دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

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

مطالعه کارایی جذب و مصرف تشعشع ارقام گندم (*Triticum aestivum*) تحت تاثیر کود نیتروژن

علی بزرگی حسین آباد[۱]، فرزاد مندنی[۲]، محسن سعیدی[۳]، حسن حیدری[۲]، علیرضا باقری[۲]

دریافت: ۹۵/۱۰/۲۷ پذیرش: ۹۶/۶/۲۴

چکیده

رشد و نمو گیاهان زراعی تحت تأثیر تشعشع خورشیدی قرار دارد و تولید ماده خشک اغلب با تشعشع دریافت شده توسط گیاه و کارایی مصرف تشعشع همبستگی مثبت دارد. بنابراین، به منظور ارزیابی کارایی جذب و مصرف تشعشع در ارقام گندم تحت شرایط آب و هوایی کرمانشاه آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح کود نیتروژن (۹۰، ۱۸۰، ۳۰۰ و ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار) در قالب عامل اصلی و ارقام گندم پارسی، زارع، پیشگام و اروم در قالب عامل فرعی بودند. صفات مورد ارزیابی شامل شاخص سطح برگ، روند جذب تشعشع، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، وزن خشک برگ، ساقه و کل، کارایی مصرف تشعشع و عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد که رقم پیشگام در مقایسه با سایر ارقام از ویژگی‌های مورد ارزیابی بهتری در شرایط تیمارهای مصرف کود نیتروژن برخوردار بود. با افزایش میزان کاربرد کود اوره از ۹۰ به ۳۶۰ کیلوگرم در هکتار، حداکثر شاخص سطح برگ، میزان جذب تشعشع، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، وزن خشک برگ، ساقه و کل و عملکرد دانه افزایش یافت. بیشترین عملکرد دانه (۸۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) به رقم پیشگام و شرایط مصرف ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار و کمترین آن (۱۲۶۴ کیلوگرم در هکتار) به رقم اروم و شرایط مصرف ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مربوط بود. بیشترین و کمترین کارایی مصرف تشعشع نیز به ترتیب در رقم پیشگام (۱/۵۹ گرم بر مگاژول) در تیمار ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار و رقم اروم (۰/۶۷ گرم بر مگاژول) در تیمار ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از طریق بهبود میزان و سرعت فتوسنتز باعث بهبود سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک کل گردید و از این طریق کارایی مصرف تشعشع گندم را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تخصیص، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی، جذب تشعشع، کارایی مصرف تشعشع

برزگری حسین آباد، ع.، ف. مندنی، م. سعیدی، ح. حیدری و ع. باقری. ۱۳۹۸. مطالعه کارایی جذب و مصرف تشعشع ارقام گندم (*Triticum aestivum*) تحت تاثیر کود نیتروژن. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۲۱۶-۲۰۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران- مسئول مکاتبات. f.mondani@razi.ac.ir

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

مقدمه

غلات مهمترین گیاهان غذایی کره زمین و تأمین کننده ۷۰ درصد از غذای مردم می‌باشند و به طورکلی ۷۵ درصد کل انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تأمین می‌شود (سیادت و همکاران، ۱۳۸۳). در بین گیاهان خانواده غلات گندم گیاه تک لپه و یکساله مناطق سردسیری و معتدل جهان است که از نظر تولید و سطح زیر کشت جهانی مقام اول و نزدیک به ۳۰ درصد اراضی زیر کشت را به خود اختصاص داده است (ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۸٤). این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط آب و هوایی جهان رشد کرده و دارای بیشترین سطح پراکندگی در دنیاست (صادق زاده اهری، ۲۰۰٦). در ایران نیز در مجموع بالغ بر ٦ میلیون هکتار از اراضی کل کشور به کشت گندم اختصاص دارد که در این بین استان کرمانشاه با ٦/٤ درصد سطح زیر کشت و ٦/٦ درصد تولید، دارای مقام پنجم در کشور است (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۱۳۹٤).

رشد و نمو گیاهان به طور مستقیم و غیر مستقیم تحت تأثیر تشعشع خورشیدی قرار دارد و تولید ماده خشک اغلب با تشعشع دریافت شده توسط گیاه همبستگی مثبت دارد (تسابو و همکاران، ۲۰۰۵). جذب بیشتر تشعشع به ساختار کانوپی یعنی شاخص سطح برگ و توزیع عمودی آن در کانوپی، سرعت توسعه و دوام سطح برگ، زاویه برگ‌ها و خصوصیات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته و نحوه آرایش شاخه‌های جانبی بستگی دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸). نور رسیده به بالای کانوپی توسط برگ‌ها و دیگر اندام‌های سبز گیاهان جذب شده و سپس در فرآیند فتوسنتز به کار رفته و منجر به تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت تجمع ماده خشک می‌شود. بنابراین تجزیه و تحلیل این فرآیند در شرایط محیطی مختلف برای ارزیابی میزان رشد و تولید گیاهان زراعی بسیار مهم است (تسابو و همکاران، ۲۰۰۱).

کارایی مصرف تشعشع عبارت است از مقدار زیست توده تولید شده (برای مثال گرم بر متر مربع) به ازای هر واحد تشعشع جذب شده (برای مثال مگاژول بر متر مربع) توسط گیاه که بر حسب گرم بر مگاژول بیان می‌شود (پیورسل و همکاران، ۲۰۰۲). از جمله عوامل موثر بر کارایی مصرف تشعشع توسط محصولات زراعی، تراکم کاشت، خصوصیات فتوسنتزی گیاه و میزان عناصر غذایی موجود در محیط کاشت است (پیورسل و همکاران، ۲۰۰۲). از طرفی فتوسنتز و تولید ماده خشک تابعی از نور جذب شده است که به ویژگی‌های ساختاری کانوپی و فتوسنتزی گیاهان بستگی دارد که خود به شدت تحت تاثیر نیتروژن موجود در خاک و اندام‌های گیاهی قرار دارند (بهشتی و بهبودی فرد، ۱۳۸۹). مقادیر کارایی مصرف تشعشع با توجه به گونه گیاهی، شرایط آب و هوایی، مدیریت زراعی، مرحله رشدی گیاه، نحوه اندازه‌گیری و ترکیبات گیاهی تغییر می‌کند (اوکونل و همکاران، ۲۰۰٤). کریمیان و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند با افزایش کود نیتروژن تشعشع جذب شده توسط گیاه کلزا که تابعی از شاخص سطح برگ است افزایش یافت. نامبردگان همچنین اظهار داشتند که نیتروژن به شدت کارایی مصرف تشعشع را تحت تاثیر قرار داد، به‌طوری‌که با افزایش کود نیتروژن از ۱۰۰ به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، کارایی مصرف تشعشع از ۱/۷۲ به ۱/۹۵ گرم بر مگاژول افزایش یافت. محققین دیگر نیز گزارش کردند که نیتروژن بر کارایی مصرف تشعشع گیاهان مختلف اثر معنی‌دار دارد (آلن و همکاران، ۲۰۰٤).

استان کرمانشاه یکی از قطب‌های تولید گندم در کشور است و سالیانه مقادیر زیادی از منابع کود نیتروژن در آن مصرف می‌شود و همچنین با توجه به این مطلب که این استان از نظر منابع طبیعی مانند تشعشع خورشیدی در وضعیت جغرافیایی نسبتاً مطلوب قرار دارد، از این رو پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کارایی جذب و مصرف تشعشع و برخی از مهمترین ویژگی‌های فیزیولوژیک ارقام گندم در شرایط کاربرد مقادیر مختلف کود نیتروژن تحت شرایط اقلیمی کرمانشاه اجرا شد.

مواد و روش

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی (طول جغرافیایی ٤۷ درجه و ۵/۹٤ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۱۹/۵۲ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳٤۵ متر) با اقلیم معتدل، متوسط دمای ۱۳/٤ و میانگین بارندگی سالیانه ٤۵۵ میلی‌متر در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ اجرا شد. در این بررسی آنالیز خاک قبل از کاشت در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر صورت پذیرفت (جدول ۱).

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل مقادیر مصرف کود نیتروژن (۳۰، ٦۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ درصد نیاز گندم به عنصر نیتروژن که مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک معادل ۹۰، ۱۸۰، ۳۰۰ و ۳٦۰ کیلوگرم اوره ٤٦ درصد در هکتار بود) به‌عنوان عامل اصلی و چهار رقم گندم پارسی، پیشگام، اروم و زارع به‌عنوان عامل فرعی بود. ابعاد هر کرت اصلی ۳×۱۱/۲ متر بود که جهت جلوگیری از نشت نیتروژن با فاصله ۱/۵ متر از یکدیگر جدا شد. فاصله بین کرت-

های فرعی نیز حدود ٤٠ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر یک از کرت‌های فرعی دارای ۱۰ خط کاشت به طول ۳ متر و عرض ۲/۵ متر بود. تیمارهای کود نیتروژن بر اساس این آزمون خاک و به این صورت که یک سوم کود اوره در مرحله ۲ تا ٤ برگی، یک سوم دیگر در مرحله ابتدای ساقه رفتن و یک سوم باقی مانده در مرحله آغاز گلدهی به صوت سرک و به روش نواری به خاک اضافه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق نمونه برداری (سانتی متر)	اسیدیته	پتاسیم	فسفر	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی‌متر)	نیتروژن	رس	شن	سیلت	ماده عالی	بافت خاک
		(قسمت در میلیون)				(درصد)			(درصد)	
۰ – ۳۰	۷/۷	۲۸۲	۲۰/٦	۰/۵۰	۰/۱۷	٤٤/۳	۱٦/۷	۳۹/۰	۱/۵	سیلتی- رسی

عملیات آماده‌سازی بستر بذر در اوایل پاییز آغاز و کاشت در نیمه دوم آبان (۱۳۹۳/۰۸/۲۵) به صورت خشکه کاری انجام شد. بنابر نتیجه آزمایش خاک انجام شده مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل نیز قبل از کاشت به صورت نواری به خاک اضافه گردید. بذر گندم پس از ضد عفونی با قارچ کش کاربوکسین تیرام به نسبت دو در هزار، بصورت دستی در ردیف‌های کشت در عمق ۳ تا ۵ سانتیمتری دفن شدند. بلافاصله بعد از کاشت به منظور سبز شدن یکنواخت مزرعه آبیاری به روش شیاری انجام گرفت. بعد از سبز شدن، آبیاری‌های بعدی به روش نشتی و مطابق نیاز گیاه انجام گرفت. همچنین در اوایل دوره رشد ساقه‌ها برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش 2-4-D به نسبت پنج در هزار استفاده شد. در تمام طول دوره آزمایش نیز به منظور جلوگیری از هجوم آفات، بیماری‌ها و سایر علف‌های هرز، مزرعه به طور کامل از این عوامل کاهنده تولید عاری نگاه داشته شد.

نمونه برداری‌ها شامل ۲ بخش نمونه برداری‌های تخریبی و نهایی بود. به این صورت که ابتدا هر کرت فرعی به ۲ بخش تقسیم گردید و سپس از بخش تخریبی در فواصل مشخص وزن خشک گیاه و سطح برگ آن اندازه‌گیری شد. به این صورت که از ابتدای مرحله نموی طویل شدن ساقه‌ها هر ١٦ روز یک بار نمونه‌ها توسط کودرات (به ابعاد ۵۰× ۳۰ سانتی‌متر) به‌طور کاملاً تصادفی برداشت شد و سپس جهت اندازه‌گیری وزن خشک کل و اندام‌های گیاه و همچنین شاخص سطح برگ به آزمایشگاه منتقل شد. به منظور اندازه‌گیری شاخص سطح برگ گندم از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (LA-3000A) استفاده شد.

برای تعیین وزن خشک کل نیز ابتدا نمونه‌ها به مدت زمان کافی (حدود ۷۲ ساعت) در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شدند و سپس توسط ترازو وزن آنها اندازه‌گیری شد. برای تخمین مقادیر ماده خشک کل[1] (TDM) روزانه بر حسب گرم در متر مربع از برازش معادله زیر استفاده شد (نصیری محلاتی و همکاران، ۲۰۱۵):

معادله (۱) $$TDM = \frac{a}{(1+b\times e^{(-c\times x)})}$$

در اینجا؛ a؛ حداکثر ماده خشک کل، b؛ زمانی که ماده خشکل کل وارد مرحله خطی رشد می‌شود، c؛ سرعت رشد نسبی و x؛ زمان برحسب روز پس از سبز شدن است. برای محاسبه سرعت رشد محصول[2] (CGR) از روش مشتق گیری از معادله روند ماده خشک و برای محاسبه سرعت رشد نسبی[3] (RGR) نیز از مشتق معادله سرعت رشد محصول استفاده شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه از یک متر مربع هر کرت که طی دوره رشد گیاه به این منظور دست نخورده باقی گذاشته شده بود با رعایت اصول حاشیه بر برداشت شد.

به منظور محاسبه کارایی مصرف تشعشع[4] (RUE) ابتدا میزان تشعشع روزانه خورشیدی برای عرض جغرافیایی کرمانشاه به روش ارائه شده توسط گودریان و وانلار (۱۹۹۳) محاسبه شد. سپس این مقادیر بر اساس تعداد ساعات آفتابی گرفته شده از ایستگاه هواشناسی اصلاح و تشعشع جذب شده روزانه برای

1 - Total Dry Matter
2 - Crop Growth Rate
3 - Ratative Growth Ratio
4- Radiation Use Efficiency

گندم بر اساس معادله زیر محاسبه شد (نصیری محلاتی و همکاران، ۲۰۱۵).

معادله (۲)

$$I_{abs} = I_0 \times (1 - P) \times (1 - e^{(-K \times LAI)})$$

در این معادله، I_{abs}، میزان تشعشع خورشید جذب شده براساس مگاژول در متر مربع، I_0، میزان تشعشع خورشیدی رسیده به بالای کانوپی بر حسب مگاژول بر متر مربع، P و K، به ترتیب ضریب انعکاس نور توسط کانوپی و ضریب خاموشی نور که ۵ درصد و ۰/٦ در نظر گرفته شد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۳) و LAI، شاخص سطح برگ روزانه که از طریق برازش معادله زیر روی داده‌های اندازه‌گیری شده شاخص سطح برگ تخمین زده شد (نصیری محلاتی و همکاران، ۲۰۱۵):

معادله (۳)

$$LAI = \frac{a \times b \times 4 \times e^{\left(\frac{-(x-c)}{d}\right)}}{(1+e^{\left(\frac{-(x-c)}{d}\right)})2}$$

در این معادله، a، عرض از مبدا، b، حداکثر شاخص سطح برگ، c، زمان رسیدن شاخص سطح برگ به حداکثر میزان خود، d، نقطه عطف منحنی است که در آن رشد سطح برگ وارد مرحله خطی می‌شود و x، زمان بر حسب روز پس از سبز شدن است. تشعشع جذب شده در هر مرحله نیز از حاصلضرب نور ورودی شبیه سازی شده در درصد نور جذب شده بدست آمد و مقدار کل تشعشع جذب شده به صورت تجمعی از طریق حاصلضرب نور ورودی شبیه سازی شده در انتگرال کسر تشعشع کل جذب شده نسبت به زمان محاسبه شد (نصیری محلاتی و همکاران، ۲۰۱۵).

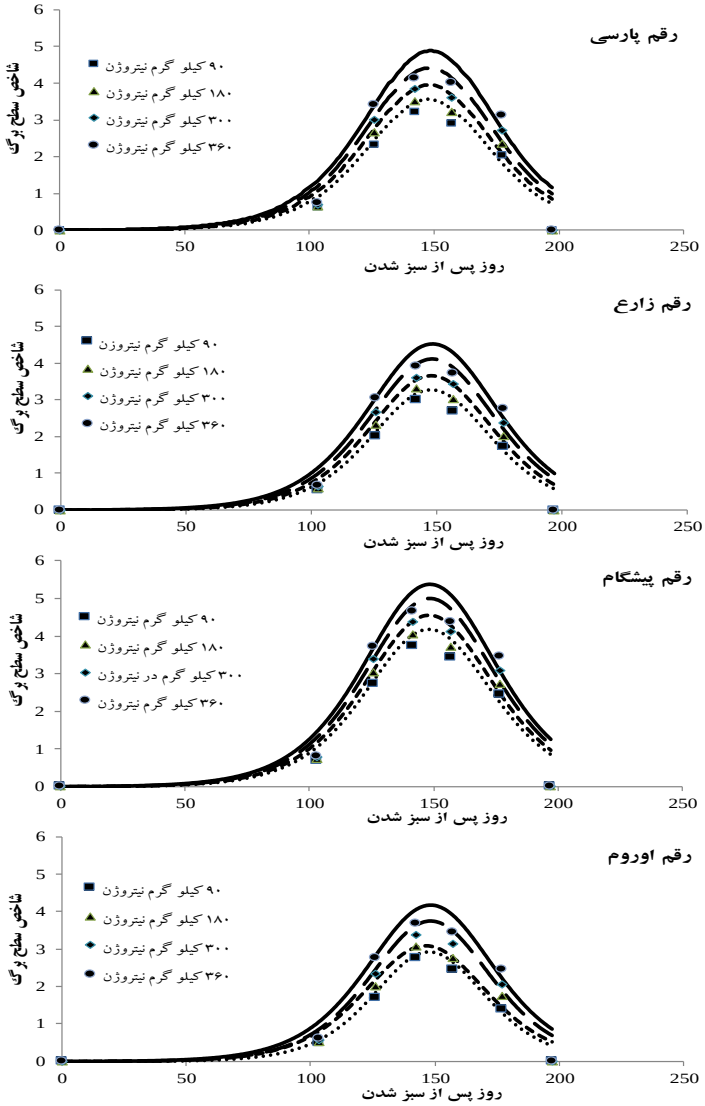
در زمان رسیدگی فیزیولوژیک، جهت برداشت نهایی یک متر مربع از وسط قسمتی که طی فصل رشد به این منظور دست نخورده باقی گذاشته شده بود با رعایت اصول حاشیه به صورت کف بر برداشت شد و پس از خشک شدن نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۷۲ ساعت، عمکرد دانه اندازه-گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/٤ انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون LSD در سطح ۵ درصد صورت گرفت. برای برازش معادلات و رسم شکل‌ها نیز به ترتیب از نرم‌افزارهای Slidwrite و اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج این بررسی نشان داد شاخص سطح برگ ارقام مختلف گندم در طول فصل رشد در تیمارهای مختلف نیتروژن روند تغییرات نسبتاً یکسانی داشت، به طوری که در ابتدا، رشد سطح برگ کند و تدریجی بود و سپس تولید برگ توسط گیاه، با سرعت زیادی افزایش یافت و در مرحله گلدهی (حدود ۱٤۲ روز پس از سبز شدن) به حداکثر مقدار خود رسید و در انتهای دوره رشد به علت پیری و ریزش برگ‌های پایین کانوپی به تدریج کاهش یافت (شکل ۱).

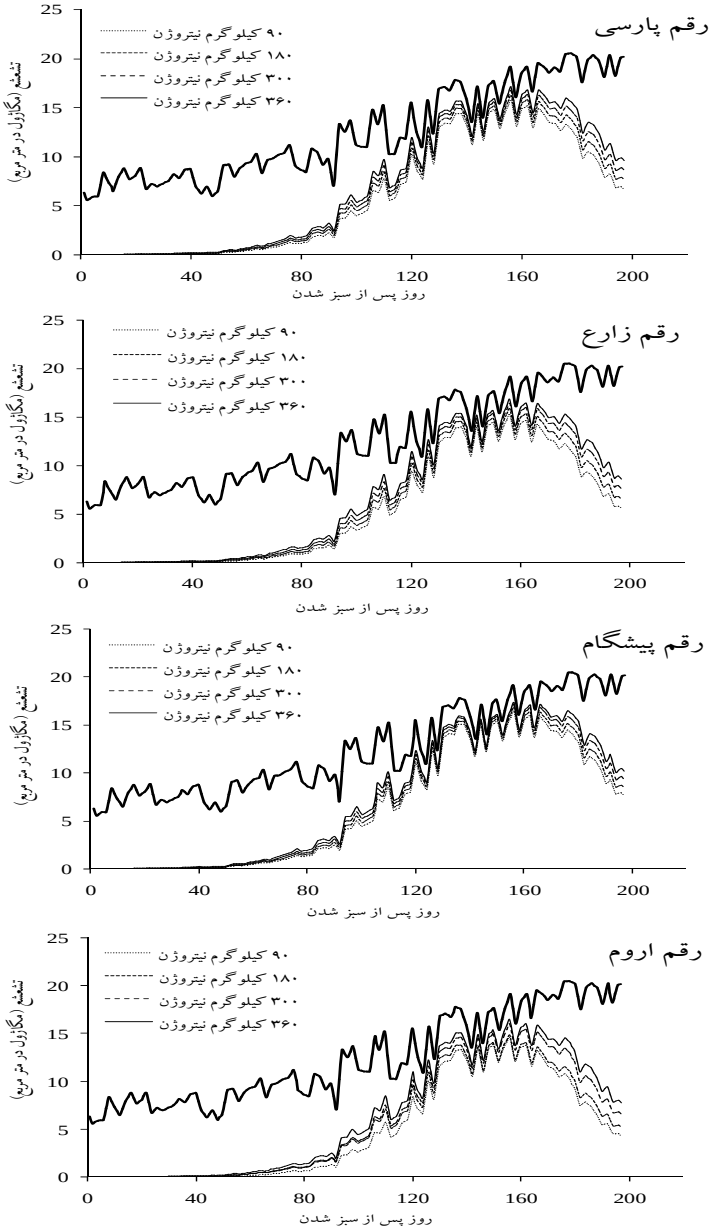
صرفنظر از میزان کاربرد کود نیتروژن بالاترین و پایین‌ترین حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب در ارقام پیشگام و اروم مشاهده گردید. همچنین با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار شاخص سطح برگ ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اروم به ترتیب با ۲٤، ۲۲، ۱۷ و ۲۷ درصد افزایش از ۳/۱۳، ۳/۰۳، ۳/۸٤ و ۲/٦٦ به ٤/۱۵، ۳/۹۲، ٤/٦۵ و ۳/٦۸ بهبود یافت. علاوه بر این، بالاترین (٤/٦۵) و پایین ترین (۲/٦٦) حداکثر شاخص سطح برگ به ترتیب در رقم پیشگام و شرایط کاربرد ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار و رقم اروم و شرایط کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد نیتروژن از طریق افزایش و سرعت تقسیم و بزرگ شدن سلول‌های برگ منجر به افزایش شاخص سطح برگ شد. بحرانی و طهماسبی سروستانی (۱۳۸۵) گزارش کردند که نیتروژن از طریق افزایش در طویل شدن ساقه، بهبود رشد برگ‌ها و به تاخیر انداختن ریزش برگ‌های گندم اثر مستقیمی بر افزایش شاخص سطح برگ دارد. وانگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند گیاهانی که در معرض مقادیر بیشتر نیتروژن قرار دارند سرعت گسترش سطح برگ بیشتری در اوایل فصل داشته و کانوپی خود را زودتر می‌بندند. طبق یافته‌های ال-بارک (۲۰۰٦)، مصرف نیتروژن سبب افزایش تعداد برگ و شاخص سطح برگ کلزا شد. نامبرده اظهار داشت که جذب نیتروژن توسط گیاه سبب افزایش سرعت رشد، تولید شاخه فرعی بیشتر و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ کلزا گردید.



شکل ۱- اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روند تغیرات شاخص سطح برگ ارقام مختلف گندم

روند جذب تشعشع

مقدار تشعشع بالای کانوپی و مقدار تشعشع جذب شده توسط ارقام مختلف گندم در تیمارهای مختلف کاربرد کود نیتروژن در شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که روند جذب تشعشع توسط کانوپی گندم از روند تغییرات شاخص سطح برگ تبعیت کرد، به طوری که در ابتدای دوره رشد، میزان جذب تشعشع پایین بود و در ادامه با افزایش شاخص سطح برگ جذب تشعشع نیز به تدریج افزایش یافت و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید و سپس با کاهش شاخص سطح برگ روند جذب تشعشع نیز کاهش یافت (شکل ۲). اگرچه از نظر حداکثر میزان شاخص سطح برگ در بین ارقام تفاوت وجود داشت ولی از نظر حداکثر میزان جذب نور تفاوت چندانی بین ارقام مشاهده نشد (شکل ۲).



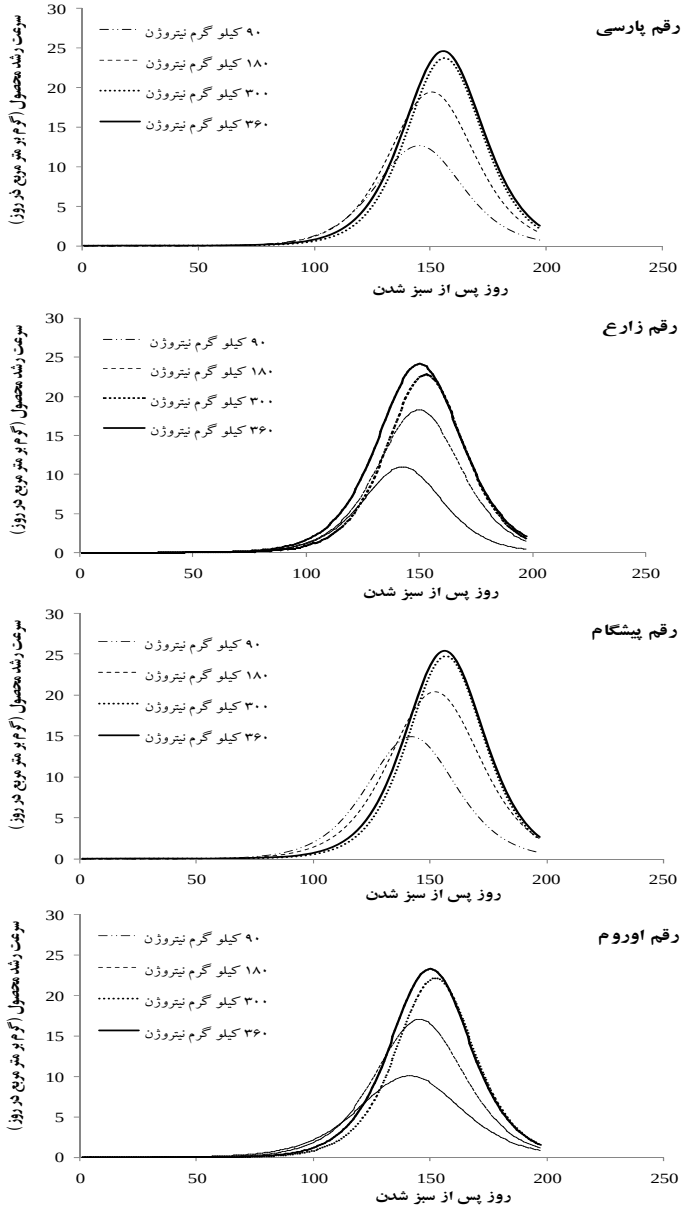
شکل ۲- اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روند تشعشع جذب شده ارقام مختلف گندم

در کانوپی اکثر گیاهان حداکثر جذب تشعشع همزمان با بسته شدن کانوپی رخ می‌دهد که در این زمان شاخص سطح برگ بین ۳ تا ۳/۵ است (احمدی، ۱۳۹٤). بنابراین این نتیجه دور از ذهن نبود که ارقام مختلف گندم از نظر حداکثر جذب تشعشع اختلاف چندانی با یکدیگر نداشته باشند، زیرا در بیشتر تیمارهای مورد ارزیابی شاخص سطح برگ گندم بیشتر از ۳ تا ۳/۵ بود (شکل ۱). با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار میزان جذب تشعشع نیز برای ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اوروم به ترتیب با ۸، ۱۰، ۵ و ۱۱ درصد افزایش از ۱۵/۷، ۱۵/۲، ۱٦/٤ و۱٤/٦ مگاژول در متر مربع به ۱۷/۰، ۱٦/۸، ۱۷/۳ و ۱٦/٤ مگاژول در متر مربع بهبود یافت (شکل ۲). به نظر می‌رسد علت بهبود حداکثر میزان جذب تشعشع توسط کانوپی ارقام مختلف گندم، بهبود شاخص سطح برگ به دنبال افزایش تعداد و سرعت گسترش برگ‌ها توام با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن بود. افزایش شاخص سطح برگ سبب می‌شود که گیاه میزان مواد فتوسنتزی بیشتری را به

سبب استفاده بیشتر از نور خورشید تولید کند. به عبارت دیگر، با افزایش سطح برگ که خود مهمترین اندام فتوسنتز کننده است، میزان مواد ساخته شده بیشتر می‌شود. لرزاده و قلی‌زاده (۱۳۸۸) در تحقیقی روی ذرت دریافتند که با افزایش نیتروژن خالص به دلیل اثرات مثبتی که نیتروژن در روند رویشی و رشد برگ‌ها گذاشت، شاخص سطح برگ و جذب تشعشع افزایش یافت.

سرعت رشد محصول

نتایج آزمایش نشان دهنده روند مشابه سرعت رشد محصول در کلیه تیمارهای مورد مطالعه بود، به طوری که در ابتدای فصل رشد به دلیل داشتن سطح برگ و جذب تشعشع کم، سرعت رشد محصول بسیار پایین بود، بعد از گذشت ۱۲۰ روز پس از سبز شدن به دلیل توسعه سطح برگ و افزایش جذب تشعشع و رشد ریشه‌ها و در نتیجه امکان فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول شدت یافت و در اواسط دوره رشد (حدود ۱۵۰ روز پس از سبز شدن) به حداکثر میزان خود رسید و سپس دچار نزول شد (شکل ۳).



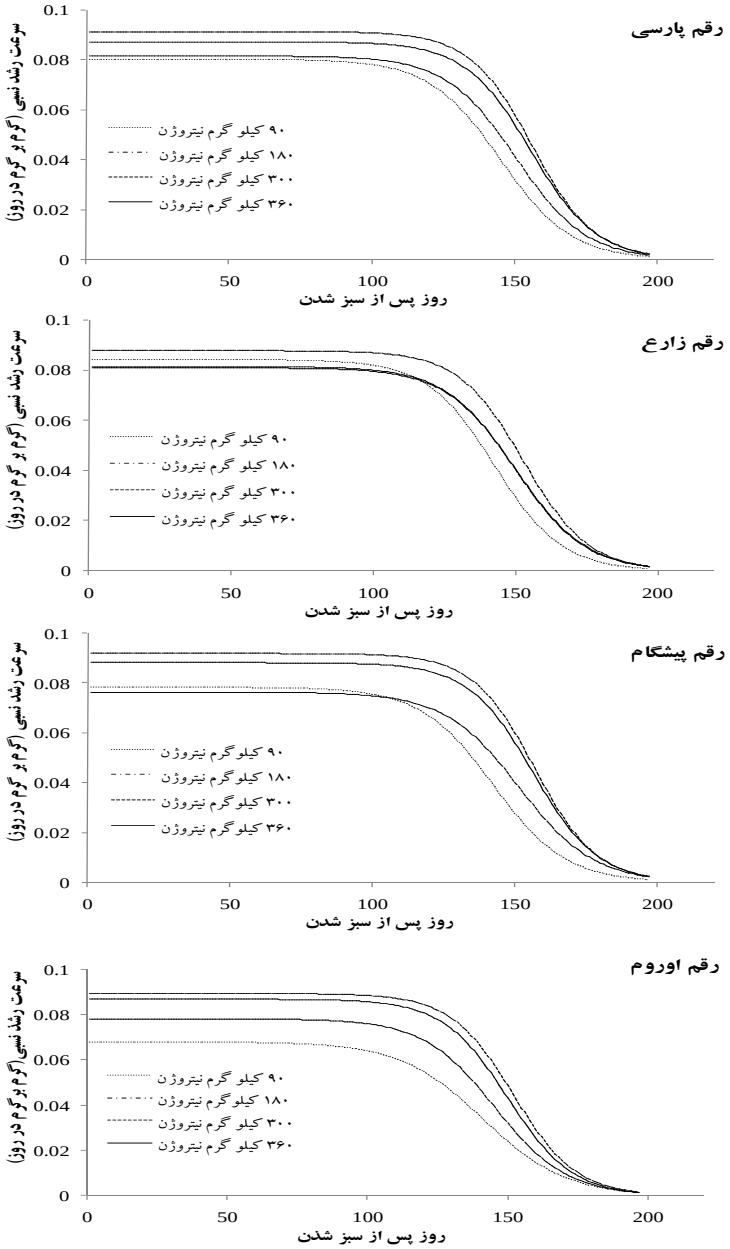
شکل ۳- اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روند تغیرات سرعت رشد محصول ارقام مختلف گندم

بالاترین و پایین‌ترین سرعت رشد محصول به ترتیب در ارقام پیشگام و اروم مشاهده گردید. با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار سرعت رشد ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اروم به ترتیب با ٤٨/٦٢، ٥٤/٣٣، ٤٠/٩٢ و ٥٧/٦٩ درصد افزایش از ١٢/٧٣، ١١/٠١، ١٥/٠٠ و ١٠/٠١ گرم در متر مربع در روز به ٢٤/٧٨، ٢٤/١١، ٢٥/٣٩، ٢٣/١٩ گرم در متر مربع در روز بهبود یافت (شکل ٣). بیشترین سرعت رشد محصول در رقم پیشگام (٢٥/٣٩) در شرایط ٣٦٠ کیلوگرم اوره در هکتار و کمترین سرعت رشد در رقم اروم (١٠/٠١) در شرایط ٩٠ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. به نظر می‌رسد با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن روند سرعت رشد محصول به دلیل افزایش تدریجی و فزآینده جذب تشعشع خورشیدی، همزمان با افزایش شاخص سطح برگ در اوایل فصل رشد و نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک کل بطور چشمگیری در ارقام مورد بررسی بهبود یافت. همچنین با گذشت زمان، پس از رسیدن به حد نهایی خود با پیر شدن برگ‌ها و کاهش فتوسنتز خالص (افزایش میزان تنفس)، سرعت رشد محصول کاهش یافت. عزت احمدی و همکاران (١٣٧٧) دریافتند شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در گندم تا مرحله گرده افشانی افزایش و سپس کاهش یافت. حسنوزمان و همکاران (٢٠١٠) نیز با کاربرد کود نیتروژن افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی برنج را گزارش کردند. طی بررسی که احمدی (١٣٩٤) روی ارقام ذرت انجام داد، نشان داد که با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ٤٠ به ١٤٠ درصد نیاز گیاهی سرعت رشد افزایش یافت.

سرعت رشد نسبی

در تیمارهای مورد بررسی در این آزمایش سرعت رشد نسبی روند تقریبا مشابهی داشت، به طوریکه بیشترین سرعت رشد نسبی گیاه در اوایل فصل رشد به دلیل پایین بودن هزینه-های تنفس نگهداری بوته‌ها به علت وزن خشک کم مشاهده شد و به تدریج با ادامه رشد و افزایش سن گیاه میزان سرعت رشد نسبی کاهش یافت (شکل٤). صرفنظر از میزان کاربرد کود نیتروژن تفاوت چندانی در حداکثر میزان سرعت رشد نسبی ارقام مختلف گندم مشاهده نشد.

با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار حداکثر سرعت رشد نسبی ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اروم به ترتیب با ۱۰، ٦، ١٦ و ١٢ درصد افزایش از ۰/۰۸۱، ۰/۰۸۱، ۰/۰۷٦ و ۰/۰٦۸گرم بر گرم در روز به ۰/۰۹۱، ۰/۰۸۷، ۰/۰۹۱ و ۰/۰۸۹ گرم بر گرم در روز بهبود یافت (شکل ٤). بیشترین و کمترین سرعت رشد نسبی به ترتیب در رقم پیشگام (۰/۰۹۱) در شرایط کودی ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار و رقم اروم (۰/۰٦۸) در شرایط ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده شد. سرعت رشد نسبی محصول بیان کننده سرعت افزایش وزن خشک گیاه نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است. علت کاهش سرعت رشد نسبی در طول فصل رشد را می‌توان به افزایش سن برگ‌ها (به ویژه برگ‌های پایین کانوپی)، سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر و در نتیجه کاهش راندمان فتوسنتزی آنها و نیز افزایش بافت‌های ساختمانی که در فتوسنتز نقشی نداشته و در نتیجه باعث افزایش هزینه‌های تنفس نگهداری گیاه می‌شود، نسبت داد. به نظر می‌رسد افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از طریق افزایش شاخص سطح برگ و دوام آن و افزایش محتوی نیتروژن برگ و آنزیم روبیسکو به ویژه تا اواسط مراحل نموی گیاه منجر به افزایش کارایی سیستم فتوسنتزی گندم شد و از این طریق باعث بهبود سرعت رشد نسبی گردید. سرعت رشد نسبی بسته به تغییرات وضعیت فتوسنتز و تنفس گیاه تغییر می‌یابد و به همین دلیل با افزایش سن برگ‌های پایین‌تر و نیز کاهش سرعت رشد محصول، مقدار آن در اواخر فصل رشد کاهش می‌یابد (گالسر، ٢٠٠٥). حسنوزمان و همکاران (٢٠١٠) نیز با کاربرد کود نیتروژن افزایش معنی‌دار سرعت رشد نسبی برنج را گزارش کردند. احمدی (١٣٩٤) دریافت که با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ١٣٨ به ٤٨٣ کیلوگرم اوره در هکتار سرعت رشد نسبی ارقام ذرت بهبود یافت.

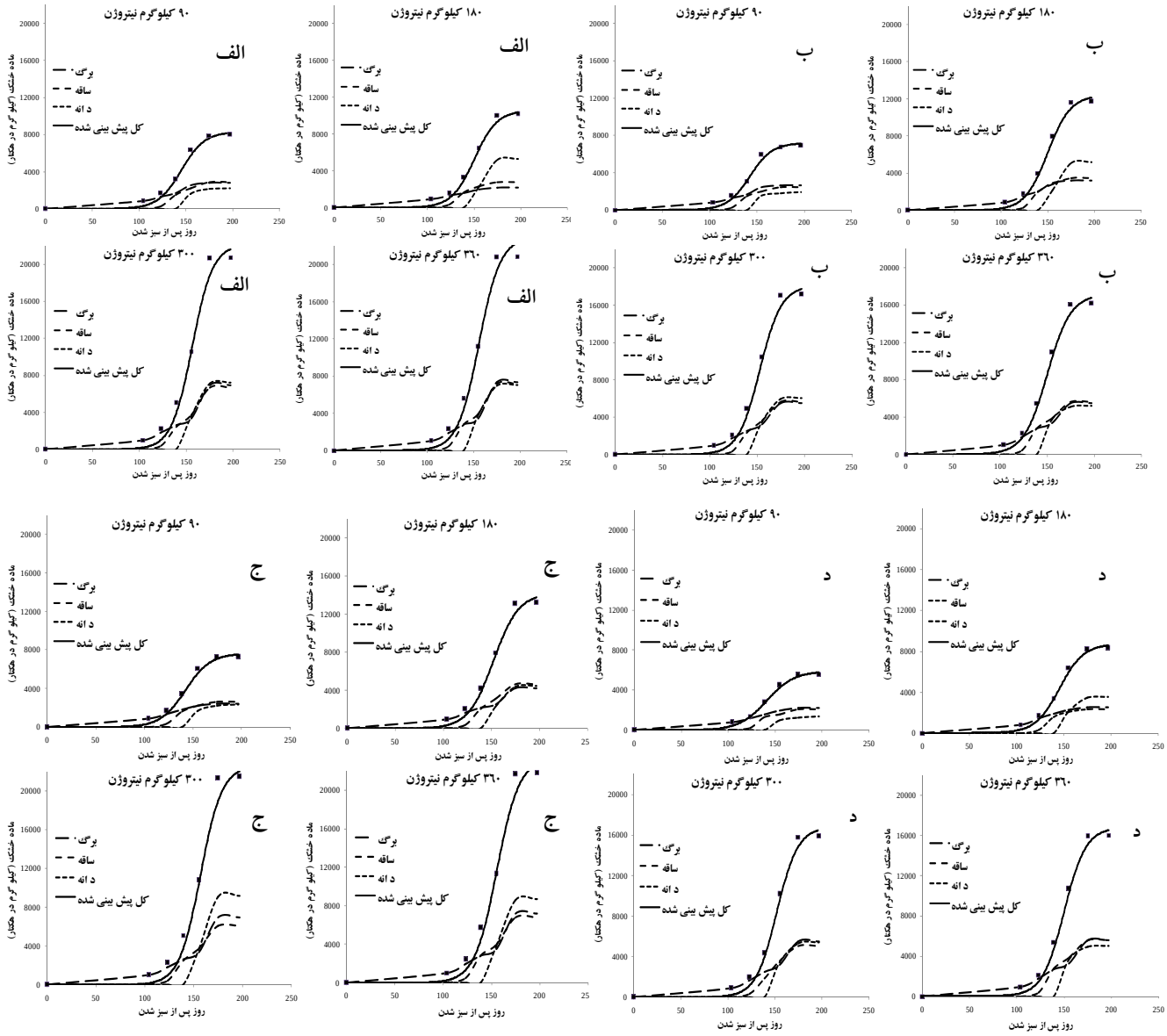


شکل ٤-اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روند تغیرات سرعت رشد نسبی ارقام مختلف گندم

وزن خشک

در اوایل دوره رشد وزن خشک اندام‌ها و همچنین وزن خشک کل در بین ارقام گندم و در تیمارهای کود نیتروژن به علت کوچک بودن بوته‌ها بسیار ناچیز بود و تفاوت چندانی در روند تغییرات وزن خشک مشاهده نشد (شکل ۵). و ساقه با تولید دانه برابری کرد و همین امر نشان می‌دهد که با افزایش میزان مصرف کود نیتروژن میزان تجمع ماده خشک ساقه و برگ افزایش می‌یابد. تولید ماده خشک، انعکاسی از فتوسنتز خالص گیاه است. ماده خشک تولیدی یا به مصرف رشد گیاه رسیده و یا در اندام‌های ذخیره‌ای تجمع می‌یابد که می‌تواند تعیین کننده عملکرد گیاهان زراعی باشد. عدم دسترسی به منابع تکمیلی نیتروژن کافی در مراحل حساس رشد، در سطح کاربرد ۳۰

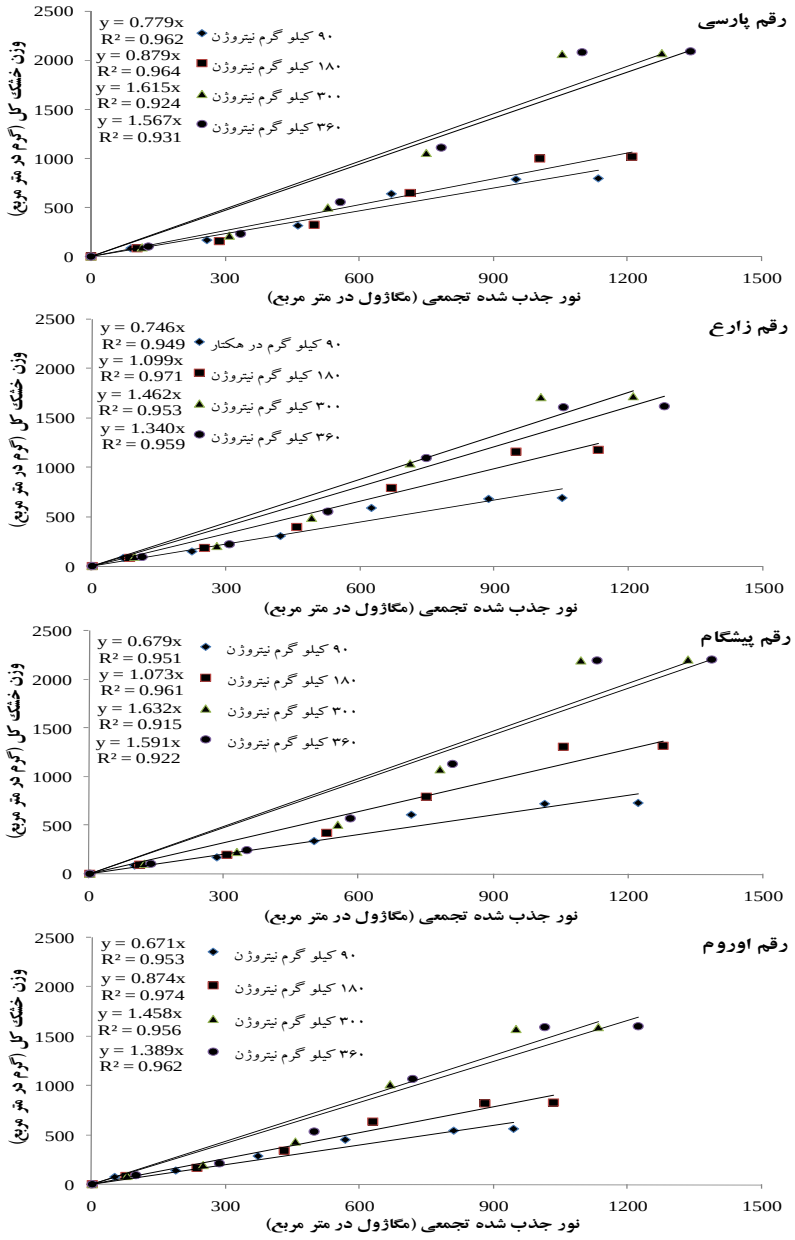
درصد نیتروژن، به دلیل رشد کمتر اندام هوایی منجر به تولید ماده فتوسنتزی کمتر و تجمع وزن خشک اندک گردید. با توجه به این که از عوامل موثر بر رشد و تولیدات گیاه، میزان جذب تشعشع توسط برگ‌ها و تبدیل آنها به ترکیبات فتوسنتزی است، افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش تعداد و گسترش برگ‌ها و افزایش میزان جذب تشعشع شد که در نهایت منجر به افزایش تولید ماده خشک کل گردید (گالسر، ۲۰۰۵). خیاط و همکاران (۱۳۹۳) نیز دریافتند که بیشترین عملکرد وزن خشک کل گندم با کاربرد ۱۳۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار با ۱۳۷۶ گرم در متر مربع و کمترین آن با کاربرد ٤٥ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار به میزان ۹٤۸ گرم در متر مربع حاصل گردید. محققان همچنین دریافتند که با افزایش سطوح نیتروژن تمام خصوصیات مورد مطالعه از جمله تعداد برگ، سطح برگ و دوام سطح برگ افزایش یافت که منجر به تولید ماده خشک بیشتر شد (بحرانی و طهماسبی سروستانی، ۱۳۸۵).



شکل ۵- اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر روند تغیرات وزن خشک برگ، ساقه و کل ارقام پارسی (الف)، زارع (ب)، پیشگام (ج) و اروم (د)

کارایی مصرف تشعشع

نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار به علت افزایش ماده خشک کل کارایی مصرف تشعشع ارقام گندم بهبود یافت (شکل ٦). صرفنظر از میزان کاربرد کود نیتروژن بالاترین و پایین‌ترین حداکثر تشعشع تجمعی جذب شده به ترتیب در ارقام پیشگام و اروم مشاهده گردید. با افزایش کاربرد کود نیتروژن از ۳۰ تا۱۲۰ درصد نیاز گیاهی گندم، تشعشع تجمعی جذب شده ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اروم به ترتیب با ۵۰/۲۸، ٤٤/۳۲، ۵۷/۳۲ و ۵۱/۱۱ درصد افزایش از ۰/۷۷۹، ۰/۷٤٦، ۰/٦۷۹ و ۰/٦۷۱ به ۱/۵٦۷، ۱/۳٤۰، ۱/۵۹۱ و ۱/۳۸۹ گرم در متر مربع بهبود یافت (شکل ٦).

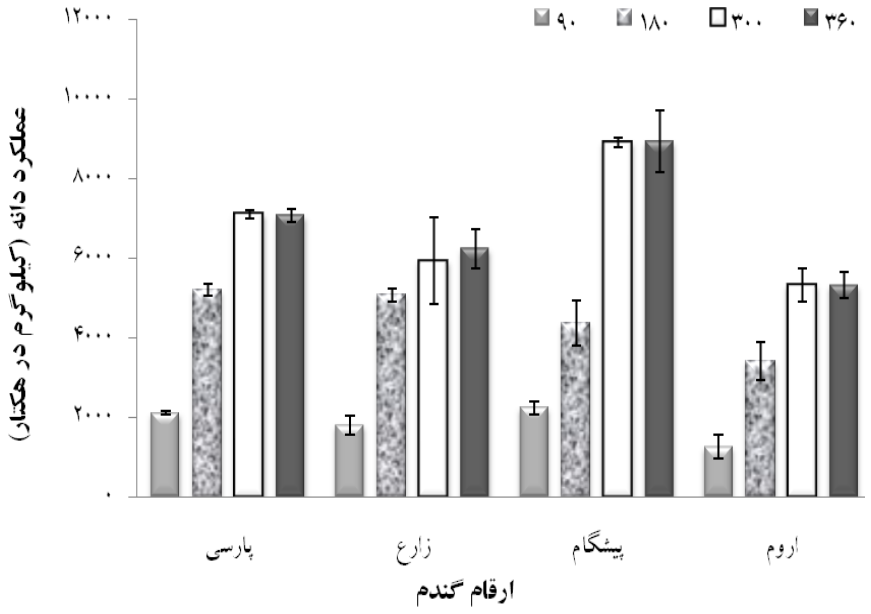


شکل ٦- اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن بر کارایی مصرف تشعشع تجمعی ارقام مختلف گندم

یشترین کارایی مصرف تشعشع (۱/۵۹۱ گرم بر مگاژول) مربوط به رقم پیشگام و شرایط کاربرد ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار و کمترین آن (۰/۶۷۱گرم بر مگاژول) نیز در رقم اروم و شرایط کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار مشاهده گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ارقام گندم از لحاظ قابلیت‌های جذب تشعشع و کارایی مصرف تشعشع باهم تفاوت دارند. وجود چنین تفاوت‌هایی در بین گونه‌های مختلف توسط سینکلر و هوری (۱۹۸۹) و مونتیس (۱۹۷۷) نیز گزارش شده است. کارایی مصرف تشعشع بیانگر مقدار ماده خشک تولید شده به ازای هر واحد تشعشع جذب شده است که واحد آن گرم ماده خشک بر مگاژول تشعشع جذب شده اشت. در شرایط بدون تنش تولید ماده خشک در گیاه یک ارتباط خطی با میزان تشعشع جذب شده توسط گیاه دارد که شیب این ارتباط بیانگر کارایی مصرف تشعشع است (زنگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ جان و همکاران، ۲۰۰۵). اگرچه قبلاً اعتقاد بر این بود که کارایی مصرف تشعشع ثابت و بیشتر از طریق عوامل محیطی و ژنتیکی کنترل می‌شود (مونتیس، ۱۹۷۷)، اما عملیات مدیریتی نظیر تاریخ کاشت، تراکم و فواصل بوته، رقم، تغییرات آب و هوایی و حاصلخیزی خاک به ویژه نیتروژن قابل دسترس به سبب نقش ویژه‌ای که در فتوسنتز دارد، این عامل را تحت تأثیر قرار می‌دهند (روستی و دجونگ، ۲۰۰۳؛ اکمال و جانسینس، ۲۰۰۴).

عملکرد دانه

اثر نیتروژن و رقم در سطح یک درصد (0<0001) و برهمکنش آنها نیز در سطح یک درصد (0<0096) بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه برهمکنش نیتروژن و رقم برای عملکرد دانه نشان داد که رقم پیشگام در شرایط مصرف ۳۰۰ و ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار دارای حداکثر عملکرد بود و همچنین رقم اروم در شرایط کاربرد ۹۰ کیلوگرم اوره در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود (شکل ۷).



شکل ۷- برهمکنش اثرات سطوح مختلف کود نیتروژن و ارقام گندم بر عملکرد دانه. خطوط بار نشان دهنده خطای معیار (SE) است.

در شرایط ۹۰ کیلوگرم در هکتار بین ارقام از نظر تولید دانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، ولی در شرایط ۱۸۰ کیلوگرم اوره در هکتار ارقام در سطح پنج درصد با هم اختلاف داشتند که رقم پارسی از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. همچنین ارقام در شرایط ۳۰۰ و ۳۶۰ کیلوگرم اوره در هکتار با یکدیگر در سطح یک درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. رقم پیشگام با افزایش کود اوره از ۱۸۰ ۳۶۰ کیلوگرم عملکرد بهتری نسبت به سایر ارقام داشت که یکی از دلایل آن شاید به خاطر تولید دانه در

سنبله بیشتر نسبت به ارقام دیگر است که باعث شد عملکرد دانه بیشتری تولید کند (شکل ۷). به نظر می‌رسد مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن از طریق بهبود ویژگی‌هایی نظیر شاخص سطح برگ، جذب تشعشع و سرعت رشد محصول باعث افزایش میزان تجمع ماده خشک کل و همچنین تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر به سمت اندام‌های ذخیره‌ایی گیاه شد که این موضوع سبب بهبود ویژگی‌هایی نظیر تعداد دانه در سنبله شد که در نهایت باعث افزایش عملکرد دانه گندم شد. اهدایی و وینز (۲۰۰۱) نیز نتیجه گرفتند با افزایش مقدار کود نیتروژن از ۱۰۵ به ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار، میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان حدود ۳۱ درصد افزایش یافت. عباس و همکاران (۲۰۰۰) وجود چنین اختلافی در عملکرد ارقام مختلف گندم و اهمیت انتخاب ژنوتیپ مناسب برای هر منطقه را مورد تاکید قرار دادند.

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین و کمترین حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان ماده خشک کل به ترتیب در ارقام پیشگام و اروم مشاهده گردید. همچنین با افزایش میزان کاربرد کود نیترون از ۹۰ به ۳٦۰ کیلوگرم در هکتار شاخص سطح برگ، میزان جذب تشعشع، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و همچنین وزن خشک برگ، ساقه و کل و عملکرد دانه بهبود یافت. بدون در نظر گرفتن ارقام گندم، بیشترین عملکرد ماده خشک کل و دانه در سطح کودی ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار بدست آمد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب در ارقام پیشگام (٦۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) و اروم (۳۸۳٦ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. نتایج نشان داد که کاربرد کود نیتروژن و رقم و برهمکنش کود نیتروژن و رقم بر کارایی مصرف تشعشع اثرات متفاوتی داشت. با افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از ۹۰ به ۳٦۰ کیلوگرم اوره در هکتار کارایی مصرف تشعشع برای ارقام پارسی، زارع، پیشگام و اروم به ترتیب، ۵۰/۲۸، ٤٤/۳۲، ۵۷/۳۲ و ۵۱/۱۱ درصد بهبود یافت. افزایش میزان کاربرد کود نیتروژن از طریق بهبود میزان و سرعت فتوسنتز باعث بهبود سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک کل گندم گردید و از این طریق کارایی مصرف تشعشع را افزایش داد. از طرفی برای دستیابی به یک عملکرد مطلوب نیاز به توسعه سریع کانوپی، دست‌یابی سریع‌تر به حداکثر شاخص سطح برگ برای جذب حداکثر تشعشع و تکمیل رشد در زمان مطلوب است. کود نیتروژن باعث افزایش شاخص سطح برگ شد که همین عامل باعث جذب حداکثر تشعشع گردید که در نهایت باعث افزایش کارایی مصرف تشعشع شد.

منابع

احمدی، م. ۱۳۹٤. ارزیابی جذب و مصرف منابع در ارقام ذرت (*Zea mays*) تحت شرایط آب و هوایی کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه کرمانشاه. ۸۸ صفحه.

آمارنامه. ۱۳۹٤. وزارت جهاد کشاورزی ایران. آمار سالیانه بخش کشاورزی. www.maj.ir

ایران نژاد، ح. و ن. شهبازیان. ۱۳۸٤. زراعت غلات. جلد اول، انتشارات کارنو– تهران.

بهشتی، ا. ر. و ب. بهبودی فر. ۱۳۸۹. بررسی تجمع و انتقال مجدد ماده خشک در ژنوتیپ های سورگوم دانه ایی تحت شرایط نرمال تنش خشکی در شرایط مزرعه ای. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۸، شماره ٤: ۷۲۵–۷۱۷.

بحرانی، ع. و ز. طهماسبی سروستانی. ۱۳۸۵. اثر میزان و زمان مصرف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی انتقال مجدد ماده خشک در دو رقم گندم زمستانه. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. جلد ۱۲، شماره ۲: ۳۷۷– ۳٦۹.

حسینی، ر.، س. گالشی، ا. سلطانی، م. کلاته و م. زاهدی. ۱۳۹۳. اثر کود نیتروژن بر شاخص های کارایی مصرف نیتروژن در ارقام گندم. نشریه پژوهش های زراعی ایران. جلد ۱ ، شماره ۲: ۳۰٦–۳۰۰.

خیاط، ش.، م. مجد و م. علوی فاضل. ۱۳۹۳. اثر منابع مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن بر ژنوتیپ های گندم دروم در خوزستان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ٦، شماره ۲۱: ۱۱۳–۱۰۳.

سیادت، ع.، ق. نور محمدی و ع. کاشانی. ۱۳۸۳. زراعت غلات (جلد اول). چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران. ٤٦٦ صفحه.

عزت احمدی، م.، ح. کاظمی. م. شکیبا و م. ولیزاده. ۱۳۷۷. تأثیر سطوح و زمان های مصرف کود ازته بر روی رشد، نمو و عملکرد گندم قدس در کشت بهاره. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۲، شماره ۲: ۷۳–۹۱.

کریمیان، م.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۸. تاثیر کود نیتروژن و تراکم گیاهی بر جذب و کارایی مصرف نور در دو رقم کلزای بهاره. مجله پژوهش های زراعی. جلد ۷، شماره ۱: ۱۷۲-۱۶۳.

کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی.، ف. مندنی.، ح. فیضی و ش. امیر مرادی، ۱۳۸۸. ارزیابی جذب و کارایی مصرف نور توسط کانوپی کشت مخلوط ذرت و لوبیا. نشریه بوم شناسی کشاورزی. جلد ۱، شماره ۱: ۲۳-۱۳.

لرزاده، ش. و م. ر. عنایت قلی زاده. ۱۳۸۸. بررسی کارایی نیتروژن تحت شیوه های مختلف اعمال کود نیتروژنه بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و برخی شاخص های زراعی ذرت SC.7o4 در خوزستان. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۱، شماره ۲: ٦١-٤٦.

Abbas, G., A. Irshad and M. Ali. 2000. Response of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to varying applications of N and P. J. Agric. Biol. 2: 237-238.

Al-Barrak, K. M. 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola *(Brassica napus L.)* Sci. J. King Faisal University Basi. Appli. Sci. 7: 87-103.

Allen, B. C., E. W. Rodny, R. C. Mcgarvey, D. R. Coyle and M. D. Coleman. 2004. Radiation use efficiency and gas exchange responses to water and nutrient availability in irrigated and fertilized stands of sweetgum and sycamore. Tree. Phys. 25: 191-200.

Akmal, M. and M. J. Janssens. 2004. Productivity and light use efficiency of perennial ryegrass with contrasting water and nitrogen supplies. Field. Crop. Res. 88: 143-155.

Ehdaie, B. and J. G. Waines. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter and nitrogen partitioning in bread and durum wheat. Field. Crop. Res. 73: 47-61.

Gulser, F. 2005. Effect of ammonium sulphate and urea on NO3 and NO2 accumulation nutrient contents and yield criteria in spinach. Scientia Horti. 106: 330-340.

Goudriaan, J. and H. H. Van Laar. 1993. Modeling Potential Crop Growth Processes Kluwer Academic Press.

Hasanuzzaman, M., K. U. Ahamed, N. M. Rahmatullah, N. Akhter, K. Nahar and M. L. Rahman. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. Emir. J. Food Agric. 22: 46-58.

John, L. L., J.A. Timothy, T. W. Daniel, G. C. Kenneth and D. Achim. 2005. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. Agron. Journal. 97: 72-78.

Monteith, J. L. 1977. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. J. Applied. Eco. 9: 747-766.

Nassiri-Mahallati, M., A. Koocheki, F. Mondani, H. Feizi and S. Amirmoradi. 2015. Determination of optimal strip width in strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Northeast Iran. J. Cleaner. Prod. 106: 343-350.

O'Connell, M. G., G. J. O'Leary, D. M. Whitfield and D. J. Connor. 2004. Interception of photosynthetically active radiation and radiation use efficiency of wheat, field pea and mustard in a semi- arid environment. Field. Crops. Res. 85: 120-123.

Purcell, L. C., R. A. Ball, J. D. Reaper and E. D. Vories. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. Crop. Sci. 42: 172-177.

Rosati, A. and T. M. Djong. 2003 . Estimating photosynthetic radiation use efficiency using incident light and photosynthesis of individual leaves. Ann. Bot. 91: 869-877.

Sadeg zadeh Ahari, d. 2006. Evaluation of growth habit of durum wheat germplasm and its association with some agronomic characteris stics and grain yield in dry cold regions. J. Agric. Soi. 3: 601-612.

Sinclair, T. R. and T. Horie. 1989. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: a review. Crop. Sci. 29: 90-98.

Tsubo, M., S. walker and Mukhala, E. 2001. Comparisons of radiation use efficiency of monointer – cropping system with different row orientations. Field. Crops. Res. 71: 17-29.

Tsubo, M., S. Walker and H. O. Ogindo. 2005. A simulation model of cereal–legume intercropping systems for semi-arid regions I. Model development. Field. Crops. Res. 93: 10-22.

Wang, D. J., J. H. Lin, R. J. Sun, L. Z. Xia and G. Lian. 2003. Optimum nitrogen rate for a high productive rice wheat system and its impact on the groundwater in the Taihu Lake area. Acta. Pedologica. Sinica. 40: 426-432.

Zhang, L., W. van der Werf, L. Bastiaans, S. Zhangc, B. Li and J. H. J. Spiertz. 2008. Light interception and utilization in relay intercrops of wheat and cotton. Field. Crops. Res. 107: 29-42.

Study of radiation absorption and use efficiency of wheat cultivars *(Triticum aestivum*) under nitrogen fertilizer effect

A.Bozorgi Hossein Abad[1], F. Mondani[2], M. Saeedi[3], H. Heidari[2], A. Bagheri[2]

Received: 2017-1-16 Accepted: 2017-9-15

Abstract

Solar radiation effects on crop growth and development. Dry matter production by crop has often a positive relationship with radiation absorption and radiation use efficiency. Therefore, in order to evaluate radiation absorption and use efficiency for wheat cultivars, a split-plot experiment based on the randomized complete block design with three replications was conducted in Kermanshah weather climate under 2015-2016. The experiment treatments were four levels of nitrogen fertilizer rate (90, 180, 300, 360 $kg.ha^{-1}$ of urea) as main-plot and four wheat cultivars (Parsi, Zare, Pishgam and Orum) as sub-plot. The evaluated traits were included leaf area index, radiation absorption, crop growth rate, relative growth ratio, leaf dry weight, stem dry weight, total dry weight, radiation use efficiency and grain yield. The results showed that Pishgam cultivar in comparison with other cultivars had the most satisfying in terms of evaluated characteristics under nitrogen fertilizer rate treatments. By increasing the rate of urea fertilizer from 90 to 360 $kg.ha^{-1}$, maximum leaf area index, radiation absorption, crop growth rate, relative growth ratio, leaf dry weight, stem dry weight, total dry weight and grain yield were improved. The most (8950 $kg.ha^{-1}$) and the lowest (1264 $kg.ha^{-1}$) grain yield weight were observed for Pishgam cultivar in 360 $kg_{urea}.\ ha^{-1}$ treatment and for cultivar variety in 90 $kg_{urea}.\ ha^{-1}$ treatment, respectively. The results also showed that the highest and the lowest radiation use efficiency were related to Pishgam cultivar (1.59 $g.MJ^{-1}$) in 360 $kg_{urea}.ha^{-1}$ treatment and Orum cultivar (0.67 $g.MJ^{-1}$) in 90 $kg_{urea}.ha^{-1}$ treatment, respectively. Rising of nitrogen fertilizer by improvement of photosynthesis rate and crop growth rate caused to pick up dry matter accumulation and finally increased wheat radiation use efficiency.

Keywords: Crop growth rate, partitioning, relative growth ratio, radiation absorption, radiation use efficiency

1- M.Sc Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Razi University, Kermanshah, Iran