مقایسه دقت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیءگرا در تهیه نقشه تیپ‌های گیاهی (مطالعه موردی: مرجن بروجن)

الهام کشاورز[۱]، عطاالله ابراهیمی*[۲] و علی‌اصغر نقی‌پور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۵ - تاریخ تصویب: ۹۸/۰۲/۰۷

چکیده

یکی از روش‌های تهیه نقشه تیپ‌های گیاهی، استفاده از تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است. هدف مطالعه حاضر، مقایسه دقت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و طبقه‌بندی شیءگرا در تهیه و تفکیک نقشه پوشش گیاهی در مرتع مرجن شهرستان بروجن است. در این مطالعه علاوه بر تصاویر ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۷، از تصاویر گوگل ارث نیز به عنوان داده‌های مرجع (با استفاده از تفسیر چشمی) جهت طبقه‌بندی اولیه ۶ تیپ‌گیاهی موجود در منطقه (شامل *Astragalus verus*، *Bromus tomentellus*، *Scariola orientalis*، *Astragalus verus-Bromus tomentellus*، *Astragalus verus-Stipa hohenikeriana*، *Bromus tomentellus-Stipa hohenikeriana*) و یک تیپ کاربری اراضی کشاورزی استفاده شد. سپس تصاویر لندست با استفاده از تکنیک طبقه‌بندی شیءگرا و پیکسل‌پایه (بیشترین شباهت) در نرم‌افزار TerrSet طبقه‌بندی شدند. برای پردازش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به روش شیءگرا، تصویر با اندازه کرنل (پهنای پنجره) ۳ و تحمل تشابه (دامنه شباهت) ۱۰ و با مقیاس و فشردگی ۰/۵ استفاده شد. سپس مهم‌ترین روش‌های ارزیابی صحت شامل ماتریس خطا، دقت کل و ضریب کاپای طبقه‌بندی استخراج شدند. با مقایسه نتایج به دست آمده و مقایسات آماری تی-جفتی دو روش می‌توان نتیجه گرفت که روش شیءگرا با ضریب کاپای ۰/۶۳ و دقت کل ۰/۸۰ نسبت به روش نظارت شده (بیشترین شباهت) با ضریب کاپای ۰/۵۹ و دقت کل ۰/۷۷ از دقت بالاتری برخوردار است و برای طبقه‌بندی پوشش‌گیاهی روش مناسب‌تری می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سنجش‌از دور، پوشش گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای، مرتع.

[۱]- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[۲]- دانشیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

* نویسنده مسئول: Ataollah.Ebrahimi@sku.ac.ir

[۳]- استادیار گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

مقدمه

پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از شاخص‌های اکولوژیکی و مدیریتی، از مهم‌ترین پارامترهای مورد اندازه‌گیری در مطالعات و بررسی‌های مختلف مرتع است (۱، ۲۱ و ۲۳). دلیل توجه بوم‌شناسان برای شناخت ویژگی‌های پوشش‌گیاهی، اهمیت زیاد آن از نظر زیستگاهی، تولید انرژی و دیگر خصوصیات مهم گیاهان بر روی زمین می‌باشد (۹، ۲۲ و ۲۵). پوشش گیاهی، به علل مختلف و به مرور زمان در اثر عوامل طبیعی و یا انسانی دچار تغییر شده که شرایط و عملکرد اکوسیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۲۲، ۲۸).

امروزه تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور، به دلیل فراهم آوردن داده‌های به هنگام و قابلیت بالای تجزیه و تحلیل، کاربرد گسترده‌ای در تمامی بخش‌ها از جمله کشاورزی، منابع طبیعی و تهیه نقشه کاربری اراضی به عنوان نقشه‌های پایه در آمایش سرزمین دارند.

استفاده از روش‌های طبقه‌بندی در دهه‌های اخیر به عنوان ابزاری برای مطالعه توالی پوشش گیاهی معرفی شده است. هدف اصلی طبقه‌بندی، نشان دادن ماهیت یک واحد گیاهی و ترکیب گونه‌های سازنده آن است (۴ و ۸). در گذشته، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر مبنای تفسیر بصری کاربر بود که اغلب باعث به وجود آمدن خطاهای سیستماتیک می‌گردید که این امر ناشی از تجربه و توانایی مفسر در تفسیر تصاویر بود (۱۹). طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای استخراج اطلاعات کاربردی محسوب می‌شود. سه نوع طبقه‌بندی اصلی وجود دارد: ۱- نظارت نشده: پیکسل‌ها بر اساس گروه‌بندی تقسیم می‌شوند. این نوع طبقه‌بندی هنگامی استفاده می‌شود که هیچ نوع داده زمینی وجود ندارد و نرم‌افزار بر اساس محاسبات آماری تعداد خوشه‌ها را مشخص می‌کند. ۲- نظارت شده: کاربر نمونه‌هایی را برای هر پوشش در تصویر دیجیتالی مشخص می‌کند. این نمونه‌ها Training samples نامیده می‌شوند. این طبقه‌بندی بر اساس نمونه‌های آموزشی است که کاربر با امضاهای طیفی به نرم‌افزار معرفی کرده است. نرم‌افزار طبقه‌بندی‌کننده تصویر ماهواره‌ای تعیین می‌کند که هر کلاسی چقدر به داده‌های آموزشی شباهت دارد و بر آن اساس تصویر را به کاربری‌های معرفی شده به آن طبقه‌بندی می‌کند. در طبقه‌بندی‌های نظارت شده پس از انجام نمونه‌برداری‌های صحرایی از طبقات موجود در طبیعت و معرفی خصوصیات طیفی هر یک از آن‌ها (در روی تصویر ماهواره‌ای) به نرم‌افزار، عمل طبقه‌بندی بر روی تمامی تصویر انجام می‌گیرد. طبقه‌بندی نظارت شده به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به روش‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و روش متوازی‌السطوح اشاره کرد. ۳-روش طبقه‌بندی شیءگرا: این روش خیلی متفاوت‌تر از دو نوع قبلی است و اشیائی با شکل و بزرگی متفاوتی تولید می‌کند. این نوع طبقه‌بندی، با گروه کردن پیکسل‌ها اشیائی همگن تولید می‌کنند. تصاویر می‌توانند بر اساس بافت، محتوا و شکل هندسی طبقه‌بندی شوند (۱۱ و ۱۸). تحقیقات زیادی نشان داده است که در صورت مناسب بودن داده‌های ماهواره‌ای می‌توان با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی تصویر، تفکیک جوامع گیاهی را به کمک طبقه‌بندی طیفی انجام و نقشه جوامع گیاهی منطقه مورد نظر را به راحتی و با سرعت و دقت بالایی تهیه کرد (۲ و ۲۴). در مورد روش‌های مختلف سنجش از دوری به وِیژه مقایسه روش‌های شیءگرا و پیکسل پایه در خصوص امکان طبقه‌بندی پوشش‌های گیاهی مشابه، تحقیقات اندکی صورت گرفته است. چن و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Spot به مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای اقدام نمودند و در پردازش شیءگرای تصاویر ماهواره‌ای از مدل رقومی ارتفاع (DEM) اطلاعات مکانی شامل بافت و شکل به عنوان عاملی به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی شیءگرا استفاده نمودند. ایشان پس از انجام طبقه‌بندی با دو روش پیکسل‌پایه و شیءگرا نتیجه گرفتند که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شیءگرا با صحت کلی ۹۶/۴۲ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل‌پایه با دقت کلی ۷۷/۷۹ درصد، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از دقت بالاتری برخوردار است. در تحقیقی دیگری، والتر (۲۰۰۴) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بهره‌گیری از

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا نقشه آشکارسازی تغییرات را به‌دست آورد. این محقق در کار خود نقشه‌های کاربری اراضی را برای دو دوره با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا استخراج کرده و سپس نقشه تغییرات را تهیه کرده است و با تشریح روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا مزایا و معایب این روش‌ها را به تفصیل بیان نموده است. یافته‌های ایشان نشان داد که برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، روش شیءگرا در مقایسه با روش پیکسل پایه نتایج بهتری را ارائه می‌نماید. هوساین و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شیءگرا و تصاویر VHR (تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا)، روند تغییرات کاربری اراضی را بررسی کردند و نشان دادند که روش شیءگرا در بررسی روند تغییرات کاربری اراضی موفق‌تر است. در ایران نیز فیضی‌زاده و هلالی (۲۰۱۰) در تحقیقی روش‌های پیکسل پایه و شیءگرا را مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش طبقه‌بندی شیءگرا با افزایش دقت ۷ درصد در هر دو شاخص صحت کلی و کاپا، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دقت بیشتری دارد. مروری بر تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که روش شیءگرا برای تهیهٔ نقشه کاربری اراضی پرکاربرد و دقیق است. حال آن‌که هر چند روش‌های پیکسل‌پایه و شیءگرا در مطالعات کاربری اراضی به وفور به کار گرفته شده‌اند ولی برای تفکیک پوشش‌های گیاهی با ترکیب و ساختار متفاوت یعنی تیپ‌های گیاهی مختلف که به دلیل ماهیت آن‌ها تا حدودی رفتارهای طیفی مشابهی را از خود به نمایش می‌گذارند، صورت نگرفته است. لذا مقایسه این دو روش برای دستیابی به انتخاب روشی بهتر برای تشخیص واحدهای مجزای گیاهی بر اهمیت و ضرورت انجام این موضوع صحه می‌گذارد. پژوهش حاضر با هدف مقایسهٔ دو روش طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا، و همچنین تهیهٔ نقشه پوشش گیاهی با این دو روش در مراتع منطقه نیمه‌استپی با پوشش گیاهی نسبتاً کم صورت گرفته است. و در نهایت توانایی این دو روش، در تهیه نقشه پوشش گیاهی مراتع مرجن در شهرستان بروجن مورد ارزیابی قرار گرفته است.

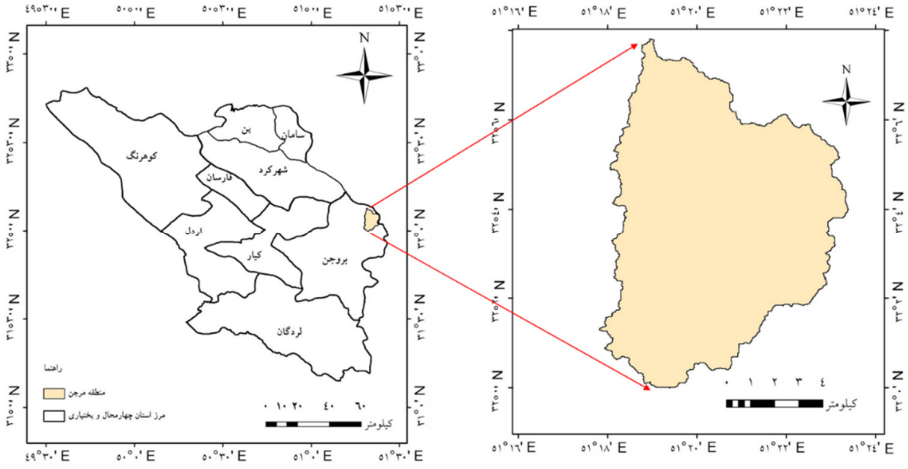
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مرتع مرجن در ۱۰ کیلومتری شهر بروجن با مساحتی معادل ۷۷۱۲ هکتار در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. از نظر جغرافیایی در حدفاصل "۵۱°۱۷′۲۴ تا "۵۱°۲۲′۴۸ طول شرقی و "۳۲°۷′۴۸ تا "۳۱°۵۹′۲۴ عرض شمالی قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریا در این رویشگاه ۲۲۰۰ متر از سطح دریای آزاد است. متوسط بارندگی طبق آمار ۲۵ ساله برابر ۲۵۵ میلی‌متر و در سال ۲۰۱۸ میانگین بارش در این منطقه برابر ۱۲۷/۶ میلی‌متر بوده است. طبق تقسیم‌بندی کوپن این منطقه دارای اقلیم معتدل و سرد با تابستان‌های گرم و خشک است. پوشش غالب مرتع گراس‌های چندساله و گونه‌های بوته‌ای است. در این تحقیق به منظور تهیه نقشه پوشش گیاهی از تصاویر لندست ۸ و تصویر گوگل ارث (Google Earth) با بزرگ‌نمایی ۲۰ مربوط به خرداد ۲۰۱۷ استفاده شده است. برای تهیه نقشه تیپ‌بندی و پوشش گیاهی و تفسیر بصری از نرم‌افزار Arc Map 10.3 استفاده شد. همچنین برای انجام طبقه‌بندی شیءگرا و طبقه بندی پیکسل پایه و دقت سنجی نقشه‌های تولیدی و دیگر فرایندهای مربوط به ارزیابی دقت از نرم‌افزار TerrSet استفاده شد.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن نسبت به استان چهارمحال و بختیاری

ورود تصویر Google Earth به نرم‌افزار GIS: ابتدا تصاویر منطقه مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Offline Map Maker با بزرگ‌نمایی ۲۰ از سامانه Google Earth تهیه شد. پس از نقشه تهیه شده رقومی برای انجام تفسیر بصری و مشخص کردن مرزها، تصویر به محیط نرم‌افزاری GIS انتقال یافت. مرز منطقه مورد نظر یا محدوده طرح روی تصویر مورد نظر انداخته و مشخص گردید. سپس به منظور بررسی نقشه پوشش گیاهی منطقه، ابتدا پدیده‌های همگن از لحاظ عوامل و فاکتورهای تفسیر، نظیر شکل، بافت، تن، رنگ، الگو و ...کشف شدند. آن‌گاه پدیده‌های کشف شده با ترسیم خطوط از یکدیگر تفکیک و در ادامه پدیده‌هایی که از قبل مشخص شده بودند با انجام بررسی و مطالعات زمینی به صورت نمونه‌ای، شناسایی شدند. برای شناسایی تیپ‌های گیاهی در این تحقیق از سیمای ظاهری (فیزیونومیک) و ترکیب گونه‌ای (فلورستیک) استفاده شد. در نهایت، کل منطقه مرجن پس از تفکیک کاربری اراضی کشاورزی به ۷ تیپ اصلی تقسیم شد که نام گذاری تیپ‌ها بر اساس گونه‌های غالب انجام گرفت. این ۷ تیپ شامل موارد زیر بود:

۱) Agriculture

۲) *Astragalus verus*

۳) *Bromus tomentellus*

۴) *Scariola orientalis*

۵) *Astragalus verus-Bromus tomentellus*

۶) *Astragalus verus-Stipa hohenikeriana*

۷) *Bromus tomentellus-Stipa hohenikeriana*

نقشه پوشش تیپ‌های گیاهی و تصحیحات: نقشه کاربری اراضی اصلی از طریق تهیه تصاویر Google Earth با دقت بزرگ‌نمایی ۲۰، به وسیله نرم‌افزار Universal Map Downloader ver. 9.37 به صورت رقومی تهیه و وارد نرم‌افزار Arc Map ver. 10.3 شد. سپس این تصاویر با دقت بسیار بالایی با چشم به صورت تفسیر چشمی روی نمایشگر تفسیر شدند. پس از بررسی میدانی و تدقیق زمینی این نقشه‌ها به دلیل دقت بالای آن، به عنوان نقشه مبنای ارزیابی دقت، برای ارزیابی تکنیک‌های طبقه‌بندی شیءگرا و پیکسل‌پایه مورد استفاده قرار گرفت. تصاویر ماهواره‌ای به دلایل مختلفی ممکن است در بردارنده برخی خطاها باشند که برای به‌دست آوردن اطلاعات صحیح، نیازمند اصلاح هستند. ابتدا تصاویر از لحاظ خطاهای رادیومتری، هندسی و ... مورد ارزیابی قرارگرفتند. از آنجا که در سنجنده OLI این ماهواره قابلیت انجام تنظیمات هندسی مداری (On-orbit geometric calibration) تعبیه شده است به همین دلیل دارای دقت هندسی بسیار بالایی حتی کمتر از پیکسل می‌باشند. به همین دلیل پس از بررسی دقت هندسی تصاویر، تصحیحات هندسی انجام نگرفت، چرا که تصحیحات رادیومتری و هندسی به روی این تصاویر قبلاً اعمال شده است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

ایجاد ترکیبات باندی و قطعه‌بندی تصاویر: به منظور بررسی تفکیک‌پذیری طبقات در تصاویر ماهواره‌ای ۹ باند از ۱۱ باند تصویر لندست ۸ انتخاب گردید. باند ۱ و ۹ که به‌ترتیب میزان ذرات معلق (آئروسل) و ابرهای موجود در تصویر را نشان می‌دهند و بنابراین از لیست نهایی باندهای مورد استفاده حذف گردیدند. این مجموعه باندی برای طبقه‌بندی تصاویر در یک مجموعه (Collection) مورد استفاده قرار گرفتند.

ترکیب رنگی کاذب نمونه تعلیمی: در تحقیق حاضر، جهت ایجاد تصاویری که نمونه‌های تعلیمی بر روی آن‌ها انتخاب می‌گردد، از متداول‌ترین ترکیب‌های رنگی کاذب برای مطالعه پوشش‌گیاهی یعنی باندهای ۵ و ۴ و ۳ که به‌ترتیب نماینده باند مادون قرمز، قرمز و سبز می باشند، بهره گرفته شد. با استفاده از دستور Overlay و مرز منطقه مورد نظر، باندهای مختلف تصویر منطقه برش داده شد و نقشه مرتع مرجن از سایر مناطق همجوار جدا گردید. همچنین نمونه‌های تعلیمی به تعداد ۹۷ نمونه، شامل ۱۳ نمونه برای تیپ اراضی کشاورزی، ۲۱ نمونه برای تیپ *As.ve*، ۲۲ نمونه برای تیپ *Br.to*، ۱۳ نمونه برای تیپ *Sc.or*، ۱۹ نمونه برای تیپ *As.ve-Br.to*، ۸ نمونه برای تیپ *As.ve-St.ho*، ۱۱ نمونه برای تیپ *Br.to-St.ho* انتخاب و برای اعمال طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت.

اعمال طبقه‌بندی پیکسل‌پایه به روش حداکثر احتمال[1]: روش طبقه‌بندی نظارت‌شده بیشترین شباهت، پیشرفته‌ترین و مقبول‌ترین طبقه‌بندی‌کننده‌ای است که در طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دوری کاربرد دارد. این روش به هنگام طبقه‌بندی یک پیکسل ناشناخته بر اساس حداکثر شباهت، به ارزیابی کمی واریانس و کوواریانس الگوهای انعکاس طیفی طبقات می‌پردازد. در این تحقیق، بعد از محاسبه میزان تفکیک‌پذیری بین زوج طبقات پوشش زمین بر مبنای باندهای مورد استفاده، در نهایت با معرفی نمونه‌های طیفی تعلیمی (Training signature file) که از منطقه مورد مطالعه و با استفاده از GPS برداشت شده بود و پس از ایجاد نمونه‌های تعلیمی از آن‌ها در خوارزمیک حداکثر احتمال شباهت (Maximum likelihood classification) طبقه‌بندی تصویر با شانس انتخاب یکسان برای تمامی کاربری‌ها صورت گرفت.

استفاده از روش شیءگرا در طبقه‌بندی تصویر: قطعه‌بندی به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (نظیر ارزش عددی و بافت و...) مهم‌ترین معیار مشترک آن‌هاست (۱۲)، اولین و مهم‌ترین مرحله، در طبقه‌بندی تصویر تفکیک آن به واحدهای تصویری مجزای همگن می‌باشد (۱۵). در نرم‌افزار TerrSet ver.18 تصاویر بر اساس چهار فاکتور پهنای پنجره (Window width)، تحمل تشابه (Similarity tolerance)، عامل میانگین وزنی (Weight mean factor) و فاکتور واریانس وزنی (Weight variance factor) به قطعات همگن تقسیم می‌گردد. در تحقیق حاضر، برای استخراج تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی پهنای پنجره ۳ و تحمل تشابه ۱۰ با میانگین وزنی و واریانس ۰/۵ انتخاب شدند. بر مبنای تصاویر قطعه‌بندی شده، معرفی امضاهای طیفی، با استفاده از تصویر کاذب و بر اساس نمونه‌های تعلیمی انتخاب شده در عرصه، نزدیک‌ترین و شبیه‌ترین قطعات به عنوان قطعه‌های آموزشی معرفی شدند و بر روی تصویر کاذب، معرفی گردیدند. سپس، طبقه‌بندی شیءگرا با معرفی تصویر قطعه‌بندی و خروجی طبقه‌بندی حداکثر احتمال در خوارزمیک (Segclass) انجام شد و نقشه تیپ‌بندی پوشش گیاهی منطقه با استفاده از طبقه‌بندی شیءگرا برای اندازه کرنل ۳ و دامنه شباهت ۱۰ ساخته شد.

ارزیابی صحت‌سنجی نقشه‌های تولیدی: در این مرحله از پژوهش، برای کسب اطمینان از صحت طبقه‌بندی، اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی انجام شده برای نقشه‌های تهیه شده گردید، با مطابقت دادن نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی حاصل از مطالعات میدانی، ماتریس خطا تشکیل شد و بر اساس آن، دقت کلی و ضریب کاپا محاسبه گردید. بدین منظور برای انجام ماتریس خطا از ۹۱۲ نقطه برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی‌ها استفاده شد. این نقاط از تصاویرGoogle Earth و برداشت‌های زمینی تهیه گردید.

[1]- Maximum Likelihood Classification

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

مقایسه آماری روش‌های طبقه بندی

به منظور مقایسه آماری بین روش‌های طبقه بندی شیءگرا و پیکسل پایه از آزمون تی-جفتی استفاده شد. در این آزمون روش‌های طبقه‌بندی به عنوان جفت‌ها و مقادیر صحت هر یک از تیپ‌های گیاهی به عنوان متغیر در نظر گرفته شد. این آزمون برای دو حالت با احتساب و بدون احتساب اراضی کشاورزی به عنوان یک طبقه از پوشش اراضی (وقتی که فقط تیپ‌های گیاهی در نظر گرفته شوند) محاسبه و انجام شد. فرایند کلی انجام تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است.

نتایج

نتایج حاصل از تفسیر چشمی و کدگذاری تیپ‌های گیاهی و پس از آن کنترل صحرایی تیپ‌های گیاهی بر روی عرصه، نقشه واقعیت زمینی بود که در نرم‌افزار GIS ساخته و به صورت رستری برای انجام آنالیزهای بعدی وارد نرم‌افزار TerrSet شد که در شکل ۳ نشان داده شده است. چنانچه در این نقشه ملاحظه می‌شود. قطعات تیپ‌های گیاهی در واحدهای کاملاً مجزایی از قطعات بزرگ تا کوچک نشان داده شده است. نقشه طبقه‌بندی تصویر با استفاده از روش پیکسل‌پایه به روش حداکثر احتمال در شکل ۴ به نمایش درآمده است. در این تصویر هر چند الگوی کلی شبیه نقشه واقعیت زمینی شکل ۳ نشان داده شده است ولی گاهاً برخی تیپ‌های گیاهی به صورت لکه‌هایی در درون تیپ‌های دیگر مشاهده می‌شوند. همچنین نقشه قطعه‌بندی حاصل از اعمال پهنای پنجره ۳ و تحمل تشابه ۱۰، به روش طبقه‌بندی شیءگرا در شکل ۵ نشان داده شده است. چنانچه در شکل ۵ مشاهده می‌شود، حالت بینابینی بین نقشه واقعیت زمینی و نقشه پیکسل‌مبنا در این شکل مشاهده می‌شود. یعنی تا حدودی واحدهای مجزایی از تیپ‌های گیاهی در این شکل مشاهده ولی گاهاً در درون یک تیپ گیاهی نیز قطعات مجزایی از تیپ‌های دیگر نیز مشاهده می‌شود.

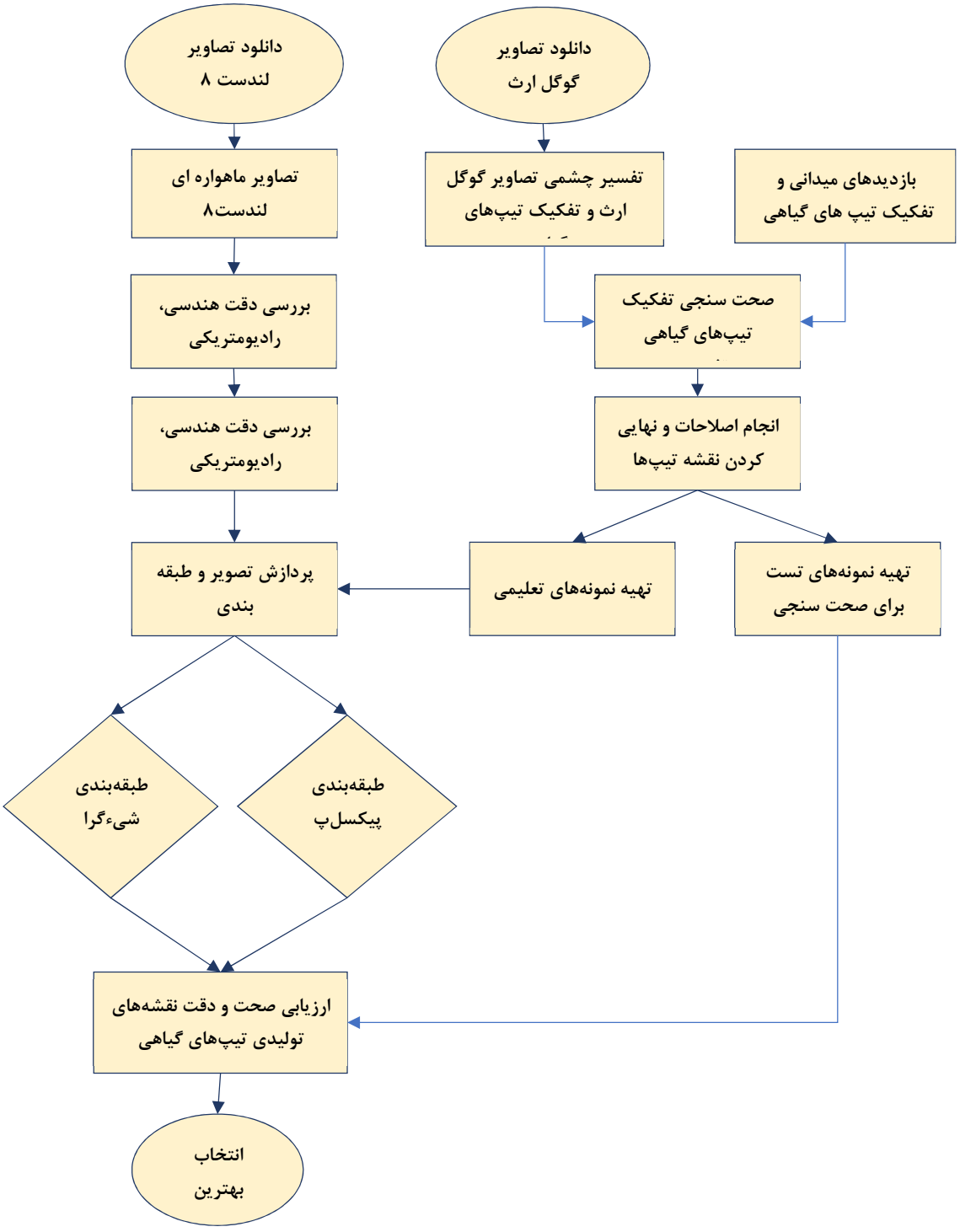
صحت نقشه طبقه‌بندی شده به روش ماتریس خطا و ضریب کاپا بدست آمد (جدول ۱). بررسی دقت و ضریب کاپای هر دو روش نشان داد که در روش پیکسل‌پایه و شیءگرا تیپ گیاهی *As.ve.-Br.to* با ۰/۶۹۶۲ و *Br.to* با ۰/۷۱۱۲ به ترتیب بیشترین دقت طبقه بندی را داشته اند. حال آنکه *As.ve* با ۰/۴۸۸۴ در روش طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و همین تیپ گیاهی در روش شیءگرا نیز با دقت ۰/۵۳۳۵ دارای کمترین مقدار دقت در بین تیپ‌های گیاهی بود است. سایر تیپ‌های گیاهی دارای دقتی بین دو گروه مذکور بوده‌اند.

ضریب کاپای کل در روش پیکسل پایه برابر ۰/۵۹۲۷ و برای روش شیءگرا برابر ۰/۶۳۶۲ و دقت کل طبقه‌بندی برای روش پیکسل‌پایه معادل ۰/۷۷۱۶ و برای روش شیءگرا نیز معادل ۰/۸۰۵۶ بوده است. به طور کلی روش شیءگرا دارای دقت و ضریب کاپای بیشتری با نقشه واقعیت زمینی می‌باشد.

مقایسات میانگین آماری حاصل از روش پیکسل پایه وشیءگرا به روش تی-جفتی نیز برای دو حالتی که اراضی کشاورزی در نظر گرفته شوند و یا نشوند (فقط تیپ‌های گیاهی در نظر گرفته شوند) در جدول ۲ نشان داده شده است. چنانچه در این جدول مشاهده می گردد، در هر دو حالت، تفاوت معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) بین روش شیء گرا و پیکسل پایه وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که در کل، روش شیءگرا برای تیپ‌بندی گیاهی به طور معنی‌داری در مقایسه با روش پیکسل پایه عمل کرده است (جدول ۲).

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

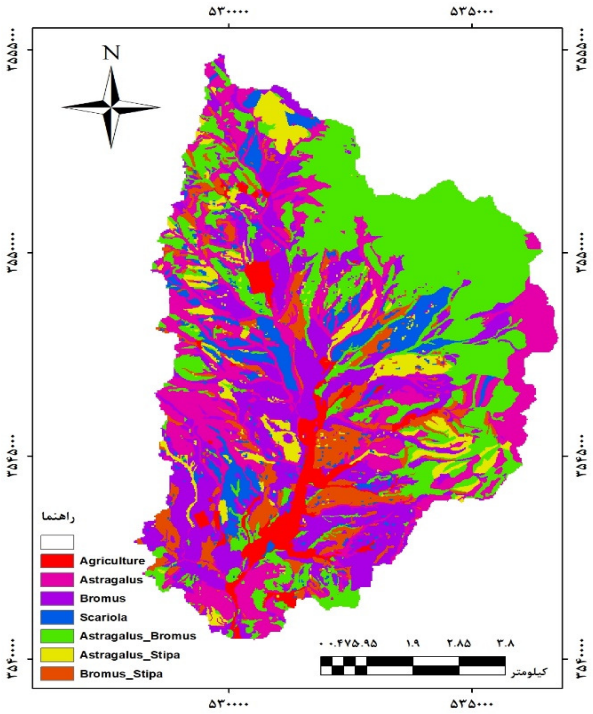
[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]



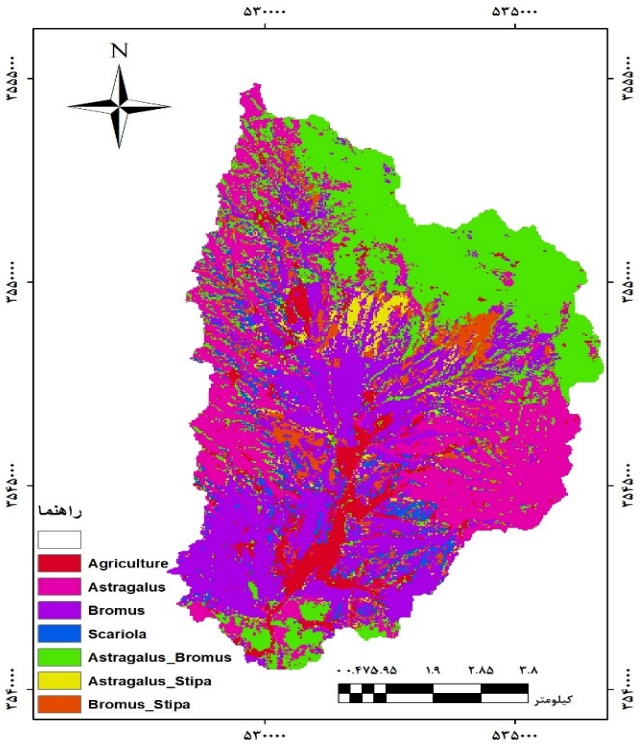
شکل ۲: فلوچارت فرایند تهیه و مقایسه نقشه‌های حاصل از تیپ‌بندی گیاهی به روش شی‌گرا و پیکسل‌پایه

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]



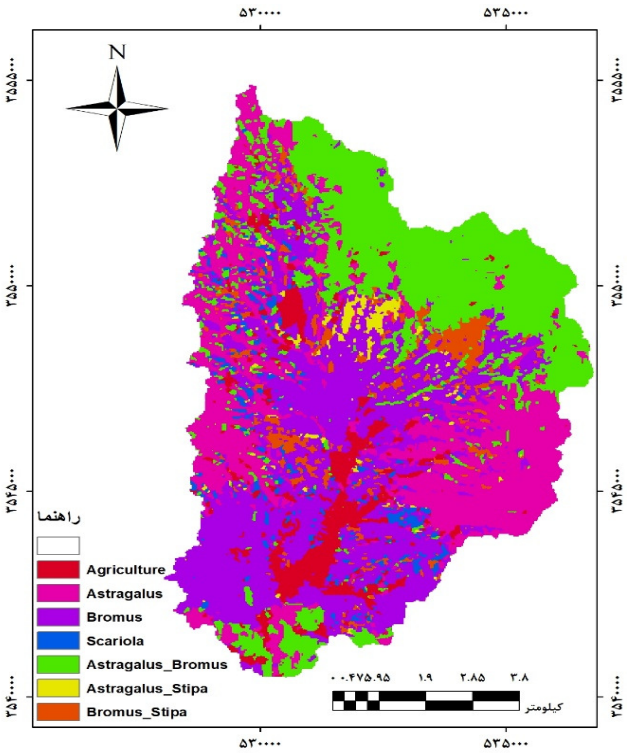
شکل ۳: نقشه واقعیت زمینی حاصل از تفسیر چشمی و کنترل صحرایی تیپ‌های گیاهی



شکل ۴: نقشه حاصل از طبقه‌بندی روش پیکسل‌پایه تیپ‌های گیاهی

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]



شکل ۵: نقشه حاصل از طبقه‌بندی شیءگرای تیپ‌های گیاهی

جدول ۱: مقایسه ضریب کاپا و صحت طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا

طبقات پوشش و کاربری اراضی	پیکسل پایه	شیءگرا
اراضی کشاورزی	۰/۵۲۹۱	۰/۵۴۹۱
Astragalus verus	۰/۴۸۸۴	۰/۵۳۳۵
Bromus tomentellus	۰/۶۲۶	۰/۷۱۱۲
Scariola orientalis	۰/۵۱۰۲	۰/۶۴۸۳
Astragalus verus-Bromus tomentellus	۰/۶۹۶۲	۰/۶۸۲۱
Astragalus verus-Stipa hohenikeriana	۰/۶۴۰۳	۰/۶۸۳۲
Bromus tomentellus-Stipa hohenikeriana	۰/۶۰۲۹	۰/۶۵۳۰
ضریب کاپای کل	۰/۵۹۲۷	۰/۶۳۶۲
صحت طبقه‌بندی	۰/۷۷۱۶	۰/۸۰۵۶

جدول ۲: مقایسه میانگین حاصل از مقایسه زوجی دقت طبقه بندی تیپ‌های گیاهی

جفت مورد مقایسه	تفاضل میانگین	انحراف معیار	خطای معیار میانگین	مقدار t	درجه آزادی	سطح معنی داری
پیکسل پایه - شیء گرا بدون احتساب اراضی کشاورزی	-۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۲	-۲/۸۰	۵	۰/۰۳۸
پیکسل پایه - شیء گرا با احتساب اراضی کشاورزی	-۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۲	-۲/۸۷	۶	۰/۰۲۸

بحث و نتیجه‌گیری

هر چند طبقه‌بندی پوشش اراضی تاکنون موضوع تحقیقات زیادی بوده است. ولی به دلیل محدودیت‌های قدرت تفکیک طیفی و زمینی داده‌های لندست، تاکنون از این داده‌ها کمتر برای طبقه‌بندی تیپ‌های پوشش‌گیاهی استفاده شده است. در این پژوهش، محاسن و معایب دو

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

روش طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا برای تیپ‌بندی گیاهی که سطحی جزئی‌تر از نوع پوشش اراضی است، مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتایج حاصل از طبقه‌بندی پیکسل‌پایه که در شکل ۴ نشان داده شده است گویای آن است که تعداد واحدهای پوشش گیاهی در منطقه بسیار زیاد و در بیشتر مواقع از قطعات کوچکی تشکیل شده است. این طبقه‌بندی دارای ضریب کاپای ۰/۵۹۲۷ و دقت طبقه‌بندی ۰/۷۷۱۶ می‌باشد (جدول ۱). در طبقه‌بندی پیکسل‌پایه از روش حداکثر احتمال استفاده شد. در روش حداکثر احتمال، واریانس و کوواریانس داده‌ها ارزیابی می‌شود و فرض می‌گردد که همهٔ مناطق تعلیمی پراکنش یکسانی دارند. از آنجا که نمونه‌های تعلیمی باید معرف کل کلاس‌ها باشند، هرچه تعداد آن‌ها بیشتر باشد، تغییرات بیشتری از ویژگی‌های طیفی در گسترهٔ متغیرها قرار خواهد گرفت (۳). از آنجا که در طبقه‌بندی پیکسل‌پایه، تنها به مقادیر بازتابش طیفی پدیده‌های درون یک پیکسل توجه می‌شود و هر پیکسل مستقل از پیکسل‌های مجاور مورد ارزیابی و سنجش قرار می‌گیرد، به همین دلیل گاهاً بروز تعداد زیاد واحدهای یک تیپ‌گیاهی در یک منطقه، خصوصا مواقعی که پوشش گیاهی از همگنی کمتری برخوردار باشد و تغییرات بین پیکسل‌ها زیاد باشد، امری طبیعی است که در نقشه خروجی این روش نیز در شکل ۴ کاملاً هویدا است (مقایسه شکل ۳ و ۴).

نقشه حاصل از روش طبقه‌بندی شیءگرا در شکل ۵ گویای آن است که تیپ‌های گیاهی تا حدود زیادی با نقشه واقعیت زمینی انطباق بیشتری دارند، روش قطعه‌بندی تصویر، فرایند یکپارچه‌سازی پیکسل‌ها براساس همگنی پدیده‌های تصویری است و براساس سه شاخص ۱) رنگ- شکل، ۲) فشردگی-همواری، و ۳) شاخص مقیاس کنترل می‌شود (۵). به همین دلیل وقتی که نقشه حاصل از طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شیءگرا با روش تفسیر چشمی منطقه مورد مقایسه قرار می‌گیرد (مقایسه شکل‌های ۴ و ۵ با شکل ۳) گویای آن است که نقشه حاصل از روش شیءگرا انطباق بیشتری در مقایسه با روش پیکسل پایه با نقشه واقعیت زمینی دارد. با این وجود، هر طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته است تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد (۱۶). با بررسی دقت و ضریب کاپای هر دو روش، نیز این واقعیت نشان داده می‌شود. نتایج حاصل از شاخص‌های ارزیابی دو روش نشان می‌دهند که در هر دو شاخص، دقت کل و ضریب کاپا در روش طبقه‌بندی شیءگرا به ترتیب با ۰/۸۰ و ۰/۶۳ نسبت به روش پیکسل‌پایه با میزان به ترتیب ۰/۷۷ و ۰/۵۹ دقت و صحت بیشتری دارد. مقدار افزایش دقت در روش شیءگرا ارتباط مستقیم با پارامترهای قطعه‌بندی دارد (۱۲) که در این تحقیق بر اساس یافته‌های قبلی حداقل پهنای پنجره یعنی ۳ و فاصله ۱۰ پیکسل و عامل میانگین وزنی و عامل واریانس وزنی ۰/۵ در نظر گرفته شد. در تصاویری که اندازه پیکسل از بسیاری از پدیده‌ها کوچک‌تر است و امکان به‌دست آوردن اطلاعات ترکیبی آن‌ها وجود دارد، روش شیءگرا از نظر تئوری و عملی منطقی‌تر است (۵). در روش شیءگرا به دلیل استفاده از گروه همگنی از پیکسل‌ها به جای پیکسل‌های منفرد، ناکارآمدی روش‌های پیکسل مبنا در پردازش تصاویر با قدرت تفکیک بالا را تا حدود زیادی بر طرف کرده است. این امر به ویژه برای تیپ‌های گیاهی که کاربران اطلاعات کلی از آن‌ها را می‌خواهند و نه جزئیات تغییرات درون هر تیپ گیاهی را، از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین این روش معمولاً طبقه‌بندی‌هایی با دقت بیشتری ارائه می‌کند (۵، ۱۲، ۱۳).

ارزیابی دقت و ضریب کاپای تیپ‌های گیاهی در دو روش نشان داد که در روش پیکسل‌پایه و شیءگرا تیپ‌گیاهی *As.ve-Br.to* با ۰/۶۹۶۲ و *Br.to* با ۰/۷۱۱۲ به ترتیب بیشترین دقت طبقه‌بندی را داشته‌اند (جدول ۱). از آنجا که تیپ‌های گیاهی *Br.to* معمولاً در مناطق دشتی و هموار و بیش‌تر به صورت توده‌هایی نسبتاً خالص یافت می‌شوند و پوشش نسبتاً انبوهی را ایجاد می‌کنند، از این‌رو دقت بالای جداسازی این تیپ‌گیاهی در مقایسه با سایر تیپ‌های گیاهی امری مورد انتظار است. خصوصاً هنگامی که پهنه تحت اشغال این تیپ گیاهی از طریق روش شیءگرا در قالب پهنه‌های نسبتاً همگن شناسایی شوند. از این‌رو دقت بالاتر شناسایی تیپ‌گیاهی *Br.to* در مقایسه با تیپ‌های دیگر در روش شیءگرا قابل توجیه است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان‌دهندهٔ کارآیی و اعتمادپذیری

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

بالای روش شیءگرا در استخراج نقشهٔ پوشش گیاهی است که با نتایج تحقیق هویسان و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد. دلیل اینکه روش شیءگرا داری دقت و ضریب کاپای بیشتری شد را می‌توان تا حدودی دو مرحله‌ای بودن این روش یعنی ابتدا تقسیم بندی تصویر به قطعات همگن و سپس طبقه‌بندی بر اساس نمونه‌های تعلیمی در مناطق همگن برشمرد. در این روش با تقسیم‌بندی تصویر به قطعاتی که علاوه بر بازتابش طیفی نسبتاً همگن در مجاورت همدیگر نیز قرار دارند که شانس بودن از یک نوع پدیده و یکنواختی بیش‌تر در بازتابش طیفی را نیز به همراه دارد، موجب می‌گردد که نخست نمونه‌های تعلیمی حاصل از قطعات، همگن و یکنواخت‌تر و به عبارتی نمونه بارزتری از آن پدیده باشند و دوم اینکه فرایند طبقه‌بندی که بر اصل مجاورت پیکسل‌های همگن ناشی از پدیده‌های یکسان استوار است، را تسهیل و در نتیجه دقت طبقه‌بندی بالا رود و در نتیجه تصویر خروجی حاصل از آن نیز از دقت بالاتری برخوردار باشد.

تیپ‌گیاهی *As.ve* با دقت ۰/۴۸۸۴ در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و با دقت ۰/۵۳۳۵ در روش شیءگرا نیز دارای کم‌ترین مقدار دقت در بین تیپ‌های گیاهی بود است. سایر تیپ‌های گیاهی دارای دقتی بین دو گروه مذکور بوده‌اند (جدول ۱). اراضی کشاورزی نیز از دقت نسبتاً پائینی در هر دو روش برخوردار بوده‌اند. علت این امر را شاید بتوان هم پوشانی طیفی و مشابهت نسبی در الگوی بازتابشی این تیپ‌های پوشش اراضی در وهله اول دانست. متین فر و همکاران (۲۰۰۸) نیز اظهار می‌دارند که شباهت در الگوهای طیفی باغ با زمین‌های زراعی و آبرفت‌های بادبزنی شکل، عامل کاهش صحت نقشه‌های نهایی تولید شده بوده است (۱۷). در وهله دوم پراکندگی با فواصل گونه *Astragalus verus* را شاید بتوان دلیل دقت پائین طبقه‌بندی این پوشش گیاهی در مقایسه با سایر پوشش‌های گیاهی منطقه دانست.

با استناد و مقایسه با منابعی نظیر دلاپیان و اسمیت (۱۹۹۹) نتیجه می‌گیریم که، نتایج حاصل از هر دو روش طبقه‌بندی از دقت قابل قبولی برخوردار هستند اما روش شیءگرا با دقت ۰/۸۰ و ضریب کاپای ۰/۶۳ دقت بالاتری نسبت به روش پیکسل‌پایه با دقت ۰/۷۷ و ضریب کاپای ۰/۵۹ دارد. علیرغم تفاضل نسبتا کم دقت کل و ضریب کاپای دو روش، ولی این تفاوت با در نظر گرفتن تفاوت حاصله از تیپ‌های گیاهی مختلف و همچنین نتایج جدول ۲ گویای برتری معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۵$) روش شیءگرا در مقایسه با روش پیکسل پایه می باشد. از آنجا که در طبقه‌بندی شیءگرا با درنظر گرفتن اطلاعات مربوط به شکل، بافت و اطلاعات طیفی تصویر، اقدام به طبقه بندی می‌کند، در مرحله اول طبقه‌بندی به صورت گام به گام با تعریف روابط همسایگی بین پیکسل‌ها و شباهت بازتابشی بین آنها انجام می‌گیرد. سپس در مرحله‌ی بعدی با توجه به مقیاس و قدرت تفکیک مکانی تصویر، روابط توپولوژی و قطعه‌بندی بین اشیاء برقرار شده و شیءهای تصویری طبقه‌بندی می‌شوند (۱۱). لذا عامل دقت بیشتر در روش شیءگرا نسبت به پیکسل پایه می‌تواند به این دلیل باشد. برای استخراج اطلاعات کاربری اراضی از تصاویر رقومی ماهواره‌ای روش‌های متفاوتی ارائه شده که هر یک دارای نقاط ضعف و برتری خاص خود است. در این راستا روش‌های شیءگرا به جهت بهره‌مندی از الگوریتم‌های دانش‌پایه توانسته است بر ضعف روش پیکسل‌پایه در استفاده نکردن از اطلاعات هندسی و بافتی اجسام غلبه کند (۶ و ۲۷). با این حال محدودیت در انتخاب پارامترهای بهینهٔ قطعه‌بندی و خطای بالقوه موجود در قطعه‌بندی از مشکلات و آسیب‌های قطعه‌بندی و روش شیءگرا محسوب می‌شود. خطاهای موجود در قطعه‌بندی می‌تواند باعث بروز خطا (حذف یا اضافه شدن) در طبقه‌بندی شود، که استفاده از این روش را با چالش جدی مواجه می‌سازد. که بهترین میزان این فاکتورها با آزمون و خطا به دست می‌آید (۲۰). حال آنکه این امر در تیپ بندی گیاهی که لازمه آن اجتناب از تشخیص واحدهای خیلی کوچک است منجر به بهبود نتایج طبقه بندی در مقایسه با روش پیکسل پایه شده است (جدول ۲). با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و سایر تحقیقات انجام شده می‌توان بیان داشت که در صورتی که فرایند قطعه‌بندی به درستی انجام گیرد، روش طبقه‌بندی شیءگرا برای استخراج نقشه‌های پوشش گیاهی از روش‌های پیکسل پایه مناسب‌تر و دقیق‌تر است.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

References

1. Abbasi, S. & F. Amiri Baghbadrani, 2010. Importance of Vegetation in Biodiversity Measurement. National Biodiversity Conference and its Impact on Agriculture and Environment, Urmia, National Iranian Plant Gene Bank. (In Persian)
2. Ahmadpour, A., M. Shokri, K. Soleimani & G. Ghorbani, 2010. Evaluation of plant communities by remote sensing methods: (Case study: presrved area of Goloul va Sarani). Journal of Rangeland, 4 (3): 359-348. (In Persian)
3. Alavipanah, S.K., 2003. Application remote sensing in geology (earth sciences), Institute of Tehran University Press, 478 p. (In Persian)
4. Austin, M.P., 1977. Use of ordination and other multivariate descriptive methods to study succession. Plant Ecology, 35(3): 165-175.
5. Baatz, M. & A. Schape, 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.
6. Blaschke, T., 2010. Object based image analysis for remote sensing. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 65(1): 2-16.
7. Chen, M., W. Su, L. Li, Chao, Z. A. Yue & H. Li, 2009. Comparison of pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 imagery, Wseas. Transactions on Information Science and Applications, 3(6): 477-489.
8. Culman, S.W., H.G. Gauch, C.B. Blackwood & J.E, Thies, 2008. Analysis of T-RFLP data using analysis of variance and ordination methods: a comparative study. Journal of Microbiological Methods, 75(1): 55-63.
9. Depew, J.J., 2004. Habitat selection and movement patterns of cattle and white-tailed deer in a temperate savanna (Doctoral dissertation, Texas A&M University).
10. Dellepiane, S. G. & P. C, Smith, 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land cover mapping: A review and a proposal for a cost-based approach. International Journal of Remote Sensing, 20(8):1461-1486.
11. Feizizadeh, B. & H. Helali, 2010. Comparison pixel-based, object-oriented and effective parameters in the classification land cover / land use of west province Azerbaijan. Physical Geography Research, 42(71): 73-84. (In Persian)
12. Feizizadeh, B., A. Zand Karimi, M. Pirnazr & H. Abedi gheshlaghi, 2015. Assessing the use fuzzy algorithms in increasing the accuracy of land use maps by object-oriented processing methods. Geographical Data, 24: 1-8. (In Persian)
13. Gao, Y., J.F. Mas & Navarrete, A, 2009. The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data. International Journal of Digital Earth, 2(3): 219-236.
14. Hussain, M., Chen, A., Cheng, H. Wei & D. Stanley, 2013. Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 80: 91-106.
15. Huang, L., & L. Ni, 2008. Object-oriented classification of high-resolution satellite image for better accuracy. Proceedings of the 8th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Sciences, Shanghai, P. R. China, June 25-27: 211-218.
16. Lillesand, T.M., & R.W. Kiefer, 2001. Remote sensing and image interpretation and Sons, inc. USA, 210 P.
17. Matinfar, H.R., F. Sarmadian, S.K. Alavipanah & R. Heck, 2008. Characterizing land use/land cover types by Landsat7 data based upon object-oriented approach in Kashan region. Iranian journal of Rangeland and Desert Research, 14 (4): 589-602. (In Persian)
18. Malmyrian, H., 2004. Guide to Subject Mapping of Satellite Images, University of Tehran Publications. (In Persian)
19. Mountrakis, G., J. Im & C. Ogole, 2011. Support vector machines in remote sensing: A review. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66(3): 247-259.
20. Mori M., Y. Hirose., Y.L. Akamatsu & Y. Li, 2003. Object- based classification of IKONOS data for rural Land use mapping, Http://www.define.com. eCognition Applied Notes , Vol. 5 , No. 1.
21. Naghipour, A.A., S. Nabizadeh & J. Pourezaie, 2019. The Effects of fire on vegetation dynamics in semi-steppe rangelands (Case study: Buin va Miandasht, Isfahan province). Iranian journal of Rangeland and Desert Research, 26 (3): 341-350. (In Persian)
22. Pettorelli, N., J.O. Vik., A. Mysterud., J.M. Gaillard., C.J. Tucker & N.C. Stenseth, 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends in Ecology & Evolution, 20(9): 503-510.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]

23. Rayegani, B. H., Arzani, E., Heydari Alamdarloo & M. M. Moghadami, 2019. Application of remote sensing to assess climate change effects on plant productivity and phenology (Case study area: Tehran Province). Journal of Rangeland, 13 (3): 450-460. (In Persian)
24. Shokri, M., F. Yeganrad, N., Safaiyan, S.H. Aghamiri & A. Goorabchian 1994. Ecological study of the protected area of the head. Iranian Environmental Agency. (In Persian)
25. Sohrabi, A., J. Ghorbani, G. Heydari & S. Rastegar, 2019. Vegetation changes in rangeland restored by *Prangos ferulacea* pit-seeding in Dalvara and Kalvary rangelands in Chaharmahal and Bakhtiari province. Journal of Rangeland, 12 (4): 411-425. (In Persian)
26. Walter, V., 2004. Object-based classification of remote sensing data for change detection. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 58: 225-238.
27. Zafarian. E., A. Ebrahimi & R. Omidipour, 2018. Evaluation of the efficiency of satellite imagery classification approaches in monitoring of land cover changes (Case study: Shahrekord basin, Chaharmahal va Bakhtiari). Journal of Range and Watershed Management. 71: 699-714. (In Persian)
28. Zaree, A., E. Asadi, A. Ebrahimi, M. Jafari & A. Malekian, 2019. Study of temperature and precipitation changes under climate changes scenarios in rangelands of ChaharMahal-va-Bakhtiari. Journal of Rangeland, 12 (4): 426-436. (In Persian)

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1399.14.2.8.8]