

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۷/۲۷

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور (مطالعه موردی: دشت بجنورد)

جواد فارسی

دانشجوی کارشناسی شهرسازی، دانشگاه بجنورد

مریم یوسفی*

کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، بیرجند، ایران،

چکیده:

و انسان ساخت نیز از ۱۷/۷۰ درصد کل منطقه در سال ۱۳۷۷ به ۳۰/۲ درصد در سال ۱۳۸۵ و ۳۶/۴۸ درصد در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته است. با توجه به روند رو به رشد جمعیت و شهرنشینی نتایج حاصل از این پژوهش، اطلاعات ضروری را جهت اتخاذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه ریزان و مدیران منطقه‌ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می‌نماید.

کلمات کلیدی: آشکارسازی تغییرات، کاربری اراضی، سنجش از دور، دشت بجنورد، ماهواره لندست ۵ و ۸

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

آشکارسازی تغییرات عبارت است از کاربرد مجموعه داده‌های چند زمانه با هدف تشخیص پهنه‌هایی که کاربری آن‌ها در فواصل مختلف تصویربرداری تغییراتی داشته‌اند (رسولی و همکاران ۱۳۸۷: ۱۳۴). این تغییرات ممکن است ناشی از تغییرات پوشش در کوتاه مدت مانند برف و یا سیلاب، تغییرات کاربری چون توسعه شهری و یا تبدیل اراضی کشاورزی به کاربری‌های مسکونی و صنعتی باشد.

زمین منبع طبیعی بنیادی، محدود و تجدیدناپذیری است که مستقیماً تحت تأثیر فشارهای ناشی از رشد جمعیت بوده و خواهد بود. جهت استفاده بهینه از زمین، آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده انسان از سرزمین ضروری به نظر می‌رسد که این امر با آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی میسر می‌گردد. هدف از این پژوهش آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد به روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی در دو بازه زمانی قبل و بعد از معرفی شهر بجنورد به عنوان مرکز استان خراسان شمالی بوده است. در این پژوهش از الگوریتم روش حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست ۵ در سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ همچنین از تصاویر لندست ۸ در سال ۱۳۹۲ استفاده گردید. منطقه مورد مطالعه به ۵ کلاس کاربری شامل اراضی شهری و انسان ساخت، اراضی تحت کشت دیم، کشاورزی آبی و باغات و اراضی رها شده و آیش طبقه‌بندی گردید. نتایج بیانگر تغییرات گسترده‌ای در منطقه مورد مطالعه بوده است. اراضی دیم و مراتع روندی کاهشی را در بازه زمانی مورد مطالعه داشته است. اراضی کشاورزی آبی و باغات نیز تا سال ۱۳۸۵ روند کاهشی و در بازه زمانی بعدی تا سال ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است. اراضی شهری

به همراه خواهد داشت. این در حالی است که هم اکنون تغییر بی رویه کاربری اراضی کشاورزی به یکی از چالش‌های پیش روی توسعه کشاورزی تبدیل شده که هم نسل فعلی و هم آینده را تهدید می‌کند. بنابراین چگونگی نحوه استفاده از زمین یا کاربری اراضی و مشخص نمودن الگوهای مکانی کاربری و پوشش اراضی در این منطقه بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

از آنجا که تغییرات کاربری اراضی در مقیاس وسیع صورت می‌گیرد، بی‌گمان بدون بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در مطالعات محیطی امکان برآورد دقیق، صحیح، سریع و اقتصادی این تغییرات میسر نمی‌باشد. امروزه، سنجش از دور با فراهم آوردن داده‌های به‌روز و بهنگام به عنوان سریع‌ترین راه دسترسی به داده‌های علوم زمین شناخته شده‌اند.

تاکنون مطالعات متعددی در زمینه آشکارسازی تغییرات به کمک داده‌های سنجش از دور در داخل و خارج از ایران انجام گرفته است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های زیر اشاره نمود:

سفیانیان و همکاران (۱۳۸۸:۹۵) اقدام به بررسی تغییرات کاربری اراضی برای محدوده شهر اصفهان بین سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ نمود. داده‌های بکار رفته در این پژوهش، داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست بوده است. جهت آشکارسازی تغییرات، روش آنالیز برداری تغییرات روی تصاویر پیاده شد. نتایج حاکی از آن بود که آنالیز برداری تغییرات، یک روش مناسب برای آشکارسازی و توصیف تغییرات رادیومتریک سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای چند طیفی است. موقعیت نقشه‌های تغییرات نیز نشان دهنده این بود که طی سال‌های مذکور جهت توسعه شهر بیشتر به سمت جنوب و جنوب شرقی بوده است.

ساین و خاندوری (۲۰۱۱)^{۲۷} با استفاده از داده‌های سنجش از دور و GIS به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در پنجاب هند بین سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۶ پرداختند. داده‌های مورد

در واقع آشکارسازی تغییرات یکی از عوامل اصلی در بررسی ارتباط بین فعالیت‌های انسانی و محیط زیست می‌باشد (پراشنت و همکاران ۲۰۱۲). کاربری اراضی، بیشتر بر جنبه اجتماعی استفاده از زمین تأکید دارد. به عبارتی کاربری- اراضی خروجی فعالیت‌هایی است که انسان بر حسب نیازهای اقتصادی و اجتماعی خود انجام می‌دهد. به این ترتیب کاربری زمین روند تبدیل اکوسیستم طبیعی به اکوسیستم اجتماعی است که این روند بر مبنای برآیند کارکرد طبیعت، اقتصاد، و جامعه می‌باشد.

از آنجا که تغییرات در کاربری اراضی به عنوان تغییرات برگشت‌ناپذیری تلقی می‌شوند (مرتنز و مامین^{۲۶}، ۲۰۰۰)، 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.

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش دشت بجنورد می‌باشد که در سال‌های اخیر (بخصوص پس از معرفی شدن به عنوان مرکز استان در سال ۱۳۸۳) دچار تحولات زیادی از جمله افزایش شدید جمعیت شهرنشین، گسترش فیزیکی سکونت-گاه‌های شهری و روستایی و گسترش شهر، از بین رفتن زمین‌های مستعد کشاورزی و تبدیل آن به کاربری‌های مسکونی شده است.

بر این اساس، در جهت پاسخگویی به رشد جمعیت، طبیعتاً تامین نیازهای انسان مستلزم استفاده گسترده از منابع طبیعی است و مسلماً تقاضا برای منابع زمین هم در بخش کشاورزی و هم غیر کشاورزی رو به افزایش است. بدون شک توسعه بدون برنامه ریزی در این شهر از دست رفتن منابع کمیاب و حیاتی آن یعنی خاک‌های حاصلخیز و منابع آب کشاورزی را

²⁵ Prashant et all

²⁶ Mertens and Lambin

²⁷ Singh and Khanduri

تکنیک آشکارسازی تغییرات شناخته شده است (ابدال کاوت و همکاران^{۳۷}، ۲۰۱۱، سین^{۳۸} ۱۹۸۹ و یوان و همکاران^{۳۹} ۲۰۰۵) این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر را فراهم می‌آورد. بنابراین در این روش، می‌توان به اطلاعات تغییرات از یک مقطع زمانی تا مقطع زمانی دیگر منطقه نیز دست یافت (جنسن^{۴۰} ۱۳۸۵).

هدف از تحقیق حاضر آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد با استفاده از داده‌های ماهواره لندست سنجنده TM5 و ۸ به روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی بوده است. نتایج حاصله از این تحقیق امکان اخذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه-ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می‌نماید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، محدوده‌ای در دشت بجنورد با مساحت ۶۲۰۰ هکتار در عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۳ دقیقه، ۳۷ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳ دقیقه و ۵۷ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی در مرکز استان خراسان شمالی قرار گرفته است. شهرستان بجنورد در سال ۱۳۸۳ به عنوان مرکز استان خراسان شمالی معرفی شد. شکل (۱) منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

استفاده در این پژوهش داده‌های سنجنده ETM⁺، TM از ماهواره لندست و IRS بود است. روش آشکارسازی تغییرات بعد از انجام طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای صورت گرفت. مساحت کاربری‌های موردنظر بدست آمده و بایکدیگر مقایسه شدند. این پژوهشگران سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی^{۲۸} را روشی کارآمد و بهینه برای تولید اطلاعات مکانی و برنامه ریزی کاربری اراضی می‌دانند.

امروزه سنجش از دور و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی از جمله تکنولوژی‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی محسوب می‌گردند. این تکنیک‌ها به عنوان منابع اولیه‌ای داده جهت مطالعات آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی و همچنین مدیریت منابع دهه‌های اخیر شناخته شده است که تأثیر به‌سزایی بر مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی شهری داشته (متین فر و همکاران^{۲۹} ۲۰۰۷، روگان و چن^{۳۰} ۲۰۰۴ و رضوانی، ۱۳۸۹) و اطلاعات بروز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌آورند (عبدالله و همکاران^{۳۱} ۲۰۱۳). تا کنون روش‌های متعددی در زمینه آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور صورت گرفته است (ساین لو و همکاران^{۳۲} ۲۰۰۳، اپلین و خاندوری^{۳۳} ۲۰۱۱ و اتکینسون^{۳۴} ۲۰۰۴).

اما با این وجود نمی‌توان مدل یا الگوریتم واحدی را به عنوان بهترین تکنیک در همه شرایط در نظر گرفت (یانگ و همکاران^{۳۵} ۲۰۰۲ و پراشانت^{۳۶} ۲۰۱۲). با این حال روش آشکارسازی تغییرات پس از طبقه‌بندی با مقایسه تصاویر طبقه‌بندی شده در زمان‌های مختلف به عنوان دقیق‌ترین

²⁸ GIS

²⁹ Matinfar, et all

³⁰ Rogan and Chen

³¹ Abdullah et all

³² Singh Lu

³³ Aplin and Khanduri

³⁴ Atkinson

³⁵ yang et al

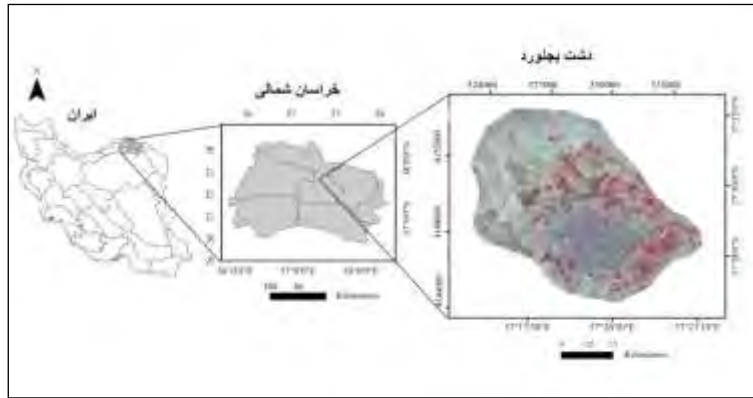
³⁶ prashant

³⁷ Abd El-Kawy et al

³⁸ Singh

³⁹ Yuan et al

⁴⁰ Jensen



شکل (۱): منطقه مورد مطالعه. تصویر ماهواره‌ای مربوط به تصویر رنگی کاذب ماهواره لندست سنجنده TM سال ۱۳۹۲ دشت بجنورد می‌باشد

داده‌های مورد استفاده و روش مطالعه

در این پژوهش از تصاویر سنجنده TM^5 ماهواره لندست در سه تاریخ تیر ۱۳۷۷، شهریور ۱۳۸۵ و داده‌های لندست ۸ در تاریخ شهریور ۱۳۹۲ استفاده گردید. این تصاویر زمین مرجع شده و در سیستم

تصویر UTM در ناحیه ۴۰ شمالی قرار دارند. تصاویر مذکور در سایت زمین شناسی امریکا به

رایگان در دسترس می‌باشد (<http://www.usgs.gov>).

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش به لحاظ نوع سنجنده، فصل برداشت تصاویر و شرایط جوی منطقه طبق نظر کارشناسان نیاز به هیچ‌گونه تصحیح رادیومتریک نبود، لذا هیچ‌گونه تصحیح رادیومتریک روی داده‌های ماهواره‌ای اخذ شده انجام نگرفت.

نظر به اهمیت دقت تصحیح هندسی بر صحت نتایج آشکارسازی تغییرات به دلیل مقایسه پیکسل به پیکسل تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر، این تصاویر بایستی کاملاً از نظر هندسی بر یکدیگر منطبق باشند. قبل از شروع پردازش‌ها و مقایسه‌های این تصاویر، تصحیح هندسی روی آنها انجام گرفت. با توجه به زمین مرجع بودن تصاویر مذکور، از انواع تصحیحات هندسی، ثبت تصویر به تصویر انجام شد. تصویر سال ۱۳۹۲ به عنوان مرجع و تصاویر سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۷۷ نسبت به آن با کاربرد معادله درجه اول تصحیح گردید. پس از انجام تصحیح هندسی، جهت ایجاد تصویر جدید بایستی

نمونه برداری مجدد انجام پذیرد. روش بکارگرفته روش نزدیکترین همسایه می‌باشد. در این روش برای محاسبه درجه روشنایی پیکسل تصویر جدید، از درجه روشنایی پیکسل‌های مجاور استفاده می‌شود و ارزش طیفی پیکسلی که به پیکسل جدید نزدیک‌تر است به آن تعلق می‌گیرد. این روش از تغییر ارزش پیکسل‌های اولیه جلوگیری می‌کند (یوان و لو^{۴۱} ۲۰۰۲). در نهایت تصویر سال ۱۳۷۷ نسبت به تصویر سال ۱۳۹۲ با خطای RMS ۰/۰۰۵ و ۰/۰۰۷ پیکسل به ترتیب برای تصویر سال ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ تصحیح هندسی شد. پس از اعمال تصحیح هندسی بر روی تصویر، ترکیب بانندی در باندهای یک تا ۷ به جز باند ۶ لندست ۵ (به علت ماهیت متفاوت) و در تصاویر لندست ۸ نیز باند های ۲ تا ۸ به جز باند ۷ انجام گردید. در نهایت با استفاده از مرز پلیگونی دشت بجنورد اقدام به برش تصاویر گردید. در مرحله بعد کلاس‌های کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه با توجه به بازدید میدانی و تفسیر چشمی روی تصاویر ماهواره‌ای انتخاب گردید. این کلاس‌ها شامل اراضی شامل اراضی دیم، اراضی شهری و انسان ساخت، اراضی تحت کشت دیم، کشاورزی آبی و باغات و اراضی رها شده و آیش بوده است.

پیش از طبقه‌بندی با نظارت تصاویر، بایستی داده‌های آموزشی^{۴۲} به دقت تعیین شوند. انتخاب داده‌های آموزشی،

⁴¹ Yang and Lo

⁴² Training data

مشکل‌ترین و بحرانی‌ترین قسمت روند طبقه‌بندی با نظارت می‌باشد (کنتی^{۴۳}، ۲۰۰۶).

هدف از عملیات آموزشی آن است که به یک مجموعه آماری، که بیانگر الگوی طیفی پوشش زمینی موجود در تصویر باشد دست یابیم. برای اینکه به نتایج قابل قبولی از طبقه‌بندی دست یابیم لازم است تا نمونه‌های آموزشی، الگوی کلاس‌های پوشش زمینی باشد. تعریف اشتباه کلاس‌های مورد نظر توسط داده‌های آموزشی، بر کل روند طبقه‌بندی‌های با نظارت تأثیر گذاشته و موجب طبقه‌بندی اشتباه تصویر می‌شود. انتخاب کلاس‌های مورد نظر باید با دقت صورت گیرد و همواره به این مهم توجه داشت بین کلاس‌هایی که مفسر انتخاب می‌کند و کلاس‌های ناشی از داده‌های سنجش از دور (کلاس‌های طیفی)، تفاوت اساسی موجود دارد. (علوی پناه ۱۳۸۲: ۳۹۳).

در این مرحله با استفاده از تفسیر چشمی، تصاویر گوگل ارث و اطلاعات نگارنده از کاربری‌های منطقه اقدام به تهیه مناطق آموزش جهت استفاده در طبقه‌بندی نظارت شده گردید. تصاویر لندست سنجده ۵TM دارای ۷ باند از آبی تا مادون قرمز می‌باشد. جهت ساخت تصاویر کاذب برای تصاویر لندست ۷ از ترکیب ۴، ۳ و ۲ استفاده شد. تصاویر لندست ۸ مجهز به تصویر ساز عملیاتی زمین (OLI) و دارای ۹ باند می‌باشد. دو باند طیفی جدید به این ماهواره اضافه شده است باند اول باند ساحلی آبی و باند نهم باند سیروس است که به متخصصان امکان می‌دهد تا کیفیت آب را اندازه‌گیری نمایند. بنابراین جهت ساخت تصویر کاذب باید از ترکیب باندی ۴، ۵ و ۳ استفاده نمود.

جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای تصاویر مذکور با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی گردید. (شکل ۲) تصاویر طبقه‌بندی شده را در قالب نقشه‌های کاربری اراضی در بازه‌های زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد.

معمول‌ترین روش جهت ارزیابی صحت در کاربرد داده‌های سنجش از دور، ایجاد ماتریس خطا یا ماتریس درهم می‌باشد (فودی^{۴۴}، ۲۰۰۲). با استفاده از ماتریس‌های خطا می‌توان کیفیت تفکیک و جداسازی پیکسل‌های تصویر و اختصاص آن‌ها به کلاس مناسبشان را تعیین نمود. این ماتریس، حاصل مقایسه پیکسل به پیکسل پیکسل‌های معلوم یا واقعیت زمینی با پیکسل‌های متناظر آن در نتایج طبقه‌بندی است. برای انجام ارزیابی صحت، نمونه‌های آموزشی برای هر کلاس به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری و سپس ماتریس خطای طبقه‌بندی استخراج گردید. برای تعیین صحت نقشه‌های سال ۱۳۹۲ کنترل صحرائی (با توجه به نزدیکی بودن به زمان بازدید میدانی) و تفسیر بصری بر روی تصاویر رنگی کاذب بهره گرفته شده و ماتریس خطای آن شکل گرفت. اما با توجه به دسترس نبودن اطلاعات کافی از وضعیت گذشته منطقه در سال ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵، صحت این نقشه با استفاده از تفسیر بصری مورد بررسی قرار گرفت. برای نقشه‌های تولید شده دقت کلی، شاخص کاپا محاسبه گردید. در این مطالعه جهت آشکارسازی تغییرات روش مقایسه پس از طبقه‌بندی انتخاب شد. در این روش انواع کاربری‌های اراضی منطقه مورد مطالعه در تصاویر چند زمانی مورد استفاده، از طریق طبقه‌بندی تعیین شده و با مقایسه این تصاویر طبقه‌بندی شده، اطلاعات مربوط به تغییرات پوشش‌ها و کاربری‌ها در بازه زمانی مورد نظر قابل استخراج می‌باشد. بنابراین در این روش، می‌توان به اطلاعات تغییرات From → To منطقه نیز دست یافت. با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد، بنابراین روش آشکارسازی تغییرات در این پژوهش اعمال گردید. در نهایت تجزیه و تحلیل نهایی در محیط GIS، با دستور کراس تب^{۴۵} مورد بررسی قرار گرفت.

⁴⁴ Foody

⁴⁵ Cross tabulation

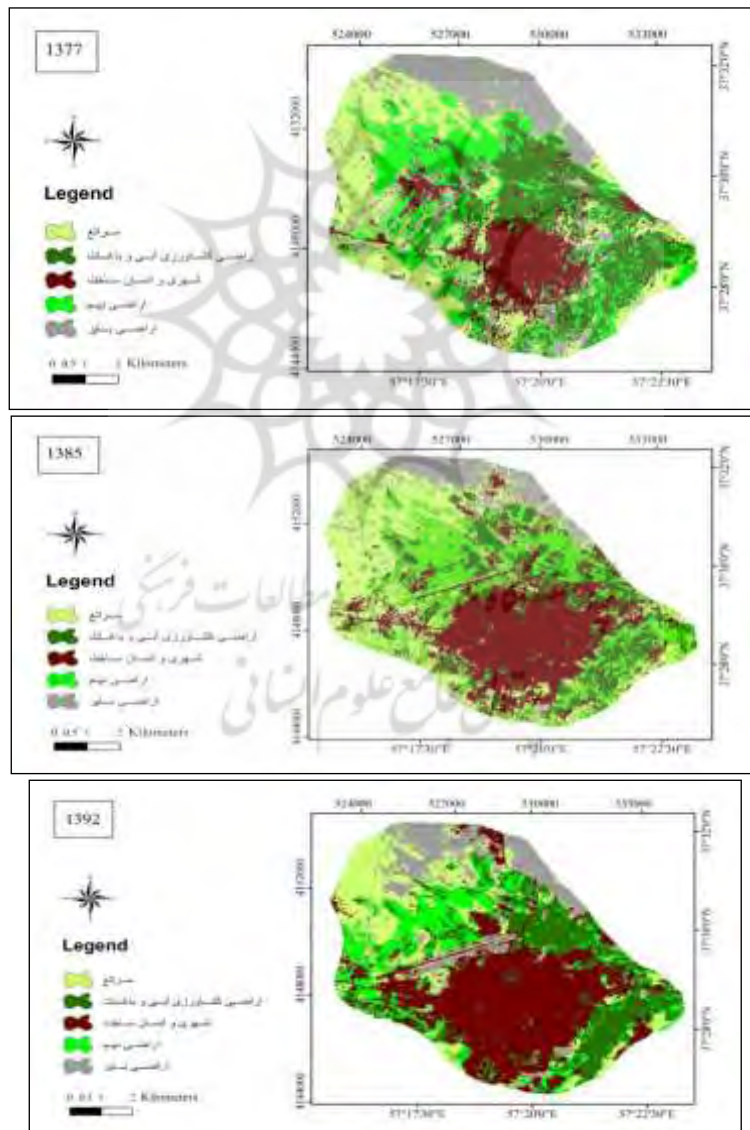
⁴³ Canty

یافته‌های تحقیق:

در مرحله بعدی با انجام عملیات میدانی، تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و نمونه‌برداری تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه، پارامترهای دقت کل و ضریب کاپا به شرح جدول (۱) استخراج گردید.

در نهایت پس از طبقه‌بندی تصاویر آشکارسازی تغییرات به روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی انجام گرفت. جدول (۲) ماتریس بدست آمده از آشکارسازی تغییرات در دو سال ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ و همچنین جدول (۳) آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی را در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۹۳۰ را نشان می‌دهد.

در این پژوهش جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، کلاس‌های کاربری اراضی در ۵ گروه تحت عنوان کلاس اراضی مرتعی، کشاورزی آبی و باغات، اراضی شهری و ساخته شده، اراضی ایش و رها شده و دیم تعیین و سپس نمونه‌های تعلیمی از سطح منطقه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و بازدید میدانی جمع‌آوری شد. در مرحله بعد نسبت به طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از روش حداکثر احتمال بهره اقدام شد. بدین ترتیب نقشه‌های پوشش اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ به دست آمد (شکل ۲).



شکل (۲): نقشه‌های کاربری اراضی به تفکیک سال‌های مورد مطالعه

جدول (۴) مساحت‌های کلاس‌های کاربری اراضی را به تفکیک سال نشان می‌دهد.

جدول (۱): ضریب کاپا و صحت کلی

نقشه کاربری اراضی	ضریب کاپا	صحت کلی (%)
۱۳۷۷	۰/۷۱۲۴	۷۸/۸۰
۱۳۸۵	۰/۸۰۱۲	۸۱/۸۲
۱۳۹۲	۰/۸۱۵۵	۷۹/۸۰

جدول (۲): ماتریس حاصل از آشکار سازی پس از طبقه بندی طی سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵

۱۳۷۷						
۱۳۸۵	مرتع	شهری	کشاورزی آبی و باغات	کشت دیم	اراضی رها شده و آیش	کلاس کاربری اراضی
	۸۵۱/۹	۷۴/۴۵	۷۰/۸۲	۳۰۹/۲۲	۳۱۸/۸۳	مرتع
	۳۸۰/۴	۲۵۶/۰۹	۸۱۶/۲۵	۳۲۹/۳۷	۲۳۶/۳۳	شهری انسان ساخت
	۵۴/۹	۲۷۰/۲۹	۱۰۵/۱۳	۲۲۹/۷	۴۸/۱۳	کشاورزی آبی و باغات
	۳۰۶/۵۸	۴۳۷/۹۱	۱۷۷/۲۸	۵۰۳/۵	۱۸۷/۴۹	کشت دیم
	۱۵۱/۹۷	۲۵/۷۱	۱۷/۳۳	۷۱/۰۴	۴۷۹/۸۵	اراضی رها شده و آیش

جدول (۳): ماتریس حاصل از آشکار سازی پس از طبقه بندی طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۲

۱۳۹۲						
۱۳۸۵	مرتع	شهری	کشاورزی آبی و باغات	کشت دیم	اراضی رها شده و آیش	کلاس کاربری اراضی
	۶۶۶/۶	۳۰۲/۷	۶۹/۴	۲۹۲/۲۵	۲۸۵/۲۲	مرتع
	۸۶/۸۵	۱۵۷۹	۱۵۳/۹۱	۱۴۶/۲۶	۶۳/۳	شهری انسان ساخت
	۵۰/۷	۱۵۳/۸۹	۳۲۸/۸۷	۱۵۴	۲۶/۳۲	کشاورزی آبی و باغات
	۲۵۰/۱۸	۲۹۸/۱۹	۴۶۰/۹۶	۴۴۵/۹۱	۱۴۸/۵۶	کشت دیم
	۱۷۸/۰۱	۱۱۱/۰۷	۱۵/۱۵	۵۴/۰۸	۳۸۵/۹	اراضی رها شده و آیش

جدول (۴): مساحت‌های کلاس‌های مختلف کاربری اراضی

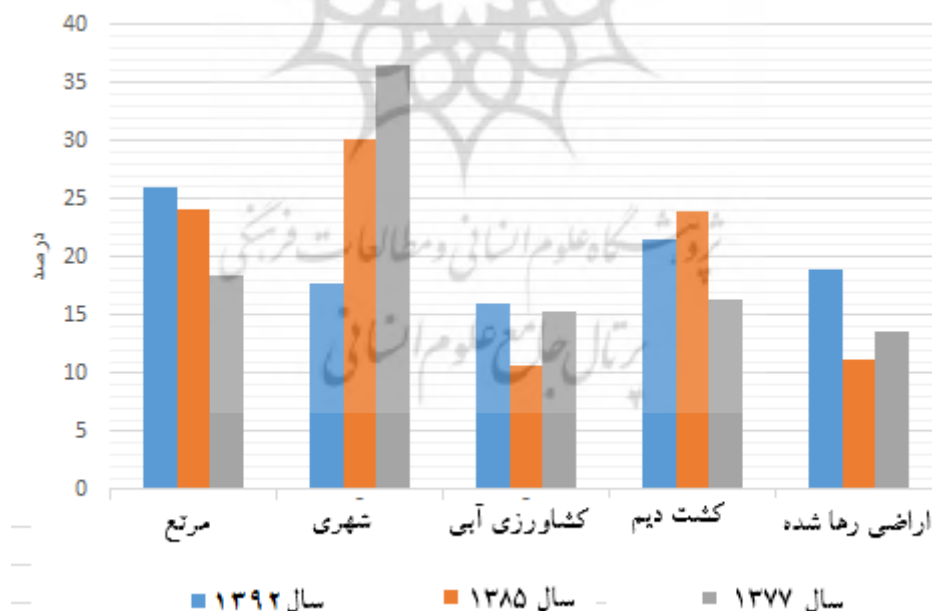
سال ۱۳۹۲		سال ۱۳۸۵		سال ۱۳۷۷		کلاس کاربری اراضی
درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	
۱۸/۳۶	۱۲۳۰/۴	۲۴/۲	۱۶۲۵/۲	۲۶/۰۲	۱۷۴۹/۳	مرتع
۱۵/۳	۱۰۲۵/۲	۱۰/۶	۷۱۳/۸۸	۱۵/۹۷	۱۰۷۳/۸	کشاورزی آبی و باغات
۳۶/۴۸	۲۴۴۵/۹	۳۰/۲	۲۰۲۸/۶	۱۷/۷	۱۱۸۸/۵	شهری انسان ساخت
۱۶/۳	۱۰۹۳/۵	۲۴	۱۶۱۲/۸	۲۱/۴۵	۱۴۴۳/۸	کشت دیم
۱۳/۵۵	۹۰۷/۳	۱۱/۱	۷۴۵/۹	۱۸/۹	۱۲۷۰/۶	اراضی رها شده و آیش
۱۰۰	۶۷۲۶/۸	۱۰۰	۶۷۲۶/۸	۱۰۰	۶۷۲۶/۸	مجموع

زمانی ۸ ساله تا سال ۱۳۸۵ بیش از ۳۰۰ هکتار کاهش یافت. همین کلاس در بازه بعدی تا سال ۱۳۹۲ روند صعودی داشته و ۱۵/۳۰ درصد از کل منطقه را در بر گرفته است.

تجزیه و تحلیل

آشکارسازی و کشف تغییرات یکی از کاربردهای عمده سنجش از دور می باشد. با استفاده از ویژگی تکراری بودن داده‌های دورسنجی زمان‌های مختلف، امکان شناسایی و بررسی پدیده‌های متغیر و پویا در محیط وجود دارد. بر این اساس روش‌های رقومی مختلفی جهت آشکارسازی و کشف تغییرات و تحولات پدیده‌های سطح زمین در سنجش از دور توسعه داده شده است. در این پژوهش با تهیه سری زمانی نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی دشت بجنورد به بررسی روند تغییرات پرداخته شد. شکل ۳ تغییرات کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ را نشان می‌دهد.

همانطور که از جداول مذکور پیداست، کلاس مراتع از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۲ روند کاهشی داشته است به طوری که ۳۱۸/۸۳ هکتار از مراتع در سال ۱۳۷۷ به کلاس اراضی رها شده و آیش در سال ۱۳۸۵، همچنین ۲۸۵/۲ هکتار از مراتع سال ۱۳۸۵ به اراضی رها شده و آیش در سال ۱۳۹۲ تبدیل شده است. کلاس شهری و انسان ساخت روند رو به رشدی را در بازه‌های زمانی مورد مطالعه داشته است. کلاس اراضی شهری و انسان ساخت از ۱۷/۷ درصد کل منطقه در سال ۱۳۷۷ با ۱۲/۵ درصد افزایش به ۳۰/۲ درصد کل منطقه افزایش یافته است. همین کلاس در بازه بعدی مورد مطالعه روند صعودی کندتری را نشان داد طوری که با حدود ۶ درصد افزایش به ۳۶/۴۸ درصد کل منطقه را به خود اختصاص داد. کلاس غالب در سال ۱۳۷۷ کلاس مرتع بوده در حالی که در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ اراضی شهری بیشترین مساحت را در بین کاربری‌های دیگر به خود اختصاص داده است. ارضی کشاورزی آبی و باغات در سال ۱۳۷۷، ۱۰۷۳/۸ هکتار را در بر می‌گرفته است که در بازه



شکل (۳): تغییرات کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲

نتایج بررسی تغییر کاربری در منطقه بجنورد نشان می‌دهد که در طی دوره زمانی اول (۱۳۷۷-۱۳۸۵) وسعت کاربری مرتع، کشاورزی آبی و باغات و اراضی رها شده به ترتیب ۱۲۴/۱، ۳۵۹/۹۲ و ۵۲۳/۷ هکتار کاهش یافته، در حالی که کاربری شهری و کشت دیم به ترتیب ۸۴۰/۱ و ۱۶۹ هکتار افزایش یافته است. کاهش وسعت پوشش مرتعی منطقه و روند افزایشی کاربری شهری بیانگر جایگزینی و تبدیل پوشش طبیعی منطقه با کاربری دست ساخت انسان است.

همچنین در طی دوره زمانی دوم (۸۵-۱۳۹۲) وسعت کاربری مرتع و کشت دیم به ترتیب ۳۹۴/۸ و ۵۱۹/۳ هکتار کاهش یافته، در حالی که کاربری کشاورزی آبی و باغات، شهری و اراضی رها شده به ترتیب ۳۱۱/۳۲، ۴۱۷/۳ و ۱۶۱/۴ هکتار افزایش یافته است. دلیل افزایش مساحت کاربری کشاورزی آبی و باغات را می‌توان به افزایش وسعت کاربری شهری و افزایش جمعیت را می‌توان افزایش چاه‌های آبی و توسعه کشاورزی آبی و باغات جهت برطرف کردن نیاز غذایی افراد بومی دانست.

نکته قابل توجه در این تحقیق رشد ۱۲/۵ درصدی مساحت شهری بجنورد طی دوره اول و رشد ۶/۲۶ درصدی در دوره دوم بوده است. از مهم‌ترین عوامل موثر در رشد بیشتر این تغییر در دوره اول می‌توان به معرفی این شهرستان به مرکزیت استان خراسان شمالی اشاره کرد. این عامل باعث پیامدهای قبل توجه از جمله گسترش فیزیکی شهر و نابودی اراضی پیرامون از جمله مراتع و کشاورزی شده است. این امر به خوبی در تصاویر ماهواره‌ای بکار برده شده قابل مشاهده است. از عوامل مهم دیگر می‌توان به نقش دولت و تصمیم‌گیرهای سیاسی اشاره کرد. تصمیم‌گیری‌های سیاسی می‌تواند مجموعه‌ی یک شهر را جاذب یا عاری از جذابیت سازند و می‌توان وضعیتی را که برای سرمایه‌گذاری و همچنین جایگزینی‌های دیگر مساعد است، به طور کامل تغییر دهند. از جمله این تصمیمات، تعیین خطوط مرزی و تأثیر آن بر رشد و

توسعه‌ی شهر و همچنین انتقال نقش‌های اداری و ارشادی به شهرهاست که بر توسعه و گسترش شهرها مؤثر است. نتایج حاصله از میزان تغییرات کلاس کاربری شهری به زبانی دیگر رشد روز افزون جمعیت را گویا می‌کند که مسلماً این رشد تنها ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهر بجنورد نبوده و به روند صعودی نرخ مهاجرت‌ها نیز می‌تواند اشاره داشته باشد. استفاده از نتایج بررسی میزان تغییرات کاربری‌ها با استفاده از سنجش از دور و مقایسه آنها در سال‌های متوالی می‌تواند به مثابه یک زنگ خطر برای رشد بی‌رویه و افقی شهر عمل کند.

در مجموع باید عنوان نمود که در منطقه بجنورد، شاهد افزایش جایگزینی مراتع با اراضی شهری و کشاورزی آبی و باغات و اراضی رها شده و بروز تخریب در منطقه هستیم.

نتایج استفاده از داده‌های لندست در این پژوهش با توجه به در دسترس و به روز بودن آن بیانگر کارایی این تصاویر در تهیه نقشه کاربری اراضی به روز می‌باشد. همچنان که محققین زیادی با بکارگیری این تصاویر در تهیه نقشه کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات به این نکته اذعان نموده‌اند. (الرابابا و الاحمد^{۴۶}، ۲۰۰۶، کوتسیاس و کارتریس^{۴۷} ۲۰۰۳ و صدر و همکاران^{۴۸} ۱۹۹۵)

از دیگر نتایج این تحقیق بررسی دقت طبقه بندی حداکثر احتمال برای سال‌های ۱۳۷۷، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲ می‌باشد. نتایج حاصل از روش طبقه بندی حداکثر احتمال سال ۱۳۹۲ با ضریب کاپای ۸۱/۵۵ نسبت به سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۷۷ با ضریب کاپای ۸۰/۱۲ و ۷۱/۲۴ درصد داری دقت بالاتر است. آنچه در این پژوهش و در اکثر مطالعات انجام شده با استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور بحث برانگیز است بررسی صحت و دقت نقشه‌های تهیه شده از گذشته (۱۳۸۵ و ۱۳۷۷) است. صحت این نقشه با استفاده از تفسیر بصری، دانش افراد بومی منطقه مورد بررسی قرار گرفت. با استناد به منابع

⁴⁶ Alrababah and Alhamad

⁴⁷ Koutsias and Karteris

⁴⁸ Sader et al

ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و تفکیک طیفی بالاتر جهت آشکارسازی تغییرات جزئی‌تر برای مثال تغییرات رخ داده در انواع پوشش‌های گیاهی استفاده گردد.

- اجرای دیگر روش‌های طبقه‌بندی تصاویر مانند طبقه‌بندی شیء‌گرا و دیگر روش‌های پیکسل پایه از جمله روش طبقه‌بندی درخت تصمیم‌گیری و مقایسه با نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد.

- استفاده از سری زمانی بیشتر بین بازه زمانی مطالعه حاضر مسلماً امکان ردیابی تغییرات کاربری اراضی را امکان‌پذیر خواهد نمود.

- همچنین پیشنهاد می‌گردد که از ترکیب نتایج حاصل از این پژوهش با طرح جامع شهری بجنورد، جهت مقایسه نحوه و روند گسترش شهری موجود با روند و پیش‌بینی شده جهت اخذ تصمیمات و برنامه‌ریزی‌های آتی منطقه استفاده گردد.

- با توجه به این که شهر بجنورد به لحاظ موقعیت قرارگیری و بستر طبیعی خود با محدودیت توسعه روبروست و از سوی دیگر تغییرات چشمگیر کلاس کاربری شهری در دوره‌های اخیر، رشد جمعیت و توسعه افقی و کالبدی بالایی را برای شهر بجنورد نشان می‌دهد، توصیه می‌شود تا مدیران و مسئولان شهری در تصمیم‌گیری‌های خود درباره مقادیر کمی و کیفی و نحوه توسعه شهر تجدید نظر فرمایند.

- برای کنترل و کاهش میزان تغییرات کاربری شهری که با سایر کاربری‌های مرتع، کشاورزی آبی و باغات و ... رابطه عکس دارد پیشنهاد می‌گردد که به جای توسعه کالبدی و افقی شهر، زمین‌های رها شده و آیش و ساخته نشده را مدنظر قرار داده و توسعه درون‌زا را منجر شوند

مراجع

۱. احمدی ندوشن، مژگان، سفیانیان، علیرضا وخواجه الدین، سید جمال‌الدین (۱۳۸۸): «تهیه نقشه پوشش اراضی شهر اراک با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی

معتبری نظیر استهمن^{۴۹} (۲۰۰۴) که ضرایب کلی و کاپای بزرگتر از ۰/۷ قابل قبول ذکر شده‌اند، نتایج بدست آمده از دقت طبقه‌بندی کاربری‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای صحت کلی و صریح کاپای مناسب برخوردار بوده‌اند.

تحقیق انجام گرفته در راستای تحقیقات ملس و جردن^{۵۰} (۲۰۰۳)، علوی‌پناه و مسعودی^{۵۱} (۲۰۰۰) و فتحی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) می‌باشد که برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه کاربری اراضی از روش حداکثر احتمال استفاده نمودند.

نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات نیز نشان می‌دهد که روش آشکارسازی تغییرات پس از طبقه‌بندی روشی کاربردی محسوب شده چرا که در این روش تغییرات رخ داده در هر کلاس کاربری اراضی نسبت به کلاس‌های دیگر مشخص گردید.

مزیت استفاده از روش آشکارسازی پس از طبقه‌بندی امکان ردیابی این تغییرات در اختیار قرار می‌دهد.

بررسی تغییرات کاربری اراضی و نحوه تغییرات آن یکی از عوامل موثر جهت دستیابی و توسعه پایدار و استفاده بهینه از سرزمین می‌باشد. همچنان لو و همکاران^{۵۲} (۲۰۰۳) شناخت روند و مقدار تغییرات کاربری اراضی را موجب درک بهتر رابطه انسان با محیط زیست و اتخاذ مناسب تصمیمات مدیریتی می‌دانند. لذا نتایج این پژوهش امکان اخذ تصمیمات اساسی در تدوین سیاست‌های مدیریتی برای برنامه‌ریزان و مدیران منطقه‌ای جهت پایداری و ارزیابی منابع طبیعی را فراهم می‌نماید.

پیشنهادات

- جهت انجام تحقیقات بیشتر در زمینه نظارت بر تغییرات کاربری اراضی دشت بجنورد، پیشنهاد می‌گردد که از تصاویر

⁴⁹ Stefano

⁵⁰ Melesse and Jordan

⁵¹ Alavipanah and Masoudi

⁵² Lu et al

ETM/ International Journal of Remote Sensing, 3, 2703-2718.

10. Abd El-Kawy, O.R., Rod, J.K., Ismail, H.A., Suliman, A.S., (2011): Land use and land cover change detection in the western Nile delta of EGYPT using remote sensing data. *applied geography*, 31, 483-494.

11. Alavipanah, S. K. Masoudi, M., (2000): Land Use Mapping Using Landsat TM and Geographic Information System (GIS). a Case Study: Mouk Region of Fars Province/ *J. Agri. Sci. Natural Resources*, 8, 65-75.

12. Aplin, P. and Atkinson, P.M, (2004): predicting missing field boundaries to increase per-field classification Accuracy/ *photogrammetric engineering and remote sensing*, 70, 141-14.

13. Canty, M.J, (2006): *Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing: with Algorithms for Envi/Idl*, CRC Press.

14. Foody, G. (2002): .Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of environment*, 1, 185-201.

15. Jensen, J.R, (1996): *Introductory Digital Image Processing- A Remote Sensing Perspective*. New Jersey: Prentice-Hall, 1-187.

16. Koutsias, N. and Karteris, M, (2003): "Classification analyses of vegetation for delineating forest fire fuel complexes in Mediterranean test site using satellite remote sensing and GIS," *International Journal of Remote Sensing*, 24, 3093-3104.

17. Kumar Deb, S., kumar Nathr, R, (2012): *Land Use/Cover Classification- An Introduction Review And Comparison/Global Journal of Researches in Engineering Civil and Structural Engineering*, 1, 5-16.

18. Lambin, E.F; Tuner, B.L; Geist, H.J; Agbola, S.B; Angelsen, A; Bruce, J.W, Coomes, T.O; Dirzo, R; Ficher, G; Folke, C; George, P.S; Homewood, Imbernon, J; Leemans, R; Li, X; Moran, E.F; Mortimore, M; Ramakrishan, P.S; Richards, J.F; Skanes, H; Stone, G.D; Svedin, U; Veldkamp, T.A; Coleen, V & Xu, J. 2001. *The Causes Of Land-Use And Land-Cover Change: Moving Beyond The*

مصنوعی و حداکثر احتمال. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی»، شماره ۶۹، صص ۸۳-۹۸.

۲. رسولی، علی‌اکبر (۱۳۸۷) مبانی سنجش از دور کاربردی با تاکید بر پردازش تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات دانشگاه تبریز، چاپ اول تبریز.

۳. رضوانی، علی اصغر (۱۳۸۹)، کاربرد عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در جغرافیا. دانشگاه پیام نور. چاپ اول. تهران.

۴. علوی پناه، سید کاظم (۱۳۸۲): کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.

۵. سفینیان، علیرضا و خداکرمی، لقمان (۱۳۹۲): «تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی فازی (مطالعه موردی سه زیر حوزه آبخیز کبودر آهنگ، رزن - قهاوند و خونجین - تلخاب در استان همدان»، آمایش سرزمین. شماره ۴، صص ۹۵-۱۱۴

۶. فتحی زاد، حسن، کریمی، ح.، توکلی، م.، بازگیر، م (۱۳۹۲): «بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز خشک و نیمه خشک دویرج با استفاده از سنجش از دور و GIS»، اولین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای سرزمین. دانشگاه اصفهان.

۷. فیضی زاده، بختیار، جعفری، فیروز، نظم فر، حسین (۱۳۸۷): «کاربرد داده‌های سنجش از دور در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهری»، نشریه هنرهای زیبا، شماره ۴، صص ۱۷-۲۴

8. Abdullah, f. Alqurashi, L. K, (2013): investigating the use of remote sensing and GIS Techniques to detect land use and land cover change: a review/ *advances in remote sensing*, 2, 193-204.

9. Alrababah M. A. & Alhamad M. N., (2006): *Land use/cover classification of arid and semi-arid Mediterranean landscapes using Landsat*

25. Rogan, J., And. Chen, D,(2004): Remote sensing technology for mapping and monitoring land cover And land-use change. *Progress in Planning*, 64, 301-325.
26. Sader A., D. Ahl & Liou W, (1995): Accuracy of Landsat-TM and GIS rule-based methods for forest wetland classification in Maine/ *Remote Sensing of Environment*, 3, 133-144.
27. Singh, A, (1989): Digital change detection techniques using remotely sensed data / *International Journal of Remote Sensing*, 6, 989-1003.
28. Singh, P. and Khanduri, K, (2011): Land use and land cover change detection through Remote Sensing & GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils,Punjab/ *international Journal of Geomatics And Geosciences*, 4, 839-846.
29. Stehman, S.V, (2004): A critical evaluation of the normalized error matrix in map accuracy assessment/ *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70, 743-751.
30. Yang, X., And Lo, C.P, (2002): Using A Time Series Of Satelite Imagery To Detect Land Use And Land Cover Change In The Atlanta ,Georgia Metropolitan Area/ *International Journal of Remote Sensing* , 29, 1775-1798.
31. Yuan, F. Sawya, K.E. Loeffelhoze, B.C and Bauer, M.E (2005): Land cover classification and change analysis of theTwin cities (minnesota) metropolitan area by multi temporal land sat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98,317-328
- Myths/Global Environmental Change, 11,261-269.
19. Lu, D; Mausel, P; Brondizio, E & Moran, E. (2003): Change Detection Techniques. *International Journal of Remote Sensing*,12: 2365-2407.
20. Lu, D., Weng,Q, (2007): A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance/ *International Journal of Remote Sensing*, 5, 823-870.
21. Matinfar, H.R., Sarmadian, F., Alavi Panah, S.K., Heck,R.J, (2007): Comparisons of Object-Oriented And Pixel-Based Classification of Land Use / Land Cover Types Based on Lansadsat7, Etm Spectral Bands (Case Study: Arid Region of Iran)/*American-Eurasian journal Agriculture and Environment*, 4, 448-456.
22. Melesse, A. M. and Jordan. J. D, (2003) : Spatially distributed watershed mapping and modeling, Thermal maps and vegetation Indices to enhance land cover and surface microclimate mapping; Part I. *Journal of spatial hydrology* ، 3, 325-338.
23. Mertens, B & Lambin, E.F, (2000): Land Cover Change Trajectories In Southern Cameroon/ *Analysis of Association of American Geographers*, 3, 467-494.
24. .Prashant K. Srivastava, Dawei Han, Miguel A. Rico-Ramirez, Michaela Bray,Tanvir Islam, (2012): Selection of Classification Techniques For Land Use/Land Cover Change Investigation/ *Advances in Space Research*, 50 , 1250-1265.