

الحمد لله الذي
خلقنا من
الحمم



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته سازه های آبی

بررسی اثر سد گتوند بر تغییر کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM

محمد کیانیپور کل خواجه

اساتید راهنما

دکتر صمد امامقلی زاده

دکتر مهدی پژوهش

شهریور ۱۴۰۰

در این صفحه صورتجلسه دفاع را قرار دهید. لازم است پس از صحافی این صفحه مجدداً توسط دانشکده مهر گردد و استاد راهنما با امضای خود اصلاحات پایان نامه را تأیید کند

تقدیم اثر

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب‌های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می‌گراید

و به پاس محبت‌های بی‌دریغشان که هرگز فروکش نمی‌کند

این مجموعه را به پدر، مادر و بردارم تقدیم می‌کنم.

تشکر و قدردانی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

هر چند بندگی فقط شایسته ذات بی همتای خالق هستی آفرین است و لیکن به مصادیق حدیث شریفه (هر کس حرفی به من بیاموزد مرا بنده خود کرده است) معلم هم، چنان شأن و مقام والایی دارد که دریای علم و معرفت و پرچم دار توحید هم خود را بنده کسی می داند که حتی یک حرف به او بیاموزد، لذا بر خود لازم می دانم که از زحمات بی دریغ استاد ارجمند جناب اساتید ارجمند دکتر امامقلی زاده و دکتر پژوهش از صمیم قلب تقدیر و تشکر نمایم.

تهدنامه

اینجانب محمد کیانپور کل خواجه دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته سازه‌های آبی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان‌نامه بررسی اثر سد گتوند بر تغییر کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM تحت راهنمایی دکتر امامقلی زاده و دکتر پژوهش متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان‌نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به‌دست‌آمدن نتایج اصلی پایان‌نامه تأثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از پایان‌نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان‌نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود. استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

چکیده

سدسازی می‌تواند بر توسعه مناطق جغرافیایی تأثیر به‌سزایی داشته باشد که آثار آن می‌تواند مثبت یا مضر باشد. یکی از راهکارهای بررسی تأثیر سدها بر محیط و منابع طبیعی پیرامون سدها، پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی می‌باشد. بررسی تغییرات پوشش اراضی می‌تواند نقش مهمی را در مدیریت و برنامه‌ریزی حوزه محیط‌زیست ایفا کند. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تغییرات کاربری اراضی سد گتوند و همچنین مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل LCM می‌باشد. برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی حوزه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ برای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ استفاده شد. تصاویر هر سه مقطع زمانی با استفاده از طبقه‌بندی شی گرا به شش طبقه آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی، مرتع، بایر و مرغزار طبقه‌بندی شدند. با استفاده از نقشه‌های کاربری تهیه شده تغییرات ایجاد شده در دو دوره مورد مطالعه قرار گرفتند. برای پیش‌بینی وضعیت کاربری اراضی از مدل‌سازی نیروی انتقال بر پایه شبکه عصبی مصنوعی چندلایه استفاده شد. نتایج مدل‌سازی نیروی انتقال با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در اکثر زیر مدل‌ها صحت بالایی (۵۰ تا ۸۵ درصد) را نشان داد. با استفاده از نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۷ و مدل پیش‌بینی سخت، نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۳۹۹ پیش‌بینی شد. برای ارزیابی صحت این نقشه با نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۹۹ مورد مقایسه قرار گرفت که ضریب کاپا ۸۱ درصد به دست آمد. در نهایت با استفاده از دوره واسنجی ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ پوشش اراضی برای سال ۱۴۲۹ پیش‌بینی شد. خطای کل در مدل‌سازی برای سال ۱۳۹۹ حدود ۱۹/۲۵ درصد به دست آمد نشان‌دهنده انطباق تصویر پیش‌بینی شده با تصویر واقعیت زمینی و قابل قبول بودن مدل می‌باشد. همچنین نقشه پیش‌بینی تغییرات با روش CA-MARKOV تهیه شد. با استفاده از مدل LCM نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۴۲۹ پیش‌بینی گردید. نتایج نشان داد که طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۲۹ کاربری‌ها تغییر نخواهند کرد.

واژه‌های کلیدی: سد گتوند، شوری آب، پیش‌بینی، مدل LCM، سنجش از دور، شبکه عصبی مصنوعی.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه

۱- بررسی اثر سدسازی بر تغییر کاربری و پوشش اراضی در بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ (مطالعه

موردی: سد گتوند - خوزستان)

۲- بررسی وضعیت پوشش گیاهی محدوده سد گتوند در بازه زمانی سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۸

۳- بررسی تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰

(مطالعه موردی: سد گتوند)

۴- رویکرد سنجش از راه دور در ارزیابی روند تغییرات مناطق آبی محدوده سد گتوند در بازه

زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۰

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- مقدمه.....	۲
۲-۱- بیان مسئله و ضرورت تحقیق.....	۴
۳-۱- اهداف پژوهش.....	۶
۴-۱- فرضیات:.....	۷
۵-۱- تعاریف و مفاهیم.....	۷
۱-۵-۱- کاربری اراضی.....	۷
۲-۵-۱- تغییر کاربری اراضی.....	۸
۳-۵-۱- سنجش از دور.....	۸
۴-۵-۱- آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی.....	۹
۵-۵-۱- نرم افزار ENVI.....	۹
۶-۵-۱- تصحیحات تصاویر ماهواره‌ای.....	۹
۱-۶-۵-۱- تصحیح هندسی.....	۹
۲-۶-۵-۱- تصحیح رادیومتریک.....	۱۰
۳-۶-۵-۱- تصحیح اتمسفری.....	۱۰
۷-۵-۱- ماهواره لندست.....	۱۱
۸-۵-۱- انواع روش طبقه‌بندی تصاویر.....	۱۱
۱-۸-۵-۱- طبقه‌بندی نظارت شده.....	۱۱
۲-۸-۵-۱- طبقه‌بندی نظارت شده.....	۱۲
۳-۸-۵-۱- طبقه‌بندی شی گرا.....	۱۲
۹-۵-۱- رگرسیون لجستیک.....	۱۳
۱۰-۵-۱- شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه (MLP).....	۱۳
۱۱-۵-۱- زنجیره مارکوف.....	۱۳
۱۲-۵-۱- نرم افزار IDRISI.....	۱۴

۱۴	۱-۵-۱۳- نرم افزار GIS.....
۱۵	۱-۵-۱۴- مدل و مدل سازی.....
۱۵	۱-۵-۱۵- مدل ساز تغییر زمین (LCM).....
۱۷	فصل دوم: پیشینه تحقیق.....
۱۸	۱-۲- مقدمه.....
۱۸	۲-۲- تحقیقات انجام شده در داخل کشور.....
۳۱	۳-۲- تحقیقات انجام شده در خارج کشور.....
۴۷	فصل سوم: مواد و روش ها.....
۴۸	۱-۳- مقدمه.....
۴۸	۲-۳- منطقه مورد مطالعه.....
۵۰	۳-۳- مواد مورد استفاده در تحقیق.....
۵۰	۴-۳- روش انجام تحقیق.....
۵۰	۳-۴-۱- تصحیح هندسی.....
۵۱	۳-۴-۲- تصحیح رادیومتریک.....
۵۱	۳-۴-۳- تصحیح اتمسفری.....
۵۱	۳-۴-۴- تصحیح خطای راه راه شدگی تصاویر لندست ۷.....
۵۲	۳-۵- ایجاد ترکیب بانندی کاذب تصاویر.....
۵۲	۳-۶- طبقه بندی تصاویر ماهواره ای و تهیه نقشه های کاربری اراضی.....
۵۳	۳-۷- ارزیابی صحت طبقه بندی.....
۵۳	۳-۸- آشکارسازی تغییرات با استفاده از مدل LCM.....
۵۴	۳-۹- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال.....
۵۴	۳-۱۰- انتخاب متغیرها.....
۵۶	۳-۱۲- ارزیابی صحت نقشه کاربری پیش بینی شده.....
۵۷	فصل چهارم: بحث و نتیجه.....
۵۸	۴-۱- مقدمه.....
۵۸	۴-۲- نتایج مربوط به طبقه بندی و تهیه نقشه های کاربری اراضی.....
۶۲	۴-۳- ارزیابی صحت نقشه های کاربری اراضی تهیه شده.....

۴-۴-۴- اجرای مدل ساز تغییرات سرزمین (LCM).....	۶۲
۴-۴-۱- ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره اول مطالعه.....	۶۲
الف) تغییرات کاربری.....	۶۲
ب) تغییرات خالص کاربری ها.....	۶۳
۴-۴-۲- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال در دوره اول مطالعه.....	۶۷
الف) متغیرهای ورودی به مدل.....	۶۷
ب) انتخاب متغیرهای ورودی به مدل.....	۷۱
ج) نقشه های پتانسیل انتقال کاربری های سال ۱۳۹۹.....	۷۱
۴-۴-۳- نتایج مدل سازی نقشه های انتقال پتانسیل دوره اول مطالعه ۱۳۸۷-۱۳۷۰.....	۷۸
۴-۴-۴- پیش بینی تغییرات در سال ۱۳۹۹.....	۷۹
۴-۴-۵- ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی پیش بینی شده سال ۱۳۹۹.....	۸۱
۴-۴-۶- ارزیابی دقت مدل LCM.....	۸۲
۴-۵-۱- ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره دوم مطالعه.....	۸۳
الف) تغییرات کاربری.....	۸۳
ب) تغییرات خالص کاربری ها.....	۸۴
۴-۵-۲- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال در دوره دوم مطالعه.....	۸۸
الف) متغیرهای ورودی به مدل.....	۸۸
ب) انتخاب متغیرهای ورودی به مدل.....	۹۲
ج) نقشه های پتانسیل انتقال کاربری های سال ۱۴۲۹.....	۹۲
۴-۵-۲- نتایج مدل سازی نقشه های انتقال پتانسیل دوره دوم مطالعه ۱۳۸۷-۱۳۹۹.....	۹۹
۴-۵-۳- پیش بینی تغییرات در سال ۱۴۲۹.....	۱۰۰
فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۱۰۵
۵-۱- مقدمه.....	۱۰۶
۵-۲- نتیجه گیری.....	۱۰۷
۵-۳- پیشنهادات.....	۱۰۸

فهرست اشکال

شکل ۴-۱. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۰.....	۵۹
شکل ۴-۲. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۷.....	۶۰
شکل ۴-۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۹.....	۶۱
شکل ۴-۴. تغییرات (افزایش یا کاهش) مساحت کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷.....	۶۴
شکل ۴-۵. تغییرات خالص کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷.....	۶۴
شکل ۴-۶. نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۷.....	۶۵
شکل ۴-۷. نقشه تغییرات مناطق ثابت و بدون تغییر بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۷.....	۶۵
شکل ۴-۸. نقشه متغیرهای ایستا برای سال ۱۳۹۹.....	۶۸
شکل ۹-۴. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۳۹۹.....	۶۹
شکل ۴-۱۰. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۳۹۹.....	۷۰
شکل ۴-۱۵. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرغزار.....	۷۶
شکل ۴-۱۶. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مناطق ساخته شده.....	۷۷
شکل ۴-۱۷. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹.....	۸۰
شکل ۴-۱۸. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۳۹۹.....	۸۱
شکل ۴-۱۹. تغییرات (افزایش یا کاهش) مساحت کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۸۴
شکل ۴-۲۰. تغییرات خالص کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۸۵
شکل ۴-۲۱. نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۸۵
شکل ۴-۲۲. نقشه تغییرات مناطق ثابت و بدون تغییر بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۸۶
شکل ۴-۲۳. نقشه فاصله متغیرهای ایستا برای پیش‌بینی سال ۱۴۲۹.....	۸۹
شکل ۴-۲۴. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۴۲۹.....	۹۰
شکل ۴-۲۵. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۴۲۹.....	۹۱
شکل ۴-۲۶. نقشه پتانسیل انتقال کاربری آب.....	۹۳

شکل ۴-۲۷. نقشه پتانسیل انتقال کاربری بایر.....	۹۴
شکل ۴-۲۸. نقشه پتانسیل انتقال کاربری کشاورزی.....	۹۵
شکل ۴-۲۹. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرتع.....	۹۶
شکل ۴-۳۰. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرغزار.....	۹۷
شکل ۴-۳۱. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مناطق ساخته شده.....	۹۸
شکل ۴-۳۲. تغییرات کاربری اراضی طی چهار بازه زمانی.....	۱۰۲
شکل ۴-۳۳. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹.....	۱۰۳
شکل ۴-۳۴. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۴۲۹.....	۱۰۴

فهرست جداول

جدول ۱-۳. خصوصیات تصاویر مورد استفاده در تحقیق.....	۵۰
جدول ۴-۱. مساحت کاربری‌ها در نقشه سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹.....	۵۸
جدول ۴-۲. شاخص کاپا.....	۶۲
جدول ۴-۳. مساحت و میزان درصد هر کاربری طی سال‌ها ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷.....	۶۳
جدول ۴-۴. ارزیابی صحت شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه.....	۷۸
جدول ۴-۵. ماتریس احتمال تغییرات محاسبه شده هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۷۹
جدول ۴-۶. نتایج مدل‌ساز تغییرات زمین بر حسب درصد (LCM).....	۸۲
جدول ۴-۸. مساحت و میزان درصد هر کاربری طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹.....	۸۴
جدول ۴-۹. ارزیابی صحت شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه.....	۹۹
جدول ۴-۱۰. ماتریس احتمال تغییرات محاسبه شده هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف دوره ۱۳۹۹ تا ۱۴۲۹.....	۱۰۰
جدول ۴-۱۱. مساحت و میزان هر کاربری در نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹.....	۱۰۱
جدول ۴-۱۲. مساحت و میزان هر کاربری در نقشه پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۴۲۹.....	۱۰۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

در طول تاریخ، بشر برای تأمین نیازهای خود درگیر اصلاح زمین بوده تا از آن بهره‌مند شود. امروزه، استفاده از زمین و پوشش زمین نیاز به ارزیابی با استفاده از روش‌های علمی دارد. اما، به دلیل توسعه برنامه‌ریزی‌نشده در کلان‌شهرها و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که ناشی از الزامات اجتماعی یا اقتصادی است، این موضوع کمتر توجه قرار گرفته است (Amin and Fazel, 2012). مدیریت کاربری اراضی مستلزم ارزیابی دقیق و درست پتانسیل اراضی در خصوص خدمات موردنیاز جامعه است از این‌رو اولویت‌بندی کاربری اراضی باید بر اساس ارزیابی مناسب از همه استفاده‌های ممکن هر واحد زمین باشد (Huson, 2006). پوشش اراضی و کاربری اراضی دو عنصر کلیدی هستند که محیط را در ارتباط با فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های بشر نشان می‌دهند. پوشش اراضی به پوشش گیاهی (طبیعی یا مصنوعی) یا سازه‌های ساخته بشر که روی سطح زمین قرار دارند، اشاره دارد (FAO, 1994). درحالی‌که کاربری اراضی به وضعیت خصوصیات بیوفیزیکی زمین دست‌کاری‌شده و نیز هدف اصلی از به‌کارگیری زمین اشاره دارد (Turner et al., 1995). اهمیت پوشش و کاربری اراضی به‌عنوان یک عامل پویا و مؤثر بر شرایط زیستی ایجاب می‌کند که همواره اطلاعات کمی و کیفی دقیقی از آن تهیه و تغییرات مربوط به آن در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت تعیین شود (Koomen, 2007). تغییر کاربری اراضی و پوشش زمین به‌عنوان یکی از نیروهای محرکه اصلی تغییر محیط‌زیست جهانی، موضوع اصلی بحث توسعه پایدار است. تغییرات کاربری اراضی و پوشش اراضی در گستره وسیعی از خصوصیات محیطی و سیمای سرزمین از جمله کیفیت آب، منابع زمین و هوا، فرایندهای اکوسیستم و عملکرد و سیستم اقلیمی از طریق جریان‌های گازهای گلخانه‌ای و اثرات سطحی، تأثیرگذار است. الگوی کاربری و پوشش زمین یک منطقه نتیجه عوامل طبیعی و اجتماعی - اقتصادی و کاربرد آن‌ها توسط انسان در زمان و مکان است. تغییر در پوشش زمین حتی در نبود فعالیت‌های انسانی از طریق

فرایندهای طبیعی که تغییر کاربری اراضی توسط انسان برای مصارف متعدد، هیزم، چوب، علوفه، برگ، دارو، مواد خام و تفریحی رخ می‌دهد. تغییرات پوشش زمین از دیدگاه مختلف مورد بررسی قرار گرفته تا عوامل کاربری اراضی و تغییر پوشش اراضی، روند و نتایج آن‌ها شناسایی شود. رشد شهری، به‌ویژه جابه‌جایی زمین مسکونی و تجاری به مناطق روستایی در حومه کلان‌شهرها، به مدت طولانی نشانه حیات اقتصادی منطقه‌ای محسوب می‌شود. اما منافع آن به طور فزاینده‌ای در برابر اثرات اکوسیستم، از جمله تخریب کیفیت هوا و آب و ازدست‌دادن زمین کشاورزی و جنگل‌ها، و اثرات اجتماعی - اقتصادی نابرابری‌های اقتصادی، تجزیه و تحلیل اجتماعی و هزینه‌های زیرساخت متوازن است (Sandra Kumar et.al., 2015). تغییرات کاربری اراضی نتیجه برهم‌کنش پیچیده شاخص‌های فیزیکی، زیستی، اقتصادی و اجتماعی است. در اغلب موارد، این عوامل تأثیر زیادی روی فرایندهای فرسایشی، افزایش رواناب سطحی و تغییرات تنوع زیستی دارند (Munroe et al., 2007). امروزه تغییرات کاربری اراضی در ایران با سرعت قابل‌ملاحظه‌ای و در بعضی از جهات نامطلوب به وقوع پیوسته و باعث تشدید روند تخریب اراضی شده است (آرخی و نیازی، ۱۳۸۷). از آنجاکه تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد، بنابراین، فناوری سنجش از دور یک ابزار ضروری و بالارزش در ارزیابی تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری سطح زمین است (Lu et.al., 2004). سنجش از دور، در ارتباط با سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده‌ای اعمال شده است و به‌عنوان ابزاری قدرتمند و مؤثر در تشخیص تغییرات کاربری اراضی و پوشش شناخته شده است. سنجش از دور داده‌های مقرون‌به‌صرفه و چند زمانه را فراهم می‌کند و آن‌ها را به اطلاعات ارزشمند برای درک و نظارت بر الگوهای توسعه زمین و فرایندها و برای ایجاد مجموعه داده در طول یک دوره زمانی تبدیل می‌کند. پیش‌بینی کاربری اراضی آینده برای برنامه‌ریزی شهری و مدیریت منابع طبیعی بسیار مفید خواهد بود. مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی و پوشش در میان جوامع علمی به سرعت در حال افزایش است. ابزارهای مدل‌سازی بسیاری در استفاده، مانند زنجیره سلولی مارکوف، زنجیره مارکوف، GEOMOD و ...

وجود دارد (Shahidul Islam and Ahmed, 2011). امروزه به دلیل ارزش بالای زمین و محدودیت منابع طبیعی، پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین و پوشش زمین برای شناخت محیط منطقه‌ای و جهانی بسیار مهم است و از این‌رو توجه زیادی از متخصصان محیط‌زیست، زمین‌شناس و دانشمندان دیگر زمینه‌های مشترک دریافت کرده است (Adepoju et al., 2006; Tiwari et al., 2014). با پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی و اتخاذ سیاست‌های مدیریتی مؤثر می‌توان در راستای هدایت اکوسیستم به سمت مطلوب گام برداشت (Koomen et al., 2007).

۱-۲- بیان مسئله و ضرورت تحقیق

با توجه به نقش مهمی که آب، در تمامی دوره‌های زندگی بشر داشته است همواره کارشناسان را بر آن داشته تا با ارائه طرح‌ها و شیوه‌های مهار آب، تلفات آن را کاهش داده و به‌سهولت در دسترس عموم قرار دهند. سال‌هاست که احداث سدها جهت ذخیره کردن آب، کنترل سیلاب و تولید انرژی و غیره یکی از راهکارهای اساسی به شمار رفته است. علاوه بر آن، سدهای بزرگ نمادهای غرور ملی و استیلای نبوغ انسانی بر طبیعت، تأمین‌کننده برق، آب و غذا، مهارکننده سیلاب‌ها، آبادکننده بیابان‌ها و تضمین‌کننده استقلال ملی هر کشور بوده است (پیرستانی و شفقتی، ۱۳۸۸).

امروزه در مطالعات طراحی که بر اساس یافته‌های جدید انجام می‌شوند، همان‌طور که مسائل اقتصادی و تکنیکی موردتوجه قرار می‌گیرند، ارزش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی نیز باید موردتوجه قرار گیرند. در این زمینه انواع سدها از جمله سدهای زیرزمینی نیز موجب آلودگی‌هایی نظیر آلودگی نیتروژنی بر روی آب‌های زیرزمینی خواهد شد (Ishida et.al, 2003).

نتایج اکولوژیکی سدها وابسته به محل قرارگیری آن‌ها خواهد بود. تأثیرات سدها را می‌توان بر اساس معیارهای متفاوت کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت، منطقه احداث، تأثیرات اجتماعی و غیراجتماعی مفید و مضر، طبقه‌بندی کرد. اگرچه دسته‌بندی‌های دیگری نیز وجود دارند. به‌طور کلی بر اساس دستورالعمل کمیته بین‌المللی سدهای بزرگ، مطالعات زیست‌محیطی سدها باید در قالب بخش‌هایی که شامل اثرات فیزیکی و شیمیایی، اثرات بیولوژیکی، اثرات بهداشتی، اثرات اجتماعی و اقتصادی انجام گیرد (Sait Tahmicioglu et al., 2007).

تغییر کاربری اراضی معمولاً سبب تغییرات پویای هیدرولیک حوزه‌ها می‌شود (Elfert et al., 2010). تغییر کاربری اراضی بر تولید رواناب و سایر مؤلفه‌های هیدرولیک مثل گیرش، نفوذ و شدت سیل خیزی اثر می‌گذارد. در مقیاس حوزه این آثار روی فرایندهای هیدرولوژیک اثر قابل توجهی بر اکوتوریسم، محیط‌زیست و اقتصاد وارد می‌کند (Chen et al., 2009).

به‌طور کلی، زمانی که در یک حوضه آبخیز با شبکه زهکشی و هیدروگرافی نسبتاً تکامل یافته، سد احداث می‌شود. سطح حوزه به دودسته اراضی بالادست و پایین‌دست سد تقسیم می‌گردد (طیبیان و دادرست، ۱۳۸۵). احداث و آبیگری سد می‌تواند تأثیرات مختلفی را در اراضی بالادست و پایین‌دست آن ایجاد نماید که یکی از مهم‌ترین این تأثیرات، تغییرات پوشش اراضی به دنبال ایجاد سد می‌باشد (Van Ramaey, 2002). یکی از مهم‌ترین و محسوس‌ترین اثراتی که سدها بر طبیعت می‌گذارند، تغییر در نوع کاربری زمین‌های اطراف آن می‌باشد. ایجاد مخزن سد، تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی و کارخانه‌های صنعتی و تبدیل کشت‌های دیم به کشت آبی با نیاز آبی بالا نظیر برنج و نیشکر از جمله این تغییرات است. این موارد باعث می‌شود که در پایین‌دست سدها دسترسی به منابع آبی محدودتر شده و استفاده مفرط از آب‌های زیرزمینی موجب افت سطح آب و افزایش روند بیابان‌زایی در منطقه گردد (رمضانی و همکاران، ۱۳۹۰ و فرخ زاده و رستم‌زاده، ۱۳۸۶).

آشکار ساختن تغییرات یک از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است؛ بنابراین نقشه کاربری را که نتیجه فرایند آشکارسازی تغییرات می‌باشد، می‌توان بر اساس تصاویر چند زمانه سنجش از دور تهیه کرد (رابعی و همکاران، ۱۳۸۳). تکنیک سنجش از دور می‌تواند در یک‌زمان کوتاه اطلاعات خوبی را در مورد تغییرات کاربری اراضی فراهم سازد. همچنین می‌تواند جهت بررسی تغییرات گذشته کاربری اراضی و به منظور مدیریت تغییراتی که در آینده به وقوع خواهند پیوست، مورد استفاده واقع شود (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۸). بسیاری از مطالعات مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور برای استخراج پارامترهای تأثیرگذار بر تبدیل کاربری‌ها به صورت تجربی در سراسر منطقه انجام می‌گیرد (Conway and Lathrop., 2005) در واقع مدل ابزار بسیار خوبی برای فهم و درک بهتر و سریع‌تر پیچیدگی‌های یک سیستم است (Torrens and Osullivan. 2001). مدل‌ساز تغییرات سرزمین (LCM) قادر به ایجاد سناریوهای تغییرات اراضی با ادغام عامل‌های زیستی، فیزیکی و اقتصادی - اجتماعی است (عزیزی قلاتی و همکاران، ۱۳۹۳). این مدل پتانسیل انتقال بین کاربری‌های مختلف را بر اساس روش‌های شبکه عصبی مصنوعی و رگرسیون لجستیک محاسبه می‌کند (Basse et al., 2014) و اخیراً استفاده هم‌زمان آن به همراه مدل زنجیره مارکوف در جهت مدل‌سازی زمانی و مکانی تغییرات کاربری اراضی توسعه یافته است (Khoi and Murayama., 2011).

۳-۱- اهداف پژوهش

اهداف اصلی طرح:

به‌طور کلی، هدف از این پژوهش پایش تغییرات کاربری اراضی در گذشته و بررسی امکان پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) در محیط GIS می‌باشد.

از اهداف دیگر انجام این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- بررسی میزان دقت سنجش از دور و GIS در بررسی تغییرات کاربری اراضی

ب- محاسبه میزان کاهش و افزایش مساحت هر یک از کاربری‌ها طی دوره مطالعاتی

ج- ارزیابی تأثیر فاکتورهای مستقل بر روی تغییر کاربری اراضی

د- بررسی کارایی مدل ساز تغییر زمین در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی آینده

۴-۱- فرضیات:

سد مورد مطالعه (گتوند علیا)، به جهت قرارگرفتن در سازند نمکی از زمان بهره‌برداری با مشکل تجمع شوری مواجه بوده است. سازند نمکی به‌صورت پراکنده در نقاط مختلف مخزن بیرون‌زدگی دارد. خوشبختانه در مخازن سدها آب‌شور به جهت سنگینی بیشتر نسبت به آب خالص، در لایه‌های زیرین مخزن تجمع می‌یابد و با روند بسیار کندی با سایر آب مخزن مخلوط می‌شود. با این حال آنچه که در مورد سد گتوند اهمیت دارد بررسی تغییرات کاربری اراضی بالادست و به‌خصوص پایین‌دست سد می‌باشد. با توجه به توضیحات داده شده در رابطه با تغییر کاربری اراضی حوزه سد گتوند با دو فرضیه زیر مواجه می‌شویم:

H0: کاربری‌های اراضی در سطح حوزه در دوره مطالعاتی دچار تغییرات نخواهند شد و همچنین آینده کاربری‌های اراضی بدون تغییر باقی خواهند ماند.

H1: کاربری‌های اراضی در سطح حوزه در دوره مطالعاتی دچار تغییرات خواهند شد و همچنین آینده کاربری‌های اراضی تغییراتی را در خود می‌بینند.

۵-۱- تعاریف و مفاهیم

۵-۱-۱- کاربری اراضی

استفاده از زمین، ساختار و عملکرد اکوسیستم را تغییر می‌دهد. مهم‌ترین استفاده مکانی و اقتصادی انسان از زمین در سراسر جهان شامل شیوه‌های مختلف کشت، سازه‌ها، ذخایر، اراضی حفاظت شده و استخراج مواد معدنی است (Theau, 2006; Awotwi, 2009). کاربری اراضی از دو کلمه کاربری و اراضی تشکیل شده

است. اراضی به کلیه امکانات طبیعی یا خصوصیات و شرایط طبیعی یک محل نظیر اقلیم، زمین‌شناسی، خاک، توپوگرافی و هیدرولوژی و غیره اطلاق می‌شود. کاربری یعنی استفاده از امکانات طبیعی موجود، برحسب نیازهای انسانی که ممکن است منطبق بر استعداد اراضی و به شیوه‌های علمی یا به روش سنتی و احتمالاً تخریب‌کننده اراضی باشد (صوفی و همکاران، ۱۳۹۷). کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری از زمین به‌منظور رفع نیازهای گوناگون انسان است.

۱-۵-۲- تغییر کاربری اراضی

تغییرات کاربری اراضی در نتیجه فعل‌وانفعالات پیچیده فاکتورهای ساختاری و عملکردی مرتبط با تقاضا، آثار گسترده‌ای بر سیمای سرزمین دارد (Matsushita et.al., 2006). تغییر کاربری اراضی بر میزان تقاضای زمین جهت فعالیت‌های کشاورزی، جنگل‌داری، مناطق مسکونی - صنعتی، مناطق گردشگری و تنوع چشم‌انداز و طبیعی تأثیرگذار است. تغییر کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین حوزه‌های مطالعاتی بوده و یکی از حساس‌ترین شاخص‌های تعاملات بین فعالیت‌های انسانی و محیط طبیعی است. همچنین با شرایط اقلیمی و ژئومورفولوژیکی منطقه همراه است و تأثیر فزاینده‌ای بر تخریب اراضی دارد. تغییر کاربری و پوشش اراضی، اثرات قابل‌توجهی بر تخریب خاک منطقه شامل فرسایش خاک، اسیدیته خاک، آبخش‌های غذایی و تخلیه مواد آلی دارد (Cebecauer, 2008).

۱-۵-۳- سنجش از دور

سنجش از دور علم و هنر به‌دست‌آوردن اطلاعات دربارهٔ عوارض و فرایندها، از طریق آنالیز داده‌های اخذ شده به‌وسیله سنجنده بدون تماس با آن عوارض و فرایندها اطلاق می‌شود. این عمل به‌وسیله ثبت انرژی انعکاسی از سطح عوارض صورت می‌گیرد. سنجش از دور یکی از ابزارهای مناسب زمینی است که اطلاعات به‌روز را توسط سنجنده‌های مختلف در زمینه‌های مختلف و منابع زمینی گوناگون ثبت می‌کند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲).

۱-۵-۴- آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی

آشکارسازی تغییرات فرایندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلاف سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوی سطح زمین را فراهم می‌کند (Yang and Lo., 2002; Chen et al., 2003). آشکار ساختن تغییرات یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی است. آشکار ساختن تغییرات به منظور کاربرد مجموعه داده‌های چندزمانه و همچنین با هدف تشخیص محیط‌هایی که کاربری آن‌ها در فواصل تصویربرداری تغییراتی داشته‌اند، صورت می‌گیرد (Eastman et.al., 2012).

۱-۵-۵- نرم افزار ENVI

نرم افزار محصول شرکت RST است که تاکنون گونه‌های مختلف آن به بازار آمده است. کلمه ENVI کوتاه شده عبارت The Environment For Visualizing Image می‌باشد و این نام برای سیستم نرم افزاری متحول و پیشرفته‌ای، جهت پردازش تصاویر استفاده شده است. انواع نمایش سه بعدی و دوبعدی تصاویر، داده‌های رستری مختلف نظیر DEM و داده‌های برداری در فرمت گوناگون از جمله امکانات قابلیت نمایش این نرم افزار است. یکی از قابلیت‌های مهم ENVI که آن را در میان نرم افزارهای مشابه جهت پردازش تصاویر متمایز نموده است، ترکیب تکنیک‌های باندی (Band-Based) و فایلی (File-Based) با توابع نرم افزاری توسعه یافته (interactive functions) می‌باشد. وقتی که یک فایل اطلاعاتی داخل نرم افزار باز می‌شود، باندهای آن به صورتی ذخیره می‌شود که بتوان به وسیله کل توابع سیستم به آن دسترسی پیدا کرد (فاطمی نصرآبادی، ۱۳۹۱).

۱-۵-۶- تصحیحات تصاویر ماهواره‌ای

۱-۵-۶-۱- تصحیح هندسی

تصویر خام یک سنجنده به دلایل مختلفی از جمله هم‌زمان نبودن تصویربرداری سطرهای تصویر، اثر دوران زمین بر روی تصویر، اثر کرویت زمین و اختلاف ابعاد زمینی پیکسل‌های وسط و کناره‌های سطرها و غیره

دارای ارزش هندسی پایینی برای کارهای اندازه‌گیری است. برای رفع این مشکلات از تصحیح هندسی استفاده می‌شود. تصحیح هندسی، به معنی جابه‌جا کردن موقعیت پیکسل‌های تصویر است تا آن‌ها نسبت به هم در موقعیت درست قرار گیرند و تصویر با زمین منطبق شود. در نهایت باید سیستم مختصات زمینی به تصویر تصحیح شده اعمال شود؛ بنابراین، محصول نهایی به دست آمده از فرایند تصحیح هندسی، یک تصویر دیجیتال است که هرکدام از پیکسل‌های آن دارای مختصات زمینی منحصربه‌فردی است (ایزدی پور، ۱۳۹۴).

۱-۵-۶-۲- تصحیح رادیومتری

خطاهای رادیومتری به مجموعه خطاهایی گفته می‌شود که در اثر همخوانی مقدار انرژی ساطع شده یا منعکس شده از یک شی بر روی سنسور با مقدار انرژی منتشر شده از همان شی به وجود می‌آیند. این خطاها باعث تغییر میزان واقعی عدد دیجیتال (DN) یا درجات خاکستری تصاویر می‌شوند که اصلاح آن در بخش پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای قرار می‌گیرد. تصحیح رادیومتری زمانی انجام می‌گیرد که از تصاویر چند زمانه یعنی تصاویری که مربوط به فصول یا سال‌های مختلف و یا سنجنده‌های مختلف، هستند استفاده می‌شود. تصحیح رادیومتری برای کاهش یا اصلاح خطاهای موجود در عدد دیجیتال (DN) تصاویر انجام می‌شود. این فرایند تفسیرپذیری و کیفیت داده‌های سنجش از دور را بهبود می‌بخشد. همچنین باید توجه نمود که کالیبراسیون و تصحیح رادیومتری هنگام مقایسه داده‌ها در طول دوره‌های مختلف زمانی بسیار مهم است (Congalton and Green., 2008).

۱-۵-۶-۳- تصحیح اتمسفری

تصحیح اتمسفری در مواردی که به مقادیر انرژی ساطع شده از اشیا نیاز است و یا هنگامی که شدت سیگنال ارسالی از طرف اشیا از اثرات اتمسفری کم‌تر باشد، ضروری است. تصحیح اتمسفری مهم‌ترین بخش قبل از پردازش‌های ماهواره‌ای از راه دور است (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۵).

۱-۵-۷- ماهواره لندست

از سال ۱۹۷۲ میلادی، ماهواره Landsat به طور پیوسته تصاویر فضایی سطح زمین را به دست می‌آورند و داده‌هایی را که به‌عنوان منابع ارزشمند برای تحقیق درمورد تغییر کاربری زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند، ارائه می‌دهند. از اطلاعات این ماهواره می‌توان در تعیین کاربری اراضی، اکتشافات زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، مدیریت جنگل‌داری و کشاورزی و کارتوگرافی استفاده نمود. سری ماهواره‌های لندست مورد استفاده شده:

لندست ۸: تصاویر زمین عملیاتی را ارائه می‌دهد، این ماهواره دارای سنسور حرارتی مادون قرمز (TIRS) در دو سطح می‌باشد.

لندست ۷: نقشه‌های موضوعی پیشرفته (ETM⁺) را ارائه می‌دهد.

لندست ۵: نقشه‌های موضوعی (TM) را تهیه می‌کند.

۱-۵-۸- انواع روش طبقه‌بندی تصاویر

۱-۵-۸-۱- طبقه‌بندی نظارت شده

روش‌های طبقه‌بندی که بر اساس اطلاعات تصویر بوده و کاربر در طی مراحل آن دخالتی ندارد را روش طبقه‌بندی نظارت شده می‌گویند. این روش کم‌ترین اطلاعات جانبی را برای تصمیم‌گیری در مورد پیکسل‌ها مورد استفاده قرار می‌دهد. درواقع وظیفه کشف کلاس پیکسل‌ها در این گونه روش‌ها تماماً برعهده الگوریتم است و عامل، هیچ‌گونه تعریفی از کلاس‌ها چه به صورت نام و یا پیکسل‌ها و پارامترهای معلوم به الگوریتم وارد نمی‌کند برای انجام یک طبقه‌بندی نظارت نشده کافی است که تعداد کلاس‌ها را برای الگوریتم مشخص کرده و تصویر ورودی را به آن معرفی کرد (رضایان و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۵-۸-۲- طبقه‌بندی نظارت شده

در طبقه‌بندی نظارت شده، کاربر باتوجه به شناخت از پدیده‌های اراضی و عوارض، مناطقی را به‌عنوان ناحیه‌های آموزش (تعلیمی) معین می‌نماید. پس از آن نرم‌افزار با تجزیه و تحلیل آماری ارزش‌ها و پیکسل‌های موجود در هر کلاس و باتوجه به الگوریتم مشخص، تک‌تک پیکسل‌های موجود در تصاویر را با اطلاعات آماری همه کلاس‌ها مقایسه کرده و برای هریک در تصویر خروجی مقداری را انتخاب می‌کند و هر پیکسل در نهایت به یکی از نمونه‌های معرفی شده نسبت می‌دهد، به‌غیر از موارد اندکی که در هیچ طبقه‌ای قرار نمی‌گیرند (رضایان و همکاران، ۱۳۹۳).

۱-۵-۸-۳- طبقه‌بندی شی‌گرا

طبقه‌بندی تصویر مبتنی بر شی گونه‌ای از روش طبقه‌بندی نظارت نشده می‌باشد که با استفاده از سنجش از دور در سال‌های اخیر توجه خاصی را به خود جلب کرده است. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر اساس اطلاعات طیفی دارای محدودیت‌هایی است؛ بنابراین برای افزایش دقت طبقه‌بندی از منابع اطلاعاتی دیگری استفاده شود (Chen et al., 2009). روش طبقه‌بندی شی‌گرا در مقایسه با روش‌های دیگر طبقه‌بندی، از داده‌های بیشتری مانند اطلاعات هندسی مربوط به شکل عوارض و نحوه قرارگیری آن‌ها، جهت طبقه‌بندی پدیده‌ها و عوارض استفاده می‌شود. یکی از مهم‌ترین مزایای روش شی‌گرا و اهمیت این روش استفاده از سگمنت‌ها یا قطعات همگن به‌عنوان شی‌های تصویری می‌باشد. فرایند طبقه‌بندی شی‌گرا در سه مرحله سگمنت‌سازی، طبقه‌بندی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی صورت می‌گیرد. مهم‌ترین مرحله در طبقه‌بندی سگمنت‌سازی است. سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه و همگن که داری شباهت (ارزش عددی و بافت) می‌باشند (Huang and NI, 2008).

۱-۵-۹- رگرسیون لجستیک

رگرسیون لجستیک روشی آماری است که ارتباط بین مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل و پیوسته و یک متغیر وابسته باینری را ارزیابی کرده و آن را به صورت مدل بیان می‌کند. رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر برازش می‌کنند، استفاده می‌کند. خروجی مدل، ضریب‌هایی بین صفر و یک خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بالاتر از ۰/۵ ارزش ۱ (تخریب) و کمتر از ۰/۵ ارزش صفر (بدون تخریب) می‌دهد و نقشه بولین تخریب را تولید می‌کند (باقری و شتایی، ۱۳۹۰).

۱-۵-۱۰- شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه (MLP)

شامل یک لایه ورودی، حداقل یک لایه مخفی و یک لایه خروجی می‌باشد. در این روش وزن شبکه به شیوه گرادینان تنظیم می‌شود، به این صورت که پس از اینکه مقدار خروجی مطلوب با خروجی واقعی شبکه مقایسه شد، شبکه به جستجوی بیش‌ترین شیب نزولی پرداخته و در تکرارهای بعدی پارامترهای شبکه با راهنمایی شیب نزولی خطا تنظیم می‌شود و در این فرایند، تنظیم پارامترها آن قدر تکرار می‌شود تا مقدار خطای شبکه به مقدار قابل قبولی برسد (آرخی و فتحی زاد، ۱۳۹۲).

۱-۵-۱۱- زنجیره مارکوف

آنالیز زنجیره مارکوف فرایندی است که در آن حالت یک سیستم در زمان دوم با استفاده از حالت سیستم در زمان اول پیش‌بینی می‌شود و ماتریس احتمال‌های تغییر از هر کلاس پوشش به هر کلاس پوشش دیگر را ارائه می‌دهد (Eastman, 2006). در این روش ماتریس تغییرات ناحیه نشان می‌دهد تغییر تعداد پیکسل‌هایی از یک کلاس کاربری اراضی به کلاس دیگر در یک دوره مشخص به چه میزان خواهد بود. آنالیز زنجیره مارکوف ابزاری مناسب جهت مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی است و زمانی کاربرد دارد که تغییرات موجود در چشم‌انداز به راحتی قابل توصیف نباشد (Fan et al., 2007).

۱-۵-۱۲- نرم افزار IDRISI

این نرم افزار برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ توسط پروفیسور رونالد ایستمن از گروه جغرافیای دانشگاه کلارک، به عنوان یک سیستم اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر کامپیوترهای در دسترس و در عین حال قوی ابداع شده است. IDRISI یک سیستم یکپارچه اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور است که برای تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی دیجیتال توسعه یافته است. IDRISI یک سیستم کامپیوتری مبتنی بر شبکه (PC) (grid-based) است که ابزارهایی را برای محققان و دانشمندان درگیر در تجزیه و تحلیل دینامیک های سیستم زمین جهت تصمیم گیری مؤثر در مدیریت زیست محیطی، توسعه پایدار منابع و تخصیص منابع عادلانه ارائه می دهد. از ویژگی مهم این نرم افزار، دارای محیط های مدل سازی یکپارچه از جمله Earth Trands Modeler می باشد که برای سری های زمانی تصویری در روندهای زیست محیطی و Land Change Modeler برای تجزیه و تحلیل و پیش بینی تغییر زمین استفاده می شود (رهنما و همکاران، ۱۳۹۵).

۱-۵-۱۳- نرم افزار GIS

GIS یا Geographic Information System نرم افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی است که مجموعه ای قوی از امکانات و قابلیت ها بوده است که به اخذ و ذخیره سازی و سپس تحلیل و پردازش داده ها می پردازد. در GIS دو بخش اطلاعات مکانی (نشان دهنده موقعیت و شکل عوارض) و توصیفی (بیانگر ویژگی ها و خصوصیات عوارض) موجود در یک نقشه به طور مستقل ولی مرتبط وارد می گردد. هدف نهایی در GIS ایجاد یک مدل سه بعدی از دنیای واقعی است. چراکه این نرم افزار به دلیل مختصات دار بودنش، هر عارضه ای را که ترسیم می کند با همان مختصات در طبیعت قابل تطابق، دسترسی و مشاهده است.

۱-۵-۱۴- مدل و مدل سازی

مدل، از ریشه لاتینی Modus به معنای اندازه گرفته شده است. مدل به ما کمک می کند که به متن و درون پدیده هایی که نمی توانیم مستقیماً آن ها را ببینیم هدایت شویم. مدل، جزئی کوچک یا بازسازی کوچکی از یک شی بزرگ است که از لحاظ کارکرد با شی واقعی یکسان است (گرجی و برخورداری، ۱۳۸۸). از مزایای مدل سازی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- تصمیم گیری مناسب
- افزایش بینش کاربران از راه ایجاد ارتباط بین متغیرهای مختلف شکل
- ابزاری جهت ایجاد ارتباطات بهتر و مؤثر
- صرفه جویی در هزینه ها
- امکان بررسی و پیش بینی رفتار سیستم در مواجهه با انواع متغیرها یا پارامترهای مختلف یک وضعیت واقعی
- امکان تحلیل کلیه ترکیبات احتمالی بین فاکتورهای بالقوه با استفاده از مدل سازی کامپیوتر

۱-۵-۱۵- مدل ساز تغییر زمین (LCM)

مدل ساز تغییر زمین که به طور کامل با برنامه ادیسی یکپارچه شده، ابزاری برای مدیریت و برنامه ریزی زمین و همچنین ابزار پشتیبان تصمیم گیری است. مدل ساز تغییر زمین به کاربر اجازه می دهد که تغییرات کاربری اراضی را به سرعت تجزیه و تحلیل کند. به طور خلاصه این مدل ابزاری مفید برای تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و گرفتن تصمیمات آگاهانه ترند (Václavík and Rogan., 2009; Eastman, 2012).

فصل دوم

پیشینه تحقیق

۲-۱- مقدمه

در این بخش به بررسی تحقیق‌های انجام شده در حول تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی تغییرات آینده پرداخته شده است تا با بررسی و تجزیه و تحلیل تحقیق‌های صورت گرفته مسئله روشن تر شود.

۲-۲- تحقیقات انجام شده در داخل کشور

عفی‌فی (۱۳۹۹)، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی را با کمک مدل زنجیره‌ای مارکوف و مدل LCM انجام دادند. تصاویر مورد استفاده در سه سال تهیه شدند و در هر سه مقطع زمانی به چهار کاربری طبقه‌بندی شدند. نتایج آشکارسازی تغییرات در سال ۱۹۸۵ ضریب کاپا ۰/۸۸، در سال ۲۰۰۰ ضریب کاپا ۰/۷۷ و در سال ۲۰۱۵ با ضریب کاپا ۰/۹۲ نشان داده شدند. نتایج حاصل از تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه‌ای بود که کاربری زراعی به مقدار ۲۰/۳۳ درصد روند افزایشی خواهد داشت. به‌طور کلی در سال‌های آینده از هر کاربری کاسته شده و به مساحت کاربری شهری افزوده خواهد شد.

شکوهیده و همکاران (۱۳۹۹)، تغییرات کاربری اراضی را در دو سناریو احداث سد و یا عدم احداث کارون ۳ را با استفاده از مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین بررسی کردند. نتایج مدل‌سازی نیروی انتقال این تحقیق با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در اکثر زیر مدل‌ها صحت بالای ۶۹ درصد را نشان داد. همچنین نتایج ارزیابی صحت مدل برای نقشه پیش‌بینی‌شده سال ۱۳۹۷ ضریب کاپای ۸۶ به دست آمد که نشان‌دهنده تطابق تصویر پیش‌بینی‌شده با تصویر واقعیت زمینی و قابل قبول بودن مدل می‌باشد. نتایج مدل‌سازی برای نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۲۹ نشان داد که آب کارون روند افزایشی و مناطق مسکونی و کشاورزی کاهش مساحت را خواهند داشت و این موضوع خسارت بسیاری را برای کشاورزان و روستاییان به همراه دارد.

انصاری و گلابی (۱۳۹۸)، پیش‌بینی تغییرات کاربری زمین بر اساس مدل LCM در محیط GIS را برای تالاب‌های کویر میقان انجام دادند. در این تحقیق بعد از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال برای تولید تصاویر تغییر کاربری و پوشش استفاده شد. ۷ کلاس کاربری از جمله دریاچه‌های نمک، کشاورزی، مرتع، انسان‌ساخت، فاضلاب، تالاب و مناطق معدن در نظر گرفته شد. به‌منظور پیش‌بینی وضعیت استفاده از زمین در سال ۲۰۱۵ بر اساس شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و آنالیز زنجیره مارکوف استفاده شده است. دقت طبقه‌بندی محاسبه شده با استفاده از داده‌های میدانی نزدیک به ۹۰ درصد است. از مدل تغییر زمین‌بری پیش‌بینی پوشش زمین در سال ۲۰۳۰ استفاده شد. از تجزیه و تحلیل تغییرات بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، مشاهده شد که افزایشی در تالاب، معدن، فاضلاب و مناطق انسان‌ساخت به ترتیب ۲۰/۹۶٪، ۶۹/۷۵٪، ۵۷/۷۰٪ و ۸۹/۴۱٪، مرتع و دریاچه نمک به میزان ۶۲/۱۱٪ و ۳۹/۷٪ کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش بین سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۳۰ نشان داد در مناطق کشاورزی ۸۹۳ هکتار، تالاب ۶۶۷ هکتار، معدن ۳۱۰ هکتار و مناطق ساخته شده انسان ۲۱۸ هکتار افزایش یافته است، مرتع و دریاچه نمک نیز ۱۴۲۰ و ۶۶۸ هکتار کاهش یافته است؛ بنابراین تغییرات در این دوره شامل ۱۱۱۱ هکتار مرتع به کشاورزی، ۲۱۸ هکتار زمین کشاورزی به توسعه مناطق انسان‌ساخت، ۴۷۲ هکتار دریاچه نمک به تالاب، ۷۲/۱۹۴ هکتار از مرتع به تالاب، ۷۶/۱۹۵ هکتار دریاچه نمک به فعالیت‌های معدنی و ۵۶/۱۱۴ هکتار از مرتع به معدن که اغلب اطراف منطقه جاری اتفاق می‌افتد. این تغییرات عمدتاً به دلیل ساخت مسکن، صنعت و توسعه زیرساخت‌ها بوده است. علاوه بر این انتقال تصفیه‌خانه فاضلاب از شهر به نزدیکی دریاچه نمک، پوشش اراضی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در نتیجه تیپ پوشش گیاهی نیز ممکن است از گیاهان هالوفیت به گونه‌های گیاهان آبی تغییر کند.

شوشتریان و همکاران (۱۳۹۸)، مطالعه‌ای بر تغییر کاربری زمین و اثرات تبدیل بر آن بر روند کیفیت آب‌های زیرزمینی داشتند. نقشه‌های کاربری زمین‌بری سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۵ با توجه به نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰

و تصاویر ماهواره‌ای تهیه شدند. ۴۵ چاه بر روی لایه‌های زمین (صنعتی، شهری، باغ و بایر) به‌منظور تعیین مناطق استفاده از زمین در آغاز و سال‌های پایانی مورد استفاده قرار گرفت. مساحت محاسبه شده برای تمام مصارف زمین به مدل LCM وارد شد. در این راستا، زمین‌های بریده شده در ArcGIS به فرمت ASCII تبدیل شده و وارد نرم‌افزار TerrSet شدند. برای تمامی چاه‌ها، مقادیر شاخص کیفیت آب زیرزمینی در ابتدا و سال‌های پایانی مطالعه نیز محاسبه شد. برای تعیین تأثیر هر کاربری زمین، تحلیل همبستگی برای تمامی کاربری‌های اراضی برای چاه‌های با کاهش کیفیت آب در طول مطالعه انجام شد. همچنین در مدل LCM کل تغییرات کاربری‌ها به طور جداگانه در طول ۵ سال بررسی گردیدند. در نهایت یک نمودار برای چاه‌های منتخب با کیفیت بد در ابتدا و انتهای مطالعه رسم شد تا درصد مساحت هر نوع کاربری مربوط به آن‌ها مشخص شود. عوامل مختلفی از قبیل بافت خاک، شیب هیدرولیکی آبخوان و نصب سیستم جمع‌آوری فاضلاب بر کیفیت آب زیرزمینی در یک سفره بزرگ مقیاس مانند یک شهر تأثیر می‌گذارد. باتوجه به نتایج افزایش خاص در منطقه مسکونی، افزایش ناخالص در مصارف صنعتی و کاربری زراعی، و افزایش کم‌تر در منطقه کاربری اراضی باغ در اطراف درصد زیادی از چاه‌های آب در طول زمان رخ داده است. این نشان‌دهنده افزایش تراکم جمعیت و توسعه صنعتی در منطقه مورد مطالعه است که منجر به دفع فاضلاب بیش از حد در چاه‌های فاضلاب، ورود آب زیرزمینی و جذب آسان‌تر آن در زمین‌های خالی، افزایش ورود سموم، فاضلاب‌های شهری و صنعتی توسط کارخانه‌ها شد که آلودگی آب زیرزمینی و کاهش کیفیت آب را به همراه دارد. بیشتر کاربری اراضی در شعاع چاه‌های مورد مطالعه به ترتیب مربوط به تغییر کاربری اراضی بایر به شهر و بایر به صنعتی بوده است. مقایسه‌ها نشان می‌دهد که کاهش کیفیت آب رابطه بیش‌تری با افزایش مناطق شهری و صنعتی و نیز تبدیل کاربری‌های دیگر به این دو نوع دارد.

مهرابی و همکاران (۱۳۹۸)، در شهر رفسنجان به پایش تغییرات کاربری اراضی در ۳۰ سال اخیر پرداختند. از داده‌های ماهواره‌ای در سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۲، ۱۹۹۸، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ و همچنین روش طبقه‌بندی

نظارت شده برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده نمودند. شهر رفسنجان به چهار کلاس اصلی نواحی شهری، باغ‌های پسته، زمین‌های بایر و نمک طبقه‌بندی می‌شود. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که در طول مطالعه، مناطق شهری و باغ‌های پسته به ترتیب با ۶/۸۹ درصد و ۱۲/۷۶ درصد افزایش یافته است. زمین‌های بایر و نمک نیز به ترتیب ۱۳/۴۳ درصد و ۹/۹۶ درصد کاهش یافته‌اند. به‌منظور پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی از مدل‌ساز تغییر زمین استفاده و نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۲۲ بر اساس روند ۳۰ ساله تغییرات کاربری و متغیرهای مؤثر تهیه شد.

مهدیزاده و همکاران (۱۳۹۸)، در حوضه سد کارده تغییرات کاربری اراضی را بررسی کردند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۸، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ نقشه‌های کاربری اراضی را با پنج کلاس کاربری تهیه نمودند. نتایج نشان داد که در طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۸ بیش‌ترین تغییرات کاربری اراضی مربوط به سه کاربری مرتع، زراعت آبی و دیم رخ داده است، اما شدت این تغییرات در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶ بیش‌تر بود. در اثر تغییرات شدید و غیراصولی تبدیل کاربری مرتع به اراضی زراعی دیم و آبی و بالعکس، اراضی بدون پوشش ۴ افزایش نشان داد.

نگهبان و همکاران (۱۳۹۷)، طی بررسی‌های خود در شهر سنندج، برای ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی از مدل LCM کمک گرفتند. با توجه به اینکه هدف بررسی توسعه شهری در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴ است. برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۹، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۴ استفاده شده است. با تعیین نمونه‌های تعلیمی با استفاده از روش حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه سال‌های مذکور تهیه شده است. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی و مشخص‌شدن میزان توسعه و گسترش سکونتگاه‌ها در فواصل زمانی مدنظر، به ارزیابی میزان گسترش این نواحی در مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی پرداخته شده است. برای انجام این کار ابتدا نقشه مناطق ممنوعه تهیه شد. مناطق ممنوعه شامل ارتفاع بالای ۲۰۰۰ متر، جهات شیب شمال، شیب بالای

۳۰ درصد، حریم ۱۰۰۰ متری گسل و ۲۰۰ متری رودخانه است. هدف از انجام تحقیق ارزیابی تغییرات نواحی و سکونتگاهی می‌باشد. برای صحت سنجی طبقه‌بندی صورت گرفته ضریب کاپا و صحت کلی نقشه میزان قابل قبولی محاسبه شد. طبق نتایج حاصل شده نواحی سکونتگاهی در سال ۱۳۷۰، ۲۷/۲ کیلومترمربع بوده است که این میزان با حدود ۹ کیلومتر افزایش در سال ۱۳۷۹ به ۳۶/۳ کیلومترمربع می‌رسد و در نهایت در سال ۱۳۹۴ وسعت نواحی سکونتگاهی به ۵۴/۵ کیلومترمربع افزایش می‌یابد. باتوجه به وضعیت توپوگرافی شهر سنجق قابل پیش‌بینی بود، در طی سال‌های اخیر شاهد رشد نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی باشیم. در واقع می‌توان گفت که روند افزایش جمعیت و به تبع آن گسترش نواحی سکونتگاهی، وضعیت توپوگرافی و نبود زمین‌های مناسب باعث شده است تا در سال‌های اخیر مناطق مخاطره آفرین به عنوان یکی از مقاصد سکونتگاهی تبدیل شوند.

ناصری راد و همکاران (۱۳۹۶)، پیش‌بینی تغییرات مکانی جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل LCM را انجام دادند. این تحقیق باهدف پیش‌بینی پراکنش مکانی و زمانی تخریب بخشی از جنگل‌های زاگرس و تعیین عوامل مؤثر بر آن صورت گرفت. باتوجه به نتایج به دست آمده، میزان نرخ تخریب سالیانه جنگل در دوره اول ۲۸/۳۳ هکتار، در دوره دوم ۲۳/۱۳ هکتار و در کل دوره ۲۵/۷۳ هکتار برآورد شد که این مطلب بیانگر تخریب شدیدتر در دوره اول (۱۳۶۴-۱۳۷۹) است. کاهش نرخ تخریب در دوره دوم می‌تواند ناشی از افزایش نظارت در مناطق مختلف توسط سازمان‌های مربوط، کاهش نسبی رشد جمعیت و تغییر الگوی مصرف سوخت در سال‌های اخیر باشد. بررسی میزان تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیش‌ترین کاهش مساحت مربوط به کاربری جنگل و بیش‌ترین پتانسیل مربوط به کاربری کشاورزی است. نتایج حاصل از ارزیابی نقشه شبیه‌سازی شده و نقشه واقعیت زمینی نشان‌دهنده ضریب کاپای ۰/۸۹ است که نشان از مناسب بودن این مدل در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال‌های آینده است.

پرما و همکاران (۱۳۹۵)، با استفاده از شبکه عصبی و پتانسیل انتقال در روش LCM، تغییرات کاربری اراضی را در جنگل‌های گیلان غرب استان کرمانشاه بررسی کردند. مراحل کلی انجام‌دادن این تحقیق پس از تهیه تصاویر شامل تهیه نقشه‌های پوشش سرزمین، آشکارسازی و تهیه نقشه تغییرات، انتخاب زیر مدل‌ها و متغیرهای مستقل، مدل‌سازی پتانسیل تغییرات به روش شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و تهیه نقشه‌های پیش‌بینی سرزمین است. پس از انجام‌دادن عملیات لازم روی داده‌های ماهواره‌ای ۲۰۰۰، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۶، نقشه پوشش سرزمین به روش حداکثر تشابه با صحت کلی و ضریب کاپای به ترتیب ۹۰ درصد و ۰/۷۷، ۸۸ درصد و ۰/۷۵، ۹۱ درصد و ۰/۷۸ به دست آمد. مطابق با این نقشه‌ها، بیش‌ترین تخریب مربوط به پوشش مرتعی و سپس، پوشش جنگلی و در دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۰۷، طبقات پوشش جنگلی و اراضی مرتعی به ترتیب، ۴۰۰/۱۳ و ۱۲۸۱/۲ هکتار کاهش و طبقات اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت به ترتیب، ۱۵۸۹/۳ و ۹۳/۰۳ هکتار افزایش داشته است. هم‌چنین، طی دوره زمانی ۲۰۰۷-۲۰۱۶، طبقات پوشش جنگلی و اراضی مرتعی به ترتیب، ۷۰۵/۳۵ و ۱۱۳۰/۶۳ هکتار کاهش و طبقات اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت به ترتیب، ۱۷۵۷/۳۱ و ۷۸/۶۷ هکتار افزایش داشته است. باتوجه‌به تغییرات رخ‌داده و احتمال انتقال از یک طبقه به طبقه دیگر در دوره اول (۲۰۰۰-۲۰۰۷)، نقشه پیش‌بینی پوشش سرزمین سال ۲۰۱۶ تهیه شد. در نقشه پیش‌بینی سال ۲۰۱۶ مساحت چهارطبقه پوشش جنگلی، اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت به ترتیب، ۱۶۷۳۷/۴۲، ۴۳۲۹/۳۶، ۱۹۶۱۵/۱۱ و ۲۸۶/۴۸ هکتار است. باتوجه‌به صحت مناسب برخی زیر مدل‌ها (انتقال پوشش جنگلی به اراضی کشاورزی، انتقال اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی) در اجرای مدل، با واردکردن نقشه‌های دوره (سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۶) نقشه پیش‌بینی پوشش سرزمین سال ۲۰۲۵ تهیه شد. در نقشه پیش‌بینی سال ۲۰۲۵ نیز مساحت چهارطبقه پوشش جنگلی، اراضی مرتعی، اراضی کشاورزی و مناطق انسان‌ساخت به ترتیب ۱۶۳۰۳/۴۷، ۵۴۴/۳۲،

۲۳۷۱۵/۳۶ و ۴۰۵/۲۲ هکتار است؛ بنابراین، نقشه مدل سازی شده سال ۲۰۱۶ با تصویر طبقه بندی شده آن مقایسه شد و نتایج ارزیابی مدل، نشان دهنده کاپای استاندارد ۰/۷۹ است.

پرور و همکاران (۱۳۹۵)، تغییرات ناشی از احداث سد شیرین دره را بر اراضی پایین دست بررسی کردند. با تهیه نقشه های کاربری اراضی و مقایسه آن ها دریافتند که در طول دوره مطالعاتی وسعت باغ ها و اراضی کشاورزی کاهش یافته و در مقابل سطح اراضی کشت دیم افزایش یافته است و بسیاری از اراضی کشاورزی و باغ ها به کشت دیم تغییر کاربری دادند.

رهنما و همکاران (۱۳۹۵)، آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر گنبد کاووس را با استفاده از سنجش دور انجام دادند. در این پژوهش با استفاده از نقشه های کاربری و پوشش اراضی به دست آمده و همچنین مدل شبکه عصبی مصنوعی برای پتانسیل تبدیل اراضی و ترکیب آن ها با روش پیش بینی زنجیره های مارکوف و مدل اتوماسیون سلولی به شبیه سازی و تغییرات فیزیکی پرداخته شد. با بررسی نتایج به دست آمده از پایش تغییر، می توان بیان کرد که، بیش ترین افزایش سطوح پوشش اراضی مربوط به کاربری شهری و اراضی آبی است. در مقابل بیش ترین کاهش مربوط به اراضی بایر و پارک و باغ کم ترین افزایش و تغییر را دارا بوده است. در اراضی آبی درجه یک به دلیل ساخت سازه های بی رویه و غیرمجاز کاهش قابل توجهی وجود دارد.

فلاح تکار و همکاران (۱۳۹۵)، با استفاده از مدل LCM و زنجیره مارکوف و شبکه عصبی مصنوعی چندلایه پرسپترون، تغییرات کاربری اراضی دیلمان استان گیلان را بر مبنای سه سناریوی مدیریتی به نام های سناریوی تداوم، سناریوی کشاورزی - حفاظتی و سناریو تغییرات محدود بررسی کردند. نتایج مدل سازی تغییرات کاربری اراضی بر مبنای سناریوی مدیریتی اول و دوم تقریباً مشابه بوده و در آن اراضی جنگلی و مرتعی زیادی از دست رفته و تبدیل به اراضی کشاورزی می شود. این امر منجر به تخریب اراضی با پوشش

طبیعی و فرسایش خام در منطقه می‌شود. درحالی‌که نتایج مدل‌سازی بر مبنای سناریوی سوم که دارای محدودیت تغییر کاربری اراضی در شیب‌های بالای ۱۵ درصد و اراضی با پوشش گیاهی بالای ۵۰ درصد است منجر به حفظ اکوسیستم‌های طبیعی بیشتری شده و از فجایع ناشی از تغییر کاربری اراضی در آینده همانند فرسایش و ازدست‌رفتن خاک منطقه جلوگیری خواهد نمود.

محمدپاری و همکاران (۱۳۹۵)، به پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی شهرستان بهبهان سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۶ با استفاده از مدل LCM پرداختند. در این تحقیق برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۲ از تصاویر ماهواره لندست استفاده شد. آشکارسازی تغییرات سال‌های مذکور و ارزیابی آن، زیر مدل‌ها و متغیرهایی که بیش‌ترین و تأثیرگذارترین تغییرات را داشتند در نظر گرفته شد در نهایت با استفاده از روش رگرسیون لجستیک و زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۶ به دست آمد و با استفاده از مدل LCM به بررسی تغییرات بین سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۶ پرداخته شد. ارزیابی دقت نقشه مدل‌سازی نشان داد که آمار ROC در تمام زیر مدل‌ها بیش از ۰/۹۴ بود که این نتایج حاکی از ارائه بسیار خوب مدل رگرسیون لجستیک در زمینه تجزیه و تحلیل تغییرات و همچنین مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی بود. پس از تهیه نقشه مدل‌سازی شده ۱۴۰۶، بیش‌ترین کاهش تغییرات عمدتاً شامل تخریب مراتع و تبدیل آن به سایر کاربری‌ها می‌باشد. همچنین بیش‌ترین افزایش مساحت در کاربری کشاورزی دیده شد. باتوجه به نتایج تغییرات خاص کاهش مساحت در ناحیه مرتع و اراضی لخت به ترتیب ۵۰۴۰ و ۱۷۲۹ هکتار می‌باشد. از طرفی تغییرات خالص افزایش مساحت در نواحی کشاورزی و مسکونی به ترتیب ۵۷۴۹ و ۱۰۲۱ هکتار است. کاربری جنگل و آب روند ثابت و تغییری نسبت به ۱۳۹۲ نداشته‌اند.

معتمدی و همکاران (۱۳۹۴)، با مطالعه بررسی اثرات سد گتوند بر تغییرات کشت و کاربری اراضی با استفاده از سنجش دور، جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۵ استفاده نمودند. به‌منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش طبقه‌بندی نظارت شده و حداکثر احتمال

در نرم افزار ENVI استفاده گردید. تعداد طبقات پوشش و کاربری اراضی در منطقه برای هر سال به ۵ طبقه شامل رودخانه دریاچه سد، اراضی کشت آبی و باغات، اراضی کشت دیم، خاک بدون پوشش و مناطق مسکونی و جنگل و نیزار کلاس بندی شد. باتوجه به تصاویر سال های ۱۹۹۸ یعنی قبل از احداث سد و سال ۲۰۱۵ به عبارتی بعد از احداث سد، و باتوجه به محاسبات انجام شده پیرامون مساحت کاربری اراضی اطراف و پایین دست سد، میزان زمین های کشاورزی دیم و آبی کاهش قابل توجهی را داشته است و بر میزان زمین های بایر افزوده شده است. بعد آبیگری سد یک کاربری جدید (آب عمیق) در منطقه به وجود آمد که باتوجه به اینکه برنامه ریزی خوبی قبل از احداث سد صورت نگرفته بود، باعث چالش های بسیاری جدی در این زمینه شده است. از جمله اینکه بیشتر از ۱۰۰ هکتار از زمین های کشاورزی مرغوب منطقه زیر آب دریاچه سد رفته است.

رضایان و همکاران (۱۳۹۳)، با استفاده از تصاویر ماهواره ای سال های ۱۹۸۹، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ و روش طبقه بندی الگوریتم حداکثر شباهت نقشه های کاربری اراضی را تهیه کردند که در انتها ۵ کلاس آموزشی مشابه برای هر تصویر به صورت مجزا انتخاب شد. برای انتخاب، کلاس های منطقه مطالعه شده و تغییرات کاربری و پوشش آن ها رعایت شد و تفکیک پذیری کلاس ها بررسی گردید. در بررسی کاربری های مورد بررسی در مسیر رودخانه در کل به دو سری از عوارض پرداخته شد. سری اول شامل عوارض ژئومورفیک رودخانه ای است که در محدوده کانال و حاشیه رودخانه کارون شناسایی و طبقه بندی شده اند و سری دوم شامل عوارض انسانی می شوند که به صورت دخالت مستقیم انسان در محدوده مورد مطالعه شکل گرفته و گسترش یافته اند. بررسی آمار مربوط به وسعت و درصد کاربری های اراضی در دوره های زمانی مشخص شده (سال های ۱۹۸۹، ۲۰۰۲، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰) نشان می دهد که در مجموع از لحاظ وسعت زمین های کشاورزی بیش ترین وسعت و گستردگی را داشته اند. افزایش وسعت اراضی کشاورزی سبب فشار بیش تر به اکوسیستم رودخانه و تغییر سایر کاربری ها در این محدوده می شود. محدوده های مسکونی مورد بررسی این مطالعه که

در بخشی از شهرستان گتوند قرار دارد نشان می‌دهند که روند افزایشی دارد. مناطق بدون پوشش نیز برخلاف کاربری اراضی کشاورزی و مسکونی روند تغییرات آن منفی است. عوارض ژئومورفیک محدوده رودخانه کارون مانند جزایر میانی کانال اصلی رودخانه و تراس‌های کناره رودخانه (بیشه‌زارها) که اغلب توسط پوشش گیاهی پوشیده شده‌اند و همچنین پهنه‌های آبی در حال افزایش هستند. بررسی عوارض ژئومورفیک رودخانه از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۰ نشان می‌دهد که این تغییرات تابع الگوی منظمی نبوده که این مسئله مرتبط با ویژگی‌های هیدرولوژیکی رودخانه کارون است.

عزیزی قلاتی و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه خود با موضوع تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM در حوزه آبخیز کوهمره سرخی استان فارس، برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۷ در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۱ استفاده نمودند. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی اقدام به آشکارسازی تغییرات اتفاق افتاده طی دوره زمانی مورد مطالعه شد. این تغییرات شامل کاهش‌ها، افزایش‌ها و تغییرات خاص برای هر طبقه و انتقال از یک طبقه به طبقه‌های دیگر بود. در دوره اول (۱۳۶۶-۱۳۷۹) بیش‌ترین کاهش تغییرات عمدتاً شامل تخریب جنگل‌ها و تبدیل آن به سایر کاربری‌ها بود. همچنین افزایش مساحت در ناحیه مرتع مشاهده شد. تغییرات خالص کاهش مساحت در نواحی جنگل، هزاردره و رودخانه است. از طرفی تغییرات خالص افزایش مساحت در نواحی مرتع، کشاورزی دیم و کشاورزی آبی رخ داده است. همچنین در دوره دوم (۱۳۷۶-۱۳۹۱) کاهش مساحت در نواحی جنگل و رودخانه و افزایش مساحت در نواحی کشاورزی آبی، کشاورزی دیم، مرتع و هزاردره رخ داده است. ضریب کاپا برای این تغییرات ۸۳٪ به دست آمد. باتوجه به نتایج آشکارسازی تغییرات، زیر مدل‌های در نظر گرفته شده در این پژوهش عبارت‌اند از: جنگل به کشاورزی آبی، مرتع به کشاورزی آبی، هزاردره به کشاورزی آبی، رودخانه به کشاورزی آبی. پس از انتخاب زیر مدل‌ها، ۱۰ متغیر باتوجه به ویژگی‌های منطقه انتخاب شد. با بررسی ضریب همبستگی کرامر، متغیرهای که ضریب همبستگی آن‌ها بیش‌تر از ۰/۱ بود،

برای مدل‌سازی انتخاب شد. با انتخاب زیر مدل‌ها و متغیرها که به‌صورت استاتیک و دینامیک وارد مدل شدند، مدل‌سازی پتانسیل انتقال با روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM انجام شد. در نهایت مقدار تغییرات هر تبدیل کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف پیش‌بینی شد. نقشه‌های کاربری اراضی به‌دست‌آمده از مدل‌سازی را می‌توان با نقشه کاربری اراضی به‌دست‌آمده از تصویر لندست سال ۱۳۹۱ مقایسه کرد. نتایج ماتریس خطا بین نقشه به‌دست‌آمده از مدل‌سازی و نقشه کاربری اراضی به‌دست‌آمده از تصویر لندست سال ۱۳۹۱، ضریب کاپای ۰/۷۴ به دست آمد. با مقایسه نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۱ و نقشه به‌دست‌آمده از مدل‌سازی در سال ۱۴۰۳، مشخص شد که در ناحیه کشاورزی آبی بیش‌ترین افزایش مساحت و در ناحیه جنگل بیش‌ترین کاهش مساحت رخ داد.

رحمانی و همکاران (۱۳۹۲)، به ارزیابی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های هیدرولوژیک حوزه آبخیز کسلیان پرداختند. تصاویر ماهواره‌ای به سه طبقه مرتع، جنگل و کشاورزی طبقه‌بندی شدند. برای برآورد تلفات حوزه از روش شماره منحنی SCS استفاده شد. روش SCS میزان بارش مازاد را تابعی از بارش جمعی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی و رطوبت خاک حوزه بیان می‌کند. نقشه شماره منحنی مربوط به هر سال، از تلفیق نقشه گروه‌های هیدرولوژیک خاک با هریک از نقشه‌های کاربری اراضی در محیط GIS به دست آمد. همچنین برای ارزیابی کارایی مدل در دو دوره واسنجی و اعتباریابی از ضریب کارایی و متوسط خطای مطلق استفاده شده است. پس از انجام تصحیحات لازم روی تصاویر، طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۷۷، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۷ تهیه گردید. نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد که در طول دوره ۳۰ ساله تحقیق ۲۷۹۱۵ هکتار از جنگل‌های منطقه بدون تغییر مانده‌اند، ۲۸/۲ هکتار از جنگل‌ها به اراضی کشاورزی تبدیل شده و نیز ۱۵۱۶/۹ هکتار از جنگل‌های منطقه به مرتع تبدیل شده‌اند. برای ارزیابی تأثیر تغییرات کاربری اراضی طی ۳۰ سال گذشته اقدام به بررسی تغییرات دبی اوج و حجم رواناب گردید، مشاهده شد که در سال ۱۹۹۷ میزان دبی اوج و حجم رواناب به ترتیب ۷/۳ مترمکعب بر

ثانیه و ۶۴/۱ مترمکعب و برای سال ۲۰۰۷ میزان دبی اوج و حجم رواناب به ترتیب ۲۸/۵ مترمکعب بر ثانیه و ۱۶۲/۹ مترمکعب است؛ بنابراین، طی این دوره ۱۱/۲ مترمکعب بر ثانیه به دبی اوج و ۹۸/۸ مترمکعب به حجم رواناب افزوده شده که نشان‌دهنده تأثیر کاهش اراضی جنگلی و افزایش مراتع روی دبی اوج و حجم رواناب حوزه می‌باشد. از آنجایی که بیش‌تر مساحت حوزه کسپلیان را اراضی جنگلی تشکیل می‌دهد و با کاهش مساحت این اراضی از نقش حفاظتی آن‌ها که شامل برگاب، مصرف آب از راه گیاه، ایجاد مقاومت مکانیکی در مقابل جریان رواناب، تشدید نفوذپذیری ناشی از افزایش هوموس و ریشه گیاهان کاسته شود؛ بنابراین، مشخص می‌گردد که اراضی جنگلی نسبت به اراضی کشاورزی و مرتعی دبی اوج و حجم رواناب کم‌تر ایجاد می‌کنند و با کاهش اراضی جنگلی حجم رواناب و عامل اصلی تغییرات، دبی اوج افزایش می‌یابد؛ بنابراین تغییرات اندک روی کاربری منطقه باعث تغییرات محسوس بر دبی اوج و حجم رواناب حوزه، تغییرات کاربری اراضی است.

هادیان و همکاران (۱۳۹۲)، اثر سد حنا را بر روی تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۱ و روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شدند. نتایج مربوط به نقشه کاربری سال ۱۹۹۸ نشان داد که حدود ۷۰۴ هکتار از مراتع و زمین‌های کشاورزی به دلیل ساخت سد حنا تخریب شده‌اند. به دلیل ساخت این سد در سال ۱۹۹۶، اراضی کشت آبی در سال‌های شروع آبیگری سد حدود ۱۰۰ درصد افزایش، درحالی که در سال ۲۰۱۱، سطح آن‌ها نسبت به سال ۱۹۷۶ و ۱۹۹۸ به ترتیب ۶۹ درصد و ۳۶ درصد کاهش یافت. همچنین ۱۰ درصد از وسعت مراتع در طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱ کاهش یافته است. به‌طور کلی می‌توان بیان نمود که سدسازی در کوتاه‌مدت باعث سطح اراضی کشت آبی می‌شود ولی بعد از ۱۵ سال این مناطق کاهش یافته‌اند که از دلایل این کاهش وسعت، می‌توان به افزایش جمعیت و مصرف آب در بخش مسکونی، تجاری و صنعتی منطقه اشاره کرد.

غلامعلی فرد و همکاران (۱۳۹۱)، با مدل سازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از LCM در محیط GIS به چگونگی تغییرات کاربری اراضی در گذشته، حال و آینده می پردازند و چشم انداز مناسبی را برای برنامه ریزان جهت مدیریت کاربری راضی و حوضه های آبخیز مجاور فراهم می کنند. طبقه بندی تصاویر با استفاده از طبقه بندی حداکثر احتمال انجام شد و نشان داد ۷ طبقه کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه وجود دارد. نقشه کاربری اراضی مربوط به سال های ۱۳۶۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ تهیه و ضریب کاپا برای سال های مورد مطالعه به ترتیب برابر ۸۹/۶۷، ۸۸/۷۰، ۹۰/۲۹ و ۸۳/۴۱ بود. نتایج آشکارسازی تغییرات نشان داد در کل دوره از اراضی جنگل کاسته و به اراضی کشاورزی افزوده شده است. رشد و توسعه مناطق مسکونی نیز در این مدت چشمگیر بوده و ۱۳۱۵۵ هکتار به این نواحی اضافه شده است. در کل، دوره مطالعه بیشترین تغییر کاربری اراضی جنگلی مربوط به تبدیل به اراضی کشاورزی (۳۰۴۲۴ هکتار) و پس از آن تبدیل به کاربری مسکونی (۱۲۶۵ هکتار) بوده است. مدل سازی نیروی انتقال با استفاده از پرسپترون چندلایه شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. احتمال انتقال از یک کاربری در سال ۱۳۸۵ به نوع دیگر در سال ۱۳۹۰ با زنجیره مارکوف محاسبه شد. بیشترین احتمال انتقال از جنگل به کشاورزی، تالاب به اراضی کشاورزی و اراضی باز به کشاورزی بود. نقشه پیش بینی شده سال ۱۳۹۰ با استفاده از تغییرات رخ داده طی سال های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۵ به دست آمد. نتایج مدل سازی برای سال ۱۳۹۵ نشان داد، مساحت کاربری جنگل و اراضی باز در این سال نسبت به سال ۱۳۹۰ کاهش و کاربری کشاورزی و مسکونی افزایش خواهند یافت. نتایج حاصل از ارزیابی مدل بر اساس نقشه های پوشش اراضی ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ واقعیت زمینی و ۱۳۹۰ پیش بینی شده به صورت زیر است. مقادیر موفقیت خنثی، موفقیت، خطا و هشدار خطابه ترتیب ۸۶/۹۵ درصد، ۰/۲ درصد، ۱۱/۱۲ درصد، ۱/۷۲ درصد بودند.

۲-۳- تحقیقات انجام شده در خارج کشور

گوپتا و کانت شارما (۲۰۲۰)، تأثیر مدل ساز تغییر زمین به عنوان یک شاخص پیش بینی برای پویایی تغییرات انسانی را در پناهگاه حیات وحش و در پنج دهه اخیر بررسی کردند. از سه مجموعه داده های ماهواره چند طیفی و همچنین تصاویر ماهواره لندست در سال های ۱۹۹۹، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹ استفاده شد. علاوه بر داده های ماهواره ای، داده های مکمل نیز مثل نقشه های توپوگرافی، شیب و جهت شیب برای انجام این مطالعه جمع آوری شد. چهار متغیر فاصله از جاده ها، فاصله از محل سکونت، فاصله از بدنه های آبی و تراکم جمعیت در سال ۲۰۰۱ نیز برای این مطالعه انتخاب شدند. برای پیش بینی از مدل LCM موجود در نرم افزار ادریسی استفاده شد. با بررسی نقشه های پوشش و کاربری مشاهده شده است که پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه از ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۹ به میزان بیشتری کاهش یافته است. در سال ۲۰۰۹، سطح زیر پوشش گیاهی به ۲۳۸۹۲/۸۴ هکتار (۳۷/۷۸ درصد) کاهش و سطح تحت پوشش زمین های کشاورزی به ۲۹۶۷۸/۶۲ هکتار (۴۶/۹۳ درصد) افزایش یافت. همچنین زمین های بایر ۲۱۱۱/۳۵ هکتار، بدنه های آبی ۱۳۴۸/۲۱ هکتار و سایر کاربری ها ۱۹۱۱/۵۵ هکتار به دست آمد. در سال ۲۰۰۹ مساحت زیر پوشش گیاهی کاهش یافت در حالی که زمین های کشاورزی افزایش یافتند. برای سال ۲۰۱۹ پوشش گیاهی به میزان ۲۱۲۰۷/۳۵ هکتار کاهش یافت در حالی که زمین های تحت پوشش کشاورزی به ۳۱۹۲۰/۶۶ هکتار افزایش یافته است. زمین های بایر، بدنه های آبی و سایر کاربری ها تغییرات زیادی را نشان ندادند. دقت کلی خروجی طبقه بندی برای سال های ۱۹۹۹، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۹ به ترتیب ۰/۹۹/۰۸۵۴، ۰/۹۷/۵۸۹۰ و ۰/۹۵/۴۵۴۵٪ و همچنین ضریب کاپا به ترتیب ۰/۹۸۷۹، ۰/۹۶۲۵، ۰/۹۳۸۱ به دست آمد. با توجه تغییرات به دست آمده افزایش زمین های کشاورزی متوقف شده است و مداخلات انسانی همچنان یک مشکل محسوب می شوند. جنگل زدایی، توسعه کشاورزی، شهرک ها، بهره برداری بیش از حد منابع جنگلی به وسیله جمعیت قبیله ای بزرگ، عوامل اصلی هستند که مسئول از دست دادن پوشش گیاهی می باشند.

لیلو و همکاران (۲۰۱۹)، تغییر زمین، روند تخریب خاک و مدیریت چشم‌انداز در حوزه آبخیز رودخانه کلارینو برزیل را برای بررسی انتخاب نمودند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ طبقه‌بندی کاربری اراضی انجام شد. برای تعیین تغییرات زمین و انتقال بین طبقات مدل LCM مورد استفاده قرار گرفت. نقشه آسیب‌پذیری فرسایش با ترکیب شیب، فرم‌های سرزمینی، خاک و استفاده از زمین و پوشش زمین تولید شدند. استفاده از LCM به ما اجازه می‌دهد تا تعیین کنیم که عمده تغییرات زمین در ۲۰ سال گذشته، حذف جنگل برای فعالیت‌های کشاورزی و به میزان کم‌تر فعالیت‌های مرتعی را به همراه داشته است. مناطقی که بیش‌تر در معرض تغییر زمین قرار گرفتند، سوابق فرایند فرسایش را نشان دادند حتی زمانی که حساسیت به فرسایش زیاد نبود.

ماتلحدی و همکاران (۲۰۱۹)، با استفاده از سنجش از دور و GIS، تغییرات کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین در حوزه سد گابورون را در بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که توسعه در زمین‌های زراعی و زمین‌های ساخته شده، بر پوشش گیاهی طبیعی (بوته‌های گیاهی و درخت ساوانا) تأثیر می‌گذارد که ممکن است به نوبه خود تغییر آب‌وهوا را افزایش و شدیدتر کند، شرایط حوزه را بدتر کند و تأثیر فرسایش زمین در حوزه آبریز را افزایش دهد. علاوه بر این، افزایش در مناطق ساخته شده ناشی از رشد جمعیت در حوزه آبریز، ممکن است در آینده به‌عنوان چالش باقی بماند. حتی افزایش استفاده از زمین زراعی می‌تواند میزان فرسایش خاک را از توسط آب یا باد را به دلیل خاک‌ورزی ضعیف و یا قرار گرفتن در معرض خاک افزایش دهد. ازدست‌دادن گروه آب به‌وضوح سطح آب کم در سد و خشکسالی در حوزه آبریز را نشان می‌دهد. این امر ممکن است منجر به کمبود آب در شهر گابورون و مناطق اطراف آن شود و همچنین به‌شدت خشکسالی کمک کرده شود تأثیر قابل‌توجهی برای انسان‌ها و دام‌ها ایجاد کند.

موسی تاراوولی و همکاران (۲۰۱۹)، ارزیابی تغییرات کاربری زمین و پوشش را با استفاده از مدل‌ساز تغییر زمین در دو شهر مهم سیرالئون مقایسه کردند. هدف از انجام این تحقیق، استفاده از تصاویر ماهواره لندست

برای تغییرات و پوشش اراضی در شهرهای فریتاون و بو، تغییر سریع طبقه شهری و همچنین الگوهای رشد شهری بود. بعد از تصحیح اتمسفری تصاویر از الگوریتم اصلاح شده اندرسون برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد که ۶ طبقه پوشش و کاربری اراضی از تصاویر به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که در شهر بو ۱۲ درصد منطقه ساخته شده بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ افزایش یافته است. این امر با ۳۴ درصد کاهش از مساحت منطقه پوشش گیاهی همراه بود. در طول دوره مطالعه، زمین‌های کشاورزی و بدنه‌های آبی به ترتیب ۵ درصد و ۲ درصد افزایش یافته است. در فریتاون سناریو کاملاً متفاوت است که در آن پوشش گیاهی متراکم و زمین‌های کشاورزی در طول دوره مطالعاتی کاهش می‌یابد. در طول این دوره ۱۵ ساله مساحت زمین‌های بایر در حال کاهش است و همچنین منطقه ساخته شده در حال افزایش است. در هر دو شهر گسترش منطقه ساخته شده به قیمت ازدست‌رفتن پوشش گیاهی پراکنده و متراکم بود. در شهر بو تبدیل پوشش پراکنده به پوشش گیاهی انبوه بیش‌ترین میزان را داشت درحالی‌که شهر فریتاون از کشاورزی به گیاهان پراکنده بیش‌ترین تبدیل بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بود. نتایج همچنین نشان داد که گسترش ناحیه ساخته شده در فریتاون به طور عمده نزدیک یا حاشیه شهر است زیرا فریتاون شهر ساحلی است. رشد عمدتاً متأثر از شهر است. در شهر بو منطقه ساخته شده در حال گسترش از مرکز به سمت خارج از مرکز شهر است.

جیانگ و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از تصاویر ماهواره لندست تأثیر ساخت سد برق‌آبی Belo Monte را در تغییرات پوشش زمین بررسی کردند. از طبقه‌بندی حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره لندست و تعیین کلاس‌های جنگل‌های اصلی و فرعی، اراضی کشت و زراعت، زمین‌های بایر طبیعی، زمین‌های بایر به وجود آمده توسط انسان و آب استفاده شد. نتایج آشکارسازی طبقه‌بندی تصاویر نشان داد که مراحل ساخت سد تأثیرات مختلفی را بر پوشش اراضی منطقه داشته است به طوری که قبل از احداث سد جنگل‌زدایی و گسترش کشتزارها عمده‌ترین دسته‌های تغییر پوشش زمین بودند. در طول ساخت سد،

علاوه بر جنگل‌زدایی و پویایی کشت و زراعت، افزایش مساحت زمین‌های لخت به وجود آمده توسط انسان، منطقه ساخت کانال و زمین‌های بایر طبیعی در پایین‌دست سد آشکار بود. هنگامی که ساخت سد تکمیل شد، بدنه‌های آب در بالادست رو به افزایش و در پایین‌دست رو به کاهش بوده است که این تغییرات بزرگ در آب بر عملکرد محیط‌زیست در طولانی‌مدت تأثیرگذار است.

جی وانگ و همکاران (۲۰۱۸)، در تحقیق خود در یک حوزه رود فرامرزی، تغییر زمین آینده و تأثیر آن بر میزان جریان و بار رسوب را پیش‌بینی کردند. در این تحقیق از نقشه پوشش زمین پیش‌بینی شده، داده‌های LAI و اصلاح اقلیم برای هدایت مدل‌های شبیه‌سازی معتبر هیدرولوژیکی و رسوب استفاده شد. باتوجه‌به تغییر جریان در بالادست و پایین‌دست نتایج نشان می‌دهد تغییر پوشش در جریان رودخانه در پایین‌دست تأثیر می‌گذارد. اثرات تغییر پوشش زمین آینده بار رسوب را ۹/۶ درصد افزایش می‌دهد درحالی‌که نرخ تغییر در جریان در حدود ۵/۷ درصد بوده است. در مورد تغییرات فصلی جریان و بار رسوب ناشی از تغییرات پوشش زمین، تغییرات فصلی جریان و بار رسوب در طول فصل بارانی بیش‌تر مشخص می‌شوند.

رومانا و همکاران (۲۰۱۸)، پژوهشی با عنوان مدل‌سازی تغییرات کاربری زمین و تأثیر آن بر بار رسوب در یک حوزه آبخیز مدیریت‌را انجام دادند که هدف اصلی مطالعه شناسایی اثرات بالقوه استفاده از تغییرات در توزیع فضایی و موجودیت فرسایش خاک در حوزه آبخیز Carapelle بود. تجزیه و تحلیل طولانی‌مدت کاربری اراضی سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۱ با استفاده از تصاویر لندست و مدل LCM انجام شد که تمایل ضعیف منطقه برای تجربه تغییرات بزرگ در دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. این روند باتوجه‌به پیش‌بینی کاربری زمین در سال‌های ۲۰۳۵ و ۲۰۵۰ بر اساس تحلیل زنجیره مارکوف تأیید می‌شود. با در نظر گرفتن نتایج تجزیه و تحلیل کاربری زمین سه سناریو برای بررسی میزان فرسایش و رسوب در نظر گرفته شد. در سناریوی اول تحت تغییرات قابل توجهی نبود. در این سناریو، فرسایش خاک در بسیاری از منطقه‌ها به سطوح بالا (بیش‌تر از ۱۰ میلی‌گرم بر هکتار در سال) می‌رسد که می‌تواند باعث کاهش قابل توجهی در حاصلخیزی

خاک شود. از آنجاکه کاهش مربوط به بار رسوب تخمین زده شد، تغییرات قابل توجهی برای سناریوهای دوم و سوم مشاهده نشد. در سناریوی دوم با جایگزینی کشت گندم زمستانه به طور انحصاری برای مدیریت‌های سیاسی و اقتصادی مفید است. سناریوی سوم برعکس، دارای اثر پیچیده‌تری است، زیرا جایگزینی گندم زمستانه با جنگل برگ‌ریز و بافرهای ساحلی اثرات مثبتی برای محیط‌زیست ایجاد می‌کند و همچنین اجازه توسعه مجموعه گیاهان پیچیده‌تر با تنوع زیستی بالاتری را می‌دهد.

ماهر و همکاران (۲۰۱۸)، پژوهشی با عنوان شبیه‌سازی و نظارت بر روند استفاده از زمین با روش مارکوف و مدل LCM داشتند. در این پژوهش از نقشه‌هایی با استفاده از زمین، تأیید شده از سوی وزارت کشاورزی مالزی در سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۱۰۰ استفاده شده است. روش طبقه‌بندی نظارت شده برای طبقه‌بندی همه تصاویر بریده شده برای استخراج دسته‌های کاربری زمین مورد استفاده قرار گرفت. مقادیر ضریب کاپا ۰/۸۳، ۰/۸۵، ۰/۹۰ و ۰/۸۸ به دست آمد. مدل زنجیره مارکوف پیش‌بینی کرد که زمین‌های کشاورزی به ترتیب ۳۶۹ کیلومترمربع و ۳۳۷ کیلومترمربع در سال ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ در مقایسه با ۶۰۳ کیلومترمربع در سال ۱۹۸۴ کاهش یافته‌اند. دلیل اصلی کاهش زمین‌ها در Seremban، افزایش مناطق شهری به دلیل رشد سریع جمعیت و رشد اقتصادی است. این به معنی است که رشد شهری در Seremban تأثیر منفی بر پایداری زمین‌های کشاورزی در منطقه مطالعه دارد. نتایج تأیید می‌کند که منطقه کشاورزی تحت تأثیر استفاده شهری در دهه آینده در Seremban قرار خواهد گرفت. این افزایش استفاده‌های شهری به دلیل تأثیر افزایش مداوم توسعه اقتصادی و جمعیتی است. این نتایج نشان‌دهنده ضرورت ایجاد سیاست‌های جدید در شهر برای حفاظت از پایداری کاربری‌های شهر است.

ولدیهانس و همکاران (۲۰۱۸)، استفاده از زمین و تغییرات پوشش زمین و اثرات آن‌ها را بر روی حوزه Abaya – Chamo در جنوب اتیوپی مقایسه کردند. در این مطالعه از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۹۵ و ۲۰۱۰ استفاده شد. با بررسی تصاویر و تهیه نقشه‌های کاربری، تغییر قابل توجهی در پوشش

منطقه وجود داشت. مراتع طبیعی، بوته‌زارها و زمین‌های کشاورزی ناهمگن عمدتاً به زمین‌های قابل کشت تبدیل شده بودند. تغییرات کاربری اراضی نیز در بین زمین‌های قابل کشت، مناطق کشاورزی ناهمگون و بیشه‌زارعی در اواسط تا مناطق مرتفع حوزه رخ داد. آب‌های زیرزمینی، زمین‌های مرطوب داخلی و مناطق انسان‌ساخت پایداری بالایی را در چند سال گذشته نشان دادند. به‌طور کلی ۶۷/۲ درصد از این حوزه بدون تغییر باقی‌مانده است، در حال که ۳۲/۸ درصد در ۲۵ سال بین سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ میزان تغییر را نشان داده است.

اوپلسون آیرس و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه خود تغییرات کاربری و پوشش زمین، ناشی از شکست سدی در ماریانا برزیل بررسی کردند. کاربری اراضی و پوشش زمینی موجود در منطقه متأثر از شکست سد باطله از تصاویر ماهواره لندست با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر تهیه شده است. تصویری از اکتبر ۲۰۱۵ به‌عنوان نمایش منطقه پیش از تأثیر محیطی (که در پنجم نوامبر ۲۰۱۵ روی داد) و تصویری از نوامبر ۲۰۱۵ به‌عنوان نمایش منطقه بعد از تأثیرات محیطی استفاده شد. برای طبقه‌بندی کاربری زمین و پوشش زمین، روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال اعمال شد و کلاس‌های واحدهای سنگی، مراتع، منابع آبی، پس‌مانده‌ها، پوشش گیاهی و منطقه شهری شناسایی شدند. مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) در نرم‌افزار Idrisi Selva به‌منظور تأیید تغییرات زمین و پوشش زمین ناشی از شکست سد باطله استفاده شده است. طبقه‌بندی انجام شده به‌اندازه کافی با منطقه مورد مطالعه مطابقت داشت که شاخص کاپا به ترتیب ۰/۸۳ و ۰/۸۶ برای قبل و بعد از تأثیر محیطی به دست آمد. مقدار به‌دست‌آمده برای دوره قبل از شکست سد دقت ۸۳ درصد را نشان می‌دهد. بعد از اختلال، دقت طبقه‌بندی نشان می‌دهد که استفاده از زمین فعلی و پوشش در محدوده مورد مطالعه ۸۶ درصد است. بزرگ‌ترین اشتباه در تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی منابع آب شناسایی شد، زیرا پیکسل‌هایی که نشانگر آبراهه‌ها هستند دشوارتر است. بزرگ‌ترین کاهش مساحت در دسته پوشش گیاهی با کاهش ۱۱/۹۹ کیلومتر مربع است. دومین منطقه موردنظر، مرتع با کاهش ۴/۸۱

کیلومترمربع بود. کاهش در منابع آبی ۲/۶۶ کیلومترمربع بود و نشان‌دهنده مسیرهای آب است که از پس‌مانده‌های معدن در شهرداری‌های ماریانا و بار واقع شده است. منطقه شهری تا ۱/۵۵ کیلومترمربع تحت تأثیر قرار گرفت و کاهش عمدتاً در منطقه Bento Rodriguez رخ داد که در نزدیکی سد واقع شده است. از سوی دیگر افزایش در بخش پس‌مانده‌ها ۲۱/۰۲ کیلومترمربع بود که بیشتر در اطراف سواحل رودخانه‌های تحت تأثیر آب در منطقه Bento Rodriguez اتفاق افتاد. مناطق سنگی نیز در طول دوره تغییر نکردند.

تادس و همکاران (۲۰۱۷)، تحقیقی در مورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش و همچنین فرسایش خاک در حوزه آبریز Yezat واقع در شمال غربی اتیوپی داشتند که از تصاویر ماهواره‌ای در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ برای توسعه نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش اراضی مورد استفاده در مدل RUSLE استفاده کردند. برای تعیین میزان تلفات خاک در منطقه مورد مطالعه، مدل نسبتاً ساده فرسایش خاک RUSLE مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اطلاعات مکانی به منظور ارزیابی میزان تلفات سالانه خاک در محیط GIS انجام شد. نقشه‌های کاربری اراضی به ۵ گروه زمین‌های قابل کشت، مراتع، جنگل، بوته‌زار و مناطق مسکونی که با دقت طبقه‌بندی کلی ۸۵ درصد و ضریب کاپای کلی ۸۰ درصد برای سال ۲۰۰۱، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵ تقسیم شدند. نتایج آشکارسازی نشان می‌دهد که زمین‌های زیر کشت، جنگلی و مناطق مسکونی افزایش یافته است در حالی که میزان بوته‌های گیاهی تا سال ۲۰۱۵ کاهش یافته است. بررسی شاخص NDVI در کل حوضه که نشان‌دهنده افزایش پوشش گیاهی در منطقه است. میزان تلفات خاک در سال ۲۰۰۱ از صفر در منطقه به میزان ۲۰۱/۴ تن بر هکتار در سال در بسیاری از شیب‌های تند خاک متغیر بود. میانگین سالانه کاهش خاک برای کل حوزه ۷/۲ تن بر هکتار در سال تخمین زده شد. برای سال ۲۰۱۰ به ۱۵۲/۲ تن بر هکتار در سال، در بسیاری از شیب تندتر از شاخه‌های فرعی رود در نوسان بود و میانگین کاهش سالانه خاک در حوضه به میزان ۷/۷ تن بر هکتار در سال رسیده است. برای سال ۲۰۱۵، تلفات سالانه خاک از صفر در منطقه جلگه‌ای به ۱۸۴/۹ تن بر هکتار در سال در بسیاری از

شیب‌های تندتر در کناره‌های رود مورد مطالعه متغیر بود. میانگین خسارات سالانه خاک برای کل حوزه ۴/۸ تن بر هکتار در سال برآورد شد. نتایج سال ۲۰۰۱ نشان می‌دهد که در حدود ۶۰/۲ درصد از محدوده مطالعاتی دارای خطر فرسایش کم است، درحالی‌که بقیه مناطق، تحت خطر فرسایش متوسط تا زیاد قرار دارند. در سال ۲۰۱۰، ۵۷/۴ درصد از مساحت دارای پتانسیل کم برای خطر فرسایش بود. نتیجه سال ۲۰۱۵ نشان داد که ۷۰ درصد مساحت تحت خطر فرسایش‌پذیری پایین قرار دارد که بسیار بالاتر از سال ۲۰۱۰ است.

جین و همکاران (۲۰۱۷)، در شهر Gurgaon هند به بررسی مدل‌سازی رشد پوشش اراضی شهری بر پایه مدل‌ساز تغییر زمین (LCM) با استفاده از سنجش از دور پرداختند. برای تحلیل تغییر پوشش اراضی از تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۶ استفاده کردند. با استفاده از نقشه‌های تولید شده از طبقه‌بندی تصاویر در سال‌های مورد مطالعه و روش زنجیره مارکوف در مدل‌ساز تغییر زمین جهت پیش‌بینی رشد آینده شهری، استفاده شد. دقت متوسط طبقه‌بندی در ۴ کلاس کاربری اراضی در حدود ۸۵٪ محاسبه شد. این مطالعه نشان می‌دهد که تغییرات مداومی در طول سال (۱۹۹۵-۲۰۱۶) وجود دارد. از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ میزان شهرک‌ها و پوشش گیاهی افزایش یافته درحالی‌که زمین‌های بایر و بدنه‌های آبی کاهش یافته است. همچنین پیش‌بینی شد در سال ۲۰۲۰ و ۲۰۲۵ میزان شهرک‌های ساخته شده و بدنه‌های آبی افزایش یابد. پوشش گیاهی و مناطق بایر نیز به میزان کمی کاهش پیدا کنند.

جون لی و لیو (۲۰۱۷)، تحقیقی را با موضوع بهبود مدل LCM و تعیین پارامترهای مدل در مقیاس حوزه آبخیز برای وقایع سیل در حوزه Hongde Basin چین داشتند. در این پژوهش دو روش SCS-CN و مدل مقایسه شدند. هر دو روش مقدار رواناب حوزه را در مقیاس ماکروسکوپی توصیف می‌کنند و رابطه بین حفظ پایدار و بارش LCM تجمعی را در نظر می‌گیرند. مدل LCM یک رابطه تابع انرژی را در نظر می‌گیرد، درحالی‌که روش SCS - CN رابطه متقابل را به صورت خطی نشان می‌دهد. ۱۵ رویداد بزرگ سیل در حوزه

Hongde Basin از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۲ با داده‌های هیدرولوژیکی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مقایسه نشان داد که برای ایجاد روش استاندارد SCS-CN یک شرط محدودکننده وجود دارد درحالی که مدل LCM دارای این محدودیت نیست، به این معنی که مدل LCM دامنه وسیع‌تری از کاربرد دارد. روش SCS - CN، مدت‌زمان بارش با تولید رواناب را در نظر نمی‌گیرد، اما مدل LCM این عامل را در نظر می‌گیرد و برای تخمین میزان بارش باران دقیق‌تر است.

رحیم آگج‌داد و همکاران (۲۰۱۷)، در تحقیقی که بر اعتبارسنجی مکانی مدل‌های تغییر کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های چندگانه داشتند، مدل LCM را مورد ارزیابی قرار دادند. نقشه‌های کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ از تصاویر سنجش استخراج شدند. سپس به ۵ کلاس اصلی مناطق توسعه‌یافته، بدنه‌های آبی، جنگل و مزارع کشاورزی تقسیم‌بندی می‌شوند. با استفاده از آمار ضریب کاپا که از ۰/۹ تا ۰/۹۵ متغیر بود، ارزیابی شد. تجزیه و تحلیل کاربری تغییر کاربری اراضی و پوشش در طول دوره گذشته (۱۹۸۴-۲۰۰۵) نشان می‌دهد که شهر Rennes افزایش قابل توجهی را در مناطق توسعه‌یافته تجربه کرده است. نرخ انتقال به مناطق توسعه‌یافته در طول دوره‌ها موردنظر، با نرخ متوسط سالانه ۱۹۰ هکتار کاهش می‌یابد. پیش‌بینی تقاضای زمین با استفاده از مدل زنجیره مارکوف تخمین زده شد؛ درحالی که نقشه پتانسیل از روش شبکه عصبی چندلایه (MLP) بر اساس تغییرات گذشته و متغیرهای محرک اجرا می‌شود. معیارهای چشم‌انداز نشان می‌دهند که مدل LCM تمایل دارد یک‌شکل شهری پراکنده را پیش‌بینی کند.

موشور و همکاران (۲۰۱۷)، ارتباط بین تغییرات دمای سطح زمین و تغییرات پوشش اراضی در شهر حراره زیمبابوه بررسی کردند. با استفاده از تصاویر ماهواره لندست نقشه‌های پوشش زمین برای سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۳، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۵ تهیه و به ۶ کلاس اصلی طبقه‌بندی شد. میانگین دمای هر کلاس برای هر سال محاسبه شد و همچنین اختلاف دمای متوسط برای هر پوشش زمین برآورد شد. دقت کلی و ضریب کاپا به

ترتیب ۰/۸۷/۷٪ و ۰/۸۳٪، ۰/۹۰/۸۶٪ و ۰/۸۷٪، ۰/۸۷/۵۹٪ و ۰/۸۲٪ برای سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۵ بودند. صحت کلی طبقه‌بندی برای سال‌های مورد مطالعه بالاتر از ۸۰ درصد تخمین زده شده بود. دمای سطح زمین بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۵ در مناطقی که از پوشش گیاهی و آب را پوشیده شده است، افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که تبدیل مناطق بدون پوشش به آب‌ها، دمای سطح زمین را تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌دهد، درحالی‌که ساخت مناطق مسکونی با تراکم کم تا متوسط دمای سطح مناطق بدون پوشش را ۳/۷۸ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌دهد. تبدیل فضاهای سبز به مناطق مسکونی با متوسط دما را ۰/۱۶ درجه سانتی‌گراد افزایش داد. به‌طور کلی، تبدیل انواع پوشش و کاربری اراضی باعث افزایش بیش از ۰/۵ درجه سانتی‌گراد دما در داخل شهر می‌شود که عمدتاً افزایش مناطق مسکونی و کاهش فضاهای سبز کاهش دما را به همراه خواهد داشت.

ناگمانی و همکاران (۲۰۱۷)، مطالعه خود را با موضوع کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین در ساحل توتیکورین با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام دادند. این مطالعه از بررسی نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای موردنیاز هند انجام شد. پردازش و تفسیر تصاویر برای توسعه کاربری اراضی و نقشه‌های پوشش اراضی در نرم‌افزار ERDAS و ARCGIS صورت گرفت. ویژگی‌های شهری مانند بزرگراه، جاده‌ها و خطوط ریلی به‌صورت رقومی درآمدند. سپس همه نقشه‌های برداری تبدیل به رستری شدند. با توجه به تجزیه و تحلیل تغییرات مشخص شد که منطقه ساخته شده به میزان ۸۸ درصد در حدود ۲۰ سال از ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ تا ۸۸ درصد افزایش یافته است. این مقدار در حدود ۲۲ سال، از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ به ۹۵ درصد افزایش یافته است. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۰، مساحت زمین‌های کشاورزی ۵۳/۹۶ کیلومتر مربع بوده است که در سال ۲۰۱۰ به ۴۱/۵۸ کیلومتر مربع کاهش یافته است. برخی از مناطق کشاورزی به دلیل تغییرات آب‌وهوایی و میزان کمتر باران رها شدند. این زمین‌های رها شده زمینه رشد بوته‌ها را فراهم کرده و منجر به تبدیل زمین‌های کشاورزی به بوته‌زار شده‌اند. زمین‌های

بایر کم‌ترین میزان تغییر در طول این سال‌ها را داشته است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از رشد سریع شهرها و کاهش سریع اراضی کشت می‌باشد. افزایش در ساخت‌وسازها عمدتاً به افزایش سریع جمعیت ناشی از مهاجرت‌های روستا به شهر نسبت داده می‌شود.

لان کوئو (۲۰۱۶)، مطالعه‌ای را با موضوع اثرات تغییر کاربری و پوشش اراضی بر هیدرولوژی رودخانه بزرگ Basins انجام داد. این بررسی نشان می‌دهد که تأثیرات تغییر کاربری و پوشش خاص شامل جنگل‌زدایی، جنگل‌کاری، سدها، تبدیل به کشاورزی و شهرنشینی در رودخانه‌های بزرگ Basins، به‌طور کلی با آنچه مطالعات حوزه کوچک نشان داده‌اند، سازگار است. افزایش جریان رودخانه با جنگل‌زدایی افزایش می‌یابد اما با جنگل‌کاری کاهش می‌یابد، اگرچه هیچ رابطه روشنی بین پوشش جنگل‌زدایی و جنگل‌کاری وجود ندارد. سدها فصلی بودن جریان و کاهش تغییرپذیری جریان و جریان اوج را کاهش می‌دهد. تبدیل به کشاورزی در یک حوزه آبریز می‌تواند جریان سالانه را افزایش یا کاهش دهد. شهرنشینی منجر به اوج بالاتر می‌شود و افزایش جریان اوج به‌طور کلی متناسب با پوشش منطقه شهری است.

میشرا و همکاران (۲۰۱۴)، در مطالعه خود تغییرات استفاده از زمین را مبتنی بر مدل تغییر زمین (LCM) و سنجش از دور در منطقه بیهار پیش‌بینی کردند. هدف اصلی این مطالعه پیش‌بینی و تحلیل رشد فعلی و آینده شهر و اطراف آن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ می‌باشد. این داده‌ها برای پیش‌بینی تغییر و آماده‌سازی نقشه پیش‌بینی ۲۰۲۵ و ۲۰۳۵ استفاده می‌شوند. پیش‌بینی کاربری اراضی روی پوشش زمین در ماژول شبکه عصبی ساخته شده در نسخه Selva از ادیسی انجام می‌گیرد. پیش‌بینی می‌شود که زمین‌های ساخته شده و کشاورزی در حال افزایش است، درحالی‌که روندهای نوسانی برای سایر دسته‌های پوشش زمین وجود دارد. دقت مدل برای همه انواع تبدیل کاربری‌ها ۷۲/۲۸ درصد به دست آمد.

مینویر آخراش و همکاران (۲۰۱۳)، تأثیر تغییر پوشش اراضی بر خطر فرسایش خاک در شمال جردن را با استفاده از سنجش از دور و GIS بررسی نمودند. به منظور پیش‌بینی فرسایش خاک از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۷ و همچنین نقشه‌های توپوگرافی ۹۰ متری استفاده شد. به دلیل نبود تصاویر کافی در سال ۲۰۰۹ از تصاویر سال ۲۰۰۷ استفاده شد. دو نقشه پوشش زمین نیز در سال‌های مورد مطالعه تهیه شد که به ۱۱ کاربری زمین کلاس‌بندی شد. از ایستگاه‌های هواشناسی میزان میانگین بارش سالانه در سال‌های مورد مطالعه برای تخمین عامل R به دست آمد. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های پوشش مشخص شد که تغییر فرسایش خاک بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۹ به دلیل تغییر پوشش گیاهی در این دوره زمانی است. چراکه سایر پارامترها ثابت نگه‌داشته شدند. مناطقی که عمدتاً افزایش فرسایش خاک دارند در بخش‌های مرکزی و غربی منطقه مورد مطالعه واقع شده‌اند. در حالی که مناطق با کاهش فرسایش خاک در قسمت‌های شمالی و جنوب غربی قرار دارند. با شیب بالا و بارش باران مشخص می‌شوند. قسمت شرقی هیچ تغییر عمده‌ای را بین دو سال نشان نمی‌دهد و با بارش کم، شیب کم و پوشش گیاهی ضعیف مشخص می‌شود. در منطقه مطالعاتی چندین تغییر در بین کلاس‌های پوشش و کاربری وجود داشت. متوسط زیان خاکی که از هر طبقه برآورد می‌شود. بر اساس ویژگی‌هایی آن مانند پوشش گیاهی و نوع شیب و شیوه‌های مدیریتی متفاوت است. یک تغییر مهم، افزایش مناطق شهری بود که بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ تقریباً دوبرابر شده بود. پوشش مراتع باز از ۳۸ درصد سال ۱۹۹۲ به ۴۸ درصد در سال ۲۰۰۹ افزایش یافته است که نشان می‌دهد این منطقه از کشاورزی به زمین‌های غیرکشاورزی تغییر کرده است. تغییرات عمده در منطقه مورد مطالعه در مناطق دیم مخلوط واقع شده است. این مناطق در حدود ۴۰ درصد به دلیل خشکسالی و بی‌نظمی مداوم بارش در بین دو سال تحقیق کاهش یافته است.

ساندرا کومار و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به تجزیه و تحلیل مناظر شهری و استفاده از زمین و تشخیص تغییر سطح پوشش زمین پرداختند. تصاویر پیش پردازش شده به هر دو روش طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده طبقه‌بندی شدند که به ۵ کلاس پوشش زمین یعنی: مناطق ساخته شده، اراضی کشاورزی، بدنه‌های آبی، مناطق بایر و پوشش گیاهی کلاس‌بندی شدند. دقت طبقه‌بندی برای سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۹۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۹ به ترتیب ۷۵٪، ۷۶٪، ۸۰٪ و ۷۳/۳۳٪ به دست آمد. با تجزیه و تحلیل تصاویر و نقشه‌های پوشش نتایج زیر حاصل شد به این صورت که منطقه ساخته و همچنین منطقه کشاورزی از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۹ به شدت تغییر کرده است. مساحت ساختمان‌ها به میزان ۳۷۲/۲۸ درصد افزایش یافته است. مساحت کشاورزی به میزان ۶۵/۱۶ درصد کاهش یافته است و منطقه بایر به میزان ۶۰/۹۸ درصد کاهش یافته است. در طول دوره مطالعاتی به میزان ۱۳۵/۶۱ درصد افزایش در پوشش گیاهی یا درختچه‌ها وجود دارد. دلیل این افزایش در پوشش گیاهی سبک این است که مقادیر زیادی از زمین‌های کشاورزی برای فروش املاک و مستغلات به زمین تبدیل می‌شوند. این زمین‌ها به خاطر رشد علف روی آن‌ها، سبز به نظر می‌رسند. اطلاعات مربوط به رشد شهری، استفاده از زمین و تغییر پوشش اراضی برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری جهت بهبود برنامه‌های آینده توسعه پایدار شهر بسیار مفید است.

ژائو و همکاران (۲۰۱۰)، تأثیر احداث سد بر تغییرات مکانی و زمانی کاربری زمین مورد بررسی قرار کردند. داده‌های ماهواره‌ای منطقه تحقیقاتی در سال‌های ۱۹۷۴، ۱۹۹۱ و ۲۰۰۴ به عنوان اصلی‌ترین منابع داده سنجش از دور برای منعکس کردن داده‌های مکانی انتخاب شدند. به روش الگوریتم حداکثر احتمال منطقه به کاربری بدنه‌های آبی، جنگل، علف، مزارع و زمین‌های مسکونی طبقه‌بندی شد. سیستم ArcGIS برای تجزیه و تحلیل بافر مورد استفاده قرار گرفت. سپس تغییرات منطقه کاربری اراضی و ماتریس مساحت انتقال بین انواع مختلف استفاده از زمین طی سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۹۱ و ۱۹۹۱-۲۰۰۴ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که مساحت جنگل از سال ۱۹۷۴ تا ۲۰۰۴ کاهش یافته است، و در سال ۱۹۷۴ به

۷۹/۹۱ درصد رسیده و در ۱۰۰۰۰ بافر به ۵۹/۰۶ درصد در سال ۲۰۰۴ کاهش یافته است. مناطق چمن، مزارع و زمین‌های مسکونی به طور چشم‌گیری افزایش یافت. مهم‌ترین تغییر مساحت بدنه آبی است که پس از تکمیل سد مانوان به سرعت افزایش می‌یابد. با مقایسه تغییرات کاربری زمین در ۱۰۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ متر، مشاهده کردیم که گرایش‌ها مشابهی بین تغییرات کاربری زمین وجود دارد. نسبت تغییرات ایجاد شده در بافر ۱۰۰۰ متری بزرگ‌تر از ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ متر بافر بود و این به معنی آن است که تغییرات عمده در نزدیکی سد رخ داده است. مناطق چمن و زمین‌های کشاورزی با نسبت‌های نسبی به ۵۲/۴۹ درصد و ۷/۵۴ درصد از سال ۱۹۷۴ تا ۱۹۹۱ در بافر ۱۰۰۰ متر افزایش یافت و سپس به ترتیب به ۳۶/۶۳ درصد و ۳/۵۰ درصد کاهش یافت. در همین زمان، مساحت زمین‌های ساخته شده از ۰/۲۵ درصد به ۰/۸۱ درصد در دوره ۱۹۷۴-۱۹۹۱ رسید و سپس از ۰/۸۱ تا ۰/۶۵ درصد در دوره ۱۹۹۱-۲۰۰۴ کاهش یافت. این تغییر چشمگیر را می‌توان با تأثیر ساخت سد، منطقه وسیعی از زمین‌های جنگلی برای زمین‌های کشاورزی پاک‌سازی کرد و زمین را ساخت یا موفق به کشت زمین شد. بخشی از زمین‌های کشاورزی پس از تکمیل سد پر شد، بنابراین این مناطق با افزایش حجم آب کاهش پیدا کردند.

واکلیگ و روگان (۲۰۱۰)، از مدل LCM برای آشکارسازی تغییرات کاربری شهر Olomouc در جمهوری چک استفاده شد. این مطالعه تکنیک‌های سنجش از دور را برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۱ به کاربرد. نتایج حاصله از مقایسه متقابل نقشه‌های پوشش زمین نشان می‌دهد که تغییرات محسوسی در همه کاربری‌های اراضی و پوشش زمین بین سال‌های مورد مطالعه، به‌استثنای گروه آب مشخص شده است. مساحت کلی علفزارها به ۴۲۸ کیلومترمربع (۸/۵ درصد افزایش در کل منطقه) افزایش یافته است، درحالی‌که مساحت زمین‌های کشاورزی متمرکز ۸۳۳۹ کیلومترمربع (۳ درصد کل منطقه) کاهش یافته است. نسبت مساحت پوشیده شده با جنگل‌های مخلوط ۵۳ کیلومترمربع (۱ درصد از

کل منطقه) کاهش یافت درحالی که نسبت جنگل‌های درختان برگ‌ریز ۸۵ کیلومترمربع (۱/۷ درصد از کل منطقه) افزایش یافت.

به‌طور کلی بررسی منابع نشان می‌دهد که برای مطالعه تغییرات کاربری اراضی از مدل LCM استفاده می‌شود که در منطقه مورد مطالعه این تحقیق تاکنون استفاده نشده است. در این به‌منظور پایش تغییرات کاربری اراضی و همچنین پیش‌بینی تغییرات احتمالی در آینده تحقیق از مدل LCM در محیط نرم‌افزار Terrset استفاده شده است.

فصل سوم

مواد و روش ها

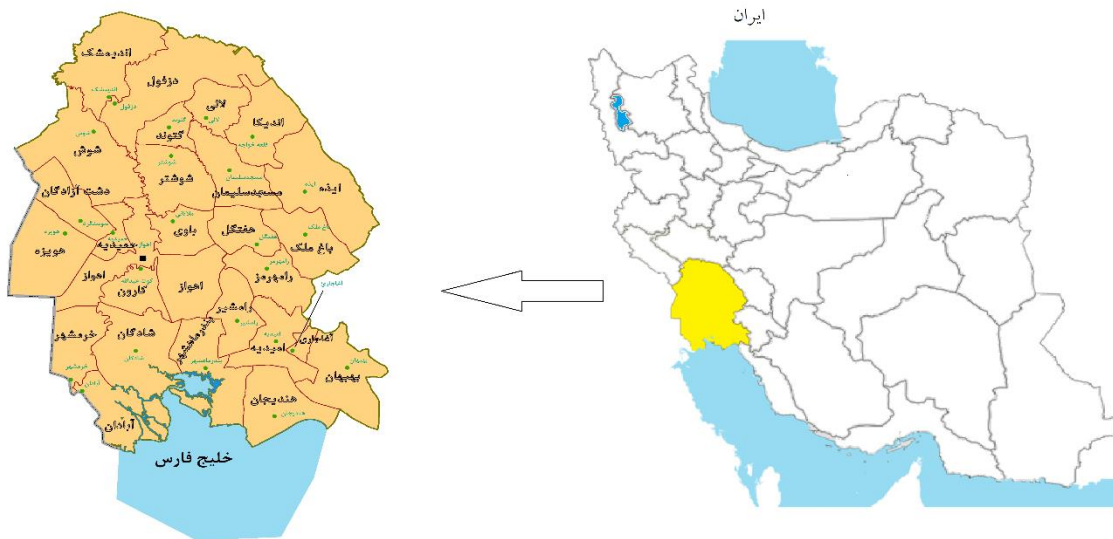
۳-۱ مقدمه

در این فصل با توجه با داده‌های موردنیاز جهت انجام تحقیق از منطقه مورد مطالعه، به توضیح روش کار شامل: چگونگی تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، طبقه‌بندی نقشه‌ها و در نهایت پیش‌بینی تغییرات صورت‌گرفته در آینده پرداخته می‌شود.

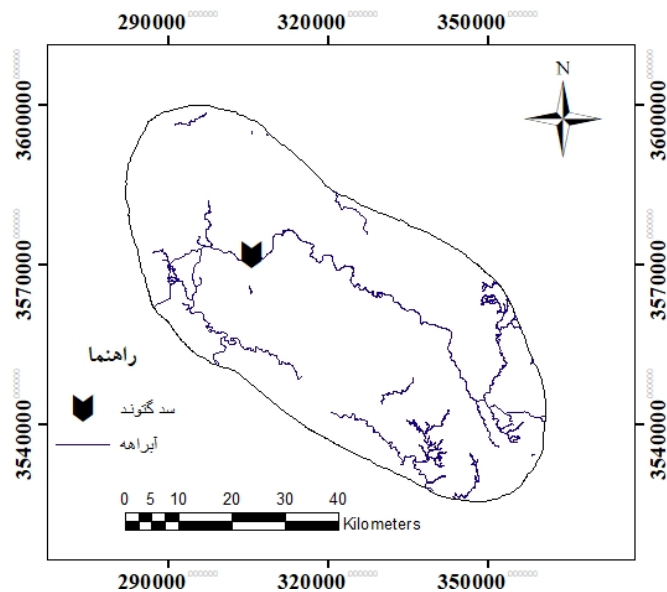
۳-۲- منطقه مورد مطالعه

سد گتوند یکی از بزرگ‌ترین سدهای ایران، با مختصات جغرافیایی $32/26^{\circ}$ شمالی و $48/93^{\circ}$ شرقی بر روی رودخانه کارون در جنوب غربی ایران احداث شده است. این سد، در فاصله ۳۸۰ کیلومتری از رودخانه کارون، در فاصله ۲۵ کیلومتری شمال شهر شوشتر و در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی شهر گتوند در استان خوزستان واقع شده است. سد گتوند آخرین سد قابل احداث بر روی رودخانه کارون می‌باشد. این سد با مخزن ۴ میلیارد و ۵۰۰ میلیون مترمکعب دومین دریاچه مصنوعی بزرگ پس از کرخه محسوب می‌شود. از اهداف مهم احداث سد گتوند می‌توان به تأمین برق موردنیاز ایران (۴/۵ گیگاوات در ساعت) کنترل سیلاب‌های فصلی کارون و نیز تنظیم آب کشاورزی پایین‌دست اشاره کرد. متوسط بارش سالانه حدود ۳۶۵ میلیمتر و حداکثر درجه حرارت ۴۷ درجه سانتی‌گراد در این منطقه می‌باشد. یکی از مهم‌ترین چالش‌های ایجاد شده پیرامون سد، بحث وجود گنبدها و رگه‌های نمکی در اطراف سد است که پس از آبگیری سد به زیر آب‌رفته و منجر به شوری آب سد شده است. کارشناسان معتقدند که نزدیکی معدن نمک به محل سد گتوند، در پروژه مطالعاتی در نظر گرفته نشده است و وجود این معدن نمک در فاصله ۵ کیلومتری سد باعث شده است که پس از آبگیری و تشکیل دریاچه پشت سد، این معدن عظیم نمک که ذخیره نمک آن تا صدها

میلیون تن برآورده شده است به‌کلی زیر آب دریاچه فرورفته و این امر شوری آب رودخانه کارون را افزایش دهد.



الف



پ

شکل ۳-۱. موقعیت سد گتوند در ایران و استان خوزستان و محدوده مورد مطالعه

۳-۳- مواد مورد استفاده در تحقیق

در انجام این مطالعه برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، از طریق سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS) تصاویر ماهواره‌های لندست ۵، ۷ و ۸ با سنجنده‌های TM، ETM⁺ و OLI برای سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۲۰ مورد استفاده قرار گرفتند. نقشه‌های توپوگرافی منطقه نیز از سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه شد.

جدول ۳-۱. خصوصیات تصاویر مورد استفاده در تحقیق

ردیف	نوع ماهواره	سنجنده	تاریخ دریافت (میلادی)	تاریخ دریافت (شمسی)	اندازه پیکسل‌ها	تعداد باندها
۱	لندست ۵	TM	۱۹۹۱/۰۵/۰۶	۱۳۷۰/۰۲/۱۶	۳۰ متر به جز باند حرارتی	۷
۲	لندست ۷	ETM ⁺	۲۰۰۸/۰۵/۱۲	۱۳۸۷/۰۲/۲۳	۳۰ متر به جز باند حرارتی	۸
۳	لندست ۸	OLI	۲۰۲۰/۰۵/۲۱	۱۳۹۹/۰۳/۰۱	۳۰ متر به جز باند پانکروماتیک و باندهای حرارتی	۱۱

همچنین در این پروژه از نرم‌افزارهای ARC GIS، ENVI۵،۳ جهت پردازش تصاویر، Terrset جهت مدل‌سازی و طبقه‌بندی تصاویر و Google Earth برای تعیین نقاط مورد نیاز جهت نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل تصاویر استفاده شد.

۳-۴- روش انجام تحقیق

۳-۴-۱- تصحیح هندسی

در انجام مراحل تحقیق با توجه به اینکه تصاویر از سایت USGS دانلود، و از آنجاکه خطای هندسی آن‌ها به صورت خودکار برطرف و ژئو رفرنس شده‌اند، برای اطمینان بیش تر RMS تصاویر محاسبه گردید که

نتایج نشان داد مقدار خطای تصاویر از نصف پیکسل ساینز تصاویر کمتر بود به همین جهت خطای هندسی انجام نشد.

۳-۴-۲- تصحیح رادیومتریکی

تصحیح رادیومتریکی یکی از روش‌های پیش‌پردازش تصاویر است که ارزش‌های فیزیکی را به دلیل سنجنده، زاویه خورشید، توپوگرافی و اتمسفر تصحیح نماید. در این روش تصاویر در نرم‌افزار ENVI فراخوانی و با استفاده از دستور Radiometric Calibration به طور خودکار تمامی پارامترهای رادیومتریکی مانند Surface Reflectance, Reflectance, Radiance و... محاسبه و تصویر از نظر خطای رادیومتریکی تصحیح شدند.

۳-۴-۳- تصحیح اتمسفری

این تصحیح زمانی صورت می‌گیرد که طی انجام پروژه از تصاویر مربوط به سال‌های مختلف و یا اینکه سنجنده‌های مختلف استفاده شود (Du et al., 2002). در این تحقیق از روش FLAASH در نرم‌افزار ENVI تصحیح اتمسفری صورت گرفت که این روش نسبت به روش‌های دیگر کامل‌تر و همچنین کیفیت بهتری از تصاویر به دست آمد.

۳-۴-۴- تصحیح خطای راه‌راه شدگی تصاویر لندست ۷

از سال ۲۰۰۳ میلادی به دلیل ازکارافتادن تصحیح‌کننده خط اسکن (Scan Line Corrector) سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷، اطلاعات بسیاری از خطوط اسکن در تصاویر این ماهواره از دست رفت و در قالب خط‌های افقی تیره رنگی که از درجه روشنایی‌های صفر یا مقادیر اشتباهی برخوردار بود ظاهر شد. برای تصحیح این خطا در داده‌های ماهواره لندست ۷ باید از افزونه تخصصی آن با عنوان Landsat Gap Fill در

نرم‌افزار ENVI استفاده کرد. در بین روش‌های ارائه شده در این افزونه، روش Tow Bands Gapfill: Local Histogram Matching دقت و صحت خروجی بهتری دارد (Pham Bach et al., 2014).

۳-۵- ایجاد ترکیب بانندی کاذب تصاویر

به‌منظور تفکیک‌پذیری طبقات در تصاویر ماهواره‌ای پس از انجام تصحیحات لازم بر روی تصاویر در نرم‌افزار Terrset اقدام به ایجاد ترکیب بانندی موردنظر در قسمت Composite نرم‌افزار گردید. برای تصاویر لندست ۵ از ترکیب بانندی کاذب ۴۳۲، از ترکیب ۵۴۳ برای تصاویر لندست ۷ و از ترکیب ۶۵۳ برای تصاویر ماهواره لندست ۸ تحت عنوان RGB استفاده شد. با بررسی‌های میدانی و نقشه‌های کاربری اراضی پیشین و همچنین نرم‌افزار Google Earth شناختی از منطقه به‌دست‌آمده و ۶ کاربری منابع آبی، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی - شهری، اراضی بایر، اراضی مرتعی و نیزار در نظر گرفته شد.

۳-۶- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

برای تفکیک عارضه‌ها و همچنین استخراج دقیق اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی صورت می‌گیرد که باتوجه به روش‌های مختلف طبقه‌بندی نتایجی متفاوت حاصل می‌شود. طبقه‌بندی یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات می‌باشد. برای استخراج اطلاعات کاربری اراضی روش‌های متفاوتی ارائه شده است که هرکدام دارای مزایا و معایب گوناگونی می‌باشند. از میان روش‌های موجود روش طبقه‌بندی شی‌گرای تصاویر ماهواره‌ای به علت استفاده از الگوریتم‌های دانش‌پایه می‌تواند جایگزین بهتری برای روش پیکسل پایه باشد. طبقه‌بندی شی‌گرا بر اساس قطعه‌بندی تصویر و عمل یکپارچه‌سازی پیکسل‌ها نیز بر اساس همگنی پدیده‌های تصویر صورت می‌گیرد (Liu et al., 2006, Blaschke, 2014). با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرا در نرم‌افزار Terrset نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های مورد مطالعه تهیه گردید.

۳-۷- ارزیابی صحت طبقه‌بندی

برای افزایش دقت طبقه‌بندی انجام شده در تهیه نقشه‌های کاربری لازم است تا میزان صحت این نقشه‌ها مورد ارزیابی قرار بگیرند. برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی با استفاده از نرم‌افزار Google earth برای هر سال به تعداد هر کاربری نقطه زده شد. سپس این نقاط به‌عنوان واقعیت زمینی با نقشه طبقه‌بندی شده مقایسه و ضریب کاپا برای هر نقشه به دست آمد (Scholz et al., 2010).

۳-۸- آشکارسازی تغییرات با استفاده از مدل LCM

مدل‌سازی تغییر کاربری اراضی ابزاری را در اختیار قرار می‌دهد تا با آشکارسازی دقیق و به‌موقع سطح زمین و فهم بهتر از تغییرات کاربری هر منطقه برای مدیریت و برنامه‌ریزی و همچنین تجزیه و تحلیل‌های آماری مؤثرتر عمل کنند (Lu et al, 2004). مدل‌سازی تغییرات کاربری با استفاده از مدل LCM در چهار مرحله صورت می‌گیرد:

۱- بررسی و آشکارسازی تغییرات

۲- مدل‌سازی پتانسیل انتقال

۳- مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی

۴- ارزیابی صحت مدل‌سازی

برای آشکارسازی با استفاده از مدل LCM نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۷ به‌عنوان دوره اول و نقشه‌ای کاربری سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۹۹ به‌عنوان دوره دوم وارد مدل شدند. پس از وارد کردن نقشه‌های هر دوره میزان افزایش و یا کاهش هر کاربری (Gains and losses)، تغییرات خالص (Net change) و

مناطق بدون تغییر (Persistence) در قسمت آنالیز تغییرات به صورت نقشه و نمودار تهیه می شود که از تحلیل این نقشه ها و نمودارها جهت ارزیابی منطقه مورد مطالعاتی صورت می گیرد.

۳-۹- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال

در این بخش از مدل سازی، پس از آشکارسازی تغییرات، میزان نیروی انتقال یک طبقه کاربری به طبقه کاربری دیگر مدل می شود. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای انتقال به کاربری دیگر چقدر پتانسیل انتقال خواهد داشت. برای این کار در ابتدا باید متغیرهای استاتیک مانند نقشه مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت شیب و Evidence Likelihood و متغیرهای پویا مانند فاصله از جاده، آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی، اراضی بایر، مرتع، مرغزار، سد و گسل وارد مدل شوند. متغیر Evidence Likelihood بر اساس نقشه های تغییرات کاربری ساخته می شود. پس از وارد کردن متغیرهای پویا و استاتیک با استفاده از ضریب همبستگی کرامر هر متغیر برای ورود به مدل سنجیده می شود و سپس نقشه های پتانسیل انتقال با کمک شبکه عصبی مصنوعی MLP به دست می آید.

۳-۱۰- انتخاب متغیرها

این مرحله شناسایی متغیرهای محرکی می باشد که می تواند تغییراتی که در منطقه اتفاق افتاده را بیان کند. در این قسمت از مدل سازی، نیروی لازم از یک کاربری به کاربری دیگر با توجه به متغیرهای توضیحی مدل می شود. متغیرهای ورودی به مدل به دو گروه ایستا و دینامیک تقسیم می شوند. متغیرهای ایستا شامل مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت شیب و متغیر کیفی تغییرات می باشند و متغیرهای دینامیک مانند فاصله از جاده، سد، آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی، اراضی بایر، مرتع، مرغزار و گسل با استفاده از ضریب کرامر که بالاترین صحت را داشته باشند انتخاب می شوند. ضریب کرامر میزان همبستگی بین متغیرها

مستقل و متغیرها را نشان می‌دهد. محدوده این ضریب بین صفر و یک قرار دارد و هر چه به یک نزدیک‌تر باشد تأثیرپذیری بالا را برای متغیر نشان می‌دهد. ضریب کرامر طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$v = \sqrt{\frac{X^2}{N=Min(k-1, l-1)}} \quad (1-3)$$

X^2 : آماره کای اسکور N : تعداد نمونه ها k و l : تعداد ردیف ها و ستون های جدول

مقادیر ضریب کرامر در حدود ۰/۴ به عنوان مقادیر مناسب برای یک متغیر محسوب می‌شود و مقادیر کمتر از ۰/۱۱ نشان‌دهنده توانایی کم آن در مدل پیش‌بینی می‌باشد (Easteman J.R., 2006).

۳-۱۱- پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی از ترکیب مدل‌سازی پتانسیل انتقال و مدل زنجیره مارکوف استفاده می‌شود. اختصاص تغییر هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف محاسبه شد (Habio, et al 2011). مقدار تغییرات کاربری زمین در آینده از طریق زنجیره مارکوف و نقشه‌های کاربری‌های تهیه شده در اول دوره و آخر دوره، ماتریس احتمال انتقال تغییرات محاسبه و به عنوان پایه‌ای برای نقشه‌سازی در دوره آینده استفاده می‌گردد (Easteman, 2009). پیش‌بینی تغییرات با استفاده از مدل‌سازی تغییرات زمین در قسمت Change Prediction و با استفاده از روش Markov Chain میزان احتمال انتقال یک کاربری به کاربری دیگر محاسبه می‌کند. نتایج حاصله به صورت ماتریسی از احتمالات ارائه می‌شود که اساس این احتمالات ثبات یا عدم ثبات هر یک از زیر مدل‌ها می‌باشد و در نهایت با استفاده از مدل پیش‌بینی سخت نقشه پیش‌بینی شده تغییرات در سال ۱۳۹۹ و ۱۴۲۹ بر مبنای تغییرات رخ داده در طول دوره اول و دوم مطالعه تهیه می‌شود. به این صورت که با استفاده از نقشه‌های سال ۱۳۷۰ و سال ۱۳۸۷ نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۹ پیش‌بینی شد و در دوره دوم نیز برای پیش‌بینی سال ۱۴۲۹ از نقشه سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ استفاده شد.

۳-۱۲- ارزیابی صحت نقشه کاربری پیش‌بینی شده

روش استاندارد برای تعیین دقت نقشه‌ها پیش‌بینی شده، استفاده از ماتریس خطا است. بر اساس ماتریس خطا، ضریب کلی (رابطه ۳-۱) و ضریب کاپا (رابطه ۳-۲) محاسبه می‌شود. در ماتریس خطا قطر اصلی پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شدند و عناصر غیر قطر اصلی مجموعه خطاها می‌باشند. ضریب کاپا یک ضریب ارزش‌دار برای آشکار ساختن میزان دقت در زمانی که تصویر به‌صورت تصادفی و در طبقه‌بندی نظارت نشده، طبقه‌بندی شده می‌باشد. ضریب کاپا بین صفر و یک است، هرچه این ضریب به یک نزدیک‌تر باشد دقت و مدل را تأیید می‌کند (Eastman J.R., 2006).

$$\text{دقت کلی} = \frac{\text{مجموع پیکسل‌های صحیح - طبقه‌بندی شده}}{\text{مجموع پیکسل‌های مرجع}} \quad (۳-۲)$$

$$\text{Kappa} = \frac{Po - Pc}{1 - p_c} * 100 \quad (۳-۳)$$

Po: توافق مود انتظار Pc: درستی مشاهده

برای این منظور نقشه کاربری اراضی طبقه‌بندی شده سال ۱۳۹۹ به‌عنوان نقشه واقعیت زمینی با نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ مورد مقایسه قرار گرفت. سپس ضریب کاپا در نرم‌افزار Terrset با دستور تابع Validate طبق فرمول (۳-۴) به دست آمد.

$$\text{Kquantily} = \frac{M(m) - NQML}{PQML - NQML} \quad (۴-۳)$$

فصل چہارم

نتیجہ و بحث

۴-۱- مقدمه

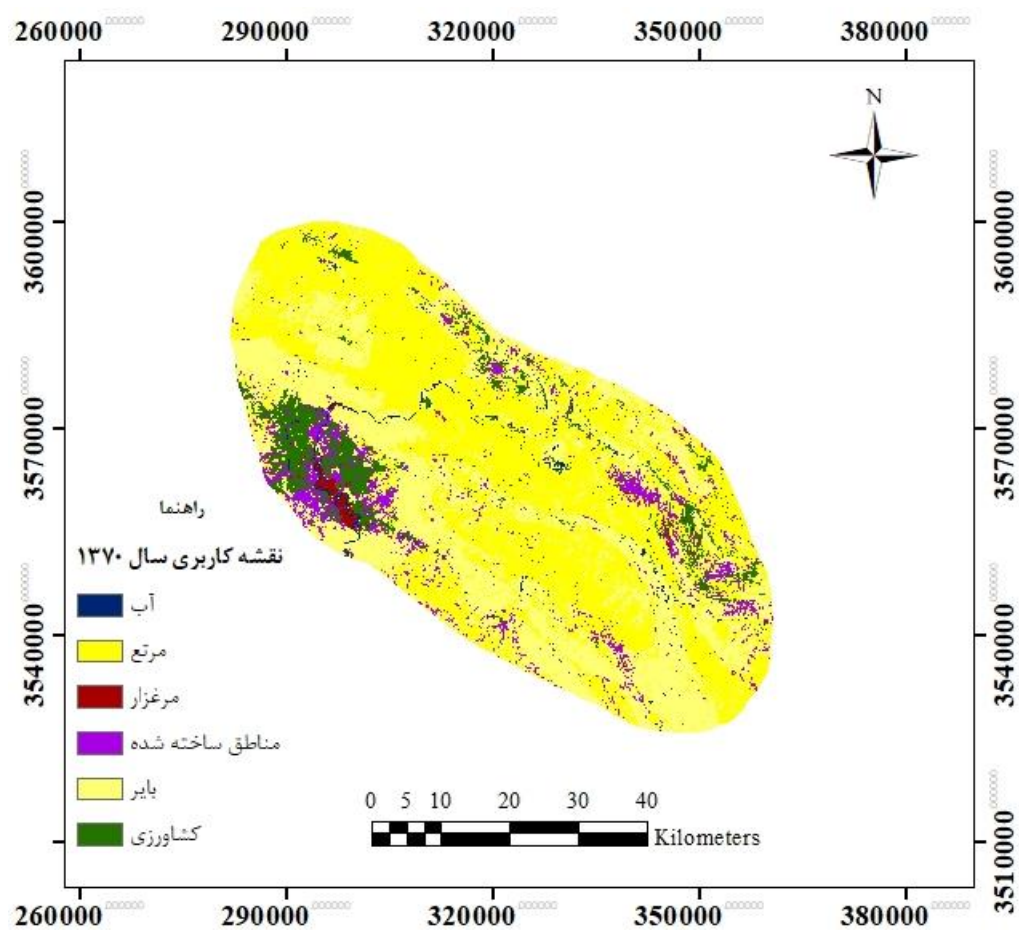
هدف از انجام این بخش، آشکارسازی و تجزیه و تحلیل نقشه‌های کاربری اراضی محدوده سد گتوند می‌باشد و به صورت کمی میزان تغییرات صورت گرفته در طی بازه زمانی مورد مطالعه در هر مرحله از تحقیق بیان داده خواهد شد.

۴-۲- نتایج مربوط به طبقه‌بندی و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

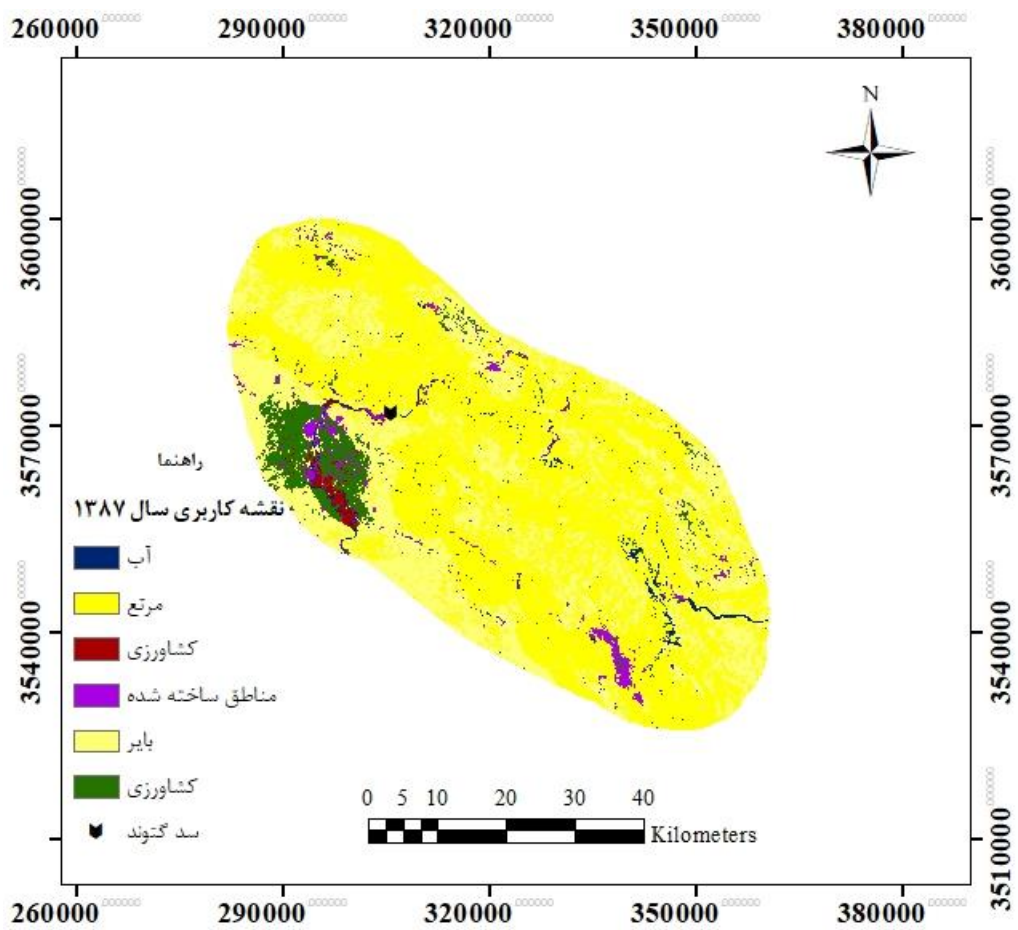
پس از تعیین مرز حوضه و شناسایی کلاس‌های کاربری، منطقه با استفاده طبقه‌بندی شی گرا به ۶ کلاس کاربری در نرم‌افزار Terrset تقسیم‌بندی شد و نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ به دست آمد که در شکل‌های ۴-۱، ۴-۲ و ۴-۳ نشان داده شده است. همان‌طور که از جدول ۴-۱ مشخص است؛ مراتع پوشش غالب منطقه را تشکیل می‌دهند و همچنین کم‌ترین وسعت اراضی را مرغزارها دارا می‌باشند.

جدول ۴-۱. مساحت کاربری‌ها در نقشه سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹

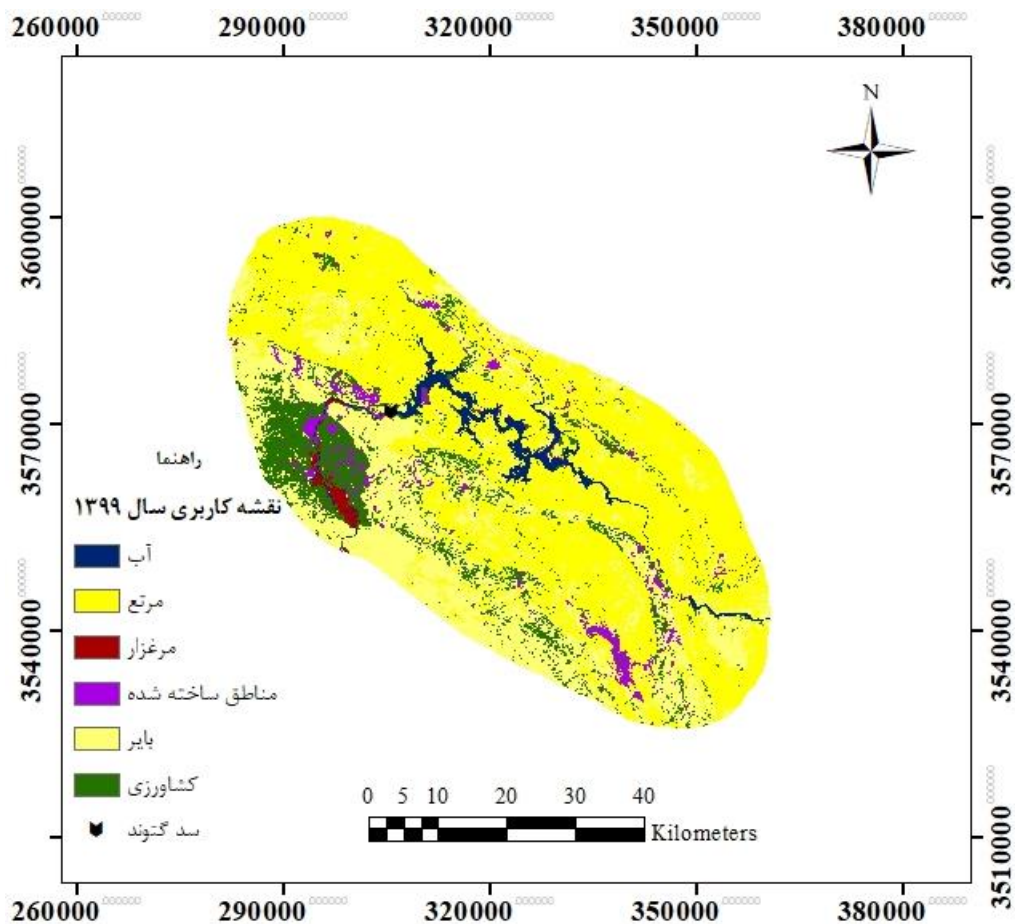
نوع کاربری	سال ۱۳۷۰ مساحت (کیلومتر مربع)	سال ۱۳۸۷ مساحت (کیلومتر مربع)	سال ۱۳۹۹ مساحت (کیلومتر مربع)
آب	۲۵/۹۱	۳۷/۹۶	۹۵/۷۵
مناطق ساخته شده	۲۰۶/۸۳	۷۱/۲۷	۱۰۷/۴۸
کشاورزی	۲۱۸/۱۹	۱۶۰/۱۹	۳۶۸/۹۴
بایر	۱۳۲۶/۵۵	۱۲۲۷/۱۴	۱۰۵۷/۴۶
مرتع	۱۵۹۵/۰۱	۱۸۷۰/۷۸	۱۷۴۲/۴۶
مرغزار	۱۹/۹۶	۲۵/۱۲	۲۰/۳۸



شکل ۴-۱. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۰



شکل ۴-۲. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۷



شکل ۴-۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۹

جهت طبقه‌بندی نقشه‌های کاربری اراضی حوزه مورد مطالعه از تصاویر ماهواره لندست ۵ سنجنده TM برای سال ۱۳۷۰، ماهواره لندست ۷ سنجنده ETM⁺ برای سال ۱۳۸۷ و ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI برای سال ۱۳۹۹ استفاده گردید. در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه‌های کاربری از میان روش‌های طبقه‌بندی موجود، روش طبقه‌بندی شی گرا به دلیل افزایش دقت و همچنین کارایی بالا انتخاب گردید؛ چراکه در طبقه‌بندی شی گرا اطلاعات مکانی با اطلاعات طیفی ادغام می‌شوند و پیکسل‌ها بر اساس شکل و بافت سطح تصویر با مقیاس مشخصی سگمنت سازی می‌شوند در نتیجه طبقه‌بندی بر اساس این سگمنت‌ها صورت می‌گیرد. نتایج استفاده از این روش طبقه‌بندی را می‌توان با نتایج امیدی پور و همکاران (۱۳۹۲)، خدائی قشلاق و همکاران (۱۳۹۷)، سلمانی و همکاران (۱۳۹۵)، غفاری و همکاران (۱۳۹۵)، لی

و همکاران (۲۰۱۶)، آدام و همکاران (۲۰۱۶)، پویسنت و همکاران (۲۰۱۴) و مکی (۲۰۱۳) مبنی بر کاربردی بودن و صحت بالای نقشه‌های کاربری تهیه شده از روش طبقه‌بندی شی گرا یکی دانست. نقشه‌های کاربری تهیه شده به کلاس‌های آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی، بایر، مراتع و مرغزارها طبقه‌بندی شدند.

۴-۳- ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده

جهت بررسی میزان صحت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده، شاخص کاپا برای نقشه سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷ و ۱۳۹۹ به دست آمد که برای سال ۱۳۷۰ شاخص کاپا ۰/۹۲، سال ۱۳۸۷ شاخص کاپا ۰/۹۷ و برای سال ۱۳۹۹ شاخص کاپا ۰/۹۳ محاسبه شد. شاخص کاپا برای هر نقشه بر صحت بالای آن نقشه تأکید دارد. نتایج در جدول ۴-۲ آورده شده است.

جدول ۴-۲. شاخص کاپا

شاخص کاپا (Kappa Index)	سال
۰/۹۲	۱۳۷۰
۰/۹۷	۱۳۸۷
۰/۹۳	۱۳۹۹

۴-۴- اجرای مدل ساز تغییرات سرزمین (LCM)

۴-۴-۱- ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره اول مطالعه

الف) تغییرات کاربری

پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در دوره اول (۱۳۷۰-۱۳۸۷)، در مدل LCM اقدام به بررسی و آنالیز تغییرات کاربری اراضی گردید. بر اساس جدول ۴-۳ نتایج نمودار تغییرات در این دوره نشان داد که در طول ساخت سد (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷) آب موجود در منطقه از ۰/۶۷ درصد در سال ۱۳۷۰ به ۱/۱۱ درصد در سال ۱۳۸۷ رسیده است. مساحت مناطق ساخته شده در سال ۱۳۷۰، ۶/۱۲ درصد از کل منطقه را تشکیل می‌داد که این کاربری تا سال ۱۳۸۷ کاهش پیدا کرده و به ۲/۰۱ درصد رسیده است. با شروع ساخت سد

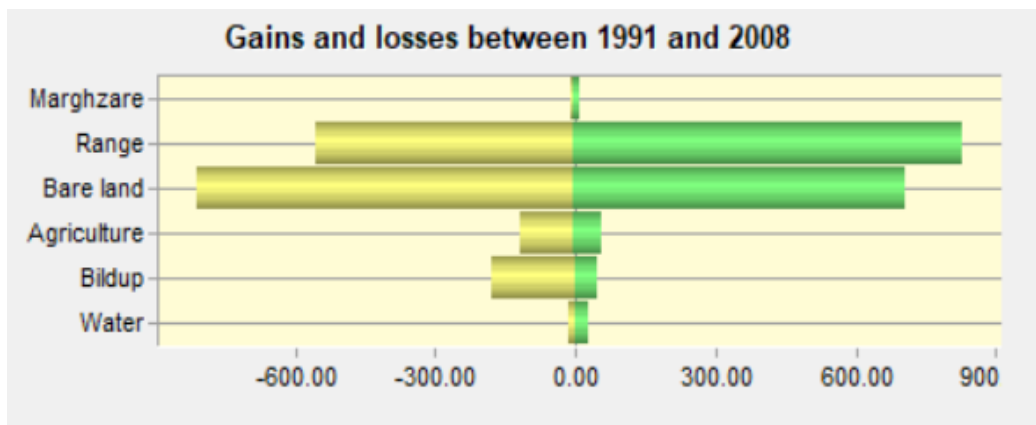
مساحت اراضی کشاورزی کاهش پیدا کرده است به طوری در سال ۱۳۷۰ مساحت اراضی کشاورزی ۶/۵۳ درصد بوده و در سال ۱۳۸۷ به ۴/۲۵ درصد تقلیل پیدا کرده است. اراضی بایر نیز روند روبه کاهش را داشته‌اند. به طوری که در سال ۱۳۷۰ این اراضی ۳۹/۱ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند که در سال ۱۳۸۷ به ۳۶/۷ رسیده‌اند. کاربری مرتع نیز دارای بیشترین مساحت در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۸۷ بوده است که به ترتیب دارای ۴۷ و ۵۵/۱ درصد از کل منطقه می‌باشد. طبقه مرغزار نیز در طول این دوره با انحراف آب و جریان کمتر در اراضی پایین دست افزایش یافته‌اند. این اراضی در سال ۱۳۷۰، ۰/۵۸ درصد و در سال ۱۳۸۷ به ۰/۷۴ درصد رسیده‌اند.

جدول ۴-۳. مساحت و میزان درصد هر کاربری طی سال‌ها ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷

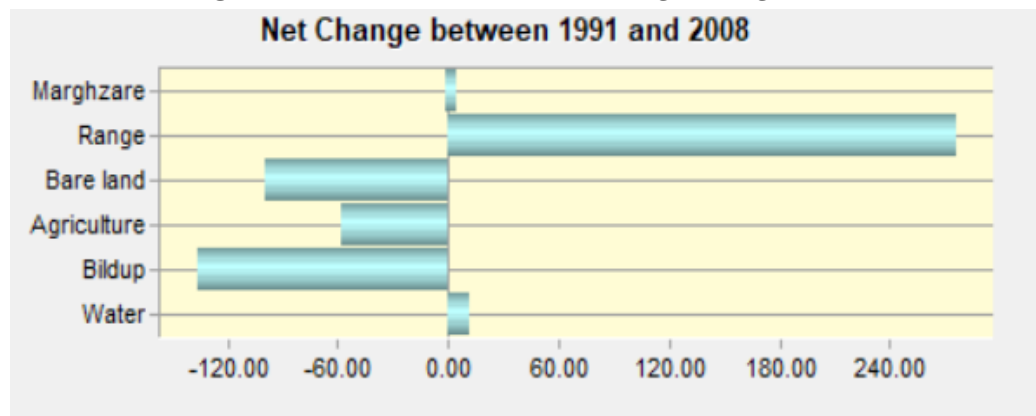
سال ۱۳۸۷		سال ۱۳۷۰		نوع کاربری
درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	
۱/۱۱	۳۷/۹۶	۰/۶۷	۲۵/۹۱	آب
۲/۱	۷۱/۲۷	۶/۱۲	۲۰۶/۸۳	مناطق ساخته شده
۴/۲۵	۱۶۰/۱۹	۶/۵۳	۲۱۸/۱۹	کشاورزی
۳۶/۷	۱۲۲۷/۱۴	۳۹/۱	۱۳۲۶/۵۵	بایر
۵۵/۱	۱۸۷۰/۷۸	۴۷	۱۵۹۵/۰۱	مرتع
۰/۷۴	۲۵/۱۲	۰/۵۸	۱۹/۹۶	مرغزار

ب) تغییرات خالص کاربری‌ها

تغییرات خالص هر یک از کاربری‌ها در دوره ۱۳۸۷-۱۳۷۰ به دست آمد. به این صورت که بیشترین افزایش مساحت را کاربری مرتع و همچنین بیشترین کاهش مساحت و تبدیل کاربری را در این دوره مناطق ساخته شده و اراضی بایر به ترتیب ۲۱۳/۴۲ و ۴۱/۱۷ کیلومتر مربع را داشته‌اند. در طی این دوره مساحت اراضی کشاورزی کاهش یافته و در حدود ۵۳/۱۵ کیلو مربع به اراضی بایر تبدیل شده‌اند. همچنین مناطق ساخته شده علاوه بر اینکه به کاربری مرتع تبدیل شده‌اند ۷۷/۶۲ کیلومتر مربع به اراضی بایر تبدیل شده است.



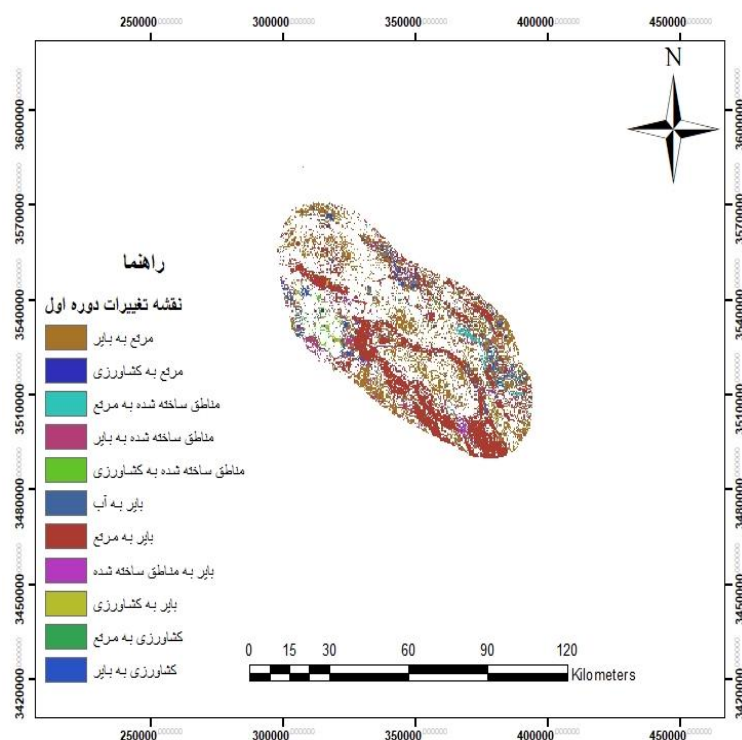
شکل ۴-۴. تغییرات (افزایش یا کاهش) مساحت کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷



شکل ۴-۵. تغییرات خالص کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷

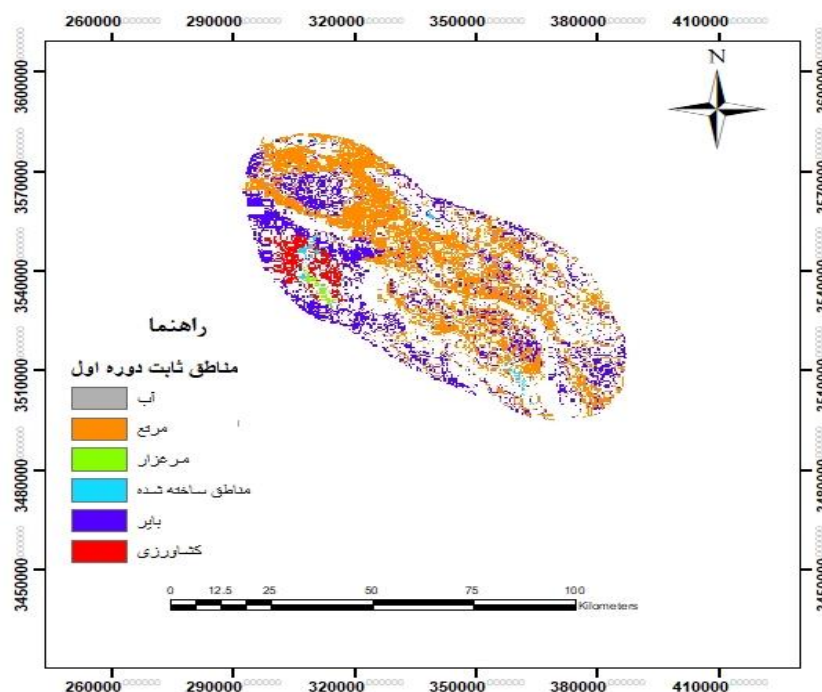
شکل ۴-۶ مربوط به نقشه تغییرات کل (Map change) می‌باشد و تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر را که دارای

مساحت تغییر یافته بالای یک کیلومترمربع می‌باشد، در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷ نشان می‌دهد.



شکل ۴-۶. نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۷

شکل ۴-۷ مربوط به نقشه مناطق ثابت و بدون تغییر (Map persistence) در طی دوره اول تحقیق می‌باشد.



شکل ۴-۷. نقشه تغییرات مناطق ثابت و بدون تغییر بین سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۸۷

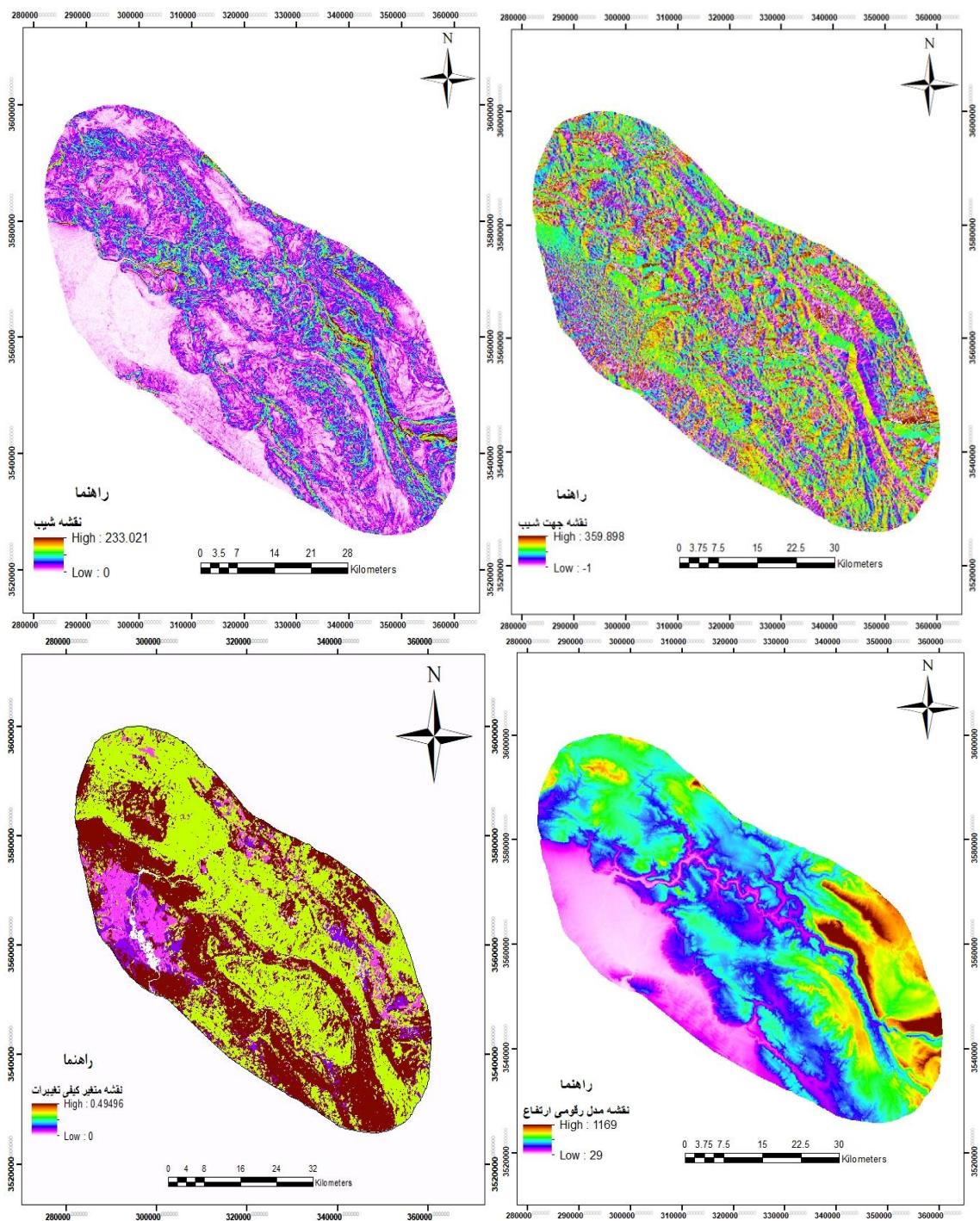
نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات نشان می‌دهد، در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷ وسعت آب منطقه افزایش یافته است که با احداث سد گتوند و تجمع آب پشت دریاچه سد، باعث افزایش سطح آب در منطقه شده است. از این رو نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه Zhao و همکاران (۲۰۱۰) و شکوهیده و همکاران (۱۳۹۹) بر روی مبنی بر افزایش سطح آب به علت ساخت سد مطابقت دارد. با احداث سد گتوند در دوره اول مطالعه (۱۳۷۰-۱۳۸۷) مناطق مسکونی ساخته شده به میزان ۱۳۵/۶۶ کیلومترمربع کاهش مساحت داشته‌اند. در سال ۱۳۷۰ مناطق مسکونی ۶/۱۲ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند که در سال ۱۳۸۷ با کاهش مساحت به ۲/۱ درصد رسیده‌اند. از دلایل کاهش مساحت در این دوره می‌توان به جابه‌جایی جمعیت و نقل مکان روستاهایی که در مسیر جریان رودخانه قرار گرفته اشاره کرد. نتایج تحقیق رضایان و همکاران (۱۳۹۳) نیز در زمینه کاهش مساحت مناطق ساخته شده و مسکونی در محدوده سد گتوند با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در طی این سال‌ها کاربری مراتع نیز افزایش یافته است. مراتع در سال ۱۳۷۰، ۴۷ درصد و در سال ۱۳۸۷، ۵۵/۱ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. در این دوره با رهاسازی اراضی کشاورزی و همچنین بهره‌گیری از اراضی بایر، برخی از گونه‌های مرتعی با خاک‌های دست‌خورده انطباق پیدا کرده و باعث تبدیل این اراضی به مراتع شده‌اند. مساحت اراضی کشاورزی در سال ۱۳۷۰ برابر با ۲۱۸۱۹ هکتار که در سال ۱۳۸۷ به ۱۶۰۱۹ هکتار رسیده است. در طی این بازه زمانی با احداث سد گتوند و اثرات مستقیم احداث سد بر منطقه باعث به زیر آب رفتن اراضی کشاورزی زیادی در محدوده احداث سد شده است. از دلایل دیگر کاهش مساحت اراضی کشاورزی می‌توان تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی بایر و تبدیل به مناطق مسکونی و همچنین عوامل اقلیمی حاکم را نام برد. اراضی بایر در سال ۱۳۷۰، ۱۳۲۶/۵۵ کیلومترمربع سال ۱۳۸۷، ۱۲۲۷/۱۴ کیلومترمربع و در سال ۱۳۹۹، ۱۰۴۶/۵۷ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده‌اند. با توسعه اراضی کشاورزی و گسترش مناطق مسکونی در طی بازه زمانی مورد مطالعه، اراضی بایر با تبدیل شدن به این کاربری‌های با کاهش مساحت همراه بوده است. نتایج

ژائو و همکاران (۲۰۱۰)، جیانگ و همکاران (۱۰) و خاتون‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با مطالعه تغییرات کاربری اراضی در حوضه تأثیر سدها به نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش اراضی بایر و تبدیل به کاربری‌های دیگر دست یافتند. اراضی مرغزار نیز در سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۷ به دلیل انحراف مسیر آب و جریان کم در پایین‌دست سد با افزایش مساحت همراه بوده است که با نتایج تحقیق رضایان و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد.

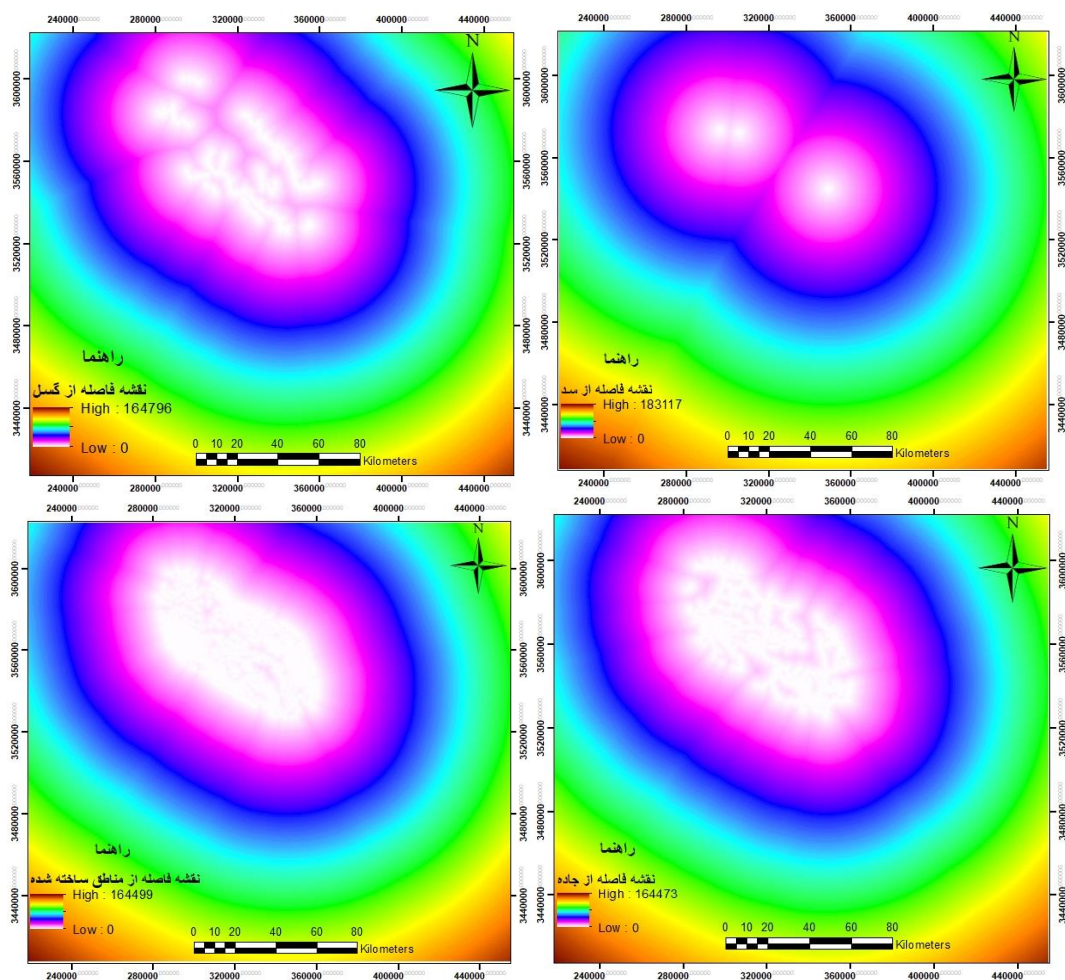
۴-۴-۲- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال در دوره اول مطالعه

الف) متغیرهای ورودی به مدل

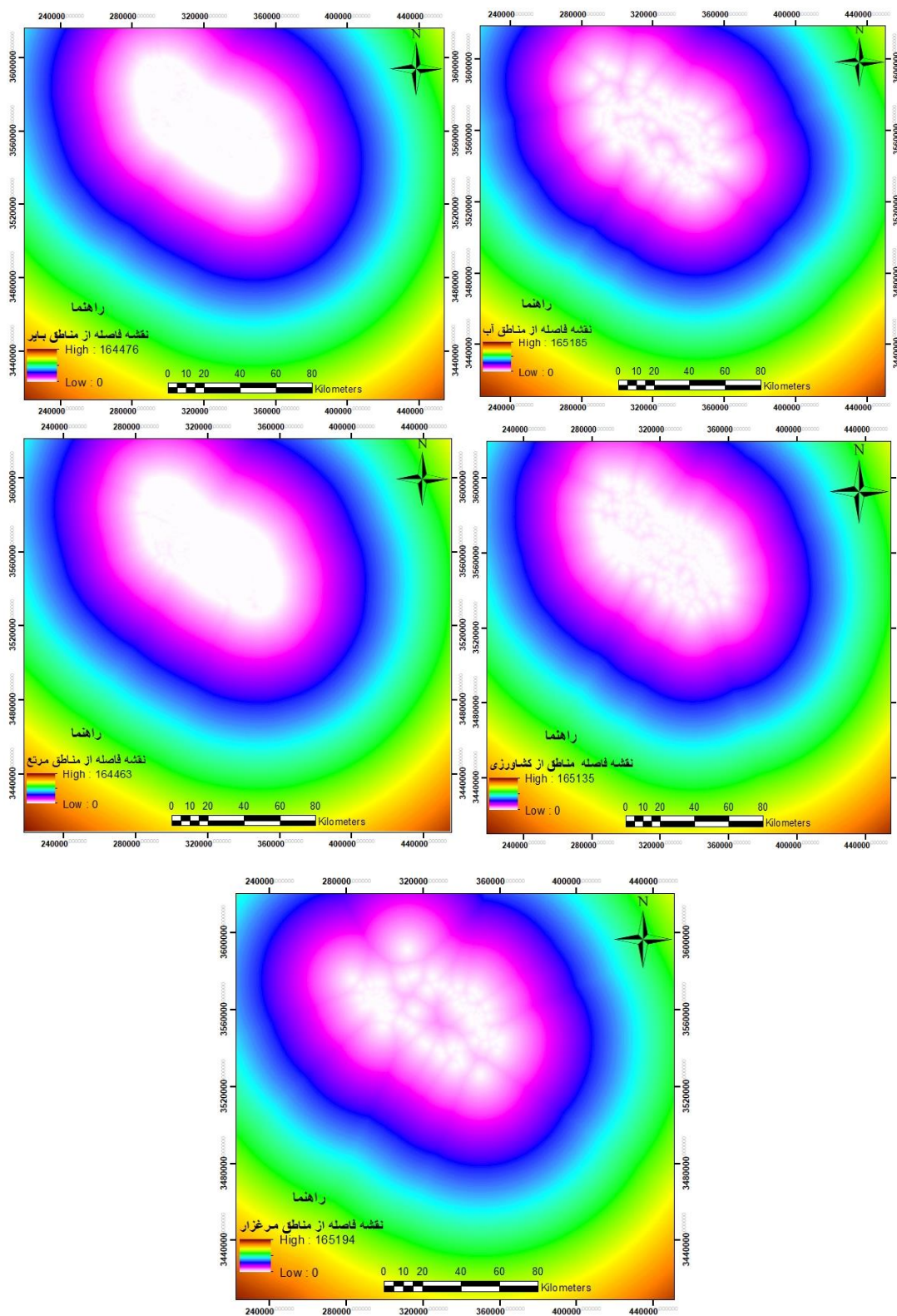
متغیرهای ورودی به مدل در دو گروه ایستا شامل مدل رقومی ارتفاع، متغیر کیفی، نقشه شیب و نقشه جهت شیب و متغیرهای پویا مانند فاصله از سد، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از مناطق ساخته شده، فاصله از آب، فاصله از بایر، فاصله از کشاورزی، فاصله از مرتع و فاصله از مرغزار مورد ارزیابی قرار گرفتند. به صورت کلی متغیرهای دارای ضریب کرامر بالای ۰/۱ مناسب برای ورود به مدل می‌باشند. شکل‌های ۴-۸، ۴-۹ و ۴-۱۰ نقشه متغیرهای ایستا و پویا را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۸. نقشه متغیرهای ایستا برای سال ۱۳۹۹



شکل ۴-۹. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۳۹۹



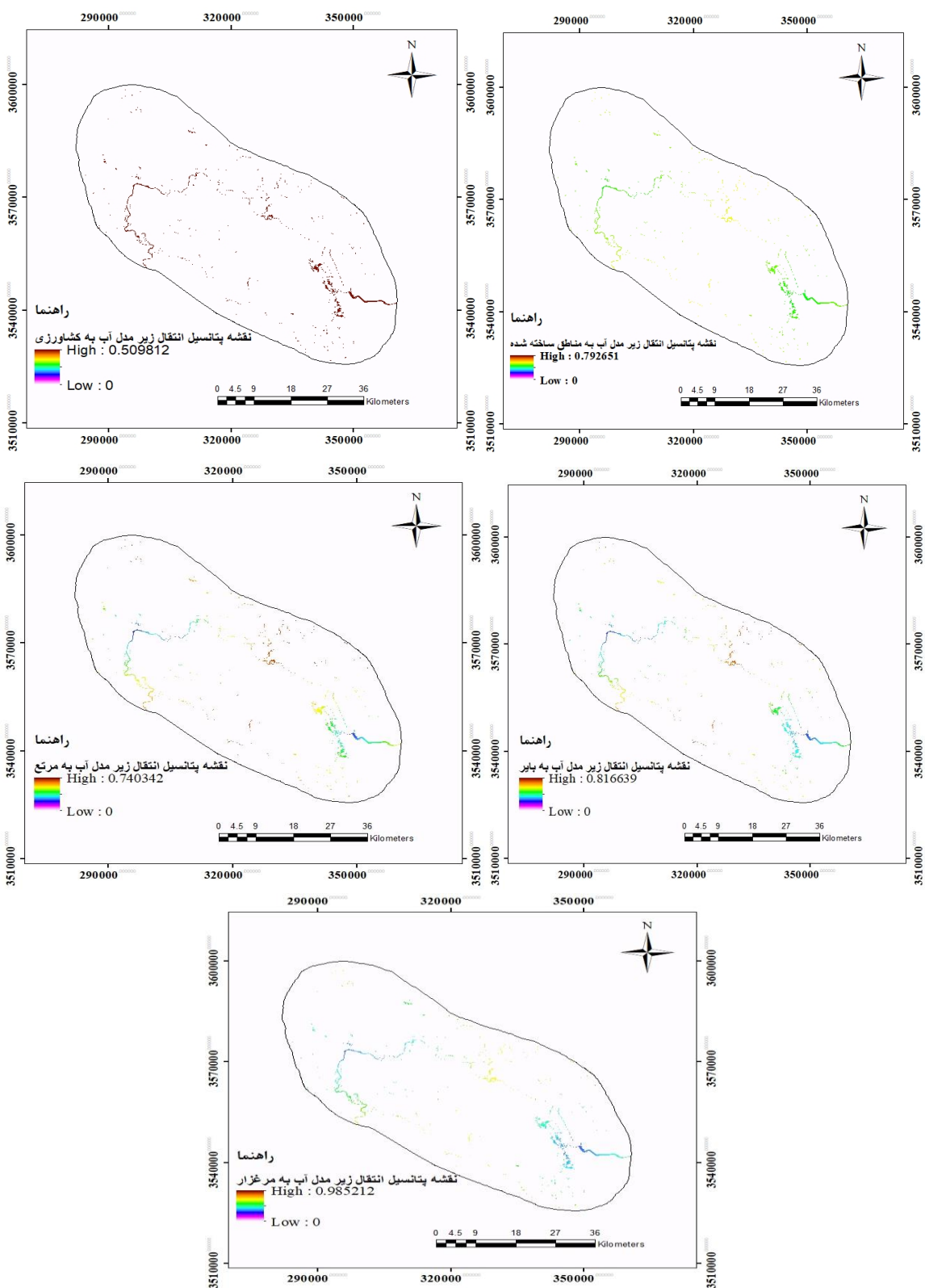
شکل ۴-۱۰. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۳۹۹

ب) انتخاب متغیرهای ورودی به مدل

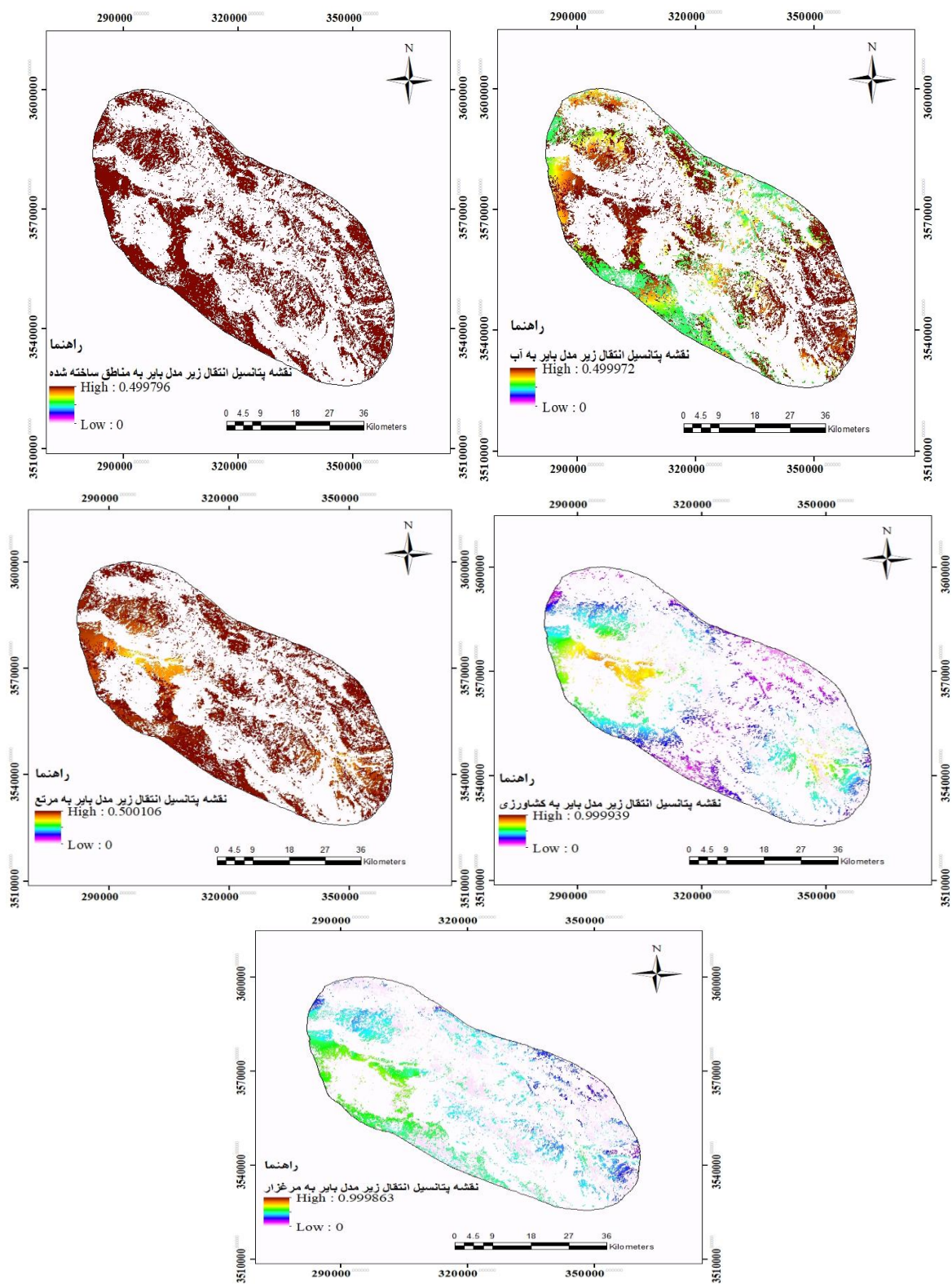
پس از تست کردن هریک از متغیرها، متغیری که دارای ضریب کرامر مناسب بود وارد مدل شد. از بین متغیرهای مورد استفاده، متغیر کیفی (Evidence likelihood)، مدل رقومی ارتفاع و همچنین فاصله از سد دارای ضریب مناسب جهت تأثیرگذاری بر روی روند مدل سازی را دارا بودند؛ به همین جهت وارد روند مدل سازی شدند. ضرایب کرامر برای متغیر کیفی، مدل رقومی ارتفاع و فاصله از سد به ترتیب ۰/۲۶۳۵، ۰/۳۵۴۲ و ۰/۱۲۲۰ به دست آمد. غلامعلی فرد و همکاران (۱۳۹۱)، رهنما و همکاران (۱۳۹۵) و رحیم آگجداد و همکاران (۲۰۱۷) بر اهمیت متغیرها پویا و ایستا در پیش بینی تغییرات تاکید نمودند.

ج) نقشه های پتانسیل انتقال کاربری های سال ۱۳۹۹

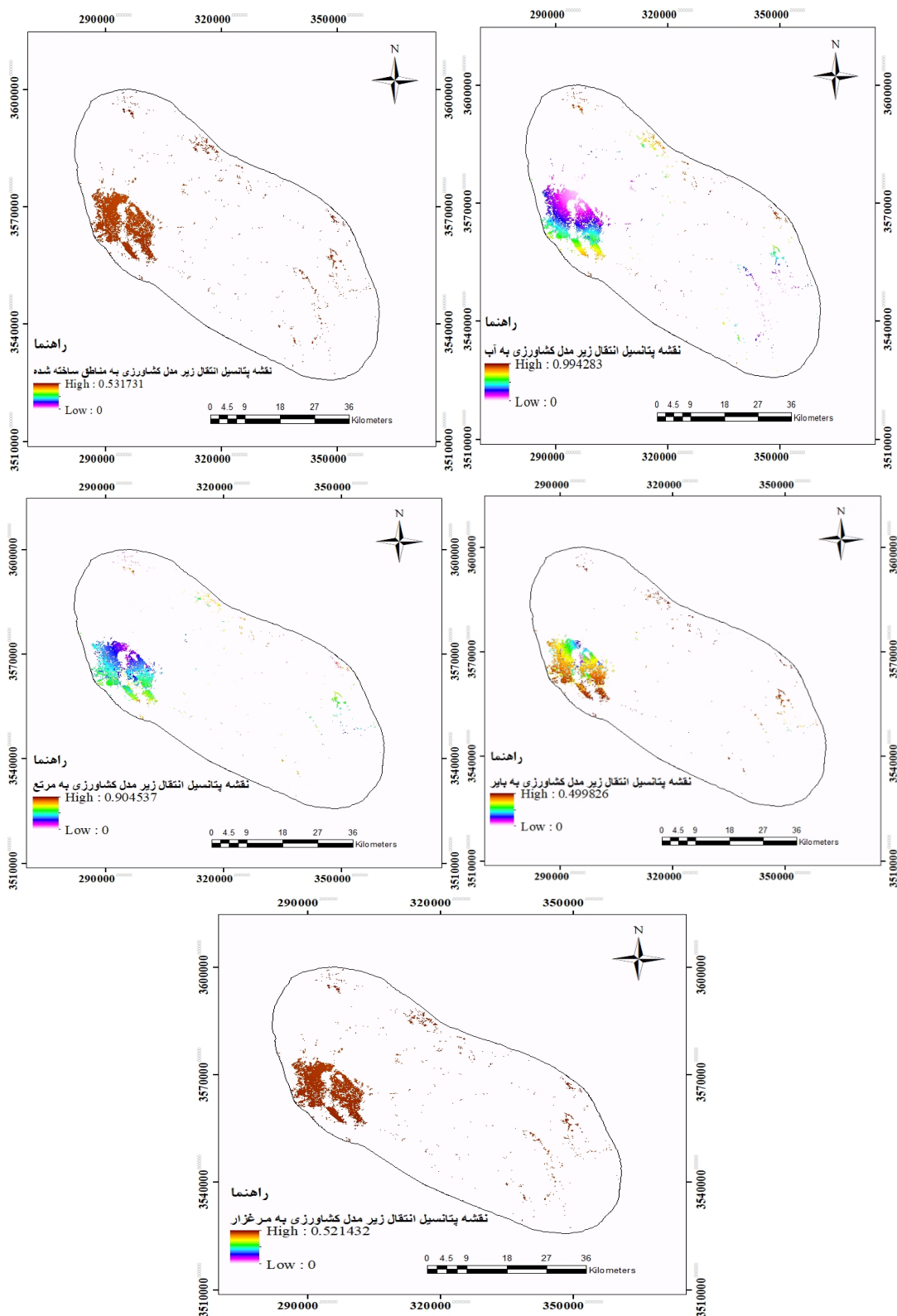
با انتخاب متغیرهای مناسب متغیر کیفی، مدل رقومی ارتفاع و فاصله از سد نقشه پتانسیل انتقال کاربری ها برای هر یک از زیر مدل ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تولید شد. شکل های ۴-۱۱ تا ۴-۱۶ نقشه پتانسیل انتقال کاربری ها را برای سال ۱۳۹۹ نشان می دهد.



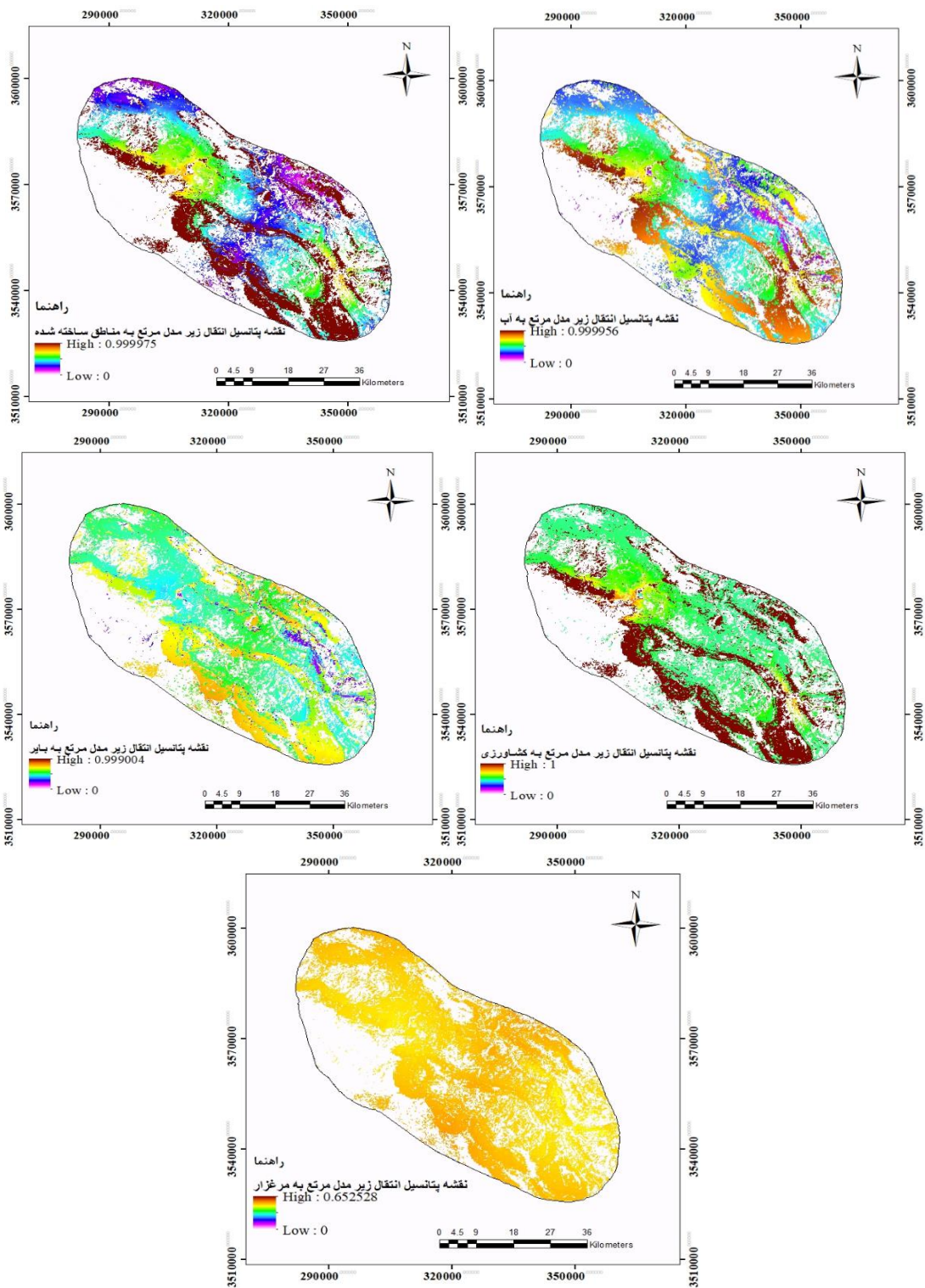
شکل ۴-۱۱. نقشه پتانسیل انتقال کاربری آب



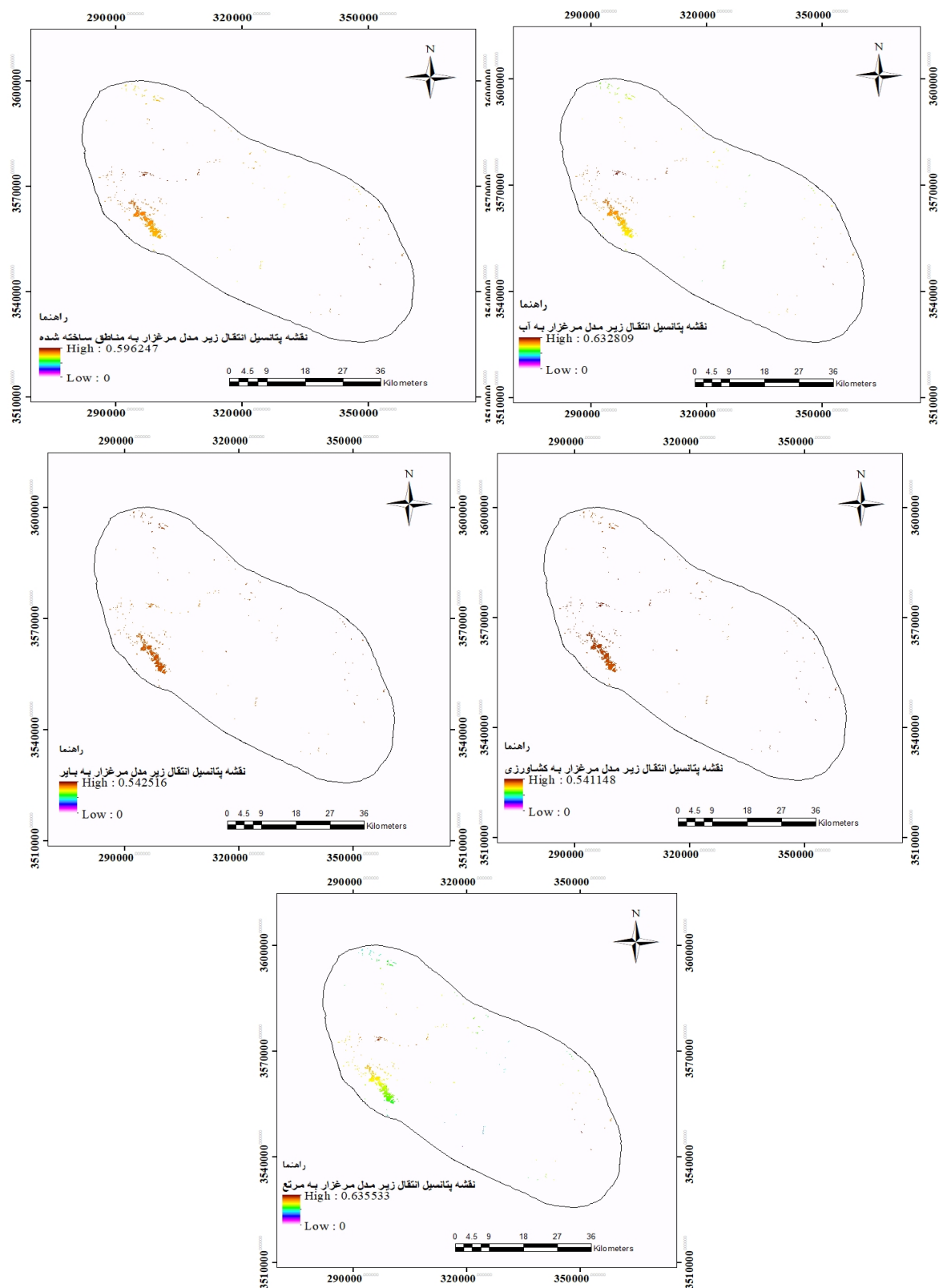
شکل ۴-۱۲. نقشه پتانسیل انتقال کاربری بایر



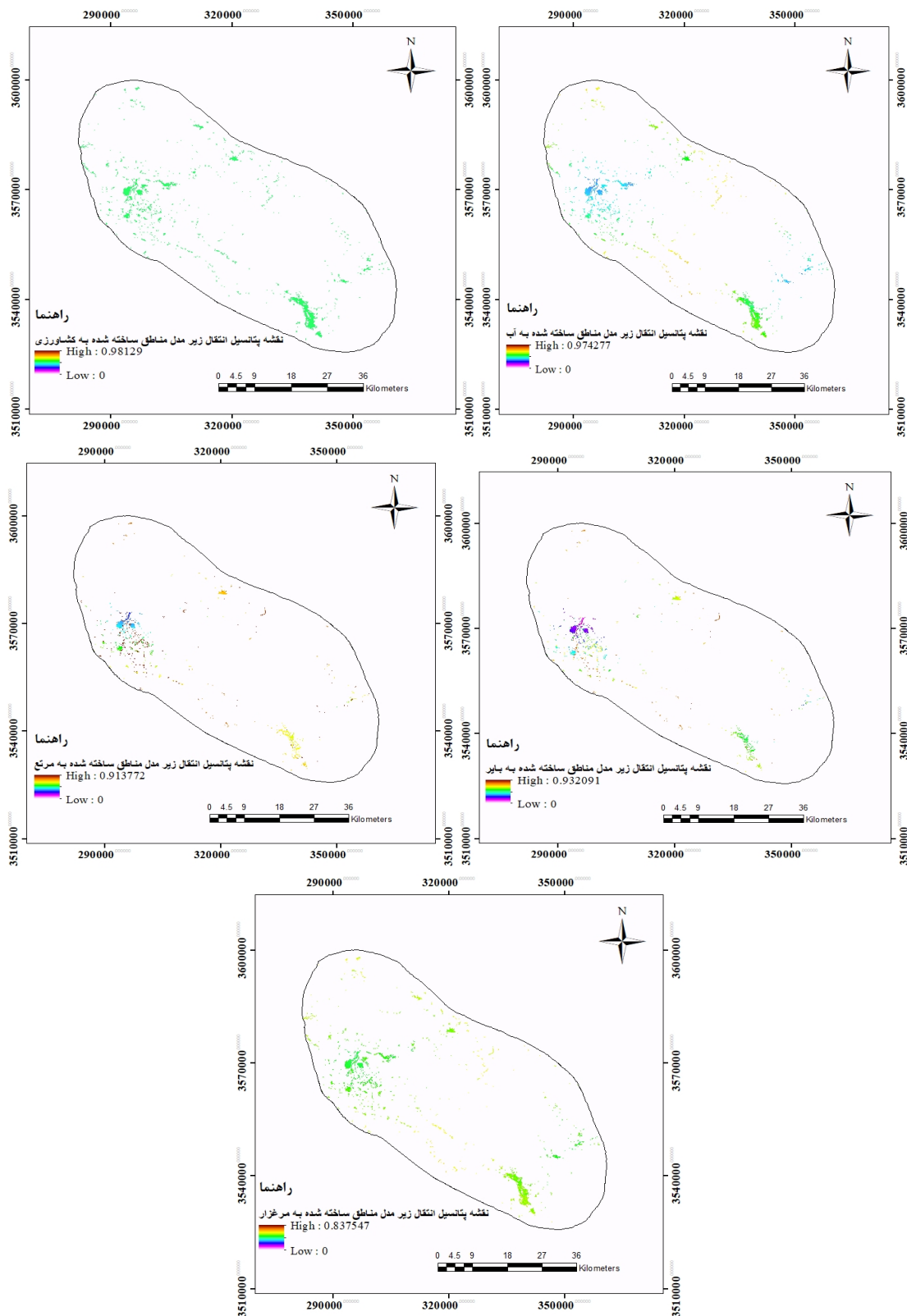
شکل ۴-۱۳. نقشه پتانسیل انتقال کاربری کشاورزی



شکل ۴-۱۴. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرتع



شکل ۴-۱۵. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرغزار



شکل ۴-۱۶. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مناطق ساخته شده

۴-۳- نتایج مدل‌سازی نقشه‌های انتقال پتانسیل دوره اول مطالعه

۱۳۸۷-۱۳۷۰

در این مرحله پس از اجرای هر زیر مدل، پارامترهای مقدار صحت (Accuracy rate)، خطای تست (Testing RMS) و خطای آموزش (Training RMS) که برای اجرای زیر مدل‌ها بسیار حائز اهمیت است، به دست آمد. جدول ۴-۴ نتایج مربوط به ارزیابی صحت پتانسیل انتقال زیر مدل‌ها را نشان می‌دهد. نتایج ارزیابی در اکثر زیر مدل‌ها گویای نتیجه صحت بالای ۵۰ درصد می‌باشد.

جدول ۴-۴. ارزیابی صحت شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه

زیر مدل‌ها	ارزیابی صحت (درصد)	خطای آموزش	خطای تست
آب به مرتع	۶۲/۵۲	۰/۴۷۳۱	۰/۴۷۴۹
آب به مرغزار	۶۷/۷۶	۰/۴۸۸۷	۰/۴۸۸۶
آب به مناطق ساخته شده	۵۴/۰۵	۰/۴۹۸۶	۰/۴۹۷۱
آب به بایر	۶۶/۶۷	۰/۴۷۵۷	۰/۴۷۳۹
آب به کشاورزی	۵۰/۷۳	۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹
مرتع به آب	۶۳/۱۵	۰/۴۷۷۳	۰/۴۷۷۰
مرتع به مرغزار	۵۴/۸۳	۰/۴۹۹۷	۰/۴۹۹۶
مرتع به مناطق ساخته شده	۶۹/۵۸	۰/۴۵۳۱	۰/۴۵۳۰
مرتع به بایر	۵۱/۹۶	۰/۴۹۷۴	۰/۴۹۸۳
مرتع به کشاورزی	۵۰/۱۸	۰/۴۷۸۴	۰/۴۷۸۸
مرغزار به آب	۵۳/۱۸	۰/۴۹۸۶	۰/۴۹۸۱
مرغزار به مرتع	۸۵/۳۷	۰/۴۴۴۴	۰/۴۴۷۶
مرغزار به مناطق ساخته شده	۵۹/۸۵	۰/۴۹۸۴	۰/۴۹۸۶
مرغزار به بایر	۷۹/۲۳	۰/۴۹۲۶	۰/۴۹۳۰
مرغزار به کشاورزی	۵۶/۲۵	۰/۴۹۹۰	۰/۴۹۹۰
مناطق ساخته شده به آب	۵۲/۹۶	۰/۴۸۷۱	۰/۴۸۹۳
مناطق ساخته شده به مرتع	۶۸/۰۶	۰/۴۴۹۷	۰/۴۵۰۳
مناطق ساخته شده به مرغزار	۵۴/۳۶	۰/۴۹۵۴	۰/۴۹۴۰
مناطق ساخته شده به بایر	۶۰/۸۶	۰/۴۵۶۶	۰/۴۶۲۸
مناطق ساخته شده به کشاورزی	۵۰/۴۷	۰/۴۹۹۶	۰/۴۹۹۸
بایر به آب	۵۰/۰۷	۰/۴۸۰۱	۰/۴۸۳۳
بایر به مرتع	۵۰/۵۲	۰/۴۹۸۴	۰/۴۹۸۲

۰/۴۶۷۹	۰/۴۷۰۸	۶۷/۲۵	بایر به مرغزار
۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹	۴۹/۸۲	بایر به مناطق ساخته شده
۰/۴۵۶۹	۰/۴۵۰۹	۷۱/۲۳	بایر به کشاورزی
۰/۴۱۷۷	۰/۴۱۸۹	۷۲/۴۹	کشاورزی به آب
۰/۴۴۲۱	۰/۴۴۳۸	۷۱/۷۳	کشاورزی به مرتع
۰/۴۹۸۰	۰/۴۹۷۸	۶۰/۳۳	کشاورزی به مرغزار
۰/۴۹۹۴	۰/۴۹۹۶	۵۲/۴۳	کشاورزی به مناطق ساخته شده
۰/۴۸۶۴	۰/۴۸۷۴	۵۰/۱۲	کشاورزی به بایر

۴-۴-۴- پیش‌بینی تغییرات در سال ۱۳۹۹

در این مرحله احتمالات مربوط به تغییرات مانند ثبات یا عدم ثبات کاربری‌ها در سال ۱۳۸۷ به کاربری دیگر در سال ۱۳۹۹ مورد بررسی قرار می‌گیرد. همان‌طور که از جدول ۴-۵ مشخص است؛ ۵۷/۶۷ درصد از آب موجود در منطقه، ۱۶/۶۷ درصد از مناطق ساخته شده، ۵۵/۶۷ درصد از اراضی کشاورزی، ۴۰/۷۰ درصد از اراضی بایر، ۶۶/۹۰ درصد از مراتع و ۶۱/۷۹ درصد از مرغزارها در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ تغییری نکرده‌اند. مراتع کم‌ترین تغییر و مناطق ساخته شده بیش‌ترین احتمال تغییر را خواهند داشت.

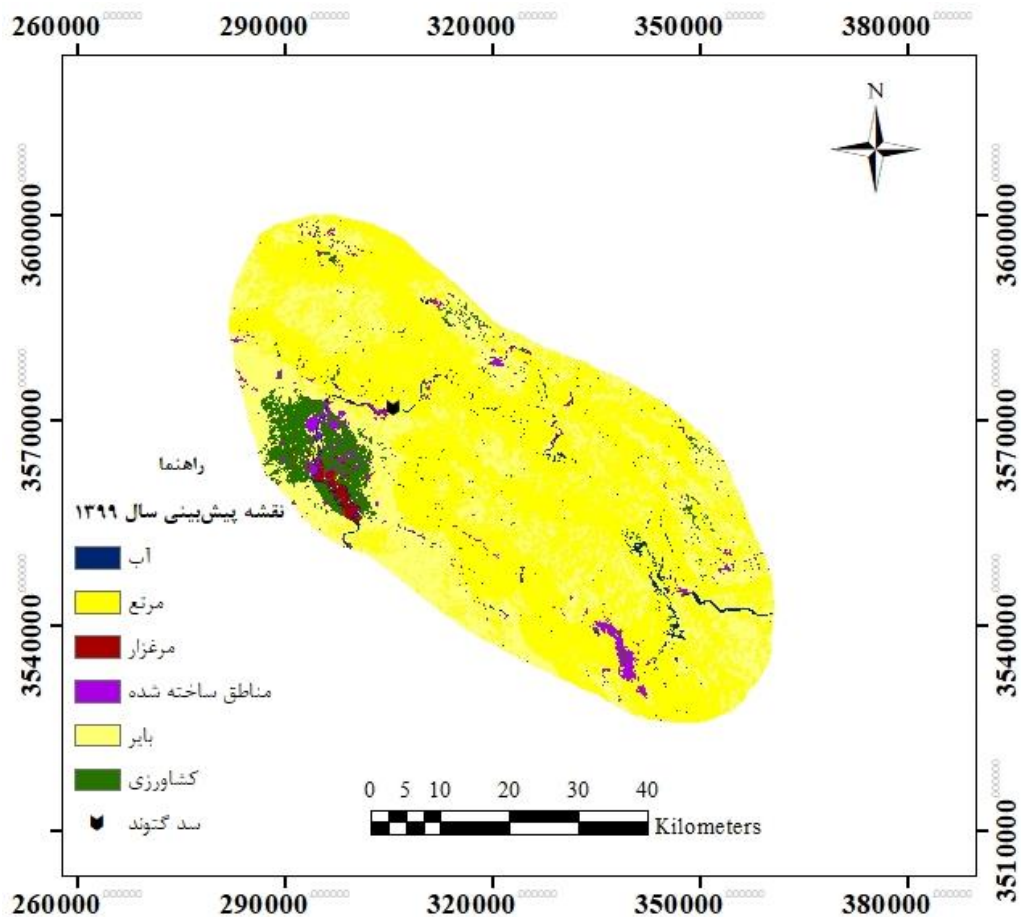
باتوجه به نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ با نقشه واقعیت زمینی سال ۱۳۹۹ (شکل ۴-۳) کاربری‌های آب، مناطق ساخته شده و اراضی کشاورزی به ترتیب ۵۷/۷۹، ۳۶/۲۱ و ۲۰۸/۷۵ کیلومتر مربع مساحت کمتری را به خود اختصاص داده‌اند و اراضی بایر، مراتع و مرغزارها نیز به ترتیب ۱۱۲۷/۰۶، ۱۸۷۳/۹۶ و ۲۱/۹۱ کیلومتر مربع افزایش وسعت داشته‌اند.

جدول ۴-۵. ماتریس احتمال تغییرات محاسبه شده هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف دوره ۱۳۸۷ تا

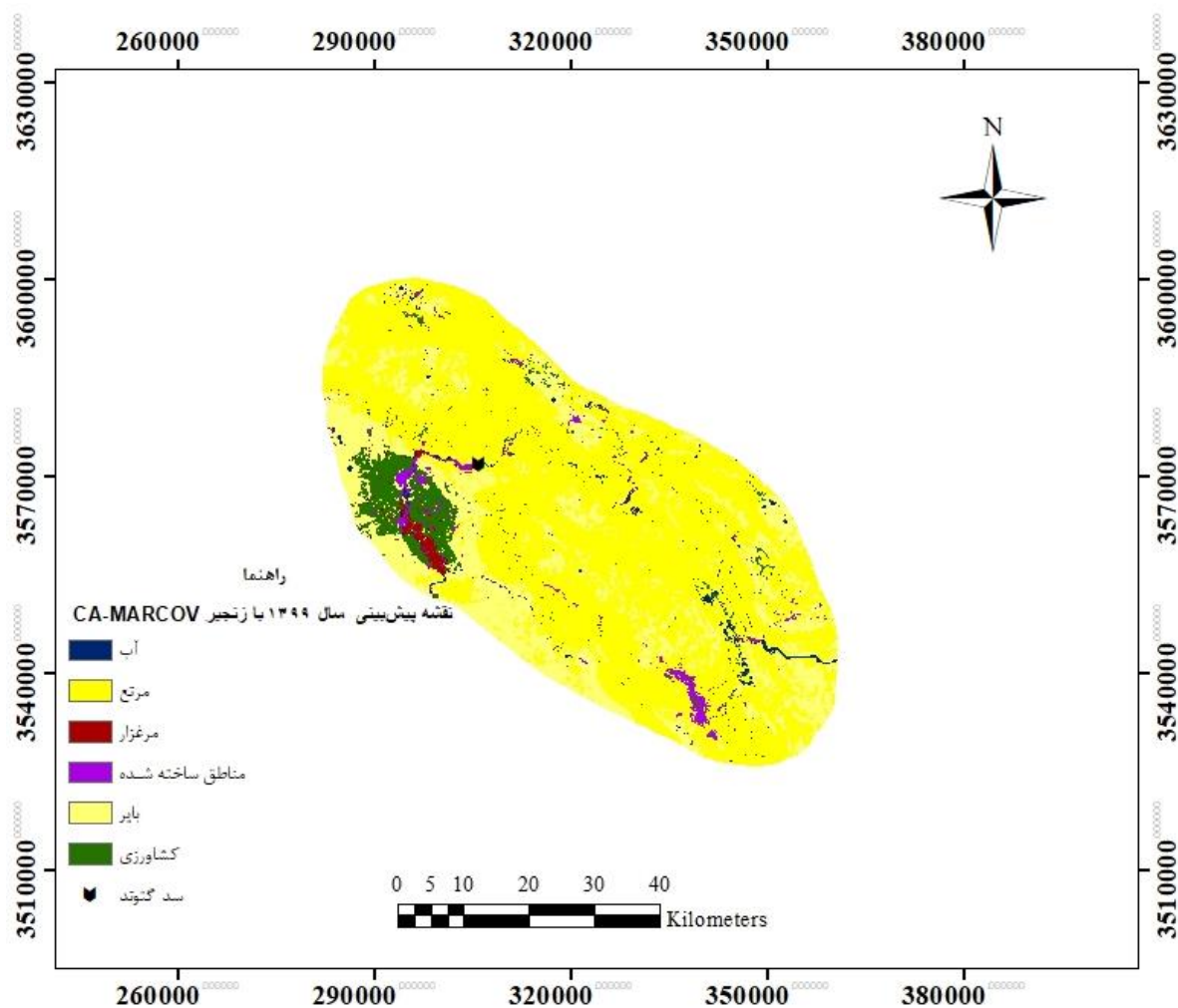
۱۳۹۹

مرغزار	مرتع	بایر	کشاورزی	مناطق ساخته شده	آب	کلاس کاربری
۰/۱۱۸۱	۰/۱۷۰۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۸۰	۰/۰۷۶۴	۰/۵۷۶۷	آب

۰/۰۰۶۰	۰/۱۱۸۱	۰/۵۸۳۳	۰/۱۲۱۸	۰/۱۶۶۸	۰/۰۰۴۰	مناطق ساخته شده
۰/۰۲۵۴	۰/۰۶۷۲	۰/۳۱۶۰	۰/۵۵۶۷	۰/۰۲۸۵	۰/۰۰۶۱	کشاورزی
۰/۰۰۰۲	۰/۵۴۳۱	۰/۴۰۷۰	۰/۰۱۰۷	۰/۰۲۶۰	۰/۰۱۲۹	بایر
۰/۰۰۱۱	۰/۶۶۹۰	۰/۳۲۲۱	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۰۵	مرتفع
۰/۶۱۷۹	۰/۱۲۷۹	۰/۰۰۱۵	۰/۱۵۶۲	۰/۰۳۶۳	۰/۰۶۰۲	مرغزار



شکل ۴-۱۷. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹



شکل ۴-۱۸. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۳۹۹

۴-۴-۵- ارزیابی صحت نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹

به‌منظور دقت مدل LCM در پیش‌بینی هر نقشه کاربری، از نقشه کاربری طبقه‌بندی شده سال ۱۳۹۹ به‌عنوان نقشه واقعیت زمینی و نقشه کاربری پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ استفاده گردید و مقادیر کاپا، خطای کلی، هشدار خطا، خطا و موفقیت محاسبه شد. نتایج حاصل از ارزیابی صحت مدل در جدول ۴-۶ آمده است. مقادیر به‌دست‌آمده نشان‌دهنده دقت بالای مدل در پیش‌بینی تغییرات کاربری در سال‌های بعد می‌باشد.

جدول ۴-۶. نتایج مدل ساز تغییرات زمین بر حسب درصد (LCM)

کاپا	خطای کلی	هشدار خطا	خطا	موفقیت
۸۱	۱۹/۲۵۵۷	۰/۰۰۵۷	۱۹/۲۵	۰/۰۰۰۶۹

نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ با نقشه واقعیت زمینی همان سال با مورد مقایسه قرار گرفت که خروجی ضریب کاپای ۸۱ درصد را نشان داد. ضریب کاپای به دست آمده نشان از دقت بالای نقشه پیش‌بینی شده دارد. شکوهمیده و همکاران (۱۳۹۹)، یوسفی و همکاران (۱۳۹۷)، ناصری راد و همکاران (۱۳۹۶) و غلامعلی فرد و همکاران (۱۳۹۱) ضریب کاپا را بالای ۸۰ درصد به دست آوردند که نشان از قابل قبول بودن ضرایب کاپای بالای ۸۰ درصد دارد. همچنین مقادیر موفقیت، خطا و هشدار خطا برای نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ محاسبه شد که در بعضی موارد این مقادیر کارایی بیشتری را نسبت به ضریب کاپا دارند. در این تحقیق، موفقیت ۰/۰۰۰۶۹ درصد، خطا ۱۹/۲۵ درصد و ۰/۰۰۵۷ درصد به دست آمد که نشان دهنده تطابق تصویر پیش‌بینی شده و نقشه و واقعیت زمینی دارد که با نتایج حیات زاده (۱۳۹۵) همخوانی دارد؛ بنابراین، باتوجه به نتایج ارزیابی مدل می‌توان بیان کرد مدل LCM در بحث آشکارسازی تغییرات و شبیه‌سازی تغییرات در آینده از دقت و صحت بالایی برخوردار است.

۴-۴-۶- ارزیابی دقت مدل LCM

نتایج ارزیابی دقت مدل با مقایسه نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ و نقشه واقعیت زمینی با استفاده از تابع Validate در جدول ۴-۷ نشان داده شده است.

جدول ۴-۷. خروجی تابع Validate

مقادیر	ضرایب
۰/۷۷۹	کاپا استاندارد
۰/۸۱۵۹	کاپا لوکیشن
۰/۷۳۹۱	AgreeQuantity
۰/۰۷۳۸	M(m)
۰/۲۰۰۷	N(n)
۰/۹۷۴۶	P(p)

باتوجه به جدول ۴-۷ توافق بین نقشه واقعی و پیش‌بینی شده سال ۱۳۹۹ ($M(m)$) در حد بالا برابر ۰/۹۷۳۸ و میزان عدم توافق نیز باتوجه به رابطه ($M(m)$) - ۱ برابر ۰/۰۳ می‌باشد. توافق ناشی از شانس ($N(n)$) که بدون هیچ اطلاعاتی از موقعیت و کمیت به دست می‌آید، برابر ۰/۲۰۰۷ است. AgreeQuantity یا توافق ناشی از کمیت (تعداد سلول‌ها برای هر کلاس کاربری در هر دو نقشه) برابر ۰/۷۳۹۱ است.

عدم توافق ناشی از کمیت نیز باتوجه به فرمول $[P(p)] - [M(m)]$ برابر ۰/۰۱ و همین‌طور توافق و عدم توافق مکانی (مکان کلاس‌ها در دو نقشه واقعی و پیش‌بینی شده) ۰/۰۹ و ۰/۰۲ محاسبه شد. شاخص‌های کاپا ($Klocation$) که توانایی مدل را پیش‌بینی موقعیت سلول‌ها نشان می‌دهد، برابر ۰/۸۱ به دست آمد و شاخص کاپای $Kquantily$ که توانایی مدل را در پیش‌بینی تعداد پیکسل‌ها نشان می‌دهد، از طریق رابطه ۳-۴ به دست آمد:

$$\frac{0/9738 - 0/2007}{0/9746 - 0/2007} = \frac{0/7731}{0/7739} = 0/998 \sim 1$$

باتوجه به مقادیر بالای توافق کلی (بالای ۸۰ درصد) برای سال ۱۳۹۹ بین نقشه شبیه‌سازی شده و نقشه واقعی، این نتیجه حاصل می‌شود که بین این دو نقشه توافق خوبی وجود داشته و مدل از توانایی بالایی در شبیه‌سازی کلاس‌ها برخوردار بوده است. همچنین باتوجه به مقدار $Klocation$ (برابر ۰/۸۶) و $Kquantily$ (برابر ۱)، می‌توان نتیجه گرفت که مدل مکان و تعداد پیکسل‌ها را به خوبی پیش‌بینی کرده است.

۴-۵- ارزیابی تغییرات کاربری اراضی در دوره دوم مطالعه

الف) تغییرات کاربری

بر اساس جدول ۴-۸ در طول دوره مطالعاتی دوم، به دلیل تجمع آب پشت سد مساحت آب موجود در منطقه افزایش یافته است. به طوری که از ۳۷/۹۶ کیلومتر مربع در سال ۱۳۸۷ به ۹۵/۷۵ کیلومتر مربع در سال

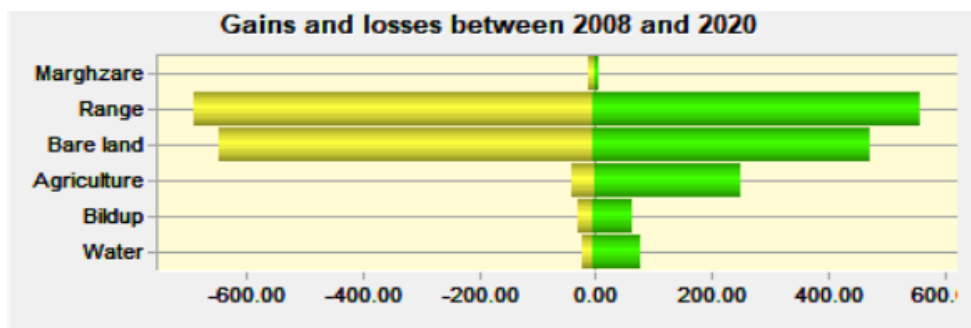
۱۳۹۹ رسیده است. بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ به ترتیب ۱۶۹/۶۸ و ۱۲۸/۳۲ کیلومترمربع از اراضی بایر و مراتع کاسته شده است و به اراضی کشاورزی و مناطق ساخته شده افزوده شده است. همچنین در طول این دوره از تحقیق مساحت مرغزارها ۴/۷۴ کیلومترمربع کاهش یافته‌اند. میزان مساحت هر کاربری در جدول ۴-۷ آورده شده است.

جدول ۴-۸. مساحت و میزان درصد هر کاربری طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹

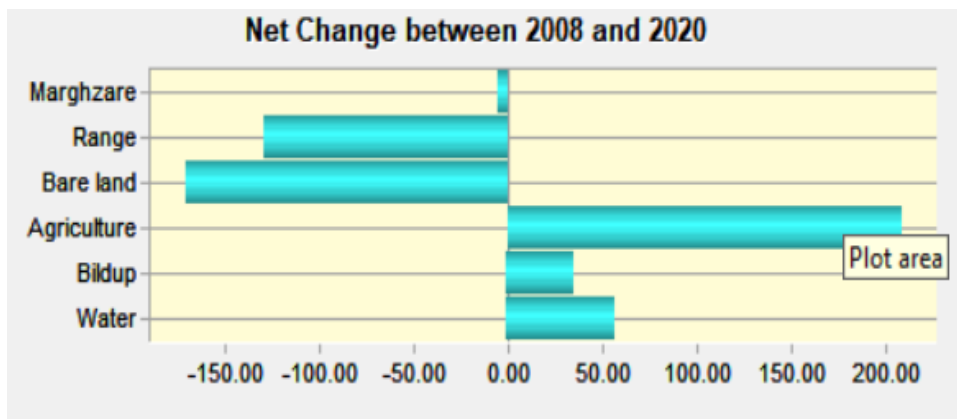
سال ۱۳۹۹		سال ۱۳۸۷		نوع کاربری
درصد	کیلومترمربع	درصد	کیلومترمربع	
۲/۵۴	۹۵/۷۵	۱/۱۱	۳۷/۹۶	آب
۳/۱۶	۱۰۷/۴۸	۲/۱	۷۱/۳۷	مناطق ساخته شده
۱۰/۷	۳۶۸/۹۴	۴/۲۵	۱۶۰/۱۹	کشاورزی
۳۱/۷	۱۰۵۷/۴۶	۳۶/۷	۱۲۲۷/۱۴	بایر
۵۱/۳	۱۷۴۲/۴۶	۵۵/۱	۱۸۷۰/۷۸	مرتع
۰/۶	۲۰/۳۸	۰/۷۴	۲۵/۱۲	مرغزار

ب) تغییرات خالص کاربری‌ها

تغییرات خالص هر کاربری‌های نشان می‌دهد که مساحت کاربری‌های آب، مناطق ساخته شده و کشاورزی به ترتیب ۵۷/۷۹، ۳۶/۲۱ و ۲۰۸/۷۵ کیلومتر افزایش مساحت داشته‌اند. کاربری اراضی بایر، مراتع و مرغزارها نیز به ترتیب ۱۶۹/۶۸، ۱۲۸/۳۴ و ۴/۷۴ کیلومترمربع کاهش مساحت داشته‌اند.

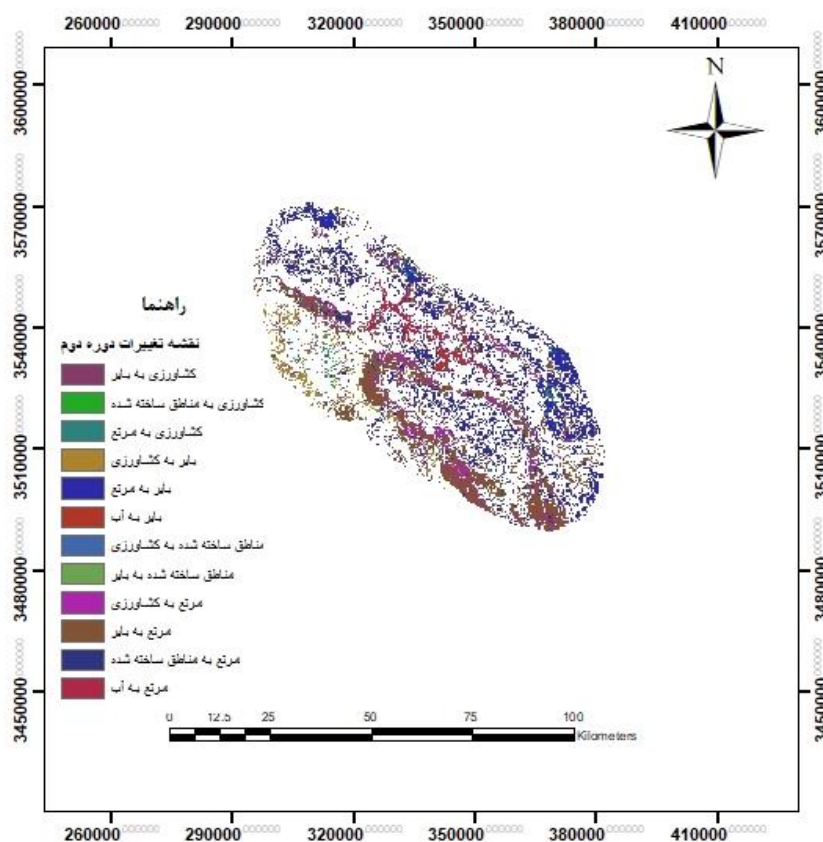


شکل ۴-۱۹. تغییرات (افزایش یا کاهش) مساحت کاربری‌ها برحسب کیلومترمربع سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹

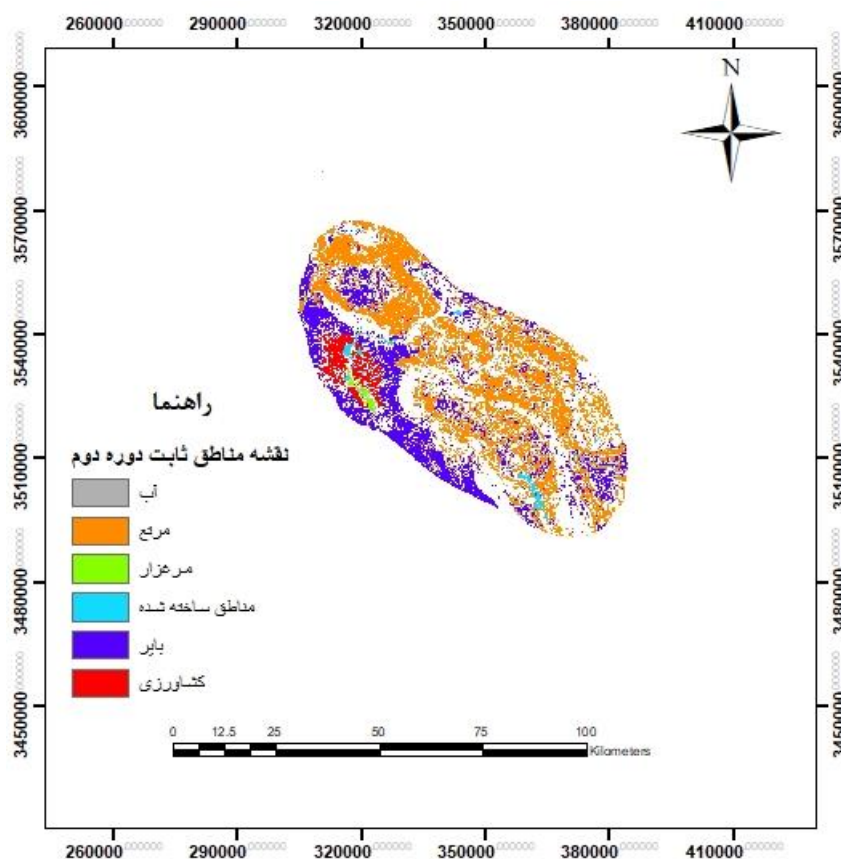


شکل ۴-۲۰. تغییرات خالص کاربری‌ها برحسب کیلومتر مربع ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹

شکل‌های ۴-۲۱ و ۴-۲۲ دو نقشه کلی از منطقه با نام‌های نقشه مناطق ثابت (Map persistence) و نقشه تغییرات کلی (Map change) را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲۱. نقشه تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹



شکل ۴-۲۲. نقشه تغییرات مناطق ثابت و بدون تغییر بین سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹

نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات نشان می‌دهد، طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ با احداث سد گتوند و تجمع آب، پشت دریاچه سد باعث افزایش سطح آب در منطقه شده است. به‌طوری‌که مساحت آب موجود در منطقه از ۳۷/۹۶ کیلومترمربع در سال ۱۳۸۷ به ۹۵/۷۵ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۹ رسیده است. از این رو نتایج این تحقیق با نتایج مطالعه Zhao و همکاران (۲۰۱۰) و شکوهیده و همکاران (۱۳۹۹) بر روی مبنی بر افزایش سطح آب به علت ساخت سد مطابقت دارد. همچنین در طی این دوره مطالعاتی مناطق ساخته شده حدود ۳۶/۲۱ کیلومترمربع افزایش وسعت داشته‌اند. به طوری که مساحت این مناطق از ۷۱/۲۷ کیلومترمربع در سال ۱۳۸۷ به ۱۰۷/۴۸ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۹ رسیده‌اند. با احداث سد گتوند کاربری جدیدی در منطقه به وجود آمده است که تأثیر بسزایی را در افزایش جمعیت و گسترش شهرنشینی در محدوده سد داشته است. از دلایل افزایش مساحت این مناطق می‌توان به اثرات احداث سد، نرخ مهاجرت‌ها،

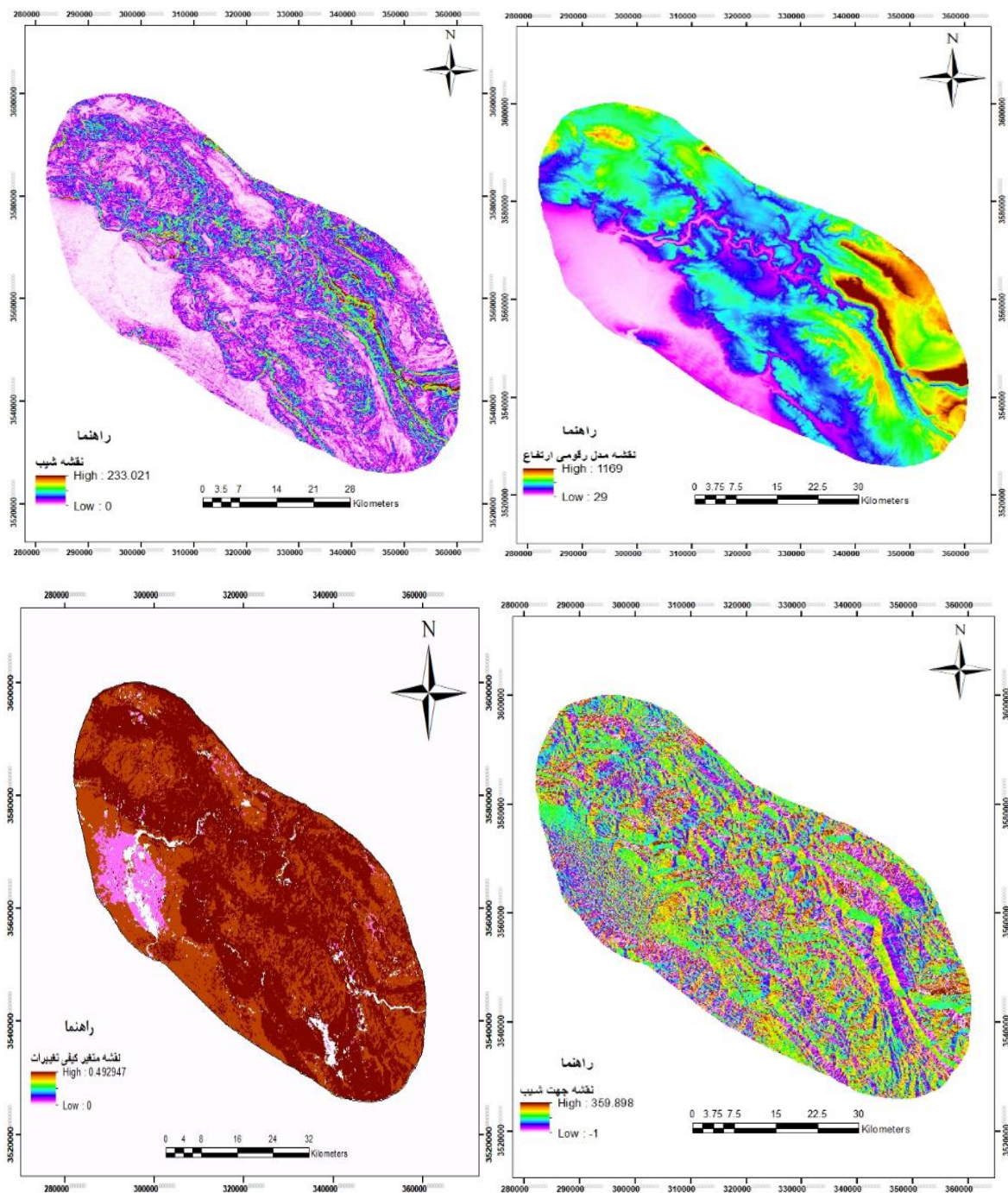
افزایش جمعیت و توسعه صنعتی شدن شهرها اشاره کرد. مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) با مطالعه بر روی حوضه سد کارده بیان نمودند که با احداث سد تأثیر مستقیم آن بر منطقه و همچنین افزایش جمعیت، وسعت مناطق ساخته شده را افزایش داده است. همچنین نتایج تحقیق جیانگ و همکاران (۲۰۱۸) بر افزایش مناطق مسکونی و ساخته شده در اثر احداث سد اشاره دارد. پس از احداث سد با توسعه و تأثیرات ساخت سد بر منطقه، مساحت اراضی مرتعی با کاهشی در حدود ۱۲۸/۳۲ کیلومترمربع روبه‌رو بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که با توسعه شهرنشینی و افزایش تقاضا برای نیازهای اولیه مانند غذا و مسکن موجب تغییرات سریع در مراتع می‌شود. همچنین تبدیل مراتع به اراضی کشت آبی و دیم باعث کاهش مساحت در طی این بازه زمانی شده است. شکوهیده و همکاران (۱۳۹۹) یکی از دلایل کاهش مساحت مرتع را قرارگیری مخزن سد در همه فضاهای موجود در منطقه برای دسترسی به آب مردم و حتی تبدیل اراضی کشت دیم به بارانی دانسته است. از دلایل کاهش اراضی مرتعی علاوه بر چرای بی‌رویه دام و تضعیف اراضی مرتعی، می‌توان به تخصیص و واگذاری این اراضی جهت توسعه و گسترش شهرها، تعریض جاده‌ها و برداشت بیش از حد برای معادن سنگ‌شکن اشاره کرد. نتایج تحقیقات حاضر با نتایج مهدی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) بر روی سد کارده مطابقت دارد. در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ مساحت اراضی کشاورزی افزایش یافته است. با احداث سد گتوند و ایجاد یک منبع دائمی در منطقه ابتدا باعث تبدیل شخم زدن مرتعی و تبدیل آن‌ها به اراضی کشاورزی شده است. در طول دوره اول مطالعاتی اراضی کشاورزی به‌طوری یکنواخت اطراف رودخانه پراکنده بودند. پس از احداث سد و با مهاجرت مردم به اراضی پیرامون سد، اراضی کشاورزی متمرکز و گسترش داده شد که با توجه به بهره‌برداری از سد و منابع آبی بیش‌تر، اراضی زیرسطح کشت در منطقه افزایش پیدا کرده‌اند. نتایج هادیان و همکاران (۱۳۹۲) پرور و همکاران (۱۳۹۵) نیز به تأثیر سدسازی بر افزایش سطح زیر کشت و افزایش وسعت اراضی کشاورزی اشاره دارد. طبق نتایج حاصله در طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ وسعت اراضی بایر کاسته شده است. اراضی بایر در سال ۱۳۷۰، ۱۳۲۶/۵۵ کیلومترمربع

سال ۱۳۸۷، ۱۲۲۷/۱۴ کیلومتر مربع و در سال ۱۳۹۹، ۱۰۴۶/۵۷ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده‌اند. با توسعه اراضی کشاورزی و گسترش مناطق مسکونی در طی بازه زمانی مورد مطالعه، اراضی بایر با تبدیل شدن به این کاربری‌های با کاهش مساحت همراه بوده است. نتایج ژائو و همکاران (۲۰۱۰)، جیانگ و همکاران (۱۰) و خاتون‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷) نیز با مطالعه تغییرات کاربری اراضی در حوضه تأثیر سدها به نتایج این تحقیق مبنی بر کاهش اراضی بایر و تبدیل به کاربری‌های دیگر دست یافتند. در طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۹ با احداث و جریان آب بخشی از این کاربری تبدیل به اراضی کشاورزی شده است به همین علت با کاهش مساحت همراه بوده است که با نتایج تحقیق رضایان و همکاران (۱۳۹۳) همخوانی دارد.

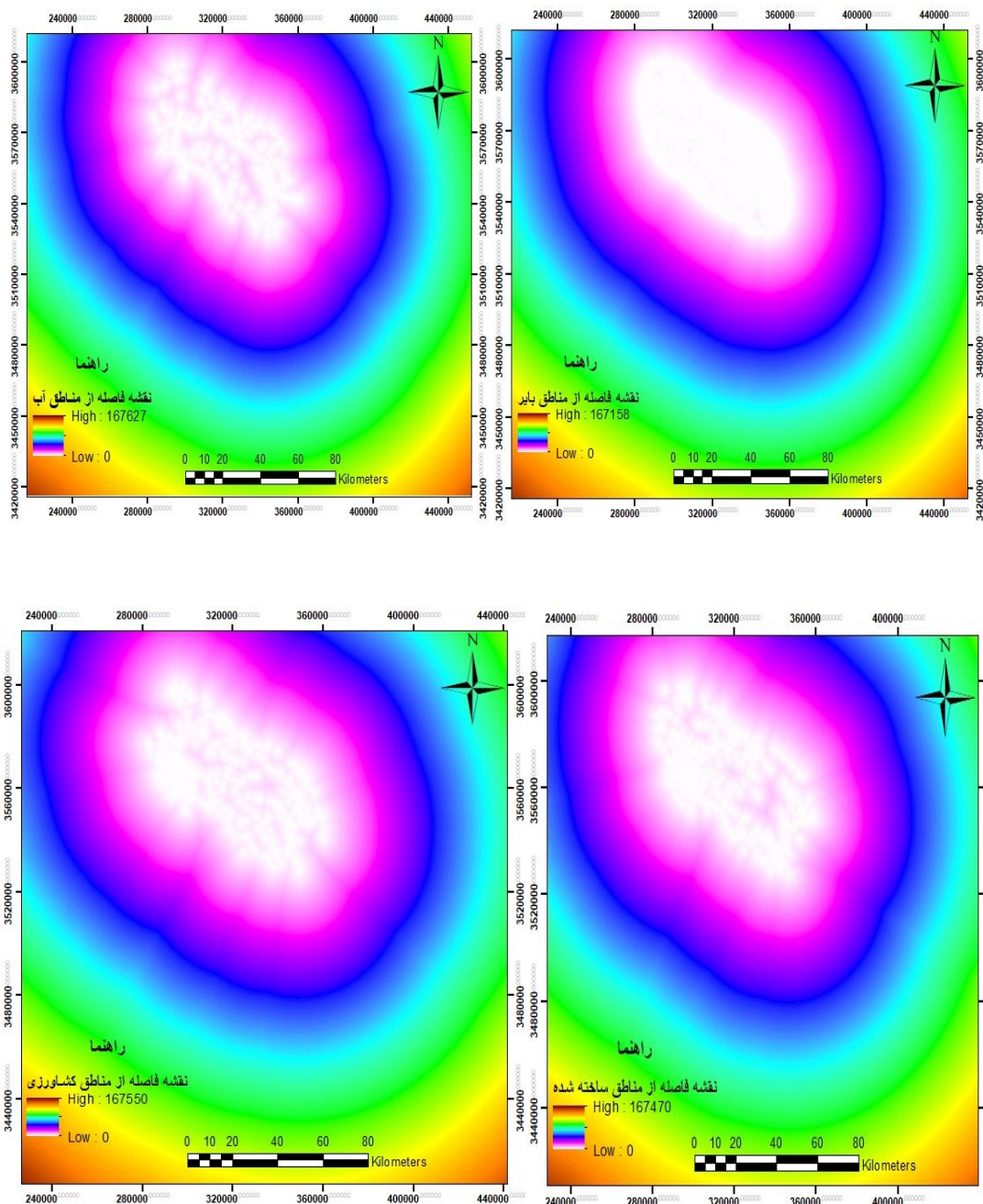
۴-۵-۱- مدل سازی پتانسیل نیروی انتقال در دوره دوم مطالعه

الف) متغیرهای ورودی به مدل

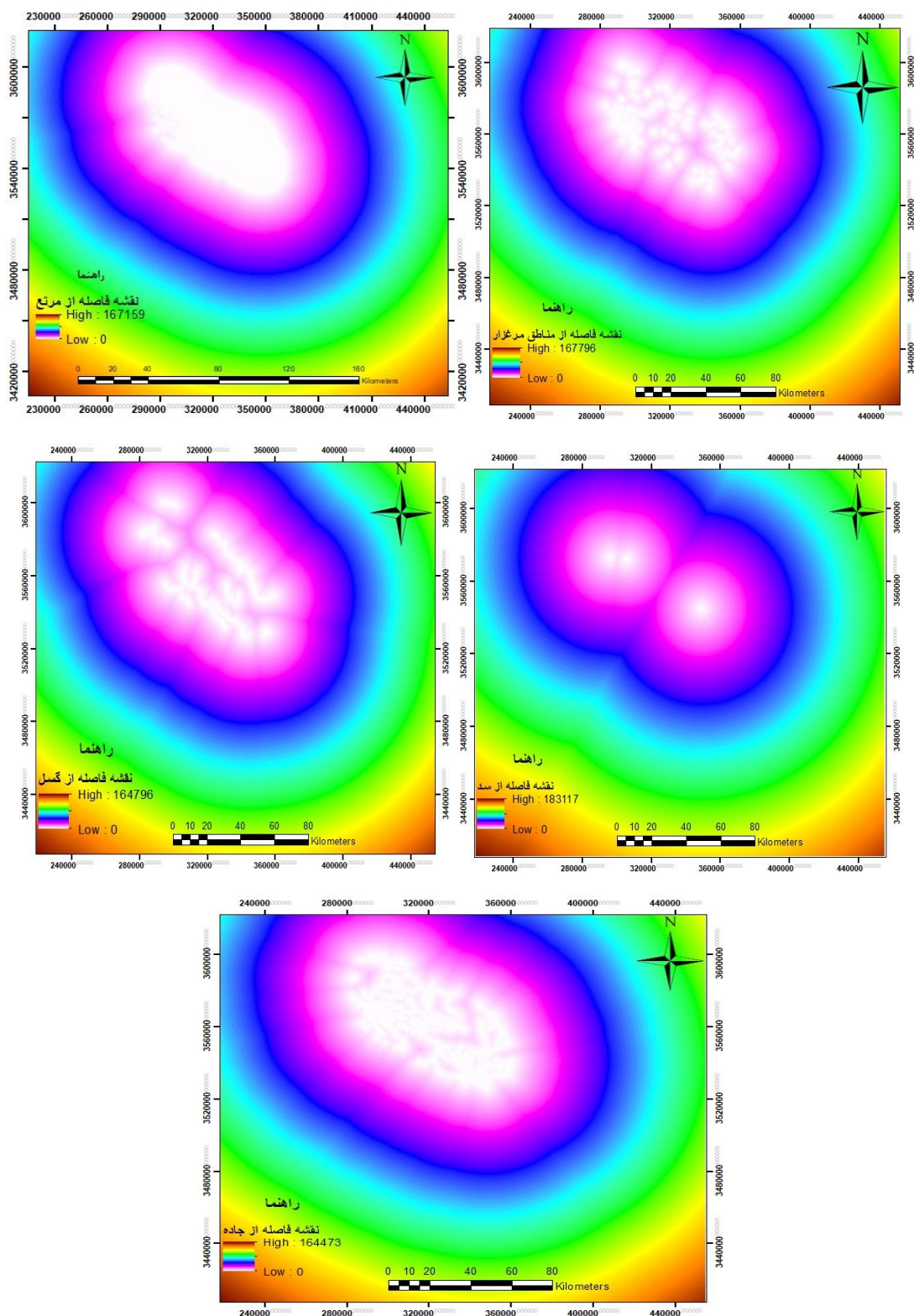
متغیرهای ورودی به مدل در دو گروه ایستا شامل مدل رقومی ارتفاع، متغیر کیفی، نقشه شیب و نقشه جهت شیب و متغیرهای پویا مانند فاصله از سد، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از مناطق ساخته شده، فاصله از آب، فاصله از بایر، فاصله از کشاورزی، فاصله از مرتع و فاصله از مرغزار مورد ارزیابی قرار گرفتند. به صورت کلی متغیرهای دارای ضریب کرامر بالای ۰/۱ مناسب برای ورود به مدل می‌باشند. شکل‌های ۴-۲۳ و ۴-۲۴ و ۴-۲۵ نقشه متغیرهای ایستا و پویا را نشان می‌دهند.



شکل ۴-۲۳. نقشه فاصله متغیرهای ایستا برای پیش بینی سال ۱۴۲۹



شکل ۴-۲۴. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۴۲۹



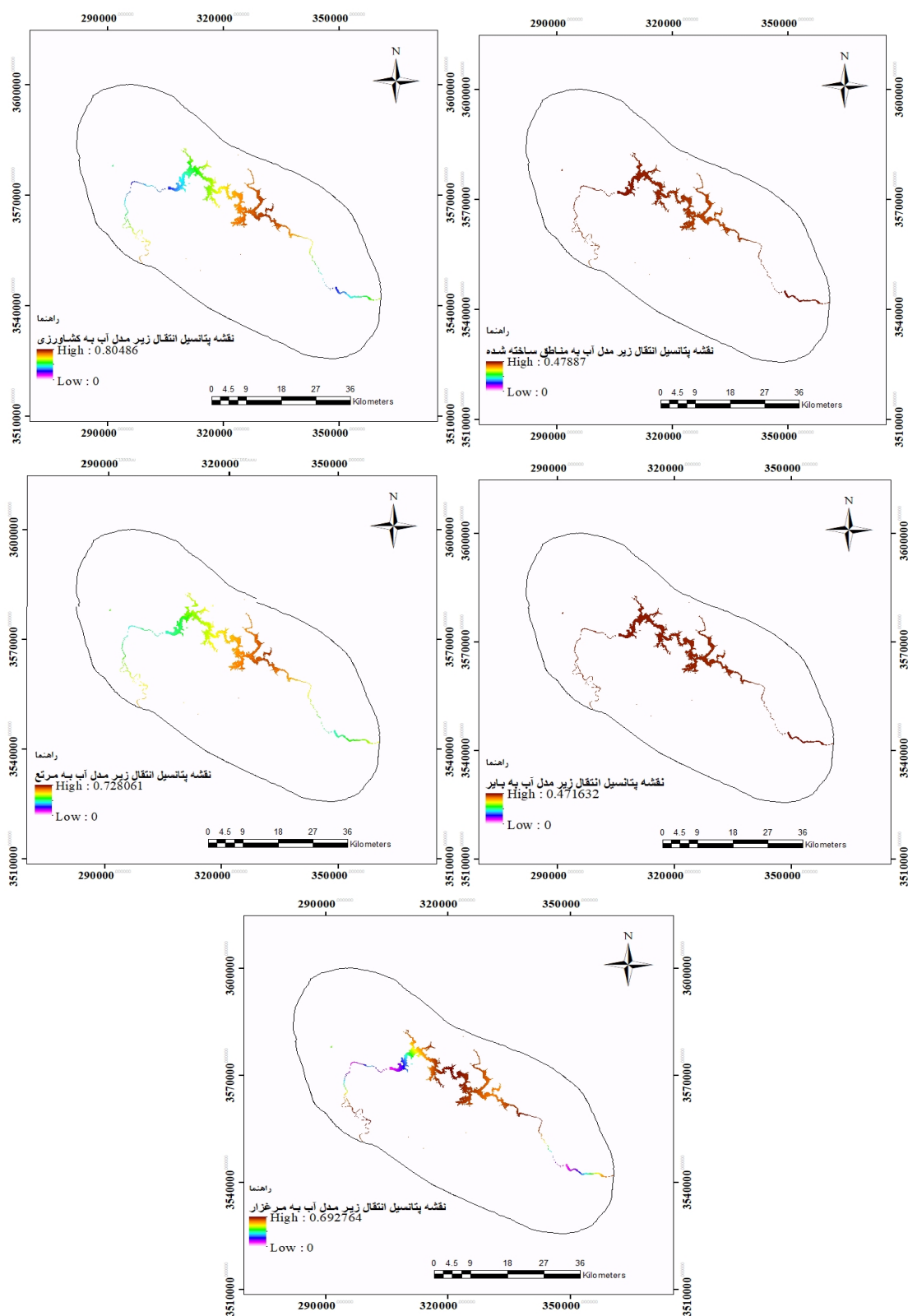
شکل ۴-۲۵. نقشه فاصله متغیرهای پویا برای سال ۱۴۲۹

ب) انتخاب متغیرهای ورودی به مدل

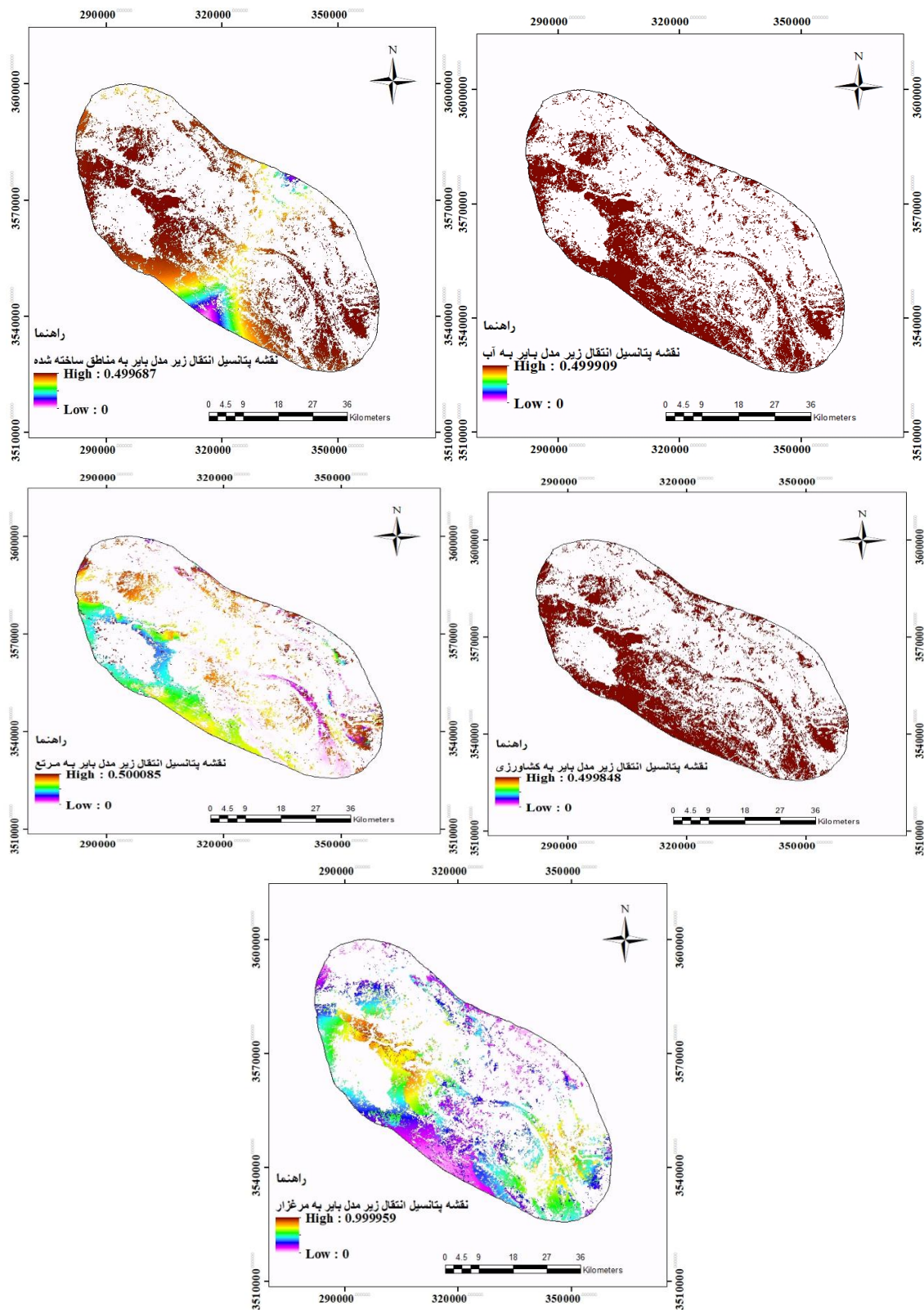
پس از تست نمودن هر یک از متغیرها به دست آوردن ضریب کرامر، متغیرهای تأثیرگذار وارد مدل شدند. این مرحله از مدل در ماژول Transition potentials از مدل ساز تغییرات زمین صورت می گیرد. از میان متغیرهای ایستا و پویای ورودی به مدل، متغیر کیفی (Evidence likelihood)، مدل رقومی ارتفاع و همچنین فاصله از سد دارای ضریب مناسب جهت تأثیرگذاری بر روی روند مدل سازی بودند؛ به همین جهت وارد روند مدل سازی شدند. ضریب کرامر متغیرهای مدل رقومی ارتفاع، فاصله از سد و متغیر کیفی به ترتیب ۰/۲۴۹۵، ۰/۱۱۲۸ و ۰/۳۳۴۰ به دست آمد.

ج) نقشه های پتانسیل انتقال کاربری های سال ۱۴۲۹

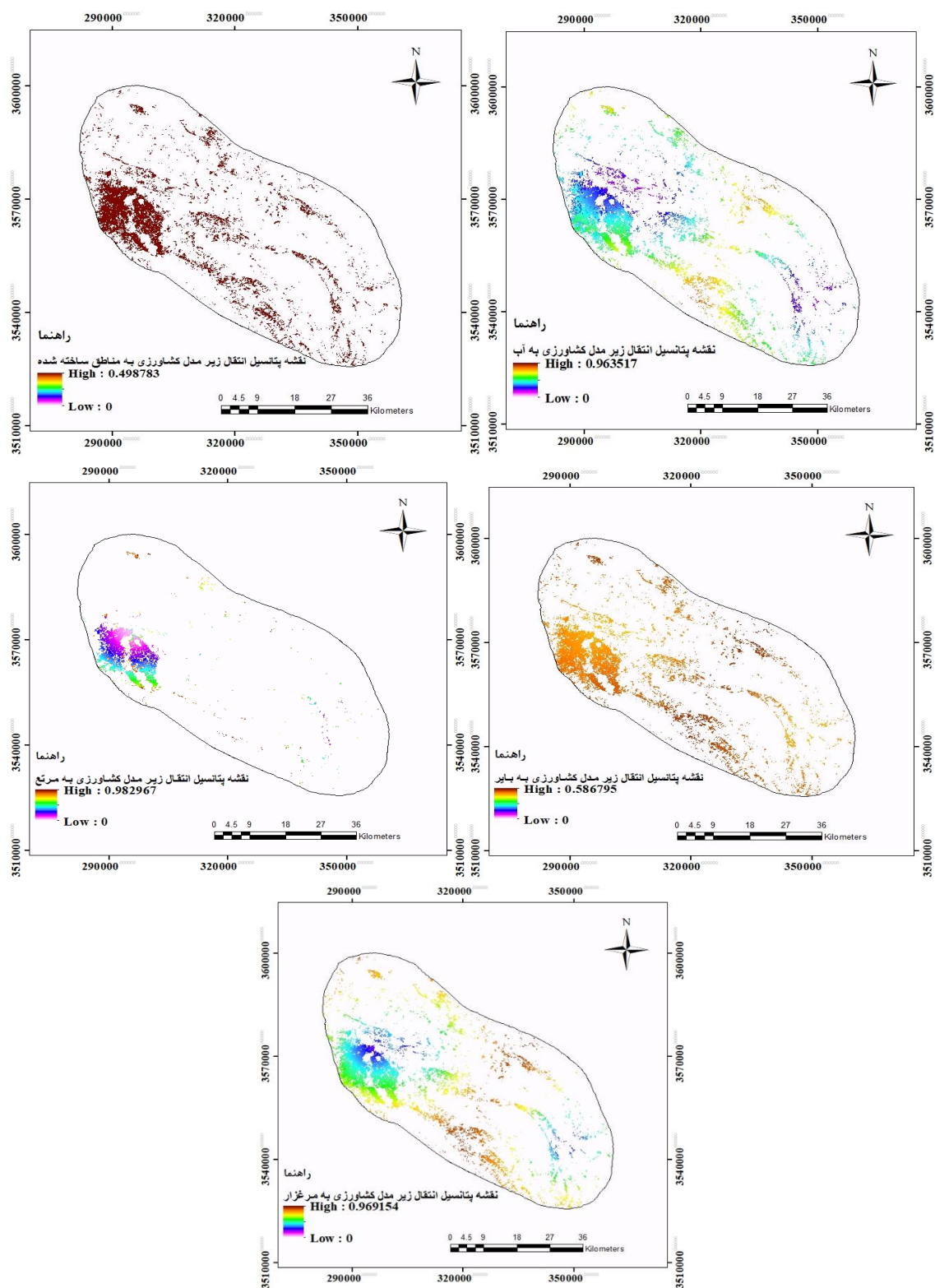
با انتخاب متغیرهای مناسب متغیر کیفی، مدل رقومی ارتفاع و فاصله از سد نقشه پتانسیل انتقال کاربری ها برای هر یک از زیر مدل ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تولید شد. شکل های ۴-۲۶ تا ۴-۳۱ نقشه پتانسیل انتقال کاربری ها را برای سال ۱۴۲۹ نشان می دهد.



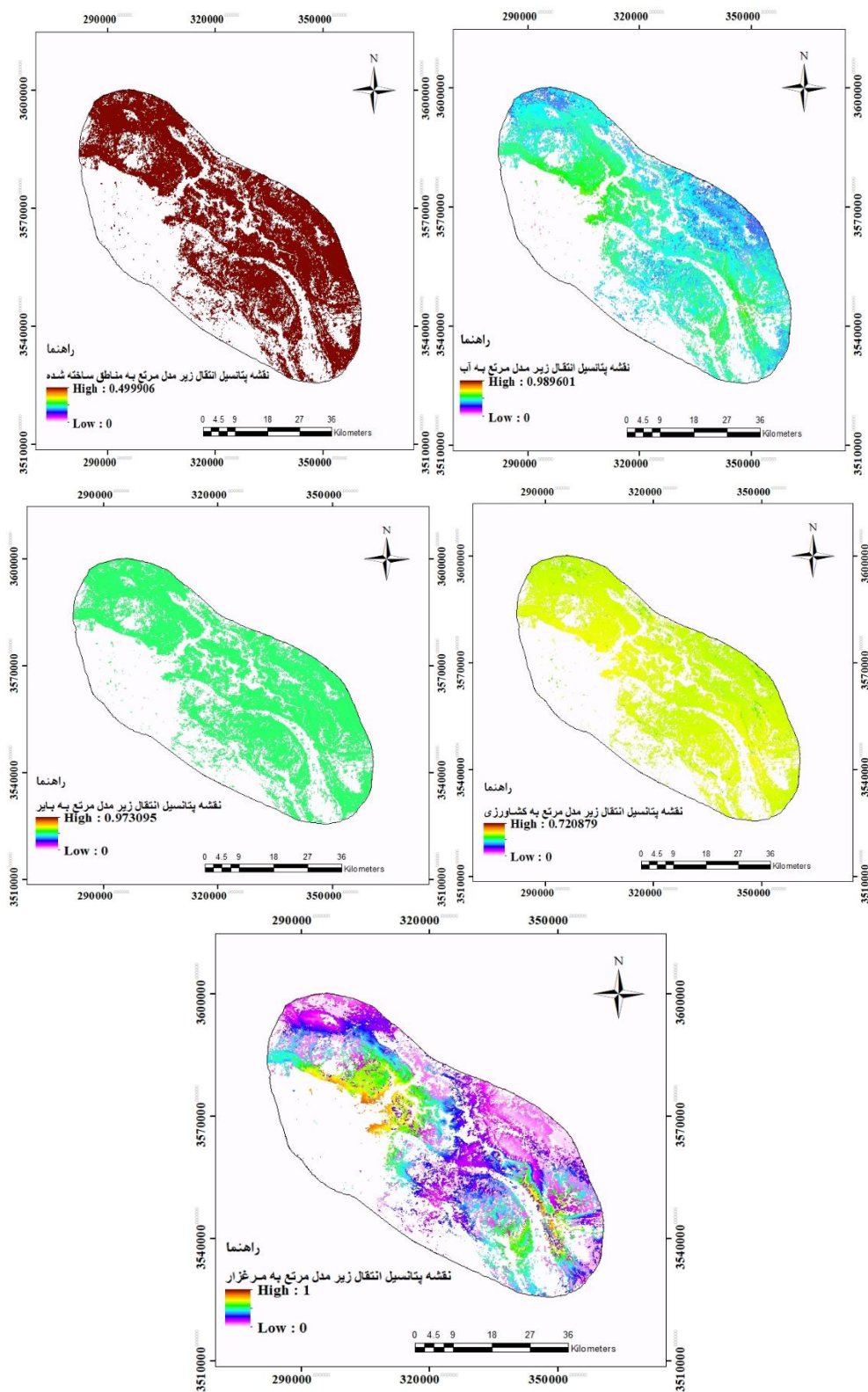
شکل ۴-۲۶. نقشه پتانسیل انتقال کاربری آب



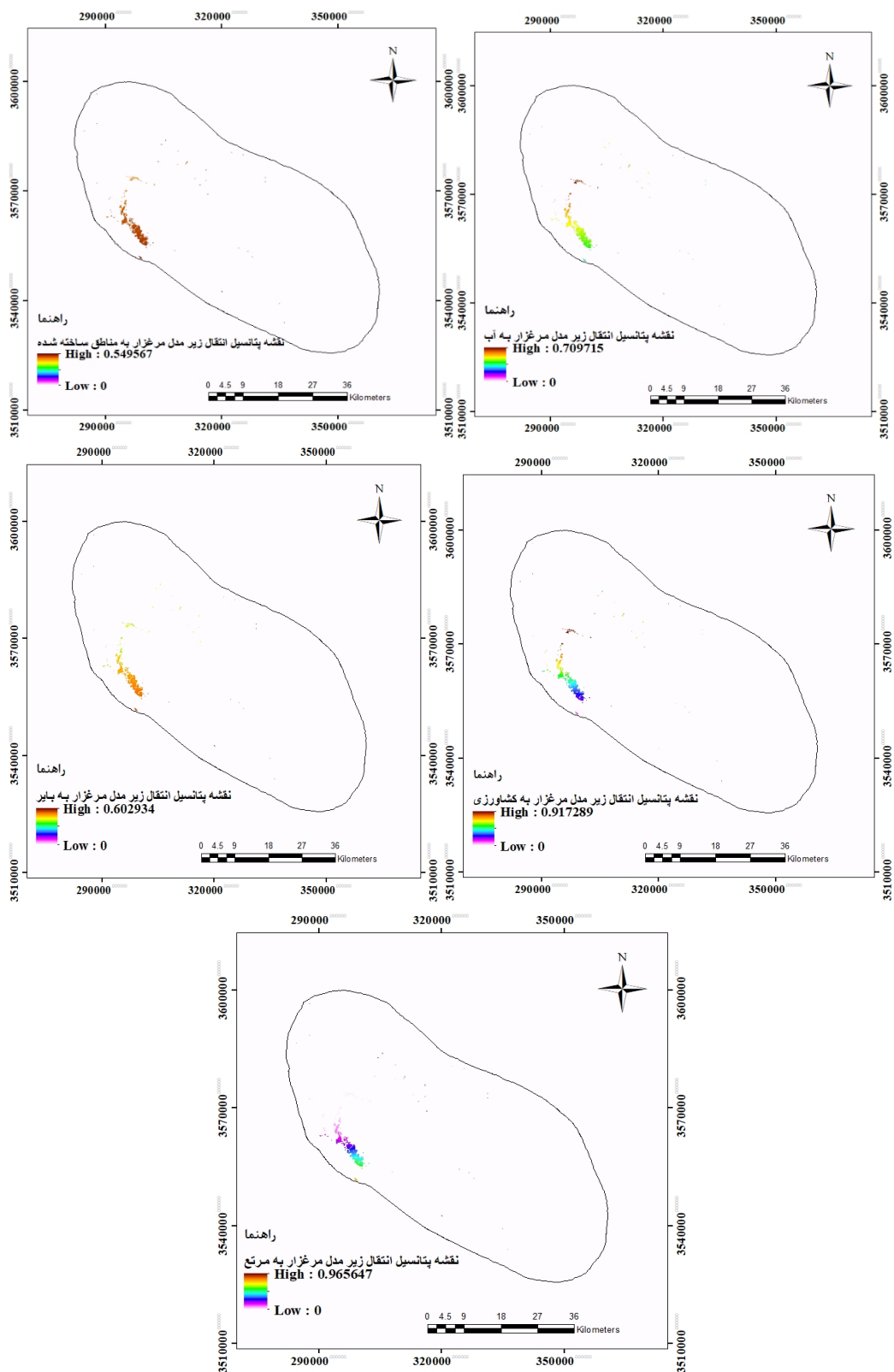
شکل ۴-۲۷. نقشه پتانسیل انتقال کاربری بایر



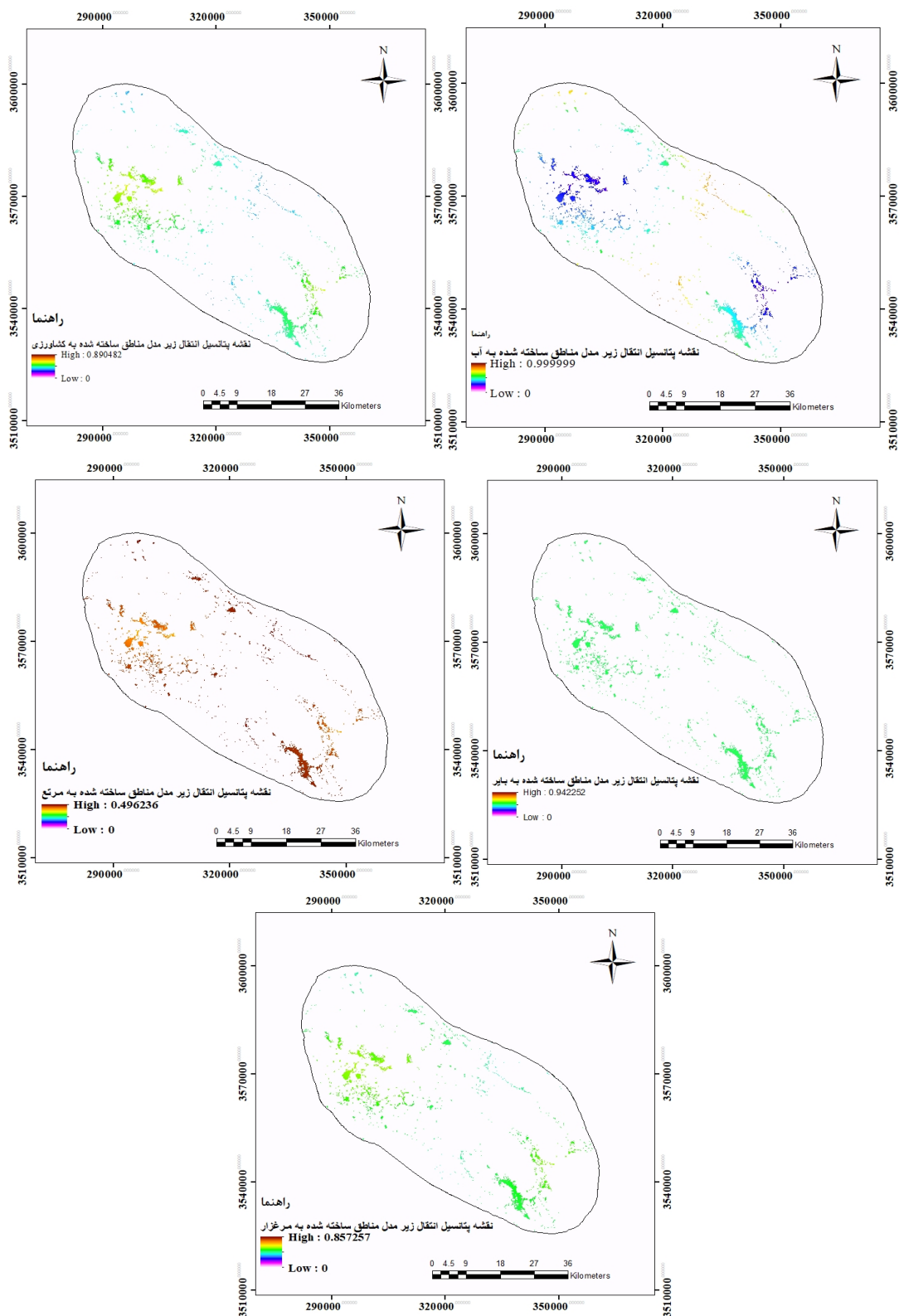
شکل ۴-۲۸. نقشه پتانسیل انتقال کاربری کشاورزی



شکل ۴-۲۹. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرتع



شکل ۴-۳۰. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مرغزار



شکل ۴-۳۱. نقشه پتانسیل انتقال کاربری مناطق ساخته شده

۴-۵-۲- نتایج مدل سازی نقشه های انتقال پتانسیل دوره دوم مطالعه

۱۳۸۷-۱۳۹۹

پارامترهای ارزیابی صحت، خطای آموزش و خطای تست با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی MLP برای ارزیابی مدل سازی نیروی تعیین انتقال تعیین شدند. مقادیر هر یک از این پارامترها برای همه زیر مدل ها در جدول ۴-۹ آورده شده است. نتایج در همه زیر مدل ها صحت بالای ۴۹ درصد را نشان می دهد.

جدول ۴-۹. ارزیابی صحت شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه

زیر مدل ها	ارزیابی صحت (درصد)	خطای آموزش	خطای تست
آب به مرتع	۶۷/۹۷	۰/۴۷۰۲	۰/۴۶۸۹
آب به مرغزار	۶۹/۲۹	۰/۴۵۰۰	۰/۴۵۲۴
آب به مناطق ساخته شده	۴۹/۸۸	۰/۴۹۸۴	۰/۴۹۸۵
آب به بایر	۴۹/۸۵	۰/۴۹۸۳	۰/۴۹۸۴
آب به کشاورزی	۶۳/۲۰	۰/۴۶۸۶	۰/۴۷۳۳
مرتع به آب	۶۶/۵۷	۰/۴۷۹۱	۰/۴۷۸۱
مرتع به مرغزار	۷۷/۳۶	۰/۴۰۶۰	۰/۴۲۳۵
مرتع به مناطق ساخته شده	۴۹/۹۸	۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹
مرتع به بایر	۴۹/۸۵	۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹
مرتع به کشاورزی	۵۴/۱۹	۰/۴۹۸۹	۰/۴۹۸۹
مرغزار به آب	۶۴/۲۸	۰/۴۹۲۵	۰/۴۹۱۲
مرغزار به مرتع	۸۰/۲۰	۰/۴۱۴۰	۰/۴۰۹۳
مرغزار به مناطق ساخته شده	۴۳/۲۸	۰/۴۹۶۶	۰/۴۹۶۱
مرغزار به بایر	۵۲/۲۹	۰/۴۸۸۹	۰/۴۸۹۸
مرغزار به کشاورزی	۶۹/۶۸	۰/۴۸۳۰	۰/۴۸۴۲
مناطق ساخته شده به آب	۶۸/۷۰	۰/۴۶۰۷	۰/۴۶۷۶
مناطق ساخته شده به مرتع	۵۰/۱۷	۰/۴۹۷۸	۰/۴۹۷۵
مناطق ساخته شده به مرغزار	۵۶/۶۷	۰/۴۹۵۵	۰/۴۹۵۲
مناطق ساخته شده به بایر	۵۰/۲۲	۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹
مناطق ساخته شده به کشاورزی	۶۱/۲۸	۰/۴۹۳۳	۰/۴۹۵۳
بایر به آب	۴۹/۵۷	۰/۴۹۹۹	۰/۴۹۹۹
بایر به مرتع	۵۰/۰۸	۰/۴۷۶۶	۰/۴۷۵۲
بایر به مرغزار	۷۵/۶۲	۰/۴۱۵۱	۰/۴۱۱۳
بایر به مناطق ساخته شده	۵۰/۱۳	۰/۴۹۱۳	۰/۴۹۰۹

بایر به کشاورزی	۵۰/۴۲	۰/۵۰۰۰	۰/۴۹۹۹
کشاورزی به آب	۶۰/۵۳	۰/۴۷۰۱	۰/۴۷۸۳
کشاورزی به مرتع	۷۸/۱۸	۰/۴۰۴۰	۰/۴۰۰۱
کشاورزی به مرغزار	۶۸/۵۴	۰/۴۶۸۸	۰/۴۷۱۲
کشاورزی به مناطق ساخته شده	۴۹/۸۹	۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰
کشاورزی به بایر	۵۴/۲۹	۰/۴۹۷۶	۰/۴۹۷۶

۴-۵-۳- پیش‌بینی تغییرات در سال ۱۴۲۹

ماتریس احتمال انتقال از یک کاربری به کاربری دیگر بین سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۲۹ بر اساس روش زنجیره مارکوف به دست آمد. جدول ۴-۱۰ ماتریس احتمال تغییرات را با استفاده از روش زنجیره مارکوف نشان می‌دهد. پس از تهیه نقشه‌های انتقال پتانسیل و با استفاده از زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۲۹ پیش‌بینی شد (شکل ۴-۳۳). همان‌طور که از جدول ۴-۱۰ مشخص است؛ ۱۲/۲۰ درصد از مناطق آبی، ۲۵/۲۸ درصد از مناطق ساخته شده، ۵۲/۲۵ درصد از اراضی کشاورزی، ۳۰/۴۱ درصد از اراضی بایر، ۴۸/۳۶ درصد از مراتع ۲۱/۳۶ و درصد از مرغزارها ثابت خواهند ماند.

جدول ۴-۱۰. ماتریس احتمال تغییرات محاسبه شده هر کاربری با استفاده از زنجیره مارکوف دوره ۱۳۹۹ تا

۱۴۲۹

کلاس کاربری	آب	مناطق ساخته شده	کشاورزی	بایر	مرتع	مرغزار
آب	۰/۱۲۲۰	۰/۲۱۱۵	۰/۱۶۴۴	۰/۲۰۷۳	۰/۲۳۷۳	۰/۰۵۷۵
مناطق ساخته شده	۰/۰۳۷۰	۰/۲۵۲۸	۰/۲۳۸۳	۰/۲۰۵۶	۰/۲۴۸۹	۰/۰۱۷۳
کشاورزی	۰/۰۱۹۸	۰/۰۹۹۱	۰/۵۲۲۵	۰/۱۳۴۱	۰/۲۰۶۰	۰/۰۱۸۶
بایر	۰/۰۳۰۵	۰/۰۳۳۰	۰/۱۴۴۷	۰/۳۰۴۱	۰/۴۸۳۸	۰/۰۰۳۹
مرتع	۰/۰۳۸۵	۰/۰۴۶۰	۰/۱۴۶۴	۰/۲۸۰۰	۰/۴۸۳۶	۰/۰۰۵۶
مرغزار	۰/۰۴۶۳	۰/۰۷۶۶	۰/۳۳۶۳	۰/۱۱۳۱	۰/۲۱۴۱	۰/۲۱۳۶

جدول ۴-۱۱ مساحت هر کاربری را در نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹ نشان می‌دهد. نتایج آشکارسازی نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹ نشان می‌دهد که بیش‌ترین وسعت مربوط به کاربری مرتع با مساحت ۱۷۴۶/۷۷ کیلومترمربع و معادل ۵۱/۴۹ درصد از کل منطقه می‌باشد. کم‌ترین میزان مساحت را مرغزارها با ۱۶/۰۲ کیلومترمربع به خود اختصاص داده‌اند. کاربری‌های آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی و بایر به ترتیب ۹۵/۷۵، ۱۰۷/۴۸، ۳۶۸/۹۴ و ۱۰۵۷/۴۲ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده‌اند.

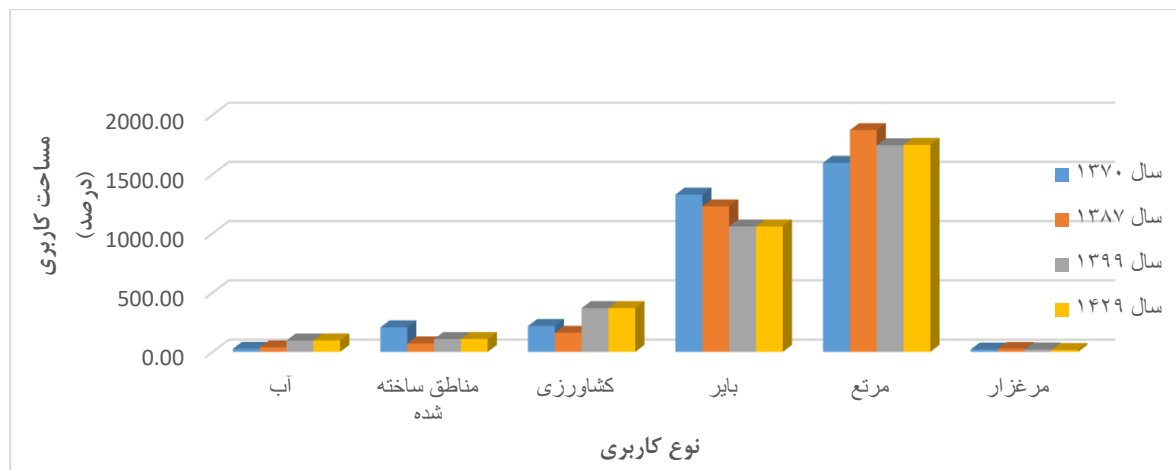
جدول ۴-۱۱. مساحت و میزان هر کاربری در نقشه پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹

مساحت		نوع کاربری
درصد	کیلومترمربع	
۲/۸۲	۹۵/۷۵	آب
۳/۱۶	۱۰۷/۴۸	مناطق ساخته شده
۱۰/۸۷	۳۶۸/۹۴	کشاورزی
۳۱/۱۹	۱۰۵۷/۴۲	بایر
۵۱/۴۹	۱۷۴۶/۷۷	مرتع
۰/۴۷	۱۶/۰۲	مرغزار

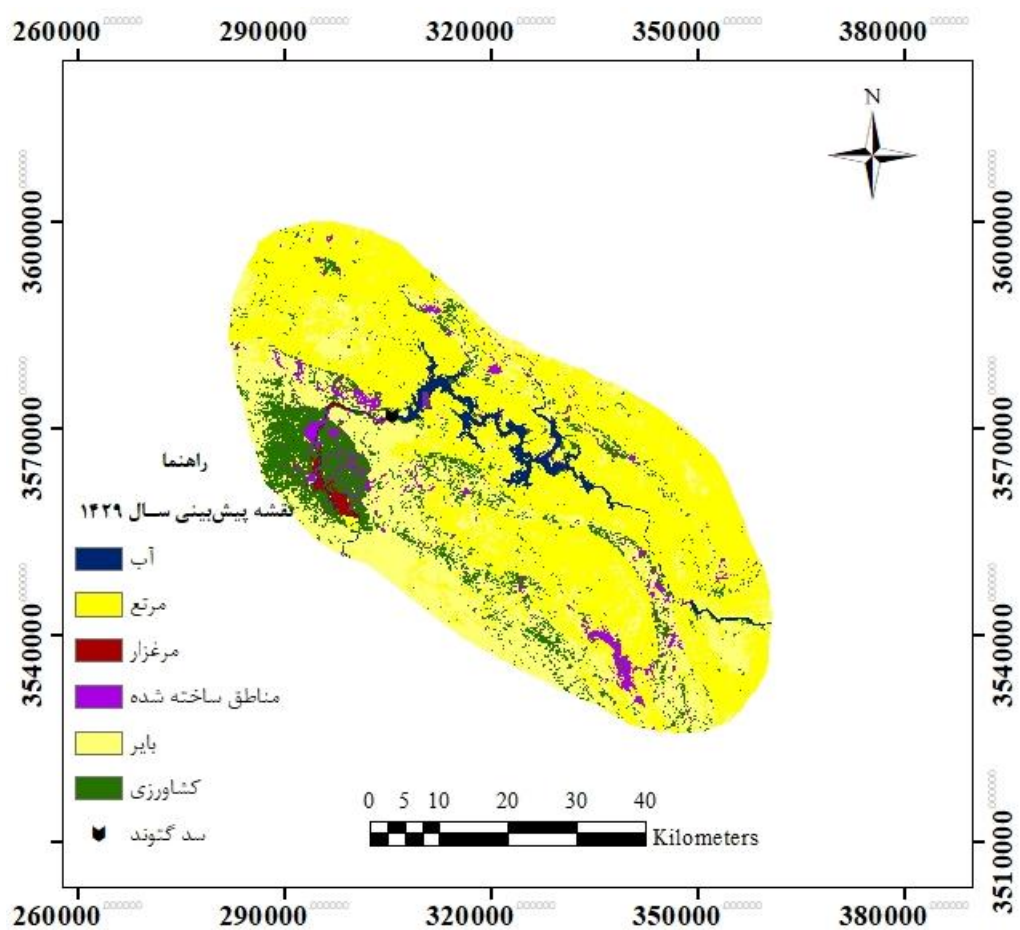
علاوه بر روش مدل‌ساز تغییرات سرزمین (LCM) با استفاده از روش زنجیره مارکوف نقشه کاربری اراضی برای سال ۱۴۲۹ پیش‌بینی شد (شکل ۴-۳۴). نتایج آشکارسازی نقشه پیش‌بینی شده با روش زنجیره مارکوف سال ۱۴۲۹ در جدول ۴-۱۲ نشان داده شده است. به این صورت که بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت را مراتع و مرغزارها به ترتیب با ۱۹۱۵/۴۷ و ۴۲/۷۵ کیلومترمربع به خود اختصاص داده‌اند. کاربری‌های آب، مناطق ساخته شده، کشاورزی و بایر نیز به ترتیب ۷۸/۴۲، ۱۰۸/۹۲، ۴۷۱/۹۷ و ۱۰۹۷/۵۶ کیلومترمربع معادل ۲/۳۱، ۵/۳۷، ۱۳/۹۱ و ۳۲/۳۵ درصد از منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. در شکل ۳۲-۴ وسعت کاربری‌های در سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۸۷، ۱۳۹۹ و ۱۴۲۹ مورد مقایسه قرار گرفت. همان گونه که از نمودارها مشخص است در طی این چهار سال وسعت اراضی کاهش یا افزایش یافته است و مراتع پوشش غالب منطقه را تشکیل داده‌اند.

جدول ۴-۱۲. مساحت و میزان هر کاربری در نقشه پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۴۲۹

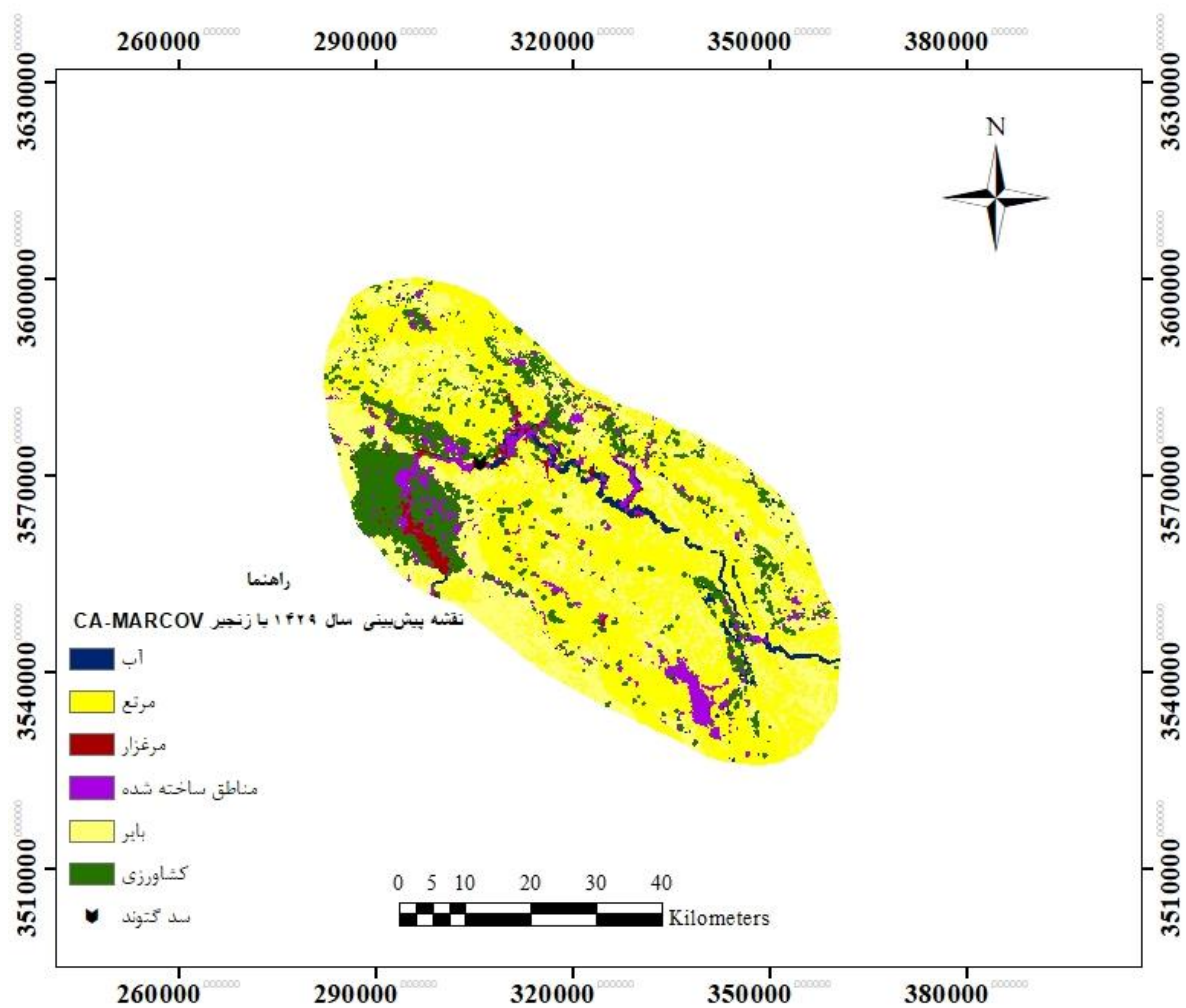
مساحت		نوع کاربری
درصد	کیلومتر مربع	
۲/۳۱	۷۸/۴۲	آب
۵/۳۷	۱۰۸/۹۲	مناطق ساخته شده
۱۳/۹۱	۴۷۱/۹۷	کشاورزی
۳۲/۳۵	۱۰۹۷/۵۶	بایر
۴۴/۷۸	۱۵۱۹/۴۷	مرتع
۱/۲۶	۴۲/۷۵	مرغزار



شکل ۴-۳۲. تغییرات کاربری اراضی طی چهار بازه زمانی



شکل ۴-۳۳. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده سال ۱۴۲۹



شکل ۴-۳۴. نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده با زنجیره CA-MARKOV سال ۱۴۲۹

فصل پنجم

نتیجہ گیری و پیشہدات

۵-۱- مقدمه

نظارت و مدل سازی از کاربری های زمین و تغییرات آن، لازمه دستیابی به اطلاعات صحیح و به هنگام از جوامع طبیعی و پدیده های مختلف زمینی و به تبع آن اساس برنامه ریزی های گوناگون است. استخراج این اطلاعات برای اهداف برنامه ریزی دولتی، مدیریت محیط زیست، مدیریت بحران و آموزش مردم در وضعیت توسعه جهانی مفید باشد (Mohan and Kandya., 2015). یک از راه هایی دستیابی به استخراج اطلاعات و تغییرات زمین و همچنین تجزیه و تحلیل آن ها استفاده از سنجش از دور می باشد. روش های سنتی و قدیمی جهت استخراج اطلاعات و ارزیابی تغییرات معمولاً وقت گیر و هزینه بر می باشند (LU et al., 2004). در حالی که سنجش از دور با ویژگی هایی مانند عدم ارتباط مستقیم با زمین، سرعت بالا و پوشش وسیع از زمین کمک زیادی را می تواند در زمینه تحقیقات کاربری اراضی انجام دهد. مدل ساز تغییرات سرزمین، یک مدل یکپارچه و کامل است که می توان به کمک آن به ارزیابی و مدل سازی تغییرات اراضی پرداخت. همچنین این مدل ساز، تغییرات کاربری اراضی را با سرعت بالایی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد (Pelorosso et al., 2011). این مدل ساز، پتانسیل انتقال بین کاربری ها را بر اساس از شبکه عصبی مصنوعی (MLP) و بهره گیری از روش زنجیره مارکوف مدل می کند. هدف از انجام این تحقیق ارزیابی و بررسی تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته محدوده سد گتوند و احداث سد بر اراضی منطقه سد، در طی سال های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۹ می باشد. همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره ای دریافت شده و مدل ساز تغییرات زمین در طول دوره از تحقیق، تغییرات کاربری اراضی برای ۳۰ سال آینده پیش بینی گردد.

۵-۲- نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر تغییرات کاربری اراضی و پوشش منطقه را در دو سناریو احداث سد و عدم احداث سد گتوند در یک بازه زمانی و با تلفیقی از فناوری‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه از نقشه‌های شبیه‌سازی‌شده و همچنین از مدل‌ساز تغییرات زمین و شبکه عصبی مصنوعی به دلیل داشتن توانایی مدل‌سازی غیرخطی و قبول الگوی پیچیده موجود در پایگاه داده استفاده شده است که می‌تواند برای پیش‌بینی و دستیابی به مدلی با عملکرد مناسب، موفق ظاهر شود. برای این منظور تغییرات سطح پوشش اراضی محدوده احداث سد گتوند در یک دوره ۳۰ ساله مورد ارزیابی قرار گرفت. بازه زمانی مورد مطالعه به دو بازه قبل و بعد از احداث سد تقسیم شد و تغییرات ایجاد شده بر اساس وجود و یا عدم وجود سد گتوند مورد تحلیل قرار گرفت. سد گتوند یکی از مهم‌ترین سدهای کشور است که در سال ۱۳۷۶ آغاز به ساخت و در سال ۱۳۹۰ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. متأسفانه به دلیل عدم مکان‌یابی صحیح برای ساخت مخزن سد، موجب عبور مسیر رودخانه از کنار گنبدهای نمکی شده است که وجود توده‌های نمکی در مخزن و شوری آب دریاچه پشت سد مشکلات احتمالی فراوانی را در طولانی‌مدت به همراه دارد. به همین جهت اثر سد گتوند، با وجود شوری مخزن بر اراضی منطقه مورد بررسی قرار گرفت. فرض ما بر این بود شوری مخزن سد گتوند بر اراضی محدوده سد تأثیر بگذارد ولی نتایج ارزیابی این تحقیق نشان داد که با احداث سد گتوند و توسعه زیرساخت‌های لازم از قبیل راه، برق و روش‌های جدید در بحث آبیاری باعث توسعه و گسترش اراضی کشاورزی شده است. همچنین با افزایش جمعیت در محدوده احداث سد گتوند باعث افزایش سطح زیر کشت در اراضی کشاورزی شده است. از این‌رو با توجه خشک‌سالی‌های اخیر و تبدیل‌شدن اراضی دیم به آبی انتظار می‌رود بر منابع آبی منطقه تأثیر قابل‌توجهی داشته باشد. با احداث سد گتوند مناطق مسکونی افزایش و اراضی مرتعی کاهش یافته‌اند. با احداث سد و مهاجرت مردم مناطق مسکونی گسترش یافت. افزایش مناطق مسکونی و گسترش جمعیت باعث واردشدن به منابع طبیعی

مجاور شد لذا با افزایش فعالیت‌های انسانی در دامنه‌ها، چرای بی‌رویه ناشی از افزایش جمعیت و همچنین کاهش بارندگی‌ها باعث شده که وسعت مراتع در منطقه کاهش یابند. باتوجه به این نتایج می‌توان گفت احداث سد در مناطق نیمه‌خشک باعث تخریب پوشش منطقه و هدررفت منابع آبی می‌شود. از این رو می‌توان با نتایج حاصل شده از این تحقیق برای مدیریت منابع طبیعی و پایداری منطقه تلاش کرد. پس با آگاهی از روند تغییرات اتفاق افتاد، بهینه‌سازی کاربری اراضی و بهبود آن می‌توان باعث مدیریت هر چه بهتر منطقه و افزایش پایداری محیط‌زیست شد و با اتخاذ تصمیم‌های لازم از اثرات مخرب سدسازی بر محیط جلوگیری کرد.

۵-۳- پیشنهادات

- استفاده از تصاویری با دوره واسنجی بیش‌تر و قدرت تفکیک بهتر از جمله تصاویر ماهواره‌های Spot، Aster و Sentinel جهت افزایش دقت مدل
- استفاده از روش‌های نوین مدل‌سازی جهت شناسایی مناطق حساس و مستعد
- استفاده از روش‌های دیگر طبقه‌بندی مانند: حداکثر شباهت، پیکسل پایه و حداقل فاصله از میانگین و ... و مقایسه صحت نقشه‌های کاربری تهیه شده با صحت نقشه کاربری این تحقیق
- باتوجه به اینکه نرم‌افزار Terrset، نرم‌افزاری قوی در بحث سنجش از دور می‌باشد. پیشنهاد می‌شود از ترکیب مدل‌ساز تغییر سرزمین با مدل‌های دیگری که در نرم‌افزار وجود دارد مانند تغییر آب‌وهوا و ... به منظور ارزیابی و بررسی‌های لازم جهت تصمیم‌گیری و مدیریت اراضی منطقه استفاده شود.
- باتوجه به اینکه نرم‌افزارهای تخصصی جهت انجام این تحقیق در حال بروز رسانی هستند پیشنهاد می‌شود از نرم‌افزارهای دیگر مانند Qgis، Google Earth Engine و ... استفاده شود.
- با توجه به توان مدل‌ساز تغییرات سرزمین در پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی پیشنهاد می‌شود روند تغییرات و بررسی دلایل وقوع آن‌ها در سطح وسیع‌تری صورت بگیرد.

- هنگام مطالعات مکان‌یابی سد، همه عوامل اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و ... در نظر گرفته شود.
- استفاده از روش‌های جایگزین مهار آب از جمله استفاده از سدهای خارج از بستر و یا استفاده از سدها و بندهای کم‌ارتفاع که محدوده کمتری را تحت تأثیر قرار دهند.
- احداث سدها باعث بیابان‌زایی در پایین‌دست سد می‌شود که نتیجه ارزیابی نادرست از شرایط اقلیمی است؛ لذا هنگام مطالعات باید شرایط اقلیمی و زیستی منطقه بررسی شود.
- برای سدهای ساخته شده به‌منظور شرایط خشکسالی و تغییرات اقلیم، طرح و برنامه‌ریزی مدون صورت بگیرد.

منابع

- ایزدی پور ا، اکبری ب، شریفی ع، و یوسفزاده م. (1394). "مقایسه روش‌های تصحیح هندسی مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از تصاویر آرایه خطی ماهواره‌ای. فصل نامه علمی - پژوهشی علوم و فناوری فضایی". جلد 8، شماره 2، ص 1-10.
- آرخی ص، و فتحی زاد ح. (1392). "ارزیابی کارایی چهار روش شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ETM⁺ (مطالعه موردی: سه منطقه دوبرج، مهران و سرابله)". مجله جغرافیا و توسعه. شماره 37، ص 133-146.
- آرخی ص، و نیازی ی. (1387). "مقایسه ارزیابی تکنیک‌های سنجش از دور برای نظارت بر تغییر کاربری زمین. مجله تحقیقات مرتع و کویر ایران". جلد اول، ص 74-93.
- باقری ر، و شتایی س. (1390). "کاهش سطح جنگل با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: حوزه آبریز چهل چای استان گلستان)". مجله جنگل‌های ایران. شماره 4، ص 109-124.
- پرما ر، ملک‌نیا ر، شتایی ش، و نقوی ح. (1395). "مدل‌سازی تغییرات پوشش سرزمین بر پایه شبکه عصبی مصنوعی و پتانسیل انتقال در روش LCM". آمایش سرزمین. دوره نهم، شماره اول، ص 129-151.
- پرور ز، شایسته ک، بهزادفر م، و عزیزخانی شادیشه ن. (1395). "پایش تغییرات ناشی از احداث سد شیرین دره بر پوشش کاربری اراضی پایین دست حوزه آبخیز". مجله پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 7، شماره 14، ص 191-202.
- پیرستانی م ر، و شفقتی م. (1388). "بررسی اثرات زیست‌محیطی سد. فصل نامه پژوهشی جغرافیای انسانی". شماره سوم، ص 39-50.
- حیات زاده م، اختصاصی م، ملکی نژاد ح، فتح زاده ح، و عظیم‌زاده ح. (1395). "شبیه‌سازی نقشه کاربری اراضی آینده آبخیز با تلفیق مدل‌های سلول خودکار و زنجیره مارکوف بر مبنای انتخاب بهترین الگوریتم طبقه‌بندی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز فخرآباد مهریز، یزد)". پژوهش‌های فرسایش محیطی، جلد 6، ص 1-22.
- خاتون‌آبادی ا، پرویزی ا، و عطایی م. (1397). "بررسی اثرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی احداث سد شاه قاسم یاسوج از دیدگاه روستاییان بهره‌بردار". نشریه علوم آب‌و خاک، شماره 4، ص 109-127.
- رباعی ح، ضیاعیان پ، و علی محمدی ا. (1383). "کشف و بازیابی و تغییر پوشش زمین در اصفهان توسط سنجش از دور و GIS". نشر کنگره.
- رحمانی ن، شاهدی ک، سلیمانی ک، و یعقوب زاده ح. (1392). "ارزیابی تأثیر تغییر کاربری اراضی بر ویژگی‌های هیدرولوژیک حوزه آبخیز کسلیان". پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز سال هفتم. شماره 13، ص 23-32.

- رحیمی م، دماوندی ع، و جعفریان و. (1392). "بررسی کاربردهای سنجش از دور در ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابانزایی". نشریه سپهر. جلد 88، ص 115-128.
- رضایان س، جوزی ع، ایزدینیا م، مرشدی ج، و مرادی مجد ن. (1393). "تأثیرات تغییرات کاربری اراضی بر مورفولوژی رودخانه کارون (مطالعه موردی: محدوده سد گتوند تا تنگ عقیلی شوشتر)". فصل نامه علوم محیطی. دوره دوازدهم، شماره 1، ص 77-86.
- رضائی ن، جعفری ر، و ایزانلو ا. (1390). "مطالعه تغییرات کاربری زمین اسفراین خراسان شمالی در 4 دهه گذشته". مجله سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی. ص 19-37.
- رهنما م ر، و شکوهی م. (1395). "آشکارسازی تغییرات و پوشش اراضی شهر گنبدکاووس با استفاده از سنجش از دور. فصل نامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)". دوره 26، شماره 3-1، ص 140-160.
- شکوهیده ه، (1399)، پایان نامه ارشد: "مقایسه تغییرات کاربری اراضی در دو سناریو احداث و عدم احداث سد با استفاده از مدل ساز تغییرات کاربری زمین (مطالعه موردی سد کارون 3)". دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.
- صوفی م، بهزادی س، و آقامحمدی زنجیرآباد ح. (1397). "توسعه یک راهکار عامل مبنا برای مدل سازی تغییرات کاربری اراضی". نشریه علمی - پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری. دوره هفتم، شماره 4.
- عبدالمی ج، رحیمیان م ح، دشتکیان ک، و شادان، م. (1388). "اثرات زیست محیطی تغییر کاربری زمین بر پوشش گیاهی در مناطق شهری با استفاده از تکنیک سنجش از دور". مجله علوم و فناوری محیط زیست. (2) 29، ص 41-61.
- عزیزی قلاتی س، رنگزن ک، تقی زاده ا، و احمدی ش. (1393). "مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM (مطالعه موردی: منطقه کوهمره سرخی استان فارس)". فصل نامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. جلد 22، شماره 4، ص 585-596.
- غلامعلی فرد م، جورابیان شوشتری ش، حسینی کهنوج ح، و میرزایی م. (1391). مدل سازی تغییرات کاربری اراضی سواحل استان مازندران با استفاده از مدل LCM در محیط GIS. مجله محیط شناسی، سال سی و هشتم، شماره 4، ص 109-124.
- طبیبیان م، و دادرست م ج. (1385). "نظارت بر تغییرات کاربری اراضی در حوزه های آبریز دورق فارس و با استفاده از RS/GIS". مجله مطالعات محیطی. شماره 79.
- فاطمی نصرآبادی ب. (1391). "آموزش نرم افزار ENVI". انتشارات سازمان نقشه برداری کشور.
- فرخ زاده م، و رستم زاده ه. (1386). "ارزیابی سدهای بزرگ در تغییرات کاربری زمین با استفاده از سنجش از دور و GIS". مجله علوم انسانی. ص 47-66.
- فلاحتکار س، حسینی م، ماهینی ع، و ایوبی ش. (1395). "پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM پژوهش های محیط زیست". شماره 13، ص 163-174.

- گرجی ا، و برخورداری س. (1388). "مبانی روش تحقیق در علوم اجتماعی. تهران". ثالث.
- محمدیاری ف، پورخباز ح ر، اقدر ح، و توکلی م. (1395). "پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی شهرستان بهبهان سال‌های 1392 تا 1406 با استفاده از مدل LCM". فصل‌نامه علمی - پژوهشی فضای جغرافیایی. شماره 65، ص 37-56.
- معتمدی ص، کریمی ف، تراهی ع، و جاوید ل. (1394). "بررسی اثرات احداث سد گتوند بر تغییرات سطح کشت و کاربری اراضی با استفاده از سنجش از دور". کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی". ص 1-7.
- مهدیزاده کاربزی م، علیزاده ا، انصاری ح، و معماریان خلیل آباد ه. (1398). "بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه سد کارده به روش شدت آنالیز". مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره 30، ص 75-95.
- ناصری راد س، نقوی ح، سوسنی ج، و نورالدینی ا. (1396). "پیش‌بینی تغییرات مکانی جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل LCM (مطالعه موردی حوزه بسطام شهرستان سلسله)". جغرافیا و توسعه. شماره 54، ص 120-107.
- نگهبان س، گنجائیان ح، فریدونی کردستانی م، و چشمه سفیدی ز. (1397). "ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج)". مجله مخاطرات محیط طبیعی. دوره هشتم، شماره بیستم، ص 39-52.
- نوروزی م، وهاب زاده ق، سلیمانی ک، و شعبانی م. (1391). "معرفی مدل LCM برای مدیریت پایدار محیط‌زیست. سومین همایش ملی مدیریت پایدار محیط‌زیست". دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
- هادیان ف، جعفری ر، بشری ح، و رضانی ن. (1392). "بررسی آثار سد حنا بر تغییر سطح کشت و کاربری اراضی". مجله اکولوژی کاربردی، شماره 4، ص 101-113.
- یوسفی م. (1397). پایان‌نامه ارشد "ارزیابی و آینده‌نگری تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در محیط GIS (مطالعه موردی: حوزه بهشت‌آباد)". دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

- Aburas M.M., Abdullah S.H., Ramli M.F., Ash'aari Z.H and Ahamad M.S.S. (2018). "Simulating and monitoring future land-use trends using CAMarkov and LCM models". Earth and Environmental Science 169 .012050: pp1-9.

- Adam HF., Csaplovics E., Elhaja ME. (2016). "A comparison of pixel-based and object-based approaches for land use land cover classification in semi-arid areas, Sudan. 8th IGRSM International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS". IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Kuala Lumpur, Malaysia. 13-14 April.

- Adepoju M.O., Millington A.C., Tansey K.T. (2006). "Land use/land cover change detection in metropolitian lagos (Nigeria): 1984-2000". AASPRS 2006 Annual Conference, Reno Nevada, May 1-5, 2006, Maryland: Ameriacan Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

- Aguejedad R., Houet T and Hubert L. (2017). "Spatial validation of land use change models using multiple assessment techniques: A case Study of transition potential models". Springer International Publishing AG Switzerland 2017.
- Amin A and Fazal S. (2012). "Land transformation analysis using remote sensing and GIS techniques (a case study) ". J. Geogr. Inf. Syst. 4, 229.
- Awotwi A. (2009). "Detection of land use and land cover change in Accra, Ghana, between 1985 and 2003 using Landsat imagery. M. Sc. Thesis, Division of Geoinformatics Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden".
- Ansari A and Golabi M.H. (2018). "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: pp64-70.
- Basse R.M., Omrani H., Charif O., Gerber P and Bodis K. (2014). "Land use changes modeling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks". The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale. Applied Geography, 53: pp160-171.
- Blaschke T. (2010). "Object based image analysis for remote sensing". ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, 65(1), pp2-16.
- Cebecauer T and Hofierka J. (2008). "The consequences of Land Cover Changes on soil erosion distribution in Slovakia". Geomorphology. 98: pp187-198.
- Chen Y., Xu Y and Yin Y. (2009). "Impacts of land use change scenarios on storm-runoff generation in xitaxi basin, China". Quaternary International, 208: pp121-128.
- Chen J., Gong P., He C., Luo W., Tamura M and Shi P. (2003). "Assessment of urban development plan of Beijing by using a CA-based urban growth model". photogrammetric engineering and remote sensing, 10: pp1063-1071.
- Congalton R. Green K. 2008. "Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices". Second Edition, CRC Press, Boca Raton.
- Conway T.M and Lathrop R.G.Jr. (2005). "Modeling the ecological consequences of land use policies in an urbanizing region". Environmental Management, pp35:278-291.
- Cuo L. (2016). "Land use/cover change impacts on hydrology in large river basins: A review". Terrestrial Water Cycle and Climate Change: Natural and Human-Induced Impact 221, 103.
- Du Y., Teillet P.M and Cihlar J. (2002). "Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection". Remote Sensing of Environment, 82: pp123-134.
- Eastman J.R., Van Fossen M.E and Solarzano L.A. (2012). "Transition potential modeling for land cover change". In: Maguire, D., Good Child, M., Batty, M, (Eds). GIS, Spatial Analysis and Modeling. ESRI Press, Redlands, California.
- Eastman J.R. (2006). "IDRISI andes. Tutorial". Clark University, Worcester, MA.

- Eastman J.R. (2009). "IDRISI taiga guide to GIS and image processing". Clark University, Worcester; MA, 1610 – 1477 USA. 327p.
- Elfert s and Bormann H. (2010). "Simulted impact of past and possible future land use change on the hydrological response of the Northern German Lowland 'Hunte' Catchment". *Journal of Hydrology*, 383: pp245-255.
- Fan F., Wang Q and Wang Y. (2007). "Land use and land cover change in Guangzhou, Chaina, from 1998 to 2003". *Based on land sat TM/ETM+ imagery Sensors*, 7: pp1323-1342.
- FAO. (1994). "Integrated approach to the planning and management of land resources". Draft report of the UN Secretary-General on the Implementation of Chapter 10 of Agenda 21 (UNCED) to the Commission on Sustainable Development. Third Draft of Task Manager's Report. FAO/AGL, 28 November 1994, Rome.
- Fazizadeh B and Helali H. (2010). "Comparison of pixel-based and object-oriented and parameters affecting the on land use/cover West Azerbaijan province, *Geography Studies*". No. 71, pp73-84.
- Gupta r and Sharma L.M. (2020). "Efficacy of spatial land change modeler as a forecasting indicator for anthropogenic change dynamics over five decades: A case study of Shoolpaneshwar Wildlife Sanctuary, Gujarat, India". *Ecological Indicators* 112(106171).
- Huang L and Ni L. (2008). "Object-oriented classification of high resolution satellite image for better accuracy, *Proceedings of the 8th international symposium on spatial accuracy assessment in natural resources and environmental sciences, Shanghai*". P. R. China, June 25-27, pp211-218.
- Huston M. (2006). "The need for science and technology in land management".
- Ishida S., Kotoku M., Abe E., Fazal M.A., Tesuchihara T and Imaizumi M. (2003). "Construction of subsurface dams and their impact on the environment". *Material and Geoenvironment*, Vol. 50, No. 1, pp149-152.
- Jain R.K., Jain k and Rehan Ali s. (2017). "Modeling urban land cover growth dynamics based on land change modeler (LCM) using remote sensing: A case study of Gurgaon, India". *Advances in Computational Sciences and Technology*, ISSN 0973-6107 Volume 10, Number 10, pp2947-2961.
- Jaing x., Lu D., Moran E., Freitas Calvi M., Dutra L.M and Li G. (2018). "Examining impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on land-cover changes using multitemporal Landsat imagery". *Applied Geography* 97: pp35-47.
- Khoi D. D and Murayama Y. (2011). "Modeling deforestation using a neural Network-Markov model". *Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process*, pp169-190.
- Koomen E., Stillwell J., Bakema A and Scholten H.J. (2007). "Modeling land-use change, progress and applications". Springer, Dordrecht, the Netherlands, 390p.
- Li J and Liu C.M. (2017). "Improvement of LCM model and determination of model parameters at watershed scale for flood events in Hongde Basin of China". *Water Science and Engineering*, 10(1): pp36-42.

- Li M., Ma L., Blaschke T., Cheng L and Tiede, D. (2016). "A systematic comparison of different object-based classification techniques using high spatial resolution imagery in agricultural environments". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 49, pp87-98.
- Liu Y., Li M., Mao L., Xu F and Huang S. (2006). "Review of remotely sensed imagery classification patterns based on object-oriented image analysis". *Chinese Geographical Science*, 16(3), pp282-288.
- Lu D and Weng Q. (2007). "A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance". *International Journal of Remote Sensing* 28: 823–870.
- Lu D., Mausel P., Brondizio E and Moran E. (2004). "Change detection techniques". *International Journal of Remote Sensing*, 25: pp2365-2407.
- Mackie R.I. (2013). "Dynamic Analysis of structures on multicore computers—achieving efficiency through object oriented design". *Advances in Engineering Software* 66, pp3–9.
- Matlhodi B., Kenabatho P.L., Parida B.P and Maphanyane J.G. (2019). "Evaluating land use and land cover change in the Gaborone Dam Catchment, Botswana, from 1984–2015 using GIS and remote sensing". *Sustainability*: pp1-21.
- Matsushita B., Xu M., and Fukushima T. (2006). "Characterizing changes in landscape structure in the lake kasumigaura basin, Japan using a highQuality GIS dataset". *Journal of Landscape and Urban Planning*, 78(3): pp241-250.
- Mehrabi A., Khabazi M., Almodaresi S. A., Nohesara M and Derakhshani R. (2019). "Land use changes monitoring over 30 years and prediction of future changes using multi-temporal landsat imagery and the land change modeler tools in Rafsanjan City (IRAN)". *Sustainable Development of Mountain Territories*: pp26-35.
- Minwer Alkharabsheha M., Alexandridis T.M., Bilas G., Misopolinos N and Silleos N. (2013). Impact of land cover change on soil erosion hazard in northern Jordan using remote sensing and GIS. *Procedia Environmental Sciences* 19: pp912–921.
- Mohan M and Kandya A. (2015). "Impact of urbanization and land-use/land-cover change on diurnal temperature range: A case study of tropical urban Airshed of India using remote sensing Data". *Sci. Total Environ.* 506–507, pp453–465.
- Munroe, D.K and D. Muller. 2007. Issues in spatially explicit statistical land-use/cover change (LUCC) models: Examples from western Honduras and the central highlands of Vietnam. *Land Use Policy*. 24(3): 521-530.
- Mushore T.D., Mutanga O., Odindi J and Dube T. (2017). "Linking major shifts in land surface temperatures to long term land use and land cover changes: A case of Harare, Zimbabwe". *Urban Climate*.
- Nagamani K., Vijayalakshmi M.M., Mohana P and Sriganesh J. (2017). "Land use and land cover change in tuticorin coast using remote sensing and geographic information system". *International Journal of Earth and Atmospheric Science*, pp155-162.

- Paham Bach V., Tran Thi H and Hong Phi P. (2014). "Performance of landsat 7 ETM⁺ image in SLC-OFF mode for land cover classification". International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2014.
- Pelorosso R., Chiesa S.D., Tappiner U., Leone A and Rocchini D. (2011). "Stability analysis for defining management strategies in abandoned mountain landscapes of the Mediterranean basin". *Landscape and Urban Planning*. 103(5): pp335-346.
- Puissant A., Rougier S and Stumpf A. (2014). "Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers". *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26: pp235-245.
- Romano G., Abdelwahab O.M.M and Gentile F. (2018). "Modeling land use changes and their impact on sediment load in a Mediterranean watershed". *journal homepage, Catena* 163: pp342–353.
- Sait Tahmicioglu M., Anul N., Ekmekci F and Durmus N. (2007). "Positive and negative impact of dams on the environment". *International Congress on River Basin Management, Turkey, Chapter 2*, pp759-769.
- Shooshtarian M.R., Dehghani M., Margherita F., Conti Gea O and Mortezaazadeh S. (2018). "Land use change and conversion effects on ground water quality trends: An integration of land change modeler in GIS and a new Ground Water Quality Index developed by fuzzy multi-criteria group decision-making models". *Food and Chemical Toxicology* 114: pp204-214.
- Sundara Kumar K., Harika M., Aspiya Begum s.k and Yamini S. (2012). "Land use and land cover change detection and urban sprawl analysis of Vijayawada city using multitemporal landsat data". *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*: 166-174.
- Szuster B. W., Chen Q. and Borger M. (2011). "A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones: *Applied Geography*, 31(2), pp525-532.
- Tadesse L., Suryabagavan K.V., Sridhar G and Legesse G. (2017). "Land use and land cover changes and Soil erosion in Yezat Watershed, North Western Ethiopia". *International Soil Water Conservation Research* 5: pp85-94.
- Tarawally M., Wenboa X., Weiming H., Mushore T.D and Kursah, M.B. (2019). "Land use/land cover change evaluation using land change modeller: A comparative analysis between two main cities in Sierra Leone". *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 16, 100262.
- Theau J. (2006). "Detection of changes using remote sensing: an overview of principles and applications". *Geo-Spatial and Range Sciences Conference*. Idaho State Univ., Pocatello, ID, USA.
- Tiwari A., Suresh M., and Rai A. K. (2014). "Ecological planning for sustainable development with a green technology: GIS". *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering and Technology (IJARCET)*, 3(3), pp2278-1323.
- Torrens P.M. and Osullivan D. (2001). "Cellular automata and urban simulation: where do we go from here?" *Environment and Planning B*, 28: pp163-168.

- Turner B.L., Skole D., Sanderson S., Fischer G., Fresco L and Leemans R. (1995). “Land-use and land-cover change”. Science Research Plan. IGBP Report,35: HDP Report,7: pp151-172.
- Václavík T and Rogan J. (2009). “Identifying trends in land use/land cover changes in the context of post-socialist transformation in central Europe”. GIS Science and Remote Sensing, 49(1): pp1-32.
- Venâncio Aires U.R., Matos Santos B.S., Coelho C.D., David da Silva D and Calijuri M.L. (2018). “Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil”. Land Use Policy 70: pp 63-70.
- Wang J., Wang H., Ning S and Hiroshi I. (2018). “Predicting future land cover change and its impact on streamflow and sediment load in a trans-boundary river basin”. Proc. IAHS, 379, pp217–222.
- Yang X and Lo C. (2002). “Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta”. Georgia metropolitan area, International Journal of Remote Sensing, 23: pp1775-1798.
- Yohannes A.M., Cotter M., Kelboro G and Dessalegn W. (2018). “Land use and land cover changes and their effects on the landscape of Abaya-Chamo Basin, Southern Ethiopia”. Land: pp1-17.
- Zhao Q., Shiliang L.I.U and Dong S. (2010). “Effect of dam construction on spatial-temporal change of land use: A case study of Manwan, Lancang river, Yunnan, China”. Procedia Environmental Sciences 2: pp852–85.

Abstract

Dam construction can have a significant impact on the development of geographical areas, the effects of which can be positive or harmful. One of the ways to study the impact of dams on the environment and natural resources around dams is to monitor land use change and land cover. Examining land cover changes can play an important role in environmental management and planning. The purpose of this study is to evaluate the land use changes of Gotvand Dam on the region and also by modeling the changes in the region and using the LCM model to be able to predict land use changes for the future. Therefore, Landsat 5, 7 and 8 images for 1991, 1387 and 2020 were used to prepare land use maps of the study area. Images of all three time periods were classified into six categories of water, constructed areas, agriculture, rangeland, barren and meadow using object-oriented classification. Using the prepared user maps, the changes made in the two periods were studied. Transmission force modeling based on multi-layer artificial neural network was used to predict land use status. The results of transmission modeling using artificial neural network in most sub-models showed high accuracy (50 to 85%). Using the land use maps of 1991 and 2008 and the strict forecasting model, the land use map for 1399 was predicted. To evaluate the accuracy of this map, it was compared with the terrestrial reality map of 2020, which obtained a kappa coefficient of 81%. Finally, using the calibration period of 1387 and 2020, land cover was predicted for 2050. The total error in modeling for 2020 was about 19.25 percent, indicating the conformity of the predicted image with the terrestrial reality image and the acceptability of the model. Also, the change forecast map was prepared by CA-MARKOV method. Using the LCM model, the land use map for 2050 was predicted. The results showed that during the years 2020 to 2020, the users will not change.

Keyword: Gotvand Dam, Water salinity, predict, LCM Model, Remote sensing, Artificial neural network.



Shahrood University of
Technology

Faculty of Agriculture

M.Sc. Thesis in Water Structures

Study of the Effect of Gotvand Reservoir on the Land Use Changes Using Land Use Change Modeling (LCM)

By: Mohammad Kianpoor Kal Khajeh

Supervisors:

Dr. Samad Emamgolizadeh

Dr. Mehdi Pajooresh

September 2021