Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۶۰
زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۱۶-۱۰۱

*امیر میرزایی موسی‌وند[۱]
اردوان قربانی[۲]
فرشاد کیوان‌بهجو[۳]

بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تصاویر لندست و IRS: مطالعه موردی، شهرستان خلخال

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۸

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تغییرات تبدیل کاربری‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در فواصل زمانی ۱۵ و ٦ ساله (۲۱ ساله) در سطح شهرستان خلخال انجام گرفته است. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و IRS، و با توجه به اصلاح خطاهای ژئومتری و رادیومتری نقشه کاربری و پوشش اراضی شهرستان خلخال به روش طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال تشابه برای سال‌های (٦٦، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷) تهیه شد. صحت نقشه‌های تولیدی با آزمون صحت کلی و آماره کاپا محاسبه و نتایج مقایسه نقشه سال‌های (۱۳٦٦) با (۱۳۸۱) نشان داد که میزان تغییرات اراضی زراعت دیم از ۱۸/۳۷ به ۲۵/۲۲ درصد و زراعت آبی از ۵/۷۷ به ۷/۳۰ درصد افزایش، در مقابل مراتع از ۳۸/٤٤ به ۳۱/٦۱ درصد و سطوح جنگلی از ۲/۰۰ به ۰/۳۸ درصد کاهش یافته است. همچنین نتایج مقایسه نقشه سال‌های (۱۳۸۱) با (۱۳۸۸) نشان داد که کاربری مرتع و مسکونی به‌ترتیب با ۰/۲۳ و ۰/۰٦ درصد افزایش و کاربری زراعت دیم با ۱/۵۸ درصد بیش‌ترین کاهش را داشته‌اند. تحلیل آماری برای نقشه سال (۱۳٦٦) در سطوح ۱ و ۵ درصد نشان داد که طبقات صخره به‌ترتیب ۸۹ و ۹۱ درصد و برای چمن زار ٦۲ و ٦۵

*۱- گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان. (نویسنده مسئول). E-mail: mirzaeiamir91@gmail.com
۲- گروه مرتع و آبخیزداری دانشگاه محقّق اردبیلی. E-mail: ardavanica@yahoo.com
۳- گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه محقّق اردبیلی. E-mail: farshad.keivan@gmail.com

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

درصد از بیش‌ترین و کم‌ترین درصد اطمینان برخوردار است. برای نقشه سال (۱۳۸۱) در سطوح آماری فوق طبقات زراعت دیم به‌ترتیب ۹۱ و ۹٤ درصد و جنگل ٦۷ و ٦۹ درصد و برای سال (۱۳۸۷) پوشش اراضی صخره با ۸٦ و ۸۹ درصد و کاربری جنگل با ٦۷ و ٦۹ درصد در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد به‌ترتیب از بیش‌ترین و کم‌ترین درصد حدود اطمینان برخوردار بوده‌اند. با توجه به آزمون صحت، کاپا و درصد حدود اطمینان نقشه‌های تهیه شده از دقت قابل قبول برخوردار بوده است.

کلید واژه‌ها: تغییر کاربری و پوشش اراضی، تصاویر ماهواره‌ای، لندست، IRS، طبقه‌بندی نظارت‌شده، خلخال، استان اردبیل.

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت فشار بر عرصه‌های طبیعی را افزایش و بهره‌برداری غیراصولی تخریب و تغییر کاربری‌ها و پوشش اراضی را سبب شده است. تخریب و تغییر کاربری ممکن است در اثر عواملی نظیر خشکسالی، آتش‌سوزی، سیلاب و فعالیت‌های انسانی نظیر چرای دام، گسترش شهرها و اراضی کشاورزی و نحوه مدیریت منابع طبیعی ایجاد شود (Mundia and Anyia, 2005: 2831-2849). ارزیابی تغییرات عبارت از تشخیص و تفکیک تفاوت‌ها در وضعیت یک کاربری یا پدیده مورد نظر در زمان‌های متفاوت است (Lu et al, 2004: 2365-2407). با ارزیابی تغییرات کاربری یا یک پدیده خاص در سطح زمین در طول زمان فهم بیش‌تر از روابط و ارتباط متقابل بین انسان و پدیده‌های طبیعی حاصل و امکان برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی، برای کاستن از اثرات تخریبی با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور در عرصه وسیع، با دقت بالا و هزینه کم امکان‌پذیر می‌گردد (Lu et al, 2004: 2365-2407). ارزیابی تغییرات با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای از جنبه‌های مختلف کاربری اراضی و پوشش زمین، جنگل‌زدایی و جنگل‌کاری، تغییر اکوسیستم‌های مرطوب، آتش‌سوزی، سیمای منظر، تغییرات شهری و محیطی و استفاده‌های دیگر نظیر ارزیابی تغییر محصولات زراعی مورد توجه قرار می‌گیرد (Lu et al, 2004: 2365-2407). با بررسی خصوصیات انعکاس طیفی طول موج‌های مختلف امکان تفکیک طبقات مختلف کاربری میسر می‌گردد (Geymen and Baz, 2008: 451).

از آنجایی که هدف در بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی تعیین اختلاف و تغییرات برای یک کاربری معین با مقایسه تصاویر در دو یا چند مقطع زمانی است؛ بنابراین پس از رفع تمامی عوامل تاثیرگذار احتمالی در تغییرات حاصله از روش مناسب که تغییرات مربوط به انعکاس طیفی یا بافت محلی را از تغییرات بخش پیش‌پردازش تفکیک نماید، باید استفاده گردد (Geymen and Baz, 2008: 451). در تصاویری نظیر لندست قبل از فروش بسیاری از موارد اولیه پیش پردازش نظیر اصلاح سیستماتیکی، چولگی[4]، تغییرات اسکنری[5]، اصلاح اتمسفری و

4- Skew correction
5- Scanner distortion correction

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

رادیومتری و زمین مرجع کردن در هنگام اخذ تصویر صورت می‌گیرد (Lu and Weng, 2007 :823-870). ولی قبل از شروع تجزیه‌وتحلیل رقومی در مرحله پیش‌پردازش و آماده‌سازی تصاویر افزایش وضوح طیفی، انتخاب باند و ترکیب باندهای مناسب باید مورد توجه قرار گیرد (Ustine, 2004: 134).

با توجه به نگرانی گسترده‌ای که در ارتباط با تخریب و تبدیل اراضی در مقیاس جهانی وجود دارد مطالعات زیادی با استفاده از داده‌های سنجش از دوری در این ارتباط صورت گرفته است. به‌طور مثال، Akbari (2004: 132) با مقایسه تصاویر سنجنده TM و ETM^+ تغییر و بیابانی شدن اراضی را در شمال اصفهان بررسی و نتیجه گرفتند از ٦٥ درصد منطقه که تحت تاثیر تخریب و تبدیل قرار گرفته متاثر از تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های زراعی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش از حد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی بوده است. در مثال دیگر، Moradi et al (2008:1-12) تغییر کاربری اراضی بر اثر بیابان‌زایی را با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر IRS در محدوده شهر اردکان یزد بررسی و نتیجه گرفتند که مناطق بیابانی کاهش پیدا کرده که این امر ناشی از افزایش کاربری‌های دیگر نظیر مناطق شهری و کشاورزی بوده است. همچنین Ahani et al (2009: 242-252) تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز تنگ‌سرخ شیراز را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و اسپات ارزیابی و نتیجه گرفتند که امکان ارزیابی تغییرات با توجه به تصاویر و روش مورد استفاده میسر بوده است. Arkhi et al (2012: 165-182) در مطالعه‌ای به ارزیابی الگوی مکانی روند تغییرات کاربری/پوشش اراضی با استفاده از روش‌های دسته تبدیل حوضه دره شهر ایلام پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تفاضل مؤلفه اول در روش تجزیه مؤلفه متعارفی با دقت کل ۹۸ درصد و ضریب کاپای ۰/۹۷ بیش‌ترین دقت را در پایش تغییرات رخ داده در حوزه دره‌شهر داشته است. در تحقیق دیگر، Ghorbani (2014: 103-122) تهیه نقشه کاربری اراضی و ارزیابی توان کاربری دیم‌زارهای حوضه آبخیز زیلبرچای برای تبدیل به کشت علوفه بر اساس عامل شیب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، به این نتیجه رسید که؛ تفکیک اراضی زراعی از مراتع با توجه به مقیاس، ابزار کار و سطوح اراضی زراعی دیم با مشکل مواجه است.

بررسی صحت، ارزیابی میزان تطابق نقشه حاصل از طبقه‌بندی با واقعیت زمینی می‌باشد (Lefsky and Cohen 2003: 13-46). معمول‌ترین اجزای بررسی صحت شامل صحت کلی، صحت تولید کننده، صحت استفاده کننده و ضریب کاپا می‌باشد (Lu et al, 2004: 2365-2407). بررسی صحت در ارزیابی تغییرات امری مشکل و علت آن مربوط به مشکلاتی است که در جمع‌آوری داده‌های زمینی قابل‌قبول در زمان‌های گذشته است (Lefsky and Cohen 2003: 13-46). در صحت کلی که یک معیار ارزش‌گذاری صحت طبقه‌بندی است و با استفاده از ماتریس درهمی پیشنهادی Dellepiane and Smith (1999: 1461-1468) که از مجموع پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده تمامی طبقات به مجموع پیکسل‌های تصویر استفاده می‌شود و در نتیجه این معیار فقط به عنوان صحت کلی لایه تولید شده خواهد بود. ضریب آماره کاپا نیز از معیارهای ارزیابی صحت نقشه است (Stehman, 2004: 743-751).

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

این ضریب نشان دهنده توافق حاصل از طبقه‌بندی با واقعیت زمینی می‌باشد و بین صفر تا یک متغیّر است. عدد یک نشان‌دهنده توافق صددرصد لایه طبقه‌بندی شده با واقعیت زمینی می‌باشد (Stehman, 2004: 743-751). شهرستان خلخال با توجه به شرایط کوهستانی و تشکیلات مارنی و قرمز فوقانی و شرایط سنتی بهره‌برداری، بخصوص تبدیل اراضی و کشت دیم در اراضی شیب‌دار که در مجموع تبدیل و تغییر کاربری قابل توجهی در سطح آن اتفاق افتاده که مغایر با اصول زیست‌محیطی و توسعه پایدار می‌باشد. لذا، این پژوهش با هدف بررسی تغییرات تبدیل کاربری‌های اتفاق افتاده با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در فواصل زمانی ۱۵ و ٦ ساله (۲۱ ساله) در سطح شهرستان خلخال انجام گرفته تا مقدار، درصد و موقعیت مکانی این تغییرات مشخص گردد. تا بتوان از نتایج آن در مدیریت اصولی و توسعه پایدار شهرستان استفاده نمود.

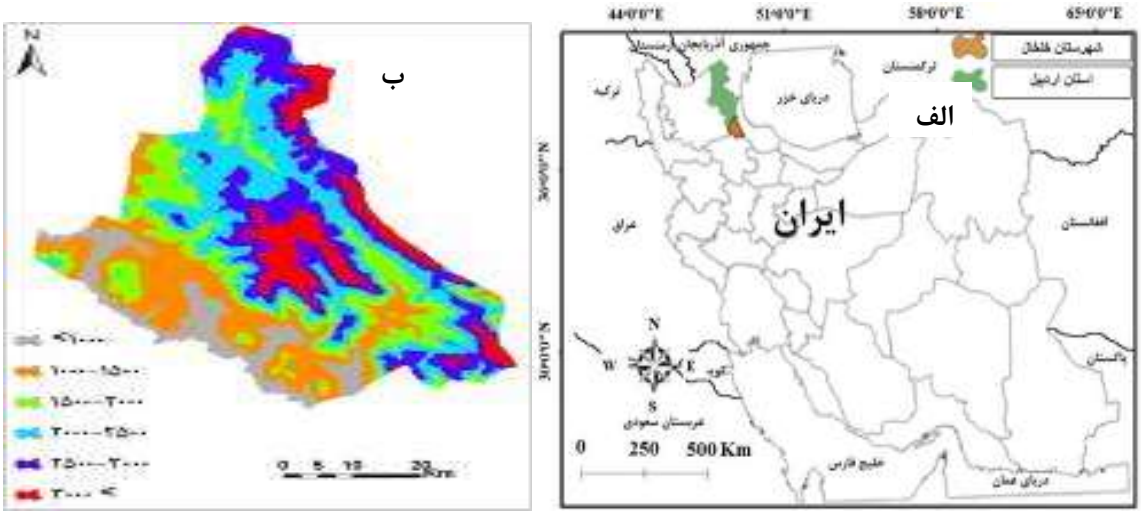
مواد و روش‌ها

شهرستان خلخال با وسعتی معادل ۲۹۲۸٦۷ هکتار در جنوب استان اردبیل (شکل ۱ الف) بین طول‌های جغرافیایی ٤۸ درجه و ۱۲ دقیقه تا ٤۹ درجه طول شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی واقع شده است. ارتفاع بلندترین نقطه آن ۳۲۲۰ متر (قله آق‌داغ) و پست‌ترین نقطه ۵۳۲ متر (در حاشیه‌ی رودخانه قزل‌اوزن) می‌باشد (حدود ۲٦۸۸ متر اختلاف ارتفاعی) (شکل ۱ ب). متوسط بارندگی در شهر خلخال ۳٦۰ میلی‌متر (بیش‌ترین بارندگی ماهانه به میزان ۱۵/۷ درصد در فروردین ماه و کم‌ترین آن ۱/۷ درصد در مرداد ماه) است. اقلیم به روش آمبرژه نیمه خشک سرد است. با توجه به شرایط کوهستانی عمق و نوع خاک متغیّر و اکثراً دامنه‌های منظم تا شیب‌های ۲۰ تا ۳۰ درصد به اراضی زراعی تبدیل شده است (Mirzaei Mossivand et al, 2016: 191-203). بعضاً داخل دره‌ها مجتمع‌های درختی از دیگر مشخصه‌های پوشش سطحی است. دو رویشگاه جنگلی در سطح شهرستان گسترش دارد: ۱) توده‌های جنگلی هیرکانی که متاثر از آب‌وهوایی منطقه خزری بوده و به‌صورت لکه‌ای در دامنه‌های غربی ارتفاعات تالش به سمت خلخال به‌صورت انبوه گسترش دارد. ۲) رویشگاه جنگل‌های ارس که از نظر تراکم متنوع و از سه اشکوب علفی و بوته‌ای، درختچه‌ای و درختی تشکیل شده است.

با توجه به خصوصیات پستی و بلندی منطقه، باید اثرات فصلی و تغییرات فنولوژیکی در انتخاب تصویر مد نظر قرار گیرد، چرا که مراحل رویشی و فنولوژیکی متفاوتی را ایجاد می‌کند (Reed et al, 2003: 365-381). با در نظر گرفتن مسائل فوق و محدودیت‌های انتخاب تصویر در زمان مطلوب، سه تصویر شامل: ۱) تصویر لندست TM ۱۹۸۷/۰۹/۳۰ (۱۳٦٦/۰۷/۰۸)، ۲) تصویر لندست ETM^+ ۲۰۰۲/۰۷/۲۹ (۱۳۸۱/۰۵/۰۷) و ۳) تصویر IRS P6LISSIII ۲۰۰۸/۰۵/۲٦ (۱۳۸۷/۰۳/۰٦) (مجموع تصاویر قابل انتخاب) انتخاب گردید. به دلیل عدم دسترسی به تصویر ۱٦٦/۳٤ لندست TM و ETM^+ بخش کوچکی از جنوب‌شرقی شهرستان خلخال بررسی و نقشه‌سازی نشد. این بخش در تصویر IRS نیز حذف و بررسی در سطوح یکسان با تصاویر لندست صورت گرفت. برای پرهیز از اثرات رطوبتی در سطح تصاویر (Bastin et al, 1993: 190-216)، حدود ۱۵ روز قبل از انتخاب تصویر مورد توجه قرار

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

گرفت. در هیچ یک از تصاویر انتخابی در مدت فوق بارندگی ثبت نشده، بنابراین اثرات رطوبتی ناشی از رطوبت در تصاویر انتخابی تقریباً صفر بوده است.



شکل ۱: الف) موقعیت شهرستان خلخال؛ ب) نقشه طبقات ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ (شبکه هیدروگرافی و شبکه راه‌ها) سازمان نقشه‌برداری کشور و داده‌های GPS ثبت شده در بازدید میدانی برای تصحیح خطای هندسی استفاده شد. حداقل نقاط کنترل زمینی برای تصحیح مکانی بر اساس درجه توابع چند جمله‌ای روش Wolberg (1990: 318) برآورد گردید (معادله ۱).

$$K=(N+1)(N+2)/2$$ معادله (۱)

که در آن: K حداقل نقاط مورد نیاز، N درجه تابع چندجمله‌ای است. با استفاده از نقاط کنترل زمینی و معادله آفاین برای تصاویر TM، ETM^{+} و IRS با ۲۰ نقطه تصحیح مکانی انجام گرفت. برای اصلاح اتمسفری از مستطیل‌های معادل استفاده شد. از آنجایی‌که در مستطیل‌های معادل کشیدگی از نوع غیرخطی است، پیکسل‌ها با آرایش رقومی جدید بین ۰-۲۵۵ یعنی تباین و کنتراست در بین پیک[6] و دنباله[7] منحنی‌های طیفی تصاویر افزایش و امکان پراکنش پیکسل‌ها به‌صورت گروه‌های مجزا فراهم گردید (Mather, 2005: 319 ؛Wolberg, 1990: 318). همچنین تصحیح رادیومتری بر اساس الگوریتم هیستوگرام معادل[8] Wolberg (1990: 318) طبق معادله (۲) نیز انجام گردید.

$$Y=(X-X_{min})/(X_{max}-X_{min})\times 255$$ معادله (۲)

6- Peak
7- Tail
8- Histogram Equalization

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

که در آن: Y مقدار درجات روشنایی خروجی، X مقدار درجات روشنایی ورودی، X_{min} شماره درجات روشنایی حداقل، X_{max} شماره درجات روشنایی حداکثر است. پس از اصلاح رادیومتریکی، نرمال‌سازی توپوگرافی بر اساس روش مینارت انجام گرفت (Hodgson and Shelley, 1994: 4-6). با توجه به این‌که تفاوت در بازتاب طیفی بین باندها هر چه بیش‌تر باشد، امکان تفکیک عوارض و پدیده‌ها با دقت بالایی امکان‌پذیر می‌گردد، لذا استفاده از خصوصیات آماری نمونه‌های تعلیمی[9]، متداول‌ترین روش انتخاب بهترین باندها از مجموع باندهای اخذ شده می‌باشد (Lefsky and Cohen 2003: 13-46؛ Mather, 2005: 319). برای این منظور از فاکتور شاخص مطلوب[10] (Chavez et al, 1982: 23-30) طبق معادله (۳) استفاده و ترکیب باندی را که بالاترین مقادیر فاکتور شاخص مطلوب را داشتند به‌عنوان بهترین ترکیب انتخاب شدند.

معادله (۳)

$$OIF = \frac{\sum_{j=1}^{3} SDi}{\sum_{j=1}^{3} |CCj|}$$

که: $\Sigma^3_{j=1}SDj$ مجموع انحراف معیارهای سه باند، $\Sigma^3_{j=1}|CCj|$؛ مجموع قدر مطلق ضرایب همبستگی بین دو باند از سه باند یا ماتریس همبستگی باندها.

ارزش‌های طیفی پیکسل‌های تصویر با نمونه‌های تعلیمی[11] مقایسه و از الگوریتم حداکثر احتمال تشابه برای طبقه‌بندی تصویر استفاده شد. از آنجایی‌که اساس استفاده از این الگوریتم نرمال بودن ارزش‌های پیکسل تصویر است (Campbell, 2002: 621)، لذا در انتخاب نمونه‌های تعلیمی به منظور کاستن از انحراف معیار نسبت به میانگین طبقات و نیز افزایش اختلاف میانگین طبقات از یکدیگر، سعی شد نمونه‌های انتخابی از مناطق همگن، با سطوح کوچک‌تر، ولی به تعداد زیاد، با پراکنش مناسب انتخاب گردد. در نهایت نقشه کاربری و پوشش اراضی شامل مسکونی، مرتع، مراتع‌مشجر، جنگل، چمن زار، باغ، زراعت دیم، زراعت‌آبی، مسیله و سنگ و صخره برای منطقه مورد مطالعه برای سال‌های (۱۳٦٦، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷) تهیه شد. با توجه به تشابه طیفی کاربری یا پوشش اراضی مسکونی و مسیله در نمونه‌های آموزشی و طبقه‌بندی، برای رفع این مشکل نمونه‌های تعلیمی مربوط به این دو کاربری حذف، سپس نقشه حاصله پس از فیلترگذاری و نهایی شدن به محیط ArcGIS9.3 انتقال و این کاربری‌ها به‌صورت تفسیر چشمی تفکیک و با نقشه اصلی تلفیق گردید. مقایسه صحت اطلاعات با توجه به این‌که تصاویر مربوط به گذشته است و ارزیابی میدانی در حال حاضر انجام می‌گیرد امری مشکل می‌باشد. آنچه که در این پژوهش و پژوهش‌های مشابه جای بحث دارد مقایسه نقشه گذشته (سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۸۱) می‌باشد. برای بررسی صحت نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی تهیه شده ۲٦۲ نمونه (کاربری‌ها و پوشش اراضی مسکونی با ۱۹ نمونه، مرتع مشجر ۲٦، چمن زار ۱۲، مسیله ۱۵، زراعت دیم ٤۱، باغ ۳٦، مرتع ٦٦، زراعت آبی ۲۱، جنگل ۱٤ و همچنین

9- Training area
10- Optimum Index Factor (OIF)
11- Training Sample

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

بیرون‌زدگی سنگی و صخره با ۱۲ نمونه) با رعایت اصول نمونه‌برداری داده‌های زمینی برای سنجش از دور برداشت گردید. همچنین در این ارتباط دو سری اطلاعات هر چند که صحت آن‌ها زیاد اطمینان بخش نبوده ولی در این پژوهش جهت بررسی صحت نقشه کاربری و پوشش اراضی سال‌های (۱۳٦٦ و ۱۳۸۱) علاوه بر اطلاعات برداشت شده از اهداف غیرقابل تغییر نظیر بیرون‌زدگی‌های سنگی در سال‌های (۱۳۸۹–۱۳۸۸)، از عکس‌های هوایی ۱:۵۵۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ دهه (۱۳٤۰) مربوط به شهرستان خلخال استفاده گردید. برای ارزیابی صحت کلی از روش پیشنهادی Dellepiane and Smith (1999: 1461-1468) استفاده شد (معادله ٤).

معادله (٤) $OA=1/N(\Sigma P_{ii})$

که در آن: OA، صحت کلی؛ N تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی؛ ΣP_{ii} مجموع پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده می‌باشد. برای ارزیابی ضریب کاپا از روش پیشنهادی Foody (1992: 1459-1460) استفاده شد (معادله ۵).

معادله (۵) $\check{K}=(OA-1/q)/(1-1/q)$

که در آن: K ضریب کاپا؛ q تعداد طبقات پوشش اراضی می‌باشد. در نهایت حدود اطمینان کلاس‌های طبقه‌بندی شده در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد بر اساس معادله (٦) برآورد گردید (Afshin Nia, 1993: 626).

معادله (٦) $S= p[z (PQ/N)^{r}]+(50/N)$

که در آن، S درصد حداقل اطمینان، r: درصد سطوح آماری (در سطح ۱ و ۵ درصد)،P درصد نمونه‌های درست طبقه‌بندی شده، Q درصد نمونه‌های غلط طبقه‌بندی شده که از رابطه Q= (100-P) برآورد گردید که N تعداد نمونه، Z مقادیر z برای سطوح آماری ۱ و ۵ درصد از طریق جدول تبدیل آماری r به z که از رابطه Z= (100-r)/ 100 محاسبه شد.

یافته‌ها و بحث

– مقایسه تغییرات کاربری‌ها و پوشش اراضی در مقاطع زمانی ۱۳۸۱–۱۳٦٦ و ۱۳۸۷–۱۳۸۱: تصحیح مکانی تصاویر مورد استفاده با مجذور میانگین مربعات خطا برای تصاویر لندست TM، ETM^{+} و IRS به‌ترتیب ۰/۲۵، ۰/۲۲ و ۰/۱۹ بود. همچنین نتایج فاکتور شاخص مطلوب در سنجنده TM با طول موج‌های ۰/۹۰۰–۰/۷٦۰ میکرومتر (باند ٤، مادون‌قرمز نزدیک)، ۰/٦۹۰–۰/٦۳۰ میکرومتر (باند ۳، مادون‌قرمز) و ۰/٦۰۰–۰/۵۲۰ میکرومتر (باند ۲، سبز)، در سنجنده ETM^{+} با طول موج‌های ۰/۹۰۰–۰/۷۷۵ میکرومتر (باند ٤، مادون‌قرمز نزدیک)، ۰/٦۹۰–۰/٦۳۰ میکرومتر (باند ۳، مادون‌قرمز) و ۰/٦۰۵–۰/۵۲۵ میکرومتر (باند ۲، سبز) و در ماهواره IRS با طول موج‌های ۰/۹۰۰–۰/۷٦۰

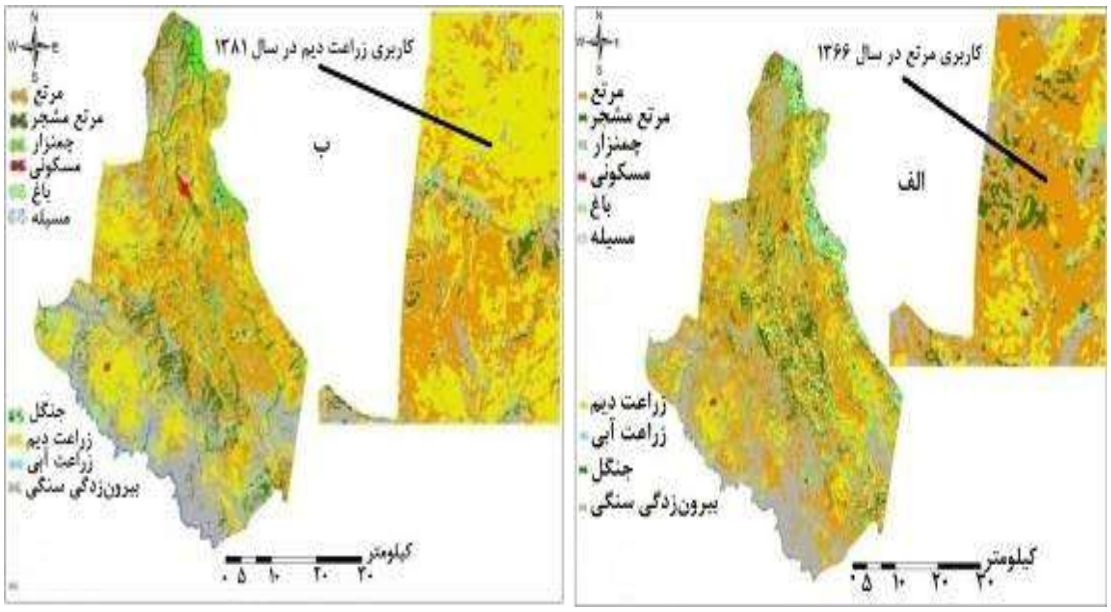
Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

میکرومتر (باند ٤، مادون‌قرمز نزدیک)، ۰/٦٨٠-۰/٦٢٠ میکرومتر (باند ۳، مادون‌قرمز) و ۰/٥٩٠-۰/٥٢٠ (باند ۲، سبز) به‌ترتیب به‌عنوان بهترین باند برای ترکیب سه باندی انتخاب شدند. نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی تهیه شده و اطلاعات مربوط به هر کاربری برای دو مقطع زمانی در (شکل‌های ۲ الف و ب)، (شکل ۳) و (جدول‌های ۱ و ۲) ارائه شده است. نتایج مقایسه نقشه سال (١٣٦٦) با (١٣٨١) نشان داد که میزان تغییرات زارعت دیم از ١٨/٣٧ به ٢٥/٢٢ درصد و زراعت آبی از ٥/٧٧ به ٧/٣٠ درصد افزایش داشته است. در مقابل مراتع از ٣٨/٤٤ به ٣١/٦١ درصد و سطوح جنگلی از ٢/٠٠ به ٠/٣٨ درصد کاهش یافته است. به‌طوری‌که بیش‌ترین افزایش سطح در کاربری‌های زراعت دیم و آبی به‌ترتیب با ١٧٧٥٩ و ٣٩٥١ هکتار و بیش‌ترین کاهش در سطح مراتع با ١٧٧٠٥ هکتار برآورد گردید. سطوح بیرون‌زدگی سنگی و مسیله هر کدام به میزان ٠/٠٥ درصد در فاصله بین سال‌های (١٣٦٦) و (١٣٨١) افزایش یافته است. که این امر ناشی از جاده‌سازی و خاک‌برداری و خاک‌ریزی و همچنین افزایش وقوع سیلاب‌ها در سطح منطقه مورد مطالعه و افزایش سنگ در سطح منطقه و مسیله‌ها بوده است. نتایج مقایسه نقشه‌های سال‌های (١٣٨١) با (١٣٨٨) نشان داد که کاربری مرتع و مسکونی به‌ترتیب با ٠/٢٣ و ٠/٠٦ درصد بیش‌ترین افزایش سطح را دارا می‌باشند که هر کدام به‌ترتیب ٥٨٧ و ١٧٢ هکتار افزایش سطح داشته‌اند. با توجه به بررسی میدانی که افزایش مرتع غیرمنطقی به نظر می‌رسید، مشخص گردید که دیم‌زارهای شیب‌دار که در گذشته به‌صورت عرصه زراعی اداره می‌شده در این مقطع زمانی به‌صورت اراضی رها شده در آمده و در نقشه‌سازی در قالب مرتع طبقه‌بندی شده است. در مقابل کاربری و پوشش‌های اراضی زراعت دیم و صخره با ١/٥٨ و ١/١٠ درصد به‌ترتیب معادل ٤١٠٨ و ٢٨٨٦ هکتار بیش‌ترین کاهش سطح را داشته‌اند. همان‌گونه که اشاره شد، کاربری دیم در بخش اراضی شیب‌دار به کاربری مرتع و در عرصه‌های غیر شیب‌دار به کاربری‌های دیگر تبدیل شده است (شکل ٤ الف و ب). (جدول ۳) محاسبه‌های آماری درصد حداقل اطمینان طبقات کلاس کاربری‌ها و پوشش اراضی را نشان می‌دهد. بدون در نظر گرفتن کاربری و پوشش اراضی مسکونی و مسیله که به‌صورت لایه پلی‌گونی و از روی تصاویر ماهواره‌ای مشخص شدند، طبقات کلاس بیرون‌زدگی سنگی برای سال (١٣٦٦) در سطوح آماری ١ و ٥ درصد به‌ترتیب ٨٩ و ٩١ درصد و برای پوشش اراضی چمن زار ٦٢ و ٦٥ درصد، برای سال (١٣٨١) در سطوح آماری ١ و ٥ درصد کاربری زراعت دیم با ٩١ و ٩٤ درصد و کاربری جنگل با ٦٧ و ٦٩ درصد و برای سال (١٣٨٧) پوشش اراضی صخره با ٨٦ و ٨٩ درصد و کاربری جنگل با ٦٧ و ٦٩ درصد از بیش‌ترین و کم‌ترین درصد حداقل اطمینان برخوردار بوده‌اند. بدیهی است که همانند هر روش آماری هر چه حدود اطمینان بیش‌تر باشد، نتایج قابل قبول‌تر خواهد بود ولی در مجموع نتایج این پژوهش از لحاظ آماری با توجه به Mather (2005: 319) قابل قبول است.

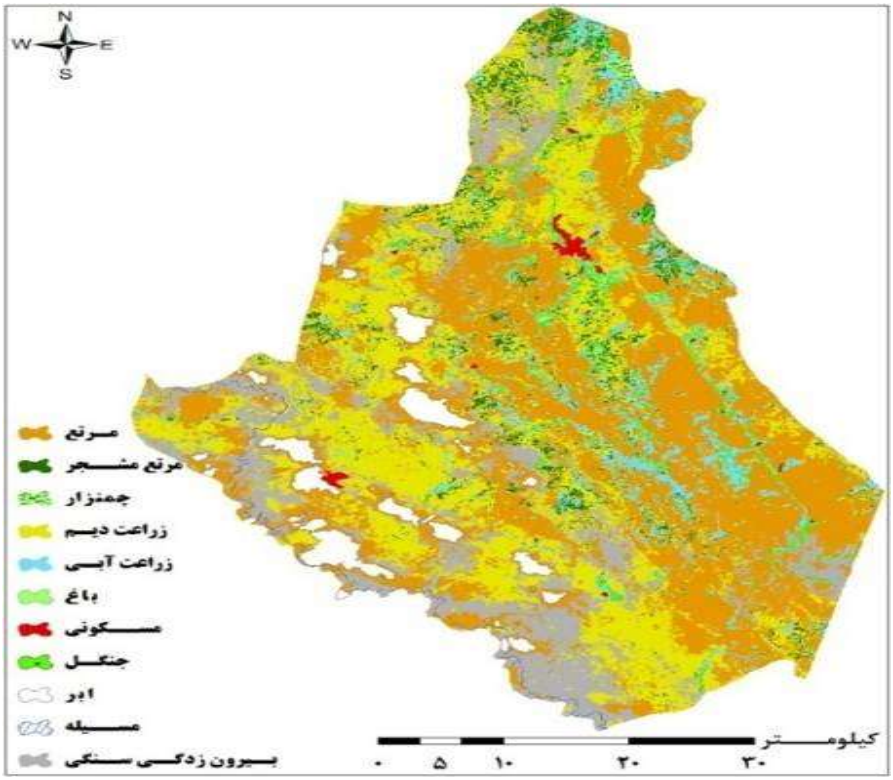
- نتایج صحت نقشه‌های تهیه شده از ترکیب سه باند RGB=432

در مجموع نتایج صحت کلی و آماره کاپای لایه‌های کاربری و پوشش اراضی تهیه شده از سنجنده‌های TM به‌ترتیب ٨٤/٧٣ درصد و ٠/٨٤ و برای ETM^+ به‌ترتیب ٨٦/٢٦ درصد و ٠/٨٤ و برای ماهواره IRS، ٨٥/١١ درصد و ٠/٨٣ برآورد گردید (جدول ٤).

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

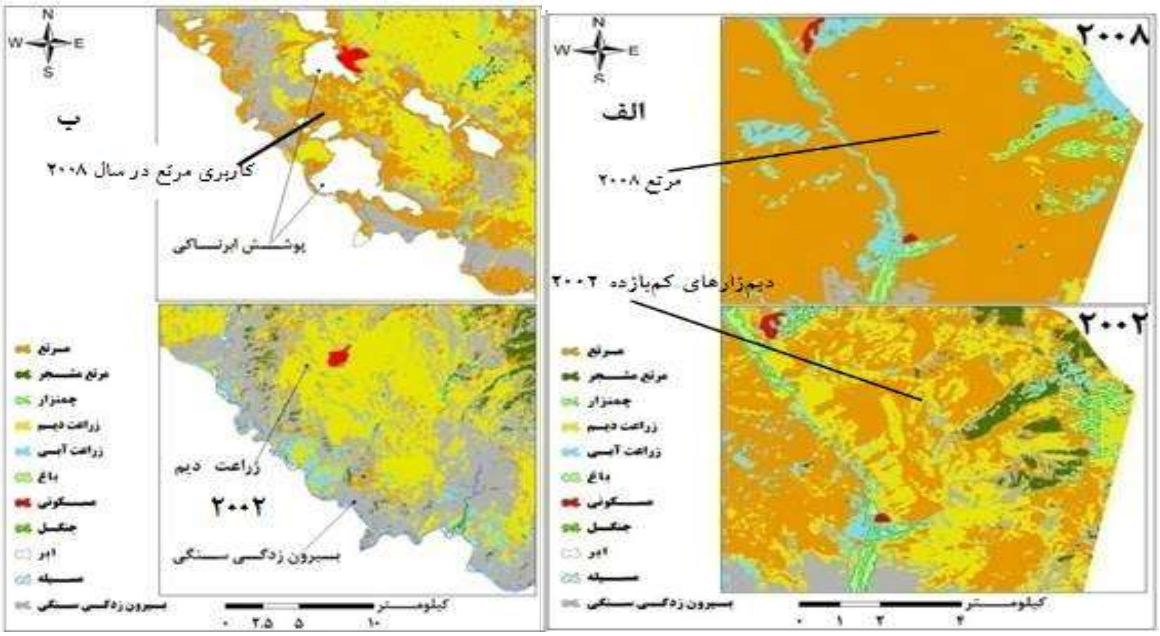


شکل ۲: الف) نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳٦٦ شهرستان خلخال، نمایی از تغییر بخش غربی که در سال (۱۳٦٦) مرتع بوده است؛ ب) نقشه کاربری و پوشش اراضی سال (۱۳۸۱) شهرستان خلخال و نمایی از بخش غربی که تبدیل به دیم‌زار در طی ۱۵ سال اتفاق افتاده است.



شکل ۳: نقشه کاربری و پوشش اراضی سال ۱۳۸۷ شهرستان خلخال

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026



شکل ٤: الف) تبدیل دیم‌زارهای کم‌بازده به مراتع در بخش جنوب شرقی شهرستان خلخال در طول سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷؛ ب) انواع کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۸۱ و پوشش ابر در سال ۱۳۸۷ در شهرستان خلخال

جدول ۱- توزیع سطوح انواع کاربری و پوشش اراضی در سال‌های ۱۳٦٦ و ۱۳۸۱

	لندست TM (۱۳٦٦/۱۹۸۷)		لندست ETM^+ (۱۳۸۱/۲۰۰۲)		میزان تغییرات کاربری و پوشش اراضی	
نوع کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
مسیله	۱۰۹۸	۰/٤۲	۱۲۲٦	۰/٤۷	۱۲۸	۰/۰۵
مسکونی	۸۱۰	۰/۳۱	۱۰۹۲	۰/٤۲	۲۸۲	۰/۱۱
صخره	٦۳۹۸۵	۲٤/٦۸	٦٤۱۲۰	۲٤/۷۳	۱۳۵	۰/۰۵
مرتع	۹۹٦۵۸	۳۸/٤٤	۸۱۹۵۳	۳۱/٦۱	-۱۷۷۰۵	-٦/۸۳
چمن زار	٦۷۲٤	۲/۵۹	۵۱۸۷	۲/۰۰	-۱۵۳۷	-۰/۵۹
زراعت آبی	۱٤۹٦٤	۵/۷۷	۱۸۹۱۵	۷/۳۰	۳۹۵۱	۱/۵۳
باغ	۱٤۵۷	۰/۵٦	۲۷۹۰	۱/۰۸	۱۳۳۳	۰/۵۲
جنگل	۵۱۸۳	۲/۰۰	۹۹٤	۰/۳۸	-٤۱۸۹	-۱/٦۲
زراعت دیم	٤۷٦۲۰	۱۸/۳۷	٦۵۳۷۹	۲۵/۲۲	۱۷۷۵۹	٦/۸۵
مرتع مشجر	۱۷۷۳۹	٦/۸٤	۱۷۵۸۲	٦/۷۸	-۱۵۷	-۰/۰٦
مجموع	۲۵۹۲۳۸	۱۰۰	۲۵۹۲۳۸	۱۰۰	-	-

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

جدول ۲- توزیع سطوح انواع کاربری و پوشش اراضی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷

	لندست +ETM (۱۳۸۱/۲۰۰۲)		ماهواره IRS (۱۳۸۷/۲۰۰۸)		میزان تغییرات کاربری و پوشش اراضی	
نوع کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
مسیله	۱۲۲۶	۰/۴۷	۱۲۴۴	۰/۴۸	۱۸	۰/۰۱
مسکونی	۱۰۹۲	۰/۴۲	۱۲۴۴	۰/۴۸	۱۵۲	۰/۰۶
صخره	۶۴۱۲۰	۲۴/۷۳	۶۱۲۵۴	۲۳/۶۳	-۲۸۸۶	-۱/۱۰
مرتع	۸۱۹۵۳	۳۱/۶۱	۸۲۵۴۰	۳۱/۸۴	۵۸۷	۰/۲۳
چمن زار	۵۱۸۷	۲/۰۰	۴۴۱۶	۱/۷۰	-۷۷۱	-۰/۳۰
زراعت آبی	۱۸۹۱۵	۷/۳۰	۱۹۰۴۱	۷/۳۴	۱۲۶	۰/۰۴
باغ	۲۷۹۰	۱/۰۸	۲۸۱۸	۱/۰۹	۲۸	۰/۰۱
جنگل	۹۹۴	۰/۳۸	۵۴۲	۰/۲۱	-۴۵۲	-۰/۱۷
زراعت دیم	۶۵۳۷۹	۲۵/۲۲	۶۱۲۷۱	۲۳/۶۴	-۴۱۰۸	-۱/۵۸
مرتع مشجر	۱۷۵۸۲	۶/۷۸	۱۵۳۲۴	۵/۹۱	-۲۲۵۸	-۰/۸۷
پوشش ابر	-	-	۹۵۴۵	۳/۶۸	-	-
مجموع	۲۵۹۲۳۸	۱۰۰	۲۵۹۲۳۸	۱۰۰	-	-

جدول ۳- ارزیابی حداقل درصد اطمینان به طبقات پردازش شده

	لندست TM ۱۹۸۷ (۱۳۶۶)		لندست ETM^+ ۲۰۰۲ (۱۳۸۱)		IRS ۲۰۰۸ (۱۳۸۷)	
نوع کاربری و پوشش اراضی	سطوح آماری ۵ درصد	سطوح آماری ۱ درصد	سطوح آماری ۵ درصد	سطوح آماری ۱ درصد	سطوح آماری ۵ درصد	سطوح آماری ۱ درصد
مسیله	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۹۰
مسکونی	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴
صخره	۰/۹۱	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۸۹	۰/۸۶
مرتع	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۴	۰/۸۲
چمن زار	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۷۰	۰/۷۳	۰/۷۰
زراعت آبی	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۸۰	۰/۷۷
باغ	۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۸۲	۰/۷۹	۰/۸۴	۰/۸۱
جنگل	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۶۹	۰/۶۷
زراعت دیم	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۸۳
مرتع مشجر	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۸۱

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

جدول ٤- ارزیابی ضریب کاپا و صحت کلی برای لایه‌های کاربری و پوشش اراضی

نوع کاربری و پوشش اراضی	لندست TM ۱۹۸۷ (۱۳٦٦)		لندست ETM^+ ۲۰۰۲ (۱۳۸۱)		IRS ۲۰۰۸ (۱۳۸۷)	
	کاپا	صحت (درصد)	کاپا	صحت (درصد)	کاپا	صحت (درصد)
مسکونی	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
مرتع‌مشجر	۰/٦۹	۷۵	۰/۸۲	۸٤	۰/۷٤	۷٦/۹۲
چمن زار	۰/۷٦	۷۰	۰/۷٦	۷۷/۷۸	۰/۷٦	۷۷/۷۸
مسیله	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰	۱	۱۰۰
زراعت دیم	۰/۸۷	۸٦/٤٤	۰/۸۸	۸۹/۲۸	۰/۸۷	۸۷/۷۲
باغ	۰/۸۳	۸٤/۳۷	۰/۸۷	۸۸/۲٤	۰/۸٤	۸۵/۷۱
مرتع	۰/۸٤	۸٦/٦۷	۰/۸۲	۸۳/۷۵	۰/۸۳	۸٤/٦۱
زراعت آبی	۰/۸۷	۸۰/۹۵	۰/۸۰	۸۱/۸۲	۰/۸۰	۸۱/۸۲
جنگل	۰/۷٦	۷۵	۰/۷۲	۷۵	۰/۷۲	۷۵
صخره	۰/۹٤	۹۳/۷۵	۰/۹۲	۹۳/۳٤	۰/۹۲	۹۲/۸٦
مجموع	۰/۸٤	۸٤/۷۳	۰/۸٤	۸٦/۲٦	۰/۸۳	۸۵/۱۱

نتیجه‌گیری

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست و IRS استفاده شده و نقشه کاربری اراضی شهرستان خلخال با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استخراج و نتایج تحقیق نشان داد که این تصاویر از قابلیت مطلوب در استخراج نقشه کاربری و پوشش اراضی برخوردارند. بررسی تغییر کاربری و پوشش اراضی بین سال‌های (۱۳٦٦، ۱۳۸۱ و ۱۳۸۷) نشان داد، بین سال‌های (۱۳٦٦ تا ۱۳۸۱) مساحت برخی از کاربری‌ها و پوشش اراضی نظیر مرتع، مرتع‌مشجر، جنگل و چمن‌زار کاهش و مساحت کاربری و پوشش اراضی زراعت دیم، زراعت آبی، باغ، مسکونی، مسیله و صخره (بیرون‌زدگی سنگی) افزایش یافته است. همچنین مساحت کاربری و پوشش اراضی مانند چمن زار، مرتع‌مشجر، جنگل، زراعت دیم و بیرون‌زدگی سنگی از سال (۱۳۸۱) نسبت به سال (۱۳۸۷) کاهش یافته است، ولی مساحت سایر کاربری و پوشش اراضی افزایش یافته است. با توجه به (جدول ۱) سطح بیرون‌زدگی سنگی و مسیله هر کدام به مقدار ۰/۰۵ درصد در فاصله بین سال‌های (۱۳٦٦ و ۱۳۸۱) افزایش یافته است. هرچند این مقدار تغییرات کم می‌باشد، ولی در طبیعت چنین وقایعی مخصوصاً در مورد بیرون‌زدگی سنگی عملاً به‌ندرت و شاید غیرممکن باشد، این تغییرات با تأکید هر چه بیش‌تر در کنترل میدانی مورد توجه قرار گرفت و علت امر آن است که با توجه به این‌که در این مطالعه جاده‌های شهرستان خلخال مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و رفتار طیفی جاده‌ها با

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

بیرون‌زدگی سنگی و مسیله تقریباً مشابه است، افزایش سطح بیرون‌زدگی سنگی و مسیله تا حدودی ناشی از افزایش سطح جاده‌ها، جاده‌سازی و خاک‌برداری و خاک‌ریزی و همچنین افزایش وقوع سیلاب‌ها و افزایش سنگ در مسیله‌ها بین سال‌های (۱۳٦٦) تا (۱۳۸۱) می‌باشد. همان‌گونه که ذکر شد تصویر IRS ۲۰۰۸ شهرستان خلخال دارای پوشش ابرناکی است؛ بنابراین در بخشی از نتایج اشکالاتی را به وجود آورده و نتایج را تحت تاثیر قرار داده است. به‌طوری‌که در بازه زمانی (۱۳۸۱) تا (۱۳۸۷) سطح کاربری دیم ٤۱۰۸ هکتار کاهش پیدا کرده است و ۵۸۷ هکتار به کاربری مرتع افزوده شده است. در حالی که در بازه زمانی بین سال‌های (۱۹۸۷) تا (۲۰۰۲) سطح کاربری زراعت دیم افزایش و در مقابل سطح مراتع شهرستان کاهش پیدا کرده است. علت این امر ناشی از: ۱) در بعضی از مناطق شهرستان دیم‌زارهای کم‌بازده رها شده و تبدیل به مرتع شده‌اند علت رهاشدگی این اراضی در ابتدا تبدیل اراضی مرتعی به کشاورزی بوده است اما این اراضی بعد از مدتی به علت بازدهی کم در منطقه به‌صورت رها شده در آمده‌اند (شکل ٤ الف). ۲) در مناطقی که با توجه به شناخت حاصله از منطقه توسط بازدید میدانی و نقشه کاربری اراضی مربوط به سال (۲۰۰۲) در نقشه نهایی کاربری و پوشش اراضی مربوط به سال (۲۰۰۸) زراعت دیم بوده ولی به‌خاطر وجود ابر به‌عنوان کاربری زراعت دیم در نظر گرفته نشده است و سطح آن جزو مساحت ابر محسوب شده است (شکل ٤ ب). همچنین در رابطه با پوشش اراضی صخره و سنگی که سطح آن در فاصله بین سال‌های (۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷) کاهش پیدا کرده، که نتیجه‌ایی منطقی و نزدیک به واقعیت نمی‌باشد و با توجه به ماهیت این پوشش اراضی، تغییرات آن در طول زمان معمولاً خیلی کم صورت می‌گیرد. بنابراین، نتیجه حاصله را می‌توان ناشی از تاثیر پوشش ابری در مناطقی که با توجه به شناخت منطقه و نقشه کاربری یا پوشش اراضی تهیه شده سال (۱۳۸۱) بیرون‌زدگی سنگی بوده (شکل ٤ ب) ولی سطح آن به‌عنوان پوشش صخره در نظر گرفته نشده است و به‌عنوان پوشش ابر در نظر گرفته شده است.

تخریب گسترده‌ای که در سطح منابع در جهان از جمله ایران با توجه به افزایش جمعیت، رشد تکنولوژی و رعایت نکردن اصول اکولوژیکی و عدم اجرای قوانین صورت گرفته، تغییرات در سطح کاربری‌ها و پوشش اراضی را سبب شده است. در بررسی‌های گذشته در ایران و سایر نقاط جهان نیز تغییر و تخریب در سطح کاربری‌های مختلف را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام و نتایج کم‌وبیش مشابه به‌دست آمده است. به‌طور مثال تحقیقات (Akbari, 2004: 132), (Fattahi (2009:23253), (Ahani et al (2009: 242-252), (Moradi et al (2008:1-12), نیز تقریباً به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. بنابر نتایج این تحقیق و با استناد و مقایسه با منابعی مانند (Lillesand et al (2008: 812 که صحت بالاتر از ۸۵ درصد را خوب و نقشه قابل قبول برای مطالعات ارزیابی تغییرات عنوان کرده‌اند، تصاویر ماهواره‌ای لندست و IRS با رعایت اصول پردازش اولیه بخصوص اصلاح رادیومتریکی و توپوگرافیکی قابلیت مطلوبی را در تفکیک کاربرهای مختلف در منطقه کوهستانی مانند خلخال نشان داده است. نتایجی که با نتایج (Lu et al (2004: 2365-2407), (Milanova (1999: 153-159), (Yeqiao et al (2009: 1453-1461 همسو بوده و

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

در این تحقیقات نیز استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مانند لندست کارایی لازم را در تفکیک و تشخیص تغییرات کاربری‌ها و پوشش اراضی نشان داده است. در مجموع نتایج حاصله نشان‌دهنده تخریب و تغییرات قابل توجهی در طول ۲۱ سال در شهرستان خلخال می‌باشد. شناخت مقدار و روند تغییرات در کاربری‌ها و پوشش اراضی مختلف موجب فهم بیش‌تر و اتخاذ تصمیم مناسب مدیریتی در ارتباط با کاربری‌ها یا پوشش اراضی مختلف را سبب خواهد شد و نیاز است در سطح گسترده‌تری با استفاده از روش‌های مختلف ارزیابی تغییرات و بومی کردن این دانش در استان‌های مختلف انجام گیرد. همچنین از سوی دیگر با استناد به این نتایج می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند باندی مانند لندست و IRS می‌توان تغییرات منابع اراضی مشابه منطقه اکولوژیکی شهرستان خلخال را بررسی کرد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

References

- Afshin Nia, M., (1993), "***Statistical Methods and Application of that in Science***", Eta publications: Esfahan. [in Persian].
- Ahani, H., Ghorbani, A., Rastegar Moghadam, M., Falah Shamsi, S. R., Baghernejad, M., (2009), "Land use change detection using satellite imagery in Tangeh-Sorkh watershed of Shiraz", ***Journal of Agricultural Science and Natural Resources***, 16: 242-252.
- Akbari, M., (2004), "***Evaluation and classification of desertification using RS and GIS techniques in northern Isfahan***", Master's thesis, Faculty of Natural Resources, Esfahan University of Technology: Esfahan, 132 pp. [in Persian].
- Arkhi, S., Niyazi, Y., shabani, A., (2012), "Evaluating spatial pattern of changes trend of landuse/landcover with use of transformation techniques (Case Study: Dareshar Catchment, Ilam Province)", ***Journal of Geographic Space***, 12: 165-182. [in Persian].
- Bastin, G. N., Pickup, G., Chewings, V. H., earce, G., (1993), "Land degradation assessment in central Australia using a grazing gradient method", ***Australian Rangeland Journal***, 15: 190-216.
- Campbell, J. B., (2002), "***Introduction to remote sensing***", Third edition, The Guilford Press, New York. USA, 621pp.
- Chavez, P. S., Berlin, G. L., Sowers, L. B., (1982), "Statistical methods for selecting Landsat MSS ratio", ***Journal of Applied Photogrammetric Engineering***, 8: 23-30.
- Dellepiane, S. G., Smith, P. C., (1999), "Quality assessment of image classification algorithms for, land cover mapping: A review and a proposal for a cost based approach", ***International Journal of Remote Sensing***, 20: 1461-1468.
- Fattahi, M. M., (2009), "Study of trend of desertification trend in Qom province base on remote sensing with emphasis on Landuse changes and water quality and quantity resources", ***Iranian journal of Range and Desert Research***, 16: 234-253. [in Persian].
- Foody, G. M., (1992), "On the compensation for chance agreement in Image classification accuracy assessment", ***Photogrammeteric Engineering and Remote Sensing***, 58: 1459-1460.
- Geymen, A., Baz, I., (2008), "Monitoring urban growth and detecting land-cover changes on the Istanbul metropolitan area", ***Environment Monitoring Assessment***, 136: 449–459.
- Ghorbani, A., (2014), "Preparation of land use map and evaluation of utilization capacity of Zilberchai to convert forage crop based on the gradient factor using the GIS", ***Journal of Geographic Space***, 4: 103-122. [in Persian].
- Hodgson, M., Shelley, B., (1994), "Removing the topographic effect in remotely sensed imagery", ***The ERDAS Monitor***, 6: 4-6.
- Lefsky, M. A., Cohen, W. B., (2003), "***Selection of remotely sensed data***", In: Wulder, M. A., Franklin, S. E., (editors), Remote sensing of forest environments: Concepts and case studies, Kluwer Academic Publishers, Boston: USA. 519 pp.
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., Chipman, J. W., (2008), "***Remote sensing and image interpretation***", J6th Edition, Wiley & Sons: New yourk.
- Lu, D., Weng, Q., (2007), "A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance", ***International Journal of Remote Sensing***, 28: 823–870.
- 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 at 2:35 IRST on Monday February 9th 2026

- Mather, P. M., (2005), "***Computer processing of remotely–sensed images***", 3rd Ed, John Wiley and Sons, Ltd: london. 319 pp.
- Milanova, E.V., Lioubimtseva, E. Y., Tcherkashin, P. A., Yanvareva, L. F., (1999), "Land use/cover change in Russia", mapping GIS: land use policy, ***Applied Geography***, 16: 153-159.
- Mirzaei Mossivand, A., Ghorbani, A., Zare Chahoki, M. A., Keivan Behjou, F., Sefidi, K., (2016), "Effective environmental factors on the distribution of Species *Prangos ferulacea* Lindl in Rangelands of Ardabil Province", ***Journal of Rangeland,*** 10: 191-203.
- Moradi, H. R., Fazelpor, M. R., Sadeghi, H. R., Hossini, Z., (2008), "The study of land use change on desertification using remote sensing in Ardakan area", ***Iranian journal of Range and Desert Research***, 15: 1-12. [in Persian].
- Mundia, C. N., Anyia, M., (2005), "Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS", ***International Journal of Remote Sensing***, 26: 2831-2849.
- Reed, B. C., White, M., Brown, J. F., (2003), "***Remote sensing phenology***", In: Schwartz, M. D., (ed), Phenology: An intergrative environmental science Vol. 39, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, pp 365-381.
- Stehman, S. V., (2004), "A critical evaluation of the normalized error matrix in map accuracy assessment", ***Photogrammetric Engineering and Remote Sensing***, 70: 743–751.
- Ustine, S. L., (2004), "***Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring***", 3rd ed, John Wiley and Sons: New Jersey. 522pp.
- Wolberg, G., (1990), "***Digital image warping***", Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 318pp.
- Yeqiao, W., Brian, R. M., Jarunee, N. M., Gregory, B., Yuyu, Z., Gregory, S., (2009), "Remote sensing of land-cover change and landscape context of the National Parks: A case study of the Northeast temperate network", ***Remote Sensing of Environment***, 113: 1453–1461.