

بررسی تغییرات سطح جنگلی با استفاده از مدل LCM در تصاویر ماهواره‌ای در شمال ایران با رویکرد جغرافیای انسانی

امین خادمی*

گروه مهندسی فضای سبز، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

مرتضی معدنی پور کرمانشاهی

گروه مهندسی محیط زیست، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران

سید آرمین هاشمی

گروه مهندسی جنگلداری، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

بهروز کرد

گروه مهندسی فضای سبز، واحد ملایر، دانشگاه آزاد اسلامی، ملایر، ایران

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۰۹

چکیده

هدف از این تحقیق مقایسه تغییرات سطح جنگل با استفاده از مدل LCM در تصاویر ماهواره‌ای در جنگل‌های تالش بوده است. روند تغییرات کاربری محدوده مطالعاتی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست سنجنده‌های TM، ETM⁺ و OLI در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۰ با روش نظارت شده شبکه عصبی پردازش گردید. نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی شامل کاربری مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه، جنگل تنک در منطقه شناسایی شد. برای این منظور از تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث و بازدید میدانی در تهیه نقاط تعلیمی استفاده شد. در نهایت ماتریس دقت برای هر نقشه تشکیل شد. تغییرات کاربری اراضی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با روش شبکه عصبی مصنوعی نشان داد، مناطق مسکونی ۲۱۰ درصد و کاربری زراعت ۱۵۰۰ درصد، کاربری جنگل نیمه‌انبوه ۲۰۰ درصد و جنگل تنک ۳۴۰ درصد هکتار افزایش و کاربری جنگل انبوه نیز ۵۰ درصد و مرتع ۳۰ درصد کاهش داشته است. صحت نقشه‌های طبقه‌بندی در این پژوهش در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۹۵۰، ۰/۹۱۵۰ به دست آمد که قابل قبول بود. نتایج تحقیق نشان داد که گسترش فعالیت‌های زراعی و ساخت مناطق مسکونی بر روی اکوسیستم‌های مرتعی و جنگل موجب تبدیل مراتع و جنگل‌های تنک به زمین‌های با ارزش کمتر شده است.

واژگان کلیدی: تغییرات سطح جنگل، سنجش از دور، شهرستان تالش، جنگل انبوه.

مقدمه

عرصه‌های وسیعی از منابع طبیعی بدون رعایت اصول اکولوژیکی جهت تأمین غذا و سایر مقاصد تبدیل به سایر کاربری‌ها شده‌اند، درحالی‌که بسیاری از این اراضی استعداد کاربری به‌صورت زراعت را دارا نبوده و استعداد فرسایشی بالایی دارند (Muller and Zeller, 2002). عرصه‌های جنگلی و طبیعی وسیعی در استان گیلان بدون رعایت اصول علمی به زیر کشت محصولات زراعی رفته یا در جهت مقاصد خاص مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از فناوری سنجنش‌ازدور به‌دلیل اینکه دید کلی از کاربری اراضی و پدیده‌های زمینی دارند، می‌تواند نتایج بهتر و نزدیک به واقعیت را ارائه دهد و نقش عمده‌ای در تحلیل مکانی و بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی داشته باشد (Masoumi et al., 2014).

تغییرات سریع پوشش زمین، در دهه‌های اخیر مشکلات فراوانی از جمله تخریب منابع طبیعی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و رشد نامناسب مناطق مسکونی را در برداشته است. که در اغلب موارد، این عوارض ناشی از تغییر غیراصولی کاربری اراضی بوده است (Girma, et al., 2022). مطالعه میزان تغییرات و تخریب منابع در سال‌های گذشته و امکان‌سنجی و پیش‌بینی این تغییرات و الگوی رشد شهر در سال‌های آینده می‌تواند ضرورت انجام تحقیق در راستای برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع باشد.

اهداف تحقیق بررسی و پایش تغییرات کاربری جنگل در بازه زمانی مطالعاتی و آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ماهواره‌اندست در بازه زمانی مطالعاتی می‌باشد و هدف کاربردی بررسی تغییرات اراضی مورد مطالعه برای ارائه راهکارهای بهبود الگوی گسترش کاربری‌ها می‌باشد.

با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه، تحقیقی با استفاده از قابلیت‌های سنجنش از دور با تصویر لندست ۸ به کار گرفته نشده است، می‌توان آن را از جنبه‌های نوآوری تحقیق دانست و همچنین از روش شبکه عصبی در مطالعه استفاده شده است. این پژوهش، به بررسی تغییرات سطح جنگل با استفاده از مدل LCM و تصاویر ماهواره‌ای در جنگل‌های تالش پرداخته می‌شود.

مبانی نظری

کاربری اراضی نمونه‌ای از تأثیرگذاری انسان بر محیط است، لذا به‌منظور برنامه‌ریزی و کنترل زمین و تحولات آن لازم است عوامل تأثیرگذار بر آن را شناسایی و ارزشیابی نمود (Verburg et al., 2013). در طی چند دهه اخیر، تغییر کاربری اراضی تحت اثر عوامل محیطی و انسانی سبب بروز اثرات جدی بر محیط‌زیست، اقتصاد و اجتماع شده است. بنابراین داشتن اطلاع از نوع استفاده از اراضی و تغییرات آن در طی زمان از موارد مهم در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در کشور است (Batty, 2005).

۱۱۱. بررسی تغییرات سطح جنگلی با استفاده از...

در دهه اخیر مشکل کاهش اراضی جنگلی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی مورد توجه قرار گرفته است. با توسعه شهرنشینی مقادیر زیادی از مساحت نواحی کشاورزی و جنگلی از بین رفته و جای آن را مناطق شهری پوشانده است. از سوی دیگر رشد جمعیت و توسعه اقتصاد سبب تغییر گسترده‌ی الگوی کاربری اراضی و پوشش زمینی شده است (Li et al., 2009). به منظور مدیریت مناسب، حفاظت پایدار و جلوگیری از تخریب هرچه بیشتر منابع جنگلی آگاهی از مقدار و میزان تغییرات جنگل‌ها، ضروری است (Fatemti Talab et al., 2015). یکی از راه‌های شناخت و درک این تغییرات استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های مکانی است. تصاویر ماهواره‌ای با توجه به پوشش وسیع، سرعت بالا در جمع‌آوری اطلاعات، هزینه کمتر و قابلیت تکرار در تصویربرداری از مناطق مختلف می‌توانند نقش کلیدی در نقشه‌برداری و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل‌ها ایفا کنند. مدل‌های مکانی نیز می‌توانند در مدل‌سازی الگوی مکانی تخریب جنگل‌ها به کار گرفته شوند (Khoi and Murayama, 2011; Girma, et al., 2022).

مدل‌های شبیه‌سازی و بهینه‌سازی تغییرات کاربری اراضی، ابزاری برای درک عوامل پیشران و پیامدهای ناشی از تغییر کاربری‌های زمین است و شیوه این تغییرات را در طی مکان و زمان پیش‌بینی و تشریح می‌کند. این مدل‌ها در کنار ابزارهای تحلیل سناریو، کمک شایانی به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان آمایش سرزمین می‌کند. مرور مفاهیم موجود در مبحث کاربری زمین و دسته‌بندی مدل‌های مربوط به لحاظ مفهومی و روش‌شناسی، قدم ابتدایی و اساسی در درک بهتر این مفاهیم و به‌کارگیری صحیح این مدل‌ها در کاربردهای دنیای واقعی است (Mesgari and Jabalameli, 2017). تغییرات کاربری زمین دارای پیامدهای گسترده‌ای بر رشد اقتصادی، سطح درآمد، توزیع درآمد و همچنین بر منابع طبیعی مانند تنوع زیستی، اکوسیستم‌ها، آب و خاک است (Muller and Zeller, 2002).

مدل‌ساز تغییر زمین (Land Change Modeler) ابزاری است که به کمک آن می‌توان به ارزیابی و مدل‌سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و آثار آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت (Mahmoudzadeh, 2010; Guo et al., 2021). مدل‌سازی در چهار مرحله، بررسی تغییرات، مدل‌سازی پتانسیل انتقال، مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی صحت مدل‌سازی انجام می‌گیرد (Hashemi et al., 2017).

مدل‌ساز تغییر زمین با تجزیه و تحلیل تغییرات رخ داده طی یک دوره، نقشه پتانسیل انتقال از یک طبقه به طبقه دیگر را نیز تولید می‌کند (Mirhosseini et al., 2016). پتانسیل انتقال، میزان احتمال تغییر از یک طبقه به طبقه دیگر را بیان می‌کند. بنابراین، برای مدل‌سازی پتانسیل انتقال هر طبقه در مدل LCM، قبل از هر کاری باید زیر مدل‌ها مشخص شوند. زیرمدل‌ها محرک‌های اساسی در تبدیل یک کاربری به کاربری دیگر محسوب می‌شوند (Perez-Vega et al., 2011).

در بررسی تغییرات سطح جنگل‌های منطقه بسطام استان لرستان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکوف در مدل LCM، نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست تهیه و نتایج بررسی

تغییرات در دوره اول نشان داد که بیشترین افزایش سطح در ناحیه کشاورزی و بیشترین کاهش مساحت در ناحیه مناطق جنگلی به ترتیب به میزان ۳۸۰ و ۴۲۵ هکتار اتفاق افتاده است (Nazari Samani et al., 2013).

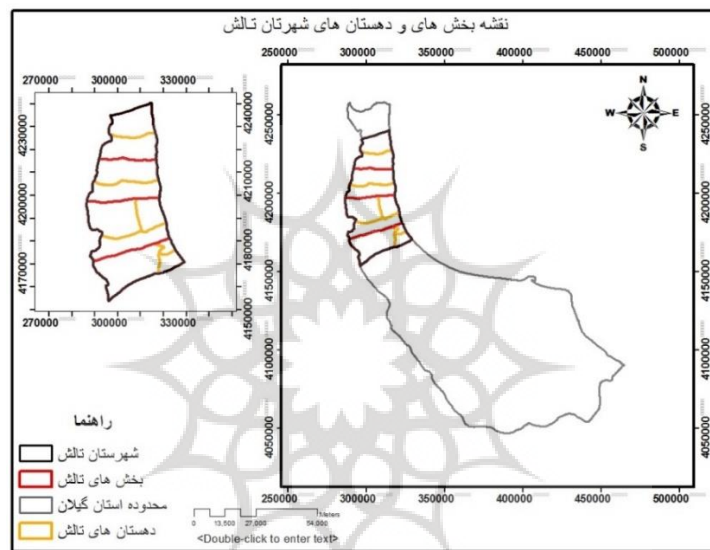
Shahi و همکاران (2020) از مدل تغییر زمین (LCM) برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در ارسباران تا سال ۲۰۳۰ استفاده کردند که مطالعه و شناسایی با استفاده از ماهواره Landsat، ETM⁺ و سنسورهای OLI برای سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ انجام شد. پتانسیل انتقال با استفاده از یک شبکه هوش عصبی (پرسپترون چندلایه) و هفت متغیر انجام شد. مدل برای سال ۲۰۱۷ با استفاده از زنجیره مارکوف با دوره کالیبراسیون ۲۰۰۲-۱۹۸۷ مدل‌سازی شدند و سپس، نقشه‌ایی را که از طریق LCM با مقایسه آن با نقشه واقعیت زمینی ۲۰۱۷ پیش‌بینی شده بود، تأیید کردند. پیش‌بینی برای سال ۲۰۳۰ نشان داد که تقریباً ۶۰۰۰ هکتار از اراضی جنگلی به مراتع و ۲۴۸ هکتار به اراضی کشاورزی تبدیل خواهد شد.

در تحقیق دیگری برای بررسی پویایی تغییر کاربری در حوضه آبریز واقع در منطقه نیمه‌خشک زیمبابوه از نقشه لندست ۵ (L5-TM) و تصاویر لندست ۸ (L8-OLI) برای دوره‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۴، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۸ استفاده کردند. با استفاده از یک روش ترکیب طبقه‌بندی تصویر، مستلزم طبقه‌بندی تصویر در نرم‌افزار R با استفاده از الگوریتم‌های تصادفی جنگل (RF) و ماشین بردار پشتیبانی (SVM)، پنج کلاس، یعنی آب، زمین بایر، جنگل متراکم، درختچه‌زار و مراتع را متمایز کردند. سپس از LCM Land Change Modeller استفاده کردند (با استفاده از الگوریتم زنجیره مارکوف با چندلایه برای مدل‌سازی سناریوهایی در آینده تا سال ۲۰۳۸ نتایج نشان داد، مناطق درختچه‌زار، چمنزار، آب و زمین بایر به ترتیب بین سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۳۸ به ترتیب ۱۰/۷۳، ۴/۵ و ۲۶/۸۵ و ۱۵/۰۹ درصد افزایش یافتند. احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت‌های انسانی مانند مقیاس کوچک و استخراج غیرقانونی طلا در این منطقه، باعث از بین رفتن پوشش جنگلی متراکم در آینده خواهد شد (Maviza and Fethi, 2020).

نتایج بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۱۸ و مدل‌سازی توسعه شهری در بازه زمانی سال‌های ۲۰۴۰-۲۰۱۰ در شهر جدید مراکش نشان داد که منطقه شهری (ساخته‌شده) ۱۹/۸ کیلومتر مربع افزایش یافته و به دنبال آن کاهش پوشش گیاهی (۷/۱ کیلومتر مربع) در طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۸ مشاهده شده است (Saadani et al., 2020). در این تحقیق هدف بررسی تغییرات سطح جنگلهای شهرستان تالش با استفاده از داده‌های ماهواره لندست در بازه زمانی مطالعاتی و تعیین تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل شبکه عصبی پرسپترون چند لایه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

سرزمین تالش باریکه‌ای جنگلی و مرطوب است که از لحاظ ناهمواری‌ها به دو ناحیه کاملاً متمایز جلگه‌ای در شرق و کوهستانی در غرب تقسیم می‌شود. پهناى ناحیه جلگه‌ای بین ۱ تا ۵۰ کیلومتر (Mahdavi, 2015). بخش کوهستانی تالش به سبب همجواری با دریای مازندران پوشیده از جنگل و مراتع نسبتاً وسیع است. آب و هوای تالش در ناحیه جلگه‌ای معتدل و مرطوب و در ناحیه کوهستانی مرطوب و سرد است. منطقه مورد مطالعه با وسعت ۴۹۲۸۰ هکتار با میانگین بارندگی سالانه ۱۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد (شکل ۱). به دلیل شرایط اکوتوریسم این منطقه مطالعه تغییرات کاربری اراضی در این شهر از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Map of the study area Source: Research Findings

روش تجزیه و تحلیل

به منظور بررسی تغییرات سطح جنگل مورد مطالعه، بازدید میدانی از منطقه صورت پذیرفت و سپس تعداد ۲۰۰ نقطه نمونه برداری با استفاده از گیرنده GPS مشخص گردید. نقاط برداشت شده از اراضی مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه انبوه و جنگل تنک می‌باشد. مناطق جنگلی که تاج پوشش بیش از ۸۰ درصد داشته باشند به نام جنگل انبوه و مناطق جنگلی که ۵۰ درصد تاج پوشش داشته باشد، نیمه‌انبوه و مناطق جنگلی با تاج پوشش ۳۰ درصد، جنگل تنک تعریف شده است (Hashemi et al., 2017). سپس با استفاده از نرم افزار ENVI نقشه پوشش گیاهی حاصل از شاخص پوشش گیاهی (NDVI) تهیه و نقشه کاربری اراضی نیز با استفاده از روش شبکه عصبی آماده شد. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ (سنجنده TM سال ۲۰۰۰)، لندست ۷ (سنجنده ETM+ سال ۲۰۱۰) و لندست ۸ (سنجنده OLI سال ۲۰۲۰) استفاده شد. به دلیل قدرت تفکیک مکانی تقریباً برابر ماهواره‌های لندست و وجود تصویر بدون پوشش ابر در منطقه مورد مطالعه، این ماهواره انتخاب شده است. پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای دریافتی، محدوده مطالعاتی و انطباق آن‌ها با نقشه‌های موجود تعداد ۲۰۰ نقطه کنترل با GPS که در تمام کاربری‌های زمین توزیع شده است برداشت گردید و تطابق کامل تصاویر ماهواره‌ای با نقاط GPS و نقشه‌های موجود مورد تأیید قرار گرفت. سپس تصاویر از لحاظ بازتاب‌های طیفی، کنتراست، وجود خطاهای ابرناکی کنترل و این خطاها در تصویر مشاهده نشد و تصحیح رادیومتریکی نیز مورد نیاز واقع نشد (Dehghani et al., 2023). تصاویر از سازمان فضایی ایران تهیه شده است. لازم به توضیح است از نقاط GPS، در مرحله طبقه‌بندی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی نیز استفاده شد و تصاویر از سازمان نقشه برداری ایران تهیه شده است. اجرای آن شامل مراحل زیر است:

۱- بررسی کیفیت و تصحیح هندسی تصاویر: جهت عملیات تصحیح هندسی، اقدام به استخراج راه‌ها و آبراهه‌ها از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری و تطابق آن‌ها با تصاویر مورد استفاده شد.

۲- انتخاب بهترین ترکیب بانندی، بهترین ترکیب بانندی با استفاده از شاخص OIF برای تصویر سال‌های مطالعاتی بدست آمد (Chavez, 1988).

۳- انتخاب روش طبقه‌بندی: طبقه‌بندی تصویر به روش شبکه عصبی با استفاده از بهترین ترکیب بانندی انتخاب شده و نمونه‌های آموزشی و تعلیمی انجام پذیرفت. نرم‌افزار ENVI (The Environment For Visualizing Images) محصول شرکت RST (Research System, Inc) است. از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه برای طبقه‌بندی تصویر استفاده شد. شبکه عصبی پرسپترون چند لایه پیش‌خور (FFN) با ناظر شامل یک لایه ورودی و حداقل یک لایه مخفی و یک لایه خروجی می‌باشد. الگوریتم استاندارد گرادینان نزولی فقط از تقریب محلی شیب سطح کارآمدی در تعیین بهترین جهت حرکت وزن‌ها برای رسیدن به کمترین خطا، استفاده می‌کند. این روش معمولاً از مشتقات دوم و یا تقریبی از آنها برای تصحیح وزن‌ها استفاده می‌نماید.

۴- ارزیابی صحت طبقه‌بندی: با استفاده از نقاط GPS برداشتی و دریافت نقشه‌های منطقه مطالعاتی در سال‌های پیشین از ادارات و سازمان‌های مربوطه و ارزیابی دقت طبقه‌بندی با استفاده از ضریب کاپا که میزان ضریب کاپا بین صفر تا یک متغیر است. ضریب کاپا معادل یک به مفهوم توافق و هم سویی صد در صد بین حاصل طبقه بندی و واقعیت زمینی و در نتیجه صحت و درستی کامل طبقه بندی است (Talebi Khiavi et al., 2022).

۵- ارزیابی تغییرات کاربری اراضی محدوده مطالعاتی.

نتایج

ترکیب بانندی

با استفاده از شاخص OIF که در نرم افزار ILWIS تهیه شد، بهترین باندها جهت شرکت در ترکیب بانندی و طبقه‌بندی تصویر سال‌های مطالعاتی به دست آمد (جدول ۱).

جدول ۱. بیشترین شاخص OIF برای ترکیب بانندی تصاویر ماهواره ایی

Table 1. The highest OIF index for band composition of satellite images Source: Research Findings

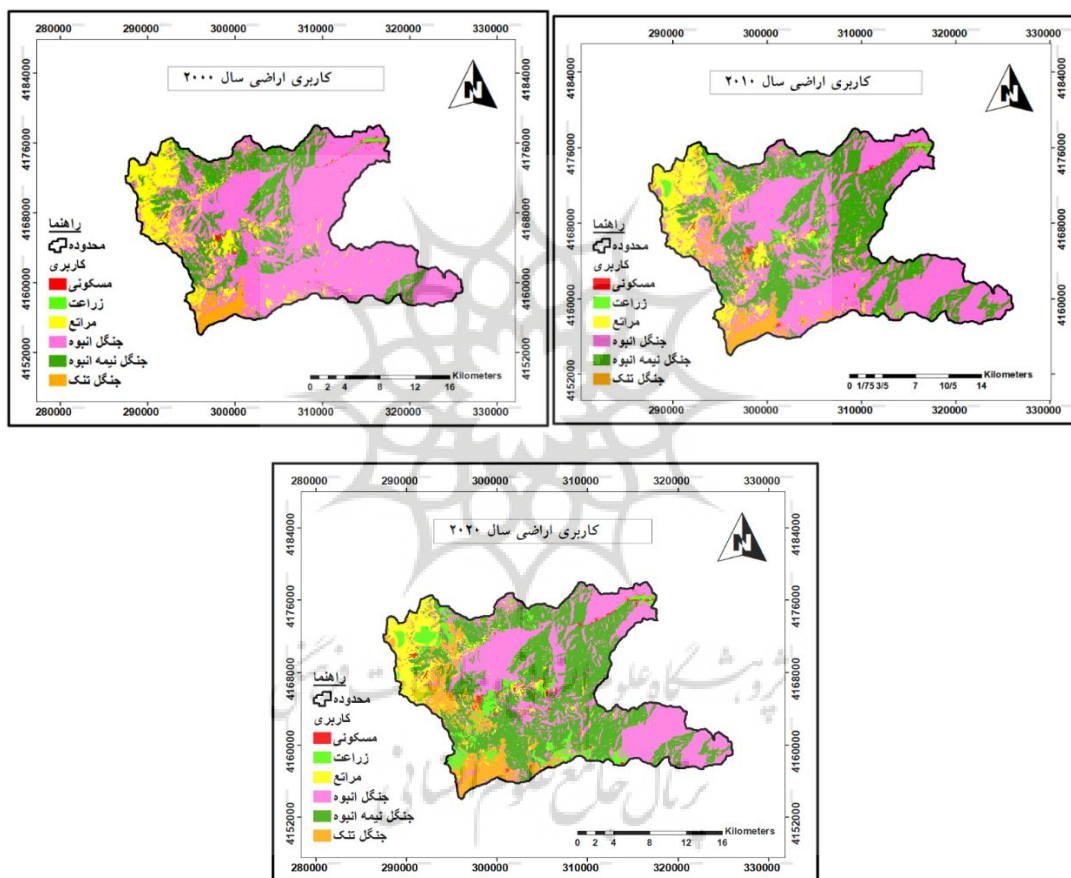
۲۰۰۰	b3	b4	b5	۵۵/۰۲
۲۰۱۰	b5	b4	b3	۵۵/۲۲
۲۰۲۰	b5	b4	b3	۸۹۲۲/۳

طبقه‌بندی و ارزیابی صحت

با توجه به بازدهی‌های میدانی و نظرات کارشناسان نقشه کاربری اراضی در ۶ طبقه شامل مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه و جنگل تنک بود که برای سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ تهیه گردید (شکل ۲). در این پژوهش از روش شبکه عصبی برای طبقه‌بندی تصاویر لندست استفاده شد.

کاربری‌های اراضی شامل اراضی مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه و جنگل تنک بودند که در نقشه سال ۲۰۰۰ بدست آمد و با استفاده از روش شبکه عصبی پرسپترون چند لایه حاصل شده است. مساحت کلاسه اراضی جنگل انبوه در سال ۲۰۰۰ برابر ۳۱۳۶۰ هکتار برآورد گردید که با ۶۷ درصد از کل منطقه مورد مطالعه بیشترین مقدار کاربری اراضی می‌باشد که در نقشه سال ۲۰۰۰ برآورد شده است (شکل ۲). کاربری‌ها اراضی شامل مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه و جنگل تنک در نقشه سال ۲۰۱۰ بدست آمد که با استفاده از روش شبکه

عصبی پرسپترون چند لایه حاصل شده است، مساحت کلاسه اراضی جنگل انبوه در سال ۲۰۱۰ برابر ۲۳۳۵۰ هکتار برآورد گردید که با سطح ۴۷ درصد از منطقه مورد مطالعه بیشترین مقدار کاربری اراضی می‌باشد که در نقشه سال ۲۰۱۰ برآورد شده است (شکل ۲). کاربری اراضی با استفاده از روش شبکه عصبی پرسپترون شامل مسکونی، زراعت، مراتع، جنگل انبوه، جنگل نیمه‌انبوه و جنگل تنک در نقشه سال ۲۰۲۰ بدست آمد که چند لایه حاصل شده است، مساحت کلاسه اراضی جنگل نیمه‌انبوه در سال ۲۰۲۰ برابر ۱۹۷۰۰ هکتار برآورد گردید که با سطح ۳۹ درصد از منطقه مورد مطالعه بیشترین مقدار کاربری اراضی را داراست (شکل ۲).



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی برای سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ با روش شبکه عصبی

Figure 2. Land use map for the years 2000, 2010 and 2020 with neural network method Source: Research Findings

۱۱۷. بررسی تغییرات سطح جنگلی با استفاده از...

تغییرات کاربری اراضی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ با روش شبکه عصبی نشان داد، مناطق مسکونی ۸۶/۸ هکتار، کاربری زراعت ۷۸۱/۲ هکتار، کاربری جنگل نیمه‌انبوه، ۶۸۵۵/۸ هکتار و جنگل تنک ۱۱۳۶/۱ هکتار افزایش و کاربری جنگل انبوه و مرتع نیز به ترتیب ۸۰۱۰/۶ و ۸۴۹/۴ هکتار کاهش داشته است (جدول ۲).

جدول ۲. مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان تالش از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰

Table 2. The area of land uses in Talesh city from 2000 to 2010 Source: Research Findings

کاربری ها	۲۰۰۰		۲۰۱۰		میزان تغییرات	
	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)
مسکونی	۰/۴۳	۲۱۳/۸۳	۰/۶۱	۳۰۰/۵۷	۰/۱۸	۸۶/۸۴
زراعت	۰/۴۱	۱۹۹/۸۵	۱/۹۹	۹۸۱/۱۱	۱/۵۹	۷۸۱/۲۶
مراتع	۱۳/۱۷	۶۴۹۲/۵۳	۱۱/۴۵	۵۶۴۳/۰۶	-۱/۷۲	-۸۴۹/۴۷
جنگل انبوه	۶۳/۶۴	۳۱۳۶۰/۹۸	۴۷/۳۸	۲۳۳۵۰/۳۵	-۱۶/۲۶	-۸۰۱۰/۶۳
جنگل نیمه انبوه	۱۹/۶۴	۹۶۷۹/۶۶	۳۳/۵۵	۱۶۵۳۵/۵۵	۱۳/۹۱	۶۸۵۵/۸۹
جنگل تنک	۲/۷۱	۱۳۳۳/۳۲	۵/۰۱	۲۴۶۹/۴۳	۲/۳۱	۱۱۳۶/۱۱
مجموع	۱۰۰	۴۹۲۸۰/۰۷	۱۰۰	۴۹۲۸۰/۰۷	-	-

تغییرات کاربری اراضی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ با روش شبکه عصبی نشان داد، مناطق مسکونی ۱۵۶/۹۲ هکتار، کاربری زراعت ۲۱۲۴/۴۸ هکتار، کاربری جنگل نیمه‌انبوه، ۳۱۵۶/۳ و جنگل تنک ۲۱۱۳/۳ هکتار افزایش و کاربری جنگل انبوه و مرتع نیز به ترتیب ۶۳۵۶/۵ و ۱۲۰۳/۴ هکتار کاهش داشته است (جدول ۳).

جدول ۳. مساحت کاربری‌های اراضی شهرستان تالش از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰

کاربری ها	۲۰۱۰		۲۰۲۰		میزان تغییرات	
	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)
مسکونی	۰/۶۱	۳۰۰/۵۷	۰/۹۳	۴۵۷/۴۹	۰/۳۲	۱۵۶/۹۲
زراعت	۱/۹۹	۹۸۱/۱۱	۶/۳۰	۳۱۰۵/۴۹	۴/۳۱	۲۱۲۴/۳۸
مراتع	۱۱/۴۵	۵۶۴۳/۰۶	۹/۰۱	۴۴۳۹/۶۲	-۲/۴۴	-۱۲۰۳/۴۴
جنگل انبوه	۴۷/۳۸	۲۳۳۵۰/۳۵	۳۴/۴۸	۱۶۹۹۳/۷۶	-۱۲/۹۰	-۶۳۵۶/۵۹
جنگل نیمه‌انبوه	۳۳/۵۵	۱۶۵۳۵/۵۵	۳۹/۹۸	۱۹۷۰۰/۹۱	۶/۴۲	۳۱۶۵/۳۶

جنگل تنک	۲۴۶۹/۴۳	۵/۰۱	۴۵۸۲/۸	۹/۳۰	۲۱۱۳/۳۷	۴/۲۹
مجموع	۴۹۲۸۰/۰۷	۱۰۰	۴۹۲۸۰/۰۷	۱۰۰	-	-

Table 3.The Area of land use in Talesh city from 2010 to 2020 Source: Research Findings

به منظور ارزیابی صحت طبقه‌بندی، از پارامترهای ضریب کاپا و دقت کلی استفاده شد که در جدول‌های ۴ تا ۹ ماتریس خطا و ضریب کاپا و دقت کلی نشان داده شده است. به منظور ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده به روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه هر یک از نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیتهای زمینی تولید شده با استفاده از GPS ماتریس خطا تشکیل شد و از دقت کل و ضریب کاپا استفاده گردید (جدول‌های ۹-۴). ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر لندست ۵ سال ۲۰۰۰ نشان می‌دهد بیشترین تداخل طبقه‌بندی مربوط به طبقه جنگل نیمه‌انبوه با جنگل تنک می‌باشد (جدول ۴).

جدول ۴. ماتریس خطا با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در تصویر لندست ۵ سال ۲۰۰۰ در شهرستان تالش

Table 4. Error matrix using multilayer perceptron neural network in Landsat 5 of 2000 in Talesh city Source: Research Findings

کابری ها	مسکونی	زراعت	مراتع	جنگل انبوه	جنگل نیمه انبوه	جنگل تنک	کل سطر
مسکونی	۲۹۹	۵	۰	۳۹	۰	۰	۳۴۳
زراعت	۵	۲۳۴	۱۱	۰	۰	۰	۲۵۰
مراتع	۰	۰	۲۸۵	۱۷	۸	۰	۳۱۰
جنگل انبوه	۱۹	۷	۱۳	۱۳۹	۰	۰	۱۷۸
جنگل نیمه انبوه	۰	۰	۰	۳	۱۶۲	۰	۱۶۵
جنگل تنک	۰	۰	۰	۰	۱۳	۶۴	۷۷
مجموع	۳۲۳	۲۴۶	۳۰۹	۱۹۸	۱۸۳	۶۴	۱۳۲۳

ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر لندست ۷ سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد بیشترین تداخل طبقه‌بندی مربوط به طبقه جنگل نیمه انبوه با مرتع می‌باشد (جدول ۵).

جدول ۵. ماتریس خطا در تصویر ETM+ با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه شهرستان تالش در سال ۲۰۱۰

Table 5- Error matrix in ETM+ image using multilayer perceptron neural network of Talesh city in 2010 Source: Research Findings

کلی	جنگل تنک	جنگل نیمه‌انبوه	جنگل انبوه	مراتع	زراعت	مسد کونی	کابری‌ها
۳۵	۶	۵	۲۳	۰	۱	۳۰	مسکونی
۸					۸	۶	
۲۴	۰	۸	۱۲	۴	۲	۰	زراعت
۴					۲۰		
۳۰	۰	۶	۱۳	۲	۵	۰	مراتع
۴					۸۰		
۱۷	۰	۰	۱۵۱	۴	۱	۵	جنگل انبوه
۲					۲		
۱۸	۰	۱۶۰	۸	۱	۰	۰	جنگل نیمه‌انبوه
۱				۳			
۸۸	۶۹	۳	۰	۰	۵	۱۱	جنگل تنک
۱۳	۷۵	۱۸۲	۲۰۷	۳	۲	۳۲	مجموع
۴۷					۶۰	۲	

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
 رتال جامع علوم انسانی

ماتریس خطای

طبقه‌بندی تصویر لندست ۸ سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد، بیشترین تداخل طبقه‌بندی مربوط به طبقه جنگل نیمه‌انبوه با مرتع می‌باشد (جدول ۶).

جدول ۶. ماتریس خطا در تصویر لندست ۸ سال ۲۰۲۰ در شهرستان تالش با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

Table 6. Error matrix in Landsat 8 image of 2020 in Talesh city using multilayer perceptron neural network Source: Research Findings

کاربری‌ها	مسکونی	زراعت	مرتع	جنگل انبوه	جنگل نیمه‌انبوه	جنگل تنک	کل سطر
مسکونی	۲۹۰	۱۸	۰	۲۳	۵	۶	۳۴۲
زراعت	۰	۳۴۰	۴	۱۲	۸	۰	۳۶۴
مرتع	۰	۵	۱۴۰	۱۳	۶	۰	۱۶۴
جنگل انبوه	۵	۱۲	۴	۱۳۶	۰	۰	۱۵۷
جنگل نیمه‌انبوه	۰	۰	۱۳	۸	۱۲۴	۰	۱۴۵
جنگل تنک	۱۱	۵	۰	۰	۳	۸۷	۱۰۶
مجموع	۳۰۶	۳۸۰	۱۶۱	۱۹۲	۱۴۶	۹۳	۱۲۷۸

میزان ضریب کاپا بین صفر تا یک متغیر است. ضریب کاپا معادل یک به مفهوم توافق و هم‌سویی صددرصد بین حاصل طبقه‌بندی و واقعیت زمینی و در نتیجه صحت و درستی کامل طبقه‌بندی می‌باشد (Darvishsefat et al., 2014). مقدار ضریب کاپا ۰/۸۸ با دقت کلی ۰/۸۹ برای تصویر سال ۲۰۰۰، مقدار ضریب کاپا ۰/۸۹ با دقت کلی ۰/۹۰ برای تصویر سال ۲۰۱۰ و مقدار ضریب کاپا ۰/۹۱ با دقت کلی ۰/۹۳ برای تصویر سال ۲۰۲۰ بدست آمد (جدول ۷)

جدول ۷. ضریب کاپا و دقت کلی

Table 7. Kappa coefficient and overall accuracy Source: Research Findings

	دقت کلی	ضریب کاپا
تصویر لندست ۵ سال ۲۰۰۰	۰/۸۹۴۹	۰/۸۸۸۹
سال ۲۰۱۰ ^۲ ETM تصویر	۰/۹۰۰۴	۰/۸۹۵۰
تصویر لندست ۸ سال ۲۰۲۰	۰/۹۳۰۴	۰/۹۱۵۰

برآورد تغییرات کاربری اراضی در نرم افزار TerrSet

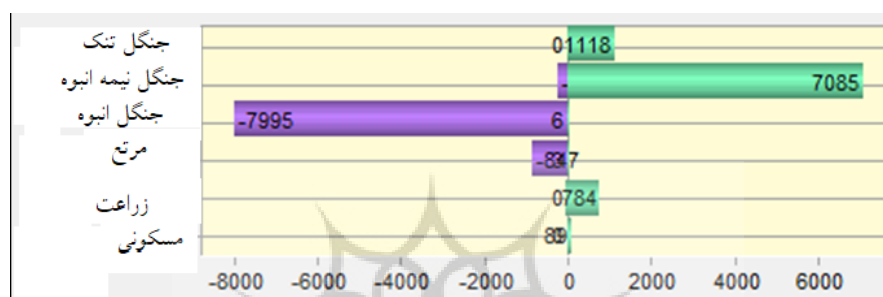
پس از اینکه نقشه‌های کاربری اراضی تهیه و تولید شدند این نقشه‌ها وارد نرم افزار TerrSet شده و فرمت آن‌ها به فرمت RST تغییر یافت. با توجه به اینکه در طول دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ تغییراتی در سطح هر یک از کاربری‌های موجود اتفاق افتاده است، نهایتاً سعی شده است که وضعیت مساحت هر یک از این کاربری‌ها در سال‌های مختلف (۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰) به تفکیک تشریح شوند. مدل‌سازی با نرم افزار تراست امکان بررسی تغییرات کاربری اراضی را بین سال‌های مورد تحقیق و نمایش نتایج را با نمودار و نقشه‌های مختلف به صورت کمی و کیفی فراهم نموده است. در این پژوهش به جهت تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی بین بازه‌های زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ و ۲۰۲۰-۲۰۱۰ در محیط نرم افزار TerrSet اعمال گردید.

تغییرات کاربری اراضی دوره اول (۲۰۱۰ - ۲۰۰۰)

نتایج نشان می‌دهد که کاربری‌های مختلف دچار تغییر شده‌اند و این تغییرات نشان‌دهنده افزایش کاربری مناطق مسکونی، کاهش پوشش مرتع و پوشش جنگل انبوه و افزایش کاربری جنگل نیمه‌انبوه، تنک و زراعت در طول دوره موردنظر بوده است. به دلیل آب و هوای مناسب محدوده مطالعاتی و توریست‌پذیری آن اکثر ویلاسازی‌ها و تغییر کاربری زمین زراعت به مناطق مسکونی انجام شده است. همچنین کاربری زراعی و کشاورزی در اطراف جاده‌ها جهت حمل مناسب و باسهولت محصولات ایجاد شده است (Hashemi et al., 2022). به علت افزایش فشار به اکوسیستم جنگل و عدم حفاظت از مناطق جنگلی و حوادث آتش‌سوزی سطحی در عرصه، باعث کاهش سطح مناطق جنگلی انبوه

و تبدیل جنگل با تاج پوشش انبوه به مناطق جنگلی نیمه‌انبوه شده‌است که در شکل ۳ افزایش سطح مناطق جنگلی نیمه-انبوه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ نشان داده شده‌است.

نتایج مقایسه دو نقشه تهیه‌شده از کاربری‌های مختلف نشان می‌دهد که در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، مساحت مناطق مسکونی ۹۰ هکتار، پهنه جنگل نیمه‌انبوه و تنک به ترتیب ۶۸۴۲ و ۱۱۱۸ هکتار و زراعت ۷۸۴ هکتار افزایش یافته است و پوشش جنگل انبوه و مرتع به ترتیب ۷۹۹۰ و ۸۴۴ هکتار کاهش سطح داشته است (شکل ۳).



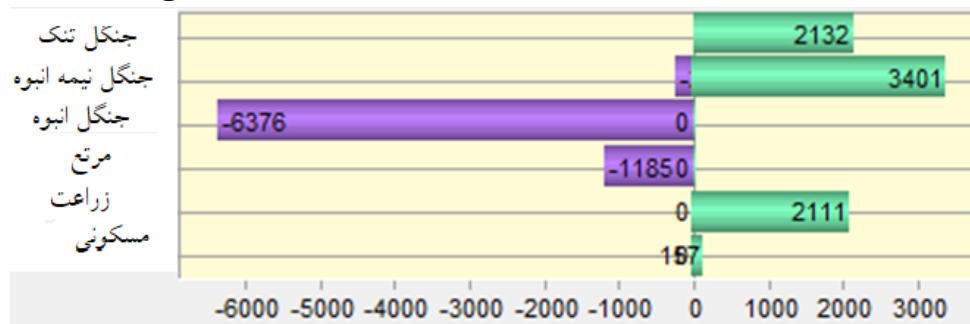
شکل ۳. ۲۰۰۰ - ۲۰۱۰ شهرستان تالش دوره طول در مختلف کاربری‌های تغییرات.

Figure 3. Changes in different uses during the period 2000-2010 in Tالش city Source: Research Findings

تغییرات کاربری اراضی دوره اول (۲۰۱۰ - ۲۰۲۰)

نتایج بررسی حاکی از آن است که کاربری‌های مختلف دچار تغییر شده‌اند که این تغییرات نشان‌دهنده افزایش کاربری مناطق مسکونی، کاهش پوشش مرتع و کاهش پوشش جنگل انبوه و افزایش کاربری جنگل نیمه‌انبوه، تنک و زراعت در طول دوره موردنظر بوده‌است. بررسی آمار و نتایج به دست آمده، همچنین نشان دهنده افزایش مناطق فاقد پوشش گیاهی است که بخشی از آن را مناطق مسکونی در بر می‌گیرد. نتایج نشان داد، تخریب منابع طبیعی و تبدیل آنها به کاربری زراعت و مسکونی مهمترین تغییر اراضی در منطقه بوده‌است. شرایط آب و هوایی مناسب در منطقه مورد مطالعه، تمایل به تغییر اراضی منابع طبیعی به زراعت و مسکونی را افزایش می‌دهد که این امر با نتایج بدست آمده از پژوهش Mirzai و Mahdavi (2014) مشابهت دارد.

نتایج مقایسه دو نقشه تهیه‌شده از کاربری‌های مختلف نشان داد که در بازه‌ی زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ مساحت مناطق مسکونی ۱۵۶ هکتار، پهنه جنگل نیمه‌انبوه و تنک به ترتیب ۳۱۷۰ و ۲۱۳۲ و زراعت ۲۱۱۱ هکتار افزایش و پوشش جنگل انبوه و مرتع به ترتیب ۶۳۷۶ و ۱۱۸۵ هکتار کاهش سطح داشته است (شکل ۴).



شکل ۴. تغییرات کاربری‌های مختلف در طول دوره ۲۰۱۰ - ۲۰۲۰ شهرستان تالش

Figure 4. Changes of different uses during the period of 2010 -2020 in Tالش city Source: Research

Findings

بحث

تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از اطلاعات بسیار مهم برای اعمال برنامه‌های مدیریتی می‌باشد. تهیه این نقشه‌ها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها برای رسیدن به این هدف می‌باشد. در دنیای پیشرفته امروزی، سنجش از دور به عنوان یکی از مهمترین و عمده‌ترین منابع داده‌های مکانی و موضوعی قلمداد می‌شود (Mahmoudzadeh, 2010). وجود انواع زمینه‌های کاربردی و علمی سنجش از دور، آن را به عنوان یک ابزار قوی و کارآمد برای تولید داده‌های مکانی تبدیل نموده است. در سال‌های اخیر محققان با توجه به گسترش روزافزون کاربردهای مختلف داده‌های سنجش از دور، برداشت این نوع از داده‌ها از رشد چشم‌گیری برخوردار بوده است (Vasile et al., 2015).

در این پژوهش نیز، تغییرات سطح جنگل با استفاده از مدل LCM (Land change modeler) در تصاویر ماهواره‌ای در جنگل‌های تالش مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه پس از کنترل هندسی و رادیومتریکی تصاویر، تکنیک‌های مختلف پایش تغییر به کار گرفته شد. با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ مشاهده گردید که به دلیل آب و هوای مناسب محدوده مطالعاتی و توریست‌پذیری آن اکثر ویلاسازی‌ها و کاربری‌های مسکونی در اطراف رودخانه‌ها و راه‌ها انجام شده است. همچنین کاربری زراعی و کشاورزی در اطراف جاده‌ها جهت حمل مناسب و با سهولت محصولات ایجاد شده است. به دلایل گفته شده بررسی نقشه کاربری اراضی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در این شهرستان دارای اهمیت به‌سزایی می‌باشد.

باتوجه به جداول ارزیابی تغییرات کاربری (جدول‌های ۲ و ۳) و نتایج خروجی‌های نرم‌افزار Treset، مشاهده گردید از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، مناطق مسکونی ۲۴۳/۷۶، کاربری زراعت ۲۹۰۵/۶۴، کاربری جنگ نیمه‌انبوه و تنک ۱۰۰۲۱/۲۵ و

۳۲۴۹/۴۸ هکتار افزایش مساحت داشته که در ازای آن کاربری جنگل انبوه و مرتع نیز به ترتیب ۲۰۵۲/۹۱ و ۱۴۳۶۷/۲۲ هکتار کاهش یافته است. در تعیین میزان دقت روش انتخابی و نقشه تهیه شده میزان ضریب کاپا و دقت کلی بالای به-دست آمده در تحقیق مورد بررسی، بیانگر کارایی روش در منطقه مورد مطالعه است. سازمان زمین‌شناسی آمریکا ضریب کاپا ۰/۸۵ را برای نقشه کاربری اراضی قابل قبول می‌داند (Brinkmann, 2012) که مقدار آن در این پژوهش در سال ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۹۵۰ و ۰/۹۱۵۰ بوده است.

گردش‌پذیری، مهاجرت و ویلاسازی طی سال‌های اخیر در استان گیلان و شهرستان‌های آن افزایش یافته که خود منجر به افزایش تغییر کاربری اراضی در منطقه شده است. با بررسی نتایج حاصل از پردازش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه اطلاعات آن با نقشه‌های کاربری تصاویر ماهواره‌ای و مقایسه اطلاعات آن با نقشه‌های کاربری اراضی مشخص می‌گردد که طبقه‌بندی تصاویر به صورت نظارت شده برای منطقه مورد مطالعه به واقعیت زمینی و نقشه‌های رقومی نزدیک بوده و از صحت قابل قبولی برخوردار می‌باشد (Mirzai and Mahdavi, 2014). به طور کلی در این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که در منطقه مورد مطالعه تغییرات کاربری صورت گرفته که عمده تغییرات با توجه به نتایج بررسی‌ها، مربوط به تغییر کاربری مرتع به زمین زراعی و مسکونی، تغییر جنگل‌های دست‌نخورده و انبوه به جنگل‌های نیمه‌انبوه و تنک بوده است. نتایج حاصل، حاکی از عدم برنامه‌ریزی مناسب از طرف مسئولین و برنامه‌ریزان که شاهد از بین رفتن اراضی کشاورزی و مرتعی شده و تبدیل به سایر کاربری‌ها شده است که با نتایج تحقیق Ahdnejad و همکاران (2011) همخوانی دارد. پیشنهاد می‌گردد قبل از هرگونه تغییر کاربری اراضی کلیه جوانب امر مورد بررسی قرار گیرد تا جهت تدوین برنامه‌های مختلف و تعیین راهکارهای توسعه با هدف نیل به پایداری به‌منظور شناخت و ارزیابی توان‌های محیطی به منظور بهره‌گیری منطقی از آن‌ها استفاده شوند. بدیهی است محصول چنین سازوکار مدیریتی، ارتقاء ظرفیت تولید در بخش کشاورزی و منابع طبیعی و حفظ محیط‌زیست و تنوع زیستی بوده و بعلاوه منجر به بهبود وضعیت معیشتی بهره‌برداران از جنگل‌ها خواهد بود. در صورت امکان بهتر است از تصاویر تصحیح هندسی شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور که دارای دقت و پوشش یکنواختی است استفاده شود، تغییرات توپوگرافی شدید از بخش جنگل پایین‌بند تا جنگل بالابند و استفاده از تصاویر از ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و رادیومتریک بیشتر در مطالعات سطح جنگل‌های کوهستانی در شمال ایران از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌باشد. استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک بالاتر در محدوده تحقیق و مقایسه آن با نتایج پژوهش دیگر محققین می‌تواند مفید واقع گردد. بنابراین لازم است پایش تغییرات کاربری و کنترل تغییرات کاربری بیش از پیش در محدوده مطالعاتی مورد توجه مسئولان و برنامه‌ریزان قرار گیرد.

References

- Ahdnejad Roshti, M., Zolfi, A., Shokripour, M. and Dizaj, H. (2011). Evaluation and Prediction of Physical Expansion of Cities Using Multi-Time Satellite Imaging and Geographic Information System, Case Studies: Ardabil, 1984-2006. *Quarterly Journal of Geography Environment Preparation*, 15: 107-124.2(In persian)
- Batty, M. (2005). Agents, cells, and cities: new representational models for simulating multiscale urban dynamics. *Environment and Planning*, 37: 1373-1394.
- Brinkmann, K., Schumacher, J., Dittrich, A., Kadaore, I. and Buerkert, A. (2012). Analysis of Landscape Transformation Processes in and around Four West African Cities over the Last 50 Years. *Landscape and Urban Planning*, 105: 94-105.
- Chavez PS. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24(3): 459- 479.
- Darvishsefat, A., Ghaffari Dafchah, f. and Bonyad, A. (2014). Feasibility of satellite imagery for poplar plantation mapping (Case study: Sowme`eh Sara). *Iranian journal of poplar research*, 22(3): 392-401. (In persian)
- Dehghani, T., Ahmadpari, H., Amini, A.(2023).Assessment of land use changes using multispectral satellite images and artificial neural network. *Water and Soil Management and Modeling*, 3(2): 18-35(In persian)
- Fatemti Talab, S. R., Madanipour Kermanshahi, M. and Hashemi, S. A.(2015). Estimating changes in forest cover in the Rudsar county by using neural network and maximum likelihood methods. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(2):33-43. (In persian)
- Girma, R., Fürst, C., Moges, A. (2022).Land Use Land Cover Change Modeling by Integrating Artificial Neural Network with Cellular Automata-Markov Chain Model in Gidabo River Basin, Main Ethiopian Rift. *Environ. Chall.* 6, 100-114
- Guo, H., Cai, Y., Yang, Z., Zhu, Z., Ouyang, Y. (2021).Dynamic Simulation of Coastal Wetlands for Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area Based on Multi-Temporal Landsat Images and FLUS Model. *Ecol. Indic.* 2021, 125, 107559.
- Hashemi, S.A., Fatemi Talab, S.R., Kavousi, H. and Madanipour, M.(2017). Change detection in the forest cover of Siyahmezgi watershed of Guilan using LandSat images. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 7(24):78-88. (In persian)
- Hashemi, SA., Khademi A., Madanipour Kermanshahi, M., Kord, B.(2022). Investigation of forest area using support vector machine and provide a model for predicting level of changes. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 13(3): 23-26. (In persian)
- Khoi, D. and Murayama, Y. (2011). Modeling Deforestation Using a Neural Network-Markov Model. *Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process*, 169-190.
- Li, J. J., Wang, X. R., Wang, X. J., Ma, W. C. and Zhang, H.(2009). Remote sensing evaluation of urban heat island and its spatial pattern of the Shanghai metropolitan area, China. *Ecological Complexity*, 6(4): 413-420.
- Mahdavi, M. (2015). The geography of Gilan. Nashre Farhange Iliia Publication, Rasht. (In persian)
- Mahmoudzadeh, H. (2010). Application of Artificial Neural Network in Modeling and Forecasting Land Use Changes in Sardroud City (1984-2031). *Geography and planning*, 21(60): 221-237.
- Masoumi, H., Jamali, A.A., Khabazi M.(2014). Investigation of Role of Slope, Aspect and Geological Formations of Landslide Occurrence Using Statistical Methods and GIS in Some Watersheds in Chahar Mahal and Bakhtiari Province. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(9)121-129.

- Maviza, A. and Fethi, A. (2020). Analysis of past and future multi-temporal land use and land cover changes in the semi-arid Upper-Mzingwane sub-catchment in the Matabeleland south province of Zimbabwe. *International Journal of Remote Sensing*, 41: 5206-5227.
- Mesgari, I. and Jabalameli, M. (2017). Modeling Land Use Change: Categorizing Concepts and Models and Explaining Research Areas. *Journal of Geography and Environmental Planning*, 64: 75-92. (In persian)
- Mirhosseini, S. M., Jamali, A. and Hosseini, S. Z. (2016). Investigating and Predicting the Extension of Dunes Using Land Change Modeler (LCM) in the North West of Yazd, Iran. *Journal of Desert*, 21(1): 76-90. (In persian)
- Mirzai, V. and Mahdavi, A. (2014). Investigating the role of human factors and physiography on the reduction of forest cover, a case study of the watershed of Arquaz, Malekshahi, Ilam province. *Geographical space*, 15(52): 75-96. (In persian)
- Muller, D. and Zeller, M. (2002). Land use dynamics in the central highlands of Vietnam: A spatial model combining village survey data with satellite imagery interpretation. *Agricultural Economics*, 27: 333-354.
- Nazari Samani, A., Heravi, H., Panahi, M. and Shalamzari, Masoud. 2013. Effect of Land-use and Precipitation Changes on Sediment Yield (Case Study: Taleghan Watershed). *Journal of range and watersheds management*, 66(1):157-165. (In persian)
- Perez-Vega, A., Mas, J. and Ligmann-Zielinska, A. (2011). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implication for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modeling & Software*, 29(1): 11-23.
- Saadani, S., Laajaj, R., Maanan, M., Rhinane, H. and Aaroud, A. (2020). Simulating spatial-temporal urban growth of a Moroccan metropolitan using CA-Markov model, *Journal of Spatial Information Science*, 28(7):67-75
- Shahi, E., Karimi, S. & Jafari, H.R. (2020). Monitoring and modeling land use/cover changes in Arasbaran protected Area using and integrated Markov chain and artificial neural network. *Model. Earth Syst. Environ.* 6, 1901-1911.
- Talebi Khiavi H. Mostafazadeh R., Asaadi M.A., Namini ,SK.(2022). Temporal land use change and its economic values under competing driving forces in diverse land use configuration. *Arabian Journal of Geosciences* ,15:1597:3-14
- Vasile, A. J., Popescu, C., Ion, R. A., and Dobre, I.(2015). From conventional to organic in Romanian agriculture- Impact assessment of land use changing paradigm. *Land Use Policy*, 46: 258-266.
- Verburg, P. H., Tabeau, A. and Hatna, E. (2013). Assessing spatial uncertainties of land allocation using a scenario approach and sensitivity analysis: A study for land use in Europe. *Journal of Environmental Management*, 127: 132-144.
- Masoumi, H., Jamali, A.A., Khabazi M. 2014. Investigation of Role of Slope, Aspect and Geological Formations of Landslide Occurrence Using Statistical Methods and GIS in Some Watersheds in Chahar Mahal and Bakhtiari Province. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 4(9)121-129.

Investigating forest level changes using LCM model in satellite images in northern Iran with human geography approach

Amin Khademi*

Department of Green Space Engineering, M.C., Islamic Azad University, Malayer, Iran

Morteza Madanipour Kermanshi

Department of Environmental Engineering, P.C., Islamic Azad University, Parand, Iran

Seyed Armin Hashemi

Department of Forestry Engineering, L.C., Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Behrouz Kord

Department of Green Space Engineering, M.C., Islamic Azad University, Malayer, Iran

Abstract

Introduction: The purpose of this research was to compare the forest level changes using the LCM model in satellite images in Talash forests. Studying the amount of changes and destruction of resources in the past years and the feasibility and prediction of these changes in the coming years can be the necessity of conducting research in line with planning and optimal use of natural resources.

Materials and Methods: The trend of usage changes in the study area was processed using the satellite images of TM, ETM, and OLI sensors in the years 2000, 2010, and 2020 with the supervised neural network method. Land use classification map including residential use, agriculture, pastures, dense forest, semi-dense forest, and thin forest was identified in the region. For this purpose, Google Earth software images and field visits were used to prepare educational points. Multi-layer perceptron neural network was used for image classification. Finally, the accuracy matrix was formed for each map. Modeling with TerrSet2020 software has made it possible to investigate the changes in land use between the researched years and display the results with different charts and maps in a quantitative and qualitative manner.

Results and Discussion: The changes in land use from 2000 to 2020 with the artificial neural network method showed that residential areas increased by 210% and agricultural use by 1500%, semi-dense forest use by 200%, and thin forest by 340% of hectares, and dense forest use by 50% and pasture by 30%. had. The accuracy of the classification maps in this research was 0.88, 0.8950, and 0.9150 respectively in 2000, 2010, and 2020, which was acceptable.

Conclusion: The research showed that the expansion of agricultural activities and the construction of residential areas on pasture and forest ecosystems have turned pastures and thin forests into less valuable land. In general, in this research, it can be concluded that there have been changes in use in the studied area, and according to the results of the studies, the main changes are related to the change of use of pasture to agricultural and residential land, the change of untouched forests and It has been dense to semi-dense and thin forests. Using images with higher resolution in the scope of the research and comparing it with the research results of other researchers can be useful. Therefore, it is necessary to monitor user changes and control user changes within the scope of studies to be paid attention to by officials and planners.

Acknowledgements: The authors of this article appreciate Islamic Azad University for their support.

Keywords: Forest changes, Remote sensing, Talesh city, Dense forest.

* (Corresponding Author) 1639082034@iau.ac.ir