

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. ۱۱ (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 ۱۳۹۹-۱۴۰۰ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. طرح آزمایش ۲×۲×۲ 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 (۱۰۰×۱۰۰ و ۲۰۰×۱۰۰ 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 ۱۰ درصد نسبت به رقم گلبرگ دار بیشتر بود (۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰). از نظر میزان ماده خشک نیز رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک درصدی بر خوردار بود (۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰) و گرم ماده خشک در مترمربع. نتایج در مورد سرعت رشد (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) نیز صادق بود (۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰ درصد و ۱۰۰ درصد). افزایش تراکم سبب شد که حداکثر سطح برگ و وزن خشک کل در فاصله زمان زودتری (۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰) 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 ۱۰/۱۰ درصدی بر خوردار بود (۱۰۰/۱۰۰ و ۱۰۰/۱۰۰ گرم بر مگاژول) که این اختلاف در کارآیی مصرف تابش موجب برتری ۱۰/۱۰ درصدی این رقم از نظر عملکرد دانه شد. در مجموع رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک برتری ۱۰۰ درصدی بر خوردار بود.

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۵

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

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

۳- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۴- محقق مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

نتیجه‌گیری

کلزا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغن‌افزار است که روغن آن بسته به ترکیب اسیدهای چرب آن، برای مصارف انسان و دام 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، ۱۳۹۳). 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. ولیم 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، ۱۳۹۳). دست‌یابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح زمینی بسیار است (مکاران، ۱۳۹۳). 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 خورشیدی است و افزایش

جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد گیاه می‌شود (مکاران، ۱۳۹۳).

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 تیمار کشت مزرعه انتخاب تراکم بوته و آرایش مناسب کاشت جهت جذب حداکثر تابش خورشیدی است (مکاران، ۱۳۹۳). از این جهت می‌توان به این نتیجه رسید که تراکم و آرایش گیاه به دلیل اهمیت اقتصادی بسیار مهم است (مکاران، ۱۳۹۳). تراکم راد و همکاران (۱۳۹۳) در این زمینه بیان کردند که بر روی کلزا در سه تراکم (۱۳۹۳ و ۱۳۹۳ بوته در مترمربع) انجام داده بودند گزارش کردند که دو تراکم ۱۳۹۳ و ۱۳۹۳ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۳۹۳ و ۱۳۹۳ کمترین وزن خشک کل گیاه را به خود اختصاص دادند. تراکم‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۳ بوته در مترمربع به ترتیب ۱۳۹۳ و ۱۳۹۳ سرعت رشد گیاه را داشتند.

ابوالحسنی (۱۳۹۳) در یک آزمایش بر روی کلزا گزارش کرد که با افزایش تراکم، حداکثر سطح برگ (LAI) و وزن خشک کل، سرعت رشد و (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) در فاصله زمانی زودتری حاصل می‌شود. این کلارک 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

در سطوح مختلف تراکم بوته، نتیجه گرفت که با افزایش تراکم گیاه، وزن خشک کل، میان‌وزن فتوسنتز خالص و شاخص سطح برگ اختلاف معنی‌داری نشان دادند و سرعت رشد گیاه در سه تراکم (۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ متر فاصله بوته روی خطوط کشت) به زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به بیش‌ترین حداکثر، کاهش یافت. در آزمایش‌ها که مهرداد و همکاران (۱۳۹۹) بر روی آفتابگردان انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش فاصله ردیف‌های کاشت از ارایش بکرواخت به غبکرواخت، کمواخت، مقدار کل ماده خشک (LAI و CGR کاهش یافت. کارآیی مصرف تابش خورشیدی کمتر است که بطور گسترده در مدل‌های ارزیابی گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Morrison and Stewart, 1995). از طرفی آرایش

در اندام های هوا [۱] [۲] عامل مؤثر در مبلزان جذب تابش ورودی [۳] [۴] در مراحل مختلف چرخه زندگی [۵] [۶] [۷] [۸] [۹] [۱۰] [۱۱] [۱۲] [۱۳] [۱۴] [۱۵] [۱۶] [۱۷] [۱۸] [۱۹] [۲۰] [۲۱] [۲۲] [۲۳] [۲۴] [۲۵] [۲۶] [۲۷] [۲۸] [۲۹] [۳۰] [۳۱] [۳۲] [۳۳] [۳۴] [۳۵] [۳۶] [۳۷] [۳۸] [۳۹] [۴۰] [۴۱] [۴۲] [۴۳] [۴۴] [۴۵] [۴۶] [۴۷] [۴۸] [۴۹] [۵۰] [۵۱] [۵۲] [۵۳] [۵۴] [۵۵] [۵۶] [۵۷] [۵۸] [۵۹] [۶۰] [۶۱] [۶۲] [۶۳] [۶۴] [۶۵] [۶۶] [۶۷] [۶۸] [۶۹] [۷۰] [۷۱] [۷۲] [۷۳] [۷۴] [۷۵] [۷۶] [۷۷] [۷۸] [۷۹] [۸۰] [۸۱] [۸۲] [۸۳] [۸۴] [۸۵] [۸۶] [۸۷] [۸۸] [۸۹] [۹۰] [۹۱] [۹۲] [۹۳] [۹۴] [۹۵] [۹۶] [۹۷] [۹۸] [۹۹] [۱۰۰] [۱۰۱] [۱۰۲] [۱۰۳] [۱۰۴] [۱۰۵] [۱۰۶] [۱۰۷] [۱۰۸] [۱۰۹] [۱۱۰] [۱۱۱] [۱۱۲] [۱۱۳] [۱۱۴] [۱۱۵] [۱۱۶] [۱۱۷] [۱۱۸] [۱۱۹] [۱۲۰] [۱۲۱] [۱۲۲] [۱۲۳] [۱۲۴] [۱۲۵] [۱۲۶] [۱۲۷] [۱۲۸] [۱۲۹] [۱۳۰] [۱۳۱] [۱۳۲] [۱۳۳] [۱۳۴] [۱۳۵] [۱۳۶] [۱۳۷] [۱۳۸] [۱۳۹] [۱۴۰] [۱۴۱] [۱۴۲] [۱۴۳] [۱۴۴] [۱۴۵] [۱۴۶] [۱۴۷] [۱۴۸] [۱۴۹] [۱۵۰] [۱۵۱] [۱۵۲] [۱۵۳] [۱۵۴] [۱۵۵] [۱۵۶] [۱۵۷] [۱۵۸] [۱۵۹] [۱۶۰] [۱۶۱] [۱۶۲] [۱۶۳] [۱۶۴] [۱۶۵] [۱۶۶] [۱۶۷] [۱۶۸] [۱۶۹] [۱۷۰] [۱۷۱] [۱۷۲] [۱۷۳] [۱۷۴] [۱۷۵] [۱۷۶] [۱۷۷] [۱۷۸] [۱۷۹] [۱۸۰] [۱۸۱] [۱۸۲] [۱۸۳] [۱۸۴] [۱۸۵] [۱۸۶] [۱۸۷] [۱۸۸] [۱۸۹] [۱۹۰] [۱۹۱] [۱۹۲] [۱۹۳] [۱۹۴] [۱۹۵] [۱۹۶] [۱۹۷] [۱۹۸] [۱۹۹] [۲۰۰] [۲۰۱] [۲۰۲] [۲۰۳] [۲۰۴] [۲۰۵] [۲۰۶] [۲۰۷] [۲۰۸] [۲۰۹] [۲۱۰] [۲۱۱] [۲۱۲] [۲۱۳] [۲۱۴] [۲۱۵] [۲۱۶] [۲۱۷] [۲۱۸] [۲۱۹] [۲۲۰] [۲۲۱] [۲۲۲] [۲۲۳] [۲۲۴] [۲۲۵] [۲۲۶] [۲۲۷] [۲۲۸] [۲۲۹] [۲۳۰] [۲۳۱] [۲۳۲] [۲۳۳] [۲۳۴] [۲۳۵] [۲۳۶] [۲۳۷] [۲۳۸] [۲۳۹] [۲۴۰] [۲۴۱] [۲۴۲] [۲۴۳] [۲۴۴] [۲۴۵] [۲۴۶] [۲۴۷] [۲۴۸] [۲۴۹] [۲۵۰] [۲۵۱] [۲۵۲] [۲۵۳] [۲۵۴] [۲۵۵] [۲۵۶] [۲۵۷] [۲۵۸] [۲۵۹] [۲۶۰] [۲۶۱] [۲۶۲] [۲۶۳] [۲۶۴] [۲۶۵] [۲۶۶] [۲۶۷] [۲۶۸] [۲۶۹] [۲۷۰] [۲۷۱] [۲۷۲] [۲۷۳] [۲۷۴] [۲۷۵] [۲۷۶] [۲۷۷] [۲۷۸] [۲۷۹] [۲۸۰] [۲۸۱] [۲۸۲] [۲۸۳] [۲۸۴] [۲۸۵] [۲۸۶] [۲۸۷] [۲۸۸] [۲۸۹] [۲۹۰] [۲۹۱] [۲۹۲] [۲۹۳] [۲۹۴] [۲۹۵] [۲۹۶] [۲۹۷] [۲۹۸] [۲۹۹] [۳۰۰] [۳۰۱] [۳۰۲] [۳۰۳] [۳۰۴] [۳۰۵] [۳۰۶] [۳۰۷] [۳۰۸] [۳۰۹] [۳۱۰] [۳۱۱] [۳۱۲] [۳۱۳] [۳۱۴] [۳۱۵] [۳۱۶] [۳۱۷] [۳۱۸] [۳۱۹] [۳۲۰] [۳۲۱] [۳۲۲] [۳۲۳] [۳۲۴] [۳۲۵] [۳۲۶] [۳۲۷] [۳۲۸] [۳۲۹] [۳۳۰] [۳۳۱] [۳۳۲] [۳۳۳] [۳۳۴] [۳۳۵] [۳۳۶] [۳۳۷] [۳۳۸] [۳۳۹] [۳۴۰] [۳۴۱] [۳۴۲] [۳۴۳] [۳۴۴] [۳۴۵] [۳۴۶] [۳۴۷] [۳۴۸] [۳۴۹] [۳۵۰] [۳۵۱] [۳۵۲] [۳۵۳] [۳۵۴] [۳۵۵] [۳۵۶] [۳۵۷] [۳۵۸] [۳۵۹] [۳۶۰] [۳۶۱] [۳۶۲] [۳۶۳] [۳۶۴] [۳۶۵] [۳۶۶] [۳۶۷] [۳۶۸] [۳۶۹] [۳۷۰] [۳۷۱] [۳۷۲] [۳۷۳] [۳۷۴] [۳۷۵] [۳۷۶] [۳۷۷] [۳۷۸] [۳۷۹] [۳۸۰] [۳۸۱] [۳۸۲] [۳۸۳] [۳۸۴] [۳۸۵] [۳۸۶] [۳۸۷] [۳۸۸] [۳۸۹] [۳۹۰] [۳۹۱] [۳۹۲] [۳۹۳] [۳۹۴] [۳۹۵] [۳۹۶] [۳۹۷] [۳۹۸] [۳۹۹] [۴۰۰] [۴۰۱] [۴۰۲] [۴۰۳] [۴۰۴] [۴۰۵] [۴۰۶] [۴۰۷] [۴۰۸] [۴۰۹] [۴۱۰] [۴۱۱] [۴۱۲] [۴۱۳] [۴۱۴] [۴۱۵] [۴۱۶] [۴۱۷] [۴۱۸] [۴۱۹] [۴۲۰] [۴۲۱] [۴۲۲] [۴۲۳] [۴۲۴] [۴۲۵] [۴۲۶] [۴۲۷] [۴۲۸] [۴۲۹] [۴۳۰] [۴۳۱] [۴۳۲] [۴۳۳] [۴۳۴] [۴۳۵] [۴۳۶] [۴۳۷] [۴۳۸] [۴۳۹] [۴۴۰] [۴۴۱] [۴۴۲] [۴۴۳] [۴۴۴] [۴۴۵] [۴۴۶] [۴۴۷] [۴۴۸] [۴۴۹] [۴۵۰] [۴۵۱] [۴۵۲] [۴۵۳] [۴۵۴] [۴۵۵] [۴۵۶] [۴۵۷] [۴۵۸] [۴۵۹] [۴۶۰] [۴۶۱] [۴۶۲] [۴۶۳] [۴۶۴] [۴۶۵] [۴۶۶] [۴۶۷] [۴۶۸] [۴۶۹] [۴۷۰] [۴۷۱] [۴۷۲] [۴۷۳] [۴۷۴] [۴۷۵] [۴۷۶] [۴۷۷] [۴۷۸] [۴۷۹] [۴۸۰] [۴۸۱] [۴۸۲] [۴۸۳] [۴۸۴] [۴۸۵] [۴۸۶] [۴۸۷] [۴۸۸] [۴۸۹] [۴۹۰] [۴۹۱] [۴۹۲] [۴۹۳] [۴۹۴] [۴۹۵] [۴۹۶] [۴۹۷] [۴۹۸] [۴۹۹] [۵۰۰] [۵۰۱] [۵۰۲] [۵۰۳] [۵۰۴] [۵۰۵] [۵۰۶] [۵۰۷] [۵۰۸] [۵۰۹] [۵۱۰] [۵۱۱] [۵۱۲] [۵۱۳] [۵۱۴] [۵۱۵] [۵۱۶] [۵۱۷] [۵۱۸] [۵۱۹] [۵۲۰] [۵۲۱] [۵۲۲] [۵۲۳] [۵۲۴] [۵۲۵] [۵۲۶] [۵۲۷] [۵۲۸] [۵۲۹] [۵۳۰] [۵۳۱] [۵۳۲] [۵۳۳] [۵۳۴] [۵۳۵] [۵۳

3- Radiation Use Efficiency

برای ارزش‌گذاری یک شرکت، باید وزن خشک اندام‌های هوایی و وزن برگ و وزن خشک استفاده شد و مقادیر آن به طور جداگانه برای هر تکرار ثبت شد. اگر

$$\text{وزن خشک کل گیاه} = \text{TDW} = W = e^{a+bT+ct^2}$$

مواد و روش،

[illegible]

286

نتیجه و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش، روند تجمع ماده خشک در بین ارقام، تراکم و آرایش مختلف کاشت کلزا در آرایش‌های مشابه و به صورت سه‌گانه‌ای بود (شکل ۱). نتایج حاصل از آنالیز داده‌های حاصل از ماده خشک در آرایش‌های مختلف (در آرایش‌های مختلف، ارائه شده است)، نشان داد که اثر آرایش‌های کاشت، رقم و تراکم بوته و برهمکنش آنها بر میزان تجمع ماده خشک در آرایش‌های مختلف معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از اثر برهمکنش آرایش‌ها، رقم و تراکم کاشت نشان داد (جدول ۲) که بالاترین میزان ماده خشک مربوط به آرایش مربع و رقم بدون گلبرگ و تراکم بوته در مترمربع بود (شکل ۲). نتایج حاصل از آنالیز افزایش در رقم بدون گلبرگ به دلیل مورفولوژی خاص این رقم باشد. چون در این رقم به خاطر نداشتن گلبرگ، پوشش کبک‌ها باز بوده و تابش به راحتی به سطح آرایش‌ها نفوذ می‌کند و برای آرایش کاشت نیز، آرایش مربع به جهت توزیع بهتر تابش در بین آرایش‌ها، توانایی بیشتری برای جذب تابش دارد و از شروع رشد تا پایان دوره رشد ماده

خشک‌یابی را طولانی‌تر 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 نهایت آرایش‌های مختلف عملکرد دانه در آرایش‌های مختلف نسبت به سایر تراکم‌ها (شکل ۱) بود. نتایج حاصل از آنالیز آرایش‌های مختلف (Rao et al., 1991) را در این زمینه همکاران (Rao et al., 1991) نشان دادند که خاصیت بدون آرایش‌ها در توزیع تابش در داخل پوشش آرایش‌ها در زمان گل‌دهی بهتر صورت گیرد و دوام برگ‌ها در کلیه تراکم‌ها افزایش یابد، بنابراین در تراکم‌های بالاتر در سراسر فصل رشد، سطح برگ بالاتری وجود داشته و در نتیجه میزان ماده خشک افزایش می‌یابد. نتایج حاصل از آنالیز آرایش‌ها (McGregor, 1987) نشان داد که علت کاهش وزن خشک در تراکم‌های 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 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.

** : در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار
ns: معنی‌دار نیست

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					
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

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.

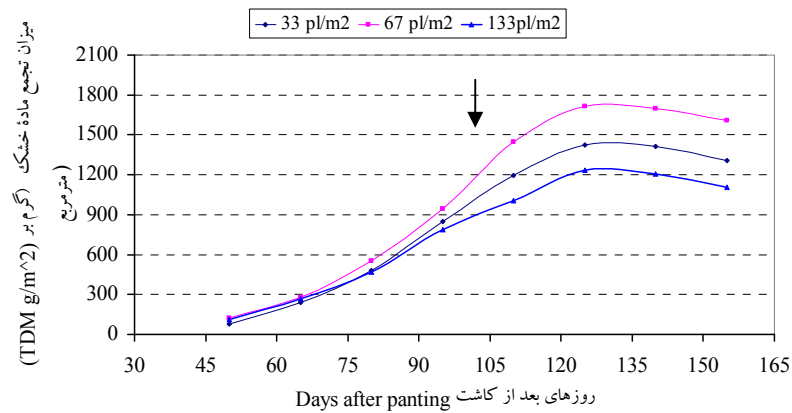
Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's Test.

شاخص سطح برگ

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 سایه‌اندازد، در صورتی که در تراکم کم تعداد گل‌ها کمتر است و باعث می‌شود سطح برگ، بیشتر گسترش یافته و دوام بیشتری داشته باشد

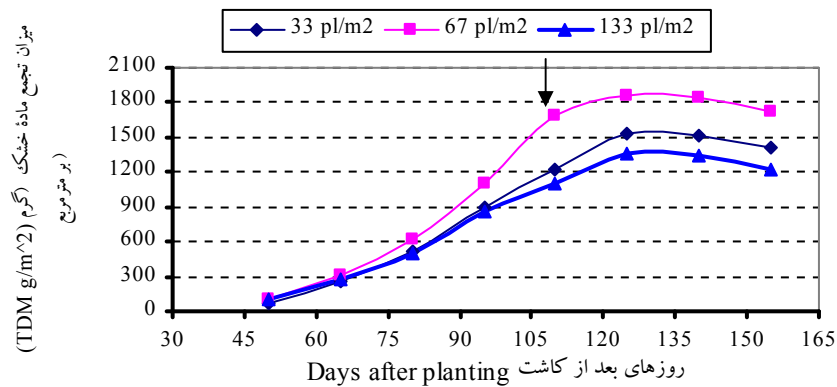
به واریانس داده‌ای حاصل از مرحله کل‌دهم. نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکم‌ها و اثر برهمکنش آنها بر شاخص سطح برگ در سطح ۱٪ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). جدول مقایسه‌ای - ای حاصل از اثر برهمکنش آرایش کاشت، رقم و تراکم نشان داد که (جدول ۳) (جدول ۳) تراکم

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



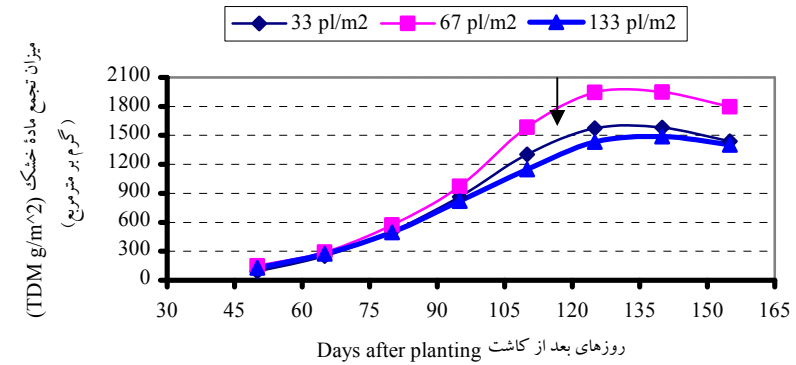
شکل ۲- روند تجمع ماده خشک رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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



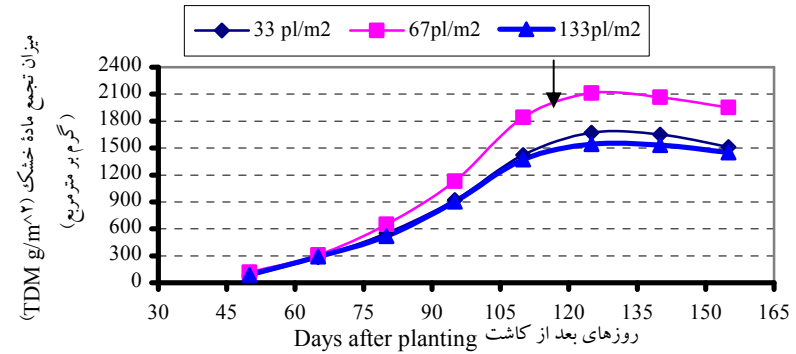
شکل ۴- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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

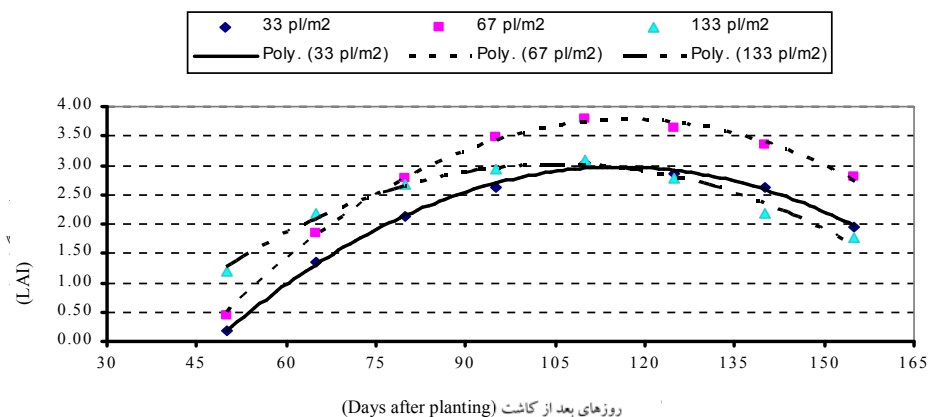
Fig. 1. Dry matter accumulation in petalled rapeseed at square planting pattern and three plant densities.



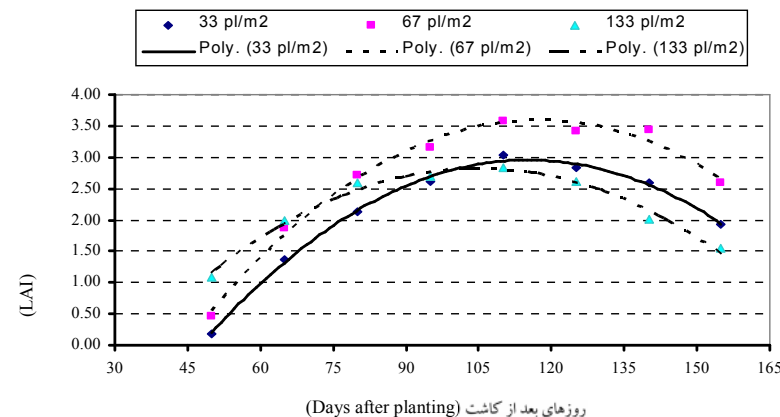
شکل ۳- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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

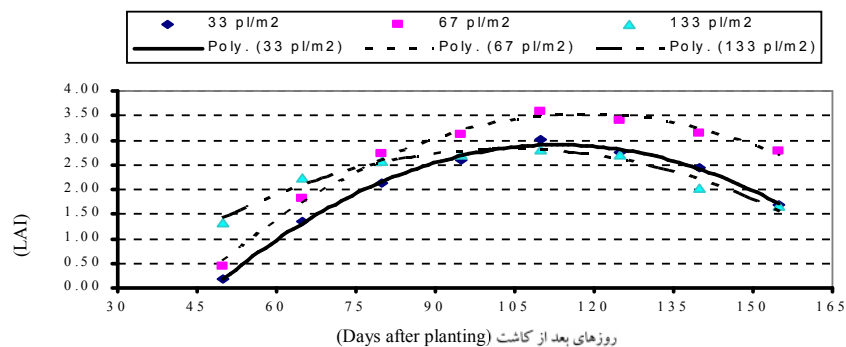
۳۹۱



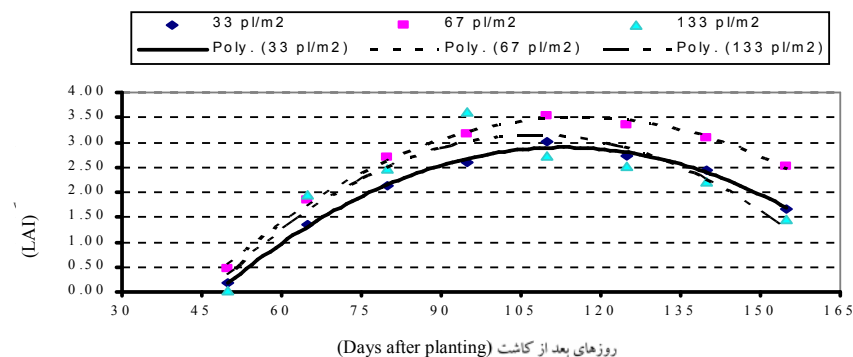
شکل ۶- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته
Fig. 6. LAI variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities



شکل 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

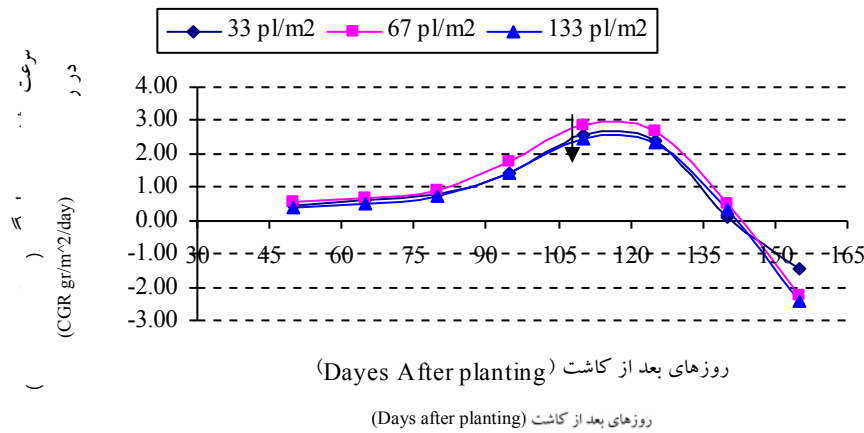


شکل ۸- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته
Fig. 8. LAI variation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



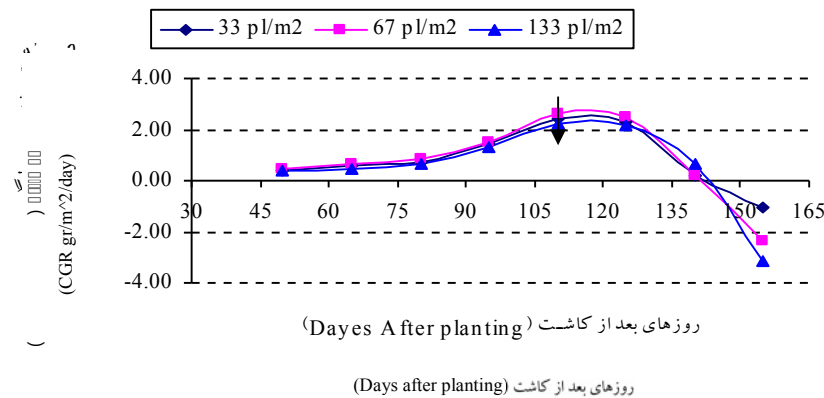
شکل ۷- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته
Fig. 7. LAI variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



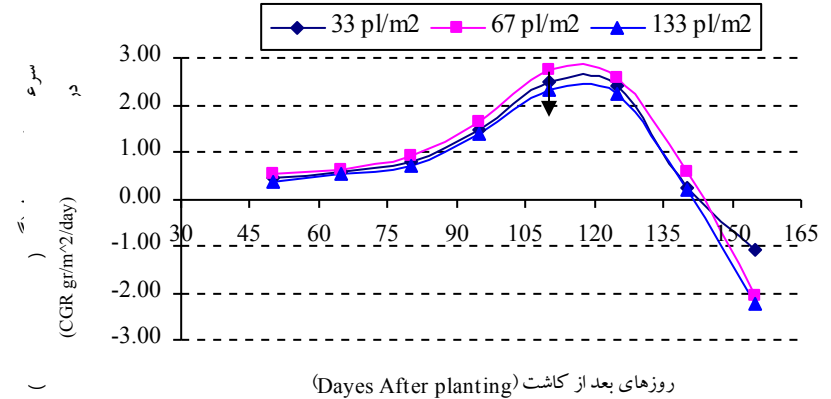
شکل ۱۰- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



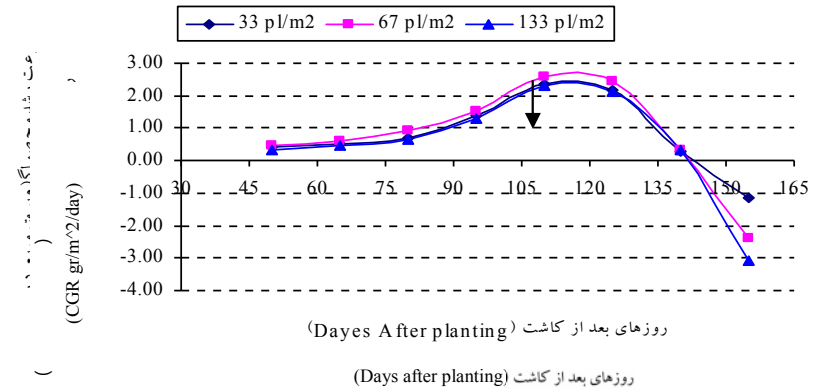
شکل ۱۲- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



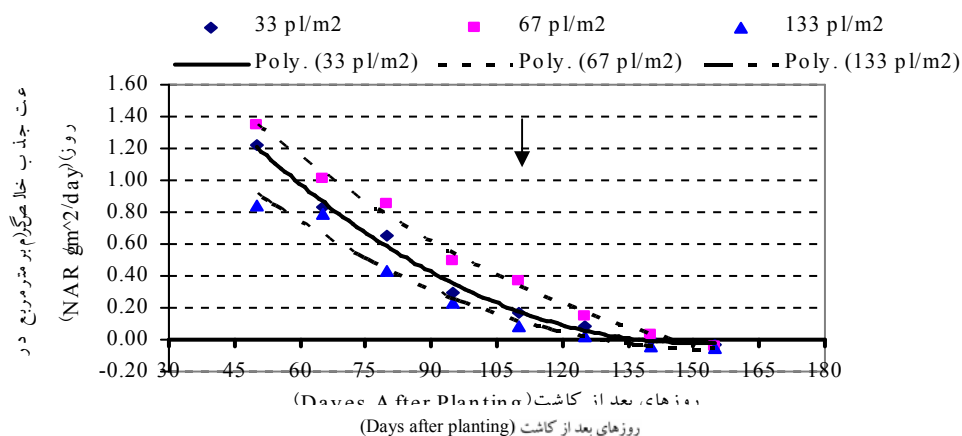
شکل ۹- آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



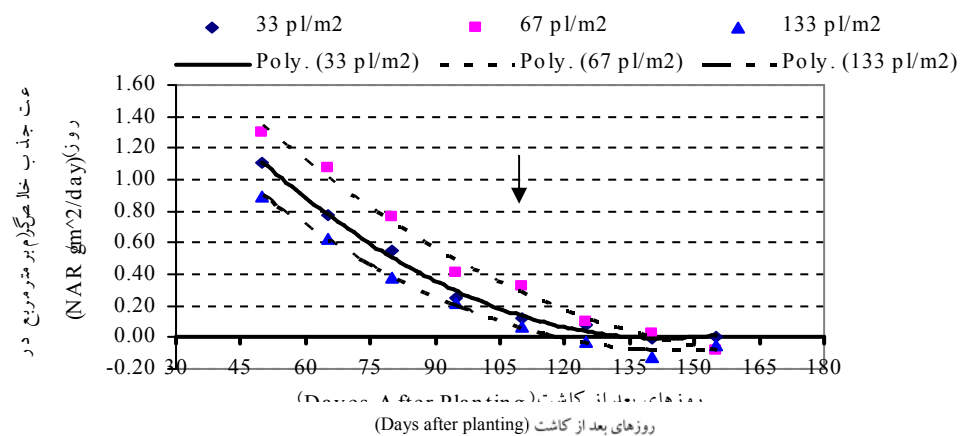
شکل ۱۱- روند سرعت رشد گیاهی در رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



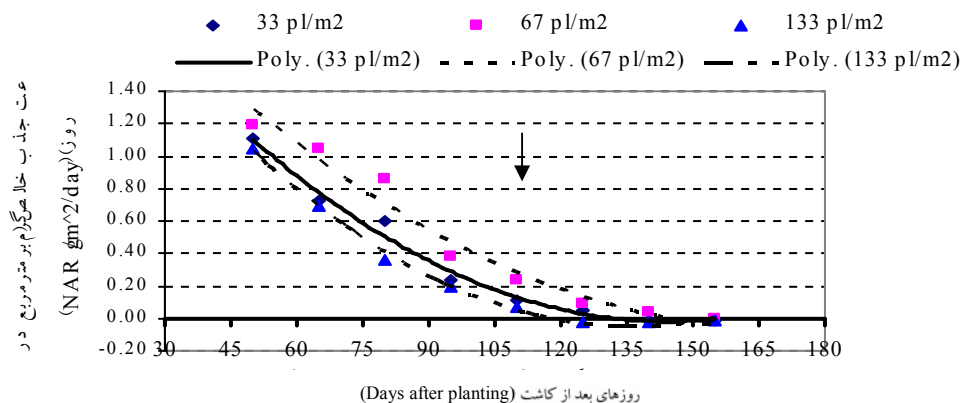
شکل ۱۴- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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



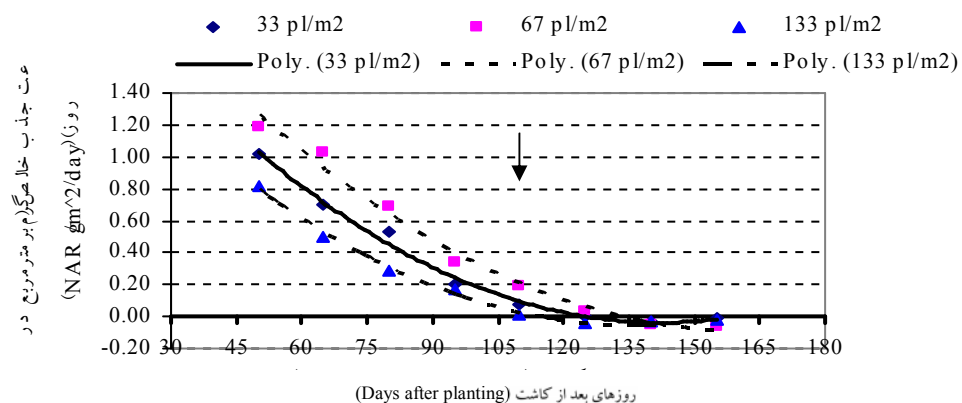
شکل ۱۳- روند سرعت جذب خالص در رقم گلبرگ‌دار با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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	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 بوته	0.0013 ^{**}	0.000126 ^{**}
Error (b)	خطای (ب)	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
Cultivar	رقم	آرایش مستطیل R.P.P.	
		اثر اصلی آرایش کاشت Main effect of planting pattern	
Petalld	گلبرگ‌دار	2.10 d	0.47 d
Apetalous	بدون گلبرگ	2.34 b	0.49 b
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 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 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 پایین، 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

تراکم Density	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 بوته)	
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 بوته)		
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

rapeseed cultivars in three plant densities			
تراکم Density	کارآیی 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.

۱/۱ کیلوگرم در هکتار) (اوزون، دوچه 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 (۱۳۹۵/۱۳۹۶ و ۱۳۹۷/۱۳۹۸)

سطح برگ، میزان ماده خشک و سرعت جذب خالص
بالتر رقم بدون کلبرک و نشان دهنده قابل
کشت متراکم تر این رقم نسبت به رقم
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 بادهان 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، 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 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). 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؛ اصفهان؛ ص ۳۳.
۱۳۹۵. پور، ع. ن. ۱۳۹۵. ک. ۱۳۹۵. گلعدان، 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؛ 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.