

بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان زرنند-کرمان

سعید دلگرم^۱، معین گنجعلیخانی^۱، بهرام بختیاری^{۲*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

چکیده

تغییرات کاربری اراضی به ویژه اراضی کشاورزی، تأثیر بسزایی در خرداقلیم و مدیریت منابع طبیعی و تبادل شار مابین سطح زمین و جو دارد. سنجش‌ازدور، یکی از روش‌های قابل اعتماد و دقیق در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی بویژه در گستره‌های وسیع می‌باشد. هدف از این مطالعه تهیه نقشه کاربری اراضی و آشکارسازی تغییر سطح پوشش مشتمل بر صنعتی، کشاورزی، مسکونی و سایر در شهرستان زرنند واقع در استان کرمان در سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. به منظور طبقه‌بندی کاربری اراضی در هر یک از این گروه‌های ۴ گانه، از سه روش حداکثر درست‌نمایی، شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان استفاده شد که ماشین بردار پشتیبان به عنوان روش برگزیده انتخاب گردید. به‌طور کلی نتایج نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های مورد مطالعه حاکی از افزایش ۶۴ هکتاری بخش کشاورزی، ۱۷ هکتاری بخش شهری و ۲ هکتاری بخش صنعتی می‌باشد. افزایش مناطق صنعتی شهرستان و افزایش مناطق با کاربری کشاورزی دو مورد بسیار با اهمیت در تغییر محتمل الگوهای کشت و اقلیم کشاورزی منطقه بوده و شایسته توجه بیشتر در برنامه‌ریزی‌های بلندمدت زیست محیطی منطقه است.

واژه‌های کلیدی: اقلیم کشاورزی، شبکه عصبی مصنوعی، کاربری اراضی، ماشین بردار پشتیبان، ETM+

مقدمه

کاربری اراضی در حال حاضر می‌باشد. این تصاویر قادر به ارائه اطلاعاتی به‌روز و دقیق در مقیاس مکانی وسیع بوده که در برنامه‌ریزی‌های کلان‌مدیریتی، نظیر مدیریت اراضی و منابع آب کشور حائز اهمیت می‌باشند. در سال‌های اخیر، تحقیقات متعددی در این زمینه توسط محققین صورت گرفته است. Ahoja (1993) با به‌کارگیری تصاویر سنجنده TM^۳ و تصاویر ماهواره IRS^۴ در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۹۸۶ اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی ایالت هاوایان هند نمود بر اساس روش طبقه‌بندی نظارت‌شده این تقسیم‌بندی شامل اراضی کشاورزی، مرتعی، لخت، سنگلاخی، مسکونی و آب بوده است و ماتریس خطا ۸۰ درصد تخمین زده شده است (Dontre, 2003). با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM^۵ و ETM+^۵ مربوط به سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ اقدام به تهیه نقشه پوشش گیاهی مربوط به جنگل‌های ملی

امروزه با افزایش روزافزون جمعیت، بهره‌برداری غیر اصولی از عرصه‌های طبیعی افزایش یافته و باعث تغییر کاربری اراضی و در نتیجه تغییر اقلیم مناطق شده است (Lu and Weng, 2007). تخریب و تغییر کاربری اراضی ممکن است در اثر عواملی مانند خشکسالی، آتش‌سوزی، سیلاب، فعالیت‌های آتشفشانی و فعالیت‌های انسانی مانند گسترش شهرها و اراضی کشاورزی، فعالیت‌های صنعتی و نحوه مدیریت منابع طبیعی ایجاد شود (Ojigi, 2006). تغییرات کاربری اراضی علی‌خصوص اراضی کشاورزی و به طبع آن تغییرات اقلیم کشاورزی مسئله بسیار مهمی است که بایستی در مطالعات تعیین الگوی کشت مناطق مورد بررسی قرار گیرد. استفاده از علم سنجش‌ازدور و به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای، یکی از مهم‌ترین منابع تهیه و بررسی نقشه‌های

*نویسنده مسئول: drbakhtiari@uk.ac.ir

³ Thematic Mapper

⁴ Indian Remote Sensing

⁵ Enhanced Thematic Mapper Plus

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، بخش مهندسی

آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

^۲ دانشیار، بخش مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر

کرمان، کرمان، ایران

نحوه ارجاع مقاله:

دلگرم، س.، گنجعلیخانی، م.، بختیاری، ب. ۱۴۰۲. بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان زرنند-کرمان. نشریه

هواشناسی کشاورزی، ۱۱(۱): ۶۴-۷۴. DOI: 10.22125/agmj.2023.320893.1128

Delgarm, S., Ganjalikhani, M., Bakhtiari, B. 2023. Investigation of land-use changes using satellite images in Zarand region-Kerman. Journal of Agricultural Meteorology, 11(1): 64-74. DOI: 10.22125/agmj.2023.320893.1128

کاهش مناطق بیابانی به میزان ۲۱۶۰ هکتار بود که این امر را ناشی از افزایش کاربری‌های دیگر مانند مناطق شهری و کشاورزی دانسته‌اند (Moradi et al., 2008). Ahmad et al. (1388)، به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی شهر اراک از داده‌های رقومی سنجنده LISS-III استفاده نمودند. در نهایت صحت کلی طبقه‌بندی برای روش حداکثر مشابهت و روش شبکه عصبی به ترتیب ۹۲/۶ و ۹۲/۷ درصد برآورد گردید. همچنین Arakhi and Najafi, (1391) کاربری الگوریتم SVM را در طبقه‌بندی پوشش زمین در استان ایلام مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان داد که بین سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۷ میلادی ۵۳۱۵/۷۶ هکتار برابر ۱۸/۱۷ درصد جنگل‌های منطقه موردنظر به غیر جنگل تبدیل شده است. به عبارتی سالانه حدود ۰/۶۲ درصد از مساحت جنگل‌ها کم شده است. Soltani et al., (1397) در تحقیقی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه سد ایلام که یکی از بزرگترین سدهای استان ایلام می‌باشد، در طی دو دوره قبل و بعد از احداث سد را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه به منظور تشخیص تغییرات کاربری‌های حوضه سد ایلام، ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و الگوریتم طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی، نقشه کاربری اراضی حوضه در طی سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۶ تهیه گردید. نتایج نشان داد که صحت نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های مختلف بیش از ۸۵ درصد است که نشان‌دهنده قابل اعتماد بودن این نقشه‌هاست. همچنین مطابق نتایج در طی دو دوره زمانی مذکور و همچنین دوره کلی ۲۸ ساله، سطح کاربری جنگل و اراضی بایر کاهش یافته و سطح کاربری‌های دریاچه، مرتع، مسکونی، زراعت دیم و باغ افزایش یافته است. در پژوهش دیگری Amiri and Tabatabayi, (1399) اقدام به نقشه تغییرات کاربری اراضی منطقه بوشهر با روش طبقه‌بندی نظارت شده و بر روی سه تصویر لندست در سه بازه زمانی مختلف کردند. نتایج نشان داد که تغییر کاربری که طی سه دهه گذشته اتفاق افتاده، به طور موثری بر تغییرات کاربری اراضی منطقه اثر گذاشته است که این تغییرات در کاربری اراضی، در اثر سیاست‌های منطقه‌ای و افزایش فعالیت‌های انسانی (فعالیت کشاورزی و ساخت و ساز) اتفاق افتاده است. هدف از انجام این پژوهش تهیه نقشه پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات

تایلند نمود و عمده‌ترین تغییرات کاربری اراضی را مربوط به تغییر جنگل به اراضی زراعی دانست. در تحقیقی دیگر با بررسی تصاویر چند طیفی سنجنده‌های TM، MSS^۱ و ETM+ مربوط به سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۸ و ۲۰۰۰ تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی منطقه نایروبی واقع در کنیا را ارزیابی شد و نتایج حاکی از افزایش وسعت شهرنشینی و در نتیجه کاهش پوشش گیاهی بود که دانستن این مطلب در بهبود مدیریت کلان برنامه‌ریزی شهری بسیار مؤثر است (Chen et al., 2019). در پژوهشی برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی شهر ژیبون از الگوریتم پس انتشار و روش شبکه عصبی استفاده شد و ورودی‌های الگوریتم ۶ باند طیفی تصاویر ETM+ بوده و خروجی آن نقشه تفکیک‌شده کاربری اراضی با ۶ نوع پوشش گیاهی تهیه گردید (Hasmadi et al., 2017). تحقیقاتی بر روی فرسایش خاک حاکی از آن است که مناطق کوهستانی شمال ایتالیا که طی سال‌های ۱۹۵۴ تا ۱۹۸۵ با گسترش شهرنشینی و افزایش فرسایش خاک مواجه بوده که با عملیات آبخیزداری از قبیل جنگل‌کاری و ترک اراضی کشاورزی رو به بهبود یافته‌اند (Zoungrana et al., 2019). Yin et al., (2018) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای SPOT نسبت به مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای اقدام نمودند. نتایج حاصل از طبقه‌بندی حاکی از آن است که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با دقت کلی ۹۶/۴۲ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه با دقت کلی ۷۷/۷۹ درصد، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از دقت بالاتری برخوردار بود. (2013) Paneque et al., به کارگیری روش ماشین بردار پشتیبان (SVM)^۲، منطق فازی و هیبرید تغییرات کاربری اراضی شهر بنی واقع در کشور بولیوی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ را مورد بررسی قرار دادند و در نهایت مدل SVMRBF به‌عنوان بهترین مدل انتخاب و نقشه تغییرات کاربری منطقه بر این اساس تهیه گردید. در این زمینه تحقیقاتی در داخل کشور نیز صورت گرفته است. در پژوهشی تغییر کاربری اراضی بر اثر بیابان‌زایی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر IRS در بین سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ در محدوده شهر اردکان یزد بررسی شد و نتایج نشان‌دهنده

¹ Multi-Spectral Scanner² Support Vector Machine

را به خود گرفته است که از جمله این کارخانجات می‌توان به نیروگاه برق سیکل ترکیبی زرنند، کارخانه ذغال شویی، کارخانه فولاد، کارخانه قطران، کارخانه تولید سنگ آهن اشاره کرد. همچنین بخش وسیعی از زمین‌های این شهرستان به بخش کشاورزی اختصاص یافته است که عمده این اراضی تحت کشت پسته می‌باشند. محدوده مورد مطالعه این تحقیق به مساحت ۶۵۰ کیلومترمربع و در موقعیت جغرافیایی $30^{\circ} 41' 30''$ تا $30^{\circ} 53' 53''$ شمالی و $48^{\circ} 15' 39''$ تا $48^{\circ} 56' 56''$ شرقی قرار گرفته است. نمایی از موقعیت جغرافیایی این منطقه در شکل ۱ قابل مشاهده است. همچنین مراحل تهیه نقشه کاربری اراضی در این پژوهش، در شکل ۲ مشاهده می‌گردد.

داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده

نمونه برداری میدانی

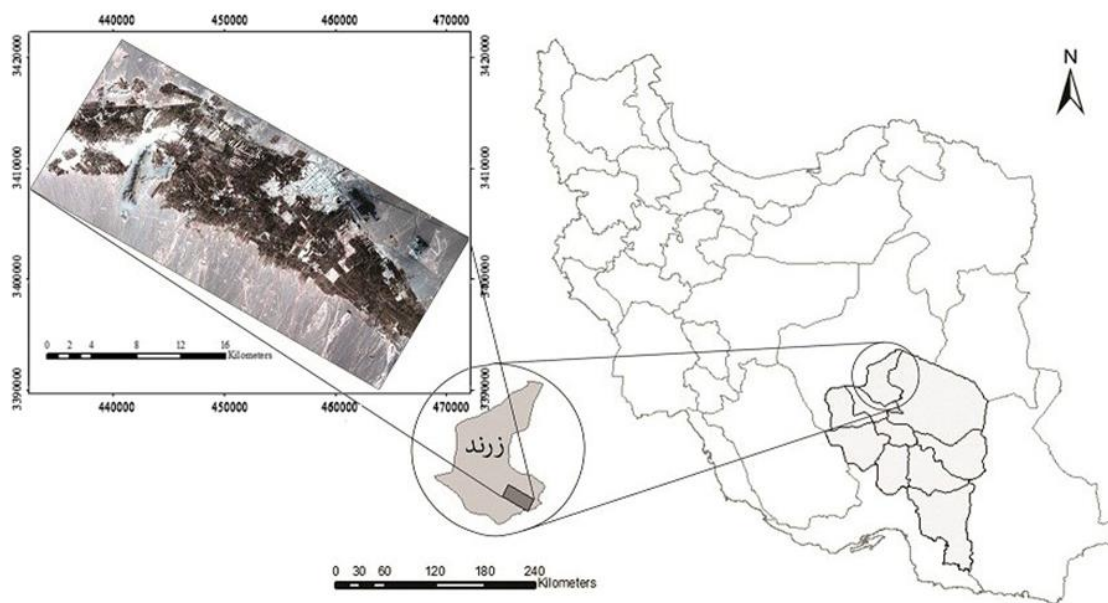
به منظور کسب اطلاعات نمونه‌های تعلیمی از منطقه مورد مطالعه، اطلاعات کاربری اراضی مربوط به ۳۰ نقطه به صورت میدانی که پراکنش مناسبی از مناطق با کاربری اراضی مختلف داشتند، به وسیله دستگاه GPS برداشت گردید که این اطلاعات جهت صحت‌سنجی نتایج مربوط به تصاویر سال ۱۳۹۹ مورد استفاده قرار گرفت.

کاربری شهری، کشاورزی و صنعتی در شهرستان زرنند واقع در استان کرمان در سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ به منظور تخصیص منابع آبی به این موارد می‌باشد. بدین منظور تصاویر ماهواره‌ای سنجنده TM و ETM+ ماهواره‌ی Landsat مربوط به سال‌ها ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ شمسی مورد بررسی قرار گرفته است که برای طبقه‌بندی کاربری اراضی منطقه از سه روش حداکثر احتمال، شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و ماشین بردار پشتیبان استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

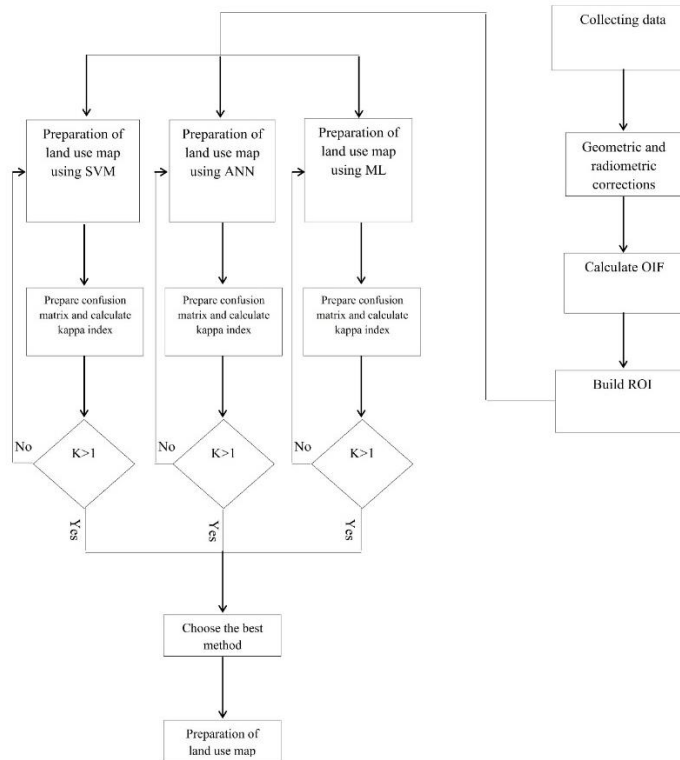
منطقه مورد مطالعه

شهرستان زرنند در ۷۵ کیلومتری شمال غربی شهر کرمان واقع شده که دارای مساحت ۸۲۶۰ کیلومترمربع می‌باشد. جمعیت این شهرستان بنا به سرشماری سال ۱۳۹۰، ۱۳۱۴۵۲ نفر بوده است. شهرستان زرنند بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم نیمه‌خشک می‌باشد که دارای دامنه تغییرات دمایی $4/9$ الی $38/4$ درجه سانتی‌گراد در سال می‌باشد. متوسط بارش سالانه ۱۴۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریا است. از نظر بخش صنعت، این شهرستان در میان شهرستان‌های استان کرمان با داشتن معادن و کارخانجات متعدد چهره یک شهر صنعتی



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Geographical location of the study area



شکل ۲- فلوجارت مراحل انجام کار در این پژوهش جهت تهیه نقشه کاربری اراضی
Figure 2- Flowchart of the stages of work in this research to prepare land use map

کنترل زمینی برای تصحیح مکانی بر اساس درجه توابع چندجمله‌ای معادله روش ولبرگ پیشنهاد شد (Wolberg و 1990).

$$k = \frac{(N+1) \times (N+2)}{2} \quad (1)$$

در این معادله k حداقل نقاط موردنیاز، N درجه تابع چندجمله‌ای می‌باشد.

تصحیح رادیومتریک

سطح زمین و ذرات معلق در هوا باعث کاهش درجه وضوح تصاویر در باندهای مرئی ماوراءبنفش می‌شوند (Lu and Weng, 2007) این تأثیر روی طول‌موج‌های کوتاه‌تر از ۰/۵ میکرومتر بیشتر و در طول‌موج‌های بلندتر کمترین تأثیر پراکنشی را دارد (Alavipanah, 1382). به دلیل وجود ذرات معلق در جو، طول‌موج‌های کوتاه تحت تأثیر قرار گرفته و منتشر می‌گردند. در نتیجه علاوه بر بازتاب‌های سطح زمین، بخشی از بازتاب‌های رسیده به سنجنده مربوط به اتمسفر خواهد بود. برای بارزسازی رادیومتریک از الگوریتم مستطیل معادل^۲ که در معادله ۲ به آن اشاره شده است، استفاده شد.

همچنین به دلیل عدم وجود داده‌های مشاهداتی مربوط به سال ۱۳۶۶ از تصاویر ماهواره‌ای و پرسش از بومیان منطقه به منظور تهیه نمونه‌های تعلیمی استفاده شد.

پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصاویر تصاویر مورد استفاده

در این تحقیق از داده‌های سنجنده TM لندست ۴ به شماره گذر ۱۶۰ و ردیف ۳۹ مربوط به تاریخ ۲۸ آگوست ۱۹۸۷ (۱۳۶۶/۰۶/۰۶) و داده‌های سنجنده ETM+ لندست ۸ به شماره گذر ۱۶۰ و ردیف ۳۹ مربوط به تاریخ ۳ سپتامبر ۲۰۲۰ (۱۳۹۹/۰۶/۱۳) استفاده شد.

تصحیح هندسی

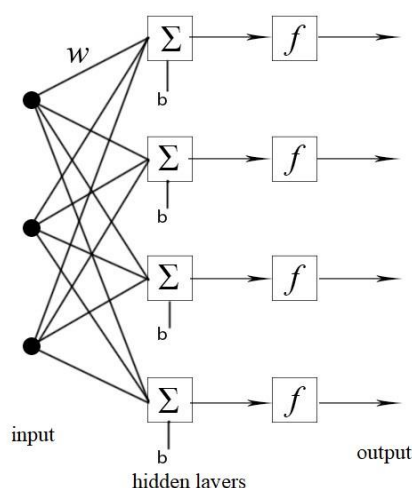
تصحیح هندسی^۱ از اصول اولیه استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد، برای انجام این تصحیح از معادله آفاین^۲ که دارای دقت بالایی است، استفاده شد. این معادله به دلیل برآوردی صحیح از ۴ مؤلفه اصلی موقعیت، مقیاس نقاط، کشیدگی و چرخش نقاط از کارایی مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد (Mather, 2005). برای محاسبه حداقل نقاط

³ Histogram Equalization

¹ Geometric Correction

² Affin

اتصال، تحت عنوان وزن اتصال، نحوه ارتباط بین اجزای آن را تعیین کرد. پس از آموزش شبکه عصبی، اعمال یک ورودی خاص به آن منجر به دریافت پاسخ خاصی می‌شود. همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود شبکه بر مبنای تطابق و هم‌سنجی بین ورودی و هدف سازگار می‌شود تا اینکه خروجی شبکه و خروجی هدف بر هم منطبق گردند (Kiya, 1389).



شکل ۳- ساختار کلی یک شبکه عصبی مصنوعی
Figure 3- General structure of an artificial neural network

المان‌های اصلی یک شبکه عصبی، عصب‌ها یا نرون‌های مصنوعی هستند الگوی ورودی به یک گره شبیه یک سلول عصبی است که می‌توان آن را با برداری با N المان به صورت $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ نشان داد. مجموع حاصل ضرب ورودی‌ها در وزن‌های نظیرشان را می‌توان با کمیت اسکالر S نمایش داد که در معادله ۴ مشاهده می‌گردد.

$$s = \sum_{n=1}^N w_n \cdot x_n = W^T \cdot X \quad (4)$$

که در آن $W=(w_1, w_2, \dots, w_n)$ بردار وزن نرون‌ها است. کمیت S سپس وارد یک تابع غیرخطی f می‌شود تا خروجی را نتیجه دهد. تابع غیرخطی انتقال معمولاً به فرم تابع سیگموئید به صورت معادله ۵ تعریف می‌شود.

$$f(s) = (1 + \exp(-s))^{-1} \quad (5)$$

خروجی Y می‌تواند نتیجه مدل باشد، یا خود ورودی لایه بعدی در شبکه‌های چندلایه باشد الگوریتم‌های مختلفی جهت محاسبه وزن‌های بهینه ارائه شده‌اند که در این میان الگوریتم پس انتشار خطا پرکاربردترین آن‌هاست. شبکه‌هایی

چراکه از طریق مستطیل‌های معادل به پراکنش دامنه اطلاعاتی هر پدیده، مطالعه تنوع پدیده‌ها، افزایش کنتراست و به مشابهت و هم‌پوشانی دامنه اطلاعاتی در باندها می‌توان پی برد (Mather, 2005).

$$Y = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 255 \quad (2)$$

که در آن Y شماره درجات روشنایی خروجی، X شماره درجات روشنایی ورودی، X_{\min} شماره درجات روشنایی حداقل و X_{\max} شماره درجات روشنایی حداکثر می‌باشند.

انتخاب مناسب‌ترین ترکیب باندها

وجود همبستگی بین باندهای تصاویر، بیانگر وجود اطلاعات مشترک است یعنی هر قدر همبستگی بین باندها بیشتر باشد میزان اطلاعات بیشتری به صورت مشترک وجود دارد (Huang et al., 2002). مناسب‌ترین روش برای انتخاب بهترین ترکیب باندها روش نمونه‌های تعلیمی پیشنهاد شده است (Lefsky and Cohen, 2003). برای این منظور باید فاکتور شاخص بهینه^۱ را که در معادله ۳ به آن اشاره شده است محاسبه نمود. این روش ترکیب باندی که بالاترین مقادیر فاکتور شاخص مطلوب را داشت به عنوان بهترین ترکیب باندی انتخاب می‌کند.

$$OIF = \frac{\sum_{i=1}^3 SD_i}{\sum_{i=1}^3 |CC_i|} \quad (3)$$

که در آن OIF فاکتور شاخص مطلوب، مجموع $\sum_{i=1}^3 SD_i$ انحراف معیارهای ۳ باند و $\sum_{i=1}^3 |CC_i|$ مجموع قدر مطلق ضرایب همبستگی بین ۲ باند از ۳ باند می‌باشد.

روش‌های طبقه‌بندی تصاویر

الف. شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی از عناصر عملیاتی ساده‌ای ساخته می‌شوند که به صورت موازی در کنار هم عمل می‌کنند. این عناصر از سیستم‌های عصبی زیستی الهام گرفته شده‌اند. در طبیعت، عملکرد شبکه‌های عصبی از طریق نحوه اتصال بین اجزا تعیین می‌شود؛ بنابراین می‌توان یک ساختار مصنوعی به تبعیت از شبکه‌های عصبی ساخت و با تنظیم مقادیر هر

¹ Optimum Index Factor

$$f(x, b) = \sum_{i=1}^k (\lambda_i - \lambda_i) (x_i, x) + b \quad (7)$$

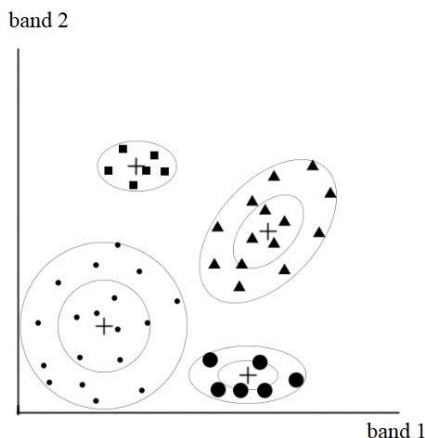
حال معادله خطی سازی بالا با به کارگیری توابع کرنل، برای مسائل رگرسیون غیرخطی نیز قابل استفاده است، در نهایت معادله تابع رگرسیون، به شکل معادله ۸ می شود.

$$f(x, b) = \sum_{i=1}^k (\lambda_i - \lambda_i) k(x_i, x) + b \quad (8)$$

که در این معادله $k(x_i, x)$ نمایانگر تابع کرنل می باشد (Noble, 2006).

ج. حداکثر احتمال

در روش حداکثر احتمال^۳ که نسبت به سایر روش های کلاسیک طبقه بندی تصاویر دقیق تر است، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه بندی نشده به یکی از گروه ها یا نمونه های طیفی نیز استفاده می شود. به بیان دیگر، برای بررسی نحوه توزیع ارزش های طیفی و احتمال آماری یک پیکسل با یکی از گروه های نمونه از ماتریس واریانس و بردار که خود واریانس و همبستگی ارزش های طیفی را تعیین می کند، استفاده می شود (Nosakhare et al., 2012). به طور کلی در روش استفاده از حداکثر احتمال، سطوح بیضوی با خطوط یا منحنی های احتمال یکسان طرح می شوند که در شکل ۴ نمایش داده شده اند.



شکل ۴- علامت مثبت، پیکسلی که میانگین ارزش های طیفی هر گروه به آن تعلق دارد.

Figure 4- Positive sign, the pixel to which the average spectral values of each group belong

که در این تحقیق به منظور مدل سازی فرایند استفاده شدند، از نوع شبکه های پرسپترون چندلایه^۱ است.

ب. ماشین های بردار پشتیبان

روش ماشین بردار پشتیبان^۲ از جمله روش های نسبتاً جدیدی است که در سال های اخیر کارایی خوبی نسبت به روش های قدیمی تر برای طبقه بندی از جمله شبکه های عصبی پرسپترون نشان داده است (Saunders et al., 1998). ماشین های بردار پشتیبان یکی از روش های طبقه بندی نظارت شده خطی داده ها می باشد که در اختصار آن ها را بانام SVM می شناسند و اولین با توسط واپنیک و چرووننکیس در سال ۱۹۹۵ معرفی شده است. به طور کلی طبقه بندی کننده های خطی بر این مبنا استوار هستند که در آن ها هر نمونه ورودی به یکی از دو کلاس +۱ یا -۱ طبقه بندی می شود (Ganjali khani et al., 2013). در صورتی که x برداری با اجزای x_i در نظر گرفته می شود که در آن x_i i امین نمونه از مجموعه داده $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$ باشد و y_i کلاس مشخص شده برای نمونه ورودی x_i باشد، آنگاه می توان مفهوم کلیدی مورد نیاز برای تعریف یک طبقه بندی کننده خطی، یعنی ضرب نقطه ای بین دو بردار را که با عنوان ضرب اسکالر یا ضرب داخلی نیز شناخته می شود، مطابق معادله $w^T x = \sum x_i \cdot w_i$ تعریف نمود. معادله $f(x) = wx + b$ بیان کلی از طبقه بندی کننده های خطی را نشان می دهد که در این معادله w نمایش دهنده وزن و b بایاس می باشد. در تعیین تابع $f(x)$ همواره می بایست مقادیر خروجی به گونه ای تعیین گردد که به طور هم زمان، میزان کمترین انحراف از ϵ تعیین شده و همچنین تابع، مقدار مناسب w را اختیار نماید. تأمین چنین شرایطی با حل معادله بهینه سازی^۶ قابل دستیابی می باشد.

$$\begin{aligned} & \text{Minimise } \frac{1}{2} \|w\|^2 \\ & \text{S.t. } \begin{cases} y_i - (w, x_i) - b \leq \epsilon \\ (w, x_i) + b - y_i \leq \epsilon \end{cases} \end{aligned} \quad (6)$$

ϵ میزان انحراف اعمال شده می باشد. نهایتاً برای تبدیل معادله بهینه سازی حاوی یک مجموعه قیود نامعادلات و نامساوی ها به یک معادله صریح، با لحاظ نمودن پارامترهای لاگرانژی λ و λ معادله ۷ به دست خواهد آمد.

³ Maximum Likelihood

¹ Multi-layer perceptron classifier

² Support Vector Machines

جدول ۲- شاخص واگرایی برای دسته‌های مختلف کاربری اراضی در شهریورماه سال ۱۳۹۹ مربوط به سنجنده ETM+

Table 2- Divergence index for different land use categories in September 2016 related to ETM + sensor

	Agri.	Arid	Urban	Indust.
Indust.	1.99	1.99	1.99	0
Urban	1.97	1.97	0	
Arid	1.97	.		
Agri.	0			

همان‌گونه که در جداول ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد تفکیک‌پذیری مناطق صنعتی نسبت به سایر مناطق با دقت بیشتری صورت گرفته است. همچنین شاخص واگرایی در تصاویر مربوط به سنجنده ETM+ نسبت به تصاویر مربوط به سنجنده TM به عدد ۲ نزدیک‌تر است که نشان‌دهنده دقت بالاتر این سنجنده در تفکیک‌پذیری می‌باشد. پس از انتخاب ترکیب باند مناسب و تعریف نمونه‌های تعلیمی برای مدل، کاربری اراضی منطقه با استفاده از ۳ روش حداکثر تشابه، شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان تهیه گردید. جهت صحت‌سنجی مدل‌های ذکرشده، ماتریس درهمی دقت مربوط به هر یک از مدل‌های مورد استفاده، محاسبه گردید که نتایج مربوط به بهترین مدل در جدول ۳ ارائه شده است. در روش طبقه‌بندی به روش شبکه عصبی مصنوعی، تعداد لایه پنهان و پیکسل‌های آموزشی و صحت‌سنجی در هر طبقه و نرخ آموزش مورد آزمون با سعی و خطا تعیین گردید. تعداد نرون در لایه میانی از ۷ تا ۲۱ تغییر داده شد و با تعداد ۱۰ نرون، شبکه به کم‌ترین خطا در مرحله آموزش و صحت‌سنجی رسید. در ضمن مقدار گشتاور معماری شبکه نیز ۱ در نظر گرفته شد. در مرحله بعد تصویر کاربری اراضی استخراج‌شده بر اساس روش شبکه عصبی با نمونه‌برداری‌های زمینی که به کمک GPS و همچنین تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و داده‌های حاصل از پرسش از بومیان منطقه، مقایسه گردید و صحت کلی طبقه‌بندی بر اساس نتایج به دست آمده از ماتریس خطای طبقه‌بندی پوشش اراضی در سال ۱۳۶۶، ۹۲/۱۳ درصد و در سال ۱۳۹۹، ۹۴/۶۱ درصد برآورد شد. طبقه‌بندی حداکثر تشابه که یکی از معروف‌ترین روش‌های آماری طبقه‌بندی است، جزء روش‌هایی است که بر پایه‌ی پیکسل‌های تصاویر دسته‌بندی انجام می‌دهد. در روش مذکور، کلاسی به پیکسل مورد نظر انتساب داده می‌شود که بیشترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد.

با توجه به شکل ۴، سطوح بیضوی مورد نظر، وضعیت تعلق یک پیکسل به یک گروه طیفی خاص را مشخص می‌کند و به تعبیری از عوامل آماری واریانس و همبستگی استفاده می‌شود (Zobeyri and Majd, 1385).

نتایج و بحث

رایج‌ترین روش غیر پارامتری انجام تطابق هندسی، استفاده از نقاط کنترل زمینی^۱ می‌باشد با محاسبه نقاط کنترل زمینی و استفاده از معادله خطی آفاین برای تصاویر TM با ۳۰ نقطه، تصحیح مکانی صورت گرفت. برای تصویر مربوط به سنجنده TM، مقدار شاخص^۲ RMSE، ۰/۳۲ محاسبه گردید. شایان ذکر است که تصحیح هندسی برای تصاویر سنجنده ETM+ مربوط به ماهواره لندست ۸ در فایل ضمیمه با فرمت met بر روی تصاویر اعمال شده و نیازی به زمین مرجع کردن و تعیین نقاط کنترلی نمی‌باشد. جهت انتخاب بهترین ترکیب باندی شاخص OIF مورد استفاده قرار گرفت. ترکیب باندی که دارای بیشترین همبستگی و کمترین انحراف معیار بود، برای هر دو سنجنده TM و ETM+ انتخاب گردید. ترکیب باندی رنگی منتخب، باندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ با تفکیک مکانی ۳۰ متر بود که برای تعیین کاربری اراضی منطقه مورد نظر به کار گرفته شد. پس از تهیه نمونه‌های تعلیمی که بر اساس عکس‌های ماهواره‌ای، پرسش از بومیان منطقه و GPS تهیه گردید، شاخص واگرایی که برای ارزیابی میزان تفکیک‌پذیری دسته‌های تعریف شده می‌باشد، اعمال گردید. نتایج حاصل از این برآورد نشان دهنده‌ی تفکیک‌پذیری مناسب دسته‌های مشخص شده می‌باشد که این نتایج در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشند. لازم به ذکر است که مقدار شاخص واگرایی بایستی از ۱/۹۶ بالاتر باشد.

جدول ۱- شاخص واگرایی برای دسته‌های مختلف کاربری

اراضی در شهریورماه سال ۱۳۶۶ مربوط به سنجنده TM

Table 1- Divergence index for different land use categories in September 1987 related to TM sensor

	Agri.	Arid	Urban	Indust.
Indust.	1.97	1.97	1.97	.
Urban	1.96	1.98	0	
Arid	1.96	0		
Agri.	0			

² Root Mean Square Error

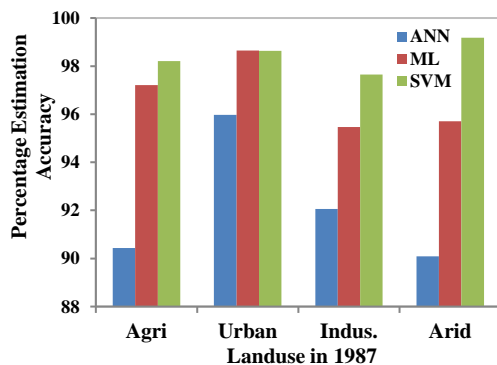
¹ Ground Control points (GCP)

جدول ۳- ماتریس درهمی دقت مربوط به مدل‌های مورد استفاده (اعداد بر حسب درصد)

Table 3- confusion matrix of accuracy related to the models used (numbers in percentage)

2020					1987				
Arid	Indust.	Urban	Agri.		Arid	Indust.	Urban	Agri.	
0.04	0	0.08	95.25	Agri	0	0	0	97.21	Agri
4.87	0	97.97	0	Urban	0	0.03	98.65	0	Urban
0	99.71	0	0	Indust	4.29	95.47	0.12	2.79	Indust
95.1	0.29	1.95	4.75	Arid	95.71	4.5	1.23	0	Arid
100	100	100	100	Sum	100	100	100	100	Sum
ML									
Arid	Indust.	Urban	Agri.		Arid	Indust.	Urban	Agri.	
3.22	0	0.18	99.54	Agri	0	2.16	0.93	98.21	Agri
0	0	99.7	0.24	Urban	0.83	0.19	98.63	1.41	Urban
0	99.7	0	0	Indust	0	97.65	0.44	0.38	Indust
96.78	0.12	0.12	0.22	Arid	99.18	0	0	0	Arid
100	100	100	100	Sum	100	100	100	100	Sum
SVM									
Arid	Indust.	Urban	Agri.		Arid	Indust.	Urban	Agri.	
0.55	3.39	0.72	93.58	Agri	0.14	7.67	0.14	90.43	Agri
3.83	0	92.63	6.01	Urban	9.5	0	95.97	8.72	Urban
0.01	96.61	0.02	0	Indust	0.27	92.06	0	0	Indust
95.62	0	6.62	0.41	Arid	90.09	0.27	3.89	0.85	Arid
100	100	100	100	Sum	100	100	100	100	Sum
ANN									

صورت پذیرفته است. این امر به دلیل ساختار مدل ماشین بردار پشتیبان می‌باشد که عملکرد اصلی آن، دسته‌بندی داده‌های مختلف است. همان‌طور که در شکل ۵ و ۶ و جدول ۳ مشاهده می‌شود روش ANN در تشخیص و برآورد مساحت کاربری شهری در سال ۱۳۶۶ خطای زیادی داشته و قسمت زیادی از مناطق بایر را نیز به محدوده شهری اختصاص داده است. روش SVM توانسته است در سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ کاربری کشاورزی و شهری را نسبت به دو روش دیگر با دقت بیشتری تفکیک و تشخیص دهد.



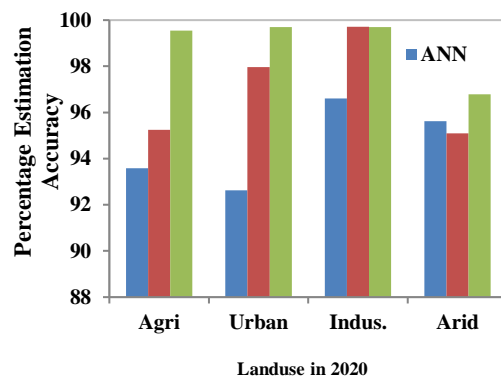
شکل ۵- درصد صحت تخمین کاربری‌های مورد نظر بر

اساس سه روش ANN، ML، SVM در سال ۱۳۶۶

Figure 5- Percentage accuracy of the intended uses based on three methods ANN, ML, SVM in 1987

به همین دلیل در این مطالعه به دلیل وجود داده‌های نمونه‌ای کافی و مورد اعتماد از منطقه، روش حداکثر تشابه طبقه‌بندی با دقت بالاتری نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی صورت پذیرفت. زیرا این روش حساسیت زیادی به انتخاب نمونه‌های اولیه داده‌های آموزشی از لحاظ کیفی و کمی دارد. نتایج حاصل از طبقه‌بندی به این روش نشان می‌دهد که طبقه‌بندی مناطق صنعتی در سال ۱۳۶۶، ۹۵/۴۷ و در سال ۱۳۹۹، ۹۹/۷۱ درست برآورد شده است. این درصد صحت در سال ۱۳۶۶ کمترین و در سال ۱۳۹۹ بیشترین برآورد صحیح را به خود اختصاص داده است. علت پایین بودن صحت سنجی در سال ۱۳۶۶ به دلیل پایین بودن درصد مساحت تحت پوشش مناطق صنعتی است که در سال ۱۳۹۹ افزایش قابل توجهی داشته است و طرح‌های صنعتی نیز به مرحله بهره‌برداری کامل رسیده‌اند. در طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال میزان اختلاط قابل توجهی بین پیکسل‌های طبقه‌بندی مناطق بایر با مناطق مسکونی مشاهده گردید. تداخل برخی پیکسل‌های مربوط به جاده با مناطق بایر به اختلاط طیفی پیکسل‌های مناطق مسکونی با جاده مربوط می‌شود که برای اصلاح این موارد از فیلتر میانگین 3×3 استفاده گردید. در روش ماشین بردار پشتیبان میزان دقت کل طبقه‌بندی سال ۱۳۶۶ برابر ۹۸/۴۱ درصد و در سال ۱۳۹۹، ۹۸/۹۳ درصد برآورد شده است. در این روش نسبت به دو روش قبل، تفکیک بین کاربری‌های مختلف را با دقت بیشتری

رسید که هر سه الگوریتم برای طبقه‌بندی و تعیین کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه مناسب می‌باشند. اما در نهایت روش ماشین بردار پشتیبان به دلیل بالا بودن ضریب کاپا در جداول ۱ و ۲ و خطای بسیار پایین طبق جدول ۳ برای تفکیک اراضی منطقه انتخاب شد. با توجه به نتایج، هر سه مدل تفکیک بین کاربری‌های مختلف را در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۶۶ با دقت بالاتری انجام داده‌اند، این امر به دلیل افزایش فعالیت صنعتی و کشاورزی و همچنین نوع شهرسازی شهرستان زرنند پس از زلزله ۸۳ می‌باشد که چهره شهر از بافت قدیمی و خشتی به شیروانی و انواع دیگر سازه‌های جدید تغییر شکل داده است. همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود این امر باعث شده است درصد ماتریس خطای بین مناطق بایر و شهری کمتر شود. شکل ۷ نشان‌دهنده درصد مساحت مربوط به هر کاربری می‌باشد. همچنین نقشه کاربری سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ بر اساس روش ماشین بردار پشتیبان تهیه گردید که در شکل ۸ قابل مشاهده است.

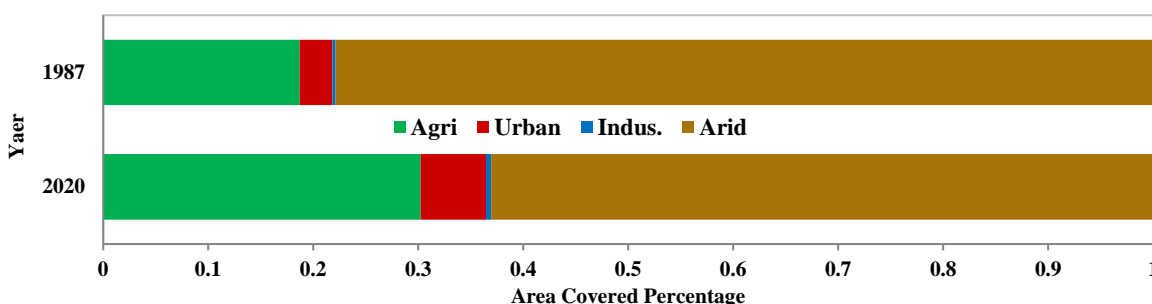


شکل ۶- درصد صحت تخمین کاربری‌های موردنظر بر

اساس سه روش ANN، ML، SVM در سال ۱۳۹۹

Figure 6- Percentage accuracy of the intended uses based on three methods ANN, ML, SVM in 2020

روش ML عملکردی نسبتاً مشابه و نزدیک به روش SVM داشته اما در تشخیص مناطق بایر و کشاورزی کمی دچار خطا شده است. بر اساس درصد برآوردی که این سه روش نسبت به تک‌تک کاربری‌های منطقه ارائه داده‌اند و در تمام موارد بالاتر از ۸۵ درصد بوده‌اند می‌توان به این نتیجه



شکل ۷- تغییرات درصد مساحت تحت پوشش بر اساس مدل منتخب (SVM)

Figure 7- Percentage changes of the covered area based on the selected model (SVM)

با افزایش سطح کشاورزی و بالطبع افزایش برداشت آب از منابع زیرزمینی، پیش‌بینی می‌شود که در سال‌ها آتی این شهرستان به دلیل داشتن بیلان آبی منفی در ۱۵ سال اخیر با مشکل جدی کمبود آب روبرو خواهد شد. همچنین با توجه به ممنوعه شدن این منطقه برای حفر چاه و خشک‌سالی‌های سال‌های اخیر این منطقه، بخش صنعتی این شهرستان برای تأمین آب مصرفی تأسیسات خود ناچار به خرید حلقه چاه‌های کشاورزی اطراف خود شده است که این امر باعث کاهش سطح کشاورزی در آینده و افزایش مساحت تحت پوشش صنعتی در این شهرستان خواهد بود. اخیر آن هم در محدوده ۱۰ کیلومتری از منطقه مسکونی

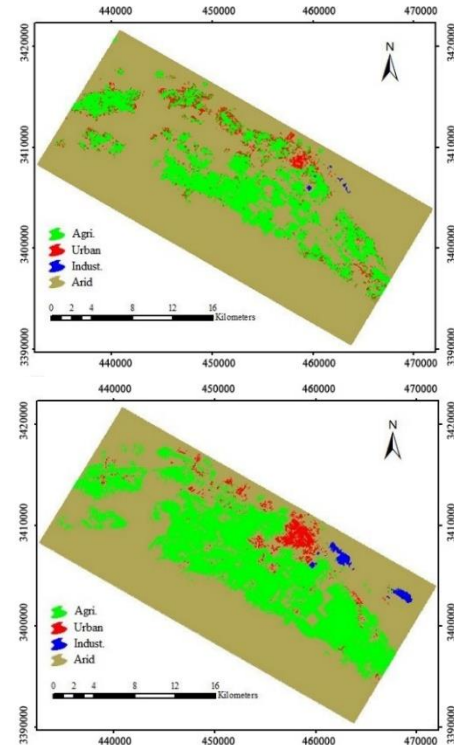
با توجه شکل ۸، روش ماشین بردار پشتیبان به خوبی توانسته است از چهار کاربری موردنظر در این پژوهش سیمایی دقیق و مناسبی تهیه کند و افزایش چشمگیر مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی را به خوبی نشان دهد. نتایج تحقیق حاکی از این است که بین سال‌های ۶۶ تا ۹۹، ۸۳/۲۷ هکتار برابر با ۱۴/۹۷ درصد از مناطق بایر به مناطق کشاورزی، شهری و صنعتی تبدیل شده است که سهم تخصیص یافته به هر کدام به ترتیب ۶۳/۸۹ هکتار کشاورزی، ۲/۱۵ هکتار صنعتی، ۱۷/۲۳ هکتار شهری بوده است. همان‌گونه که ذکر شد درصد قابل تأملی به بخش کشاورزی اختصاص یافته است. از آنجاکه منطقه مورد مطالعه در اقلیمی نیمه‌خشک و میانگین بارندگی پایینی قرار گرفته است، لذا

اراضی جهت سهولت در برنامه‌ریزی و مدیریت توسعه پایدار از کارایی بسیار بالایی برخوردار می‌باشند. در این مطالعه به دلیل وجود داده‌های نمونه‌ای کافی و مورد اعتماد از منطقه، روش حداکثر تشابه طبقه‌بندی با دقت بالاتری نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی صورت پذیرفت. زیرا این روش حساسیت زیادی به انتخاب نمونه‌های اولیه داده‌های آموزشی از لحاظ کیفی و کمی دارد. اما در مقابل روش ماشین بردار پشتیبان دقت کمتری را دارا است، این امر به دلیل ساختار مدل ماشین بردار پشتیبان می‌باشد که عملکرد اصلی آن، دسته‌بندی داده‌های مختلف می‌باشد و توانایی بالایی در این زمینه دارد. از دیگر دلایل پایین بودن دقت مدل شبکه عصبی مصنوعی می‌توان به این موارد اشاره کرد که هیچ قانونی در ارتباط با ساختار شبکه و تنظیم شاخص‌ها وجود ندارد و دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه‌ی آموزشی دارد که این امر باعث می‌شود آموزش شبکه در برخی موارد با مشکل روبه‌رو شود. در این تحقیق روش ماشین بردار پشتیبان نسبت به دو روش دیگر دارای دقت بیشتر و خطای کمتری بود که دلیل آن به ساختار و الگوریتم این مدل برمی‌گردد زیرا در این روش برعکس روش حداکثر احتمال نقطه مورد نظر حالت فازی نداشته و قطعاً در یک گروه خاص قرار می‌گیرد. همچنین برخلاف روش‌های حداکثر تشابه و شبکه عصبی مصنوعی به نقاط کنترلی با تنوع و تعداد تکرار زیاد نیاز ندارد. به‌طور کلی نتایج این بخش از پژوهش بیانگر این مطلب است که سطح اراضی شهری، کشاورزی و صنعتی باگذشت زمان افزایش یافته است و این اراضی پیوسته دارای رشد مثبت بوده‌اند. افزایش مناطق صنعتی شهرستان از یک سو و افزایش مناطق کاربری کشاورزی دو مورد بسیار با اهمیت در تغییرات اقلیم منطقه علی‌الخصوص اقلیم کشاورزی می‌باشند. با مطالعه و بررسی تاثیر این تغییرات بر اقلیم کشاورزی منطقه می‌توان نسبت به برنامه‌ای مدون در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت در توسعه منطقه‌ای در بخش کشاورزی این شهرستان اقدام کرد.

منابع

Ahmadi, M., Sefyaniyan, A., khajedin, j. 1388. Preparation of land cover map of Arak city using artificial neural network classification methods and maximum likelihood. Physical Geography Research, 69(9), 31-44. (In Farsi)

شهرستان زرنند به دلیل تولید گازهای سمی و آلودگی‌های زیست‌محیطی تهدیدی جدی برای دهستان‌های اطراف کارخانه‌ها و باغات مربوطه می‌باشد؛ لذا در این زمینه بایستی تدابیر مدیریتی لازم اتخاذ و اعمال شود که تعادلی بین کاربری مناطق صنعتی، کشاورزی و مسکونی ایجاد شود. دربرگیرنده نتایج حاصل از پژوهش به صورت متن، جدول، نمودار و تصویر است. علل و روابط بین نتایج حاصل، با استفاده از منابع علمی دیگر مورد بحث قرار می‌گیرد.



شکل ۸- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه بر اساس

مدل منتخب (SVM) الف: سال ۱۳۶۶، ب: ۱۳۹۹

Figure 8- Land use map of the study area based on the selected model (SVM) Up: 1987, Down: 2020

نتیجه‌گیری

به طور کلی بررسی تغییرات اقلیم کشاورزی یکی از الزامات هرگونه برنامه‌ریزی و مدیریت در توسعه ملی و منطقه‌ای در بخش کشاورزی است که کارشناسان را قادر می‌سازد با شناسایی موقعیت موجود و شناخت اقلیم منطقه درزمینه‌ی رفع نیازهای حال و آینده بخش کشاورزی اقدامات لازم را طراحی و اجرا نمایند. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها برای بررسی تغییرات اقلیم کشاورزی می‌باشد. در این پژوهش نشان داده شد که داده‌های ماهواره لندست ۸ (ETM+) و لندست ۴ (TM) برای تهیه کاربری

- Mather, P. M. 2005. Computer processing of remotely-sensed images, 3rd Ed, John Wiley & Sons, Ltd. pp.319.
- Moradi, H.R., Fazelpour, M.R., Sadeghi, S.H.R., and Hossieni, S.Z. 2008. The study of land use change on desertification using remote sensing in Ardakan area. Iranian Journal of Range and Desert Research, 15, 1-12.
- Noble, W.S. 2006. What is a support vector machine? Nature Biotechnology, 24(12), 1565-1567.
- Nosakhare, O.K., Aghewi, I.T., Chi, A.Y., Ishaque, A.B., Mbamalu, G., 2012. Land use/land cover changes in the lower Eastern Shore watersheds and coastal bays of Maryland: 1986-2006. Journal of Coastal Research, 28, 54-62.
- Ojigi, L.M. 2006. Analysis of spatial variations of Abuja land use and land cover from image classification algorithms. In Proceedings of the ISPRS Commission VII Mid-term Symposium Remote Sensing: From Pixels to Processes. Enschede, The Netherlands.
- Paneque-Gálvez, J., Mas, J. F., Moré, G., Cristóbal, J., Orta-Martínez, M., Luz, A. C., Guèze, M., Macía, M. J., Reyes-García, V. 2013. Enhanced land use/cover classification of heterogeneous tropical landscapes using support vector machines and textural homogeneity, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 23, 372-383.
- Saunders, C., Stitson M.O., Weston J., Bottou L., Scholkopf B., Smola A. 1998. Support Vector Machine Reference Manual. Royal Holloway Technical Report CSD-TR-98-03, published by Royal Holloway.
- Solani, A., Soltani, M. 1397. Application of Landsat Satellite Images and Artificial Neural Network Algorithm in Investigating Land Use Changes in Ilam Dam Basin. Desert Ecosystem Engineering, 7(19), 33-46. (In Farsi)
- Vapnik, V., and Chervonenkis A. Theory of Pattern Recognition, Nauka, Moscow, Russia, 1995.
- Wolberg. G. 1990. Digital image warping. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, pp. 318.
- Yin H, Pflugmacher D, Li A, Li Z and Hostert P. 2018. Land use and land cover change in Inner Mongolia-understanding the effects of China's re-vegetation programs. Remote Sensing of Environment, 204, 918- 930.
- Zobeyri, M., Majd, A. 1385. Familiarity with remote sensing and application in natural resources. University of Tehran Press, 317 pp. (In Farsi)
- Zougrana, B.J., Conrad, C., Thiel, M., Amekudzi, L.K. and Da, E.D. 2019. MODIS NDVI trends and fractional land cover change for improved assessments of vegetation degradation in Burkina Faso, West Africa. Journal of Arid Environments, 153, 66-75.
- Ahuja, R.L. 1993. Utilization of remote sensing data for the study taxonomic units of the Ghagger river basin of Hurgama and Punjab (India). Proceedings of the 14 Asian Conference Remote Sensing, P.2-1 PP, Acrs, 1993.
- Alavi Panah, K. 2003. Application of Remote Sensing in Earth Sciences (Soil Sciences), University of Tehran Press, No. 2640. (In Farsi)
- Amiri, F., Tabatabayi, T. 1399. Classification and analysis of land use change trends in urban environment using Landsat multi-time images: A case study in Bushehr region. Land management, 25(79), 42-58. (In Farsi)
- Arokhi, S., Najafi, A. 1391. Evaluating the efficiency of support vector machine algorithm in land cover classification (Case study of Manesht and Qalarang protected area in Ilam province). The first national conference on environmental protection and planning. Tehran. (In Farsi)
- Chen, Z., Wang, L., Wei, A., Gao, J., Lu, Y., Zhou, J. 2019. Land-use change from arable lands to orchards reduced soil erosion and increased nutrient loss in a small catchment. Science of the Total Environment, 648, 1097-104.
- Dontree. S. 2003. Land use dynamics from multitemporal remotely - sensed data: a case study Northern Thailand. Proceedings of Map Asia. Malaysia.
- Ganjalkhani, M., Delgarm, S., Ghaderi, K. 2013. Using the support vector machine method in calculating daily evapotranspiration. First National Conference on Water Consumption Optimization. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Farsi)
- Hasmadi M, Pakhriazad H and Shahrin M. 2017. Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. Geografia-Malaysian Journal of Society and Space, 5(1), 132-147.
- Huang, C., B. Wylie, L. Yang, C. Homer and G. Zylstra. 2002. Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at satellite reflectance. International Journal of Remote Sensing, 23, 1741- 1748.
- Kia, S. 2017. Soft Computing in MATLAB. Kian Rayaneh Sabz Publications, 624 pp. (In Farsi)
- Lefsky, M. A. and W. B. Cohen. 2003. Selection of remotely sensed data. In M. A. Wulder and S. E. Franklin (Eds), Remote Sensing of Forest Environments: Concepts and case studies. pp. 13-46, Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- Lu. D. and Q. Weng. 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. International Journal of Remote Sensing, 28 (5), 823-870.



Investigation of land-use changes using satellite images in Zarand region- Kerman

S. Delgarm¹, M. Ganjalikhani¹, B. Bakhtiari^{2*}

Received: 20/12/2021

Accepted: 16/03/2023

Abstract

Land-use changes especially agricultural lands have a significant impact on the microclimate of a region, natural resource management and land-atmosphere interactions. Remote sensing is a reliable and precise techniques in generating land-use maps. The aim of this study, is producing to a land use map by and detection of land cover pattern changes including urban, industrial agricultural and fallow land in Zarand region, Kerman province, south of Iran, during 1987 to 2020. In order to classify land use in four above mentioned types, three methods of maximum likelihood, artificial neural network, and support vector machine were used. The support vector machine was found to be the best performing method. In general, the generated land-use maps in the studied years showed an increase of 64,17 and 2 hectares in the agricultural, urban and industrial land uses, respectively. The observed increase in industrial and agricultural lands are quite important in possible changes of cropping pattern and agroclimatic condition of the region and needs further investigation in long term environmental management planning.

Keywords: Agro-climate, Artificial neural network, ETM+, Land-use, Support vector machine



¹ M. Sc. graduate, Water Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

² Associate Professor, Department of Water Science Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(*Corresponding Author Email Address: drbakhtiari@uk.ac.ir)

نحوه ارجاع مقاله:

دلگرم، س.، گنجعلیخانی، م.، بختیاری، ب. ۱۴۰۲. بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در شهرستان زرنند-کرمان. نشریه

هواشناسی کشاورزی، ۱۱(۱): ۶۴-۷۴. DOI: 10.22125/agmj.2023.320893.1128

Delgarm, S., Ganjalikhani, M., Bakhtiari, B. 2023. Investigation of land-use changes using satellite images in Zarand region- Kerman. Journal of Agricultural Meteorology, 11(1): 64-74. DOI: 10.22125/agmj.2023.320893.1128