

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دوازده، اسفند ماه ۹۹

پایش تغییرات سی ساله پوشش اراضی با استفاده از سنجش از دور و سامانه

اطلاعات جغرافیایی GIS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز قره سو، اردبیل)

فرشته نامدار^۱

شهلا محمودی^{۲*}

smahmodi@ut.ac.ir

اباذر اسمعیلی عوری^۳

ابراهیم پذیرا^۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۴/۹

تاریخ پذیرش: ۹۸/۹/۲۷

چکیده

زمینه و هدف: مطالعه میزان تغییرات و تخریب منابع در سال‌های گذشته می‌تواند در برنامه‌ریزی جهت استفاده بهینه از آن و کنترل و مهار تغییرات غیر اصولی در آینده گام مهمی به شمار آید. از آنجا که این تغییرات در سطوح وسیع و گسترده اتفاق می‌افتد، تکنولوژی سنجش از دور ابزاری ضروری و ارزشمند جهت پایش تغییرات می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر، پایش تغییرات پوشش اراضی در حوضه آبخیز قره سو در استان اردبیل با تکنیک سنجش از دور است.

روش بررسی: در این تحقیق تغییرات پوشش اراضی طی سی سال از سال ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۵ مورد پایش قرار گرفت. ابتدا تصاویر ماهواره لندست مربوط به ماه جولای سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ تهیه و پس از تصحیح هندسی و ارتفاعی، طبقه بندی تصاویر به روش نظارت شده با متد حداکثر احتمال انجام پذیرفت. به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی از شاخص NDVI، DEM و لایه شیب استفاده شد و دقت طبقه‌بندی با شاخص کاپا و صحت کلی مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: بر اساس نتایج در دوره اول (۱۳۶۵-۱۳۸۰) ۲۰/۴۳ درصد، در دوره دوم (۱۳۸۰-۱۳۹۵) ۴۱/۴۲۶ درصد و در سی سال (۱۳۹۵-۱۳۶۵) ۲۷/۹۹ درصد از منطقه دچار تغییر کاربری شده است که در هر سه دوره تغییرات کاربری زراعت دیم بیشترین مقدار را دارد. **بحث و نتیجه گیری:** نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده این امر است که علیرغم بالا بودن قدرت تصاویر ماهواره لندست در تهیه نقشه کاربری اراضی، می‌توان با استفاده از شاخص‌ها و لایه‌های جانبی نظیر NDVI، ارتفاع و درصد شیب قدرت تفکیک کاربری‌ها از یکدیگر را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات پوشش اراضی، حوضه آبخیز قره سو، سنجش از دور.

- ۱- دانشجوی دکتری علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.
- ۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)
- ۳- دانشیار گروه علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- ۴- استاد گروه علوم خاک، گروه علوم خاک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.

Monitoring of Thirty Years of Land Cover Changes using Remote Sensing and GIS (Case study: Qaresu watershed, Ardabil)

Fereshteh Namdar¹

Shahla Mahmoudi^{2*}

smahmodi@ut.ac.ir

Abazar Esmali Ouri³

Ebrahim Pazira⁴

Admission Date: December 18, 2019

Date Received: June 30, 2019

Abstract

Background and Objective: Studying the extent of change and destruction in resources in previous can contribute to efficient planning and utilization of these resources and limiting similar adverse changes in the future. Since changes in resources occur over large expanses of land, remote sensing technology can serve as a essential and valuable tool for monitoring these changes. The purpose of this study was to monitor the land cover changes in Qaresu watershed in Ardabil province using the remote sensing technique.

Methods: In this study land cover changes was consulted in 30 years from 1985 to 2015. Landsat images of the study area pertaining to July 1985, 2000 and 2015 were acquired. After geometric and elevation corrections, the images were classified by the supervised approach using the maximum likelihood method. The NDVI index, DEM, and slope layers were used to enhance the image classification accuracy. Classification accuracy was assessed with Kappa index and overall accuracy indexes.

Findings: The results showed 20.43% change in the watershed's land uses over the period from 1985 to 2000, 41.426% over the period from 2000 to 2015, and 27.99% over the period from 1985 to 2015. In all three periods, the greatest changes were in dry farming.

Discussion and Conclusion: Results showed despite high capability of Landsat images in mapping land use, using additional layers like NDVI, elevation and slope percent can improve separation accuracy of land using.

Keywords: Satellite Images, Land Cover Changes, Qaresu Watershed, Remote Sensing

1- Ph.D. student in Soil Science, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Professor of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tehran, Tehran, Iran. * (Corresponding Author)

3- Associate Professor in Watershed Science & Engineering, Department of Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

4- Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

مقدمه

کاربری اراضی با استفاده از داده‌های دورسنجی و GIS است تا با مشخص شدن روند تغییرات کاربری، تصمیمات صحیح برای جلوگیری از آن اتخاذ گردد.

روش بررسی

در این تحقیق تغییرات پوشش اراضی طی سی سال از سال ۱۳۶۵ الی ۱۳۹۵ مورد پایش قرار گرفت. ابتدا تصاویر سنجنده‌های TM، ETM⁺ و OLI ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ متعلق به ماه جولای سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ از تارنمای سازمان زمین شناسی آمریکا (United State Geology Survey) دریافت گردید. سپس تصاویر آخذ شده از نظر وجود خطاهای اتمسفری و رادیومتریک از جمله پوشش ابر، خطاهای راه راه شدگی و پیکسل‌های تکراری بررسی شدند. در ادامه با توجه به این که تصویر سال ۲۰۰۰ سنجنده ETM⁺ دارای اندازه سلول ۲۸/۵ متر و در دو سنجنده دیگر این مقدار ۳۰ متر بود، با استفاده از تابع نمونه‌گیری مجدد (Resample)، هریک از باندهای تصویر به روش نزدیک ترین همسایه دارای اندازه سلول ۳۰ متر شدند. با مد نظر قرار دادن این که حوضه مورد مطالعه در منطقه کوهستانی واقع شده و دارای پستی و بلندی زیادی است تصحیحات ارتفاعی با استفاده از لایه DEM و همچنین اطلاعات موجود در متادیتای تصویر دریافتی، انجام گردید. به منظور تصحیح هندسی نیز، تصویر سال ۲۰۱۵ که با بررسی و همپوشانی لایه-هایی مثل جاده و آبراهه مشخص شد که فاقد خطای هندسی است، به عنوان تصویر پایه قرار گرفت و با استفاده از روش تصویر به تصویر و استفاده از حدود ۲۵ نقطه در قسمت‌های مختلف حوضه تصاویر سال ۱۹۸۵ و ۲۰۰۰ با مقدار ریشه متوسط مربع خطا (RMSE) برابر ۰/۱۴ و ۰/۱۸ پیکسل محاسبه و دو تصویر بر یکدیگر منطبق شدند. سپس اقدام به تهیه نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی تصاویر شد. نمونه‌های تعلیمی بایستی به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های گوناگون تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند. حداقل تعداد پیکسل مورد نیاز برای هر کلاس N+1 است که حرف N

یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، کسب اطلاع از الگوهای کاربری اراضی در طول زمان است (۱) و (۲). بنابراین تهیه نقشه‌های کاربری مناطق مختلف و بررسی تغییرات صورت گرفته در سال‌های گذشته، جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی بسیار حائز اهمیت می باشد (۳). ماهواره-های سنجش از دور با فراهم‌آوری تصاویر چندزمانه و چند-طیفی، کسب داده‌های تکراری، فرمت دیجیتالی مناسب برای پردازش کامپیوتر و شیوه‌های دقیق زمین مرجع، متداول ترین منبع برای تهیه الگوهای کاربری اراضی به شمار می‌رود (۴). از طرفی دیگر، چون سیستم اطلاعات جغرافیایی فراهم کننده محیطی مناسب برای نمایش، ذخیره سازی و آنالیز داده‌هاست (۵)، 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 (۶). در ارتباط با موضوع مورد مطالعه تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است. فاطمی طلب و همکاران (۷) تغییرات سطح جنگل‌های رودسر را طی ۱۳ سال مورد بررسی قرار داده و کاهش چشمگیری را در آن مشاهده کردند. مرادی و همکاران (۸)، تغییرات پوشش اراضی در شهرستان های رابر و ارزوئیه را بررسی نمودند که نتایج نشان دهنده بیش‌ترین تبدیل و تغییر در اراضی مرتعی به دلیل گسترش اراضی زراعی است. واسیم و همکاران (۹)، پایش تغییرات پوشش اراضی در منطقه‌ای در مصر را با استفاده از تصاویر لندست انجام داده و به این نتیجه دست یافتند که استفاده از این فرایند می‌تواند مدیران را در برنامه‌ریزی برای حفظ اکوسیستم‌ها کمک کند. از سایر تحقیقات مشابه انجام شده در این زمینه می توان به تحقیقات مایماتیتیجانگ و همکاران (۱۰)؛ ژیاو و هیوپینگ (۱۱)؛ جعفرنیا و همکاران (۱۲)؛ راهداری و همکاران (۱۳) اشاره کرد. حوضه آبخیز قره سو به دلیل مساحت زیاد و نقش مهم آن در امرار معاش جمعیت ساکن در این حوضه، برای انجام این پژوهش انتخاب شد و هدف از انجام این پژوهش، پایش تغییرات سی ساله

اراضی مرتعی اختصاص یافت. 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، حداکثر شیبی که برای کشاورزی دیم مشاهده گردید ۳۰٪ بود و در ادامه لایه شیب با لایه کاربری تهیه شده از روش حداکثر احتمال روی هم گذاری و مناطق با شیب بیشتر از ۳۰٪ که به کاربری کشاورزی دیم اختصاص داده شده بودند به کاربری مرتع تغییر یافتند. برای تفکیک اراضی جنگلی از کشت آبی و باغات نیز از لایه DEM استفاده شد که با توجه به وجود اراضی جنگلی در ارتفاعات بیشتر از ۲۰۰۰ متر و اراضی باغی و زراعت آبی در ارتفاعات کمتر از ۲۰۰۰ متر، لایه مدل رقومی ارتفاعی در دو طبقه بیشتر و کمتر از ۲۰۰۰ متر طبقه‌بندی و با لایه کاربری به دست آمده روی هم گذاری گردید و اراضی که در ارتفاعات بیشتر از ۲۰۰۰ متر به کاربری زراعت آبی و باغ اختصاص داده شده بودند به اراضی جنگلی تغییر یافتند. به منظور اطمینان از دقت طبقه‌بندی تصاویر، پارامترهای شاخص کاپا و صحت کلی محاسبه شدند.

به معنای تعداد باندهای مورد استفاده در عملیات طبقه بندی است، اگرچه تعداد پیکسل‌های مورد نیاز برای هر کلاس $10N$ یا حتی $100N$ نیز پیشنهاد شده است (۱۵). با رعایت شرایط فوق، توسط سامانه موقعیت یاب جهانی و تصاویر مربوط به گوگل اِرت، نمونه‌های تعلیمی از سطح حوضه تهیه شدند (جدول ۱). در ادامه، برای طبقه‌بندی تصاویر از روش بیشترین شباهت (Maximum Likelihood) استفاده گردید که این روش به عنوان یکی از دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه توسط اکثر محققان پذیرفته شده است (۸). سپس با استفاده از نقاط تعلیمی و روش حداکثر احتمال نقشه کاربری و پوشش اراضی آماده شدند. پس از تهیه نقشه طبقه‌بندی شده، اراضی جنگلی از نقشه جدا و با نقاط شاهد که به منظور ارزیابی دقت برداشت شده بودند روی هم گذاری و مشخص گردید که در برخی مناطق تفکیک اراضی مرتع و جنگل از یکدیگر به خوبی صورت نگرفته است. به همین دلیل به منظور جلوگیری از کاهش دقت طبقه بندی تصاویر، از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) استفاده شد و ارزش‌های بیشتر از ۰/۳۵ به اراضی جنگلی و ارزش‌های کمتر از ۰/۳۵ به

جدول ۱- تعداد نقاط تعلیمی و شاهد

Table 1. The number of training and witness points

| ردیف | کاربری | تعداد نقاط تعلیمی | تعداد نقاط شاهد |
|------|-----------------|-------------------|-----------------|
| ۱ | مسکونی | ۵۹ | ۳۳ |
| ۲ | جنگل | ۶۹ | ۳۸ |
| ۳ | کشت دیم | ۸۹ | ۵۴ |
| ۴ | مرتع | ۱۰۴ | ۷۸ |
| ۵ | کشت آبی و باغات | ۷۵ | ۴۹ |
| ۶ | بایر | ۴۴ | ۳۱ |
| ۷ | پوشش آب | ۲۵ | ۱۸ |

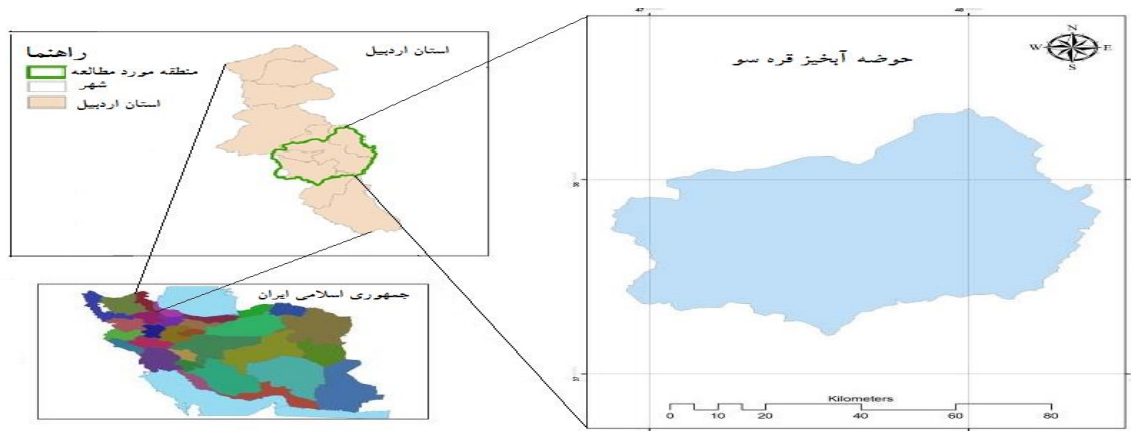
منطقه مورد مطالعه

پوشش داده و در $47^{\circ}48'10''$ تا $48^{\circ}41'50''$ طول شرقی و $37^{\circ}46'27''$ تا $38^{\circ}35'10''$ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع حوضه حدود ۳۷۰۰ متر در غرب و خروجی آن

حوضه آبخیز قره سو به عنوان مهمترین حوضه در استان با مساحت $437286/52$ هکتار در مرکز استان اردبیل قرار دارد. این حوضه سه شهرستان اردبیل، مشگین شهر و نمین را

می‌دهد.

نیز سد سبلان با ارتفاعی حدود ۱۲۰۰ متر در شمال حوضه واقع می‌باشد (۱۴). شکل ۱ موقعیت حوضه در استان را نشان



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Study area location map

یافته ها

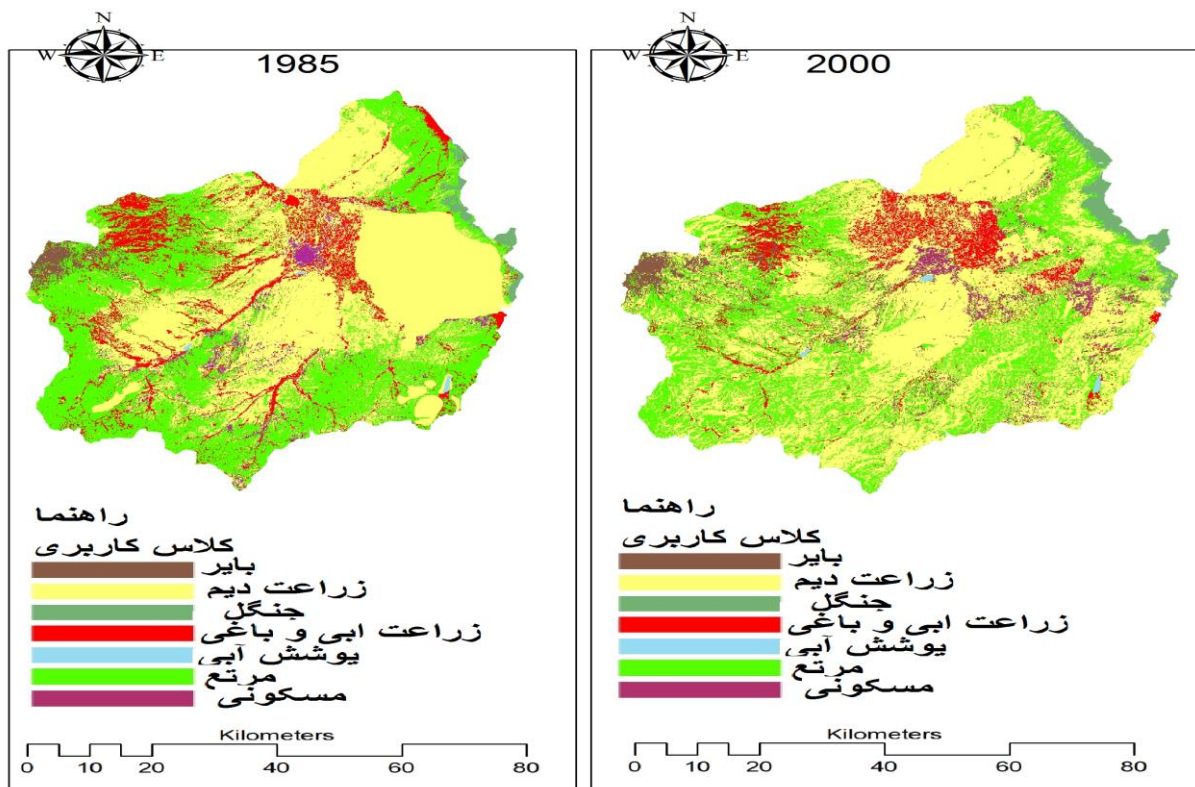
مساحت کاربری‌های منطقه ۴۳۷۲۸۶/۵۲ هکتار می‌باشد که مساحت هر یک از کاربری‌ها در سه سال مورد بررسی به تفکیک در جدول ۳ آمده است که بر این اساس در هر سه سال، کاربری‌ها به ترتیب کمترین مساحت عبارتند از: زراعت دیم، مرتع، زراعت آبی و باغ، مسکونی، بایر، جنگل و پوشش آب. البته در این میان باید به پیشی گرفتن مساحت کاربری مرتع به دیم در سال ۱۳۹۵ اشاره نمود. در جدول ۴ نیز میزان تغییرات هر یک از کاربری‌ها به هکتار و درصد در سه دوره مورد بررسی آورده شده است که بر این اساس در هر سه دوره کاربری مسکونی، پوشش آبی و بایر روند افزایشی داشته اند در حالی که کاربری‌های دیگر دچار کاهش و افزایش در طی این سه دوره هستند.

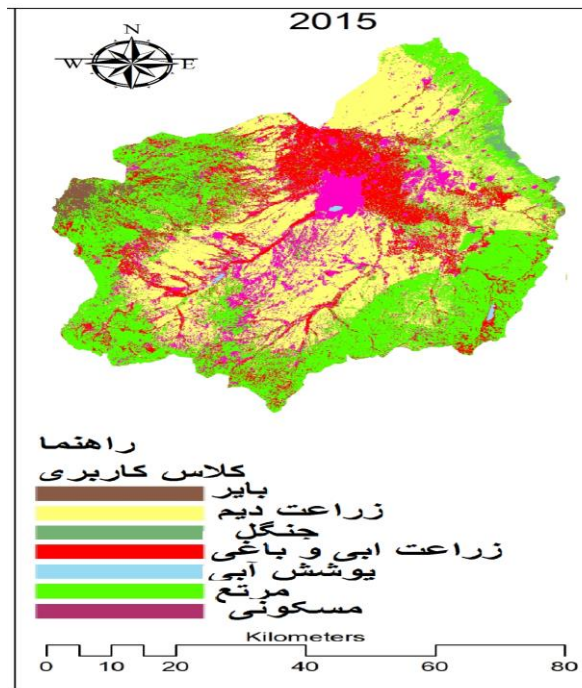
نتایج کلی دقت طبقه بندی و میزان ضرایب دقت کاربر و تولید کننده در جدول ۲ آورده شده است. بر این اساس در هر سه تصویر میزان صحت کلی از میزان ضریب کاپا بیشتر است که به ماهیت محاسبه ضرایب یاد شده مربوط می شود (۱۳). معمولاً صحت کلی یک برآورد خوشبینانه است و بالاتر از مقدار واقعی به دست می آید و ضریب کاپا میزان دقت را نسبت به یک طبقه‌بندی تصادفی محاسبه می‌نماید (۹). به منظور برآورد دقت کلاس‌ها به صورت مجزا پارامترهای دقت کاربر و دقت تولید کننده محاسبه شدند که با توجه به جدول ۲ میزان مقادیر به دست آمده دلالت بر دقت قابل قبول تصاویر ماهواره-ای مورد استفاده، در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه دارد. نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ در شکل ۲ آورده شده است. مجموع

جدول ۲- نتایج ارزیابی دقت نقشه های تهیه شده پوشش اراضی

Table 2. Results of the accuracy assessment of land cover maps

| دقت تولید کننده (درصد) | | | دقت کاربر (درصد) | | | کاربری | ردیف |
|------------------------|-------|-------|------------------|--------|-------|------------------|------|
| ۱۳۹۵ | ۱۳۸۰ | ۱۳۶۵ | ۱۳۹۵ | ۱۳۸۰ | ۱۳۶۵ | | |
| ۹۶/۰۵ | ۹۸/۲۶ | ۸۸/۴۱ | ۹۵/۷۶ | ۹۴/۹۶ | ۷۵/۷۸ | زراعت آبی و باغی | ۱ |
| ۹۸/۴۲ | ۹۸/۳۱ | ۹۵/۸۱ | ۹۱/۰۰ | ۸۷/۴۷ | ۸۷/۷۵ | مرتع | ۲ |
| ۹۷/۶۱ | ۹۶/۹۷ | ۸۹/۶۹ | ۹۷/۰۹ | ۹۸/۷۷ | ۹۴/۹۱ | جنگل | ۳ |
| ۹۳/۷۲ | ۸۲/۳۲ | ۸۲/۵۱ | ۹۹/۱۸ | ۱۰۰/۰۰ | ۹۱/۵۲ | زراعت دیم | ۴ |
| ۹۰/۱۲ | ۸۹/۳۲ | ۸۶/۲۷ | ۹۶/۰۵ | ۹۶/۸۴ | ۹۷/۴۲ | مسکونی | ۵ |
| ۸۹/۱۹ | ۸۸/۸۰ | ۸۵/۵۴ | ۹۲/۰۲ | ۸۹/۸۸ | ۹۰/۰۱ | بایر | ۶ |
| ۸۸/۱۴ | ۸۷/۰۵ | ۸۶/۷۲ | ۹۲/۱۱ | ۹۰/۲۵ | ۹۱/۰۸ | پوشش آب | ۷ |
| صحت کلی % | | | ضریب کاپا | | | سال | |
| ۹۰/۰۶ | | | ۰/۸۶ | | | ۱۳۶۵ | |
| ۹۳/۶۱ | | | ۰/۹۱ | | | ۱۳۸۰ | |
| ۹۵/۶۰ | | | ۰/۹۴ | | | ۱۳۹۵ | |





شکل ۲- نقشه کاربری اراضی در سه سال مورد بررسی

Figure 2. Land use map for 3 studied years

جدول ۳- مساحت (هکتار) و درصد کلاس‌های مختلف کاربری در سه سال مورد بررسی

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

| سال | | | | | | کلاس کاربری | ردیف |
|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|-----------------|------|
| ۱۳۹۵ | | ۱۳۸۰ | | ۱۳۶۵ | | | |
| درصد | مساحت | درصد | مساحت | درصد | مساحت | | |
| ۳۳/۳۸ | ۱۴۱۰۰۶/۵ | ۵۲/۷۲ | ۲۳۰۴۰۸/۵ | ۴۶/۰۲ | ۲۰۱۱۳۳/۶۷ | زراعت دیم | ۱ |
| ۰/۸۱ | ۳۶۲۸/۲ | ۲/۱۶ | ۹۴۶۸/۷ | ۱/۱۵ | ۵۰۳۶/۴۸ | جنگل | ۲ |
| ۱۴/۱۱ | ۶۲۷۱۳/۰۶ | ۶/۸۳ | ۲۹۹۹۸/۰۸ | ۱۰/۹۳ | ۴۷۸۰۳/۶۳ | زراعت آبی و باغ | ۳ |
| ۳۶/۴۲ | ۱۶۱۸۵۷/۱ | ۳۱/۲۷ | ۱۳۶۶۹۹/۷ | ۳۷/۴۲ | ۱۶۳۵۵۸/۱۱ | مرتع | ۴ |
| ۱۲/۹۵ | ۵۷۵۷۷/۶ | ۴/۶۴ | ۲۰۲۸۲/۵۳ | ۳/۰۲ | ۱۳۲۰۵/۷۷ | مسکونی | ۵ |
| ۲/۱۸۵ | ۹۵۸۲/۷ | ۲/۱۸ | ۹۵۵۷/۵۴ | ۱/۳۲ | ۵۸۱۱/۵۱ | بایر | ۶ |
| ۰/۱۵ | ۶۷۴/۲ | ۰/۱۴ | ۶۲۵/۱۶ | ۰/۱۱ | ۴۹۰/۶۸ | پوشش آب | ۷ |

جدول ۴- میزان تغییرات هریک از کاربری‌ها در سه دوره مورد بررسی بر حسب هکتار و درصد

Table 4. The amounts of land use changes during 3 studied periods (hectare and percentage)

| سال | | | | | | کلاس کاربری | ردیف |
|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------------|------|
| ۱۳۶۵-۱۳۹۵ | | ۱۳۸۰-۱۳۹۵ | | ۱۳۶۵-۱۳۸۰ | | | |
| درصد | هکتار | درصد | هکتار | درصد | هکتار | | |
| -۱۲/۶۴ | -۶۰۱۲۷/۱ | -۱۹/۳۴ | -۸۹۴۰/۲ | +۶/۶۹ | +۲۹۲۷۴/۸۳ | زراعت دیم | ۱ |
| -۰/۳۴ | -۱۴۰۸/۲۸ | -۱/۳۳ | -۵۸۴۰/۵ | +۱/۰۱ | +۴۴۳۲/۲۲ | جنگل | ۲ |
| +۳/۱۸ | +۱۴۹۰۹/۴ | +۷/۲۸ | +۳۲۷۱۵ | -۴/۱ | -۱۷۸۰۵/۵ | زراعت آبی و باغ | ۳ |
| -۱ | -۱۷۰۱/۰۱ | +۵/۱۵ | +۲۵۱۵۷/۴ | -۶/۱۴ | -۲۶۸۵۸/۴ | مرتع | ۴ |
| +۹/۹۳ | +۴۴۳۷۱/۸ | +۸/۳۱ | +۳۷۲۹۵/۱ | +۱/۶۱ | +۷۰۷۶/۷ | مسکونی | ۵ |
| +۰/۸۶ | +۳۷۷۱/۲ | +۰/۰۰۵ | +۲۵/۱۶ | +۰/۸۵ | +۳۷۴۶/۰۴ | بایر | ۶ |
| +۰/۰۴ | +۱۸۳/۵۲ | +۰/۰۱۱ | +۴۹/۰۴ | +۰/۰۳ | +۱۳۴/۴۸ | پوشش آب | ۷ |
| %۲۷/۹۹ | | ۱۲۶۴۷۲/۳۱ | | %۴۱/۴۲۶ | | مجموع تغییرات | |

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق برای پایش تغییرات رخ داده در طول دوره ۳۰ ساله از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و متد حداکثر احتمال که دارای دقت بالایی می‌باشند، (۸) استفاده شد که مشابه تحقیقات سنجری و برومند (۱۶) است. دقت نقشه‌های کاربری تهیه شده با شاخص کاپا و صحت کلی بررسی شد. بر اساس نتایج حاصل میزان ضریب کاپا و صحت کلی به ترتیب تاریخ دریافت تصویر، روند افزایشی را نشان می‌دهند که با توجه به بروز بودن اطلاعات منطقه برای تصویر سال ۲۰۱۵ و امکان دسترسی مستقیم به کاربری فعلی اراضی در منطقه برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی، طبیعی است. هر کدام از پارامترهای ارزیابی دقت ویژگی‌های خاص خود را دارند و قسمتی از کیفیت و دقت را روشن می‌سازند معمولاً "بهرتر است در گزارش برآورد دقت طبقه‌بندی، تا حد امکان از چندین پارامتر استفاده کرد و چون صحت کلی و ضریب کاپا با کل طبقه‌بندی سرو کار دارند و اطلاعاتی در مورد تک تک کلاس‌ها یا توزیع مکانی خطا ارائه نمی‌دهند (۱۷) در تحقیق حاضر علاوه بر برآورد مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا که سایر محققان از جمله یوان و همکاران و الکاوی و همکاران (۱۵) و (۱۸) نیز در کارهای خود انجام داده‌اند، پارامترهای دقت کاربر

بر اساس جدول فوق مشخص است که در دوره اول (۱۳۸۰-۱۳۶۵)، بیشترین تغییرات مربوط به کاربری کشت دیم می‌باشد که به میزان ۲۹۲۷۴/۹ هکتار افزایش یافته است. در این دوره کاربری‌های جنگل، مسکونی، بایر و پوشش آب نیز افزایش یافته‌اند ولی در مقابل اراضی زراعت آبی و باغ و همچنین مرتع کاهش نشان می‌دهند. در دوره دوم (۱۳۹۵-۱۳۸۰)، بیشترین تغییرات دوباره مربوط به کاربری زراعت دیم است که کاهش ۸۹۴۰/۲ هکتاری یافته است. در این دوره علاوه بر کاربری دیم، اراضی جنگلی نیز کاهش یافته ولی در مقابل شاهد افزایش دیگر کاربری‌ها هستیم. در دوره سوم یعنی (۱۳۶۵-۱۳۹۵) نیز، بیشترین تغییرات کاهش ۶۰۱۲۷/۱ هکتاری اراضی زراعت دیم منطقه است. در این دوره اراضی جنگلی و مرتعی نیز کاهش یافته و در مقابل اراضی زراعت آبی و باغی، بایر، مسکونی و پوشش آبی منطقه افزایش نشان می‌دهند. بررسی تغییرات رخ داده نشان می‌دهد که در سه دوره به ترتیب ۲۰/۴۳ درصد، ۴۱/۴۲۶ درصد و ۲۷/۹۹ درصد از منطقه دچار تغییر کاربری شده است که بر این اساس دوره دوم بیشترین تغییرات را شامل می‌شود.

بازدارندگی یگان حفاظت از منابع طبیعی استان در ارتباط با مقوله تغییر کاربری است. در این دوره مقداری از اراضی دیم نیز با تامین آب مورد نیاز تبدیل به اراضی با زراعت آبی و باغ شده و مقداری از آن نیز به دلیل قرار گرفتن در حاشیه اراضی مسکونی تحت ساخت و ساز قرار گرفته اند. پدیده ملموس دیگر در این دوره تخریب پوشش گیاهی از طریق جایگزین کردن جنگل با مرتع به دنبال قطع و قاچاق درختان جنگلهای فندقلو است.

به طور کلی در طی ۳۰ سال گذشته (۱۳۶۵-۱۳۹۵) ۶۰۱۲۷/۱ هکتار از دیمزارها و ۱۷۰۱۱/۰۱ هکتار از مراتع منطقه از بین رفته و تبدیل به کاربری‌های دیگر شده است که اراضی مسکونی و زراعت آبی و باغی با توجه به افزایش جمعیت و شغل دوم مردم منطقه که بعد از دامداری، کشاورزی است، بیشتر از بقیه کاربری‌هاست که از این حیث مشابه تحقیق مرادی و همکاران (۸) می باشد. طی این دوره بیشترین تبدیل تغییر اراضی دیم به کاربری مسکونی است که علت اصلی آن واقع شدن این کاربری در کنار اراضی مسکونی و گسترش ساخت و ساز به سمت حاشیه است. واقع شدن بخش وسیعی از منطقه مورد مطالعه در دشت اردبیل و تامین آب کشاورزی از طریق حفر چاه و پمپاژ آب زیر زمینی نیز باعث شده بعد از کاربری مسکونی بیشترین افزایش مربوط به زراعت آبی باشد که این امر خود یک تهدید زیست محیطی بوده و سبب افت سطح آب زیرزمینی و بروز پدیده فرونشست زمین می گردد همچنان که در شرایط حاضر نیز این پدیده در قسمتهایی از منطقه تحت زراعت آبی به چشم می خورد. تبدیل جنگل به مرتع یک حالت دیگر از این تغییرات است که به دنبال قاچاق درختان جنگلی منطقه در طی سالهای گذشته رخ داده و همواره موجب لکه لکه شدن این زیستگاه می شود. قطع درختان جنگلی در نهایت موجب تبدیل این اراضی به مراتع شده که این مراتع نیز با توجه به بالا بودن میزان شیب منطقه بعد از مدتی از بین رفته و تبدیل به اراضی با پوشش ضعیف و فرسایشی گشته که این امر موجب توسعه اراضی بایر می شود که با توجه به قرار گیری آنها در ارتفاعات

و دقت تولید کننده، به تفکیک برای هر کلاس کاربری در سه تصویر محاسبه گردید تا میزان خطا در هر یک از کلاس ها به صورت مجزا نیز مشخص شود که طبق جدول ۲ این پارامترها نیز از مقدار قابل قبولی برخوردارند و نشان از قابلیت بالای سنجنده های TM، ETM⁺ و OLI ماهواره لندست برای تهیه نقشه کاربری اراضی دارند که این امر با نتایج تحقیقات (۱۵، ۱۶، ۱۸ و ۱۹) مطابقت دارد. تعداد باندهای این سنجنده ها باعث شده است از لحاظ طیفی بتوان اطلاعات بسیار زیادی را از آنها استخراج نمود و به همین دلیل تصاویر استخراجی از آنها از پرکاربردترین تصاویر در دنیای سنجش از دور می باشند (۱۸). در پژوهشی که توسط راهداری و همکاران (۱۳) انجام شده برای افزایش دقت طبقه بندی از شاخص پوشش گیاهی استفاده گردیده است که در این کار، دقت بالای طبقه بندی علاوه بر محاسبه شاخص NDVI مرهون اجرای درست فرایند طبقه بندی، برداشت نمونه های تعلیمی با پراکنش و تعداد مناسب در سطح حوضه و همزمانی تاریخ برداشت سه تصویر (تیرماه) می باشد. علاوه بر موارد مذکور تهیه لایه DEM برای تفکیک بهتر اراضی جنگلی از زراعت آبی و باغی و لایه شیب برای جداسازی اراضی دیم از مرتع که در این تحقیق انجام گرفته نیز نقش قابل توجهی در بهبود فرایند طبقه بندی و تصحیح نقشه ها داشته است.

در مورد علل افزایش و کاهش سطح کاربری های مختلف در سی سال مورد بررسی باید گفت: طی دوره ۱۳۸۰-۱۳۶۵ شاهد تبدیل اراضی زراعت آبی و مرتع به زراعت دیم و اراضی مسکونی به دلیل کاهش میزان آب دریافتی و افزایش جمعیت هستیم. در این دوره با رشد طبیعی جنگل سطح این نوع کاربری رشدی به میزان یک درصد را نشان می دهد. نوع دیگری از تغییر، که در دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۰ مشاهده می شود تبدیل اراضی کشت دیم به مرتع است که این مناطق در واقع اراضی کشت دیمی هستند که به دلیل عدم بازدهی تحت عنوان دیمزار رها شده و به مرور زمان تبدیل به اراضی مرتعی می شوند؛ هر چند که پوشش گیاهی این مناطق ضعیف است. البته در مواردی تبدیل اراضی زراعی به مرتعی به علت نقش

- Evaluation of changes and analysis of urban development using satellite datas with high separation and GIS/RS (case study: 5 region Tehran municipality). *Environment Science and Technology*, Year 11, No. 1. (In Persian)
- Xian, G., Homer, C., Fry, J., 2009. Updating the 2001 National Land Cover Databaseland cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detectionmethods. *Remote Sensing of Environment*, 113, pp. 1133–1147.
 - Mohammady, Majid, Moradi, Hamid Reza, Zeinivand, Hosein, 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: pp. 1515–1526.
 - Jensen, J.R., Cowen, D.C., 1999. Remote sensing of urban suburban infrastructure and socio-economic attributes. *Photogram Engineering, Remote Sensing*, 65, pp. 611–622.
 - 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, pp. 229–238.
 - Fatemitalab, Seid Reza, Madanipour kermanshahi, Morteza, Hashemi Seid Armin, 2015. Estimate of cover changes in Rodsar Jungle using neural network techniques and maximum likelihood method. *Remote Sensing and GIS in Natural Resources*, Year 6, No .2. (In Persian)
 - Moradi, Ali Reza, Arzani, Mohammad, Ebrahimi, Hosein, 2016. در آینده موجب ورود گرد و خاک به سمت شهرها و روستاهای حاشیه حوضه خواهد شد همچنان که محققان متعددی در نقاط مختلف ایران و جهان به نتایج مشابهی در این خصوص دست یافته‌اند (۲۰ و ۲۱). توسعه پوشش های آبی در طی سالهای مورد بررسی به دلیل احداث سدهایی نظیر سد سبلان و سقزچی جای در منطقه مورد مطالعه است.
 - در سالهای اخیر تحقیق و پژوهش درباره تغییر کاربری اراضی یکی از جنبه‌های مهم در مطالعات تغییر اقلیم و بحرانهای زیست محیطی نظیر کاهش پوشش گیاهی، فرسایش و گرد و غبار است که از پیامدهای آنها می توان به گرمایش جهانی، به مخاطره افتادن امنیت غذایی و سلامت بشر، کاهش حاصل-خیزی و هدررفت خاک، پرشدن مخازن سدها، گرفتگی و انسداد کانال ها، گل آلود شدن و کاهش کیفیت آب رودخانه‌ها اشاره کرد. بنابراین اطلاع از کلاس های کاربری اراضی طی سال های گذشته و در پی آن برآورد مقدار و روند تغییرات در طول زمان، یکی از پیش‌شرطها برای اتخاذ تصمیم مناسب مدیریتی جهت استفاده درست و منطبق بر استعداد اراضی و در پی آن احیای تدریجی پوشش طبیعی زمین ها و اجرای برنامه های آمایش سرزمین با ارزیابی توان اکولوژیک منطقه برای کاربری های جنگل، مرتع، زراعت دیم و ... است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اردبیل به خاطر کمک های صمیمانه شان در طول انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می گردد.

Reference

- 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), pp. 63-79.
- Garagozlo, Ali Reza, Nori kermani, Ali, Keshmiri, Zahra, 2009.

- Environment Science and Technology, Year 18, No. 1. (In Persian)
14. Bureau of Natural Resources and Watershed Management of Ardabil Province. 2018. Reports on the master study of Qaresu watershed in Ardabil. (In Persian)
 15. 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: pp. 317-328.
 16. Sangari, Saleh, Bromand, Naser, 2013. Investigating land use/ cover changes in past 30 years using RS (Case study: Zarand region in Kerman Province). *Journal of Application of RS and GIS in Natural Resources*, Year 4, No .1, pp. 56-67. (In Persian)
 17. Mathers, P., 2005. *Computer Processing of Remotely- Sensed Images*. John Wiley & Sons, 345 pp.
 18. 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.
 19. Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), pp. 2365-2407.
 20. Kalarestagi, Ahmad, Ahmadi, Hasan, Jafari, Mohammad, Ghodosi, Jamal, 2008. Prediction of probable changes jungle to Dry Farming using Maximum Likelihood method in Ferim Sahra watershed in Mazandaran provence. *Journal of Assessment change of Rangeland to Dry Farming using satellite images and GIS. Remote Sensing and GIS in Natural Resources*, Year 7, No .1. (In Persian)
 9. Waseem, M., Paul, H., Jeffrey, G., Boshra, H., Salem, B., 2015. Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Applied Geography*, 63 (2015), pp. 101-112.
 10. Maimaitijiang, M., Ghulam, A., Onésimo Sandoval, J.S., 2015. Drivers of land cover and land use changes in St. Louis metropolitan area over the past 40 years characterized by remote sensing and census population data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo information*, 35 (2015), pp. 161–174.
 11. Xiao, T.Y., Huiping, L.X., 2015. Land cover changed object detection in remote sensing data with medium spatial resolution. *International Journal of Applied Earth Observation and Geo Information*, 38, (2015), pp. 129–137.
 12. Jafarnia, Shahram, Oladi, Jafar, Hojati, Seid Mohammad, Mirakhorlo, Khosro, 2016. Assessment of situation and detection of changes in Mangro Jungle in Gheshm Island using satellite images in 1988- 2008. *Environment Science and Technology*, Year 18, No. 1. (In Persian)
 13. Rahdari, Vahid, Safianian, Ali Reza, Maleki, Saeedeh, Khagealdin, Seid Jamaladin, Rahdari, Meisam, 2016. Preparation land use and land cover maps using satellite datas and GIS (Case study: Moteh wildlife shelter).

Metropolitan, Nepal. Research
Abstracts on Spatial Information
Science CSIS DAYS: 1.

Search and Development, year 21,
No. 3, pp. 52-63. (In Persian)
21. Rajesh, B., Yuji, M., 2006. Land use
change analysis using remote sensing
and GIS: A case study of Kathmandu