مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هشتم، شماره سی، ۱۳۹۶

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تأثیر تراکم بوته بر کارایی مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و عملکرد دانه دو رقم آفتابگردان در شمال خوزستان

فاطمه ضرغامی[۱]، مهدی صادقی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۹

چکیده

تراکم بوته یکی از عوامل مهم در دستیابی گیاهان به میزان نور دریافتی است. به این منظور آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ بر روی دو رقم آفتابگردان Helianthus *anus* در شرایط آب و هوایی شمال خوزستان، در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی دزفول اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل چهار تراکم کشت (٤/٥، ٥/٥، ٦/٥ و ٧/٥ بوته در مترمربع) و دو رقم آفتابگردان (قرمز شاهرودی و دم‌سفید درشت) بودند. نتایج نشان داد که تأثیر تراکم بوته بر صفات سطح برگ، راندمان مصرف نور، عملکرد دانه، ضریب استهلاک نور و درصد جذب نور معنی‌دار بود. بیشترین میزان شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور (به ترتیب ٤/٢٤ و ١/٩٢ $(Mj/m^2/s^{-1})$) در رقم قرمز شاهرودی و بالاترین ضریب استهلاک نور و درصد جذب نور (به ترتیب ۰/۱۳۷ و ٤۳/٤ درصد) در رقم دم‌سفید درشت به دست آمد. با افزایش تراکم بوته در هر دو رقم کارایی مصرف نور افزایش یافت. بالاترین عملکرد دانه (٥٢٤٩/٩ کیلوگرم بر هکتار) در رقم دم‌سفید درشت و تراکم ٦/٥ بوته در مترمربع به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تراکم گیاهی، کارایی مصرف نور، عملکرد دانه

ضرغامی ، ف. و م. صادقی. ۱۳۹٦. تأثیر تراکم بوته بر کارایی مصرف نور، ضریب استهلاک نوری و عملکرد دانه دو رقم آفتابگردان در شمال خوزستان. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۱۱۷-۱۰۸.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران
۲- استادیار گروه زراعت، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران. مسئول مکاتبات. پست الکترونیکEmail : Me_sadeghi2001@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آفتابگردان به عنوان یکی از منابع عمده روغن گیاهی در جهان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و آفتابگردان غیر روغنی نیز جایگاه ویژه‌ای داشته و به تنهایی یا همراه با دیگر فرآورده‌ها به عنوان یکی از آجیل‌های پرمصرف و خوش‌خوراک به حساب می‌آید. فاصله‌گذاری یا الگوی کشت و تراکم مطلوب بوته یکی از عوامل مهم در دستیابی به حداکثر عملکرد و نیز بهترین کیفیت می‌باشد که رعایت آن در مورد کلیه محصولات کشاورزی الزامی است و بنابراین یکی از مسائل اصلی در رابطه با کشت آفتابگردان، انتخاب مناسب‌ترین تراکم بوته در واحد سطح می‌باشد (خواجه پور، ۱۳۷۰). کشت بذر بایستی در تراکم مناسبی صورت گیرد که گیاه به خوبی سبز شده، استقرار یافته و در هر یک از مراحل رشد، فضای کافی جهت استفاده حداکثر از منابع محیطی داشته باشد و تا حد امکان با شرایط نامساعد روبرو نشود. بدین ترتیب تعیین تراکم مناسب بوته، مستلزم آگاهی کامل از ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه، همچنین ارتباط آن با عوامل محیطی می‌باشد (اوزونی دوجی و همکاران، ۱۳۸٦). اگر از تعداد بوته کافی و مناسب در واحد سطح استفاده نگردد، در واقع از پتانسیل موجود، بهره‌برداری لازم صورت نگرفته است، با این حال تراکم‌های بیش از حد نیز سبب افزایش رقابت درون و بین بوته‌ای شده و کاهش قابل ملاحظه‌ای در هریک از اجزای عملکرد را به دنبال خواهد داشت (فتحی، ۱۳۸٤).

در طی پژوهش‌های مختلف که در زمینه تراکم بوته آفتابگردان و تعیین بهترین تراکمی که در آن حداکثر عملکرد به دست آید، نتایج متفاوتی گزارش شده است. در آزمایش‌های که در فاصله ردیف‌های ۵۰ و ۷۵ سانتیمتری و تراکم‌های ۶۰،۸۰ و ۱۰۰ هزار بوته در هکتار انجام شد، بیشترین عملکرد دانه از فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتری و تراکم ۸۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد (غفاری و دانشیان، ۱۳۸۳). همچنین پژوهشگران بیان داشتند حداکثر عملکرد دانه را در تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار به دست آوردند (گابلز و بیانچی، ۲۰۰۱). در پژوهش‌های انجام شده که در تراکم ۵۵،٦۵، ۸۳ و ۱۱۰ هزار بوته در هکتار صورت گرفت، در تراکم ۸۳ هزار بوته در هکتار بالاترین عملکرد به دست آمد (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳). در آزمایش‌هایی که در دو سال و چهار تراکم ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ هزار بوته در هکتار صورت گرفت، بیشترین عملکرد آفتابگردان در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد و در تراکم‌های بالاتر، یعنی ۹۰ هزار بوته در هکتار کاهش عملکرد مشاهده شد (ریزاردی و کوفی، ۱۹۹۳). فتوسنتز و در نتیجه زیست توده تولیدی بطور مستقیم با میزان نور جذب شده توسط سایه‌انداز گیاهی مرتبط می‌باشد (راور، ۱۹۹٤). آرایش فضایی اندام‌های هوایی گیاه از عوامل مؤثر در میزان جذب تابش ورودی به سایه‌انداز گیاهی در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه می‌باشد (بن ونوتی و همکاران، ۱۹۸۷). اگرچه روابط مورد استفاده در مدل‌سازی رشد گیاهان زراعی تفاوتی در بین مراحل مختلف رشد از نظر دریافت و جذب نور قائل نیستند (لومیس و دانکن، ۱۹۸٦). لیکن شواهدی دال بر تفاوت در میزان دریافت و جذب نور و نیز ضریب استهلاک نور در مراحل مختلف زندگی ذرت گزارش شده است (تولنار و اگویلرا، ۱۹۹۸). این تفاوت عمدتاً به علت وجود برگ‌های پیری که به دریافت نور ادامه می‌دهند ولی در محاسبه LAI وارد نمی‌شوند (بن ونوتی و همکاران، ۱۹۸۷) و نیز دریافت نور به‌وسیله گل‌آذین نسبت داده شده است (لومیس و دانکن، ۱۹۸٦).

ضریب استهلاک نوری نشانگر نرخ کاهش نور در جامعه گیاهی است. برخی از پژوهشگران با استفاده از روش رگرسیون لگاریتمی توانسته‌اند از مقدار نور عبور کرده نسبت به شاخص سطح سبز مقدار ضریب استهلاک نوری را محاسبه نمایند (خگخارات و نیروال، ۱۹۹۳).

با بررسی سه سطح تراکم (٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) روی ارقام زودرس Hyola308 و رقم متوسط رس Option500 نشان دادند که تراکم ۸۰ بوته در مترمربع از نظر تولید و تجمع ماده خشک گیاهی و کارایی مصرف نور برتری معنی‌داری بر دو سطح دیگر تراکم داشت. افزایش ماده خشک در تراکم‌های ۸۰ بوته در مترمربع، ناشی از جذب بیشتر تابش و افزایش راندمان مصرف نور در این تراکم می‌باشد (گلیشادرخی و همکاران، ۱۳۸۸). در آزمایش‌هایی اظهار داشتند که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر کاشته شده بودند، در مقایسه با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر، مقدار ماده خشک در واحد سطح و طول رویش آن‌ها زیادتر بود و در نتیجه شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. در ضمن پژوهش‌هایی نشان داده است که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر کشت شده بودند، بسته شدن کانوپی آن‌ها ۲ تا ۳ روز زودتر صورت گرفت (موریسون و همکاران، ۱۹۹۰). با بررسی اثر چهار سطح آرایش کشت (۱۵، ۳۰، ۵۰ سانتیمتر و پشته‌هایی با فاصله ٦۰ سانتیمتر که روی هر پشته دو ردیف کشت قرار داشت) روی ارقام با نام‌های Pf704/91، Hyola401، RGS300 نشان دادند که آرایش کشت و رقم، اثر معنی‌داری بر روی راندمان مصرف نور و نیز جذب تابش فعال فتوسنتزی داشتند که دو عامل مهم در تجمع ماده خشک محسوب می‌شوند. شاخص سطح برگ و نیز کسر

Archive of SID

www.SID.ir

تابش فعال فتوسنتزی ظاهری نیز تحت تأثیر آرایش کشت و رقم قرار گرفتند. بیشترین میزان تجمع ماده خشک و بالاترین میزان راندمان مصرف نور در آرایش کشت با فواصل ردیف ۱۵ سانتیمتر مشاهده شد. همچنین در بین ارقام، رقم Hyola401 بالاترین مقدار تجمع ماده خشک و بیشترین میزان راندمان مصرف نور را به خود اختصاص داد (اطلسی پاک و همکاران، ۱۳۸۵). در طی آزمایش‌هایی بیان شد که شاخص سطح برگ با افزایش تعداد بوته در واحد سطح افزایش یافته اما تعداد و سطح برگ‌های هر بوته به میزان جذب نور بستگی داشت. همچنین زاویه برگ و شاخص سطح برگ به نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاهی مؤثر بوده در این حالت است که نقش مهم ضریب استهلاک نوری مشخص می‌گردد (زانگ و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه تأثیر تراکم بر ضریب استهلاک نوری ذرت شیرین (sweet corn) مشاهده کردند که ضریب استهلاک نوری در فاصله ردیف کشت ۷۵ سانتیمتر کمتر از فاصله ردیف کشت ۵۰ سانتیمتر بود. در تراکم‌های بالاتر (۸۵ و ۹۵ هزار بوته در هکتار) به دلیل افزایش تعداد برگ در واحد سطح و سایه‌اندازی بیشتر برگ‌ها و بعد از آن به دلیل پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ، ضریب استهلاک نوری تا اواخر دوره رشد نسبت به تراکم‌های پایین‌تر (٦۵ و ۷۵ هزار بوته در هکتار) بیشتر بود. اگرچه ضریب استهلاک نوری فاصله ردیف ۷۵ سانتیمتر کمتر می‌باشد، اما به نظر می‌رسد که به دلیل بالاتر بودن کارایی جذب نور در فاصله ردیف ۵۰ سانتیمتر، نور بیشتری جذب گردد (بهشتی و همکاران، ۱۳۸۱). این پژوهش به منظور بررسی میزان جذب و راندمان مصرف نور تحت تأثیر تغییرات تراکم بوته در سایه‌انداز آفتابگردان و معرفی رقم مناسب و سازگار با آب‌وهوای منطقه شمال خوزستان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد دزفول واقع در منطقه سنجر (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۲٤ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱٤۰ متر از سطح دریا) اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل (دو رقم آفتابگردان قرمز شاهرودی و دم‌سفید درشت) و چهار تراکم (٤/۵، ۵/۵، ٦/۵ و ۷/۵ بوته در مترمربع) بودند. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین محل پژوهش به شرح زیر است (جدول ۱).

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل پژوهش (۳۰-۰ سانتی‌متر)

هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	واکنش اسیدیته	نیتروژن (درصد)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاس ($mg.kg^{-1}$)
۱/۰۷	۷/٦	۰/۰۷	۱۵/۲	۱٤۱/٤

در این پژوهش کودهای شیمیایی بر اساس آزمون خاک شامل کود نیتروژن به میزان ۱۵۰ کیلوگرم از منبع اوره و کود فسفره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاسه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت سولفات پتاسیم مورد استفاده قرار گرفت. عملیات کشت در نیمه دوم اسفندماه به روش خشکه کاری و با دست انجام گردید.

برای محاسبه شاخص سطح برگ، ضریب استهلاک نوری، درصد جذب نور و راندمان مصرف نور در مرحله گرده‌افشانی، اندازه‌گیری میزان نور در بالا و پایین سایه‌انداز گیاهی در هر کرت به‌صورت هفته‌ای به مدت پنج هفته از ٦۰ روز پس از کاشت با استفاده از دستگاه ACCuPAR (Model:LP80) انجام شد که هم‌زمان نور بالا و پایین بر حسب میکرومول بر مترمربع در ثانیه بین ساعت ۱۳-۱۱ در یک روز صاف و آفتابی، بدون باد و گرد و غبار اندازه گیری شد و در هر بار اندازه‌گیری میزان تابش و شاخص سطح برگ نیز تعیین گردید و سپس ضریب استهلاک نوری (K) و درصد جذب نور به ترتیب از فرمول ۱ و ۲ محاسبه گردید (خگخارات و نیروال، ۱۹۹۳).

$$K = -Ln (I_0 / I) \div LAI \qquad (۱)$$

$$Iabc = (1 - I0 / I) 100 \qquad (۲)$$

$$Iabc = (I - I0 / I) 100$$

K = ضریب استهلاک نور Iabc=درصد نور جذب شده

LAI= شاخص سطح برگ

I_0 = تابش فعال فتوسنتزی پایین سایه‌انداز گیاهی (مگا ژول بر مترمربع)

I = تابش فعال فتوسنتزی بالای سایه‌انداز گیاهی (مگا ژول بر مترمربع)

سپس با استفاده از شیب خط رگرسیون ماده خشک تجمعی به تابش تجمعی، راندمان مصرف نور محاسبه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

برای محاسبه عملکرد دانه، مساحتی معادل ۲ مترمربع از خطوط عملکرد با حذف حاشیه ها و پس از جداسازی طبق‌ها و جدا نمودن دانه‌ها، عملکرد دانه با رطوبت ۹٪ در واحد سطح تعیین گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه‌های میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۱ و ۵ درصد صورت گرفت و برای رسم منحنی و نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که تأثیر تراکم بوته و رقم بر عملکرد دانه به ترتیب در سطح احتمال خطای ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار بوده است، ولی برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تراکم ۶۵۰۰۰ و ۴۵۰۰۰ بوته در هکتار با میزان ۵۱۴۸/۴ و ۲۵۴۴/۱ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در تراکم‌های مختلف بوته در ارقام آفتابگردان

	درجه آزادی	عملکرد دانه	راندمان مصرف نور	درصد جذب نور	ضریب استهلاک نوری	شاخص سطح برگ
بلوک	۲	۴۴۳۳۵۷/۲۲ ns	۰/۰۸۱ ns	۱۳/۶۳ ns	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۰۳۲۹ ns
رقم	۱	۱۹۷۵۶۲/۷۶ *	۰/۰۳۱ *	۰/۸۶ *	۰/۰۰۰۰۶ *	۰/۰۱۲۸ ns
تراکم	۳	۷۴۸۰۵۶۸/۴۳ **	۰/۲۱۰ *	۲۸/۸۳ *	۰/۰۰۰۱۵ *	۰/۰۶۸۰ *
رقم * تراکم	۳	۳۲۷۶۴/۲۹ ns	۰/۲۱۷ *	۶/۸۲ ns	۰/۰۰۰۰۳ *	۰/۰۰۶۷ *
خطا	۱۶	۲۶۵۹۶۹/۳۲	۰/۲۷۸	۳۲/۳۴	۰/۰۰۰۵۹	۰/۰۳۹۱
ضریب تغییرات		۱۳	۱۴	۱۳	۱۸	۴

**، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵٪ ns: معنی‌دار نبودن

میانگین‌های در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪)

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته بر برخی صفات ارقام آفتابگردان

تراکم (بوته در هکتار)	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه (kg/h)	ضریب استهلاک نوری	درصد جذب نور (%)	راندمان مصرف نور ($Mj/m^2/s^{-1}$)
۴۵۰۰۰	۳/۹۲ b	۲۵۴۴/۱ d	۰/۱۲۳ b	۳۷/۹۲۳ b	۱/۳۱ d
۵۵۰۰۰	۴/۰۷ b	۳۳۳۱/۰ c	۰/۱۲۷ b	۳۸/۹۵۱ b	۱/۷۲ a
۶۵۰۰۰	۴/۱ a	۵۱۴۸/۴ a	۰/۱۳۰ a	۴۰/۱۵۱ a	۱/۶۸ b
۷۵۰۰۰	۴/۳ a	۴۱۵۳/۵ b	۰/۱۳۴ a	۴۲/۱۳۳ a	۱/۵۸ c

میانگین‌های در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

مقایسه میانگین تأثیر رقم بر عملکرد دانه نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ارقام دم‌سفید درشت و قرمز شاهرودی با میانگین ۳۸۸۵ و ۳۵۰۳/۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ارقام آفتابگردان

رقم	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه (kg/h)	ضریب استهلاک نوری	درصد جذب نور (%)	راندمان مصرف نور ($Mj/m^2/s^{-1}$)
قرمز شاهرودی	۴/۰۸ a	۳۵۰۳/۵ b	۰/۱۲۷ b	۴۰/۵ a	۱/۶۱ a
دم‌سفید درشت	۴/۰۳ a	۳۸۸۵ a	۰/۱۳۱ a	۴۰/۹ a	۱/۵۴ b

Archive of SID

www.SID.ir

راندمان مصرف نور

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که راندمان مصرف نور در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر رقم و تراکم بوته و برهمکنش رقم و تراکم بوته دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر رقم به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر راندمان مصرف نور نیز نشان داد که بیشترین و کمترین راندمان مصرف نور به ترتیب مربوط به رقم قرمز شاهرودی و دم‌سفید درشت با میزان ۱/۶۱ و ۱/۵۴ $(Mj/m^2/s^{-1})$ بود (جدول ٤).

مقایسه میانگین اثر تراکم بوته به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر راندمان مصرف نور نشان داد که بیشترین و کمترین راندمان مصرف نور به ترتیب مربوط به تراکم ۵/۵ و ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ۱/۷۲۹ و ۱/۳۱۱ $(Mj/m^2/s^{-1})$ بوده است (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته و رقم به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر راندمان مصرف نور نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین راندمان مصرف نور به ترتیب مربوط به رقم قرمز شاهرودی با تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع و رقم قرمز شاهرودی با تراکم ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ۱/۹۲ و ۱/۱۱ $(Mj/m^2/s^{-1})$ بوده است (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر برهمکنش رقم و تراکم بوته بر برخی صفات دو رقم آفتابگردان

رقم	تراکم (بوته در هکتار)	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه (kg/h)	ضریب استهلاک نوری	درصد جذب نور (٪)	راندمان مصرف نور $Mj/m^2/s^{-1}$))
قرمز شاهرودی	٤۵۰۰۰	۳/۹^{c}	۲۵۵۵/٤^{d}	۰/۱۲۵^{c}	۳٦/۱^{c}	۱/۱۱^{d}
قرمز شاهرودی	۵۵۰۰۰	٤/۰٤^{bc}	۳۲۲۳/۸۲^{bc}	۰/۱۲۳^{c}	۳۷/۱^{c}	۱/۵۵^{cd}
قرمز شاهرودی	٦۵۰۰۰	٤/۰۸^{b}	۵۰٤٦/۹^{a}	۰/۱۳۰^{b}	٤۱/۱٤^{b}	۱/۸۵^{b}
قرمز شاهرودی	۷۵۰۰۰	٤/۲٤^{a}	۳۹۸۷/۹^{b}	۰/۱۳٤^{a}	٤۱/۳۷^{b}	۱/۹۲^{a}
دم‌سفید درشت	٤۵۰۰۰	۳/۸۸^{c}	۲۵۳۲/۸^{d}	۰/۱۲۱^{c}	۳۸/۷^{c}	۱/٤٤^{cd}
دم‌سفید درشت	۵۵۰۰۰	٤/۰۲^{bc}	۳٤۳۸/۱^{bc}	۰/۱۳۳^{b}	٤۲/۲^{b}	۱/۵۰^{cd}
دم‌سفید درشت	٦۵۰۰۰	٤/۰۵^{b}	۵۲٤۹/۹^{a}	۰/۱۳۱^{b}	٤۲/۷۱^{b}	۱/٦۰^{c}
دم‌سفید درشت	۷۵۰۰۰	٤/۱۲^{a}	٤۳۱۹^{b}	۰/۱۳۷^{a}	٤۳/٤^{a}	۱/٦۱^{bc}

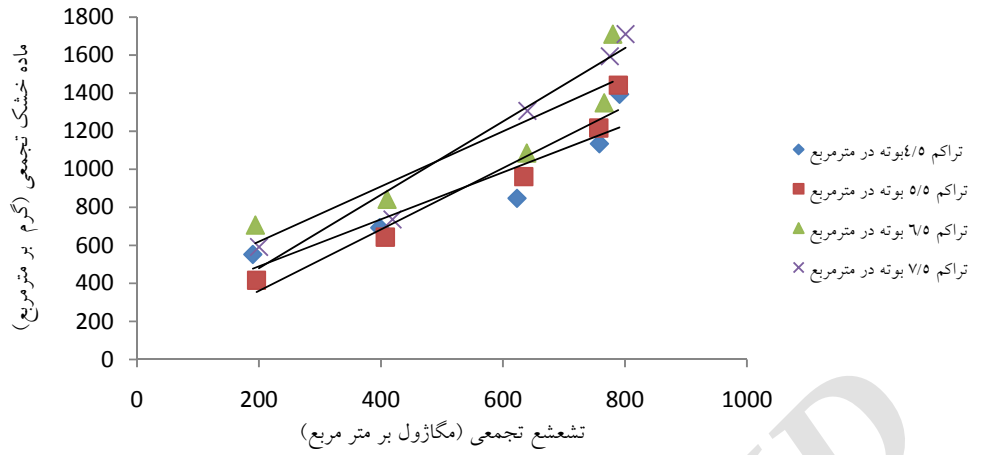
میانگین‌های در هر ستون که دارای حروف مشابه می‌باشند، اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

با بررسی سه سطح تراکم بوته (٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) روی ارقام زودرس Hyola308 و رقم متوسط رس Option500 نشان دادند که تراکم ۸۰ بوته در مترمربع از نظر تولید و تجمع ماده خشک گیاهی و کارایی مصرف نور برتری معنی‌داری بر دو سطح دیگر تراکم داشت. افزایش ماده خشک در تراکم‌های ۸۰ بوته در مترمربع، ناشی از جذب بیشتر تابش و افزایش راندمان مصرف نور در این تراکم بوته می‌باشد (گلیشادرخی و همکاران، ۱۳۸۸).

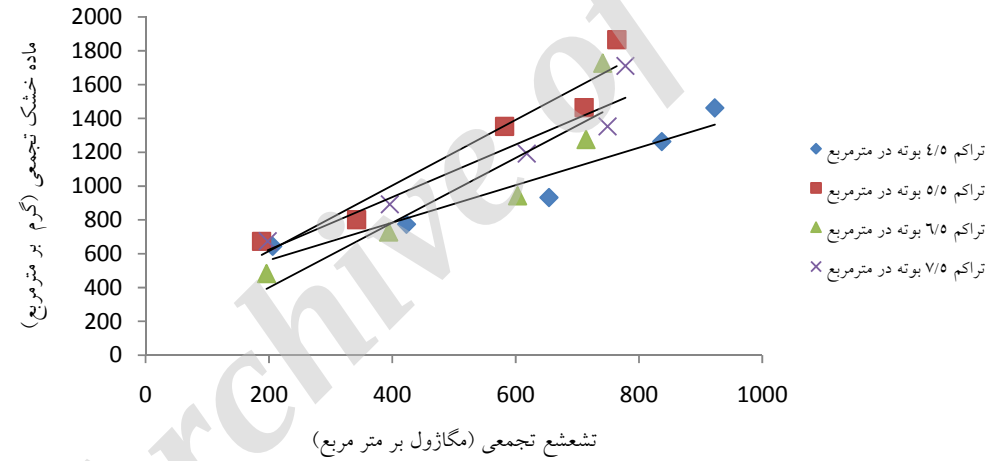
راندمان مصرف نور با استفاده از رگرسیون گیری ساده بین ماده خشک تجمعی تولیدی و تابش تجمعی جذب شده به دست آمد. نتایج نشان داد که تراکم ٤/۵ بوته در مترمربع در رقم قرمز شاهرودی کمترین راندمان مصرف نور با میزان ۱/۱۰ $(Mj/m^2/s^{-1})$ و تراکم ۵/۵ بوته در مترمربع در رقم قرمز شاهرودی بیشترین راندمان مصرف نور با میزان ۱/۹۳ $(Mj/m^2/s^{-1})$ را داشتند (نمودارهای ۱ و ۲).

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- راندمان مصرف نور در رقم دم‌سفید درشت در تراکم‌های مختلف بوته



نمودار ۲- راندمان مصرف نور در رقم قرمز شاهرودی در تراکم‌های مختلف بوته

درصد جذب نور

نتایج نشان داد که درصد جذب نور تحت تأثیر رقم و تراکم بوته در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود؛ اما اثر برهمکنش رقم و تراکم معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر درصد جذب نور نشان داد که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر درصد جذب نور داشت و با افزایش تراکم، درصد جذب نور افزایش یافت. به نحوی که بالاترین و پایین‌ترین درصد جذب نور به ترتیب مربوط به تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع و ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ٤۲/۱۳ و ۳۷/۹۲۳ درصد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تأثیر رقم به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر درصد جذب نور نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین درصد جذب نور به ترتیب مربوط به رقم دم‌سفید درشت و قرمز شاهرودی با میزان ٤۰/۹۲ و ٤۰/٥٤ درصد بوده است (جدول ٤). این موضوع می‌تواند ناشی از اختلاف ژنتیکی ارقام و متفاوت بودن سایه‌انداز گیاهی و سطح برگ در این دو رقم باشد.

در آزمایش‌هایی که در دو سال و چهار تراکم ۳۰، ۵۰، ۷۰ و ۹۰ هزار بوته در هکتار صورت گرفت، بیشترین عملکرد در

Archive of SID

www.SID.ir

تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ هزار بوته در هکتار به دست آمد و در تراکم‌های بالاتر، یعنی ۹۰ هزار بوته در هکتار کاهش عملکرد مشاهده شد. فتوسنتز و در نتیجه زیست‌توده تولیدی بصورت مستقیم با میزان نور جذب شده توسط سایه‌انداز گیاهی مرتبط می‌باشد (خادم حمزه و همکاران، ۱۳۸۳ و ریزاردی و کوفی، ۱۹۹۳). در پژوهشی ملاحظه کردند که در تراکم‌های بسیار بالا در کلزا (*Brassica napus*) ورس و تخریب کلروفیل در گیاه افزایش یافته و این خود باعث افزایش مرگ و میر ناشی از رقابت شده و نتیجه این تغییرات موجب افت عملکرد می‌شود. در تراکم‌های پایین، رقابت بین بوته‌ها کمتر بوده و با افزایش تراکم بوته، ارتفاع بوته‌ها و رقابت بین آن‌ها افزایش می‌یابد. عدم نور کافی رسیده به برگ‌ها، دلیل اصلی پیری زودرس آن‌هاست. تراکم مطلوب می‌تواند از طریق تأثیر بر میزان تابش در یافت شده توسط برگ‌ها، پیری آن‌ها را به تأخیر اندازد (موریسون و استوارت، ۱۹۹۵).

ضریب استهلاک نور

نتایج نشان داد که ضریب استهلاک نوری تحت تأثیر رقم و تراکم بوته و برهمکنش رقم و تراکم بوته در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین تأثیر تراکم بوته به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر ضریب استهلاک نوری نشان می‌دهد که با افزایش تراکم، ضریب استهلاک نوری افزایش یافته است به نحوی که بالاترین و پایین‌ترین ضریب استهلاک نوری به ترتیب در تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع و ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ۰/۱۳٤ و ۰/۱۲۳ بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تأثیر رقم به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر ضریب استهلاک نوری نشان داد که بیشترین و کمترین ضریب استهلاک نوری به ترتیب مربوط به رقم دم‌سفید درشت و قرمز شاهرودی با میزان ۰/۱۳۱ و ۰/۱۲۷ بوده است (جدول ٤). همچنین پژوهشگران مختلفی بیان داشتند که تراکم بوته از طریق تأثیر بر زاویه و اندازه برگ بر ضریب استهلاک نوری مؤثر واقع می‌شود. البته تأثیر فواصل ردیف بر روی ضریب استهلاک نوری نسبتاً کم می‌باشد و این می‌تواند به این دلیل باشد که برگ‌ها در هر آرایش کشتی از طریق تغییر در توزیع فضایی سازگار خواهند شد (آندریو و همکاران، ۱۹۹۷ و مدونی و اوتگو، ۲۰۰۱).

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ تحت تأثیر تراکم بوته و برهمکنش رقم و تراکم بوته در سطح احتمال ۵٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود اما اثر رقم بر شاخص برگ معنی‌دار نگردید (جدول ۲). با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ نیز افزایش یافته است به نحوی که بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب مربوط به تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع و ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ٤/۳ و ۳/۹۲ بوده است (جدول ۳).

مقایسه میانگین برهمکنش رقم و تراکم بوته به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ بر شاخص سطح برگ نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به ترتیب مربوط به رقم قرمز شاهرودی با تراکم ۷/۵ بوته در مترمربع و رقم دم‌سفید درشت با تراکم ٤/۵ بوته در مترمربع با میزان ٤/۲٤ و ۳/۸۸ بوده است (جدول ٤). این موضوع به دلیل اختلاف ژنتیکی بین آن‌ها می‌باشد. پژوهشگران از آزمایش های خود نتیجه گرفتند که با افزایش تراکم بوته آفتابگردان تعداد برگ در واحد سطح، سطح برگ، شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ افزایش یافت (تیجرینا و همکاران، ۲۰۰۵). موریسون و همکاران، ۱۹۹۰ در آزمایشی بیان کردند که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر کاشته شده بودند، در مقایسه با فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر، مقدار ماده خشک در واحد سطح و طول رویش آن‌ها زیادتر بود و در نتیجه شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. در ضمن در این پژوهش مشخص گردید که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر کاشته شده بودند، بسته شدن سایه‌انداز گیاهی آن‌ها ۲ تا ۳ روز زودتر صورت گرفت.

نتیجه‌گیری

با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه افزایش یافت اما تراکم مطلوب در ٦۵۰۰۰ بوته در هکتار به دست آمد که نشان دهنده آن است که در این محدوده خاص ضمن حداکثر استفاده از عوامل مؤثر در تولید، رقابت درون و بین بوته‌ای به حداقل رسیده و برآیند اثر متقابل اجزای عملکرد به‌صورت عملکرد دانه در بالاترین مقدار خود قرار گرفت. هر چه نور بالای سایه‌انداز گیاهی بیشتر و نور پایین سایه‌انداز گیاهی کمتر باشد ضریب استهلاک نوری افزایش یافته که نشان دهنده سطح برگ بیشتر و جذب نور بهتر است. از آنجایی که ضریب استهلاک نوری به شاخص سطح برگ بستگی دارد با افزایش تراکم بوته، شاخص سطح برگ نیز افزایش یافته که باعث بسته شدن کانوپی و کاهش مقدار نور نفوذی در زیر سایه‌انداز گیاهی می‌شود که در نهایت باعث افزایش ضریب استهلاک نوری گردید. همچنین با افزایش تراکم بوته، در هر دو رقم راندمان مصرف نور افزایش یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اسدی، س.، ح. شمسی و م. بحرانی. ۱۳۸۳. اثرات تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در سه رقم آفتابگردان. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، رشت. صفحه ۳۳۳.

اطلسی پاک و.، م. مامقانی.، م. مسگرباشی و م. نبی پور. ۱۳۸۵. تأثیر آرایش کاشت بر راندمان مصرف نور و تجمع ماده خشک در کانوپی سه رقم کلزای بهاره. مجله علمی کشاورزی جلد ۲۹، (٤): ۱۲۹-۱۲۰.

اوزونی دوجی، ع.، م. اصفهانی.، ح. سمیع زاده لاهیجی و م، ربیعی. ۱۳۸٦. اثر آرایش کاشت بر شاخص های رشد و کارایی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ دار، مجله علوم زراعی ایران جلد ۹، (٤):. ۸٦-۷۵.

بهشتی، ع.، ع. کوچکی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۱. تأثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت، مجله نهال و بذر. جلد ۱۸، (٤): ٤۳۱-٤۱۷.

خادم حمزه، ح.، م. کریمی.، م. رضایی و م. احمدی. ۱۳۸۸. اثر تراکم بوته و تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا. مجله علوم کشاورزی ایران، ۱۳۸۳، جلد ۳۵، (۲): ۳٦۷-۳۵۷.

خواجه پور، م.۱۳۷۰. تولید نباتات صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۵۱ صفحه.

غفاری، م و ج، دانشیان. ۱۳۸۳. بررسی واکنش هیبرید آذرگل به آرایش های مختلف کاشت در منطقه خوی. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. رشت. صفحه ٤۲۰.

فتحی، ق. ۱۳۸٤. بررسی تاثیر الگو و تراکم کاشت بر ضریب استهلاک نوری، جذب تشعشع و عملکرد دانه ذرت شیرین هیبرید (S.C402). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. (۱۲): ۱٤۳-۱۳۱.

قلی نژاد، ا.، ا. توبه.، ع. حسن زاده قورت تپه و ع. اصغری. ۱۳۸۷. تأثیر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۸، (۱): ۹۹-۸۷.

گلیشادرخی، م.، ع. کوچکی وم. محلاتی. ۱۳۸۸. تأثیر کود نیتروژن و تراکم گیاهی بر جذب و کارایی مصرف نور در دو رقم کلزای بهاره، مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۷، (۱): ۱۷۱-۱٦۳.

نادری، ا. ۱۳۷۷. اثر تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در سه قم آفتابگردان در جنوب خوزستان، مجله نهال و بذر، جلد ۱٤، (۳):۱٤۵-۱۳٦.

Andrieu, B. J., M. Allirandand K.Jaggard. 1997. Ground cover and leaf area index of maize and sugar beet crops. Agron.J. 17:315-321.

Benvenuti, B. N., U. Buldiniand G.P. Vannozzi. 1987. Effect of planting distance and plant population on yield and some biometrical characters in tall and dwarf sunflower cultivars. Int. Sun. Year book.Page78.

Gubbles, G.Hand A. A.Bianchi.2001. Sunflowers on the high plain of leonesa. Effect of sowing date and distance between rows. Field crops Abstract.P.937

Khagakharate, V. G and B. G. Nirwal. 1993. Effect of inter and intra spacing and nitrogen levels on sunflower. Agron.J. 13: 115-116.

Loomis, R. S and Duncan, W. G. 1986. Quantitative description of foliage display and light absorption in field communities of corn plants. Crops Sci. J. 80: 332-336.

Maddoni, G. A and M. E. Otegui. 2001. Plant Population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. Field Crops Res. 71: 183-193.

Morrison, J. Mand D. W. Stewart.1995. Radiation-use Efficiency in summer rape seed. Agron. J. 87: 1139-1142.

Morrison, J. M., P.B. E. McVetty and R. Scarth. 1990. Effect of row Spacing and seeding rate on summer rape in southern Manitoba. Can. J. plant. Sci. 70: 127-137.

Rizzardi, M. A and A. Kuffi. 1993. Effect of spacing on seed and oil yield and yield components of sunflower. Crop Sci. J. 23: 287-290.

Rover, A.1994.Light interception and yield as influenced by leaf area index sugar beet. Crop Sci. J.119: 669-670.

Tijerina Chavez, L. E. M., J. A. Englamanand L.Aguilar-Garcia. 2005. Leaf area, net assimilation rate, yield and plant density in sunflower. Crop Sci. J. 23: 303-310.

Tollenaar, M and A. Aguilera.1998. Radiation use efficiency of an old and new maize hybrid. Agron. J. 84: 536-541.

Archive of SID

www.SID.ir

Xiao, S., S. Chen., L. Zhao and G. Wang. 2006. Populationdensity effects on plant height growth and inequality in sunflower. Plant biol. J. 48: 513-519.

Zang. L., W. Varderwer, R. L. Bastian., S. L. Zhang and J. H. H. Spiertz. 2008. Light interception and utilization in really intercrop of wheat and cotton.Field Crops. Res. 107: 29-42.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of plant density on radiation use efficiency, extinction coefficient and grain yield of two sunflower cultivars in Northern Khuzestan

F. Zarghami[1], M. Sadeghi[2]

Received: 2011-11-18 Accepted: 2016-5-17

Abstract

Plant density is an important factor influencing light interception by plants. An experiment was carried out at Agricultural Research Farm of Islamic Azad university of Dezfolin during 2013-2014. The experiment design was factorial arranged in a randomized complete blocks design with three replications. Treatments were plant densities (4.5, 5.5, 6.5 and 7.5 plants/m2) and two sunflower cultivars (Shahroodi and Domsefid). The results showed that the effect of plant density was significant on leaf area index (LAI), radiation use efficiency (RUE), grain yield, extinction coefficient (K) and light interception (LI). The highest LAI and RUE were 4.24 and 1.92 ($Mj/m^2/s^{-1}$) in Shahroodi cultivar, respectively. The highest K and LI in Domsefid cultivar were 0.137 and 43.4% respectively. In general, increase in plant density in both cultivars resulted in increasing the RUE. The highest grain yield obtained in Domsefid cultivar and 6.5 plants/m2 (5249.9 $kg.ha^{-1}$).

Keywords: Grain yield, plant density, radiation use efficiency, sunflower

Archive of SID

1- Former Graduate Student, Department of Plant Production, Dezful Branch, Islamic Azad University Dezfoul, Iran
2- Assistant Professors, Department of Plant Production, , Dezful Branch, Islamic Azad University Dezfoul, Iran

www.SID.ir