

اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد و کارآیی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ دار

Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

عبدالعظیم اوزونی دوجی^۱، مسعود اصفهانی^۲، حبیب اله سمیع زاده لاهیجی^۳ و محمد ربیعی^۴

چکیده

اوزونی دوجی، ع.، م. اصفهانی، ح. سمیع زاده لاهیجی، م. ربیعی. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر شاخص های رشد و کارآیی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ دار. مجله علوم زراعی ایران. ۳۳(۳): ۳۸۲-۳۹۲.

به منظور بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر شاخص های رشد و کارآیی مصرف تابش در دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق کرت های خرد شده - اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بود که دو آرایش کاشت مربع و مستطیل به عنوان عامل اصلی و دو رقم کلزای گلبرگ دار Hyola 401 و بدون گلبرگ Hylite 201 و تراکم های (۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ بوته در مترمربع) به عنوان عوامل فرعی اول و دوم به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بین ارقام، تراکم ها و آرایش کاشت از نظر شاخص های رشد و کارآیی مصرف تابش (RUE) اختلاف معنی داری وجود داشت. در مرحله گل دهی شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ ۳۳ درصد نسبت به رقم گلبرگ دار بیشتر بود (۳۳۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰). از نظر میزان ماده خشک نیز رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک درصدی تا ۳۳ درصدی بر خوردار بود (۳۳۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰) و گرم ماده خشک در مترمربع. نتایج در مورد سرعت رشد (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) نیز صادق بود (۳۳۰۰ و ۳۰۰۰ درصد و ۳۳ درصد). افزایش تراکم سبب شد که حداکثر سطح برگ و وزن خشک کل در فاصله زمان زودتری (۳۳۰۰ و ۳۰۰۰) از آن افزایش شاخص سطح برگ و وزن خشک و بطور کلی سرعت رشد گیاه و سرعت جذب خالص در آرایش کاشت مربع بیشتر از آرایش کاشت مستطیل بود. از نظر کارآیی مصرف تابش نیز رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از برتری ۳۳ درصدی بر خوردار بود (۳۳۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰ و ۳۰۰۰ گرم بر مگاژول) که این اختلاف در کارآیی مصرف تابش موجب برتری ۳۳ درصدی این رقم از نظر عملکرد دانه شد. در مجموع رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک برتری ۳۳ درصدی بر خوردار بود.

واژه های کلیدی: آرایش کاشت، تراکم بوته، شاخص های رشد، کارآیی مصرف تابش، کلزای بدون گلبرگ

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۰۵

۱- دانشجوی دکتری کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان (مسئول)

۳- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۴- محقق مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

نتیجه‌گیری

کلزا یک از مهم‌ترین دانه‌های روغن‌ است که روغن آن بسته به ترکیب اسیدهای چرب آن، برای مصارف انسان و به عنوان مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه‌های مختلف کلزا، بر ساختار سایه‌انداز گیاه و در نهایت عملکرد دانه و روغن تأثیر بسزایی دارد (زواره و امام، ۱۳۹۵). یکی از این صفات مورفولوژیک مهم در کلزا، صفت بدون گلبرگ است. در کلزاهای بدون گلبرگ، در مراحل رشد و نمو، توده گل‌های زرد رنگ در لابلای برگ‌ها، سایه‌انداز، سطح منعکس‌کننده‌ای را تشکیل می‌دهند که باعث کاهش نفوذ تابش خورشیدی و تبخیر در کبالت آن شده و در نتیجه سبب کاهش دوام سطح سبز برگ‌ها و کاهش میزان تجمع ماده خشک در طول دوره گل‌دهی می‌شود، ولی در ژنوتیپ‌های بدون گلبرگ به دلیل عدم وجود گلبرگ‌ها، نفوذ نور به داخل سایه‌انداز بهتر صورت گرفته و به دلیل عدم وجود گلبرگ‌ها، قابلیت کشت در تراکم‌های بالاتر و امکان افزایش عملکرد در واحد سطح وجود دارد (Rao et al., 1991).

یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تأمین شرایط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در سطح حداکثر کارایی آن است (مکاران، ۱۳۹۵). دست‌یابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح زمینی بسیار است (مکاران، ۱۳۹۵). اثر توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب نور در درون پوشش گیاهی بسیار مهم است. بنابراین اثر اصلی آرایش کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در توزیع انرژی خورشید است و افزایش

جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد گیاه می‌شود (مکاران، ۱۳۹۵).

عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی گیاه از نظر استفاده از تابش خورشید در طول فصل رویش است، در این ارتباط جامعه گیاهی نیز به سطح برگ کف دارد که یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً پوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته‌ها و توزیع مناسب بوته‌ها روی سطح زمینی بسیار است، بنابراین یکی از مهم‌ترین وظایف تیمارهای مختلف مزرعه انتخاب تراکم بوته و آرایش مناسب کاشت جهت جذب حداکثر تابش خورشیدی است (مکاران، ۱۳۹۵). از این جهت می‌توان به عنوان یک عامل تعیین‌کننده رشد محسوب می‌شود (بن زاده، ۱۳۹۵). بنابراین راد و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای که بر روی کلزا در سه تراکم (۱۰، ۲۰ و ۳۰ بوته در مترمربع) انجام داده بودند گزارش کردند که دو تراکم ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۰ و ۱۵ درصد کمترین وزن خشک کل گیاه را به خود اختصاص دادند. تراکم‌های ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۰ و ۱۵ درصد و پهنای ۱۰ درصد سرعت رشد گیاه را داشتند.

ابوالحسنی (۱۳۹۵) در یک آزمایش در کلزا گزارش کرد که با افزایش تراکم، حداکثر سطح برگ (LAI) و وزن خشک کل، سرعت رشد و سرعت جذب خالص (NAR) در فاصله زمانی زودتری حاصل می‌شود. بن‌کلاک و سیمپسون (Clark and Simpson, 1978) گزارش کردند که NAR و CGR در زمان رسیدگی دانه در تراکم‌های بالا مجدداً افزایش می‌یابد. دلیل این امر می‌تواند با فتوسنتز شدید خورجی و تقاضای بذری در این دوره توجیه نمود.

1- Canopy Architecture
2- Apetalous flowers
3- Leaf Area Index

4- Crop Growth Rate
5- Net Assimilation Rate

383

برای ارزش‌گذاری یک شرکت، باید وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن برگ و وزن خشک اندام‌های موجود در $1/m^2$ مترمربع از هر کرت در هر تیمار، استفاده شد و مقادیر آن به طور جداگانه برای هر تکرار ثبت شد. اگر وزن خشک کل گیاه $TDW = W = e^{a+bt+ct^2}$

مواد و روش،

۱- بتن آزمایش در قالب کرفت بتن ای خرد شده
- فاکتوریل (اسپلیت پلات فاکتوریل) با طرح پانچ
بلوک های کامل تصادفی بتن تکرار طبق سال زراعت
۲- در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع
در کبوترخانه جاده رشت - تهران در شهرستان رشت که
طول و عرض جغرافیائی آن ۳۵° ۳۵' و ۵۰° ۳۵' درجه و ۵۰' دقیقه
طول و ۵۰° ۳۵' درجه و ۵۰' دقیقه از نصف النهار
۳- ارتفاع از سطح دریا ۱۰ متر بود، به اجرا
گذاشته شد. دو تیمار آزمایشی (آرا) ۱ و ۲ کاشت مربع
و مستطیل به عنوان عامل اصلی و ارقام در دو سطح
کلبرک دار (Hyola 401) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع
بوته حدود ۱۰۰ سانتیمتر، عملکرد دانه حدود ۳۰۰۰
کیلوگرم در هکتار که از بخش اصلاح بذر
۴- بقات برنج کشور تهیه شده بود) و بدون
کلبرک (Hylite 201) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع بوته
حدود ۱۰۰ سانتیمتر، عملکرد دانه حدود ۳۰۰۰
کیلوگرم در هکتار که از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و
۵- گرگان تهیه شده بود) و تراکم بوته در واحد
۶- (۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ بوته در مترمربع) طبق عوامل
اول و دوم به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند.
خاک مزرعه آزمایشی دارای ۱۰٪ رس، ۱۰٪ رس، ۸۰٪
الکتریسیته/دسم/ز/۱۰۰۰۰۰ pH=۷/۵ و کرین
آل/۱۰ درصد و کشت قبل آن کلزا بود. ۱۰٪ از کاشت،
۱۰٪ با تهیه زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان دار و
دیسک در مهر ماه اجرا شد. از علف کش ترفلان به
صورت قبل از کاشت، به مقدار ۱۰۰ لیتر در هکتار جهت
کنترل علف های هرز استفاده شد و بلافاصله بعد از آن
دیسک دوم زده شد. ابعاد واحدهای آزمایشی = ۱۰×۱۰
متر بود. کودهای ۱۰۰۰۰۰ ۱۰۰۰۰۰ ۱۰۰۰۰۰ ۱۰۰۰۰۰ و

LAI یک خط مستقیم است که K است که K تراکم کبک و بین ردیف و ردیف تراکم کبک (Wells, 1991):

$$K = LAI / \ln(I_0/I) \quad \text{رابطه (1)}$$

کارایی مصرف تابش (RUE) نیز از طریق کارایی خط رگرسیون بین ماده خشک کل (گرم در متر مربع) و تابش تجمع (مکا ژول در متر مربع) برآورد می شود (همکاران، ۱۳۹۵) و (زاده، ۱۳۹۵). تابش ورودی روزانه با استفاده از رابطه آنکستروم (رابطه ۲) و با کمک داده های بدست آمده از ایستگاه هواشناسی تهیه سازی (Rietveld, 1987):

$$R_s = R_a[a + b(n/N)] \quad \text{رابطه (2)}$$

در این فرمول، R_s تشعشعات خورشیدی رسیده به سطح زمبا R_a میزان تشعشعات در بالای a و b ضرایب مخصوص هر محل، n ساعات آفتاب و واقع شهر رشت در هر ماه و N کل ساعات آفتاب که با توجه به عرض جغرافیایی می تواند در محل وجود داشته باشد. سپس تابش جذب شده در هر مرحله نیز از ضرب تابش ورودی تهیه سازی شده، و درصد تابش جذب شده در هر مرحله به صورت تجمع (همکاران، ۱۳۹۵) و (زاده، ۱۳۹۵). در هر مرحله درصد تابش ورودی روزانه به عنوان PAR در هر مرحله (همکاران، ۱۳۹۵) و (زاده، ۱۳۹۵) برای معادله ر که بتواند تغییرات وزن خشک و شاخص سطح برگ را نسبت به روزهای بعد از کشت بیان کند از نرم افزار کامپیوتری SAS که معادلات رگرسیونی R^2 را تعیین کند استفاده می شود. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل گردید. جدول های و نمودارها با نرم افزار EXCEL رسم برای مقایسه میانگین ها از آزمون توکی در سطح درصد برای کلیه صفات مورد بررسی استفاده شد. درصد برای کلیه صفات مورد بررسی استفاده شد.

وزن خشک برگ Leef Dry Weight (LDW) = $e^{a'+b't+c't^2}$ و برگ $LAI = e^{a''+b''t+c''t^2}$ از TDW RGR بدست خواهد آمد. از حاصلضرب RGR در وزن خشک کل، CGR بدست آمده و NAR نیز از نسبت CGR LAI بدست می آید، بنابراین:

$$RGR = b + 2ct \quad \text{رابطه (3)}$$

$$CGR = (b + 2ct)e^{a+bt+ct^2} \quad \text{رابطه (4)}$$

$$NAR = (b + 2ct)e^{(a-a')+(b-b')t+(c-c')t^2} \quad \text{رابطه (5)}$$

$$LAI = e^{a''+b''t+c''t^2} \quad \text{رابطه (6)}$$

در رابطه های فوق t زمان، a, b, c, a', b', c' و a'', b'', c'' ضرایب ثابت معادلات و e به لکار است.

کارایی مصرف تابش (RUE)

برای محاسبه کارایی مصرف تابش (RUE) از شدن کامل سایه انداز در دو سطح یک بار، در ساعات وسط روز، میزان فعال (PAR) در ساعات وسط و ساعات انداز، هر کرت با استفاده از دستگاه تابش سنج (Skye Instruments LTD, UK) اندازه گیری شد. این پنج قرائت جهت تعیین و محاسبه میزان تابش در هر کرت برای فرعی در نظر گرفته شد (همکاران، ۱۳۹۵) و (زاده، ۱۳۹۵). برای تعیین درصد جذب تابش (LI) Light Interception از رابطه (۷) استفاده شد (Wells, 1991):

$$LI\% = (1 - \frac{I}{I_0}) \times 100 \quad \text{رابطه (7)}$$

در این رابطه، LI جذب تابش، I میزان تابش زیر و I_0 میزان تابش در بالای سطح است.

باز مصرف استهلاک نوری (K) که ضریب استهلاک برگ ها در طول موج انتخاب شده است و LAI شاخص سطح برگ است. نمودار $\ln(I_0/I)$ و

نتیجه و بحث

توزیع ماده خشک

طوری که روند تجمع ماده خشک در بین ارقام، تراکم و آرایش مختلف کاشت کلزا در آرایش مشابه و به صورت مشابه بود (شکل ۱). در آرایش وارانس داده‌های حاصل از ماده خشک در آرایش دهه (در آرایش دهه، ارائه شده است)، نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم بوته و برهمکنش آنها بر میزان تجمع ماده خشک در آرایش درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). آرایش حاصل از اثر برهمکنش آرایش، رقم و تراکم کاشت نشان داد (جدول ۱) که بالاتر از میزان ماده خشک مربوط به آرایش مربع و رقم بدون گلبرگ و تراکم بوته در مترمربع بود (شکل ۲). آرایش رسید که این افزایش در رقم بدون گلبرگ به دلیل مورفولوژی خاص این رقم باشد چون در این رقم به خاطر نداشتن گلبرگ، پوشش کبک باز بوده و تابش به راحتی می‌تواند نفوذ کند و برای آرایش کاشت نیز، آرایش مربع به جهت توزیع بهتر تابش در آن، آرایش‌ها، توانایی برای جذب تابش دارد و از شروع رشد تا پایان دوره رشد ماده

خشک به آرایش را تولید می‌کند. مقدار ماده خشک در تراکم بوته در مترمربع به دلیل بالا بودن شاخص سطح برگ و سرعت رشد در این تراکم بود و در آنها آرایش در آرایش عملکرد دانه در آرایش تراکم نسبت به سایر تراکم (شکل ۱) بود. نتایج حاصل از آرایش در آرایش (Rao et al., 1991) مطابقت داشت (Rao et al., 1991) نشان دادند که خاصیت بدون آرایش آرایش شود که توزیع تابش در داخل پوشش آرایش در زمان گل‌دهی بهتر صورت گیرد و دوام برگ‌ها در کلیه تراکم‌ها افزایش یابد، بنابراین در تراکم آرایش بالاتر در سراسر فصل رشد، سطح برگ بالاتری وجود داشته و در نتیجه میزان ماده خشک افزایش می‌یابد. آرایش در آرایش (McGregor, 1987) نشان داد که علت کاهش وزن خشک در تراکم آرایش بالاتر از حد مطلوب، سایه اندازی برگ‌ها و کاهش کارایی فتوسنتز برگ‌ها در مرحله گل‌دهی و بعد از آن است و در تراکم کمتر بوته‌ها، حداکثر ماده خشک و سطح برگ دیرتر حاصل شد و دوام بیشتری نیز پیدا کرد که این موضوع منجر به تأخیر در رسیدن به مدت روز شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس برای آرایش رشد دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ‌دار در آرایش کاشت و تراکم آرایش‌های مختلف در مرحله گل‌دهی.

Table 1. Analysis of variance for growth indices in apetalous and petalled flowers rapeseed cultivars at flowering stage, in different planting patterns and plant densities.

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Mean Squares میانگین مربعات			
			LAI	TDM	CGR	NAR
Replication (R)	تکرار	2	0.0001 ^{ns}	57.33 ^{ns}	0.0000028 ^{ns}	0.000044 ^{ns}
Planting pattern (PP)	آرایش کاشت	1	0.1190 ^{**}	254184.02 ^{**}	0.1778 ^{**}	0.0413 ^{**}
Error (a)	خطای (الف)	2	0.0003	11.44	0.000053	0.000011
Cultivar (C)	رقم	1	0.0930 ^{**}	232484.69 ^{**}	0.021 ^{**}	0.0152 ^{**}
Plant density (D)	تراکم	2	1.9090 ^{**}	756382.33 ^{**}	0.4599 ^{**}	0.158 ^{**}
PP × C	آرایش کاشت × رقم	1	0.0272 ^{**}	13884.69 ^{**}	0.0182 ^{**}	0.000044 ^{ns}
PP × D	آرایش کاشت × تراکم	2	0.0212 ^{**}	3552.11 ^{**}	0.006 ^{**}	0.00753 ^{**}
C × D	رقم × تراکم	2	0.0185 ^{**}	25025.44 ^{**}	0.0061 ^{**}	0.000053 ^{ns}
C × PP × D	رقم × آرایش کاشت × تراکم	2	0.0067 ^{**}	2714.11 ^{**}	0.0097 ^{**}	0.00064 ^{**}
Error (b)	خطای (ب)	20	0.0002	15.59	0.00018	0.000074

** : Significant at the 1% probability level.
ns: Non-Significant.

** : آرایش در سطوح احتمال درصد
ns : معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه صفات کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت مربع و بل در مرحله کل‌دهم

Table 2- Mean comparison of plant traits in petalled and apetalous flowers rapeseed at flowering stage in square (S.P.P.) and rectangular (R.P.P.) planting patterns.

Cultivar	رقم	LAI	TDM (g/m ²)	CGR (g/m ² /day)	NAR (g/m ² /day)
S.P.P. آرایش مربع					
Petalld	گلبرگ‌دار	3.15 b	1345 b	2.52 b	0.17 b
Apetalous	بدون گلبرگ	3.30 a	1545 a	2.62 a	0.21 a
R.P.P. آرایش مستطیل					
Petalld	گلبرگ‌دار	3.09 c	1216 d	2.43 c	0.10 d
Apetalous	بدون گلبرگ	3.14 b	1337 c	2.43 c	0.14 c
Main effect of planting pattern اثر اصلی آرایش کاشت					
S.P.P.	آرایش مربع	3.23 a	1444 a	2.57 a	0.18 a
R.P.P.	آرایش مستطیل	3.11 b	1267 b	2.43 b	0.11 b

در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's Test.

جدول ۳- مقایسه صفات کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت مربع و بل و تراکم بوته در واحد سطح در مرحله کل‌دهم

Table 3- Means comparison of plant traits of petalled and apetalous flowers rapeseed cultivars at flowering stage in square (S.P.P.) and rectangular (R.P.P.) planting patterns and different plant densities.

Density	تراکم	LAI	TDM (g/m ²)	CGR (g/m ² /day)	NAR (g/m ² /day)
S.P.P. آرایش مربع					
33		3.04 c	1362 c	2.53 c	0.14 c
67		3.68 a	1712 a	2.81 a	0.34 a
133		2.98 d	1261 d	2.38 d	0.08 d
R.P.P. آرایش مستطیل					
33		3.01 c	1206 e	2.40 d	0.09 d
67		3.56 b	1571 b	2.62 b	0.22 b
133		2.77 e	1054 f	2.27 e	0.04 e
Main effect of plant density اثر اصلی تراکم					
33		3.03 b	1283 b	2.46 b	0.11 b
67		3.62 a	1641 a	2.71 a	0.28 a
133		2.86 c	1157 c	2.32 c	0.05 c

در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

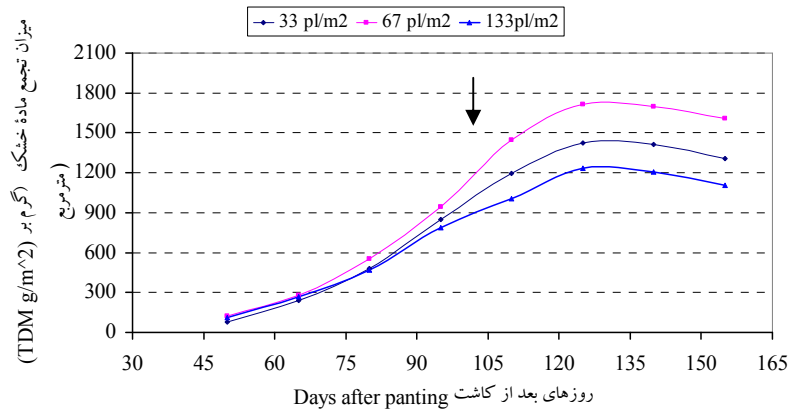
Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's Test.

شاخص سطح برگ مربوط به رقم بدون گلبرگ در آرایش مربع و تراکم بوته در مترمربع بود (شکل ۱). از طرف تراکم بوته باعث ایجاد یک پوشش متراکم از گل‌ها و سپس خورجی می‌شود که روی برگ‌ها اندازد، در صورتی که در تراکم کم تعداد گل‌ها کمتر است و باعث می‌شود سطح برگ، بیشتر گسترش یافته و دوام بیشتری داشته باشد

شاخص سطح برگ

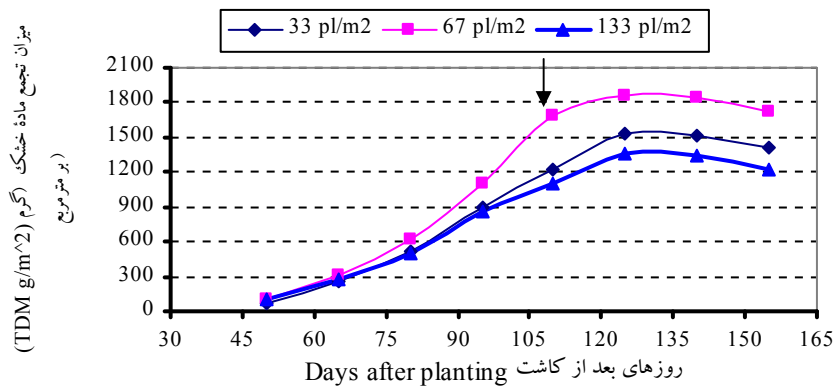
به واریانس داده‌ای حاصل از مرحله کل‌دهم. نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم‌ها و اثر برهمکنش آنها بر شاخص سطح برگ در سطح ۱٪ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). جدول مقایسه‌ای حاصل از اثر برهمکنش آرایش کاشت، رقم و تراکم نشان داد که (جدول ۵) تراکم ۱۳۳

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



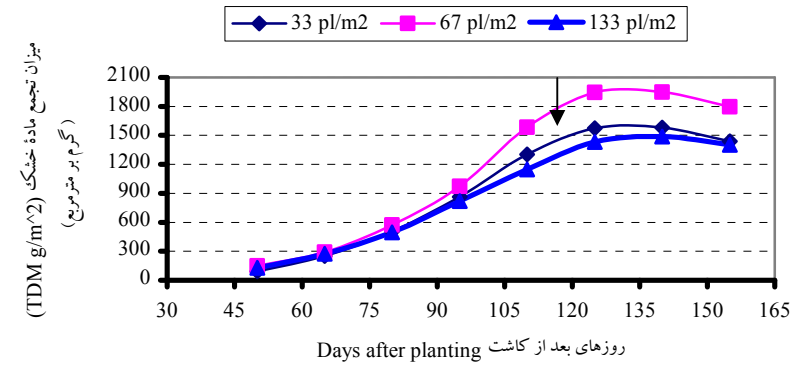
شکل ۲- روند تجمع ماده خشک رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

Fig. 2. Dry matter accumulation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



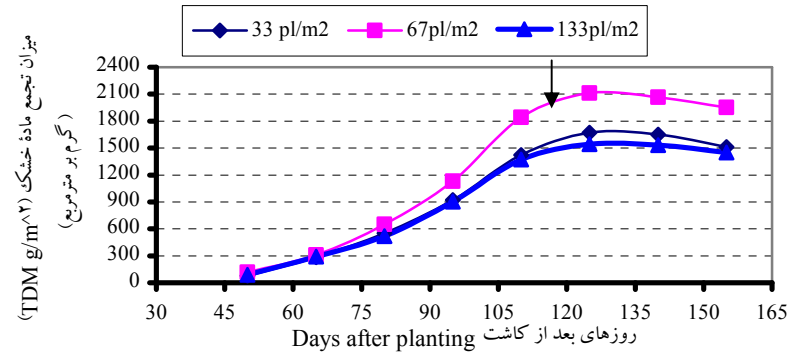
شکل ۴- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

Fig. 4. Dry matter accumulation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



شکل ۱- روند تجمع ماده خشک رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

Fig. 1. Dry matter accumulation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



شکل ۳- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

Fig. 3. Dry matter accumulation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities.

۳۹۱

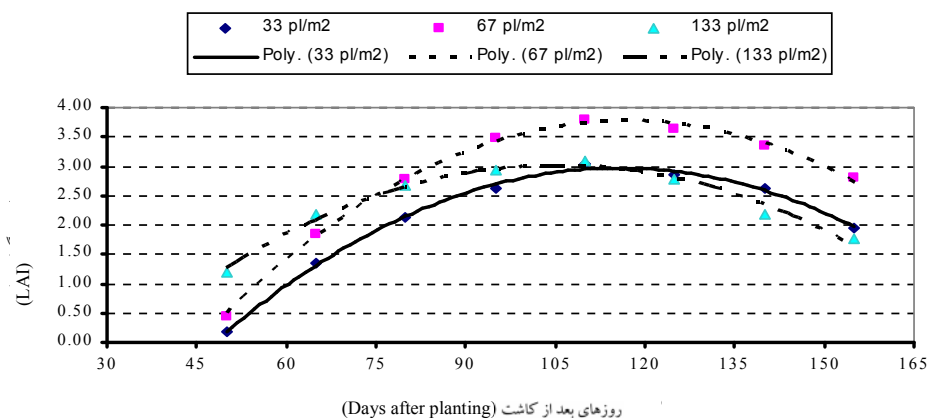
که این موضوع ناشی از مسن شدن برگ‌ها و کاهش سطح برگ‌ها، تخریب تدریجی کلروفیل و کاهش غلظت آن در سطح برگ و همچنین افزایش تنفس در مقایسه با فتوسنتز در اثر نزدیک شدن به مرحله رسیدن بوته‌ها به بلوغ دانست.

کارآیی مصرف تابش

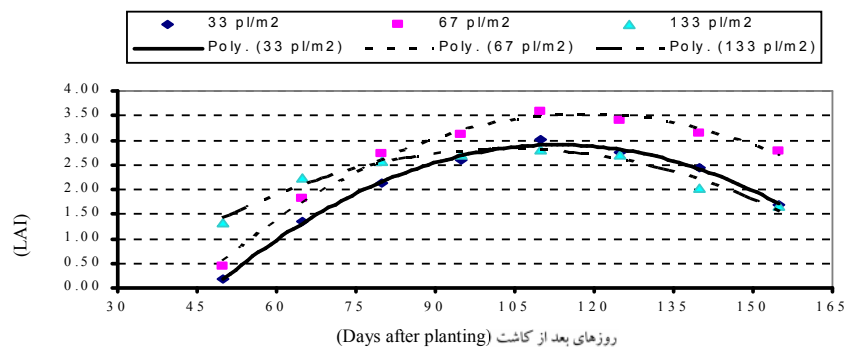
به واریانس داده‌ای حاصل از کارآیی مصرف تابش نشان داد که در اثر رقم، تراکم بوته، آرایش کاشت و اثر برهمکنش آنها بر کارآیی مصرف تابش در سطح درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). جدول ۱ نسبت مبازان این اثر برهمکنش آرایش کاشت در رقم نشان داد (جدول ۲) که بیانگر کارآیی مصرف تابش از آرایش کاشت مربع و از رقم بدون گلبرگ حاصل شد (۰/۰۰ گرم بر مگاژول) و کمتر از مبازان آن بازر از آرایش کاشت مستطیل برای رقم کلزای گلبرگ‌دار (جدول ۳) با توجه به اینکه مبازان نسبت مبازان ماده خشک یک کاه به وسعت مبازان فتوسنتز ناخالص، تنفس نوری و تنفس تاریک مبازان شود، اثر توزیع کنواخت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب تابش در درون پوشش کاه اشکار می‌شود (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۸۵). گزارش شده است که مبازان تابش جذب شده به وسعت مبازان کلزای سال، فاصله ردیف و تراکم بوته مبازان دارد. تراکم بوته‌ها تعداد برگ‌ها و سطح خورجی‌ها را مبازان برقرار داده و با افزایش تراکم از یک حد مطلوب، مبازان تابش جذب شده و کارآیی مصرف تابش کاهش می‌گیرد. طوری که مبازان تابش در مبازان در کلزای کاشته شده با مبازان بذر یکسان در فاصله ردیف‌ها (۱۰۰ سانتی‌متر) و مبازان (۱۰۰ سانتی‌متر) بیشتر بود (Morrison, et al., 1990). گزارش شده است که در کاه ذرت یک دلیلی برای RUE در آرایش کاشت مربع می‌تواند توزیع مبازان تابش فعال (PAR) در داخل پوشش کاه باشد و دلیلی احتمالی دیگر، بیشتر و یا کاهش تنفس

مبازان بر آرایش کاشت است (۱۰۰ سانتی‌متر) همکاران، ۱۳۸۵). بیشتر بودن مبازان شاخص سطح برگ و وزن خشک و بطور کلی سرعت رشد کاه و سرعت جذب خالص در آرایش کاشت مربع نسبت به آرایش کاشت مستطیل، منجر به افزایش کارآیی مصرف تابش در این آرایش شده و در نتیجه مبازان ماده خشک در این آرایش بیشتر از آرایش مستطیل بود. همچنین حاصل از این آزمایش مبازان محققان (احمدوند و همکاران، ۱۳۸۵) زاده، مبازان (Andersen et al, 1996) مطابقت دارد. بالا بودن مبازان کارآیی مصرف تابش در رقم بدون گلبرگ نشان دهنده این است که این رقم در تبدیل انرژی به ماده خشک بهتر عمل کرده و از یک واحد تابش، مقدار بیشتری زیست توده تولید کرد. از طرف دیگر بودن شاخص سطح برگ و مبازان سرعت جذب خالص در این رقم (۱۰۰ سانتی‌متر) درصد و ۰/۰ درصد نسبت به رقم گلبرگ‌دار) باعث شد که این رقم نسبت به رقم گلبرگ‌دار توانایی بیشتری در جذب انرژی خورشیدی داشته باشد.

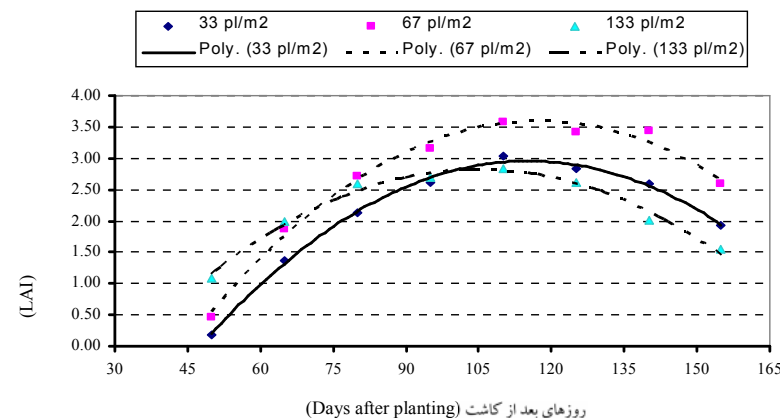
مبازان این اثر برهمکنش آرایش کاشت x تراکم بوته نشان داد (جدول ۴) که بیانگر مبازان کارآیی مصرف تابش مربوط به آرایش کاشت مربع در تراکم بوته در مترمربع بود (۰/۰۰ گرم بر مگاژول بر مترمربع). مبازان رسد که در تراکم بوته در مترمربع و آرایش کاشت مربع، به علت توزیع مطلوب مبازان نفوذ تابش فعال فتوسنتزی به درون پوشش کاه صورت گرفته و در نتیجه مبازان از مبازان تابش نفوذی به نحو مطلوب‌تری استفاده نمود. مبازان این اثر برهمکنش رقم و تراکم بوته نیز نشان داد که مبازان کارآیی مصرف تابش مربوط به رقم بدون گلبرگ در تراکم بوته در مترمربع ۰/۰۰ گرم بر مگاژول بر مترمربع) بود (جدول ۵). مندهام و همکاران (Mendham, et al., 1981) کارآیی مصرف تابش برای کلزای زمستانه را در انگلستان



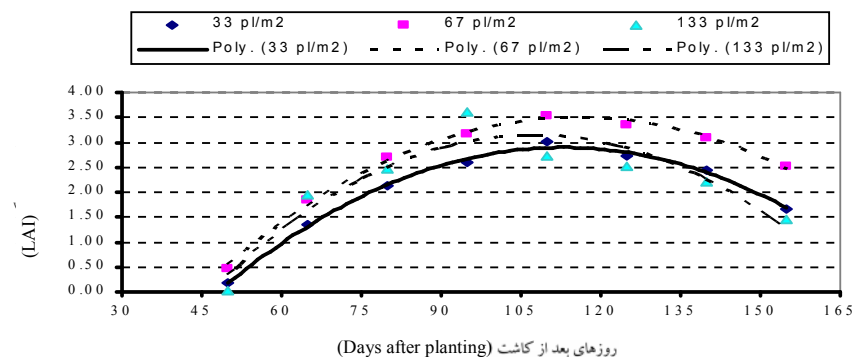
شکل ۶- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته
Fig. 6. LAI variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities



شکل ۸- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته
Fig. 8. LAI variation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

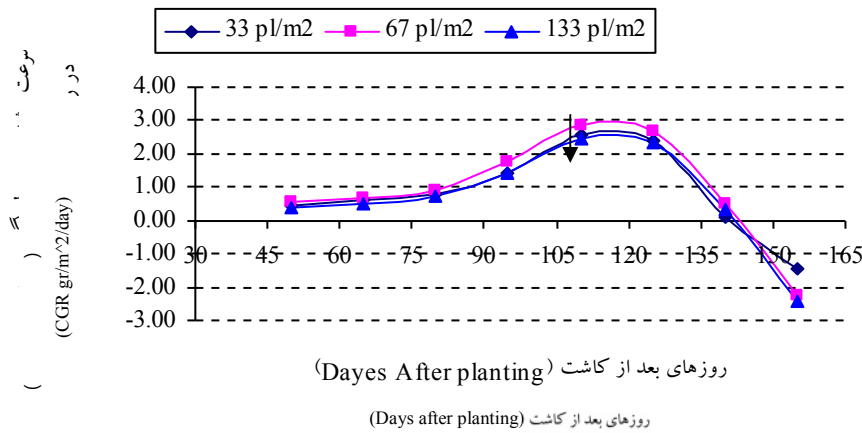


شکل ۵- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته
Fig. 5. LAI variation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities



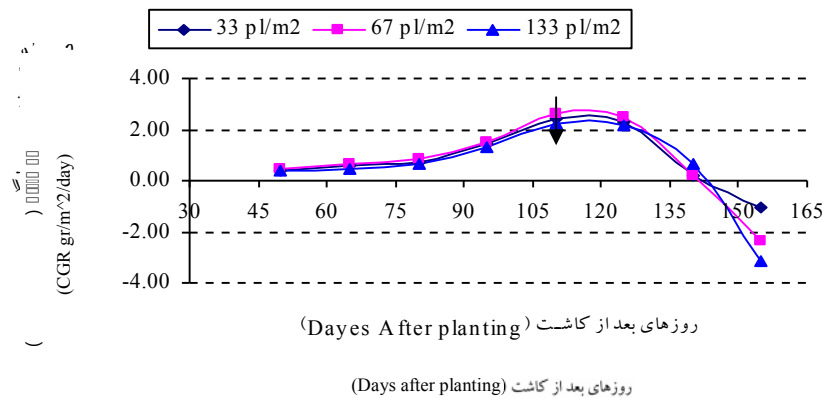
شکل ۷- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته
Fig. 7. LAI variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



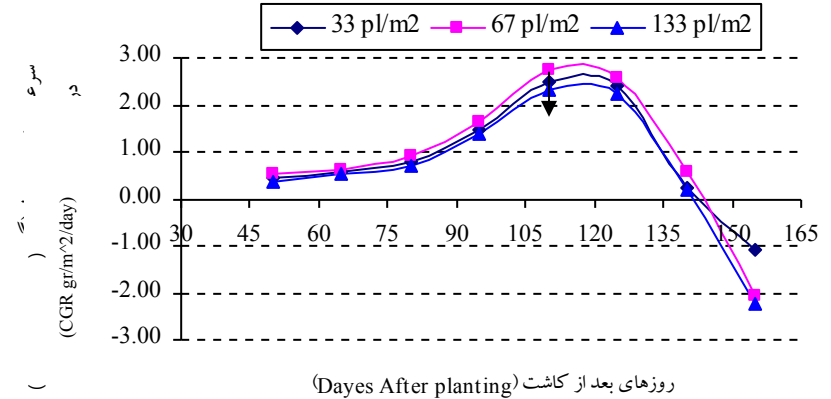
شکل ۱۰- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم

Fig. 10. CGR variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



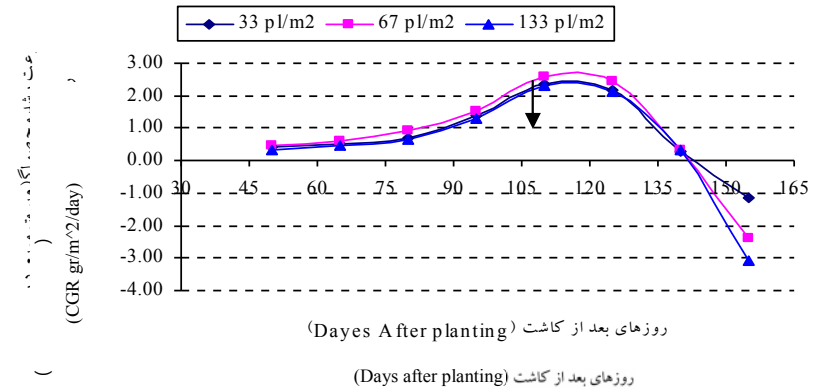
شکل ۱۲- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

Fig. 12. CGR variation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



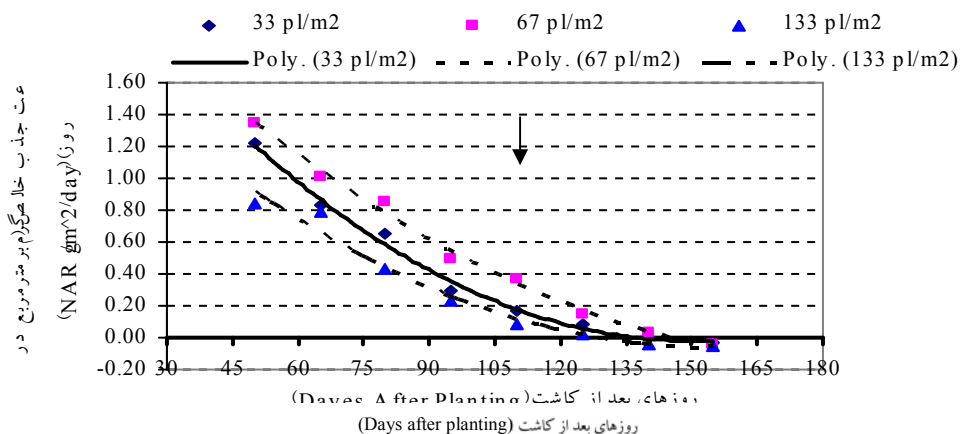
شکل ۹- آرایش کاشت مربع در سه تراکم

Fig. 9. CGR variation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



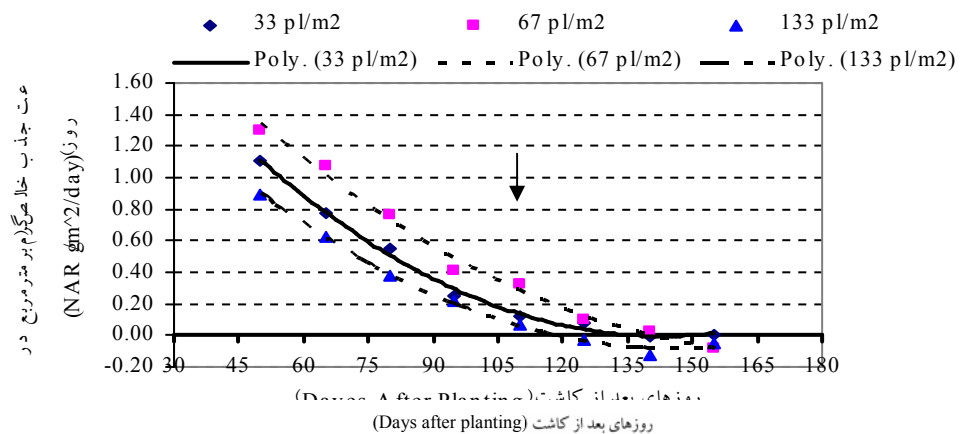
شکل ۱۱- روند سرعت رشد گیاهی در رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

Fig. 11. CGR variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



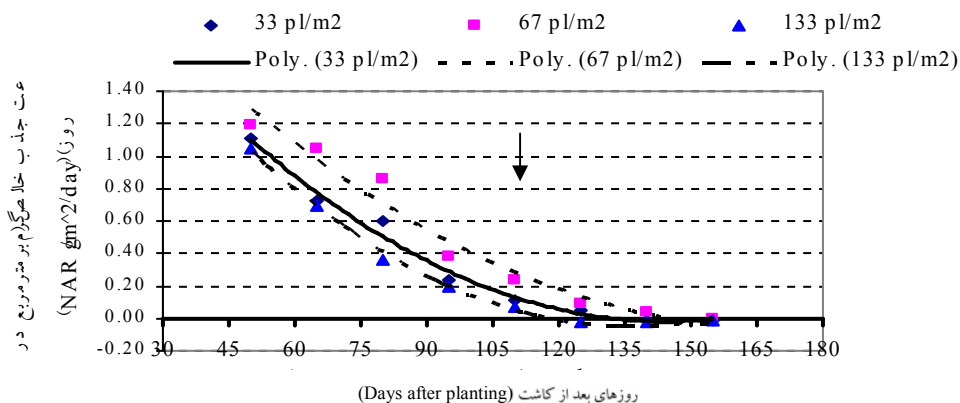
شکل ۱۴- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

Fig. 14. NAR variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



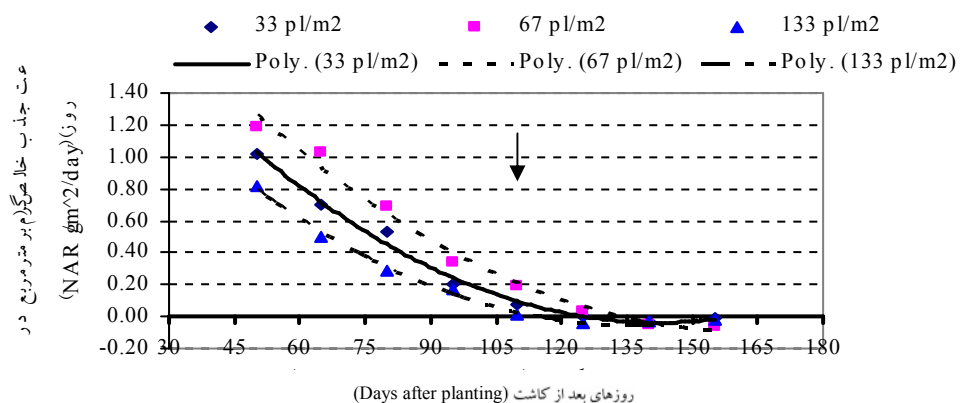
شکل ۱۳- روند سرعت جذب خالص در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

Fig. 13. NAR variation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



شکل ۱۶- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

Fig. 16. NAR variation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



شکل ۱۵- روند سرعت جذب خالص در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

Fig. 15. NAR variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

جدول ۵- واریانس کارایی مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در آرایش کاشت‌ها و تراکم‌های مختلف

Table 5. Analysis of variance of radiation use efficiency and light extinction coefficient in apetalous and petalled rapeseed cultivars in different planting patterns and plant densities flowers.

S.O.V.	df	Mean Squares	
		کارایی مصرف تابش Radiation use efficiency	ضریب استهلاک نوری Light extinction coefficient
Replication (R)	2	0.0000013 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
Planting pattern (PP)	1	0.0924 ^{**}	0.005 ^{**}
Error (a)	2	0.00000033	0.0000322
Cultivar (C)	1	0.44578 ^{**}	0.0138 ^{**}
Plant Density(D)	2	0.5298 ^{**}	0.1159 ^{**}
P.p × C	1	0.0023 ^{**}	0.00189 ^{**}
PP × D	2	0.04293 ^{**}	0.000843 ^{**}
C × D	2	0.0682 ^{**}	0.0007 ^{**}
C × PP × D	2	0.0013 ^{**}	0.000126 ^{**}
Error (b)	20	0.00000043	0.0000314

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns: Non-Significant.

جدول ۶- مقایسه میانگین کارایی مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در آرایش کاشت‌های مختلف

Table 6- Mean comparison of radiation use efficiency and light extinction coefficient in apetalous and petalled rapeseed cultivars in square (S.P.P.) and rectangular (R.P.P) planting patterns

Cultivar	رقم	کارایی مصرف تابش (گرم بر مگا ژول) Radiation use efficiency (g MJ ⁻¹ m ⁻²)	ضریب استهلاک نوری Light extinction coefficient
آرایش مربع S.P.P.			
Petalld	گلبرگ‌دار	2.21 c	0.48 c
Apetalous	بدون گلبرگ	2.42 a	0.53 c
آرایش مستطیل R.P.P.			
Petalld	گلبرگ‌دار	2.10 d	0.47 d
Apetalous	بدون گلبرگ	2.34 b	0.49 b
اثر اصلی آرایش کاشت			
S.P.P	آرایش مربع	2.32 a	0.506 a
R.P.P	آرایش مستطیل	2.22 b	0.482 b

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's Test.

کارایی مصرف تابش بهتر بودند. راثو و همکاران (Rao, et al., 1991) در ازما نشان داد که بر روی کلزا با سه تراکم مختلف و بوته در مترمربع انجام داده بودند نتیجه گرفتند که کارایی مصرف تابش برای ارقام سه تراکم به ترتیب ۰/۰۰ و ۰/۰۰ و ۰/۰۰

گرم/مگاژول و مکارژول برآورد کردند. آنها گزارش کردند که از میان تراکم‌های مختلف و بوته در مترمربع، افزایش اندک در کارایی مصرف تابش در تراکم بالا در مراحل اولیه رشد وجود داشت اما در تراکم متوسط و پائین، از نظر

جدول ۷- مقایسه میانگین مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت و سه تراکم بوته

Table 7- Mean comparison of radiation use efficiency and light extinction coefficient in apetalous and petalled

rapeseed cultivars in two planting patterns and three plant densities		
Density تراکم	کارآیی مصرف تابش (گرم بر مگاژول بر مترمربع) Radiation use efficiency (g MJ ⁻¹ m ⁻²)	ضریب استهلاک نوری Light extinction coefficient
آرایش S.P.P. تراکم		
33	2.15 e	0.61 a
67	2.63 a	0.47 c
133	2.18 c	0.44 d
آرایش R.P.P. تراکم		
33	2.09 f	0.59 b
67	2.39 b	0.46 c
133	2.17 d	0.39 e
اثر اصلی تراکم Main effect of plant density		
33	2.12 c	0.60 a
67	2.50 a	0.46 b
133	2.17 b	0.41 c

اعداد در هر ستون، دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey's Test.

جدول ۸- مقایسه میانگین مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در سه تراکم بوته

Table 8- Mean comparison of radiation use efficiency and light extinction coefficient in apetalous and petalled

rapeseed cultivars in three plant densities		
Density تراکم	کارآیی مصرف تابش (گرم بر مگاژول بر مترمربع) Radiation use efficiency (g MJ ⁻¹ m ⁻²)	ضریب استهلاک نوری Light extinction coefficient
گلبرگ‌دار Petalled		
33	2.00 f	0.59 b
67	2.33 b	0.44 d
133	2.14 e	0.40 f
بدون گلبرگ Apetalous		
33	2.25 c	0.62 a
67	2.69 a	0.49 c
133	2.20 d	0.43 e
اثر اصلی رقم Main effect of cultivar		
Petalled گلبرگ‌دار	2.16 b	0.48 b
Apetalous بدون گلبرگ	2.38 a	0.51 a

اعداد در هر ستون، دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey's Test.

۱/۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار (اوزونب، دوجب و همکاران، ۱۳۹۵) رسد که این اختلاف عملکرد، به علت کارایی مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری

گرم بر مگاژول در مترمربع بود. از آنجا که عملکرد دانه در ارقام بدون گلبرگ به طور معنی‌داری در درصد بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود (۱۰۰۰۰/۰ و ۱۰۰۰۰/۰)

سطح برگ، میزان ماده خشک و سرعت جذب خالص
بالاتر رقم بدون کلبرک و نشان دهنده قابلیت
کشت متراکم تر است. کلبرک دار است.

References

منابع مورد استفاده

- احمدوند، گ. و ع. کوچک. ۱۳۹۵. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیکی سویا بعنوان کشت دوم در مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۳۳، ش ۳، ص ۳۳-۳۵.
- امام، ی. و م. یک نژاد. ۱۳۹۵. بررسی فیزیولوژی عملکرد پاهان زراعت. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۳۹۵.
- امیر مرادی، ش. ۱۳۹۵. اثرات تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد برخی از شاخص های رشد ارقام کلزای زمستانه. پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۳۹۵.
- اوزون، دوچ، ع. م. اصفهان، ح. ۱۳۹۵. زاده لاهی، و م. ری. ۱۳۹۵. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم کلزای کلبرک دار و بدون کلبرک. مجله علوم زراعت ایران. ج ۱۰، شماره ۳، ص ۳۳-۳۵.
۱۳۹۵. ع. کوچک. و م. ۱۳۹۵. آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپ ۱۳۹۵. رقم ذرت. مجله نهال و بذر. ج ۳، ش ۳، ص ۳۳-۳۵.
۱۳۹۵. ابوالحسنی م. ۱۳۹۵. بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر خصوصیات زراعی و کیفی کلزای زمستانه در منطقه ۱۳۹۵. پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس. ۱۳۹۵.
۱۳۹۵. زاده، ه. ۱۳۹۵. اثرات فواصل ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های رشد ارقام کلزای (*Brassica napus* L.) به صورت کشت دوم در اراضی آبیاری. پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۳۹۵.
- زواره، م. و ی. امام. ۱۳۹۵. راهنمای مراحل زندگی در کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعت ایران. ج ۳، ش ۳، ص ۳۳-۳۵.
۱۳۹۵. ران، راد، ا. ح. و م. ر. احمدی. ۱۳۹۵. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعتی، روند رشد و عملکرد دو رقم کلزای روغن ۱۳۹۵. به در منطقه کرج. چهارمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه صنعتی اصفهان؛ اصفهان. ص ۳۳.
۱۳۹۵. ق. ا. ۱۳۹۵. بررسی اثر تراکم کاشت بر ضریب استهلاک نوری، جذب تشعشع و عملکرد دانه در ذرت ۱۳۹۵. (SC 402) ۱۳۹۵. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. س ۳۳، ص ۳۳-۳۵.
۱۳۹۵. ا. ر. ۱۳۹۵. بررسی روند رشد سویا در سطوح مختلف تراکم بوته. چهارمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ص ۳۳.
۱۳۹۵. پور، ع. ن. ۱۳۹۵. ک. ۱۳۹۵. گلستان، ه. آبیاری. و م. مقدم. ۱۳۹۵. به رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم کرکان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ج ۳۳، ش ۳، ص ۳۳-۳۵.
۱۳۹۵. ع. س. ملک زاده. و ع. ۱۳۹۵. بررسی تراکم بوته و آرایش بر روند تغذیه شاخص های رشد نخود تحت شرایط فاریاب در منطقه نیشابور. مجله علوم و صنایع غذا کشاورزی. ج ۳، ش ۳، ص ۳۳-۳۵.
- مهرداد، ک. م. کر، و ع. ا. رضا. ۱۳۹۵. اثرات تراکم بوته و رقم بر شاخص های رشد و ارتباط آن با عملکرد دانه آفتابگردان. چهارمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ص ۳۳-۳۵.

Allen, E. J., and D. J. Morgan. 1975. A quantitative comparison of the growth, development and yield of

- different varieties of oilseed rape. J. Agric. Sci. Camb. 85(1): 159-174.
- Andersen, M. N., T. Heidmann and F. Plauborg. 1996.** The effects of drought and nitrogen on light interception, growth and yield of winter oilseed rape. Soil and Plant Sci. 46(1): 55-67.
- Fray, M. J., E. J. Evans, D. J. Lydiate and A. Arthur. 1996.** Physiological assessment of apetalous flowers and erectophile pods in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 127: 193-200.
- Justes, E., P. Denoroy, B. Gabrielle and G. Gosse. 2000.** Effect of crop nitrogen status and temperature on the radiation use efficiency of winter oilseed rape. Euro of. J. Agron. 13: 165-177.
- McGregor, D. I. 1987.** Effect of plant density on development and yield of rapeseed and its significance to recovery from hail injury. Can. J. Plant Sci. 67(1) 43-51.
- Mendham, N. J., P. A. Shipway and R.K. Scott. 1981.** The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 96: 389- 416.
- Morrison, M. J. P. B. E. McVetty and R. Scarth. 1990.** Effect of row spacing and seedling rates on summer rape in southern Manitoba. Can. J. Plant. Sci. 70:127-137.
- Morrison, M. J. and D. W. Stewart. 1995.** Radiation use efficiency in summer rape. Agron. J. 87:1139-1142.
- Rao, M. S. S., N. J. Mendham and G. C. Buzza. 1991.** Effect of the apetalous flower character on radiation distribution in the crop canopy, yield and its components in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 117: 189-196.
- Rietveld, M. R. 1987.** A new method for estimating the regression coefficient in the formula relating solar radiation to sunshine. Agric. Meteo. 19: 243- 252.
- Sidlauskas, G. and S. Bernotas. 2003.** Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agron. Res. 1(2): 229-243.
- Wells, R. 1991.** Soybean growth response to plant density. Relationship among canopy photosynthesis, leaf area and light interception. Crop Sci. 31: 755-761.

Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowres and petalled flowers rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Ozoni Davaji, A¹., M. Esfahani², H. Sami Zadeh³ and M. Rabiei⁴

ABSTRACT

Ozoni Davaji, A., M. Esfahani, H. Sami Zadeh and M. Rabiei. 2008. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowres and petalled rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences**. 9 (4):382-400.

In order to evaluate the effects of plant density and planting pattern on yield, yield components of apetalous flowers and petalled rapeseed, a field experiment was conducted in Rice Research Institute of Iran located in Rasht in 2005- 2006. The experimental design was arranged as a split plot-factorial in a randomized complete block with three replications in which, planting pattern (rectangular and square) assigned to main plot and two rapeseed cultivars (petalled = Hyola 401 and apetalous = Hylite 201) and plant densities (33, 67 and 133 plants per unit area) as factorial in sub-plots. Results showed that there were significant differences between cultivars, plant density and planting patterns in growth indices and radiation use efficiency (RUE). At the flowering, the leaf area index in apetalous cultivar was 3% greater than the petalled rapeseed (3.22 and 3.12, respectively). Dry Matter of apetalous rapeseed was 11% higher than the petalled rapeseed (1441 and 1280 g/m², respectively). Similar results were obtained for crop growth rate (CGR) and net assimilation rate (NAR) (1.5 and 23%, respectively). Maximum LAI and TDM were obtained earlier with the high plant density. Leaf area index, Dry Weight, CGR and NAR in square planting pattern were higher than the rectangular planting pattern. Radiation use efficiency in apetalous rapeseed was 9.2% higher than the petalled cultivar (2.38 and 2.16 g/Mj) which caused 14.6% increase in grain yield.

Key words: Planting pattern, Plant density, Growth indices, Radiation Use Efficiency, Apetaluos, Petalled, Rapeseed (*Brassica napus* L.).

Received: December, 2007

1- Former M.Sc. Student, Faculty of Agricultural Sciences, University of Gilan, Rasht, Iran.

2- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author)

3- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

4- Researcher, Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran.