

تولید نقشه تپ‌های گیاهی مرتع با استفاده از الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای

- ❖ شهرام یوسفی خانقاه*؛ مربی گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان
- ❖ دامون رزمجویی؛ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان
- ❖ سمیه دهداری؛ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان
- ❖ نسیم ارمان؛ استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان

چکیده

تهیه نقشه پوشش گیاهی از موارد اساسی در مدیریت مراتع می‌باشد زیرا تپ‌های گیاهی واحدهای برنامه‌ریزی در مدیریت مراتع می‌باشد. برای تهیه نقشه تپ‌های گیاهی مراتع با استفاده از الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصویر ماهواره لندست-۸ در مراتع در شهرستان بهبهان استان خوزستان انجام گردید. مراتع منطقه جزء مراتع نیمه‌استپی قشلاقی می‌باشد. عمل تصحیح هندسی تصویر ماهواره‌ای با استفاده از نقاط کنترل زمینی با خطای کمتر از یک پیکسل انجام شد. تصحیح اتمسفری تصویر با استفاده از روش تفریق عارضه تاریک انجام شد. بازدیدهای صحرائی جهت تهیه نقشه تپ‌ها و برداشت نمونه‌های تعلیمی انجام شد. طبقه‌بندی نظارت شده با شش الگوریتم شامل متوازی السطوح (PP)، حداقل فاصله از میانگین (MD)، فاصله ماهالانویس (MAH)، حداکثر احتمال (ML)، شبکه عصبی مصنوعی (NN) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) انجام شد. نتایج نشان داد که الگوریتم ML دارای بیشترین صحت کلی (۸۷/۵ درصد) و ضریب کاپا (۰/۸۶۷) و الگوریتم PP دارای کمترین صحت کلی (۶۷/۱) و ضریب کاپا (۰/۵۷۱) می‌باشد. نقشه تپ‌های گیاهی حاصل از طبقه‌بندی تصویر سنجنده OLI دارای صحت قابل قبولی است. پیشنهاد می‌شود در کنار روش‌های رقومی طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از تفسیر بصری جهت تدقیق مرز نقشه تپ‌های گیاهی حاصله استفاده شود.

کلید واژگان: تپ گیاهی، نیمه‌خشک، طبقه‌بندی، لندست، OLI

۱. مقدمه

ایران سطحی بالغ بر ۱۶۴ میلیون هکتار دارد که حدود ۸۶ میلیون هکتار آن را مراتع تشکیل می‌دهند [۶]. مراتع اولین منابع ارزشمند تولید و تأمین علوفه هستند که مورد استفاده دام‌ها قرار گرفته و ضمن تولید فراورده‌های دامی به حفظ و تعادل منابع آب و خاک و حیات وحش، تولید فراورده‌های جنبی دارویی، صنعتی و خوراکی کمک می‌کند و بالاخره با دارا بودن مناظر طبیعی زیبا و تفریحی دارای ارزش فراوانی در بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. به منظور دستیابی به یک برنامه‌ریزی موفق و کارآمد، مرتعداران نیازمند اطلاعات بهنگام و دقیق از درصد پوشش گیاهی و تولید علوفه مراتع هستند و برای این کار لازم است که ابتدا نقشه‌تپ‌های گیاهی تهیه شود.

روش‌های مختلفی برای تهیه نقشه‌تپ‌های گیاهی وجود دارد. در این مورد می‌توان به روش‌های تهیه نقشه پوشش گیاهی به روش ژئومرفولوژی، عکس‌های هوایی و استفاده از داده‌های ماهواره‌ای اشاره کرد. نقشه‌تپ‌های گیاهی مراتع در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و ملی از اهمیت خاصی برخوردار است. تپ گیاهی به جامعه گیاهی مشخص در یک منطقه اشاره دارد. غالباً هر واحد اراضی به وسیله یک تپ مشخص می‌شود ولی امکان دارد بیش از یک تپ نیز در یک واحد اراضی وجود داشته باشد. عامل مؤثر در تشخیص و تفکیک تپ‌ها، گونه یا گونه‌های غالب هستند که یک منطقه را پوشانده و از آسمان و یا روی عکس هوایی قابل رویت می‌باشند [۱۵]. تصاویر سنجنده‌های LISS III و ASTER می‌توانند با دقت مناسبی تپ‌های گیاهی مرتع مناطق خشک و نیمه‌خشک را از همدیگر تفکیک نمایند [۲۴]. همچنین تغییرات جنگل را می‌توان با استفاده از تصاویر لندست و با روش حداکثر احتمال با دقت مناسبی طبقه‌بندی کرد [۲۰]. مقایسه چهار روش تشخیص تغییرات (تفریق تصویر، تفریق NDVI، تفریق پس از طبقه‌بندی و تفریق بصری) نشان داد که تفریق بصری

بهترین صحت طبقه‌بندی (۰/۹۸) را در گراسلندها دارا می‌باشد [۲۲]. نقشه تولید بوته‌زارهای مدیترانه‌ای با استفاده توام از بارندگی و شاخص NDVI تصاویر ماهواره‌ای تهیه گردید [۲۱]. مطالعه تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر TM و ASTER نشان داد که بیشتر تغییرات کاربری اراضی از تالاب به اراضی کشت شده، جنگل و گراسلند بوده است [۲۵]. اثرات خشکسالی بر تالاب با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی گردیده و مشخص شد که پوشش زمین نسبت به سال‌های قبل، به شدت آسیب دیده است [۱۸].

ارزیابی طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده تصاویر ماهواره‌ای لندست و IRS نشان داد که طبقه‌بندی نظارت شده نتایج بهتر و با صحت بالاتری نسبت به طبقه‌بندی نظارت نشده، دارد [۴]. کارکرد مناسب تصاویر لندست در تهیه نقشه کاربری اراضی و پایش تغییرات کاربری به اثبات رسیده است [۲۳]. ارزیابی الگوریتم‌های حداکثر احتمال، متوازی السطوح، حداقل فاصله و روش فیشر جهت تهیه نقشه کاربری اراضی نشان داده که روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به عنوان بهترین طبقه‌بندی کننده می‌باشد [۱۷]. همچنین تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های رقومی MSS و TM مورد تأکید قرار گرفته است [۱۲]. با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر بهنگام بودن، چندطیفی بودن، تصویربرداری دوره‌ای، پوشش وسیع و افزایش روز افزون توان تفکیک طیفی و مکانی [۱۶]، سنجش از دور توانایی ارزیابی و پایش مراتع را داشته و استخراج اطلاعاتی مانند تپ‌های گیاهی را امکان‌پذیر می‌نماید. به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در مدیریت منابع طبیعی بخصوص مرتعداری این امکان را می‌دهد که با صرف هزینه اندک و زمان کم نقشه تپ‌های گیاهی که از موارد اساسی مدیریت مرتع می‌باشند در یک منطقه وسیع و گسترده به دست آید.

۲. روش شناسی

۱,۲. معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۱۱۵۵۷ هکتار، بین $۵۰^{\circ} ۱۸'$ تا $۵۰^{\circ} ۳۰'$ طول شرقی و $۳۰^{\circ} ۳۴'$ تا $۳۰^{\circ} ۴۲'$ عرض شمالی در شهرستان بهبهان استان خوزستان واقع گردیده است (شکل ۱). میانگین بارش سالیانه $۳۲۳/۳$ میلیمتر باران است متوسط درجه حرارت سالیانه $۲۴/۷$ درجه سانتی‌گراد است اقلیم منطقه خشک و نیمه‌خشک

(دومارتن اصلاح شده) می‌باشد. به طور کلی عرصه مورد مطالعه از نظر تقسیمات واحد اراضی از سه قسمت شامل کوهستان، تپه ماهور و دشت تشکیل شده است. مراتع منطقه جزء مراتع نیمه‌استپی گرم بوده و از لحاظ فصل استفاده جزء مراتع قشلاقی می‌باشد (شکل ۲). از نظر جغرافیای گیاهی منطقه مورد مطالعه در محدوده تلاقی دو ناحیه ایران - تورانی و سودانی - دکانی می‌باشد که در ایران با نام ناحیه رویشی خلیج-عمانی شناخته می‌شود.



شکل ۱. موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل ۲. نمایی از منطقه مورد مطالعه

۲،۲. روش کار

نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ رقومی (سازمان نقشه‌برداری کشور) تهیه شده و لایه‌های مورد نیاز مانند راه‌ها، آبادی‌ها، آبراهه‌ها و خطوط میزان از روی نقشه توپوگرافی استخراج گردید. همچنین از نقشه توپوگرافی جهت تهیه نقشه واقعیت زمینی و انجام عملیات میدانی استفاده گردید. نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین شناسی) تهیه شده و در تهیه نقشه اولیه تیپ‌های گیاهی مورد استفاده قرار گرفت. تصویر رقومی سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ (LDCM) به تاریخ ۲۰۱۵/۰۴/۱۵ به ترتیب با گذر و ردیف ۱۶۴ و ۰۳۹ تهیه شد [۱۰] که هم زمان با فصل رشد گیاهان مرتع منطقه مورد مطالعه می باشد. از نرم افزارهای ENVI 5.1، ARC GIS 10.3، Map Source 6.11.6 در مراحل مختلف کار استفاده گردید. ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه زمین شناسی و توپوگرافی تیپ‌بندی اولیه پوشش گیاهی صورت گرفت سپس طی بازدیدهای صحرایی (اواخر زمستان ۱۳۹۳ و اوایل بهار سال ۱۳۹۴) مرز تیپ‌ها کنترل شده و تیپ‌بندی نهایی بر مبنای گونه‌های گیاهی غالب انجام شد و مساحت هر تیپ محاسبه گردید. تعداد نمونه‌های تعلیمی برای طبقه‌بندی حداقل $N \times 10$ است [۱] تعداد باندهای استفاده شده در طبقه‌بندی می‌باشد. در هر تیپ گیاهی ۳۰ نمونه و در کل منطقه ۱۵۰ نمونه تعلیمی تصادفی طبقه‌بندی شده انتخاب شد و موقعیت جغرافیایی نقاط با استفاده از GPS ثبت شد. همچنین ۷۵ نقطه به‌طور جداگانه انتخاب شد و از این نقاط به عنوان واقعیت زمینی در تعیین صحت نقشه‌ها استفاده شد [۲۶].

پردازش تصویر: در این تحقیق به منظور تصحیح اتمسفری داده‌های موجود و بر طرف کردن ناهنجاری‌هایی که ممکن است باعث ایجاد خطا در طبقه‌بندی شود از روش تفریق عارضه تاریک^۱ استفاده

گردید. در این روش کمترین ارزش پیکسل‌ها در کلیه باندها به دست آمده و از تک تک پیکسل‌های باندها استفاده گردید. تصاویر مورد استفاده در این تحقیق دارای سیستم مختصات بودند اما به دلیل مطابقت با نقاط کنترل زمینی، مورد تصحیح هندسی مجدد قرار گرفتند. عمل تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نقاط کنترل زمینی بدست آمده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ و نقاط ثبت شده توسط GPS (با RMSE کمتر از یک پیکسل) انجام شد و برای نمونه‌برداری مجدد از روش نزدیکترین همسایه استفاده گردید. به منظور تفکیک بهتر پدیده‌ها و آشکارسازی آن‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد که از جمله روش‌های به کار گرفته شده استفاده از تصویر رنگی کاذب برای افزایش کنتراست هنگام تفسیر بصری استفاده شد [۲]. همچنین از روش ادغام باندها (Fusion) برای بارسازی و افزایش قدرت تفسیر استفاده گردید [۱۹]. بنابراین اقدام بازچینی مجدد تصاویر سایر باندهای براساس باند پانکروماتیک شد که نتیجه نهایی به صورت تصویری با قدرت تفکیک ۱۵ متر در ۱۵ متر شد که نسبت تصویر اولیه دارای قدرت تفکیک بهتری می‌باشد. یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین تکنیک‌ها در پردازش داده‌های ماهواره‌ای برای مطالعه پوشش‌های گیاهی و کاربری اراضی انجام طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای در زمینه منابع طبیعی عمدتاً به دو صورت کلی نظارت نشده و نظارت شده می‌باشد. روش نظارت شده از نظر اکثر محققین [۴، ۱۳، ۱۷، ۲۰، ۲۴] مقدم است، زیرا این روش معمولاً تعریف دقیق و صحیح‌تری از کلاس‌ها نسبت به روش‌های نظارت نشده می‌دهد. در این تحقیق ۳ طبقه در محدوده مراتع مورد مطالعه شناخته شد که شامل تیپ‌های گیاهی ۱ و ۲ می‌باشد همچنین جنگل و کشاورزی جدا شد. در این تحقیق برای ارزیابی تفکیک‌پذیری نمونه‌های تعلیمی از روش ارزیابی تفکیک‌پذیری کلاسه‌ها استفاده شده است. ابتدا نقشه کاربری اراضی تهیه گردید و در محدوده

¹ Dark object subtraction

محاسبه شد.

۳. نتایج

نتایج نشان داد که حدود ۸۵۰۶/۶ هکتار (۷۳/۵۶ درصد) از سطح منطقه مورد مطالعه، مرتع می‌باشد. سه تیپ گیاهی در مراتع مشخص گردید که فرم رویشی اغلب گیاهان مراتع منطقه گراس‌های یکساله و علفی‌های یکساله می‌باشد (جدول ۱).

مرتع با استفاده از نمونه‌های تعلیمی و طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم‌های طبقه‌بندی متوازی السطوح (Parallelepiped)، حداقل فاصله (Minimum Distance)، (to Mean Mahalanobis Distance)، حداکثر احتمال (Maximum Likelihood)، شبکه عصبی (Neural Net) و ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) نقشه تیپ‌های گیاهی منطقه تهیه شد. برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی از ماتریس خطا (Error Matrix) استفاده شد [۱۳] و معیارهای صحت کلی (Overall Accuracy) و ضریب کاپا (Kappa Coefficient) با استفاده از ماتریس خطا

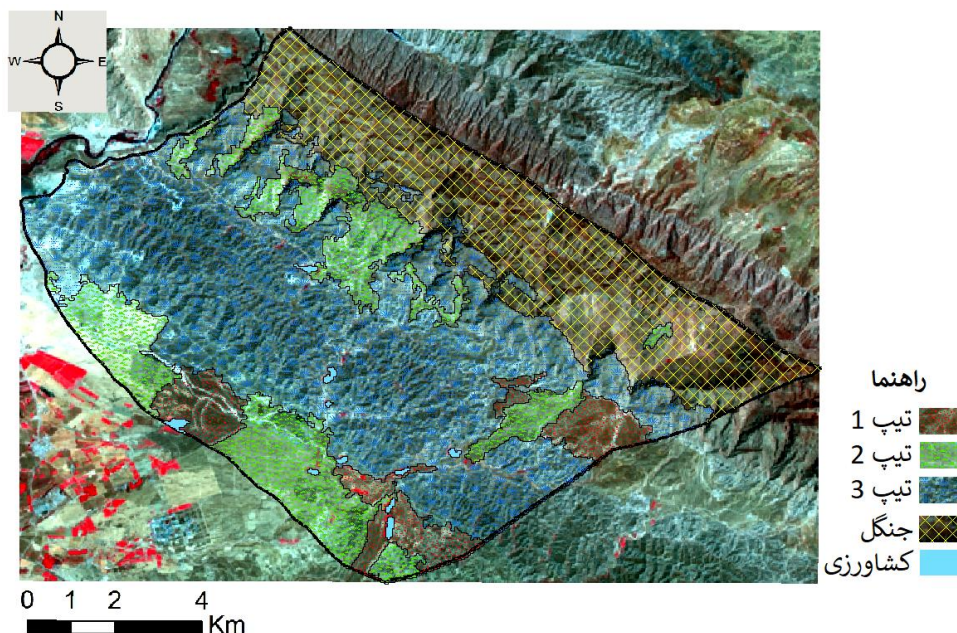
جدول ۱. مشخصات تیپ‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه

تیپ گیاهی	نام تیپ گیاهی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
I	<i>Stipa capensis</i>	۱۹۴۴/۸	۲۲/۸۶
II	<i>Stipa capensis – Plantago spp</i>	۸۹۷/۸	۱۰/۳۴
III	<i>Physorrhynchus chamaerapistrum – Annual grasses</i>	۵۶۸۲	۶۶/۸
جمع کل		۸۵۰۶/۶	۱۰۰

طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم‌های متوازی السطوح (PP)، حداقل فاصله از میانگین (MD)، فاصله ماهالانوبیس (MAH)، حداکثر احتمال (ML)، شبکه عصبی مصنوعی (NN) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) در شکل ۴ ارائه شده است. همچنین مساحت تیپ‌های گیاهی بدست آمده از طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم‌های مذکور در جدول ۱ ارائه شده است.

نتایج نشان داد که بیشترین صحت کلی و ضریب کاپا برای طبقه‌بندی تصویر سنجنده OLI در تهیه نقشه تیپ‌های گیاهی به ترتیب ۸۷/۵ درصد و ۰/۸۶۵ برای الگوریتم حداکثر احتمال (ML) می‌باشد و کمترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۶۷/۱ درصد و ۰/۵۷۱ برای الگوریتم متوازی السطوح (PP) می‌باشد (جدول ۵).

نتایج نشان داد که باندهای ۱، ۲ و ۳ سنجنده OLI دارای همبستگی بالایی هستند، بنابراین می‌توانیم از یکی از این باندها در طبقه‌بندی استفاده کنیم و نیازی به تکرار اطلاعات نیست که در این تحقیق از باند ۳ استفاده شد. همچنین از بین باندهای ۶ و ۷ از باند ۶ استفاده شد باندهای ۴ و ۵ دارای همبستگی پایینی با همدیگر هستند. ضروریست که از هر دوی آن‌ها در طبقه‌بندی استفاده شود. بهترین ترکیب رنگی کاذب ۵۴۳ می‌باشد که برای تفسیر بصری جهت جداسازی بهتر تیپ‌های گیاهی استفاده شد (شکل ۳). همچنین نمونه‌های تعلیمی اخذ شده از تیپ‌های گیاهی از تفکیک‌پذیری بالایی برخوردار هستند (جدول ۲).
نقشه‌های تیپ گیاهی مرتعی بدست آمده از



شکل ۳. ترکیب رنگی کاذب (۵۴۳) و نقشه تپ گیاهی منطقه مورد مطالعه

جدول ۲. ضریب همبستگی بین باندهای تصویر سنجنده OLI

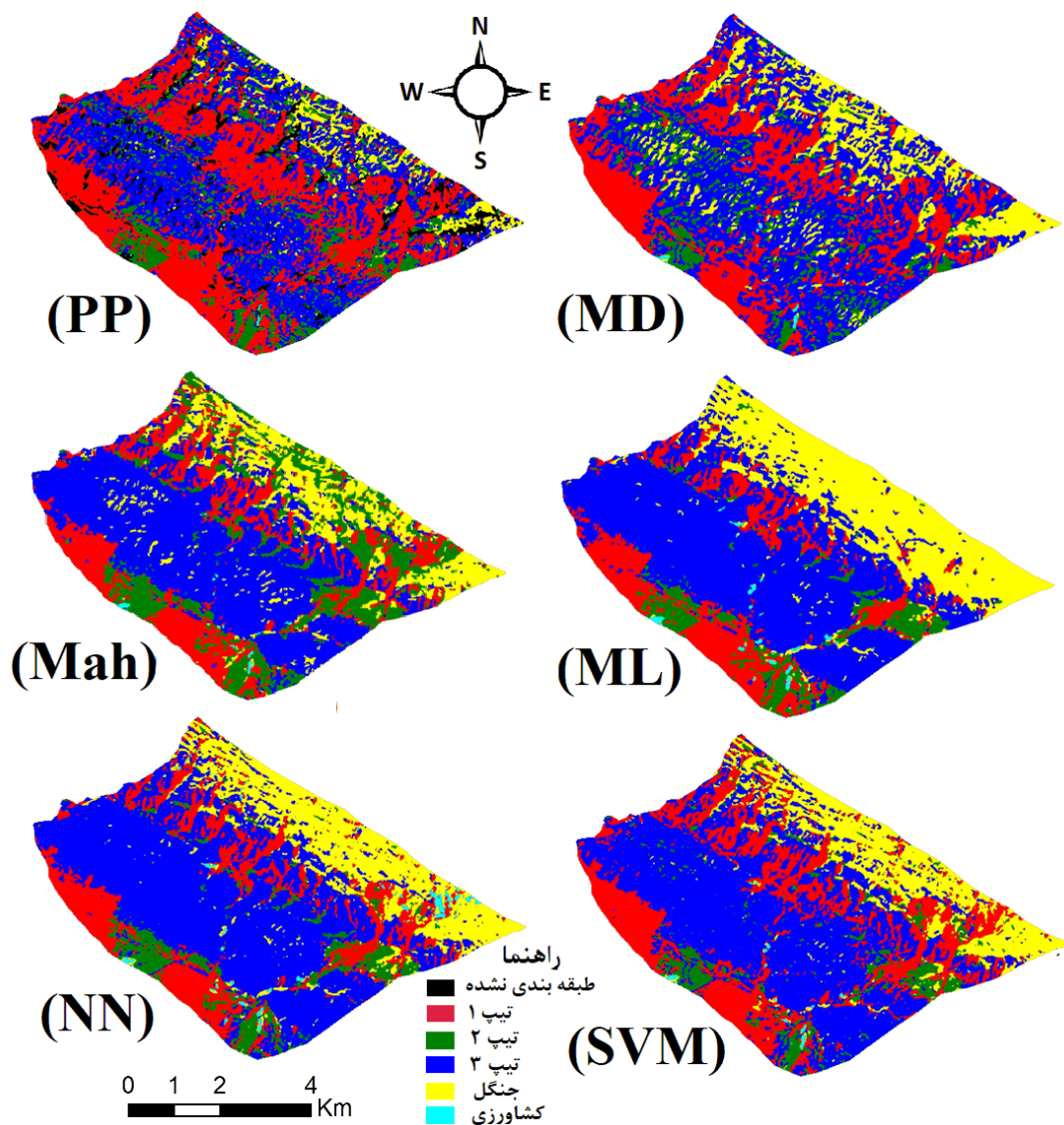
باند ۷	باند ۶	باند ۵	باند ۴	باند ۳	باند ۲	باند ۱	ضریب همبستگی
۰/۷۸۳	۰/۷۷۹	۰/۶۳۹	۰/۹۰۷	۰/۹۵۹	۰/۹۹۰	۱	باند ۱
۰/۸۱۴	۰/۸۲۴	۰/۷۰۲	۰/۹۰۵	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۹۰	باند ۲
۰/۸۶۶	۰/۸۸۳	۰/۷۸۸	۰/۹۰۱	۱	۰/۹۸۲	۹۵۹	باند ۳
۰/۸۶۵	۰/۹۲۳	۰/۸۱۶	۱	۰/۹۰۱	۰/۹۰۵	۰/۹۰۷	باند ۴
۰/۷۵۵	۰/۸۳۶	۱	۰/۸۱۶	۰/۷۸۸	۰/۷۰۲	۰/۶۳۹	باند ۵
۰/۹۶۵	۱	۰/۸۳۶	۰/۹۲۳	۰/۸۸۳	۰/۸۲۴	۰/۷۷۹	باند ۶
۱	۰/۹۶۵	۰/۷۵۵	۰/۸۶۵	۰/۸۶۶	۰/۸۱۴	۰/۷۸۳	باند ۷

جدول ۲. تفکیک پذیری نمونه‌های تعلیمی بر اساس روش Jeffries-Matusita سنجنده OLI

تفکیک پذیری	طبقه	طبقه
۱/۹۹۴	تپ II	تپ I
۱/۹۹۶	تپ III	تپ I
۱/۹۹۹	جنگل	تپ I
۲	کشاورزی	تپ I
۱/۹۹۹	تپ III	تپ II
۱/۹۹	جنگل	تپ II
۲	کشاورزی	تپ II
۱/۹۹۹	جنگل	تپ III
۲	کشاورزی	تپ III
۲	کشاورزی	جنگل

جدول ۴. مساحت (هکتار) تپ‌های گیاهی بدست آمده از الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصویر OLI

الگوریتم‌های طبقه‌بندی						طبقه
SVM	NN	ML	MAH	MD	PP	
۳۱۳۸/۷۵	۲۲۹۵/۱۸	۱۹۴۴/۸۱	۲۴۸۲/۶۵	۳۲۲۳/۷۱	۴۱۸۱/۸۵	تپ گیاهی I
۷۶۹/۰۵	۸۹۲/۰۸	۸۷۹/۷۵	۲۱۳۷/۲۳	۱۱۷۳/۹۶	۱۴۵۴/۶۷	تپ گیاهی II
۵۶۹۶/۸۲	۵۹۶۱/۳۴	۵۶۸۲/۰۶	۵۰۹۱/۷۵	۵۴۷۲/۱۸	۴۴۰۰/۵۵	تپ گیاهی III
۱۹۳۲/۰۳	۲۲۹۰/۷۷	۲۹۹۹/۶۶	۱۸۲۵/۱۱	۱۶۶۸/۶۹	۶۳۳/۸۷	جنگل
۲۷/۶۳	۱۱۵/۳۸	۶۱/۰۲	۲۷/۵۴	۲۵/۷۴	۸/۲۸	کشاورزی



شکل ۴. نقشه تپ‌های گیاهی بدست آمده از الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصویر OLI

جدول ۵. نتایج جدول ماتریس خطای سنجندۀ OLI برای تهیه نقشه تیپ‌های گیاهی

الگوریتم	صحت کلی (%)	ضریب کاپا
PP	۶۷/۱	۰/۵۷۱
MD	۶۷/۹	۰/۵۷۷
MAH	۷۶/۱	۰/۶۸۹
ML	۸۷/۵	۰/۸۶۷
NN	۷۵/۱	۰/۶۸۱
SVM	۷۴/۰	۰/۶۶۳

۴. بحث و نتیجه گیری

در تهیه نقشه تیپ‌های گیاهی مراتع منطقه با طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ الگوریتم طبقه‌بندی ML دارای بیشترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۸۷/۵ درصد و ۰/۸۶۷ می‌باشد و الگوریتم متوازی السطوح دارای کمترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۶۶ درصد و ۰/۵۰۲ می‌باشد. الگوریتم طبقه‌بندی ML دقت بیشتری نسبت به الگوریتم‌های SVM و NN دارد [۸]. با استفاده از تصاویر لندست و طبقه‌بندی روش حداکثر احتمال می‌توان جنگل را از سایر کاربری‌ها تفکیک نموده و نقشه تغییرات آن را تهیه نمود [۵ و ۲۰]. همچنین در سایر مطالعات نیز از صحت کلی و ضریب کاپا برای تعیین دقت استفاده شده است [۳، ۹ و ۱۴] دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده می‌باشد.

تیپ گیاهی I (*Stipa capensis*): روش طبقه‌بندی ML این تیپ را با دقت مناسبی تفکیک می‌نماید و بیشترین دقت را در تفکیک این تیپ دارند ولی روش‌های MD، SVM، MAH و NN سطح تیپ گیاهی I را بیشتر از واقعیت (مساحت اندازه‌گیری شده روی نقشه تیپ گیاهی تهیه شده با روش بصری) نشان می‌دهد و روش PP سطح این تیپ را بسیار بیشتر از میزان واقعی نشان می‌دهد و کمترین دقت را دارا می‌باشد. بیشتر گونه‌های گیاهی موجود در این تیپ گونه *Stipa capensis* و سایر گراس‌های یکساله می‌باشد که

پوشش گیاهی کمی را ایجاد می‌نماید و تفکیک تیپ گیاهی آن بر روی تصویر ماهواره‌ای مشکل می‌باشد.

تیپ گیاهی II (*Stipa capensis* – *Plantago spp*): روش‌های طبقه‌بندی ML، NN و SVM این تیپ را با دقت مناسبی تفکیک می‌نماید و بیشترین دقت را در تفکیک این تیپ دارند ولی روش‌های MD و PP سطح تیپ گیاهی II را بیشتر از واقعیت نشان می‌دهد و روش MAH سطح این تیپ را بسیار بیشتر از میزان واقعی نشان می‌دهد و کمترین دقت را دارد. بیشتر گونه‌های گیاهی موجود در این تیپ گونه *Stipa capensis*، *Plantago spp* و سایر گیاهان یکساله می‌باشد که پوشش گیاهی کمی را ایجاد می‌نماید و تفکیک تیپ گیاهی آن بر روی تصویر ماهواره‌ای مشکل می‌باشد.

تیپ گیاهی III (*Physorrhynchus chamaerapistrum* – *Annual grasses*): روش‌های طبقه‌بندی ML، NN، SVM و MD این تیپ گیاهی را با دقت مناسبی تفکیک می‌نماید و بیشترین دقت را در تفکیک این تیپ دارند ولی روش MAH سطح تیپ گیاهی II را کمتر از واقعیت نشان می‌دهد و روش PP سطح این تیپ را بسیار کمتر از میزان واقعی نشان می‌دهد و کمترین دقت را دارا می‌باشد. بیشتر گونه‌های گیاهی موجود در این تیپ گونه *Physorrhynchus chamaerapistrum* (کلمو یا گاوگوش) و سایر گراس‌های یکساله می‌باشد که پوشش گیاهی بیشتری را ایجاد می‌نماید و تفکیک تیپ گیاهی آن بر روی تصویر ماهواره‌ای نسبت به تیپ‌های قبلی

الگوریتم متوازی السطوح (PP) به عنوان ضعیف‌ترین روش طبقه‌بندی شد [۱۷] که مشابه نتایج این تحقیق می‌باشد. تفریق بصری بهترین صحت طبقه‌بندی را در گراسلندها دارد و برای تفکیک دقیق‌تر مرزها، تفسیر بصری تصاویری دارای اندازه تفکیک بهتر مورد نیاز است [۲۲]. در مناطق خشک و نیمه‌خشک ترکیب خاک، اثرات اتمسفر و پوشش گیاهی تنک، امکان استخراج اطلاعات قابل اعتماد را کاهش داده و تشخیص پوشش‌های گیاهی کمتر از ۳۰ درصد را با عدم قطعیت مواجه می‌کند [۱۱]. با توجه به اینکه هیچ یک از الگوریتم‌های طبقه‌بندی استفاده شده نمی‌توانند مرز تپ‌های گیاهی مراتع نیمه‌استپی گرم، که فرم رویشی غالب گیاهان آن گراس‌ها و علفی‌های یکساله می‌باشد، را بطور دقیق از همدیگر تفکیک نمایند، پیشنهاد می‌شود در کنار روش‌های رقومی طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از تفسیر بصری جهت تدقیق مرز نقشه تپ‌های گیاهی تهیه شده، استفاده شود.

سپاسگزاری

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت آموزشی-پژوهشی دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء(ص) بهبهان اجرا گردیده است.

راحت‌تر می‌باشد.

براساس نتایج تحقیق روش‌های طبقه‌بندی MAH، NN، ML و SVM دقت قابل قبولی را در تفکیک تپ‌های گیاهی مراتع منطقه مورد مطالعه داشتند و در بین این روش‌ها، روش ML بیشترین دقت را دارد. از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به‌عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش می‌باشد [۱۲]. که نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند. در تهیه نقشه تپ‌های گیاهی مرتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای الگوریتم ML دارای صحت کلی و ضریب کاپای (به ترتیب ۹۱ و ۸۴/۳ درصد) بیشتری نسبت به الگوریتم NN (به ترتیب ۷۱/۳ و ۶۵/۶ درصد) داشته است [۲۴] که مؤید نتایج این تحقیق می‌باشند. البته نتایج [۷ و ۱۶] بر خلاف نتایج این تحقیق بوده و نشان می‌دهد که دقت روش شبکه عصبی بیشتر از روش حداکثر احتمال (ML) می‌باشد که این می‌تواند به دلیل تفاوت مناطق مورد مطالعه از نظر فرم رویشی پوشش گیاهی و نوع کاربری‌های مورد مطالعه باشد. براساس نتایج روش‌های طبقه‌بندی PP و MD کمترین دقت را در تفکیک تپ‌های گیاهی منطقه دارا بودند و نتوانستند نقشه مناسبی را تولید کنند. مقایسه الگوریتم‌های طبقه‌بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی نشان داد که بهترین روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال بوده و پس از آن الگوریتم حداقل فاصله از میانگین (MD) می‌باشد و

References

- [1] Alavipanah, S. K. 2016. Application of remote sensing in earth science (soil science). University of Tehran Press, 3rd edition, 496 p, (In Farsi).
- [2] Alavipanah, S. K., Ehsani, A. H. and Omid, P. 2004. A study of desertification and changes of Damghan playa lands using multy spectral and multy temporal data. Desert, 9(1): 143-154, (In Farsi).
- [3] Allouche, O., Tsoar, A. and Kadmon, R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). Applied Ecology, 43 (6): 1223-1232.
- [4] Bahadur, R. and Krishna K.C. 2009. Improving Landsat and IRS image classification: evaluation of unsupervised and supervised classification through band ratios and DEM in a mountainous landscape in Nepal. Remote sensing, 1: 1257-1272.

- [5] Baqerifar P., Basiri R., Yousefi Khanghah S. and Pourkhabbaz H.R. 2014. Mapping of land use change using remote sensing and Geographic Information System techniques (Case study: forest Baghmalek city). 4th international conference on environmental challenges and dendrochronology, Sari, Iran, 14-15 May.
- [6] Daftare fani-mohandesi. 2005. Report of Country Vegetation Map Preparation Project. Forests, Range and Watershed Management Organization, 129 pages, (In Farsi).
- [7] Davoudi Monazam, Z., Hajinejad, A., Abbasnia, M. and Pourhashemi, S. 2014. Detecting of land use change with remote sensing technique (Case study: Shahriar province). *RS & GIS for Natural Resources*, 5(1): 1-13, (In Farsi).
- [8] Fazeli Farsani, A., Ghazavi, R. and Farzaneh, M. R. 2015. Investigation of land use classification algorithms using images fusion techniques (Case study: Beheshtabad Sub-basin). *RS & GIS for Natural Resources*, 6(1): 91-105, (In Farsi).
- [9] Freeman, E.A. and Moisen, G.G. 2008. A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa. *Ecological Modeling*, 217 (1): 48-58.
- [10] <https://earthexplorer.usgs.gov/> (15/06/2015)
- [11] Javadnia E., Mobasheri, M. R., and Kamali, Gh. A. 2009. MODIS NDVI Quality Enhancement Using ASTER Images. *Agr. Sci. Tech.*, 11 (5): 549-558.
- [12] Lillesand T.M., Kiefer, R. W. and Chipman, W. 2004. Remote sensing and image interpretation. 5th Edition, New York, Jhon Willey and Sons, 763p.
- [13] Mather, P. and Tso, B. 2009. Classification Methods for Remotely Sensed Data. Second Edition, CRC Press, 376 Pages.
- [14] McPherson, J.M., Jetz, W. and D.J. Rogers. 2004. The effects of species' range sizes on the accuracy of distribution models: ecological phenomenon or statistical artefact? *Applied Ecology*, 41 (6): 811-823.
- [15] Mesdaghi, M. 2010. Range management in Iran. University of Imam Reza press, 6rd edition, 336 pages (In Farsi).
- [16] Niazi, Y., Ekhtesasi, M., Malekinezhad, H. and Hosseini, S. Z. 2011. Comparison Between two Classification Methods of Maximum likelihood and Artificial Neural Network for Providing Land use Maps Case Study: Ilam Dam Area. *Geography and Development*, 20: 119-132, (In Farsi).
- [17] Ojigi, M. L. 2006. Analysis of Spatial Variations of Abuja Land use and Land cover from Image Classification Algorithms. ISPRS Commission VII Mid-Term Symposium. Theme: Remote Sensing: From Pixel to Processes. 8-11th May, Enschede, Netherlands.
- [18] Pastor, I., Navarro, J., Gomez, I. and Koch, M. 2010 Detecting drought induced environmental changes in a Mediterranean wetland by remote sensing. *Applied Geography*, 30: 254-262.
- [19] Rasouli, A. A. 2009. Principles of applied remote sensing. University of Tabriz press, 806 pages, (In Farsi).
- [20] Rostami, K., Torahi, A. and Yousefi khanghah, S. 2014. Investigation of forest extends change detection using satellite imagery in Zagros forests (case study in Behbahan Province Hills in Iran). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 4(2): 47-54.
- [21] Shoshany M. and Karnibad, L. 2011. Mapping shrubland biomass along Mediterranean climatic gradients: The synergy of rainfall-based and NDVI-based models. *Remote Sensing*, 32 (24): 9497-9508
- [22] Weeks E. S., Gaelle, A., Ausseil, E., Shepherd, J. D. and Dymond, J. R. 2013. Remote sensing methods to detect land-use/cover changes in New Zealand's indigenous grasslands, *New Zealand geographer*, 69 (1): 1-13.
- [23] Wulder, M. A., White, J. C., Goward, S. N., Masek, J. G., Irons, J. R., Herold, M. and Woodcock, C. E. 2008. Landsat continuity: Issues and opportunities for land cover monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 112(3): 955-969.
- [24] Yousefi Khanghah S., Arzani, H., Javadi, S. A. and Jafari, M. 2013. Producing rangeland vegetation types Using LISS III and ASTER Satellite Sensors (Case Study Deylam Area). *RS & GIS in Natural Resources*, 4 (2): 81-91, (In Farsi).
- [25] Zhang W. W., Yao, L., Li, H., Sun, D. F. and Zhou, L. D. 2011. Research on Land Use Change in Beijing Hanshiqiao Wetland Nature Reserve Using Remote Sensing and GIS. 3rd International Conference on Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), *Procedia Environmental Sciences*, 10 (A): 583 - 588.
- [26] Zobeiry, M. and Majd, A. R. 2013. An introduction to remote sensing technology and its application in natural resources. University of Tehran Press, 10rd edition, 318 p, (In Farsi).