

تاثیر آرایش کاشت بر کارایی استفاده از تشعشع در چند رقم آفتابگردان

حوریه توکلی^{۱*}، نصیبه توکلی^۱، سید احمد کلانتر احمدی^۲، امیر یوسفی کردلر^۳

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانش‌آموخته دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه محقق اردبیلی و محقق مرکز تحقیقات صفی آباد دزفول

۳- دانش‌آموخته رشته زراعت دانشگاه محقق اردبیلی

*مسئول مکاتبه: huriehtavakoli@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۱۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۹

چکیده

به منظور بررسی تاثیر آرایش کاشت بر کارایی تشعشع و تجمع ماده خشک در آفتابگردان، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۹۱-۹۲ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سطح آرایش کاشت ۴۵×۲۷/۵، ۶۰×۲۰/۵، ۷۵×۱۶/۵ سانتی‌متر و سه رقم آفتابگردان (آرماویرسکی، آذرگل و پروگرس) با تراکم ۸ بوته در متر مربع بود. صفات اندازه‌گیری شده شامل میزان اخذ نور، شاخص برداشت و کارایی اخذ نور بود. نتایج پژوهش نشان داد که اثر آرایش کاشت بر تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده در پایین کانوپی، ۵۸ روز پس از کاشت معنی‌دار بود و در وسط کانوپی در ۵۸ و ۷۱ روز پس از کاشت اثر متقابل آرایش کاشت و رقم معنی‌دار شد. بیشترین میزان کارایی جذب نور نیز در ۸۴ و ۱۱۴ روز در پس از کاشت در رقم آذرگل مشاهده شد. این در حالی بود که شاخص سطح برگ در رقم آذرگل کمتر از سایر ارقام بود. با توجه به این که شاخص سطح برگ رابطه عکس با کارایی اخذ تشعشع دارد، بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش شاخص برگ از دلایل افزایش کارایی اخذ نور در رقم آذرگل باشد. همچنین، دامنه کارایی مصرف نور بین ۰/۳ تا ۰/۲۱ بود.

واژه‌های کلیدی: ارقام آفتابگردان، تشعشع، کارایی اخذ نور

مقدمه

تواند بر جذب و بهره‌وری عوامل محیطی موثر بر رشد و نیز رقابت برون و درون بوته‌ای تاثیر گذارد. با کاهش فاصله ردیف کشت، تاج پوشش زودتر کامل می‌شود. مزرعه زودتر به حداکثر شاخص سطح برگ برای جذب کامل تشعشع خورشیدی می‌رسد، مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی برای رشد رویشی تولید می‌شود و زیربنای لازم برای تشکیل شمار بیشتری از اجزای عملکرد به وجود می‌آید (خلیلی و همکاران، ۱۳۷۷).

تعیین رابطه بین تراکم گیاهی و عملکرد نهایی از اهمیت ویژه‌ای در تولید محصولات زراعی برخوردار است، زیرا بدین وسیله می‌توان منحنی بین تراکم مطلوب برای تولید حداکثر محصول را پیش بینی کرد. از طرفی هزینه بذور مصرفی، درصد بالایی از هزینه‌های متغیر را در تولید گیاهان زراعی تشکیل می‌دهد، بنابراین تعیین تراکم مطلوب گیاهی تحت این شرایط از اهمیت قابل توجهی برخوردار خواهد بود (ایکدا، ۱۹۹۲). نحوه توزیع و تراکم بوته در مزرعه می-

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی واقع در اراضی بابلان در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه سطح آرایش کاشت ۷۵×۱۶/۵، ۶۰×۲۰/۵، ۴۵×۲۷/۵ سانتی-متر) و سه رقم آفتابگردان (آرماویرسکی، آذرگل و پروگرس) با تراکم ۸ بوته در متر مربع بود. کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) استفاده شد.

۵۸ روز بعد از کاشت، نمونه برداری جهت تعیین وزن خشک اندام‌های هوایی و نیز اندازه‌گیری تشعشع فعال فتوسنتزی دریافتی (PAR) شروع شد و به فاصله ۱۳ روز یکبار ادامه یافت. قبل از هر نمونه‌برداری، وضعیت آفتابی بودن هوا بررسی شد تا در صورت آفتابی بودن هوا در روز بعد نمونه‌برداری انجام شود. برای اندازه‌گیری PAR در بالای تاج پوشش، لایه میانی کانوپی و زیر کانوپی بر حسب میکرومول فوتون بر ثانیه در متر مربع از دستگاه SUNSCAN مدل SS1 ساخت کمپانی DELTA-T انگلستان استفاده شد. سپس، واحد آن‌ها به مگاژول بر متر مربع در روز تبدیل گردید. تشعشع بالای کانوپی در یک مکان ثابت از مزرعه توسط سنسور نقطه‌ای اندازه‌گیری شد. تشعشع در لایه میانی و زیر کانوپی در هر کرت یکبار در روی ردیف و بار دیگر در بین ردیف با استفاده از سنسور خطی اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به عنوان تشعشع عبوری در لایه میانی و زیر کانوپی در نظر گرفته شد (پورسل و همکاران، ۲۰۰۲).

$$LI=1-(I_i/I_0) \quad \text{رابطه ۱:}$$

میزان اخذ نور توسط سطح مشخصی از برگ به دست آمد که در آن I_i تشعشع فعال فتوسنتزی در زیر کانوپی و I_0 تشعشع فعال فتوسنتزی در قسمت بالای جامعه گیاهی و LI میزان اخذ نور است.

شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و آرایش فضایی اندام‌های هوایی از عوامل موثر بر میزان جذب تشعشع به تاج پوشش در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه هستند (بهشتی و همکاران، ۱۳۸۱). اطلسی پاک و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که شاخص سطح برگ تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت و ارقام کلزا قرار می‌گیرد. اگر آرایش برگ در اشکوب‌های بالایی به صورت افقی نباشد شاخص سطح برگ و میزان نور وارد شده به کانوپی ارتباط قابل توجهی با یکدیگر نشان می‌دهند (رائو و همکاران، ۲۰۰۲). تراکم کاشت و فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ و نور وارد شده به کانوپی تاثیر دارند (پورسل و همکاران، ۲۰۰۲). از آنجایی که ارقام دارای شاخص سطح برگ (LAI^1) بیشتر، سرعت توسعه برگ (LER^2) بیشتری دارند، در ردیف‌های باریک سازگاری بهتری دارند، بنابراین ارقام دارای LIE بیشتر در ردیف‌های باریک عملکرد مطلوبی تولید و کارایی بیشتری نشان می‌دهند. داشتن برگ‌های زاویه‌دار نسبت به افق، برگچه‌های نازک به منظور سهولت در عبور نور به بخش‌های پایینی و طویل بودن دم‌برگ در جهت توزیع همسطح برگ‌ها در کانوپی از ویژگی‌های ارقام ایده‌آل به شمار می‌رود (بوردر و همکاران، ۱۹۹۲).

اگرچه کارایی مصرف نور بالاتر نشانگر استعداد بهتر گیاه در تبدیل نور به زیست توده است، ولی در نهایت عملکرد بستگی زیادی به مقدار تابش جذب شده توسط گیاه دارد (علی‌مندی و همکاران، ۱۳۸۵). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر آرایش کاشت ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان بر میزان و کارایی استفاده از تشعشع خورشیدی در شرایط آب و هوایی اردبیل بود.

¹ Leaf Area Index

² Leaf expansion rate

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

شوری (dS m^{-1})	pH	اشباع (%)	آهک (%)	رس (%)	لوم (%)	شن (%)	بافت
۳/۶۱	۸/۲	۵۳	۱۸/۰۶	۵	۷۱	۲۴	سیلتی لومی
کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر ppm	پتاسیم ppm	روی ppm	آهن ppm	مس ppm	منگنز ppm
۱/۷۱	۰/۱۶	۲۰	۷۰۰	۲/۳۲	۲/۵۲	۸/۵۶	۴/۲۷

اثر متقابل آرایش کاشت و رقم بر میزان اخذ نور در وسط کانوپی در ۵۸ و ۷۱ روز پس از کاشت معنی‌دار شد (جدول ۳). با توجه به شکل ۲ بیشترین میزان اخذ نور در وسط کانوپی ۵۸ روز پس از کاشت ($۰/۲۷۳ \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^2$) در رقم آذرگل و آرایش کاشت $۴۵ \times ۲۷/۵$ مشاهده شد و کمترین میزان آن ($۰/۰۹ \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^2$) متعلق به آرایش کاشت $۶۰ \times ۲۰/۵$ در همان رقم بود (شکل ۲). همچنین، در ۷۱ روز پس از کاشت حداکثر اخذ نور در وسط کانوپی در رقم آرمادورسکی و آرایش کاشت $۴۵ \times ۲۷/۵$ مشاهده شد و کمترین میزان آن ($۰/۰۹ \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^2$) به آرایش کاشت $۶۰ \times ۲۰/۵$ در رقم آذرگل تعلق گرفت (شکل ۳). با توجه به تفاوت ارقام از نظر شاخص سطح برگ انتظار می‌رود که میزان اخذ نور نیز در ارقام متفاوت باشد، ولی ممکن است که چرخش برگ‌های آفتابگردان به سمت خورشید و انعطاف کانوپی (آگل و همکاران، ۲۰۰۷). موجب شده است که ارقام از نظر میزان اخذ نور در پایین کانوپی تفاوت معنی‌داری نداشته باشند. اگر آرایش برگ در اشکوب‌های فوقانی به صورت افقی نباشد، شاخص سطح برگ و میزان نور وارد شده به کانوپی ارتباط قابل توجهی با یکدیگر نشان می‌دهند (رائو و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین، افقی بودن برگ‌ها در ارقام مورد بررسی آفتابگردان ممکن است که دلیل ارتباط سطح برگ و میزان نور وارد شده باشد.

شاخص سطح برگ طی ۸۴، ۹۷ و ۱۱۴ روز پس از کاشت تحت تاثیر اثرات متقابل رقم آرایش کاشت قرار گرفت، ولی

با داشتن مقدار LI درصد نور اخذ شده با استفاده از رابطه $I_{ab}=LI*100$ به دست آمد (بهشتی و همکاران، ۱۳۸۱). کارایی اخذ نور نیز با استفاده از فرمول $LIE=LI/LAI$ (بورد و همکاران، ۱۹۹۲) به دست آمد که در آن LAI شاخص سطح برگ و LI میزان نور اخذ شده توسط سطح مشخصی از برگ است. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ از روش وزنی و کاغذ میلی‌متری استفاده شد. به این منظور ابتدا وزن کل برگ‌های هر بوته جداگانه اندازه‌گیری شد. سپس، سطح مشخصی از برگ‌های هر بوته با استفاده از کاغذ میلی‌متری برش داده شد و توزین گردید. در نهایت با استفاده از یک تناسب سطح برگ هر بوته برآورد گردید. برای اندازه‌گیری شاخص سطح برگ نیز سطح اشغالی توسط هر بوته با تقسیم مساحت مزرعه بر تعداد بوته موجود در آن تخمین زده شد و با تقسیم سطح برگ بر مساحت اشغالی توسط هر بوته، شاخص سطح برگ برآورد گردید.

داده‌های حاصل از آزمایش به وسیله نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و با کمک نرم‌افزار Excel رسم نمودارها انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر آرایش کاشت بر میزان اخذ نور در پایین کانوپی در ۵۸ روز بعد از کاشت معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان LI پایین کانوپی ($۰/۳۶۶ \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^2$) در آرایش کاشت $۴۵ \times ۲۷/۵$ مشاهده شد و کمترین میزان آن ($۰/۲۳ \mu\text{mol.s}^{-1}.\text{m}^2$) به آرایش کاشت $۶۰ \times ۲۰/۵$ تعلق گرفت (شکل ۱). همچنین،

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان اخذ نور در پایین کانوپی در مراحل مختلف رشد ارقام آفتابگردان

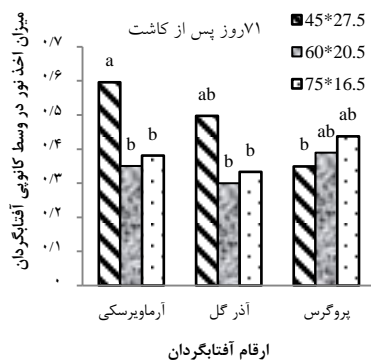
روزهای پس از کاشت					درجه آزادی	منابع تغییر
۱۱۴	۹۷	۸۴	۷۱	۵۸		
میزان اخذ نور در پایین کانوپی (LI)						
۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۲	رقم
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۵*	۲	آرایش کاشت
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۴	رقم × آرایش کاشت
۰/۰۱۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱۴	۱۶	خطای آزمایشی
۱۳	۸	۸	۱۸	۲۴	-	ضریب تغییر (%)

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱، ۰/۰۵ و غیر معنی‌داری

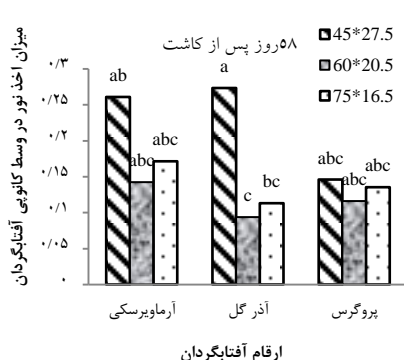
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به میزان اخذ نور در وسط کانوپی در مراحل مختلف رشد ارقام آفتابگردان

روزهای پس از کاشت					درجه آزادی	منابع تغییر
۱۱۴	۹۷	۸۴	۷۱	۵۸		
میزان اخذ نور در وسط کانوپی						
۰/۰۴۲ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۴۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۲	رقم
۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۳**	۲	آرایش کاشت
۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۳۴*	۰/۰۰۶*	۴	رقم × آرایش کاشت
۰/۰۱۶	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۳	۰/۰۰۳	۱۶	خطای آزمایشی
۳۱	۲۰	۲۱	۲۹	۳۲	-	ضریب تغییر (%)

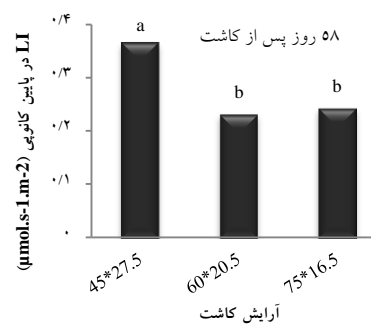
***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۰/۱، ۰/۰۵ و غیر معنی‌داری



شکل ۳- تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر میزان اخذ نور در وسط کانوپی در ارقام آفتابگردان در ۷۱ روز پس از کاشت



شکل ۲- تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر میزان اخذ نور در وسط کانوپی ارقام آفتابگردان در ۵۸ روز پس از کاشت



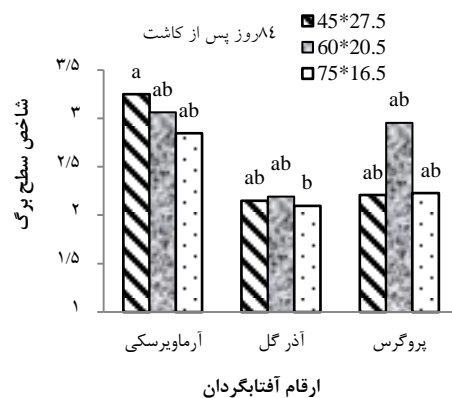
شکل ۱- میزان اخذ نور در پایین کانوپی آفتابگردان در آرایش‌های مختلف کاشت

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد ارقام آفتابگردان

روزهای پس از کاشت					درجه آزادی	منابع تغییر
۱۱۴	۹۷	۸۴	۷۱	۵۸		
شاخص سطح برگ						
۰/۴۲۷*	۰/۳۶۳۷*	۰/۴۹*	۰/۲۰۹ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	۲	تکرار
۳/۱۳**	۱/۵۹**	۱/۹**	۱/۲۴**	۰/۲۱۲*	۲	رقم
۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۳۱۵ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۱۶۶ ^{ns}	۲	آرایش کاشت
۰/۰۶۱*	۰/۰۳۱**	۰/۲*	۰/۷۸ ^{ns}	۰/۱۳۶ ^{ns}	۴	رقم*آرایش کاشت
۰/۱۰۶	۰/۰۶۶	۰/۱۴۹	۰/۱۰۶	۰/۰۶۶	۱۶	خطای آزمایشی
۸	۷/۴	۱۸	۱۸	۲۱	-	ضریب تغییر (%)

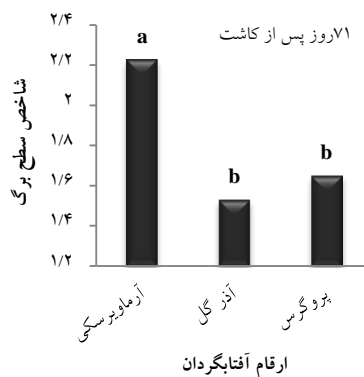
***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌داری

روز پس از کاشت نیز حداکثر میزان LAI در رقم پروگرس و در هر سه آرایش کاشت مشاهده شد، در حالی که حداقل این صفت در رقم آذرگل و آرایش کاشت ۴۵×۲۷/۵ قابل مشاهده بود (شکل ۸). شاخص سطح برگ از عوامل موثر بر میزان جذب تشعشع ورودی به تاج پوشش گیاهی است. از رابطه سطح برگ و میزان اخذ نور، کارایی اخذ نور به دست می‌آید. هر چه برگ‌های بالایی گیاهان عمودی‌تر و برگ‌های پایین افقی‌تر باشد از کارایی اخذ نور بالاتری برخوردار خواهند بود.

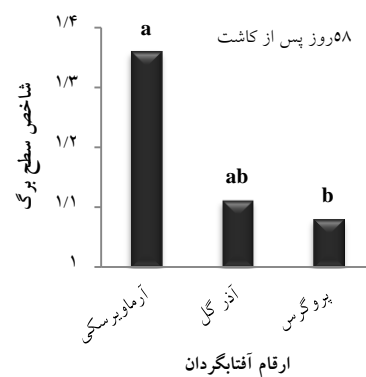


شکل ۸- تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر شاخص سطح برگ در ارقام آفتابگردان در ۸۴ روز پس از کاشت

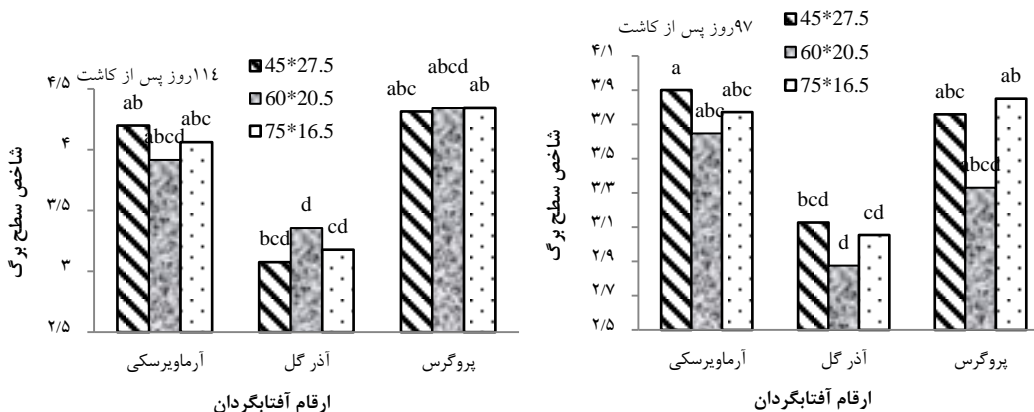
در شرایط ۵۸ و ۷۱ روز پس از کاشت تنها رقم بر میزان شاخص سطح برگ موثر بود. بیشترین میزان شاخص سطح برگ در ۵۸ و ۷۱ روز پس از کاشت به رقم آرماویرسکی تعلق گرفت و کمترین میزان آن در ۵۸ و ۷۱ روز به ترتیب به ارقام پروگس و آذرگل مربوط بود (شکل ۴ و ۵). همچنین، در ۸۴ و ۹۷ روز پس از کاشت بیشترین میزان LAI در رقم آرماویرسکی و آرایش کاشت ۴۵×۲۷/۵ قابل مشاهده بود، در حالی که کمترین میزان آن در ۸۴ و ۹۷ روز پس از کاشت مربوط به رقم آذر گل به ترتیب در آرایش کاشت ۷۵×۱۶/۵ و ۶۰×۲۰/۵ بود (شکل ۶ و ۷). در ۱۱۴



شکل ۷- شاخص سطح برگ در ارقام مختلف آفتابگردان ۷۱ روز پس از کاشت



شکل ۶- شاخص سطح برگ در ارقام مختلف آفتابگردان ۵۸ روز پس از کاشت



شکل ۷- تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر شاخص سطح برگ در ارقام آفتابگردان در ۹۷ روز پس از کاشت

شکل ۸- تأثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر شاخص سطح برگ در ارقام آفتابگردان در ۱۱۴ روز پس از کاشت

اخذ نور را نشان دادند (شکل ۹ و ۱۰). همچنین، در ۹۷ روز پس از کاشت بیشترین میزان کارایی اخذ نور به رقم آذر گل و آرایش کاشت ۶۰×۲۰/۵ تعلق گرفت و کمترین میزان آن مربوط به رقم آرماوipersکی در آرایش کاشت ۶۰×۲۰/۵ بود (شکل ۱۱). مدونای و همکاران (۲۰۰۱) معتقدند که میزان تولید مواد فتوسنتزی علاوه بر میزان جذب به کارایی مصرف نور نیز بستگی دارد. با توجه به نتایج، کارایی اخذ نور در ارقام مختلف آفتابگردان متفاوت بود و آرایش کاشت نیز می‌تواند بر این مولفه تاثیرگذار باشد. همچنین، به نظر می‌رسد که کارایی اخذ نور در رقم آذرگل از آرماوipersکی و پروگرس بهتر باشد.

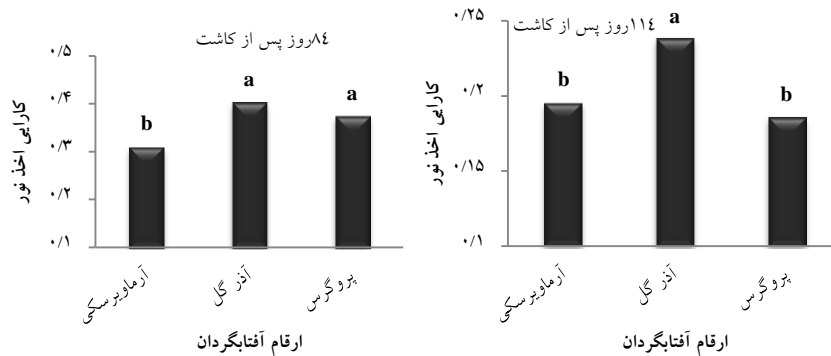
کارایی اخذ نور با سطح برگ همبستگی منفی دارد، شاید به همین دلیل باشد که در رقم آذرگل کمترین سطح برگ و بیشترین کارایی اخذ نور مشاهده شد. بنابراین، با افزایش سطح برگ، نور بیشتری اخذ، ولی از کارایی آن کاسته شده است.

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که اثر رقم در ۸۴ و ۱۱۴ روز پس از کاشت و اثر متقابل رقم و آرایش کاشت در ۹۷ روز پس از کاشت بر کارایی اخذ نور معنی‌دار بود. در طول ۸۴ و ۱۱۴ روز پس از کاشت کارایی اخذ نور در رقم آذرگل حداکثر بود، ولی در ۸۴ روز رقم آرماوipersکی و در ۱۱۴ روز رقم پروگرس کمترین کارایی

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص سطح برگ در مراحل مختلف رشد ارقام آفتابگردان

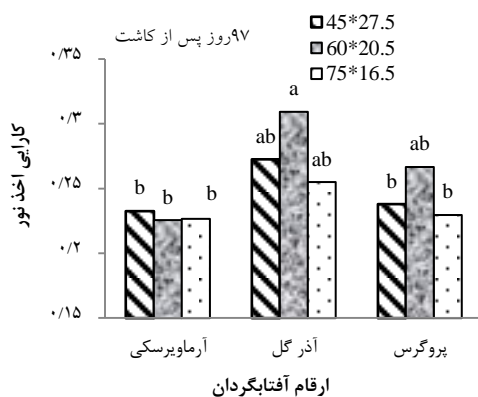
روزهای پس از کاشت					درجه آزادی	منابع تغییر
۱۱۴	۹۷	۸۴	۷۱	۵۸		
کارایی اخذ نور						
۰/۰۰۲*	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۸ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۰۷**	۰/۰۰۶**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۳۸ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲	رقم
۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱۷ ^{ns}	۲	آرایش کاشت
۰/۰۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۴	رقم*آرایش کاشت
۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۱۶	خطای آزمایشی
۹	۸	۱۳	۲۲	۳۹	-	ضریب تغییر (%)

***، * و ns به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌داری



شکل ۹- تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر کارایی اخذ نور در ۸۴ روز پس از کاشت

شکل ۱۰- تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر کارایی اخذ نور در ۱۱۴ روز پس از کاشت



شکل ۱۱- تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت بر کارایی اخذ نور در ارقام آفتابگردان در ۹۷ روز پس از کاشت

نتیجه‌گیری کلی

برگ رابطه عکس با کارایی اخذ تشعشع دارد، بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش شاخص برگ از دلایل افزایش کارایی اخذ نور در رقم آذرگل باشد.

نتایج پژوهش نشان داد که بیشترین میزان کارایی جذب نور نیز در ۸۴ و ۱۱۴ روز در پس از کاشت در رقم آذرگل مشاهده شد. در حالی که شاخص سطح برگ در رقم آذرگل کمتر از سایر ارقام بود. با توجه به این که شاخص سطح

منابع

- اطلسی پاک، و.، مامقانی، ر.، مسکرباشی، م.، نبی‌پور، م. ۱۳۸۵. تاثیر آرایش کاشت بر راندمان مصرف نور و تجمع ماده خشک در کانوبی سه رقم کلزای بهاره. مجله علمی کشاورزی. ۲۹(۴): ۱۳۹-۱۵۲.
- بهشتی، ع.، کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م. ۱۳۸۱. تاثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوبی سه رقم ذرت. مجله نهال و بذر. ۱۸(۴): ۴۳۱-۴۱۷.
- خلیلی سامانی، م.ر.، خواجه‌پور، م.ر.، فلاوند، ا. ۱۳۷۷. اثر فاصله کاشت و تراکم بوته در ردیف بر رشد و تجمع ماده خشک پنبه در اصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۹(۴): ۶۶۷-۶۶۹.
- علی‌مندی، ا.، جهان‌سوز، م.ر.، احمدی، ع.، توکل‌افشاری، ر.، رستم‌زاده، م. ۱۳۸۵. ارزیابی کارایی مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و دریافت تابش در ارقام مختلف لوبیا چشم‌بلبی، ماش و لوبیا قرمز در کشت دوم. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۷۱: ۶۷-۷۵.

- Agele, S.O., Maraiyesa, I.O., Adeniji, I.A. 2007. Effect of variety and row spacing on radiation interception , partition of dry matter and seed set efficiency in late season sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a humid zone in Nigeria. *Afr J Agric Res.* 3:80-88
- Board, J.E., Kamal, M., Harville, B.G. 1992. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agron J.* 84:575-572
- Ikeda, T. 1992. Soybean planting patterns in relation to yield and yield components. *Agron J.* 84: 923-926.
- Maddoni, G.A., Chelle, M., Andrieu, B. 2001. Light interception of contrasting azimuth canopies under square and rectangular plant spatial distribution: simulation and crop measurements. *Field Crops Res.* 70: 1-13.
- Purcell, L.C., Ball, R.A., Reaper, J.D., Vories, E.D. 2002. Radiation use efficiency and biomass production in soybean at different plant population densities. *Crop Sci.* 42: 172-177
- Rao, M.S.S., Bhagsari, A.S., Mohammed, A.I. 2002. Fresh green seed yield and seed nutritional traits of vegetable soybean genotypes. *Crop Sci.* 42: 1950-1958.



Effect of Planting Pattern on the Radiation Use Efficiency in Some Sunflower Cultivars

Hourieh Tavakoli^{1*}, Nasibeh Tavakoli¹, Seyed Ahmad Kalantar Ahmadi², Amir Yousefi Kordlar³

1- Ph.D student of crop physiology, university of Mohaghegh Ardabili

2- Ph.D of crop physiology, university of Mohaghegh Ardabili and Researcher in Safiabad Agricultural Research

3- MSc in agronomy, university of Mohaghegh Ardabili

*For Correspondence: huriehtavakoli@gmail.com

Received: 20.08.15

Accepted: 09.11.15

Abstract

In order to evaluate the effect of planting patterns on radiation use efficiency and dry matter accumulation of sunflower an experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at Mohaghegh Ardabili University during growing season of 2012-2013. Treatments included three levels of planting pattern (including 45×27.5, 60×20.5, 75×16.5 cm) and three sunflower cultivars (Armavirski, Azargol and Progress) with the density of 8 plant m⁻². Results showed the effect of planting pattern significantly affected photosynthesis active radiation on the bottom of sunflower canopy at 58 days after sowing. Interaction of planting pattern and cultivar was significant on the middle of canopy at 57 and 71 days after sowing time. The highest radiation use efficiency belonged to Azargol at 84 and 114 days after sowing. While leaf area index of Azargol cultivar was less than the others. By considering that leaf area index had an inverse relationship with radiation use efficiency it seems that reduction of leaf area index caused to increase of radiation use efficiency in Azargol cultivar.

Keywords: sunflower, radiation, light interception efficiency.