نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال هشتم، شماره4 ، زمستان ۱۴۰۰

صفحات ۱۵۷ – ۱۷۸

آشکارسازی اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب کرمانشاه با مقایسه الگوریتم‌های پیکسل‌پایه و شی‌گرا

صیاد اصغری سراسکانرود[1]؛ استاد دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

آقای روح اله جلیلیان؛ کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

دریافت مقاله :۱۳۹۸/۱۱/۱۷ پذیرش نهایی:۱۳۹۹/۱۲/۱۹

چکیده

کاربری اراضی منعکس کننده ویژگی‌های تعاملی بین انسان و محیط زیست و توصیف نحوه بهره‌برداری انسان برای یک یا چند هدف بر روی زمین است. کاربری اراضی، معمولا بر اساس استفاده انسان از زمین، با تأکید بر نقش کاربردی زمین در فعالیت‌های اقتصادی تعریف می‌شود. تحقیق حاضر به‌منظور بررسی روند تغییرات کاربری اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب طی یک دوره ۳۰ ساله با استفاده از سنجنده‌های TM و OLI انجام شد. نتایج نشان داد که روش شی‌گرا نسبت به الگوریتم‌های پیکسل پایه از صحت و دقت بهتری برای تهیه نقشه‌های کاربری برخوردار هستند. مقدار افزایش صحت در روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا تا حد زیادی به انتخاب پارامترهای مناسب برای طبقه‌بندی، تعریف قوانین و به‌کارگیری الگوریتم مناسب جهت به‌دست آوردن درجه عضویت بستگی دارد. به‌طوری که ضریب کاپا برای هر دو تصویر مورد استفاده تقریبا مقدار ۰/۹۰ را نشان می‌دهد. بنابراین این نقشه‌ها مبنای آشکارسازی تغییرات قرار گرفتند. با توجه به نتایج بدست آمده اراضی کشاورزی و مسکونی با افزایش و این افزایش با کاهش مراتع همراه بوده است. نگاهی کلی به این دوره ۳۰ ساله نشان می‌دهد که زراعت آبی و دیم به‌ترتیب افزایشی ۲۴۱۸/۷۹ و ۷۱۹/۶۱ هکتاری و مراتع نیز کاهشی ۲۸۴۸/۸۶ هکتاری داشته اند. این در حالی است که کلاس مسکونی و عوارض انسان ساخت افزایشی ۴۲۸/۸۵ هکتاری یا رشدی ۱۷۸/۸۷ درصدی را نشان می‌دهند، که این امر بیانگر اهمیت کشاورزی در منطقه مورد مطالعه است.

واژه های کلیدی: کاربری اراضی، گاماسیاب، شی‌گرا، پیکسل پایه، ضریب کاپا.

[1] . نویسنده مسئول: Email: sayyad.sasghari21@gmail.com

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

مقدمه

عوامل مؤثر در تغییرات و تحولات در پدیده‌ها و عوارض سطح زمین را می‌توان به دو دسته طبیعی و انسانی دسته بندی کرد. عوامل طبیعی و انسانی در مکان‌ها و شرایط متفاوت بر روی پدیده‌ها و عوارض سطح زمین تأثیرات متفاوتی دارند. بسته به اینکه عوامل مذکور با چه شدتی تأثیر گذار باشند، روند و شکل تغییرات فرق خواهد کرد (Kloor, 1999). پدیده‌ها و عوارض پوشاننده سطح زمین را اصطلاحا پوشش زمین[1] می‌نامند. پوشش زمین نیز در طول زمان تغییر و تحول پیدا می‌کند. کاربری اراضی[2] نیز که در ارتباط با فعالیت انسان مطرح می‌شوند، در طول زمان دستخوش تغییر و تحول می‌شوند. اطلاعات کاربری اراضی و پوشش زمین برای فعالیت‌هایی نظیر نقشه‌برداری، مدیریت سرزمین و ... مهم هستند (Lillesand and Kiefer, 2000). چون اطلاعات کلیدی و مهمی را برای بسیاری از اهداف علمی، مدیریتی و سیاسی فراهم می‌کنند (Boakye and et.al, 2008). همان طور که تاریخ نشان می‌دهد از دیرباز اقتصاد ایران مبتنی بر فعالیت‌های کشاورزی و دامداری بوده و به تدریج با ایجاد تحول در ساختار اجتماعی و سیاسی ایران، مبانی اقتصادی متحول شده و اهمیت دامداری افزایش یافته است. از این رو حفاظت از عوامل تولید در این دو بخش کشاورزی و دامداری به ویژه عامل زمین، نه تنها برای حمایت از اقتصاد کشاورزی و منابع طبیعی بلکه برای حمایت از اقتصاد کل کشور امری ضروری است (Nasimi and Ohadi, 2005). در طول زمان، الگوهای پوشش زمین و به تبع آن کاربری اراضی دچار تغییر و دگرگونی اساسی می‌شوند و عامل انسانی می‌تواند بیشترین نقش را در این فرآیند ایفا نماید (Parkash and Gupta, 1998). امروزه سنجش از دور ماهواره‌ای همراه با سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، به طرز فزاینده‌ای برای تعیین و تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری و پوشش اراضی به‌کار گرفته می‌شوند (Hathout, 2002). یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به نقشه‌های تغییرات کاربری اراضی است با توجه به هزینه بالا و به هنگام نبودن تهیه این نقشه‌ها به وسیله عملیات زمینی، در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان روشی برای این کار مطرح شده است. تعیین تغییرات عبارت است از فرایند تشخیص اختلافات روی داده در یک عارضه یا پدیده خاص در طول زمان (Singh, 1989) و تغییر اکوسیستم‌های گیاهی به رخ دادن تغییر و تحول در اجزا پوشش گیاهی واقع در سطح زمین اطلاق می‌شود (Milne, 1988). یک مطالعه بررسی تغییرات، در صورتی موفق است که قادر به فراهم کردن اطلاعات زیر باشد: میزان، سطح و سرعت تغییرات را مشخص کند، توزیع فضایی الگوهای تغییرات را تعیین نماید، روندهای تغییر انواع پوششهای اراضی و تبدیل احتمالی آنها را به یکدیگر بیان دارد و دقت نتایج به دست آمده از بررسی تغییرات را مورد ارزیابی قرار دهد (Lambin and Strahler, 1994). در حقیقت تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین می‌توانند بر جنبه‌های کلیدی سیستم زمین، نظیر تنوع زیستی (Sala and et.al, 2000) تغییر اقلیم در مقیاس محلی و ناحیه‌ای نظیر گرم شدن جهانی کره‌ی زمین اثر بگذارد (Houghton and et.al, 1999). با توجه به مشکلات تغییرات و تبدیلات در منطقه مورد مطالعه سنجش از دور می‌تواند با طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی علاوه‌بر صرفه جویی در زمان و هزینه‌ها به مدیران این امکان را بدهد که با برنامه‌ریزی بر اساس تغییرات صورت گرفته، از هدر رفت بیشتر منابع جلوگیری بعمل آید. گاماسیاب در سال‌های اخیر دچار تغییرات زیادی در شکل و الگوی کانال خود شده است و هر بازه از رودخانه از نظر شکل و پلان با بازه‌های دیگر بسیار متفاوت است. این رود در مسیر جریان خود دارای پیچ و خم‌های زیادی است که بی‌تاثیر بر روی اراضی حاشیه آن نخواهد بود و با توجه به

1- Land Cover
2- Land use

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

تشدید فرسایش کناری ناشی از برداشت غیر اصولی از بستر رودخانه به منظور تامین شن و ماسه و واگذاری اراضی حریم رودخانه توسط ادارات باعث بروز مخاطرات زیادی در منطقه شده است. از سوی دیگر افزایش عرض بستر رودخانه باعث تخریب مساحت قابل توجهی از زمین‌های کناری شده است. در این پژوهش سعی بر تمرکز روی ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و مقایسه روش‌های مورد استفاده در این زمینه می‌باشد. در زیر به بعضی از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه اشاره می‌شود. یانلی[1] و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای TM و ETM تغییرات محیطی بخش‌های شمالی استان شاآنکسی[2] در کشور چین را مورد بررسی قرار داده و بیان داشتند که این منطقه با ۲۸/۴ درصد تغییرات محیطی شدید، ۳۴/۲ درصد تغییرات محیطی متوسط و ۳۷/۴ درصد تغییرات محیطی کم در معرض تغییرات محیطی با ریسک بالا قرار دارد. الرواشده[3] (۲۰۱۲)، جهت مطالعات محیطی مناطق شرق اُردن با استفاده از تصاویر لندست در بازه ۲۰۰۴ – ۱۹۸۳ به بررسی پایش تغییرات براساس شاخص NDVI پرداخت و بیان داشت که کارایی این روش در شناسایی تغییرات مناطق تخریب شده به واسطه افزایش شوری در نتیجه پمپاژ بی رویه آب‌های زیرزمینی مفید می‌باشد. بورلی[4] و همکاران (۲۰۱۴)، در بررسی با استفاده از تصاویر لندست میزان تغییرات فضایی و زمانی پوشش جنگلی ناشی از فعالیت‌های انسانی در ایتالیا را مورد مطالعه قرار دادند، نتایج به‌دست آمده از نوع تغییر پوشش جنگل نشان می‌دهد که ۳۱۷ هکتار (۴٪ از مساحت کل جنگل در ایتالیا) در طی دوره مورد بررسی تخریب شده است. مادوراپروما[5] و همکاران (۲۰۱۵)، با استفاده از داده‌های دورسنجی و روش طبقه‌بندی نظارت شده در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۱ به مطالعه شناسایی تغییرات کاربری اراضی در حوضه پیپستن کریک[6] در داکوتای شمالی پرداخته و بیان داشتند که داده‌های دورسنجی الگوی تغییرات پوشش زمین را به صورت رقومی درآورده و می‌تواند به عنوان یک ورودی ضروری در سیاست‌های مدیریت اراضی لحاظ شود. اکبری و همکاران (۱۳۹۵)، در تحقیقی به پایش تغییرات کاربری اراضی مربوط به محدوده شهر نیشابور با سه روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله و ماشین بردار پشتیبان کردند. طبق بررسی‌های به عمل آمده مشخص شد که روش حداکثر احتمال با ضریب کاپای ۰/۷۹ و دقت کلی ۸۳/۲۹ نسبت به روش‌های دیگر، دقت بیشتری برای تهیه نقشه‌ی کاربری اراضی دارد. نتایج آن‌ها نشان داد افزایش سطح زیر کشت اراضی بایر و شور، گسترش باغات منطقه تحت تأثیر احداث سدهای بالادست و افزایش محدوده‌ی شهری در طی ۲۷ سال دوره تحقیق از مهم‌ترین تغییرات رخداده در منطقه است. مکرونی و همکاران (۱۳۹۵)، در تحقیقی به آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی تالاب هورالعظیم در بازه‌ی بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست کردند. نقشه طبقه‌بندی سال ۱۳۹۳ نشان داد که سطح تالاب هورالعظیم از ۸۴۳۰۰ به ۴۵۵۰۰ هکتار کاهش داشته است. نتایج پایش تغییرات نشان داد که در طول دوره مطالعه به وسعت کاربری‌های مسکونی و مرتع اضافه شده و از سطح تالاب و اراضی کشاورزی کاسته شده است.

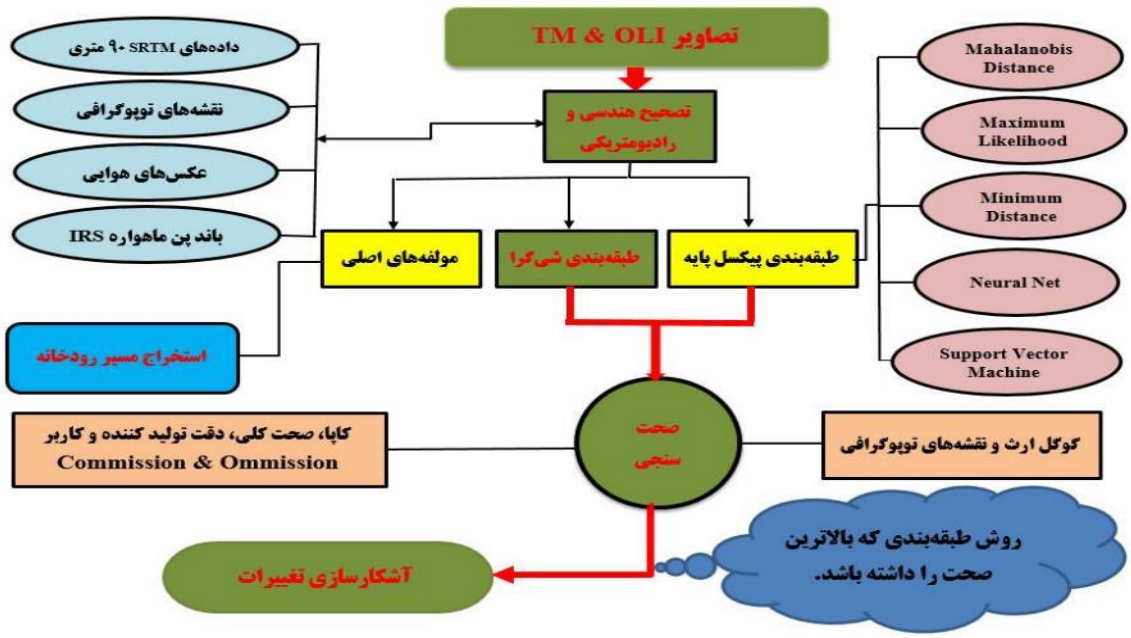
1- Yanli
2- Shaanxi
3- Al Rawashdeh
4- Borrelli
5- Madurapperuma
6- Pipestem Creek

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

داده‌ها و روش کار

در این تحقیق در مرحله اول محدوده منطقه مورد مطالعه از روی نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای شناسایی گردید. سپس اطلاعات و گزارش‌های موجود درباره موضوع پژوهش و مکان مورد مطالعه بر پایه روش‌های کتابخانه‌ای جمع آوری گردید. به منظور طبقه‌بندی و آشکارسازی اراضی حاشیه رودخانه دو تصویر سنجنده‌ی TM و OLI در یک ماه مشخص (در این تحقیق آگوست) برای سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۷ انتخاب گردید. علاوه بر این از عکس هوایی سال ۱۳۸۲ با مقیاس ۱/۴۰۰۰۰، که از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح تهیه شده و نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و داده‌های SRTM، ۹۰ متری و همچنین باند پانکروماتیک تصویر ماهواره‌ای IRS سال ۲۰۱۰ با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر هم برای بررسی موقعیت رودخانه استفاده شده است. لازم به ذکر است عکس هوایی منطقه مورد مطالعه بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ مختصات‌دار شده‌اند. در این عملیات از نقاط مشترک در عکس و نقشه توپوگرافی نظیر خطوط جاده‌ای، یال‌های کوهستان و شبکه‌های آبراهه‌ای که در طی این مدت تغییری نداشته‌اند استفاده شده‌است. هدف پژوهش حاضر، بررسی تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه با تاکید بر اراضی کشاورزی است. برای این کار تصاویر قبل از پردازش در نرم افزار ENVI تصحیحات رادیومتریک، اتمسفریک و هندسی بر روی آن‌ها صورت گرفت. پس از آن با اعمال مولفه‌های اصلی مسیر رودخانه استخراج شد. برای طبقه‌بندی پیکسل پایه نیز از پنج الگوریتم استفاده شد اما برای طبقه‌بندی شی‌گرا از نرم افزار eCognition استفاده شد. در این نرم افزار از اطلاعاتی چون بافت، شکل، فشردگی، روشنایی و ... استفاده می‌شود. پس از ارزیابی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی برای هر کدام از سنجنده‌ها، بهترین الگوریتم انتخاب و مبنای آشکارسازی قرار گرفت. شکل ۱ روش کلی پژوهش را نشان می‌دهد.

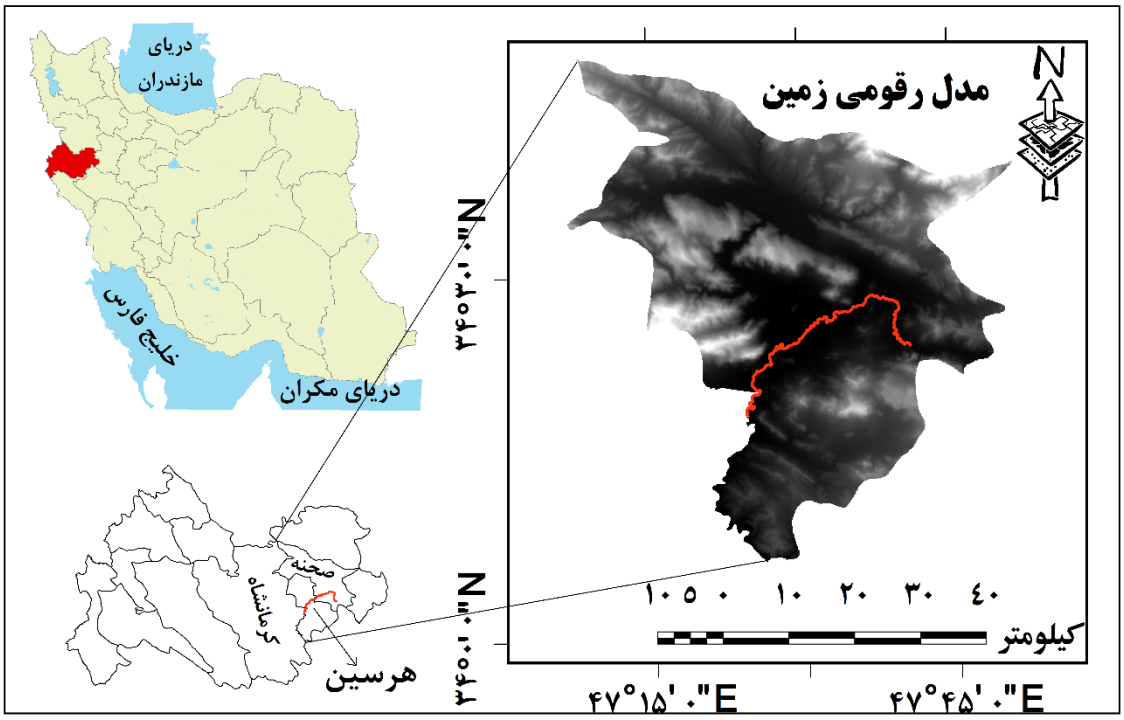


شکل ۱. فلوچارت مراحل انجام پژوهش

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

رودخانه گاماسیاب از چشمه‌های آهکی واقع در ۲۱ کیلومتری جنوب شرقی نهاوند استان همدان از دامنه‌های شمالی ارتفاعات گرین به نام سراب گاماسیاب سرچشمه می‌گیرد. این رودخانه از سمت نهاوند با جهت شرقی – غربی وارد شهرستان‌های کنگاور، هرسین و بیستون کرمانشاه شده و سپس در بیستون با دور زدن کوهستان وارد منطقه فرامان شده و با جهت شمالی جنوبی به مسیر خود ادامه می‌دهد و پس از دریافت آب سایر شاخه‌های فرعی و جریانات سطحی حوضه‌های مجاور به قره‌سو می‌پیوندد (جباری و همکاران، ۱۳۹۴). برای انجام این مطالعه یک بازه‌ی ۸۰ کیلومتری از رودخانه انتخاب شده است که در طول جغرافیایی ″۴۷ ′۲۰ ۴۷ تا ″۴۳ ′۴۰ ۴۷ و عرض جغرافیایی ″۳۸ ′۱۰ ۳۴ تا ″۴۷ ′۲۳ ۳۴ قرار گرفته است. شکل ۲ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۲. موقعیت منطقه مورد مطالعه

در فرآیند تصحیحات اتمسفری گام اول محاسبه‌ی مقدار رادیانس[1] می‌باشد و از مقدار رادیانس، مقدار بازتاب[2] محاسبه می‌شود. استفاده از مقادیر بازتاب در مقایسه با مقادیر رادیانس، دو مزیت دارد: اول اینکه می‌توان تأثیر کسینوس زاویه‌ی اوج خورشیدی[3] متفاوت، به نسبت اختلاف زمانی بین برداشت داده ها را اندازه گیری کرد و دوم این که مقادیر مختلف تابش خورشیدی بیرون اتمسفر که ناشی از اختلاف‌های باند طیفی است، تصحیح می‌شود (Chander and et.al, 2009). در حقیقت بدین خاطر تصحیحات اتمسفری انجام می‌شود، که اثر پخش و جذب امواج الکترومغناطیس در محدوده‌ی امواج مرئی و مادون قرمز، از بین برده شود. در کل هرکدام از عوارض زمین، یک علامت طیفی ویژه (امضای طیفی) دارد. این امضاهای طیفی به فاکتورهای زیادی، مثل خصوصیات سنجنده، تفاوت در زوایای تابش و دریافت، شرایط اتمسفری و توپوگرافی و زمان تصویربرداری بستگی دارند. به خاطر عواملی که در بالا ذکر شد اعداد

1- Radiance
2- Reflectance
3- Solar zenith angle

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

رقومی نمی‌توانند شرایط واقعی انعکاس طیفی زمین را نمایش دهند. هدف از تصحیحات رادیومتریک حذف یا خنثی کردن اثرات فوق از تصویر است. برای مطالعات آشکارسازی تغییرات، چند شکل تطبیق تصویر یا کالیبراسیون رادیومتریک برای زدودن این اثرات توصیه شده است (Coppin and et.al, 2004). تصحیح رادیومتریک شامل دو مرحله است: الف) تبدیل اعداد رقومی بدون واحد به تشعشع طیفی (رادیانس)؛ ب) تبدیل رادیانس به قابلیت بازتاب (سایت رسمی لندست[1]، ۲۰۱۸). در این تحقیق با استفاده از نرم افزار ENVI، تصحیح اتمسفری با روش FLAASH بر روی تصاویر انجام شد. به این معنی که تصویر به رادیانس (با استفاده از رابطه ۱) و بازتاب (با استفاده از رابطه ۲) تبدیل شد.

$$L_\lambda = M_L Q_{cal} + A_L$$ رابطه (۱)

$$\rho_\lambda = (\pi L_\lambda d^2) / (E_{sun} \cos\theta)$$ رابطه (۲)

که در این روابط L_λ معرف رادیانس طیفی در بالای اتمسفر، بر حسب $W/(m^2 \times sr \times \mu m)$ (وات بر متر مربع در استرادیان در میکرومتر)، M_L و A_L رادیانس، Q_{cal} باند خام و ρ_λ معرف بازتاب، E_{sun} میانگین بازتابش خورشید بر فراز جو بر حسب $W/(m^2 \times \mu m)$ (وات بر متر مربع در میکرومتر)، θ زاویه اوج خورشیدی بر حسب درجه، d فاصله زمین تا خورشید و π نیز ۳,۱۴۱۵۹۲ می‌باشد. ترتیب پیش پردازش‌ها ابتدا تصحیح رادیومتریکی بعد تصحیح اتمسفری و در نهایت تصحیح هندسی قرار دارد. تصحیح هندسی شامل موزائیک کردن، مختصات دار کردن و برش منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در تصاویر بسیاری از خطاهای دستگاهی و زمین مرجع کردن قبل از فروش تصویر مورد توجه و برطرف می‌گردد، لذا در این بررسی به اصلاح خطاهای دستگاهی نیاز نبوده، اما با وجود این که تصاویر زمین مرجع شده بود (UTM / WGS84)، ولی با در نظر گرفتن لایه‌های اطلاعاتی نظیر نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر گوگل ارث و تصاویر تصحیح شده موجود، مورد کنترل قرار گرفت. اغلب سنجنده‌ها برای به تصویر کشیدن سطح زمین در هر ناحیه‌ی طیفی نمی‌توانند از توان کامل خود استفاده کنند، از این رو، تصاویر تاریک و فاقد قابلیت نمایش مناسب هستند. چنانچه درجات خاکستری به گونه‌ای تغییر داده شود که در تمامی محور سیاه و سفید مکعب رنگ گسترده شود، تباین بین نواحی تاریک و روشن افزایش یافته، موجب تفسیر بهتر تصویر می‌گردد. باید توجه داشت که روش بارزسازی روش مبتنی بر آزمون و خطاست (علوی‌پناه، ۱۳۹۰). نتایج حاصل از روش‌های مختلف برای جداسازی رودخانه نشان داد که بسط کنتراست به روش خطی به دلیل وجود دامنه‌ی کامل درجه‌ی روشنایی مغایرت بین آب و سواحل را به خوبی نشان می‌دهد؛ بنابراین ابتدا بر روی هر یک از باندها بهبود کنتراست به روش خطی انجام گردید و سپس جهت تعیین حدود رودخانه از تحلیل مولفه‌های اصلی و ترکیب‌بندی استفاده گردید. تحلیل مولفه‌های اصلی روشی برای تبدیل و کاهش داده‌ها در سنجش از دور است (علوی‌پناه، ۱۳۹۰) که می‌توان داده‌های چند طیفی یا چند باندی را در یک فضای چند بعدی تصویر نمود، با توجه به وابستگی با همبستگی باندهای همسایه به یکدیگر، از تحلیل مؤلفه‌های اصلی با هدف دستیابی به مقادیر و مؤلفه‌های (ویژگی‌های) جدیدی استفاده می‌شود که در آن‌ها واریانس داده‌ها بیشتر و بنابراین میزان اطلاعات بیشتر و وابستگی بین این مؤلفه‌ها کمتر از حالت اولیه‌ی تصاویر است (فاطمی و رضائی، ۱۳۹۱).

1- https://landsat.usgs.gov/how-radiance-calculated.php

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

از جمله مهم‌ترین قابلیت روش‌های طبقه‌بندی، امکان استفاده از اطلاعات غیرطیفی در آن‌ها و تولید نتایج دقیق‌تر و کامل‌تر است، که در بحث تولید و استفاده بهینه از اطلاعات یکی از مهم‌ترین موضوعات مورد علاقه محققین می‌باشد. طبقه‌بندی نظارت شده به طبقات اطلاعاتی ورودی توسط کاربر با شناخت انواع طبقات بستگی دارد. طبقه‌بندی نظارت شده مناطق همگن با نمونه‌های انواع کاربری اراضی و پوشش زمین را شناسایی می‌کند، به این صورت که پیکسل‌ها را در طبقات اطلاعاتی شناخته شده اختصاص می‌دهد. تعلیم فرآیندی است که ضوابط این الگوها را تعیین می‌کند. خروجی تعلیم مجموعه‌ای از امضاهای طیفی از طبقات پیشنهادی می‌باشد(Jensen , 2015). الگوریتم‌های رایج در طبقه‌بندی نظارت شده‌ی تصویر شامل طبقه‌بندی کننده‌های فاصله ماهالانوبی[1]، حداقل فاصله[2]، حداکثر احتمال[3]، ماشین بردار پشتیبان[4] و شبکه عصبی مصنوعی[5] می‌باشند، که در این تحقیق نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این بین طبقه‌بندی کننده‌ی حداکثر احتمال استفاده‌ی بیشتری دارد، چون هم تغییر پذیری طبقات و هم احتمال قرارگیری یک پیکسل در هر یک از طبقات را هنگام محاسبه‌ی فاصله‌ی بین پیکسل مورد نظر و میانگین تمام طبقات را شامل می‌شود (Green and et.al, 2000). در این تحقیق، از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد و رابطه ۳ برای طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال مورد استفاده قرار گرفت.

$$p(x|i) = (2p)^{-n/2} |\sum i|^{-1/2} \exp\left[-\frac{1}{2}(x-mi)^t \sum_i^{-1}(x-mi)\right] \quad \text{رابطه (۳)}$$

که p(x|i) مقدار احتمال وجود x به شرط رخداد کلاس i، $|\sum i|$ دترمینان ماتریس واریانس کواریانس در کلاس i، $(x-mi)^t$ ترانسپوزه اختلاف بردار x و بردار میانگین (mi)، $\sum_i^{-1}$ معکوس ماتریس واریانس و کواریانس در کلاس i، mi بردار میانگین در کلاس i، (x-mi) بردار ارزش هر پیکسل در باندهای طیفی مورد استفاده است (Mather and Tso, 2009). اولین گام در طبقه‌بندی شی‌گرا، قطعه‌بندی[6] تصویر و ایجاد اشیا مجزا، متشکل از پیکسل‌های همگن است. هدف اصلی قطعه‌بندی تصویر، تلفیق پیکسل‌ها یا ریز اشیا برای تشکیل اشیا بزرگ تصویر، بر اساس ویژگی‌های طیفی و مکانی تصویر است (Gao and et.al, 2011). این روش، اشیاء تصویر را بر اساس معیار همگنی ایجاد می‌کند؛ بنابراین، اشیاء تصویر در مقایسه با پیکسل، اطلاعات بیشتری از جمله میانگین شی تصویری برای هر باند، مقادیر میانه، مقادیر حداقل و حداکثر، نسبت باندی، واریانس اطلاعات مربوط به شکل اشیا، ویژگی‌های بافتی و ویژگی‌های آماری پیکسل‌ها و همچنین روابط بین اشیاء و لایه‌های موضوعی را دارا هستند (Benz and et.al, 2004). رنگ و شکل، فشردگی، نرمی و همچنین وزن‌های اختصاص یافته به هر کدام از باندها از عوامل مهم در کیفیت قطعه‌بندی تصویر است؛ از طرفی، مقدار بهینه پارامتر مقیاس برای بهبود نتایج قطعه‌بندی تصویر ضروری است. برای طبقه‌بندی شی‌گرا در این تحقیق پیش از تعریف کلاس‌ها ابتدا فرآینـد قطعه‌بندی تصویر بر اساس شکل، رفتار طیفی، اطلاعات آماری پدیده‌ها و همچنین تن رنگ و ... صورت گرفت. پس از مرحله قطعه‌بندی، بر پایه ساختار سلسله مراتبی کدهای نوشته شده در نرم‌افزار eCognition و با تکنیک آنالیز شی‌گرا، به‌منظور شناسایی و تفکیک کاربری اراضی انجام می‌شود. طبقه‌بندی

1- Mahalanobis Distance
2- Minimum Distance
3- Maximum Likelihood
4- Support Vector Machine
5- Neural Net
6- Segmentation

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

شی‌گـرا دارای مزایـایی چـون افـزایش دقت طبقه‌بندی توسط طبقه‌بندی کننده‌های ساده بـه علـت داشـتن اطلاعـات مفیـدتر نسـبت بـه طبقـه‌بنـدی کننـده‌هـای پیکسل پایه می‌باشد.

جهت ارزیابی صحت و مقایسه نقشه‌های حاصل، از صحت کلی و ضریب کاپا استفاده شده است. زمانی که نمونه برداری از پیکسل‌ها به عنوان الگوی کلاس‌های طیفی یا اطلاعاتی صورت می‌گیرد، ارزیابی بازتاب طیفی کلاس‌ها و تفکیک پذیری آن‌ها نیز تواما قابل انجام است (علوی‌پناه، ۱۳۸۴). لذا برای اطمینان از صحت طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی دقت طبقه‌بندی می‌شود. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده بوده و در نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده از تصاویر سنجش از دور بایستی حداقل ۸۵٪ باشد (Jensen, 2015). در این تحقیق برای ارزیابی صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی از نقاط کنترلی کاملا تصادفی که از تصاویر گوگل ارث برداشت شد برای کنترل صحت و دقت نقشه‌ها استفاده شد. این نقاط از مناطق همگن برداشت شد تا میزان خطای انسانی به حداقل برسد و همچنین در کنترل صحت نقشه‌های سال ۱۹۸۷ میلادی مصادف با ۱۳۶۶ خورشیدی، به علت عدم وجود اطلاعات در آن زمان انتخاب نقاط بارز در کاربری‌های مختلف به صورت کاملا تصادفی، برای کنترل صحت و دقت نقشه‌ها انتخاب شدند. علاوه بر این دقت کاربر[1] و دقت تولید کننده[2] دو پارامتری هستند که به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای کلاس‌های مختلف به صورت مجزا تعریف می‌گردند که هر دو آن‌ها با استفاده از ماتریس خطا محاسبه می‌شوند. دقت تولید کننده، بیانگر دقت طبقه‌بندی پیکسل‌های مربوط به یک کلاس خاص در نقشه واقعیت زمینی می‌باشد. به بیان دیگر این عدد بیانگر احتمال این است که طبقه‌بندی کننده پیکسلی را به یک کلاس خاص نسبت داده باشد، در صورتی که کلاس واقعی آن مشخص باشد، محاسبه دقت تولید کننده برای هر کلاس به صورت زیر خواهد بود:

رابطه (۴)
$$P.A._j = \frac{x_{jj}}{\sum_{i=1}^{r} x_{ij}}$$

به این صورت نسبت عنصر قطری هر کلاس به جمع مقادیر هر ستون (هر کلاس) معادل دقت تولید کننده آن خواهد بود. زمانی که بیان می‌شود دقت تولید کننده یک کلاس ۸۲ درصد است به این معنی است که ۸۲ درصد از پیکسل‌های آن کلاس در واقعیت زمینی درست طبقه‌بندی شده‌اند. اما آن‌چه معمولا برای استفاده کنندگان مهم است دقت کاربر است. دقت کاربر بیانگر احتمال طبقه‌بندی یک کلاس خاص مطابق با همان کلاس در نقشه واقعیت زمینی می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

رابطه (۵)
$$U.A._i = \frac{x_{ii}}{\sum_{j=1}^{r} x_{ij}}$$

بنابراین دقت کاربر معادل نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به مجموع پیکسل‌های یک سطر (کلاس) می‌باشد. زمانی که بیان می‌شود دقت کاربر برای یک کلاس معادل ۹۲/۵ درصد می‌شود و به این معنی است که ۹۲/۵ درصد پیکسل‌هایی که در نقشه خروجی به آن کلاس نسبت داده شده‌اند واقعا به کلاس آن متعلق می‌باشند. بر اساس دو دقت یاد شده دو خطای Ommission و Commission به صورت زیر تعریف می‌شوند:

رابطه (۶)
$$C_e = 1 - U.A.$$

1- User's Accuracy
2- Producer's Accuracy

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

$O_e = 1- P.A.$ رابطه (۷)

این دو خطا نیز بر اساس اطلاعات ماتریس خطا برای هر کلاس مجزا محاسبه می‌شود. خطای Commission که بر اساس دقت کاربر محاسبه می‌گردد، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع متعلق به کلاس مورد نظر نیستند ولی طبقه‌بندی کننده آن‌ها را جز آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای Ommission مربوط به آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت، مربوط به کلاس مورد نظر است ولی جز کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱). پارامترها و معیارهای مختلفی برای محاسبه‌ی دقت نتایج طبقه‌بندی تا به حال پیشنهاد شده است در این تحقیق نیز با پارامترهایی که توضیح آن‌ها بیان شد صحت و دقت طبقه‌بندی مورد بررسی قرار می‌گیرد. الگوریتمی که بالاترین صحت و دقت را داشته باشد مبنای آشکارسازی قرار خواهد گرفت.

از آنجایی که تغییرات در کاربری اراضی به عنوان تغییرات برگشت ناپذیری تلقی می‌شوند، دسترسی به آمار و اطلاعات بروز و بهنگام شده و آگاهی از روند این تغییرات از عوامل کلیدی در برنامه ریزی‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و ابزارهای مدیریت در هر سازمانی می‌باشد، که این امر با کاربرد فرایند آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میسر خواهد شد. آشکارسازی تغییرات که منجر به ایجاد یک ماتریس دوسویه می‌شود و تغییرات انواع اصلی کاربری اراضی را در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد، در این تحقیق انجام گرفت. تحلیل جدول‌بندی متقاطع بر اساس پیکسل بر پیکسل تعیین کمیت تبدیلات از یک طبقه‌ی کاربری ویژه به طبقه‌ی کاربری دیگر و مساحت‌های مرتبط به این تغییرات در دوره‌ی زمانی مورد نظر را تسهیل می‌کند. یک لایه‌ی موضوعی جدید حاوی طبقات تغییرات from-to نیز برای هر مقطع زمانی تولید می‌شود که می‌توان از این نقشه‌ها برای مشخص کردن میزان، موقعیت و ماهیت تغییرات نشان داده شده استفاده نمود (Howarth and Wickware, 1981). در این مطالعه، یک فرآیند همپوشانی با استفاده از GIS برای اکتساب تغییرات مکانی در کاربری اراضی در طول بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش، ابتدا نقشه‌ی طبقه‌بندی اولین زمان و سپس نقشه‌ی زمان دوم اضافه شده و تغییرات پیکسل به پیکسل میان طبقات دو نقشه توسط نرم افزار توصیف و منجر به تهیه‌ی نقشه‌ی تغییرات و لایه‌ی from-to می‌گردد.

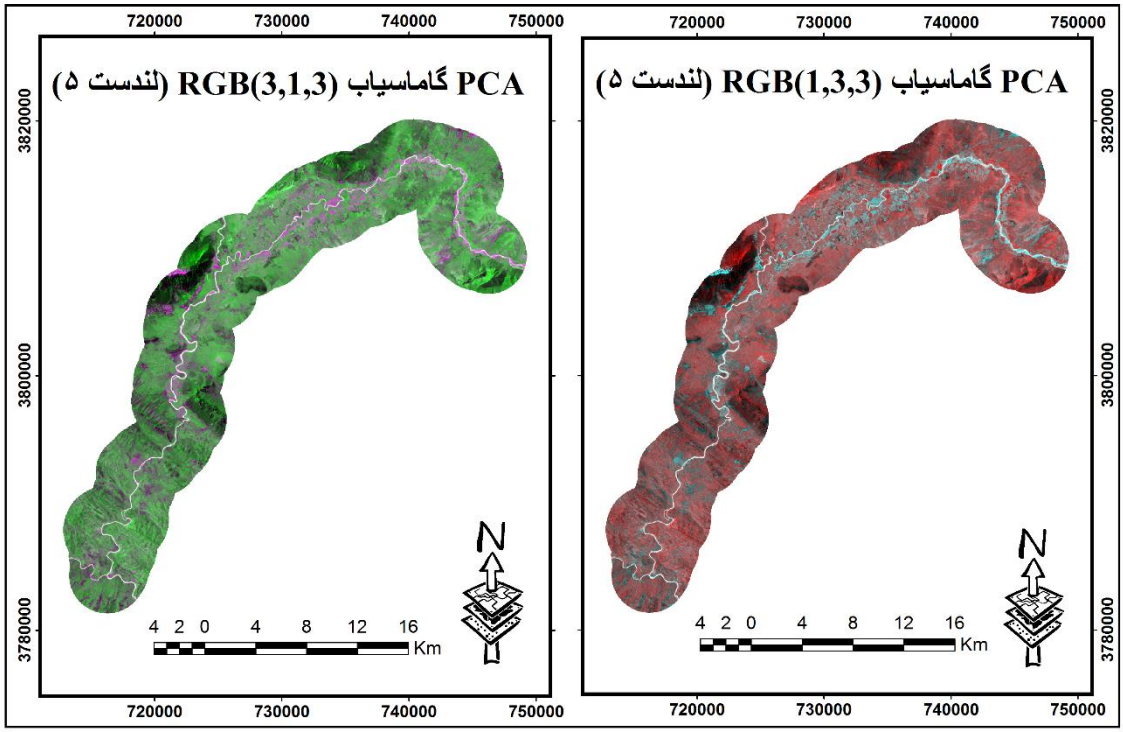
شرح و تفسیر نتایج

در این تحقیق PCA برای شش باند سنجنده‌ی TM و هفت باند OLI اعمال شد، مولفه اول PCA حاوی اطلاعاتی است که بیشترین واریانس را در بین مولفه‌های دیگر دارد. در این تحقیق همان طور که در شکل‌های ۳ و۴ ملاحضه می‌شود رودخانه و سایر عوارض در تصاویر حاصل از PCA برای هر دو سنجنده به خوبی نمایان است و علاوه بر آن می‌تواند برای استخراج مسیر رودخانه مورد استفاده قرار گیرد. کاربرد دیگر PCA که شاید کمتر به آن توجه شده است و در این تحقیق بکار رفته است، استفاده در طبقه‌بندی تصاویر است. لیراستک[1] باندهای یک سنجنده با PCA همان باندها، منتهی به شناسایی عوارضی می‌شود که شاید با هر تصویر دیگر نتوانیم این عوارض را شناسایی کنیم.

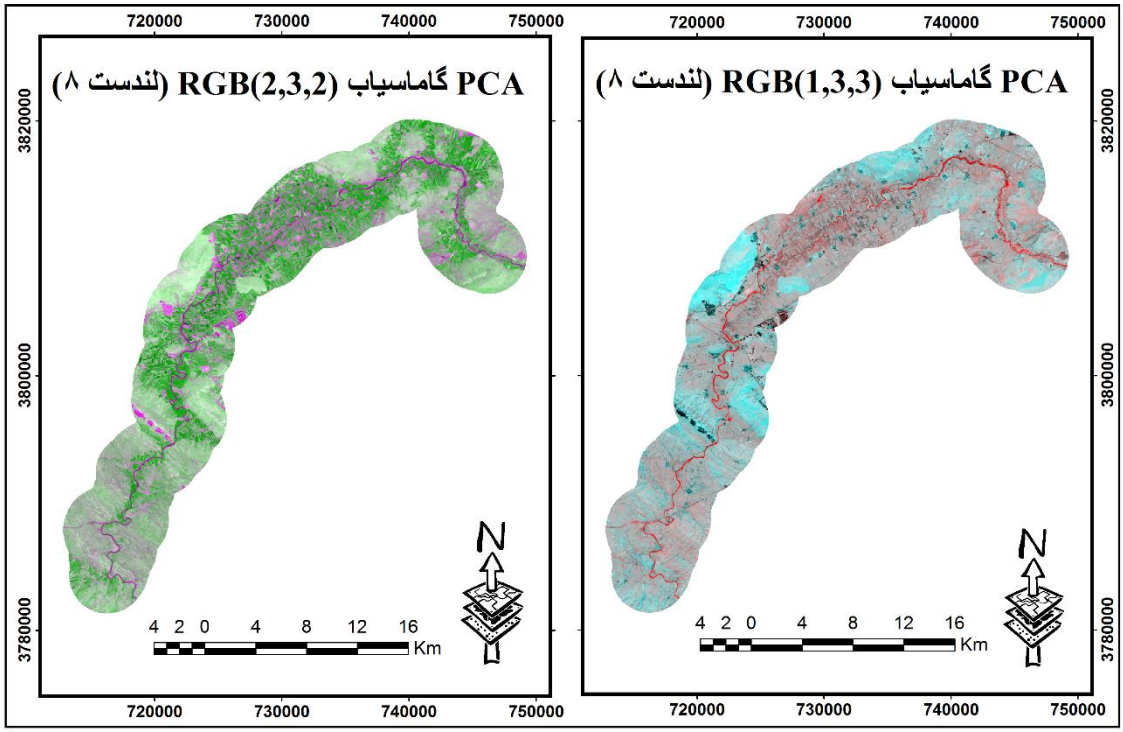
1- Layer Stack

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]



شکل ۳. تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی سنجنده TM



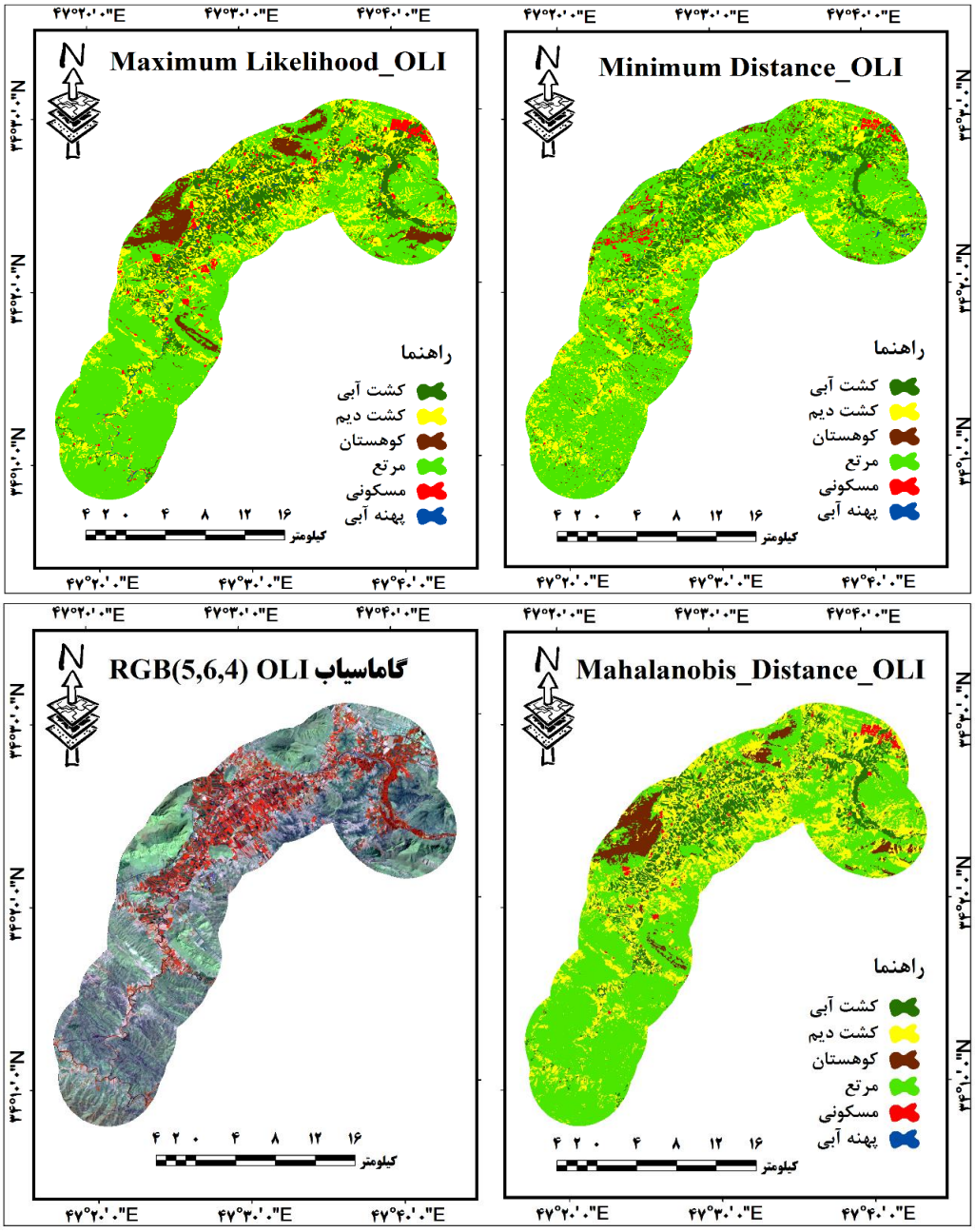
شکل ۴. تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی سنجنده OLI

با بازدیدهای میدانی و ارزیابی شرایط منطقه مورد مطالعه، این منطقه به شش کلاس به قرار زیر طبقه‌بندی شد: ۱- کشت آبی ۲- کشت دیم ۳- کوهستان ۴- مرتع ۵- مسکونی ۶- پهنه آبی. در این تحقیق علی‌رغم نمونه گیری و تعلیم

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

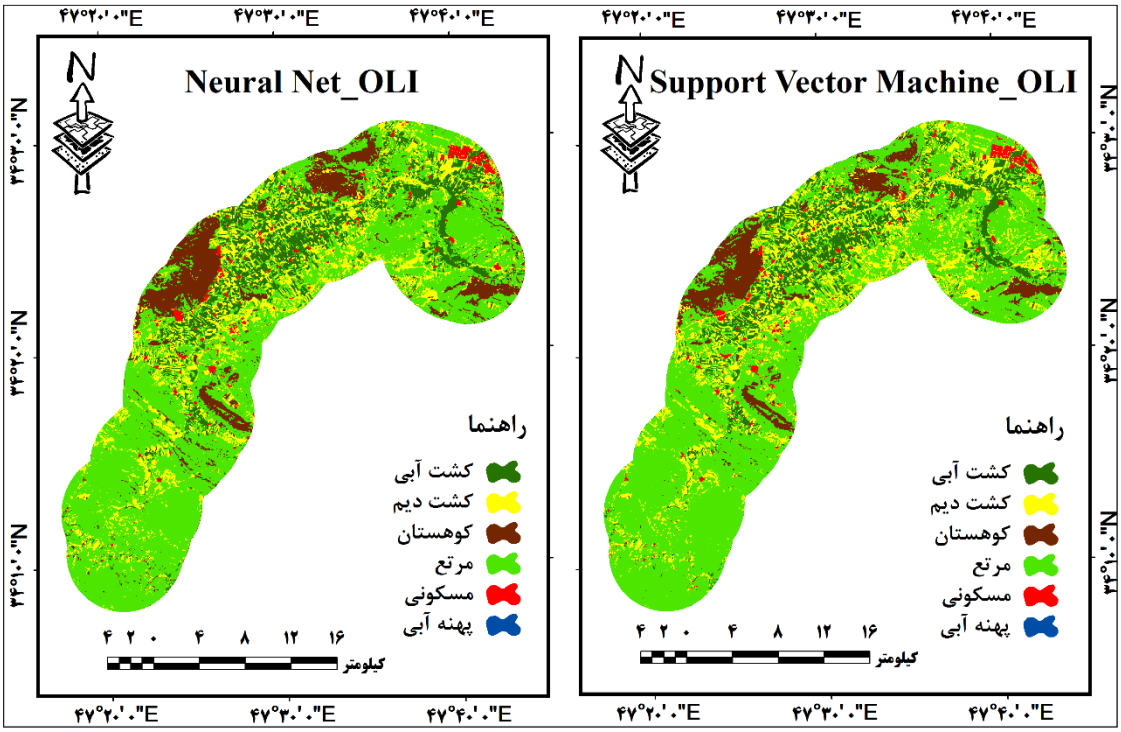
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

خوب طبقه‌بندی کننده، برخی از کلاس‌ها در بعضی الگوریتم‌ها بیش از مقدار واقعی برآورد شده‌اند، هر چند ماتریس خطا صحت مطلوبی را برای آن‌ها نشان می‌دهد. همان طور که در شکل ۵ ملاحضه می‌کنید برای سنجنده OLI تمامی روش‌ها به جز روش حداقل فاصله از میانگین، روش‌های دیگر، نتیجه مطلوبی داشته‌اند. این روش کوهستان را به درستی استخراج نکرده و بعضی کاربری‌ها را به اشتباه مناطق مسکونی در نظر گرفته است. جدول ۱ صحت کلی و ضریب کاپا را برای سنجنده OLI نشان می‌دهد. همان طور که ملاحضه می‌کنید روش حداکثر احتمال با صحت کلی ۸۸/۴۳ و ضریب کاپای ۰/۸۵ بهترین جواب را به ما می‌دهد. اما همان طور که قبلا بیان شد دقت کاربر و دقت تولید کننده دو پارامتری هستند که به منظور ارزیابی دقت طبقه‌بندی برای کلاس‌های مختلف به‌صورت مجزا به‌کار می‌رود. جدول ۲ به این دو پارامتر پرداخته است.



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]



شکل ۵. نتایج حاصل از الگوریتم‌های طبقه‌بندی بر روی سنجنده OLI

جدول ۱. صحت کلی و ضریب کاپا برای سنجنده OLI

	Mahalanobis Distance	Maximum Likelihood	Minimum Distance	Neural Net	Support Vector Machine
صحت کلی (درصد)	۸۴/۵۴	۸۸/۴۳	۶۶/۷۲	۸۵/۰۳	۸۶/۱۸
ضریب کاپا	۰/۸۰	۰/۸۵	۰/۵۷	۰/۸۰	۰/۸۲

جدول ۲. دقت کاربر و تولید کننده برای سنجنده OLI

کاربری	ماهالانوی		حداکثر احتمال		حداقل فاصله از میانگین		شبکه عصبی		ماشین بردار پشتیبان	
	تولید کننده	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*
آبی	۹۵/۲۹	۹۹/۲۵	۹۷/۱۰	۹۸/۱۷	۹۴/۲۰	۹۹/۲۴	۹۵/۶۵	۹۷/۴۲	۹۶/۳۸	۹۸/۵۲
دیم	۸۳/۶۹	۸۵/۳۸	۸۵/۲۱	۹۱/۶۴	۷۶/۵۲	۸۷/۶۱	۷۸/۶۶	۹۳/۳۱	۷۹/۵۷	۹۳/۵۵
کوهستان	۷۷/۱۹	۹۶/۷۰	۹۰/۹۴	۹۴/۵۳	۱۱/۴۰	۳۷/۸۶	۹۴/۱۵	۸۲/۷۸	۹۱/۲۳	۹۰/۹۶
مرتع	۹۶/۱۲	۶۲/۲۲	۹۱/۴۱	۷۲/۶۹	۸۵/۰۴	۴۲/۴۰	۸۷/۸۱	۶۶/۳۲	۸۹/۴۷	۶۴/۳۴
مسکونی	۶۴/۶۷	۱۰۰	۷۸/۴۴	۹۴/۲۴	۵۹/۲۸	۶۸/۲۸	۷۹/۰۴	۹۹/۲۵	۸۵/۰۳	۹۹/۳۰
پهنه آبی	۵۰	۱۰۰	۶۳/۶۴	۶۸/۷۳	۴۵/۴۵	۵۸/۸۲	۰	۰	۳۱/۸۲	۸۷/۵۰

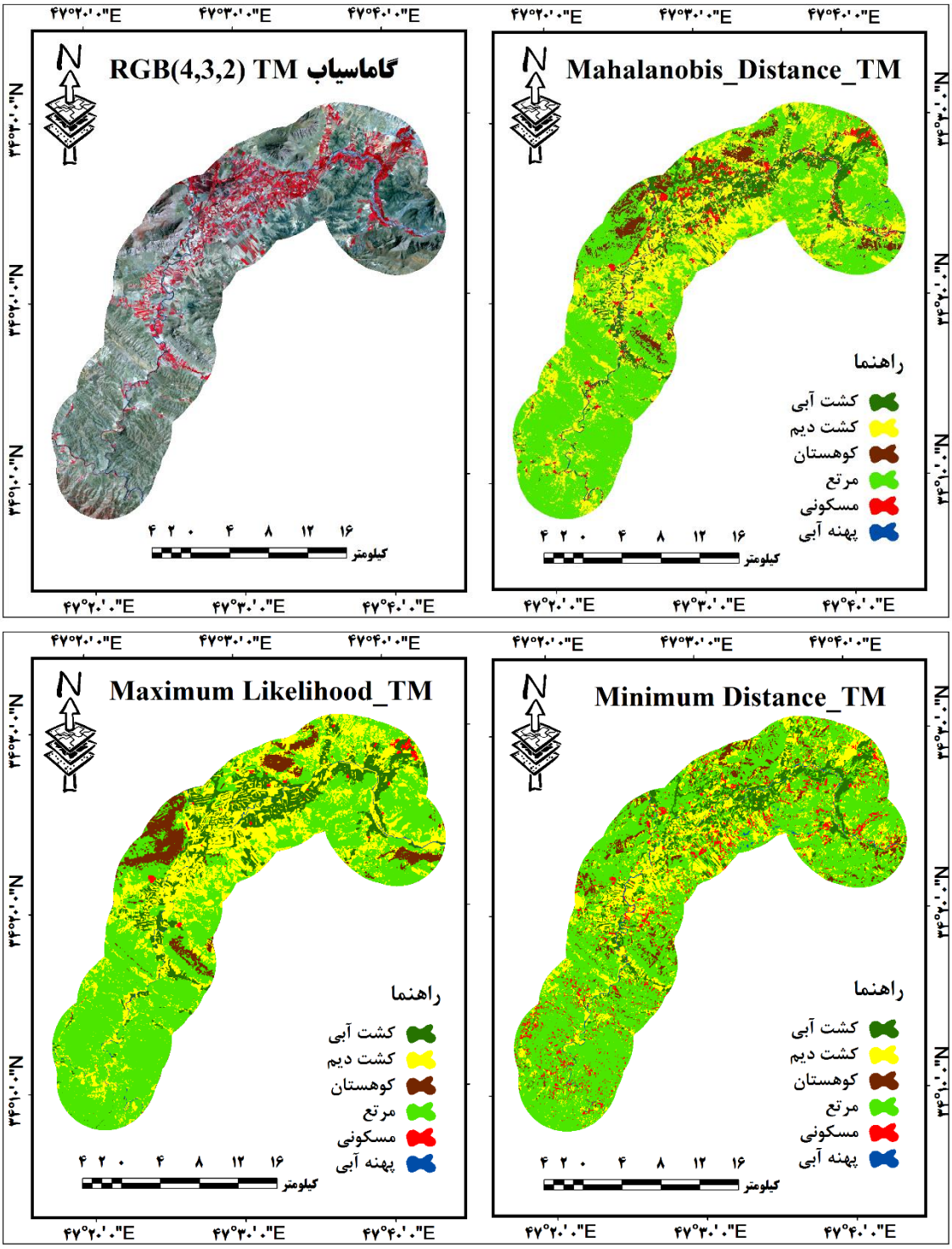
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

دقت تولید کننده شبکه عصبی برای پهنه آبی صفر را نشان می‌دهد به این معنی که این الگوریتم قادر به استخراج و جدا سازی این کلاس نمی‌باشد دقت تولید کننده الگوریتم مذکور برای سایر کلاس‌ها مطلوب ارزیابی می‌شود. الگوریتم حداقل فاصله از میانگین به خوبی قادر به استخراج کوهستان نمی‌باشد، دقت تولید کننده این الگوریتم مقدار ۱۱/۴۰ درصد می‌باشد. بنابراین می‌توان پایین بودن صحت کلی و ضریب کاپا برای الگوریتم مذکور را به‌خوبی درک کرد. شکل ۶ نتایج طبقه‌بندی بر روی سنجنده TM را نشان می‌دهد. الگوریتم حداکثر احتمال تمامی کاربری‌ها را به طرز مطلوبی استخراج کرده با مراجعه به صحت کلی و ضریب کاپای این الگوریتم که در جدول ۳ نیز آمده است ملاحضه می‌شود که دارای صحت کلی ۸۸/۲۹ درصد و ضریب کاپای ۰/۸۵ می‌باشد. از میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده، روش حداکثر احتمال تاکنون به عنوان دقیق‌ترین و پراستفاده‌ترین روش‌ها ذکر شده است. طبقه‌بندی حداکثر احتمال یکی از معروف‌ترین روش‌های آماری طبقه‌بندی است. بر اساس این روش، کلاس به پیکسل موردنظر انتساب داده می‌شود که احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس وجود دارد. طبقه‌بندی بیشترین شباهت با استفاده از فرمول توزیع نرمال چند بعدی، سطوح تصمیم گیری را به شکل کوادرتیک تشکیل می‌دهد که در نتیجه این سطوح شکل سهمی، بیضوی و دایره‌ای خواهند داشت. این شکل از سطوح تصمیم‌گیری، انعطاف بیشتری در تقسیم بندی فضایی چند طیفی به‌دست می‌دهد که باعث تمایز دقیق‌تری نسبت به تقریب خطی – صفحه‌ای در طبقه‌بندی کوتاه‌ترین فاصله می‌شود.

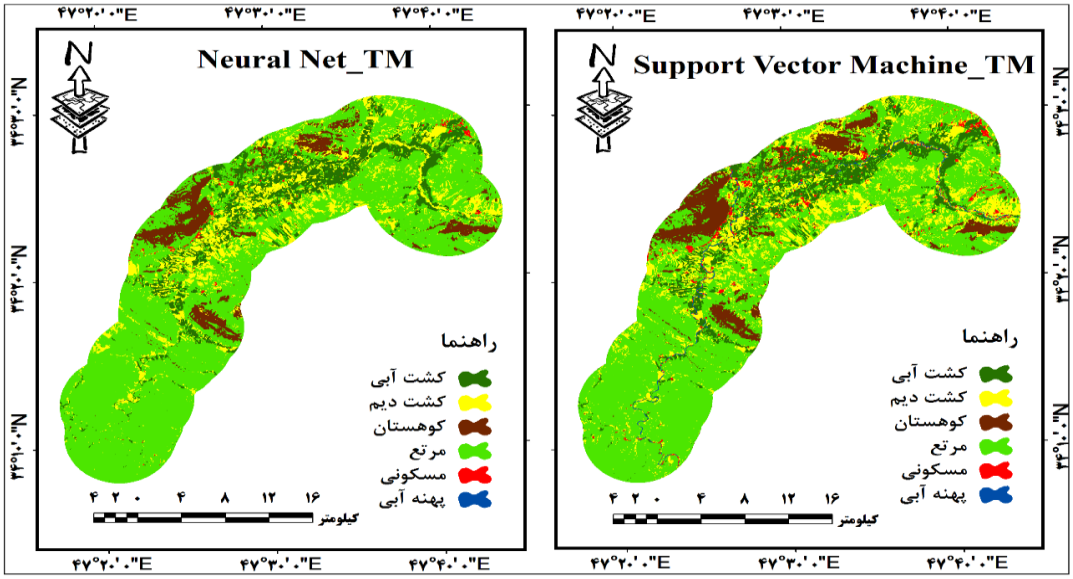
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]



شکل ۶. نتایج حاصل از الگوریتم‌های طبقه‌بندی بر روی سنجنده TM

جدول ۳. صحت کلی و ضریب کاپا برای سنجنده TM

	Mahalanobis Distance	Maximum Likelihood	Minimum Distance	Neural Net	Support Vector Machine
صحت کلی (درصد)	۸۱/۷	۸۸/۲۹	۶۹/۱۹	۸۲/۵۰	۸۶/۲۹
ضریب کاپا	۰/۷۶	۰/۸۵	۰/۶۰	۰/۷۷	۰/۸۲

همان گونه که در جدول ۳ نیز آمده است الگوریتم ماشین بردار پشتیبان با ضریب کاپای ۰/۸۲ می‌تواند خروجی قابل قبولی را ارائه نماید، علاوه‌بر این با توجه به جدول ۴ دارای دقت تولید کننده‌ی تقریبا بالایی در تمامی کلاس‌ها می‌باشد. مطلب دیگر که در طبقه‌بندی سنجنده‌ی TM نسبت به سنجنده‌ی دیگر بارزتر است مقدار بالای دقت تولید کننده برای کلاس پهنه‌ی آبی می‌باشد، که در شکل‌های مربوطه، تقریبا در تمامی الگوریتم‌ها رودخانه به درستی استخراج شده که علت آن پرآب بودن رودخانه در این برهه از زمان است.

جدول ۴. دقت کاربر و تولید کننده برای سنجنده TM

کاربری	ماشین بردار پشتیبان		شبکه عصبی		حداقل فاصله از میانگین		حداکثر احتمال		ماهالانوبی	
	کاربر	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*	*کاربر*	*تولید کننده*
آبی	۱۰۰	۹۵/۳۷	۱۰۰	۹۷/۵۱	۱۰۰	۹۱/۱۰	۱۰۰	۹۲/۸۸	۱۰۰	۹۳/۲۴
دیم	۸۷/۸۸	۷۱/۶۹	۸۶/۳۴	۷۵/۲۸	۸۴/۱۰	۷۸/۴۳	۸۶/۲۷	۸۴/۷۲	۸۵/۱۹	۸۲/۷۰
کوهستان	۹۷/۵۸	۹۱/۵۶	۹۵/۵۳	۷۶/۳۰	۸۶/۹۶	۱۲/۹۹	۹۷/۷۵	۸۴/۷۴	۹۱/۷۶	۵۴/۲۲
مرتع	۷۱/۶۳	۹۶/۴۸	۶۴/۵۰	۹۷/۰۲	۴۸/۵۹	۸۸/۶۲	۸۱/۴۳	۹۲/۶۸	۶۷/۶۷	۹۷/۰۲
مسکونی	۸۱/۸۲	۷۴/۱۲	۹۵/۰۰	۴۴/۷۱	۵۷/۵۵	۷۱/۷۶	۸۵/۸۸	۸۵/۸۸	۷۲/۹۴	۷۲/۹۴
پهنه آبی	۱۰۰	۶۰/۰۰	۰	۰	۱۰۰	۴۶/۶۷	۳۹/۳۹	۸۶/۶۷	۸۴/۶۲	۷۳/۳۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

بنا بر روابط ۶ و ۷ دو پارامتر دیگر از ماتریس خطا به‌دست می‌آید، که برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی می‌توان از آن استفاده کرد. در واقع خطای Ommission به تعداد پیکسل‌ها یا درصد پیکسل‌هایی که از دست رفته و الگوریتم مربوطه نتوانسته آن‌ها را درست طبقه‌بندی کند اطلاق می‌شود. به عنوان مثال در الگوریتم حداقل فاصله از میانگین دقت تولید کننده برای کاربری کوهستان ۱۲/۹۹ درصد می‌باشد بنابراین مقدار ۸۷/۰۱ درصد از پیکسل‌ها از دست رفته است. در نتیجه خطای Ommission به آن دسته از پیکسل‌ها اشاره دارد که به اشتباه در کاربری دیگر قرار گرفته‌اند. بر این اساس نیز خطای Commission به آن دسته از پیکسل‌ها اشاره دارد که متعلق به کاربری x نمی‌باشند ولی مطابق روش به‌کار رفته به اشتباه در این کاربری قرار گرفته‌اند. مثال دیگر در الگوریتم شبکه عصبی مقدار دقت کاربر برای کاربری مرتع ۶۶/۳۲ درصد می‌باشد، پس بنا به آن‌چه که بیان شد خطای Commission برای این کاربری ۳۳/۶۸ درصد می‌باشد. پس می‌توان نتیجه گرفت هر اندازه خطای Ommission و Commission کم‌تر باشد نقشه حاصل از طبقه‌بندی، به واقعیت زمینی نزدیک‌تر است. در این تحقیق نیز با بررسی این دو پارامتر برای الگوریتم‌های به‌کار رفته می‌توان به این نتیجه رسید که میانگین خطای Ommission و Commission کاربری‌های مختلف الگوریتم حداکثر احتمال نسبت به الگوریتم‌های دیگر مقدار کمتری را نشان می‌دهد. جدول ۵ صحت کلی و ضریب کاپا و سایر فاکتورها را برای هر کدام از تصاویر، که به روش شی‌گرا طبقه‌بندی شده‌اند را نشان می‌دهد این مقادیر نسبت به الگوریتم‌های پیکسل پایه مقادیر بالاتری را نشان می‌دهند. یکی از مهم‌ترین دلایل دست‌یابی به دقت بالا در روش طبقه‌بندی شی‌گرا با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه این است که در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مربوط به بافت، شکل، موقعیت و محتوا نیز در فرایند طبقه‌بندی استفاده می‌شود. مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق با یافته‌های محققانی از جمله؛ الاحمدی و هامس[1]، چین[2] و همکاران، راهداری و همکاران(۱۳۹۵) که در اکثر این مطالعات نتایج حاصل از طبقه‌بندی شی‌گرا و روش‌حداکثر احتمال را به به عنوان دقیق‌ترین روش جهت تهیه نقشه کاربری اراضی معرفی کرده‌اند مطابقت دارد. نتایج نشانگر این واقعیت است که روش‌های اعمال‌شده این مطالعه، دقیق بودن تکنیک شی‌گرا با بکارگیری پارامترهای تاثیرگذار و توسعه قوانین جهت اصلاح طبقه‌بندی اولیه شی‌گرا را به اثبات می‌رساند. علاوه بر این مزیت استفاده از روش‌های شی‌گرا نسبت به روش‌های پیکسل‌پایه، آن است که، در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی و داده‌های آماری، می‌توان از شاخص‌های متعدد دیگری از جمله شکل، بافت، رنگ، ابعاد و ارتفاع پدیده‌ها در تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده نمود.

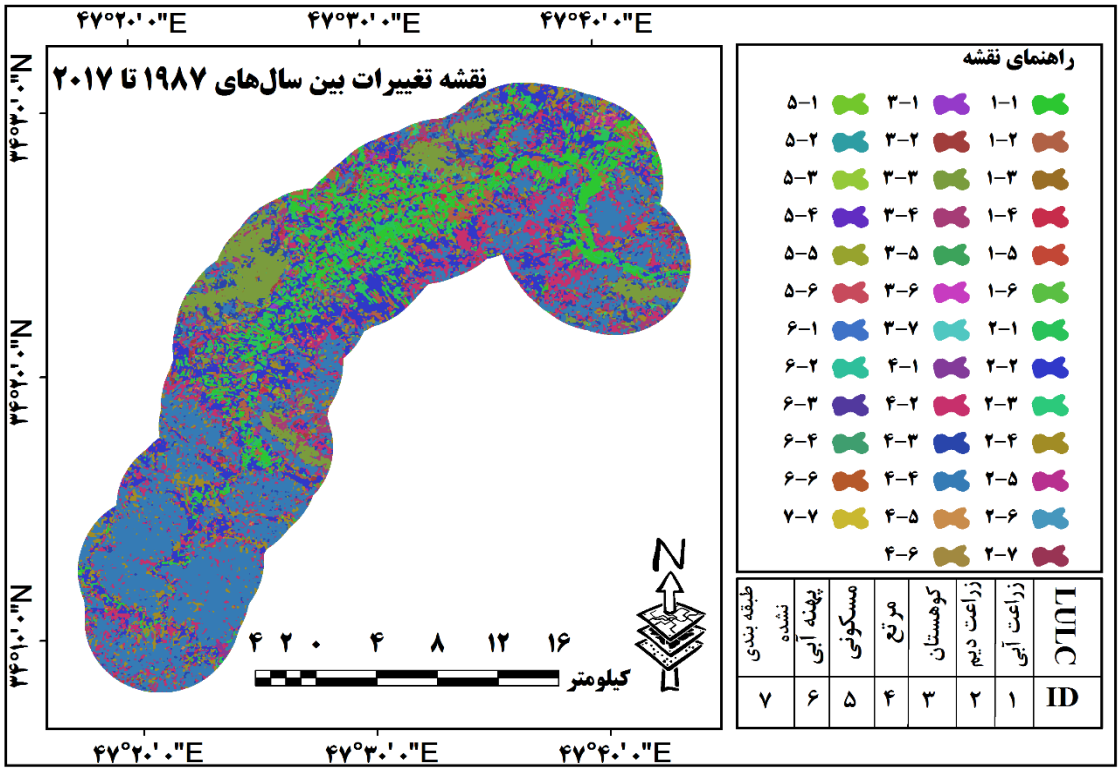
جدول ۵. بررسی صحت طبقه‌بندی شی‌گرای سنجنده‌های مورد استفاده

سنجنده		کاربری‌ها						صحت سنجی	
		آبی	دیم	کوهستان	مرتع	مسکونی	پهنه آبی	صحت کلی	ضریب کاپا
TM	تولید کننده	۹۰/۹۷	۹۱/۱۵	۹۵/۰۵	۹۳/۴۳	۸۳/۴۳	۵۴/۵۵	۹۲/۵۲	۰/۹۰
	کاربر	۹۲/۵۹	۸۱/۷۸	۹۸/۶۳	۹۴/۱۵	۱۰۰	۶۳/۱۶		
OLI	تولید کننده	۹۱/۸۲	۸۷/۳۵	۹۲/۱۵	۹۶/۹۸	۸۴/۸۵	۷۳/۹۱	۹۱/۶۳	۰/۸۹
	کاربر	۹۸/۳۲	۸۰/۶۰	۹۹/۳۱	۸۷/۸۳	۱۰۰	۹۴/۴۴		

1- Al-Ahmadi and Hames
2- Chen

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

آشکارسازی نهایی تغییرات با استفاده از نقشه‌های حاصل از روش شی‌گرا به دلیل دقت بالای آن‌ها انجام گرفته است. شکل ۷ نتیجه‌ی آشکارسازی کلی تغییرات بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ را نشان می‌دهد. جدول ۶ نتیجه تغییرات تمامی کلاس‌ها را نشان می‌دهد. نگاهی کلی به این دوره‌ی ۳۰ ساله نشان می‌دهد که زراعت آبی و زراعت دیم به ترتیب افزایشی ۲۴۱۸/۷۹، ۷۱۹/۶۱ هکتاری، مراتع و کوهستان نیز کاهشی ۲۸۴۸/۸۶، ۶۲۲/۴۷ هکتاری داشته‌اند. کلاس مسکونی و عوارض انسان ساخت نیز افزایشی ۴۲۸/۸۵ هکتاری یا رشدی ۱۷۸/۸۷ درصدی را نشان می‌دهد. این در حالی است که کلاس پهنه آبی یا همان رودخانه ۵۷/۰۲ درصد از آن به کاربری‌های دیگر خصوصاً زراعت آبی و دیم تغییر کرده است که این امر تصرف بستر و حریم رودخانه است که می‌تواند علاوه‌بر تغییر رژیم هیدرولوژیکی رودخانه، در زمان طغیان رودخانه خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری را به بار آورد.



شکل ۷. نقشه تغییرات LULC بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

جدول ۶. ماتریس تغییرات بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

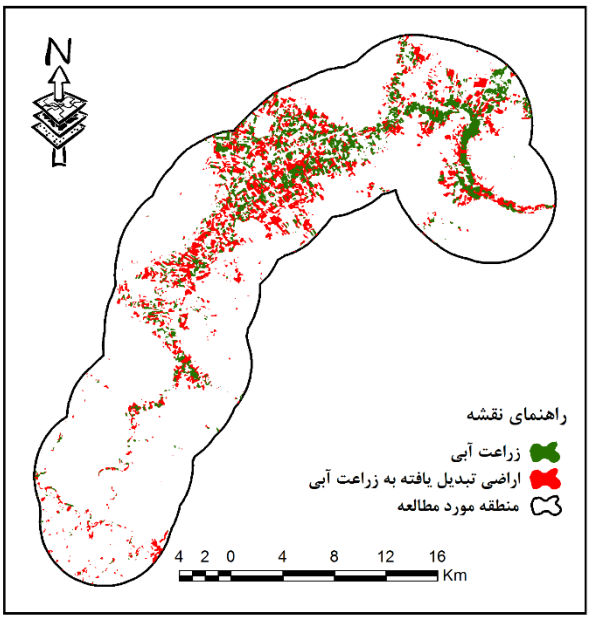
۲۰۱۷	۱۹۸۷					
	زراعت آبی	زراعت دیم	کوهستان	مرتع	مسکونی	پهنه آبی
زراعت آبی	۴۴۹۴/۶۰	۴۹۵۹/۹۰	۱۸۹	۹۸۱/۷۲	۴۸/۶۰	۸۰/۱۰
زراعت دیم	۳۳۸۰/۱۳	۱۰۰۹۸/۹۹	۷۶۵/۳۶	۶۵۷۷/۵۶	۱۶۴/۷۰	۶۸/۳۱
کوهستان	۹۰/۴۵	۶۰۲/۷۳	۱۱۰۱۵۷/۴۸	۲۰۹۷/۹۹	۹/۹۹	۴/۴۱
مرتع	۲۸۵/۲۱	۴۱۹۵/۰۸	۲۴۳۲/۷۹	۱۹۹۶۱/۷۳	۵۴/۵۴	۳/۰۶
مسکونی	۷۱/۰۱	۴۴۱/۹۹	۳۸/۴۳	۱۵۵/۴۳	۲۶۶/۸۵	۰/۱۸
پهنه آبی	۱۴/۳۱	۳۶/۶۳	۱/۴۴	۶/۴۸	۰/۳۶	۱۳/۷۷

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

برای اراضی تبدیل یافته به زراعت آبی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ با توجه به جدول ۷ می‌توان گفت ۷۹/۲۴ درصد از کل تبدیلات به زراعت آبی مربوط به زراعت دیم است. این آمار برای عرصه‌های مرتعی معادل ۹۸۱/۷۲ هکتار است. علاوه‌بر این در این بازه‌ی زمانی ۸۰/۱۰ هکتار از بستر رودخانه تحت کشت آبی قرار گرفته است. این آمار یعنی استفاده بی‌رویه از آب‌های زیر زمینی و رودخانه گاماسیاب در این دوره‌ی ۳۰ ساله بصورت بی‌رویه ادامه داشته است. شکل ۸ این تغییرات را به خوبی نشان می‌دهد.

جدول ۷. اراضی تبدیل یافته به زراعت آبی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

طبقه	مساحت (هکتار)	درصد تغییرات
دیم به زراعت آبی	۴۹۵۹/۹۰	۷۹/۲۴
کوهستان به زراعت آبی	۱۸۹	۳/۰۲
مرتع به زراعت آبی	۹۸۱/۷۲	۱۵/۶۸
مسکونی به زراعت آبی	۴۸/۶۰	۰/۷۸
پهنه آبی به زراعت آبی	۸۰/۱۰	۱/۲۸



شکل ۸. اراضی تبدیل یافته به زراعت آبی بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

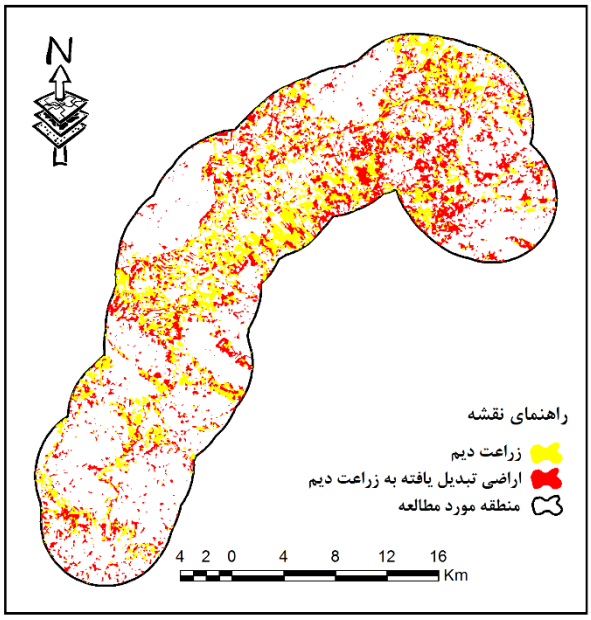
برای اراضی تبدیل یافته به زراعت دیم بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ با توجه به جدول ۸، ۶۵۷۷/۵۶ هکتار از عرصه‌های مرتعی زیر کشت دیم رفته‌اند، این مقدار ۶۰/۰۳ درصد از کل تبدیلات به زراعت دیم را شامل می‌شود. کشت مراتع باعث آلودگی خاک‌های با انواع آلاینده‌های شیمیایی به ویژه فلزات سنگین می‌شود که از جمله چالش‌های مهم توسعه‌ی کشاورزی و در نتیجه توسعه‌ی روستایی به شمار می‌رود. این آلاینده‌ها با استفاده از انواع کودهای آلی و شیمیایی، پساب‌های شهری، آفت کش‌ها، علف کش‌ها و بسیاری دیگر از فرایندهای کشاورزی به طور محلی بر خاک اثر می‌گذارند. علاوه‌بر این شخم مراتع باعث تسریع فرسایش خاک شده و خطر سیل‌خیزی منطقه را افزایش می‌دهد. بر اساس جدول ۸ مقدار ۶۸/۳۱ هکتار از بستر رودخانه زیر کشت دیم رفته است. ادامه‌ی این روند به تغییر مسیر رودخانه می‌انجامد که در زمان طغیان رودخانه می‌تواند خسارات جبران ناپذیری را به بار آورد. شکل ۹ نیز این تغییرات را به خوبی نشان می‌دهد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

جدول ۸. اراضی تبدیل یافته به زراعت دیم بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

طبقه	مساحت (هکتار)	درصد تغییرات
زراعت آبی به زراعت دیم	۳۳۸۰/۱۳	۳۰/۸۵
کوهستان به زراعت دیم	۷۶۵/۳۶	۶/۹۹
مرتع به زراعت دیم	۶۵۷۷/۵۶	۶۰/۰۳
مسکونی به زراعت دیم	۱۶۴/۷۰	۱/۵۰
پهنه آبی به زراعت دیم	۶۸/۳۱	۰/۶۲



شکل ۹. اراضی تبدیل یافته به زراعت دیم بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

تغییرات پوشش اراضی در طول زمان، روند تخریب در عرصه‌های طبیعی را به صورت کمی و با دقت بالا بیان نماید؛ بنابراین، با توجه به تغییرات پوشش اراضی در بازه مورد مطالعه، می‌توان بیان کرد که در محدوده مورد مطالعه، اراضی کشاورزی و مسکونی افزایش داشته‌اند و با فناوری سنجش از دور و تکنیک‌های شی‌گرا امکان آشکارسازی تغییرات کاربری‌ها با دقت قابل قبول وجود دارد. نتایج به دست آمده از نقشه‌ها و اطلاعات آماری موجود، نشان دهنده این واقعیت می‌باشد در فاصله زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ مهم‌ترین تغییر افزایش کلاس مسکونی خصوصا در اطراف شهر صحنه بوده است. بنابرین با توجه نتایج به دست آمده می‌توان به اختصار بیان کرد که: ۱) تکنیک‌های شی‌گرا در صورت رعایت تمامی موارد پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازشی دقیق‌تر از روش‌های دیگر همچون پیکسل‌پایه می‌باشند. ۲) آشکارسازی تغییرات با تکیه بر طبقه‌بندی شی‌گرا نتایج دقیق‌تری را ارائه می‌دهند. در نهایت، با توجه به این‌که آگاهی از الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن‌ها در طول زمان پیش‌نیازی برای استفاده مطلوب از سرمایه ملی است، از این رو استخراج نقشه‌های کاربری اراضی به عنوان مهمترین هدف در مدیریت کاربری‌های اراضی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. در حال حاضر استفاده از فناوری سنجش از دور به دلیل صرف هزینه‌های مالی کمتر، صرفه‌جویی بیشتر در زمان و ... بهترین وسیله در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی و تغییرات آن‌ها می‌باشد. در پایان بر اساس نتایج تحقیق حاضر، جهت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک مکانی بالا و روش طبقه‌بندی شی‌گرا که علاوه بر فاکتور طیفی، فاکتور مکانی را در فرآیند طبقه‌بندی اضافه کرده است پیشنهاد می‌گردد.

نتیجه‌گیری

شناسایی و کشف تغییرات پوشش اراضی می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان کمک کند تا عوامل مؤثر در تغییر کاربری و پوشش اراضی را شناسایی کرده و برای کنترل آنها برنامه‌ریزی مفیدی داشته باشند. برای همین، نقشه‌های با دقت و سرعت بالا لازم است و روش‌های پردازش شی‌گرا، این امکان را با دقت خیلی بالا محقق می‌سازد. در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دنبال یافتن بهترین روش به منظور طبقه‌بندی کاربری‌های مختلف در منطقه مورد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]
[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

مطالعه پرداخته شد و سپس به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی رخ داده در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۱۷ پرداخته شد. تعداد کاربری اراضی با توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه مورد مطالعه، برای تهیه نقشه پوشش زمین به شش کلاس تقسیم شده است. در این تحقیق، مقایسه‌ای میان روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم‌های مختلف و روش شی‌گرا جهت طبقه‌بندی دو تصویر سنجنده‌های TM و OLI استفاده گردید، و از نظر صحت طبقه‌بندی با استفاده از ضرایب صحت کلی، ضریب کاپا، صحت کاربر، صحت تولید کننـده، خطای Ommission و Commission مورد مقایسه و آنالیز آماری قرار گرفتند. نتـایج حاصل از آنالیز آماری ضرایب صحت نشان داد که در میان روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه، روش حداکثر احتمال با ضرایب کاپای ۰/۸۵ برای هر دو سنجنده از نتایج قابل قبولی جهت تهیه نقشه کاربری اراضی برخوردار هستند. همچنین با مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه و شی‌گرا، قابلیت بالای روش شی‌گرا نسبت به روش‌های پیکسل‌پایه از نظر دقت طبقه‌بندی با ضریب کاپای تقریبا ۰/۹۰ برای هر دو سنجنده محرز شد. آشکارسازی نهایی نیز بر اساس نقشه‌های حاصل از روش شی‌گرا انجام گرفت. نتایج نشان داد که افزایش زراعت آبی و دیم با کاهش کلاس مرتع همراه است، علاوه بر آن کلاس مسکونی نیز با افزایش همراه بوده است. این در حالی است که ۵۷/۰۲ درصد از کلاس پهنه آبی یا همان رودخانه کاهش یافته است. این امر تصرف بستر و حریم رودخانه را نشان می‌دهد که می‌تواند علاوه‌بر تغییر رژیم هیدرولوژیکی رودخانه، در زمان طغیان رودخانه خسارات جانی و مالی جبران ناپذیری را به بار آورد.

منابع

اکبری، الهه؛ محمد علی زنگنه اسدی و ابراهیم تقوی مقدم. ۱۳۹۵. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های مختلف تئوری آموزش آماری منطقه نیشابور. *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، **۲۰**: ۳۵-۵۰.

جباری، ایرج؛ نوشین پیروزی‌نژاد و محمد حسین رضایی مقدم. ۱۳۹۴. بررسی تغییرات الگوی رودخانه گاماسیاب در رابطه با تغییرات پشته‌های ماسه‌ای. *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، دوره بیست و ششم، **۲**: ۲۹۹-۳۲۰.

راهداری، وحید؛ سعیده ملکی؛ میثم راهداری؛ سعید محمودی؛ نیره پورملایی؛ محمد رضا علیمرادی؛ الهام آبتین؛ مهدی کدخدایی و سعید پورمنافی. تجارب و پیامدهای انتقال آب بین حوضه‌ای در جهان بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی در تهیه نقشه عمق آب و اراضی مجاور ذخیره‌گاههای آبی (مطالعه موردی: ذخیره‌گاههای آبی چاه نیمه‌های سیستان). *تحقیقات منابع آب ایران*، **۳۷**: ۱۳۰-۱۴۱.

علوی‌پناه، سید کاظم. ۱۳۸۴. *کاربرد سنجش از دور در علوم زمین*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

علوی‌پناه، سید کاظم. ۱۳۹۰. *اصول سنجش از دور نوین و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی*، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

فاطمی، سید باقر و یوسف رضایی. ۱۳۹۱. *مبانی سنجش از دور*، انتشارات آزاده، تهران.

مکرونی، سرور؛ غلامرضا سبز قبایی؛ شهرام یوسفی خانقاه و ستار سلطانیان. ۱۳۹۵. آشکارسازی روند تغییرات کاربری اراضی تالاب هورالعظیم با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. *سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی*، **۲۴**: ۸۹-۹۹.

Al Rawashdeh, S.B. 2012. Assessment of Change Detection Method Based on Normalized Vegetation Index in Environmental Studies. *International Journal of Applied Science and Engineering*, **10(2)**: 89- 97.

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. *Earth*, **20(1)**: 167-191.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

Al-SALT, J. 2012. Assessment of change detection method based on normalized vegetation index in environmental studies. *International Journal of Applied Science and Engineering*, **10(2)**: 89-97.

Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, **58(3-4)**: 239-258.

Boakye, E., Odai, S.N., Adjei, K.A., Annor, F.O. 2008. Landsat images for assessment of the impact of land use and land cover changes on the Barekese catchment in Ghana. *European Journal of Scientific Research*, **22(2)**: 269-278.

Borrelli, P., Modugno, S., Panagos, P., Marchetti, M., Schütt, B., Montanarella, L. 2014. Detection of harvested forest areas in Italy using Landsat imagery. *Applied Geography*, **48**: 102-111.

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, M., Su, W., Li, L., Zhang, C., Yue, A., Li, H. 2009, Comparison of pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 imagery. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, **3(6)**: 477-489.

Coppin, P., I. Jonckheere, K. nackaerts, B. Muys. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*, **25(9)**: 1565–1596.

Gao, Y., Mas, J.F., Kerle, N., Navarrete Pacheco, J.A. 2011. Optimal region growing segmentation and its effect on classification accuracy. *International journal of remote sensing*, **32(13)**: 3747-3763.

Green, E., Mumby, P., Edwards, A., Clark, C. 2000. *Remote Sensing: Handbook for Tropical Coastal Management. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).*

Hathout, S. 2002. The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal of Environmental management*, **66(3)**: 229-238.

Houghton, R. A., Hackler, J.L., Lawrence, K.T. 1999. The US carbon budget: contributions from land-use change. *Science*, **285(5427)**: 574-578.

Howarth, P.J., Wickware, G.M. 1981. Procedures for change detection using Landsat digital data. *International Journal of Remote Sensing*, **2(3)**: 277-291.

Jensen, J.R. 2015. *Digital Image Processing*, 4th Edition, University of South Carolina.

Kloor, K. 1999. A Surprising Tale of Life in the City. *Science*, **286**: 663-663.

Lambin, E.F., Strahlers, A.H. 1994. Change-vector analysis in multitemporal space: a tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data. *Remote sensing of environment*, **48(2)**: 231-244.

Lillesand, T., Kiefer, R. W., Chipman, J. 2014. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.

Madurapperuma, B., Rozario, P., Oduor, P., Kotchman, L. 2015. Land-use and land-cover change detection in Pipestem Creek watershed, North Dakota. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, **5(3)**: 416.

Mather, P.M., Tso, B. 2009. *Classification methods for remotely sensed data, second edition*, Taylor and Francis Group, LLC, CRC Press, New York.

Milne, A.K. 1988. Change direction analysis using Landsat imagery: a review of methodology. In Geoscience and Remote Sensing Symposium, 1988. IGARSS'88, *Remote Sensing: Moving Toward the 21st Century., International* 1: 541-544.

Nasimi, A., Ohadi, M. 2005. Department of foundation and law investigation. *expertly view to conservation of orchards and agricultural lands bill.* (In Persion)

Prakash, A., Gupta, R.P. 1998. Land-use mapping and change detection in a coal mining area-a case study in the Jharia coalfield, India. *International journal of remote sensing*, **19(3)**: 391-410.

Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., ... & Leemans, R. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100, *science*, **287(5459)**: 1770-1774.

Singh, A. 1989. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International journal of remote sensing*, **10(6)**: 989-1003.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]

Yanli, Y., Jabbar, M.T., Zhou, J.X. 2012. Study of environmental change detection using Remote Sensing and GIS application: A case study of northern Shaanxi Province, China. *Pol. J. Environ. Stud*, **21(3)**:789-790.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.52547/jsaeh.8.4.157]