

شبیه‌سازی آینده تغییرات مکانی و زمانی کاربری و پوشش اراضی در مناطق خشک (مطالعه موردی: دشت میناب)

حامد اسکندری دامنه^۱، غلامرضا زهتابیان^۲، حسن خسروی^{۳*}، حسین آذرنیوند^۴ و علی‌اکبر براتی^۵

۱- دانشجوی دکترای بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۲- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- نویسنده مسئول، دانشیار، استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

پست الکترونیک: hakhosravi@ut.ac.ir

۴- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران

۵- استادیار، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۰۹

چکیده

در این تحقیق به شبیه‌سازی کاربری‌های موجود در دشت میناب با استفاده از روش ترکیبی CA-Markov پرداخته شد. بدین منظور نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال تولید گردید و بعد از ارزیابی مدل، نقشه کاربری برای سال ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ با استفاده از روش ترکیبی CA-Markov پیش‌بینی شد. تجزیه و تحلیل الگوهای تغییرات کاربری در دشت میناب نشان داد که در طول دوره آماری ۱۳۷۹-۱۳۹۹ در سطح کاربری‌های این منطقه تغییرات چشمگیری رخ داده است. به طوری که در طول این دوره ۲۰ ساله مساحت کاربری‌های کشاورزی، مناطق شهری و انسان‌ساخت، شوره‌زار و مراتع و اراضی بایر به ترتیب از ۳۸/۹۱، ۲۵/۹۹، ۲۰/۰۹ و ۱۵ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۴۰/۷۵، ۴۰/۰۲، ۱۲/۴۴ و ۶/۸۰ درصد در سال ۱۳۹۹ رسیده است. ارزیابی مدل با استفاده از شاخص کاپای بالای ۹۰٪ نشان‌دهنده دقت بالای مدل برای پیش‌بینی کاربری‌هاست. پیش‌بینی تغییرات در سال ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ نشان می‌دهد که کاربری زمین‌های کشاورزی و مناطق شهری و انسان‌ساخت به ترتیب با میزان ۰/۰۵ و ۰/۳۹ درصد در حال افزایش می‌باشند که از سمت شرق دشت به سمت غرب آن در حال پیشروی هستند؛ این در حالی است که کاربری‌های شوره‌زار، مراتع و اراضی بایر در مجموع با میزان ۰/۴۴ درصد در حال کاهش است که این کاهش بیشتر در سمت غرب و شمال‌غرب این دشت قابل رؤیت است. در پایان از مهمترین راهکارهای اجرایی برنامه‌ریزان و مسئولان برای جلوگیری از تغییر کاربری و در نهایت تخریب اراضی در این منطقه، می‌توان به اصلاح الگوی کشت، روش‌های نوین آبیاری، تغذیه بستر این دشت و حفظ و احیای پوشش گیاهی بومی اشاره نمود.

واژه‌های کلیدی: دشت میناب، پیش‌بینی، کاربری اراضی، ضریب کاپا، سلول خودکار-زنجیره مارکوف.

مقدمه

مناطق مختلف شده است (Khenamani et al., 2019;)

افزایش جمعیت و تأمین مسکن و غذا برای این جمعیت در حال رشد، باعث تبدیل و تغییر در کاربری‌های اراضی در

مناطق مختلف شده است (Shirazi and Kazmi, 2020). تغییر و تحول رخ داده در کاربری و استفاده از زمین، اثرهای زیادی در اکوسیستم‌های

با تخمین مکانی و زمانی داده‌ها روند تغییرات اراضی را ثبت و نتایج بهتر و دقیق‌تری را ارائه خواهند داد (Guan *et al.*, 2011). در سطح جهانی و ملی در زمینه استفاده از این روش برای بررسی تغییرات کاربری اراضی اکوسیستم‌ها و پیش‌بینی روند آنها در دوره‌های آینده تحقیقات متعددی انجام شده است که در زیر به تعدادی از آنها در داخل و خارج از کشور می‌توان اشاره کرد. Akbari و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و شبیه‌سازی رشد و توسعه شهری با استفاده از سلول‌های خودکار-زنجیره مارکوف در فاصله زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ در شهرستان رشت پرداختند. نتایج بدست‌آمده در تحقیق آنها نشان می‌دهد که تغییرات مساحت در اراضی شهری، شالیزار و جنگل به ترتیب به میزان $۹۰۴۱/۸۷$ ، $۷۸۴۱/۰۳$ و $۵۵/۷۸$ هکتار بوده که میزان آن در شهر رشت مثبت و در شالیزار جنگل منفی می‌باشد و نقشه پیش‌بینی سال ۲۰۲۷ با روش CA-Markov نیز مؤید افزایش قابل توجه کاربری شهری به مقدار $۱۴۱۰۵/۰۴$ هکتار در سال‌های آینده در منطقه مورد مطالعه آنهاست. Eskandari Damaneh و همکاران (۲۰۲۰a) در بررسی مدل‌سازی تغییرات مکانی و زمانی کاربری و پوشش اراضی حوضه دریاچه ارومیه با استفاده از ترکیب سلول خودکار و زنجیره مارکوف به این نتیجه رسیدند که بین سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ کاربری زمین‌های کشاورزی و اراضی شهری - انسان ساخت به ترتیب افزایش $۳/۳۱$ و $۲/۷۴$ درصدی داشته‌اند. اما پهنه‌های آبی و سایر کاربری‌ها به ترتیب $۶/۸۷$ ٪ و $۰/۷۱$ ٪ کاهش نشان داده است. نتایج شبیه‌سازی برای سال ۱۴۰۷ و ۱۴۱۷ در تحقیق آنها نشان داد که کاربری‌های زمین‌های کشاورزی و مناطق شهری انسان ساخت نسبت به سال ۱۳۷۷ به ترتیب $۱۲/۴۰$ ٪ و $۳۶/۴۷۶$ ٪ افزایش داشته است، این در حالی است که پهنه‌های آبی و سایر کاربری‌ها در این بازه به ترتیب $۲۶/۶۷$ ٪ و $۵/۸$ و $۵/۸$ ٪ کاهش نشان داده‌اند. Hamad و همکاران (۲۰۱۸) به پیش‌بینی کاربری و پوشش اراضی با استفاده از سلول خودکار-زنجیره مارکوف در منطقه (Halgurd-Sakran) پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد

مختلف از جمله مناطق خشک و نیمه‌خشک برجای می‌گذارد (Eskandari Damaneh *et al.*, 2018). از جمله این اثرها در این مناطق می‌توان به تغییر رژیم دمای محلی و منطقه‌ای، افزایش مقدار تشعشع خورشید و انتشار گازهای گلخانه‌ای (Gondwe *et al.*, 2018; Bazgir *et al.*, 2020)، از بین رفتن تنوع زیستی (Bagheri *et al.*, 2016; Amini *et al.*, 2020; Hosseini *et al.*, 2020)، کاهش کمیت و کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی (Eskandari Damaneh *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2008; Reis, 2008) و برهم زدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Molaei *et al.*, 2020) اشاره کرد. برنامه‌ریزی برای حفاظت و توسعه این مناطق، به پایش تغییرات آنها در طول زمان نیازمند است، به طوری که این پایش تغییرات کاربری اراضی در این اکوسیستم‌ها منجر به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط‌زیست می‌شود (Du *et al.*, 2014). این مسئله در مورد دشت‌ها با توجه به تغییرات مداوم آنها برای کاربری‌های متعدد دارای اهمیت به‌سزایی است. یکی از فنون نو و کارآمد در زمینه پایش تغییرات کاربری اکوسیستم‌ها استفاده از تکنیک سنجش از راه دور است (Chowdhury *et al.*, 2020)، به طوری که داده‌های سنجش از دوری اطلاعات به‌روزی از پوشش و کاربری اراضی را در اختیار پژوهشگران قرار می‌دهد (Ahmadaali *et al.*, 2021) و در تحلیل و شبیه‌سازی مکانی تغییرات اراضی در بازه زمانی مختلف بسیار مفید می‌باشد (Belete *et al.*, 2020). این داده‌ها در مقایسه با روش‌های سنتی، مقادیر بیشتری از اطلاعات کاربری اراضی را در یک مکان جغرافیایی فراهم می‌کنند که از نظر زمان و هزینه در مقیاس منطقه‌ای مقرون به صرفه است (Kaei *et al.*, 2017; yuan *et al.*, 2018; Islam *et al.*, 2018). از جمله مدل‌ها و روش‌های سنجش از دوری که برای بررسی روند تغییرات اراضی و پیش‌بینی آنها استفاده می‌شود به روش ترکیبی سلول خودکار-زنجیره مارکوف می‌توان اشاره نمود (Aburas *et al.*, 2016). این روش نتایج واقع‌بینانه‌ای را در مقایسه با روش‌های دیگر سنجش از دوری نشان می‌دهد و

که این مهم، نیازمند آگاهی از روند آینده تغییرات کاربری در این دشت است. بنابراین در این پژوهش با استفاده از تکنیک سنجش از دور به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی دشت میناب در دوره‌های مختلف و آینده پرداخته می‌شود تا مشخص گردد که روند تأثیر عوامل انسانی در ارتباط با روند تغییر کاربری دشت میناب به چه صورت بوده است و در آینده به چه سمتی سوق پیدا خواهد نمود که در این زمینه پژوهشی در این منطقه تاکنون انجام نشده است و این تحقیق برای اولین بار به این موضوع می‌پردازد.

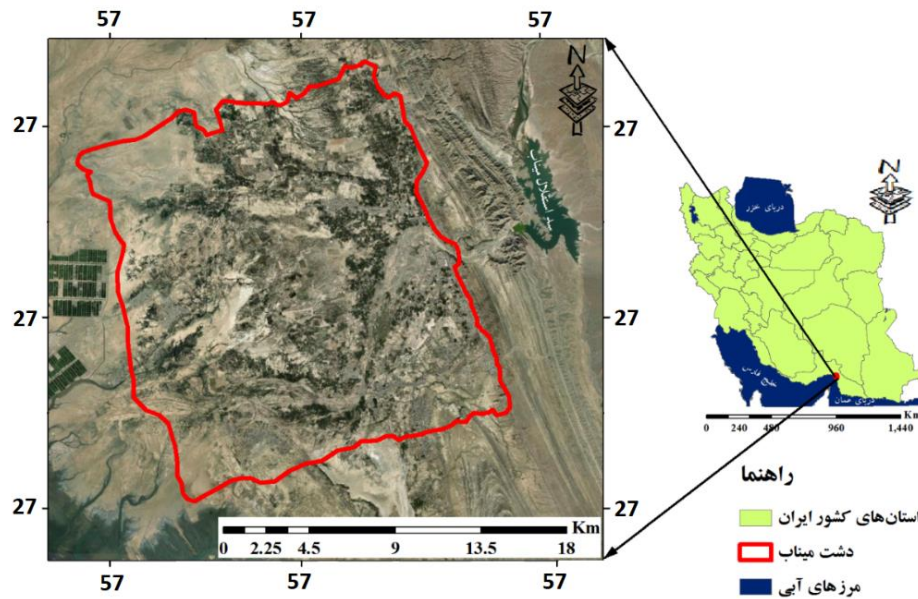
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

دشت میناب در حدفاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است. این دشت طبق ایستگاه سینوپتیک میناب طی بازه زمانی (۱۹۸۲-۲۰۱۷) دارای متوسط دمای هوای سالانه ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد با میانگین رطوبت نسبی بیش از ۶۸ درصد است. میانگین نزولات سالیانه در این منطقه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر با پراکنش زمانی و مکانی هماهنگ و اغلب به صورت رگبارهای شدید به همراه سیلاب‌های مخرب و زودگذر است که براساس روش طبقه‌بندی دومارتن در اقلیم خشک قرار می‌گیرد. با توجه به مشخصات اقلیمی و استقرار دشت میناب در منطقه ذکرشده حاره‌ای، گرمی هوا مهمترین پدیده مشهود اقلیمی آن است. این منطقه از مناطق گرم و خشک ایران است و اقلیم آن تحت تأثیر آب و هوای نیمه‌بیابانی و بیابانی قرار دارد. از ویژگی‌های آب و هوایی این منطقه، یک فصل طولانی گرم و یک فصل کوتاه خنک است. فصل گرم همراه با هوای شرجی ۹ ماه طول می‌کشد. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

در دوره (۲۰۰۳-۲۰۲۳) سطح اراضی بایر از ۲۶۹/۸۱ کیلومترمربع به ۱۶۲/۴۶ کیلومترمربع؛ کاربری چراگاه از ۱۳۵/۵۳ کیلومترمربع به ۱۳۳/۱۹ کیلومترمربع، سطح اراضی کشاورزی از ۱۸/۵۸ کیلومترمربع به ۲۳/۹۷ و سطح اراضی جنگلی از ۲۲/۹۸ به ۲۷/۲۸ کیلومترمربع می‌رسد. Karimi و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل مکانی، تغییرات LULC را در شهرستان روانسر از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار دارند. سپس از مدل CA-Markov برای شبیه‌سازی تغییرات الگوی مکانی LULC تا سال ۲۰۳۰ استفاده نمودند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۵، این منطقه شاهد افزایش محسوسی در مناطق اراضی شهری و کشاورزی (اعم از آبی و دیم) بوده است که منجر به کاهش مراتع و زمین‌های بایر شده است. نقشه شبیه‌سازی شده LULC نشان داد که این روند به دلیل شهرنشینی و توسعه بیشتر اراضی کشاورزی ادامه خواهد یافت. Zhou و همکاران (۲۰۲۰) به شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل CA-Markov در شانگ‌های چین پرداختند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که وسعت اراضی شهری در این منطقه در سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۳۰ به اندازه ۱۵۷/۷۹ کیلومترمربع افزایش پیدا خواهد کرد که می‌تواند عوارض زیست محیطی در این منطقه برجای بگذارد.

با توجه به مطالبی که یاد شد، ضرورت انجام یک پژوهش که به اثر فعالیت‌های انسانی بر روند تغییر کاربری اراضی دشت‌ها و همچنین پیش‌بینی روند تغییرات کاربری آنها در دوره آینده بپردازد، پیش از پیش احساس می‌گردد. از سوی دیگر دشت میناب به دلیل موقعیت راهبردی که در جنوب ایران دارد در سال‌های اخیر به دلیل احداث سد در بالادست آن و همچنین فعالیت‌های انسانی رخ داده دچار تخریب شده است و نیاز به مدیریت و برنامه‌ریزی مدون دارد تا از تخریب هر چه بیشتر این دشت جلوگیری نماید



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش حداکثر احتمال (Maximum Likelihood Classification) استفاده شد. این روش طبقه‌بندی با توجه به اینکه نقاط آموزشی به صورت دقیق انتخاب و به نرم‌افزار معرفی می‌شوند، به‌عنوان روش قدرتمند و در عین حال ساده‌ای شناخته شده است (Biro *et al.*, 2013). بعد از برداشت نمونه‌های آموزشی برای طبقه‌بندی کاربری اراضی، شناخت کاربری‌های موجود در منطقه ضرورت دارد، بدین‌منظور قبل از برداشت نمونه‌های آموزشی، با بازدید میدانی وضعیت عمومی منطقه شامل توپوگرافی، شبکه جاده‌ها، کاربری‌های موجود در منطقه و ... به خوبی مورد بررسی قرار گرفت تا یک دید کلی از منطقه کسب شود و در پایان با ساخت ترکیب باندی متعدد چهار کاربری برای این منطقه در نظر گرفته شد و برای هر کاربری در حدود ۲۵۰ نمونه از طریق گوگل ارث و GPS برداشت شد و کاربری موجود در منطقه نمونه‌برداری گردید. در مجموع ۱۰۰۰ پیکسل از کاربری‌های موجود نمونه‌برداری شد و بعد ۲۰ درصد یعنی ۲۰۰ پیکسل از نمونه‌های برداشت شده، به صورت تصادفی جدا شد و به عنوان نمونه واقعیت زمینی برای ارزیابی روش طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت (Nakhaee Nezhad Fard *et al.*, 2018)، در نهایت با استفاده از این نمونه‌های آموزشی تمامی

روش تحقیق

به‌منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در دشت میناب از تصاویر ماهواره لندست مربوط به سنجنده MSS در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ و سنجنده OLI در سال ۲۰۲۰ استفاده شد (جدول ۱). همچنین از داده‌های حاصل از بازدید میدانی، سامانه گوگل‌ارث، ترکیب رنگی کاذب، عکس‌های هوایی و استفاده از شاخص‌های به‌دست‌آمده از تصاویر ماهواره‌ای مانند شاخص نرمال‌شده اختلاف پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index NDVI) برای تشخیص پوشش گیاهی (Nateghi *et al.*, 2017)، شاخص نرمال‌شده اختلاف پوشیده از آب (Normalized Difference Water Index) NDWI برای بررسی بسترهای آبی و شاخص نرمال‌شده اختلاف مناطق شهری (Normalized Difference Built-Up Index) برای بررسی مناطق شهری و انسان‌ساخت به‌عنوان اطلاعات جانبی استفاده شد که مقدار این سه شاخص بین -۱ تا +۱ می‌باشد (Eskandari Damaneh *et al.*, 2020b). برای پردازش و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای نیز از محیط نرم‌افزار ENVI 5.3 استفاده شد. به‌منظور تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی نظارت شده و

کاربری‌های منطقه مورد مطالعه به طبقه‌های مناطق شهری و انسان‌ساخت (محیط توسعه یافته شامل همه مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی، مناطق شهری و زیرساخت‌های حمل و نقل)، اراضی کشاورزی (شامل زمین‌های کشاورزی، باغی و زراعی)، مراتع و اراضی بایر (مساحت بدون پوشش گیاهی مانند شن‌زارها، صخره‌ها و خاک و مناطقی با پوشش گیاهی کمتر از ۱۰٪ و مراتع شامل پوشش‌های بالای ۱۰٪ که شامل اراضی کشاورزی نمی‌باشد) و شورزار با روش ذکر شده تهیه گردید. در نهایت پایش تغییرات کاربری اراضی در گذشته و بررسی امکان پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM Land use Change)

Modeler) در نرم‌افزار IDRISI TerrSet انجام شد. همچنین پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی برای سال ۱۳۹۹، با استفاده از نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ و به کمک مدل LCM و بر پایه رگرسیون لجستیک انجام شد. بدین منظور از متغیرهای مکانی فاصله از جاده و مناطق مسکونی، فاصله از گسل، فاصله از رودخانه، شیب، جهت، ارتفاع، زمین‌شناسی، اختلاف بارش دو سال و شاخص NDVI نیز به عنوان عوامل مؤثر بر تغییرات در رگرسیون لجستیک استفاده شد. در نهایت لایه‌های بدست‌آمده برای محاسبه مساحت کاربری‌ها و تهیه نقشه خروجی مناسب به نرم‌افزار Arc GIS 10.7 انتقال داده شد.

جدول ۱- جزئیات تصاویر ماهواره لندست استفاده شده در این تحقیق

تصاویر	سال	تفکیک مکانی	سطر	ستون
لندست ۵	۲۰۰۰	۳۰	۱۵۹	۴۱
لندست ۵	۲۰۱۰	۳۰	۱۵۹	۴۱
لندست ۸	۲۰۲۰	۳۰	۱۵۹	۴۱

بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از LCM در این روش، نقشه کاربری اراضی تولید شده مربوط به سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ به عنوان ورودی مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) برای تحلیل تغییرات منطقه و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی انتخاب شدند. مدل LCM به دو نقشه پوشش سرزمین متعلق به زمان‌های گوناگون به عنوان ورودی نیاز دارد (Asghari Sereskanrood et al., 2020). همچنین کاهش‌ها و افزایش‌ها در هر کاربری و تغییر خالص در طبقات گوناگون پوشش سرزمین به صورت نقشه و نمودار با قسمت آنالیز تغییرات مدل ارزیابی می‌گردد.

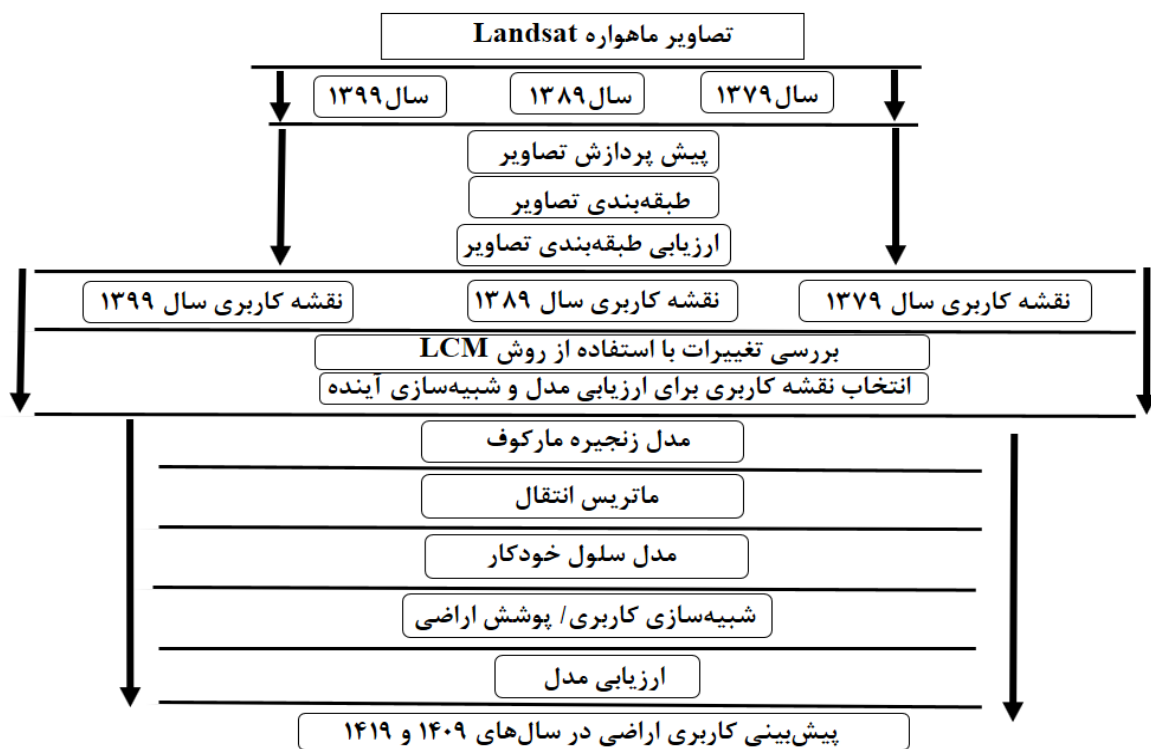
ارزیابی و صحت‌سنجی مدل برای ارزیابی صحت مدل از آماره‌های کاپا به ترتیب مربوط به مقادیر کاپای کلی، کاپای مطابق با مکان، کاپای مطابق با مقدار به منظور ارزیابی صحت مدل استفاده شد

پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی احتمال انتقال محاسبه شده از هر کاربری به کاربری

ارزیابی و صحت‌سنجی مدل برای ارزیابی صحت مدل از آماره‌های کاپا به ترتیب مربوط به مقادیر کاپای کلی، کاپای مطابق با مکان، کاپای مطابق با مقدار به منظور ارزیابی صحت مدل استفاده شد

سلول خودکار و زنجیره مارکوف، مکان پیکسل و پیش‌بینی کاربری‌ها و همچنین اضافه‌کردن ساختار مکانی و توزیع جغرافیایی کاربری در زنجیره مارکوف را نیز شامل می‌شود (Surabuddin Mondal et al., 2013; Kumar et al., 2016). این مدل با به‌کارگیری احتمال تغییر طبقات کاربری اراضی به یکدیگر در قالب یک ماتریس تغییر وضعیت کاربری‌ها و بر مبنای تغییرات انجام شده بین زمان اول و دوم محاسبه می‌شود (Arsanjani et al., 2011). شکل ۲، مراحل انجام این تحقیق را نشان می‌دهد.

دیگر با استفاده از مدل CA-Markov که تلفیقی از سلول خودکار و زنجیره مارکوف است محاسبه گردید. سپس مدل سازی برای سال ۱۳۹۹ با استفاده از مدل پیش‌بینی اجرا شد و در نهایت برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ استفاده شد. مدل CA-Markov تلفیقی از سلول خودکار و زنجیره مارکوف است که با در نظر گرفتن ساختار مکانی و جهت‌های جغرافیایی تغییرات پیکسلی کاربری‌های مختلف را از سالی به سال دیگر نشان داد (Surabuddin Mondal et al., 2013). این مدل ترکیبی از



شکل ۲- چهارچوب مفهومی مراحل انجام تحقیق

کاربری اراضی تولید شده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های مذکور بدست آمد که نتایج آنها در جدول ۲ ارائه شده است. صحت کلی بین صفر تا ۱۰۰ بوده و هرچه به ۱۰۰ نزدیکتر باشد نشان‌دهنده دقت بیشتر نقشه تولید شده می‌باشد. نتایج جدول ۲ نشان‌دهنده صحت بالای نقشه‌های تولید شده است، بر اساس این جدول در هر سه سال مورد بررسی مقدار صحت کلی بیش از ۸۰ می‌باشد که

نتایج

پس از بازدید صحرایی و برداشت نمونه‌های میدانی برای تهیه نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۹ و همچنین استفاده از گوگل ارث و ترکیب رنگی کاذب، استفاده از شاخص‌های متعدد و عکس‌های هوایی موجود از منطقه، نقشه کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ تهیه شد؛ سپس مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا نقشه‌های

سال‌ها ضریب کاپا بیش از ۰/۸ و نزدیک به یک بوده که نشان‌دهنده قابل قبول بودن مدل است.

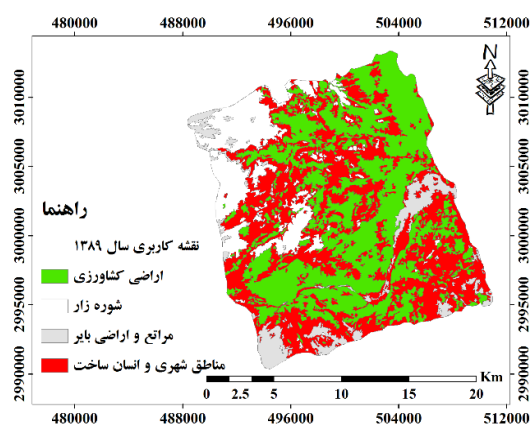
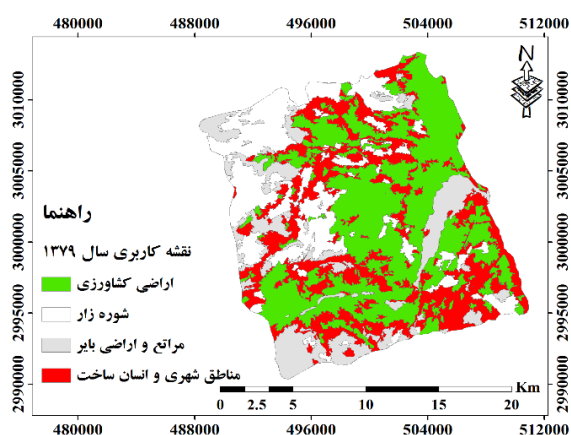
نشان‌دهنده دقت قابل قبول کاربری‌ها می‌باشد. همچنین هرچه ضریب کاپا به ۱ نزدیکتر باشد، نشان‌دهنده توافق بیشتر نقشه تولید شده به مقادیر واقعی می‌باشد. در تمامی

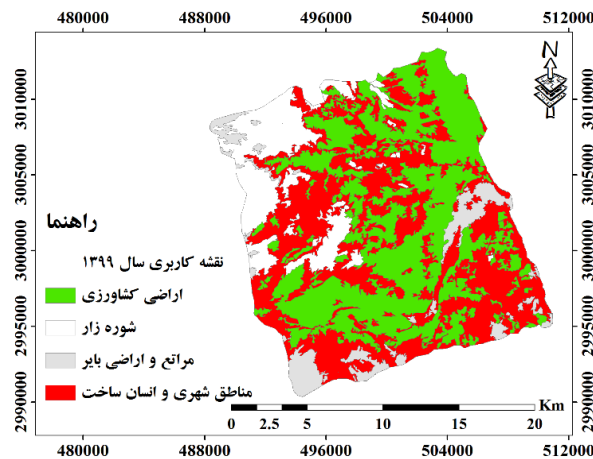
جدول ۲- ارزیابی دقت کلاس‌های کاربری‌های سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ در دشت میناب

سال	۱۳۷۹		۱۳۸۹		۱۳۹۹	
کلاس کاربری	دقت تهیه‌کننده (%)	دقت کاربر (%)	دقت تهیه‌کننده (%)	دقت کاربر (%)	دقت تهیه‌کننده (%)	دقت کاربر (%)
اراضی کشاورزی	۹۸/۴۲	۹۷/۹۷	۹۴/۹۹	۹۲/۷۲	۹۸/۴۳	۸۰/۶۴
مناطق شهری و انسان‌ساخت	۷۴/۸۳	۸۱/۸۹	۸۰/۴۱	۸۵/۸۷	۷۴/۶۴	۸۳/۲۵
مراعات و اراضی بایر	۸۴/۴۴	۹۳/۷۳	۸۲/۴۲	۸۷/۷۸	۸۹/۳۹	۸۱/۶۵
شوره‌زار	۹۲/۳۹	۸۲/۱۹	۸۷/۵۵	۸۷/۵۱	۷۴/۷۸	۹۵/۷۸
دقت کلی (%)	۹۱/۰۲		۸۴/۶۱		۸۱/۶۶	
ضریب کاپا	۰/۸۶		۰/۸۸		۰/۸۱	

سه دهه در حال کاهش بوده است (شکل ۳). در طول این دوره مساحت کاربری‌های کشاورزی، مناطق شهری و انسان‌ساخت، شوره‌زار و مراعات و اراضی بایر به ترتیب از ۳۸/۹۱، ۲۵/۹۹، ۲۰/۰۹ و ۱۵ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۴۰/۷۵، ۴۰/۰۲، ۱۲/۴۴ و ۶/۸۰ درصد در سال ۱۳۹۹ رسیده است (جدول ۳ و نمودار ۱).

تجزیه و تحلیل الگوهای تغییرات در دشت میناب نشان داد که در طول دوره آماری (۱۳۷۹-۱۳۹۹) در سطح کاربری‌های این منطقه تغییرات چشمگیری رخ داده است، به طوری که از چهار کاربری موجود در آن مساحت کاربری‌های اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی نسبت به سال ۱۳۷۹ در حال افزایش بوده، این درحالی است که مراعات و اراضی بایر و همچنین کاربری شوره‌زار در طول این

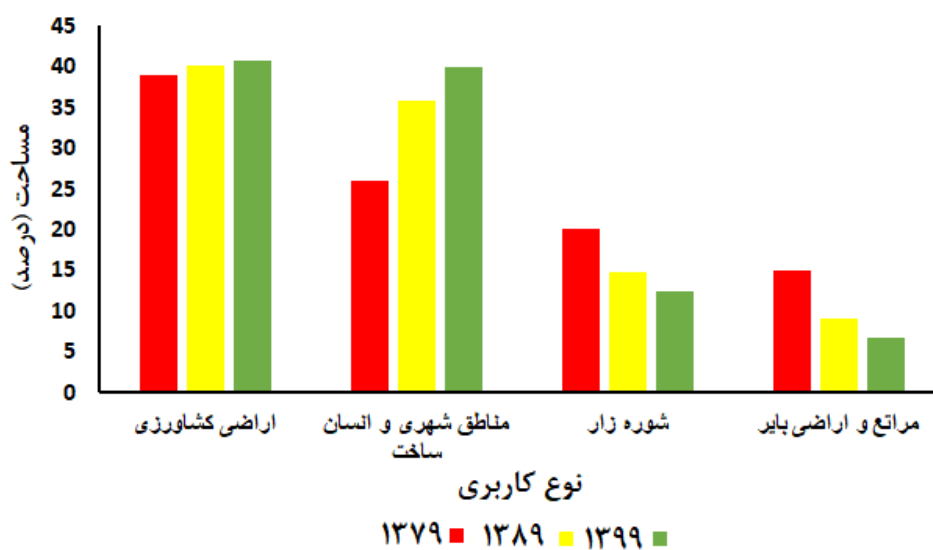




شکل ۳- نقشه کاربری اراضی دشت میناب در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹

جدول ۳- مساحت کاربری‌های دشت میناب بر حسب (هکتار و درصد)

کاربری / پوشش	۱۳۷۹		۱۳۸۹		۱۳۹۹	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
اراضی کشاورزی	۱۲۶۰۰/۶۶	۳۸/۹۱	۱۳۰۲۱/۵۶	۴۰/۲۱	۱۳۱۹۴/۳۲	۴۰/۷۵
مناطق شهری و انسان ساخت	۸۴۱۷/۳۴۱	۲۵/۹۹	۱۱۶۱۳/۷۳	۳۵/۸۶	۱۲۹۵۷/۸۵	۴۰/۰۲
مراتع و اراضی بایر	۴۸۵۸/۳۶۲	۱۵/۰۰	۲۹۴۳/۵۰۳	۹/۰۹	۲۲۰۲/۹۰	۶/۸۰
شوره‌زار	۶۵۰۵/۶۴۷	۲۰/۰۹	۴۸۰۳/۲۲	۱۴/۸۳	۴۰۲۶/۹۳	۱۲/۴۴
کل	۳۲۳۸۲/۰۱	۱۰۰	۳۲۳۸۲/۰۱	۱۰۰	۳۲۳۸۲/۰۱	۱۰۰



نمودار ۱- مساحت کاربری‌های اراضی در دشت میناب در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ بر حسب درصد

بررسی به ترتیب کاهشی در حدود ۰/۲۶، -۰/۲۴ و ۰/۳۸- درصد داشته است. این امر در مورد کاربری مراتع و اراضی بایر هم صدق می‌نماید، به طوری که این کاربری در دوره‌های ۱۳۷۹-۱۳۸۹، ۱۳۸۹-۱۳۹۹ و ۱۳۷۹-۱۳۹۹ به ترتیب کاهشی در حدود ۰/۳۰، -۰/۲۳ و -۰/۴۱ درصد را نشان داده است، (جدول ۴). نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹ در شکل ۴ آورده شده است. طبق این شکل از لحاظ تغییرات مکانی و زمانی، بیشترین تبدیل کاربری مربوط به تبدیل کاربری اراضی شورزار به مناطق شهری و انسان‌ساخت و همچنین تبدیل کاربری مراتع و اراضی بایر به کاربری کشاورزی می‌باشد.

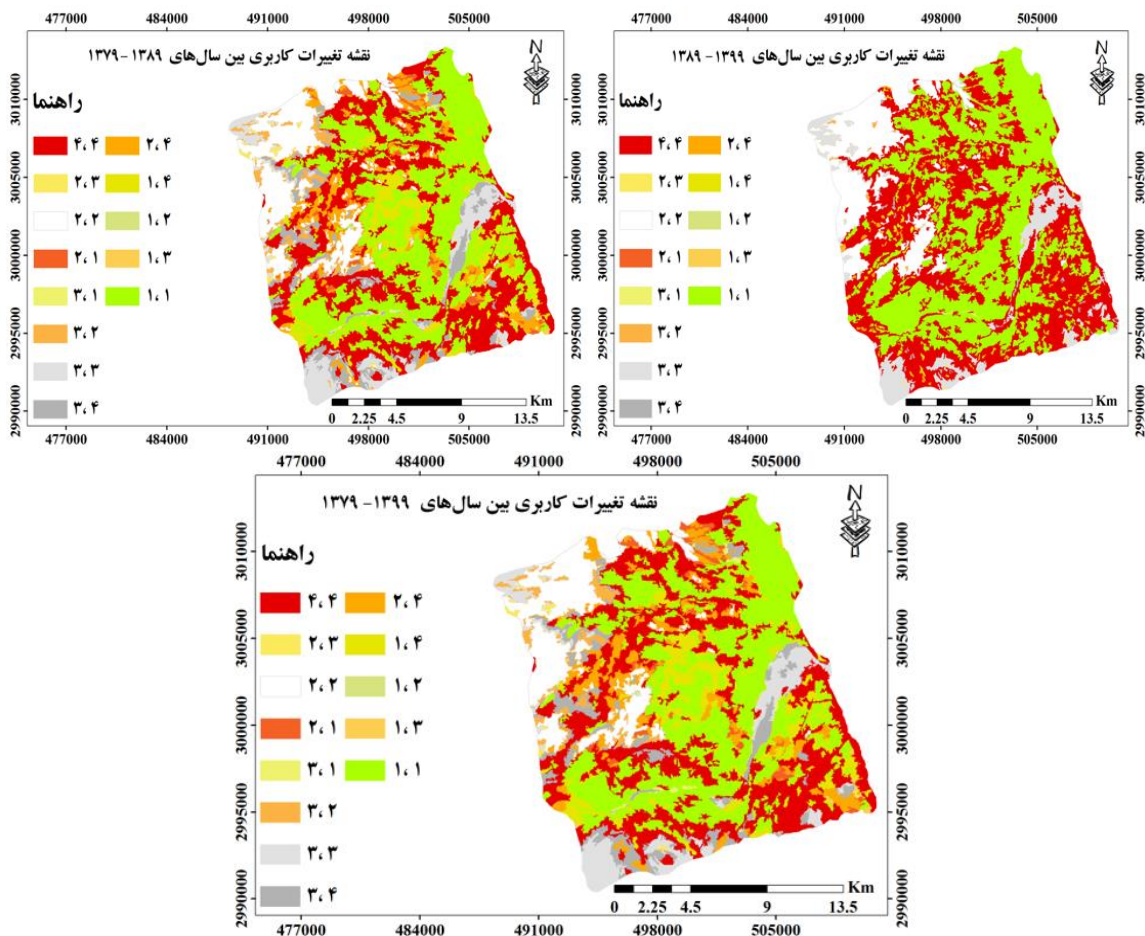
بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۹ و ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ در نرخ و درصد مساحت تغییرات کاربری در دشت میناب تغییرات متعددی رخ داده است، به طوری که بر اساس جدول ۴ می‌توان بیان کرد که بین این سال‌ها زمین‌های کشاورزی و اراضی شهری و انسان‌ساخت به ترتیب افزایشی به مقدار ۰/۰۶ و ۰/۰۵ درصد (اراضی کشاورزی) و ۰/۴۹ و ۰/۴۲ درصد (اراضی شهری و انسان‌ساخت) را در بازه زمانی مذکور نشان داده است. در حالی که بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ کاربری کشاورزی و کاربری مناطق شهری و انسان‌ساخت به ترتیب به مقدار ۰/۰۹ و ۰/۷ درصد افزایش یافته است. از سویی کاربری‌های شورزار در هر سه دوره مورد

جدول ۴- نرخ و درصد مساحت تغییرات کاربری‌های دشت میناب بر حسب (هکتار و درصد) در سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۹

کاربری / پوشش	۱۳۸۹-۱۳۷۹		۱۳۹۹-۱۳۸۹		۱۳۷۹-۱۳۹۹	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
اراضی کشاورزی	۳/۳۴	۰/۰۶	۱/۳۳	۰/۰۵	۴/۷۱	۰/۰۹
شورزار	-۲۶/۱۷	-۰/۲۶	-۱۶/۱۶	-۰/۲۴	-۳۸/۱۰	-۰/۳۸
مراتع و اراضی بایر	-۳۹/۴۱	-۰/۳۰	-۱۶/۲۵	-۰/۲۳	-۵۴/۶۶	-۰/۴۱
مناطق شهری و انسان‌ساخت	۳۷/۹۷	۰/۴۹	۱۱/۵۷	۰/۴۲	۵۳/۹۴	۰/۷
کل

کشاورزی، شورزار، مراتع و اراضی بایر و مناطق شهری و انسان‌ساخت به ترتیب در نقشه واقعیت زمینی ۱۳۱۹۴/۳۲، ۴۰۲۶/۹۳، ۲۲۰۲/۹۰ و ۱۲۹۵۷/۸۵ هکتار و در نقشه پیش‌بینی شده این کاربری‌ها به ترتیب مساحتی برابر با ۱۳۱۳۵/۱۵، ۴۱۵۹/۵۸، ۲۲۹۴/۹۷ و ۱۲۷۹۲/۳۰ هکتار از دشت میناب را دربر گرفته‌اند (شکل (۵-الف)، (۵-ب) و نمودار ۲).

بر اساس نتایج جدول ۵، ضریب کاپا به منظور ارزیابی مدل، بالای ۰/۸ بوده که نشان‌دهنده دقت بالای مدل برای پیش‌بینی آینده است. مقایسه نقشه پیش‌بینی شده با نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۹۹ (شکل ۵) نشان می‌دهد که این دو نقشه به هم شبیه می‌باشند (شکل ۵ الف و ب). از سویی مقایسه مساحت کاربری‌ها در این دو نقشه تأییدکننده این موضوع می‌باشد. به طوری که مساحت کاربری‌های اراضی



شکل ۴- نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹

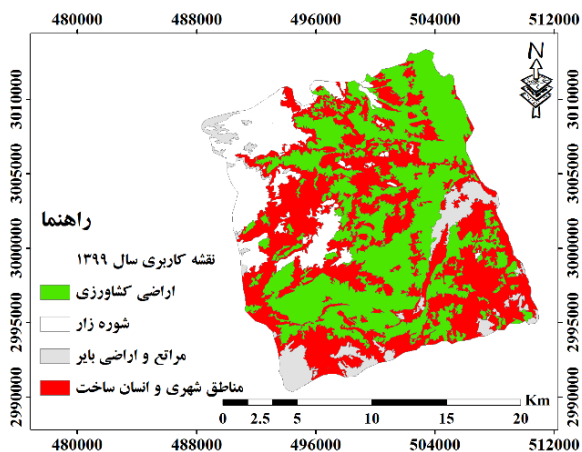
*: منظور از کدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ در این نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی کشاورزی، ۲: کاربری مراتع و اراضی بایر، ۳: کاربری شوره‌زار و ۴: کاربری مناطق شهری و انسان‌ساخت می‌باشد.

جدول ۵- ضرایب کاپا برای ارزیابی نتایج

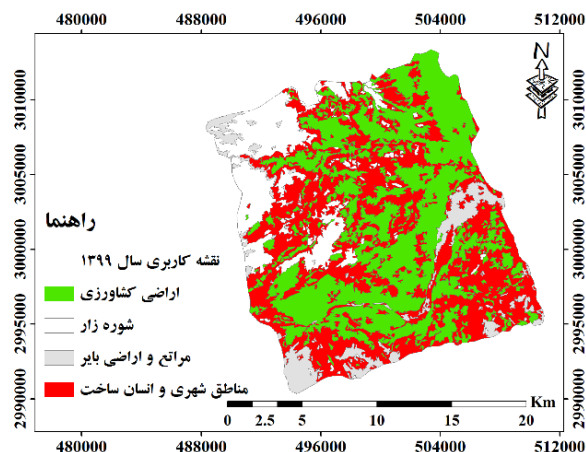
Kstandard	K location	Kno	ضریب کاپا
۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۵	مقدار

افزایش مربوط به مناطق شهری و انسان‌ساخت با ۰/۳۹ درصد افزایش و پس از آن، مربوط به زمین‌های کشاورزی با ۰/۰۵ درصد می‌باشد. سایر کاربری‌ها در این بازه زمانی ۰/۴۴ درصد کاهش داشته‌اند (جدول ۶ و نمودار ۳). همچنین نقشه تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ در شکل ۷ آورده شده است که بیشترین تغییرات کاربری شامل تبدیل کاربری‌های اراضی کشاورزی، شوره‌زار، مراتع و اراضی بایر به کاربری مناطق شهری و انسان‌ساخت می‌باشد.

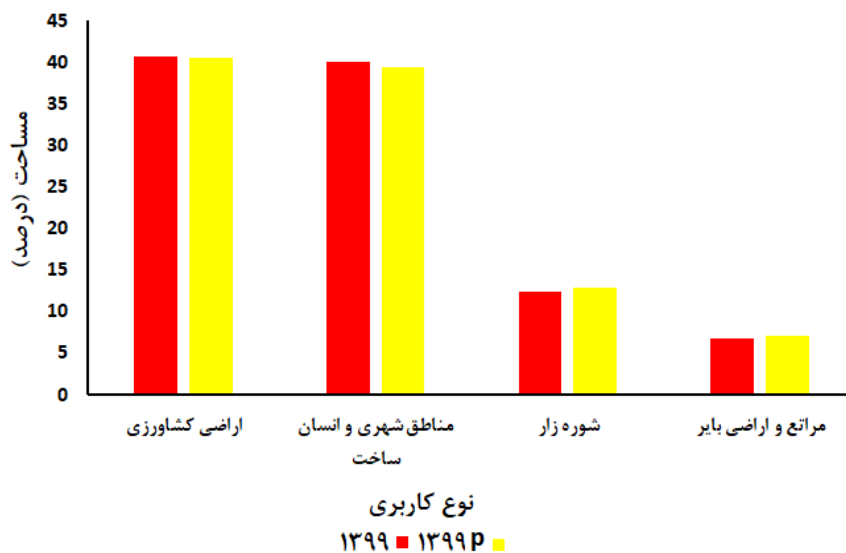
با توجه به مناسب بودن مدل‌سازی در پیش‌بینی کاربری سال ۱۳۹۹ و با استفاده از ماتریس احتمال انتقال بین سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۹ تغییرات کاربری بیست سال آینده یعنی تا سال ۱۴۱۹ پیش‌بینی شد. پیش‌بینی تغییرات سال ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ نشان می‌دهد که زمین‌های کشاورزی، مناطق شهری و انسان‌ساخت در حال افزایش است، این در حالی است که کاربری‌های شوره‌زار، مراتع و اراضی بایر در حال کاهش است (شکل ۶). بر این اساس، بین سال ۱۴۰۹ تا ۱۴۱۹ بیشترین درصد تغییرات



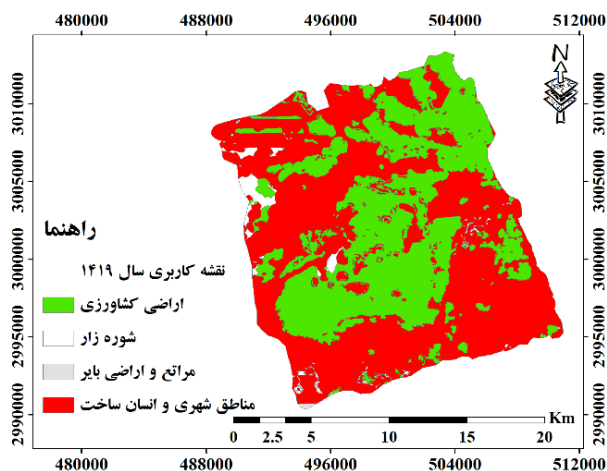
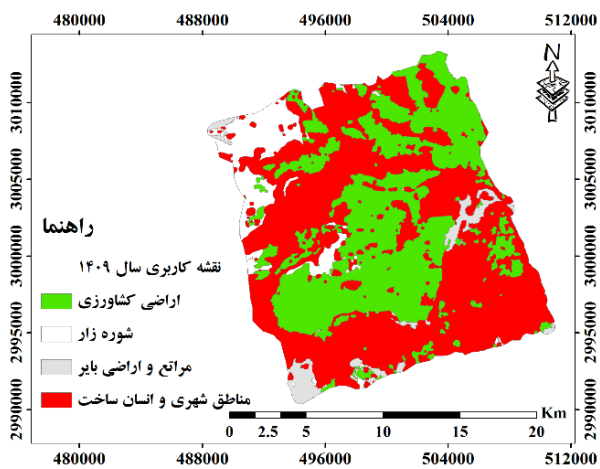
۵-الف- نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۹۹



۵-ب- نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹



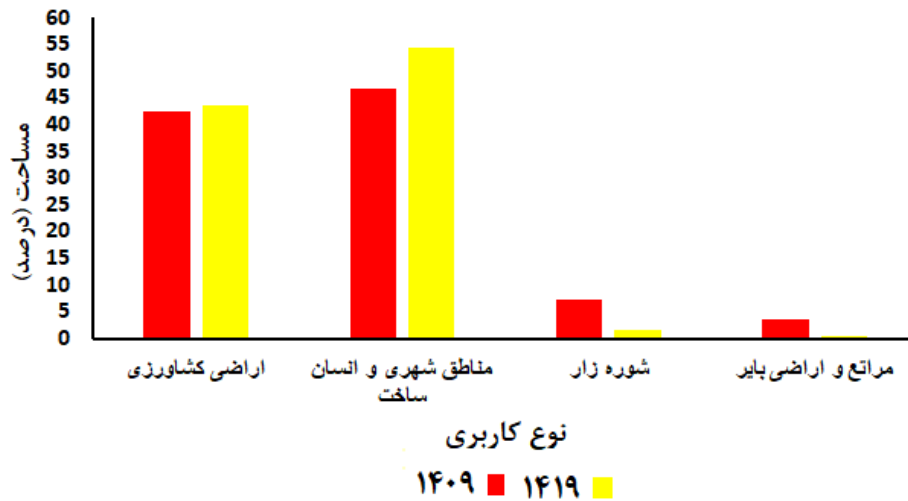
نمودار ۲-الف و ب- مساحت کاربری‌های واقعیت زمینی و پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ برحسب درصد



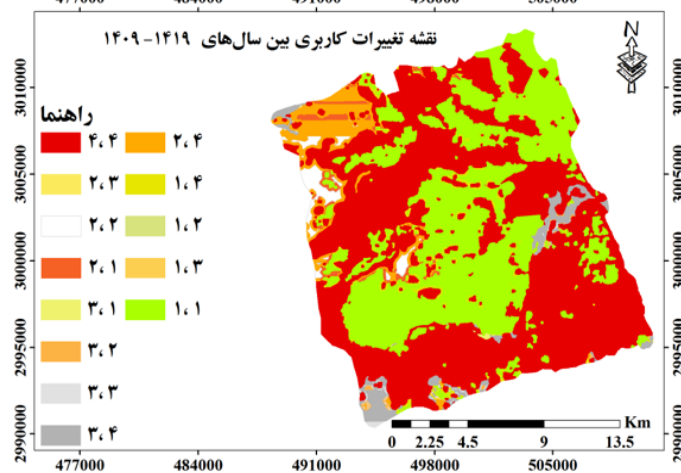
شکل ۶- تغییرات کاربری و پوشش اراضی شبیه‌سازی شده در سال‌های ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹

جدول ۶- نرخ و درصد مساحت تغییرات کاربری‌های دشت میناب بر حسب (هکتار و درصد) در سال‌های ۱۴۰۹-۱۴۱۹

۱۴۱۹-۱۴۰۹		۱۴۱۹		۱۴۰۹		کاربری / پوشش
نرخ تغییرات مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	
۰/۰۵	۲/۵۲	۴۳/۴۹	۱۴۰۸۱/۷۹	۴۲/۴۲	۱۳۷۳۵/۴۳	اراضی کشاورزی
-۰/۲۸	-۷۷/۲۹	۱/۶۷	۵۴۲/۳۳	۷/۳۷	۲۳۳۸/۸۲	شوره‌زار
-۰/۱۶	-۸۸/۶۴	۰/۴۰	۱۲۹/۴۲	۳/۵۲	۱۱۳۸/۹۱	مراتع و اراضی بایر
۰/۳۹	۱۶/۵۹	۵۴/۴۴	۱۷۶۲۸/۴۶	۴۶/۶۹	۱۵۱۱۹/۸۴	مناطق شهری و انسان ساخت
.	.	۱۰۰	۳۲۳۸۲/۰۱	۱۰۰	۳۲۳۸۲/۰۱	کل



نمودار ۳- مساحت نقشه‌های پیش‌بینی کاربری اراضی در سال‌های ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹ بر حسب درصد



شکل ۷- نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۴۰۹ و ۱۴۱۹

※ منظور از کدهای ۱، ۲، ۳ و ۴ در این نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی کشاورزی، ۱: کاربری اراضی کشاورزی، ۲: کاربری مراتع و اراضی بایر، ۳: کاربری شوره‌زار و ۴: کاربری مناطق شهری و انسان‌ساخت می‌باشد.

بحث

بررسی روند تغییر اکوسیستم‌های دشت‌ها در طول دوره های مختلف و مشخص کردن سمت و سوی این مناطق و ارائه تغییرات برای مدیریت و چگونگی بهره‌برداری از آنها بسیار ضروریست، بنابراین در این پژوهش به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در دشت میناب در سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹، ۱۳۹۹ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداخته شد. همچنین تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) و تغییرات در سال‌های آینده (۱۴۰۹ و ۱۴۱۹) با استفاده از مدل‌ساز ترکیبی CA-Markov بررسی شد.

نتایج حاصل از بررسی تغییرات کاربری اراضی در سال‌های مورد بررسی (۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۹) نشان داد که در سطح کاربری‌های این دشت در طول دوره مورد بررسی تغییرات چشمگیری رخ داده است و این دشت در معرض تخریب قرار گرفته است. به طوری که مقدار سطح کاربری کشاورزی در سال ۱۳۷۹ برابر با ۱۲۶۰۰/۶۶ هکتار بوده است که در سال ۱۳۸۹ سطح این کاربری به مقدار ۱۳۰۲۱/۵۶ هکتار و در سال ۱۳۹۹ مقدار سطح آن ۱۳۱۹۴/۳۲ هکتار رسیده است و افزایش چشمگیری در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ به میزان ۵۹۳/۶۶ هکتار از نظر سطح این کاربری داشته است که از سمت شمال شرق به سمت مرکز و غرب و همچنین شمال غرب این کاربری در حال پیشروی می‌باشد و از دلایل اصلی چشمگیر افزایش سطح این کاربری، وابسته بودن اقتصاد مردم این منطقه به کشاورزی، بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی (به‌ویژه چاه‌های غیرمجاز)، افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی و در نهایت افزایش مساحت این کاربری می‌باشد که با نتایج (Eskandari Damaneh et al., 2019; Faramarzi et al., 2020; Chowdhury et al., 2020) مطابقت دارد. از سوی دیگر می‌توان بیان کرد که این افزایش سطح اراضی کشاورزی سبب تخریب گسترده در داخل و اطراف این دشت شده است. همچنین با افزایش سطح این کاربری وسعت کاربری مراتع و اراضی بایر کاهش یافته

است، به طوری که میزان این کاربری در سال ۱۳۷۹ برابر با ۲۹۴۳/۵۰۳ هکتار و ۴۸۵۸/۳۶۲ هکتار و برای سال ۱۳۸۹، ۱۳۹۹ و در سال ۲۲۰۲/۹۰ هکتار رسیده است که کاهش این کاربری در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ به میزان ۲۶۵۵/۴۶ هکتار می‌باشد و این کاهش در قسمت‌های شرقی، غرب و شمال غرب دشت قابل رؤیت می‌باشد. علت اصلی کاهش این کاربری روند رو به افزایش اراضی شهری و بدنبال آن اراضی کشاورزی، حفر چاه‌های متعدد و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در این دشت و حاشیه اراضی کشاورزی است و با نتایج Chowdhury و همکاران (۲۰۲۰) همخوانی دارد. از دیگر کاربری‌های رو به کاهش در این منطقه کاربری اراضی شوره زار است، به طوری که وسعت این اراضی در سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ به ترتیب برابر با ۶۵۰۵/۶۴۷ و ۴۸۰۳/۲۲ هکتار و در سال ۱۳۹۹ به ۴۰۲۶/۹۳ هکتار رسیده است که این کاهش اراضی شور در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ به میزان ۲۴۷۸/۷۱ هکتار است که در قسمت غرب و شمال غرب بیشتر اتفاق افتاده است و کاهش آن در نتیجه افزایش مناطق شهری و انسان‌ساخت در این دشت رخ داده است. این کاربری مناطق شهری و انسان‌ساخت در این منطقه افزایش چشمگیری داشته است، به طوری که رشد سریع جمعیت و شهرنشینی، تنش وسیعی را در این منطقه به وجود آورده است. به نحوی که با رشد این کاربری در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۹ به میزان ۴۵۴۰/۵۱ هکتار در این منطقه و دخل و تصرف برای کشاورزی برای رفع نیاز بیشتر به غذا در مناطق شهری و روستایی، استفاده سنگین از حاصلخیزکننده‌ها و آفت‌کش‌ها سبب آلودگی آب و زمین در این منطقه شده است. تقاضا برای آب در مناطق شهری و روستایی شهرستان میناب و رشد سریع جمعیت در این منطقه، سبب پایین رفتن شدید سطوح آب زیرزمینی شده است که تهدیدی برای ساکنان این دشت و اراضی مناسب کشاورزی می‌باشد و با نتایج Dadashpoor et al., 2019 همخوانی دارد. به دلیل هزینه بالای استخراج آب زیرزمینی از اعماق، بعضی از اراضی کشاورزی در این دشت رها

شکندنده بودن اکوسیستم آن در جنوب ایران از تأثیر عوامل انسانی در امان نیست، به طوری که علل اصلی کاهش و افزایش سطح کاربری‌ها در دوره گذشته و ادامه روند آن در دوره آینده احداث سد استقلال در بالادست این دشت است که باعث کاهش تغذیه آب دشت می‌گردد و از سوی دیگر وقوع تغییر اقلیم و خشکسالی‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی نیز باعث شده که کشاورزی در منطقه مورد مطالعه افزایش یابد (Eskandari Damaneh *et al.*, 2020a; Eskandari Damaneh *et al.*, 2020b). در نهایت با کاهش سطح مراتع و اراضی بایر شاهد تبدیل آن به اراضی شهری و کشاورزی هستیم که این عامل خود یکی از علل گسترش بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه است، به طوری که این پدیده علاوه بر تخریب منابع پایه، اثرهای نامناسبی بر بهداشت و سلامت جامعه دارد و پیامدهای اجتماعی و اقتصادی آن باعث تشدید روند مهاجرت از این منطقه، کاهش درآمد، کاهش رونق صنعت توریست و گردشگری می‌گردد که می‌تواند منجر به تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در این منطقه گردد. بنابراین پیشنهادها می‌گردد برای جلوگیری و گسترش این پیامدها: حفظ و احیای پوشش گیاهی بومی، اصلاح الگوی کشت، روش‌های نوین آبیاری، تغذیه بستر این دشت و درختکاری با استفاده از گونه‌های بومی و مقاوم به خشکی و شوری می‌تواند از مهمترین راهکارهای اجرایی برنامه‌ریزان و مسئولان برای جلوگیری از تخریب اراضی در این منطقه باشد.

منابع مورد استفاده

- Aburas, M. M., Ho, Y. M., Ramli, M. F. and Ash'aari, Z. H., 2016. The simulation and prediction of spatio-temporal urban growth trends using cellular automata models: A review. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 52: 380-389.
- Ahmadaali, K., Eskandari Damaneh, H., Ababaei, B. and Eskandari Damaneh, H., 2021. Impacts of droughts on rainfall use efficiency in different climatic zones and land uses in Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2): 1-15.
- Akbari, D., Moradizadeh, M. and Akbari, M., 2020.

شده‌است و متأسفانه پوشش گیاهی بومی (کهور ایرانی) به سادگی قابلیت برگشت به محیط را ندارد که علت آن تغییرات در بافت خاک و شیمی خاک ناشی از کشاورزی غیر اصولی و نادرست است که سبب فقر حاصلخیزی خاک در این منطقه شده است. مدل‌سازی کاربری اراضی طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۹ با استفاده از LCM براساس آماره‌های کاپا نشان‌دهنده دقت بالای مدل در شبیه‌سازی کاربری اراضی ۱۳۹۹ بود. نتایج مطالعات نیز حکایت از دقت بالای مدل LCM در بررسی تغییرات کاربری اراضی دارد. بررسی مدل‌سازی قابلیت انتقال با استفاده از روش CA-Markov براساس ضریب کاپا حکایت از صحت بالای این روش در پیش‌بینی کاربری در سال ۱۳۹۹ و شباهت آن با کاربری بدست آمده از واقعیت زمینی در این سال داشته است که با نتایج (Anand *et al.*, 2018; Eskandari Damaneh *et al.*, 2019; Ansari and Golabi., 2019) مطابقت دارد. نتایج حاصل از پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی آینده با استفاده از مدل CA-Markov نشان داد که در دوره زمانی مورد مطالعه (۱۳۷۹-۱۴۱۹) مساحت اراضی کشاورزی ۱۴۸۱/۱۴ هکتار افزایش یافته و از ۳۸/۹۱ درصد به ۴۳/۴۹ درصد خواهد رسید. همچنین مساحت اراضی مرتعی و اراضی بایر به میزان ۴۷۲۸/۹۴ هکتار کاهش و اراضی مسکونی به میزان ۹۲۱۱/۱۲ هکتار افزایش نشان خواهند داد. به طور کلی در صورت ادامه روند کنونی تا سال ۱۴۱۹ کاهش سطح اراضی مرتعی و اراضی بایر و تبدیل آنها به اراضی کشاورزی برای افزایش بهره‌وری از اراضی، اتفاق خواهد افتاد. گسترش اراضی مسکونی و اراضی زراعی در منطقه مورد مطالعه سبب افزایش فشار بر اراضی طبیعی از قبیل اراضی مرتعی و شرایط تخریب هرچه بیشتر آنها شده است. البته روند کاهش مساحت اراضی طبیعی و افزایش اراضی کشاورزی در بسیاری از نقاط ایران توسط Eskandari Damaneh و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است.

در پایان می‌توان بیان کرد که دشت میناب به دلیل موقعیت خاص راهبردی و همچنین با توجه به حساس و

- and GIS. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(1): 63-75.
- Dadashpoor, H., Azizi, P. and Moghadasi, M., 2019. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. *Science of the Total Environment*, 655: 707-719.
 - Du, X., Jin, X., Yang, X., Yang, X. and Zhou, Y., 2014. Spatial pattern of land use change and its driving force in Jiangsu province. *International Journal of Environment Research Public Health*, 11:3215-3232.
 - Eskandari Damaneh, H., Borji, M., Khosravi, H., Nakhaee Nejadfar, S. and Eskandari, H., 2016. Change detection of of bakhtegan and tashk Basin during 2001-2013. *International Journal of Forest, Soil and Erosion (IJFSE)*, 6(2), 67-71.
 - Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G.R., Khosravi, H., Azarnivand, H., and Barati A.k., 2020a. Investigation of vegetation changes trend affected by drought in arid and semi-arid regions using remote sensing technique (Case study: Hormozgan province). *The Desert Ecosystem Engineering Journal (DEEJ)*, 9(28): 25-34.
 - Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G.R., Khosravi, H., Azarnivand, H., and Barati A.k., 2020b. Simulation and prediction of climatic parameters of temperature and precipitation in arid regions (Case study: Minab Plain, Iran), *Geography Scientific Research Quarterly and International Geographical Association of Iran*, 18(66):110-127.
 - Eskandari Damaneh, H., Zehtabian, G.R., Salajegheh, A., Ghorbani, M. and Khosravi, H., 2018. Assessing the effect of land use changes on groundwater quality and quantity (Case study: west basin of Jazmoryan wetland). *Journal of Range & Watershed Management*, 71(3): 563-578.
 - Eskandari Damaneh, H., Khosravi, H. and Abolhasani, A., 2019. Assessing the Effect of Land Use Changes on Groundwater Quality of Zarand Plain using Satellite Images and Geostatistical. *Journal of Natural Environmental Hazards (JNEH)*, 8(20): 67-82.
 - Faramarzi, M., Amini, D., Mirzaei, N. and Mosavi, M., 2020. Assessment of relationships among groundwater level, drought and land-use changes (Case Study: Eyvan County, Ilam Province). *Journal of Environmental Science and Technology*, 13 (1): 25-43.
 - Gondwe, S.V., Muchena, R. and Boys, J., 2018. Detecting land use and land cover and land surface temperature change in Lilongwe City, Malawi. *Journal of Remote Sensing & GIS*, 9(2): 17-26.
 - Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T. and Hokao, K., 2011. Modeling urban land use change Land use changes and urban development simulation using neural network and markov chain cellular automata. *Journal of Urban Research and Planning*, 10(39):183-196.
 - Amini, P., Yavari, V. and Nejadi, A., 2020. Analyzing attitudes of local People towards socio-economic impacts of land use change in Arasbaran biosphere reserve. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(3): 133-143.
 - Anand, J., Gosain, A. K. and Khosa, R., 2018. Prediction of land use changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model. *Science of the total environment*, 644: 503-519.
 - Ansari, A. and Golabi, M. H., 2019. Prediction of spatial land use changes based on LCM in a GIS environment for Desert Wetlands—A case study: Meighan Wetland, Iran. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1): 64-70.
 - Arsanjani, J. J., Kainz, W. and Mousivand, A. J., 2011. Tracking dynamic land-use change using spatially explicit Markov Chain based on cellular automata: the case of Tehran. *International Journal of Image and Data Fusion*, 2 (4): 329-345.
 - Asghari Sereskanrood, S. and Ardeshirpey, A.A., 2020. Prediction of Land Use Changes Using CA-Markov: A Case Study of Yasuj City. *Town and Country Planning*, 12(2): 407-430.
 - Bagheri, R., Mohammadi, S. and Saljooghi, M., 2016. Investigating of land use change effect on some soil physical properties (Case study: Baft city of Kerman province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 23(2): 243-231.
 - Bazgir, M., Hydari, M., Zeynali, N. and Kohzadean, M., 2020. Effect of land use change from forest to agriculture and abounded of agriculture on soil physical and chemical properties in Zagros Forest Ecosystem. *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(1): 201-214.
 - Belete, M., Deng, J., Abubakar, G. A., Teshome, M., Wang, K., Woldetsadik, M. and Gudo, A., 2020. Partitioning the impacts of land use/land cover change and climate variability on water supply over the source region of Blue Nile Basin. *Land Degradation & Development*. 52:152-168.
 - Biro, K., Pradhan, B., Buchroithner, M. and Makeschin, F., 2013. Land use/land cover change analysis and its impact on soil properties in the northern part of Gadarif region, Sudan. *Land Degradation & Development*, 24 (1): 90-102.
 - Chowdhury, M., Hasan, M. E. and Abdullah-Al-Mamun, M. M., 2020. Land use/land cover change assessment of Halda watershed using remote sensing

- Province), *Journal of Water and Soil*, 34(3): 707-720.
- Nakhaee Nezhad Fard, S., Gholami, H., Akbari, D., Telfer, M. and Rezaei, M., 2018. Comparing different methods of land use classification using the thermal band (Case study: Southern Khorasan province). *Desert Management*, 6(11): 65-81.
 - Nateghi, S., Nohegar, A., Ehsani, A. and Bazrafshan, O., 2017. Evaluating the vegetation changes upon vegetation index by using remote sensing. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(4): 778-790.
 - Reis, S., 2008. Analyzing land use/land cover changes using remote sensing and GIS in Rize, North-East Turkey. *Journal of Sensors*, 8:6188-6202.
 - Shirazi, S. A. and Kazmi, S. J. H., 2020. Analysis of population growth and urban development in Lahore-Pakistan using geospatial techniques: Suggesting some future options. *Journal of South Asian Studies*, 29(1): 269-280.
 - Singh, N. and Punia, M., 2018. Geospatial Approach for Land Use/Land Cover Change Prediction: A case study of Bhagirathi Basin, Uttarakhand, INDIA. *cosp*, 42: A3-1.
 - Surabuddin Mondal, M., Sharma, N., Kappas, M. and Garg, P. K., 2013. Modeling of spatio-temporal dynamics of land use and land cover in a part of Brahmaputra River basin using Geoinformatic techniques. *Geocarto International*, 28 (7): 632-656.
 - Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C. and Bauer, M. E., 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) metropolitan area by multi-temporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing Environ*, 98: 317- 330.
 - Zhao, G.X., Lin, G. and Warner, T., 2008. Using thematic mapper data for change detection and sustainable use of cultivated land: a case study in the Yellow River delta, China. *International Journal of Remote Sensing*, 25(13): 2509-2522.
 - Zhou, L., Dang, X., Sun, Q. and Wang, S., 2020. Multi-scenario simulation of urban land change in Shanghai by random forest and CA-Markov model. *Sustainable Cities and Society*, 55:102045.
 - by the integration of cellular automaton and Markov model. *Ecological Modelling*, 222(20-22): 3761-3772.
 - Hamad, R., Balzter, H. and Kolo, K., 2018. Predicting land use/land cover changes using a CA-Markov model under two different scenarios. *Sustainability*, 10(10): 3421.
 - Hosseini, S.B., Saremi, A., Noori Gheydari, M.H., Sedghi, H. and Firoozfar, A.R., 2020. Land use classification and determining the pattern of changes for 2014-2017, using OLI Sensor's Data. *Journal of Water and Soil*, 34(1): 55-71.
 - Islam, K., Rahman, M. F. and Jashimuddin, M., 2018. Modeling land use change using cellular automata and artificial neural network: the case of Chunati Wildlife Sanctuary, Bangladesh. *Ecological Indicators*, 88 (4): 439-453.
 - Kaei, Z., Faramarzi, M., Karimi, H., and Mehdizadeh, H., 2017. Investigating the effects of land use change on quantitative and qualitative parameters of groundwater (Case Study: Mehran Plain- Ilam). *Wetland Ecobiology*, 9 (3):15-28.
 - Karimi, H., Jafarnejhad, J., Khaleidi, J. and Ahmadi, P., 2018. Monitoring and prediction of land use/land cover changes using CA-Markov model: a case study of Ravansar County in Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(19): 592- 616.
 - Khenamani, A., Fathizad, H. and Hakimzadeh, M., 2019. Evaluating trend change land use / cover using remote sensing technique and object-oriented classification algorithm (Case study: Bartash Plain in Dehloran, Ilam), *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25(4): 723-734.
 - Kumar, K. S., Kumari, K. P. and Bhaskar, P. U., 2016. Application of Markov Chain & Cellular Automata based model for prediction of urban transitions. In 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT), 12(4): 4007-4014.
 - Molaei Arpna, M., Salehi, M. H., Karimian Egbal, M., Mosleh, Z., 2020. Effect of land-use change on some physical and chemical indices of soil quality in the Bazoft Region, (Chaharmahal-Va-Bakhtiari

Simulation of future spatial and temporal changes in land uses and cover in arid areas (Case study: Minab plain)

H. Eskandari Damaneh¹, Gh. Zehtabian², H. Khosravi^{3*}, H. Azarnivand⁴ and A. A. Barati⁵

1- PhD Student De-Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

2- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3*- Corresponding author, Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: hakhosravi@ut.ac.ir

4- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

5- Assistant Professor, Faculty of Economics and Agricultural Development, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 29/12/2020

Accepted: 27/02/2021

Abstract

In the present study, the existing land uses in the Minab plain were simulated using the CA-Markov combined method. For this purpose, land use maps for 2000, 2010, and 2020 were generated using Landsat satellite images using the maximum probability classification method. After evaluating the model, the land use map for 2030 and 2040 was predicted using the combined CA-Markov method. Analysis of land-use change patterns in Minab plain showed that during the statistical period 2000-2020 in the level of land uses in this area changed significantly, so that during these 20 years, the area of agricultural land use, urban and man-made areas, saline lands, and rangelands and barren lands respectively from 38.91, 25.99, 20.09 and 15 % in 2000 to 40.75, 40.02, 12.44 and 6.80 percent in 2020. Evaluation of the model using a kappa index above 90% indicates the high accuracy of the model for predicting land uses. Prediction of changes in 2030 and 2040 show that the use of agricultural lands and urban areas and man-made are increasing at a rate of 0.05 and 0.39 %, respectively, which are advancing from the east of the plain to the west; Meanwhile, the uses of saline areas, rangelands, and barren lands are decreasing at a rate of 0.44%, which is more evident in the west and northwest of this plain. Finally, one of the executive strategies of planners and officials to prevent land-use change and ultimately land degradation in this area can be to improve the cultivation pattern, new irrigation methods, nourish the bed of this plain, and maintain and restore native vegetation.

Keywords: Minab plain, prediction, land-use, Kappa coefficient, Cellular Automation-Markov Chain.