

## ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی حوزه آب خیز کفتاره با استفاده از

### روش سنجش از دور

مرضیه علی خواه اصل<sup>\*۱</sup>

[Alikhahasl@pnu.ac.ir](mailto:Alikhahasl@pnu.ac.ir)

داریوش ناصری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۵

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۸

#### چکیده

زمینه و هدف: آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی، از جمله ابزارهای موثر برای مدیریت منابع طبیعی و ارزیابی تغییرات اکوسیستم به شمار می‌آید. هدف از انجام این پژوهش، پایش تغییرات پوشش اراضی با استفاده از تصاویر دور سنجی و GIS در حوزه آب‌خیز کفتاره استان اردبیل می‌باشد.

روش بررسی: در این تحقیق، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ و نیز لندست ۸ سنجنده OLI TIRS سال ۱۳۹۳ مورد پردازش و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بدین منظور، بعد از انجام تصحیحات اتمسفریک و هندسی، طبقه بندی تصاویر به روش نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال انجام پذیرفت. سپس، تصاویر هر سال در چهار طبقه کشت دیم، مرتع، کشت آبی، باغ و اراضی بایر طبقه بندی شد. از طرفی برای تفکیک بهتر اراضی مرتعی از بایر، از شاخص NDVI و برای تفکیک بهتر اراضی مرتعی از کشت دیم، از لایه شیب استفاده گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در طول دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۶، ۶۸/۹۱ درصد از منطقه تغییری نداشته است و ۱۹۷۰/۶۸ هکتار از اراضی مرتعی تخریب و به اراضی بایر، کشت دیم و کشت آبی و باغ تبدیل شده است. همچنین اراضی کشت دیم به میزان ۲۶ درصد (۱۸۰۸/۲۰ هکتار)، کشت آبی و باغ به میزان ۶/۹۷ درصد (۴۳/۵۴ هکتار) و اراضی بایر به میزان ۳۳/۹۹ درصد (۱۰۰/۷۸ هکتار) نسبت به سطح اولیه خود در منطقه، توسعه یافته است.

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

واژه‌های کلیدی: تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات پوشش اراضی، حوزه آب‌خیز کفتاره، NDVI.

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

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

## **Evaluation of land cover changes in Kaftareh watershed using remote sensing technique**

**Marzieh Alikhah-Asl**<sup>1\*</sup>

[Alikhahasl@pnu.ac.ir](mailto:Alikhahasl@pnu.ac.ir)

**Dariush Naseri**<sup>2</sup>

### **Abstract**

**Background and Objective:** Land cover change detection is an effective tool for managing natural resources and evaluating ecosystem changes. The aim of this research is monitoring land cover changes using remotely sensed images and GIS in Kaftareh watershed in Ardabil province.

**Method:** In this investigation, Landsat 5 TM images for years 1987 and 1998 and Landsat 8 OLI-TIRS images for year 2014 were collected and analyzed. For this purpose, atmospheric and radiometric corrections, the images of every year was 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, irrigated land, garden land and bare land. Moreover, NDVI index was used to differentiate between range land and bare land. Slope layer was used to distinguish between range land and dry land.

**Findings:** According to the results, during the period 1987-2014, 68.91 percent of study area haven't been changed. 1970.68 hectares of range land were destroyed and changed into bare land, dry land and garden land. Moreover, dry land, irrigated and garden land and bare land were increased 26% (1808.20 hectares), 6.97% (43.54 hectares) and 33.99% (100.78 hectares), respectively.

**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, Kaftareh Watershed, NDVI.

---

1- Assistant Professor, Natural Resources and Environment Department, Payame Noor University, Tehran, Iran.

\*(Corresponding author)

2- Young Researchers and Elite Club, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.

## مقدمه

پوشش زمین به هر نوع پوشش فیزیکی و بیولوژیکی موجود در سطح زمین شامل آب، پوشش گیاهی، زمین بایر، تالابها، یخ و برف و هم‌چنین ساخت و سازهای مصنوعی اطلاق می‌شود (۱). پوشش و کاربری‌های سطح زمین منعکس کننده فرآیندهای طبیعی و اجتماعی در سطح زمین است، بنابراین فراهم نمودن اطلاعات ضروری برای مدل سازی و درک بسیاری از پدیده‌های طبیعی در سطح زمین از جمله مدل‌های تغییرات اقلیمی، اکوسیستمی، هیدرولوژیکی و اتمسفری بسیار حیاتی می‌باشد (۲). رشد روزافزون جمعیت، فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش می‌دهد و بهره‌برداری غیراصولی و تغییر کاربری‌ها سبب تخریب زیست‌بوم‌ها می‌شود (۳). رشد سریع اقتصادی، سرعت تغییرات منابع را بیش‌تر کرده است و بسیاری از این تغییرات، اثرات سریع و زیان‌باری بر محیط‌زیست طبیعی از جمله کشاورزی، جنگل، منابع آب، ارزش‌های فرهنگی از قبیل زمین-منظرهای تاریخی و سلامتی انسان‌ها گذاشته است (۲). تغییرات کاربری زمین به طور مستقیم منابع زمین را تغییر می‌دهد 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 می‌آید (۴). بنابراین تهیه 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 جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی بسیار حایز اهمیت است. پایش تغییرات کاربری اراضی در سال‌های گذشته اطلاعات با ارزشمندی را از مکانیزم تغییرات مکانی برای تصمیم‌گیران فراهم می‌کند (۵). در طول ۲۰ سال گذشته، تصاویر ماهواره‌ای به عنوان منبعی مهم در جهت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و نیز ارزیابی تغییرات گذشته مورد استفاده قرار گرفته است (۶). تصاویر سنجنش از دور به علت داشتن قابلیت بالا در شناسایی تغییرات با دقت بالا و به شیوه‌ای موثر، منابع

با ارزشی را برای بررسی فرآیند و الگوهای تغییر زیست محیطی و اکوسیستمی در مقیاس زمانی و جغرافیایی فراهم می‌کند (۷) و (۸). ماهواره‌های سنجنش از دور با فراهم‌آوری تصاویر چندزمانه و چندطیفی می‌توانند در کمی نمودن نوع و میزان تغییرات کاربری و پوشش اراضی به کار گرفته شود. از طرفی دیگر، سیستم اطلاعات جغرافیایی فراهم کننده‌ی محیطی مناسب برای نمایش، ذخیره سازی و تجزیه تحلیل داده‌ها می‌باشد و روش سنجنش از دور یک ابزار مناسب برای کسب اطلاعات مکانی در جهت رسیدن به مدیریت پایدار منابع طبیعی و چشم انداز اقتصادی می‌باشد (۹)، به‌همین دلیل در سال‌های اخیر، ترکیب دانش سنجنش 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 (۱۰). در ارتباط با موضوع تحقیق، تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است. سلطانیان و همکاران (۲۰۱۴) (۱۱) 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. سامانی و همکاران (۲۰۱۰) (۱۲) 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 سنجنش 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، به کارگیری و اجرای روش‌های دقیق‌تر لازم می‌باشد. Hong Yao (۲۰۱۳) (۱۳) 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

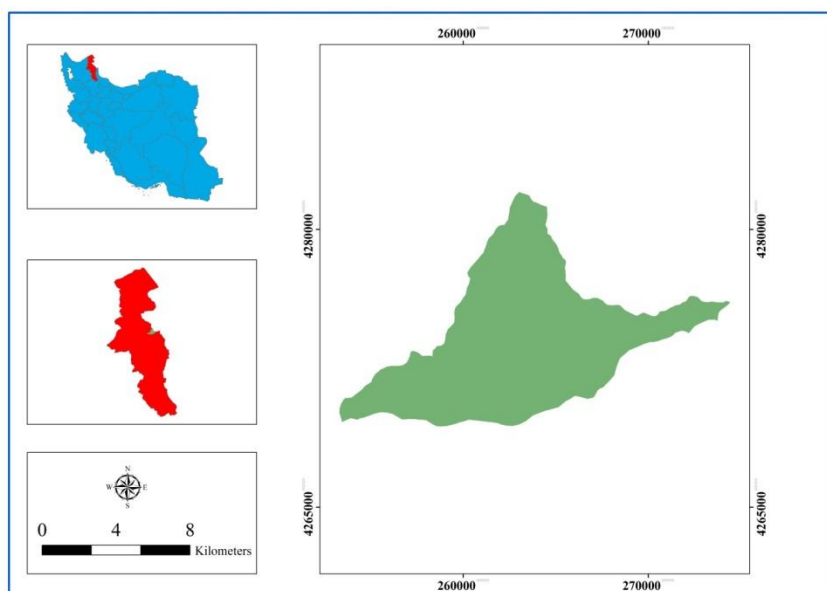
تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های دورسنجی و GIS بود تا با مشخص شدن روند تغییرات کاربری حوزه آب-خیز گفتاره در سال‌های گذشته، تصمیمات صحیح به منظور مدیریت حوزه در جهت توسعه پایدار اتخاذ گردد.

### مواد و روش‌ها

#### ۱-۱- منطقه مورد مطالعه

حوزه آب‌خیز گفتاره با مساحت ۱۰۰۰۳ هکتار در شمال شهر اردبیل (استان اردبیل) قرار گرفته و از نظر موقعیت جغرافیایی بین ۱۱" ، ۱۰' ۴۸° تا ۲۷" ، ۲۴' و ۴۸° طول شرقی و ۱۹" ، ۳۲' و ۳۸° تا ۳۰" ، ۳۹' و ۳۸° عرض شمالی واقع شده است. میانگین دمای سالانه ۴/۶ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۲۸۲/۲ میلی‌متر می باشد (۱۶). حداکثر ارتفاع حوزه ۲۱۴۲ متر و حداقل ارتفاع در جنوب حوزه برابر ۱۳۰۰ متر از سطح دریا است (شکل ۱).

محل اتصال دریا به ساحل به سمت دریا عقب نشینی کرده است. برینک و همکاران (۲۰۰۹) (۱۴)، به ارزیابی تغییرات صورت گرفته در ۲۵ سال گذشته در ساحاران آفریقا پرداختند. برای این کار از تصاویر لندست استفاده کرده و نتایج نشان داد که در این منطقه، مناطق کشاورزی افزایش، مناطق جنگلی و پوشش گیاهی غیر جنگلی کاهش و مناطق بایر افزایش یافته است که علت این امر افزایش جمعیت انسانی بوده است. شلابی و همکاران (۲۰۰۷) (۱۵)، با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و تصاویر ماهواره‌ی لندست، به شناسایی تغییرات انجام یافته بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۱ در نواحی ساحلی شمال غربی مصر پرداختند. نتایج تحقیقات نشان داد مساحت نواحی ساحلی و پوشش‌های گیاهی به علت گسترش فعالیت‌های توریستی و کشاورزی در منطقه کاهش یافته است. حوزه آب‌خیز گفتاره به دلیل نقش مهم در تامین امرار معاش جمعیت ساکن در این حوزه (حدود ۸۵۰۰ نفر)، برای انجام این پژوهش انتخاب شد و هدف از انجام این پژوهش، پایش



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Studied area

می باشد از جمله این که به صورتی انتخاب شوند که بر روی پدیده‌های گوناگون تصویر، به شکل مناسب پراکنده شده باشند، نمونه به گونه‌ای انتخاب شود تا از نظر انعکاس طیفی همگنی مطلوبی مشاهده شود و به علاوه نمونه‌ها از نظر اندازه به طور مناسب انتخاب گردند (۱۷). از طرفی حداقل تعداد پیکسل مورد نیاز برای هر کلاس  $N+1$  است که حرف  $N$  به معنای تعداد باندهای مورد استفاده در عملیات طبقه بندی است (۱۸)، اگرچه تعداد پیکسل‌های مورد نیاز برای هر کلاس  $10 \cdot N$  یا حتی  $100 \cdot N$  نیز پیشنهاد شده است (۱۹). با رعایت شرایط فوق، با کاربرد سامانه موقعیت یاب جهانی، نمونه‌های تعلیمی از سطح حوزه تهیه شد. همچنین برای مناطق مرتفع نیز که امکان دسترسی میسر نبود، از تصاویر مربوط به Google Earth استفاده شد. از طرفی سعی شد از کلاس‌هایی که دارای الگوهای طیفی متفاوتی بودند نمونه‌های تعلیمی بیش-تری برداشت گردد تا تغییرات طیفی این کلاس‌ها در طبقه بندی دخالت داده شود. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی مربوط به سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ از مصاحبه حضوری از افراد ساکن منطقه و نیز نقشه‌های کاربری موجود از منطقه نیز کمک گرفته شد. گفتنی است که حدود  $2/3$  از نمونه‌های تعلیمی برای فرآیند طبقه‌بندی و  $1/3$  برای ارزیابی مدل به کار می‌رود (۶). برای طبقه‌بندی تصاویر از خوارزمیک بیش‌ترین شباهت<sup>۳</sup> استفاده شد. این روش با استفاده از میانگین و ماتریس کوواریانس داده‌های تمرینی<sup>۴</sup> از روش‌های دیگر طبقه بندی مانند طبقه‌بندی کم‌ترین فاصله<sup>۵</sup> نتایج بهتری به دست می‌دهد (۲۰)، همچنین این روش به عنوان یکی از دقیق‌ترین روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه توسط اکثر محققین پذیرفته شده است (۱۸). در ادامه با استفاده از نقاط تعلیمی، نقشه کاربری و پوشش اراضی در محیط Envi 4.2 تهیه شد.

در این مطالعه تصاویر بدون ابر تصاویر سنجنده‌های TM و OLI-TIRS ماهواره لندست ۵ و ۸ با قدرت تفکیک ۳۰ متر متعلق به اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد ماه سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳ انتخاب و از تارنمای سازمان زمین شناسی آمریکا<sup>۱</sup> دریافت گردید. شایان ذکر است که در این موقع از سال، پوشش گیاهی منطقه به رشد تقریبی حداکثر خود دست می‌یابد.

## ۲-۲- پیش پردازش تصاویر

در ادامه به انجام تصحیحات هندسی و کاهش اثرات گرد و غبار پرداخته شد. تصحیح هندسی تصویر سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ با استفاده از تصویر سال ۱۳۹۳ که خود زمین مرجع شده و دارای سیستم تصویر UTM ZONE 39 N بود، با استفاده از روش پیکسل به پیکسل در محیط نرم افزار ENVI4.2 صورت پذیرفت. مقدار ریشه متوسط مربع خطا برابر ۰.۳ 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 (۱۵). همچنین به منظور کاهش اثر گرد و غبار و ذرات معلق از مدل کاست<sup>۲</sup> در محیط نرم افزار IDRISI SELVA 17 استفاده شد. از طرفی 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.

## ۲-۳- طبقه بندی تصاویر

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 کشت آبی و باغ و ۴. اراضی بایر. در ادامه اقدام به تهیه نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی تصاویر شد. در انتخاب مناطق نمونه رعایت نکاتی ضروری

3- Maximum Likelihood  
4- Training Data  
5- Minimum Distance

1- United State Geology Survey  
2- Cost

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 (۲۲). 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 گردید. برای تفکیک بهتر اراضی مرتعی از اراضی دیم نیز که امکان طبقه‌بندی اشتباه پیکسل‌ها در این زمینه وجود داشت، از نقشه شیب منطقه کمک گرفته شد؛ به گونه‌ای که با پیمایش میدانی در سراسر منطقه، حداکثر شیبی که برای کشاورزی دیم مشاهده گردید ۳۰٪ 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 ۳۰٪ طبقه‌بندی گردید. در ادامه لایه شیب با لایه کاربری تهیه شده از روش حداکثر احتمال روی‌هم‌گذاری شده و مناطق با شیب بیشتر از ۳۰٪ که به کاربری کشاورزی دیم اختصاص داده شده بودند به کاربری مرتع تغییر یافتند.

#### ۲-۵- ارزیابی دقت نقشه‌ها

به منظور ارزیابی دقت نقشه‌های تهیه شده، با استفاده از نقاط کنترلی تهیه شده و در نظر گرفتن چهار کلاس کاربری، دقت کلی طبقه‌بندی از رابطه (۲) محاسبه شد:

$$OA = \frac{1}{N (\sum P_{ii})} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن OA دقت کلی، N تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی،  $\sum P_{ii}$  تعداد کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده است. همچنین ضریب "کاپا" نیز از رابطه زیر محاسبه شد:

$$k = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_0} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن  $p_0$  درستی مشاهده شده و  $p_c$  تواف مورد انتظار هستند (۲۳). بعد از اتمام عملیات تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و

#### ۲-۴- بهبود دقت طبقه‌بندی تصاویر با اطلاعات جانبی

پس از تهیه نقشه طبقه‌بندی شده، نمونه‌هایی که برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی برداشت شده بودند، با نقشه طبقه‌بندی شده، روی‌هم‌گذاری گردید و مشخص شد که در قسمت‌هایی از تصاویر طبقه‌بندی شده منطقه، اراضی بایر از مراتع با پوشش ضعیف به خوبی تفکیک نشده بود، لذا به منظور جلوگیری از کاهش دقت طبقه‌بندی تصاویر، از شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)، برای شناسایی اراضی بایر از مراتع ضعیف استفاده شد. این شاخص از رابطه زیر (۱) به دست می‌آید:

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

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 که به علت استفاده از تصاویر TM و OLI-TIRS مطابق جدول ۱ جایگزین می‌شود.

#### جدول ۱- روابط محاسبه NDVI مطابق با تصاویر

##### سنجنده TM و OLI-TIRS

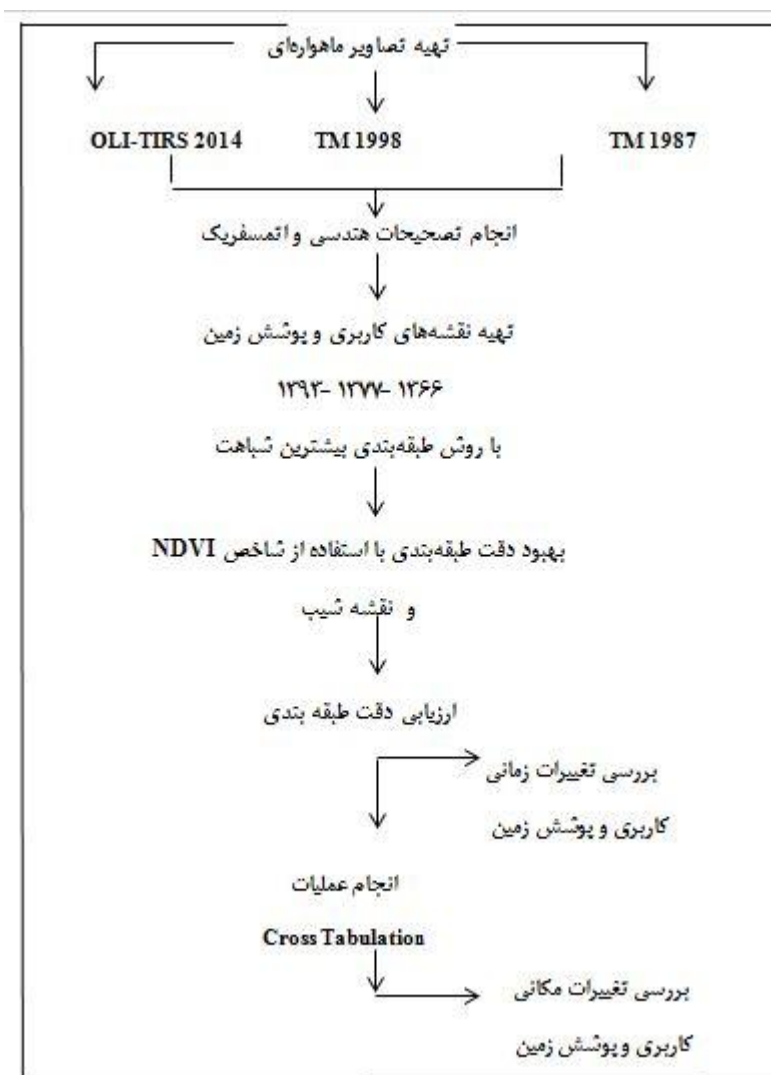
Table 1. NDVI equations according to the images of TM and OIL-TIRS sensors

رابطه محاسبه NDVI	سنجنده
$NDVI = \frac{BAND4 - BAND3}{BAND4 + BAND3}$	TM
$NDVI = \frac{BAND4 - BAND3}{BAND4 + BAND3}$	OLI-TIRS

از 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 دهنده 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 می‌شوند (۲۱). در این روش، محاسبه نسبت دامنه تغییرات و

تهیه گردید. در ادامه جهت مشخص نمودن نوع تغییرات کاربری در طی زمان، از ماژول Crosstab در محیط Idrisi Selva استفاده شد و نقشه تبدیلات کاربری اراضی تهیه گردید. شکل (۲) فلوچارت تحقیق را نشان می‌دهد.

بررسی دقت طبقه‌بندی‌های صورت گرفته، برای یکسان سازی نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به هر سه سال (۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳)، عملیات تکمیلی شامل اختصاص رنگ مناسب به طبقه‌های نقشه‌ها و اختصاص کد مناسب با هر طبقه در نقشه-های تولیدی انجام شد و در نهایت نقشه‌های کاربری اراضی



شکل ۲- مراحل انجام مطالعه (منبع: نویسندگان)

Figure 2. Research flowchart

## نتایج

تصاویر ماهواره‌ای با دقت قابل قبول قادر به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی است. بالاتر بودن میزان ضریب صحت کلی نسبت به ضریب کاپا به ماهیت محاسبه ضرایب فوق مربوط است (۱۲). معمولاً صحت کلی یک برآورد خوش‌بینانه است و

یافته‌های مربوط به صحت طبقه بندی برای تصاویر زمانه‌های مختلف مطابق جدول (۲) می‌باشد. براساس جدول فوق در هر سه تصویر میزان صحت کلی از میزان ضریب کاپا بیش‌تر است. از طرف دیگر میزان ضریب به دست آمده بیان‌گر این است که

جدول (۳) مقادیر عددی هریک از این پارامترها را برای تصویر سنجنده TM 1987، جدول (۴) مقادیر عددی هر یک از این پارامترها را برای تصویر سنجنده TM 1998 و جدول (۵) مقادیر عددی هریک از این پارامترها را برای تصویر سنجنده OLI-TIRS 2014 نشان می‌دهد.

بالاتر از مقدار واقعی به دست می‌آید در حالی که ضریب کاپا میزان دقت را نسبت به یک طبقه‌بندی تصادفی محاسبه می‌نماید (۲۴). از آنجا که ضرایب صحت کلی و ضریب کاپا تنها با کل طبقه بندی ارتباط دارند و اطلاعاتی در مورد توزیع مکانی خطای کلاس‌ها ارائه نمی‌دهند (۱۱)، برای برآورد دقت کلاس‌ها به صورت مجزا پارامترهای دقت کاربر و دقت تولید کننده و خطای کمیشن (دقت کاربر-۱) و خطای امیشن (دقت تولید کننده-۱) برای کلاس‌های مختلف کاربری اراضی تهیه شد.

### جدول ۲- نتایج کلی دقت طبقه بندی در هر سه تصویر

Table 2- Overall accuracies and Kappa coefficients of 3 studied images

تصویر	صحت کلی.٪	ضریب کاپا
TM1987	۸۷/۹۲	۰/۸۲
TM1998	۹۱/۴۴	۰/۸۷
OLI-TIRS2014	۹۴/۵۹	۰/۹۱

### جدول ۳- میزان مقادیر مختلف ضرایب دقت کاربر و تولید کننده برای تصویر طبقه بندی شده ی TM 1987

Table 3. User and producer accuracies for 1987 landsat TM classified image

کاربری	دقت کاربر	دقت تولید کننده	درصد کمیشن	درصد امیشن
کشاورزی دیم	۸۵/۱۲	۷۳/۳۳	۱۴/۸۸	۲۶/۶۷
مرتع	۹۲/۹۵	۹۲/۷۰	۷/۰۵	۷/۳۰
کشاورزی آبی و باغ	۸۷/۷۳	۹۲/۶۶	۱۲/۲۷	۷/۳۴
بایر	۷۸/۶۱	۹۱/۰۳	۲۱/۳۹	۸/۹۷

### جدول ۴- میزان مقادیر مختلف ضرایب دقت کاربر و تولید کننده برای تصویر TM 1998

Table 4. User and producer accuracies for 1998 landsat TM classified image

کاربری	دقت کاربر	دقت تولید کننده	درصد کمیشن	درصد امیشن
کشاورزی دیم	۹۷/۱۰	۸۰/۰۰	۲/۹۰	۲۰/۰۰
مرتع	۸۸/۰۰	۹۶/۹۲	۱۲/۰۰	۳/۰۸
کشاورزی آبی و باغ	۸۸/۷۱	۹۴/۵۰	۱۱/۳۹	۵/۵۰
بایر	۸۷/۵۰	۷۹/۵۹	۱۲/۵۰	۲۰/۴۱



## جدول ۵- میزان مقادیر مختلف ضرایب دقت کاربر و تولید کننده برای تصویر OLI-TIRS 2014

Table 5. User and producer accuracies for 2014 landsat OLI\_TIRS classified image

کاربری	دقت کاربر	دقت تولید کننده	درصد کمیشن	درصد امیشن
کشاورزی دیم	۹۸/۳۰	۹۰/۴۸	۱/۷۰	۱/۵۲
مرتع	۹۰/۸۳	۹۹/۵۴	۹/۱۷	۰/۴۶
کشاورزی آبی و باغ	۹۵/۵۶	۹۶/۷۲	۴/۴۴	۳/۲۸
بایر	۸۷/۵۹	۸۹/۱۷	۱۲/۴۱	۱۰/۱۲

نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۷، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۴ به ترتیب در شکل‌های (۳، ۴ و ۵) آورده شده است. مجموع مساحت کاربری‌های منطقه مورد مطالعه ۱۰۰۳ هکتار می‌باشد. مساحت هر یک از کاربری‌ها نیز در طول دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۳ به تفکیک در جدول (۶) آورده شده است.

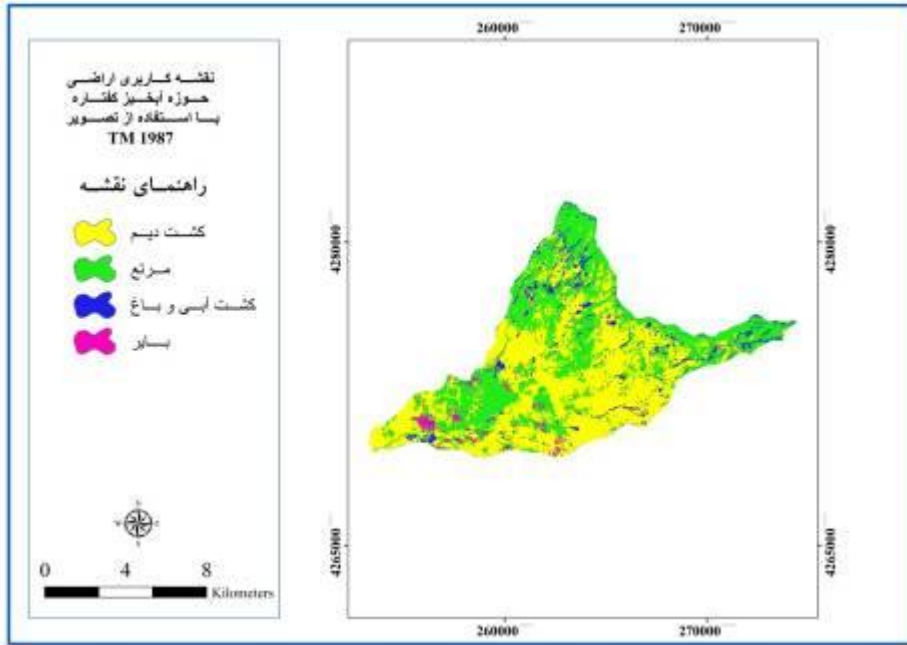
## جدول ۶- مساحت کلاس‌های مختلف کاربری در سه زمان مورد بررسی بر حسب درصد و هکتار

Table 6. The areas of different land use classes for 3 studied years (hectare and percentage)

کلاس کاربری	سال					
	۱۳۶۶		۱۳۷۷		۱۳۹۳	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
کشاورزی دیم	۵۱۲۰/۷۰	۵۱/۱۹	۵۳۴۷/۷۰	۵۳/۴۶	۶۹۲۷/۹	۶۹/۲۵
مرتع	۴۱۰۷/۱۲	۴۱/۰۵	۳۴۴۷/۷۸	۳۴/۴۶	۲۱۳۶/۴۴	۲۱/۳۰
کشت آبی و باغ	۵۸۰/۸۹	۵/۸۰	۷۰۷/۷۰	۷/۰۷	۶۴۲/۴۳	۶/۴
بایر	۱۹۵/۸۷	۱/۹۵	۵۰۱/۱۸	۵/۰۱	۲۹۶/۷۴	۲/۹۴
مجموع	۱۰۰۰۳	۱۰۰	۱۰۰۰۳	۱۰۰	۱۰۰۰۳	۱۰۰

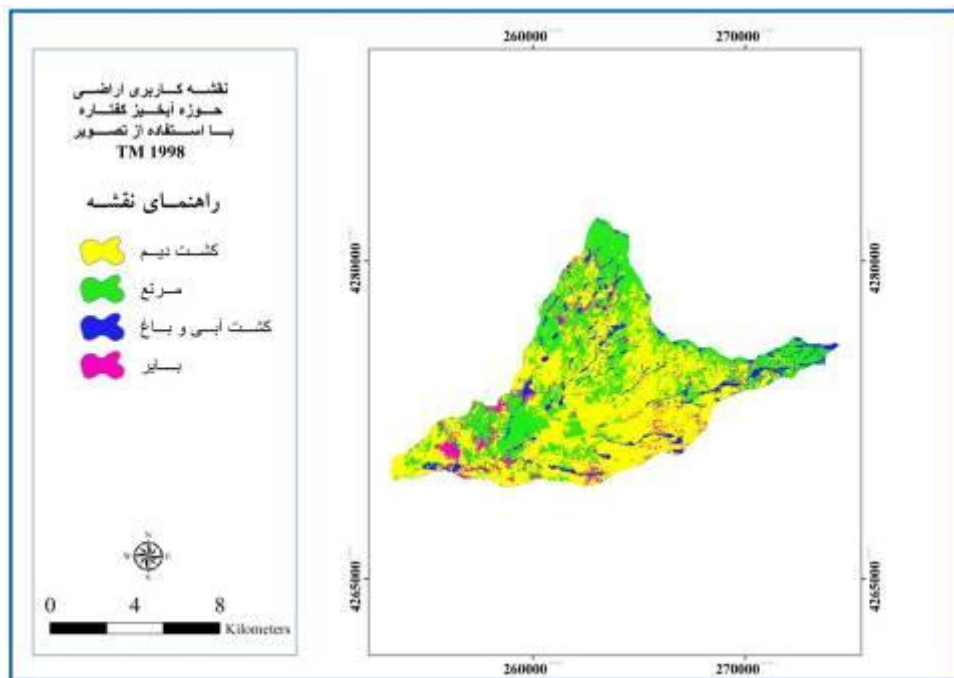
۲۱۳۶/۴۴ رسیده است. از سویی کاربری‌های کشت آبی و باغ و بایر در دوره اول (۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷) روند صعودی داشته اند اما در دوره دوم (۱۳۷۷ تا ۱۳۹۳) روند نزولی به خود گرفته‌اند (شکل ۶).

مطابق با جدول (۶)، کاربری کشاورزی دیم در طول بازه ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ از روند صعودی برخوردار بوده است به طوری که از ۵۱۲۰/۷۰ هکتار در سال ۱۳۶۶ به میزان ۶۹۲۷/۹ هکتار در سال ۱۳۹۳ رسیده است. در مقابل، کاربری مرتع در این مدت زمان روند نزولی داشته و از ۴۱۰۷/۱۲ هکتار به



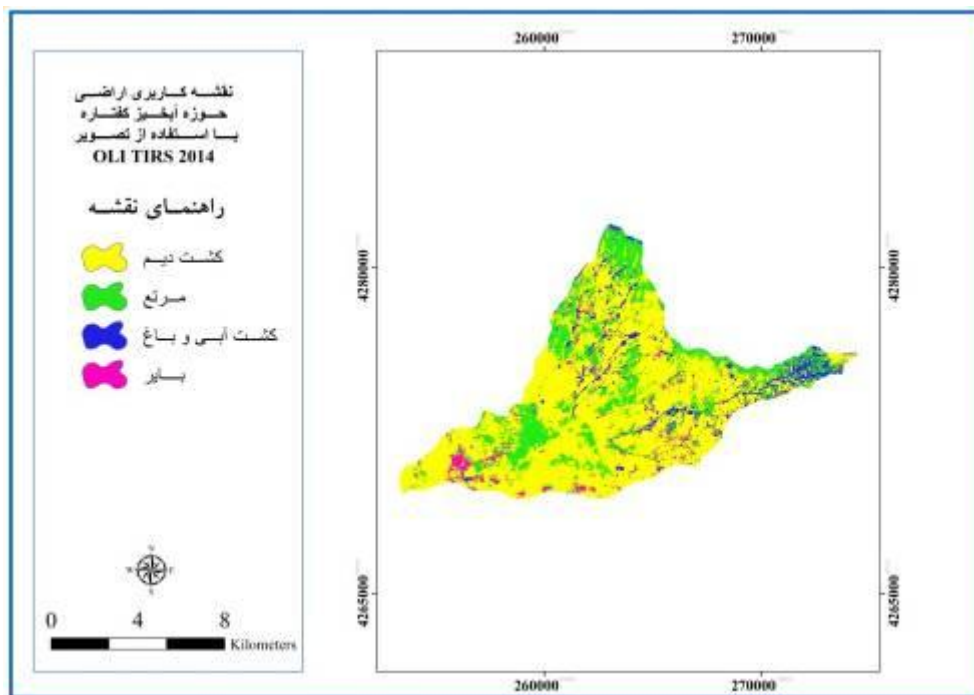
شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۶

Figure 3. Land use map for year 1987



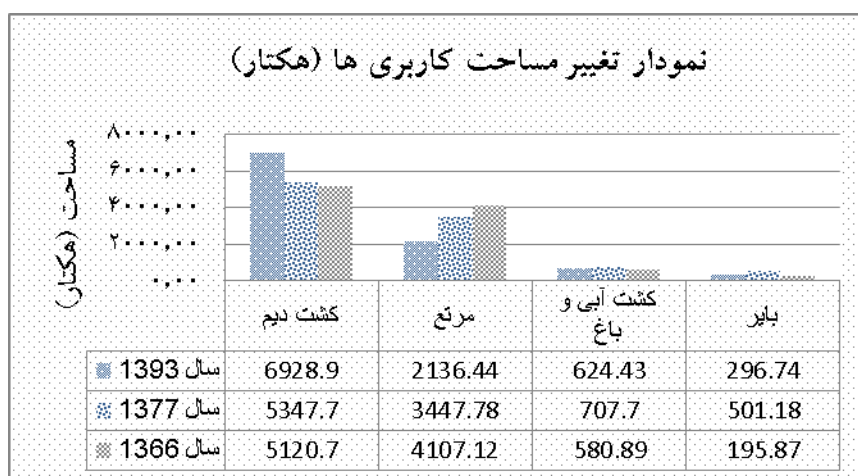
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۷

Figure 4. Land use map for year 1998



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۳

Figure 5. Land use map for year 2014



شکل ۶- مساحت کاربری‌های مختلف در طول دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۳

Figure 6. The areas of different land use classes during the period of 1987-2014

دیم، کشت آبی و باغ و بایر افزایش داشته‌اند. در دوره دوم، بیش‌ترین تغییرات (۰/۴۹/۷۰) را کشاورزی دیم شامل می‌شود که ۱۵۸۰/۲۰ هکتار افزایش داشته، اما در مقابل سایر کاربری‌ها کاهش یافته است. به منظور بررسی دقیق‌تر تغییرات هر یک از کاربری‌ها، میزان تغییرات خالص هر طبقه با توجه به نقش دیگر کاربری‌ها، به تفکیک در جدول (۸) آورده شده است.

به منظور بررسی بهتر کاهش یا افزایش در میزان هر کاربری در دو دوره، در جدول (۷) این تغییرات به تفکیک برای هر کاربری آورده شده است. همان‌طور که در جدول (۷) مشخص است، در دوره اول بیش‌ترین تغییرات رخ داده مربوط به کاربری مرتع است که ۵۰٪ تغییرات را شامل می‌شود که ۶۵۹/۳۴ هکتار کاهش داشته است. در مقابل مساحت کاربری‌های کشاورزی

جدول ۷- میزان تغییرات هر یک از کاربری‌ها در دو دوره (۱۳۶۶-۱۳۷۷) و (۱۳۹۳-۱۳۷۷) بر حسب هکتار و درصد

Table 7- The amounts of land use changes during two periods of 1987-1998 and 1998-2014 (hectare and percentage)

بازه زمانی				کاربری
۱۳۹۳-۱۳۷۷		۱۳۷۷-۱۳۶۶		
درصد	هکتار	درصد	هکتار	
۴۹/۷۰	+۱۵۸۰/۲۰	۱۷/۲۱	+۲۲۷	کشت دیم
۴۱/۲۴	-۱۳۱۱/۳۴	۵۰/۰۰	-۶۵۹/۳۴	مرتع
۲/۶۱	-۸۳/۲۷	۹/۶۱	+۱۲۶/۸۱	کشت آبی و باغ
۶/۴۳	-۲۰۴/۴۴	۲۳/۱۵	+۳۰۵/۳۱	بایر
۱۰۰	۳۱۷۹/۲۷	۱۰۰	۱۳۱۸/۴۶	کل

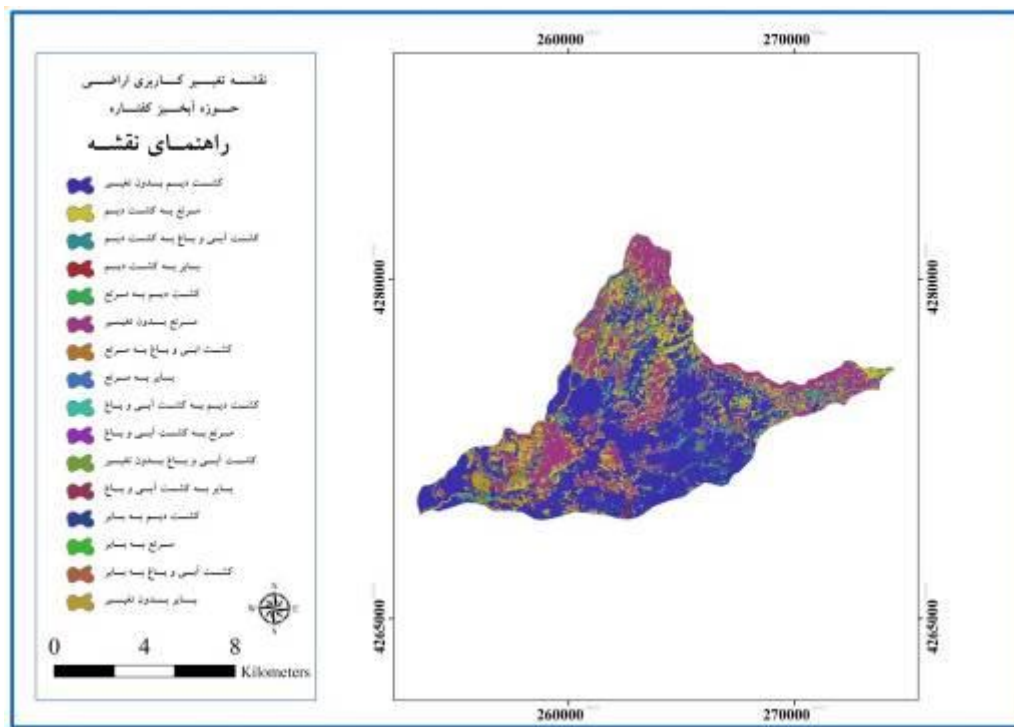
جدول ۸- نوع و درصد تغییرات کاربری صورت گرفته در حوزه آب‌خیز کفتاره در فاصله سال‌های ۱۳۶۶-۱۳۹۳

Table 8- The types and percentages of land use changes in Kaftarh watershed during the period of 1987-2014 (hectare and percentage)

بازه زمانی		تبدیل از/ به
مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	
۴۶/۲۲	۴۶۲۴/۴۷	کشاورزی دیم بدون تغییر
۱/۱۰	۱۱۰/۱۶	کشت دیم به مرتع
۲/۰۵	۲۰۵/۷۴	کشت دیم به کشت آبی و باغ
۱/۴۷	۱۴۷/۶۹	کشت دیم به بایر
۱۷/۹۳	۱۷۹۴/۶۹	مرتع به کشت دیم
۱۹/۷۸	۱۹۷۹/۸۲	مرتع بدون تغییر
۲/۲۸	۲۲۸/۹۶	مرتع به کشت آبی و باغ
۰/۹۴	۹۴/۶۸	مرتع به بایر
۳/۰۰	۳۰۰/۵۱	کشت آبی و باغ به کشت دیم
۰/۶۶	۶۶/۲۴	کشت آبی و باغ به مرتع
۲/۳۲	۲۳۲/۱۱	کشت آبی و باغ بدون تغییر
۰/۱۳	۱۳/۹۵	کشت آبی و باغ به بایر
۱/۴۷	۱۴۱/۳۰	بایر به کشت دیم
۰/۰۰۴	۴/۰۲	بایر به مرتع
۰/۰۰۰	۰/۵۴	بایر به کشت آبی و باغ
۰/۵۹	۵۹/۴۰	بایر بدون تغییر

تغییرات صورت گرفته مربوط به تبدیل کاربری مرتع به کشاورزی و کشت آبی و باغ به کشت دیم می‌باشد. در صورتی که کم‌ترین تغییرات مربوط به تبدیل کاربری بایر به کشت آبی و باغ و بایر به مرتع می‌باشد. شکل (۷) نقشه تغییرات کاربری اراضی در دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۶ را نشان می‌دهد.

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که ۶۸/۹۱ درصد از منطقه بدون تغییر باقی مانده است. ۱۷۹۴/۶۹ هکتار از اراضی مرتعی به کشت دیم، ۲۲۸/۹۶ هکتار به کشت آبی و باغ و ۹۴/۶۸ هکتار به بایر تبدیل شده است که نشان از کاهش ۲۱۱۸.۳۳ هکتاری مراتع در طی این دوره در منطقه دارد. هم‌چنین بیش‌ترین



شکل ۷- نقشه تغییرات کاربری رخ داده در طول دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۳

Figure 7. The map of land use changes during the period of 1987-2014

### بحث و نتیجه‌گیری

بهترین روش‌ها برای تهیه نقشه‌های کاربری/پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای باشد. با توجه به این‌که داده‌های مورد استفاده از نوع اطلاعات ماهواره‌ای لندست (سنجنده‌های TM و OLI-TIRS) هستند که در طول موج‌های متفاوت از سطح زمین فرایند دریافت اطلاعات طیفی را ممکن می‌سازند و با توجه به این‌که خصوصیات طیفی هر باند اطلاعاتی، تهیه اطلاعات موضوعی در قالب ترکیب با سایر داده‌های طیفی را امکان‌پذیر می‌سازد، از این رو داده‌های سنجنش از دور از منابع بسیار با اهمیت در مطالعات محیطی مناطق و بررسی تغییرات آن‌ها در طی زمان می‌باشد. این امر به دلیل تکراری

بررسی منابع زمینی و روند تغییرات آن‌ها با استفاده از روش‌های سنتی، معمولاً زمان‌بر و مستلزم هزینه‌های زیاد می‌باشد (۲۴). این مساله همراه با سرعت پویایی و تحول پدیده‌های زمینی سبب شده است تا متخصصان برای یافتن روش‌های سریع و دقیق با استفاده از فنون پیشرفته تلاش بیشتری نمایند (۱۱). فنون سنجنش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی از جمله فناوری‌های مورد استفاده در این زمینه می‌باشند (۸ و ۲۰ و ۲۵). قابلیت بالای سامانه‌های اطلاعاتی جغرافیایی و سنجنش از دور از یک‌طرف، صرفه‌جویی و کاهش هزینه‌ها نیز از طرف دیگر سبب شده تا امروزه این فناوری‌ها به‌عنوان یکی از

بودن، پوشش وسیع و امکان دسترسی در اسرع وقت می‌تواند راه‌حل مناسبی جهت تهیه نقشه، ارزیابی، کنترل و پایش مناطق را فراهم نمایند (۲۶). در این تحقیق برای پایش تغییرات رخ داده در بازه‌ی ۲۷ ساله از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و خوارزمیک طبقه‌بندی بیش‌ترین شباهت که دارای دقت بالایی می‌باشد (۲۷)، استفاده شد که مشابه تحقیقات (۱۵) و ۲۸ و ۲۹ و ۳۰ و ۳۱) است. بر اساس نتایج حاصل از بررسی دقت طبقه‌بندی در دو تصویر، میزان صحت طبقه‌بندی برای تصویر TM 1987، TM 1998 و OLI TIRS 2014 به ترتیب ۸۷/۹۲، ۹۱/۴۴ و ۹۴/۵۹ درصد و میزان ضریب کاپا برای هر کدام از این تصاویر ۰/۸۲، ۰/۸۷ و ۰/۹۱ به دست آمد. میزان ضرایب حاصل بیان‌گر این واقعیت است که هر یک از تصاویر ماهواره ای مورد استفاده، قابلیت تهیه نقشه کاربری اراضی با دقت بالا را داشته‌اند که با نتایج تحقیقات (۳ و ۱۱ و ۱۹ و ۳۲) مطابقت دارد. در این پژوهش علاوه بر محاسبه صحت کلی و ضریب کاپا، پارامترهای دقت کاربر و دقت تولید کننده، به تفکیک برای هر کلاس از کاربری در سه تصویر به دست آمد تا میزان خطا در هر یک از کلاس‌های طبقه‌بندی شده مشخص شود. 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 در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۳ ربط داد که هر سه تصویر نیز در اوایل خرداد ماه برداشت شده بودند. در این زمان در منطقه مورد مطالعه پوشش گیاهی 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 برای تصحیح نقشه‌ها نقش قابل توجهی در بهبود فرایند طبقه‌بندی داشته است. نتایج حاصل از مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی در طول دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۳ نشان دهنده تغییر سطح همه کاربری‌ها می‌باشد که در این میان کاربری‌های کشت دیم، بایر و کشت آبی و باغ افزایش یافته است در حالی که مراتع منطقه به شدت

(۱۹۷۰/۶۸ هکتار) کاهش یافته است. بیش‌ترین تغییرات کاربری مرتع در اثر تبدیل به کاربری‌های به ترتیب کشت دیم، کشت آبی، باغ و بایر بوده است. مهم‌ترین تبدیل مربوط به تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی تحت کشت دیم می‌باشد که باتوجه به افزایش جمعیت منطقه از حدود ۴۰۰۰ نفر به ۸۵۰۰ در آخر بازه‌ی مورد مطالعه (مطالعات تفصیلی حوزه آبخیز گفتاره اردبیل) و رشد بیش از دو برابر آن، تقاضا برای امرار معاش را بیشتر کرده که این امر در نهایت منجر به تخریب و تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی کشت دیم شده است. تبدیل اراضی مرتعی به اراضی بایر به دلیل افزایش تعداد دام در منطقه در طی ۲۷ سال (مطالعات تفصیلی حوزه آبخیز گفتاره اردبیل) و به دنبال آن چرای بیش از ظرفیت مراتع در کنار چرای زود رس از دیگر عوامل کاهش مراتع منطقه است. از دیگر علل افزایش اراضی بایر، تبدیل اراضی مرتعی درجه سه به کشت دیم بوده که به دلیل بازدهی کم پس از مدتی کشت، این اراضی به دیم زار و در نهایت به اراضی بایر تبدیل شده است. از طرفی دیگر تبدیل اراضی مرتعی به کشت آبی که در منطقه به صورت کشت یونجه می‌باشد نیز از دیگر علل کاهش مراتع منطقه است. آب مورد نیاز کشت یونجه در گذشته در منطقه از طریق آب چشمه‌ها تهیه می‌شده است که در سال‌های اخیر با افزایش سطح کشت آبی در منطقه، علاوه بر آب چشمه‌ها، حفر ۹ مورد چاه (مطالعات تفصیلی حوزه آبخیز گفتاره اردبیل)، جهت تامین آب مورد نیاز، هشدار برای تهدید اکوسیستم منطقه است که در آینده سبب تاثیرات منفی خواهد شد. از دیگر دلایل تخریب مراتع، مدیریت ضعیف‌تر سازمان‌های متولی عرصه‌های منابع طبیعی و توجه کم‌تر مسوولان و مردم محلی به ویژه در سال‌های ابتدای دوره می‌باشد که هنوز مطالعات تفصیلی در این منطقه صورت نگرفته بود. لازم به ذکر است که در سال‌های اخیر با مطالعات صورت گرفته و اجرای طرح‌های احیای مرتع، بخشی از اراضی فاقد پوشش (بایر) منطقه، تبدیل به مراتع شده‌اند. هم‌چنین عمده تخریب این مراتع در حاشیه زمین‌های زراعی و کم شیب در منطقه که مناسب تبدیل به زمین‌های زراعی است رخ داده است، (۱۱ و ۳۳) نیز در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند. اراضی تحت کشت دیم در

## منابع

1. Kun, j., Shunlin, L., Ning, Zh., Xiangqin, W., Xingfa, G., Xiang, Zh., Yunjun, Y., Xianhong, X., 2014. Land cover classification of finer resolution remote sensing data integrating temporal features from time series coarser resolution data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 93 (2014) 49–55.
2. 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. *Ecosystem Services* 7, (2014), 57–65.
3. کاظمی، محمد، مهدوی، یدالله، نوحه‌گر، احمد، رضایی، پیمان، ۱۳۹۰، "برآورد تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی (مطالعه‌ی موردی: حوضه‌ی آبخیز تنگ بستانک شیراز)"، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال ۲، شماره ۱، ۱۱۶-۱۰۳.
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. 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.
6. 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.

طول دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۶ به میزان ۱۸۰/۸/۲ هکتار افزایش یافته است که این نتیجه هم‌سو با نتایج تحقیق (۱۱) است ولی با نتایج تحقیق (۱۲ و ۳۴) که اراضی کشاورزی در یک دوره کاهش داشته است مخالف می‌باشد، البته به نظر می‌رسد کاهش اراضی کشاورزی در تحقیق ایشان به دلیل افزایش ساخت و سازهای مسکونی در اراضی کشاورزی منطقه بوده است. بر اساس نتایج تحقیق در طول دوره زمانی مورد بررسی نیز اراضی بایر در منطقه افزایش یافته است. عمده دلیل افزایش اراضی بایر در منطقه تبدیل اراضی کشت دیم و مرتع به اراضی بایر است که علت این امر تبدیل اراضی مرتعی به کشت دیم در حاشیه مزارع می‌باشد که به دلیل عدم محصول دهی در منطقه رها شده و تحت عنوان دیم‌زار رها شده تلقی می‌گردد. هم‌چنین نباید از تاثیر دام‌های منطقه و از بین رفتن پوشش گیاهی اراضی مرتعی منطقه به خصوص اراضی با پوشش ضعیف در منطقه غافل بود. البته در دوره ۱۳۶۶-۱۳۷۷ اراضی بایر در منطقه افزایش ولی در دوره ۱۳۷۷-۱۳۹۳ کاهش یافته است که علت این امر اجرای طرح‌های احیای مراتع و عملیاتی از قبیل بذرپاشی و کپه کاری و ... در منطقه از سوی منابع طبیعی استان است که موجب تبدیل بخشی از اراضی بایر به مرتع شده است. از طرفی دیگر در دوره ۱۳۶۶-۱۳۷۷ اراضی کشت آبی و باغ در منطقه افزایش یافته است که این امر به دلیل تامین علوفه دام توسط مردم بومی منطقه امری طبیعی است، هرچند که در سال ۱۳۷۷ که در منطقه به عنوان سال ترسالی مشخص شده است (۳۵)، اقلیم منطقه تاثیر به‌سزایی در بهبود وضعیت باغات منطقه داشته است. اما در دوره ۱۳۷۷-۱۳۹۳ با کاهش سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه و هم‌چنین بروز خشک‌سالی در سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳ در منطقه (۳۵)، بخش زیادی از اراضی کشت آبی و باغات منطقه کاهش یافته است.

## تشکر و قدردانی

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

14. Brink, A., Eva, H, 2009. Monitoring 25 years of land cover changes dynamics in Africa: a sample based remote sensing approach. *Applied geography*, 29(2009), pp. 501-512.
15. 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 Egypt. *Applied Geography* 27, (2007), pp. 28-41.
۱۶. مطالعات طرح تفصیلی حوزه آبخیز کفتاره، اداره کل منابع طبیعی استان اردبیل، تاریخ دسترسی مرداد ۱۳۹۳.
۱۷. تولایی، سیمین و حاجی نوروزی، نرگس، ۱۳۸۵، تهیه کاربری اراضی پاکدشت با استفاده از RS و GIS، نشریه علوم جغرافیایی، ج ۵، ش ۶ و ۷: صص ۲۷-۴۰.
۱۸. رسولی، علی اکبر و محمودزاده، حسن، ۱۳۸۹، مبنای سنجش از دور دانش پایه، چاپ اول، انتشارات علیمیران.
19. 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.
20. Richards, J., Xiuping, J., 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. 4<sup>th</sup> Edition, Springer.
۲۱. سرودی، مونا، جوزی، سیدعلی، ۱۳۹۲، "سنجش از دور و اجرای مدل مارکوف برای بررسی تغییرات فضای سبز شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهرداری تهران)"، محیط شناسی، سال سی و نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۲، صص ۱۱۳-۱۲۲.
22. Lee, T., H., Yeh., 2009. Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case
7. 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.
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. 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.
10. 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.
۱۱. سلطانیان، ستار، رحیمی، احسان، سبز قبائی، غلامرضا، رستمی، کیانوش، زیدی، امیر، ۱۳۹۳، "ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی منطقه حفاظت شده اشترانکوه بین سال های ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۴ با استفاده از تصاویر "Landsat، فصلنامه فن آوری های نوین در مهندسی محیط زیست و منابع تجدیدپذیر سال اول، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۳.
۱۲. نظری سامانی، علی اکبر، قربانی، مهدی، کوهبنانی، حمیدرضا، ۱۳۸۹، "ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰"، *مجله علمی پژوهشی مرتع، سال چهارم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۸۹*، ۴۴۲-۴۵۱.
13. 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.



۲۹. روستا. زهرا، منوری. سیدمسعود، درویش. مهدی و فلاحتی. فاطمه، ۱۳۹۱، کاربرد سنجش ازدور و سیستم اطلاعاتی جغرافیایی در استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی حاشیه شهرشیراز، آمایش سرزمین، سال ۴، شماره ۶، صص ۱۶۳-۱۴۹.
۳۰. سنجری. صالح و برومند. ناصر، ۱۳۹۲، پایش تغییرات کاربری/پوشش اراضی در سه دهه‌ی گذشته با استفاده از تکنیک سنجش ازدور (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی زندانستان کرمان)، مجله‌ی کاربردسنجش ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال ۴، شماره ۱، صص ۶۷-۵۶.
31. 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.
۳۲. برخورداری. جلال و خسروشاهی. محمد، ۱۳۸۶، بررسی اثر تغییرات پوشش اراضی و اقلیم بر جریان رودخانه (مطالعه موردی: حوزه آب‌خیز میناب)، مجله پژوهش و سازندگی، ۷۷ (۴): صص ۱۹۸-۱۹۱.
۳۳. کلارستاقی. عطالله، احمدی. حسن، جعفری. محمد و قدوسی. جمال، ۱۳۸۷، پیش بینی تغییرات احتمالی کاربری جنگل به دیم کاری با استفاده از مدل‌سازی احتمالاتی در حوزه آب‌خیز فریم صحرا- استان مازندران، فصل‌نامه پژوهش و سازندگی، سال بیست و یکم، شماره سه، صص ۶۳-۵۲.
34. 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*.
۳۵. اداره کل هواشناسی استان اردبیل، بخش آمار و اطلاعات، تاریخ دسترسی ۱۳۹۳.
- study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan. *Ecological Engineering*, 487-496.
۲۳. بنیادی، امیراسلام و حاجی قادری، طه، ۱۳۸۶، "تهیه نقشه جنگلهای طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره ۴۲، صص ۶۳۸-۶۲۷.
24. Di Gregorio, A., 2005. Land cover classification system (LCCS), classification concepts and user manual, software version 2. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations.
25. Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12), 2365e2407.
۲۶. حسین‌زاده. محمدمهدی، اسماعیلی. رضا، نوحه‌گر. احمد و ثقفی. مهدی، ۱۳۸۸، بررسی تغییرات پوشش جنگلی در دامنه‌های شمالی البرز (مطالعه موردی: حد فاصل دره هراز و دره چالوس، شهرستان‌های چالوس، نوشهر، نور و آمل)، علوم محیطی، سال ۷، شماره ۱، صص ۲۰-۱.
۲۷. یوسفی. صالح، تازه. مهدی، میرزایی. سمیه، مرادی. حمیدرضا و توانگر. شهلا، ۱۳۹۰، مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور)، کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، شماره ۲، صص ۲۵-۱۵.
۲۸. قربانی. رسول، تقی پور. علی اکبر و محمود زاده. حسن، ۱۳۹۱، ارزیابی و تحلیل تغییرات کاربری اراضی محدوده‌ی تالاب‌های بین‌المللی آلاگل، آلاگل و آجی‌گل ترکمن صحرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه، جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، سال ۲۳، پیاپی ۴۸، شماره ۴، صص ۱۸۶-۱۶۸.



