

مقایسه الگوریتم‌های شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال در آشکارسازی

تغییرات جنگل

پروین باقری فر^{۱*}

Parvinbaqerifar@yahoo.com

رضا بصیری^۲

شهرام یوسفی خانقاه^۳

حمیدرضا پورخباز^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۱۲

زمینه و هدف: فن‌آوری سنجش‌ازدور در دنیای پیشرفته امروزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین و عمده‌ترین منابع داده‌های مکانی و موضوعی قلمداد می‌شود. در این مقاله هدف مقایسه دو روش جهت آشکارسازی تغییرات جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره لندست می‌باشد. بدین منظور از تصاویر سال ۱۳۶۹ سنجنده TM ماهواره لندست و هم‌چنین تصاویر سال ۱۳۹۰ سنجنده ETM⁺ این ماهواره استفاده شده است. **روش بررسی:** در طبقه‌بندی تصاویر، از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی به شیوه پرسپترون چندلایه استفاده گردید.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به دست آمده الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با حداکثر احتمال صحت کلی و ضریب کاپای بالاتری در هر دو تصویر (TM و ETM⁺) نشان داده است. پس از طبقه‌بندی، نقشه‌های استخراج‌شده از تصاویر TM و ETM⁺ به‌منظور آشکارسازی تغییرات روی هم‌گذاری شدند و نقشه تغییرات به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتیجه نهایی تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های لندست همراه با داده‌های حاصل از آماربرداری قابلیت تهیه نقشه تغییرات جنگل را در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: طبقه‌بندی، تصاویر لندست، سنجش‌ازدور، باغ‌ملک، خوزستان.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان، ایران. * (مسئول مکاتبات)
۲- دانشیار گروه جنگلداری دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان، ایران.
۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان، ایران.
۴- دانشیار گروه محیط زیست دانشگاه صنعتی خاتم الانبیاء (ص) بهبهان، ایران.

The comparison of Artificial Neural Network to and maximum likelihood algorithms for forest changes detection

Parvin Bagherifar ^{1*}

Parvinbagerifar@yahoo.com

Reza Basiri ²

Shahram Yosefi Khaneghah ³

Hamidreza Pourkhabbaz ⁴

Admission Date: October 13, 2023

Date Received: September 3, 2023

Abstract

Background and Objective: Remote Sensing Technology is considered one of the most important sources of spatial and thematic data in the developed world of today. The objective of this work is a comparison of two different methods of change detection in forests using Landsat images. Therefore, sensor Landsat TM images of 1990 and 2011 (ETM⁺) satellite images have been used.

Material and Methodology: In the classification of images, the maximum likelihood algorithm, and artificial neural network to multilayer perceptron method were used.

Findings: Evaluated results showed that the algorithm approach, the maximum likelihood overall accuracy, and kappa coefficient maps classified in TM image, respectively, are 96.72 and 0.96 percent and image ETM⁺ 98.02 and 0.97 percent, and the method of artificial neural networks, overall accuracy and kappa coefficient map classified, TM image was 98.22 and 0.97% and ETM⁺ image was 98.34 and 0.97 percent respectively. Following TM and ETM⁺ classification maps to detect the changes were marked and the map changes obtained.

Discussion and conclusion: The results of this study showed that using Landsat data along with data from have inventory capabilities of forest change mapping

Keywords: Classification, Landsat images, Remote Sensing, Baghmalek, Khuzestan.

1- M.sc, Silviculture and Ecology Forest, Department of Forestry, Natural Resources Faculty, Behbahan khtam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran. **(Corresponding Author)*

2- Associate Professor, Ecology Forest, Department of Forestry, Natural Resources Faculty, Behbahan khtam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

3-Assistant Professor, Department of Range and Watershed, Natural Resources Faculty, Behbahan khtam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

4- Associate Professor, Environment Department of Environmental, Natural Resources Faculty, Behbahan khtam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

مقدمه

نشان داد که در دوره اول و دوم کاهش چشمگیری در منطقه جنگلی مورد مطالعه صورت گرفته است. (۱۱).

Sudhaker و همکاران (۱۹۹۹) قابلیت سه الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال، مفهومی و شبکه عصبی مصنوعی را جهت تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی، مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد در الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی در مناطق ناهمگن و روش مفهومی در مناطق جنگلی همگن مناسب‌تر است، در حالی که روش حداکثر احتمال در هر دو شرایط از قابلیت مناسبی برخوردار است (۱۲). Torahi & Chand Rai (۲۰۱۱) در تحقیقی به بررسی تغییرات گسترده جنگل و طبقه‌بندی اراضی در ارتفاعات دهدز خوزستان در سال‌های ۱۳۶۹-۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ به روش نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال پرداختند. در این پژوهش از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و ASTER استفاده شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که روش مورد استفاده قادر است نقشه تغییرات گستره جنگل را با میانگین صحت کلی ۷۸/۶ درصد برای دوره‌های مختلف طبقه‌بندی نماید (۱۳). Khoi & Murayama (۲۰۱۰) از مدل‌سازی تغییر سرزمین و شبکه عصبی مصنوعی برای مدل‌سازی تغییرات جنگل در پارک ملی Tam dao استفاده نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد جنگل اولیه از ۱۸/۰۳٪ در ۲۰۰۷ به ۱۵/۱۰٪ در ۲۰۱۴ و ۱۲/۶۶٪ در ۲۰۲۱ کاهش خواهد یافت. همچنین بیان داشتند که استفاده ترکیبی از تکنیک‌های سنجش از دور و مدل‌سازی فضایی، ابزار مؤثری برای نظارت بر جنگل‌های باقی مانده در منطقه مورد مطالعه آن‌ها فراهم می‌کند. (۱۴). نیاز و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه دو الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج نقشه‌ی کاربری اراضی حوضه سد ایلام به این نتیجه رسیدند که الگوریتم حداکثر احتمال به خاطر وابستگی به مدل آمار گوسن نمی‌تواند نتایج بهینه‌ای در صورت نرمال نبودن داده‌های آموزش فراهم آورد. از طرفی الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی دارای قابلیت‌های بالایی در سنجش از دور است و دلیل آن می‌تواند تلفیق داده‌هایی با منابع مختلف باشد (۱۵). ناصری

جنگل‌های بلوط غرب واقع در رشته‌کوه‌های زاگرس با سطحی معادل پنج میلیون هکتار، بیش‌ترین سهم از جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده و تأثیر مهمی در تأمین آب، تعدیل آب‌وهوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی کشور دارند (۱). تهدید علیه جنگل‌ها چه از طریق کاهش سطح جنگل‌ها و چه از طریق تخریب زیستگاه باعث کاهش تنوع زیستی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم خواهد شد (۲). امروزه فن‌آوری سنجش از دور به‌عنوان راهکاری ارزشمند در زمینه پهنه‌بندی منابع طبیعی، پایش، شناسایی می‌باشد. همچنین سنجش از دور می‌تواند روند تغییرات کاربری اراضی را در عرصه‌های مختلف به‌صورت علمی مورد بررسی قرار دهد (۳). آشکارسازی تغییرات یکی از بیش‌ترین و مهم‌ترین کاربردهای تصاویر ماهواره‌ای است (۴). لازمه مدیریت پایدار این منابع ارزشمند دسترسی آسان به اطلاعات و داده‌های به‌روز و دارای صحت بالا می‌باشد (۵). به‌طور سنتی، اطلاعات آماری با استفاده از عملیات میدانی، تفسیر عکس‌های هوایی و یا ترکیبی از این روش‌ها انجام می‌شود (۶). در روش‌های سنتی نه‌تنها زمان و هزینه‌های بالایی را دربر دارد بلکه باعث می‌شود تا متخصصان و مدیران نتوانند به‌طور کامل از منطقه مورد بررسی اطلاعات کسب نمایند (۷). استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و فن‌آوری سنجش از دور گامی مهم در حل این مشکل است. (۸)، چرا که نیاز به آشکارسازی، پیش‌بینی و مراقبت چنین تغییراتی در یک اکوسیستم از اهمیت بسزایی برخوردار است. امروزه تولید یک نقشه پوشش گیاهی دقیق یکی از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی و توسعه به‌شمار می‌رود (۹).

امیری و همکاران (۲۰۰۷) از سه روش شبکه عصبی مصنوعی، کمترین فاصله و فازی برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای Quickbird به‌کار بردند. در نهایت گزارش نمودند که صحت طبقه‌بندی با روش شبکه عصبی در مقایسه با دو روش دیگر بالاتر بوده است (۱۰). در تحقیقی با هدف مدل‌سازی تغییرات کاربری سرزمین در منطقه‌ی کوهمره سرخی استان فارس، عزیزی (۲۰۱۵) با استفاده از روش رگرسیون حداقل مربعات معمولی و مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی استفاده نمود. نتایج تحقیق

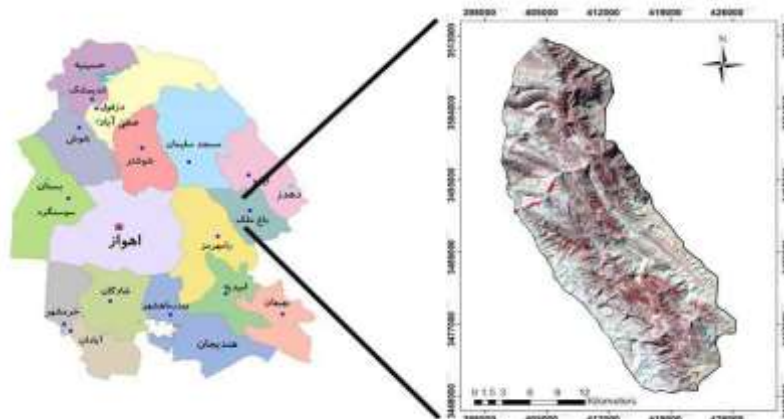
تغییرات جنگل‌های شهرستان باغ‌ملک به مساحت ۵۷۱۴۴ هکتار صورت گرفته است. لذا با توجه به اهمیت این جنگل‌ها مدیریت و برنامه‌ریزی کارآمد برای این جنگل‌ها امری ضروری به شمار می‌رود. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های سنجش‌ازدور، به دلیل نتایج مطلوب، می‌توان به شیوه‌ای علمی و کارآمد به مدیریت و پایش تغییرات پرداخت. چراکه فن‌آوری سنجش‌ازدور می‌تواند به‌عنوان ابزار مدیریتی بسیار کارآمد در توسعه و حفظ منابع طبیعی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۵۷۱۴۴ هکتار در استان خوزستان و شهرستان باغ‌ملک قرار گرفته و دارای مختصات جغرافیایی 31° و 49° تا 33° و 50° و 15° طول شرقی و 31° و 13° تا 31° عرض شمالی می‌باشد. موقعیت منطقه مورد مطالعه و تصویر RGB از منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است.

و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده تصویر ماهواره‌ای RapidEye به طبقه‌بندی نقشه تراکم تاج پوشش درختان واقع در جنگل‌های دشت برم استان فارس با استفاده از دو الگوریتم حداکثر احتمال و ماشین بردار پشتیبان پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که در استفاده از باندهای پردازش شده، الگوریتم حداکثر احتمال قادر است نقشه تراکم تاج پوشش درختان را با صحت کلی ۹۸/۵ درصد برآورد نماید. همچنین بیان داشتند که در الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، زمانی که باندهای اصلی تصویر با باندهای پردازش شده ترکیب شوند بالاترین صحت کلی را ارائه می‌دهد (۱۶). مرادی و رضایی (۲۰۲۱) به مقایسه الگوریتم‌های طبق بندی در تهیه نقشه کاربری اراضی در حوزه آبخیز زنوز چای استان آذربایجان شرقی پرداختند و بیان داشتند که الگوریتم حداکثر احتمال با صحت کلی ۷۳/۸۴ درصد از قابلیت بالاتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار است (۱۷). مطالعه حاضر جهت ارزیابی روش شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال با استفاده از داده‌های لندست جهت آشکارسازی



شکل ۱- موقعیت و تصویر RGB منطقه مورد مطالعه

Figure 1. location and RGB image study area

پیش‌پردازش تصاویر

به دلیل شناخت کلاس‌های مدنظر و انتخاب مناسب‌ترین نمونه‌های تعلیمی است. به همین ترتیب به تناسب سهم هر طبقه تعداد معقولی نمونه تعلیمی تصادفاً از طریق بازدیدهای عرصه‌ای، تصاویر گوگل ارث و تصاویر رنگی مرکب تعیین شدند (۱۸). تصاویر مورد استفاده در این تحقیق به دلیل دریافت از

در ابتدا نمونه‌های تعلیمی انتخاب گردیدند. به منظور انتخاب نمونه‌های تعلیمی جهت طبقه‌بندی کلاس‌های متعدد با شناسایی کامل منطقه و با استفاده از اطلاعات پیرامونی و همچنین به کار بردن تصاویر رنگی مرکب ۲، ۳، ۴ (RGB) صورت پذیرفت. به کارگیری چنین تصاویر رنگی مرکب تنها

بعد از طبقه‌بندی نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی دارای تک پیکسل‌های پراکنده در سطح تصویر بودند، جهت حذف این پیکسل‌های پراکنده و نزدیک شدن تصویر به حالت واقعی و موجود در طبیعت از فیلتر ماژوریتی به ابعاد 3×3 برای بهبود تصاویر طبقه‌بندی شده استفاده شد (۱۵). یکی دیگر از اعمالی که معمولاً پس از طبقه‌بندی انجام می‌شود ترکیب کلاس‌های مختلف و تولید یک نقشه جدید است. در این تحقیق اراضی کشاورزی و باغات به جهت این که در منطقه مورد مطالعه از نظر طیفی قابل تفکیک نمی‌باشند به همین منظور این دو کلاس باهم ترکیب شدند و در قالب یک کاربری در نظر گرفته شدند.

آشکارسازی تغییرات

پس از طبقه‌بندی تصاویر در نهایت خروجی حاصل از طبقه‌بندی ابتدا به وکتور تبدیل گردید و سپس به فرمت قابل استفاده در محیط نرم‌افزار Arc GIS مبدل گردید. سپس نقشه‌های حاصل از تصاویر دو دوره (۱۹)، به صورت نقشه کاربری اراضی از منطقه نمایان گشت. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با توجه به هدف تحقیق کلاس کاربری جنگل از سایر کاربری‌ها مجزا گردید و در محیط نرم‌افزار ENVI 4.7 نقشه تغییرات تهیه شد، در نهایت نقشه‌های مربوط به دو دوره در محیط GIS روی هم گذاری شدند و نقشه نهایی تهیه گردید که میزان تغییرات را در سطح جنگل‌های منطقه نشان می‌دهد. در تحقیق حاضر با استفاده از تصاویر حاصل از طبقه‌بندی و به کمک آشکارسازی تغییرات به روش مقایسه‌ی پس از طبقه‌بندی تغییرات جنگل برای دوره‌ی ۲۱ ساله بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۰ مشخص گردید.

ارزیابی صحت

پیش‌نیاز به کارگیری هرگونه داده‌های بنیادی، شناخت از میزان صحت و اعتبار آن خواهد بود. صحت اطلاعات در اصل میزان احتمال صحیح بودن اطلاعات است (۲۳). به منظور برآورد صحت سنجی تصاویر طبقه‌بندی شده از نقشه واقعیت زمینی استفاده شد و ماتریس خطای به دست آمده برای ارزیابی و تعیین معیارهای بیان‌کننده صحت نقشه تولید شده مورد بررسی قرار گرفت (۲۴).

سایت USGS دارای سیستم مختصات بودند اما به دلیل مطابقت با نقاط کنترل زمینی، مورد تصحیح هندسی مجدد قرار گرفتند. در این مطالعه از روش نزدیک‌ترین همسایه برای نمونه‌گیری مجدد استفاده شد. (۱۹). به منظور تصحیح اتمسفری داده‌های موجود و برطرف کردن ناهنجاری‌هایی که ممکن است باعث ایجاد خطا در طبقه‌بندی شود از روش کاهش تیرگی پدیده (Dark Object Subtraction) استفاده گردید (۲۰).

هم‌چنین با بررسی‌های صورت گرفته در تصاویر خطای راه‌راه شدگی (در دسترس نبودن تصاویر دیگر به علت عدم امکانات در دانشگاه محل تحصیل) در تصویر دوره دوم مشاهده گردید در نتیجه قبل از استفاده مورد تصحیح واقع شد. رفع این خطا در محیط نرم‌افزار ENVI 4.7 با استفاده از مسیر Landsat Gapfill انجام گرفت و بدین شکل از درستی تصویر از لحاظ خطای رادیومتری اطمینان حاصل گردید. بعد از اعمال تصحیحات لازم با قرار دادن مرز منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر، منطقه مورد نظر از کل تصویر جدا و آماده پردازش شد. برای ارزیابی تفکیک پذیری نمونه‌های تعلیمی از روش ارزیابی تفکیک پذیری کلاسه‌ها استفاده شده است (۲۱). جهت ساختن بهترین تصاویر رنگی کاذب از همبستگی بین باندها و ماتریس کوواریانس بهره گرفته شد. پس از تعیین همبستگی و ماتریس کوواریانس بین باندها بهترین ترکیب باندی مشخص گردید که در این تحقیق از باندهای ۲، ۳، ۴، ۵، سنجنده‌های TM و ETM⁺ استفاده گردید (۲۲).

پردازش و طبقه‌بندی تصاویر

در طبقه‌بندی تصاویر از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و با استفاده از دو الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال استفاده گردید. به منظور طبقه‌بندی تصاویر، با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی از یک شبکه پرسپترون چند لایه‌ای با چهار نرون ورودی و چهار نرون خروجی و یک لایه پنهان، به کار برده شد. در حقیقت تعداد نرون‌های ورودی معادل تعداد باندهای تصویر ماهواره Landsat و تعداد نرون‌های خروجی معادل تعداد کلاسه‌های نقشه کاربری اراضی می‌باشد.

یافته‌ها

مساحت کاربری‌ها در ابتدا و آخر دوره برحسب هکتار و درصد در دو روش محاسبه شد که در جدول (۱) و (۲) نشان داده شده است.

جدول ۱- مساحت کاربری‌ها برحسب هکتار و درصد در ابتدا و انتهای دوره (شبکه عصبی)

Table 1. User area in terms of hectare and Percent at the start and end of the period (Neural networks)

۱۳۹۰		۱۳۶۹		سال
درصد مساحت	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	مساحت (هکتار)	کاربری
۳۷	۲۱۱۴۵/۵۹	۴۵/۴۹	۲۵۹۹۸/۲۲	جنگل
۰/۵۹	۳۳۰	۰/۴۱	۲۳۰/۸۳	کشاورزی
۶۰/۱۹	۳۴۳۹۶/۹	۵۲/۱۹	۲۹۸۲۲/۶۰	مرتع
۲/۲۲	۱۲۷۱/۵۱	۱/۹۱	۱۰۹۲/۳۸	بدون پوشش

جدول ۲- مساحت کاربری‌ها برحسب هکتار و درصد در ابتدا و انتهای دوره (حداکثر احتمال)

Table 2. User area in terms of hectare and Percent at the start and end of the period (Maximum likelihood)

۱۳۹۰		۱۳۶۹		سال
درصد مساحت	مساحت (هکتار)	درصد مساحت	مساحت (هکتار)	کاربری
۳۸/۰۲	۲۱۷۲۷/۴۲	۴۷/۶۹	۲۷۲۵۱/۶۸	جنگل
۰/۵۲	۲۹۵/۶۶	۰/۴۴	۲۵۶/۷۵	کشاورزی
۵۹/۸۱	۳۴۱۷۸/۶۷	۵۰/۳۹	۲۸۷۹۵/۱۷	مرتع
۱/۶۵	۹۴۲/۲۵	۱/۴۸	۸۴۰/۴۰	بدون پوشش

شبکه عصبی در جدول (۳) و حداکثر احتمال در جدول (۴) نشان داده شده است.

- نتایج ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده TM و ETM^+ مشخصات آماری صحت تولیدکننده و صحت کاربر استفاده‌کننده برای هر کدام از کلاس‌ها برای تصویر TM و ETM^+ در روش

جدول ۳- نتایج جدول ماتریس خطا برای سنجنده TM و ETM^+ (شبکه عصبی)Table 3 Results error matrix for Sensor TM and ETM^+ (Neural networks)

ماتریس خطا برای سنجنده ETM^+		ماتریس خطا برای سنجنده TM		کاربری
صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	
۹۶/۲۷	۹۹/۸۵	۹۷/۳۱	۹۹/۲۲	جنگل
۱۰۰	۹۹/۷۸	۱۰۰	۹۸/۷۴	مرتع
۹۹/۶۷	۹۲/۷۳	۹۷/۶۵	۹۳/۹۶	کشاورزی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بدون پوشش

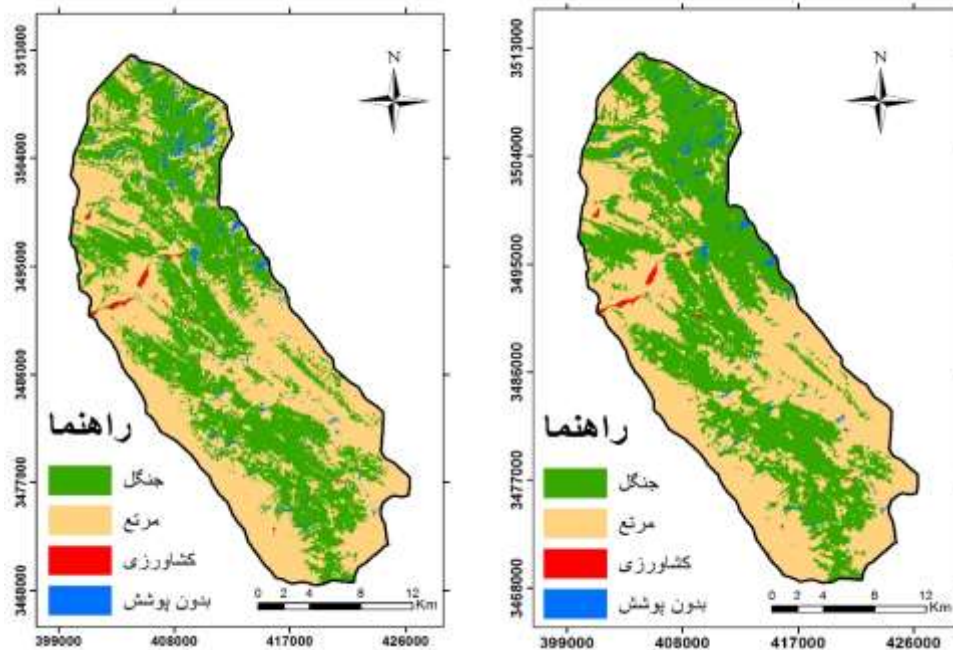
جدول ۴- نتایج جدول ماتریس خطا برای سنجنده TM و ETM⁺ (حداکثر احتمال)

Table 4 Results error matrix for Sensor TM and ETM⁺ (Maximum likelihood)

ماتریس خطا برای سنجنده ETM ⁺		ماتریس خطا برای سنجنده TM		
صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	صحت تولیدکننده (درصد)	صحت کاربر (درصد)	کاربری
۹۶/۵۷	۹۸/۷۸	۹۸/۷۰	۹۷/۴۳	جنگل
۱۰۰	۹۹/۳۶	۹۸/۹۹	۹۸/۲۵	مرتع
۹۷/۳۹	۹۳/۷۳	۹۱/۷۰	۹۶/۴۳	کشاورزی
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	بدون پوشش

دوم با دو الگوریتم ذکر شده در شکل (۳) نشان داده شده است. میزان تغییرات و تبدیل سطح جنگل به غیر جنگل و یا بالعکس با هر دو روش در جدول (۵) و (۶) آورده شده است.

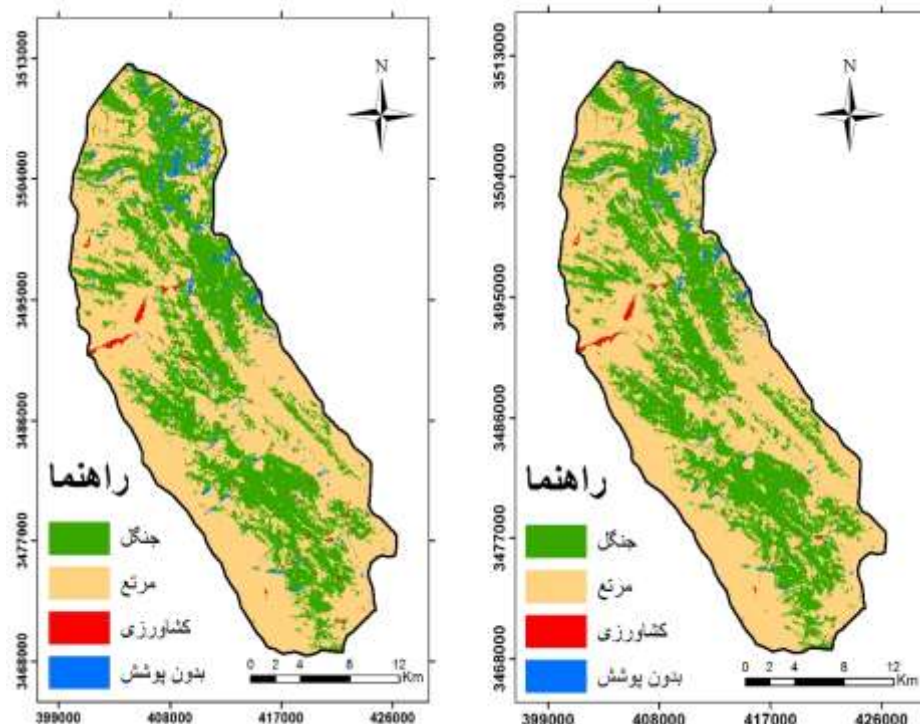
- نقشه‌های طبقه‌بندی شده با دو الگوریتم شبکه عصبی و حداکثر احتمال
نقشه‌های طبقه‌بندی شده تصویر دوره اول با دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در شکل (۲) و تصویر دوره



الف ب

شکل ۲- تصویر طبقه‌بندی شده TM (الف: به روش حداکثر احتمال) تصویر طبقه‌بندی شده TM (ب: به روش شبکه عصبی)

Figure 2. Classification image TM (A: Maximum likelihood method) classification image TM (B: Neural networks method)



الف ب

شکل ۳- تصویر طبقه‌بندی شده ETM^+ (الف: به روش حداکثر احتمال) تصویر طبقه‌بندی شده ETM^+ (ب: به روش شبکه عصبی مصنوعی)

Figure3. Classification image ETM^+ (A: Maximum likelihood method) classification image ETM^+ (B: Neural networks method)

جدول ۵- میزان تبدیل جنگل به غیر جنگل و بالعکس در طی دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۰ (روش شبکه عصبی مصنوعی)

Table 5. Amount Converting forest to of non forest and inverse in the period 1990 to 2011 (Neural networks)

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
مرتع به جنگل	۹۹۹	۱/۷۴
کشاورزی به جنگل	۴	۰/۰۰۶
بدون پوشش به جنگل	۱۰۷	۰/۱۸
جنگل به مرتع	۵۷۹۲	۱۰/۱۳
جنگل به کشاورزی	۱۰۵	۰/۱۸
جنگل به بدون پوشش	۱۴۴	۰/۲۵

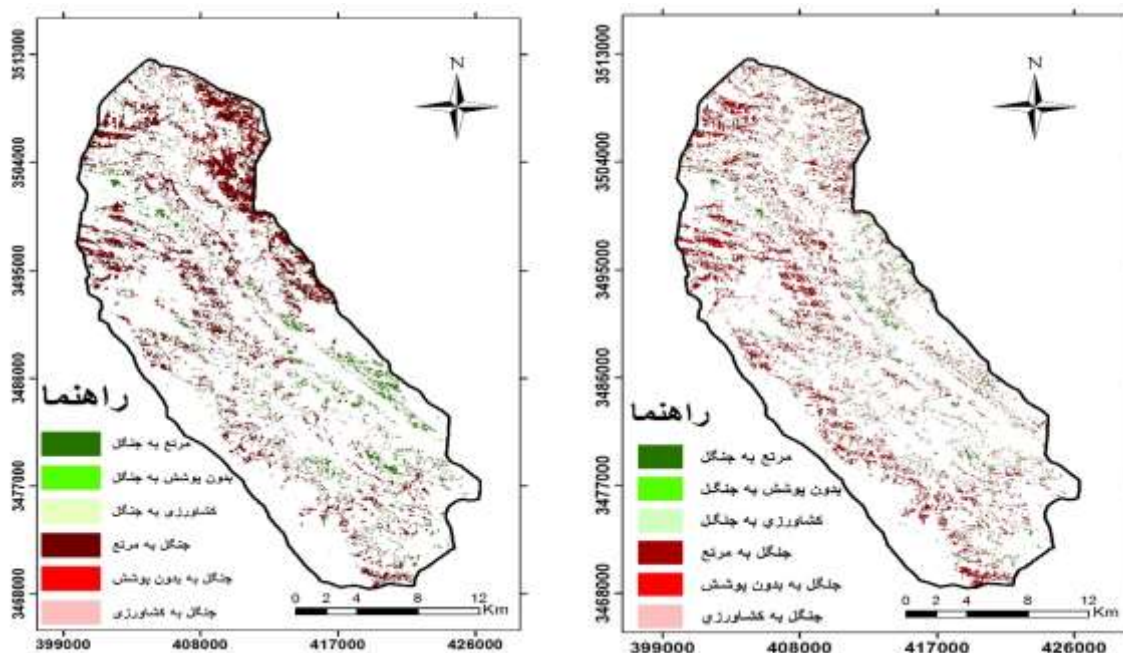
جدول ۶- میزان تبدیل جنگل به غیر جنگل و بالعکس در طی دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۰ (روش حداکثر احتمال)

Table 6. Amount Converting forest to of non forest and inverse in the period 1990 to 2011(Maximum likelihood)

کاربری	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
مرتع به جنگل	۱۷۴۲	۳/۰۴
کشاورزی به جنگل	۲۴	۰/۰۴۲
بدون پوشش به جنگل	۷۹	۰/۱۳
جنگل به مرتع	۷۰۴۳	۱۲/۳۲
جنگل به کشاورزی	۲۸	۰/۰۴۹
جنگل به بدون پوشش	۳۴۸	۰/۶۰

- نقشه تغییرات

نقشه تغییرات جنگل با استفاده از دو الگوریتم حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در شکل (۴) نشان داده شده است.



الف ب

شکل ۴- نقشه تغییرات سطح جنگل از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۰ (الف: به روش حداکثر احتمال) (ب: به روش شبکه عصبی مصنوعی)

Figure 4. Forest changes mapping from 1990 to 2011 (A: Maximum likelihood method) (B: Neural networks method)

بحث و نتیجه‌گیری

ماهواره‌ای از جمله مزایایی است که کاربرد داده‌های ماهواره‌ای را در سنجش از دور وسعت می‌بخشد (۲۵). مطالعه حاضر با هدف

سنجش از دور یکی از برترین و قابل‌اعتمادترین روش‌ها در پایش تغییرات محیطی و مدیریت محیط‌زیست و آشکارسازی تغییرات می‌باشد که بیش‌ترین سرعت و دقت را دارد. تکراری بودن تصاویر

توجه به کاهش و افزایش پیکسل‌ها چشمگیر است، به طوری که با توجه به نقشه‌های تغییرات استخراج‌شده، در روش حداکثر احتمال $5483/61$ هکتار که معادل $9/5$ درصد و در روش شبکه عصبی $4886/55$ هکتار که معادل $8/5$ درصد می‌باشد از سطح جنگل‌های منطقه مورد مطالعه کاسته شده است. به عبارتی در طی دوره مطالعه نرخ تغییرات سالانه در روش اول $0/45$ درصد و در روش دوم $0/40$ درصد بوده است یعنی در هر سال به این میزان از سطح جنگل‌های منطقه کاسته شده است و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده است. در منطقه مقدار تخریب کم‌تر از یک درصد می‌باشد و این نشان می‌دهد که شدت تخریب با سرعت کم‌تری در جنگل‌های منطقه بوده است.

اگر روند حاضر همچنان ادامه یابد در آینده‌ای نه‌چندان دور شاهد تخریب و از بین رفتن جنگل‌های منطقه خواهیم بود. با توجه به نرخ تغییرات ذکر شده می‌توان گفت که وضعیت جنگل‌های منطقه رو به تخریب است. لذا با توجه به اهمیت بسیار زیاد جنگل‌های زاگرس باید از تخریب همین مقدار هم از طریق مدیریت مناسب و پایش مستمر جلوگیری شود. تغییرات این منطقه، بیشتر در مقیاس محلی رخ می‌دهد. تغییرات جنگل (تخریب جنگل) بیش‌تر به عملکرد مردم محلی و وابستگی آن‌ها به منابع جنگلی مربوط می‌شود، لذا نمی‌توان الگوی خاصی را برای بیان چگونگی تخریب در این مناطق انتظار داشت. (۲۹) در مطالعه‌ای که در جنگل‌های زاگرس شمالی انجام شده است و تحقیق (۳۰) در منطقه کاکا رضا در زاگرس جنوبی، میزان تخریب جنگل به ترتیب $0/63$ و $0/73$ درصد برآورد شده است که نسبت به مطالعه حاضر بیش‌تر می‌باشد.

در دوره‌ی مطالعاتی ۲۱ ساله، در هر دو روش بیش‌ترین تغییرات از جنگل به مرتع و کم‌ترین تغییرات از کشاورزی به جنگل در روش شبکه عصبی و در روش حداکثر احتمال کم‌ترین تغییرات از مرتع به بدون پوشش بوده است. تبدیل کشاورزی به جنگل در نتیجه‌ی جنگل‌کاری‌هایی بوده است که در اراضی کم بازده کشاورزی و مستعد جنگل‌کاری انجام شده است. با توجه به اطلاعات و آمار تهیه شده از اداره منابع طبیعی شهرستان باغ‌ملک طی دوره مورد مطالعه در مجموع $2453/625$ هکتار در سطح منطقه جنگل‌کاری صورت گرفته است. نظر به این‌که در طی این

ارزیابی روش شبکه عصبی و حداکثر احتمال با استفاده از داده‌های لندست جهت آشکارسازی تغییرات جنگل‌های شهرستان باغ‌ملک به مساحت 57144 هکتار صورت گرفت. پس از اقدامات مورد نیاز در مرحله پیش‌پردازش بر روی تصاویر، اقدام به طبقه‌بندی داده‌ها به روش شبکه عصبی و حداکثر احتمال گردید. به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر، در روش شبکه عصبی مصنوعی از یک شبکه پرسپترون چند لایه‌ای با چهار نرون ورودی و چهار نرون خروجی و یک لایه پنهان، مورد استفاده قرار گرفت. (۱۵)، (۲۶). در ادامه نقشه کاربری اراضی بر اساس چهار طبقه مناطق جنگلی، مرتعی، کشاورزی و بدون پوشش تهیه گردید. بعد از طبقه‌بندی تصاویر و روی هم‌گذاری تصاویر دو دوره با استفاده از هر دو الگوریتم به کاررفته نقشه تغییرات استخراج گردید.

نتایج آشکارسازی تغییرات نشان‌دهنده کاهش سطح جنگل‌ها در نتیجه‌ی تبدیل به سایر طبقات پوشش اراضی در طی دوره زمانی ۲۱ ساله بود. مقایسه دقت طبقه‌بندی دو روش شبکه عصبی مصنوعی و حداکثر احتمال نشان داد که شبکه عصبی دارای دقت بیشتری است. با این حال دقت هر دو روش به هم نزدیک می‌باشد. نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر احتمال به ترتیب بر روی تصاویر TM و ETM^+ دارای صحت کلی $97/62$ و $98/02$ و نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با الگوریتم شبکه عصبی به ترتیب بر روی تصاویر TM و ETM^+ دارای صحت کلی $98/22$ و $98/34$ می‌باشد. صحت تولیدکننده و کاربر برای تمامی طبقات در هر دو روش بالاتر از ۹۰ درصد برآورد گردید که نشان‌دهنده‌ی میزان صحت در حد مطلوب می‌باشد و با صحت به‌دست‌آمده توسط (۲۷) که بالاتر از ۸۵ درصد برآورد گردید همسو است.

از جمله دلایل بالا بودن صحت طبقه‌بندی در این مطالعه، دقت در انتخاب نمونه‌های تعلیمی است چراکه نمونه‌های تعلیمی نقش مهمی در صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی ایفا می‌نماید و تلاش زیادی در انتخاب نمونه‌های تعلیمی به عمل آمد. از دلایل دیگر می‌توان به استفاده از الگوریتم شبکه عصبی اشاره نمود. تعیین تغییرات جنگل در این تحقیق نیز با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی انجام شد (۴۰۲۸). نتایج به‌دست آمده از مقایسه پس از طبقه‌بندی نشان داد که تغییرات بوجود آمده کاربری‌ها با

- Research Institute of Forest and Rangelands, 29p. (In Persian)
2. Laurance, F. Laurance, S. Ferreira, L. Merona, J. Gascon, C. Lovejoy, T. 1997. Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments. Science. Vol. 278(5340), pp.1117-1128.
 3. Rasouli, A.A. 2008. Principles of Applied Remote Sensing with Emphasis on Satellite Images processing. Published by Tabriz University, Tabriz: 703p. (In Persian)
 4. Jensen, J. R. 2005. Introductory Digital Image Processing: A RemoteSensing Perspective, Upper Saddle River, Prentice & Hall Pub. USA.
 5. Boyd, D. S. Foody, G. M. Ripple, W. J. 2002. Evaluation of approaches for forest cover estimation in the Pacific Northwest, USA, using remote sensing. Applied Geography. Vol. 22, pp.375-392.
 6. Sivanpillai, R. Smith, C.T. Srinivasan, R. Messina, M.G. Ben Wu, X. 2006. Estimation of managed loblolly pine stand age and density with Landsat ETM⁺ data. For. Ecol. and Manage, vol. 223, pp. 247-254.
 7. Naseri, M.H. Shataee, S. and Habashi, H. 2022. Zoning of leaf burn percentage of tree canopy using UAV and Sentinel 2 images in Deland Forest Park, Golestan province Abstract. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 29(4), pp.75-92. (In Persian) [10.22069/JWFST.2023.20939.2001](https://doi.org/10.22069/JWFST.2023.20939.2001)
 8. Naseri, F. 2002. Classification of forest type and estimation of their quantities parameters in arid and semiarid region using satellite data (case study: national park of Khabr – Kerman province),

مدت از سطح جنگل‌های منطقه کاسته شده است نیاز به حفظ و احیا و جنگل کاری مجدد در منطقه ضروری به نظر می‌رسد. در نتایجی مشابه با این مطالعه (۳۱) در پژوهشی با هدف مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با به‌کارگیری شبکه عصبی پرسپترون چندلایه برای آشکارسازی تغییرات پرداختند. در طی دوره مورد مطالعه، ۳۳۴۸۷ هکتار از مساحت جنگل کاهش یافته و سطح مناطق مسکونی ۱۳۱۵۵ هکتار و اراضی کشاورزی ۲۱۳۶۷ هکتار افزایش یافته است. در تحقیقی مشابه (۳۲) از دو روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی برای مشخص کردن وضعیت قطع درختان در جنگل‌های بارانی حاره‌ای استفاده کردند و نتایج حاصل از دو روش را با هم مقایسه نمودند. آن‌ها هم به این نتیجه رسیدند که شبکه عصبی، طبقه‌بندی را با صحت بیشتری انجام می‌دهد. در تحقیقی به بررسی شدت و میزان تغییرات حادث شده در پوشش گیاهی و فرسایش خاک در استان گلستان به کمک تصاویر سنجنده‌های TM و ETM⁺ پرداخته و پس از کشف و ارزیابی میزان تغییرات، به این نتیجه رسید که میزان تخریب سطح کشاورزی و جنگل افزایش یافته است (۳۳). با توجه به نتایج نهایی تحقیق می‌توان اظهار نمود که تصاویر ماهواره لندست دارای توانایی قابل ملاحظه‌ای برای تهیه نقشه جنگل با دقت بالا هستند که مطالعات زیادی نیز مؤید این موضوع هستند (۳۴، ۳۵). به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی‌های این تحقیق نشان داد که روش‌های مبتنی بر سیستم اطلاعات مکانی و سنجش‌ازدور در آشکارسازی تغییرات، اطلاعات صحیح‌تری را در اختیار مدیران و محققان مربوط در سطوح بین‌المللی، منطقه‌ای، ملی و محلی قرار می‌دهند. بدین مفهوم که اطلاعات حاصل از روش‌های سنجش از دوری به دلیل پویایی بیشتر، تطابق بیشتری با واقعیات زمینی دارد و قابلیت توصیه بیشتری دارد (۳۶). نتیجه نهایی تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از داده‌های لندست همراه با داده‌های حاصل از آماربرداری قابلیت تهیه نقشه تغییرات جنگل را در منطقه مورد مطالعه دارا می‌باشند.

References

1. Sagheb-Talebi, K. Sajedi, T. Yazdian, F. 2004. View to Iranian Forests.

15. Niyaze, Y. Ekhtesase, M. R. Maleke nejad, H. Hosseini, S. Z. 2010. Comparison of twain method Maximum likelihood classification and Artificial Neural Networks in extraction Land use map (Case study: Ilam dam sphere). *Iranian Journal of Geography and Development*.vol. 8(20), pp.119-132. (In Persian)
16. Naseri, M.H. Shataee Jouibari, S. Mohammadi, J. and Ahmadi, S. 2019. Capability of Rapid Eye Satellite Imagery to Map the Distribution of Canopy Trees in Dashtebarm Forest Area of Fars Province. *Ecology of Iranian Forest*, 7(14), pp.58-69. (In Persian) [10.29252/ifej.7.14.58](https://doi.org/10.29252/ifej.7.14.58)
17. Moradi, H. and Rezaei, V. 2021. Comparison of Land Use Type Classification Algorithms in the Land use Mappreparation Inzenouzchai Watershed. *Degradation and Rehabilitation of Natural Land*, 1(2), pp.80-88. (In Persian)
18. Arekhi. S. Niyazi, Y. Ebrahemi, H. 2013. Comparing efficiency algorithms classification artificial neural network and decision tree in land use layer Preparation using data ETM⁺ (Case study: Daresher Catchment, Ilam Province). *Iranian Journal Geographical Space*.vol. 13(44), pp. 47-72. (In Persian)
19. Zobeiri, M. Majd, R. 2011. An introduction to Remote Sensing Technology and its Application in of Natural Resources. 9 th Edition, University of Tehran Press, Tehran, 316p. (In Persian)
20. Feizizadeh, B. Helali, H. 2010. Comparison pixel-based, object oriented methods and effective parameters in Classification Land cover/ land use of west province PH.D. university of Tehran, Faculty of Natural Resources, 202 p. (In Persian)
9. Pettrolli, N. Vik, J. Gaillard, J. 2005. Using the satellite- derive NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Journal of Trends in Ecology and Evolution*.vol. 20 (9), pp.503-510.
10. Amiri, A. Chavooshi, S.H. Amini, J. 2007. Comparison of Three Satellite Image Classification Fuzzy, Neural Network and Minimum Distance. *Geomatic Conference, National Cartographic Center, Tehran*, pp. 21-37. 21-22 May.
11. Azizi Ghalati, S. 2015. Application of Artificial Neural Network and Ordinary least square regression in modeling land use change. *Iranian Journal of Forest and Wooden products*. Vol. 68 (1), pp. 16-1. (In Persian)
12. Sudhaker, S. Sridevi, G. Ramana, I. V. Venkateswara Rac, V. Raha, A. 1999. Thechniques of Classification for Landuse/Landcover with Special Reference to Forest Type Mapping in Jaldpara Wildlife Sanctuary, Jaldpaiguri District, West Bengal – a Case Study. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*.vol. 27(4), pp.218-224.
13. Torahi, A. Chand Rai, S. 2011. Land cover classification and forest change analysis, using satellite imagery (case study in Dehdez area of Zagros Mountain in Iran). *Journal of geographical information system*.vol. 3, pp.1-11.
14. Khoi, D.D. Murayama, Y. 2010. Forecasting areas vulnerable to forest conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam .*Remote Sensing*.vol. 2 (5), pp.1249– 1272.

27. Akbari, E. Ebrahemi, M. Amir ahmadi, A. 2013. Land use mapping of Sabzevar city using Maximum likelihood techniques and Artificial Multilayer Perceptron Neural Network. *Journal of environment preparation*.vol. 23, pp. 128-148. (In Persian)
28. Abd El-Kawy, O.R. Rod, J.K. Ismail, H.A. Suliman, A.S. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. *Applied Geography*.vol. 31(2), pp. 483-494.
29. Amini, M.R. Shataee joubary, SH. Ghazanfari, KH, Mo'ayyeri, M.H. 2008. Assessment of changes in the scope of Zagros forests using aerial photographs and satellite images in Armardeh. *Baneh. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*.vol. 15 (2), pp. 10-20. (In Persian)
30. Soosani, J. Zobeiri, M. Fegghi, J. 2009. Application of aerial photographs and satellite images for visualization of forest cover changes (Case study: Zagros forests, Iran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*. Vol. 17(2), pp. 236-249. (In Persian)
31. Gholamalifard, M. Joorabian Shoushtari, S. Hosseini Kahnuj, H. Mirzaei, M. 2012. Modeling of land use changes in coastal areas of Mazandaran province using the LCM model in GIS. *Environment Ecology*.vol. 38, pp. 124-109. (In Persian)
32. Fauzi, A. Hussin, Y.A. Weir, M. A Comparison between Neural Networks and Maximum Likelihood Remotely Sensed Data Classifiers to Detect Tropical Rain Logged-cover Forest in Indonesia. *Asian Conference on Azerbaijan. Iranian Journal of physical of Geography Research*.vol. 42 (71), pp.73-84. (In Persian)
21. Laliberte, A.S. Browning, D.M. & Rango, A. 2012. A comparison of three feature selection methods for object-based classification of sub-decimeter resolution UltraCam-L imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 15: 70-78.
22. Walker, R.T. Perz, S. Caldas, M. & Texeira da silva, L. G. 2002. Land use and Land cover change in Forest Frontire: The Role of Hosuehold Life Cycles. *International Regional Science Review*. Vol. 25(2), pp. 169-199.
23. Wright, G.G. Morrice, J.G. 1997. Landsat TM spectral information to enhance the landcover of Scotland, dataset. *Int. J. Remote Sensing*, 18(18), pp.1997 - 3834.
24. Soffianian, A. R. Mohamadi Towfigh, E. Khodakarami, L. Amiri, F. 2011. Land use mapping using artificial neural network (Case study: Kaboudarahang, Razan and Khonjin-Talkhab catchment in Hamedan province). *Journal Iranian of Applied Remote Sensing & GIS Techniques in Natural Resource Science*.vol. 2(1), pp. 1-13. (In Persian)
25. Alizadeh Rabiei, H. 1999. *Remote Sensing, Principles and Applications*. Published by Tehran Press, Tehran: 302p. (In Persian)
26. Mas, J.F. 2003. An Artificial Neural Networks Approach to Map Land Use/cover Using Landsat Imagery and Ancillary Data. *Proceedings of the International Geosciences and Remote Sensing Symposium IEEE IGARSS 2003*. Vol.10 (3), pp. 3498-3500.

35. Najjarlou, S. 2005. Investigation on Forest Expanse Change Detection, G Using Aerial Photos, Topography Maps, IRS-1D and ETM+ Data, a master's thesis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, faculty of natural resources, 124 p. (In Persian)
36. Darvishi Bolorani, A. Rashidian, A. Jokar, J, 2012. Applications of remote sensing and GIS sciences and technologies in health system (Part I). Hakim Medical Journal.vol. 15(2), pp. 87-100. (In Persian)
33. Neshat, A. 2002. Analysis and evaluation land use and land -cover changes using remote sensing data and geographic information systems in Golestan province, a master's thesis, Tarbiat Modares University: 115p. (In Persian)
34. Haghighi, M. 2003. Survey of changes in low land forest stands change in west of Guilan using satellite image, a master's thesis, Department of Forestry, Guilan University, Guilan, Iran. 98p. (In Persian)