

## 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، مسعود اصفهانی، حبیب اله سمیع زاده لاهیجی و محمد ربیعی

#### 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. ( ): -

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، آزما در سال زراعی - در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. طرح آزما مورد استفاده در این تحقیق کرت های مربعی 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 ( و ) بوته در مترمربع) به عنوان عوامل فرعی اول و دوم به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شد. 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 ۱ درصد نسبت به رقم گلبرگ دار بیشتر بود ( و / و / ). از نظر میزان ماده خشک نیز رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک درصدی برخوردار بود ( و / و / گرم ماده خشک در مترمربع). نتایج در مورد سرعت رشد (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) نیز صادق بود ( / درصد و / درصد). افزایش تراکم سبب شد که حداکثر سطح برگ و وزن خشک کل در فاصله زمان زودتری از 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 / درصدی برخوردار بود ( و / و / گرم بر مگازول) که از آن اختلاف در کارآیی مصرف تابش موجب برتری / درصدی این رقم از نظر عملکرد دانه شد. در مجموع رقم بدون گلبرگ نسبت به رقم گلبرگ دار از یک برتری برخوردار بود.

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

تاریخ دریافت: / /

- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان (ه)
- استادیار دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
- محقق مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

جذب تابش خورشیدی منجر به افزایش عملکرد شود ( ) .

عملکرد کل ماده خشک نتیجه کار آ

از نظر استفاده از تابش خورشید در طول فصل رو است، در این ارتباط جامعه گیاهی از به سطح برگ کافی دارد که یکنواخت توزیع شده باشد و سطح زمین را کاملاً بپوشاند. این هدف با تغییر تراکم بوته ها و توزیع مناسب بوته ها روی سطح زمین بسر است، بنابراین یکی از مهمین وظایف مزرعه انتخاب تراکم بوته و ارایش مناسب کاشت جهت جذب حداکثر تابش خورشیدی است ( و همکاران، ) . از این رو،

بازمان ماده خشک به دلیل اهمیت اقتصادی

عنوان یک عامل تعیین کننده رشد محسوب می شود ( بن زاده، ) . بر این اساس و همکاران ( ) در که بر روی کلزا در سه تراکم ( و بوته در مترمربع) انجام داده بودند گزارش کردند که دو تراکم و بوته در مترمربع به ترتیب بن و کمترین وزن خشک کل گیاه را به خود اختصاص دادند. تراکم ی و بوته در مترمربع به ترتیب بن و پا. بن سرعت رشد گیاه را داشتند.

ابوالحسنی ( ) 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 کلارک 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 آنرا می توان با فتوسنتز شدید خورج و تقاضای بذری در این دوره توجیه نمود

کلزایک از مهمین دانه های روغن است که روغن آن بسته به ترکیب اسیدی چرب آن، برای مصارف انسان و مورد استفاده قرار می گیرد. و مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه های مختلف کلزا، بر ساختار سایه اندازگی و در نهایت عملکرد دانه و روغن تاثیر بسزایی دارد (زواره و امام، ) . یکی از این صفات مورفولوژیک مهم در کلزا، صفت بدون گلبرگ است. در کلزاهای در اکثر مراحل رشد و نمو، توده گل، ی زرد رنگ در لابه انداز، سطح منعکس کننده ای را تشکیل دهند که باعث کاهش نفوذ تابش خورشیدی و تغیر

در گیاه شده و در نتیجه سبب کاهش دوام سطح سبز برگ ها و کاهش میزان تجمع ماده خشک در طول دوره گل دهی 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

عملکرد بالا، تامین شرایط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بن حد کار آراش است ( و همکاران، ) . دست به ارایش ف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته ها در واحد سطح زمین بسر است ( و همکاران، ) . اثر توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب نور در درون پوشش گیاهی می شود. بنابراین اثر اصلی آرایش کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در توزیع انرژی خورشید است و افزایش

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

4- Crop Growth Rate  
5- Net Assimilation Rate

اندام های هوا. عامل مؤثر در میزان جذب تابش ورودی در مراحل مختلف چرخه زندگی ماه مه. علاوه بر جذب تابش فعال ی افزایش بازده تبدیل تابش فعال فتوسنتزی (PAR) به ماده خشک- کارا. مصرف تابش- ناز عوامل مؤثر در تولید ماده خشک است (همکاران، راتو و مندهام، Rao and Mendham, 1991) مصرف تابش (RUE) کلزا را در مرحله قبل از گلدهی / - / گرم بر مکزول برآورد کردند. در آزمایشی مندهام و همکاران (Mendham et al., 1981) مصرف تابش برای کلزای زمستانه را / / گرم در مکزول برآورد کردند (به نقل از جستس و همکاران (Justes et al., 2000)). فرای همکاران (Fray et al., 1996) در بررسی ی بولوژیک ی ون گلبرگ و خورج ی افزایش یافته در کلزا، با استفاده از یک لاین بدون گلبرگ، یک لاین با خورج ی افزایش یافته و دو رقم محلی گلبرگ دار به این بجه رسیدند که لاین زرد رنگ درصد تابش فعال فتوسنتزی را جذب می کند و فقط اجازه نفوذ درصد از تابش فعال ی را می دهند که این موضوع باعث محدود شدن راندمان فتوسنتزی شود و در نتیجه مواد فتوسنتزی برای خورجین ها و دانه ها کاهش می یابد. در ژنوتیپ بدون گلبرگ این وجود دارد که سقط خورجین ها و دانه در آنها، به علت بهبود انتقال تابش به خورجین ی تشکیل شده تحتانی در گل آذین، کاهش یابد، بنابراین امکان بقای خورجین ها و دانه ها افزایش می یابد. با توجه به ویژگی زراعی و بولوژیک رقم بدون گلبرگ کلزا و قابلیت آن برای افزایش عملکرد در تراکم ی بوته بالاتر، هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر شاخص های رشد و کارایی مصرف تابش دو

(به نقل از: ابوالحسن). شاخص سطح برگ (LAI) در کلزای - / - بر است. حداکثر شاخص سطح برگ در کلزا در اوایل دهم ایجاد می شود و پس از آن شاخص سطح برگ کاهش می یابد (امیرمردی). عامل مؤثر در عملکرد دانه شاخص سطح برگ مطلوب است، اگر شاخص سطح برگ در زمان کوتاهی سطح مطلوب برسد، حداکثر عملکرد دانه می شود. سطح برگ موجب جذب کمتر تابش خواهد شد که نهایتاً کاهش سرعت رشد گیاه را به دنبال خواهد داشت (همکاران، آلن و همکاران (Allen et al., 1975)) آزمایش بر روی کلزا گزارش نمودند که تعداد خورجین ها و تعداد دانه در خورجین LAI در شروع گل دهی دارد. آنها اظهار کردند که مواد پرورده ساخته شده در اطراف گل آذین در طی گرده افشانی بن عملکرد است. ( ) در تحقیق بر روی روند رشد سو در سطوح مختلف تراکم بوته، نتیجه گرفت که با افزایش تراکم گیاهی، وزن خشک کل، میزان فتوسنتز خالص و شاخص سطح برگ اختلاف معنی داری نشان دادند و سرعت رشد گیاه در سه تراکم ( و متر فاصله بوته روی خطوط کشت) زمان افزایش یافته و پس از رسیدن به یک حداکثر، کاهش می یابد. در آزمایشی که مهرداد و همکاران ( ) بر روی آفتابگردان انجام دادند، گزارش کردند که با افزایش فاصله ردیفی کاشت از آرایش بکنواخت به غیر بکنواخت، مقدار کل ماده خشک (LAI و CGR) کاهش می یابد. کارایی مصرف تابش خورجین ی است که بطور گسترده در مدل ی ارزیابی اهان مورد استفاده قرار می گیرد (Morrison and Stewart, 1995). از طرفی آرایش

1- Total Dry Matter

2- Photosynthetic Active Radiation

3- Radiation Use Efficiency

رقم کلزای کلبرک دار و بدون کلبرک بود.

### مواد و روش

این آزمایش در قالب کرت، ی خرد شده فاکتوریل (اسپلیت پلات فاکتوریل) با طرح پابلوک های کامل تصادفی تکرار طی سال زراعی - در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در کب جاده رشت - تهران در شهرستان رشت که طول و عرض جغرافی آن درجه و ' دقیقه و عرض جغرافی آن درجه و ' دقیقه از نصف النهار ۳ و ارتفاع از سطح در - متر بود، به اجرا گذاشته شد. دو تیمار آزما (آرا) ی کاشت مربع و مستطی (به عنوان عامل اصلی و ارقام در دو سطح کلبرک دار (Hyola 401) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع بوته حدود سانتیمتر، عملکرد دانه حدود کیلوگرم در هکتار که از بخش اصلاح بذرات برنج کشور تهیه شده بود) و بدون کلبرک (Hylite 201) (بهاره، نسبتاً زودرس، ارتفاع بوته حدود سانتیمتر، عملکرد دانه حدود کیلوگرم در هکتار که از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و کرکان تهیه شده بود) و تراکم بوته در واحد ( و ' بوته در مترمربع) ب عوامل اول و دوم به صورت فاکتوریل در نظر گرفته شدند. خاک مزرعه آزما دارای رس، هدا، الکتربک / دس ز. / pH= و کربن آل / درصد و کشت قبل آن کلزای بود. از کاشت، بات تهیه زمین شامل شخم با کاو آهن برکردن دار و دیسک در مهر ماه اجرا شد. از علف کش ترفلان به صورت قبل از کاشت، به مقدار ' بتر در هکتار جهت کنترل علف، ی هرز استفاده شد و بلافاصله بعد از آن دیسک دوم زده شد. ابعاد واحدهای آزمایشی  $\times =$  د. کودهای بتروژن از منبع اوره و

فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان کیلوگرم در هکتار مصرف شدند. کود نیتروژن به صورت سرک در دو مرحله قبل از ساقه دهی و قبل از دهی به مقدار ' کیلوگرم در هکتار از منبع اوره مصرف شد. و با توجه به شرایط آب و هوا، شهرستان رشت و احتمال غرقاب شدن مزرعه در اثر نزولات جوی، در بین بلوک ها و واحدهای آزما، زه کش ایجاد کاشت بذر به صورت دست در ابان ماه انجام شد. بعد از سپری شدن مرحله چهار برگ ها، به تنک کردن بوته، ی اضافی مبادرت شد، با تغیر فواصل بوته، روی ردی کاشت، تراکم، ی مورد نظر و آرا، کاشت مربع و مستطیل ایجاد شدند. پس از استقرار کامل ها در زم برداری ها شروع (پس از روز پس از کاشت) و به فاصله هر روز یک بار بارعا. اثر حاشیه ای روز پس از کاشت ادامه داشت. در هر نمونه برداری از فضای نمونه برداری هر کرت، ی موجود در / متر مربع به طور تصادفی برداشت و سپس در پاکت ها که شماره گذاری شده بود، قرار داده شدند و بلافاصله به آزمایشگاه بولوژی بقات برنج کشور منتقل و اندازه ی، ی مربوط به سطح برگ (با استفاده از دستگاه اندازه ی سطح برگ (Licore-3100 Area meter, USA) و وزن (با خشکانیدن جداگانه نمونه ها در آن در دمای درجه سانتیگراد به مدت ساعت و توزین) روی آنها انجام گرفت.

### ی رشد

برای ارزی ی رشد از مقادیر سطح برگ و وزن خشک اندام، ی هوا، ی موجود در / 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  $TDW = W = e^{a+bt+ct^2}$

وزن خشک برگ

$$e^{a'+bt'+ct'^2} \text{ و Leaf Dry Weight (LDW)}$$

برگ  $LAI = e^{a''+b''t'+c''t'^2}$  ی از TDW

RGR بدست خواهد آمد. از حاصلضرب RGR در وزن

خشک کل، CGR، بن شده و NAR ی از نسبت CGR

LAI آید، بنابراین:

$$RGR = b + 2ct \quad (\text{رابطه } 1)$$

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

$$NAR = (b + 2ct)e^{(a-a')+(b-b')t+(c-c')t^2} \quad (\text{رابطه } 3)$$

$$LAI = e^{a''+b''t'+c''t'^2} \quad (\text{رابطه } 4)$$

در رابطه ی فوق t زمان، a' c' b' a' c' b' a

ضرایب ثابت معادلات و e به لکار است.

کارآ مصرف تابش (RUE)

برای محاسبه کارآ مصرف تابش (RUE) از

شدن کامل سایه انداز در دو

یک بار، در ساعات وسط روز، میزان فعال

ی (PAR) در وسط و انداز،

ک بار در پنج نقطه از

هر کرت با استفاده از دستگاه تابش سنج

(Skye Instruments LTD, UK) اندازه ی

این پنج قرائت جهت تعیین و محاسبه میزان

تابش در برای مورد در محدوده

PAR برای هر کرت فرعی در نظر گرفته شد

( و همکاران، و (زاده،) برای

بن درصد جذب تابش (LI) Light Interception از

رابطه ( ) استفاده شد (Wells, 1991):

$$LI\% = (1 - \frac{I}{I_0}) \times 100 \quad (\text{رابطه } 5)$$

در این رابطه، LI جذب تابش، I زان تابش ز

و I<sub>0</sub> زان تابش در بالای

ب استهلاك نوری (K) که ضریب استهلاك

برگها در طول موج انتخاب شده است و LAI

شاخص سطح برگ است. نمودار Ln (I<sub>0</sub> / I)

LAI ک خط مستقیم است که K

تراکم برگ بین ردی راست

(Wells, 1991):

$$K = LAI / \ln (I_0 / I) \quad (\text{رابطه } 6)$$

کارآ مصرف تابش (RUE) ز از طر.

ب خط رگرسیون بین ماده خشک کل (گرم در

( و تابش تجمع (مکا ژول در متر مربع) بر آورد

( و همکاران، و (زاده،) .

تابش ورودی روزانه با استفاده از رابطه آنکستروم (رابطه

( و با کمک داده های بدست آمده از ایستگاه

هواشناسی به سازی (Rietveld, 1987):

$$R_s = R_a [a + b(n / N)] \quad (\text{رابطه } 7)$$

در این فرمول، R<sub>s</sub> تشعشعات خورشیدی رسیده به سطح

زمین R<sub>a</sub> زان تشعشعات در بالای a و b ضرایب

مخصوص هر محل، n ساعات آفتاب واقع شهر رشت در

هر ماه و N کل ساعات آفتاب که با توجه به عرض

جغرافی تواند در محل وجود داشته باشد.

سپس تابش جذب شده در هر مرحله نیز از ضرب

تابش ورودی به سازی شده، و درصد تابش جذب شده

در ی، به دست آمد و نهایتاً مقدار کل

تابش جذب شده در هر مرحله به صورت تجمع

گرد: ( و همکاران، زاده،) . در

درصد تابش ورودی روزانه به عنوان PAR در

( و همکاران، زاده،

( برای بن معادله ر که بتواند تغییرات وزن

خشک و شاخص سطح برگ را نسبت به روزهای بعد از

کشت بیان کند از نرم افزار کامپی SAS که معادلات

ای (R<sup>2</sup>) را تعیین کند استفاده

داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل

گرد: 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.

## بیج و بحث

### وزان تجمع ماده خشک

طور کلی روند تجمع ماده خشک در بین ارقام، تراکم و آرایش مختلف کاشت کلزا در آرایش مشابه و به صورت سه ی بود (شکل ۱ ی). به واریانس داده ی حاصل از ماده خشک در 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 یک درصد معنی دار بود (جدول). ی حاصل از اثر برهمکنش آرایش، رقم و تراکم کاشت نشان داد (جدول ۱ ی) که بالاتر از وزن ماده خشک مربوط به آرایش مربع و رقم بدون گلبرگ و تراکم ' بوته در متر مربع بود (شکل ۱). رسد که این افزایش در رقم بدون گلبرگ به دلیل مورفولوژی خاص این رقم باشد. چون در این رقم به خاطر نداشتن گلبرگ، پوشش گیاهی باز بوده و تابش به راحتی ی نفوذ می کند و برای آرایش کاشت نوز، آرایش مربع به جهت توزیع بهتر تابش در ی ها، توانا ی برای جذب تابش دارد و از شروع رشد تا پایان دوره رشد ماده

خشک ی را توسط مقدار ماده خشک در تراکم ' بوته در متر مربع به دلیل بالا بودن شاخص سطح برگ و سرعت رشد در این تراکم بود و در آنها. ن عملکرد دانه در آرایش تراکم نسبت به سایر تراکم، (شکل ۱ ی). بیج حاصل از آرایش ی بر محققان مطابقت داشت (Rao et al., 1991). رائو و همکاران (Rao et al., 1991) نشان دادند که خاصیت بدون شود که توزیع تابش در داخل پوشش در زمان گل دهی بهتر صورت گیرد و دوام برگ ها در کلیه تراکم ها افزایش یابد، بنابراین در تراکم ی بالاتر در سراسر فصل رشد، سطح برگ بالاتری وجود داشته و در نتیجه وزن ماده خشک افزایش. ر (McGregor, 1987) نشان داد که علت کاهش وزن خشک در تراکم ی بالاتر از حد مطلوب، سایه اندازی برگ ها و کاهش کارآیی فتوسنتز برگ ها در مرحله گل دهی و بعد از آن است و در تراکم کمتر بوته ها، حداکثر ماده خشک و سطح برگ دیرتر حاصل شد و دوام بیشتری نیز پیدا کرد که این موضوع منجر به تاخیر در رسیدن به مدت ' روز شد.

جدول - تجزیه واریانس برای ی رشد دو رقم کلزای بدون گلبرگ و گلبرگ دار در آرایش کاشت و تراکم های مختلف در مرحله گل دهی

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 <sup>ns</sup>	57.33 <sup>ns</sup>	0.0000028 <sup>ns</sup>	0.000044 <sup>ns</sup>
Planting pattern (PP)	آرایش کاشت	1	0.1190 <sup>**</sup>	254184.02 <sup>**</sup>	0.1778 <sup>**</sup>	0.0413 <sup>**</sup>
Error (a)	خطای (الف)	2	0.0003	11.44	0.000053	0.000011
Cultivar (C)	رقم	1	0.0930 <sup>**</sup>	232484.69 <sup>**</sup>	0.021 <sup>**</sup>	0.0152 <sup>**</sup>
Plant density (D)	تراکم	2	1.9090 <sup>**</sup>	756382.33 <sup>**</sup>	0.4599 <sup>**</sup>	0.158 <sup>**</sup>
PP × C	آرایش کاشت × رقم	1	0.0272 <sup>**</sup>	13884.69 <sup>**</sup>	0.0182 <sup>**</sup>	0.000044 <sup>ns</sup>
PP × D	آرایش کاشت × تراکم	2	0.0212 <sup>**</sup>	3552.11 <sup>**</sup>	0.006 <sup>**</sup>	0.00753 <sup>**</sup>
C × D	رقم × تراکم	2	0.0185 <sup>**</sup>	25025.44 <sup>**</sup>	0.0061 <sup>**</sup>	0.000053 <sup>ns</sup>
C × PP × D	رقم × آرایش بوته × تراکم بوته	2	0.0067 <sup>**</sup>	2714.11 <sup>**</sup>	0.0097 <sup>**</sup>	0.00064 <sup>**</sup>
Error (b)	خطای (ب)	20	0.0002	15.59	0.00018	0.000074

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

\*\* : دار در سطوح احتمال درصد  
: ns معنی دار

جدول - ن صفات کب در دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت مربع و بل در مرحله کل ده

Table 2- Mean comparison of plant traits in petalld 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 <sup>2</sup> )	CGR (g/m <sup>2</sup> /day)	NAR (g/m <sup>2</sup> /day)
S.P.P آرایش مربع					
Petalld	گلبرگ دار	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	گلبرگ دار	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

ی، در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار ندارند.

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

جدول - ن صفات کب دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت مربع و بل و تراکم ی بوته در واحد سطح در مرحله کل ده

Table 3- Means comparison of plant traits of petalld 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 <sup>2</sup> )	CGR (g/m <sup>2</sup> /day)	NAR (g/m <sup>2</sup> /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

ی، در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی دار 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 ' ). از طرف تراکم ' بوته باعث ایجاد یک پوشش متراکم از گلها و سپس خورج شود که روی برگ، اندازه، در صورتی که در تراکم تعداد گلها کمتر است و باعث می شود سطح برگ، بیشتر گسترش یافته و دوام بیشتری داشته باشد

به واریانس داده، ی حاصل از مرحله کل ده. نشان داد که اثر آرایش کاشت، رقم و تراکمها و اثر برهمکنش آنها بر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ). جدول مقایسه ی حاصل از اثر برهمکنش آرایش کاشت، رقم و تراکم نشان داد که (جدول، ی )

جدول ۱ - بن صفات گی 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 <sup>2</sup> )	CGR (g/m <sup>2</sup> /day)	NAR (g/m <sup>2</sup> /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

ی. در هر ستون، دارای حرف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی‌دار ندارند.

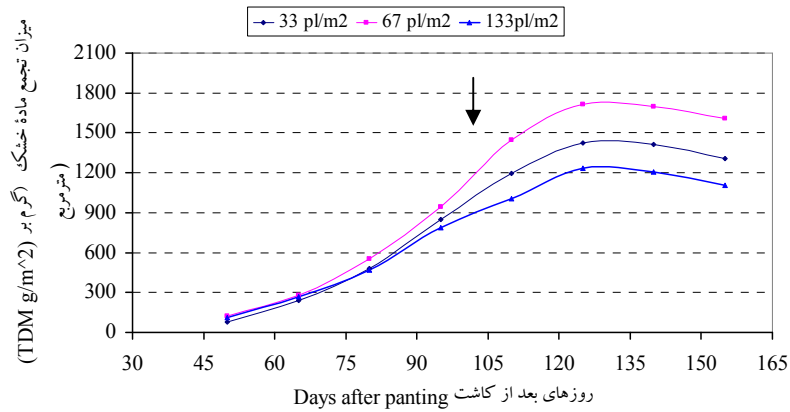
Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level-using Tukeys Test.

به شکل، ی (به مراجعه شود). توسعه و گسترش سطح برگ در گیاهان زراعی به عوامل مختلف، دما، تراکم بوته در واحد سطح و میزان مواد غذا. در دسترس بستگی دارد که این عوامل می‌تواند باعث به وجود آمدن تفاوت، در شاخص سطح برگ بمارهای مختلف گردد (امام و نیک‌نژاد). در اوایل رشد به دلیل متوقف شدن فعالی رشدی ماه 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 کل. بمارها شروع شد و این روند تا اوج مرحله کل‌دهی ادامه داشت (بطوری که در این دو رقم گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ شاخص سطح برگ در مرحله کل‌دهی

شود LAI کاهش می‌یابد (زاده، ۱۳۹۰). احتمالاً این ریزش برگ‌ها در رشد دانه‌ها و خورجی‌ها اختلال ایجاد نمی‌کند چون خورجی‌ها و ی سبز به طور فعال فتوسنتز کرده و پس از ریزش برگ‌ها مواد پرورده لازم برای رشد خورجی‌ها و دانه، رافراهم می‌کنند. ریزش برگ، ی کردد که نفوذ تابش به داخل پوشش گیاهی برای ها و خورجی‌ها بیشتر شود و آنها با کارآیی حاصل از آزمون‌های محققان مطابقت دارد (ابوالحسن؛ امیرمردی، پور و همکاران، زاده). سرعت رشد گیاه

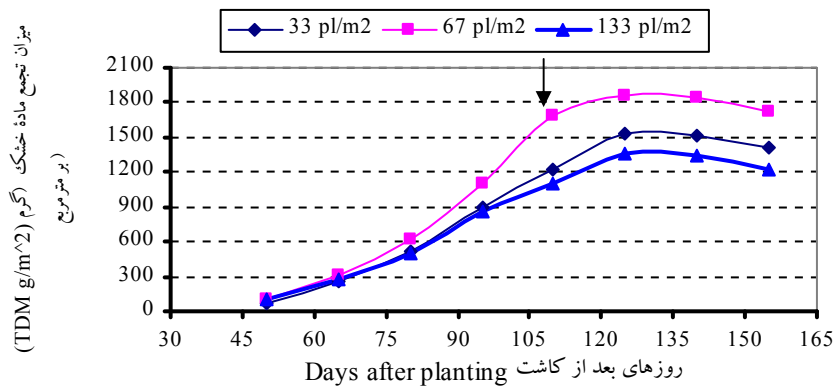
و ( / و / بود) و بعد از آن دوباره یک روند کاهش در شاخص سطح برگ مشاهده شد (شکل، ی). بزای LAI در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی کم است ولی به تدریج با رشد و افزایش برگ، ی ماه LAI افزایش حداکثر خود می‌رسد و در این زماند اما با پیر شدن گیاه و ریزش





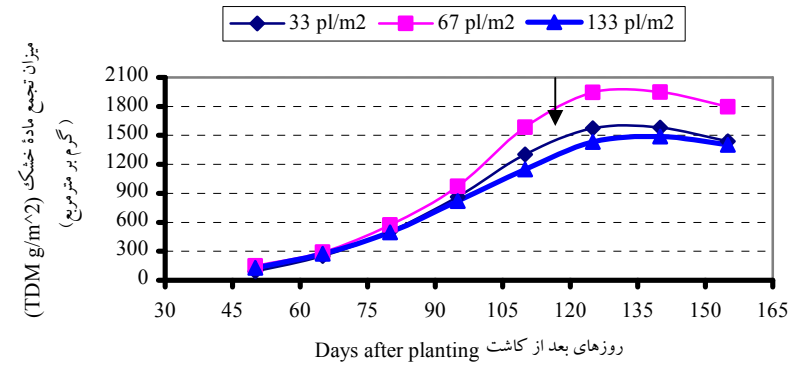
شکل ۲- روند تجمع ماده خشک رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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



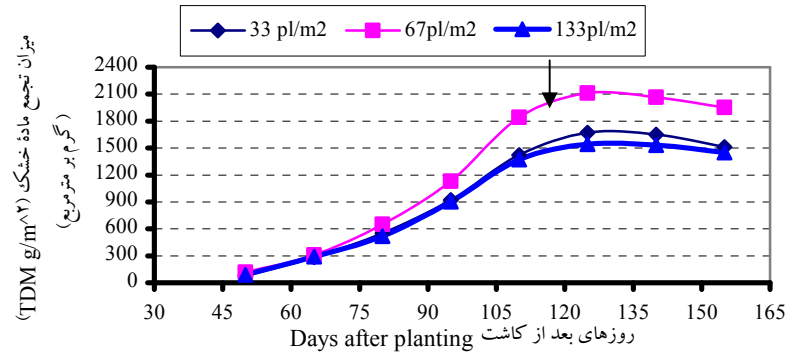
شکل ۴- روند تجمع ماده خشک رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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.

کاشت مربع، تراکم ' بوته در مترمربع و رقم بدون کلبرک بود ( / گرم بر مترمربع در روز، شکل جدول ). رقم بدون کلبرک به دلیل داشتن سطح برگ بیشتر و تولید ماده خشک بیشتر نسبت به رقم کلبرک دار، سرعت رشد ی داشت و از بز به دلیل نفوذ بهتر تابش به داخل پوشش گی از برخوردار بود. تراکم ' بوته در متر مربع دلیل ای که بوته ها از فضا و سایر منابع به اندازه کافی استفاده نموده و رقابت گی در حداقل بود. در این تراکم ی بن سرعت رشد را داشت. همان طور که مشاهده م شود در اوایل رشد، به دلیل کافی نبودن بن بودن درصد جذب تابش، کوتاه بودن روزها و دمای بن هوا، گیاه از سرعت رشد کمتری برخوردار بودند (به شکل، ی مراجعه شود). با خروج از مرحله روزهت و افزایش سطح برگ و در نتیجه بهره ی بهتر از تابش خورشیدی، زان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش و به تبع آن سرعت رشد گیاه نیز روند افزایش داشت. در مراحل بعدی، بر اثر سایه اندازی اندام ی بر روی برگ ها، کاهش قدرت ی ی، ی و ریش برگ ها، سرعت رشد گیاه به سرعت کاهش ( پور و همکاران، ). از محققان معتقدند که CGR رابطه با سطح فتوسنتز کننده دارد، به طوری که در تراکم ی مطلوب توزین ها و سطح برگ در واحد سطح بخواخت تر شده و برگ، ی برای جذب تابش و فتوسنتز پیدا کنند و در نتیجه مقدار CGR افزایش (Sidlauskas and Bernotas, 2003). بن سرعت رشد و میزان تابش جذب شده توسط برگ، ی گیاه رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که در ابتدای فصل رشد به دلیل کم بودن سطح دریافت کننده تابش (برگ، ) زان دریافت تابش کم است، در نتیجه ماده خشک کمتری بد شده و میزان CGR هم کم است.

اما با رشد سری باه و افزایش سطح برگ جذب تابش افزایش پیدا کرده و CGR هم افزایش حاصل از این آزمایش ی بر محققان موافقت دارد. (ت ابوالحسن؛ امیرمیرادی، پور و همکاران، ' زاده، ).

### 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 یک درصد دار بود (جدول ). اثر برهمکنش نشان داد که (جدول، ی ) بزبان سرعت جذب خالص مربوط به آرایش کاشت مربع، تراکم ' بوته در مترمربع و رقم بدون کلبرک بود (شکل ). رقم بدون کلبرک در تمام مراحل رشدی دارای NAR بود (به شکل، ی مراجعه شود). بن تراکم، ی زان نشان داد که در تراکم، ی زان کاهش NAR تر بود و در این تراکم، NAR در انتهای دوره افزایش ابوالحسن ( ) روند نزولی NAR با گذشت زمان را در کلزا گزارش نمود. افزایش NAR در انتهای دوره م توان به کاهش رقابت در اثر ریش برگ ها و فتوسنتز شدید خورج ها که سطح فتوسنتز کننده را تشک 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 روز پس از کاشت مقدار جذب خالص روند نزولی پیدا کرد، که این موضوع عمدتاً ناشی از افزایش برگ ها و افزایش تعداد برگ در بوته های کلزا و در بجه زیاد شدن سایه اندازی بن آنها م جذب خالص از روز پس از کاشت از یک روند کاهش کندتری برخوردار بود که به نظر م رسد

که این موضوع ناشی از مسن شدن برگ‌ها و کاهش بد مواد پرورده، تخریب تدریجی کلروفیل و کاهش غلظت آن در سطح برگ و همچنین افزایش تنفس در مقایسه با فتوسنتز در اثر نزدیک شدن به مرحله رسوب بولوژیک دانست.

### کارآیی مصرف تابش

به واریانس داده‌ی حاصل از کارآیی مصرف تابش نشان داد که در اثر رقم، تراکم بوته، آرایش کاشت و اثر برهمکنش آنها بر کارآیی مصرف تابش در یک درصد معین دار بود (جدول ۱). جدول ۱. بساط مبین اثر برهمکنش آرایش کاشت در رقم نشان داد (جدول ۱) که بین کارآیی مصرف تابش از آرایش کاشت مربع و از رقم بدون گلبرگ حاصل شد ( / گرم بر مگاژول) و کمتر از آن نیز از آرایش کاشت مستطیل برای رقم کلزای گلبرگ‌دار (جدول ۱) با توجه به اینکه میزان بد ماده خشک یک ماه به وسیله

بزان فتوسنتز ناخالص، تنفس نوری و تنفس تاریک شود، اثر توزیع بکنواخت بوته در واحد سطح بر توزیع مناسب تابش در درون پوشش گیاهی اشکار می‌شود (امام و دیگران، ۱۳۸۴). گزارش شده است که میزان تابش جذب شده به وسیله

کلزا به سال، فاصله ردیف و تراکم بوته، دارد. تراکم بوته‌ها تعداد برگ‌ها و سطح خورجی‌ها را برقرار داده و با افزایش تراکم از یک حد مطلوب، میزان تابش جذب شده و کارآیی مصرف تابش کاهش می‌یابد طوری که میزان تابش در

در کلزای کاشته شده با میزان بذریکسان در فاصله ردیفی بیشتر بود (Morrison, et al., 1990). گزارش شده است که در

ماه ذرت یک دلب‌ل برای کارآیی RUE در آرایش کاشت مربع می‌تواند توزیع تابش فعال (PAR) در داخل پوشش گیاهی باشد و دل‌ب‌ل احتمالاً در بیشتر و یا کاهش تنفس

بر آرایش کاشت است (همکاران، ۱۳۸۴). بیشتر بودن میزان شاخص سطح برگ و وزن خشک و بطور کلی سرعت رشد گیاه 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 بیشتر از آرایش مستطیل بود. هیچ حاصل از این آزمایش‌ها (احمدوند و همکاران، ۱۳۸۴)

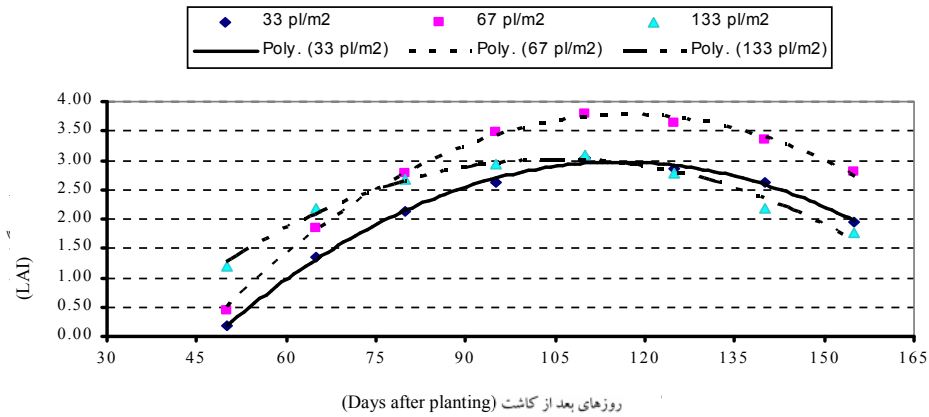
(Andersen et al, 1996) مطابقت دارد. بالا بودن میزان کارآیی مصرف تابش در رقم بدون گلبرگ نشان دهنده این است که این رقم در تبدیل انرژی به ماده خشک بهتر عمل کرده و از یک واحد تابش، مقدار بیشتری تولید کرده است.

بودن شاخص سطح برگ و میزان سرعت جذب خالص در این رقم (درصد و / درصد نسبت به رقم گلبرگ‌دار) باعث شد که این رقم نسبت به رقم گلبرگ‌دار بتواند در جذب انرژی خورشیدی داشته باشد.

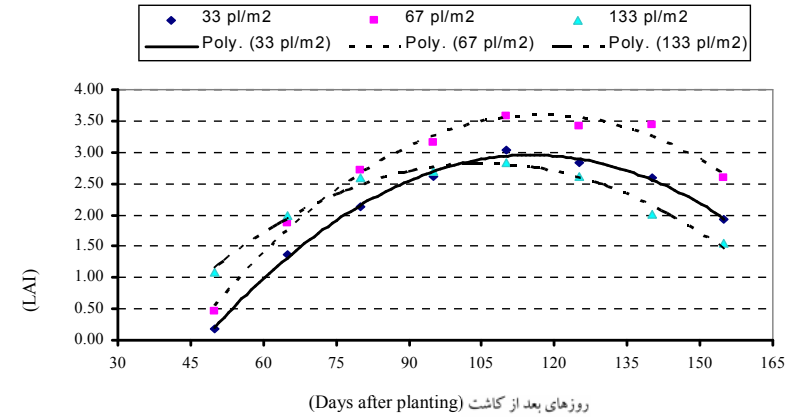
بین اثر برهمکنش آرایش کاشت × تراکم بوته نشان داد (جدول ۱) که بین کارآیی مصرف تابش مربوط به آرایش کاشت مربع در تراکم بوته در مترمربع بود ( / گرم بر مگاژول بر مترمربع). رسد که در تراکم بوته در مترمربع

و آرایش کاشت مربع، به علت توزیع مطلوب نفوذ تابش فعال فتوسنتزی به درون پوشش گیاهی صورت گرفته و در نتیجه با همان میزان تابش نفوذی به نحو مطلوبی استفاده نمود. بساط مبین اثر برهمکنش رقم و تراکم بوته نیز نشان داد که

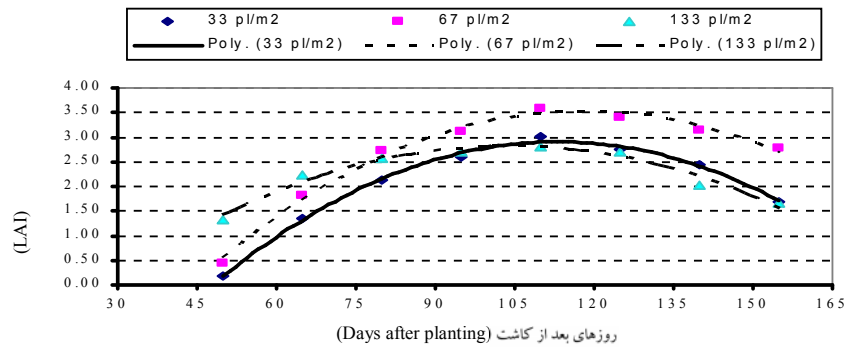
بزان کارآیی مصرف تابش مربوط به رقم بدون گلبرگ در تراکم بوته در مترمربع / گرم بر مگاژول بر مترمربع بود (جدول ۱). مندهام و همکاران (Mendham, et al., 1981) کارآیی مصرف تابش برای کلزای زمستانه را در انگلستان



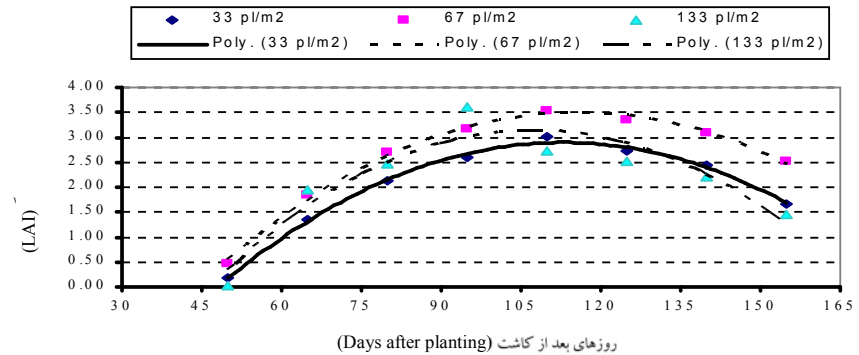
شکل ۶- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته  
Fig. 6. LAI variation in apetalous rapeseed at square planting pattern and three plant densities



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

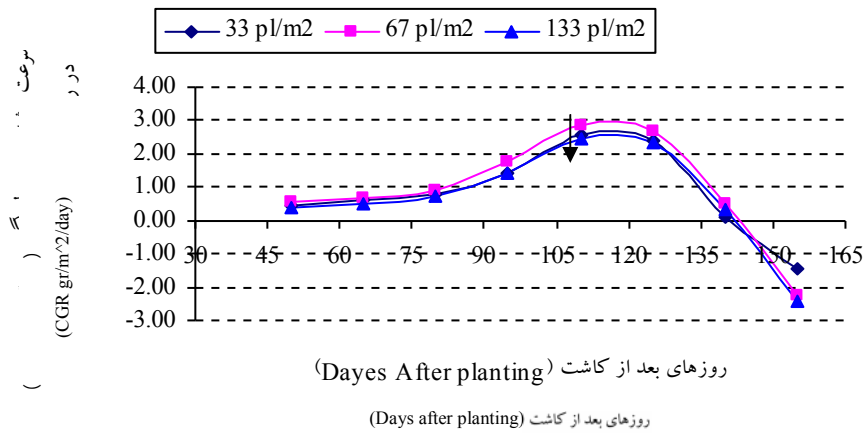


شکل ۸- شاخص سطح برگ در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته  
Fig. 8. LAI variation in apetalous rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.



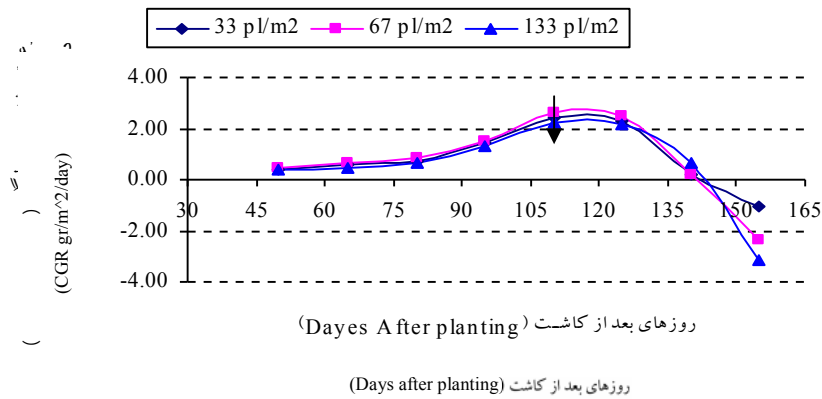
شکل ۷- شاخص سطح برگ در رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته  
Fig. 7. LAI variation in petalled rapeseed at rectangular planting pattern and three plant densities.

"اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر..."



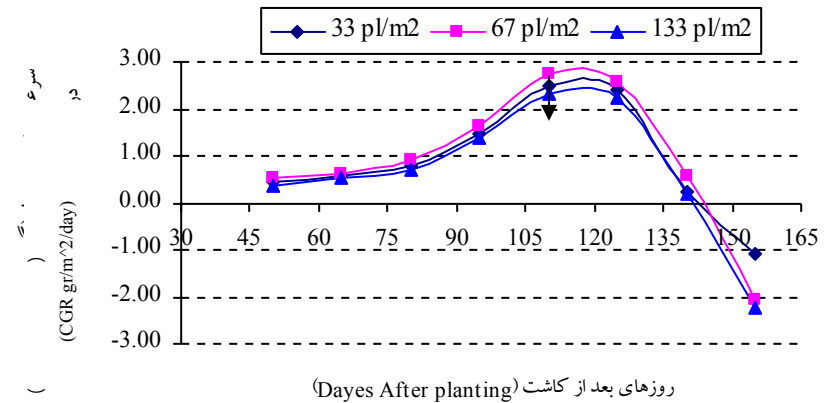
شکل ۱۰- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



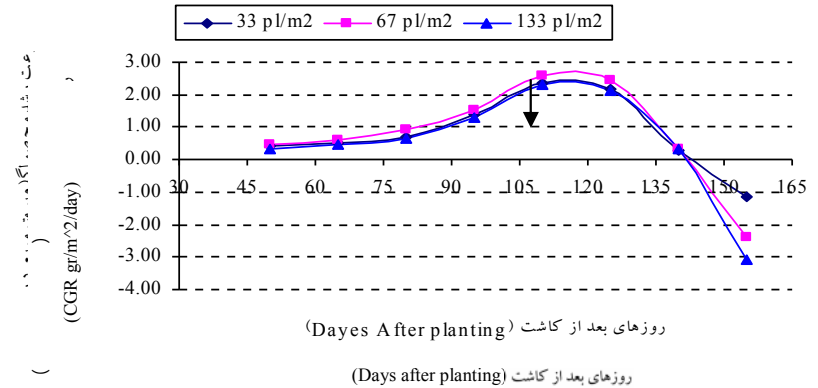
شکل ۱۲- روند سرعت رشد گیاهی در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



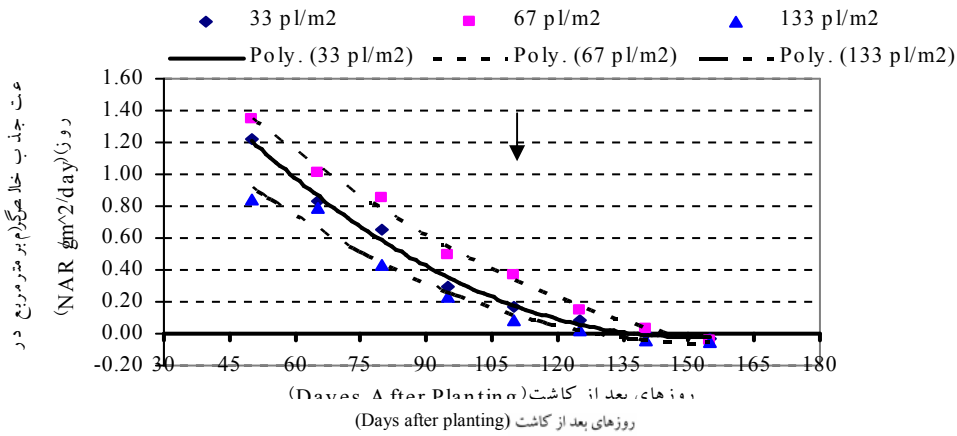
شکل ۹- آرایش کاشت مربع در سه تراکم

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



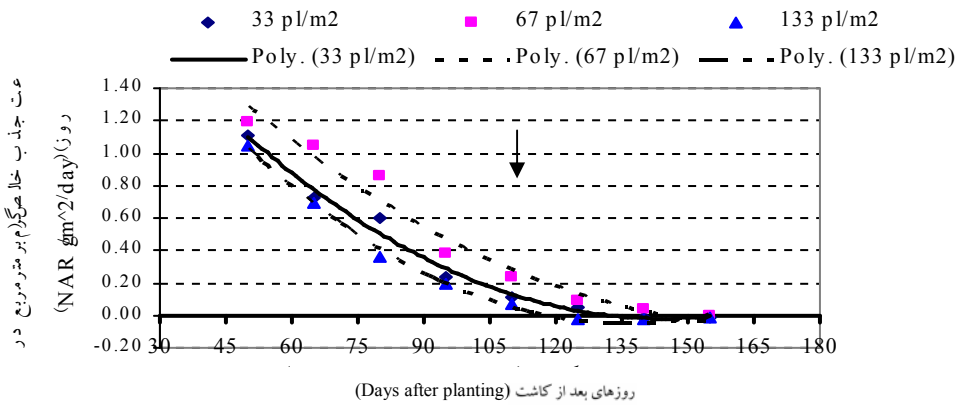
شکل ۱۱- روند سرعت رشد گیاهی در رقم گلبرگ دار با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم

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



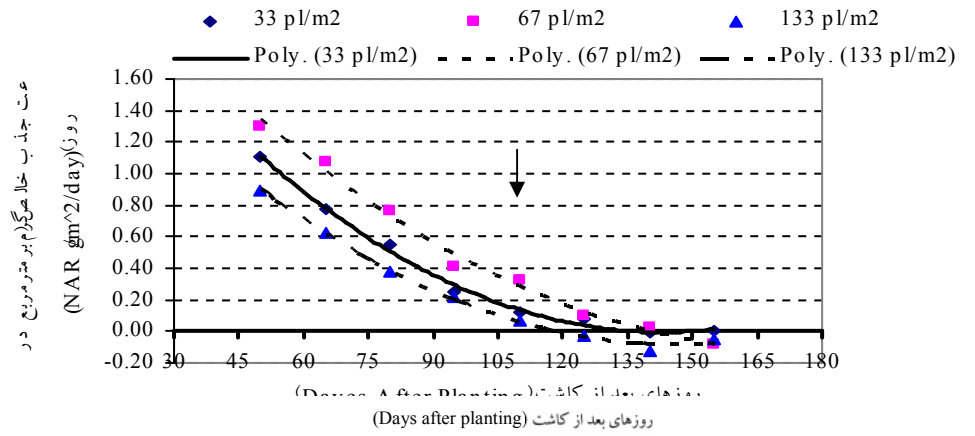
شکل ۱۴- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مربع در سه تراکم بوته

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



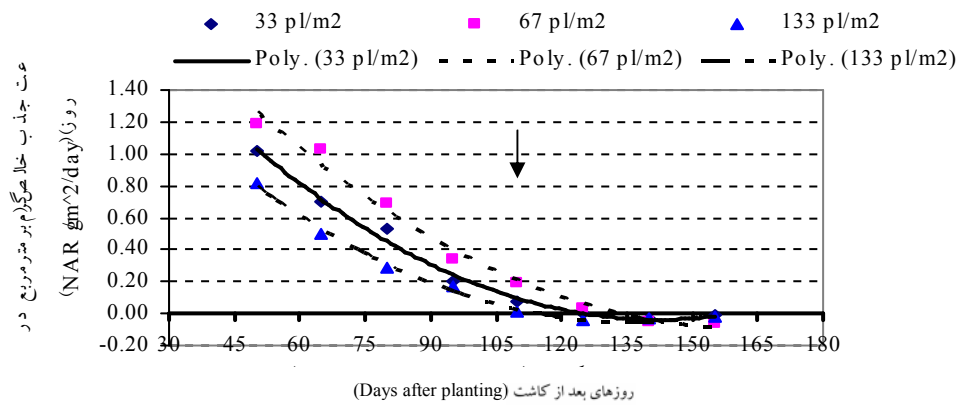
شکل ۱۶- روند سرعت جذب خالص در رقم بدون گلبرگ با آرایش کاشت مستطیل در سه تراکم بوته

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



شکل 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 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 ۱ - ه واریانس کارا، مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ در آرایش کاشت ها و تراکم های

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.	برات	درجه آزادی df	Mean Squares	
			کارآ، مصرف تابش Radiation use efficiency	بب استهلاک نوری Light extinction coefficient
Replication (R)	تکرار	2	0.0000013 <sup>ns</sup>	0.00002 <sup>ns</sup>
Planting pattern (PP)	آرایش کاشت	1	0.0924 <sup>**</sup>	0.005 <sup>**</sup>
Error (a)	ی (الف)	2	0.00000033	0.0000322
Cultivar (C)	رقم (C)	1	0.44578 <sup>**</sup>	0.0138 <sup>**</sup>
Plant Density(D)	تراکم (D)	2	0.5298 <sup>**</sup>	0.1159 <sup>**</sup>
P.p × C	آرایش کاشت × رقم	1	0.0023 <sup>**</sup>	0.00189 <sup>**</sup>
PP × D	آرایش کاشت × تراکم	2	0.04293 <sup>**</sup>	0.000843 <sup>**</sup>
C × D	رقم × تراکم	2	0.0682 <sup>**</sup>	0.0007 <sup>**</sup>
C × PP × D	رقم × آرایش کاشت × تراکم بوته	2	0.0013 <sup>**</sup>	0.000126 <sup>**</sup>
Error (b)	ی (ب)	20	0.00000043	0.0000314

\* and \*\*: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. ns: Non-Significant. دار در سطوح احتمال ۱ و درصد

جدول ۱ - مقایسه میانگین کارایی مصرف تابش و ضریب استهلاک نوری در دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ در آرایش کاشت های 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	کارآ، مصرف تابش (گرم بر مگاژول)	بب استهلاک نوری
		Radiation use efficiency (g MJ <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	Light extinction coefficient
آرایش مربع S.P.P.			
Petalld	گلبرگ دار	2.21 c	0.48 c
Apetalous	بدون گلبرگ	2.42 a	0.53 c
آرایش مستطیل R.P.P.			
Petalld	گلبرگ دار	2.10 d	0.47 d
Apetalous	بدون گلبرگ	2.34 b	0.49 b
اثر اصلی آرایش کاشت			
S.P.P	آرا	2.32 a	0.506 a
R.P.P	آرا	2.22 b	0.482 b

ی: در هر ستون، دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند. Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Tukey's Test.

کارآ، مصرف تابش بهتر بودند. رانو و همکاران (Rao, et al., 1991) در ازما، که بر روی کلزا با سه (تراکم) و بوته در مترمربع انجام داده بودند بجه گرفتند که کارآ، مصرف تابش برای ا سه تراکم به ترتیب / و /

گرم؛ مگاژول برآورد کردند. آنها گزارش کردند که از بی تراکم ک و بوته در مترمربع، افزایش اندک در کارآ، مصرف تابش در تراکم بالا در مراحل اولیه رشد وجود داشت اما در ده تراکم متوسط و پان، از نظر

جدول ۷ - 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	کارآ، مصرف تابش (گرم بر مگاژول بر مترمربع) Radiation use efficiency (g MJ <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	بب استهلاک نوری Light extinction coefficient
	S.P.P. آرا	آرا
33	2.15 e	0.61 a
67	2.63 a	0.47 c
133	2.18 c	0.44 d
R.P.P. آرا		
33	2.09 f	0.59 b
67	2.39 b	0.46 c
133	2.17 d	0.39 e
Main effect of plant density اثر اصلی تراکم		
33	2.12 c	0.60 a
67	2.50 a	0.46 b
133	2.17 b	0.41 c

ی. در هر ستون، دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

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

جدول ۸ - 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

تراکم Density	کارآ، مصرف تابش (گرم بر مگاژول بر مترمربع) Radiation use efficiency (g MJ <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> )	بب 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
Main effect of cultivar اثر اصلی رقم		
Petalous	گلبرگ‌دار	2.16 b
Apetalous	بدون گلبرگ	2.38 a

ی. در هر ستون، دارای حروف مشترک بر اساس آزمون توکم در سطح احتمال ۱% تفاوت معنی دار ندارند.

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

گرم بر مگاژول در مترمربع بود. از آنجا که عملکرد دانه / کیلوگرم در هکتار (اوزونب دوجب و در ارقام بدون گلبرگ به طور / درصد همکاران،) رسد که این اختلاف بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود) / و عملکرد، به علت کارآ مصرف تاب



سطح برگ، میزان ماده خشک و سرعت جذب خالص کشت متراکم ترا. ن رقم نسبت به رقم بالاتر رقم بدون گلبرگ و نشان دهنده قابل گلبرگ دار است.

## References

### منابع مورد استفاده

- احمدوند، گ. و ع. کوچک. اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و خصوصیات ف. بولوژیک سویا بعنوان کشت دوم در مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج. ش، ص - .
- امام، ی. و م. بک نژاد. ای بولوژی عملکرد باهان زراع. انتشارات دانشگاه شیراز.
- امیر مرادی، ش. اثرات تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد برخی از شاخص، ی رشد ارقام کلزای زه. بان نامه کارشناس ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه کیلان.
- اوزون، دوچ، ع.، م. اصفهان، ح. زاده لاهی و م. ری. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ. مجله علوم زراع ایران. ج. شماره، ص - .
- ع.، ع. کوچک و م. ی. بر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپ رقم ذرت. مجله نهال و بذرج. ش، ص - .
- ابوالحسنی، م. بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر خصوصیات زراعی و کیفی کلزای زمستانه در منطقه پایان نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- زاده، ه. اثرات فواصل ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های رشد ارقام کلزای (*Brassica napus L.*) به صورت کشت دوم در اراض بزاری. بان نامه کارشناس ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه کیلان.
- زواره، م. و ی. امام. راهنما. مراحل زندگی در کلزا (*Brassica napus L.*). مجله علوم زراع ایران. ج. ش، ص - .
- رائی، زاده، ا. ح. و م. ر. احمدی. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراع، روند رشد و عملکرد دو رقم کلزای روغن بزه در منطقه کرج. چهارمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه صنعتی اصفهان؛ اصفهان. ص - .
- ق. ا. بررسی عملکرد و تراکم کاشت بر ضریب استهلاک نوری، جذب تشعشع و عملکرد دانه در ذرت (SC 402). مجله علوم کشاورزی و منابع طی. س، ص - .
- ا. ر. بررسی روند رشد سویا در سطوح مختلف تراکم بوته. چهارمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ص - .
- پور، ع. ن. ک. گلعدان، ه. آبیاری و م. مقدم. سه رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم کرکان. مجله علوم کشاورزی و منابع طی. ج. ش، ص - .
- ع.، س. ملک زاده و ع. ی. بررسی تراکم بوته و آرایش بر روند تغیرات شاخص، ی رشد نخود تحت شرایط فاریاب در منطقه نیشابور. مجله علوم و صنایع غذا کشاورزی. ج. ش، ص - .
- مهرداد، ک. م. کر. و ع. ا. رضا. 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 - .
- 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, A<sup>1</sup>., M. Esfahani<sup>2</sup>, H. Sami Zadeh<sup>3</sup> and M. Rabiei<sup>4</sup>

### 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/m<sup>2</sup>, 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.).

---

**Recived: 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.