مقایسه روش‌های طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج کاربری‌های اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM

محمد حسین مختاری[1*] و احمد نجفی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۲)

چکیده

طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری‌های اراضی یکی از پرکاربردترین موارد در استفاده از داده‌های سنجش از دور است. تعدادی از روش‌های پیشرفته‌تر طبقه‌بندی در دهه‌های گذشته توسعه پیداکرده‌اند که از آنها می‌توان به شبکه‌های عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان اشاره کرد. در این مطالعه از تصاویر لندستTM باقدرت تفکیک ۳۰ متر جهت استخراج کاربری‌های اراضی با استفاده از دو روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان اقدام شد. نتایج، دقت بالای طبقه‌بندی‌های شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان با کرنل شعاعی، هر کدام به‌ترتیب با دقت کلی ۹۰/۶۷ و ۹۱/۶۷ درصد را نشان داد. ماشین بردار پشتیبان کلاس‌هایی را که دارای خصوصیات طیفی مشترک بودند بهتر تفکیک کرد. همچنین در قسمت‌های مرزی دو نوع کاربری، ماشین بردار پشتیبان قابلیت جداسازی بهتری نسبت به شبکه عصبی داشت و مرز بین دو کلاس ملموس تر بود. با توجه به نتایج گرفته شده، هر دو روش شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی کاربری‌های اراضی خوب بوده، اما روش ماشین بردار پشتیبان با اختلاف ۱ درصد در دقت کلی و ۲درصد در ضریب کاپا بهتر بود. دقت بالای ماشین بردار پشتیبان می‌تواند ناشی از مرز تصمیم‌گیری بهینه آن باشد درحالی‌که شبکه عصبی نمی‌تواند این مرز را ایجاد کند.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، کاربری اراضی، طبقه‌بندی، شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان

۱. گروه منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۲. گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:mokhtari.mh@gmail.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]

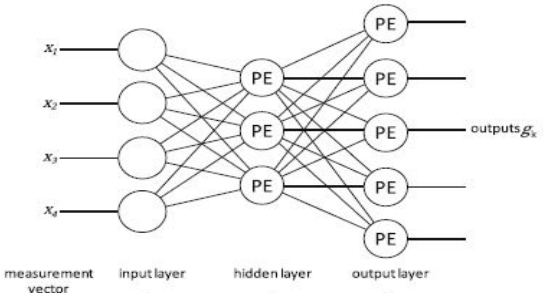
مقدمه

طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری‌های اراضی یکی از پرکاربردترین موارد در استفاده از داده‌های سنجش از دور است (۸). روش‌های متعددی از طبقه‌بندی‌ها در دهه‌های گذشته توسعه پیدا کرد. برای تفکیک پدیده‌های موضوعی و استخراج دقیق‌تر اطلاعات روش‌های طبقه‌بندی مختلفی وجود دارد که با توجه به نوع روش مورد استفاده نتایج متفاوتی حاصل می‌شود (۲). طبقه‌بندی کننده‌ها می‌توانند به دو دسته عمومی و پیشرفته تقسیم شوند. از روش‌های طبقه‌بندی عمومی می‌توان به حداکثر احتمال (Maximum likelihood classification (MLC)) و کمترین فاصله (Minimum distance classification (MDC)) اشاره کرد. همچنین از طبقه‌بندی‌های پیشرفته، شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial neural networks classification (aNNC))، درخت تصمیم‌گیری (Decision tree)، ماشین بردار پشتیبان (Support vector machine (SVM)) و طبقه‌بندی شی‌گرا (Object based) را می‌توان نام برد (۱۳). هر الگوریتم طبقه‌بندی یک روش پیاده‌سازی مخصوص به خود دارد و بسته به روشی که برای طبقه‌بندی تصویر در پیش می‌گیرد و همچنین امکاناتی که نرم‌افزار مورد استفاده در اختیار قرار می‌دهد باهم متفاوت خواهند بود. معمولاً هر چه الگوریتم روش قوی‌تر باشد، نیاز به مراحل بیشتر و همچنین صرف زمان و دقت بیشتر است (۳). بعضی از طبقه‌بندی‌ها یک پیکسل را مخلوطی از چند کلاس درنظرمی‌گیرند و بعضی دیگر یک پیکسل را فقط به یک کلاس نسبت می‌دهند که دسته اول به طبقه‌بندی کننده نرم (Soft classifier) و دسته دوم به طبقه‌بندی کننده سخت (Hardclassifier) مشهورند (۱۳).

به‌طورکلی طبقه‌بندی طی مراحلی انجام می‌شود که در ابتدا همه کلاس‌هایی که در منطقه وجود دارند شناخته می‌شود، سپس داده‌های مورد نیاز که داده‌های آموزشی (Training data) نام دارند توسط بازدیدهای صحرایی، نقشه‌ها و عکس‌های هوایی تولید می‌شوند. از این داده‌های آموزشی برای طبقه‌بندی استفاده شده که گاهی نشانه یا امضاء (Signiture) نیز نامیده می‌شوند، سپس الگوریتم طبقه‌بندی اعمال می‌گردد و کل تصویر طبقه‌بندی می‌شود. در انتها نیز نقشه موضوعی (Thematic) به همراه جدولی که دارای اطلاعات طبقه‌بندی است ایجادشده و مساحت هر کلاس طبقه‌بندی شده قابل اندازه‌گیری است، بعد از تولید نقشه، دقت آن با استفاده از داده‌های آزمون (Testing data) مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (۱۳).

در گذشته چندین نوع از این روش‌ها مورد استفاده محققین قرارگرفته و مقایسه شده‌اند: در تحقیقی که در اسپانیا در سال ۲۰۰۲ انجام شد میزان دقت روش ماشین بردار پشتیبان که با کرنل‌های مختلف انجام شده بود را با سه روش طبقه‌بندی شبکه عصبی، حداکثر احتمال و طبقه‌بندی ساختار درختی مقایسه کردند و نتایج آنها نشان داد که روش ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با روش‌های دیگر، بیشترین دقت و حداکثر احتمال، کمترین دقت را داشت (۹). تحقیقی دیگر در سال ۲۰۱۲ در مقایسه‌ای که بین دو طبقه‌بندی شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان بر روی تصاویر +ETM برای استخراج کاربری اراضی در شهر وهان (Wuhan) چین انجام دادند نتیجه گرفتند که هر دو نوع طبقه‌بندی دارای دقت بالای ۹۷ درصد هستند، اما ماشین بردار پشتیبان با دقت کلی ۱/۴ درصد بهتر است (۸). همچنین در تحقیقی که در سال ۲۰۱۱ در یکی از استان‌های چین در مقایسه دقت طبقه‌بندی پوشش زمین برای برآورد تغییرات پوشش جنگلی به مقایسه سه روش طبقه‌بندی درخت تصمیم، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از تصاویر سنجنده TM پرداختند. درخت تصمیم با دقت کلی ۹۰/۴ درصد و ضریب کاپا ۰/۸۸ از بقیه بهتر بود. ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی در درجات بعدی قرار داشتند (۱۰). پژوهشی که در سال ۱۹۹۵ برای طبقه‌بندی کاربری اراضی مناطق شهری به مقایسه دو نوع طبقه‌بندی شبکه عصبی و حداکثر احتمال با استفاده از تصاویر TM مناطق شهری توسان (Tucson) و آریزونا و اوکلند (Oakland) و کالیفرنیا پرداختند

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]



شکل ۱. ساختار شبکه عصبی چندلایه (۱۷)

و در نهایت نتیجه گرفتند که شبکه عصبی دارای دقت بیشتری نسبت به حداکثر احتمال است (۱۲). تحقیقی دیگر در سال ۲۰۰۹ برای طبقه‌بندی کاربری اراضی ترکیه از تصاویر ETM+ لندست استفاده کردند. نتایج تحقیق آنها با روش ماشین بردار پشتیبان (چندجمله‌ای و شعاعی) نشان داد که کرنل شعاعی دقت بالاتری نسبت به چندجمله‌ای دارد. آنها سپس دقت این روش را با حداکثر احتمال مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که ماشین بردار پشتیبان دارای دقت بیشتری بود (۱۱). همچنین در مطالعه‌ای دیگر در مالزی جهت مقایسه دقت دو نوع طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم انجام شد، ماشین بردار پشتیبان با دقت کلی۷۳ درصد در برابر ۶۹ درصد، دقت بیشتری داشت (۱۴). در ایران نیز چند تحقیق انجام شده است. از آن جمله در پژوهشی که در سال ۱۳۸۹ برای تهیه کاربری اراضی حوزه سد ایلام با استفاده از تصاویر ASTER انجام شد به مقایسه دو نوع طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی پرداختند، نتایج حاصل از ارزیابی دقت این دو روش با استفاده از تعیین ضریب کاپا نشان داده که الگوریتم شبکه عصبی با ضریب ۰/۸۶ نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب ۰/۶۹ از دقت بیشتری برخوردار است (۷). همچنین در سال ۱۳۹۰ برای تفکیک واحدهای سنگ‌شناسی از سه روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان بر روی تصاویر لندست TM استفاده کردند. نتایج نشان داد روش ماشین بردار پشتیبان در هر سه کرنل با دقت ۸۳/۴۲ درصد، بیشترین دقت را نسبت به دو روش دیگر داشته است. آنها روش ماشین بردار پشتیبان را برای تهیه نقشه زمین‌شناسی مناسب‌تر از دو روش دیگر پیشنهاد کردند (۶). در تحقیقی دیگر در سال ۱۳۸۹ برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز کبودرآهنگ، رزن و خونجین- تلخاب در استان همدان با روش شبکه عصبی مصنوعی، از تصاویر IRS-P6 استفاده کردند. ضریب کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی به‌ترتیب ۸۶ و ۸۸ درصد برآورد گردید. این مطالعه نشان داد که این روش قابلیت تهیه نقشه پوشش اراضی و الگوی کشت با دقت بالا را دارا هست (۱).

روش شبکه عصبی (Neural Network=NNC): از ساختار مغز و اعصاب انسان پیروی می‌کنند (۱۵) و در میان طبقه‌بندی کننده‌های شبکه‌ای شاید بیشترین محبوبیت را در طی دو دهه گذشته داشته باشد که به چندین شکل وجود دارد که عمومی‌ترین آن پرسپترون چند لایه (multilayer Perceptron) است (۱۳). کارکرد این روش براساس رابطه (۱) است که در این رابطه θ شان‌دهنده حدآستانه، w^T نشان‌دهنده بردار وزنی ضرایب و x بردار ورودی می‌باشد (۱۳).

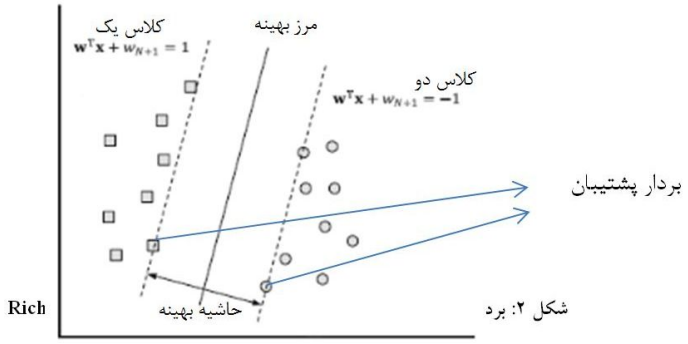
$$g = f(w^T x + \theta) \qquad [۱]$$

یک پرسپترون چند لایه معمولاً از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه نهفته و یک لایه خروجی تشکیل شده است که به‌ترتیب اطلاعات را دریافت و پردازش می‌کنند و نمایش می‌دهند (۱۵).

در شکل ۱ ساختار شبکه عصبی نشان داده شده است.

روش ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine = SVM): این روش براساس نظریه یادگیری آماری بنا نهاده شده که به سال ۱۹۶۰ برمی‌گردد و یک روش آماری غیرپارامتریک

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]



شکل ۲. بردارهای پشتیبان به همراه مرز و حاشیه بهینه، (۱۷)

نظارت شده است (۱۶). در این روش با استفاده از همه باندها و یک الگوریتم بهینه‌سازی، نمونه‌هایی که مرزهای کلاس‌ها را تشکیل می‌دهند به‌دست می‌آید و با استفاده از آنها یک مرز تصمیم‌گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس‌ها محاسبه می‌شود. این نمونه‌ها را بردارهای پشتیبان (Support vectors) می‌گویند (۴). در شکل ۲ بردارهای پشتیبان نشان داده شده‌اند.

همان‌طورکه در شکل ۲ دیده می‌شود به نمونه‌های مرزی، بردارهای پشتیبان می‌گویند و برای محاسبه مرز تصمیم‌گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم، از روش حاشیه بهینه استفاده می‌شود. این حاشیه به‌گونه‌ای محاسبه می‌شود که تمام نمونه‌های کلاس ۱+ در یک طرف مرز و تمام نمونه‌های کلاس ۱- در طرف دیگر مرز واقع شوند و مرز تصمیم‌گیری به‌گونه‌ای می‌باشد که فاصله نزدیک‌ترین نمونه‌های آموزشی هر دو کلاس از هم در راستای عمود بر مرز تصمیم‌گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود (۴). اگر بخواهیم مرز تصمیم‌گیری را به‌طور موازی توسط دو خط از دو طرف گسترش دهیم تا از بین نزدیک‌ترین نمونه‌های دو کلاس بگذرد مرز تصمیم‌گیری بهینه (Optimal hyperplane) به وجود می‌آید که مرزی است که بیشترین فاصله بین نمونه‌های دو کلاس وجود دارد. آن دو خط موازی را مرز حاشیه‌ای (Marginal hyperplanes) می‌نامیم. برای پیکسل‌هایی که بیرون از مرزهای حاشیه‌ای قرار می‌گیرند با توجه به شکل۴ رابطه۲ برقراراست(۱۳).

$$\text{forclass1pixels } \mathbf{w}^T\mathbf{x} + w_{N+1} = -1 \qquad [۲]$$

x یک نقطه روی مرز تصمیم‌گیری و w یک بردار n بعدی عمود بر مرز تصمیم‌گیری است (۴).

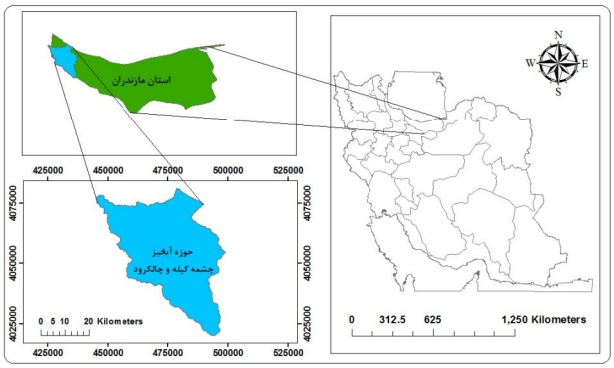
هدف از پژوهش حاضر مقایسه دقت دو نوع طبقه‌بندی پیشرفته شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان با استفاده از تصاویر لندست TM برای تهیه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. پس علاوه بر این‌که هدف تعیین دقت کلی این دو طبقه‌بندی است می‌خواهیم دقت در هر کاربری نیز مشخص شود که هر طبقه‌بندی در کاربری مشخصی چه دقتی داشته و کدام یک بهتر عمل کردند.

مواد و روش‌ها

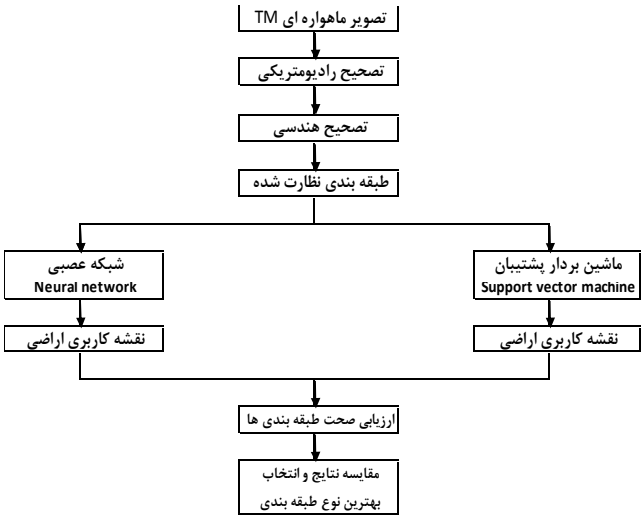
حوزه آبخیز رودخانه‌های چشمه کیله- چالکرود با وسعتی برابر ۱۶۲۵۸۴ هکتار در بخش شمالی کشور در ساحل جنوبی دریای خزر و در شهرستان تنکابن در موقعیت جغرافیایی ′۲۳، °۵۰ تا ′۵۹، °۵۰ طول خاوری و ′۱۹، °۳۶ تا ′۵۲، °۳۶ عرض شمالی واقع گردیده است (شکل۳).کل قلمرو مطالعاتی در محدوده سیاسی استان مازندران واقع گردیده و تنکابن مهم‌ترین کانون شهری آن به‌شمار می‌آید.

شایان ذکر است محدوده مطالعاتی در شهرستان‌های تنکابن و رامسر واقع‌شده و مشتمل بر دهستان‌های سه هزار، دوهزار، گلیجان، جنت رودبار، بلده، چهل شهید، اشکور و سخت‌سر است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه در حدود ۶۸۶ میلی‌متر می‌باشد که ۶۲/۸ درصد آن در ۶ ماهه اول رخ می‌دهد.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]



شکل ۳. موقعیت حوضه مطالعاتی در کشور و استان مازندران



شکل ۴. روند کلی مراحل کار

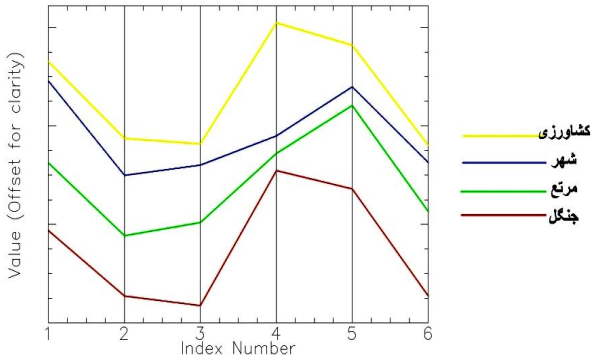
براساس اقلیم نمای آمبرژه، منطقه مطالعاتی از چهار اشکوب مرطوب معتدل، مرطوب سرد، نیمه مرطوب سرد و اقلیم ارتفاعات تشکیل شده است. بیشتر پوشش منطقه جنگل است که از گونه‌های عمده آن توسکا، بلوط، ممرز، راش، اوری و لور قابل ذکرند.

داده‌ها و نرم‌افزارهایی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند شامل تصویر ماهواره لندست TM مربوط به تاریخ ۱۰ مرداد ۱۳۹۰ باقدرت تفکیک ۳۰ متر و نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نقاطی که توسط GPS از منطقه برداشت شده است. همچنین از نرم‌افزارهای Excel نسخه ۲۰۰۷، Google earth و ENVI نسخه ۵ استفاده شد.

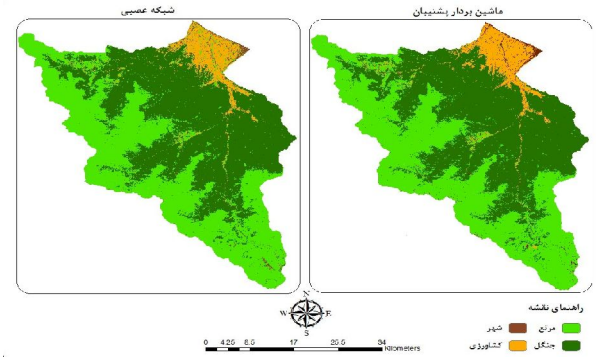
فلوچارت کاری در شکل ۴ نشان داده شده است. به‌طورکلی پیش‌پردازش داده‌ها شامل دو مرحله کلی تصحیحات رادیومتریکی و تصحیحات هندسی است (۱۳). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته و انطباق راه‌های ارتباطی استخراج شده از نقشه توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری با تصویر ماهواره‌ای، این تصاویر فاقد خطای هندسی قابل‌توجهی بود اما دارای خطای رادیومتریک بود که ابتدا تصحیح رادیومتریک بر روی تصویر ماهواره‌ای با تبدیل DN به رادیانس و سپس انعکاس با استفاده از الگوریتم FLAASH در نرم‌افزار ENVI 5.0 صورت گرفت رفع گردید.

تهیه نمونه‌های تعلیمی: پارامترهای زیادی بر نحوه کلاس‌بندی تصویر تأثیر می‌گذارند که از آن جمله داده‌های

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]



شکل ۵. پلات میانگین طیفی باندهای تصویر لندست TM



شکل ۶. نتایج حاصل از طبقه‌بندی‌های ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی

ورودی و ارائه پیکسل‌هایی به‌عنوان نمونه تعلیمی را می‌توان برشمرد (۱۳). برای تهیه نمونه‌های تعلیمی از برداشت‌های زمینی، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و نرم افزار گوگل ارت استفاده گردید شایان‌ذکر است ۵۴ نقطه برای کاربری جنگل، ۴۶ نقطه برای کاربری مرتع، ۲۱ نقطه برای کاربری کشاورزی و ۱۱ نقطه برای کاربری شهری برداشته شد.

در مطالعه حاضر تعداد لایه‌های ورودی برابر با تعداد باندهای تصویر لندست TM که برابر ۶ ، لایه میانی برابر با ۱ که در مطالعات سنجش از دور همین مقدار پیشنهاد می‌شود و لایه خروجی که برابر با تعداد طبقات کاربری یعنی ۴ درنظر گرفته شد.

نرم‌افزار سنجش از دوری ENVI چهار نوع کرنل (Kernel) برای ماشین بردار پشتیبان در بخش طبقه‌بندی مربوط به SVM به نام‌های خطی(Linear)، چندجمله‌ای (Polynomial)، شعاعی (Radial basic function (RBF)) و پیچشی(Sigmoid) تعریف کرده (۱۵) که با توجه به مطالعات کاوزوگلو و کوکسین (۱۱)، گو و همکاران (۸) و جیانگ و همکاران (۱۰) بهترین کرنل برای طبقه‌بندی کاربری اراضی را کرنل شعاعی (RBF) پیشنهاد کردند. در مطالعه حاضر از این کرنل جهت طبقه‌بندی استفاده شد.

طبقه‌بندی با استفاده از این دو روش برای منطقه مورد نظر انجام پذیرفت. نمونه‌های تعلیمی برای همه یکسان درنظر گرفته شد تا بتوان به‌طور موثری به مقایسه طبقه‌بندی‌ها پرداخت. قبل از طبقه‌بندی ترکیب باندی مناسبی که بتواند این کلاس‌ها را برای تفسیر بصری از هم جدا کند توسط پلات میانگین طیفی انتخاب شد. بیشترین تفاوت میان کلاس‌ها، در باندهای ۴، ۳ و ۲ بود. سپس این تصویر با دو روش شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان طبقه‌بندی شد. شایان‌ذکر است برای شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان جهت اجرای صحیح طبقه‌بندی مقادیر مختلفی برای پارامترهایشان درنظر گرفته شد و میزان دقت‌شان بررسی گردید و در نتیجه آن مقداری انتخاب شد که موجب افزایش دقت و کاهش خطای طبقه‌بندی گردید. پس از استخراج کاربری‌های اراضی به دو روش مورد نظر نتایج حاصل دقت‌سنجی شدند. برای این کار ۳۰۰ نقطه به‌صورت تصادفی بر روی تصاویر ایجاد شد و کاربری این نقاط توسط بازدیدهای صحرایی، تصاویر گوگل ارت و نقشه‌های توپوگرافی سازمان نقشه‌برداری مشخص شدند. شایان‌ذکر است.

با توجه به تحقیق کیانی و همکاران (۵) تصاویر نرم‌افزار گوگل ارت به‌منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی، از دقت مکانی بالایی برخوردار است.

نتایج

در شکل۶ نتایج حاصل از ۲ نوع طبقه‌بندی شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان نشان داده شده است. همان‌طوری‌که در شکل ۶ نشان داده شده است کیفیت دو نوع طبقه‌بندی بسیار

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]

[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]

جدول۱. ماتریس خطا، دقت تولید کننده و استفاده کننده، ضریب کاپا و دقت کلی شبکه عصبی

نام کلاس	جنگل	شهر	مرتع	کشاورزی	جمع کل	دقت تولید کننده (٪)	دقت استفاده کننده (٪)	ضریب کاپا
جنگل	۱۲۴	۰	۸	۸	۱۴۰	۹۶/۱	۸۸/۶	۰/۷۹
شهر	۰	۶	۰	۱	۷	۱۰۰	۸۵/۷	۰/۸۵
مرتع	۳	۰	۱۱۲	۶	۱۲۱	۹۳/۳	۹۲/۶	۰/۸۷
کشاورزی	۲	۰	۰	۳۰	۳۲	۶۶/۷	۹۳/۷	۰/۹۲
جمع کل	۱۲۹	۶	۱۲۰	۴۵	۳۰۰			
دقت کلی (٪)					۹۰/۷			
کاپای کلی					۰/۸۴			

جدول۲. ماتریس خطا، دقت تولید کننده و استفاده کننده، ضریب کاپا و دقت کلی ماشین بردار پشتیبان

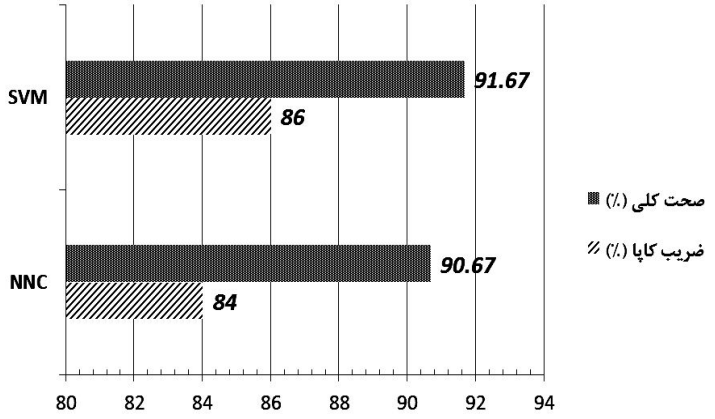
نام کلاس	جنگل	شهر	مرتع	کشاورزی	جمع کل	دقت تولیدکننده (٪)	دقت استفاده‌کننده (٪)	ضریب کاپا
جنگل	۱۲۴	۰	۷	۸	۱۳۹	۹۶/۱	۸۹/۲	۰/۸۱
شهر	۰	۶	۰	۰	۶	۱۰۰	۱۰۰	۱
مرتع	۳	۰	۱۱۲	۴	۱۱۹	۹۳/۳	۹۴/۱	۰/۹۰
کشاورزی	۲	۰	۱	۳۳	۳۶	۷۳/۳	۹۱/۷	۰/۹۰
جمع کل	۱۲۹	۶	۱۲۰	۴۵	۳۰۰			
دقت کلی(٪)					۹۱/۷			
کاپای کلی					۰/۸۶			

شبیه به هم است اما دارای تفاوت‌های کوچکی در دقت می‌باشند به‌طوری‌که شاید با نگاه به نقشه‌ها تفاوت‌ها مشخص نبوده و نیاز به دقت بیشتری داشته باشد. در جداول ۱ و ۲ ماتریس خطا، دقت کلی، ضرایب کاپا، دقت تولید کننده و دقت استفاده کننده به تفکیک هر روش آورده شده است.

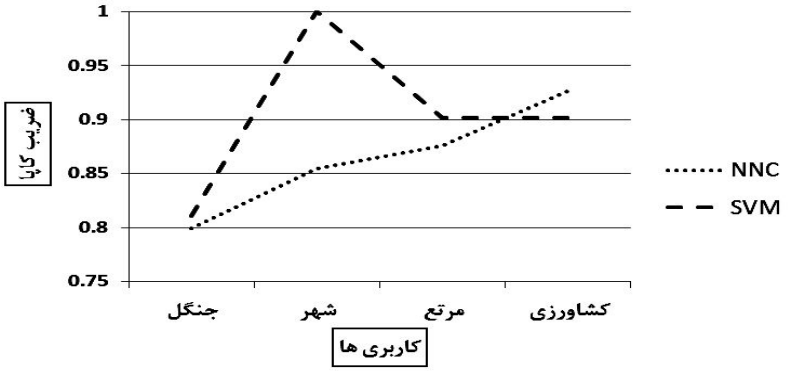
بحث

همان‌طورکه در شکل۷ نشان داده شده است در طبقه‌بندی صورت گرفته توسط ماشین بردار پشتیبان با کرنل شعاعی با دقت کلی ۹۱/۶۷ درصد و ضریب کاپای ۸۶ درصد دقت بهتری نسبت به روش شبکه عصبی دارد.

از نظر کاربری جنگل شبکه عصبی کمی ضعیف‌تر نسبت به ماشین بردار پشتیبان عمل کرد. در این کاربری دقت استفاده کننده و ضریب کاپای شبکه عصبی به‌ترتیب ۸۸/۶ و ۰/۷۹ بود درحالی‌که ماشین بردار پشتیبان با اختلاف ۰/۶ درصد در دقت استفاده کننده و ۰/۲ درصد در ضریب کاپا بهتر بود. ماشین بردار پشتیبان کاربری شهری را به‌طور کامل و دقیقی تشخیص داده و با دقت استفاده کننده ۱۰۰ درصد و ضریب کاپای ۱ در برابر دقت استفاده‌کننده ۸۵/۷ و ضریب کاپای ۰/۸۵ شبکه عصبی موفق‌تر عمل کرد. از نظر کاربری مرتع نیز شبکه عصبی ضعیف‌تر بود و ماشین بردار پشتیبان با تفاوت ۱/۶ درصد در دقت استفاده کننده و ۰/۰۳ در ضریب کاپا بهتر بود. کاربری



شکل۷. مقایسه دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی‌های مورد مطالعه



شکل۸. مقایسه دو نوع طبقه‌بندی به تفکیک هر کاربری

مرتع به‌دلیل رفتار طیفی نزدیکی که با کاربری کشاورزی دارد در بعضی قسمت‌ها توسط شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان به‌عنوان کشاورزی درنظر گرفته شد اما ماشین بردار پشتیبان خطای کمتری داشت. در مورد کاربری کشاورزی شبکه عصبی بهتر عمل کرد و با اختلاف ۲ درصد در دقت استفاده کننده و ۰/۰۲ در ضریب کاپا موفق‌تر بود.

نکته مهم قابل‌ذکر در طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان تفکیک بهتر مرز طبقات دارای خصوصیات طیفی مشترک بود. به‌عنوان مثال در بعضی قسمت‌ها کشاورزی و جنگل‌دارای شباهت‌های طیفی بودند که این روش به‌خوبی مرزها را شناخت درحالی‌که در طبقه‌بندی شبکه عصبی در تبدیل کاربری از جنگل به کشاورزی مرزها خوب از هم جدا نمی‌شدند و در اطراف این محل‌ها پیکسل‌های مختلط زیادی دیده می‌شد که مربوط به کشاورزی بود اما جنگل درنظر گرفته شده بود و بالعکس اما با اعمال طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان جنگل‌های تنک نیز به‌خوبی شناسایی‌شده و در کاربری جنگل قرار گرفتند. همچنین در قسمت‌های مرزی دو نوع کاربری، ماشین بردار پشتیبان بهتر از شبکه عصبی کلاس‌ها را از هم جدا کرد و مرز بین دو کلاس ملموس‌تر بود. همان‌طورکه در شکل ۸ نشان داده شده است بیشترین اختلاف بین دو نوع طبقه‌بندی در کاربری شهری رخ داده و بعد از آن کاربری مرتع بود. در کاربری جنگل بسیار نزدیک به‌هم بودند و در کاربری کشاورزی شبکه عصبی بهتر بود. به‌طورکلی ماشین بردار پشتیبان در سه نوع کاربری جنگل، شهر و مرتع بهتر بود. شایان ذکر است این مطالعه برای اولین بار کاربری‌های اراضی را در منطقه شمالی کشور با مقایسه این دو روش انجام داده و نتایج حاصل می‌تواند در مطالعات آینده مورد استفاده قرار گیرد.

Huang و همکاران (۹) بین طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]

با سه نوع طبقه‌بندی حداکثر احتمال، شبکه عصبی و درخت تصمیم انجام دادند دقت ماشین بردار پشتیبان را بالاتر از بقیه برآورد کرده و علت آن را در ایجاد مرز تصمیم‌گیری بهینه آن دانستند (۱۲). Dixon و Candade در سال ۲۰۰۸ مشابه تحقیق قبلی مقایسه‌ای بین طبقه‌بندی‌ها انجام داده و دقت دو طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی را بسیار شبیه هم دانسته و با مقدار اندکی اختلاف ماشین بردار پشتیبان بهتر بود (۱۵).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج گرفته شده هر دو روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی روش‌هایی دقیق برای استخراج کاربری‌های اراضی در مطالعات منابع طبیعی‌اند و در تفکیک پدیده‌هایی که رفتار طیفی نزدیک دارند بسیار موفق عمل می‌کنند و به‌خصوص ماشین بردار پشتیبان که اندکی موفق‌تر عمل کرد. در این مطالعه ماشین بردار پشتیبان در استخراج کاربری‌های جنگل، شهر و مرتع بهتر از شبکه عصبی بود درحالی‌که در استخراج کاربری کشاورزی شبکه عصبی بهتر عمل کرد. در انتها پیشنهاد می‌شود سایر کرنل‌های ماشین بردار پشتیبان از جمله خطی، چندجمله‌ای و حلقوی مورد امتحان قرار گیرند و میزان دقت آنها محاسبه و مقایسه شود. همچنین، توصیه می‌شود روش ماشین بردار پشتیبان با سایر روش‌های پیشرفته طبقه‌بندی از جمله درخت تصمیم و روش‌های شیء پایه مورد مقایسه قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. سفیانیان، ع.، ا. محمدی توفیق. ل. خدا کرمی و ف. امیری.۱۳۹۰. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی- مطالعه موردی: حوزه آبخیز کبودرآهنگ، رزن و خونجین- تلخاب در استان همدان، مجله کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی ۱ (۲): ۱۳-۱.

۲. علی‌محمدی، ع.، ع. متکان. پ. ضیائیان و ه. طباطبایی. ۱۳۸۸. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه، شی پایه و درخت تصمیم در تهیه نقشه تیپ‌های جنگل با استفاده از داده‌های سنجش از دور- مطالعه موردی: جنگل آستارا، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۳: ۲۶-۷.

۳. فاطمی، ب.، و ی. رضایی. ۱۳۸۹. *مبانی سنجش از دور*. چاپ دوم، فصل دهم، انتشارات آزاده، ، تهران.

۴. کشاورز، ا.، و ح. قاسمیان یزدی. ۱۳۸۴. یک الگوریتم سریع مبتنی بر ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی تصاویر ابر طیفی با استفاده از همبستگی مکانی. نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران ۱(۳): ۴۴-۳۷.

۵. کیانی، و.، ع. ا. نظری سامانی و ش. سلیمانی سوادکوهی. ۱۳۹۱. ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصویر ماهواره IRS-P6 با استفاده از پایگاه اطلاعاتی Google earth به‌منظور تهیه نقشه پوشش/کاربری اراضی- مطالعه موردی: حوزه آبخیز طالقان، نوزدهمین همایش ملی ژئوماتیک. سازمان نقشه برداری، تهران، ۹ تا ۱۱ اردیبهشت ۹۱.

۶. گودرزی مهر، س.، ر. ع. عباسپور. و. احدنژاد و ب. خاکباز. ۱۳۹۱. مقایسه روش ماشین بردار پشتیبان با روش‌های حداکثر احتمال و شبکه عصبی برای تفکیک واحدهای سنگ‌شناسی. فصلنامه زمین‌شناسی ایران ۲۲(۶): ۹۲-۷۵.

۷. نیازی، ی.، م. ر، اختصاصی. ح، ملکی‌نژاد. ز. حسینی و ج. مرشدی. ۱۳۸۹. مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج نقشه کاربری اراضی- مطالعه موردی: حوزه سد ایلام. جغرافیا و توسعه۲۰: ۱۳۲-۱۱۹.

8. Guo, Y. K, De Jong. F, Liu. X, Wang. and C, Li. 2012. A Comparison of Artificial Neural Networks and Support Vector Machines on Land Cover Classification, Springer-verlag Berlin Heidelberg, ISICA, CCIS 316, 531-539

9. Huang, C. L.S, Davis. and J.R.G, Townshend. 2002. An assessment of support vector machines for land cover

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]

classification, International J. of Remote Sensing 23(4): 725-749
10. Jiang, X. M, Lin. And J, Zhao. 2011. Woodland cover change assessment using decision trees,support vector machines and artificial neural networks classification algorithms, Fourth International Conferenceon Intelligent Computation Technology and Automation 312-315
11. Kavzoglu, T. and I, Colkesen. 2009. A kernel functions analysis for support vector machines for land cover classification, Int. J. of Applied Earth Observation and Geoinformation 11: 352-359
12. paola Justin D.,Schowengerdt, and Robert A. 1995. A detailed comparison of ackpropagation neural network and maximum likelihood classifiers for urban landuse classification, IEEE transactions on geoscience and remote sensing 33(4):982-996
13. Richards J., A. 2013. Remote sensing digital image analysis, fifth edition, springer, 494 pp
14. Shafri, H.Z.M. and F.S.H, Raml. 2009. A comparison of support vector machine and decision tree classifications Using satellite data of Langkawi Island, J. Information Technol. 8(1):64-70
15. Dixon, B., and Candade, N., 2008. Multispectral landuse classification using neural networks and support vector machines: one or the other, or both? International J. of Remote Sensing 29 (4), 1185–1206
16. Pao, Y. H. 1989. Adaptive pattern recognition and neural networks. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.72.4.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.72.4]