

جغرافیا و توسعه شماره ۵۶ پاییز ۱۳۹۸

وصول مقاله: ۹۶/۱۱/۰۷

تأیید نهایی: ۹۷/۱۲/۲۲

صفحات: ۲۱-۳۸

## پایش تغییرات پوشش گیاهی (باغات پسته) با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه مطالعه موردی: شهرستان انار (استان کرمان)

دکتر علی مهربانی<sup>۱</sup>

### چکیده

شهرستان انار یکی از قطب‌های اصلی تولید پسته در استان کرمان و در کل ایران است. در سال‌های اخیر سطح زیر کشت باغات پسته در این منطقه بدون برنامه‌ریزی و به صورت بی‌رویه افزایش یافته و در نتیجه موجب شده‌است تا خسارت زیادی به منابع آبی وارد شده و به دنبال آن باغات زیادی نابود شود. در این تحقیق سعی شده‌است تا روند تغییرات سطح زیر کشت باغات پسته در این منطقه طی یک دوره ۴۰ ساله مورد پایش قرار گیرد؛ زیرا تغییر در پوشش زمین تأثیر مستقیمی بر اجزاء محیط زیست از جمله خاک، آب و اتمسفر دارد؛ از این رو برای مدیریت بهینه مناطق طبیعی، آگاهی از روند تغییرات پوشش گیاهی از ضروریات محسوب می‌شود. بدین منظور از تصاویر ماهواره‌ای لندست مربوط به ۶ دوره مختلف بین سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۹۶ استفاده شد؛ به طوری که با اعمال شاخص پوشش گیاهی (NDVI) بر روی تصاویر و استفاده از روش طبقه‌بندی درخت تصمیم، نقشه‌های پوشش گیاهی منطقه که شامل دو کلاس اراضی کشاورزی یا همان باغات پسته و اراضی طبیعی یا مراتع می‌شود، تهیه شد. سپس میزان تغییرات طی دوره‌های مختلف با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، مشخص شد. نتایج نشان داد تغییرات کمی پوشش گیاهی طی ۴۰ سال برای منطقه مورد مطالعه گسترده بوده‌است؛ به طوری که بیشترین رشد باغات پسته طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۵ اتفاق افتاده و فقط طی مدت ۹ سال از ۷۰۵۸/۲۵ هکتار به ۱۵۴۹۸/۵۴ هکتار رسیده‌است. همچنین طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ بیشترین کاهش و تخریب باغات پسته به میزان ۲۹۰۲/۰۵ هکتار اتفاق افتاده‌است. شواهد نشان می‌دهد که روند کاهش و تخریب باغات پسته به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی در بخش‌های مرکزی و جنوبی دشت انار به شدت ادامه دارد.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، طبقه‌بندی درخت تصمیم، شاخص پوشش گیاهی، باغات پسته، شهرستان انار.

## مقدمه

در دهه‌های اخیر، استفاده از فن دورسنجی به منظور پایش تغییرات موردتوجه قرار گرفته و تحقیقات متعددی در این زمینه در ایران و جهان انجام شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۴۱؛ Jin et al, 2017: 44). امروزه نقش سنجش‌ازدور و روش‌های مختلف آشکارسازی تغییرات با این فن برای کارشناسان آشکار شده است. اطلاع از میزان پوشش اراضی کشاورزی و پایش تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی‌های اقتصادی، اجتماعی و تصمیم‌گیری‌های آتی و بسیار تأثیرگذار در یک منطقه محسوب می‌شود؛ به طوری که با اطلاع و آگاهی از روند تغییرات رخ داده در یک دوره زمانی می‌توان با نگاهی صحیح و درست، چشم‌اندازی واقعی از آینده را متصور شد و باعث اخذ تصمیمات متناسب در این رابطه خواهد شد. امروزه با توجه به پیشرفت علوم فضایی و به طبع آن علم سنجش‌ازدور، بررسی منابع طبیعی به صورت وسیع و کاربردی و در راستای اهداف مختلف روزبه‌روز افزایش می‌یابد؛ به طوری که با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش‌ازدور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی و طبقه‌بندی آن‌ها اقدام کرد و سپس با مقایسه آن در دوره‌های مختلف میزان تغییرات رخ داده را به تصویر کشید (المیران، ۱۳۸۳: ۲۲). به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای روش‌های متفاوتی تاکنون به کار رفته است؛ از جمله روش حداکثر احتمال، طبقه‌بندی شیء‌گرا، شاخص NDVI و استفاده از روش درخت تصمیم، که هر یک از این روش‌ها خصوصیات خاص خود را دارد؛ ولی مقایسه‌هایی که توسط محققان، بین روش‌های مختلف صورت پذیرفته است، مؤید دقیق‌تر بودن روش درخت تصمیم نسبت به دیگر روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای است.

علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) با مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه، شیء پایه و درخت تصمیم در تهیه نقشه تیپ‌های جنگل آستارا با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور به این نتیجه رسیدند که روش درخت تصمیم نتایج بهتری نسبت به روش‌های دیگر به دست می‌دهد (علی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۸: ۷). آرخی (۱۳۹۱)، کارایی روش طبقه‌بندی درختی را در جهت استخراج نقشه کاربری اراضی مورد ارزیابی قرار داده است و کارکرد این روش را با دو روش طبقه‌بندی دیگر، شامل حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی آرتمپ فازی مورد مقایسه قرار می‌دهد. نتایج به دست آمده از ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده توسط ایشان نشان می‌دهد که روش طبقه‌بندی درختی با دقت کل ۸۷ و ضریب کاپای ۰/۸۴ دارای بیشترین صحت و پس از آن روش‌های شبکه عصبی مصنوعی آرتمپ فازی و حداکثر احتمال به ترتیب با دقت کل ۸۴ و ۸۱ و ضریب کاپای ۰/۸۱ و ۰/۷۸ در رتبه‌های بعدی از نظر دقت قرار می‌گیرند (آرخی، ۱۳۹۱: ۱۷).

همواره یکی از بهترین روش‌های بررسی پوشش گیاهی در یک منطقه، استفاده از شاخص NDVI است؛ بر همین اساس محققان زیادی به منظور بررسی پوشش گیاهی از این شاخص استفاده کرده‌اند (عبداللهی و همکاران، ۱۳۸۶: ۲۸۹؛ Gao et al, 2009: 219; Renza et al, 2017; Moravitz et al, 2006). آرخی و نیازی (۱۳۸۹) با ارزیابی روش‌های مختلف سنجش‌ازدور برای پایش تغییرات کاربری اراضی حوزه دره شهر استان ایلام، از پنج روش پایش تغییر شامل رگرسیون تصویر، تفاضل NDVI، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که از بین روش‌های مختلف آشکارسازی تغییرات، روش تفاضل NDVI دارای دقت و صحت بالاتری

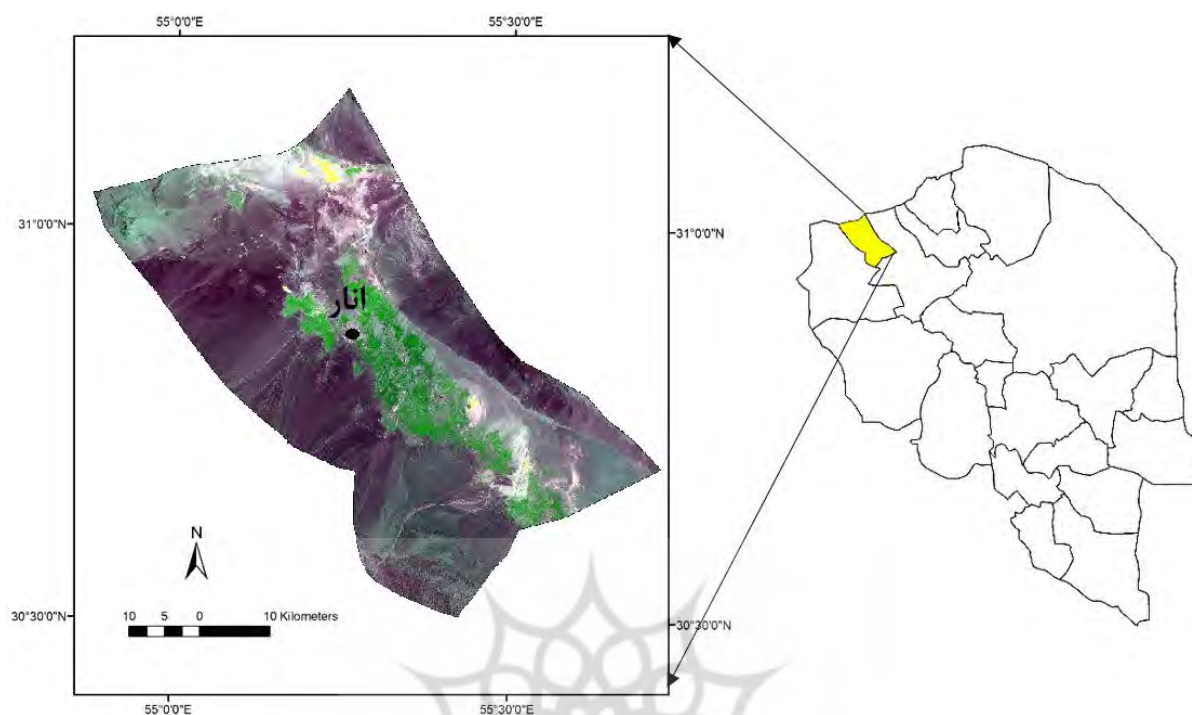
می‌توان ضمن بررسی میزان تغییر صورت‌گرفته تاکنون، چشم‌اندازی روشن از آینده کشاورزی و روند تغییرات کمی آن در منطقه متصور شد و در نتیجه راهکارهای مناسب در جهت پیشگیری از روند نابودی باغات پسته اتخاذ شود.

### مواد و روش‌ها

#### معرفی محدوده مورد مطالعه

شهرستان انار در شمالی‌ترین بخش استان کرمان و در موقعیت ۳۰ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی واقع شده‌است. این شهر در بین جاده یزد-رفسنجان و بر سر دو راهی تهران-بندرعباس و تهران-کرمان قرار گرفته و به‌علت همین وضعیت از موقع نسبی ویژه‌ای برخوردار است. مساحت منطقه مورد مطالعه در حدود ۲۰۰۰ کیلومتر مربع برآورد شده‌است. شهرستان انار به‌لحاظ ژئومورفولوژی در دشتی با راستای شمال‌غربی-جنوب‌شرقی قرار دارد. دمای متوسط سالانه دشت انار ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه آن ۹۰-۱۰۰ میلی‌متر است؛ بنابراین آب و هوای خشکی دارد. عمده فعالیت اقتصادی در این شهرستان کشاورزی و باغداری محصول پسته است.

است (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹: ۷۴). امیدوار و همکاران (۱۳۹۴)، تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی شهر یاسوج را با استفاده از روش‌های مختلف آشکارسازی تغییرات، از جمله شاخص NDVI مورد بررسی قرار داده و در نتیجه تغییرات کاهشی و افزایشی پوشش گیاهی در بخش‌های مختلف شهر یاسوج را شناسایی کردند (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۱). با استفاده از شاخص NDVI ضمن تهیه نقشه پوشش گیاهی شهرستان بهبهان، تغییرات آن را طی یک دوره ۱۴ ساله مورد پایش و آشکارسازی قرار می‌دهند (محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۴: ۲۳). بر این اساس در این تحقیق سعی شد تا با استفاده از شاخص NDVI و روش درخت تصمیم، میزان تغییرات سطح زیرکشت درختان پسته شهرستان انار برای اولین بار طی بازه زمانی ۴۰ ساله مورد بررسی و پایش قرار گیرد. با توجه به تک‌محصول بودن شهرستان انار و وابستگی شدید اقتصاد آن به تولید پسته، هرگونه تغییر در میزان تولید این محصول تأثیر بسزایی در اقتصاد منطقه خواهد داشت. علاوه بر آن به‌نظر می‌رسد برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، یکی از عوامل مؤثر در تغییر پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه باشد؛ به‌طوری که برداشت بی‌رویه در بلندمدت باعث کاهش کیفیت منابع آبی و در نتیجه تخریب باغات می‌شود؛ بنابراین با پایش روند تغییرات باغات پسته



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷

استفاده شد. همه پردازش‌ها و آنالیزها در دو نرم‌افزار ArcGIS 10.3 و ENVI 5.1 انجام پذیرفت.

### روش تحقیق پیش‌پردازش

برای انجام اکثر روش‌های آشکارسازی تغییرات، باید یکسری پیش‌پردازش‌هایی بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام داد. این پیش‌پردازش شامل دو بخش، تصحیحات هندسی و تصحیحات رادیومتریکی است. تصاویر رقومی خام، معمولاً دارای اعوجاج‌های هندسی آنچنان قابل‌ملاحظه‌ای هستند که نمی‌توانند به‌عنوان نقشه به‌کار برده شوند. منشأ این اعوجاج‌ها، عبارت‌اند از: تغییرات در ارتفاع ماهواره، رفتار و سرعت سکوی سنجنده و همچنین عواملی نظیر انحنای زمین، انکسار، اتمسفر، جابه‌جایی ناشی از برآمدگی و فرورفتگی و غیرخطی بودن عمل جاروب میدان دید لحظه‌ای سنجنده. هدف از تصحیح هندسی، جبران

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش از ماهواره لندست با شماره ردیف ۳۹ و گذر ۱۶۱ شامل دو تصویر مربوط به سنجنده MSS متعلق به سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۶۶، سه تصویر مربوط به سنجنده TM از سال‌های ۱۳۷۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۹ و یک تصویر از سنجنده OLI مربوط به سال ۱۳۹۶ است. با توجه به اینکه هدف، آشکارسازی پوشش گیاهی بود؛ سعی شد تا همه تصاویر حتی‌الامکان مربوط به یک زمان باشند تا ضمن یکنواختی شرایط بتوان تغییرات را مورد بررسی قرار داد؛ به دلیل اینکه در مردادماه انواع مختلف گونه‌های درختان پسته در شرایط رشد یکسان قرار دارند، در نتیجه بازتاب طیفی آن‌ها نسبتاً مشابه بوده و برای مطالعات سنجش‌ازدور مناسب هستند؛ به این دلیل همه تصاویر مربوط به مرداد انتخاب شد. به‌منظور بررسی توپوگرافی منطقه، از مدل ارتفاع رقومی (DEM) ۳۰ متری ماهواره SRTM

ارزش عددی این شاخص بین اعداد +۱ و -۱ در نوسان است و ثابت شده که هرچه به عدد +۱ نزدیک شود، بر میزان پوشش گیاهی افزوده می‌شود (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۱۷).

### طبقه‌بندی درخت تصمیم

انعطاف‌پذیری و قابلیت‌های بالای روش‌های طبقه‌بندی باعث شده‌است تا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای، در تولید انواع اطلاعات مکانی مورد استفاده قرار گیرند. طبقه‌بندی تصاویر یک فرایند تصمیم‌گیری است که در آن به‌دنبال تشخیص کلاسی هستیم که پیکسل موردنظر را با حداکثر اطمینان به آن نسبت دهیم. درخت تصمیم یک نوع طبقه‌بندی نظارت‌شدهٔ سلسله‌مراتبی است که جزء روش‌های دانش‌پایهٔ طبقه‌بندی به‌شمار می‌آید؛ به‌عبارتی دیگر، پدیده‌های موضوعی در این روش با داشتن اطلاعات دربارهٔ آن‌ها از بالا به پایین با اتخاذ تصمیمات مناسب کلاسه‌بندی می‌شوند. در آغاز عملیات طبقه‌بندی تصویر با استفاده از این روش، هر پیکسل در بالاترین سطح از یک درخت تصمیم‌گیری قرار می‌گیرد، با انجام یک چرخهٔ تکرار شونده با تشکیل فرضیه‌هایی مبنی بر انتقال پیکسل از سطحی به سطح پایین‌تر و تست صحت این فرضیه‌ها، شروع به طبقه‌بندی پیکسل می‌کند. شرط توقف چرخهٔ تکرار شونده، رسیدن به انتهای درخت تصمیم‌گیری (کلاس‌های خالص) یا رد شدن همهٔ فرضیه‌های انتقال است. در این صورت پیکسل براساس سطحی که در آن قرار دارد، برچسب ترکیبی از کلاس‌های از پیش تعریف‌شده را می‌پذیرد (Pooja et al, 2011: 118). نمودار جریان‌ی درخت تصمیم مربوط به این پژوهش در شکل ۲ مشاهده می‌شود.

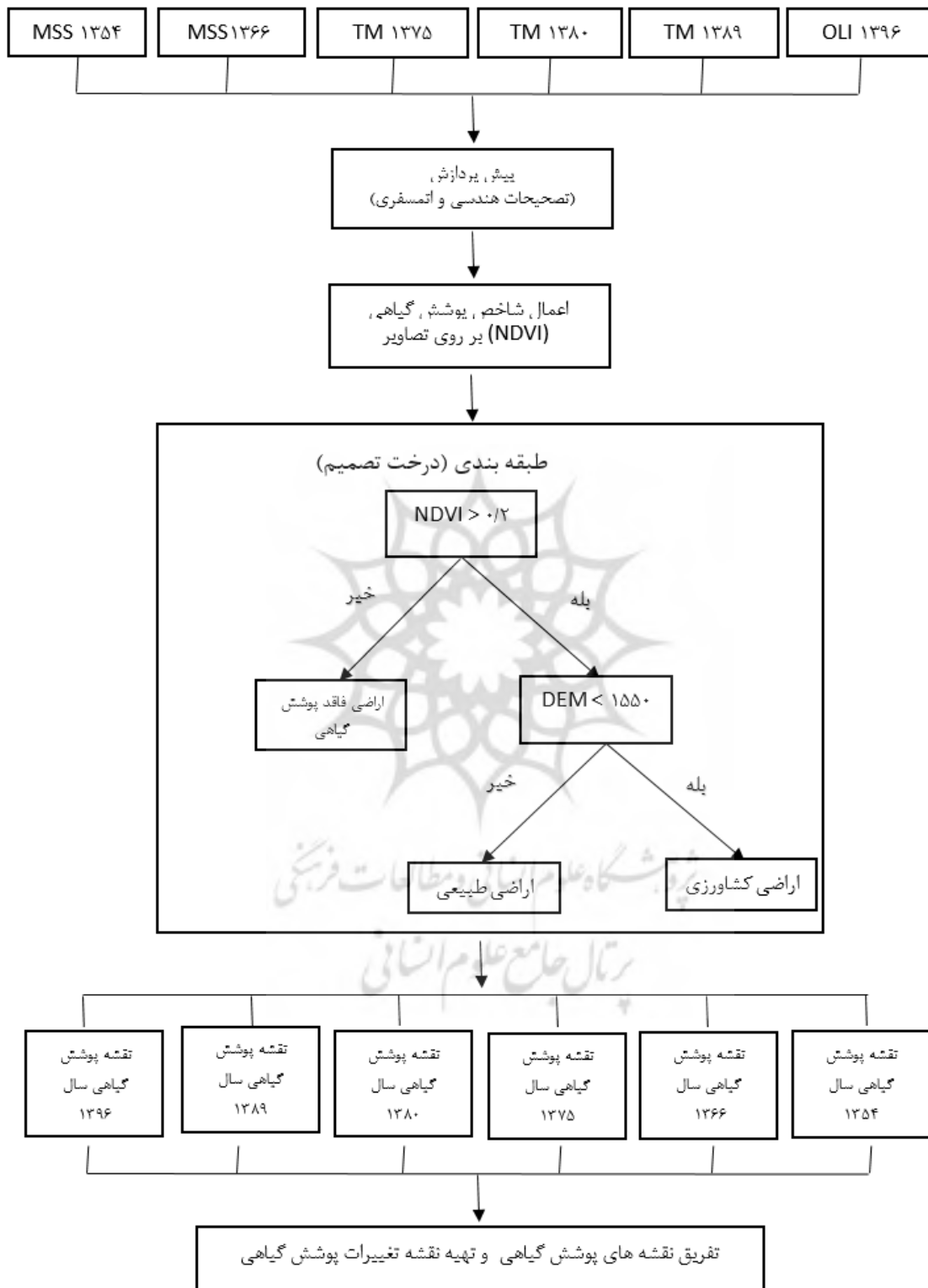
اعوجاج‌های معرفی‌شده به‌وسیلهٔ این عوامل است. (Lillesand & Kiefer, 2000: 230). برای تصحیح هندسی، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه‌شده از سازمان جغرافیایی استفاده شد و تصاویر سنجنده‌های MSS و TM با استفاده از روش تصویر-وکتور، زمین‌مرجع شدند. در این راستا ۴۵ نقطهٔ کنترل زمینی با پراکنش مناسب و در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و ... استفاده شد.

از آنجایی که تصویر مربوط به سنجندهٔ MSS سال ۱۳۵۴ دارای رزولوشن مکانی ۶۰ متر بوده و دیگر تصاویر استفاده‌شده در این تحقیق دارای پیکسل سائز ۳۰ متر هستند، با استفاده از الگوریتم نمونه‌برداری مجدد همسان‌سازی پیکسل‌های تصویر سال ۱۳۵۴ با تصاویر دیگر انجام گرفت. در مرحلهٔ آخر پیش‌پردازش، تصحیح رادیومتریک صورت می‌گیرد. به‌منظور تصحیحات رادیومتریک، از روش فلش (FLASH) استفاده شد. مدل فلش یکی از کامل‌ترین ابزارهای تصحیح اتمسفری است که طول موج‌هایی را از گسترهٔ مرئی تا ۱ میکرومتر پوشش می‌دهد. این مدل بیشتر بر روی تصاویر چندطیفی و فراطیفی کار می‌کند و می‌تواند تصویر را هم در هندسهٔ دید قائم و هم در هندسه دید مایل از لحاظ تأثیرات اتمسفری تصحیح کند (Du et al., 2002: 123).

### شاخص پوشش گیاهی

شاخص پوشش گیاهی (NDVI) یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌ها و معیارها برای تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش اراضی از جمله پوشش گیاهی است (Morawitz et al, 2006: 277; Koh et al, 2006: 546) محمدیاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۳) که از طریق نسبت‌گیری باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک به‌دست می‌آید

$$NDVI = \frac{NIR - RNIR}{NIR + RNIR}$$



شکل ۲: نمودار جریان‌ی مراحل تحقیق

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷

## نتایج و بحث

### نقشه‌های پوشش گیاهی

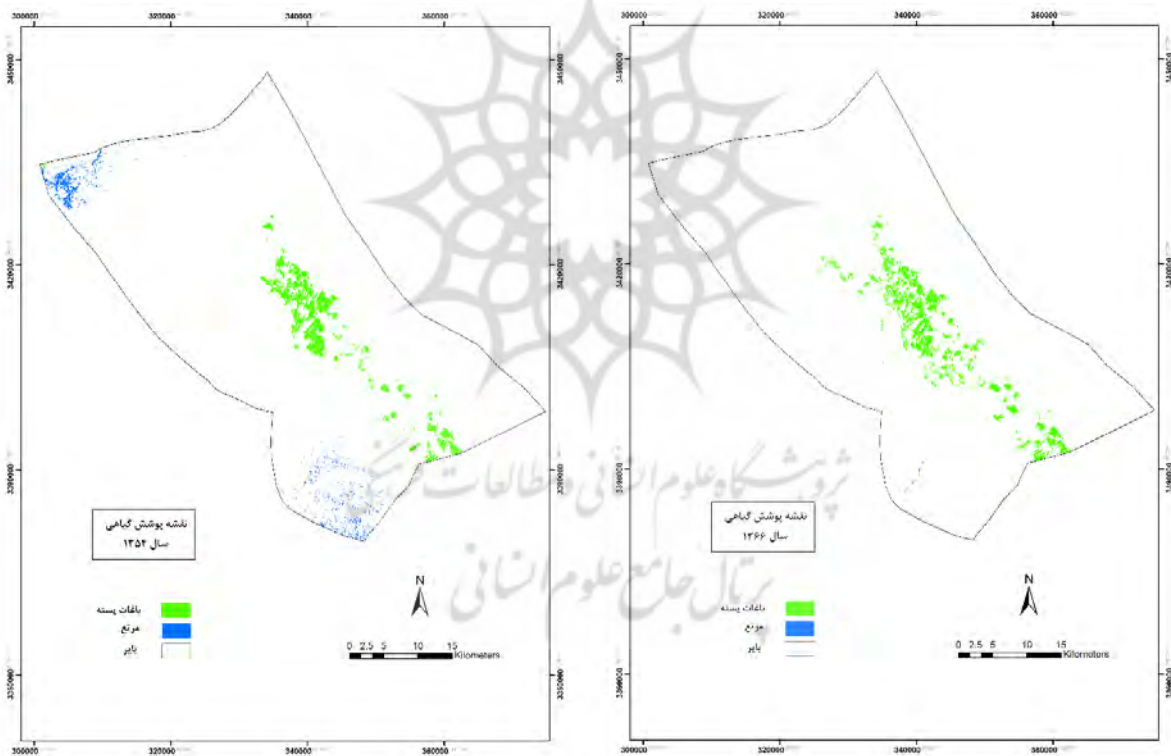
با اعمال شاخص NDVI بر روی تصاویر منطقه مورد مطالعه، گستره داده‌های تصاویر بین ۱- تا ۱ قرار می‌گیرد. معمولاً مقادیر منفی شاخص NDVI (اعداد نزدیک به ۱-) نشان‌دهنده پهنه‌های آبی، مقادیر نزدیک به صفر (بین ۰/۱- تا ۰/۱) نشانگر سطوح برهنه سنگی و ماسه‌ای، مقادیر پایین و مثبت (بین ۰/۲ تا ۰/۵) نشان‌دهنده پوشش درختچه‌ای و مقادیر بالای شاخص NDVI (اعداد نزدیک به ۱) نشان‌دهنده جنگل‌های بارانی مناطق گرم و استوایی است (Muzein, 2006). بر این اساس و با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه جزء مناطق گرم و خشک کشور بوده و اغلب پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه شامل باغات کشاورزی پسته و به مقدار کمی درختچه‌های خودرو در مناطق مرتفع است؛ به طور کلی منطقه مورد مطالعه به لحاظ پوشش گیاهی به دو کلاس اراضی کشاورزی و اراضی طبیعی طبقه‌بندی شد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، طبقه‌بندی تصاویر NDVI براساس روش درخت تصمیم انجام می‌گیرد؛ به طوری که با اعمال شروطی در گره‌ها یا اصطلاحاً ریشه‌ها تقسیم‌بندی خاصی در زیرشاخه‌ها اتفاق می‌افتد. در این تحقیق مقادیر کمتر از ۰/۲ به کلاس اراضی فاقد پوشش گیاهی و بیشتر از آن کلاس پوشش گیاهی متعلق می‌شود. دوباره کلاس پوشش گیاهی با اعمال شرط میزان ارتفاع منطقه و با

توجه به اینکه باغات پسته تنها در زمین‌های مسطح با ارتفاع کمتر از ۱۵۵۰ متر کاشت شده‌است، به دو کلاس اراضی کشاورزی و طبیعی تقسیم می‌شود. در نهایت نقشه پوشش گیاهی مربوط به سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۶۶، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ تهیه شد (اشکال ۳ تا ۵). مساحت انواع پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه در جدول ۱ آمده‌است. طبق این جدول، از مساحت ۲۱۲۹۰۰ هکتار کل محدوده مورد مطالعه، در سال ۱۳۵۴ سطح زیر کشت درختان پسته تنها ۵۹۳۵،۳۲ هکتار (۲/۷۹ درصد) و اراضی طبیعی نیز ۱۱۰۵،۹۲ هکتار (۰/۴۳ درصد) بوده‌است و این سطح زیر کشت در سال‌های بعد با تغییرات زیادی مواجه شده‌است که در شکل ۶ قابل مشاهده است. براساس این نمودار روند کلی سطح زیر کشت درختان پسته یک روند صعودی دارد؛ ولی در دوره‌های مختلف نرخ رشد تغییر داشته‌است، به طوری که طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۵ نمودار دارای بیشترین شیب بوده‌است. بین سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۶ و ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰ روند افزایش باغات به یک میزان بوده‌است؛ ولی تنها در مدت سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ نمودار یک روند نزولی را نشان داده و مبین کاهش سطح باغات پسته در این دوره است که این امر می‌تواند به دو دلیل اتفاق افتاده باشد؛ یا در این دوره زمین‌های کمتری به زیر کشت پسته رفته‌است یا اینکه نرخ تخریب باغات موجود در این دوره شدت یافته‌است که در ادامه تحقیق این مسأله روشن می‌شود.

جدول ۱: مساحت انواع پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه

پوشش گیاهی	باغات پسته		مرتع	
	مساحت به هکتار	مساحت به درصد	مساحت به هکتار	مساحت به درصد
سال ۱۳۵۴	۵۹۳۵,۳۲	۲,۷۹	۱۱۰۵,۹۲	۰,۴۳۴
سال ۱۳۶۶	۷۰۵۸,۲۵	۳,۳۶	۳۰,۶	۰,۰۱۲
سال ۱۳۷۵	۱۵۴۹۸,۵۴	۷,۲۸	۶۲,۲۸	۰,۰۲۲
سال ۱۳۸۰	۱۶۲۸۱,۳۱	۷,۶۵	۴۰,۵	۰,۰۱۶
سال ۱۳۸۹	۱۵۲۰۲,۳۵	۷,۱۴	۳,۶	۰,۰۰۲
سال ۱۳۹۶	۱۶۹۸۵,۰۷	۷,۹۸	۴۶,۰۸	۰,۰۱۸

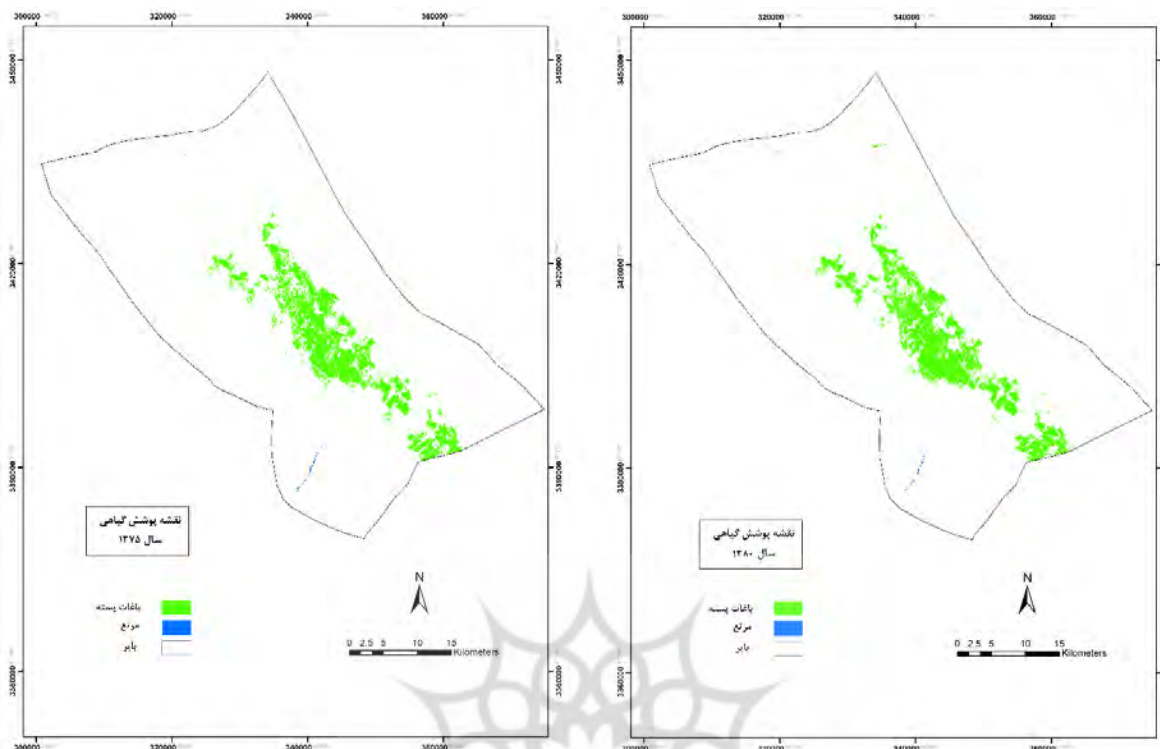
مأخذ: نویسنده، ۱۳۹۷



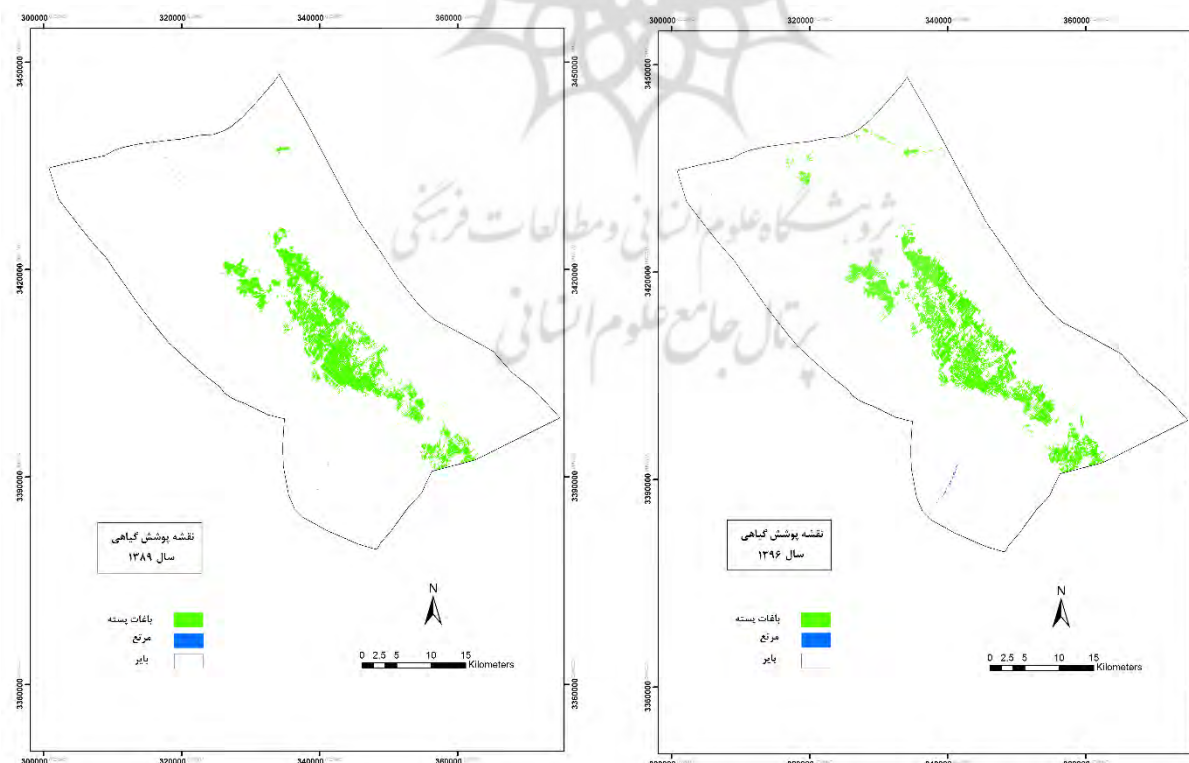
شکل ۳: نقشه پوشش گیاهی سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۶۶

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷

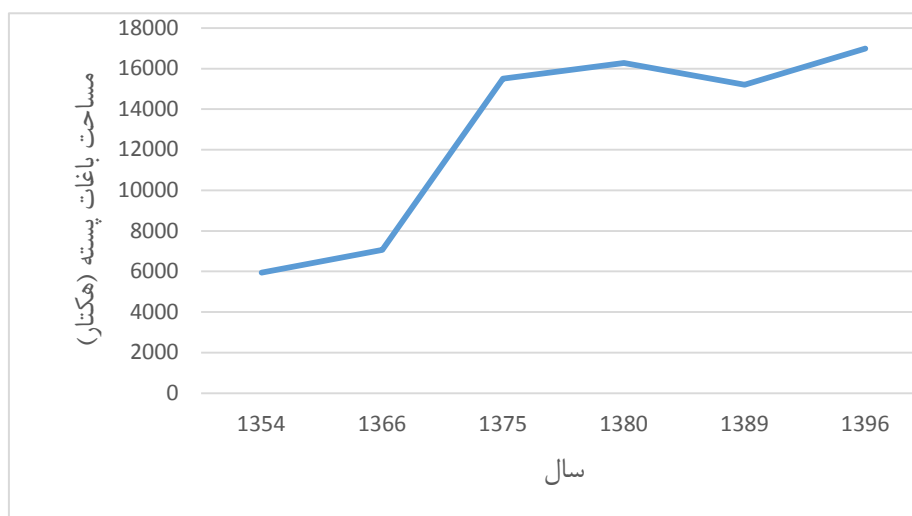




شکل ۴: نقشه پوشش گیاهی سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰  
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۵: نقشه پوشش گیاهی سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶  
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۶: نمودار سطح زیر کشت درختان پسته  
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷

### ارزیابی صحت طبقه‌بندی

در کل محدوده مورد مطالعه، انتخاب و به نرم‌افزار ENVI برای ارزیابی صحت وارد شد و این نرم‌افزار بر مبنای طراحی ماتریس خطا و مقایسه نمونه‌های زمینی با طبقات حاصل از طبقه‌بندی خودکار صحت کار را ارزیابی می‌کند. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، میزان تطابق کلاس‌ها با واقعیت زمینی بسیار بالاست و این می‌تواند نتیجه استفاده از روش درخت تصمیم در طبقه‌بندی باشد؛ زیرا در این روش با استفاده از شروطی که در گره‌ها طراحی شده‌است، داده‌های به دست آمده از شاخص NDVI کاملاً به‌طور کمی و دقیق در کلاس‌های مربوط قرار می‌گیرد؛ در حالی که در روش‌های دیگر طبقه‌بندی به‌منظور استخراج نمونه‌های تعلیمی همواره خطای کاربر در دقت نهایی کار تأثیرگذار خواهد بود.

به‌منظور اطمینان از نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی اقدام به ارزیابی صحت شد. معمول‌ترین فاکتورهای برآورد صحت، شامل: دقت کلی، دقت تولیدکننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند (Lu et al, 2004: 2345). بدین منظور یکسری مناطق و نمونه‌های دقیق زمینی به‌لحاظ پوشش گیاهی به نرم‌افزار معرفی شد و در نتیجه همه فاکتورهای مربوط به دقت طبقه‌بندی برای تمامی سال‌ها محاسبه شد (جدول ۲).

در این مطالعه به‌منظور تعیین نقاط واقعیت زمینی از عکس‌های هوایی ۱/۲۰۰۰۰ نرم‌افزار Google Earth، نظرات کارشناسی افراد آشنا و بازدیدهای میدانی استفاده شد. در نهایت تعداد ۱۵۰ نقطه واقعیت زمینی برگرفته از کلاس‌های مختلف و دارای پراکندگی یکسان

جدول ۲: پارامترهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی

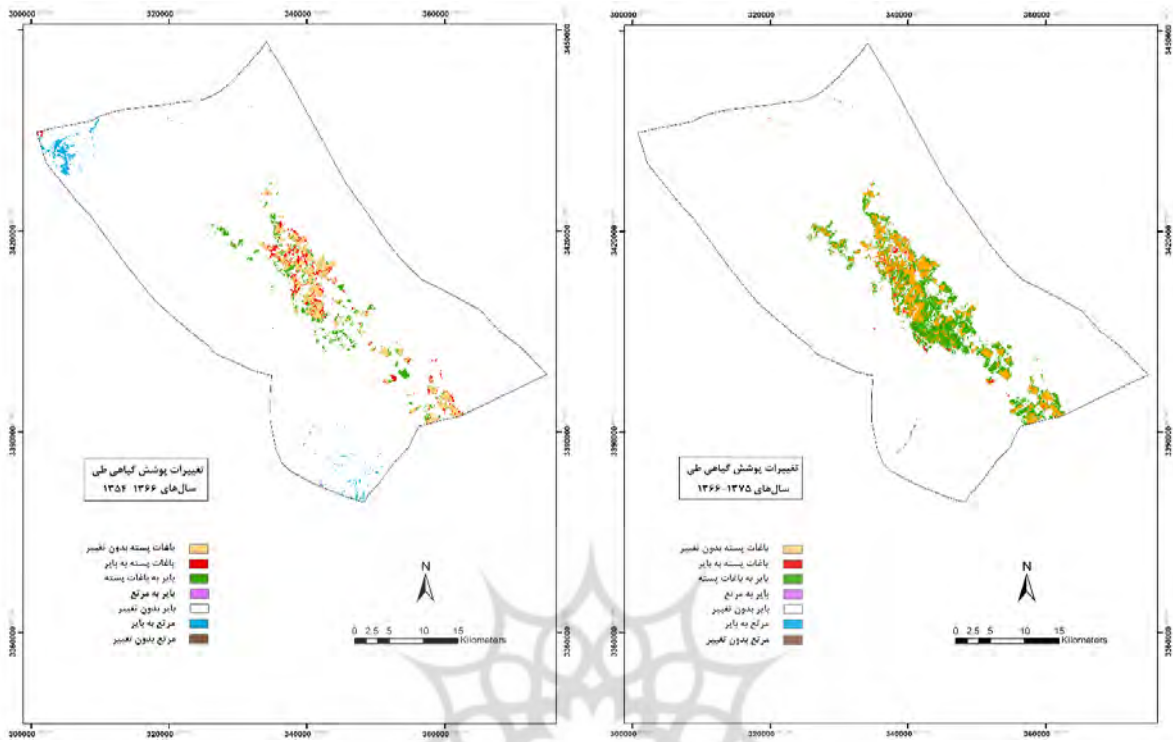
پارامتر آماری	تصویر ۱۳۵۴	تصویر ۱۳۶۶	تصویر ۱۳۷۵	تصویر ۱۳۸۰	تصویر ۱۳۸۹	تصویر ۱۳۹۶
ضریب کاپا	۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۹۵	۰/۹۷
دقت کل (درصد)	۹۵	۹۲	۹۷	۹۸	۹۶	۹۸

مأخذ: نویسنده، ۱۳۹۷

### روند تغییرات پوشش گیاهی طی دوره ۴۰ ساله

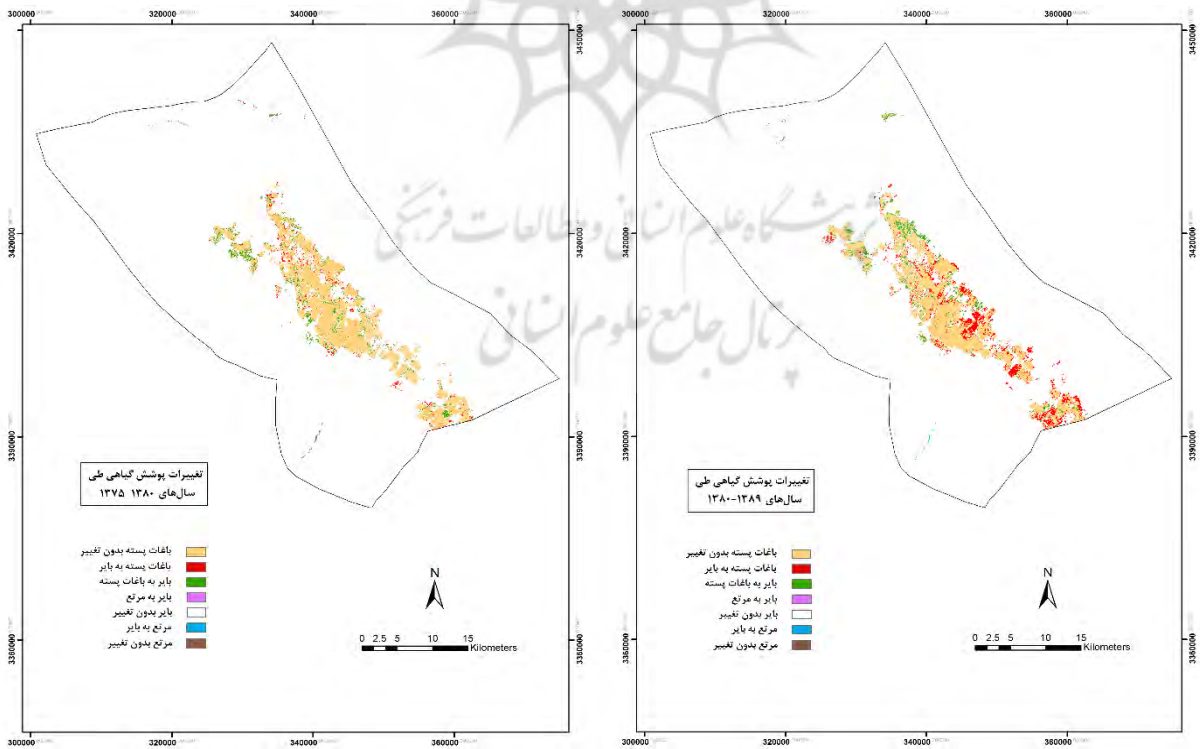
به منظور تعیین میزان تغییرات پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد. در این روش بعد از اینکه نقشه‌های پوشش گیاهی مربوط به سال‌های مختلف به روش درخت تصمیم تهیه شدند، با انجام عملیات تفریق بین نقشه‌ها، تغییرات پوشش گیاهی مورد پایش قرار گرفته و نقشه‌های آن تهیه شد (اشکال ۷ تا ۹). در این نقشه‌ها مناطقی که با رنگ نارنجی مشخص شده‌اند، شامل باغاتی می‌شوند که طی دوره مذکور کاربری آن‌ها تغییری نکرده‌است. محدوده‌های سبز رنگ نشانگر باغات پسته‌ای هستند که طی دوره مذکور ایجاد شده‌اند و باغاتی که در دوره مورد نظر دچار ویرانی و تخریب شده‌اند، با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. جداول ۳ تا ۷ تغییرات رخ داده در مساحت هر یک از کاربری‌ها طی ۵ دوره متوالی را نشان می‌دهند. همان‌طور که در شکل ۷ و جدول ۳ دیده می‌شود، تا سال ۱۳۶۶ مساحت باغات پسته تغییر عمده‌ای نداشته‌است و میزان تبدیل باغات پسته به زمین‌های بایر و زمین‌های بایر به باغات پسته تقریباً به یک میزان اتفاق افتاده؛ ولی از مساحت مراتع به مقدار زیادی کاسته شده‌است که این مسأله می‌تواند نشانگر کاهش بارندگی‌های سالانه باشد. طی یک دهه از سال ۱۳۶۶ تا سال ۱۳۷۵ سطح زیر کشت درختان پسته به دو برابر افزایش یافته‌است؛ به طوری که مساحت باغات پسته از ۷۰۵۸،۲۵ هکتار در سال ۱۳۶۶ به ۱۵۴۹۸،۵۴ هکتار در سال ۱۳۷۵ افزایش یافته و این افزایش بیشتر در بخش‌های مرکزی و جنوبی شهرستان انار اتفاق افتاده‌است. همان‌طور که در شکل ۸ مشخص است، روند تخریب باغات در بخش‌های مرکزی و جنوبی محدوده مورد مطالعه از سال ۱۳۸۰ شدت گرفته و باعث شده که تنها در این مقطع زمانی شیب نمودار تغییرات سطح زیر کشت

باغات (شکل ۶) منفی شود و این نیز به دلیل کاهش سطح زیر کشت نیست؛ بلکه ناشی از تخریب و نابودی بیشتر باغات پسته است. آنچنان که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، طی ۹ سال ۲۹۰۲/۰۵ هکتار از باغات پسته نابود شده و به زمین بایر تبدیل شده‌است. که این میزان بالاترین نرخ تخریب باغات طی ۴۰ سال اخیر است. البته این روند نابودی همان‌طور که در شکل ۹ نیز کاملاً مشهود است، همچنان ادامه دارد و تنها به تدریج موقعیت باغات تخریبی از مناطق جنوبی‌تر به سمت مناطق مرکزی محدوده مورد مطالعه منتقل شده‌است. دلیل این میزان تخریب باغات، برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و در نتیجه افت سطح آب‌ها و کاهش کیفیت آن‌ها بوده‌است. البته افزایش روند تولید باغات پسته جدید در بخش‌های مختلف محدوده مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶ باعث شده‌است تا یک روند افزایشی در میزان باغات پسته داشته باشیم. جالب توجه است دقیقاً در بخش‌هایی از محدوده مورد مطالعه که طی دهه ۱۳۷۷-۱۳۶۶ دارای بیشترین نرخ ایجاد و گسترش باغات پسته بوده‌است، اکنون و طی یک دهه اخیر بیشترین نابودی و تخریب باغات نیز اتفاق افتاده‌است و این می‌تواند نشانگر و مؤید این مطلب باشد که همواره باید برداشت آب از مخازن زیرزمینی به‌طور متعادل انجام گرفته تا این مسأله باعث افت کیفیت و در نهایت تخریب کامل باغات نشود. کمترین ویرانی باغات طی دوره ۱۳۷۷-۱۳۶۶ به میزان ۵۶۷ هکتار بوده‌است. همان‌طور که در شکل ۹ نیز مشخص است، در یک دهه اخیر گسترش باغات پسته به سمت بخش‌های شمالی دشت انار بوده‌است که با وجود مشکل کم‌آبی باید جلو گسترش و تولید باغات پسته گرفته‌شود تا منطقه بیشتر از این دچار مشکلات ناشی از کم‌آبی نشود.



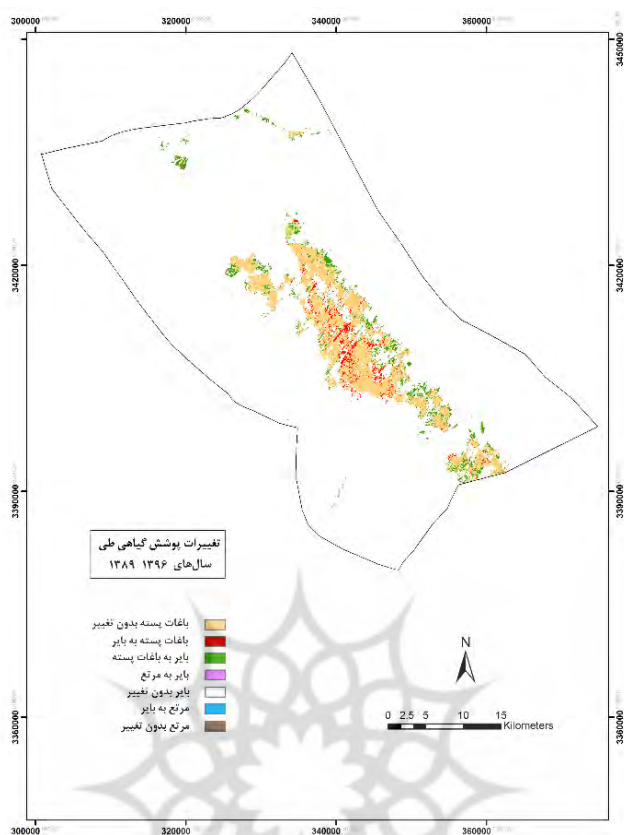
شکل ۷: تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۷۵

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۸: تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۹

تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷



شکل ۹: تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶  
تهیه و ترسیم: نگارنده، ۱۳۹۷

جدول ۳: میزان تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۶

۱۳۶۶			۱۳۶۶-۱۳۵۴	
بایر	مرتع	باغات پسته	باغات پسته	۱۳۵۴
۱۴۹۷/۲۴	۰	۴۴۳۸/۰۸	مرتع	
۱۰۹۳/۶۸	۱۲/۲۴	۰	بایر	
۲۰۸۳۰۷/۳۷	۸/۶۴	۲۳۷۲/۷۶		

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

جدول ۴: میزان تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۵

۱۳۷۵			۱۳۷۵-۱۳۶۶	
بایر	مرتع	باغات پسته	باغات پسته	۱۳۶۶
۵۶۷/۵۴	۰	۶۴۹۰/۷۱	مرتع	
۲/۱۶	۲۸/۴۴	۰	بایر	
۲۰۵۴۶۴/۵۵	۳۷/۵۳	۸۸۹۱/۶۴		

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

جدول ۵: میزان تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۰

۱۳۸۰			۱۳۸۰-۱۳۷۵	
بایر	مرتع	باغات پسته	۱۳۷۵	باغات پسته
۸۵۶/۳۵	۰	۱۴۶۴۲/۱۹		مرتع
۱۵/۲۱	۴۷/۰۷	۰		بایر
۲۰۵۱۵۷/۳۳	۰/۰۹	۱۶۲۰/۳۶		

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

جدول ۶: میزان تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹

۱۳۸۹			۱۳۸۹-۱۳۸۰	
بایر	مرتع	باغات پسته	۱۳۸۰	باغات پسته
۲۹۰۲/۰۵	۰	۱۳۳۷۹/۳۱		مرتع
۳۷/۸	۲/۷	۰		بایر
۲۰۴۸۳۷/۵۵	۱/۰۸	۱۶۲۲/۵۲		

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

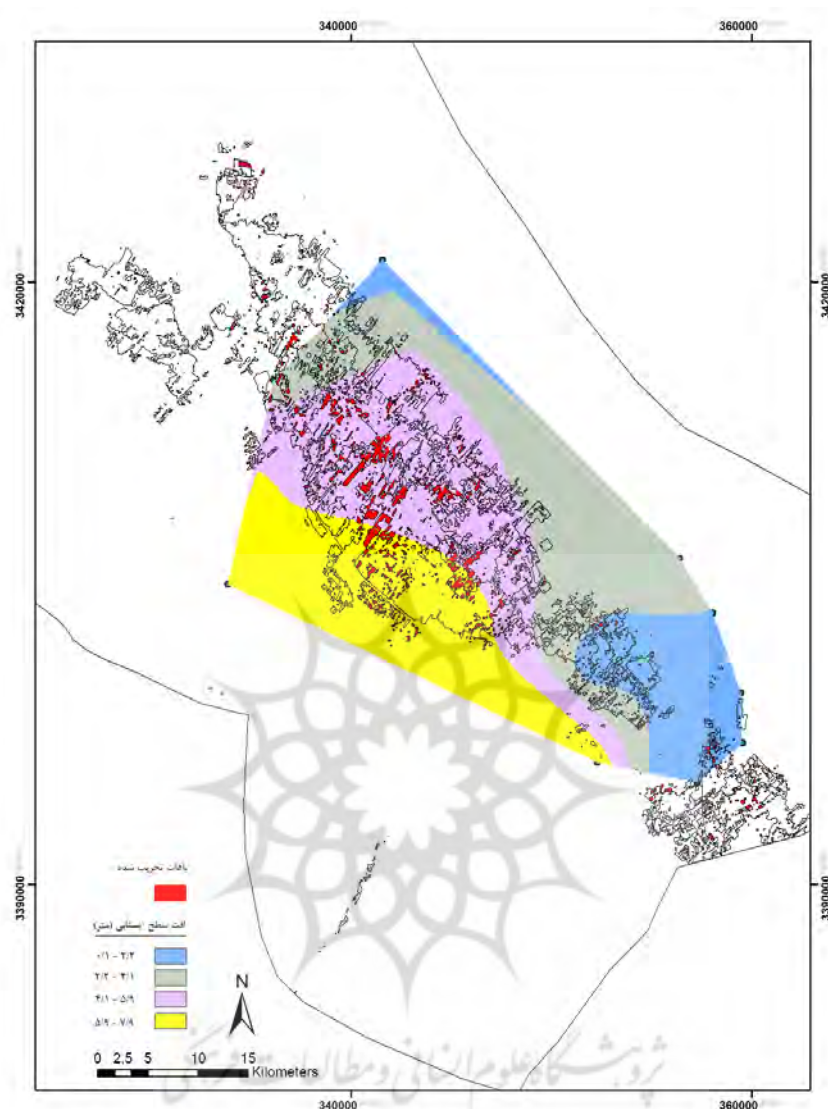
جدول ۷: میزان تغییرات پوشش گیاهی بین سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۶

۱۳۹۶			۱۳۹۶-۱۳۸۹	
بایر	مرتع	باغات پسته	۱۳۸۹	باغات پسته
۱۲۸۸/۶۲	۰	۱۳۹۱۳/۷۳		مرتع
۰	۳/۶	۰		بایر
۲۰۴۶۸۱/۲۲	۴۲/۴۸	۳۰۷۱/۳۴		

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

(شکل ۹) با نقشهٔ اُفت سطح ایستابی، نشانگر ارتباط نزدیک بین باغات نابود شده و محدوده‌هایی با اُفت سطح ایستابی بالاست؛ به طوری که باغات تخریب شده اکثراً در محدوده‌هایی با اُفت ۴ تا ۸ متر قرار گرفته‌اند. می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که با ادامهٔ روند برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی و اُفت روزافزون سطح ایستابی روند نابودی باغات نیز ادامه خواهد یافت؛ زیرا برداشت بی‌رویه باعث کمبود آب و کاهش کیفیت آن شده و این نیز مستقیماً بر باغات پسته تأثیر گذاشته‌است و موجب خشک شدن درختان خواهد شد.

با توجه به شواهد و نتایج کسب‌شده به‌منظور تعیین ارتباط بین برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و افزایش نرخ تخریب باغات، اطلاعات مربوط به پیزومترهای محدودهٔ مورد مطالعه در یک دههٔ اخیر مورد بررسی قرار گرفت. آمار پیزومترهای موجود در محدودهٔ مورد مطالعه مربوط به سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ (شرکت سهامی آب و منطقه‌ای شهرستان انار، ۱۳۹۶) نشانگر متوسط اُفت ۰/۸ متری سالانهٔ سطح آب‌های زیرزمینی منطقه است. با اعمال درون‌یابی بر روی میزان اُفت پیزومترها، نقشهٔ اُفت سطح ایستابی منطقه تهیه شد (شکل ۱۰). روی هم‌اندازی نقشهٔ تغییرات پوشش گیاهی مربوط به سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۶



شکل ۱۰: نقشه ارتفاع سطح ایستابی منطقه مورد مطالعه

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۷

## نتیجه

افزایشی بوده است؛ ولی طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۵ سطح باغات پسته به‌طور ناگهانی افزایش دوبرابری را نشان می‌دهد، به‌طوری که نرخ رشد آن ۱۱۷ درصد بوده است که این می‌تواند در نتیجه حفر چاه‌های بیشتر و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی طی این دوره باشد. طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ سطح باغات کاهش یافته است که این موضوع نیز با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق به‌علت افزایش میزان تخریب باغات پسته‌ای است که قبلاً احداث شده بودند؛

در این تحقیق به‌منظور پایش تغییرات باغات پسته شهرستان انار طی ۴۰ سال اخیر، از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه استفاده شد. بدین‌منظور با استفاده از شاخص پوشش گیاهی و با به‌کارگیری روش طبقه‌بندی درخت تصمیم برای نخستین‌بار تغییرات سطح زیر کشت درختان پسته در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج به‌دست‌آمده، روند سطح زیر کشت باغات پسته در این ۴۰ سال،

## منابع

- به طوری که نرخ رشد منفی ۶ درصد است، یعنی در این دوره میزان ویرانی باغات قدیمی از احداث باغات جدید پیشی گرفته است. همچنین با توجه به اینکه طی یک دهه اخیر، روند گسترش و احداث باغات جدید به سمت بخش‌های شمالی محدوده مورد مطالعه بوده است، باید این روند گسترش تحت نظر قرار گیرد تا در آینده، سرنوشت کل منطقه به سرنوشت بخش‌های مرکزی و جنوبی محدوده مورد مطالعه، دچار نشود. در ارتباط با روش کار، با توجه به ضرایب به دست آمده در ارزیابی صحت (جدول ۲)، می‌توان این گونه برداشت کرد که از بین روش‌های طبقه‌بندی، روش درخت تصمیم یکی از دقیق‌ترین روش‌ها در امر طبقه‌بندی پوشش گیاهی است؛ موضوعی که در مقالات دیگر نیز به آن اشاره شده است. از دیگر نتایج به دست آمده در این تحقیق می‌توان به تأیید اهمیت بالای شاخص NDVI در استخراج پوشش گیاهی اشاره کرد؛ آنچه که در مطالعات محققان دیگر به آن تأکید شده است. آنچه که در کل از نتایج این تحقیق می‌توان برداشت کرد این است که افزایش بی‌قاعده و بی‌رویه سطح زیر کشت، قاعدتاً مستلزم حفر چاه‌های بیشتر و برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی بوده که این نیز به نوبه خود باعث کاهش کیفیت و افت منابع آبی منطقه شده و در نهایت کشاورزی منطقه را تحت تأثیر قرار داده است و موجبات نابودی باغات پسته را فراهم کرده و خواهد کرد. آن چنان که این امر در این تحقیق کاملاً مشهود و مشخص است.
- آرخی، صالح (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی روش طبقه‌بندی درختی جهت استخراج نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در حوزه چم‌گردلان استان ایلام، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. شماره ۴. صفحات ۱۷-۲۶.
- آرخی، صالح؛ یعقوب نیازی (۱۳۸۹). ارزیابی روش‌های مختلف سنجش‌ازدور برای پایش تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوزه دره‌شهر- استان ایلام)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. جلد ۱۷. شماره ۱. صفحات ۹۳-۷۴.
- امیدوار، کمال؛ مهدی نارنگی‌فرد؛ حجت‌الله عباسی (۱۳۹۴). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در شهر یاسوج با استفاده از سنجش‌ازدور، جغرافیا و آمایش شهری منطقه‌ای. شماره ۱۶. صفحات ۱۱۱-۱۲۶.
- علی‌محمدی، عباس؛ علی‌اکبر متکان؛ پرویز ضیائیان؛ هومن طباطبایی (۱۳۸۸). مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه، شیء پایه و درخت تصمیم در تهیه نقشه تیپ‌های جنگل با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: جنگل آستارا)، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. جلد ۱۰. شماره ۱۳. صفحات ۷-۲۶.
- عبداللهی، جلال؛ محمدحسن رحیمیان؛ محمدحسین ثواقبی (۱۳۸۶). محدودیت ایجاد نقشه پوشش گیاهی توسط تصاویر ماهواره‌های لندست+ETM، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. سال ۱۴. صفحات ۲۸۹-۳۰۱.



- Koh, C.N; Lee, P.F; Lin, R.S (2006). "Bird species richness patterns of northern Taiwan: primary productivity, human population density, and habitat heterogeneity". *Diversity & Distributions* 12 (5), 546-554.
- Lillesand, T. M., and R. W. Kiefer (2000). *Remote sensing and image interpretation*. 4th ed., New York: John Wiley and Sons, 387 P.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E (2004). Change detection techniques. *INT. J. Remote Sensing*, Vol. 25, No. 12, 2365-2407.
- Morawitz, D; Blewett, T; Cohen, A; Alberti, M (2006). Using NDVI to assess vegetative land cover. 277-295.
- Muzein BS (2006). *Remote Sensing & GIS for Land Cover/ Land Use Change Detection and Analysis in the Semi-Natural Ecosystems and Agriculture Landscapes of the Central Ethiopian Rift Valley*. Dresden, Germany: Technische Universitt Dresden; 66-70.
- Renza, D., Martinez, E., Molina, I., Ballesteros, D (2017). Unsupervised change detection in a particular vegetation land cover type using spectral angle mapper. *Advances in Space Research* 59 (2017) 2019-2031.
- Pooja, A.P., Jayanth, J., Kolivad, S (2011). Classification of RS data using Decision Tree Approach. *International Journal of Computer Applications*. Vol. 23, No. 3. 118-128
- شرکت سهامی آب و منطقه‌ای شهرستان انار، (۱۳۹۶).
- مالمیریان، حمید (۱۳۸۳). راهنمای تهیه نقشه‌های موضوعی از تصاویر ماهواره‌ای، انتشارات دانشگاه تهران.
- محمدیاری، فاطمه؛ حمیدرضا پورخباز؛ مرتضی توکلی؛ حسین اقدر (۱۳۹۳). تهیه نقشه پوشش گیاهی و پایش تغییرات آن با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان بهبهان)، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر). دوره ۲۳. شماره ۹. صفحات ۲۳-۳۴.
- محمدی، مجید؛ مجتبی امیری؛ جعفر دستورانی (۱۳۹۴). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان رامیان در استان گلستان، برنامه‌ریزی و آمایش فضا. دوره ۱۹. شماره ۴.
- Du, Y., Teillet, P. M., and Cihlar, J (2002). Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. *Remote Sensing of Environment* 82:PP. 123-34.
- Gao, Y., Mas, J.F. and Navarrete, A (2009). The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data. *International Journal of Digital Earth*, Volume 2, Issue 3 September 2009, PP. 219- 236.
- Jin, S., Yang, L., Zhu, Z., Homer, C (2017). A land cover change detection and classification protocol for updating Alaska NLCD 2001 to 2011. *Remote Sensing of Environment* 195 (2017) 44-55.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی