مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره ده، دی ماه ۱۴۰۱ (۳۲-۱۹)

بررسی اثر تغییرات پوشش اراضی بر مراتع حوزه آبخیز قوری چای با تکنیک سنجش از دور

مرضیه علی خواه اصل [۱*]

alikhahasl@pnu.ac.ir

داریوش ناصری [۲]

الهام فروتن [۳]

لیلا غیرتی آرانی [۴]

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۳۱ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۳**

چکیده

زمینه و هدف: در حال حاضر، بیشتر تغییرات کاربری اراضی، بدون برنامه‌ریزی روشن و منطقی و توجه به اثرات زیست‌محیطی آنها صورت می‌گیرد و از آنجا که این تغییرات در سطوح وسیع و گسترده اتفاق می افتد، بنابراین تکنولوژی سنجش از دور ابزاری ضروری و ارزشمند جهت پایش تغییرات می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر، بررسی تاثیر تغییرات پوشش اراضی بر مراتع حوزه آبخیز قوری‌چای در شمال استان اردبیل با تکنیک سنجش از دور می‌باشد.

روش بررسی: ابتدا تصاویر ماهواره لندست مربوط به خرداد ماه سال‌های ۱۳۶۶ ، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ تهیه و پس از پیش پردازش تصاویر، طبقه بندی تصاویر به روش نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال انجام پذیرفت. سپس، تصاویر هر سال در چهار طبقه کشت دیم، مرتع، اراضی مسکونی (روستا) و اراضی بایر طبقه بندی شد. به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر نیز از رقومی سازی دستی، شاخص NDVI و لایه شیب استفاده شد و دقت طبقه‌بندی نیز با شاخص کاپا و صحت کلی بررسی شد.

یافته ها: نتایج تحقیق نشان داد که در طی دوره زمانی مورد بررسی ۵۸۸۵ هکتار (۴۹٪/۷) از سطح حوزه دچار تغییر کاربری شده است که بیشترین تغییر مربوط به کاهش شدید مراتع حوزه به میزان ۲۵۴۰ هکتار (۲۱٪/۴) بر اثر تبدیل به اراضی کشت دیم و بایر می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری: بر اساس نتایج به دست آمده، استفاده از اطلاعات تکمیلی از جمله اطلاعات شیب و شاخص NDVI در کنار پردازش تصاویر ماهواره‌ای به روش نظارت شده برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، موجب افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره ای، تغییرات پوشش اراضی، حوزه آبخیز قوری چای، NDVI.

۱- استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، اردبیل، ایران.

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

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

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

Survey of the effects of land cover changes on rangelands of Ghoorichay chatchment using remote sensing technique

Marzieh Alikhah-Asl [1*]
khosravipour@asnrukh.ac.ir
Dariush Naseri [2]
Elham Forootan[3]
Leyla Gheyrati Arani[4]

Admission Date:July 13, 2016 Date Received: May 20, 2016

Abstract

Background and Objective: In the present time, land use changes are being conducted without clear and logical programming or regarding the environmental effects of the changes. Because land use changes occur in a large scale, remote sensing technique is a useful and valuable tool for monitoring the changes. The aim of this research is investigation of the effects of land cover changes on rangelands of Ghoorichay chatchment located in the north of Ardabil province using remote sensing technique.

Material and Methodology: In this investigation, TM images for year 1987, ETM images for year 2001 and OLI-TIRS images for year 2015 were collected and analyzed. After image pre-processing enhancements and corrections, the images were classified using maximum likelihood supervised classification method. Then, considering study area features, the images were classified into four land cover classes: dry land, range land, bare land and village. Moreover, NDVI index and slope layer were used to increase classification accuracy. At last, land cover changes and their effects on the range lands were detected. Overall accuracies and kappa coefficient were evaluated.

Findings: According to the results, during the studied period, 5885 hectare (49.7%) of study area had changed. The most land cover changes were related to range land with intensive decrease of 2540 hectares (21.4%) which was changed into bare land and dry land.

Discussion and Conclusion: Additional information such as slope layer and NDVI index in assistant with supervised classification of satellite images can increase the accuracy of image classification to provide land cover maps.

Keywords: Satellite images, land cover changes, Ghoorichay chatchment, NDVI.

1- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Department, Payame Noor University, Tehran, Iran. *(*Corresponding Author*)

2- Young researchers and elite club, Ardabil branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

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

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

مقدمه

رشد سریع جمعیت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی و گسترش ارتباطات جهانی در ابعاد تجاری و سیاسی باعث شده است که انسان‌ها استفاده نامعقول و غیرمنطقی از محیط‌زیست خود داشته باشد و این رشد جمعیت با تغییر الگوی زندگی، گسترش مراکز مسکونی، صنعتی و تجاری و استفاده هر چه بیشتر از منابع همراه بوده است که نتیجه آن افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، تغییر کاربری اراضی در سطوح کوچکتر و بزرگ، بخصوص تغییرات پوشش گیاهی می‌باشند (۱) و این رشد روز افزون جمعیت فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش می‌دهد و در نهایت موجب بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری‌ها و تخریب زیست‌بوم‌ها می‌شود (۲). این تغییرات، اثرات سریع و زیان‌باری بر محیط‌زیست طبیعی از جمله کشاورزی، جنگل، منابع آب، ارزش‌های فرهنگی از قبیل زمین‌منظرهای تاریخی و سلامتی انسان‌ها می‌گذارد (۳). تغییرات کاربری زمین به طور مستقیم منابع زمین را تغییر می دهد که این امر با تاثیر بر دما و رطوبت، باعث تاثیر بر اقلیم و آب و هوای منطقه می‌شود. همچنین تغییرات کاربری باعث کاهش نواحی تحت کشت می‌شود که کاهش مواد غذایی را در پی دارد. از طرفی دیگر، لکه لکه شدگی زیستگاه (از بین رفتن یا ایزوله شدن)، تهدیدی جدی برای تنوع بیولوژیکی به حساب می آید (۴). با توجه به اینکه یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، کسب اطلاع از الگوهای کاربری اراضی در طول زمان است، طراحی نقشه‌های تخصصی مربوطه یکی از مهمترین اهداف در مدیریت منابع طبیعی محسوب می‌گردد (۵). بنابراین تهیه‌ی نقشه‌های کاربری به‌روز از مناطق مختلف و بررسی تغییرات صورت گرفته در خصوص کاربری و پوشش زمین در سال‌های گذشته، برای مدیران و برنامه‌ریزان مناطق برای اتخاذ تصمیمات مدیریتی بسیار حائزاهمیت است. به طوریکه پایش تغییرات کاربری اراضی در سال‌های گذشته اطلاعات با ارزشی را از مکانیزم تغییرات مکانی برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کند (۶). در طول ۲۰ سال گذشته، تصاویر ماهواره‌ای به عنوان منبعی مهم در جهت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و همچنین ارزیابی تغییرات گذشته مورد استفاده قرار گرفته است (۷). تکنیک دورسنجی و تصاویر ماهواره ای، به دلیل کسب داده‌های تکراری، فرمت دیجیتالی مناسب برای پردازش کامپیوتر و شیوه‌های دقیق زمین مرجع، متداولترین منبع داده برای تشخیص، کمی‌سازی و نقشه سازی الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن به شمار می‌رود (۸). از طرفی دیگر تصاویر سنجش از دور به علت داشتن قابلیت بالا در شناسایی تغییرات با دقت بالا و به شیوه‌ای موثر، منابع با ارزشی را برای بررسی فرایند و الگوهای تغییر زیست محیطی و اکوسیستمی در مقیاس زمانی و جغرافیایی فراهم می‌کند (۹ و ۱۰). به علاوه، سیستم اطلاعات جغرافیایی فراهم کننده‌ی محیطی مناسب برای نمایش، ذخیره سازی و تجزیه تحلیل داده-ها می باشد و تکنیک سنجش از دور یک ابزار مناسب برای کسب اطلاعات مکانی در جهت رسیدن به مدیریت پایدار منابع طبیعی و چشم انداز اقتصادی می باشد (۱۱)، به‌همین دلیل در سال‌های اخیر، ترکیب دانش سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شناسایی و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری و پوشش زمین به شکل گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲). در ارتباط با موضوع مورد مطالعه تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. سلطانیان و همکاران (۲۰۱۴) (۱) با استفاده از تصاویر دورسنجی و GIS به ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه حفاظت شده اشترانکوه لرستان بین سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۴ پرداختند. برای این کار از تصاویر لندست استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که در این بازه ۲۹۰۲ هکتار از ارضی جنگلی منطقه تخریب و به اراضی کشاورزی و مرتعی و بایر و بدون پوشش تبدیل شده است. یوسفی و همکاران (۲۰۱۱) (۱۳) به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهر مریوان در طی یک دوره ۱۶ ساله با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال پرداختند و نتایج نشان داد طی دوره مورد بررسی ۲۴ درصد از منطقه دارای تغییر بوده که بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگلی می باشد. این تغییرات در جهت کاهش سطح اراضی جنگلی و کشاورزی منطقه بوده و کاهش اراضی کشاورزی ناشی از رها شدن اراضی تحت کشت دیمشمرده شده است.

نظری سامانی و همکاران (۲۰۱۰) (۱۴) با استفاده از تصاویر لندست و GIS به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از فناوری سنجش از دور در کنار GIS می‌تواند قابلیت دسترسی به اطلاعات کاربری اراضی را ارتقاء دهد البته به دلیل شباهت‌های موجود طیفی کاربری‌های مرتع و اراضی رها شده، بکارگیری و اجرای روش های دقیق‌تر لازم می باشد. یانگ و همکاران (۲۰۱۵) (۱۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهر بیجینگ چین پرداختند. برای این منظور از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی متوسط و روش شی‌گرا استفاده کردند و بررسی دقت طبقه‌بندی نشان دهنده کارایی بالای این روش در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی بود. Hong Yao (۲۰۱۳) (۱۶) به ارزیابی تغییرات نواحی ساحلی شهر نانتونگ چین در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ پرداخت. برای این کار از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM^+ استفاده کرده و نتایج تحقیق نشان داد که نواحی ساحلی در منطقه افزایش یافته و محل اتصال دریا به ساحل به سمت دریا عقب نشینی کرده است. حوزه آبخیز قوری‌چای به دلیل مساحت زیاد و نقش مهم در تامین امرار معاش جمعیت ساکن در این حوزه، برای انجام این پژوهش انتخاب شد و هدف از انجام این پژوهش، پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های دورسنجی و GIS و تاثیر این تغییرات بر سطح مراتع حوزه به عنوان رکن دامداری در منطقه است تا با مشخص شدن روند تغییرات کاربری در این حوزه در سال‌های گذشته، تصمیمات صحیح برای جلوگیری از تغییرات کاربری و مدیریت مراتع در سطح این حوزه اتخاذ گردد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

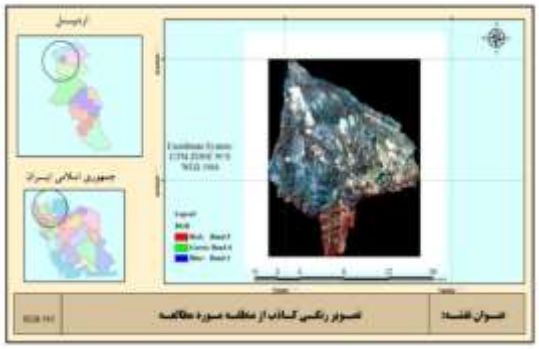
حوزه آبخیز قوری‌چای با مساحت ۱۱۸۴۲ هکتار در شمال استان اردبیل و غرب شهرستان پارس آباد در ۲۰ کیلومتری مرز جمهوری اسلامی ایران و کشور آذربایجان قرارگرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ″۵۷ ′۲۰ °۵۷ تا ″۱۶ ′۳۴ °۵۷ طول شرقی و ″۴۷ ′۴۰ °۶۱ تا ″۲۵ ′۴۸ °۶۱ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوزه ۱۰۰۸ متر و حداقل ارتفاع در خروجی حوزه برابر ۲۶۶ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارش سالیانه در حوزه ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالیانه هوا ۱۴ درجه سانتی‌گراد می باشد. شکل (۱) موقعت حوزه در استان را نشان می‌دهد.

روش تحقیق

در این مطالعه تصاویر بدون ابر سنجنده‌های TM، ETM^+ و OLI ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ با قدرت تفکیک ۳۰ متر متعلق به خرداد ماه سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ انتخاب و از تارنمای سازمان زمین شناسی آمریکا[1] دریافت گردید. شایان ذکر است که در این موقع از سال، پوشش گیاهی منطقه به رشد تقریبی حداکثر خود دست می‌یابد. قبل از پردازش تصاویر لازم بود تا عملیات پیش پردازش بر روی تصاویر اخذ شده انجام گیرد. ابتدا تصاویر آخذ شده از نظر وجود خطاهای اتمسفری از جمله پوشش ابر بررسی شد و هیچ یک از تصاویر در محدوده منطقه مورد مطالعه دارای پوشش ابر نبودند. همچنین بررسی کیفیت رادیومتری تصاویر نشان داد که تصاویر مربوط به هر سه سال از کیفیت مطلوب برخوردار است و هیچ یک از خطاهای راه راه شدگی و پیکسل‌های تکراری، در تصاویر وجود ندارد. باتوجه به اینکه حوزه مورد مطالعه نیز در خطه‌ی مغان واقع شده و فاقد مناطق کوهستانی بود نیز نیازی به انجام تصحیحات ارتفاعی نبود. به منظور بررسی دقت هندسی تصاویر نیز تصویر سال ۲۰۱۵ به عنوان تصویر پایه قرار گرفت و در ادامه به منظور بررسی دقت هندسی آن از لایه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. بدین صورت که از لایه مورد نظر لایه جاده و آبراهه‌ها به صورت تصادفی از سراسر منطقه استخراج و با تصویر مورد نظر همپوشانی صورت گرفت و مشخص شد که انطباق خوبی بین لایه‌های مذکور و تصویر وجود دارد. در ادامه لازم بود تا انطباق هر سه تصویر با یکدیگر نیز بررسی شود. بدین منظور در محیط نرم افزار ENVI و با استفاده از لینک کردن تصاویر به یکدیگر مشخص شد که تصاویر سال ۱۳۹۴ و ۱۳۸۰ از انطباق خوبی برخوردارند اما تصویر

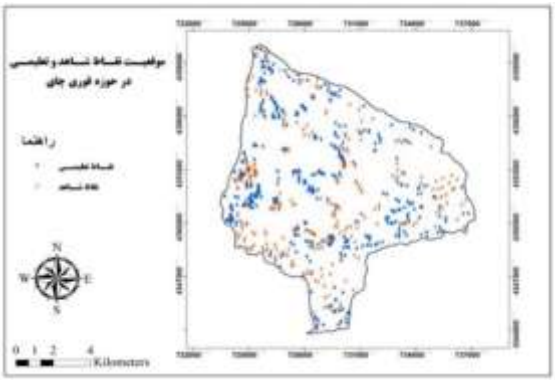
1- United State Geology Survey

سال ۱۳۶۶ دارای خطای هندسی و چولگی می‌باشد. به منظور تصحیح هندسی تصویر سال ۱۳۶۶، تصویر سال ۱۳۹۴ به عنوان تصویر پایه انتخاب و با استفاده از روش تصویر به تصویر و استفاده از حدود ۲۰ نقطه که عمدتا محل تقاطع جاده‌ها و آبراهه‌ها بود، تصویر سال ۱۳۶۶ با مقدار ریشه متوسط مربع خطا برابر ۰/۴۸ پیکسل محاسبه و دو تصویر بر یکدیگر منطبق شدند. گفتنی است در تصحیح هندسی، مقدار ریشه متوسط مربع خطای قابل قبول، کمتر از ۰،۵ پیکسل است (۱۷). در ادامه تصاویر هر سه سال آماده پردازش قرار گرفتند. در ادامه تعداد کلاس‌های کاربری و پوشش زمین با توجه به تصاویر و نقشه‌های موجود، شرایط منطقه مورد مطالعه و کلاس‌های مورد نیاز برای نقشه پوشش زمین انتخاب شده و تفکیک چهار کلاس به این شرح مورد توجه قرار گرفته است: ۱. اراضی کشاورزی دیم، ۲. اراضی مرتعی، ۳. اراضی مسکونی (روستاهای منطقه)، ۴. اراضی بایر. در ادامه اقدام به تهیه نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی تصاویر شد. نمونه های تعلیمی بایستی به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های گوناگون تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند (۱۸). حداقل تعداد پیکسل مورد نیاز برای هرکلاس N+1 است که حرف N به معنای تعداد باندهای مورد استفاده در عملیات طبقه بندی است (۱۹)، اگرچه تعداد پیکسلهای مورد نیاز برای هر کلاس ۱۰N یا حتی ۱۰۰N نیز پیشنهاد شده است (۲۰). با رعایت شرایط فوق، با کاربرد سامانه موقعیت یاب جهانی، نمونه های تعلیمی از سطح حوزه تهیه شد. همچنین برای مناطق مرتفع نیز که امکان دسترسی میسر نبود، از تصاویر مربوط به Google Earth استفاده شد. هچنین سعی شد از کلاس هایی که دارای الگوهای طیفی متفاوتی بودند نمونه های تعلیمی بیشتری برداشت شود تا تغییرات طیفی این کلاس ها در طبقه بندی دخالت داده شود. در مجموع حدود ۸۰۰ نقطه تعلیمی برای کاربری‌ها انتخاب و در فرایند طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۲) پراکنش نقاط برداشت شده را نشان می‌دهد. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی مربوط به سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۰ از مصاحبه حضوری از افراد ساکن منطقه و نیز نقشه‌های کاربری موجود از منطقه و تفسیر بصری کمک گرفته شد. در ادامه، برای طبقه‌بندی تصاویر از خوارزمیک بیشترین شباهت[1] استفاده شد. این روش با استفاده از میانگین و ماتریس کوواریانس داده‌های تمرینی[2] از روش‌های دیگر طبقه بندی مانند طبقه‌بندی کمترین فاصله[3] نتایج بهتری به دست می‌دهد (۲۱)، همچنین این روش به عنوان یکی از دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه توسط اکثر محققین پذیرفته شده است (۱۹). در ادامه با استفاده از نقاط تعلیمی، نقشه کاربری و پوشش اراضی در محیط نرم افزار Envi 4.2 تهیه شد.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area



شکل ۲- موقعیت نقاط شاهد و تعلیمی در حوزه

Figure 2. Training and witness points in the Watershed

بهبود دقت طبقه‌بندی تصاویر با اطلاعات جانبی

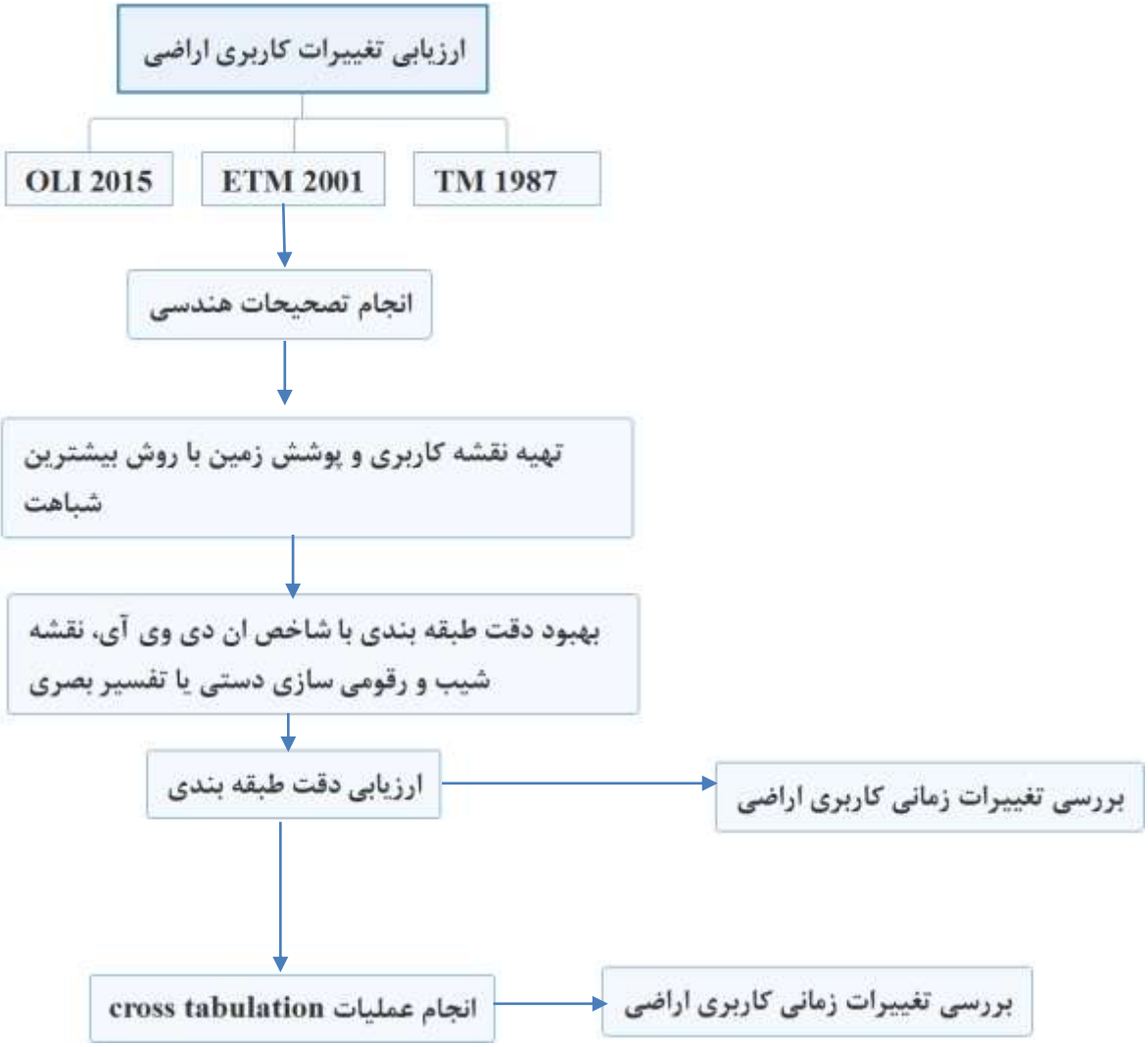
پس از تهیه نقشه طبقه‌بندی شده، اراضی بایر از نقشه طبقه بندی شـــده جدا و با نقاط شـــاهد که به منظور ارزیابی دقت

1- Maximum Likelihood
2- Training Data
3- Minimum Distance

بردا شت شده بودند روی‌همگذاری شد و م شخص شد که در برخی مناطق تفکیک اراضـــی مرتع و بایر از یکدیگر به خوبی صـــورت نگرفته اســـت. به همین دلیل به منظور جلوگیری از کاهش دقت طبقه بندی تصاویر، از شاخص تفا ضل نرمال شده پو شش گیاهی (NDVI)، برای شنا سایی ارا ضی بایر از مراتع ضـعیف اسـتفاده شـد. این شـاخص از رابطه زیر (۱) به دسـت می‌آید :

$$\mathrm{NDVI} = \frac{p_{\mathrm{NIR}} - p_{\mathrm{RED}}}{p_{\mathrm{NIR}} + p_{\mathrm{RED}}} \qquad (۱)$$

که در آن p_{NIR} به عنوان میزان بازتابش در باند مادون قرمز نزدیک و p_{RED} به عنوان میزان بازتابش در باند قرمز مرئی است. این شاخص به طور گسترده و مبتنی بر ارزش‌های طیفی در شناسایی شرایط رشد پوشش گیاهی استفاده شده است. نسبت بازتابندگی باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک که به ترتیب نشان دهندۀ بازتابش امواج در باند موج قرمز مرئی و باند موج مادون قرمز رادیومتری ماهواره است، در بررسی شرایط و نقشه‌سازی پوشش گیاهی استفاده می‌شود زیرا این دو طول موج به شکل فزاینده‌ای توسط گیاهان به ترتیب، جذب و بازتابیده می شوند (۲۲). در این روش، محاسبه نسبت دامنۀ تغییرات و مقادیر NDVI از ۱- تا ۱+ است. مقدار عددی زیاد نشان دهنده پوشش گیاهی سالم بوده و مقدار عددی کم دلالت بر پوشش گیاهی ناسالم، و یا تحت فشار همانند شرایط اراضی بدون پوشش دارد (۲۳). بعد از تهیه نقشه NDVI برای هر سه سال مورد بررسی، مناطقی که در فرایند طبقه‌بندی جزو طبقه مرتع قرار گرفته بودند و مقادیر با NDVI مساوی یا کمتر از صفر را به خود اختصاص داده بودند، به عنوان مناطق بایر یا فاقد پوشش گیاهی در نظر گرفته شد و در نقشه نهایی اعمال شد. برای تفکیک بهتر اراضی مرتعی از اراضی دیم نیز که امکان طبقه بندی اشتباه پیکسل‌ها در این زمینه وجود داشت، از نقشه شیب منطقه کمک گرفته شد. به گونه‌ای که با پیمایش میدانی در منطقه به خصوص شرق منطقه که بیشتر اراضی کشاورزی در آنجا قرار دارد، حداکثر شیبی که برای کشاورزی دیم مشاهده شد ۳۵٪ تخمین زده شد. در ادامه، با استفاده از لایه رقومی توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه، لایه مدل رقومی ارتفاعی در محیط ArcGIS 9.3 تهیه شد. در ادامه، با استفاده از این لایه، لایه شیب منطقه تهیه و در دو طبقه کمتر و بیشتر از ۳۵٪ طبقه بندی شد. در ادامه لایه شیب با لایه کاربری تهیه شده از روش حداکثر احتمال روی‌همگذاری شده و مناطق با شیب بیشتر از ۳۵٪ که به کاربری کشاورزی دیم اختصاص داده شده بودند به کاربری مرتع تغییر یافتند. به منظور تفکیک اراضی بایر از مناطق روستایی نیز که به دلیل تشابه طبقی با استفاده از روش طبقه بندی میسر نبود، با استفاده از روش رقومی سازی دستی و تفسیر بصری در هر سه تصویر، اقدام به جداسازی این اراضی شد و در نهایت در محیط Arcmap با نقشه طبقه بندی روی همگذاری شده و نقشه نهایی برای هر سه تصویر به دست آمد. در نهایت ارزیابی دقت نقشه ها با استفاده از شاخص کاپا و صحت کلی محاسبه شد. بعد از اطمینان از دقت طبقه بندی، جهت مشخص نمودن نوع تغییرات کاربری در طی زمان از تابع Dissolve و Intersect در محیط Arcmap استفاده شد و نقشه تبدیلات کاربری اراضی تهیه شد. شکل (۳) فلوچارت تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۳- فلوچارت تحقیق

Figure 3. Research Flowchart

نتایج

ارزیابی دقت نقشه ها

یافته‌های مربوط به صحت طبقه بندی برای تصاویر زمان‌های مختلف به ترتیب برای تصاویر سالهای ۱۹۸۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۵ برای شاخص کاپا برابر ۰/۷۹، ۰/۸۰ و ۰/۸۲ است. برای صحت کلی نیز به ترتیب مقادیر ۸۳/۶۷٪، ۸۵/۳۳٪ و ۸۸/۲۷٪ به دست آمد. میزان ضریب به دست آمده بیانگر این است که تصاویر ماهواره‌ای با دقت قابل قبول قادر به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی است. بالاتر بودن میزان ضریب صحت کلی نسبت به ضریب کاپا نیز به ماهیت محاسبه ضرایب فوق مربوط است (۱۴).

بررسی میزان و نوع تغییرات کاربری اراضی

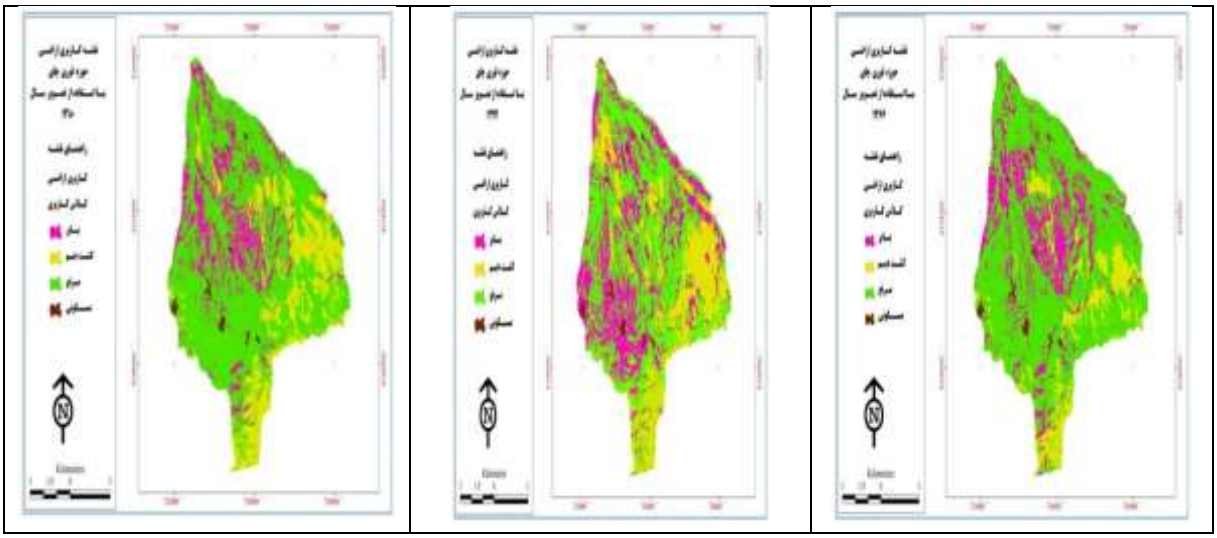
نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ در شکل (۴) آورده شده است. مجموع مساحت کاربری‌های منطقه مورد مطالعه ۱۱۸۴۲ هکتار می‌باشد. مساحت هریک از کاربری‌ها نیز در طول دوره ۱۳۹۴-۱۳۶۶ به تفکیک در جدول (۱) آورده شده است. همانطور که در این جدول مشخص است، کاربری کشاورزی دیم در طول بازه ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ از روند صعودی برخوردار بوده است به طوریکه با افزایش حدود ۱۴۶۸/۹۶ هکتاری که از ۱۳۴۱/۷۶ هکتار درسال ۱۳۶۶ به میزان ۲۸۱۰/۷۲هکتار درسال ۱۳۹۴ رسیده است. در مقابل کاربری مرتع در این مدت روند نزولی داشته و با کاهش حدود ۲۵۴۰/۸۸ هکتار در طول ۲۸ سال، از ۴۱۰۷/۱۲ هکتار به ۲۱۳۶/۴۴ رسیده

است. در مقابل کاربری بایر به مانند کاربری مرتع، در طول سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰ روند کاهشی داشته و از ۲۲۱۹/۶۵ هکتار به ۱۷۵۷/۸۷ هکتار کاهش یافته اما در طی سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ به مانند کاربری کشت دیم با افزایشی معادل ۱۵۳۲/۵۸ هکتار از ۱۷۵۷/۸۷ به ۳۲۹۰/۴۵ هکتار رسیده است. همچنین در جدول (۲) میزان و جهت تغییرات هریک از کاربری‌ها در هر سه دوره آورده شده است.

جدول ۱- مساحت کلاس‌های مختلف کاربری در سه زمان مورد بررسی بر حسب درصد و هکتار

Table 1. The areas of different land use classes for 3 studied years (hectare and percentage)

کلاس کاربری	سال					
	۱۳۹۴		۱۳۸۰		۱۳۶۶	
	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت
کشت دیم	۲۳/۷۵	۷۲/۲۸۱۰	۰۹/۱۸	۸۳/۲۱۴۲	۳۲/۱۱	۷۶/۱۳۴۱
مرتع	۵۹/۴۷	۱/۵۶۳۷	۱۸/۶۶	۸۸/۷۸۳۷	۰۸/۶۹	۹۸/۸۱۷۷
بایر	۸۸/۰	۳۷/۱۰۴	۸۷/۰	۷۷/۱۰۳	۸۶/۰	۴/۱۰۲
مسکونی	۸۷/۲۷	۴۵/۳۲۹۰	۸۶/۱۴	۸۷/۱۷۵۷	۷۴/۱۸	۹۵/۲۲۱۹
مجموع	۱۰۰	۱۱۸۴۲	۱۰۰	۱۱۸۴۲	۱۰۰	۱۱۸۴۲



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سالهای مورد بررسی

Figure 4. Land use maps of studied years

جدول۲- میزان تغییرات هریک از کاربری‌ها در سه دوره مورد بررسی

Table 2. The amounts of land use changes during 3 studied periods (hectare and percentage)

کلاس کاربری	سال					
	۱۳۸۰-۱۳۶۶		۱۳۹۴-۱۳۸۰		۱۳۹۴-۱۳۶۶	
	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت
کشت دیم	۷۲/۴۹	۰۷/۸۰۱	۱۷/۱۵	۸۹/۶۶۷	۹۰/۲۸	۹۶/۱۴۶۸
مرتع	۱۰/۲۱-	۰۱/۳۴۰-	۹۹/۴۹-	۸۷/۲۲۰۰	۹۹/۴۹-	۸۸/۲۵۴۰
بایر	۰۹/۲۹-	۷۱/۴۶۸-	۸۱/۳۴	۵۸/۱۵۳۲	۰۶/۲۱	۸/۱۰۷۰
مسکونی	۰۸/۰	۳۷/۱	۰۱/۰	۶/۰	۰۳/۱	۹۷/۱

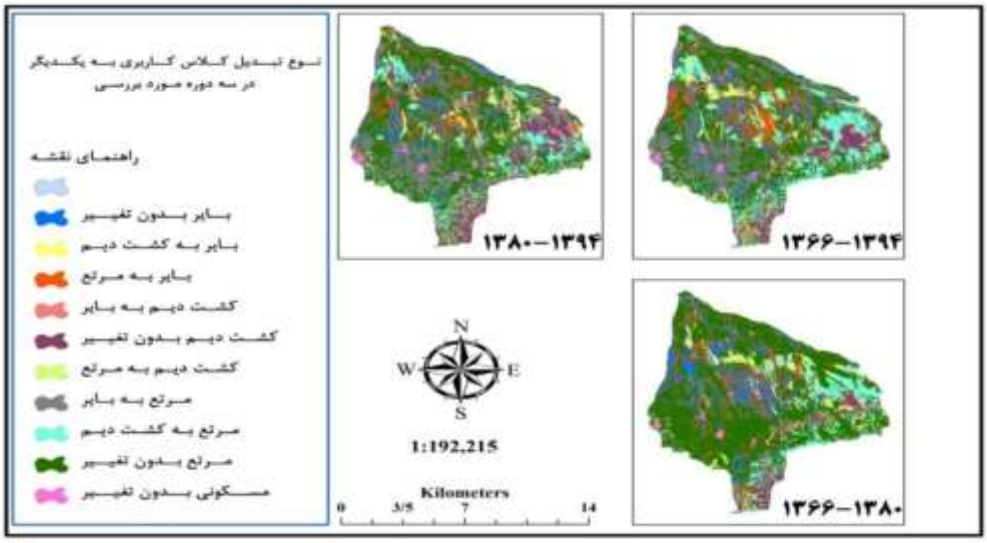
همانطور که در جدول (۲) مشخص است در دوره اول (۱۳۸۰-۱۳۶۶)، بیشترین تغییرات مربوط به کاربری کشت دیم می باشد که به میزان ۸۰۱/۰۷ هکتار افزایش یافته است. در مقابل در این دوره کاربری مرتع و بایر کاهش یافته است. در این دوره مناطق روستایی (مسکونی) نیز به میزان بسیار اندکی افزایش یافته است. در دوره دوم (۱۳۸۰-۱۳۹۴)، کاربری کشت دیم، بایر و مسکونی افزایش یافته اما کاربری مرتع به مانند دوره قبل روند کاهشی داشته است. در این دوره بیشترین تغییرات را اراضی مرتعی با کاهش ۲۲۰۰/۸۷ هکتاری شامل می شود. در دوره سوم یعنی (۱۳۹۴-۱۳۶۶)، کاربری مرتع به مانند دوره قبل با کاهش ۲۵۴۰/۸۸ هکتاری بیشترین تغییر را شامل می شود سپس، افزایش کشت دیم به میزان ۱۴۶۸/۹۶ هکتار و اراضی بایر به میزان ۱۰۷۰/۸ هکتار به ترتیب بیشترین تغییرات را شامل می-شود. در ادامه به منظور بررسی دقیق‌تر تغییرات هریک از کاربری‌ها، میزان تغییرات خالص هر طبقه با توجه به نقش دیگر کاربری‌ها، به تفکیک در جدول (۳) آورده شده است.

جدول۳- نوع و درصد تغییرات کاربری صورت گرفته در حوزه آبخیزقوری چای در فاصله سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۶۶

Table 3. The types and percentages of land use changes in Ghoorichay watershed during the period of 1987-2015 (hectare and percentage)

	بازه زمانی					
	۱۳۸۰-۱۳۶۶		۱۳۹۴-۱۳۸۰		۱۳۶۶-۱۳۹۴	
تبدیل از / به	مساحت	درصد	مساحت	درصد	مساحت	درصد
بایر بدون تغییر	۵۵/۹۹۷	۴۲/۸	۸۷۴۴/۷۷۹	۵۹/۶	۲۷۶۷/۸۱۵	۸۸/۶
بایر به کشت دیم	۱۷/۲۲۶	۹۱/۱	۳۲۸۴/۲۰۲	۷۱/۱	۴۶۸۳/۳۴۳	۹/۲
بایر به مرتع	۸۷/۹۹۳	۳۹/۸	۴۴۷/۷۷۴	۵۴/۶	۲۰۱/۱۰۵۸	۹۴/۸
کشت دیم به بایر	۳۷/۴۴	۳۷/۰	۱۸۶۶/۲۰۵	۷۳/۱	۷۸۷۷/۱۳۶	۱۶/۱
کشت دیم بدون تغییر	۱۶/۷۶۳	۴۴/۶	۵۰۲/۱۴۰۸	۸۹/۱۱	۳۸۴۳/۸۳۳	۰۴/۷
کشت دیم به مرتع	۵۳۸	۵۴/۴	۱۲۸۷/۵۳۳	۵/۴	۰۱۶۵/۳۷۵	۱۷/۳
مرتع به بایر	۳۳/۷۱۵	۰۴/۶	۳۴۳/۲۳۰۲	۴۴/۱۹	۳۲۹/۲۳۳۵	۷۲/۱۹
مرتع به کشت دیم	۵۱/۱۱۵۷	۷۷/۹	۷۵۶/۱۲۰۲	۱۶/۱۰	۷۳۵/۱۶۳۶	۸۲/۱۳
مرتع بدون تغییر	۶۷/۶۳۰۳	۲۲/۵۳	۵۳۱/۴۳۲۹	۵۶/۳۶	۸۸۹/۴۲۰۳	۵/۳۵
مسکونی بدون تغییر	۳۸/۱۰۴	۸۸/۰	۳۷۹۴/۱۰۴	۸۸/۰	۳۷۹۴/۱۰۴	۸۸/۰

بر اساس نتایج جدول (۳) در دوره اول (۱۳۶۶-۱۳۸۰)، ۳۰/۱۶ درصد از منطقه دچار تغییر کاربری شده است که در همین دوره، بیشترین تبدیل کاربری به یکدیگر شامل تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشت دیم می‌شود. در دوره دوم یعنی (۱۳۸۰-۱۳۹۴)، ۴۴/۰۸ درصد از منطقه دچار تغییر کاربری شده است که در این دوره تبدیل اراضی مرتعی به بایر بیشترین تغییر محسوب می‌شود. در دوره آخر یعنی (۱۳۶۶-۱۳۹۴) که ۴۹/۷۰ درصد از منطقه دچار تغییر کاربری شده است، نیز تبدیل کاربری مرتع به بایر و سپس مرتع به کشت دیم به ترتیب بیشترین تغییرات را شامل می شود. بر اساس تغییرات این جدول، به مرور زمان به میزان درصد این تغییرات افزوده شده که عمدتا در ارتباط با کاهش اراضی مرتعی و تبدیل به کاربری‌های مرتع و بایر می باشد. شایان ذکر است در هر سه دوره، مطابق انتظار کمترین تغییرات در ارتباط با تغییر کاربری مسکونی (مناطق روستایی) می‌باشد. در شکل (۵) نقشه نوع تبدیلات کاربری اراضی به یکدیگر آورده شده است.



شکل۵- نقشه تغییرات کاربری رخ داده در طول دوره ۱۳۹۴-۱۳۶۶

Figure 5. The map of land use changes during the period of 1987-2015

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای پایش تغییرات رخداده در طول دوره ۲۸ ساله از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و خوارزمیک طبقه‌بندی بیشترین شباهت که دارای دقت بالای می‌باشد (۲۴)، استفاده شدکه مشابه تحقیقات (۱۷ و ۲۵ و ۲۶ و ۲۷ و ۲۸) است. دقت طبقه‌بندی هر سه تصویر با شاخص کاپا و صحت کلی بررسی شد. بر اساس نتایج حاصل از بررسی دقت طبقه بندی در سه تصویر میزان صحت طبقه‌بندی برای تصویر TM 1987، EM 2001 و OLI TIRS 2015 به ترتیب ۸۳/۶۷، ۸۵/۳۳ و ۸۸/۲۷ درصد و میزان ضریب کاپا برای هر کدام از این تصاویر ۰/۷۹، ۰/۸۰ و ۰/۸۲ بدست آمد. طبیعی بود با توجه به بروز بودن اطلاعات منطقه برای تصویر سال ۲۰۱۵، و امکان دسترسی مستقیم به کاربری فعلی اراضی در منطقه برای انتخاب نمونه های تعلیمی، دقت طبقه بندی تصویر سال ۲۰۱۵ از تصاویر دیگر بیشتر باشد. علاوه بر این دقت به دست آمده در هر سه تصویر قابل قبول بوده و نشان از قابلیت بالای تصاویر لندست برای تهیه نقشه کاربری اراضی با دقت قابل قبول دارد که این امر با نتایج تحقیقات (۱ و ۳ و ۲۰ و ۲۷ و ۲۸) مطابقت دارد. در مجموع دقت نتایج حاصل از سه تصویر برای تمام کاربری‌ها یکسان بود، که این مهم را می‌توان به برداشت نمونه‌های تعلیمی مناسب و همزمانی تاریخ برداشت سه تصویر (خردادماه) در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۴ ارتباط داد. شایان ذکر است در در منطقه مورد مطالعه پوشش گیاهی در خردادماه به حداکثر رشد خود رسیده و اراضی کشت دیم هنوز برداشت نشده است، بنابراین تصاویر بازتاب طیفی کلاسهای مشابه در هر سه سال تا حدود زیادی مشابه خواهد بود. علاوه بر این موارد، برداشت نمونه‌های تعلیمی با پراکنش و تعداد مناسب در سطح حوزه و استفاده از شاخص NDVI و لایه شیب و رقومی سازی دستی (برای روستاها باتفسیر بصری) برای تصحیح نقشه‌ها نقش قابل توجهی در بهبود فرایند طبقه‌بندی داشته است. در این تحقیق پس از تهیه نقشه کاربری اراضی در هر سه سال، نوع و میزان تغییرات کاربری‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در دوره زمانی اول (۱۳۶۶-۱۳۸۰)، حدود ۳۰٪ از اراضی منطقه دچار تغییر کاربری شده است درحالیکه این امر در دوره دوم (۱۳۸۰-۱۳۹۴) حدود ۴۴ درصد و در دوره سوم (۱۳۶۶-۱۳۹۴) حدود ۵۰ درصد است. تبدیل اراضی بایر به کشت دیم یک نوع از این تغییرات می باشد. در واقع در حوزه مورد مطالعه به مانند سایر مناطق کشور، اراضی حاشیه کشاورزی که فاقد پوشش بوده و فاقد بازدهی مناسب برای کشاورزی است به دلیل قرار گرفتن در اطراف اراضی کشاورزی توسط کشاورزان به منظور برداشت محصول بیشتر تحت شخم قرار می‌گیرند که البته بسیاری از این اراضی بعد از

محصول ندادن به صورت اراضی با عنوان دیمزار رها شده، رها می‌شوند کما اینکه این روند تبدیل روند صعودی داشته و در طی ۲۸ سال حدود ۳۴۳ هکتار از اراضی منطقه به این شکل در آمده است. شکل دیگری از تغییرات تبدیل اراضی بایر به مرتع می‌باشد. در این خصوص می‌توان به مهم بودن این تغییر برای حفظ تنوع اکوسیستمی در منطقه اشاره کرد و مهمترین نوع تغییر برای حفظ تعادل اکوسیستم در منطقه است. همانطور که در جدول (۳) مشخص است این میزان در دوره اول حدود ۹۹۳ هکتار و در دوره دوم حدود ۷۷۴ هکتار است. علت این امر در ارتباط با دو عامل اصلی وقوع بارندگی مناسب در سال ۱۳۷۷ در منطقه (۲۹) و اجرای عملیات آبخیزداری برای مهار آب در منطقه توسط اداره منابع طبیعی استان است. در دوره اول وقوع بارندگی و بروز دوره تر سالی نقش مهمی در تبدیل اراضی بایر به مرتع داشته که با کمک به رشد پوشش گیاهی در منطقه این اراضی را از حالت بایر درآورده است که نشان از قابلیت خاک منطقه برای احیاء و تبدیل شدن به مراتع هرچند ضعیف دارد. در دوره دوم علی رغم وقوع بارندگی کم در منطقه، به دلیل انجام عملیات بیولوژیکی، حفظ آب و تغذیه ی سفره‌های آب زیرزمینی منطقه، بخش قابل توجهی از اراضی بایر به اراضی مرتعی تبدیل شده است. در این دوره نقش اجرای مطالعات آبخیزداری نسبت به نقش بارندگی بیشتر است. شکل دیگری از تغییرات تبدیل اراضی کشت دیم به اراضی بایر است که در طی ۲۸ سال گذشته حدود ۱۳۶ هکتار بوده است که این اراضی همان مناطق دیمزار رها شده است که به دلیل قابلیت کم در محصول دهی و عدم بازدهی اقتصادی در منطقه بعد از یک سال کشت رها می شوند. نوع دیگری از تغییر، تبدیل اراضی کشت دیم به مرتع است. این تغییر در دوره اول و دوم تقریبا برابر است و علت این امر نقش بازدارندگی یگان حفاظت از منابع طبیعی استان در ارتباط با مقوله تغییر کاربری است. نوع مهمی از تغییر که در منطقه رخ داده است و باعث تضعیف پوشش گیاهی منطقه شده است تبدیل اراضی مرتعی به بایر می باشد. متاسفانه این روند در طی سه دوره روند صعودی داشته به گونه ای که در طی سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴، حدود ۲۳۳۵ هکتار از اراضی منطقه تبدیل به اراضی بایر گشته است که مساحتی حدود یک چهارم منطقه را تشکیل می‌دهد و نشان از وضعیت تاسف بار در منطقه دارد. در این خصوص و علت آن می‌توان دلایل مختلفی را بیان کرد. مهمترین عامل افزایش جمعیت افراد ساکن در روستاهای منطقه است که بالطبع به مانند سایر مناطق در طی ۲۸ سال گذشته جمعیت منطقه افزایش یافته است. افزایش جمعیت درآمد بالای اقتصادی را خواهد طلبید که با توجه به شغل غالب مردم که دامداری در منطقه است، با افزایش تعداد دام از طریق دامپروری و چرای مفرط و بیش از ظرفیت برد در منطقه، به مرور زمان مراتع منطقه تبدیل به اراضی بایر می‌شود. این امر به دنبال خود بروز فرسایش در منطقه را به وجود می‌آورد. این امر زمانی توجیه می‌شود که در مناطق بایر شکل غالب سنگ مادر از نوع مارن می‌باشد که به فرسایش حساس است. بنابراین در ارتباط با تغییر اراضی مرتعی به بایر می‌توان نقش افزایش تعداد جمعیت، چرای مفرط و فرسایش به دلیل نوع سنگ مادر منطقه را برشمرد. آخرین نوع تغییر در منطقه تبدیل اراضی مرتعی به کشت دیم است. این معضل که در بیشتر حوزه‌های کشور رخ می دهد دیگر تبدیل به امری عادی شده است. با توجه به شغل دوم مردم منطقه که بعد از دامداری، کشاورزی می باشد، قابل توجیه است. با افزایش جمعیت منطقه و نیاز به درآمد اقتصادی، بیشتر اراضی مرتعی منطقه به صورت مخفیانه تحت کشت قرار می‌گیرد و در بسیاری از مواقع برای مدت زیادی این امر معلوم نمیگردد. به همن دلیل است که در حوزه مورد مطالعه نیز به دنبال افزایش جمعیت این امر قابل تشخیص است. البته این امر بیشتر در ارتباط با مراتع اطراف اراضی کشاورزی که به آسانی قابل شخم است رخ می دهد همانطور که در شرق حوزه جایی که اراضی کشاورزی زیاد است، این نوع تغییر بیشتر از جاهای دیگر حوزه به چشم می‌خورد. می‌توان ادعا نمود که مهمترین تغییرات کاربری حوزه در درجه اول، تبدیل اراضی مرتعی به بایر و در درجه دوم، تبدیل اراضی مرتعی به کشت دیم است که به دلیل شغل مردم منطقه که دامداری و سپس کشاورزی می باشد، قابل توجیه است. به طور کلی می‌توان بیان نمود که در طی ۲۸ سال گذشته اراضی کشت دیم در منطقه روندی افزایشی داشته است که همسو با مطالعات

(۱ و ۳۰) می‌باشد اما این موضوع با مطالعات (۱۴و ۳۱) مغایرت دارد که در آن در طی یک دوره اراضی کشاورزی کاهش یافته است. البته به نظر می‌رسد کاهش اراضی کشاورزی در تحقیق ایشان به دلیل افزایش ساخت و سازهای مسکونی در اراضی کشاورزی منطقه بوده است. در ادامه می توان بیان کرد که مراتع منطقه در طی سالهای گذشته همواره روند کاهشی شدیدی داشته که نیازمند توجه بیشتر مسئولین در این خصوص است به خصوص که این تغییرات بیشتر در ارتباط با تبدیل شدن به اراضی بایر بوده و در بلند مدت تامین علوفه برای دام دامداران منطقه را با مشکل مواجه خواهد کرد. از طرف دیگر، در طی همین سالها اراضی بایر در منطقه افزایش یافته که در ارتباط با افزایش تعداد دام، چرای زود رس، چرای مفرط و حساسیت خاک و سنگ مادر منطقه (مارن) به فرسایش است. البته باید اذعان کرد که علت اصلی این تغییرات، عدم وجود شغل مناسب در منطقه است که در نهایت برای کسب درآمد اقدام به تخریب منابع طبیعی منطقه می شود. لذا، مدیریت مناسب و اجرای برنامه های آمایش سرزمین در این منطقه ضروری به نظر می رسد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله، از تمامی افراد بومی حوزه قوری چای و کارشناسان منابع طبیعی استان اردبیل که در طول مراحل مختلف انجام این تحقیق ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنیم.

References

1. Soltanian, S., Rahimi, E., Sabz Qabaei, Gh., Rostami, K., Zeidi, A. 2013. Evaluation of the trend of land use changes in Oshtorankooh protected area between the years of 1989 and 2005 using Landsat images. Quarterly magazine of new technologies in environmental engineering and renewable resources, first year, Vol 1 (1), pp. 1-13. (In Persian)
2. Kazemi, M., Mahdavi, Y., Nohegar, A., Rezaei, P. 2018. Estimating changes in land cover and land use using geographic information systems (case study: Tange Bostank watershed, Shiraz). The application of remote sensing and GIS in natural resources sciences, Vol 2 (1), pp. 103-116. (In Persian)
3. Dong, l., Wenting, ZH., 2014. A comparison of comparison of Markov model-based methods for predicting the ecosystem service value of land use in Wuhan, central China. EcosystemServices7, (2014), 57–65.
4. Edwards, P.J., May, R.M., Webb, N.R., 1994. Large Ale ecology and conservation biology. Environ, Natural Resources, 32 (1), 33–39.
5. Karagozlu, A., Nouri Kermani, A., Keshmiri, Z. 2018. Evaluation of physical changes and analysis of urban development using high-resolution satellite data and GIS/RS systems (Case study: District 5 of the Municipality Tehran). Environmental science and technology, Vol 11 (1), pp. 219-229. (In Persian)
6. Xian, G., Homer, C., Fry, J., 2009. Updating the 2001 National Land Cover Data base land cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detection methods. Remote Sensing of Environment, 113, 1133–1147.
7. Mohammady, M., Moradi, HR., Zeinivand, H., 2015. A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the north of Iran. International Journal of Environment Science and technology, 12:1515–1526.
8. Chen, X., Vierling, L., Deering, D., 2005. A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection

across sensors and across time. Remote Sensing of Environment, 98(1), 63-79.

9. Coops, N.C., Wulder, M.A., White, J.C., 2006. Identifying and describing forest disturbance and spatial pattern: data selection issues Understanding For Disturbance Spatial Pattern. Remote Sens, GIS Approaches, 31.
10. Chen, X., Vierling, L., Deering, D., 2005. A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. Remote Sensing of Environment, 98(1), 63-79.
11. Jensen, J.R and Cowen, D.C., 1999. Remote sensing of urban suburban infrastructure and socio-economic attributes. Photogram Engineering, Remote Sensing, 65, 611–622.
12. Hathout, S., 2002. The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. Journal of Environmental Management, 66, 229–238.
13. Yousefi, S., Moradi, H., Hosseini, S. H., Mirzaei, S. 2018. Monitoring land use changes in Marivan using TM and ETM+ sensors of Landsat satellite. Journal of Remote Sensing and GIS Application in Natural Resources Sciences. Vol 2 (3), pp. 104 -97. (In Persian)
14. Nazari Samani, A. A., Ghorbani, M., Kohbanani, H. 2009. Evaluation of the trend of land use changes in the Taleghan watershed in the period 1987 to 2001. Rangeland, Vol. 4 (3), pp. 451 -442. (In Persian)
15. H., Gao, X., 2015. Land cover changed object detection in remote sensing data withmedium spatial resolution. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 38, pp.129–137.
16. Hong, Y., 2013. Characterizing land use changes in 1990-2010 in the coastal zone of Nantong, Jiangsu province, Chin. Ocean & Coastal Management, 71, (2013), 108-115.
17. Shalaby, A., Tateishi, R., 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land use changes in the northwestern coastal zone of Egyp. Applied Geography 27, (2007), pp. 28-41.
18. Tavallaee, S., Haji Nowrozi, N. 2016. Pakdasht land use preparation using RS and GIS. Journal of Geographical Sciences, Vol. 5, No. 6 and 7: 27-40. (In Persian)
19. Rasouli, A. A. and Mahmudzadeh, H. 2018, Fundamentals of Remote Sensing Basic Knowledge. first edition, Alimaran Publications. (In Persian)
20. Yuan, F.K.E., Sawaya, B.C., Loeffelholz, M. E., 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin (Minnesota) Metropolitan Area by multi temporal Landsat remote sensing. Remote sensing of Environment, 95: 317-328.
21. Richards, J., Xiuping, J., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. 4th Edition, Springer.
22. Soroudi, M., Jozi, S. A. 2013. .Remote sensing and implementation of Markov model to investigate the changes of urban green space (Case study: District 1 of Tehran municipality). Environology. Vol. 39 (10), pp. 113-122. (In Persian)
23. Lee, T., H.,Yeh., 2009. Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River estuary

mangrove communities, Taiwan. Ecological Engineering, 487-496.

24. Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaei, S., Moradi, H., Tavanger, Sh. 2013. Comparison of different classification algorithms of satellite images in the preparation of land use map (case study: Noor city). Application of Remote and GIS in Natural Resources Sciences. Vol. 2, pp. 15-25. (In Persian)
25. Ghorbani, R., Taghipour, A. A., Mahmoudzadeh, Ha. 2017. Evaluation and analysis of land use changes in the Ala-Gol, Alma-Gol and Aji-Gol international wetlands of the Turkmen Sahra using multi-temporal satellite images. Geography and Environmental Planning. Vol. 23 (4), pp. 168-186. (In Persian)
26. Rusta, Z., Manouri, S. M., Darvish, M., Falahati, F. 2013. The application of remote sensing and geographic information system in extracting the land use map of Shiraz outskirts. Town and Country Planning. Vol. 4 (6), pp. 163- 149. (In Persian)
27. Sanjari, S., Boroumand, N. 2013. Monitoring land use/cover changes in the last three decades using remote sensing technique (case study: Zarandestan region of Kerman). Application of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Sciences. Vol. 4 (1), pp. 56-67. (In Persian)
28. Elcavy, O., Rod, J., Ismail, H., Suliman, A., 2011. Land use and land cover changes detections in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. Applied geography, 31(2011), pp. 483-494.
29. General Department of Meteorology of Ardabil Province, Department of Statistics and Information, access date 2014. (In Persian)
30. Kelarestaghi, A., Ahmadi, H., Jafari, M., Qudousi, J. 2017. Forecasting possible changes in forest use to dry farming using probabilistic modeling in the Frame Sahra watershed-Mazandaran province. Research and Construction, Vol 21 (3), pp.52-63. (In Persian)
31. Rajesh, B., Yuji, M., 2006. Land use change analysis using remote sensing and GIS: A Case Study of Kathmandu Metropolitan, Nepal. Research Abstracts on Spatial Information Science CSIS DAYS: 1.