دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال پانزدهم، شماره‌ی ۴۹
بهار ۱۳۹۴، صفحات ۱۰۰-۷۵

محمدجواد وحیدی[۱]
علی‌اصغر جعفرزاده[۲]
احمد فاخری‌فرد[۳]
سید حمیدرضا صادقی[٤]
محمدحسین رضایی‌مقدم[٥]
خلیل ولیزاده کامران[٦]

بررسی تغییرات پوشش و کاربری اراضی حوضه آبریز لیقوان در استان آذربایجان شرقی

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰٤/۰۵

چکیده

سنجش از دور امکانات لازم و کافی را جهت استخراج و به‌روزرسانی نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی در اختیار کاربران قرار می‌دهد. در این مطالعه، تغییرات کاربری و پوشش اراضی ناشی از افزایش جمعیت و فعالیت‌های انسانی در حوضه آبریز لیقوان با استفاده از تحلیل تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه بررسی شده است. به این منظور چهار تصویر ماهواره لندست شامل MSS سال ۱۳۵۵، TM سال ۱۳٦۸، +ETM سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ مورد استفاده قرار گرفت. تکنیک طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از روش حداکثر شباهت به کمک داده‌های معتبر زمینی انجام شد. شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی (NDVI) و مقایسه پس از طبقه‌بندی به منظور شناسایی

۱- استادیار دانشگاه بیرجند، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه زراعت، اصلاح نبات و علوم خاک. E-mail: m.jvdi@birjand.ac.ir
۲- استاد دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه خاک‌شناسی.
۳- استاد دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه مهندسی آب.
٤- استاد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، گروه مهندسی مدیریت آبریز.
٥- استاد دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، گروه ژئومورفولوژی.
٦- استادیار دانشگاه تبریز، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، گروه GIS.

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

تغییرات محیطی در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ بررسی شد. نتایج شاخص NDVI کاهش تراکم پوشش گیاهی را در طول زمان نشان داد. کاهش تراکم پوشش گیاهی عمدتا ناشی از افزایش نواحی مسکونی، جاده‌سازی، زراعت دیم بدون مدیریت و تبدیل مراتع متراکم به ضعیف (چرای بیش از حد) می‌باشد. بررسی روند تغییرات جمعیت روستاهای لیقوان و سفیده‌خوان نشان داد که تغییرات جمعیت با تغییرات کاربری و پوشش اراضی مطابقت دارد و مهاجرت روستاییان بین سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳٦۵ نقش مهمی را در تغییرات کاربری و پوشش اراضی حوضه آبریز مورد مطالعه ایفا کرده است.

کلید واژه‌ها: پوشش و کاربری اراضی، طبقه‌بندی، تصاویر ماهواره‌ای، NDVI، حوضه آبریز لیقوان.

مقدمه

اهمیت اطلاع از تغییر سطح زمین در پایش و نظارت بر منابع محلی، منطقه‌ای و جهانی و نیز در محیط زیست به طور مداوم بیش‌تر می‌گردد. در سال‌های اخیر مسائل توسعه پایدار، جلوگیری از آلودگی، تغییرات محیطی در مقیاس جهانی و مسائل مربوط به برهم‌کنش انسان-محیط به یک نگرانی عمده در سطح جهان تبدیل شده است. لازم به ذکر است که کاربری اراضی شامل مدیریت و اصلاح محیط طبیعی برای ساخت محیط‌هایی از قبیل مزارع، مراتع و مناطق مسکونی می‌باشد. همچنین به عنوان «تنظیمات، فعالیت‌ها و درآمدهای مردم که در یک نوع خاص از پوشش اراضی برای تولید، تغییر یا حفظ آن انجام می‌شود»، تعریف می‌گردد (فائو، ۱۹۹۹: ۱٤٥)؛ درحالی‌که پوشش اراضی، مواد فیزیکی در سطح زمین می‌باشد؛ به طور مثال، پوشش‌های اراضی شامل چمن، آسفالت، درختان، اراضی لخت، آب و غیره هستند.

دو روش اولیه برای کسب اطلاعات از پوشش اراضی وجود دارد که شامل نقشه‌برداری صحرایی و تجزیه و تحلیل عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد (فیشر و همکاران، ۲۰۰۵: ۹۸-۸۵). داده‌های سنجش از دور (عمدتاً عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای) در ترکیب با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی ارزش بالقوه علمی برای مطالعه اثر متقابل جمعیت-محیط زیست دارند (کدجو، ۲۰۰۷: ۲۱۲-۱۹۷). مجموعه عظیمی از تصاویر سنجش از دور گذشته و حال، تجزیه و تحلیل الگوی مکانی-زمانی عناصر محیطی و تأثیر فعالیت‌های انسان در دهه‌های گذشته را امکان‌پذیر ساخته است (لامبین و همکاران، ۲۰۰۱: ۲٦۹-۲٦۱ و جیانیا و همکاران، ۲۰۰۸: ۷٦۲-۷۵۷). امروزه کاربرد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، به‌ویژه در برخورد با چندین داده جغرافیایی و تفسیر منطقه گسترده سطح زمین به طور وسیعی رایج شده است (امیرین و هسمدی، ۲۰۱۰: ۱۹-۱۵). به این ترتیب

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

داده‌های سنجش از دور می‌توانند به عنوان جایگزینی مناسب برای داده‌های ثبت‌نشده و مربوط به گذشته مانند داده‌های کاربری اراضی و تغییرات آن در دوره‌های زمانی مختلف مورد استفاده قرار گیرد و به عنوان اطلاعات پایه برای دیگر مطالعات به کار رود (کدج، ۲۰۰۷: ۲۱۲-۱۹۷).

کشف تغییرات یک فرآیند مهم برای پهنه‌بندی و مدیریت منابع طبیعی و توسعه شهری است، زیرا در زمینه مطالعاتی دلخواه می‌تواند تجزیه و تحلیل کمی برای توزیع مکانی فراهم نماید (جیانیا و همکاران، ۲۰۰۸: ۷۶۲-۷۵۷). تغییرات در کاربری و پوشش اراضی به دلیل فعالیت‌های انسان یا عوامل طبیعی می‌تواند با استفاده از داده‌های سنجش از دور حاضر یا بایگانی‌شده مشاهده شود (جنسن، ۲۰۰۷: ۸۲ و زای و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۳-۹). چوویکو (۲۰۰۰: ٤٥٢) اظهار داشت استخراج اطلاعات مفید از تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از طبقه‌بندی، یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های سنجش از دور است و هدف سنجش از دور تعیین خصوصیات و پدیده‌هایی است که در سطح زمین رخ می‌دهد. برای طبقه‌بندی تصاویر سنجش از دور الگوریتم‌های مختلفی به کار می‌رود که از مهم‌ترین و رایج‌ترین آن‌ها الگوریتم حداکثر شباهت[۷] است که به داده‌هایی با توزیع نرمال نیاز دارد. (ماس، ۲۰۰۵: ۳٥٤۹-۳٥٤۳).

امروزه عواملی هم‌چون عدم استفاده صحیح از اراضی کشاورزی، شخم روی شیب‌های تند، چرای مفرط، جاده‌سازی و غیره باعث افزایش میزان رسوب و به تبع آن نابودی منابع طبیعی گردیده است، حال اگر از زمین به میزان توان آن استفاده شود خطرات ناشی از فرسایش به طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند (صادقی و همکاران، ۱۳۸۵: ۲۲-۱۱). محمود زاده (۲۰۰۷: ٤۱-۳٥) به منظور بررسی تخریب فضای سبز در شهر تبریز با استفاده از داده‌های سنجش از دور، تغییرات را به صورت رقومی بررسی کرد. او در تحقیق خود سه تکنیک کشف تغییرات شامل مقایسه شاخص پوشش گیاهی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و مقایسه پس از طبقه‌بندی را در بررسی توسعه شهری به ویژه توسعه فیزیکی مکانی تبریز و اثر آن بر تخریب فضای سبز با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (TM[۸] و ETM+[۹]) در دوره زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ به کار برد. یو (۱۹۹۸: ۱٤۳-۱٦٥) بیان می‌کند که عدم استفاده مناسب از اراضی و عدم شناخت قابلیت‌های آن همراه با مدیریت غلط باعث تخریب و از بین رفتن آن می‌شود. دانستن تغییرات الگوی کاربری و پوشش اراضی می‌تواند در مدیریت فرسایش و حفاظت آب و خاک اهمیت زیادی داشته باشد. درک بهتر از تعیین عوامل تغییر کاربری و پوشش اراضی برای مطالعه تغییرات محیطی جهان از اهمیت حیاتی برخوردار است (کیتا و ژانگ، ۲۰۱۰: ۲۱-۱۲). تغییر کاربری و پوشش اراضی عمدتاً به دلیل فعالیت‌های انسان می‌باشد. به لحاظ بررسی تاریخی عاملی برای بیش‌تر این تغییرات، رشد جمعیت است (رامانکوتی و همکاران،

7- Maximum likelihood
8- Thematic Mapper (TM)
9- Enhanced Thematic Mapper (ETM)

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

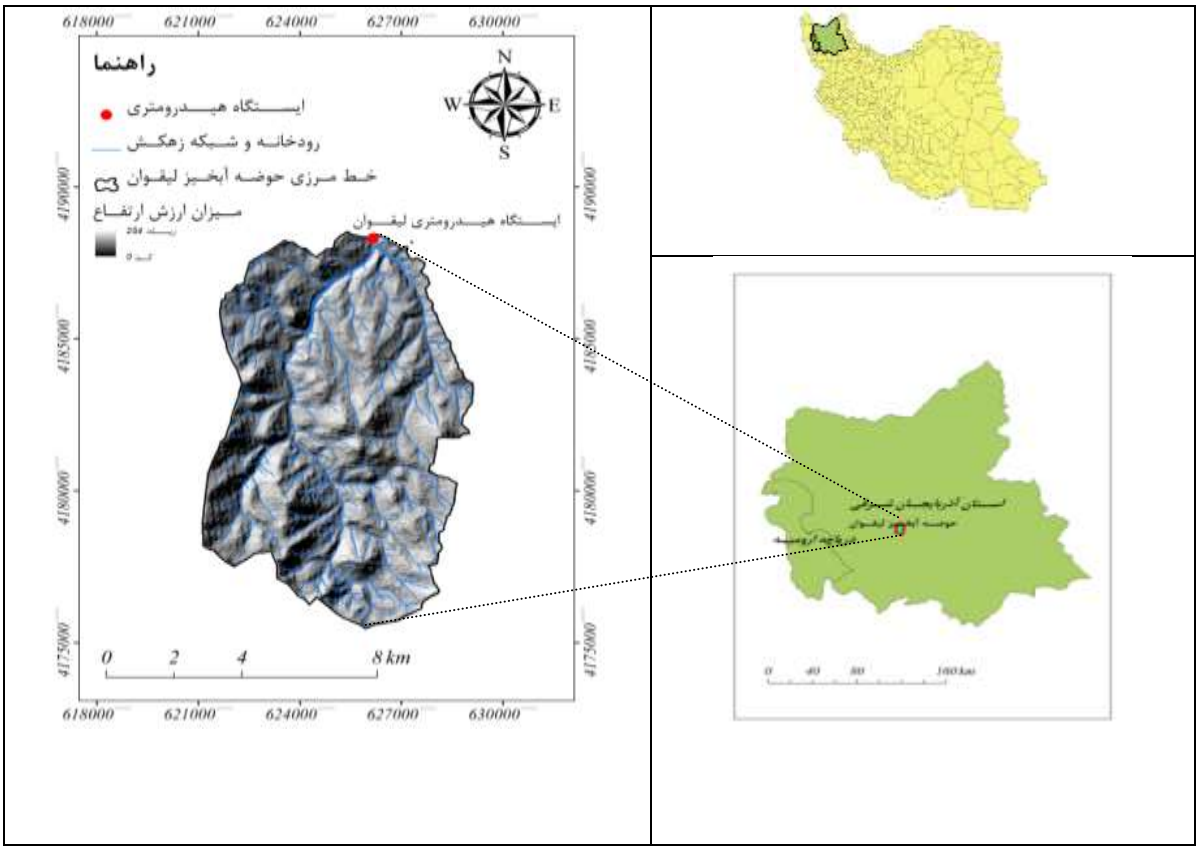
۲۰۰۲: ۲۵۷-۲۵۱) هر چند برهم‌کنش چندین عامل را نیز در بر می‌گیرد (لامبین و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۶۹-۲۶۱). در مقیاس‌های جهانی و فرا منطقه‌ای، رشد جمعیت به عنوان یک نماینده برای تغییر کاربری و پوشش اراضی به کار می‌رود (کوک، ۲۰۰٤: ۸۹-۷۳) ولی در مقیاس کوچک‌تر مجموعه‌ای از عوامل پیچیده بسیار مهم می‌باشند (لامبین و همکاران، ۲۰۰۱: ۲۶۹-۲۶۱). تحقیق حاضر در نظر دارد تا با توجه به اهمیت اثر کاربری اراضی و تغییر آن بر عوامل محیطی و بالعکس، از طریق تحلیل زمانی و مکانی تصاویر ماهواره‌ای در حوضه آبریز لیقوان رابطه تغییرات شدید کاربری اراضی، جمعیت و فعالیت‌های انسانی را در این منطقه بررسی نماید. لازم به ذکر است که حوضه آبریز مورد مطالعه از لحاظ تولیدات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای در استان آذربایجان شرقی برخوردار است و کمی کردن تغییرات پوشش و کاربری اراضی در آن، اطلاعات پایه مفیدی را برای سایر مطالعات در این حوضه آبریز فراهم می‌نماید. همچنین افزایش دقت، سرعت و سهولت دست‌یابی مکانی در انجام مطالعات کاربری و پوشش اراضی، تغییرات آن و عوامل مؤثر بر این تغییرات با استفاده از تکنولوژی سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور از مزایای این تحقیق می‌باشد.

منطقه مورد مطالعه

حوضه معروف لیقوان از زیرحوضه‌های مهم آجی چای بوده که با وسعتی معادل ۷٦ کیلومترمربع و محیط ٤۲/۱۳ کیلومتر در استان آذربایجان‌شرقی در دامنه شمالی کوه سهند ما بین طول‌های شرقی ′۲۵ °٤٦ تا ′۲٦ °٤٦ و عرض‌های شمالی ′٤۵ °۳۷ تا ′۵۰ °۳۷ گسترده شده است. بلندترین نقطه حوضه با ارتفاع ۳٦۲۰ متر از سطح دریای آزاد در جنوب‌شرقی ارتفاعات سهند و پایین‌ترین نقطه آن با ارتفاع ۲۱٤۰ متر در محل ایستگاه هیدرومتری لیقوان (طول جغرافیایی ″٥٦/٤۵ ′۲۵ °٤٦ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۷/۰۹ ′٤۹ °۳۷ شمالی) می‌باشد. شکل ۱ موقعیت حوضه آبریز لیقوان را نشان می‌دهد. نقشه پوشش و کاربری اراضی که توسط اداره جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی تهیه شده است (شکل ۲) مناطق لیقوان، باسمنج و بخشی از شهرستان تبریز را در بر می‌گیرد و به عنوان اطلاعات پایه برای تشریح و تکمیل کلاس‌بندی پوشش و کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در این مطالعه استفاده شده است. در شکل ۲ روستاهای واقع در محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است. این نقشه پوشش و کاربری اراضی را در سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد و بر اساس تصویر ماهواره اسپات و باهدف کلاس‌بندی اراضی کشاورزی منطقه برای این سازمان تهیه شده است. در این نقشه بعضی از کاربری‌ها از جمله جاده شناسایی و

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

طبقه‌بندی نشده است؛ لذا در این تحقیق، مشاهدات مزرعه‌ای و نقاط معتبر زمینی[10] و هم‌چنین گزارش‌هایی که درباره کاربری‌های منطقه در ادوار مختلف ارائه شده است برای تکمیل اطلاعات به کار گرفته شد. با توجه به مطالعات صحرایی و داده‌های اولیه، پوشش و کاربری‌های اراضی منطقه مورد مطالعه را می‌توان به ۸ کلاس طبقه‌بندی نمود که عبارتند از: زراعت آبی، باغات، اراضی متفرقه، اراضی مسکونی، جاده، مراتع ضعیف، زراعت دیم و مراتع متراکم. در جدول ۱ پوشش و کاربری‌های مذکور تشریح شده‌اند.



شکل ۱: جانمایی حوضه آبریز لیقوان در استان آذربایجان‌شرقی و کشور ایران

بر اساس گزارش‌ها اداره جهاد کشاورزی استان آذربایجان‌شرقی (وزارت جهاد کشاورزی ایران، ۱۳۹۰: ۱۲-۵)، تغییرات زیادی در کاربری‌های مرتع، زراعت دیم و آبی و هم‌چنین باغات و مناطق درخت‌کاری شده در دهه‌های اخیر در حوضه آبریز مورد مطالعه صورت گرفته است که با تغییرات جمعیت، نوع مدیریت و سطح آگاهی ساکنان روستاها در این منطقه در ارتباط می‌باشد. لازم به ذکر است که در سال‌های اخیر ساخت ویلا و مناطق مسکونی در اطراف رودخانه لیقوان و سطح حوضه آبریز مورد مطالعه بسیار گسترش یافته است. این روستاها زیرمجموعه‌ای از شهرستان باسمنج هستند که در ۱۰ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر تبریز قرار دارد. شغل اصلی اغلب این روستاییان

10- ground truth points

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

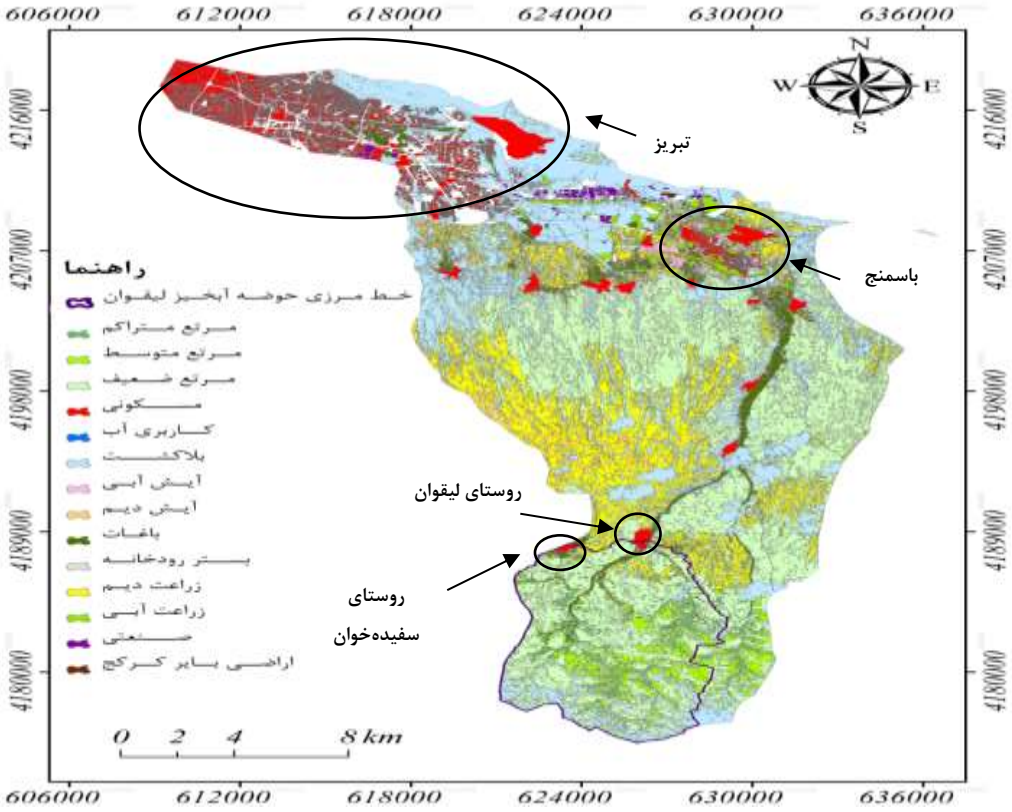
کشاورزی و دام‌داری می‌باشد. بر اساس گزارش مرکز آمار ایران دوره‌هایی که در آن آمارگیری جمعیت روستاهای لیقوان و سفیده‌خوان (واقع در حوضه آبریز مورد مطالعه) انجام شده است، شامل هفت دوره می‌باشد که عبارتند از سال‌های ۱۳٤٥، ۱۳٥٥، ۱۳٦٥، ۱۳۷۰، ۱۳۷٥، ۱۳۸٥ و ۱۳۹۰ که بر اساس آن، جمعیت این روستاها گزارش شده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰: ۸).

در جدول ۲ و شکل ۳ آمار کل جمعیت این روستاها در دوره‌های مذکور نشان داده‌شده و در شکل ٤ نیز تغییرات نرخ رشد جمعیت این روستاها گزارش شده است. بین سال‌های ۱۳٥۸ تا ۱۳٦٥ ساکنان این روستاها به دلیل مشکلات مالی و فقدان امکانات کافی به تبریز و شهرهای اطراف به طور تدریجی مهاجرت داشته‌اند، ولی به دلیل تسهیلات مناسب و حمایت مالی دولت و وزارت جهاد کشاورزی بین سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷٥ تعداد بسیار زیادی از روستاییان به روستاهای خود بازگشتند که البته این امر با قطع بی‌رویه درختان توسط برخی از اهالی روستا که به تازگی به روستاهایشان بازگشتند و احتمالاً از درختان به عنوان مصالح ساختمانی استفاده کردند، همراه بوده است (وزارت جهاد کشاورزی ایران، ۱۳۹۰: ۱۲-٥). هم‌چنین از عوامل مؤثر کاهش مراتع متراکم در حوضه آبریز مورد مطالعه می‌توان به فقدان آموزش مناسب روستاییان، چرای بیش از حد و مدیریت نامناسب مراتع و تبدیل مراتع به زراعت دیم و دیگر کاربری‌ها (به ویژه در سال‌های اخیر) اشاره نمود (وزارت جهاد کشاورزی ایران، ۱۳۹۰: ۱۲-٥).

جدول ۱- تشریح نوع پوشش و کاربری اراضی نقشه‌برداری شده در حوضه آبریز لیقوان

تشریح پوشش یا کاربری زمین	نام پوشش/کاربری
محصولات کشاورزی که با استفاده از آب آبیاری رشد می‌کنند (مانند گندم، جو و سبزیجات)	زراعت آبی
قطعاتی از زمین که برای کشت میوه‌هایی مانند سیب استفاده می‌شود، همچنین پوشش درختی طبیعی مانند بید، صنوبر و افرا	باغات
برخی از مناطق که فاقد پوشش گیاهی هستند، شامل اراضی بلاکشت و بایر، مناطق سنگلاخی، رخنمون‌های سنگی کوه‌ها و بدلندها.	اراضی متفرقه
مناطق ساخته‌شده توسط بشر شامل ساختمان‌های تجاری، صنعتی، منازل مسکونی نیمه شهری و روستایی که به راحتی بر روی تصاویر ماهواره‌ای شناسایی شده است.	اراضی مسکونی
راه‌های عمومی برای عبور وسایل نقلیه، مردم و حیوانات (شامل راه‌های آسفالت و خاکی)	جاده
چمن یا دیگر گیاهان در حال رشد مانند یونجه که به عنوان غذا توسط حیوانات علف خوار به ویژه گاو و گوسفند استفاده می‌شود (با تراکم پوشش گیاهی کم‌تر از ۵۰ درصد)	مراتع ضعیف
محصولات کشاورزی که با استفاده از آب باران رشد می‌کنند (بدون استفاده از آب آبیاری) مانند گندم، جو و گل رنگ	زراعت دیم
چمن یا دیگر گیاهان در حال رشد مانند یونجه که به عنوان غذا توسط حیوانات علف خوار به ویژه گاو و گوسفند استفاده می‌شود (با تراکم پوشش گیاهی بیش‌تر از ۵۰ درصد)	مراتع متراکم

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



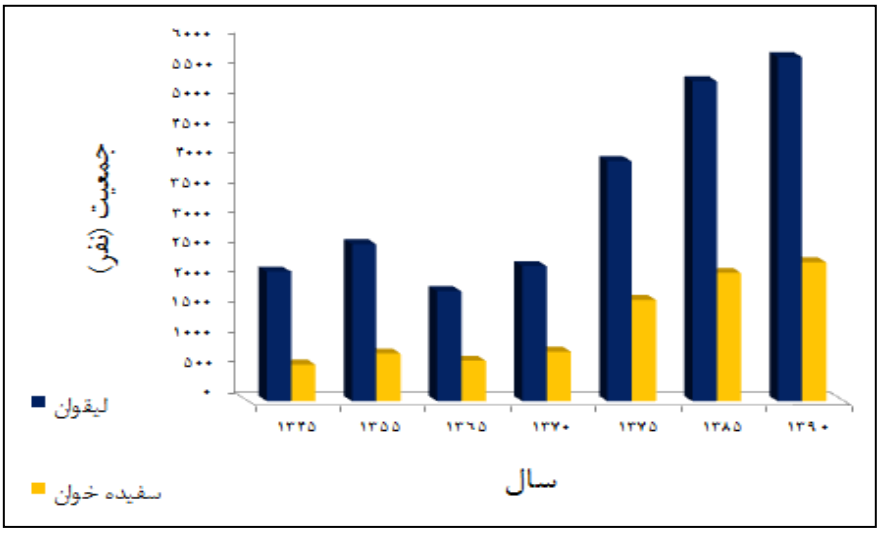
شکل ۲: نقشه کاربری اراضی که از تصویر ماهواره‌ای اسپات سال ۲۰۰۵ استخراج شده است

جدول ۲- جمعیت روستاهای لیقوان و سفیده‌خوان از سال ۱۳٤٥ تا ۱۳۹۰ بر اساس نتایج سرشماری نفوس و مسکن

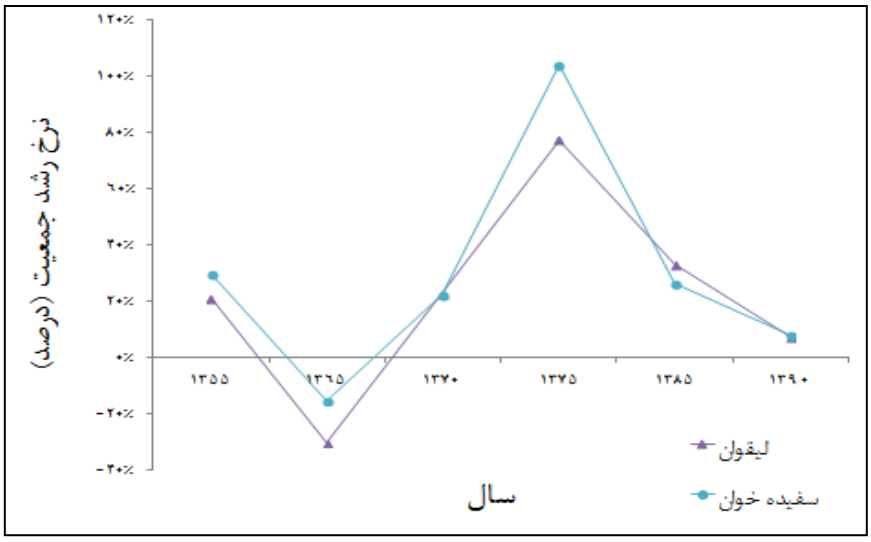
زمان	لیقوان	سفیده‌خوان
۱۳٤٥	۲۱٦٥	٦۱۲
۱۳٥٥	۲٦۲٥	۷۹٦
۱۳٦٥	۱۸۳۷	٦۷٦
۱۳۷۰	۲۲٥۹	۸۲۸
۱۳۷٥	٤۰۱۱	۱٦۹۳
۱۳۸٥	٥۳٥۰	۲۱٤٥
۱۳۹۰	٥۷٥۲	۲۳۲۰

توجه: واحد ارقام نفر می‌باشد.

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



شکل ۳: آمار کل جمعیت روستاهای لیقوان و سفیده‌خوان از سال ۱۳٤٥ تا ۱۳۹۰



شکل ٤: نرخ رشد جمعیت روستاهای لیقوان و سفیده‌خوان از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تفسیر، تحلیل و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای انجام شده است. داده‌های سنجش از دور مورد بررسی شامل داده‌های رقومی سنجنده چند طیفی[11] (MSS) تاریخ ٦ شهریور سال ۱۳۵۵، داده‌های رقومی نقشه‌بردار موضوعی[12] (TM) تاریخ ۹ تیر سال ۱۳٦۸ و داده‌های رقومی

11- Multi Spectral Scanner
12- Thematic Mapper

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

نقشه‌بردار موضوعی پیشرفته[13] (+ETM) تاریخ‌های ۱۰ شهریور سال ۱۳۷۹ و ۲۸ مرداد سال ۱۳۸۹ می‌باشند. تصاویر ماهواره‌ای از سایت داده‌های پایانه‌های رصد منابع طبیعی سازمان نقشه‌برداری زمین‌شناسی ایالات‌متحده آمریکا[14] (USGS) دانلود گردید (http://earthexplorer.usgs.gov/). شماره مسیر/ردیف تصاویر ۱۶۸/۳۴ می‌باشد و بر اساس سیستم مختصات جغرافیایی مرکاتور[15] (UTM) منطقه مورد مطالعه در WGS_1984 و زون شماره ۳۸ شمالی است. داده‌های چهار تصویر طوری انتخاب شدند که تا حد امکان دارای فصل مشابه از نظر پوشش گیاهی باشند. دلیل اصلی استفاده از داده‌های MSS، TM و +ETM قابلیت داده‌های ماهواره لندست در استخراج انواع پوشش و کاربری اراضی و نیز عدم دسترسی به سری زمانی تصاویر باقدرت تفکیک بالا در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در جدول ۳ مشخصات اصلی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده و در جدول ٤ برخی از خصوصیات سنجنده‌های این تصاویر شرح داده شده است. در این تحقیق، نرم‌افزار پردازش تصویر ENVI4.5 با قابلیتی که در تحلیل سامانه اطلاعات جغرافیایی دارد و نرم‌افزار ArcGIS 10 برای تهیه نقشه‌های چند زمانه پوشش-کاربری اراضی و پهنه‌بندی الگوی تغییرات استفاده شد.

جدول ۳- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای لندست مورد استفاده

سنجنده	قدرت تفکیک مکانی (m)	تاریخ تصویربرداری	تعداد باند	محدوده تصویربرداری (km^2)	توالی زمانی
MSS	۵۷-۷۹	۱۹۷۶	٤	(۱۸۵)(۱۸۵)	۱۸ روز
TM	۲۸/۵-۳۰	۱۹۸۹	۷	(۱۸۵)(۱۸۵)	۱۸ روز
ETM+	۲۸/۵-۳۰	۲۰۰۰ و ۲۰۱۰	۸	(۱۸۵)(۱۸۵)	۱٦ روز

جدول ٤- خصوصیات سنجنده‌های مورد استفاده

نوع سنجنده	باندها و محدوده رنگ‌ها	تفکیک طیفی طول موج (µ)	نوع سنجنده	باندها و محدوده رنگ‌ها	تفکیک طیفی طول موج (µ)	نوع سنجنده	باندها و محدوده رنگ‌ها	تفکیک طیفی طول موج (µ)
MSS	۱ (G)	۰/۵-۰/٦	TM	۱ (B)	۰/٤۵-۰/۵۵	ETM+	۱ (B)	۰/٤۵-۰/۵۵
	۲ (R)	۰/٦-۰/۷		۲ (G)	۰/۵۲-۰/٦۰		۲ (G)	۰/۵۲-۰/٦۰
	۳ (Near IR)	۰/۷-۰/۸		۳ (R)	۰/٦۳-۰/٦۹		۳ (R)	۰/٦۳-۰/٦۹
	٤ (Near IR)	۰/۸-۱/۱		٤ (Near IR)	۰/۷۵-۰/۹۰		٤ (Near IR)	۰/۷۵-۰/۹۰
				۵ (Mid-IR)	۱/۵۵-۱/۷۵		۵ (Mid-IR)	۱/۵۵-۱/۷۵
				٦ (Thermal)	۱۰/٤۰-۱۲/۵		٦ (Thermal)	۱۰/٤۰-۱۲/۵
				۷ (Mid-IR)	۲/۰۹-۳/۳۵		۷ (Mid-IR)	۲/۰۹-۳/۳۵
							۸ (Pan)	۰/۵۲-۰/۹۰

13- Enhanced Thematic Mapper
14- United States Geological Survey
15- Universal Transverse Mercator

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

طرح روش برای طبقه‌بندی و تعیین تغییرات کاربری اراضی به کار رفته در این تحقیق در شکل ۵ نشان داده شده است. به طور کلی مراحل کار سنجش از دور شامل: پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازش تصاویر می‌باشد (جنسن، ۲۰۰۷: ۸۲). مراحل پیش‌پردازش در این تحقیق شامل تهیه داده، نمونه‌برداری از منطقه مورد مطالعه (نقاط کنترل زمینی[۱۶])، ادغام تصویر[۱۷] (این تکنیک برای تغییر دادن اندازه پیکسل داده‌های رقومی MSS سال ۱۳۵۵ استفاده گردید)، برش تصویر[۱۸]، تصحیحات هندسی و اتمسفریک[۱۹] بودند که بر اساس روش‌های استاندارد (مک‌کوی ۲۰۰۵: ٥٤-٤١) انجام شد. همچنین مراحل پردازش شامل: آشکارسازی[۲۰]، استخراج ویژگی‌های کیفی، استخراج شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی[۲۱]، شناسایی انواع عوارض ویژه، طبقه‌بندی تصاویر و کشف تغییرات بودند که همگی بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد (زای و همکاران ۲۰۰۸: ۲۳-۹). مراحل پس‌پردازش در این تحقیق شامل تطبیق تصاویر ماهواره‌ای با داده‌های GPS، روی هم قرار دادن لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS و نقشه‌برداری اتوماتیک هستند که بر اساس روش‌های استاندارد انجام شدند (ویلالون-توروبیاتس و شکوارکو ۲۰۰۷: ١٤٨٨-١٤٨٥).

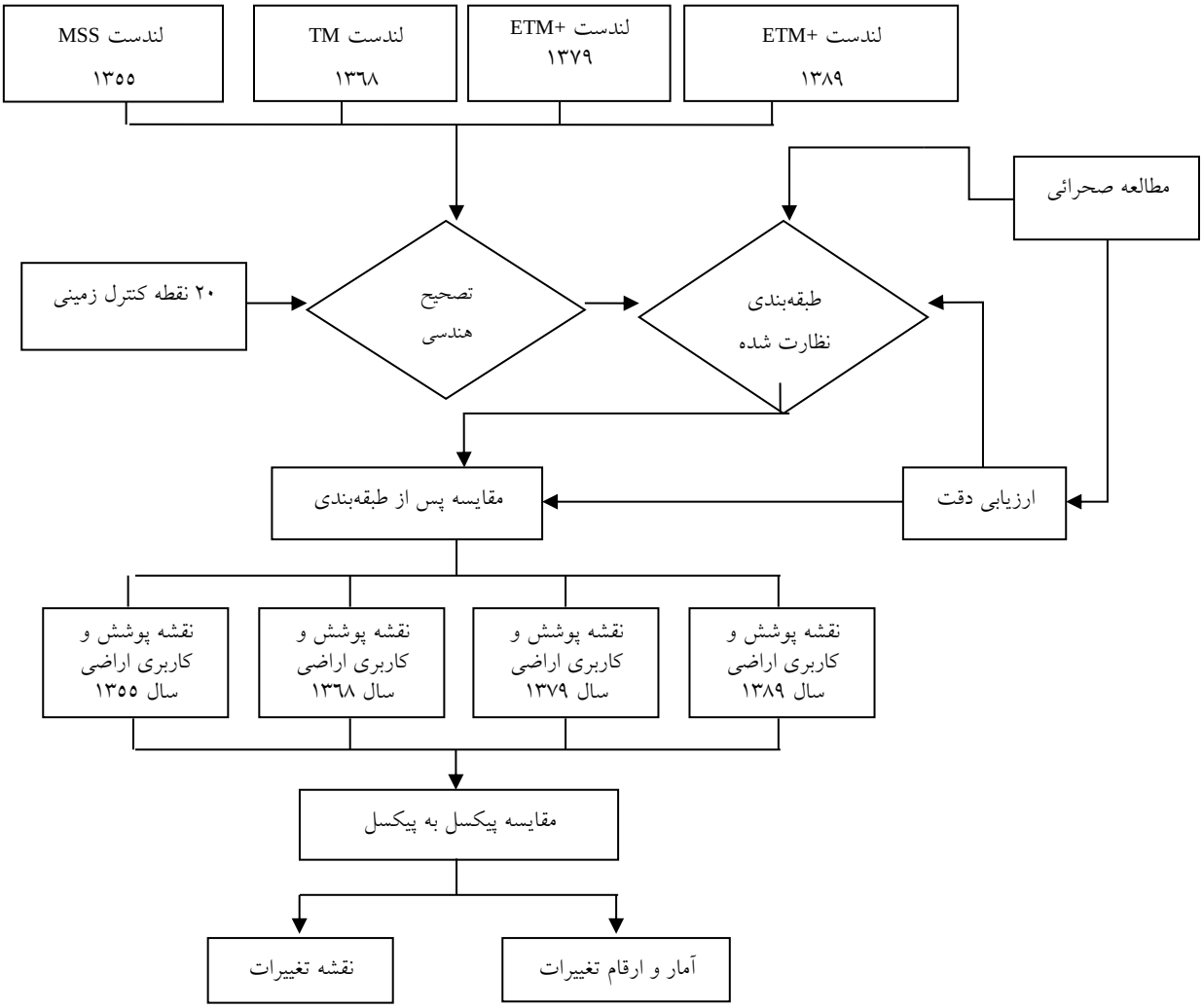
پیش‌پردازش تصاویر

به دلیل اینکه قدرت تفکیک داده‌های رقومی TM و +ETM با داده‌های رقومی MSS متفاوت است، روش ادغام تصویر برای تغییر اندازه پیکسل استفاده شد و تغییر اندازه[۲۲] تصویر سنجنده MSS سال ۱۳۵۵ بر مبنای تصویر TM سال ۱۳٦۸ انجام شد؛ به این منظور، روش نزدیک‌ترین همسایه[۲۳] و تکنیک HSV[۲٤] به عنوان یک تکنیک شفاف‌سازی تصویر[۲۵] استفاده شد (دشموخ و بوساله ۲۰۱۱: ٥٠٨-٤٨٤). تکنیک HSV به عنوان یکی از رایج‌ترین تکنیک‌های ادغام داده‌های ماهواره‌ای برای شفاف‌سازی تصویر می‌باشد و یک فرآیند استاندارد در تحلیل تصاویر به منظور بهبود قدرت تفکیک مکانی و ادغام مجموعه داده‌های مجزا به حساب می‌آید (پل و ون‌گندرن ۱۹۹۸: ٨٥٤-٨٢٣). تصحیح اتمسفریک تصاویر به روش کم کردن ارزش پیکسل‌های تیره[۲٦] و تکنیک حداقل باند[۲۷] انجام شد

16- Ground Control Points (GCPs)
17- Image fusion
18- Subsetting
19- Geometric and atmospheric corrections
20- Enhancement
21- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
22- Resizing
23- Nearest neighbor
24- Hue Saturation Value
25- Image sharpening
26- Dark pixel subtraction
27- Band minimum technique

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

(پت و چاوز ۱۹۸۸: ٤٧٩-٤٥٩)؛ پس از تصحیح اتمسفریک تصاویر به منظور تهیه دو یا چند تصویر ماهواره‌ای برای مقایسه درست تغییرات، تصحیح هندسی تصاویر الزامی است (ماکلود و کونگالتون، ۱۹۹۸: ۲۱٦-۲۰۷). برای تقلیل اثرات خطای تطبیق‌سازی[۲۸]، تصحیح هندسی به صورت پیکسل به پیکسل انجام شد.



شکل ۵- فلوچارت مراحل پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای طبقه‌بندی و تعیین تغییرات پوشش و کاربری اراضی

اگر خطای تطبیق‌سازی بزرگ‌تر از یک پیکسل باشد، ممکن است اشتباهات فاحشی در نتایج حاصل شود (لونتا و الویدج، ۱۹۹۸: ۲۱۲). صحت مکانی معیاری است که درستی ویژگی‌های یک لایه که به طور جغرافیایی ثبت‌شده را

28- Misregistration

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

در رابطه با موقعیت آن‌ها روی سطح زمین نشان می‌دهد و معمولاً با ریشه میانگین مربع خطا[۲۹] (RMSE) اندازه‌گیری می‌شود. برای تصویر TM ماهواره لندست، RMSE قابل‌قبول تقریباً ۰/۵ پیکسل می‌باشد (یوآن و الویدج، ۱۹۹۸: ۱۷۸-۱٦٦). ۲۰ نقطه کنترل زمینی که همه کاربری‌های اراضی موجود در منطقه را در بر می‌گرفت با استفاده از دستگاه GPS به صورت پراکنده در سطح حوضه آبریز مورد مطالعه ثبت شد. تصویر +ETM سال ۱۳۸۹ با استفاده از نقاط کنترل زمینی مورد تطبیق قرار گرفت؛ سپس فرآیند ثبت تصویر به تصویر انجام شد و تصویر ادغام‌شده MSS سال ۱۳۵۵، TM سال ۱۳٦۸ و +ETM سال ۱۳۷۹ با استفاده از نقاط کنترل مشابه تصویر + ETM سال ۱۳۸۹ تطبیق داده شدند. همه تصاویر با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه نمونه‌برداری مجدد[۳۰] شدند. خطاهای ثبت (RMSE) برای تصویر +ETM سال ۱۳۸۹، ۰/۱۳ پیکسل و برای MSS سال ۱۳۵۵ (تصویر ادغام‌شده)، TM سال ۱۳٦۸ و +ETM سال ۱۳۷۹ به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۱٦ و ۰/۱۵ پیکسل برآورد شدند.

طبقه‌بندی پوشش و کاربری اراضی

روش‌های طبقه‌بندی عموماً به دو گروه نظارت نشده[۳۱] و نظارت شده[۳۲] تقسیم می‌شوند (زای و همکاران، ۲۰۰۸: ۲۳-۹) که در این تحقیق طبقه‌بندی نظارت شده انجام شد. طبقه‌بندی نظارت شده، فرآیند استفاده از نمونه‌هایی با ماهیت مشخص برای طبقه‌بندی پیکسل‌هایی با ماهیت نامشخص می‌باشد. در این روش، تحلیلگر یک مجموعه فهرست انتخاب‌شده از دسته‌های اطلاعاتی مناسب را برای یک هدف و منطقه جغرافیایی خاص کنترل می‌کند. در تعلیم[۳۳] نقاط نظارت‌شده، داشتن یک مجموعه کلاس‌های دلخواه در ذهن و سپس ایجاد علائم مناسب از داده‌ها دارای اهمیت است. همچنین محقق باید روشی برای شناسایی پیکسل‌ها در کلاس‌هایی که می‌خواهد استخراج نماید، داشته باشد (پرومال و باسکاران، ۲۰۱۰: ۱۲۹-۱۲٤). در این تحقیق از روش طبقه‌بندی حداکثر شباهت[۳٤] که به عنوان کاربردی‌ترین و معتبرترین روش طبقه‌بندی کاربری اراضی شناخته شده است (گاوندر و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵٤-۱٤۷، الاحمدی و هامس، ۲۰۰۹: ۱۹۱-۱٦۷)، استفاده شد. در روش طبقه‌بندی حداکثر شباهت فرض بر این است که آمار هر کلاس کاربری در هر باند تصویر از توزیع نرمال برخوردار است و احتمال هر پیکسلی که متعلق به یک کلاس خاص می‌باشد را محاسبه می‌کند (جنسن، ۲۰۰۷: ۸۲). در نهایت فیلتر میانه[۳۵] برای داده‌های طبقه‌بندی

29- Root Mean Squared Error
30- Resampling
31- Unsupervised
32- Supervised
33-Training
34- Maximum Likelihood
35- Median filter

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

شده پوشش و کاربری اراضی به کار رفت (شکل ٦) تا تصاویر وضوح بیش‌تر داشته و اثر خطای سالت-پیر[۳٦] کاهش یابد (لی و سونگ، ۲۰۰٤: ۱۷۸-۱۷۱). لازم به ذکر است که رودخانه لیقوان به دلیل پوشش درختان حاشیه رودخانه در تصاویر ماهواره‌ای مورد مطالعه قابل تشخیص نبود. در جدول ۵ مساحت انواع پوشش و کاربری‌های اراضی مورد بررسی در حوضه آبریز لیقوان برای سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳٦۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ به طور خلاصه گزارش شده است.

جدول ۵- مساحت پوشش و کاربری‌های اراضی طبقه‌بندی شده (بر حسب هکتار و درصد) طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹

کلاس پوشش و کاربری اراضی	۱۳۵۵			۱۳٦۸			۱۳۷۹			۱۳۸۹	
	مساحت (هکتار)	درصد		مساحت (هکتار)	درصد		مساحت (هکتار)	درصد		مساحت (هکتار)	درصد
زراعت آبی	۱٤۲۹/٦۵	۱۹/۰۱		۱۰۱۹/۹۷	۱۳/۵۵		٦۳۵/۳۱	۸/٤٤		۷۱۲/۳۵	۹/٤۷
باغ	۲۲۵/٤۵	۳		۳۲٦/۰۷	٤/۳۳		۱۸۱/۸	۲/٤۲		٤۷۷/۲۷	٦/۳٤
اراضی متفرقه	۹۸/۲۸	۱/۳۱		۹۹/۲۷	۱/۳۲		۲٦۳/۷	۳/۵		۲۳۲/۲۹	۳/۰۹
مسکونی	۱۳/۵۹	۰/۱۸		۱۵/۳	۰/۲		۳٦/۲۷	۰/٤۸		۵۳/۳۷	۰/۷۱
جاده	۳۳۳/۱۸	٤/٤۳		۲۱۷/٤٤	۲/۹		۲۷۳/۵۱	۳/٦٤		٤۷٦/٤٦	٦/۳۳
مرتع ضعیف	۲۲۰/۹۵	۲/۹٤		۱٦۰۹/۸۳	۲۱/۳۹		۲۷٤۲/٤۸	۳٦/٤۵		۱۵۸٤/۹۹	۲۱/۰٦
زراعت دیم	۲۳۷۵/۵۵	۳۱/٦		۲٦۳۸/۷۱	۳۵/۰٦		۲۷٦۷/۸٦	۳٦/۷۹		۳٦۳۰/۹٦	٤۸/۲٦
مرتع متراکم	۲۸۲۱/۵	۳۷/۵۳		۱۵۹۹/۳	۲۱/۲۵		٦۲۲/۸۹	۸/۲۸		۳۵٦/۵۸	٤/۷٤
جمع کل	۷۵۱۸/۱۵	۱۰۰		۷۵۲۵/۸۹	۱۰۰		۷۵۲۳/۸۲	۱۰۰		۷۵۲٤/۲۷	۱۰۰

توجه: تغییرات اندک مجموع مساحت‌ها در طی سال‌های مورد بررسی به دلیل تغییرات خورده پیکسل‌های ناشی از تغییرات کاربری می‌باشد.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی برای کل تصاویر با استفاده ماتریس خطا که به ماتریس ابهام[۳۷] نیز معروف است انجام شد (کنگالتون و گرین، ۲۰۰۹: ۱۳٤). با استفاده از این ماتریس، صحت کلی[۳۸] (درصد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده) و ضریب کاپا[۳۹] (نسبت صحت طبقه‌بندی تصادفی به صحت طبقه‌بندی کنترل شده) (لیلساند و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵٤) برآورد گردید. خطای حذف‌شده[٤۰] (پیکسل‌هایی که به طور اشتباه از یک کلاس حذف‌شده‌اند) و خطای گماشته شده[٤۱] (پیکسل‌هایی که به طور نادرست به یک کلاس خاص تعلق گرفته است درحالی‌که متعلق به کلاس‌های دیگر است) (لیلساند و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵٤) نیز محاسبه گردید. همچنین، صحت کاربر[٤۲] و صحت

36- Salt & Pepper
37- Confusion matrix
38- Overall accuracy
39- Kappa coefficient
40- Omission
41- Commission
42- User accuracy

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

تولیدکننده[43] به دست آمد. صحت کاربر معیاری از صحت طبقه‌بندی انجام‌شده در جریان مطالعات صحرایی است درحالی‌که صحت تولیدکننده معیاری از صحت یک طرح طبقه‌بندی خاص می‌باشد که نشان می‌دهد چند درصد از یک کلاس خاص زمینی به طور صحیح طبقه‌بندی شده است (لیلساند و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵۵). در جدول ٦ صحت‌های طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ بر حسب درصد گزارش شده است.

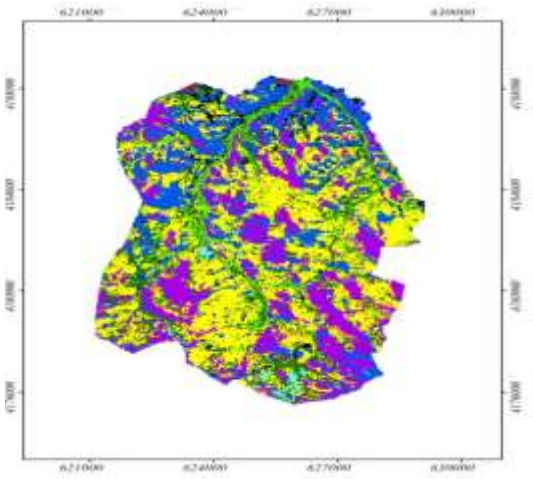
جدول ٦- ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ بر حسب درصد

کلاس کاربری اراضی	۱۳۵۵		۱۳٦۸		۱۳۷۹		۱۳۸۹	
	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	صحت تولیدکننده
زراعت آبی	۹۸/۸۹	۹۸/۲٤	۷۹/۸۰	۹۵/۷۵	۸٦/۵۸	۹٦/۸۰	۹۲/۵۷	۸۵/۸۲
باغات	۹۹/۲۹	۱۰۰/۰۰	۹۲/۲۷	۹٤/٦٦	۸۷/٦۷	۷٤/۸۵	۸۹/٤۸	۹٤/۳۲
اراضی متفرقه	۹۸/۷۲	۹۸/۰۹	۹٦/۹۱	۹۷/۱۷	۹۱/٦۷	۹۳/۱۳	۹۸/۵۷	۹۸/۵۳
اراضی مسکونی	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۹/۳۷	۹۸/۷۵	۹۱/۵٦	۹٦/۳٤	۹۷/۳۰	۹۸/٦۳
جاده	۹۹/۸۹	۹۸/۸۰	۹۳/۰۳	۹٤/۵۷	۸٦/٤٦	۹٤/٤۰	۹۸/۸۷	۹۹/۷۹
مراتع ضعیف	۹۹/۳۱	۹۹/۵۵	۹۳/۷۸	۹۸/۱٦	۹۸/۰٤	۹۱/۳۸	۹۹/۵٦	۹۹/۸۸
زراعت دیم	۱۰۰/۰۰	۹۸/۹۵	۹۷/٦۳	۸۹/٦۳	۹۳/۵٦	۹۷/۲۹	۹۸/۲۵	۹۸/۸۵
مراتع متراکم	۹۸/٦۳	۹۹/۹٤	۹٦/۳٦	۹۵/۳۱	۹۲/۹۸	۹۷/۵۰	۹۹/۷۵	۹۹/٦۰
صحت کلی		۹۹/۲۱۱۸		۹۳/۷۵۱۰		۹٤/۰۸۰۵		۹۷/۵٤۳۲
ضریب کاپا		۹۸/۹۰		۹۱/۷٦		۹۱/٦۸		۹٦/۵۱

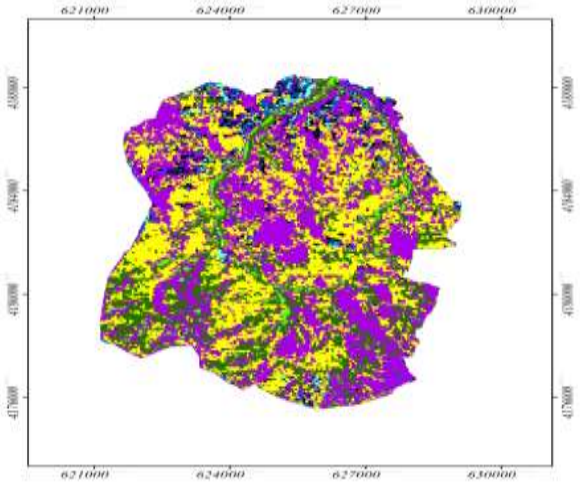
کلاس کاربری اراضی	۱۳۵۵		۱۳٦۸		۱۳۷۹		۱۳۸۹	
	خطای گماشته‌شده	خطای حذف-شده	خطای گماشته‌شده	خطای حذف-شده	خطای گماشته‌شده	خطای حذف‌شده	خطای گماشته‌شده	خطای حذف-شده
زراعت آبی	۱/۱۱	۱/۷٦	۲۰/۲۰	٤/۲۵	۱۳/٤۲	۳/۲۰	۷/٤۳	۱٤/۱۸
باغات	۰/۷۳	۰/۰۰	۷/۷۳	۵/۳٤	۱۲/۳۳	۲۵/۱۵	۱۰/۵۲	۵/٦۸
اراضی متفرقه	۱/۲۸	۱/۹۱	۳/۰۹	۲/۸۳	۸/۳۳	٦/۸۷	۱/٤۳	۱/٤۷
اراضی مسکونی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/٦۳	۱/۲۵	۸/٤٤	۳/٦٦	۲/۷۰	۱/۳۷
جاده	۰/۱۱	۱/۲	٦/۹۷	۵/٤۳	۱۳/۵٤	۵/٦۰	۱/۱۳	۰/۲۱
مراتع ضعیف	۰/٦۹	۰/٤۵	٦/۲۲	۱/۸٤	۱/۹٦	۸/٦۲	۰/٤٤	۰/۱۲
زراعت دیم	۰/۰۰	۱/۰۵	۲/۳۷	۱۰/۳۷	٦/٤٤	۲/۷۱	۱/۷۵	۱/۱۵
مراتع متراکم	۱/۳۷	۰/۰٦	۳/٦٤	٤/٦۹	۷/۰۲	۲/۵۰	۰/۲۵	۰/٤۰

43- Producer accuracy

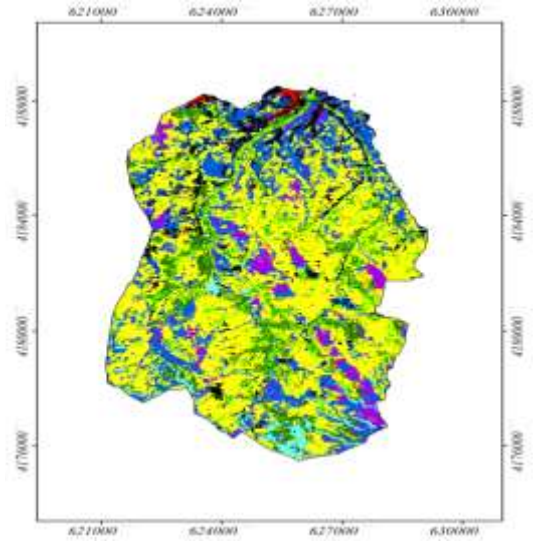
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



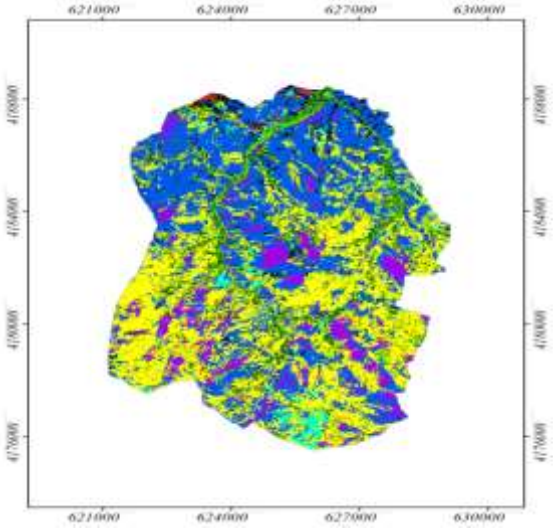
۱۳۶۸



۱۳۵۵

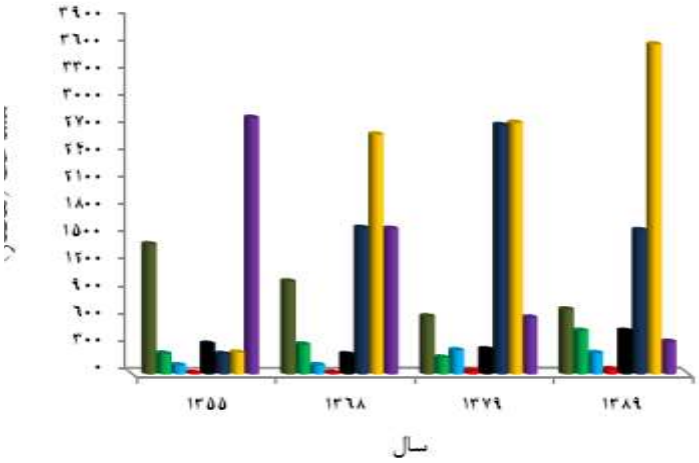


۱۳۸۹



۱۳۷۹





شکل ٦: نقشه‌های طبقه‌بندی پوشش و کاربری اراضی و نمودار تغییرات مساحت کاربری‌ها در سال‌های مورد مطالعه در حوضه آبریز لیقوان

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

محاسبه شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی (NDVI)

شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی (NDVI) به شدت با توده زیستی برگ سبز در ارتباط است (توکر، ۱۹۷۹: ۱۵۰-۱۲۷) و با فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

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

در فرمول مذکور NIR: طیف مادون‌قرمز نزدیک و RED: طیف قرمز می‌باشد.

در سنجنده‌های TM و +ETM ماهواره لندست نمایه b4 (باند ٤) معرف طیف مادون‌قرمز نزدیک و b3 (باند ۳) معرف طیف قرمز می‌باشد. پس این فرمول به این صورت استفاده شد:

رابطه (۲) $$NDVI=\frac{(b4-b3)}{(b4+b3)}$$

درحالی‌که، برای سنجنده MSS ماهواره لندست، b4 (باند ٤) اشاره به طیف مادون‌قرمز نزدیک و b2 (باند ۲) اشاره به طیف قرمز دارد، پس این فرمول به صورت زیر استفاده گردید:

رابطه (۳) $$NDVI=\frac{(b4-b2)}{(b4+b2)}$$

در واقع مجموع و تفاضل باندهایی که در NDVI به جای مقادیر مطلق استفاده می‌شود، به دلیل این‌که انتظار می‌رود کم‌تر تحت تأثیر شرایط متغیر جوی قرار گیرد، احتمالاً کاربرد NDVI را برای مطالعات مقایسه‌ای در طول زمان برای یک منطقه واحد، مناسب‌تر می‌کند (مادر و کوک، ۲۰۱۱: ۸۹-۸۱). مقادیر عدد رقومی[44] (DN) شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی در تصاویر بین ۱- و ۱+ هستند، به طوری که ۱- متعلق به آب‌های خیلی عمیق و ۱+ متعلق به پوشش گیاهی کاملاً متراکم می‌باشد؛ بنابراین، مطالعه تراکم پوشش گیاهی تنها نیاز به بررسی مقادیر مثبت دارد (میننی و همکاران، ۱۹۹۵: ٤٨٦-٤٨١). در تحقیق حاضر، مقادیر DN در تصاویر به این شکل طبقه‌بندی شدند که مقادیر ۰/۱ تا ۰/۲ به عنوان تراکم کم پوشش گیاهی، ۰/۲ تا ۰/۳ به عنوان تراکم متوسط، ۰/۳ تا ۰/٤ به عنوان تراکم زیاد و ۰/٤ و بیش‌تر به عنوان تراکم خیلی زیاد پوشش گیاهی در نظر گرفته شد و برای ارزیابی تغییرات استفاده گردید (جدول ۷ و شکل‌های ۷ و ۸).

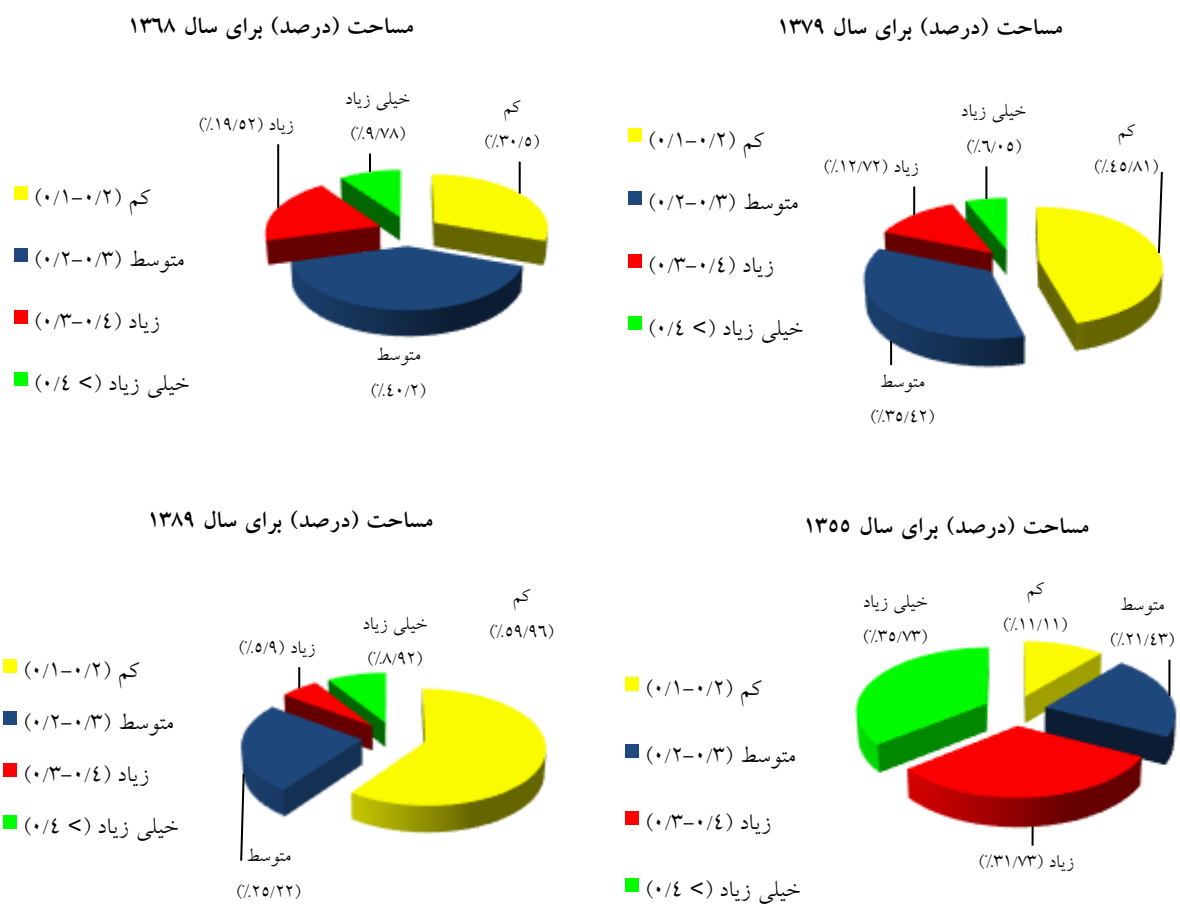
44- Digital Number

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

جدول ۷- تغییرات تراکم NDVI در طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ در حوضه آبریز لیقوان

تراکم	ارزش پیکسل	مساحت (هکتار) ۱۳۵۵	مساحت (هکتار) ۱۳۶۸	مساحت (هکتار) ۱۳۷۹	مساحت (هکتار) ۱۳۸۹
کم	۰/۱-۰/۲	۷۹۳/۲	۲۱۰۳/۷۵	۳۲۴۰/۶	۴۲۷۵
متوسط	۰/۲-۰/۳	۱۵۳۰/۶	۲۷۷۲	۲۵۰۵/۳	۱۷۹۷/۷۵
زیاد	۰/۳-۰/۴	۲۲۶۵/۸۲۵	۱۳۴۶/۲۵	۹۰۰	۴۲۰/۷۵
خیلی زیاد	۰/۴<	۲۵۵۱/۳۵	۶۷۵	۴۲۷/۷۲۵	۶۳۶

شایان ذکر است که اراضی فاقد پوشش گیاهی در حوضه آبریز لیقوان در سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ به ترتیب ۴/۷۸۷، ۸/۰۴، ۵/۶۸۵ و ۴/۹۴ درصد اراضی را تشکیل می‌دهد.



شکل ۷: تغییرات تراکم پوشش گیاهی بر اساس اعداد رقومی شاخص NDVI طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ در حوضه آبریز لیقوان

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

مقایسه پس از طبقه‌بندی

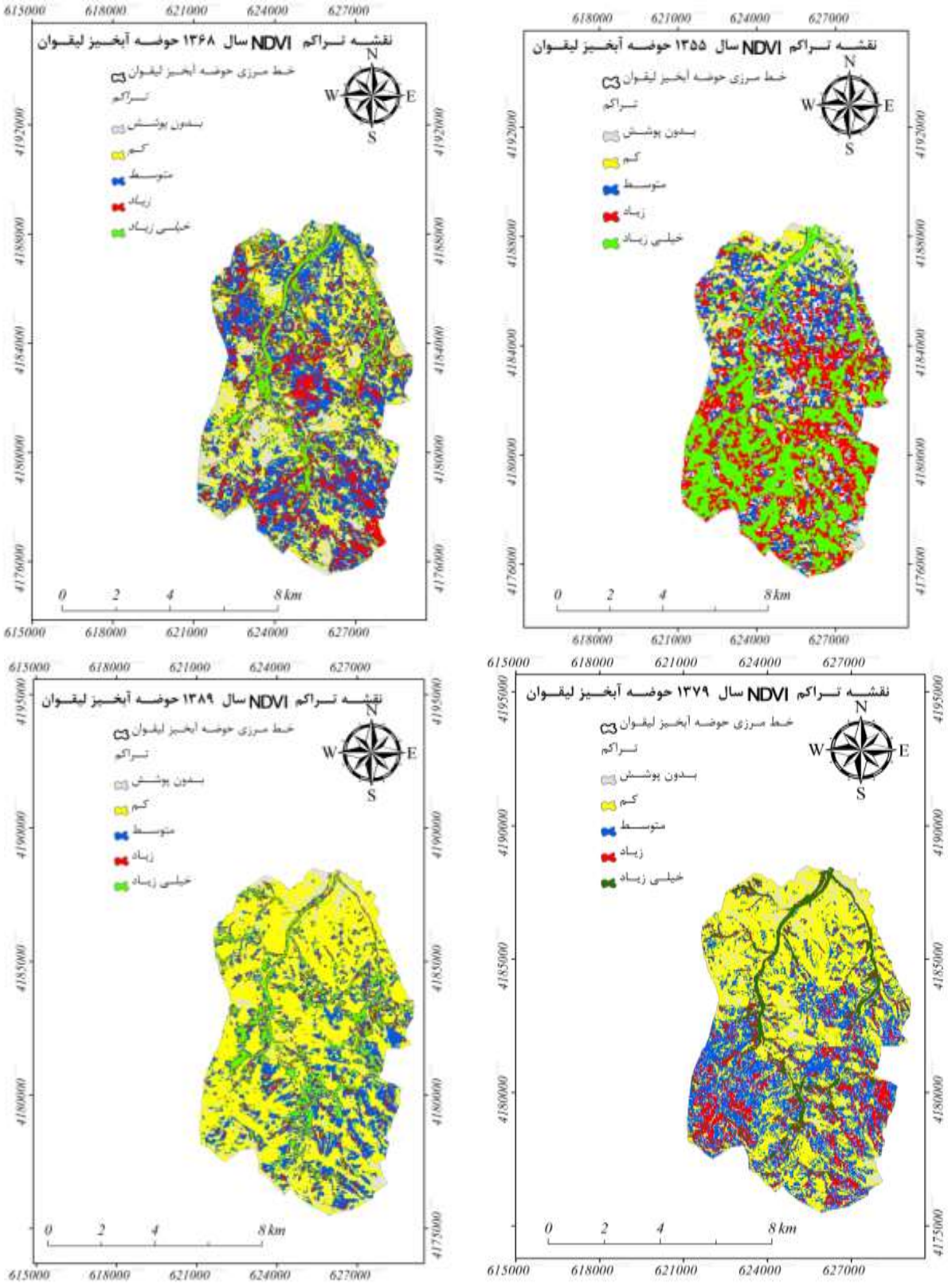
برای محاسبه عددی[45] تعیین تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد و تغییرات پوشش و کاربری اراضی در ٤ دوره زمانی شامل: ۱۳٦۸-۱۳۵۵، ۱۳۷۹-۱۳٦۸، ۱۳۸۹-۱۳۷۹ و ۱۳۸۹-۱۳۵۵ تعیین گردید (جدول ۸). مقایسه پس از طبقه‌بندی معروف‌ترین روش تعیین تغییرات است و نیاز به نقشه‌های کلاس‌بندی شده‌ای دارد که به طور مستقل تهیه‌شده‌اند. 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 (وارد و همکاران، ۲۰۰۰: ۳۸٦-۳۷۱). این محاسبه عددی به سادگی مقایسه دو نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی را با استفاده از جفت کلاس‌های مشخص‌شده توسط تحلیلگر انجام می‌دهد و می‌تواند نقشه‌ای که نشان‌دهنده تغییر مساحت‌ها باشد را ایجاد نماید (لونتا و الویدج، ۱۹۹۸: ۲۱۲-۲۰۸).

ارزیابی صحت در تعیین تغییرات با مشکل بزرگی مواجه است، به دلیل اینکه نمونه‌برداری از نواحی که در آینده تغییر خواهند کرد قبل از آنکه تغییر کنند امکان‌پذیر نیست (کنگالتون و گرین، ۲۰۰۹: ۱۳٤). در تجزیه و تحلیل تعیین تغییرات، هر دو خطاهای موقعیت و خصوصیت می‌تواند در تاریخ‌های متعدد تکثیر شود؛ به ویژه وقتی بیش از دو تاریخ در تجزیه و تحلیل استفاده شده باشد. ساده‌ترین روش ارزیابی صحت در نقشه تغییرات، برآورد آن از طریق حاصل‌ضرب صحت‌های نقشه‌های مستقل طبقه‌بندی شده می‌باشد (یوآن و همکاران، ۱۹۹۸: ۱۷۸-۱٦٦).

در این تحقیق، با استفاده از محاسبه اختلاف نقشه در نرم‌افزار ENVI، نقشه‌ای تهیه گردید که نشان‌دهنده اختلافات بین نقشه طبقه‌بندی شده سال ۱۳۵۵ (به عنوان حالت اولیه) و نقشه طبقه‌بندی شده سال ۱۳۸۹ (به عنوان حالت نهایی) می‌باشد (شکل ۹). اختلاف از طریق تفریق حالت اولیه تصویر از حالت نهایی تصویر محاسبه شد و کلاس‌ها بر اساس حدود آستانه تغییرات تعریف شد. یک تغییر مثبت به عنوان پیکسل‌هایی که روشن‌تر شده‌اند تعیین شده است (روشنایی حالت نهایی بیش‌تر از حالت اولیه بوده است)، درحالی‌که یک تغییر منفی به عنوان پیکسل‌هایی که تیره‌تر شده‌اند (روشنایی حالت نهایی کم‌تر از حالت اولیه بوده است)، تعریف شده است. به صورت پیش‌فرض، کلاس‌ها در دامنه‌ای از مثبت تا منفی تعریف می‌شود. تغییرات با فاصله گرفتن از کلاس میانی (کلاس بدون تغییر) افزایش می‌یابد؛ شکل ۹ نقشه این تغییرات می‌باشد که به شکل رنگی کدبندی شده است و اختلاف بین دو تصویر ۱۳۵۵ و ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد.

45- Algorithm

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



شکل ۸ : نقشه‌های تراکم پوشش گیاهی NDVI حوضه آبریز لیقوان طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹

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

جدول ۸ - ماتریس مقایسه پس از طبقه‌بندی پوشش و کاربری اراضی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ بر حسب هکتار

الف) **۱۳۶۸-۱۳۵۵** (ضریب کاپا: ۹۰/۷۵٪ و صحت کلی:۹۳/۰۱٪)

	زراعت آبی	باغات	اراضی متفرقه	اراضی مسکونی	جاده	مراتع ضعیف	زراعت دیم	مراتع متراکم	مجموع ۱۳۶۸
زراعت آبی	۲۶۳/۳۴	۱۰۶/۹۲	۰	۰	۱۷/۲۸	٤/۹۵	۳۲۵/۲٦	۳۰۰/۸۷	۱۰۱۸/٦۲
باغات	۸۰/۵۵	۸٤/٤۲	۰	۰	۰/۷۲	۰/۱۸	۲۰/۸۸	۱۳۸/۱۵	۳۲٤/۹
اراضی متفرقه	۷/۳۸	۰	۲٤/۵۷	۰/۸۱	۱۸/۵٤	۱٤/۵۸	۳۰/۰٦	۲/۹۷	۹۸/۹۱
اراضی مسکونی	۰	۰	٦/۱۲	۰/۸۱	۲/٦۱	٤/۲۳	۰/۵٤	۰	۱٤/۳۱
جاده	۸/۸۲	۰	۲۸/۷۱	۵/٤	٤۲/٦٦	٤۰/۳۲	۸٤/۷۸	۵/۰٤	۲۱۵/۷۳
مراتع ضعیف	٦۷/۱٤	٤/٤۱	۳۸/۸۸	٦/۵۷	۲۲۱/٤۹	۱۵۰/۹۳	٦۲٤/۳۳	٤۹٤/۷۳	۱٦۰۸/٤۸
زراعت دیم	٦٦۳/٦٦	۲٦/۳۷	۰	۰	۲۸/۸	٤/۹۵	۱۰٦٦/۷۷	۸٤۸/۰۷	۲٦۳۸/٦۲
مراتع متراکم	۳۳۸/۷٦	۳/۳۳	۰	۰	۱/۰۸	۰/۸۱	۲۲۲/۹۳	۱۰۳۱/٦۷	۱۵۹۸/۵۸
مجموع ۱۳۵۵	۱٤۲۹/٦۵	۲۲۵/٤۵	۹۸/۲۸	۱۳/۵۹	۳۳۳/۱۸	۲۲۰/۹۵	۲۳۷۵/۵۵	۲۸۲۱/۵	-
تغییرات کلاس	۱۱٦٦/۳۱	۱٤۱/۰۳	۷۳/۷۱	۱۲/۷۸	۲۹۰/۵۲	۷۰/۰۲	۱۳۰۸/۷۸	۱۷۸۹/۸۳	-
اختلاف تصویر	-٤۱۰/۹٤	۹۹/۵٤	۰/۸۱	۰/۷۲	-۱۱۷/٤۵	۱۳۸۸/۰۷	۲٦۳/۱٦	-۱۲۲۲/۹۲	-

ب) **۱۳۷۹-۱۳٦۸** (ضریب کاپا: ۸٤/۱۲٪ و صحت کلی: ۸۸/۲۰٪)

	زراعت آبی	باغات	اراضی متفرقه	اراضی مسکونی	جاده	مراتع ضعیف	زراعت دیم	مراتع متراکم	مجموع ۱۳۷۹
زراعت آبی	۲۰۱/۱۵	۱۳۵	۲/٤۳	۰	۲/۰۷	۱٤/۳۱	۲۳۹/۷٦	٤۰/۱٤	٦۳٤/۸٦
باغات	۳٤/۵٦	٤٦/۷۱	۰	۰	۰/۰۹	۱/۳۵	٦٦/۸۷	۳۱/٤۱	۱۸۰/۹۹
اراضی متفرقه	٤٦/۹۸	۸/۹۱	٦۰/۳	۰/۷۲	۳۹/۸۷	٦۰/۳۹	۳۰/٦	۱۵/٤۸	۲٦۳/۲۵
اراضی مسکونی	۱/۸	۰/۱۸	۱/٦۲	۸/۵۵	۵/۸۵	۱۵/٤۸	۱/۱۷	۰/۸۱	۳۵/٤٦
جاده	۳٤/۷٤	۸/۳۷	۳/۹٦	۳/۱۵	٤٤/۱۹	۱۰۵/۲۱	٦٤/۸	۸/۲۸	۲۷۲/۷
مراتع ضعیف	۱٤۱/۱۲	۱٤/۹٤	۱۲/۷۸	۱/۸	٦۸/۵۸	۱۰۷۲/۸۹	۷۳۰/٦۲	٦۹۹/۱۲	۲۷٤۱/۸۵
زراعت دیم	۵۳۵/۷۷	۱۰۵/۳۹	۱۷/۲۸	۰/۲۷	۵۵/۱۷	۲۸۹/۸۹	۱٤۰۳/۸۲	۳۵۹/۱۹	۲۷٦٦/۷۸
مراتع متراکم	۲۲/٦۸	۵/٤	۰/۵٤	۰	۰	٤۸/۹٦	۱۰۰/۹۸	٤٤٤/۱۵	٦۲۲/۷۱
مجموع ۱۳٦۸	۱۰۱۹/۹۷	۳۲٦/۰۷	۹۹/۲۷	۱۵/۳	۲۱۷/٤٤	۱٦۰۹/۸۳	۲٦۳۸/۷۱	۱۵۹۹/۳	-
تغییرات کلاس	۸۱۸/۸۲	۲۷۹/۳٦	۳۸/۹۷	٦/۷۵	۱۷۳/۲۵	۵۳٦/۹٤	۱۲۳٤/۸۹	۱۱۵۵/۱۵	-
اختلاف تصویر	-۳۸٤/٦٦	-۱٤٤/۲۷	۱٦٤/٤۳	۲۰/۹۷	۵٦/۱٦	۱۱۳۲/٦۵	۱۲۹/۱۵	-۹۷٦/۳۲	-

ج) **۱۳۸۹-۱۳۷۹** (ضریب کاپا: ۸۸/٤۸٪ و صحت کلی: ۹۱/۷۷٪)

	زراعت	باغات	اراضی	اراضی	جاده	مراتع	زراعت دیم	مراتع	مجموع

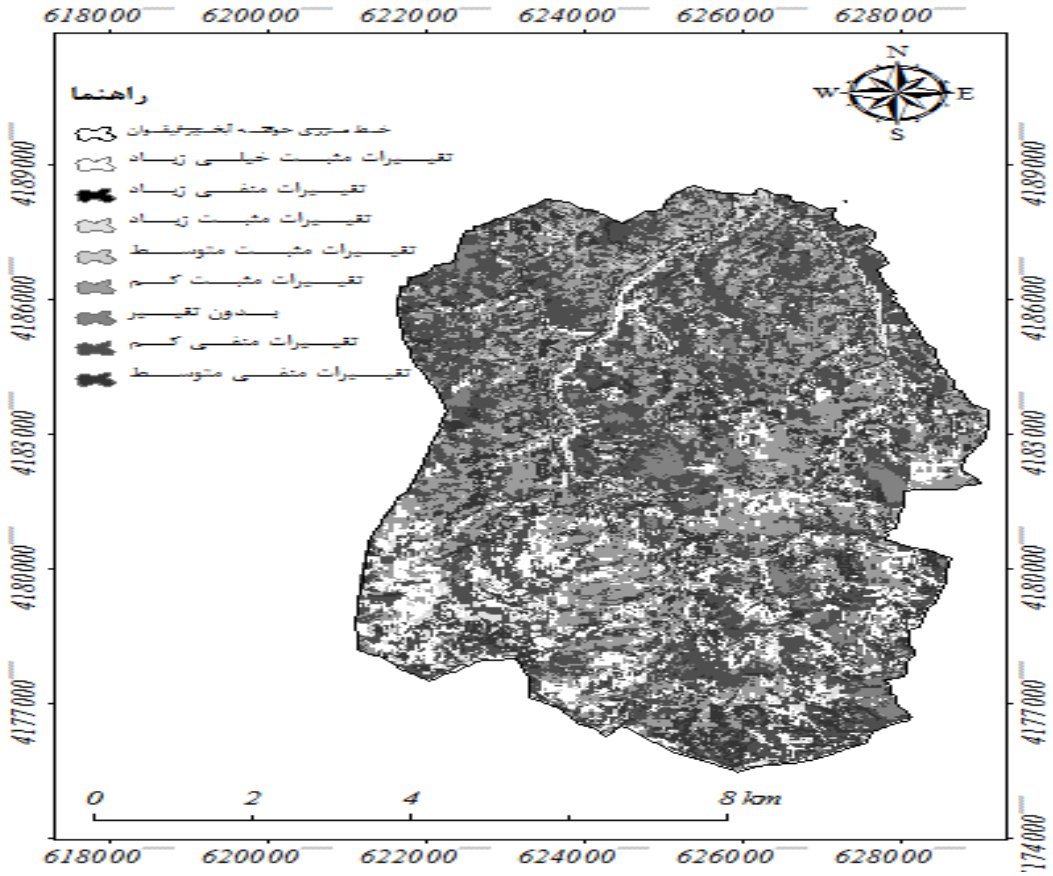
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۱۳۸۹	متراکم		ضعیف		مسکونی	متفرقه		آبی	
۷۱۲/۰۸	۲۸/۸۹	۳٦٤/۲۳	۷۸/۸٤	۸/۵۵	۰/٤۵	۱۷/۸۲	۲۷/۲۷	۱۸٦/۰۳	زراعت آبی
٤۷٦/٤٦	۱۹/۸	۱۹۲/۱۵	٤۳/۹۲	۳/۲٤	۰/۰۹	۱/۹۸	۵۱/۳	۱٦۳/۹۸	باغات
۲۳۱/۸٤	۱٦/٤۷	۵۸/۵۹	۷۰/۹۲	٤/۳۲	۲/۰۷	۷٤/۸۸	۱/۰۸	۳/۲٤	اراضی متفرقه
۵۲/۲۹	۰/۰۹	٤/۹۵	۱۷/۳۷	۱۱/۰۷	۱۱/۲۵	۷/۱۱	۰	۰/٤۵	اراضی مسکونی
٤۷۵/۲	۰/۷۲	۷٦/۰۵	۲٤۳/۸۱	۷۸/۹۳	۱۲/٤۲	٤۹/۲۳	۰/۵٤	۱۳/۵	جاده
۱۵۸٤/٤۵	۱۱۱/۳۳	۳۵۷/۳	۹۳٦/٤۵	۷۹/۹۲	٦/۳	٦۸/۹٤	٤/۲۳	۱۹/۹۸	مراتع ضعیف
۳٦۳۰/۷۸	۲۲۲/۰۳	۱٦۹۸/۸٤	۱۲٤۲	۸٦/۳۱	۲/٦۱	٤۳/۲	۹۰/۷۲	۲٤۵/۰۷	زراعت دیم
۳۵۵/۵	۲۲۳/۱۱	۱٤/٦۷	۱۰۸/۵٤	۰/۵٤	۰/۰۹	۰/۰۹	٦/۰۳	۲/٤۳	مراتع متراکم
–	٦۲۲/۸۹	۲۷٦۷/۸٦	۲۷٤۲/٤۸	۲۷۳/۵۱	۳٦/۲۷	۲٦۳/۷	۱۸۱/۸	٦۳۵/۳۱	مجموع ۱۳۷۹
–	۳۹۹/۷۸	۱۰٦۹/۰۲	۱۸۰٦/۰۳	۱۹٤/۵۸	۲۵/۰۲	۱۸۸/۸۲	۱۳۰/۵	٤٤۹/۲۸	تغییرات کلاس
–	–۲٦٦/۳۱	۸٦۳/۱	–۱۱۵۷/٤۹	۲۰۲/۹۵	۱۷/۱	–۳۱/٤۱	۲۹۵/٤۷	۷۷/۰٤	اختلاف تصویر

د) **۱۳۸۹–۱۳۵۵** (ضریب کاپا: ۹۵/٤۵٪ و صحت کلی: ۹٦/۷۷٪)

مجموع ۱۳۸۹	مراتع متراکم	زراعت دیم	مراتع ضعیف	جاده	اراضی مسکونی	اراضی متفرقه	باغات	زراعت آبی	
۷۱۲/۰۸	۲۷۰/۹۹	۱۳٤/۵۵	۳/٤۲	۵/۸۵	۰/۱۸	۲/۱٦	۷۸/۳	۲۱٦/٦۳	زراعت آبی
٤۷٦/۲۸	۱۷۸/۲	٦٤/٤٤	۰/٦۳	۱/۱۷	۰	۰	۹۹/۱۸	۱۳۲/٦٦	باغات
۵۲/۲۹	۳/٤۲	٦/۲۱	۱٤/۹٤	۸/٤٦	۲/۵۲	۲۱/۲٤	۰/۵٤	۳۵/۲۸	اراضی متفرقه
۳۵/۲۸	۱/٤٤	۵/٤	۱۰/٦۲	٦/۱۲	۱/۱۷	۱۵/۱۲	۰/۱۸	۱/٤٤	اراضی مسکونی
٤۷٤/۹۳	۷۷/۳۱	۱۵۱/۲۹	۸۸/۳۸	۸٤/۹٦	۷/۵٦	۳۹/۱۵	۱/۸۹	۲٤/۳۹	جاده
۱۵۸٤/٤۵	٦۹٤/۰۸	٤۹۳/۷٤	٦٦/٦	۱۲۱/۵۹	۱/۸	۱۵/۹۳	۱/۵۳	۱۸۹/۱۸	مراتع ضعیف
۳٦۳۰/۷۸	۱۲۳٤/٤٤	۱٤٤۳/۵۱	۲۹/۰۷	۸٦/٦۷	۰/۵٤	٤/٦۸	٤۲/۷۵	۷۸۹/۱۲	زراعت دیم
۳۵۵/۵	۳۰٤/٤۷	۷/۷٤	۰/۸۱	۰/٤۵	۰	۰	۱/۰۸	٤۰/۹۵	مراتع متراکم
–	۲۸۲۱/۵	۲۳۷۵/۵۵	۲۲۰/۹۵	۳۳۳/۱۸	۱۳/۵۹	۹۸/۲۸	۲۲۵/٤۵	۱٤۲۹/٦۵	مجموع ۱۳۵۵
–	۲۵۱۷/۰۳	۹۳۲/۰٤	۱۵٤/۳۵	۲٤۸/۲۲	۱۱/۰۷	۷۷/۰٤	۱۲٦/۲۷	۱۲۱۳/۰۲	تغییرات کلاس
–	–۲٤٦٦	۱۲۵۵/۲۳	۱۳٦۳/۵	۱٤۱/۷۵	۳۹/۲٤	۱۳٤/۰۱	۲۵۰/۸۳	–۷۱۷/۵۷	اختلاف تصویر

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



شکل ۹: نقشه تغییرات پوشش و کاربری اراضی حوضه آبریز لیقوان از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر، تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش و کاربری اراضی در حوضه آبریز لیقوان واقع در استان آذربایجان‌شرقی انجام شد. این ناحیه از مناطق مهم کشاورزی و دامپروری استان آذربایجان‌شرقی محسوب می‌شود که در سال‌های اخیر با تغییرات شدیدی در پوشش و کاربری اراضی مواجه بوده است. مقایسه پس از طبقه‌بندی به عنوان یک روش کارآمد برای تعیین تغییرات پوشش و کاربری اراضی انجام شد. از آن‌جا که به‌کارگیری این روش به تنهایی برای شناسایی تراکم پوشش گیاهی در دوره‌های مورد بررسی کافی نیست، از شاخص نرمال شده تفاضلی پوشش گیاهی برای تکمیل نتایج استفاده شد. روش‌های مذکور بر روی تصاویر ماهواره لندست از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ برای شناسایی تغییرات محیطی و به ویژه تأثیر فعالیت‌های انسانی در این تغییرات انجام شد. در حقیقت یکی از اهداف این تحقیق، مطالعه پوشش و کاربری اراضی و اثر جمعیت بر تراکم پوشش گیاهی حوضه آبریز لیقوان بود. کمی کردن مساحت انواع پوشش و کاربری اراضی حوضه آبریز مورد مطالعه از اهداف مهم دیگر این تحقیق بود که اطلاعات پایه را برای تحقیقات بعدی به ویژه بررسی اثرات اقلیمی بر این تغییرات فراهم می‌نماید.

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

با توجه به گزارش‌ها، افزایش اراضی مسکونی، جاده‌سازی، زراعت دیم بدون مدیریت صحیح و تبدیل مراتع متراکم به مراتع ضعیف منجر به تخریب پوشش گیاهی در حوضه آبریز لیقوان طی سال‌های اخیر شده است که این تغییرات با نتایج تغییرات پوشش و کاربری اراضی استخراج‌شده از تصاویر ماهواره‌ای منطبق بود. باید توجه داشت که مهاجرت روستاییان طی سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۳٦۵ و بازگشت آن‌ها طی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵ نقش عمده‌ای در تغییرات پوشش و کاربری اراضی به دست آمده داشته است. در این تحقیق، اثر مهاجرت و فعالیت‌های انسانی در تغییرات کاربری اراضی به خوبی دیده شد که بررسی آن برای داشتن یک توسعه پایدار و برنامه‌ریزی در امور کاربری اراضی از اهمیت زیادی برخوردار است. نتایج حاصل از این تحقیق می‌تواند در مطالعات آینده برای تجزیه و تحلیل روابط بین پوشش و کاربری اراضی با فرآیندهای فرسایش و رواناب مورد بررسی قرار گیرد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می‌گردد که کاربری اراضی بر اساس پتانسیل منطقه مورد مطالعه و روش‌های مناسب ارزیابی اراضی انجام‌شده و تناسب اراضی مد نظر قرار گیرد تا با ارائه الگوی کشت مناسب از تخریب اراضی این حوضه آبریز جلوگیری شود. همچنین با توجه به نقشی که جمعیت، فعالیت‌های انسانی و مهاجرت در منطقه مورد مطالعه داشته، لازم است برنامه‌ریزی‌های دقیق‌تری به منظور فراهم کردن امکانات و تسهیلات مناسب برای ساکنان این منطقه انجام گردد. شایان ذکر است که با توجه به پیشینه پژوهش‌های انجام‌یافته در زمینه مطالعه حاضر، بررسی‌های بیش‌تر با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا نیز می‌تواند در جهت تکمیل و ارائه راهکارهای مناسب مؤثر باشد، لذا استفاده از آن‌ها در سایر مطالعات این حوضه آبریز توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه بیرجند و سازمان آب منطقه‌ای استان آذربایجان‌شرقی که در رابطه با تکمیل این تحقیق همکاری نمودند قدردانی می‌شود.

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

منابع

- صادقی، س.ح.ر؛ رضوی، س.ل؛ رئیسیان، ر (۱۳۸۵)، «مقایسه دیم‌زار و مرتع فقیر در تولید روان‌آب و رسوب در تابستان و زمستان»، ***مجله پژوهش کشاورزی (آب، خاک و گیاه در کشاورزی)***، شماره ٤، صص ۲۲-۱۱.

- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰)، «تاریخچه اطلاعات مربوط به سرشماری روستایی استان آذربایجان‌شرقی، دفتر نیروی کار، جمعیت و سرشماری».

- وزارت جهاد کشاورزی ایران (۱۳۹۰)، گزارش تفصیلی برنامه‌ریزی و توسعه روستایی استان آذربایجان‌شرقی.

- Al-Ahmadi, F.S., Hames, A.S., (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", ***JKAU: Earth Sci***, 20 (1): 167-191.

- Amirin, M.K., Hasmadi, I.M., (2010), «Land Use Changes in Perak Catchment Zone using Remote Sensing and GIS Technique. Journal of GIS Trends», ***A©ademy Journals***, 1 (1):15-19.

Blaschke, T., (2006), "The Role of the Spatial Dimension within the Framework of Sustainable landscapes and Natural Capital", ***Landscape and Urban Planning***, 75 (3–4): 198–226.

Chuvieco, E., (2000)., "***Fundamentos de la Teledeteccion Espacial***. 3th ed Rialp, Madrid, Espana, 558 p.

- Codjoe, S.N.A., (2007)., "Integrating Remote Sensing, GIS, Census, and Socioeconomic Data in Studying the Population–Land Use/Cover Nexus in Ghana: A Literature Update", ***Africa Development***, 32 (2): 197–212.

- Congalton, R.G., Green, K., (2009), "***Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices***", CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton Florida**.**

- Deshmukh, M., Bhosale, U., (2011), "Image Fusion and Image Quality Assessment of Fused Images", ***International Journal of Image Processing***, 4(5): 484-508.

- FAO, (1999), "State of the World's Forests", Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 154 pp.

- Fisher, P. Comber, A.J., Wadsworth, R., (2005), "Land Use and Land Cover: Contradiction or Complement (Fisher, P., Unwin, D). Publisher: John Wiley & Sons, New York, pp : 85-98.

- Govender, M. Chetty, K. Naiken, V., Bulcock, H., (2008), "A Comparison of Satellite Hyperspectral and Multispectral Remote Sensing Imagery for Improved Classification and Mapping of Vegetation", ***Water SA***. 34 (2): 147-154.

- Jensen, J.R., (2007), "***Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective***", 2nd Edition. Prentice Hall: Saddle River.

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

- Jianya, G. Haigang, S. Guorui, M., and Qiming, Z., (2008), "A Review of Multi-Temporal Remote Sensing Data Change Detection Algorithms", ***The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences***, pp 757-762.
- Keita, L.K., Zhang, L. (2010), "Land use change in Siby, Mali, 1986-1999 and 2002: A Remote Sensing Analysis", ***Researcher***, 2 (3):12-21.
- Kok, K., (2004), "The role of Population in Understanding Honduran land use patterns", ***Journal of Environmental Management,*** 72: 73–89.
- Lambin, E.F. Turner, B.L. Helmut, J; et al., (2001), "The Causes of land-use and land-Cover Change: Moving Beyond the Myths", ***Glob Environ Chang***, 11: 261–269.
- Li, G., Song, B., (2004), "Image Salt-Pepper Noise Elimination by Detecting Edges and Isolated Noise Points", ***Lecture Notes in Computer Science***, 3211 (1): 171-178.
Lilles, T. Kiefer, R. Chipman, J., (2008), "***Remote Sensing and Image Interpretation***, 6nd ed. John Wiley & Sons, New York.
Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E., Moran, E., (2004), "Change Detection Techniques", ***International Journal of Remote Sensing***, 25(12): 2365-2401.
Lunetta, R.S., Elvidge, C.D., (1998), "***Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications "***, Ann Arbor Press, Chelsea, MI, 318 pp.
Macleod, R.S., Congalton, R.G., (1998), "A quantitative Comparison of Change Detection Algorithms for Monitoring Eelegrass from Remotely Sensed Data", ***Photogrammetric and Remote Sens. Environ***., 64: 207-216.
Mahmoodzadeh, H., (2007), "Digital Change Detection Using Remotely Sensed Data for Monitoring Green Space Destruction in Tabriz", ***Int. J. Environ. Res***. 1(1): 35-41.
- Mas, J.F., (2005), "Un Metodo Para Combinar Datos Espectrales e Informacion Auxiliar en una red Artificial Neuronal", ***In Anais XII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiania, Brasil***, 16-21 April (2005), pp, 3543-3549.
- Mather, P.M., Koch, M., (2011), "***Computer Processing of Remotely-Sensed Images An Introduction***", 4nd ed. New York: JohnWiley & Sons.
- McCoy, R.M., (2005), "***Field Methods in Remote Sensing***", The Guildford Press", New York, London.
- Myneni, R.B. Hall, F.G. Sellers, P.J., and Marshak, A.L., (1995)., "The Meaning of Spectral Vegetation Indices", ***IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing***, 33(2): 481–486.
- Pat, S., Chavez, J.R., (1988), "An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data", ***Remote Sensing of Environment***. 24(3): 459-479.
- Perumal, K., Bhaskaran, R., (2010), "Supervised Classification Performance of Multispectral Images", ***Journal of Computing***, 2(2): 124-129 .
- Pohl, C., Van Genderen, J.L., (1998), "Multisensor Image Fusion In Remote Sensing: Concepts, Methods And Applications (Review Article)", ***International Journal of Remote Sensing***, 19(5): 823-854.

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

- Ramankutty, N., Foley, J.A., Olejniczak, N.J., (2002), "People on the land: Changes in Global Population and Croplands During the 20th century", ***Ambio***, 31(3): 251–257.

Tucker, C.J., (1979), "Red and photographic infrared linear Combinations for Monitoring Vegetation", ***Remote Sensing of Environment***, 8(2): 127-150.

Villalon-Turrubiates, I.E. Shkvarko, Y., (2007), "Dynamical Post-Processing of Environmental Electronic Maps Extracted from Large Scale Remote Sensing Imagery", Geoscience And Remote Sensing Symposium, pp . 1485-1488.

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.

Xie, Y. Sha, Z., Yu, M., (2008), "Remote Sensing Imagery in Vegetation Mapping: a Review", ***Journal of Plant Ecology***, 1(1): 9–23.

Yu, B., (1998), "Rainfall Erosivity and Its Estimation for Australias Tropics", ***Soil Research Journal***, 36: 143-165.

Yuan, D. Elvidge, C.D., Lunetta, R.S., (1998), "Survey of multi-spectral methods for land cover change analysis. In: Lunetta, R.S., and Elvidge, C.D. (eds)", ***Remote Sensing Change Detection: Environmental Monitoring Methods and Applications***, Tylor & Francis, London.

Yuan, D., Elvidge, C., (1998), "NALC land cover Change Detection Pilot Study: Washington D.C Area Experiments", ***Remote Sensing of Environment***, 66(2): 166-178.

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