



بررسی پوشش گیاهی اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

احمد احمدی^{۱*}، محمدرضا طایبان^۲، رضا تمرتاش^۲، حسن یگانه^۳، یونس عصری^۴

۱. دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳. استادیار دانشکده مرتع و آب‌خیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۴. دانشیار بخش تحقیقات گیاهشناسی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۱۲ اردیبهشت ۱۳۹۴

پذیرش: ۴ مهر ۱۳۹۴

دسترسی اینترنتی: ۱۰ فروردین ۱۳۹۵

واژه‌های کلیدی:

مدل حذف پیش رو

رگرسیون چندگانه

مرتع

شاخص‌های گیاهی

چکیده

مرتع یکی از منابع تجدید شونده با ارزش است که در برنامه‌های توسعه ملی بسیاری از کشورها جایگاه خاصی دارد. هدف مطالعه حاضر بررسی درصد پوشش گیاهی اراضی شور اطراف دریاچه ارومیه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای می‌باشد. این مطالعه در منطقه‌ای به وسعت حدود ۳۵۳۱۵۰ هکتار در اراضی شور اطراف دریاچه ارومیه انجام گرفت. در این پژوهش پیش‌پردازش‌های مختلف شامل تصحیح هندسی با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصحیحات اتمسفری از روش تفریق عارضه تاریک استفاده شد. عملیات برداشت زمینی در مرداد سال ۱۳۹۳ انجام گرفت. نمونه‌برداری در واحدهای گیاهی با روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی شده انجام شد. در این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین متغیرها از رگرسیون چندگانه استفاده شد. در این مدل ابتدا با محاسبه ماتریس همبستگی، وجود یا عدم وجود هم‌راستایی بین متغیرهای مستقل (شاخص‌های گیاهی و باندها) در منطقه بررسی شد. در این تحقیق بهترین مدل با توجه به مقدار بالاتر R^2 انتخاب شد. در مدل انتخابی چندین متغیر از بین تمامی متغیرهای مستقل گزینش شده و به عنوان مهمترین فاکتورهای موثر در تعیین نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه معرفی شدند. در نهایت نقشه‌های تولیدی و نقاط نمونه‌برداری جهت بررسی صحت نتایج، کنترل گردید. نتایج نشان داد شاخص‌های مادون قرمز متوسط، مادون قرمز کنتراست بازتاب در مرئی و مادون قرمز نزدیک، شاخص گیاهی تبدیل شده (MIRVI, TVI, PD₃₁₂, PD₃₂₂)، و باندهای B₃, B₂, B₅ و B₆ رابطه معنی‌داری در سطح ۵٪ با داده‌های زمینی داشته و به کمک مدل‌های رگرسیونی Backward نقشه میزان درصد پوشش گیاهی تخمین زده شد. جهت تعیین دقت نقشه تولید شده از روش Cross Validation استفاده شد که صحت کلی نقشه تولیدی از سنجنده ETM⁺ برابر ۹۲٪ و ضریب کاپای آن ۸۹/۲ بدست آمد. همچنین بر اساس نتایج این تحقیق، بخش اعظم اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه دارای تاج پوشش معادل ۲۰-۰٪ می‌باشند. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که مراتع در منطقه مورد مطالعه در وضعیت مناسبی قرار ندارند.

*ahmadi1185@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

به طور کلی اندازه‌گیری میدانی و استفاده از داده‌های سنجش از دور، دو روش عمده برای استخراج درصد پوشش گیاهی می‌باشد. خصوصیات نظیر فراهم ساختن دید وسیع و یکپارچه از منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصول بودن داده‌ها، دقت بالای داده‌های حاصله و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از این گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی و کنترل تغییرات آن نسبت به سایر روش‌ها ارجحیت می‌بخشد. بر همین اساس محققین زیادی به منظور بررسی پوشش گیاهی از داده‌های فضایی استفاده نموده و این تکنیک را مناسب مطالعات دینامیک پوشش گیاهی مرتع ارزیابی نموده‌اند (۷ و ۳۲). کالرا و همکاران (۱۴) با بررسی رابطه تاج پوشش و شاخص‌های گیاهی به این نتیجه رسیدند که هر یک از گونه‌های گیاهی رابطه ویژه‌ای را در بررسی میزان همبستگی داده‌های زمینی و ماهواره‌ای دارند. در میان شاخص‌های متنوع و متعدد پوشش گیاهی شاخص NDVI و EVI هر دو از شاخص‌های پوشش گیاهی جهانی هستند که برای آماده نمودن دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی بکار گرفته می‌شوند (۱۷، ۲۳ و ۲۹). میرآخورلو (۲۵) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و شاخص پوشش گیاهی NDVI نقشه پوشش قسمتی از منطقه دماوند را تهیه نمود و همچنین مراتع را بر اساس وضعیت فعلی آن به سه طبقه مراتع خوب، متوسط و فقیر تقسیم نمود. مختاری و همکاران (۱۲) برای تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از سنجش از دور از شاخص‌های مختلفی استفاده نمودند که شاخص NDVI به عنوان بهترین شاخص از لحاظ همبستگی با پوشش گیاهی شناخته شد. ضریب همبستگی آن بالای ۸۰٪ و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است. خادمی و همکاران (۴) در تحقیقی به بررسی تأثیر پسروی دریاچه ارومیه بر پوشش گیاهی اراضی اطراف دریاچه به کمک GIS و RS پرداختند. در این پژوهش با بررسی میزان پوشش گیاهی محاسبه مساحت اراضی زیر کشت در سال‌های فوق‌الذکر تغییرات پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت. بدین ترتیب که ابتدا ترکیب رنگی طبیعی

منطقه تهیه و سپس تصویر بر اساس نیاز مطالعه به روش طبقه‌بندی نظارت شده به چهار کلاس طبقه‌بندی گردید. نتایج نشان می‌دهد که مساحت پوشش گیاهی در سال ۲۰۱۱ نسبت به ۱۹۸۴ بسیار کمتر شده است که البته این مهم فقط تحت تأثیر نمک نیست و عوامل دیگری مانند تغییرات دما و بارندگی نیز دخالت دارند. امیری و یگانه (۲) با ارزیابی شاخص‌های گیاهی برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی در اراضی نیمه خشک بخش مرکزی ایران در حوزه آبخیز قره‌آقاج به این نتیجه رسیدند که شاخص NDVI همبستگی بالایی با درصد پوشش گیاهی دارد ($p < 0/01$) صحت کلی و ضریب کاپا برای نقشه پوشش با شاخص NDVI به ترتیب برابر ۶۸/۵٪ و ۷۲/۴٪ به دست آمد. همچنین نشان دادند که از نقشه پوشش تهیه شده داده‌های Aster برای برآورد پوشش و تولید و ارزیابی مراتع می‌توان استفاده نمود. زرینه و همکاران (۸) در پژوهشی تحت عنوان تخمین پوشش مراتع منطقه تنک صیاد استان چهارمحال و بختیاری به این نتیجه رسیدند که از ۲۴ شاخص گیاهی ۱۵ شاخص برای تخمین پوشش گندمیان و مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی و ۱۰ شاخص برای تخمین پوشش کل گیاهان مرتعی مناسب هستند. همچنین شاخص DVI مناسب‌ترین شاخص برای تخمین پوشش گندمیان و مجموع پوشش گندمیان و پهن برگان علفی و شاخص NDVI مناسب‌ترین شاخص برای تخمین پوشش کل گیاهان بود. عالیشاه آرات بنی و همکاران (۹) در پژوهشی تحت عنوان تهیه نقشه پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS-LissIII در حوضه سرخ‌آباد مازندران به این نتیجه رسیدند که شاخص RVI و شاخص NDVI بالاترین همبستگی را با درصد پوشش گیاهی نشان دادند. جعفری و همکاران (۳) در پژوهشی تحت عنوان استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست سنجنده ETM⁺ جهت بررسی وضعیت پوشش زمین در کاشان به منظور آشکارسازی پوشش گیاهی، از شاخص‌های گیاهی SAVI، DVI، RVI، TSAVI و NDVI استفاده کردند. بررسی همبستگی بین شاخص‌ها نشان داد که شاخص NDVI بیشترین همبستگی را در بین شاخص‌ها

روی میزان همبستگی پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی و صحت نتایج، تأثیر فراوان دارد (۲۱ و ۳۲). هدف مطالعه حاضر بررسی درصد پوشش گیاهی اراضی شور اطراف دریاچه ارومیه با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در سال ۱۳۹۳ می‌باشد.

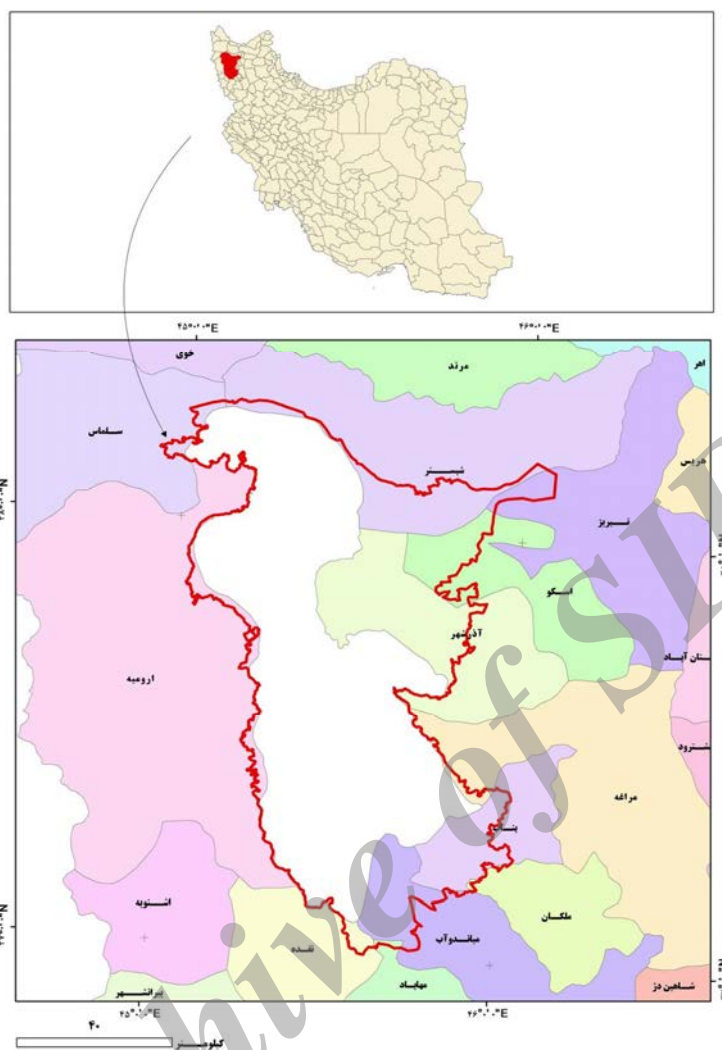
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به وسعت ۳۵۳۱۵۰ هکتار در محدوده جغرافیایی ۵۹° ۵۹' ۳۶" تا ۳۸° ۱۷' ۳۰" عرض شمالی و ۴۴° ۵۵' ۲۲" تا ۴۶° ۰۹' ۵۹" طول شرقی در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). بر اساس داده‌های هواشناسی ایستگاه‌های سینوپتیک ارومیه و باران‌سنجی جزیره کبودان، حداقل درجه حرارت مطلق دریاچه ارومیه و جزایر آن، ۲۲- درجه سانتی‌گراد و حداکثر ۳۸+ درجه سانتی‌گراد ثبت و گزارش شده است. میزان بارندگی در آن هم به طور میانگین بین ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر در سال گزارش شده است که عمده آن به صورت باران و سپس برف است. همچنین بیشترین مقدار بارش‌ها در فصل‌های پاییز، زمستان و بهار البته به صورت نامنظم اتفاق می‌افتد.

محدوده مورد مطالعه از نظر اقلیمی نیمه‌خشک محسوب می‌شود. از نگاه زمین‌شناسی، این حوضه حاصل عملکرد سامانه‌های گسل‌های فشاری، مانند گسل تبریز و زربینه رود است و اراضی شور اطراف دریاچه ارومیه به طور عمده از نهشته‌های کواترنری دوران چهارم می‌باشد. در داخل پارک ملی دریاچه ارومیه به لحاظ وجود محیط آبی هیچ گونه جامعه انسانی وجود ندارد، ولی در اطراف دریاچه و سواحل آن بیش از دوازده شهر کوچک و بزرگ و تعداد زیادی روستا وجود داشته که عمده فعالیت اقتصادی جوامع مذکور زراعت، باغداری و دامداری می‌باشد.

دارا می‌باشد. ارزیابی و همکاران (۱) با بررسی کاربرد تصاویر سنجنده ETM⁺ در تخمین میزان تولید و پوشش گیاهی مراتع منطقه طالقان به این نتیجه رسیدند که باندهای پنج و هفت و شاخص‌های MIRV2، IR1 و VNIR2 با تولید همبستگی معنی‌دار داشته و به کمک مدل‌های رگرسیونی مربوطه می‌توان میزان تولید را تخمین زد. همچنین شاخص‌های RA، IR1 و TVI با درصد پوشش همبستگی معنی‌دار دارند و برای تخمین پوشش می‌توان از مدل‌های رگرسیونی مربوطه استفاده نمود. الداخیل و همکاران (۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی پوشش گیاهی و خاک‌های اراضی شور با استفاده از شاخص NDVI لندست پرداختند. در این مطالعه داده‌های لندست TM₅ برای تهیه نقشه پوشش گیاهی و خاک شور در یکی از بزرگ‌ترین آبادی‌های آبی جهان در عربستان، مورد استفاده قرار گرفت. گیاهان اصلی این مناطق شامل یونجه و برخی گیاهان زراعی بودند. مشکل اصلی این مناطق شوری خاک بوده که ناشی از فرآیندهای طبیعی تشکیل خاک است. آن‌ها بیان کردند برای بهبود خاک‌های تحت تأثیر نمک و بهره‌برداری مؤثر از آن‌ها برای افزایش گیاهان در این مناطق، ایجاد یک مدیریت دقیق و پایش مکرر برای این مناطق ضروری است. نتایج آن‌ها نشان داد که در باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز، تضاد بین پوشش گیاهی و خاک حداکثر است. بنابراین شاخص NDVI به طور نسبی نتایج خوبی در طبقه‌بندی مناطق تحت تأثیر نمک و متمایز کردن بین کلاس‌های پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، فراهم کرده است. رونداپوکس و همکاران (۳۰) با مقایسه شاخص‌های گیاهی SAVI، OSVI، TSAVI، GEMI، NDVI و MSAVI با پوشش گیاهی گزارش کردند که MSAVI بیشترین میزان حساسیت را به پوشش دارد. در برخی از مطالعات استفاده همزمان و تلفیقی از چندین شاخص مختلف نیز تجربه شده و به تولید نقشه پوشش گیاهی منجر گردیده است. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای، تیپ گیاهی و نیز منطقه مورد مطالعه بر



شکل ۱. موقعیت اراضی حاشیه دریاچه ارومیه در استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی

روش تحقیق

نمونه‌برداری در تصاویر ماهواره‌ای، مختصات جغرافیایی واحدها با استفاده از GPS تعیین موقعیت گردید. به منظور برآورد میزان درصد پوشش از شاخص‌های ارائه شده توسط محققان مختلف استفاده شد. در این خصوص ۲۰ شاخص از منابع متفاوت جمع‌آوری و استفاده شد. داده‌های سنجش از دور مربوط به تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ سنجنده ETM⁺ مربوط به سال ۱۳۹۳ مورد استفاده قرار گرفت. همچنین برای کسب اطمینان از صحت سیستم هماهنگ جغرافیایی این تصویر، با انجام تصحیح هندسی آن در محیط نرم‌افزار ERDAS[®] 2014 و به روش چند جمله‌ای (Polynomial) مختصات جغرافیایی پیکسل‌های این تصویر بر موقعیت دقیق

به منظور بررسی درصد تاج پوشش گیاهان ابتدا با قرار دادن تعداد ده پلات در هر یک از جوامع گیاهی ضمن شناسایی گونه‌ها، اقدام به برآورد سطح تاج پوشش کل پلات گردید. در این مطالعه اندازه کوادرات مطالعه پس از بررسی پراکندگی گونه‌ها، فاصله بین گیاهان و اندازه آن‌ها و نیز حداقل سطح جوامع، انتخاب گردید. تعداد کوادرات‌های کافی جهت تعمیم دادن نتایج مطالعات به کل هر اجتماع گیاهی، با تکیه بر مطالعات انجام شده توسط النبرگ و مولر دومبویس (۲۶)، خواجه‌الدین (۲۰) و خواجه‌الدین و یگانه (۱۹) تعیین گردید. برای تطبیق صحیح پیکسل‌های مربوط به واحد

و ضرایب هریک از آن‌ها نیز با عنوان مقادیر β ثبت گردیدند. سپس با قرار دادن میزان عدد ثابت (ε) و ضرایب رگرسیونی بدست آمده، فرمول رگرسیون خطی چندگانه شکل گرفت. با داشتن تمامی پارامترهای فرمول (متغیرهای مستقل و ضرایب آن‌ها)، نقشه نهایی درصد پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار ERDAS® 2014 تولید شد.

با استفاده از تکنیک‌های گروه‌بندی مجدد اقدام به طبقه‌بندی نقشه‌های پوشش گردید. جهت تعیین دقت نقشه تولید شده از روش Cross Validation استفاده شد. بدین منظور از آمار برداشت شده میدانی در منطقه استفاده گردید. سپس محل‌های آن‌ها روی نقشه پوشش گیاهی تولید شده مشخص و با عملیات کراس‌ینگ اعداد مربوط به این نقاط از روی نقشه استخراج شد. سپس آمار به دست آمده از نمونه‌برداری صحرائی با اعداد مربوط به همان نقاط در نقشه تولیدی مقایسه شد. در نهایت جدول ماتریس خطا تشکیل و میزان صحت با استفاده از صحت کلی و شاخص کاپا بررسی گردید (۱۰).

نتایج

در این تحقیق به منظور بررسی رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته از رگرسیون چندگانه استفاده شد. در این مدل ابتدا با محاسبه ماتریس همبستگی، وجود یا عدم وجود هم راستایی (Collinearity) بین متغیرهای مستقل در منطقه بررسی شد که بر این اساس متغیرهای MND و Sqrt-RVI از مدل حذف شدند. در این روش بهترین مدل با توجه به مقدار بالاتر ضریب تبیین (R^2) انتخاب گردید. مشخصات مدل انتخابی در جدول ۲ نشان داده شده است. جدول ۳ نیز تجزیه واریانس مدل انتخابی را نشان می‌دهد که در آن منابع تغییرات به دو بخش رگرسیون و مانده‌ها تقسیم شده است.

عوارض طبیعی زمین در منطقه مطالعاتی منطبق گردید و نهایتاً مقدار RMSe برابر ۰/۲۵۵ محاسبه شد. جهت تصحیح اتمسفریک از تکنیک تفریق عارضه تاریک استفاده شد (۲۲) و (۳۱) با بکارگیری تک باندهای ماهواره‌ای و فرمول‌های مستخرج از منابع مورد استفاده در این تحقیق، شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی ساخته شد. بنابراین لایه‌های متعددی از تک باندهای ماهواره‌ای و شاخص‌های مختلف به دست آمد. داده‌های استخراج شده از این لایه‌ها تشکیل مجموعه‌هایی از متغیرهایی مستقل می‌دهند به منظور پردازش و آنالیز داده‌ها ابتدا با محاسبه ماتریس همبستگی، وجود یا عدم وجود هم‌راستایی (Collinearity) بین متغیرهای مستقل در منطقه بررسی شد. سپس برای بررسی چگونگی ارتباط بین متغیر وابسته مورد مطالعه (درصد پوشش گیاهی) و متغیرهای مستقل (باندها و شاخص‌ها) از روش رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. شکل عمومی معادله رگرسیون خطی چندگانه رابطه ۱ تعیین گردید.

$$Y = \beta_1 X + \beta_2 X_2 + \dots + \varepsilon \quad [1]$$

در این رابطه، Y متغیر وابسته مورد مطالعه و X متغیرهای مستقل می‌باشند. ضرایب متغیرهای مستقل (ضرایب رگرسیونی) با β بیان می‌شوند و مقدار ε عدد ثابت این معادله است. نتیجه آنالیز آماری با این روش شامل مجموعه‌ای از مدل‌هاست که هر یک دارای ضرایب تبیین تصحیح شده (R^2_{adj}) متفاوت می‌باشند. ارزیابی صحت و کفایت هر مدل با استفاده از همین ضریب صورت می‌گیرد (۷).

در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS® 16 و اعمال مدل رگرسیون خطی چندگانه به روش حذف پس‌رونده (Backward)، مدل‌های مختلفی حاصل شد که بهترین مدل با توجه به مقدار بالاتر آماره R^2_{adj} انتخاب شد. پس از انتخاب مدل مناسب، متغیرهایی که می‌توانستند توجیه‌گر منطقه نسبت به درصد پوشش گیاهی باشند، با عنوان Predictors جدا شده

جدول ۱. شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در منطقه مطالعاتی

معادله	علامت اختصاری	نام شاخص
$SR = \frac{R_{NIR}}{R_{RED}}$	SR یا RVI	شاخص نسبت ساده
$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}}$	NDVI	شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده
$SAVI = \frac{(1+L)(R_{NIR} - R_{RED})}{(R_{NIR} + R_{RED} + L)}$	SAVI	شاخص گیاهی تعدیل شده خاک چندطیفی
$\frac{TM4}{TM3}$	NIR	مادون قرمز نزدیک
$\frac{TM5}{TM4}$	MSI	شاخص تنش رطوبت
$\frac{TM5}{TM7}$	MID-IR-INDEX	شاخص مادون قرمز متوسط
$(TM4 - TM1)(TM4 + TM1)$	VNIR1	کنتراست بازتاب در مرئی و نزدیک مادون قرمز
$TM3 - TM2$	PD321	-
$TM3 - TM1$	PD311	-
$(TM3 - TM2)(TM3 + TM2)$	PD322	-
$(TM3 - TM1)(TM3 + TM1)$	PD312	-
$(TM7 - TM3)(TM7 + TM3)$	MIRVI	-
$(TM4 - TM7)(TM4 + TM7)$	IR2	-
$-0.29(G) - 0.56(R) + 0.6(IR) + 0.49(IR)$	GVI	شاخص پوشش گیاهی سبز
$SQRT(PNIR/PRED)$	SQUART-RVI	-
$(TM4 - TM5)(TM4 + TM5)$	INFRARED-INDEX	شاخص مادون قرمز
$(TM4(1.2 * TM3))/(TM4 + TM3)$	MND	تفاضلی نرمال اصلاح شده
$(TM5 - TM3)(TM5 + TM3)$	TVI	شاخص گیاهی تبدیل شده
$TM4 - TM3$	SIMPLE SUBTRACTION	تفریق ساده
$TM4/(TM3 + TM5)$	RAI	شاخص جذب بازتاب

جدول ۲. نتایج روش رگرسیون خطی چندگانه روش حذف پس رو (Backward)

ضریب تبیین (R ²)	C(p)
۰/۵۳	۶/۳۷

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس به روش رگرسیون چند متغیره گام به گام

منابع تغییرات (S.V)	مجموع مربعات (S.S)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات (M.S)	F	Pr> F
رگرسیون	۱۹۶۹۲	۱۱	۱۷۹۰/۱۶۷۷۸	۸/۴۱	>۰/۰۰۰۱
مانده‌ها	۱۷۴۶۱	۸۲	۲۱۲/۹۴۰۶۰		
کل	۳۷۱۵۳	۹۳			

مقدار Sig. آزمون F که کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین با اطمینان ۹۵٪، ضرایب این رابطه مخالف صفر بوده و برابر مقادیر برآورد شده در جدول ۵ است. بر اساس این معادله و اعمال ضرایب رگرسیونی روی متغیرهای آن، نقشه درصد پوشش گیاهی برای سال ۱۳۹۳ برای اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه محاسبه گردید. شکل ۲ این نقشه را نشان می‌دهد.

در مدل انتخابی چندین متغیر از بین تمامی متغیرهای مستقل گزینش شده‌اند و به عنوان مهم‌ترین فاکتورهای قادر به بیان درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه انتخاب شدند. سایر متغیرهای مستقل (شاخص‌های گیاهی و باندها) برای برآورد مدل ضعیف تشخیص داده شده و از مدل حذف شدند (جدول ۴). آزمون معنی‌دار بودن ضرایب رابطه با توجه به

جدول ۴. متغیرهای مستقل گزینش شده در مدل نهایی

متغیر	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F Value	Pr > F
Intercept	۸۵۲/۸۳	۱۷۷/۱۹	۴۹۳۲/۶۶	۲۳/۱۶	<۰/۰۰۰۱
b2	-۵/۷۷	۱/۸۷	۲۰۲۸/۰۷	۹/۵۲	۰/۰۰۲۸
b3	۵/۱۱	۱/۸۵	۱۶۲۵/۹	۷/۶۴	۰/۰۰۷۱
b5	۱/۳۸	۰/۶۴	۹۹۷/۷۵	۴/۶۹	۰/۰۳۳۳
b6	-۱/۵۵	۰/۵۹	۱۴۳۶/۸۳	۶/۷۵	۰/۰۱۱۱
Mid-ir-index	-۷۷۰/۸	۱۸۳/۳۲	۳۷۶۴/۵۴	۱۷/۶۸	<۰/۰۰۰۱
Infrared	۲۲۱۵/۹	۱۰۶۱/۳۸	۹۲۸/۱۴	۴/۳۶	۰/۰۳۹۹
MIRVI	-۱۴۷۴/۱۶	۴۵۶/۱۴	۲۲۲۴/۰۷	۱۰/۴۴	۰/۰۰۱۸
PD312	۲۲۸۰/۲۶	۱۰۸۵/۰۴	۹۴۰/۴۵	۴/۴۲	۰/۰۳۸۷
PD322	-۷۲۵/۴۷	۳۱۲/۷۴	۱۱۴۵/۸۳	۵/۳۸	۰/۰۲۲۸
TVI	۳۹۰۸/۶۰	۱۳۶۴/۸۸	۱۷۴۶/۲۷	۸/۲	۰/۰۰۵۳
VNIRI	-۲۳۲۶/۴۲	۱۱۳۹/۶۴	۸۸۷/۳۵	۴/۱۷	۰/۰۴۴۴

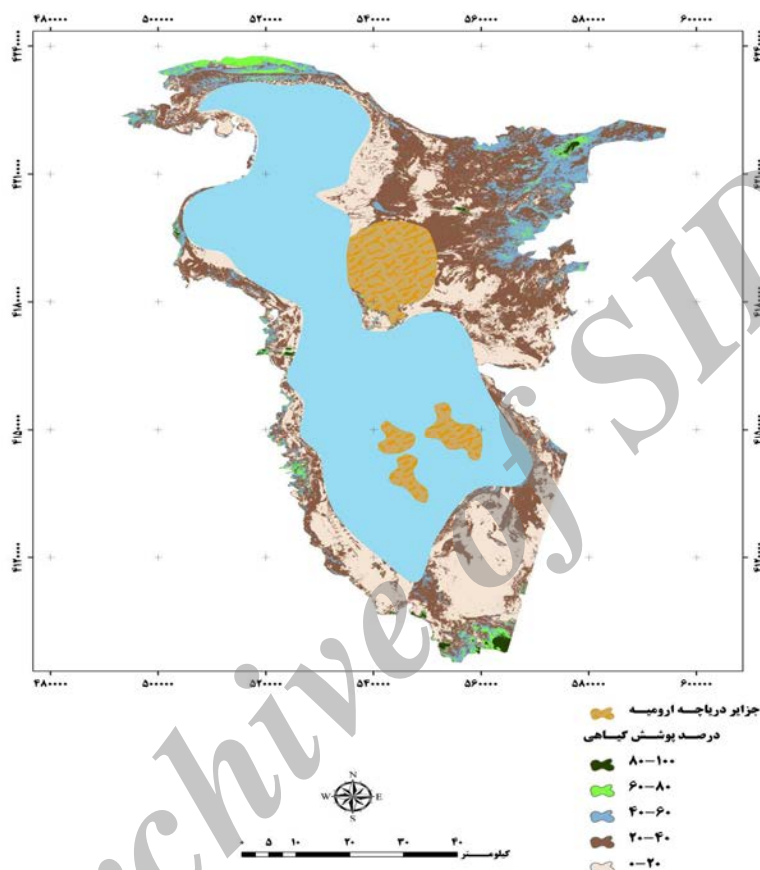
شد و صحت نقشه تولیدی مورد تأیید واقع شد. صحت کلی نقشه تولیدی از سنجنده ETM⁺ برابر ۹۲٪ و ضریب کاپای آن ۸۹/۲ به دست آمد (جدول ۶).

هر یک از این متغیرها دارای یک ضریب رگرسیون (β) می‌باشند. با توجه به ضرایب رگرسیون رابطه نهایی به صورت ۲ ارائه گردید. جهت ارزیابی صحت و دقت نقشه تولیدی متناسب با زمان داده مورد استفاده بازدید صحرائی انجام گرفته

$$Y (\text{Vegetation cover}) = -5/7 B_2 + 5/11 B_3 + 1/38 B_5 - 1/5 B_6 - 770/8 \text{ Mid-Ir-index} + 2215/9 \text{ Infrared} - 1474/16 \text{ MIRVI} + 2280/26 \text{ PD312} - 725/47 \text{ PD322} + 3908/60 \text{ TVI} - 2326/42 \text{ VNIRI} + 852/83 \quad [2]$$

جدول ۵. مساحت پوشش گیاهی مراتع حاصل از آنالیز دهده‌های سنجنده Landsat ETM⁺ (هکتار)

پوشش گیاهی	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی	پوشش گیاهی	سال	تصویر
٪۸۰-۱۰۰	٪۶۰-۸۰	٪۴۰-۶۰	٪۲۰-۴۰	٪۰-۲۰	۱۳۹۳	ETM ⁺
۲۷۷۰	۹۲۶۰	۴۵۰۶۰	۱۵۹۲۱۰	۱۳۶۸۵۰		



شکل ۲. نقشه درصد پوشش گیاهی اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه در سال ۱۳۹۳

جدول ۶. جدول ماتریس خطا مربوط به نقشه درصد پوشش گیاهی اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه

طبقه	مرتع ۰-۲۰	مرتع ۲۰-۴۰	مرتع ۴۰-۶۰	مرتع ۶۰-۸۰	مرتع ۸۰-۱۰۰	مجموع پیکسل‌ها
۰-۲۰	۱۳۲	۴۲۰	۳۷۲	۱۰۸	۶۰	۱۰۹۲
۲۰-۴۰	۳۵۲	۱۱۲۰	۹۹۲	۲۸۸	۱۶۰	۲۹۱۲
۴۰-۶۰	۳۵۲	۱۱۲۰	۹۹۲	۲۸۸	۱۶۰	۲۹۱۲
۶۰-۸۰	۱۳۲	۴۲۰	۳۷۲	۱۰۸	۶۰	۱۰۹۲
۸۰-۱۰۰	۳۳	۱۰۵	۹۳	۲۷	۱۵	۲۷۳
مجموع پیکسل‌ها	۱۰۰۱	۳۱۸۵	۲۸۲۱	۸۱۹	۴۵۵	

صحت کلی: ۹۲٪ ضریب کاپا: ۸۹/۲٪

بحث و نتیجه گیری

شاخص های گیاهی از پر کاربردترین نمونه های محاسبات باندی می باشند که به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش گیاهی، وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران های مختلف بکار می روند. شاخص های گیاهی اساساً به صورت کسری یا خطی، سیگنال های باندهای رادیومتری را ترکیب می کنند. برای بررسی دقیق پوشش گیاهی و حتی تعیین نوع پوشش در آنها نمی توان از یک شاخص گیاهی به تنهایی استفاده نمود و استفاده از چند شاخص در کنار یکدیگر و همچنین استفاده از اطلاعات جانبی از منطقه مورد مطالعه بسیار مفید و نتیجه بخش خواهد بود. به طور کلی شاخص های مختلف دارای مزایا و محدودیت هایی در مناطق مختلف هستند (۵، ۶ و ۱۶). با این حال شاخص گیاهی مطلوب باید بیشترین حساسیت را به پوشش گیاهی داشته باشد، نه نسبت به خاک. بنابراین آنالیزها و شاخص هایی که به عنوان شاخص های مطلوب در آشکارسازی پوشش گیاهی معرفی شده اند، ممکن است در شرایط محیطی دیگر دارای این قابلیت نباشند. در این تحقیق شاخص ها و باندهای SWIR مورد مطالعه دارای قابلیت آشکارسازی و وضوح پدیده ها هستند. با این وجود لازم است این موضوع در شرایط محیطی متفاوت مورد آزمون قرار گیرد. نتایج نشان داد که شاخص هایی که در آنها از ترکیب باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز موج کوتاه استفاده شده است و خود این باندها، در مدل نهایی برآورد پوشش مؤثر بوده اند. تحقیقات نشان می دهد که از آنجایی که جذب در ناحیه مادون قرمز موج کوتاه (SWIR) با مقدار رطوبت برگ ها و شاخص ها ارتباط دارد و هرچه مقدار رطوبت اندام ها بیشتر باشد، مقدار جذب بیشتر است. لذا با توجه به ویژگی گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک که مقدار رطوبت اندام ها کم می باشد و مقدار جذب در ناحیه SWIR کم باشد. بنابراین بازتاب نور SWIR در گیاهان این مناطق بالا است. مطالعات نشان داد که طول موج مادون قرمز نزدیک موقعی که در کنار SWIR مورد استفاده قرار می گیرد، همبستگی بالایی با پارامترهای گیاهی خواهد داشت. مطالعات مولیله و همکاران

(۲۶) با استفاده از داده های TM نتایج ما را تأیید می کند. همچنین مطالعات جعفری و همکاران (۱۸)، اونل (۲۸) و متقی (۱۱) نیز نتایج ما را تأیید می کنند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در مناطق خشک و نیمه خشک شاخص ها و باندهای SWIR برای برآورد پوشش مناسب هستند.

در این تحقیق از ۲۰ شاخص گیاهی که توسط محققین، بیشتر مورد استفاده گردیده استفاده شد و نقشه پوشش گیاهی منطقه تهیه گردید. نقشه حاصل از این تحقیق می تواند در بخش ارزیابی سالیانه مرتع برای مدیریت بهره برداری پایدار بکار گرفته شود. به عنوان مثال بخش اعظم اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه دارای تاج پوشش معادل ۲۰-۰٪ و ۴۰-۲۰٪ می باشند. بنابراین می توان چنین نتیجه گیری کرد که مراتع در منطقه مورد مطالعه در وضعیت مناسبی قرار ندارند. از این رو با استفاده از این سری نقشه پوشش گیاهی می توان وضعیت مرتع را برای مدیریت چرا تعیین نمود. زیرا میزان تاج پوشش گیاهی یکی از عوامل مهم در تعیین ظرفیت چرای مرتع می باشد. همان طور که نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد شاخص های سنجش از دور می توانند به عنوان مکمل روش های میدانی در مطالعات پوشش گیاهی به کار گرفته شوند، ارزیابی و پایش پوشش گیاهی بر پایه داده های ماهواره ای می تواند اطلاعات زیادی را درباره وضعیت پوشش گیاهی و تغییرات زمانی و مکانی آن فراهم آورد.

بر اساس نتایج حاصل کاربرد نسبت های باندی و تک باندها اطلاعات مفیدی در اختیار قرار می دهد. همچنین برای این مناطق کاربرد همزمان چندین شاخص نتایج بهتری در تشخیص و تفکیک میزان پوشش گیاهی ارائه می دهند. با این حال انتخاب مناسب ترین روش باید با دقت بالا و با توجه به خصوصیات منطقه بر اساس بالاترین میزان R^2 صورت پذیرد تا بتوان با استفاده از کاراترین شاخص ها و آنالیزهای بدست آمده و ارائه مدل های مناسب به پایش و مطالعه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه و مناطق با خصوصیات مشابه پرداخت. اما در مطالعات رگرسیون چندگانه نمی توان تنها به نتایج آنالیز آماری و میزان بالای ضریب تبیین یک مدل اکتفا کرد، بلکه

- بخش مرکزی ایران (حوزه آبخیز قره‌آغاج). نشریه مرتع و آبخیزداری، ۶۵(۲): ۱۷۵-۱۸۹.
۳. جعفری، م.، غ. زهتابیان، ا. ه. احسانی و س. منبری. ۱۳۹۲. استفاده از داده‌های ماهواره لندست، سنجنده ETM^+ جهت بررسی وضعیت پوشش سطح زمین (مطالعه موردی کاشان). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۰(۲): ۲۸۵-۲۹۷.
۴. خادمی، ف.، ر. سکوتی اسکوتی، ح. پیرخراطی و س. شاه‌کرمی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر پسروی دریاچه ارومیه بر پوشش گیاهی اراضی اطراف دریاچه به کمک GIS و RS. دومین همایش ملی تنوع زیستی و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه، ۲۱ تیر ماه.
۵. خواجه‌الدین، س. ج. ۱۳۷۵. استفاده از داده‌های ماهواره Landsat Mss5 در بررسی جوامع گیاهی و تعیین اراضی شور منطقه جازموریان. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابانزایی و روش‌های مختلف بیابانزایی، معاونت آموزش و تحقیقات وزارت جهاد سازندگی و موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، کرمان. ۱ الی ۲ شهریور ماه.
۶. خوانین‌زاده، ع. ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM در منطقه نیر یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۹۷ صفحه.
۷. رضایی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. مقدمه‌ای بر تحلیل رگرسیون کاربردی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۱۰ صفحه.
۸. زرینه ا، م. نادری خوراسگانی و ا. اسدی بروجنی. ۱۳۹۱. تخمین پوشش گیاهی مراتع منطقه تنگ صیاد (استان چهار محال و بختیاری) با استفاده از داده‌های ماهواره IRS-P6 LISS-III محیط‌شناسی، ۳۸(۶): ۱۱۷-۱۳۰.
۹. عالیشاه ارات بنی، ف.، ح. ارزانی، س. ز. حسینی، س. بابائی کفکای و خ. میرآخورلو. ۱۳۹۲. تهیه نقشه پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS-LISIII (مطالعه موردی: حوضه سرخ‌آباد- مازندران). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۰(۳): ۴۵۴-۴۶۲.
۱۰. علوی پناه، س. ک. ۱۳۹۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران. ۵۰۰ صفحه.
۱۱. متقی، م. ۱۳۷۹. کاربرد تصاویر رقومی سنجنده TM در مطالعه تنها ساخت نقشه با دقت قابل قبول است که می‌تواند صحت مدل آماری انتخاب شده را به اثبات برساند، که در این تحقیق نیز صحت کلی نقشه تولیدی از سنجنده ETM^+ برابر ۹۲٪ و ضریب کاپای آن ۸۹/۲ به دست آمد.
- بسیاری از محققین بر این باورند که داده‌های لندست حتی اگر کالیبره و خطاهای آن‌ها حذف شوند هم نمی‌توانند پوشش‌های ضعیف خاک را برآورد کنند. اما در طرف مقابل پژوهشگرانی از جمله اوکین و همکاران (۲۷) و مک جیوار و همکاران (۲۴) بر این عقیده‌اند که در برخی مواقع به صورت عملی می‌توان درصد پوشش تاجی گیاهان فقیر در مناطق خشک و نیمه‌خشک را برآورد کرد. در این تحقیق نیز با استفاده از شاخص‌ها و باندها با استفاده از روش رگرسیون چندگانه درصد پوشش گیاهی ضعیف برآورد شد. از این ابزار می‌توان جهت تأمین اطلاعات از میزان تولید علوفه و در نتیجه ظرفیت و میزان دام را در این تاریخ و همچنین میزان تخریب مرتع، استفاده کرد. از طرف دیگر در مناطق وسیع داده‌های لندست ۷، توانسته است مقادیر پوشش تاجی را با هزینه پایین و با دقت قابل قبول در مقیاس خود برآورد کند. در ضمن استفاده از داده‌های چند زمانه با فواصل زمانی کوتاه برای بررسی تغییرات فنولوژیکی و تولید ضروری به نظر می‌رسد. این داده‌ها در سطح وسیع با هزینه نسبتاً کم و در زمان محدود کاربری زیادی در بررسی مراتع و جنگل‌ها و مدیریت آن‌ها دارد. در خاتمه پیشنهاد می‌شود برای کاهش هزینه‌ها و حذف دوباره کاری و موازی‌کاری، بهتر است یک بانک اطلاعات زمینی برای اراضی شور حاشیه دریاچه ارومیه تهیه شود.

منابع مورد استفاده

۱. ارزانی، ح.، س. ز. حسینی و خ. میرآخورلو. ۱۳۹۳. کاربرد تصاویر سنجنده ETM^+ در تخمین میزان تولید و پوشش گیاهی مراتع منطقه طالقان، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۱(۱): ۲۴-۳۱.
۲. امیری، ف. و ح. یگانه. ۱۳۹۱. ارزیابی شاخص‌های گیاهی برای تهیه نقشه درصد پوشش گیاهی در اراضی نیمه‌خشک

- pp.
23. Matsushita B, Yang W, Chen J, Onda Y, Qiu G. 2007. Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high-density cypress forest. *Sensors*, 7(11): 2636-2651.
 24. McGwire K, Minor T, Fenstermaker L. 2000. Hyperspectral mixture modeling for quantifying sparse vegetation cover in arid environments. *Remote Sensing of Environment*, 72(3): 360-374.
 25. Mirakhorlo K. 1998. Measurement of the rangeland in Demavand, Iran using RS and GIS Unpubl. MSc thesis, ITC, Enschede, The Netherlands, 117 pp.
 26. Moleele N, Ringrose S, Arnberg W, Lunden B, Vanderpost C. 2001. Assessment of vegetation indexes useful for browse (forage) prediction in semi-arid rangelands. *International Journal of Remote Sensing*, 22(5): 741-756.
 27. Okin GS, Roberts DA, Murray B, Okin WJ. 2001. Practical limits on hyperspectral vegetation discrimination in arid and semiarid environments. *Remote Sensing of Environment*, 77(2): 212-225.
 28. O'Neill A. 1996. Satellite-derived vegetation indices applied to semi-arid shrublands in Australia. *The Australian Geographer*, 27(2): 185-199.
 29. Pettorelli N, Vik JO, Mysterud A, Gaillard J-M, Tucker CJ, Stenseth NC. 2005. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(9): 503-510.
 30. Rondeaux G, Steven M, Baret F. 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, 55(2): 95-107.
 31. Sabins FF, Lulla K. 1987. *Remote sensing: Principles and Interpretation*, Geocarto International, Taylor & Francis, 66 pp.
 32. Senseman GM, Bagley CF, Tweddale SA. 1996. Correlation of rangeland cover measures to satellite-imagery-derived vegetation indices. *Geocarto International*, 11(3): 29-38.
- پوشش گیاهی مرتعی در جهان‌نما. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۰ صفحه.
۱۲. مختاری، ا.، س. فیض‌نیا، ح. احمدی، ج. خواجه‌الدین و ف. رهنما. ۱۳۷۹. کاربرد سنجنش از راه دور در تهیه لایه‌های اطلاعاتی کاربری اراضی و پوشش سطح زمین در مدل فرسایش خاک MPSIAC. فصلنامه علمی پژوهش و سازندگی، ۱۳(۶۶): ۸۲-۸۷.
13. Aldakheel YY, Elprince AM, Aatti MA. 2006. Mapping vegetation and saline soil using NDVI in arid irrigated land. In: ASPRS Annual Conference Reno, Nevada. May 1 - 5
 14. Calera A, Martínez C, Melia J. 2001. A procedure for obtaining green plant cover: relation to NDVI in a case study for barley. *International Journal of Remote Sensing*, 22(17): 3357-3362.
 15. Ellenberg D, Mueller-Dombois D. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley New York, NY, . 22 pp.
 16. Hoffmann WA, Jackson RB. 2000. Vegetation-climate feedbacks in the conversion of tropical savanna to grassland. *Journal of Climate*, 13(9): 1593-1602.
 17. Hosseini SZ, Khajeddin SJ, Azarnivand H. 2004. Application of ETM⁺ data for estimating rangelands cover percentage (Case study: Chamestan area. Iran). In: XXX ISPRS Congress. Istanbul. Turkey. 12-23 July.
 18. Jafari R, Lewis M, Ostendorf B. 2007. Evaluation of vegetation indices for assessing vegetation cover in southern arid lands in South Australia. *The Rangeland Journal*, 29(1): 39-49.
 19. Khajeddin S, Yeganeh H. 2008. Plant communities of the Karkas hunting-prohibited region, Isfahan-Iran. *Plant Soil, Environ*, 54(8): 347-358.
 20. Khajeddin SJ. 1995. A survey of the plant communities of the Jazmorian Iran using landsat Mss data. Unpublished Ph.D Thesis. University Of Reading, UK.
 21. Laliberte AS, Winters C, Rango A. 2011. UAS remote sensing missions for rangeland applications. *Geocarto International*, 26(2): 141-156.
 22. Lillesand T, kieper RW. 2000. *Remote Sensing and Image interpretations*, Fourth Edition, John Wiely & Sons, Inc, Newyork, Chichester. Brishane. Torento. Signapore. 725



Investigating vegetation of saline lands around Urmia Lake using satellite images

A. Ahmadi^{1*}, M. R. Tatian², R. Tamrtash², H. Yeganeh³, Y. Asri⁴

1. PhD. Student of Rangeland Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

3. Assis. Prof. College of Range Land and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

4. Assoc. Prof. Botany Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2 May 2015

Accepted 26 September 2015

Available online 29 March 2016

Keywords:

Backwards elimination

Multiple regression

Rangeland

Vegetation indices

ABSTRACT

Rangeland is one of valuable renewable resources that has a special place in national development programming in many countries. This study aims to survey vegetation of saline lands around Urmia lake using satellite images in 2014. This study was conducted in the area about 353150 hectares in saline lands around Urmia lake. In this study, various pre-processings including geometric correction using topographic maps and atmospheric correction using dark object subtraction method were utilized. Field data were collected in 2014. Sampling was done in plant units with stratified random sampling method. In this study, multiple regression was used to examine the relationship between variables. In this model, the presence or absence of collinearity between the independent variables (vegetation indices and bonds) was first studied by calculating the correlation matrix. In this study, the best model was chosen due to higher value of R^2 . Considering the selected model, several variables have been chosen from all the independent variables and have been introduced as the most important factors in determining the vegetation map of the study area. Finally, the produced maps and sampling points were controlled in order to validate the accuracy of results. The results showed that the indices of MIRVI, PD₃₁₂, PD₃₂₂, TVI, VNIRI, INFRARED, MID-IR-INDEX and bounds of B₂, B₃, B₅, B₆ have significant correlations at the 5% level with the field data and using backward regression models, the vegetation map was estimated. According to the results, much of saline land around Urmia lake has 0-20% vegetation; therefore, we concluded that the rangelands in the region are not in good conditions.

* Corresponding author e-mail address: ahmadi1185@yahoo.com