

تحلیل شاخص‌های طیفی گیاهی ماهواره‌ای در تشخیص تنش سلامتی باغات پسته

هیوا قضایی^۱، زهرا عزیزی^{۲*}، حسین آقامحمدی^۲

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰

چکیده

این تحقیق به منظور تشخیص گیاه پسته سالم از انواع تحت تنش با استفاده از تصویر ماهواره‌های Sentinel 2A، سنجنده MSI و لندست ۸ سنجنده OLI در شهرستان ورامین انجام شده است. تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از بازتاب امواج الکترومغناطیس در ساختار ظاهری گیاه به شناسایی گیاه سالم کمک می‌کند. میزان این بازتاب بسته به سطح برگ، نوع بیماری، تراکم پوشش گیاهی، پراکنش و وضعیت رویشی گیاه در طول یک سال متفاوت می‌باشد. در تحقیق حاضر از شاخص‌های NDVI، NDRE، NDMI، SAVI و در دو ماه اردیبهشت و مرداد در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ به عنوان عاملی در توصیف وضعیت پوشش گیاهی استفاده شد. در مرحله اول تصویرهای مربوط به منطقه مورد مطالعه تهیه و در محیط GIS لایه‌های مورد نظر روی یکدیگر قرار گرفت. در مرحله بعد با استفاده از روش الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی منطقه مورد بررسی به سه بخش پسته، غیرپسته و خاک طبقه‌بندی و ادامه تحقیق روی منطقه پسته انجام شد. سپس همبستگی شاخص NDVI با سه شاخص دیگر در چهار زمان مشخص شده محاسبه شد. نتایج نشان داد در ماه اردیبهشت بین شاخص خاک SAVI و شاخص شادابی NDVI نسبت به ماه مرداد میزان ۰/۹۸۱۹ همبستگی وجود داشت و این مقدار در هر دو سال از دو شاخص دیگر بیشتر بود. با توجه به اینکه افزایش شاخص SAVI نشان دهنده کاهش شادابی پوشش گیاهی است، لذا می‌توان از این شاخص برای ارزیابی سلامت باغات پسته استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تفاضلی پوشش گیاهی، سنتینل، لندست، ورامین

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی،

تهران

^۲ استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

* نویسنده مسئول: zazizi@srbiau.ac.ir

مقدمه

به صورت بصری صورت می‌گرفت که این نوع مشاهده به زمان و مهارت بسیار بالایی نیاز داشت و از خطا بالایی برخوردار بود (Barbedo, 2019) و حتی ممکن بود نتوانند نوع و شدت آفت را در مقیاس بزرگ با دقت برآورد کنند. در نتیجه با استفاده از داده‌های طیفی، روش‌های پیشرفته سنجش ازدور، داده‌های به دست آمده از عکس برداری هوایی و تصاویرسنجنده‌های ماهواره‌ای می‌توان علائم بیماریهای بسیاری از محصولات کشاورزی را پیش از آنکه بیماری به وضوح دیده شود، تشخیص داد. کنترل و تشخیص به موقع بیماری می‌تواند نقش به‌سزایی در افزایش پایداری محصول داشته باشد (Zheng *et al.*, 2023). کشاورزی‌هایی که در آن از تصاویر ماهواره‌ای یا سنجنده استفاده می‌شود باعث صرفه جویی در زمان، نیروی کار، افزایش کارایی و تولید شد (Singh *et al.*, 2020).

نظارت بر سلامت محصول (Hashimoto *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2019)، نقشه برداری از زمین‌های کشاورزی (Murugan *et al.*, 2017) مدیریت علف‌های هرز (Rasmussen, 2013; Sandler, 2018) را می‌توان نمونه‌ای از کاربردهای مختلف سنجش از دور در کشاورزی است. مطالعات صورت گرفته بر روی پوشش‌های گیاهی و محصولات کشاورزی در نقاط مختلف جهان بیانگر وجود رابطه‌ای بین برخی عوامل و گسترش و شیوع بیماری‌ها دارند. در همین راستا (Mobasherie *et al.*, 2017) مزارع آلوده به بیماری

برای دستیابی به مدیریت پایدارتر و دقیق‌تر باغات، فناوری‌های مختلف کشاورزی دقیق در سطح تحقیقاتی در دهه گذشته توسعه یافته‌اند (Sandónis *et al.*, 2022) از آنجا که جامعه بشری برای ادامه حیات خود به مواد غذایی نیاز دارد لذا پایش اراضی کشاورزی و باغات همواره چالش پیش روی انسان بوده است. در کشاورزی، هدف آن است تا از فناوری‌های پیشرفته مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی، سنجش از دور و ... برای پایش سلامت محصول، نیاز آبی و ... در کشاورزی استفاده شود. در واقع استفاده از تصاویر ماهواره‌ای موجب صرفه جویی در زمان، نیروی کار، افزایش کارایی می‌گردد (Azizi & Montazeri, 2018). با توجه به این‌که مدیریت صحیح مزارع کشاورزی همیشه با چالش‌هایی همراه بوده است، دستیابی به داده‌های کمی و کیفی مناسب که اولین قدم برای رسیدن به کشاورزی دقیق و پایدار است، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشد. با توسعه فن آوری و مهارت‌های محاسباتی، تغییراتی در الگوهای کشاورزی مانند استفاده از دستگاه‌های کاشت دیجیتال، وسایل سمپاشی و غیره به وجود آمد و باعث شد کشاورزی در طول زمان از انجام کار به صورت دستی به مکانیکی به دلیل پذیرش تغییرات تبدیل شود. پیش از این، بیماری‌های گیاهی در مزارع کشاورزی توسط افرادی که تجربه جستجو و پایش بیماری‌های گیاهی را داشتند

زنگ گندم در شهرستان سعادت‌آباد واقع در استان فارس و نحوه پراکنش این بیماری را مورد بررسی قرار دادند. لذا با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست و داده‌های آزمایشگاهی مربوط به طیف بازتابندگی برگ و درجه سلامت برگ و مقادیر بازتابندگی برگ در محدوده طیفی قرمز و مادون قرمز نزدیک مستخرج از اسپکترورادایومتر توانستند تابع پاسخ طیفی برای باندهای سنجنده لندست ۷ شبیه‌سازی نمایند. سپس با استفاده از شاخص DVI و داده‌های مربوط به کسر سلامت برگ شاخصی به نام شاخص سلامت گندم ایجاد شد و در این رابطه مقدار همبستگی این شاخص با کسر سلامت برگ ۰/۸۲ به دست آمد. در ارزیابی ۳WHI مقدار RMSE برابر ۰/۸۹ به دست آمد نتایج این تحقیق نشان داد که این شاخص در مراحل سبزی‌نگی گیاه عملکرد خوبی از خود نشان می‌دهد و می‌تواند مناطق سالم، بیمار و مشکوک به بیماری را تشخیص دهد (Yuan *et al.*, 2017) نظارت بر محیط‌زیست می‌تواند برای ارزیابی توزیع بیماری‌ها و آفات در گیاه یک منطقه استفاده شود. در این مطالعه یک روش جدید برای نظارت بر بیماری‌ها و آفات کشاورزی بر اساس داده‌های ماهواره‌ای Worldview 2 و Landsat 8 ارائه داده شد. این روش در مزارع گندم Zhou Jiazhuang در شهر Jinzhou استان Hebei اعمال شد. یکسری از شاخص‌های رشد محصول

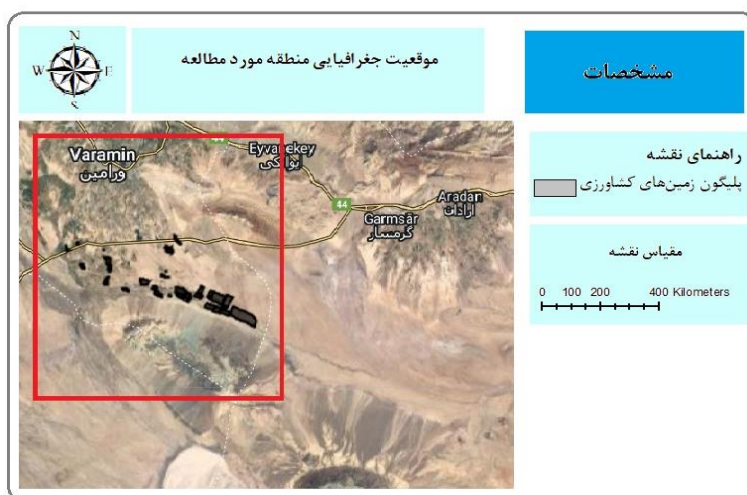
ویژگی‌های (GNDVI, VARI red-edge) و زیست‌محیطی (LST, Greenness, Wetness) از محیط‌زیست توصیف شد و یک آزمون برای ارزیابی عملکرد این پنج ویژگی در نمونه‌های انتخاب شده برای بررسی بیماری‌های گیاهی و آفات استفاده شد. و برای بررسی کردن میزان معتبر بودن روش، از اندازه‌گیری‌های میدانی استفاده شد و از مدل FLDA استفاده شد این مدل شامل شاخص‌های گیاهی و زیست‌محیطی است که برای نظارت دقیق بر بیماری و آفات محصول هست که در مقایسه با مدلی که تنها بر اساس شاخص‌های پوشش گیاهی هست (۷۱٪ در مقابل ۸۲٪ دقت) دقیق‌تر بود. همچنین پیشنهاد می‌شود که پروژه‌های آینده از اطلاعاتی مانند (داده‌های هواشناسی و شبکه‌های حسگر تار عنکبوتی یا مرکب) که در زمینه بیماری‌های زراعی و آفات و باهدف بهبود وضعیت منطقه‌ای هست، استفاده شود (Dhau *et al.*, 2018) ویروس streak ذرت از لحاظ اقتصادی شایع‌ترین بیماری پوک‌ی ذرت در آفریقا هست که در سراسر مناطق جنوب صحرای آفریقا گسترش یافته است. این ویروس در بخش‌های مختلف آفریقای جنوبی مانند Limpopo, Mpumalanga و Northern Cape. Quazulu-Natal به ویژه در مناطقی که بارندگی و درجه حرارت زیادی دارند بسیار شایع است. به همین علت هدف از این مطالعه شناسایی و ارزیابی ویروس streak با استفاده از

برسد. این مطالعه به مطالعات آینده توصیه می‌کند تا برای تشخیص و نظارت بر گسترش وپروس streak از داده‌های چند زمانه سنجش‌ازدوری استفاده شود. در پژوهش حاضر با هدف تشخیص تنش‌های باغات پسته با استفاده از شاخص‌های طیفی گیاهی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ داده‌های سنجنده‌های سنتینل و لندست مورد تحلیل قرار گرفت.

مواد و روش کار

منطقه مورد مطالعه باغات پسته شهرستان ورامین با مختصات ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی، ۳۴ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی می‌باشد. ابتدا تصاویر ماهواره sentinel2 منطقه مورد مطالعه از سایت <https://scihub.copernicus> در تاریخ های ۱۳۹۵/۲/۱۹، ۱۳۹۵/۵/۲۶، ۱۳۹۶/۲/۲۳، ۱۳۹۶/۵/۲۰ تهیه شد (شکل شماره ۱).

ماهواره Rapid Eye در مزرعه Ofcolaco می‌باشد. برای رسیدن به این هدف یکسری اطلاعات از منطقه مورد مطالعه با استفاده از ماهواره Rapid Eye حاصل و با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی به طبقه‌بندی منطقه پرداخته شد علاوه بر این برای مشخص کردن نقش تأثیر طیف‌های مختلف و شاخص‌ها در دقت نقشه‌برداری، از روش متغیر برتر استفاده شد. برای بهتر عمل کردن داده‌های به‌دست‌آمده از تصاویر، میزان اهمیت شاخص‌های پوشش گیاهی در بهبود دقت طبقه‌بندی مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از نوارهای طیفی ماهواره Rapid Eye در تشخیص، نقشه‌برداری و طبقه‌بندی وپروس streak از نتیجه خوبی با دقت ۷۵.۸۲٪ برخوردار بود و مهم‌ترین نوارهای طیفی Rapid Eye که در طبقه‌بندی وپروس streak مورد استفاده قرار گرفت مادون قرمز نزدیک، آبی و قرمز هست. شاخص‌های پوشش گیاهی که در این مطالعه به کار رفت (SAVI)، (EVI)، (RI) و (NDVI) معرفی شد که باعث شد میزان دقت طبقه‌بندی به ۳.۴٪



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در ماه اردیبهشت تخم‌های گذاشته شده توسط آفت پسپیل در اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت روی درختان قابل مشاهده بود بنابراین اردیبهشت زمان ظهور نسل اول آفت بوده و تغذیه آفت از درختان از این تاریخ آغاز می‌شود علاوه بر آن، اردیبهشت زمان جوانه‌زنی و افزایش سبزی‌گی گیاه می‌باشد به همین علت اختلاف بین رنگ خاک و گیاه در تصاویر ماهواره‌ای بیشتر شده و تشخیص گیاه در تصاویر راحت‌تر صورت می‌گیرد. اما از اوایل تیر درختان پسته شروع به مغز بستن می‌کنند و کامل شدن مغز پسته تا اواخر مرداد ادامه می‌یابد و از آنجا که مواد غذایی موجود در گیاه پسته در این دوره‌ی زمانی صرف ساخته شدن مغز می‌شود، درختان پسته نسبت به تغذیه آفت از شیره گیاهی کاملاً حساس هستند براین اساس این دوره زمانی دوره بحرانی شناخته می‌شود در این دوره اگر جمعیت آفت بالا باشد می‌تواند خسارت جبران ناپذیری به درختان وارد کند (Eslami, 2019).

در این ماه تراکم تاج پوشش گیاهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد ولی میزان سبزی‌گی بر خلاف ماه اردیبهشت کاهش می‌یابد. رشد این آفت از دمای حدود ۱۰ درجه سلسیوس (آستانه حرارتی کم) شروع می‌شود و دماهای بالاتر از ۳۵ درجه سلسیوس را به خوبی تحمل کرده و به سرعت رشد می‌کند اما بالا بودن رطوبت نسبی هوا یک عامل منفی در رشد آفت است و

رطوبت نسبی بالاتر از ۶۵ درصد موجب کندی رشد آفت می‌شود (Hokmabadi et al., 2007). بعد از دانلود تصاویر، اطلاعات مورد نیاز زمین های کشاورزی منطقه مورد مطالعه که شامل مختصات و نوع محصولات اراضی کشاورزی بود از وزارت جهاد کشاورزی تهیه شد. فرمت اطلاعات گرفته شده به شکل shape file و به صورت لایه‌های چند ضلعی (پلیگون) بود تا بتوان آنها را در نرم افزار ArcGIS 10.4.1 فراخوان نمود. در مرحله بعد تمامی زمین هایی که محصولات آنها فقط محصول پسته بود از سایر زمین های کشاورزی جدا شد.

در این مطالعه به دلیل آگاهی داشتن نسبت به منطقه مورد مطالعه از روش طبقه‌بندی نظارت شده در نرم‌افزار استفاده شد. با انتخاب نمونه از قسمت های مختلف تصویر به طبقه بندی نظارت شده منطقه مورد مطالعه در نرم افزار ArcGis مورد مطالعه پرداخته شد و منطقه به سه گروه خاک، پسته و غیرپسته تقسیم شد. در این مطالعه بعد از اتمام طبقه بندی شبکه عصبی مصنوعی ماتریس خطا تشکیل شد. از مزایا روش شبکه عصبی مصنوعی می‌توان به قابلیت دسته‌بندی و تعمیم‌دهی این روش اشاره نمود. شبکه‌های عصبی قادر به دسته بندی ورودی‌ها برای دریافت خروجی مناسب می‌باشند همچنین خاصیت تعمیم‌دهی، شبکه عصبی را قادر می‌سازد تا تنها با برخورد با تعداد محدودی نمونه، یک قانون کلی از آن را به دست آورده و نتایج این

آمخته‌ها را به موارد مشاهده از قبل نیز تعمیم دهد. توانایی که در صورت نبود آن سیستم باید بی‌نهایت واقعیت‌ها و روابط را به خاطر بسپارد اغلب در مطالعات مقایسه‌ای، الگوریتم شبکه عصبی پوشش اراضی را دقیق تر از روش‌های متداول موجود دیگر طبقه‌بندی می‌کند. شبکه عصبی از اجزای ساده محاسباتی به نام نرون تشکیل شده که در واقع ساختار آنها از ساختار نرون‌های عصبی بیولوژیکی انسان شبیه‌سازی شده است. مهمترین وظیفه نرون، دریافت اطلاعات از نرون‌های همسایه به عنوان ورودی، انتساب پارامتر وزن به هر یک از ورودی‌ها، تاثیر بر ورودی‌های موجود به وسیله تابع عملکرد داخلی نرون به منظور محاسبه پاسخ نرون به داده‌های ورودی و نهایتاً ارسال پاسخ محاسبه شده به سایر نرون‌های شبکه به عنوان ورودی جدید است (Akshay, 2022) دو مرحله مهم در روش شبکه عصبی آموزش و بازخوانی شبکه است. در مرحله آموزش، وزن‌های هر یک از نرون‌های موجود در شبکه طی فرآیندی تکرار شونده تغییر می‌کند. تغییرات اعمال شده سبب می‌گردد که در نهایت شبکه مذکور به منظور انجام محاسباتی خاص و جایگزینی تابعی ویژه جهت دهی شود. به منظور آموزش شبکه، معمولاً از داده‌های آموزشی یا پیکسل‌های معلوم استفاده می‌شود که به آن آموزش نظارت شده گفته می‌شود. داده‌های آموزشی شامل مجموعه‌ای از داده‌های ورودی هستند که پاسخ مورد انتظار برای آنها از قبل مشخص است (Azizi et

2010, *al.*) و این داده‌های آموزشی برای هر کلاس جداگانه تعریف می‌شود.

برای آن که از صحت نمونه‌های گرفته شده از تصاویر با نمونه‌های واقعی موجود در سطح زمین اطمینان حاصل شود مقدار ضریب کاپا و دقت کلی برای هر تصویر محاسبه شد. نتیجه حاصل از شبکه عصبی مصنوعی را در نرم افزار Envi فراخوان کرده و سپس روی مناطقی که توسط شبکه عصبی مصنوعی پسته تشخیص داده شده بود به محاسبه شاخص‌هایی مانند NDVI, SAVI, NDRE, NDMI پرداخته شد شاخص‌های مذکور با توجه به سایت www.agricolus.com به عنوان شادابی و سلامتی گیاه مطرح شدند.

فرمول این شاخص‌ها را در زیر مشاهده می‌کنید:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

$$SAVI = (NIR - R) / (NIR + R) + L(1 + L)$$

$$NDRE = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

$$NDMI = (NIR - SWIR) / (NIR + SWIR)$$

در ادامه به صورت تصادفی تعدادی نمونه از تصاویری که در مرحله قبل بدست آمده بود انتخاب و ارزش عددی درون هر پیکسل را استخراج و میزان رگرسیون خطی برای پیکسل‌های تصادفی هر تصویر محاسبه گردید.

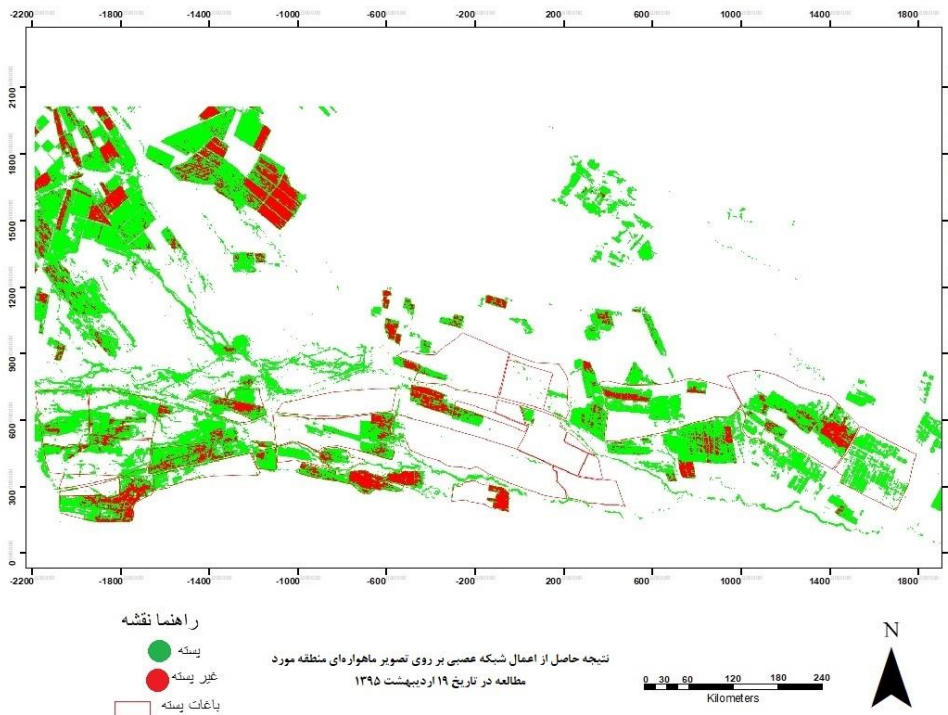
یکی از عوامل تاثیر گذار روی بیمار شدن پوشش‌های گیاهی دمای منطقه می‌باشد به همین علت برای دسترسی به میزان دمای سطح زمین یا LST

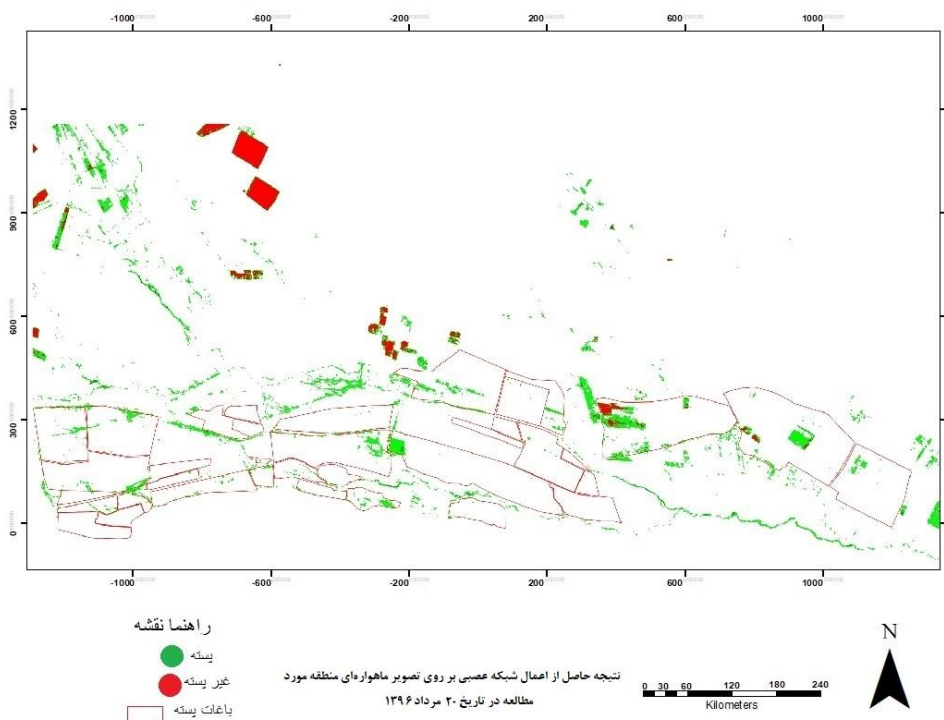
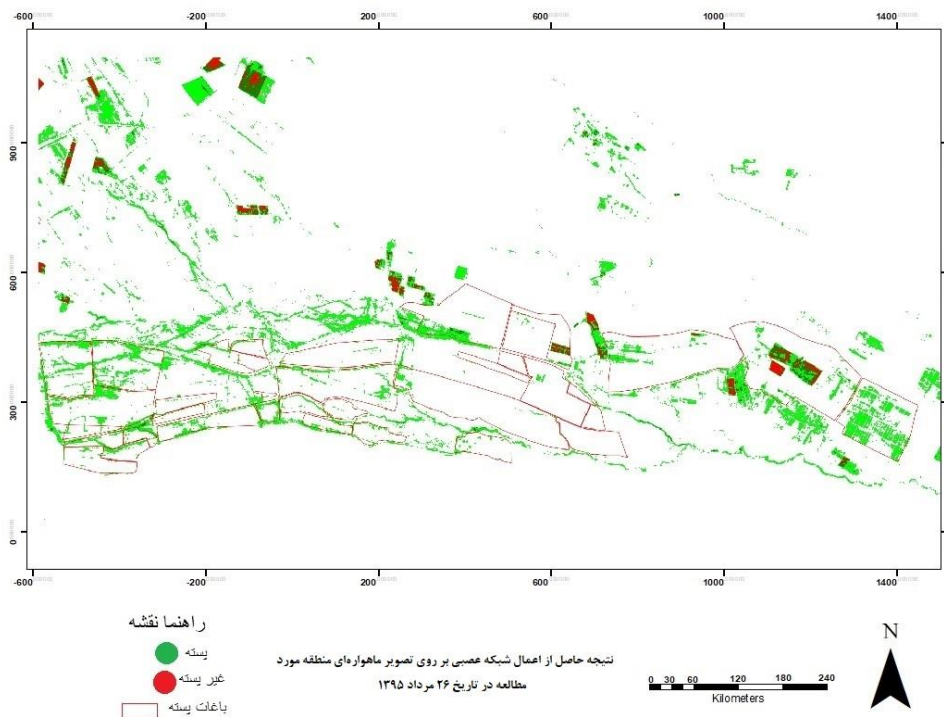
به روش شبکه عصبی مصنوعی پرداخته شد در تصویر (شماره ۲) نتیجه‌ای که از این طبقه بندی بدست آمد ارائه شده است در این تصاویر منطقه مورد نظر به سه گروه تقسیم گردید که شامل مناطق پسته، غیرپسته و خاک می‌باشد. مناطقی که دارای پوشش پسته می‌باشد به رنگ سبز، خاک به رنگ سفید و غیرپسته با رنگ قرمز نشان داده شده است.

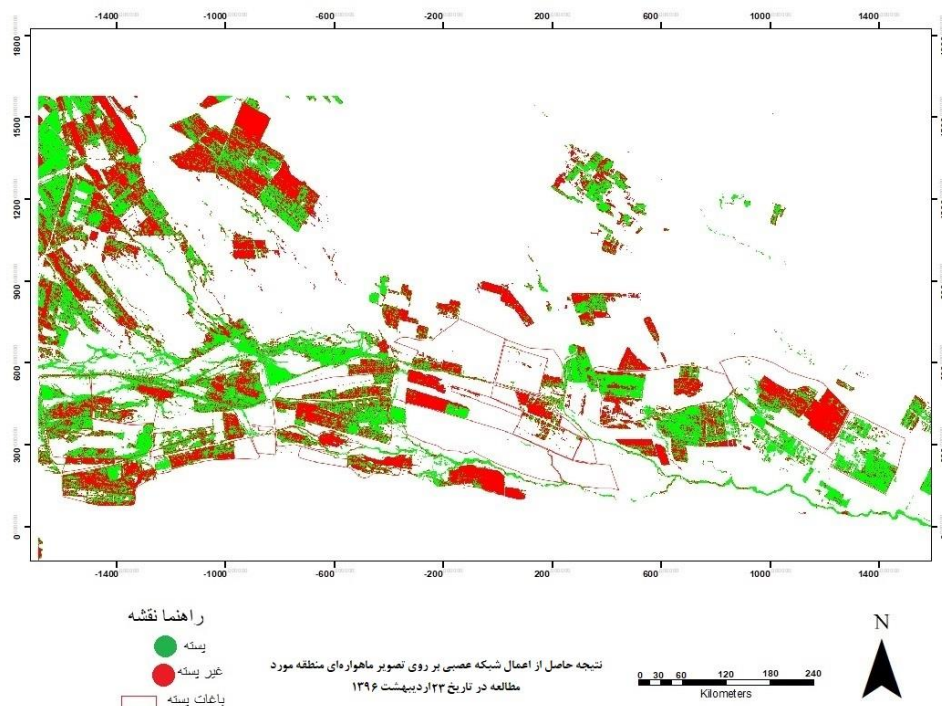
منطقه مورد مطالعه و پیکسل‌های نمونه‌برداری شده، تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه در تاریخ‌های معین از ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI/TIRS C1Level-1 دریافت و دمای سطح زمین نمونه‌های انتخاب شده بدست آمد.

نتایج

بعد از دانلود تصویر منطقه مورد مطالعه در تاریخ‌های ذکر شده، به طبقه‌بندی منطقه مورد مطالعه







شکل ۲- نتیجه حاصل از اعمال شبکه عصبی بر روی تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه

مشاهده گردید که با افزایش میزان NDRE و NDMI مقدار NDVI نیز افزایش می‌یابد و یک رابطه سیستمی بین این شاخص‌ها وجود دارد در واقع با افزایش میزان کلروفیل موجود در گیاه (NDRE) و شرایط آبی موجود در گیاه (NDMI) مقدار سبزی‌نگی در گیاه (NDVI) افزایش یافته است و این یافته‌ها با شرایط طبیعی گیاه منطبق است.

نتایج آنالیز رگرسیون شاخص‌های گیاهی استخراج شده از تصاویر

با توجه به جدول (شماره ۱) و نتایجی که از آنالیز رگرسیون شاخص‌های گیاهی بدست آمد، شاخص SAVI نسبت به سایر شاخص‌ها، از همبستگی بسیار بالایی با شاخص NDVI برخوردار بود. همچنین

جدول شماره ۱- نتایج آنالیز رگرسیون شاخص‌های گیاهی استخراج شده از تصاویر

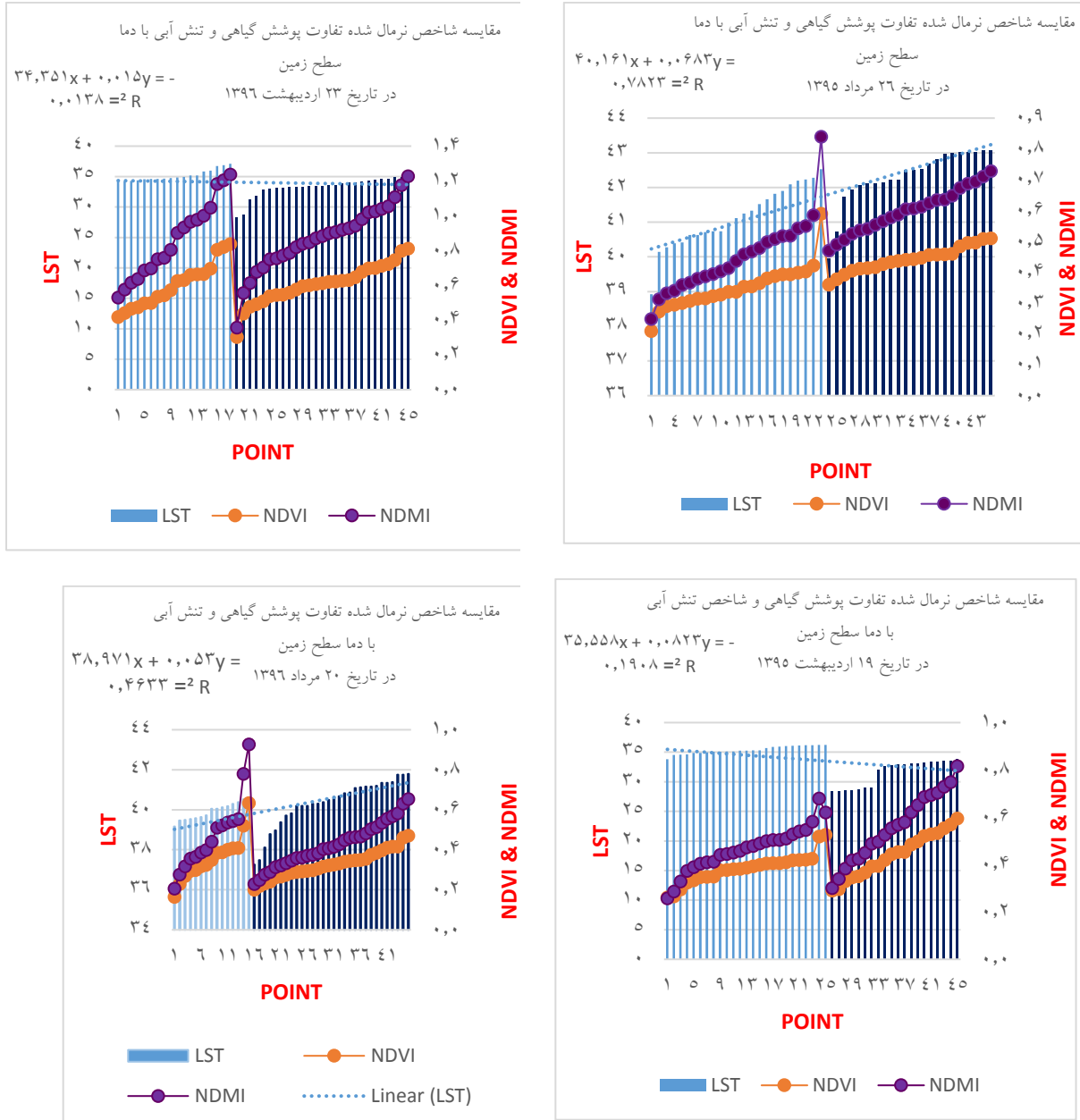
شاخص	SAVI	NDRE	NDMI
۱۳۹۵/۰۲/۱۹	۰/۹۸۱۹	۰/۸۱۴۷	۰/۸۹۶۲
۱۳۹۵/۰۵/۲۶	۰/۹۷۹۷	۰/۹۵۰۳	۰/۹
۱۳۹۶/۰۲/۲۳	۰/۹۷۹۷	۰/۹۱۴۳	۰/۸۸۲۱
۱۳۹۶/۰۵/۲۰	۰/۹۶۰۴	۰/۹۷۳۷	۰/۹۰۵۲

دهد. با توجه به اینکه در ماه اردیبهشت نسبت به مرداد مقدار دما کمتر است، به همین علت شرایط ذکر شده برای این ماه با شدت کمتری وجود دارد. یکی از عوامل دیگری که می‌تواند در میزان تبخیر از سطح خاک منطقه تاثیر داشته باشد نوع آبیاری (قطره‌ای یا غرقابی) می‌باشد. در روش غرقابی اطلاعات باند حرارتی سنجنده‌ها دمای کمتری را نسبت به مناطقی که به صورت قطره‌ای آبیاری می‌شوند نشان می‌دهند. با توجه به نمودارهایی که در زیر نشان داده شده است (شکل شماره ۳) دمای سطح زمین در نقاطی که با سیستم قطره‌ای (نمودارهای آبی کم‌رنگ) آبیاری می‌شوند نسبت به نقاطی که به روش غرقابی (نمودارهای آبی پررنگ) آبیاری می‌شود چند درجه بالاتر می‌باشد، هرچند میزان NDVI و NDMI در هر دو سیستم آبیاری با افزایش دما تا حدودی افزایش پیدا کرده است.

نتایج مقایسه شاخص NDVI و NDMI با دمای

سطح زمین در ماه‌های اردیبهشت و مرداد

در ماه مرداد با افزایش دما میزان رطوبت موجود در خاک کاهش می‌یابد با توجه به اینکه شهرستان ورامین از نظر موقعیت جغرافیایی بین مناطق البرز و کویر مرکزی قرار دارد، این منطقه از جهت‌های مختلف تحت تاثیر نیروی باد قرار دارد. این عوامل موجب می‌شود تا رطوبت نسبی هوا به شدت کاهش یافته و همچنین ظرفیت جذب رطوبت هوا نیز افزایش یابد. در نتیجه باعث تبخیر و تعرق زیاد در باغات پسته و همچنین از دست دادن آب گیاه می‌شود. این امر سبب می‌شود که گیاه بیشتر تحت تنش خشکی و کم آبی قرار گیرد در حالیکه این مقدار تنش به گونه‌ای نبوده که در میزان تراکم پوشش گیاهی تاثیر گذار باشد، ولی امکان دارد مقاومت گیاه را در برابر هجوم آفات کاهش



شکل ۳ - مقایسه شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی و شاخص تنش آبی با دما سطح زمی

بر روی تصاویر ماهواره sentinel 2A سنجنده MSI در ماه‌های اردیبهشت و مرداد سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶، می‌توان این موضوع را بیان کرد که در ماه اردیبهشت میزان پوشش گیاهی که در سطح زمین باغات (کف باغات) وجود دارند بسیار بیشتر هستند و همین عامل باعث می‌شود تا مقدار سبزیگی پوشش گیاهی به

بحث

نقش الگوریتم شبکه عصبی در تشخیص باغات

پسته

با توجه به نتایج بدست آمده از بکارگیری

الگوریتم شبکه عصبی بر روی تصاویر (شکل شماره ۲)

حداکثر میزان خود رسیده و اثر جانبی روی نتیجه نهایی بسیار بیشتر شود و در نهایت میزان دقت به کمترین مقدار خود برسد. این در شرایطی است که در ماه مرداد این پوشش گیاهی جانبی از بین می‌رود و تنها درختانی که دارای محصول می‌باشند باقی خواهند ماند، همین موضوع سبب می‌شود تا این الگوریتم در ماه مرداد نسبت به ماه اردیبهشت بهتر بتواند مساحت پوشش گیاهی پسته را تشخیص دهد.

مقایسه شاخص‌های پوشش گیاهی در دو ماه

اردیبهشت و مرداد در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶

نتیجه‌ای که از مقایسه شاخص SAVI در ماه‌های مرداد و اردیبهشت بدست آمد نشان می‌دهد که میزان این شاخص در باغات پسته در ماه اردیبهشت نسبت به ماه مرداد در هر دو سال از مقدار بالاتری برخوردار است با توجه به اینکه شاخص SAVI اثر زمینه خاک را کاهش می‌دهد بنابراین بالا بودن این شاخص نشانگر کم بودن مقدار پوشش گیاهی است. پس با توجه به نتایج بدست آمده، مقدار پوشش گیاهی در ماه اردیبهشت نسبت به ماه مرداد در باغات پسته از تراکم کمتری برخوردار بوده است که این یافته با نتایج تحقیقی که توسط (Imani *et al.*, 2016) در زمینه مقایسه دو شاخص NDVI و SAVI در سه جامعه گیاهی مختلف با شدت نمونه برداری متفاوت صورت گرفت، هم‌خوانی دارد.

در هر سه سایت، شاخص NDVI با فرم رویشی که غالب است بیشترین همبستگی را داشت، در حالیکه شاخص SAVI اثر خاک زمینه را کاهش داده و بازتاب گیاهان با درصد پوشش کمتر را بیشتر نشان می‌دهد. دلیل چنین حالتی به فرمول SAVI مربوط است و طبق فرمول این شاخص، پوشش کمتر ضریب بالاتری نسبت به پوشش زیاد گرفته و مشاهده می‌شود که این شاخص می‌تواند اثر خاک زمینه را کاهش دهد.

یکی دیگر از شاخص‌هایی که در این پژوهش از آن استفاده شد NDRE می‌باشد این شاخص میزان کلروفیل و نیتروژن موجود در گیاه را بیان می‌کند نیتروژن از جمله عناصری است که علاوه بر هوا در گیاهان هم وجود دارد و کم بودن مقدار آن در گیاه موجب کاهش رشد، کاهش کلروفیل و زرد شدن برگ‌ها و ایجاد ضعف در برگ‌های پیر می‌شود و همه این عوامل باعث ریزش پیش از موقع برگ‌ها می‌گردد از طرفی زیاد بودن آن نیز در گیاه موجب آبدار شدن ساقه‌ها و تیره شدن برگ‌ها می‌شود اما گاهی کم بودن مقدار کلروفیل یا نیتروژن در گیاه می‌تواند نشانه‌ای از بروز آفت در گیاه باشد. در مطالعه‌ای که در زمینه تخمین پارامترهای بیوشیمیایی درختان پسته با استفاده از داده‌های فراطیفی صورت گرفت، نشان داد که محدوده مرئی و لبه قرمز حساس‌ترین محدوده طیفی برای تخمین پارامترهای بیوشیمیایی برگ درختان می‌باشد و می‌توان این محدوده طیفی را در

های که به صورت غرقابی آبیاری شدند بسیار بیشتر از مناطقی بود که دارای آبیاری قطره‌ای بودند. در صورتیکه نوع آبیاری نادیده گرفته شود میزان تنش در باغات در ماه مرداد بیشتر می‌باشد که علت آن را می‌توان بالا بودن دما و افزایش میزان تبخیر و تعرق در گیاه و کاهش شدید آب در گیاه دانست.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف ارزیابی تصاویر ماهواره‌ای در استخراج اطلاعات مربوط به باغ‌های پسته صورت گرفت با توجه به مطالعات انجام شده دما و رطوبت دو عامل مهم در بروز بیماری در گیاهان محسوب می‌شود. نتایج بدست آمده نشان داد که با ایجاد هر نوع تغییری در ساختار درونی گیاه، مقدار عددی شاخص‌هایی که برای تشخیص میزان سلامتی به کار برده می‌شود تغییر می‌کند علاوه بر آن از داده‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای برای مناطقی که پوشش گیاهی آنها از رشد نامناسبی برخوردار است و برای بررسی پوشش‌های گیاهی که تحت تاثیر هجوم آفت قرار دارند می‌توان استفاده کرد با استفاده از این روش تا حدی می‌توان میزان استرس موجود در پوشش گیاهی را تشخیص داد ولی برای آنکه با اطمینان بیشتر این مطلب را بیان نماییم که آیا استرس موجود در گیاه به بیماری مربوط می‌شود یا ناشی از عوامل دیگری است، علاوه بر شاخص‌های مختلف گیاهی و دما سطح زمین منطقه مورد

طراحی باندهای سنجنده‌های هوایی و ماهواره‌ها برای کشف استرس گیاهان و آفت، میزان کلروفیل و نیتروژن برگ گیاهان، مخصوصاً درختان پسته استفاده کرد (Panahi *et al.*, 2014). با توجه به آنکه اوج میوه‌دهی درختانی مانند گردو، بادام و پسته در فصل تابستان است بیشترین بازتاب این گیاهان در محدوده طیفی مذکور در این فصل می‌باشد (Hokmabadi *et al.*, 2007). شاخص NDMI شاخص دیگری است که در این پژوهش از آن استفاده شد. این شاخص میزان استرس (تنش) آبی در گیاه را بیان می‌کند. یکی از عواملی که می‌تواند بر شیوع آفات و بیماری‌هایی که از طریق آب و یا خاک به گیاه منتقل موثر باشد، آب و شیوه آبیاری است. نیاز آبی این محصول در مراحل مختلف رشد با هم متفاوت است و در تابستان که زمان رشد مغز پسته است نیاز آبی آن شدیداً افزایش می‌یابد همیشه تنش آبی در گیاه به علت کمبود آب در گیاه نمی‌باشد بلکه گاه به دلیل آنکه نحوه آبیاری باغ به شیوه غرقابی است سبب ایجاد تنش آبی به دلیل فراوان بودن آب در گیاه می‌شود. علاوه بر آن، میزان دمای منطقه و یا رطوبت خاک موجب تشدید این تنش می‌شود. در این پژوهش با توجه به در دست داشتن اطلاعات از شیوه آبیاری (قطره‌ای یا غرقابی)، این شاخص برای هر دو نوع محاسبه شد نتیجه نشان داد در ماه اردیبهشت با توجه به کم بودن مقدار دما نسبت به ماه مرداد و کم بودن میزان تبخیر و تعرق در گیاه، میزان تنش آبی در زمین

- https://ijfpr.areeo.ac.ir/article_107745.html?lang=en
5. Barbedo, J.G.A. (2019). A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. *Drones*, Vol. 3(40), doi.org/10.3390/drones3020040
 6. Dhau, I., Adam, E., Ayisi, Kingsley, K. & Mutanga, O. (2018). Detection and mapping of maize streak virus using RapidEye satellite imagery. *Geocarto International*: 111. doi.org/10.1080/10106049.2018.1450448
 7. Eslami, H. (2019). Pistachio, Quality and Quantity in Iran', *Pistachio and Health Journal*, Vol. 2(3): 74-75. doi: 10.22123/phj.2020.256217.1054
 8. Hashimoto, N., Saito, Y., Maki, M. & Homma, K. (2019). Simulation of reflectance and vegetation indices for unmanned aerial vehicle (UAV) monitoring of paddy fields. *Remote Sens.* Vol. 11: doi.org/10.3390/rs11182119
 9. Hokmabadi, H., Tajabadi Pour, A., Moradi, M., Sedaghati, N., Esmaeilpour, A., Mohamadi Moghadam, M., Mirdamadiha, F. & Arjmand, M. (2007). Part of IPRI (Iran Pistachio Research Institute) research findings related to pistachio health production. *Acta Hort.* Vol. 741: 259-264 DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.741.31
 10. Imani, J., Ebrahimi, A., Ghulnejad, B., & Tahmasebi, P. (2016). Comparison of two NDVI and SAVI indices in three different plant communities with مطالعه به میزان رطوبت نسبی هوا، گرفتن اطلاعات در مورد مشخصات آفات محصول هر زمین از مراکز گیاهپزشکی و بازدید میدانی از آن منطقه نیاز می‌باشد در این مطالعه به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات ذکر شده نمی‌توان تنش‌های موجود در گیاهان را با اطمینان ناشی از وجود بیماری یا آفت بیان کرد.

منابع

1. Akshay, S., (2020). Image Processing, Machine Learning, Geographic Information Systems (GIS), International Conference on Information and Communication Technology for Intelligent Systems, Springer, https://doi.org/10.1007/978-981-15-7078-0_70
2. Atkinson, P.M. & Tatnall, A. R. (1997). Introduction neural networks in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 18(4): 699-709. doi.org/10.1080/014311697218700
3. Azizi, Z. & Montazeri, Z. (2018). Effects of microtopography on the spatial pattern of woody species in West Iran. *Arab J Geosci*, VOL.11: 244, <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3588-1>
4. Azizi, Z., Najafi, A., Fatehi, P. & Pirbavaghar, M. (2010). Forest stand volume estimation using satellite IRS_P6 (LISS_IV) data (Case study: Lirehsar, Tonekabon), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, Vol.18(1): 151-143.

- research. *Weed Res.* Vol. 53: 242–248. doi.org/10.1111/wre.12026
16. Sandler, H.A. (2018). Weed management in cranberries: A historical perspective and a look to the future. *Agriculture*, Vol. 8(138). doi.org/10.3390/agriculture8090138
 17. Sandoñs-Pozo, L., Llorens, J., Escolà, A., Anor, J., Pascual, M. & Martínez-Casasnovas, J. (2022). Satellite multispectral indices to estimate canopy parameters and within-field management zones in super-intensive almond orchards. *Precision Agric.* Vol. 23: 2040–2062. https://doi.org/10.1007/s11119-022-09956-6
 18. Singh, P., Pandey, P.C., Petropoulos, G.P., Pavlides, A., Srivastava, P.K., Koutsias, N., Deng, K.A.K. & Bao, Y. (2020). Hyperspectral remote sensing in precision agriculture: Present status, challenges, and future trends. In *Hyperspectral Remote Sensing, 2020*: 121–146. doi.org/10.1016/B978-0-08-102894-0.00009-7
 19. Yuan, L., Bao, Z., Zhang, H., Zhang, Y. & Liang, X. (2017). Habitat monitoring to evaluate crop disease and pest distributions based on multi-source satellite remote sensing imagery." *Optik*, Vol. 145: 66-73. doi.org/10.1016/j.ijleo.2017.06.071
 20. Zheng, J., Yuan, S., Wu, W., Li, W., Yu, L. & Fu, H. (2023). Coomes, D. Surveying coconut trees using high-resolution satellite imagery in remote atolls of the Pacific Ocean. *Remote Sens. Environ.* Vol. 287, 113485. different sampling intensities (Case study: Rangelands around Chaghakhor Chaharmahal & Bakhtiari Wetland)." *Iranian Rangeland and Desert Research*, Vol. 25 (1): 152-169. doi.org/10.22092/ijrdr.2018.116233
 11. Mobasherie, M.R., & Ranjbar, S. (2017). Detection of fields infected with wheat rust disease using Landsat images." *Journal of Geographical Sciences Applied Research*, Vol.17 (44): 7-24. DOI: 20.1001.1.22287736.1396.17.44.1.7
 12. Murugan, D., Garg, A. & Singh, D. (2017). Development of an adaptive approach for precision agriculture monitoring with drone and satellite data. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.* Vol. 10: 5322–5328. doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2746185
 13. Oliveira, H.C., Guizilini, V.C., Nunes, I.P., Souza, J.R. (2018). Failure detection in row crops from UAV images using morphological operators. *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.* Vol. 15: 991–995. 10.1109/LGRS.2018.2819944
 14. Panahi, D., Esmaili, A., Darvishzadeh, R. & Naseri, F. (2014). Estimation of Chlorophyll in Pistachio Trees Using Hyperspectral Data. *JGST*, Vol. 4 (2) :167-177, http://jgst.issge.ir/article-1-252-en.html
 15. Rasmussen, J.; Nielsen, J.; Garcia-Ruiz, F.; Christensen, S. & Streibig, J. (2013). Potential uses of small unmanned aircraft systems (UAS) in weed

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2023.1134>

85

Analysis of Vegetation Differential Indices in the Detection of Health Stress in Pistachio Orchards

Hiva Ghazaie¹, Zahra Azizi^{2*}, Hossein Aghamohmmadi²

Abstract

This study aimed to distinguish healthy pistachio plants from stressed varieties using satellite imagery from the Sentinel 2A MSI sensor and Landsat 8 OLI sensor in Varamin city. Satellite images provide valuable insights into plant health by analyzing the reflection of electromagnetic waves in the visible structure of plants. The amount of reflection varies based on factors such as leaf surface, disease type, vegetation density, distribution, and vegetative state throughout the year. In this research, NDVI, NDRE, NDMI, and SAVI indices were employed to describe vegetation status during May and August in 2015-2016. Initially, images of the study area were prepared and overlaid in a GIS environment. Subsequently, an artificial neural network algorithm was utilized to classify the study area into three categories: pistachio, non-pistachio, and soil. The focus was then narrowed down to the pistachio area for further analysis. Correlations between NDVI index and the other three indices were calculated at four specified times. The findings revealed a strong correlation (0.9819) between SAVI soil index and NDVI freshness index in May compared to August for both years. This correlation value was higher than that observed for the other two indices. As an increase in SAVI index indicates a decrease in vegetation freshness, it can be effectively used to evaluate the health of pistachio orchards.

Keywords: vegetation differential index, Sentinel satellite imagery, Landsat satellite imagery, Varamin

¹ MSc of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran

² Assistant Professor, Department of Remote Sensing and GIS, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran.

* Corresponding author Email: zazizi@srbiau.ac.ir