

پایش، بررسی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی/پوشش زمین با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف مطالعه موردی: شوشتر - خوزستان

مریم ممبنی^۱

حمیدرضا عسگری^۲

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۱/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۱۱/۰۹

چکیده

پایش و مدیریت بهینه منابع طبیعی نیازمند اطلاعات به هنگام و صحیح است. تغییرات در پوشش زمین که در سطوح مختلف فضایی و در دوره‌های زمانی متفاوت رخ می‌دهد، بیانگر تعامل و تقابل نیازهای همیشگی جوامع انسانی و محیطی با زمین می‌باشد. در این راستا نقشه‌های کاربری/پوشش زمین از مهمترین منابع اطلاعاتی در مدیریت منابع طبیعی محسوب می‌شوند. در مطالعه حاضر، تغییرات پوشش اراضی طی ۲۶ سال گذشته و بررسی امکان پیش‌بینی آن در آینده با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف منطقه شوشتر مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق، تصاویر سنجنده‌های TM لندست ۴، ۵ و OLI لندست ۸ به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ و همچنین نقشه‌های توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده گردید. تصاویر هر سه مقطع زمانی به چهار طبقه کاربری مرتع، اراضی کشاورزی دیم، اراضی مسکونی، و اراضی کشاورزی آبی طبقه‌بندی شدند. بنابر نتایج، کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵ روندی صعودی را در پی داشته است، به طوری که مقدار ۴۳۳۷ هکتار (۱۲/۷ درصد) به این اراضی افزوده شده است. روند تغییرات کاربری مرتع نیز طی ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵ روندی نزولی بوده که موجب کاهش ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه شده است. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه‌ای است که در صورت ادامه روند موجود در منطقه ۲۰/۳۳ درصد به طبقه کاربری اراضی آبی افزوده خواهد شد، به طوری که در سال ۲۰۳۰ کاربری کشاورزی آبی ۶۰/۹۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود. در کاربری‌های مرتع و اراضی دیم به ترتیب ۲۱/۱۲ و ۰/۲۱ درصد از مساحت تشکیل‌دهنده هر کاربری کاسته شده است و به مساحت کاربری مسکونی افزوده شده است. نقشه پیش‌بینی حاصله از مدل زنجیره‌ای مارکوف برای ارائه دیدی کلی به منظور مدیریت بهتر منابع طبیعی بسیار حائز اهمیت است.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری، پیش‌بینی، مدل زنجیره‌ای مارکوف، شوشتر، تصاویر لندست، خوزستان، پایش

۱- دانشجوی دکتری بیابانزادایی، دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (نویسنده مسئول) Maryam.mombeni@yahoo.com

۲- استادیار دانشکده مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان hras2010@gmail.com

۱- مقدمه

و میزان تغییرات پوشش اراضی است. (Lambin and Geist, 2008) از طریق این فن می‌توان با استفاده از مجموعه تصاویر چندزمانه و پردازش آنها با یکی از روش‌های مناسب موجود و با سرعت و دقت بالا نسبت به آشکارسازی تغییرات مورد نظر در منطقه اقدام کرد. با استفاده و به کارگیری داده‌های سنجنش از دور می‌توان به شیوه‌ای علمی و کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت (Brown et al. 2000: 247, Dontree, 2003, Gilks et al., 1996: 19).

در مدلسازی‌های زمانی و مکانی، فناوری سنجنش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش محوری را ایفا می‌کنند، به گونه‌ای که فناوری سنجنش از دور با فراهم آوردن داده‌های چندطیفی و چندزمانه‌ای که از نظر هزینه و زمان مقرون به صرفه بوده و هم اطلاعات ارزشمندی را برای درک و فهم و پایش الگوها و پروسه‌ی پوشش زمین موجب می‌شود؛ بنابراین داده‌های به دست آمده به وسیله این فناوری می‌تواند به عنوان مهمترین منبع در فراهم سازی داده‌های پایه‌ای برای مدلسازی تغییرات پوشش زمین برای سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد.

با پیش‌بینی تغییرات کاربری می‌توان مقدار گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد و (Bell, 1974:311, Gross et al., 2009:1343 و Hathout, 2002:229) همچنین در خصوص کارایی مدل زنجیره-

ای مارکوف بایستی مطرح کرد که با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف، نسبت تبدیل کاربری‌های مختلف و امکان پیش‌بینی آنها در آینده فراهم می‌شود (Jenerette, ۲۰۰۱، نشاط، ۱۳۸۱).

کریمی و کمکی (۱۳۹۴) با استفاده از مدل زنجیره‌ای مارکوف به پایش، ارزیابی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی اراضی/پوشش دشت بسطاق پرداختند.

در این مطالعه تعیین نقشه‌های کاربری پس از انجام تصحیحات بر روی تصاویر ماهواره‌ای، تعیین نمونه‌های آموزشی و ارزیابی دقت طبقه بندی‌ها با استفاده از ضریب کاپا صورت گرفت. نتایج نشان می‌دهد که طبقه فاقد پوشش/بایر و مرتع، پویاترین کاربری‌های موجود در منطقه بوده که درصد مساحت این اراضی طی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ به ترتیب

در سال‌های اخیر رشد شهرنشینی در ایران و افزایش مهاجرت به شهرهای بزرگ کشور، باعث گسترش ناگهانی و غیرطبیعی این شهرها و تخریب زمین‌های حاصلخیز و منابع طبیعی شده و آسیب‌های جبران ناپذیری به طبیعت وارد کرده است. با افزایش جمعیت شهر شوشتر، رشد زیادی در اراضی ساخته شده در منطقه به وجود آمده و باعث تغییرات زیاد کاربری‌ها در پیرامون شهر و تخریب زمین‌های حاصلخیز موجود در حومه شهر شده است؛ به گونه‌ای که ادامه این روند می‌تواند آسیب‌های جبران ناپذیری به منابع زیست-محیطی منطقه وارد آورد.

در واقع در زمینه تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی، مدل‌ها نقش مهمی در کاوش توسعه آینده احتمالی آن دارند و از قابلیت‌های تشریحی و پیش‌بینی آینده‌ای که مدل‌ها دارا می‌باشند می‌توان به عنوان ابزاری برای آگاهی افراد درگیر در تصمیم‌گیری‌های کاربری و پوشش زمین، استفاده کرد به طوری که از قابلیت پیش‌بینی کنندگی مدل‌ها می‌توان به عنوان سیستم هشداردهنده اولیه استفاده کرد، بدین ترتیب که تصمیم‌گیران را از نتایج توسعه آینده و مناطق دارای اولویت برای تحلیل‌ها و سیاست‌های میانجی آگاه کرد.

مدل‌های پیش‌بینی کاربری اراضی برای برنامه‌ریزی استفاده پایدار از زمین یک نیاز ضروری است (Kamusoko et al., 2009:435, Mas et al., 2004:94, Sohl and Claggett, 2013:235) به ویژه در کشورهای در حال توسعه که فعالیت‌هایی نظیر: جنگل‌زدایی، توسعه بی‌رویه اراضی کشاورزی و تخریب مراتع موجب شدت بخشیدن به پدیده بیابانزایی شده، مورد نیاز است (Amiraslani and Dragovich, 2011: 1, Upadhyay et al., 2006:349) به علاوه، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و برقراری ارتباط بین این تغییرات با عواقب اقتصادی-اجتماعی حاصل از آن اهمیت بسیار بالایی برای مدیریت پایدار اراضی دارد (Whitford et al., 2008:340).

سنجنش از دور یک فناوری کلیدی جهت ارزیابی وسعت

۱۳۹۰) مدل سازی کردند. نتایج نشان داد که در طول دوره مطالعه، تغییرات شدید از اراضی باز به اراضی کشاورزی و رهاسازی زمین‌های کشاورزی در منطقه مشاهده شده است. از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۴ به میزان ۱۹۷۱۵/۷۶ هکتار به وسعت اراضی کشاورزی افزوده شده و بین سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ تنها ۱۴/۴۸٪ از کاربری کشاورزی بدون تغییر مانده است و وسعت زیادی از کشاورزی رهاسازی شده است.

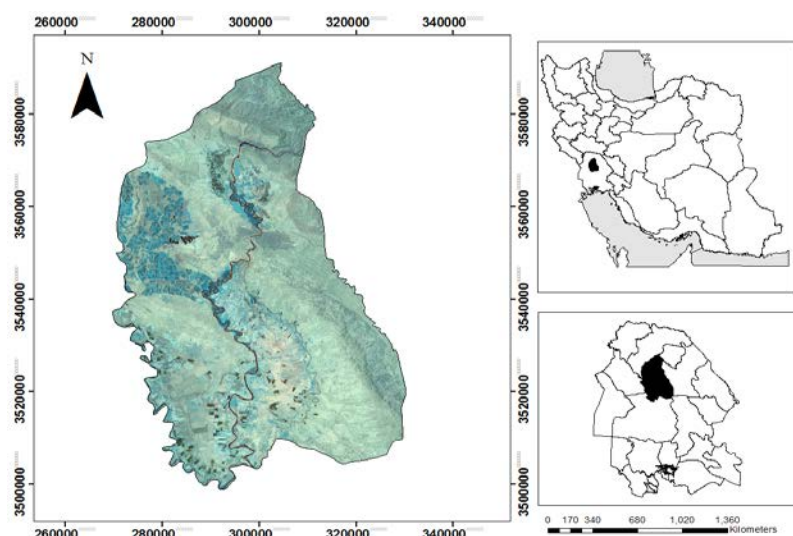
احمد و همکاران^۳ (۲۰۱۲) با مقاله‌ای تحت عنوان مدل‌سازی رشد شهری با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره‌ای، رشد شهر داکا را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۸۹ و ۱۹۹۹ تحلیل نمودند و سپس رشد شهری برای سال ۲۰۰۹ پیش‌بینی شد. بدین صورت که ابتدا تصاویر در پنج کلاس، طبقه‌بندی شده و سپس بر اساس، سه مدل مارکوف تصادفی، سلول‌های خودکار- زنجیره مارکوف و پرسترون چند لایه- زنجیره مارکوف رشد شهر داکا برای سال ۲۰۰۹ شبیه‌سازی گشت سپس بهترین مدل سازگار با واقعیت که پرسترون چند لایه- زنجیره مارکوف باشد، انتخاب شده و به وسیله آن رشد شهری برای سال ۲۰۱۹ پیش‌بینی گردید. رضانی و جعفری (۱۳۹۳) در تحقیقی به آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA مارکوف (مطالعه موردی: اسفراین) پرداختند. نتایج این مطالعه کاهش ۵۰۰۰ و ۴۰۰ هکتاری را به ترتیب در سطح مراتع و اراضی کشاورزی نشان داد. به علاوه، مدل پیش‌بینی کرد که سطح مراتع فقیر ۳۰ هکتار و اراضی مسکونی ۴۵۰ هکتار در ۱۳ سال آینده (۱۴۰۴-۱۳۸۸) افزایش دارد. دژکام و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین در شهرستان رشت با استفاده از مدل سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف پرداختند. نتایج نشان داد که در طی ۲۰ سال گذشته، مناطق انسان ساخت ۵۶/۷ درصد افزایش یافته و منجر به نابودی حدود ۱۱ درصد از زمین‌های کشاورزی

برابر ۲۱/۶۴٪ (افزایشی) و ۳۱/۱۴٪ (کاهش) بوده که بیانگر تخریب کلی و جایگزینی کاربری‌های ضعیف‌تر در منطقه است. اصلاح و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی به بررسی کارایی مدل زنجیره‌ای مارکوف در برآورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat پرداختند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه لندست مربوط به سال‌های ۱۹۷۵، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۵ میلادی استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که بیشترین درصد اختلاف مربوط به کلاس اراضی مزروعی (۶۴۶۲۲۲/۰ درصد) بوده و کمترین درصد اختلاف در کلاس فضای سبز (۰/۰۵۵۱/ درصد) دیده می‌شود. بدین ترتیب می‌توان کارایی خوب این مدل را توجیه کرد.

احدنژاد روشتی و همکاران (۱۳۹۰) در مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات اراضی حاشیه شهری در طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۶۳ را ارزیابی و سپس تغییرات را برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی کردند. تصاویر مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سنجنده TM ماهواره لندست برای سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۰، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ بود.

در این تحقیق علاوه بر بارزسازی، برای کشف و ارزیابی تغییرات صورت گرفته بین سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ از روش فازی مبتنی بر شدت انطباق^۱ و مقایسه بعد از طبقه‌بندی^۲ استفاده شد همچنین برای پیش‌بینی روند تغییرات تا سال ۱۴۰۰ از روش ترکیبی زنجیره مارکوف و سلول‌های خودکار استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در طی ۲۷ سال مورد بررسی، کاربری‌های اراضی در حدود ۳۴ درصد تغییر کرده‌اند که این تغییر عمدتاً ناشی از فعالیت‌های انسانی و افزایش جمعیت بوده است.

غلامعلی فرد و همکاران (۱۳۹۳) تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکوف را در سواحل میانی استان بوشهر در یک دوره ۲۳ ساله (۱۳۶۷-۱۳۹۰)



نگاره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و کشور

و پیش‌بینی کاربری‌های منطقه پکن چین را طی یک بازه زمانی ۱۶ ساله مورد مطالعه قرار دادند و از مدل زنجیره مارکوف و رگرسیون برای پیش‌بینی استفاده کردند.

بررسی مقدار تغییر و روند تخریب منابع در سال‌های گذشته و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده مسلماناً گام مهمی در مهار و کنترل تغییرات غیراصولی، برنامه‌ریزی و استفاده بهینه از منابع سرزمین می‌باشد، بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی روند تغییرات کاربری اراضی برای طی سالیان گذشته و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین به کمک مدل زنجیره‌ای مارکوف در شهر شوشتر استان خوزستان می‌باشد. با پیش‌بینی تغییرات کاربری می‌توان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص کرده و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد (Brown et al. 2000: 247, Hathout, 2002: 229 و Jenerette et al., 2001).

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه شهرستان شوشتر با وسعت ۳۴۰۶۵/۲ هکتار در شمال استان خوزستان واقع گردیده است. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه حداثاً ۳۱°۳۶'۱۹" تا ۴۸°۳۳'۵۱" عرض شمالی می‌باشد (نگاره ۱). با توجه به آمار

۴ درصد از پوشش جنگلی منطقه شده است. اعتبارسنجی مدل نشان داد که مدل از توان قابل قبولی در پیش‌بینی تغییرات منطقه برخوردار است.

وانگ و همکاران^۱ (۲۰۱۲) تغییرات کاربری اراضی منطقه Changping در پکن را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست برای سال ۲۰۰۰ پیش‌بینی کردند. پیکوثر و همکاران^۲ (۲۰۱۲) نیز در مطالعه‌ای اثرهای تغییرات کاربری اراضی در گذشته و آینده را بر روی منطقه حفاظت شده‌ای در جنوب اسپانیا با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA، مارکوف بررسی کردند. نتایج این مطالعه در منطقه توسعه کشاورزی و مناطق شهری و رهاسازی کاربری‌های گذشته را نشان داد. در این مطالعات و مطالعات مشابه دیگر، علاوه بر مشخص شدن وضعیت تغییرات کاربری اراضی در زمان مورد نظر با استفاده از مدل مارکوف، کارایی این مدل در مطالعات پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در تمام این مطالعات از گذشته تا کنون تأیید شده است (سول و کلاگت^۳، ۲۰۱۳، مس و همکاران^۴، ۲۰۱۴).

مدل مارکوف-ژنتیک تاکنون در مطالعات مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. وو و همکاران^۵ (۲۰۰۶) پیش

1- Wang et al., 2012
 2- Piquer et al., 2012
 3- Sohl and Claggett, 2013
 4- Mas et al., 2014
 5- Wu et al., 2006

جدول ۱: تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

تاریخ اخذ شده	ماهواره	سنجنده	سین
۱۹۸۹-۰۶-۲۵	لندست ۴	TM	۱۶۵-۳۸
۲۰۰۰-۰۶-۱۵	لندست ۵	TM	۱۶۵-۳۸
۲۰۱۵-۰۶-۲۵	لندست ۸	OLI	۱۶۵-۳۸

۲-۴-پیش‌پردازش و بررسی کیفیت تصویر موجود متوسط مقدار بارندگی سالانه ۳۲۲ میلیمتر است که حداکثر نزولات جوی در ماه‌های دی و بهمن ماه بوده است.

پیش از به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در تجزیه تحلیل رقومی، کیفیت آن‌ها از نظر 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.

۲-۲- تصاویر و نرم افزارهای مورد استفاده

نرم‌افزارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل نرم افزارهای ArcGIS 10.2, ENVI 4.8 و IDRISI Selva 17.0 می‌باشد که از نرم‌افزار ArcGIS 10.2 برای آماده‌سازی اولیه داده‌ها، از نرم‌افزار ENVI 4.8 برای انجام تصحیح رادیومتریک و اتمسفری، طبقه‌بندی تصاویر و عملیات پیش‌پردازش و از نرم‌افزار IDRISI Selva 17.0 برای تحلیل تغییرات پوشش زمین در رابطه با تغییرات صورت گرفته، مدلسازی و پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین و اعتبارسنجی مدل، استفاده گردید. مراحل انجام کار که در نگاره ۲ ذکر شده‌اند در ادامه توضیح داده خواهند شد.

۲-۵- طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

با توجه به کاربری‌های موجود در منطقه، اهداف تحقیق و قابلیت‌های کم و بیش شناخته‌شده تصاویر مورد استفاده در استخراج اطلاعات مفید به ویژه تهیه نقشه کاربری اراضی، چهار کاربری شامل مرتع، اراضی کشاورزی دیم، اراضی کشاورزی آبی و اراضی مسکونی مد نظر قرار گرفت.

برای روش طبقه‌بندی از الگوریتم بیشترین شباهت (*Ozesmi and Bauer, 2002: 381*) در محیط نرم‌افزار ENVI 4.8 استفاده شد.

این روش با استفاده از میانگین و ماتریس کواریانس سایت‌های تعلیمی از روش‌های دیگر طبقه‌بندی مانند طبقه‌بندی کمترین فاصله از داده‌های تصویر تحلیلی بهتر به دست می‌آیند (علی محمدی و همکاران، ۲۰۰۶، Richards and Xiuping, 1389: 117).

۲-۳- تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین، شامل تصاویر ماهواره‌های سری لندست می‌باشند؛ که این تصاویر به دلیل قدمت سری‌های زمانی، توان تفکیک طیفی و مکانی مناسب برای مطالعات تغییرات پوشش زمین و همچنین رایگان بودن این تصاویر، در این تحقیق استفاده شده‌اند. تصاویر لندست مورد استفاده شامل تصاویر اخذ شده به وسیله، لندست ۴، ۵ و ۸ می‌شود که از سایت رسمی سازمان زمین شناسی آمریکا^۱ تهیه گردیده است. جزئیات تصاویر مورد استفاده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین را در جدول ۱ ملاحظه می‌نمایید.

۲-۶- ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده

۲-۶-۱- ماتریس خطا

این ماتریس از مقایسه بین واقعیت زمینی و تصویر طبقه‌بندی شده محاسبه می‌گردد، در این ماتریس درایه‌هایی که بر روی قطر اصلی واقع شدند، تعداد پیکسل‌هایی هستند که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند و درایه‌های خارج از قطر اصلی تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی نشده می‌باشد.

مجموع قطر اصلی ماتریس خطا، X_{i+} مجموع ردیف i ، X_{+j} مجموع ستون متناظر j ، ماتریس خطا می باشد (Congalton, 1991: 35).

۲-۷- مدل زنجیره‌ای مارکوف

زنجیره‌های مارکوف کاربردهای گسترده‌ای در مدل کردن تغییرات کاربری و پوشش اراضی و پیش‌بینی آن دارند (علی محمدی و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۱۷ و ۲۰۰۶: ۳۲۲). Wu et al., (۲۰۰۶: ۳۲۲). آنالیز زنجیره مارکوف به منظور تعیین احتمال تغییر هر طبقه کاربری به دیگر طبقات کاربری (یا بدون تغییر مانند آن) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mitsova et al., 2011: 141). در بیشتر پژوهش‌ها درجه مارکوف برابر با یک و حالت ایستایی با زمان را برای مدل مارکوف قائل بوده‌اند. (Bell, 1974: 311).

در تحلیل زنجیره مارکوف از طبقه‌های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت‌های زنجیر استفاده شده است. این زنجیره برای تعیین احتمال تغییر به دو نقشه کاربری اراضی (ورودی‌های مدل) نیاز دارد که معمولاً این نوع داده‌ها با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای به دست می‌آیند (Mitsova et al., 2011: 141).

اجرای آنالیز زنجیره مارکوف با استفاده از دستور Markov chain در نرم افزار Idrisi Selva انجام گرفت. آنالیز زنجیره مارکوف برای دو منظور تهیه می‌گردد، ماتریس اول جهت کالیبراسیون و ماتریس دوم به منظور شبیه‌سازی تغییرات احتمالی رخ داده در آینده انجام می‌گیرد، خروجی مدل نیز شامل احتمال تبدیل وضعیت، ماتریس مساحت‌های تبدیل شده هر طبقه و در پایان تصاویر احتمالات شرطی برای تبدیل کاربری‌های مختلف است (Gilks et al., 1996: 19 و Weng, 2002: 273).

۳- نتایج

۳-۱- آشکارسازی تغییرات

برای درک تغییرات منطقه گسترش و کاهش مساحت کلاس‌ها طی دوره ۲۶ ساله، نقشه‌های طبقه‌بندی شده به



نگاره ۲: چارچوب مفهومی پایش و پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین (دژکام و همکاران، ۱۳۹۴)

۲-۶-۲- دقت کلی

دقت کلی به وسیله تقسیم مجموع پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده بر مجموع کل پیکسل‌های طبقه بندی شده به دست می‌آید، لازم به یادآوری می‌باشد که پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده، در قطر اصلی ماتریس خطا جای دارند.

۲-۶-۳- ضریب کاپا

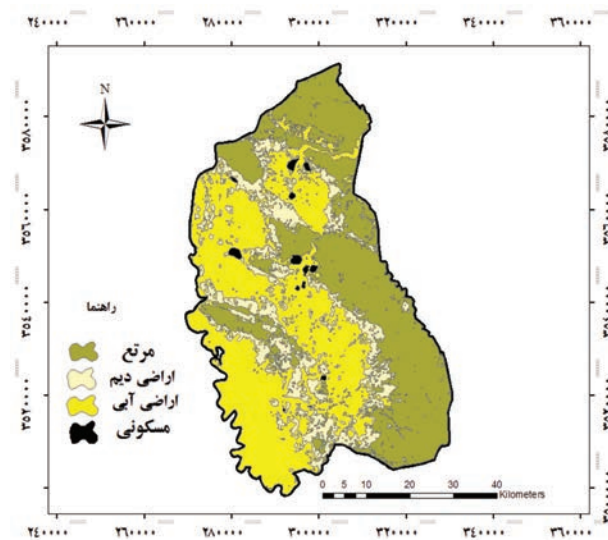
$$\text{رابطه (۱): } K = \frac{N \sum_{i=j=1}^n x_{ij} - \sum_{i=1}^n (x_i + x_j)}{N^2 - \sum_{i=1}^n (x_i + x_j)}$$

ضریب کاپا (k) معیاری است برای سنجش توافق بین پیش‌بینی مدل و واقعیت، این ضریب با استفاده از رابطه ۱ قابل محاسبه می‌باشد:

که در آن: N تعداد کل پیکسل‌ها در ماتریس خطا، X_{ij}

1- Transition Areas Matrix

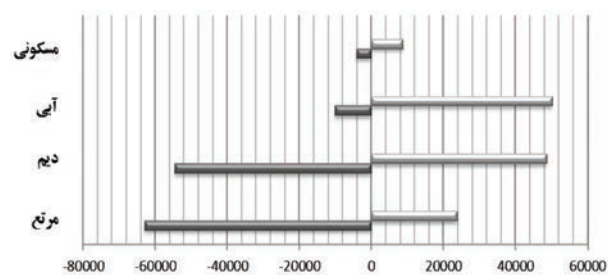
2- Conditional Probability Images



نگاره ۵. نقشه کاربری اراضی / پوشش زمین حاصل از پردازش تصاویر ماهواره ای ETM سال ۲۰۱۵

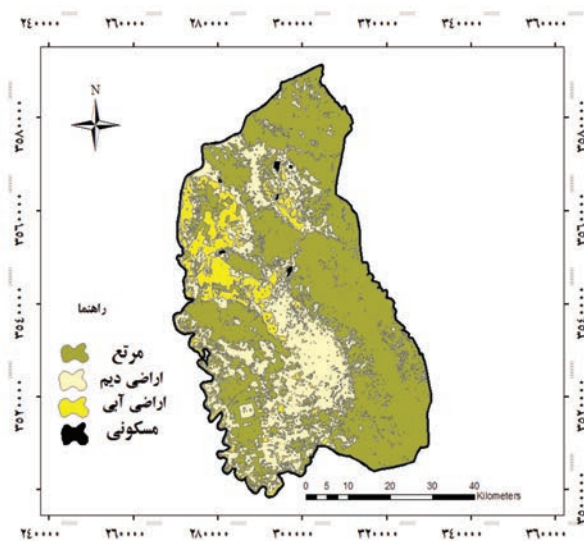
در دوره ۱۹۸۹-۲۰۰۰ بیشترین تغییرات از کل مساحت منطقه مربوط به کلاس‌های مرتع و دیم می‌باشد، به طوری که مساحت آنها به ترتیب از ۵۵ و ۳۲ درصد در سال ۱۹۸۹ به ۴۳ و ۳۰ درصد در سال ۲۰۰۰ کاهش یافته‌اند.

همچنین کمترین تغییرات در این دوره مربوط به کلاس اراضی مسکونی می‌باشد که این تغییرات کمتر از دو درصد کل مساحت منطقه را شامل می‌شوند. در این بین تغییرات دیگر مربوط به کلاس اراضی آبی می‌باشد که از ۱۱ درصد به ۲۳ درصد افزایش یافته است. کمیت تغییرات صورت گرفته و همچنین توزیع تغییرات در طی این دوره را به ترتیب می‌توانید در جدول ۲ و نگاره ۶ مشاهده نمایید.

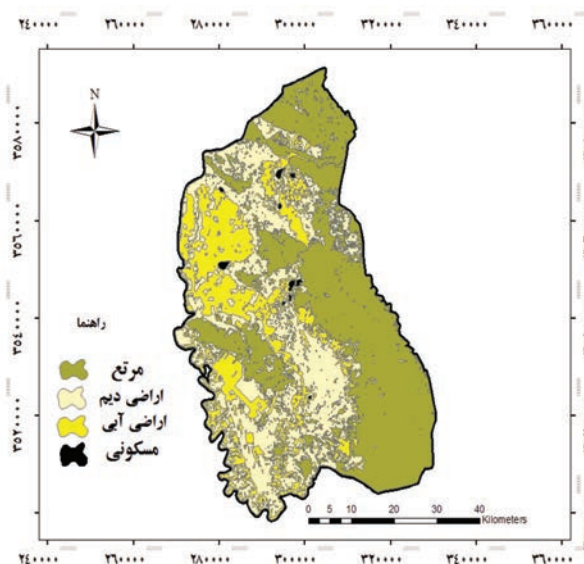


نگاره ۶: افزایش و کاهش مساحت به هکتار بین سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۰۰

محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.2 وارد گردید. با مقایسه این نقشه‌ها و جدول تقاطعی به دست آمده، نقشه و درصد تغییرات هر کلاس مشخص و محاسبه شده است. نتایج تفسیر بصری تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ در نگاره‌های ۳ تا ۵ آمده است.



نگاره ۳. نقشه کاربری اراضی / پوشش زمین حاصل از پردازش تصاویر ماهواره ای TM سال ۱۹۸۹

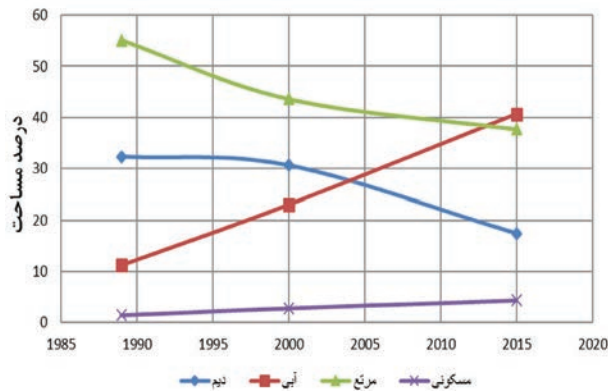


نگاره ۴. نقشه کاربری اراضی / پوشش زمین حاصل از پردازش تصاویر ماهواره ای TM سال ۲۰۰۰

جدول ۲: مساحت طبقات کاربری اراضی طی سه سال مورد بررسی

کاربری	۱۹۸۹		۲۰۰۰		۲۰۱۵	
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
کشاورزی دیم	۱۱۰۰۷۵/۵۸	۳۲/۳۱	۱۰۴۲۶۱/۹۴	۳۰/۶	۵۹۱۹۲/۶۴	۱۷/۳۷
کشاورزی آبی	۳۸۲۵۴/۰۵	۱۱/۲۲	۷۸۴۰۹/۰۸	۲۳/۰۳	۱۳۸۳۸۵/۷۴	۴۰/۶۲
مرتع	۱۸۷۵۳۲/۸۵	۵۵/۰۵	۱۴۸۴۹۰/۷۶	۴۳/۵۹	۱۲۸۳۷۱/۸۶	۳۷/۶۸
مسکونی	۴۷۸۲/۶۹	۱/۴۲	۹۴۸۳/۳۹	۲/۷۸	۱۴۶۹۴/۹۳	۴/۳۳

حالتی توأمافزایشی را داشته‌اند، ولی برعکس کلاس‌های اراضی دیم و مرتع حالت توأمافکاهی داشته است. نگاره ۸ نشانگر روند تغییرات در طی این دو دوره می‌باشد.



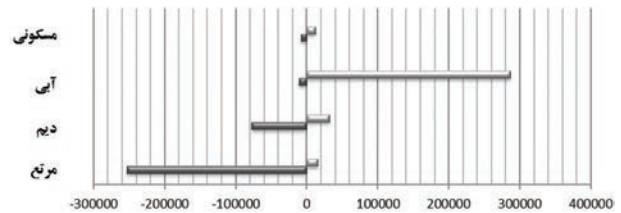
نگاره ۸: روند تغییرات سطح کلاس‌ها در دوره ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵

۲-۳- دقت طبقه‌بندی تصاویر

نتایج مربوط به برآورد دقت طبقه‌بندی‌ها در جدول شماره ۳ آمده است. دقت طبقه‌بندی‌ها به طور کلی بیش از ۷۷ درصد، و برای استفاده در مدل مارکوف مناسب است.

جدول ۳: دقت کلی و شاخص کاپا برای سه تصویر مورد استفاده

سال	نقشه کاربری تهیه‌شده	
	شاخص کاپا	دقت کلی
۱۹۸۹	۰/۸۸	۰/۹۲
۲۰۰۰	۰/۷۷	۰/۸۵
۲۰۱۵	۰/۹۲	۰/۹۴

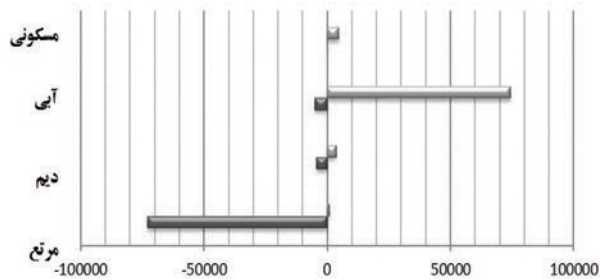


نگاره ۷: افزایش و کاهش مساحت به هکتار بین سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۵

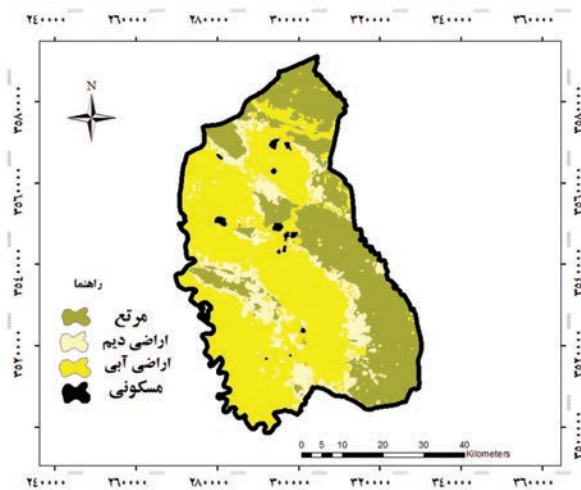
مطالعه تغییرات صورت گرفته در دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۵ نشان دهنده این واقعیت است که بیشترین تغییرات از کل مساحت منطقه، مربوط به کلاس اراضی آبی می‌باشد، به گونه‌ای که مساحت این کلاس از ۲۳ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۴۰ درصد از مساحت کل منطقه، یا چیزی در حدود ۱۳۸۳۸۵/۷۴ هکتار، در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. دیگر کلاسی که از نظر بیشترین تغییرات صورت گرفته از مساحت کل منطقه رتبه بعدی را دارا است، کلاس اراضی دیم می‌باشد که کاهشی در حدود ۱۳ درصد از مساحت کل منطقه را تجربه کرده است.

در این بین، کلاس مرتع دارای تغییرات متوسطی بوده، طوری که مساحت آن از ۴۳ درصد به ۳۷ درصد کاهش یافته است. همچنین کمترین تغییرات از کل مساحت منطقه در این دوره‌ها، مربوط به کلاس مسکونی می‌باشد که این تغییرات کمتر از دو دهم درصد از کل مساحت منطقه را شامل می‌شود.

توزیع تغییرات در طی این دوره را به ترتیب می‌توانید در جدول ۲ و نگاره ۷ مشاهده نمایید. از نظر روند تغییرات در طی این سه دوره، کلاس‌های اراضی آبی و مسکونی



نگاره ۹: افزایش و کاهش مساحت به هکتار بین سال‌های ۲۰۳۰-۲۰۱۵



نگاره ۱۰: نقشه شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی/پوشش زمین در سال ۲۰۳۰

۳-۳-مدلسازی تغییرات به وسیله مدل سلول‌های خودکار-مارکوف در سال ۲۰۳۰

پس از بررسی نتایج حاصل از صحت مکانی مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۱۵، از مدل سلول‌های خودکار مارکوف با ضریب کاپای معادل ۷۰ درصد برای پیش‌بینی میزان تغییرات تا سال ۲۰۳۰ استفاده شد. جدول ۴ و نگاره ۱۰ به ترتیب نشان‌دهنده مساحت طبقات کاربری اراضی و نقشه منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۳۰ است. نگاره ۹ نیز نمودار افزایشی و کاهش مساحت کاربری‌های منطقه را حسب هکتار بین سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۳۰ نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه‌ای است که در صورت ادامه روند موجود در منطقه ۲۰/۳۳ درصد به طبقه کاربری اراضی آبی افزوده خواهد شد، به طوری که در سال ۲۰۳۰ کاربری کشاورزی ۶۰/۹۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود. این افزایش مساحت ناشی از تغییرات کاربری‌های مرتع و اراضی دیم به کشاورزی آبی است که به ترتیب ۲۱/۱۲ و ۰/۲۱ درصد از مساحت تشکیل‌دهنده هر کاربری کاسته شده است. تغییرات مذکور بیشتر در اطراف مناطق روستایی موجود در منطقه حادث شده است.

جدول ۴: مساحت طبقات کاربری اراضی/پوشش زمین حاصل از مدل سلول‌های خودکار-مارکوف

مساحت طبقات کاربری/پوشش سرزمین به هکتار (درصد)				سال
مسکونی	مرتع	کشاورزی آبی	کشاورزی دیم	
(۵/۳۳) ۱۸۱۲۱/۷۲	(۱۶/۵۶) ۵۶۴۱۳/۶۱	(۶۰/۹۵) ۲۰۷۶۳۱/۲	(۱۷/۱۶) ۵۸۴۷۸/۶۱	۲۰۳۰

جدول ۵: ماتریس احتمالی تبدیل کاربریها/پوشش زمین در فاصله زمانی ۲۰۱۵-۲۰۳۰ به روش مارکوف (درصد)

مجموع	مسکونی	مرتع	اراضی آبی	اراضی دیم	سال
					۲۰۱۵-۲۰۳۰
۱۰۰	۸/۹۴	۱۲/۲۶	۵۳/۲۹	۲۵/۵۱	اراضی دیم
۱۰۰	۲/۷۲	۱/۹۸	۸۶/۳۲	۸/۹۸	اراضی آبی
۱۰۰	۰/۴۲	۳۰/۷۸	۶۲/۳۷	۶/۴۳	مرتع
۱۰۰	۱۷/۹۸	۱۷/۷۲	۴۲/۲۵	۲۲/۰۵	مسکونی

۴- بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل این داده ها می تواند بینش های صحیح جهت تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند. به خصوص استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی می تواند جهت شناسایی پوشش زمین و شبیه سازی آن در آینده به مدیران و استفاده کنندگان برای مدیریت و برنامه ریزی و کاربرد سیاست های توسعه پایدار کمک کند (Al-Ahmadi and Hames, 2009:167).

داشتن آمار و اطلاعات به هنگام از کاربری های موجود، لازمه مدیریت صحیح عرصه های طبیعی است. یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به تغییرات کاربری اراضی است (Nazarisamani et al., 2010). در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی شوشتر به وسعت ۳۴۰۶۶۵ هکتار در سه مقطع زمانی ۱۹۸۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ارزیابی شد و با استفاده از مدل زنجیره مارکوف تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ پیش بینی گردید.

نتایج مقایسه نقشه های کاربری اراضی در دوره های یاد شده نشان دهنده تغییر سطح همه کاربری ها بوده است. نرخ تخریب سالیانه مراتع (۳۵۴۹/۲ هکتار) در دوره ۲۰۰۰-۱۹۸۹ بیشتر از نرخ تغییرات سالیانه دوره ۲۰۱۵-۱۹۸۹ (۱۳۴۱/۲۶ هکتار) بوده است، که نشان دهنده تخریب شدیدتر کاربری مذکور در دوره اول است. به طور کلی روند تغییرات پوشش مرتع از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵ روندی نزولی داشته است، طی دوره ۲۶ ساله مورد بررسی مقدار ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه کاسته شده است نتیجه مذکور با نتیجه رضانی و جعفری (۱۳۹۳) در اسفراین و کریمی و کمکی (۱۳۹۴) در دشت بسطاق خراسان جنوبی همسویی دارد.

پوشش اراضی مرتعی و دیم در سال های ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ به ترتیب با ۵۵/۰۵، ۴۳/۵۹ و ۳۲/۳۱، ۳۰/۶ درصد بیشترین وسعت در بین طبقات کاربری/ پوشش زمین را به خود اختصاص داده اند. در سال ۲۰۱۵ طبقه اراضی دیم و مرتع جای خود را

به طبقه اراضی آبی با وسعت ۴۰/۶۲ درصد داده است که بیشترین درصد از طبقات را تشکیل داده است این مسأله با توجه به نزدیکی منطقه به رودخانه، تصرف اراضی ملی و افزایش نرخ بیکاری قابل توجه می باشد.

بر این اساس وسعت کاربری اراضی مسکونی از سال ۱۹۸۹ تا سال ۲۰۱۵ سیر صعودی داشته و به میزان ۳۳۱۸۷/۷۶ هکتار افزایش یافته است. در این بین کمترین نسبت تغییرات سالانه در فاصله زمانی بین ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ برابر با ۳۴۷/۴ هکتار در سال و بیشترین آن در فاصله زمانی بین ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ برابر با ۴۲۷/۳ هکتار در سال به وقوع پیوسته است. نتیجه مذکور؛ با نتیجه دژکام و همکاران (۱۳۹۴) در شهرستان رشت، رضانی و جعفری (۱۳۹۳) در اسفراین، اصلاح و همکاران (۱۳۹۳) در تهران و غلامعلی - فرد و همکاران (۱۳۹۳) در سواحل میانی استان بوشهر همسویی دارد.

در طول دوره تحقیق، کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده است. وسعت اراضی مذکور از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵ روندی صعودی را در پی داشته است به طوری که در طی سه دوره مورد بررسی مقدار ۱۳۵۰۱۳۱/۶۹ هکتار به این اراضی افزوده شده است.

در دوره اول این کاربری نرخ افزایش سالانه (۳۶۵۰ هکتار) و در دوره دوم نرخ افزایش سالانه ای ۳۹۹۸ هکتاری را به همراه داشته است.

این روند به گونه ای است که در سال ۲۰۳۰ با در نظر گرفتن عدم تغییر مدیریت حاکم بر منطقه و برنامه ریزی لازم، افزون بر ۶۰ درصد از مساحت دشت را طبقه مذکور دربر گرفته که خود موجبات تغییر شرایط اکوسیستم را می تواند به دنبال داشته باشد نتیجه مذکور با نتیجه غلامعلی فرد و همکاران (۱۳۹۳) در سواحل میانی استان بوشهر همسویی دارد و با نتایج علی محمدی و همکاران (۱۳۸۹)، دژکام و همکاران (۱۳۹۴) و رضانی و جعفری (۱۳۹۳) مطابقت ندارد.

افزایش سطح توقعات و مسائل اقتصادی به ویژه در دهه اخیر از یک سمت و وابستگی اهالی منطقه به امور

منابع و مآخذ

۱. احدنژاد روشتی، زلفی، شکری‌پور؛ محسن، علی، حسین؛ ۱۳۹۰، ارزیابی و پیش‌بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۴۰۰-۱۳۶۳)، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۰۷۱۵، ۱۵۱۰۷-۱۲۴.
۲. اصلاح، المدرسی، مفیدی‌فر، ملک‌زاده بافقی؛ مهدی، سیدعلی، مهدی، شاهرخ؛ ۱۳۹۳، بررسی کارایی مدل زنجیره‌ای مارکوف در برآورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای LANDSAT، نخستین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، ۱۰ صفحه.
۳. دژکام، جباریان امیری، درویش صفت؛ سیدصادق، بهمن، علی‌اصغر؛ ۱۳۹۴، پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین در شهرستان رشت با استفاده از مدل سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف، پژوهش‌های محیط زیست، ۶، ۱۱، ۱۹۳-۲۰۴.
۴. رضایی، جعفری؛ نفسیه، رضا؛ ۱۳۹۳، آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره‌ای CA مارکوف (مطالعه موردی: اسفراین)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۹، ۴، ۱۱۵.
۵. علی محمدی، موسیوند، جعفری، شایان؛ عباس، ع.ج.، علی، س. سیاوش؛ ۱۳۸۹، پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل زنجیره‌ای مارکوف، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۴، ۳، ۱۱۷-۱۳۰.
۶. غلامعلی فرد، میرزایی، جورابیان شوشتری؛ مهدی، محسن، شریف؛ ۱۳۹۳، مدل‌سازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکوف (مطالعه موردی: سواحل میانی استان بوشهر)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵، ۱، ۶۵-۷۹.
۷. کریمی، چوقی؛ کامران، بایرام؛ ۱۳۹۴، پایش، ارزیابی و پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی/پوشش

کشاورزی از طرف دیگر موجب تقاضای بیشتر برای کسب درآمد و تغییر کاربری‌ها به سمت کاربری کشاورزی شده است. تغییر روند تغییرات کاربری‌ها و به خصوص بی‌ثباتی روند مدیریتی موجود ممکن است فرایند تحلیل زنجیره مارکوف را تحت تأثیر قرار دهد.

با تأکید بر اینکه اغلب هدف پیش‌بینی تغییر کاربری، ارزیابی پیامدهای سناریوهای مختلف به ویژه ادامه روند موجود است؛ نتایج این پیش‌بینی به رغم اختلاف نسبت به آنچه در آینده اتفاق خواهد افتاد، می‌تواند هشدار برای وضعیت کاربری‌ها در آینده باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه به طور کلی نشان دهنده افزایش سطح زراعت آبی و همچنین، توسعه شهر شوشتر است که بر اثر از بین رفتن اراضی مرتعی و اراضی دیم حاصل شده است.

همانطور که مشخص است، اگر راهبرد فعلی استفاده از زمین در این منطقه در جهت کاهش اراضی طبیعی و افزایش اراضی شهری بدون توجه به ملاحظات توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ ادامه داشته باشد، مشکلات زیست-محیطی مهمی، از جمله تخریب مراتع منطقه، کاهش تولید محصولات کشاورزی عمده منطقه کاهش حاصلخیزی و افزایش اراضی بیابانی را موجب می‌گردد که تهدیدی جدی برای اکوسیستم منطقه در آینده خواهد بود. همچنین، اقتصاد منطقه که بر مبنای تولیدات کشاورزی و دامی قرار دارد، با وضعیت بهره‌وری کنونی در سال ۲۰۳۰ با تهدید جدی روبه رو خواهد شد.

بنابراین، تحقیق حاضر استفاده از نقشه‌های حاصله را برای شناسایی مناطق حساس، به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت بهتر به دستگاه‌های اجرایی توصیه می‌نماید.

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، از اینرو اینگونه مدل‌سازی‌ها باید برای دوره‌های کوتاه مدت (۱۰-۵ سال) اجرا شوند (Mas et al., 2014: 94).

remote sensing to parks and protected area monitoring: Introduction to the special issue, *Remote Sensing of Environment*, 113, 7, 1343-1345.

18. Hathout, S., 2002, The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal of Environmental Management*, 66, 3, 229-238.

19. <https://fa.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%D9%88%D8%B4%D8%AA%D8%B1>.

20. Jenerette, G, Darrel, Wu, Jianguo, 2001, Analysis and simulation of land use change in the central Arizona-Phoenix region, USA. *Landscape ecology*, 16, 611-626.

21. Kamusoko, Courage, Aniya, Masamu, Adi, Bongo and Manjoro, Munyaradzi, 2009, Rural sustainability under threat in Zimbabwe – Simulation of future land use/cover changes in the Bindura district based on the Markov-cellular automata model, *Applied Geography*, 29, 3, 435-447.

22. Lambin, EF, Geist HJ., 2008, *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*. Springer Science & Business Media, New York.

23. Mas, J.F., H. Puig, H. J.L. Palacio, J.L. & A. Sosa-López. A, 2004, Modelling deforestation using GIS and artificial neural networks, *Environmental Modeling & Software*, 19: 461-471.

24. Mas, Jean-François, Melanie, Kolb, Martin, Paegelow, María Teresa, Camacho Imedo, and Thoma, Houet, 2014, Inductive pattern-based land use/cover change models, A comparison of four software packages, *Environmental Modelling & Software*, 51, 94-111.

25. 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, 2, 141-153.

26. Muller, M. R. and J. Middleton., J., 1994, A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region, Ontario, Canada, *Landscape Ecology*, 9, 151-157.

27. Nazarisamani, A.A., Ghorbani, M., Koohbani, H.R.,

زمین با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف (مطالعه موردی: دشت بسطاق- خراسان جنوبی)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶، ۲، ۷۵-۸۸. ۸. نشاط، عبدالمجید، ۱۳۸۱، تجزیه و تحلیل و ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش زمین با استفاده از داده‌های سنجش ازدور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی در استان گلستان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سنجش ازدور و GIS، دانشگاه تربیت مدرس.

9. Ahmed, Bayes, Ahmed, Raquib, 2012, Modeling Urban Land Cover Growth Dynamics Using Multi-Temporal Satellite Images: A Case Study of Dhaka, Bangladesh, *International Journal of Geo-Information* 1, 3-31.

10. Al-Ahmadi, F, Hames, A. 2009, Comparison of four classification methods to extract land use and land cover from raw satellite images for some remote arid areas, kingdom of Saudi Arabia., *Earth*, 20, 1, 167-191.

11. Amiraslani, Farshad, and Dragovich, Deirdre, 2011, Combating desertification in Iran over the last 50 years: An overview of changing approaches, *Journal of Environmental Management*, 92, 1-13.

12. Bell, EJ, 1974, Markov analysis of land use change - an application of stochastic processes to remotely sensed data, *Socio-Economic Planning Sciences*, 8, 6, 311-316.

13. Brown, DG, Pijanowski, BC, Duh, J, 2000, Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA. *Journal of Environmental Management*, 59, 4, 247-263.

14. Congalton, R.G., 1991, A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data, *Remote Sensing of Environment*, 37, 35-46.

15. Dontree, S., 2003, Land use dynamics from multi-temporal remotely sensed data - a case study Northern Thailand. Paper (no AD 091) presented at Map Asia, Malaysia.

16. Gilks, WR, Richardson, S, Spiegelhalter, D.J., 1996, introducing markov chain monte carlo. *Markov chain Monte Carlo in practice*, 1: 19- 44.

17. Gross, JE, Goetz, SJ, Cihlar, J., 2009, Application of

use change in Beijing using remote sensing and GIS, *Landscape and Urban Planning*, 78, 322-333.

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.

28. Ozesmi, S.L., E.M., Bauer, E.M., 2002, Satellite remote sensing of wetlands, *Wetlands Ecology and Management*, 10, 381-402.

29. Piquer-Rodríguez, Maria, Tobias, Kuemmerle, Domingo, Alcaraz-Segura, Raul, Zurita- Milla, and Javier, Cabello, 2012, Future land use effects on the connectivity of protected area networks in southeastern Spain, *Journal for Nature Conservation*, 20 (6), 326-336.

30. Richards, John A., Xiuping, Jia, 2006, *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*, 4th Edition, Springer.

31. Sohl, Terry L. and Claggett, Peter R., 2013, Clarity versus complexity: Land-use modeling as a practical tool for decision-makers, *Journal of Environmental Management*, 129, 235-243.

32. Upadhyay, Thakur, Solberg, Birger, and Sankhayan, Prem Lall, 2006, Use of odelsmodels to analyseanalyses land-use changes, forest/soil degradation and carbon sequestration with special reference to Himalayan region: A review and analysis, *Forest Policy and Economics*, 9, 4, 349-371.

33. Wang, Shi Qing, Zheng, Xizinqi, and Zang, X. B., 2012, Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model, *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1238-1245.

34. Weng, Q., 2002, Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling, *Journal of Environmental Management*, 64, 3, 273-284.

35. Whitford, Walter G., Translated by, Azarnivand, Hossein, and Malekian, Arash, 2008, *Ecology of desert systems*, Tehran: University of Tehran. , P. 340.

36. Wu, Qiong, Li, Hong-qing, Wang, Ru-song, Paulussen, Juergen, He, Yong, Wang, Min, Wang, Bi-hui, Wang, Zhen, 2006, Monitoring and predicting land

