



دانشگاه گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶

<http://jwfst.gau.ac.ir>

بررسی قابلیت داده‌های تصاویر رقومی هوایی UltraCam-D در شناسایی گونه‌های درختی در جنگل‌های آمیخته خزری (مطالعه موردی: شصت کلاته گرگان)

*^۱ اقدس قاسمی رزوه^۱، شعبان شتایی جویباری^۲ و جهانگیر محمدی^۳

^۱ کارشناسی ارشد رشته جنگلداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،

^۳ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۴

چکیده

تشخیص گونه‌های درختی و تهیه نقشه ترکیب درختان نقش مهمی در اتخاذ تصمیمات بهینه برای مدیریت بوم سازگان جنگلی در نواحی وسیع ایفا می‌کنند. بررسی قابلیت منابع متفاوت سنجش از دوری نظیر تصاویر رقومی هوایی در منابع مختلف جنگلی به‌عنوان راهکار جایگزین روش‌های زمینی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. داده‌های سنجش از دور، به ویژه تصاویر هوایی رقومی با قدرت تفکیک مکانی و رادیومتری بالا ابزار مناسبی برای شناسایی گونه‌های درختی می‌توانند باشند. در روش‌های معمول پیکسل-پایه، طبقه‌بندی پیکسل‌های تصاویر می‌تواند با الگوریتم‌های مختلفی صورت گیرد. روش‌های متداول طبقه‌بندی رقومی نظیر الگوریتم حداکثر شباهت، رایج‌ترین روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی پیکسل پایه می‌باشند. استفاده از روش‌های نوین طبقه‌بندی نظیر الگوریتم ناپارامتریک ماشین‌بردار پشتیبان و مقایسه کارایی این الگوریتم‌ها ضروری می‌باشد.

سابقه و هدف: با توجه به انجام چند تحقیق در بررسی قابلیت تصاویر رقومی هوایی در جنگل‌های شهری و جنگلکاری‌های شمال کشور و عدم وجود تحقیق در زمینه بررسی قابلیت تصاویر رقومی هوایی در شناسایی گونه‌های درختی جنگل‌های آمیخته خزری، هدف از این تحقیق، ب شناسایی گونه‌های درختی جنگل‌های پهن‌برگ آمیخته خزری (در بخشی از سری یک جنگل شصت کلاته گرگان) با استفاده از داده‌های طیفی و مقایسه کارایی دو الگوریتم پیکسل-پایه حداکثر شباهت و ماشین‌بردار پشتیبان است.

مواد و روش‌ها: نقشه واقعیت زمینی گونه‌های درختی با ثبت دقیق موقعیت مکانی ۱۲۸ پایه درختی با سیستم موقعیت‌یاب جهانی تفاضلی تهیه گردید. تشخیص و طبقه‌بندی گونه‌های درختی به روش پیکسل پایه با مجموعه باندهای اصلی و مصنوعی حاصل از پردازش باندها و با استفاده از دو الگوریتم حداکثر شباهت و ماشین‌بردار پشتیبان صورت گرفت. ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی‌ها با استفاده از ۲۵ درصد نمونه‌های واقعیت زمینی انجام شد.

*مسئول مکاتبه: zghasemi90@gmail.com

یافته‌ها: نتایج ارزیابی صحت بعد از انجام فیلتر نشان دادند نقشه حاصل از طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر شباهت به ترتیب دارای صحت کلی و ضریب کاپا ۶۳/۶۳ درصد و ۰/۵۱ و برای الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان به ترتیب ۳۷/۴۲ درصد و ۰/۲ بوده است.

نتیجه‌گیری: با مقایسه نتایج مشخص گردید که روش طبقه‌بندی پیکسل پایه در تشخیص گونه‌های درختی به‌خاطر خاصیت لفل فل فل نمکی یا استفاده نکردن از داده‌های کمکی در فرآیند طبقه‌بندی (شیب، ارتفاع و غیره) به‌طور نسبی مؤثر واقع نشده است. استفاده از دیگر روش‌ها مثل روش ندی شی پایه در تشخیص گونه‌های درختی پیشنهاد می‌شود. هم چنین باید ارزیابی قابلیت این تصاویر، در شرایط رویشگاهی مختلف امتحان شود.

واژه‌های کلیدی: شناسایی گونه‌های درختی، تصاویر رقومی هوایی، UltraCam-D، جنگل‌های پهن‌برگ آمیخته، حداکثر شباهت

مقدمه

می‌باشد. در تفکیک پدیده‌های موضوعی و استخراج دقیق‌تر اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای و هوایی، روش‌های طبقه‌بندی مختلفی وجود دارد که با توجه به نوع روش مورد استفاده نتایج متفاوتی حاصل می‌شود (۲۱). امروزه می‌توان به کمک روش‌ها و فن‌آوری‌های نو جهت بهنگام‌سازی و حتی افزایش دقت و صحت نقشه‌های موجود اقدام نمود. با ظهور و گسترش سنجنده‌های رقومی هوایی نظیر DMC، HRSC AX، ADS40، ATM و UltraCam-D در دهه اخیر، فصل جدیدی در تهیه نقشه‌های موضوعی باز شده است. از جمله این فن‌آوری‌ها، می‌توان به عکس‌برداری هوایی رقومی با دوربین UltraCam-D که دارای قابلیت ارائه تصاویری با قدرت تفکیک مکانی بسیار زیاد و به‌صورت چند طیفی است، اشاره کرد (۱۳). ویژگی‌های فنی این داده‌ها باعث شده تا تنها به روش‌های خاص مورد آماده‌سازی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند. از مزایای تصاویر رقومی هوایی نسبت به عکس‌های هوایی آنالوگ می‌توان به مواردی نظیر دسترسی و کنترل همزمان داده‌ها حین تصویربرداری، امکان ذخیره و انتقال آسان حجم زیادی از داده‌ها، حذف هزینه‌های خرید فیلم، چاپ یا اسکن مجدد عکس، امکان ارائه پوشش مشترک

جنگل‌های شمال کشور به لحاظ قدمت و تنوع گونه‌ای جز جنگل‌های نادر و منحصربه‌فرد جهان به شمار می‌روند. این جنگل‌ها به دلیل سطح محدود، تراکم نسبتاً بالای جمعیت انسانی و وجود مسائل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی پیچیده، یکی از کانون‌های اصلی توجه مدیران و برنامه‌ریزان در سطح ملی محسوب می‌گردند. اولین گام جهت برنامه‌ریزی و نحوه مدیریت آن‌ها، در اختیار داشتن اطلاعات مکانی بهنگام، دقیق و صحیح است (۱۷). تهیه نقشه از وضعیت پراکنش گونه‌های درختی و ترکیب درختی توده‌های جنگلی از مهم‌ترین اطلاعات در مدیریت و پایش مستمر این توده‌ها محسوب می‌گردد. تهیه این اطلاعات از طریق زمینی زمان‌بر و مستلزم صرف هزینه زیادی می‌باشد. استفاده از دیگر روش‌ها نظیر استفاده از منابع سنجش از دوری ماهواره‌ای (فضایی) و هوایی به‌عنوان یک راهکار جایگزین مطرح می‌باشد. هر یک از منابع سنجش از دور دارای قابلیت‌های متفاوت به لحاظ دارا بودن قدرت تفکیک‌های مکانی، طیفی و رادیومتری متفاوت می‌باشند. بررسی کارایی هر یک از این منابع در موضوعات مختلف، موضوع تحقیقات مختلف

طولی بیشتر بدون هزینه اضافی، تصویربرداری چند طیفی و ارائه تصاویر رنگی حقیقی و کاذب، تولید تصاویر با توان تفکیک رادیومتری ۱۲ بیت، وضوح بهتر تصاویر نسبت به فیلم اسکن شده، هندسه داخلی بهتر، امکان اعمال تصحیحات و پردازش‌های خودکار و سازگاری با روش‌های فتوگرامتری فعلی البته با امکانات بیشتر اشاره نمود (۹) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی با قدرت تفکیک مکانی و طیفی متفاوت می‌توان برخی از گونه‌های درختی را تشخیص و در نهایت تهیه نقشه پراکنش آن‌ها را در سطوح مختلف تهیه نمود و وضعیت موجود گونه‌های درختی را مورد مطالعه قرارداد.

تحقیقات زیادی در رابطه با کاربرد چند منظوره با استفاده از تصاویر هوایی در مطالعات مربوط به جنگل در خارج از کشور و بر روی جنگل‌های متفاوت از ناحیه رویشی هیرکانی انجام شده است. مطالعاتی از قبیل لیبرل و گروبر (۲۰۰۵)، مینی گوز و همکاران (۲۰۱۳)، نیومن و همکاران (۲۰۰۰) اشاره کرد (۵، ۶، ۹). در ایران نیز از زمانی که تصویربرداری هوایی با دوربین هوایی رقومی UltraCam-D امکان‌پذیر شده است تحقیقاتی در زمینه‌های مختلف به‌ویژه در جنگل انجام شده است. تحقیقات انجام شده در ایران با استفاده از تصاویر دوربین هوایی رقومی (UltraCam-D) در مورد پوشش گیاهی با اهداف مختلف انجام شده است. استفاده از این تصاویر در زیست‌سنجی جنگل در تحقیقاتی نظیر رفیعیان (۲۰۱۰)، سهرابی (۲۰۰۹) و محمدی (۲۰۱۳) در برآورد مشخصه‌های کمی ساختار جنگل‌های شمال کشور انجام شده است (۷، ۱۸، ۱۳). این تحقیقات با توجه به ماهیت ترکیب و ساختار متفاوت پوشش گیاهی نتایج متفاوتی را ارائه نموده است. استفاده و به‌کارگیری این تصاویر در شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌های درختی نیز صورت گرفته است. از جمله

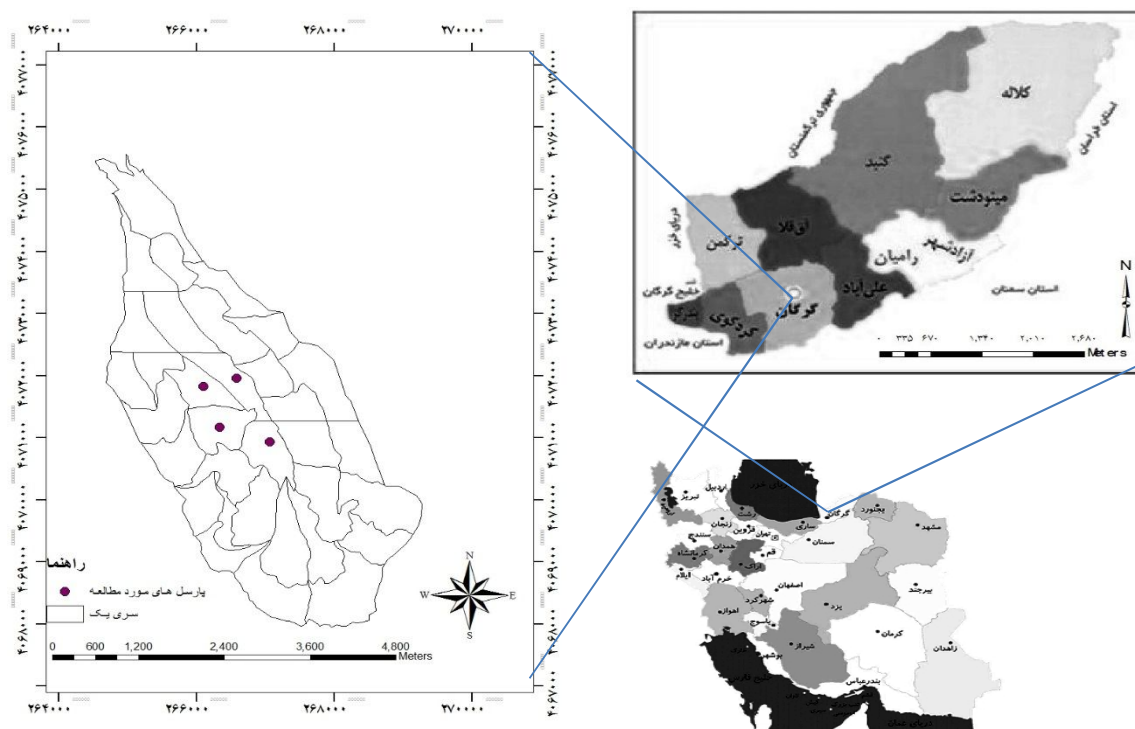
می‌توان به تحقیقات شعبانی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) با به‌کارگیری این تصاویر در شناسایی گونه‌های درختی در مناطق پارک‌های شهری و مطالعه بر روی درختان با تاج مجزا (۱۵) و یا به تحقیقات رفیعیان و همکاران (۲۰۱۰)، رفیعیان و درویش صفت (۲۰۱۴)، درویش صفت و همکاران (۲۰۰۹) در جنگلکاری‌های همسال آمیخته شمال ایران اشاره نمود (۱۳، ۱۴، ۲). آنچه تحقیق حاضر را با دیگر تحقیقات انجام شده متمایز می‌سازد. بررسی قابلیت این تصاویر در شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌های درختی در یک منطقه جنگلی با توده‌های ناهمسال با ترکیب گونه‌های مختلف در جنگل‌های خزری شمال و با ساختار و ترکیب متفاوت از جنگلکاری‌ها و یا پارک‌های شهری می‌باشد. همچنین با توجه به انجام طبقه‌بندی پیکسل- پایه انجام شده عمدتاً با الگوریتم پارامتریک نظیر حداکثر شباهت این ایده مطرح شده است که آیا به‌کارگیری دیگر روش‌های طبقه‌بندی پیکسل- پایه از نوع ناپارامتریک که محدودیتی در پیش‌فرض نرمال بودن داده‌های تعلیمی و به‌کارگیری تعداد متغیرها (باندها) در فضای چندبعدی ندارند نظیر طبقه‌بندی کننده معروف ماشین بردار پشتیبان (SVM) می‌تواند نتایج بهتری ارائه دهند. بنابراین این پژوهش با هدف شناسایی گونه‌های درختی جنگل‌های پهن‌برگ آمیخته خزری (در بخشی از سری یک جنگل شصت کلاته گرگان) و مقایسه کارایی دو الگوریتم پیکسل- پایه حداکثر شباهت و ماشین بردار پشتیبان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه بخشی از سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت کلاته) در جنوب غربی شهر گرگان با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض

جنگل‌شناسی نزدیک به طبیعت مدیریت می‌شوند. پوشش گیاهی موجود در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام نیا شامل پوشش درختی، درختچه‌ای و گیاهان یک‌ساله است. گونه‌های درختی در منطقه مورد مطالعه شامل افرا، ممرز، انجیلی، راش و توسکا به همراه خرمندی است.

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۳ درجه و ۴۲ دقیقه شمال است. بر مبنای سیستم مختصات UTM منطقه مورد مطالعه در زون ۴۰ شمالی واقع است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه بخش کوچکی از پارسل‌های ۱۱، ۱۲، ۱۷ و ۱۸ است. جنگل‌های مذکور تحت روش جنگلداری دانه‌زاد ناهمسال و روش



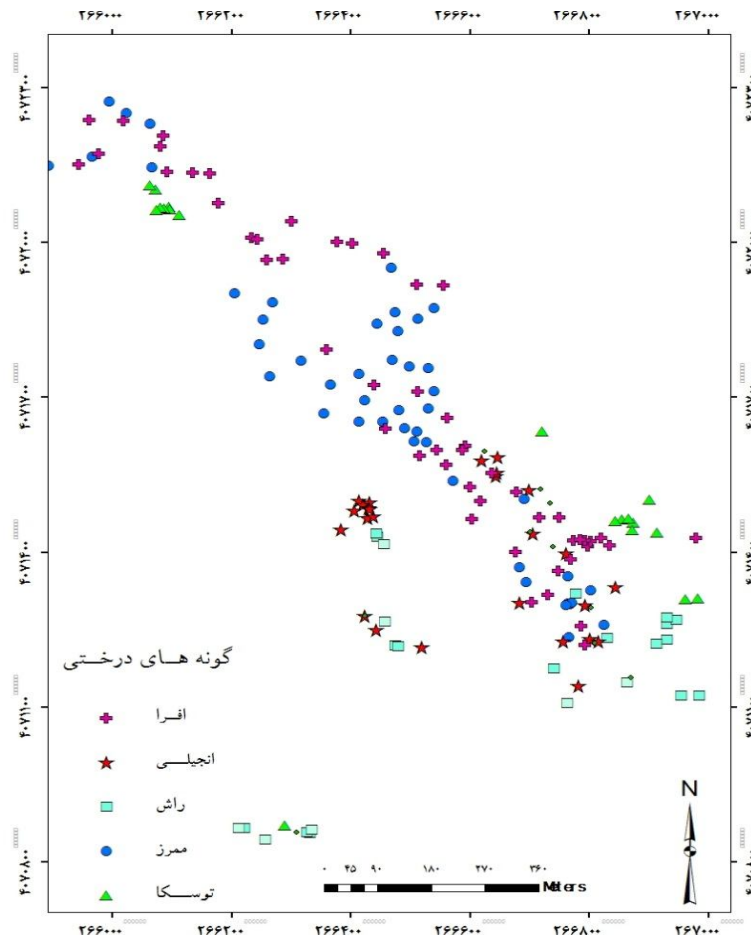
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا.

Figure 1. Location of Study Area in the District 1 of Dr. Bahramnia Forestry Plan.

روش بعد از برداشت PPK (Post Processing Kinematic) انجام گردید. در نهایت نقشه موقعیت ۱۲۸ درخت از گونه‌های افرا، توسکا، راش، ممرز و انجیلی درختان (بردار نقطه‌ای) در محیط GIS تهیه گردید (شکل ۲). جدول ۱ میزان فراوانی هر یک از گونه‌ها را در نقشه واقعیت زمینی نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر از این میزان فراوانی پایه‌های درختان به‌عنوان واقعیت زمینی در ارزیابی صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی استفاده شده است.

داده‌های مورد استفاده

تهیه نقشه واقعیت زمینی: در این تحقیق نقشه واقعیت زمینی به روش میدانی و به‌صورت انتخابی تهیه گردید. به‌منظور ثبت دقیق موقعیت مکانی پایه‌های درختان (مختصات نقاطی در اطراف تنه درختان نمونه) که اغلب گونه‌های غالب منطقه (افرا، توسکا، راش، ممرز و انجیلی) بودند، از سیستم تعیین موقعیت یاب جهانی تفاضلی (DGPS Trimble R3) استفاده، و برداشت به روش کینماتیک و پردازش به



شکل ۲- نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای پراکنش گونه‌های درختی.

Figure 2. Ground Truth Distribution Map of Sampled Tree Species.

جدول ۱- فراوانی گونه‌های درختی در نقشه واقعیت زمینی.

Table 1. Frequency of Tree Species in the Ground Truth Map.

تعداد Number	اسم علمی Scientific Name	گونه درختی Tree Species
46	<i>Carpinus betulus</i>	ممرز
53	<i>Acer velutinum</i>	افرا
36	<i>Parrotia persica</i>	انجیلی
24	<i>Fagus orientalis</i>	راش
20	<i>Alnus subcordata</i>	توسکا

مطالعه از تصاویر هوایی دوربین رقومی UltraCam-D از منطقه مربوط که در تاریخ ۲۰ مهرماه ۱۳۹۰ که توسط شرکت مهندسی مشاور رایان نقشه برداشت شده است استفاده گردید. فاصله کانونی این دوربین ۱۰۱/۴ میلی‌متر بوده و تصاویر برداشتی این

تصاویر هوایی UltraCam-D: به‌طورکلی، تصاویر هوایی علاوه بر آنکه اطلاعات زیادی را درباره پوشش گیاهی و شرایط محیطی و ماهیت پدیده‌ها به‌دست می‌دهند، همچنین می‌توانند در تفسیر و تجزیه و تحلیل و طبقه‌بندی تصاویر نیز بسیار کمک کنند (۱). در این

طبقه‌بندی

پردازش تصاویر: در تحقیقات بر روی داده‌های ماهواره‌ای با توجه به هدف تحقیق می‌توان از پردازش‌های مختلف بازسازی و آماده‌سازی تصاویر جهت استخراج هرچه بهتر پدیده‌های موردنظر استفاده نمود. در این تحقیق علاوه بر به‌کارگیری باندهای اصلی در فرآیند طبقه‌بندی و به‌منظور ارزیابی استفاده از باندهای حاصل از پردازش‌های مناسب، با توجه به اهداف ازجمله آنالیز بافت، نسبت‌گیری و تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده شد (۱۶).

طبقه‌بندی: به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر رقومی و تشخیص گونه‌های درختی، نمونه‌های تعلیمی از بخشی از نقشه واقعیت زمینی (برای انتخاب نمونه تعلیمی از هرگونه درختی ۷۵ درصد برای نمونه تعلیمی و ۲۵ درصد باقیمانده برای ارزیابی صحت جدا شد) تهیه گردید. در انتخاب نمونه‌های تعلیمی سعی گردید از همه گونه‌های درختی و از سطح تاج (قسمت برگ‌ها) نمونه جمع‌آوری گردد. با تعیین نمونه‌های تعلیمی و بررسی تفکیک‌پذیری با معیارهای تفکیک‌پذیری، طبقه‌بندی با الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان (SVM) و حداکثر شباهت (ML) انجام شد. انتخاب این دو الگوریتم به‌منظور بررسی کارایی دو تا از بهترین و رایج‌ترین الگوریتم‌های پارامتریک (حداکثر شباهت) و ناپارامتریک (ماشین بردار پشتیبان) و مقایسه نتایج آن‌ها در نرم‌افزار ENVI بوده است. در اجرای طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر شباهت، مقدار پیش احتمالات وقوع کلاسه‌ها مساوی در نظر گرفته شد.

در اجرای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، حد آستانه صفر و از کرنل تابع پایه شعاعی RBF یا (Radial Base Function) استفاده شد. در این تحقیق، طبقه‌بندی ابتدا فقط با استفاده از مجموعه

دوربین دارای ابعادی به‌اندازه 11500×7500 پیکسل با ابعاد ۹ میکرون می‌باشد. این دوربین هوایی چهار باند طیفی در محدوده‌های طیفی آبی، سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و یک باند پانکروماتیک دارد. تفکیک رادیومتری این تصاویر بیشتر از ۱۲ بیتی طراحی شده و در عمل به‌صورت ۱۶ بیتی ذخیره می‌شوند (۵). ارزیابی و بازیابی اولیه تصاویر اخذشده از طریق واحد محاسبه و ذخیره‌سازی در داخل هواپیما، اطلاعات و داده‌ها در سطح OR انجام و ذخیره شدند. با استفاده از نرم‌افزار Ultramap، تصاویر بر اساس پروژه، بلوک، زیر بلوک، خطوط پرواز، زوج تصویر و تصاویر تکی مرتب شدند و اطلاعات مربوط به هر تصویر روی Header تصویر ثبت گردید. با استفاده از نرم‌افزار فتوگرامتری Vexcel عملیات پردازش و بازیابی مجدد به‌صورت خودکار انجام پذیرفت. کالیبراسیون هندسی داده‌ها و کالیبراسیون رادیومتری با استفاده از نرم‌افزار Ultramap توسط شرکت مذکور در سطوح مختلف انجام گرفته و تصاویر قابل استفاده گردیدند. صحت هندسی داده از طریق نقاط کنترل زمینی برداشتی با سیستم تعیین موقعیت جهانی تفاضلی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته و میزان خطای هندسی کم‌تر از نیم متر است.

یکی از نکات مهم در به‌کارگیری این تصاویر حجم بالای تصاویر به دلیل قدرت تفکیک مکانی بالایی باشد. در این تحقیق با توجه به تحقیق رفیعیان و درویش صفت (۲۰۱۴) مبنی بر کسب نتایج بهتر با کاهش قدرت تفکیک مکانی، قدرت تفکیک مکانی این تصاویر از ۱۵ سانتی‌متر با استفاده از تابع ادغام (Aggregate) در محیط GIS، پیکسل‌های مجاور و نمونه‌گیری مجدد پیکسل جدید با میانگین ارزش‌های پیکسل‌های ادغام‌شده به ۹۰ سانتی‌متر کاهش یافت.

نتایج

جدول ۲ نتایج ارزیابی صحت به صورت بیان صحت تولیدکننده‌ها و صحت کاربر هر یک از گونه‌ها حاصل از طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر شباهت را نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۵ میزان صحت تولیدکننده و کاربر گونه‌های مورد بررسی در نقشه حاصل از اجرای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان آمده است. جداول ۶ و ۷ به ترتیب مقادیر صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های حاصل از اجرای الگوریتم حداکثر شباهت و ماشین بردار پشتیبان با مجموعه باندهای اصلی و باندهای اصلی با پردازش شده را نشان می‌دهد. نتیجه نقشه حاصل شده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم حداکثر شباهت در شکل ۳ و ۴ نشان داده شده است.

باندهای اصلی و سپس با استفاده از ترکیب مجموعه باندهای اصلی و مصنوعی (بافت و شاخص‌های گیاهی و نسبت‌گیری) به منظور ارزیابی استفاده از باندهای مصنوعی حاصل از پردازش‌های مختلف در بهبود طبقه‌بندی صورت گرفته است. در این تحقیق صرفاً برای حذف کردن تک پیکسل‌ها به منظور، همگن‌سازی طبقات و کاهش ناهمگنی نتایج طبقه‌بندی تصویر (نقشه) بعد از طبقه‌بندی به منظور بهبود نتایج طبقه‌بندی از فیلتر بالاگذر مد با اندازه پنجره ۵×۵ استفاده شد. پس از اعمال الگوریتم‌ها اقدام به ارزیابی صحت طبقه‌بندی گردید.

جدول ۲- جدول خطای الگوریتم حداکثر شباهت (۴ باند اصلی و باندهای مصنوعی)

Table 2. Error Table of Maximum Likelihood (4 Main and Artificial Bands).

صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	گونه‌ها
User Accuracy	Producer Accuracy	Species
60	100	راش
100	40	انجیلی
0	0	توسکا
0	0	ممرز
100	66.67	افرا
60	100	راش

جدول ۳- جدول خطای الگوریتم حداکثر شباهت بدون فیلتر (۴ باند اصلی و باندهای مصنوعی).

Table 3. Error Table of Maximum Likelihood Without Filter (4 Main and Artificial Bands).

صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	گونه‌ها
User Accuracy	Producer Accuracy	Species
50	100	راش
75.00	37.50	انجیلی
00.0	0.00	توسکا
0.00	0.00	ممرز
60.00	50.00	افرا

جدول ۴- جدول خطای نقشه حاصل از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (۴ باند اصلی و باندهای مصنوعی).

Table 4. Error matrix of SVM Classification Map (4 Main and Artificial Bands).

واقعیت زمینی (Ground Truth (Percent))					
طبقه (class)	راش	انجیلی	توسکا	ممرز	افرا
راش	17.42	2.46	0	0	0
انجیلی	3.93	20.65	48.93	6.32	15.04
توسکا	20.79	36.16	42.25	4.52	5.15
ممرز	9.55	21.88	2.14	42.06	15.57
افرا	48.31	18.86	6.68	47.10	64.25

جدول ۵- صحت کاربر و تولید کننده طبقات با الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (۴ باند اصلی و باندهای مصنوعی).

Table 5. User and Producer Accuracy of SVM Classification Map (4 Main and Artificial Bands).

گونه‌ها	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)
Species	Producer Accuracy	User Accuracy
راش	17.42	80.87
انجیلی	20.65	33.51
توسکا	42.25	23.69
ممرز	42.06	46.64
افرا	64.25	37.35

جدول ۶- میزان صحت کلی و ضریب کاپای نقشه حاصل از الگوریتم حداکثر شباهت با مجموعه باندی مختلف.

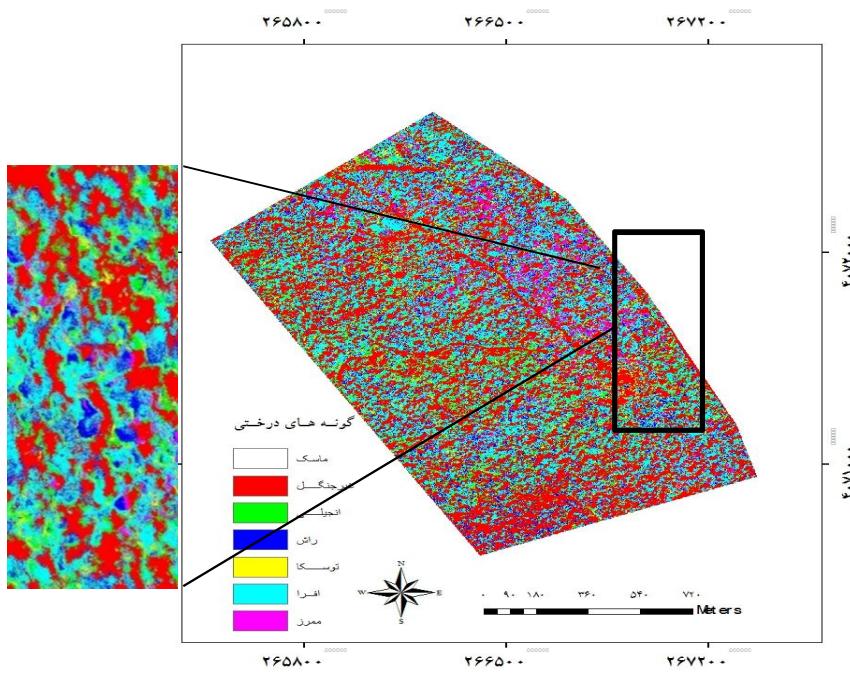
Table 6. The Overall Accuracy and Kappa Coefficient of classified Map by Maximum Likelihood Algorithm with Different Bands set.

مجموعه باند اصلی و مصنوعی	باندهای اصلی (۴ باند)	حداکثر شباهت
Main and Artificial Bands Set	Main bands	Maximum likelihood
63.63	36.36	صحت کلی (درصد)
		Overall Accuracy
0.51	0.20	ضریب کاپا
		Kappa

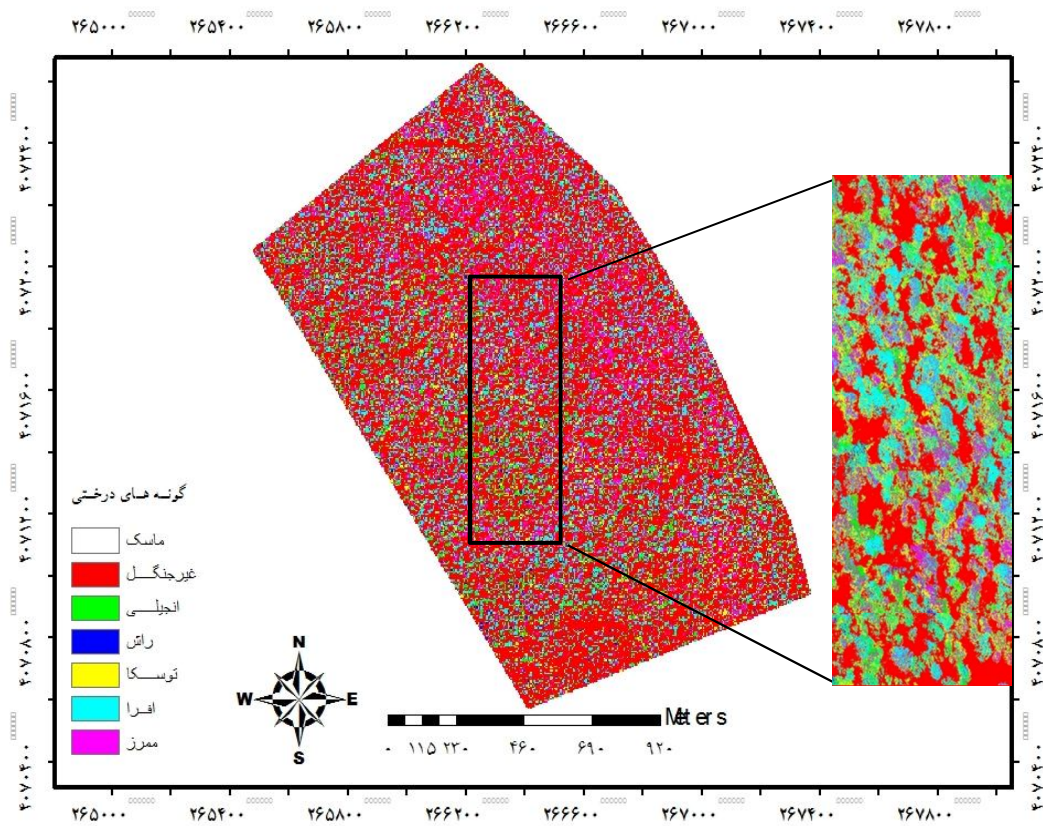
جدول ۷- میزان صحت کلی و ضریب کاپای نقشه حاصل از اجرای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با مجموعه باندی مختلف.

Table 7. The Overall Accuracy and Kappa Coefficient of Classified Map of SVM Algorithm with Different Bands.

مجموعه باند اصلی و مصنوعی	باندهای اصلی (۴ باند)	ماشین بردار پشتیبان
Main and Artificial Bands Set	Main bands	SVM
37.42	32.27	صحت کلی (درصد)
		Overall Accuracy
0.2	0.12	ضریب کاپا
		Kappa



شکل ۳- نقشه حاصل شده از الگوریتم حداکثر شباهت با ۴ باند اصلی و مصنوعی.
Figure 3. Map of Maximum Likelihood Algorithm from the 4 Main and Artificial Bands.



شکل ۴- نقشه حاصل شده از اجرای الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با ۴ باند اصلی و مصنوعی.
Figure 4. Map of SVM Algorithm from the 4 Main and Artificial Bands.

بحث

تشخیص گونه‌های درختی با اطمینان زیاد همواره برای جنگلبانان ضروری بوده است. صحت رضایت‌بخش در این زمینه بیش از ۹۰ درصد است (۴). تحقیقات زیادی با استفاده از تصاویر رقومی هوایی با هدف کاربرد در جنگل در کشورهای دیگر انجام شده است؛ اما تعداد کمی از آن‌ها به شناسایی درختان پرداخته‌اند. در این مطالعه از روش طبقه‌بندی پیکسل پایه برای تشخیص و شناسایی گونه‌ها استفاده شد.

نتایج نهایی نشان‌دهنده این واقعیت است که در روند تهیه نقشه تیپ‌های جنگلی فناوری سنجنش‌ازدور قابلیت‌ها و امتیازات بی‌نظیری برخوردار بوده که با هزینه‌های کمتر و در زمان کمتر نسبت به روش‌های سنتی، امکان تهیه اطلاعات مربوط به عرصه‌های منابع طبیعی و کشاورزی را میسر می‌سازد. از جمله از فناوری‌های سنجنش از دور دوربین هوایی رقومی D-UltraCam، که منبع بسیار باارزشی برای تولید اطلاعات مفید جنگل هستند. یکی از نکات مهم در بهره‌گیری از قابلیت‌های تصاویر رقومی در جنگلداری، اجرای روش‌های مناسب طبقه‌بندی و استخراج اطلاعات مفید است. در این مطالعه دو الگوریتم پارامتریک حداکثر شباهت و ناپارامتریک ماشین بردار پشتیبان در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفته و کارایی این دو الگوریتم مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که برخلاف نتایج دیگر تحقیقات آرخی و همکاران (۲۰۱۱)، اوتوکی و بلکچ (۲۰۱۰)، سوستر و همکاران (۲۰۱۱)، تاتی و همکاران (۲۰۱۵)، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان کارایی خوبی نسبت به الگوریتم حداکثر شباهت نشان نداد (۱۱، ۱۰، ۱۹، ۲۰). آرخی و همکاران (۲۰۱۱) در تهیه نقشه کاربری اراضی و بررسی تغییرات کاربری اراضی در ایلام با مقیاس دو

الگوریتم حداکثر شباهت و ماشین بردار پشتیبان نشان دادند که نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نسبت به حداکثر شباهت بهتر بوده است (۱۱).

مهم‌ترین شرط روش به‌کارگیری حداکثر شباهت، نرمال بودن ارزش‌های طیفی تصویر می‌باشد. بدین معنی که داده‌ها دارای توزیع نرمال باشند. فرض اساسی در این خوارزمی این است که الگوی پراکنش ارزش‌های نمونه‌های تعلیمی در اطراف میانگین هر طبقه را نرمال در نظر می‌گیرد با احتساب چنین فرضی خواهد بود که این روش در مقایسه با سایر طبقه‌بندی کننده‌ها نتایج دقیق‌تری ارائه خواهد داد (۱۶). در این مطالعه نیز الگوریتم حداکثر شباهت نسبت به الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، با صحت کلی ۶۳/۶۳ درصد و ضریب کاپای ۰/۵۲، توانسته است تشخیص گونه‌های درختی را بهتر تفکیک کند. طبق مطالعات مقدم و همکاران (۲۰۰۱)، کوئن و همکاران (۲۰۰۷)، جیوتی و همکاران (۲۰۰۸) و مینی گوز و همکاران (۲۰۱۳) نتایج رضایت‌بخشی را ارائه کرده است (۸، ۱۲، ۳، ۶).

در مطالعه رفیعیان و همکاران (۲۰۱۰) که برای تشخیص گونه‌های درختی در دو منطقه جنگلکاری با گونه‌های آمیخته از سوزنی‌برگ و پهن‌برگ بوده است نتایج نشان داد که میزان صحت در منطقه مورد مطالعه‌ای که تنوع گونه‌ای بیشتر بوده کم‌تر شده است. در تحقیق مورد نظر بهترین مقدار صحت کلی و ضریب کاپا در دو منطقه به‌ترتیب ۶۷ درصد و ۰/۴۷ و منطقه ۲ برابر ۵۰/۸۴ درصد و ۰/۲ بوده است که با الگوریتم حداکثر شباهت به‌دست آمد. این مقدار با میزان صحت کلی و ضریب کاپای به‌دست آمده از این تحقیق با الگوریتم حداکثر شباهت (۶۳/۶۳ درصد و ۰/۵۱) تقریباً نزدیک بوده است. البته میزان ضریب کاپای تحقیق حاضر کمی بهبود یافته است (۱۳).

نیستند. اگرچه مقادیر صحت نقشه‌های به‌دست آمده قابلیت کاربرد در موارد اجرایی را ندارد ولی تا حدودی این امکان وجود دارد که با بررسی روش‌های نوین و پردازش‌های مناسب‌تر بتوان این مقادیر را بهبود بخشید؛ بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تصاویر هوایی UltraCam-D در تشخیص گونه‌های درختی پهن‌برگ در مقیاس منطقه‌ای از توانای نسبی برخوردار است اما در مقیاس‌های محلی برای تهیه نقشه‌هایی با جزئیات بالا توانایی محدودی دارند. بر این اساس پیشنهاد می‌شود در تهیه نقشه‌های تیپ‌های جنگلی برای دست‌یابی به دقت بیشتر از روش‌های دیگر (طبقه‌بندی شی پایه) و تحقیقات متعدد دیگر برای بافتن راهکارهای بهبود نتایج شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌های درختی استفاده شود. برای نشان دادن قابلیت بهتر تصاویر التراکم، پیشنهاد می‌شود در مناطق دیگر از این تصاویر استفاده شود و هم چنین برای معرفی بهترین الگوریتم جهت طبقه‌بندی این تصاویر می‌توان از انواع دیگر آنجا استفاده کرد که لازمه تحقیقات بعدی می‌باشد.

نتایج استفاده از مجموعه باندهای اصلی به تنهایی و به‌صورت ترکیبی با باندهای پردازش یافته طبق جدول ۲ و ۷ نشان داد که ترکیب باندهای اصلی و مصنوعی در مقایسه با به‌کارگیری فقط باندهای اصلی برای تشخیص و تفکیک گونه‌ها دارای صحت کلی و ضریب کاپای بهتری بوده است. این افزایش در صحت کلی نشان از قابلیت باندهای پردازشی و استفاده از تعداد باند بیشتر در فضای چندبعدی برای طبقه‌بندی بهتر می‌باشد. در جدول ۲ همان طور که نشان داده شده است مثلاً صحت کاربر گونه راش ۶۰ درصد شده است یعنی ۶۰ درصد پیکسل‌هایی که در نقشه خروجی به طبقه راش نسبت داده شده‌اند، واقعاً به طبقه راش متعلق می‌باشند. در جدول ۳ که خطای ماتریس الگوریتم ماشین بردار پشتیبان را به تفکیک گونه‌ها از هم مقایسه شده است حدود ۱۷ درصد راش درست طبقه‌بندی شده است تنها سه درصد آن در سایر طبقه‌ها قرار گرفته است. به‌طورکلی نتایج تحقیق نشان می‌دهد که تصاویر هوایی مورد بررسی از قابلیت نسبتاً خوبی برای تشخیص و تهیه نقشه گونه‌های جنگلی برخوردار

منابع

1. Alavipanah, S.K. 2009. Fundamentals of Modern Remote Sensing and Interpretation of Satellite Images and Aerial Photos, University of Tehran Press, Tehran (In Persian)
2. Darvishsefat, A.A., Rafieyan, O., Babai Kafaki, S., and Mataji, A. 2009. Evaluation of Ultracam-D Images Capability For Tree Species Identification Using Object-Based Method In The Even-Aged Mixed Forestation, Journal of The Forest, 2(2): 165-174 (In Persian)
3. Jyothi, B.N., Babu, G.R., and Krishna IV, M. 2008. Object Oriented and Multi-Scale Image Analysis: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats-A Review. Journal of Computer Science, 4(9): 706-712.
4. Korpela, I., B., Dahlin, H., Schafer, E., Bruun, F., Haapaniemi, J., Honkasalo, S., Ilvesniemi, V., Kuutti, M., Linkosalmi, J., Mustonen, M., Salo, O., Suomi, and H., Virtanen, 2007. Single-tree forest inventory using LiDAR and aerial images for 3D tree top positioning, species recognition, height and crown width estimation, ISPRS Workshop on Laser Scanning, Finland.
5. Leberl, F., and Gruber, M. 2005. Ultracam-D: understanding some noteworthy capabilities. In Photogrammetric Week (Vol. 5, pp. 57-68).

6. Meneguzzo, D.M., Liknes, G.C., and Nelson, M.D. 2013. Mapping trees outside forests using high-resolution aerial imagery: a comparison of pixel-and object-based classification approaches. *Environmental monitoring and assessment*, 185(8): 6261-6275.
7. Mohammadi, J. 2013. Features Estimate Forest Structure Using A Combination of Data Lidar and Aerial Digital Images, Ph.D. Thesis, Faculty of Forestry, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, 241p. (In Persian)
8. Moghadam, M., Rezai, B., Feizi Zadeh, B., and Nazmfar, H. 2000. Land Use /Land Cover Classification Based on Object-Oriented Technique and Satellite Image Case Study: West Azerbaijan Provinces, *Watershed Management Researches Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, 23(2): 19-32. (In Persian)
9. Neumann, K. 2005. New technology–new possibilities of digital mapping cameras. ASPRS annual conferences, Baltimore, Maryland. 7-11 march.
10. Otukei, J.R., and Blaschke, T. 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 12, Supplement 1, February 2010, Pages S27-S31.
11. Orkhy, S., and Adib Nzhad, M. 2001. Evaluation The Performance of Support Vector Machines For Classification Land Use Using Landsat ETM⁺ Satellite Data (Case Study: Ilam Dam Basin). *Journal Of Research Range and The Iranian Desert*, 18(3): 420-440 (In Persian)
12. Qian, J., Zhou, Q., and Hou, Q. 2007. Comparison of pixel-based and object-oriented classification methods for extracting built-up areas in arid zone. In *ISPRS Workshop on Updating Geo-Spatial Databases with Imagery and the fifth ISPRS Workshop on DMGISs*. Pp: 163-171.
13. Rafieyan, O., Darvishsefat, A.A., Babaii Kafaki, S., and Mataji, A. 2010. Evaluation of pixel-based and object-based classification of aerial images to identify tree species (Case Study: silviculture Chamestan Noor). *Journal of Forestry*, 1(3): 35-47. (In Persian)
14. Rafieyan, O., and Darvishsefat, A.A. 2014. The Role of Spatial Resolution And Radiometric Aerial Photos To Identify Tree Species of Object-Based Classification Method, *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 55: 121-132. (In Persian)
15. Shabani Pour, M., Darvishsefat, A., Rafieyan, O. 2014. Study The Possibility of Identifying Tree Species In Digital Aerial Images Based Object Classification. *Journal of The Forest And Wood Products*, 67(1): 21-32. (In Persian)
16. Shataee, Sh. 2003. Investigation of the possibility of forest types Mapping using satellite data (Case study: Kheyroud-kenar forest in north of iran)., Ph.D. Thesis, University of Tehran Press, Tehran. (In Persian)
17. Smak, M., and Manteghi, A. 2000. The Latest Statistics From The Country's NORTH Forests Under Aerial Photography In 1994. *The National Conference of Forests and Sustainable Development, Ramsar*. (In Persian)
18. Sohrabi, H. 2009. Application of Visuall and Digital Interpretation In Forest Inventory. Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources and Marin Science, Tarbiat Modares University. 110p. (In Persian)
19. Szuster, B.W., Chen, Q., and Borger, M. 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied geography*, 31: 525-532.
20. Taati, A., Sarmadian, F., Mousavi, A., Chamran Taghati, H., and Esmaili Shahir, A.H. 2015. Land use classification using support vector machine and maximum likelihood algorithms by Landsat 5 TM images. *Walailak Journal of Science and Technology*, 12(8):
21. Tso, B., and Mather, P.M. 2001. Classification methods for remotely sensed data. First Edition, Taylor and Francis.



Capability investigation of digital aerial Ultra Cam-D images in identifying tree species in the Hyrcanian mixed forests (Case study: Shastkalate forest in Gorgan)

*A. Ghasemi Rozveh¹, Sh. Shataee Joibary² and J. Mohamadi³

¹M.Sc. Student, Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, ²Associate Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, ³Assistant Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 10/08/2015; Accepted: 02/22/2017

Abstract

Identify tree species and tree composition mapping are playing an important role in making optimal decisions for the forest's ecosystem management of large areas. Capability investigation of different remote-sensing sources, such as aerial digital images for forest resources is considered as an alternative method for ground surveying in recent years. Remote-sensing data, especially digital aerial images with high spatial and radiometric resolution could be a useful tool to identify tree species. By traditional pixel-based methods, classification the pixels of images can be done the different algorithms. Traditional digital classification methods such as the maximum likelihood algorithm are the most common methods based on pixel-based classification. The use of modern classification algorithms such as a non-parametric support vector machine algorithm is essential to compare their performances.

Background and objectives: According to a few studies to examine the capability of these images in the urban forests and reforestations in the northern Iran, and lack of a research about evaluating the capability of Digital aerial images to identify tree species in the Hyrcanian mixed forests, The aim of this research is an investigation of capability of UltraCam-D aerial digital photos to identify tree species in the Hyrcanian mixed hardwood forest, district 1 of Shastkalate forest in Gorgan and comparing two pixel-based algorithm, i.e. the maximum likelihood and support vector machine. There are several ways to extract information from this type of image.

Materials and methods: a ground truth map of 128 trees species was provided by registration of their position with DGPS. Identification and classification of tree species were done using original and processed bands s using pixel-based method of maximum likelihood and support vector machine algorithms Accuracy assessment of classified maps was done with use of 25% of the ground truth samples.

Results: The accuracy assessment of filtered classified maps showed the classified map of the maximum likelihood algorithm had the overall accuracy and kappa coefficient of 63.63% and 0.51, and support vector machine algorithm had 42.37% and 0.2, respectively. Conclusion: By comparing the results, it is exposed that the pixel-based classification method has not been effective relatively in identifying tree species due to the salt and peppery effect or without using of the auxiliary data (slope, elevation, etc.) in the classification process. The use of other methods such as object classification method based on identify of tree species will be recommended. In addition, the capability of images should be examined in different forest conditions.

Keywords: Identify Tree Species, Digital Images Aerial, UltraCam-D, Mixed Hardwood Forests, Maximum Likelihood

*Corresponding author: zghasemi90@gmail.com

