نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۵۱۴-۵۰۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 3, Fall. 2013, p. 506-514

اثر تراکم بوته بر ضریب خاموشی و کارایی استفاده از تابش در ژنوتیپ های جدید و قدیم گندم (*Triticum aestivum* L.)

محبوبه زاهد[1*]- سراله گالشی[2]- ناصر لطیفی[3]- افشین سلطانی[4]- مهدی کلاته [5]- رقیه السادات حسینی[6]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۶/۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۳/۲۹

چکیده

دستیابی به تولید مطلوب و عملکرد بالا در گندم، مستلزم انطباق مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با شرایط جوی مساعد و افزایش کارایی استفاده از عوامل تولید بواسطه تراکم مطلوب می باشد. به منظور بررسی اثر تراکم بر کارایی مصرف نور در ارقام جدید و قدیم گندم، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان طی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با تیمار های تراکم در سه سطح (۱۵۰، ۲۶۲ و ۳۷۵ بوته در متر مربع) و سه زنوتیپ گندم (فلات، تجن و N-81-18 به ترتیب به عنوان نماینده ای از ژنوتیپ های قدیم، متداول و جدید در منطقه) در چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که بالاترین مقدار شاخص سطح برگ و ماده خشک برای لاین N-81-18 و در تراکم۳۷۵ بوته در متر مربع بدست آمد. میزان ضریب خاموشی نور اندازه گیری شده در مراحل ساقه رفتن، آبستن، ظهور سنبله و گرده افشانی تحت تاثیر تراکم و رقم قرار نگرفت، اما تراکم برمیزان کارایی مصرف نور تاثیر گذار بود، بدین ترتیب که بالاترین میزان کارایی مصرف نور برای لاین N-81-18 (۲/۲۶ گرم بر مگاژول) و در تراکم۳۷۵ بوته در متر مربع برآورد شد.

واژه های کلیدی: گندم، تراکم، ارقام، ضریب خاموشی، کارایی مصرف نور

مقدمه

استان گلستان به دلیل گستره دشت ها و آب و هوای مستعد، همواره در بحث تولیدات زراعی کشور، جایگاهی خاص داشته است. وانگ و همکاران (۱۷)، تینگ هیو و همکاران (۱۵) شرط اول برای افزایش عملکرد و تولید بالا را بهینه سازی جذب نور از طریق شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور بیان کردند. بسیاری از محققان افزایش تراکم را عامل افزایش شاخص سطح برگ دانسته اند، در این شرایط، نوری که توسط سایه انداز گیاهی (کانوپی) گیاه دریافت می شود در سطح برگ بیشتری پراکنده می‌شود که این امر باعث افزایش راندمان فتوسنتزی و تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر می شود (۳، ۸ و ۹). آستین و همکاران (۵) اظهار داشتند که در طولانی مدت پیشرفت ژنتیکی قابل توجه ای در عملکرد گندم صورت می گیرد که منجر به تولید ارقامی با سرعت رشد سریع تر و ماده خشک بیشتر در زمان رسیدگی می شود. اکبری و همکاران (۱)، گزارش کردند که برای معرفی ارقام با عملکرد بالا، در آینده ممکن است افزایش سطح برگ در نظرگرفته شود، چرا که سطح برگ بالا نقش مهمی در مقدار فتوسنتز و به دنبال آن تولید ماده خشک دارد. ضریب خاموشی نور (K)[7] عبارت است از شیب منحنی نسبت نور عبور کرده از کانوپی در مقابل شاخص سطح برگ که با رگرسیون گیری لگاریتمی از نسبت نور عبور یافته از کانوپی نسبت به شاخص سطح برگ بدست می آید (۱۶). در یک جامعه گیاهی بسته به آرایش کاشت و ژنوتیپ گیاه، میزان ضریب خاموشی می تواند متغیر باشد (۴). کمانیان و همکاران (۱۰) با انجام آزمایشی روی ارقام مختلف گندم دریافتند که رقم، تراکم و تاریخ کاشت تأثیری بر ضریب خاموشی نور ندارد. یونوسا وهمکاران (۱۹) مقدار ضریب خاموشی نور در گیاه گندم را بین ۰/۴۴ و ۱/۳۳ بر اساس تابش فعال

۱و۶- دانش آموختگان کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(*- نویسنده مسئول: Email: mzahed121@yahoo.com)
۲، ۳ و ۴- استادان گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

7- Light Extinction Coefficient

فتوسنتزی گزارش کردند. بین کل ماده خشک تولیدی و تابش فعال فتوسنتزی جذب شده رابطه ای خطی وجود دارد (۱۱)، که شیب این رابطه نشانگر کارایی مصرف تابش (RUE)[1] می باشد. کارایی مصرف تابش عبارت است از مقدار ماده خشک تولید شده بر حسب گرم به ازای هر مگاژول تابش خورشیدی دریافت شده (۶). دیر و همکاران (۷)، گزارش کردند که کارآیی مصرف تابش عمدتاً از طریق عوامل ژنتیکی کنترل می‌شود، ولی تحت تأثیر عوامل محیطی و مدیریت های زراعی نظیر تراکم و فواصل بوته‌ها، تاریخ کاشت و رقم نیز قرار می‌گیرد. موریسون وهمکاران (۱۳) در آزمایشی مشابه ملاحظه کردند که درتراکم های بسیار بالا، خوابیدگی و تخریب کلروفیل در گیاه افزایش یافته و نتیجه این تغییرات موجب افت عملکرد می‌شود. عدم نور کافی رسیده به برگ ها، دلیل اصلی پیری زودرس آن ها است. تراکم مطلوب می‌تواند ازطریق تأثیر بر میزان تابش دریافت شده توسط برگ ها، پیری آن ها را به تأخیر اندازد. به نظر می رسد که با استفاده از روابط نوری و میزان شاخص سطح برگ می توان مناسب ترین تراکم را جهت حصول حداکثر عملکرد بدست آورد (۴). این تحقیق با هدف ارزیابی میزان اثر تراکم های مختلف بوته بر ضریب خاموشی و کارایی استفاده از نور در دو رقم و یک لاین گندم در شرایط آب و هوایی گرگان انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی گرگان واقع در پنج کیلومتری شمال گرگان اجرا شد. شهرستان گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و۸۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی، در ارتفاع ۱۳ متر از سطح دریا قرار دارد. آمار ماهیانه آب و هوا در جدول ۱ نشان داده شده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل سه سطح تراکم بذر (۱۵۰، ۲۶۲ و۳۷۵ بذر در متر مربع) و سه ژنوتیپ گندم (فلات، تجن و N-81-18 به ترتیب به عنوان نماینده ای از ارقام قدیمی، متداول و جدید در منطقه) بودند. پس از انجام عملیات شخم و دیسک، کرت هایی به طول پنج و عرض ۲/۴ متر آماده شدند. میزان کود توصیه شده قبل از کاشت ۱۶۰ کیلو گرم P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل، ۱۶۰ کیلوگرم K_2O از منبع سولفات پتاسیم و۵۰ کیلوگرم ازت از منبع اوره در هکتار بود و همچنین، ازت به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله پنجه زنی و ۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله گرده افشانی به صورت سرک مصرف شد. بذور پس از ضد عفونی در خطوطی با فاصله ۲۰ سانتی متر (روی هر پشته ۳ خط) و در عمق ۵-۳ سانتی متر توسط ماشین بذر کار آزمایشی غلات در ۲۳ آبان ۸۶ کشت شد. بدین ترتیب تراکم های مورد نظر از راه وزنی و محاسبه وزن هزار دانه، اعمال شد. این آزمایش در شرایط عدم محدودیت آب، عناصر غذایی و کنترل آفات، بیماری ها و علف های هرز انجام شد. در طول فصل رشد به منظور حفظ رطوبت خاک در وضعیت مطلوب، آبیاری به صورت بارانی صورت گرفت. همچنین با وجین دستی کلیه کرت ها عاری از علف هرز نگه داشته شدند. در این تحقیق صفات مربوط به سطح برگ و وزن خشک در پاییز و زمستان هر ۱۵ تا ۲۰ روز یک بار و از ابتدای بهار هر ۱۰-۷ روز یک بار با استفاده از ۱۰ بوته از هر کرت اندازه گیری شد. سطح برگ ۱۰ بوته با استفاده از دستگاه سطح برگ سنج مدل دلتا – تی[2] اندازه گیری شد. برای محاسبه ضریب خاموشی نور در سایه انداز گیاهی از دستگاه اکیوپار مدل ال- پی۸۰[3] و براساس روش ویلهلم و همکاران (۱۸) در مراحل ساقه رفتن، آبستن، ظهور سنبله و گرده افشانی و در ظهر خورشیدی انجام شد. به کمک داده‌های حاصله کسر جذب نور توسط سایه انداز گیاهی مشخص و از آن در محاسبه ضریب خاموشی نور استفاده شد. به منظور توصیف روند تغییرات تجمع ماده خشک در طول فصل رشد از معادله لجستیک زیر استفاده شد که که زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ماده خشک و میزان حداکثر ماده خشک تولیدی را نشان می دهد (۱۴).

$$TDM = \frac{TDM_{max}}{(1+ \exp (-a \times (dap - b)))} \quad (۱)$$

در این معادله TDM ماده خشک تجمعی تولید شده، a ضریب معادله، b مدت زمانی که در آن تجمع ماده خشک به ۵۰ درصد حداکثر خود می رسد، dap روز پس از کاشت و TDM_{max} حداکثر ماده خشک تولید شده (گرم بر متر مربع) می باشد. جهت پیش بینی تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از کاشت از معادله لجستیک زیر استفاده شد:

$$LA_1 = \frac{(a\times\exp((-a) \times (dap-b) \times c)}{(1+\exp((-a) \times dap-b))} \quad (۲)$$

که در این معادله LAI شاخص سطح برگ، dap روز پس از کاشت a, b, c ضرایب معادله می باشند. برای تعیین ضریب خاموشی از معادله زیر استفاده شد:

1 - Radiation Use Efficiency

2 - Radiation Use Efficiency
3 - Radiation Use Efficiency

جدول ۱- میانگین دمای بیشینه و کمینه، تشعشع و مجموع بارندگی در دوره رشد گیاه گندم (۸۷-۱۳۸۶) در مقایسه با آمار بلند مدت (۸۲-۱۳۳۹) در شرایط آب و هوایی گرگان

ماه	حداکثر دما(درجه سانتیگراد) دوره آزمایش	حداکثر دما(درجه سانتیگراد) بلند مدت	حداقل دما (درجه سانتیگراد) دوره آزمایش	حداقل دما (درجه سانتیگراد) بلند مدت	بارندگی (میلیمتر) دوره آزمایش	بارندگی (میلیمتر) بلند مدت	تشعشع (مگاژول بر متر مربع) دوره آزمایش	تشعشع (مگاژول بر متر مربع) بلند مدت
آذر	۱۴/۹	۱۶	۵/۸	۶/۳	۷۱/۹	۵۲/۳	۷/۱	۲۳/۲
دی	۸	۱۲/۹	-۲/۳	۳/۸	۱۶/۵	۵۶/۹	۹/۳	۹/۴
بهمن	۱۰/۷	۱۲/۴	۰/۴	۳/۴	۵۵/۸	۵۷/۶	۱۰/۴	۱۱/۲
اسفند	۱۸/۵	۱۴/۵	۶/۱	۲/۵	۳۸/۱	۷۳/۳	۱۴/۳	۱۴/۱
فروردین	۲۳/۵	۱۹/۳	۱۱/۳	۹	۸	۶۰/۳	۱۳/۹	۱۷/۴
اردیبهشت	۲۶/۶	۲۴/۹	۱۳/۹	۱۳/۸	۲۴/۸	۴۷/۲	۱۹/۲	۲۰/۱
خرداد	۲۹/۹	۲۹/۶	۱۸/۵	۱۸/۴	۱۴/۵	۳۵/۷	۲۱	۲۱/۶
تیر	۳۵/۸	۳۲	۲۰/۶	۲۱/۹	۱۲/۴	۲۳/۱	۲۰/۴	۲۱/۲

$$F= 1-\exp(-k_{par} \times LAI) \quad (۳)$$

در این معادله F نسبت دریافت تابش، K_{PAR} ضریب خاموشی بر پایه تابش فعال فتوسنتزی و LAI شاخص سطح برگ است (۱۲). ضریب خاموشی به دست آمده بر پایه تابش فعال فتوسنتزی K_{PAR} است که با استفاده از رابطه تجربی اسکوایر(۲۰) به ضریب خاموشی بر پایه کل تابش خورشیدی (K_s) قابل تبدیل است:

$$K_s=0.75K_{PAR} \quad (۴)$$

مقدار کارایی مصرف نور از برازش رابطه خطی بین تابش تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی از کاشت تا رسیدگی محاسبه شد که شیب این خط RUE می باشد میزان تابش تجمعی بر اساس برنامه int-PAR بدست آمد (۱۱). تجزیه و تحلیل صفات مورد ارزیابی در این تحقیق از نرم افزار SAS و برای مقایسه میانگین ها از آزمون LSD در سطح پنج درصد استفاده شد (۲). از نرم افزار EXCEL نیز برای ترسیم نمودارها و گراف ها استفاده شد.

نتایج وبحث

شاخص سطح برگ: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) اثر سطوح مختلف تراکم بوته، زنوتیپ های گندم و بر همکنش آن ها بر شاخص سطح برگ در مراحل ساقه رفتن، غلاف رفتن، ظهور سنبله و گرده افشانی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ به طور معنی داری افزایش یافت، که این خود به دلیل توسعه سریع تر سایه انداز گیاهی در تراکم های بالاتر بود. بنابراین میزان تابش دریافت شده توسط سایه انداز گیاهی افزایش می یابد. این امر باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود و افزایش میزان فتوسنتز در گیاه نیز باعث تولید ماه خشک بیشتر می‌گردد، محققان دیگر نیز نتایج مشابهی را به دست آورند (۳، ۸ و ۹).

در شکل های ۱، ۲ و ۳، روند تغییرات سطح برگ در زنوتیپ های مختلف گندم در طول فصل رشد نشان داده شده است. اکبری و همکاران (۱)، گزارش کردند که برای معرفی ارقام با عملکرد بالا در آینده ممکن است افزایش سطح برگ مد نظرگرفته شود، چرا که سطح برگ بالاو سایر ویژگی های مورفولوزیکی نقش مهمی در مقدار فتوسنتز و به دنبال آن تولید ماده خشک دارد.

جدول۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) شاخص سطح برگ و مجموع ماده خشک ژنوتیپ های گندم در تراکم های مختلف

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	ماده خشک
بلوک	۳	۰/۸۲^{ns}	۲۱۸۱۶۶۸/۷۳**
رقم	۲	۹/۸۲**	۲۱۲۹۰۸۷/۷۵**
تراکم	۲	۹/۳۹**	۲۰۱۶۹۷/۸۲^{ns}
رقم×تراکم	۴	۲/۷۸**	۳۷۴۰/۵۷^{ns}
خطا	۲۴	۱/۹۳	۷۰۵۲۳۸۹۲/۷۴

*و ** – به ترتیب تفاوت معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns :معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول۳- اثر برهمکنش تراکم بوته و ژنوتیپ بر شاخص سطح برگ

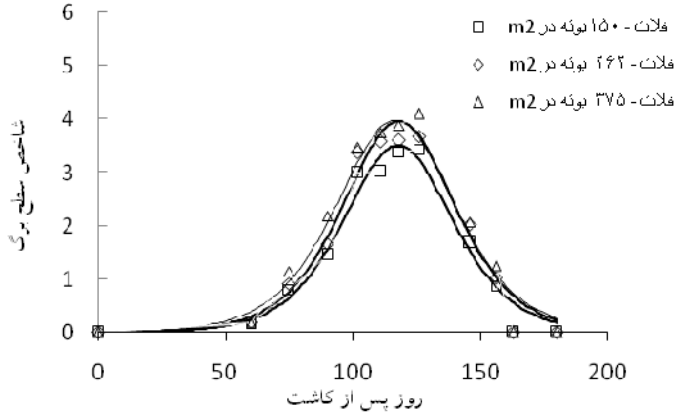
تراکم (بوته در متر مربع)	ژنوتیپ	شاخص سطح برگ
۱۵۰	N-81-18	۳/۵۱[a]
	تجن	۳/۴۰[b]
	فلات	۳/۲۵[c]
۲۶۲	N-81-18	۴/۱۶[a]
	تجن	۳/۶۸[b]
	فلات	۳/۵۶[c]
۳۷۵	N-81-18	۴/۶۰[a]
	تجن	۳/۷۴[b]
	فلات	۳/۶۶[c]

حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی باشند.

جدول٤- مقایسه میانگین ماده خشک تجمعی تحت سطوح مختلف تراکم در ارقام گندم

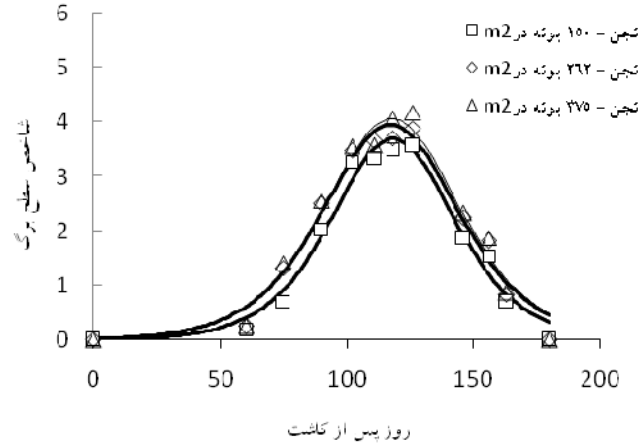
	تیمار	ماده خشک تجمعی (گرم در متر مربع)
ژنوتیپ	N-81-18	۱۲۹۹/۸۴[a]
	تجن	۱۰۸۴/۷۰[b]
	فلات	۱۰۱۴/۷۷[c]
تراکم (بوته در m^2)	۱۵۰	۹۶۱/۴۳[c]
	۲۶۲	۱۱۷۱/۰۶[b]
	۳۷۵	۱۲۶۷/۶۰[a]

حروف مشابه در هر ستون به لحاظ آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار نمی باشند.

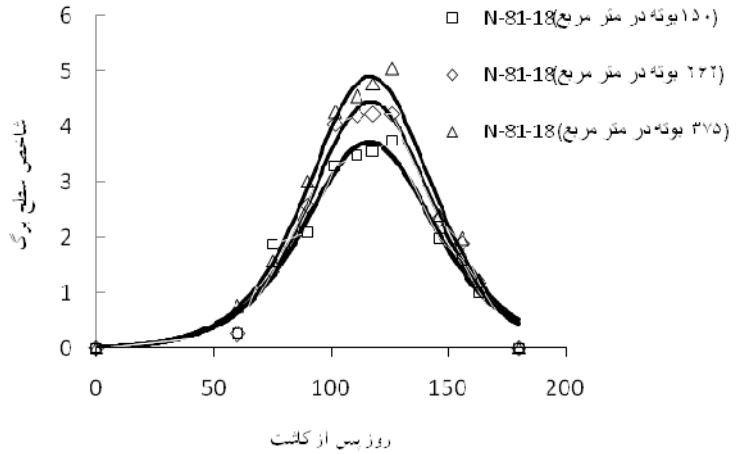


شکل۱- تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت رقم فلات در سطوح مختلف تراکم بوته

ماده خشک تجمعی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲) اثر سطوح مختلف تراکم بوته و ژنوتیپ های گندم بر ماده خشک تجمعی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود، اما اثر برهمکنش آن ها بر این صفت معنی داری نبود. مقایسه میانگین ها نشان داد که تراکم ۳۷۵ بوته در متر مربع بیشترین و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع کمترین وزن خشک را به خود اختصاص دادند (جدول ۴).



شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت رقم تجن در سطوح مختلف تراکم بوته



شکل۳- تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روز پس از کاشت لاین N-81-18 در سطوح مختلف تراکم بوته

به عبارتی دیگر با افزایش تراکم از ۱۵۰ به ۳۷۵ بوته، در طول فصل رشد ماده خشک تولیدی به طور معنی داری افزایش یافت. در بین ژنوتیپ های مختلف نیز لاین N-81-18 بیشترین و رقم فلات کمترین ماده خشک را تولید کردند. نتایج نشان داد که روند افزایش ماده خشک با افزایش تراکم بوته ثابت نشده است و این مسأله بیان می دارد که می توان در آنالیزهای بعدی تراکم های بیشتر را مورد مطالعه قرار داد تا مشخص گردد در چه تراکمی افزایش ماده خشک متوقف سیر نزولی را طی خواهد کرد (جدول۴).

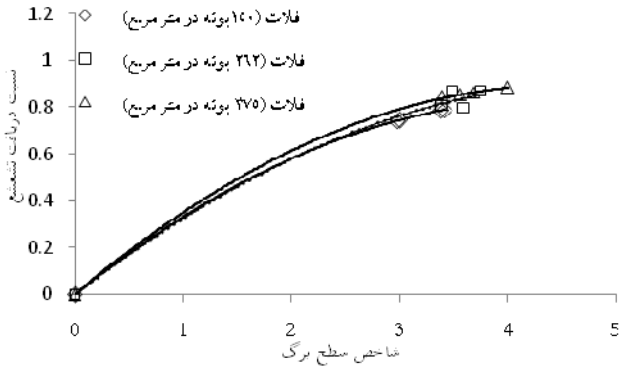
ضریب خاموشی نور: معادله ۳ به خوبی تغییرات دریافت تابش را در مقابل شاخص سطح برگ در مراحل ساقه رفتن، غلاف رفتن، ظهور سنبله و گرده افشانی توجیه می کند (۱۲). به نظر می رسد مقدار ضریب خاموشی به چگونگی توزیع برگ ها و مقدار نور عبور یافته توسط کانوپی بستگی دارد که با افزایش تراکم، تغییری در نحوه توزیع برگ ها صورت نمی گیرد. مقادیر ضریب خاموشی نور بین ژنوتیپ های گندم و سطوح مختلف تراکم بوته تفاوت معنی داری نداشت. کمانیان و همکاران (۱۰) با انجام آزمایشی روی ارقام مختلف جو دریافتند که رقم، تراکم و تاریخ کاشت تأثیری بر ضریب خاموشی نور ندارد.

کارایی مصرف نور: مقدار RUE محاسبه شده برای لاین N-81-18در تراکم۱۵۰، ۲۶۲ و۳۷۵ بوته در مترمربع به ترتیب ۱/۹۳، ۱/۹۳و۲/۲۵ گرم بر مگاژول، برای رقم تجن به ترتیب ۱/۷۶، ۱/۹۳و۲/۲۱ گرم بر مگاژول و در رقم فلات نیز به ترتیب ۱/۷۵، ۱/۹۴ و۲/۱۷ گرم بر مگاژول برآورد شد. این نتایج نشان می دهد که افزایش شاخص سطح برگ با افزایش میزان تراکم تا سطح ۳۷۵

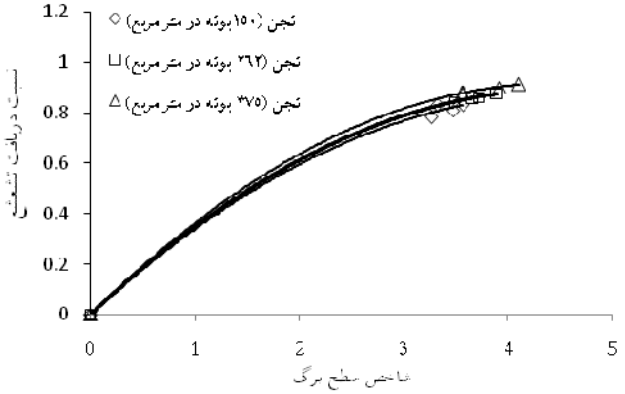
بوته در متر مربع سبب افزایش کارایی مصرف نور شد (شکل ۱۰،۱۱و ۱۲). با مقایسه بین سطوح مختلف تراکم مشخص شد که تفاوت معنی داری بین مقادیر RUE وجود داشت (جدول۶). کارایی مصرف نور با زودتر بسته شدن کانوپی افزایش می یابد که این زود بسته شدن از افزایش تراکم بوته در واحد سطح و یا کاهش فاصله بین ردیف حاصل می شود.

جدول ۵- برآورد مقدار ضریب خاموشی(K) از معادله (Y=1-exp(-K×LAI در سطوح مختلف تراکم و ژنوتیپ های گندم. n تعداد نمونه، CV ضریب تغییرات، RMSE جذر میانگین مربعات خطاو R^2 ضریب تبیین می باشد.

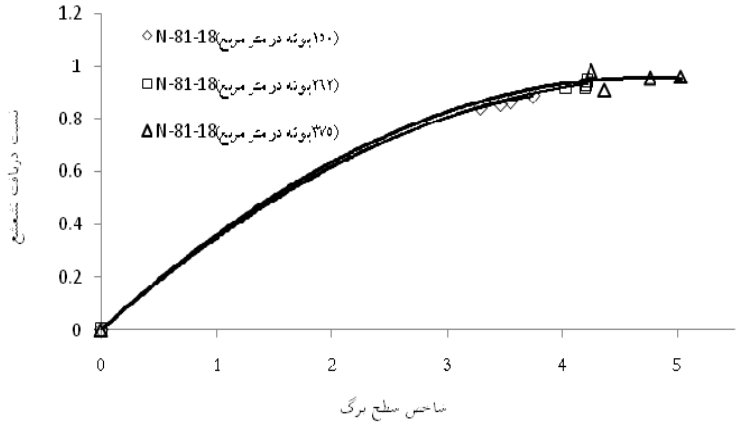
رقم	تراکم(بوته در مترمربع)	n	k±se	CV	RMSE	R^2
N-81-18	۱۵۰	۱۰	۰/۶۰±۰/۰۳۲	۱/۹۸	۰/۰۲۶	۰/۹۹
	۲۶۲	۱۰	۰/۶۱±۰/۰۱۷	۲	۰/۰۱۱	۰/۹۹
	۳۷۵	۱۰	۰/۶۳±۰/۰۲۷	۱/۹۶	۰/۰۱۵	۰/۹۹
تجن	۱۵۰	۱۰	۰/۵۲±۰/۰۴۵	۳	۰/۰۳۷	۰/۹۹
	۲۶۲	۱۰	۰/۵۳±۰/۰۸۹	۲	۰/۰۱	۱
	۳۷۵	۱۰	۰/۵۹±۰/۰۴۶	۲	۰/۰۳۸	۰/۹۹
فلات	۱۵۰	۱۰	۰/۵۰± ۰/۰۷	۱/۹۹	۰/۰۵۱	۰/۹۹
	۲۶۲	۱۰	۰/۵۲± ۰/۰۸	۲	۰/۰۳	۰/۹۹
	۳۷۵	۱۰	۰/۵۴±۰/۰۷	۱/۹۸	۰/۰۱	۰/۹۹



شکل ٤- رابطه بین نسبت دریافت تابش اندازه گیری شده در مقابل شاخص سطح برگ رقم فلات در سطوح مختلف تراکم



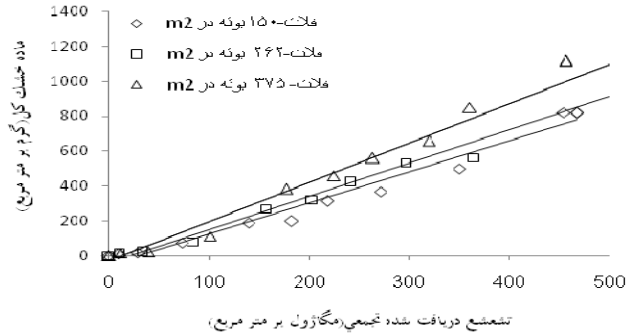
شکل ٥- رابطه بین نسبت دریافت تابش اندازه گیری شده در مقابل شاخص سطح برگ رقم تجن در سطوح مختلف تراکم



شکل ٦- رابطه بین نسبت دریافت تابش اندازه گیری شده در مقابل شاخص سطح برگ لاین N-81-18 در سطوح مختلف تراکم

جدول ٦- ضرایب (bوa) معادله Y= a+bx بین ماده خشک کل تجمعی و تشعشع دریافت شده تجمعی ارقام و سطوح مختلف تراکم (مقدار عددی ضریب b، کارایی مصرف نور بر حسب مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی دریافت شده بر گرم ماده خشک می باشد). n تعداد نمونه، CV ضریب تغییرات، RMSE جذر میانگین مربعات خطاو R^2 ضریب تبیین می باشد.

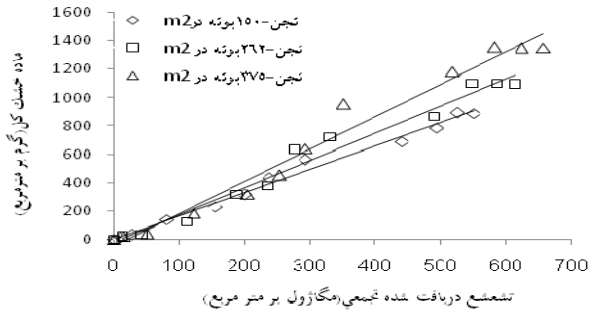
ژنوتیپ	تراکم(بوته در m^2)	n	a± se	b±se	CV	RMSE	R^2
N-81-18	۱۵۰	۱۰	-۴۹/۵۵±۳۳/۸۵	۱/۹۳±۰/۰۹	۵/۱۶	۶۳/۳۲	۰/۹۸
	۲۶۲	۱۰	-۶۶/۱۸±۳۷/۴۱	۱/۹۳±۰/۰۹	۵/۰۳	۶۸/۴۳	۰/۹۷
	۳۷۵	۱۰	-۵۶/۰۲±۶۰/۳۹	۲/۲۶±۰/۱۳	۲/۹۰	۱۰۹/۶۶	۰/۹۷
تجن	۱۵۰	۱۰	-۱۲/۰۴±۳۶/۸۰	۱/۷۶±۰/۱	۴/۹۶	۲۲/۰۵	۰/۹۷
	۲۶۲	۱۰	-۲۵/۳۱±۳۹/۸۰	۱/۹۳±۰/۱	۵/۲۹	۷۳/۰۸	۰/۹۷
	۳۷۵	۱۰	-۴۳/۰۳±۶۶/۶	۲/۲۱±۰/۱۶	۵/۹	۱۲۱/۵۷	۰/۹۵
فلات	۱۵۰	۱۰	-۵۹/۰۷±۳۹/۹۲	۱/۷۵± ۰/۱۳	۴/۵۳	۷۵/۰۳	۰/۹۵
	۲۶۲	۱۰	-۴۳/۶۱±۵۵/۶۲	۱/۹۴± ۰/۱۶	۵/۲۳	۱۰۴/۰۴	۰/۹۴
	۳۷۵	۱۰	-۷۴/۷۷±۸۶/۱۴	۲/۱۷±۰/۲۶	۵/۵۱	۱۵۳/۰۱	۰/۸۹



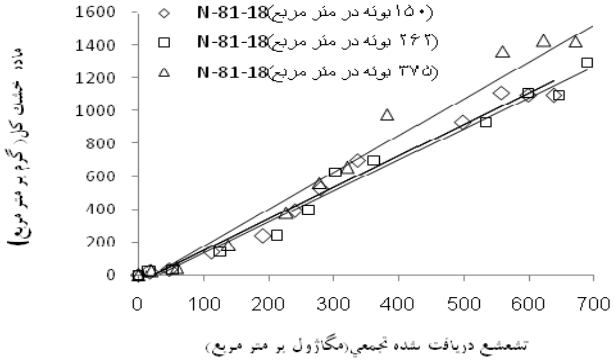
شکل۷- برازش رابطه خطی بین ماده خشک کل در برابر تشعشع دریافت شده تجمعی فلات در سطوح مختلف تراکم

این امر منجر به افزایش شاخص سطح برگ و افزایش حداکثر دریافت تابش می شود. بین مقادیر RUE در ارقام گندم تفاوتی مشاهده نشد. به نظر می رسد که مقدار کارایی مصرف نور وابستگی زیادی به نوع گونه زراعی دارد نه ارقام یک گونه. در مجموع با افزایش تعداد بوته در متر مربع، میزان شاخص سطح برگ افزایش یافت، این عمل باعث افزایش کارایی استفاده از تابش توسط گیاه شد.

مقادیر ضریب خاموشی نور نیز بین ژنوتیپ های گندم و سطوح مختلف تراکم بوته تفاوت معنی داری را نشان نداد.



شکل۸- برازش رابطه خطی بین ماده خشک کل در برابر تشعشع دریافت شده تجمعی تجن در سطوح مختلف تراکم



شکل۹- برازش رابطه خطی بین ماده خشک کل در برابر تشعشع دریافت شده تجمعی N-81-18 در سطوح مختلف تراکم

منابع

۱- اکبری، غ.، ص. صالحی زرخونی، م. یوسفی راد، م. نصیری، س. متقی، و ا. لطفی فر. ۱۳۸۶. ارزیابی برخی خصوصیات مورفولوژیک موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد در ده رقم برنج. پژوهش در علوم کشاورزی ۲: ۱۳۰- ۱۳۷.

۲- سلطانی، ا. ۱۳۸۶. کاربرد روش های آماری در تحقیقات کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۴ ص.

۳- کوچکی، ع. و ا. سلطانی. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک. انتشارات نشر آموزش کشاورزی. ۹۸۴ ص.

۴- مجد نصیری، ب. و م. ر. احمدی. ۱۳۸۴. تاثیر فصل کاشت و فاصله بوته در نحوه توزیع بوته و جذب در جامعه گیاهی ژنوتیپ های مختلف گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶: ۶۳-۷۳.

5- Austin, R. B., J. Bingham, R. D. Blackwell, L. T. Evans, M. A. Ford, C. L. Morgan, and M. Taylor. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J. Agr. Sci. 94: 675–689.

6- Bonhomme, R. 2000. Beware of comparing RUE values calculated from PAR va. Solar radiation or absorbed vs. intercepted radiation. Field Crops Res, 68: 242-252.

7- Dwyer, L., R. I. Stewart, L. Hamilton, and L. Honwing. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agron. J. 84: 430-438.

8- Hasegawa, T., and T. Horie. 1996.Leaf nitrogen, plant age and crop dry matter production in rice. Field Crops .Res. 47:107-116.

9- Holshouser, D. L., and J. P. Wittaker. 2002. Plant population and row spacing effects on early soybean productions systems in the mid-Atlantic USA. Agron. J. 94: 603-611.

10- Kemanian, A. R., C. O. Stockle, and D. R. Huggins. 2004. Variability of barley ratiqation use efficiency. Crop Sci. 44:1662-1672.

11- Lecoeur, J., and B. Ney. 2003. Change with time in potential radiation use efficiency in field pea. Eur. J. Agron. 19:91-105.

12- Monsi, M., and T. Saeki. 1953. Uber den lichtfaktor in den pflanzenge sellschaften und seine bedeutung fur die stoffproduktion. Jpn. J. Bot. 14:22-52.
13- Morison, M. J., D.W. Stewart, and P. B. Mc Vettey. 1992. Maximum areas expansion rate and duration of summer rape leaves. Can. J. Plant Sci. 72: 117-126.
14- Robertson, M. J., S. Silim, Y. S. Chauhan, and R. Ranganathan. 2001. Predicting growth and development of pigeonpea: biomass accumulation and partitioninig. Field Crop Res. 70:89-100.
15- Ting-Hui, D., C. Xin, G. Sheng-Lil, H. Ming-De, and L. K. Heng. 2006. Effect of nitrogen management on yield and water use efficiency of rainfed wheat and maize in northwest China. Pedosphere, 16: 495-504.
16- Villabos, F. J., L. J. Testi, M. Hidalgo. Pastor, and F. Orgaz. 2006. Modeling potential growth and yield of olive (*Olea europea* L.) canopies. Eur.J. Agron, 24: 296-303.
17- 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 (in Chinese), 40 (3): 426-432.
18- Wilhelm, W. W., K. Ruwe, and M. R. Schlemmer. 2000. Comparison of three leaf area index metrs corn canopy. Crop Sci. 40: 1179-1183.
19- Yunusa, I. A. M., H. M. Siddique, R. K. Belford, and M. M. Karimi. 1993. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat during the pre- anthesis period in a Mediterranea- type environment. Field Crops Res, 35: 113-122.
20- Squire, G. R. 1990. The physiology of crop production. CAB International. Wallingford, UK.