



پایش، پیش‌بینی و تحلیل روند تغییر چهل ساله پوشش/کاربری اراضی اطراف شهر یاسوج

محسن فرزین^{۱*} و مجید خزایی^۲

^۱ استادیار، گروه جنگل، مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.
^۲ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۲)

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین و تحلیل تغییرات پوشش/کاربری اراضی در اطراف شهر یاسوج و تعیین شدت تخریب منابع طبیعی در اثر رشد شهرنشینی و پیش‌بینی روند آن در آینده انجام گرفته است. بدین منظور، در ابتدا داده‌های ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ در مردادماه سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ از پایگاه اطلاعاتی سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا دانلود شد. پس از اصلاحات رادیومتری و اتمسفری لازم، لایه‌های داده آماده‌سازی شد و با ایجاد مجموعه داده، نقشه طبقه‌بندی پوشش/کاربری زمین در محدوده تحقیق تهیه شد. سپس با استفاده از مدل سلول‌های خودکار مارکف، نقشه پوشش/کاربری برای سال ۱۴۰۸ پیش‌بینی و تهیه شد. نتایج نشان داد که مساحت مرتع و جنگل در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۸ به ترتیب از ۲۲۰۸۷ به ۱۲۳۸۱ و از ۱۶۰۹۵ به ۱۵۳۳۲ هکتار کاهش یافته است. بیشترین تخریب مرتع و جنگل بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ به وقوع پیوسته و در مقابل، سطح اراضی رهاشده، نواحی مسکونی و ساخت‌وساز افزایش یافته است. دقت الگوریتم احتمال حداکثر طبقه‌بندی با مقدار ضریب کاپای ۰/۷۷، ۰/۹۱، ۰/۸۹ و ۰/۹ درصد صحت کلی ۸۴/۴، ۹۳/۹، ۹۱/۹ و ۹۲/۵ درصد به ترتیب برای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ نشان از تفکیک و تشخیص مناسب و بسیار خوب مدل طبقه‌بندی دارد. بر مبنای نقشه پیش‌بینی سال ۱۴۰۸، روند تخریب و تبدیل پوشش مرتعی و جنگلی در طی ۱۰ سال آینده همچنان ادامه خواهد داشت و سطح اراضی کشاورزی و ساخت‌وساز افزوده خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تخریب سرزمین، طبقه‌بندی اراضی، لندست، مدل سلول‌های خودکار مارکف.

مقدمه

طبیعی و افزایش سریع جمعیت به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، مشکلی اساسی به حساب می‌آید (Zang et al., 2011). همگام با رشد شهرنشینی، فشار زیادی بر منابع طبیعی وارد می‌شود؛ اراضی کشاورزی، جنگل‌ها، مراتع و تالاب‌ها نابود می‌شوند و بدین ترتیب، جنگل‌ها و مراتع برای تبدیل به زمین‌های کشاورزی، بیشتر تخریب می‌شوند

روند شهرنشینی سبب رشد سریع و گسترش وسیع شهرها می‌شود. در واقع، شهرها بر ابعاد اقتصادی و اجتماعی جوامع شهری و روستایی اطراف خود حاکم‌اند (Ozturk, 2015). شهرنشینی که به‌طور کلی مدرنیته تلقی می‌شود، از نظر رشد ناگهانی و کنترل نشده ناشی از تخریب و مصرف پرسرعت منابع

دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌طور گسترده‌ای در تعیین پوشش/کاربری اراضی گذشته و حال، شناخت الگوهای شهری، تشخیص تغییر، پایش و مدل‌سازی کاربرد داشته است (Elagouz et al., 2020).

سنجش از دور، ابزار بسیار کارآمدی است که با باندهای چندطیفی و پوشش سطح وسیعی از زمین طی زمان، سطح مطالعه را از بررسی میدانی فراتر می‌برد (Khalil et al., 2014). سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز ابزار منعطفی برای ذخیره‌سازی، تجزیه و تحلیل و نمایش داده‌های رقومی مورد نیاز برای تشخیص تغییر و توسعه مجموعه داده‌ها به حساب می‌آید (Elagouz et al., 2020). از تصاویر ماهواره‌ای برای پایش پوشش زمین، طبقه‌بندی طیفی و ارزیابی روابط خطی میان بازتاب طیفی ویژگی‌های بیوفیزیکی سطح زمین استفاده می‌شود (Weng, 2002). تشخیص تغییر، فرایند تعیین و/یا توصیف تغییرات ویژگی‌های پوشش/کاربری زمین برمبنای بازنشانی داده‌های چندزمانه سنجش از دور است (Elagouz et al., 2020). پیش‌فرض اصلی استفاده از داده‌های سنجش از دور برای تشخیص تغییر پوشش زمین، فرایندی است که تغییر غیرطبیعی بین دو یا چند زمان مختلف را شناسایی می‌کند (Shalaby, 2012). تاکنون، تحقیقات و پژوهش‌های فراوانی در این خصوص انجام گرفته است:

Vafaei et al. (2013) پایش تغییرات کاربری اراضی در گذشته و بررسی امکان پیش‌بینی آن در آینده را با استفاده از مدل‌سازی تغییر زمین در بخش غربی شهرستان مریوان انجام دادند و دریافتند که در طول دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰، معادل ۱۲۳۴ هکتار جنگل با نرخ ۰/۲۱ درصد در سال تخریب شده است و مناطق انسان‌ساز نیز با نرخ سالیانه ۷/۵ درصد به مقدار ۲/۶۴ درصد (۹۲۴ هکتار) نسبت به سطح اولیه خود توسعه یافته و اراضی کشاورزی با ۱۰۶۶ هکتار افزایش و ۷۷۷ هکتار کاهش، در مجموع ۲۸۹ هکتار

(Blanco-Canqui & Lal, 2008)؛ تغییر کاربری اراضی و بهره‌برداری بیش از حد از جنگل‌ها، تعادل طبیعی خاک را بر هم می‌زند و کیفیت خاک را کاهش می‌دهد (Mazouji et al., 2020; Rasouli-Sadaghiani et al., 2016). امروزه، از یک طرف فراوانی نواحی نفوذناپذیر ناشی از افزایش سازه‌ها و سطوح آسفالتی و از طرف دیگر کاهش سطح اراضی کشاورزی، جنگل‌ها و مراتع در شهرها، مشکلات محیط زیستی مانند آلودگی، سیل و زمین‌لغزش‌ها را موجب می‌شود (Pine, 2008).

براساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵، شهر یاسوج در طی سه دهه گذشته، از مهاجرپذیرترین شهرهای ایران بوده است؛ به‌طوری‌که با مهاجرت مردم از روستاها، عشایر و شهرهای اطراف، از نظر جمعیت و سطح ساخت‌وساز رشد چشمگیری داشته است. در حال حاضر، یکی از مهم‌ترین و جدی‌ترین مسائلی که در صورت تداوم، امنیت توسعه پایدار را به خطر می‌اندازد، تخریب سرزمین است. این تخریب شامل فعالیت‌های مخرب انسانی می‌شود، مانند جنگل‌زدایی، شهرسازی، افزایش سطح زیر کشت کشاورزی، چرای مفرط و تبدیل مراتع. این تغییرات انسان‌ساز، منابع طبیعی را تخریب می‌کند و ممکن است با کاهش تأمین مواد غذایی و نیازهای ضروری در این نواحی، پیامدهای مهم اجتماعی-سیاسی را سبب شود (Turner et al., 2007). از این‌رو، کسب اطلاعات دقیق و به‌روز از پوشش/کاربری زمین برای برنامه‌های توسعه پایدار به‌عنوان مهم‌ترین معیار، لازم و ضروری است (Deng et al., 2005). از طرف دیگر، پیش‌بینی و شناخت نسبی از روند تغییرات پوشش/کاربری اراضی در آینده نیز می‌تواند به مدیران، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان امروز برای ترسیم مسیر توسعه پایدار کمک شایانی کند. در حقیقت، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی و پیش‌بینی‌کننده برای آگاهی از تغییرات احتمالی شهری در آینده اجتناب‌ناپذیر است (Arsanjani et al., 2013). بدین منظور، سنجش از

بنگلادش را در پنج طبقه کشاورزی، خاک لخت، مسکونی، پوشش گیاهی و پیکره آبی با استفاده داده‌های ماهواره لندست ۲، ۵ و ۸ انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که بخش بزرگی از کاربری پوشش گیاهی (۳۵/۱ درصد) و پیکره آبی (۸۵/۴۷ درصد) به کاربری کشاورزی، خاک لخت و مسکونی تغییر یافته است.

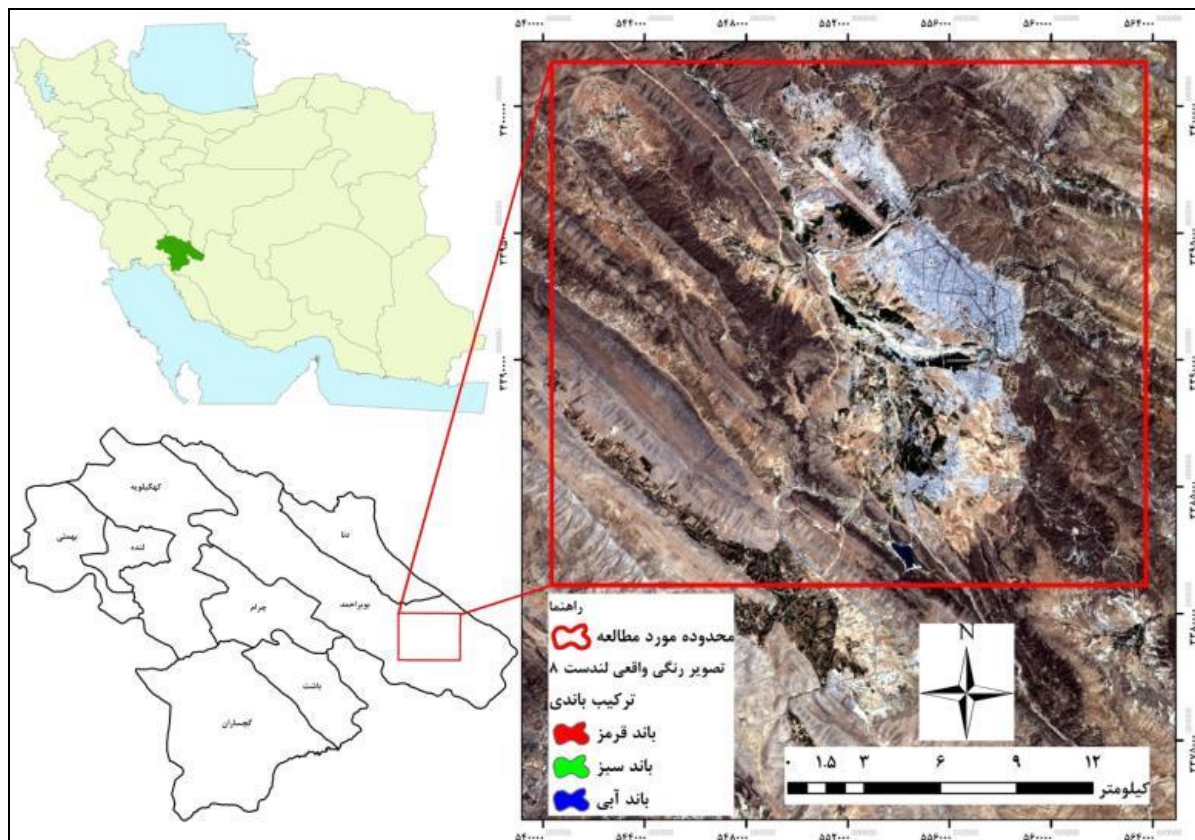
این پژوهش سعی دارد تا با تعیین و تحلیل تغییرات پوشش/کاربری اراضی در اطراف شهر یاسوج، شدت تخریب منابع طبیعی در اثر رشد شهرنشینی را مشخص و روند آن در آینده را نیز پیش‌بینی کند.

مواد و روش‌ها

منطقه پژوهش

محدوده تحقیق شامل شهر یاسوج و اطراف آن با مساحت ۴۸۲۹۷ هکتار است که در زیر زون زاگرس چین‌خورده با موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). شهر یاسوج مرکز استان کهگیلویه و بویراحمد بوده و پایتخت طبیعت ایران نام‌گذاری شده است. برپایه سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، جمعیت این شهر ۱۳۴۵۳۲ نفر (۵۴۸۵۰ خانوار) است که نسبت به سال ۱۳۹۰ با جمعیت ۱۰۸۵۵۰ نفر، رشد ۲۴ درصدی را نشان می‌دهد. یاسوج در کنار رودخانه بشار و در دامنه قله‌های دنا و تپه‌های متعدد در ارتفاع ۱۸۷۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. محدوده تحت بررسی در منطقه اقلیمی سردسیری واقع شده و دارای هوای معتدل متمایل به سرد است و در فصل زمستان برف زیادی در ارتفاعات اطراف این شهر می‌بارد که مدت‌ها باقی می‌ماند. میانگین بارش سالانه در ایستگاه هواشناسی یاسوج ۸۷۰ میلی‌متر است.

افزایش داشته است. آنها پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با رویکرد به‌کاررفته در منطقه تحت بررسی را ضعیف دانسته‌اند. Halmy et al. (2015) تغییرات کاربری/پوشش اراضی بخشی از بیابان شمال غربی مصر را بررسی و با استفاده از مدل سلول‌های خودکار مارکف، تغییرات آینده را نیز پیش‌بینی کردند؛ نقشه کاربری/پوشش اراضی پیش‌بینی‌شده مربوط به سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد که شهرنشینی و مراکز مسکونی رشد زیادی در اراضی کشاورزی شرقی و غربی منطقه بررسی‌شده خواهد داشت. Abdollahi et al. (2017) آثار سدسازی بر تغییرات کاربری اراضی زیرحوضه‌های غرب-جنوب دریاچه ارومیه را با استفاده از داده‌های ماهواره لندست ارزیابی کردند و دریافتند که در طی دوره ۴۰ ساله، طبقه‌های سطوح آب و اراضی کشاورزی به‌ترتیب، بیشترین کاهش و افزایش را داشته است. آنها بر این باورند که سدسازی موجب تغییرات چشمگیری در کاربری اراضی می‌شود. Rayegani et al. (2019) تغییرات کاربری اراضی شهر مشهد را برای سال ۲۰۳۰ و با استفاده از تصاویر لندست ۵ و ۸ و به‌کارگیری مدل سلول‌های خودکار مارکف پیش‌بینی کردند و نتیجه گرفتند که تا سال ۲۰۳۰، روند تغییر کاربری شهری و زمین‌های بایر افزایشی، و اراضی کشاورزی و باغ کاهشی خواهد بود. Twisa & Buchroithner (2019) با استفاده از فناوری‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی سری زمانی تصاویر ماهواره لندست، الگوهای تغییر کاربری/پوشش اراضی بالادست و پایین‌دست حوضه رودخانه وادی در تانزانیا را در طی دوره‌ای شانزده‌ساله بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که علفزارها، بوته‌زارها و بیشه‌زارها در پایین‌دست و بالادست، در اثر افزایش جمعیت، با شدت بسیار زیاد به اراضی کشاورزی تبدیل شده‌اند. Chowdhury et al. (2020) ارزیابی تغییر پوشش/کاربری اراضی اطراف رودخانه هالدا در



شکل ۱- موقعیت منطقه تحقیق در کشور و استان همراه با ترکیب رنگی واقعی داده‌های لندست ۸

فاصله زمانی ۱۰ سال، به دقت بررسی و در نهایت فریم با گذر و ردیف، به ترتیب، ۱۶۳ و ۳۹ مربوط به مردادماه سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ از سایت سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا (USGS, 2019) دانلود شد. به طور کلی، کمی‌سازی طیفی و قابل‌استفاده کردن داده‌های ماهواره‌ای نیازمند چندین عامل مانند کالیبره کردن سنجنده رادیومتریک، تصحیح اتمسفری و تعیین ویژگی تغییرپذیری مکانی پوشش زمین و اثرهای ترکیبی هندسی است.

تصحیح هندسی داده‌ها (به‌ویژه داده‌های لندست ۵) با استفاده از داده‌های صحرائی و نقاط کنترل زمینی جمع‌آوری شده با GPS و نرم‌افزار گوگل ارث انجام گرفت؛ به این صورت که به کمک نقاط شاخص روی تصاویر، زمین مرجع کردن تصاویر با خطای

شیوه اجرای پژوهش

-پیش‌پردازش داده‌های ماهواره‌ای

در مقیاس منطقه‌ای داده‌هایی با تفکیک‌پذیری مکانی متوسط مانند داده‌های ماهواره لندست، فراوان‌ترین داده‌های استفاده‌شده هستند (Lu & Weng, 2007). همچنین، سری ماهواره لندست به دلیل در اختیار گذاشتن داده‌های رایگان با فواصل زمانی مشخص، از مهم‌ترین داده‌های ماهواره‌ای برای تعیین و تشخیص تغییرات پوشش/کاربری اراضی به حساب می‌آید. از این‌رو، برای طبقه‌بندی پوشش/کاربری محدوده از داده‌ها و تصاویر رایگان سری ماهواره لندست استفاده شد (جدول ۱). در ابتدا، کیفیت داده‌های برداشت‌شده ماهواره سری لندست از نظر ابرناکی و وجود گردوغبار مربوط به محدوده مورد نظر در طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸ با

FLAASH با الگوریتم Atmospheric Correction اصلاح و ذخیره‌سازی شد. همهٔ مراحل آماده‌سازی داده، ایجاد مجموعهٔ داده، طبقه‌بندی و تجزیه و تحلیل‌ها و استخراج نقشه‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزارهای ENVI® 5.3، ArcGIS® 10.5، Google Earth Pro انجام گرفت.

تفسیر چشمی کمتر از ۱۰ متر صورت پذیرفت. این تصاویر براساس سیستم تصویر جهانی WGS1984 و نقاط کنترل که در عرصه ثبت شده بود، با دقت آماری کمتر از تفکیک‌پذیری تصویر، زمین مرجع شدند. برای تصحیح رادیومتری و اتمسفری نیز باندهای طیفی و حرارتی با دستور Radiometric Correction

جدول ۱- اطلاعات باندها و توان تفکیک مکانی ماهوارهٔ لندست

لندست	سنجنده	باند استفاده‌شده	زمان (سال)	تفکیک مکانی (متر)	ردیف/گذر
۴	TM	۴، ۳، ۲، ۱	۱۳۶۸	۳۰	
۵	TM	۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۳۷۸ و ۱۳۸۸	۳۰	۱۶۳/۳۹
۸	OLI/TIRS	۱۰، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۳۹۸	۳۰	

نظارت‌شده حداکثر احتمال^۱ انجام گرفت.

مجموعهٔ دادهٔ ماهواره‌ای

استفاده از مجموعهٔ داده‌های حاصل از ترکیب باندها با تفکیک‌پذیری طیفی و مکانی مختلف، دقت نقشه‌های پوشش زمین تهیه‌شده را افزایش می‌دهد (Li et al., 2020). از آنجا که تصاویر مرئی به‌راحتی در دسترس‌اند و تفسیر آسانی دارند و نیز به‌دلیل جذب طول‌موج مادون قرمز آب و بازتاب قوی آن توسط پوشش گیاهی و خاک، این‌گونه تصاویر ترکیبی برای تفکیک انواع پوشش زمین بسیار کارآمدتر خواهد بود (Masria et al., 2015)؛ بنابراین، تهیهٔ نقشهٔ پوشش/کاربری اراضی با داده‌های ماهواره‌ای که ترکیبی از باندهای طیفی و باند حرارتی باشد دقت چشمگیری خواهد داشت. بدین منظور، با استفاده از دستور Layer Stacking در نرم‌افزار ENVI® 5.3 با فراخوانی باندهای اصلاح‌شده، مجموعه داده برای طبقه‌بندی ایجاد شد.

پردازش و طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای

با توجه به نوع داده ماهواره‌ای و تفکیک‌پذیری طیفی آن در این پژوهش، طبقه‌بندی پوشش/کاربری زمین به‌صورت پیکسل پایه و با استفاده از الگوریتم

روش تحلیل

- ارزیابی دقت

ارزیابی صحت طبقه‌بندی، فرایند درستی استخراج ویژگی مدنظر از تصاویر طبقه‌بندی‌شده است؛ به‌طوری که منابع احتمالی خطا را در یک تصویر طبقه‌بندی‌شده برجسته می‌کند و کیفیت اطلاعات به‌دست‌آمده از داده‌ها را افزایش می‌دهد. ضریب کاپا، سنجه‌ای است که دقت طبقه‌بندی را نشان می‌دهد. در واقع، ضریب کاپا، آماره‌ای است که تطابق نقطهٔ پیش‌بینی و واقعیت زمینی را می‌سنجد (Li et al., 2020). در این تحقیق، دقت طبقه‌بندی پوشش/کاربری زمین با استفاده از تحلیل ماتریس خطای مستخرج از مقایسهٔ داده‌های آموزشی (۷۰ درصد) با داده‌های واقعیت زمینی (حداقل ۳۰ درصد) حاصل از نقشهٔ کاربری اراضی ادارهٔ کل منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد مربوط به سال ۱۳۹۶ و مشاهدات تصاویر گوگل ارث طی زمان‌های مختلف، ارزیابی شد (جدول ۲). به‌منظور ارزیابی درستی انتخاب نمونه‌های آموزشی و واقعیت زمینی، تدقیق میدانی انجام گرفت؛ به این صورت که

برخی از نمونه‌های انتخابی از نقشه کاربری اراضی اداره منابع طبیعی و تصاویر گوگل ارث در طی بازدیدهای میدانی و ثبت موقعیت جغرافیایی نمونه‌ها با استفاده از GPS مطابقت داده شد. نمونه‌های آموزشی در این پژوهش به صورت پلی‌گون با مساحت‌های مختلف انتخاب شد.

جدول ۲- تعداد نمونه آموزشی برای طبقه‌بندی و صحت‌سنجی در هر یک از کاربری‌های مختلف

تعداد نمونه	تعریف کاربری	نوع کاربری	
		طبقه‌بندی	صحت‌سنجی
۴۸	اراضی کشت و زرع گیاهان علفی و بوته‌ای و درختان مثمر و میوه‌ای	کشاورزی	
۷۷	انواع ساخت‌وساز شهری و روستایی	ساختمان	
۳۴	صخره، بیرون‌زدگی سنگی، اراضی سنگی و ارتفاعات سنگلاخی	صخره	
۷۲	دیمزارهای کم‌بازده، اراضی رهاشده، اراضی با پوشش گیاهی بسیار کم	رهاشده	
۱۵۲	جنگل و پوشش درختی با تراکم متوسط، زیاد و خیلی زیاد	جنگل	
۱۸۲	مراتع، بیشه‌زارها، مراتع مشجر	مرتع	
۲۶	منابع آب سطحی شامل حوضچه‌ها، چشمه‌ها، مخازن سدها و رودخانه‌ها	رودخانه و پیکره آبی	

- پیش‌بینی تغییرات

برای پیش‌بینی و شبیه‌سازی بهتر تغییرات پوشش/کاربری اراضی محدوده از مدل سلول‌های خودکار مارکف استفاده شد. این مدل، تغییرات کاربری در مکانی مشخص را از دوره‌ای به دوره دیگر بیان می‌کند؛ به این صورت که ماتریس نقشه مربوط به دو دوره زمانی با یکدیگر مقایسه و ماتریس احتمال انتقال ارائه می‌شود؛ به طوری که براساس حداکثر احتمال پیش‌بینی می‌شود هر پیکسل در هر طبقه، با چه احتمالی در همان طبقه می‌ماند یا به طبقه دیگر تبدیل می‌شود. این مدل با استفاده از نرم‌افزار IDRISI TerrSet® 2019 اجرا و نقشه‌های پیش‌بینی مربوط به سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۴۰۸ تهیه شد.

نتایج

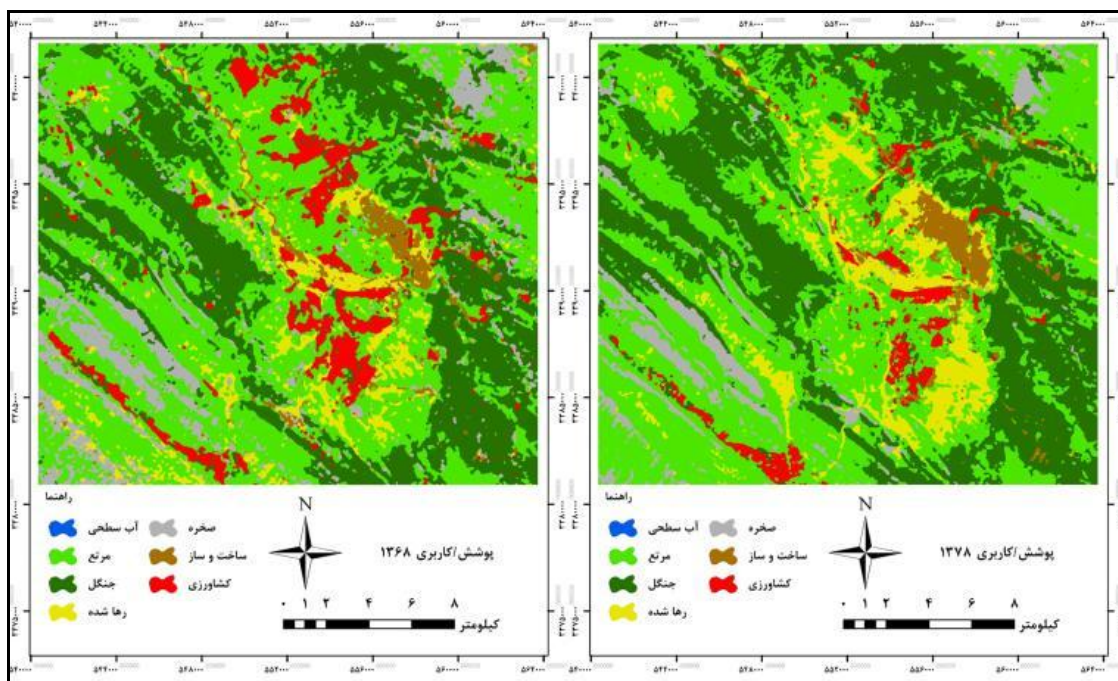
شکل‌های ۲ و ۳ نقشه پوشش/کاربری محدوده تحقیق را در طی دوره‌های ده‌ساله ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ نشان می‌دهد. مطابق جدول ۳، مساحت مرتع در سال ۱۳۶۸، ۲۲۰۸۷ هکتار بود که در سال ۱۳۹۸ به ۱۲۳۸۱ هکتار رسید. این موضوع،

بیانگر تخریب و تبدیل چشمگیر مراتع اطراف شهر یاسوج است؛ بیشترین تخریب بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ رخ داده است. مساحت جنگل نیز در سال ۱۳۶۸ با کاهش ۷۶۰ هکتاری، از ۱۶۰۹۵ هکتار به ۱۵۳۳۲ هکتار رسیده است؛ بیشترین تخریب جنگل نیز بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۸ به وقوع پیوسته است. سطح اراضی رهاشده، نواحی مسکونی و ساخت‌وساز به صورت متناظر معکوس با سطح مراتع و جنگل‌ها، افزایش یافته است، به طوری که بیشترین افزایش سطح این نواحی، با تخریب مرتع و جنگل همزمان بوده است. در این میان، پیکره‌های آب سطحی نیز از ۶۸ هکتار در سال ۱۳۶۸ به بیش از ۸۰۰ هکتار در سال ۱۳۹۸ رسیده است. دقت خوب الگوریتم طبقه‌بندی با مقدار ضریب کاپای ۰/۷۷، ۰/۹۱، ۰/۸۹ و ۰/۹ و درصد صحت کلی ۸۴/۴، ۹۳/۹، ۹۱/۹ و ۹۲/۵ درصد به ترتیب برای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ نشان از تفکیک و تشخیص مناسب و پذیرفتنی مدل طبقه‌بندی دارد.

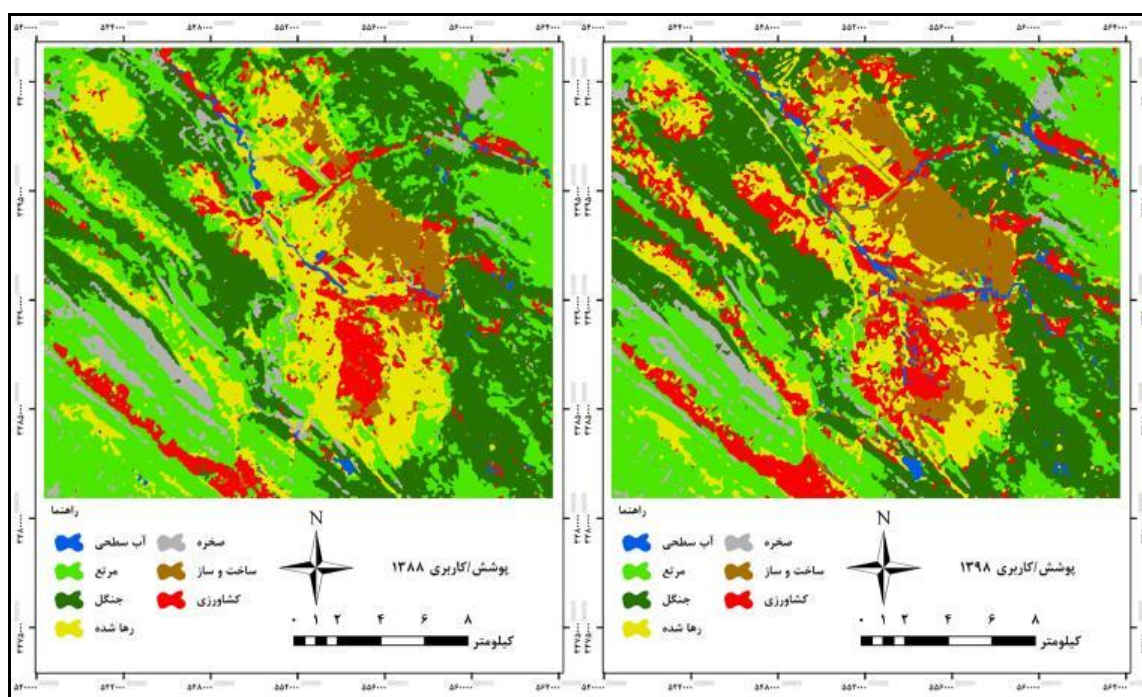
در شکل ۴ نقشه تغییر پوشش/کاربری اراضی طی دوره‌های ده‌ساله ۱۳۶۸-۱۳۷۸، ۱۳۶۸-۱۳۷۸ و ۱۳۷۸-۱۳۸۸

شکل ۵، بیشترین درصد افزایش و کاهش سطح طی دوره سی‌ساله، به ترتیب مربوط به ساخت‌وساز، رهاشده، پیکره آبی، جنگل و مرتع است.

۱۳۸۸-۱۳۹۸ نشان داده شده است و می‌توان سطوح کاهشی، افزایشی یا بدون تغییر سطح پوشش/کاربری محدوده را مشاهده کرد؛ به‌طور کلی، همه پوشش/کاربری‌ها دستخوش تغییر بوده‌اند. مطابق



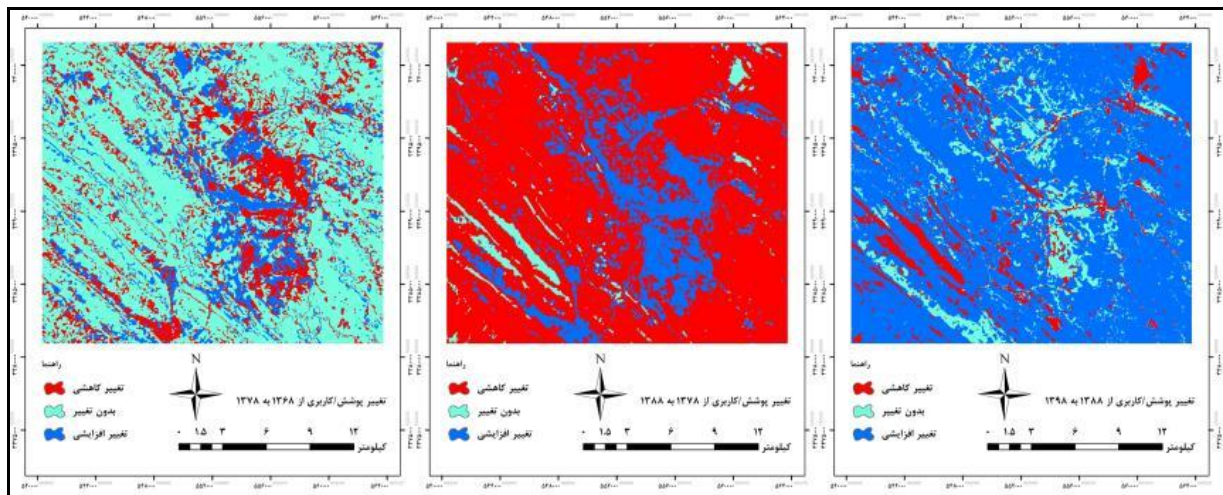
شکل ۲- نقشه پوشش/کاربری اراضی محدوده تحقیق در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۷۸



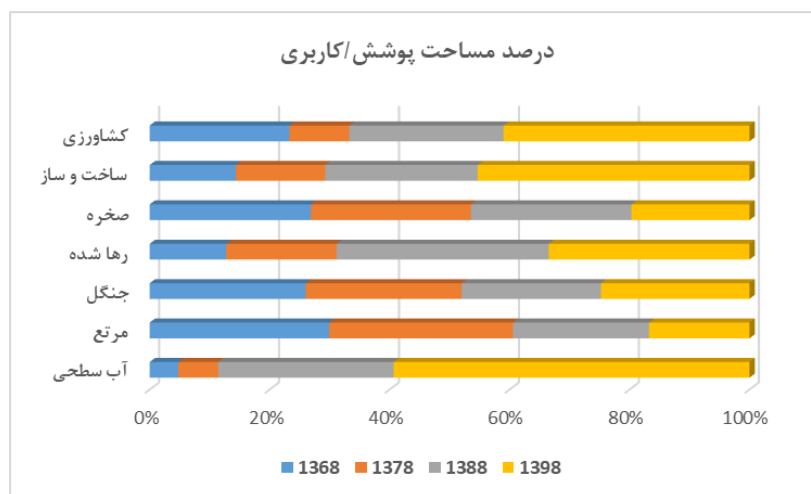
شکل ۳- نقشه پوشش/کاربری اراضی محدوده تحقیق در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸

جدول ۳- مساحت پوشش/کاربری‌های مختلف در طی دوره‌های ده‌ساله

مساحت (هکتار)				پوشش/کاربری
۱۳۹۸	۱۳۸۸	۱۳۷۸	۱۳۶۸	
۸۴۶	۴۱۷	۹۵	۶۸	آب سطحی
۱۲۳۸۱	۱۶۷۲۸	۲۲۶۳۴	۲۲۰۸۷	مرتع
۱۵۳۳۲	۱۴۳۷۷	۱۶۰۹۰	۱۶۰۹۵	جنگل
۷۶۸۳	۸۱۲۷	۴۲۲۱	۲۹۲۸	رهاشده
۱۸۵۵	۲۵۲۳	۲۵۱۸	۲۵۳۵	صخره
۴۱۱۲	۲۳۰۷	۱۳۵۲	۱۳۰۲	ساخت‌وساز
۶۰۸۸	۳۸۱۸	۱۴۸۲	۳۴۵۷	کشاورزی
۰/۹	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۷۷	ضریب کاپا
۹۲/۵	۹۱/۹	۹۳/۹	۸۴/۴	صحت کلی (%)



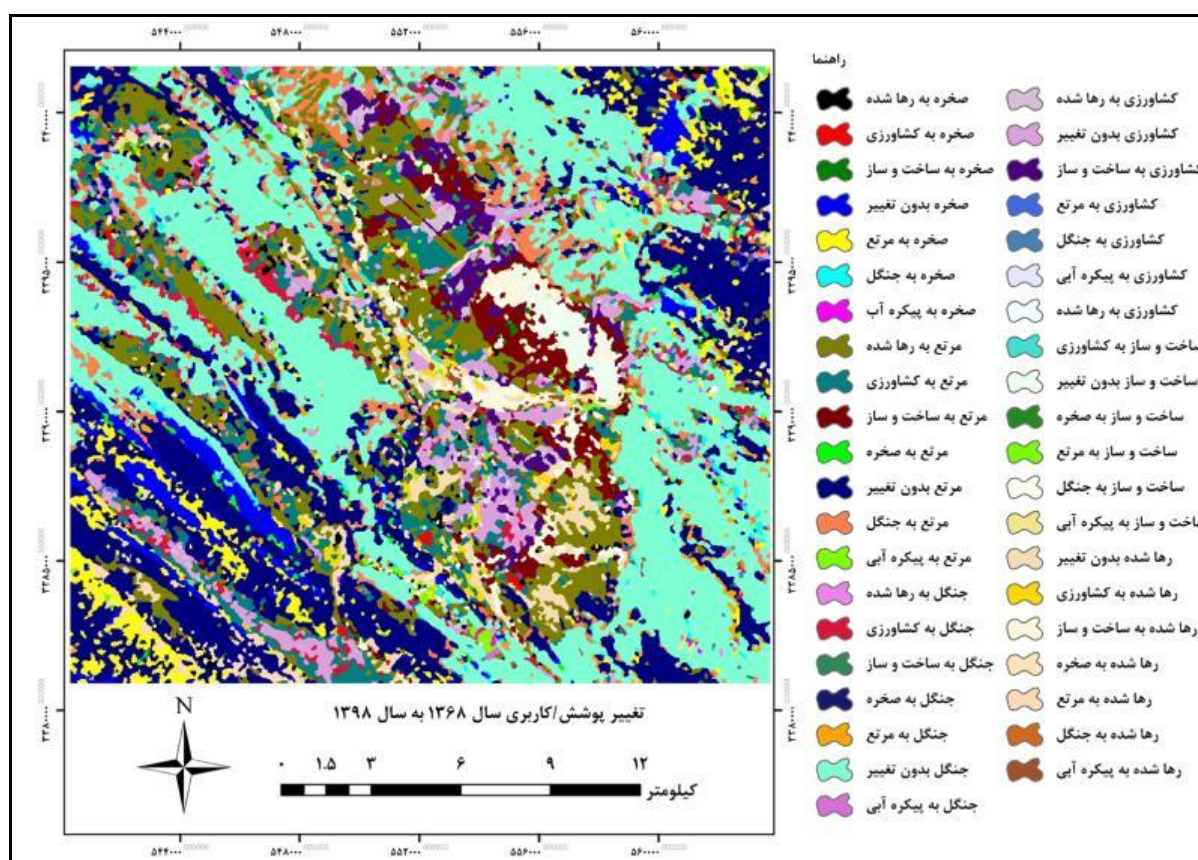
شکل ۴- نقشه تغییر پوشش/کاربری اراضی طی دوره‌های ده‌ساله ۱۳۶۸-۱۳۷۸، ۱۳۷۸-۱۳۸۸ و ۱۳۸۸-۱۳۹۸



شکل ۵- نمودار درصد مساحت پوشش/کاربری محدوده تحقیق و روند تغییر آن در طی دوره‌های ده‌ساله

طبیعی سرزمینی دارد، به طوری که منابع طبیعی به پوشش‌های انسان‌ساز تبدیل شده است.

شکل ۶ نشان‌دهنده تغییر پوشش/کاربری‌های مختلف به یکدیگر است که حکایت از تخریب پوشش

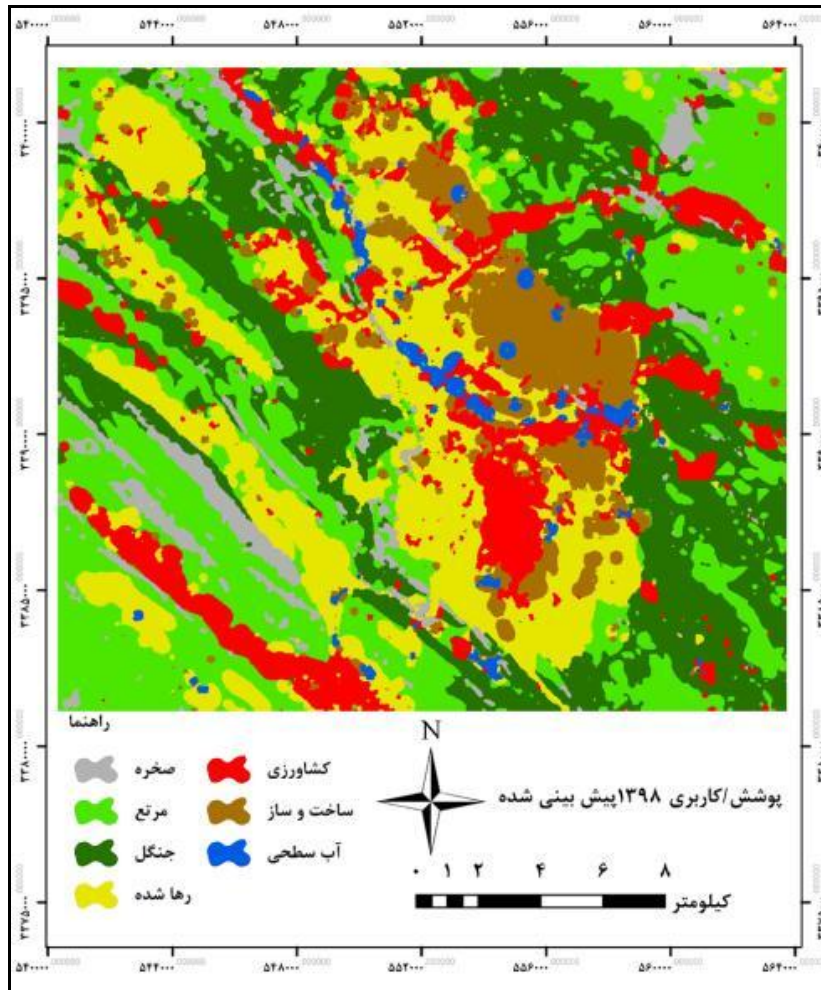


شکل ۶- نقشه تغییرات پوشش/کاربری محدوده تحقیق در طی دوره سی ساله (۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸)

برمبنای میزان و نحوه تغییرات پوشش/کاربری دوره ۱۳۸۸-۱۳۹۸ با استفاده از الگوریتم سلول‌های خودکار مارکف تهیه شد (شکل ۸).

مطابق نمودار مقایسه‌ای تغییرات پوشش/کاربری سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۴۰۸ (شکل ۹)، روند تخریب و تغییر پوشش مرتعی و جنگلی طی ۱۰ سال آینده همچنان ادامه خواهد داشت و بر سطح اراضی کشاورزی و ساخت‌وساز افزوده خواهد شد.

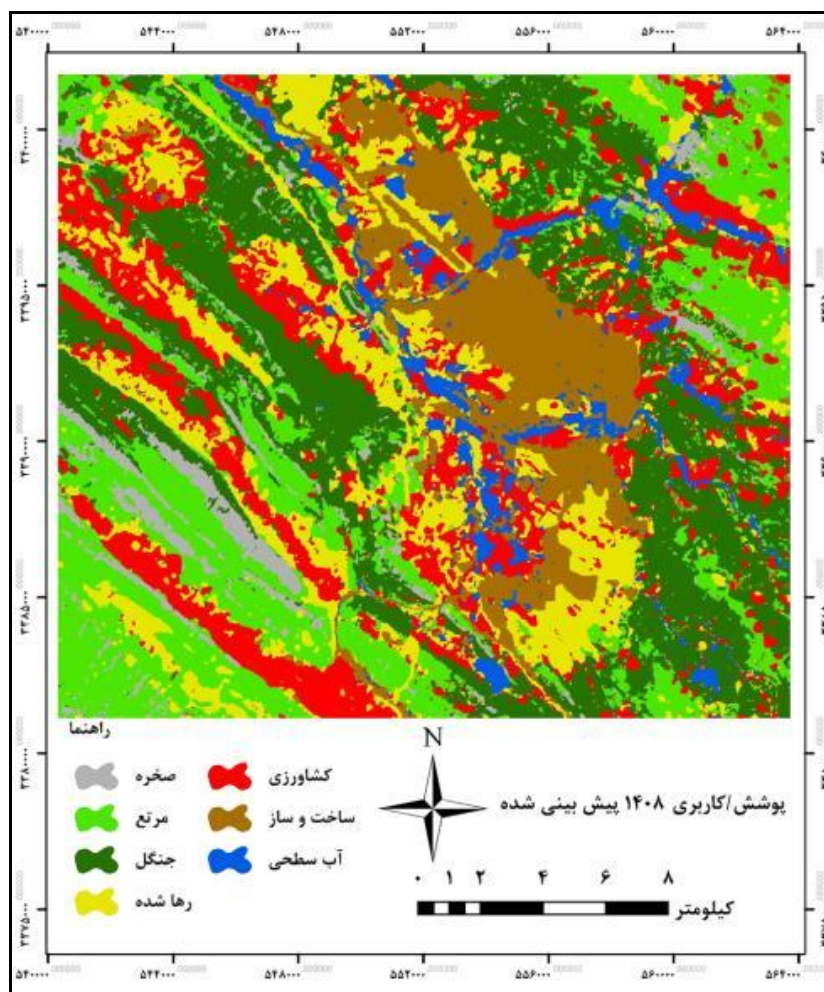
شکل ۷ نقشه پیش‌بینی پوشش/کاربری سال ۱۳۹۸ محدوده تحقیق را با استفاده از الگوریتم سلول‌های خودکار مارکف نشان می‌دهد. ضریب کاپای حاصل از مقایسه این شکل با نقشه واقعیت پوشش/کاربری سال ۱۳۹۸ تهیه شده با استفاده از داده‌های لندست (شکل ۳)، ۰/۶۴ است که نشان می‌دهد مدل استفاده شده، دقت پیش‌بینی قابل قبولی دارد (جدول ۴). از این رو، نقشه پیش‌بینی سال ۱۴۰۸



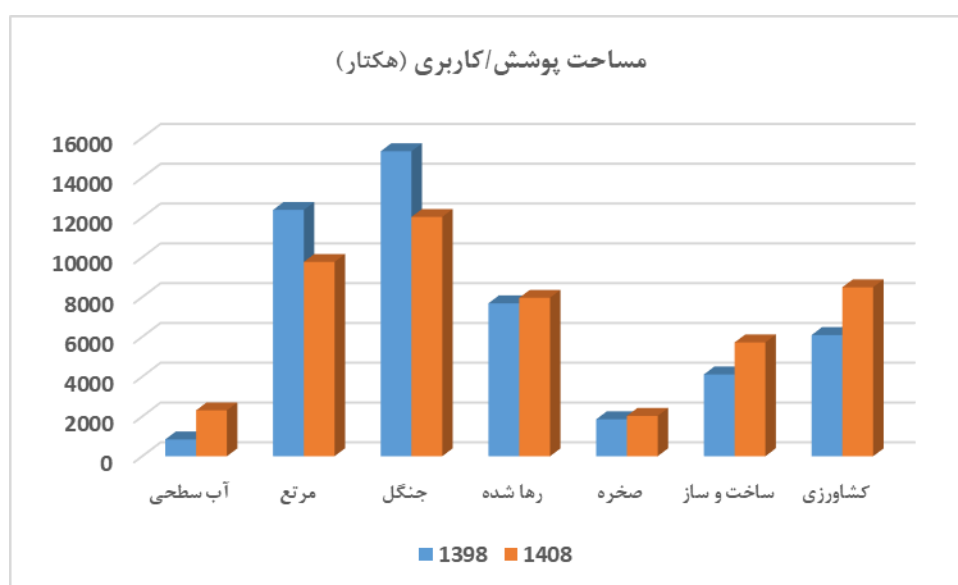
شکل ۷- نقشه پیش‌بینی پوشش/کاربری سال ۱۳۹۸ محدوده تحقیق با استفاده از الگوریتم سلول‌های خودکار مارکف

جدول ۴- ماتریس درصد احتمال انتقال پوشش/کاربری سال ۱۳۸۸ به سال ۱۳۹۸

کاربری	آب سطحی	مرتع	جنگل	رهاشده	صخره	ساخت‌وساز	کشاورزی	ضریب کاپا
آب سطحی	۴۹	۳	۰/۵	۱۶	۰/۵	۲۷	۴	
مرتع	۱	۵۰	۱۱	۱۸	۵	۲	۱۳	
جنگل	۲	۱۰	۷۰	۴	۳	۰/۳	۱۳	
رهاشده	۵	۱۲	۰/۴	۴۴/۴	۰/۲	۲۰	۱۸	۰/۶۴
صخره	۱	۲۹	۱۳	۰/۵	۴۹/۵	۱	۱	
ساخت‌وساز	۷/۶	۱	۰/۲	۱۰	۰/۲	۷۳	۸	
کشاورزی	۱۳	۵	۷	۱۵	۰/۲	۱۰	۴۹/۸	



شکل ۸- نقشه پیش‌بینی پوشش/کاربری سال ۱۴۰۸ محدوده تحقیق با استفاده از الگوریتم سلول‌های خودکار مارکف



شکل ۹- نمودار مقایسه‌ای تغییرات پوشش/کاربری سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۴۰۸

بحث

شهر یاسوج از جدیدترین شهرهای ایران قلمداد می‌شود که جمعیت و ساخت‌وساز شهر و حومه آن رشد چشمگیری داشته است؛ به طوری که افرادی که بیش از ۳۰ سال سن دارند، به راحتی تغییر و به عبارت دیگر تخریب عرصه‌های طبیعی اطراف آن را احساس می‌کنند. این پژوهش با هدف بررسی چگونگی تغییر پوشش/کاربری اراضی شهر یاسوج و اطراف آن در طی دوره سی‌ساله و پیش‌بینی روند ده سال آینده آن انجام گرفت. بدین منظور، داده‌های لندست ۵ و ۸ مربوط به یک ماه معین (مرداد) در طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸ بررسی شد و با توجه به کیفیت داده‌برداری سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ مدنظر قرار گرفت. با توجه به بررسی دوره‌های ده‌ساله تغییرات، پیش‌بینی آینده تغییرات محدوده تحت بررسی نیز به صورت ده‌ساله و برای سال ۱۴۰۸ انجام گرفت. نتایج نشان داد که پوشش‌های جنگلی و مرتعی جای خود را به نواحی مسکونی و ساخت‌وساز و اراضی رها شده داده است؛ در واقع، همه پوشش/کاربری محدوده تحت بررسی دستخوش تغییر بوده است، به طوری که سیمای طبیعی، تخریب شده و پوشش‌ها و کاربری‌های انسان‌ساز توسعه یافته است. با این وضعیت، روند تخریبی - تبدیلی برای آینده نیز پیش‌بینی می‌شود. سطح پیکره‌های آبی نیز افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد که دلیل آن را می‌توان نیاز شدید جمعیتی به تأمین آب و در نتیجه تأسیس سامانه‌های ذخیره سطحی آب دانست. در این میان، ایجاد و راه‌اندازی سامانه‌های تصفیه فاضلاب و افزایش تعداد مزارع پرورش ماهی نیز تأثیرگذار بوده است.

عوامل اساسی تخریب و در نتیجه، تبدیل را می‌توان در افزایش جمعیت شهری و رشد شهرنشینی جست‌وجو کرد؛ به طوری که تنها در مدت ۵ سال، جمعیت شهر از ۱۰۸ هزار نفر در سال ۱۳۹۰ به بیش از ۱۳۴ هزار نفر در سال ۱۳۹۸ رسیده است. بدیهی

است که این افزایش جمعیت، نیازمند محل سکونت و ارائه خدمات شهری بیشتر خواهد بود. از این‌رو، با افزایش ارزش زمین‌های اطراف نواحی شهری به‌منظور افزایش سطح محل سکونت، در ابتدا زمین‌های کشاورزی اطراف شهر با تغییر کاربری به نواحی مسکونی تبدیل می‌شوند. در ادامه این روند و با کاهش سطح زمین‌های کشاورزی از یک طرف و افزایش نیاز جمعیت شهری به فراورده‌های کشاورزی و غذایی از طرف دیگر، تمایل به تخریب مراتع و جنگل‌های اطراف نواحی مسکونی و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی و ساخت‌وساز به‌شدت افزایش می‌یابد، به طوری که در حدود نیمی از مراتع اطراف شهر یاسوج طی دوره سی‌ساله کاهش یافته است. این نتایج با یافته‌های بسیاری از محققان مانند Twisa & Chowdhury et al. (2020) و Buchroithner (2019) همخوانی دارد.

عامل رشد نواحی شهری، افزایش جمعیت ناشی از مهاجرت است؛ با وجود این، بسیاری از عوامل دیگر مانند انتظار بهبود سطح زندگی با توسعه اقتصادی و درآمد بیشتر، تقاضای فضاهای بزرگ‌تر برای زندگی، نبود جذابیت در مرکز شهر به دلیل عبور و مرور زیاد و تفرجگاه‌های اجتماعی و تقاضای زیاد برای داشتن خانه دوم تابستانی یا ویلا موجب گسترش نواحی شهری شده است (Ozturk, 2015). این گسترش تأثیر مخرب چشمگیری بر منابع طبیعی خواهد داشت. برای نمونه، سدسازی به‌عنوان دخالت انسانی در حوضه دریاچه ارومیه، تغییرات کاربری اراضی را متأثر کرده و سطح پیکره آبی (دریاچه) را به‌شدت کاهش داده است (Abdollahi et al., 2017). در واقع، مهم‌ترین تأثیر اکولوژیک شهرنشینی و افزایش سطح نواحی شهری، تخریب منابع طبیعی و تجاوز به حریم محیط زیست طبیعی است. شهر یاسوج به‌عنوان پایتخت طبیعت از این قاعده جدا نیست و متأسفانه به‌شدت دستخوش تخریب-تغییر پوشش‌های طبیعی به‌ویژه جنگل و مرتع بوده است. به عبارت دیگر، رشد

شهری و حتی روستایی خواهیم بود. هدف اصلی این پژوهش، به صدا درآوردن زنگ خطری هرچند کوچک، بوده است. امید است مسئولان، برنامه‌ریزان و دلسوزان عرصه‌های طبیعی و محیط زیست از این مهم آگاهی دقیق‌تری یابند و در جهت حفاظت از منابع طبیعی و محیط زیست منطقه بیش از پیش همت گمارند.

جمعیت موجب افزایش سطح کشاورزی شده و بخش‌های زیادی از پوشش جنگلی و مرتعی را منقطع کرده است؛ این نتایج با Barati et al. (2015) مطابقت دارد. چنانچه این روند فزاینده شهرنشینی و در نتیجه تخریب پوشش طبیعی کاهش نیابد یا کنترل نشود، در آینده نه‌چندان دور، شاهد نابودی هرچه بیشتر منابع طبیعی اطراف نواحی مسکونی

References

- Abdollahi, A., Jahani, A., Rayegani, B., & Mohammadi Fazel, A. (2017). Impact Assessment of Dam Construction on Land Use Changes in the Western and Southern Catchments of Lake Urmia Using Satellite Images. *Environmental Researches*, 8(15), 39-50.
- Arsanjani, J.J., Helbich, M., Kainz, W., & Boloorani, A.D. (2013). Integration of logistic regression, markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 265-275.
- Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2008). *Principles of Soil Conservation and Management* (p. 617). New York: Springer.
- Barati, B., Jahani, A., Zebardast, L., & Rayegani, B. (2017). Integration assessment of the protected areas using landscape ecological approach (Case Study: Kolah Ghazy National Park and Wildlife Refuge). *Journal of Town and Country Planning*, 9(1), 153-168.
- Chowdhury, M., Emran Hasan. M., & Abdullah-Al-Mamun, M.M. (2020). Land use/land cover change assessment of Halda watershed using remote sensing and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 23, 63-75.
- Deng, J., Wang, K., Li, J., Feng, X., & Huang, J. (2005). Integration of SPOT-5 and ETM+ images to Detect Land Cover Change in Urban Environment. *Proceedings of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 25-29.
- Elagouz, M.H., Abou-Shleel, S.M., Belal, A.A., & El-Mohandes, M.A.O. (2020). Detection of land use/cover change in Egyptian Nile Delta using remote sensing. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 23, 57-62.
- Halmy, M.W., Gessler, P.E., & Hicke, J.A., & Salem, B.B. (2015). Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA. *Applied Geography*, 63, 101-112.
- Khalil, A.A., Essa, Y.H., & Hasaeen, M.K. (2014). Monitoring agricultural land degradation in Egypt using MODIS NDVI satellite images. *Nature and Science*, 12(8), 15-21.
- Li, W., Dong, R., Fu, H., Wang, J., Yu, L., & Gong, P. (2020). Integrating Google Earth imagery with Landsat data to improve 30-m resolution land cover mapping. *Remote Sensing of Environment*, 237, 1-16.
- Lu, D., & Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 823-870.
- Masria, A., Nadaoka, K., Negm, A., & Iskandar, M. (2015). Detection of Shoreline and Land Cover Changes around Rosetta Promontory, Egypt, Based on Remote Sensing Analysis. *Land*, 4, 216-230.

- Mazouji, M., Mohammadi Samani, K., & Hosseini, V. (2020). The variation in density and biomass of earthworms with physical and chemical properties of soil after forest land-use change. *Iranian Journal of Forest*, 12(2), 203-218.
- Ozturk, D. (2015). Urban growth simulation of Atakum (Samsun, Turkey) using cellular automata-markov chain and multi-layer perceptron-markov chain models. *Remote Sensing*, 7, 5918-5950.
- Pine, J.C. (2008). *Natural Hazards Analysis: Reducing the Impact of Disasters*. Florida: CRC Press.
- Rasouli-Sadaghiani, M.H., Karimi, S., Khodaverdiloo, H., Barin, M., & Banj-Shafiei, A. (2016). Impact of forest ecosystem land use on soil physico-chemical and biological indices. *Iranian Journal of Forest*, 8(2), 167-178.
- Rayegani, B., Jahani, A., Satari Rad, A., & Shoghi, N. (2019). Predicting of Land Use Changes for 2030 Using Remote Sensing and Landsat Multi-Temporal Images (Case study: Mashhad). *Journal of Town and Country Planning*, 10(2), 249-269.
- Shalaby, A. (2012). Assessment of urban sprawl impact on the agricultural land in the Nile Delta of Egypt using remote sensing and digital soil map. *International Journal of Environmental Sciences*, 1(4), 253-262.
- Turner, B.L., Lambin, E.F., & Reenberg, A., (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *PNAS*, 104, 20666-20671.
- Twisa, S., & Buchroithner, M.F. (2019). Land-Use and Land-Cover (LULC) Change Detection in Wami River Basin, Tanzania. *Land*, 136(8), 1-15.
- USGS. (2019). *Pages dedicated to Landsat missions*. Calibration Notices of December 29, 2019—Landsat 8 Reprocessing to Begin February, 3, 2014.
- Vafaei, S., Darvishsefat, A.A., & Pir Bavaghar, M. (2013). Monitoring and predicting land use changes using LCM module (Case study: Marivan region). *Iranian Journal of Forest*, 5(3), 323-336.
- Weng, Q. (2002). Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management*, 64, 273-284.
- Zang, S., Wu, C., Liu, H., & Na, X. (2011). Impact of urbanization on natural ecosystem service values: A comparative study. *Environmental Monitoring and Assessment*, 179, 575-588.



Research Article

Monitoring, forecasting and analyzing the trend of 40 years of land cover/land use change around Yasouj city

M. Farzin^{1*} and M. Khazaei²

¹Assistant Prof., Department of Forest, Rangeland and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Yasouj University, Yasouj, I. R. Iran

²Assistant Prof., Department of Forests, Rangelands and Watershed Management, Kohgiluyeh & Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Yasouj, Iran

(Received: 2 July 2020, Accepted: 3 October 2020)

Abstract

The aim of this study was to determine, analyze and predict changes in LC/LU and the destruction trend of natural resources due to the growth of urbanization around Yasouj city. For this purpose, first, Landsat 5 and 8 satellite data were downloaded in August 1989, 1999, 2009 and 2009 from the Geological Survey of the United States. With performing the required radiometric and atmospheric corrections, the data layers were prepared. After, by creating a data set, the land cover/land use classification maps were prepared. Then, the coverage / user map in 1408 was predicted and prepared using the Markov automatic cell model. The results showed that the area of the range and forest in 1989 and 2019 has decreased from 22087 to 12381 and 16095 to 15332 hectares, respectively. The highest destruction of ranges and forests occurred between 1999 and 2009, and in contrast, the area of follow, residential, and construction areas has increased. The kappa coefficient and overall accuracy percentage values of the likelihood classification algorithm (0.77, 0.91, 0.89 and 0.9, and 84.4, 93.9, 91.9 and 92.5 percent, in 1989, 1999, 2009, and 2019, respectively) show that the classification model is appropriate to determine the classes. Based on the prediction map in 2029 using Markov's Cellular Automata algorithm, the process of destroying and altering range and forest will continue over the next 10 years and agricultural and construction areas will be increasing in future.

Keywords: Land degradation, Land use classification, Landsat, Markov automatic cells model.

