



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و هفتم، ۱۳۹۸

بررسی شاخص تغذیه نیتروژن، شاخص سبزینگی، غلظت نیتروژن و عملکرد گندم در رژیم‌های مختلف تغذیه‌ای

اکرم معینی راد^۱، ابراهیم زینلی^۲، افشین سلطانی^۳، سراله گالشی^۴
دریافت: ۹۵/۱۰/۱۹ پذیرش: ۹۶/۶/۲۴

چکیده

نیتروژن و فسفر از عناصر معدنی پرمصرف مورد نیاز گیاهان هستند که برای رشد و نمو گیاهان زراعی ضروری هستند. به منظور بررسی تغییرات عملکرد، شاخص تغذیه نیتروژن، شاخص سبزینگی و غلظت نیتروژن گندم تحت رژیم‌های مختلف تغذیه‌ای، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط مزرعه در استان گلستان طی دو سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ و ۱۳۹۴-۱۳۹۵ اجرا شد. عامل اول مقدار نیتروژن کودی (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و عامل دوم مقدار فسفر کودی (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار) بود که در مراحل آماده‌سازی زمین قبل از کاشت، پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن گیاه تقسیم شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای کودی بر صفات مورد مطالعه در هر سه مرحله ساقه‌رفتن، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک اثر معنی‌داری داشت و از مدل رگرسیونی خطی ساده تبعیت کرد. به طوری که در هر سطح نیتروژن از سطوح مختلف فسفر، با افزایش مقدار فسفر مصرفی صفات مورد بررسی حاصل از رگرسیون خطی ساده نشان داد که روند افزایشی داشته و حداکثر مقدار آن در میزان فسفر خالص مصرفی ۸۰ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که با مقدار فسفر خالص مصرفی ۶۰ کیلوگرم در هکتار برای صفت عملکرد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. همچنین بر اساس جدول همبستگی صفات رابطه‌ی بسیار قوی بین شاخص تغذیه نیتروژن، شاخص سبزینگی و نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی گیاه بود. پیشنهاد می‌شود با توجه به کمبود فسفر در مزارع استان، در مدیریت کودی علاوه بر نیتروژن، فسفر نیز بایستی مد نظر قرار گرفته و همچنین پیشنهاد می‌شود جهت حصول حداکثر عملکرد همراه با نیتروژن حداقل ۶۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص نیز مصرف شود.

واژه‌های کلیدی: شاخص تغذیه نیتروژن، کلروفیل متر، عملکرد، فسفر و نیتروژن

معینی راد، ا.، زینلی، ا.، سلطانی، س.، گالشی، ا. ۱۳۹۸. بررسی شاخص تغذیه نیتروژن، شاخص سبزینگی، غلظت نیتروژن و عملکرد گندم در رژیم‌های مختلف تغذیه‌ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۱۷۷-۱۶۳.

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران- مسئول مکاتبات.

mocinidastgerd@yahoo.com

۲- استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) در میان گیاهان زراعی بیشترین سطح کشت را در دنیا دارد و مهم‌ترین منبع تأمین غذای انسان محسوب می‌شود (اسکودرا، ۲۰۰۴). متوسط مصرف سرانه گندم در جهان ۱۳۰ کیلوگرم و در ایران ۲۲۰ کیلوگرم گزارش شده است. بر اساس اعلام فائو در سال ۲۰۱۵، سطح زیر کشت این گیاه در سال ۲۰۱۳ در ایران ۷ میلیون و ۵۰ هزار هکتار، تولید کل آن ۱۴ میلیون تن و متوسط عملکرد آن در هر هکتار ۱۹۸۵ کیلوگرم گزارش شد (FAO, 2015). محدودیت عناصر غذایی به ویژه نیتروژن از مهم‌ترین عوامل محدود کننده‌ی عملکرد گندم می‌باشد. نیاز گندم به نیتروژن بیش از هر عنصر دیگری می‌باشد. در بافت‌های گیاهی نیتروژن فراوان‌ترین عنصر پس از اکسیژن، کربن و هیدروژن است و به مقداری بیش از سایر عناصر غذایی معدنی برای رشد و ادامه‌ی زندگی گیاهان مورد نیاز است، از این‌رو کمبود آن بیش از سایر عناصر معدنی اتفاق می‌افتد. به طوری که در مقیاس جهانی پس از خشکی، نیتروژن مهم‌ترین عامل محدود کننده‌ی تولید گیاهان زراعی به شمار می‌رود (ساسندرن و همکاران، ۲۰۰۴؛ ویلکینسون و همکاران، ۲۰۱۴). نیتروژن می‌تواند غلظت فسفر در گیاهان را به واسطه افزایش توانایی ریشه‌ها در جذب و انتقال و جایجایی این عنصر افزایش دهد و با بهبود صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان زراعی، در نهایت منجر به افزایش عملکرد شود (سپهر و همکاران، ۱۳۹۴؛ ساسندرن و همکاران، ۲۰۰۴). پس از نیتروژن فسفر مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز گیاه است و کمبود فسفر در گیاهان نیز دومین مشکل عمده حاصلخیزی خاک در سراسر دنیاست. گیاهان برای ساخت بسیاری از ترکیبات آلی به این عنصر نیاز دارند (سپهر و همکاران، ۱۳۹۴). این عنصر در کلیه فرایندهای بیوشیمیایی، ترکیبات آنزیم و سازوکارهای انتقال آنزیم دخالت دارد. فسفر نیز مانند عنصر نیتروژن بر صفات زراعی و فیزیولوژیک گیاهان زراعی تأثیرگذار است (سپهر و همکاران، ۱۳۹۴). بین عناصر اثر متقابل وجود دارد به طوری که کمبود هر یک از عناصر کارایی استفاده از دیگری را کاهش می‌دهد. بین نیتروژن و فسفر حالت برهمکنش مثبت وجود دارد و جذب نیتروژن باعث می‌شود جذب فسفر توسط گیاه افزایش یابد (فاجریا، ۲۰۱۴). اثر متقابل نیتروژن و فسفر یکی از مهم‌ترین اثرات متقابل کودی در تولیدات محصولات زراعی می‌باشد (آنولاخ و مالهی، ۲۰۰۵). اثرات متقابل نیتروژن و فسفر در گندم زمستانه نشان داد که غلظت فسفر برگ، از اواسط طول‌شدن ساقه تا انتهای مرحله گرده افشانی زمانی که مقدار کود نیتروژن صفر بود تنها ۰/۸ درصد کاهش نشان داد و این در حالی بود که در مقدار کود ۱۲۰ کیلوگرم از نیتروژن تنها ۰/۱ درصد کاهش نشان داد که حاکی از برهمکنش مثبت بین میزان جذب دو عنصر نیتروژن و فسفر می‌باشد (اسکودرا و اسکودرا، ۲۰۰۴). در بررسی اثرات متقابل دو عنصر نیتروژن و فسفر نشان داده شد که نیتروژن به عنوان یک مکمل در افزایش جذب فسفر عمل می‌کند و این در حالی است که در خاک‌هایی که افزایش نیتروژن مانع از جذب فسفر بیشتر می‌شود می‌تواند در نتیجه تثبیت کود فسفر در خاک‌های اسیدی باشد (فاجریا، ۲۰۱۴). از آنجایی که ۷۰ درصد از نیتروژن برگ در کلروپلاست انباشته می‌شود، از این‌رو میزان کلروفیل و میزان نیتروژن در گیاهان ارتباط نزدیکی با هم دارند (لوپز بلیدو و همکاران، ۲۰۰۴). به منظور تعیین وضعیت مطلوب تغذیه نیتروژن یک جمعیت گیاهی در هر مرحله زمانی از فصل رشد می‌توان از شاخص تغذیه نیتروژن (NNI) پیشنهاد شده توسط لیمایره و همکاران (۱۹۸۹) استفاده کرد.

$$NNI = N_t / N_{ct} \quad (1)$$

که در آن N_t غلظت نیتروژن واقعی اندازه‌گیری شده و N_{ct} غلظت بحرانی نیتروژن متناظر با مقدار ماده خشک تاج پوشه تولید شده است. با توجه به این که اندازه‌گیری غلظت نیتروژن بوته‌ها بسیار پرهزینه، وقت‌گیر و مستلزم تجهیزات گران‌قیمت می‌باشد، استفاده از شاخص‌هایی که اندازه‌گیری آن‌ها آسان‌تر و سریع‌تر بوده و نیاز به وسایل گران‌قیمت ندارد؛ در سال‌های اخیر به‌طور گسترده مورد توجه محققان قرار گرفته است. اندازه‌گیری شاخص سبزیگی با استفاده از کلروفیل‌مترهای دستی و قابل حمل از این جمله است. در بررسی استفاده از کلروفیل‌متر برای توصیه نیتروژن گندم در مطالعات محققان نشان داده شد که مقادیر مختلف کود نیتروژنه با شاخص سبزیگی همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد. کمبود نیتروژن تولید ماده خشک، پروتئین، عملکرد دانه و میزان کلروفیل را کاهش می‌دهد (آشيانو و همکاران، ۲۰۰۵). عارفی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود گزارش دادند که اثر متقابل نیتروژن و فسفر تأثیر معنی‌داری در افزایش میزان کلروفیل و غلظت نیتروژن گیاه موسیر داشت. همچنین مارکاریان و همکاران (۱۳۹۴) گزارش دادند که اثرات مقادیر مختلف فسفر بر شاخص کلروفیل یونجه معنی‌دار بود؛ به طوری که با مصرف ۶۰ میلی‌گرم فسفر به ازای هر کیلوگرم خاک در مقایسه با مصرف ۳۰ میلی‌گرم فسفر به ازای هر کیلوگرم خاک این شاخص ۱/۹ درصد بیشتر بود. این

افزایش را می‌توان به نقش فسفر در ذخیره و انتقال انرژی نسبت داد که انرژی لازم برای تشکیل کلروفیل را فراهم می‌کند (مارشور، ۱۹۹۵). همچنین در این مطالعه گزارش شد که غلظت نیتروژن بخش هوایی یونجه با مصرف کود فسفر در خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، با توجه به نقش نیتروژن در تشکیل کلروفیل به نظر می‌رسد که فسفر از طریق افزایش غلظت نیتروژن باعث افزایش شاخص کلروفیل برگ شده است (مارکاریان و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به جایگاه سوم استان گلستان در تولید گندم کشور (با سطح زیر کشت ۳۵۷ هزار هکتار و تولید ۷۵۰ هزار تن گندم) (براساس آمار نامه سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ وزارت جهاد کشاورزی) و نقش مهم آن در تأمین معیشت کشاورزان استان، شناخت جنبه‌های فیزیولوژیکی و زراعی تغذیه نیتروژنی و فسفوری گندم به عنوان یکی از عوامل مهم در افزایش عملکرد گیاه امری ضروری است. طی دو دهه اخیر در اثر تحریم‌ها میزان مصرف کود فسفر در مزارع استان گلستان به شدت کاهش یافته است، به طوری که طی آزمون خاک‌های تهیه شده از مزارع استان، درصد قابل توجهی از مزارع با کمبود کود فسفر مواجه هستند و از طرفی با برداشت هر یک تن گندم از خاک ۳۰ کیلوگرم فسفر از خاک تخلیه می‌شود و متأسفانه کشاورزان طی سال‌های اخیر از مصرف آن غافل شده‌اند. این در حالی است که همواره کشاورزان به مصرف کود نیتروژن توجه بیشتری دارند و بعضاً با مصرف تجملی آن در مزرعه همراه است که آلودگی زیست محیطی را به همراه خواهد داشت. از طرفی کمبود آن در مزارع کاهش چشمگیر عملکرد را به همراه خواهد داشت. از این رو این مطالعه با هدف بررسی عملکرد، شاخص سبزی‌نگی، شاخص تغذیه نیتروژن و غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی گیاه طی مراحل مختلف رشد در رژیم‌های مختلف تغذیه‌ای در گندم و همچنین بررسی روابط همبستگی بین صفات مورد مطالعه در جهت جایگزینی روش‌های پرهزینه اندازه‌گیری نیتروژن، انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط مزرعه در شهرستان علی‌آبادکتول استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. عرض جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۳۶ درجه و ۸۳ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی آن ۵۴ درجه و ۸۳ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۰ متر می‌باشد. عامل اول مقدار نیتروژن کودی (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) و عامل دوم مقدار فسفر کودی (صفر، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار) بود. مقدار نیتروژن کودی با استفاده از کود اوره (دارای ۴۶ درصد نیتروژن) و مقدار فسفر با استفاده از کود سوپر فسفات تریپل (دارای ۴۶ درصد P_2O_5) تأمین شد. به منظور یکنواخت شدن زمین از لحاظ مقدار نیتروژن و فسفر و کاهش پسماند مقدار کود خاک، زمین در سال اول به مدت چند سال نکاشت بوده و قبل از اجرای آزمایش در سال دوم در قطعه آزمایشی مورد نظر ارزن با تراکم بالا بدون مصرف کود به منظور کاهش حداقل عناصر موجود در خاک به عنوان پیش‌آزمایش کشت شد. قبل از کاشت، ابتدا آزمون خاک در عمق‌های ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱). پس از آزمون خاک و تهیه زمین، مزرعه بلوک‌بندی شده و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در زمان کاشت و مقادیر کود نیتروژن و فسفر مورد نظر با توجه به عامل آزمایش به زمین اضافه شد (مصرف کود سرک در دو مرحله پنجه‌زنی و ساقه‌رفتن انجام شد). هر کرت شامل ۱۰ ردیف کاشت به طول ۶ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۱۵ سانتی‌متر بود. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک‌متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز یک و نیم متر در نظر گرفته شد. رقم گندم مورد استفاده N-87-20 بود. در طول دوره رشد عملیات زراعی مانند کوددهی، آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز و آفات بر حسب ضرورت صورت گرفت. تراکم کاشت ۳۰۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. بذرها در سال اول آزمایش در تاریخ ۲۷ آذر و در سال دوم آزمایش در تاریخ ۱۹ آذر به صورت دستی و در عمق ۳ سانتی‌متری کشت شدند. به منظور اندازه‌گیری غلظت نیتروژن اندام‌های هوایی گیاه در مراحل ساقه‌رفتن، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت یک نمونه ۲۰ بوته‌ای (نماینده تیمار) نمونه‌برداری و در داخل آون در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک و آسیاب شدند و غلظت نیتروژن آن به روش کج‌لدال با استفاده از سه مرحله هضم؛ تقطیر و تیتراسیون تعیین شدند و درصد نیتروژن کل نمونه با استفاده از رابطه زیر تعیین شد (غازان‌شاهی، ۱۳۸۵).

$$\text{درصد نیتروژن کل نمونه} = \frac{(\text{مقدار نیتروژن کل در نمونه}) \times 100}{\text{وزن نمونه}} \times 100$$

(۱۹۸۹) استفاده شد. به منظور تعیین عملکرد دانه در مرحله برداشت، پس از حذف اثرات حاشیه‌ای، به طول ۳ متر برداشت و عملکرد در واحد سطح بر اساس ۱۴ درصد رطوبت تعیین شد. برای تعیین شاخص سبزی‌نگی در آخرین برگ ساقه اصلی در مرحله ساقه‌رفتن و گرده‌افشانی از کلروفیل‌متر مدل CCM-200 استفاده شد. داده‌های بدست آمده از آزمایش به کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شد (سلطانی، ۱۳۸۶). از نرم افزار EXCEL برای رسم شکل‌ها استفاده شد. بررسی روابط متغیرهای کودی با صفات مورد مطالعه از طریق برازش مدل ساده خطی رگرسیون صورت گرفت.

برای بررسی وضعیت تغذیه نیتروژن مزرعه از منحنی مرجع رقیق شدن بحرانی نیتروژن پیشنهاد شده توسط جاستس و همکاران (۱۹۹۴) استفاده شد:

(۲)

از این منحنی در زمانی می توان استفاده کرد که مقادیر ماده خشک اندام‌های هوایی بین ۱/۵۵ و ۱۲ تن در هکتار باشد و وقتی عملکرد ماده خشک کمتر از ۱/۵۵ تن در هکتار است، از غلظت بحرانی ثابت ۴/۴ درصد برای غلظت نیتروژن استفاده شد (جاستس و همکاران، ۱۹۹۴). برای محاسبه شاخص تغذیه نیتروژن در مراحل یاد شده از رابطه (۱) پیشنهاد شده توسط لیمایره و همکاران

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی در سال اول و دوم

عمق خاک (سانتی‌متر)	نیتروژن کل (درصد)		نیتروژن نیتراتی		نیتروژن آمونیومی (پی پی ام)		فسفر قابل دسترس (پی پی ام)		پتاسیم قابل دسترس (پی پی ام)		اسیدبته خاک	
	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم
۰-۳۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۸/۳۲	۸/۶۴	۵/۰۱	۴/۶۲	۳/۵۵	۲/۴۶	۲۴۰	۲۰۰	۷/۹	سال دوم
۳۰-۶۰	۰/۱۸	۰/۱۸	۵/۹	۴/۵۲	۳/۹	۴/۳۱	۱/۷۲	۱/۶	۱۸۰	۱۴۰	۷/۹	سال دوم

نتایج و بحث

شاخص تغذیه نیتروژن

شاخص تغذیه نیتروژن محاسبه شده باید همیشه در حداکثر مقدار یک باشد زیرا در این صورت سرعت رشد گیاه زراعی حداکثر خواهد بود و شاخص تغذیه نیتروژن بیشتر از یک نشان دهنده مصرف تجملی و مقادیر کمتر از یک نشان دهنده کمبود نیتروژن می‌باشد (لیمایره و همکاران، ۱۹۸۹). در مرحله ساقه رفتن، میانگین حداکثر شاخص تغذیه نیتروژنی در سطوح مختلف فسفر در مقادیر ۱۵۰، ۷۵ و صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار بترتیب ۱/۲۴، ۰/۹۶ و ۰/۳۹ بوده است که حاکی از مصرف بیش‌تر از مقدار مورد نیاز گیاه با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار در این مرحله بوده است به طوری که مطلوبترین شاخص تغذیه نیتروژنی در این مرحله با نسبت مصرف کودی ۷۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار حاصل شد که در این صورت شاخص تغذیه نیتروژن ۰/۹۶ می باشد که به وضعیت مطلوب بسیار نزدیک و فاصله ناچیزی دارد (شکل ۱). در مرحله گرده افشانی نیز مطلوبترین وضعیت شاخص تغذیه نیتروژنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص تغذیه نیتروژن در هر سه مرحله ساقه‌رفتن، گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش نیتروژن و فسفر قرار گرفت (جدول ۲). در هر سطح از نیتروژن، پراکنش شاخص تغذیه نیتروژن در سطوح مختلف فسفر، از مدل رگرسیون ساده خطی تبعیت کرد (شکل ۱). بیشترین میزان شاخص تغذیه نیتروژنی در سطوح مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص و کمترین مقدار آن در شرایط عدم مصرف تیمارهای کودی حاصل شد. در هر سطح از نیتروژن با افزایش میزان فسفر مصرفی، شاخص تغذیه نیتروژن از روند افزایشی برخوردار بود که حاکی از برهمکنش مثبت بین کودهای نیتروژن و فسفر می باشد همچنین مطابق جدول ۳ با افزایش مقدار کود مصرفی، شیب خط مدل برازش داده شده رگرسیونی نیز افزایش یافت. مقادیر میانگین

گیاه بترتیب با مصرف ۷۵ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر خالص در هکتار حاصل شد که شاخص تغذیه نیتروژن ۰/۹۶ بود و نشان دهنده فاصله ناچیزی بین وضعیت واقعی (موجود) تغذیه نیتروژنی مزارع و وضعیت مطلوب تغذیه نیتروژنی می باشد (شکل ۱). این در حالی است که با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با سطوح فسفر خالص مصرفی بیشتر از ۶۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش شاخص تغذیه نیتروژن بیشتر از یک شد که حاکی از مصرف تجملی کود در مزرعه طی این مرحله بود (شکل ۱). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک شاخص تغذیه نیتروژن از روند کاهش شدیدی برخوردار بود که در نتیجه انتقال نیتروژن از اندام‌های هوایی گیاه به طرف دانه می‌باشد که حداکثر مقدار آن در میزان کود مصرفی ۱۵۰ و ۸۰ کیلوگرم نیتروژن و فسفر خالص در هکتار بود (شکل ۱). بخشنده و همکاران (۱۳۹۲) طی مطالعه خود گزارش نمودند که میانگین شاخص تغذیه نیتروژن در مزارع مورد مطالعه، در مراحل ساقه‌رفتن و گرده افشانی به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۷ بود که حاکی از شرایط تغذیه مطلوب تا مرحله ساقه رفتن بود. زینلی (۱۳۸۸) پس از بررسی ۱۶ مزرعه گندم در شهر گرگان از نظر وضعیت شاخص تغذیه نیتروژن گزارش نمود که شاخص تغذیه نیتروژن در مرحله ساقه‌رفتن و آبستنی به ترتیب ۰/۵۷ و ۰/۶۸ بود که از وضعیت مطلوب فاصله داشت در حالی که می‌توان با توجه به زمان مناسب توزیع کود سرک، با مصرف مقدار مناسب و در نظر گرفتن برهمکنش مثبت اثرات متقابل کود نیتروژن و فسفر شاخص تغذیه نیتروژن مطلوب را در مزرعه اعمال کرد. در بررسی جدول ضریب همبستگی (جدول ۴) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین شاخص تغذیه نیتروژنی و غلظت نیتروژن موجود در اندام‌های هوایی گیاه در هر سه مرحله رشدی گیاه مشاهده شد.

غلظت نیتروژن اندام‌های هوایی گیاه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت نیتروژن اندام‌های هوایی گیاه تحت تأثیر برهمکنش تیمارهای کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). غلظت نیتروژن اندام‌های هوایی گیاه با افزایش سطوح میزان کود فسفر مصرفی در هر سطح نیتروژن، از روند افزایشی برخوردار بود، به‌طوری‌که حداکثر غلظت نیتروژن در هر سه مرحله ساقه‌رفتن، گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک با مصرف ۸۰ کیلوگرم کود فسفر خالص و کمترین مقدار آن در تیمار عدم مصرف کود مشاهده شد (شکل ۲). اختلاف

شاخص سبزی‌نگی

دستگاه کلروفیل متر وسیله ای قابل حمل و ساده است که به طور غیر مستقیم میزان کلروفیل برگ و وضعیت نیتروژن گیاه را ارزیابی می‌کند. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس شاخص سبزی‌نگی در هر دو مرحله ساقه‌رفتن و گرده‌افشانی تحت تأثیر برهمکنش تیمارهای کودی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار

عملکرد دانه

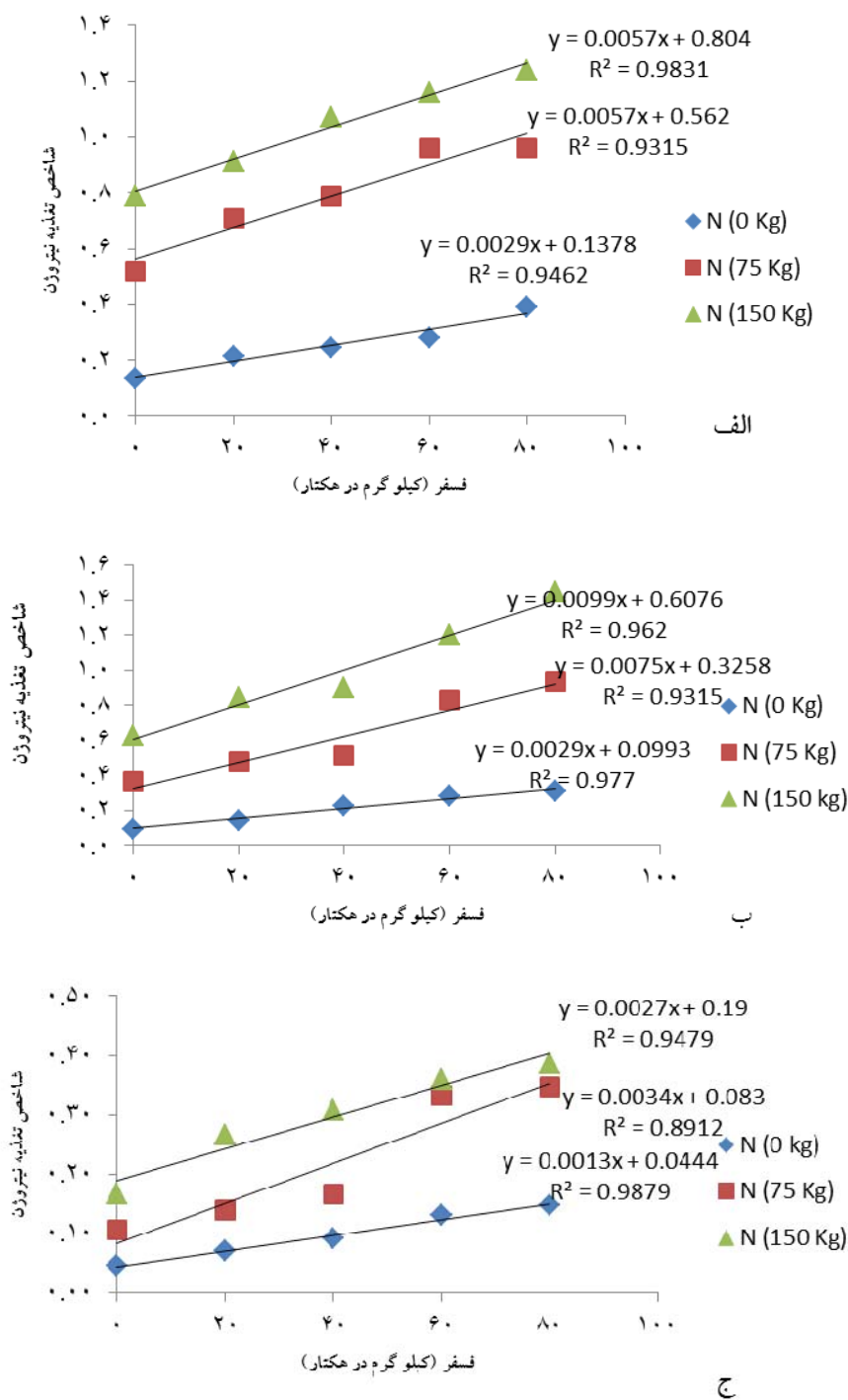
در هر سطح از نیتروژن پراکنش عملکرد در سطوح مختلف فسفر از مدل رگرسیونی خطی ساده تبعیت کرد. بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) میزان عملکرد به طور معنی داری در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای کودی قرار گرفت. بیشترین میزان عملکرد دانه (۵۵۰۰/۵۱) کیلوگرم در هکتار) به ترتیب با میزان مصرف ۸۰ و ۱۵۰ کیلوگرم فسفر و نیتروژن خالص که از نظر آماری اختلاف معنی داری با میزان کود فسفر مصرفی ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار نداشت و کمترین میزان آن (۲۵۱۸/۱۷) کیلوگرم در هکتار) در تیمار عدم مصرف کود حاصل شد (شکل ۴). با افزایش سطح فسفر در هر سطح از نیتروژن، عملکرد روند افزایشی را نشان داد. نیتروژن می تواند غلظت فسفر در گیاهان را به واسطه افزایش توانایی ریشه ها در جذب این عنصر افزایش دهد و با بهبود صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان زراعی، در نهایت منجر به افزایش عملکرد شود (کاسیر و کیم، ۲۰۱۳؛ ویلکینسون و همکاران، ۲۰۰۰)، همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد با صفات شاخص تغذیه نیتروژن، شاخص سبزیگی و غلظت نیتروژن در گیاه مشاهده شد (جدول ۴). افزایش جذب فسفر در بررسی اثرات متقابل این دو عنصر بر روی گیاه سورگوم نیز حاکی از آن است که نیتروژن به عنوان یک مکمل در افزایش و انتقال و جابجایی جذب فسفر عمل می کند (آشيانو و همکاران، ۲۰۰۵)، فاجریا و کیم (۲۰۱۳) یک ارتباط مثبت بین این دو عنصر در عملکرد زیست توده و دانه لوبیا گزارش کردند. عملکرد لوبیا به واسطه استفاده صحیح ترکیب نیتروژن و فسفر در مقایسه با کرت های شاهد افزایش یافت که ۵۹ درصد این افزایش عملکرد مربوط به اثر متقابل این دو عنصر بود، البته دامنه اثرات متقابل نیتروژن و فسفر می تواند به واسطه شرایط آب و هوایی، گونه گیاهان زراعی و ژنوتیپ های درون گیاهی و سطوح قابل دسترس نیتروژن و فسفر خاک تعدیل شود (فاجریا، ۲۰۱۴).

بود (جدول ۲). در هر سطح از نیتروژن، پراکنش شاخص سبزیگی در سطوح فسفر، از مدل رگرسیونی ساده خطی تبعیت کرد (شکل ۳). بیشترین میزان شاخص سبزیگی در هر دو مرحله در سطوح مصرفی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار و کمترین مقدار آن در شرایط عدم مصرف تیمارهای کودی حاصل شد. در هر سطح از نیتروژن با افزایش میزان فسفر مصرفی شاخص سبزیگی نیز از روند افزایشی برخوردار بود (شکل ۳). مطابق جدول ۳ با افزایش مقدار کود مصرفی شیب خط مدل برازش داده شده رگرسیونی افزایش یافت و این در حالی بود که بین مقادیر مصرفی ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم از سطوح کود نیتروژن مصرفی، شیب خط اختلاف چندانی نشان نداد. مارکاریان و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که اثر مقادیر مختلف فسفر بر شاخص سبزیگی یونجه معنی دار بود. به طوری که با دو برابر کردن مقدار فسفر از ۳۰ به ۶۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم خاک، شاخص سبزیگی به مقدار ۱/۹ درصد افزایش یافت. در بررسی استفاده از کلروفیل متر برای توصیه نیتروژن گندم در مطالعات محققان نشان داده شد که مقادیر مختلف کود نیتروژن با شاخص سبزیگی همبستگی مثبت و معنی داری دارد (آشيانو همکاران، ۲۰۰۵؛ زینلی، ۱۳۸۸ و بخشنده و همکاران، ۱۳۹۲). در این مطالعه نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین شاخص سبزیگی و غلظت نیتروژن گیاه در مراحل رشدی مطالعه شده مشاهده شد (جدول ۴). ارزیابی نیتروژن مورد نیاز گیاه از قرائت های کلروفیل سنج به برقراری همبستگی آمار قوی بین قرائت های کلروفیل سنج و غلظت نیتروژن برگ، میزان دقت غلظت بحرانی گیاه و مقدار کودی که باید متناسب با میزان انحراف از آن مصرف نمود، وابسته است (لی بایل و همکاران، ۲۰۰۵؛ لویز و همکاران، ۲۰۰۴؛ پیلاسیونز و همکاران، ۲۰۰۹). از اینرو اندازه گیری شاخص سبزیگی گیاه با استفاده از دستگاه کلروفیل متر می تواند به عنوان روشی بسیار ساده و سریع جهت ارزیابی وضعیت تغذیه گیاه جایگزین روش های وقت گیر و پرهزینه شود.

منبع تغییر	درجه آزادی	شاخص تغذیه (نیتروژن ساقه)	شاخص تغذیه (نیتروژن گرده افشانی)	شاخص تغذیه نیتروژن (رسیدگی فیزیولوژیک)	غلظت نیتروژن (ساقه)	غلظت نیتروژن (گرده افشانی)	غلظت نیتروژن (رسیدگی فیزیولوژیک)	شاخص سبزیگی (ساقه)	شاخص سبزیگی (گرده افشانی)	عملکرد دانه (کیلو گرم هکتار)
سال	۱	**۱۰۷۴۰۰/۸/۰	**۰۸۶۹۴/۰	**۰۲۶۷۵/۱	*۹۱۷۰۰۰/۸/۰	*۱۵۰۵۲۰۸/۱	**۰۵۷۲۷/۰	^{ns} ۶۰۹۹/۴	^{ns} ۳۵۵/۷	**۱۵۰۶۲۹۷۷
سال/تکرار	۶	^{ns} ۰۰۱۷۰۸۶/۰	**۰۰۹۱۸۸/۰	^{ns} ۰۰۹۹۸۸/۰	^{ns} ۰۲۷۵۸۶/۰	**۰۶۰۲۶۶۳۹/۰	^{ns} ۰۱۲۲۶۵/۰	^{ns} ۸۶۸۴۴/۲	^{ns} ۶۷۸/۲	۱۳۰۰۶۵**
نیتروژن	۲	**۰۴۲/۶	**۰۲۶۷۸۲۳/۶	**۰۴۰۶۹۵۰/۰	**۰۷۲۰۱۳/۹۳	**۰۳۴۱۲۲۲۵/۲۹	**۰۹۴۳۴/۱	**۰۹۱۳۵/۲۰۵	**۰۴۴/۶۲	۵۵۰۰۱۷۲۰**
فسفر	۴	**۰۵۴۵۲۰۲/۰	**۰۱۲۸۹۰۴/۱	**۰۱۴۹۳۳۷/۰	**۰۲۸۵۹۵/۹	**۰۸۹۶۵۵۲۹/۷	**۰۹۸۲۳۱/۰	**۰۸۷۱۸/۸۶	^{ns} ۸۳۲/۴	۳۱۶۲۵۵۸**
فسفر × نیتروژن	۸	**۰۳۰۱۳۳۷۱/۰	**۰۱۱۹۰۰۶۶/۰	**۰۱۳۸۲۶/۰	**۰۴۳۹۷۳/۰	**۰۵۲۶۴۴۵۲۹/۰	**۰۸۰۸۱/۰	**۰۸۳۲/۵۳	**۰۶۶۲/۲۴	۳۹۳۲۲۵**
سال × نیتروژن	۲	**۰۹۶۲۰۳/۰	**۰۱۵۴۶۳۳/۰	**۰۰۷۳۴۰۲/۰	*۱۰۶۰۹۳/۰	**۰۶۶۳۶۰۸۳/۰	**۰۰۵۲۷/۰	^{ns} ۱۲۳۶۵/۲	^{ns} ۷۰۹/۳	۱۴۱۹۳۰,۲**
فسفر × سال	۴	^{ns} ۰۰۳۹۱۵/۰	^{ns} ۰۰۴۹۵۳۳/۰	**۰۰۲۰۲۹۱۶/۰	*۰۷۱۶۶۹/۰	^{ns} ۰۲۹۹۶۴۵/۰	^{ns} ۰۰۹۷۴۲/۰	^{ns} ۲۲۵۲۵/۰	^{ns} ۱۶۳۲/۰	*۶۳,۷۸۲,۵
سال × نیتروژن × فسفر	۸	^{ns} ۰۰۱۷۰۸/۰	^{ns} ۰۰۳۳۵۰۸/۰	*۰۰۱۲۹۷/۰	^{ns} ۰۱۹۱۳۴/۰	^{ns} ۰۱۰۷۵۷۷/۰	*۰۱۵۰۰۵/۰	^{ns} ۴۱۵۲۶/۱	^{ns} ۶۸۹۲/۱	^{ns} ۹/۱۳۴۰۹
خطای آزمایش	۸۴	۰/۰۰۲۱۵۲	۰/۰۰۲۴۷۹	۰/۰۰۰۴۸۰۴۴	۰/۰۰۲۹۵۰۳	۰/۰۱۷۹۷۵۹۹	۰/۰۰۵۸۰۳۳	۲/۳۸۶	۲/۲۵۵۸	۲۲۷۹۳/۶
ضریب تغییرات	-	۶/۶۸	۸/۱	۱۰/۷۳	۶/۶۸	۸/۵۶	۱۲/۷۶	۴/۱۳	۳/۵۶	۳/۸۹

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی طی دو سال آزمایش

NS و ** به ترتیب غیر معنی داری در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد



شکل ۱- میانگین دو سال میزان شاخص تغذیه نیتروژن در هر سطح نیتروژن از سطوح مختلف فسفر در مراحل الف) ساقه رفتن ب) گرده افشانی ج) رسیدگی فیزیولوژیک

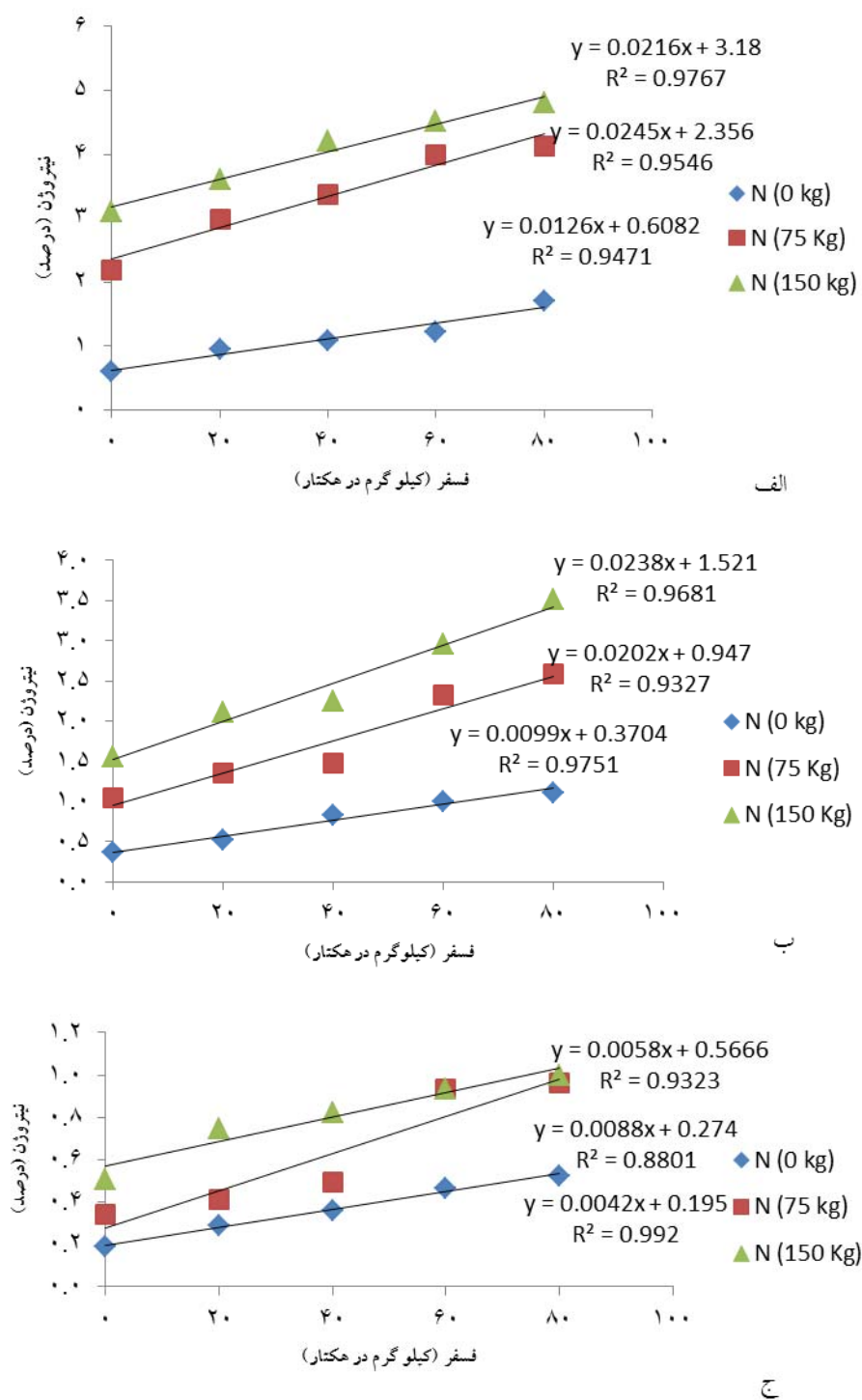
جدول ۳- پارامترهای برآورد شده (a, b) با حدود اطمینان و ضریب تبیین (R^2) در معادلات برازش داده شده برای صفات مورد بررسی.

R^2	$b \pm SE$	$a \pm SE$	منبع تغییرات (S, O, V)
			شاخص تغذیه نیترژن (مرحله ساقه‌رفتن)
۰/۹۴	۰۰۳۶/۰ ± ۰۰۲۸/۰	۰۱۸/۰ ± ۱۴/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۳	۰۰۸۸/۰ ± ۰۰۵۶۵/۰	۰۴۳/۰ ± ۵۶۲/۰	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۸	۰۰۰۴۳/۰ ± ۰۰۵۷/۰	۰۲۱/۰ ± ۸۰۴/۰	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			شاخص تغذیه نیترژن (مرحله گرده‌افشانی)
۰/۹۷	۰۰۲۷/۰ ± ۰۰۲۸/۰	۰۱۳۵/۰ ± ۱/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۳	۰۰۰۱۶/۰ ± ۰۰۷۴/۰	۰۵۷/۰ ± ۳۳/۰	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۶	۰۰۱۱۴/۰ ± ۰۰۹۹۵/۰	۰۵۶/۰ ± ۶۰۸/۰	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			شاخص تغذیه نیترژن (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک)
۰/۹۸	۰,۰۰۰۱ ± ۰۰۱۳/۰	۰۰۴۹/۰ ± ۰۴۶/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۸۹	۰,۰۰۰۶۵ ± ۰۰۰۳۳/۰	۰۳۱۹۷/۰ ± ۰۸۶/۰	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۴	۰,۰۰۰۳۵ ± ۰۰۲۶/۰	۰۱۷۳/۰ ± ۱۹۴/۰	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			غلظت نیترژن (مرحله ساقه‌رفتن)
۰/۹۴	۰۰۱۵/۰ ± ۰۱۰۶۵/۰	۰۷۶/۰ ± ۴۴/۲	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۵	۰۰۴۱/۰ ± ۰۰۱۴/۰	۲۰۵/۰ ± ۹۱/۳	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۷	۰۰۵۳/۰ ± ۰۱۰۶/۰	۲۶/۰ ± ۰۳۸/۴	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			غلظت نیترژن (مرحله گرده‌افشانی)
۰/۹۷	۰,۰۰۱۷ ± ۰۱۲۵/۰	۰۸۴/۰ ± ۶۰۸۲/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۳	۰,۰۰۳۰۸ ± ۰۲۲۴/۰	۱۵/۰ ± ۳۵۶/۲	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۶	۰,۰۰۱۹۳ ± ۰۲۱۶/۰	۰۹۴/۰ ± ۱۸/۳	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			غلظت نیترژن (مرحله رسیدگی فیزیولوژیک)
۰/۹۹	۱۵۳/۰ ± ۹۷/۰	۰۴۴/۰ ± ۳۷/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۸	۰۰۳۱۳/۰ ± ۰۲۰۱/۰	۰۰۹۱/۰ ± ۰۹۸/۰	نیترژن (هفتاد کیلوگرم)
۰/۹۳	۰۰۲۴/۰ ± ۰۲۳۷/۰	۱۲۱/۰ ± ۵۲/۱	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			شاخص سبزی‌نگی (مرحله ساقه‌رفتن)
۰/۸۷	۰,۰۰۰۲۱ ± ۰,۰۰۴۲	۰۱۰۶/۰ ± ۱۹۵/۰	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۳	۰,۰۰۱۸ ± ۰,۰۰۸۸	۰۹۲/۰ ± ۲۷۴/۰	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰,۹۱	۰,۰۰۰۹ ± ۰,۰۰۵۸	۰۰۹۱/۰ ± ۵۷/۰	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			شاخص سبزی‌نگی (مرحله گرده‌افشانی)
۰/۹۲	۰۲۳۷/۰ ± ۰۲۳۵/۰	۳۴/۱ ± ۵۶/۳۶	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۵	۰۴۲۷/۰ ± ۱۰۵۵/۰	۰۹۵/۲ ± ۳/۳۲	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۸۸	۰۱۳/۰ ± ۰۶۶/۰	۶۳۲/۰ ± ۲۶/۳۷	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)
			عملکرد دانه
۰/۹۶	۰۰۰۹۵/۰ ± ۰۵۹۶/۰	۴۶۶/۰ ± ۳۳/۳۸	نیترژن (صفر کیلوگرم)
۰/۹۳	۰۰۴۹/۰ ± ۰۴۱/۰	۲۴۳/۰ ± ۴۱	نیترژن (هفتاد و پنج کیلوگرم)
۰/۹۲	۰۰۹۵/۰ ± ۰۵۹۶/۰	۳۳/۰ ± ۷۵/۴۱	نیترژن (صد و پنجاه کیلوگرم)

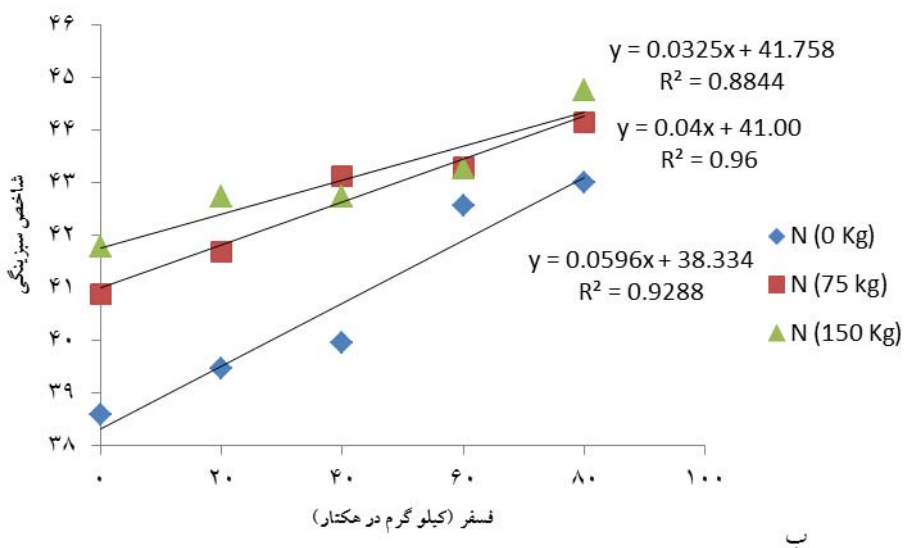
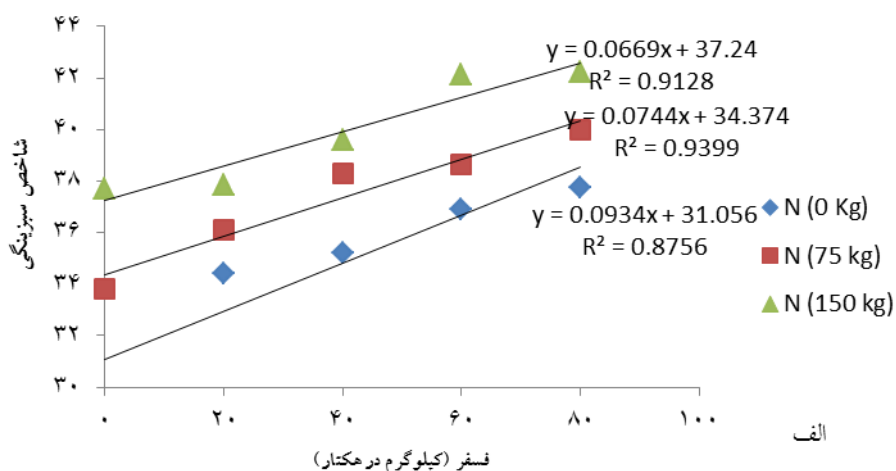
۴- جدول همبستگی صفات مورد مطالعه

صفات	شاخص تغذیه نیترژن (ساقه رفتن)	شاخص تغذیه نیترژن (گرده افشانی)	شاخص تغذیه نیترژن (رسیدگی فیزیولوژیک)	غلظت نیترژن (ساقه رفتن، درصد)	غلظت نیترژن (گرده افشانی، درصد)	غلظت نیترژن (رسیدگی فیزیولوژیک، درصد)	شاخص سبزیگی (ساقه رفتن)	شاخص سبزیگی (گرده افشانی)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
شاخص تغذیه نیترژن (ساقه رفتن)	۱								
شاخص تغذیه نیترژن (گرده افشانی)	**۸۷/۰	۱							
شاخص تغذیه نیترژن (رسیدگی فیزیولوژیک)	**۸۶/۰	**۹۳/۰	۱						
غلظت نیترژن (ساقه رفتن، درصد)	**۴/۰	**۷۳/۰	**۷۵/۰	۱					
غلظت نیترژن (گرده افشانی، درصد)	**۹۱/۰	**۹۷/۰	**۹۱/۰	**۶۲/۰	۱				
غلظت نیترژن (رسیدگی فیزیولوژیک، درصد)	**۸۹/۰	**۸۹/۰	**۹۷/۰	**۶۲/۰	**۹۲/۰	۱			
شاخص سبزیگی (ساقه رفتن)	**۸۲/۰	**۷۷/۰	**۸۳/۰	**۵۲/۰	**۸۳/۰	**۹۱/۰	۱		
شاخص سبزیگی (گرده افشانی)	**۶۴/۰	**۶۴/۰	**۶۶/۰	**۴۷/۰	**۶۳/۰	**۶۵/۰	**۶۲/۰	۱	
عملکرد دانه	**۳۶/۰	**۴/۰	**۳۲/۰	**۱۹/۰	**۳۹/۰	**۳۲/۰	**۳۱/۰	ns۴/۰	۱

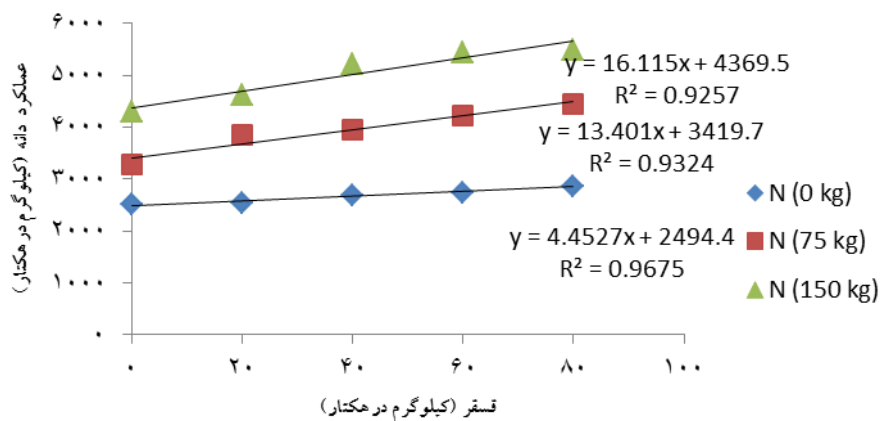
ns * و ** به ترتیب غیر معنی داری در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد



شکل ۲- میانگین دو سال غلظت نیتروژن در هر سطح نیتروژن از سطوح مختلف فسفر در مراحل الف) ساقه رفتن ب) گرده افشانی ج) رسیدگی فیزیولوژیک



شکل ۳- میانگین دو سال میزان شاخص سبزیگی در هر سطح نیتروژن از سطوح مختلف فسفر. الف) ساقه رفتن ب) گرده افشانی



شکل ۴- میانگین دو سال میزان عملکرد دانه در هر سطح نیتروژن از سطوح مختلف فسفر

نتیجه گیری

بین غلظت نیتروژن، شاخص تغذیه نیتروژن و شاخص سبزینگی مشاهده شد و با توجه به اینکه اندازه‌گیری غلظت نیتروژن بوته‌ها بسیار پرهزینه، وقت‌گیر و مستلزم تجهیزات گران‌قیمت می‌باشد، دستگاه کلروفیل‌متر دستی و قابل حمل می‌تواند در جهت ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه به‌کار رود. همچنین بیشترین عملکرد دانه (۵۵۰۰/۵) کیلوگرم در هکتار در تیمار کودی ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۸۰ کیلوگرم فسفر خالص حاصل شد که با میزان کود فسفر خالص مصرفی ۶۰ کیلوگرم در هکتار از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت، لذا با توجه سودمندی اقتصادی برای کشاورزان و جلوگیری از تثبیت کودی، مصرف ۶۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار نیز پیشنهاد می‌شود.

به‌طور کلی نتایج نشان داد در هر سطح از نیتروژن، پراکنش صفات مورد نظر در مقادیر مختلف فسفر از روند افزایشی برخوردار بود که حاکی از برهمکنش مثبت بین کودهای نیتروژن و فسفر مصرفی می‌باشد، لذا در مدیریت کودی علاوه بر نیتروژن، فسفر نیز باید مد نظر قرار گیرد از این‌رو در توصیه به کشاورزان چنانچه شرایطی باشد که یک کشاورز قادر به تأمین هر دو کود نیتروژن و فسفر مورد نیاز و مطلوب مزرعه خود نباشد بهتر آن است که مقدار کمی از هر دو عنصر نیتروژن و فسفر را فراهم کند به جای آنکه مقدار زیادی از نیتروژن را به تنهایی فراهم کند. از آنجا که رابطه‌ی قوی مثبت و معنی‌داری

منابع

- بخشنده، ا.، ف. اسدی، ف. خاوری و ا. زینلی. ۱۳۹۲. بهبود مدیریت نیتروژن با استفاده از پارامتر شاخص تغذیه نیتروژن و دستگاه کلروفیل متر در مزارع گندم. دومین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا. ۱-۱۳.
- زینلی، ا. تغذیه نیتروژنی گندم در گرگان؛ جنبه‌های زراعی، فیزیولوژیکی و زیست محیطی. ۱۳۸۸. پایان‌نامه دکتری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۲۰۱ صفحه.
- سپهر، ا.، م. ج. ملکوتی، ب. خلد برین، ن. کریمیان، ع. صمدی، ح. رسولی، ف. نورقلی پور و ز. خادمی. ۱۳۸۸. بررسی کارایی ارقام مختلف غلات از لحاظ جذب فسفر. مجله پژوهش‌های خاک. جلد ۲۳. شماره ۲: ۱۲۵-۱۳۴.
- سلطانی، ا. کاربرد نرم افزار آماری SAS. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۸۲ صفحه.
- عارفی، ا.، م. کافی، ح. ر. خزاعی و م. بنایان اول. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر عملکرد، فتوسنتز و پیگمانت‌های فتوسنتزی، کلروفیل و غلظت نیتروژن اجزای گیاه دارویی و صنعتی موسیر. مجله بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۳: ۲۰۷-۲۱۴.
- غازان شاهی، ج. ۱۳۸۵. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۲۴۷ صفحه.
- مارکاریان، ش.، ن. ا. نجفی، ن. ع. اصغرزاد و ش. اوستان. ۱۳۹۴. اثر باکتری سینوریزوبیوم میلیوتی و فسفر بر شاخص کلروفیل برگ، غلظت نیتروژن و فسفر ریشه و بخش هوایی یونجه در شرایط تنش خشکی. مجله دانش آب و خاک. جلد ۲۵، شماره ۴: ۲۷-۴۵.
- Ashiono, G. B., T. E. Akuja., T. E. Gatulku, and P. Mwangi. 2005. Effect of nitrogen and phosphorus application on growth and yield of dual purpose sorghum in the dry high-lands of Kenya. *Asian J. Plant Sci.* 4(4): 379-382.
- Aulakh, M. S. and S. S. Malhi. 2005. Interactions of nitrogen with other nutrients and water: Effect on crop yield and quality, nutrient use efficiency, carbon sequestration, and environmental pollution. *Adv. Agron. J.* 86:341-409.
- Baligar, V. C. N. K. Fageria, and Z. L. He. 2001. Nutrient use efficiency in plants, *Communications in Science and Plant Analysis.* 32:921-950.
- Fageria, N. K. 2014. Nitrogen management in crop production. Boca Raton. 418 pages,
- FAO. WWW. FAO, *Org.* 2015. (Food and Agriculture Organization of the United Nations),
- Justes, E., B. Mary, J. M. Meynard, J. M. Mchet, L. Theleir-Huches. 1994. Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. *Ann. Bot.* 74: 397-407,
- Kaiser, D. E. and K. I. Kim. 2013. Soybean response to sulfur fertilizer applied as a broadcast or starter using replicated strip trials., *Agro. J.* 105:1189-1198.
- Lamarie, G. F. Gastal. and J. Sallette. 1989. Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content, *Proceeding XVI International Grassland Congress, Nice France.* 179-180.

- Le Bail, M. M. H. Jeffery. C. Bouchard. and A. Barbottin. 2005. It is possible to forecast the grain quality and yield of differences varieties of winter wheat from Minolta by SPAD meter measurements? *Euro. J. Agron.* 23: 379-391.
- Lopez Belido, R. J. C. E. Shepherd. and P. B. Barraclough. 2004. Predicting post-anthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. *Eur. J. Agron.* 20: 313-320.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2nd edition, New YORK, Academic Press.
- Poblaciones, M. A. J. L. Lopez-Bellido. J. Rafel. 2009. Field estimation of technological bread-making quality in wheat in wheat. *Filed. Crop. Res.* 112: 253-259.
- Skudra, I. and A. Skudra. 2004. Phosphorus concentration in soil and in winter wheat plants. *Aust. Society. Agron.* 1: 1-6,
- Saseendran, S. A. D. S. Nielsen, L. Ma, L. R. Ahuja. and A. D. Halvorson. 2004. Modeling nitrogen.
- Wilkinson, S. R. D. L. Grunes. and M. E. Sumner. 2014. Nutrient interactions in soil and plant nutrition, In: *Handbook of Soil Science*, ed, M, E, Sumner, pp, 89–111, Boca Raton, Florida: CRC Press.

Study of nitrogen nutrition index, seedling index, concentration nitrogen and wheat yield in different nutritional regimens

A. Moeinirad¹, E. Zeinali², A. Soltani³, S. Galeshi⁴

Received: 2017-1-8 Accepted: 2017-9-15

Abstract

Nitrogen and phosphorus are the most important mineral elements needed by plants that are essential for growth and development of crops. In order to study yield, nitrogen nutrition index (NNI), Chlorophyll index and nitrogen concentration of wheat in different regimes nutrition, a factorial experiment based on a randomized complete blocks design with four replications was done at a research field in Golestan Province during growing seasons 2014-2015 and 2015-2016, The experimental factors were three net nitrogen fertilizer rates of 0, 75 and 150 kg N ha⁻¹ and five net phosphorus fertilizer rates of 0, 20, 40, 60 and 80 kg P ha⁻¹ that in stage make ready of field, before from planting, tillering and stem elongation was divided, According to the results, traits under study in each three stage of planting, tillering and stem elongation had significant effect and follow from simple linear regression model, as in each level nitrogen from different levels phosphorus, with increase rate of consumed phosphorus, traits under study were prospered from increasing trend and the maximum traits were recorded with 80 kg P ha⁻¹ that yield was not showed significantly difference analysis with consumption of 60 kg P ha⁻¹, Also The results this experiment showed that on the basis of results of table correlation between traits is very strong relation between nitrogen nutrition index(NNI), chlorophyll index and nitrogen available to plant, so is offered with due attention to deficiency phosphorus fertilizer in field of Golestan Province, in management fertilizer in addition on nitrogen, phosphorus must be considered, also is offered in order to reach to maximum yield is consumed a least 60 kg P net ha⁻¹.

Key words: Chlorophyll meter, nitrogen nutrition index (nni), nitrogen, phosphorus and yield

1- Ph.D. Student Agro physiology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

2- Associate professor, Agronomy Dep. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3- professor, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4- Associate professor, Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran