دوازدهمین کنگره ملی
مهندسی مکانیک بیوسیستم
و مکانیزاسیون ایران
دانشگاه شهید چمران اهواز ۱۶ - ۱۸ بهمن ماه ۱۳۹۸
دانشگاه شهید چمران اهواز
انجمن مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

تخمین پوشش گیاهی محصول سیر با استفاده از حسگر مجاورتی GreenSeeker

مهران هاشمی جوزانی[۱]، حسین باقرپور[۲،*] جواد حمزه‌ئی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان(hashemi6284@gmail.com)
۲. استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان (h.bagherpour@basu.ac.ir)
۳. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (j.hamzei@basu.ac.ir)

چکیده

گیاه سیر از جمله محصولاتی است که برای رشد و نمو به کود نیتروژنی (N) مناسبی در طول دوره رشد خود نیاز دارد. از آنجائیکه میزان نیاز کودی گیاه می‌تواند رابطه مستقیمی با مقدار سطح برگ داشته باشد بنابراین با اندازه‌گیری شاخص سطح برگ می‌توان میزان کود مور نیاز محصول، سلامتی گیاه و میزان رشد آن را نیز برآورد کرد. بدین روش می توان از هدررفت کود N و در نتیجه بروز ضررهای اقتصادی و محیط زیستی پیشگیری کرد. یکی از روش‌های غیر مخرب برای بررسی میزان سبزینگی گیاه استفاده از شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) بدست آمده از حسگر GreenSeeker (GS) می‌باشد. از آنجائیکه شاخص سطح پوشش گیاهی با میزیان سبزینگی توده گیاهی و میزان نیتروژن داده شد به گیاه رابطه مستقیمی دارد بنابراین بهره گیری از این حسگر در اندازه گیری سطح برگ محصول می تواند راهگشای خوبی برای بررسی سلامتی و سطح نیتروژن گیاه باشد. در نتیجه تخمین سطح توده گیاهی با استفاده از شاخص NDVI هدف اصلی این پژوهش می‌باشند. در این پژوهش آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در ۳ تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام شد و از ۵ تیمار کودی N0، N50، N100، N150 و N200 استفاده گردید و شاخص سطح برگ (LAI) با استفاده از پردازش تصویر بدست آمده از کرت‌ها حاصل گردید. در تخمین سطح توده گیاهی، بهترین تابع جداسازی زمینه خاک از سطح برگ، تابع G-R بدست آمد. با تحلیل نتایج، بیشترین همبستگی بین دو شاخص NDVI و LAI برابر با ۰/۶۹ بدست آمد. نتیجه تحقیق نشان داد که حسگر GS در بعضی از مراحل رشد گیاه توانست ارتباط معنی داری با شاخص سطح پوشش گیاهی یا LAI داشته باشد.

کلمات کلیدی: *سیر، مدل‌سازی،* GreenSeeker*،* *NDVI*.

*نویسنده مسئول: h.bagherpour@basu.ac.ir

تخمین پوشش گیاهی محصول سیر با استفاده از حسگر مجاورتی GreenSeeker

مقدمه

گیاه سیر (*Allium sativum L.*)، جزو گیاهان مهم دارای مواد معدنی و خواص دارویی می‌باشد [۴]. استان همدان با تولید ۲۳۱۰۰تن در سال، یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان این محصول است [۶]. نیتروژن (N) یکی از مهم‌ترین مواد مغذی موردنیاز برای رشد گیاهان و تولید کلروفیل و محصول می‌باشد [۱۴]. مدیریت آن می‌تواند بر هر دو جنبه اقتصادی و زیست-محیطی تولید محصول اثر بگذارد [۱۰]. توصیه کودی این عنصر برای گیاه سیر، بایستی با دقت مطلوبی مد نظر قرار گیرد، زیرا با استفاده نامناسب از آن و تأخیر در عملکرد سیرچه، می‌تواند کاهش عملکرد اقتصادی را به دنبال داشته باشد [۳]. روش‌های مختلفی برای سنجش کمبود N در محصولات وجود دارد، از جمله: وسایل غیرمخرب اندازه‌گیری کلروفیل‌سنج[1] و سبزینه‌سنج[2] (GS). استفاده از روش‌های غیر مخرب در جلوگیری از مصرف نامعلوم کود اهمیت بالایی دارد زیرا ارزان، آسان، سریع‌تر و با محدوده کاری بزرگ‌تر هستند ولی دارای قابلیت اطمینان کمتری می‌باشند. در این روش‌ها از حسگرهای نوری که از بازتاب گیاه بهره می‌گیرند، استفاده می‌گردد [۹ و ۱۱]. شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده[3] (NDVI) برای جداسازی پوشش گیاهی سبز از پس زمینه خاک در سنجش‌های کنترل از راه دور استفاده می‌شود [۱۳].

مدیریت مصرف N به روش خاص مکانی و با کمک حسگر نوری GS، برای کاشت برنج به روش خشکه کاری[4] (DDSR)، در شمال غربی هند مورد بررسی قرار گرفت [۷]. نتایج نشان داد که بطور متوسط هنگامی که مدیریت کود N بوسیله GS انجام می‌شود، بازده مصرف N افزایش می‌یابد. در سنجش شاخص سطح کانوپی گیاه ذرت با بهره‌گیری از حسگر GS که توسط باقرپور و محمدی منور [۵] انجام شد، همبستگی مناسبی بین شاخص سبزینگی و سطح بالای کانوپی‌ها (R^2=۰/۸۴) بدست آمد. هم‌چنین بین این دو شاخص بدست آمده از این حسگر و دستگاه کلروفیل‌سنج مدل SPAD-502 همبستگی مناسب ۰/۸۲ حاصل شد که قابلیت مناسب این حسگر را در اندازه‌گیری مقدار سبزینگی گیاه می‌رساند. در تحقیقی برای تخمین آزمایشگاهی وضعیت N چغندرقند، از پردازش تصاویر رنگی استفاده شد. مدل سطح خاکستری رابطه خوبی با مقدار کلروفیل برگ نشان داد (R^2=۰/۷۹) و نیز زمان کمتری برای پردازش تصویر نیاز داشت (تقریبا نصف زمان پردازش تصویر در فضای رنگی)، اما مدل 2R-B در فضای رنگی بیشترین همبستگی (R^2=۰/۹۳) را برای تخمین مقدار کلروفیل نشان داد [۱].

با توجه به اینکه مساحت زیر کشت سیر در محیط مزرعه، بیشتر از گلخانه می‌باشد، جهت نظارت بر سلامتی و ارزیابی شاخص NDVI به حسگر نوری مجاورتی GS احتیاج است. باتوجه به منابع بررسی شده، تاکنون گزارشی مبنی بر استفاده از حسگر GS در داخل و خارج از کشور برای گیاه سیر بدست نیامده است.

مواد و روش‌ها

1 Chlorophyll meter
2 GreenSeeker
3 Normalized Difference Vegetation Index
4 Dry Direct-Seeded Rice

عملیات کاشت محصول سیر در سال ۱۳۹۶ در اوایل دی‌ماه در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینای همدان انجام شد. این مزرعه در موقعیتی با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۷ دقیقه واقع شده است. نتایج تجزیه و تحلیل نمونه خاک مزرعه در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک

ویژگی	مقدار (نوع)
بافت	لومی رسی شنی
هدایت الکتریکی (EC)	۰/۰۷ دسی زیمنس بر متر
اسیدیته (pH)	۷/۱۵
کربن آلی (OC)	۲/۳۸ درصد
ماده آلی (OM)	۴/۱۰ درصد
نیتروژن (N)	۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم
فسفر کل(P)	۱۴۸۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم
پتاسیم کل (K)	۷۰۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم

بذرهای سیر از رقم سفید و بومی استان همدان انتخاب شدند. سپس آن‌ها در ۵ ردیف ۱۵ تایی، با فاصله بین بذر ۱۰ سانتی‌متری، فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متری و در عمق ۴ الی ۵ سانتی‌متری کاشته شدند. در این پژوهش از ۵ تیمار کودی N (N0، N50، N100، N150 و N200) استفاده شد. اسدی و همکاران [۲ و ۳] در پژوهش‌هایی روی سیر همین مقادیر و تعداد تیمارها را استفاده و گزارش کرده بودند. وجین علف‌های هرز، بصورت دقیق و کامل و قبل از اعمال تیمارهای کودی و داده‌گیری از کشت‌ها اجرا گردید. کرت‌های مزرعه به فاصله هر ۷ الی ۱۰ روز آبیاری غرقابی شدند. آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی[1] (RCBD) و در سه تکرار انجام گرفت.

برای بدست آوردن شاخص NDVI از حسگر دستی و مجاورتی GreenSeeker (Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, CA) در ۱۴ مرحله استفاده گردید (شکل ۱). این حسگر نور را توسط دو دیود در طول موج‌های قرمز (مرئی) ۶۶۰ نانومتر و فروسرخ نزدیک[2] (NIR) ۷۷۰ نانومتر منتشر می‌نماید. سپس میزان نور بازتاب شده از سطح گیاه را دریافت کرده و با اندازه‌گیری آن‌ها، شاخص NDVI (رابطه ۱) را بر روی صفحه نمایش نشان می‌دهد. در این پژوهش، تا زمانی که رنگ گیاه به سمت زرد شدن گرایش پیدا کرد، داده‌برداری در ارتفاع تقریبی ۷۵ سانتی‌متری بالای تاج پوشش گیاهی انجام شد.

$$NDVI = \frac{I_{NIR} - I_{RED}}{I_{NIR} + I_{RED}} \qquad (۱)$$

که در آن، I_{NIR} و I_{RED} به ترتیب تابش نور مادون قرمز و تابش نور قرمز می‌باشند [۱۲].

1 Randomized Complete Block Design
2 Near infrared

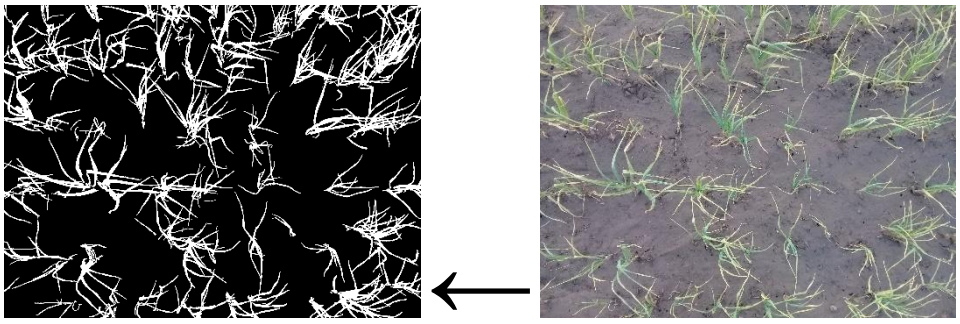
شکل ۱. حسگر GreenSeeker

همزمان با اندازه‌گیری شاخص NDVI ، تصاویر دیجیتال رنگی هر کرت، توسط دوربین دیجیتال (۸ مگاپیکسل، سامسونگ، کره جنوبی) در ارتفاع ۱/۶ متری بالای پوشش گیاهی، بصورت هلی‌شات و موازی با سطح زمین گرفته شد. سپس تصاویر برای پردازش و استخراج شاخص LAI (یا سطح کانوپی) به رایانه و نرم‌افزار مربوطه منتقل گردیدند.

نمودارهای لازم توسط نرم‌افزار Excel 2016 رسم گردیدند. پردازش تصاویر به وسیله نرم افزار LabView 2014 انجام گرفت. تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار IBM SPSS Statistics نسخه ۲۰ انجام شد.

تحلیل نتایج

در پردازش تصاویر، ابتدا سعی شد که زمینه محصول (خاک) از گیاهان، کاملا جدا شود. با بررسی میزان بازتاب سطح خاک و برگ‌ها، از آنجائیکه مقدار بازتاب باندهای مختلف RGB برای زمین لخت و سطح برگ فرق دارند، در سطح برگ‌ها، بین دو باند قرمز و سبز اختلاف قابل توجهی وجود داشت. بنابراین با استفاده از فرآیندی در محیط نرم‌افزار LabView و شاخص (تابع جداسازی) G-R، بخوبی زمینه خاک از سطح برگ تفکیک گردید. آنگاه تصاویر باینری شدند و میزان متوسط سطح برگ‌ها بصورت کسری از سطح تصویر گزارش گردید. نتایج حاصل از پردازش تصویر در شکل (۲)، برای محصول سیر نشان داده شده است.



(ب) (الف)

شکل۲. نمونه عکس‌های پردازش تصویر محصول سیر، الف) قبل از پردازش، ب) بعد از پردازش

هم‌چنان که قبلا نیز به آن اشاره گردید، یکی از مهم‌ترین کاربردهای حسگر GS، تخمین میزان سطح کلروفیل گیاهان در حال رشد می‌باشد که بدین طریق بتوان مقدار کود N مورد نیاز گیاه را کنترل کرد. با بررسی همبستگی میان NDVI بدست آمده از GS و تیمار کودی N (جدول ۲)، نتایج نشان داد که از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف N وجود ندارد که ممکن است به علت باریک بودن، کاملا تخت نبودن و طرح V شکل برگ‌های گیاه سیر و حالت قرارگیری مورب برگ‌ها در برابر حسگر GS اتفاق افتاده باشد. یکی دیگر از دلایل این امر می‌تواند بخاطر متناسب نبودن تغییرات رشدی محصول سیر در مقابل تغییرات سطح N باشد. حتی اختلالات زمینه یا همان خاک کشت هم می‌تواند مؤثر واقع شود، زیرا گیاه سیر و کشت آن دارای پوششی تنک می‌باشد. به همین خاطر در تمامی مراحل رشد به دلیل قالب بودن اثر زمین نسبت به توده گیاهی، خروجی حسگر ارتباط معنی‌داری با سطوح N نداشت. در تحقیق مشابهی که با استفاده از حسگر GS

بر روی گل میخک انجام گرفت، نتایج آن‌ها نشان داد که در مراحل اولیه رشد به دلیل تنک بودن زمین و اثر اختلالات حاصل از زمینه خاک اختلاف معنی‌داری بین سطوح N مشاهده نشد [۸]. مطابق جدول (۲) نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری در تمامی مراحل داده‌برداری بین دو شاخص LAI و NDVI وجود دارد. بیشترین همبستگی در مرحله ۷۸ DAG برابر با ۰/۶۹ بدست آمد. از آنجائیکه تشخیص سطح توده گیاهی نشانه خوبی از وضعیت رشدی و تا حدودی سلامتی گیاه است، این حسگر می‌تواند جایگزین مناسبی در امکان مدیریت نهاده کشاورزی مانند کود شود.

جدول۲. ضرایب همبستگی پیرسون بین سطوح تیمار کودی N، خروجی حسگر GS و شاخص LAI

تعداد روز پس از جوانه‌زنی (DAG)	NDVI و تیمار N	LAI و NDVI
۲۲	۰/۰۰	---
۲۹	۰/۰۰	---
۳۶	۰/۱۷	---
۴۳	۰/۰۳	---
۵۰	۰/۲۰	---
۵۷	۰/۳۱	---
۶۴	۰/۰۳	---
۷۱	۰/۴۴	۰/۶۵** y = -۴/۳۴۶ + ۶۸/۹۱۰x
۷۸	۰/۰۴	۰/۶۹** y = -۱/۷۰۵ + ۶۶/۳۸۵x
۸۵	۰/۳۴	۰/۶۸** y = -۱۲/۲۷۰ + ۱۱۴/۰۲۰x
۹۲	۰/۱۷	۰/۶۲* y = -۶/۳۵۳ + ۸۳/۲۵۰x
۹۹	۰/۳۹	۰/۵۵* y = -۲/۹۹۷ + ۶۶/۴۶۸x
۱۰۶	۰/۴۶	۰/۵۷* y = -۵/۴۸۶ + ۶۴/۹۸۹x

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد

** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

نتیجه‌گیری

با توجه به نبود همبستگی مناسب بین شاخص NDVI و سطوح تیمار کودی N، نتیجه گرفته می‌شود که حسگر GS، بر خلاف سایر محصولات در ارزیابی سطوح N گیاه سیر مناسب عمل نمی‌کند. در بررسی تخمین سطح پوشش گیاهی، نتایج پردازش تصاویر گرفته شده از سطح پوشش گیاهی سیر نشان داد که بهترین تابع جداسازی زمینه خاک از سطح برگ، تابع G-R می‌باشد و در تمامی مراحل رشد گیاه، همبستگی مناسبی بین شاخص LAI و NDVI بدست آمد که بیشترین آن برابر

در مرحله DAG ۷۸ بود. این نتیجه بیانگر آن است که حسگر GS می‌تواند نماینده خوبی برای تشخیص شاخص LAI باشد و به عبارتی این دو جایگزین مناسبی برای یکدیگر هستند.

مراجع

۱. احمدی مقدم، پ.، حداد درفشی، م.ع.، و شایسته، م. ۱۳۸۸. تخمین آزمایشگاهی وضعیت نیتروژن برگ چغندرقند با استفاده از پردازش تصاویر رنگی. مجله دانش کشاورزی پایدار، ۱۹(۱): ۱۹۹-۱۸۹.

۲. اسدی، ق.ع.، قربانی، ر.، خرم‌دل، س.، و امین غفوری، الف. ۱۳۹۳. تأثیر مقادیر مختلف کلش گندم و کود نیتروژن بر ترکیب و جمعیت علف های هرز در زراعت سیر. مجله کشاورزی بوم‌شناختی، ۴(۱): ۹۵-۸۶

۳. اسدی، ق.ع.، قربانی، ر.، خرم‌دل، س.، و عزیزی، گ. ۱۳۹۲. اثر کلش گندم و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سیر (*Allium sativum L.*). ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳(۴/۱): ۱۶۸-۱۵۷.

۴. امین، ز.، فلاح، س.الف.، و عباسی سورکی، ع. ۱۳۹۶. اثر نوع و نحوه کاربرد تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سیر. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۵(۱): ۲۰۳-۱۸۵.

۵. باقرپور، ح.، و محمدی منور، ح. ۱۳۹۶. بهره‌گیری از حسگر GreenSeeker در سنجش شاخص سطح کانوپی گیاه ذرت. نشریه پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی، ۶(۲): ۴۸-۴۱.

۶. زارع ابیانه، ح.، قاسمی، ع.، بیات ورکشی، م.، و معروفی، ص. ۱۳۸۸. ارزیابی دقت شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی تبخیر - تعرق گیاه سیر براساس داده‌های لایسیمتری در منطقه همدان. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۳): ۱۷۶-۱۸۵.

7. Ali, A.M., Thind, H.S., Varinderpal-Singh., and Bijay-Singh. 2015. A framework for refining nitrogen management in dry direct-seeded rice using GreenSeeker™ optical sensor. Computers and Electronics in Agriculture, 110:114-120.
8. Basyouni, R., Dunn, B.L., and Goad, C. 2017. The use of nondestructive sensors to assess nitrogen status in potted dianthus (Dianthus chinensis L.) production. Canadian Journal of Plant Science, 97(1): 44-52.
9. Basyouni, R., Dunn, B.L., and Goad, C. 2015. Use of nondestructive sensors to assess nitrogen status in potted poinsettia (Euphorbia pulcherrima L. (Willd. ex Klotzsch)) production. Scientia Horticulture, 192: 47-53.
10. Cordero, E., Moretti, B., Miniotti, E.F., Tenni, D., Beltarre, G., Romani, M., and Sacco, D. 2018. Fertilisation strategy and ground sensor measurements to optimise rice yield. European Journal of Agronomy, 99: 177-185.
11. Dunn, B., and Goad, C. 2015. Effect of foliar nitrogen and optical sensor sampling method and location for determining ornamental cabbage fertility status. HortScience, 50(1): 74-77.
12. Jones, C.L., Weckler, P.R., Maness, N.O., Jayasekara, R., Stone, M.L., and Chrz, D. 2007. Remote sensing to estimate chlorophyll concentration in spinach using multi-spectral plant reflectance. Transactions of the ASABE, 50(6): 2267-2273.

13. Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering, D.W., and Harlan, J.C. 1974. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. In Type III, Final Report, 371. Greenbelt, Md.: NASA/GSFC.
14. Zheng, H., Li, W., Jiang, H., Liu, Y., Cheng, T., Tian, Y., Zhu, Y., Cao, W., Zhang, Y., and Yao, X. 2018. A comparative assessment of different modeling algorithms for estimating leaf nitrogen content in winter wheat using multispectral images from an unmanned aerial vehicle. Remote sensing, 10(12): 2026.

Estimation of Garlic leaf area using proximity GreenSeeker sensor

Mehran Hashemi Jozani[1], Hossein Bagherpour[2*]

[1]MSc, graduated student, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
[2]*Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

Garlic is known as a valuable nutritional product and has many medicinal properties. On the other hand, this product needs proper nitrogen (N) fertilizer for its growth during its growth period, which should be used at the right time, place and amount to prevent N fertilizer loss and consequently economic and environmental damage. One of the non-destructive methods to evaluate the N requirement of the plant and also the level of plant mass is the use of the Normalized Vegetation Difference Index (NDVI) obtained from the GreenSeeker Sensor (GS). Therefore, estimation of plant mass and plant N using the NDVI index are the main objectives of this study. In this study, experiments were conducted in a randomized complete block design with three repeats at the research farm of Bu Ali Sina University, Hamadan. Five fertilizer treatments N0, N50, N100, N150 and N200 were used. Leaf area index (LAI) was obtained by plotting image processing. In estimating plant mass level, the best soil separation function from leaf area was obtained by G-R function. The results showed that the GS sensor is not a suitable device for monitoring the N level of the plant, but it can be suggested that it is a good alternative to the LAI measurement.

Keywords: garlic, modeling, GreenSeeker, NDVI.

* Corresponding author
E-mail: h.bagherpour@basu.ac.ir