دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیستم، شماره‌ی ۷۲
زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۲۰۴- ۱۸۵

روح اله رضائی[۱]
*جمال قدوسی[۲]
امیر حسام حسنی[۳]
رضا ارجمندی[٤]
علیرضا وفایی نژاد[٥]

طبقه‌بندی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: آبخوان دشت قزوین)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰٦/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۵

چکیده

تغییرات کاربری اراضی بر اثر فعالیت‌های انسانی از موضوعات مهم در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و توسعه‌ای است. برای استفاده مناسب از زمین، آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده انسان از سرزمین لازم و ضروری است، این امر با آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میسر می‌شود. از این‌رو بررسی تغییرات کاربری اراضی نقش اساسی در مطالعات زیست‌محیطی ایفا می‌کند. امروزه فن‌آوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، به طور مؤثر جهت شناسایی و تعیین مقدار تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر محیط‌زیست استفاده می‌شوند. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات تبدیل کاربری‌ها با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای برای چهار دوره زمانی ۵ ساله، از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ در سطح آبخوان دشت قزوین که بخشی از حوزه آبخیز قزوین

۱- دانشجوی دکتری گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
*۲- گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail: Jamal_go@yahoo.com
۳- گروه مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
٤- گروه مدیریت محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
۵- گروه ژئوتکنیک و حمل‌ونقل، دانشکده مهندسی عمران، آب و محیط‌زیست، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

می‌باشد انجام شده است. جهت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ از تصاویر ماهواره‌ای TM و OLI ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ استفاده شد. در ادامه تصاویر ماهواره‌ای به روش طبقه‌بندی نظارت شده و با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی با صحت کلی ۸۸/۲۳ تا ۹۶/۲۸ درصد بر اساس جدول (۵) در پنج کلاس کاربری طبقه‌بندی شدند. در نهایت نقشه‌های کاربری اراضی حاصله مورد مقایسه قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل تغییرات نشان داد که مساحت اراضی مرتعی در طول سال‌های مورد مطالعه روند کاهشی و سایر کاربری‌ها روند افزایشی را طی نموده است، به طوری که وسعت اراضی با کاربری زراعی آبی، مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی دیم و رهاشده و اراضی شوره‌زار و بایر به‌ترتیب به میزان ١٤/٢٤ درصد، ۳۸/۸ درصد، ۲۵/۳۷ درصد و ۸/۳۷ درصد افزایش یافته ولی اراضی با کاربری مرتع به میزان ۲۱/۱٦ درصد کاهش یافته است.

کلید واژه‌ها: تصاویر ماهواره‌ای، الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی، طبقه‌بندی نظارت شده، کاربری اراضی، آبخوان دشت قزوین.

مقدمه

کاربری اراضی، استفاده از زمین در شرایط حاضر است و انواع بهره‌برداری از زمین را با توجه به استفاده از آن نشان می‌دهد (Zhang et al., 2010). ارزیابی تغییرات نیز، شناسایی و تفکیک تفاوت‌ها در وضعیت یک کاربری یا پدیده مورد نظر در زمان‌های مختلف است (Lu et al., 2004). تغییرات کاربری اراضی، فرآیند رو به رشدی است که در بسیاری از موارد علت ایجاد این تغییرات اقدامات انسانی می‌باشد، این تغییرات سبب از دست رفتن تنوع گونه‌های زیستی، گرمایش جهانی، جنگل‌زدایی و افزایش تعداد سیلاب‌های فاجعه‌بار و ... شده است (Zhao et al., 2008). بنابراین، بررسی تغییرات کاربری اراضی و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین و داده‌هایی که از بررسی تغییرات کاربری اراضی به‌دست می‌آید، به عنوان اطلاعات پایه و حیاتی در برنامه‌ریزی آتی و مدیریت منابع طبیعی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (liu & Yang, 2015). استفاده از روش‌های سنتی در دهه‌های گذشته از قبیل نقشه‌های کاغذی، اجرای عملیات صحرایی و داده‌های آماری در دسترس جهت شناسایی کاربری اراضی و تغییرات آن، زمان‌بر و مقرون به‌صرفه نبود (Shanani et al., 2017: 244). امروزه تکنولوژی سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) ابزارهای مناسب و موثری برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری اراضی است و دارای بیش‌ترین سرعت و دقت در این زمینه می‌باشد که می‌توان با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور در کوتاه-ترین زمان و کم‌ترین هزینه نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی نمود (Feizizadeh, 2017: 22). سنجش از دور علم به‌دست آوردن اطلاعات درباره یک جسم یا پدیده، بدون تماس فیزیکی با آن است (Gupta et al., 2003: 655). طبقه‌بندی داده-

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

های رقومی ماهواره‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای استخراج اطلاعات کاربردی است، بنابراین با به‌کارگیری داده-های سنجش از دور و پردازش رقومی آن‌ها با الگوریتم‌های طبقه‌بندی مناسب می‌توان سبب به حداقل رساندن خطاهای انسانی شد و جزئیات پدیده‌هایی را که چشم انسان قادر به تشخیص و تمایز آن‌ها نیست، شناسایی و تفکیک کرد. به‌نظر می‌رسد با استفاده از این داده‌ها و تکنیک‌های طبقه‌بندی آن‌ها می‌توان آن دسته از اراضی را که دارای شباهت‌های سطحی و بازتاب مشابه هستند را در یک طبقه قرار دارد (Arekhi & Fathizad, 2015: 134) ویژگی‌هایی مانند سطح پوشش وسیع، چندطیفی بودن، قابلیت تکرار دوره‌ای در طی زمان و به روز شدن مداوم، سبب شده است که بسیاری از محققان، از داده‌های سنجش از دور جهت تولید نقشه‌های کاربری اراضی و پایش تغییرات آن استفاده کنند (Turner et al., 2001). در چند دهه اخیر مطالعات متعددی در زمینه به‌کارگیری سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و بررسی تغییرات ایجاد شده در پوشش زمین انجام گرفته است که به چند مورد از آن‌ها اشاره شده است. Kayhk & Kukkonen (2014) با استفاده از داده‌های سنجش از دور با انجام تحلیل زمانی و مکانی به بررسی اختلاف میان تغییرات کاربری اراضی و تغییرات جنگل در تانزانیا پرداختند. نتایج نشان داد که گسترش مهاجرت داخلی، رشد جمعیت، شهرسازی، توریسم و نیاز فزآینده به محصولات کشاورزی و جنگلی اصلی‌ترین عوامل جنگل‌زدایی در منطقه‌ی مورد مطالعه می‌باشند. Pandian et al (2014) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی منطقه تامیل نادو کشور هند را در دو بازه زمانی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در بازه زمانی مورد نظر در پژوهش، تغییرات عمده در کاربری اراضی ایجاد شده است که از آن جمله می‌توان به اراضی با کاربری کشاورزی که از ۳۳/۹ درصد به ۲۶/۳ درصد کاهش یافته است و زمین‌های بایر از ٤۳/۹ درصد به ٥٤ درصد افزایش یافته اسس، اشاره کرد Sreenivasula & Mallupattu (2013) اقدام به تجزیه‌وتحلیل تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین با استفاده از سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر ماهواره‌ای در منطقه‌ی شهری تیری پاتی در هند در بازه زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۳ کردند، نتایج این مطالعه نشان دهنده‌ی گسترش قابل توجه در مناطق شهری و همچنین کاهش معنی‌دار مناطق کشاورزی و جنگلی در طی دوره‌ی مورد مطالعه است. Guan et al (2017) در تحقیقی با استفاده از فنون سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی ناشی از رشد شهر Kitakyushu در کشور ژاپن را بررسی نمودند. آن‌ها با استفاده از ٤ سری تصاویر ماهواره‌ای لندست در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ میلادی، نقشه‌های توسعه شهری تهیه را نمودند، سپس با استفاده از مدل سلول‌های خودکار مارکوف میزان و شدت تغییرات را تا سال ۲۰۵۰ میلادی محاسبه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که رشد شهری شامل تغییر انواع مختلفی از طبقات کاربری اراضی به کاربری سکونت‌گاهی است. Thapa & Murayama (2006) در تحقیقی اقدام به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در دره کاتماندو نپال کردند، آن‌ها از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۸۹، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۵ برای تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده کردند. نتایج بیانگر این بود که تغییرات در اراضی کشاورزی نسبت به سایر کاربری‌ها زیادتر بوده است. مناطق مسکونی ۲۳ درصد از کل حوزه را در سال

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۱۹۸۹ تشکیل می‌دادند و در سال ۲۰۰۵ این مقدار ۱۷ درصد افزایش داشته است و سطح اراضی کشاورزی از ۳٦ درصد در سال ۱۹۸۹ به ۲۲ درصد در سال ۲۰۰۵ کاهش یافته است. Hosseini et al (2020) در مطالعه‌ای تغییرات کاربری منطقه طارم، واقع در شمال‌غرب ایران را مورد بررسی قرار دادند، سپس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ مربوط به سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ انواع کاربری‌های منطقه به روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال تشابه استخراج شد. نتایج نشان داد، بیش‌ترین مساحت محدوده مطالعاتی، متعلق به پهنه کوهستانی است و مشخص گردید که بیش‌ترین تغییرات در کاربری اراضی مربوط به اراضی بایر و مراتع است که در طی سه سال، تبدیل به باغات گردیده و در آن‌ها درخت‌کاری انجام شده است. Yousefi & Farsi (2014) تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از الگوریتم حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ استفاده گردید. نتایج بیانگر تغییرات گسترده‌ای در منطقه مورد مطالعه بوده است. اراضی دیم و مراتع روندی کاهشی را در بازه زمانی مورد مطالعه داشته است. اراضی کشاورزی آبی و باغات نیز تا سال ۱۳۸۵ روند کاهشی و در بازه بعدی تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است. اراضی شهری و انسان ساخت نیز از ۱۷/۷ درصد کل منطقه در سال ۱۳۷۷ به ۳۰/۲ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۳٦/٤۸ درصد در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است.

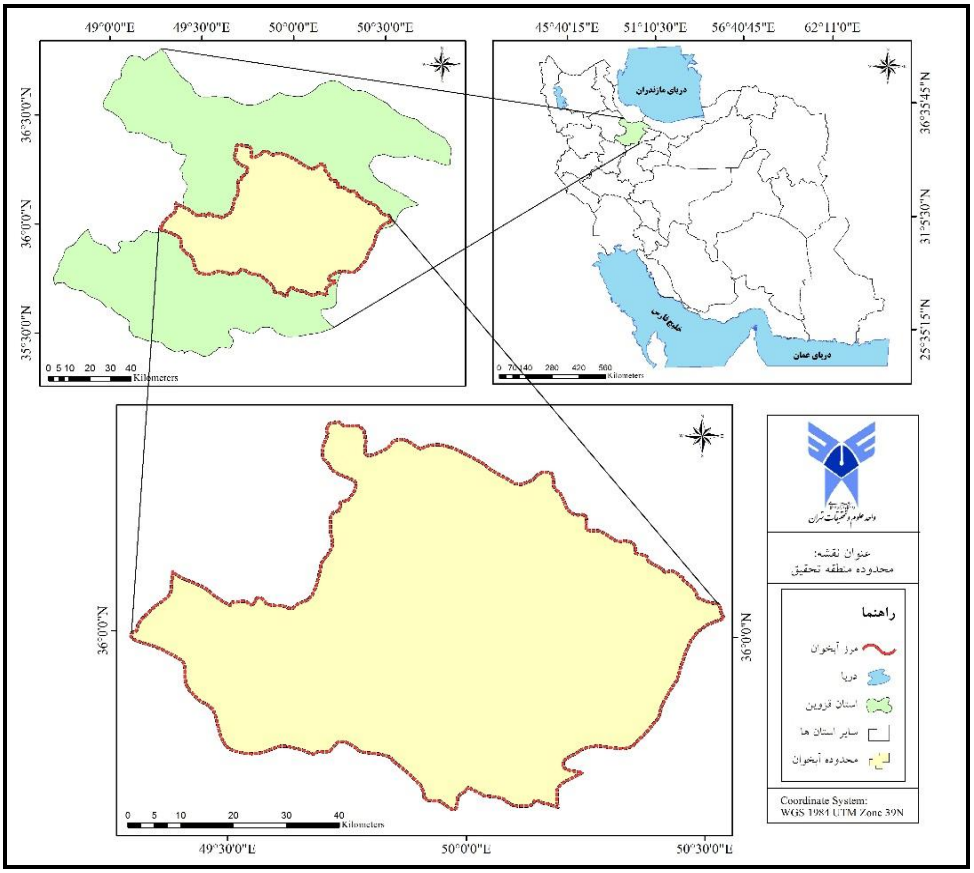
Mazaheri et al (2014) در پژوهشی به بررسی تغییرات زمانی کاربری اراضی منطقه‌ی جیرفت با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (TM و ETM^{+}) در بازه‌ی زمانی ۱۹۷۸ تا ۲۰۱۰ پرداختند. تجزیه و تحلیل تغییرات زمانی تصاویر نشان داد که طی در ۲۳ سال در منطقه‌ی تحقیق، مناطق مسکونی ۷/۹ درصد و مناطق زراعی ٤۲/۱۰ درصد افزایش یافته‌اند و از سویی دیگر مناطق باغی و بایر نیز هر کدام به‌ترتیب ۱۷/۹۳ و ۳۲/۰۷ درصد کاهش یافته‌اند. Sabzghabaei et al (2017) در تحقیقی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳٦٤، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲ به روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه، تغییرات کاربری اراضی بخش جنوبی شهر اندیمشک را طی سال‌های ۱۳٦٤ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که از سال ۱۳٦٤ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده است. بیش‌ترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی می‌باشد که به میزان ۱۷۹۰۵/۰۹ هکتار کاهش داشته است و کم‌ترین تغییر مربوط به مناطق شهری می‌باشد که به میزان ۲۸٤۰/۹۷ هکتار افزایش داشته است. Kiani salmi & Ebrahimi (2018) در تحقیقی با استفاده از تصاویر ماهواره‌های ETM^{+} و OIL لندست ۷ و ۸ در فاصله زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۵ با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه اقدام به شناسایی تغییرات کاربری اراضی شهرکرد کردند، تغییرات نشان می‌دهد میزان اراضی شهری از ۱٦۳۲ هکتار در سال ۱۳۸۲ به ۲۲۲۰ هکتار در سال ۱۳۹۵ توسعه یافته است. میزان فضای سبز شهری نیز از ۵۷۷ هکتار در سال ۱۳۸۲ به ٦٦٤ هکتار در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است. نتایج نشان می‌دهد که میزان اراضی شهری در سال ۱۳۹۵، به میزان ۱۳ درصد نسبت به سال ۱۳۸۲ افزایش یافته است، در حالی که فضای سبز شهری ۱۱/٦ درصد افزایش یافته است.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی برای چهار دوره زمانی ۵ ساله، از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ در سطح آبخوان دشت قزوین انجام شده است.

محدوده مورد مطالعه

استان قزوین با وسعتی معادل ۱۵۴۴۰ کیلومترمربع، بین طول‌های شرقی'۱۰-°۴۹ و'۴۰ -°۵۰ و عرض‌های شمالی '۲۰ -°۳۵ و'۳۰ -°۳۶ جغرافیایی، در بخش‌غربی و در فاصله حدود ۱۵۰ کیلومتری شمال‌غربی تهران قرار گرفته است. آبخوان مطالعاتی دشت قزوین از نقطه نظر تقسیمات کشوری بخشی از استان قزوین را شامل می‌شود که با وسعتی برابر با ٤٦٦٤/٢ کیلومترمربع، در محدوده متریک ٣٤٤٧١٤ الی ٤٦٧٢٩٠ شرقی و ٣٩٣٦٥٥٦ الی ٤٠٣١٧٧١ شمالی در زون ۳۹ شمالی قرار دارد (شکل ۱). منطقه تحقیق بخشی از حوضه قزوین را شامل می‌شود که از نقطه نظر تقسیم‌بندی هیدرولوژیکی حوضه‌های آبریز کشور در حوضه آبریز دریاچه نمک حوض سلطان قرار گرفته است و در واقع به عنوان زیر حوضه رودخانه شور محسوب می‌شود. این محدوده از شمال با حوضه آبریز شاهرود، از غرب با حوضه‌های آبریز ابهر رود و خررود، از جنوب با حوضه آبریز رودخانه‌های شورچای، قره‌بلاغ لار و قره چای و از شرق با حوضه‌های آبریز رودخانه‌های کردان و کرج همجوار می‌باشد (Kholghi & Taki, 2004: 258).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مطالعاتی

Figure 1: Geographical location of the study area

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده

جهت مشخص کردن تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است. تصاویر ماهواره‌ای که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات‌متحده (USGS)[6] از ماهواره لندست ۵ و ۸ برای سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ ارائه شده است برای شناسایی کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت. دو تصویر در شماره گذر[7] (مسیر) ۱۶۵ و ۱۶۶ و شماره ردیف[8] ۰۳۵ منطقه تحقیق را در بر می‌گیرند. با انجام تصحیحات اتمسفری مورد نیاز، بر اساس ورودی‌های مدل (FLAASH)[9] در جدول (٤) و تایید زمین مرجع بودن تصاویر با استفاده از روش تصویر- وکتور (همه تصاویر اخذ شده دارای سیستم مختصات (UTM)[10] و زون ۳۹ می‌باشند)، با یکدیگر موزاییک و ادغام شدند و سپس بر اساس مرزهای محدوده مورد مطالعه، تصاویر حاصل از مرحله قبل برش داده شده و به عنوان تصاویر نهایی برای انجام پژوهش انتخاب شدند. از آنجایی که هدف مطالعه‌ی حاضر، بررسی تغییرات کاربری اراضی آبخوان دشت قزوین است، تصاویر مورد نیاز به گونه‌ای از میان تصاویر در دسترس انتخاب شدند که دارای حداقل پوشش ابر، حداکثر میزان سبز بودن در گیاهان و درختان موجود در منطقه و تاریخ تصاویر از نظر ماه به هم نزدیک باشند. همچنین جهت پردازش و رقومی‌سازی این تصاویر از نرم‌افزارهای ENVI5.3 و GIS10.6 استفاده شده است. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق در جدول (۱) و مشخصات باندهای طیفی لندست ۸ و ۵، در جداول (۲ و ۳) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

Table 1- Specifications of satellite images used in the research

تصاویر ماهواره‌ای	سنجنده	تاریخ تصویربرداری	گذر	ردیف	حد وضوح مکانی	حد تفکیک زمانی
لندست ۵	TM	۱۹۹۹/۰٦/۱۳ ۱۹۹۹/۰٦/۲۰	۱٦۵ ۱٦٦	۰۳۵	۳۰ تا ۱۲۰ متر	۱۸ روزه
لندست ۵	TM	۲۰۰٤/۰٦/۰۲ ۲۰۰٤/۰٦/۰۹	۱٦۵ ۱٦٦	۰۳۵	۳۰ تا ۱۲۰ متر	۱۸ روزه
لندست ۵	TM	۲۰۰۹/۰۷/۱۰ ۲۰۰۹/۰۷/۰۱	۱٦۵ ۱٦٦	۰۳۵	۳۰ تا ۱۲۰ متر	۱۸ روزه
لندست ۸	OLI	۲۰۱٤/۰٦/۲۲ ۲۰۱٤/۰٦/۱۳	۱٦۵ ۱٦٦	۰۳۵	۱۵ تا ۱۰۰ متر	۱٦ روزه
لندست ۸	OLI	۲۰۱۹/۰٦/۲۰ ۲۰۱۹/۰٦/۱۱	۱٦۵ ۱٦٦	۰۳۵	۱۵ تا ۱۰۰ متر	۱٦ روزه

6- United States Geological Survey
7- Path
8- Row
9- Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercube
10- Universal Transverse Mercator

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۲- باندهای طیفی لندست ۸

Table 2- Landsat 8 spectral bands

نام باند	طول موج (میکرومتر)	قدرت تفکیک مکانی (متر)
باند ۱- فوق آبی Band 1- Ultra blue or Coastal / Aerosol	۰/٤٥٣ تا ۰/٤٣٣	۳۰
باند ۲- آبی Band 2- Visible blue	۰/٥١٥ تا ۰/٤٥٠	۳۰
باند ۳- سبز Band 3- Visible green	۰/٦٠٠ تا ۰/٥٢٥	۳۰
باند ٤- قرمز Band 4- Visible red	۰/٦٨٠ تا ۰/٦٣٠	۳۰
باند ٥- مادون‌قرمز نزدیک Band 5- Near-infrared (NIR)	۰/٨٨٥ تا ۰/٨٤٥	۳۰
باند ٦- مادون‌قرمز طول موج کوتاه ۱ Band 6- Short wavelength infrared (SWIR 1)	۱/٦٦ تا ۱/٥٦	۳۰
باند ۷- مادون‌قرمز طول موج کوتاه ۲ Band 7- Short wavelength infrared (SWIR 2)	۲/۳۰ تا ۲/۱۰	۳۰
باند ۸- سیاه و سفید Band 8- Panchromatic	۰/٦٨ تا ۰/٥٠	۱٥
باند ۹- سیروس Band 9- CirruS	۱/۳۹ تا ۱/۳٦	۳۰
باند ۱۰- مادون‌قرمز طول موج بلند ۱ Band 10- Long wavelength infrared (TIRS 1)	۱۱/۳ تا ۱۰/۳	۱۰۰
باند ۱۱- مادون‌قرمز طول موج بلند ۲ Band 11- Long wavelength infrared (TIRS 2)	۱۲/٥ تا ۱۱/٥	۱۰۰

جدول ۳- باندهای طیفی لندست ٥

Table 3- Landsat 5 spectral bands

نام باند	طول موج (میکرومتر)	قدرت تفکیک مکانی (متر)
باند ۱- آبی Band 1- Visible blue	۰/٥٢ تا ۰/٤٥	۳۰
باند ۲- سبز Band 2- Visible green	۰/٦٠ تا ۰/٥٢	۳۰
باند ۳- قرمز Band 3- Visible red	۰/٦٩ تا ۰/٦٣	۳۰
باند ٤- مادون‌قرمز نزدیک Band 4- Near-infrared (NIR)	۰/۹۰ تا ۰/٧٦	۳۰
باند ٥- مادون‌قرمز طول موج کوتاه ۱ Band 5- Short wavelength infrared (SWIR 1)	۱/٧٥ تا ۱/٥٥	۳۰
باند ٦- حرارتی Band 6- Thermal	۱۲/٥٠ تا ۱۰/٤٠	۱۲۰
باند ۷- مادون‌قرمز طول موج کوتاه ۲ Band 7- Short wavelength infrared (SWIR 2)	۲/۳٥ تا ۲/۰۸	۳۰

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی، پیش‌پردازش[11] و پردازش[12] تصاویر ماهواره‌ای

پیش از شروع تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های سنجش از دور[13] باید تصحیحاتی بر روی این داده‌های خام انجام شود. از مهم‌ترین مراحل در پردازش تصاویر ماهواره‌ای، مرحله پیش‌پردازش این تصاویر است، به دلیل این‌که تمامی محاسبات بعدی بر اساس تصویر تولیدی در این مرحله انجام می‌گیرد (Chandler et al., 2009). در این مرحله بایستی خطاها[14] شناسایی شوند، به عبارت دیگر داده‌های ماهواره‌ای دارای یکسری خطاها می‌باشند که باید نسبت به برطرف کردن آن‌ها اقدام کرد.

این خطاها را می‌توان به دو گروه خطاهای ژئومتریک[15] و خطاهای رادیومتریک[16]دسته‌بندی کرد (Shalaby & Tateishi, 2007). هر عامل یا پارامتری که امواج الکترومغناطیس EMR[17] رسیده به سنجنده را تحت تاثیر قرار دهد به گونه‌ای که ماهیت اولیه آن را تغییر دهد به عنوان یک عامل اثرگذار و خطای رادیومتریکی شناخته می‌شود. تصحیح اتمسفری نیز در راستای تصحیح رادیومتریکی بوده و برای برطرف‌سازی اثرات اتمسفر که به وسیله پراکنش و جذب مولکولی ذرات موجود در اتمسفر در هنگام تابش و در حسگر در هنگام بازتاب از سطح ایجاد می‌شود به کار می‌رود، مهم‌ترین عوامل ایجادکننده خطاهای رادیومتریکی زمین، اتمسفر و سنجنده است (San & Suzan, 2010). معمولاً تصاویر ماهواره‌ای دارای انحرافاتی هستند و نمی‌توان از این تصاویر به‌عنوان نقشه‌های مسطحاتی به طور مستقیم استفاده کرد. هدف از تصحیحات هندسی جبران خطاهایی است که لایه‌ی رقومی تصحیح شده قابلیت انطباق با موقعیت‌های سطح زمین را داشته باشد (Shanani & Zarei, 2017: 239). در این تحقیق جهت پردازش تصاویر ماهواره‌ای ابتدا خطاهای هندسی و رادیومتریک داده‌های خام شناسایی و برطرف شدند. برای تصحیح هندسی تصاویر با توجه به زمین مرجع بودن تصاویر، از روش تصویر به تصویر[18] استفاده شده است. برای انطباق دقیق موقعیت پدیده‌ها با مختصات جغرافیایی آن‌ها در سطح زمین، تصویر سال ۱۳۹۸ به دلیل نزدیک بودن به زمان تحقیق و شناخت بهتر پدیده‌ها بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و ۲۳ نقطه کنترل زمینی برداشت شده با

11- Pre-processing
12- Processing
13- Rrmote Sensing
14- Correction
15- Geometric Correction
16- Radiometric Correction
17- Electromagnetic Radiation
18- Image to Image Registration

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

GPS با پراکنش مناسب از تقاطع جاده‌ها و خیابان‌ها و ... با خطای RMS[19] ۰/۳۸ پیکسل تصحیح هندسی شد و به عنوان مرجع، تصاویر سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۸، ۱۳۸۳ و ۱۳۷۸ نسبت به آن و با استفاده از معادله درجه اول تصحیح شدند. پس از تصحیح هندسی، برای ایجاد تصویر جدید، نمونه‌برداری مجدد با روش نزدیک‌ترین همسایه انجام گرفت. در این روش برای محاسبه درجه روشنایی پیکسل تصویر جدید، از درجه روشنایی پیکسل‌های مجاور استفاده می‌شود و ارزش طیفی پیکسلی که به پیکسل جدید نزدیک‌تر است به آن تعلق می‌گیرد. این روش از تغییر ارزش پیکسل‌های اولیه جلوگیری می‌کند (Yang & Lo, 2002). در نهایت تصویر سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۸، ۱۳۸۳ و ۱۳۷۸ نسبت به تصویر سال ۱۳۹۸ با خطای RMS کم‌تر از ۰/۴۲ پیکسل تصحیح هندسی شدند. جهت انجام تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری نیز با استفاده از دستور Radiometric Calibration در نرم‌افزار ENVI، رادیانس طیفی بالای اتمسفر محاسبه شد و به عنوان ورودی مدل FLAASH جهت انجام تصحیح اتمسفری استفاده شده است. تصحیح اتمسفری، به میزان قابل ملاحظه‌ای وضوح تصویر را افزایش می‌دهد. در جدول (٤) پارامترهای ورودی مدل FLAASH ارائه شده است.

جدول ٤- پارامترهای ورودی مدل FLAASH برای هر تصویر

Table 4- FLAASH model input parameters for each image

معرفی تصویر حاصل از دستور Radiometric Calibration	تعیین محل خروجی مدل	تعیین نوع سنجنده تصویر	ارتفاع متوسط منطقه	اندازه پیکسل سایز تصویر
اطلاعات مربوط به روز و ساعت اخذ تصویر	ارتفاع ماهواره	مختصات جغرافیایی مرکز تصویر	انتخاب مدل اتمسفری جهت تصحیح اتمسفری	انتخاب آئروسل مدل جهت حذف اثرات آئروسل ها

طبقه‌بندی تصاویر

طبقه‌بندی تصاویر به عنوان اصلی‌ترین مرحله پردازش تصاویر محسوب می‌شود در این روش، امکان تبدیل فضای تصویر (بازتاب‌های ثبت شده در باندهای مختلف) به فضای واقعی (نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی) ممکن می‌شود اصولاً، طبقه‌بندی فرآیند دسته‌بندی پیکسل‌ها در تعداد مشخصی از دسته‌بندی بر اساس ارزش‌های بازتابشی ثبت شده در فضای هر تصویر ماهواره‌ای است (Omidvar et al., 2015).

جهت طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر ماهواره‌ای، پس از تعیین کلاس‌های کاربری اراضی ابتدا باید برداشت نمونه‌های آموزشی[20] برای هر کدام از کلاس‌ها با دقت انجام شود. انتخاب نمونه‌های آموزشی به صورتی انجام شده است تا این نمونه‌ها به طور یکنواخت سطح منطقه تحقیق را پوشش داده و دارای پراکنش مناسبی در سطح تصویر باشند. نمونه‌های آموزشی مورد نیاز بر اساس بازدیدهای صحرایی با استفاده از دستگاه GPS[21] برای هر یک از

19- Root Mean Square Error
20- Training Sample
21- Global Positioning System

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کاربری‌های شناسایی شده در منطقه و تصاویر ماهواره‌ای نرم‌افزار Google Earth با بزرگ‌نمایی بالا و بازدیدهای میدانی جهت تایید صحت نمونه‌های برداشت شده از طریق Google Earth که روش توصیه شده توسط محققان مختلف است، تهیه شده است (Brandt et al., 2013 & Chen et al., 2011). پس از جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی و پیاده‌سازی بر روی تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5,3 از الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی[۲۲] برای طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد. در نهایت نقشه کاربری اراضی اولیه برای هر تصویر بر اساس نمونه‌های آموزشی برداشت شده و الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی تهیه شد. جهت بهبود نتایج حاصله و حذف پیکسل نویزهای تصاویر طبقه-بندی شده از فیلتر اکثریت[۲۳] با ابعاد ۳×۳ استفاده شده است. الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی، از روش‌های طبقه-بندی پیکسل پایه و از پرکاربردترین الگوریتم‌ها در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است. در این روش کلاسی به پیکسل مورد نظر تعلق می‌گیرد که بیش‌ترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد (Torahi et al., 2017: 52). این روش پارامتریک کلاس‌بندی، از واریانس و کوواریانس داده‌ها برای تفکیک طبقات استفاده می‌کند (Rezaei et al., 2016: 67). در این روش، از پارامترهای آماری برای هر دسته (کلاس) از کاربری اراضی استفاده می‌شود و فرض می‌شود که هر کلاس کاربری در هر باند، دارای تابع توزیع نرمال می‌باشد. در این روش، احتمال تعلق یک پیکسل مشخص، به یک کلاس مورد نظر بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود (Fan & Wang, 2007).

$$gi(x) = ln\, p(wi) - \frac{1}{2} ln|\sum i| - \frac{1}{2}(x - mi)^T \sum xi^{-1} (x - mi)$$

رابطه (۱)

در رابطه فوق i نشانگر هر کلاس کاربری می‌باشد. X داده n بعدی است (n تعداد باندها می‌باشد). پارامتر p (wi) احتمال این‌که کلاس wi در تصویر وجود داشته باشد را محاسبه می‌کند و فرض شده است که مقدار آن برای همه کلاس‌ها یکسان است. |Σi| دترمینان ماتریس کوواریانس داده‌ها در کلاس wi، Σxi^{-1}، ماتریس معکوس آن و mi نیز، بردار میانگین است.

تعیین روش پایش تغییرات

آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که وضعیت تغییرات پدیده‌ها را از روی تصاویر به دست آمده در زمان‌های مختلف مشخص می‌کند. روش‌های مختلفی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از داده‌های سنجش از دور ایجاد شده‌اند. این روش‌ها به‌طور کلی در دو طبقه قرار می‌گیرند، دسته اول روش پیش‌طبقه‌بندی[۲۴] است، روش‌هایی که آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند و سپس طبقات را مشخص می‌کنند (Dewan & Yamaguchi, 2009). فرض اساسی در این روش‌ها این است که تغییرات کاربری زمین، در نتیجه تفاوت‌های مقادیر بازتاب

22- Maximum Likelihood Classification
23- Majority
24- Pre-Classification
25- Post-Classification

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

پیکسل‌ها بین تاریخ‌های مورد نظر است (Oñate & Sendra, 2010). دسته دوم، رویکرد پس‌طبقه‌بندی است، روش‌هایی هستند که اول طبقات را مشخص می‌کنند و سپس آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند (Dewan & Yamaguchi, 2009). برای محاسبه و تعیین تغییرات در این تحقیق از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد و تغییرات پوشش و کاربری اراضی در مقاطع زمانی مورد مطالعه تعیین گردید (جداول ٦ و ٧). این روش جهت تعیین تغییرات نیاز به نقشه‌های کلاس‌بندی شده‌ای دارد که به طور مستقل تهیه شده‌اند. از مزایای این روش این است که می‌تواند داده‌های پایه‌ای سازگار با محیط GIS ایجاد کند که به عنوان کلاس یا گروه تعریف می‌شود و مقادیر کمی هر کلاس را تعیین نماید (Ward et al., 2000). این محاسبه عددی با مقایسه دو نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی، با استفاده از جفت کلاس‌های مشخص شده توسط تحلیل‌گر انجام می‌شود (Lunetta & Elvidge, 1998). برای محاسبه و اندازه‌گیری بزرگی تغییرات هر یک از کلاس‌های کاربری اراضی در هر دوره زمانی، از تفاضل مساحت محدوده هر کلاس در سال دوم از مساحت سال اول بر اساس رابطه (۲) محاسبه شده است.

$$MC=A_i2-A_i1$$ رابطه (۲)

در رابطه فوق، MC بزرگی تغییرات، A_i2 و Ai1 نیز به‌ترتیب مساحت کلاس i در سال دوم و مساحت آن کلاس در تصویر سال قبل است. با تقسیم نتیجه رابطه (۲) بر مقدار مساحت آن کلاس در سال اول و ضرب در ۱۰۰، بر طبق رابطه (۳)، روند یا درصد تغییر (PC) هر کلاس محاسبه می‌شود.

$$PC= (MC/A_i1) \times 100$$ رابطه (۳)

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

در فرآیند طبقه‌بندی تصاویر تا زمانی که دقت تصاویر تولید شده مورد ارزیابی قرار نگرفته و تایید نشود، به نتایج آن نمی‌توان اعتماد کرد؛ بنابراین، باید صحت تصاویر تولید شده مورد سنجش قرار گیرد. بدین منظور، آماره دقت کلی-کلاس‌بندی و ضریب کاپا، با استفاده از ماتریس خطا محاسبه شد (Brandt et al., 2013). دقت کلی طبقه‌بندی، درصد سلول‌هایی را که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند را نشان می‌دهد و از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا، تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها به‌دست می‌آید. در نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای، این مقدار باید بالاتر از ۸۵ درصد باشد که از طریق رابطه (٤) محاسبه می‌شود (Hosseini et al., 2019: 141).

$$OA = \frac{1}{N}\sum Pij$$ رابطه (٤)

در رابطه (٤)، OA بیانگر دقت کلی، N تعداد کل پیکسل‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی و Pij جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. ضریب کاپا نیز تطابق بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت زمینی را نشان می‌دهد که از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود (Feizizadeh, 2017: 30).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

رابطه (۵) $$Kappa = \frac{PO-Pc}{1-Pc} \times 100$$

در رابطه (۵)، P0 بیانگر درستی مشاهده شده و Pc بیانگر توافق مورد انتظار است. حالت ایده‌آل برای مقدار ضریب کاپا عدد یک می‌باشد و چنانچه این مقدار برابر صفر باشد طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به‌دست بیاید نشان‌دهنده خطا در طبقه‌بندی است. در جدول (۵) نتایج حاصل از محاسبات دقت کلی و ضریب کاپا برای هر یک از طبقه‌بندی‌های انجام شده نشان داده شده است.

یافته‌ها و بحث

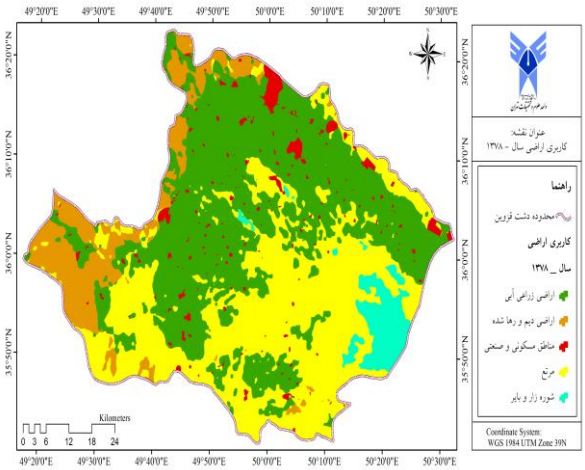
پس از اعمال روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال همسایگی با استفاده از نمونه‌های آموزشی در نرم‌افزار ENVI، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای انجام شد. بدین‌ترتیب نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ در ۵ کلاس کاربری اراضی شامل اراضی زراعی آبی، اراضی دیم و رهاشده، مرتع، اراضی شوره‌زار و مناطق مسکونی و صنعتی، مطابق شکل‌های (۲ تا ٦) استخراج شد. در مرحله بعد، با انجام بازدید میدانی و نمونه‌برداری تصادفی با دستگاه GPS از کاربری‌های مختلف در سطح منطقه، پارامترهای دقت کلی و ضریب کاپا بر طبق جدول (٦) به‌دست آمد. سپس به منظور گرفتن خروجی و ساخت نقشه، از نرم‌افزار Arc Map 10,6 استفاده شده است. پس از به‌دست آوردن خروجی مدنظر، بر اساس نقشه‌های تولیدی، مساحت هر کلاس و شناسایی تغییرات کلاس‌های مختلف در طول دوره‌های زمانی مورد مطالعه بر اساس روش مقایسه پس از طبقه‌بندی در جدول‌های (٦ و ۷) محاسبه شده است.

جدول ۵- نتایج حاصل از صحت طبقه‌بندی تصاویر

Table 5- Results of image classification accuracy

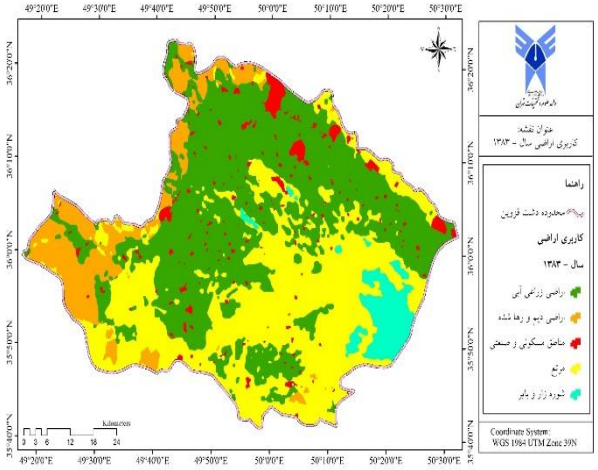
سال	تصویر	شاخص کاپا Kappa coefficient	صحت کلی Overal accuaracy
۱۹۹۹	TM	۰/۸۷ ٪	۸۹/۳۸ ٪
۲۰۰٤	TM	۰/۸٦ ٪	۸۸/۲۳ ٪
۲۰۰۹	TM	۰/۹۱ ٪	۹۵/٦۱ ٪
۲۰۱٤	OLI	۰/۸۹ ٪	۹۲/۱۸ ٪
۲۰۱۹	OLI	۰/۹٤ ٪	۹٦/۲۸ ٪

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



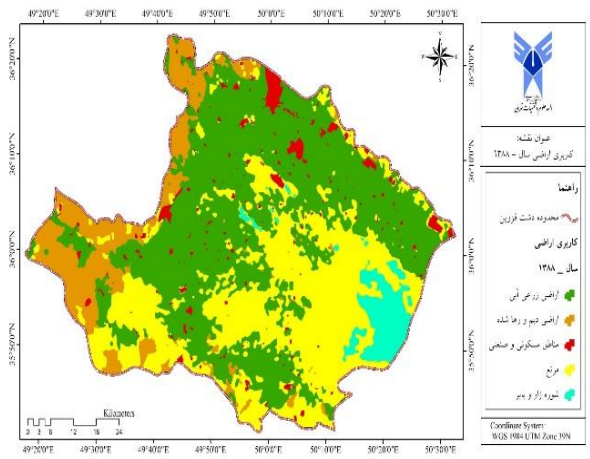
شکل ۲: نقشه کاربری‌اراضی ۱۳۷۸

Figure 2: Land use map 1999



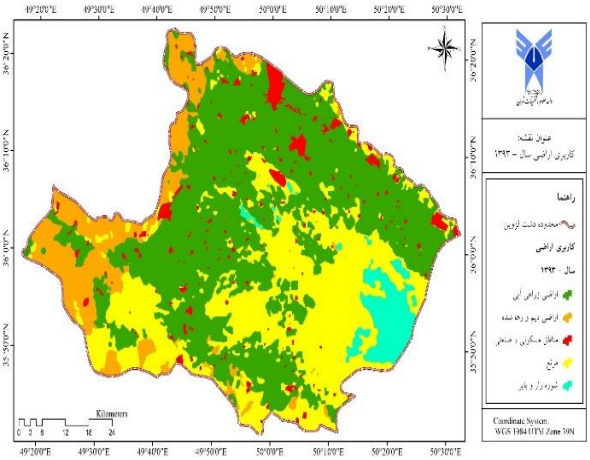
شکل ۳: نقشه کاربری‌اراضی ۱۳۸۳

Figure 3: Land use map 2004



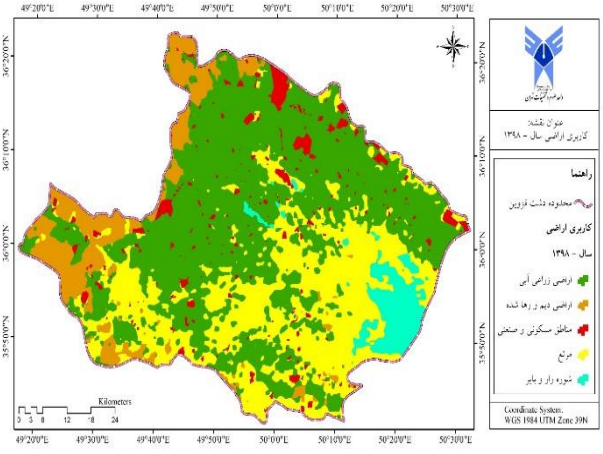
شکل ٤: نقشه کاربری‌اراضی ۱۳۸۸

Figure 4: Land use map 2009



شکل ٥: نقشه کاربری‌اراضی ۱۳۹۳

Figure 5: Land use map 2014



شکل ٦: نقشه کاربری اراضی ۱۳۹۸

Figure 6: Land use map 2019

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ٦- مساحت و درصد انواع کاربری‌ها در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق و تغییرات آن‌ها

Table 6- Area and percentage of different uses in the study periods in the research area and their changes

دوره / کاربری	سال ۱۳۷۸		سال ۱۳۸۳		تغییرات در مقطع زمانی ۷۸- ۸۳		سال ۱۳۸۸		تغییرات در مقطع زمانی ۸۳- ۸۸	
	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت
اراضی زراعی آبی	۲۰۵۷/۲	٤٤/۱	۲۱۲۲/۹	٤٥/٥۲	٦٥/۷	افزایش	۲۲۰۷/۳	٤۷/۳۲	۸٤/٤	افزایش
اراضی دیم و رها شده	٤۷۱/۲	۱۰/۱۲	٥۳۹/۸٥	۱۱/٥۷	٦۷/۹۹	افزایش	٥۹۱/٤	۱۲/۷	٥۱/٥٥	افزایش
مناطق مسکونی و صنعتی	۱٤۸/۷	۳/۲	۱٥٥/۷٥	۳/۳٤	۷/۰٥	افزایش	۱٦۷/۲	۳/٥۸	۱۱/٤٥	افزایش
مرتع	۱۷۹۲/۸	۳۸/٤۳	۱٦٤۷/٥	۳٥/۳۲	۱٤٥/۳	کاهش	۱٤۹٥/۲	۳۲/۰٥	۱٥۲/۳	کاهش
شوره‌زار و بایر	۱۹۳/٦	٤/۱٥	۱۹۸/۲	٤/۲٥	٤/٦	افزایش	۲۰۳/۱	٤/۳٥	٤/۹	افزایش

جدول ۷- مساحت و درصد انواع کاربری‌ها در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق و تغییرات آن‌ها

Table 7- Area and percentage of different uses in the study periods in the research area and their changes

دوره / کاربری	سال ۱۳۹۳		تغییرات در مقطع زمانی ۸۸- ۹۳		سال ۱۳۹۸		تغییرات در مقطع زمانی ۹۳- ۹۸		تغییرات در مقطع زمانی ۷۸- ۹۸	
	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد	کیلومتر مربع	وضعیت	کیلومتر مربع	درصد
اراضی زراعی آبی	۲۲۸٤/۱	٤۸/۹۷	۷٦/۸	افزایش	۲۳٥۰/۲	٥۰/٤	٦٦/۱	افزایش	۲۹۳	+۱٤/۲٤
اراضی دیم و رها شده	٥٤٥/٦	۱۱/۷	٤٥/۸	کاهش	٤۸٤/۳	۱۰/۳۸	٦۱/۳	کاهش	۱۳/۱	+۲/۷۸
مناطق مسکونی و صنعتی	۱۸٥/۳	۳/۹۷	۱۸/۱	افزایش	۲۰٦/٤	٤/٤۲	۲۱/۱	افزایش	٥۷/۷	+۳۸/۸
مرتع	۱٤٤۳/٥	۳۰/۹٥	٥۱/۷	کاهش	۱٤۱۳/٥	۳۰/۳	۳۰	کاهش	۳۷۹/۳	-۲۱/۱٦
شوره‌زار و بایر	۲۰٥/۷	٤/٤۱	۲/٦	افزایش	۲۰۹/۸	٤/٥	٤/۱	افزایش	۱٦/۲	+۸/۳۷

بر اساس نتایج حاصل، تغییرات انواع کاربری‌های اراضی برای سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ به شرح زیر بوده است:

اراضی با کاربری زراعی آبی

این اراضی به صورت کشت آبی شامل زراعت آبی و باغات است و در نقشه‌های کاربری اراضی مشخص شده‌اند. مساحت این اراضی در فاصله زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ به میزان ۱٤/۲٤ درصد افزایش یافته است. بر اساس نتایج مشخص شد که سطح این اراضی از ۲۰٥۷/۲ کیلومترمربع (٤٤/۱ درصد) در سال ۱۳۷۸ به ۲۱۲۲/۹ کیلومترمربع (٤٥/٥۲) درصد در سال ۱۳۸۳ و از ۲۲۰۷/۳ کیلومترمربع (٤۷/۳۲ درصد) در سال ۱۳۸۸ به ۲۲۸٤/۱ کیلومترمربع (٤۸/۹۷ درصد) در سال ۱۳۹۳ و ۲۳٥۰/۲ کیلومترمربع (٥۰/٤ درصد) در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته‌اند.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

اراضی با کاربری مسکونی و صنعتی

سطح این اراضی در فاصله زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ به میزان ۳۸/۸ درصد افزایش یافته است. سطح این اراضی از ۱٤۸/۷ کیلومترمربع (۳/۲ درصد) در سال ۱۳۷۸ به ۱۵۵/۷۵ کیلومترمربع (۳/۳٤ درصد) در سال ۱۳۸۳ و از ۱٦۷/۲ کیلومترمربع (۳/۵۸ درصد) در سال ۱۳۸۸ به ۱۸۵/۳ کیلومترمربع (۳/۹۷ درصد) در سال ۱۳۹۳ و ۲۰٦/٤ کیلومترمربع (٤/٤۲ درصد) در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته‌اند.

اراضی با کاربری مسکونی و صنعتی

مساحت این اراضی نیز در فاصله زمانی مذکور به میزان ۳۸/۸ درصد افزایش یافته است. سطح این اراضی از ۱٤۸/۷ کیلومترمربع (۳/۲ درصد) در سال ۱۳۷۸ به ۱۵۵/۷۵ کیلومترمربع (۳/۳٤ درصد) در سال ۱۳۸۳ و از ۱٦۷/۲ کیلومتر-مربع (۳/۵۸ درصد) در سال ۱۳۸۸ به ۱۸۵/۳ کیلومترمربع (۳/۹۷ درصد) در سال ۱۳۹۳ و ۲۰٦/٤ کیلومترمربع (٤/٤۲ درصد) در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته‌اند.

اراضی با کاربری مرتع

مساحت اراضی با کاربری مرتع طی فاصله زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ به میزان ۲۱/۱٦ درصد کاهش یافته است. سطح این اراضی از ۱۷۹۲/۸ کیلومترمربع (۳۸/٤۳ درصد) در سال ۱۳۷۸ به ۱٦٤۷/۵ کیلومترمربع (۳۵/۳۲ درصد) در سال ۱۳۸۳ و از ۱٤۹۵/۲ کیلومترمربع (۳۲/۰۵ درصد) در سال ۱۳۸۸ به ۱٤٤۳/۵ کیلومترمربع (۳۰/۹۵ درصد) در سال ۱۳۹۳ و ۱٤۱۳/۵ کیلومترمربع (۳۰/۳ درصد) در سال ۱۳۹۸ رسیده است. دلیل این امر چرای بیرویه، تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی و صنعتی در طی سالیان اخیر بوده است.

اراضی شوره‌زار و بایر

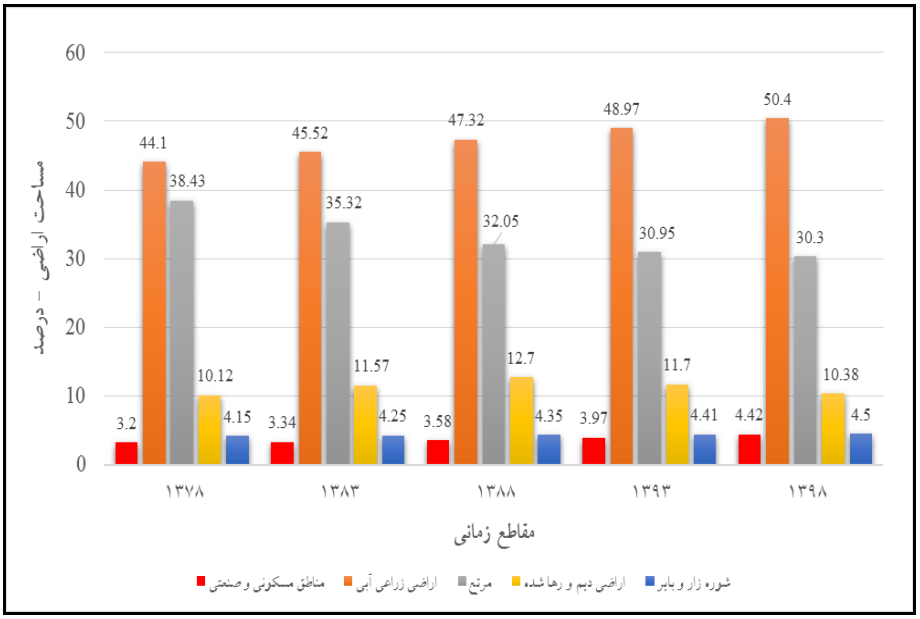
این اراضی در منطقه شامل نمک‌زار و اراضی غیرتولیدی بایر هستند. مساحت این اراضی طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ به میزان ۸/۳۷ درصد افزایش یافته و از ۱۹۳/٦ کیلومترمربع (٤/۱۵ درصد) در سال ۱۳۷۸ به ۱۹۸/۲ کیلومتر-مربع (٤/۲۵ درصد) در سال ۱۳۸۳ و از ۲۰۳/۱ کیلومترمربع (٤/۳۵ درصد) در سال ۱۳۸۸ به ۲۰۵/۷ کیلومترمربع (٤/٤۱ درصد) در سال ۱۳۹۳ و ۲۰۹/۸ کیلومترمربع (٤/۵ درصد) در سال ۱۳۹۸ افزایش یافته‌اند.

نتیجه‌گیری

آشکارسازی و بررسی تغییرات یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجش از دور است. قابلیت تکرار دوره‌ای در طی زمان، باعث شده است که بتوان از این داده‌ها جهت شناسایی و بررسی پدیده‌های متغیر و پویا در محیط استفاده کرد. در این راستا روش‌های رقومی متعددی برای آشکارسازی و کشف تغییرات و تحولات پدیده‌های سطح زمین در سنجش از دور توسعه یافته است. تحقیق حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی برای چهار دوره

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

زمانی ۵ ساله، از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ در سطح آبخوان دشت قزوین انجام شد. برای انجام تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه سنجش از دور استفاده شده است و پس از تهیه نقشه کاربری اراضی هر دوره، میزان تغییرات کاربری اراضی هر دوره استخراج شد. شکل (۷) درصد مساحت کاربری‌های اراضی سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳، ۱۳۸۸، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۸ را نشان می‌دهد.



شکل ۷: درصد مساحت کاربری اراضی در مقاطع زمانی مورد مطالعه در منطقه تحقیق

Figure 7: Percentage of land use area in the periods studied in the research area

بر اساس این نمودار و نتایج حاصل از بررسی تغییر کاربری اراضی در منطقه، طی فاصله زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸، مساحت اراضی مرتعی در بازه زمانی مورد مطالعه روند کاهشی و سایر کاربری‌ها روند افزایشی را طی نموده است، به طوری که وسعت اراضی با کاربری زراعی آبی، مناطق مسکونی و صنعتی، دیم و رهاشده و شوره‌زار و بایر به ترتیب به میزان ١٤/٢٤ درصد، ۳۸/۸ درصد، ۲۵/۳۷ درصد و ۸/۳۷ درصد افزایش یافته است ولی اراضی با کاربری مرتع به میزان ٢١/١٦ درصد کاهش یافته است. همچنین بررسی دقت طبقه‌بندی نقشه‌های تولیدی، نشان دهنده دقت بالای آن‌ها است که علت آن استفاده از نمونه‌های آموزشی برداشت شده با دستگاه GPS و تصاویر ماهواره‌ای نرم-افزار گوگل‌ارث با بزرگ‌نمایی بالا، انجام عملیات میدانی برای بررسی صحت نمونه‌های آموزشی انتخاب شده، سطح زیاد و دقت در انتخاب نمونه‌های آموزشی است. این نتیجه با نظریه جانسن که صحت قابل قبول طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای را بالاتر از ۸۵ درصد می‌داند مطابقت دارد (Jensen, 2004). بر طبق جدول (۵) نتایج حاصل از روش طبقه‌بندی نظارت شده حداکثر احتمال همسایگی سال ۱۳۹۸ با دقت کلی ٩٦/٢٨ درصد نسبت به سال‌های ۱۳۹۳، ۱۳۸۸، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۷ با دقت کلی به‌ترتیب ۹۲/۱۸ درصد، ۹۵/٦١ درصد، ۸۸/۲۳ درصد و ۸۹/۳۸ درصد داری دقت بالاتری است. نتایج تحقیق گویای این مطلب است که مهم‌ترین عامل تغییرات

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

کاربری اراضی منطقه، فعالیت‌های انسانی است که موجب تغییرات بسیاری در کاربری اراضی شده است، در مجموع می‌توان عنوان کرد، در منطقه شاهد افزایش تبدیل و جایگزینی مراتع با اراضی زراعی آبی، مناطق مسکونی و صنعتی، اراضی دیم و رهاشده و شوره‌زار و بایر و بروز پدیده تخریب هستیم. بروز چنین تغییراتی علاوه بر این که می‌تواند اثرات منفی بر محیط‌زیست و منابع طبیعی منطقه داشته باشد، سبب افزایش خطرات و خسارات ناشی از بلایای طبیعی مانند سیل نیز خواهد شد. در نهایت می‌توان گفت که قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای برای تهیه‌ی نقشه‌های کاربری اراضی و پایش تغییرات محیطی صورت گرفته در کاربری زمین در مقیاس‌های زمانی و مکانی می‌تواند سبب افزایش شناخت رابطه انسان با محیط‌زیست، تلاش در جهت مدیریت پایدار منابع طبیعی و اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Arekhi, S., Fathizad, H., (2015), "Evaluating the efficiency of four artificial neural network methods in preparing land cover/land use map using etm+ data case study: Doiraje, Mehran and Sarableh", ***Geography and Development Iranian Journal***, 12 (37): 133-146. [In Persian].
- Brandt, J. S., Haynes, M. A., Kuemmerle, T., Waller, D. M., Radeloff, V. C., (2013), "Regime shift on the roof of the world: Alpine meadows converting to shrublands in the southern Himalayas", ***Biological Conservation***, 158: 116-127.
- Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L., (2009), "Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors", ***Remote sensing of environment***, 113 (5): 893-903.
- Chen, J., Zhu, X., Vogelmann, J. E., Gao, F., Jin, S., (2011), "A simple and effective method for filling gaps in Landsat ETM+ SLC-off images", ***Remote sensing of environment***, 115 (4): 1053-1064.
- Dewan A. M., Yamaguchi, Y., (2009), "Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization", ***Applied Geography***, 29 (3): 390-401.
- Ebrahimi, A., Kianisalm, E., (2018), "Evaluation of land-cover changes in the city of Shahrekord, and predicting its futurestatus, using remote-sensing data and CA-Markov", ***Journal of Spatial Planing***, 8 (1): 71-88. [In Persian].
- Feizizadeh, B., (2017), "Modeling the trends of the land use/cover change and its impacts on the erosion system of the Allavian dam based on the remote sensing and GIS techniques", ***Journal of Hydrogeomorphology***, 3 (11): 21-38. [In Persian].
- Fan, F., Weng, Q., Wang, Y., (2007), "Land use and land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery", ***Sensors***, 7 (7): 1323-1342.
- Guan, D., Gao, W., Watari, K., Fukahori, H., (2008), "Land use change of Kitakyushu based on landscape ecology and Markov model", ***Journal of Geographical Sciences***, 18 (4): 455-468.
- Gupta, R. P., (2003), "***Remote Sensing Geology***", berlin: Springer Verlag.
- Hosseini, S. B., Saremi, A., Noury Gheydari, M. H., Sedghi, H., FiroozFar, A., (2020), "Land use classification and determining the pattern of changes for 2014-2017, using OLI Sensor's Data", ***Journal of Water and Soil***, 34 (1): 55-71. [In Persian].
- Hosseini, S., Saremi, A., Noori Gheydari, M., Sedghi, H., Firoozfar, A., Nikbakht, J., (2019), "Pixel based classificatrion analyisis of land use land cover in Tarom Basin", ***Journal of Soil and Water Resources Conservation***, 8 (4): 135-151. [In Persian].
- Kiani salmi, E., Ebrahimi, A., (2018), "Evaluation of land-cover changes in the city of Shahrekord, and predicting its future status, using remote sensing data and CA-Markov", ***Spatial Planning***, 8 (1): 71-88. [In Persian].
- Kukkonen, M., Kayhko, N., (2014), "Spatio-temporal analysis of forest changes in contrasting land use regimes of Zanzibar, Tanzania", ***Applied Geography***, 55: 193-202.
- Kholghi, M., Taki, R., (2004), "Evaluating groundwater vulnerability in Ghazvin plain", ***Journal of Engineering Geology***, 1 (3): 255-270. [In Persian].
- Liu, T., Yang, X., (2015), "Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics", ***Applied Geography***, 56: 42-54.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'Zio, E., Moran, E., (2004), "Change detection techniques", ***International Journal of Remote Sensing***, 25: 2365-2407.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Lunetta, R. S., Elvidge, C. D., (1998), "***Remote sensing change detection: environmental monitoring methods and applications***", Ann Arbor Press: Chelsea.
- Mallupattu, P. K., Sreenivasula Reddy, J. R., (2013), "Analysis of land use/land cover changes using remote sensing data and GIS at an Urban Area, Tirupati, India", ***The Scientific World Journal,*** 2013:1-6
- Mazaheri, M. R., Esfandyari, M., Masihabadi, M. H., Kamali, A., (2014), "Monitoring time changes in land use using remote sensing techniques and GIS (Case study: Jiroft, Kerman)", ***Journal of RS and GIS for Natural Resources***, 4 (2): 25-39. [In Persian].
- Omidvar, K., Narangifard, M., Abbasi, H., (2015), "Detecting the changes of land uses and vegetation cover using remote sensing in Yasooj city", ***Geography and Territorial Spatial Arrangement***, 5 (16): 111-126. [In Persian].
- Oommen, T., Misra, D., Twarakavi, N. K., Prakash, A., Sahoo, B., Bandopadhyay, S., (2008), "An objective analysis of support vector machine based classification for remote sensing", ***Mathematical geosciences***, 40 (4): 409-424.
- Oñate-Valdivieso, F., Sendra, J. B., (2010), "Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling", Journal of ***Hydrology***, 395(3-4): 256-263.
- Pandian, M., Rajagopal, N., Sakthivel, G., Amrutha, D. E., (2014), "Land use and land cover change detection using remote sensing and GIS in parts of Coimbatore and Tiruppur districts, Tamil Nadu, India", ***International Journal of Remote Sensing & Geoscience***, 3 (1): 15-20.
- Thapa, R. B., Murayama, Y., (2006), "Land use change analysis using remote sensing and GIS: A case study of Kathmandu metropolitan", Proceedings of annual symposium of center for spatial information science, the University of Tokyo, Tokyo, Japan (October 4–5, 2006): 22 pp.
- Rezaei Moghadam, M. H., Andaryani, S., Valizadeh Kamran, K., Almaspor, F., (2016), "Determine the best algorithm for land use and land cover extraction and changes detecting from Landsat satellite images (Case study: sufi chay basin of Maragheh)", ***Journal of Geographical Space***, 16 (55): 65-85. [In Persian].
- Sabzghabaei, G., Raz, S., Dashti, S., Yousefi Khanghah, S., (2017), "Study the changes of Land Use by the Help of GIS & RS Case study: Andimeshk city", ***Geography And Development Iranian Journal***, 15 (46): 35-42. [In Persian].
- San, B. T., Suzan, M. L., (2010), "Evaluation of different atmospheric correction algorithms for EO-1 Hyperion imagery", ***International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science***, 8: 392-397.
- Shalaby, A., Tateishi, R., (2007), "Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the northwestern coastal zone of Egypt", ***Applied Geography***, 27 (1): 28-41.
- Shanani Hoveyzeh, S. M., Zarei, H., (2017), "Investigation of land use changes during the past two last decades (Case study: Abolabas basin)", ***Journal of Watershed Management Research***, 7 (14): 237-244. [In Persian].
- Torahi, A. A., Firozinejad, M., Abdolkhani, A., (2017), "assessment of svm and mlc algorithms on landuse/ landcover mapping of riparian forest, using OLI sensor (Case study: Riparian forest of Maroon, Behbahan)", ***Iranian Journal of Remote Sensing & GIS***, 9 (1): 49-62. [In Persian].
- Turner, B. L., Villar, S. C., Foster, D., Geoghegan, J., (2001), "Deforestation in the southern Yucatán peninsular region: an integrative approach", ***Forest Ecology and Management***, 154: 353-370.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Ward, D., Phinn, S. R., Murray, A. T., (2000), "Monitoring growth in rapidly urbanizing areas using remotely sensed data", ***Professional Geographer***, 52 (3): 371-386.
- Yang, X., Lo, C. P., (2002), "Using a time series of satelite imagery to detect land use and land cover change in the atlanta, georgia metropolitan area", ***International Journal of Remote Sensing***, 29: 1775-1798.
- Yousefi, M., Farsi, J., (2014), "Detection of land use changes using remote sensing data (Case study: Bojnourd plain)", ***Journal of Geography and Environmental Studies***, 2 (7): 95-106. [In Persian].
- Zhang, X., Kang, T., wang, H., Sun, Y., (2010), "Analysis on spatial structure of landuse change based on remote sensing and geographical information system", ***International Journal of Applied Earth Observation and Geo information***, 12: 145-150.
- Zhao, G. X., Lin, G., Warner, T., (2008), "Using the maticmapper data for change detection and sustainable use of cultivated land: A case study in the Yellow river delta, China", ***International Journal of Remote Sensing***, 25 (13): 25-40.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]