

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره یازده، بهمن ماه ۹۹

بررسی قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از روش‌های رویه

یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژئومد

(مطالعه موردی: حوزه بسطام شهرستان سلسله)

سهیلا ناصری راد^۱

حامد نقوی^{۲*}

Naghavi.ha@lu.ac.ir

جواد سوسنی^۳

احمد رضا نورالدینی^۴

ساسان وفایی^۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۴/۵

تاریخ دریافت: ۹۸/۲/۲

چکیده

زمینه و هدف: ارزیابی و برآورد قابلیت انتقال با صحت بالا، یک گام مهم در روند مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین است. هدف از این پژوهش، بررسی قابلیت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از روش‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژئومد است.

روش بررسی: نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش زمین مربوط به یک دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۳۶۴ تا ۱۳۹۴) با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ تهیه شد. مدل‌سازی قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از روش‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژئومد و متغیرهای تاثیرگذار در روند تغییرات صورت گرفت. میزان صحت نتایج به دست آمده از مدل‌ها با استفاده از نقشه واقعیت زمینی تعیین شد. مراحل اجرایی این پژوهش در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ انجام شد.

یافته‌ها: میزان ضریب کاپا برای روش‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژئومد به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۶ و ۰/۶۷ محاسبه شد. بررسی نقشه‌های پیش‌بینی شده برای سال ۱۴۰۹ با استفاده از روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان.

۲- استادیار گروه مهندسی جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان. * (مسئول مکاتبات)

۳- دانشیار گروه مهندسی جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان.

۴- دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گیلان.

۵- دانش‌آموخته دکتری جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان.

مشابهت و زنجیره مارکوف نشان داد که مساحت مناطق مسکونی، باغات و اراضی کشاورزی روند افزایشی و مساحت اراضی بایر، جنگل‌ها، مراتع و منابع آبی روند کاهشی خواهند داشت.

بحث و نتیجه‌گیری: در نهایت نتایج حاکی از دقت نسبتاً بالای سه روش در برآورد قابلیت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین است. پاما با توجه به ضرایب کاپای به دست آمده، دقت روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت بیشتر از دو روش دیگر بوده است.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، زنجیره مارکوف، مدل‌سازی، کاربری اراضی، پوشش زمین.

Investigating the transmission potential of land use and land cover using Similarity Weighted Instance based Learning, Logistic regression and Geomod methods (Case study: Bastam basin, Selseleh city)

Soheila Naseri Rad¹

Hamed Naghavi^{2*}

Naghavi.ha@lu.ac.ir

Javad Soosani³

Ahmad Reza Nouredini⁴

Sasan Vafaei⁵

Admission Date: June 26, 2019

Date Received: March 22, 2019

Abstract

Background and Objective: Assessing and estimating the high-accuracy transmission potential is an important step in the process of land use and land cover changes modeling and predicting. The aim of this study is to investigate the transmission potential of land use and land cover changes using Similarity Weighted Instance based Learning, Logistic regression and Geomod methods.

Method: The land use and land cover maps for a 30-year period (1985-2015) were prepared using Landsat 5 and 8 satellite imagery. Land use and land cover transmission potential modeling was done using Similarity Weighted Instance based Learning, Logistic regression and Geomod methods and effective variables in the process of change. The accuracy of the results obtained from the models was determined by comparing with ground reality map for mentioned year.

Findings: The Kappa coefficient of Similarity Weighted Instance based Learning, Logistic regression and Geomod were 0.84, 0.76 and 0.67, respectively. The investigating predicted maps for 2030 prepared by Similarity Weighted Instance based Learning and Markov chain showed that the area of residential areas, gardens and agricultural lands is increasing and the area of bare land, forests, pastures and water resources will have a decrease trend.

Discussion and Conclusion: Finally, the results indicate a relatively high accuracy of three methods in estimating the transmission potential for land use and land cover changes, but according to the

1-M.Sc in Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

2-Assistant Professor in Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran. *(Corresponding author)

3-Associate Professor in Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

4-Ph.D. in Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran.

5-Ph.D. in Forestry Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

kappa coefficients, the accuracy of Similarity Weighted Instance based Learning method more than the other two methods.

Keywords: Remote sensing, Markov chain, Modeling, Land use, Land cover.

مقدمه

است که ارتباط بین یک متغیر وابسته گسسته (طبقه‌ای) را با مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل با استفاده از منحنی لگاریتمی ارزیابی می‌کند (۵، ۸). خروجی‌های این مدل ارزش‌هایی بین صفر و یک خواهد داشت که با استفاده از تئوری فازی نقشه تغییرات را تولید می‌کند (۹).

در زمینه به کارگیری مدل‌های مختلف در محاسبه قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین مطالعاتی در ایران و جهان صورت گرفته است، بطور مثال پارسامهر و غلامعلی‌فرد (۱۳۹۴) در پژوهشی به مدل‌سازی روند تخریب جنگل‌های استان مازندران پرداختند. در این تحقیق از روش‌های شبکه عصب مصنوعی چند لایه، رگرسیون لجستیک و یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت جهت محاسبه قابلیت انتقال اراضی جنگلی استفاده شد. نتایج نشان داد که مدل شبکه عصب مصنوعی با صحت ۰/۹۷۵ عملکرد بهتری در برآورد قابلیت انتقال اراضی جنگلی داشته است (۲). مرادی و همکاران (۱۳۹۵)، به بررسی روند تغییرات زمین‌های زراعی حوزه آبخیز گرگانرود با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست پرداختند. ایشان از روش‌های شبکه عصب مصنوعی، رگرسیون لجستیک و یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت جهت محاسبه قابلیت انتقال کاربری‌ها استفاده نمودند. نتایج نشان داد که روش یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت عملکرد بهتری نسبت به سایر روش‌ها داشته است (۱۰). شوشتری و همکاران (۲۰۱۸)، به مدل‌سازی روند تغییرات پوشش زمین حوزه نکا استان مازندران با استفاده شاخص‌های سیمای سرزمین پرداختند. در این تحقیق از مدل رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی جهت بررسی قابلیت انتقال پوشش زمین استفاده شد. نتایج نشان داد که ارتفاع از سطح دریا مهمترین عامل در بروز

امروزه مسئله تغییرات کاربری اراضی^۱ و پوشش زمین^۲ به علت تاثیرگذاری در جنبه‌های مختلف مسائل زیست محیطی و تغییر اقلیم به عنوان یک موضوع مهم مورد توجه دانشمندان و تصمیم‌گیران قرار گرفته است (۱، ۲). مدل‌سازی روند تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین می‌تواند در درک بهتر روند زمانی و مکانی این تغییرات موثر باشد (۳). ارزیابی و برآورد قابلیت انتقال^۳ با صحت بالا، یک گام مهم در روند مدل‌سازی و پیش‌بینی این تغییرات است (۴). امروزه روش‌های مختلفی جهت برآورد قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین وجود دارد. در این زمینه می‌توان به مدل‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت^۴، رگرسیون لجستیک^۵ و ژنومد^۶ اشاره نمود.

رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت یکی از روش‌های برآورد قابلیت انتقال است که مبنای آن بر پایه اصول روش نزدیکترین همسایه^۷ بنا شده است (۲، ۴). این مدل جهت مدل‌سازی روند تغییرات برای هر انتقال کاربری دو حالت تغییر^۸ و پایداری^۹ را بررسی می‌کند (۲، ۴). مدل ژنومد^{۱۰} تغییرات یک سویه کاربری را از هر طبقه به طبقه دیگر مدل‌سازی می‌کند (۵). این مدل می‌تواند بر پایه سامانه اطلاعات مکانی و با استفاده از مشخصات زیست جغرافیایی و اقتصادی-اجتماعی به بررسی تغییرات اراضی در دوره‌های زمانی مختلف بپردازد (۶، ۷). رگرسیون لجستیک یک مدل برآورد تجربی

- 1- Land use
- 2- Land cover
- 3-Transmission potential
- 4-Similarity Weighted Instance based Learning (SimWeight)
- 5- Logistic regression
- 6- Geomod
- 7- k- Nearest Neighbor
- 8- Change
- 9- Persistence
- 10- Geomod

روش بررسی

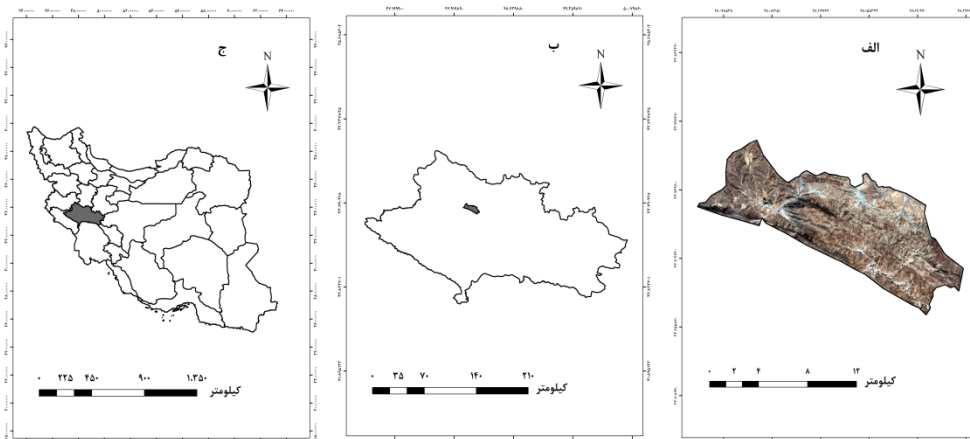
مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه تحقیق در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان خرم‌آباد در محدوده "۵۴' ۳۹" ۳۳° تا "۰۱' ۴۷" ۳۳° عرض شمالی و "۴۴' ۰۱" ۴۸° تا "۱۶' ۱۳" ۴۸° طول شرقی واقع گردیده است (شکل ۱). متوسط بارش سالیانه در این منطقه ۴۵۰ میلی‌متر بوده و اقلیم آن مدیترانه‌ای است. میانگین دمای سالیانه نیز در این منطقه ۱۲/۷ درجه سانتی‌گراد است که در ماه‌های مختلف سال متفاوت می‌باشد (۱۴، ۱۵). مراحل اجرایی این پژوهش در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۶ انجام شد.

تغییرات پوشش زمین است (۱۱). سانگرمانو^۱ و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از دو مدل رویه‌یادگیری بر مبنای نمونه وزنی و شبکه عصب مصنوعی، قابلیت انتقال اراضی کشور بولیوی را بررسی نمودند. نتایج به دست آمده حاکی از عملکرد مناسب‌تر روش رویه‌یادگیری بر مبنای نمونه وزنی بود (۴). آلیو بونانو^۲ (۲۰۱۷)، پژوهشی را به منظور شبیه‌سازی گسترش مناطق مسکونی منطقه کادونا^۳ کشور نیجریه در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۱ انجام داد. نتایج حاکی از آن بود که مدل رویه‌یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت با میزان ضریب کاپای ۰/۸۵ قابلیت مناسی در برآورد قابلیت تغییرات داشته است (۱۲). آدهیکاری^۴ و همکاران (۲۰۱۷)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین منطقه کارناتکا در کشور هند پرداختند. بدین منظور از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شد. نتایج حاصل نشان داد که رابطه منفی بین تخریب جنگل‌ها و مناطق حفاظت‌شده جنگلی وجود دارد (۱۳).

با توجه به مرور منابع فوق درمی‌یابیم که روش رویه‌یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، یک روش جدید می‌باشد که می‌تواند در برآورد و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار گیرد. نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که این روش قابلیت مناسی در برآورد قابلیت انتقال تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین داشته است. به همین دلیل و با توجه به اینکه، ارزیابی و برآورد قابلیت انتقال با صحت بالا، یک گام مهم در روند مدل‌سازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین است. هدف از این پژوهش، بررسی قابلیت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از روش‌های رویه‌یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت و مقایسه نتایج آن با روش‌های رگرسیون لجستیک و ژنومد است.

- 1- Sangermano
- 2- Aliyo Bununu
- 3- Kaduna
- 4- Adhikari



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مطالعه (الف) و موقعیت آن در استان لرستان (ب) و کشور ایران (ج)

Figure 1. Map of the study area (a) and its location in Lorestan province (b) and Iran (c)

نرم افزارهای مورد استفاده

در این پژوهش، طبقه بندی تصاویر ماهواره ای با استفاده از نرم-افزار ENVI 5.3 و مدل سازی روند تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در محیط نرم افزارهای IDRISI Selva و Terrset انجام گرفت.

پردازش تصاویر ماهواره ای

در این پژوهش، به منظور تهیه نقشه های کاربری اراضی از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست ۵ مربوط به سال های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ و تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۱۳۹۴ استفاده شد (جدول ۱). این تصاویر، در سطح تصحیحات L1T دریافت شده است و بنابراین فاقد هر گونه خطای هندسی است. تصحیحات رادیومتریک و اتمسفریک این تصاویر نیز از طریق الگوریتم تصحیح اثر اتمسفر FLAASH، اعمال گردید. در گام بعد طبقه بندی تصاویر با استفاده از نمونه های تعلیمی جمع آوری شده و به روش حداکثر احتمال انجام گرفت. با توجه به هدف تحقیق و نوع کاربری های موجود در منطقه، نمونه های تعلیمی از طریق بازبازرسی

میدانی، تصاویر Google Earth و نیز ایجاد ترکیب رنگی کاذب در هفت طبقه شامل اراضی جنگلی، اراضی کشاورزی، باغات، منابع آبی، مناطق مسکونی، اراضی بایر و مراتع، جمع آوری شد. از ۷۰ درصد نمونه های جمع آوری شده به عنوان نمونه آموزش و از ۳۰ درصد باقی مانده به عنوان نمونه آزمون استفاده شد. به منظور ارزیابی صحت نقشه های طبقه بندی، از طریق انطباق نقشه های طبقه بندی شده با نقشه واقعیت زمینی، ماتریس خطا تشکیل شد و بر اساس آن، صحت کل و ضریب کاپا محاسبه گردید (۱۵).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره ای استفاده شده در

تحقیق

Table 1. Characteristics of satellite imagery used in research

مبنا	تاریخ	ردیف/گذر	سنجنده
WGS84	۱۳۶۴/۴/۹	۱۶۶/۳۷	TM
	۱۳۷۹/۴/۳		TM
	۱۳۹۴/۴/۱۲		OLI

مدل سازی روند تغییرات

جهت مدل سازی روند تغییرات ابتدا می بایست عوامل موثر در تغییرات کاربری اراضی تعیین شود. به منظور تعیین مهمترین متغیرهای تاثیرگذار در وقوع تغییرات کاربری اراضی در منطقه تحقیق از نتایج تحقیقی که در همین منطقه انجام گرفته است، استفاده شد. با بررسی میزان ضریب همبستگی کرامر^۱ بین متغیرهای تاثیرگذار و تغییرات مشخص شد که متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، شیب، فاصله از منابع آبی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده و جهت جغرافیایی مهمترین عوامل موثر در روند تغییرات منطقه هستند (۱۵).

در گام بعد با استفاده از نقشه های کاربری اراضی و پوشش زمین و متغیرهای مکانی موثر، قابلیت انتقال کاربری (احتمال تبدیل هر یک از کاربری ها به کاربری های دیگر)، با استفاده از روش های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژنومد محاسبه شد. رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت یک روش برآورد قابلیت انتقال است که مبنای آن بر پایه اصول روش نزدیکترین همسایه بنا شده است (۲، ۴). این مدل، قابلیت انتقال را بدون نیاز به مشخصه های پیچیده و براساس داده های موجود انجام می دهد (۲، ۴، ۱۲، ۱۶). این مدل در قالب رابطه زیر نمایش داده می شود:

$$\text{Membership change} = \left(\sum_{i=1}^c \frac{1.0 - \frac{1}{1 + e^{d/d_i}}}{k} \right) \quad (1)$$

$(c \leq k)$

در این رابطه k : تعداد نزدیکترین پیکسل ها، c : تعداد پیکسل های تغییر یافته در محدوده k نزدیکترین همسایه، d : فاصله تغییرات در نمونه و i : گستره ارزیابی عضویت پیکسل هایی که دچار تغییر شده اند را نشان می دهد.

مدل لجستیک یک مدل رگرسیون مینا است که رابطه بین دامنه گسترده ای از متغیرهای مستقل و تغییرات مشاهده شده در کاربری اراضی را شکل می دهد (۱۶). خروجی های این مدل ارزش هایی بین صفر و یک دارد. فرض بر این است که در رگرسیون لجستیک، احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی

لگاریتمی پیروی می کند و مقدار آن از رابطه زیر تخمین زده می شود (۹):

$$P(Y=ICX) = \exp(nBX) / (1 + \exp(nB(X))) \quad (2)$$

در این رابطه P : احتمال یک بودن متغیر وابسته، X : متغیر مستقل، B : پارامتر برآورد شده و Y : متغیر وابسته می باشد. ژنومد مدلی مبتنی بر پایه سامانه اطلاعات مکانی است که تغییرات یک سویه کاربری را از هر طبقه به طبقه دیگر مدل سازی می کند (۵). این مدل از طریق رابطه زیر ارائه می شود (۱۷):

$$R(i) = \sum_{a=1}^A W_a P_a(i) \quad (3)$$

$R(i)$: میزان پایداری در سلول i : نقشه متغیر ژئوفیزیکی، A : تعداد نقشه های متغیر ژئوفیزیکی، W_a : وزن نقشه a : $P_a(i)$: درصد آشفستگی در طبقه a می باشد.

تهیه نقشه های قابلیت تغییرات با استفاده از روش های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت و رگرسیون لجستیک در محیط نرم افزار ادریسی^۲ انجام گرفت. برای اجرا نمودن مدل ژنومد نیز ابتدا نقشه های بولین برای تک تک کاربری های تهیه و جهت برآورد تغییرات احتمالی وارد مدل شد. بدین منظور علاوه بر نقشه هر کاربری، نقشه تناسب نیز تهیه می شود. این نقشه، میزان احتمال تغییر هر پیکسل را با توجه به متغیرهای مستقل نشان می دهد (۱۸). در این پژوهش زیر مدل های در نظر گرفته شده جهت آشکارسازی تغییرات، شامل: تبدیل اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی، تبدیل اراضی جنگلی به اراضی مرتعی، تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی، تبدیل اراضی بایر به مناطق مسکونی، تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی مرتعی و تبدیل اراضی مرتعی به مناطق مسکونی است. به منظور صحت سنجی نتایج مدل های استفاده شده، ابتدا نقشه های قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین برای سال ۱۳۹۴ با استفاده از نقشه های کاربری ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ و متغیرهای تاثیرگذار و با استفاده هر سه مدل تهیه شد. سپس نقشه های پیش بینی شده با نقشه واقعی مربوط به سال ۱۳۹۴ مقایسه شده و از طریق ماتریس خطا مورد ارزیابی قرار گرفت.

در نهایت نیز جهت پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در سال‌های آتی نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ وارد مدل شده و نقشه‌های کاربری مربوط به سال ۱۴۰۹ توسط زنجیره مارکوف پیش‌بینی گردید.

یافته‌ها

پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین با صحت مناسب (صحت بالاتر از ۸۰ درصد)

مساحت کاربری‌های مختلف در سه دوره محاسبه شد (جدول ۲). بررسی نتایج به دست آمده نشان داد که در دوره ۳۰ ساله مورد بررسی مساحت کاربری‌های کشاورزی، مسکونی و باغ روند افزایشی و مساحت کاربری‌های بایر، جنگل، مرتع و منابع آبی روند کاهشی داشته‌است. بیشترین و کمترین میزان تغییرات سطح به ترتیب مربوط به کاربری‌های کشاورزی و منابع آبی بود.

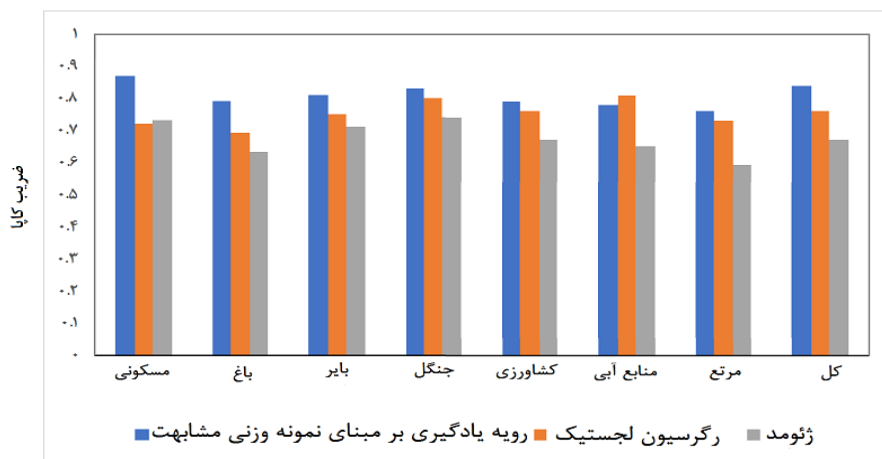
جدول ۲- مساحت و درصد کاربری اراضی و پوشش زمین در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴

Table 2 . Area and percentage of land cover and land use in the years 1985, 2000 and 2015

۱۳۹۴		۱۳۷۹		۱۳۶۴		
درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	
۷/۱۱	۶۷۵/۸۴	۶/۰۸	۵۷۷/۳۳	۵/۱۲	۴۸۶/۷۵	مسکونی
۲/۲۸	۲۱۷/۲۱	۱/۸۹	۱۷۹/۵۳	۱/۵۱	۱۴۳/۹۳	باغ
۹/۳۹	۸۹۱/۶۸	۹/۹۵	۹۴۵/۱۶	۱۰/۳۳	۹۸۰/۷۸	بایر
۱۰/۱۸	۹۶۷	۱۳/۸۴	۱۳۱۴/۱۲	۱۸/۳۲	۱۷۳۹/۹۴	جنگل
۱۹/۸۵	۱۸۸۵/۳۳	۱۵/۸۴	۱۵۰۴/۳۵	۱۱/۸۴	۱۱۲۴/۹۱	کشاورزی
۷/۰۴	۶۶۹/۲۴	۷/۰۸	۶۷۱/۱۹	۷/۱۴	۶۷۷/۹۸	منابع آبی
۴۴/۱۰	۴۱۸۷/۰۸	۴۵/۳۱	۴۳۰۱/۸۱	۴۵/۷۰	۴۳۳۸/۸۹	مرتع

نقشه واقعیت زمینی مربوط به سال ۱۳۹۴ نشان داد که ضریب کاپا برای نتایج به دست آمده از مدل‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژنومد به ترتیب ۰/۸۴، ۰/۷۶ و ۰/۶۷ است که این امر حاکی از عملکرد بهتر روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت در مقایسه با دو روش دیگر است (شکل ۲).

جهت برآورد قابلیت انتقال کاربری اراضی توسط مدل‌های مختلف نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش زمین تهیه شده مربوط به سال‌های ۱۳۶۴ و ۱۳۷۹ به همراه متغیرهای تاثیرگذار در روند تغییرات (شرح داده شده در قسمت روش) وارد مدل‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژنومد گردید. بررسی ماتریس خطای تشکیل شده بین نتایج به دست آمده توسط مدل‌های مختلف و

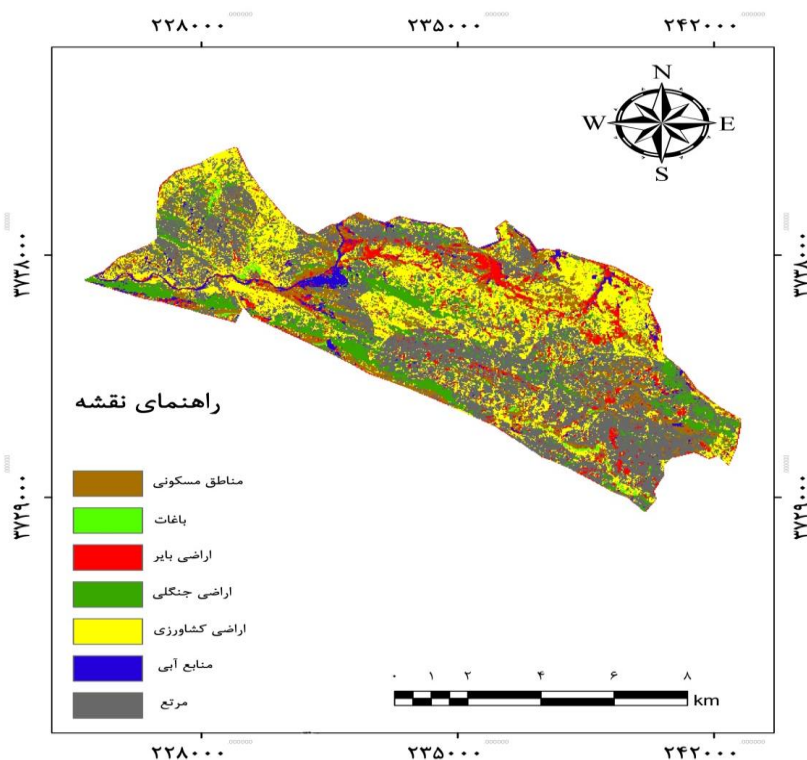


شکل ۲- ارزیابی صحت نتایج مدل‌های استفاده شده در برآورد قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش

Figure 2. Accuracy assessment of the models used to estimate transmission potential of land use and land cover

شد. نقشه کاربری اراضی و پوشش زمین مربوط به سال ۱۴۰۹ تهیه شده با استفاده از نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۹۴ و زنجیره مارکوف در شکل ۳ نمایش داده شده است (شکل ۳).

با توجه به عملکرد مناسب‌تر مدل رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت در محاسبه قابلیت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین، در گام بعد با استفاده از نتایج این مدل اقدام به پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین سال ۱۴۰۹



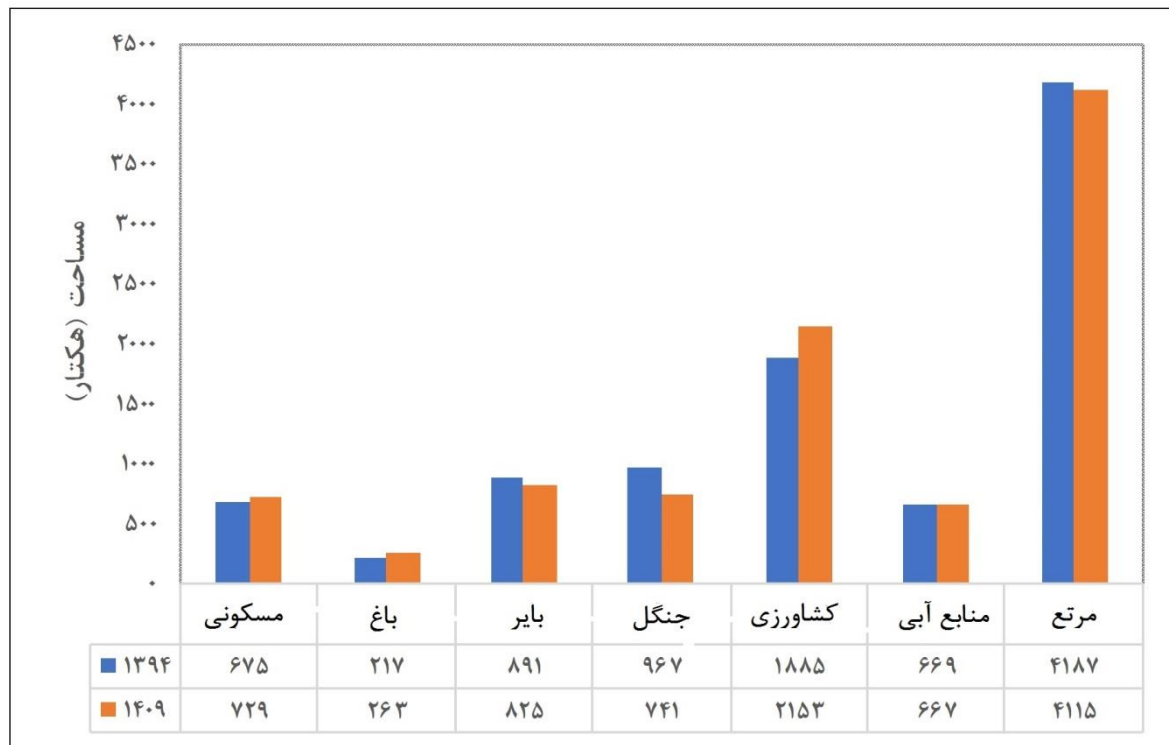
شکل ۳- نقشه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین سال ۱۴۰۹ تهیه شده با استفاده از روش رویه یادگیری بر

مبنای نمونه وزنی مشابهت و زنجیره مارکوف

Figure 3. The land use and land cover changes prediction map in 2030 prepared using Similarity Weighted Instance based Learning and Markov chain

کاهش، جنگل ۲۲۶ هکتار کاهش، اراضی کشاورزی ۲۶۸ هکتار افزایش، منابع آبی ۲ هکتار کاهش و مراتع ۷۲ هکتار کاهش خواهد داشت (شکل ۴).

مساحت کاربری‌های مختلف پیش‌بینی شده سال ۱۴۰۹ توسط روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت و زنجیره مارکوف در شکل ۳ نمایش داده شده است. بررسی نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که مساحت مناطق مسکونی ۵۴ هکتار افزایش، باغات ۴۶ هکتار افزایش، اراضی بایر ۶۶ هکتار



شکل ۴- برآورد مساحت کاربری‌ها در سال ۱۴۰۹ به وسیله روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت به وسیله

زنجیره مارکوف

Figure 4. Estimation of land use and land cover area in 2030 using Similarity Weighted Instance based Learning and Markov chain

بحث و نتیجه‌گیری

مورد بررسی مشخص گردید که بیشترین کاهش مساحت مربوط به کاربری جنگل و بیشترین افزایش مساحت مربوط به کاربری کشاورزی است. به نظر می‌رسد که با توجه به رشد جمعیتی در سال‌های گذشته و شغل اکثر ساکنان منطقه بسطام که کشاورزی و دامپروری است و همچنین وجود مشکلات معیشتی موجود، در سال‌های گذشته تخریب منابع طبیعی مانند جنگل‌ها و مراتع در منطقه افزایش یافته و این اراضی به سایر کاربری‌ها مانند اراضی کشاورزی، باغات و مناطق مسکونی تبدیل شده است. در پژوهش‌هایی که توسط کاویان و

هدف از تحقیق حاضر، مقایسه روش‌های رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، رگرسیون لجستیک و ژنومد در برآورد قابلیت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در طول یک دوره زمانی مشخص و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آتی بود. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تغییرات در سطح کل کاربری‌های موجود در منطقه است. با توجه به نتایج به دست آمده از بررسی روند تغییرات در سال‌های گذشته، مشخص شد که مساحت کاربری‌های کشاورزی، مسکونی و باغ افزایش و مساحت کاربری‌های بایر، جنگل، مرتع و منابع آبی کاهش یافته است. با توجه به روند تغییرات در دوره ۳۰ ساله

در این تحقیق روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت عملکرد بهتری نسبت به روش‌های رگرسیون لجستیک و ژنومد در برآورد قابلیت انتقال تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین داشت، اما در انتها باید به این نکته نیز اشاره نمود که در تحقیق حاضر به علت عدم دسترسی به متغیرهای اقتصادی و اجتماعی، فقط از متغیرهای مکانی و فیزیوگرافی در روند مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد لذا پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی که در مناطق مختلف انجام خواهد شد، نقش متغیرهای اقتصادی و اجتماعی در روند تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین نیز بررسی شود.

Reference

1. Mas, J.F., Kolb, M., Paegelow, M., Camacho Olmedo, M. T., Houet, T., 2014, Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages. *Environmental Modelling & Software*, 51, pp 94-111.
2. Parsamehr, K. Gholamalifard, M., 2016, Comparing Empirical Transition Potential Modeling Procedures and Their Implication as Baseline of REDD Projects in Mazandaran Province, The 1st National Conference on Geospatial Information Technology, pp 1-17. (In Persian)
3. Kamyab, H., Salman Mahiny, A., Hossini, S., Gholamalifard, M. A., 2010, Knowledge-Based Approach to Urban Growth Modeling in Gorgan City Using Logistic Regression. *Journal of Environmental Studies*, 36(54), pp 89-96 (In Persian).
4. Sangermano, F., Eastman, J.R., Zhu, H., 2010, Similarity weighted instance-based learning for the generation of transition potentials in land use change modeling, *Journal of Transactions in GIS*, 14, pp 569-580.

همکاران (۱۹)، آلیو بونانو (۱۲)، گریسلدا^۱ و همکاران (۲۰)، لاورا^۲ و همکاران (۲۱)، شولز^۳ و همکاران (۲۲) و محمدی و همکاران (۲۳) انجام گرفته، به نکات مشابهی اشاره شده که این امر نشان دهنده روند تخریب منابع طبیعی در مناطق مختلف است.

بررسی عملکرد مدل‌های استفاده شده جهت برآورد قابلیت انتقال کاربری اراضی و پوشش زمین نشان داد که روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت عملکرد مناسب تری نسبت به روش‌های رگرسیون لجستیک و ژنومد داشته است. در این راستا پارسامهر و غلامعلی‌فرد (۲)، آلیو بونانو (۱۲)، شوشتری و همکاران (۱۱)، مرادی و همکاران (۱۰) و سانگرمانو و همکاران (۴) به عملکرد مناسب روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی در برآورد قابلیت انتقال کاربری اراضی اشاره نمودند. سانگرمانو و همکاران (۴) و شوشتری و همکاران (۱۱) در پژوهش‌های خود اشاره کرده‌اند که روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت، یک مدل ناپارامتریک کارآمد است که جهت محاسبه قابلیت انتقال، نیاز به تعیین متغیرهای پیچیده‌ای ندارد. در واقع تنها متغیر مورد نیاز در این روش تعیین تعداد همسایه است که این متغیر نیز می‌تواند به صورت خودکار توسط مدل تعیین شود که این نکات در واقع دلیل برتری نتایج این مدل به سایر مدل‌هاست. البته ذکر این نکته نیز ضروری است که نتایج به دست آمده از مدل‌های رگرسیون لجستیک و ژنومد نیز در برآورد قابلیت انتقال نسبتاً قابل قبول بود.

با توجه به نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در سال‌های آتی توسط روش رویه یادگیری بر مبنای نمونه وزنی مشابهت و زنجیره مارکوف مشخص شد که تخریب منابع طبیعی در منطقه بسطام در سال‌های آینده نیز ادامه خواهد داشت که این امر نشان می‌دهد جهت جلوگیری از تخریب هر چه بیشتر در این گونه مناطق می‌بایست سیاست‌های مدیریتی مناسبی اتخاذ گردد. با توجه به نتایج به دست آمده

-
- 1- Griselda
 - 2- Laura
 - 3- Schulz

- Gorganroud watershed, Golestan province. The national conference on horizon scanning of the earth with an emphasis on climate, agriculture and the environment, Shiraz, pp 1-8. (In Persian)
11. Shooshtari, S.J., Shayesteh, K., Gholamalifard, M., Azari, M., Lopez Moreno, J.I., 2018, Land cover change modelling in hyrcanian forests, northern Iran: a landscape pattern and transformation analysis perspective, *Cuadernos de Investigacion Geografica*, 44 (2), pp 743-761.
 12. Aliyo Bununu, Y., 2017, Integration of Markov chain analysis and similarity-weighted instance-based machine learning algorithm (Simweight) to simulate urban expansion: international journal of sciences, pp 1-21.
 13. Adhikari, S., Fik, T., Dwivedi, P., 2017, Proximate causes of land use and land cover change in Bannerghatta national park: a spatial statistical model, pp 1-23.
 14. Yaghoub Zadeh, B., 2014, Climate analysis of Aleshtar region, Selseleh division, Lorestan. Proceedings of the Meteorological Services of Lorestan Province, pp 1-17. (In Persian)
 15. Naseri, S., Naghavi, H., Soosani, J., Nouredini, A., 2019. Modeling the spatial changes of Zagros forests using satellite imagery and LCM model (Case study: Bastam, Selseleh). *Geography and Development Iranian Journal*, 17(54), pp 107-120.
 16. Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A., Manik, G. A., 2014, Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a land transformation model *Computers*
 5. Shayesteh, K., Abedian, S., Galdavi, S., 2018, Urban expansion modeling using Logistic regression method based on Geomod model (Case study: Kordkuy city). *Geography and Development Iranian Journal*, 16(51), pp 43-64. (In Persian)
 6. Shooshtari, S., Shayesteh, K., Gholamalifard, M., Azari, M., López-Moreno, J., 2017. The Role of Landscape Metrics and Spatial Processes in Performance Evaluation of GEOMOD (Case Study: Neka River Basin). *Geography and Sustainability of Environment*, 7(24), pp 63-80 (In Persian).
 7. Echeverria, C., Coomes. D. A., Hall, M., Newton, A. C., 2007, Spatially Explicit Models to Analyze Forest Loss and Fragmentation between 1976 and 2020 in Southern Chile, *Ecological Modeling*, 212 (3-4), pp 439-449.
 8. Mahiny, A. S., Turner, B. J., 2011, Modeling past change in vegetation through remote sensing and GIS: A comparison of neural network and logistic regression methods. *Geocomputation*, pp 1-24.
 9. Azizi Ghalati, S., Rangzan, K., Taghizadeh, A., Ahmadi, S., 2014, LCM Logistic regression modelling of land-use changes in Kouhmare Sorkhi, Fars province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(4), pp 585-596. (In Persian)
 10. Moradi, Z., Mikaeili Tabrizi, A., Gholamalifard, M., 2015, Modeling and prediction of agricultural development using artificial neural network algorithms, Logistic regression and Similarity Weighted Instance based Learning, Case study:

- Using the Markov Chain Model and Cellular Automata: Vincenzo Torretta. 8(236), pp 1-13.
21. Laura, C., Schneider, R., Gil Pontius, J. R., 2014, Modeling land use change in the Ipswich watershed Massachusetts USA: Agriculture ecosystem and environment. (85), PP 83-94.
 22. Schulz, J. J., Cayuela, L., Rey, J. M., Schroder, B., 2011, Factors influencing vegetation cover nchange in mediterranean central chile: Applied vevegation science. 14 (4), pp 571-582.
 23. Mohammami, M., Amiri, M., Dastoorani, J., 2016, Modeling land use changes of Ramin city in the Golestan province, The Journal of Spatial Planning, 19(4), pp 141-158. (In Persian)
 - environment and urban systems. 26 (6), pp 553-575.
 17. Echeverria, C., Coomes, D. A., Hall, M., Newton, A. C., 2012, Spatially explicit model to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile: 212 (3-4), pp 439-449.
 18. Cabral, P., Zamyatin, A., 2006, Three land change models for urban dynamics analysis in Sintra-Cascais area: Proceedings of First Workshop of the EARSEL SIG on Urban Remote Sensing, p 38.
 19. Kavyan, A., Zargosh, Z., Jaffaryan Jolodar, Z., Darabi, H., 2017, Land use Changes Modelling Using Logistic Regression and Markov Chain in the Haraz Watershed. Journal of Natural Environment, 70(2), pp 397-411. (In Persian)
 20. Griselda, V. Q., Solis-Moreno, R., Pompa-Garcia, M., Villarreal-Guerrero, F., Pinedo-Alvarez, C., Pinedo-Alvarez, A., 2016, Detection and Projection of Forest changes by