مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره هشت، آبان ماه ۱۴۰۱ (۸۷- ۷۷)

بهینه‌سازی تغییرات کاربری اراضی آینده با استفاده از مدل CLUE-s در شهرستان رامیان

مجید محمدی[1*]

Majid.mohammady@semnan.ac.ir

جعفر دستورانی[2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۲۷**

چکیده

زمینه و هدف: تغییرات کاربری اراضی و تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی مشکل بزرگی در بسیاری از کشورهای جهان است. تغییرات کاربری اراضی عامل تعیین کننده مهمی در فرآیندهای هیدرولوژیکی بوده و متغیرهای هیدرولوژیکی مانند حجم رواناب، فراوانی سیل، جریان پایه، جریان سطحی و زیرسطحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به اهمیت کاربری اراضی مدل‌های زیادی به‌منظور تغییرات کاربری اراضی ارائه شده است. هدف اصلی این تحقیق شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان برای آینده بود.

روش بررسی: در ابتدا با استفاده از روش‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره لندست نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ تهیه شد، سپس مدل CLUE-s برای شبیه‌سازی کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ و طراحی سناریوها استفاده گردید. پنج سناریـــــو با استفاده از مدل CLUE-s و تعریف محدودیت‌های تغییرات کاربری اراضی طراحی شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد مهمترین تغییر کاربری در شهرستان رامیان تبدیل جنگل‌ها و مراتع به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی است. ۱۸/۰۷ کیلومتر مربع از جنگل‌ها و مراتع به زمین‌های کشاورزی و مسکونی تبدیل شده است. البته در سناریوهای طراحی شده تبدیل این طبقات کاربری اراضی در محل‌های خاصی محدود شده بود. شبیه‌سازی کاربری اراضی و طراحی سناریو ابزار مفیدی برای برنامه‌ریزان و مدیران منابع طبیعی خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی کاربری اراضی، سناریو، CLUE-s، شهرستان رامیان.

۱- استادیار دانشکده مهندسی منابع طبیعی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۲- دانش‌آموخته دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No.8, November, 2022

Optimization of future land use changes using CLUE-s model in the Ramian Township

Majid Mohammady [1 *]
Majid.mohammady@semnan.ac.ir
Jafar Dastorani[2]

Admission Date:September 17, 2016 Date Received: June 11, 2016

Abstract

Background and Objective: land use changes and conversion of natural resources to agricultural and residential area is an important problem in many countries. Land use change is an essential determinant factor in hydrological processes and is known as an affecting factor on hydrological parameters such as runoff volume, flood frequency, base flow, subsurface and surface flow. Regard to importance of land use many models was presented to simulate land use changes. The main objective of this research was to simulate the land use changes of Ramian Township for future as a case study site.

Material and Methodology: The main objective of this research was to simulate the land use changes of Ramian Township as a case study site. At first, land use maps related to years of 2000 and 2012 were prepared using remote sensing techniques and Landsat images, and then CLUE-s model was applied to simulate land use map of 2030 and create scenarios. Four scenarios were designed using CLUE-s model and define some limitation of land use change.

Discussion & Conclusion: the results showed that the main land use change in Ramian Township was the conversion of forest and rangeland areas to agriculture and residential land. 18.07 km^2 of forest and range were converted to agriculture and residential area. Of course in the designed scenarios conversion of this land use types were limited at the specific locations. Land use simulation and scenario design can be very useful for programmers and natural resources managers.

Key words: Land use simulation, Scenario, CLUE-s, Ramian Township.

مقدمه

امروزه تغییرات کاربری اراضی و تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی به مشکلی بزرگ برای بسیاری از کشورها تبدیل شده است که این موضوع زندگی بشر را مستقیم مورد تاثیر قرار می‌دهد. کاربری اراضی به‌طور مستقیم تامین غذا، سکونت، گردشگری و محیط زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تغییرات کاربری اراضی نتیجه برهم کنش فعالیت‌های انسان و عوامل موثر بر محیط است که در مقیاس زمانی و مکانی مطرح می‌شود (۱). گاهی اوقات تغییر ممکن است در راستای افزایش بهره وری از زمین بوده و افزایش تولیدات گیاهی در کنار حفظ تعادل محیط زیست باشد. زمانی‌که تغییرات بدون توجه به مسائل محیط زیستی باشد مشکلاتی به وجود می‌آورد، به‌عنوان مثال از بین بردن جنگل‌ها باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه

1 - Faculty of Natural Resources Engineering, Semnan University, Semnan, Iran. * (*Corresponding Author*)
2 - Faculty of Natural Resources, Tehran University, Tehran, Iran.

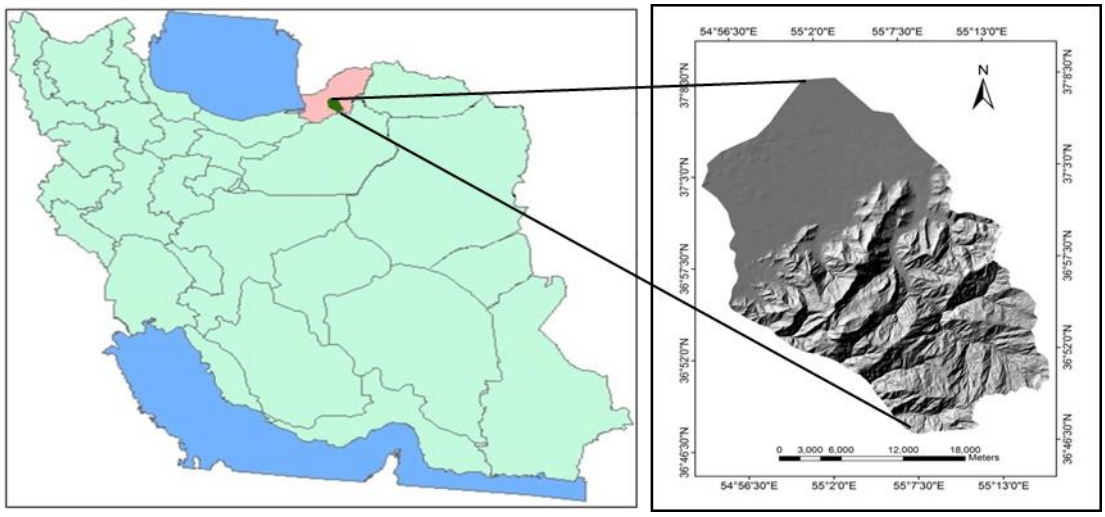
در بلندمدت باعث تشدید پدیده تغییر اقلیم می‌گردد. هم‌چنین افزایش بیش از حد زمین‌های کشاورزی باعث تخریب خاک و افزایش آلودگی منابع آب می‌شود (۲). تغییرات کاربری اراضی فرآیندهای هیدرولوژیکی مانند میزان نفوذ، تغذیه آب‌های زیرزمینی، آب پایه و رواناب سطحی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. هم‌چنین گرمایش جهانی ناشی از افزایش گازهای گلخانه‌ای از اثرات جهانی تغییر کاربری اراضی به‌شمار می‌رود (۳). درک فرآیندهای حاکم بر انواع کاربری اراضی در کشورهای در حال توسعه به اولویتی برای محققان و تصمیم‌گیران تبدیل شده است. نگرانی برای تخریب جنگل‌ها و سایر منابع طبیعی و نقش آن در تغییرات اقلیمی و تنوع زیستی از مهم‌ترین موضوعات در این زمینه است. کاهش پهنه‌های آبی، کاهش تولیدات گیاهی و مدیریت حوزه‌های آبخیز از دیگر موارد مرتبط با کاربری اراضی بوده که تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران سعی می‌کنند ضمن پیشرفت‌های اقتصادی به محیط زیست نیز توجه داشته باشند. رشد جمیت در سال‌های اخیر و نیاز فزاینده به مواد غذایی و آب بشر را به سمت افزایش کشت و زرع و تغییرات کاربری پیش برده است (۴). بررسی وضعیت گذشته کاربری اراضی، میزان و نحوه تغییرات، شبیه‌سازی تغییرات و بهینه کردن مکان تغییرات کاربری اراضی نقش مهمی در مدیریت این فرآیند دارد. به‌همین دلیل مدل‌های مختلفی از قبیل مدل‌های احتمالاتی، بهینه‌سازی، شبکه خودکار و مدل‌های تجربی به‌منظور بررسی کاربری اراضی طراحی و اجرا شده است که بیانگر اهمیت این موضوع در کشورهای مختلف است (۵، ۶، ۷ و ۸). مدل CLUE-s[1] از جمله مدل‌های تخصصی شبیه‌سازی کاربری اراضی بوده که بر اساس تحلیل تجربی تناسب اراضی، تغییرات زمانی و مکانی کاربری و عوامل موثر بر کاربری اراضی استوار است (۷ و ۹). این مدل نه تنها قابلیت شبیه‌سازی کاربری برای آینده را داشته بلکه با استفاده از آن می‌توان در روند تغییرات کاربری اراضی در آینده تغییراتی ایجاد نموده و سناریوهای مختلف طراحی نمود. در این تحقیق با استفاده از مدل CLUE-s سناریوهای کاربری اراضی برای آینده در شهرستان رامیان استان گلستان طراحی می‌شود. کاربری اراضی استان گلستان به دلیل شرایط آب و هوایی مناسب همواره در معرض تغییر و بویژه تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی بوده و به‌همین دلیل برای انجام این تحقیق انتخاب شد.

روش بررسی

منطقه مورد مطالعه

شهرستان رامیان بین عرض‌های"۳۰´۴۷ °۳۶ تا "۳۰´۸ °۳۷ شمالی و طول"۳۰ ´۵۲ °۵۴ تا "۴۵ ´۱۷ °۵۵ شرقی در جنوب استان گلستان واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع حوزه از صفر تا حدود ۲۹۰۰ متر از سطح دریا متغیر بوده، از نظر توپوگرافی وضعیت پیچیده‌ای شامل مناطق بسیار شیبدار تا مناطق مسطح دارد و مساحت آن در حدود ۷۷۰ کیلومترمربع است. بارندگی متوسط شهرستان ۶۵۰ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد است. از لحاظ توپوگرافی شهرستان را می‌توان به دو بخش تقسیم نمود؛ بخش شمالی و پایین‌دست حوزه که سطح وسیعی به صورت هموار بوده و کاربری آن بیش‌تر کشاورزی و مسکونی بوده و بخش جنوبی و شیب‌دار حوزه که توپوگرافی پیچیده‌تری داشته و بیش‌تر شامل جنگل و مرتع است (۱). به طور کلی مساحت کاربری‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، مسکونی و پهنه آبی به ترتیب در حدود ۳۳، ۵۱، ۱۳، ۱/۸ و ۰/۲ درصد می‌باشد.

1- Conversion of Land Use and its Effects at Small regional extent



شکل ۱- موقعیت شهرستان رامیان در استان گلستان و ایران

Figure1.Location of the Ramian in the Golestan province and Iran

تهیه نقشه‌ها

شبیه‌سازی کاربری اراضی و طراحی سناریوها معمولاً بر اساس بررسی روند تغییرات در گذشته انجام می‌شود، لذا در اولین گام باید دوره‌ای برای بررسی روند تغییرات کاربری اراضی انتخاب شود. تصاویر لندست به دلیل قدرت تفکیک مکانی متوسط (۳۰ متر) و هزینه کم کاربرد زیادی در مطالعات مربوط به کاربری اراضی دارد. در این تحقیق فاصله زمانی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ به این منظور انتخاب شد. ابتدا تصاویر TM و ETM برای سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد. در منطقه مورد نظر به‌دلیل وجود شباهت در انعکاس طیفی برخی کاربری‌ها و به‌منظور افزایش دقت نقشه کاربری اراضی از روش تلفیقی نظارت‌شده و نظارت‌نشده به طور هم‌زمان در محیط نرم‌افزار ENVI استفاده شد (۱۰ و ۱۱). کاربری کشاورزی با استفاده از روش نظارت نشده و با توجه به شکل منظم آن استخراج گردید. کاربری مسکونی، جنگل و پهنه آبی نیز با استفاده از روش نظارت شده بیشینه احتمال[1] و با استفاده از نمونه‌های آموزشی ثبت شده در منطقه به دست آمد. تمام کلاسه‌های تهیه شده با هم تلفیق شده و مناطق باقیمانده مرتع در نظر گرفته شد (۱۱). تعدادی از نمونه‌های آموزشی (حدود یک سوم) نیز در طبقه‌بندی استفاده نشده و برای ارزیابی روش طبقه‌بندی استفاده گردید. برای ارزیابی نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ از ضریب کاپا[2] و دقت کل[3] استفاده گردید (۱۲، ۱۳ و ۱۴). مساحت هر یک از طبقات کاربری اراضی در محیط GIS اندازه‌گیری شده و میزان تغییرات طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ محاسبه گردید.

مرحله بعد بررسی اثر عوامل مختلف بر تیپ‌های کاربری اراضی است. با توجه به مطالعات گذشته، شرایط منطقه و موجودیت داده‌ها در ایران، عوامل موثر انتخاب و نقشه آن‌ها تهیه شد. داده‌های مربوط به بارش و دما از شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان، نقشه زمین‌شناسی از سازمان زمین‌شناسی کشور و نقشه خاکشناسی از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان تهیه گردید. میزان بارش و دما در ایستگاه‌های اندازه‌گیری میانیابی شده و به کل منطقه تعمیم داده شد. نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به‌صورت رقومی شده از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه و بعد از یکی کردن شیت‌ها، نقشه DEM[4]، شیب، ارتفاع و تابش خورشیدی[5] با استفاده از آن تهیه گردید. هم‌چنین نقشه شبکه آبراهه و جاده‌ها از روی نقشه‌های

1- Maximum likelihood
2- Kappa coefficient
3- Overall accuracy

1- Digital Elevation Model
2- Insolation map

توپوگرافی استخراج شد. کلیه نقشه‌ها به فرمت رستری با ابعاد پیکسل ۳۰ متر تبدیل شد.

شبیه‌سازی کاربری اراضی با استفاده از مدل CLUE-s

مدل CLUE-s که در دانشگاه واخنینگن کشور هلند ارائه شده یک مدل تخصصی شبیه‌سازی کاربری اراضی می‌باشد. از توانایی‌های مدل علاوه بر شبیه‌سازی، تعریف محدودیت در توسعه کاربری‌ها و طراحی سناریوهای مختلف است. به طور کلی شبیه‌سازی با استفاده از مدل CLUE-s در چندین مرحله صورت گرفته که در ادامه توضیح داده می‌شود.

محاسبه میزان تقاضای کاربری اراضی

نحوه محاسبه تقاضای سالانه کاربری اراضی به این صورت بوده که میزان تغییرات برای دوره‌های گذشته بررسی شده و میزان تغییرات هر کاربری به‌دست آمد. میزان تغییرات به تعداد سال‌ها تقسیم و میزان تغییرات سالانه به‌دست می‌آید که برای کل دوره ثابت در نظر گرفته می‌شود. با اضافه کردن مساحت هر کاربری به میزان سالانه تغییرات آن، تقاضای کاربری اراضی برای سال بعد به‌دست می‌آید (۱۵). برای محاسبه تقاضای کاربری اراضی برای دوره ۲۰۱۲ تا ۲۰۳۰ از روند تغییرات کاربری اراضی طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ استفاده شد.

بررسی عوامل موثر با استفاده از رگرسیون لجیستیک

برای بررسی نقش عوامل موثر بر طبقه‌های مختلف کاربری اراضی از از رگرسیون لجیستیک استفاده گردید. برای استفاده از رگرسیون لجیستیک ابتدا تعدادی نقطه با وزن یک به مفهوم وجود و تعدادی نقطه با وزن صفر به معنی عدم وجود برای هر طبقه کاربری اراضی در نظر گرفته شد. در مرحله بعد وزن مربوط به هر یک از نقاط با وزن صفر و یک را در نقشه عوامل موثر استخراج و به نرم‌افزار SPSS منتقل شده و طبق رابطه ۱ وزن‌ها محاسبه گردید.

$$\mathrm{Log}\left(\frac{\mathrm{Pi}}{1-\mathrm{Pi}}\right) = \beta 0 + \beta 1X1 + \beta 2X2 + \cdots + \beta nXn \qquad (1)$$

که در آن Pi احتمال یک سلول برای وقوع یک نوع کاربری و X ها، عوامل موثر هستند (۱۶ و ۱۷).

برای تمامی کاربری‌ها رابطه رگرسیونی مطابق رابطه ۱ و ضریب مربوط به هر عامل محاسبه و در نهایت در یک فایل متنی ذخیره و به نرم‌افزار CLUE-s وارد گردید.

ماتریس تبدیل[1] و برگشت‌پذیری[2] کاربری‌ها

منظور از برگشت‌پذیری احتمال بازگشت یک کاربری بعد از تبدیل به کاربری دیگر است و در واقع تبدیل‌های مجاز نیز در این فرآیند مشخص می‌شود. در ماتریس تبدیل، وزن بین صفر (با قابلیت تبدیل) و یک (بدون تبدیل) در نظر گرفته شد. هم‌چنین بر اساس نظر کارشناسی، برای هر کاربری، وزنی بین صفر و یک برای مشخص شدن میزان برگشت‌پذیری تعیین گردید (۱۸).

فرآیند تخصیص و شبیه‌سازی کاربری اراضی

فایل‌های متنی مربوط به معادلات رگرسیون، ماتریس تبدیل و تقاضای کاربری اراضی در نرم‌افزار CLUE-s مورد استفاده قرار گرفت. شبیه‌سازی بر اساس رابطه رگرسیونی برای تمام کاربری‌ها و در تمام پیکسل‌ها انجام گردید (۱۹).

تمام پیکسل‌های در نظر گرفته شده برای هر کاربری، با میزان تقاضا مقایسه شده و در صورتیکه میزان تخصیص کمتر از میزان تقاضا باشد مقدار تکرار افزایش می‌یابد. این فرآیند ادامه می‌یابد تا میزان تخصیص و تقاضا برای کاربری‌های مختلف برابر گردد (۲۰). در نهایت نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ شبیه‌سازی شد.

طراحی سناریوهای کاربری اراضی

همانطور که بیان شد برای شبیه‌سازی سال ۲۰۳۰ تقاضای کاربری اراضی بر اساس روند گذشته محاسبه و اولین سناریو بدون تغییر در میزان تقاضا طراحی گردید. به طور کلی هدف از طراحی سناریوها بهینه کردن وضعیت کاربری اراضی و محدود کردن تغییرات در برخی مناطق است. به عنوان مثال توصیه می‌شود کاربری‌ها و بویژه کشاورزی در شیب‌های بالای ۲۰ درصد تغییر نکرده و هم‌چنین گسترش مناطق مسکونی در نزدیکی مناطق مسکونی فعلی باشد. مدل CLUE-s قابلیت تعریف محدودیت‌های توسعه کاربری اراضی را داشته و بر اساس آن چهار

3- Conversion matric

4- Elasticity

سناریو با مشخصات زیر علاوه بر حالت معمول شبیه‌سازی طراحی شد.

سناریو ۱: بدون ایجاد محدودیت؛

سناریو ۲: محدود کردن شیب بالای ۲۰ درصد برای تبدیل به کاربری کشاورزی؛

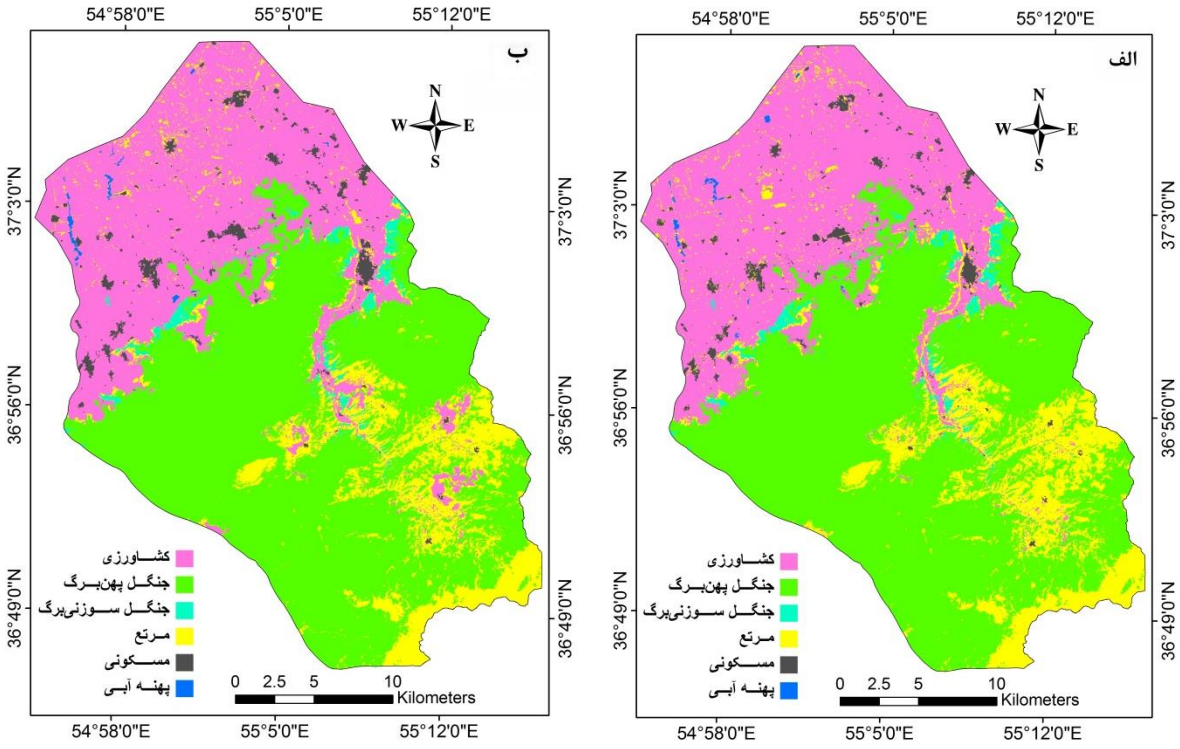
سناریو ۳: محدود کردن شیب بالای ۲۰ درصد برای هر نوع تغییر کاربری؛

سناریو ۴: محدود کردن توسعه کاربری شهری در فاصله ۳۰۰۰ متری از کاربری کنونی، ۱۰۰۰ متری از مناطق روستایی کنونی و محدود کردن شیب بالای ۲۰ درصد برای تبدیل به کاربری کشاورزی؛

سناریو ۵: محدود کردن توسعه کاربری شهری در فاصله ۳۰۰۰ متری از کاربری کنونی، ۱۰۰۰ متری از مناطق روستایی کنونی و محدود کردن شیب بالای ۲۰ درصد برای هر نوع تغییر کاربری.

یافته‌ها

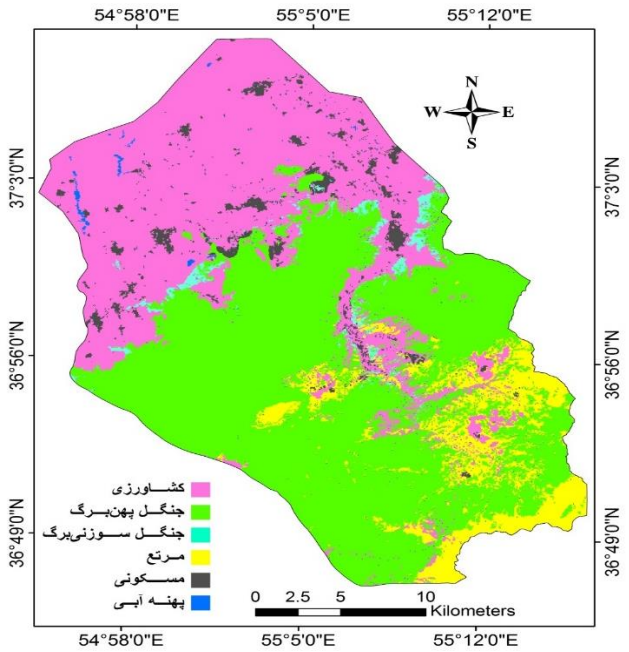
در اولین گام نقشه‌های کاربری اراضی سال ۲۰۱۲ با استفاده از روش ترکیبی تهیه شد. برای ارزیابی نقشه با استفاده از نرم افزار ENVI ضریب کاپا و دقت کلی محاسبه شد که به ترتیب برابر ۰/۹۶ و ۹۷ درصد به‌دست آمد. دقت بالای نقشه تهیه شده بیانگر مناسب بودن روش طبقه‌بندی در منطقه مورد مطالعه بوده، لذا نقشه سال ۲۰۰۰ نیز با استفاده از این روش تهیه شد. شکل ۲ نقشه کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ را نشان می‌دهد. بررسی تغییرات نشان داد ۱۸/۰۷ کیلومتر مربع از جنگل‌ها و مراتع طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ به زمین‌های کشاورزی و مسکونی تبدیل شده است.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ (الف) و ۲۰۱۲ (ب) شهرستان رامیان

Figure 2. Ramian Land use map of 2000 and 2012

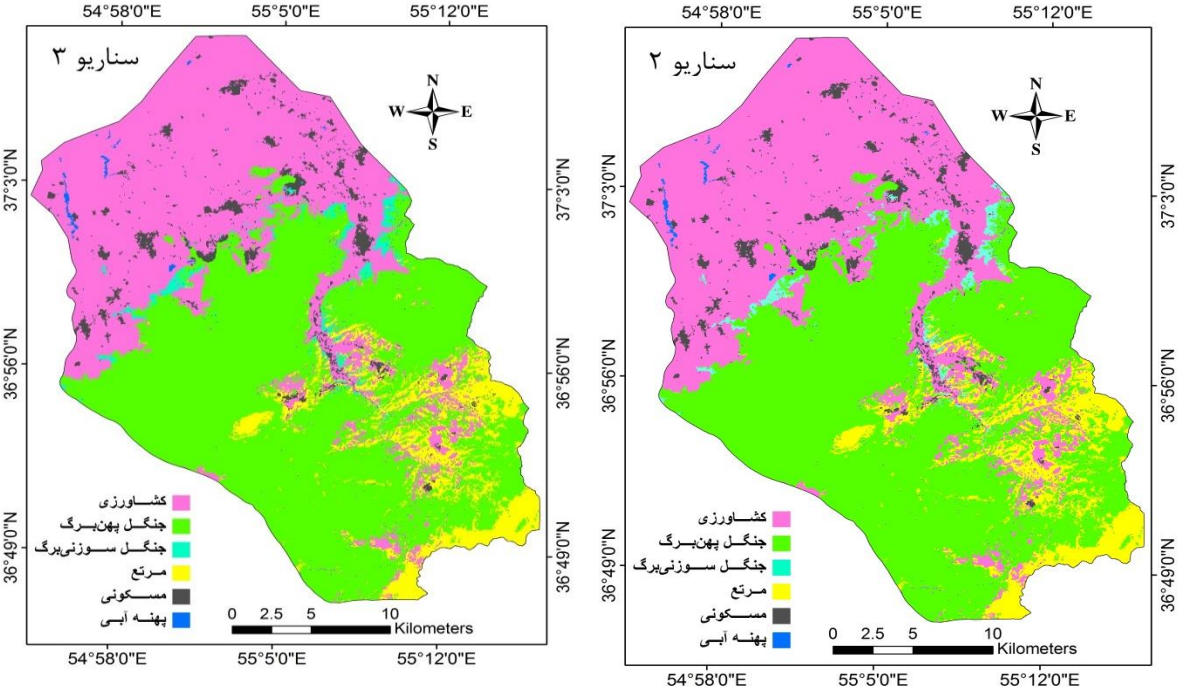
نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ با استفاده از مدل CLUE-s انجام شد که در سناریو اول هیچگونه محدودیتی برای توسعه کاربری اراضی در نظر گرفته نشد (شکل۳).

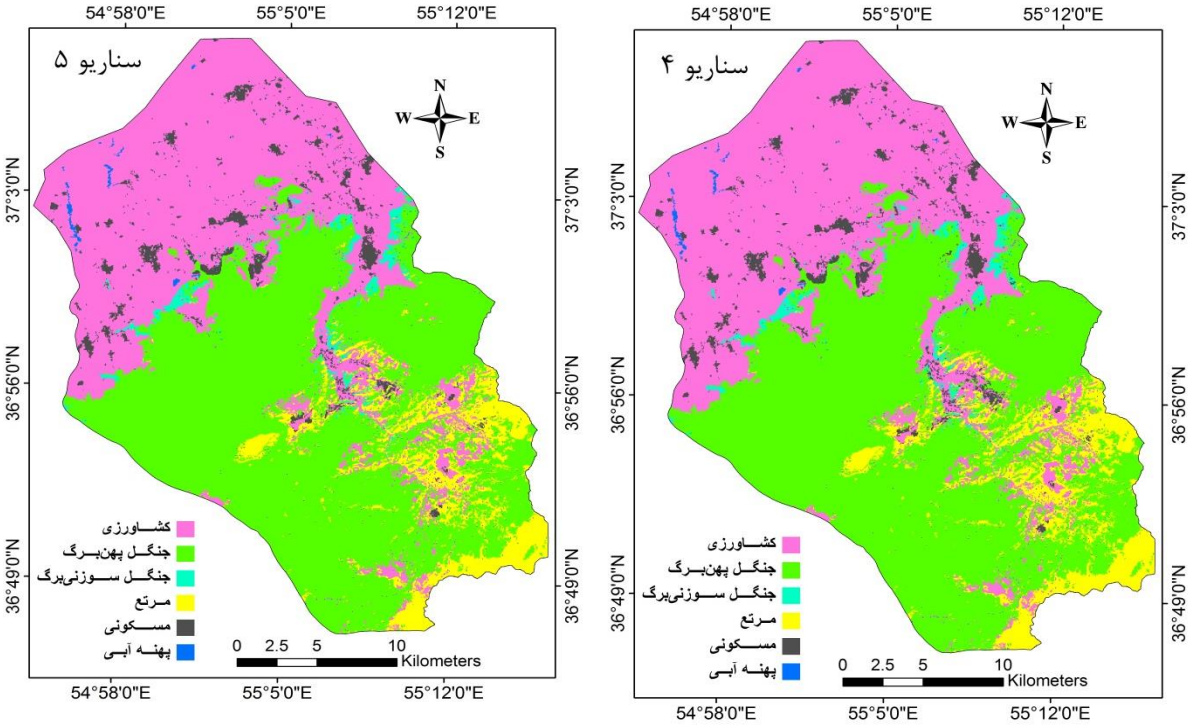


شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۳۰ (سناریو ۱) در شهرستان رامیان

Figure 3. Ramian Land use map of 2030 (scenario 1)

شبیه‌سازی بر اساس روند گذشته و هم‌چنین اولویت‌های تعیین شده برای هر پیکسل در معادله رگرسیون انجام می‌شود، در حالیکه ممکن است مناطق اختصاص داده شده به کاربری‌ها از دیدگاه مدیریتی مورد قبول نباشد. به‌همین دلیل با ایجاد برخی محدودیت‌ها که در قسمت طراحی سناریوهای کاربری اراضی بیان شد سناریوها طراحی گردید (شکل۴).





شکل ۴- نقشه کاربری اراضی شبیه‌سازی شده شهرستان رامیان برای سال ۲۰۳۰ مربوط به سناریوهای ۲ تا ۵

Figure 4. Simulated land use map of 2030 for scenario 2-5

نقشه‌های شبیه‌سازی شده برای سال ۲۰۳۰ نشان می‌دهد در صورتیکه میزان تغییرات به‌همین صورت ادامه یابد بخش زیادی از منابع طبیعی تا سال ۲۰۳۰ تخریب می‌شود. مقایسه نقشه‌های ۲۰۳۰ با ۲۰۱۲ نشان می‌دهد قسمت‌های مسطح شمالی شهرستان تا سال ۲۰۳۰ کاملا به کشاورزی تبدیل شده و مراتع به کلی نابود می‌شود. هم‌چنین در قسمت‌های جنوبی که معمولا حالت کوهستانی بوده و برای کشاورزی مناسب نیست نیز زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی توسعه یافته است. البته محدود کردن توسعه کاربری‌ها در سناریوهای طراحی شده تا حدودی از گسترده شدن مناطق کشاورزی و مسکونی جلوگیری کرده و توسعه این کاربری‌ها در اطراف مناطق فعلی صورت گرفته است.

بحث و نتیجه‌گیری

اولین مرحله در بحث شبیه‌سازی و مدیریت کاربری اراضی تهیه نقشه دقیق و قابل قبول کاربری اراضی است. ابزارها و تکنیک‌های سنجش از دور بر دقت و سرعت تهیه نقشه‌ها افزوده و هر روزه روش‌های جدیدی برای تهیه نقشه‌ها ارائه می‌شود. سازمان زمین شناسی آمریکا ضریب کاپا ۰/۸۵ برای نقشه کاربری اراضی را مورد قبول بیان کرده (۲۱) که ضریب به دست آمده در این تحقیق بسیار بالاتر از مقدار پیشنهادی بوده و بیانگر دقت روش طبقه‌بندی است. مقایسه نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ نشان می‌دهد در منطقه مورد مطالعه تغییرات کاربری اراضی بسیار زیاد بوده و در صورت ادامه این روند بخش زیادی از منابع طبیعی نابود خواهد شد. بیش‌ترین میزان تغییرات در منطقه تبدیل کاربری مرتع و جنگل به کشاورزی و مسکونی است. با توجه به شرایط آب و هوایی مناسب منطقه برای کشاورزی و هم‌چنین مهاجرت از استان‌های دیگر به استان گلستان و شهرستان رامیان از دلایل اصلی تغییرات کاربری اراضی در این منطقه است. تغییرات کاربری اراضی در بسیاری از کشورها به عنوان مشکلی بزرگ مطرح شده و تحقیقات گسترده‌ای در مورد آن انجام شده است. به عنوان مثال تخریب جنگل و تبدیل به زمین کشاورزی در قسمت‌هایی از مکزیک به عنوان مهم‌ترین تغییر کاربری توسط Mendoza و همکاران (۲۲) معرفی شده است. Wu و همکاران (۲۳) تبدیل منابع طبیعی و تبدیل به

اراضی مسکونی را مشکلی بزرگ در پکن بیان نمودند. Brinkmann و همکاران (۲۴) در بررسی‌های خود بیش‌ترین تغییرات کاربری اراضی را تبدیل جنگل‌ها به کشاورزی در غرب افریقا معرفی کردند. در ایران نظری سامانی و همکاران (۲۵) در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز طالقان دریافتند که تبدیل مرتع به کشاورزی دیم و در نهایت اراضی رها شده مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی در این منطقه است. پورقاسمی و همکاران (۲۶) نیز در تحقیق خود نشان دادند مهمترین تغییرات حوزه آبخیز درودزن بین سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۹۸ تبدیل منابع طبیعی به مناطق مسکونی، کشاورزی و باغ بوده است.

مدل CLUE-s به دلیل قابلیت تعریف محدودیت در تغییرات کاربری اراضی و طراحی سناریوها در بسیاری از تحقیقات دیگر نیز مورد استفاده قرار گرفته و کارایی آن تایید شده است (۱۵، ۱۸، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲ و ۳۳).

با توجه به شرایط موجود و سرعت تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه توجه به این فرآیند و مدیریت آن امری ضروری است. در صورتیکه مدیریت صحیحی اعمال نشود تخریب منابع طبیعی و تبدیل به مناطق مسکونی و کشاورزی در آینده این حوزه را در معرض بحران قرار داده و پیامدهایی از جمله افزایش سیلاب، فرسایش و رسوب، آلودگی‌های کشاورزی و حرکات توده‌ای زمین را به دنبال خواهد داشت. در واقع هدف از شبیه‌سازی آگاهی از وضعیت آینده کاربری اراضی بوده که این امر نقش مهمی در مدیریت منابع طبیعی داشته و ابزار مهمی برای برنامه‌ریزان و مدیران است. خوشبختانه در سال‌های اخیر توجه بیش‌تری به کاربری اراضی شده و تا حدودی از ساخت و سازهای غیر مجاز و تخریب منابع طبیعی جلوگیری شده است. با توجه به شرایط موجود و بهبود قوانین احتمال سناریو ۵ کاربری اراضی در شهرستان رامیان برای سال‌های آینده بیش‌تر خواهد بود.

References

1. Mohammady, M., 2014. Predicting Effects of Land Use Changes on Runoff Generation Using CLUE-s and WetSpa models for Management of Baghsalian Watershed in Golestan Province. Phd thesis, Tarbiat Modares University. 108 p. (In Persian)
2. Riebsame, W.E., Meyer, W.B., Turner I.I. B.L., 1994. Modeling land use and cover as part of global environmental change, Climate Change, Vol. 28: pp. 45-64 .
3. Thomson, A.M., Brown, R.A., Rosenberg, N.J., Srinivasan, R., Izaurralde, C., 2005. Climate change impacts for the conterminous USA: an integrated assessment, Climate Change, Vol. 69, pp. 67–88.
4. Mohammady, M., Moharami, S., 2022. Journal of Environmental Science Studies, Vol. 7, pp. 5711–5721. (In Persian)
5. Manson, S.M., 2005. Agent-based modeling and genetic programming for modeling land change in the Southern Yucata´n peninsular region of Mexico, Agriculture, Ecosystem and Environment, Vol. 111, pp. 47– 62.
6. Bolliger, J., 2005. Simulating complex landscapes with a generic model: sensitivity to qualitative and quantitative classifications, Ecological Complexity, Vol. 2, pp. 131–149.
7. Verburg, P.H., Veldkamp, A., 2004. Projecting land use transitions at forest fringes in the Philippines at two spatial scales, Landscape Ecology, Vol. 19, pp. 77–98.
8. Agarwal, D.K., Silander, J.A. Jr., Gelfand, A.E., Deward, R.E., Mickelson, J.G. Jr., 2005. Tropical deforestation in Madagascar: analysis using hierarchical, spatially explicit, Bayesian regression models, Ecological Modelling, Vol. 185, pp. 105–131.
9. Verburg, P., Soepboer, W., Limpiada, R., Espaldon, M., Sharifa, M.,

Veldkamp, T., 2002. Land use change modelling at the regional scale: the CLUE-S model, Environmental Management, Vol. 30, pp. 391–405.

10. Brandt, J.S., Haynes, M.A., Kuemmerle, T., Waller, D.M., Radeloff, V.C., 2013. Regime shift on the roof of the world: alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas, Biological Conservation, Vol. 158, pp. 116–127.
11. Mohammady, M., Morady, H.R., Zeinivand, H., Temme, A.J.A.M, 2014. A Comparison of Supervised, Unsupervised and Synthetic Land use Classification Methods in the North of Iran, International Journal of Environmental Science and Technology, DOI 10.1007/s13762-014-0728-3.
12. Hudson, W., Ramm, C., 1987. Correct formula of the kappa coefficient of agreement. Photogramm. Engineering Remote Sensing, Vol. 53(4), pp. 421–422.
13. Foody, G.M., 2002. Status of land covers classification accuracy assessment, Remote Sensing of Environment, Vol. 80(1), pp. 185-201.
14. Schmitt-harsh, M., 2013. Landscape change in Guatemala: driving forces of forest and coffee agroforest expansion and contraction from 1990 to 2010, Applied Geography, Vol. 40, pp. 40-50
15. Gibreel, T.M., Herrmann, S., Berkhoff, K., Nuppenau, E.A., Rinn, A., 2014. Farm types as an interface between an agroeconomical model and CLUE-Naban land change model: Application for scenario modeling, Ecological Indicators, Vol. 36, pp. 766– 778.
16. Veldkamp, A., Fresco, L.O., 1996. CLUE-CR: an integrated multi-scale model to simulate land use change scenarios in Costa Rica, Ecological Modelling, Vol. 91, pp. 231–248 .
17. Chen, Y., Xu, Y., Yin, Y., 2009. Impacts of land use change scenarios on storm-runoff generation in Xitiaoxi basin, China, Quaternary International, Vol. 208, pp. 121-128.
18. Luo, G., Yin, C., Chen, X., Xu, W., Lu, L., 2010. Combining system dynamic model and CLUE-s model to improve land use scenario analyses at regional scale: A case study of Sangong watershed in Xinjiang, China, Ecological Complexity, Vol. 7, pp. 198-207.
19. Zhang, Y. M., Zhao, S. D., Verburg, P., 2004. Scenario analysis of land use change in Horqin Desert and its surrounding area, Journal of Natural Resources, Vol. 19, pp. 29–38.
20. 20- Zhang, X., Zhao, L., Xiang, W., Li, N., Lv, L., Yang, X., 2012. A coupled model for simulating spatio-temporal dynamics of land-use change: A case study in Changqing, Jinan, China, Landscape and Urban Planning, Vol. 106, pp. 51– 61.
21. Anderson, J.R., Hardy, E.E., Roach, J.T., Witmer, R.E., 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington, dc: U.S. Geological survey. No. Professional paper 964 .
22. Mendoza, L., Pena, E., Ramırez, M., Prieto, J., Galicia, L., 2006. Projecting land use change processes in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico, Applied Geography, Vol. 26, pp. 276-290.
23. Wu, Q., Li, H., Wang, R., Paulussen, J., He, Y., Wang, M., Wang, B., Wang, Z., 2006. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote

sensing and GIS, Landscape and Urban Planning, Vol. 78, pp. 322-333.

24. Brinkmann, K., Schumacher, J., Dittrich, A., Kadaore, I., Buerkert, A., 2012. Analysis of landscape transformation processes in and around four West African cities over the last 50 years, Landscape and Urban Planning, Vol. 105, pp. 94–105.
25. 25. Nazari samani, A., Heravi, H., Panahi, M., JafariShalamzari, M., 2013. The effect of change on land use and precipitation on the sediment in Taleghan basin. Journal of range and watershed management. 66: 157-165. (In Persian)
26. 26. Pourghasemi, H.R, Mohammady, M., Noor, H., Afzali, S.F., 2022. Land Use Change Simulation Using CLUE-s Model in the Watershed of Doroodzan Dam, Journal of watershed management science, Vol. 16, pp. 23–31. (In Persian)
27. 27. Verburg, P.H., Veldkamp, A., Fresco, L.O, 1999. Simulation of changes in the spatial pattern of land use in China, Applied Geography, Vol. 19, pp. 211–233.
28. 28. Priess, J.A., De Koning, G.H.J., Veldkamp, A., 2001. Assessment of interactions between land use change and carbon and nutrient fluxes in Ecuador, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 85, pp. 269–279.
29. 29. Verburg, P.H., Schulb, C.J.E., Witte, N., Veldkamp, A., 2006. Downscaling of land use change scenarios to assess the dynamics of European landscapes, Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 114, pp. 39–56.
30. Lima, M.L., Zelaya, K., Massone, H., 2011. Groundwater vulnerability assessment combining the drastic and Dyna-Clue model in the Argentine Pampas, Environmental Management, Vol. 47, pp. 828–839.
31. Zheng, X.Q., Zhao, L., Xiang, W.N., Li, N., Lv, L.N., Yang, X., 2012. Coupled model for simulating spatio-temporal dynamics of land-use change: A case study in Changqing, Jinan, China, Landscape and Urban Planning, Vol. 106, pp. 51– 61.
32. Mohammady, M., 2021. Land use change optimization using a new ensemble model in Ramian County, Iran, Environmental Earth Sciences, Vol. 80, pp. 1-9.
33. Aydın, A., Eker, R., 2022. Future land use/land cover scenarios considering natural hazards using Dyna-CLUE in Uzungöl Nature Conservation Area (Trabzon-NE Türkiye), Natural Hazards, Vol. 114, pp. 2683–2707.