

جغرافیا و توسعه شماره ۵۳ زمستان ۱۳۹۷

وصول مقاله: ۹۶/۰۳/۱۶

تأیید نهایی: ۹۶/۱۱/۱۶

صفحات: ۳۷-۵۰

## تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های شیء‌گرا و زنجیره مارکف در حوضه آبریز زلیبیرچای واقع در آذربایجان شرقی و غربی

دکتر صغری اندریانی<sup>۱\*</sup>، دکتر محمدرضا نیکجو<sup>۲</sup>، دکتر محمدحسین رضایی مقدم<sup>۳</sup>، دکتر داود مختاری<sup>۴</sup>

### چکیده

هدف از پژوهش حاضر، استخراج و کشف تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای با مدل شیء‌گرا و همچنین پیش‌بینی این تغییرات با مدل زنجیره مارکف تا سال ۲۰۳۰ در حوضه آبریز زلیبیرچای است. با توجه به اینکه تفکیک برخی محصولات از همدیگر مانند گندم آبی و دیم، زراعت آبی و باغات در تصاویر با تفکیک مکانی متوسط مانند تصاویر لندست و روش‌های شناخته‌شده پیکسل پایه به‌سختی صورت می‌گیرد، بنابراین در تحقیق حاضر مدل شیء‌گرا بر مبنای روش دانش‌پایه با استفاده از میانگین و انحراف معیار شاخص پوشش گیاهی و ویژگی‌های توپوگرافی منطقه، همچنین تصویر OLI با تاریخ ۲۰۱۵ به کار گرفته شد و اعتبارسنجی آن با ضریب کاپا ۰/۸۶ و صحت کلی ۰/۸۹ صورت گرفت، سپس نتیجه آن در تصویر TM نیز استفاده شد (ضریب کاپا برابر با ۰/۸۳ و صحت کلی ۰/۸۷). در نهایت بعد از تجزیه و تحلیل تغییرات رخ داده، پیش‌بینی زمانی کاربری‌ها صورت گرفت. نتایج طبقه‌بندی تصاویر نشان‌دهنده رشد مساحت کاربری‌های مسکونی، باغات و زراعت آبی به ترتیب ۱۵، ۴۲ و ۵۰ km<sup>2</sup> در طول ۲۸ سال است که این رشد نشان‌دهنده مصرف زیاد آب در منطقه است. همچنین در ۱۵ سال آینده نیز که براساس الگوی ۲۸ سال قبل و با مدل تحلیل زنجیره مارکف بوده، این رشد به ترتیب تا میزان ۸، ۲۷ و ۸ km<sup>2</sup> خواهد بود. از طرفی مقایسه تناظر به تناظر نقشه‌های طبقه‌بندی دو بازه زمانی، نشان‌دهنده تبدیل کاربری‌های کم‌مصرف مثل گندم آبی به محصولات زراعی آبی است؛ از این رو لزوم استفاده از یک مدیریت بهینه و کارآمد به منظور دست‌یافتن به توسعه پایدار، مکانیزه کردن سیستم‌های آبیاری و کنترل مصرف عوامل انسانی در منطقه اجتناب‌ناپذیر است. واژه‌های کلیدی: کاربری اراضی، روش شیء‌گرا، پیش‌بینی، زنجیره مارکف، زلیبیرچای.

andaryani@tabrizu.ac.ir

rezmogh@tabrizu.ac.ir

d\_mokhtari@tabrizu.ac.ir

۱- دانش‌آموخته دکتری مدیریت محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران \*

۲- دانشیار ژئومورفولوژی و سنجش از دور، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۳- استاد ژئومورفولوژی و سنجش از دور، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

۴- استاد ژئومورفولوژی و سنجش از دور، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

## مقدمه

یکی از ابزارهای مؤثر در زمینه مطالعات محیط‌زیست و علوم زمین، استفاده از فناوری سنجش از دور و بهره‌گیری از داده‌های ماهواره‌ای است (علوی‌پناه، ۱۳۸۹: ۲۰). سنجش از دور به جهت ارائه اطلاعات به‌روز، پوشش‌های تکراری، سنجش در محدوده‌های طیفی متفاوت، ارزان بودن، تنوع اشکال داده، سنجش کمی و رقومی پدیده‌های سطح زمین، در ارزیابی منابع طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار بوده و بهترین وسیله در تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی محسوب می‌شود (Yan, 2003: 3). وجود آمار و اطلاعات دقیق، صحیح و بهنگام، عامل حیاتی برای کلیه برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و... در کشور است. آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به عبارت دیگر نحوه استفاده از زمین، به‌عنوان اطلاعات پایه برای مدیریت و برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در راستای آگاهی از انواع کاربری و پوشش اراضی، کشف تغییرات در کاربری و پوشش اراضی به دلیل تأثیرپذیری آن در تغییرات اقلیم به صورت مقیاس محلی و منطقه‌ای، آب، کربن و اکوسیستم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و یکی از مؤثرترین فاکتورها در تغییرات محیطی محسوب می‌شود (Grimm et al, 2008: 757; Yu et al, 2016: 37; Turner et al, 2007: 20668). داده‌های سنجش از دور به‌طور گسترده برای دست یافتن به چنین اهدافی مورد استفاده قرار گرفته است (De Fries et al, 1998: 3142; Peng et al, 2012: 4788; Zhang et al, 2014: 142; Yu et al, 2016: 38). روش‌های مختلفی نیز برای تحلیل تغییرات پوشش و کاربری اراضی توسعه یافته است که با یک دید

گسترده به دو روش پس از طبقه‌بندی<sup>۱</sup> و پیش از طبقه‌بندی<sup>۲</sup> تقسیم می‌شود (Singh, 1989: 990). در رویکرد اول با استفاده از سری زمانی تصاویر چندطیفی، ابتدا طبقه‌بندی صورت می‌گیرد؛ سپس با مقایسه طبقه‌بندی‌ها، کشف تغییرات در هر کدام از انواع کاربری‌ها صورت می‌گیرد، به عبارت دیگر مشخص می‌شود که در یک کاربری چه مقدار از مساحت آن تغییر نیافته و چه مقدار از مساحت آن به کدام نوع کاربری یا کاربری‌ها تبدیل شده است؛ اما در روش پیش از طبقه‌بندی که اکثراً در تصاویر چندطیفی با تفکیک زمانی بالا مانند مودیس، نوآ و... به کار می‌رود، نوع تغییر در هر کدام از کاربری‌ها مشخص نمی‌شود. در روش پس از طبقه‌بندی (روش مورد استفاده در تحقیق حاضر) دقت کشف تغییرات به دقت روش طبقه‌بندی بستگی دارد. همچنین انتخاب روش، به هدف مطالعه و داده‌های در دسترس بستگی دارد. با توجه به اینکه استخراج اطلاعات پوشش و کاربری زمین از داده‌های سنجش از دور رو به‌فزونی است؛ به همین دلیل تحقیقات زیادی درباره روش‌هایی برای افزایش دقت طبقه‌بندی صورت گرفته است (Foody et al, 2004: 198). رضایی‌مقدم و همکاران، (۱۳۹۵: ۶۵) و از طرفی تحلیل تغییرات و همچنین به‌دنبال آن پیش‌بینی تغییرات برای بازه‌های زمانی آینده وابسته به روش مورد استفاده در طبقه‌بندی است؛ بنابراین در تحقیق حاضر روش شیء‌گرا با تکیه بر روش دانش پایه مورد استفاده قرار گرفت. این روش به دلیل بهره‌مندی از الگوریتم‌های دانش پایه و استفاده از اطلاعات هندسی و بافت پدیده‌ها نسبت به روش‌های پیکسل پایه قوی‌تر عمل می‌کند (Blaschke, 2010: 14; Dragut et al, 2012: 22).

سد گلستان با استفاده از اطلاعات کمکی موجود و آنالیز تصاویر لندست ۷ توسط سعادت و همکاران (۲۰۱۱) برای سه تاریخ مجزا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن نشان‌دهنده مناسب بودن تصاویر تابستانی برای نقشه‌های کاربری زمین است. اندریانی (۱۳۹۳) با استفاده از روش تحلیل زنجیره مارکف به پیش‌بینی تغییرات کاربری باغ در منطقه صوفی چای پرداخت و نتیجه گرفت با اعمال نسبت خطای ۰/۱۲ می‌توان پیش‌بینی دقیق‌تری از این مدل به دست آورد. با توجه به تحقیقات انجام‌یافته در مقایسه با روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا، محققان بر دقیق‌تر بودن روش شیء‌گرا تأکید داشته‌اند؛ از این رو در تحقیق حاضر، این روش برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازه‌های زمانی ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه و استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی برای آبیاری کاربری‌هایی مانند درختان میوه، زراعت آبی و گندم آبی، لزوم پیش‌بینی تغییرات و توسعه این کاربری‌ها در زمان آینده با استفاده از مدل زنجیره مارکف کاملاً محسوس است و برای اطلاع‌رسانی به مدیران مربوط در زمینه طرح‌ریزی برای جلوگیری از مصرف بیش از اندازه از آب‌های زیرزمینی در حوضه آبریز زلیبیرچای و همچنین با توجه با اینکه روش و هدف مذکور در منطقه مورد مطالعه تاکنون مورد تحقیق قرار نگرفته، پژوهش حاضر صورت گرفت. در ضمن استفاده از پارامترهایی مانند ارتفاع، شیب، همچنین شاخص پوشش گیاهی و تصاویر در زمان‌های مختلف سال با توجه به الگوی کشت می‌تواند برای تحقیقات بعدی صورت‌گرفته با روش شیء‌گرا راهگشا باشد و طبقه‌بندی‌های دقیق‌تری را باعث شود.

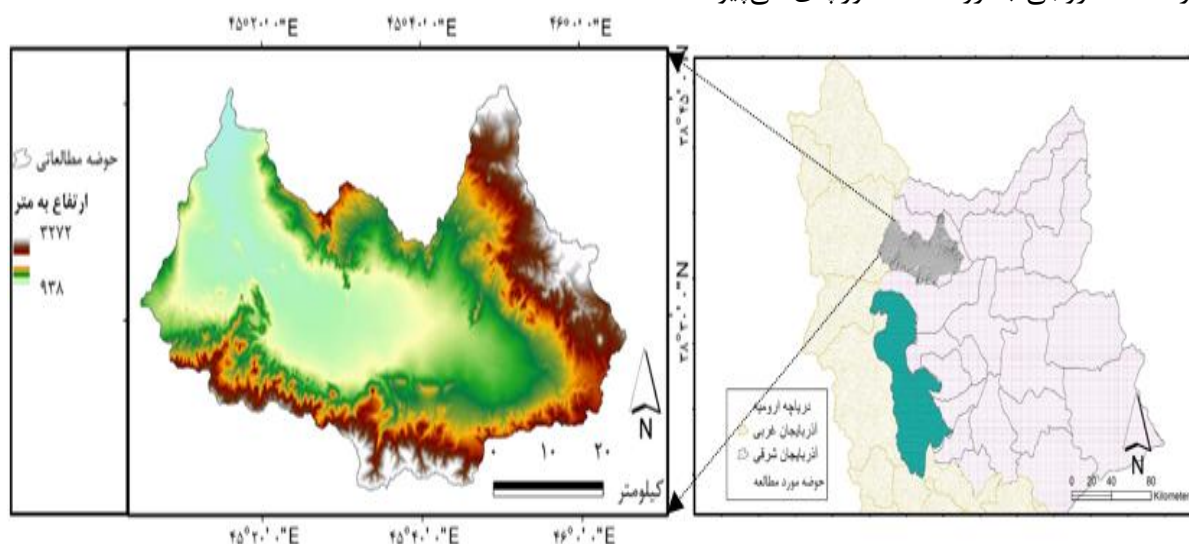
هر چند تعیین مقیاس، ضریب‌های فشردگی و شکل در روش شیء‌گرا برای سگمنت‌سازی، بستگی به تفکیک مکانی تصاویر مورد استفاده دارد و از طریق آزمون و خطا به دست می‌آید. یان (۲۰۰۳) در تحقیقی روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا را در فرایند اکتشاف کانی‌های زغال‌سنگ مورد مقایسه قرار داد و با پردازش تصاویر ماهواره‌ای استر نقشه‌های کاربری اراضی مختلفی را تهیه کرد و نتیجه گرفت که روش شیء‌گرا در مقایسه با روش‌های پیکسل پایه کارآمدتر عمل می‌کند. والتر (۲۰۰۴) با پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا، روش شیء‌گرا را در مقایسه با دیگر مدل‌ها کارآمدتر معرفی کرد. همچنین دیگر محققان از جمله اوروک و همکاران (۲۰۰۴)، زعو و همکاران (۲۰۰۵) نیز با تحقیقات خود کارآمدی روش شیء‌گرا را تأیید کردند. والتر (۲۰۰۴) از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد و با بهره‌گیری از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا، نقشه‌اشکارسازی تغییرات را استخراج کرده، سپس نقشه‌های کاربری اراضی را برای دو دوره با استفاده از روش‌های فوق به دست آورده و سپس نقشه تغییرات را تهیه کرده است. یو و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از روش پیکسل پایه و شیء‌گرا، کاربری اراضی منطقه بیجینگ<sup>۱</sup> را از تصاویر TM استخراج و کشف تغییرات کردند و با ضریب کاپای ۰/۸۴ در روش شیء‌گرا نسبت به روش پیکسل پایه با ضریب ۰/۶۹ طبقه‌بندی و کشف تغییرات کردند.

آرخی (۱۳۹۴) از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM<sup>+</sup> استفاده کرده و با اعمال روش شیء‌گرا تغییرات کاربری منطقه آبدانان را در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ آشکارسازی کرد. این محقق در کار خود نتیجه گرفت که در آشکارسازی تغییرات، روش طبقه‌بندی شیء‌گرا از دقت بالایی برخوردار است. کاربری زمین در حوضه

بعد از آن به همین نام خوانده می‌شود. رودخانه قطورچای با روند جنوبی- شمالی به رودخانه ارس ملحق می‌شود. موقعیت مطلق حوضه مورد مطالعه در محدوده  $45^{\circ}04'$  تا  $45^{\circ}10'$  شرقی و  $38^{\circ}18'$  تا  $38^{\circ}40'$  شمالی واقع شده است. ماکزیمم ارتفاع حوضه  $3277$  متر بوده و حداقل ارتفاع در محل خروجی حوضه  $938$  متر از سطح دریاست. شکل شماره ۱ موقعیت منطقه را در شمال غرب ایران و آذربایجان نشان می‌دهد.

### منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه موسوم به حوضه آبریز زلیبیرچای با وسعتی معادل  $2527$  کیلومترمربع در  $70$  کیلومتری شمال شهرستان تبریز واقع شده است. مساحت اعظم این حوضه در آذربایجان شرقی و مساحت اندکی نیز در آذربایجان غربی واقع شده است. این حوضه بخشی از حوضه آبریز رودخانه ارس است که با روند شرقی- غربی از پیوستن رودخانه زنوزچای تشکیل شده است و در شمال غرب حوضه و در نقطه خروجی به رودخانه قطورچای می‌پیوندد که



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه و ارتفاع آن

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

برای تولید لایه ارتفاع و شیب منطقه مورد مطالعه، نرم‌افزارهای تخصصی eCognition8.7 برای طبقه‌بندی تصاویر، ENVI5.1 برای محاسبه شاخص‌های پوشش گیاهی و مسکونی و محاسبه صحت طبقه‌بندی همچنین آشکارسازی تغییرات به روش پس از طبقه‌بندی، IDRISI17 برای پیش‌بینی و آینده‌پژوهی نرم‌افزار ARCGIS10.1 برای مراحل پس‌پردازش طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند.

### مواد و روش

#### داده‌های مورد استفاده

در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ ( $TM^1$ ) و لندست ۸ ( $OLI^2$ ) استفاده شده است. جدول شماره ۱ مشخصات تصاویر مورد استفاده را نشان می‌دهد. ابزار GPS مدل گارمین و سامانه گوگل‌ارث برای برداشت نقاط تعلیمی و تستی و تصویر رقومی ارتفاعی استر با اندازه پیکسل  $27$  متر

جدول ۱: مشخصات و ویژگی‌های تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

| زمان تصویربرداری (شمسی و میلادی) | نوع سنجنده | مسیر- ردیف و ماهواره | تفکیک مکانی (متر) |
|----------------------------------|------------|----------------------|-------------------|
| ۱۳۹۴/۰۱/۲۹ - ۲۰۱۵/۱۸/۰۴          | OLI        | LC8169033            | ۳۰                |
| ۱۳۹۴/۰۳/۱۵ - ۲۰۱۵/۰۵/۰۶          | OLI        |                      | ۳۰                |
| ۱۳۹۴/۰۵/۱۷ - ۲۰۱۵/۰۸/۰۸          | OLI        |                      | ۳۰                |
| ۱۳۹۴/۰۷/۱۹ - ۲۰۱۵/۱۱/۱۰          | OLI        |                      | ۳۰                |
| ۱۳۶۶/۰۲/۱۷ - ۱۹۸۷/۰۷/۰۵          | TM         | LT5169033            | ۳۰                |
| ۱۳۶۶/۰۳/۱۸ - ۱۹۸۷/۰۸/۰۶          | TM         |                      | ۳۰                |
| ۱۳۶۶/۰۴/۲۹ - ۱۹۸۵/۲۰/۷           | TM         |                      | ۳۰                |
| ۱۳۶۶/۰۷/۲۲ - ۱۹۸۷/۱۴/۱۰          | TM         |                      | ۳۰                |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

## روش تحقیق

**آماده‌سازی تصاویر:** برای انجام تصحیح رادیومتریک تصاویر لندست ۸ از روش پیشنهادی<sup>۱</sup> USGS EROS و در تصحیح رادیومتری لندست ۵ از اکستنشن موجود در نرم‌افزار ENVI برای کالیبره کردن تک‌تک باندهای تصاویر استفاده شد. در تصحیح اتمسفری به دلیل وجود منابع آبی از روش کاهش عددی پیکسل‌ها (Chavez, 1996: 1029) استفاده شد. برای تصحیح هندسی در تحقیق حاضر از تصاویر اسپات ۲۰۰۵ و از روش تثبیت هندسی تصویر به تصویر استفاده شد. در این تصحیح، تقاطع جاده‌ها به عنوان نقاط آموزشی انتخاب و برای نمونه‌گیری مجدد از روش نزدیک‌ترین همسایگی<sup>۲</sup> استفاده شد. در انتخاب باندهای مناسب برای طبقه‌بندی نیز کم‌بودن همبستگی بین باندها در نظر گرفته شد و دو باند از بین باندهای تصاویر لندست ۸ و لندست ۵ در هر کدام از تصاویر سنجنده‌ها طبق جدول ۱ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین با توجه به اینکه جدا کردن زراعت آبی، گندم آبی و دیم، یونجه و درختان میوه به دلیل متفاوت بودن فصل و ماه رشد، نیاز به سری زمانی تصویر در ماه‌های مختلف یک سال دارد؛ بنابراین تصاویری از فروردین‌ماه تا مهرماه بدین منظور

انتخاب شد (رضایی‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۵: ۸۲). سپس شاخص پوشش گیاهی (NDVI<sup>۳</sup>) برای هر یک از تصاویر محاسبه شده و با توجه به فصل رشد کاربری‌ها از شاخص پوشش گیاهی نیز استفاده شد. در این بین ارتفاع و شیب منطقه نیز به عنوان لایه محدودکننده کلاس‌های اراضی کشاورزی، گندم آبی و باغات مورد استفاده قرار گرفتند.

**شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال‌شده:** این شاخص به طور گسترده در بازبایی خصوصیات زیستی-فیزیکی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گرفته و به عنوان یک برآوردکننده لایه پوشش گیاهی شناخته شده است (Gandini & Usunoff, 2004: 169). این شاخص برای اولین بار توسط Rouse و همکاران از مرکز سنجش از دور دانشگاه نگرانس در سال ۱۹۷۳ به کار گرفته شد. از تبدیلات حسابی که روی عدد رقومی باندهای قرمز و مادون قرمز استفاده می‌شود، می‌توان تراکم پوشش گیاهی، وجود یا نبود مخزن آب، خاک لخت، وجود ابر، برف و نمک را تخمین زد. این شاخص از رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad \text{رابطه ۱:}$$

NIR (عدد رقومی باند مادون قرمز نزدیک) در سنجنده OLI برابر با باند ۵ و در سنجنده TM برابر

1-U.S.Geological Survey Earth Resources Observation & Science  
2-Nearest Neighbor

3-Normalize Difference Vegetation Index

میانگین و انحراف معیار این شاخص پوشش گیاهی برای سگمنت‌ها در نظر گرفته شد. جدول شماره ۲ ویژگی ممان‌های این شاخص را برای زمان‌های مختلف نشان می‌دهد.

با باند ۴ و RED (عدد رقومی باند قرمز) به ترتیب در هر دو سنجنده برابر با باند ۴ و باند ۳ است. در تحقیق حاضر، NDVI به عنوان یک باند (در زمان‌های مختلف ارائه شده در جدول ۱) در کنار دیگر باندها برای طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت و

جدول ۲: دامنه عددی شاخص پوشش گیاهی NDVI

| انحراف معیار | میانگین | حداکثر | حداقل | زمان تصویر (شمسی و میلادی) |
|--------------|---------|--------|-------|----------------------------|
| ۰/۰۱۷        | ۰/۰۱    | ۰/۲۹   | -۰/۶۲ | ۱۳۹۴/۰۱/۲۹ - ۲۰۱۵/۱۸/۰۴    |
| ۰/۰۲         | ۰/۰۱    | ۰/۳    | -۰/۱  | ۱۳۹۴/۰۳/۱۵ - ۲۰۱۵/۰۵/۰۶    |
| ۰/۰۸         | ۰/۰۶    | ۰/۵۸   | -۰/۲۱ | ۱۳۹۴/۰۵/۱۷ - ۲۰۱۵/۰۸/۰۸    |
| ۰/۱۲         | ۰/۹     | ۰/۸۵   | -۰/۷۶ | ۱۳۹۴/۰۷/۱۹ - ۲۰۱۵/۱۱/۱۰    |
| ۰/۰۶         | ۰/۰۲    | ۰/۵۸   | -۰/۵۹ | ۱۳۶۶/۰۲/۱۷ - ۱۹۸۷/۰۷/۰۵    |
| ۰/۰۸         | ۰/۰۳    | ۰/۶۴   | -۰/۴۴ | ۱۳۶۶/۰۳/۱۸ - ۱۹۸۷/۰۸/۰۶    |
| ۰/۱۲         | ۰/۰۷    | ۱      | -۰/۴۹ | ۱۳۶۴/۰۴/۲۹ - ۱۹۸۵/۲۰/۷     |
| ۰/۰۶         | ۰/۰۰۷   | ۰/۶۶   | -۰/۳۷ | ۱۳۶۶/۰۷/۲۲ - ۱۹۸۷/۱۴/۱۰    |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

در مطالعه حاضر از الگوریتم چندتفکیکه<sup>۱</sup> که در نرم‌افزار ecognition تعبیه شده است، استفاده شد. این الگوریتم فرایندی پایین-بالاست که با شیء‌های یک پیکسل آغاز می‌شود. در مراحل بعدی، شیء‌های تصویری کوچک در داخل یک شیء تصویری بزرگتر ادغام می‌شود (Baatz & Schäpe, 2000: 14). به‌ویژه سگمنت‌های بخش مجاور تا جایی که ناهمگنی توسط وزن و مقیاس تعیین شده متوقف نشود، شیء‌های تصویری همگن ساخته می‌شود (Zhou & Troy, 2008: 3125)؛ بنابراین در مقیاس بزرگتر شیء‌های تصویری همگن‌تر و در نتیجه شیء‌های بزرگ‌تر ایجاد می‌شود. از دیگر پارامترهای مؤثر در اندازه شیء‌ها، رنگ و شکل است که جمع وزن هر دو عدد یک است (Trimble, 2012: 63). مطالعات قبلی نشان می‌دهد که عدد ۰/۹ برای پارامتر رنگ بهترین سگمنت‌ها را نتیجه می‌دهد (Mathieu et al, 2007: 2865; Pu et al, 2011: 3291) و در نهایت پارامتر فشردگی یا نرمی است که متناسب با بافت و

شاخص پوشش گیاهی NDVI در کنار لایه‌های ارتفاع و شیب می‌تواند برای تفکیک کلاس‌ها به کار گرفته شود. با توجه به نقاط تعلیمی و اعمال آن‌ها بر روی شاخص در تاریخ‌های مختلف تصاویر و همچنین ارتفاع و شیب، می‌توان دامنه عددی کلاس‌ها را تعیین کرد.

### سگمنت‌سازی تصاویر

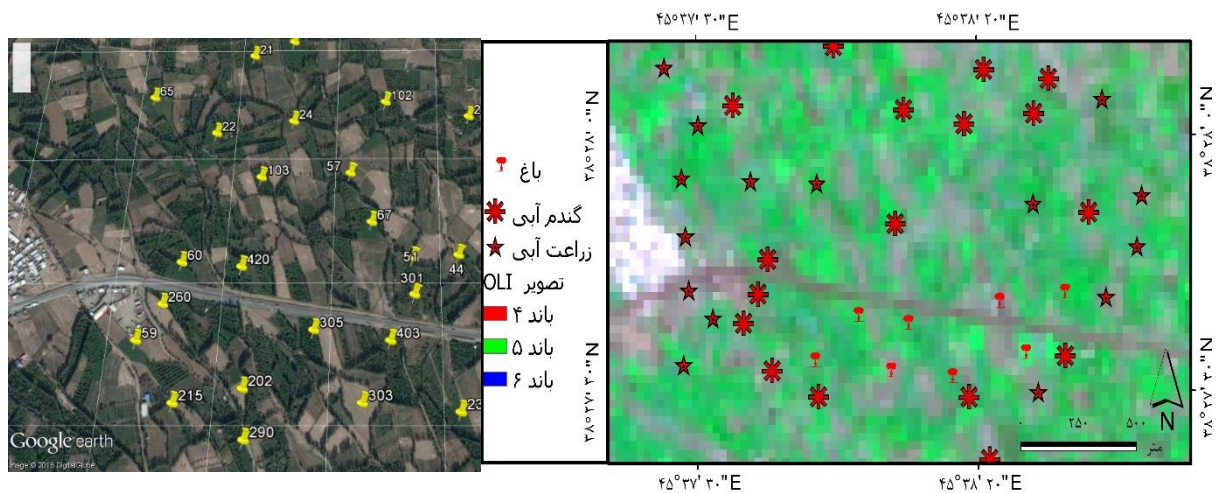
بعد از مرحله آماده‌سازی تصویر در روش‌های شیء‌گرا، تصاویر با توجه به شکل، رنگ و مقیاس انتخاب شده توسط کاربر، سگمنت‌سازی می‌شود که این شیء‌ها می‌توانند از یک پیکسل تا چندین پیکسل را شامل شود. الگوریتم انتخاب شده توسط کاربر نیز از دیگر عوامل مؤثر بر آن‌ها و دقت طبقه‌بندی است. شیء‌ها مبنای طبقه‌بندی شیء‌گرا هستند و ویژگی‌های پدیده‌های زمینی را شامل می‌شوند؛ از این رو کیفیت طبقه‌بندی شیء‌گرا به دقت سگمنت‌سازی بستگی دارد (Chaudhuri & Sarkar, 1995: 75).

در یک زمان مشخص، در پژوهش حاضر برای استخراج کاربری‌های سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵ از تصاویری با زمان‌های مختلف طبق جدول ۱ استفاده شد. میانگین و انحراف معیار سبزیگی شاخص پوشش گیاهی NDVI در هر یک از سگمنت‌ها مدنظر قرار گرفت. در مرحله پردازش شیء‌گرا، سگمنت‌های تصویری موجود براساس درجه عضویت آن‌ها به طبقات مختلف نسبت داده شد و هر یک از شیء‌های تصویری در این روش براساس بیشترین درجه عضویت یک کلاس خاص و براساس منطق فازی، طبقه‌بندی شد. طبقه‌بندی با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه با استفاده از نمونه‌های تعلیمی صورت گرفت و در آن شیء‌های تصویری بر اساس الگوریتم تعیین شده (چند تفکیکه) به کلاس‌های طبقه‌بندی اختصاص یافت. شکل شماره ۲ نمونه‌ای از نقاط تعلیمی استفاده‌شده را نشان می‌دهد. شکل شماره ۳ سگمنت‌سازی تصاویر را در سال ۲۰۱۵/۰۸/۰۸ نشان می‌دهد که براساس آزمون و خطا، سگمنت‌های مناسبی براساس نقاط تعلیمی با مقیاس ۳۰، رنگ ۰/۹ و فشردگی ۰/۴ تولید شد.

ویژگی‌های هندسی پدیده‌های زمینی تعیین می‌شود (Oruc et al, 2004: 1). در پژوهش حاضر برای سگمنت‌سازی، اطلاعات مربوط به بافت، رنگ، شکل، مقیاس، میانگین و انحراف استاندارد در باندهای ۴ و ۷ سنجنده OLI (به دلیل کمتر همبسته بودن این دو باند انتخاب شد) و شاخص NDVI و همچنین باندهای ۳ و ۵ سنجنده TM و شاخص NDVI هر یک از تصاویر و الگوریتم چند تفکیکه استفاده شد.

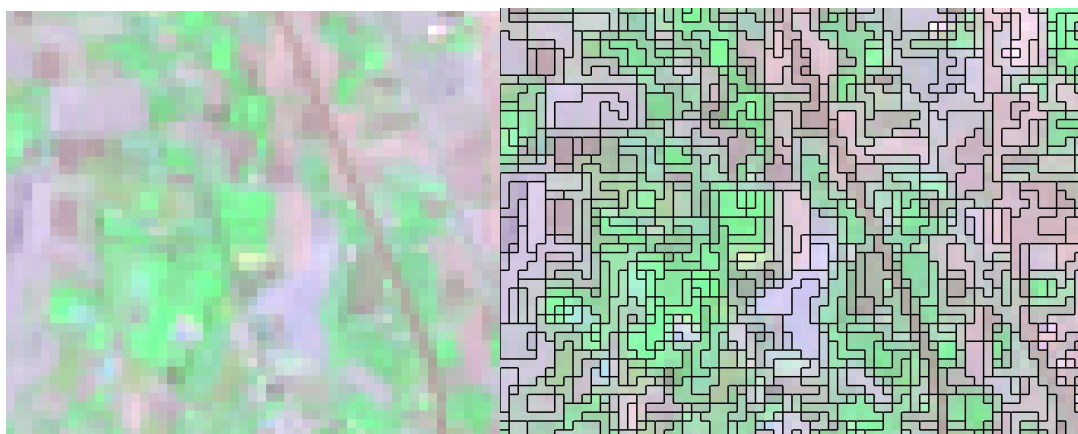
### طبقه‌بندی شیء‌گرا

در طبقه‌بندی شیء‌گرا هر یک از سگمنت‌ها با توجه به تعریف کاربر، پارامترهای استفاده‌شده و دامنه عددی اختصاص داده‌شده به هر یک از کاربری‌های موجود در منطقه تعلق می‌گیرد. این پروسه در وهله اول به شناخت کاربر از منطقه بستگی دارد. همچنین نقاط تعلیمی برداشت‌شده نیز به دید وسیع کاربر کمک می‌کند. در طبقه‌بندی‌های سطح ریز مانند گندم (آبی و دیم)، یونجه، زراعت آبی و... با توجه به زمان رشد متفاوت این پدیده‌ها و نبود بعضی از آن‌ها



شکل ۲: تصویر برداشت برخی کلاس‌ها از سامانه گوگل ارث (سمت چپ) و اعمال آن‌ها بر روی تصویر لندست (سمت راست)

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۳: تصویر ترکیب باند ۴،۷ و NDVI سال ۲۰۱۵ (سمت چپ) و سگمنت‌سازی با مقیاس ۰،۳۰، رنگ ۰،۹ و فشردگی ۰،۴ (سمت راست) تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

### ارزیابی صحت طبقه‌بندی: به منظور بیان صحت یک

نقشه طبقه‌بندی شده به صورت کمی می‌توان آن را به صورت پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی مقایسه و نتایج را در جدولی به نام جدول خطا درج کرد. بر پایه این جدول می‌توان معیارهای کمی نظیر صحت کلی<sup>۱</sup> و ضریب کاپا<sup>۲</sup> را برای بیان wpj محاسبه کرد. در تحقیق حاضر با استفاده از نقاط تستی برداشت شده از تصاویر کوئیک برد (۶/۰ متر) و اسپات (۵/۲ متر) ارزیابی صحت صورت گرفت و حداقل ۳۰ نقطه تستی برای هر یک از کاربری‌ها در نظر گرفته شد (Yuan et al, 2005: 320). صحت کلی از نسبت مجموع پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند (در محور اصلی ماتریس طبقه‌بندی قرار دارند)، به کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده به دست آمد. همان‌طور که از اسم آن مشخص است، صحت کلی فقط درصد صحت در کل طبقات را می‌دهد و نمی‌تواند درصد صحت هر کدام از طبقات را به طور مجزا محاسبه کند. صحت کلی با رابطه ۲ قابل بیان است.

$$\text{رابطه ۲: } OA = \frac{\sum_{k=1}^N n_{kk}}{n} * 100$$

OA: صحت کلی

$\sum_{k=1}^N n_{kk}$ : مجموع پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده

n: کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده.

با توجه به اینکه برای نهایی کردن نقشه کاربری اراضی، باید همه شاخص‌های صحت طبقه‌بندی با یک و یا چند شاخص آماری معتبر برازش داده شود. شاخص کاپا از جمله روش‌های آماری است که با رابطه (۳) قابل بیان است (Congalton & Green, 1999: 40).

رابطه ۳:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^I X_{ii} - \sum_{i=1}^I (X_{i0} * X_{oi}) / N^2 - \sum_{i=1}^I (X_{i0} * X_{oi})}{N}$$

K: شاخص کاپا؛

I: تعداد ردیف ماتریس طبقه‌بندی؛

$X_{ii}$ : تعداد مشاهدات در ردیف و ستون (محور اصلی ماتریس)؛

$X_{i0}$ : مجموع مشاهدات در ردیف (مجموع ردیف برای هر کاربری)؛

$X_{oi}$ : مجموع مشاهدات در ستون (مجموع ستون برای هر کاربری)؛

N: مجموع کل مشاهدات ماتریس طبقه‌بندی.

در محاسبه ضریب کاپا، علاوه بر پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند، پیکسل‌هایی که نادرست طبقه‌بندی شده‌اند نیز دخالت داده می‌شوند؛ از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی‌های مختلف است.



$P_{ij}$ : احتمال تغییر کاربری و پوشش اراضی؛

i: به کاربری اراضی؛

J: را از زمان t تا t+1 در n کلاس را نشان می‌دهد  
(Batty et al, 1999: 210; Takada et al, 2010: 565).

### یافته‌های تحقیق

در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۲۸ سال با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی و روش شیء‌گرا استخراج شد و برای سال ۲۰۳۰ آینده‌پژوهی با استفاده از تحلیل زنجیره مارکف صورت گرفت. جدول شماره ۳ دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی تصاویر برای استخراج کاربری در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۳: ارزیابی صحت طبقه‌بندی در بازه‌های زمانی مورد استفاده

| تاریخ کاربری | صحت کلی (درصد) | ضریب کاپا |
|--------------|----------------|-----------|
| ۱۹۸۷         | ۸۷             | ۰/۸۳      |
| ۲۰۱۵         | ۸۹             | ۰/۸۶      |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

با توجه به جدول فوق، صحت کلی در هر دو تصویر بالاتر از ۸۵ درصد است. هرچند به دلیل کیفیت و ریزولوشن تصاویر OLI دقت کلی و ضریب کاپا نسبت به دیگر تصاویر لندست از لحاظ عددی بالاتر است. شکل شماره ۴ کاربری‌های مربوط به هریک از سال‌های مورد بررسی و جدول شماره ۴ مساحت هریک از کاربری‌ها را نشان می‌دهد.

### مقایسه نقشه‌های کاربری در بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۱۵

برای مقایسه نقشه‌ها و بررسی تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد و کلاس‌ها دوبه‌دو به صورت زوجی و پیکسل به پیکسل مورد بررسی قرار گرفتند.

### تحلیل زنجیره مارکف

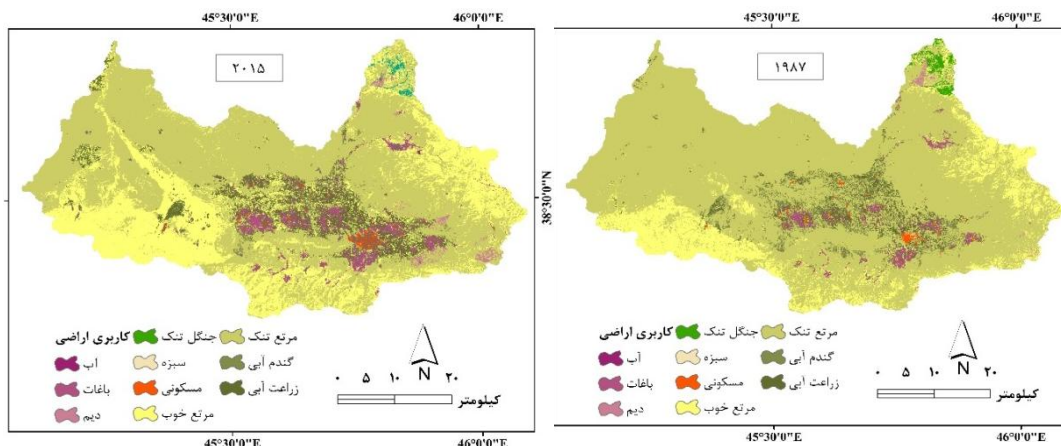
در این روش در بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی، یک فرض پایه مبنی بر احتمال تغییر هر نوع کاربری به کاربری دیگر وجود دارد که به صورت  $S_t$  بوده و در حرکت به سمت زمان به صورت  $S_{t+1}$  طبق رابطه ۴ در نظر گرفته شد  
(Mondal & Southworth, 2010: 1723).

$$S_{t+1} = P * S_t \quad \text{رابطه ۴:}$$

در رابطه فوق:  $S_t$  و  $S_{t+1}$  مساحت‌های مختلف کلاس‌ها در زمان t و t+1 است و P احتمال گذار از یک وضعیت به وضعیت دیگر بوده و به صورت ماتریس احتمال رابطه ۵ بیان می‌شود:

رابطه ۵:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & p_{ij} & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}, 0 \leq p_{ij} < 1 \text{ and } \sum_{j=1}^n p_{ij} = 1$$



شکل ۴: نقشه کاربری‌های منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۵

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

جدول ۴: مساحت کاربری‌های منطقه مورد مطالعه در سال‌های مورد بررسی (Km<sup>2</sup>)

| کاربری | آب   | باغ   | دیم   | جنگل  | سبزه | مسکونی | مرتع خوب | مرتع ضعیف | گندم آبی | زراعت آبی |
|--------|------|-------|-------|-------|------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
| ۱۹۸۷   | ۰/۰۲ | ۴۳/۴۳ | ۵/۹۷  | ۱۸/۶۵ | ۱/۴۲ | ۸/۵۱   | ۳۶۸      | ۱۸۹۹      | ۱۰۹      | ۷۲        |
| ۲۰۱۵   | ۰/۱۶ | ۸۵/۵۳ | ۱۵/۵۴ | ۸/۲۳  | ۱/۸۵ | ۲۳/۵۶  | ۷۵۸      | ۱۴۳۱      | ۷۹       | ۱۲۲/۸۴    |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

سال ۲۰۱۵ (داده‌های بارش سازمان آب منطقه‌ای) توجیه شود. برای تحلیل تغییرات رخ داده در کاربری‌های منطقه و به‌نوعی تأثیر عوامل انسانی در این تغییرات، با استفاده از روش تناظر به تناظر، هر پیکسل نسبت به پیکسل متناظر خود کشف تغییرات شد. جدول شماره ۵ این تغییرات را در هر یک از کاربری‌ها نشان می‌دهد.

با توجه به جدول فوق، بیشترین مساحت حوضه مربوط به مراتع است که این طبقه به دو قسمت مرتع قوی و ضعیف تقسیم شده است. در این بین مرتع ضعیف بیشترین درصد مساحت را در دو سال مورد بررسی (به ترتیب ۸۴ و ۶۶ درصد) به خود اختصاص داده است. همچنین تغییراتی در میزان مساحت مرتع خوب وجود دارد که این مسأله می‌تواند با ترسالی

جدول ۵: ماتریس تغییرات ایجاد شده در هر یک از کاربری‌ها نسبت به کاربری‌های دیگر به درصد

|           | ۱۹۸۷  | ۲۰۱۵  | آب  | باغ | دیم | جنگل | سبزه | مسکونی | مرتع خوب | مرتع ضعیف | گندم آبی | زراعت آبی |
|-----------|-------|-------|-----|-----|-----|------|------|--------|----------|-----------|----------|-----------|
| آب        | ۴۲/۳۱ | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰/۰۲     | ۰/۰۲      | ۰/۰۸     | ۰         |
| باغ       | ۰     | ۹۸/۸۴ | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰/۱۹   | ۱/۰۴     | ۰/۸۵      | ۱۰/۲۶    | ۱۷/۴۳     |
| دیم       | ۰     | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰/۴۸     | ۰/۵۶      | ۰/۴۳     | ۰         |
| جنگل      | ۰     | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰/۱۹     | ۰/۰۳      | ۰/۰۴     | ۰         |
| سبزه      | ۰     | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰        | ۰/۰۱      | ۰/۱۷     | ۱/۰۲      |
| مسکونی    | ۰     | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰/۱۳     | ۰/۴۲      | ۱/۸۶     | ۶/۲۸      |
| مرتع خوب  | ۳/۸۵  | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰        | ۰/۹۳      | ۲۰/۵۲    | ۷/۴۹      |
| مرتع ضعیف | ۵۰    | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰        | ۰         | ۲۳/۶۲    | ۹/۱۵      |
| گندم آبی  | ۳/۸۵  | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰        | ۰         | ۰        | ۱۲/۴۱     |
| زراعت آبی | ۰     | ۰     | ۰   | ۰   | ۰   | ۰    | ۰    | ۰      | ۰        | ۰         | ۰        | ۰         |
| مجموع     | ۱۰۰   | ۱۰۰   | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰ | ۱۰۰  | ۱۰۰  | ۱۰۰    | ۱۰۰      | ۱۰۰       | ۱۰۰      | ۱۰۰       |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

میلی‌متر نیاز آبی دارند. با این تفسیر با افزایش تقریباً ۵۰ درصدی در مساحت باغات، مصرف آب در این منطقه به شدت افزایش یافته است. همچنین افزایش تقریباً ۴۰ درصدی زراعت آبی و تبدیل طبقه گندم آبی به کشت آبی نیز بر مصرف زیاد آب تأثیر بسزایی می‌گذارد و چه بسا افزایش محصولات پرمصرف آبی باعث برداشت بیشتر آب از منابع سطحی و زیرزمینی گشته و باعث تبعات جبران‌ناپذیری چون فرونشست می‌شود و این مسأله با توسعه پایدار مغایرت دارد. این

با توجه به جدول ۵، از طبقات گندم آبی و زراعت آبی به ترتیب ۱۰ و ۱۷ درصد به طبقه باغ تعلق گرفته که در منطقه مورد مطالعه درختان میوه، غالباً سیب و زردآلو است (آمار جهاد کشاورزی، ۱۳۹۴-۱۳۶۸). مقادیر نیاز آبی درختان سیب و زردآلو با استفاده از نرم‌افزار NETWAT به ترتیب ۵۲۲ و ۴۲۱ میلی‌متر است. این در حالی است که گندم آبی ۲۹۳ میلی‌متر نیاز آبی دارد و برای زراعت آبی نیز کشت گوجه‌فرنگی و آفتابگردان غالب است که به ترتیب ۴۵۵ و ۴۰۰

احتمال تغییر مساحت برای سال ۲۰۳۰ با نسبت خطای ۰/۰۱۲ صورت گرفت (اندریانی، ۱۳۹۳: ۱۷۹). جدول شماره ۶ نتیجه تحلیل زنجیره مارکف را برای سال ۲۰۳۰ نشان می‌دهد.

در حالی است که داده‌های مربوط به سطح تراز آب‌های زیرزمینی سازمان آب منطقه‌ای نشان‌دهنده روند کاهشی معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد بوده و افت سطح آب‌های زیرزمینی احتمال بروز فرونشست در دشت حوضه مورد مطالعه را تشدید می‌کند. پیش‌بینی

جدول ۶: ماتریس پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی تا سال ۲۰۳۰ (Km<sup>2</sup>)

| زراعت آبی | گندم آبی | مرتع ضعیف | مرتع خوب | مسکونی | سبزه | جنگل | دیم  | باغ   | آب   | ۲۰۱۵<br>۲۰۳۰ |
|-----------|----------|-----------|----------|--------|------|------|------|-------|------|--------------|
| ۰         | ۰/۰۲     | ۰/۲۳      | ۰        | ۰      | ۰    | ۰    | ۰    | ۰     | ۰/۳۵ | آب           |
| ۰         | ۰        | ۰         | ۰        | ۰      | ۰/۹۶ | ۰/۶۱ | ۰    | ۸۵/۱۸ | ۰    | باغ          |
| ۰         | ۰        | ۴/۲۱      | ۰/۳۳     | ۰      | ۰    | ۱/۳۷ | ۹/۶  | ۰/۰۱  | ۰    | دیم          |
| ۰         | ۰        | ۳/۱       | ۱/۱۸     | ۰      | ۰    | ۳/۹۴ | ۰    | ۰     | ۰    | جنگل         |
| ۰/۰۹      | ۰/۰۲     | ۰/۰۵      | ۰        | ۱/۱۶   | ۰/۴۴ | ۰    | ۰    | ۰/۰۵  | ۰    | سبزه         |
| ۰         | ۰        | ۱/۳۴      | ۰/۱۲     | ۲/۱۶   | ۰/۴۶ | ۰    | ۰    | ۰/۰۱  | ۰    | مسکونی       |
| ۲/۴۸      | ۱/۸۷     | ۴۴/۶۵     | ۶۹۹/۸۲   | ۰/۵۵   | ۰    | ۱/۱۶ | ۲/۹۵ | ۸/۸۳  | ۰/۰۹ | مرتع خوب     |
| ۳۴/۵۵     | ۳۲/۴۱    | ۱۱۵۷      | ۱۹۵/۷۲   | ۲/۵۹   | ۰    | ۰    | ۶/۱۵ | ۲/۵۱  | ۰/۲۷ | مرتع ضعیف    |
| ۲۰/۵۲     | ۲۳/۲     | ۱۷/۰۴     | ۱۲/۱۴    | ۰/۶۲   | ۰    | ۰    | ۰/۲۹ | ۵/۱۶  | ۰/۰۶ | گندم آبی     |
| ۷۲/۱      | ۱۷/۷۴    | ۶/۵       | ۴/۳      | ۵/۱۷   | ۱/۳۴ | ۰    | ۰    | ۱۴/۴۱ | ۰    | زراعت آبی    |
| ۱۲۹/۷     | ۷۵       | ۱۲۳۴      | ۹۱۳/۶    | ۳۱/۷   | ۳/۲  | ۷/۱  | ۱۹   | ۱۱۲   | ۰/۸  | مجموع        |

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

چندین متر و گاه خشک‌شدن آن‌ها مشاهده می‌شود؛ بنابراین با توجه به اهمیت تغییرات کاربری اراضی، برنامه‌ریزی بهینه و توجه به توسعه پایدار به دلیل تأثیر آن بر مصرف بیشتر منابع آبی، آینده‌پژوهی می‌تواند در برنامه‌ریزی آتی مدیران تأثیر بسزایی گذاشته و آن‌ها را به‌سوی یک برنامه‌ریزی کارآمد سوق دهد. در منطقه مورد مطالعه در طول ۲۸ سال ۱۵ km<sup>2</sup> بر مساحت کاربری مسکونی افزوده شده است که این مسأله نشان‌دهنده افزایش جمعیت به‌ویژه در شهرستان مرند است. همچنین دو برابر شدن مساحت کاربری‌های باغ و زراعت آبی نیز از طرف دیگر بر مصرف بسیار زیاد آب تأثیر گذاشته و منابع آبی منطقه را با مشکل کم‌آبی به‌ویژه در منابع آب‌های زیرزمینی روبه‌رو می‌سازد. با توجه به الگوی ۲۸ سال قبل می‌توان گفت تا سال ۲۰۳۰ در صورت یاری کردن منابع آبی، افزایش و توسعه همچنان ادامه خواهد داشت. هرچند به‌نظر می‌رسد با فشارهای مضاعفی که بر منابع سطحی و به‌خصوص زیرزمینی وارد شده

پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده افزایش باغات تا ۲۷ کیلومترمربع، افزایش زراعت آبی تا ۷ کیلومترمربع و همچنین افزایش ۸ کیلومترمربع به منطقه مسکونی است، کاهش گندم آبی و مرتع خوب احتمال افزایش باغات را باعث خواهد شد. همچنین با کاهش فضای سبز احتمال تغییر افزایشی مناطق مسکونی وجود دارد. این افزایش مناطق مسکونی به‌دنبال خود، افزایش جمعیت را نیز به‌همراه دارد و این افزایش موجب کاهش منابع طبیعی از جمله منابع آب سطحی و زیرزمینی می‌شود.

### تجزیه و تحلیل یافته‌ها

هدف از مطالعه حاضر کشف تغییرات در بازه زمانی ۲۸ سال و پیش‌بینی آن برای ۱۵ سال بعد است؛ چراکه در این منطقه با توجه به داده‌های ثبت‌شده در سازمان آب منطقه‌ای، در دبی رودخانه زلیبیرچای (ایستگاه چرچر و مظفرآباد) کاهش شدید جریان آب و در سطح پیرومتری چاه‌ها افت بسیار زیاد تا حد

باغ به عبارتی دو برابر شدن میزان مساحت آن، افزایش  $50 \text{ km}^2$  در مساحت زراعت آبی و افزایش  $15 \text{ km}^2$  در مساحت کاربری مسکونی است. کشف تغییرات با استفاده از روش نظیربه نظیر نشان داد، محصولات با مصرف آب کمتر به محصولاتی با مصرف آب بیشتر تبدیل شده‌اند که این مسأله خود بدون مدیریت بهینه و کارآمد نتیجه‌ای جز کاهش منابع آبی نداشته و نخواهد داشت و پیش‌بینی‌ها هم نشان‌دهنده افزایش بیش از پیش محصولات پرمصرف و توسعه و رشد کاربری مسکونی است؛ از این رو برای جلوگیری از هدر رفت توسعه‌های صورت‌گرفته و دستیابی به توسعه پایدار، لزوم برنامه‌ریزی از سوی مدیران ارشد و همچنین استفاده از سرمایه‌هایی برای خارج شدن از آبیاری سنتی و مکانیزه کردن آبیاری‌ها توصیه می‌شود.

### منابع

- آرخی، صالح (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات پوشش/ کاربری اراضی با پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم‌افزار Idrisi Selva (مطالعه موردی: منطقه آبدانان)، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر). ۲۴ (۹۵). ۶۲-۵۱.
- اندریانی، صغری (۱۳۹۳). کاربرد تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بررسی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر دبی رودخانه (مطالعه موردی: صوفی‌چای)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد RS & GIS، دکتر محمدحسین رضایی‌مقدم. گروه سنجش از دور. دانشگاه تبریز.
- رضایی‌مقدم، محمدحسین؛ صغری اندریانی؛ خلیل ولی‌زاده کامران؛ فرهاد الماس‌پور (۱۳۹۵). تعیین بهترین الگوریتم استخراج کاربری- پوشش اراضی و کشف تغییرات از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: حوضه صوفی‌چای مراغه)، فضای جغرافیایی. ۱۶ (۵۵). ۸۵-۶۵.
- علوی‌پناه، کاظم (۱۳۸۹). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، دانشگاه تهران.

امکان پسرفت و کاهش بیش از پیش این منابع قابل انتظار است؛ چراکه محیط طبیعی در وهله اول از عوامل انسانی و آنتروپوژنیک تأثیر می‌پذیرد؛ سپس به صورت فیدبک عمل کرده و عوامل انسانی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد (فرونشست زمین، کاهش شدید جریان و در نتیجه آن کاهش سبزینگی و پوشش‌های گیاهی)؛ بنابراین برای تداوم و حفظ منابع توسعه‌یافته (پوشش گیاهی) لزوم برنامه‌ریزی و جلوگیری از آبیاری سنتی و همچنین سرمایه‌گذاری در منطقه مورد مطالعه اجتناب‌ناپذیر است.

### نتیجه

تکنیک سنجش از دور ابزاری قدرتمند و باصرفه در کشف تراکم پوشش گیاهی، نوع کاربری‌های موجود در منطقه (با توجه به شناخت قبلی)، کشف تغییرات و پیش‌بینی آن است. بدین منظور مدل‌های مختلفی برای استفاده بهینه از امکانات این ابزار تعبیه شده است که از جمله مدل شیء‌گراست و محققان بر کارایی این مدل تأکید دارند (Blaschke, 2010: 2; Dragut et al, 2012: 21). در این تحقیق نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست نوع و میزان مساحت کاربری‌های موجود در منطقه در سال ۱۹۸۷ (سنجنده TM) و سال ۲۰۱۵ (سنجنده OLI) با مدل شیء‌گرا و با الگوریتم چندتفکیکه استخراج شد. دقت کل و ضریب کاپا که شاخص‌هایی برای اعتبارسنجی طبقه‌بندی تصاویر است، به ترتیب ۸۷ درصد، ۰/۸۳ و ۸۹ درصد، ۰/۸۶ محاسبه شد که اعتبار خوب مدل را نشان می‌دهد (Yuan et al, 2005: 323). با توجه به اینکه ماه و فصل رشد برخی کاربری‌ها متفاوت است؛ از این رو استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ماه‌های مختلف پیشنهاد می‌شود تا بتوان میزان مساحت محصولات را به خوبی برآورد کرد. نتیجه طبقه‌بندی صورت‌گرفته بر روی تصاویر نشان‌دهنده افزایش  $42 \text{ km}^2$  در کاربری

- Mondal, P., & Southworth, J., (2010). Evaluation of conservation interventions using a cellular automata-Markov model. *Forest Ecology Manage*, 260, 1716-25.
- Mathieu, R., Aryal, J., & Chong, A. K (2007). Object-based classification of Ikonos imagery for mapping large-scale vegetation communities in urban areas. *Sensors*, 7, 2860-2880.
- Oruc, M., Marangoz, A. M. & Buyuksalih, G. (2004). Comparison of pixel-based and object-oriented classification approaches using Landsat-7 ETM spectral bands. In *Proceedings of XX ISPRS Congress (P.5)*, 19 July, Istanbul, Turkey.
- Peng, J., Liu, Y. H., Shen, H., Han, Y., & Pan, Y. J (2012). Vegetation coverage change & associated driving forces in mountain areas of Northwestern Yunnan, China using RS and GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 4787-4798.
- Pu, R. L., Landry, S., & Yu, Q (2011). Object-based urban detailed land cover classification with high spatial resolution IKONOS imagery. *Remote Sensing*, 32, 3285-3308.
- Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell., & D.W. Deering., (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I*: 309-317.
- Saadat, H., Adamowski, J., Bonnell, R., Sharifi, F., Namdar, M., & Ale-Ebrahim, S., (2011). Land use and land cover classification over a large area in Iran based on single date analysis of satellite imagery. *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66, 608-619.
- Singh, A. (1989). Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10, 989-1003.
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A., (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(52), 20666-20671.
- Trimble, (2012). *eCognition Developed Reference Book*. Trappentreustr. 1D-80339 München, Germany: München, Germany GmbH, P 270.
- Takada, T., Miyamoto, A., & Hasegawa, S.F., (2010). Derivation of a yearly transition probability
- Batty, M., Xie, Y., & Sun, Z (1999). Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata, *Computers. Environment and Urban Systems*, 23: 205-233.
- Baatz, M & Schäpe, A (2000). Multiresolution segmentation: An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In *Angewandte Geographische Information sverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg2000*; Strobl, J., Ed.; Herbert Wichmann Verlag: Karlsruhe, Germany, 12-23.
- Blaschke, T (2010). Object based image analysis for remote sensing. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2-16.
- Chaudhuri, B. B. & Sarkar, N (1995). Texture segmentation using fractal dimension. *Pattern Analysis & Machine Intelligence. IEEE Transactions on*, 17(1), 72-77.
- Congalton, R.G., & Green, K, (1999). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*, Boca Raton: Lewis Publications.
- Chavez, p., (1996). Image-based atmospheric corrections - Revisited and improved. *Photogram Engineering & Remote Sensing*, 62: 1025-1036.
- De Fries, R. S., Hansen, M., & Townshend, J. R. G. (1998). Global land cover classifications at 8 km spatial resolution: The use of training data derived from Landsat imagery in Decision Tree Classifiers. *International Journal of Remote Sensing*, 19 (16), 3141-3168.
- Dragut, L., & Eisank, C., (2012). Automated object based classification of topography from SRTM data, *Geomorphology*, 141-142, 21-33.
- Foody, M. G (2004). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185-201.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J. G., Bai, X.M., & Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319, 756-760.
- Gandini, M.L., & Usunoff, E.J., (2004). SCS curve number estimation using remote sensing NDVI in a GIS environmental, *Environmental Hydrology*, 12, 168-179.

- Zhang, Z. X., Wang, X., Zhao, X. L., Liu, B., Yi, L., Zuo, L. J., & Hu, S. G (2014). A 2010 update of National Land Use/Cover Database of China at 1:100000 scale using medium spatial resolution satellite images. *Remote Sensing of Environment*, 149, 142-154.
- Zhou, W., A. Troy & M. Grove (2005). Measuring urban parcel Lawn Greenness by using an object-oriented classification approach, Rubenstein School of Environment and Natural Resources, University of Vermont, George D.Aiken Center, 81.
- Zhou, W. Q., & Troy, A (2008). An object-oriented approach for analyzing and characterizing urban landscape at the Parcel level, *Remote sensing*, 29 (11), 3119-3135.
- matrix for land-use dynamics and its applications, *Landscape Ecology*, 25: 561-572.
- Walter, V (2004). Object-based classification of remote sensing data for change detection. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58 (3-4), 225-238.
- Yan, G (2003). Pixel based and object oriented image analysis for coal fire research. Master Thesis, ITC, Netherlands.
- Yu, W., Zhou, W., Qian, Y., Yan, J (2016). A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method. *Remote Sensing of Environment*, 177, 37-47.
- Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C., & Bauer, M. E (2005). Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98, 317-328.

Geography and Development  
16<sup>nd</sup> Year-No.53–Winter 2019  
Received: 06/06/2017 Accepted: 05/02/2018

## **Analysis of Land Use Changes Using Object Oriented and Markov Chain Methods in Zailbirchay Basin in the Eastern and Western Azerbaijan**

**Dr. Soghra Andaryani**

Ph.D of Environmental Management  
University of Tabriz

**Dr. Mohamadreza Nikjoo**

Associate Professor of Geomorphology & RS&GIS  
University of Tabriz

**Dr. Mohamadhosein Rezaei Moghadam**

Professor of Geomorphology & RS & GIS  
University of Tabriz

**Dr. Davod Mokhtari**

Professor of Geomorphology & RS & GIS  
University of Tabriz

### **Introduction**

One of the most effective tools in the field of environmental studies and geosciences is the use of remote sensing technology and satellite data. Remote sensing is very important in the assessment of natural resources, in order to provide up-to-date information, duplicate coatings, measurement in different spectral range, low cost, diversity of data forms, quantitative and digital measurements of ground-level phenomena and is the best tool for providing land use and land cover maps. Various methods have been developed to analyze the changes in land use and land cover that with a wide view is divided in two ways, post classification and pre-classification methods. In the present study, object-oriented method was used based on knowledge base method. This method acts more robustly than pixel base methods due to the use of basic knowledge algorithms, geometric information and texture of phenomena. Although the scale determination, the compression and shape coefficients in the object-oriented method for segmentation depend on the spatial resolution of the used images and through trial and error is obtained. In the present study, the object-oriented method was used to categorize Landsat satellite imagery in the periods 1987 and 2015. Considering the topographic conditions of the area and the excessive use of groundwater for irrigation of orchard and irrigation farming, the need to predict the changes and develop these applications in the future is quite obvious using the Markov chain model. Also, the use of parameters such as elevation, slope, vegetation index and images at different times according to the crop pattern can be solved for further research by object-oriented method and provide more accurate categorization.

## **Methods and Material**

The Zilbichay an area of 2527 km<sup>2</sup> basin is located at 70 km north of Tabriz city. The vast area of this basin is located in East Azarbaijan and a small area is located in West Azarbaijan.

In this study have been used satellite images of Landsat 5 (TM) and Landsat 8 (OLI). Garmin's GPS tool and the Google Earth system for the acquisition of training and testing points and digital elevation images of the Aster to produce the elevation and gradient of the study area, eCognition8.7 specialized software for classification of images, ENVI5.1 to calculate vegetation indices and residential and calculation of accuracy classification also, disclosure of post-classification changes, IDRISI17 was used for prediction and future study.

**Segmentation of images:** After the image processing step in object-oriented methods, images are segmented according to the shape, color and selected scale by the user that these objects can be from a pixel to several pixels. The selected algorithm is one of the other factors affecting them and the classification accuracy. Objects are the basis of object-oriented classification and including features of terrestrial phenomena. Therefore, the quality of object-oriented classification depends on the precision of segmentation. In this study, Multi-resolution Segmentation algorithm which has been embedded in eCognition software was used.

**Object-oriented classification:** In the object-oriented classification each of segment, according to the user's definition, used parameters and the numerical range assigned to each application in the region is allocated. This process primarily depends on the user's knowledge of the study area. In the classification of small areas such as wheat (Irrigated farming and dry farming), alfalfa, etc., due to their different growth times, in the present study, different images were used to extract the land use of the years 1987 and 2015. The mean and standard deviation of NDVI vegetation indices were considered in each of the segments. Classification was carried out using the nearest neighbor's algorithm and training samples and in that object, the assigned algorithm (multi-resolution) was assigned to classification classes.

**Markov chain analysis:** In this method, studying land use and land cover changes, there is a basic assumption that any land use can switch to another land use which is in the form of  $S_t$  and is considered to be  $S_t + 1$  in moving towards time.

## **Results and Discussion**

The overall accuracy of both images (1987 and 2015) is above 85%, however, due to the quality and resolution of OLI images, the overall accuracy and kappa coefficient are higher in numerical order than other Landsat images. Rangelands have largest area in basin which it is divided into two sections of good and poor rangeland. The poor Range has the highest percentage of area during the two years of study (84% and 66% respectively). To analyze the changes that occurred in land uses and the impact of human factors on these changes, using the correspondence approach, each pixel was investigated for its corresponding pixel discovery. In the study area irrigated wheat and irrigated farming classes were allocated 10 and 17 percent respectively to the orchard class. The water requirement of apple and apricot trees (orchard class) is 522 & 421 mm, respectively (Meteorological



Organization). This is while the wheat needs 293 mm of water and for irrigated farming, which includes tomatoes and sunflower crops (irrigated farming), water require are 455 and 400 mm, respectively. With this comment, the water consumption in the area has increased sharply with an increase of almost 50% in the area of the orchards. Also, an increase of almost 40 percent of irrigated farming will have an impact on water consumption and the increase of high-consumption water products has led to a large extraction of water from surface and underground resources, causing irreparable consequences such as subsidence and this is in conflict with sustainable development. However, data of groundwater level indicate a significant reduction in the level of 99% and the decline in groundwater levels may aggravate the possibility of subsidence in the plain of the basin. The probability of a land use changes was forecast for 2030 with a proportional error of 0.0122. The prediction of land use changes in the study area indicates an increase in orchards up to 27 km<sup>2</sup>, an increase in irrigated farming to 7 km<sup>2</sup> and an increase of 8 km<sup>2</sup> in the residential area. Reducing the wheat cropping and high ranges will probably increase orchards. Also, with the reduction of green space, there is an increase in residential areas. The increase in residential areas that it seeks to increase population and this increase leads to a decrease in natural resources, including surface water and underground water resources.

considering the importance of land use changes, optimal planning and attention to sustainable development due to its impact on the consumption of more water resources, futurology can influence the future planning of managers and lead them to an effective planning. In the study area, over the course of 28 years, 15 km<sup>2</sup> has been added to the residential area, this indicates an increase in the population, especially in Marand city. Also, the doubling of orchard and irrigated farming land uses has affected the excessive consumption of water and caused a sharp reduction in the water resources of the area, especially groundwater. According to the pattern of 28 years ago, it can be said that by 2030, if water resources are contributed, the increase and development will continue. Although it seems to with the additional pressures on surface water and especially groundwater, it is possible to regain more and more of these resources. Because the natural environment primarily is affected by human and anthropogenic factors. Then it acts as feedback and be influenced human factors (Subsidence, a sharp decrease in flow and, consequently, a decrease in greenness and vegetation cover). For continuity and maintain developed resources (vegetation), the need to plan and prevent traditional irrigation as well as investment in the studied area is inevitable.

## **Conclusion**

Remote sensing technique is a powerful and cost effective tool for discovering vegetation density, type of land uses in the area (based on previous knowledge), detecting changes, and predicting them. For this purpose, various models are available for optimal use of the features of this tool, that including an object-oriented model, and researchers emphasize the performance of this model. In this study, using of Landsat satellite images type and the area of land uses of the region in 1987 (TM Sensor) and 2015 (OLI Sensor) were extracted from the object-oriented model with multi-resolution Segmentation algorithm. Total accuracy and Kappa coefficient, which are indicators for validating

image categorization, for TM 87%, 0.83% and for OLI 89%, 0.86% were calculated which shows the good reputation of the model. Given that the growth season for some land uses is different, therefore, the use of satellite images of different months is recommended, So that the area of the product can be well estimated. The result of classification on the images indicates increase 42 km<sup>2</sup> in the orchard, in other words, doubling its area, increasing the area of 50 km<sup>2</sup> in irrigated farming, and increasing of 15 km<sup>2</sup> in the residential area. Discovering Changes indicated that crops with less water consumption turned into crops with more water consumption. That this issue without optimal and efficient management, not have and will not have other outcome than the reduction of water resources. And predictions also indicate an ever-increasing rise in consumer products and the growth of residential land use. Therefore, in order to prevent the loss of development, it is recommended to achieve sustainable development, the need for planning by senior managers, and the use of investment to get out of traditional irrigation and mechanization of irrigation.

**Keyword:** Land use, Object orientation, Forecasting, Forecasting, Zilbichay.

## Reference

- Arkhi, S (2015). Detection of land cover and land use changes by processing of satellite imagery using object oriented method in Idrisi Selva software (case study: Abdanan). *Geographic Information Science and Research (Sepehr)*, 24 (95), 51-62.
- Andaryani, S (2014). Application of remote sensing and geographic information systems in studying land use changes and their effects on river flow (case study: Sofychay), Master's thesis, Tabriz University.
- Rezai Moghadam, M. H., Andaryani, S., Valizadeh Kamran, Kh., Almaspur, F (2016). Determine the best algorithm for land use and land cover extraction and changes detecting from Landsat satellite images (Case Study: Sufi chay Basin of Maragheh), *Journal of Geographic space*, 16 (55), 65-85.
- Alavi panah, K (2010). *Application of Remote Sensing in Earth Sciences*, Tehran University.
- Batty, M., Xie, Y, & Sun, Z (1999). Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata, *Computers. Environment and Urban Systems*, 23: 205-233.
- Baatz, M., & Schäpe, A (2000). Multiresolution segmentation: An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium Salzburg 2000*; Strobl, J., Ed.; Herbert Wichmann Verlag: Karlsruhe, Germany, 12-23.
- Blaschke, T (2010). Object based image analysis for remote sensing. *Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2-16.
- Chaudhuri, B.B. & Sarkar, N (1995). Texture segmentation using fractal dimension. *Pattern Analysis and Machine Intelligence. IEEE Transactions on*, 17(1), 72-77.
- Congalton, R.G., & Green, K (1999). *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*, Boca Raton: Lewis Publications.

- Chavez, p (1996). Image-based atmospheric corrections - Revisited and improved. *Photogram Engineering & Remote Sensing*, 62: 1025-1036.
- De Fries, R. S., Hansen, M., & Townshend, J. R. G (1998). Global land cover classifications at 8 km spatial resolution: The use of training data derived from Landsat imagery in Decision Tree Classifiers. *International Journal of Remote Sensing*, 19 (16), 3141- 3168.
- Dragut, L., & Eisank, C (2012). Automated object based classification of topography from SRTM data, *Geomorphology*, 141-142, 21-33.
- Foody, M. G (2004). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185-201.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J. G., Bai, X.M., & Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319, 756-760.
- Gandini, M.L., & Usunoff, E.J (2004). SCS curve number estimation using remote sensing NDVI in a GIS environmental, *Environmental Hydrology*, 12, 168-179.
- Mondal, P., & Southworth, J (2010). Evaluation of conservation interventions using a cellular automata-Markov model. *Forest Ecology Manage*, 260, 25-1716.
- Mathieu, R., Aryal, J., & Chong, A. K (2007). Object-based classification of Ikonos imagery for mapping large-scale vegetation communities in urban areas. *Sensors*, 7, 2860-2880.
- Oruc, M., Marangoz, A.M. & Buyuksalih, G. (2004). Comparison of pixel-based and object-oriented classification approaches using Landsat-7 ETM spectral bands. In *Proceedings of XX ISPRS Congress (P.5)*, 19 July, Istanbul, Turkey.
- Peng, J., Liu, Y. H., Shen, H., Han, Y., & Pan, Y. J (2012). Vegetation coverage change and associated driving forces in mountain areas of Northwestern Yunnan, China using RS and GIS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 4787-4798.
- Pu, R. L., Landry, S., & Yu, Q (2011). Object-based urban detailed land cover classification with high spatial resolution IKONOS imagery. *Remote Sensing*, 32, 3285–3308.
- Rouse, J.W., R.H. Haas, J.A. Schell., & D.W. Deering (1973). Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS. *Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I*: 309-317.
- Saadat, H., Adamowski, J., Bonnell, R., Sharifi, F., Namdar, M., & Ale-Ebrahim, S (2011). Land use and land cover classification over a large area in Iran based on single date analysis of satellite imagery. *ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66, 608-619.
- Singh, A (1989). Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10, 989-1003.
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104 (52), 20666-20671.
- Trimble (2012). eCognition Developed Reference Book. Trappentreustr. 1D-80339 München, Germany: München, Germany GmbH.

- Takada, T., Miyamoto, A., & Hasegawa, S.F (2010). Derivation of a yearly transition probability matrix for land-use dynamics and its applications, *Landscape Ecology*, 25: 561-572.
- Walter, V (2004). Object-based classification of remote sensing data for change detection. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58 (3-4), 225-238.
- Yan, G (2003). Pixel based and object oriented image analysis for coal fire research. Master Thesis, ITC, Netherlands.
- Yu, W., Zhou, W., Qian, Y., Yan, J (2016). A new approach for land cover classification and change analysis: Integrating backdating and an object-based method. *Remote Sensing of Environment*, 177, 37-47.
- Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C., & Bauer, M. E (2005). Land cover classification & change analysis of the twin cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98, 317-328.
- Zhang, Z. X., Wang, X., Zhao, X. L., Liu, B., Yi, L., Zuo, L. J., & Hu, S. G (2014). A 2010 update of National Land Use/Cover Database of China at 1:100000 scale using medium spatial resolution satellite images. *Remote Sensing of Environment*, 149, 142-154.
- Zhou, W., A. Troy & M. Grove (2005). Measuring urban parcel Lawn Greenness by using an object-oriented classification approach, Rubenstein School of Environment and Natural Resources, University of Vermont, George D. Aiken Center, 81.
- Zhou, W. Q., & Troy, A (2008). An object-oriented approach for analyzing and characterizing urban landscape at the parcel level. *International Journal of Remote Sensing*, 29, 3119-3135.