



دانشگاه گرجان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و یکم، شماره سوم، ۱۳۹۳
<http://jwfst.gau.ac.ir>

بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی متفاوت با تأکید بر شاخص‌های طیفی در تفکیک توده‌های خالص جنگل کاری

* نورالدین نوریان^۱ و شعبان شتایی‌جویباری^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۶

چکیده

گردآوری اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی مانند میزان و پراکنش آن‌ها توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان یک راه‌کار جایگزین می‌تواند در این زمینه مطرح گردد. هدف از این پژوهش بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی متفاوت با تأکید بر شاخص‌های طیفی در تفکیک توده‌های خالص دست‌کاشت جنگل سری ۱ شصت‌کلاته گرگان است. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای Quickbird، سنجنده ASTER ماهواره TERRA و سنجنده TM ماهواره لندست استفاده گردید. تصحیح هندسی و اتمسفری روی تصاویر انجام شد و ۲۰ شاخص طیفی گیاهی از تصاویر ایجاد گردید. در ۱۰ توده خالص و متراکم دست‌کاشت سوزنی‌برگ و پهن‌برگ تعداد ۸۰ نقطه با GPS ثبت گردید. مقدار شاخص‌های طیفی گیاهی در محل نقاط نمونه برای هر توده خالص استخراج و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. نتایج انتخاب بهترین شاخص‌ها در تفکیک همه گونه‌ها نشان داد که در تصاویر Quickbird شاخص‌های Brightness و Greenness، در تصاویر ASTER شاخص‌های Wetness (در باند VNIR) و DVI در تصاویر TM شاخص GNDVI نسبت به سایر شاخص‌ها توانسته‌اند گونه‌های بیش‌تری را شناسایی و تفکیک نمایند. برای تفکیک گونه‌های سوزنی‌برگ از هم، در تصاویر

* مسئول مکاتبه: noorian.86@gmail.com

ASTER شاخص‌های Brightness و Greenness (در باند VNIR) بهترین تفکیک را نشان دادند. برای تفکیک گونه‌های پهن‌برگ، در تصاویر Quickbird شاخص Greenness، در تصاویر ASTER شاخص‌های Wetness (در باند VNIR) و DVI و در تصاویر TM شاخص‌های MSI، GNDVI و II بهترین تفکیک را نشان دادند و به‌عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های طیفی گیاهی، توده‌های خالص دست‌کاشت، Quickbird, ASTER, TM

مقدمه

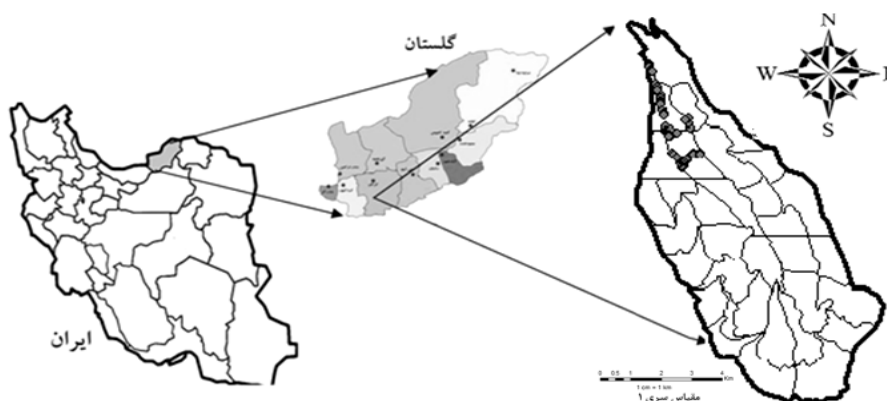
کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی مانند میزان و پراکنش آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است. گردآوری اطلاعات در مورد تغییرات پیوسته پوشش گیاهی توسط روش‌های معمولی بسیار مشکل و پرهزینه است، در این حالت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد (علوی‌پناه، ۲۰۰۳). سنجنده ماهواره‌های مختلف از پوشش گیاهی اطلاعات متفاوتی دریافت می‌کنند که با تجزیه و تحلیل این اطلاعات می‌توان پوشش‌های گیاهی مختلف را تا حدودی مشخص نمود (خواججه‌الدین، ۱۹۹۶). میزان بازتاب پوشش گیاهی در طول موج‌های مختلف با توجه به نوع پوشش (نوع گونه، شادابی و...) و نوع خاک زمینه (ماده آلی، خاک مرطوب، نوع بافت و...) می‌تواند تغییر پیدا کند. به‌منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی، می‌توان حداقل دو باند را ترکیب کرده و شاخص مرکبی به نام شاخص پوشش گیاهی ایجاد نمود. در واقع هدف از ایجاد شاخص‌های پوشش گیاهی آن است که برخی ویژگی‌های پوشش گیاهی مانند خصوصیات تاج پوشش، بیومس، تولید، سطح برگ یا درصد پوشش گیاهی برآورد و ارزیابی شود. سه ویژگی مهم برگ مانند کلروفیل، ساختار فیزیولوژیک و میزان آب اثر مهمی در بازتاب طیفی آن دارد (علوی‌پناه، ۲۰۰۳). بیش از ۱۵۰ شاخص گیاهی در مقالات علمی منتشر شده‌اند، اما تعداد کمی از آن‌ها پایه بیوفیزیکی قابل قبول دارند. شاخص‌های گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که براساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی طراحی شده‌اند. اساس کار این شاخص‌ها بر روی اختلاف باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می‌باشد، دلیل این امر خاصیت جذب نور قرمز توسط رنگدانه‌های موجود در کلروفیل، که باعث می‌شود گیاهان انعکاس کم‌تری در این باند

داشته باشند و انعکاس شدید در باند مادون قرمز نزدیک حاصل گردد (فاطمی و رضایی، ۲۰۰۶). در طول سه دهه گذشته شاخص‌های گیاهی کاربرد وسیعی در بررسی‌های منابع طبیعی و پایش پوشش گیاهی در مقیاس کوچک تا مقیاس‌های منطقه‌ای و جهانی پیدا کرده‌اند. در بسیاری از پژوهش‌ها برای بررسی تغییرات سبزیگی پوشش گیاهی، شاخص NDVI را پیشنهاد کردند (لوید، ۱۹۹۰؛ وانگ، ۱۹۹۰؛ هال و هوف، ۱۹۹۳؛ سونگ، ۲۰۰۱). یمانی و مزیدی (۲۰۰۸)، تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاه‌کوه یزد را با استفاده از تصاویر TM و ETM⁺ بررسی نمودند. آن‌ها از ۵ شاخص NDVI، NRVI، RVI، SAVI و PVI استفاده کردند، نتایج نشان داد که شاخص NDVI بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی می‌باشد. قایمی و همکاران (۲۰۰۹)، به بررسی و مقایسه ۵۰ شاخص گیاهی مختلف با استفاده از تصاویر ETM⁺ برای مطالعات پوشش گیاهی دشت نیشابور پرداختند، نتایج نشان داد که شاخص‌های SAVI، MND، TVI، NDSI، SI، NDVI، VI1، VI6، VI5، MSR، COSRI، Complex Multirato و MSAVI و نیز مؤلفه‌های اول و سوم به‌دست آمده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی و باندهای روشنایی و سبزیگی به‌دست آمده از تبدیل تسلدکپ امکان تشخیص و تفکیک پوشش گیاهی منطقه را بیش از سایر شاخص‌ها فراهم می‌نماید. راندکس و همکاران (۱۹۹۶)، با مقایسه ۶ شاخص گیاهی SAVI، TSAVI، OSAVI، NDVI، GEMI، MSAVI، به این نتیجه رسیدند که MSAVI بیش‌ترین همبستگی (۰/۹۸) را با تنوع پوشش گیاهی دارد. زا و همکاران (۲۰۰۳)، رابطه درصد پوشش گیاهی مناطق نیمه‌خشک غرب چین را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که شاخص NDVI همبستگی بالایی با درصد پوشش گیاهی نشان می‌دهد. ناگلر و همکاران (۲۰۰۵)، به‌منظور شناسایی تیپ‌های جنگل، شاخص‌های گیاهی مختلف را در جینگو تین چین بررسی نمودند. طبق نتایج به‌دست آمده شاخص PVI دارای بالاترین همبستگی با تیپ‌های جنگل می‌باشد. شاخص RVI نیز توانایی تشخیص تیپ‌های مختلف سوزنی‌برگ را دارا است. در نهایت به این نتیجه رسیدند که ترکیب RVI و PVI می‌تواند در تشخیص تیپ‌های گوناگون سوزنی‌برگان مؤثر باشد. نتایج پژوهش‌های کرایراس و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان می‌دهد که برپایی مدل‌های همبستگی بین باندهای مرئی و مادون نزدیک و شاخص‌های گیاهی ARVI، NDVI، SAVI، MSAVI، با سطح تاج پوشش گیاهان، از توانایی مناسبی در تخمین سطح پوشش گیاهان جنگلی و مرتعی برخوردار است. کاباسینا و کاسترو (۲۰۰۹)، رابطه‌های بین تنوع گیاهی ۲۲ قطعه از جنگل و ۵ شاخص گیاهی (MVI7، MVI5، EVI، SAVI و NDVI)، ساختار جنگل و هندسه

منطقه را با استفاده از تصاویر TM در سادوی برزیل به دست آوردند. نتایج نشان داد که قوی‌ترین همبستگی با تنوع گیاهی را EVI ($r=0/8274$) و سپس به ترتیب SAVI، NDVI و MVI7 دارند ولی شاخص MVI5 همبستگی معنی‌داری با تنوع گیاهی ندارد. هدف از این پژوهش بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای Quickbird، ASTER و TM با قدرت تفکیک مکانی متفاوت با تأکید بر شاخص‌های طیفی در تفکیک توده‌های خالص دست‌کاشت و انتخاب بهترین شاخص‌های طیفی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: جنگل سری ۱ طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت کلاته) در تقسیم‌بندی جامع مقدماتی جنگل‌های شمال در حوزه آبخیز شماره ۸۵ قرار دارد. این جنگل در ۱۲ کیلومتری جنوب‌غربی شهر گرگان و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی قرار گرفته است و مساحت آن ۱۷۱۴ هکتار می‌باشد. سری ۱ در محدوده ارتفاعی ۱۰۱۰-۲۲۰ متر از سطح دریا قرار دارد. جنگل آموزشی شصت کلاته دارای اقلیم خزری می‌باشد که با درجه‌های حرارت معتدل و با تغییرات سالیانه کم و رطوبت زیاد می‌باشد. میزان بارندگی متوسط سالیانه گرگان ۶۴۹ میلی‌متر بوده که بین ۸۱۷-۵۲۸/۴ میلی‌متر در سال متغیر است (طرح جنگلداری سری یک دکتر بهرام‌نیا، ۲۰۰۷). این پژوهش در بخشی از سری ۱ جنگل شصت کلاته (پارسل‌های ۲، ۳، ۵ و ۶) به مساحت ۱۹۴ هکتار و در محدوده ارتفاعی ۳۱۰-۲۶۰ متر از سطح دریا انجام گرفت (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و پارسل‌های مورد بررسی در سری ۱.

روش پژوهش

جمع‌آوری داده‌های زمینی: در این پژوهش، توده‌های کاملاً خالص و متراکم دست‌کاشت پهن‌برگ شامل افرا پلت (*Acer velutinum*)، توسکا (*Alnus subcordata*)، بلوط (*Quercus castaneifolia*)، پالونیا (*Paulownia*) و صنوبر (*Populus alba*) و سوزنی‌برگ دارتالاب (*Taxodium distichum*)، سکویا (*Sequoia sempervirens*)، سرو ژاپنی (*Cryptomeria japonica*)، سرو خمره‌ای (*Thuja orientalis*) و زربین (*Cupressus sempervirens*) در منطقه‌ای به‌نسبت پست و بدون تغییرات ارتفاعی، با سن جنگل کاری تقریباً نزدیک و حدود ۲۰ سال انتخاب شدند. در درون هر توده، در محل‌هایی که تاج پوشش انبوه و تراکم زیاد بود با دستگاه GPS^۱ تعدادی نقطه (در مجموع ۸۰ نقطه) ثبت گردید. موقعیت منطقه و محل نقاط ثبت شده در شکل ۱ نشان داده شد. نمونه‌گیری از توده‌های خالص به‌نحوی صورت گرفت که از هر توده خالص حداقل ۵ نمونه برای میانگین‌گیری ارزش‌های شاخص‌های طیفی انتخاب گردید.

داده‌های ماهواره‌ای: در این پژوهش از تصاویر ماهواره Quickbird مربوط به تاریخ ۷ اکتبر ۲۰۰۷ برابر با ۱۶ مهر سال ۱۳۸۶، تصاویر سنجنده ASTER مربوط به تاریخ ۳ جولای ۲۰۰۶ برابر با ۱۳ تیر سال ۱۳۸۵ و تصاویر چندطیفی سنجنده TM (براساس سیستم جهانی WGS84 در گذر ۱۶۳ و ردیف ۳۴) مربوط به ۱۷ سپتامبر سال ۲۰۱۰ برابر با ۲۷ شهریور سال ۱۳۸۹ استفاده شده است. تصاویر Quickbird دارای ۴ باند طیفی (با قدرت تفکیک مکانی ۲/۴ متر) و یک باند پانکروماتیک (با قدرت تفکیک مکانی ۶۰ سانتی‌متر)، داده‌های ASTER شامل ۳ باند VNIR و ۶ باند SWIR به‌ترتیب با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ و ۳۰ متر و داده‌های TM دارای ۶ باند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر و یک باند حرارتی می‌باشند (در این پژوهش از باند حرارتی استفاده نگردید). همچنین از داده‌های پایگاه اطلاعات منطقه شامل لایه‌برداری جاده‌ها، رودخانه‌ها و مدل رقومی زمین منطقه با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر برای تصحیحات هندسی استفاده گردید.

1- Global Positioning System

پیش‌پردازش و پردازش تصاویر

تصحیح هندسی: تصاویر ماهواره‌ای و زمین مرجع نمودن آن‌ها نیز قبل از انجام پردازش و استخراج اطلاعات آن‌ها کاملاً ضروری می‌باشد. تصحیح هندسی تصاویر ماهواره Quickbird از نوع ارتو با استفاده از مدل رقومی زمین (DEM) با دقت ارتفاعی ۱۰ متر و با تعداد ۲۴ نقطه کنترل زمینی نهایی (GCP)^۱ که با استفاده از دستگاه گیرنده DGPS^۲ به‌طور دقیق ثبت گردیده بود انجام گردید. تصاویر با به‌کارگیری معادله درجه دوم و با RMSe برابر با ۰/۷۶ پیکسل در جهت محور X و ۰/۶۷ پیکسل در جهت محور Y و با روش نمونه‌گیری مجدد نزدیک‌ترین همسایه مورد تصحیح هندسی قرار گرفتند. همچنین برای زمین مرجع نمودن تصاویر ASTER و TM، از تصاویر زمین مرجع شده Quickbird استفاده شده است. به‌نحوی که تصاویر ذکر شده از طریق تطابق هندسی تصویر با تصویر و به روش ارتو با استفاده از مدل رقومی زمین (DEM) و با انتخاب تعدادی نقاط کنترل زمینی برگرفته از تصاویر زمین مرجع شده Quickbird، مورد تصحیح هندسی قرار گرفتند. در این پژوهش تصویر ASTER و تصویر TM به‌ترتیب با تعداد ۲۵ و ۳۰ نقطه کنترل زمینی و با به‌کارگیری معادله تطابق درجه دوم با RMSe برابر ۰/۳۵ و ۰/۲۵ در جهت محور X ۰/۳۵ و ۰/۳۴ در جهت Y زمین مرجع شدند. در نهایت انطباق لایه‌برداری جاده با تصاویر مورد استفاده، نشان از صحت تطابق هندسی انجام شده داشت.

تصحیح اتمسفری: به‌دلیل تفاوت زمانی دریافت تصاویر به‌کار گرفته شده احتمال تفاوت شرایط اتمسفری در زمان اخذ تصویر وجود دارد. به همین منظور تا حد ممکن سعی گردید از طریق روش‌های کلی تصحیح اتمسفری، مورد تصحیح و همسان‌سازی قرار گیرند. برای بررسی تیرگی هوا، تمامی باندهای تصاویر نمایان شدند. و در نواحی آب عمیق (دریای مازندران) مقدار DN تیرگی آن‌ها مشخص گردید. داده‌های Quickbird نیاز به تصحیح نداشتند. تصحیح اتمسفری داده‌های ASTER به‌دلیل دسترسی نداشتن به داده‌های سرباره به روش Dark object صورت گرفت. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کم‌ترین میزان انعکاس طیفی را دارد و متعلق به آب عمیق و سایه میان تصویر است که انعکاس آن صفر می‌باشد. زیرا در صورت وجود ذرات پراکنده در جو، پراکنش

1- Ground Control Point
2- Differential Global Positioning System

جوی باعث می‌شود که در عمل انعکاس طیفی پیکسل‌های پدیده تیره صفر نباشد (سرنام و همکاران، ۲۰۰۲). داده‌های TM با روش COST مورد تصحیح اتمسفری قرار گرفتند.

شاخص‌های طیفی شامل شاخص‌های گیاهی و تبدیل تسلدکپ: در این پژوهش، تعدادی از شاخص‌های مناسب از نظر کاربرد در موارد پوشش گیاهی و تفکیک آن‌ها که در پژوهش‌های دیگران به‌کار گرفته شده بودند، مورد استفاده قرار گرفت. در تبدیل تسلدکپ، مؤلفه‌های روشنایی و سبزی‌نگی به‌دست آمده از تبدیل برای تشخیص پوشش گیاهی مفید می‌باشند (نجفی‌دیسفانی، ۱۹۹۸) و هر کدام به‌عنوان شاخص برای شناسایی و تفکیک گونه‌ها در نظر گرفته شدند. در این پژوهش ۲۰ شاخص طیفی گیاهی ایجاد گردید (جدول ۱) که به چند تا از آن‌ها برای نمونه اشاره می‌گردد.

شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI): یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌ها در جهان است که به‌طور وسیع در مسایل مختلف به‌کار می‌رود این شاخص به روز و همکاران (۱۹۷۳) نسبت داده شده است. فرایند محاسباتی ساده دارد و در مقایسه با دیگر شاخص‌ها دارای بهترین توان دینامیک می‌باشد. این شاخص بیش‌ترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه خاک، به‌جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد، حساسیت کم‌تری دارد. شاخص NDVI از رابطه ۱ محاسبه می‌شود (کوگان، ۱۹۹۳).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

که در آن، NIR: بازتاب در باند مادون نزدیک و RED: انعکاس در باند قرمز است و مقدار آن بین اعداد +۱ تا -۱ تغییر می‌کند. مقادیر این شاخص برای پوشش گیاهی متراکم به سوی عدد ۱ میل می‌کند و مقادیر منفی در این شاخص بیانگر حضور نداشتن پوشش گیاهی است (پترولی و همکاران، ۲۰۰۵).

شاخص نرمال‌شده اختلاف پوشش گیاهی سبز (GNDVI): این شاخص توسط گیتلسون و همکاران (۲۰۰۴) معرفی شد و تقریباً مشابه شاخص NDVI هست با این تفاوت که در فرایند محاسباتی آن به‌جای باند قرمز از باند سبز استفاده می‌شود.

شاخص پوشش گیاهی تفاضلی (DVI): این شاخص از کسر کردن مقادیر انعکاس باند قرمز از باند مادون قرمز به‌دست می‌آید. با توجه به منحنی بازتاب‌های پوشش‌های عمده زمین، مقدار این شاخص برای پوشش گیاهی بیش‌تر بوده، در حالی‌که برای آب منفی و برای خاک و سنگ مقدار آن نزدیک به

صفر (مثبت یا منفی) است. خط خاک در این شاخص، شیب اختیاری داشته، از نقطه مبدأ می‌گذرد و دامنه آن در محدوده (+۲۵۵ و -۲۵۵) قرار دارد.

کسر شاخص گیاهی ساده (RVI): کسر شاخص گیاهی، ساده‌ترین شاخص گیاهی می‌باشد که اولین بار توسط جوردن (۱۹۶۹) ارایه گردید. شاخص RVI شیب خطی است که ابتدا و انتهای پوشش گیاهی را در فضای قرمز تا مادون قرمز به هم متصل می‌کند.

لیست برخی از شاخص‌های پوشش گیاهی و شاخص‌های به‌کار رفته در این پژوهش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در پژوهش.

شاخص گیاهی	فرمول	منبع
Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	$(NIR-G)/(NIR+G)$	گیتلسون و همکاران (۲۰۰۴)
Differential Vegetation Index (DVI)	NIR-RED	تاگر (۱۹۷۹)
Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)	$NIR-Red / NIR+Red$	روس و همکاران (۱۹۷۴)
Greenness index (G1)	$\sqrt{\frac{NIR}{RED}}$	گیتلسون و همکاران (۲۰۰۴)
Ratio Vegetation Index (RVI)	$\frac{NIR}{Red + Green}$	تاگر و همکاران (۱۹۷۹)
Near Infrared Ratio (NIR)	TM4/TM3	پتورلی و همکاران (۲۰۰۵)
Leaf Water Content (Mid- IR-Index) (LWC)	TM5/TM7	برس و مکوی (۱۹۶۸)
Transformed Vegetation Index (TVI)	$(TM5-TM3)/(TM5+TM3)$	پتورلی و همکاران (۲۰۰۵)
Reflectance Absorption Index (RAI)	$TM4/(TM3+TM5)$	ارزانی (۲۰۰۲)
Green Vegetation Index (GVI)	$-0.29(G)-0.56(R)+0.6(IR)+0.49(IR)$	قائمی (۲۰۰۹)
Contrast Reflectance in Visible and Near Infrared (VNIR1)	$(TM4-TM1)/(TM4+TM1)$	پتورلی و همکاران (۲۰۰۵)
Infrared Index (II)	$(TM4-TM5)/(TM4+TM5)$	پتورلی و همکاران (۲۰۰۵)
IR2	$(NIR-SWIR)/(NIR+SWIR)$	بوید و همکاران (۱۹۹۶)
Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI)	$(RVI-1)/(RVI+1)$	برت و گوپوت (۱۹۹۱)
Msavi2	$((2*NIR+1)^2 - 8(NIRred))^{0.5}$	کی و همکاران (۱۹۹۴)
Moisture Stress Index (MSI)	MIR/NIR	راک و همکاران (۱۹۸۶)
Middle Infrared Vegetation Index (MIRV2)	$(MIR-RED)/(MIR+RED)$	ارزانی و کینگ (۲۰۰۸)
Brightness	باند روشنایی حاصل از تبدیل تسلدکپ	بتی و همکاران (۱۹۹۱)
Greenness	باند سبزیگی حاصل از تبدیل تسلدکپ	بتی و همکاران (۱۹۹۱)
Wetness	باند نمناکی حاصل از تبدیل تسلدکپ	بتی و همکاران (۱۹۹۱)

استخراج مقادیر شاخص‌ها و تجزیه تحلیل آن‌ها: مقادیر شاخص‌های گیاهی، در محل نقاط به‌دست آمده از نمونه‌برداری زمینی میانگین رقومی ۴ پیکسل طیفی (روش درونیابی دو خطی^۱) با استفاده از نرم‌افزار GIS استخراج شده و به‌صورت جدول تهیه گردید. برای انتخاب بهترین شاخص برای تفکیک گونه‌ها به‌طور کلی (۱۰ گونه) و همچنین برای تفکیک بین گونه‌های سوزنی‌برگ (۵ گونه) و پهن‌برگ (۵ گونه) از آنالیز یک‌متغیره و از آزمون S.N.K برای مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد استفاده شد. برای معرفی بهترین شاخص‌ها، این‌گونه عمل شد که شاخص‌های طیفی که تفکیک‌پذیری تعداد بیش‌تری از گونه‌ها در آن‌ها صورت گرفته بود به‌عنوان بهترین شاخص طیفی معرفی شدند.

نتایج و بحث

با توجه به هدف اصلی این پژوهش که بررسی قابلیت برخی شاخص‌های طیفی ماهواره‌ای در تفکیک توده‌های خالص دست‌کاشت جنگل و انتخاب بهترین شاخص‌ها، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی متفاوت است، نتایج به‌دست آمده با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی متفاوت برای ۱۰ گونه جنگلی دست‌کاشت خالص و متراکم و همین‌طور برای گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ به‌طور جداگانه بیان می‌شود. نتایج تحلیل واریانس آزمون S.N.K برای شاخص‌های مورد بررسی در ۳ تصویر Quickbird، ASTER و TM (جدول ۲) و معنی‌دار بودن آن‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد نمایان شد.

1- Bilinear Interpolation

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۱)، شماره (۳) ۱۳۹۳

جدول ۲- تحلیل واریانس شاخص‌های طیفی گیاهی در ۳ تصویر Quickbird، ASTER و TM.

شاخص	Quickbird			ASTER			TM			df	Sig
	SS*	MS	F	SS	MS	F	SS	MS	F		
GNDVI	۱/۰۴	۰/۱۲	۵۸۷۴	۰/۳۷	۰/۰۴	۹۷/۶	۰/۶۳	۰/۰۷	۲۹/۵	۹	۰
DVI	۱/۲	۱۳۸۲۵۶	۴۴/۲	۰/۱۳	۰/۰۱	۵۸/۱	۶۴۶۸۳/۲	۷۱۸۷/۰۲	۵۵/۶	۹	۰
NDVI	۰/۴۷۶	۰/۰۵۳	۶۱/۶۴	۰/۲۸	۰/۰۳	۵۸/۲	۰/۶۲	۰/۰۷	۲۵/۷	۹	۰
G1	۵/۵	۰/۶	۷۹/۳	۷/۸	۰/۸۶	۹۱/۳	۵/۶	۰/۶۲	۳۸/۱	۹	۰
RVI	۹۸/۱	۱۰/۹	۷۲/۸	۰/۱۳	۰/۰۱	۵۶/۱	۰/۳۷	۰/۰۴	۲۱/۵۹	۹	۰
NIR	۹۸/۱	۱۰/۹	۷۲/۸	۰/۱۳	۰/۰۱	۵۶/۱	۰/۳۷	۰/۰۴	۲۱/۵۹	۹	۰
LWC	-	-	-	-	-	-	۳/۷	۰/۴۲	۲۰/۵	۹	۰
TVI	-	-	-	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۵۷/۵	۰/۱۴	۰/۰۲	۲۴/۲	۹	۰
RAI	-	-	-	-	-	-	۱/۷	۰/۲	۲۱/۶	۹	۰
GVI	۱/۵	۱۶۴۷۶۷/۳	۴۳/۳	-	-	-	۷۲۹۳۴/۷	۸۱۰۳/۸	۶۳/۱	۹	۰
VNIR1	۱/۱	۰/۱۲	۴۵/۱	-	-	-	۰/۵۸	۰/۰۶	۱۸/۹	۹	۰
II	-	-	-	-	-	-	۰/۱۴	۰/۰۱	۱۵/۱	۹	۰
IR2	-	-	-	-	-	-	۰/۴	۰/۰۵	۲۱/۴	۹	۰
NRVI	-	-	-	۰/۲۸	۰/۰۳	۵۸/۲	۰/۶۱	۰/۰۶	۲۵/۷	۹	۰
Msavi2	-	-	-	۰/۱۳	۰/۰۱	۵۶/۳	۰/۳۷	۰/۰۴	۲۱/۶۵	۹	۰
MSI	-	-	-	-	-	-	۰/۲۸	۰/۰۱۳	۱۳/۸	۹	۰
MIRVI2	-	-	-	۰/۱۱	۰/۰۲	۵۴/۳	۰/۸	۰/۰۸	۳۳/۰۲	۹	۰
Brightness	۴۷۸۲۲۰/۳	۵۳۱۳۵/۵	۲۸/۶	۳۴۶۰/۸	۳۸۴/۵	۱۴۲/۵	۴۹۴۰۲/۸	۴۵۸۹/۲	۵۱/۲	۹	۰
Greenness	۶۲۹۰۳۶۹	۶۹۸۹۲/۹	۴۰/۶	۱۴۷۷۱/۵	۱۵۷۴/۶	۱۴۶/۳	۳۶۱۰۵/۵	۴۰۱۱/۷	۴۶/۶	۹	۰
Wetness	۳۵۱۱۵/۳	۳۹۰۱/۷	۲۹/۲	۲۰۵۴۵/۸	۲۲۸۲/۸	۱۶۷/۴	۴۵۳۳/۱	۵۰۳/۷	۲۶/۲	۹	۰

SS*: مجموع مربعات، MS: میانگین مربعات، F: آماره، df: درجه آزادی و Sig: سطح معنی‌داری را نمایش می‌دهند.

نتایج به دست آمده از تصاویر Quickbird برای تفکیک تمام گونه‌ها: در تصاویر Quickbird شاخص‌های Brightness و Greenness توانایی تفکیک ۷ گروه گونه از ۱۰ گونه را نشان دادند و به‌عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. پس از آن شاخص‌های NDVI، DVI، GVI و G1 هر کدام توانایی تفکیک ۶ گروه را نشان دادند. بقیه شاخص‌های بررسی شده تفکیک خوبی را نشان ندادند (جدول ۳). نتایج آزمون S.N,K برای شاخص‌های انتخاب شده در زیر بیان گردید (به دلیل حجم بالای مطالب از آوردن همه جداول صرف‌نظر شد و تنها نتیجه نهایی آن‌ها در جدول ۳ ذکر گردید).

نتایج به دست آمده از تصاویر ASTER برای تفکیک تمام گونه‌ها: در تصاویر ASTER شاخص‌های Wetness (در باند VNIR) و DVI توانایی تفکیک ۷ گروه گونه را نشان دادند و به‌عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. پس از آن شاخص‌های Brightness، Greenness (در باند SWIR) هر کدام توانایی تفکیک ۶ گروه را نشان دادند و بقیه شاخص‌ها تفکیک خوبی را نشان ندادند (جدول ۳).

نتایج به دست آمده از تصاویر TM برای تفکیک تمام گونه‌ها: در تصاویر TM شاخص GNDVI توانایی تفکیک ۷ گروه گونه از ۱۰ گونه را نشان داد و به‌عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. پس از آن شاخص‌های DVI، MSI، MIRV1، G1 و RAI هر کدام توانایی تفکیک ۵ گروه گونه از ۱۰ گونه را نشان دادند. بقیه شاخص‌های بررسی شده تفکیک خوبی را نشان ندادند (جدول ۳).

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌ها در ۳ تصویر Quickbird، ASTER و TM برای تفکیک تمام گونه‌ها: به‌طور مشترک در هر ۳ تصویر مورد بررسی (Quickbird، ASTER و TM)، شاخص DVI به‌عنوان بهترین شاخص و پس از آن شاخص‌های GNDVI، Brightness و Greenness انتخاب و معرفی شده‌اند.

جدول ۳- قابلیت تفکیک شاخص‌های طیفی ماهواره‌ای برای شناسایی و تفکیک تمام گونه‌ها.

شاخص‌های گیاهی	Quickbird	ASTER	TM
Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)	۵	۵	۷
Differential Vegetation Index (DVI)	۶	۷	۵
Normalized Differential Vegetation Index (NDVI)	۶	۵	۴
Greenness index (G1)	۶	۵	۵
Ratio Vegetation Index (RVI)	۵	۶	۴
Near Infrared Ratio (NIR)	۵	۶	۴
Leaf Water Content (Mid- IR-Index) (LWC)	-	-	۳
Transformed Vegetation Index (TVI)	-	۵	۴
Reflectance Absorption Index (RAI)	-	-	۵
Green Vegetation Index (GVI)	۶	-	۴
Contrast Reflectance in Visible & Near Infrared (VNIR1)	۵	-	۳
Infrared Index (II)	-	-	۴
IR2	-	-	۳
Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI)	-	۵	۴
Msavi2	-	۶	۴
Moisture Stress Index (MSI)	-	-	۵
Middle Infrared Vegetation Index (MIRVI2)	-	۶	۴
Brightness	۷	VNIR=۶ SWIR=۳	۴
Greenness	۷	VNIR=۶ SWIR=۵	۴
Wetness	۵	VNIR=۶ SWIR=۷	۴

اعداد درون جدول تعداد گونه‌های تفکیک شده را نشان می‌دهند و جاهایی که خالی از عدد می‌باشند و با خط تیره (-) نمایش داده شدند نشان از محاسبه نشدن این شاخص‌ها در تصاویر موردنظر است. همان‌طوری‌که در جدول ۳ آمده، شاخص‌هایی که اعداد آن‌ها به صورت رنگی نشان داده شده شناسایی تعداد بیش‌تری از گونه‌ها در آن‌ها صورت گرفته است و می‌توان آن‌ها را به‌عنوان بهترین شاخص برای شناسایی و تفکیک کل گونه‌ها (۱۰ گونه) معرفی کرد.

نتایج به‌دست آمده از بررسی تفکیک بین سوزنی‌برگان: در ۵ گونه سوزنی‌برگ مورد بررسی در هر ۳ تصویر، بیش‌تر شاخص‌ها توانایی تفکیک ۳ گروه گونه از ۵ گروه را نشان دادند. تنها در تصاویر سنجنده ASTER شاخص‌های Brightness و Greenness (در باند VNIR) هر کدام ۴ گروه از ۵ گونه را نشان دادند (جدول ۴).

نتایج به دست آمده از بررسی تفکیک بین پهن برگان: در ۵ گونه پهن برگ مورد بررسی در هر ۳ تصویر، بیش تر شاخص ها توانایی تفکیک ۳ گروه از ۵ گونه را نشان دادند. علاوه بر این در تصاویر Quickbird شاخص Greenness، در تصاویر سنجنده ASTER شاخص های Wetness (در باند (VNIR) و DVI و در تصاویر TM شاخص های GNDVI و MSI و شاخص مادون قرمز (II) توانایی تفکیک ۴ گروه گونه از ۵ گونه را نشان می دهند و به عنوان بهترین شاخص برای شناسایی و تفکیک پهن برگان معرفی می شوند (جدول ۴).

جدول ۴- قابلیت تفکیک شاخص های طیفی ماهواره ای برای شناسایی و تفکیک بین گونه های سوزنی برگ و پهن برگ.

شاخص های گیاهی	سوزنی برگان			پهن برگان		
	Quickbird	ASTER	TM	Quickbird	ASTER	TM
GNDVI	۳	۳	۳	۳	۳	۴
Differential Vegetation Index (DVI)	۳	۳	۲	۲	۴	۳
NDVI	۲	۳	۳	۳	۳	۳
Greenness index (G1)	۳	۳	۳	۳	۳	۳
Ratio Vegetation Index (RVI)	۳	۳	۳	۳	۳	۲
Near Infrared Ratio (NIR)	۳	۳	۳	۳	۳	۲
Leaf Water Content (LWC)	-	-	۲	-	-	۳
Transformed Vegetation Index (TVI)	-	۳	۳	-	۳	۳
Reflectance Absorption Index (RAI)	-	-	۳	-	-	۳
Green Vegetation Index (GVI)	۳	-	۲	۲	-	۳
Contrast Reflectance in Visible and Near Infrared (VNIR1)	۳	-	۲	۲	-	۳
Infrared Index (II)	-	-	۳	-	-	۴
IR2	-	-	۲	-	-	۳
Normalized Ratio Vegetation Index (NRVI)	-	۳	۳	-	۳	۳
Msavi2	-	۳	۳	-	۳	۲
Moisture Stress Index (MSI)	-	-	۲	-	-	۴
Middle Infrared Vegetation Index (MIRV12)	-	-	۳	-	-	۲
Brightness	۳	VNIR=۴	۳	۳	VNIR=۳	۲
		SWIR=۲			SWIR=۲	
Greenness	۳	VNIR=۴	۲	۴	VNIR=۳	۳
		SWIR=۲			SWIR=۲	
Wetness	۲	VNIR=۳	۲	۲	VNIR=۴	۲
		SWIR=۲			SWIR=۲	

اعداد درون جدول تعداد گونه‌های تفکیک شده را نشان می‌دهند و جاهایی که خالی از عدد می‌باشند و با خط تیره (-) نمایش داده شدند نشان از محاسبه نشدن این شاخص‌ها در تصاویر موردنظر است. همان‌طوری‌که در جدول ۴ آمده، شاخص‌هایی که اعداد آن‌ها به‌صورت رنگی نشان داده شده، شاخص‌هایی هستند که در آن‌ها می‌توان تعداد بیش‌تری از گونه‌ها را در آن‌ها تفکیک نمود و می‌توان آن‌ها را به‌عنوان بهترین شاخص برای شناسایی و تفکیک بین گونه‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ معرفی کرد.

نتیجه‌گیری

شاخص‌های گیاهی از پرکاربردترین نمونه‌های محاسبه‌های بانندی می‌باشند که به‌منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی و بررسی انواع پوشش گیاهی به‌کار می‌روند. مقادیر شاخص‌های گیاهی، در محل نقاط به‌دست آمده از نمونه‌برداری زمینی استخراج شده نشان داد که برای تفکیک گونه‌ها به‌طور کلی (۱۰ گونه) در تصاویر Quickbird شاخص‌های Brightness و Greenness، در تصاویر ASTER شاخص‌های Wetness (در باند VNIR) و DVI و در تصاویر TM شاخص GNDVI به‌عنوان بهترین شاخص معرفی شدند. نتایج به‌دست آمده از تفکیک تمام گونه‌ها نشان داد که شاخص‌های به‌دست آمده از تبدیل تسلدکپ نتایج خوبی را نشان دادند. برای تفکیک گونه‌های سوزنی‌برگ از هم (۵ گونه)، تنها در تصاویر ASTER شاخص‌های Brightness و Greenness (در باند VNIR) بهترین تفکیک را نشان دادند. برای تفکیک گونه‌های پهن‌برگ (۵ گونه)، در تصاویر Quickbird شاخص Greenness، در تصاویر ASTER شاخص‌های Wetness (در باند VNIR) و DVI و در تصاویر TM شاخص‌های GNDVI، MSI و شاخص II بهترین تفکیک را نشان دادند و به‌عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند. در تفکیک سوزنی‌برگان نسبت به تفکیک پهن‌برگان، از بین شاخص‌های مورد بررسی، شاخص‌های کم‌تری قادر به تفکیک گونه‌ها می‌باشند دلیل این امر می‌تواند زمان اخذ تصاویر یا ساختار و ویژگی‌های برگ این گونه‌ها باشد. با توجه به این‌که داده‌های طیفی مورد استفاده در این پژوهش مربوط به فصل تابستان و اوایل مهرماه می‌باشد بنابراین گونه‌های پهن‌برگ خاصیت شادابی و روشنایی برگ خود را تقریباً از دست داده‌اند و اختلاف بازتاب طیفی در آن‌ها نمایان‌تر است ولی در سوزنی‌برگان به‌علت همیشه سبز بودن این اختلاف کم‌تر نمایان می‌شود. در بیش‌تر پژوهش‌ها بیان شده است که شاخص NDVI بهترین شاخص برای شناخت پوشش گیاهی

است (سونگ، ۲۰۰۱؛ لوید، ۱۹۹۰؛ وانگ، ۱۹۹۰؛ هال و هوف، ۱۹۹۳؛ زا و همکاران ۲۰۰۳؛ یمانی و مزیدی، ۲۰۰۸ و...). هیچ‌کدام از پژوهش‌های بیان شده در جنگل‌های خالص و متراکم انجام نشد و نتایج آن‌ها تنها برای جنگل‌های با پوشش کم و برای تشخیص پوشش گیاهی از سایر پدیده‌ها می‌تواند کاربردی باشد در حالی‌که این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی متفاوت در توده‌های کاملاً خالص و متراکم پهن‌برگ و سوزنی‌برگ انجام گرفت و از دقت و صحت بالایی برخوردار است. با شاخص‌های گیاهی تا حدود زیادی می‌توان گونه‌های مختلف را از هم تفکیک کرد. شاخص‌های گیاهی در تصاویر ماهواره‌ای مختلف معمولاً نتایج متفاوتی نشان می‌دهند. هر کدام از شاخص‌های به‌کار گرفته شده دارای برتری‌ها و عیب‌هایی در هر موقعیتی و برای هر تصویر هستند. در این پژوهش هر سه تصویر نتایج تقریباً مشابهی از نظر تعداد شاخص انتخاب شده در تفکیک گونه‌ها را نشان دادند ولی از نظر نوع شاخص انتخاب شده متفاوت هستند. در تحلیل نتایج می‌توان گفت که استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک زمینی بالا در تفکیک پدیده‌های مختلف مناسب هستند ولی به‌نظر می‌رسد که تعداد باندهای هر سنجنده و محدوده جذبی هر کدام از باندها اهمیت بیشتری دارد، به‌طوری‌که در این مطالعه بر خلاف این‌که قدرت تفکیک مکانی داده‌های Quickbird بیش‌تر است ولی به‌دلیل باندهای کم‌تر در تفکیک و تعیین پوشش‌های گیاهی مختلف از هم نشان داد که با داده‌های TM و ASTER تفاوت زیادی ندارد. بنابراین، در انجام این امر توجه به انتخاب مناسب‌ترین روش با توجه به نوع و مشخصات سنجنده‌ها، موقعیت و خصوصیات منطقه، زمان تصویربرداری و هدف از مطالعه انواع پوشش‌های گیاهی ضروری است. با این‌حال انتخاب دقیق یک روش برای تمامی موقعیت‌های مناسب کاری بسیار دشوار بوده و لازم است با انجام پژوهش‌های بیش‌تر، بهترین و مناسب‌ترین روشی را که بتواند بالاترین دقت را در بر داشته باشد انتخاب نمود.

منابع

1. Alavi Panah, S.K. 2003. Application of remote sensing in earth sciences (soil science), Tehran University Press, 478p. (In Persian)
2. Arzani, H. 2002. Examination of vegetation indices for vegetation parameters measurements in semi arid and arid area, The third international Iran and Russia conference on agriculture and natural resources, 2: 596-603.
3. Arzani, H. and King, G.W. 2008. Application of remote sensing (Landsat TM data) for vegetation parameters measurement in western division of NSW. International grassland congress. Hohhot, China. ID NO. 1083.

4. Bahtti, A.U., Mulla, D.J. and Frazier, B.E. 1991. Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images. *Remote sensing of environment*, 31: 181-191.
5. Baret, F. and Guyot, G. 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment, *Remote sensing of environment*, 35: 161-173.
6. Birth, G.S. and McVey, G.R. 1968. Measuring the color of growing turf with a reflectance spectrophotometer. *Agron. J.* 60: 640-643.
7. Boyd, D.S., Foody, G.M., Curran, P.J., Lucus, R.M. and Klonzak, M. 1996. An assessment of radiance in Landsat TM middle and thermal infrared wavebands for the detection of tropical forest regeneration. *Inter. J. Rem. Sens.* 17: 2. 249-261.
8. Carreiras, J.M.B., Pereira, J.M.C. and Pereira, J.S. 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen Oak woodlands using remote sensing. *Forest ecology and management*, 223: 45-53.
9. Doctor Bahramnia forestry plan. 2007. Forestry faculty of natural resources, University of Gorgan, 478p. (In Persian)
10. Dysfany Najafi, M. 1998. Computer processing of remote sensing images. The reading and writing books organ humanities sciences. Tehran University Press, 422p. (In Persian)
11. Fatemi, S.B. and Rezaie, Y. 2006. Principles of remote sensing. Tehran University Press, 257p. (In Persian)
12. Ghaemi, M., Sanaei Nejad, S.H., Starayy, A.R. and Mir Hosseini, P. 2009. Comparison and investigation of different vegetation indices using ETM⁺ satellite images studies for vegetation. In: Nishapur Plain, Khorasan Razavi, Iran. *J. Agric. Res. Iran. J. Field Crops Res.* 8: 1. 128-137. (In Persian)
13. Gitelson, A.A. 2004. Remote estimation of leaf area index and green leaf biomass in maize canopies. *J. Plant Physiol.* 161: 165-173.
14. Hale, A.T. and Huff, D.L. 1993. Monitoring temporal changes in multivariate classification. *Professional geographer*, 45: 2. 194-206.
15. Khawaja din, S.J. 1996. The study of plant communities and appointment of saline lands of using satellite Landsat5 MSS data in Jazmoryan area. Set articles Second National Conference on desertification and different methods of desertification. Pp: 1-14. (In Persian)
16. Kogan, F.N. 1993. United States droughts of late 1980's as seen by NOAA polar orbiting satellites. *International geosciences and remote sensing symposium*, 1: 197-199.
17. Loyd, D. 1990. A phonological classification of terrestrial vegetation cover using short-wave vegetation index imagery, *Inter. J. Rem. Sens.* 11: 12. 2269-2270.

18. Nagler, P.L., Scott, R.L., Westenburg, C., Cleverly, J.R., Glenn, E.P. and Huete, A.R. 2005. Eva potranspiration on western US rivers estimated using the enhanced vegetation index from MODIS and data from eddy covariance and Bowen ratio flux towers. *Remote Sensing of Environment*, 97: 337-351.
19. Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J. and Stenseth, N.C. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *J. Trends Ecol. Evol.* 20: 9. 503-510.
20. Qi, J., et al. 1994. A modified soil adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, 48: 2. 119-126.
21. Rock, B.N., et al. 1986. Remote detection of forest damage, *bioscience*, 36: 439-445.
22. Rondeaux, G., Steven, M. and Baret, F. 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices, *Remote Sensing of Environment*, 55: 98-107.
23. Rous, J.W., Haas, R.H., Shell, J.A., Deering, D.W. and Harlan, J.C. 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. Final Report, Type III, NASA/GSFC, Greenbelt, MD, 371p.
24. Sarnam, S., Shefali, A., Joshi, P.K. and Roy, P.S. 2002. Biome level characterization (BLC) of western India, a geospatial approach. *International society for tropical ecology*, 43: 1. 213-228.
25. Seong, J.Ch. and Lynn Usery, E. 2001. Fuzzy image classification for continental-scale multitemporal NDVI series image using invariant pixels and image stratification method, *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 67: 3. 287-294.
26. Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8: 127-150.
27. Wang, F. 1990. Fuzzy supervised classification of remote sensing images, *IEEE Transactions on geosciences and remote sensing*, 28: 12. 194-201.
28. Yamani, M. and Mazidi, A. 2008. Investigation of different indices vegetation variation level of desert Syahkoh using remote sensing images. *J. Geograp. Res.* 64: 1-12. (In Persian)
29. Zhaa, Y., et al. 2003. A spectral reflectance-based approach to quantification of grassland covers from Landsat TM imagery, *Remote sensing of environment*, 87: 371-375.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21 (3), 2014
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Capability investigation the different spatial resolution satellites with emphasis on spectral indices for separation of planted pure stands

***N. Nourian¹ and Sh. Shataee Jooybari²**

¹M.Sc. Student, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Associate Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 01/26/2013; Accepted: 10/28/2014

Abstract

Collection of information on the status and distribution of vegetation, is costly and time consuming through conventional methods. Using of satellite data is considered as a potential way. The objective of this study was capability investigation the different spatial resolution satellites with emphasis on spectral indexes for separation of species of planted pure stands in district 1 of Shastkolate forests in Gorgan. In this study satellite imagery of Quickbird, ASTER and Landsat TM was used. The geometric and atmospheric corrections were implemented on the images and 20 spectral vegetation indexes were created using images. The 80 points in ten pure and dense coniferous and deciduous stands were recorded with GPS. The vegetation spectral indices were extracted in sample plots for each pure stand and were statistically analyzed. The results for the best indexes in separation of all species showed that brightness and greenness indices in Quickbird data, wetness (VNIR) and DVI indices in ASTER data and GNDVI index in TM data could identify and differentiate more species compare to other indices. For separation of coniferous species, the brightness and greenness (VNIR) indices in ASTER data showed the best separation results. For separation of deciduous species, the greenness index in Quickbird data, wetness (VNIR) and DVI indices in ASTER data and GNDVI, MSI and II indices in TM data showed the best separability and are introduced as the best indices.

Keywords: Spectral of vegetation indexes, Pure planted stands, Quickbird, ASTER, TM

* Corresponding Authors; Email: noorian.86@gmail.com