

مقایسه کارایی الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره در آشکارسازی پهنه‌های ماسه‌ای دشت سرخس

زهرا گوهری: دانشجوی دکتری گروه مناطق خشک و بیابانی، دانشکده‌ی کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان

هایده آرا^۱: استادیار گروه مناطق خشک و بیابانی، دانشکده‌ی کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان

هادی معماریان خلیل‌آباد: دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده‌ی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۸/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۸)

چکیده

شناخت و ارزیابی پهنه‌های متأثر از فرسایش بادی، ابزار مهمی برای مدیران و برنامه‌ریزان در راستای توسعه‌ی پایدار مناطق مختلف می‌باشد. امروزه روش‌های مختلفی برای پهنه‌بندی اراضی متأثر از فرسایش بادی در جهان وجود دارد که مهم‌ترین آنها، استفاده از تصاویر ماهواره و الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی است. در این تحقیق به منظور تفکیک کاربری‌های مهم در منطقه‌ی بیابانی دشت سرخس، از سه تکنیک طبقه‌بندی نظارت شده و تصویر ماهواره‌ی لندست ۸ سال ۲۰۱۵ استفاده شد. روش منتخب پس از بررسی کلیه‌ی الگوریتم‌های طبقه‌بندی شامل روش پیکسل پایه، الگوریتم حداکثر احتمال، روش شیء‌گرا، الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان و روش درخت تصمیم‌گیری و تلفیق دو الگوریتم فوق است. به منظور صحت‌سنجی نتایج علاوه بر استفاده از پارامترهای دقت کل، ضریب کاپا، ماتریس دقت تولیدکننده و تولید شده، از دو پارامتر مغایرت کمی و مغایرت تخصیصی نیز استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که روش درخت تصمیم‌گیری با دقت کل ۸۷٪، شاخص کاپای ۸۲٪، مغایرت کمی ۶٫۷٪ و مغایرت تخصیصی ۵٫۶٪ نسبت به دیگر روش‌ها مانند روش پیکسل پایه و شیء‌گرا به ترتیب با دقت کل ۸۳٪ و ۸۰٪، شاخص کاپای ۷۸٪ و ۷۵٪، مغایرت کمی ۱۰٫۴٪ و ۸۳٪ و مغایرت تخصیصی ۶٫۱٪ و ۷٫۶٪، از دقت و صحت بالاتری برخوردار است؛ به گونه‌ای که مساحت اراضی ماسه‌ای شامل تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای در حدود ۱۳۴۹ کیلومتر مربع برآورد شد. بیشترین گستردگی این اراضی، در بخش‌های مرکزی منطقه و عمدتاً در مجاورت عناصر زیستی و فیزیکی می‌باشد. علاوه بر آن، با مقایسه‌ی مساحت نقشه‌های تولید شده مشخص شد که مساحت کاربری‌های سطوح آبی و اراضی کشاورزی تقریباً نزدیک به هم بوده و بیشترین اختلاف مساحت مربوط به کاربری‌های مراتع، اراضی بایر و پهنه‌های ماسه‌ای است.

واژگان کلیدی: پهنه‌های ماسه‌ای، پیکسل پایه، شیء‌گرا، درخت تصمیم‌گیری، دشت سرخس.

۱- مقدمه

فرسایش بادی با انتشار گرد و غبار به تهدید سلامت محیط، انسان و اقتصاد کشاورزی در مقیاس جهانی منجر می-شود (سازمان اقتصاد تخریب زمین^۱، ۲۰۱۵). یکی از فرآیندهای اصلی فرسایش بادی، تخریب زمین در مناطق خشک (بیابانزایی) است که به از بین رفتن خاک و در نتیجه بهره‌وری گیاهان می‌انجامد (Ravi et al, 2011). اثرات ویژه فرسایش بادی شامل تأثیر بر اقتصاد کشاورزی، خسارت به تجهیزات منابع آبی، تصادفات جاده‌ای در اثر کاهش دید، بیماری‌های تنفسی و حتی جنبه‌های فرهنگی است (Clow et al, 2016). آگاهی از موقعیت مکانی و مساحت پهنه‌های متأثر از فرسایش بادی به عنوان اطلاعات پایه، برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Omidvar, 2011)؛ حال آن که مطالعات میدانی در زمینه‌ی توسعه‌ی مکانی گستره‌های تحت فرسایش بادی، دشوار و تکرار آن پرهزینه می‌باشد. از این رو، استفاده از تصاویر ماهواره با توجه به ویژگی‌های برتر خود مانند پوشش وسیع، قابلیت تکرار و بهنگام شدن مداوم، می‌تواند به عنوان گزینه‌ی نخست در بحث شناخت و تهیه‌ی نقشه‌های پوشش اراضی مطرح باشد (Yaghoobzadeh et al, 2011).

از ویژگی‌های منطقه‌ی مورد مطالعه، فراوانی بادهای شدید به ویژه در فصل تابستان است که به توسعه‌ی اشکال فرسایش بادی منجر می‌شود. از طرف دیگر، این شهرستان به لحاظ استراتژیک و ژئوپلیتیک در خراسان رضوی و حتی در سراسر کشور نیز حائز اهمیت می‌باشد؛ وجود پالایشگاه خانگیان و استخراج گاز شیرین و ترش به نواحی مصرف، وجود منطقه ویژه اقتصادی سرخس - که کانون مبادلات تجاری به کشورهای آسیای میانه و کشورهای عضو اکو می‌باشد - از عوامل اهمیت آن به شمار می‌رود. گمرک سرخس که یکی از سه گمرک بزرگ ترانزیتی ایران و راه آهن مشهد - سرخس - تاجن محور طلایی و نقطه‌ی مهم بزرگراه ابریشم که محل اتصال شرق به غرب و شمال به جنوب جهان می‌باشد، همه در شهرستان سرخس واقع شده‌است. در سال‌های اخیر، توسعه‌ی پهنه‌های فرسایش بادی در اثر خشکسالی علاوه بر خسارت‌های وارده بر کشاورزی، سلامت و تصادفات جاده‌ای، تهدیدی جدی برای نقاط استراتژیک این منطقه به شمار می‌رود. برای شناسایی پهنه‌های فرسایش بادی می‌توان از تکنیک‌های طبقه‌بندی تصاویر استفاده کرد؛ بدین ترتیب می‌توان اراضی را که دارای شباهت‌های سطحی و بازتاب مشابه هستند، در یک طبقه قرار داد و شرط اولیه را که همان گروه‌بندی اراضی است، فراهم کرد (Alavipanah, 2003). در راستای توسعه‌ی روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته‌ی طبقه‌بندی، برای بهبود دقت در این روش تلاش‌های وسیع و گسترده‌ای انجام شده‌است که از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های پیکسل پایه^۱، شیء‌گرا^۲ و درخت تصمیم‌گیری^۳ و سیستم‌های هوشمند اشاره کرد (Lu et al, 2004). تکنیک شیء‌گرا در طبقه‌بندی بخش کشاورزی، جنگل (Machala et al, 2015) و مناطق شهری (Li et al, 2018) در مقایسه با روش پیکسل پایه از دقت بالاتری برخوردار است و برای طبقه‌بندی لندفرم‌های زمین، اراضی شیب‌دار (Vamshi et al, 2016) و مناطق دلتایی (Martha et al, 2018) همراه با داده‌های توپوگرافی، نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. استفاده‌ی همزمان از تکنیک‌های سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی و داده‌های توپوگرافی به بهبود طبقه‌بندی لندفرم‌های زمین منجر می‌شود (Mahmoudabadi et al, 2017). برای ارزیابی صحت و

¹ Pixel based² Object oriented³ Map Decision tree

دقت نقشه‌های شبیه‌سازی شده با حقایق زمینی، روش متداولی وجود دارد که طی دهه‌ی گذشته روش‌های مختلف دیگری نیز ارائه شده‌است (Kamusoko et al, 2015)؛ از جمله شاخص‌های مغایرت کمی^۱، تخصیصی^۲ و مغایرت کل^۳ که میزان فقدان شباهت را گزارش می‌دهد و بیانگر فقدان شباهت هر پیکسل در داده مرجع با پیکسل متناظر آن در نقشه‌ی طبقه‌بندی است (Pontius and Millones, 2011).

Esetlili و همکاران (۲۰۱۸) برای تهیه‌ی نقشه‌ی تیپ‌بندی محصولات کشاورزی و پایش آن در دشت اژه ترکیه، از داده‌های ماهواره‌ای Rapid eye و سه روش طبقه‌بندی بیشتر شباهت، ماشین‌بردار پشتیبان و روش شیء‌گرا استفاده کردند. بررسی ضرایب کاپا نشان داد که روش شیء‌گرا نسبت به روش‌های دیگر، طبقه‌بندی دقیق‌تری ارائه داده‌است. فیضی‌زاده و بختیار (۲۰۱۹)، از تصاویر ماهواره‌ای Aster برای طبقه‌بندی اراضی کشاورزی در حاشیه‌ی دریاچه‌ی ارومیه استفاده کردند. طبقه‌بندی با روش‌های پیکسل پایه، الگوریتم‌های حداکثر احتمال، متوازی السطوح و حداقل فاصله و روش شیء‌گرا با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد روش شیء‌گرا با ضریب کاپای ۹۳ درصد و دقت کلی ۹۴/۲ درصد، از دقت بالاتری برخوردار است. Sharma و همکاران (۲۰۱۴)، سه روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، نظارت نشده و درخت تصمیم‌گیری را بر داده‌های سنجنده TM اعمال کردند. نتایج نشان داد که درخت تصمیم‌گیری نسبت به دو روش مذکور، دقت کلی و ضریب کاپای بالاتری داشته‌است. Petropoulos و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از دو روش شیء‌گرا و ماشین‌بردار، به تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری و پوشش اراضی پرداختند و نشان دادند که هر دو روش برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی مناسب است، ولی روش شیء‌گرا نسبت به روش ماشین‌بردار پشتیبان، از صحت کلی و ضریب کاپای بالاتری برخوردار است. Hussaina و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا، به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی خود پرداختند. طبقه‌بندی‌های مورد نظر بر روی تصاویر، با قدرت تفکیک مکانی بالا انجام شد. نتایج حاکی از آن بود که روش شیء-گرا، روند تغییرات کاربری را با دقت بیشتری بررسی کرده‌است. معاریان و همکاران (۲۰۱۳)، کاربری اراضی منطقه گرمسیری در مالزی را با استفاده از تصاویر Terre5 با دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا طبقه‌بندی کردند. در روش پیکسل پایه، از الگوریتم حداکثر شباهت و در روش شیء‌گرا، از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی در سه مقیاس ۱۰، ۳۰ و ۵۰ و در سه سطح NN3، NN5 و NN7 استفاده شد. ارزیابی صحت نیز با استفاده از مؤلفه‌های مغایرت کمی و تخصیصی بررسی شد. نتایج نشان داد، طبقه‌بندی شیء‌گرا در مقیاس ۳۰ و سطح NN5 خطای تخصیص را نسبت به روش حداکثر شباهت تا ۲۵ درصد کاهش داده‌است.

از آنجا که مطالعات میدانی در زمینه‌ی توسعه‌ی مکانی گستره‌های تحت تأثیر فرسایش بادی، دشوار و تکرار آن پرهزینه است و اجرای مطالعات پایشی در این گونه مناطق ممکن نمی‌باشد، این تحقیق با هدف ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی در آشکارسازی پهنه‌های ماسه‌ای شهرستان سرخس انجام شد تا بدین ترتیب، این پهنه‌ها با دقت قابل قبولی تعیین و منابع در معرض تهدید آن شناسایی شود.

¹ Quantity Disagreement

² Allocation Disagreement

³ Total Disagreement

۲- منطقه‌ی مورد مطالعه

منطقه‌ی مورد مطالعه، بخش کوچکی از حوضه‌ی بزرگ قره‌قوم در شمال شرق ایران است و در همسایگی جنوب صحرای بزرگ قره‌قوم در ترکمنستان قرار دارد؛ از این رو، این منطقه به شدت تحت تأثیر عوامل حاکم بر توسعه‌ی کویر است و از نظر طبیعی نیز استعداد گسترش کویر در آن وجود دارد. حد طبیعی شهرستان را در جنوب، رودخانه‌ی کشف رود، حد شرقی را رودخانه‌ی تجن (بعد از پیوستن رودخانه هریرود و کشف‌رود) و حدود طبیعی غربی و جنوب غربی را آخرین امتدادهای ارتفاعات کپه‌داغ مشخص می‌کند. به لحاظ جغرافیایی، این منطقه در مختصات ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۴۶ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۰۹ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است. جهت باد غالب منطقه، شمال غربی است که به سیاه باد معروف است و توسعه‌ی اشکال فرسایش بادی از جهت باد غالب منطقه تبعیت می‌کند؛ از این رو، پنجره‌کاری محدوده‌ی دشت سرخس به مساحت ۲۹۹۲ کیلومترمربع - که بیانگر گستره‌ی فرسایش بادی در این منطقه است - انتخاب شد (شکل ۱).

اغلب دامنه‌های شمالی ارتفاعات غربی منطقه، دارای خاک لس است که به دلیل داشتن مقادیر زیادی سیلت یکی از حساس‌ترین خاک‌ها به فرسایش می‌باشد. اراضی مزروعی واقع در این دشت، دارای خاک با بافت لومی می‌باشد که یکی از خاک‌های غنی اما حساس به فرسایش به شمار می‌رود. تمامی عوامل فوق، شرایط را برای بحرانی بودن منطقه مهیا می‌سازد. از طرفی تأثیر مخرب عوامل انسانی و ناهماهنگی‌های مدیریتی در منطقه، شرایط را برای بروز طوفان‌های شن و توسعه‌ی بیابان در این شهرستان تشدید می‌کند.

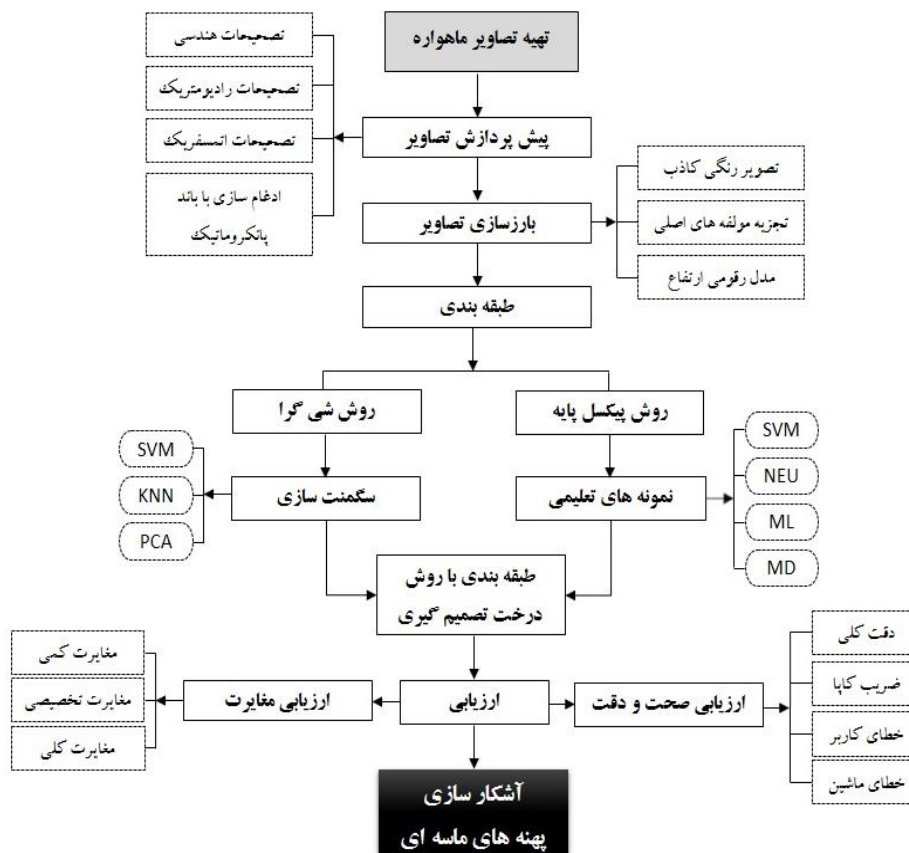


شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در ایران، استان خراسان رضوی و شهرستان سرخس.

۳- مواد و روش

در این پژوهش، ابتدا کلیه‌ی مستندات موجود در منطقه اعم از مطالعات و پروژه‌های اجرا شده، آمار و اطلاعات کلی منطقه، لایه‌ها و نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره، نمونه‌برداری‌های میدانی و ... جمع‌آوری شد. سپس این اطلاعات به کمک نرم‌افزارهای پردازش تصاویر ماهواره ENVI و سیستم اطلاعات جغرافیایی Arcmap 10.3،

پردازش و بررسی و تحلیل شد. تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق، لندست ۸-سنجنده ETM+ مربوط به تاریخ ۲۷ آگوست ۲۰۱۵ است. شکل (۲) مراحل اجرای این پژوهش را به صورت نمودار جریانی نشان می‌دهد.



شکل ۲: نمودار جریان مراحل اجرای کار

۳-۱ داده ها، پردازش و طبقه‌بندی تصاویر

در این پژوهش داده‌ی ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM+ با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ و ۳۰ متر، از پایگاه اینترنتی سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS) تهیه و استفاده شد. پس از مراحل پیش‌پردازش تصاویر که شامل تصحیحات هندسی، اتمسفریک و رادیومتریک و برش محدوده‌ی مورد مطالعه است، نقشه‌ی کاربری اراضی به روش طبقه‌بندی نظارت شده در ۶ کلاس به شرح جدول (۱) تهیه شد. مبنای طبقه‌بندی و تفکیک کاربری‌ها، نقشه‌ی کاربری اراضی سال ۱۳۸۱ استان خراسان رضوی و نقشه‌ی زمین‌شناسی سازمان زمین‌شناسی این استان است.

جدول ۱: سطوح کاربری در نظر گرفته شده در این تحقیق

عبارت اختصاری	عبارت علمی	سطح ۱ کاربری	سطح دو کاربری
WB	WATER BODY	سطوح آبی	دریاچه‌ها - کانال‌های آبی - رودخانه‌ها
AA	AGRICULTURE AREA	نواحی کشاورزی	باغ - زراعت آبی - دیم - آیش
BA	BAYRE LAND	بایر	اراضی لم یزرع - شوره‌زارها - رخنمون سنگی
RL	RANGE LAND	مراتع	مراتع فقیر - غنی - بیشه‌زارها - جنگل‌های دست کاشت - درختچه‌زارها
SD	SAND DUNE	تپه‌های ماسه‌ای	تپه‌های ماسه‌ای
WD	WIND DEPOSITION	نهبشته‌های بادی	رسوبات بادی - مناطق تثبیت شده با مالچ

در فرآیند طبقه‌بندی از همه‌ی باندهای موجود تصاویر بهره گرفته شده‌است. طبقه‌بندی بر اساس همه‌ی الگوریتم‌های روش پیکسل پایه شامل بیشترین شباهت ۱، کمترین فاصله ۲، شبکه عصبی ۳ و ماشین بردار پشتیبان ۴، و روش شی-ء-گرا شامل نزدیک‌ترین همسایه ۵ با مقیاس‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ماشین بردار پشتیبان انجام شده‌است که روش محاسبه‌ی هر یک از روش‌های طبقه‌بندی، مطابق روابط ارائه شده در زیر می‌باشد:

رابطه‌ی ۱ بیشترین شباهت

$$g_i(x) = -\frac{1}{2}(x - \mu_i)^t \sum_i^{-1} (x - \mu_i) - \frac{1}{2} \ln |\sum_i i|$$

رابطه‌ی ۲ کمترین فاصله

$$g_i(x) = -\frac{1}{2}(x - \mu_i)^t \sum_i^{-1} (x - \mu_i)$$

رابطه‌ی ۳ شبکه عصبی

$$O_i \frac{1}{(1 + e^{-\lambda netj})}$$

O_i خروجی برای ورودی i ، λ شیب تابع تبدیل و $netj$ از رابطه‌ی (۴) بیان می‌شود.

$$netj = \sum_i w_{ij} o_i$$

w_{ij} وزن داده شده از واحد j تا i و خروجی i (Shalkoff, 1997).

رابطه‌ی ۵ ماشین بردار پشتیبان

$$K(X_i; X_j) = (gx_i^T x_j + r)^d \quad g > 0$$

¹ Maximum Likelihood

² Minimum Distance

³ Neural Net

⁴ Support Vector Machine

⁵ K Nearest Neighbor

$X_i; X_j$ مجموعه‌ای از داده‌های آموزشی، g گاما یک پارامتر تعریف شده توسط کاربر به عنوان عرض کرنل، d درجه چندجمله‌ای، r اریب یا تمایل و T ماتریس واحد است.

سپس پارامترهای کاپا و دقت کلی در الگوریتم‌های مورد نظر، بررسی و نتایج آن در جدول (۲) ارائه شد. الگوریتم‌هایی که بیشترین دقت را در طبقه‌بندی دارند، برای روش طبقه‌بندی تصمیم‌گیری درختی انتخاب شدند. در این تحقیق، الگوریتم‌های بیشترین شباهت از روش پیکسل پایه و ماشین بردار پشتیبان از روش شیء‌گرا وارد طبقه‌بندی تصمیم‌گیری درختی شد. به منظور بررسی صحت این طبقه‌بندی، از لایه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و برداشت نقاط زمینی استفاده شد. میزان دقت نیز با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه‌ی پارامترهای آماری مانند صحت کل ۱، ضریب کاپا ۲، دقت تولیدکننده ۳ و دقت کاربر ۴ مغایرت کمی، مغایرت تخصیصی و مغایرت کل برای هر طبقه‌بندی محاسبه شد.

۳-۲ پارامترهای متداول ارزیابی دقت

پارامترهای متداول مورد استفاده در این تحقیق، دقت کلی و کاپا است که اینک پر استفاده‌ترین معیارهای ارزیابی دقت طبقه‌بندی در تصاویر ماهواره‌ای هستند (Zhou et al, 2011). دقت کلی، طبق رابطه‌ی (۱) از ماتریس ابهام محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۱

$$O.A = \frac{\sum_{i=1}^K n_{ii}}{n}$$

که در آن k تعداد کلاس‌ها، n تعداد کل پیکسل‌های معلوم در داده‌ی مرجع، n_{ii} اعضای قطری ماتریس ابهام و $O.A$ دقت کلی طبقه‌بندی است (Pontius and Millones, 2011). یکی از شناخته‌شده‌ترین برآوردهای کاپا با استفاده از عناصر ماتریس ابهام، طبق رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۲

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_i + n + i}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_i + n + i}$$

که در آن n تعداد کل پیکسل‌های معلوم، k تعداد کلاس‌ها، n_i مجموع عناصر سطر i ام و $n + i$ مجموع عناصر ستون i ام هستند.

۳-۳ پارامترهای مغایرت

رابطه‌ی دو معیار دقت کلی و ضریب کاپا با دو معیار مغایرت بررسی می‌شود. مغایرت کمی برای هر کلاس، بیانگر تفاضل تعداد نمونه‌هایی است که در نقشه‌ی حاصل از طبقه‌بندی و داده مرجع زمینی به یک کلاس تعلق دارد؛ به عنوان مثال، چنانچه پس از طبقه‌بندی تعداد پیکسل‌هایی که برچسب پوشش گیاهی گرفته‌اند m و تعداد پیکسل‌های پوشش گیاهی در داده مرجع واقعیت زمینی n باشد، مغایرت کمی $m-n$ خواهد شد. مغایرت کمی برای هر کلاس، جداگانه محاسبه می‌شود. مغایرت تخصیصی برای هر کلاس نیز بیانگر مغایرت مکانی نمونه‌هایی است که در نتیجه

¹ Overall accuracy

² Kappa

³ Producer's accuracy

⁴ User's accuracy

طبقه‌بندی و داده مرجع واقعیت زمینی به یک کلاس تعلق دارد (Pontius and Millones, 2011). چنانچه پس از طبقه‌بندی m پیکسل برچسب پوشش گیاهی خورده باشند، در صورتی که در داده مرجع واقعیت زمینی جزو پیکسل‌های دیگری باشند، مغایرت تخصیصی $2m$ خواهد شد. بنابراین، مغایرت تخصیصی همواره یک عدد زوج است؛ زیرا برای یک زوج پیکسل با برچسب متفاوت محاسبه می‌شود (Pontius and Millones, 2011). برای محاسبه‌ی این پارامترها ابتدا طبق رابطه‌ی (۳)، یک ماتریس جدید به نام ماتریس جمعیت 1 بر اساس ماتریس ابهام تشکیل می‌شود. عناصر این ماتریس به صورت زیر محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۳

$$P_{ij} = \left| \frac{n_{ij}}{\sum_{j=1}^J n_{ij}} \right| * \left| \frac{N_i}{\sum_{j=1}^J N_i} \right|$$

که در آن J تعداد کلاس‌ها، N_i تعداد پیکسل‌ها در کلاس i ام و n_i بیانگر عدد متناظر سطر i ام و ستون i ام در ماتریس ابهام است. براساس ماتریس جمعیت، پارامترهای مغایرت کمی برای هر کلاس و پارامتر مغایرت کمی کلی به ترتیب از رابطه‌های (۴) و (۵) محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۴

$$q_g = \left| \left(\sum_{i=1}^J P_{ig} \right) - \left(\sum_{j=1}^J P_{gi} \right) \right|$$

رابطه‌ی ۵

$$Q = \frac{\sum_{g=1}^J q_g}{2}$$

پارامتر J برابر با تعداد کلاس‌ها و پارامتر g بیانگر یک کلاس ویژه است. پارامترهای مغایرت تخصیصی برای هر کلاس نیز مطابق رابطه‌ی (۶) محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۶

$$a_g = 2 \min \left[\left(\sum_{i=1}^J P_{ig} \right) - P_{gg}, \left(\sum_{j=1}^J P_{gj} \right) - P_{gg} \right]$$

برای اینکه برآوردی کلی از میزان مغایرت تخصیصی طبقه‌بندی داشته باشیم، پارامتر مغایرت تخصیصی کلی مطابق رابطه‌ی (۷) محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۷

$$A = \frac{\sum_{g=1}^J a_g}{2}$$

طبق رابطه‌ی (۸)، مغایرت کلی از مغایرت کمی و تخصیصی محاسبه می‌شود.

رابطه‌ی ۸

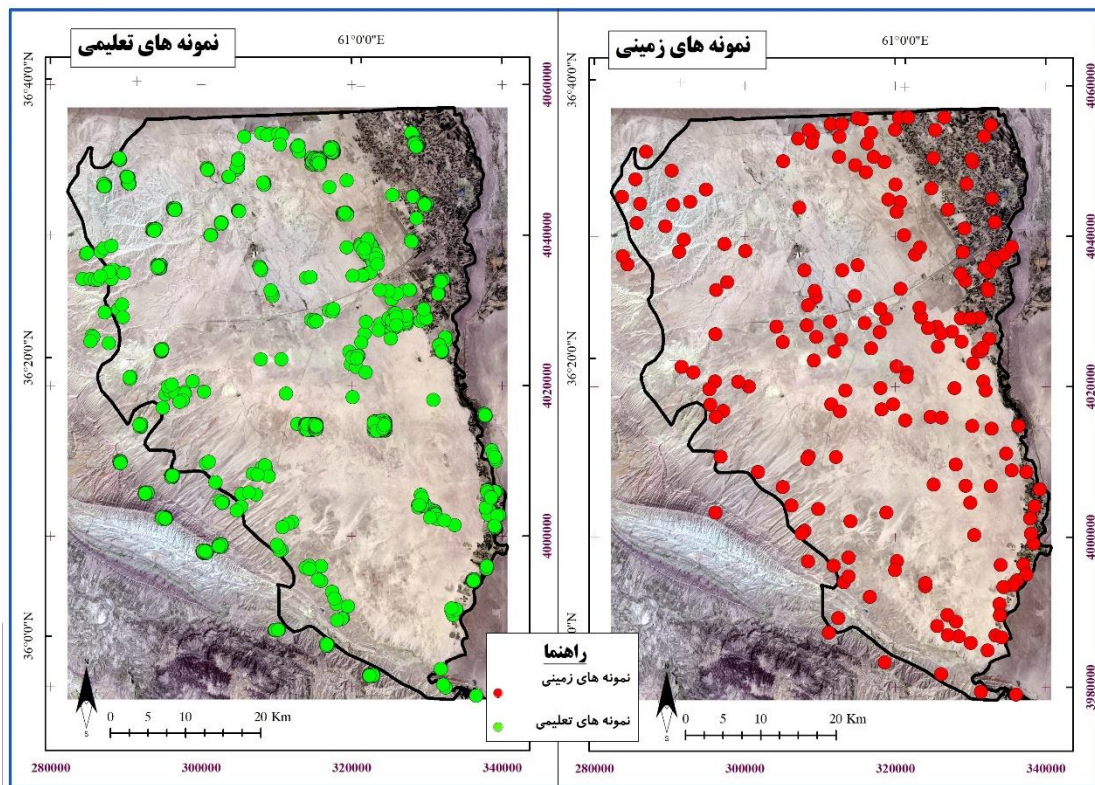
$$T = Q + A$$

¹ Population Matrix

این پارامتر مانند پارامتر دقت کلی می‌تواند بیانگر نوعی برآورد کلی از میزان مغایرت موجود در نتیجه‌ی طبقه‌بندی باشد.

۴- یافته‌ها (نتایج)

نتایج حاصل از طبقه‌بندی نشان می‌دهد تعداد پیکسل برداشت شده در نمونه‌های تعلیمی کلاس‌های کاربری، ۲۵۰۴۹ پیکسل می‌باشد که از روش نمونه‌برداری تصادفی به دست آمده‌است. تعداد نقاط زمینی - که برای برآورد صحت کلی نقشه‌های تولید شده استفاده شد - ۹۰ نقطه‌ی کنترلی حاصل از تصاویر ماهواره‌ی گوگل ارث، ۵۰ نقطه‌ی کنترلی از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۴۵ نقطه‌ی کنترل صحرایی است که در شکل (۳) ارائه شده‌است. مقادیر دقت کل و ضریب کاپا برای الگوریتم‌های استفاده شده در این تحقیق، در جدول (۲) و سایر مقادیر آماری از جمله ماتریس خطا، دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده، مغایرت کمی، مغایرت تخصیصی و مغایرت کل برای کلیه‌ی روش‌های منتخب، در جداول (۳) و (۴) ارائه شده‌است.



شکل ۳: موقعیت نمونه‌های زمینی و تعلیمی در منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۲: ارزیابی دقت روش های مختلف طبقه بندی پوشش اراضی در دشت سرخس

روش	الگوریتم	دقت کل %	کاپا %
پیکسل پایه	MLC	۸۳	۷۸
	MD	۴۸	۳۲
	NNC	۷۹	۷۲
	SVM	۷۶	۶۸
شی گرا	SVM	۸۰	۷۵
	KNN1	۷۱	۶۲
	KNN3	۷۳	۶۴
	KNN5	۷۳	۶۴
	KNN7	۷۲	۶۳
درخت تصمیم گیری		۸۷	۸۲

جدول ۳: ماتریس خطای طبقه بندی پوشش اراضی در روش های پیکسل پایه، شی گرا و درخت تصمیم گیری

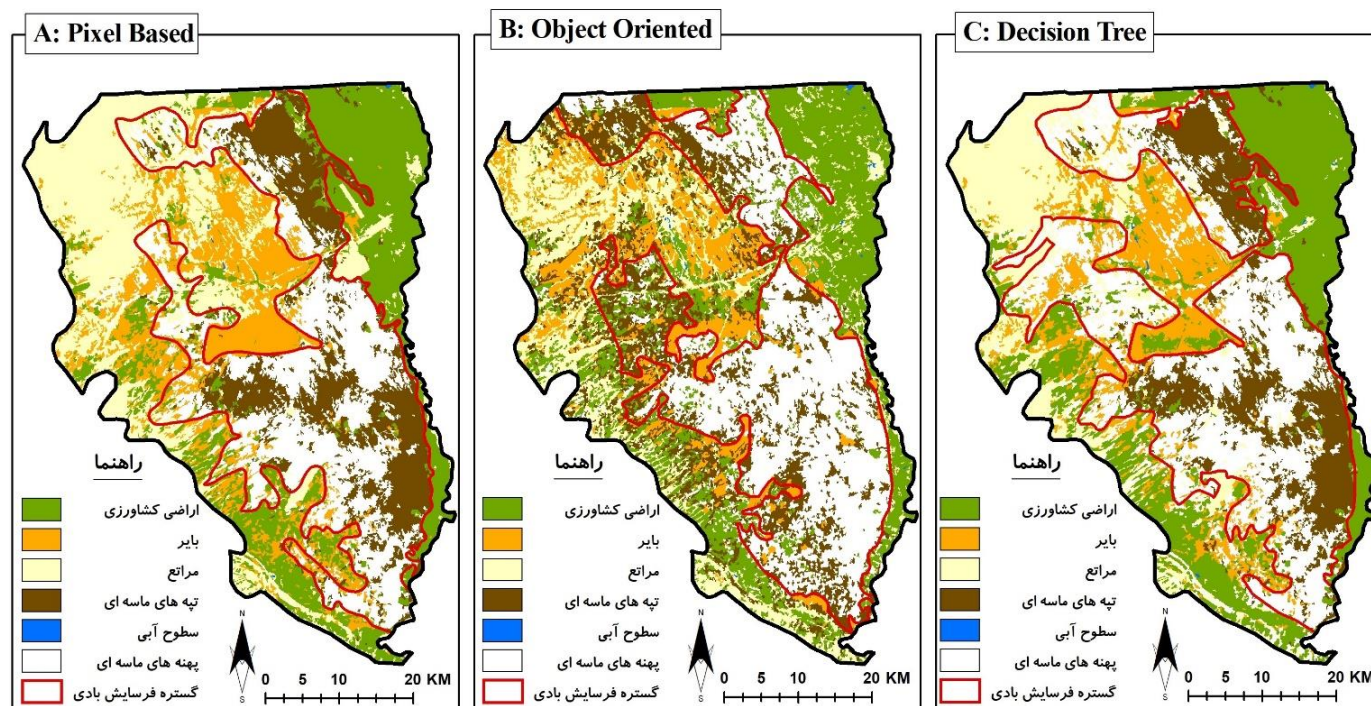
روش	کلاس	اراضی کشاورزی	بایر	مراعات	تپه های ماسه ای	سطوح آبی	پهنه های ماسه ای
پیکسل پایه	اراضی	۶۸۷۳	۹۶	۱۴۸	۲	۲	۱
	بایر	۴۱۳	۱۸۸۸	۴۱۵	۰	۰	۴۰
	مراعات	۲۱۵	۸۱	۵۰۰۸	۰	۷	۱۰۵
	تپه های ماسه	۱۰۴	۰	۳۸	۶۵۲	۰	۱۸۳
	سطوح آبی	۰	۰	۴	۰	۵۴۴	۰
شی گرا	پهنه های ماسه	۹۴۲	۴۶	۷۲۱	۵۷۸	۱	۵۹۴۱
	اراضی	۶۸۰۸	۲۳۴	۱۹۵	۲۰	۰	۱۵۳
	بایر	۴۷	۱۷۲۲	۲۷۷	۳۳	۰	۸۶۷
	مراعات	۸۹	۳۵	۵۷۰۸	۹	۰	۰
	تپه های ماسه	۶۵۵	۸۲	۱۳۱	۷۴۰	۰	۵۶۴
درخت تصمیم گیری	سطوح آبی	۱۴	۰	۲۳	۰	۵۳۸	۰
	پهنه های ماسه	۹۲۳	۳۸	۰	۴۳۱	۰	۴۶۸۶
	اراضی	۶۸۴۰	۷	۱۰۵	۳	۳	۰
	بایر	۸۲۵	۱۹۸۱	۴۲۶	۰	۰	۴۱
	مراعات	۳۲۵	۱۲۲	۵۶۶۶	۶	۲۰	۴۳
تپه های ماسه	تپه های ماسه	۱۲۰	۰	۳۸	۵۸۰	۰	۱۹۷
	سطوح آبی	۰	۰	۰	۰	۵۳۱	۰
	پهنه های ماسه	۴۳۷	۱	۹۹	۶۴۴	۰	۵۹۸۹

جدول ۴: پارامترهای آماری دقت و مغایرت در روش‌های طبقه‌بندی

روش طبقه‌بندی	اراضی کشاورز	بایر	مراعت	تپه‌های ماسه‌ای	سطوح آبی	پهنه‌های ماسه‌ای
پیکسل پایه	دقت تولید کننده-%	۸۰	۹۴	۸۹	۴۷	۱۰۰
	دقت استفاده کننده-	۹۷	۶۱	۹۲	۶۲	۱۰۰
	مغایرت کمی-%	۶	۳	۴	۱	۰
	مغایرت تخصیصی-%	۲	۲	۳	۳	۰
	مغایرت کل-%	۸	۴	۷	۴	۰
شیء گرا	دقت تولید کننده-%	۸۰	۸۲	۷۹	۴۷	۹۸
	دقت استفاده کننده-	۹۲	۵۸	۹۳	۳۴	۹۴
	مغایرت کمی-%	۶	۵	۱	۱	۰
	مغایرت تخصیصی-%	۴	۳	۲	۴	۰
	مغایرت کل-%	۱۰	۸	۳	۵	۰
درخت تصمیم‌گیری	دقت تولید کننده-%	۸۰	۸۹	۹۰	۶۰	۱۰۰
	دقت استفاده کننده-	۹۸	۶۸	۹۸	۶۴	۹۹
	مغایرت کمی-%	۵	۰	۲	۲	۰
	مغایرت تخصیصی-%	۱	۱	۴	۳	۰
	مغایرت کل-%	۶	۱	۶	۵	۰

ارزیابی روش‌های طبقه‌بندی با استفاده از سه روش پیکسل پایه، شیء گرا و درخت تصمیم‌گیری، در جدول ۲ ارائه شده‌است. بر اساس این جدول، روش درخت تصمیم‌گیری دقت کل ۸۷ درصد و ضریب کاپای ۸۲ درصد، روش پیکسل پایه دقت کل ۸۳ و ضریب کاپای ۷۸ درصد و روش شیء گرا دقت کل ۸۰ و ضریب کاپای ۷۵ درصد دارد؛ از این رو، روش تصمیم‌گیری با ضریب کاپای بالاتر نسبت به روش‌های شیء گرا و پیکسل پایه برای داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، از دقت بالاتری برخوردار است.

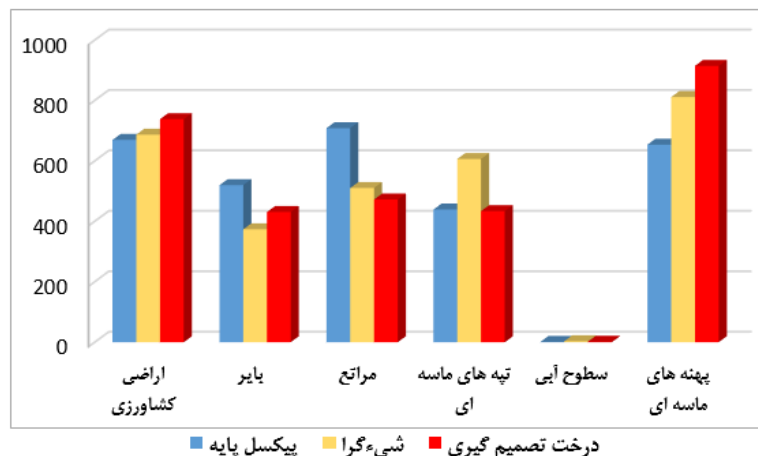
بر اساس جدول ۴ کمترین دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده در هر سه روش، مربوط به کلاس تپه‌های ماسه‌ای و بیشترین مقدار مغایرت کمی و مغایرت تخصیصی در روش پیکسل پایه، مربوط به کلاس نهشته‌های بادی و مراعت و در روش شیء گرا، مربوط به کلاس اراضی کشاورزی و تپه‌های ماسه‌ای و در روش تصمیم‌گیری درختی، مربوط به کلاس‌های اراضی کشاورزی و مراعت می‌باشد که دلیل آن می‌تواند فقدان تفکیک‌پذیری قابل قبول از کلاس پهنه‌های ماسه‌ای باشد. از آنجا که هدف این پژوهش آشکارسازی پهنه‌های ماسه‌ای با دقت قابل قبول است، این گونه می‌توان استنباط کرد که روش درخت تصمیم‌گیری از بالاترین دقت در تولیدکننده و استفاده‌کننده برخوردار می‌باشد. علاوه بر آن، کاربری‌های کشاورزی، مرتع و تپه‌های ماسه‌ای نیز در روش درخت تصمیم‌گیری بالاترین دقت تولیدکننده را دارد و همه‌ی کاربری‌ها در این روش از بالاترین دقت استفاده‌کننده برخوردار هستند. از سوی دیگر، کمترین مقادیر مغایرت کمی و مغایرت تخصیصی به ترتیب ۶٫۷ و ۵٫۶ درصد، مربوط به روش تصمیم‌گیری درختی است. این درحالی است که بیشترین مغایرت‌ها در روش پیکسل پایه دیده شده که به ترتیب شامل ۱۰٫۴ و ۶٫۱ درصد است. نقشه‌ی طبقه‌بندی پوشش اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه نیز در شکل (۴) نشان داده شده‌است.



شکل ۴: نقشه‌ی پوشش اراضی A: روش پیکسل پایه، B: روش شیء‌گرا، C: روش درخت تصمیم‌گیری

پس از تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش اراضی به سه روش طبقه‌بندی اشاره شده، مساحت و درصد مساحت ۶ طبقه‌ی کاربری محاسبه شد (شکل ۵). همان‌طور که در جدول (۵) ارائه شده‌است، مساحت کاربری‌های کشاورزی و سطوح آبی در نقشه‌های حاصل از الگوریتم‌های پیکسل پایه، شیء‌گرا و تصمیم‌گیری درختی تقریباً نزدیک به هم است. در حالی که مساحت سایر کاربری‌ها در الگوریتم‌های سه روش پیکسل پایه، شیء‌گرا و تصمیم‌گیری درختی با هم تفاوت دارد که این امر، ناشی از تفاوت دقت این روش‌ها می‌باشد. بیشترین اختلاف مساحت، مربوط به کاربری پهنه‌های ماسه‌ای و کمترین اختلاف نیز مربوط به کاربری سطوح آبی است. کاربری تپه‌های ماسه‌ای در دو روش پیکسل پایه و درخت تصمیم‌گیری، بسیار نزدیک به هم و با کمترین اختلاف مساحت نسبت به هم طبقه‌بندی شده‌اند؛ در حالی که روش شیء‌گرا به صورت غیرواقعی این کاربری را طبقه‌بندی کرده‌است. سطح مراتع در روش پیکسل پایه، بیشترین اختلاف را با دو روش دیگر دارد. روش درخت تصمیم‌گیری، تلفیقی از الگوریتم‌های دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا است که با توجه به برداشت‌های میدانی و کارشناسی، نتایج بهتری نسبت به دو روش دیگر ارائه داده‌است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که تپه‌های ماسه‌ای با ۴۳۴ کیلومتر مربع و پهنه‌های ماسه‌ای با ۹۱۵ کیلومتر مربع مساحت، حدود ۴۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود که میزان حساسیت منطقه به فرسایش بادی و منابع در معرض تهدید، این مخاطره‌ی طبیعی را نشان می‌دهد.

مساحت- کیلومتر مربع



شکل ۵: مساحت طبقات مختلف پوشش اراضی در روش‌های مختلف طبقه‌بندی منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۵: مساحت طبقات مختلف پوشش اراضی در روش‌های مختلف طبقه‌بندی- کیلومتر مربع

کلاس	پیکسل پایه	شیءگرا	درخت تصمیم گیری
اراضی کشاورزی	۶۷۰	۶۸۷	۷۳۸
بایر	۵۲۰	۳۷۴	۴۳۱
مراتع	۷۰۸	۵۱۰	۴۷۲
تپه‌های ماسه‌ای	۴۳۹	۶۰۶	۴۳۴
سطوح آبی	۱	۳	۲
پهنه‌های ماسه‌ای	۶۵۴	۸۱۱	۹۱۵
مجموع		۲۹۹۲	

۵- بحث و نتیجه‌گیری

برخی محققان معتقدند، پارامترهای متداول ارزیابی دقت طبقه‌بندی مانند کاپا و دقت کلی، علی‌رغم کاربردهای فراوان در کارهای تحقیقاتی دارای معایبی هم هستند؛ از این رو، محققان مختلف به بیان پارامترهای جدید ارزیابی دقت پرداخته‌اند که در این تحقیق به بررسی دو نمونه از این پارامترها یعنی مغایرت کمی و تخصیصی پرداخته شده‌است. نتایج حاصل از طبقه‌بندی و اعتبارسنجی نتایج نشان می‌دهد که برخلاف ادعای اشاره شده، این پارامترهای جدید مستقل از پارامترهای متداول نیستند. تنها تفاوت بین این پارامترها با پارامتر کاپا، در نحوه‌ی گزارش دقت طبقه‌بندی بر اساس مغایرت است (Pontius and Millones, 2011).

در این پژوهش تصور بر این بود که روش طبقه‌بندی شیءگرا می‌تواند تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای را با دقت بیشتری طبقه‌بندی کند، اما از آنجا که تپه‌های ماسه‌ای شهرستان سرخس از مرفولوژی و هندسه‌ی خاصی تبعیت نمی‌کند و بیشتر به شکل طولی می‌باشد، طبقه‌بندی این کاربری با روش پیکسل پایه به صورت بهتر انجام شد. اما کاربری‌هایی

مانند اراضی کشاورزی که از اشکال هندسی تبعیت می کنند، در روش شیء گرا با دقت بالاتری طبقه بندی شد که با نتایج فیضی زاده و بختیار (۲۰۱۹)، Petropoulos و همکاران (۲۰۱۲)، Hussaina و همکاران (۲۰۱۳) مشابه می باشد. ارزیابی صحت کاربری های تولید شده نشان می دهد که کاربری های مرتع و سطوح آبی با روش شیء گرا با دقت بالای ۹۰ درصد، کاربری های بایر و پهنه های ماسه ای با دقت بالاتر از ۹۳ درصد برای روش پیکسل پایه و کاربری های اراضی کشاورزی و تپه های ماسه ای با روش درخت تصمیم گیری از بالاترین دقت در طبقه بندی برخوردار است. Sharma و همکاران (۲۰۱۴) نیز معتقدند طبقه بندی انجام شده با روش تصمیم گیری درختی از دقت بالاتری برخوردار است. بر اساس نتایج جداول ۳ و ۴ دلیل کاهش دقت روش پیکسل پایه، پایین بودن دقت ارزیابی در کاربری تپه های ماسه ای است که دلیل اصلی آن، عدم شناسایی و طبقه بندی این کاربری و هم پوشانی طیفی و مشابهت نسبی در الگوی کاربری پهنه های ماسه ای است.

نتایج روش های مختلف طبقه بندی پوشش اراضی نشان می دهد که روش شیء گرا نسبت به دو روش دیگر، تصویری با حالت وضوح بالاتر دارد، ولی نتایج حاصل از شاخص های ارزیابی سه روش نشان می دهد که روش درخت تصمیم گیری با دقت کل ۸۷ درصد و ضریب کاپای ۸۲ درصد از بالاترین دقت برخوردار است و روش پیکسل پایه با دقت کل ۸۳ درصد و ضریب کاپای ۷۸ درصد و روش شیء گرا با دقت کل ۸۰ درصد و ضریب کاپای ۷۵ درصد به ترتیب دقت کمتری دارد.

در پژوهش حاضر، مقایسه ی مساحت کاربری ها در نقشه ی تولید شده نشان می دهد که مساحت کاربری های سطوح آبی و اراضی کشاورزی در نقشه های حاصل از الگوریتم های پیکسل پایه، شیء گرا و درخت تصمیم گیری تقریباً نزدیک به هم هستند. همچنین بیشترین اختلاف مساحت، مربوط به کاربری مراتع، اراضی بایر و پهنه های ماسه ای است. مساحت کاربری تپه های ماسه ای در دو روش پیکسل پایه و درخت تصمیم گیری، نزدیک به هم است و با روش شیء گرا اختلاف دارد. نتایج به دست آمده از این تحقیق، کارایی بالاتر روش درخت تصمیم گیری را در تفکیک پوشش اراضی به خصوص پهنه های ماسه ای و گستره ی فرسایش بادی شهرستان سرخس نشان می دهد. ذکر این امر لازم است که محدودیت در انتخاب پارامترهای بهینه ی قطعه بندی و خطای بالقوه ی موجود در آن، از مشکلات روش شیء گرا محسوب می شود که می تواند به بروز خطا (حذف یا اضافه شدن) در طبقه بندی منجر شود. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و سایر کارهای انجام شده، می توان پیشنهاد کرد که روش درخت تصمیم گیری با توجه به اینکه از الگوریتم های هر دو روش پیکسل پایه و شیء گرا استفاده می کند، برای طبقه بندی پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات پهنه های ماسه ای، روشی مناسب و دقیق تر نسبت به روش های پیکسل پایه و شیء گرا می باشد.

منابع

1. Alavipanah, S. K., 2003. Application Remote Sensing in Geology (Earth Sciences), Geographic Institute of Tehran University Press, 478 pages, (in Persian).
2. Clow, D. W.; Williams, M. W.; & P. F. Schuster, 2016. Increasing aeolian dust deposition to snowpacks in the Rocky Mountains inferred from snowpack, wet deposition, and aerosol chemistry, *Atmospheric Environment*, 146, 183–194.
3. Cook, B. I.; Ault, T. R.; & J. E. Smerdon, 2015. Unprecedented 21st century drought risk in the American Southwest and Central Plains, *Science Advances*, 1: e1400082.

4. ELD Initiative, 2015. The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management, The Economics of Land Degradation Initiative, Bonn, Germany.
5. Esetlili, M. T.; Balcik, F. B.; Sanli, F. B.; Kalkan, K.; Ustuner, M.; Goksel, C.; & Kurucu, Y. 2018. Comparison of Object and Pixel-Based Classifications for Mapping Crops Using Rapideye Imagery: A Case Study of Menemen Plain, Turkey, *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 5(2), 231-243.
6. Fazizadeh, B., & H. Helali., (2019). Comparative Evaluation of Basic and Object Oriented Pixel Processing Techniques in Aster Satellite Image Classification for Extraction of Agricultural and garden Landscapes on the Eastern Margin of Lake Urmia. *Geography Studies*. 28, 167-183. (in Persian).
7. Hussaina, M.; Chen, D.; Cheng, A.; Wei, H.; & D. Stenley, 2013. Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, International Conference on Objectbased Image Analysis (OBIA 2006), university of Salzburg, 91-106.
8. Kamusoko, C., & Gamba, J., (2015). Simulating urban growth using a random forest-cellular automata (RF-CA) model. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 4(2), 447-470.
9. Li, J.; Kandakji, T.; Lee, J. A.; Tatarko, J.; Blackwell, J.; Gill, T. E.; & J. D. Collins, 2018. Blowing dust and highway safety in the southwestern United States: characteristics of dust emission "hotspots" and management implications, *Science of the Total Environment*, 621, 1023-1032.
10. Lu, D.; Mausel, P.; Brondi'zio, E.; & E. Moran, 2004. Change detection techniques. *INT. J. REMOTE SENSING*, 25 (12), 2365-2407.
11. Machala, M., & L. Zejdová., (2014). Forest mapping through object-based image analysis of multispectral and LiDAR aerial data. *European Journal of Remote Sensing*. 47(1), 117-131.
12. Mahmoudabadi, E.; Karimi, A.; Haghnia, G. H.; & A. Sepehr, 2017. Digital soil mapping using remote sensing indices, terrain attributes, and vegetation features in the rangelands of northeastern Iran, *Environmental monitoring and assessment*, 189(10), 500. (in Persian).
13. Martha, T. R.; Mohan Vamsee, A.; Tripathi, V.; & K. Vinod Kumar, 2018. Detection of coastal landforms in a deltaic area using a multi-scale object-based classification method, *Curr. Sci*, 114(6).
14. Memarian, H.; Balasundram, S. K.; & R. Khosla, 2013. Comparison between pixel-and object-based image classification of a tropical landscape using Système Pour l'Observation de la Terre-5 imagery, *Journal of Applied Remote Sensing*, 7(1), 073512.
15. Omidvar, K., 2011. Natural hazards, Yazd University Press. (in Persian).
16. Petropoulos, G. P.; Kalaitzidis, C.; & K. P. Vadrevu, 2012. Support vector machines and object-based classification for obtaining land-use/cover cartography from Hyperion hyperspectral imagery, *Computers & Geosciences*, 41, 99-107.
17. Pontius Jr, R. G., & M. Millones., (2011). Death to Kappa: birth of quantity disagreement and allocation disagreement for accuracy assessment. *International Journal of Remote Sensing*. 32(15), 4407-4429.
18. Ravi, S., et al., 2011. Aeolian processes and the biosphere, *Reviews of Geophysics* 49, <https://doi.org/10.1029/2010rg000328>.
19. Shalkoff, R. J., 1997, *Artificial Neural Networks*, McGraw-Hill Companies Pub, New yourk.
20. Sharma, R.; Ghosh, A.; & P. K. Joshi, 2014. Decision tree approach for classification of remotely sensed satellite data using open source support Degree Level: field measurements across scales: comparing pixel aggregation and image For Classification, *International Journal of Engineering Development and Research*, 2, 1-5.

21. Yaghobzadeh, M., & A. Akbarpour., (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. (in Persian).
22. UNEP, WMO, and UNCCD. (2016). Global assessment of sand and dust storms. DEW/1971/NA, Nairobi, Kenya.
23. Vamshi, G. T.; Martha, T. R.; & K. V. Kumar, 2016. An object-based classification method for automatic detection of lunar impact craters from topographic data, *Advances in Space Research*, 57(9), 1978-1988.
24. Zhou, G.; Wu, B.; & M. Li, 2011, Improved accuracy assessment indices for object-based high resolution remotely sensed imagery classification, Paper presented at the Image Analysis and Signal Processing (IASP), 2011 International Conference on.

Comparison of Performance in Image Classification Algorithms of Satellite in Detection of Sarakhs Sandy zones

Zahra Gohari: Ph.D Student in Natural Resources Department, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Semnan.

Haideh Araⁱ: Assistant professor, Natural Resources Department, Faculty of Desert Studies, University of Semnan, Semnan.

Hadi Memarian: Associate professor, Natural Resources Department, Faculty of Natural Resources & environment, University of Birjand, Birjand.

Article History (Received: 1398.08.20 Accepted: 1398.09.18)

Extended abstract

1- Introduction

Wind erosion as an “environmental threat” has caused serious problems in the world. Identifying and evaluating areas affected by wind erosion can be an important tool for managers and planners in the sustainable development of different areas. nowadays there are various methods in the world for zoning lands affected by wind erosion. One of the most important methods is the use of satellite images and various classification methods. Satellite imagery with features such as wide coverage, repeatability and continuous updating is particularly important in determining land cover. classification methods include pixel based, object oriented and map decision tree. Field studies on the spatial development of wind erosion sites are difficult and expensive to replicate and monitoring studies in these areas are not possible. the purpose of this study is to evaluate the classification methods in the detection of the Sarakhs plain sandy zones in order to identify endangered sources of these zones.

2- Methodology

In this study, the Landsat ETM + satellite data was used from USGS web site and all the processed satellite images was done with ENVI software and Arcmap 10.3 GIS. After pre-processing the images, including geometric, atmospheric and radiometric corrections, the land use map was prepared using a supervised classification method in six classes. These classes include agricultural lands, barren lands, sand dunes, wind deposition, lakes and rangelands. Classification was performed based on all the algorithms of pixel based, object oriented and map decision tree methods. These algorithms include maximum likelihood, minimum distance, neural network, and support vector machine in the pixel based method and The object-oriented approach used the nearest-neighbor algorithms on the scales of 1, 3, 5, 7 and the support of vector machine. The final classification was done by a decision tree method map. Parameters used for validation of the results include total accuracy, kappa coefficient, accuracy matrix of the producer and the produced, quantity and allocation disagreement.

3- Results

The results of the classification show that the number of pixels in the training samples is 25049 pixels obtained by random sampling. The number of ground points used to estimate the overall

ⁱ Corresponding Author: Ara338@semnan.ac.ir

accuracy of the produced maps are 90 control points from Google Earth satellite imagery, 50 control points from 1: 50000 topographic maps and 45 field control points. The evaluation of classification methods showed that higher accuracy percentage for decision tree method is 87%, kappa index 82%, Quantity disagreement 6.7% and allocation disagreement 5.6% Compare to other methods. These coefficients in the pixel based method are respectively 83%, kappa coefficient 78%, quantity disagreement 10.4% and allocation disagreement 6.1% And in object-oriented method, the overall accuracy is 80%, Kappa index 75%, quantity disagreement 83% and allocation disagreement 7.6%. The least producer and user accuracy in all three methods is related to sand dune class and the highest amount of quantitative disagreement is assigned to the pixel based method for the class of wind deposition and rangelands, In the object-oriented method, it is related to the class of agricultural lands and sand dunes, and in the decision-tree method, it is related to the classes of agricultural lands and rangelands. This may be due to the lack of acceptable separation of the sand dune class.

4- Discussion & Conclusions

In this study, it was assumed that the object-oriented classification method would more accurately classify sand dunes and zones but since the sand dunes of Sarakhs do not follow specific morphology and geometry and they are more longitudinal Therefore, the classification of these zones was performed better with the pixel based method. But the land use, such as agricultural that follows geometric shapes, was more accurately classified in the object-oriented method.

The area of sandy lands, including hills and sandy zones, was estimated to be about 1349 km². Most of these lands are located in the central part of the study area in the vicinity of biological and physical elements. Also, the comparison of the area maps shows that the area of land using water levels and agricultural lands are close to each other. And the area differences are mostly related to rangelands, barren lands and sandy areas. Based on the results of this study, it can be suggested that decision tree method is more suitable than pixel based and object oriented methods for classifying land cover and detecting sandy zone changes and the most important reason is the use of both algorithms.

Key Words: Sandy zones- Pixel based- Object oriented- map decision tree. Sarakhs plain