

ارزیابی و مقایسه روش‌های ماشین بردار پشتیبان با کرنل‌های خطی، چند جمله‌ای و پایه شعاعی با شبکه عصبی مصنوعی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی

حسن فتحی‌زاد^{۱*}، عطا صفری^۲، مسعود بازگیر^۳ و غلامرضا خسروی^۴

* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، ایران، پست الکترونیک: hasan.fathizad@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایران

۴- دانشجوی دکتری آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۱۱

چکیده

طبقه‌بندی تصویر همیشه یکی از موضوعات مهم در سنجش از دور است که اطلاعات بدست آمده در زمینه طبقه‌بندی تصویر به‌طور گسترده‌ای در برنامه‌های کاربردی دیگر مانند برنامه‌ریزی شهری، مدیریت منابع طبیعی، کشاورزی و غیره استفاده می‌شود. از آنجا که هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد، از این‌رو انتخاب الگوریتم مناسب طبقه‌بندی نقش زیادی را در این امر ایفا می‌کند. این مطالعه کارایی الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان (SVMs) را در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مورد بررسی و آن را با الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی مورد مقایسه قرار می‌دهد. ماشین‌های بردار پشتیبان یک گروه از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده یادگیری ماشینی هستند که در زمینه سنجش از دور مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این مطالعه، الگوریتم‌های SVM برای طبقه‌بندی کاربری اراضی منطقه میمه با استفاده از داده‌های ETM⁺ لندست مورد استفاده قرار گرفته است. طبقه‌بندی با استفاده از روش ماشین‌های بردار پشتیبان، بصورت خودکار و با استفاده از سه نوع کرنل خطی، چند جمله‌ای و شعاعی اجرا شده است. در ضمن، کارکرد این روش با روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که میانگین دقت کل و ضریب کاپا الگوریتم‌های SVM شامل کرنل خطی، چند جمله‌ای و شعاعی نسبت به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی از نظر دقت کل (حدود ۹٪) و ضریب کاپا (حدود ۱۲٪) برتری دارد. بنابراین این مطالعه کارایی و قابلیت الگوریتم‌های SVM را در طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور اثبات می‌کند.

واژه‌های کلیدی: روش شبکه عصبی مصنوعی، ماشین‌های بردار پشتیبان، کاربری اراضی، طبقه‌بندی نظارت شده، میمه.

مقدمه

است. نقشه‌های پوشش اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نقش مهمی در ارزیابی‌های منطقه‌ای و ملی ایفا می‌کنند (Knorn et al., 2009). داده‌های سنسورهای ماهواره‌ای به یک ابزار مهم در جهت مطالعه کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین برای محققان تبدیل شده است. سنجش از دور برای جمع‌آوری سریع اطلاعات کاربری اراضی و همچنین

پوشش اراضی به نوع سطح فیزیکی موجود در بخشی از زمین گفته می‌شود (Hester, 2008). آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به‌عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار

مقابل یک" است. همچنین این روش با نمونه‌های تعلیمی کوچک نیز می‌تواند دقت تصویر کلاس‌بندی شده را بخوبی ارائه دهد و این مزیت سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت کار می‌شود (Gualtieri et al., 1998).

Szuster و همکاران (۲۰۱۱) از سه روش شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال برای تهیه نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه این تحقیق، از جزیره کوچک تای از کوه تائو در تایلند استفاده کردند و نتیجه گرفتند که روش ماشین بردار پشتیبان از دقت بالاتری برای تهیه نقشه کاربری بهره‌مند است. Yousefi و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی تعیین بهترین روش طبقه‌بندی تصاویر سنجنده ETM⁺ از بین ۹ روش طبقه‌بندی نظارت شده برای استخراج نقشه کاربری اراضی شهر نور پرداختند. نتایج آنان نشان داد که روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با میانگین ضرایب کلی و کاپا به ترتیب ۹۰/۹۴ درصد و ۰/۹۵۰۳ نسبت به روش‌های دیگر دارای دقت بالاتری است.

Ojagh و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی در منطقه شهریار برای تهیه نقشه کاربری اراضی از سه روش شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال استفاده کردند و نتیجه گرفتند که روش شبکه عصبی از دقت بالاتری برای تهیه نقشه کاربری بهره‌مند است. Arekhi (۲۰۱۴) به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی دشت عباس استان ایلام از روش‌های شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال استفاده کرد. نقشه پوشش اراضی منطقه به چهار کلاس اراضی کشاورزی، مرتع فقیر، اراضی بایر و پهنه‌های ماسه‌ای طبقه‌بندی شد. نتایج او نشان داد که روش طبقه‌بندی شبکه عصبی، قابلیت تهیه نقشه پوشش اراضی را با صحت بالا دارد.

در این مطالعه، ماشین‌های بردار پشتیبان (SVMs) برای طبقه‌بندی کاربری اراضی منطقه میمه در استان ایلام و با استفاده از تصویر ماهواره‌ای ETM⁺ لندست کسب شده در سال ۱۳۸۶ مورد استفاده قرار گرفته است. سه نوع کرنل (خطی، چند جمله‌ای و شعاعی) برای فرایند طبقه‌بندی

کاهش هزینه‌ها نسبت به روش‌های مطالعاتی زمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pal & Mathur, 2005). تجزیه و تحلیل این داده‌ها می‌تواند بینش‌های صحیح را برای تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند. به‌ویژه استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی می‌تواند به انسان برای شناسایی پوشش زمین کمک کند (Hwang, 2005).

هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد. البته انتخاب روش مناسب طبقه‌بندی نقش مهمی در این امر ایفا می‌کند. محققان در راستای توسعه روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته طبقه‌بندی، برای بهبود دقت طبقه‌بندی، تلاش‌های وسیع و گسترده‌ای را انجام داده‌اند که از جمله این روش‌ها می‌توان به ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی اشاره کرد.

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) یک روش جدید طبقه‌بندی غیر پارامتری است (Lu & Weng, 2007) که بر فرض توزیع نرمال داده‌ها بستگی ندارد (Dixon & Candade, 2008; Foody, 2004). به دلیل استفاده ترکیبی از چند توابع غیر خطی فعال در لایه‌های مختلف، دقت توصیف فرایندهایی که می‌توانند داده‌های ورودی را به کلاس‌های خروجی تبدیل کنند، دشوار است (Kavzoglu & Mather, 2003). به همین دلیل به شبکه عصبی مصنوعی تکنیک جعبه سیاه (black box) می‌گویند (Qiu & Jensen, 2004). این روش به علت اینکه در آن هیچ پیش فرضی در مورد توزیع داده‌ها نشده است به‌عنوان یک ابزار با ارزش برای طبقه‌بندی کاربری‌ها بشمار می‌آید. به همین علت توسعه مدل‌های طبقه‌بندی به کمک شبکه‌های عصبی در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است (Irmak et al., 2006 و Subramaniana et al., 1997).

ماشین‌بردار پشتیبان یکی از روش‌های جدیدی است که برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور استخراج نقشه کاربری اراضی استفاده می‌شود. تحقیقات در مورد پیدا کردن روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای همچنان ادامه دارد. ماشین بردار پشتیبان از روش‌های است که اخیراً معرفی شده است (Jensen, 2005). یکی از مزایای این روش "یک در

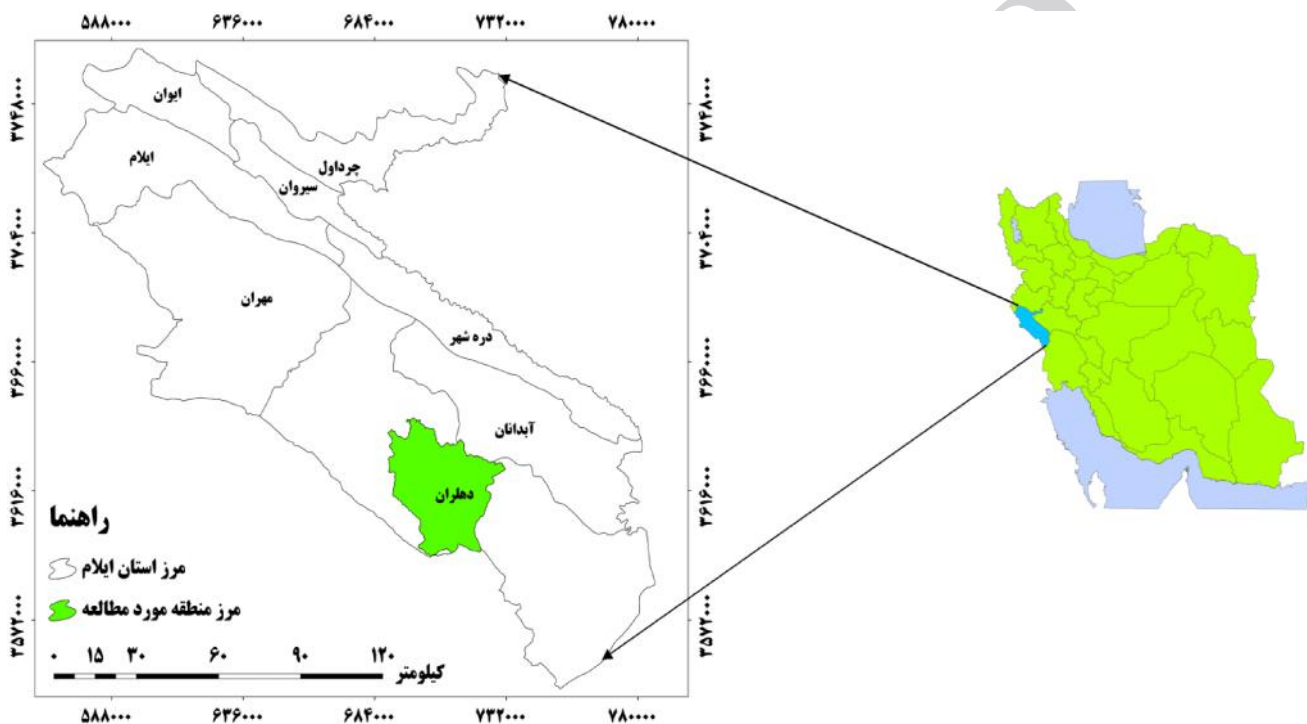
دهلران و در استان ایلام قرار گرفته است که از نظر موقعیت $47^{\circ}03'21''$ تا $47^{\circ}28'37''$ طول شرقی و $32^{\circ}27'52''$ تا $32^{\circ}52'51''$ عرض شمالی واقع شده است. حداکثر ارتفاع منطقه ۲۲۴۴ متر و حداقل ارتفاع آن برابر ۱۱۱۵ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط بارندگی منطقه مورد مطالعه حدود ۲۶۵/۵ میلی‌متر می‌باشد و دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران و استان ایلام نشان می‌دهد.

ماشین بردار پشتیبان به‌کار رفته و کارآمدی طبقه‌بندی این کرنل‌ها آنالیز شده است. همچنین کارآمدی روش‌های ماشین‌های بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی با هم مقایسه و بصورت آماری تحلیل گردیده است.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

منطقه میمه با مساحت ۱۱۴۱۷۸/۵ هکتار، در شهرستان



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان ایلام

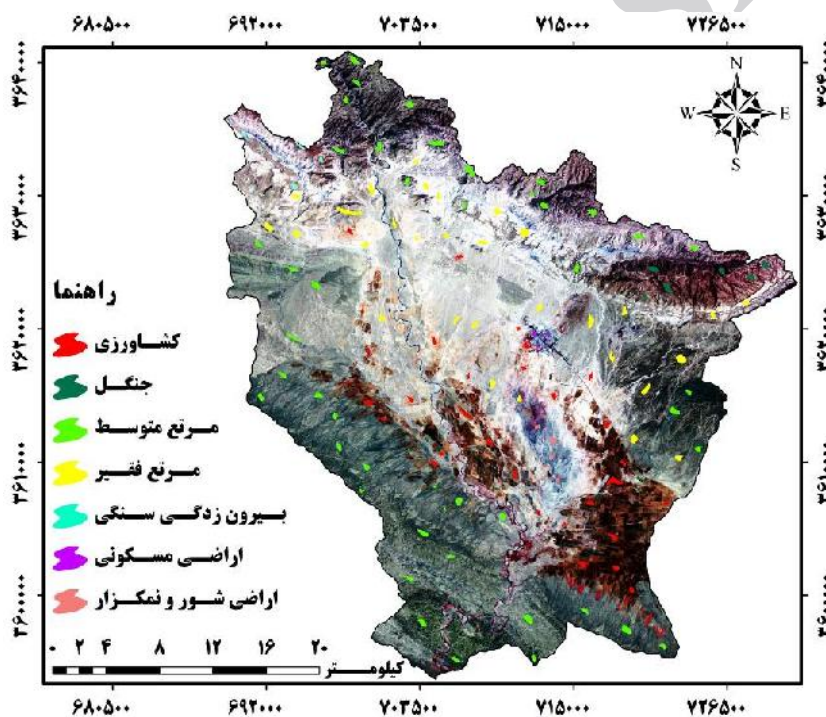
برش داده شد. سپس تصحیحات رادیومتریک را بر روی تصویر اعمال و مرز منطقه را از تصویر جدا کردیم. تصویر برش داده شده با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده به ۷ طبقه (پوشش کشاورزی، جنگل، مرتع متوسط، مرتع فقیر، بیرون‌زدگی سنگی، اراضی مسکونی و اراضی شور و نمک‌زار) طبقه‌بندی شده و با استفاده از تصویر ترکیب رنگی کاذب و اطلاعات کمکی تفسیر شد. طبقه‌هایی که بصورت خالص تفکیک شده بودند، مشخص شدند و آنهایی که دارای

روش تحقیق

داده ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق عبارت است از یک تصویر ماهواره لندست سنجنده ETM⁺ سال ۱۳۸۶ می‌باشد. این تصویر دارای قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر است. از نقشه‌های ۱/۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و ۱/۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری برای ژئورفرنس کردن تصاویر مربوطه استفاده شده است. در مرحله بعد مرز منطقه میمه با استفاده از نقشه رقومی اصلاح شده استان

در صد و با استفاده از دیگر روش‌ها مانند بازدید میدانی تهیه شد. نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای در شکل ۲ آمده است. در این مطالعه، از روش نمونه‌برداری تصادفی برای طبقه‌بندی داده‌ها استفاده شد. نمونه‌ها با توجه به نقشه کاربری اراضی و بازدیدهای محلی از منطقه مورد مطالعه با استفاده از GPS تعدادی پلی‌گون به روش تصادفی از هر گروه کاربری اراضی ثبت گردید. به منظور بررسی دقت طبقه‌بندی تصویرها، با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، نسبت به محاسبه صحت با استفاده از ماتریس خطا و محاسبه پارامترهای آماری صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولیدکننده و دقت استفاده کننده اقدام شد.

اختلاط بین طبقه‌های مختلف بودند دوباره به زیر طبقات جزئی‌تر تفکیک شده‌اند و دوباره تفسیر و طبقه‌هایی که در یک گروه پوشش قرار گرفتند با یکدیگر تلفیق و در نهایت نقشه پوشش گیاهی در ۷ طبقه به دو روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی تولید شد. نقشه‌های تولیدی مربوط به هر الگوریتم با نقشه پوشش گیاهی استان ایلام، تهیه شده توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور مقایسه شدند و در نهایت بهترین الگوریتم مشخص شد. به منظور بررسی صحت طبقه‌بندی نیز مقایسه‌ای با نقشه‌های کاربری موجود و همچنین بازدیدهای میدانی انجام گردید. به این صورت که نقشه مرجع یا واقعیت زمینی از تمامی قسمت‌های منطقه مورد مطالعه و بطور صد



شکل ۲- نقشه نقاط واقعیت زمینی

رقومی و چاپ شده موجود منطقه و نرم‌افزارهای ENVI 4.2 و ArcGIS 9.3 استفاده گردید.

طبقه‌بندی تصویر

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آنها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی

مواد استفاده شده

در این تحقیق از تصویر ماهواره‌ای لندست (ETM⁺) مسیر ۱۶۶، ردیف ۳۷، مربوط به ۱۳۸۶/۳/۴ و قدرت تفکیکی مکانی ۳۰ متر، نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ رقومی و کاغذی سازمان نقشه‌برداری و دیگر اطلاعات

بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج تهیه نقشه کاربری اراضی در منطقه خشک و نیمه‌خشک میمه استان ایلام استفاده شده است. به منظور حذف پیکسل‌های منفرد و پراکنده در سطح تصویر طبقه‌بندی شده و همچنین بدست آوردن تصویر مطلوب و با وضوح بیشتر، از فیلتر پایین‌گذرنا در اندازه ۵×۵ پیکسل استفاده شد.

الگوریتم طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی یک شبکه عصبی شامل اجزاء سازنده لایه‌ها و وزن‌هاست. رفتار شبکه نیز وابسته به ارتباط بین اعضاء است. همان‌طور که قبلاً گفته شد هر شبکه عصبی از یک مجموعه نرون و لایه تشکیل شده است. پارامترهای آموزشی بهینه برای شبکه عصبی مصنوعی برای منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- بهترین مقادیر پارامترها برای ایجاد شبکه بهینه در منطقه مطالعاتی

مقادیر بهینه	پارامترهای مورد استفاده در شبکه عصبی مصنوعی
۰/۹۰۰۰	آموزش سهم آستانه
۰/۲۰۰۰	میزان آموزش
۰/۹۰۰۰	مقدار میزان حرکت
۰/۱۰۰۰	آموزش میزان خطای معیارهای خروج
۱	تعداد لایه‌های پنهان
۱۰۰۰	تعداد تکرار آموزش

به نقطه بهینه کلی تابع، ۳- تعیین خودکار ساختار و توپولوژی بهینه برای طبقه‌بندی کننده، ۴- مدل کردن توابع تمایز غیرخطی با استفاده از هسته‌های غیرخطی و مفهوم حاصل ضرب داخلی در فضاها هیلبرت.

ماشین‌بردار پشتیبان الگوریتمی است که نوع خاصی از مدل‌های خطی را می‌یابد که حداکثر حاشیه ابر صفحه را حاصل می‌کنند. حداکثر کردن حاشیه ابر صفحه منجر به حداکثر شدن تفکیک بین طبقات می‌شود. به نزدیک‌ترین نقاط آموزشی به حداکثر حاشیه ابر صفحه، بردارهای پشتیبان اطلاق می‌گردد. البته تنها از این بردارها (نقاط) برای مشخص

اطلاعات ماهواره‌ای گفته می‌شود. به عبارتی طبقه‌بندی پیکسل‌های تشکیل‌دهنده تصاویر، اختصاص دادن یا معرفی کردن هر یک از پیکسل‌ها به کلاس یا پدیده خاصی را، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای می‌گویند (علوی‌پناه، ۱۳۸۴). در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای پیکسل‌های با ارزش عددی یکسان در یک گروه قرار می‌گیرد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به شکل نظارت‌نشده یا نظارت‌شده انجام می‌شود. در طبقه‌بندی نظارت شده برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده می‌گردد، بدین معنی که با تعریف پیکسل‌های مشخصی از تصویر برای هر یک از کلاس‌ها، عمل طبقه‌بندی در قالب کلاس‌های در نظر گرفته شده انجام می‌شود.

در این تحقیق برای طبقه‌بندی از دو الگوریتم ماشین

الگوریتم طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان

ماشین‌بردار پشتیبان یک طبقه‌بندی کننده دودویی غیر آماری است که در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Mantero et al., 2005). ماشین‌های بردار پشتیبان یکی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده خطی داده‌ها می‌باشند که در اختصار آنها را با نام SVM می‌شناسند و اولین بار توسط Boser و Vapnik معرفی شدند (Scholkopf & Smola, 2000). ماشین‌های بردار پشتیبان دارای خواص زیر هستند:

۱- طراحی طبقه‌بندی کننده با حداکثر تعمیم، ۲- رسیدن

آموزشی X_i پارامترهای a_i , b تعیین‌کننده ابر صفحه هستند. اگر داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک نباشند رابطه بالا به رابطه (۲) تغییر می‌یابد:

$$Y = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^N y_i a_i K(X \times X_i) + b \right) \quad (2)$$

تابع $K(X, X_i)$ تابع کرنلی است که برای ایجاد ماشین‌های با انواع مختلفی از سطوح تصمیم‌گیری غیر خطی در فضای داده‌ها، ضرب‌های داخلی تولید می‌کند. به منظور انتخاب بهترین صفحه جداکننده در طبقه‌بندی کننده SVM از مفهوم حاشیه طبقه‌بندی کننده (Classifier margin) استفاده می‌شود. اگر نرم بردار w با $\|w\|$ نمایش داده شود نقاطی از داده که در نزدیک‌ترین فاصله به مرز تصمیم‌گیری قرار دارند، بردارهای پشتیبان نامیده می‌شوند. d نمایش‌دهنده حاشیه است که در واقع فاصله بین دو کلاس می‌باشد (رابطه ۳).

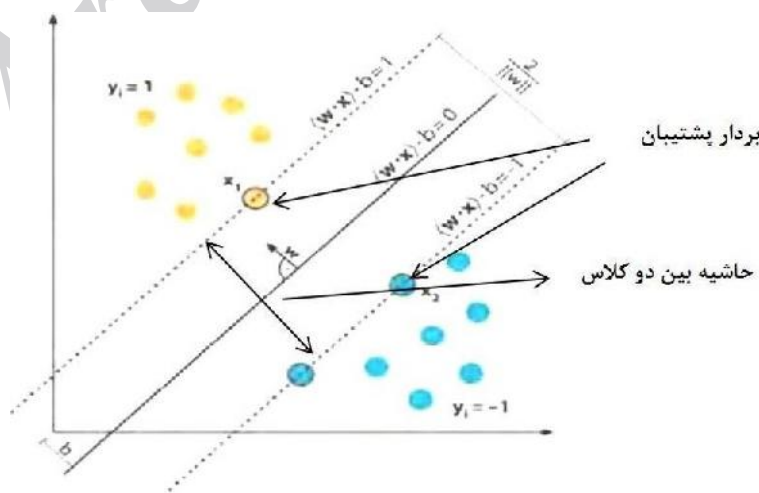
$$d = \frac{2}{\|w\|} \quad (3)$$

با توجه به مفاهیمی که برای یک طبقه‌بندی کننده خطی ذکر شد، طبقه‌بندی کننده خطی با حداکثر حاشیه جداکننده، بهترین طبقه‌بندی کننده خطی خواهد بود. شکل ۳ نمایی از ماشین بردار پشتیبان در حالت جدایی‌پذیر را نشان می‌دهد.

کردن مرز بین طبقات استفاده می‌شود (Shin et al, 2005). تفاوت اساسی این طبقه‌بندی کننده با طبقه‌بندی کننده‌های آماری در این است که برای پردازش و طبقه‌بندی داده‌های ابرطیفی نیازی به کاهش تعداد باندها ندارد. در این روش با استفاده از تمامی باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به دست می‌آید و با استفاده از آنها یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود. این نمونه‌ها را بردارهای پشتیبان می‌گویند. اگر داده‌ها به صورت خطی مجزا از هم باشند، SVM به ماشین‌های خطی برای تولید یک سطح بهینه که داده‌ها را بدون خطا و با حداکثر فاصله میان صفحه و نزدیک‌ترین نقاط آموزشی (بردارهای پشتیبان) تفکیک می‌نماید، آموزش می‌دهد. اگر نقاط آموزشی را به صورت $[x_i, y_i]$ و بردار ورودی $x_i \in R^n$ و ارزش طبقه $y_i \in \{-1, 1\}$ ، $i = 1, \dots, n$ تعریف کنیم، آنگاه در حالتی که داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک هستند، قواعد تصمیم‌گیری که تعریف می‌شود توسط یک صفحه بهینه که طبقات تصمیم‌گیری باینری را تفکیک می‌کند، به صورت رابطه ۱ است:

$$Y = \text{sign} \left(\sum_{i=1}^N y_i a_i (X \times X) + b \right) \quad (1)$$

که در آن، Y خروجی رابطه، y_i ارزش طبقه نمونه



شکل ۳- ماشین بردار پشتیبان در حالت جدایی‌پذیر

و بردار اریبی می‌باشد که فاصله فراصفحه تا مبدأ را بیان می‌کند. C پارامتر تنظیم است که بین کم شدن خطا و پیچیدگی‌های مدل تعادل برقرار می‌کند. به منظور در نظر گرفتن تداخل بین داده‌های آموزشی، متغیر $0 < \gamma$ در نظر گرفته می‌شود. برای انتقال داده‌ها به فضای با ابعاد بالاتر از تابع کرنل $K(0)$ استفاده می‌شود (Samadzadegan & Ferdosi, 2011).

توابع کرنل (هسته) مورد استفاده در ماشین‌های بردار پشتیبان معمولاً به چهار گروه تقسیم می‌شود (روابط ۵ تا ۸)، عبارتند از (Wang Lipo, 2005):

$$K(x_i, x_j) = x_i x_j$$

$$K(x_i, x_j) = (g x_i x_j + r)^d, g > 0 \quad (۶)$$

$$K(x_i, x_j) = \exp(-g \|x_i - x_j\|^2), g > 0 \quad (۷)$$

$$K(x_i, x_j) = \tanh(g x_i x_j - r) \quad (۸)$$

(Adibnejad, 2011). از نظر تئوری احتمالات، دقت کل نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی باشد. زیرا در این شاخص نقش شانس قابل توجه است.

نتایج

برای طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای ETM^+ ، کلاس‌های کاربری اراضی در هفت طبقه پوشش کشاورزی، جنگل، مرتع متوسط، مرتع فقیر، بیرون‌زدگی سنگی، اراضی مسکونی و اراضی شور و نمکزار و بعد نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه وارد شد. پس از مشخص کردن کلاس‌ها نسبت به طبقه‌بندی به دو روش طبقه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان (کرنل خطی، چند جمله‌ای و شعاعی) و شبکه عصبی مصنوعی اقدام شد. بدین ترتیب نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال ۱۳۸۶ به دست آمد (شکل‌های ۴ تا ۷).

در تعریف ساده، SVM را می‌توان الگوریتمی دانست که طی آن دو کلاس به وسیله یک ابرصفحه جداکننده که روی داده‌های آموزشی تعریف می‌شود، از هم جدا و مشخص می‌شوند (Weston & Watkins, 1998). در الگوریتم SVM مرز تصمیم‌گیری باید توانایی طبقه‌بندی درست همه نمونه‌ها را داشته باشد. چنین مرز تصمیم‌گیری که توانایی طبقه‌بندی درست همه نمونه‌ها را دارد، با حل مسئله بهینه‌سازی محدود شده مطابق رابطه ۴ بدست می‌آید.

$$\text{Minimize: } \frac{1}{2} \|W\|^2 + C \sum_{i=1}^l \xi_i \quad (۴)$$

$$\text{Subject to: } y_i (w^T x_i + b) - 1$$

در این رابطه، w بردار وزن یا بردار نرمال فراصفحه بهینه

کرنل خطی (۵)

که در این روابط:

g : عملکرد تابع کرنل برای همه کرنل‌ها بجز کرنل خطی است.

d : عملکرد تابع کرنل چند جمله‌ای است.

r : پارامتر گرایش کرنل در کرنل پایه شعاعی است.

g , d و r : پارامترهای کاربر کنترل می‌باشند که دقت و

صحت روش ماشین بردار پشتیبان را افزایش می‌دهند.

در این مطالعه نیز از سه تابع خطی، چند جمله‌ای و پایه شعاعی برای طبقه‌بندی تصویر ETM^+ لندست مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن

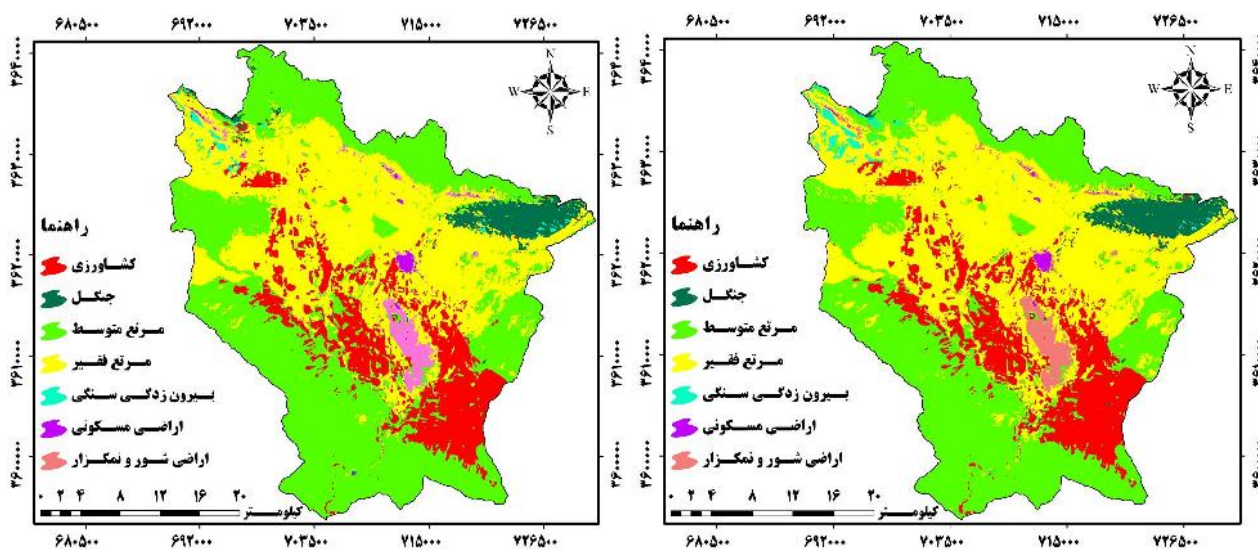
این نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است. معمول‌ترین

پارامترهای برآورد دقت شامل دقت کل (Overall

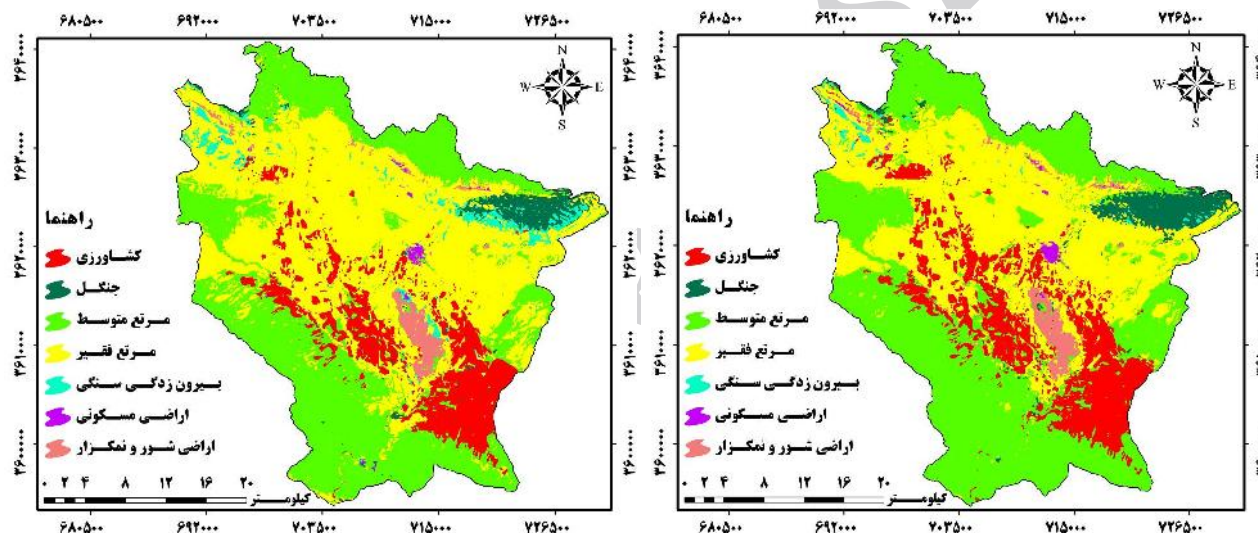
accuracy)، دقت تولیدکننده (Producer's accuracy)،

دقت کاربر (User's accuracy) و ضریب کاپا (Kappa

coefficient) هستند (Lu et al., 2004; Arekhi &



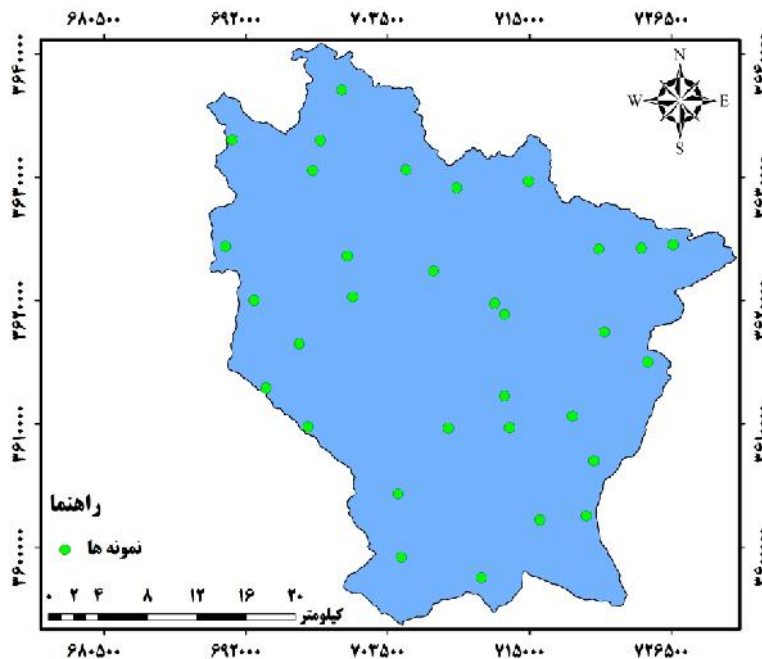
شکل ۴- نقشه کاربری اراضی منطقه به روش ماشین بردار پشتیبان خطی شکل ۵- نقشه کاربری اراضی منطقه به روش ماشین بردار پشتیبان چند جمله‌ای



شکل ۶- نقشه کاربری اراضی منطقه به روش ماشین بردار پشتیبان شعاعی شکل ۷- نقشه کاربری اراضی منطقه به روش شبکه عصبی مصنوعی

(خطای گماشته شده و خطای حذف شده)، دقت تولیدکننده، دقت استفاده کننده، دقت کل و ضریب کاپا به شرح جدول‌های ۲ تا ۶ استخراج گردید.

در مرحله بعدی با انجام عملیات میدانی، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و نمونه‌برداری تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه، ۳۲ نمونه از سطح منطقه مورد مطالعه برداشت شد (شکل ۸) و پارامترهای آماری ماتریس خطا



شکل ۸- نقشه نمونه‌های تصادفی

شده است. در حالی که سایر الگوریتم‌های روش طبقه‌بندی SVM دقت تولیدکننده بالایی را برای این کلاس نشان دادند (بالای ۹۹٪). در ضمن مشاهده شد که پایین‌ترین دقت استفاده‌کننده در مورد کلاس سنگی بوده است. این کلاس با دقت استفاده‌کننده ۳۰/۳۶٪ برای تصویر این منطقه طبقه‌بندی شده است (در حالت استفاده از شبکه عصبی مصنوعی).

طبق جدول ۶ روش ماشین بردار پشتیبان با سه تابع کرنل خطی، چند جمله‌ای و شعاعی، به ترتیب دقت کل ۹۳، ۹۵، ۹۴ و ضریب کاپای ۰/۹۰، ۰/۹۳ و ۰/۹۲ درصد را ایجاد کردند، از این رو میانگین الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان (با دقت کل ۹٪ و ضریب کاپای ۱۲٪ بالاتر) نسبت به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی (با دقت کل ۸۵ و ضریب کاپای ۰/۷۹ درصد) برای مجموعه داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از دقت بالاتری برخوردار بوده است.

مشخصات آماری دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده طبقه‌بندی تصویر ETM⁺ سال ۱۳۸۶ بر اساس دو روش ماشین بردار پشتیبان با سه تابع کرنل (خطی، چند جمله‌ای و شعاعی) و شبکه عصبی مصنوعی در شکل‌های (۹ تا ۱۲) آمده است. نتایج نشان می‌دهد که کلاس اراضی مسکونی و اراضی شور و نمکزار با دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده بالای ۹۸٪ (روش بردار پشتیبان خطی، چند جمله‌ای و شعاعی) و دقت استفاده‌کننده بالای ۹۸٪ برای این کلاس‌ها (سه کرنل ماشین بردار پشتیبان) و دقت استفاده‌کننده بالای ۹۸٪ برای کاربری کشاورزی (تمام روش‌ها) طبقه‌بندی شده است. این نشان‌دهنده قابلیت تفکیک طیفی بالا برای این کلاس‌هاست. طبق نتایج مشاهده شد که پایین‌ترین دقت تولیدکننده در مورد کلاس اراضی مسکونی بوده است. این کلاس با دقت تولیدکننده ۵۷/۰۸٪ برای تصویر این منطقه در حالت استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی طبقه‌بندی

جدول ۲- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM^+ سال ۱۳۸۶ (ماشین بردار پشتیبان خطی)

کلاس	کشاورزی	جنگل	مرتع متوسط	مرتع فقیر	بیرون‌زدگی سنگی	اراضی مسکونی	اراضی شور و نمکزار	مجموع
کشاورزی	۹۱۵۹	۱۵	۰	۰	۷	۰	۰	۹۱۸۱
جنگل	۱۲	۲۹۵۴	۵	۰	۳۳۸	۰	۰	۳۳۰۹
مرتع متوسط	۱۶۹	۶	۲۰۶۴۲	۱۳۰۳	۲۰	۰	۰	۲۲۱۴۰
مرتع فقیر	۲۴۷	۶۱	۸۷۷	۱۲۱۳۷	۱۲۷	۰	۲۰	۱۳۲۶۹
بیرون‌زدگی سنگی	۰	۷۴	۱	۰	۶۸۱	۰	۰	۱۶۱۳
اراضی مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۴۶۹	۳	۷۵۶
اراضی شور و نمکزار	۰	۰	۰	۰	۰	۴	۱۶۰۹	۴۷۲
مجموع	۹۵۷۸	۳۱۱۰	۲۱۵۲۵	۱۳۴۴۰	۱۱۷۳	۴۷۳	۱۶۳۲	۵۰۹۴۰

جدول ۳- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM^+ سال ۱۳۸۶ (ماشین بردار پشتیبان چند جمله‌ای)

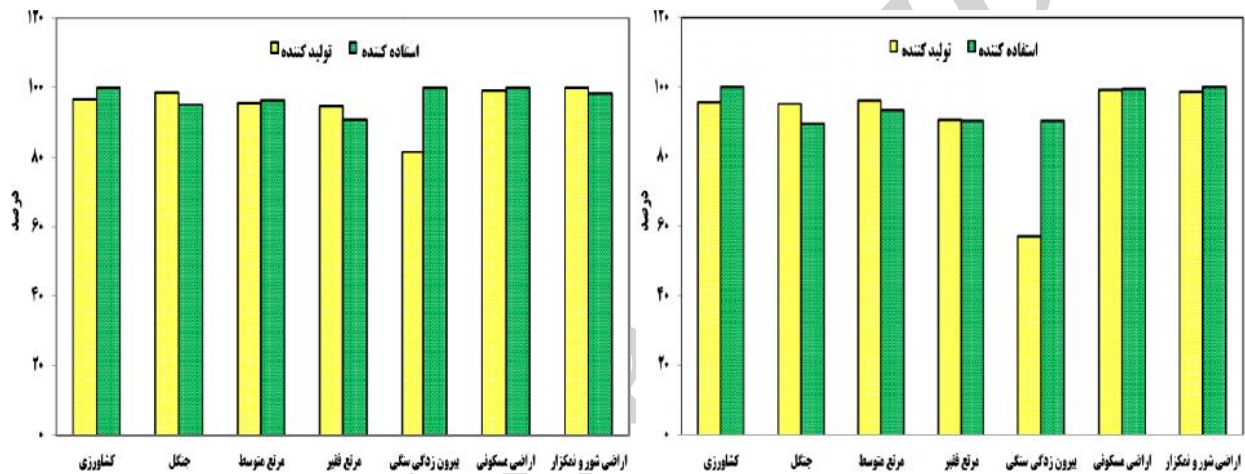
کلاس	کشاورزی	جنگل	مرتع متوسط	مرتع فقیر	بیرون‌زدگی سنگی	اراضی مسکونی	اراضی شور و نمکزار	مجموع
کشاورزی	۹۲۵۶	۳	۶	۰	۰	۰	۰	۹۲۷۴
جنگل	۱۳	۳۰۶۷	۰	۰	۱۴۷	۰	۰	۳۲۲۷
مرتع متوسط	۴۳	۰	۲۰۵۶۶	۶۹۷	۳۶	۰	۰	۲۱۳۴۲
مرتع فقیر	۲۶۶	۴۰	۹۵۳	۱۲۷۲۲	۳۵	۰	۳	۱۶۵۴
بیرون‌زدگی سنگی	۰	۰	۰	۰	۹۵۵	۰	۰	۹۵۵
اراضی مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۴۶۹	۰	۴۶۹
اراضی شور و نمکزار	۰	۰	۰	۲۱	۰	۴	۱۶۲۹	۱۶۵۴
مجموع	۹۵۸۷	۳۱۱۰	۲۱۵۲۵	۱۳۴۴۰	۱۱۷۳	۴۷۳	۱۶۳۲	۵۰۹۴۰

جدول ۴- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM^+ سال ۱۳۸۶ (ماشین بردار پشتیبان شعاعی)

کلاس	کشاورزی	جنگل	مرتع متوسط	مرتع فقیر	بیرون‌زدگی سنگی	اراضی مسکونی	اراضی شور و نمکزار	مجموع
کشاورزی	۹۳۲۵	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۹۳۲۸
جنگل	۹	۲۹۷۹	۵	۰	۳۵۴	۰	۰	۳۳۴۷
مرتع متوسط	۶۹	۹	۲۰۶۹۵	۱۱۳۵	۲۹	۰	۰	۲۱۹۳۷
مرتع فقیر	۱۸۴	۴۶	۸۲۵	۱۲۲۸۵	۶۳	۰	۳	۱۳۴۰۶
بیرون‌زدگی سنگی	۰	۷۳	۰	۰	۷۲۷	۰	۰	۸۰۰
اراضی مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۴۷۲	۱	۴۷۳
اراضی شور و نمکزار	۰	۰	۰	۲۰	۰	۱	۱۶۲۸	۱۶۴۹
مجموع	۹۵۸۷	۳۱۱۰	۲۱۵۲۵	۱۳۴۴۰	۱۱۷۳	۴۷۳	۱۶۳۲	۵۰۹۴۰

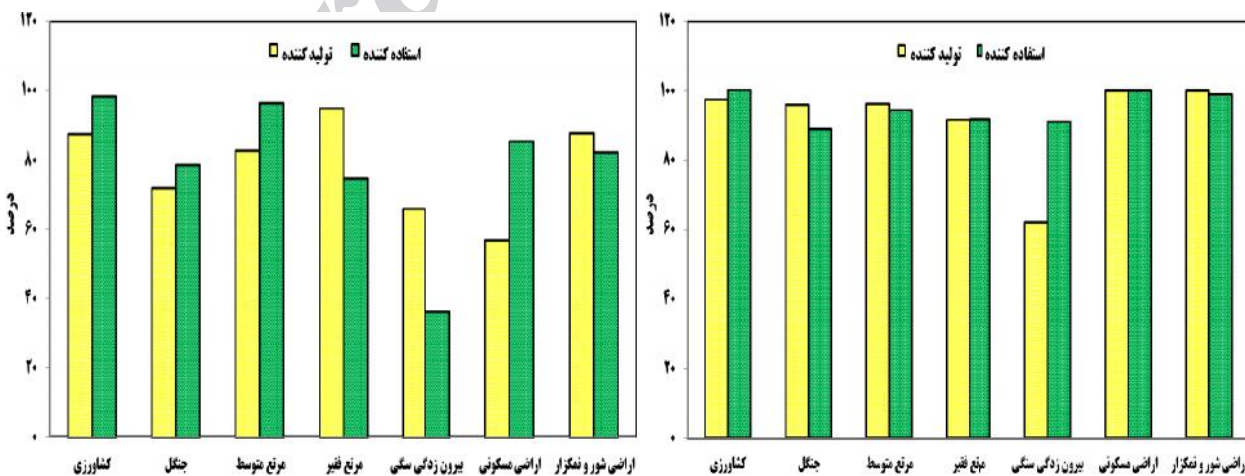
جدول ۵- ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر ETM⁺ سال ۱۳۸۶ (روش شبکه عصبی مصنوعی)

کلاس	کشاورزی	جنگل	مرتع متوسط	مرتع فقیر	بیرون‌زدگی سنگی	اراضی مسکونی	اراضی شور و نمکزار	مجموع
کشاورزی	۸۳۹۲	۴۱	۹۸	۷	۴	۰	۰	۸۵۴۲
جنگل	۳۰۲	۲۲۴۲	۹۴	۱۸	۱۸۷	۰	۹	۲۸۵۲
مرتع متوسط	۱۱۴	۳۹	۱۷۸۳۲	۳۸۵	۱۳	۲۹	۴۵	۱۸۴۵۷
مرتع فقیر	۶۳۲	۲۱۷	۳۱۸۲	۱۲۶۲۶	۱۹۵	۱	۴۶	۱۶۸۹۹
بیرون‌زدگی سنگی	۱۴۷	۵۷۱	۲۴۳	۳۱۶	۷۷۴	۴	۷۷	۲۱۳۲
اراضی مسکونی	۰	۰	۲۳	۲	۰	۲۷۰	۲۱	۳۱۶
اراضی شور و نمکزار	۰	۰	۵۳	۸۶	۰	۱۶۹	۱۴۳۴	۱۷۴۲
مجموع	۹۵۸۷	۳۱۱۰	۲۱۵۲۵	۱۲۴۴۰	۱۱۷۳	۴۷۳	۱۶۳۲	۵۰۹۴۰



شکل ۹- دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده به روش ماشین بردار پشتیبان خطی شکل ۱۰- دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده به روش ماشین بردار

پشتیبان چند جمله‌ای



شکل ۱۱- دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده به روش ماشین بردار پشتیبان شعاعی شکل ۱۲- دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده به روش شبکه عصبی

مصنوعی

جدول ۶- ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصویر ETM^+ با استفاده از دو روش ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی

مصنوعی

روش	دقت کل (درصد)	ضریب کاپا (درصد)
ماشین بردار پشتیبان	تابع خطی	۹۳/۵۴
	تابع چند جمله‌ای	۹۵/۵۴
	تابع شعاعی	۹۴/۴۴
شبکه عصبی مصنوعی	۸۵/۵۳	۷۹/۹۷

بحث

روش‌های مختلفی برای استخراج نقشه کاربری اراضی وجود دارد که در این میان تکنیک سنجش از دور به دلیل ویژگی‌های خاص از جمله دید وسیع، یکپارچگی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی الکترومغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، دوره بازگشت کوتاه و امکان بکارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کم هزینه بودن و سریع تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن امکان پایش منطقه در گذشته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان (SVMs) برای بسیاری از مشکلات طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه گزارش شده است که این الگوریتم نتایج طبقه‌بندی دقیق‌تری نسبت به روش‌های معمول ارائه می‌دهد، اما انتخاب بهترین نوع کرنل مبحث مهمی است که کارایی این الگوریتم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این مطالعه، توابع خطی، چند جمله‌ای، شعاعی و حلقوی به‌عنوان توابع کرنل برای طبقه‌بندی تیپ‌های اصلی کاربری زمین در منطقه میمه مورد استفاده قرار گرفتند. در این مطالعه، کارآمدی طبقه‌بندی SVMs با توابع کرنل مختلف با روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی مقایسه شد. نتایج نشان داد که روش SVMs نسبت به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی از لحاظ دقت کل (حدود ۹٪) و ضریب کاپا (حدود ۱۲٪) برتر بود. همچنین این روش در تمامی کلاس‌ها نسبت به روش دیگر دقیق‌تر می‌باشد. دقت بالای SVM را باید در توانایی آن در شناسایی فوق صفحه جدا کننده بهینه نسبت بدهیم. از

لحاظ آماری، فوق صفحه جدا کننده بهینه که توسط الگوریتم SVM مشخص شده است، باید با کمترین خطا نسبت به دیگر صفحات جدا کننده توسط سایر طبقه‌بندی‌ها، تعمیم داده شود. نقطه کلیدی SVM این است که به جستجوی فوق صفحه بهینه بین کلاس‌ها می‌گردد و داده‌های آموزشی کمتری را برای طبقه‌بندی نیاز دارد. به علاوه اینکه برای حالتی که داده‌ها به صورت خطی تفکیک پذیر نیستند، SVM از روش کرنل برای انتقال داده‌ها به یک فضای ویژگی با ابعاد بالا استفاده می‌کند که داده‌ها در آنجا به صورت خطی تفکیک پذیر می‌شوند. از طرفی این روش از لحاظ محاسباتی سریع بوده، همچنین این روش از قوانین بهینه‌سازی برای مکان‌یابی مرزهای بهینه بین کلاس‌های کاربری استفاده می‌کند، در نتیجه جایگزین مناسبی برای سایر الگوریتم‌های معمول طبقه‌بندی می‌باشد. SVM دارای قابلیت‌های ارزشمندی است که آنرا نسبت به دیگر تکنیک‌های موجود برتر کرده است، از جمله اینکه SVM در آموزش خود مشکل بهینه‌های محلی را ندارد، دسته‌بندی کننده را با حداکثر احتمال تعمیم بنا می‌کند، ساختار و توپولوژی خود را بصورت بهینه تعیین می‌نماید و توابع غیر خطی را به راحتی و با محاسبات کم، با استفاده از کرنل‌های غیر خطی و مفهوم حاصلضرب داخلی در فضای هیلبرت تشکیل می‌دهد.

در ضمن، کلاس اراضی مسکونی و اراضی شور و نمکزار با دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده بالای ۹۸٪ (روش بردار پشتیبان خطی، چند جمله‌ای و شعاعی) و دقت استفاده

- Arekhi, S., 2014. Comparing accuracy of artificial neural network, Support Vector Machine and maximum likelihood Algorithms for land use classification (Case study: Dashat Abbas arid region, Ilam Province). *Journal Range management*, 2: 30-43.
- Arekhi, S. and Adibnejad, M., 2011. Efficiency assessment of the of Support Vector Machines for land use classification using Landsat ETM+ data (Case study: Ilam Dam Catchment). *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, 18 (11):420-440
- Dixon, B. and Candade, N., 2008. Multispectral landuse classification using neural networks and support vector machines: one or the other, or both?. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4): 1185-1206.
- Foody, G. M., 2004. Supervised image classification by MLP and RBF neural networks with and without an exhaustively defined set of classes'. *International Journal of Remote Sensing*, 25(15): 3091-3104.
- Gualtieri, J. A. and Cromp, R. F., 1998. Support vector machines for hyperspectral remote sensing classification. In: *Proceedings of the 27th AIPR Workshop: Advances in Computer Assisted Recognition*, Washington, DC, 27 October. SPIE, Washington, DC, 221-232.
- Hester, D. B., 2008. Land Cover Mapping and Change Detection in Urban Watersheds Using QuickBird High Spatial Resolution Satellite Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 31(2): 455-475.
- Hwang, D. J., 2005. Hawaii coastal hazard mitigation guidebook. Honolulu: NOAA Hawaii Coastal Zone Management Program.
- Irmak, A., Jones, J. W., Batchlor, W. D., Irmak, S., bootek, K. J. and Paz, J. O., 2006. Artificial neural network model as a data analysis tool in precision farming. *American Society of Agricultural Engineers*, pp: 2027-2037.
- Jensen, J., 2005. *Introductory digital image processing: A remote sensing perspective* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 526p.
- Kavzoglu, T. and Mather, P. M. 2003. The use of backpropagating artificial neural networks in land covers classification. *International Journal of Remote Sensing*, 24 (23): 4907-4938.
- Knorn, J., Rabe, A., Radeloff, C.V., Kuemmerle, T., Kozak, J. and Hostert, P., 2009. Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sens. Environ*, 113: 957-964.
- Lu, D. and Weng, Q., 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5): 823-870.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E., and Moran, E., 2004. کننده بالای ۹۸٪ برای این کلاس‌ها (سه کرنل ماشین بردار پشتیبان) و دقت استفاده کننده بالای ۹۸٪ برای کاربری کشاورزی (تمام روش‌ها) طبقه‌بندی شده است. این نشان‌دهنده قابلیت تفکیک طیفی بالا برای این کلاس است. در این تحقیق، بالاترین دقت طبقه‌بندی مربوط به سه کرنل، چند جمله‌ای، حلقوی و کرنل خطی می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد که الگوریتم‌های ماشین‌بردار پشتیبان مزیت‌های زیادی نسبت به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی دارد و می‌تواند دقت طبقه‌بندی بالاتری داشته باشد. در نتیجه جایگزین خوبی برای الگوریتم‌های معمول طبقه‌بندی می‌باشد. گرچه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان، صحت بالاتری در مقایسه با روش طبقه‌بندی شبکه عصبی ارائه می‌دهد، اما روش شبکه عصبی مصنوعی نیز برای طبقه‌بندی پوشش اراضی مناسب است و در این مطالعه صحت قابل قبولی را ارائه داد. مثلاً دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده بعضی از کلاس‌های کاربری‌ها به بالای ۸۰٪ می‌رسد. همچنین دقت کل این روش ۸۵/۵۳٪ برآورد شده که بیان شده است دقت بالای ۸۵٪ برای طبقه‌بندی مناسب است (علوی پناه، ۱۳۸۴).
- نتایج بدست‌آمده در این تحقیق با نتایج Ojagh و همکاران (۲۰۱۵) و Arekhi (۲۰۱۴) مخالف، ولی در راستای تحقیق Szuster و همکاران (۲۰۱۱) و Yousefi و همکاران (۲۰۱۱) بوده است.
- انتخاب هر تابع و هر روشی وابسته به کاربرد مورد نظر و پارامترهای آن، از جمله نمونه‌های آموزشی، سیستم طبقه‌بندی، پردازش تصویر، دقت و زمان مورد نیاز، نیاز و مهارت کاربر، مقیاس منطقه مورد مطالعه، منابع در دسترس و ... دارد و برای تصمیم‌گیری درست‌تر به تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز می‌باشد.
- منابع مورد استفاده**
علوی پناه، س. ک.، ۱۳۸۴. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۸ص.

- Scholkopf, B. and Smola, A. J., 2000. Statistical learning and kernel methods. Cambridge, MA: MIT Press, pp: 29.
- Shin, S. K., Lee S. T. and Hyun K. J., 2005. An application of support vector machines in bankruptcy prediction model. *Expert Systems with Applications*, 28, 127-135.
- Subramaniana, S., Gata, N., Sheffield, A. M., Barhenb, J. and Toomaria, N., 1997. Methodology for hyperspectral image classification using novel neural network. *Society of Photo- Optical Instrumentation Engineers, Bellingham*, 128-137.
- Szuster, B. W., Chen, Q. and Borger, M., 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31: 525-532.
- Weston, J. and Watkins, C., 1998. Multi-class support vector machines (Technical Report CSD-TR-98-04). Department of Computer Science, Royal Holloway, University of London, Egham, UK.
- Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaee, S., Moradi, H. R. and Tavangar, Sh., 2011. Comparison of different classification algorithms in satellite imagery to produce land use maps (Case study: Noor city). *Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science*, 2 (2): 15-24.
- Change detection techniques. *INT Journal of Remote Sensing*, 25 (12): 2365–2407.
- Mantero, P., Moser, G. and Serpico, S. B., 2005. Partially supervised classification of remote sensing images through SVM-based probability density estimation, *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing*, 43 (3): 559-570.
- Ojaghi, S., Ebadi, H. and Farnood Ahmadi, F., 2015. Using artificial neural network for classification of high resolution remotely sensed images and assessment of its performance compared with statistical methods. *American Journal of Engineering, Technology and Society*, 2(1): 1-8.
- Pal, M. and Mather, P. M., 2005. Support vector machines for classification in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 26(5): 1007-1011.
- Qiu, F. and Jensen, J. R., 2004. Openingtheblackboxofneuralnetworks for remote sensing image classification. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9): 1749-1768.
- Samadzadegan, F. and Ferdosi E., 2011. Optimizing Feature Space of Support Vector Machines Based on Simulated Annealing Algorithm to Classify Polarimetric Images. *Geospatial Engineering Journal*, 2 (4): 67-76.

Archive SID

Evaluation of SVM with Kernel method (linear, polynomial, and radial basis) and neural network for land use classification

H. Fathizad^{1*}, A. Safari², M. Bazgir³ and Gh. Khosravi⁴

1*-Corresponding author, Ph.D. Student of Combating Desertification, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Iran, Email: hasan.fathizad@gmail.com

2-Ph.D. Student, Department of Watershed, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

3-Assistant Professor, Department of Water Resources, Ilam University, Iran

4- Ph.D. Student, Department of Watershed, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received:12/21/2014

Accepted: 6/1/2015

Abstract

Image classification is always one of the most important issues in remote sensing, and the obtained information from image classification is widely used in this field and other applications like urban planning, natural resource management, agriculture, etc. Since the main purpose of processing satellite images is preparing subjective and practical maps, choosing a suitable classification algorithm has an essential role. This paper studies the efficacy of Support Vector Machines (SVM) algorithm regarding satellite image classifications and compares it to artificial neural network algorithm. SVM is a group of classified and observed mechanical learning algorithms, used in remote sensing. In this study, SVM algorithms were employed for land use classification of Meymeh area using ETM⁺ landsat data. The classification via SVM was automatically performed by three types of linear Kernel, polynomial, and radial basis. Besides, the performance of this method was compared to that of artificial neural network classification method. Results showed that the average overall accuracy and Kappa coefficient of SVM algorithms, including linear Kernel, polynomial and radial basis, were respectively 9 percent and 12 percent more efficient than artificial neural network classification. Consequently, this study substantiates the efficiency and sufficiency of SVM algorithms in classification of remote sensing images.

Keywords: Neural network method, support vector machines, land use, supervised classification, Meymeh.