دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هجدهم، شماره‌ی ۶۴
زمستان ۱۳۹۷، صفحات ۱۷۶-۱۵۹

*مهتاب صفری شاد [۱]
محمود حبیب نژاد روشن [۲]
کریم سلیمانی [۳]
علیرضا ایلدرمی [٤]
حسین زینی وند [٥]

ارزیابی روش حداکثر احتمال در فرآیند تشخیص تغییر کاربری اراضی به کمک شاخص NDVI (مطالعه موردی حوزه آبخیز همدان–بهار)

تاریخ دریافت: ۹٤/۰۵/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹٦/۰۱/۳۱

چکیده

تشخیص به‌موقع و دقیق تغییر ویژگی‌های سطح زمین به‌منظور درک روابط و تعاملات بین انسان و پدیده‌های طبیعی و ارتقا تصمیم‌گیری بهتر بسیار مهم است. داده‌های سنجش از دور منابع مهمی هستند که در دهه‌های اخیر برای تشخیص تغییر کاربری اراضی مورد استفاده قرارگرفته است. در این پژوهش جهت تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز همدان-بهار از داده‌های رقومی سنجنده‌های TM (۱۹۹۲)، ETM (۲۰۰۰) و OLI (۲۰۱۳) مربوط به لندست‌های ۵، ۷ و ۸ استفاده شد. به کمک نمونه‌های برداشت شده واقعیت زمینی، برای طبقه‌بندی تصاویر، روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به طبقه‌بندی میزان مقبولیت ضریب کاپا توسط لاندیس و کوچ، مقبولیت ضریب کاپا برای سال‌های (۱۹۸۵) ۹۳/۱۱٪، (۲۰۰۰) ۹۰/۰۱٪ و (۲۰۱۳) ۸۵/۰٦٪

*۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail:mahtabsafari66@gmail.com
۲- گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
۳- گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.
٤- گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ایران.
٥- گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه لرستان، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

عالی ارزیابی شد. همچنین با مقایسه نقشه‌های NDVI با نقشه‌های طبقه‌بندی شده حداکثر احتمال مشخص شد که طبقه کاربری کشاورزی آبی با نقشه‌های NDVI تولید شده مطابقت دارد و گویای دقت روش حداکثر احتمال در طبقه‌بندی تصاویر می‌باشد. نتایج نشان داد به طور کلی بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳) اراضی مسکونی و کشاورزی آبی به میزان ۱۳۹/۹۳٪ و ۱۲/۲۹٪ افزایش و اراضی کشاورزی دیم و مراتع به میزان ۰/۳۳٪ و ۱۷/۱۲٪ کاهش یافته است. همچنین نتایج حاصل از نقشه‌های تبدیل کاربری غیرمسکونی به مسکونی نشان داد در طی سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰)، (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳) و (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳) از بین کاربری کشاورزی و مرتع، کاربری کشاورزی به‌ترتیب با مساحت برابر ٤٤/٦ کیلومترمربع، ۷۳/۳۵ و ۹٤/۸٤ بیش‌ترین مساحت تبدیل یافته از کاربری غیرمسکونی به مسکونی را به خود اختصاص داده است. همچنین، جهت بررسی روند تغییر کاربری‌ها با توجه به وضعیت گذشته با استفاده از مدل اتومای سلولی، نقشه کاربری اراضی برای سال (۲۰۳۰) پیش‌بینی شد، سپس نمودار تغییرات کاربری اراضی دوره (۱۹۹۰ تا ۲۰۳۰) ترسیم شد. نتایج بیانگر روند رو به رشد سطوح انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی آبی منطقه برای دوره آتی است. در این بازه زمین‌های تحت کشت دیم و پوشش مرتعی روند رو به کاهش خواهند داشت.

کلید واژه‌ها: تغییر کاربری، سنجش از دور، لندست، طبقه‌بندی نظارت‌شده، مدل اتومای سلولی، حوزه آبخیز همدان-بهار.

مقدمه

توسعه شهری عامل جدی ایجاد مشکلات محیط زیستی مانند کاهش کیفیت آب‌وهوا، کاهش اراضی کشاورزی و افزایش موضعی دما است (Abd & Alnajjar, 2013: 28). رشد فیزیکی شهرها اراضی مرغوب کشاورزی را بلعیده و از بین برده است. متأسفانه بسیاری از شهرهای کشور ما، در مراحل اولیه شکل‌گیری (با هدف استفاده از خاک‌های مرغوب برای زراعت) در اراضی مرغوب یا در کنار آن‌ها استقرار یافته‌اند (Jahanshahi NowKandeh, 2006: 23). زمین‌های مسطح که اکثراً شهرها در آن بنا می‌شوند، مناسب‌ترین زمین برای کشاورزی هستند. بدین ترتیب خاک‌های حاصلخیز در ساختمان‌های شهری، پیاده‌روهای سیمانی و جاده‌های آسفالته مدفون می‌شوند (Haji Norouzi, 2006: 14). امروزه برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح فضاهای شهری و روستایی نیازمند اطلاعات دقیق فضایی در زمان‌های مختلف، از تغییرات کاربری اراضی است (Haji Norouzi, 2006: 14). تغییر کاربری اراضی به‌عنوان یکی از چالش‌های عمده در قرن بیست‌ویک مطرح خواهد بود و برخی حتی اعتقاد به شدیدتر بودن تأثیرات آن نسبت به پدیده تغییر اقلیم دارند (Sala, 2000: 1772).

با توجه به تغییرات کاربری اراضی در طول زمان و فقدان اطلاعات دوره‌ای از وضعیت گذشته در بیش‌تر مناطق، امکان بررسی و پایش روند تغییرات آن‌ها با استفاده از روش‌های سنتی وجود ندارد (Rahdari et al, 2011: 60). روش فن‌آوری سنجش از دور، بسیار مقرون صرفه‌تر و به عبارتی کارآمدتر برای مطالعه تغییرات کاربری اراضی،

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

به‌خصوص در مناطق منطقه‌ای و یا ملی در مقایسه با روش‌های سنتی است (Nordberg & Evertson, 2003: 503; Paradzayi et al, 2008: 81). از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال یکی از کاراترین روش‌های طبقه‌بندی تصاویر محسوب می‌شود (Doski et al, 2013: 634). در بسیاری از تحقیقات و مطالعات این روش به‌عنوان دقیق‌ترین و پرکاربردترین روش طبقه‌بندی معرفی شده است (Vahidi et al, 2015: 75; Asghari Zamani et al, 2016: 58). به‌عنوان مثال Haghighi Zayedi et al (2013) با استفاده از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست ۵ به بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در شهرستان لاهیجان (واقع در استان گیلان) طی سال‌های (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۰) میلادی پرداختند. آن‌ها چهار کاربری کشاورزی، جنگل، مسکونی و محیط‌های آبی را برای این منطقه در نظر گرفتند و با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی منطقه را تهیه کردند. نتایج نشان داد که طی این ۱۹ سال کاربری شهری افزایش و در مقابل کاربری کشاورزی کاهش یافته است. صحت کلی به‌دست آمده برای سال‌های (۱۹۹۱، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰) به‌ترتیب ۸۸٪، و ۹۲٪ بود و کاپای کلی برای سال‌های (۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰) به‌ترتیب ۶۱/۲۹٪ و ۷۶/۰۳٪ به‌دست آمد. آن‌ها روش حداکثر احتمال را به‌عنوان بهترین روش طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی منطقه لاهیجان معرفی کردند Ha and Hong (2014) به بررسی تصاویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ در طی سال‌های (۱۹۹۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) در بخش لاسل[6] واقع در ایالت متحده آمریکا، با هدف تهیه نقشه کاربری اراضی و برآورد الگوی گندمزارهای این کشور پرداختند. آن‌ها برای منطقه مطالعاتی خود پنج کاربری آب، جنگل، مسکونی، کشاورزی و مرتع را در نظر گرفتند. برای طبقه‌بندی تصاویر از روش‌های مختلف طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش حداکثر احتمال با صحت کلی ۹۲/۶٪ و ضریب کاپای ۸۹٪ دقیق‌ترین نتیجه را داشته است و همچنین نتایج نشان داد که در بازه زمانی (۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲) مناطق آبی و جنگل کاهش یافته و در مقابل اراضی مسکونی و کشاورزی و مراتع افزایش یافته است.

Ahmad and Muddassir (2014) به بررسی نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر سال (۲۰۰۸) سنجنده LISS III ماهواره IRS-P6 مربوط به منطقه جامیاناگار[7] واقع در دهلی‌نو پرداختند. آن‌ها برای منطقه مورد مطالعه چهار کاربری مسکونی، پوشش گیاهی انبوه، پوشش گیاهی و آب را در نظر گرفتند و با استفاده از چهار روش طبقه‌بندی نظارت‌شده اقدام به طبقه‌بندی منطقه جامیاناگار نمودند. نتایج نشان داد که روش شبکه موازی طبقه‌بندی بسیار ضعیفی را ارائه کرده است و مناطق وسیعی طبقه‌بندی نشده باقی ماندند. روش حداکثر احتمال نتیجه بهتری نسبت به روش‌های فاصله ماهالانوبیس و حداقل فاصله از میانگین را ارائه کرده و برای برنامه‌ریزی آینده کاربری اراضی منطقه جامیاناگار توصیه می‌شود. Abd and Alnajjar (2014) به مطالعه و بررسی تغییرات کاربری اراضی و توسعه شهری در جنوب منطقه جوهور[8] در یک بازه‌ی زمانی ۱۶ ساله از سال (۱۹۹۵ تا ۲۰۱۱) پرداختند و برای این کار از

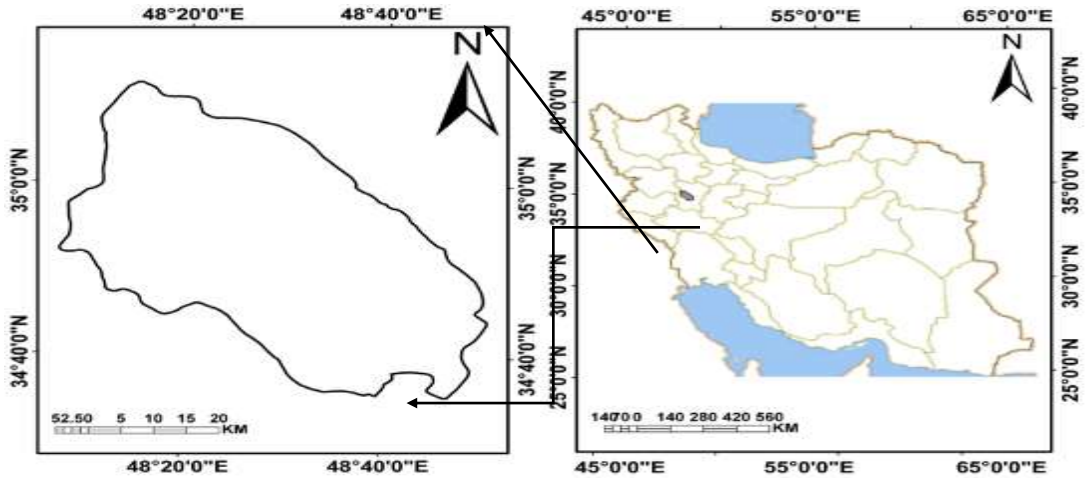
6- La Salle
7- Jamia Nagar
8- Johor

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

تصاویر سنجنده‌های TM و ETM^+ ماهواره لندست ۷ استفاده کردند. آن‌ها با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال منطقه مطالعاتی را در ۵ کلاس آب، منطقه شهری، پوشش گیاهی، زمین بایر و منطقه ناشناخته (منطقه ابری) طبقه‌بندی کردند. دقت طبقه‌بندی برای سال (۱۹۹۵)، ۸٤/۱٤٪ و برای سال (۲۰۱۱)، ۸۹/۱۱٪ بود. نتایج تجزیه‌وتحلیل و آشکارسازی تغییرات نشان داد که مناطق ساخت‌وساز شده، ۳٪ افزایش یافته و پوشش گیاهی ۱۲٪ طی این بازه زمانی کاهش یافته است. حاصل از پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که در حال حاضر داده‌های سنجش از دور بهترین وسیله برای مطالعات کاربری اراضی بوده و اکثر محققان در طبقه‌بندی تصویر جهت استخراج نقشه کاربری اراضی برای دست‌یابی به بیش ترین صحت از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال استفاده نموده‌اند. هدف اصلی مطالعه حاضر ارزیابی روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به کمک شاخص NDVI و مطالعات پیشین در بحث تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز بهار-همدان و تهیه نقشه‌های تبدیل کاربری غیرمسکونی به مسکونی در یک بازه زمانی ۲۱ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست می‌باشد.

محدوده مورد مطالعه

حوزه آبخیز همدان -بهار در دامنه‌های شمالی الوند با مساحت ۲٤۹۰ کیلومترمربع، بین عرض جغرافیایی '٤۰ °۳٤ تا '۱۰ °۳۵ شمالی و طول جغرافیایی '۷ °٤۸ تا '۳۷ °٤۸ شرقی واقع شده است (شکل ۱). حداکثر و حداقل ارتفاع حوزه به‌ترتیب ۳۳۷۲ متر در ارتفاعات الوند و ۱۷۱۰ متر در محل خروجی حوزه می‌باشد. شیب عمومی منطقه جنوب غربی-شمال شرقی می‌باشد و بیش از ۲٤ مسیل عمده که شامل آبراهه‌هایی با جریان فصلی و دائمی می‌باشد، در این زیر حوزه جریان دارد این آبراهه‌ها در قسمت مرکزی به هم پیوند خورده و رودخانه اصلی زیر حوزه را تحت عنوان سیمینه‌رود، تشکیل می‌دهد و این رودخانه از ناحیه شمال شرقی زیر حوزه خارج شده و به رودخانه قره‌چای می‌ریزد. در پایین دست این زیر حوزه دشت همدان-بهار واقع گردیده شده است (Water Hegmatan Consulting Engineers, 2004: 12).



شکل ۱ : موقعیت حوزه آبخیز همدان –بهار در ایران

Figure 1: Location of the studied area

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

-جمع‌آوری اطلاعات و ابزارهای مورد نیاز برای مطالعه

به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات و انجام پژوهش حاضر از اطلاعات و وسایل زیر استفاده به‌عمل آمده است: داده‌های GPS، مرز رقومی حوزه آبخیز همدان - بهار، نرم‌افزار GIS، نرم‌افزار ENVI و تصاویر سنجنده‌های TM و ETM^+ و OLI ماهواره Landsat مربوط به سال‌های (۱۹۹۲، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳) که از سایت USGS تهیه گردید. اطلاعات مربوط به زمان اخذ تصاویر در (جدول ۱) آمده است.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره Landsat مورد استفاده

Table 1- Characterized of landsat used

ردیف	شماره Landsat	سنجنده	گذر/ ردیف	تاریخ تصویربرداری		فرمت
				شمسی	میلادی	
۱	۵	TM	۱۶۶/۳۶	۱۳۷۱/۴/۸	۱۹۹۲/۶/۲۹	
۲	۷	$^+$ETM		۱۳۷۹/۴/۸	۲۰۰۰/۶/۲۹	TIFF
۳	۸	OLI		۱۳۹۲/۳/۲۰	۲۰۱۳/۶/۱۰	TIFF

مواد و روش‌ها

ابتدا تصاویر تصحیح هندسی شدند. سپس برای طبقه‌بندی تصاویر، روش حداکثر احتمال مورد استفاده قرار گرفت و نتایج حاصله از طبقه‌بندی با شاخص NDVI و صحت کلی و ضریب کاپا ارزیابی شد. سپس با توجه به وضعیت گذشته تغیر کاربری، برای سال (۲۰۳۰) توسط مدل اتومای سلولی پیش‌بینی انجام شد.

-شاخص گیاهی تفاضل تعدیل‌شده (NDVI[۹])

شاخص گیاهی تفاضل تعدیل‌شده کاربرد گسترده‌ای جهت تشخیص مناطق دارای پوشش گیاهی سالم از ناسالم و مناطق عاری از پوشش دارد (Manandhar et al, 2009: 334). این شاخص وضعیت پوشش گیاهی را بر روی سطح زمین در مناطق وسیع نشان می‌دهد. ارزش عددی شاخص NDVI بین ۱- تا ۱ متغیر می‌باشد، ارزش‌های عددی مثبت مربوط به پوشش گیاهی متراکم و ارزش عددی صفر و مقادیر نزدیک به آن مربوط به مناطق بدون پوشش گیاهی است و مکان‌های خیس و آب ارقام نزدیک به ۱ - را دارا هستند و از طریق معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$ رابطه (۱)

که در آن NIR باند مادون‌قرمز نزدیک (که در سنجنده TM و ETM لندست باند ٤ و در سنجنده OLI لندست باند)

9- Normalized Deference Vegetation Index

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

و RED باند قرمز (که در سنجنده TM و ETM لندست باند ۳ و در سنجنده OLI لندست باند ٤) است (Manandhar et al, 2009: 334).

- نمونه‌های آموزشی

جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در طی دو مرحله از عملیات میدانی صورت می‌گیرد. مرحله اول قبل از طبقه‌بندی که در این مرحله جمع‌آوری نمونه‌ها برای آشنایی با محدوده موردمطالعه و همچنین به‌دست آوردن نمونه‌های آموزشی موردنیاز برای طبقه‌بندی انجام می‌شود و مرحله دوم پس از انجام طبقه‌بندی که باهدف بازبینی صحت و تصحیح نتایج طبقه‌بندی انجام می‌شود. علاوه بر عملیات میدانی، نمونه‌های آموزشی موردنیاز برای استخراج نقشه‌های کاربری اراضی می‌تواند از داده‌های GIS و سایر موارد مثل نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های زمین‌شناسی و خاک‌شناسی و همچنین داده‌های تصویری جمع‌آوری شود (Dadash Zadeh, 2005: 63).

- ماتریس خطا

روش معمول و استاندارد برای تعیین دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، استفاده از ماتریس خطا است (Rezaei Livari, 2012: 76). بر اساس ماتریس خطا دقت کلی و ضریب کاپا محاسبه می‌شود (Soffianian and Khodakarami, 2013: 111).

- صحت کلی (دقت کلی)[10]

صحت کلی در بیان دقت نتایج به‌دست آمده از روش‌های مختلف طبقه‌بندی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر تئوری، احتمالاتِ دقت کلی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج حاصل از طبقه‌بندی باشد، زیرا در این شاخص نقش شانس قابل‌توجه است (Rezaei Livari, 2012: 77). با استناد به منابع ضریب صحت کلی بزرگ‌تر از ۷۰٪ ازنظر صحت خیلی‌خوب و کم‌تر از ٤۰٪ ضعیف عنوان شده است (Hassanpour, 2013:7; Mirzaei Mvsyvnd, 2011: 97). کم‌ترین میزان صحت قابل قبول در طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای طبق نظریات آندرسون، ۸۵٪ می‌باشد (Khedmatgozar Dovlati, 2011: 74).

- ضریب کاپا[11]

به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالبا در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. زیرا شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد (Yousefi et al, 2011: 21). در این حالت، دقت نسبت به حالتی که یک تصویر کاملا به حالت تصادفی طبقه‌بندی شود، به‌دست می‌آید. ضریب کاپا این مزیت را نسبت به دقت کلی دارد که از عناصر حاشیه‌ای (غیر قطری) ماتریس خطا برای

10- Overall Accuracy
11- Kapa Coefficient

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

محاسبه دقت استفاده می‌کند (Khedmatgozar Dovlati, 2011: 74). میزان ضریب کاپا بین ۰ تا ۱ متغیر است (بین ۰ تا ۱۰۰ درصد). ضریب کاپای معادل یک نشان‌دهنده یک طبقه‌بندی کاملا صحیح، ضریب کاپای معادل صفر نشان‌گر یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و مقدار منفی نیز به معنی وجود خطا در طبقه‌بندی است (Rezaei Livari, 2012: 77). با استناد به منابع ضریب کاپای بزرگ‌تر از ۷۰٪ از نظر صحت خیلی خوب و کم‌تر از ٤۰٪ ضعیف عنوان شده است (Hassanpour, 2013: 369; Mirzaei Mvsyvnd, 2011: 97). طبقه‌بندی میزان مقبولیت ضریب کاپا که توسط Koch و Landis ارائه شده است، کاربرد گسترده‌ای دارد و در (جدول ۲) ارائه شده است (Cunningham, 2009: 3).

جدول ۲- طبقه‌بندی میزان مقبولیت ضریب کاپا توسط کوچ و لاندیس

Table 2- Classification of Kappa coefficient acceptability by Koch and Landis

ضریب کاپا (٪)	میزان مقبولیت
کم‌تر از ۰	ضعیف
۰-۲۰	کم
۲۱-٤۰	متوسط
٤۱-٦۰	مناسب
٦۱-۸۰	قابل قبول
۸۱-۱۰۰	عالی

(Cunningham, 2009: 3).

مدل اتومای سلولی

اتوماتای سلولی (CA[۱۲]) یک روش محاسباتی است، که قادر به شبیه‌سازی فرآیند رشد با توصیف یک سیستم پیچیده از طریق مجموعه‌ای از قواعد ساده است. یک CA متشکل از یک فضای سلولی گسسته است، که در آن وضعیت هر سلول مشخص است. وضعیت هر سلول بستگی به وضعیت قبلی خود و وضعیت سلول‌های همسایه‌اش با توجه به مجموعه‌ای از قوانین انتقال دارد. شبیه‌سازی CA از طریق گام‌های زیر مشخص می‌گردد: مقداردهی اولیه سلول، تبدیل داده‌ها، ایجاد اطلاعات لایه کنترل، تعیین سلول همسایه، قوانین انتقال، تعیین پارامترها، شبیه‌سازی مدل و تجزیه‌وتحلیل نتایج (Jing et al, 2014: 260).

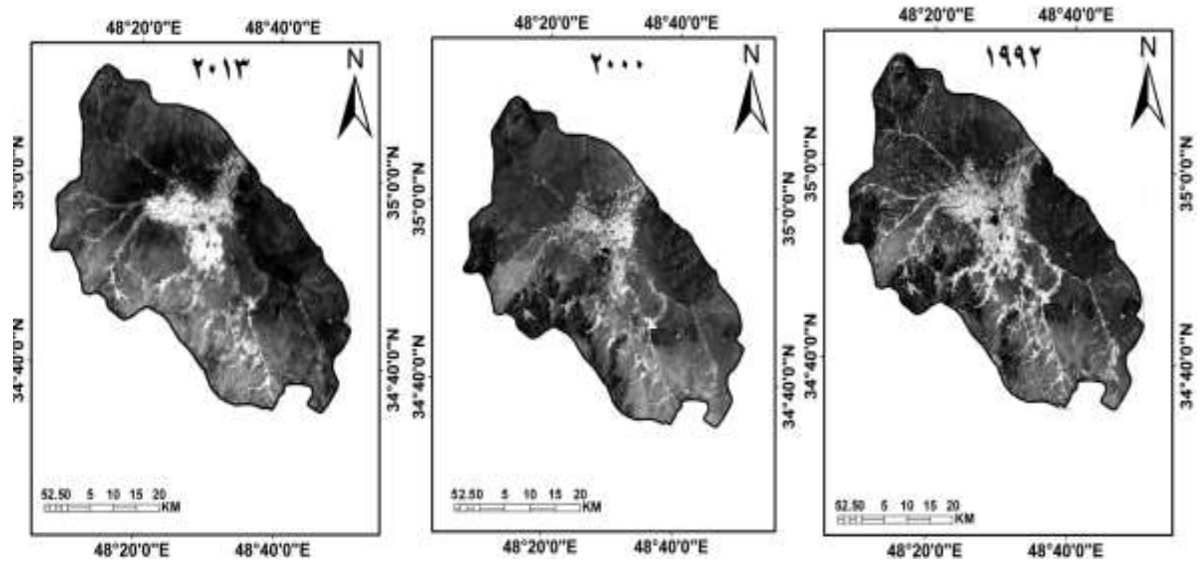
یافته‌ها و بحث

- پیش‌پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های NDVI

12- Cellular Automata

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

با توجه به هدف مطالعه که تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای منطقه مورد مطالعه بود، در ابتدا اقدام به اعمال تصحیحات مورد نیاز در مرحله‌ی پیش پردازش نمودیم. به‌منظور حذف خطاهای اتمسفری از روش نسبی (تفریق تیره‌ترین پیکسل) استفاده شد. در تصاویر بسیاری از خطاهای دستگاهی و زمین مرجع کردن قبل از فروش تصویر موردتوجه و برطرف می‌شود، لذا در این بررسی به اصلاح خطاهای دستگاهی نیاز نبوده، اما باوجود این‌که تصاویر زمین مرجع شده بود (UTM[۱۳]/WGS[۱۴]84 تصاویر با RMSe معادل ۰/۲۷ (سال ۱۹۹۲)، ۰/۵۲ (سال ۲۰۰۰) و ۰/۲۵ (سال ۲۰۱۳) پیکسل به روش Image to map تصحیح هندسی شدند (Karathanassi et al, 2000: 656). با توجه به این‌که هیچ نوع خطای رادیومتریک در تصویر منطقه دیده نشد، این مرحله حذف شد. سپس شاخص گیاهی تفاضل تعدیل‌شده توسط نرم‌افزار ENVI برای سال‌های (۱۹۹۲، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۳) محاسبه شد (شکل ۲).



شکل ۲: اعمال شاخص NDVI بر روی تصاویر (مناطق سفید نشان‌دهنده اراضی با کشت آبی است)

Figure 2: NDVI maps (whited areas indicate the area with irrigation farming)

-طبقه‌بندی تصاویر و استخراج مساحت کاربری‌ها

در تحقیق حاضر علاوه بر نمونه‌برداری بر روی تصاویر ماهواره‌ای، جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی موردنیاز عمدتا" از طریق عملیات میدانی با استفاده از GPS انجام شده و برای سطوح کاربری اراضی پیچیده مثل نواحی کشاورزی نمونه‌های آموزشی به تعداد زیاد جمع‌آوری گردید، اما برای سطوح کاربری اراضی با اراضی بایر، شهر و نواحی ساخته شده علاوه بر عملیات میدانی از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی نیز استفاده شد. تعداد نمونه‌های آموزشی واقعیت زمینی که با استفاده از GPS در عملیات میدانی برای هر کدام از کلاس‌ها قبل از طبقه‌بندی و پس از طبقه‌بندی برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی جمع‌آوری شده، در (جدول ۳) آمده است.

13- Universal Transverse Mercator (UTM)
14- World Geodetic System (WGS)

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۳- تعداد نمونه‌های آموزشی برداشت شده واقعیت زمینی با GPS

Table 3- Number of training sample using GPS

نوع کاربری	قبل از طبقه‌بندی	پس از طبقه‌بندی
کشت آبی	۳۹	۱۵
کشت دیمی	۳٤	۱۳
آب	۲٤	۷
اراضی مرتعی	۲۵	۱۲
شهر و نواحی مسکونی	۲۸	۱۱

به کمک نمونه‌های برداشت شده واقعیت زمینی، بر روی تصاویر ماهواره‌ای نمونه‌برداری به‌صورت نظارت شده صورت یافت. تعداد پیکسل‌های انتخاب شده به‌عنوان نمونه‌های تعلیمی بر روی تصاویر ماهواره‌ای در هر یک از سال‌های مورد بررسی برحسب وسعت کاربری‌ها، با پراکنش مناسب انتخاب شدند. پس از معرفی نمونه‌های تعلیمی بر روی تصاویر ماهواره‌ای به کمک نرم‌افزار ENVI عمل طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال انجام شد. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی برای متعادل‌سازی و حذف پیکسل‌های انفرادی در تصویر از فیلتر اکثریت استفاده شد. این فیلتر یک پنجره متحرک در سرتاسر تصویر طبقه‌بندی شده اعمال می‌کند که در طی آن طبقه اکثریت درون پنجره مشخص می‌شود و اگر پیکسل مرکزی در طبقه اکثریت نباشد در طی این عملیات به طبقه اکثریت تغییر داده می‌شود، اما اگر در پنجره متحرک هیچ طبقه اکثریتی وجود نداشته باشد، پیکسل مرکزی تغییر نمی‌یابد. در این تحقیق ماتریس خطا برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر استفاده گردید؛ که نتایج آن در (جدول ٤) نمایش داده شده است. یک طبقه‌بندی هیچ‌گاه بدون ارزیابی دقت، ارزشی نخواهد داشت، چراکه هر روش دارای خطا می‌باشد و بنابراین باید به طریقی از مقدار (حداقل تقریبی) این خطا آگاه باشیم تا بتوان در تصمیم‌گیری‌ها در حد مشخص و معین به داده‌ها اطمینان کرد.

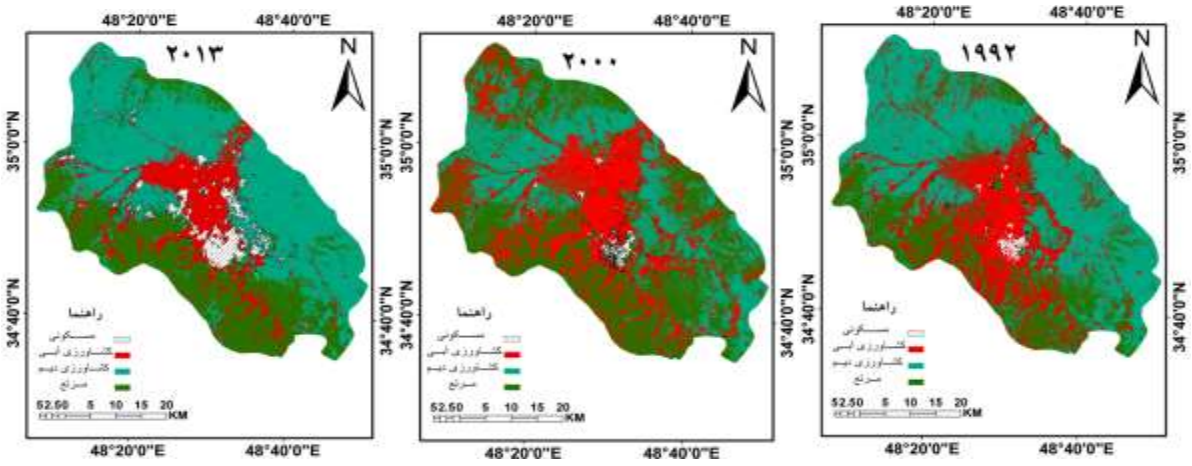
جدول ٤- ماتریس خطای طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش حداکثر احتمال

Table 4- Confusion matrix of land use classification using maximum likelihood

سال	صحت کل	کاپا
۱۹۹۲	٪۹٤/۵۲	۰/۹۳۱۱
۲۰۰۰	٪۸۷/٤۳۲۵	۰/۹۰۰۱
۲۰۱۳	٪۹۰/۸۲۳۷	۰/۸۵۰٦

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

پس از طبقه‌بندی تصویر و استخراج نقشه کاربری‌های اراضی که نتایج آن در (شکل ۳) ارائه شده است. مساحت هرکدام از کلاس‌های کاربری اراضی به شرح (جداول ۵، ٦ و ۷) استخراج شد.



شکل ۳: نقشه‌های کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال

Figure 3: Land use Maps Using Maximum Likelihood

جدول ۵- مساحت کاربری‌های تصویر ماهواره‌ای سال (۱۹۹۹) با استفاده از روش حداکثر احتمال

Table 5- Land use area using maximum likelihood

نام کاربری‌ها	مساحت
	کیلومتر مربع
مسکونی	۸۱
مرتع	۸۵۸/۸۸
کشت آبی	۳۱۸
کشت دیم	۱۲۳۲/۸۲
کل منطقه	۲٤۹۰

جدول ٦- مساحت کاربری‌های تصویر ماهواره‌ای سال (۲۰۰۰) با استفاده از روش حداکثر احتمال

Table 6- Land use area using maximum likelihood

نام کاربری‌ها	مساحت
	کیلومتر مربع
مسکونی	۱۱۲/٦۹
مرتع	۷۸٦/۳
کشت آبی	۳۲۸/٦٦
کشت دیم	۱۲٦۲/۵۵
کل منطقه	۲٤۹۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

جدول ۷-مساحت کاربری‌های تصویر ماهواره‌ای سال (۲۰۱۳) با استفاده از روش حداکثر احتمال

Table 7- Satellite Satellite Image Usage 2013 Use by Maximum Likelihood

نام کاربری‌ها	مساحت
	کیلومتر مربع
مسکونی	۱۸۸/٦۸
مرتع	۷۱۱/۷۱
کشت آبی	۳۵۷/۱۰
کشت دیم	۱۲۲۸/۷٤
کل منطقه	۲٤۹۰

- برآورد مساحت تغییر یافته کاربری‌ها

در (جدول ۸) مساحت تغییر یافته‌ی هر یک از کاربری‌های در دوره آماری مورد مطالعه بر حسب کیلومتر مربع ارائه شده است.

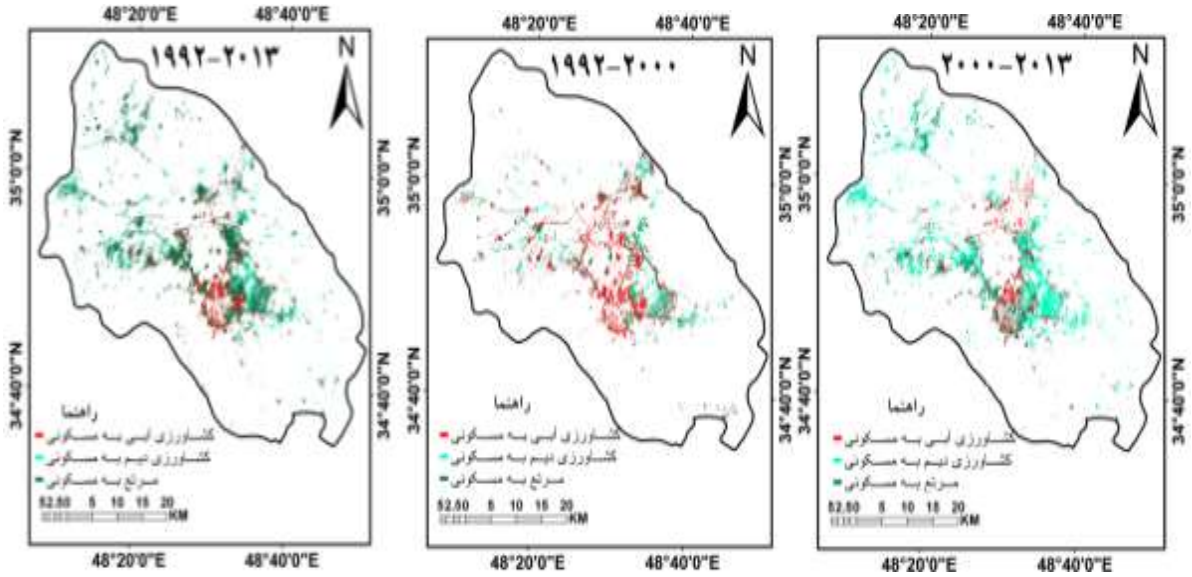
جدول ۸- تغییر مساحت کاربری‌ها

Table 8- Land use area change

نام کاربری	تغییر مساحت از سال (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰)		تغییر مساحت از سال (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳)		تغییر مساحت از سال (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳)	
	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد
مسکونی	۳۱/٦۹	۳۹/۱۲	۷۷/۳٤	٦۸/٦۳	۱۰۷/٦۸	۱۳۲/۹۳
مرتع	-۸۹/۵	-۱۰/٤۲	-۵۷/۵٦	-۷/۳۲	-۱٤۷/۰٦	-۱۷/۱۲
کشاورزی آبی	۱۰/٦٦	۳/۳۵	۲۸/٤٤	۸/٦۵	۳۹/۱	۱۲/۲۹
کشاورزی دیم	۲۹/۷۳	۲/٤۱	-۳۳/۸۱	-۲/٦۷	-٤،۰۸	-۰/۳۳

جهت بررسی بیش‌ترین کاربری تغییر یافته به مسکونی، لازم بود که مساحت تغییر کاربری‌های غیرمسکونی به مسکونی محاسبه شود. برای این کار در محیط نرم‌افزار Arc GIS با استفاده از نقشه‌های تبدیل کاربری‌های غیرمسکونی به مسکونی در سه دوره زمانی (۲۰۰۰-۲۵، ۲۰۱۳-۲۰۰۰ و ۲۰۱۳-۱۹۹۲) تولید (شکل ٤) و مساحت‌ها بر حسب کیلومتر مربع محاسبه گردید (جدول ۹).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ٤: نقشه‌های تبدیل کاربری‌های غیرمسکونی به مسکونی

Figure 4: Land use change from residential to nonresidential

جدول ۹- تغییر مساحت از کاربری غیرمسکونی به مسکونی (بر حسب کیلومتر مربع)

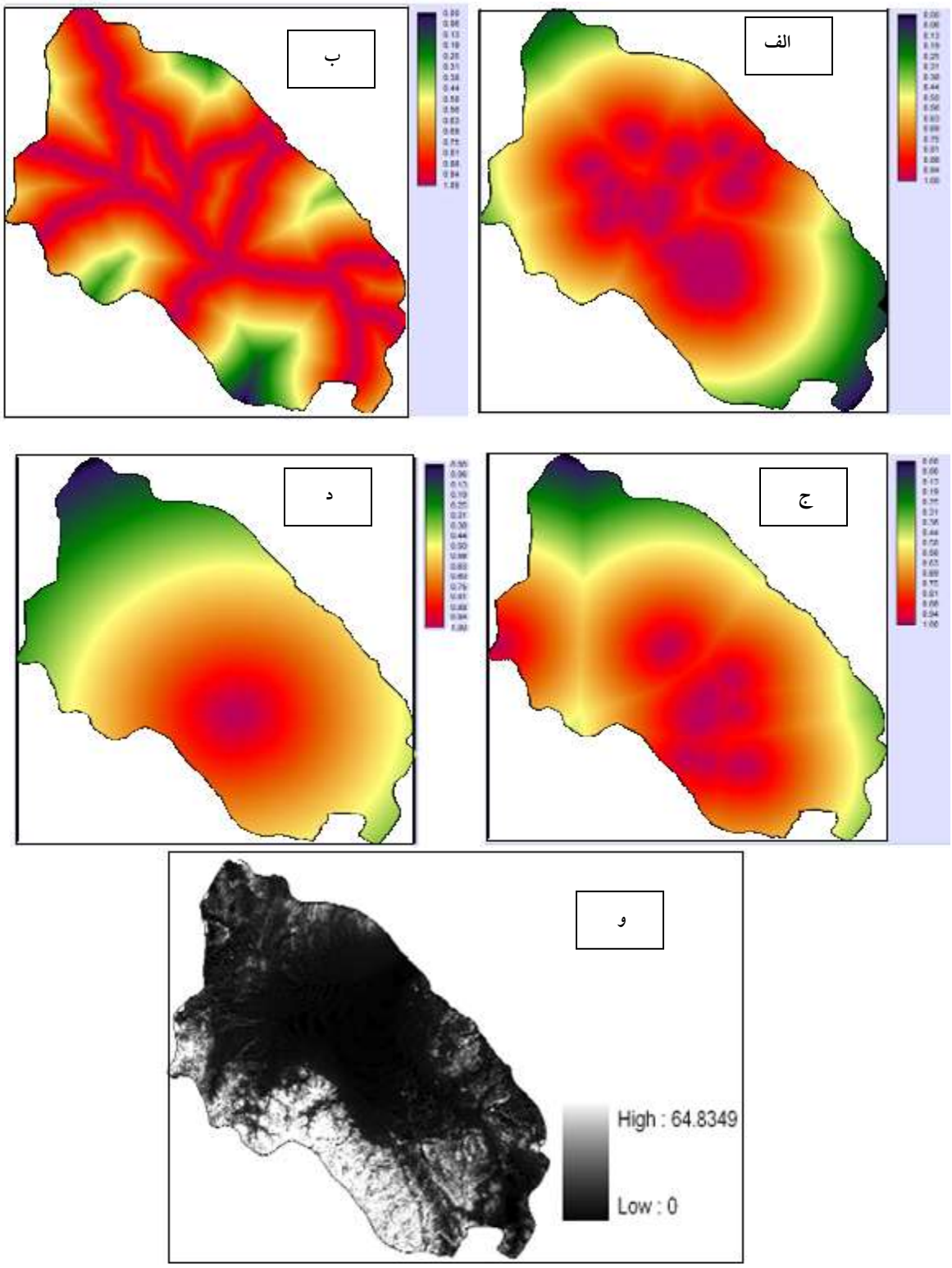
Table 9- Land use area change from residential to nonresidential

کاربری تغییر یافته	مساحت تغییر کاربری در سال‌های (۲۰۰۰-۱۹۹۲) (کیلومتر مربع)	مساحت تغییر کاربری در سال‌های (۲۰۱۳-۲۰۰۰) (کیلومتر مربع)	مساحت تغییر کاربری در سال‌های (۲۰۱۳-۱۹۹۲) (کیلومتر مربع)
کشاورزی (آبی و دیم) به مسکونی	٤٤/٦٧	۷۳/۳۵	۹٤/۸٤
مرتع به مسکونی	۳۳/۱۰	۳۰/۰۵	۵۷/٦۰۷

- پیش‌بینی تغییر کاربری‌ها برای دوره آتی

جهت بررسی روند تغییر کاربری‌ها با توجه به وضعیت گذشته با استفاده از مدل CA در نرم‌افزار ایدریسی و همچنین در نظر گرفتن ۵ عامل خارجی به‌عنوان پارامترها در قوانین گذار، یعنی فاصله از نزدیک‌ترین شی یا پیکسل شهری، فاصله از جاده اصلی، فاصله‌ها از پارک‌ها، فاصله از مراکز جذب و شیب زمین (شکل ۵)، نقشه کاربری اراضی برای دوره آتی با اعمال فیلتر ۳×۳ با ۲۵۰ تکرار پیش‌بینی شد. نقشه پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۳۰ و نمودار تغییرات کاربری اراضی در (شکل ٦) ارائه شده است.

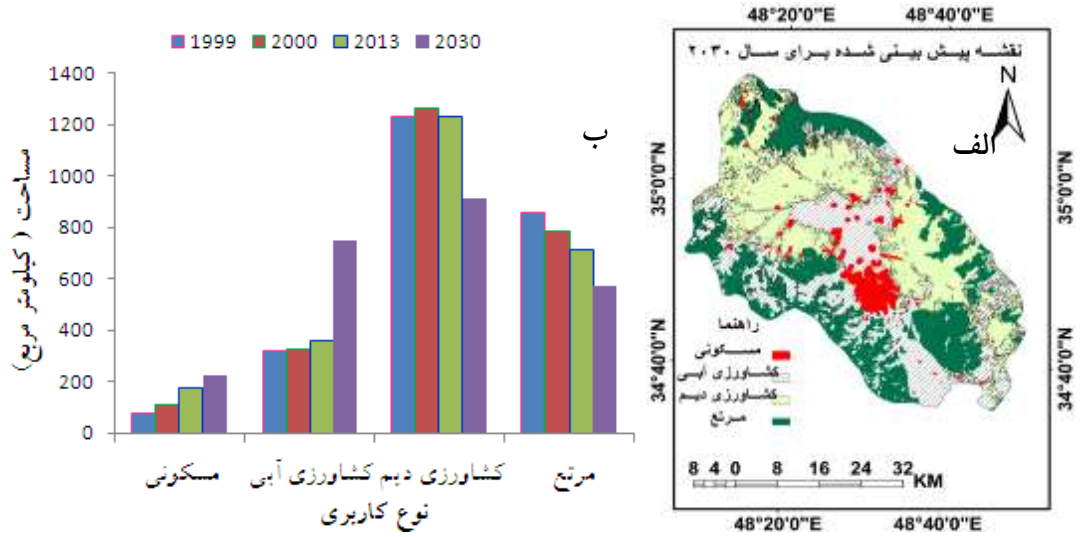
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ۵: الف) فاصلهٔ از مرکز نزدیک‌ترین شئ شهری ب) فاصله از جاده ج) فاصله از پارک‌ها د) فاصله از مراکز جذب و) تصویر شیب منطقه

Figure 5: a) distance from the center of the nearest urban object b) distance from the road c) distance from the park d) distance from the attraction centers And) image of the slope of the area

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]



شکل ٦: الف: نقشه کاربری اراضی پیش‌بینی شده برای سال (۲۰۳۰) ب: نمودار میله‌ای تغییرات کاربری اراضی

Figure 6: (a) Land use map predicted for 2030 (b) bar chart land use change

- بررسی دقت تصاویر تهیه شده

مقادیر صحت کلی و ضریب کاپای روش حداکثر احتمال برای تمامی سال‌ها بالای ۷۰٪ محاسبه شده است و در ضمن صحت کلی برای تمامی سال‌ها بالای ۸۷٪ به‌دست آمده است. با استناد به منابع از نظر صحت این روش برای تمامی سال‌ها بسیار خوب ارزیابی شده است (Hassanpour, 2013: 371; Mirzaei Mvsyvnd, 2011: 97). طبق نظریات آندرسون، کم‌ترین میزان صحت قابل قبول در طبقه‌بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره ۸۵٪ می‌باشد (Khedmatgozar Dovlati, 2011: 74)؛ که با توجه به این نظریه صحت روش حداکثر احتمال برای تمامی سال‌ها قابل قبول است. با توجه به طبقه‌بندی میزان مقبولیت ضریب کاپا که توسط Koch و Landis ارائه شده است (جدول ۲)، مقبولیت ضریب کاپا برای سال‌های (۱۹۸۵) ۹۳/۱۱٪، (۲۰۰۰) ۹۰/۰۱٪ و (۲۰۱۳) ۸۵/۰٦٪ عالی ارزیابی شده است. همچنین با مقایسه نقشه‌های NDVI (شکل ۲) با نقشه‌های طبقه‌بندی شده حداکثر احتمال (شکل ۳) مشخص شد که طبقه کاربری کشاورزی آبی با نقشه‌های NDVI (مناطق سفید رنگ) تولید شده مطابقت دارد و گویای دقت روش حداکثر احتمال در طبقه‌بندی تصاویر می‌باشد.

- بررسی تغییرات مساحت کاربری مسکونی

با توجه به (جدول ۸) اراضی مسکونی بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰) به میزان ۳۹/۱۲ درصد (معادل ۳۱/٦۹ کیلومترمربع) افزایش یافته است. بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳) اراضی مسکونی به میزان ٦۸/٦۳ درصد (معادل ۷۷/۳٤ کیلومترمربع) افزایش یافته است و به‌طور کلی بین سال‌های (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۳) اراضی مسکونی به میزان

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

۱۳۲/۹۳ درصد (معادل ۱۰۷/٦۸ کیلومتر مربع) افزایش یافته است که به دلیل افزایش جمعیت، تغییر الگوی ساخت و افزایش خانه‌های چندطبقه بود.

- بررسی تغییرات مساحت کاربری مرتع

با توجه به (جدول ۸) مراتع بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰) به میزان ۸۹/۵ کیلومترمربع و بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳) مراتع به میزان ۵۷/۵٦ کیلومترمربع کاهش یافته است. به‌طور کلی بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳) مراتع به میزان ۱٤۷/۰٦ کیلومترمربع کاهش یافته است که به دلیل افزایش کلی کاربری‌های مسکونی و کشاورزی (کشت آبی) در این سال‌ها بوده است.

- بررسی تغییرات مساحت کاربری کشاورزی آبی و دیم

با توجه به (جدول ۸) کشاورزی آبی در بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰) به میزان ۳/۳۵ درصد (معادل ۱۰/٦٦ کیلومترمربع) افزایش و کشاورزی دیم ۲/٤۱ درصد (معادل ۲۹/۷۳ کیلومترمربع) افزایش یافته است که به دلیل وضعیت نزولات جوی در این سال‌ها است. بین سال‌های (۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳) کشاورزی آبی به میزان معادل ۲۸/٤٤ کیلومترمربع افزایش و کشاورزی دیم به میزان ۲/٦۷ درصد (معادل ۳۳/۸۱ کیلومترمربع) کاهش یافته است و به مراتع فقیر تبدیل شده است (تبدیل دیم‌زارهای رها شده به مراتع فقیر). در این بازه زمانی جمعیت افزایش قابل‌توجهی داشته و نیاز به مواد غذایی بیش‌تر شده از طرفی در این دوره وضعیت نزولات جوی نامناسب بوده و به همین خاطر اراضی دیم کاهش یافتند. از طرف دیگر برای تامین آب مورد نیاز برای کشاورزی، چاه‌های بسیاری در این منطقه حفر گردیده که موجب افزایش کشاورزی آبی در این بازه زمانی شده است. بین سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳) کشاورزی آبی به میزان ۳۹/۱ درصد (معادل ۱۲/۲۹ کیلومترمربع) افزایش و کشاورزی دیم به میزان ٤/۸ کیلومترمربع کاهش یافته است و به مراتع فقیر تبدیل شده است.

- بررسی تبدیل اراضی غیرمسکونی به مسکونی

با توجه به (جدول ۹) در طی سال‌های (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰، ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ و ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳) از بین کاربری کشاورزی و مرتع، کاربری کشاورزی به ترتیب با مساحت برابر ٤٤/٦۷ کیلومترمربع، ۷۳/۳۵ و ۹٤/۸٤ بیش‌ترین مساحت تبدیل یافته از کاربری غیرمسکونی به مسکونی را به خود اختصاص داده است.

- بررسی تغیر کاربری برای دوره آتی

با توجه به نقشه پیش‌بینی‌شده برای سال (۲۰۳۰) در (شکل ۵ الف)، مدل CA مناطق غربی حوزه آبخیز همدان-بهار را برای توسعه شهری مناسب نمی‌داند. مناطق شمالی از نظر کاربری بیش‌تر کشاورزی بوده و مناطق شمال‌شرقی به سمت دشت می‌باشد. از آنجا که مناطق با این ویژگی برای توسعه شهری مناسب‌تر است؛ و با توجه به مدل، مناطق شمال و شمال‌شرق کاملا مناسب برای توسعه شهری در نظر گرفته‌شده است. همچنین نمودار مساحت کاربری‌ها در طی دوره (۱۹۹۲۲ تا ۲۰۳۰) با توجه به (شکل ۵ ب) بیانگر این است که طی (۱۹۹۲ تا ۲۰۳۰) سطوح انسان‌ساخت

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

و اراضی کشاورزی آبی منطقه رو به رشد خواهد بود. همچنین در این بازه زمین‌های تحت کشت دیم و پوشش مرتعی روند رو به کاهش خواهند داشت.

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر به‌منظور تعیین نوع و میزان تغییر کاربری‌های مختلف در حوزه آبخیز همدان-بهار از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد، در طی یک بازه زمانی ۲۱ ساله اراضی مسکونی همچنان روبه افزایش بوده است. با نتایج تحقیقات Rasooli et al (2009)، Fathian Haghighi Zayedi et al (2013) و Ha and Hong (2014) که از روش حداکثر احتمال استفاده کرده بودند، مشابه و قابل‌مقایسه با نتایج پژوهش حاضر است. اراضی مرتعی در این دوره کاهش یافته است که تحقیقات Rasooli et al (2009)، Zahedi et al (2013)، Fathian et al (2013) نیز در تحقیقات‌شان به نتایج مشابهی در مناطق مطالعاتی خود رسیدند. همچنین اراضی کشاورزی دیم کاهش یافته است، نتایج تحقیقات Azari et al (2012) با استفاده از روش فازی نشان داد که اراضی کشاورزی در بازه زمانی مورد مطالعه کاهش یافته است. نتایج کار آن‌ها مشابه و قابل مقایسه با نتایج پژوهش حاضر است. هنگامی که اطلاعات کافی در خصوص چگونگی تغییرات در توسعه کلی شهر در گذشته داشته باشیم، می‌توانیم برنامه‌ریزی بسیار بهتری در مورد چگونگی توسعه شهر در آینده، با کنترل و در نظر گرفتن عوامل موثر در آن جهت، داشته باشیم. حوضه مورد مطالعه از غرب به کوه الوند منتهی شده است. از آنجا که ارتفاع یک عامل بازدارنده در توسعه شهری است، توسعه شهری در این مناطق انجام نشده است و این موضوع در نقشه پیش‌بینی شده برای (۲۰۳۰) اثبات شد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

References

- Azar, M., Ahadnejad Reveshty, M., Kamelifar, M. J., Ranjbarnia, B., (2012), "Land use change detection of Maragheh city and its implication for agricultural area and the orchards by using the multi-temporal satellite imagery", ***Journal Civil Enginer Urban***, 2 (4): 154-158.

- Abd, H., Alnajjar, H., (2013), "Maximum likelihood for land-use/land-cover mapping and change detection using landsat satellite images: A case study :south of Johor", ***International Journal of Computational Engineering Research***, 03 (6): 27-33.

- Ahmad, S., Muddassir, S. M., (2014), "Digital image processing of remote sensing satellite data for information extraction", First International Conference on Modern Communication & Computing Technologies , February 26, 2014, Nawabshah, Pakistan,4 p.

- Asghari Zamani, A., Ahad Nejhad Roshani, M., Khalvandi, A., (2016),"Study of land use and land cover change in Lighvan watershed, East Azerbaijan Province", ***Journal of Geograghical Space***, 53: 57-76. [In Persian].

- Cunningham, M., (2009), "More than just the Kappa coefficient: A program to fully characterize inter-rater reliability between two raters", ***SAS Global Forum***, 242 (1): 1-7.

- Dadashzadeh, S., (2005), "Extracting and evaluating users of Hashtrood city using satellite images of spot", Master's degree, Faculty of Human Science and Geography, Tabriz University. [In Persian].

- Doski, J., Shattri, A. l., Mansor, B., Shafri, H. Z., (2013), "Change detection process and techniques", ***Civil and Environmental Research***, 3 (10): 632-635.

- Fathian, F., Morid, S., Arshad, S., (2013), "Assessment of land use changes using remote sensing technology and its relationship to the river flow (Case study: East sub-basin of Lake Urmia)", ***Journal water and soil (agricultural Sciences and Technology)***, 3: 642-655. [In Persian].

- Haji Norouzi, N., (2006), "Prepare and analyze land cover map using data from remote sensing (RS) and geographic information system (GIS) (Case study: city middle)", Master's thesis , Faculty of Geography, Tehran Tarbiat-Moallem University. [In Persian].

- Hassanpour, M. M., (2013), "Mapping land area of Urmia pass Qushchi images using Google Earth and GIS", Third International Conference on Planning and Environmental Management, Novamber 26, 2013, Tehran University, 10 p. [In Persian].

- Haghighi Zayedi, B., Jabarian Amiri, B., Ebrahimpour, R., (2013), "Study of land use change changes in lahijan city using remote sensing techniques and software IDRISI ", Third International Conference on Environmental Planning and Management, Novamber 26, 2013, Tehran University, 9 p. [In Persian].

- Ha, M., Hong, J., (2014), "Land use change detection in the north central region using remote sensing data", ***International Journal of Engineering and Applied Sciences***, 5 (01): 20-29.

- Hegmatan Water Consultant Engineers, (2004), "Feasibility studies and surveying the potential of utilization of surface water in Hamedan province", Volume 8, Summarizing the Report of Studies. [In Persian].

- Jing, M. A., Qiang, B. I., Jingxia, Z., Hongmei, Z., (2014), "Using cellular automaton to simulate urban expansion in Changchun, China", ***Sensors & Transducers***, 169 (4): 159-164.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]

- Jahanshahi Nokhandeh, H., (2006), "Detection of land use change in Gorgan city using remote sensing data and GIS technology (2002-2002)", Master's thesis, Faculty of Geography, Yazd University. [In Persian].
- Khedmatgozare Doulati, M., (2011), "Provision of land use map using principal component analysis based on satellite imagery (Shafaroud region)". Master's Thesis, Department of Forestry, Guilan University. [In Persian].
- Manandhar, R., Odeh, I. A., Ancev, T., (2009), "Improving the accuracy of land use and land cover classification of landsat data using post-classification enhancement", ***Remote Sensing***, 1 (1): 330-344.
- Mirzaei Moosivand, A., (2011), "The changes in land use Rangland at different times using satellite imagery and GIS in city Khalkhal", Master's thesis, Factually of Natural resource, University of Mohaghegh Ardabili. [In Persian].
- Nordberg, M., Evertson, J., (2003), "Monitoring change in mountainous dry-heath vegetation at a regional scale using multitemporal landsat TM data", ***AMBIO: A Journal of the Human Environment***, 32 (8): 502-509.
- Paradzayi, C., Annegarn, H., Matsika, R., Erasmus, B., (2008), "Field surveys for biomass assessment in African Savanna woodlands", International Geoscience & Remote Sensing Symposium, July 8-11, 2008, Boston, Massachusetts, 7 p.
- Rasouli, A. S., Zarrin Ball, M., Shafiei, M., (2009), "Application of satellite imagery in order to detect land use change and environmental impact assessment", ***Watershed Management Research***, 83: 1-11.[In Persian].
- Rahdari, V., Melki Najaf Abadi, S., Affcari, Kh., Abtin, A., Piri, H., Fkhyrh, A., (2011), "Monitor the use and land cover changes in our wildlife refuge, during the years 1365 to 1388 using Satellite imagery and geographic information systems ", ***Iranian Journal of Remote Sensing & GIS***, 2:70-59. [In Persian].
- Rezaei Livari, V., (2012), "Application of remote sensing and geographic information system in quantitative changes of quantitative characteristics", Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University. [In Persian].
- Sala, O. E., Chaping, F. S., Armwsto, R., Berlow, J., Bloomfiled, R., Dirzo, E., Hubersanwald, L. F., Huenneke, R. B., Jackson, A., Kinzing, R., Leemmans, D., Lodge, H. A., Mooney, M., Oesterheld, N. L., Poff, M. T., (2000), "Global biodiversity scennarios for the year 2100", ***Journal of science***, 287 (1): 1770-1774.
- Soffianian, A., Madanian, M. A., (2011), "Comparison of maximum likelihood and minimum distance to mean classifiers in preparing land cover map (A case study: Isfahan area)", ***Journal of Water and Soil Science***, 57 :253-264. [In Persian].
- Vahidi, M. J., Jafarzadeh, A. A., Fakheri, A., Sadeghi, H. R., Moghadam, M. H., Valizade, Kh., (2015)," Analytical evaluation of spatial-spatial extent of urban areas and its impact on land use change using GIS and RS (Case study: Shiraz during the period of 1987 to 2013)", ***Journal of Geograghic Space***, 45: 75-100. [In Persian].
- Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzayi, S., Moradi, H. R., Tavangar, Sh., (2011), "Comparison of different algorithms for classification of satellite imagery for the preparation of land use map (Case study: the Noor city)", J***ournal of Remote Sensing Application and GIS in natural Resources Sciences***, 2: 15-25. [In Persian].
- Zahedi, S. D., (2013), "Study of land use change in Gheshlag Dam basin using remote sensing data", Third International Conference on Environmental Planning and Management, Novamber 26, 2013, Tehran University, 8 p. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-11-28]