مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵
ص ۷۲۴-۷۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۰/۳۰

پایش و تغییرات کاربری اراضی با استفاده از زنجیره‌ای مارکوف به‌منظور پیش‌بینی آن (بررسی موردی: دشت عباس)

❖ **کامران کریمی؛** دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.

❖ **غلامرضا زهتابیان؛** استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

❖ **مرزبان فرامرزی؛** استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه ایلام، ایران.

❖ **حسن خسروی*؛** استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران.

چکیده

سنجش‌ازدور فناوری کلیدی برای ارزیابی وسعت و مقدار تغییرات پوشش اراضی است که اطلاع از این تغییرات به‌عنوان اطلاعات‌پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف اهمیت ویژه‌ای دارد. در این بررسی تغییرات کاربری اراضی طی ۲۴ سال گذشته بررسی شد و امکان پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف منطقه دشت عباس مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش، تصاویر سنجنده‌های TM لندست ۴، +ETM لندست ۷ و OLI لندست ۸ به ترتیب برای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ به همراه نقشه‌های توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده شد. تصاویر هر سه مقطع زمانی به پنج طبقهٔ کاربری اراضی: مرتع، کشاورزی (اعم از آبی و دیم)، مسکونی، بستر رودخانه و بایر طبقه‌بندی شدند. بنا بر نتایج، کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه است وسعت آن طی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی صعودی را در پی داشته است به‌طوری‌که مقدار ۴۳۳۷ هکتار (۱۲/۷ درصد) به این اراضی افزوده شده است. روند تغییرات کاربری مرتع نیز طی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی نزولی بوده که موجب کاهش ۶۵۷۳/۶ هکتار (۱۹/۳ درصد) از این طبقه شده است. نتایج حاصل از آنالیز زنجیره‌ی مارکوف در دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۲ برای کالیبراسیون مدل و از نقشه‌های سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ و ماتریس آن برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی سال ۱۴۰۲ نشان‌دهنده ضریب کاپای ۸۰٪ است. بر این اساس در سال ۱۴۰۲، ۴۹/۱٪ از منطقه را طبقه کشاورزی و ۱۰/۱٪ منطقه را نیز پوشش مرتع تشکیل می‌دهند که بیانگر تغییرات کاربری‌ها به سمت کاربری کشاورزی است.

واژگان کلیدی: تغییرات کاربری، تصاویر ماهواره‌ای، پیش‌بینی، مدل زنجیرهٔ مارکوف، دشت عباس.

* نویسنده مسئول: شماره تماس: ۰۲۶-۳۲۲۴۹۳۱۳
Email: hakhosravi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران و کارشناسان از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده برای سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکل موجود، آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به نظر می‌رسد [۲۰]. ارزیابی روند تغییرات در منابع و شرایط اکولوژیک چنین مناطقی، مدیران را در اتخاذ تصمیمات مورد نیاز کمک می‌کنند [۲۸، ۹]. سنجش‌ازدور یک فناوری کلیدی جهت ارزیابی وسعت و میزان تغییرات پوشش اراضی است [۱۲]. از طریق این فن می‌توان با استفاده از مجموعه تصاویر چند زمانه و پردازش آن‌ها با یکی از روش‌های مناسب موجود و با سرعت و دقت بالا نسبت به آشکارسازی تغییرات موردنظر در منطقه اقدام کرد. با استفاده و به‌کارگیری داده‌های سنجش‌ازدور می‌توان به شیوه‌ای علمی و کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت [۸]. در دهه‌های اخیر، استفاده از فن دور سنجی به‌منظور پایش تغییرات موردتوجه قرارگرفته و تحقیقات متعددی در این زمینه در ایران و جهان اجرا شده است. در مطالعه‌ای به‌منظور برآورد تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک RS و GIS در حوزه آبخیز تنک بستانک شیراز از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای Landsat و IRS در بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۵ استفاده کردند نتایج نشان داد که اراضی بایر و دیمزارها افزایش و در مقابل جنگل با زیراشکوب مرتع متوسط کاهش یافته است [۱۱]. در تحقیقی با استفاده از تصاویر ETM و TM طی سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ در جنگل‌های تایلند اقدام به تهیه نقشه پوشش گیاهی کردند نتایج نشان داد که مهم‌ترین تغییرات در منطقه تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی بوده است [۵].

از طرف دیگر پیش‌بینی و مدل‌سازی تغییرات احتمالی آینده برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده اهمیت دارد [۲۷]؛ بنابراین آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات، لازمهٔ از یک اکوسیستم به‌ویژه در مناطقی با تغییرات سریع و اغلب بدون برنامه‌ریزی در کشورهای در حال توسعه است. ازجمله مدل‌هایی که برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شود، می‌توان به مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیرهٔ مارکوف اشاره کرد [۱۴].

در سال ۲۰۰۶ در پژوهشی با استفاده از تصاویر سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱ و نیز مدل پیش‌بینی مارکوف به بررسی تغییر ساختار سرزمین منطقه‌ایی در اندونزی پرداخته شد، نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تعداد بسیار زیادی از لکه‌های جنگل در حال کاهش و تبدیل به دوطبقه شالیزار و مناطق مسکونی هستند [۲۹]. در مطالعهٔ دیگر با استفاده از تصاویر ماهواره LANDSAT در دو زمان ۱۹۷۲ و ۲۰۰۱ و نیز با استفاده از مدل سلول‌های خودکار- مارکوف به بررسی تغییرات کاربری و پوشش سرزمین منطقه‌ایی در ایالت Kwara آمریکا پرداخته و از تصاویر طبقه‌بندی‌شده سال‌های ۱۹۷۲ و ۲۰۰۱ برای پیش‌بینی تغییر کاربری و پوشش سرزمین برای مدت ۱۵ سال استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که روند رو به رشدی در تعداد و وسعت لکه‌های اراضی ساخته‌شده[1] به دلیل اثر محرک‌های متفاوت اقتصادی و اجتماعی وجود دارد [۱۸].

بررسی تحقیقات گذشته نشان می‌دهد تاکنون پژوهش‌های زیادی در زمینهٔ پایش، آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از سنجش‌ازدور انجام شده است، آنچه مسلم است نیاز است تا با انجام پژوهش‌های علمی بیشتر روند تغییرات و پیش‌بینی این تغییرات در سایر نقاط ایران مورد ارزیابی قرار گیرد. دشت عباس از مهم‌ترین دشت‌های استان ایلام است و بنابراین هدف این مطالعه بررسی روند تغییرات کاربری اراضی برای دورهٔ ۲۴ ساله و پیش‌بینی تغییرات برای ۱۰ سال آینده با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف

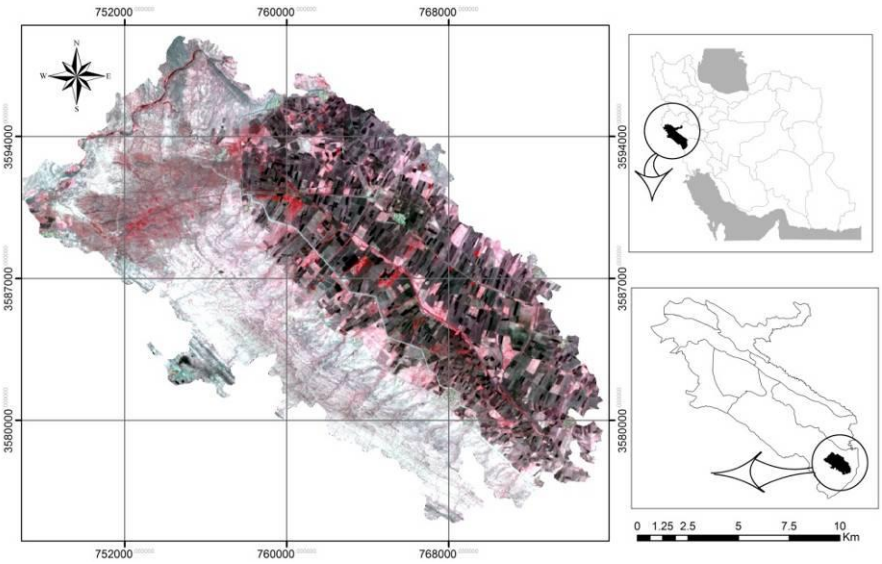
[1] Build up area

است تا به دین وسیله مناطق تحت تأثیر تغییر کاربری در آینده مورد تشخیص قرار گیرند.

۲. روش‌شناسی تحقیق

۲. ۱. معرفی منطقه موردمطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعت حدود ۳۴۴۴۳ هکتار در شهرستان دهلران، استان ایلام که در فاصله تقریبی ۲۵ کیلومتری از استان خوزستان واقع شده است. این منطقه بین مختصات جغرافیایی "۵۵´۳۷˚۴۷ تا "۵۷´۵۰˚۴۷ طول شرقی و "۷۷´۱۷˚۳۲ تا "۲۵´۲۹˚۳۲ عرض شمالی می‌باشد. منطقه مورد مطالعه از شمال شرقی به فاصله ۱۶ کیلومتر به سد کرخه و از شرق، جنوب شرقی و شمال غربی به ترتیب شهرهای دزفول، شوش و دهلران محدود می‌گردد. مرتفع‌ترین نقطه در منطقه مورد مطالعه ۲۳۰ متر از سطح دریا در قسمت جنوب غربی منطقه و کمترین آن ۱۰۵ متر در شمال غربی می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه دشت عباس ۲۰۷ میلی‌متر، میانگین دمای بلندمدت سالانه ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط رطوبت نسبی سالانه ۳۰ درصد است. اقلیم دشت عباس بر اساس طبقه‌بندی دومارتن در محدوده نیمه‌خشک قرار می‌گیرد.



شکل۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه استخراج شده از ترکیب RGB ماهواره لندست ۸

۲. ۲. روش تحقیق

۲. ۲. ۱. تصاویر ماهواره‌ای

به‌منظور دستیابی به تغییرات کمی و کیفی رخ داده در اکوسیستم حساس و شکننده مورد بررسی، تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به سنجنده‌های TM، +ETM و OLI مورد استفاده قرار گرفت که به ترتیب مربوط به سه دوره زمانی ۱۳۶۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ بودند که مشخصات تصاویر در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین از نقشه‌های پوشش گیاهی ۱:۲۵۰۰۰۰ سازمان جنگل‌ها و مراتع تولید شده در سال ۱۳۷۷، نقشه‌های توپوگرافی، نظر کارشناسان و داده‌های حاصل از بازدید میدانی به‌عنوان اطلاعات جانبی استفاده گردید تا در نهایت بهترین نقشه‌های پوشش برای منطقه مورد مطالعه تهیه شود [۱۴].

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده‌شده در تحقیق

تاریخ میلادی	تاریخ شمسی	ماهواره	سنجنده	ردیف	گذر
۱۹۸۹	۱۲/ مرداد / ۱۳۶۸	لندست ۴	TM	۳۸	۱۶۶
۲۰۰۳	۲۶/ خرداد / ۱۳۸۲	لندست ۷	ETM	۳۸	۱۶۶
۲۰۱۳	۱۵/ مرداد / ۱۳۹۲	لندست ۸	OLI	۳۸	۱۶۶

۲.۲.۲. پیش‌پردازش و بررسی کیفیت تصویر

پیش از به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در تجزیه تحلیل رقومی، کیفیت آن‌ها ازنظر وجود خطای هندسی، پرتوسنجی مانند راه‌راه شدگی، زیر هم قرار نگرفتن خطوط اسکن، پیکسل‌های تکراری، خطاهای اتمسفری مانند وجود لکه‌های ابر مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور انجام تصحیحات رادیو متریک بر روی تصاویر نیاز است ارزش رقومی[1] (DN) ثبت شده از یک پیکسل معین که در سال‌های مختلف، تحت تأثیر زاویه دید، موقعیت و زاویه خورشید و شرایط اتمسفری قرار می گیرد خطاهای آن رفع گردد[۲۸]. برای انجام تصحیح مذکور در گام اول ارزش‌های رقومی به تابش طیفی[2] تبدیل می‌شود که این عمل با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده و با استفاده از رابطه زیر صورت می‌گیرد [۶].

$$L=Gain\times DN+Offset \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن L تابش طیفی (Wem-2 Ster-1 mμ-1)، DN ارزش رقومی پیکسل (۰ تا ۲۵۵) و Gain و Offset ضرایب کالیبراسیون سنجنده می‌باشند. در گام بعدی طبق رابطه زیر مقدار تابش طیفی به بازتاب طیفی[3] تبدیل می‌شود[۱۳، ۲۲].

$$p=\frac{\pi L d^2}{ESUN.COS(SZ)} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

P: بازتاب طیفی بدون واحد بین ۰ تا ۱؛ π: ۳/۱۴؛ L: تابش طیفی در دریچه سنجنده؛ d2: مجذور فاصله زمین و خورشید؛ ESUN: ارتفاع خورشید، SZ: زاویه خورشید در هنگام تابش

با تبدیل مقادیر تابش طیفی به بازتاب طیفی آثار مربوط به تغییر شرایط نوردهی، فصل، عرض جغرافیایی، شرایط آب و هوایی روی تصاویر حذف می‌گردد و نتیجه حاصل نسبتاً استاندارد شده است که مستقیماً جهت مقایسه بازتاب پدیده‌ها بین تصاویر مختلف و یک تصویر در زمان‌های متفاوت قابل کاربرد است.

۳.۲.۲. طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای و تهیهٔ نقشهٔ کاربری

لازمهٔ اجرای این تحقیق، در اختیار داشتن نقشهٔ کاربری اراضی صحیح از سه مقطع زمانی است. با توجه به نبود این نقشه‌ها، برنامه‌ریزی لازم برای تهیهٔ هرچه دقیق‌تر این اطلاعات انجام گرفت. به‌این‌ترتیب که با توجه به کاربری‌های موجود در منطقه، اهداف تحقیق و قابلیت‌های کم‌وبیش شناخته‌شدهٔ تصاویر مورد استفاده در استخراج اطلاعات مفید به‌ویژه تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی، پنج کاربری شامل مرتع، اراضی کشاورزی (اعم از آبی و دیمی)، اراضی مسکونی، بستر رودخانه و اراضی بایر مدنظر قرار گرفت. در این طبقه‌بندی پدیده‌های روستا و تأسیسات صنعتی به‌عنوان یک طبقهٔ کاربری و انواع زمین‌های کشاورزی اعم از آبی و دیم به‌عنوان طبقهٔ کشاورزی در نظر گرفته شد. برای روش طبقه‌بندی از

[1] Digital Number
[2] Radiance
[3] Reflectance

الگوریتم بیشترین شباهت[1] [۱۹] در محیط نرم‌افزار ENVI 4.5 استفاده شد. این روش با استفاده از میانگین و ماتریس کوواریانس مکان‌های تعلیمی[2] از روش‌های دیگر طبقه‌بندی مانند طبقه‌بندی کمترین فاصله[3] از داده‌های تصویر تحلیلی بهتر به دست [۲۱، ۲]. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها به‌صورت طبقه‌بندی تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است از نقشه‌های کاربری تهیه شده به‌وسیله اداره منابع طبیعی جهت برداشت نمونه تعلیمی برای نقشه سال ۱۳۶۸ استفاده گردید. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های آموزشی بر سطح تصویر، با استفاده از نرم‌افزار ENVI 4.5 دقت کلی و شاخص کاپا برای هر کدام از کلاس‌ها تعیین گردید.

۴.۲.۲. ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی‌شده

برای ارزیابی صحت نقشه تهیه‌شده سال ۱۳۹۲ با واقعیت زمینی از واقعیت زمینی، نرم‌افزار Google Earth و نقاط تصادفی در منطقه که توسط دستگاه موقعیت‌یاب زمینی برداشت‌شده‌اند استفاده گردید. همچنین به‌منظور تولید نقشه‌های کاربری اراضی صحیح در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۶۸ برای هدف تحقیق از ضرایب کاپای به دست آمده و تطابق با نقشه‌های منابع طبیعی استفاده گردید.

۲. ۲. ۵. پیش‌بینی تغییرات کاربری برای آینده

در این تحقیق از ماتریس تغییرات کاربری و مدل زنجیره‌ای مارکوف برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شده است[۲]. آنالیز زنجیرهٔ مارکوف به‌منظور تعیین احتمال تغییر هر طبقه کاربری به دیگر طبقات کاربری (یا بدون تغییر ماندن آن) مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۶]. برای اجرای آنالیز زنجیره مارکوف از دستور Markov chain در نرم‌افزار Idrisi Andes v.15 استفاده شد. این زنجیره برای تعیین احتمال تغییر به دو نقشه‌ی کاربری اراضی نیاز دارد که معمولاً این نوع داده‌ها با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند [۲۶]. در پژوهش حاضر آنالیز زنجیره‌ی مارکوف برای دو منظور تهیه گردید. ماتریس اول جهت کالیبراسیون مدل اجرا گردید که طی آن نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۲ به مدل معرفی شد و ماتریس آن برای سال ۱۳۹۲ (برابر با ۱۴ سال) تهیه گردید. ماتریس دوم برای شبیه‌سازی تغییرات اجرا شد که در آن از نقشه‌های سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ استفاده شد و ماتریس آن برای سال ۱۴۰۲ (برابر با ۱۰ سال) به دست آمد [۳، ۱۰]. شکل ۲ ساختار روش مدل زنجیره‌ای مارکوف را برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد.

۲. ۲. ۶. ارزیابی صحت مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی

برای ارزیابی صحت مدل سلول‌های خودکار-مارکوف در شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی از شاخص کاپا استفاده شد. ضریب کاپا، صحت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی (حالتی که یک تصویر کاملاً به‌صورت تصادفی طبقه‌بندی‌شده باشد) محاسبه می‌کند [۱۶] و از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود [۱]. در این پژوهش جهت ارزیابی صحت مدل‌سازی (ضریب کاپا، دقت کاربر و دقت تولیدکننده) از گزینه Post Classification موجود در نرم‌افزار Envi 4.5 استفاده گردید.

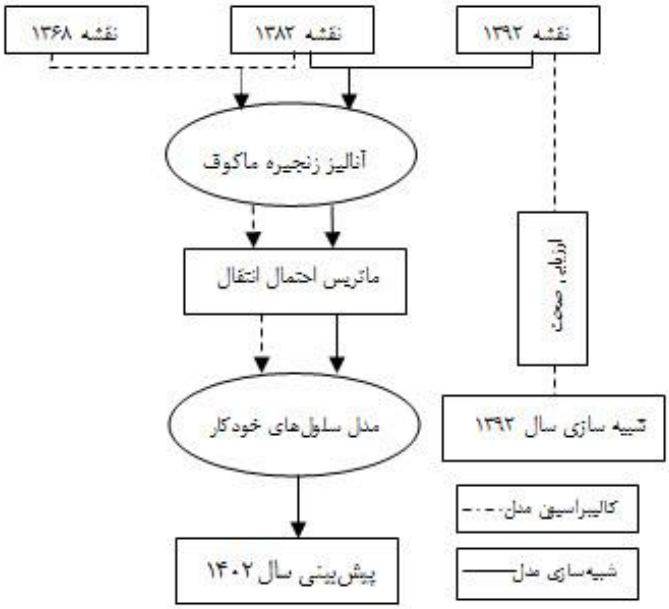
$$\emptyset_1 = 1/n \sum_{i=1}^{n} p_{ii}$$ رابطه (۳)

$$K = \frac{\emptyset_1 - \emptyset_2}{1 - \emptyset_2}$$ رابطه (۴)

$$\emptyset_2 = 1/n^2 \sum_{i=1}^{n} p_{ix} p_i$$ رابطه (۵)

در این رابطه n برابر با تعداد کل نمونه‌های آموزشی؛ p_{ii}= عناصر قطر اصلی؛ p_{ix} = جمع ستون‌ها و p_i = جمع ردیف‌ها است.

[1] Maximum Likelihood
[2] Training Sites
[3] Minimum Distance



شکل ۲. ساختار روش مدل زنجیره‌ای مارکوف را برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی

۷.۲.۲. آشکارسازی تغییرات

برای درک تغییرات منطقه گسترش و کاهش مساحت کلاس‌ها طی دوره ۲۴ ساله، نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده به محیط نرم‌افزار Arc GIS 10.1 وارد گردید. با مقایسه این نقشه‌ها و جدول تقاطعی به دست آمده، نقشه و درصد تغییرات هر کلاس مشخص و محاسبه شده است.

۳. نتایج

نتایج بررسی کیفیت رادیومتری و کنترل هندسی تصاویر نشان داد که تصاویر هر سه سال از کیفیت مطلوب برخوردار بوده و هیچ یک از خطاهای شناخته‌شدهٔ رادیومتری را ندارند. همچنین تصاویر با لایه‌های وکتوری جاده‌ها و آبراهه‌ها کاملاً همخوانی مکانی دارند و به تصحیح هندسی مجدد نیاز ندارند.

۳. ۱. دقت طبقه‌بندی تصاویر

برآورد دقت برای درک نتایج به دست آمده و به کار بردن این نتایج برای تصمیم‌گیری خیلی مهم هستند. معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت شامل، دقت کلی، دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند [۱]. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم‌بر کل پیکسل‌ها طبق رابطه‌ی دلاپیان و اسمیت [۷] به دست می‌آید [۱، ۲۵]:

$$OA = \frac{1}{N}\sum P_{ii}$$ رابطه (۶)

OA= دقت کلی؛ N= تعداد پیکسل‌های آزمایشی؛ $\sum P_{ii}$ = جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا

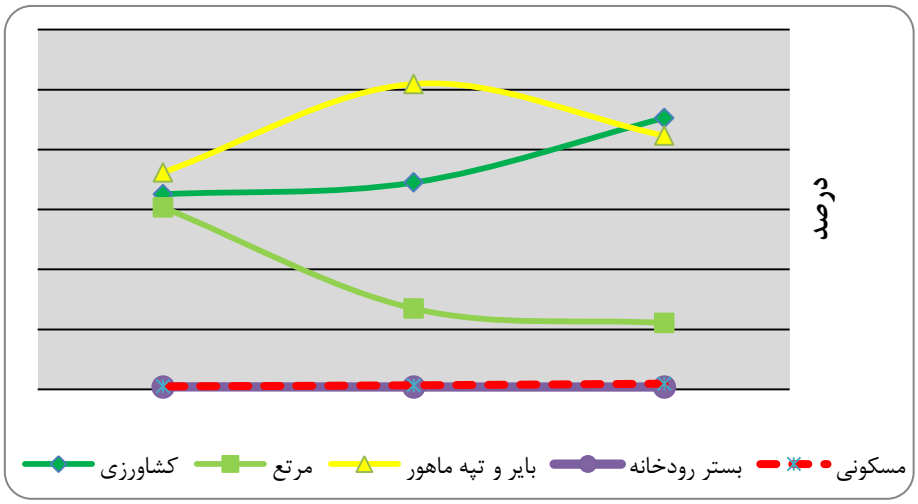
نتایج مربوط به برآورد دقت طبقه‌بندی‌ها در جدول ۲ آمده است. دقت طبقه‌بندی‌ها به‌طورکلی بیش از ۸۷ درصد و برای استفاده در مدل مارکوف مناسب است.

جدول ۲. دقت کلی و شاخص کاپا برای سه تصویر مورد استفاده

سال	نقشه کاربری تهیه‌شده	
	شاخص کاپا	دقت کلی
۱۳۶۸	۸۷/۷۲	۹۰/۴۳
۱۳۸۲	۸۹/۰۱	۹۲/۲۸
۱۳۹۲	۹۰/۴۱	۹۴/۷۶

۳. ۲. آشکارسازی تغییرات

میزان تغییرات کاربری‌های مختلف طی دوره‌های مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ در شکل ۳ تا ۵ آمده است.



شکل۳. روند تغییرات سطح کلاس‌ها در دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۲ بیشترین افزایش وسعت مساحت با مقدار ۱۴/۷۴ درصد مربوط به طبقه بایر بوده است که این افزایش برابر با ۵۰۲۶/۴ هکتار بوده است. آهنگ افزایش مساحت این طبقه برابر با ۳۵۹ هکتار در سال بوده است. بعد از طبقه بایر، طبقه کشاورزی با مقدار افزایش ۱/۹۵ درصد در جایگاه دوم قرار دارد، این افزایش به‌گونه‌ای بوده که در طول ۱۴ سال مساحتی برابر با ۶۶۵/۴۳ هکتار بوده است که آهنگ افزایش سالانه ۴۷/۵ هکتاری را به دنبال داشته است. مناطق مسکونی نیز با افزایش ۰/۱۹ درصدی که معادل ۶۳/۷ هکتار از منطقه بوده سومین کاربری اراضی است که طی دورهٔ ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۲ با افزایش مساحت مواجه بوده است. آهنگ افزایشی این کاربری معادل ۴/۵۵ هکتار در سال است که با توجه به اینکه مناطق مسکونی موجود در دشت مورد مطالعه بیشتر مناطق روستایی می‌باشد کم بودن آهنگ به دست آمده را توجیه می‌کند. طی این دوره کاربری مرتع با بیشترین کاهش مساحت (۱۶/۸۵ درصد) که معادل ۵۷۴۷/۹۸ هکتار از اراضی منطقه است، مواجه بوده است. آهنگ کاهشی این طبقه برابر با ۴۱۰/۶ هکتار در سال

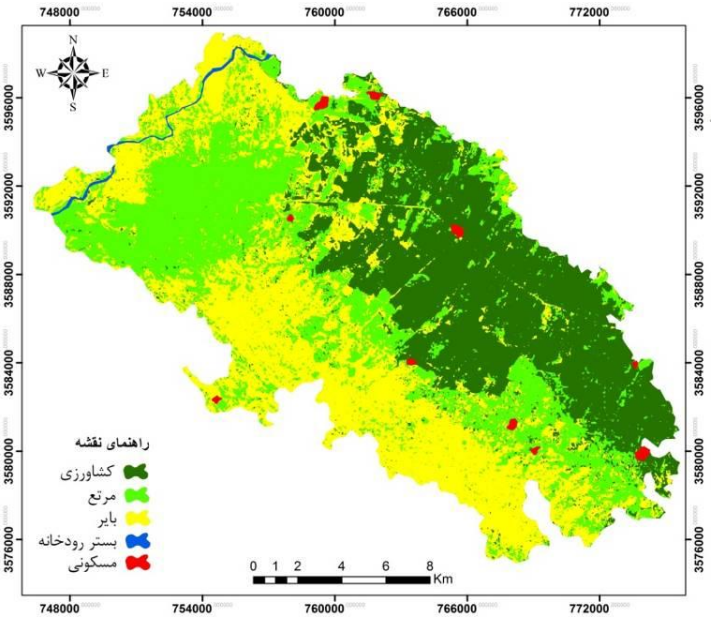
است. بستر رودخانه نیز با کاهش ۰/۰۲ درصدی همراه بوده است که ۷/۵۹ هکتار از منطقه را شامل می‌شود.

طی دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ بیشترین افزایش وسعت مرتبط با کاربری کشاورزی به مقدار ۱۰/۷۷ درصد است که مساحتی برابر با ۳۵۸۱/۸۱ هکتار از منطقه را در بر می‌گیرد، آهنگ این افزایش به صورتی است که سالانه به‌طور متوسط ۳۵۸/۱۸ هکتار بر اراضی کشاورزی دشت عباس افزوده می‌شود که با توجه به وسعت دشت مقدار قابل‌توجهی می‌باشد. رشد مناطق مسکونی نیز به‌عنوان دومین کاربری در حال افزایش طی دوره ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۲ معادل ۰/۲۷ درصد از منطقه بوده که برابر با ۹۲/۹ هکتار می‌باشد. میانگین افزایش مساحت این کاربری برابر ۹/۲۸ هکتار در سال می‌باشد.

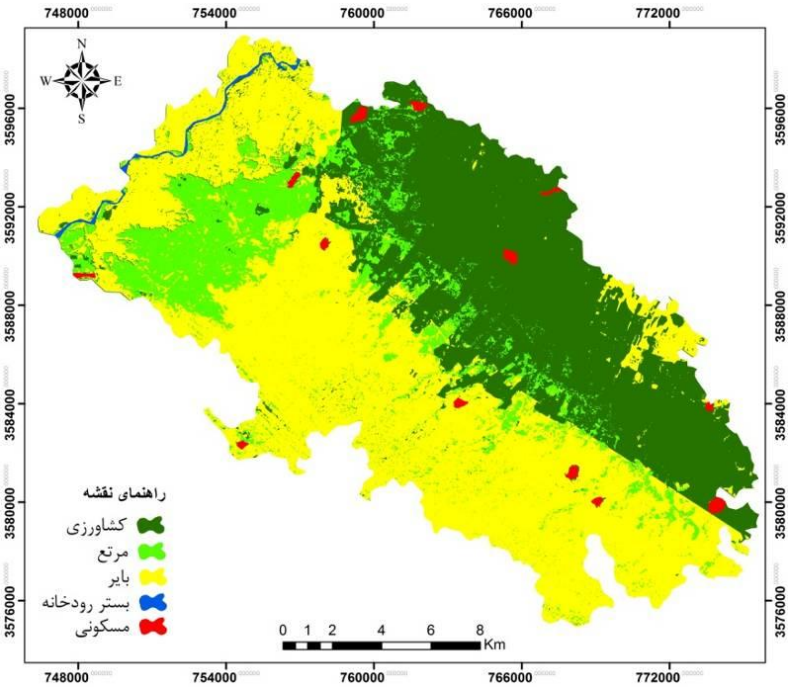
بر اساس نمودار ۱ که روند تغییرات کاربری اراضی دشت عباس را در طی ۲۴ سال مورد بررسی نشان می‌دهد می‌توان اظهار نمود که طبقه کاربری اراضی کشاورزی با بیشترین افزایش مساحت روبرو بوده است، این افزایش برابر با ۱۲/۷۲ درصد از کل دشت بوده که مساحتی بالغ بر ۴۲۴۷/۲ هکتار را در بر می‌گیرد. روند تغییرات کاربری بایر و تپه‌ماهور نیز به‌صورت افزایشی بوده به‌طوری‌که مساحت ۲۰۸۷/۴ هکتار (۴/۱۲٪) را به خود اختصاص داده است. مناطق مسکونی نیز با روندی تقریباً یکنواخت در حال افزایش است که این افزایش در طول ۲۴ سال برابر با ۱۵۶/۶ هکتار بوده است. از طرف دیگر کاربری اراضی مرتعی با مقدار ۱۹/۲۷ درصد از منطقه دارای بیشترین کاهش مساحت بوده که وسعتی برابر با ۶۵۷۳/۶ هکتار را شامل می‌شود، بستر رودخانه نیز در طی ۲۴ سال مورد بررسی کاهشی در حدود ۹ هکتار داشته است که با توجه به مساحت دشت می‌توان روند تغییرات آن را صفر در نظر گرفت (شکل ۴، ۵ و ۶).

۳. ۳. تحلیل زنجیره‌های مارکوف

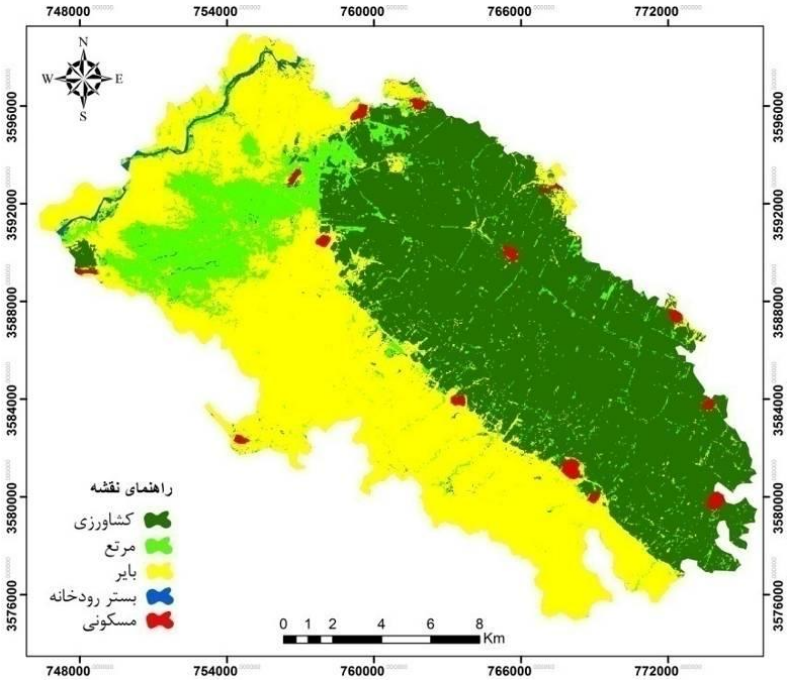
نتایج مربوط به ارزیابی دقت پیش‌بینی با مدل زنجیره‌ای مارکوف که به‌منظور کالیبراسیون مدل بود، به کمک نقشه کاربری موجود برای سال ۱۳۹۲ در جدول ۳ آمده است. ملاحظه می‌شود که اختلاف‌های کلاس‌های مختلف متفاوت است و بزرگی آن به‌طورکلی کمتر از ۸ درصد است؛ این رقم نشان‌دهنده مفید بودن و قابلیت استفاده از مدل مارکوف در پیش‌بینی تغییرات کاربری است (شکل ۷).



شکل ۰. نقشهٔ کاربری اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای TM در سال ۱۳۶۸



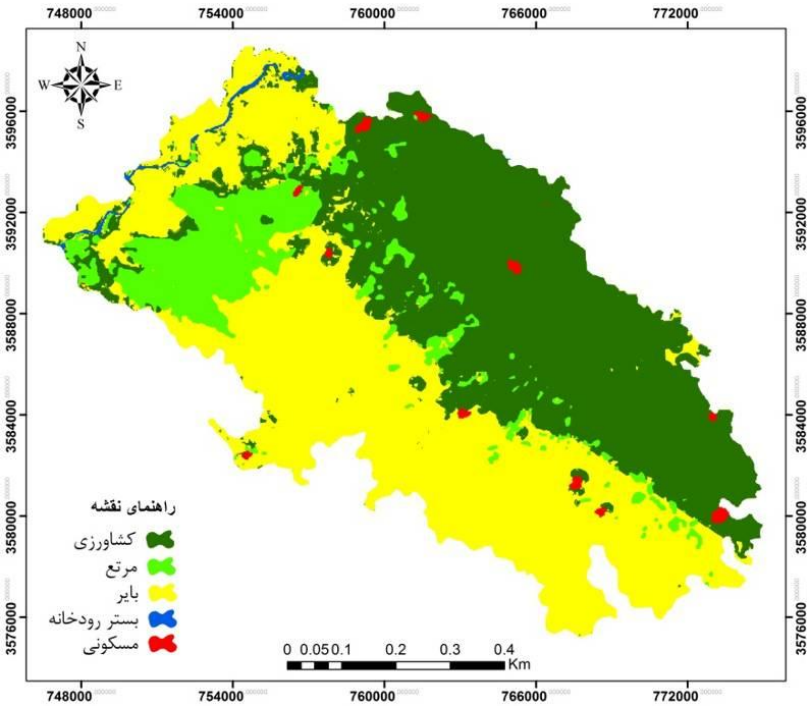
شکل ۰. نقشهٔ کاربری اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای ETM در سال ۱۳۸۲



شکل ۶. نقشهٔ کاربری اراضی حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای OLI در سال ۱۳۹۲

جدول ۳۰. مقایسه نتایج پیش‌بینی و مساحت‌های استخراج‌شده از نقشه کاربری ۱۳۹۲

کاربری	پیش‌بینی‌شده سال ۱۳۹۲		پردازش‌شده سال ۱۳۹۲		اختلاف مساحت	اختلاف درصد
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد		
مناطق مسکونی	۲۰۴/۵	۰/۵۹	۳۲۶/۳۳	۰/۹۵	۱۲۱/۸۳	۰/۲۵۶
بایر و تپه‌ماهور	۱۵۳۹۵	۴۵/۱	۱۴۴۳۱/۵	۴۲/۳۱	-۹۶۳/۵	-۲/۷۸
بستر رودخانه	۱۳۵/۳	۰/۴	۱۳۷/۹	۰/۴۰	۲/۶	۰/۰۰۴
مرتع	۳۸۲۲/۶	۱۱/۲	۳۷۷۲/۵	۱۱/۰۶	-۵۰/۱	-۰/۱۳
کشاورزی	۱۴۵۴۷/۱	۴۲/۶	۱۵۳۴۶/۳۹	۴۵/۲۶	۸۸۹/۳	۲/۶۶
جمع	۳۴۱۰۴/۵	۱۰۰	۳۴۱۰۴/۶۲	۱۰۰	۰/۱۲	۱/۶۳



شکل ۷. نقشه شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی در سال ۱۳۹۲

۳. ۴. مدل‌سازی تغییرات به‌وسیله مدل سلول‌های خودکار- مارکوف[1] در سال ۱۴۰۲

پس از بررسی نتایج حاصل از صحت مکانی مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در سال ۱۳۹۲، از مدل سلول‌های خودکار مارکوف با ضریب کاپای معادل ۸۰ درصد برای پیش‌بینی میزان تغییرات تا سال ۱۴۰۲ استفاده شد. جدول ۴ و شکل ۸ به ترتیب نشان‌دهندهٔ مساحت طبقات کاربری اراضی و نقشه منطقه مورد مطالعه در سال ۱۴۰۲ است.

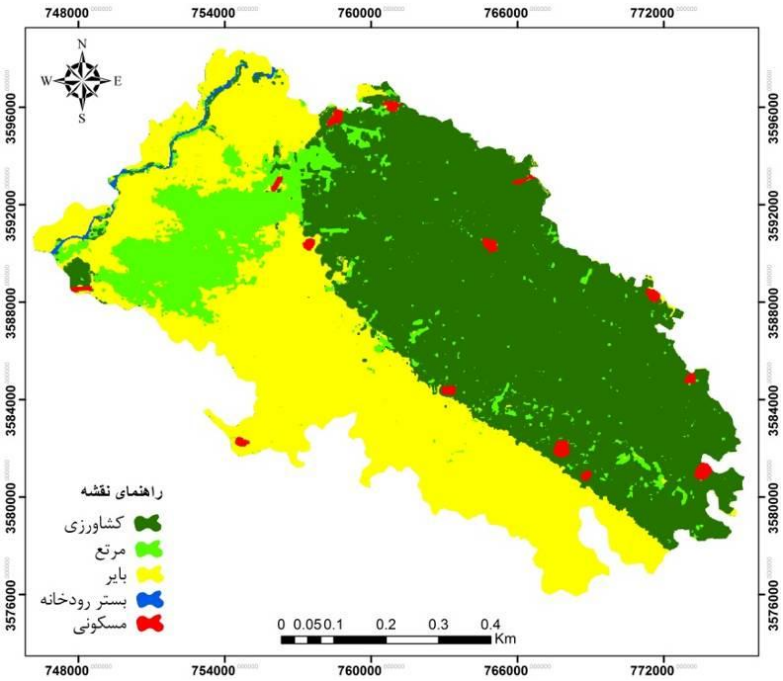
نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۱۴۰۲

[1] Cells Automatically - Markov Model

به‌گونه‌ای است که در صورت ادامه روند موجود در منطقه ۳/۸۴ درصد به طبقه کاربری اراضی کشاورزی افزوده خواهد شد که ۱۴۱۴/۲ هکتار از اراضی منطقه را در بر خواهد گرفت به‌طوری‌که در سال ۱۴۰۲ کاربری کشاورزی ۴۹/۱ درصد از مساحت دشت را شامل می‌شود. این افزایش مساحت ناشی از تغییرات کاربری‌های بایر و تپه‌ماهور و مرتع به کشاورزی است که به ترتیب ۲/۹۶ و ۰/۹۶ درصد از مساحت تشکیل‌دهنده هر کاربری کاسته شده است. تغییرات مذکور بیشتر در اطراف مناطق روستایی موجود در دشت حادث‌شده که مناطق حاشیه‌ای کاربری کشاورزی را نیز شامل می‌شود که نشان‌دهنده پیشروی این طبقه کاربری به سمت غرب دشت می‌باشد.

جدول ۴۰. مساحت طبقات کاربری اراضی حاصل از مدل سلول‌های خودکار- مارکوف

سال	مساحت طبقات کاربری/ پوشش سرزمین به هکتار (درصد)				
	مناطق مسکونی	بایر و تپه‌ماهور	بستر رودخانه	کشاورزی	مرتع
۱۴۰۲	۳۲۷/۷ (۰/۹۶)	۱۳۴۲۳ (۳۹/۳۵)	۱۳۱/۲ (۰/۳۸)	۱۶۷۶۰/۵ (۴۹/۱)	۳۴۶۲/۱ (۱۰/۱)



شکل ۸. نقشه شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی در سال ۱۴۰۲

۴. بحث و نتیجه‌گیری

داشتن آمار و اطلاعات به هنگام از کاربری‌های موجود، لازمهٔ مدیریت صحیح عرصه‌های طبیعی است. یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به تغییرات کاربری اراضی است [۱۷]. در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی دشت عباس به وسعت ۳۴۱۰۴ هکتار در سه مقطع زمانی ۱۳۶۸، ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ارزیابی شد و با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف تغییرات کاربری اراضی را برای سال ۱۴۰۲ پیش‌بینی گردید.

نتایج مقایسهٔ نقشه‌های کاربری اراضی در دوره‌های یادشده نشان‌دهندهٔ تغییر سطح همه کاربری‌ها بوده است. به‌طورکلی روند تغییرات پوشش مرتع از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی نزولی داشته است. تخریب سالیانه مراتع در دوره ۸۲-۱۳۶۸ کمتر از دورهٔ ۹۲-۱۳۸۲ بوده که نشان‌دهنده تخریب شدیدتر کاربری مذکور در دورهٔ دوم است. دلایل تخریب بیشتر اراضی مرتعی در دوره دوم را می‌توان به افزایش جمعیت روستایی، تعداد دام موجود در منطقه و همچنین تقاضای کشاورزان برای تبدیل اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی اعم از آبی یا دیمی نسبت داد.

کاربری بایر در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۲ بیشترین وسعت در بین طبقات کاربری/ پوشش سرزمین را به خود اختصاص داده است. علت افزایش چشم‌گیر مساحت کاربری بایر از سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۳۸۲ را می‌توان تخریب مراتع موجود در منطقه دانست که علاوه بر شرایط محیطی، رواج سیستم دامداری از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر این رخداد بوده است. در سال ۱۳۹۲ طبقه پوشش بایر و تپه‌ماهور جای خود را به طبقه اراضی کشاورزی با وسعت ۴۵/۲۶ درصد داده است که بیشترین درصد از طبقات را تشکیل داده است. مسلماً در این دوره تبدیل اراضی حاشیه‌ای که در اطراف مناطق مسکونی وجود دارند به اراضی کشاورزی موجب کمتر شدن درصد مساحت طبقه بایر و افزایش طبقه با کاربری کشاورزی شده است.

بر این اساس وسعت کاربری اراضی مسکونی از سال ۱۳۶۸ تا سال ۱۳۹۲ سیر صعودی داشته و به میزان ۱۵۶/۵۶ هکتار افزایش یافته است. دراین‌بین کمترین نسبت تغییرات سالانه در فاصله زمانی بین ۱۳۶۸ و ۱۳۸۲ برابر با ۴/۵ هکتار در سال و بیشترین آن در فاصله زمانی بین ۱۳۸۲ و ۱۳۹۲ برابر با ۹/۲ هکتار در سال به وقوع پیوسته است. در هر سه دوره مورد بررسی طبقه بستر رودخانه با ۰/۴٪ کمترین سطح را شامل شده است.

در طول دورهٔ تحقیق، کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده است. وسعت اراضی مذکور از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی صعودی را در پی داشته است به‌طوری‌که در طی سه سال مورد بررسی مقدار ۴۳۳۷ هکتار به این اراضی افزوده شده است. با توجه به اینکه دشت عباس یکی از حاصلخیزترین دشت‌های استان ایلام می‌باشد و از نظر کشاورزی از شرایط مساعدی برخوردار است، همین عامل موجب تغییرات کاربری از کاربری‌های مرتعی و بایر به کاربری کشاورزی شده است. این روند به‌گونه‌ای است که در سال ۱۴۰۲ به در نظر گرفتن عدم تغییر مدیریت حاکم بر منطقه و برنامه‌ریزی لازم، افزون بر ۴۹ درصد از مساحت دشت را طبقه مذکور دربر گرفته که خود موجبات تغییر شرایط اکوسیستم را می‌تواند به دنبال داشته باشد. در مناطق مرکزی و شرقی دشت که از تمرکز بیشتر مناطق مسکونی و منابع آبی چه به‌صورت کانال‌های آبیاری سطحی و چه به‌صورت چاه برخوردار است، مشاهده می‌شود که تغییرات کاربری اراضی به سمت کاربری کشاورزی بیشتر به چشم می‌خورد. مسلماً افزایش سطح توقعات و مسائل اقتصادی به‌ویژه در دههٔ اخیر از یک سمت و وابستگی اهالی دشت عباس به امور کشاورزی از طرف دیگر موجب تقاضای بیشتر برای کسب درآمد و تغییر کاربری‌ها به سمت کاربری کشاورزی شده است. با مقایسه کاربری‌های به دست آمده و کاربری پیش‌بینی‌شده مشاهده می‌شود که این تغییرات کاربری به سمت کشاورزی شدن در حال پیشروی به سمت غرب دشت خواهد بود. متغیر روند تغییرات کاربری‌ها و به‌خصوص بی‌ثباتی روند مدیریتی موجود ممکن است فرایند تحلیل زنجیرهٔ مارکوف را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به اینکه در بیشتر مدل‌های پیش‌بینی اساس بر ثابت بودن روابط متقابل تغییرات و علت‌های آن در طول زمان است ولی فرآیندهای تغییرات استفاده از زمین پویا هستند، ازاین‌رو این‌گونه مدل‌سازی‌ها باید برای دوره‌های کوتاه‌مدت (۱۰-۵ سال) اجرا شوند [۱۵].

References

[1] Alavipanah, S.K. (2013). Application of remote sensing in the earth sciences (soil). University of Tehran press.

[2] Alimohamadi, A., Moosivand, A.J. and Shayan, S. (2010). Prediction of land use and land cover changes using satellite images and Markov chain models. *Humanities Teacher – spatial planning*, 14(3), 117-130.

[3] Asgarian, Ali. (2014). Land cover change detection using Remote Sensing and landscape metrics: A case study in Sari County. M.sc Dissertation, Faculty of Natural resources, University of Tehran. Iran.

[4] Baker W. L. (1989). A review of models of landscape change. *Landscape Ecology*, 2, 111-133.

[5] Dontree, S., (2003). Land use dynamics from multi temporal remotely - sensed date: a case study Northern Thailand, Proceedings of Map Asia, Malaysia.

[6] Farzadmehr, J., Arzani, H., Darvish Sefat, A.A. and Jafari, M., (2006). Assessment Landsat 7 satellite data ability to estimate the canopy and plant production (Case study: Semi-steppe zone henna Samirom). *Iranian Journal of Natural Resources*, 57 (2), 1-15.

[7] Feyzizadeh, B., Azizi, H. and Valizadeh, K. (2008). Extraction Land use Mallekan city by using Landsat 7 ETM + satellite images. Logistics magazine (3), University of Malayer.

[8] Gross,J. E., 2006. Remote sensing for the national parks. Park Science, 24, 30–36.

[9] Jones, D.A., (2009). Monitoring land use and cover around parks: A conceptual approach. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1346–1356.

[10] Karimi, Kamran. (2014). Assessment Desertification Trends and Forecasts the Abbas Plain by Using Neural Network (With an emphasis on biophysical factors). M.sc Dissertation, Faculty of Natural resources, University of Tehran.

[11] Kazemi, M., Mahdavi, Y., Novhegar, A. and Rezaii, P., (2011). Changes in land use and land cover by using remote sensing and GIS techniques (Case Study: Shiraz Bostanak Watershed). Application of remote sensing and GIS in Natural Resource Sciences, Second Year, 1,101-111

[12] Lambin, E.F. and H. J. Geist. (2006). Land Use and Land Cover Change Local Processes and Global Impacts.Heidelberg, New York.

[13] Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. (1994).Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and sons, New York, 750 pp.

[14] Mahini, A., Feghhi, J., Nadeali, A. and Rezai, B. (2008). Changes in tree cover the Golestan province artificial neural network classification methods using ETM + and TM Landsat data. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16 (3), 505-495.

[15] Mas, J.F., H. Puig, J.L. Palacio & A. Sosa- López. (2004). Modeling deforestation using GIS and artificial neural networks. *Environmental Modeling & Software*, 19, 461–471.

[16] Mitsova D, Shuster W, Wang X. (2011). A cellular automata model of land cover change to integrate urban growth with open space conservation. *Landscape and Urban Planning*, 99, 141-153.

[17] Nazarisamani, A.A., Ghorbani, M. and Koohbani, H.R. (2010). Assessment of changes in land use in the Taleghan watershed basin in the period from 1987 to 2001. *Academic Journal of Range Management Research*, 4 (3),451-442.

[18] Opeyemi ZA. (2008). Monitoring the growth of settlements in Ilorin, Nigeria (a GIS and remote sensing approach). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 37:225-232.

[19] Ozesmi, S.L. and Bauer, E.M., (2002). Satellite remote sensing of wetlands. Wetlands Ecology and Management. 10), 381-402.

[20] Parker, D.C., Manson Hoffmann,S.M. and Deadman, .M.J. (2003). Multi agent systems for the simulation of land use and land cover change: a Review. *Annals of the Association of American Geographers*, 43, 314–337.

[21] Richards John A. and Xiuping Jia. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction, 4th Edition. Springer.

[22] Richards, J.A. (1993).An Introduction to Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag New York, Inc., Second Edition, 225pp.

[23] Roodgarmi, P., Khorasani, N., Monavari, S.M. and Noori, J. (2010). Predict the environmental impacts of development bu using satellite imagery and remote sensing technique. *Environmental Science and Technology*, 11(1), 161-172.

[24] Salman Mahini, A., Fazli, H,. Daryanabard, R., Kamyab, H.and Fendereski, F. (2011). Zoning and degree of ecological sensitivity of coastal areas. Environmental Protection Agency. 231pp.

[25] Stehman, S. V. (2004). A critical evaluation of the normalized error matrix in mapping assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 70, 743-751(31)

[26] Tang, J., Wang, L. and Yao, Z. (2008). Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images: A comparison of two petroleum-oriented cities. *Landscape and Urban Planning*, 87, 269-278.

[27] Vafai, S., Darvishsefat, A.A., Pirbavaghar, M. (2013). Monitor and predict changes in spatial land-use by using LCM model (Case Study: Marivan region). Iranian Journal of Forest, Forest Society of Iran, Fifth Year, 3, 336-323.

[28] Wang,Y.Q., et al. (2009). Remote sensing of land-cover change and landscape context of the national parks: A case study of the Northeast Temperate Network. *Remote Sensing of Environment*, 113, 1453-1461.

[29] Wijanarto AB. (2006). Application of Markov Change Detection Technique for Detecting Landsat ETM Derived Land Cover Change Over Banten Bay. *Journal of Ilmiah Geomatika*, 12(1), 11-21.