نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۱، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۰، ص ۹۱-۸۴

Journal of Agricultural Machinery Engineering
Vol. 1, No. 2, Fall - Winter 2011, p. 84-91

ارزیابی تکنیک پردازش تصویر در تخمین ازت و عملکرد گیاه برنج و مقایسه آن با روش های متعارف

محمدرضا لاریجانی ۱- رحمان فرخی تیمورلو ۲*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۴

چکیده

تأمین دقیق و به‌موقع ازت گیاهان در کوددهی مزارع مستلزم بکارگیری روش‌های جدید و کم‌هزینه در کشاورزی دقیق است. به‌منظور تعیین ازت مورد نیاز گیاه برنج در زمان خوشه‌دهی آن، آزمایشی با استفاده از سه روش پردازش تصویر، کژلدال و دستگاه کلروفیل‌متر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار تیمار در سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات برنج تنکابن اجرا شد. تیمارهای آزمایشی سطوح مختلف کوددهی (اوره ٪۴۶ ازت) بودند. در زمان خوشه‌دهی گیاه برنج با استفاده از یک دوربین دیجیتال از بوته‌های برنج بصورت عمودی عکسبرداری و توسط روش پردازش تصاویر آنالیز شدند. همزمان توسط دستگاه کلروفیل‌متر *SPAD-502* شاخص کلروفیل برگ گیاه اندازه‌گیری شد و همچنین با استفاده از روش آزمایشگاهی کژلدال درصد ازت برگ گیاه نیز تعیین گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادند که میان هر سه روش تعیین ازت گیاه همبستگی بالایی وجود دارد. همچنین میزان همبستگی میان هر سه روش تعیین ازت گیاه و عملکرد محصول تقریباً یکسان می‌باشد. در مجموع به‌نظر می‌رسد که روش پردازش تصویر می‌تواند پتانسیل بالایی در مدیریت ازت مزارع داشته باشد، از طرفی دیگر این روش نسبت به دو روش دیگر کم‌هزینه‌تر، سریع‌تر و همچنین غیرمخرب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ازت، پردازش تصویر، کژلدال، کلروفیل‌متر *SPAD-502*، گیاه برنج

مقدمه

امروزه بشر برای تأمین ازت گیاهان زراعی ناچار به استفاده از کودهای شیمیائی است. زیرا که مصرف آن موجب افزایش تولید محصولات کشاورزی می‌شود، اما شیوه سنتی مورد استفاده کشاورزان دارای راندمان کمی است که موجب افزایش هزینه تولید می‌گردد. از طرف دیگر، عدم رعایت مصرف بهینه کودهای شیمیایی، عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی و تداوم مصرف نامتعادل کودها اثرات تخریبی برجای گذاشته است که از جمله این اثرات سوء، تجمع نیترات و نیتریت در آب‌های زیرزمینی می‌باشد که نتایج آن سبب افزایش انواع سرطان‌ها، بیماری‌های مزمن، اختلالات کبدی و بیماری‌های تنفسی در بشر شده است (*Malakoti, 2002*). همزمان کردن عرضه ازت قابل جذب خاک و کود مصرف شده با نیاز ازته محصول باعث حداکثر شدن راندمان مصرف این عنصر می‌شود (*Salardini, 2005*). در حال حاضر بسیاری از کشاورزان کودهای ازته را به یکباره قبل از کاشت و یا در فواصل زمانی ثابت بدون در نظر گرفتن نوع واریته و تغییرات فصلی (شرایط آب و هوائی) مصرف می‌کنند که عمدتاً مصادف با مراحل حساس فیزیولوژیکی رشد گیاه نیست و در نتیجه سبب افزایش هزینه تولید و کاهش کمی و کیفی محصول می‌گردد (*Mohammadian, 2005*). بنابراین تامین دقیق و به‌موقع کود ازته در طول دوره رشد گیاهان، ضروری است. این امر نیازمند داشتن دانش و اطلاعات از سطوح ازت بوته گیاهان است. اندازه‌گیری مقدار ازت گیاهان به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. تعدادی از محققان با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر مقدار ازت گیاهان مختلف را اندازه‌گیری کردند (*Feibo et al.,1995; Ahmad et al., 1999; Liu et al. 2006; Wu et al., 2007; Nahvi and Sabori. 2009*). در سال ۲۰۰۶، از دستگاه کلروفیل‌متر *SPAD-502* برای تهیه نقشه ازت مزرعه ذرت استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد که از این دستگاه می‌توان به‌عنوان یک ابزار مکمل و یک روش کاربردی برای اعمال کوددهی مزارع ازت بکار برد (*Ahmad et al., 1999*). دستگاه کلروفیل‌متر برای

۱ و ۲- دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: *Email: r.farrokhi@urmia.ac.ir*)

Archive of SID
www.SID.ir

تعیین مقدار ازت برگ گیاه اسفناج نیز استفاده گردیده است (*Liu et al. 2006*). تحقیق دیگری نشان داد که از دستگاه کلروفیل‌متر می‌توان در مدیریت کوددهی ازته گیاه کتان استفاده نمود به‌صورتی که به‌ازای یک واحد کاهش در مقدار شاخص کلروفیل گیاه لازم است که حدود ۲۴ کیلوگرم در هکتار مقدار ازت افزایش یابد (*Feibo et al.,1995*). تحقیقات نشان داده است که از دستگاه کلروفیل‌متر می‌توان در مزارع برنج برای مدیریت کوددهی ازت استفاده نمود. ولی نتایج حاصل را نمی‌توان برای تخمین کمبود سایر عناصر مانند فسفر و پتاسیم تعمیم داد (*Peng et al., 1999*). روش دیگر اندازه‌گیری ازت گیاهان استفاده از آنالیز شیمیایی بافت گیاه و بافت خاک می‌باشد. در سال ۲۰۰۵ با استفاده از آنالیز بافت خاک مقدار ازت مورد نیاز گیاه ذرت اندازه‌گیری گردید (*Karimi, 2005*)، همچنین مقدار ازت گیاهان در مراتع با استفاده از آنالیز شیمیایی بافت گیاه محاسبه کردند (*Jiang, 2001*). استفاده از سیستم اندازه‌گیری از راه دور روشی جدید در تشخیص مقدار ازت گیاهان است که امروزه در کشاورزی دقیق و مدیریت کوددهی مزارع کاربرد فراوانی در کشورهای پیشرفته دارد. علم بینائی‌ماشین و تکنیک پردازش تصویر روشی است که پتانسیل بالایی برای تخمین و برآورد درصد ازت گیاهان خواهد داشت. مقادیر شدت رنگ سبز و ظرفیت ازت گیاه شدیدا به همدیگر وابسته‌اند لذا می‌توان از رنگ برگ گیاهان برای بررسی وضعیت ازت استفاده نمود (*Takebe, 1990*). همچنین حدود ۲ تا ۵ درصد وزن خشک گیاه را ازت تشکیل می‌دهد و از آنجا که ازت مستقیما در ساختار مولکول کلروفیل شرکت می‌کند ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار ازت برگ و مقدار کلروفیل وجود دارد (*Cassman, 1994*). تاکنون محققین مختلفی با استفاده از سیستم بینایی‌ماشین و تکنیک پردازش تصاویر توانسته‌اند مقدار ازت گیاهان مختلفی را تخمین بزنند که می‌توان به گیاهانی همچون برنج(*Huang et al., 2003; Shibayama et al., 2008*)، سیب‌زمینی (*Borhan et al., 2004*)، جو(*Pagolaa et al., 2009*)، شلغم روغنی(*Yuan et al., 2009*) اشاره کرد. نتایج آن‌ها نشان داد که ارتباط مستقیم و معنی‌داری بین داده‌های حاصل از پردازش تصاویر بوته‌های گیاه و سطح کلروفیل برگ گیاهان‌در تمام مراحل رشد وجود دارد. بطوریکه نشان داده شده است بین مؤلفه‌های رنگی حاصل از پردازش تصاویر برگ‌های گیاه جو و شاخص کلروفیل برگ گیاه ضریب تبیین بالایی (R^2=۰/۹۵) وجود دارد (*Pagolaa et al., 2009*). در تحقیق دیگر، با استفاده از پردازش تصاویر رنگی در فضای *RGB*[1] و تصاویر چندطیفی[2] به پیش‌بینی میزان ازت گیاه سیب‌زمینی پرداختند. متوسط دقت مدل‌های ارائه شده برای پیش‌بینی کلروفیل و ازت در فضای *RGB* ۷۵/۱ درصد و بالاترین دقت پیش‌بینی نیز ۹۹ درصد بود (*Borhan et al., 2004*). در یک تحقیق، با استفاده از یک دوربین *CCD*[3] و فیلترهای میان‌گذر به پیش‌بینی میزان ازت دو رقم برنج پرداخته شد. آن‌ها نتایج خود را با روش کژلدال[4] مقایسه نمودند. مدل ارائه شده دارای خطای پیش‌بینی ۰/۷۷، میانگین مربعات خطا برابر ۰/۲۱ درصد و ریشه میانگین مربعات خطا برابر ۱۵/۵ درصد بود. هدف این تحقیق بررسی امکان بکارگیری دوربین از فاصله نسبتاً دور ۱۵متری سطح زمین و تعیین مقدار نیتروژن مزرعه در یک سطح وسیعتر بود. که با توجه به هدف تحقیق نتایج قابل قبولی بدست آوردند (*Huang et al., 2003*). هدف از تحقیق حاضر، بررسی روش‌های مختلف اندازه‌گیری ازت گیاه برنج در مدیریت کوددهی آن می‌باشد. زیرا ازت به عنوان عنصری مهم در کشت و کار برنج، از مهمترین و پرمصرف‌ترین عناصر غذائی مورد نیاز برای رشد این گیاه محسوب می‌شود. اما یکی از تنگناهای کلیدی در مدیریت مصرف کود ازته در پرورش گیاه برنج با سیستم غرقاب دائم، راندمان مصرف پایین ازت می‌باشد. بطوریکه در بهترین شرایط مدیریت مصرف، راندمان مصرف آن حداکثر تا حدود ۴۰ درصد می‌رسد (*Mohammadian, 2005*). از طرفی دیگر، به ازای تولید هر تن دانه (شلتوک) بایستی ۲۰ کیلوگرم ازت جذب گیاه برنج شده باشد (*Fallah and Saadati, 1997*). همچنین نیاز برنج به دیگر عناصر غذائی پرمصرف (ماکرو) عمدتاً به عرضه و فراهم بودن ازت بستگی دارد. هنگامی که ازت کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، نیاز به دیگر عناصر غذائی اصلی نظیر فسفر و پتاسیم افزایش می‌یابد (*Mirnia and Mohammadian, 2005*). با توجه به مراتب فوق تامین به‌موقع، دقیق و سریع و غیرمخرب عنصر ازت برای گیاه برنج ضروری بشمار می‌رود.

مواد و روش‌ها

کاشت گیاه برنج رقم شیرودی در بهار ۱۳۸۹ و در ایستگاه تحقیقات برنج تنکابن واقع در غرب استان مازندران که دارای طول جغرافیایی ۴۰ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی، فاصله آن با دریای خزر ۲۰۰ متر و با سلسله جبال البرز ۳۰۰۰ متر، بارندگی متوسط سالیانه ۱۲۵۳ میلیمتر، ارتفاع ایستگاه از سطح دریای آزاد ۲۰ متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۵/۸ سانتی‌گراد و حداکثر رطوبت ۹۲ درصد و حداقل آن ۷۴ درصد بود، در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار (کود اوره ۴۶٪ ازت) و سه تکرار در کرت‌هایی با اندازه ۲/۳ در ۴ متر که با استفاده از نایلون‌های پلاستیکی از همدیگر جدا شده بودند انجام شد.

1- *Red, Green, Blue*
2- *Multi Spectral*
3- *Charge Copple Device*
4- *Kjeldahl*

Archive of SID

www.SID.ir

مزرعه مورد مطالعه دارای بافت خاک رسی‌شنی (۴۸ درصد شن، ۱۶ درصد سیلت و ۳۶ درصد رس)، کربن آلی ۴/۵۳ درصد، ازت کل ۰/۳۹۸ درصد، فسفر قابل جذب *(ppm)* ۱۲/۸ و پتاسیم قابل جذب*(ppm)*۹۹ بود. پس از آماده‌سازی خزانه و جوانه‌زنی شلتوک‌ها، زمانی که طول نشاءها ۲۵ سانتی‌متر شدند، به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از همدیگر بطور دستی نشاءکاری شدند. در طول دوره کشت رخداد مهم و تأثیرگذاری از بیماری‌ها و آفات همچون بلاست و کرم ساقه‌خوار وجود نداشت و در نتیجه از رفتارهای پیشگیری و مقابله‌ای چون سمپاشی و آفت‌کشی استفاده نگردید. همچنین از کودهای ماکرو و میکروی دیگری برای رشد گیاه برنج استفاده نشد و همه شرایط برای رشد گیاه برنج در همه تکرارها بطور یکسان در نظر گرفته شد. در طول دوره کشت، آبیاری بصورت غرق‌آبی انجام شد و تنش آبی نیز وجود نداشت. عنصر ازت بصورت کود اوره ٪۴۶ (شرکت پتروشیمی خراسان) در چهار سطح کنترل، شاهد، ۱۳۰، ۱۹۵ و ۲۶۰ کیلوگرم در هکتار و در طی سه مرحله بصورت تقسیطی، ٪۵۰ یک روز قبل از نشاءکاری، ٪۲۵ چهار هفته بعد از نشاءکاری و ٪۲۵ مابقی زمان خوشه‌دهی به تیمارها بصورت کود گرانوله داده شد. مهمترین دوره ضروری برای تامین ازت در گیاه برنج، زمان خوشه‌دهی آن است (*Cartelat et al., 2005*). لذا قبل از دوره سوم کوددهی، مقدار ازت گیاه برنج به سه روش پردازش تصویر، آنالیز شیمیایی بافت گیاه (کژلدال) و توسط دستگاه کلروفیل‌متر *SPAD-502* اندازه‌گیری شد.

۱- اندازه‌گیری ازت گیاه بر اساس پردازش تصاویر

در این روش، با استفاده از دوربین دیجیتالی *(Canon S3IS CCD)* ۶ مگاپیکسلی تصاویری رنگی از بوته‌های برنج با ابعاد ۲۸۱۶×۲۱۱۲ پیکسل و فرمت *JPEG* دریافت شد. در این حالت تصویربرداری فاصله دوربین از بوته‌های گیاه برنج ۲۰-۱۵ سانتیمتر و وضعیت دوربین بصورت عمود بر سطح زمین بود. استاندارد خاصی برای فاصله دوربین از گیاه وجود ندارد. سعی بر این بوده است که کل گیاه با کمترین حواشی اطراف درتصویر جای بگیرد. تصاویر دریافت شده، طی مراحل پیش‌پردازش (شامل عملیات کاهش اندازه تصویر، باینری کردن تصویر، تعدیل نور و حذف نویز به‌منظور ارتقاء کمی و کیفی تصویر) و پردازش نهایی توسط نرم‌افزار متلب *R2009b* و یک ماشین محاسباتی (کامپیوتر) آنالیز شدند. پس از اینکه تصاویر رنگی به تصاویر سطح خاکستری تبدیل شدند، شدت سطح خاکستری(*I*) تصاویر توسط رابطه (۱) در نرم‌افزار متلب بدست آورده شد (*Gonzalez and Woods, 2004*).

$$I= gray\ thresh(f)*256 \quad (۱)$$

graythresh یک سطح آستانه را برای جداسازی پس‌زمینه از گیاه بر اساس الگوریتم اتسو برای تصویر *f* پیدا می‌کند. الگوریتم جداسازی برای حذف زمینه تصویر در تصاویر دریافت شده اجرا گردید. در این الگوریتم ابتدا تصویر اصلی به سه مؤلفه قرمز، سبز و آبی بخش‌بندی شد و سپس بوته گیاه برنج از پس‌زمینه تصویر جداسازی شد. با توجه به اختلاف فاحش رنگ پس‌زمینه با برگ، این جداسازی با یک آستانه‌گیری ساده بدست آمد. (در اجرای این الگوریتم مقدار پیکسل‌های پس‌زمینه تصویر صفر شده و شدت پیکسل‌های برگ برنج ثابت می‌ماند). مراحل پردازش تصویر در شکل ۱ نشان داده شده است.

سپس سطح خاکستری تصاویر با مقدار نیتروژن گیاه که با استفاده از دستگاه *SPAD-502* بدست آمده بود، مقایسه گردید. آزمایشات نشان داد که همبستگی بالایی بین سطح خاکستری تصاویر با مقدار نیتروژن گیاه برنج وجود دارد. بنابراین رابطه‌ای برای تبدیل سطح خاکستری تصویر به مقدار نیتروژن گیاه بر اساس شاخص *SPAD-502* بدست آمد. این رابطه در تحقیق حاضر برای مقایسه با دو روش متداول کنونی مورد آزمایش قرار گرفته است.

a b c d

شکل ۱- **مراحل پردازش تصویر بوته برنج. *a*) تصویر دریافت‌شده *b*) تصویر باینری شده با حذف نویزهای تصویر *c*) مؤلفه سبز تصویر *d*) تصویر خاکستری تصویر**

Fig.1. Image processing process in rice plant. a) acquired image b) binary image after eliminating noises of image c) green principle of image d) gray level of image.

Archive of SID

www.SID.ir

۲- اندازه‌گیری ازت به روش شیمیایی بافت گیاه

در روش شیمیایی یا کژلدال، درصد ازت برگ گیاه برنج طی سه مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون، اندازه‌گیری شد. بطوریکه ابتدا اکسیداسیون تر در مرحله هضم انجام گرفت و سپس در مرحله تقطیر، ۱۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۱ درصد، درون بشر ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد و چند قطره معرف ازت به آن اضافه گردید و زیر لوله تقطیر گذاشته شد. همچنین ۲۰ میلی‌لیتر عصاره به دست آمده از روش هضم تر داخل بالن تقطیر ریخته شد و به آن ۱۰ تا ۱۵ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۵۰ درصد اضافه گردید. در بالن دیگر دستگاه تقطیر، بیش از نصف حجم آن آب مقطر ریخته شد و پس از جوشاندن آن، به تدریج ازت از داخل بالن ژوژه حاوی عصاره و هیدروکسید سدیم از طریق لوله تقطیر به داخل بشر که در زیر آن قرار داشت، اضافه گردید. پس از باز کردن پیچ متصل به سر بالن، مابقی عصاره و هیدروکسید سدیم تحت عمل مکش به داخل بالن دیگری ریخته شد و از آنجا توسط یک لوله پلاستیکی به خارج دستگاه هدایت شد. در مرحله پایانی (تیتراسیون)، بشر حاوی اسید بوریک، معرف ازت و عصاره اضافه شده حاوی ازت مرحله تقطیر، با اسید کلریدریک ۰/۱ مولار تا بی‌رنگ شدن محلول داخل بشر تیتر شد و سپس با استفاده از رابطه (۲) درصد ازت برگ گیاه برنج محاسبه گردید(*Benton Jones, 1991*).

$$N_1V_1 = N_2V_2 \qquad (۲)$$

که در آن N_1 و V_1 نرمالیته و حجم محلول قبل از رقیق شدن و N_2 و V_2 نرمالیته و حجم محلول بعد از رقیق شدن می‌باشد.

۳- اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ گیاه توسط دستگاه کلروفیل‌متر

شاخص کلروفیل برگ گیاه برنج توسط دستگاه کلروفیل‌متر مدل *SPAD-502* نیز اندازه‌گیری شد. بطوریکه از هر کرت پنج بوته و از هر بوته سه برگ کاملا توسعه یافته بطور تصادفی انتخاب شد و میانگین شاخص‌های اندازه‌گیری شده به‌عنوان شاخص هر تکرار مورد استفاده قرار گرفت. کلروفیل‌متر *SPAD-502* یک مساحت ۲×۳ میلیمتری از برگ گیاه را با دقت ۱ واحد اندازه‌گیری می‌کند. اساس اندازه‌گیری کلروفیل برگ در این دستگاه عبور طول موج قرمز (۶۵۰ نانومتر) و نزدیک مادون قرمز (۹۴۰ نانومتر) می‌باشد که بر طبق رابطه (۳) محاسبه می‌گردد (*Ahmadi Moghaddam et al., 2009*).

$$SPAD = k\ log\left[\frac{\frac{IR_1}{IR_0}}{\frac{R_1}{R_0}}\right] \qquad (۳)$$

که *SPAD* شاخص کلروفیل برگ، K عدد ثابت، IR_0 و R_0 مقدار واقعی طول موج ناحیه مادون قرمز و قرمز، IR_1 و R_1 مقدار عبور طول موج ناحیه مادون قرمز و قرمز می‌باشد.

پس از اندازه‌گیری ازت گیاه به روش‌های مختلف، صفات عملکرد محصول، طول خوشه، ارتفاع بوته، تعداد دانه پر و خالی، تعداد پنجه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و ثبت گردید.

نتایج و بحث

جدول ۱ نشان می‌دهد که بین روش‌های مختلف اندازه‌گیری ازت گیاه برنج همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. بعبارت دیگر روش پردازش تصویر می‌تواند جایگزین مناسبی برای دو روش دیگر باشد. این روش راه را برای کوددهی مکانیزه مزارع برنج هموار می‌کند بطوریکه می‌توان میزان نیتروژن گیاه را در حین عمل اندازه‌گیری نموده به اندازه مورد نیاز به گیاه کود داد. لازم به ذکر است که این امر با روشهای متداول کنونی مقدور نیست. بالاترین ضریب همبستگی بین دو روش پردازش تصاویر (مؤلفه خاکستری تصویر) و دستگاه کلروفیل‌متر (شاخص کلروفیل برگ) (R^2=۰/۹۴) می‌باشد. این دقت بالا نشان می‌دهد که نیتروژن تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی ویژگی رنگی گیاه برنج دارد که قابلیت استفاده از این تکنیک را توجیه می‌کند. تحقیق روی گیاهان دیگر نیز نشان داده است رابطه خوبی بین میزان نیتروژن گیاه و رنگ گیاه وجود دارد. در سال ۲۰۰۹، ضریب همبستگی بالایی (R^2=۰/۹۵) بین شاخص کلروفیل برگ گیاه جو و مؤلفه‌های رنگی حاصل از پردازش تصاویر بدست آورده شد(*Pagolaa et al., 2009*). در تحقیقی دیگر، متوسط ضریب همبستگی میان شاخص کلروفیل برگ سیب‌زمینی و نتایج حاصل از پردازش تصاویر را ۰/۷۵ بدست آوردند (*Borhan et al., 2004*). همچنین بین روش‌های کژلدال و دستگاه کلروفیل‌متر و روش‌های کژلدال و پردازش تصاویر ضریب همبستگی ۰/۹۲ در سطح احتمال یک درصد وجود داشت.

از آنجا که افزایش سطح کوددهی موجب افزایش سطح سبزینه و عملکرد گیاه برنج شد لذا انتظار می‌رود بین عملکرد محصول و هر سه روش اندازه‌گیری ضریب همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشته باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که ضریب همبستگی بین عملکرد محصول و روش کژلدال در سطح احتمال یک درصد بالاتر از همه (R^2=۰/۷۴) و شاخص کلروفیل در سطح احتمال پنج

Archive of SID

www.SID.ir

درصد بالاتر از روش پردازش تصویر می‌باشد. ضریب همبستگی بین عملکرد محصول و شاخص کلروفیل ۰/۶۸ و بین عملکرد محصول و روش پردازش تصویر ۰/۶۷ می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که بین هر سه روش اندازه‌گیری ازت گیاه برنج و عملکرد محصول، تقریبا نتایج یکسانی وجود دارد.

جدول ۱- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در برنج رقم شیرودی

Table 1. Correlation Coefficients between surveyed trains in SHIRODI rice.

	شاخص کلروفیل *Chlorophyll index*	کژلدال *Kjeldahl*	عملکرد *Yeild*	تعداد پنجه *Number of stalks*	ارتفاع *Height*	تعداد دانه پر *Number of full seed*	تعداد دانه خالی *Number of empty seed*	طول خوشه *Cluster length*	وزن هزار دانه *Weight of1000 seeds*
سطح خاکستری *Gray level*	*0.94 ns*	*0.92 ns*	*0.67**	*0.414*	*0.47*	*0.28*	*0.04*	*-۰0.28*	*-0.45*
شاخص کلروفیل *Chlorophyll index*	*1*	*0.92 ns*	*0.68**	*0.257*	*0.37*	*0.32*	*0.01*	*0.27*	*0.48*
کژلدال *Kjeldahl*		*1*	*0.74***	*0.42*	*0.54*	*0.30*	*-0.12*	*0.51*	*0.54*
عملکرد *Yeild*			*1*	*0.45*	*0.79***	*0.51*	*-0.37*	*0.41*	*0.6**
تعداد پنجه *Number of stalks*				*1*	*0.58**	*0.41*	*-0.05*	*0.3*	*0.48*
ارتفاع *Height*					*1*	*0.11*	*-0.23*	*0.53*	*0.49*
تعداد دانه پر *Number of full seed*						*1*	*-0.3*	*0.22*	*0.54*
تعداد دانه خالی *Number of empty seed*							*1*	*-0.16*	*-0.26*
طول خوشه *Cluster length*								*1*	*0.25*

*، ** و *ns* به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

,,significant at P levels of 0.05 and 0.01: respectively. ns, non-significant.*

از لحاظ آماری، میان روش‌های مختلف اندازه‌گیری ازت گیاه برنج و صفات تعداد پنجه، تعداد دانه پر و خالی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و طول خوشه همبستگی غیرمعنی‌داری وجود دارد. در این تحقیق همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین وزن هزار دانه و عملکرد محصول گیاه وجود دارد (R^2 = ۰/۶). نتایج یک تحقیق نشان داد که بین عملکرد دانه سه رقم برنج خزر، هیبرید و هاشمی و مقادیر مختلف ازت مصرفی که از دو روش نمودار رنگ و دستگاه کلروفیل‌متر تعیین نموده بودند، واکنش مثبت و معنی‌داری وجود دارد (*Nahvi and Sabori. 2009*).

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که تأثیر فاکتور کود ازت بر روی مقادیر ازت اندازه‌گیری شده از گیاه برنج در هر سه روش کژلدال، شاخص کلروفیل و پردازش تصویر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. چون واکنش مثبت و معنی‌داری میان سه شاخصهٔ رنگ برگ گیاه برنج، مقدار کلروفیل، درصد ازت برگ و کود ازت مصرف شده وجود دارد. همچنین عملکرد محصول و ارتفاع بوته نسبت به مصرف کود ازته مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (*Feibo et al., 1998*).

بررسی مقایسه میانگین صفات مورد بررسی از سطوح مختلف کوددهی ازته نشان می‌دهد که با افزایش در مقدار کود ازته، روند میانگین‌های مقادیر سطح خاکستری از پردازش تصاویر کاهش پیدا می‌کند بطوریکه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین تیمارهای

Archive of SID

www.SID.ir

آزمایشی وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه برنج رقم شیرودی

Table 2. Variance analysis of surveyed trains in SHIRODI rice.

میانگین مربعات *Mean of squars*

منابع تغییرات *Sources*	درجه آزادی *Degree of freedom*	عملکرد دانه *(kg) Seed yield (kg)*	طول خوشه*(cm) Panicle length (cm)*	تعداد دانه پر *Number of full seed*	تعداد دانه خالی *Number of empty seed*	وزن هزار دانه *Weight of1000 seeds*	ارتفاع بوته *(cm) Stem height (cm)*	تعداد پنجه *Number of stalks*	سطح خاکستری *Gray level*	کژلدال *Kjeldahl*	شاخص کلروفیل *Chlorophyll index*
بلوک *Block*	2	451212.25	0.41	130	47.61	10.98	90.27	13.87	39.08	0.14	1.71
ازت*Nitrogen*	3	852827**	0.55^{ns}	104.45^{ns}	43.73^{ns}	10.59^{ns}	25.38**	5.57^{ns}	12574**	5.26**	47.65**
اشتباه آزمایشی *Experimental errors*	6	50038.4	1.2	271	89.39	9.56	1.2	2.25	80.75	0.17	0.57
ضریب تغییرات *(%) Coefficient of variation*		3.71	4.02	12.88	40.36	12.15	1.02	8.14	6.05	14.31	2.05

*، ** و *ns* به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار

,,significant at P levels of 0.05 and 0.01: respectively. ns, non-significant.*

با افزایش سطوح کوددهی، درصد ازت برگ گیاه که با روش کژلدال اندازه‌گیری شد نیز افزایش یافت بطوریکه بین تیمارهای کوددهی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. همچنین با افزایش سطوح کوددهی شاخص کلروفیل برگ گیاه که توسط دستگاه کلروفیل‌متر اندازه‌گیری شده بود نیز افزایش یافت. روند افزایش به‌طوری است که بین تیمارهای کوددهی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین بین سطوح بالاتر کوددهی و شاهد اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه و ارتفاع بوته مشاهده شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده از گیاه برنج

Table 3. Mean comparison of the characteristics of the rice plant.

تیمار اوره ۴۶درصدازت*(kg/ha) Treatment urea 46% nitrogen*	عملکرد دانه*(kg) Seed yield (kg)*	طول خوشه*(cm) Panicle length (cm)*	تعداد دانه پر *Number of full seed*	تعداد دانه خالی *Number of empty seed*	وزن هزار دانه *Weight of1000 seeds*	ارتفاع بوته*(cm) Stem height (cm)*	تعداد پنجه *Number of stalks*	سطح خاکستری *Gray level*	کژلدال*(%) Kjeldahl (%)*	شاخص کلروفیل *Chlorophyll index*
شاهد	5336 ^{c}	27.1 ^{a}	121.6 ^{a}	21 ^{a}	23.43 ^{a}	103.5 ^{b}	17.8 ^{a}	221.7 ^{a}	1.44 ^{c}	32.27 ^{c}
130	6196 ^{ab}	28 ^{a}	130 ^{a}	26.4 ^{a}	24.86 ^{a}	108.5 ^{a}	16.8 ^{a}	177 ^{b}	2.56 ^{b}	36.23 ^{b}
195	5974 ^{b}	27.86 ^{a}	124.8 ^{a}	27 ^{a}	25.6 ^{a}	108.9 ^{a}	19.5 ^{a}	121.6 ^{c}	3.09 ^{b}	37.57 ^{b}
260	6439 ^{a}	28 ^{a}	135.2 ^{a}	19.3 ^{a}	28 ^{a}	110.2 ^{a}	19.66 ^{a}	73 ^{d}	4.63 ^{a}	41.93 ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون *LSD* در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی‌داری نمی‌باشند.

Archive of SID

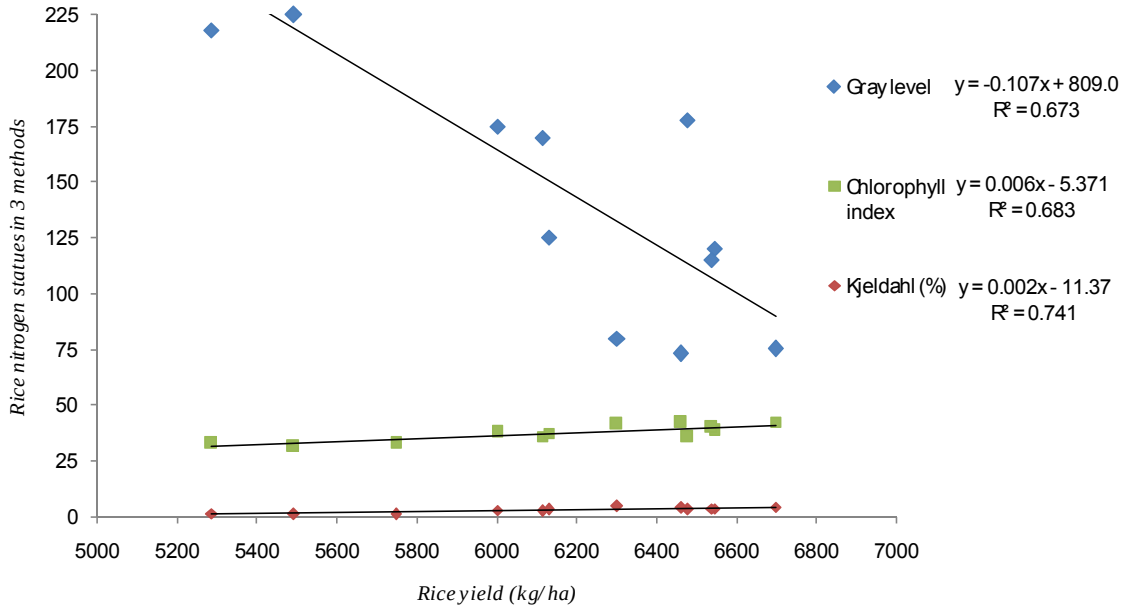
www.SID.ir

Means in each column followed by the same letter are not significantly different (P<0.05).

شکل (۲) نشان می‌دهد که با افزایش سطح کوددهی و یا به عبارتی دیگر با افزایش عملکرد محصول، روند کاهشی و منفی در شدت سطح خاکستری برگ گیاه برنج بوجود خواهد آمد زیرا با افزایش میزان سطح کوددهی، رنگ برگ گیاه تیره‌تر می‌شود و میزان سطح خاکستری نیز با تیره‌تر شدن برگ کاهش پیدا می‌کند. این روند در روش کژلدال و شاخص کلروفیل برگ مثبت می‌باشد، بطوریکه با افزایش عملکرد محصول مقادیر مربوط به آن‌ها افزایش پیدا می‌کنند. زیرا افزایش سطح کوددهی سبب افزایش تعداد دانه‌های کلروفیل و درصد ازت برگ گیاه برنج می‌شود. در مجموع بین هر سه روش تعیین ازت گیاه برنج و عملکرد آن ضریب تبیین بالایی وجود دارد.

نتیجه‌گیری کلی

اینگونه به نظر می‌رسد که روش پردازش تصویر پتانسیل بالایی در تعیین ازت گیاهان از جمله برنج داشته باشد. این روش نسبت به دو روش دیگر آنالیز شیمیایی بافت گیاه (کژلدال) و استفاده از کلروفیل‌متر سریع‌تر، بسیار کم‌هزینه‌تر و همچنین غیرمخرب می‌باشد. با مشاهدات بدست آمده می‌توان دریافت که دقت روش جدید پردازش تصویر کمتر از دو روش دیگر نیست و می‌توان به نتایج حاصل از این روش اعتماد کامل داشت. از طرف دیگر همبستگی بالایی بین هر سه روش نیز وجود دارد. همچنین نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که عملکرد محصول برنج شدیداً تحت تأثیر مقدار ازت می‌باشد؛ لذا فراهم نمودن به‌موقع و به میزان کافی این عنصر می‌تواند علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصول و کاهش هزینه تولیدی، سبب کاهش آلودگی زیست‌محیطی شود.



شکل۲- روابط حاصله بین روش‌های مختلف اندازه‌گیری ازت گیاه برنج و عملکرد آن

Fig. 2. The output relationships between the different measurement methods of rice plant's nitrogen and its yield.

۱- منابع

2- *Ahmad, I. S., J. F. Reid, N. Noguchi and A. C. Hansen. 1999. Nitrogen sensing for precision agricultural using chlorophyll maps. ASAE paper No.99-3035, American Society of Agricultural Engineers, St.Joseph, MI, USA.*

3- *Ahmadi Moghaddam, P., M.A. Haddad Derafshi, M. Shayesteh. 2009. Laboratory Estimation of Sugar Beet Leaf Nitrogen Status by Color Image Processing. Journal of sustainable agriculture science. 19 (1): 189-200. (In Farsi)*

4- *Benton Jones, J. 1991. Kjeldahl method for nitrogen. Micro-Macro publisher, Cornell University.*

www.SID.ir

5- *Borhan, M. S., S. Panigrahi, and J. H. Lorenzen. 2004. Multispectral and color imaging techniques for nitrate and chlorophyll determination of potato leaves in a controlled environment. Transaction of the ASAE. 47(2):599-608.*
6- *Cartelat, A., Z.G. Cerovic, Y. Goulas, A. Meyer, M.H. Jeuffroy, P. Gate, G. Agati, I. Moya. 2005. Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (Triticum aestivum L). Field crops research 91 (1):35-49.*
7- *Cassman, K. G., M. j. Kropff, and Z. D. Yan. 1993. A conceptual framework for nitrogen management of irrigated rice in high–Yield environments. In: proceedings of international rice research conference. Los Banos, Philippines. International rice research institute.*
8- *Fallah, V. M. and N. Saadati. 1997. Management of fertilizer consumption in paddy field. Mazandaran Rice research Center Issue. (In Farsi)*
9- *Feibo, W., W. Lianghum, and X. Fuhua. 1998. Chlorophyll meter to predict nitrogen side dress requirement for short-season cotton (Gossypium hirsutum L.). Field Crops Research, 56: 309-314.*
10- *Gonzalez, R. C. and R. E. Woods. 2008. Digital image processing using MATLAB. Dorling Kindersley, 2004.*
11- *Huang C.W., C.C. Huang, C.K. Yang, T.H. Wu, Y.Z. Tsai and P.L. Miao. 2003. Determination of nitrogen content in rice crop using multi-spectral imaging. ASAE meeting paper No. 031132. St. Joseph, MI.*
12- *Jiang, Y. 2001. Physiological and biochemical responses of two cool-season turfgrassesto drought and heat stress. Faculty of Agriculture. Kansas State University.*
13- *Karimi, Y. Z. 2005. Application of hyper spectral remote sensing in stress detection and crop growth modeling in corn fields. Faculty of Agriculture. McGill University, Montreal, Canada.*
14- *Liu, Y., Y. Tong, Y. Zhu, H. Ding, and EA. Smith, 2006. Leaf chlorophyll readings as an indicator for spinach yield and nutritional quality with different nitrogen fertilizer applications. Journal of Plant Nutrition 29: 1207-1217.*
15- *Malakoti, M. J. 2002. Survey the origin and methods of reducing the cadmium and nitrate pollutants in north paddy field if Iran. Final report of soil and water research project of Tehran. (In Farsi)*
16- *Mirnia, KH., and M. Mohammadian. 2005. Rice, disorders and management of alimentary ingredients. Mazandaran university press. (In Farsi)*
17- *Mohammadian, M. 2005. Study of the nitrogen fertilizer revenue and increase it in paddy field. Mazandaran Rice research Center Issue. (In Farsi)*
18- *Nahvi, M. and H. Sabori. 2009. Determination of best method of partitioning nitrogen fertilizer by using leaf color chart (LCC) and chlorophyll meter (SPAD) in rice. Journal of Crop Production, Volume II, 3: 55-68. (In Farsi).*
19- *Pagolaa, M., R. Ortiza, I. Irigoyenb, H. Bustincea, E. Barrenecheaa, P. Aparicio-Tejo, C. Lamsfusd, and B. Lasad. 2009. New method to assess barley nitrogen nutrition status based on image colour analysis Comparison with SPAD-502.ELSEVIER. Computers and electronics in agriculture 65: 213-218.*
20- *Peng, S., A. L. Sanico, F. V. Grrcia, R. C. Laza, R. M. Visperas, J. P. Descalsota, and K. G. Cassman. 1999. Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll meter reading in rice. Plant Production Science, 2: 227-231.*
21- *Salardini, A. 2005. Soil Productivity. Tehran University press. (In Farsi)*
22- *Shibayama, M., T. Sakamoto, E. Takada, A. Inoue, K. Morita, W. Takahashi and A. Kimura. 2008. Continuous monitoring of visible and near-infrared band reflectance from a rice paddy for determining nitrogen uptake using digital cameras. Plant Production Science. 12(3): 293-306.*
23- *Takebe, M., T. Yoneyama, K. Inada, and T. Murakami. 1990. Spectral reflectance ratio of rice canopy for estimating crop N status. Plant Soil 122: 295–297.*
24- *Wu, J., D. Wang, CJ. Rosen, and M.E. Bauer. 2007. Comparison of petiole nitrate concentrations, SPAD chlorophyll readings, and QuickBird satellite imagery in detection nitrogen status of potato canopies. Field Crops Research 101: 96-103.*
25- *Yuan, W., W. Fumin, H. Jingfeng, W. Xiuzhen, and L. Zhany. 2009. Validation of artificial neural network techniques in the estimation of nitrogen concentration in rape using canopy hyperspectral reflectance data. International Journal of Remote Sensing. 30: 4493-4505.*

Archive of SID

www.SID.ir