نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷

Vol.6, No.3, Autumn 2018

۳۱-۴۹

تشخیص بیماری زوال مرکبات با استفاده از سامانه بدون سرنشین هوایی مجهز به دوربین چندطیفی

عرفان صیدی پور[۱]، فرهاد صمدزادگان[۲]، فرزانه دادرس جوان[۳*]، امید عسکری[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران

۲- استادگروه مهندسی نقشه‌برداری- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران

۳- استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری- پردیس دانشکده‌های فنی- دانشگاه تهران

۴- معاون دفتر پیش آگاهی و مدیریت تلفیقی آفات- سازمان حفظ نباتات کشور

تاریخ دریافت مقاله ۱۳۹۶/۰۴/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳

چکیده

امروزه با توجه به افزایش جمعیت و کاهش منابع غذایی، دستیابی به سامانه‌های کنترل و پایش آفات و بیماری‌های گیاهی با دقت بالا به‌منظور تولید و دستیابی به محصولات کشاورزی سالم و کافی و پیشگیری از خسارت آفات و بیماری‌های گیاهی و کاهش هزینه‌های ناشی از کنترل آنها اهمیت فراوانی پیدا کرده است. سامانه‌های هوایی بدون سرنشین به دلیل کاهش هزینه‌های مالی و نیروی انسانی، سهولت کاربرد، امکان اخذتصویر در شرایط آب و هوایی ابری در زیر پوشش ابرها، قابلیت انعطاف در مدت زمان و ارتفاع تصویربرداری، توان تفکیک مکانی بسیار بالا و استفاده از آنها در اخذ داده‌های سنجش از دور مطرح شده و مورد توجه بسیار قرار گرفته است. در همین راستا استفاده از این سامانه‌ها در اخذ داده‌های مورد نیاز کشاورزی می‌تواند قابلیت‌های بالایی در پایش محصولات و مبارزه با آفات فراهم آورد. در این تحقیق توانایی سنجنده چندطیفی نصب شده برروی سکوی هوابرد بدون سرنشین در بررسی وضعیت بیماری درختان باغ مرکبات در منطقهای در استان فارس که آلوده به بیماری زوال می‌باشند مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از داده‌های اخذ شده توسط این سامانه، نقشه بیماری درختان براساس شاخص‌های گیاهی و تمایز درختان بیمار و سالم با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان تهیه شد. داده‌های زمینی برداشت شده نشان از قابلیت بالای روش فوق در تشخیص بیماری درختان داشت. نتایج حاصله بیانگر دقت ۹۰ درصدی طبقه‌بندی درختان بیمار از سالم بود.

واژه‌های کلیدی: زوال مرکبات، کشاورزی دقیق، سامانه هوابرد بدون سرنشین، تصاویر چندطیفی

* نویسنده مکاتبه کننده: : امیر آباد شمالی، پردیس دانشکده های فنی دانشگاه تهران، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری و اطلاعات مکانی

تلفن: ۰۲۱۸۸۰۰۸۸۴۱

Email: fdadrasjavan.seidipoor@ut.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

۱- مقدمه

کشاورزی دقیق[1] شامل مجموعه اقداماتی از قبیل آبیاری، کوددهی، بذرپاشی، سمپاشی و علف‌کشی به‌منظور مدیریت بهتر بر زمین‌های کشاورزی در زمان و مکان مناسب می‌باشدکه موجب بهره‌وری و سودآوری بهتر محصولات کشاورزی می‌شود[۱و ۲]. کاربرد سنجش از دور در کشاورزی دقیق با ساخت سنسورهایی برای اندازه‌گیری مقدار محتویات مواد معدنی خاک شروع شد و به سرعت در عرصه سنجنده‌های فضابرد، هوابرد و زمینی گسترش یافت[۳] .سنسورهای مشاهده رفتارگیاهان می‌توانند بر پایه مشاهدات فضابرد[۴]، هوابرد[۵، ۶ و ۷]، سامانه‌های بدون سرنشین[۸ و ۹]، سنجنده‌های متصل به ماشین آلات کشاورزی[۱۰ و ۱۱] و سنجنده‌های متصل به روبات‌های متحرک[۱۲] به‌منظور ثبت تراکم علف‌های هرز، ارتفاع درختان، انرژی بازتاب از سطح برگ، رطوبت و دیگر خصوصیات مهم در رابطه با مدیریت زمینهای کشاورزی مورد استفاده قرار گیرند. سکوهای هوایی و ماهواره‌ای و سنجنده‌های نصب شده بر روی آنها، با وجود امکانات فراوانی که برای کاربردهای کشاورزی فراهم آورده‌اند، محدودیت‌هایی چون توان تفکیک مکانی و زمانی مورد نیاز، محدودیت در شرایط بد ابری و هزینه بالا، گستره فعالیت‌های آنها را برای کاربردهای کشاورزی با مشکل روبرو کرده است[۱۱]. در این میان امروزه استفاده از سامانه‌های UAS[2] در زمینه نظارت بر پوشش‌های گیاهی، بدلیل توان تفکیک مکانی و زمانی بالا، کم هزینه بودن و سادگی اجرا، مورد توجه قرار گرفته است[۱۳]. با بهره‌گیری از این ویژگی‌ها نظارت بر فعالیت‌های کشاورزی با دقت بالا و در دوره‌های زمانی کوتاه میسر گشته است. یکی از دلایل گستردگی استفاده از سامانه‌های بدون سرنشین در زمینه کشاورزی دقیق تولید دوربین‌های حرارتی و چندطیفی سبک وزن در ابعاد کوچک می‌باشد[۱۴].

در میان محصولات متعدد و متنوع کشاورزی در ایران، مرکبات یکی از مهم‌ترین سرده میوه‌های نیمه‌گرمسیری هستند، که خاستگاه اصلی آن علاوه بر ایران، هند، چین، ژاپن و برخی از کشورهای آسیای جنوب شرقی می‌باشد.کشور ایران مقام هفتم را در میان کشورهای تولید کننده مرکبات کسب کرده است، که در این میان استان‌هایی نظیرمازندران، خوزستان، فارس، کرمان و هرمزگان از تولیدکنندگان مهم مرکبات می‌باشند. با این وجود بیماری زوال و مرگ درختان مرکبات، به صورت گسترده‌ای درباغ‌های مناطق جنوبی ایران شایع است و یکی از عوامل تهدیدکننده‌ی تولید مرکبات در ایران به حساب می‌آید. از نشانه‌های زوال مرکبات می‌توان به پژمردگی برگ‌ها، خشک‌شدن شاخه‌ها، تأخیر در رشد بهاره، نشانه‌های کمبود عنصر روی در برگ‌ها اشاره کرد. در شکل (۱) نمونه‌ای از تصاویر یک درخت بیمار در مقابل درخت سالم نشان داده شده است.



الف ب ج

شکل ۱: الف) تصویر برگ درخت بیمار ب) تصویر درخت بیمار ج) تصویر درخت سالم

تاکنون علت اصلی ابتلای درختان به بیماری زوال به‌طور دقیق مشخص نشده است، در واقع یک عامل بیماری‌زا، ریشه درختان را درگیرکرده و موجب خشکیدگی و نابودی درختان می‌شود. یکی از راه‌های مقابله با این بیماری شناسایی زودهنگام و قطع درختان بیمار برای جلوگیری از انتشار بیماری می‌باشد. در این تحقیق با هدف مطالعه بر وضعیت سلامت

[1]Precision agriculture
[2]Unmanned Aerial System

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

یک باغ پرتقال آلوده به بیماری زوال، با استفاده از دوربین چندطیفی چندعدسی نصب شده بر روی یک سامانه بدون سرنشین عمود پرواز، از منطقه مورد مطالعه تصویربرداری به عمل آمده است. همزمان به منظور تهیه داده‌های آموزشی برای الگوریتم طبقه‌بندی، داده‌های زمینی توسط کارشناسان حفظ نباتات جمع آوری و موقعیت درختان بیمار و سالم توسط GPS[1] ثبت گردید. در نهایت بر اساس روال پردازشی توسعه داده شده در این تحقیق، نقشه‌ی سلامت درختان در این منطقه تعیین و ارزیابی شده است.

۲- مروری بر تحقیقات پیشین

استفاده از سکوهای فضابرد در زمینه کشاورزی با پرتاب اولین ماهواره‌ی لندست[2] شامل باندهای طیفی درمحدوده قرمز، سبز و دو باند مادون قرمز) در سال ۱۹۷۲ آغاز شد. اولین کار در همان زمان توسط بوی برای طبقه‌بندی محصولات کشاورزی ذرت و سویا انجام گرفت که در نتیجه آن دقت کلی ۸۳ درصد حاصل شد[۱۵]. جیول و همکاران در سال ۱۹۸۹ با دقت کلی ۸۸ درصد به طبقه‌بندی مزارع، جنگل‌ها و زمین‌های خشک از طریق عکس‌های ماهواره اسپات[3]، پرداختند[۱۶].

با پرتاب ماهواره‌هایی با قدرمت مکانی و زمانی مناسب‌تر مانند آیکونوس[4] و کوئیکبرد[5] تحقیقات در زمینه کشاورزی دقیق افزایش یافت. سیلن و همکاران در سال ۲۰۰۳ با استفاده از تصاویر آیکونوس به تشخیص نوعی بیماری مربوط به قارچ در مزارع گندم پرداختند[۱۷]. تحقیقی که توسط تورس و همکارن در سال ۲۰۰۸ در اسپانیا انجام گرفت، نشان داد که می‌توان با استفاده از تصاویر کوییکبرد به برآوردی از مقدار محصولات زیتون دست یافت[۱۸].

توان تفکیک مکانی و زمانی و همچنین تصحیحات اتمسفر از اصلی‌ترین محدودیت‌های تصاویر ماهواره‌ای در کشف بیماری به حساب می‌آیند. سنجنده‌های هوایی با هدف غلبه بر این محدودیت‌ها مورد استفاده قرار گرفت. شیانگو لیتان در سال ۲۰۱۱ با مقایسه دو روش نظارتی بر رشد علف‌ها (با استفاده از سنجنده چندطیفی و داده‌های میدانی) به مطالعه دقت مشاهدات سنجنده چندطیفی هوایی پرداخته‌اند. و نتیجه تحقیقات خطای اندازه‌گیری در حدود ۱/۵ درصد از کل مشاهدات را نشان داد[۱۹]. آگورو و همکاران در سال ۲۰۱۱ در مزارع آفتابگردان به بررسی مقدار محتویات نیتروژن موجود در برگ‌ها پرداخته‌اند. از آن جایی که مقدار نیتروژن با مقدار کلروفیل ارتباط قوی دارد، با اندازه‌گیری مقدار بازتابش نور خورشید به کشف مقدار نیتروژن با استفاده از تصاویر چندطیفی هوایی پرداخته‌اند. برای مقایسه این روش از یک ایستگاه زمینی تصویربرداری نیز استفاده شده است. نتیجه آزمایش بهتر بودن عملکرد تصویرهوایی به‌دلیل کم بودن تاثیرات خاک و سایه درختان آفتابگردان را نشان می‌داد[۲۰].

در تحقیقی که توسط رویز و همکاران در سال ۲۰۱۳ در رابطه با یک مزرعه پرتقال انجام شد به بررسی عملکرد دو سنجنده، یکی سنجنده چند طیفی نصب شده بر روی پهپاد و دیگری سنجنده فراطیفی هوابرد درتشخیص نوع خاصی از بیماری درختان پرتقال پرداخته شد، نتیجه تحقیق عملکرد بهتر سنجنده چندطیفی پهپاد بدلیل توان تفکیک مکانی بهتر را نشان می‌داد[۲۱]. نبیکر و همکاران در سال ۲۰۱۶ با استفاده از دو سنجنده چندطیفی Canon S ۱۱۰ NIR و 4C multiSPEC که سنجنده دوم مجهز به باند طیفی لبه قرمز می‌باشد، به بررسی عمکرد این دو سنجنده در برآورد بیماری‌های گیاهی پرداخته‌اند. نتیجه تحقیق عمکرد بهتر سنجنده MultiSPEC 4C ، به‌دلیل دارابودن باند

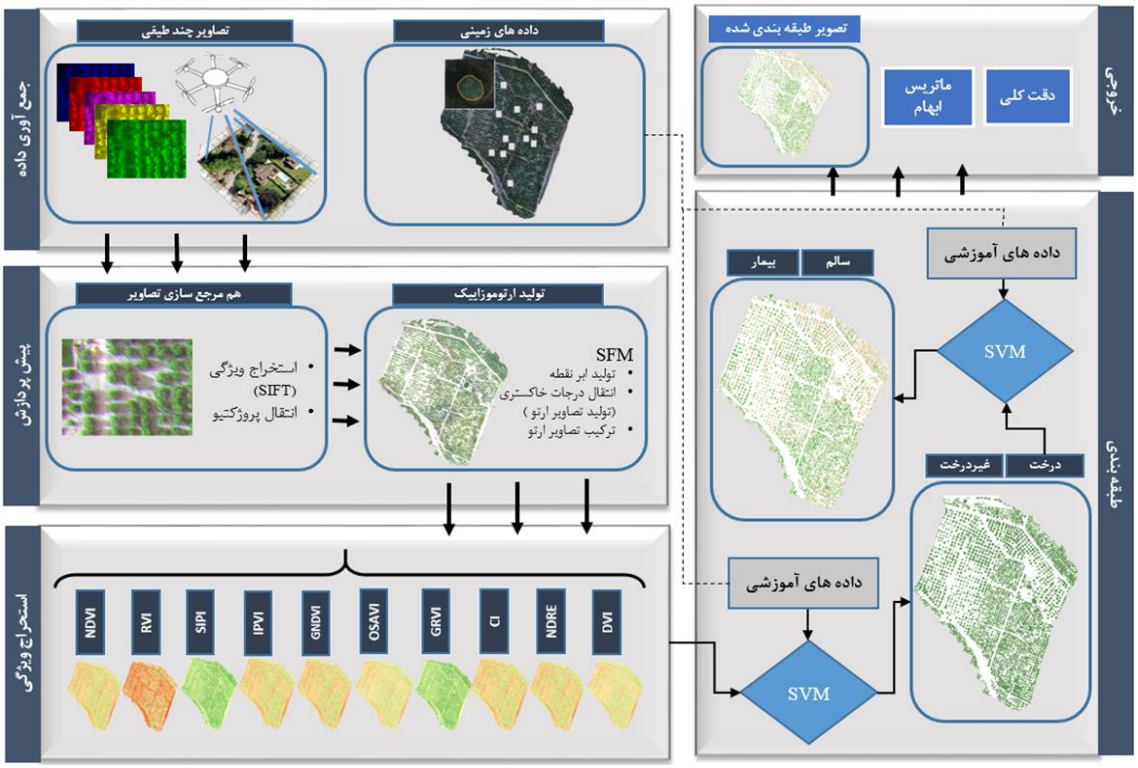
[1] Global Positioning System
[2] Landsat-1
[3] SPOT-1
[4] Ikonos-2
[5] Quickbird-2

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

لبه قرمز را نشان می دهد[۲۲]. در این مقاله با بهره‌گیری از مقالات گذشته علاوه بر استفاده از سنجنده چندطیفی و پرنده بدون سرنشین برای اولین بار در ایران به بررسی بیماری زوال مرکبات در استان شیراز پرداخته شده است.

۳- روش پیشنهادی

در این تحقیق به منظور ارزیابی وضعیت سلامت درختان مرکبات روشی مبتنی بر تصاویر چند طیفی اخذ شده از دوربین نصب شده بر روی پرنده بدون سرنشین ارائه شده است. دیاگرام روش فوق در شکل (۲) نمایش داده شده است. همان‌طور که در شکل (۲) نمایش داده شده است، این روش در مجموع از ۵ گام کلی تشکیل شده است. در اولین گام، داده‌های میدانی متشکل از تصاویر هوایی و اطلاعات زمینی اخذ می‌گردند. سپس این داده‌ها وارد بخش پیش پردازش شده و پس از آماده‌سازی وارد مرحله محاسبات شده که خود از دو گام استخراج ویژگی‌های گیاهی و طبقه‌بندی تصاویر تشکیل شده است. در نهایت خروجی‌ها که شامل نقشه سلامت درختان می‌باشد تولید می گردد. در ادامه به شرح مختصر هریک از گام‌های الگوریتم فوق پرداخته شده است.



شکل ۲: فلوچارت روش پیشنهادی

۳-۱- جمع آوری داده های زمینی

کارشناسان حفظ نباتات همزمان با عملیات پرواز و تصویربرداری، از منطقه مورد مطالعه بازدید و وضعیت سلامت تعدادی از درختان را به منظور تهیه داده‌های آموزشی و ارزیابی ثبت می‌کنند. همچنین به‌منظور تهیه ارتوموزائیک از تصاویر چندطیفی تعدادی ایستگاه زمینی ایجاد می‌گردد و موقعیت آنها توسط دستگاه GPS مشاهده می‌شود.

۳-۲- پیش پردازش

مرحله پیش‌پردازش شامل هم‌مرجع‌سازی باندهای

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

تصویری (بدلیل استفاده از سنجنده چندعدسی) و تهیه ارتوموزائیک به عنوان ورودی برای الگوریتم طبقه‌بندی می‌باشد.

۳-۲-۱- هم‌مرجع‌سازی تصاویر

در دوربین‌های چندطیفی، بدلیل استفاده از عدسی‌های مجزا برای هر باند تصویری، تصاویر اخذ شده در لحظه عکسبرداری نسبت به یکدیگر هم‌مرجع نمی‌باشند. اگرچه اختلاف میان باندها جزئی است، ولی جهت استخراج ویژگی‌های تصویری تمامی باندها باید نسبت به یکدیگر با دقت بهتر از پیکسل، هم‌مرجع شده باشند تا ویژگی‌های استخراج شده در مرحله بعدی معنادار باشند. بر همین اساس در این تحقیق قبل از تهیه‌ی موزاییک عکسی از منطقه و طبقه‌بندی، ابتدا باندهای هر تصویر با استفاده از الگوریتم استخراج ویژگی SIFT[1][23] و تابع انتقال پروژکتیو (رابطه (۱ و ۲))، هم‌مرجع می‌شوند.

$$x_{RedEdge} = \frac{a_{i1}\,x_{Bi} + a_{i2}y_{Bi} + a_{i3}}{c_{i1}x_{Bi} + c_{i2}\,y_{Bi} + 1} \quad \text{رابطه (۱)}$$

$$y_{RedEdge} = \frac{b_{i1}\,x_{Bi} + b_{i2}\,y_{Bi} + b_{i3}}{c_{i1}\,x_{Bi} + c_{i2}y_{Bi} + 1} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در رابطه فوق ($x_{RedEdge}$ و $x_{RedEdge}$) مختصات مربوط به یک نقطه متناظر در باند لبه قرمز، (x_{Bi} و y_{Bi}) مختصات همان نقطه در یکی از باندهای دیگر(آبی، سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک) و(a_{i1}،a_{i2} ، a_{i3} ، b_{i1}،b_{i2}،b_{i3} ،c_{i1}،c_{i2}) ضرایب رابطه انتقال پروژکتیو بین باند لبه‌قرمز و باند مربوطه می‌باشد. همان‌طور که در شکل (۳) نشان داده شده است، به‌دلیل قرار گرفتن موقعیت عدسی در باند لبه قرمز، در بین عدسی‌های دیگر باندها، این باند به‌عنوان باند مرجع انتخاب می‌شود. با مرجع قراردادن باند لبه قرمز، پارامترهای توجیه‌داخلی و خارجی این باند، به‌منظور تهیه ارتوموزاییک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[1] Scale Invariant Feature Transform

ضعف تابع انتقال پروژکتیو در هم‌مرجع سازی تصاویر زمانی است که اختلاف ارتفاع محسوسی نسبت به ارتفاع پرواز در منطقه مشاهده شود. در این صورت خطای هم‌مرجع سازی مقدار قابل توجهی می‌باشد.

۳-۲-۲- تولید ارتوموزائیک

تاکنون تلاش‌های بسیاری در زمینه خودکارسازی فرآیند تولید ارتوموزاییک از تصاویر اخذ شده در ارتفاع پایین و کیفیت بالا انجام پذیرفته است. مراحل معمول ایجاد ارتوموزاییک با داشتن تصاویر و اطلاعات ناوبری مربوط به آنها به ترتیب زیر می‌باشد:

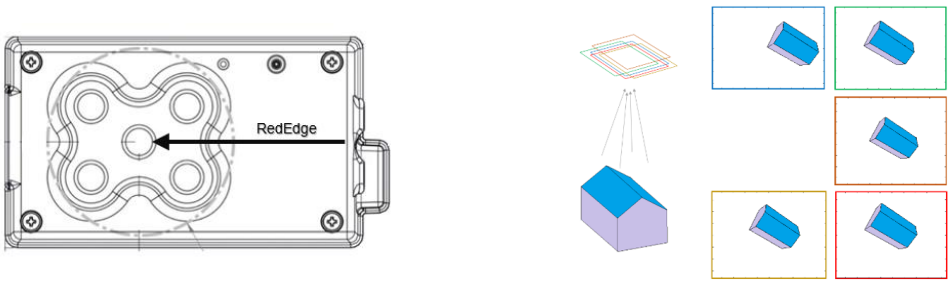
استفاده از الگوریتم SFM[2][۲۴] به‌منظور ایجاد مدل سه‌بعدی زمین با استفاده از اطلاعات ناوبری مربوط به تصاویر و نقاط کنترل زمینی(در شکل (۴) فلوچارت مربوط به روش **SFM** نمایش داده شده است)

i. ساخت تصویر ارتو از هر عکس در نتیجه‌ی تصویرکردن درجات خاکستری هر عکس بر روی مدل ارتفاعی زمین.
ii. ترکیب تصاویر ارتو و ساخت ارتوموزاییک به‌نحوی که تغییرات درجه خاکستری در هنگام عبور از یک عکس به عکس دیگر کمینه گردد.

[2] Structure From Motion

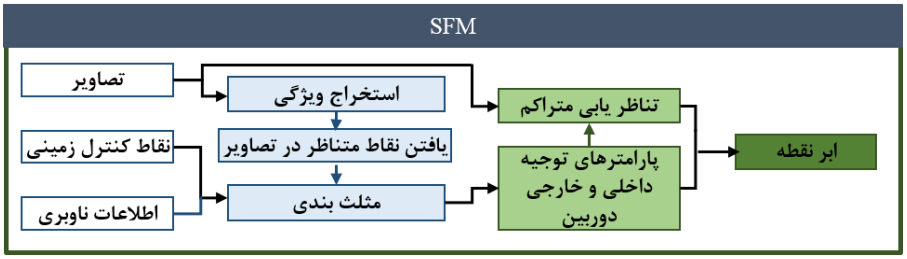
[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]



الف ب

شکل ۳: الف) موقعیت قرار گیری باند لبه قرمز در بین دیگر باندها ب) دید پرسپکتیو مربوط به هر کدام از تصاویر باندها



شکل ۴: فلوچارت مربوط به تولید ابر نقطه با روش SFM

۳-۳- استخراج شاخص‌های گیاهی

پاسخ طیفی مناطق پوشیده از گیاهان، ترکیبی از مقدار سبزینگی گیاهان، روشنایی خاک، تاثیرات محیطی همچون سایه، رنگ خاک و رطوبت و مانند آنها می‌باشد. این رفتار گیاهان در تصاویر طیفی در قالب شاخص‌های گیاهی قابل نمایش و اندازه‌گیری است. شاخص‌های گیاهی پس از استخراج از طیف‌های مختلف تصاویر، در طبقه‌بندی و پروسه تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار داده می‌شوند. در این تحقیق از شاخص‌های گیاهی که بر طبق تحقیقات پیشین نمایشگر بهتری از وضعیت سلامت درختان می‌باشند استفاده شده است. این شاخص‌ها به‌صورت اختصار در جدول (۱) مورد بررسی قرار داده شده‌اند.

جدول ۱: شاخص‌های گیاهی مورد استفاده

نام شاخص گیاهی	مدل ریاضی	توضیحات
RVI	$\frac{NearIR}{Red}$	این شاخص توسط پرسون و میلر بمنظور تمایز بین خاک و پوشش گیاهی به عنوان اولین شاخص‌گیاهی معرفی شد. این اندیس تاثیر پذیری کمی‌نسبت به شرایط نوری دارد[۲۵].
Ratio Vegetation Index		
NDVI	$\frac{NearIR - Red}{NearIR + Red}$	این شاخص توسط روزبدلیل ارتباط مستقیم با فعالیت‌های فتوسنتز و جذب انرژی توسط شاخ و برگ گیاهان معرفی شد[۲۶].
Normalized Difference Vegetation Index		
DVI	$NearIR - Red$	این شاخص توسط کلورزبرای جداسازی پوشش‌های گیاهی از زمین های خالی از پوشش معرفی شد. این شاخص متاثر از تاثیرات سایه درختان و شرایط اتمسفری می‌باشد[۲۷].
Difference Vegetation Index		

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

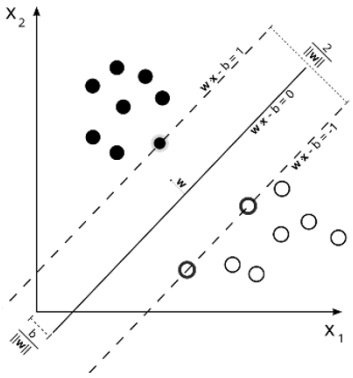
نام شاخص گیاهی	مدل ریاضی	توضیحات
IPVI	$\frac{NearIR}{NearIR + Red}$	این شاخص توسط کریپن معرفی شد. اساسا این شاخص به صورت ریاضی معادل شاخص‌های NDVIو RVI می‌باشد. همچنین مقدار این شاخص بین صفر تا یک متغیر است[۲۸].
Infrared Percentage Vegetation Index		
GRVI	$\frac{Green - Red}{Green + Red}$	این شاخص توسط چمارد و همکاران معرفی شد. بر طبق رابطه، مقدار این کمیت برای پوشش‌های گیاهی، خاک و آب به ترتیب مثبت، منفی و مقادیر نزدیک به صفر می‌باشد. مقدار حدآستانه صفر می‌تواند مرزبین پوشش‌های گیاهی و دیگر عوارض زمینی باشد[۲۹].
Green-Red Vegetation Index (GRVI)		
SIPI	$\frac{NearIR - Blue}{NearIR + Red}$	این شاخص توسط پنیولاس و فیللا به منظور بررسی یک نوع بیماری در مزارع سیب معرفی شد[۳۰].
Structure Insensitive Pigment Index		
OSAVI	$\frac{NearIR - Red}{NearIR + Red + 1}$	این شاخص به منظور بهبود شاخصNDVI نسبت به تاثیر پذیری از خاک و شرایط اتمسفری توسط روندداکس و همکاران معرفی گردید[۳۱].
Optimization of soil-adjusted vegetation indices		
GNDVI	$\frac{NearIR - Green}{NearIR + Green}$	این شاخص توسط وانگو همکاران به منظور تخمین مقدار شاخص سطح برگ معرفی شد. نتایج تحقیق عملکرد بهتر این شاخص نسبت شاخص NDVI را نشان می‌داد.[۳۲]
Green NDVI		
NDRE	$\frac{NearIR - RedEdge}{NearIR + RedEdge}$	این شاخص توسط بارنز و همکاران با هدف بررسی سلامت گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. این شاخص همانند شاخص گیاهای NDVI است با این تفاوت که باند لبه قرمز جایگزین باند قرمز شده است[۳۳].
normalized difference red edge index		
CI	$\frac{NearIR}{Red} - 1$	این شاخص توسط بوچ و خسلا به منظور بررسی مقدار نیتروژن موجود در مزارع ذرت معرفی شد[۴].
Chlorophyll Index		

۳-۴- طبقه‌بندی

پس از استخراج شاخص‌های گیاهی از تصاویر، پروسه تصمیم‌گیری در مورد وضعیت گیاهان بر اساس شاخص‌های استخراج شده طی مرحله طبقه‌بندی انجام می‌گیرد. در این تحقیق طبقه‌بندی در سطح پیکسل از طریق الگوریتم ماشین بردارپشتیبان در دو گام انجام پذیرفته است. در گام نخست، کلاس درخت از دیگر کلاس‌ها جدا می‌شود، و در گام بعد به‌دلیل تمایز بین درختان سالم از درختان بیمار مجددا از الگوریتم طبقه‌بندی استفاده می‌شود. باندهای تصویر برداری شده و شاخص های گیاهی به‌عنوان فضای ویژگی ورودی برای الگوریتم ماشین بردارپشتیبان انتخاب می‌شوند. ماشین‌های بردار پشتیبان[۳۴] یک روش طبقه‌بندی با نظارت بر مبنای نظریه‌ی یادگیری آماری است. هدف اصلی این طبقه‌بندی کننده، یافتن یک فراصفحه‌ی بهینه به‌عنوان یک سطح تصمیم‌گیری، به گونه‌ای است که حاشیه‌ی بین دو کلاس را بیشینه کند.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]



شکل ۵. مفهوم فراصفحه‌ی جداکننده در الگوریتم طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان

طبقه‌بندی کننده‌ی ماشین‌های بردار پشتیبان در مرحله‌ی آموزش به طور مستقیم با استفاده از یک فرآیند بهینه‌سازی و با به کاربردن بردارهایی از توصیفگرها یا ویژگی‌های استخراج شده‌ی موجود، در فضای ورودی، به دنبال داده‌ها یا نمونه‌های آموزشی می‌گردد، که مرز بین کلاس‌ها را مشخص می‌کنند. طبقه‌بندی کننده‌ی ماشین‌های بردار پشتیبان با استفاده از این نمونه‌های آموزشی که بردارهای پشتیبان نامیده می‌شوند، فراصفحه‌ی بهینه‌ی جداکننده‌ی کلاس ها و مرز تصمیم گیری بهینه را تعیین می‌کند. رابطه (۳) نشان دهنده‌ی رابطه‌ی یک فراصفحه به منظور جدایی فضای ویژگی ورودی می‌باشد. در انتها طبقه‌بندی کننده‌ی آموزش دیده می‌تواند به‌منظور طبقه‌بندی سایر نمونه‌ها به‌کار برده شود.

$$A = sign(\, w.x + b\,)$$ رابطه (۳)

هدف در مرحله آموزش ماشین‌های بردارپشتیبانی یافتن مقادیرw و b می‌باشد بگونه‌ای که حاشیه بین دوکلاس بیشینه شود. میتوان نشان دادکه بیشینه کردن حاشیه بین دو کلاس معادل کمینه سازی نُرم بردار w می‌باشد. دراین حالت تابع هدف با رابطه (۴) زیر بیان می‌شود.

$$\min_{w,b} \|w\|^2$$ رابطه (۴)

$$\text{subject to :} \quad y_i(\, w.x_i + b\,) - 1 \geq 0$$

۴- نتایج عملی و ارزیابی

نتایج پردازش‌های انجام گرفته بر روی تصاویر خام (جمع آوری شده از طریق پرنده بدون سرنشین مجهز به سنجنده چندطیفی) همراه با داده‌های میدانی(جمع‌آوری شده توسط کارشناسان حفظ نباتات) به منظور ارزیابی روش پیشنهادی مورد بررسی و آزمایش قرار گرفته است. در ادامه خروجی‌های به دست آمده در هر مرحله به همراه نتایج حاصل ارائه شده است.

۴-۱- معرفی داده‌ها و تجهیزات مورد استفاده

پرنده بدون سرنشین مالتی‌روتور[1] مجهز به سنجنده چندطیفی با قابلیت اخذ تصاویر با توان تفکیک مکانی مناسب به‌منظور ثبت رفتار طیفی درختان منطقه‌ی مورد مطالعه، مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات کامل‌تر مربوط به این سکو درجدول (۲) نمایش داده شده است.



شکل ۶: سکوی هوایی

برای این تحقیق از سنجنده چندطیفی در حالت چندعدسی استفاده شده است. طراحان این سنجنده از پنج باند طیفی با پهنای باند باریک در محدوده‌ی طیفی قرمز، آبی، سبز، لبه قرمز و مادون قرمز نزدیک با هدف ثبت اطلاعات طیفی گیاهان استفاده شده است. حساسیت باندهای باریک نسبت به باندهای عریض‌تر در تهیه شاخص‌های گیاهان و ثبت رفتار طیفی گیاهان بیشتر است. مشخصه دیگر این سنجنده استفاده از ۵ عدسی مجزا بجای استفاده از یک عدسی می‌باشد که می‌تواند به صورت همزمان عمل تصویربرداری را انجام دهد. مشخصات مربوط به

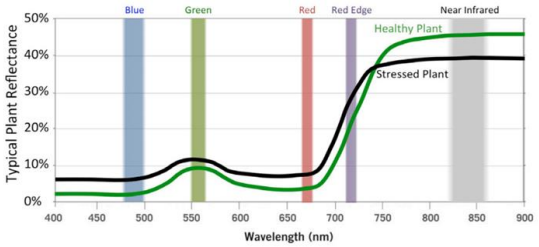
[1] Multi rotor

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

این سنجنده در جدول (۳) آورده شده است.

جدول ۲: مشخصات سکوی هوایی

مداومت پرواز	۳۰-۴۰ دقیقه
حداکثر ارتفاع پرواز	۲۰۰۰ متر از سطح دریا
ابعاد	۱.۲ متر
سرعت بهینه	۲۰ کیلومتر بر ساعت



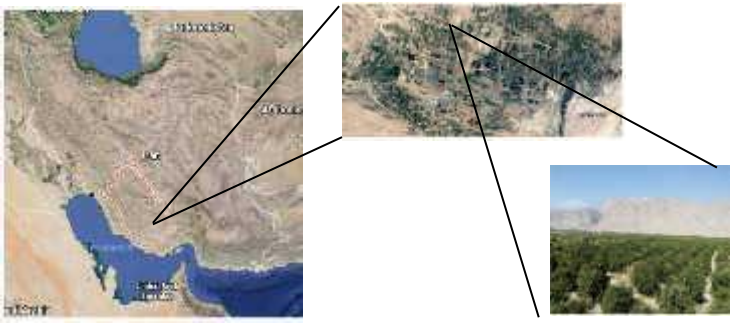
شکل ۷: موقعیت قرارگیری باندهای طیفی و پهنای باند مربوط به آن

۴-۲- منطقه مورد مطالعه

شهرستان داراب واقع در جنوب استان فارس، با مشخصات جغرافیایی (۲۸.۹۱۰۶۹۴,۵۴.۴۴۹۹۶۰)، به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. شهرستان داراب دارای آب و هوایی بسیار گرم است. بارش برف در زمستان به ندرت در این منطقه مشاهده می‌شود. باغ‌های گسترده پرتقال، نارنج، لیمو و خرما در این منطقه وجود دارد. نمونه‌برداری از این منطقه در پاییز ۱۳۹۵ انجام شده است، باغ مرکبات مورد نظر در روستای حسن‌آباد در ۳۰ کیلومتری شهر داراب واقع است.

جدول۳: مشخصات سنجنده چندطیفی / چند عدسی

وزن	۱۵۰ گرم
ابعاد	۱۲.۱ × ۶.۶ × ۴.۶ سانتی متر
باندهای طیفی	آبی، سبز، قرمز، لبه قرمز و مادون قرمز نزدیک
نرخ تصویر برداری	هر ثانیه یک تصویر
میدان دید	۴۷.۲ درجه



شکل ۸: موقعیت منطقه مورد مطالعه واقع در استان شیراز شهرستان داراب

عملیات پرواز در مدت ۲۶ دقیقه در ارتفاع ۶۰ متری با ۲۵ باند پرواز با پوشش طولی و عرضی درحدود ۷۰٪ طراحی شده است. سرعت سکو ۲۰ کیلو متر بر ساعت و توان تفکیک مکانی تصاویر ۳/۶ سانتی‌متر حاصل شده است. در شکل (۹) خطوط پرواز و در جدول (۴) اطلاعات پرواز نشان داده شده است.



شکل ۹: طراحی پرواز

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

جدول ۴:مشخصات طراحی پرواز

تعداد تصاویر	۹۴۸
تعداد باندها	۱۶
زمان پرواز	۳۶ دقیقه
همپوشانی	۷۰ درصد
ارتفاع	۶۰ متر
مساحت	۹.۲ هکتار
توان تفکیک مکانی	۳.۶ سانتی متر

۴-۳- نتایج عملی

پس از معرفی سکو و سنجنده تصویر برداری در ادامه به مرور نتایج به دست آمده در هر یک از مراحل روش پیشنهادی در ارزیابی بیماری زوال درختان پرتقال منطقه داراب پرداخته شده است.

۴-۳-۱- داده‌های میدانی

همزمان با عملیات پرواز و تصویربرداری، به‌منظور تهیه داده‌های آموزشی برای الگوریتم طبقه‌بندی، و اطمینان از عملکرد آن (داده‌های ارزیابی)، وضعیت بیماری تعدادی از درختان توسط کارشناسان بررسی و اطلاعات آنها جمع‌آوری گردید. همچنین موقعیت درختان بیمار و سالم به منظور پردازش‌های آتی توسط GPS ثبت گردید.کارشناسان حفظ نباتات، ۶ اصله از درختان را به عنوان درختان سالم و ۶ اصله از آنها را به‌عنوان درختان بیمار شناسایی نمودند. در شکل (۱۰) موقعیت درختان بیمار و سالم (داده‌های آموزشی)، شناسایی شده به منظور آموزش الگوریتم طبقه‌بندی، نشان داده شده است. اعداد نشان داده شده در تصویر برای رنگ آبی و قرمز به ترتیب برای درختان سالم و بیمار در نظر گرفته شده است. در جدول (۵) نحوه نمونه‌برداری برای داده‌های آموزشی و ارزیابی از درختان سالم و بیمار نشان داده شده است.

جدول ۵: نحوه نمونه‌برداری از دادهای آموزشی و ارزیابی

درخت سالم		درخت بیمار	
داده‌های آموزشی	داده‌های ارزیابی	داده‌های آموزشی	داده‌های ارزیابی
4	1	4	1
5	2	5	2
6	3	6	3

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

در کنار تصاویر اخذ شده، به کمک دستگاه GPS تعداد ۲۰ نقطه کنترل به منظور استفاده در مرحله تولید ارتوموزائیک برداشت شده است. در شکل (۱۱الف) موقعیت ایستگاه‌های زمینی طراحی شده نمایش داده شده است.



شکل ۱۰: موقعیت درختان بیمار و سالم، مربوط به داده‌های آموزشی شناسایی شده توسط کارشناسان حفظ نباتات







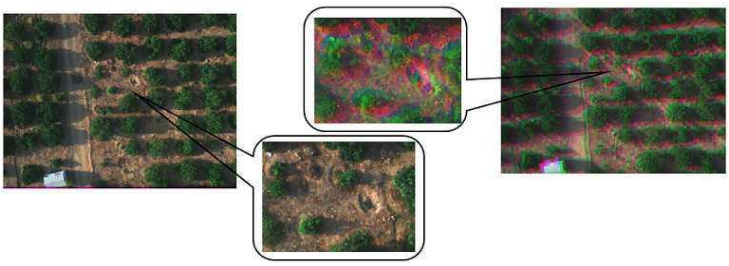
الف ب پ

شکل ۱۱:الف)موقعیت نقاط کنترل زمینی مشاهده شده توسط GPS ب) نمونه‌ای از نقاط کنترل زمینی طراحی شده پ)تصویر برداشت شده از نقطه کنترل زمینی توسط سنجنده چندطیفی در ارتفاع ۶۰ متری

۴-۳-۲- هم مرجع‌سازی تصاویر

اولین مرحله پس از جمع آوری داده‌های میدانی، هم مرجع‌سازی باندهای طیفی تولید شده به کمک دوربین چند طیفی می‌باشد. در شکل زیر نمونه‌ای از هم‌مرجع‌سازی تصاویر در یک لحظه تصویربرداری با استفاده از الگوریتمSIFT نمایش داده شده است.

به‌دلیل تصویربرداری با عدسی‌های مجزا، باندهای تصویری در برخی نقاط در حدود چند پیکسل جابجایی موقعیت دارند که در نتیجه اعمال مرحله هم مرجع‌سازی این جابجایی از بین می رود. دقت هم مرجع‌سازی در این مرحله کمتر از اندازه پیکسل حاصل شده است.



شکل ۱۲: نمونه ای از هم مرجع سازی تصاویر در مقایسه با تصاویر اولیه

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

۴-۳-۳- تهیه ارتوموزاییک

تعداد ۹۳۷ تصویر به منظور پوشش منطقه در ارتفاع تصویربرداری ۶۰ متر، با پوشش طولی و عرضی ۷۰ درصد تهیه شده است. این تصاویر پس از انجام مرحله هم مرجع‌سازی وارد بخش تولید ارتوموزائیک می‌شوند. تصویر ارتوموزاییک حاصل از این تصاویر در شکل (۱۳) نشان داده شده است. در تولید این موزائیک سعی شده تا توان تفکیک تصاویر حفظ گردد. شکل (۱۳) همچنین نمایی از توان تفکیک و کیفیت تصویر تولید شده را نمایش می دهد.



شکل ۱۳: تصویر ارتو موزاییک در مقیاس‌های متفاوت

۴-۳-۴- استخراج شاخص‌های گیاهی

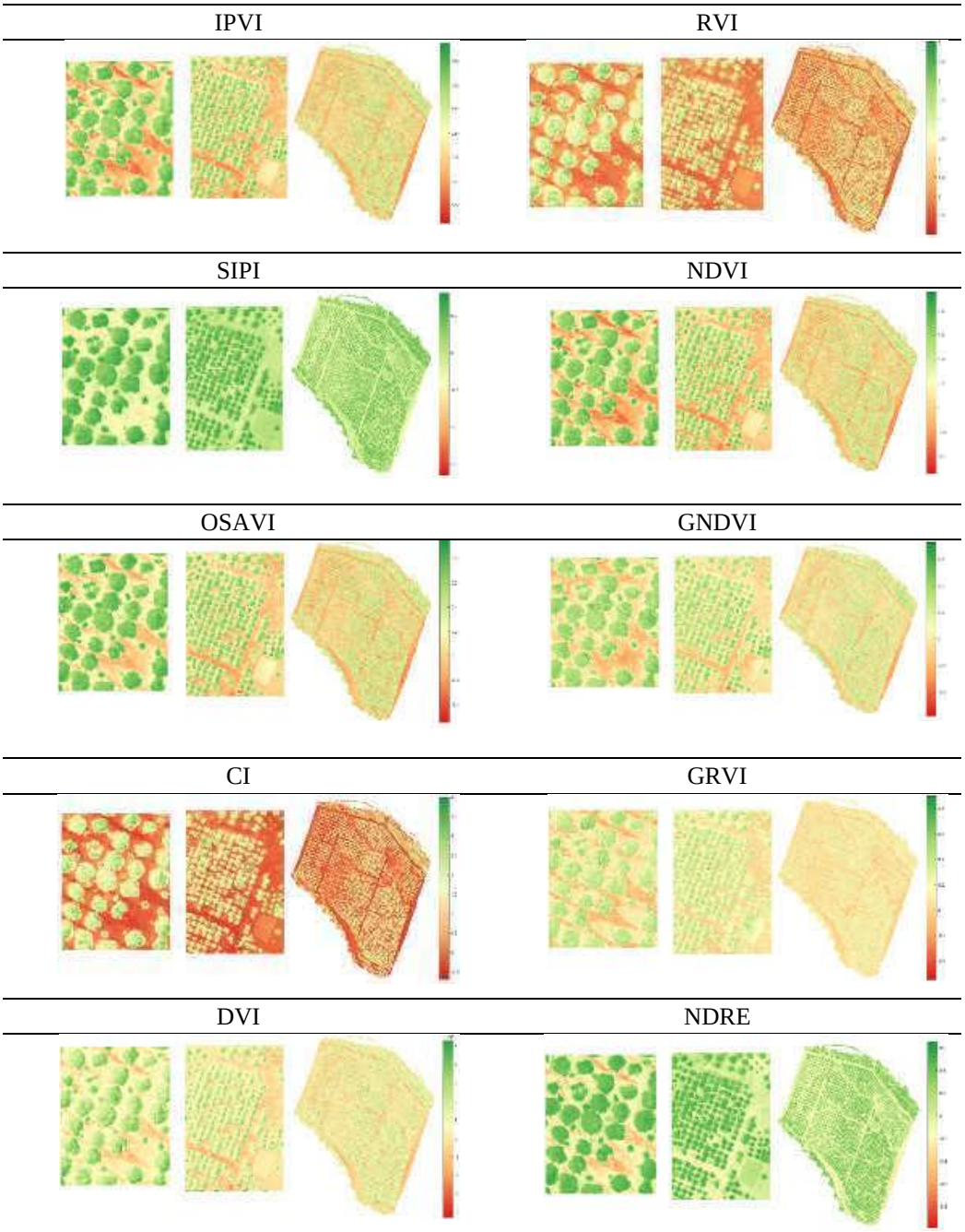
پس از تولید ارتوموزائیک تصاویر، شاخص‌های گیاهی ذکر شده در جدول (۱)، به‌منظور بهبود عملکرد الگوریتم طبقه‌بندی محاسبه شده‌اند و به‌عنوان فضای ویژگی، همراه با پنج باند طیفی اولیه، برای آموزش الگوریتم طبقه‌بندی مورد استفاد قرار گرفته است. در شکل (۱۴)، تصویر شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در سه مقیاس عکسی نشان داده شده است.

۴-۳-۵- طبقه‌بندی

شاخص های گیاهی استخراج شده از تصاویر در مرحله بعد به‌منظور تصمیم‌گیری وارد بخش طبقه‌بندی می‌شوند. الگوریتم طبقه‌بندی در مرحله اول برای جداسازی کلاس درخت از مناطق دیگر مانند خاک ، آب و سایرگیاهان به غیر از درختان و در مرحله‌ی بعد برای جداسازی درختان سالم از درختان بیمار استفاده شده است. نتایج مربوط به این طبقه‌بندی به‌ترتیب در شکل‌های (۱۵ و ۱۶) نشان داده شده است.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

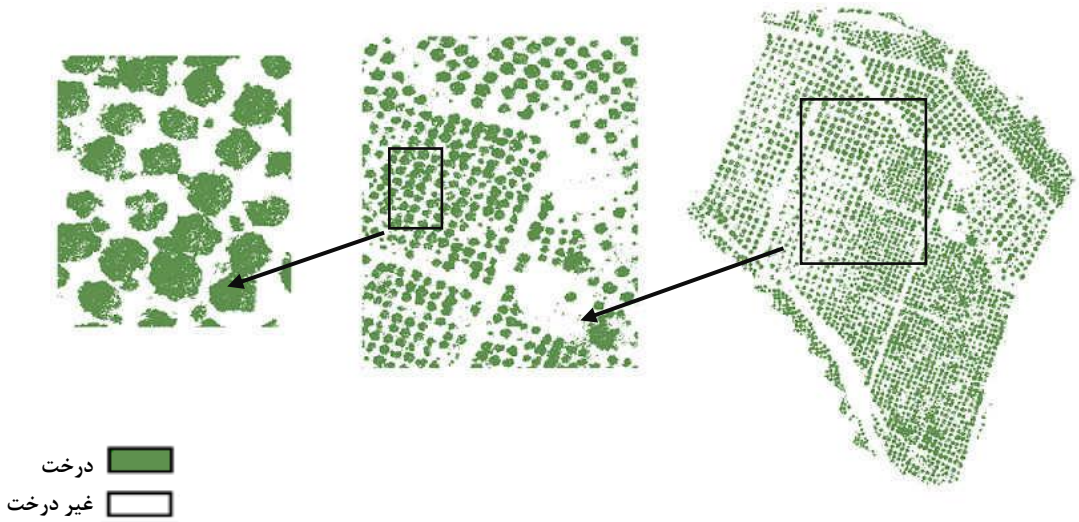
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]



شکل ۱۴: شاخص‌های گیاهی مورد استفاده

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]



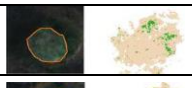
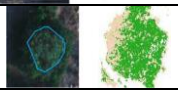
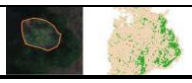
شکل ۱۵: طبقه‌بندی بین پیکسل درخت و پیکسل غیر درخت



شکل ۱۶: تصویر طبقه‌بندی شده منطقه

به منظور ارزیابی توانایی الگوریتم طبقه بندی مورد استفاده از میان نمونه‌های برداشت شده تعداد ۶ اسله از درختان به عنوان درختان بیمار و درختان سالم، برای داده‌های آموزشی و همچنین داده‌های ارزیابی انتخاب شده است. در جدول (۶)، نتیجه طبقه‌بندی مربوط به داده‌های ارزیابی نشان داده شده است. با وجود اینکه حداکثر پیکسل‌های موجود در هر درخت به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند. تعداد پیکسل‌هایی که به اشتباه طبقه‌بندی شده‌اند نیز قابل توجه می‌باشد. این عامل تصمیم‌گیری در مورد وجود یا عدم وجود بیماری برای یک درخت را با مشکل مواجه ساخته است.

جدول۶: نتیجه طبقه‌بندی مربوط به داده‌های ارزیابی

	نمونه ارزیابی سالم	نمونه ارزیابی بیمار
۱		
۲		
۳		

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

۴-۴- ارزیابی نتایج

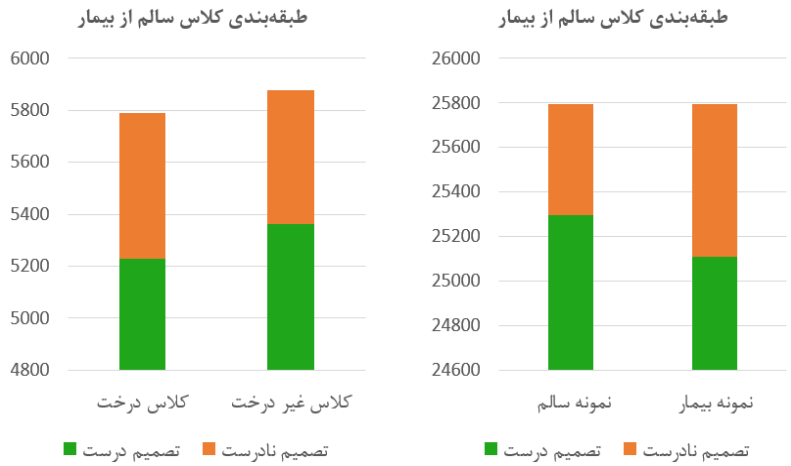
به‌دلیل طبقه‌بندی در سطح پیکسل هم مرجع‌سازی تصاویر اهمیت زیادی دارد. حتی خطایی در حد یک پیکسل باعث تضعف عملکرد طبقه‌بندی می‌شود. در جدول (۷ و ۸) ، ماتریس ابهام و دقت‌های کلی مربوط به هر کدام از طبقه‌بندی کننده‌ها نمایش داده شده است. دقت کلی ۹۷ درصد برای جداسازی کلاس درختان از دیگر کلاس‌ها و همچنین دقت کلی ۹۰ درصد در جداسازی درختان بیمار از سالم حاصل شده است که نشان دهنده عملکرد مناسب الگوریتم طبقه‌بندی در این تحقیق می‌باشد.

جدول۷: ماتریس ابهام برای طبقه‌بندی درخت از غیردرخت

تعداد کل پیکسل‌ها ۱۱۶۶۶		تعداد پیکسل‌های پیش‌بینی شده	
		درخت	غیر درخت
تعداد پیکسل‌های واقعی	درخت	۵۲۲۸	۵۶۰
	غیردرخت	۵۱۷	۵۳۶۱
دقت کلی :		۹۷/۷۰	درصد

جدول۸: ماتریس ابهام برای طبقه‌بندی کلاس سالم از بیمار

تعداد کل پیکسل‌ها ۵۱۵۸۸		تعداد پیکسل‌های پیش‌بینی شده	
		درختان سالم	درختان بیمار
تعداد پیکسل‌های واقعی	درختان‌سالم	۲۵۲۹۶	۴۹۸
	درختان‌بیمار	۶۸۴	۲۵۱۱۰
دقت کلی :		۹۰/۰۷	درصد



شکل ۱۷: نمودار مقایسه دقت طبقه‌بندی

بدلیل توان تفکیک مکانی ۳.۷۵ سانتی‌متری فاصله بین درختان و سایه درختان به‌خوبی قابل شناسایی است. شباهت در رفتار طیفی سایر گیاهان نسبت به درختان باعث تضعیف عملکرد طبقه‌بندی می‌شود (شکل (۱۸)). از طرفی طبقه‌بندی در سطح پیکسل، تصمیم‌گیری در مورد وجود بیماری برای یک درخت را با مشکل روبرو ساخته است. چرا که در میان پیکسل‌های یک درخت، هم پیکسل‌های بیمار و هم پیکسل‌های سالم دیده می‌شوند.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]



شکل ۱۸. تاثیر سایر گیاهان موجود در منطقه بر نتیجه طبقه‌بندی

در جدول (۷)، نتیجه طبقه‌بندی بر روی داده‌های ارزیابی نشان داده شده است. همان طور که از تصاویر مشخص است، خطای فلفل نمکی در برخی مناطق از تصویر بر روی نتیجه طبقه‌بندی پدیدار شده است. علاوه بر این که این خطا یکی از معایب جدایی ناپذیر طبقه‌بندی در سطح پیکسل می‌باشد، خطا در هم‌مرجع سازی باندهای تصویری و همچنین تاثیرات فرآیند ارتوموزاییک بر روی مقادیر درجات خاکستری باندها بدلیل نمونه برداری، می‌تواند باعث تشدید این خطا شود.

از جمله عوامل تضعیف کننده‌ی عملکرد طبقه‌بندی وجود سایه درختان که رفتار طیفی نزدیک به درختان بیمار دارند، می‌باشد. این عامل بیشتر در سمت مخالف زاویه تابش نور آفتاب درلبه تصویر درختان دیده می‌شود. تاثیر این عامل را می‌توان در تصویر طبقه‌بندی شده در شکل(۱۹الف) مشاهده کرد. عامل مشابه دیگر شاخه‌های خشک درختان می‌باشد. این عامل که رفتاری شبیه به کلاس غیردرخت دارد. باعث قرار گرفتن پیکسل‌های این کلاس در بین پیکسل‌های درختان می‌شود(شکل (۱۹ب)).



الف ب

شکل ۱۹ الف) تاثیر سایه درختان بر عملکرد طبقه‌بندی ب) تاثیرشاخ و برگ خشکیده درختان بر عملکرد طبقه‌بندی

نتایج حاصل نشان می دهد که بیماری زوال در قسمت شمال شرقی باغ شیوع بیشتری نسبت به دیگر مکان‌ها دارد و در مرکز تعداد درختان سالم بیشتری به‌چشم می‌خورد. تنها ۳۰ درصد از پیکسل‌های مربوط به درختان به عنوان پیکسل‌های سالم شناسایی شده اند. کمتر بودن تعداد درختان سالم نسبت به درختان بیمار برای باغ‌هایی که دچار بیماری شده‌اند، یافتن داده‌های آموزشی، برای درختان سالم را با مشکل مواجه می‌کند.

۵- نتیجه‌گیری

بیماری زوال مرکبات یکی از عوامل تهدیدکننده‌ی مزارع مرکبات، مخصوصا در نواحی گرمسیری مانند خوزستان و فارس می‌باشد. کاربرد سنجش از دور در تشخیص این بیماری در زمین‌های کشاورزی، براساس اثر متقابل امواج الکترومغناطیس بر روی خاک و سطح گیاهان می‌باشد. و بدلیل تفاوت در مقدار انرژی بازتابشی در طول موج‌های مرئی و مادون قرمز در گیاهان سالم و بیمار، می‌توان با ثبت رفتار طیفی این تفاوت‌ها را کشف کرد و از طریق آن پی به بیماری و شدت آن برد. از طرفی تولید دوربین‌های حرارتی و چندطیفی سبک‌وزن قابل نصب بر روی سامانه‌های بدون سرنشین هوابرد باعث گسترش فعالیت‌های سنجش از دوری در زمینه کشاورزی دقیق شده است.

این تحقیق امکان تمایز میان درختان مبتلا به بیماری زوال و درختان سالم با استفاده از تصاویر چندطیفی و

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

سامانه‌های هوابرد بدون‌سرنشین را بررسی نموده است. نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی دقت کلی ۹۰ درصد را را برای طبقه‌بندی نشان می‌دهد. توان تفکیک زمانی، مکانی و طیفی مناسب این سامانه‌ها و استفاده از دوربین‌هایی با پهنای باید باریک موجب شده است که این سامانه‌ها به صورت خاص برای کاربردهای کشاورزی قابل استفاده باشند.

طبقه‌بندی در مزارعی که دچار بیماری هستند اساسا بدلیل کمبود داده‌های آموزشی برای درختان سالم کار مشکلی است و این عامل باعث کاهش اطمینان به نتیجه طبقه‌بندی می‌شود. همچنین طبقه‌بندی در سطح پیکسل، تصمیم‌گیری در مورد وجود یا عدم بیماری برای یک درخت را با مشکل مواجه ساخته است. حضور علف‌های هرز، شاخ و برگ خشکیده درختان و سایه درختان باعث تضعیف عملکرد طبقه‌بندی می‌شود که می‌تواند در ادامه تحقیقات مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

در نهایت برای پژوهشگرانی که قصد مطالعه در این زمینه را دارند پیشنهاد می‌شود از دیگر سنجنده‌های هوایی که مناسب برای تسخیص بیماری هستند و همچنین توانایی این سنجنده‌ها در تشخیص انواع مختلف بیماری مورد توجه قرار گیرد.

مراجع

[1] R. Lal and F. Pierce, "Soil management for sustainability," FUTURE HORIZONS: RECENT LITERATURE IN SUSTAINABLE AGRICULTURE, p. 175, 1997.

[2] N. Zhang, M. Wang, and N. Wang, "Precision agriculture—a worldwide overview," Computers and electronics in agriculture, vol. 36, pp. 113-132, 2002.

[3] D. Mulla, "Geostatistics, remote sensing and precision farming," Precision Agriculture: spatial and temporal variability of environmental quality, pp. 100-119, 1997.

[4] W. Bausch and R. Khosla, "QuickBird satellite versus ground-based multi-spectral data for estimating nitrogen status of irrigated maize," Precision Agriculture, vol. 11, pp. 274-290, 2010.

[5] P. K. Goel, S. O. Prasher, J.-A. Landry, R. M. Patel, R. Bonnell, A. A. Viau, et al., "Potential of airborne hyperspectral remote sensing to detect nitrogen deficiency and weed infestation in corn," Computers and electronics in agriculture, vol. 38, pp. 99-124, 2003.

[6] D. Haboudane, J. R. Miller, N. Tremblay, P. J. Zarco-Tejada, and L. Dextraze, "Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture," Remote sensing of environment, vol. 81, pp. 416-426, 2002.

[7] Y. Miao, D. J. Mulla, G. Randall, J. Vetsch, and R. Vintila, "Predicting chlorophyll meter readings with aerial hyperspectral remote sensing for in-season site-specific nitrogen management of corn," Precision agriculture, vol. 7, pp. 635-641, 2007.

[8] S. Herwitz, L. Johnson, S. Dunagan, R. Higgins, D. Sullivan, J. Zheng, et al., "Imaging from an unmanned aerial vehicle: agricultural surveillance and decision support," Computers and electronics in agriculture, vol. 44, pp. 49-61, 2004.

[9] J. A. Berni, P. J. Zarco-Tejada, L. Suárez, and E. Fereres, "Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 47, pp. 722-738, 2009.

[10] D. Long, R. Engel, and M. Siemens, "Measuring grain protein concentration with in-line near infrared reflectance spectroscopy," Agronomy Journal, vol. 100, pp. 247-252, 2008.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

[11] V. I. Adamchuk, J. Hummel, M. Morgan, and S. Upadhyaya, "On-the-go soil sensors for precision agriculture," Computers and electronics in agriculture, vol. 44, pp. 71-91, 2004.

[12] B. Åstrand and A.-J. Baerveldt, "An agricultural mobile robot with vision-based perception for mechanical weed control," Autonomous robots, vol. 13, pp. 21-35, 2002.

[13] J.-P. Jhan, J.-Y. Rau, and C.-Y. Huang, "Band-to-band registration and ortho-rectification of multilens/multispectral imagery: A case study of MiniMCA-12 acquired by a fixed-wing UAS," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 114, pp. 66-77, 2016.

[14] J. Torres-Sánchez, J. Peña, A. De Castro, and F. López-Granados, "Multi-temporal mapping of the vegetation fraction in early-season wheat fields using images from UAV," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 103, pp. 104-113, 2014.

[15] M. E. Bauer and J. E. Cipra, "Identification of agricultural crops by computer processing of ERTS MSS data," 1973.

[16] N. Jewell, "An evaluation of multi-date SPOT data for agriculture and land use mapping in the United Kingdom," International Journal of Remote Sensing, vol. 10, pp. 939-951, 1989.

[17] S. K. Seelan, S. Laguette, G. M. Casady, and G. A. Seielstad, "Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach," Remote Sensing of Environment, vol. 88, pp. 157-169, 2003.

[18] L. G. Torres, J. M. Peña-Barragán, F. López-Granados, M. Jurado-Expósito, and R. Fernández-Escobar, "Automatic assessment of agro-environmental indicators from remotely sensed images of tree orchards and its evaluation using olive plantations," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 61, pp. 179-191, 2008.

[19] H. Xiang and L. Tian, "Development of a low-cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle (UAV)," Biosystems engineering, vol. 108, pp. 174-190, 2011.

[20] F. Agüera, F. Carvajal, and M. Pérez, "Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device," Int. Arch. Photogram. Remote Sens. Spat. Inf. Sci, vol. 38, pp. 33-37, 2011.

[21] F. Garcia-Ruiz, S. Sankaran, J. M. Maja, W. S. Lee, J. Rasmussen, and R. Ehsani, "Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees," Computers and Electronics in Agriculture, vol. 91, pp. 106-115, 2013.

[22] S. Nebiker, N. Lack, M. Abächerli, and S. Läderach, "Light-Weight Multispectral Uav Sensors and Their Capabilities for Predicting Grain Yield and Detecting Plant Diseases," ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, pp. 963-970, 2016.

[23] D. G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," International journal of computer vision, vol. 60, pp. 91-110, 2004.

[24] M. Westoby, J. Brasington, N. Glasser, M. Hambrey, and J. Reynolds, "'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for Geosciences applications," Geomorphology, vol. 179, pp. 300-314, 2012.

[25] R. L. Pearson and L. D. Miller, "Remote mapping of standing crop biomass for estimation of the productivity of the shortgrass prairie," in Remote Sensing of Environment, VIII, 1972, p. 1355.

[26] J. Rouse, "Monitoring the vernal advancement and retro gradation of natural vegetation [NASA/GSFCT Type II Report]," Greenbelt, MD: NASA/Goddard Space Flight Center, 1973.

[27] J. Clevers, "The application of a vegetation

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

index in correcting the infrared reflectance for soil background," in Remote sensing for ressources development and environmental management. International symposium. 7, 1986, pp. 221-226.

[28] R. E. Crippen, "Calculating the vegetation index faster," Remote Sensing of Environment, vol. 34, pp. 71-73, 1990.

[29] P. Chamard, M. Courel, M. Ducousso, M. Guénégou, J. Le Rhun, J. Levasseur, et al., "Utilisation des bandes spectrales du vert et du rouge pour une meilleure évaluation des formations végétales actives," Télédétection et Cartographie, pp. 203-209, 1991.

[30] J. PEN¯ UELAS, I. Filella, P. Lloret, F. MUN¯ OZ, and M. Vilajeliu, "Reflectance assessment of mite effects on apple trees," International Journal of Remote Sensing, vol. 16, pp. 2727-2733, 1995.

[31] G. Rondeaux, M. Steven, and F. Baret, "Optimization of soil-adjusted vegetation indices," Remote sensing of environment, vol. 55, pp. 95-107, 1996.

[32] F.-M. Wang, J.-F. Huang, Y.-L. Tang, and X.-Z. Wang, "New vegetation index and its application in estimating leaf area index of rice," Rice Science, vol. 14, pp. 195-203, 2007.

[33] E. Barnes, T. Clarke, S. Richards, P. Colaizzi, J. Haberland, M. Kostrzewski, et al., "Coincident detection of crop water stress, nitrogen status and canopy density using ground based multispectral data," in Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture, Bloomington, MN, 2000, pp. 16-19.

[34] C. Cortes and V. Vapnik, "Support-vector networks," Machine learning, vol. 20, pp. 273-297, 1995.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.6, No.3, Autumn 2018

Diagnosis decline in citrus using multispectral camera-equipped unmanned aerial system

Erfan Seidipoor[1], Farhad Samadzadegan[2], Farzaneh Dadras Javan[3], Omid Askari[4]

1- MSc student of Remote Sensing, School of Surveying and Geospatial Engineering. College of Engineering, University of Tehran
2- Professor, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran
3- Assistant professor, School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran
4- Master of Environment, Deputy Forecasting and integrated pest management, Plant Protection Organization

Abstract

Today getting access to the monitoring systems with high accuracy in order to produce healthy agricultural products has been raised though the following effective factors are of high importance as well; prevent pest risk and reduce the coast raised from unmanned aerial systems according to low cost, low weight, possibility of taking images in cloudy weather under the cover of clouds, flexibility in time and high spatial resolution imaging which are usable in obtaining remote sensing data and considerable interest. In this regard, the use of these systems shows high potential in obtaining required data in monitoring products and provided control. In this paper, multi-spectral sensor mounted on an unmanned airborne platform in the health status of the regional citrus trees infected with the decline disease in the Fars province investigated. Using data by this system, classified images of studied area based on vegetation index and distinctions between healthy and infected trees, use of SVM are provided. Collected ground data shows the feasibility of these methods in tree's health status diagnosis. About 90 percent overall accuracy was achieved in the trees classification.

Key words: Citrus farms, Precision Agriculture, Multispectral Images, Unmanned Aerial Vehicle.

Correspondence Address Remote Sensing Group, Department of Geomatics, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.
Tel : +98 21 61114256
Email: erfan.seidipoor@ut.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.39]