقه‌بندی نظارت‌شده به منظور بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در دلتای نیل غربی پرداخته شد و ۵ کلاس شناسایی و نقشه‌سازی شد. مقایسه تصاویر نشان داد که تغییر اصلی شامل تغییرات زمین‌های لم یزرع نسبت به اراضی کشاورزی بوده و تقریباً ۲۸٪، ۱۴٪ و ۹٪ از اراضی کشت نشده نسبت به اراضی کشاورزی در دوره‌های ۱۹۸۴-۱۹۹۹، ۱۹۹۹-۲۰۰۵ و ۲۰۰۵-۲۰۰۹ تغییر کرده‌است (۱۴). پیش بینی و روند تغییرات کاربری و پوشش اراضی با استفاده از روش‌های تلفیقی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار و مدل‌سازی تغییر سرزمین در دشت سیستان نیز نشان داد در دوره زمانی ۲۰۰۱ - ۱۹۸۷ سطوح کاربری‌های زراعت آبی، پوشش درختی، منابع آب و اراضی بایر کاهش یافته است (۱۵). همچنین تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز شهرچای ارومیه از طریق تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های TM و OLI-TIRS در سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۲۱ و با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال در نرم‌افزار ENVI نشان داد که در طول دوره آماری مورد مطالعه کاربری‌های اراضی کشاورزی و باغات، مناطق مسکونی و مناطق آبی روند افزایشی داشته‌اند (۱۶). در تحقیق دیگری که با استفاده از قابلیت‌های سنجش از دور و GIS تغییرات کاربری اراضی شهرستان فیروز آباد استان فارس با استفاده از تصاویر

ماهواره ای لندست مورد بررسی قرار گرفت مشخص شد که سطح اراضی مسکونی افزایش داشته و بیشترین تغییرات کاربری در مناطق زمین‌های کشاورزی ایجاد شده است (۱۷). پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای در بازه زمانی ۲۰ ساله در حوزه آبخیز دامغان نشان داد که در طی این دوره مساحت اراضی باغی، مناطق شهری، اراضی بدون پوشش (بایر) و منابع آب افزایش یافته و مساحت اراضی با کاربری مراتع، جنگل و اراضی کشاورزی کاهش داشته است (۱۸). در خارج از کشور نیز در تحقیقی که برای بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه تامل نادو انجام شد از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سال‌های ۲۰۰۳ و ۲۰۰۸ استفاده و برای آماده سازی از نرم‌افزار Arc GIS بهره‌گرفته شد. این تحقیق نشان داد که نواحی جنگلی مربوط به منطقه در سال ۱۹۶۹ به میزان ۱۰ درصد کاهش داشته‌است و این میزان در سال ۲۰۰۸ به ۳۳ درصد کاهش یافته و در ساختمان‌های مسکونی و صنعتی از ۳ درصد به ۲۱ درصد افزایش یافته‌است (۴). همچنین در مطالعه‌ای با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در ریز واقع در شمال غربی ترکیه بررسی شد و برای این منظور تصاویر لندست ۱۹۷۶ و ۲۰۰۰ به روش نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که در کشاورزی ۳۶/۲٪، مناطق شهری ۱/۱۷٪، چراگاه ۷۲/۸٪- و مناطق جنگلی ۱۲/۸٪- تغییر رخ داده‌است (۱۹). تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست در جنوب پاکستان نشان داد که جنگل‌ها کاهش یافته، در حالی که سکونتگاه‌ها و زمین‌های بایر به ترتیب افزایش یافته‌اند (۲۰). این تحقیق نیز با هدف تهیه نقشه‌های تغییرات پوشش اراضی در یک دوره ۱۲ ساله در راستای مدیریت منطقه جهت تعیین کاربری بهینه با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده صورت پذیرفته‌است.

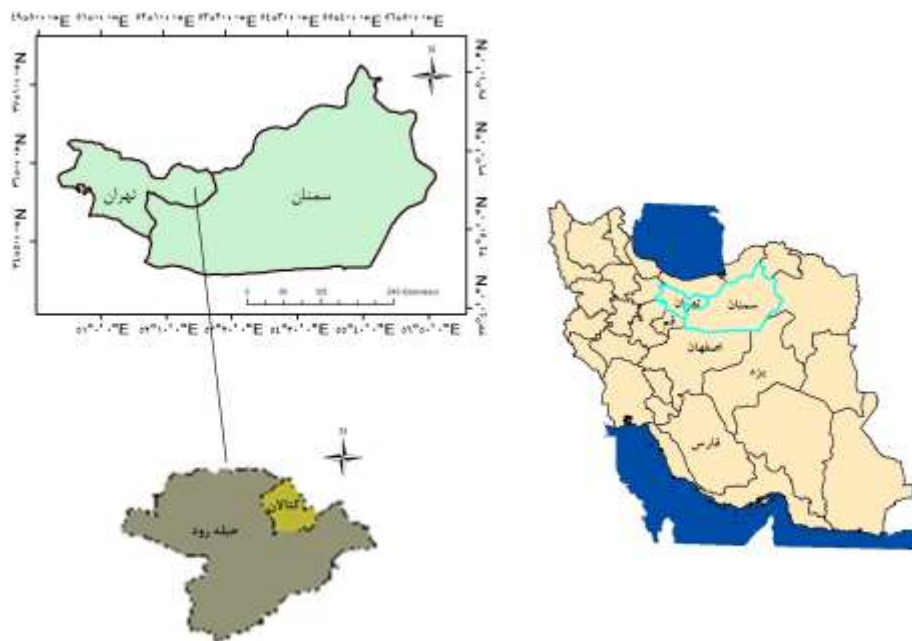
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

حوزه آبخیز حبله‌رود در استان تهران و بخش کمی از آن در استان سمنان واقع شده‌است. این حوضه از بخش شمالی به

این تحت واحد از شمال به مرز شمالی حوزه، از بخش شرقی به تحت واحد طرود، از بخش جنوبی به تحت واحد فیروزکوه و از بخش غربی به تحت واحد ساواشی محدود می‌گردد. تحت واحد کتالان در ۲۹" و ۴۶' و ۳۵° تا ۵۲" و ۵۵' و ۳۵° عرض شمالی، ۴۹" و ۴۴' و ۵۲° تا ۰۶" و ۵۷' و ۵۲° طول شرقی واقع شده است (۲۱).

حوزه آبخیز دریای خزر، از شرق به حوزه آبخیز رودخانه سرخه و شهر سمنان، از جنوب به جاده آسفالته گرمسار- سمنان و از بخش غربی به حوزه آبخیز رودخانه جاجرود منتهی می‌گردد. در مجموع کل حوزه شامل ۵ زیرحوزه، ۲۷ واحد هیدرولوژیک (۲۳ واحد مستقل و ۴ واحد وابسته)، ۱۹ تحت واحد (۱۴ واحد مستقل و ۵ واحد وابسته) می‌باشد (۲۱). مطالعه حاضر در زیر حوضه حبله رود، واحد هیدرولوژیک گورسفید و بخشی از تحت واحد کتالان به وسعت ۳۶۲۶/۶۱۱۳۹ هکتار صورت پذیرفته است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی الف: در ایران، ب: استان تهران و سمنان، ج: حوزه آبخیز حبله رود

Figure 1. The location of the study area A: in Iran, B: Tehran and Semnan province, C: Hable Rood watershed

روش مورد استفاده

تعداد ۲۰ نقطه برداشت شده با GPS از نظر هندسی تصحیح شد و تصویر سال ۲۰۱۳ نیز بر مبنای تصویر سال ۲۰۰۱ تصحیح هندسی شد و میزان خطای RMS در تصویر سال ۲۰۰۱ برابر ۰/۸ پیکسل بدست آمد. پراکنش اتمسفری سبب پایین آمدن تابین در تصاویر می‌شود (۲۲)، برای رفع این مشکل از مستطیل‌های معادل استفاده گردید.

در این تحقیق از داده‌های ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM مربوط به سال ۲۰۰۱ و سنجنده OLI مربوط به سال ۲۰۱۳ جهت بررسی تغییرات در بازه زمانی ۱۲ سال استفاده شد. همچنین برای انجام طبقه‌بندی تصاویر از نرم‌افزار ERDAS IMAGINE 9.2 و برای ساخت نقشه‌های نهایی پوشش اراضی از نرم‌افزار Arc GIS 9.3 استفاده شد.

تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۱ ژئورفرنس شده بوده است، لذا تنها با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و

برآورد دقت برای درک نتایج بدست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است. معمولترین عوامل برآورد دقت شامل: دقت کلی، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند (۲۹). از نظر تئوری احتمالات دقت کلی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی باشد. چرا که در این شاخص نقش شانس قابل توجه است (۳۰). به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی‌شده را مدنظر قرار می‌دهد. دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی شده، در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر، احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد، می‌باشد (۳۱).

بعد از تهیه نقشه‌های پوشش اراضی، نقشه‌ها به محیط نرم‌افزار Arc GIS منتقل شده و مساحت کاربری‌ها برآورد گردید.

یافته‌ها

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهمترین موارد برنامه‌ریزی‌ها می‌باشد. با اطلاع از نسبت تغییر کاربری‌ها در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نمود و اقدامات مقتضی را انجام داد (۳۲). با عطف به هزینه بالا و بهنگام نبودن تهیه این نقشه‌ها به وسیله عملیات زمینی در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان روشی برای این کار مطرح شده است (۳۲). در این تحقیق با برداشت نمونه‌های تعلیمی و وارد کردن این نقاط به نرم‌افزار ERDAS IMAGINE 9.2، تصاویر ماهواره‌ای به روش نظارت‌شده و آلفوریتیم حداکثر احتمال، طبقه‌بندی و منطقه با ۶ کاربری شامل: اراضی زراعی آبی، اراضی زراعی دیم، اراضی زراعی رها شده، رخنمون سنگی، مرتع و معدن طبقه‌بندی شد. سپس داده‌ها به نرم‌افزار Arc GIS 9.3 منتقل شد و نقشه‌های کاربری اراضی به شرح شکل ۲ و با دقت کلی و ضریب کاپا به شرح جدول ۱ تولید شد. سپس مساحت هر کاربری به توضیح جدول ۳ برآورد گردید. نتایج بررسی دقت تصاویر نشان می‌دهد که دقت کلی برای هر دو تصویر از ضریب کاپا بیشتر بوده است،

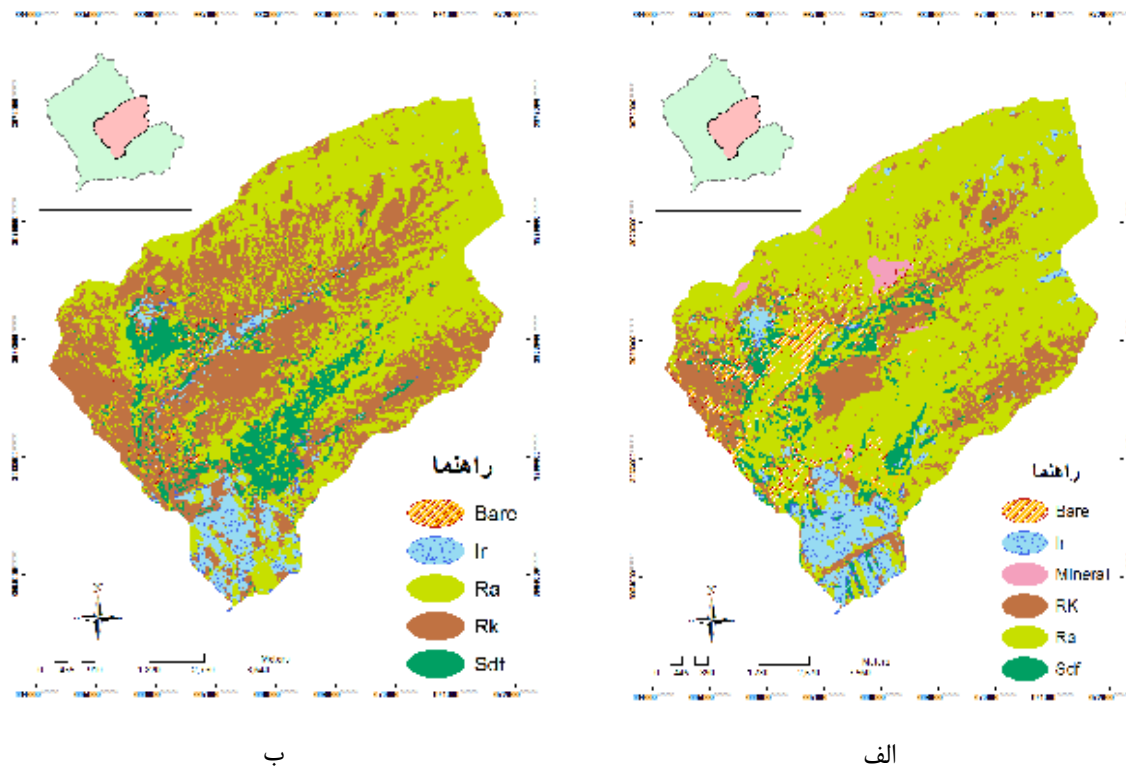
سپس به منظور اجرای روش طبقه‌بندی نظارت‌شده منطقه اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی به کمک دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) شد و از هر طبقه تعدادی نقطه و در نهایت حدود ۱۴۰ نقطه مختصاتی برداشت شد و برای طبقه‌بندی، این نقاط به ۲ دسته تقسیم شدند. دسته اول برای انجام طبقه‌بندی محدوده مورد مطالعه و دسته دوم جهت ارزیابی صحت و کنترل نتایج طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت. بعد از پیاده‌سازی نمونه‌های آموزشی، طبقه‌بندی کاربری‌های موجود در منطقه به ۶ کلاس کاربری انجام پذیرفت و از روش آلفوریتیم حداکثر احتمال استفاده به عمل آمد.

طبقه‌بندی نظارت‌شده

مشخصه اصلی این روش براساس پارامترهای آماری میانگین و انحراف از معیار در یک فضای چند بعدی باندها استوار است و با محاسبه احتمال تعلق هر پیکسل به طبقات مختلف، پیکسل را به طبقه‌ای اختصاص می‌دهد که دارای بیشترین احتمال باشد (۲۳؛ ۲۵). از آنجایی که اساس استفاده از این آلفوریتیم نرمال بودن ارزش‌های تصویری است بنابراین در انتخاب نمونه‌های تعلیمی به منظور کاستن از انحراف معیار نسبت به میانگین طبقات از یکدیگر سعی گردید که نمونه‌های انتخابی از مناطق همگن، به تعداد زیاد، با پراکنش مناسب برگزیده شود تا به هم شکل بودن نمونه‌ها در داخل هرکدام از طبقات کاربری کمک نماید (۲۳؛ ۲۵).

آلفوریتیم حداکثر احتمال

از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال تا کنون به عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌ها شناخته شده است (۲۴؛ ۲۷). در این روش، طبقه‌بندی براساس واریانس و کوواریانس انجام می‌شود. در این نوع طبقه‌بندی پیکسل مورد نظر به کلاسی نسبت داده می‌شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد (۲۶). این روش از روش‌های پارامتریک یا آماری به شمار می‌آید، که برتری این آلفوریتیم و مزیت آن بر سایر الگوریتم‌ها در طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای مخصوصا در تهیه نقشه‌های کاربری / پوشش اراضی توسط علوی‌پناه و مسعودی (۲۸) تأیید شده است.



شکل ۲- نقشه‌ی کاربری و پوشش اراضی با روش نظارت‌شده الف: سال ۲۰۱۳ ب: سال ۲۰۰۱

Figure 2. Land use and land cover map with monitored method A: 2013 B: 2001

همچنین نتایج حاکی از آن است که تصاویر ماهواره‌ای از قابلیت‌های بی‌نظیری برای استخراج نقشه‌های پوشش اراضی برخوردار است.

جدول ۱- نتایج کلی دقت طبقه‌بندی در هر دو تصویر

Table 1. General results of classification accuracy in both images

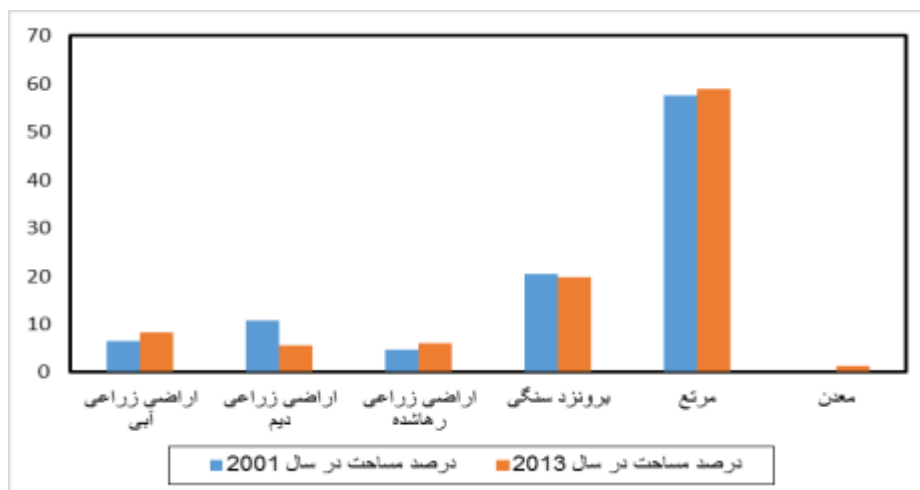
ضریب کاپا	صحت کلی	تصویر
۰/۷۱	٪ ۷۸/۲۶	ETM سال ۲۰۰۱
۰/۸۲	۸۶٪/۱۱	OLI سال ۲۰۱۳

جدول ۲- مساحت هر یک از کاربری‌ها در سال ۲۰۱۳ و ۲۰۰۱

Table 2. The area of each land use in 2001 and 2013

کاربری	نماد در نقشه	مساحت برای سال ۲۰۰۱ به هکتار	مساحت برای سال ۲۰۱۳ به هکتار
اراضی زراعی آبی	Ir	۲۳۶/۵۴۹۹	۳۰۳/۲۰۳۰
اراضی زراعی دیم	Sdf	۳۹۰/۴۰۲۵	۲۰۵/۹۵۸۳
اراضی زراعی رهاشده	Bare	۱۷۰/۲۹۳۳	۲۱۷/۱۹۵۵

۷۱۵/۸۶۱۹	۷۳۸/۲۱۲۵	Rk	برونزدگی سنگی
۲۱۳۲/۶۵۳۲	۲۰۸۸/۸۰۷۶	Ra	مرتع
۴۹/۳۹۳۹	.	Mineral	معادن



شکل ۳- فراوانی مساحت کاربری‌های منطقه بر حسب درصد

Figure 3. The frequency of land uses in the region in terms of percentage

جدول ۳- میزان تغییرات کاربری‌ها در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳

Table 3. The amount of changes in the users in the period from 2001 to 2013

میزان تغییرات بر حسب هکتار	کاربری
+۶۶/۶۵۳۱	اراضی زراعی آبی
-۱۸۴/۴۴۴۲	اراضی زراعی دیم
+۴۶/۹۰۲۲	اراضی زراعی رها شده
-۱۴/۷۰۰۶	برونزد سنگی
+ ۴۳/۸۴۵۶	مرتع
+۴۹/۳۹۳۹	معادن

اراضی زراعی آبی با مساحت ۳۰۳/۲۰۳۰ هکتار بیشترین سطح منطقه را شامل می‌شود. همانطور که در جدول ۳ مشخص می‌باشد، اراضی زراعی دیم با ۱۸۴/۴۴۴۲- هکتار بیشترین میزان تغییر را در منطقه داشته‌است و برونزد سنگی با کاهشی ۱۴/۷۰ هکتاری کمترین میزان تغییرات را دچار شده‌است.

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی با استفاده از پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که سطح منطقه در بازه

مطابق شکل ۳، اغلب کاربری‌ها روندی صعودی در منطقه داشته از جمله اراضی زراعی آبی (Ir) که معادل ۱/۸۴٪ افزایش داشته، اراضی زراعی رها شده (Bare)، مرتع (Ra) و طبقه معدن (Mineral) ۱/۲۹٪، ۱/۲۱٪ و ۱/۳۶٪ افزایش سطح داشته است. کاربری دیم برابر ۵/۰۹٪ و طبقه برونزد سنگی معادل ۰/۶۲٪ کاهش سطح داشته‌است. طبق جدول ۲، در سال ۲۰۰۱ بعد از طبقه مرتع، برونزد سنگی (Rk) و سپس اراضی زراعی دیم (Sdf) بیشترین مساحت منطقه را به خود اختصاص داده بود. در سال ۲۰۱۳ نیز بعد از مرتع، طبقه برونزد سنگی و سپس

قربانی و همکاران در منطقه طالقان، تصاویر ماهواره لندست سنجنده TM سال ۱۹۸۷ و ETM سال ۲۰۰۰ را به روش نظارت شده الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی نمودند و دقت کلی و ضریب کاپا برای سنجنده TM و ETM به ترتیب برابر ۸۹٪/۸۶ و ۸۵٪/۸۵ و ۰/۸۲ و ۰/۷۷ حاصل شد (۳۴). فیضی زاده و حاجی میررحیمی نیز در بخش شرقی دریاچه ارومیه به تهیه نقشه کاربری اراضی پرداختند. دقت کلی و ضریب کاپا در روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، الگوریتم حداکثر احتمال به ترتیب ۸۷٪/۶۶ و ۰/۸۶ حاصل شد (۳۵). آهنی و همکاران در مطالعه منطقه تنگ سرخ شیراز، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۴ مربوط به سال ۱۳۶۸ به تهیه نقشه کاربری اراضی پرداختند. نتایج دقت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال به ترتیب ۸۸٪/۸۶ و ۰/۸۶ بدست آمد (۳۶). لطیفی و همکاران، در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز نکا - ظالم در استان مازندران که روی تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM صورت گرفت، به صحت کلی ۶۷٪ در طبقه‌بندی روش حداکثر احتمال دست یافتند (۳۷). در مطالعه‌ای که توسط آرخی در منطقه چم گردلان استان ایلام صورت گرفت، دقت کلی نقشه کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال ۸۱٪/۰۹ و ضریب کاپا ۰/۷۸ بدست آمد. در این تحقیق تهیه نقشه‌ها با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال صورت پذیرفت که دقت کلی و ضریب کاپا برای نقشه سال ۲۰۱۳، به ترتیب برابر ۸۶٪/۱۱ و ۰/۸۲ و برای سال ۲۰۰۱ به ترتیب برابر با ۷۸٪/۲۶ و ۰/۷۱ می‌باشد (۹).

References

1. Bahraini, H, "Urban Design Process", Tehran, Tehran University Press, 2001. (In Persian)
2. Faizizadeh, B., Salmani, S. " Modeling the destruction of agricultural land due to urban growth and development by using object-based methods of processing satellite images in the urban area of Urmia. ", Land Journal planning, 2016, 8(2)-177-202. (In

زمانی ۱۲ سال دچار تغییرات زیادی شده‌است و نیازمند مدیریت و برنامه‌ریزی دقیق می‌باشد.

برای کاربری کشاورزی آبی با توجه به میزان آن در سال ۲۰۰۱ که ۲۳۶/۵۴۹۹ هکتار بوده و در سال ۲۰۱۳ به ۲۰۳/۲۰۳۰ هکتار رسیده‌است، افزایش مساحت حاصل شده‌است. یکی از دلایل افزایش میزان وسعت زراعت آبی در منطقه اصلاح روش‌های سیستم‌های آبیاری تحت فشار می‌باشد، که در سال ۲۰۰۱ به صورت سنتی بوده‌است. برای اراضی دیم که در سال ۲۰۰۱ میزان آن ۳۹۰/۴۰۲۵ هکتار و در سال ۲۰۱۳، ۲۰۵/۹۵۸۳ هکتار بوده، کاهش مساحت به همراه داشته‌است. این اراضی با توجه به خشکسالی‌های متوالی سال‌های ۸۷، ۸۸ و ۸۹ که در منطقه رخ داده، کاهش سطح داده‌است که به دلیل کاهش میزان محصول این اراضی تبدیل به اراضی زراعی رهاشده، گشته‌است. برای کاربری مرتع نیز با توجه به میزان آن در سال ۲۰۰۱ که ۲۰۸۸/۸۰۷۶ هکتار بوده و در ۲۰۱۳ به ۲۱۳۲/۶۵۳۲ هکتار رسیده‌است، افزایش مساحت حاصل شده‌است. یکی از دلایل افزایش مرتع تبدیل اراضی رهاشده به مرتع می‌باشد که با توجه به بررسی‌های به عمل آمده بیشتر مراتع درجه ۳ را تشکیل می‌دهد. البته با توجه به گذشت زمان و روند ترکیب پوشش گیاهی با افزایش گونه‌های خشبی و خاردار روند تخریبی مراتع در منطقه کاملاً مشهود می‌باشد. اراضی زراعی رها شده در سال ۲۰۰۱، ۱۷۰/۲۹۳۳ هکتار بوده است این میزان در سال ۲۰۱۳ به ۲۱۷/۱۹۵۵ هکتار رسیده‌است. که همانطور که در بالا ذکر شد این افزایش مساحت به علت تبدیل اراضی دیم به رها شده بوده‌است. میزان ۷۳۸/۲۱۲۵ هکتار مساحت برون‌زدسنگی در سال ۲۰۰۱، در سال ۲۰۱۳، کاهش یافته و به میزان ۷۱۵/۸۶۱۹ هکتار رسیده‌است. این کاهش سطح به علت تبدیل شدن به مرتع رخ داده‌است. با توجه به تصاویر ماهواره‌ای و همچنین تحقیقات محلی صورت گرفته، کلاس معدن در سال ۲۰۰۱ وجود نداشته‌است اما به علت برداشت‌های زیاد از سطح شن و ماسه موجود در منطقه این کلاس به خوبی مشاهده شد که ۴۹/۳۹۳۹ هکتار از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌است.

- destruction of floodplain forests in West Gilan", Master's Thesis, 2012; Gilan, Gilan University of Natural Resources. (In Persian)
11. Bakhdari, J., Zare Mehr, M., Khosrowshahi, M., "Investigating the trend of land cover changes in the Esteghlal Minab Dam watershed using GIS and RS", Scientific Journal of Water and Soil Conservation, Soil Conservation and Watershed Research Institute, 2014, 1(2),59-64.pp. (In Persian)
 12. Fatahi, M.M et al., "Comparison of methods of classification and preparation of land use maps of dry areas using satellite images", Construction Researches in Natural Resources, 2016, No. 76.129-135pp. (In Persian)
 13. Shayan, Siavash et al., "Supervised classification of geomorphological landforms in arid regions using geomorphometric parameters, case study: Maranjab", Iran Remote Sensing and GIS, 2013, 4(2),19-28pp. (In Persian)
 14. Abd El-Kawy, J.K. Rød, H.A. Ismail, A.S. Suliman,. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data, Applied Geograph, 31: 483-494PP.
 15. Hashemi, Z., Sodaizadeh, H., Mokhtari, M.H., Hakimzadeh Ardakani, M.A., Kamali Aliabadi, K. (2022). Prediction and trend of land use and land cover changes using integrated Markov chain methods and automatic cells and land change modeler in Sistan plain. Remote sensing and geographic information system in natural resources (Persian)
 3. Senjari, S., Broumand, N, "Monitoring land use and land cover changes in the past three decades using remote sensing techniques, case study: Zarand Kerman", Journal of Remote Sensing and GIS Application in Natural Resources Sciences, 2013, 4(1),57-67pp. (In Persian)
 4. Prakasam, C., 2010. Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu, International Journal of Geomatics and Geosciences, Volume 1. No2.
 5. Philpott, D., 2011. A Guide to Federal Terms and Acronyms. Government Institutes, 196 pp.
 6. Ahadnejad, M., 2002. Environmental land use Change detection and assessment using with multi-temporal satellite imagery (Case Study Marageh Region). Map Asi2002- Bangkok – Thailand.
 7. Ahmadizadeh, S. "Determining Quantitative Ecological Models in GIS Environment", Doctoral Dissertation in Forestry, Tehran, Tarbiat Modares University, 2012; 158pp. (In Persian)
 8. Zebardast, L et al., "Evaluation of changes in the land cover of Arsbaran protected area during the period of 2002, 2006, 2008 using satellite images", Environmental Research, 1389, year 1, number 1, 23 – 33pp. (In Persian)
 9. Arkhi, S, "Evaluation of the effectiveness of the tree classification method for extracting land use maps using satellite data in Cham Gardlan area of Ilam province", Geography and Urban-Regional Survey, 2013, No. 4.17-26pp. (In Persian)
 10. Haghighi, M, "Investigation of the

24. Jensen, J.R. 2005. Introductory digital image processing: A remote sensing perspective. NJ: Prentice-Hall. Englewood Cliffs, USA, 318p.
25. Mather, P.M., 2005. Computer processing of remotely-sensed images, Third Edition, John Wiley and Sons, Ltd, 319p.
26. Alavi Panah, K, "Use of Remote Sensing in Earth Sciences (Soil Sciences)", Tehran, Tehran University Press 2012. (In Persian)
27. Liu, X.H., Skidmore, A.K. and Oosten, H.V. 2002. Integration of Classification Methods for Improvement of Land-cover Map Accuracy, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, No.56, pp. 257-268.
28. Alavi Panah, K., Masoudi, M. (2008), preparation of land use map using digital data of Landsat satellite and geographic information system (case study: Mok region of Fars province), Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 8 (1), 65-76pp. (In Persian)
29. Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. INT. J. REMOTE SENSING, 20 JUNE, 2004, VOL. 25, NO. 12, 2365-2407.
30. Alavi Panah, K, "Application of Remote Sensing in Earth Sciences", Tehran, Tehran University Press, 2014. (In Persian)
31. Bonyad, A.I., Haji Qadri,T. "Preparation of natural forest map of Zanjan province using ETM sensor data of Landsat 7 satellite", Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources, 2016, No. 42 (11), 627 – 638pp. (In Persian)
16. Lotfali Zadeh Lahroudi, A. (2023). Investigating the trend of land use changes using Landsat satellite images. *Geography and Human Relationships*.
17. Mughali, M (2023). Modeling land use changes in Firouzabad using multi-temporal satellite images. *Researches of human geography*
18. Akbarzadeh, P., & Nikoo, S. (2022). The Investigation of the effects of the regional development in the form of change in land use on the groundwater aquifer level (a case study: Damghan watershed). *Geography and Environmental Sustainability*, 12(3), 1-21.
19. Selçuk Reis,. 2008. Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey, *Sensors*, 8: 6188-6202.
20. Hu, Y., Raza, A., Syed, N. R., Acharki, S., Ray, R. L., Hussain, S., & Elbeltagi, A. (2023). Land Use/Land Cover Change Detection and NDVI Estimation in Pakistan's Southern Punjab Province. *Sustainability*, 15(4), 3572.
21. Report of the Country's Forests and Ranges Organization, Vice President of Rangeland and Watershed Management, Habale Roud Project Office, 2014. (In Persian)
22. Lu, D., and Weng, Q. 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance, *International J. Remote Sensing*, 28: 823-870.
23. Campbell, J.B. 2002. Introduction to remote sensing, Third edition, The Guilford Press, New York. USA, 621p.

- extraction of land use maps, a case study: the eastern edge of Lake Urmia", 2017.10pp. (In Persian)
36. Ahani, H, et al., "Evaluation of land use changes using satellite images, case study: Tang-Serkh Shiraz watershed", Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences, 2012, 16(2), 242-252pp. (In Persian)
37. Latifi, H, et al., "Evaluation of ETM satellite data capability to prepare a map of forest cover classes and shrub lands and pastures, case study: Neka-Zalem River area", Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources, 2016, 11, (2),439-447pp. (In Persian)
32. Faizizadeh, B., Haji Mirrahimi M, "Detecting Land Use Changes in Andisheh Town Using Object-Oriented Classification Method", 87th Geomatic Conference, Country Mapping Organization, 2017.10pp. (In Persian)
33. Shirian, R, "Preparation of vegetation map of Golestan National Park using geographic information system and Landsat satellite data", master's thesis, 2018; Gorgan, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Pasture and Watershed Management. (In Persian)
34. Ghorbani, M, et al., "Evaluation of Land Use Changes in Taleghan Watershed", 4th International Congress of Geographers of the Islamic World, 2019.7pp. (In Persian)
35. Faizizadeh, B., Haji Mirrahimi, M, "The use of remote sensing data in the