

جغرافیا و توسعه - شماره ۲۰ - زمستان ۱۳۸۹

وصول مقاله: ۱۳۸۷/۱۲/۷

تأیید نهایی: ۱۳۸۹/۳/۸

صفحات: ۱۳۲ - ۱۱۹

مقایسه دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی در استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی مطالعه موردی: حوزه سد ایلام

یعقوب نیازی

کارشناس ارشد آبخیزداری

دکتر محمدرضا اختصاصی

دانشیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

دکتر حسین ملکی‌نژاد

سیدزین‌العابدین حسینی

استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد عضو هیأت علمی دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی دانشگاه یزد

دکتر جعفر مرشدی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر

چکیده

یکی از ضروری‌ترین اطلاعات مورد نیاز مدیران و متولیان منابع طبیعی، نقشه‌های کاربری اراضی می‌باشد. داده‌های ماهواره‌ای، به جهت آرایه‌ی اطلاعات به هنگام و رقومی، تنوع اشکال و امکان پردازش در تهیه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی از اهمیت بالایی برخوردارند. از سویی دیگر در سال‌های اخیر به طور وسیع و گسترده جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش‌های طبقه‌بندی پیشرفته از قبیل شبکه‌های عصبی مصنوعی، مجموعه‌های فازی و سیستم‌های هوشمند استفاده می‌شود. هدف اصلی این تحقیق مقایسه‌ی دو روش مختلف جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ASTER می‌باشد. بدین منظور با استفاده از تصویر ماهواره‌ای ASTER و دو الگوریتم طبقه‌بندی نظارت‌شده شامل حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی، نقشه‌ی کاربری اراضی تهیه گردید. در طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم شبکه‌ی عصبی از یک شبکه‌ی پرسپترون با یک لایه‌ی پنهان و ۱۴ نرون ورودی، ۹ نرون میانی و ۶ نرون خروجی استفاده شده است که تعداد نرون‌های ورودی همان تعداد باندهای تصویر ماهواره‌ای ASTER و تعداد نرون‌های خروجی همان تعداد کلاس‌های نقشه‌ی کاربری اراضی می‌باشد. برای آموزش شبکه نیز از الگوریتم انتشار برگشتی استفاده شده است. نتایج حاصل از ارزیابی دقت این دو روش با استفاده از تعیین ضریب کاپا نشان داده است که الگوریتم شبکه‌ی عصبی با ضریب ۰/۸۶ نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب ۰/۶۹ از دقت بیشتری برخوردار است. نتایج این مطالعه همچنین نشان می‌دهد الگوریتم‌های سنتی طبقه‌بندی مانند روش‌های آماری به خاطر انعطاف‌پذیری پایین و انواع پارامتریک آن مانند روش حداکثر احتمال به‌خاطر وابستگی به مدل آمار گوسی نمی‌توانند نتایج بهینه‌ای، در صورت نرمال نبودن داده‌های آموزشی فراهم آورند در حالیکه دلیل موفقیت الگوریتم شبکه‌ی عصبی مصنوعی در سنجش از دور این است که می‌تواند داده‌هایی با منابع مختلف را با هم تلفیق نماید.

کلیدواژه‌ها: کاربری اراضی، طبقه‌بندی تصویر، شبکه‌ی عصبی مصنوعی، حداکثر احتمال، ضریب کاپا.

مقدمه

کاربری اراضی^۱ از دو کلمه، کاربری و اراضی تشکیل شده است. اراضی به کلیه امکانات طبیعی یا خصوصیات و شرایط طبیعی یک محل نظیر اقلیم، زمین‌شناسی، خاک، توپوگرافی، هیدرولوژی و... اطلاق می‌شود. کاربری یعنی استفاده از امکانات طبیعی موجود بر حسب نیازهای انسانی که ممکن است منطبق بر استعداد اراضی و به شیوه‌های علمی یا به روش سنتی و احتمالاً تخریب کننده اراضی باشد (FAO, 1981:66).

یکی از منابع اطلاعات که به طور مؤثر و مفید قابل کاربرد در شناسایی پوشش‌های اراضی می‌باشد، داده‌های سنجش از دور^۲ می‌باشد. با افزایش شمار ماهواره‌هایی که در مدار قرار می‌گیرند با تنوعی از سنجنده‌ها و قدرت تفکیک مکانی، رادیومتری، طیفی و زمانی روبرو هستیم، همچنین بایه‌بود دسترسی به این اطلاعات، بررسی قابلیت‌های آنها و ارایه‌ی معیارهای مستدل برای انتخاب، پردازش و استخراج اطلاعات مفید از آنها امری اجتناب‌پذیر می‌باشد. بنابراین بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای و پردازش رقومی آنها با الگوریتم‌های مناسب موجب می‌شود ضمن به حداقل رساندن خطای انسانی جزئیات پدیده‌هایی را که چشم انسان قادر به تمایز آنها نیست، شناسایی و تفکیک شوند. به نظر می‌رسد با استفاده از این تصاویر و تکنیک‌های طبقه‌بندی آنها، می‌توان اراضی را که دارای شباهت‌های سطحی و بازتاب مشابه هستند در یک طبقه قرار داد و شرط اولیه که همان گروه‌بندی اراضی مشابه است را فراهم آورد (علوی‌پناه، ۱۳۸۳: ۴۳۹-۴۲۵). طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای فرایند پیچیده‌ای است که ممکن است به وسیله‌ی بسیاری از فاکتورها تحت تأثیر قرار گیرد محققان در راستای توسعه‌ی روش‌ها و تکنیک‌های پیشرفته‌ی طبقه‌بندی جهت بهبود دقت طبقه‌بندی تلاش‌های وسیع و گسترده‌ای را انجام داده‌اند که از جمله این روش‌ها می‌توان به شبکه‌ی عصبی مصنوعی، منطق فازی و سیستم‌های هوشمند اشاره کرد (Lu and Weng, 2007:823).

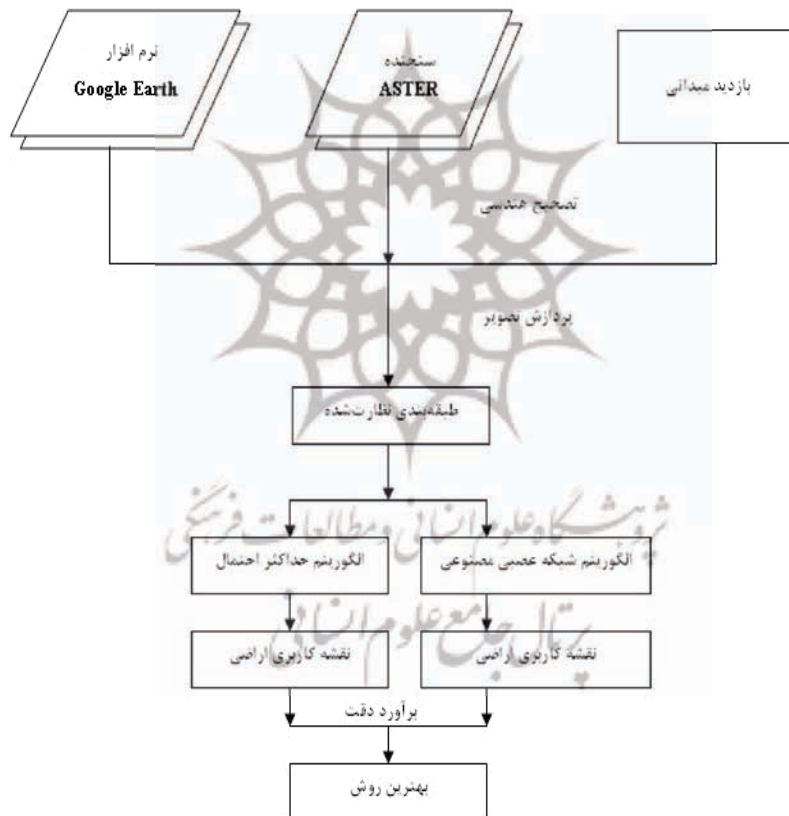
تاکنون مطالعات و کوشش‌های زیادی در زمینه‌ی طبقه‌بندی تصاویر چندطیفی برای تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی و کاربری اراضی صورت گرفته است. از جمله افرادی که در داخل و خارج ایران در این زمینه تحقیقات وسیع و گسترده‌ای را انجام داده‌اند می‌توان به دهستانی (۱۳۷۷: ۱۳۰)، یوسفی‌آذر (۱۳۸۱: ۱۶۰)، رفیعیان و همکاران (۱۳۸۲: ۲۸۶-۲۷۷)، سلمان ماهینی و همکاران (۱۳۸۷: ۵۰۵-۴۹۵)، چن و همکاران (۱۹۹۵: ۴۰۱-۴۰۳)، آتکینسون و تانتال (۱۹۹۷: ۷۰۹-۶۹۹)، لو و همکاران (۱۹۹۹: ۷۳-۶۶)، زانگ و فودی (۲۰۰۱: ۶۲۸-۶۱۵)، فودی

1- Land Use Map
2- Remote Sensing

(۲۰۰۲: ۳۱۶۴-۳۱۵۳)، اربیک و همکاران (۲۰۰۴: ۱۷۴۱-۱۷۳۳)، کاوازوگلو و مادر (۲۰۰۴: ۴۹۳۱-۴۹۰۷) و ووربیک و همکاران (۲۰۰۴: ۲۷۷۱-۲۷۴۷) اشاره کرد. هدف این مطالعه مقایسه‌ی دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی جهت استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER است.

مواد و روش‌ها

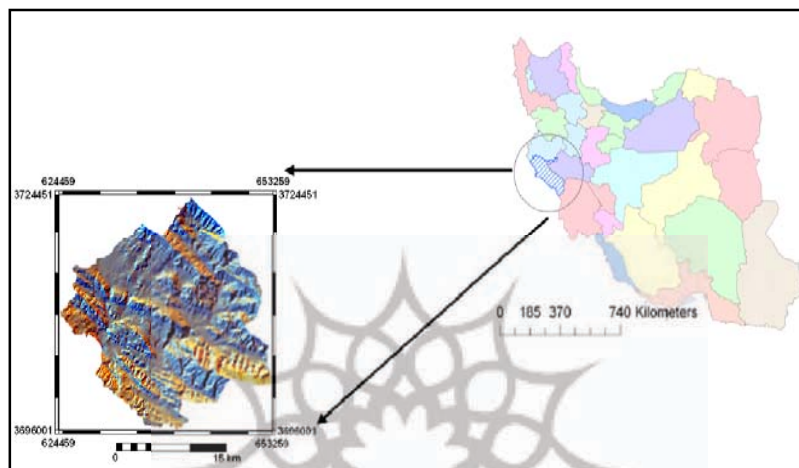
در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER در تاریخ ۲۰۰۷/۴/۱۵ و نرم‌افزارهای Google Earth، ENVI4.2، Idrisi3.2، ArcGIS9.2 و ILWIS3.3 استفاده شده است. شکل ۱ نمودار جریانی مراحل تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمودار جریانی مراحل کار

موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه

حوزه‌ی سد ایلام در شرق شهرستان ایلام قرار داشته و از لحاظ تقسیمات سیاسی جزء محدوده‌ی شهرستان‌های ایلام و مهران محسوب می‌شود و دارای مختصات جغرافیایی "۲۰'۳۰" ۴۶° تا "۳۹'۳۳" ۴۶° طول شرقی و "۲۳'۳۲" ۳۳° تا "۳۸'۵۱" ۳۳° عرض شمالی می‌باشد مساحت حوزه برابر با ۴۷۶/۷۵۱ کیلومتر مربع برآورد شده است (شکل ۲).



شکل ۲: موقعیت کشوری و استانی منطقه مورد مطالعه

مبانی نظری

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آنها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گفته می‌شود به عبارتی طبقه‌بندی پیکسل‌های تشکیل‌دهنده‌ی تصاویر، اختصاص دادن یا معرفی کردن هر یک از پیکسل‌ها به کلاس یا پدیده‌ی خاصی را، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گویند (علوی‌پناه، ۱۳۸۴: ۲۹۱).

در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای پیکسل‌هایی با ارزش عددی یکسان در یک گروه قرار می‌گیرد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به شکل نظارت‌شده^۱ و نظارت نشده^۲ انجام می‌گیرد. در طبقه‌بندی نظارت‌شده برای رده‌بندی پیکسل‌ها از نمونه‌های آموزشی استفاده می‌گردد، بدین معنی که با تعریف پیکسل‌های مشخصی از تصویر برای هر کدام از کلاس‌ها، عمل طبقه‌بندی در قالب کلاس‌های در نظر گرفته شده انجام می‌شود (علوی‌پناه، ۱۳۸۴: ۲۹۷). در این مطالعه از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی جهت طبقه‌بندی نظارت شده استفاده شده است.

- 1-Supervised Classification
- 2-Unsupervised Classification

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با روش حداکثر احتمال^۱

از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌ها ذکر شده است (Bolstad and Lillesand, 1991: 67-74). روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس کلاس‌ها را ارزیابی می‌کند. برای این کار فرض می‌شود همه‌ی مناطق آموزشی از پراکنش نرمال برخوردارند. در حقیقت نمونه‌های کلاس‌های آموزشی باید معرف آن کلاس باشند، بنابراین تا حد امکان باید از تعداد نمونه‌های بیشتری استفاده شود تا تغییرات بسیاری از ویژگی‌های طیفی در این گستره‌ی پیوسته قرار گیرد. بنابراین شرط توزیع نرمال در روش حداکثر احتمال اهمیت خاصی دارد (علوی‌پناه، ۱۳۸۴: ۳۱۱).

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی^۲

شبکه‌های عصبی مصنوعی اولین بار توسط Rosenblatt در سال ۱۹۸۵ طراحی شده‌اند. در این ساختار، برای آموزش شبکه، نمونه‌های آموزشی از طریق لایه‌ی ورودی وارد شبکه شده و بعد از ضرب شدن در وزن‌های ارتباط‌دهنده‌ی نرون‌ها، وارد لایه‌ی میانی می‌شوند. در هر نرون از لایه‌ی میانی، یک تابع فعالیت، بر روی ورودی‌ها اعمال شده و مقادیر محاسبه‌شده به لایه‌ی خروجی فرستاده می‌شوند. در این مرحله، خروج شبکه، با مقدار مطلوبی که از شبکه انتظار می‌رود مقایسه شده و مقدار خطای موجود، از روش‌های مختلف، با تغییر در وزن‌های ارتباط‌دهنده‌ی نرون‌ها در شبکه تعدیل می‌شود. معمولاً برای این کار از الگوریتم‌هایی مثل پس انتشار خطا^۳ استفاده می‌شود. این الگوریتم، با استفاده از گرادیان تابع هزینه، وزن‌های شبکه را برای کاهش میزان خطای شبکه تعدیل می‌کند. این کار تازمانی ادامه پیدا می‌کند که مقدار خطای شبکه به ازای تمامی نمونه‌های آموزشی به یک مقدار حداقل که برای شبکه از قبل تعیین شده برسد. بنابراین شبکه‌ی عصبی، بر اساس نمونه‌های آموزشی و خروجی‌های مطلوب پیکربندی می‌شود (Atkinson and Tatnal, 1997:699-709).

مراحل کار جهت طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای ASTER با دو روش حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی به شرح زیر بوده است:

۱- در مرحله‌ی اول تصحیح هندسی روی تصویر ماهواره‌ای ASTER انجام شد به طور کلی منظور از تصحیح هندسی یک تصویر، تغییر سیستم مختصات اجزای سازنده‌ی تصویر و انطباق آن با نقشه‌های نظیر و یا تصویری است که قبلاً بر روی آن تصحیح هندسی صورت گرفته

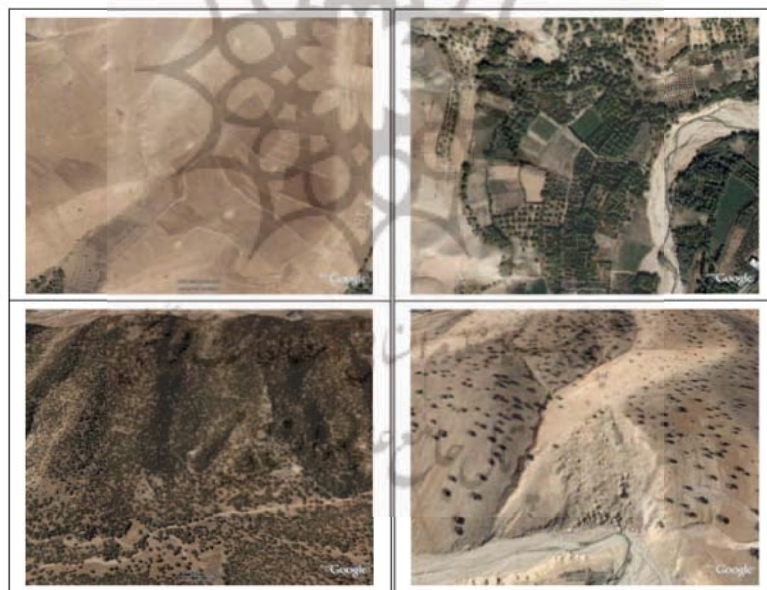
1- Maximum Likelihood (ML)

2- Artificial neural network (ANN)

3- Back Propagation

است (Barrett and Curtic, 1992). رایج‌ترین روش غیرپارامتری انجام تطابق هندسی، استفاده از نقاط کنترل زمینی^۱ می‌باشد (Eastman, 1995). برای انجام عملیات زمین مرجع کردن، ۲۵ نقطه کنترل در منطقه‌ی مورد مطالعه در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و ... مشخص گردید و در تصاویر متناظر علامت زده شد، سپس با نمونه‌برداری مجدد و روش نزدیکترین همسایه تصاویر کشیده شد و خطای جذر مربعات میانگین، ۰/۳۷۵ به دست آمد.

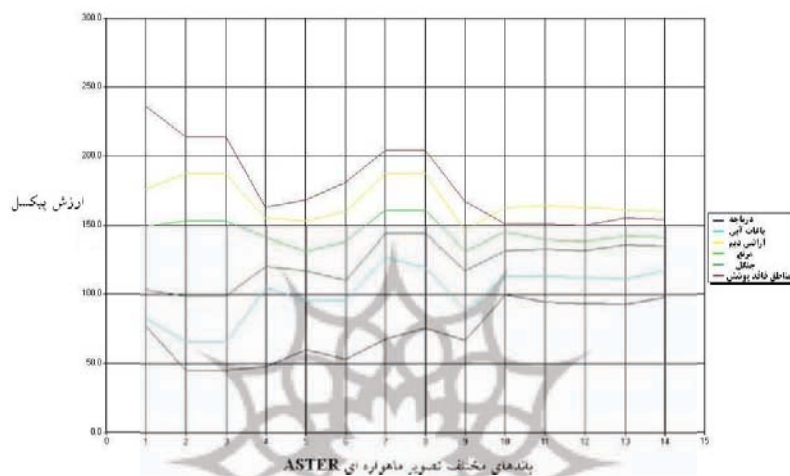
۲- در مرحله‌ی بعد اقدام به تهیه‌ی نقشه واقعیت زمینی^۲ شد در این تحقیق نقشه واقعیت زمینی به روش نمونه‌برداری تصادفی^۳ و با استفاده از نقاطی که با پیمایش‌های میدانی مختصات آنها به کمک GPS تعیین شده بود، و همچنین بهره‌گیری از تصویر ماهواره‌ای موجود در نرم‌افزار Google Earth تهیه شده است که بخشی از داده‌ها جهت آموزش تصویر ماهواره‌ای با استفاده از دو الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی و بخشی از آن برای برآورد صحت نتایج حاصل از دو طبقه‌بندی مذکور به کار گرفته شده است (شکل ۳).



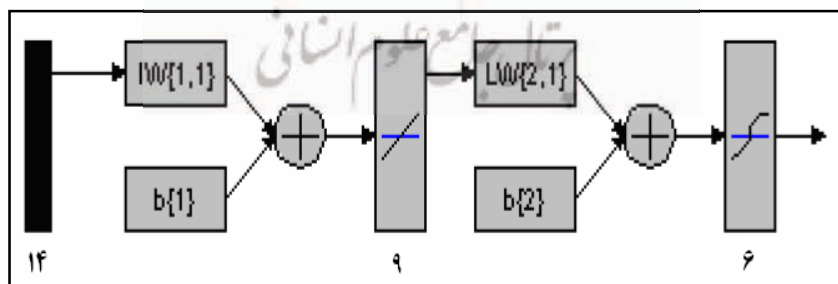
شکل ۳: کلاس‌های نقشه کاربری اراضی روی تصویر ماهواره‌ای موجود در نرم‌افزار Google Earth

- 1- Ground Control Points (GCP)
- 2- Ground Truth Map
- 3- Stratified Random Sampling

شایان ذکر است برای اینکه مقایسه‌ی مناسب بین این دو روش انجام گیرد، داده‌های آموزشی و تصدیق برای هر دو روش به طور یکسان در نظر گرفته شده است. ۳- در این مرحله جهت تعیین قابلیت طیفی باندهای مختلف تصویر ماهواره‌ای ASTER جهت تفکیک ۶ کلاس دریاچه، جنگل، مرتع، اراضی دیم، باغات آبی و مناطق فاقد پوشش گیاهی از پلات میانگین طیفی استفاده شده است (شکل ۴).

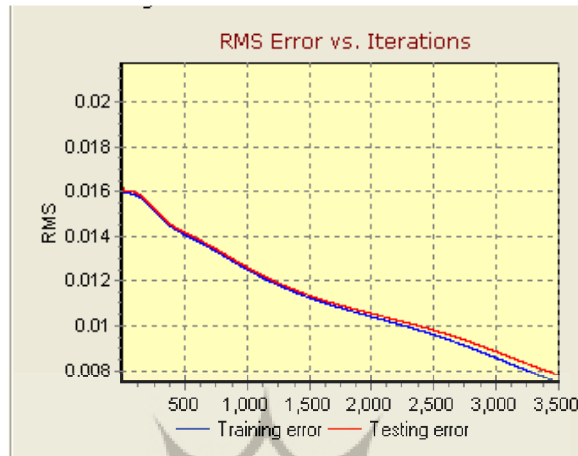


۴- در این مطالعه در طبقه‌بندی داده‌ها به کمک شبکه‌ی عصبی، از یک شبکه‌ی پرسپترون با یک لایه‌ی میانی و ۱۴ نرون ورودی، ۹ نرون میانی و ۶ نرون خروجی استفاده شده است که تعداد نرون‌های ورودی همان تعداد باندهای تصویر ماهواره‌ای ASTER و تعداد نرون‌های خروجی همان تعداد کلاس‌های نقشه‌ی کاربری اراضی می‌باشد (شکل ۵). برای آموزش شبکه از الگوریتم انتشار برگشتی استفاده شده است.



شکل ۵: شبکه‌ی پرسپترون مورد استفاده

بعد از اینکه شبکه آموزش دید، از آن برای کلاسه‌بندی تصویر استفاده شد. در شکل ۶ روند آموزش شبکه نشان داده شده است.



شکل ۶: روند آموزش در شبکه

۵- در این مرحله برای بهبود تصاویر طبقه‌بندی شده از فیلتر ماژوریتی^۱ به ابعاد ۳×۳ استفاده شده است.

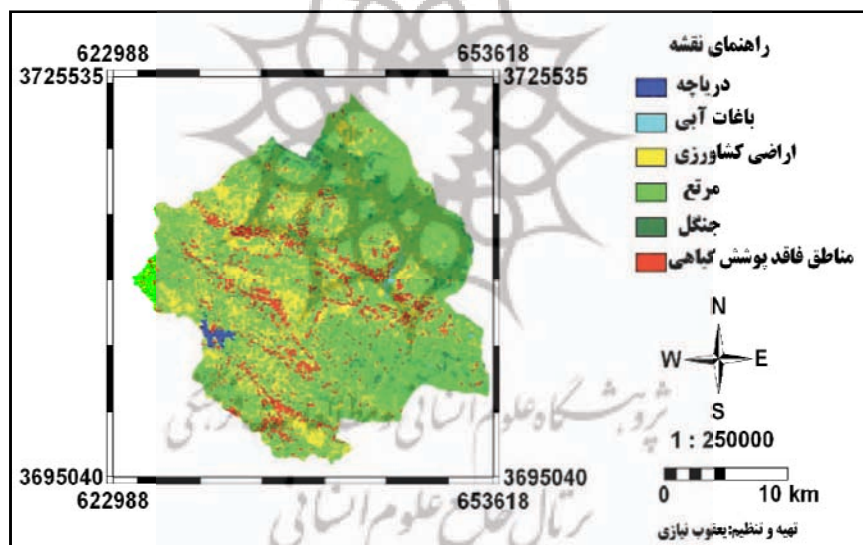
۶- در مرحله آخر دقت نقشه‌های به دست آمده از دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی برآورد گردید. برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت شامل، دقت کلی^۲، دقت تولیدکننده^۳، دقت کاربر^۴ و ضریب کاپا^۵ هستند (Lu et al, 2004:2391). در این مطالعه از این پارامترها جهت برآورد دقت استفاده گردیده است.

نتایج

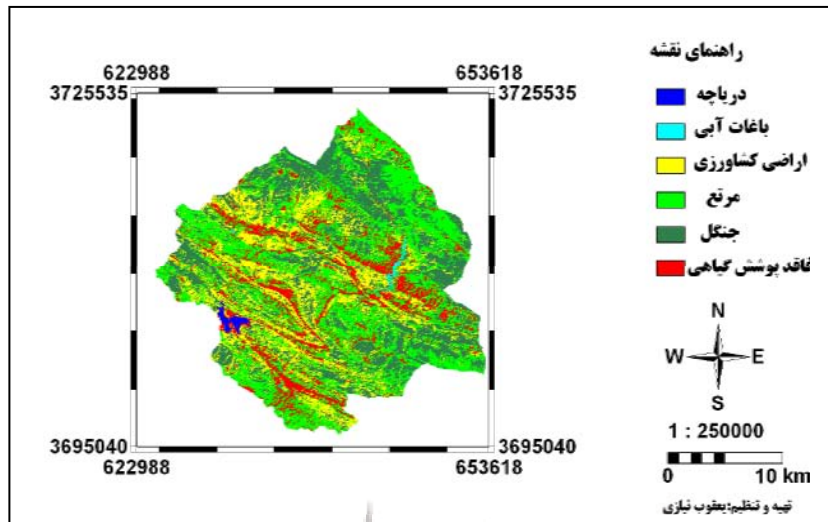
پس از اعمال دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی بر روی تصویر ماهواره‌ای ASTER، نقشه‌ی کاربری اراضی تهیه گردید (شکل ۷ و ۸). سپس دقت طبقه‌بندی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت طبقه‌بندی تصادفی از سطح منطقه‌ی مورد مطالعه جمع‌آوری گردید پس از پیاده‌سازی

-
- 1- Majority
 - 2- Overall accuracy
 - 3- Producer's accuracy
 - 4- User's accuracy
 - 5- Kappa coefficient

نمونه‌های آموزشی بر سطح تصویر، ماتریس خطای طبقه‌بندی، مشخصات آماری دقت تولیدکننده، دقت استفاده‌کننده، خطای گماشته شده و خطای حذف‌شده برای هر کدام از کلاس‌ها تعیین گردید و در نهایت با استفاده از شاخص کاپا دقت نقشه‌های حاصل از دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی تعیین شد. که نتایج حاصل از آنها در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ و ۵ ارائه شده است. براساس نتایج به دست آمده می‌توان بیان کرد که نقشه‌ی کاربری اراضی حاصل از الگوریتم شبکه‌ی عصبی با ضریب کاپای ۰/۸۶ نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال از با ضریب کاپای ۰/۶۹ دقت بالاتری برخوردار بوده است. دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربری، احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد برای شش کلاس تعیین شده در این مطالعه، بیشترین دقت را برای نقشه‌ی کاربری اراضی به دست آمده از الگوریتم شبکه‌ی عصبی داشته‌اند.



شکل ۷: نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه از روش حداکثر احتمال



شکل ۸: نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه‌ی مورد مطالعه از روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی

جدول ۱: ماتریس خطای همبستگی، خطای گماشته شده و حذف شده با الگوریتم حداکثر احتمال

خطای گماشته شده (درصد)	مجموع	فاقد پوشش	جنگل	مرتع	اراضی کشاورزی	باغات آبی	دریاچه	کلاس
۰	۱۶/۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	دریاچه
۱۳/۶۴	۱۸/۳۳	۰	۱۵	۰	۰	۹۵	۰	باغات آبی
۳۸/۱۰	۱۷/۵	۲۰	۰	۲۰	۶۵	۰	۰	اراضی کشاورزی
۵۵/۵۶	۳۰	۴۰	۲۰	۸۰	۳۵	۵	۰	مرتع
۰	۱۰/۸۳	۰	۶۵	۰	۰	۰	۰	جنگل
۰	۶/۶۷	۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	فاقد پوشش
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع
-	-	۶۰	۳۵	۲۰	۳۵	۵	۰	خطای حذف شده (درصد)

جدول ۲: ماتریس خطای همبستگی، خطای گماشته شده و حذف شده با الگوریتم شبکه‌ی عصبی مصنوعی

خطای گماشته شده (درصد)	مجموع	فاقد پوشش	جنگل	مرتع	اراضی کشاورزی	باغات آبی	دریاچه	کلاس
۰	۱۶/۶۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	دریاچه
۱۳/۰۴	۱۹/۱۷	۰	۱۵	۰	۰	۱۰۰	۰	باغات آبی
۲۹/۱۷	۲۰	۳۰	۰	۵	۸۵	۰	۰	اراضی کشاورزی
۱۳/۶۴	۱۸/۳۳	۵	۰	۹۵	۱۰	۰	۰	مرتع
۰	۱۴/۱۷	۰	۸۵	۰	۰	۰	۰	جنگل
۷/۱۴	۱۱/۶۷	۶۵	۰	۰	۵	۰	۰	فاقد پوشش
-	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مجموع
-	-	۳۵	۱۵	۵	۱۵	۰	۰	خطای حذف شده (درصد)

جدول ۳: دقت تولیدکننده و استفاده کننده با الگوریتم حداکثر احتمال

دقت تولیدکننده (درصد)	دقت استفاده کننده (درصد)	کلاس
۱۰۰	۱۰۰	دریاچه
۹۳/۸۸	۸۳/۴۶	باغات آبی
۵۷/۵۸	۵۴/۲۹	اراضی کشاورزی
۷۱/۴۳	۳۳/۳۳	مرتع
۶۰/۷۵	۱۰۰	جنگل
۶۰/۳۸	۹۱/۴۳	مناطق فاقد پوشش گیاهی

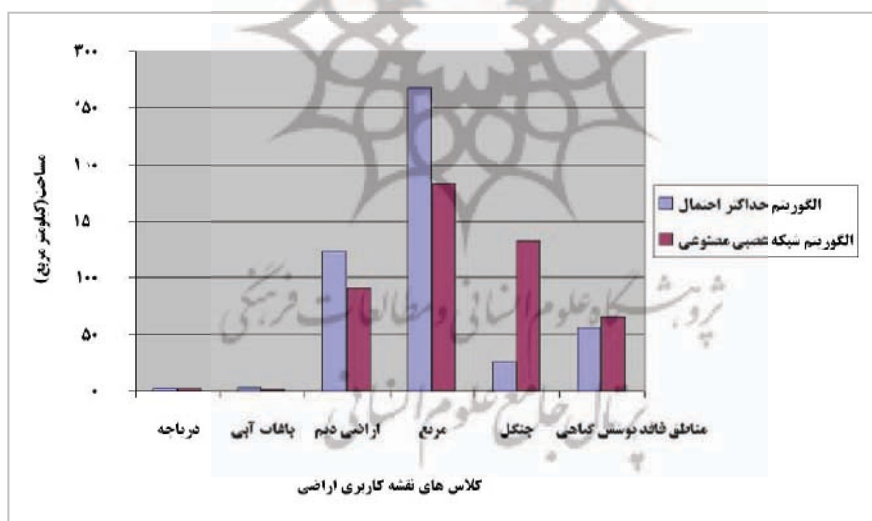
جدول ۴: دقت تولیدکننده و استفاده کننده با الگوریتم شبکه‌ی عصبی مصنوعی

دقت تولیدکننده (درصد)	دقت استفاده کننده (درصد)	کلاس
۱۰۰	۱۰۰	دریاچه
۸۱/۲۵	۸۴/۳۵	باغات آبی
۹۳/۸۸	۶۵	اراضی کشاورزی
۸۲/۵۲	۸۳/۶۴	مرتع
۷۱/۳۵	۱۰۰	جنگل
	۱۰۰	مناطق فاقد پوشش گیاهی

جدول ۵: ضریب کاپا برای دو الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی

الگوریتم طبقه بندی	ضریب کاپا
حداکثر احتمال	۰/۶۹
شبکه عصبی مصنوعی	۰/۸۶

مساحت هریک از کلاس های نقشه ی کاربری اراضی به دست آمده از دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه ی عصبی مصنوعی در شکل ۹ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۹ مشخص است با توجه به نزدیک بودن دقت های به دست آمده برای دو کلاس دریاچه و باغات آبی در نقشه های حاصل از الگوریتم شبکه ی مصنوعی و حداکثر احتمال مساحت این دو کلاس در هر دو نقشه ی کاربری اراضی به هم نزدیک است در حالی که مساحت دو کلاس اراضی دیم و مرتع در نقشه ی حاصل از الگوریتم شبکه ی مصنوعی از نقشه ی حاصل از الگوریتم حداکثر احتمال کمتر و در مورد مساحت دو کلاس جنگل و مناطق فاقد پوشش گیاهی، فراوانی بالعکس می باشد. که ناشی از تفاوت دقت دو الگوریتم برای این چهار کلاس است.



شکل ۹: مساحت کلاس های نقشه ی کاربری اراضی به دست آمده از دو روش طبقه بندی حداکثر احتمال و شبکه ی عصبی مصنوعی

نتیجه‌گیری

در این مطالعه از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه‌ی عصبی مصنوعی جهت استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ی ای سنجنده ASTER استفاده شده است. در طبقه‌بندی داده‌ها به کمک شبکه‌ی عصبی، از یک شبکه‌ی پرسپترون با یک لایه‌ی میانی و ۱۴ نرون ورودی، ۹ نرون میانی و ۶ نرون خروجی استفاده شده است که تعداد نرون‌های ورودی همان تعداد باندهای تصویر ماهواره‌ی ASTER و تعداد نرون‌های خروجی همان تعداد کلاس‌های نقشه‌ی کاربری اراضی می‌باشد. برای آموزش شبکه نیز از الگوریتم انتشار برگشتی استفاده شده است. با انجام مقایسه دقت طبقه‌بندی حاصل از روش‌های مبتنی بر شبکه‌ی عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال مشخص گردید که شبکه‌ی عصبی مصنوعی با ضریب کاپای ۰/۸۶ نسبت به روش حداکثر احتمال با ضریب کاپای ۰/۶۹ دارای دقت بیشتری است که این به دلیل غیرخطی بودن و غیرپارامتریک بودن شبکه‌ی عصبی مصنوعی است. اما در طبقه‌بندی به وسیله‌ی الگوریتم حداکثر احتمال داده‌های آموزش نقش حیاتی دارند. در این روش فرض بر این است که توزیع در داخل نمونه‌های آموزشی باید نرمال باشد به طوری که اگر نتوان این شرط را برآورده نمود دقت طبقه‌بندی به شدت پایین می‌آید. در حالیکه روش‌های عصبی بر مبنای ویژگی‌ها و ساختار خود داده‌ها عمل می‌کنند و به این دلیل است که شبکه‌های عصبی در ترکیب داده‌های با منبع مختلف موفق‌ترند. لذا با استفاده از قابلیت‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، ضمن کاهش خطا در طبقه‌بندی امکان افزایش تعداد کلاس‌ها و جداسازی کلاس‌های دقیق‌تر در پروژه‌های کاربردی فراهم می‌باشد. بر اساس نقشه‌ی کاربری اراضی حاصل از الگوریتم شبکه‌ی عصبی مصنوعی، به ترتیب کلاس‌های مرتع، جنگل، اراضی دیم، مناطق فاقد پوشش گیاهی، باغات آبی و دریاچه‌ی بیشترین سطح حوزه‌ی سد ایلام را به خود اختصاص داده‌اند.

منابع

- ۱- دهستانی، غ (۱۳۷۷). طبقه‌بندی تصاویر چندطیفی سنجش از دور با استفاده از شبکه‌ی عصبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲- رفیعیان، الف؛ درویش‌صفت، ع؛ نمیریان، م (۱۳۸۵)، تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال کشور بین سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM⁺. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دهم. شماره سوم.

- ۳- سلمان ماهینی، ع. ا؛ فقهی، ج؛ نادعلی، ا؛ ریاضی، ب (۱۳۸۷). بررسی تغییرات پوشش درختی استان گلستان به روش طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از داده‌های سنجنده TM و ETM⁺ ماهواره لندست، مجله جنگل و صنوبر. جلد ۱۶. شماره ۳.
- ۴- علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۴). کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۵- علوی پناه، ک؛ متین فر، ح. ر؛ سرمیدیان، ف (۱۳۸۳). ارزیابی کاربری داده‌های ماهواره‌ای از نظر صرفه‌جویی وقت کنفرانس ملی بهره‌وری. فرهنگستان علوم ایران.
- ۶- یوسفی آذر، پ (۱۳۸۱). امکان استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه‌ی پوشش گیاهی در منطقه‌ی فندقلو، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته‌ی جنگلداری. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد علوم و تحقیقات.

- 7- Atkinson, P. M. and A. R. L. Tatnall (1997). Neural networks in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 18 (4), 699-709.
- 8-Barrett, E.C, and Curtic, L. F (1992). *Introduction to Environmental Remote Sensing*, Chapman & Hall, London.
- 9-Bolstad, P. V, and Lillesand, T. M, (1991). Rapid maximum likelihood classification. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 57.
- 10-Chen, K. S, Tzeng, Y.C, Chen, C.F. and Kao, W. L, (1995). Land-cover classification of multispectral imagery using a dynamic learning neural network. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61.
- 11-Eastman, R. J (1995). *Idrisi for windows (version 2) users Guide*, Clark University, NewYork.
- 12-Erbek, F. S, Ozkan, C. and Taberner, M (2004). Comparison of maximum likelihood classification method with supervised artificial neural network algorithms for land use activities. *International Journal of Remote Sensing*, 25.
- 13-FAO Soils bulletin 32 (1981). *A framework for land evaluation*. FAO Publication, Rome.
- 14-Foody, G. M, (2002). Hard and soft classifications by a neural network with a nonexhaustively defined set of classes. *International Journal of Remote Sensing*, 23.
- 15-Kavzoglu, T. and Mather, P. M, (2004). The use of backpropagating artificial neural networks in land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, 24.
- 16-Low, H.K., Chuah, H.T. and Ewe, H.T, (1999). A neural network land use classifier for SAR images using textural and fractal information. *Geocarto International*, 14.
- 17-Lu, D, and Weng, Q, (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing Vol. 28, No. 5, 10 March 2007*, 823-870.
- 18-Lu, D., Mausel, P, Brondizio, E, and Moran, E, (2004). Change detection techniques. *INT. J. REMOTE SENSING*, 20 JUNE, 2004, VOL. 25, NO. 12, 2365-2407.
- 19-Verbeke, L. P. C, Vabcoillie, F. M. B. and Dewulf, R. R, (2004). Reusing back-propagating artificial neural network for land cover classification in tropical savannahs. *International Journal of Remote Sensing*, 25.
- 20-Zhang, J. and Foody, G. M, (2001). Fully-fuzzy supervised classification of sub-urban land cover from remotely sensed imagery: statistical neural network approaches. *International Journal of Remote Sensing*, 22.