

## بررسی امکان تشخیص سرخشیدگی تاج درختان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد Quickbird (مطالعه موردی: جنگل شصت کلاته گرگان)

سحر برازمنده<sup>۱</sup>، شعبان شتایی جویباری<sup>۲\*</sup> و امید عبدی<sup>۱</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

پست الکترونیک: shataee@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۵/۸

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۴

### چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی امکان شناسایی درختان سرخشیده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Quickbird و تهیه نقشه پراکنش درختان سرخشیده در جنگل سری یک شصت کلاته گرگان می‌باشد. پس از بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری داده‌ها، تطابق هندسی تصاویر پانکروماتیک با استفاده از مدل رقومی زمین و ۴۵ نقطه کنترل زمینی و RMSE برابر ۰/۶۵ در جهت محور X و ۰/۷۸ در جهت محور Y انجام شد. تصاویر چندطیفی با استفاده از تصویر تطابق یافته پانکروماتیک و با ۶۰ نقطه کنترل زمینی و RMSE برابر ۰/۱۹ در جهت محور X و ۰/۲۵ در جهت محور Y مورد تطابق قرار گرفتند. با استفاده از روشهای مختلف نسبت‌گیری، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب، باندهای مصنوعی ایجاد و به همراه باندهای اصلی به منظور انتخاب باندهای مناسب در تجزیه و تحلیل رقومی استفاده گردید. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی، واقعیت زمینی نمونه‌ای از طریق ثبت درختان سرخشیده با استفاده از DGPS بر روی شبکه‌ای منظم به ابعاد ۵۰۰×۱۰۰ متر و با ۳۶۰ قطعه نمونه ۱۰ آری تهیه گردید. پس از انتخاب تعدادی از درختان سرخشیده به عنوان نمونه‌های تعلیمی و استخراج نشانه‌های طیفی درختان سرخشیده در باندهای اصلی و فرعی، مجموعه باندهای مناسب انتخاب گردید. طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت شده با استفاده از روشهای حداکثر احتمال و برش تراکمی انجام گردید. نتایج حاصل از ارزیابی صحت طبقه‌بندی بر روی چهار باند اصلی و همچنین ۷ باند انتخابی با الگوریتم حداکثر احتمال و شاخص‌های گیاهی با الگوریتم برش تراکمی نشان داد که میزان صحت کلی و ضریب کاپا برای دو طبقه درختان سالم و سرخشیده برای ۴ باند اصلی و ۷ باند منتخب با الگوریتم حداکثر احتمال به ترتیب ۷۷ درصد و ۰/۵۶ و ۸۳ درصد و ۰/۶۸۵ بوده است. همچنین میزان صحت کلی و ضریب کاپا برای برش تراکمی شاخص‌های گیاهی NDVI و TNDVI به ترتیب ۵۱ درصد و ۰/۱۶ و ۵۶ درصد و ۰/۱۹ بوده است. نتایج این تحقیق نشان داد که امکان شناسایی تمامی درختان سرخشیده پهن‌برگ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Quickbird به دلیل بازتاب تاج‌پوشش درختچه‌ها و گیاهان زیراشکوب و سهم کم بازتاب شاخه‌های خشک شده از ارزش رقومی پیکسل‌های تصویر، وجود ندارد. در نتیجه نمی‌توان نقشه دقیق پراکنش درختان سرخشیده را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای تهیه نمود.

واژه‌های کلیدی: سرخشیدگی درختان، Quickbird، طبقه‌بندی، DGPS، جنگل شصت کلاته، گرگان.

### مقدمه

پدیده غیر طبیعی مشاهده شده است. پدیده سرخشیدگی در اثر واکنش درختان نسبت به عملکرد مداوم عوامل آسیب‌رسان پدید می‌آید که اغلب سبب مرگ ناگهانی

اخیراً سرخشیدگی به عنوان یک مسئله مهم در جنگلهای شمال ایران با فراوانی قابل توجهی به عنوان یک

جنگلهای شمال، بکارگیری این اطلاعات در کنترل و مدیریت صحیح جنگل ضروری به نظر می‌رسد. تهیه اطلاعات مرتبط با مشخصه‌های کمی و کیفی از طریق عملیات میدانی معمولاً مستلزم صرف زمان و هزینه‌های زیادی است. علاوه بر این گستردگی سطح جنگلها، کوهستانی بودن عرصه‌ها و همچنین تغییرات شدید با فواصل زمانی کوتاه، بکارگیری این روشها را با پرسش‌های جدی رو به رو ساخته است. بنابراین همواره سعی می‌شود تا با استفاده از دستاوردهای حاصل شده در زمینه‌های مختلف علمی از روشهای جایگزین با هزینه کمتر و با سطح دقت قابل قبول استفاده شود (ناصری، ۱۳۸۲). داده‌های سنجش از دور به دلایل برخورداری از مزایایی چون سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار و به‌هنگام شدن مداوم و سهولت پردازش، توأم با داده‌های میدانی می‌توانند در این زمینه نقش مؤثری ایفا نمایند و به‌عنوان یک گزینه در جمع‌آوری اطلاعات مطرح شوند (شتایی جویباری، ۱۳۸۴؛ درویش صفت و زارع، ۱۳۷۷).

(Pasher & King (2009 نقشه پراکنش خشکه‌دارها را در جنگلهای پهن‌برگ واقع در پارک Gastineau در نزدیکی شهر اتاوا در کانادا با استفاده از عکس‌های هوایی رقومی با قدرت تفکیک مکانی زیاد تهیه کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد و نیز عکس‌های هوایی می‌توانند در این زمینه بکار گرفته شوند. (Gonzalez et al. (2007 آستانه تغییرات اقلیمی را بر روی سرخشکیدگی جنگلهای ساحل آفریقا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از عکس‌های هوایی سالهای ۱۹۸۹ تا ۱۹۵۴ و تصویر پانکروماتیک ماهواره آی‌کونوس سال ۲۰۰۲ در ۳ ناحیه از ساحل آفریقا استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره آی‌کونوس نشان داد که تراکم درختان با ارتفاع کمتر از ۳ متر در حال کاهش می‌باشد.

(Brockhaus et al. (1992 در مقایسه‌ای بین داده‌های لندست TM و HRV اسپات برای مشخص کردن دامنه

درختان می‌گردد (Jurskis, 2005; Rice et al., 2004). مدیران و برنامه‌ریزان جنگل در جستجوی شناسایی عوامل مؤثر بر مناطق حساس و مستعد به سرخشکیدگی و شناسایی پراکنش مکانی درختان سرخشکیده هستند تا دریابند که چه عواملی بر وقوع سرخشکیدگی غیر طبیعی درختان تأثیر گذاشته است. سرخشکیدگی یعنی خشک شدن پیشرفته جوانه و سرشاخه‌ها که سبب مرگ شاخه‌های درختان از بالای تاج به طرف پایین تاج می‌شود. این وضعیت در تمام برگها و شاخه‌ها انتشار می‌یابد و سرانجام تمام گیاه را در بر می‌گیرد و سبب مرگ آن می‌شود (Bruce et al., 2000). مطالعاتی که بر روی سرخشکیدگی درختان و همچنین واکنش آنها نسبت به این عارضه انجام شده، نشان داده که در ابتدا سرخشکیدگی سبب کاهش میزان فتوسنتز در برگها شده و عملکرد آوندهای چوبی و آبکش را تحریک کرده و مانع انتقال آب و مواد غذایی می‌شود و در نهایت با از بین بردن سلولهای برگ و ساقه سبب خشک شدن و مرگ آنها می‌شود (Guthrie et al., 2000). اغلب سرخشکیدگی در جنگلها به‌طور آشکاری نمایان می‌شود، به‌طوری که تاج تمام درختان سرخشکیده تغییر رنگ داده و پژمرده می‌شود.

ترکیب و مشارکت تنش‌های محیطی (عوامل غیر زنده) و ارگانسیم‌های بیماری‌زا (عوامل زنده) سبب ضعیف شدن و سرانجام سرخشکیدگی درختان می‌شوند. در نتیجه درختانی که در اثر تغییرات محیطی (سیل، خشکسالی، یخبندان، آتش‌سوزی شدید، زلزله، باد و برف) دچار استرس شده‌اند، به‌راحتی توسط آفات و پارازیت‌ها مورد هجوم قرار گرفته که سبب ضعف آنها شده و در نهایت منجر به مرگ آنها می‌شود (Ward & Neumann, 1982).

با توجه به گزارشهای کارشناسان مبنی بر افزایش پدیده سرخشکیدگی در جنگلهای شمال کشور و به‌منظور کسب آگاهی از میزان شدت و پراکنش سرخشکیدگی در

زمینی مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از دو مقیاس مکانی مختلف، یعنی سطح قطعه نمونه و سطح توده و از روش نزدیکترین همسایه استفاده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که برآورد داده‌های منفرد در سطح قطعه نمونه ناچیز بوده و برآوردها باید در سطح توده انجام شود. (Heikki (2003 برآورد مشخصه‌های کمی و کیفی جنگل را در کشور فنلاند در منطقه Suonenjok با استفاده از تصاویر آیکونوس با توان تفکیک زیاد مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق بیانگر آن بود که داده‌های آیکونوس در برآورد مشخصه‌های کیفی از دقت نسبتاً مطلوبی برخوردار بوده‌اند. (Magi (2002 مرگ ناگهانی درختان بلوط را در کالیفرنیا با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی زیاد دوربین Airborne Data Acquisition and Registration (ADAR) در سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار داد. طبق نتایجی که از این مطالعه بدست آمد، مشخص شد که این نوع تصاویر، قدرت شناسایی توده‌های سرخشکیده را در فاصله دو دوره زمانی کوتاه دارد.

هدف از این تحقیق، بررسی امکان شناسایی درختان سرخشکیده با استفاده از تصاویر Quickbird در جنگل سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) گرگان می‌باشد تا در صورت دستیابی به این مسئله، امکان بررسیهای بیشتر و سریعتر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای فراهم گردد.

## مواد و روشها

### منطقه مورد مطالعه

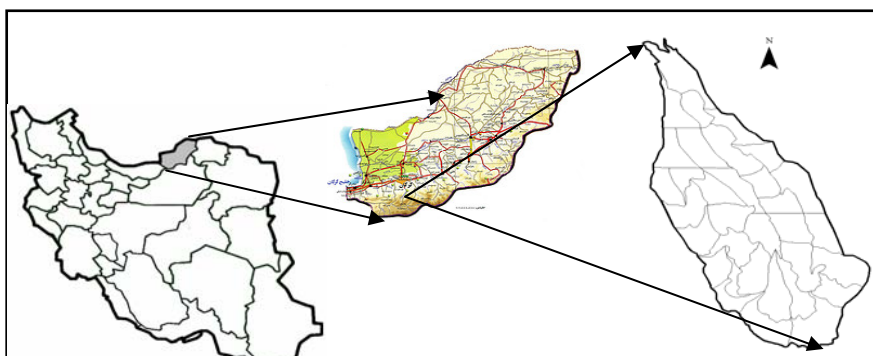
جنگل سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت‌کلاته) در تقسیم‌بندی طرح جامع مقدماتی جنگلهای شمال، در حوضه آبخیز شماره ۸۵ قرار دارد. این جنگل در جنوب‌غربی شهر گرگان واقع شده و حدود ۱۷۱۴ هکتار وسعت دارد. این سری بین عرض‌های

برگریزی در جنگلهای سوزنی‌برگ کوهستان‌های سیاه در شمال کارولینا در ایالات متحده آمریکا تحقیقی انجام دادند که در برآوردهای زمینی میزان سرخشکیدگی را کمتر از ۵ درصد برآورد کردند. اما سنجنده‌های TM و HRV نتوانستند میزان واقعی درصد سرخشکیدگی‌ها را در جنگلهای پیش‌بینی کنند. (Bruce et al. (2000 قابلیت داده‌های آیکونوس سال ۲۰۰۰ و عکس‌های هوایی سال ۱۹۸۸ را در مطالعات جنبه‌های تنوع اکولوژی جنگلهای بارانی تروپیکال و طبقه‌بندی کاربری اراضی و همچنین تعیین درختانی که تاج‌پوششان دچار آسیب شده است را در سطحی حدود ۶۰۰ هکتار مورد مطالعه قرار دادند. آنها با استفاده از تاج درختان چیره و غالب به‌عنوان نقاط کنترل زمینی، تصاویر را با RMSE برابر ۴/۳ متر مورد تطابق هندسی قرار دادند و با استفاده از عکس‌های هوایی سال ۱۹۸۸ به‌عنوان مبنا به بررسی مرگ درختان با قطر بیش از ۱ متر در دوره ۱۲ ساله پرداخته و به این نتیجه رسیدند که تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد می‌توانند در طول یک دوره در اندازه‌گیری رویش، موقعیت درختان و مرگ و میر آنها مفید واقع شوند.

(Moskal & Franklin (2004 ارتباط بین تصاویر چندطیفی و سرخشکیدگی توده صنوبر را در دامنه کوه آلبرتا در کانادا مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد Quickbird برای ارزیابی ارتباط بین سرخشکیدگی توده صنوبر با استفاده از شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی (NDVI)، تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) و شاخص سطح برگ (Leaf Area Index) استفاده شد. در نهایت شدت سرخشکیدگی توده صنوبر با صحت کلی ۸۹/۶۵ درصد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Quickbird و شاخص‌های گیاهی مورد شناسایی قرار گرفت. (Hekkila et al. (2002 برگ‌ریزی جنگلهای سوزنی‌برگ کاج را در جنگلهای طبیعی فنلاند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM، عکس‌های هوایی و داده‌های

و راشستان خالص در قسمت‌های مختلف این سری می‌باشد. جنگل آموزشی شصت‌کلاته دارای اقلیم خزری می‌باشد که با درجات حرارت معتدل و با تغییرات سالیانه کم و رطوبت زیاد می‌باشد. میزان بارندگی متوسط سالیانه گرگان ۶۴۹ میلی‌متر بوده که بین ۵۲۸/۴ تا ۸۱۷ میلی‌متر در سال متغیر می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۲).

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه و ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی قرار گرفته است. سری یک در شمال از ارتفاع ۲۲۰ متری از سطح دریا به طرف جنوب گسترده بوده و در حد جنوبی خود تا ارتفاع ۱۰۱۰ متر ادامه پیدا می‌کند (شکل ۱). تیپ درختی منطقه شامل انجیلی- ممرز، ممرز- راش، راش- ممرز، انجیلی- راش



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

از درختان سرخسکیده موجود در جنگل می‌باشد. در این تحقیق به دلیل وسعت زیاد منطقه مورد بررسی، جمع‌آوری اطلاعات زمینی به روش منظم- تصادفی (سیستماتیک) انجام شد. به همین منظور در محیط GIS، یک شبکه منظم آماربرداری (به دلیل وسعت زیاد منطقه و حجم زیاد تحقیق و انجام تحقیقات دیگر که این تحقیق بخشی از آن بوده از این روش استفاده گردید) به ابعاد ۱۰۰×۵۰۰ متر با ۳۶۰ قطعه نمونه ۱۰ آری طراحی و موقعیت مکانی قطعات نمونه (شکل ۲- الف) وارد گیرنده GPS گردید. برداشت موقعیت مکانی دقیق درختان سرخسکیده (تاج کاملاً خشک شده)، در محل و همچنین در اطراف قطعات نمونه (به دلیل افزایش تعداد نمونه‌های درختان سرخسکیده برای ارزیابی‌های بعدی) با استفاده از دستگاه DGPS و از طریق برداشت ایستا- متحرک (Kinematics) انجام گرفت. پس از پایان عملیات صحرائی، موقعیت

#### داده‌های تحقیق

در این تحقیق از تصاویر ماهواره Quickbird مربوط به تاریخ ۷ اکتبر ۲۰۰۷ برابر با ۶ آبان سال ۱۳۸۶ استفاده شده است. تصاویر Quickbird دارای چهار باند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۲/۴ متر و یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد. به منظور جمع‌آوری داده‌های زمینی از دستگاه DGPS تک‌فرکانسه مدل تریمبل با خطای ۳ تا ۵ سانتی‌متر استفاده گردید.

#### روش تحقیق

##### تهیه نقشه واقعیت زمینی درختان سرخسکیده

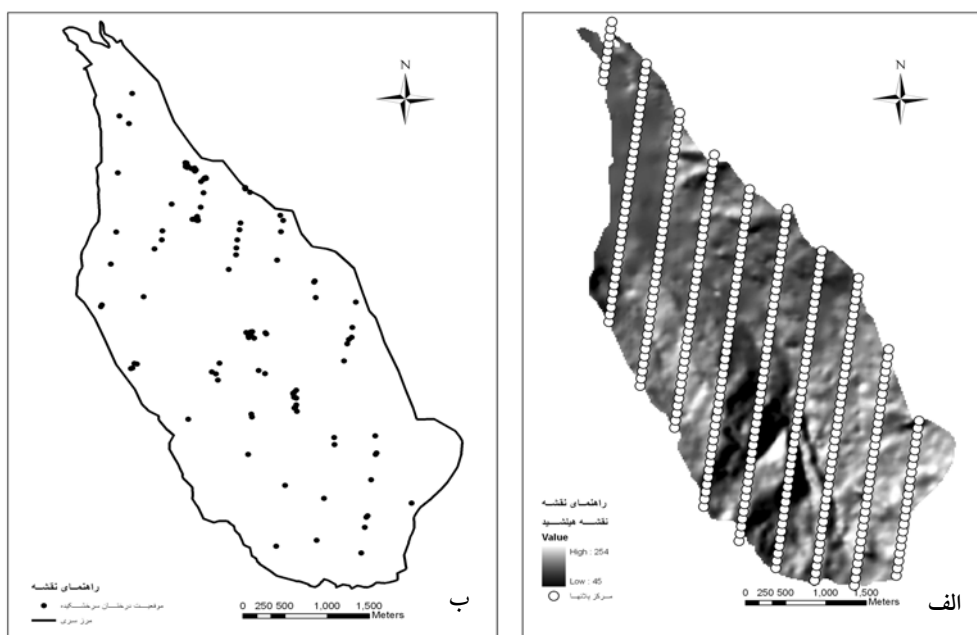
با توجه به یکی از اهداف اصلی این تحقیق که ارزیابی قابلیت‌ها و محدودیت‌های داده‌های طیفی ماهواره‌ای با قدرت تفکیک زیاد Quickbird در تشخیص سرخسکیدگی درختان جنگلی است، نیاز به ثبت تعدادی

خطاهای رادیومتری از طریق بزرگ‌نمایی تصویر و بررسی هیستوگرام آنها مورد بررسی قرار گرفت. موقعیت مسطحاتی ۴۵ نقطه کنترل زمینی نیز با استفاده از دستگاه گیرنده DGPS به‌طور دقیق ثبت و زمین مرجع‌سازی تصویر پانکروماتیک با استفاده از تعدادی نقاط کنترل زمینی مسطحاتی و مدل رقومی ارتفاعی و با رابطه درجه دوم و روش نمونه‌گیری مجدد نزدیکترین همسایه انجام شد. تصاویر چندطیفی نیز از طریق تطابق تصویر با تصویر به تصویر پانکروماتیک مورد مطابقت قرار گرفتند. میزان تطابق هندسی با استفاده از لایه‌برداری جاده و تعدادی نقاط کنترل زمینی مورد بررسی قرار گرفت.

مکانی مراکز قطعات نمونه و درختان سرخشکیده به‌روش پردازش پس از برداشت (PPK) Post processing (kinematics) در محیط نرم‌افزار TGOFFICE پردازش و تصحیحات لازم و سرشکنی بر روی آنها انجام و مورد اصلاح قرار گرفتند. همچنین به‌منظور بکارگیری آنها در محیط نرم‌افزارهای GIS، به‌صورت یک لایه نقطه‌ای (شکل ۲-ب) و به‌منظور بکارگیری در محیط نرم‌افزار پردازش تصویر، به‌همراه داده‌های ماهواره‌ای به فرمت رستری تبدیل شدند.

### پیش‌پردازش تصاویر

کیفیت داده‌های مورد استفاده در این تحقیق قبل از بکارگیری در تجزیه و تحلیل‌های رقومی از نظر وجود



شکل ۲- نقشه شبکه آماربرداری بر روی تصویر پستی و بلندی منطقه مورد مطالعه (الف) و موقعیت درختان سرخشکیده (ب)

شده گیاهی NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index) و TNDVI (Transformed Normalized Differenced Vegetation Index)، تجزیه مؤلفه‌های اصلی به‌روش استاندارد و ادغام تصویر

### پردازش و طبقه‌بندی تصاویر

در این تحقیق به‌منظور بارزسازی درختان سرخشکیده از پردازش‌های مختلفی مانند ایجاد شاخص تفاوت نرمال

از طریق معیارهای تفکیک‌پذیری باتاچاریا و واگرایی، بهترین مجموعه ۷ باندهی به‌عنوان مناسبترین باندهای لازم برای طبقه‌بندی انتخاب شدند. طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال بر روی ترکیبات باندهی مختلف صورت گرفت. همچنین به‌منظور بررسی میزان تفکیک‌پذیری درختان سرخسکیده در شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این تحقیق، طبقه‌بندی برش تراکمی بر روی شاخص‌های NDVI و TNDVI انجام شد. ارزیابی صحت طبقه‌بندیها با مقایسه پیکسل به پیکسل تصاویر طبقه‌بندی شده با ۸۰ درصد باقیمانده نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای انجام شد. نتایج ارزیابی صحت در جدول خطا براساس معیارهای صحت مورد بررسی قرار گرفت.

به‌روشه‌های HIS و HPF (High Pass Filter) استفاده شد (جدول ۱).

در این تحقیق برای طبقه‌بندی درختان سالم و سرخسکیده، ابتدا ۲۰ درصد درختان سرخسکیده در نقشه واقعیت زمینی و تعدادی از درختان سالم به‌عنوان نمونه تعلیمی انتخاب شدند. نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز در تمام سطح منطقه با پراکنش مناسب در هر طبقه برداشت شدند. سپس برای اندازه‌گیری میزان تفکیک‌پذیری درختان سرخسکیده از درختان سالم، از معیارهای فاصله باتاچاریا و واگرایی استفاده شد. در این تحقیق علاوه بر باندهای طیفی اصلی، باندهای مختلف مصنوعی نیز برای شرکت در طبقه‌بندی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و

جدول ۱- مجموعه باندهای در نظر گرفته شده برای تجزیه و تحلیل‌های رقومی

توضیحات	باندهای اصلی و مصنوعی
باند اصلی (آبی)	B1: Blue
باند اصلی (سبز)	B2: Green
باند اصلی (قرمز)	B3: Red
باند اصلی (مادون قرمز)	B4: Near Infra Red
$RVI = \frac{NIR}{RED}$	RVI
$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$	NDVI
$TNDVI = \sqrt{\frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}} + 0.5$	TNDVI
$VegIndex = NIR - RED$	VI
$\frac{NIR - B2}{NIR + B2}$	GNDVI
مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای سه باند مرئی سنجنده Quickbird	PCA1 (1,2,3,4)
چهار باند حاصل از ادغام به‌روش HPF	FUSION
سه باند حاصل از ادغام به‌روش تبدیل فضای رنگ IHS	FUSION HIS (2,3,4)

توجه به غالبیت گونه‌های ممرز و انجیلی، سرخسکیدگی بیشتر در این درختان مشاهده شد (جدول ۲).

## نتایج

نتایج آماربرداری زمینی نشان داد که سرخسکیدگی در بیشتر گونه‌های درختی موجود در منطقه دیده می‌شود. با

جدول ۲- تعداد درختان سرخشکیده مشاهده شده در قطعات نمونه به تفکیک گونه

گونه	ممرز	انجیلی	توسکا	راش	افرا	سایر گونه‌ها	جمع
تعداد درخت سرخشکیده مشاهده شده در قطعات نمونه	۵۳	۳۰	۴	۵	۲	۴	۹۸

برای دو طبقه درختان سالم و سرخشکیده است. این معیارها بیان می‌کند که طبقات درختان سالم و سرخشکیده از نظر طیفی بر روی تصاویر مورد استفاده هم قابل تفکیک نیستند.

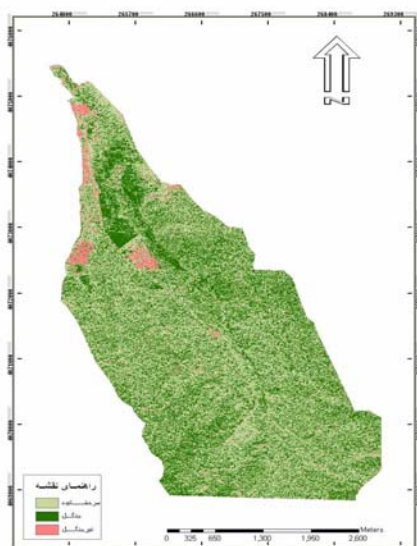
به منظور انتخاب مناسبترین مجموعه باندهای از بین باندهای اصلی و مصنوعی تهیه شده برای انجام طبقه‌بندی، از نشانه‌های طیفی باندها و معیار واگرایی تبدیل شده، استفاده شد. از بین مجموعه باندها، ۷ تا از آنها به عنوان بهترین مجموعه باندهای برای طبقه‌بندی طبقات مورد نظر انتخاب شدند (جدول ۳).

نتایج زمین مرجع‌سازی نشان داد که تصویر پانکروماتیک با ۴۵ نقطه نهایی کنترل زمینی و بکارگیری رابطه تطابق درجه دوم با RMSE برابر ۰/۶۵ در جهت محور X و ۰/۷۸ در جهت محور Y زمین مرجع شد. تصاویر چندطیفی نیز با استفاده از تصویر تطابق یافته پانکروماتیک و با ۶۰ نقطه کنترل زمینی و RMSE برابر ۰/۱۹ در جهت محور X و ۰/۲۵ در جهت محور Y مورد تطابق هندسی قرار گرفتند. انطباق لایه وکتوری جاده و نقاط کنترل زمینی با تصویر تصحیح شده، تطابق مناسب هندسی را نشان داد.

نتایج حاصل از ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری دو طبقه نشان داد که در هر دو معیار یادشده، حداقل تفکیک‌پذیری

جدول ۳- بهترین مجموعه باندهای انتخاب شده به همراه مجموعه باندهای مورد استفاده

مجموعه باندهای تهیه شده	مجموعه باندهای انتخاب شده
B, G, Red, NIR, SQRT, RVI, NDVI, TNDVI, PCA1, PCA2, PCA3, VI, HPF (1,2,3,4)	B, R, NDVI, TNDVI, VI, PCA1, PCA3



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی شده با استفاده از ۷ مورد

از بهترین باندها و الگوریتم حداکثر احتمال

عمل طبقه‌بندی با دو طبقه درختان سالم و سرخشکیده بر روی ترکیبات مختلف باندهای انجام شد (شکل ۳). نتایج مقایسه نقشه حاصل از طبقه‌بندی با نقشه واقعیت که به صورت جدول خطا ارائه گردید، نشان داد که بهترین نتیجه مربوط به ۷ باند منتخب با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال می‌باشد. در جدولهای ۴ و ۵ صحت کلی، صحت کاربر، صحت تولید کننده و ضریب کاپای حاصل از طبقه‌بندی با طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال به ترتیب برای چهار باند اصلی و بهترین باندهای منتخب ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج طبقه‌بندی با ترکیب ۴ باند اصلی و طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال

طبقات	صحت تولید کننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
درختان سالم	۸۴/۲۵	۷۷	۷۷	۰/۵۶
سرخشکیده	۷۲/۴۵	۵۳/۷۳		

جدول ۵- نتایج طبقه‌بندی با ترکیب ۷ باند منتخب و طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال

طبقات	صحت تولید کننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
درختان سالم	۸۹	۸۵	۸۳	۰/۶۸۵
سرخشکیده	۹۱	۶۷		

در این تحقیق همچنین عمل طبقه‌بندی با الگوریتم برش تراکمی بر روی مهمترین شاخص‌های گیاهی مختلف به منظور بررسی بهترین شاخص در شناسایی درختان سرخشکیده انجام شد. بررسی نتایج حاصل از طبقه‌بندی نشان داد که از بین شاخص‌های گیاهی بکار

گرفته شده (GNDVI، VI، RVI، TNDVI، NDVI)، بهترین نتیجه مربوط به شاخص گیاهی NDVI و TNDVI با استفاده از الگوریتم برش تراکمی می‌باشد. نتایج مقایسه با نقشه واقعیت زمینی در جدولهای ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول ۶- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی بر روی شاخص گیاهی NDVI با الگوریتم برش تراکمی

طبقات	صحت تولید کننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
درختان سالم	۱۰۰	۸۵	۵۱	۰/۱۶
سرخشکیده	۱۲	۱۰۰		

جدول ۷- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی بر روی شاخص گیاهی TNDVI با الگوریتم برش تراکمی

طبقات	صحت تولید کننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
درختان سالم	۱۰۰	۵۱	۵۶	۰/۱۹
سرخشکیده	۲۱	۱۰۰		

## بحث

تصمیم‌های مربوط به زمان‌بندی و مکان عملیات مدیریت جنگل نیازمند اطلاعات دقیق درباره وضعیت جنگل است. بنابراین در این تحقیق سعی شد که وضعیت پراکنش سرخشکیدگی جنگل سری یک طرح جنگل‌داری دکتر بهرام‌نیا بر روی تصاویر ماهواره‌ای Quickbird و قابلیت آن در تهیه نقشه پراکنش سرخشکیدگی مورد

بررسی قرار گیرد تا در مدیریت توده‌های جنگلی منطقه استفاده شود.

پس از ارزیابی صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی با ۷ باند منتخب بر روی تصویر ماهواره‌ای Quickbird، مشخص شد که صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۸۳ درصد و ۰/۶۸۵ می‌باشد. صحت تولید کننده و صحت کاربر مربوط به طبقه سرخشکیده به ترتیب برابر ۹۱ درصد



و ۶۷ درصد می‌باشد که اختلاف زیاد بین صحت تولید کننده و صحت کاربر به دلیل عدم تفکیک‌پذیری مناسب این طبقه است که نسبت به طبقه درختان سالم با صحت تولید کننده ۸۹ درصد و صحت کاربر ۸۵ درصد دارای اختلاف زیادی است. در مرحله بعد صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی با ۴ باند اصلی به‌روشنی حداکثر احتمال مورد ارزیابی قرار گرفت که تقریباً نتایج مشابه با نتایج ارزیابی صحت ۷ باند منتخب حاصل شد. همچنین طبقه‌بندی با استفاده از روش برش تراکمی بر روی شاخص‌های گیاهی NDVI و TNDVI انجام شد و نتایج مورد ارزیابی قرار گرفت. در این روش صحت کلی و ضریب کاپا برای شاخص گیاهی NDVI به ترتیب ۵۱ درصد و ۰/۱۶ و برای شاخص گیاهی TNDVI به ترتیب ۵۶ درصد و ۰/۱۹ می‌باشد. در واقع طبق این نتایج، تفکیک‌پذیری بین بازتاب طیفی طبقه سرخشکیده و طبقه درختان سالم وجود نداشته و امکان شناسایی درختان سرخشکیده در جنگل مورد مطالعه که از نوع جنگلهای پهن‌برگ آمیخته و ناهمسال است، بر روی تصاویر ماهواره‌ای Quickbird وجود ندارد. (Pasher & King (2009) نقشه پراکنش خشکه‌دارها را در جنگلهای پهن‌برگ واقع در پارک Gastineau در نزدیکی شهر اتاوا در کانادا با استفاده از عکس‌های هوایی رقومی با قدرت تفکیک مکانی زیاد تهیه کردند. نتایج نشان داد که صحت نقشه حاصل شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نسبت به شناسایی مستقیم و بازدیدهای صحرایی از دقت کمتری برخوردار است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. (Hekkila et al. (2002) برگ‌ریزی جنگلهای سوزنی‌برگ کاج را در جنگلهای طبیعی فنلاند با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست TM، عکس‌های هوایی و داده‌های زمینی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تحقیق آنها نشان داد که شناسایی سرخشکیدگی در سطح قطعات نمونه کوچک و درختان منفرد امکان‌پذیر نمی‌باشد، اما در سطح توده امکان‌پذیر است که در راستای نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد.

طبق مطالعات انجام شده، مشخص شده که شناسایی توده‌های سرخشکیده به‌صورت یک پهنه در سطح توده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر است، در حالی‌که این تحقیق بر روی درختان منفرد در یک جنگل پهن‌برگ آمیخته و ناهمسال انجام شده، بنابراین امکان شناسایی بسیار ضعیف می‌باشد. (Moskal & Franklin (2004) ارتباط بین تصاویر چندطیفی و سرخشکیدگی توده صنوبر را در دامنه کوه آلبرتا واقع در کانادا مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سرخشکیدگی توده صنوبر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد مورد شناسایی قرار می‌گیرد. از دلایل دیگر عدم شناسایی درختان سرخشکیده در این تحقیق می‌توان به تجزیه و تحلیل یک زمانه از تصویر ماهواره‌ای اشاره نمود که در صورت وجود حداقل دو تصویر و تجزیه و تحلیل دو یا چندزمانه می‌تواند در شناسایی مکان‌های درختان سرخشکیده کمک زیادی نماید. (Magi (2002) مرگ ناگهانی درختان بلوط در کالیفرنیا را با استفاده از عکس‌های هوایی رقومی با قدرت تفکیک مکانی زیاد در دو دوره زمانی سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ مورد بررسی قرار داد و قادر به شناسایی توده‌های سرخشکیده بلوط شد. (Hekki (2003) مشخصه‌های کیفی جنگل را با استفاده از تصاویر آیکونوس در سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ در مقیاس‌های مکانی گسترده مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد در دو دوره زمانی در اندازه‌گیری رویش و میزان مرگ و میر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. کاربرد داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی زیاد در اکولوژی جنگلهای بارانی حاره‌ای در یک دوره ۱۲ ساله مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که این تصاویر می‌توانند در طول یک دوره در اندازه‌گیری رویش، موقعیت و مرگ و میر درختان مفید واقع شوند (Clark et al., 2004). همچنین (Gonzalez et al. (2007) آستانه تغییرات اقلیمی را بر روی سرخشکیدگی جنگلهای

ابر طیفی به دلیل تعداد باندهای طیفی بسیار زیاد) استفاده شود.

### منابع مورد استفاده

- بی نام، ۱۳۸۲. طرح تجدید نظر سری دوم جنگل دکتر بهرام‌نیا. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳۹۴ صفحه.

- درویش صفت، ع.ا. و زارع، ع.، ۱۳۷۷. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک (مطالعه موردی در منطقه قائن). مجله منابع طبیعی ایران، ۵۱ (۲): ۴۷-۵۲.

- شتایی جویباری، ش.، ۱۳۸۴. جزوه درسی سنجش از دور. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده جنگل‌داری، ۷۸ صفحه.

- ناصری، ف.، ۱۳۸۲. طبقه‌بندی تپ‌های جنگلی و برآورد مشخصه‌های کمی آن با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در جنگلهای مناطق خشک و نیمه‌خشک. رساله دکتری، دانشگاه تهران، ۱۵۵ صفحه.

- Brockhaus, J.A., Khorram, S., Bruk, R.I. and Campbell, M.V., 1992. A comparison of Landsat TM and Spot HRV data for use in the development of forest defoliation. *International Journal of Remote Sensing*, 13 (16): 3235-3240.
- Bruce, R., Fredrick, P. and William, B., 2000. Dieback and decline. Technical Report. Associated Dieback Strategy. *Forest Ecology and Management*, 214: 3-4, 24-35.
- Clark, D.B., Read, J.M., Clark, M., Murillo Cruz, A., Fallas Dotti, M. and Clark, D.A., 2004. Application of 1-m and 4-m resolution satellite data to studies of tree demography, stand structure and land use classification in tropical rain forest landscapes. *Ecological Applications*, 14 (1): 61-74.
- Gonzalez, P., Tucker, C.J. and Sy, H., 2007. Climate-induced dieback of forest species and a shift of vegetation zones across west Africa. *Ecological Society of America Annual Meeting Abstracts*, 92: OOS 42-8.
- Guthrie, J.N., Walsh, K.B., Scott, P.T. and Rasmussen, T.S., 2000. The physiopathology of Australian Papaya dieback: a proposal role for the photo plasma. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 57 (1): 23-30.
- Heikki, A., 2003. High forest estimation from high resolution remote sensing data. Technical Research Center of Finland Information Technology Information System.

ساحل آفریقا بر روی عکس‌های هوایی سالهای ۱۹۵۴ تا ۱۹۸۹ و تصویر ماهواره‌ای آیکونوس در سال ۲۰۰۲ مورد بررسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل‌های عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای آیکونوس نشان داد که تراکم درختان با ارتفاع کمتر از ۳ متر در حال کاهش است.

مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی نشان می‌دهد که همپوشانی طیفی طبقه درختان سالم و طبقه سرخشکیده سبب طبقه‌بندی غلط پیکسل‌ها می‌گردد؛ از دلایل این امر می‌توان به وضعیت قرار گرفتن درختان سرخشکیده در قسمت بالای تاج پوشش جنگل و قرار گرفتن تاج درختان سالم در زیر و اطراف تاج خشکیده اشاره نمود که سبب می‌شود بازتاب طیفی اشکوب‌های زیرین و پایین‌تر از درختان سرخشکیده و همچنین بازتاب طیفی گونه‌های درختچه‌ای، زادآوری و گونه‌های غلفی کف جنگل موجب تداخل طیفی بازتاب طبقه سرخشکیده با طبقه درختان سالم شده و به این علت تفکیک‌پذیری این دو طبقه با مشکل مواجه می‌شود. همچنین به دلیل این که وقتی تاج درختان پهن‌برگ سرخشکیده می‌شود، تمامی برگ‌ها و شاخه‌های ریز خود را به دلایل مختلف از دست داده و در نتیجه فقط ساقه‌های اصلی تاج درختان باقی می‌ماند و این قسمت باقی‌مانده به دلیل سطح کم خود در تاج پوشش سهم زیادی در بازتاب طیفی نداشته و عمدتاً به صورت بازتاب مخلوط درآمده و سنجنده هم آن را در سطح پیکسل به صورت پیکسل‌های مخلوط ثبت می‌نماید، بنابراین عملاً تفکیک بازتاب تاج درختان سرخشکیده با تاج درختان سالم با مشکل مواجه می‌شود.

انتظار می‌رود که در آینده شدت و پراکنش درختان سرخشکیده در سایر جنگلهای شمال و تبعات اقتصادی آن بررسی شود. همچنین از تصاویر و داده‌های با قدرت تفکیک مکانی زیاد، حداقل در دو دوره زمانی مختلف به منظور شناسایی درختان سرخشکیده و سایر عوامل بیماری‌زا در جنگلهای مشابه (به‌ویژه با استفاده از داده‌های

- aspen defoliation. *International Journal of Remote sensing*, 25 (14): 2701-2711.
- Pasher, J. and King, D.J., 2009. Mapping dead wood distribution in a temperate hardwood forest using high resolution airborne imagery. *Forest Ecology and Management*, 258: 1536-1548.
  - Rice, K.J., Matzner, S.L., Byer, W. and Brown, J.R., 2004. Patterns of Tree Dieback in Queensland, Australia: the Importance of drought stress and the role of resistance to cavitation. *Oecologia*, 139 (2): 190-198.
  - Ward, B.K. and Neumann, F.G., 1982. Eucalypt dieback in foothill forests of the Dandenong Ranges. *Forests Commission, Victoria, Forestry Technical Papers*, 29: 10-14.
  - [www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm7/papers/65.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm7/papers/65.pdf)
  - Hekkila, J., Nevalanen, S. and Tokol, A., 2002. Estimating defoliation in boreal coniferous forests by combining Landsat TM, aerial photographs and field data. *Forest Ecology and Management*, 158: 9-23.
  - Jurskis, V., 2005. Eucalypt decline in Australia and a general concept of tree decline and dieback. *Forest Ecology and Management*, 215: 1-20.
  - Magi, K.N., 2002. Monitoring sudden Oak death in California using high resolution imagery. *USDA Forest Service Gen, Tech. Rep. PSW-GTR-184* (2002): 799-810.
  - Moskal, L.M. and Franklin, S.E., 2004. Relationship between airborne multispectral image texture and

## Recognition possibility of trees canopy die back using high resolution satellite image of Quick bird (Case study: Shastkolate forest, Gorgan)

S. Barazmand <sup>1</sup>, Sh. Shataee Joybari <sup>2\*</sup> and O. Abdi <sup>1</sup>

1- M.Sc. graduated of forestry, Faculty of forestry and wood and paper technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2\* - Corresponding author, Associate Prof., Faculty of forestry and wood and paper technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: shataee@yahoo.com

Received: 23.02.2010

Accepted: 30.07.2011

### Abstract

The purpose of this research is the possibility to recognize of trees canopy die back using Quickbird satellite images and mapping of its distribution in district one from Shastkolate forest, North-west of Iran. After geometric quality and radiometric evaluation of data, geometric correction of panchromatic image was carried out with 45 ground control points and RMSE of 0.65 at X axis direction and 0.78 at Y axis direction. Moreover, the multi-spectral images were registered with georeferenced panchromatic image with 60 ground control points and RMSE of 0.19 at X axis direction and 0.25 at Y axis direction. Using ratioing, principal component analysis and creation of suitable vegetation indices, some artificial bands were created and used as suitable bands for image analysis. In order to prepare the training area and to evaluate classification accuracy, sample ground truth were provided by recording the died back trees using DGPS on a 500 m×100 m systematic network and 360 sample plots with 1000 m<sup>2</sup> area. After selection of training area and suitable bands collection, data were classified with supervised method by using maximum likelihood and density slicing. Results of the classification accuracy evaluation on 4 main bands and also 7 selective bands by maximum likelihood algorithm and vegetation indexes by density slicing algorithm showed that overall accuracy amount and Kappa coefficient for 2 forest classes and died back for 4 main bands and 7 best selected bands by maximum likelihood algorithm were 77%, 0.56, 83% and 0.685, respectively. In addition, overall accuracy amount and Kappa coefficient for density slicing of NDVI and TNDVI vegetation indexes were 51%, 0.16, 56% and 0.19, respectively. Results showed that recognition of died back trees using Quickbird satellite image was not completely possible due to reflection of shrub and under storey plants, adjacent trees crowns and low ratio of reflection of dried branches in compare to rest green crown, which are registered as digital value of pixels.

**Key words:** crown die back, Quick bird, classification, DGPS, Shastkolate forest, Gorgan.