

## ارزیابی تغییرات کاربری اراضی استان اردبیل با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای

آزاد کاکه ممی<sup>۱</sup>، اردوان قربانی<sup>۲\*</sup>، مهدی معمری<sup>۳</sup> و سحر غفاری<sup>۴</sup>

۱- دانشجوی دکتری علوم مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۲- نویسنده مسئول، استاد، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران، پست الکترونیک: a\_ghorbani@uma.ac.ir

۳- دانشیار، گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

۴- دانش‌آموخته دکتری علوم مرتع، گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۸

### چکیده

با ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، امکان برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی برای کاهش اثر تغییر و تخریب بهره‌برداری‌ها امکان‌پذیر است. هدف این پژوهش، ارزیابی تغییرات کاربری اراضی استان اردبیل بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ با استفاده از تصاویر ماهواره سنجنده Thematic Mapper (TM) لندست ۵ و تصاویر ماهواره سنجنده Operational Land Imager (OLI) لندست ۸ بوده است. ابتدا کارایی روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با استفاده از نقاط کنترل زمینی، تشکیل ماتریس خطا و مقایسه مؤلفه‌های صحت و ضریب کاپا برای نقشه‌های حاصل ارزیابی شد. صحت کل و ضریب کاپا برای سال ۱۳۶۶ به ترتیب برابر ۸۲/۳٪ و ۰/۷۰٪ و سال ۱۳۹۴ به ترتیب برابر با ۹۴٪ و ۰/۹۰٪ محاسبه شد. نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد که در بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ سطح مراتع ۴/۲٪ برابر ۷۵۰۳۹/۳ هکتار و جنگل‌ها ۰/۵٪ برابر ۹۳۹۳/۷ هکتار نسبت به سطح کل استان اردبیل کاهش و زراعت آبی ۳/۱٪ برابر ۵۵۲۷۶/۸ هکتار، مناطق مسکونی ۰/۸٪ برابر ۱۴۹۸۹/۷ هکتار و زراعت دیم ۰/۷٪ برابر ۱۲۶۳۲/۴ هکتار نسبت به سطح کل استان، افزایش یافته‌اند. عمده‌ترین تغییراتی که در بازه زمانی مورد مطالعه در منطقه رخ داده است، تبدیل مراتع به دیمزار برابر با ۱۳/۸٪ در حدود ۱۴۱۷۹۴/۲ هکتار و اراضی کشت آبی ۴/۸٪ برابر ۴۹۸۳۶/۹ هکتار از مراتع، تبدیل زراعت آبی به دیم برابر با ۷/۷٪ در حدود ۱۱۴۶۴/۸ هکتار و تبدیل جنگل به مرتع برابر با ۶/۱٪ در حدود ۱۰۵۹/۹ هکتار است که بیانگر ضرورت جدی بازنگری در سیاست‌های مدیریتی است.

واژه‌های کلیدی: استان اردبیل، تغییرات زمانی کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای، شیء‌گرا.

### مقدمه

به دلیل رشد قابل ملاحظه جمعیت کشور طی چند دهه گذشته، به‌منظور توسعه سطح زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی شاهد تخریب و کاهش سطح منابع طبیعی هستیم که منجر به پیامدهای جدی اجتماعی-اقتصادی مانند فرسایش خاک، افزایش سیلاب‌ها و مهاجرت روستائیان شده است (Mombeni et al., 2018; Ahani

et al., 2009). مطالعه تغییرات کاربری و پوشش اراضی، مبنایی برای درک بهتر تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی و مدیریت و استفاده مناسب از این منابع زمینی را فراهم می‌کند (Elagouz et al., 2019; Heidarizadi & Mohammadian Behbahani, 2019). به‌نحوی که به‌کارگیری سنجش از دور برای افزایش سرعت و صحت برآورد تغییرات کاربری و پوشش اراضی در مطالعات

از داده‌های سنجش از دور به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در دلتای رود نیل در کشور مصر پرداختند. نتایج آنان نشان می‌دهد که وسعت مناطق کشاورزی، شهری و مزارع پرورش ماهی افزایش و سطح منابع آبی کاهش یافته است. Khanamani و همکاران (۲۰۱۹) روند تغییر کاربری و پوشش اراضی با استفاده از سنجش از دور در دشت برتش دهلران ایلام در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۳ را با استفاده از روش شیء‌گرا ارزیابی کردند. نتایج آنان نشان می‌دهد که کاربری مرتع دارای وضعیت متوسط، بیشترین تغییرات در رتبه بعدی اراضی کشاورزی قرار داشت که دلیل آن افزایش جمعیت و وجود منابع آبی کافی در این ناحیه گزارش شده است. Kianisalmi و Ebrahimi (۲۰۱۸) به بررسی روند تغییرات مرغزارهای شهرکرد پرداختند و نتایج آنان حکایت از آن داشت که در سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۶۶، ۴۸٪ از مرغزارهای شهرکرد به اراضی مسکونی و کشاورزی تغییر کاربری یافته است. Mombeni و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی در ارتباط با پایش تغییرات کاربری اراضی امیدیه خوزستان به این نتیجه رسیدند که کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه است که وسعت این اراضی طی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ روندی صعودی را در پی داشته است؛ همچنین روند تغییرات کاربری مسکونی نیز به صورت افزایشی بوده؛ در حالی که کاربری اراضی مرتعی روند کاهشی را نشان داده است. Nabizadeh و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز شهرستان فارس بیان کردند که اراضی مرتعی طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۶ کاهش و اراضی کشاورزی افزایش یافته است. Nobaharan و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۴ و ۲۰۱۸ تغییرات کاربری و پوشش اراضی در منطقه مرودشت استان فارس را بررسی و گزارش کردند که طی یک دوره ۲۸ ساله از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۸ سطوح اراضی کشاورزی و مراتع با کاهش

به‌منظور طراحی صحیح و کاهش هزینه‌های اجرایی ضروریست (Heydari et al., 2014; Mobin, 2017). از سوی دیگر به دلیل اینکه عوامل مؤثر در تغییر کاربری و پوشش اراضی از لحاظ زمانی و مکانی متغیر هستند، فرایند آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی بسیار پیچیده و زمان‌بر است. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای که داده‌های به‌روز، قابل اعتماد، گسترده و قابل تکرار شدن در فواصل زمانی منظم فراهم می‌کنند، می‌توان این مشکل را برطرف کرد (Ghorbani et al., 2011; Khanamani et al., 2019; Msofe et al., 2019). در زمینه آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی پژوهش‌های مختلفی در جهان و ایران انجام شده است، به‌عنوان مثال Rai و Singh (۲۰۱۶) از روش‌های مختلف آنالیز تصاویر ماهواره‌ای با هدف تعیین تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۶ در هند پرداختند. نتایج آنان نشان می‌دهد که توسعه مناطق شهری به شدت باعث از بین رفتن اراضی کشاورزی، پوشش گیاهی و منابع آبی شده است و بیشترین تغییرات در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ رخ داده است. Mobin (۲۰۱۷) تغییرات کاربری اراضی دانباد در کشور هند را با استفاده از تصاویر لندست در سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۱ بررسی و نتیجه‌گیری کرد که تغییرات گسترده‌ای در پوشش منطقه رخ داده و افزایش سریع فعالیت معدن باعث افزایش قابل توجه مناطق شهری، کاهش پوشش جنگلی متراکم و اراضی کشاورزی شده است و عواملی مانند رشد جمعیت و رشد اقتصادی را به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر روی پوشش اراضی و کاربری گزارش کرده است. Fan و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی اراضی شهری فونیکس ایالات متحده آمریکا با استفاده از مجموعه تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰ پرداختند. نتایج آنان نشان از کاهش پوشش گیاهی و افزایش اراضی شهری دارد. همچنین تبدیل مزارع کشاورزی به اراضی شهری را یکی از مهمترین عوامل زیست‌محیطی این تغییرات ارزیابی کردند. Elagouz و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده

ایستگاه‌های سینوپتیک (پارس آباد، بيله سوار، گرمی، مشگین شهر، اردبیل، نمین، خلخال، سرعین و نیر) دارای بارندگی بین ۳۰۰ تا ۷۳۲ میلی‌متر و دمای میانگین سالانه بین ۸/۴ تا ۱۵/۴ درجه سانتی‌گراد (میانگین سی ساله - ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴) است (Kakeh Mami *et al.*, 2017). درجه حرارت‌های مطلق بین ۳۸/۵- تا ۴۴ درجه سلسیوس به‌ترتیب در ایستگاه‌های فیروزآباد خلخال و مشیران است که حکایت از اختلاف شدید دمایی دارد (Ardabil Meteorological Organization, 2015). با وجود کوه‌های متعدد در استان اردبیل، دشت‌های هموار و وسیعی همانند دشت مغان در قسمت شمال، دشت اردبیل در قسمت مرکزی و دشت دامنه‌ای منطقه مشگین شهر و ارشق وجود دارد که موجب شده سیمای عمومی استان دشت و دامنه‌ای با نمایی کشاورزی تلقی شود. از سویی اکوسیستم‌های مرتعی و جنگلی استان عموماً در ارتفاعات فوقانی، دامنه‌های میان‌بند کوهستانی و نواحی جلگه‌ای واقع شده‌اند. در مجموع ۶۶ تیپ گیاهی مرتعی در چهار گروه گیاهی و پنج تیپ منفرد و تیپ‌های رویشگاه جنگلی تشریح شده است.

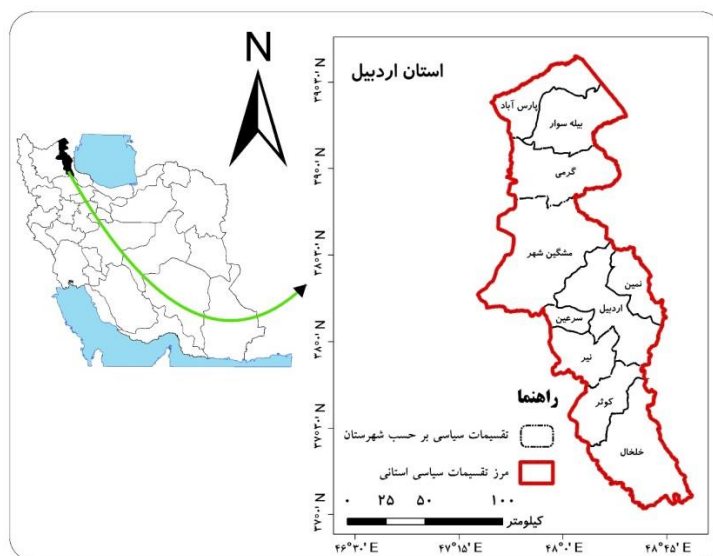
همراه بوده است، این در حالی است که اراضی بایر و مناطق مسکونی افزایش سطح داشته‌اند.

با توجه به تغییرات روزافزون کاربری و پوشش اراضی و ضرورت درک مسئله، چگونگی این تغییرات برای مدیریت کلان و برنامه‌ریزی آینده در راستای رفع مشکلات احتمالی، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی، برای پایش منابع، تبدیل به یک موضوع کلیدی شده است. بنابراین، این تحقیق با هدف تعیین تغییرات کاربری اراضی استان اردبیل به کمک تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸ و همچنین بررسی روند تغییرات زمانی کاربری و پوشش اراضی با استفاده از روش شیء‌گرا انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب ایران و در حد فاصل ۱۵' ۴۷° و ۴۸° ۵۶' طول شرقی و ۳۷° ۹' و ۳۹° ۴۲' عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). مساحت آن ۱۷۵۷۵۲۸ هکتار و ارتفاع آن از سطح دریاهای آزاد بین ۱۵ تا ۴۸۱۱ متر است. استان اردبیل براساس اطلاعات



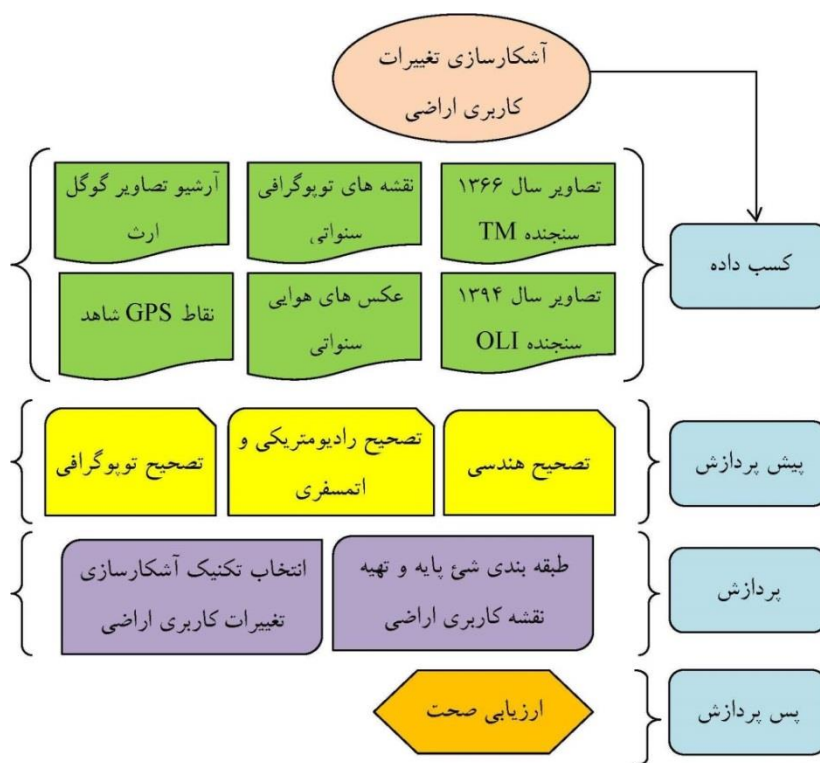
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

پوشش گیاهی طبیعی استان را به خود اختصاص داده‌اند (Ghafari *et al.*, 2017, Ghafari *et al.*, 2020; Ghafari *et al.*, 2018; Sharifi *et al.*, 2017).

### روش تحقیق

فرایند تعیین تغییرات در ۴ مرحله کسب و آماده‌سازی داده‌ها، پیش‌پردازش شامل تصحیحات هندسی، رادیومتریکی-اتمسفری و توپوگرافی، پردازش شامل تهیه نقشه کاربری اراضی و انتخاب تکنیک آشکارسازی تغییرات، پس‌پردازش شامل ارزیابی صحت مطابق نمودار فرایند پژوهش در شکل ۲ انجام شد.

گروه گیاهی درمنه (*Artemisia*) با ۲۵ تیپ گیاهی (۳۰ درصد)، گروه گیاهی گون (*Astragalus*) با ۱۶ تیپ گیاهی (۴۰ درصد)، گروه گیاهی گندمیان دائمی (Perennial Grasses) با ۱۶ تیپ گیاهی (۱۲ درصد) و گروه گیاهی اسپرس بوته‌ای خاردار (*Onobrychis cornuta*) با چهار تیپ گیاهی (۵ درصد) و پنج تیپ منفرد مرتعی (۲ درصد) از پوشش گیاهی طبیعی را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین رویشگاه‌های جنگلی با هشت تیپ منفرد (راش - بلوط، فندق آمیخته، فندق - ممرز، گز - بید سفید، آمیخته بلوط - ممرز - آزاد، تیپ ارس، تیپ بنه یا پسته وحشی و تیپ آمیخته زالزالک- سیاه تلو - کیکم) برابر ۱۱ درصد از



شکل ۲- مراحل کسب و آماده‌سازی روند انجام پژوهش

ساله برای پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین استان اردبیل استفاده شد. این تصاویر زمین مرجع شده و در سیستم تصویر UTM در زون ۳۸ و ۳۹ شمالی قرار دارند. تصاویر مذکور در سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا به صورت رایگان در دسترس است (The United States

### مرحله ۱- کسب و آماده‌سازی داده‌ها

تصاویر ماهواره‌ای لندست به‌طور گسترده برای مطالعه تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین استفاده می‌شود. در این تحقیق از داده‌های سنجنده TM لندست ۵ سال ۱۳۶۶ و سنجنده OLI لندست ۸ سال ۱۳۹۴ در یک بازه زمانی ۲۸

فنونلژیکی در گیاهان مختلف می‌شود، در تاریخی نزدیک به هم در خردادماه گرفته شده‌اند (جدول ۱) و قابلیت بالایی برای مقایسه با یکدیگر داشتند. در ارتباط با تفاوت سنجنده با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه ( Nearest Neighbor) پیکسل‌های تمامی باندهای دو تصویر به اندازه ۳۰ متری نمونه‌گیری دوباره (Resampling) شد ( Jensen, 2005; ERDAS Field Guide, 2015).

(Geological Survey, 2015). به منظور ارزیابی صحت هندسی این نقشه‌ها از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (National Cartographic Center, 2015) استفاده شد. همچنین برای پردازش، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای سنجش از دور استفاده شد. تصاویر انتخابی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به منظور کاهش اثر تغییرات در دما، بارش و ارتفاع که باعث اختلاف مراحل

جدول ۱- تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی مورد استفاده

نوع داده مورد استفاده	لندست	نام سنجنده	نام منطقه تصویر	مسیر	گذر	تاریخ میلادی اخذ تصویر	فرمت داده	قدرت تفکیک / مقیاس
تصویر ماهواره‌ای	۵	TM	اردبیل	۱۶۷	۳۳	۱۹۸۷/۶/۱۰	GeoTIFF	۳۰
	۸	OLI				۲۰۱۵/۶/۲۳		
	۵	TM	خلخال	۱۶۷	۳۴	۱۹۸۷/۶/۱۰		
	۸	OLI				۲۰۱۵/۶/۲۳		
	۵	TM	انزلی	۱۶۶	۳۴	۱۹۸۷/۶/۱۹		
	۸	OLI				۲۰۱۵/۶/۱۶		
نقشه توپوگرافی	-	-	استان اردبیل	-	-	۲۰۰۳	SHP(2.5D)	۱:۲۵۰۰۰

#### مرحله ۲- پیش پردازش تصاویر

به منظور تصحیح کلیه اعوجاج‌ها و خطاهای احتمالی موارد مختلفی مانند اصلاح رادیومتریکی، اتمسفری، هندسی و غیره در مرحله پیش پردازش مورد توجه قرار گرفت که تشریح آنها در ذیل ارائه شده است.

#### تصحیح هندسی

اولین مرحله برای تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در بیشتر مطالعات چند زمانه عمل تصحیح هندسی است. برای اینکه بتوان داده‌های مختلف را پردازش و تفسیر کرد ابتدا تصاویر چند طیفی و چند زمانه به یک سیستم مختصات واحد تبدیل شدند. در این تحقیق با برداشت نقاط کنترل زمینی (۹۰۰ نقطه) از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ (۱۰۰ نقطه)، استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (۱۰۰ نقطه) و

تصاویر ماهواره‌ای تصحیح شده (۳۰۰ نقطه)، آرشیو تصاویر گوگل ارث (۳۰۰ نقطه) و عکس‌های هوایی سنواتی پوششی کشور در مقیاس ۱:۴۰۰۰۰ سال ۱۳۷۳ برای تصاویر سال ۱۳۶۶ (۲۰۰ نقطه) اقدام به تصحیح هندسی تصاویر در محیط نرم‌افزارهای سنجش از دوری شد. خطاهای به دست آمده برای سنجنده TM و OLI به ترتیب برابر ۰/۵ و ۰/۴ پیکسل بود. در مرحله بعد با کمک نمونه برداری دوباره به روش نزدیک‌ترین همسایه تصاویر در جهت شمال توجیه و گردانده شدند.

#### تصحیح رادیومتریکی - اتمسفری

به منظور اصلاح آثار اتمسفری، توپوگرافی و خطاهای سنجنده روی داده‌های رقومی با توجه به اطلاعات موجود تصاویر در فراداده (Metadata)، کلیه تصاویر در محیط

شیء گرا تصویر یکی از روش‌های رایج برای طبقه‌بندی تصویر بوده که در آن علاوه بر ارزش‌های عددی از اطلاعات مربوط به بافت، شکل و تن رنگ در فرایند طبقه‌بندی استفاده می‌شود (Ghorbani *et al.*, 2006; Lu *et al.*, 2012; Ganasri & Dwarakish, 2015). دو مرحله عمده در طبقه‌بندی شیء گرا تصویر وجود دارد. اولین مرحله قطعه‌بندی تصویر است که براساس الگویی طیفی و فضایی مشابه تصویر را به مناطق یا اشیاء (قطعه) جدا شده تقسیم می‌کند. پس از قطعه‌بندی، مرحله دوم مرتبط کردن قطعه‌های تصویری با استفاده از آمار طیفی و شکل، پارامترهای بافت و اطلاعات توپولوژیکی است (Du *et al.*, 2013). مقادیر ۱۲۰ و ۰/۵ به ترتیب برای پارامترهای مقیاس و رنگ انتخاب گردید. برای قطعه‌بندی از الگوریتم Multiresolution و برای طبقه‌بندی از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد.

#### انتخاب روش آشکارسازی تغییرات

در این تحقیق روش مقایسه پس از طبقه‌بندی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد، زیرا برای شناخت این تغییرات به‌طور وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرد (Jensen, 1996). استفاده از این روش به ایجاد یک ماتریس دوسویه منجر می‌شود که تغییرات انواع اصلی کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه را توصیف می‌کند. تحلیل جدول‌بندی متقاطع براساس پیکسل بر پیکسل تعیین کمیت تبدیلات از یک طبقه کاربری ویژه به طبقه کاربری دیگر و مساحت‌های مرتبط به این تغییرات در دوره زمانی مورد نظر را تسهیل می‌کند. یک لایه موضوعی جدید حاوی طبقات تغییرات from-to نیز برای هر مقطع زمانی تولید می‌شود که می‌توان از این نقشه‌ها برای مشخص کردن میزان، موقعیت و ماهیت تغییرات نشان داده شده استفاده نمود (Howarth & Wickware, 1981). در این تحقیق، یک فرایند همپوشانی برای اکتساب تغییرات مکانی در کاربری اراضی در طول بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا نقشه طبقه‌بندی اولین زمان و بعد

نرم‌افزارهای سنجش از دور با استفاده از مدل تصحیح اتمسفری FLAASH تصحیح شدند.

#### تصحیح توپوگرافی

این نوع خطاها در اثر وجود اختلاف ارتفاع در ناهمواری سطح زمین بوجود می‌آید و با افزایش ارتفاع مقدار این نوع خطا نیز بیشتر می‌شود. توپوگرافی تنها بر خصوصیات هندسی یک تصویر اثر نمی‌گذارد بلکه بر روشنایی و بازتاب ناحیه پایش شده نیز اثر قابل توجهی می‌گذارد. این اثرها ناشی از تفاوت‌های محلی زوایای دید و روشن‌سازی در عوارض کوهستانی است؛ بنابراین پوشش‌های زمینی ممکن است مقادیر کاملاً متفاوتی نمایش دهند که به جهت آنها و موقعیت خورشید در لحظه تصویربرداری بستگی دارد (Barati Ghahfarokhi *et al.*, 2009). پس از تصحیح اتمسفریک، با توجه به وسعت زیاد منطقه مورد مطالعه و کوهستانی بودن بخش اعظمی از منطقه، تصحیح توپوگرافی روی داده‌ها انجام شد. برای انجام این کار از عملگرهای موجود در نرم‌افزارهای سنجش از دور برای نرمال کردن توپوگرافی، از اعداد زاویه و ارتفاع خورشید و همچنین نقشه رقومی ارتفاع (DEM) منطقه استفاده شد. لازم به توضیح است که نقشه رقومی ارتفاع از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه با فاصله خطوط ۱۰ متر تهیه شد.

#### مرحله ۳- پردازش

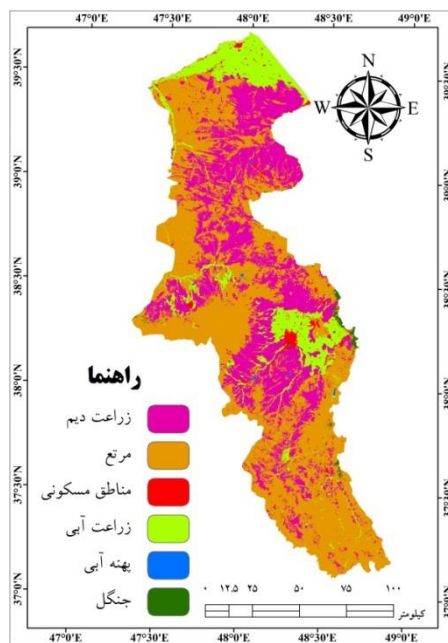
##### تهیه نقشه کاربری اراضی

در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۴ در استان اردبیل، شش کلاس کاربری اراضی مشتمل بر اراضی جنگلی، مرتعی، مناطق مسکونی و پهنه‌های آبی، زراعت دیم و آبی تعیین شدند. نمونه‌های تعلیمی از سطح تعلیمی از سطح منطقه با استفاده از بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره Google Earth جمع‌آوری شد. در ادامه، با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه وارد و نسبت به قطعه‌بندی (سگمنت‌سازی) در روش شیء گرا اقدام شد. طبقه‌بندی

بازه‌های زمانی انتخاب شده، به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی از بررسی تصاویر رنگی کاذب، خصوصیات طیفی پدیده‌ها، آرشیو Google Earth، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی سنواتی، پژوهش‌های انجام شده و مطالعات گذشته و همچنین برداشت نقاط شاهد از منطقه مورد مطالعه با استفاده از GPS استفاده شد.

### نتایج

نقشه کاربری اراضی تهیه شده به روش شیء‌گرا برای سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۴ در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. مطابق نتایج بدست آمده کاربری مرتع در هر دو مقطع زمانی بیشترین سطح اراضی را به خود اختصاص داده است. همچنین کاربری پهنه‌های آبی نیز کمترین سطح را داراست.



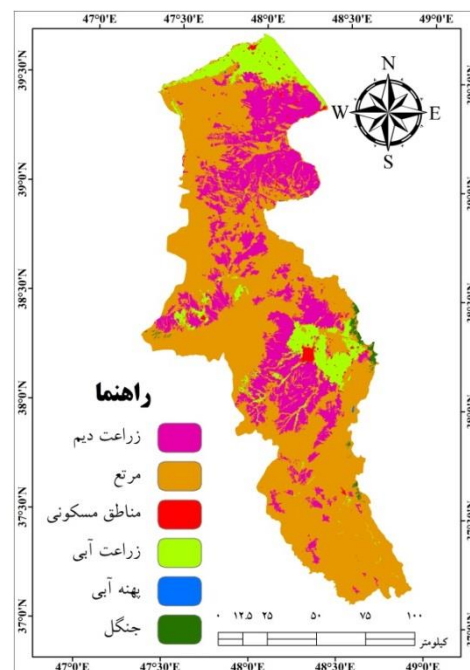
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۴

نقشه زمان دوم اضافه شد و تغییرات پیکسل به پیکسل میان طبقات دو نقشه توسط نرم‌افزار توصیف و منجر به تهیه نقشه تغییرات و لایه from-to شد.

### مرحله ۴ - پس‌پردازش

#### ارزیابی صحت

به منظور بررسی صحت طبقه‌بندی تصاویر، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، نسبت به محاسبه صحت با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه پارامترهای آماری صحت کل (Overall accuracy)، صحت تولیدکننده (Producer's accuracy)، صحت کاربر (User's accuracy) و ضریب کاپا (Kappa coefficient) اقدام شد (Lu et al., 2004). با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات میدانی در



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۶۶

ترتیب برابر با  $۸۲/۳\%$  و  $۰/۷$  محاسبه شد. کمترین صحت تولیدکننده در نقشه سال ۱۳۹۴ مربوط به کاربری مناطق مسکونی حدود  $۵۲/۹\%$  است که می‌توان ضعف تصاویر سنجنده TM را در مقابل سنجنده OLI در تفکیک این

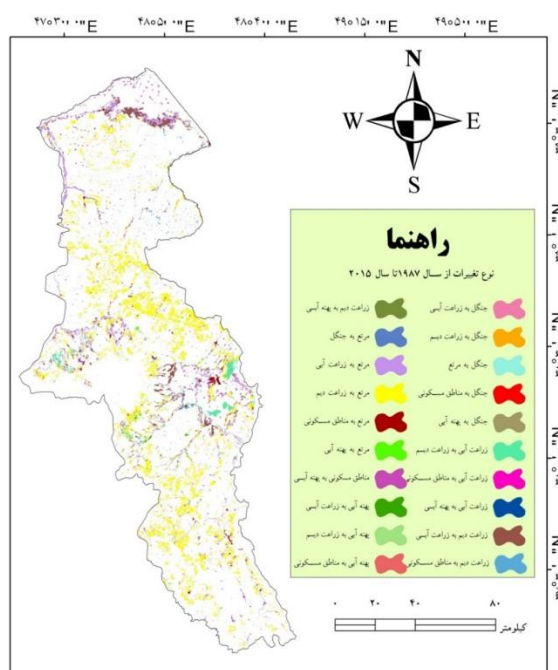
نتایج اصلاح هندسی خطاهای به‌دست آمده برای سنجنده TM و OLI را به ترتیب برابر  $۰/۵$  و  $۰/۴$  پیکسل نشان داد. همچنین براساس نتایج ارزیابی صحت در جدول ۵، صحت کلی و ضریب کاپا برای تصویر سال ۱۳۶۶ به

علت آن را می‌توان خشک بودن بعضی از بندها و دریاچه‌های فصلی مناطق کوهستانی دانست. شکل ۵، نقشه تغییرات کاربری‌های مختلف سال ۱۳۹۴ را نسبت به سال ۱۳۶۶ نشان می‌دهد. نتایج شکل ۵ در جدولهای ۳ و ۴ ارائه شده است.

کاربری از سایر کاربری‌ها علت این امر دانست. نقشه مربوط به سال ۱۳۹۴ و سنجنده OLI از صحت بسیار بالایی برخوردار است، به طوری که صحت کلی و ضریب کاپای آن به ترتیب برابر با ۹۴٪ و ۰/۹ است. کاربری پهنه‌های آبی با صحت تولید کننده ۸۶/۳٪ کمترین صحت را دارا است که

جدول ۲- نتایج ارزیابی درصد صحت تولیدکننده، صحت کاربری، صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۴

نوع کاربری	۱۳۶۶		۱۳۹۴	
	درصد صحت کاربری	درصد صحت تولید کننده	درصد صحت کاربری	درصد صحت تولید کننده
زراعت دیم	۸۱/۴	۹۶/۵	۹۱/۹	۹۷
مرتع	۷۱/۲	۸۳	۸۸/۷	۹۴/۵
زراعت آبی	۸۵/۹	۷۸	۹۴/۴	۹۱/۵
مناطق مسکونی	۹۲/۵	۵۲/۹	۹۹/۳	۹۲/۳
پهنه‌های آبی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۶/۳
جنگل	۹۴/۳	۹۹	۹۷/۱	۱۰۰
درصد صحت کلی	۸۲/۳		۹۴	
ضریب کاپا	۰/۷		۰/۹	



شکل ۵- نقشه پایش تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ استان اردبیل



بر اساس جدول‌های ۳ و ۴، مرتع بیشترین تغییر را در بین دیگر کاربری اراضی منطقه به زراعت دیم داشته است. ۴/۸٪ از کل تبدیل کاربری اراضی به زراعت آبی در عرصه‌های مرتعی رخ داده و ۴۹۸۳۶/۹ هکتار از عرصه‌های مرتعی به زراعت آبی تبدیل شده است. ۱۹۶۵۷/۸ هکتار از دیمزارها و ۶۰۰/۴ هکتار نیز از جنگل‌ها به زراعت آبی تغییر کاربری داده‌اند.

جدول ۳- مساحت و درصد تغییرات در انواع کاربری‌های مختلف در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ استان اردبیل

نوع تغییرات	مساحت (هکتار)	درصد تغییرات	نوع تغییرات	مساحت (هکتار)	درصد تغییرات
زراعت دیم به پهنه‌های آبی	۵۲۶/۱	۰/۰۹	زراعت آبی به پهنه‌های آبی	۱۷۶/۵	۰/۱
زراعت دیم به مناطق مسکونی	۷۱۱۵/۳	۱/۲	مرتع به پهنه‌های آبی	۹۷۸/۳	۰/۱
زراعت دیم به زراعت آبی	۱۹۶۵۷/۸	۳/۵	مرتع به جنگل	۱/۹	۰/۰۰۰۲
جنگل به پهنه‌های آبی	۱	۰/۰۰۵	مرتع به زراعت آبی	۴۹۸۳۶/۹	۴/۸
جنگل به مناطق مسکونی	۵۹/۸	۰/۳	مرتع به زراعت دیم	۱۴۱۷۹۴/۲	۱۳/۸
جنگل به زراعت آبی	۶۰۰/۴	۳/۴	مرتع به مناطق مسکونی	۱۱۰۰۸/۲	۱/۰۸
جنگل به زراعت دیم	۲۹۶/۹	۱/۷	پهنه‌های آبی به زراعت دیم	۱۲/۲	۲/۴
جنگل به مرتع	۱۰۵۹/۹	۶/۱	پهنه‌های آبی به زراعت آبی	۲	۰/۴
زراعت آبی به زراعت دیم	۱۱۴۶۴/۸	۷/۷	پهنه‌های آبی به مناطق مسکونی	۰/۲	۰/۰۴
زراعت آبی به مناطق مسکونی	۳۴۵۷/۹	۲/۳	مناطق مسکونی به پهنه‌های آبی	۴۸/۸	۰/۳
جمع کل سطح تغییرات (هکتار)	۲۴۸۰۹۹/۱		جمع کل سطح بدون تغییر (هکتار)	۱۵۰۹۴۲۹/۶	

جدول ۴- ماتریس سطوح تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ استان اردبیل برحسب هکتار

۱۳۶۶						۱۳۹۴									
		زراعت دیم	جنگل	زراعت آبی	مرتع	مناطق مسکونی	پهنه‌های آبی			زراعت دیم	جنگل	زراعت آبی	مرتع	مناطق مسکونی	پهنه‌های آبی
زراعت دیم		۴۱۰۷۴۵/۳	۰	۱۹۶۵۷/۸	۰	۷۱۱۵/۳	۵۲۶/۱	زراعت دیم		۴۱۰۷۴۵/۳	۰	۱۹۶۵۷/۸	۰	۷۱۱۵/۳	۵۲۶/۱
جنگل		۲۹۶/۹	۷۸۱۱	۶۰۰/۴	۱۰۵۹/۹	۵۹/۸	۱	جنگل		۲۹۶/۹	۷۸۱۱	۶۰۰/۴	۱۰۵۹/۹	۵۹/۸	۱
زراعت آبی		۱۱۴۶۴/۸	۰	۱۲۹۷۰۴/۵	۰	۳۴۵۷/۹	۱۷۶/۵	زراعت آبی		۱۱۴۶۴/۸	۰	۱۲۹۷۰۴/۵	۰	۳۴۵۷/۹	۱۷۶/۵
مرتع		۱۴۱۷۹۴/۲	۱/۹	۴۹۸۳۶/۹	-۹۴۶۶۸۷/۸	۱۱۰۰۸/۲	۹۷۸/۳	مرتع		۱۴۱۷۹۴/۲	۱/۹	۴۹۸۳۶/۹	-۹۴۶۶۸۷/۸	۱۱۰۰۸/۲	۹۷۸/۳
مناطق مسکونی		۰	۰	۰	۰	۱۴۰۲۰/۳	۴۸/۸	مناطق مسکونی		۰	۰	۰	۰	۱۴۰۲۰/۳	۴۸/۸
پهنه‌های آبی		۱۲/۲	۰	۲	۰	۰/۲	۴۴۵/۶	پهنه‌های آبی		۱۲/۲	۰	۲	۰	۰/۲	۴۴۵/۶

ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ نشان داد که افزایش مساحت در کاربری‌های زراعت دیم، زراعت آبی، مناطق مسکونی و پهنه‌های آبی و کاهش جنگل و مرتع است. به طوری که بیشترین تغییرات کاربری مربوط به اراضی مرتع با کاهش ۴/۲- درصد است (جدول ۴).

جدول ۵- نتایج پایش تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ استان اردبیل (نسبت به سطح کل استان)

نوع کاربری	مساحت (هکتار)		مساحت (%) - نسبت به سطح کل استان		تغییر سطح
	۱۳۶۶	۱۳۹۴	۱۳۶۶	۱۳۹۴	
زراعت دیم	۵۵۳۳۲۰	۵۶۵۹۵۲/۴	۳۱/۴	۳۲/۲	۰/۷
جنگل	۱۷۲۳۹	۷۸۴۵/۳	۰/۹	۰/۴	-۰/۵
زراعت آبی	۱۴۸۸۴۲/۶	۲۰۴۱۱۹/۴	۸/۴	۱۱/۶	۳/۱
مرتع	۱۰۲۲۲۹۸/۳	۹۴۷۲۵۹	۵۸/۱	۵۳/۹	-۴/۲
مناطق مسکونی	۱۵۳۳۰/۵	۳۰۳۲۰/۲	۰/۸	۱/۷	۰/۸
پهنه‌های آبی	۴۹۸/۲	۲۳۲۲	۰/۰۳	۰/۱	۰/۱
جمع کل	۱۷۵۷۵۲۸/۷	۱۷۵۷۵۲۸/۷	-	۱۰۰	-

### بحث

روند کاهش مساحت اراضی جنگلی را می‌توان به عوامل مختلفی نسبت داد، به‌عنوان مثال با گذر زمان و افزایش جمعیت روستانشینان و همچنین کمبود امکانات رفاهی موجود (عدم وجود گازکشی شهری و کمبود سیلندر گاز و گرانی نفت)، ساکنان این مناطق برای رفع نیازهای مختلف خود به قطع درختان جنگلی موجود پرداختند. از دلایل دیگر می‌توان به تصرف حاشیه جنگل و تبدیل آن به اراضی کشاورزی غیرمجاز و رها کردن این زمین‌ها به‌علت از دست دادن ذخایر غذایی خاک اشاره کرد. از سویی با توجه به شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه و جاذبه‌های گردشگری، هجوم مردم به مناطق جنگلی برای اهداف خوش‌نشینی و گردشگری هم باعث افزایش اراضی مسکونی برای خدمات به گردشگرها و هم سبب از بین رفتن جنگل‌ها شده است. در این ارتباط Mirzaei Mossivand و همکاران (۲۰۱۸) و Sabzghabaei و همکاران (۲۰۱۷) مهمترین عامل تخریب جنگل و کاهش سطح درختان را: (۱) تغییر کاربری از جنگل به اراضی کشاورزی و مسکونی در نتیجه میزان رشد بالای جمعیت مناطق حفاظت شده، (۲) استفاده از چوب جنگل‌ها در تولید فرآورده‌های چوبی، (۳) استفاده مردم از چوب به‌عنوان منبع سوخت و انرژی به‌ویژه در بخش‌های محروم بیان کردند که این نتایج تأییدکننده

نتایج این تحقیق می‌باشند. یادآوری می‌شود که در بخشی‌هایی از استان سطح تبدیل ۱/۹ هکتار مراتع به جنگل در این تحقیق نشان‌دهنده عملیات احیای جنگل یا حفاظت از مناطق جنگلی انجام شده می‌باشد که باعث افزایش جزئی در سطح جنگل‌ها در بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ شده است. البته بخش زیادی از کاربری مرتع به دلیل افزایش جمعیت طی این بازه زمانی به اراضی کشاورزی تبدیل شده است. از دلایل عمده پایین بودن صحت طبقه‌بندی کاربری مسکونی در سال ۱۳۶۶، کاهش صحت همپوشانی طیفی و مشابهت نسبی در الگوی کاربری‌هاست. Khanamani و همکاران (۲۰۱۹) و Ruiz-Luna و Berlanga-Robles (۲۰۰۳)، در مطالعه خود برای تهیه نقشه کاربری اراضی بیان کردند که امکان تفکیک مناطق مسکونی از مناطق کشاورزی و پوشش‌های طبیعی با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت‌نشده تصویر وجود ندارد. در این مطالعه، در طی بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴، مساحت منطقه مسکونی با شیب تندی افزایش یافته است. در ارتباط با تغییر کاربری به مناطق مسکونی، بیشترین تغییرات در اطراف مراکز شهرستان‌هاست. ۱/۰۸٪ از این تغییرات در اراضی مرتعی و ۱/۲٪ اراضی دیم نزدیک شهرها و روستاهاست که در اثر توسعه منطقه مسکونی و افزایش جمعیت اتفاق افتاده است (Mirzaei Mossivand et al., )

آبی افزوده شده است و این روند تا زمان افزایش منابع آبی حالت مثبت داشته و پس از آن و با کاهش منابع آبی، اراضی دیم‌زارها رها شده و یا تغییر کاربری صورت گرفته که این مسئله باعث افزایش سطح اراضی بایر و تخریب شده است. البته در این سال‌ها تبدیل دیم‌زارهای کم‌بازده به مرتع مشاهده شده است که متأسفانه به دلیل وسعت محدوده مورد مطالعه و عدم تفکیک‌پذیری، این عرصه‌ها در نتایج مشاهده نشد (Kakeh Mami *et al.*, 2017). تخریب گسترده‌ای که در سطح منابع با توجه به افزایش جمعیت، رشد تکنولوژی، رعایت نکردن اصول اکولوژیکی و عدم اجرای قوانین انجام شده، تغییرات در سطح کاربری‌ها و پوشش اراضی را سبب شده است. بررسی سایر مناطق نیز تغییر و تخریب در سطح کاربری‌های مختلف، نتایج کم و بیش مشابهی گزارش شده است. به‌عنوان مثال در مطالعات انجام شده Fan و همکاران (۲۰۱۷)، Elagouz و همکاران (۲۰۱۹)، Shanani و Hoveyze (۲۰۱۵) و Zarei و همکاران (۲۰۱۹) کاهش وسعت اراضی طبیعی و روند افزایشی کاربری‌های انسان‌ساخت را گزارش کردند.

کاهش وسعت پوشش جنگلی و مرتعی منطقه و روند افزایشی کاربری مسکونی و زراعت دیم و آبی بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه با کاربری انسان‌ساخت است. به‌طوری‌که با مقایسه و بررسی یافته‌ها، می‌توان جمع‌بندی نمود که وضعیت ساختار سیمای سرزمین منطقه مورد مطالعه در شرایط فعلی به دلیل تخریب و تبدیلات گذشته به‌صورت اختلالی و بیانگر روند تخریبی است. به‌طورکلی نتایج تجزیه و تحلیل این تحقیق سیاست‌های مدیریتی را برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای برای پایداری و ارزیابی منابع طبیعی فراهم می‌نماید.

### منابع مورد استفاده

- Ahadnejad, M., Maruyama, Y. and Yamazaki, F., 2009. Evaluation and forecast of human impacts based on land use changes using multi-temporal satellite imagery and GIS: A case study on Zanjan, Iran. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 37(4): 659-669.

این موضوع بیش از هر چیزی نشان‌دهنده افزایش جمعیت انسانی طی این دوره ۲۸ ساله است (Statistical Center of Iran, 2019) که افزایش اراضی کشاورزی زراعت دیم و زراعت آبی نیز متأثر از همین افزایش جمعیت است. همچنین در مطالعه Aslami و Ghorbani (۲۰۱۸) مناطق مسکونی در سطح شهرستان‌های اردبیل، نمین و نیر در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ افزایشی در حدود ۲٪ داشته است. به‌طور مشابه نتایج پژوهش Ahadnejad و همکاران (۲۰۰۹)، در تحلیل تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در بازه زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مربوط به تغییر کاربری اراضی کشاورزی به اراضی ساخته شده شهری است. به‌طور مسلم قابلیت بالای منطقه برای کشاورزی، افزایش سطح توقعات و تقاضای بیشتر برای کسب درآمد، به‌ویژه در دهه‌های اخیر از یکسو و وابستگی اهالی منطقه به فعالیت‌های کشاورزی از سوی دیگر موجب بالا بردن سطوح اراضی کشاورزی و به زیر کشت رفتن مراتع منطقه بوده است. شرایط آب و هوایی مناسب در منطقه مورد مطالعه، تمایل به تغییر اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی را افزایش می‌دهد. در طی بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ مساحت هر دو کاربری زراعت دیم و آبی افزایش یافته، البته افزایش زراعت آبی به دلیل افزایش سدهای جدیدالاحداث مانند سدهای سیلان، ایلخچی، قره‌قشلاق، سوها، سقرچی و ... و همچنین حفر چاه برای آبیاری و برداشت غیرمجاز آب زیرزمینی برای برطرف کردن نیاز غذایی با توجه به افزایش جمعیت دانست. با توجه به اینکه اقتصاد استان بر مبنای تولیدات کشاورزی و دامی قرار دارد، با وضعیت بهره‌وری کنونی در سال‌های آینده با تهدید جدی رو به رو خواهد شد. تغییر کاربری اراضی زیر کشت آبی به زراعت دیم شاید در اثر تغییرات اقلیمی و کاهش نزولات جوی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ باشد. با وجود افزایش منابع آبی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴، بجای استفاده از روش‌های نوین و افزایش بهره‌وری در واحد سطح، روز به روز از سطح جنگل‌ها و مراتع کاسته شده و به‌مساحت اراضی کشاورزی زراعت دیم و زراعت

- Research and Development, 40(1): 33-47.
- Ghafari, S., Ghorbani, A., Arjmand, K., Teymorzadeh, A., Hashemi Majd, K., Jafari, S. and Dabiri, R., 2017. Effect of grazing intensity on vegetation and soil physiochemical properties (case study: in rangelands of Kolash village, Parsabad, Ardabil province). *Iranian Journal of Plant Ecosystem Conservation*, 10:183-204.
  - Ghorbani, A., Bruce, D. and Tiver, F. 2006. Stratification: a problem in rangeland monitoring. In proceeding of the 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA), Salzburg, Austria.
  - Ghorbani, A., Kakehmami, A. and Kavianpour, H., 2011. Change detection of urban areas in the Ardabil province during the last 5 decades using aerial photography and Landsat images. 32nd Asian Conference on Remote Sensing, Taipei, Taiwan.
  - Heydariyan, P., Rangzan, K., Maleki, S. and Taghizadeh, A., 2014. Land use change detection using post classification comparison Landsat satellite images (Case study: land of Tehran). *Iranian Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 4 (4): 1-10.
  - Heidarizadi, Z. and Mohammadian Behbahani, A., 2019. Performance comparison of Geomod and LCM models to predict land use changes (case study: Abughovair plain, Ilam province). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 26(3): 660-674.
  - Howarth, P. J. and Wickware, G. M., 1981. Procedures for change detection using Landsat digital data. *International Journal of Remote Sensing*, 2(3): 277-291.
  - Jensen, J. R., 1996. *Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective*. 2nd edn. Prentice Hall, Saddle River, NJ, 544p.
  - Jensen, J.R., 2005. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. NJ: Prentice-Hall. Englewood Cliffs, USA, 318p.
  - Kakeh Mami, A., Ghorbani, A., Kayvan Behjoo, F. and Mirzaei Mosivand A., 2017. Comparison of visual and digital interpretation methods of land use/cover mapping in Ardabil province. *Iranian Journal of RS and GIS for Natural Resources*. 8(3): 121-134.
  - Khanamani, A., Fathizad, H. and Hakimzadeh, M., 2019. Evaluating the trend of land use change using remote sensing techniques and object-oriented classification algorithm (Case study: Bartash Plain in Dehloran, Ilam). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 25(4): 723-734.
  - Kianisalmi, E. and Ebrahimi, A., 2018. Evaluation of
  - Ahani, H., Ghorbani, A., Rastegar Moghadam, M., Falah Shamsi, S. R. and Baghernejad, M., 2009. Land use change detection using satellite imagery in Tangeh-Sorkh watershed of Shiraz. *Iranian Journal of Agricultural Science & Natural Resources*, 16(2): 242-252.
  - Ardabil Meteorological Organization. 2015. <http://www.ardebilmnet.ir>
  - Aslami, F. and Ghorbani, A., 2018. Object-based land-use/land-cover change detection using Landsat imagery: a case study of Ardabil, Namin, and Nir counties in northwest Iran. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 190(7): 1-14.
  - Barati Ghahfarokhi, S., Soltani, S., Khajeddin, S.J. and Rayegani, B., 2009. Investigation of land use changes in Qale Shahrokh basin using remote sensing (1975 - 2002). *Iranian Journal of Water and Soil Science*, 13(47): 349- 365.
  - Du, Y., Wu, D., Liang, F. and Li, C., 2013, Integration of case-based reasoning and object-based image classification to classify SPOT images: a case study of aquaculture land use mapping in coastal areas of Guangdong province, China. *Journal of GIS Science and Remote Sensing*, 50(5): 574-589.
  - Elagouz, M. H., Abou-Shleel, S. M., Belal, A. A. and El-Mohandes, M.A.O., 2019. Detection of land use/cover change in Egyptian Nile Delta using remote sensing. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 23(1): 57-62.
  - ERDAS Field Guide. 2003. ERDAS Imagine 8.7. Leica Geosystems GIS and Mapping LLC. Seventh Edition, 698p.
  - Fan, C., Myint, S.W., Rey, S.J. and Li, W., 2017. Time series evaluation of landscape dynamics using annual Landsat imagery and spatial statistical modeling: Evidence from the Phoenix metropolitan region. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 58: 12-25.
  - Ganasri, B. and Dwarakish, G., 2015. Study of land use/land cover dynamics through classification algorithms for Harangi catchment area, Karnataka State, India. *Journal of Aquatic Procedia*, 4: 1413-1420.
  - Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R. and Bidarlord, M., 2018. Composition and structure of species along altitude gradient in Moghan-Sabalan rangelands, Iran. *Journal of Mountain Science*, 15(6): 1209-1228.
  - Ghafari, S., Ghorbani, A., Moameri, M., Mostafazadeh, R., Bidarlord, M. and Kakehmami, A., 2020. Diversity and distribution pattern of plant communities along altitudinal gradient of Moghan-Sabalan rangelands, Ardabil, Iran. *Mountain*

- Rahimi, I., 2019. Monitoring and predicting of land use changes in Farsan Watershed Using LCM. *Iranian Journal of Range and Watershed Management*, 72(1): 263-278.
- National Cartographic Center, Iran. 2015.
  - Nobaharan, K., Mahmodi, S.H. and Abtahi, S.A., 2019. Land use management change in Marvdasht plain - Fars Province. *Iranian Journal of Water and Soil Resources Conservation*, 8(3): 67-84.
  - Ruiz-Luna A. R. and Berlanga-Robles, C. A., 2003. Land use, land cover changes and coastal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico. *Journal of Landscape Ecology*, 18(2): 159-171.
  - Sabzghabaei, G. R., Jafarzadeh, K., Dashti, S. S., Yousefi, K. S. and BAZmara, B. M., 2017. Land use change detection using remote sensing and GIS (Case study: Qhaemshahr city). *Iranian Journal of Environmental Science and Technology*, 19(3): 143-157.
  - Shanani Hoveyzeh, S. M. and Zarei, H., 2015. Investigation of land use changes during the past two last decades (Case Study: Abolabas Basin). *Iranian Journal of Watershed Management Research*, 14: 234-244.
  - Sharifi, J., Rostami Kia, Y., Azimi, F. and Ashoori, P., 2017. *Ecological Regions of Iran Vegetation Types of Ardabil Province*. Tehran, Iran: Research Institute of Forests and Rangelands Press.
  - Singh, S. and Rai, P. K., 2016. Application of earth observation data for estimation of changes in land trajectories in varanasi district, India. *Journal of Landscape Ecology*, 11(1): 5-18.
  - change detection and future condition of meadowland ecosystem of Shahrekord using Landsat data. *Iranian Journal of Watershed Management Research*, 71(2): 473-487.
  - Lu, D., Li, G., Moran, E., Freitas, C., Dutra, L. and Sant'Anna, S., 2014. A comparison of maximum likelihood classifier and object-based method based on multiple sensor datasets for land-use/cover classification in the Brazilian Amazon. *Proceedings of 4th Geographic Object-Based Image Analysis*, Rio de Janeiro, Brazil. 7-9 May.
  - Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12): 2365-2407.
  - Mirzaei Mossivand, A., Ghorbani, A. and Keivan Behjou, F., 2018. Land use/cover change detection using Landsat and IRS imagery: A case study, Khalkhal County. *Iranian Journal of Geographic Space*. 60(17): 101-116.
  - Mobin, A., 2017. Satellite image based study for land use land cover changed due to mining activity during (1987 to 2011) at Dhanbad District of Jharkhand. *International Journal for Scientific and Development*, 4(12): 962-965.
  - Mombeni, M., Nasrollahi, M., Karimi, K. and Ara, H., 2018. Investigation and comparison of the maximum likelihood and fuzzy Artmap methods in preparing and monitoring land use changes (case study: Omidiyeh, Khuzestan province). *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 25(2): 248-262.
  - Msofe, N.K., Sheng, L. and Lyimo, J., 2019. Land use change trends and their driving forces in the Kilombero Valley Floodplain, Southeastern Tanzania. *Journal of Sustainability*, 11(2): 1-25.
  - Nabizadeh, S., Ebrahimi, A., Aghababaei, M. and

## Evaluation of land use changes in Ardabil province using satellite image processing

A. Kakehmami<sup>1</sup>, A. Ghorbani<sup>2\*</sup>, M. Moameri<sup>3</sup> and S. Gafari<sup>4</sup>

1. Ph.D. Student of Rangeland Science, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

2\*-Corresponding Author, Professor, Department of Natural Resources, Water Management Research Center, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

E-mail: a\_ghorbani@uma.ac.ir

3- Associate Professor, Department of Plant Sciences and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

4. Ph.D. Graduated of Rangeland Science, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

Received: 17/05/2020

Accepted: 04/04/2021

### Abstract

By evaluating land-use change and land cover, it is possible to plan and manage to reduce the impact of alteration and degradation of exploitations. The purpose of this study was to evaluate land-use changes in Ardabil province between 1987 and 2015 using the Thematic Mapper (TM) sensor of Landsat 5 and Operational Land Imager (OLI) sensor of Landsat 8 satellite images. Firstly, the efficiency of the object-based classification method was evaluated using ground control points, error matrix, and comparing total accuracy and kappa coefficients for the resulting maps. Total accuracy and Kappa coefficients for 1987 were 82.3% and 0.70, and 2015 were 94% and 0.90, respectively. Change detection results showed that from 1987 to 2015, rangelands decreased by 4.2%, equivalent to 75039.3 hectares and forests decreased by 0.5%, equivalent to 9393.7 hectares compared to the total province area and irrigation farming increased by 3.1%, equivalent to 55276.8 hectares, residential areas increased by 0.8%, equivalent to 14989.7 hectares and dry farming increased by 0.7%, equivalent to 12632.4 hectares compared to the total province area. The most significant changes that occurred from 1987 to 2015 were the conversion of rangelands to dry farming with 13.8%, equivalent to 141794.2 hectares and irrigation farming lands with 4.8%, equivalent to 49836.9 hectares of rangelands, irrigation farming to dry farming with 7.7%, equivalent to 11464.8 hectares and forests to rangelands with 6.1%, equivalent to 1059.9 hectares which indicate the requirement of a serious revision of the management policies.

**Keywords:** Ardabil province, temporal land use changes, satellite images, object-based.