



## بررسی تغییرات سطح زیر کشت باغات پسته از دیدگاه برنامه ریزی در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۹ با استفاده از سنجش از دور مطالعه موردی شهرستان‌های

### رفسنجان، سیرجان و انار

احمد مزیدی<sup>۱\*</sup>، علیرضا بنی اسدی<sup>۲</sup>

دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۴ / دسترسی اینترنتی: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸

#### چکیده

این مطالعه با هدف آشکارسازی میزان تغییرات سطح زیر کشت درخت پسته در سه شهرستان رفسنجان، انار و سیرجان از دیدگاه آمایش سرزمین در فاصله بین دو سال ۱۹۸۷ و سال ۲۰۲۰ انجام شده است. ابتدا تصاویر دارای تصحیح رادیومتریک و اتمسفری، لندست ۵ (سنجنده Thematic Mapper) TM و لندست ۸ (سنجنده Operational Land Imager) در محیط سامانه جدید گوگل ارث انجین فراخوانی شد و با طبقه بندی بر اساس مدل درخت تصمیم، شناسایی و تفکیک باغات پسته و اراضی کشاورزی ارائه شد. اراضی با NDVI برابر یا بیشتر از ۰/۲ و ارتفاع کمتر از ۲۰۰۰ متر به عنوان باغ پسته و اراضی با NDVI برابر یا بیشتر از ۰/۲ و ارتفاع بیش از ۲۰۰۰ متر به عنوان سایر باغات و اراضی کشاورزی شناسایی

شدند. بررسی تغییرات سطح زیر کشت در هر سه شهرستان نشان داد که توسعه باغات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه و در دوره (۱۳۶۶-۱۳۹۹) روند افزایشی داشته است. میزان این افزایش برای شهرستان رفسنجان ۵۷/۴ درصد، برای شهرستان سیرجان ۵۵ درصد و برای شهرستان انار حدود ۳۷/۳ درصد بوده است. برای بررسی جامع تر موضوع افزایش سطح زیر کشت باغات پسته در منطقه مورد مطالعه بر اساس باند NDVI، تصاویر ماهواره‌ای مودیس در بازه زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۳۷۹ نیز مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نمودارهای سری زمانی تصاویر فوق نیز روند افزایش سطح زیر کشت در هر سه شهرستان را تایید کرد.

**طرح مسئله:** مناطق پسته کاری استان کرمان با توجه شرایط جغرافیایی و اقلیمی از نظر وضعیت منابع آبی در شرایط شکننده ای قرار دارد. شکنندگی منابع آبی و تنش کم آبی به دلیل کاهش نزولات جوی از یک طرف و افزایش جمعیت و افزایش سطح زیر کشت باغات پسته از طرفی دیگر، اهمیت بررسی تغییرات به وجود آمده در سطح زیر کشت پسته در نواحی عمده پسته کاری کرمان را ضروری می‌سازد. با توجه به دقت بالایی که طبقه بندی درخت تصمیم‌گیری در پایش

احمد مزیدی<sup>۱</sup>✉، علیرضا بنی اسدی<sup>۲</sup>

۱- دانشیار گروه جغرافیا، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه یزد

۲- دانشجوی دکتری آب و هواشناسی، دانشگاه یزد

DOI: 10.30495/girs.2022.697514

پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: [mazidi@yazd.ac.ir](mailto:mazidi@yazd.ac.ir)

قرمز نزدیک، بازتاب زیادی دارند به همین منظور جهت استخراج محدوده کاشت درخت پسته و تفکیک آن از سایر عوارض طبیعی دیگر از این شاخص استفاده شد. ابتدا، تصاویر ماهواره‌ای دارای تصحیحات اتمسفری و رادیو متریک لندست ۸ مربوط به سنجنده *OLI* و لندست ۵ سنجنده *TM*، در سامانه گوگل ارث انجین برای دو دوره ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ فراخوانی شد، لایه *NDVI* برای هر سه شهرستان تهیه گردید. یک مجموعه داده، شامل لایه‌های *NDVI* و *DEM* برای هر سه شهرستان ایجاد گردید. و با کمک این مجموعه داده، تهیه نقشه کشت باغات پسته و سایر باغ‌ها و اراضی کشاورزی، در شهرستان های مورد مطالعه فراهم شد.

جداسازی و تفکیک باغات پسته بر اساس طبقه بندی درخت تصمیم، به این صورت بود اراضی که، مقدار *NDVI* آن مساوی یا بزرگ‌تر از ۰/۲ و ارتفاع اراضی آن نیز کمتر از ۲۰۰۰ متر بود به عنوان باغ پسته، و اراضی با مقدار *NDVI* ذکر شده در بالا و ارتفاع بزرگ‌تر از ۲۰۰۰ متر به عنوان سایر باغات و اراضی شناسایی شد. بعد از پیاده‌سازی طبقه بندی درخت تصمیم، به منظور بررسی جامع‌تر روند افزایش مساحت باغات پسته در محدوده مورد مطالعه، تصاویر مادیس برای دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۹ مورد استفاده قرار گرفت،

**نتایج و بحث:** مقدار سطح زیر کشت باغ پسته در شهرستان رفسنجان در سال ۱۳۶۶ هجری شمسی، ۳۸،۶۶۷ هکتار بوده است که این مقدار در سال ۱۳۹۹ شمسی، به ۶۹،۷۰۴ هکتار افزایش یافته است به عبارت دیگر در فاصله این دوره حدود ۳۱ هزار هکتار، معادل ۵۵.۴ درصد مساحت باغ‌های پسته در شهرستان فوق افزایش یافته است مقدار افزایش سطح زیر کشت پسته در شهرستان سیرجان در فاصله دو دوره از ۲۲،۷۸۷ هکتار به ۴۲،۹۵۶ هکتار رسیده است به عبارت دیگر حدود ۲۰،۱۷۰ هکتار معادل ۵۳ درصد به میزان سطح زیر کشت باغ‌های پسته در شهرستان فوق افزوده شده است. سطح زیر کشت باغ پسته در شهرستان انار در سال ۱۳۶۶ حدود ۸۸۷۱ هکتار را شامل می شده است، که این مقدار در سال ۱۳۹۹ به ۲۳،۷۹۴ هکتار افزایش یافته است. مقدار ضریب کاپا

پوشش و هم چنین کاربری زمین دارد و تاکنون تغییرات سطح زیر کشت پسته در شهرستان های رفسنجان، انار و سیرجان در یک دوره بلندمدت مورد بررسی قرار نگرفته است؛ لذا این تحقیق با هدف شناسایی تغییرات به وجود آمده در سطح زیرکشت باغات پسته در نواحی عمده پسته کاری استان انجام شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند، نقش موثری در برنامه‌های مدیریت منابع آب ایفا نماید.

**هدف:** این مطالعه با هدف آشکارسازی میزان تغییرات سطح زیر کشت درخت پسته در سه شهرستان رفسنجان، انار و سیرجان در فاصله بین دو سال ۱۳۶۶ و سال ۱۳۹۹ انجام شده است. تا بتواند تصویری گویا از تغییرات به وجود آمده در سطح زیر کشت پسته در استان کرمان ارائه نماید و توجه هر بیشتر مسئولان و کارشناسان را به مدیریت منابع آب و خاک منطقه سوق دهد، و از آسیب جبران‌ناپذیر که این روند رو به افزایش سطح زیر کشت پسته بر منابع آب‌های زیر زمینی وارد می کند جلوگیری نماید.

**روش تحقیق:** محدوده مورد مطالعه شامل سه شهرستان شمالی استان، رفسنجان، انار و سیرجان می‌شود. از نظر وسعت این سه شهرستان، ۲۳،۵۵۲ کیلومتر مربع از کل وسعت کرمان را به خود اختصاص داده‌اند برای انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای رایگان گوگل ارث انجین استفاده شد. گوگل ارث انجین، یک سامانه متن باز تحت وب برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای در سنجش از دور است، که امکان پردازش تمامی تصاویر ماهواره‌ای رایگان را فراهم می‌کند. این سامانه از انواع داده‌های ماهواره‌ای پرکاربردی که امروزه به صورت رایگان عرضه می‌شود، از جمله لندست، سنتینل، استر، مادیس و غیره پشتیبانی می‌کند.

شاخص *NDVI* (Normalized Difference Vegetation Index) در سال ۱۹۷۴ میلادی برای اولین بار مطرح شد. این شاخص بر اساس رابطه نرمال شده بین باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز است. رفتار طیفی گیاهان به این صورت است که در محدوده باند قرمز دارای جذب زیاد، و در محدوده باند مادون

کرد. بنابراین مناطق پسته کاری استان کرمان از طرف با افزایش سطح زیر کشت روبرو است و از طرفی دیگر بر اساس مطالعات موجود سطح آب زیرزمینی استان در حال کاهش است. بنا بر گزارش‌های اخیر سازمان نقشه برداری کشور برداشت بی رویه منابع آبهای زیرزمینی دشت‌های عمده حاشیه شهرهای کرمان و سیرجان را با خطر فرونشست روبرو کرده است، به طوری که شهرهای سیرجان، نجف شهر بیشترین نرخ فرونشست (۱۷ سانتیمتر) در را سال دارند. با توجه به اینکه هر ساله با کاهش منابع آبی و افت آبهای زیر زمینی مواجه می شویم؛ ضرورت دارد مدیریت منابع آب و پایش تغییرات به وجود آمده در مقدار سطح زیر کشت پسته مورد توجه قرار گیرد.

**واژگان کلیدی:** تغییرات سطح زیر کشت، پسته، سنجش از دور، استان کرمان

برای شهرستان رفسنجان برای سال ۱۳۶۶ و سال ۱۳۹۹ به ترتیب مقدار ۰/۹۶ و ۰/۹۲، شهرستان انار، ۰/۹۳، ۰/۸۲ و شهرستان سیرجان، ۰/۸۸، ۰/۸۸ بدست آمد. صحت کلی طبقه بندی برای شهرستان رفسنجان برای هر دو سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ میلادی مقدار ۰/۹۷ برآورد گردید. در شهرستان سیرجان به ترتیب برای سال ۱۳۶۶ و سال ۱۳۹۹ میلادی مقدار ضریب کاپا ۰/۹۶ و ۰/۹۲ تخمین زده شد. برای شهرستان انار مقدار ضریب کاپا برای سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ به ترتیب ارقام، ۰/۹۵ و ۰/۹۴ بدست آمد.

**نتیجه گیری:** بررسی تغییرات سطح زیر کشت در هر سه شهرستان نشان داد که توسعه باغات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه و در دوره (۱۳۶۶-۱۳۹۹) روند افزایشی داشته است. میزان این افزایش برای شهرستان رفسنجان ۵۷.۴ درصد، برای شهرستان سیرجان ۵۵ درصد و برای شهرستان انار حدود ۳۷.۳ درصد بوده است. بررسی جامع تر موضوع افزایش سطح زیر کشت باغات پسته در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از تصاویر ماهواره ای مودیس باند *NDVI* در بازه زمانی ۱۳۹۹ تا ۱۳۷۹ نیز روند افزایش سطح زیر کشت در هر سه شهرستان را تایید

## مقدمه

از نظر برخی صاحب نظران صاحب نظران آمایش سرزمین بهترین، ارزان‌ترین و موثرترین راه حل مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست، مؤلفه‌های اقتصادی و رفاه اجتماعی است در حقیقت این زمین است که بر آن جمعیت پخش می‌شود، کشاورزی جان می‌گیرد، صنعت برپا می‌شود و تمام کنش‌ها و واکنش‌های زیستی و اجتماعی بشری بر روی آن شکل می‌گیرد. پس ایجاد یک تعادل منطقی و نسبی بین زمین و نحوه استفاده از آن با فعالیت‌ها و عملکردهای انسان‌ها بر روی آن لازم و ضروری می‌شود (۱۳).

مرحله بررسی وضع موجود و قابلیت سنجی و شناسایی نواحی بحرانی و یا در آستانه بحران از نظر محیط زیست طبیعی و انسانی یکی از گام‌های اساسی در فرایند تهیه طرح آمایش سرزمین است نتایج آمایش سرزمین شناسایی قلمروهای کشاورزی بر حسب میزان فشاردگی کشت، جنبه تجاری تولید، وضعیت اقلیمی، نوع دام داری وضعیت اقلیمی و محدودیت منابع آب و منابع ارضی هست. (۱۳)

در حال حاضر سهم بخش کشاورزی از اقتصاد استان کرمان، در حدود ۳۵ درصد است این در حالی است که سهم بخش کشاورزی در اقتصاد ملی ۱۶ درصد می‌باشد. اصلاح ساختار اقتصادی استان و منطقی نمودن سهم بخش‌های اقتصادی از طریق افزایش سهم ارزش افزوده بخش‌های خدمات و صنعت و معدن و کاهش سهم بخش کشاورزی؛ یکی از اهداف بنیادین سند راهبردی آمایش سرزمین است (۱۹).

بر پایه این مطالعات این سند بزرگ‌ترین مشکل استان در حال حاضر بیلان منفی یک میلیارد مکعب آب موجودی استان می‌باشد بر پایه مطالعات آمایش استان وردی آب‌های سطحی و زیرزمینی استان ۶/۲ میلیارد متر مکعب در سال می‌باشد اما مصرف آب استان رقم ۷/۲ میلیارد مکعب را نشان می‌دهد و در سند آب برنامه ریزی شده که توسط وزارت نیرو تهیه شده است مصرف آب استان کرمان باید به رقم ۴/۲ میلیارد متر مکعب در سال کاهش یابد (۱۹).

بدون شک این کاهش باید در مصرف آب برای کشاورزی اتفاق بیفتد با توجه به این نکته که بیش از ۹۰ درصد منابع آب موجود در کشور و استان در بخش کشاورزی مصرف می‌شود، اما با این حجم مصرف آب در بخش کشاورزی ارزش افزوده هر متر مکعب آب مصرف شده در بخش کشاورزی در مقابل بخش خدمات و صنعت بسیار تا بسیار پایین و قابل مقایسه نیست بنابراین به تصویر کشیدن تغییرات به وجود آمده، در چشم اندازه طبیعی، برای مدیریت مناسب و کارآمد زمین، و بهبود تصمیم‌گیری و جلوگیری از تخریب محیط زیست و توسعه باغات جدید کشاورزی بسیار ضروری به نظر می‌رسد و در شناخت وضع موجود و قابلیت سنجی و شناسایی نواحی بحرانی و یا در آستانه بحران از نظر محیط زیست طبیعی و انسانی کمک بسیار بزرگی به فرایند تهیه طرح آمایش سرزمین ایفا می‌کند. یکی از ابزارهای بسیار جدید، که از دقت بسیار بالای نیز برخوردار می‌باشد، و می‌تواند برای پایش و بررسی تغییرات و آشکارسازی، امور کاربری زمین و حفظ و نگهداری و نظارت بر آن مؤثر باشد و نقش مؤثر برای تصمیم‌گیری در مقوله بررسی تغییرات و آشکارسازی تغییرات محیط طبیعی با توجه به برنامه آمایش سرزمین ایفا کند، تکنیک سنجش از دور می‌باشد.

طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای سنجش از راه دور به یک نقشه موضوعی، به‌عنوان یک چالش ذهن پژوهشگران را به خود جلب کرده است. عوامل زیادی شامل: هندسه ماهواره و منبع روشنایی، مشخصات زمین (۴)؛ (۳)، زمان و فصل ثبت تصویر (۱۶)، و بسیاری موارد دیگر از مهم‌ترین عوامل این چالش محسوب می‌شوند. روش‌های طبقه‌بندی سنتی مانند طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال (*Maximum Likelihood*) یا نزدیک‌ترین همسایه‌ها به‌طور کلی براساس پارامترهای آماری مانند میانگین و انحراف معیار هستند، و برخی از دیگر الگوریتم‌های طبقه‌بندی رایج شامل نزدیک‌ترین همسایه‌ها (*k-* *nearest neighbors*)، حداقل فاصله تا میانگین را در نظر می‌گیرند (۱۶).

این مدل‌ها در صورت پیچیدگی داده‌ها، نمی‌توانند خروجی

داشته است.

هووا و همکاران (۹) با استفاده از روش *FBA - DTC* مبتنی بر یک سری ویژگی‌های طیفی و روش طبقه‌بندی درخت تصمیم‌گیری (*feature-based approach of the decision tree*) اقدام به تهیه نقشه کاربری زمین در شهر ساحلی ژیا من چین با استفاده از تصاویر لندسنت ۸ نمودند. آن‌ها ویژگی‌های چند طیفی مانند *Savi* (شاخص پوشش گیاهی تنظیم خاک)، *NDWI* (شاخص آب نرمال شده)، *MNDBAI* (شاخص لم یزرع تفاضل نرمال شده اصلاح شده)، *BI* (شاخص روشنایی) و *WI* (شاخص رطوبت) را با ویژگی‌های توپوگرافی از جمله *DEM* و شیب ادغام و در طبقه‌بندی درخت تصمیم لحاظ نمودند. نتایج نشان داد روش *FBA - DTC* یک تکنیک ارزشمند برای ارزیابی رشد شهری و تغییرات در طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمین برای شهرهای ساحلی است. رافعی و همکاران (۲۰) در مقاله خود تغییرات کاربری و پوشش اراضی تالاب بین‌المللی شادگان در دوهه اخیر برای پنج دوره زمانی (۱۹۹۹، ۲۰۰۱، ۲۰۱۴، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۹) را مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های این تحقیق نشان داد اراضی تالاب شادگان طی ۲۰ سال ختم به سال ۲۰۱۹، از حدود ۹۰ هزار هکتار در سال ۲۰۰۱ تا حدود ۱۵۰ هزار هکتار در سال ۱۹۹۹ تغییر وسعت داشته است، درواقع طی دو سال وسعت تالاب حدود ۴۰ درصد کاهش نشان می‌دهد. پس‌از آن اراضی تالاب افزایش داشته که این افزایش تا به امروز نیز به تدریج ادامه داشته است، با این‌وجود به رغم این افزایش هنوز وسعت تالاب در سال ۱۹۹۹، تأمین نشده و نسبت به این سال حدود ۱۶ درصد کاهش مساحت نشان می‌دهد.

امیری و طباطبایی (۲) به تحلیل رابطه مکانی و زمانی *LST* و *NDVI* در اراضی ساحلی بوشهر با استفاده از ۳ مجموعه داده لندست برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۲۰ پرداخته‌اند. آنها از یک الگوریتم تک پنجره‌ای برای استخراج *LST* استفاده نمودند. نتایج نشان داد که *LST* در سال‌های مطالعه با *NDVI* رابطه معکوس دارد. وجود پوشش گیاهی از عوامل اصلی منفی بودن زیاد این هم بستگی است. رابطه *NDVI-LST* برای انواع

مورد نظر را ارائه دهند. به‌منظور غلبه بر چنین مشکلاتی، طبقه‌بندی کننده‌های پیشرفته‌تر مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی (۱۸)، طبقه‌بندی کننده فازی (۸) و طبقه‌بندی درخت تصمیم‌گیری پیشنهاد شده است (۲۳).

ایده استفاده از درخت‌های تصمیم‌گیری برای شناسایی و طبقه‌بندی اشیاء برای اولین بار توسط هانت و همکاران در سال ۱۹۹۶ گزارش شد (۲۳).

طبقه‌بندی کننده‌های درخت تصمیم‌گیری، می‌توانند انتخاب خودکار ویژگی و کاهش پیچیدگی را انجام دهند. ساختار درخت مانند آن‌ها، اطلاعات قابل فهم و قابل تفسیر را با توجه به توانایی پیش‌بینی یا تعمیم طبقه‌بندی فراهم می‌کند. برای ساخت یک درخت طبقه‌بندی با رویکرد اکتشافی، فرض بر این است که یک مجموعه داده متشکل از بردارهای ویژگی و برچسب‌های کلاس مربوطه، به آن‌ها در دسترس می‌باشد، سپس درخت تصمیم با پارتیشن‌بندی بازگشتی یک مجموعه داده، به زیرمجموعه‌های همسان و همگن، براساس مجموعه‌ای از آزمون‌های به کار رفته در یک یا چند مقدار ویژگی در هر شاخه یا گره در درخت ساخته می‌شود (۲۳).

ابوالنور و انگل (۱) در مطالعه خود به بررسی تغییرات تاریخی کاربری زمین و پراکندگی توسعه شهری منطقه قاهره بزرگ و تأثیر آن را بر دمای سطح زمین (*LST*) پرداخته‌اند. برای تحقق این هدف نقشه‌های کاربری / پوشش زمین (*LULC*) از سنجنده *Landsat 5 TM* برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۳ و سنجنده *Landsat 8 OLI* برای سال ۲۰۱۶، با استفاده از چندین تکنیک طبقه‌بندی استخراج شد. برای محاسبه دمای سطح زمین از یک مدل تابش طیفی و یک مدل تصحیح جوئی مبتنی بر وب باندهای حرارتی داده‌های *Landsat* استفاده نمودند. دقت کلی داده‌های کاربری زمین مشتق شده از لندست برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۶ به ترتیب ۹۰/۳، ۹۶/۵ و ۹۴/۹ درصد به دست آمد تجزیه و تحلیل تغییر *LULC* نشان داد که از بین رفتن پوشش گیاهی به نفع زمین شهری به میزان ۷/۷۳ درصد و تغییر زمین‌های بایر به کاربری‌های شهری ۸/۷۰ درصد در یک بازه زمانی ۲۶ ساله (۱۹۹۰-۲۰۱۶). افزایش

## روش تحقیق

### معرفی منطقه مورد مطالعه

استان کرمان بین عرض‌های ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع گردیده است. محدوده مورد مطالعه شامل سه شهرستان شمالی استان، رفسنجان، انار و سیرجان می‌شود. از نظر وسعت سه شهرستان فوق، ۲۳۵۵۲ کیلومتر مربع از کل وسعت کرمان را به خود اختصاص داده‌اند، به عبارت دیگر ۱۲/۸ درصد وسعت استان شامل سه شهرستان مورد مطالعه می‌شود. ۶۷۲۲۱۴ نفر از جمعیت، معادل ۲۱ درصد جمعیت استان در شهرستان‌های مورد مطالعه سکونت دارند (۱۹). بر اساس اطلاعات موجود در سازمان جهاد کشاورزی استان کرمان در سال ۱۳۹۸، حدود ۱۲۳۰۲۱ هکتار اراضی باغی شهرستان‌های مورد مطالعه وجود دارد، در بین شهرستان‌های فوق، شهرستان رفسنجان با ۶۲۵۴۳ در مرتبه اول و شهرستان‌های سیرجان با ۴۲۷۴۱ هکتار و شهرستان انار با ۱۷۷۴۷ هکتار در مرتبه‌های بعدی قرار دارند. جدول ۱ وضعیت اراضی باغی پسته و سایر اراضی باغی و شکل ۱ موقعیت شهرستان‌های مورد مطالعه در کشور و استان را نشان می‌دهد.

### جدول ۱. مساحت اراضی باغی و باغ پسته محدوده مورد

#### مطالعه (برحسب هکتار)

Table 1- The area of orchards and pistachio orchards (hectares) in the study

| شهرستان | کل اراضی | کل اراضی باغ |
|---------|----------|--------------|
| رفسنجان | ۶۵/۶۰۲   | ۶۲/۵۴۳       |
| سیرجان  | ۵۱/۵۸۹   | ۴۲/۷۴۱       |
| انار    | ۱۷/۷۷۶   | ۱۷/۷۴۷       |

کاربری / پوشش اراضی *LULC* متفاوت است. در مناطقی با پوشش گیاهی یک رابطه رگرسیون منفی قوی ( $-۰/۸$ ) بین *LST* و *NDVI* برقرار است. مهرابی (۱۵) با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست مربوط به ۶ دوره مختلف بین سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۹۶ و با اعمال شاخص پوشش گیاهی (*NDVI*) بر روی تصاویر و استفاده از روش طبقه‌بندی درخت تصمیم، نقشه‌های پوشش گیاهی شهرستان انار که شامل دو کلاس اراضی کشاورزی یا همان باغات پسته و اراضی طبیعی یا مراتع را تهیه نمود. مناطق پسته کاری استان کرمان با توجه شرایط جغرافیایی و اقلیمی از نظر وضعیت منابع آبی در شرایط شکننده ای قرار دارد. شکنندگی منابع آبی و تنش کم آبی به دلیل کاهش نزولات جوی از یک طرف و افزایش جمعیت و افزایش سطح زیر کشت باغات پسته از طرفی دیگر، اهمیت بررسی تغییرات به وجود آمده در سطح زیر کشت پسته در نواحی عمده پسته کاری کرمان را ضروری می‌سازد. با توجه به دقت بالایی که طبقه بندی درخت تصمیم‌گیری در پایش پوشش و هم چنین کاربری زمین دارد و تاکنون تغییرات سطح زیر کشت پسته در شهرستان‌های رفسنجان، انار و سیرجان در یک دوره بلندمدت مورد بررسی قرار نگرفته است؛ لذا این تحقیق با هدف شناسایی تغییرات به وجود آمده به در سطح زیرکشت باغات پسته در نواحی عمده پسته کاری استان انجام شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند، نقش موثری در برنامه‌های مدیریت منابع آب ایفا نماید. و توجه هر بیشتر مسئولان و کارشناسان را به مدیریت منابع آب و خاک منطقه سوق دهد، و از آسیب جبران‌ناپذیر که این روند رو به افزایش سطح زیر کشت پسته بدون توجه به محدودیت‌های که اقلیم منطقه با آن مواجه هست و تنها بر اساس برداشت بی رویه از منابع آب‌های زیر زمینی صورت می‌گیرد جلوگیری کند.

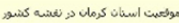


Fig 1. Location of the study area in Kerman province

فراهم می‌کند. این سامانه از انواع داده‌های ماهواره ای پرکاربردی که امروزه به‌صورت رایگان عرضه می‌شود، از جمله لندست، سنتینل، استر، مادیس و غیره پشتیبانی می‌کند.

شاخص *(Normalized Difference Vegetation NDVI)* بر اساس رابطه نرمال شده بین باند مادون قرمز نزدیک

91



و باند قرمز است. باندهایی در محاسبه شاخص های طیف گیاهی و شاخص  $NDVI$  مورد استفاده قرار می می گیرند، که اختلاف بازتاب قابل توجهی نسبت به یکدیگر داشته باشند. رفتار طیفی گیاهان به این صورت است که در محدوده باند قرمز دارای جذب زیاد، و در محدوده باند مادون قرمز نزدیک، بازتاب زیادی دارند و از همین اختلاف در طراحی شاخص های طیفی از جمله  $NDVI$  استفاده شده است و از طریق معادله ۱ شاخص فوق قابل محاسبه می باشد.

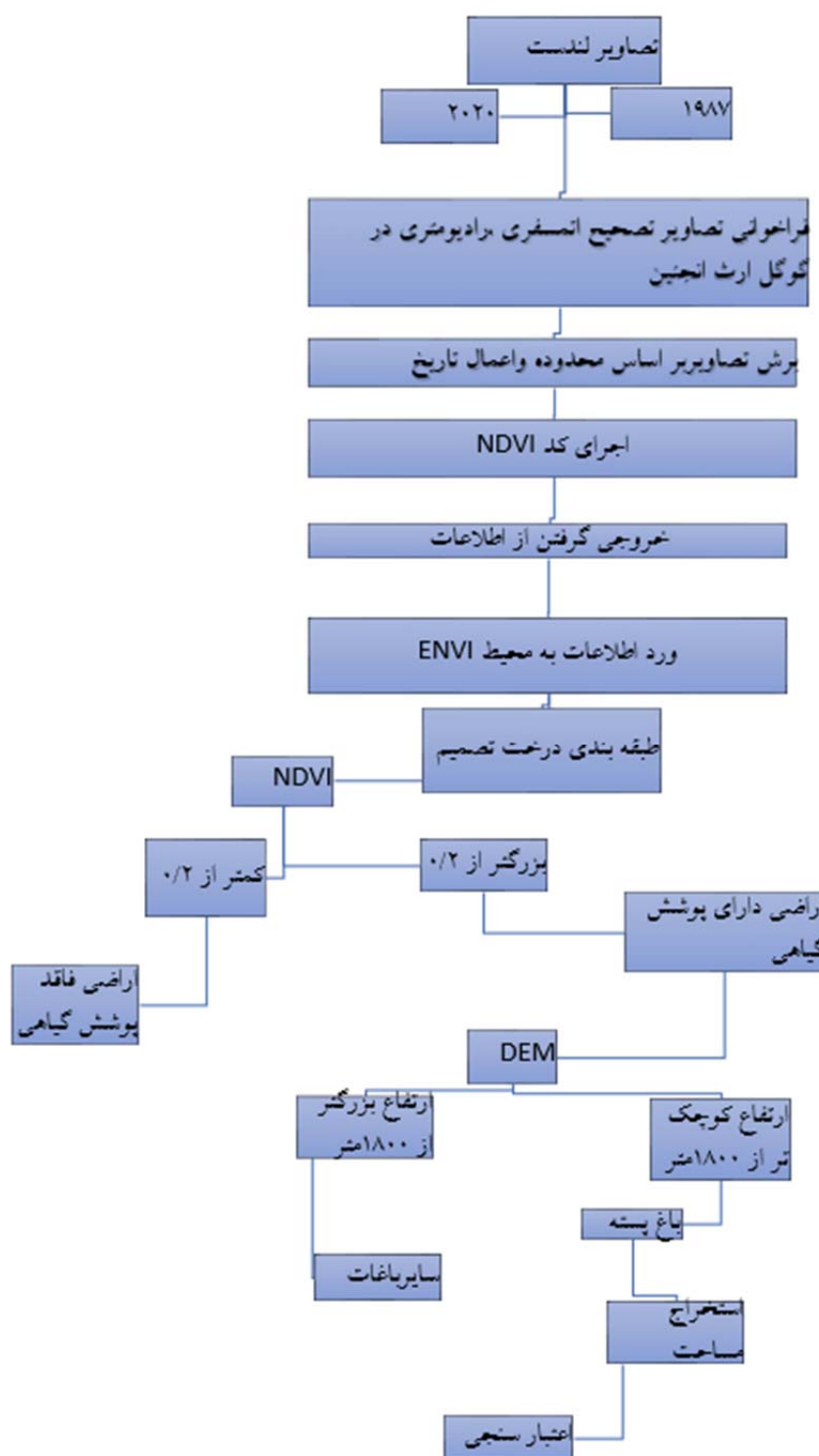
$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad [1]$$

ابتدا، تصاویر ماهواره ای دارای تصحیحات اتمسفری و رادیو متریک لندست ۸ مربوط به سنجنده  $OLI$  و لندست ۵ سنجنده  $TM$ ، در سامانه گوگل ارث انجین برای دو دوره ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ فراخوانی شد، پس از آن تصاویر ماهواره ای مد نظر شهرستان های مورد مطالعه بر اساس لایه  $SHP$  هر شهرستان استخراج گردید و در ادامه کدهای مورد نظر برای استخراج  $NDVI$  پیاده سازی، و لایه  $NDVI$  برای هر شهرستان های انار، رفسنجان و سیرجان تهیه گردید. سپس از داده های به دست آمده، خروجی گرفته شد و در محیط نرم افزار  $ENVI$  یک مجموعه داده، شامل لایه های  $NDVI$  و  $DEM$  برای هر سه شهرستان ایجاد گردید. و با کمک این مجموعه داده، تهیه نقشه کشت باغات پسته و سایر باغ ها و اراضی کشاورزی، در شهرستان های مورد مطالعه فراهم شد.

با توجه به بررسی پیشینه مطالعاتی و سابقه تحقیق مشخص شد که معمولاً مقدار  $NDVI$  ۰/۲ یک مقدار معمول و قابل قبولی برای تفکیک اراضی کشاورزی و باغی از سایر اراضی

می باشد و در چندین مقاله نیز این مقدار برای تفکیک اراضی زراعی از سایر اراضی استفاده ملاک عمل قرار گرفته است به عنوان نمونه مهرابی (۱۵) برای تفکیک و شناسایی باغات پسته در شهرستان انار در دوره ۱۳۹۶-۱۳۵۴ از این مقدار  $NDVI$  استفاده نموده است. بر همین اساس مقدار  $NDVI$  ۰/۲ ملاک عمل قرار گرفت و جداسازی و تفکیک باغات پسته بر اساس طبقه بندی درخت تصمیم، صورت پذیرفت، بر همین اساس اراضی که، مقدار  $NDVI$  آن مساوی یا بزرگتر از ۰/۲ و ارتفاع اراضی آن کمتر از ۲۰۰۰ متر بود به عنوان باغ پسته، و اراضی با مقدار  $NDVI$  ذکر شده در بالا و ارتفاع بزرگتر از ۲۰۰۰ متر به عنوان سایر باغات و اراضی شناسایی شد در محیط نرم افزار  $ARCGIS$  محاسبه میزان تغییرات مساحت سطح زیرکشت بین دو دوره مطالعه انجام شد و در پایان مراحل کارتوگرافی و تهیه نقشه های مورد نیاز در محیط نرم افزاری فوق صورت پذیرفت. بعد از پیاده سازی طبقه بندی درخت تصمیم، به منظور بررسی جامع تر روند افزایش مساحت باغات پسته در محدوده مورد مطالعه، تصاویر مادیس برای دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۹ مورد استفاده قرار گرفت، و بر اساس باند  $NDVI$  این تصاویر نمودارهای سری زمانی روند افزایش سطح زیر کشت باغات پسته منطقه مورد مطالعه در سامانه گوگل ارث انجین تهیه گردید، نتایج حاصل از تصاویر مادیس نشان داد در هر سه شهرستان مساحت سری زمانی  $NDVI$  روند افزایشی دارد. شکل ۲ فلوجارت مراحل پیاده سازی طبقه بندی درختی را نشان می دهد.





شکل ۲- مراحل روش تحقیق و انجام تفکیک اراضی بر اساس طبقه بندی درخت تصمیم

Fig 2. The method and carrying out land separation based on the decision tree classification method

#### صحت سنجی و ارزیابی دقت

در ارزیابی اطلاعات استخراج شده از تصاویر سنجش از دور، باید تفاوت دقت با صحت را در نظر داشت، و به این

نکته توجه شود که دقت با صحت دو مفهوم و بیان متفاوت هستند، و نمی توان آن ها را یکسان در نظر گرفت. صحت (Accuracy) به این نکته اشاره می کند که مقادیر اطلاعات

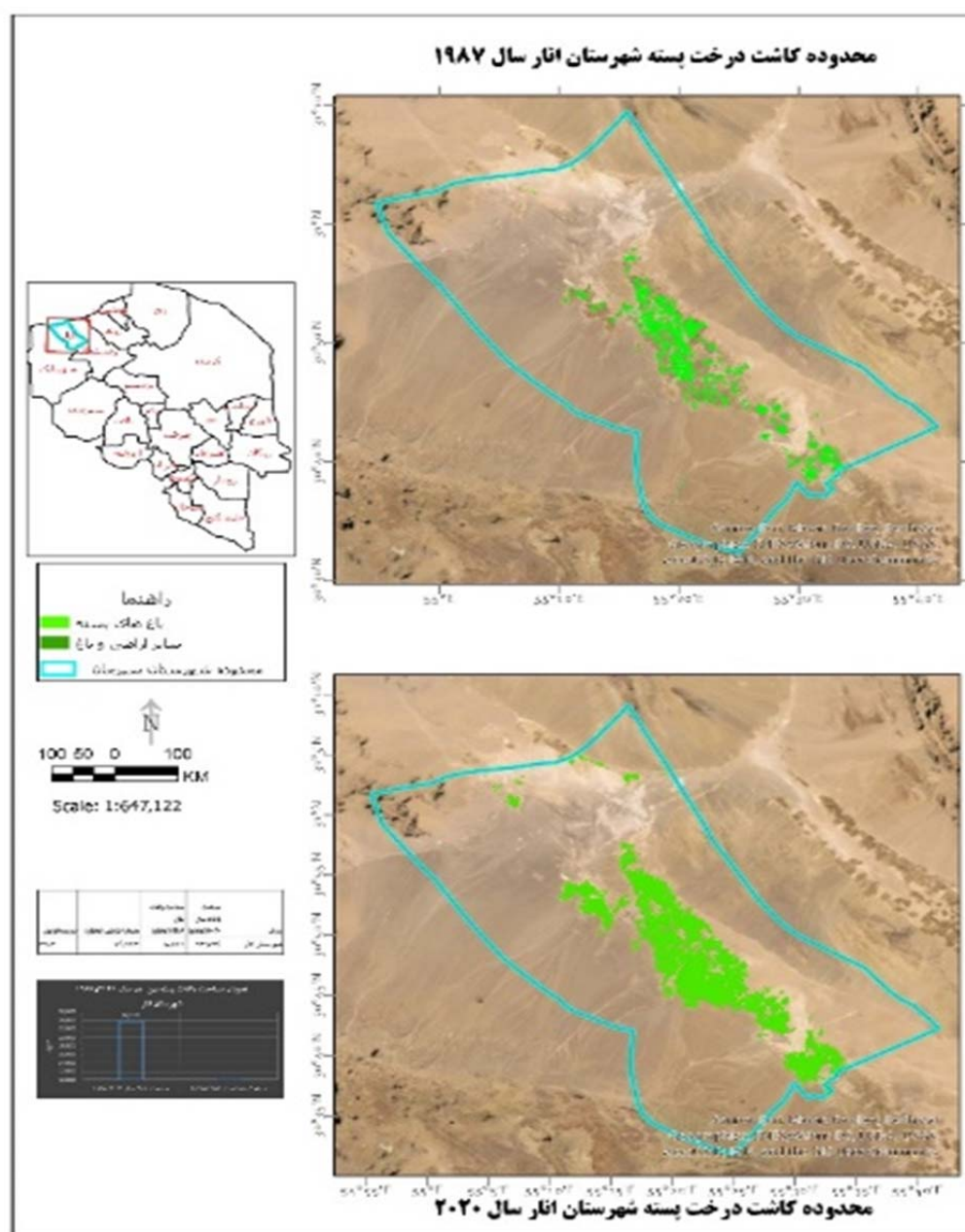
استخراج یا اندازه‌گیری شده چه میزان یا مقدار به مقادیر واقعی، نزدیک است در صورتی که دقت (*precision*) به میزان جزئیات یا سطح اطلاعات اندازه‌گیری شده اشاره دارد. برای بررسی صحت سنجی طبقه بندی، داده‌های مرجع مهم هستند و باید دارای اعتبار بیشتری نسب به تصویر طبقه بندی شده باشند و از نظر زمانی و مکانی به اطلاعات استخراج شده از تصاویر نزدیک باشد. معمولاً دو نوع منابع داده برای صحت سنجی اطلاعات استخراج شده وجود دارد یا اطلاعات حاصل از نمونه‌های بازدید میدانی یا تصاویر با دقت و رزولوشن بالاتر، ملاک عمل قرار می‌گیرد بازدیدهای میدانی ایده‌آل‌ترین روش صحت سنجی اطلاعات استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای است که معمولاً با *GPS* برداشت می‌شود.

## نتایج

در شهرستان‌های رفسنجان، انار و سیرجان با توجه به اینکه در منطقه گرم و خشک واقع شده‌اند پوشش گیاهی طبیعی خیلی فقیر و پراکنده می‌باشد. بنابراین تفکیک و شناسایی باغ‌های پسته و اراضی کشاورزی بر اساس شاخص *NDVI* امکان پذیر می‌باشد به همین دلیل در هنگام اجرای طبقه بندی بر اساس درخت تصمیم برای شناسایی و تفکیک باغ‌های پسته و

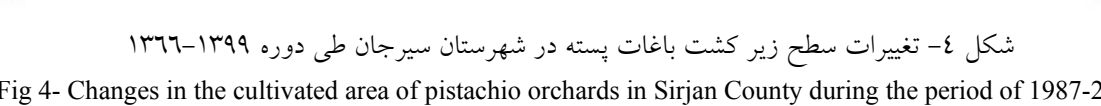
اراضی کشاورزی مقادیر *NDVI* مساوی یا بزرگ‌تر از  $+0.2$  ملاک عمل قرار گرفت در مرحله دوم با تأثیر دادن عامل ارتفاع و در نظر گرفتن این نکته که درخت پسته معمولاً در زیر ارتفاع ۲۰۰۰ متر رشد می‌کند اراضی زیر ۲۰۰۰ متر به باغ پسته و اراضی بالاتر از آن به سایر باغات و اراضی کشاورزی تقسیم بندی شد. و مقادیر *NDVI* کمتر از صفر به عنوان پهنه یا حوضچه‌های آب شناسایی شد.

با توجه به این نکته که هدف اصلی این مطالعه آشکارسازی میزان تغییرات مساحت زیر کشت درخت پسته در سه شهرستان مورد اشاره در دو دوره یعنی سال ۱۹۸۷ برابر با ۱۳۶۶ هجری شمسی و ۲۰۲۰ برابر با ۱۴۰۰ هجری شمسی بوده است با اعمال شروط ذکر شده در طبقه بندی درخت تصمیم میزان مساحت باغات پسته و سایر اراضی کشاورزی شهرستان‌های انار، رفسنجان و سیرجان در یک دوره ۳۶ ساله به دست آمد که نتایج آن به همراه درصد افزایش زمین‌های زیر کشت پسته در جداول ۲ تا ۴ به همراه نمودارهای همراه آورده شده است، شکل‌های ۳، ۴ و ۵ در قالب نقشه میزان افزایش و پراکندگی و تغییرات سطح زیر کشت باغات پسته در سه شهرستان‌های مورد مطالعه را از سال ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۹ نشان می‌دهد.

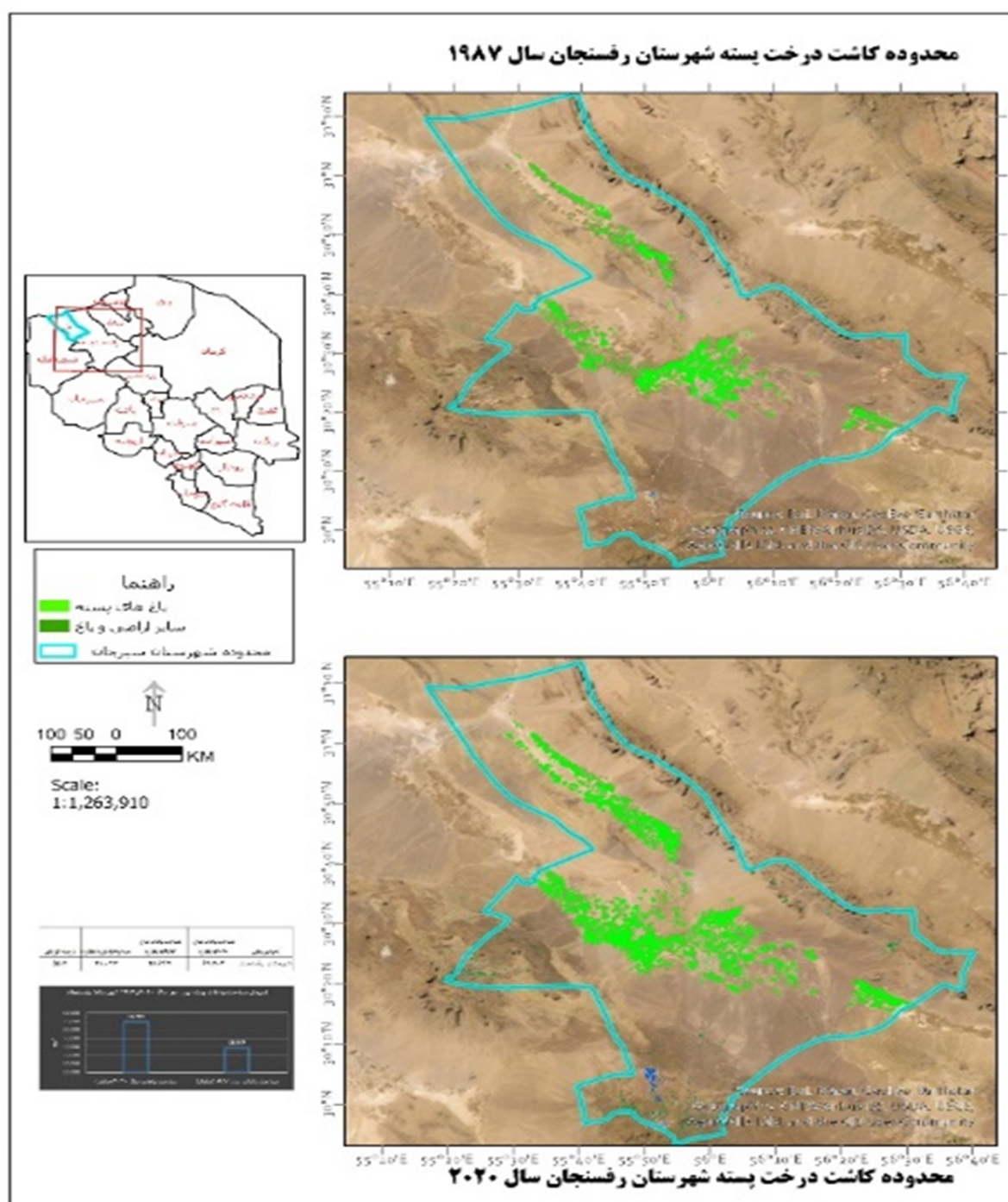


شکل ۳- تغییرات سطح زیر کشت باغات پسته در شهرستان انار طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۶۶

Fig 3- Changes in the cultivated area of pistachio orchards in Anar County during the period of 1987-2020







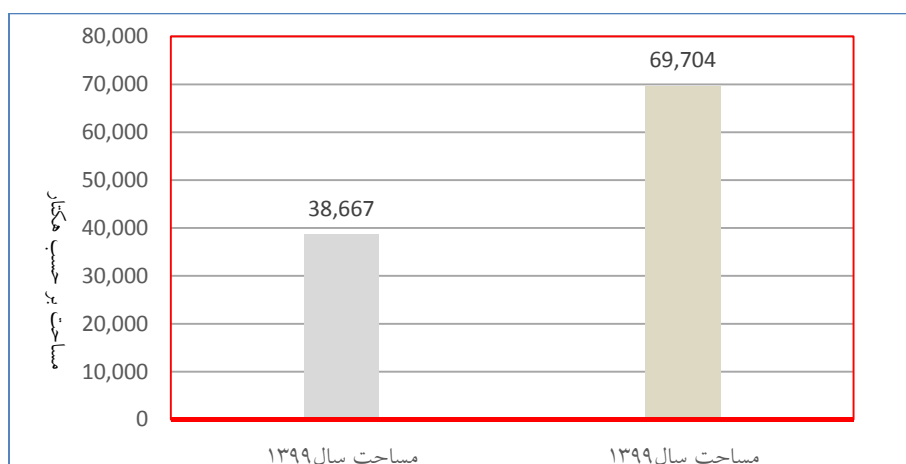
شکل ۵- تغییرات سطح زیر کشت باغات پسته در شهرستان رفسنجان طی دوره ۱۹۸۷-۲۰۲۰

Fig 5- Changes in the cultivated area of pistachio orchards in Rafsanjan County during the period of 1987-2020

جدول ۲. تغییرات مساحت باغ پسته در شهرستان رفسنجان طول دوره ۱۳۹۹-۱۳۶۶ (بر حسب هکتار)

Table. 2- Changes in the pistachio garden area in Rafsanjan county during the period of 1987-2020 by hectare

| نام شهرستان | سال ۱۳۹۹ | سال ۱۳۶۶ | مقدار افزایش | درصد افزایش |
|-------------|----------|----------|--------------|-------------|
| رفسنجان     | ۶۹,۷۰۴   | ۳۸,۶۶۷   | ۰۳۷,۳۱       | ۵۵/۴        |



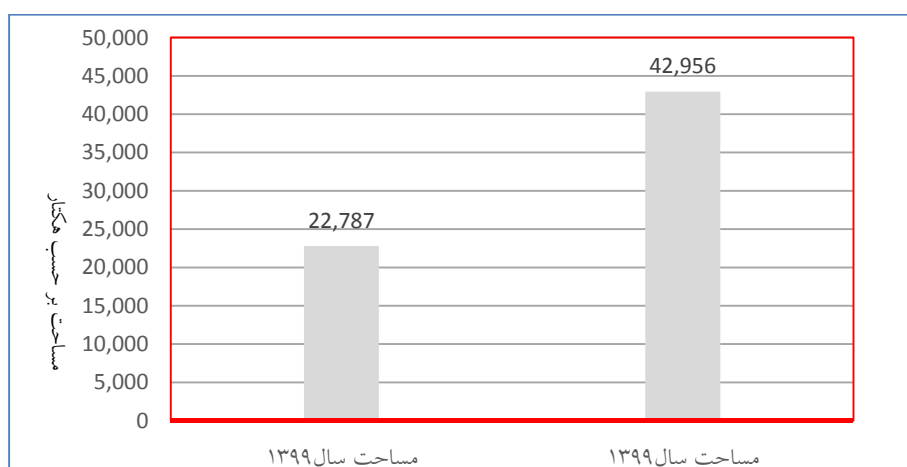
شکل ۶- نمودار تغییرات مساحت باغات پسته در شهرستان رفسنجان در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۹ (بر حسب هکتار)

Fig. 6- Changes in the area of pistachio orchards in Rafsanjan during the study period

جدول ۳. تغییرات مساحت باغ پسته در شهرستان سیرجان در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۹ (بر حسب هکتار)

Table 3- Changes in the pistachio garden area in Sirjan county during the period of 1987-2020 by hectare

| نام شهرستان | سال ۱۳۹۹ | سال ۱۳۶۶ | مقدار افزایش | درصد افزایش |
|-------------|----------|----------|--------------|-------------|
| سیرجان      | ۴۲,۹۵۶   | ۲۲,۷۸۷   | ۲۰,۱۷۰       | ۵۳          |



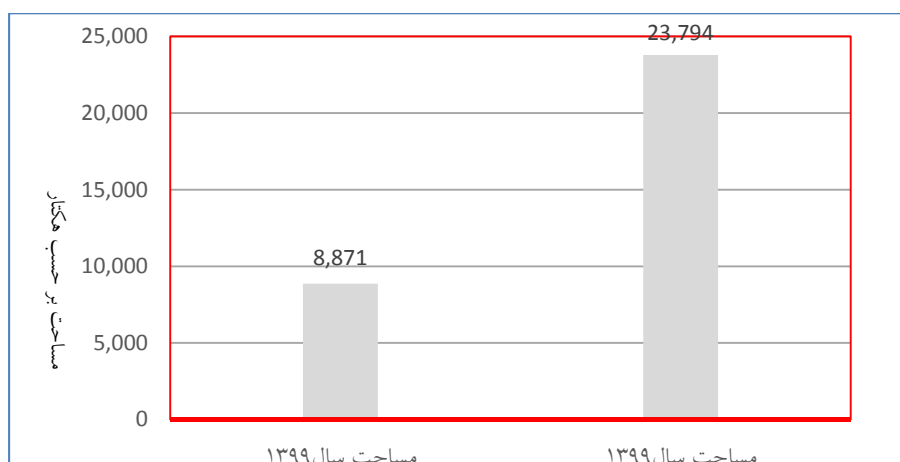
شکل ۷- تغییرات مساحت باغات پسته در شهرستان سیرجان در دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۹ (بر حسب هکتار)

Fig. 7- Changes in the area of pistachio orchards in Sirjan county during the study period

جدول ۴. تغییرات مساحت باغ پسته در طول دوره ۱۳۶۶-۱۳۹۹ (بر حسب هکتار)

by hectare 1987-2020 Table 3- Changes in the pistachio garden area in Sirjan county during the period of

| نام شهرستان | سال ۱۳۹۹ | سال ۱۳۶۶ | مقدار افزایش | درصد افزایش |
|-------------|----------|----------|--------------|-------------|
| انار        | ۲۳,۷۹۴   | ۸,۸۷۱    | ۱۴,۹۲۳       | ۳۷/۴۳       |



شکل ۸- تغییرات مساحت باغات پسته در شهرستان انار در دوره مورد مطالعه ۱۳۶۶-۱۳۹۹ (برحسب هکتار)

Fig. 8- Changes in the area of pistachio orchards in Anar county during the study period (1987-2020)

پسته افزایش ۲۰,۱۷۰ هکتار را تجربه کرده است. به عبارت دیگر به میزان ۵۳ درصد در فاصله دو دوره، میزان سطح زیر کشت باغ‌های پسته در شهرستان فوق افزایش داشته است. باید به این نکته توجه داشت افزایش سطح زیر کشت پسته با افت چشمگیر سطح آب‌های زیر زمینی در منطقه همراه بوده است، منابع آب‌های زیرزمینی که منبع عمده تأمین‌کننده آب مصرفی درختان پسته است، به دلیل برداشت‌های بی رویه سطح آب در این سفره‌ها بشدت تنزل نموده است. به طوری که در شهرستان های رفسنجان و سیرجان افت سالیانه آن‌ها به ترتیب ۱ و ۰/۶ متر برآورد گردیده است باشد. (۱۸)

در شهرستان انار بر پایه اطلاعات موجود در جدول شماره ۴ و شکل ۸ در فاصله بین دو سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ مقدار افزایش سطح زیر کشت پسته حدود ۱۴,۹۲۳ هکتار معادل ۳۷/۳ درصد افزایش برآورد گردیده است به استناد اطلاعات جدول مورد اشاره در بالا سطح زیر کشت باغ پسته در شهرستان انار در سال ۱۳۶۶ حدود ۸,۸۷۱ هکتار را شامل می شده است، که این مقدار در سال ۱۳۹۹ به ۲۳,۷۹۴ هکتار افزایش یافته است. آمار و اطلاعات سازمان جهادکشاورزی سطح زیر کشت باغات پسته را ۱۷,۷۴۷ هکتار ذکر کرده است که با مساحت برآورد شده حدود ۳۴ درصد تفاوت دارد.

#### صحت سنجی و ارزیابی دقت

به منظور ارزیابی صحت کلی طبقه بندی در این مطالعه از

جدول شماره ۲ و نمودار مربوط به در شکل ۶ تغییرات مساحت باغات پسته در بین دو سال ۱۳۶۶ و ۱۳۹۹ را برای شهرستان رفسنجان نشان می‌دهد مقدار سطح زیر کشت باغ پسته در شهرستان رفسنجان در سال ۱۳۶۶ هجری شمسی، ۳۸,۶۶۷ هکتار بوده است که این مقدار در سال ۱۳۹۹ هجری شمسی، به ۶۹,۷۰۴ هکتار افزایش یافته است به عبارت دیگر در فاصله این دوره حدود ۳۱ هزار هکتار، معادل ۵۵.۴ درصد مساحت باغ‌های پسته در شهرستان فوق افزایش یافته است. مساحت باغ‌های پسته در شهرستان رفسنجان بر اساس آمار و اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان در سال ۱۳۹۸، ۶۲ هزار ذکر شده است که با دقت مساحت برآورد شده بر اساس طبقه بندی درخت تصمیم ۱۱/۳ درصد اختلاف وجود دارد، می‌توان گفت با احتمال نزدیک به ۹۰ درصد مقدار مساحت به دست آمده از طریق تکنیک‌های سنجش از دور دارای دقت بیشتری می‌باشد مساحت ذکر شده در منابع سازمان جهاد کشاورزی استان عموماً با استفاده از روش‌های سنتی نقشه برداری و هم چنین از طریق خود اظهاری صاحبان باغات درمورد مساحت باغ مورد کشت به دست آمده است.

اطلاعات موجود در جدول شماره ۳ و نمودار آن در شکل ۷ وضعیت سطح زیر کشت باغات پسته در شهرستان سیرجان را نشان می‌دهد، اطلاعات جدول فوق بیانگر این واقعیت هست که در فاصله دوره مورد نظر سطح زیر کشت باغات



اطلاعات نقشه ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی کشور و نمونه‌های برداشتی از نرم افزار *Google Earth*، بازدید میدانی و نظرات کارشناسان و باغداران استفاده شده است. برای دوره مورد نظر و سه شهرستان مورد مطالعه تعداد ۱۲۰ نمونه انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. مقدار ضریب کاپا برای شهرستان رفسنجان برای سال ۱۹۸۷ و سال ۲۰۲۰ به ترتیب مقدار ۰/۹۶ و ۰/۹۲، شهرستان انار، ۰/۹۳، ۰/۸۲ و شهرستان سیرجان، ۰/۸۸،

۰/۸۸ بدست آمد. صحت کلی طبقه بندی برای شهرستان رفسنجان برای هر دو سال ۱۹۸۷ و ۲۰۲۰ میلادی مقدار ۰/۹۷ برآورد گردید. در شهرستان سیرجان به ترتیب برای سال ۱۹۸۷ و سال ۲۰۲۰ میلادی مقدار ضریب کاپا ۰/۹۶ و ۰/۹۲ تخمین زده شد. و در پایان ارقام فوق برای شهرستان انار برای سال ۱۹۸۷ و ۲۰۲۰ میلادی به ترتیب ارقام، ۰/۹۵ و ۰/۹۴ حاصل شد.

جدول ۵ - پارامترهای ارزیابی صحت طبقه بندی درخت تصمیم‌گیری

Table 5 - Decision tree classification accuracy evaluation parameters

| شهرستان انار |        | شهرستان سیرجان |        | شهرستان رفسنجان |         | پارامتر آماری  |
|--------------|--------|----------------|--------|-----------------|---------|----------------|
| ۲۰۲۰         | ۱۹۸۷   | ۲۰۲۰           | ۱۹۸۷   | ۲۰۲۰            | ۱۹۸۷    |                |
| ۰/۸۸         | ۰/۸۸   | ۰/۸۲           | ۰/۹۳   | ۰/۹۲            | ۰/۹۶    | ضریب کاپا      |
| ۰/۹۴.۴۴      | ۹۵     | ۰/۹۱.۶         | ۰/۹۶.۸ | ۰/۹۶.۶          | ۰/۹۸.۳  | صحت کلی        |
| ۰/۸۸.۸       | ۰/۹۰.۴ | ۰/۸۰           | ۰/۹۲   | ۰/۹۷            | ۰/۹۷.۵۶ | دقت کاربر      |
| ۰/۹۰         | ۰/۹۵   | ۰/۸۷.۵         | ۰/۹۵   | ۰/۹۵            | ۰/۹۵.۲۴ | دقت تولیدکننده |

## بحث و نتیجه‌گیری

بررسی تغییرات سطح زیر کشت در هر سه شهرستان نشان داد که توسعه باغات کشاورزی در منطقه مورد مطالعه و در دوره (۱۳۹۹-۱۳۶۶) روند افزایشی داشته است. میزان این افزایش برای شهرستان رفسنجان ۵۷.۴ درصد، برای شهرستان سیرجان ۵۵ درصد و برای شهرستان انار حدود ۳۷.۳ درصد بوده است. بررسی جامع‌تر موضوع افزایش سطح زیر کشت باغات پسته در منطقه مورد مطالعه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مودیس باند *NDVI*، در بازه زمانی ۲۰۲۰ تا ۲۰۰۰ نیز روند افزایش سطح زیر کشت در هر سه شهرستان را تایید کرد. از یک طرف، این روند با هدف بنیادین سند آمایش استان، که بر محور اصلاح ساختار اقتصادی استان و منطقی نمودن سهم بخش‌های اقتصادی، از طریق افزایش سهم ارزش افزوده بخش‌های خدمات، صنعت، معدن و کاهش سهم بخش کشاورزی، قرار دارد مغایرت دارد، و از طرفی دیگر به منابع آب‌های زیر زمینی منطقه خسارت جبران ناپذیری وارد کرده

است. نتیجه برداشت بی رویه از منابع آبهای زیرزمینی به خصوص در شهرستان سیرجان، پدیده فرونشست را به دنبال داشته است. مطالعات نشان می‌دهد افت سالانه آب در چاههای دو شهرستان سیرجان و رفسنجان به ترتیب ۱ و ۶/۱ متر می‌باشد. برداشت بی رویه منابع آبهای زیرزمینی بنا بر گزارش‌های اخیر سازمان نقشه برداری دشت‌های عمده حاشیه شهرهای کرمان و سیرجان را با خطر فرونشست روبرو کرده به طوری که شهرهای سیرجان، نجف شهر بیشترین نرخ فرونشست (۱۷ سانتیمتر) در را سال دارند. با توجه به اینکه هر ساله با کاهش منابع آبی و افت آبهای زیر زمینی مواجه می‌شویم؛ بررسی روند افزایش سطح زیرکشت در منطقه به منظور مدیریت صحیح منابع آب حائز اهمیت است. در ارتباط با تغییرات پوشش گیاهی باغات پسته با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه، نتایج این تحقیق از نظر رویکرد و رشد و توسعه باغات پسته در تایید مطالعه مهربانی (۱۵) است. در مطالعه نامبرده مشخص شد بیشترین رشد باغات پسته بین

به ۱۵۴۹۸ هکتار رسیده است.

سالهای ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۵ اتفاق افتاده است و فقط طی مدت ۹

سال سطح زیر کشت پسته در شهرستان انار از ۷۰۵۸ هکتار به

#### منابع مورد استفاده

1. Aboelnour, M, Engel, B. (2018). Application of Remote Sensing Techniques and Geographic Information Systems to Analyze Land Surface Temperature in Response to Land Use/Land Cover Change in Greater Cairo Region, Egypt. *Journal of Geographic Information System*, 10(1). <https://doi.org/DOI: 10.4236/jgis.2018>.
2. Amiri, F, Tabatabai, T. (1401). The effect of land use/land cover change on land surface temperature in the coastal area of Bushehr. *Remote Sensing and Geographical Information System in Natural Resources*, 13(2), 27-30. (In Persian).
3. Baltazar, M, Dumonteil, E. (2018). Application of Remote Sensing Techniques and Geographic Information Systems to Analyze Land Surface Temperature in Response to Land Use/Land Cover Change in Greater Cairo Region, Egypt. *Journal of Geographic Information System*, 10(1). <https://doi.org/DOI: 10.4236/jgis.2018>.
4. Dorn, P, Tripet, F, Dumonteil, E. (2012). Genetics and evolution of triatomines: from phylogeny to vector control. *Heredity*, 108(3), 190-202. <https://doi.org/10.1038/hdy.2011.71>
5. Enoguanbhor, E, Gollnow, F, Nielsen, Lakes, T, Walker, B. (2019). Land Cover Change in the Abuja City-Region, Nigeria: Integrating GIS and Remotely Sensed Data to Support Land Use Planning. *Sustainability*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/su11051313>
6. Estafanove, M. J. (2001). A co-evolving decision tree classification method. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 18-25.
7. Ezzatabadipour, H. (1394). Evaluation of the expansion of agricultural lands in Sirjan using remote sensing technology. The paper presented in the National Conference of Agricultural and Environmental Sciences of Iran. Retrieved from the database of the Academic Jihad Scientific Center. (In Persian).
8. Fitooza, H, Nakashima, T, Murata, T. (1995, November). A fuzzy classifier system that generates fuzzy if-then rules for pattern classification problems. In *Proceedings of 1995 IEEE International Conference on Evolutionary Computation* (Vol. 2, pp. 759-764). IEEE.
9. Hua, L, Zhang, X, Chen, Xi, Yin, K, Tang, L. (2017). A Feature-Based Approach of Decision Tree Classification to Map Time Series Urban Land Use and Land Cover with Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI in a Coastal City, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(11). <https://doi.org/10.3390/ijgi6110331>
10. Jaiswal, R, Saxena, R, Mukherjee, S. (1999). Application of remote sensing technology for land use/land cover change analysis. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 27(2), 123. <https://doi.org/10.1007/BF02990808>
11. Kerman Agricultural -Jahad Organization(1389), Statistics of 1398. (In Persian).
12. Kerman Province Management and Planning Organization(1399), Provincial Planning Document, 1400. (In Persian).
13. Khanifar, H.(1389) income on the concept of land preparation and its applications in Iran, *Land Planning*, Second Year, Issue 2, Spring and Summer 2010. (In Persian).
14. Mahmoudabadi, M. (1389). Zoning of pistachio agricultural climate in Kerman province (Master's thesis). Yazd University - Faculty of Humanities - Department of Geography. (In Persian).
15. Mehrabi, A. (1396). Monitoring Vegetable Coating (Pistachio Gardens) Using Multi -Satellite Satellite Processing Case Study: Anar County (Kerman Province). *Journal of Geography and Development*, ۱۷ (۳۶). (In Persian).
16. Moody, A. y Strahler, AH 1994. Characteristics of composited AVHRR data and problems in their classification, *International Journal of Remote Sensing*, 15 (17), 3473-3491. Moran, MS
17. Plan and Budget Organization of the Islamic Republic of Iran (۱۳۹۹), Provincial Planning Document. (In Persian).
18. Poo, M. M. Bi, G. Q., & (2008). Synaptic modifications in cultured hippocampal neurons: dependence on spike timing, synaptic strength, and postsynaptic cell type. *Journal of neuroscience*, 18(24), 10464-10472.
19. Provincial Management and Planning Organization, Provincial Statistical Yearbook, 1400
20. Rafei, A, Danekar, A, Zand Basiri, M, Bagherzadeh Karimi, M. (1401). An analysis of land use/land cover changes in Shadgan International Wetland in the last decade. *Remote sensing and geographic information system in natural resources*, 13(2), 1-5.
21. Sabze Gholambai, G, Jafarzadeh, K, Dashti, S, Yousefi Khan, S, Bazamra Balat, M. (1396). Disclosure of land use changes using remote sensing methods and geographical information system (Case Study: Ghaemshahr County). *Journal of Environmental Science and Technology*, 19 (3), 143-157. Doi: 10.22034/Jest.2017.11075

22. Sadeghi, V; Ebadi, H, Mohammadzadeh, A, Farnood Ahmadi, F. (۲۰۱۵). Detection of changes in multimeter remote sensing images with threshold index of integrated change index based on particle mass algorithm. *Surveying Science and Technology*, 5 (3), 175-191.
23. Sharma, H., & Kumar, S. (2016). A survey on decision tree algorithms of classification in data mining. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 5(4), 2094-2097.
24. Shatarian, M., and Mousavi, S., and Momen Bek, Z. (1398). Application of Sensing Data from Disclosure Urban Land Use Change Case Study: Shahrekord. *Geographical Information*, 28 (111), 235-250. <https://www.sid.ir/en/journal/viewpaper.aspx?id=48912925>
25. Tapa, N. R., & Moorayama, S. K. (1993). A review on image segmentation techniques. *Pattern recognition*, 26(9), 1277-1294.



## **Title English: Detection of changes in the area under cultivation of pistachio orchards in the period 1987-1920 using remote sensing case study of Rafsanjan, Sirjan and Anar counties.**

**Ahmad Mazidi<sup>1\*</sup>, Alireza Baniasadi<sup>2</sup>**

Received: 2022-07-30 / Accepted: 2022-12-05 / Published: 2025-03-18

### **Abstract**

The purpose of the study was to investigate the changes in pistachio cultivation in the three districts of Rafsanjan, Anar, and Sirjan from the spatial planning perspective between 1987 and 2020. To achieve this goal, the Google Earth Engine system was used. And the radiometric and atmospheric images of the TM 5 Landsat and OLI Landsat 8 were used. Two conditions were used to separate pistachio gardens and other agricultural lands. The land with ndvi is equal to or higher 0.2 and lower elevation from 2000 m as pistachio garden and the land with ndvi is equal to or higher 0.2 and height of over 2000 meters were identified as other garden and agricultural land. By applying the conditions mentioned in the classification of the decision tree, the area of pistachio gardens and other agricultural lands of Anar, Rafsanjan and Sirjan were obtained over a 36 - year period. A review of the changes in the cultivation of pistachio gardens in all three counties showed that the development of agricultural orchards in the area under study and during the period (1987-2020) has been an increasing trend. trend line of land surface vegetation changes was obtained by using Modis satellite images. Modis' satellite images were available from 2000 to 2020 for all three counties. The time series graphs of the above images confirmed the increase in pistachio orchards in all three counties. This increase was 57.4 percent for Rafsanjan County, 55 % for Sirjan County, and about 37.3 percent for Anar County. The amount of cultivation of pistachio gardens in Rafsanjan County, in

1987 was 38,667 hectares, which increased to 69,704 hectares in 2020. In other words, about 31,000 hectares, equivalent to 55.4 percent of pistachio gardens in the above county, have increased. The

### **Statement of the Problem:**

Kerman province pistachios are in fragile conditions due to geographical and climatic conditions in terms of water resources. And this requires monitoring of changes in pistachio cultivation in the major pistachio areas of Kerman. The tree classification is highly accurate in the cover of the land cover as well as the land use. So far, the changes in pistachio cultivation area in Rafsanjan, Anar and Sirjan Counties have not been monitored in a long period. Therefore, this research has been done to identify the changes in pistachio orchards in the main pistachio farming areas of the province. So that it can provide an illustrated image of changes in pistachio cultivation in Kerman province And from this point of view, it can provide the attention of any more officials and experts to managing the water and soil resources of the region.

### **Purpose:**

This study aims to detect changes in area of pistachio tree cultivation in the three districts of Rafsanjan, Anar, and Sirjan from the spatial planning perspective between 1987 and 2020. So that it can provide an illustrated image of changes in pistachio cultivation in Kerman province And from this point of view, it is possible to pay the attention of any more officials and experts to manage the water and soil resources of the region.

**Ahmad Mazidi<sup>1</sup>(✉), Alireza Baniasadi<sup>2</sup>**

1 - Associate of Yazd University

2 - Kerman Province Management and Planning Organization

DOI: 10.30495/girs.2022.697514

e-mail: mazidi@yazd.ac.ir

### Methodology:

The study area covers the three northern Counties of Kerman Province including, Rafsanjan, Anar and Sirjan. The three Counties of, Anar, and Sirjan have an area of 23,552 km<sup>2</sup>. To achieve this goal, the Google Earth Engine system was used. Google Earth Engine is a web-based open source system for processing remote sensing satellite images, which allows for all free satellite images. This system supports the types of freely used satellite data available today, including Landsat, Sentinel, Aster, Modis and so on. The NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) was first introduced in 1974. This index is based on the normal relationship between the infrared band near and the red band. Plants in the red band range have high absorption, and in the near-infrared band range, they have a lot of reflection. This index was used to separate pistachio trees from other vegetation and the garden. First, images of satellites with atmospheric correction and radiometric Landsat 8 OLI and Landsat 5 TM Sensor were called for two 1987 and 2020 periods. the NDVI and DEM layers were extracted for all three counties. A data set, including NDVI and DEM layers, was created for all three Counties. And with the help of this data complex, the separation of pistachio gardens from other gardens and agricultural lands was provided in the studied Counties. Decision tree classification was used to separate the gardens from other plant pistachio complications. Two conditions were used to separate pistachio gardens and other agricultural lands. The land with ndvi is equal to or higher 0.2 and lower elevation from 2000 m as pistachio garden and the land with ndvi is equal to or higher 0.2 and height of over 2000 meters were identified as other garden and agricultural land. By applying the conditions mentioned in the classification of the decision tree, the area of pistachio gardens and other agricultural lands of Anar, Rafsanjan and Sirjan were obtained over a 36 -year period. The trend line of land surface vegetation changes was obtained by using Modis satellite images. Modis' satellite images were available from 2000 to 2020 for all three counties. The time series graphs of the above images confirmed the increase in pistachio orchards in all three counties.

### Results and discussion:

The amount of cultivation of pistachio gardens in Rafsanjan County in 1987 was 38,667 hectares, which increased to 69,704 hectares in 2020. In other words, the

pistachio cultivation level in Rafsanjan County has increased by about 31,000 hectares from 1987 to 2020. The amount of increased in pistachio cultivation in Sirjan County has increased from 22,787 hectares to 42,956 hectares. In other words, about 20,170 hectares, equivalent to 53 %, are added to the cultivation area of pistachio gardens in the above County. The area under cultivation of pistachio gardens in the County of Anar increased from 8,871 hectares in 1987 to about 23,794 in 2020. The area under cultivation of pistachio gardens in the County of Anar has increased by about 37% from 1987 to 2020 years. Kappa coefficient value for Rafsanjan County for the years 1987 and 2020 was 0.96 and 0.92 for Anar County, 0.93, 0.82 for Sirjan County, 0.88 and 0.88 respectively. The overall classification accuracy percentage for Rafsanjan county for both study periods is 0.97, Sirjan county in 1987 AD, 0.96 and 2020 AD, 0.91.6, and Anar county, respectively, for 1987 and 2020 AD, 0.95 and 0.94 Was obtained.

### Conclusion:

A survey of levels under cultivation in all three cities showed that the development of agricultural gardens in the area under study and during the period (1920-1987) had an increasing trend. This increase was 57.4 % for Rafsanjan County, 55 % for Sirjan County, and about 37.3 % for Anar County. The trend line of land surface vegetation changes was obtained by using Modis satellite images. Modis' satellite images were available from 2000 to 2020 for all three counties. The time series graphs of the above images confirmed the increase in pistachio orchards in all three counties. The major pistachio areas in Kerman province face a major challenge. On the one hand, pistachio cultivation levels are still on the rise, and on the other hand, existing groundwater resources have declined sharply. New reports by the National Cartography Center show that the major plains of Kerman and Sirjan cities are at risk of subsidence and the main reason is the overwhelming harvesting of groundwater resources. According to the National Cartography Center Sirjan County and Najaf Shahr County, has the highest subsidence rate (17 cm) in the year. The results of this study are in one way in approving Mehrabi (). His study found that the highest growth of pistachio gardens in the County of Anar occurred from 1366 to 1375. During 9 years, pistachio cultivation levels in the County of Anar reached 15498 hectares.

**Keywords:** detection, changes, cultivated area, pistachio, remote sensing, Kerman province