

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. ۳ (۲): 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، آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. طرح آزمایش ۳×۳×۳ 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 ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲). از نظر میزان ماده خشک نیز رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک برگ (۳۳۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲) در صدی برخوردار بود (۳۳۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲). نتایج در مورد سرعت رشد (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) نیز صادق بود (۳۳۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲ درصد و ۳۳ درصد). افزایش تراکم سبب شد که حداکثر سطح برگ و وزن خشک کل در فاصله زمان زودتری (۳۳۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲) 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 ۳۳/۱ درصدی برخوردار بود (۳۳۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰/م^۲ گرم بر مگاژول) که این اختلاف در کارآیی مصرف تابش موجب برتری ۳۳/۱ درصدی این رقم از نظر عملکرد دانه شد. در مجموع رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک برتری ۳۳/۱ درصدی برخوردار بود.

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۰۵

۱- دانشجوی 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

چهارم

کلزا یک از مهم ترین دانه های روغن است که روغن آن بسته به ترکیب اسیدهای چرب آن، برای مصارف انسان و به عنوان مورد استفاده قرار می گیرد. و به عنوان مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه های مختلف کلزا، بر ساختار سایه انداز گیاه و در نهایت عملکرد دانه و روغن تاثیر بسزایی دارد (زواره و امام، ۱۳۸۵). یکی از این صفات مورفولوژیک مهم در کلزا، صفت بدون گلبرگ است. در کلزاهای بدون گلبرگ در اکثر مراحل رشد و نمو، توده گل های زرد رنگ در لابلای برگ ها و ساق ها، سطح منعکس کننده ای را تشکیل می دهند که باعث کاهش نفوذ تابش خورشیدی و تبخیر در گیاهت آن شده و در نتیجه سبب کاهش دوام سطح سبز برگ ها و کاهش میزان تجمع ماده خشک در طول دوره گل دهی می شود، ولی در ژنوتیپ های بدون گلبرگ به دلیل عدم وجود گلبرگ ها، نفوذ نور به داخل سایه انداز بهتر صورت گرفته و به دلیل عدم وجود گلبرگ ها، قابلیت کشت در تراکم های بالاتر و امکان افزایش عملکرد در واحد سطح وجود دارد (Rao et al., 1991).

یکی از پیش شرط های لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در گیاهت حد کارایی آن است (مکاران، ۱۳۸۵). دست به این امر با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته ها در واحد سطح زمینی میسر است (مکاران، ۱۳۸۵). اثر توزیع گیاهت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب نور در درون پوشش گیاهی میسر می شود. بنابراین اثر اصلی آرایش کاشت و تراکم گیاه بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در توزیع انرژی خورشید است و افزایش

جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد گیاه می شود (مکاران، ۱۳۸۵).

عملکرد کل ماده خشک نتیجه کارایی گیاه از نظر استفاده از تابش خورشید در طول فصل رویش است، در این ارتباط جامعه گیاهی به سطح برگ گیاه دارد که یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً پوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته ها و توزیع مناسب بوته ها روی سطح زمینی میسر است، بنابراین یکی از مهم ترین وظایف گیاهت مزرعه انتخاب تراکم بوته و آرایش مناسب کاشت جهت جذب حداکثر تابش خورشیدی است (مکاران، ۱۳۸۵). از این جهت می توان به عنوان یک عامل تعیین کننده رشد محسوب می شود (بن زاده، ۱۳۸۵). برای این راد و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه ای 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 ۲۰ درصد کمترین وزن خشک کل گیاه را به خود اختصاص دادند. تراکم های ۱۰ و ۲۰ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۰ و ۲۰ درصد و پهنای ۱۰ درصد سرعت رشد گیاه را داشتند.

ابوالحسنی (۱۳۸۵) در یک آزمایش بر روی کلزا گزارش کرد که با افزایش تراکم، حداکثر سطح برگ (LAI) و وزن خشک کل، سرعت رشد (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) در فاصله زمانی زودتری حاصل می شود. بن زاده و سیمپسون (Clark and Simpson, 1978) گزارش کردند که NAR و CGR در زمان رسیدگی دانه در تراکم های بالا مجدداً افزایش می یابد. دلیل این امر می تواند 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

(به نقل از: ابوالحسنی، ۱۳۸۵). شاخص سطح برگ (LAI) در کلزای $0.5/0.5$ - $1/1$ بر است. حداکثر شاخص سطح برگ در کلزا در اواخر آذرماه ایجاد می‌شود و پس از آن شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (امیرمادی، ۱۳۸۵). عامل مؤثر در عملکرد دانه شاخص سطح برگ مطلوب است، اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاه‌ای سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه $0.5/0.5$ - $1/1$ شود. $0.5/0.5$ - $1/1$ شاخص سطح برگ موجب افزایش عملکرد دانه $0.5/0.5$ - $1/1$ و جذب کمتر تابش خواهد شد که نهایتاً کاهش سرعت رشد گیاه را به دنبال خواهد داشت (همکاران، ۱۳۸۵). آلن و همکاران (Allen et al., 1975) آزمایش‌ها بر روی کلزا گزارش نمودند که تعداد خورج‌ها و تعداد دانه در خورج $0.5/0.5$ - $1/1$ در شروع گل دهی دارد. آنها اظهار کردند که مواد پرورده ساخته شده در اطراف گل آذین در طبقه گرده‌افشان $0.5/0.5$ - $1/1$ در این عملکرد است.

$0.5/0.5$ - $1/1$ در تحقیق بر روی روند رشد ساقه در سطوح مختلف تراکم بوته، نتیجه گرفت که با افزایش تراکم گیاهی، وزن خشک کل، میزان فتوسنتز خالص و شاخص سطح برگ اختلاف معنی‌داری نشان دادند و سرعت رشد گیاه در سه تراکم $0.5/0.5$ - $1/1$ و $1/1$ - $2/2$ متر فاصله بوته روی خطوط کشت) $0.5/0.5$ - $1/1$ زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به یک حداکثر، کاهش $0.5/0.5$ - $1/1$ در آزمایش‌ها که مهرداد و همکاران (۱۳۸۵) بر روی آفتابگردان انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش فاصله ردیف‌ها کاشت از آرایش $0.5/0.5$ - $1/1$ بکنواخت به $0.5/0.5$ - $1/1$ بکنواخت، مقدار کل ماده خشک (TDM) و LAI و CGR کاهش $0.5/0.5$ - $1/1$ کارا مصرف تابش خورشیدی $0.5/0.5$ - $1/1$ است که بطور گسترده در مدل‌های ارزیابی گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Morrison and Stewart, 1995). از طرفی آرایش $0.5/0.5$ - $1/1$

$0.5/0.5$ - $1/1$ اندام‌های هوا $0.5/0.5$ - $1/1$ عامل مؤثر در میزان جذب تابش ورودی $0.5/0.5$ - $1/1$ در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه $0.5/0.5$ - $1/1$ علاوه بر جذب تابش فعال فتوسنتزی (PAR) به ماده خشک - کارا $0.5/0.5$ - $1/1$ مصرف تابش - $0.5/0.5$ - $1/1$ عوامل مؤثر در تولید ماده خشک است (همکاران، ۱۳۸۵). راتو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) کارا $0.5/0.5$ - $1/1$ مصرف تابش (RUE) کلزا را در مرحله قبل از گلدهی $0.5/0.5$ - $1/1$ گرم بر مگاژول برآورد کردند. در آزمایش‌های مندهام و همکاران (Mendham et al., 1981) کارا $0.5/0.5$ - $1/1$ مصرف تابش برای کلزای زمستانه را $0.5/0.5$ - $1/1$ گرم در مگاژول برآورد کردند (به نقل از جستس و همکاران (Justes et al., 2000)). فرای و همکاران (Fray et al., 1996) در بررسی‌های بولوتیک $0.5/0.5$ - $1/1$ بدون کلبرک و خورج‌ها افزایش یافته در کلزا، با استفاده از یک لاین بدون کلبرک، یک لاین با خورج‌ها افزایش یافته و دو رقم محل کلبرک دار به $0.5/0.5$ - $1/1$ نتیجه رسیدند که لاین زرد رنگ $0.5/0.5$ - $1/1$ درصد تابش فعال فتوسنتزی را جذب می‌کند و فقط اجازه نفوذ $0.5/0.5$ - $1/1$ درصد از تابش فعال فتوسنتزی $0.5/0.5$ - $1/1$ را می‌دهند که این موضوع باعث محدود شدن راندمان فتوسنتزی $0.5/0.5$ - $1/1$ شود و در نتیجه مواد فتوسنتزی برای خورج‌ها و دانه‌ها کاهش $0.5/0.5$ - $1/1$ در ژنوتیپ $0.5/0.5$ - $1/1$ بدون کلبرک $0.5/0.5$ - $1/1$ وجود دارد که سقط خورج‌ها و دانه در آنها، به علت بهبود انتقال تابش به خورج‌ها $0.5/0.5$ - $1/1$ تشکیل شده تحتانی در گل آذین، کاهش یابد، بنابراین امکان بقای خورج‌ها و دانه‌ها افزایش $0.5/0.5$ - $1/1$ با توجه به ویژگی‌های زراعی و بولوتیک $0.5/0.5$ - $1/1$ رقم بدون کلبرک کلزا و قابلیت آن برای افزایش عملکرد در تراکم $0.5/0.5$ - $1/1$ بوته بالاتر، هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر شاخص‌های رشد و کارا $0.5/0.5$ - $1/1$ مصرف تابش دو

برای ارزیابی عملکرد سیستم‌های آبیاری در هر کرت
سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی
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

این آزمایش در قالب کرت،^[۱]ی خرد شده فاکتوریل (اسپلیت پلات فاکتوریل)^[۲] با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی^[۳] تکرار طی سال زراعی -۹۹-۰۰ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در کبک^[۴] جاده رشت - تهران در شهرستان رشت که طول و عرض جغرافیایی آن ۵۱° ۳۸' دقیقه و ۵۰° ۲۷' دقیقه و ارتفاع از سطح دریا^[۵] متر بود، به اجرا گذاشته شد. دو تیمار آزما^[۶] (آر) و بی^[۷]ی کاشت مربع و مستطی^[۸] به عنوان عامل اصلی و ارقام در دو سطح کلبرگ دار (Hyola 401) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع بوته حدود ۱۰۰ سانتیمتر، عملکرد دانه حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار که از بخش اصلاح بذر^[۹] بقات برنج کشور تهیه شده بود) و بدون کلبرگ (Hylite 201) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع بوته حدود ۱۰۰ سانتیمتر، عملکرد دانه حدود ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار که از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و گیاهان گرمسیری^[۱۰] تهیه شده بود) و تراکم بوته در واحد^[۱۱] (۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ بوته در مترمربع) به عنوان عوامل اول و دوم به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. خاک مزرعه آزما^[۱۲] دارای ۱۰٪ رس، ۱۰٪ هدا^[۱۳] الکتریکی^[۱۴]/سم^[۱۵] ذرات^[۱۶] ۰/۰۱ pH= و کرین آل^[۱۷]/درصد و کشت قبل^[۱۸] آن کلزا بود. این کاشت، آب^[۱۹]ات تهیه زمین شامل شخم با کاو آهن برگردان دار و دیسک در مهر ماه اجرا شد. از علف کش ترفلان به صورت قبل از کاشت، به مقدار ۰/۱ لیتر در هکتار جهت کنترل علف^[۲۰]بی هرز استفاده شد و بلافاصله بعد از آن دیسک دوم زده شد. ابعاد واحدهای آزمایشی^[۲۱] = ۲×۳ متر بود. کودهای^[۲۲] نیتروژن از منبع اوره و

286

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

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					
Petalled	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					
Petalled	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

ارقام در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توک‌کا 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 کل‌دهی

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

ارقام در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توک‌کا 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

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

به‌واریانس داده‌ای حاصل از مرحله کل‌دهی نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم‌ها و اثر برهمکنش آنها بر شاخص سطح برگ در سطح ۱٪ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). جدول مقایسه‌ای حاصل از اثر برهمکنش آرایش کاشت، رقم و تراکم نشان داد که (جدول ۳) تراکم بوته و آرایش کاشت

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کلیدی در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در تراکم‌های بوته در واحد سطح در مرحله کل‌دهی

Table 4- Mean comparison of plant traits of petalled and apetalous rapeseed cultivars at flowering stage in different plant densities.

Density تراکم	LAI	TDM (g/m ²)	CGR (g/m ² /day)	NAR (g/m ² /day)
Petalled گلبرگ‌دار				
33	3.02 c	1249 d	2.44 d	0.10 d
67	3.56 b	1515 b	2.67 b	0.26 b
133	2.78 e	1077 f	2.32 e	0.04 f
Apetalous بدون گلبرگ				
33	3.03 c	1319 c	2.49 c	0.14 c
67	3.68 a	1767 a	2.76 a	0.30 a
133	2.95 d	1237 e	2.32 e	0.08 e
Main effect of cultivar اثر اصلی رقم				
Petalled گلبرگ‌دار	3.12 b	1280 b	2.48 b	0.13 b
Apetalous بدون گلبرگ	3.22 a	1441 a	2.52 a	0.17 a

اعداد در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توک‌ک 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 Tukeys Test.

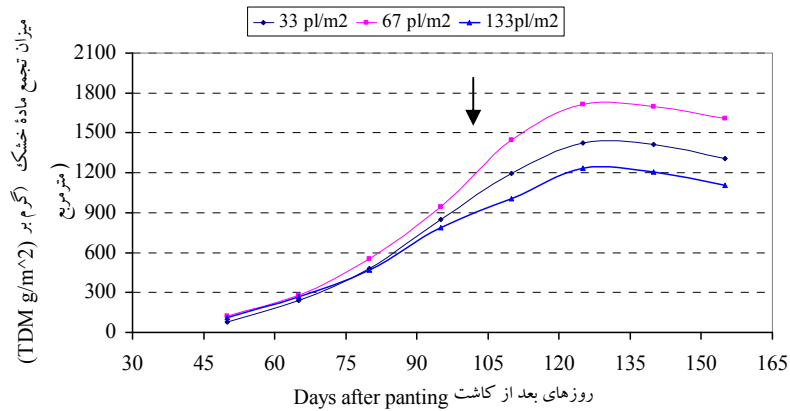
برگ‌ها در کلزای گلبرگ‌دار (شکل ۱) به شکل گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلف دما، تراکم بوته در واحد سطح و میزان مواد غذایی در دسترس بستگی دارد که این عوامل می‌تواند باعث به وجود آمدن تفاوت‌ها در شاخص سطح برگ گیاهان مختلف گردد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۴). در اوایل رشد به دلیل متوقف شدن فعالیت‌های رشدی گیاه در اثر کاهش دما میزان سطح برگ گیاه کم است (Sidlauskas and Bernotas, 2003). با مساعد شدن هوا روند افزایش در توسعه شاخص سطح برگ در کلزای گلبرگ‌دارها شروع شد و این روند تا اوج مرحله کل‌دهی ادامه داشت (بطوری که در این دو رقم کلبرگ‌دار و بدون کلبرگ شاخص سطح برگ در مرحله کل‌دهی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ بود) و بعد از آن دوباره یک روند کاهش در شاخص سطح برگ مشاهده شد (شکل ۱). میزان LAI در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی کم است ولی به تدریج با رشد و افزایش برگ‌های گیاه LAI افزایش می‌یابد حداکثر خود می‌رسد و در این مرحله گیاه مانند اما با پیر شدن گیاه و ریزش

برگ‌ها در کلزای گلبرگ‌دار (شکل ۱) به شکل گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلف دما، تراکم بوته در واحد سطح و میزان مواد غذایی در دسترس بستگی دارد که این عوامل می‌تواند باعث به وجود آمدن تفاوت‌ها در شاخص سطح برگ گیاهان مختلف گردد (امام و نیک‌نژاد، ۱۳۹۴). در اوایل رشد به دلیل متوقف شدن فعالیت‌های رشدی گیاه در اثر کاهش دما میزان سطح برگ گیاه کم است (Sidlauskas and Bernotas, 2003). با مساعد شدن هوا روند افزایش در توسعه شاخص سطح برگ در کلزای گلبرگ‌دارها شروع شد و این روند تا اوج مرحله کل‌دهی ادامه داشت (بطوری که در این دو رقم کلبرگ‌دار و بدون کلبرگ شاخص سطح برگ در مرحله کل‌دهی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ بود) و بعد از آن دوباره یک روند کاهش در شاخص سطح برگ مشاهده شد (شکل ۱). میزان LAI در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی کم است ولی به تدریج با رشد و افزایش برگ‌های گیاه LAI افزایش می‌یابد حداکثر خود می‌رسد و در این مرحله گیاه مانند اما با پیر شدن گیاه و ریزش

سرعت رشد گیاه

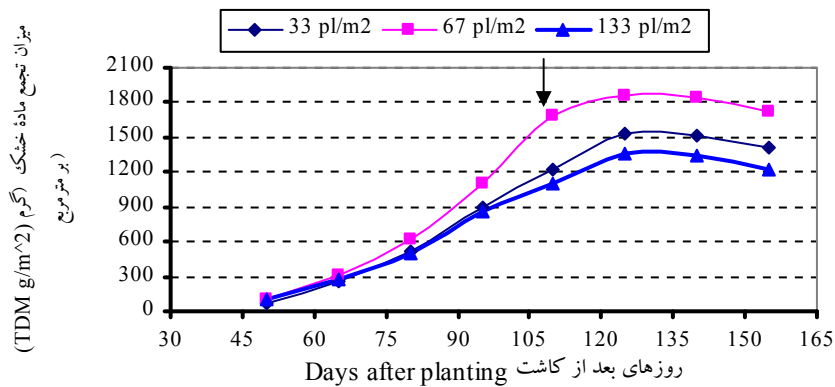
به واریانس داده‌ها در ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم بوته و اثر برهمکنش آنها بر سرعت رشد گیاه در سطح یک درصد ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ (جدول ۴). این اثر برهمکنش نشان داد که (جدول ۱) در ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ سرعت رشد محصول (کل‌دهی) که در شکل ۱ و ۲ بکار نشان داده شده است) مربوط به آرایش

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



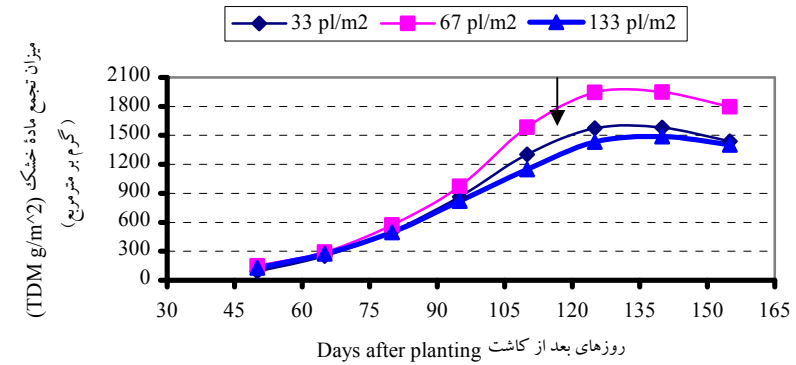
شکل ۲- روند تجمع ماده خشک رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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



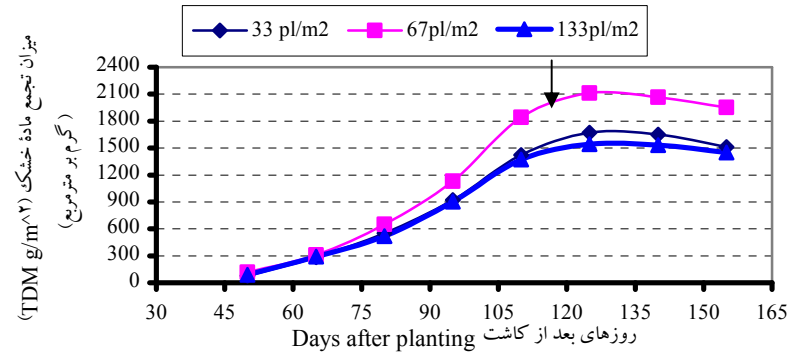
شکل ۴- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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 petal 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.

کاشت مربع، تراکم بوته در مترمربع و رقم بدون گلبرگ بود (۱/۱۰ گرم بر مترمربع در روز، شکل ۱ جدول ۱). رقم بدون گلبرگ به دلیل داشتن سطح برگ بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر نسبت به رقم گلبرگ دار، سرعت رشد بوته داشت و ارقام از آن به دلیل نفوذ بهتر تابش به داخل پوشش گیاهی از آن برخوردار بود. تراکم بوته در متر مربع ۱۰۰۰ دلیل آن که بوته ها از فضا و سایر منابع به اندازه کافی استفاده نموده و رقابت گیاهی در حداقل بود. در این تراکم بین سرعت رشد را داشت. همان طور که مشاهده می شود در اوایل رشد، به دلیل کافی نبودن گیاه در بوته بودن درصد جذب تابش، کوتاه بودن روزها و دمای تن هوا، گیاه از سرعت رشد کمتری برخوردار بودند (به شکل ۱ جدول ۱ مراجعه شود). با خروج از مرحله ریزش و افزایش سطح برگ و در نتیجه بهره گیری بهتر از تابش خورشیدی، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافت و به تبع آن سرعت رشد گیاه نیز روند افزایش داشت. در مراحل بعدی، بر اثر سایه اندازی اندام های برگ بر روی برگ ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه، پیچیدگی و ریزش برگ ها، سرعت رشد گیاه به سرعت کاهش یافت (پور و همکاران، ۱۳۹۱). از محققان معتقدند که CGR رابطه بین سطح فتوسنتز کننده دارد، به طوری که در تراکم گیاهی مطلوب توزیع گیاه ها و سطح برگ در واحد سطح بخواست تر شده و برگ ها، در سطح ۱۰۰۰ گیاهی برای جذب تابش و فتوسنتز پیدا کنند و در نتیجه مقدار CGR افزایش یابد (Sidlauskas and Bernotas, 2003). این سرعت رشد گیاه و میزان تابش جذب شده توسط برگ گیاهی که به رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که در ابتدای فصل رشد به دلیل کم بودن سطح دریافت کننده تابش (برگ) میزان دریافت تابش کم است، در نتیجه ماده خشک کمتری تولید شده و میزان CGR هم کم است.

اما با رشد سر گیاه و افزایش سطح برگ جذب تابش افزایش یافت. لذا کرده و CGR هم افزایش یافت. محققان موافقت دارد. (ابوالحسنی، ۱۳۹۱؛ امیر مرادی، ۱۳۹۱). پور و همکاران، ۱۳۹۱ (زاده، ۱۳۹۱).

سرعت جذب خالص

به واریانس داده ها در مرحله کل دهه نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم بوته و اثر برهمکنش آرایش کاشت $\times$ تراکم و اثر سه جانبه آنها بر سرعت جذب خالص در مرحله کل دهه در سطح ۱٪ درصد قابل توجه بود (جدول ۱). در این مرحله اثر برهمکنش نشان داد که (جدول ۱) اثر برهمکنش سرعت جذب خالص مربوط به آرایش کاشت مربع، تراکم بوته در مترمربع و رقم بدون گلبرگ بود (شکل ۱). رقم بدون گلبرگ در تمام مراحل رشدی دارای بالاترین NAR بود (به شکل ۱) و مراجعه شود). این تراکم گیاهی نیز نشان داد که در تراکم گیاهی ۱۰۰۰ میزان کاهش NAR کمتر بود و در این تراکم گیاهی ۱۰۰۰ در انتهای دوره افزایش یافت. (ابوالحسنی، ۱۳۹۱) روند نزولی NAR با گذشت زمان را در کلزا گزارش نمود. افزایش NAR در انتهای دوره می تواند به کاهش رقابت در اثر ریزش برگ ها و فتوسنتز شدید خورج ها که سطح فتوسنتز کننده گیاه را تشکیل می دهند، نسبت داد (Allen et al., 1975). در مراحل اولیه رشد که شاخص سطح برگ کم است، برگ ها به طور کامل در معرض نور قرار داشتند، بنابراین سرعت جذب خالص آنها در حداکثر مقدار بود. از آن پس از کاشت مقدار جذب خالص روند نزولی پیدا کرد که این موضوع عمدتاً ناشی از افزایش سطح برگ ها و افزایش تعداد برگ در بوته های کلزا و در نتیجه زیاد شدن سایه اندازی بین آنها می باشد. جذب خالص از آن پس از کاشت از آن پس روند کاهش کندتری برخوردار بود که به نظر می رسد

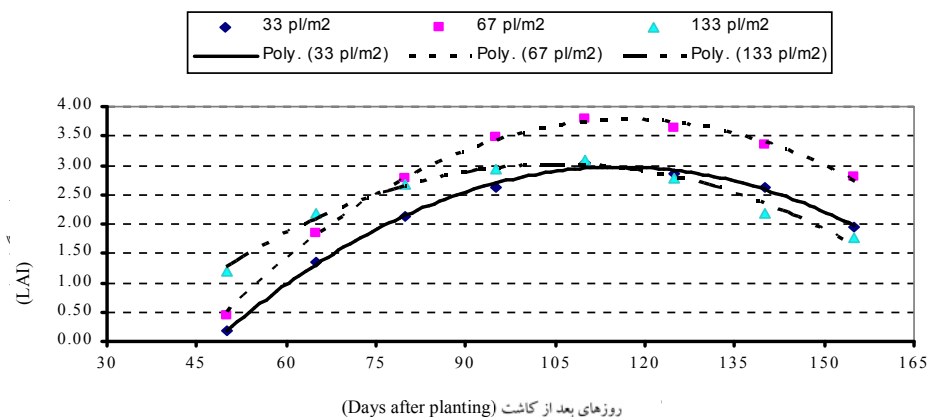
که این موضوع ناشی از مسن شدن برگ‌ها و کاهش سطح برگ‌ها، تخریب تدریجی کلروفیل و کاهش غلظت آن در سطح برگ و همچنین افزایش تنفس در مقایسه با فتوستنز در اثر نزدیک شدن به مرحله رسیدن بولوریک دانست.

کارآیی مصرف تابش

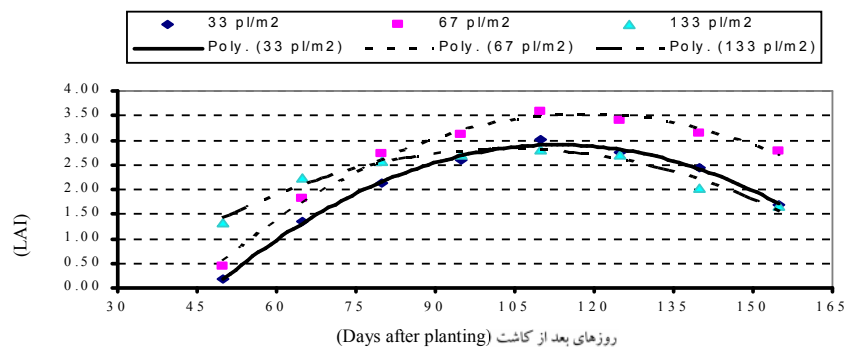
به واریانس داده‌ای حاصل از کارآیی مصرف تابش نشان داد که در اثر رقم، تراکم بوته، آرایش کاشت و اثر برهمکنش آنها بر کارآیی مصرف تابش در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). جدول ۱. نسبت مبازان اثر برهمکنش آرایش کاشت در رقم نشان داد (جدول ۲) که بیانگر کارآیی مصرف تابش از آرایش کاشت مربع و از رقم بدون گلبرگ حاصل شد (۰/۰۰ گرم بر مگاژول) و کمتر از آن‌ها از آرایش کاشت مستطیل برای رقم کلزای گلبرگ‌دار (جدول ۳) با توجه به اینکه مبازان نسبت به وسعت بستر فتوستنز ناخالص، تنفس نوری و تنفس تاریک شود، اثر توزیع بکثاوت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب تابش در درون پوشش بستر اشکار می‌شود (امام و بک‌نژاد، ۱۳۸۷). گزارش شده است که میزان تابش جذب شده به وسعت بستر کلزای به سال، فاصله ردیف و تراکم بوته بستگی دارد. تراکم بوته‌ها تعداد برگ‌ها و سطح خورجی‌ها را برقرار داده و با افزایش تراکم از یک حد مطلوب، مبازان تابش جذب شده و کارآیی مصرف تابش کاهش می‌یابد. طوری که مبازان تابش در فاصله ردیف کاشته شده با مبازان بذر یکسان در فاصله ردیف‌های یکسان بکثاوت بستر بستر بود (Morrison, et al., 1990). گزارش شده است که در سه ذرت یک‌یک دلیلی برای RUE در آرایش کاشت مربع می‌تواند توزیع مبازان تابش فعال (PAR) در داخل پوشش بستر باشد و دلیلی احتمالاً در بستر و یا کاهش تنفس

بر آرایش کاشت است (همکاران، ۱۳۸۷). بستر بودن میزان شاخص سطح برگ و وزن خشک و بطور کلی سرعت رشد بستر 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 میزان ماده خشک در این آرایش بستر از آرایش مستطیل بود. همچنین حاصل از این آزمایش (همکاران، ۱۳۸۷) (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 میزان سرعت جذب خالص در این رقم (۰/۰۰ درصد و ۰/۰۰ درصد نسبت به رقم گلبرگ‌دار) باعث شد که این رقم نسبت به رقم گلبرگ‌دار توانایی در جذب انرژی خورشیدی داشته باشد.

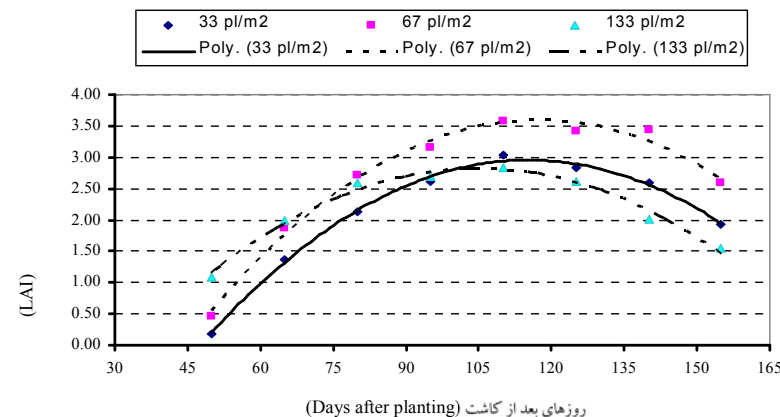
نسبت مبازان اثر برهمکنش آرایش کاشت x تراکم بوته نشان داد (جدول ۴) که بیانگر کارآیی مصرف تابش مربوط به آرایش کاشت مربع در تراکم بوته در مترمربع بود (۰/۰۰ گرم بر مگاژول بر مترمربع). رسیدن رقم بوته در مترمربع و آرایش کاشت مربع، به علت توزیع مطلوب نفوذ تابش فعال فتوستنزی به درون پوشش بستر صورت گرفته و در نتیجه مبازان از میزان تابش نفوذی به نحو مطلوبی استفاده نمود. نسبت مبازان 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



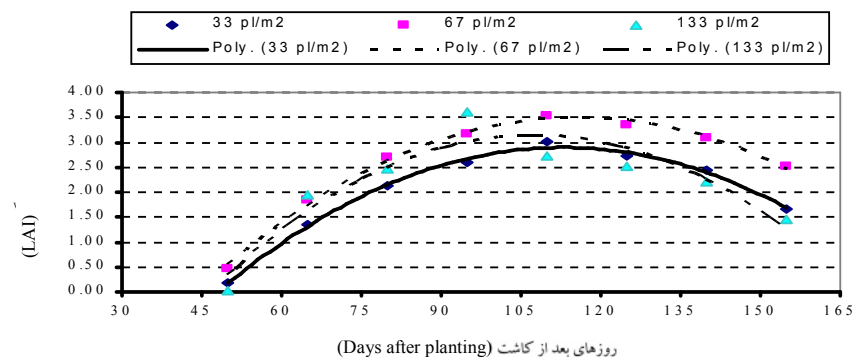
شکل ۶- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته
Fig. 6. LAI variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities



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.

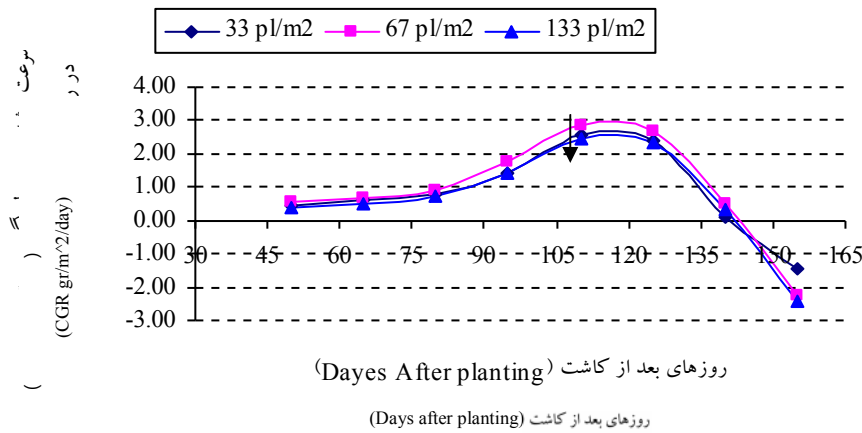


شکل ۵- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته
Fig. 5. LAI variation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities



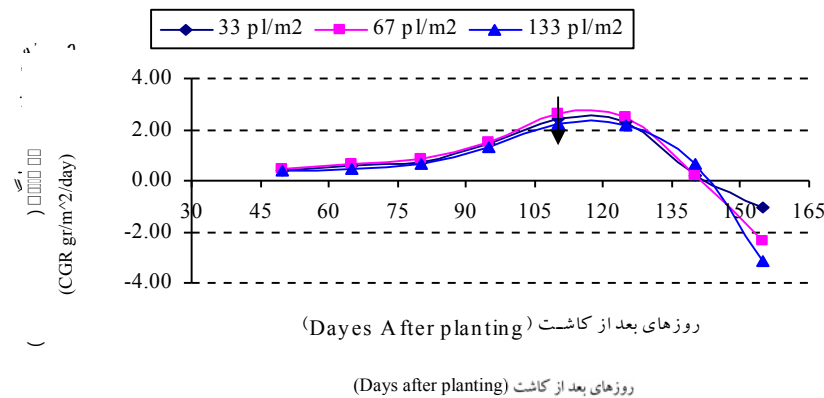
شکل ۷- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته
Fig. 7. LAI variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



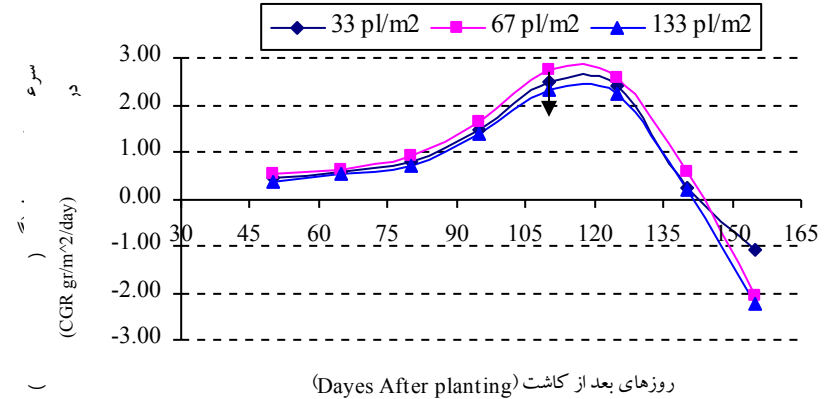
شکل ۱۰- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



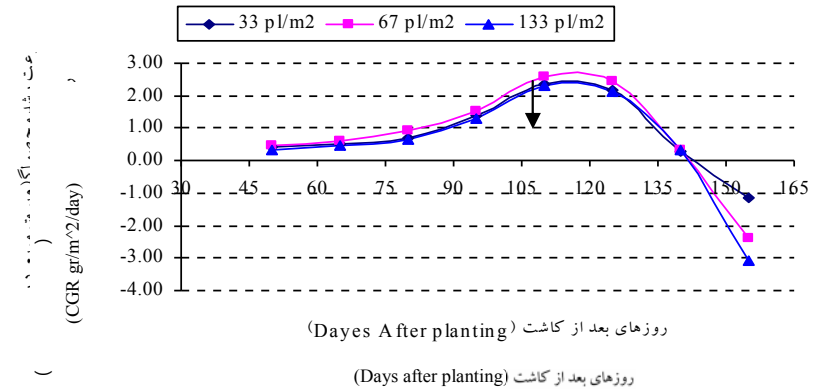
شکل ۱۲- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



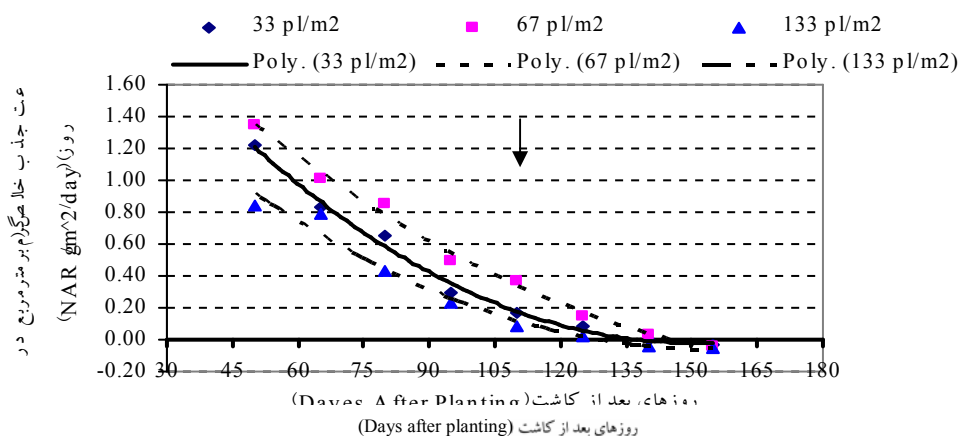
شکل ۹- آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



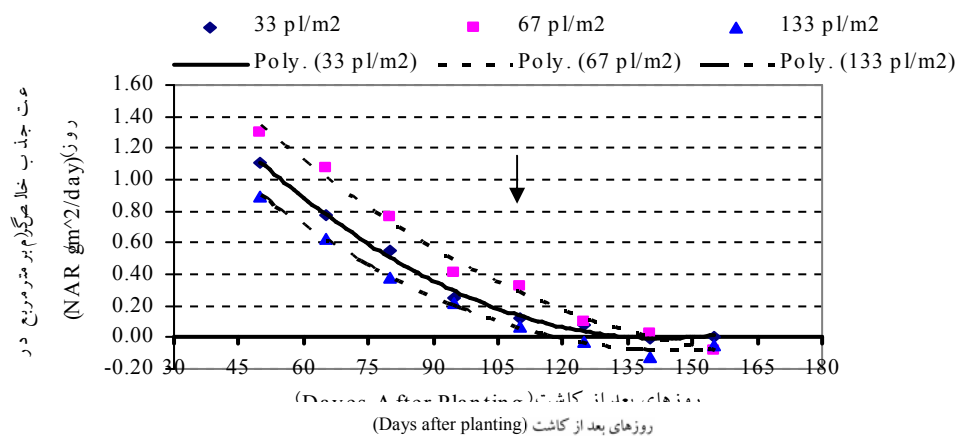
شکل ۱۱- روند سرعت رشد گیاهی در رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



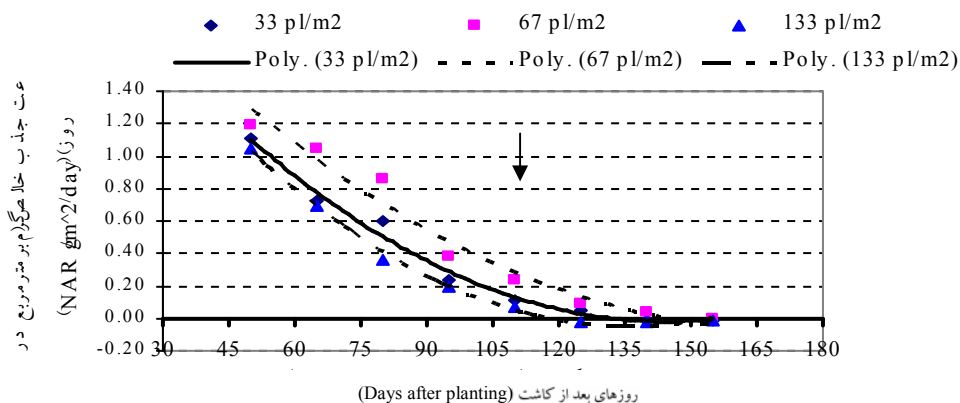
شکل ۱۴- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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



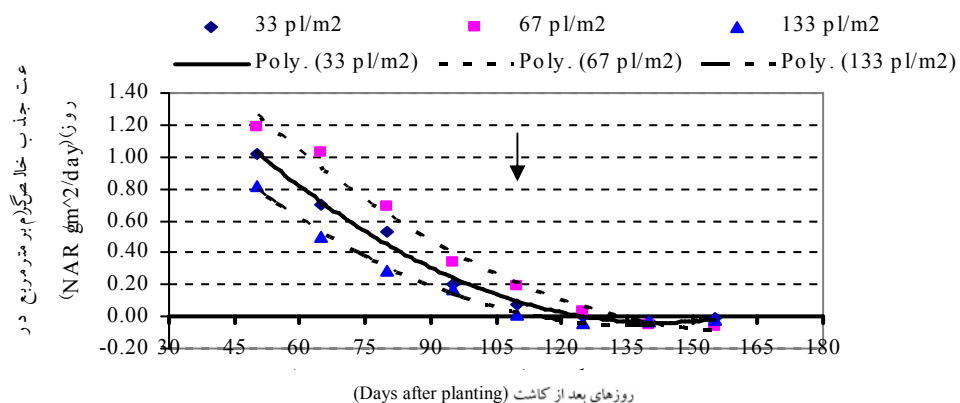
شکل ۱۳- روند سرعت جذب خالص در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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.	درجه آزادی df	Mean Squares	
		کارایی مصرف تابش Radiation use efficiency	ضریب استهلاک نوری Light extinction coefficient
Replication (R)	تکرار	0.0000013 ^{ns}	0.00002 ^{ns}
Planting pattern (PP)	آرایش کاشت	0.0924 ^{**}	0.005 ^{**}
Error (a)	خطای (الف)	0.00000033	0.0000322
Cultivar (C)	رقم (C)	0.44578 ^{**}	0.0138 ^{**}
Plant Density(D)	تراکم (D)	0.5298 ^{**}	0.1159 ^{**}
P.p × C	آرایش کاشت × رقم	0.0023 ^{**}	0.00189 ^{**}
PP × D	آرایش کاشت × تراکم	0.04293 ^{**}	0.000843 ^{**}
C × D	رقم × تراکم	0.0682 ^{**}	0.0007 ^{**}
C × PP × D	رقم × آرایش کاشت × تراکم	0.0013 ^{**}	0.000126 ^{**}
Error (b)	خطای (ب)	0.00000043	0.0000314

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

ns: Non-Significant.

* و **: معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ درصد
ns: معنی‌دار

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.

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

کارایی مصرف تابش بهتر بودند. راثو و همکاران (Rao, et al., 1991) در ازما نشان دادند 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 ماکزول برای تراکم‌ها برآورد کردند. آنها گزارش کردند که از میان تراکم‌ها تراکم ۰/۰۰ و ۰/۰۰ بوته در مترمربع، افزایش اندک در کارایی مصرف تابش در تراکم بالا در مراحل اولیه رشد وجود داشت اما در تراکم‌ها تراکم متوسط و پائین، از نظر

جدول ۷- مقایسه میانگین کارایی 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

تراکم Density	کارایی 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. آرایش R.P.P.	
33	2.15 e	0.61 a
67	2.63 a	0.47 c
133	2.18 c	0.44 d
33	2.09 f	0.59 b
67	2.39 b	0.46 c
133	2.17 d	0.39 e
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 کارایی 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

rapeseed cultivars in three plant densities			
تراکم Density	کارایی مصرف تابش (گرم بر مگا ژول 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.

۱/۱۰۰۰ گرم در هکتار (اوزونب-دوجب-و همکاران، ۱۳۹۳) رسد که این اختلاف عملکرد، به علت کارایی مصرف تابش و

گرم بر مگاژول در مترمربع بود. از آنجا که عملکرد دانه در ارقام بدون گلبرگ به طور ۱۰۰٪ در صد بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود (۱۰۰٪ و ۱۰۰٪)

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 ۳، ش ۱، ص ۳۳-۳۵.
- امام، ی. و م. یک نژاد. ۱۳۹۵. بررسی فیزیولوژی عملکرد باهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۳۹۵.
- امیر مرادی، ش. ۱۳۹۵. اثرات تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد برخه از شاخص های رشد ارقام کلزای نژاده باهان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۳۹۵.
- اوزونچ، دوج، 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 زراعی ایران. ج ۱، شماره ۱، ص ۳۳-۳۵.
- ۱۳۹۵، ع.، ع. کوچک. و م. ۱۳۹۵. بررسی آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپ رقم درخت. مجله نهال و بذر. ج ۳، ش ۱، 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 کشاورزی. 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 زراعی ایران. ج ۳، ش ۱، ص ۳۳-۳۵.
- ۱۳۹۵ نرانی، راد، ا. ح. و م. ر. احمدی. ۱۳۹۵. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی، روند رشد و عملکرد دو رقم کلزای روغن بزره 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 (SC 402). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. س ۳، 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. گلعدان، ه. آبیاری. و م. مقدم. ۱۳۹۵. پسته رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم کرکان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ج ۳، ش ۱، 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 غذایی کشاورزی. ج ۳، ش ۱، 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.