



ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان مطالعه موردی: حوضه آبریز ليقوان چای

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹

فاطمه عدیمی عتیق^{۱*}

۱- کارشناس آموزش، دانشکده ریاضی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

چکیده

در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند و عامل انسانی می‌تواند بیشترین نقش را در این فرآیند ایفا نماید. همواره، دانشمندان تلاش نموده‌اند تا عوامل مسبب تغییرات کاربری اراضی و تأثیرات محیطی مربوطه را شناسایی نمایند. در دهه‌های گذشته به همین منظور، محققان مشاهدات مختلف و جمع‌آوری شده از طریق عملیات میدانی و همین‌طور عکس‌های هوایی را جهت کشف تغییرات کاربری اراضی ناشی از تحمیل فرآیندهای طبیعی و انسانی مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. اما، امروزه، بر پایه پیشرفت‌های تکنولوژیکی حاصله در قلمرو سنجش از راه دور، می‌توان تصاویر ماهواره‌ای را به منظور بررسی دقیق تر تغییرات محیطی به‌نگام پردازش و نتایج نهایی را بطور مصور مدل‌سازی نمود. هدف اصلی تحقیق جاری پایش تغییرات کاربری اراضی حوضه ليقوان چای در سال‌های ۱۹۸۵-۲۰۰۶-۲۰۱۳ می‌باشد. بر این اساس، برای کشف تغییرات حادث شده در محدوده مورد مطالعه، تصاویر سنجنده TM و OLI و ETM ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۸۵-۲۰۰۶-۲۰۱۳ مورد پردازش قرار گرفت. در همین راستا، بعد از اعمال تصحیحات اتمسفری و هندسی، عملیات بارزسازی تصاویر اجرا و با بهره‌گیری از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده الگوریتم‌ها اعمال شد و از این طریق نقشه‌های موضوعی کاربری اراضی حوضه ليقوان چای طراحی گردید. بطور کلی روش SVM دقت کلی محاسبه شده در سال ۱۹۸۵ (۹۶/۲۰) و در سال ۲۰۰۶ (۹۶/۲۶) و در سال ۲۰۱۳ (۹۹/۶۴) بدست آمد که بیشترین دقت را نسبت به روش‌های دیگر دارد. در کل زمین‌های بایر در درجه اول جای خود را به باغ سپس زراعت آبی و نهایتاً مناطق مسکونی داده‌اند.

کلمات کلیدی: کاربری اراضی، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی، ليقوان چای.

۱- مقدمه

کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است. یکی از پیش شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی و دانستن تغییرات هر کدام از کاربری‌ها در طول زمان می‌باشد. اطلاع از نسبت کاربری در یک محیط طبیعی و نحوه تغییرات آن یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی زیست محیطی است. با اطلاع از نسبت تغییرات کاربری‌ها در گذر زمان می‌توان تغییرات آنی را پیش‌بینی نموده و اقدامات مقتضی را انجام داد. محدودیت منابع زیست محیطی و لزوم استفاده بهینه و متناسب از ظرفیت‌های این منابع ضرورت بهره‌گیری مدیریت صحیح و هوشمند در راستای استفاده پایدار از منابع را به خوبی نشان می‌دهد.

سطح زمین به طور طبیعی، یک سیستم همواره در حال تغییر بوده و از طرف دیگر بلایای طبیعی و بخصوص عوامل انسانی بر سرعت این تغییرات افزوده است. این رویداد ناشی از عدم توجه به مقیاس زمان در بهره‌برداری از منابع پایه محیطی می‌باشد (شیخ حسنی، حسین، ۱۳۸۰).

شبکه‌های عصبی مصنوعی^۱ اولین بار توسط روسنبلت^۲ در سال ۱۹۸۵ طراحی شده‌اند. در این ساختار، برای نمونه‌های آموزشی، شبکه نمونه‌های آموزشی شبکه از طریق لایه ورودی وارد شبکه شده و بعد از ضرب شدن در وزن‌های ارتباط‌دهنده نرون‌ها، وارد لایه میانی می‌شوند. در هر نرون از لایه میانی، یک تابع فعالیت، بر روی ورودی‌ها اعمال شده و مقادیر محاسبه شده به لایه خروجی فرستاده می‌شوند. در این مرحله خروج شبکه، با مقدار مطلوبی که از شبکه انتظار می‌رود مقایسه شده و مقدار خطای موجود مقایسه شده و مقدار خطای موجود، از روش‌های مختلف، با تغییر در وزن‌های ارتباط‌دهنده نرون‌ها در شبکه تعدیل می‌شود. معمولاً برای اینکار از الگوریتم‌هایی مانند پس انتشار خطا^۳ استفاده می‌شود. این الگوریتم، با استفاده از گرادینان تابع هزینه، وزن‌های شبکه را برای کاهش میزان خطای شبکه تعدیل می‌کند این کار تا زمانی 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 شبکه عصبی، بر اساس نمونه‌های آموزشی و خروجی‌های مطلوب پیکربندی می‌شود (آتکینسون و تاتنال، ۱۹۷۷: ۷۰۹-۶۹۹).

در این راستا SVM^۵، یکی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده بر مبنای نظریه یادگیری آماری^۶ است (وینیک^۷). روش‌های غیر آماری عدم نیاز به دانش قبلی از توزیع آماری داده‌های مورد نظر می‌باشد. علاوه بر این، روش‌های

1- Artificial neural network (ANN)
 2- Rosenblatt
 3- Back Propagation
 4- Atkinson and Tatnal

5- Support Vector Machine (SVM)
 6- Statistical Learning Theory
 7- Vapnik, V., 1998

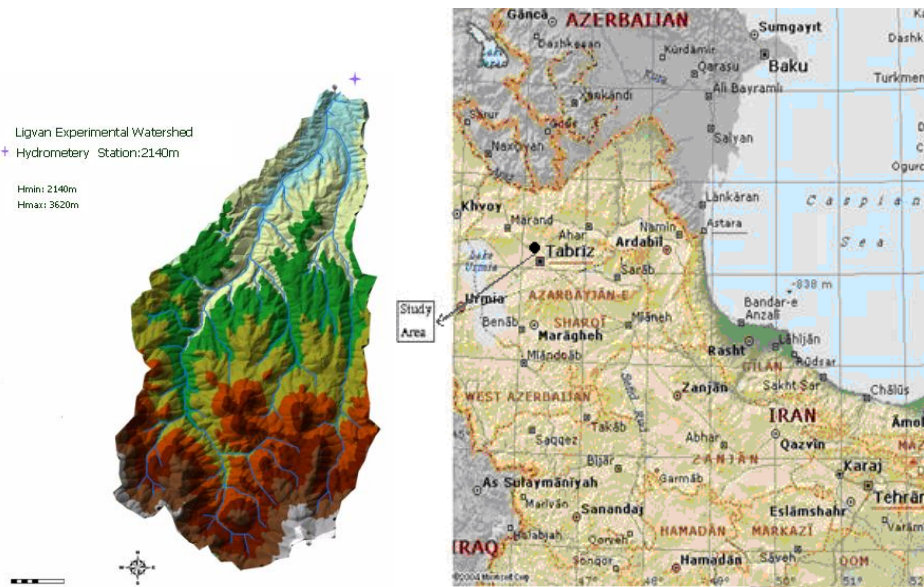
SVM قادرند به‌طور همزمان خطای طبقه‌بندی تجربی را کاهش و تفکیک‌پذیری کلاس را با استفاده از تغییر شکل‌های SVM مختلف افزایش دهند (پتروپولوس^۱). این مزیت SVM را قادر می‌سازد تا با داده با ابعاد زیاد و یا کلاس‌های با فضای عوارض توزیع چند بعدی بهتر عمل کند و اغلب در مقایسه با روش‌های پارامتریک یا غیرپارامتریک دیگر نتایج بهتری را تولید نماید. همچنین، پیاده‌سازی روش SVM آسان است. زیرا جهت تنظیم به پارامترهای اندکی نیاز دارند (کریمی و همکاران^۲). و به‌طور کلی هنگامی که سری‌های تعلیمی کمی استفاده شده باشند، نتایج خوبی را ارائه می‌دهند (پل و متر، ۲۰۰۴^۳). روش بردار پشتیبان در حل هم‌چنانکه مشکلات طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بسیار به کار رفته است (براون و تسنگ و کاوزگایو^۴). هم‌چنانکه، در چیبانی^۵ و نمپور^۶ در الجزایر جهت تهیه نقشه رشد شهری از روش SVM و شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده نمودند (ایکس‌ای^۷). یک بسته نرافزاری مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی مبتنی بر SVM را به منظور طبقه‌بندی تغییر کاربری اراضی توسعه داد. در این مطالعات، کارایی و قابلیت اطمینان بالای روش مورد تأکید قرار گرفته است. تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از روش‌های میداتی و تفسیر عکس‌های هوایی به وقت و هزینه زیادی نیاز دارد (شتایی، شعبان، عبدی، امید، ۱۳۸۶). لذا در این تحقیق با استفاده از روش‌های ANN, SVM, ML نقشه کاربری اراضی حوضه ليقوان چای با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۰۶ و ۲۰۱۳ تولید و دقت این طبقه‌بندی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. در نهایت با آنالیز تغییر کاربری اراضی بر اساس کاربری‌های تولید شده از روش بهینه، مقادیر تغییرات در هر نوع کاربری، استخراج و مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۱-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

حوضه ليقوان چای یکی از زیرحوضه‌های آجی‌چای بوده و با وسعتی معادل ۷۶ کیلومتر مربع در دامنه شمالی سهند بین طول‌های شرقی ۳۰°-۲۰° تا ۳۰°-۲۷° و عرض‌های شمالی ۵۵°-۴۲° تا ۳۷°-۳۰°-۴۹°-۳۷°، گسترده شده است. از شمال به اسپره‌کوه و دره ليقوان، از جنوب به ارتفاعات سهند، از مشرق به حوضه‌های آبریز سعیدآبادچای و اوجان و از مغرب به حوضه آبریز رودخانه سردرود منتهی می‌شود. حداکثر و حداقل ارتفاع آن به ترتیب ۳۶۲۰، ۲۱۴۰ متر از سطح دریای آزاد بوده و ارتفاع متوسط آن رقم ۲۶۷۵ متر را به خود اختصاص می‌دهد. نقشه کلی آبریز ليقوان در شکل ۱ نشان داده شده است (حسین زاده، حجت، ۱۳۸۵).

1- Petropoulos, G. P.2010
2- Karimi, Y., Orasher, S. O.
3- Pal, M., and Mather, P. M., 2004
4- Brown, M., Tseng, M.-H., Kavzoglu, T.

5- Chibani
6- Nemmour
7- Xie, C.



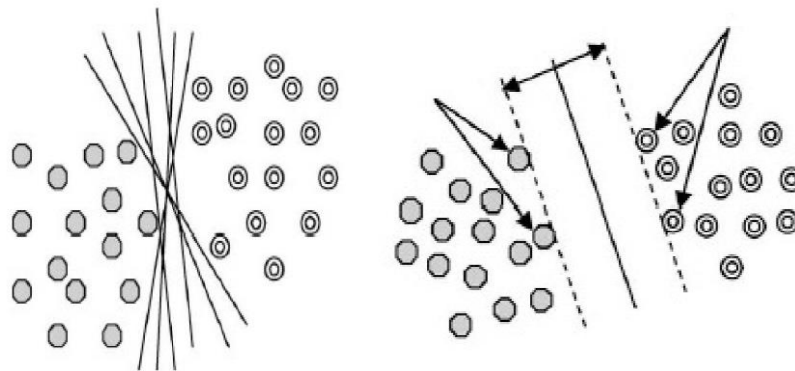
شکل (۱): نقشه حوزه آبریز ليقوان چای

Figure (1): Map of Liqvan Chai catchment area

۲- مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور بررسی تغییرات کاربری‌های اراضی از تصاویر چند طیفی TM+, OLI, ETM+ استفاده شده است. این تصاویر به ترتیب مربوط به سال‌های ۲۰۱۳ و ۱۹۸۵ و ۲۰۰۶ می‌باشند. علاوه بر این، از نقشه‌های توپوگرافی تولید شده در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ از سازمان نقشه‌برداری کشور به منظور تصحیح هندسی تصاویر ماهواره، برش منطقه مورد مطالعه و ایجاد داده‌های آموزشی در مراحل قبل و بعد از طبقه‌بندی (به عنوان نقاط چک در ارزیابی دقت نتایج) استفاده شد همچنین از نقاط GPS استفاده شده است. به منظور آماده‌سازی تصاویر برای اجرای طبقه‌بندی، ابتدا لازم است مراحل پیش پردازش از جمله تصحیح اتمسفری و هندسی انجام شود که از تصحیح اتمسفری Dark Subtract استفاده گردید. تصحیحات هندسی برای انطباق تصاویر ماهواره در منطقه و برش آنها، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی موجود انجام شد. در ادامه با استفاده از داده‌های زمینی، و همچنین تفسیر بصری مناطق آموزشی با پراکنش مناسب معرفی شده و با محاسبه همبستگی باندها، کلاس‌های قابل تفکیک ارزیابی گردیده‌اند. به منظور استخراج کلاس‌های کاربری اراضی، از روش‌های ANN, SVM,

ML برای هر کدام از تصاویر استفاده شد. فراصفحه‌ای^۱ که حداکثر حاشیه را بین دو کلاس فراهم می‌نماید شکل ۲، فراصفحه بهینه و داده‌های نزدیک‌تر به فراصفحه، بردارهای پشتیبان^۲ نامیده می‌شوند.



ب - فرا صفحه بهینه

الف - حالات مختلف فرا صفحه

شکل (۲): تفکیک کلاس‌ها بر اساس فرا صفحه بهینه در روش SVM

Figure (2): Separation of classes based on the optimal meta-plane in the SVM method

به طور کلی SVM یک طبقه‌بندی‌کننده باینری و خطی است که با توسعه آن و استفاده از توابع کرنل، به عنوان یک طبقه‌بندی‌کننده چند کلاسی و غیرخطی نیز به کار می‌رود. در تحقیق حاضر، طبقه‌بندی SVM چند کلاسی در محیط پردازش تصویر ENVI انجام شد. در ENVI استراتژی طبقه‌بندی زوجی برای انجام یک طبقه‌بندی چند کلاسی استفاده می‌شود. انتخاب کرنل مهم‌ترین مسئله در اجرا و عملکرد طبقه‌بندی‌کننده SVM می‌باشد (کیوچل^۳) کرنل‌های متداول شامل سیگموئید^۴ و تابع واحد شعاعی (RBF)^۵ می‌باشند. در این تحقیق، کرنل (RBF) با توجه به استفاده وسیع در طبقه‌بندی اراضی و مطالعه تغییر کاربری اراضی با داده‌های ماهواره‌های مختلف و همچنین عملکرد بهتر نسبت به کرنال‌های دیگر مورد استفاده قرار گرفت (کیوچل و کنورن و پتروپولوس^۶). علاوه بر این، کرنل RBF فقط به یک پارامتر از پیش تعریف شده نیاز دارد، که در پیاده‌سازی، آن را در مقایسه با کرنال‌های دیگر کاراتر می‌سازد (هیونگ^۷). کرنل به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

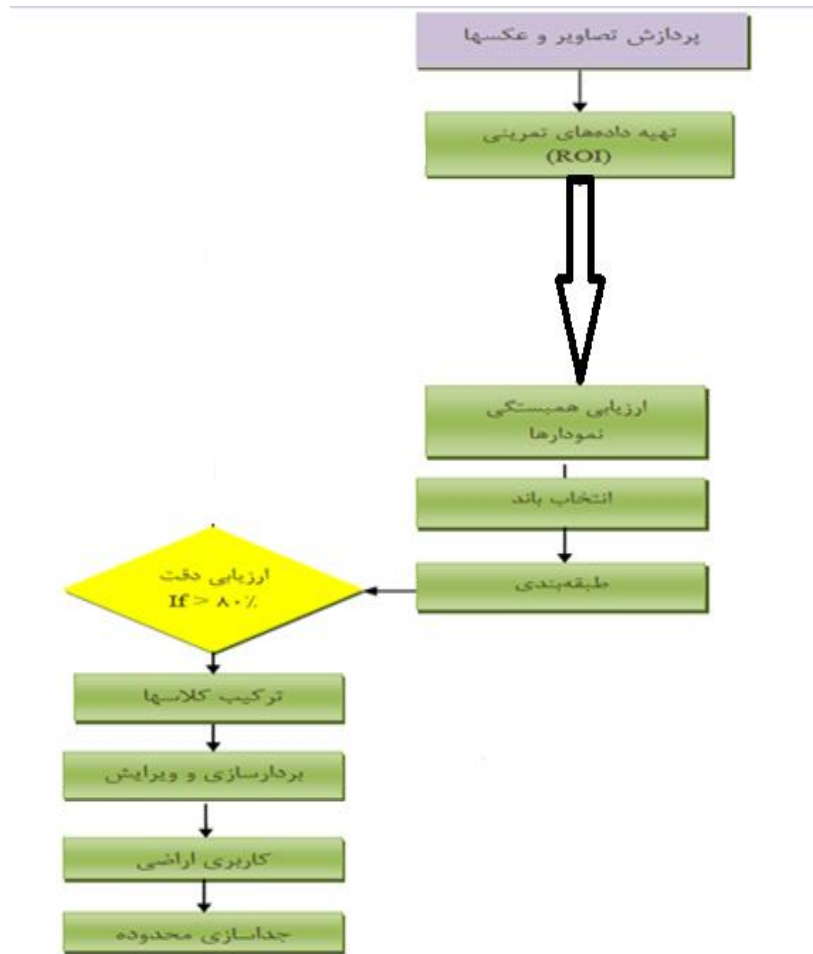
1- Hyper-plane
2- Support Vectors
3- Keuchel, J.,
4- Sigmoid

5- Radial Basis Function (RBF)
6- Keuchel, J., Knorn, J., Petropoulos
7- Huang, C.

در رابطه ۱، x_j و x_i مجموعه‌هایی از داده‌های آموزشی و یک پارامتر تعریف شده توسط کاربر به عنوان عرض کرنل می‌باشند. معکوس تعداد باندهای طیفی سنجنده می‌باشد. همچنین، پارامتر جریمه^۱ برای بهبود خطای طبقه‌بندی‌های نادرست می‌تواند معرفی شود. این پارامتر به مقدار حداکثر آن قرار داده می‌شود تا ما را در ایجاد یک مدل دقیق‌تر کمک کند. تصاویر در وضوح کامل (پارامتر pyramid صفر قرار داده شد) پردازش گردید. آستانه احتمال طبقه‌بندی صفر در نظر گرفته شد، به این معنی که همه پیکسل‌ها دقیقاً به یک کلاس نسبت داده شدند و هیچ‌کدام در کلاس طبقه‌بندی نشده باقی نماند. ارزیابی نتایج طبقه‌بندی یکی از مراحل مهم پس از هر فرایند طبقه‌بندی می‌باشد. یکی از روش‌های متداول ارزیابی طبقه‌بندی، استفاده از مجموعه نمونه‌های تست و تشکیل ماتریس خطا^۲ می‌باشد. با استفاده از نقاط چک به دست آمده از نقشه توپوگرافی و داده GPS، میزان اعتبار نقشه‌های کاربری اراضی بررسی شد. بدین ترتیب، دقت کلی^۳ و ضریب کاپا به ترتیب برای برآورد خوشبینانه و بدبینانه دقت هر دو روش ML و SVM، محاسبه گردید. نتایج به دست آمده روش بهینه طبقه‌بندی انتخاب و تغییرات کاربری بر اساس این روش استخراج گردیده است. با استفاده از روش change detection مقادیر آماری تغییرات کاربری اراضی بین سه تصویر محاسبه گردید. مراحل تحقیق در شکل زیر آورده شده است.

1- Penalty Parameter
2- Confusion Matrix

3- Overall Accuracy

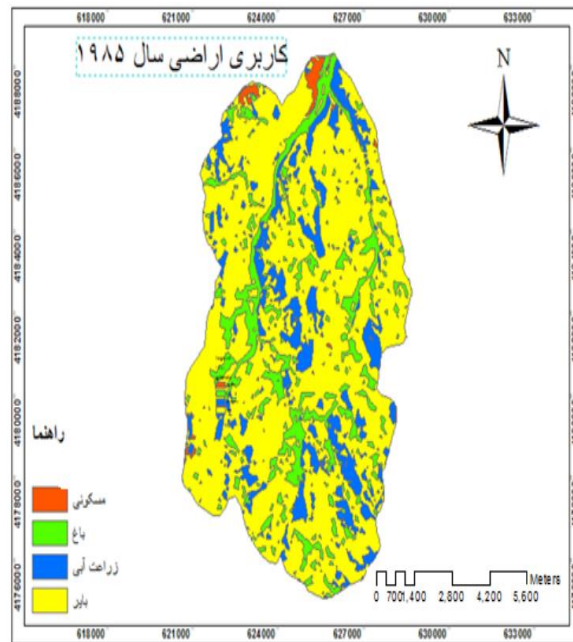


شکل (۳): نمودار مراحل انجام استخراج کاربری اراضی

Figure (3): Diagram of the stages of extracting land use

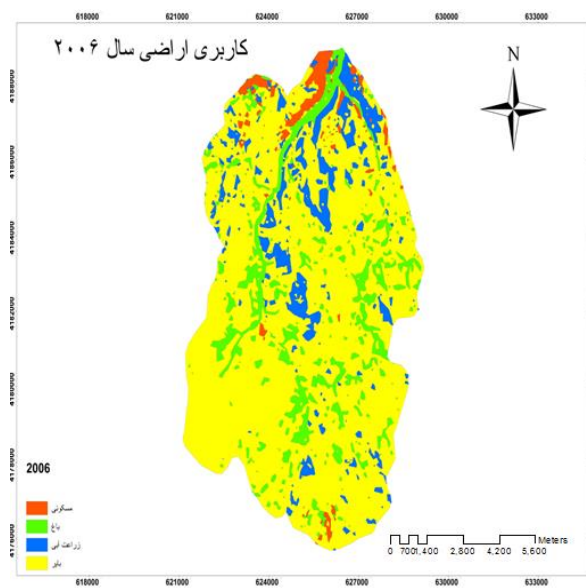
۳- بحث و نتایج

نتایج اولیه تحقیق، نقشه‌های کاربری اراضی حوزه آبریز ليقوان چای در سال‌های ۱۹۸۵ و ۲۰۰۶ و ۲۰۱۳ با استفاده از روش‌های حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان می‌باشد.



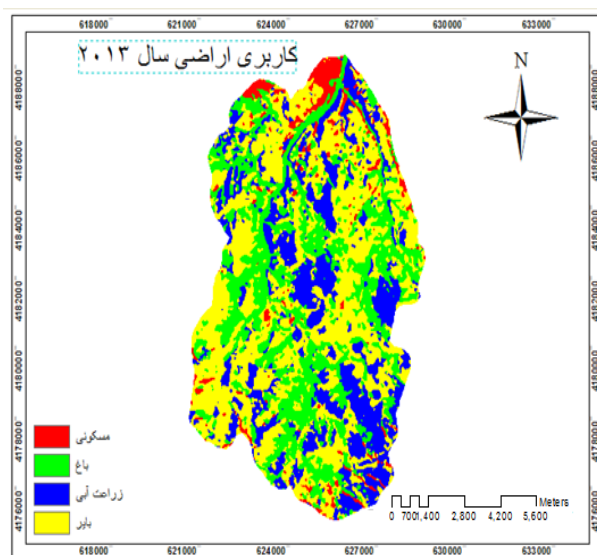
شکل (۴): کاربری اراضی مربوط به تصویر ۱۹۸۵

Figure (4): Land use related to the 1985 picture



شکل (۵): کاربری اراضی مربوط به تصویر سال ۲۰۰۶

Figure (5): Land use related to the 2006 image



شکل (۶): کاربری اراضی مربوط به تصویر سال ۲۰۱۳
Figure (6): Land use related to the 2013 image

نتایج دقت کلی طبقه‌بندی و ضریب کاپا برای هر سه روش در جدول ۱ آورده شده است. به طور کلی نتایج رضایت‌بخشی حاصل شده است. روش SVM در مقایسه با دیگر روش‌ها از دقت بالایی برخوردار بوده، در نتیجه می‌توان در روش SVM در بررسی تغییرات کاربری اراضی از نقشه‌های طبقه‌بندی حاصل از این روش استفاده نمود.

جدول (۱): استخراج پارامترهای ارزیابی دقت

Table (1): extraction of accuracy evaluation parameters

ضریب کاپا		دقت کلی (درصد) ۲۰۱۳ و ۱۹۸۵				تصویر
ML	SVM	ANN	ANN	ML	SVM	روش‌های طبقه‌بندی
۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۹۵	٪ ۹۷/۱۵	٪ ۹۶/۲۰	٪ ۹۶/۳۹	سال ۱۹۸۵
۰/۹۵	۰/۹۶	۰/۹۵	٪ ۹۷/۲۰	٪ ۹۶/۲۶	٪ ۹۶/۴۵	سال ۲۰۰۶
۰/۹۷	۰/۹۹	۰/۹۷	٪ ۹۸/۲۰	٪ ۹۹/۶۴	٪ ۹۷/۶۴	سال ۲۰۱۳

تغییرات کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۶، ۲۰۱۳ با استفاده از تصاویر ماهواره ای مبتنی بر طبقه‌بندی سیستم بردار پشتیبان مورد ارزیابی قرار گرفته است. مساحت و تغییرات هر کدام از کاربری‌ها آورده شده است.

جدول (۲): مساحت کاربری اراضی مربوط به تصویر سال ۱۹۸۵

Table (1): extraction of accuracy evaluation parameters

نام کلاس	کاربری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
مسکونی	مسکونی	۷۲/۵	٪ ۰/۹۶
باغ	باغ	۱۰۴۷۲۵/۱	٪ ۱۳/۸۳
زراعت آبی	زراعت آبی	۱۰۰۹/۰۴	٪ ۱۳/۳۷
بایر	بایر	۵۴۱۷/۱۲	٪ ۷۸/۷۱

جدول (۳): مساحت کاربری اراضی مربوط به تصویر سال ۲۰۰۶

Table (3): The usable area of the lands related to the picture of 2006

نام کلاس	کاربری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
مسکونی	مسکونی	۲۱۷/۹۲	٪ ۲/۸۸
باغ	باغ	۹۰۶/۶۲	٪ ۱۲/۰۲
زراعت آبی	زراعت آبی	۹۶۰/۶۱	٪ ۹/۱۵
بایر	بایر	۵۷۳۰/۲۶	٪ ۷۵/۹۴

جدول (۴): مساحت کاربری اراضی مربوط به تصویر سال ۲۰۱۳

Table (4): The usable area of the lands related to the picture of 2013

نام کلاس	کاربری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
مسکونی	مسکونی	۳۶۲/۸۵	٪ ۴/۸۰
باغ	باغ	۲۱۷۵/۸	٪ ۲۸/۸۴
زراعت آبی	زراعت آبی	۱۷۵۶/۶	٪ ۲۳/۲۸
بایر	بایر	۳۲۴۹/۳	٪ ۴۳/۰۶

در کل می‌توان گرفت که :

مناطق مسکونی در سال‌های ۱۹۸۵-۲۰۱۳ هر چند که کمترین مساحت کاربری‌ها را در منطقه به خود اختصاص می‌دهد، اما نشانگر آن است که مناطق مسکونی در حال افزایش هستند که دلیل آن نیز گسترش محدوده روستاهای موجود در منطقه و همچنین رونق ساخت و ساز ویلاها در این منطقه می‌باشد. کاربری باغات جهش قابل توجهی را در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال‌های قبل نشان می‌دهد. کاربری زراعت آبی در سال‌های اخیر رشد زیادی داشته است که دلیل آن می‌تواند استفاده از آب سدهای موجود در منطقه که در سال‌های اخیر مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند در زمینه زراعت آبی باشد. کاربری زمین‌های بایر نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه بیشترین سهم کاربری در طول مدت مورد مطالعه متعلق به این کاربری است. اما

در سال ۲۰۱۳ مقدار زمین‌های بایر در مقایسه با زراعت آبی، باغ و مسکونی کمتر شده و به عبارت دیگر زمین بایر به سایر کاربریها تبدیل شده است. و در نهایت زمین‌های بایر در درجه اول جای خود را به باغ و سپس زراعت آبی و نهایتاً مناطق مسکونی در منطقه مورد مطالعه داده‌اند.

۴- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، دقت روش‌های بیشترین شباهت و SVM و ANN در طبقه‌بندی تصاویر چند طیفی TM و ETM+ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل، دقت روش SVM را در مجموع بهتر از دیگر روش‌ها ارزیابی نموده است. اختلاف دقت طبقه‌بندی دو روش در مورد تصویر TM بسیار کم و در حدود یک درصد و در تصویر ETM+ این تفاوت بیش از ۲ درصد می‌باشد. بدین ترتیب روش SVM برای طبقه‌بندی تصاویر ETM+ دقت کلی ۹۹٫۶۴٪ پیشنهاد می‌گردد. با انتخاب روش SVM به عنوان طبقه‌بندی‌کننده بهینه، تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز ليقوان در فاصله زمانی سال ۱۹۸۵ الی ۲۰۱۳ استخراج گردید. محاسبه تغییر کاربری اراضی منطقه نشان داد که گسترش بی‌رویه فعالیت‌های توسعه‌طلبانه و شکنندگی اکوسیستم منطقه زمینه‌ساز از هم گسیختگی منابع محیطی شده است. کیفیت بخش عمده پوشش گیاهی منطقه در اثر شیوه‌های سوء بهره‌برداری از جمله تبدیل عرصه‌های منابع طبیعی به زمین‌های زراعی و یا چرای شدید دام، نقصان یافته و در معرض تخریب فزاینده می‌باشد. اطلاعات تغییر کاربری اراضی به دست آمده در این تحقیق می‌تواند در فرآیندهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی محیطی این منطقه جهت عدم تغییر کاربری اراضی به اراضی بایر و هدر رفت منابع موجود، مورد استفاده قرار گیرد. با بررسی علت تغییر کاربری‌ها به اراضی بایر می‌توان از هدر رفتن سرمایه‌گذاری‌ها، منابع و امکانات موجود، مهاجرت روستاییان به شهرها و رها شدن زمین‌ها جلوگیری نمود. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که الگوریتم‌های سنتی طبقه‌بندی مانند روش‌های آماری بخاطر انعطاف‌پذیری پایین و انواع پارامتریک آن مانند روش حداکثر احتمال به خاطر وابستگی به مدل آمار گوسی نمی‌تواند نتایج بهینه‌ای، در صورت نرمال نبودن داده‌های آموزشی فراهم آورد در حالیکه دلیل موفقیت الگوریتم شبکه عصبی در سنجش از دور این است که می‌تواند داده‌های با منابع مختلف را با هم تلفیق نماید. در طی سال‌های اخیر روند افزایشی جمعیت سبب توسعه نواحی سکونت‌گاهی شده است. توسعه نواحی سکونت‌گاهی نیز سبب تغییر نوع کاربری اراضی و چشم‌انداز حاکم بر مناطق شده است. با توجه به اهمیت تغییرات کاربری اراضی و تأثیر مستقیم آن بر زندگی انسان، در پژوهش حاضر به پایش تغییرات کاربری اراضی و روند رشد اراضی مسکونی در حوضه آبریز ليقوان پرداخته شده است. در نوشتار پیش رو به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است. پس از تهیه تصاویر و انجام پایش‌پردازش‌های لازم، با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی برای سال‌های

تغییرات کاربری اراضی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۶، ۲۰۱۳ در چهار کلاس اراضی مسکونی، باغ، زراعت آبی، بایر تهیه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی‌ها بیانگر این است که در سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳، اراضی مسکونی از ۷۲/۵ به ۳۶۲/۸۵ هکتار افزایش یافته است و با افزایش اراضی مسکونی و زیرساخت‌های انسانی، کاربری کشاورزی و مراتع با کاهش روبه‌رو شده است. ارزیابی تغییرات صورت گرفته در مورد اراضی مسکونی بیانگر این است که بیشتر تغییرات صورت گرفته در حوضه آبریز لیقوان بوده است.

پیشنهادات

بر اساس نتایج روش SVM برای طبقه‌بندی تصاویر سنجنده ETM+ دقت کلی ۹۹٫۶۴٪ حاصل گردیده است. با توجه به قدرت تفکیک زمانی ۱۵ روزه و رایگان بودن این تصاویر با روش مذکور هر ساله پایش لازم بر روی منطقه انجام گیرد تا تغییرات حاصله به موقع به مدیران منابع طبیعی و کشاورزی گزارش گردد. و این روش با سایر سنجنده‌ها نیز اجرا شده و نتایج آن با این پژوهش مقایسه گردیده و بهترین نوع تصویر نیز مشخص گردد. این افزایش قابل تامل در توسعه اراضی مسکونی، بیانگر ضرورت تجدید نظر در مدیریت آب و خاک حوضه و توجه به عوامل موثری مانند مدیریت یکپارچه منابع آب و خاک حوضه‌های آبریز و موضوعات اجتماعی و اقتصادی می‌باشد.

۵- منابع

- 1-Hosseinzadeh, Hojjat, (2015). Modeling the rainfall-runoff process in the Liqvan Chai catchment area using artificial neural networks, Master's Thesis, Faculty of Civil Engineering, Tabriz University.
- 2-Sheikh Hosni, Hossein, (1380). Environmental planning modeling using geographic information system and remote sensing (case study, Taleghan region), doctoral dissertation in natural geography, Tarbiat Modares University.
- 3-Shatai, Shaaban and Omid Abdi. (2016). preparation of land use map in mountainous areas of Zagros using ETM+ sensor data "Study area: Sorkhab Khorramabad Basin. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, Volume 4, Number 1.
- 4-Faizizadeh, Bakhtiar and Mahmoud Haj Mir Rahimi, (1387). Revealing Land Use Changes in Andisheh Town Using Object-Oriented Classification Method, Geomatics Conference 87, Iran Mapping Organization.
- 5-Vapnik, V., (1998). Statistical Learning Theory, Wiley, New York.
- 6-Petropoulos, G.P., Knorr, W., Scholze, M., Boschetti, L., and Karantounias, G., (2010). Combining ASTER multispectral imagery analysis and support vector machines for rapid and cost-effective postfire assessment: a case study from the Greek wildland fires of 2007, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 10, pp. 305–317.
- 7-Waske, B. and Benediktsson, J.A., (2007). Fusion of support vector machines for classification of multisensor data, *IEEE T. Geosci. Remote Se.* 45(12): 3858–3866.
- 8-Koetz, B., Morsdoff, F., Linden, S., Curt, T., and Allogower, B., (2008). Multi-source land coverclassification for forest fire management based on imaging spectrometry and LiDAR data, *Forest Ecol.Manag.*, 256(3): 263–271.
- 9-Pal, M., and Mather, P.M. (2004). Assessment of the effectiveness of support vector machines for hyperspectral data, *Future Generation Computer Systems*, 20, pp. 1215–1225.
- 10-Karimi, Y., Orasher, S.O., Patel, R.M., and Kim, S.H. (2006). Application of support vector machine technology for weed and nitrogen stress detection in corn, *Comput. Electron. Agr.*, 51, pp. 99–109.
- 11-Brown, M., Gunn, S.R., and Lewis, H.G. (1999). Support vector machines for optimal classification and spectral unmixing, *Ecol. Model.*, 120, pp. 167–179.
- 12-Tseng, M.-H., Chen, S.-J., Hwang, G.-H., and Shen, M.-Y., (2008). A genetic algorithm rule-based approach for land cover classification, *ISPRS J. Photogramm.*, 63, 202–21.
- 13-Kavzoglu, T. and Colkesen I. (2009). A kernel functions analysis for support vector machines for landcover classification, *Int. J. Appl. Earth Obs.*, 11, pp. 352–359.

- 14-Nemmour, H. and Chibani, Y., (2006). Multiple support vector machines for land cover change detection: An application for mapping urban extensions, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61(2): 125-133.
- 15-Xie, C., (2006). Support Vector Machines for Land Use Change Modeling, Thesis for the degree of Master of Science. Department of Geomatics Engineering. The Faculty of Graduate studies in partial fulfillment of the requirements, Calgary, Alberta.
- 16-Swain, P.H., Davis, S.M. (1978). Remote Sensing: The Quantitative Approach. McGraw-Hill, New York.
- 17-ENVI User's Guide, (2008). ENVI On-line Software User's Manual, ITT Visual Information Solutions.
- 18-Keuchel, J., Naumann, S., Heiler, M., and Siegmund, A. (2003). Automatic land cover analysis for Tenerife by supervised classification using remotely sensed data, *Remote Sens. Environ.*, 86, pp. 53-541.
- 19-Knorn, J., Rabe, A., Radeloff, V. C., Kuemmerle, T., Kozak, J., and Horstert, P., (2009). Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images, *Remote Sens. Environ.* 113, pp. 957-964.
- 20-Petropoulos, G.P., Kontoes, C., Keramitsoglou, I. (2011). Burnt area delineation from a uni-temporal perspective based on Landsat TM imagery classification using Support Vector Machines, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 13, pp. 70-80.
- 21-Huang, C., Davis, L.S., and Townshend, J.R.G., (2002). an assessment of support vector machines for land cover classification, *Int. J. Remote Sens.*, 23, pp. 725-749.
- 22-Hashemian, M. (2004). Study of accuracy assessment techniques for classification of remotely sensed data, MSc Thesis, K.N. Toosi University of Technology.