نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیستم، شماره ۵۶، بهار ۹۹

مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف و مدل LCM ، مطالعه موردی: شهر شیراز

دریافت مقاله: ۹۷/۱/۱۱ **پذیرش نهایی**: ۹۷/۷/۲۳
صفحات: ۱۵۸-۱۴۱

محمد ابراهیم عفیفی: استادیار گروه جغرافیای طبیعی، ژئومورفولوژی دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، ایران[1]
Email: afifi.ebrahim6353@gmail.com

چکیده

نقشه های کاربری پوشش زمین از مهمترین منابع اطلاعاتی در مدیریت منابع طبیعی محسوب میشوند. هدف این تحقیق بازبینی ، مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در دوره ۳۰ ساله توسط مدل LCM در شهر شیراز می باشد. در این تحقیق، تصاویر سنجنده‌های TM لندست ۴، ۵ و OLI لندست ۸ به ترتیب برای سال های ۱۹۸۵ ، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ و همچنین نقشه های توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده گردید. سپس صحت سنجی و آشکار سازی تغییرات انجام شد با بکارگیری مدل پیش بینی تغییرات کاربری LCM مارکوف و رویکرد مدلسازی تغییر کاربری صورت گرفت. تصاویر هر سه مقطع زمانی به چهار طبقهٔ کاربری بایر، باغ، اراضی شهری، و اراضی زراعی طبقه بندی شدند. بنابر نتایج بدست آمده، کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۸۵ 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 بایر نیز طی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ روندی نزولی بوده که موجب کاهش ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه شده است. نتایج آشکار سازی تغییرات در دوره ۱۹۸۵ با ضریب کاپا ۰/۸۸، در دوره ۲۰۰۰ باضریب کاپا ۰/۷۷ و در دوره ی ۲۰۱۵ با ضریب کاپا ۰/۹۲ نشان داده شد. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه ای بود که در صورت ادامه روند موجود در منطقه ۲۰/۳۳ درصد به طبقه کاربری زراعی افزوده خواهد شد، به طوری که در سال ۲۰۳۰ کاربری کشاورزی آبی ۶۰/۹۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می شود. در کاربری های بایر و باغ به ترتیب ۲۱/۱۲ و ۰/۲۱ درصد از مساحت تشکیل دهنده هر کاربری کاسته شده و مساحت کاربری شهری افزوده گردید. نقشه پیش بینی حاصله از مدل زنجیره مارکوف برای ارائه دیدی کلی به منظور مدیریت بهتر منابع طبیعی بسیار حائز اهمیت بوده است.

کلید واژگان: تغییرات کاربری، مدل LCM ، مدل زنجیره‌ی مارکوف، شیراز، تصاویر لندست.

---

۱. نویسنده مسئول: فارس، شهر لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، گروه جغرافیای طبیعی .

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

مقدمه

در سال های اخیر رشد شهرنشینی در ایران و افزایش مهاجرت به شهرهای بزرگ کشور، باعث گسترش ناگهانی وغیرطبیعی این شهرها و تخریب زمین های حاصلخیز و منابع طبیعی شده و آسیبهای جبران ناپذیری به طبیعت وارد کرده است. با افزایش جمعیت شهر شیراز، رشد زیادی در اراضی ساخته شده در منطقه به وجود آمده و باعث تغییرات زیاد کاربری ها در پیرامون شهر و تخریب زمین های حاصلخیز موجود در حومه شهر شده است؛ به گونه ای که ادامه این روند می تواند 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 پیش بینی آینده ای که مدل ها دارا می باشند میتوان به عنوان ابزاری برای آگاهی افراد درگیر در تصمیم گیریهای کاربری و پوشش زمین، استفاده کرد به طوریکه از قابلیت پیش بینی کنندگی مدل ها می توان به عنوان سیستم هشداردهنده اولیه استفاده کرد،بدین ترتیب که تصمیم گیران را از نتایج توسعه آینده و مناطق دارای اولویت برای تحلیل ها و سیاست های میانجی آگاه کرد. مدل‌های پیش‌بینی کاربری اراضی برای برنامه‌ریزی استفاده پایدار از زمین یک نیاز ضروری است .,کاموسکو[۲] 2009:345 ، مس [۳] ,۲۰۰۴:۹۴، سل و کلاگت[۴] ,۲۰۱۳:۲۳۵ . این مسأله به ویژه در کشورهای در حال توسعه که فعالیت‌هایی نظیر: جنگل زدایی، توسعه بی رویه اراضی کشاورزی موجب شدت بخشیدن به پدیده بیابانزایی شده، مورد نیاز است انی و دراگوویچ[۵] 2011:1 ،. 2006:349,.امیرسال[۶] به علاوه، پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و برقراری ارتباط بین این تغییرات با عواقب اقتصادی- اجتماعی حاصل ازآن اهمیت بسیار بالایی برای مدیریت پایدار اراضی دارد. سنجش از دور که فناوری کلیدی جهت ارزیابی وسعت و میزان تغییرات پوشش اراضی است. عفیفی ۱۳۹۶:۵۰ از طریق این فن میتوان با استفاده از مجموعۀ تصاویر چندزمان پردازش آنها با یکی از روش‌های مناسب موجود و با سرعت و دقت بالا نسبت به آشکارسازی تغییرات مورد نظر در منطقه اقدام کرد. بکارگیری داده های سنجش از دور میتوان به شیوه‌های علمی و کارآمد به مدیریت مناطق حساس پرداخت .در مدل‌سازی‌های زمانی و مکانی، فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی نقش محوری را ایفا میکنند، به گونه ای که فناوری سنجش از دور با فراهم آوردن داده های چندطیفی و چندزمانه ای 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 می شود؛ بنابراین داده های به دست آمده به وسیله این فناوری میتواند به عنوان مهم ترین منبع در فراهم سازی داده های پایه ای برای مدلسازی تغییرات پوشش زمین برای سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد. با پیش بینی تغییرات کاربری میتوان مقدار گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد .عفیفی ۱۳۹۶:۷۰ همچنین در خصوص کارایی مدل زنجیره ای مارکوفبایستی مطرح کرد که با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف، نسبت تبدیل کاربری‌های مختلف و

2 ,. Kamusoko۲

3 ,. Mas ۳

4 Sohl and Claggett

5 Ani and Dragovich

6 Amirasl

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]

[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

امکان پیش بینی آنها در آینده فراهم میشود خان محمدی ۱۳۹۷ مدلسازی تغییرات اراصی کاربری با استفاده از مدلسازی تغییر زمین LCM در شهرستان نکا پرداختند.

(۲۰۰۱ ,نشاط، ۱۳۸۱). (کریمی و کمکی۱۳۹۴) با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف به پایش، ارزیابی و پیش بینی روند تغییرات مکانی اراضی/پوشش دشت بسطاق پرداختند. در این مطالعه تعیین نقشه های کاربری پس از انجام تصحیحات بر روی تصاویر ماهواره ای، تعیین نمونه های آموزشی و ارزیابی دقت طبقه بندی ها با استفاده از ضریب کاپا صورت گرفت. نتایج نشان می دهد که طبقه فاقد پوشش/ بایر، پویاترین کاربریهای موجود در منطقه بوده که درصد مساحت این اراضی طی ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۳ به ترتیب برابر ۲۱/۶۴ ٪)افزایشی(و ۳۱/۱۴ ٪)کاهشی (بوده که بیانگر تخریب کلی و جایگزینی کاربری‌های ضعیف تر در منطقه است. اصلاح و همکاران(۱۳۹۳) در تحقیقی به بررسی کارایی مدل زنجیره ای مارکوف در برآورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای LANDSAT پرداختند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره ای چندزمانه لندست مربوط به سال های1975 ، ۱۹۹۰ و ۲۰۰۵ میلادی استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که بیشترین درصد اختلاف مربوط به کلاس اراضی مزروعی) ۰/۶۴۶۲۲۲ درصد(بوده و کمترین درصد اختلاف در کلاس فضای سبز) ۰۰۵۵۱/ درصد(دیده می شود. بدین ترتیب می توان کارایی خوب این مدل را توجیه کرد(.احدنژاد روشتی و همکاران۱۳۹۰) در مقاله ای تحت عنوان ارزیابی و پیش بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات اراضی حاشیه شهری در طی سالهای ۱۳۹۰ – ۱۳۶۳ را ارزیابی و سپس تغییرات را برای سال ۱۴۰۰ پیش بینی کردند. تصاویر مورد استفاده در این تحقیق مربوط به سنجنده TM ماهواره لندست برای سال های ۱۳۶۳ ، ۱۳۷۰ ، 1379و ۱۳۹۰ بود. در این تحقیق علاوه بر بارزسازی، برای کشف و ارزیابی تغییرات صورت گرفته بین سا لهای ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۰ از روش فازی مبتنی بر شدت انطباق ۱ و مقایسه بعد از طبقه بندی ۲ استفاده شد همچنین برای پیش بینی روند تغییرات تا سال ۱۴۰۰ از روش ترکیبی زنجیره مارکوف و سلول های خودکار استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که در طی ۲۷ سال مورد بررسی، کاربری های اراضی در حدود ۳۴ درصد تغییر کرده اند که این تغییر عمدتاً ناشی از فعالیت های انسانی وافزایش جمعیت بوده است. غلامعلی فرد و همکاران(۱۳۹۳) تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف را درسواحل میانی استان بوشهر در یک دوره ۲۳ ساله (۱۳۹۰ تا ۱۳۶۷) 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 سال های 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 مقاله ای تحت عنوان مدلسازی رشد شهری با استفاده از تصاویر چند زمانه ماهواره ای، رشد شهر داکا را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۸۵و ۱۹۹۹ تحلیل نمودند و سپس رشد شهری برای سال ۲۰۰۹ پیش بینی شد. بدین صورت که ابتدا تصاویر در پنج کلاس، طبقه بندی شده و سپس بر اساس، سه مدل مارکوف تصادفی، سلول های خودکار- زنجیره مارکوف و پرسترون چند لایه- زنجیره مارکوف رشد شهر داکا برای سال ۲۰۰۹ شبیه سازی گشت

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

سپس بهترین مدل سازگار با واقعیت که پرسترون چند لایه- زنجیره مارکوف بود، انتخاب شده و به وسیله آن رشد شهری برای سال ۲۰۱۹ پیش بینی گردید. رمضانی و جعفری (۱۳۹۳)در تحقیقی به آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره ای CA مارکوف) مطالعه موردی:اسفراین پرداختند. نتایج این مطالعه کاهش ۵۰۰۰ و ۴۰۰ هکتاری را به ترتیب در سطح بایر و اراضی کشاورزی نشان داد. به علاوه، مدل پیش بینی کرد که سطح بایر فقیر۳۰ هکتار و اراضی شهری ۴۵۰ هکتار در ۱۳ سال آینده(۱۴۰۴-۱۳۸۸) افزایش دارد. دژکام و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیقی به پیش بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین در شهرستان رشت با استفاده از مدل سلول های 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 زمین های کشاورزی- و ۴ درصد از پوشش جنگلی منطقه شده است. اعتبارسنجی مدل نشان داد که مدل از توان قابل قبولی در پیش بینی تغییرات منطقه برخوردار است.وانگ و همکاران۱(۲۰۱۲) تغییرات کاربری اراضی منطقه Changping در پکن را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست برای سال ۲۰۰۰ پیش بینی کردند. (پ کیوئر و همکاران ۲. ۲۰۱۲) نیز در مطالعه ای 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 کاربری های 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 پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در تمام این مطالعات از گذشته تا کنون تأیید شده است (سول و کلاگت۳ ، ۲۰۱۳ ، مس و همکاران ۴ ، ۲۰۱۴.) مدل مارکوف-ژنتیک تاکنون در مطالعات مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. (وو و همکاران ۵ . ۲۰۰۶) پایش و پیش بینی کاربری های منطقه پکن چین را طی یک بازه زمانی ۱۶ ساله مورد مطالعه قرار دادند و از مدل زنجیره مارکوف و رگرسیون برای پیش بینی استفاده کردند. بررسی مقدار تغییر و روند تخریب منابع در سال های گذشته و پیش بینی این تغییرات در سال های آینده مسلماً گام مهمی در مهار و کنترل تغییرات غیراصولی، برنامه ریزی و استفاده بهینه از منابع سرزمین میباشد، بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی روند تغییرات کاربری اراضی برای طی سالیان گذشته و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین به کمک مدل زنجیر های مارکوف در شهر شیراز استان فارس می باشد. با پیش بینی تغییرات کاربری میتوان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص کرده و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت کرد.

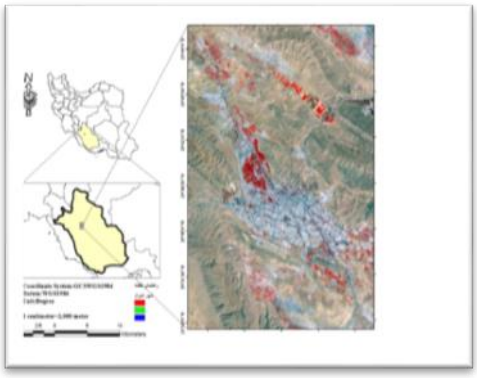
سوال اصلی تحقیق عبارت است از : آیا با زنجیره مارکوف و مدلLCM(LAND CHANGE MODELER) می توان به تغییرات کاربری شهر شیراز پی برد؟

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

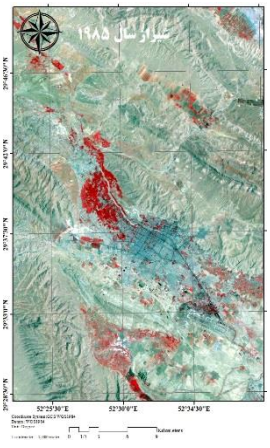
روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

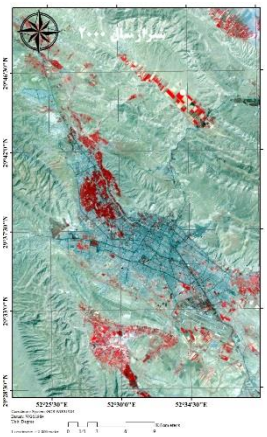
منطقه مورد مطالعه شهرستان شیراز با وسعت ۳۴۰۶۴۵/۲ هکتار در استان فارس واقع گردیده است. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه ۲۹ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی میباشد اشکال(۵تا۱). با توجه به آمار موجود متوسط مقدار بارندگی سالانه ۳۰۷ میلیمتر است که حداکثر نزولات جوی در ماه‌های دی و بهمن ماه بوده است.



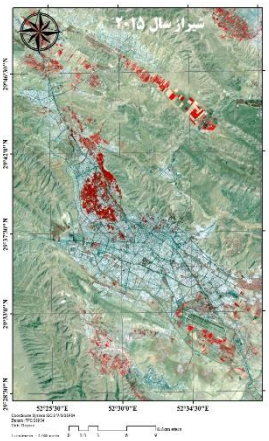
شکل(۱). منطقه مورد مطالعه، شیراز



شکل(۲). شیراز سال ۱۹۸۵



شکل(۳). شیراز سال ۲۰۰۰



شکل(۴). شیراز سال ۲۰۱۵

جدول (۱). تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس های پوشش زمین

ماهواره	نوع سنجنده	تاریخ اخذ تصویر	شماره گذر و تصویر	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیومتری
لندست ۵	TM	۱۹۸۵/۰۶/۱۱	P163,R39	۳۰ متر	۸ بیت
لندست ۷	ETM+	۲۰۰۰/۰۸/۲۸	P163,R39	۳۰ متر	۸ بیت
لندست ۸	OLI-TIRS	۲۰۱۵/۰۸/۱۴	P163,R39	۳۰ متر	۱۲ بیت

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

تصاویر و نرم افزارهای مورد استفاده در این تحقیق شامل نرم افزارهایArcGIS 10.2 ، ENVI 4.8و IDRISI Selva 17.0 می‌باشد که از نرم افزار ArcGIS ۱۰,۲ برای آماده سازی اولیه داده ها، از نرم افزار ENVI 4.8برای انجام تصحیح رادیومتریک و اتمسفری، طبقه بندی تصاویر و عملیات پیش پردازش و از نرم افزار IDRISI Selva 17.0 برای تحلیل تغییرات پوشش زمین در رابطه با تغییرات صورت گرفته، مدلسازی و پیش بینی تغییرات پوشش زمین و اعتبارسنجی مدل، استفاده گردید.

تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین

تصاویر استفاده شده برای استخراج کلاس‌های پوشش زمین، شامل تصاویر ماهواره ای 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 شده اند. تصاویر لندست مورد استفاده شامل تصاویر اخذ شده به وسیله، لندست ۴، ۵ و ۸ می شود که از سایت رسمی سازمان زمین شناسی آمریکا ۱ تهیه گردیده است. جزئیات تصاویر مورد استفاده برای استخراج کلاس های پوشش زمین را در جدول(۱) ملاحظه می نمایید. پیش پردازش و بررسی کیفیت تصویر پیش از بکارگیری داده های ماهواره ای در تجزیه تحلیل رقومی، کیفیت آنها از نظر وجود خطای هندسی، پرتوسنجی مانند را ه راه شدگی، زیر هم قرار نگرفتن خطوط اسکن، پیکسل های تکراری، خطاهای اتمسفری مانند وجود لکه های ابر مورد بررسی قرار گرفت.

طبقه بندی

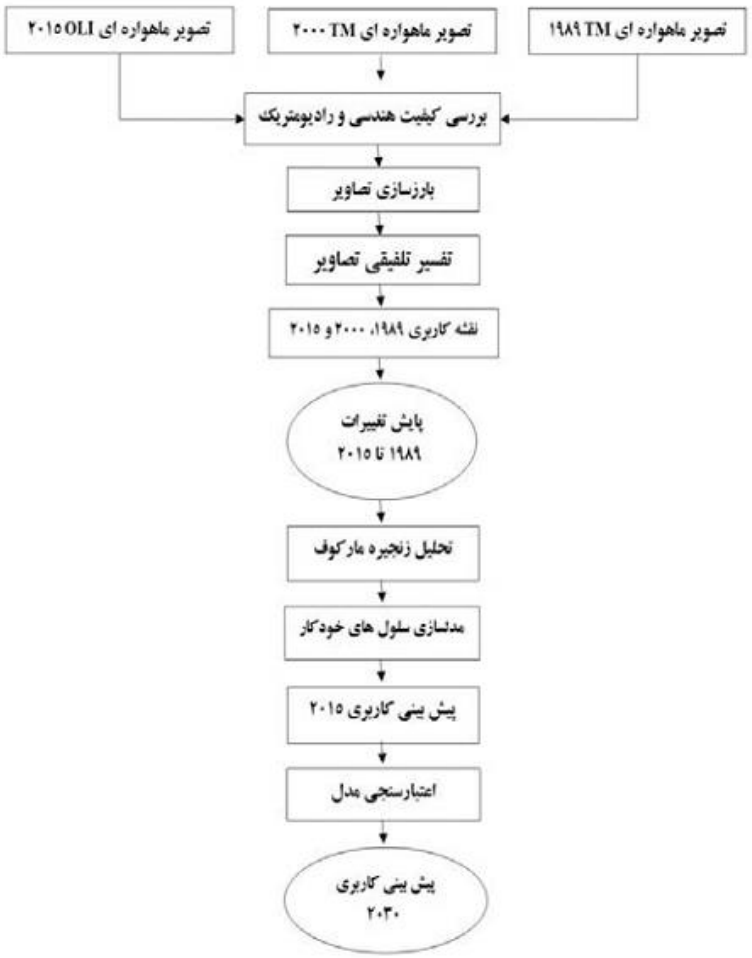
تصاویر ماهواره ای مورد استفاده با توجه به کاربری های موجود در منطقه، اهداف تحقیق و قابلیت های کم و بیش شناخته شدۀ تصاویر مورد استفاده در استخراج اطلاعات مفید به ویژه تهیه ی نقشۀ کاربری اراضی، چهار کاربری شامل بایر، باغ، زراعی و اراضی شهری مد نظر قرار گرفت. برای روش طبقه بندی از الگوریتم بیشترین شباهت در محیط نرم افزار ENVI 4.8 استفاده شد. این روش با استفاده از میانگین و ماتریس کوواریانس سایتهای تعلیمی از رو شهای دیگر طبقه بندی مانند طبقه بندی کمترین فاصله از داده‌های تصویر تحلیلی بهتر به دست می آیند.

ارزیابی دقت تصاویر طبقه بندی شده

ماتریس خطا

این ماتریس از مقایسه بین واقعیت زمینی و تصویر طبقه بندی شده محاسبه میگردد، در این ماتریس درایه هایی که بر روی قطر اصلی واقع شدند، تعداد پیکسل هایی هستند که به درستی طبقه بندی شده اند و درایه های خارج از قطر اصلی تعداد پیکسل‌های درست طبقه بندی نشده می باشد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]



شکل(۵). چارچوب مفهومی پایش و پیش بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین (دژکام و همکاران، ۱۳۹۴)

رابطه (۱)

$$K = \frac{N\sum_{i=1,j=1} x_{ij} - \sum_{i=1,j=1}(x_{i+} \cdot x_{+j})}{N^2 - \sum_{i=1,j=1}(x_{i+} \cdot x_{+j})}$$

(ضریب کاپا) معیاری است برای سنجش توافق بین پیش بینی مدل و واقعیت، این ضریب با استفاده از رابطه(۱) قابل محاسبه می باشد: که در آن N :تعداد کل پکیسل ها در ماتریس خطا، Xij مجموع قطر اصلی ماتریس خطا، Xi +مجموع ردیف i, X+j مجموع ستون متناظر j، ماتریس خطا می باشد.

مدل زنجیره ای مارکوف

زنجیره مارکوف کاربرد گسترده‌ای در مدل کردن تغییرات کاربری و پوشش اراضی و پیش بینی آن دارند علی محمدی و همکاران، ۱۳۸۹ : ۱۱۷ . آنالیز زنجیرهٔ مارکوف به منظور تعیین احتمال تغییر هر طبقه کاربری به

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

دیگر طبقات کاربری یا بدون تغییر ماندن آن مورد استفاده قرار می گیرد در بیشتر پژوهش ها درجهٔ مارکوف برابر با کی و حالت ایستایی با زمان را برای مدل مارکوف قائل بوده اند . در تحلیل زنجیرهٔ مارکوف از طبقه های پوشش به عنوان حالت یا همان وضعیت های زنجیر استفاده شده است. این زنجیره برای تعیین احتمال تغییر به دو نقشهٔ کاربری اراضی ورودی های مدل نیاز دارد که معمولاً این نوع داد ه ها با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای به دست می آیند.اجرای آنالیز زنجیره مارکوف با استفاده از دستور Markov chain در نرم افزار Idrisi Selva انجام گرفت. آنالیز زنجیرهٔ مارکوف برای دو منظور تهیه میگردد، ماتریس اول جهت کالیبراسیون و ماتریس دوم به منظور شبیه سازی تغییرات احتمالی رخ داده در آینده انجام میگیرد، خروجی مدل نیز شامل احتمال تبدیل وضعیت، ماتریس مساحتهای تبدیل شده ۱ هر طبقه و در پایان تصاویر احتمالات شرطی ۲ برای تبدیل کاربری های مختلف است.

مدل LCM

مدلسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از LCM به طور کلی ۴مرحله دارد:

۱-آشکارسازی تغییرات

۲-مدلسازی پتانسیل انتقال

۳-پیش بینی و مدلسازی تغییرات

۴-ارزیابی صحت مدلسازی

فرایند آشکارسازی تغییرات از مراحل مختلفی تشکیل شده است و جهت دستیابی به نتایج صحیح و نزدیک بـه واقعیت، لازم است هر یک از مراحل به خوبی و با دقت پیاده سازی گردند. نخستین مرحله، پیش پـردازش داده های خام جهت آماده سازی آنها در ورود به الگوریتم های تشخیص تغییرات می باشد. تصـایر با روش های مختلف طبقه بندی گردیدند. دقت هر مدل مـورد بررسـی قـرار گرفـت و در مرحله بعد تصاویر مورد نظر وارد مدلهای کشف تغییرات گردید. سپس برای سال های آینده نقشه کاربری اراضـی پیش بینی شد.

نتایج

آشکارسازی تغییرات برای درک تغییرات منطقه گسترش و کاهش مساحت کلاس ها طی دورهٔ ۳۰ ساله، نقشه های طبقه بندی شده به مطالعه تغییرات صورت گرفته در دوره ۲۰۱۵ – ۲۰۰۰ نشان دهنده این واقعیت است که بیشترین تغییرات از کل مساحت منطقه، مربوط به کلاس اراضی زراعی می باشد، به گونه ای 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 باغ می باشد که کاهشی در حدود ۱۳ درصد از مساحت کل منطقه را تجربه کرده است. در این بین، کلاس بایر 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 دوره ها، مربوط به کلاس شهری می باشد که این تغییرات کمتر از دو دهم درصد از کل مساحت منطقه را شامل می شود. توزیع تغییرات در طی این دوره را به ترتیب میتوانید در جدول(۲) مشاهده نمایید. از نظر روند تغییرات در طی این

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

سه دوره، کلاس های اراضی زراعی و شهری حالتی توأماً افزایشی را داشته اند، ولی برعکس کلاس های باغ و بایر حالت توأماً کاهشی داشته است. شکل(۶) نشانگر روند تغییرات در طی این دو دوره می باشد.

جدول(۲). مساحت طبقات کاربری اراضی طی سه سال مورد بررسی

کاربری	۱۹۸۵		۲۰۰۰		۲۰۱۵	
	مساحت(هکتار)	درصد	مساحت(هکتار)	درصد	مساحت(هکتار)	درصد
باغات	۱۱۰۰۷۵/۵۸	۳۲/۳۱	۱۰۴۲۶۱/۹۴	۳۰/۶	۵۹۱۹۲/۳۴	۱۷/۳۷
زراعی	۳۸۲۵۴/۰۵	۱۱/۲۲	۷۸۴۰۹/۰۸	۲۳/۰۳	۱۳۸۳۸۵/۷۴	۴۰/۶۲
بایر	۱۸۷۵۳۲/۸۵	۵۵/۰۵	۱۴۸۴۹۰/۷۶	۴۳/۵۹	۱۲۸۳۷۱/۸۶	۳۷/۶۸
شهری	۴۷۸۲/۶۹	۱/۴۲	۹۴۸۳/۳۹	۲/۷۸	۱۴۶۹۴/۹۳	۴/۳۳

مطالعه تغییرات صورت گرفته در دوره ۲۰۱۵ – ۲۰۰۰ نشان دهنده این واقعیت است که بیشترین تغییرات از کل مساحت منطقه، مربوط به کلاس اراضی زراعی می باشد، به گونه ای که مساحت این کلاس از ۲۳ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۴۰ درصد از مساحت کل منطقه، یا چیزی در حدود 138385/74هکتار، 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 باغات می باشد که کاهشی در حدود ۱۳ درصد از مساحت کل منطقه را تجربه کرده است.در این بین، کلاس بایر 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 دوره ها، مربوط به کلاس شهری می باشد که این تغییرات کمتر از دو دهم درصد از کل مساحت منطقه را شامل می شود. توزیع تغییرات در طی این دوره را به ترتیب می توانید در جدول ۲ مشاهده نمایید. از نظر روند تغییرات در طی این سه دوره، کلاس های اراضی زراعی و شهری حالتی توأماً افزایشی را داشته اند، ولی برعکس کلاس های باغات و بایر حالت توأماً کاهشی داشته است.دقت طبقه بندی تصاویرنتایج مربوط به برآورد دقت طبقه بندی ها در جدول(۳) آمده است. دقت طبقه بندی ها 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 تهیه شده	
	شاخص کاپا	دقت کلی
۱۹۸۵	/۸۸	۰/۹۲
۲۰۰۰	۰/۷۷	۰/۸۵
۲۰۱۵	۰/۹۲	۰/۹۴

مدلسازی تغییرات به وسیله مدل سلول های خودکار -مارکوف در سال ۲۰۳۰

پس از بررسی نتایج حاصل از صحت مکانی مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در سال ۲۰۱۵، از مدل سلول-های خودکار مارکوف با ضریب کاپای معادل ۷۰ درصد برای پیش بینی میزان تغییرات تا سال ۲۰۳۰ استفاده شد. جدول(۴) و شکل(۹) به ترتیب نشان دهندهٔ مساحت طبقات کاربری اراضی و نقشه منطقه مورد مطالعه در

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

سال ۲۰۳۰ است. نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات در سال ۲۰۳۰ به گونه ای است که در صورت ادامه روند موجود در منطقه ۳۳/۲۰درصد به طبقه کاربری اراضی باغ افزوده خواهد شد، به طوری که در سال ۲۰۳۰ کاربری زراعی ۶۰/۹۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می شود. این افزایش مساحت ناشی از تغییرات کاربری های بایر و اراضی باغ به کشاورزی آبی است که به ترتیب ۲۱/۱۲ و ۲۱ درصد از مساحت تشکیل دهنده 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 سلول های خودکار- مارکوف

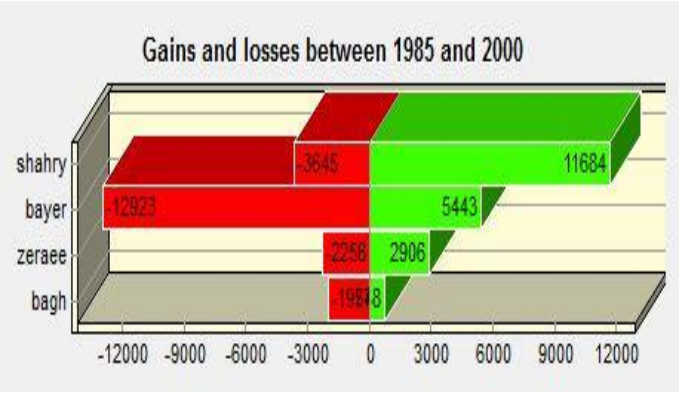
سال	مساحت طبقات کاربری/ پوشش سرزمین به هکتار (درصد)			
	باغ	زراعی	بایر	شهری
۲۰۳۰	58478/61(17/16)	207631/2(60/95)	56413/61(16/56)	18121/72(5/33)

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

سال ۲۰۱۵-۲۰۳۰	باغ	زراعی	بایر	شهری	مجموع
باغ	۲۵/۵۱	۵۳/۲۹	۱۲/۲۶	۸/۹۴	۱۰۰
زراعی	۸/۹۸	۸۶/۳۲	۱/۹۸	۲/۷۲	۱۰۰
بایر	۶/۴۳	۶۲/۳۷	۳۰/۷۸	۰/۴۲	۱۰۰
شهری	۲۲/۰۵	۴۲/۲۵	۱۷/۷۲	۱۷/۹۸	۱۰۰

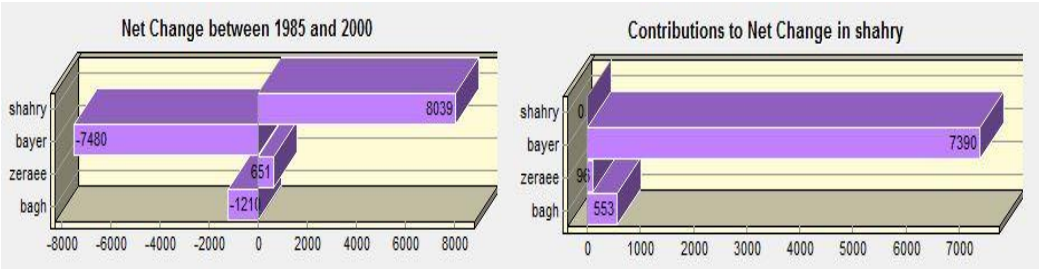
کشف تغییرات

پس از طبقه بندی تصاویر و بررسی صحت نتایج عملیات کشف تغییرات صورت گرفت. همان‌گونه که در اشکال(۲۸تا ۶) ملاحظه می‌کنید میزان افزایش – کاهش کاربری های مختلف و جهت تغییرات کاربری های مختلف به مناطق شهری در بازه های زمانی سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ آورده شده است:

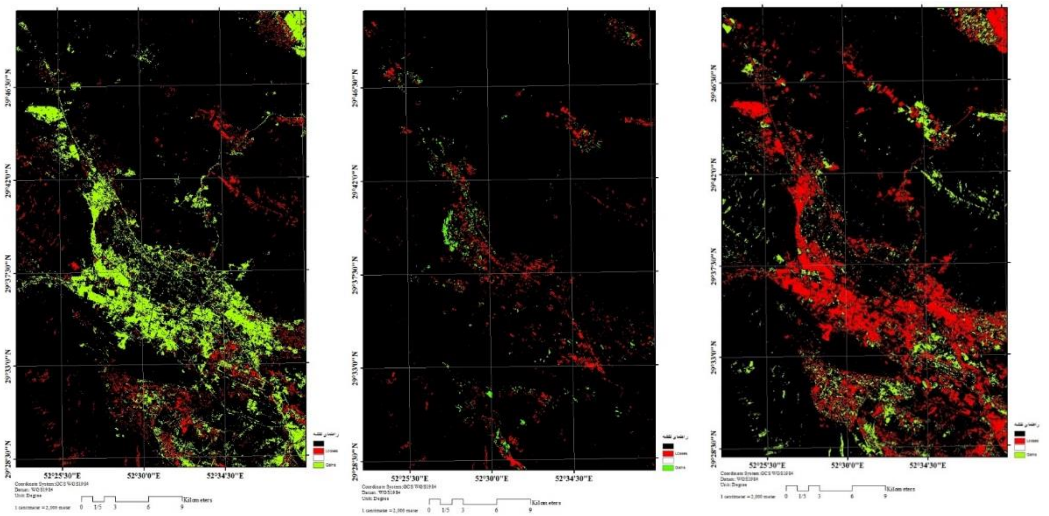


شکل(۶). میزان افزایش و کاهش کاربری های مختلف بین سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ بر حسب هکتار

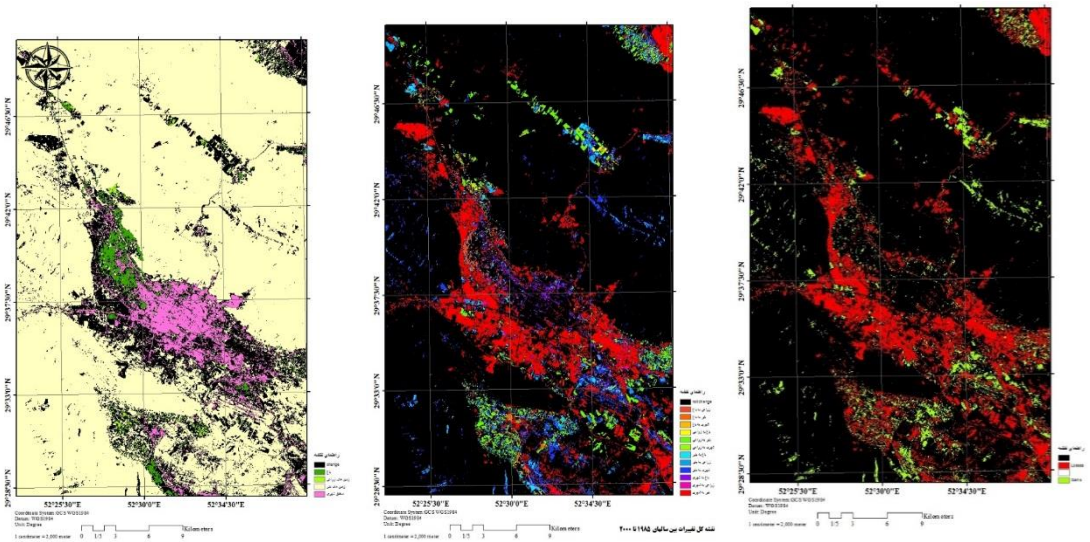
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]



شکل(۷). خالص تغییرات بین سال های ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰ بر حسب هکتار شکل(۸). کاربری هایی که به شهری تبدیل شده اند بر حسب هکتار

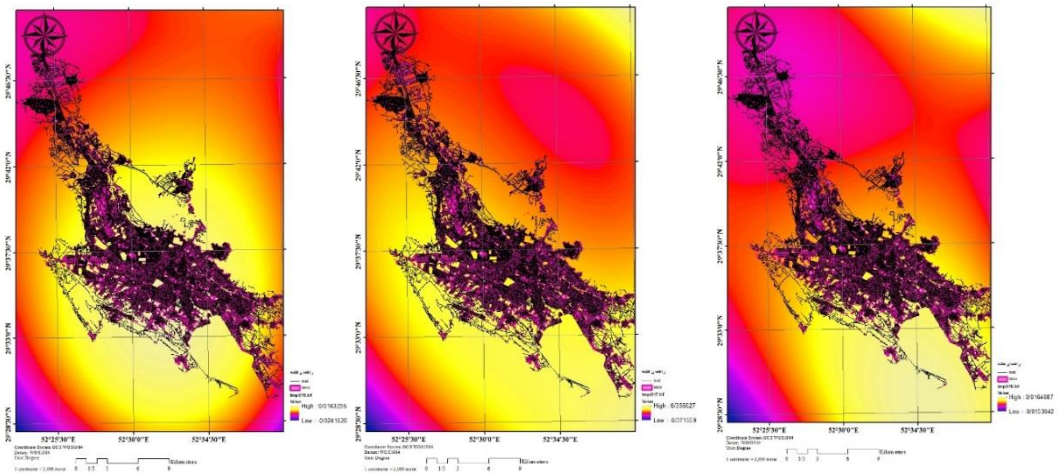


شکل(۹). افزایش و کاهش زمین های بایر شکل(۱۰). افزایش و کاهش باغات شکل(۱۱). افزایش و کاهش مناطق شهری

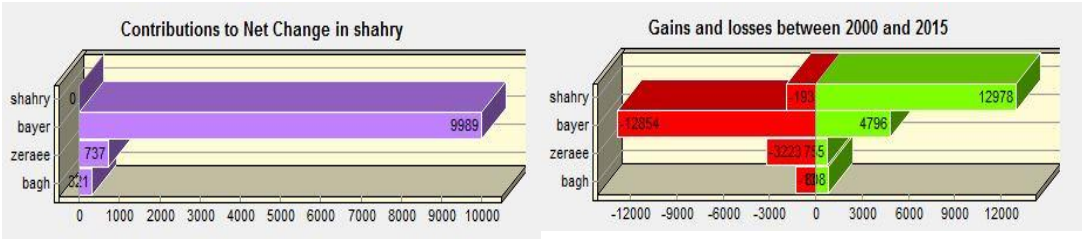


شکل(۱۲). تغییرات زمینهای زراعی شکل(۱۳). کل تغییرات از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۰شکل(۱۴). مناطق بدون تغییراز ۱۹۸۵تا۲۰۰۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]



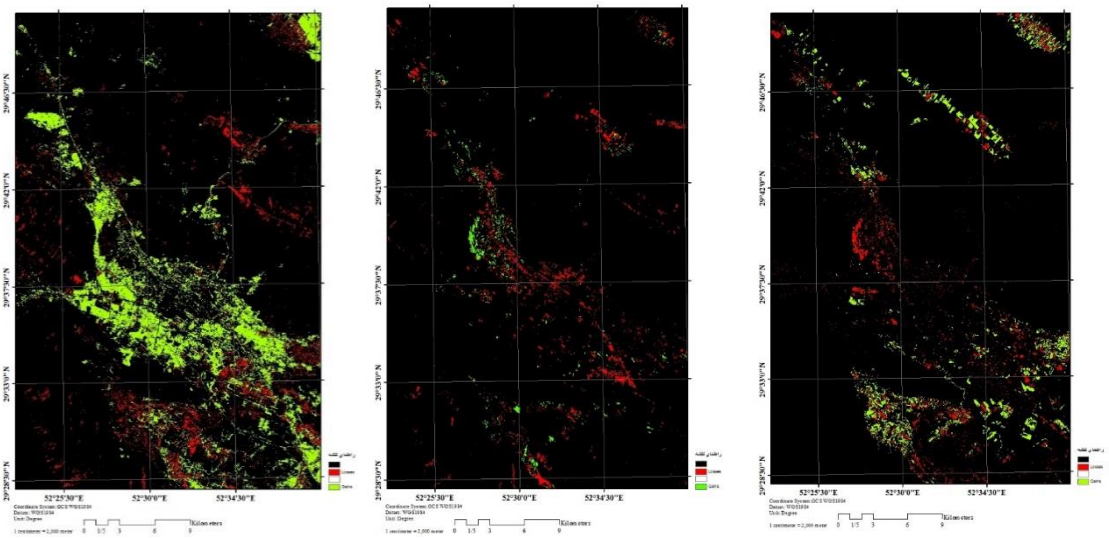
شکل(۱۵).جهت تغییرات از زمین زراعی به شهری شکل(۱۶).جهت تغییرات از زمین بایر به شهری شکل(۱۷).جهت



تغییرات از باغات به شهری

شکل(۱۸). میزان افزایش و کاهش کاربری های مختلف بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ بر حسب هکتار

شکل(۱۹). کاربری هایی که به شهری تبدیل شده اند بر حسب هکتار

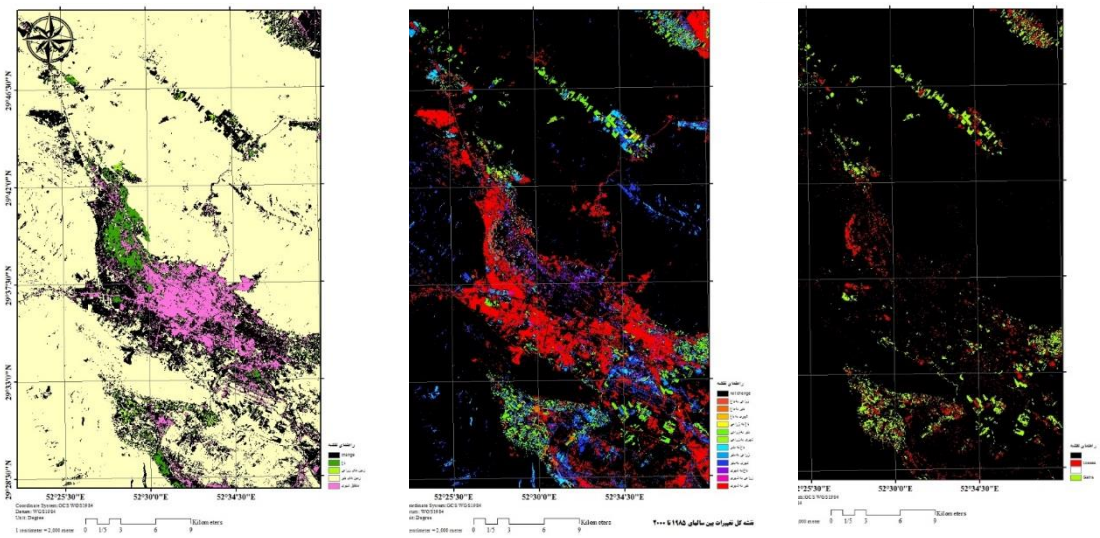


شکل(۲۰). افزایش و کاهش زمین های بایر

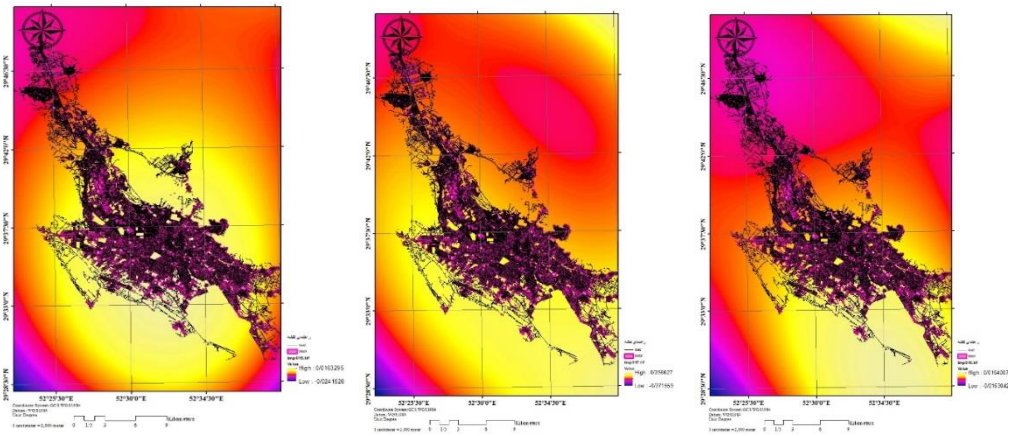
شکل(۲۱).افزایش و کاهش باغات

شکل(۲۲). افزایش و کاهش مناطق شهری

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]



شکل(۲۳). افزایش و کاهش زمین های زراعی شکل(۲۴). نقشه کل تغییرات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ شکل(۲۵). بدون تغییر



شکل(۲۶). تغییرات زراعی به شهری شکل(۲۷). تغییرات زمین بایر به شهری شکل(۲۸). تغییرات از باغات به شهری

تجزیه و تحلیل این داده ها می تواند پیش بینی های صحیح جهت تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند. به خصوص استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی میتواند 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. داشتن آمار و اطلاعات به هنگام از کاربریهای موجود، لازمهٔ مدیریت صحیح عرصه های طبیعی است. یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به تغییرات کاربری اراضی است . در تحقیق حاضر، تغییرات کاربری اراضی شیراز به وسعت ۳۴۰۶۴۵ هکتار در سه مقطع زمانی ۱۹۸۵ ، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ با استفاده

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

از تصاویر ماهواره ای لندست ارزیابی شد و با استفاده از مدل زنجیرهٔ مارکوف تغییرات کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ پیش بینی گردید.

نتیجه گیری

نقشه های کاربری/ پوشش زمین از مهمترین منابع اطلاعاتی در مدیریت منابع طبیعی محسوب میشوند. هدف این تحقیق بازبینی ، مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در دوره ۳۰ ساله توسط مدل LCM در شهر شیراز است. در این تحقیق، تصاویر سنجنده‌های TM لندست ۴، ۵ و OLI لندست ۸ به ترتیب برای سال‌های ۱۹۸۵ ، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ و همچنین نقشه های توپوگرافی و پوشش منطقه استفاده گردید.سپس صحت سنجی و آشکار سازی تغییرات انجام شد با بکارگیری مدل پیش بینی تغییرات کاربری LCM مارکوف و رویکرد مدلساز تغییر کاربری انجام شده است .تصاویر هر سه مقطع زمانی به چهار طبقهٔ کاربری بایر، باغ، اراضی شهری، و اراضی زراعی طبقه بندی شدند. براساس نتایج، کشاورزی آبی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده که وسعت این اراضی طی ۱۹۸۵ 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 بایر نیز طی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ روندی نزولی بوده که موجب کاهش ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه شده است.نتایج آشکار سازی تغییرات در دوره ۱۹۸۵ با ضریب کاپا ۰/۸۸، در دوره ۲۰۰۰ باضریب کاپا ۰/۷۷ و در دوره ی ۲۰۱۵ با ضریب کاپا ۰/۹۲ را نشان داد. نتایج مقایسهٔ نقشه های کاربری اراضی در دوره های یاد شده نشان دهندهٔ تغییر سطح همه کاربری ها بوده است. نرخ تخریب سالیانه بایر) ۳۵۴۹/۲ هکتار(در دوره۲۰۰۰-۱۹۸۵ -بیشتر از نرخ تغییرات سالیانه دورهٔ ۲۰۱۵ – ۱۹۸۹(۱۳۴۱/۲۶ هکتار) بوده است، که نشان دهنده تخریب شدیدتر کاربری مذکور در دورهٔ اول است. به طور کلی روند تغییرات پوشش بایر از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵ روندی نزولی داشته است، طی دورهٔ ۳۰ ساله مورد بررسی مقدار ۵۹۱۶۰/۹۹ هکتار از این طبقه کاسته شده است نتیجه مذکور با نتیجه(رمضانی و جعفری۱۳۹۳) (دراسفراین و کریمی و کمکی۱۳۹۴) در دشت بسطاق خراسان جنوبی همسویی دارد. پوشش اراضی بایری و باغ 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 باغ و بایر جای خود را به طبقه زراعی با وسعت ۴۰/۶۲ درصد داده است که بیشترین درصد از طبقات را شامل می‌شود. این مسأله با توجه به نزدیکی منطقه به رودخانه، تصرف اراضی ملی و افزایش نرخ بیکاری قابل توجیه میباشد. بر این اساس وسعت کاربری اراضی شهری 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، رمضانی و جعفری(۱۳۹۳) در اسفراین، اصلاح و همکاران(۱۳۹۳) در تهران و غلامعلی‌فرد و همکاران(۱۳۹۳) در سواحل میانی استان بوشهر همسویی دارد. در طول دورهٔ 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

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

است. در دورهٔ اول این کاربری نرخ افزایش سالانه (۳۶۵۰ هکتار) و در دوره‌ی 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 دربرگرفته که خود موجبات تغییر شرایط اکوسیستم را میتواند 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 همکاران۱۳۸۹) ،(دژکام و همکاران ، ۱۳۹۴) مطابقت ندارد. افزایش سطح توقعات و مسائل اقتصادی به ویژه در دههٔ اخیر از یک سمت و وابستگی اهالی منطقه به امور کشاورزی از طرف دیگر موجب تقاضای بیشتر برای کسب درآمد و تغییر کاربریها به سمت کاربری کشاورزی شده است. تغییر روند تغییرات کاربری ها و به خصوص بی ثباتی روند مدیریتی موجود ممکن است فرایند تحلیل زنجیرهٔ مارکوف را تحت تأثیر قرار دهد. با تأ کید بر اینکه اغلب هدف پیش بینی تغییر کاربری، ارزیابی پیامدهای سناریوهای مختلف به ویژه ادامهٔ روند موجود است؛ نتایج این پیش بینی به رغم اختلاف نسبت به آنچه در آینده اتفاق خواهد افتاد، می تواند هشداری برای وضعیت کاربری ها در آینده باشد. نتایج حاصل از این مطالعه به طور کلی نشان دهنده افزایش سطح زراعت آبی و همچنین، توسعه شهر شیرازاست که بر اثر از بین رفتن اراضی بایری و اراضی باغ 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 بایر 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 بهره وری کنونی در سال ۲۰۳۰ با تهدید جدی روبه رو خواهد شد. بنابراین، تحقیق حاضر استفاده از نقشه های حاصله را برای شناسایی مناطق حساس، به منظور برنامه ریزی و مدیریت بهتر به دستگاه های اجرایی توصیه مینماید. با توجه به اینکه در بیشتر مدل های پیش بینی اساس بر ثابت بودن روابط متقابل تغییرات و علت های آن در طول زمان است ولی فرآیندهای تغییرات استفاده از زمین پویا هستند، از اینرو اینگونه مدل سازی ها باید برای دوره های کوتاه مدت (۱۰ - ۵ سال) اجرا شوند.

منابع

احدنژاد روشتی،محسن؛ زلفی،علی؛ شکری پور،حسین؛ (۱۳۹۰) ، **ارزیابی و پیش بینی گسترش فیزیکی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی)مطالعه موردی شهر اردبیل ۱۴۰۰ - ۱۳۶۳)** ، فصلنامه آمایش محیط، شماره ۱۰۷۱۵ ، ۱۵۱۰۷ - ۱۲۴.

ا لمدرسی،سیدعلی؛ مفیدی فر، مهدی؛ ملکزاده بافقی، شاهرخ ؛ (۱۳۹۳) ، **بررسی کارایی مدل زنجیره ای مارکوف در برآورد تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای LANDSAT** ، نخستین همایش ملی کاربرد مدلهای پیشرفته تحلیل فضایی)سنجش از دور و) GIS در آمایش سرزمین، صفحه۱۰.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

خان محمدی،ناصر؛ (۱۳۹۷) . **مدلسازی تغییرات اراصی کاربری با استفاده از مدلساز تغییر زمین LCM شهرستان نکا**. فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران سال نهم شماره اول پیاپی ۳۱ بهار ۹۷ صفحات ۵۳-۶۹.

دژکام، بهمن؛ جباریان امیری، سیدصادق؛ درویش صفت،علی اصغر؛ (۱۳۹۴)، **پیش بینی تغییرات کاربری و پوشش زمین در شهرستان رشت با استفاده از مدل سلو لهای خودکار و زنجیره مارکوف**، پژوهشهای محیط زیست، ۶، ۱۱ ، ۱۹۳-204.

رمضانی،رضا؛ جعفری،نفسیه؛(۱۳۹۳) ، **آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در افق ۱۴۰۴ با استفاده از مدل زنجیره ای CA مارکوف (مطالعه موردی: اسفراین)**،فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۲۹ ، ۴، ۱۱۵.

علی محمدی،شایان؛ موسیوند،احمد؛ جعفری،عباس؛ (۱۳۸۹) ، **پیش بینی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای و مدل زنجیر های مارکوف**، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۴ ، ۱۱۷-130،۳.

غلامعلی فرد، مهدی؛میرزایی،محسن؛ جورابیان شوشتری،شریف؛(۱۳۹۳)، **مدلسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیر ۀ مارکوف (مطالعۀ موردی: سواحل میانی استان بوشهر)**، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵، ۱، ۶۵ - ۷۹.

کریمی،کامران؛چوقی، بایرام؛ (۱۳۹۴) ،**پایش، ارزیابی و پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی/پوشش 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.

نشاط، عبدالمجید؛ (۱۳۸۱) ، **تجزیه وتحلیل و ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش زمین با استفاده از داده های سنجش ازدور و سامانه های -اطلاعات جغرافیایی در استان گلستان**. ، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سنجش ازدور و GIS ، دانشگاه تربیت مدرس.

عفیفی،محمد ابراهیم-رهنما وحیدرضا. (۱۳۹۶). **بررسی روند تغییرات کاربری اراضی شهر عسلویه و پیش بینی تغییرات با استفاده از سنجش از دور و مدل های lcm-ca-markov** پایان نامه ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد لارستان.

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.

Al-Ahmadi, Feysal, Hames, Abbas. (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.

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

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

Brown, Donald, Pijanowski, Bob, Duh, Jane, (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.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

Congalton, Richard. (1991), **A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data**, Rentote Sensing of Environment, 37, 35-46.

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

Gilks, Wegner, Richardson, Suzy, Spiegelhalter, Jack., (1996), **introducing markov chain montecarlo**. Markov chain Monte Carlo in practice, 1: 19- 44.

Gross, Jack, Goetz, Sany, Cihlar, Judy., (2009), **Application of remote sensing to parks and protected area monitoring: Introduction to the special issue**, Remote Sensing of Environment, 113, 7, 1343-1345.

Hathout, Sarah., (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.

Jenerette, Goerg, Darrel, Watson, , (2001), **Analysis and simulation of land use change in the central Arizona-Phonix region, USA.**Landscape ecology,16, 611-626.

Kamusoko, Courage, Aniya, Masamu, (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.

Lambin, Fred, (2008), **Land-use and landcover change: local processes and global impacts.** Springer Science & Business Media, New York.

Mas, López.(2004), **modelling deforestation using GIS and artificial neural networks,** Environmental Modeling & Software, 19: 461–471.

Jean-François, Martin (2014), **Inductive pattern-based land use/cover change models**, A comparison of four software packages, Environmental Modelling & Software, 51, 94-111.

Mitsova, Wang, (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.

Muller, Middleton. (1994), **A Markov model of land-use change dynamics in the Niagara Region**, Ontario, Canada, Landscape Ecology, 9, 151- 157.

Nazarisamani, Ahmad. (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.

Ozesmi, Bauer, (2002), **Satellite remote sensing of wetlands**, Wetlands Ecology and Management, 10, 381-402.

Piquer-Rodríguez, Maria, Alcaraz-Segura, Raul, (2012), **Future land use effects on the connectivity of protected area networks in southeastern Spain**, Journal for Nature Conservation, 20 (6), 326-336.

Richards, John (2006) **, Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction, 4th Edition**, and Springer.

Sohl, Peter (2013), **Clarity versus complexity: Land-use modeling as a practical tool for decision-makers**, Journal of Environmental Management, 129, 235-243.

Upadhyay,Solberg, Birger,Sankhayan, (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.

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

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]
[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]

Weng, Zheng., (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.

Whitford, Walter, Malekian, Arash, (2008), **Ecology of desert systems, Tehran: University of Tehran**. , P. 340.

Wu, Qiong, Wang, Zhen, (2006), **Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS**, Landscape and Urban Planning, 78 , 322–333.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1399.20.56.14.5]

[DOI: 10.29252/jgs.20.56.141]