شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CLUE-s (منطقه مورد مطالعه: شهرستان مهدی‌شهر، استان سمنان)

مجید محمدی[1*]، سمیه محرمی [1]

۱- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه سمنان

*ایمیل نویسنده مسئول: majid.mohammady@semnan.ac.ir

تاریخ دریافت : ۱۴۰۱/۰۴/۱۶ تاریخ پذیرش : ۱۴۰۱/۰۶/۰۱

چکیده

کاربری اراضی مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر تنوع زیستی در مقیاس جهانی، موجودیت آب مناسب و اقلیم است. تغییرات کاربری و تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی به مشکلی بزرگ برای بسیاری از کشورها تبدیل شده است، چرا که زندگی بشر را مستقیم تحت تاثیر قرار می‌دهد. شبیه‌سازی کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت کاربری اراضی بوده و به همین دلیل مدل‌های مختلفی برای شبیه‌سازی کاربری توسعه یافته است. مدل CLUE-s یکی از این مدل‌ها بوده که برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری شهرستان مهدی‌شهر استفاده شد. هدف کلی این تحقیق تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور، بررسی تغییرات کاربری اراضی و در نهایت شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۴۰ در شهرستان مهدی‌شهر بود. نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۱۷ با استفاده از روش تلفیقی تهیه شد. برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی، دقت کلی و ضریب کاپا برای نقشه تهیه شده با روش تلفیقی محاسبه شد. مساحت تیپ‌های کاربری اراضی محاسبه و تغییرات در طی این دوره مشخص شد. در نهایت شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CLUE-s انجام شد. ارزیابی دقت روش رگرسیون (بخشی از فرآیند شبیه‌سازی) با استفاده از منحنی ROC برای هر تیپ کاربری اراضی انجام شد. ارزیابی دقت نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپا برای نقشه تهیه شده با روش تلفیقی به ترتیب برابر با ۰/۹۳ و ۹۱/۳ درصد بود. این نشان می‌دهد که تلفیق داده‌های سنجش از دور، داده‌های کمکی و قوانین تصمیم‌گیری دقت بالاتر طبقه‌بندی را نسبت به روش‌های سنتی فراهم می‌کند. نتایج نشان داد که مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی در شهرستان مهدی‌شهر، تخریب منابع طبیعی و تبدیل آنها به کشاورزی و مسکونی است. نقشه شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CLUE-s می‌تواند ابزار سودمندی برای مدیریت بهتر کاربری اراضی در این منطقه باشد.

کلمات کلیدی

"طبقه‌بندی کاربری اراضی"، "روش تلفیقی"، رگرسیون لجیستیک"، مدل CLUE-s"

۱- مقدمه

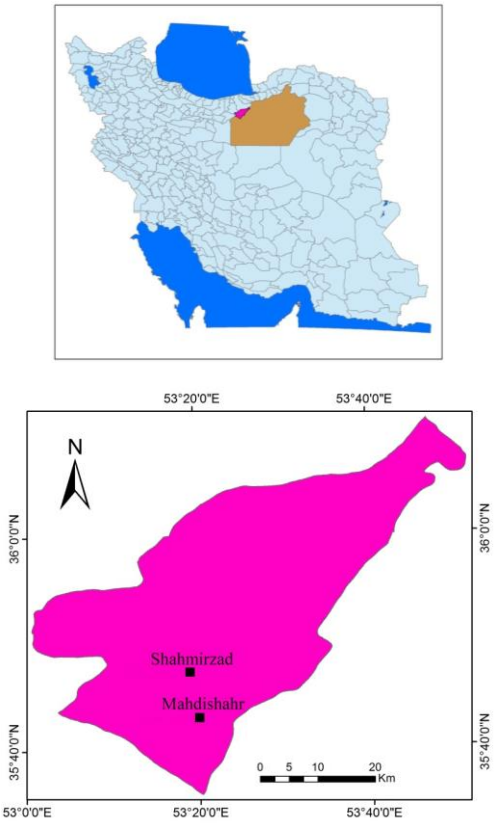
کاربری اراضی مجموعه‌ای از خاک و موجودات زنده است که شامل پوشش طبیعی، کشاورزی و سازه‌های انسانی بوده و رابط مهمی بین فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست طبیعی است. بخش بزرگی از خشکی‌ها برای کشاورزی، جنگلداری، مناطق مسکونی و صنعتی استفاده می‌شود که اثرات زیادی بر محیط زیست دارد. کاربری اراضی هم‌چنین به‌عنوان بخش مرکزی و مهم سیستم زمین به‌عنوان انعکاس‌دهنده برهم‌کنش‌های انسان با محیط‌زیست در مقیاس‌های محلی تا جهانی است (Aspinall and Hill, 2008) کاربری زمین شامل فعالیت‌های انسانی مثل تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری، تفریح و غیره که مستلزم استفاده از فضای جغرافیایی هست، می‌باشد و به‌طور کلی در اشکال متفاوتی همچون مسکن، تسهیلات، زیرساخت‌ها، اراضی زراعی، فضای سبز در فضای جغرافیایی نمود می‌یابند. کاربری اراضی مهم‌ترین عامل تاثیرگذار بر تنوع زیستی در مقیاس جهانی، موجودیت آب مناسب و اقلیم است. در این چرخه به هم مرتبط، کاربری اراضی نیز تحت تاثیر شرایط محیط‌زیستی، اقلیم، کیفیت خاک، شرایط اقتصادی جامعه، مسائل فرهنگی و اجتماعی و سیاست‌های کلان قرار می‌گیرد. تولید محصولات کشاورزی، تهیه چوب از جنگل‌ها، گیاهان دارویی، تولیدات دامی، تلطیف و پالایش هوا از موارد استفاده‌های زیستی مرتبط با کاربری اراضی می‌باشد. هم‌چنین توسعه سکونت‌گاه، مراکز صنعتی و تفرجگاه نیز از جمله موارد انسانی مرتبط با کاربری اراضی است. با توجه به اهمیت کاربری اراضی درک چگونگی شکل‌گیری الگو و هم‌چنین تغییرات کاربری امری ضروری است (Mohammady, 2014). یکی از دلایل مهم تغییرات کاربری اراضی تعامل بشر با طبیعت و استفاده از منابع طبیعی برای بهبود کیفیت زندگی است (Sadidi and Darvari, 2017). رشد فزاینده جمعیت در دهه‌های اخیر و به دنبال آن نیاز به مواد غذایی و آب بشر را بر آن داشته تا زمین‌های بیشتری را برای کشت و زرع استفاده نماید (Farajzadeh and Rostamadeh, 2017). تغییرات کاربری و تبدیل منابع طبیعی به زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی به مشکلی بزرگ برای بسیاری از کشورها تبدیل شده است، چرا که زندگی بشر را مستقیم مورد تاثیر قرار می‌دهد. تغییرات کاربری اراضی نتیجه برهم کنش انسان و عوامل موثر بر محیط است که در مقیاس زمانی و مکانی مطرح می‌شود. زمانی‌که تغییرات بدون توجه به مسائل محیط‌زیستی باشد مشکلاتی به وجود می‌آورد. به

عنوان مثال از بین بردن جنگل‌ها باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و در نتیجه در بلندمدت باعث تغییر اقلیم می‌گردد. هم‌چنین افزایش بیش از حد زمین‌های کشاورزی و مناطق مسکونی باعث تخریب خاک و افزایش آلودگی می‌شود (Riebsame et al., 1994; Mohammady et al., 2015). 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 به شمار می‌رود (Thomson et al. 2005). متاسفانه افزایش جمعیت، توسعه تکنولوژی و تغییر سبک زندگی بشر اثرات مخربی بر کاربری اراضی بویژه در دهه‌های اخیر داشته است. توسعه بی‌رویه سکونت‌گاه‌ها و مراکز صنعتی-تجاری، تخریب جنگل‌ها و مراتع و تبدیل به زمین‌های کشاورزی، جاده‌سازی غیر اصولی و آلودگی‌های محیط‌زیستی از جمله موارد مهم در بحث کاربری ارضی می‌باشد. به دلیل اهمیت کاربری اراضی و تغییرات آن، مطالعات مختلفی در سراسر دنیا در این زمینه انجام شده است. به‌عنوان نمونه Mendoza et al. (2006) تغییرات کاربری در مکزیک، Wu et al. (2006) در پکن، Brinkmann et al. (2012) در غرب افریقا و Mohammady et al. (2018) در استان گلستان را مورد بررسی قرار دادند. یکی از مهم‌ترین روش‌های مورد استفاده به منظور مدیریت کاربری اراضی، شبیه‌سازی تغییرات برای آینده است. به‌همین منظور مدل‌های مختلفی برای بررسی و شبیه‌سازی کاربری اراضی شامل مدل‌های احتمالاتی، مدل‌های بهینه‌سازی، شبکه خودکار و مدل‌های تجربی طراحی گردید. مدل CLUE-s یکی از مدل‌های شبیه‌سازی مکانی کاربری اراضی بوده که بر اساس تحلیل تجربی تناسب اراضی، تغییرات زمانی و مکانی کاربری و عوامل موثر بر کاربری اراضی استوار است (Verburg et al., 2002). شهرستان مهدی‌شهر و به‌ویژه منطقه ییلاقی شهمیرزاد شرایط آب و هوایی مساعدی نسبت به سمنان داشته و همواره مورد توجه مردم سمنان و دیگر شهرهای استان می‌باشد. افزایش بیش از حد تقاضا برای مناطق مسکونی موجب تخریب منابع طبیعی، زمین‌های کشاورزی و تبدیل آنها به مناطق مسکونی شده است. این تغییرات بویژه اگر در توسعه مناطق مسکونی به مسائل محیط زیستی و پتانسیل منطقه توجه نشود عواقبی مانند آلودگی آب و خاک، افزایش رواناب و سیل، فرسایش خاک، حرکات توده‌ای و غیره را به دنبال خواهد داشت. اولین اقدام در مدیریت کاربری اراضی و جلوگیری از نتایج آن پیش‌بینی و تعیین محل تغییرات کاربری در آینده است. شبیه‌سازی کاربری اراضی می‌تواند ابزار سودمندی برای مدیران و تصمیم‌گیران در این حوزه و هم‌چنین زنگ خطری برای تخریب محیط زیست این منطقه باشد. در این تحقیق از روش‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده و بهترین روش معرفی شد. بعد از تهیه نقشه کاربری اراضی با دقت بالا، شبیه‌سازی تغییرات برای سال ۲۰۴۰ انجام شد.

۲-روش انجام تحقیق

- محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان مهدی‌شهر در شمال سمنان با مساحتی در حدود ۱۹۵۰ کیلومترمربع، بین عرض های ´۳۶ °۳۵ تا ´۱۲ °۳۶ شمالی و طول ´۱ °۵۳ تا ´۵۱ °۵۳ شرقی واقع شده است (شکل ۱). شهرستان مهدی‌شهر از شمال به ساری، از جنوب به سمنان، از غرب به فیروزکوه و از شرق به دامغان منتهی می‌شود. کاربری اراضی منطقه شامل جنگل، مرتع، کشاورزی، مناطق مسکونی و اراضی بایر است.

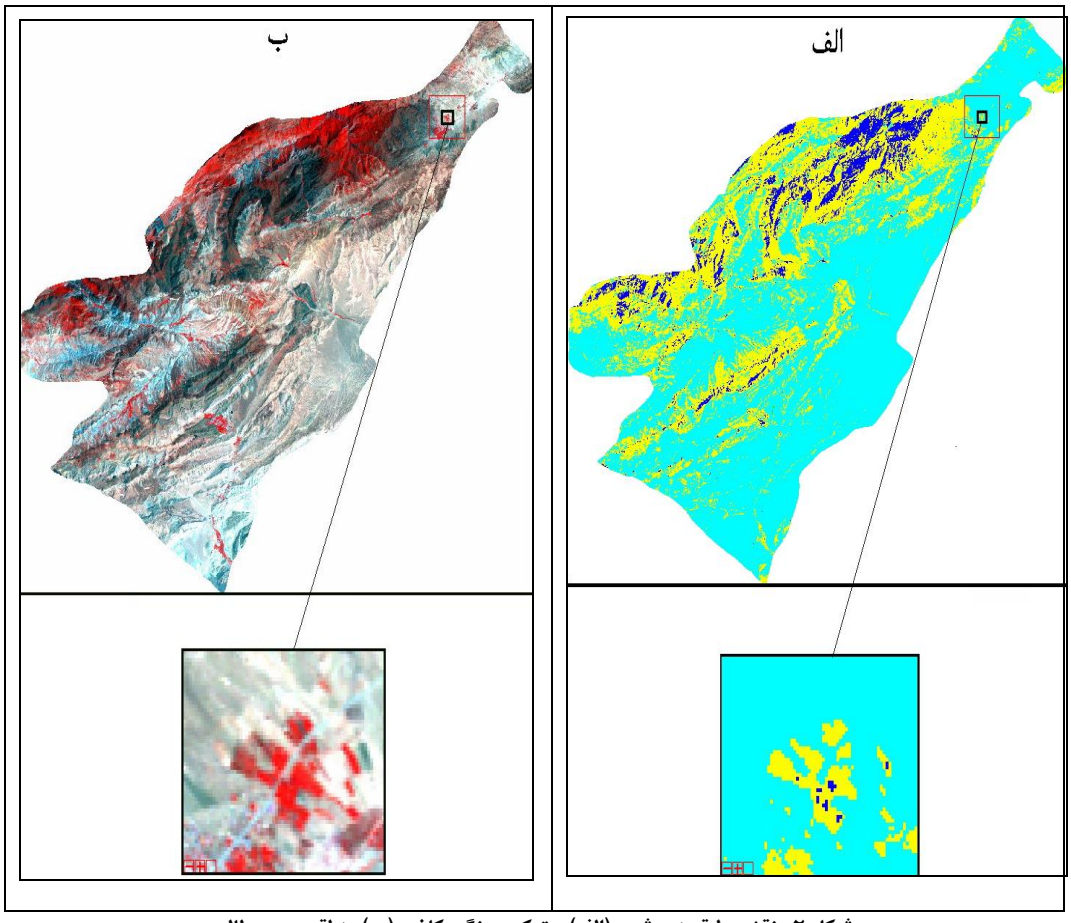


شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

- تهیه نقشه کاربری اراضی

ابتدا برای سال ۲۰۱۷ تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به فصول مختلف تهیه شد. در پژوهش حاضر روش‌های نظارت‌نشده، نظارت‌شده و روش تلفیقی برای طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده قرار گرفت. در روش نظارت‌نشده بدون استفاده از نمونه‌های آموزشی طبقه‌بندی بر اساس دامنه انعکاس طیفی به صورت خودکار انجام می‌شود. در روش نظارت‌شده ابتدا نمونه‌های آموزشی از کاربری‌های مختلف تهیه و طبقه‌بندی بر اساس آنها انجام می‌شود. این روش به دلیل استفاده از نمونه‌های آموزشی و شناخت قبلی از منطقه معمولاً دقت بیش‌تری برای طبقه‌بندی

دارد (Yiqiang et al., 2010). در روش تلفیقی از روش‌های نظارت‌نشده، نظارت‌شده و داده‌های کمکی مانند شیب به طور همزمان استفاده می‌شود (Rozenstein and Karnieli, 2010; Brandt et al., 2013; Mohammady et al., 2015). ابتدا در بازدیدهای میدانی و همچنین با استفاده از نرم افزار Google Earth، ۱۲۸ نمونه آموزشی برای طبقه بندی نظارت‌شده تهیه شد. ۸۵ نمونه آموزشی برای طبقه‌بندی و ۴۳ نمونه برای ارزیابی روش طبقه‌بندی استفاده گردید. در منطقه مورد نظر به‌دلیل وجود کشاورزی چندزمانه و خصوصیات طیفی نزدیک بین کاربری کشاورزی و مرتع استفاده از روش نظارت‌شده به‌تنهایی دقت لازم را نداشته و برای افزایش دقت نقشه کاربری اراضی از روش تلفیقی استفاده گردید (Brandt et al., 2013). در روش‌های تلفیقی تیپ‌های مختلف کاربری اراضی با استفاده از روش‌های مختلف تهیه می‌شود. در منطقه مورد مطالعه کاربری کشاورزی در فصول مختلف با استفاده از روش نظارت‌نشده Isodata و همچنین با توجه به شکل منظم این کاربری به‌دست آمد. در نهایت کشاورزی تمام فصل‌ها تلفیق شده و کاربری نهایی کشاورزی تهیه شد. برای استخراج کاربری کشاورزی به‌طور همزمان از روش طبقه‌بندی نظارت‌نشده و ترکیب رنگی کاذب استفاده گردید. ابتدا طبقه‌بندی نظارت‌نشده انجام شده و نقشه در برابر ترکیب رنگی کاذب قرار گرفت. در نقشه ترکیب رنگی کاذب مناطق با پوشش گیاهی به رنگ قرمز مشاهده می‌شود. در هر فصل از سال بخشی از زمین‌های کشاورزی زیر کشت بوده و به رنگ قرمز با شکل هندسی منظم مشاهده می‌شود. این مناطق با طبقات نقشه نظارت‌نشده مقایسه و کد آن استخراج گردید. در نهایت برای هر فصل از روی تصویر مناطق کشاورزی تحت کشت در آن زمان مشخص شد. با ترکیب این نقشه‌ها، نقشه کاربری کشاورزی به دست آمد (Mohammady et al., 2015). همچنین از نقشه شیب نیز استفاده شد، به این صورت که کاربری کشاورزی با نقشه شیب مقایسه و مناطق دارای شیب بالای ۳۰ درصد از نقشه حذف گردید. با توجه به نظر کارشناسی و شناخت منطقه مورد مطالعه در شیب‌های بیشتر از ۳۰ درصد کشاورزی وجود نداشته و این مناطق به اشتباه طبقه‌بندی شده است. شکل ۲ نحوه استفاده از شکل منظم در تشخیص کاربری کشاورزی را نشان می‌دهد. کاربری جنگل، مسکونی و اراضی بایر با استفاده از روش نظارت شده بیشینه‌احتمال تهیه شد. البته در طبقه‌بندی اولیه کاربری‌ها با دقت کافی طبقه‌بندی نگردید. ابتدا کاربری مسکونی و جنگل با استفاده از نمونه‌های آموزشی جدا شد. در مرحله بعد با روش طبقه‌بندی بیشینه احتمال اراضی بایر از کل نقشه استخراج گردید. با تلفیق این کاربری‌ها، مناطق باقیمانده به‌عنوان کاربری مرتع در نظر گرفته شد. برای سال ۱۹۹۲ روش نسبتاً مشابه بوده ولی نمونه‌های آموزشی از روی خود تصاویر و در مناطق مشخص هر کاربری برداشته شد.



شکل ۲- نقشه طبقه‌بنده شده (الف) و ترکیب رنگی کاذب (ب) منطقه مورد مطالعه

- **ارزیابی دقت نقشه کاربری اراضی**

برای ارزیابی دقت نقشه کاربری اراضی تعدادی از نمونه‌های آموزش در طبقه‌بندی استفاده نشده و برای ارزیابی کنار گذاشته شد. همان‌طور که بیان شد از ۱۲۸ نمونه آموزشی، ۸۵ نمونه برای طبقه‌بندی و ۴۳ نمونه برای ارزیابی روش طبقه‌بندی استفاده گردید. نمونه‌های آموزشی به نرم‌افزار ENVI وارد شده و تطابق آنها با طبقات کاربری اراضی مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت بر اساس میزان تطابق و با استفاده از ضریب کاپا و صحت کلی ارزیابی صورت گرفت (Hudson and Ramm, 1987؛ Foody, 2002؛ Schmitt-harsh, 2013).

- **بررسی تغییرات کاربری اراضی**

به منظور بررسی تغییرات کاربری ابتدا نیاز است مساحت کاربری‌ها محاسبه و میزان کاهش یا افزایش مساحت هر کاربری بررسی شود. نقشه‌های کاربری تهیه شده در فرمت رستر با اندازه پیکسل ۳۰ متر می‌باشد. بر اساس تعداد پیکسل‌های هر تیپ کاربری، مساحت و تغییرات آن طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ به دست آمد.

- **شبیه‌سازی کاربری اراضی با استفاده از مدل CLUE-s**

مدل CLUE-s برای شبیه‌سازی تغییرات کاربری بر مبنای تحلیل شایستگی مکانی و رقابت مکانی و زمانی بین کاربری‌های مختلف طراحی شده است. به طور کلی مدل شامل دو بخش تقاضای غیر مکانی و فرآیند تخصیص مکانی است (Zare et al., 2017). تقاضای غیرمکانی در واقع میزان تغییرات طبقات مختلف کاربری را محاسبه می‌کند. در بخش دوم تقاضای محاسبه شده به تغییرات کاربری در مناطق مختلف بر پایه سیستم رستری تبدیل می‌شود. برای تعیین میزان تقاضای کاربری، روش‌های مختلفی شامل برون‌یابی ساده تغییرات کاربری در گذشته تا مدل‌های پیچیده اقتصادی-اجتماعی وجود دارد که انتخاب روش بستگی به شرایط تغییرات کاربری و داده‌های موجود دارد (Verburg et al., 2002). مراحل شبیه‌سازی در چند مرحله به شرح زیر خلاصه می‌شود:

۱- ابتدا میزان تقاضای کاربری محاسبه می‌شود، که در واقع میزان تغییرات طبقات مختلف کاربری را محاسبه می‌کند. در مرحله بعد تقاضای محاسبه شده به تغییرات کاربری در مناطق مختلف بر پایه سیستم رستری تبدیل می‌شود. برون‌یابی تغییرات کاربری بویژه زمانی که داده‌های اقتصادی اجتماعی در دست نباشد یکی از روش‌های کارآمد محاسبه تقاضای کاربری می‌باشد. نحوه محاسبه به این صورت بوده که میزان تغییرات برای دوره‌های گذشته بررسی شده و میزان تغییرات هر کاربری به‌دست می‌آید. میزان تغییرات به تعداد سال‌ها تقسیم و میزان تغییرات سالانه به‌دست می‌آید. با اضافه کردن مساحت هر کاربری به میزان سالانه تغییرات آن، تقاضای کاربری برای سال بعد محاسبه می‌شود. این کار برای سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۴۰ انجام شده و مساحت مورد نیاز هر کاربری در این سال‌ها محاسبه شد. در نهایت ماتریس به‌دست آمده در یک فایل متنی ذخیره شده و در مقیاس سالانه به مدل وارد شد (Gibreel et al., 2014).

۲- مرحله دوم تعیین تبدیل‌های مجاز برای کاربری‌های مختلف با توجه به شرایط منطقه و بر اساس نظر کارشناسی است. به عنوان مثال در شرایط ایران امکان تبدیل کاربری مسکونی به کشاورزی وجود نداشته و برای مدل این تبدیل غیر مجاز تعریف می‌شود. همچنین میزان انعطاف کاربری‌های مختلف برای تبدیل نیز بر اساس نظر کارشناس و شرایط منطقه تعیین شده که برگشت‌پذیری کاربری‌ها نامیده می‌شود (Mohammady et al., 2020).

۳- در این مرحله نقش عوامل مختلف در شکل‌گیری و توسعه کاربری‌های مختلف بررسی می‌شود. روش معمول برای این بخش استفاده از رگرسیون لجیستیک طبق رابطه ۱ است.

رابطه (۱)

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

که در آن Pi احتمال یک سلول برای وقوع یک نوع کاربری و X ها، عوامل موثر بر کاربری اراضی هستند (Verburg et al., 2002). روابط رگرسیون برای هر تیپ کاربری به دست آمده و در نهایت به صورت یک فایل متنی وارد مدل می‌شود. برای ارزیابی مدل رگرسیون از منحنی ROC استفاده می‌شود. هر چه سطح زیر منحنی بیشتر باشد دقت مدل بیش‌تر است. برای بیان دقت مدل از تقسیم‌بندی ۱-۰/۹، عالی؛ ۰/۹-۰/۸، خیلی خوب؛ ۰/۸-۰/۷، خوب؛ ۰/۷-۰/۶، متوسط و ۰/۶-۰/۵، ضعیف استفاده می‌شود (Mohammady et al., 2020).

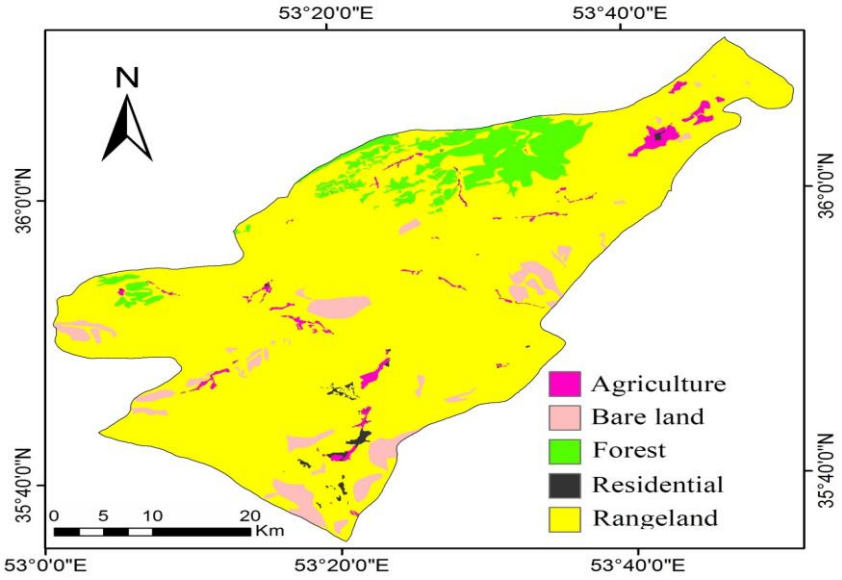
۴- در مرحله آخر در یک فایل متنی برخی پارامترهای مدل مانند تعداد کاربری‌ها، سال شبیه‌سازی، تعداد متغیرها و ... وارد می‌شود.

۵- در مرحله آخر تخصیص و شبیه‌سازی کاربری انجام می‌شود. شبیه‌سازی به این صورت است که مناطق مستعد برای هر تیپ کاربری اراضی بر اساس حداکثر احتمال به کاربری مربوطه اختصاص می‌یابد. این کار بر اساس رابطه رگرسیونی برای تمام کاربری‌های موجود در منطقه و در تمام پیکسل‌ها انجام می‌شود. در هر مرحله پیکسل‌های اختصاص داده شده با میزان تقاضا کنترل شده و این کار تا جایی ادامه می‌یابد که میزان تقاضا و پیکسل‌های اختصاص داده شده برای کاربری‌ها برابر شوند. در صورتی‌که تا ۲۰۰۰۰ تکرار میزان تقاضا و پیکسل‌های اختصاص داده شده برابر نشوند مدل خطا داده و باید تنظیمات مربوط به آن کنترل گردد (Mohammady et al., 2020).

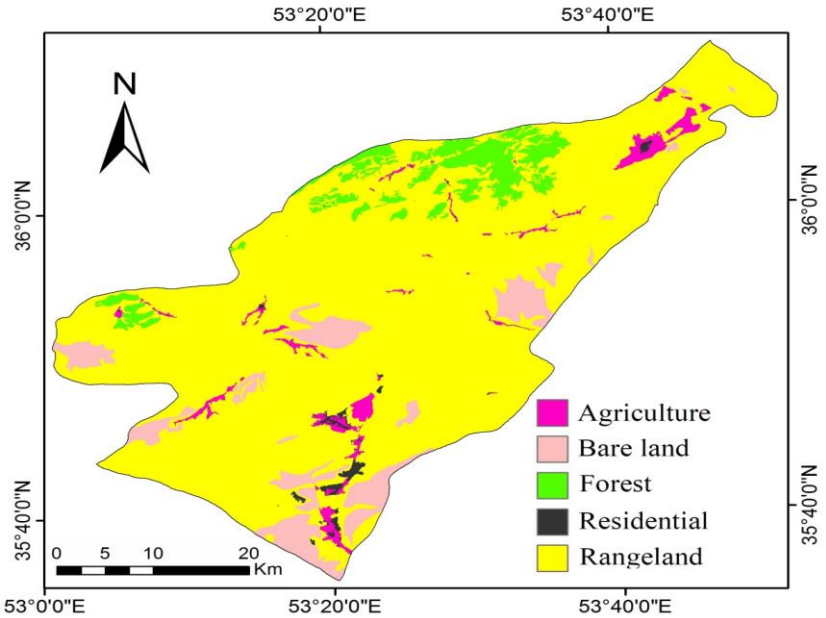
۳- نتایج و بحث

همانطور که بیان شد نقشه کاربری با استفاده از روش تلفیقی تهیه شد. شکل‌های ۳ و ۴ نقشه‌های کاربری مربوط به سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۱۷ تهیه شده با روش تلفیقی را نشان می‌دهد.

همان‌طور که بیان شد برای ارزیابی دقت نقشه کاربری اراضی تهیه شده، تعدادی نمونه آموزشی در تهیه نقشه وارد نشده و برای ارزیابی کنار گذاشته شد. ضریب کاپا و دقت کلی برای نقشه تهیه شده با روش تلفیقی برابر ۰/۹۳ و ۹۱/۳ درصد به‌دست آمد. همانطور که بیان شد جهت تهیه نقشه از تصاویر لندست استفاده گردید چرا که تصاویر ماهواره لندست با قدرت تفکیک مناسب و قابلیت تکرار طی سال، ابزار مهمی در تهیه نقشه کاربری بوده و در بسیاری از پژوهش‌ها قابلیت آنها به اثبات رسیده است (Cohen and Goward, 2004؛ Alesheikh et al., 2007؛ Hansen et al., 2008؛ Cetin, 2009؛ Schulz et al., 2010؛ Sexton et al., 2013). شهرستان مهدی‌شهر در برخی مناطق دارای کشاورزی چندزمانه بوده و در طول سال زمان کشت متفاوت دارند. به‌عنوان نمونه منطقه‌ای که در حال حاضر تحت کشت است در ماه بعد ممکن است شخم خورده باشد که انعکاس طیفی این دو بسیار متفاوت است در حالی‌که هر دو کاربری کشاورزی دارند. روش استفاده از تصاویر مختلف طی یکسال و روش تلفیقی یکی از روش‌های در نظر گرفتن کشاورزی طی فصل‌های مختلف است (Rozenstein and Karnieli, 2010). شناخت نسبی از وضعیت منطقه به‌ویژه الگوی کشاورزی و استفاده از نظر کارشناس نقش مهمی در بهبود نقشه‌های کاربری اراضی دارد (Stefanov et al., 2001).



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۲ تهیه شده با روش تلفیقی



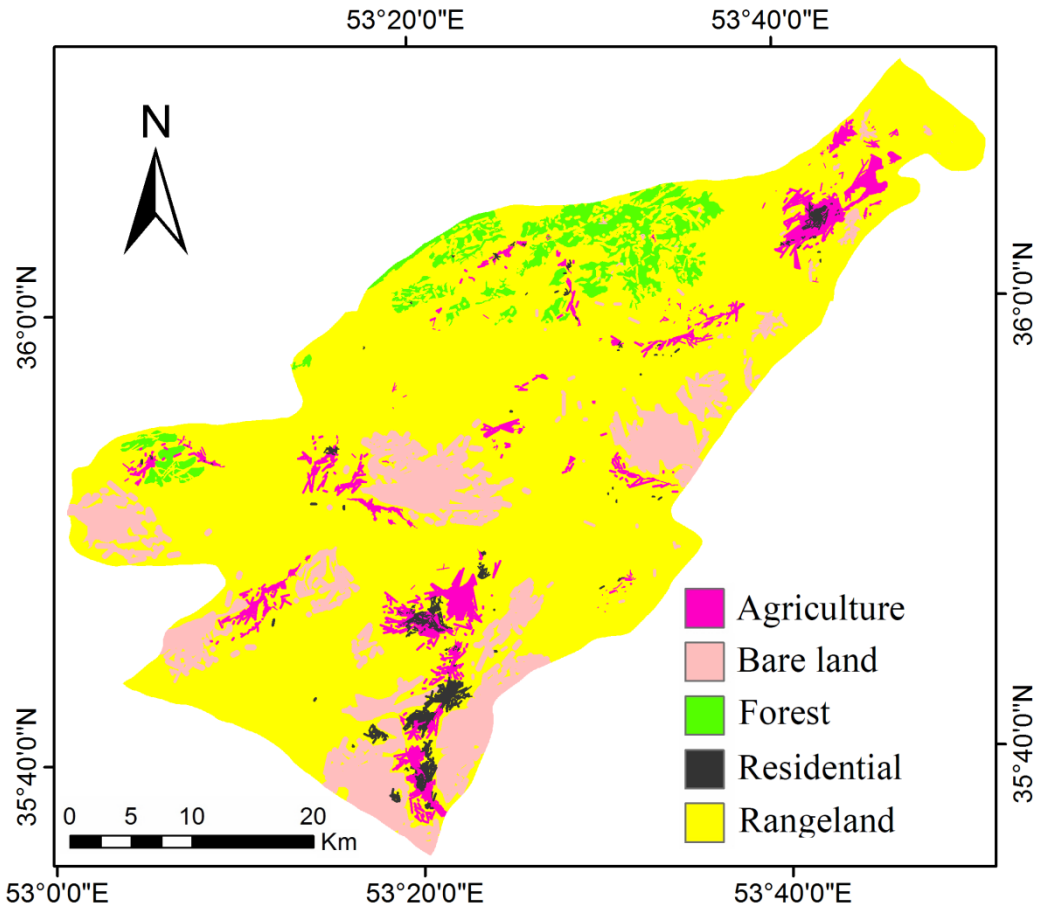
شکل ٤- نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۷ تهیه شده با روش تلفیقی

نقشه کاربری اراضی منطقه با ضریب کاپا و دقت کلی برابر ۰/۹۳ و ۹۱/۳ درصد به دست آمده در این پژوهش، بسیار بالاتر از میزان استاندارد (۸۵ درصد) برای نقشه‌های کاربری است (Anderson et al., 1976). این در حالی است که بسیاری از محققین در پژوهش‌های خود، به دقت کمتر از حد استاندارد دست یافتند (Foody, 2002؛ Wilkinson, 2005؛ Rozenstein and Karnieli, 2010؛ Liu et al., 2011). هم‌چنین محققین دیگری نیز به دقت قابل قبول روش‌های تلفیقی اشاره نموده‌اند که می‌توان به‌عنوان نمونه به تحقیقات Stefanov et al. (2001)، Rozenstein and Karnieli (2010)، Prishchepov et al. (2012) و Brandt et al. (2013) اشاره نمود. در نهایت نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۱۷ مورد مقایسه قرار گرفته و میزان تغییرات محاسبه شد (جدول ۱). نتایج نشان داد تخریب منابع طبیعی شامل جنگل و مرتع و تبدیل آن‌ها به کاربری کشاورزی و مسکونی مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی در منطقه است.

جدول ۱- تغییرات کاربری شهرستان مهدی‌شهر طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷

تیپ کاربری اراضی	مساحت (هکتار)		میزان تغییرات	درصد تغییرات
	۱۹۹۲	۲۰۱۷		
کشاورزی	۳۲۷۸/۸۱	۵۱۷۷/۹۷	۱۹۰۱/۱۶	۵۸/۰۲
اراضی بایر	۱۰۱۴۰/۷۵	۱۵۴۷۲/۲۶	۵۳۳۱/۵۱	۵۲/۶
جنگل	۱۳۲۸۵/۷۱	۱۰۷۰۰/۶۴	-۲۵۸۶/۰۷	-۲۴
مسکونی	۸۵۸/۴۲	۱۳۲۶/۲۴	۴۶۷/۸۲	۵۴/۵
مرتع	۱۶۷۴۸۰/۶۴	۱۶۲۳۶۵/۲۲	-۵۱۱۵/۴۲	-۱۷/۶

شرایط آب و هوایی مناسب در منطقه مورد مطالعه برای کشاورزی و بویژه باغداری، تمایل به تغییر اراضی منابع طبیعی به کشاورزی را افزایش می‌دهد. با توجه به خشک‌سالی در سال‌های اخیر و کاهش اشتغال، مهاجرت از استان‌های دیگر به استان سمنان و به تبع آن شهرستان مهدی‌شهر افزایش یافته است که خود منجر به افزایش تغییر کاربری اراضی در منطقه شده است. البته این تغییرات در بسیاری دیگر از مناطق دنیا نیز گزارش شده است. به‌عنوان نمونه Mendoza et al. (2006)، Wu et al. (2006)، Brinkmann et al. (2012) (Khan and Jhariya (2018)، Zadbagher et al. (2018)، Kumar et al. (2018) تخریب منابع طبیعی و تبدیل آن به زمین‌های کشاورزی و مسکونی را مهمترین تغییر کاربری معرفی کردند. همانطور که بیان شد برای تحلیل تناسب اراضی از روش رگرسیون استفاده شد. ارزیابی روش رگرسیون با استفاده از منحنی ROC نشان داد دقت مربوط به کاربری‌های کشاورزی، اراضی بایر، جنگل مسکونی و مرتع به ترتیب ۰/۹۱، ۰/۸۶، ۰/۹۲، ۰/۹۶ و ۰/۸۹ است که بیانگر دقت خیلی خوب و عالی در تحلیل تناسب اراضی است. شکل ۵ نقشه شبیه‌سازی شده با استفاده از مدل CLUE-s برای سال ۲۰۴۰ را نشان می‌دهد. دقت در شکل نشان می‌دهد تغییرات کاربری در سال ۲۰۴۰ به چه صورت خواهد بود. زمانیکه کاربری تغییر می‌کند و خسارات آن نمایان می‌شود کنترل و کاهش خسارات نیاز به هزینه‌های زیادی دارد، ولی در صورتیکه از قبل شرایط شبیه‌سازی و خسارات احتمالی ارزیابی شود کنترل شرایط آسان‌تر خواهد بود. شبیه‌سازی با استفاده از مدل CLUE-s می‌توان مدیران و برنامه‌ریزان را از شرایط آینده منطقه آگاه کند تا در برنامه‌ریزی‌های خود مشکل تغییر کاربری را در نظر گرفته و تا حد امکان آن را مدیریت کنند.



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی شبیه‌سازی شده برای سال ۲۰۴۰

٤- نتیجه‌گیری

در بسیاری از مطالعات از نقشه‌های کاربری موجود در نقشه‌های توپوگرافی استفاده می‌گردد که دقت زیادی نداشته و با توجه به تغییرات کاربری در کشور، استفاده از این نقشه‌ها به‌ویژه در مطالعه تغییرات کاربری توجیه علمی ندارد. در پژوهش اخیر از تکنیک سنجش از دور و روش تلفیقی برای تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده شد. بررسی دقت روش تلفیقی نشان داد شناخت نسبی از منطقه، استفاده از داده‌های کمکی مانند شیب و تلفیق چند روش دقت طبقه‌بندی را افزایش خواهد داد. بررسی تغییرات کاربری نشان داد طی دوره مورد بررسی، منابع طبیعی شامل جنگل و مرتع تخریب و به کاربری‌های مسکونی و کشاورزی تبدیل شده است. به‌طور کلی منطقه مورد مطالعه شرایط آب و هوایی مناسب‌تری نسبت به مناطق اطراف و شهرستان سمنان داشته لذا همواره مورد توجه مردم مناطق همجوار می‌باشد. با توجه به این موارد توجه بیشتر به مدیریت کاربری و نظارت بر تغییرات کاربری اراضی در این منطقه بسیار ضروری به نظر می‌رسد. به همین دلیل از مدل CLUE-s به منظور شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی در آینده استفاده شد که می‌تواند ابزار سودمندی در مدیریت بهینه کاربری اراضی باشد.

منابع

- Alesheikh AA, Ghorbanali A, Nouri N (2007) Coastline change detection using remote sensing. International Journal of Environmental Science and Technology, 4(1): 61-66.
- Anderson JR, Hardy EE, Roach JT, Witmer RE (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.
- Aspinall RJ, Hill MJ (2008) Land Use Change Science, Policy and Management, Taylor & Francis Group. Boca Raton: CRC Press New York.
- Brandt JS, Haynes MA, Kuemmerle T, Waller DM, Radeloff VC (2013) Regime shift on the roof of the world: alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas. Biological Conservation, 158: 116–127.

- 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, 105: 94–105.
- Cetin M (2009) A satellite based assessment of the impact of urban expansion around a lagoon. International Journal of Environmental Science and Technology,6(4):579-590.
- Cingolani AA, Renison D, Zak MR, Cabido MR (2004) Mapping vegetation in a heterogeneous mountain rangeland using Landsat data: an alternative method to define and classify land-cover units. Remote Sensing of Environment, 92(1): 84–97.
- Cohen WB, Goward SN (2004) Landsat's role in ecological applications of remote sensing. Bioscience, 54(6): 535−545.
- Farajzadeh M, Rostamadeh H (2017) Evaluating large dam effects on the land use change using RS & GIS (Case study: Sattarkhan Dam). The Journal of Spatial Planning, 11(1): 47-66. [In Persian]
- Foody, G.M (2002) Status of land covers classification accuracy assessment. Remote Sensing of Environment, 80(1): 185-201.
- 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, 36: 766– 778.
- Hudson W, Ramm C (1987) Correct formula of the kappa coefficient of agreement. Photogramm. Engineering Remote Sensing, 53(4): 421–422.
- Hansen MC, Roy DP, Lindquist E, Adusei B, Justice CO, Altstatt A (2008) A method for integrating Modis and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo basin. Remote Sensing of Environment, 112(5): 2495−2513.
- Khan R, Jhariya C (2018) Assessment of Land-use and Land-cover Change and its Impact on Groundwater Quality Using Remote Sensing and GIS Techniques in Raipur City, Chhattisgarh, India. Journal Geological Society of INDIA, 92: 59-66
- Kumar N, Singh SK, Singh VG, Dzwairo B (2018) Investigation of impacts of land use/land cover change on water availability of Tons River Basin, Madhya Pradesh, India. Modeling Earth Systems and Environment, 4: 295–310
- Liu K, Shi W, Zhang H (2011) A fuzzy topology-based maximum likelihood classification. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66 (1): 103–114.
- 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, 26: 276-290.
- Mohammady, M., Predicting Effects of Land Use Changes on Runoff Generation Using CLUE-s and WetSpa models for Management of Baghsalian Watershed in Golestan Province, Ph.D. Thesis, Watershed Management Engineering and Sciences, Tarbiat Modares University, Iran, 2014. [In Persian]
- Mohammady M, Amiri M, Dastorani, J (2015) Modeling land use changes of Ramin city in the Golestan province. The Journal of Spatial Planning, 19(4): 141-158. [In Persian]
- Mohammady M, Amiri M, Zare, M (2020) Land use (Concepts, Change, Effect and Simulation). Semnan University Press, 151 p. [In Persian]
- Mohammady M, Moradi HR, Zeinivand H, Temme AJAM (2015) A comparison of supervised, unsupervised and synthetic land use classification methods in the North of Iran. International Journal of Environmental Sciences and Technology, 12(5):1515–1526
- Mohammady M, Moradi HR, Zeinivand H, Temme AJAM, Yazdani, MR, Pourghasemi HR (2018) Modeling and assessing the effects of land use changes on runoff generation with the CLUE-s and WetSpa models, Theoretical and Applied Climatology, 133(1-2), 459–471.
- Riebsame WE, Meyer WB, Turner IIBL (1994) Modeling land use and cover as part of global environmental change. Climate Change, 28: 45-64.

- Prishchepov AV, Radeloff VC, Dubinin M, Alcantara C (2012) The effect of Landsat ETM/ETM? image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in eastern Europe. Remote Sensing of Environment, 126:195–209
- Rozenstein O, Karnieli A (2010) Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs. Applied Geography, 31(2):533–544
- Sadidi J, Darvari SZ (2017) Introducing a developed meta-heuristic model based on Multi Objectives Genetics Algorithm for optimal land use change modeling. The Journal of Spatial Planning, 21(3): 307-327. [In Persian]
- Schmitt-harsh M (2013) Landscape change in Guatemala: driving forces of forest and coffee agroforest expansion and contraction from 1990 to 2010. Applied Geography, 40: 40-50.
- Schulz J, Cayuela L, Echeverria C, Salas J, Rey Benayas JM (2010) Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of central Chile (1975-2008). Applied Geography, 30 (3): 436-447.
- Sexton JO, Urban DL, Donohue MJ, Song C (2013) Long-term land cover dynamics by multi-temporal classification across the Landsat-5 record. Remote Sensing and Environment, 128: 246–258.
- Stefanov WL, Ramsey MS, Christensen PR (2001) Monitoring urban land cover change: an expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers. Remote Sensing and Environment, 77(2): 173-185.
- Thomson AM, Brown RA, Rosenberg NJ, Srinivasan R, Izaurralde C (2005) Climate change impacts for the conterminous USA: an integrated assessment. Climate Change, 69: 67–88.
- 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, 30: 391–405.
- Wilkinson GG (2005) Results and implications of a study of fifteen years of satellite image classification experiments. IEEE Geosciences and Remote Sensing, 43(3): 433-440.
- 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, 78: 322-333.
- Yiqiang G, Yanbin W, Zhengshan J, Jun W, Luyan Z (2010) Remote sensing image classification by the chaos genetic algorithm in monitoring land use changes. Mathematical and Computer Modelling, 51(11): 1408-1416.
- Zadbagher E, Becek K, Berberoglu S (2018) Modeling land use/land cover change using remote sensing and geographic information systems: case study of the Seyhan Basin, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 190:494. https://doi.org/10.1007/s10661-018-6877-y
- Zare M, Nazari Samani AK, Mohammady M, Salmani, H, Bazrafshan J (2017) Investigating effects of land use change scenarios on soil erosion using CLUE-s and RUSLE models. International Journal of Environmental Science and Technology, DOI: 10.1007/s13762-017-1288-0

Simulation of land use changes using CLUE-s model (Case study: Mahdishahr Township, Semnan province)

Majid Mohammady[1*], Somayeh Moharami[1]
1-Faculty of Natural Resources, Semnan University, Semnan, Iran
[*]Email Address: majid.mohammady@semnan.ac.ir

Abstract

Introduction

Land use is the most important factor affecting biodiversity on a global scale, the availability of water and climate condition. A large part of the land is used for agriculture, forestry, residential, and industrial areas, which has a great impact on the environment. Agricultural products, preparation of wood from forests, medicinal plants, animal products, air conditioning and purification are biological uses related to land use. Land use changes and conversion of natural resources to agricultural and residential areas have become a major problem for many countries, because it directly affects human life. One of the important reasons for land use changes is human interaction with nature and the use of natural resources to improve the quality of life. Land use changes affect hydrological processes such as infiltration, groundwater recharge, base flow and surface runoff. Unfortunately, the increase in population, the development of technology and the change in human lifestyle have had destructive effects on land use, especially in recent decades. Land use classification is often the first step in land use studies and thus forms the basis for many earth science studies. Up-to-date land use maps are very important to scientists, planners, natural resources managers and policy makers. Land use simulation is one of the most important tools to manage land use, so various methods were developed for land use change simulation. CLUE-s is one of this model that use to simulate land use change of Mahdishahr Township. Mehdishahr Township and especially Shahmirzad city has favorable weather conditions compared to Semnan and is always the focus of the people of Semnan and other cities of the province. This condition has caused an excessive increase in demand for residential areas and the destruction of natural resources, agricultural lands and their conversion into residential areas.

Methodology

The aim of this research was land use mapping using remote sensing technique, land use change detection, and finally land use change simulation for year 2040 in Mahdishar Township. At first, Landsat satellite images related to different seasons were prepared for 1992 and 2017. In the next step using field survey and also using Google Earth software, 128 training samples were prepared for supervised classification. The 85 training samples were used for classification and 43 samples were used to evaluate the classification method. There is multi-temporal agriculture in the case study, and there are spectral mixes between agriculture and other land use types. As a result, traditional methods did not have enough accuracy for land use classification in this region, and land use map of 1992 and 2017 was prepared using synthetic methods. In Synthetic methods, different types of land use are prepared using different methods. Synthetic methods use additional maps next to satellite images to separate land use types with the same reflectance. This integration of remotely sensed data with other data sources can result in higher classification accuracy. In the synthetic method, supervised and unsupervised methods and ancillary data were used simultaneously. Unsupervised classification method and false color combination were used to extract agricultural land use. Also, the slope map was used, in such a way that the agricultural use was compared with the slope map and the areas with a slope above 30% were removed from the map. Forest, residential and barren land use types were prepared using the supervised maximum likelihood method. By combining these land use types, the remaining areas were considered as rangeland. For 1992, the method was relatively similar, but training samples were taken from the images themselves and in specific areas of each land use types.

For accuracy assessment, overall accuracy and kappa coefficients were calculated for the map created with the synthetic approaches. Training samples were entered into ENVI software and their compatibility with land use classes was checked. In the next step area of each land use types were calculated and land use change was identified in this period. Finally based on land use maps of years 1992 and 2017, land use change simulation of the Mahdishar Township was done using CLUE-s model. The simulation is such that susceptible areas for each type of land use are assigned to the respective land use based on the maximum probability. This is done based on the regression relationship for all land use types in all pixels. Accuracy assessment of regression method (a part of simulation process) was carried out using ROC curve for each land use types. To evaluate the accuracy of the land use map, the training samples that were not used in the classification are used. Accuracy assessment showed that overall accuracy and kappa coefficient of synthetic methods was 0.93 and 91.3% respectively. Overall accuracy of the synthetic approach (0.93) is over the 85 % level that is considered satisfactory for planning and management purposes. This shows that integration of remote sensing data, ancillary data and decision rules provides better classification accuracy than traditional methods. Results of land use change detection showed that the main land use change in Mahdishahr Township is degradation of natural resources areas and conversion to agriculture and residential land. The degradation rate of forest and range is 24 and 17.6 percentage respectively. The value of ROC method was achieved 0.91, 0.86, 0.92, 0.96 and 0.89 for agricultural area, bare land, forest, residential area and rangelands respectively.

Conclusion

In many studies land use map in topography mas are used that are no very accurate. Using these maps is not logical because of land use change in Iran. In this research land use map was created using synthetic method with acceptable accuracy. In general, Mahdishahr city has better climate conditions than its surroundings, so is very susceptible to land use changes. Due to the drought in recent years and the decrease in employment, migration from other provinces to Semnan province and consequently Mehdishahr city has increased, which has led to an increase in land use change in the region. Considering this condition, it seems very necessary to pay more attention to land use management and monitoring land use changes in this area. Simulated map of land use change using CLUE-s model can be a useful tool to better management of land use in the study area.

Keywords

Land use classification; Synthetic method; Logistic regression; CLUE-s model