بررسی تاثیر استفاده از سنسورها در بهبود عملکرد گندم

محمد مهدی قیاسوند حاجی آبادی [۱]، سمانه زیبازاده[۲]، حسنا محمدی منور[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا؛Mohamad.mahdi.ghiasvand.1995@gmail.com
[۲]دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا؛s.zibazadeh@gmail.com
[۳]استادیار مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا؛ mohamadihosna@gmail.com

چکیده

غلات به عنوان یکی از مهمترین تولیدات بخش کشاورزی، از مهمترین منابع مستقیم و غیرمستقیم غذای بشر است .در این میان، گندم به عنوان عمده ترین محصول غله در جهان دارای اهمیت فراوانی است .امروزه در کشورهای در حال توسعه، غلات و به خصوص گندم، نقش مهمی را در سبد مصرفی خانوار ایفا می کند . از سویی دیگر، سلامت و امنیت غذایی مردم نیز به موقعیت بخش کشاورزی بستگی دارد. با توجه به رشد جمعیت و نیاز فزاینده کشور به تأمین محصولات استراتژیک کشاورزی، همچون گندم، استفاده مناسب از امکانات موجود برای دستیابی به سطح تولید مناسب و کارای محصولات کشاورزی، و به عبارتی دیگر، افزایش تولید در واحد سطح یا بالاتر بردن راندمان تولید، از جمله اهداف مهم این بخش است . از این رو، اطلاع از میزان کارآیی کشت گندم، زمینه ساز تخصیص بهینه منابع و افزایش راندمان تولید است . به طور کلی ما در این مقاله به افزایش راندمان و بازده مزاع گندم با استفاده از سنسور ها میپردازیم.

کلمات کلیدی: سنسور،گندم، کشاورزی دقیق،آفات گندم

Investigating the effect of using sensors in improving wheat yield

Mohamad mahdi ghiasvand hajiabadi ,samanehzibazadeh, Hosnamohamadi
BSc student of biosystem mechanical engineering, bualisina university,
Mohamad.mahdi.ghiasvand.1995@gmail.com
MSc student of biosystem mechanical engineering, Bualisina university, s.zibazadeh@gmail.com
Professor Assistance in Bualisina university, mohamadihosna@gmail.com

ABSTRACT

Grain as one of the most important agricultural products is one of the most important direct and indirect sources of human food. Meanwhile, wheat is the most important cereal crop in the world. Today, in developing countries, cereals and especially wheat play an important role in the consumer basket of households. On the other hand, the health and food security of people also depends on the situation of the agricultural sector. Considering the growing population and the increasing need of the country to provide strategic agricultural products such as wheat, the proper use of available facilities to achieve the level of proper production and efficiency of agricultural products, in other words, increasing production per unit area or higher, increasing production efficiency, Among the important goals of this section. Hence, the knowledge of the efficiency of wheat cultivation is the basis for allocating optimal resources and increasing production efficiency. In general, we focus on increasing the efficiency and productivity of wheat by using sensors.

Keywords: Sensors, Wheat, Precision Agriculture, Wheat Pests

---

[۲]سمانه زیبازاده، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، ۰۹۱۸۶۰۷۹۳۴۴

۱- مقدمه

کشت غلات در جهان با مشکلات و موانعی روبه رواست. از موانع کشت گندم در ایران که کیفیت گندم را تهدید میکند میتوان آفات و بیماری ها،غلظت نیتروژن در گندم، عوامل آب و هوایی ،میزان نور عبوری از کانوپی ،در بحث ارزش غذایی مقدار پروتئین دانه گندم ،معیار های فنوتیپی گندم و مشخصات فیزیکی آن ، پوسیدگی های طوقه و ریشه گندم را نام برد. از عوامل مهم که در کیفیت گندم تاثیر گذار است میزان غلظت نیتروژن در آن است. نیتروژن اصلی ترین عامل محدود کننده تولیدات زراعی است و به همین علت به صورت کود های شیمیایی در سطح وسیع مورد استفاده قرار میگیرد. بهبود کارآیی مصرف نیتروژن یک استراتژی کلیدی جهت پیشرفت سیستم های کشاورزی پایدار است که منجر به رسیدن به حداکثر عملکرد در ازای مصرف حداقل نهاده ها و هدر رفت نیتروژن میشود. در اغلب جوامع گیاهی دریافت و جذب نور توسط گیاه به شدت تحت تاثیر ساختار کانوپی قرار میگیرد. در شرایطی که کانوپی گیاه غیر متراکم باشد بخش های فوقانی گیاه سایه اندازی کمتری بر روی اندام های تحتانی داشته و به این ترتیب انرژی لازم برای انجام فعالیت های فتو سنتزی گیاه به مقدار بیشتری تامین خواهد شد.

عوامل بیولوژیکی مانند آفات و بیماری های گیاهی سبب آسیب قابل توجهی به محصولات گندم میشود که منجر به کاهش عملکرد گندم در حدود ۱۰ تا ۱۵ درصدی میشود استفاده از قارچ کش ها و سموم دفع آفات از یک سو محصول را حفاظت می نمایداما هزینه تولید محصول نیز افزایش می یابد و این موضوع از نظر اقتصادی اصلا به صرفه نیست برای بهینه سازی های اقتصادی کشاورزان میتوانند از تکنولوژی ای به روز جهانی استفاده کنند(Wang, Zia, Owusu-Adu, Gerhards, & Müller, 2014). امروزه استفاده از سنسور ها در حوزه کشاورزی دقیق کمک های شایانی به حفظ سلامت محصولات میکند .کشاورزان با استفاده اصولی از سنسور ها و کنترل گر های ماهواره ای میتوانند از مزرعه خود در برابر خطر های احتمالی آفت زدگی ها و بیماری هایی که مزرعه شان را تهدید میکند مقابله کنند.

ما در این مطالعه سعی کرده ایم یک جمع بندی طبقه بندی شده از تاثیر استفاده از سنسور ها در بهبود عملکرد گندم در قالب یک مقاله مروری در اختیار فعالان در حوزه کشاورزی دقیق ارائه دهیم امیدواریم که مورد استفاده قرار گیرد.

۱- دستگاه سنسور اوپتیکال Multi detexe:

Pucciiniarecomditaf.sp.tritci عامل ایجاد کننده بیماری زنگار قهوه ای در گندم است که باعث کاهش شدید عملکرد گندم زمستانه می شود. تشخیص زود هنگام آلودگی های قارچی در گیاه این امکان را به ما می دهد که بتوانیم از یک قارچ کش مناسب برای رفع آلودگی گیاه استفاده کنیم . سنسور اوپتیکال Multi detexeیک سیستم خودکار مبتنی بر رایانه است که گیاه سالم را به صورت غیرمخرب از گیاه آلوده در مرحله اولیه آلودگی گیاه تشخیص می دهد و برای این منظور طراحی شده است این سنسور فلور سانس کلروفیل را در طول موج های گسسته تحریک می کند و میزان انتشار القایی را تشخیص می دهد Multi detexe یک فلوئورمتر جدید است که برای کشاورزی دقیق با رویکردی آنلاین مناسب است. سنسور اوپتیکال Multi detexeتازه توسعه یافته و پتانسیل کمی برای اندازه گیری همه جانبه از گیاهان میتواند به سرعت در مقایسه با دستگاه left upانجام دهد Multi detexe نیز قادر به عملکرد در نور روز از فاصله بیشتری نیز است (Tischler, Thiessen, & Hartung, 2018).

۲- دستگاه یاران سنسور yaran-sensor:

یاران سنسور مقدار کلروفیل موجود در گیاه را اندازه گیری میکند که معیار وضعیت برای تغذیه گیاهان است (Flowers, Weisz, & Heiniger, 2003).

۳- سنسور کنترل ماهواره ای :

کنترل ماهواره ای یک روش موثر برای وضعیت رشد محصول و پیش بینی عملکرد آن است اخیرا سنجش از راه دور در زمین شناسی با استفاده از UAVمشاهده برنامه های گسترده در دستیابی به اطلاعاتدر این زمینه بوده است.

نوبورو و همکارانش در یک مطالعه چهار ماهواره و هشت عکس UAV از اوایل ژوئن تا پایان ماه ژوئیه ۲۰۱۵ استفاده شده است که دو آزمایش در مزرعه گندم را پوشش میدهد برای نظارت بر رشد کانوپی گندم و تجزیه و تحلیل ارتباط بین تصاویر ماهواره ای بر اساس

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

شاخص تنوع گیاه شناسی نرمال شده NDVI با تصویر UAV مبتنی بر تفاوت visibl-band شاخص پوشش گیاهی ومتغیر زمینی محتوای پروتئین دانه قابل مشاهده است . نتایج نشان داد کهNDVI بیشتر به محتوای پروتئین دانه در مرحله بعد از فصل رشد گندم ،یک هفته قبل از برداشت مربوط میشود و تجریه و تحلیل رابطهNDVIباVDVI ثبات هماهنگی خوبی در مرحله اولیه رشد گندم در فصل رشد بدون در نظر گرفتن انواع گندم را نشان میدهد (Du & Noguchi, 2016).

۴- سنسور تلفن همراه :

شاخص سطح برگ LAIیک پارامتر کلیدی است که وضعیت و پیشرفت کانوپی محصول را توصیف می کند تعین LAI از طریق سنجش پروگزیمال پروسه های تصمیم گیری در کشاورزی دقیقمدل سازی بیوفیزیکی را بهبود میبخشد.

آندره و همکارانش در یک مطالعه ،کانوپی متر و سنسور تلفن همراه طراحی شده برای تعیین LAIدر هنگام رانندگی در این زمینه معرفی می کنیم اصل کار بر اساس عبور نور خورشید از کانوپی گیاه است این کار قبلا در یک سنسور پروگزیمال اعمال نشده است. راه اندازی کانوپی متر شامل سنسور نوری است، که در انتهای بالا و پایین یک لوله تعبیه شده است به صورتی که در کانوپی گیاه به طور عمودی قرار میگیرد و کانوپی متر به وسیله شیب تابشی بالا و پایین اندازه گیری میکند LAI از نسبت کانوپی بالا و پایین ، از طریق مدل سازی انتقال تابش برآورد شده است نتایج تحقیقات بر روی کانوپی متر به عنوان یک سنسور جدید پروکسیمال برای کشاورزی دقیق معرفی میکند(Schirrmann, Hamdorf, Giebel, Dammer, & Garz, 2015).

۵- سیستم مولتی سنسور برای فنوتیپ با توان بالا در کشت گندم :

جمع آوری داده های فنوتیپ گیاهی با وضوح و دقت کافی مدتهاست که به یک چالش در تحقیقات علمی در مورد گیاهان بوده و عامل محدود کننده برای استفاده از داده های ژنومی برای بهبود محصول استاین امر مخصوصا در زمینه پرورش گیاهان نیز صادق است زیرا جمع آوری فنوتیپ های گیاهی در مقیاس های وسیع میتواند بسیار پرهزینه باشد.

استیفن و همکارانش یک سیستم چند سنسوری برای فنوتیپی باتوان با توان بالا در پرورش گیاه بررسی کردند . این سیستم شامل پنج مدل سنسور فاصله سنج ، رادیو متر حرارتی مادون قرمز ، طیف سنج های قابل حمل و دوربین های وب RGB برای اندازه گیری ویژگی های کانوپی محصول مزرعه مورد نظر استفاده شد از یک GPS برای سنجش سنسور های جغرافیایی استفاده شد.

دو سنسور زیست محیطی به نام سنسور تابش خورشید ، سنسور درجه حرارت رطوبت نسبی نیز در سیستم برای جمع آوری داده های زیست محیطی همگام سازی شدند. از برنامه لب ویو(LABVIEW)برای کنترل و همگام سازی اندازه گیری ها از همه مدل های سنسور و خواندن و دخیره سازی اطلاعات سنسور ها از دو رایانه استفاده شده است طیف بازتابی از کانوپی توسط طیف سنج پس از پردازش برای استخراج شاخص های طیفی NDVI و مادون قرمز اNDVI و تصاویر RGB برای استخراج پیکسل های سبز کانوپی پردازش شده است

نتایج نشان داد که رابطه قوی بین صفات گیاه مبتنی بر سنسور در هر دو فصل زود رس و در اواخر فصل رشد وجود دارد .همبستگی های معنی داری بین صفات حسگر و عملکرد دانه نهایی در اوایل فصل و در اواخر فصل یافت می شود که پتانسیل استفاده از سیستم سنسور در کمک به انتخاب فنوتیپی برای رشد گیاه را نشان میدهد در تست مزرعه سیستم سنسور به شدت رضایت بخش بود و به این نتیجه رسیدیم که سیستم سنسور یک ابزار قدرتمند برای جمع آوری داده های فنوتیپی مبتنی بر فاکتور های کاربردی برای پرورش دهندگان گیاه است(Bai, Ge, Hussain, Baenziger, & Graef, 2016).

۶- سنسور های مدیریت نیتروژن:

استفاده از سنسور کانوپی محصول مبنای و یک رویکرد مناسب برای مدیریت نیتروژن است. در مورد مدیریت نیتروژن محصول ما دو سیستم سنسور GreenSeekerو Crop Circle را مورد بررسی قرار داده ایم . سنسور Green Seekerقبلا در دشت های شمال چین برای بهبود مدیریت نیتروژن گندم زمستانه مورد ارزیابی قرار گرفته است و Crop Circleیک سنسور با قابلیت تنظیم بر روی سه طول موج است. فرض براین است که سنسور Crop Circle ACS-470 میتواند برآورد نیتروژن محصول رادرمقایسه با سنسور Green Seekerبهینه کند و آن را بهبود ببخشد بررسی ها نشان دادکه حسگرشاخص پوشش گیاهی Crop Circle ACS-470 بهتر میتواندتغییرات زیست توده زمین رادرمقایسه با NDVI حسگر Green Seekerتوضیح دهد .سنسورGreen Seeker نمیتواند برای تعیین غلظت نیتروژن گندم زمستانه مورد استفاده قرارگیرد،درحالیکه Crop Circleمیتواندحدود ۶۰ درصدتغییرات غلظت گیاه نیتروژن رادرمراحل رشد توضیح دهد. ما نتیجه می گیریم که سنسور Crop Circle ACS-470 برای کاربردهای قابل تنظیم در سه طیف می تواند برآورد وضعیت نیتروژن گندم زمستانه را در مقایسه با سنسور Green Seeker بهبود

بخشد(Bushong, Mullock, Miller, Raun, & Brian Arnall, 2016; Cao et al., 2015).

۷- تاثیر استفاده از سنسور برای سم پاش ها:

در تحقیقی یک روش جایگزین برای اسپری کردن هدفمند قارچکش،برای تطبیق میزان دوز محلی مایعات سپری شده درگندم با تراکم کشت محصول در هکتاربا استفاده ازسنسوردوربین آزمایش کردند. و از سنسوردوربین برای استفاده ازکنترل دوزخروجی سمپاش درمزرعه استفاده کردند.این فناوری جدید یک کاربرد هدفمند استفاده از قارچ کش است. صرفه جوی قارچکش به خود کشاورز و تمایلات وبه پذیرش خطر بستگی دارد.کشاورزطبیعتا باید حداقل حجم رابرای اسپری کردن سطح زیر کشت خود تعریف کند.این مقدار بستگی به تجربه کشاورزان در بیماریه ای خاص درمنطقه وتغییرات آب وهوایی غیرقابل پیشبینی پس ازاسپری دارد.باتوجه به مطالعات بریش وهمکاران ،اگرشرایط آبوهوایی مطلوب باشد، میتوان دوز قارچ کش را بدون کاهش بهره وری کاهش داد(Burth, Hartleb, Hartmann, & Hamann, 1990).

اسپری کردن قارچکش مبتنی برسنسور، نرخ مصرف سم براساس رشد محلی محصولات را کاهش میدهد . در مناطقی با تراکم بالای مزرعه می بایست حجم قارچ کش اسپری شده نسبت به مناطقی که تراکم کشت کمتری دارند بیشتر باشد تعیین این نسبت قارچ کش مصرفی ،به طور دقیق توسط سنسور دوربین کنترل کننده حجم ،عملی می شود ازآنجا که هیچ تفاوتی درمیزان عملکرد وبروز بیماری دربین سم پاش های مبتنی برسنسور وجود ندارد،این فناوری جدید می تواند جایگزینی برای روشهای معمول مصرف قارچ کش درمزرعه باشد. که در مجموع به طور میانگین ٪۸مایعات سپری سمپاش مبتنی بر سنسور درمقایسه با اسپری یکنواخت معمولی صرفه جویی شد، که این امر در جهت افزایش بازده اقتصادی کشاورز تاثیرگذار است(Tackenberg, Volkmar, & Dammer, 2016).

۸- استفاده از داده های ماهواره ای سنجش از راه دور

شیوع شته گندم تاثیر شدیدی بر کیفیت گندم دارد و باعث کاهش عملکرد گندم می شود.مدل های آلودگی معمولا بر مبنای داده های هواشناسی در محل می توانند موثر باشند، اما معمولا اطلاعات فضایی ندارند، که می توان آن را با استفاده از مجموعه داده های سنجش از دور چند منظورهبدست آورد. متغیرهای پیش بینی عبارتند از: دمای سطح زمین (LST)، شاخص پوشش گیری شاخص نرمال شده (NDVI) و شاخص تنش خشکی عمودی(PDI) حاصل از تصاویر ماهواره ای سنجش از راه دور و دما، بارش و سرعت باد از ایستگاه های هواشناسی .

مدل توسعه یافته می تواند یک ابزار مفید برای پیش بینی وقوع شته در گندم زمستانه باشد و می تواند در حفاظت از گندم زمستانه از آلودگی شته موثر باشد(Luo et al., 2014).

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

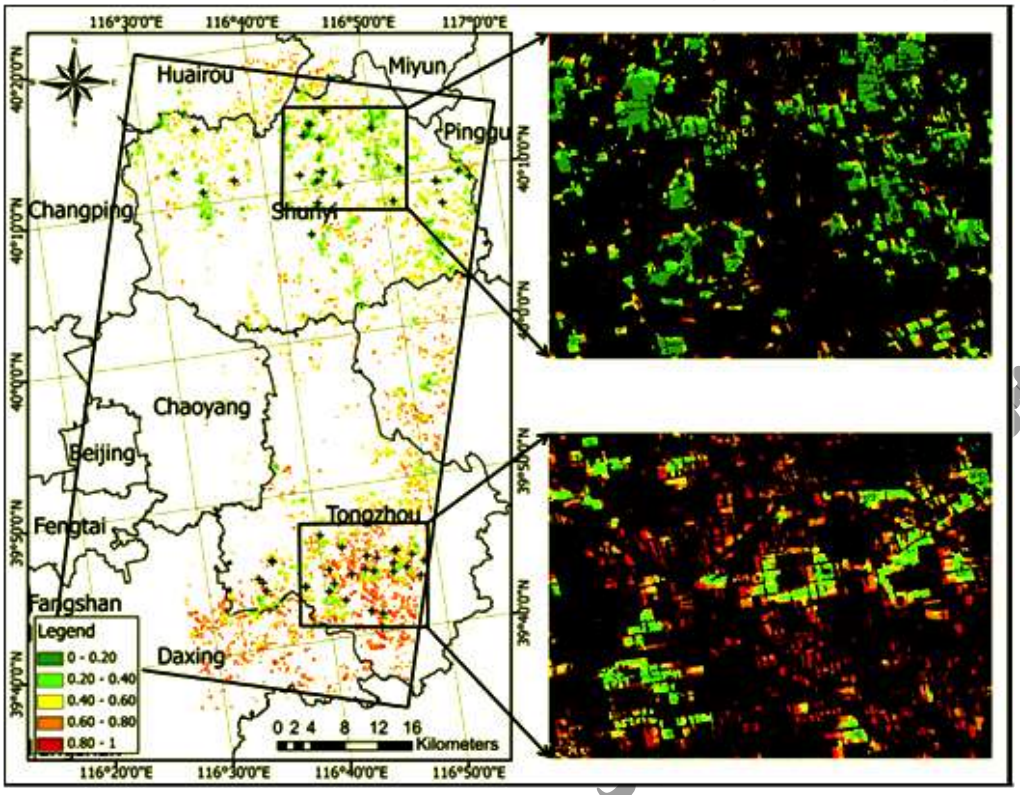

Fig. 1. The probability of aphid occurrence in the study areas

شکل1. احتمال وقوع شته در مناطق مورد مطالعه

۹- تلفیق تصاویرمولتی سنسور و سنسور چند زمانه ای سنجش از راه دور

ارزیابی غیر مخرب و سریع عملکرد دانه و محتوای پروتئین در تولید گندم مدرن مورد نیاز است. در این مطالعه با هدف تعیین شاخص طیف بهینه و بهترین زمان برای پیش بینی عملکرد دانه و پروتئین دانه در گندم با استفاده از تصاویر متحرک سنجش از راه دور چند سنسور و چند زمانی انجام شد. داده های سنجش از دور سنج چند زمانه می تواند اطلاعات مفید تر از داده های سنجش از دور را برای ارزیابی عملکرد دانه و محتوای پروتئین ارائه دهد. این مدل پیش بینی بر اساس داده های سنجش از دور می تواند برای شرایط بسیار روشن آسمان در طول دوره رشد اصلی گندم زمستانه مناسب باشد(Wang, Tian, Yao, Zhu, & Cao, 2014)

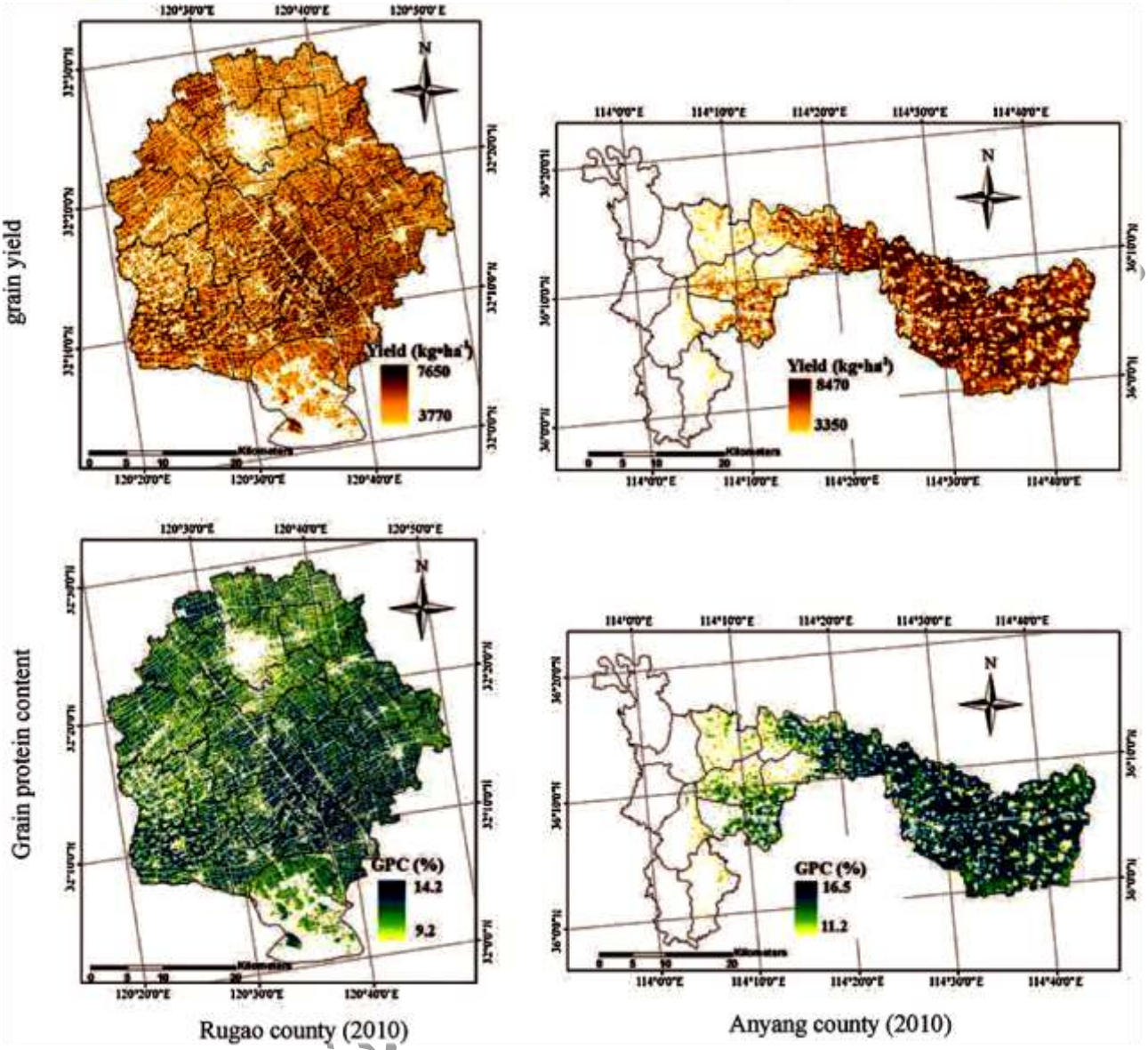

Fig.2. Spatial distributions of wheat grain yields and protein contents in the study areas

شکل ۲.توزیع فضایی عملکرد دانه گندم و محتوای پروتئین در مناطق مورد مطالعه

۱۰- حسگر نوری

گندم زمستانه تقریبا ۵۰٪تولید غلات در اتحادیه اروپا را تشکیل می دهد، که تقریبا ۲۵٪کل کود معدنی نیتروژن (N) را برای همه محصولات اعمال می کند. در حال حاضر، چند سیستم مبتنی بر حسگر نوری فعال (AOS) برای بهینه سازی کود نیتروژن متغیر N برای انواع محصولات مختلف از جمله گندم در دسترس است(Samborski, Gozdowski, Stępień, Walsh, & Leszczyńska, 2016).

۱۱- مدل GRAMI و تصاویر ماهواره ای

در سراسر جهان افزایش تقاضا برای مواد غذایی و منابع محدود موجود برای تولید،ایجاب میکند که ابزارهایی را ایجاد کنیم که امکان برآورد تولید محصول را فراهم می کنند و به این ترتیب به مدیریت مواد غذایی تولید، ذخیره و توزیع کمک می کنند. GRAMI، یک مدل توسعه یافته برای شبیه سازی رشد و عملکرد محصولات دانه است. در این مطالعه اطلاعات از راه دور، به منطقه جنوب اسپانیا اعمال شد. هدف از این مطالعه،

ارائه یک روش برای استفاده از مدل GRAMI همراه با داده های سنجش از دور ماهواره ای، برای ارزیابی عملکرد محصولات منطقه ای و ارزیابی دقت برآوردهای حاصل است.به نظر می رسدمدل GRAMI که برایبک منطقه تایید شده و با استفاده از داده های تصویر ماهواره ای کالیبراسیون شده است، گزینه ای عملی و مناسب برای تعیین عملکرد محصولات منطقه با سطح معقولی از دقت است(Padilla et al., 2012).

۱۲- سنسورهای ماهواره چند طیفی

نظارت و جداسازی بیماری ها و حشرات مختلف در مناطق وسیع از اهمیتفراوانی در هدایت و به کارگیری درمان های مختلفبرخوردار است. علیرغماینکه سنجش از دور نتیجه اثربخشی در تشخیص بیماری ها و حشرات را نشان میدهد، کمبود داده هایHyperspectral استفاده از آن را محدود میکند. اخیرا تعدادی از سنسورهای ماهواره ای چند طیفی در سراسر جهان در دسترس هستند که اطلاعات مهمی را برای نظارت از راه دور بیماری های گیاهی و حشرات ارائه می دهند.. برای ارزیابی مناسب بودن این سنسورهای ماهواره ای در نظارت و تشخیص بیماری ها و حشرات کشاورزی،یک تجزیه و تحلیل امکان سنجی با استفاده از آزمایش طیفیhyperspectral و یک روش شبیه سازی بر اساس عملکرد پاسخ طیفی نسبی (RSR) انجام شد.به عنوان مثال، سه نوع بیماری و حشرات گندم زمستانه، این مطالعه برخی شاخص های پوشش گیاهی (VI) از هفت سنسور ماهواره ای با وضوح بالا را مورد بررسی قرار داد. برای هر کانال / VI از تمامی سنسورها، توانایی تشخیص نمونه های سالم و آلوده به وسیله آزمون t مستقل و همچنین قابلیت تشخیص بیماری ها و حشرات با تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پاسخ کانال ها / VI به بیماری ها و حشرات منعکس کننده تغییرات طیفی مربوط می شود که در میان سنسورها بسیار متداول است. این مدل یک دقت کلی رضایتبخش ۰,۷۴ را به دست آورد که این امکان را برای استفاده از سنسورهای ماهواره ای چند طیفی با وضوح بالا در نظارت و شناسایی بیماری ها و حشرات کشف کرد(Yuan, Zhang, Zhang, Xing, & Bao, 2017).

۱۳- سنسورکانوپی

مدیریت نیتروژن (N) باید به طور قابل توجهی بهبود یابد برای رسیدگی به چالش سه گانه امنیت غذایی جهانی، آلودگی محیط زیست و تغییرات آب و هوایی. علاوه بر اینکه دارایویژگی مکان خاص می باشد، نیاز به مدیریت پویا در فصل به منظور پاسخگویی به تغییرات زمانی در عرضه خاک و نیاز محصول است.. استراتژیCS-PNM نسبت به راهبردهای مدیریت فعلیN دارای پتانسیل قابل توجهی برای بهبود بهره وری استفاده از N و کاهش تضعیف محیط زیست برای تشدید پایداری کشاورزی در کشورهای درحال توسعه است(Cao et al., 2017).

۱۴- نتیجه گیری

با توجه به بررسی هایی که در این مطالعه انجام شد، میتوان نتیجه گرفت که با استفاده از سنسورها و تصاویر ماهواره ای میتوان نظارت بهتری، بر روند رشد گندم داشت.

دستگاه سنسور اوپتیکال، دستگاه سنسور باران، سنسور کنترل ماهواره ای، سنسور تلفن همراه، سیستم مولتی سنسور، سنسورهای مدیریت نیتروژن، داده های ماهواره ای سنجش از راه دور، تلفیق تصاویر مولتی سنسور و سنسور چند زمانه ای سنجش از راه دور، جسگر نوری، مدل GRAMI و تصاویر ماهواره ای ، سنسورهای ماهواره ای چند طیفی و سنسور کانوپی مواردی بودند که در این تحقیق بررسی شد و میتوان از این وسایل و روش ها برای کنترل موارد مختلف در گندم استفاده کرد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران

مراجع:

Bai, G., Ge, Y., Hussain, W., Baenziger, P. S., &Graef, G. (2016). A multi-sensor system for high throughput field phenotyping in soybean and wheat breeding. *Computers and Electronics in Agriculture, 128*, 181-192. doi:10.1016/j.compag.2016.08.021

Burth, U., Hartleb, W., Hartmann, W., & Hamann, W. (1990). Zurvariablen, situationsbezogenenBemessung der Aufwandmengebei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln. *Nachrichtenbl. PflSchutzd. DDR, 44*, 194-196.

Bushong, J. T., Mullock, J. L., Miller, E. C., Raun, W. R., & Brian Arnall, D. (2016). Evaluation of mid-season sensor based nitrogen fertilizer recommendations for winter wheat using different estimates of yield potential. *Precision Agriculture, 17*(4), 470-487. doi:10.1007/s11119-016-9431-3

Cao, Q., Miao, Y., Feng, G., Gao, X., Li, F., Liu, B., . . . Khosla, R. (2015). Active canopy sensing of winter wheat nitrogen status: An evaluation of two sensor systems. *Computers and Electronics in Agriculture, 112*, 54-67. doi:10.1016/j.compag.2014.08.012

Du, M., & Noguchi, N. (2016). Multi-temporal Monitoring of Wheat Growth through Correlation Analysis of Satellite Images, Unmanned Aerial Vehicle Images with Ground Variable. *IFAC-PapersOnLine, 49*(16), 5-9.

Flowers, M., Weisz, R., &Heiniger, R. (2003). Quantitative approaches for using color infrared photography for assessing in-season nitrogen status in winter wheat. *Agronomy journal, 95*(5), 1189-1200.

Schirrmann, M., Hamdorf, A., Giebel, A., Dammer, K.-H., &Garz, A. (2015). A mobile sensor for leaf area index estimation from canopy light transmittance in wheat crops. *Biosystems Engineering, 140*, 23-33. doi:10.1016/j.biosystemseng.2015.09.005

Tackenberg, M., Volkmar, C., &Dammer, K. H. (2016). Sensor-based variable-rate fungicide application in winter wheat. *Pest Manag Sci, 72*(10), 1888-1896. doi:10.1002/ps.4225

Tischler, Y. K., Thiessen, E., & Hartung, E. (2018). Early optical detection of infection with brown rust in winter wheat by chlorophyll fluorescence excitation spectra. *Computers and Electronics in Agriculture, 146*, 77-85. doi:10.1016/j.compag.2018.01.026

Wang, Y., Zia, S., Owusu-Adu, S., Gerhards, R., & Müller, J. (2014). Early Detection of Fungal Diseases in Winter Wheat by Multi-optical Sensors. *APCBEE Procedia, 8*, 199-203. doi:10.1016/j.apcbee.2014.03.027

Cao, Q., Miao, Y., Feng, G., Gao, X., Liu, B., Liu, Y., . . . Zhang, F. (2017). Improving nitrogen use efficiency with minimal environmental risks using an active canopy sensor in a wheat-maize cropping system. *Field Crops Research, 214*, 365-372. doi:10.1/۰۱۶j.fcr.2017.09.033

Luo, J., Huang, W., Zhao, J., Zhang, J., Ma, R., & Huang, M. (2014). Predicting the probability of wheat aphid occurrence using satellite remote sensing and meteorological data. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 125*(19), 5660-5665. doi:10.1016/j.ijleo.2014.06.010

Padilla, F. L. M., Maas, S. J., González-Dugo, M. P., Mansilla, F., Rajan, N., Gavilán, P., & Domínguez, J. (2012). Monitoring regional wheat yield in Southern Spain using the GRAMI model and satellite imagery. *Field Crops Research, 130*, 145-154. doi:10.1016/j.fcr.2012.02.025

Samborski, S. M., Gozdowski, D., Stępień, M., Walsh, O. S., & Leszczyńska, E. (2016). On-farm evaluation of an active optical sensor performance for variable nitrogen application in winter wheat. *European Journal of Agronomy, 74*, 56-67. doi:10.1016/j.eja.2015.11.020

Wang, L., Tian, Y., Yao, X., Zhu, Y., & Cao, W. (2014). Predicting grain yield and protein content in wheat by fusing multi-sensor and multi-temporal remote-sensing images. *Field Crops Research, 164*, 178-188. doi:10.1016/j.fcr.2014.05.001

Yuan, L., Zhang, H., Zhang, Y., Xing, C., & Bao, Z. (2017). Feasibility assessment of multi-spectral satellite sensors in monitoring and discriminating wheat diseases and insects .*Optik - International Journal for Light and Electron Optics, 131*, 598-608. doi:10.1016/j.ijleo.2016.11.206