



Evaluation of pixel-based and object-oriented classification methods in preparing land cover maps using Landsat satellite images in Idrisi Terrset software (Case study: Doviraj region of Ilam Province)

Saleh Arekhi*¹

1. Associate Professor, Department of Geography and GIS, Faculty of Human Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran

Received Date: 09 March 2025 Accepted Date: 15 September 2025

Abstract

Background and Objective: In recent years, the preparation of land cover maps through digital classification of remote sensing data has been considered as a suitable alternative for the preparation of this type of maps. Remote sensing is one of the new and efficient technologies in extracting land cover, updating maps, and detecting land cover changes. In this direction, the aim of present study is to compare two methods of pixel-based and object-oriented classification in land cover mapping with using OLI image in Doviraj region, Ilam province using Idrisi Terrset software.

Research Method: After the supply of related image and implementing geometric and radiometric corrections on image, we applied two classification methods to land cover mapping. To assess the accuracy of classification methods, we used of indices of overall accuracy, kappa coefficient, producer accuracy and user accuracy. The results show that the object-oriented classification method has more resolution than the pixel-based classification method.

Findings and Conclusion: The results of accuracy show that method of object-oriented in two indices of overall accuracy and kappa coefficient with (respectively) 94 percent and 0.93 percent was more accuracy than to pixel-based classification method with overall and Kappa coefficient 88 percent and 0.87 percent. The result of this study suggests that from object-oriented classification method use to production of land cover map.

Keywords: Land cover, Pixel-based Classification, Object-oriented Classification, OLI, Doviraj region, Idrisi Terrset, Ilam Province.

* Corresponding Author Email: s.arekhi@gu.ac.ir

Arekhi, S. (2026). Evaluation of pixel-based and object-oriented classification methods in preparing land cover maps using Landsat satellite images in Idrisi Terrset software (Case study: Doviraj region of Ilam Province). Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS), 7(1), 209-223.



ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست در نرم‌افزار Idrisi Terrset (مطالعه موردی: منطقه دویرج استان ایلام)

صالح ارخی^{۱*}

۱. دانشیار، گروه جغرافیا و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر تهیه نقشه‌های پوشش اراضی از طریق طبقه‌بندی رقومی داده‌های سنجش از دور به عنوان جایگزینی مناسب برای تهیه این نوع نقشه‌ها مورد توجه قرار گرفته است، سنجش از دور یکی از فناوری‌های نوین و کارآمد در استخراج پوشش اراضی، به روزرسانی نقشه‌ها و کشف تغییرات پوشش اراضی می‌باشد. در این راستا، هدف از انجام این پژوهش، مقایسه دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصویر OLI در منطقه دویرج با استفاده از نرم‌افزار Idrisi Terrset می‌باشد.

روش‌شناسی: پس از تهیه تصویر مربوطه و اعمال تصحیح هندسی و رادیومتریک بر روی تصویر با استفاده از دو روش مذکور، نقشه پوشش اراضی استخراج گردید. برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از شاخص‌های صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولید کننده و دقت استفاده کننده استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان داد که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا تصویری با وضوح بهتر نسبت به روش طبقه‌بندی پیکسل پایه ارائه می‌دهد.

نتایج و یافته‌ها: نتایج برآورد دقت هم نشان می‌دهد که روش شیء‌گرا در هر دو شاخص صحت کل و ضریب کاپا با مقادیر به ترتیب ۹۴ درصد و ۰/۹۳ درصد نسبت به روش پیکسل پایه با صحت کل و ضریب کاپا با مقادیر به ترتیب ۸۸ درصد و ۰/۸۷ درصد، دقیق‌تر می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش پیشنهاد می‌شود که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در تهیه نقشه‌های پوشش اراضی عرصه‌های طبیعی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: پوشش اراضی، پیکسل پایه، شیء‌گرا، OLI، منطقه دویرج، ایدرسی تراست، ایلام.

*نویسنده مسئول: S.arekhi@gu.ac.ir

ارجاع به این مقاله: ارخی، صالح. (۱۴۰۵). ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصویر ماهواره ای لندست در نرم افزار Idrisi Terrset (مطالعه موردی: منطقه دویرج استان ایلام). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۷(۱)، ۲۰۹-۲۲۳.

مقدمه و بیان مسأله

کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. نقشه‌های پوشش اراضی، نمایی واقعی از پدیده زیستی و فیزیکی موجود در سطح زمین مثل پوشش گیاهی، آب، بیابان، یخ، برف و پدیده‌های ایجاد شده توسط انسان است (Yaghobzadeh & Akbarpour, 2011: 5-22).

اصولاً برای استفاده بهینه از قابلیت‌های منابع طبیعی، کسب اطلاعات دقیق از پتانسیل‌های کاربری و پوشش اراضی امری ضروری است. امروزه، فناوری سنجش از دور به عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت شناسایی منابع طبیعی، به ویژه در روند تهیه نقشه‌های پوشش گیاهی و کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به صورت علمی مورد استناد قرار می‌گیرد (Sharifi et al., 2012: 203-214).

ترسیم نقشه‌های تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی اطلاعات با ارزشی را برای فهم وضعیت طبیعت و محیط زیست انسان ساخت با استفاده از بیان کمی پوشش گیاهی در مقیاس‌های محلی تا جهانی در یک دوره زمانی مشخص و یا در طول دوره زمانی پیوسته ارائه می‌دهد (Bandari et al., 2012: 612 - 621). همچنین آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی شاخصی برای تعیین ناهمگونی سیمای سرزمین و تنوع زیستی و در نهایت تعیین نواحی در اولویت برای حفاظت می‌باشد (Kerr and Ostrovsky, 2003: 299-305).

روش‌های سنتی برای بررسی پوشش گیاهی/کاربری اراضی مانند نقشه برداری زمینی عموماً وقت‌گیر و پرهزینه هستند. در حالی که، داده‌های ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌های برتر خود مثل پوشش وسیع، قابلیت تکرار و بهنگام شدن مداوم می‌تواند به عنوان گزینه اول در بحث شناخت و تهیه کاربری اراضی مطرح باشد. به روز بودن و صحت این نقشه‌ها، می‌تواند نقش چشم‌گیری در مدیریت و برنامه‌ریزی اراضی طبیعی و شهری داشته باشد (Yaghobzadeh & Akbarpour., 2011:5-22). هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد، انتخاب روش مناسب طبقه‌بندی نقش مهمی در این امر ایفاء می‌کند. بسیاری از روش‌های طبقه‌بندی از جمله روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله و ...، از اطلاعات طیفی موجود در باندهای تصویر استفاده می‌کنند. در این روش‌ها انتظار آن است که پیکسل‌های با درجه روشنایی بیشتر یا کمتر در فضایی چند طیفی و در خوشه‌هایی متناسب با انواع پوشش زمینی گروه‌بندی شوند (Borri et al., 2005). بر اساس پژوهشات انجام شده این روش‌ها توانایی محدودی در جدا نمودن کلاس‌های که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می‌شوند، دارد (Yan, 2003: 3-99؛ Gao et al., 2009: 219 – 236؛ et al., 2009: 477-489).

در نتیجه در سال‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی پردازش کامپیوتری، روش‌های جدیدی برای طبقه‌بندی تصاویر با تفکیک بالا و متوسط ارائه شده است. به عنوان مثال استفاده از روش‌های شبکه عصبی^۱، تصمیم‌گیری درختی^۲، روش‌های منتج از تئوری منطق فازی^۳، استفاده از اطلاعات ثانویه نظیر بافت، زمینه و عوارض زمینی از مهم‌ترین این روش‌ها هستند (Yan, 2003: 3-99). بر اساس ویژگی پردازش تصویر، جهت استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای در این روش‌ها، آنها را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم نمود که عبارتند از الف) روش طبقه‌بندی مبتنی بر ارزش‌های عددی عناصر تصویری یا پیکسل (پیکسل پایه^۴) و ب) روش طبقه‌بندی مبتنی بر شیء‌های تصویری (شیء‌گرا^۵) (Fazizadeh & Helali, 2010: 73-84) که علاوه بر ارزش‌های عددی از اطلاعات مربوط به محتوا، بافت و زمینه نیز در فرایند طبقه‌بندی تصاویر استفاده می‌نماید. نکته مهم در این زمینه، اجرای روش‌های بهینه طبقه‌بندی و استخراج اطلاعات مفید از داده‌ها با توان تفکیک مکانی بالا^۶ است. همواره با افزایش توان تفکیک مکانی تصاویر، نتیجه طبقه‌بندی بهتر نمی‌شود، چرا که کاهش اندازه پیکسل‌ها موجب تغییرات شدید درون طبقه‌ای^۷ و

1-Neural Network

2-Decision Tree

3-Fuzzy Logic

4-Pixel based

5-Object oriented

6-Spatial High Resolution

7-Intra class

کاهش صحت طبقه‌بندی در روش‌های سنتی و پیکسل پایه می‌شود (Schiewe, 2002: 235-242). با افزایش توان تفکیک مکانی، تفاوت طیفی پیکسل‌های درون هر طبقه بیشتر می‌شود، تفکیک‌پذیری طبقات کاهش می‌یابد و در نتایج طبقه‌بندی به دلیل اینکه تک پیکسل‌های طبقه‌بندی شده با پیکسل‌های مجاور خود تفاوت دارند، حالت فلفل-نمکی^۱ ظاهر می‌شود (et al., 2006: 799-811). از سوی دیگر در این نوع تصاویر که اندازه پیکسل از بسیاری از پدیده‌ها کوچک‌تر است و امکان به دست آوردن اطلاعات ترکیبی از آنها وجود دارد، روش شی‌گرا از نظر تئوری و عملی منطقی‌تر است (Baatz & 1999 Schape, 2006). روش شی‌گرا بر پایه قطعه‌بندی^۲ استوار است. قطعه‌بندی به مفهوم تفکیک پدیده‌ها یا قطعه‌های موضوعی و همگن در تصویر است. در تجربه‌های اولیه قطعه‌بندی، تجزیه و تحلیل اطلاعات بر پایه پیکسل استوار بوده است، بدین معنی که تصویر با استفاده از اطلاعاتی در زمینه محدوده‌ها مانند مرز زمین کشاورزی، به مناطق همگن با ارزش طیفی تقریباً مشابه تفکیک می‌شوند (Baatz & Schape, 1999; Hussaina et al., 2013: 91-106).

پیشینه پژوهش

از جمله پژوهشات انجام گرفته در رابطه با این مطالعه می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود. گائو و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS اقدام به استخراج شاخص‌های گیاهی کردند. آنها با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرا موفق شدند صحت طبقه‌بندی را ۵/۲ درصد نسبت به سایر روش‌های طبقه‌بندی افزایش دهند (Gao et al., 2009: 219-236). یو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهش با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا و تصاویر GeoEye اقدام به استخراج نقشه کاربری اراضی نمودند و نشان دادند که این روش دارای صحت بالایی می‌باشد (Yu et al., 2011: 733-737). پتروپولوس و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از دو روش شی‌گرا و ماشین بردار پشتیبان (SVMs) اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی نمودند و نشان دادند که هر دو روش برای تهیه نقشه کاربری اراضی مناسب می‌باشند ولی روش شی‌گرا دارای صحت کلی و ضریب کاپای بالاتری نسبت به روش ماشین بردار پشتیبان می‌باشد (Petropoulos et al., 2012: 99-107). ماکای (۲۰۱۳) در پژوهشی به تحلیل ساختار روش شی‌گرا پرداخته و نشان داد که در این روش داده‌ها با هم ترکیب شده و قطعاتی را ایجاد می‌کنند که این قطعات کمک بسیاری به حل مشکلات طبقه‌بندی و افزایش دقت تصویر نهایی می‌کنند (Mackie, 2013: 3-9). هوساین و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شی‌گرا و تصاویر VHR (تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا) اقدام به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی نموده اند و نشان دادند که روش شی‌گرا پتانسیل بیشتری برای برای بررسی روند تغییرات کاربری اراضی دارد (Hussaina et al., 2013: 91-106). پویسان و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با استفاده از روش شی‌گرا اقدام به تهیه نقشه جنگل‌های سطح شهر نمودند و نشان دادند که روش شی‌گرا نقشه‌ای دقیق و در عین حال با تفکیک قوی عناصر سبز تولید می‌نماید (et al., 2014: 235-245 Puissant).

زو و همکارانش (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به مطالعه فضای سبز شهرهای بالتیمور و میلند پرداخته و مساحت آنها را بدست آوردند. آنها در کار خود از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا و عکس‌های هوایی رقومی استفاده نمودند و پس از اعمال مراحل پیش‌پردازش و پردازش در مرحله طبقه‌بندی تصویر از روش طبقه‌بندی شی‌گرا استفاده و تصویر ماهواره‌ای را در محیط نرم‌افزار eCognition طبقه‌بندی نمودند. این محققین پس از تحلیل نتایج، بر کارآمدی روش طبقه‌بندی شی‌گرا در کار خود تاکید می‌کنند.

آلو همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با استفاده از تصاویر پهپاد به مقایسه تکنیکهای پردازش شی‌گرا تصاویر ماهواره‌ای در طبقه‌بندی کاربری اراضی در یک منطقه کشاورزی پرداخته و نتایج حاصل نشان دهنده دقت بسیار بالای طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان بوده است.

1-Salt-pepper Effect
2-Segmentation

Igué و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از روش شیء‌گرا، نقشه کاربری اراضی حوزه‌های اوم و اونین با دقت کلی ۸۷ درصد تهیه شد و به عنوان کارآمدترین روش معرفی گردید.

در ایران نیز فیضی‌زاده و هلالی (۱۳۸۹) در پژوهشی روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا را مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با افزایش دقت ۷٪ در هر دو شاخص صحت کلی و کاپا، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از دقت بالاتری برخوردار است (Fazizadeh & Helali, 2010: 73-84).

فیضی‌زاده و حاج میر رحیمی (۱۳۸۶) از تصاویر TM لندست و HDR ماهواره اسپات استفاده نموده و تغییرات فضای سبز شهر تبریز را با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس پژوهش این محققین مشخص شد که بیش از ۴۶ درصد از فضای سبز شهر تبریز در یک دوره ۱۶ ساله تخریب شده است. خسروی و مومنی (۱۳۹۲) از روش شیء‌گرا برای شناسایی ساختمان‌ها در تصاویر دارای قدرت تفکیک مکانی بالا استفاده نمودند و بر کارایی مناسب و قابلیت این روش برای استفاده از ویژگی‌های غیر طیفی جهت استخراج ساختمان‌ها اشاره نمودند (Khosravi & Momeni, 2012: 10). کرمی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش با استفاده از روش شیء‌گرا اقدام به تهیه نقشه فرسایش آب‌کنندگی نمودند و بر دقت بالای این روش نسبت به سایر روش‌های متداول تاکید کردند (Karami et al., 2012: 8).

یاراحمدی و همکاران (۱۳۹۸)، با روش شیء‌گرا و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تغییرات پوشش جنگلی در حوضه آبریز ایلگنه‌چای را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داده است، در مجموع ۲۷/۳۳ درصد از سطح پوشش جنگلی حوضه در دوره ۱۲ ساله اخیر کاهش یافته و ادامه روند تخریب جنگلها، تعادل زیستی منطقه را بر هم خواهد زد.

Ghafari و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از تصاویر لندست TM2 سال ۱۹۸۵ و OLI3 سال ۲۰۱۵ به مقایسه رو شهای طبقه‌بندی شیء‌گرا و پیکسل پایه، در دشتهای اصفهان- برخوار، نجف‌آباد و چادگان و بررسی تغییر کاربری اراضی در طول دوره آماری پرداخته‌اند. طبقه‌بندی کاربری اراضی شامل قطعه‌بندی داده‌های تصویری با استفاده از نرم‌افزار eCognition انجام گرفت. نتایج نمایانگر اینکه طبقه‌بندی شیء‌گرا با صحت کلی بالای ۹۰ درصد نسبت به طبقه‌بندی پیکسل پایه از دقت بالاتری برخوردار بوده است.

Abiyat و همکاران (۲۰۲۰) در پیش‌بینی تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM4 و زنجیره CA مارکوف در شهر اهواز از طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده کردند و نتایج نشان داد که پوشش گیاهی روند کاهشی، و بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل پوشش گیاهی به نواحی ساخته شده است و کمترین تغییرات مربوط به تبدیل پوشش گیاهی به پهنه آبی است و نتایج پیش‌بینی تغییرات تا سال ۲۰۲۹ نشان دهنده کاهش سطح پوشش گیاهی می‌باشد. Abedini و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از روش شیء‌گرا نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز نیرچای در استان اردبیل تهیه کردند. با استفاده از طبقه‌بندی الگوریتم نزدیکترین همسایه شیء‌گرا، صحت طبقه‌بندی بررسی شد. نتایج نشان داد که با استفاده از روش شیء‌گرا، صحت کلی ۹۹ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۸ درصد در طبقه‌بندی به دست آمده است.

جمع‌بندی مرور منابع این پژوهش نشان می‌دهد که روش شیء‌گرا روش پرکاربرد و دقیقی جهت تهیه نقشه پوشش اراضی می‌باشد. شهرستان آبدانان در استان ایلام یک منطقه کوهستانی بوده و اطلاعات درست و کاملی در مورد عرصه‌های طبیعی آن وجود ندارد. بنابراین نبود آمار دقیق از نوع و میزان تغییرات پوشش/کاربری اراضی منطقه ایجاب می‌کند چنین پژوهشی انجام گردد و از طرفی هم با توجه به روش‌های گوناگون سنجش از دور، انتخاب روشی دقیق و کارآمد یک مشکل اساسی خواهد بود. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که باعث می‌شود از روش شیء‌گرا کمتر استفاده شود نبودن نرم‌افزار مربوطه آن می‌باشد. تاکنون تمامی کارهای انجام گرفته در زمینه این روش با استفاده از نرم‌افزار eCognition بوده است. در این پژوهش روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با استفاده از نسخه جدید نرم‌افزار ایدرسی تراست (IDRISI Terrset) انجام شده است که یک نرم‌افزار با قابلیت دسترسی برای عموم می‌باشد. بدین منظور این پژوهش با هدف مقایسه دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا و تهیه نقشه پوشش اراضی با این دو روش می‌باشد و در نهایت بر اساس روش دقیق‌تر نقشه پوشش اراضی منطقه استخراج شد.

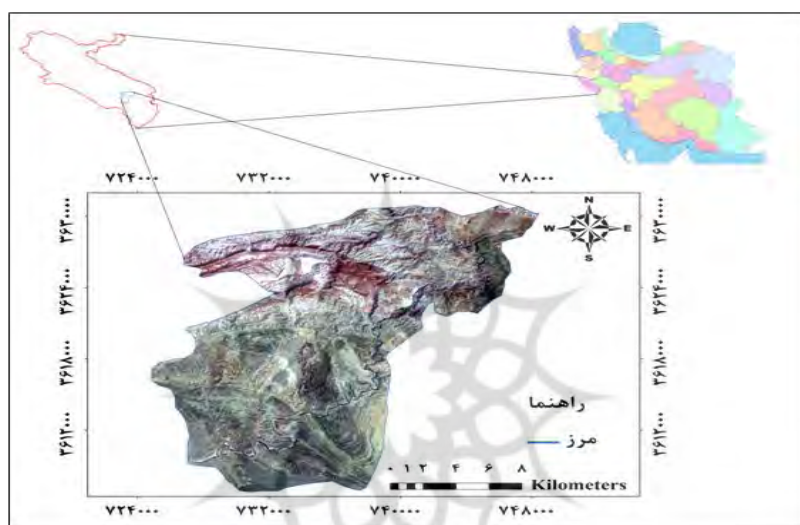
معرفی محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۱۵ کیلومتری شهرستان آبدانان در جنوب تا جنوب شرقی استان ایلام قرار گرفته و دارای مختصات جغرافیایی $47^{\circ} 23' 48''$ تا $47^{\circ} 39' 11''$ طول شرقی و $32^{\circ} 34' 50''$ تا $32^{\circ} 46' 54''$ عرض شمالی می باشد (شکل ۱). بر اساس بررسی های انجام شده توسط سازمان هواشناسی، این منطقه از نظر طبقه بندی اقلیمی کوپن جزء اقلیم نیمه خشک با تابستان های گرم به حساب می آید. بر اساس آمار هواشناسی، متوسط بارندگی $335/40$ میلی متر، متوسط تبخیر سالیانه 2453 میلی متر در تشت و 2417 میلی متر در سطح آزاد بوده و متوسط دمای سالیانه $28/4$ درجه سانتی گراد می باشد. مساحت منطقه $31937/83$ هکتار برآورد شده است. کلاس های کاربری اراضی انتخاب شده در این مطالعه و تعریف آنها به شرح زیر است:

کلاس مرتع: شامل اراضی با مرتع مشجر و غیر مشجر، اراضی دارای پوشش گیاهی خودرو و فاقد جنگل و شامل مرتع با تراکم خوب (تاج پوشش $50-75\%$)، متوسط (تاج پوشش $25-50\%$) و مرتع با تراکم فقیر (تاج پوشش $0-25\%$) می باشد.

کلاس جنگل: به مناطق جنگلی گفته می شود که از طرف سازمان جنگل ها و مراتع تعریف شده است.

کلاس اراضی بایر: شامل مناطق سنگلاخی و بدون پوشش.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش پژوهش

داده ها و پردازش تصاویر

برای استخراج نقشه کاربری اراضی ابتدا تصویر سنجنده لندست را از پایگاه اینترنتی GLCF^۱ در دوره زمانی مناسب انتخاب و دانلود انجام شد. تصویر انتخاب شده مربوط به سنجنده لندست ۸ در تاریخ $2020/5/24$ ($1401/3/3$) می باشد. همچنین در انجام این مطالعه از نرم افزارهای Google Earth، ArcGIS10.3، ENVI 5.0 و برای طبقه بندی تصویر از نرم افزار IDRISI Terrset استفاده گردید.

تصحیح هندسی

در این مطالعه، به منظور تصحیح هندسی، از نقشه های توپوگرافی با مقیاس $1/50000$ تهیه شده از سازمان جغرافیایی ارتش استفاده گردید. در این مرحله اقدام به اعمال تصحیح هندسی بر روی تصویر شد و تصویر مربوطه با استفاده از روش تصویر-وکتور، زمین مرجع شد. برای این کار از 47 نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب و در تقاطع جاده ها، آبراه ها و ... استفاده گردید تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورد استفاده قرار می گیرد، خطای کمتری داشته باشد.

1- Global Land Cover Facility

برای تبدیل مختصات وکتور تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده، از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیکترین همسایه استفاده گردید.

تصحیح رادیومتریک

تصحیح رادیومتریک از تکنیک‌های پیش‌پردازش می‌باشد که ارزش‌های فیزیکی را نوسازی می‌کند که ممکن است به دلیل سنجنده، زاویه خورشید، توپوگرافی و اتمسفر باشد. بازتاب پدیده‌های زمینی و برخورد آن با اتمسفر باعث ایجاد تغییراتی در میزان بازتاب حاصله از جسم به سنجنده می‌شود. به همین منظور برای تصحیح و نزدیک‌تر شدن به اندازه واقعی بازتاب و کاهش اثرات اتمسفر از روش‌های تصحیح رادیومتریک استفاده می‌شود. دو نوع تصحیح رادیومتریک وجود دارد، تصحیح رادیومتریک مطلق و تصحیح رادیومتریک نسبی. روش تصحیح رادیومتریک مطلق نیازمند ورود داده‌های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است. انجام این تصحیح در اغلب موارد به دلیل عدم دسترسی به پارامترهای موردنیاز کار بسیار سختی است (Du et al., 2002: 123-134). در مقابل تصحیح رادیومتریک نسبی با هدف کاهش متغیرهای اتمسفریک و غیره منتظره در میان تصاویر چندزمانه صورت می‌گیرد. یکی از روش‌های تصحیح رادیومتریک نسبی، کاهش تیرگی پدیده^۱ است. در حالت ایده‌آل پدیده‌های تیره رنگ دارای تابش صفر در همه طول موج‌ها هستند. در این روش فرض می‌شود که در هر باند از تصویر می‌توان پیکسل‌هایی یافت که مقادیر آنها صفر یا نزدیک به یک می‌باشد (مثل آب). به این ترتیب اثر اتمسفری تابش انحرافی به صورت یک مقدار ثابت به پیکسل‌ها در هر باند اضافه می‌گردد. به همین دلیل جهت حذف خطای رادیومتریک بایستی ارزش پیکسل‌های هر باند از حداقل DN مربوط به هر باند کم شود. کاهش تیرگی پدیده یک روش ساده است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می‌شود (Chavez & Mackinnon, 1994: 571-583). در این مطالعه نیز از روش فوق برای تصحیح رادیومتریک استفاده گردید.

انتخاب نمونه‌های تعلیمی

برای هر دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا یک رشته از پیکسل‌ها به عنوان نمونه‌های تعلیمی برای الگوی مشخصات طیفی طبقات انتخاب شد (Wang et al., 2004: 5655-5668; Dehvari & Heck, 2009: 86-96). برای انواع کاربری‌های موجود در منطقه شامل: جنگل، اراضی بایر، مرتع فقیر، مرتع متوسط و مرتع خوب، نمونه‌هایی از طبقات به تعداد مناسب و متناسب با فراوانی و پراکندگی هر طبقه در منطقه و بر اساس اطلاعات میدانی نمونه‌های تعلیمی انتخاب شدند.

طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر احتمال در روش پیکسل پایه

در روش پیکسل پایه، پیکسل به عنوان واحد اصلی محسوب شده و ارزش‌های عددی تصویر، مبنای طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهد. این روش طبقه‌بندی بر اساس روش‌های آماری بصورت نظارت شده و نظارت نشده انجام می‌شود و در آن یک پیکسل تنها در یک کلاس قرار می‌گیرد. این دیدگاه کلاسیک بر اساس تئوری باینری استوار است. با این تئوری، یک پیکسل در یکی از کلاس‌ها طبقه‌بندی می‌شود یا اینکه در هیچ از کلاس‌ها ارزیابی نشده و بصورت طبقه نشده باقی می‌ماند. بر اساس تئوری باینری، پیکسل‌ها در محدوده همپوشان عوارض تنها در یک کلاس طبقه‌بندی می‌شود، در حالیکه این پیکسل‌ها با سایر کلاس‌ها دارای همبستگی هستند و این همبستگی یکی از موارد مهم کاهش دقت طبقه‌بندی پیکسل پایه است (فیضی زاده، ۱۳۸۶: ۶۸; Yan, 2003:3).

در پژوهش حاضر برای طبقه‌بندی پیکسل پایه تصویر ماهواره‌ای OLI، نمونه‌های آموزشی برداشت شده برای هر یک از کلاس‌ها بر سطح تصویر پیاده شد. سپس با محاسبه تفکیک‌پذیری کلاس‌ها و کسب اطمینان از تفکیک‌پذیری مناسب برای هر کلاس با تحلیل مشخصات آماری کلاس‌های نمونه‌های تعلیمی و ارزیابی منحنی‌های انعکاس طیفی هر یک از کلاس‌ها که بر اساس

^۱. Dark Object Subtraction

نمونه‌های آموزشی برداشت شده برای هر کلاس ترسیم شده بود، ترکیب باندی ۴-۳-۲ به عنوان بهترین ترکیب باندی برای طبقه‌بندی انتخاب شد. سپس با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال تصویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شد که نتیجه حاصل از آن در شکل ۴ آورده شده است.

طبقه‌بندی شیء‌گرا در نرم‌افزار ایدرسی تراست

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر اساس اطلاعات طیفی دارای محدودیت‌هایی است. بنابراین برای افزایش دقت طبقه‌بندی باید از منابع اطلاعات دیگری استفاده شود (Chen et al., 2009: 477-489). برای این منظور در این مطالعه از پردازش شیء‌گرای تصویر ماهواره‌ای استفاده شده و به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی در پردازش شیء‌گرای تصویر علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مربوط به بافت و شکل نیز استفاده شده است. چرا که در این روش تصویر بر اساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت شده بر روی تصویر سگمنت‌سازی شده و واحدهای پردازش تصویر از پیکسل به پدیده‌های تصویری یا سگمنت‌ها تغییر می‌یابند و در نتیجه آن با پردازش جامع‌تر این اطلاعات، اشیاء و پدیده‌های دنیای واقعی را با دقت بالاتری می‌توان استخراج نمود.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

برای اطمینان از نتایج طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی صحت طبقه‌بندی شد. در این مطالعه برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از پارامتر صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولید کننده و دقت استفاده کننده استفاده گردید. همچنین برای تعیین پوشش اراضی که باعث کاهش صحت طبقه‌بندی شده‌اند ماتریس خطا نیز ارائه گردید. صحت کل نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده بر تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده است (Rasouli, 2008:777) که از رابطه (۱) محاسبه می‌شود (Alavipanah, 2003):

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در رابطه (۱): OA دقت کل، N معرف تعداد کل پیکسل‌های آموزشی و $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا می‌باشد. در بسیاری از پژوهشات در کنار شاخص صحت کل از ضریب کاپا نیز استفاده می‌گردد. ضریب کاپا به دلیل توجه به تعداد پیکسل‌های نادرست در طبقه‌بندی استفاده می‌گردد و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود (Boniat & Hajighaderi, 2008: 627-638):

$$Kappa = \frac{P_i - P_c}{1 - P_c} \times 100 \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در رابطه (۲): P_i درستی مشاهده شده، P_c توافق مورد انتظار است. حالت ایده‌آل برای مقدار ضریب کاپا عدد یک می‌باشد و چنانچه این مقدار برابر صفر باشد طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به دست بیاید، نشان دهنده خطا در طبقه‌بندی است.

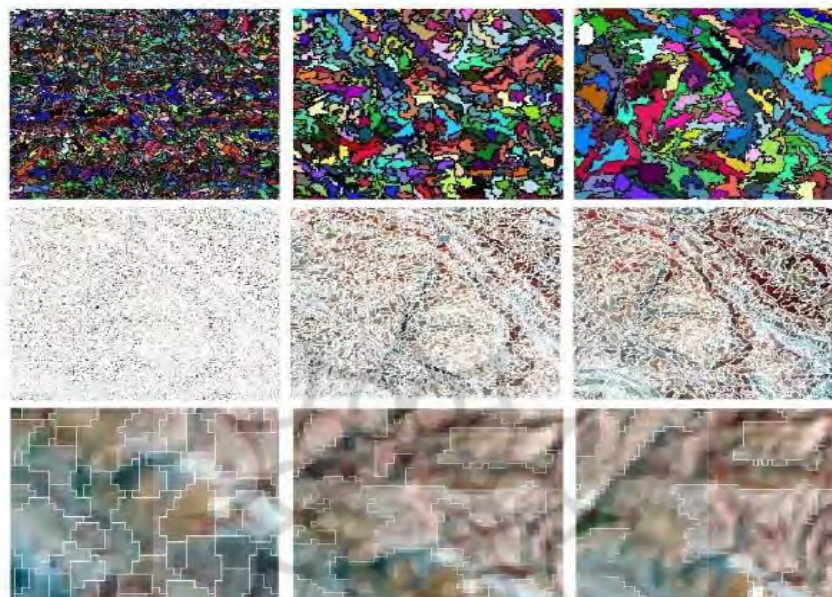
بحث و یافته‌های پژوهش

پس از تهیه تصویر ماهواره‌ای با استفاده از نقاط کنترل زمین، تصویر با خطایی حدود ۰/۴ زمین مرجع گردید. همچنین برای تصحیح رادیومتریک از روش تصحیح رادیومتریک نسبی استفاده گردید. این روش برای کاهش اثرات پخش اتمسفریک بر روی تصویر می‌باشد. پس از آماده‌سازی تصویر، با استفاده نمونه‌های تعلیمی جمع‌آوری شده (۷۰ درصد برای طبقه‌بندی و ۳۰ درصد برای ارزیابی) از هر کاربری، تصویر با استفاده از روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی گردید. سپس برای انجام روش شیء‌گرا ابتدا قطعات همگن تصویر ایجاد گردید. نرم‌افزار ایدرسی تراست تصویر را بر اساس چهار فاکتور پهنای پنجره^۱، تفرانس تشابه^۲،

^۱ - Window width

^۲ - Similarity Tolerance

میانگین^۱ وزنی و فاکتور واریانس وزنی^۲ به قطعات همگن تقسیم می‌کند که بهترین میزان این فاکتورها با آزمون و خطا به دست می‌آید (Mori et al., 2003). در مرحله بعد بر مبنای تصویر قطعه‌بندی شده، و بر اساس نمونه تعلیمی انتخاب شده از میان آنها، تصویر با یکی از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه، طبقه‌بندی می‌گردد که معمولاً از روش حداقل فاصله از میانگین^۳ استفاده می‌کند. در مرحله آخر نرم‌افزار بر اساس تصویر قطعه‌بندی شده و طبقه‌بندی پیکسل پایه تصویر را با روش شیء‌گرا طبقه‌بندی می‌کند. شکل ۲ نمای از مقیاس‌های مختلف قطعه‌بندی تصویر و جدول ۱ میزان تغییرات و تکرارها را نشان می‌دهد. مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار در قطعه‌بندی تصویر، تفرانس تشابه است. هر چه میزان این شاخص به ۱۰۰ نزدیکتر گردد، اندازه نهایی قطعات کوچک می‌شود. این فرآیند تا زمانی که بهترین نتیجه بر اساس نظر استفاده کننده به دست بیاید، تکرار خواهد شد (589-602 Matinfar 2008 et al., :



شکل ۲. نتایج قطعه‌بندی تصویر با مقیاس‌های متفاوت

جدول ۱. فاکتورهای قطعه‌بندی در نرم‌افزار ایدرسی تراست

فاکتور	تکرار	بهترین حالت	دامنه تغییرات
پهنای پنجره	۱ تا ۹	۳	۰-۱۰
تفرانس تشابه	۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۷۰	۲۰	۰-۱۰۰
فاکتور میانگین وزنی	۱ تا ۹	۲	۰-۱۰
فاکتور واریانس وزنی	۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۸، ۰/۷، ۰/۶	۰/۶	۰-۱

^۱ - Weight Mean factor

^۲ - Weight Variance factor

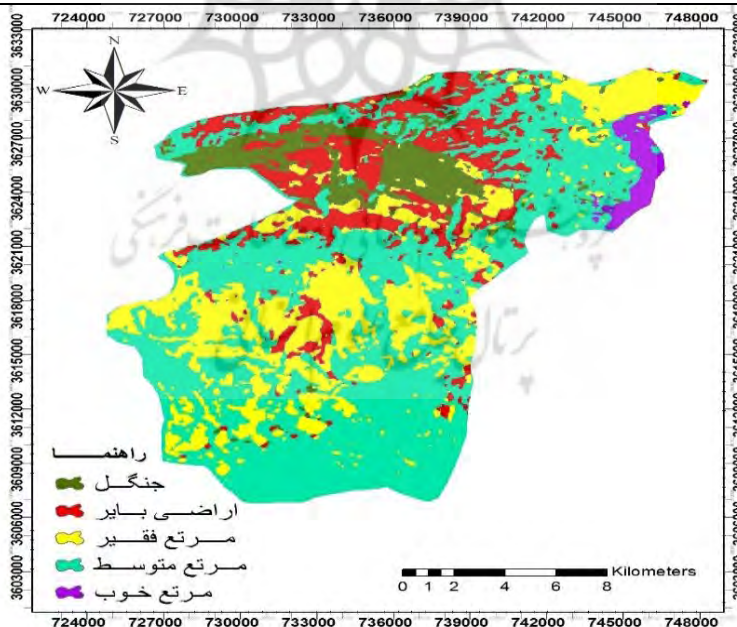
^۳-Minimum distance of mean

پس از طبقه‌بندی تصویر مذکور با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شی‌اگرا نتایج به صورت نقشه تهیه گردید (شکل ۴ و ۵). سپس صحت طبقه‌بندی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های آموزشی بر سطح تصویر، در نهایت دو روش طبقه‌بندی مورد ارزیابی صحت قرار گرفتند (جدول ۲).

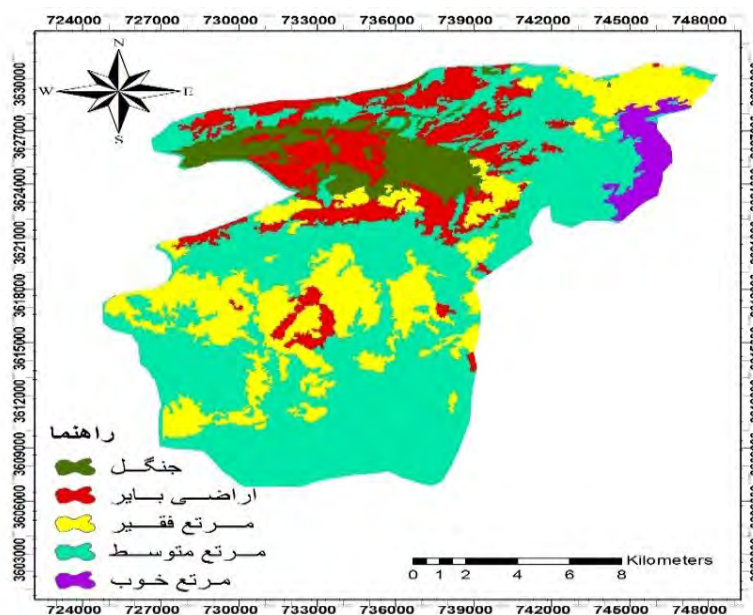
بررسی دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده برای هر کدام از روش‌های مورد استفاده نشان داد که در روش پیکسل پایه مهم‌ترین عامل کاهش دقت تولیدکننده برای کاربری مرتع فقیر و دقت استفاده‌کننده برای کاربری مرتع متوسط، تشابه طیفی بوده‌اند. در ضمن همین قضیه برای روش شی‌اگرا نیز صادق است. ولی طبقه‌بندی شی‌اگرا به دلیل استفاده از زمینه قطعه‌بندی شده این دو کاربری را بسیار بهتر از روش پیکسل پایه تفکیک و طبقه‌بندی نموده است (بر اساس ارقام دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده جدول ۲).

جدول ۲. دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده برای روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌اگرا

کاربری اراضی	طبقه‌بندی پیکسل پایه		طبقه‌بندی شی‌اگرا	
	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده
جنگل	۰/۹۹	۰/۹۷	۱	۰/۹۹
اراضی بایر	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۹۸
مرتع فقیر	۰/۶۹	۰/۹۵	۰/۸۴	۰/۹۷
مرتع متوسط	۰/۹۴	۰/۷۵	۰/۹۷	۰/۸۸
مرتع خوب	۰/۹۹	۰/۹۵	۱	۰/۹۴
صحت کل (%)	۸۸		۹۴	
ضریب کاپا (%)	۸۷		۹۳	



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی حاصل از روش پیکسل پایه



شکل ۵. نقشه کاربری اراضی حاصل از روش شیء‌گرا

پس از طبقه‌بندی با دو روش مذکور، نقشه کاربری اراضی منطقه دوبرج تولید شد. سپس برای هر کدام از روش‌های مورد استفاده مساحت کاربری‌های مختلف محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردید. بر اساس نتایج به دست آمده کاربری مرتع متوسط در هر دو روش وسیع‌ترین کاربری بود (جدول ۳). مقایسه مساحت کاربری‌های استخراج شده با دو روش نشان می‌دهد که بیشترین اختلاف مربوط به کاربری مرتع متوسط (۱۲۵۱/۷۲ هکتار) و کمترین اختلاف نیز مربوط به کاربری مرتع خوب (۱۳۹/۳۲ هکتار) بود.

جدول ۳. مساحت هر کاربری بر حسب اساس روش طبقه‌بندی (هکتار)

نوع کاربری	شیء‌گرا	پیکسل پایه	(شیء‌گرا-پیکسل پایه)
جنگل	۲۴۸۷/۳۳	۲۷۰۹/۴۵	-۲۲۲/۱۲
اراضی بایر	۴۴۴۴/۸۳	۴۷۵۰/۴۷	-۳۰۵/۶۴
مرتع فقیر	۶۷۷۲/۴۱	۷۶۳۵/۶۹	-۸۶۳/۲۸
مرتع متوسط	۱۷۳۷۲/۸۸	۱۶۱۲۱/۱۶	۱۲۵۱/۷۲
مرتع خوب	۸۵۷/۸۸	۷۱۸/۵۶	۱۳۹/۳۲
مجموع	۳۱۹۳۵/۳۳	۳۱۹۳۵/۳۳	۰

نتیجه‌گیری

در این پژوهش روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا جهت تهیه نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای OLI سال ۲۰۲۰ در منطقه دوبرج مورد استفاده قرار گرفتند. در روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش یکسانی برخوردار هستند. در حقیقت نمونه‌های آموزشی باید معرف کل کلاس‌ها باشند. بنابراین هر چه تعداد نمونه‌های آموزشی بیشتری استفاده شود تغییرهای بیشتری از ویژگی‌های طیفی در آن گستره قرار خواهد گرفت (Alavipanah, 2003: 478). در مقابل، طبقه‌بندی شیء‌گرا روشی مبتنی بر قطعه‌بندی است. قطعه‌بندی تصویر، فرآیند یکپارچه‌سازی پیکسل‌ها بر اساس همگنی پدیده‌های تصویری است و بر اساس چهار فاکتور پهنای پنجره، تفرانس تشابه، میانگین وزنی و فاکتور واریانس وزنی کنترل می‌شود (Baatz & Schape, 1999). قطعات باید در

داخل خود همگن بوده و تنها نماینده یک طبقه باشند، نه ترکیبی از چند طبقه و در عین حال باید در کل تصویر، ناهمگنی و اختلاف بین پدیده‌های مجاور وجود داشته باشد (Definiens Imaging GmbH, 2006: 249). ایجاد شبکه سلسله مراتب قطعه‌بندی با استفاده از شاخص مقیاس امکان‌پذیر است که در آن سطوح مختلفی از قطعات ایجاد می‌شوند. در این سلسله مراتب، قطعات کوچکتر همواره محاط در قطعات سطوح بالاتر هستند. قطعه‌بندی با استفاده از شاخص مقیاس امکان‌پذیر است که در آن سطوح مختلفی از قطعات ایجاد می‌شوند.

اختلاف اساسی دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و طبقه‌بندی شیء‌گرا، در این است که روش اول منجر به نتیجه‌ای موضعی می‌شود که علت آن علامت‌گذاری پیکسل‌ها و یا نواحی است که با معیارهای معرفی شده مطابقت داشته‌اند، در حالی که در روش دوم تمامی تصویر به واحدهای مجزا تبدیل می‌شود. در واقع، این روش پیکسل‌های تصویر را در گروه‌هایی که منطبق با معیارهای یکنواختی است، طبقه‌بندی می‌کند. بنابراین، روش شیء‌گرا ابتدا برای شناسایی واحدهای اساسی طبقه‌بندی اقدام به قطعه‌بندی کامل تصویر می‌نماید (Baatz et al., 2004).

ارزیابی صحت کاربری‌های تولید شده نشان داد که در هر دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا مرتع فقیر و متوسط مهم‌ترین عامل کاهش دقت بوده‌اند. علت این کاهش دقت، هم‌پوشانی طیفی و مشابهت نسبی در الگوی کاربری‌های از جمله مرتع فقیر و متوسط است. متین‌فر و همکاران (۱۳۸۶) نیز اظهار می‌دارند که شباهت در الگوهای طیفی مرتع فقیر و متوسط عامل کاهش صحت نقشه‌های نهایی تولید شده بوده است (Matinfar et al., 2008: 589-602). قرار گرفتن پراکنده و با وسعت کم مرتع فقیر و متوسط در داخل منطقه موجب اختلال در شناسایی و تفکیک این دو کاربری در طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا بوده است. طبقه‌بندی شیء‌گرا به دلیل استفاده از زمینه قطعه‌بندی شده این دو کاربری را بسیار بهتر از روش پیکسل پایه تفکیک و طبقه‌بندی نموده است.

نتایج بدست آمده از روش‌های طبقه‌بندی نشان می‌دهد که روش شیء‌گرا دارای تصویری با وضوح بهتر می‌باشد. نتایج حاصل از شاخص‌های ارزیابی دو روش هم نشان می‌دهد که در هر دو شاخص صحت کل و ضریب کاپا در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا به ترتیب با ۹۴ و ۰/۹۳ درصد نسبت به روش پیکسل پایه با میزان به ترتیب ۸۸ و ۰/۸۷ درصد از صحت کل و ضریب کاپای بیشتری برخوردار بود. مقدار افزایش صحت در روش شیء‌گرا در ارتباط مستقیم با پارامترهای قطعه‌بندی می‌باشد (-۷۳ Fazizadeh & Helali, 2010: 84). مقایسه مساحت کاربری‌های اراضی در نقشه تولید شده با استفاده از دو روش مورد استفاده نشان داد که بیشترین اختلاف مربوط به کاربری مرتع متوسط (۱۲۵۱/۷۲ هکتار) بود.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده کارایی و اعتمادپذیری بالای روش شیء‌گرا در استخراج نقشه پوشش اراضی می‌باشد. با این حال محدودیت در انتخاب پارامترهای بهینه قطعه‌بندی و خطای بالقوه موجود در قطعه‌بندی از مشکلات و آسیب‌های قطعه‌بندی و به نوعی روش شیء‌گرا محسوب می‌شود. خطاهای موجود در قطعه‌بندی می‌تواند باعث بروز خطا (حذف یا اضافه شدن) در طبقه‌بندی شود. این موضوع استفاده این روش را دچار چالش جدی خواهد نمود. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و سایر کارهای انجام شده می‌توان بیان داشت که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در صورتی که فرآیند قطعه‌بندی به درستی انجام گردد، برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و همچنین مطالعات تغییرات پوشش اراضی روشی مناسب و دقیق‌تر نسبت به روش‌های پیکسل پایه است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در مقاله مستخرج از فعالیت پژوهشی به شکل توضیح داده شده از سوی مجله، مورد تأیید نویسندگان این مقاله است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر فاقد حمایت مالی است.

سپاسگزاری

از کلیه کسانی که در مراحل مختلف نوشتن این مقاله با نظرات خود ما را یاری دادند سپاسگزاری می‌کنیم.

منابع و مأخذ

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان ایلام (۱۳۸۵). "جایگاه استان ایلام در تحقق جهت‌گیری‌های آمایش سرزمین". سالنامه آماری ایلام (جمعیت).

<https://amar.org.ir/salnameh-amari/agentType/ViewType/PropertyTypeID/621>

نجفی، ا (۱۳۸۹). "قابلیت‌ها و محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر ایلام، پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، ۱۹۲.

https://gisj.sbu.ac.ir/article_95148_9a7399f4431ed9b2867447a440706f86.pdf?lang=en

Abedini, M., Pasban, A., & nezafat taklhe, B. (2023). Evaluation and Preparation of Land Use Map of Nirchai Watershed Using Object Oriented Method. *Geography and Human Relationships*, 5(4), 318-328. [In Persian]

<https://doi.org/10.22034/gahr.2023.393602.1849>

Abiyat, M., Attar Roshan, S., & Abiyat, M. (2020). Evaluating and Predicting Vegetation Changes Pertaining to Land Use Changes using LCM Model and CA-Markov Chain (Case Study: Ahvaz City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(3), 183-204. [In Persian]

<https://doi.org/10.22067/geoe.2020.67236.0>

Alavipanah, S.K. (2003). Application Remote Sensing in Geology (Earth Sciences), Tehran University Press, 478 pages.

Alimohamadi, A., Motakan, A.A., Zeiaeian, P., Tabatabaei. H. (2009). Comparison of pixel-based classification methods, object-oriented and decision trees forest type mapping using remote sensing data (Case study: forest Astara), *Journal of Geographical Sciences and Applied Research*, Vol 10(13), Summer, 20 pages.

Baatz, M., Schape, A. (1999). Object-oriented and Multi Scale Image Analysis in Semantic Networks, Proceeding of the 2nd international symposium on remote sensing, 16-22 August, Ensched, ITC.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Object-oriented-and-Multi-scale-Image-Analysis-in-Baatz-Sch%C3%A4pe/78ca6f50f56a85efa6e738815727504a1bc8f2b9>

Baatz, M., Ursula, B., Seyed, D., Markus, H., Astrid, H., Peter, H., Iris, L., Matthias, M., Malte, S., Michaela, W., Gregor, W. (2004). *eCognition User Guide, Definiens Imaging GmbH, München Germany*.

<https://www.yumpu.com/en/document/view/21501603/ecognition4-professional-user-guide-unbc-gis-lab>

Bandari, A.K, Kummur, A., Singh, G.K., 2012. Feature extraction using normalized difference vegetation index (NDVI), a case study of Jabalpur city. *Procedia Technogy* 6, 612 - 621.

<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.10.074>

Boniad, A.E., Hajighaderi, T. (2008). Mapping of Natural Forest Stands of Zanjan Province Using Landsat 7ETM⁺ sensor data, *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 42(11): 627-638.

<https://jstnar.iut.ac.ir/article-1-814-en.pdf>

Borri, D., Caprioli, M., Tarantino, E. (2005). Spatial Information Extraction from VHR Satellite Data to Detect Land Cover Transformations, Polytechnic University of Bari, Italy, pp.105.

https://www.sepehr.org/article_15552_d2ba13bb61e366a9f48cb84b60f7f814.pdf?lang=en

Chavez, P.S. (1996). Image-based atmospheric corrections-Revisited and improved. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62: 1025- 1036.

https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1996journal/sep/1996_sep_1025-1036.pdf

Chavez, P.S.J.R., Mackinnon, D.J. (1994). "Automatic detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensed images", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60: 571-583.

<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19960600166>

Chen, M., Su, W., Li, L., Chao, Z., Yue, A., Li, H. (2009). Pixel-based and Object-oriented Knowledgebased Classification Methods Using SPOT5 Imagery, WSEAS TRANSACTIONS on INFORMATION SCIENCE and APPLICATIONS, ISSN: 1790-0832, pages 477-489.

https://www.researchgate.net/publication/228636844_A_comparison_of_pixel-based_and_object-oriented_classification_using_SPOT5_imagery#fullTextFileContent

Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., Lambin, E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. International Journal of Remote Sensing, 10: 1565-1596.

<https://doi.org/10.1080/0143116031000101675>

Definiens Imaging GmbH. (2006). Definiens Professional5 User Guide,

<http://www.definiens.com/Userguide.pdf>, 249 pp.

Dehvari, A., Heck, R.J. (2009). Comparison of object-based and pixel based infrared airborne image classification methods using DEM thematic layer, Journal of Geography and Regional Planning, 2(4): 086-096.

<https://www.internationaljournals.com/articles/comparison-of-objectbased-and-pixel-based-infrared-airborne-image-classification-methods-using-dem-thematic-layer.pdf>

Du, Y., Teillet, P.M., Cihlar, J. (2002). "Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection", Remote Sensing of Environment, 82: 123-134.

[https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00029-9)

Fazizadeh, B. (2007). Comparison of pixel-based and object-oriented methods in land use mapping Master's thesis, GIS Center Tabriz University.

Fazizadeh, B., Azizi, H., Valizadeh, KH. (2007). land use Mining of Malekan city using Landsat 7 ETM+ satellite imagery, Spatial Planning Magazine, Issue 3, Branch Malayer.

<https://sanad.iau.ir/en/Journal/ebtp/Article/988289>

Fazizadeh, B., Helali, H. (2010). Comparison of pixel-based and object-oriented and parameters affecting the on land use/cover of West Azerbaijan province, Geography Studies, No. 71, 73-84.

<https://www.sid.ir/paper/138891/en#downloadbottom>

Gao, Y., Mas, J.F., Navarrete, A. (2009). The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data, International Journal of Digital Earth, Volume 2, Issue 3 September 2009 , pp. 219 – 236.

<https://doi.org/10.1080/17538940902818311>

- Geneletti, D., Gorte, B.G.H. (2003). A method for Object-oriented land cover classification combining Tm data and aerial photographs, *International Journal of Remote sensing*, vol, 24, no.6, 1237-1286.
<https://doi.org/10.1080/01431160210144499>
- Ghafari, S., Moradi, H.R., & Modarres, R. (2018). Comparison of Object-Oriented and Pixel-Based Classification Methods for Land Use Mapping (Case Study: Isfahan-Borkhar, Najafabad and Chadegan Plains). *Journal of Remote sensing and Geographical information system for natural Resources*, 9(1), 40-57. [In Persian]
https://journals.iau.ir/article_540415.html
- Gorte, B. (1998). Probabilistic Segmentation of remotely sensed images, ITC Publication63, Ph.D. Thesis, Ensched, ITC.
https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/353638521/thesis_B_Gorte.pdf
- Hussaina, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H., Stenley, D. (2013). Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 80: 91–106.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.03.006>
- Igué, A.M., Houndagba C.J., Gaiser, T., & Stahr, K., (2022). Accuracy of the Land Use/Cover Classification in the Oueme Basin of Benin (West Africa). *International Journal of AgriScience*, 2(2), 174-184.
<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20123239823>
- Karami, A., Khorani, A.A., Falahshamsi, S.R., Mosavi, V., Khosravi, G.H. (2012). Object-oriented application of remote sensing to map gully erosion, 20th Conference of Geomatics of Iran, 8 p.
- Kerr, J.T., Ostrovsky, M., 2003. From space to Species: ecological application for remote sensing. *Trend in Ecology and Evolution* 18(6), 299-305.
[https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(03\)00071-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00071-5)
- Khosravi, I., Momeni, M. (2012). Identification structure of high-resolution satellite imagery using object-based image analysis, 20th Conference of Geomatics of Iran, 10 p.
- Li, M., Ma, L., Blaschke, T., Cheng, L. & Tiede, D. (2016). A systematic comparison of different object-based classification techniques using high spatial resolution imagery in agricultural environments. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 49, 87-98.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.01.011>
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E. (2004). Change detection techniques. *INT. J. REMOTE SENSING*, 20 JUNE, 2004, VOL. 25, NO. 12, 2365–2407.
<https://doi.org/10.1080/0143116031000139863>
- Mackie, R.I. (2013). Dynamic analysis of structures on multicore computers – Achieving efficiency through object oriented design, *Advances in Engineering Software* 66: 3–9.
[DOI: 10.1016/j.advengsoft.2013.03.006](https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.03.006)
- Matinfar, H.R., Sarmadian, F., Alavipanah, S.K., Heck, R. (2008). Characterizing Land use/land cover types by Landsat7data based upon Object oriented approach in Kashan region, *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 14 (4): 589-602.
https://ijrdr.areeo.ac.ir/article_105769_8d5cba654a774f0100e21baf0371777.pdf?lang=en
- Mori, M., Hirose, Y., Akamatsu, Y.L. (2003). Object- based classification of Ikonos data for rural land use mapping. <http://www.define.com>. *eCognition Applied Notes* , Vol 5 , No. 1.
<https://www.isprs.org/proceedings/xxxv/congress/comm3/papers/305.pdf>
- Petropoulos, G.P., Kalaitzidis, C., Vadrevu, K.P. (2012). Support vector machines and object-based classification for obtaining land-use/cover cartography from Hyperion hyperspectral imagery, *Computers & Geosciences*, 41: 99–107.

<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2011.08.019>

Piri, A. (2011). The Vision of Natural Resources and Watershed Management of Ilam Province, Institution of forests and rangeland researches, 56p.

<https://4.rifr-ac.ir/departement-of-rangeland-research/>

Puissant, A., Rougier, S., Stumpf, A. (2014). Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 26: 235–245.

<https://doi.org/10.1016/j.jag.2013.07.002>

Rafeyan, O., Darvishsefat, A.A., Babai, S., Mataji, A. (2011). Evaluation of pixel-based and object-based classification methods for tree identification using aerial images (Case study: a forestation in Chamestan-Nur). Iranian Journal of Forest, 2011(Issue 1).35-47.

<https://www.ijf->

[isaforestry.ir/article_4638_1af7d353c23a926df372890c74917c21.pdf?lang=en](https://www.ijf-isaforestry.ir/article_4638_1af7d353c23a926df372890c74917c21.pdf?lang=en)

Rasouli, A.A. (2008). Principles of remote sensing image processing applications, with emphasis on satellite, Tabriz University Press, 777 pages.

Schiewe, J. (2002). Segmentation of high-resolution remotely sensed data concepts, application and problems, in Symposium on geospatial theory, processing and applications, Ottawa, Canada, 235-242.

<https://www.isprs.org/proceedings/xxxiv/part4/pdfpapers/358.pdf>

Sharifi, L., Rasouli A. A., Hijazi, M.A., Rostamzadeh, H., 2012. Detecting changes in land use and land cover with object-oriented processing of satellite images (case study: Tabriz city), Journal of Geography and City Planning 17(44), 203-214. (In Persian).

Shataee, S.H., Darvishsefat, A.A., Sobhani, H. (2007). Comparing object-oriented and pixel classification methods based on satellite images of the forest type classification, Journal of Faculty of Natural Resources, Volume 60(3), 869-881.

Steinnochr, K.T., Leim, Y.S., kressler, F.P. (2000). Multiresorultion segmentation and optimum approach for high quality multi-scale image segmentation, Herbert WichmannVerlag, pp. 12-23.

Wang, L., Sousa, W.P., Gong, P. (2004). Integration of object-based and pixel-based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery, International jornal of Remote sensing, 25(24): 5655-5668.

<https://doi.org/10.1080/014311602331291215>

Yaghobzadeh, M., Akbarpour, A. (2011). The effect of satellite image classification algorithm based on curve number runoff and maximum flood discharge using GIS and RS, Geography and Development 9 (22):5-22.

Yan, G .(2003). Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research,

<http://www.ITC.com> (accessed in July 2008). pp. 3-99.

Yarahmadi, J., Rostamizad, Q., & Sa'i, H. (2018). Detecting changes in forest cover by object oriented method using satellite images in Ilganechai watershed of Arsbaran forests,sustainable management of Hyrkani forests, 1 (2), 59-79. (In Persian).

DOI: [10.9734/jgeesi/2024/v28i5769](https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i5769)

Yu, H.Y., Cheng, G., Ge, X.S., Lu, X.P. (2011). Object oriented land cover classification using ALS and GeoEye imagery over mining area, Transactions Nonferrous Metals Society of China 21:733-737.

[https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(12\)61671-9](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(12)61671-9)

Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M., Schirokauer, D. (2006). Object-Based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution semote sensing imagery, hotogrammetric Engineering & Remote Sensing, 72(7): 799-811.

DOI: [10.14358/PERS.72.7.799](https://doi.org/10.14358/PERS.72.7.799)

Yue, A., Li, H. (2009). Pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 Imagery, WSEAS Transactions on Information Science and Applications., ISSN: 1790-0832, pages 477-489.

Zhou, W., Troy, A., Grove, M. (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.

DOI: [10.1109/IGARSS.2006.695](https://doi.org/10.1109/IGARSS.2006.695)

