مجله ترویجی علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی
دوره ششم، شماره ۱، شماره پیاپی ۱۱، بهار و تابستان ۱۴۰۲
jaist.areeo.ac.ir

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/JAIST.2023.362504.1093

کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در زراعت پنبه

شهرام نوروزیه[1]، محمود جوکار[2]

۱- دانشیار موسسه تحقیقات پنبه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران. ***(نویسنده مسئول)***. رایانامه: s.nowrozieh@areeoac.ir

۲- استادیار موسسه تحقیقات پنبه، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران . رایانامه: m.jokar@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۱۷ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۵/۱۵ صص : ۵۰-۴۱

چکیده

فناوری سنجش‌ازدور، ابزاری برای مطالعات کشاورزی، با استفاده از تصاویر نور مرئی و نامرئی و اطلاعات دریافتی از تجهیزاتی مثل ماهواره و پهپاد است. با پردازش نرم‌افزاری و تحلیل‌های کارشناسی، این تصاویر به نقشه‌های کاربردی و قابل‌فهم برای کشاورزان تبدیل می‌شود. در این مقاله از تصاویر ماهواره‌ای برای پایش مزرعه کشت نشایی پنبه استفاده شده است. برای این منظور، سه رقم بذر دورگه پنبه، در دو نوع نشایی و مستقیم، کشت و مراحل رشدی آن‌ها با تصاویر ماهواره‌ای ردگیری شد. در این مقاله از بذرهای دورگه ۹۳۱، ۹۳۲ و ۹۳۳ استفاده شد. این پژوهش در سطح ۳۰ هکتار اجرا شد. پایش نوسانات شاخص‌هایی مانند شاخص گیاهی نرمال‌شده، به ارزیابی سلامت گیاه در مزارع کمک می‌کند. براساس روند تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده، در طول دوره رشد پنبه دورگه ۹۳۳ بهترین سبزینگی را داشته است. رقم ۹۳۳ دیررس‌ترین رقم بود. ازسوی‌دیگر رقم ۹۳۱ با کمترین شاخص گیاهی نرمال‌شده[1]، زودرس‌ترین رقم است. شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه، بهترین زمان برای بررسی عملکرد ارقام پنبه است. اگر شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه به حدود ۰/۳۱۰ یا کمتر از این مقدار برسند زمان برداشت پنبه فرا رسیده است. با استفاده از تصاویر ماهواره و تعیین شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه می‌توان مزارعی که آماده برداشت هستند را شناسایی و برای برداشت آن‌ها برنامه‌ریزی کرد. با استفاده از شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه می‌توان زودرس بودن ارقام پنبه را مشخص کرد.

کلیدواژه‌ها: پنبه، سنجش‌ازدور، عملکرد، زودرسی، تصاویر ماهواره‌ای.

1. Normalized difference vegetation index (NDVI)

مقدمه

براســاس آمــار جمعیت جهــان، افزایش تولیــد محصولات کشــاورزی امری ضروری اســت. بــرای بهبود مدیریــت منابع کشــاورزی باید اطلاعات جامع و بــه هنگامی فراهم آورد. یکی از فناوری‌هــای جدیــد که بــرای کاربران، اطلاعــات فراوان و دقیــق زمانی ـ مکانــی تهیه می‌کند تصاویر ماهواره اســت. برای کشــاورزی و ارزیابی رشــد محصول، ســلامت گیاه، شناسایی تغییرات، نیاز آبی محصول، تعیین عملکرد و تجزیه‌وتحلیل خاک و بســیاری از موارد دیگر، ماهواره‌ها، تصاویر مکان‌های مختلف را با قدرت تفکیکــی زمانی و مکانی گوناگون فراهم می‌آورند. با کمک تصاویر ماهواره‌ای می‌توان شــرایط فعلی محصول را با هفته گذشــته، ماه گذشــته و یا حتی فصل گذشته مقایسه کرد و با اســتفاده از اطلاعات باارزش حاصل از این داده‌ها، برای تولید محصول باکیفیت برنامه‌ریــزی کرد و بهره‌وری تولید را افزایش داد.

امروزه با استفاده از فناوری سنجش‌ازدور[1] و سامانه اطلاعات مکانی[2]، تهیه نقشــه کاربری اراضی در زمان‌های مختلف وجود دارد و بــرای دســتیابی به نقشــه تغییــرات ایجادشــده، می‌توان به‌راحتی آن‌ها را با یکدیگر مقایسه کرد. پس از شناخت تغییرات ایجادشده در دوره موردنظر، ارتباط این تغییرات با عوامل دخیل در آن بررســی می‌شود. همچنین، استفاده از روش‌های جدید در صنعت کشاورزی برای حفظ منابع طبیعی آثار چشمگیری دارد. بهره‌گیری از عکس‌های ماهواره‌ای ازجمله ابزارهایی اســت که می‌تواند به‌طور گســترده در بخش کشــاورزی و در همه مراحل کاشت، داشت و برداشت محصول استفاده شود.

در کشــاورزی ایران، اســتفاده از تصاویر ماهواره‌ای از دهه ۱۹۷۰ شروع شــد و همواره از آن به‌عنوان یکی از ابزارهای مهم برای بهبود ســامانه‌های موجــود جمع‌آوری و تولید نقشــه‌های کشــاورزی اســتفاده شده اســت (تارنمای شرکت کشــتیار). از آنجایــی کــه تصاویر ماهــواره‌ای، داده‌هــای روزآمد بــا توان تحلیلــی زیادی را فرآهــم می‌آورند، در کشــاورزی ایران برای تفکیک محدوده، تخمین ســطح زیرکشت و پیش‌بینی عملکرد محصولات، تعیین نیاز به آبیاری و کوددهی، بررسی و پیش‌بینی شــرایط آب و هوایی و نیز بررســی و پیش‌بینی شرایط خاک و زمین‌شناسی از آن‌ها استفاده می‌شود (علیپور و همکاران، ۱۳۹۲).

تصاویر ماهواره‌ای

فناوری ســنجش‌ازدور، ابزاری برای پژوهش‌های کشاورزی اســت کــه با کمک تصاویــر نور مرئــی و نامرئی و اســتفاده از تجهیزاتــی مثل ماهــواره و پهپــاد، اطلاعات دریافــت می‌کند. در فناوری ســنجش‌ازدور، با اســتفاده از یک ســنجنده و بدون تماس مســتقیم با ســطح پدیده‌ها، داده‌ها جمع‌آوری می‌شــود. بــا پردازش نرم‌افــزاری و تحلیل‌های کارشناســی، این داده‌ها به نقشــه‌های کاربردی و قابل‌فهم برای کشاورزان تبدیل می‌شوند. بــا جمع‌آوری و ذخیره اطلاعات مکانــی ـ زمانی، پایگاه داده‌ای جامعی ایجاد می‌شــود که در مدیریت پایدار کشــاورزی از آن اســتفاده می‌شــود. همه افراد فعال در عرصه صنعت کشاورزی، ازقبیل کشــاورزان، سیاســت‌گذاران و بازاریابان، به اطلاعات به هنگام از وضعیت تولید محصولات کشاورزی نیاز دارند.

کاربردهای تصاویر ماهواره‌ای

تصاویر ماهــواره‌ای در زراعت کاربردهای مختلفی دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- تخمین ســطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید محصولات زراعی قبل از برداشت؛
- تعیین تاریخ کاشت و برداشت بهینه برای دستیابی به بالاترین عملکرد؛
- بررســی یکنواختی توزیع محصول و وضعیت پوشش گیاهی در مناطق زیرکشت؛
- بررســی تاریخچه زمین در ســال‌های زراعی گذشــته برای

1. Remote Sensing (RS)
2. Geographic information system(GIS)

شناسایی نقاط قوت و ضعف زمین؛

- پایش میزان رطوبت موجود در گیاهان و شناسایی محدوده‌های دارای تنش آبی.

همچنین، با کمک تصاویر ماهواره‌ای، می‌توان در زمان مناسب نقاط دارای تنش را در زمین‌های کشاورزی شناسایی کرد و هرچه سریع‌تر تصمیمات مناسبی گرفت. بعلاوه، می‌توان نقاط خارج از دید را به‌خوبی تحلیل کرد و اطلاعات دقیقی از آن به دست آورد تا به‌موقع و با کمترین هزینه و خسارت، مشکلات آن را برطرف کرد. در حال حاضر، تصاویر ماهواره‌ای هر ۳ تا ۵ روز یک‌بار بروزرسانی می‌شوند و می‌توان حدود ۱۰۰ نقطه در هر هکتار را بررسی کرد.

این فناوری در کشورهای پیشرفته در حال اجرا است. به عنوان مثال، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در اتحادیه اروپا، هزینه‌های اجرای کشاورزی دقیق را کاهش داده (کاهش ۷۰ درصدی در اتریش) و میزان تولید محصولات کشاورزی را ۲۰ درصد افزایش داده است. درعین‌حال، استفاده از این فناوری برای شرکت‌های سنجش‌ازدور حدود ۷۰ میلیون یورو درآمد داشته است (تارنمای شرکت کشتیار). بدون شک در آینده نه‌چندان دور، استفاده از فناوری سنجش‌ازدور رشد چشمگیری در مزارع خواهد داشت. این موضوع، میزان بهره‌وری و عملکرد زمین‌های کشاورزی را افزایش داده و درنهایت کشاورزی دقیق جایگزین کشاورزی سنتی خواهد شد.

شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد گیاهان

اصولاً بازتاب پوشش گیاهی در محدوده طیفی نور مرئی (۰/۶۶- ۰/۴۳ میکرومتر) کم، و در محدوده مادون‌قرمز نزدیک (۱/۱- ۰/۷ میکرومتر) زیاد است. سه ویژگی مهم برگ مانند سبزینه، ساختار تنکردشناسی[1] و میزان آب، اثر مهمی در بازتاب طبیعی آن دارد. اغلب شاخص‌های گیاهی، از بازتاب باندهای طیفی قرمز و مادون‌قرمز تولید می‌شوند (علوی پناه، ۲۰۱۳). بیش از چند دهه از کاربرد شاخص‌های گیاهی برای اهداف مختلف می‌گذرد و هنوز هم از آن در سطح وسیعی استفاده می‌شود. آشکارسازی تغییرات در سنجش‌ازدور فناوری بسیار مفیدی است که می‌توان آن را برای به دست آوردن لایه‌های اطلاعاتی از خاک و پوشش گیاهی به کاربرد (آدامچوک و همکاران، ۲۰۰۳). بر همین اساس، بسیاری از پژوهشگران برای بررسی وضعیت پوشش گیاهی، از داده‌های سنجش‌ازدور استفاده کرده‌اند و این روش را برای این نوع از مطالعات مناسب می‌دانند.

به دو روش می‌توان از داده‌های سنجش‌ازدور برای پیش‌بینی عملکرد محصول استفاده کرد. روش اول، بر الگوهای رشد گیاهی تکیه می‌کند و به داده‌های کشاورزی و هواشناسی نیاز دارد. در روش دوم، براساس شاخص‌های گیاهی مثل شاخص گیاهی نرمال‌شده[2]، می‌توان عملکرد گیاه را ارزیابی کرد. این شاخص ازجمله شاخص‌های جهانی است که برای تهیه دائمی اطلاعات مکانی و زمانی پوشش گیاهی استفاده می‌شود (ماتسوشیتا و همکاران، ۲۰۰۷ و پتورلی و همکاران، ۲۰۰۵). مقدار این شاخص بین اعداد ۱+ تا ۱- متغییر است. شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته[3] نیز شاخصی است که درباره تغییرات مکانی و زمانی پوشش گیاهی اطلاعات کاملی ارائه می‌کند و بسیاری از عوامل ایجاد ناخالصی در شاخص گیاهی نرمال‌شده مانند اثرات زمینه خاک و گردوغبار برجای‌مانده بر روی پوشش گیاهی را کاهش می‌دهد. اما نمی‌تواند اثرات جای‌نگاری[4] را برطرف کند (ماتسوشیتا و همکاران، ۲۰۰۷ و پتورلی و همکاران، ۲۰۰۵). شاخص گیاهی نرمال‌شده درباره ساختار موجود گیاهان و میزان نورساخت[5] آن‌ها اطلاعات مفیدی ارائه می‌دهد که با آن می‌توان مشکلات کشاورزی را یافت و سریعاً به آن رسیدگی کرد.

راوت (۲۰۱۳) با استفاده از شاخص ساخت‌وساز تفاضلی نرمال‌شده ، شاخص گیاهی نرمال‌شده[6] و شاخص آب تفاضلی

1. Physiology
2. Normalized difference vegetation index(NDVI)
3. Enhance vegetation index (EVI)
4. Topography
5. Photosynthesis
6. Normalized Difference build-up index(NDBI)

نرمال‌شده[1] و روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال، تغییرات پوشش اراضی را با روش‌های سنجش‌ازدور در شهر رمنگر در ایالت اوتاراکند هند بررسی کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که در طول دو دهه گذشته، منطقه انسان‌ساخت و نوار شن و ماسه در منطقه شهر رمنگر به ترتیب درحدود ۸/۸۸ و ۳/۹۸ درصد افزایش یافته درحالی‌که سایر کاربری‌های پوشش گیاهی، اراضی کشاورزی و آب به ترتیب ۹/۴۱، ۰/۶۹ و ۲/۷۶ درصد کاهش داشته است.

شاخص گیاهی نرمال‌شده، امکان مطالعه درباره گسترش مکانی و زمانی اجتماعات پوشش گیاهی، زیست‌توده گیاهی، جریان دی‌اکسید کربن، کیفیت پوشش گیاهی برای گیاه‌خواران و میزان توسعه تخریب خاک در زیست‌بوم‌های متنوع را فرآهم می‌آورد. برای کمی‌کردن تولید خالص سالانه در مقیاس‌های جهانی و متفاوت و تفکیک پوشش گیاهی در مقیاس‌های قاره‌ای و جهانی، می‌توان از این شاخص استفاده کرد.

اهمیت تولید پنبه و حفظ آن در تناوب زراعی بر کسی پوشیده نیست. سطح زیر کشت پنبه در کشور در سال ۱۳۹۹ حدود ۹۰ هزار هکتار برآورد شده است. در حال حاضر ۱۸ استان کشور پنبه تولید می‌کنند. استان‌های خراسان رضوی، گلستان، فارس و خراسان جنوبی، مقام‌های اول تا چهارم در برداشت پنبه کشور هستند (طالبی و میرباقری، ۱۳۹۶). با توجه به شرایط آب و هوایی استان گلستان و زمان برداشت گندم می‌توان بعد از گندم، پنبه را در تناوب زراعی قرار داد اما طولانی بودن دوره رشد پنبه‌های دورگه و برخورد با سرمای زودرس پاییزه و قیمت بالای بذر آن، مانع مهمی در بهره‌مندی از مزایا و کیفیت خوب الیاف پنبه دورگه است. توسعه کشت نشایی و استفاده از ماشین کارنده، مصرف بذر پنبه را تا یک‌پنجم کاهش داده است. با این روش، از خسارت آفاتی مانند اگروتیس و تریپس و آفات اول فصل جلوگیری شده و تراکم مطلوب تضمین می‌شود.

بررسی منابع داخلی نشان داد که درزمینه پردازش تصویر در محصول پنبه تاکنون هیچ پژوهشی انجام نشده و شاید این مقاله اولین پژوهش در این زمینه باشد. اما در سایر کشورها، درزمینه تخمین عملکرد مزرعه پنبه، تعیین سطح زیرکشت پنبه و تعیین خسارت مزرعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پژوهش‌هایی انجام شده است. در کشورهای توسعه‌یافته استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یکی از ارکان پایش کیفیت محصول، ره‌گیری آفات و بیماری‌های پنبه است. برای نمونه، در بررسی پایش پوسیدگی ریشه با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل ـ ۲، از سری زمانی شاخص گیاهی نرمال‌شده استفاده شد. همبستگی بین تغییرات شاخص گیاهی و توسعه بیماری پوسیدگی پنبه در مراحل مختلف نورساختی پنبه، بین ۰/۷۹۱ تا ۰/۹۶۹ بوده است (وو و همکاران، ۲۰۱۸). نوع دیگری از پژوهش‌ها که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌شود، تهیه نقشه‌های الگوی کشت است. در پژوهشی برای تعیین مناطق زیرکشت پنبه، ال‌شماری و همکاران (۲۰۲۰) با کمک شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده و استفاده از تصاویر ماهواره لندست و با کمک هوش مصنوعی و درخت تصمیم‌گیری تصادفی، توانستند نواحی کشت پنبه در مناطق شرقی استرالیا را به‌خوبی شناسایی کنند. تخمین عملکرد مزارع پنبه یکی دیگر از کاربردهای استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است. دالیسوز و همکاران(۲۰۰۱) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نوا[2] و شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده، توانستند میزان عملکرد محصول پنبه را در حد قابل قبولی تخمین بزنند.

در پژوهش حاضر، شاخص گیاهی نرمال‌شده در محصول پنبه بررسی و داده‌های ماهواره‌ای با نتایج مزرعه‌ای مقایسه شده است. این پژوهش در سطح ۳۰ هکتار در مزرعه نمونه ارتش واقع در شهر انبار الوم استان گلستان در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. شکل ۱ تصویر ماهواره‌ای این مزرعه را در تیرماه ۱۳۹۸ نشان می‌دهد. سه رقم بذر دورگه پنبه (۹۳۱، ۹۳۲ و ۹۳۳) به‌صورت نشایی در قطعات وسیع در مزرعه کشت شد. این پژوهش در اوایل اردیبهشت با تعیین محل خزانه، تهیه سینی نشا، خاک الک

1. Normalized difference water index (NDWI)
2. NOAA/AVHRR

شـده و کود دامی پوسیده شروع شـد. پس از پرکردن سینی نشا با خاک مناسـب و آبیاری آن‌ها با مناسب شدن رطوبت سینی‌ها، بذور دورگه به‌صورت دو دانه در هر خانه در سینی‌ها کشت شد و به مدت یک ماه در خزانه نگهداری شدند.

شکل ۱. نقشه هوایی مزرعه در تیرماه ۱۳۹۸

از اواخر خردادماه کار انتقال نشـاها به زمین اصلی با استفاده از نشـاکار آغاز شـد. برای اسـتقرار نشـا در زمین حتماً بعد از نشـاکاری باید زمین آبیاری سـبک شـود. ازآنجایی‌که سامانه آبیاری تحت‌فشـار در قطعه آزمایش فعال بـود، بلافاصله بعد از پایان نشـاکاری هرروزه، آبیاری سـبک با سامانه انجام شد. پس از استقرار نشـاها، عملیات داشـت برای همه تیمارها یکنواخت بـود. در انتهای فصل و هم‌زمان با برداشـت، ارتفاع بوته، درصد غوزه‌های باز و بسـته روی بوتـه، وزن ۳۰ غوزه و برخی صفات ریخت‌شناسـی و عملکـردی اندازه‌گیری شـد. همچنین پس از برداشـت پلات‌ها در زمان برداشـت، کل مزرعه برداشت شد و عملکرد مزرعه‌ای هر تیمار محاسبه شد.

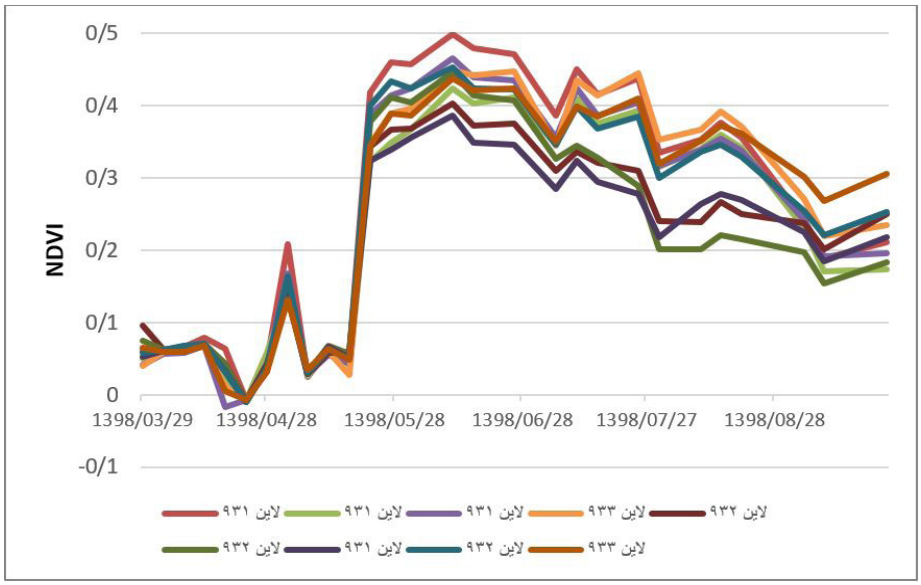
مزرعه پنبه در اواسـط آذرماه برداشت و نتایج عملکردی آن جمع‌آوری شد. قبل از برداشت نهایی زمین در تاریخ ۲۰ آبان از خطوط ۵ متری داده‌برداری شـد. پس از برداشـت نیز (۲۰ آذر) به مزرعه مراجعه و از خطوط ۵ متری داده‌برداری شـد. داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار آماری سـاس[1] تجزیه‌وتحلیل شد. برای بررسـی تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شـده از تصاویر ماهواره سـنتینل-۲ متعلق به اتحادیه فضایی اروپا اسـتفاده شـد. در این مطالعه از ۳ دوره تصویر میانگین ماهانه مهر، آبان و آذر اسـتفاده شد (شکل ۲). شاخص گیاهی نرمال‌شـده با استفاده از نرم‌افزار آنوی[2] برای هرماه محاسبه و برای تهیه نقشه از آرک‌جی‌آی‌اس[3] استفاده شد.

یافته‌ها

ردگیری نوسـانات شـاخص گیاهی نرمال‌شـده همـواره به ارزیابی سـلامت گیاه در مزارع کمک می‌کنـد. مهم‌ترین دلیل این قابلیت، همسـو بودن تغییرات این شـاخص با تنکردشناسی گیاه و به عبارت ساده با تغییرات رنگ‌دانه‌ها و سبزینگی پوشش گیاهی است. هرگونه تغییر در تنکردشناسی گیاه اعم از تنش‌های زنده و غیرزنده، تغییر مراحل رویشـی به زایشی و غیره به کمک شـاخص‌های پوشـش گیاهی قابـل‌درک اسـت. همان‌طور که

1. SAS
2. ENVI
3. ArcGIS

در شکل ۲ نشان داده شده است، در مراحل اولیه گیاه مقدار شاخص گیاهی نرمال‌شده کمتر از ۰/۱ ، نشان از عدم بسته‌شدن کانوپی پنبه و مراحل ابتدایی رویشی است. در تاریخ ۱۳۹۸/۵/۲ میزان شاخص گیاهی نرمال‌شده یک‌باره و به‌صورت ناگهانی رشد دارد. این تغییر ناگهانی را نمی‌توان به تغییر شدید پوشش گیاهی در زمان کوتاه نسبت داد، لذا با بررسی میدانی علت آن را می‌توان به ظهور انواع علف‌های هرز در مزرعه مرتبط دانست، به‌طوری‌که بعد از مدیریت علف‌های هرز با علف‌کش و وجین دستی، در تاریخ ۱۳۹۸/۵/۳ شدت شاخص گیاهی نرمال‌شده از ۰/۲ به حدود ۰/۰۵ کاهش یافت (شکل ۲). ارقام گوناگون در تکرارهای مختلف رفتارهای متفاوتی در نوسانات شاخص گیاهی نرمال‌شده نشان دادند، اما همه آن‌ها از الگوی تقریباً یکسان پیروی کردند. دامنه نوسانات شاخص گیاهی نرمال‌شده در مزارع پنبه بین صفر (کشت گیاه) تا ۰/۵ (در محله اتمام مرحله رویشی) است. براساس روند تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده، پنبه دورگه ۹۳۳ بهترین سبزینگی را در طول دوره کشت دارا بود (شکل ۲). رقم ۹۳۳ دیررس‌ترین رقم در این پژوهش بود. ازسوی‌دیگر رقم ۹۳۱ که کمترین شاخص گیاهی نرمال‌شده را به خود اختصاص داده است، زودرس‌ترین رقم است. با این روش می‌توان در مورد زودرسی ارقام پنبه اظهارنظر کرد.



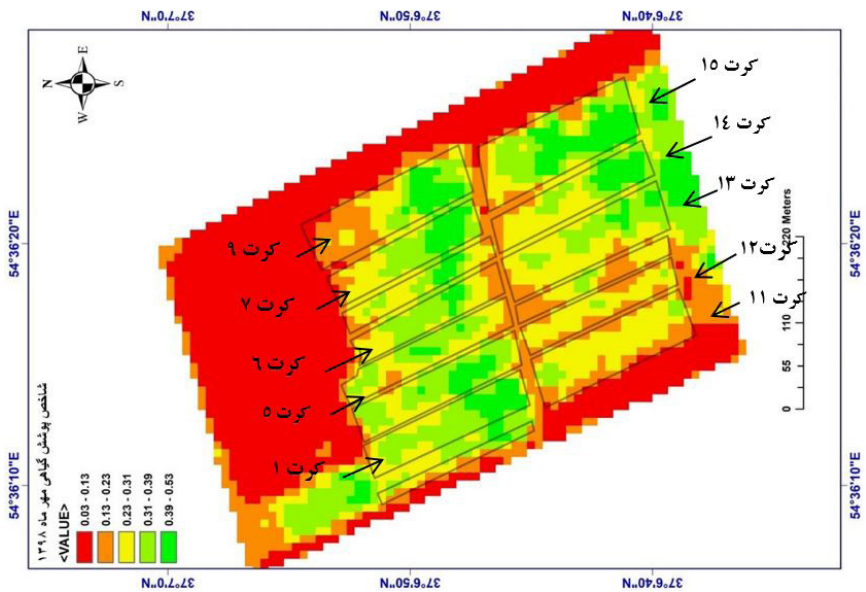
شکل ۲. تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده در طول فصل زراعی ۱۳۹۸ در مزرعه کشت نشایی انبارالوم

بررسی روابط بین تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده با میزان عملکرد محصول پنبه نشان داد که رابطه معناداری بین عملکرد ارقام مختلف پنبه و میانگین تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده وجود ندارد (p-value=۰/۰۵۸) (جدول ۱). بااین‌حال، رابطه معناداری بین عملکرد ارقام مختلف و تغییرات در دو ماه مهر و آبان وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. بررسی رابطه بین میزان تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده سه‌ماهه و عملکرد رقم‌های مختلف

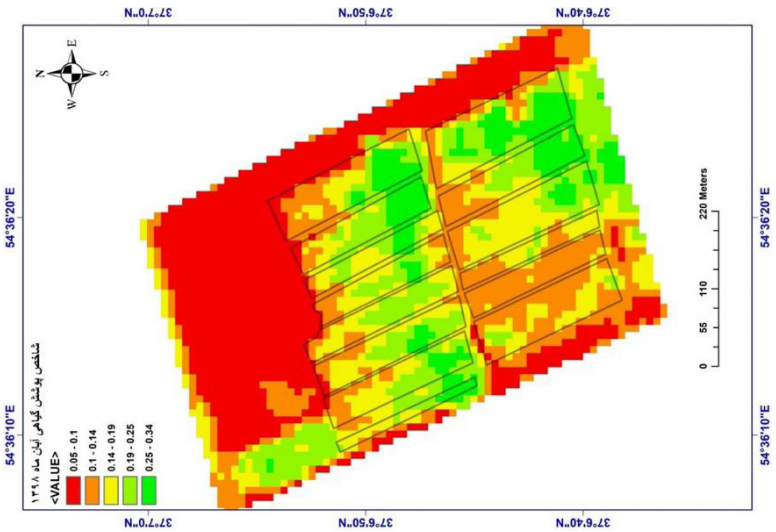
کرت	رقم	کل وش برداشت‌شده (کیلوگرم)	سطح برداشت‌شده (مترمربع)	عملکرد (کیلوگرم بر هکتار)	شاخص گیاهی نرمال‌شده		
					مهر	آبان	آذر
۱	۹۳۲	۸۴۹	۲۴۰۰	۳۵۳۷/۵	۰/۳۱۱	۰/۲۱۶	۰/۱۶۷
۵	۹۳۲	۱۰۰۵	۹۶۰۰	۱۰۴۶/۹	۰/۳۷۲	۰/۱۹۸	۰/۱۵۹
۶	۹۳۱	۷۷۱	۸۰۰۰	۹۶۳/۸	۰/۳۴۳	۰/۱۹۵	۰/۱۳۵
۷	۹۳۱	۱۱۱۰	۸۰۰۰	۱۳۸۷/۵	۰/۳۳۴	۰/۱۹۶	۰/۱۴۹
۹	۹۳۳	۹۹۱	۱۰۰۰۰	۹۹۱	۰/۳۸۰	۰/۲۴۲	۰/۱۸۴
۱۱	۹۳۲	۱۲۲۳	۱۴۰۰۰	۸۷۵	۰/۲۸۹	۰/۱۶۱	۰/۱۷۴
۱۲	۹۳۲	۱۴۸۵	۸۸۰۰	۱۶۸۷/۵	۰/۲۸۲	۰/۱۳۲	۰/۱۳۲
۱۳	۹۳۱	۱۵۵۱	۴۸۰۰	۳۲۳۱/۳	۰/۲۵۵	۰/۱۵۹	۰/۱۴۵
۱۴	۹۳۲	۱۲۸۵	۱۳۲۰۰	۹۷۳/۵	۰/۳۱۷	۰/۱۹۴	۰/۱۶۸
۱۵	۹۳۳	۸۷۶	۱۰۴۰۰	۸۴۲/۳	۰/۳۲۸	۰/۲۱۱	۰/۲۲۲

این یافته نشان می‌دهد که شاخص مذکور را می‌توان به‌عنوان یک عامل مؤثر در ارزیابی و مقایسه عملکرد استفاده کرد. شکل ۳، ۴ و ۵ میانگین شاخص گیاهی نرمال‌شده مزرعه پنبه را به ترتیب در مهر، آبان و آذرماه نشان می‌دهد. ارقامی که در آذرماه شاخص گیاهی نرمال‌شده بالاتری داشته باشند، ارقام دیرس‌تری هستند. رقم ۹۳۱ در آذرماه کمترین شاخص گیاهی نرمال‌شده را دارد که نشان‌دهنده زودرس‌تر بودن این رقم است. در شکل ۳ کرت ۶، ۷ و ۱۳ که رقم ۹۳۱ است، دارای بهترین سبزینگی و بالاترین شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه است. اما در شکل ۵ دیده می‌شود که این کرت‌ها دارای کمترین شاخص گیاهی نرمال‌شده هستند. کرت ۹ در شکل ۵ دارای بیشترین سبزینگی (بیشترین شاخص گیاهی نرمال‌شده در آذرماه) است و نشان می‌دهد که این رقم در آذرماه که اواخر فصل برداشت پنبه است هنوز سبز بوده و در حال فعالیت برای رساندن غوزه‌های سبز است. در جدول ۱ این رقم در هر سه ماه دارای بیشترین شاخص گیاهی نرمال‌شده است.

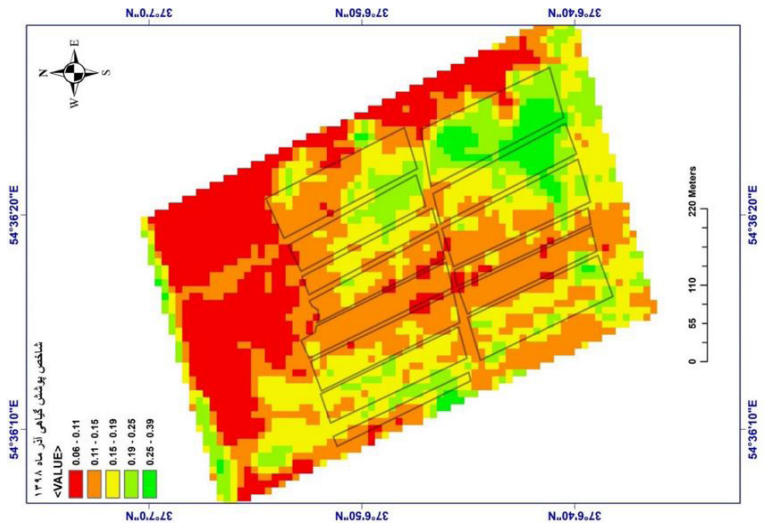


شکل ۳. نقشه میانگین شاخص گیاهی نرمال‌شده مهرماه در مزارع نشایی پنبه

با توجه به نقشه‌های تهیه‌شده شاخص گیاهی نرمال‌شده بهترین ماه برای بررسی عملکرد ارقام میانگین تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده ماه مهر بود (شکل ۳). همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، کرت‌هایی با رنگ سبز روشن سبزینگی بالایی دارند که در حقیقت مقدار عددی بالای شاخص گیاهی نرمال‌شده آن‌هاست. هرچه این رنگ به سمت زرد تا قهوه‌ای و قرمز میل نماید، نشان‌دهنده کاهش مقدار عددی شاخص گیاهی نرمال‌شده است. کرت‌هایی که در مهرماه بالاترین سبزینگی (مقدار بالای شاخص گیاهی نرمال‌شده) را داشتند، در طی دو ماه آتی نیز سبزینگی را حفظ می‌کنند و نهایتاً انتظار می‌رود عملکرد آن‌ها نیز افزایش یابد (شکل ۴ و۵).

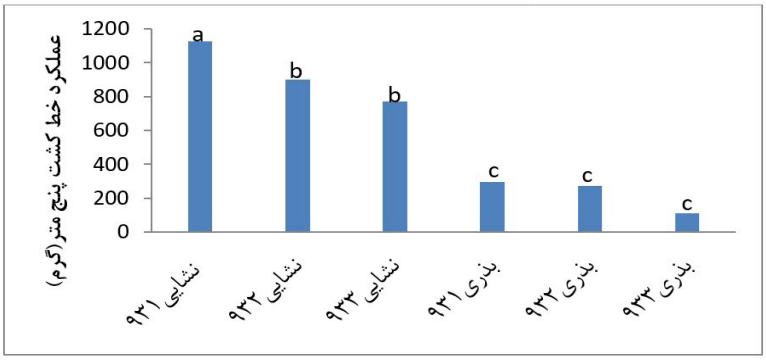


شکل ٤. نقشه میانگین شاخص گیاهی نرمال‌شده آبان ماه در مزارع نشایی پنبه



شکل ٥. نقشه میانگین شاخص گیاهی نرمال‌شده آذرماه در مزارع نشایی پنبه

از مقایسه عملکرد ارقام در شکل ۶ می‌توان حدس زد که رقم ۹۳۱ در بین این دورگه‌ها زودرس‌ترین و رقم ۹۳۳ دیررس‌ترین دورگه هستند. براساس روند تغییرات شاخص گیاهی نرمال‌شده، پنبه دورگه ۹۳۳ بهترین سبزینگی را در طول دوره کشت دارا بود. رقم ۹۳۳ دیررس‌ترین رقم در این پژوهش بود و به همین دلیل در تاریخ ۲۰ آذر کمترین غوزه بازشده و درنتیجه کمترین عملکرد را داشته است (شکل ۶). ازسوی‌دیگر، رقم ۹۳۱ که کمترین شاخص گیاهی نرمال‌شده را به خود اختصاص داده است، زودرس‌ترین رقم است و بیشترین غوزه بازشده و بیشترین عملکرد را داشته است.



شکل ٦. مقایسه میانگین عملکرد خطوط پنج‌متری در تیمارهای مختلف در تاریخ ۱۳۹۸/۸/۲۰

جمع‌بندی و توصیه‌ها

بخش‌های مختلف یک زمین پنبه‌کاری شده، دارای نیازهای متفاوت است. بنابراین باید با هریک از واحدها متناسب با نیاز آن واحد رفتار کرد. با کمک تصاویر ماهواره‌ای و در سامانه کشاورزی دقیق، نهاده‌های کشاورزی مانند سم‌ها، کودهای شیمیایی، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها در هر بخش متناسب با نیاز آن بخش، برای محصول پنبه استفاده خواهد شد. یکی از شاخص‌های مناسب برای تعیین زمان برداشت محصول پنبه، شاخص گیاهی نرمال‌شده است.

بررسی مقادیر شاخص گیاهی نرمال‌شده در زراعت پنبه نشان می‌دهد که این شاخص طی دوره مهر، آبان و آذرماه در حال کاهش است. مهرماه آغاز فصل برداشت پنبه و پایان دوره رشد پنبه است. هر رقم پنبه که در آذرماه دارای سبزینگی بیشتری باشد (شاخص گیاهی نرمال‌شده بیشتری داشته باشد) به این معنی است که این رقم هنوز به پایان دوره رشدی خود نرسیده و به عبارتی این رقم دیررس است.

با توجه به نقشه‌های تهیه‌شده، شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه، بهترین زمان برای بررسی عملکرد ارقام پنبه است. درصورتی‌که شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه به حدود ۰/۳۱۰ یا کمتر از این مقدار برسند زمان برداشت پنبه فرا رسیده است. با استفاده از تصاویر ماهواره و تعیین شاخص گیاهی نرمال‌شده در مهرماه می‌توان مزارعی که آماده برداشت هستند را شناسایی و برای برداشت آن‌ها برنامه‌ریزی کرد.

منابع

سایت شرکت کشتیار (۱۴۰۲). https://keshtyaar.ir

علیپور، فرید؛ آق‌خانی، محمدحسین؛ عباسپورفرد، محمدحسین؛ سپهر، عادل (۱۳۹۳). تفکیک محدوده و تخمین سطح زیر کشت محصولات کشاورزی به کمک تصاویر ماهواره ای. *نشریه ماشین‌های کشاورزی*، جلد۴، شماره۲. ۲۴۴-۲۵۴.

نوروزیه، ش. (۱۳۹۶). *مقایسه کشت نشایی با کشت بذری در پنبه دورگه ۹۳۳*. گزارش نهایی طرح مصوب به شماره: ۹۶۰۷۰۲-۰۰۸-۰۷۵۳-۰۷-۳. موسسه تحقیقات پنبه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

Adamchuk, V.I., Perk, R.L, & Schepers, J. S, 2003. Applications of remote sensing in site-specific management, *University of Nebraska Cooperative Extension Publication EC*, (2003): 03-702.

Alavi Panah, S., 2013. *Application of Remote Sensing in Earth Sciences (Soil Science)*, Fourth Edition, Tehran University Press, P:500.

Al-Shammari D, Fuentes I, M. Whelan B, Filippi P, F. A. Bishop T. Mapping of Cotton Fields Within-Season Using Phenology-Based Metrics Derived from a Time Series of Landsat Imagery. *Remote Sensing*. 2020; 12(18):3038. https://doi.org/10.3390/rs12183038.

Dalezios NR, Domenikiotis C, Loukas A, et al (2001) Cotton yield estimation based on NOAA/AVHRR produced NDVI. *Phys Chem Earth*, Part B Hydrol Ocean Atmos 26:247–251. https://doi.org/10.1016/S1464-1909(00)00247-1.

Matsushita, B., Wei, Y, Jin, C, Yuyichi, O, & Guoyn, Q, 2007. *Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density Cypress forest, Sensors*, www.mdpi.org/sensors.

Pettorelli, N., Vik, J.O, Mysterud, A, Gaillard, J.M, Tucker, C.J, & Stenseth, N.C, 2005. Using the satellite –derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *J. Trends in ecology and evolution.* Vol:20, No:9.

Rawat, J.S., Biswas, V, & Kumar, M, 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 16 (2013): 111-117.

Wu, M., Yang, C., Song, X. et al. Monitoring cotton root rot by synthetic Sentinel-2 NDVI time series using improved spatial and temporal data fusion. *Sci Rep 8*, 2016 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-20156-z

Agricultural Information sciences and Technology
Volume 6, Issue 1, Serial Number 11, Spring and Summer 2023
jaist.areeo.ac.ir

Application of satellite images in cotton cultivation

Shahram Nowrouzieh[1], Mahmud Jokar[2]
1-Faculty member of Cotton research institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Gorgan ,Iran.
(Corresponding Author). Email: s.nowrozieh@areeoac.ir.
2- Faculty member of Cotton research institute of Iran, Agricultural Research Education and Extension Organization, Gorgan ,Iran.
Email: m.jokar@areeo.ac.ir

Abstract
Remote sensing technology is a tool for agricultural studies that utilizes visible and non-visible light images and information obtained from devices such as satellites and drones. These images are processed and analyzed through software to create practical and comprehensible maps for farmers. In this article, satellite images were used to monitor the cultivation of cotton fields. For this purpose, three hybrid cotton seed varieties were cultivated in two different planting methods, transplanting and direct seeding and the growth stages of both cultivation methods were monitored using satellite images. The hybrid seeds 932 ,931, and 933 were used in this research, conducted on a -30hectare scale. Monitoring fluctuations of indices such as the normalized vegetation index (NDVI) significantly contributes to assessing plant health in the fields. The main reason for this capability is the correlation between changes in this index and plant physiology, specifically the variations in pigmentation and greenness of the vegetation. Based on the trend of changes in NDVI, hybrid cotton variety 933 exhibited the best greenness throughout the growth period. Variety 933 was the latest-maturing variety. On the other hand, variety 931, which had the lowest NDVI, was the earliest-maturing variety. The month of October is the optimal time to evaluate the performance of cotton varieties using the NDVI. If the NDVI in October reaches around 0.31 or less, it indicates that the cotton harvest time has arrived. By utilizing satellite images and determining the normalized vegetation index in October, it is possible to identify fields that are ready for harvest and plan accordingly. The normalized vegetation index in October can also provide insights into the early maturity of cotton varieties.

Keywords: cotton, remote sensing, yield, earliness, satellite images.