



مقایسه روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی استان اردبیل

آزاد کاکه‌ممی^۱، اردوان قربانی^{۲*}، فرشاد کیوان بهجو^۳، امیر میرزایی موسی‌وند^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳. دانش‌آموخته دکتری مرتعداری، دانشگاه محقق اردبیلی

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۸ تیر ۱۳۹۶

پذیرش: ۲۲ مهر ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۲۰ آبان ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

کاربری اراضی

سنجده OLI

طبقه‌بندی نظارت‌شده

طبقه‌بندی شیء‌پایه

استان اردبیل

چکیده

تهیه نقشه کاربری / پوشش اراضی یکی از پرکاربردترین موارد استفاده از داده‌های سنجش از دور است. داده‌های سنجش از دور به جهت ارائه اطلاعات به هنگام، رقومی، پوشش تکراری، کم‌هزینه بودن، امکان پردازش و پتانسیل بالا برای تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی در منابع طبیعی، از اهمیت بالایی برخوردار است. در این تحقیق نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تصاویر گوگل ارث و تصویر سنجده OLI ماهواره Landsat 8 و روش‌های تفسیر چشمی (تصاویر GE)، طبقه‌بندی نظارت‌شده، شبکه عصبی مصنوعی و طبقه‌بندی شیء‌پایه، (تصویر لندست ۸)، تهیه و با یکدیگر مقایسه شدند. برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی از شاخص‌های صحت کل، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده و صحت کاربر استفاده شد. نتایج نشان داد روش تفسیر چشمی با صحت کلی ۹۹/۴ و ضریب کاپای ۰/۹۹، نسبت به روش‌های شیء‌پایه، نظارت‌شده و شبکه عصبی مصنوعی (به ترتیب با صحت کلی ۹۴، ۸۲ و ۶۰/۸ و ضریب کاپای ۰/۹۲، ۰/۷۷ و ۰/۵) از صحت بیشتری برخوردار است. بر اساس نقشه تفسیر چشمی مراتع با مساحت ۹۴۶۶۸۷ هکتار و پهنه‌های آبی با مساحت ۲۱۷۷/۴ هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین کاربری را به خود اختصاص دادند. در مجموع از نظر صحت، روش تفسیر چشمی با استفاده از تصاویر گوگل ارث از صحت بالایی برخوردار است اما روشی زمان‌بر و پرهزینه است، در مقابل روش طبقه‌بندی شیء‌پایه با صحت قابل قبول و هزینه و زمان کمتر، مناسب‌ترین روش برای تهیه نقشه کاربری / پوشش اراضی است.

* a_ghorbani@uma.ac.ir: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

کاربری اراضی منعکس‌کننده ویژگی‌های تعاملی بین انسان و محیط زیست و توصیف نحوه بهره‌برداری انسان برای یک یا چند هدف بر روی زمین است (۹ و ۲۱). چگونگی استقرار نحوه استفاده از زمین یا کاربری اراضی و پوشش زمین در کنار یکدیگر یک منظر را می‌سازد. برای درک بهتر الگوی منظر و در راستای مدیریت سرزمین و نیل به اهداف حفاظتی، مشخص کردن الگوهای مکانی کاربری و پوشش زمین بسیار ضروری است (۶ و ۲۲). امکان تهیه نقشه کاربری اراضی و بررسی جنبه‌های مختلف کاربری اراضی با روش‌های سنتی مانند نقشه‌برداری زمینی و استفاده از نقشه‌های آنالوگ، به دلیل هزینه‌های زیاد و وقت‌گیر بودن عملاً در سطوح بزرگ امکان‌پذیر نیست (۱۰). اما امروزه، تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های سنجش از دور، به دلیل فراهم آوردن داده‌های به‌روز و با قابلیت بالای آنالیز، کاربرد گسترده‌ای در تمامی بخش‌ها از جمله کشاورزی، منابع طبیعی و تهیه نقشه کاربری اراضی به‌عنوان نقشه‌های پایه در آمایش سرزمین دارند (۸). آرشيو غنی و قدرت تفکیک طیفی تصاویر ماهواره‌ای از دلایل مهم برای استفاده از آن‌ها است (۱۹). روش‌های متفاوتی برای تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند. انتخاب روش به هدف مطالعه و داده‌های در دسترس بستگی دارد (۴). لو و همکاران (۲۰) نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین را با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و شیء‌پایه در منطقه آمازون برزیل با استفاده از تصاویر لندست TM، ALOS PALSAR L-band و ترکیبی از آن‌ها مقایسه و نتیجه گرفتند که روش شیء‌پایه با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا روش مناسب‌تری است. جعفری و همکاران (۵) با استفاده از تصاویر Google Earth و روش تفسیر چشمی نقشه کاربری اراضی فضای سبز شهری کرج را تهیه و مقدار ضریب کاپا را ۸۷/۶۹ درصد اعلام کردند. یو و همکاران (۲۷) برای بررسی تغییرات منطقه شهری پکن از تصاویر لندست TM و روش شیء‌پایه استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که روش شیء‌پایه

(سال ۲۰۰۱، ۸۴/۳۳ درصد صحت و سال ۲۰۰۹، ۸۰ درصد صحت) در مقایسه با روش پیکسل پایه (سال ۲۰۰۱، ۶۹/۳۳ درصد صحت و سال ۲۰۰۹، ۷۰/۵ درصد صحت) بالاتری دارد. قربانی و پاکروان (۱۸) از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست با روش تفسیر رقومی و تصاویر گوگل ارث با روش تفسیر چشمی برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز شیروان دره سی واقع در دامنه شمالی سبلان در استان اردبیل استفاده کردند و صحت روش تفسیر چشمی را بسیار بالاتر از روش تفسیر رقومی گزارش کردند. مظاهری و همکاران (۱۱) در مطالعه تغییرات کاربری اراضی جیرفت کرمان از روش‌های حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند که در تصویر سنجنده ETM⁺ سال ۲۰۱۰ صحت روش شبکه عصبی مصنوعی ۹۷/۷ و حداکثر احتمال ۹۶/۴ درصد بود. اسلمی و همکاران (۲) صحت روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان (پیکسل پایه) و شیء‌گرا در تهیه نقشه کاربری/پوشش اراضی شهرستان‌های اردبیل، نیر و نمین را به ترتیب ۸۹/۹۱، ۸۵/۶۸ و ۹۴/۳۷ درصد محاسبه و روش شیء‌گرا را مناسب‌ترین روش معرفی کردند.

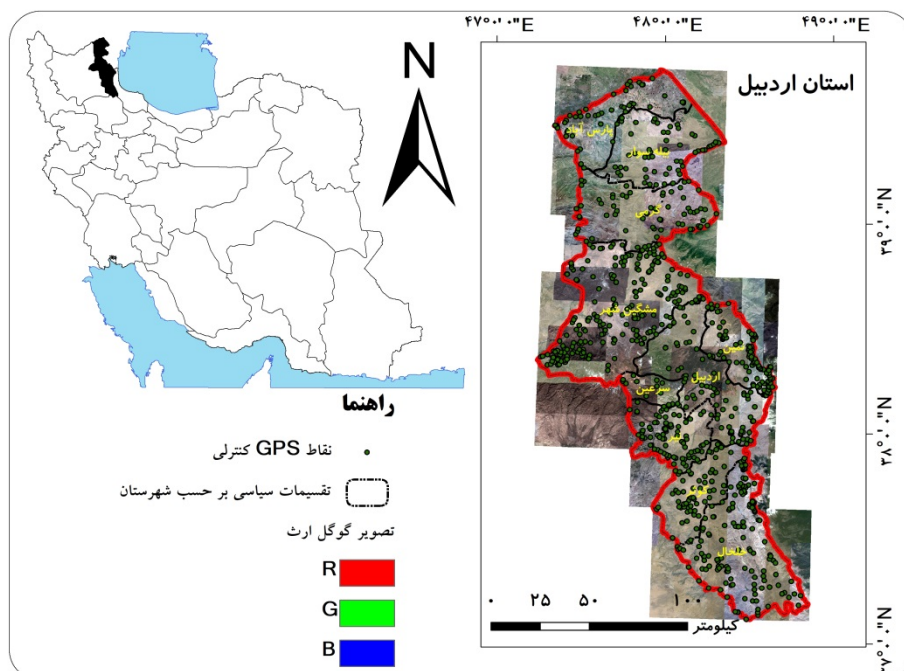
به منظور برنامه‌ریزی در زمینه‌های مختلف، ضرورت استفاده از داده‌هایی با صحت بالای کاربری/پوشش اراضی الزامی است. در استان اردبیل با توجه به تبدیل‌های صورت گرفته به منظور جلوگیری از گسترش این تبدیل‌ها، ضرورت دارد نقشه کاربری با صحت بالا تولید گردد. همچنین با توجه به تغییرات ارتفاعی و اقلیمی در سطح استان اردبیل انتخاب روش مناسب تهیه نقشه کاربری اراضی حائز اهمیت است. لذا هدف این پژوهش، تهیه نقشه کاربری/پوشش اراضی استان اردبیل با استفاده از تصاویر گوگل ارث (قدرت تفکیک بالا) و سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ (قدرت تفکیک طیفی و زمانی مناسب) با استفاده از چهار روش تفسیر چشمی، طبقه‌بندی شیء‌پایه، طبقه‌بندی نظارت‌شده و شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه کارایی این چهار روش در طبقه‌بندی کاربری/پوشش اراضی استان اردبیل بوده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان اردبیل در شمال غرب کشور و در محدوده $47^{\circ} 15'$ تا $48^{\circ} 56'$ طول شرقی و $37^{\circ} 09'$ تا $39^{\circ} 42'$ عرض شمالی واقع شده است. مساحت آن 1757596 هکتار (معادل 17575 کیلومترمربع) (حدوداً $1/07$ درصد از مساحت ایران) و جمعیت آن بر اساس سرشماری سال 1395 برابر یک میلیون و 270 هزار نفر است. مرکز استان شهر اردبیل و طبق آخرین تقسیمات کشوری شامل 10 شهرستان، 29 بخش، 26 شهر و

71 دهستان است. استان اردبیل بر اساس اطلاعات ایستگاه‌های سینوپتیک و باران‌سنجی دارای بارندگی بین 300 تا 732 میلی‌متر و دمای میانگین سالانه بین $8/4$ تا $15/4$ درجه سانتی‌گراد است (۷). ارتفاع از سطح دریاهای آزاد بین 15 تا 4811 متر است. این تغییرات در دما، بارش و ارتفاع باعث اختلاف مراحل فنولوژیکی در گیاهان مختلف و استفاده از تصاویر هم‌زمان برای تفکیک کاربری‌ها را دچار مشکل می‌کند (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در سطح کشور، تصاویر گوگل ارث موزائیک شده استان و نقاط کنترل زمینی برای انتخاب نمونه‌های آموزشی و ارزیابی صحت

پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصاویر

در این تحقیق و تحقیقات مشابه، اولویت با استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک بالا نظیر تصاویر IKONOS است، اما با توجه به هزینه بالا در مقیاس استانی، امکان تهیه تصاویری با قدرت تفکیک بالا وجود نداشت، لذا با توجه به این محدودیت، از سرور گوگل (تصاویر گوگل ارث) برای تهیه تصاویر با قدرت تفکیک بالا استفاده شد. در طول فرآیند

استخراج و موزائیک تصاویر، سیستم (UTM) و (WGS84) به‌عنوان سیستم مبنا مدنظر قرار گرفت. پس از موزائیک کردن تصاویر، در نرم‌افزار ERDAS Imagine[®] 2014 تصویر منطقه مورد مطالعه برش داده شد. قابل ذکر است که مقیاس مبنا در تهیه این نقشه $1:250000$ بوده و کوچک‌ترین واحد تفکیکی حدود 4 هکتار است. یکی از ایرادهای تصاویر گوگل ارث عدم همگنی از نظر زمان تصویربرداری است که این مشکل تا

اتمسفری باشد از تصاویر با مشخصات ذکر شده در جدول ۱ استفاده شد. پس از انتخاب تصاویر صحت هندسی آن‌ها با استفاده از تصاویر دارای صحت قابل قبول و همچنین نقشه‌های توپوگرافی کنترل شد.

حد ممکن با استفاده از تصاویر به‌روز لندست پوشش داده شد. با توجه به تغییرات مراحل فنولوژی گیاهان در استان اردبیل که متأثر از شرایط پستی و بلندی است، تصویر اواسط خرداد ماه برای نقشه‌سازی مناسب است. با توجه به عدم وجود تصویر این ماه که دارای پوشش ابر مناسب و قابلیت تصحیح

جدول ۱. مشخصات تصاویر لندست OLI انتخاب شده در تهیه نقشه کاربری اراضی استان اردبیل

نام منطقه تصویر	مسیر	گذر	تاریخ اخذ	زاویه آزیموت خورشید	زاویه ارتفاع خورشید
اردبیل	۱۶۷	۳۳	۲۰۱۵/۶/۲۳	۱۲۴/۹۰۵۹۶۳۶۷	۶۶/۴۲۸۹۴۱۰۸
خلخال	۱۶۷	۳۴	۲۰۱۵/۶/۲۳	۱۲۱/۵۸۴۴۲۶۴۸	۶۶/۹۹۲۸۶۸۸۶
انزلی	۱۶۶	۳۴	۲۰۱۵/۶/۱۶	۱۲۲/۳۴۵۱۹۴۶۵	۶۷/۱۷۷۹۵۹۰۷

بسیاری از ارزیابی‌های ملی و بین‌المللی سرزمین، مانند موجودی جنگل‌های ملی (به عنوان مثال فرانسه، ایتالیا، سوئیس، ایالات متحده آمریکا) و بررسی کاربری و پوشش اراضی اروپا (LUCAS) استفاده می‌شود. این ارزیابی‌ها یک نگرش آزمایشی چند مرحله‌ای را دنبال کرده‌اند که در آن فاز اول شامل تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بسیار بالا (VHR) و مرحله دوم جمع‌آوری داده‌های زمینی در این زمینه است (۱۳). تفسیر چشمی، بخصوص برای تصاویر با قدرت تفکیک بالا، به عنوان یکی از روش‌های سنتی در سنجش از دور محسوب می‌شود، اما با توجه به صحت بالای آن هنوز متداول است. با توجه به هدف مطالعه که تولید اطلاعات پایه برای سطوح مختلف کاربری و پوشش اراضی استان نیز مدنظر بوده که به صورت صحیح مساحت انواع اراضی مشخص گردد، لذا تفسیر چشمی نیز در این تحقیق مدنظر قرار گرفت. در این روش زمان و نیروی انسانی مهم است، به طوری که در مطالعات با سطح وسیع مانند مطالعات استانی و کشوری مستلزم نیروی انسانی و زمان زیاد است. گوگل در سال ۲۰۰۵ گوگل ارث را به عنوان یک نرم‌افزار دسکتاپ جهان مجازی منتشر کرد که کاربران را قادر می‌ساخت تصاویر ماهواره‌ای با وضوح متوسط، بالا و بسیار بالا را مشاهده کنند. بهترین تصاویر موجود برای هر مکان به صورت خودکار در نرم‌افزار کاربرپسند گوگل ارث بارگذاری می‌شود که به کاربران اجازه

برای اصلاح اتمسفری از نرم‌افزار الحاقی ATCOR3 در محیط نرم‌افزار ERDAS Imagine®2014 استفاده شد. برای تولید لایه‌های مربوط به سطح زمین (شیب، جهت شیب و غیره) و انجام اصلاح بر روی تصاویر از لایه رقومی ارتفاع حاصل از ماهواره ASTER با قدرت تفکیک ۳۰ متر استفاده شد. در مراحل اصلاح از مدل تجربی BRDF بر اساس رابطه ۱ استفاده گردید.

$$G = \sqrt{[\cos(i) \times \cos(e) / \cos(t)]} \quad [1]$$

در این رابطه؛ i زاویه روشنایی خورشیدی محلی، t زاویه برخورد خورشیدی به صفحه و e زاویه شیب است. تغییرات ارتفاع در استان اردبیل حدود ۴۷۹۰ متر است، لذا با فرض اینکه مواد سطحی در تصویر خصوصیات لامبرتی دارد، نرمال‌سازی تصاویر با استفاده از مدل Topographic Normalize در نرم‌افزار ERDAS و مدل رقومی ارتفاع (DEM) منطقه، آزیموت و ارتفاع خورشیدی حاصل از هدر فایل (جدول ۱) تصاویر انجام گرفت.

پردازش تصاویر

پیکسل پایه

تفسیر چشمی در حال حاضر داده‌های سنجش از دور در

کلاس $(x - mi)^t$ ترانسپوزه اختلاف بردار x و بردار میانگین (mi) ، \sum_i^{-1} معکوس ماتریس واریانس و کوواریانس در کلاس i ، mi بردار میانگین در کلاس i ، $(x-mi)$ بردار ارزش هر پیکسل در باندهای طیفی مورد استفاده بوده است. به علت وسیع بودن منطقه مورد مطالعه و وجود اقلیم‌های مختلف، کاربری‌ها و پوشش‌های یکسان در مناطق مختلف خصوصیات طیفی متفاوتی را نشان می‌داد. در نتیجه، نتایج حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده بسیار ضعیف و کاربری‌های مسکونی با مرتع، جنگل با کشت آبی، جنگل با مراتع بیلاقی سبلان و همچنین زراعت دیم با مرتع از نظر رفتار طیفی شباهت بسیاری داشتند. برای تفکیک‌پذیر کردن این عوارض و کاربری‌ها ابتدا تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) بر روی تصاویر لندست ۸ اعمال شد و از پنج باند اول تصویر تجزیه به مؤلفه اصلی بعلاوه سه لایه جهت شیب، مدل رقومی ارتفاع و باند ترمال برای طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شد. تعداد و محتوای باندهای استفاده شده تصویر اصلاح شده لندست ۸، در جدول ۲ ارائه شده است.

می‌دهد تا روی هر مکان در زمین بزرگنمایی انجام دهند (۲۷). تصاویر گوگل ارث با توجه به قدرت تفکیک بالایی آن‌ها در اکثر نقاط استان اردبیل استفاده شد. تصاویر پس از دانلود عمل‌های موزاییک، برش و تصحیح هندسی بر روی آن‌ها صورت گرفت. از نرم‌افزار ArcGIS[®] 10.3 برای تفکیک کاربری‌ها و تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده شد. از نقشه تولید شده در این مرحله برای مقایسه صحت روش‌های رقومی و یافتن بهترین روش رقومی استفاده شد.

طبقه‌بندی نظارت شده پس از بررسی منابع (۲ و ۴) به علت بالا بودن صحت نقشه‌های تولید شده از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد. این الگوریتم به آمار مرتبه دوم مدل تابع چگالی احتمال Gaussian برای هر کلاس متکی است (رابطه ۲) (۲۵).

[۲]

$$p(x|i) = (2p)^{-n/2} |\sum_i|^{-1/2} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - mi)^t \sum_i^{-1} (x - mi) \right]$$

در این رابطه؛ $p(x|i)$ مقدار احتمال وجود x به شرط رخداد کلاس $| \sum_i |$ درمیان ماتریس واریانس و کوواریانس در

جدول ۲. مشخصات باندهای تصویر اصلاحی در روش طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر سال ۲۰۱۵

شماره باند	محتوی
باند ۱	PCA 1
باند ۲	PCA 2
باند ۳	PCA 3
باند ۴	PCA 4
باند ۵	PCA 5
باند ۶	مدل رقومی ارتفاع
باند ۷	باند ۱۰ تصویر لندست ۸ (باند حرارتی ۱)
باند ۸	جهت شیب

است (۱۵). شبکه‌های عصبی مصنوعی عمدتاً به صورت ناپارامتریک توصیف می‌شوند؛ که باعث می‌شود استفاده از یک شبکه عصبی به مفروضات توزیع آماری داده‌ها نیاز نداشته باشد. کارایی یک شبکه عصبی مصنوعی تا حد زیادی به چگونگی آموزش مناسب آن بستگی دارد که برخلاف

شبکه عصبی مصنوعی Artificial Neural Network (ANN) این روش از مغز و اعصاب انسان پیروی می‌کند و در میان طبقه‌بندی کننده‌های شبکه‌ای، بیشترین محبوبیت را در طی دو دهه گذشته داشته که به چندین شکل وجود دارد که عمومی‌ترین آن پرسپترون چندلایه

طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال به کفایت مفروضات مربوط به توزیع آماری داده‌ها وابسته نیست.

در طول مرحله تعلیمی، شبکه عصبی درباره قواعد موجود در داده‌های تعلیمی "یاد می‌گیرد" و بر اساس این قواعد است که نقش‌های ساختاری می‌توانند به داده‌های ناشناخته تعمیم داده شوند. این موضوع، توانایی ویژه شبکه‌های عصبی است (۱۵). مزیت شبکه‌های عصبی، نرخ بالای محاسبات حاصل از تقارن فشرده آن‌ها، به خاطر آرایش متراکم ارتباطات داخلی (وزن‌ها) و پردازنده‌های ساده (عصب‌ها) است که پردازش سریع مجموعه داده‌های خیلی بزرگ را ممکن می‌سازد (۲۵). در این تحقیق از پرسپترون چندلایه‌ای با استفاده از الگوریتم آموزشی انتشار بازگشتی

استفاده شد. به منظور استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، از مقادیر متعدد برای پارامترهای شرکت کننده در فرآیند تعلیم و نرم‌افزار ENVI[®] 5.1 استفاده شد و در نهایت از بین نقشه‌های تولید شده، نقشه با بالاترین صحت برای مقایسه نهایی انتخاب و با روش‌های دیگر مقایسه شد. به علت گستردگی منطقه مورد مطالعه و حجم بالای محاسبات بیش از ۱۷ میلیون پیکسل امکان انتخاب پارامتر تکرار تعلیم بیش از ۱۰۰۰ میسر نشد. مقدار پارامترهای آستانه تعلیم، نرخ تعلیمی، مومنتوم تعلیمی، RMS تعلیم، تعداد لایه پنهان و تکرار تعلیم در بهترین نقشه تولید شده از این روش بر اساس جدول ۳ صورت گرفت.

جدول ۳. پارامترهای انتخاب شده در روش شبکه عصبی مصنوعی برای تصاویر لندست ۸

تکرار تعلیم	تعداد لایه پنهان	RMS تعلیم	مومنتوم تعلیمی	نرخ تعلیمی	آستانه تعلیم
۱۰۰۰	۱	۰/۱	۰/۹	۰/۲	۰/۹

شیء پایه (Object base)

طبقه‌بندی تصویر شیء پایه یکی از روش‌های رایج برای طبقه‌بندی تصویر بوده (۱۴، ۱۷ و ۲۳) که در آن علاوه بر ارزش‌های عددی از اطلاعات مربوط به بافت، شکل و تن رنگ در فرآیند طبقه‌بندی استفاده می‌شود (۱۷). توانایی روش طبقه‌بندی پیکسل پایه هنگامی که اشیای متفاوت زمینی، با ارزش‌های عددی یکسان بر روی تصویر رقومی ثبت می‌شوند، محدود است. دو مرحله عمده در طبقه‌بندی شیء پایه تصویر وجود دارد. اولین مرحله سگمنت‌سازی تصویر است که بر اساس الگویی طیفی و فضایی مشابه تصویر را به مناطق یا اشیاء (سگمنت) جدا شده تقسیم می‌کند. پس از سگمنت‌سازی، مرحله دوم مرتبط ساختن سگمنت‌های تصویری با استفاده از آمار طیفی و شکل، پارامترهای بافت و اطلاعات توپولوژیکی است (۱۲).

در این تحقیق از نرم‌افزار eCognition[®] 8.9 برای طبقه‌بندی شیء پایه استفاده شد. مقادیر ۱۲۰ و ۰/۵ به ترتیب

برای پارامترهای مقیاس و رنگ انتخاب گردید. برای سگمنت‌سازی از الگوریتم Multiresolution و برای طبقه‌بندی از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد.

ارزیابی صحت (Accuracy assessment)

جهت ارزیابی صحت و مقایسه نقشه‌های حاصل، از ماتریس خطا، صحت کلی (رابطه ۳) و آماره کاپا (رابطه ۴) استفاده شد.

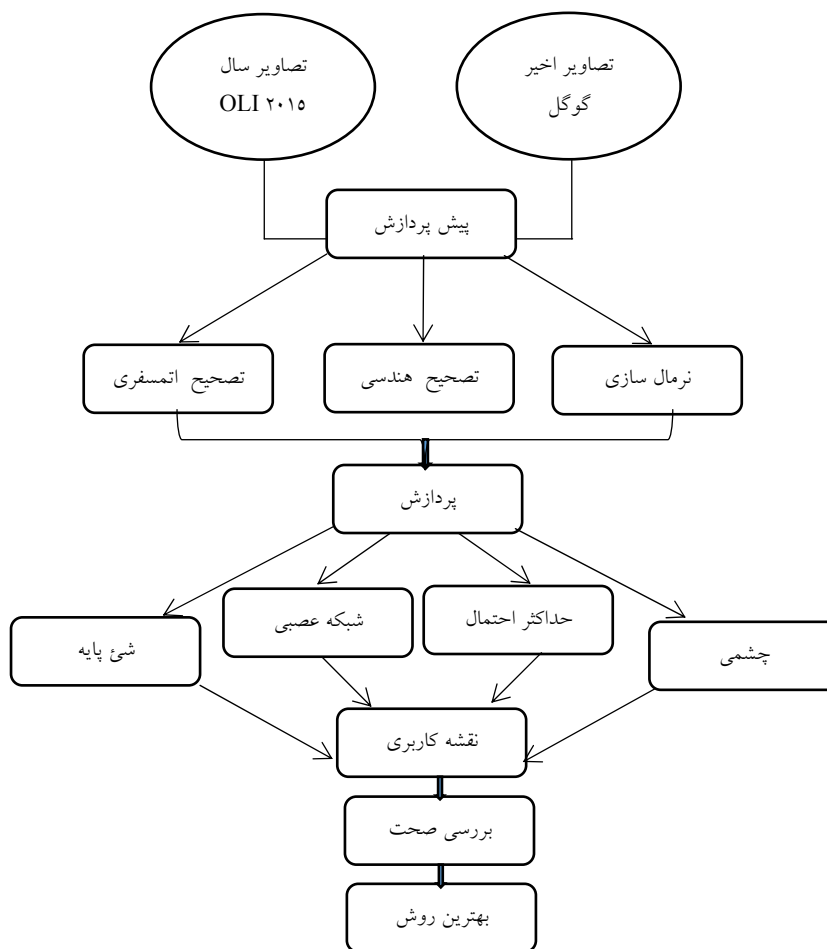
$$OA = \frac{\sum_{k=1}^N a_{kk}}{\sum_{i,k=1}^N a_{ik}} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^N a_{kk} \quad [3]$$

در این رابطه؛ OA نشان‌دهنده صحت کلی و N معرف تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده و $\sum_{k=1}^N a_{kk}$ نمایه مجموع پیکسل‌های قطر اصلی ماتریس خطا (تعداد کل پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده) است.

[۴]

(۱۳۹۴) کاملاً تصادفی و دارای دسترسی برای کنترل صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده استفاده شد. موقعیت نقاط کنترلی در شکل ۱ نشان داده شده است. روند کلی تحقیق در این مطالعه بر اساس شکل ۲ بوده است.

احتمال توافق | ۱ / (احتمال توافق) | (دقت مشاهده شده) = آماره کاپا
 برای ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از روش‌های مختلف از ۹۰۰ نقطه کنترلی GPS (بازدید میدانی مورخ خرداد ماه ۹۵-



شکل ۲. روند کلی مراحل کار

نتایج و بحث

شهرستان نمین، زراعت آبی مربوطه به شهرستان پارس‌آباد با ۷۳۴۹۴/۵ هکتار، مرتع با ۲۳۵۶۸۲/۴ هکتار مربوطه به شهرستان مشکین‌شهر، مناطق مسکونی با ۸۸۹۰/۵ هکتار مربوطه به شهرستان اردبیل و پهنه‌های آبی با ۷۳۱/۹ هکتار مربوط به شهرستان اردبیل است (جدول ۴).

نتایج سطح کاربری‌ها استان اردبیل به تفکیک شهرستان در روش تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث نشان داد که بیشترین سطح کاربری زراعت دیم با ۱۱۰۵۷۸/۲ هکتار مربوط به شهرستان مشکین‌شهر، جنگل با ۵۵۴۰ هکتار مربوط به

جدول ۴. سطح کاربری‌ها (هکتار) استان اردبیل به تفکیک شهرستان در روش تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث

کاربری/ پوشش اراضی							شهرستان
جمع شهرستان	پهنه‌های آبی	مناطق مسکونی	مرتع	زراعت آبی	جنگل	زراعت دیم	
۱۴۱۵۶۲/۲	۲۲۹/۶	۴۳۹۷	۵۹۱۹۸/۳	۷۳۴۹۴/۵	۰	۴۲۴۱/۹	پارس‌آباد
۱۷۷۸۱۳/۴	۸	۲۶۲۶/۷	۶۳۹۸۷/۱	۲۰۵۸۳/۲	۰	۹۰۶۰۸/۱	بیله سوار
۲۰۳۳۲۴/۱	۱۰۸	۳۴۵۲	۸۹۹۶۴/۲	۳۹۳۶/۷	۲۴۹/۲	۱۰۵۶۱۴/۲	گرمی
۳۷۰۹۷۹/۶	۴۲۳/۸	۴۱۰۳/۲	۲۳۵۶۸۲/۴	۱۹۶۰۰/۹	۵۹۰/۹	۱۱۰۵۷۸/۲	مشکین‌شهر
۹۵۰۶۰/۶	۸۶/۳	۲۴۵۷/۶	۳۴۱۱۴/۲	۱۹۵۸۶/۵	۵۵۴۰	۳۳۲۷۶/۷	نمین
۲۱۸۲۲۷/۲	۷۳۱/۹	۸۸۹۰/۵	۸۰۸۴۵/۸	۴۷۱۸۱/۷	۰	۸۰۵۷۷/۴	اردبیل
۴۰۹۵۲/۳	۵/۳	۷۱۴	۲۰۷۲۹/۹	۲۲۴۷/۳	۰	۱۷۲۵۵	سرعین
۱۱۸۳۳۹	۴۹۶/۸	۱۲۲۰/۱	۴۸۸۹۴/۵	۶۴۲۸	۰	۶۱۳۰۰	نیر
۱۲۴۸۸۳/۳	۸۴/۲	۶۲۳/۴	۸۶۶۸۲/۲	۲۸۱۱/۲	۰	۳۴۶۸۳/۲	کوثر
۲۶۶۴۵۵/۱	۳/۵	۱۸۹۶/۶	۲۲۶۵۸۷/۹	۷۰۷۰/۴	۱۴۴۶/۹	۲۹۴۴۸/۴	خلخال
۱۷۵۷۵۹۶	۲۱۷۷/۴	۳۰۳۸۱	۹۴۶۶۸۷	۲۰۲۹۴۰	۷۸۲۷	۵۶۷۵۸۳/۱	جمع استان/ بر اساس این مطالعات
۱۷۵۷۵۹۶	۱۰۶۳/۶	۱۸۱۵۸/۱	۸۷۴۴۲۰/۷	۲۳۲۶۴۹/۸	۵۸۷۲۵/۷	۵۹۵۰۴۹/۸	جمع استان/ بر اساس مطالعات گذشته
-----	۱۰۴/۷	۶۷/۳	۸/۳	۱۲/۸	۸۶/۷	۴/۶	درصد اختلاف

گونه استنباط کرد که مقایسه روش‌ها تا حدودی به منطقه مورد مطالعه، تصویر استفاده شده و گروه روش‌های مورد مقایسه بستگی داشته است و در کل در تحقیقات مرتبط با کاربری/ پوشش اراضی، طبقه‌بندی شیء پایه کارایی و عملکرد بالای خود را اثبات کرده است. به عنوان مثال، در مطالعه اسلمی و همکاران (۲) استفاده از روش شیء پایه بهبود حدود ۵ درصدی صحت، نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی داشته است. در مطالعه قربانی و پاکروان (۱۸) استفاده از تفسیر چشمی تصاویر گوگل باعث افزایش ۱۷ درصدی صحت در مقابل الگوریتم حداکثر احتمال شده است که تائید کننده نتایج پژوهش حاضر است. در مطالعه یو و همکاران (۲۷) استفاده از روش شیء پایه در برابر روش پیکسل پایه باعث افزایش صحت تقریباً ۱۴ درصدی شده است که در مطالعه حاضر این مقدار ۱۲ درصد نسبت به روش حداکثر احتمال است.

پس از اعمال طبقه‌بندی کننده‌های مختلف بر روی تصاویر سنجده OLI لندست ۸، مقایسه میان نقشه‌های تولید شده بر مبنای ماتریس خطای آن‌ها با نقشه حاصل از تفسیر چشمی تصاویر گوگل ارث برای ارائه بهترین روش رقومی در تهیه نقشه کاربری/ پوشش اراضی نتایج نشان داد که روش شیء پایه در هر دو شاخص، صحت کل (۹۴ درصد) و ضریب کاپا (۰/۹۲)، نسبت به دو روش دیگر حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی صحت بیشتری دارد (جدول ۵). مقدار افزایش صحت در روش شیء پایه ارتباط مستقیم با پارامترهای قطعه‌بندی دارد (۸). از طرفی قطعه‌بندی روش شیء پایه نیز مستلزم انتخاب تجربی و همراه با آزمون و خطای چند پارامتر است که مقدار داده شده به این پارامترها تعیین‌کننده صحت و ظرافت طبقه‌بندی نهایی هستند. در پژوهش‌هایی که روش شیء پایه و تفسیر چشمی را با روش‌هایی مانند شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال مقایسه کرده‌اند، اکثراً حاکی از کارایی برتر روش شیء پایه بوده است (۱۶ و ۲۴). می‌توان این

جدول ۵. مقایسه نتایج ارزیابی صحت روش‌های طبقه‌بندی کاربری / پوشش اراضی استان اردبیل

روش	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۸۲	۰/۷۷
شبکه عصبی	۶۰/۸	۰/۵
شیء پایه	۹۴	۰/۹۲
چشمی	۹۹/۴	۰/۹۹

بهترین نتیجه با کمترین تکرار و زمان مطلوب‌تر است. در استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی این نکته شایان توجه است که از نظر زمان پردازش برای منطقه مانند استان اردبیل زمانی بالغ بر ۷۲ ساعت برای پارامتر تکرار ۱۰۰۰ را طلب می‌کند و قابل مقایسه با زمان کمتر از ۱۰ ساعت روش شیء پایه یا زمان کمتر الگوریتم حداکثر احتمال نیست. این مقدار در مقایسه روش تفسیر چشمی که در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ انجام شد، بسیار ناچیز بوده زیرا در این مقیاس ماه‌ها برای تشخیص و تفکیک عوارض زمان نیاز است. تفسیر چشمی روشی است که نیاز به کار گروهی دارد و در محدوده‌های وسیع مطالعاتی، فرد قادر به انجام این روش به تنهایی در زمان کوتاه نیست. با مقایسه زمان پردازش هر یک از روش‌ها و صحت حاصل از آن‌ها نیز بر کارایی روش شیء پایه تأکید می‌شود.

استفاده از داده‌های کمکی مانند جهت شیب، مدل رقومی ارتفاع و باندهای حرارتی ماهواره لندست ۸ در روش طبقه‌بندی نظارت شده می‌تواند منجر به بهبود صحت طبقه‌بندی و تفکیک بهتر طبقات از یکدیگر شود، اما در روش شبکه عصبی مصنوعی استفاده از داده‌های کمکی تأثیری نداشته است. در حالی که یوان و همکاران (۲۸) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از داده‌ها و اطلاعات کمکی مانند نقشه شیب در طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی، به تفکیک طبقات کاربری اراضی کمک می‌کند و تفکیک آن‌ها بدون استفاده از داده‌های کمکی دشوار است که با نتایج ما مغایرت دارد. بررسی صحت تولید کننده و کاربر برای هر کدام از روش‌های مورد استفاده نشان داد که در روش تفسیر چشمی مؤلفه مرتع مهم‌ترین عامل کاهش صحت تولید کننده و مهم‌ترین عوامل کاهش صحت کاربر مؤلفه‌های مرتع و جنگل

نقشه کاربری اراضی استان اردبیل شامل کاربری زراعت دیم و آبی، جنگل، مرتع، مناطق مسکونی و پهنه‌های آبی تهیه شده از روش‌های طبقه‌بندی تفسیر چشمی، شیء پایه، نظارت شده و شبکه عصبی مصنوعی در شکل ۳ نشان داده شده است. در نقشه حاصل از روش شیء پایه طبقه پهنه‌های آبی با صحت تولید کننده ۸۶/۳ کمترین صحت را دارا است که علت آن را می‌توان خشک یا کم عمق بودن بعضی از آب‌بندها و دریاچه‌های کوهستانی در زمان اخذ تصویر دانست. نتایج حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، صحت کلی ۸۲ درصد را نشان داد (جدول ۵). در این روش، طبقه پهنه‌های آبی به علت خشک شدن آب‌بندها و سدهای کوچک در زمان اخذ تصویر صحت کمتری را نشان داد. در مورد کاربری زراعت آبی نیز به علت شباهت طیفی با چمنزارهای دامنه سبلان (به عنوان کاربری مرتع) باعث شده تفکیک این دو عارضه توسط الگوریتم حداکثر احتمال کاهش یافته و در نتیجه صحت کمتری را دارا باشند.

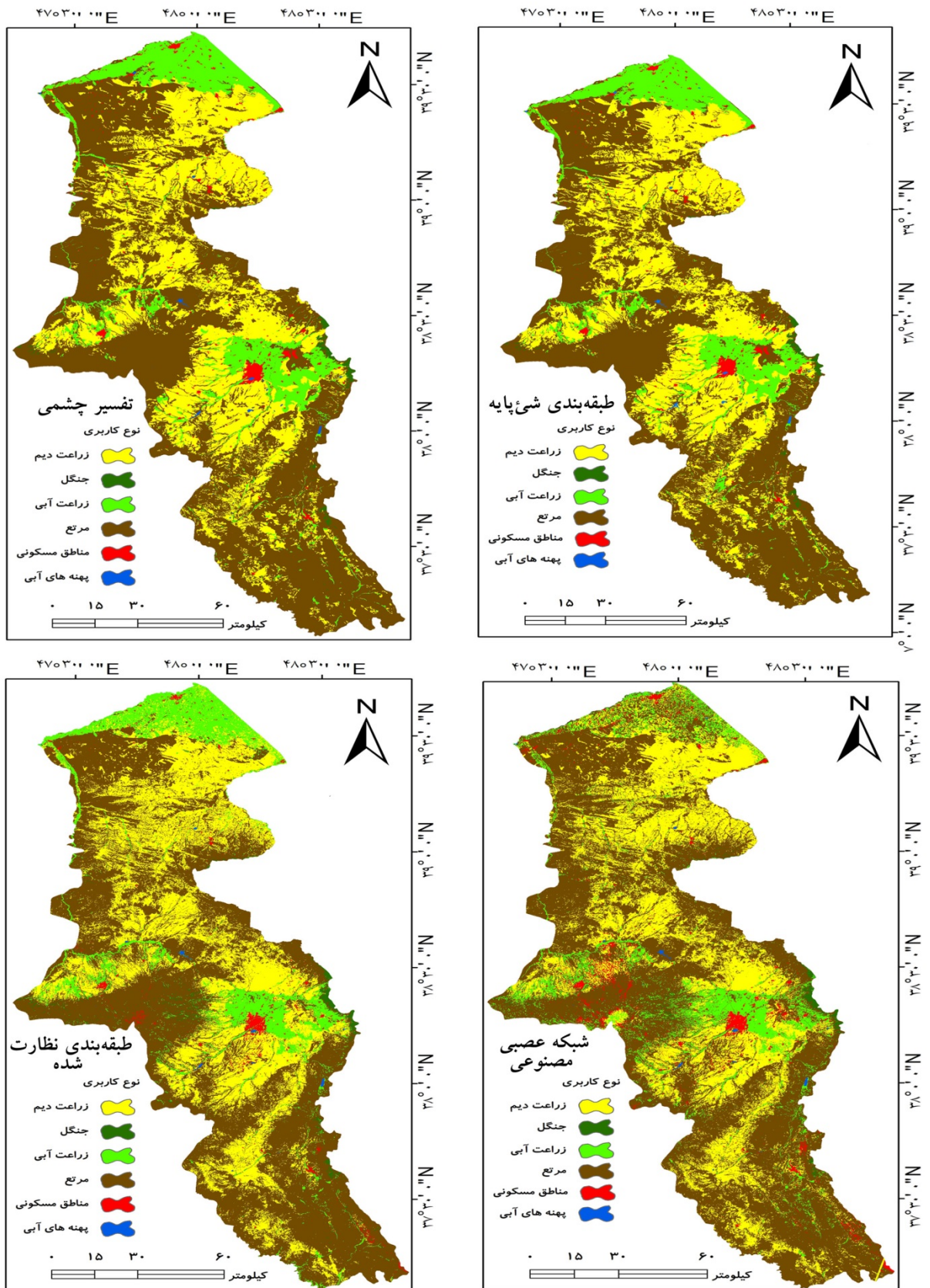
در روش شبکه عصبی مصنوعی صحت بالایی (۶۰/۸ درصد) مشاهده نشد که می‌توان علت آن را شباهت طیفی کاربری‌ها و ضعف تصاویر تحت تأثیر وسعت بالای محدوده مورد مطالعه دانست (شکل ۳-د و جدول ۵). انتخاب پارامترها در روش‌های شبکه عصبی مصنوعی اثر قابل توجهی بر صحت و زمان طبقه‌بندی دارد، به طوری که با افزایش پارامتر تکرار در بعضی موارد در نرم‌افزار قادر به پردازش تصویر نبود و از این جهت که هیچ منبع و اساسی برای انتخاب پارامترها وجود نداشته و کاملاً جنبه تجربی دارند، حائز اهمیت می‌باشند. باید به این موضوع نیز توجه کرد که بالا بردن تکرار، موجب صرف زمان بیشتر برای پردازش و کاهش کارایی الگوریتم می‌شود.

مسکونی و زراعت آبی با جنگل بوده است. امید پور و همکاران (۳) اظهار می‌دارند که شباهت در الگوهای طیفی جنگل‌های کم‌تراکم و نیمه‌تراکم، عامل کاهش صحت نقشه‌های نهایی تولید شده بود. در مطالعه حاضر مانند مطالعه ارزانی و همکاران (۱) کاربری زراعت آبی با روش طبقه‌بندی نظارت شده نتوانست صحت بالایی را به خود اختصاص دهد که علت آن تشابه طیفی با چمنزارهای دامنه کوه سبلان است. قرار گرفتن اراضی کشاورزی پراکنده با وسعت کم در اطراف شهر موجب اختلال در شناسایی و تفکیک این دو کاربری در طبقه‌بندی نظارت شده و شبکه عصبی مصنوعی بوده است. در طبقه‌بندی شیء پایه، به دلیل استفاده از زمینه قطعه‌بندی شده این دو کاربری، تفکیک و طبقه‌بندی بسیار بهتر از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و شبکه عصبی مصنوعی صورت می‌گیرد.

هستند. در روش شیء پایه مهم‌ترین عوامل کاهش صحت تولید کننده مؤلفه‌های پهنه‌های آبی و زراعت آبی و مهم‌ترین عوامل کاهش صحت کاربر مؤلفه‌های مرتع و زراعت دیم هستند. در روش طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال مهم‌ترین عوامل کاهش صحت تولید کننده مؤلفه‌های مرتع، زراعت آبی و پهنه‌های آبی و مهم‌ترین عوامل کاهش صحت کاربر زراعت دیم و مرتع هستند. در روش شبکه عصبی مهم‌ترین عوامل کاهش صحت تولید کننده مؤلفه‌های زراعت آبی و مناطق مسکونی و مهم‌ترین عوامل کاهش صحت کاربر مؤلفه‌های مرتع و زراعت آبی هستند (جدول ۶). علت این کاهش صحت همپوشانی طیفی و شباهت نسبی الگوی کاربری‌هایی نظیر مرتع (چمنزارهای دامنه سبلان) با جنگل (جنگل‌های پراکنده شرق استان)، کاربری زراعت دیم با مرتع، مرتع با مسکونی، زراعت دیم با

جدول ۶. درصد صحت تولید کننده و کاربر برای روش‌های مختلف چشمی، شیء پایه، نظارت شده و شبکه عصبی مصنوعی

کاربری اراضی	تفسیر چشمی		شیء پایه		نظارت شده		شبکه عصبی مصنوعی	
	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر
زراعت دیم	۹۹/۵	۱۰۰	۹۷	۹۱/۹	۸۵/۵	۷۷/۴	۷۳	۶۸/۹
زراعت آبی	۹۹/۴	۹۹/۴	۹۱/۵	۹۴/۴	۷۶/۴	۸۱/۳	۴۰/۶	۵۶/۳
مرتع	۹۹	۹۸/۵	۹۴/۵	۸۸/۷	۷۹/۵	۷۰	۷۰	۳۹/۷
جنگل	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۹۷/۱	۹۲	۹۲	۷۱	۹۳/۴
مناطق مسکونی	۹۹/۴	۱۰۰	۹۲/۳	۹۹/۳	۸۱/۹	۹۴/۸	۴۰/۶	۷۹/۷
پهنه‌های آبی	۱۰۰	۱۰۰	۸۶/۳	۱۰۰	۷۸/۸	۱۰۰	۷۵	۹۸/۴
صحت کلی (%)	۹۹/۴		۹۴		۸۲		۶۰/۸	
ضریب کاپا	۹۹		۹۲		۷۷		۰/۵	



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی استان اردبیل با استفاده از روش‌های چشمی و رقومی

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش و سایر تحقیقات مشابه می توان بیان داشت در صورتی که فرایند قطعه بندی به درستی انجام گیرد، روش طبقه بندی شیء پایه برای استخراج نقشه های کاربری اراضی و مطالعات تغییرات کاربری اراضی، نسبت به روش های تفسیر چشمی (زمان بر بودن)، طبقه بندی نظارت شده و شبکه عصبی مصنوعی (تشابه طیفی پیکسل ها) کارایی و اعتماد پذیری بالاتری دارد. در کل نتایج این تحقیق نشان داد که نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده از تصاویر گوگل ارث در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ در مقایسه با نقشه کاربری و پوشش اراضی ۱:۲۵۰۰۰۰ موجود استان، اطلاعات مکانی کاربری اراضی را در حد قابل قبول بهبود بخشیده و ارگان های مختلف می توانند از این اطلاعات در برنامه ریزی ها استفاده نمایند. ولی پیشنهاد می گردد نقشه صحیح تر و متناسب با کادستر استان در مقیاس ۱:۱۰۰۰ و با تهیه تصاویر به هنگام و مناسب مانند Quickbird یا IKONOS و امثال آن تهیه گردد.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ح، خ. میرآخورلو و س. ز. حسینی. ۱۳۸۸. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های سنجنده ETM⁺ ماهواره Landsat7 (مطالعه موردی قسمتی از مراتع حوزه آبخیز طالقان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۲): ۱۵۰-۱۶۰.
۲. اسلمی، ف. ا. قربانی، ب. سبحانی و م. پناهنده. ۱۳۹۴. مقایسه روش های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شیء گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۳): ۱-۱۴.
۳. امیدپور، ر. ح. ر. مرادی و ص. آرخی. ۱۳۹۲. مقایسه روش های طبقه بندی پیکسل پایه و شیء گرا در تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های ماهواره ای. سنجش از دور و GIS ایران، ۵(۳): ۹۹-۱۱۰.
۴. آرخی، ص. ۱۳۹۳. تهیه نقشه کاربری اراضی دشت عباس ایلام با استفاده از روش های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال. مرتعداری، ۱(۲): ۳۰-۴۳.
۵. جعفری، ش.، خ. رحیمی و ی. ارزازاده. ۱۳۹۱. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده های گوگل ارث (مطالعه موردی: کرج). مجموعه مقالات ششمین همایش ملی مهندسی محیط زیست. دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، تهران. ۲۷ آبان ماه الی ۱ آذر ماه.
۶. راهداری، و.، س. ملکی نجف آبادی و م. رهنما. ۱۳۸۸. مقایسه روش های طبقه بندی تصاویر ماهواره (نظارت شده و نظارت نشده) در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی پناهگاه حیات وحش مویه). مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک. سازمان نقشه برداری کشور، تهران. ۲۰ الی ۲۱ اردیبهشت ماه.
۷. طاوسی، ت. و ق. دل آرا. ۱۳۸۹. پهنه بندی آب و هوایی استان اردبیل. نیوار، ۳۴(۷۰-۷۱): ۴۷-۵۲.
۸. فیضی زاده، ب. و ح. هلالی. ۱۳۸۹. مقایسه روش های پیکسل پایه، شیء گرا و پارامترهای تأثیرگذار در طبقه بندی پوشش/کاربری اراضی استان آذربایجان غربی. پژوهش های جغرافیای طبیعی. ۴۲(۷۱): ۷۳-۸۴.
۹. فیضی زاده، ب.، م. پیرنظر، آ. زندکرمی و ح. عابدی قشلاقی. ۱۳۹۴. ارزیابی استفاده از الگوریتم های فازی در افزایش دقت نقشه های کاربری اراضی استخراج شده با روش های پردازش شیء گرا. اطلاعات جغرافیایی، ۲۴(۹۴): ۱۰۷-۱۱۷.
۱۰. قربانی، ا.، ف. اسلمی، س. احمدآبادی و س. غفاری. ۱۳۹۴. تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز کفتره اردبیل با استفاده از تفسیر چشمی و رقومی تصویر ETM⁺. اکوسیستم های طبیعی ایران، ۶(۴): ۲۷-۴۳.
۱۱. مظاهری، م. ر.، م. اسفندیاری، م. ح. مسیح آبادی و ا. کمالی. ۱۳۹۲. پایش تغییرات زمانی کاربری اراضی با استفاده از تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: جیرفت، استان کرمان). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۴(۲): ۲۵-۳۹.
12. Aplin P, Smith GM. 2011. Introduction to object-based landscape analysis. *International Journal of Geographical Information Science*, 25(6): 869-875.
13. Bey A, Sánchez-Paus Díaz A, Maniatis D, Marchi G, Mollicone D, Ricci S, Bastin J-F, Moore R, Federici S, Rezende M, Patriarca Ch, Turia R, Gamoga G, Abe H, Kaidong H,

- Miceli G. 2016. Collect Earth: Land use and land cover assessment through augmented visual interpretation. *Remote Sensing*, 8(10): 1-24.
14. Blaschke T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1): 2-16.
 15. Du Y, Wu D, Liang F, Li C. 2013. Integration of case-based reasoning and object-based image classification to classify SPOT images: a case study of aquaculture land use mapping in coastal areas of Guangdong province, China. *GIScience & Remote Sensing*, 50(5): 574-589.
 16. Galletti CS, Myint SW. 2014. Land-use mapping in a mixed urban-agricultural arid landscape using object-based image analysis: A case study from Maricopa, Arizona. *Remote Sensing*, 6(7): 6089-6110.
 17. Ganasri B, Dwarakish G. 2015. Study of land use/land cover dynamics through classification algorithms for Harangi catchment area, Karnataka State, INDIA. *Aquatic Procedia*, 4: 1413-1420.
 18. Ghorbani A, Pakravan M. 2013. Land use mapping using visual vs. digital image interpretation of TM and Google earth derived imagery in Shrivani-Darasi watershed (Northwest of Iran). *European Journal of Experimental Biology*, 3(1): 576-582.
 19. Kindu M, Schneider T, Teketay D, Knoke T. 2013. Land use/land cover change analysis using object-based classification approach in Munessa-Shashemene Landscape of the Ethiopian Highlands. *Remote Sensing*, 5(5): 2411-2435.
 20. Lu D, Li G, Moran E, Freitas C, Dutra L, Sant'Anna S. 2012. A comparison of maximum likelihood classifier and object-based method based on multiple sensor datasets for land-use/cover classification in the Brazilian Amazon. *Proceedings of 4th Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA)*, Rio de Janeiro, Brazil. 7-9 May.
 21. Piazza GA, Vibrans AC, Liesenberg V, Refosco JC. 2016. Object-oriented and pixel-based classification approaches to classify tropical successional stages using airborne high-spatial resolution images. *GIScience & Remote Sensing*, 53(2): 206-226.
 22. Richards JA. 2013. *Remote sensing digital image analysis*, 5th ed, springer. 494 pp.
 23. Romijn E, Lantican CB, Herold M, Lindquist E, Ochieng R, Wijaya A, Murdiyarto D, Verchot L. 2015. Assessing change in national forest monitoring capacities of 99 tropical countries. *Forest Ecology and Management*, 352: 109-123.
 24. Roostaei S, Alavi S, Nikjoo M, Kamran KV. 2012. Evaluation of object-oriented and pixel based classification methods for extracting changes in urban area. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 2(3): 738-749.
 25. Tso B, Mather PM. 2009. *Classification methods for remotely sensed data*, 2nd ed, Taylor and Francis Group, LLC, CRC Press, New York. 352 pp.
 26. Yang X. 2011. Parameterizing support vector machines for land cover classification. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 77(1): 27-37.
 27. 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.
 28. Yuan F, Bauer ME, Heinert NJ, Holden GR. 2005. Multi-level land cover mapping of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area with multi-seasonal Landsat TM/ETM⁺ data. *Geocarto International*, 20(2): 5-13.



Comparison of visual and digital interpretation methods of land use/cover mapping in Ardabil province

A. Kakeh Mami¹, A. Ghorbani^{2*}, F. Kayvan Behjoo², A. Mirzaei Mosivand³

1. MSc. Graduated of Range Management, University of Mohaghegh Ardabili

2. Assoc. Prof. College of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

3. PhD. Graduated of Range Management, University of Mohaghegh Ardabili

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 June 2017

Accepted 14 October 2017

Available online 11 November 2017

Keywords:

Land use

OLI sensor

Supervised classification

Object-based classification

Ardabil province

ABSTRACT

Land use/cover mapping is one of the most common applications of remote sensing data. Remote sensing data by providing updated digital information, repetitive coverage, reduce costs and the possibility of processing and high potential for the preparation of land use/cover maps in natural resources, is of paramount importance. In this study, the land use and cover map prepared using Google Earth and the Operational Land Imager image sensor (OLI) of Landsat 8 satellite and methods of visual interpretation (GE images), supervised classification, neural networks and object-based classification methods (Landsat 8 images), and compared with each other. In order to evaluate the accuracy of the classification, the overall accuracy, Kappa coefficient, producer's accuracy and user's accuracy were used. The results showed that the visual interpretation method with overall accuracy and Kappa coefficient of 99.4 and 0.99, in comparison to the object-based, supervised and artificial neural networks (with an overall accuracy of 94, 82 and 60.8, and a Kappa coefficient of 0.92, 0.77 and 0.50) are more reliable. According to the map of visual interpretation, the rangelands with an area of 946687 ha and water bodies in the area of 217.42 ha were the largest and smallest land use/covers, respectively. In terms of accuracy, the visual interpretation method using Google Earth images had the highest accuracy, but it is time-consuming and cost-effective. In contrast, object-based method with acceptable accuracy and with low cost and time is the best method for land use/cover mapping.

* Corresponding author e-mail address: a_ghorbani@uma.ac.ir