

تصویربرداری چند طیفی پهپاد جهت ارزیابی وضعیت رشد مزارع گندم و کلزا

صلاح معتمدی: کارشناس به زراعی مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه های روغنی

مقدمه

تولیدات کشاورزی به پاسخ سوالاتی مانند نوع ترکیبات زمین، آب، مواد خام مانند کودها، ماشین‌آلات و فناوری‌ها برای تولید حداکثر مواد غذایی و الیاف مربوط می‌شود. در کشور بلغارستان، کشاورزان به صورت گسترده از فناوری‌های رایج مربوط به استفاده از مقادیر زیاد کودها و همچنین عملیات آماده‌سازی خاک استفاده می‌کنند. برخی از کشاورزان با بررسی و بهینه‌سازی مواد اولیه کاربردی در مزرعه، بهبود عملکرد، افزایش کیفیت تولید و حفظ محیط زیست، به سمت کشاورزی دقیق گرایش پیدا کرده‌اند. استفاده از پهپادهای بدون سرنشین به طور گسترده‌ای در کشاورزی دقیق توسعه یافته و از تصاویر چند طیفی از زمین و محصولات گرفته تا سمپاشی و کاشت محصولات مختلف، کاربرد و توسعه آنها روز به روز محبوبیت بیشتری پیدا کرده و با استفاده از سنسورها و تجهیزات اضافی، این فناوری به کشاورزان در جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب کمک می‌کند. مطالعات سنجش از دور را می‌توان در مقیاس منطقه‌ای به کار برد. بسته به مجموعه داده‌های اعتبارسنجی از تصاویر ماهواره‌ای و منطقه مورد مطالعه، دقت کلی این روش از ۷۴ تا ۹۵ درصد پس از پردازش تصاویر مزرعه و تعیین نوع محصول می‌باشد. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری و مورد استفاده در زمینه سنجش تصاویر ماهواره‌ای از محصولات مختلف، شاخص $NDVI^1$ (شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی) است که از اندازه‌گیری نور بازتاب شده از مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک بدست آمده و به عنوان روش اندازه‌گیری غیرمستقیم بیومس و عملکرد محصولاتی مانند گندم استفاده می‌شود.

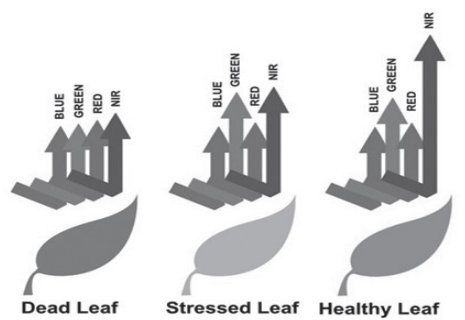
طبق مطالعات گذشته بررسی تراکم گیاهی در شاخص پوشش گیاهی ($NDVI$) و همبستگی بین تراکم پوشش گیاهی و $NDVI$ دارای ضریب تعیین $R^2=0.86$ بود. مطالعات انجام شده بر روی رابطه بین $NDVI$ و عملکرد گندم، همبستگی بسیار نزدیکی بین ضریب تعیین $R^2=0.83$ نشان داده است. مطالعات بر همبستگی بین تراکم پوشش گیاهی و $NDVI$ نیز روی دانه روغنی کلزا نیز به همین صورت انجام شده و بهترین عملکرد از طریق پویایی رشد فصلی، با بالاترین ضریب تعیین ($R^2 = 0.77$)، مشخص شده است. استفاده از شاخص پوشش گیاهی و داده‌های ماهواره‌ای چندگانه مکانی، می‌تواند به طور قابل توجهی زیست توده سطح زمین را در طول مراحل رشد کلزای زمستانی برآورد کرده و برای نقشه‌برداری تنوع رشدی کلزا در شرایط متفاوت آب و هوایی استفاده کرد. شاخص $NDVI$ را می‌توان برای به دست آوردن نتایج بهتر در مطالعات کشاورزی اصلاح کرد.

مواد و روش‌ها

در مزارع گندم و کلزا در مناطق شمالی کشور بلغارستان اثر بخش روش‌های مشاهده چند طیفی مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت. این مطالعه بخشی از یک مطالعه بلند مدت بوده که نتایج سال اول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته بود. این بررسی بیشتر برای شناسایی زمین‌های مشکل دار از لحاظ میزان شیب و همچنین فقیر بودن زمین از لحاظ درصد مواد غذایی بود که توسط استفاده از تصاویر چند طیفی حاصل از ماهواره‌ها در دسترس قرار می‌گیرد. اثر بخش روش‌های چند طیفی به وسیله پهپادها در محصولات گندم و کلزا در ماه اکتبر در مناطق شمالی کشور بلغارستان مورد استفاده قرار گرفت. جهت انجام این کار از پهپاد تصویر برداری شرکت دی‌جی‌آی (DJI Matrice 600 Pro) با ارتفاع پرواز ۱۲۰ متر از سطح زمین استفاده شد. پهپاد مجهز به ۵ کانال چند طیفی جهت سنجش سطح سبز مزرعه بوده و با استفاده از دوربین Parrot Sequoia، ۱۶ مگاپیکسلی و شامل چهار باند سبز

¹ Normalized Difference Vegetation Index

(۵۵۰ نانومتر)، قرمز (۶۶۰ نانومتر)، لبه قرمز (۷۳۵ نانومتر) و مادون قرمز نزدیک (۷۹۰ نانومتر) بود. جهت از بین بردن خطای ناشی از تغییرات شدت نور خورشید بسته به زمان و شدت ابر در آسمان از سنسور نور آفتاب در این دوربین استفاده شد. بطور کلی بر اساس بررسی های صورت گرفته، گیاهان سالم عموماً بازتاب بیشتری در ناحیه نور مادون قرمز نزدیک نسبت به گیاهان بیمار و تحت تنش داشته (شکل ۱) که از آن می توان برای تشخیص بوته های سالم نسبت به بیمار استفاده کرد. در سنجش از راه دور، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) یک شاخص عددی بوده که با استفاده از نواحی مرئی و مادون قرمز نزدیک، طیف الکترومغناطیسی برای تجزیه و تحلیل پوشش گیاهی و قدرت پوشش گیاهی استفاده می شود. به طور معمول، پوشش گیاهی سالم بخش زیادی از نور مرئی تابشی بر روی گیاه را جذب کرده و قسمت اعظم نور مادون قرمز مجاور را منعکس می کند و برعکس پوشش گیاهی آسیب دیده یا دارای تراکم کم، بیشتر نور مرئی را منعکس و نور مادون قرمز نزدیک را جذب می کند که از بررسی اختلاف در میزان جذب نورهای مختلف می توان سطح سبز مزرعه را در دوره های رشدی مختلف بررسی کرد.



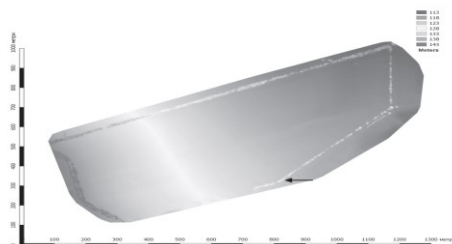
شکل ۱. تصویر شماتیک توانایی انعکاس طیف های نوری مختلف در پوشش گیاهی غیرزنده، تحت تنش و سالم (Agribotix.com)

به طور کلی شاخص پوشش گیاهی NDVI، نور مادون قرمز نزدیک (NIR) و قرمز (RED) را مقایسه کرده و برای اندازه گیری پوشش گیاهی سالم و سبز در طیف وسیعی از شرایط بسیار مناسب می باشد. خاک و گیاهان خشک دارای شاخص NDVI کمتر از ۰.۳۰ بوده و گیاهان سالم معمولاً دارای شاخص NDVI بیش از ۰.۷۵ هستند. در این بررسی از برنامه Image Color Summarizer برای تعیین درصد منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ و منطقه با NDVI کمتر از ۰.۷ استفاده شد.

نتایج

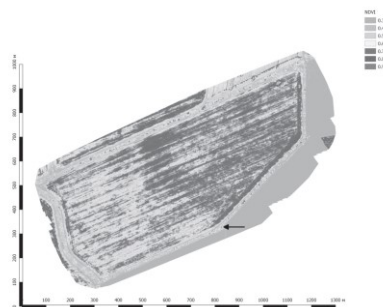
بلغارستان یکی از مهم ترین تولید کنندگان گندم در اتحادیه اروپا به شمار می رود که با استفاده از سیاست های حمایتی اتحادیه اروپا، از تولید کنندگان خود حمایت میکند. اما به رغم حمایت های دولت، در پی وقوع خشکسالی و کاهش میزان تولید قیمت آن در کشور نوسان زیادی دارد. بدین جهت بررسی عوامل تاثیر گذار در کاهش میزان تولید می تواند راهی برای برون رفت از شرایط موجود در کشور باشد.

در بررسی صورت گرفته مزرعه اول گندم بوده که در مرحله پنجه زنی قرار داشته و سطح سبز مناسب و رشد خوبی نشان داد. بر اساس نتایج به دست آمده زمین را می توان به دو بخش عمده شرقی و غربی تقسیم کرد. در قسمت شرقی گندم رشد بهتری داشته و محدوده NDVI از ۰.۷ تا ۰.۸ است. تراکم گیاهی مناسب و پیشروی در مراحل رشد بوته های گندم در این ناحیه از دلایل مهم این امر می باشد. شیب این منطقه از ۱۱۳ تا ۱۴۳ نانومتر متغیر بوده و این امر می تواند به یکی از دلایل پیش نیاز برای گسترش فرآیندهای فرسایش از غرب به شرق بر اساس نقشه DEM (مدل رقومی ارتفاع) باشد (شکل ۲).



شکل ۲. مدل رقومی ارتفاع (DEM) مزرعه گندم مورد مطالعه (نشان دهنده اطلاعات ارتفاعی سطح زمین)

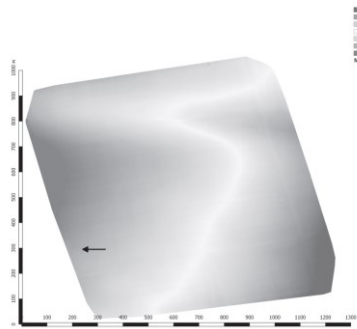
بر اساس بررسی های صورت گرفته عواملی مانند فرسایش مواد خاک، حرکت آب و کودها باعث تجمع مواد مغذی و آب در شرق مزرعه شده که این امر دلیل اصلی تفاوت در میزان رشد گندم در هر دو قسمت مزرعه می باشد. کاشت در شیب صورت گرفته که باعث افزایش بیشتر فرسایش زمین می شود. در قسمت غربی زمین، NDVI بین ۰.۶-۰.۷ متغیر بوده که این میزان کاهش در محدوده ۰.۱ است. مساحت منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ میزان ۶۳.۳٪ و منطقه با NDVI پایین تر نیز ۳۶.۷٪ است. پیش بینی می شود که عملکرد در بخشی از مزرعه با NDVI کمتر از ۰.۷ به میزان حدود ۲۰-۳۰ درصد کاهش یابد. جهت استفاده از کودهای سرک در بهار، قبل از رشد رویشی زیاد بوته ها باید نمونه های خاک و گیاه جهت تعیین میزان استفاده از این کودهای نیتروژن به آزمایشگاه منتقل شود. (شکل ۳).



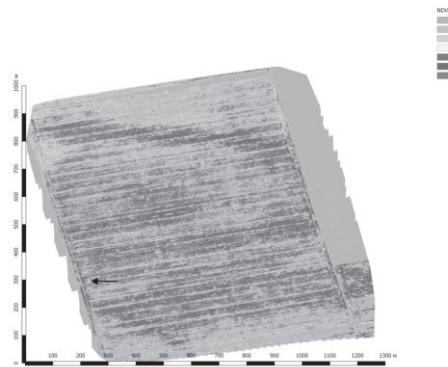
شکل ۳. نمایه نقشه NDVI در مزرعه گندم

مزرعه دوم مورد بررسی کلزا بوده که دارای شیب ۱۰۳ تا ۱۰۷ نانومتر بود.. این میزان شیب به عنوان یکی از عوامل مهم در افزایش میزان فرسایش از قسمت شرق به غرب بر اساس مدل رقومی ارتفاعی (DEM) می باشد (شکل ۴). بذرکاری به دلیل کشت ضعیف و عدم آماده سازی مناسب قبل از کاشت از کیفیت خوبی برخوردار نبوده و همین امر سبب کاهش رشد رویشی و شاخص سطح برگ شد. NDVI مزرعه مورد بررسی برابر با ۰.۸ بوده و در مرحله رزت (۶-۷ برگی) قرار داشت.. مقادیر شاخص سطح برگ پایین تر از ۰.۶ تا ۰.۷ مربوط به بوته های کلزای با رشد ضعیف به دلیل تاخیر در جوانه زنی و یا دلایل دیگر بود (شکل ۵). از سایر دلایل می توان به ریزش محصول قبلی (گندم) در هنگام برداشت (همراه با کاه و کلش) و در جهت امتداد حرکت کمباین بوده که به ۲ صورت مشخص در زمین قابل مشاهده بود. به این دلیل در بین بوته های کلزا، مقداری گندم رشد کرده بود. وجود باقیمانده کاه و کلش

گندم در خاک و مقدار زیاد بذر گندم اجازه کاشت و جوانه زنی بذور کلزا را نداده بود. این نقاط با میزان NDVI برابر با ۰.۵-۰.۶ شناسایی می شود.



شکل ۴. مدل رقومی ارتفاعی (DEM) مزرعه مورد مطالعه زیر کشت کلزا (نشان دهنده اطلاعات ارتفاعی سطح زمین)



شکل ۵. شاخص نقشه NDVI در مزرعه کلزا

زمین زراعی مورد بررسی را می توان به دو بخش شمالی کوچکتر و جنوبی با مساحت بیشتر تقسیم کرد. به طور کلی در تمام قسمت های زمین کمبود فسفر وجود داشت ولی در قسمت شمالی این کمبود شدیدتر بود. از نشانه های کمبود فسفر علائم بانقطه های کمرنگ و یا خطوط کشیده در روی برگ بود. شاخص سنجش سطح برگ (NDVI) به شدت به ۰.۷ کاهش یافته و این به دلیل تراکم پایین بوته های کلزا بوده که دارای تاخیر در رشد هستند. بر روی برگ های قدیمی این کمبود به صورت رنگ صورتی مایل به بنفش روشن دیده شده که ناشی از سوء تغذیه نامتعادل فسفر حاصل از فرآیندهای فرسایش خاک مزرعه و ظاهر شدن افق های پایینی خاک به سطح خاک بود. کاشت در امتداد شیب سبب فرسایش بیشتر زمین شده بود. در مزرعه کلزا نیز مساحت منطقه با NDVI بالاتر از ۰.۷ با ۵۸.۱٪ و منطقه با NDVI پایین تر از ۰.۷ با ۴۱.۹٪ بود. پیش بینی می شود که عملکرد در قسمتی از مزرعه با NDVI کمتر از ۰.۷ حدود ۳۰-۲۰ درصد کاهش یابد. دو مرحله کوددهی قبل از افزایش پوشش گیاهی در بهار لازم است که پس از نمونه برداری جداگانه از خاک در هر دو منطقه باید استفاده گردد.

منبع

Stoyanova, M. Kandilarov, A. Koutev, V. Nitcheva, O. and Dobрева, P(2021). Unned drommultispectral imaging for assessment of wheat and oilseed rape habitus. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 27 (No 5) 2021, 875-879