"مجله علوم زراعي ايران"
جلد نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸٦

اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ

Effect of planting patern and plant density on grain yield and its components in apetalous and petalled rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

عبدالعظیم اوزونی‌دوجی[۱]، مسعود اصفهانی[۲]، حبیب‌الله سمیع‌زاده‌لاهیجی[۳] و محمد ربیعی[۴]

چکیده

اوزونی دوجی، ع.، م. اصفهانی، ح. سمیع زاده لاهیجی و م. ربیعی. ۱۳۸٦. اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ. مجله علوم زراعی ایران. ۹ (۱): ۷۶-۶۰.

صفت بدون گلبرگی یکی از صفات مرفولوژیک مهم در کلزا است که به دلیل نفوذ بهتر نور به داخل سایه‌انداز گیاهی و بهره‌برداری کارآمدتر از تابش خورشیدی، قابلیت کشت در تراکم‌های بالاتر و در نتیجه افزایش عملکرد در واحد سطح را به همراه دارد. به منظور بررسی اثر تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ، آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعة تحقیقاتی مؤسسة تحقیقات برنج کشور در رشت به اجرا گذاشته شد. طرح آزمایشی مورد استفاده در این آزمایش، اسپلیت پلات فاکتوریل با طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار بود که دو آرایش کاشت مربع و مستطیل به عنوان کرت اصلی و دو رقم کلزای گلبرگ دار Hyola 401 و بدون گلبرگ Hylite 201 و تراکم‌های (۳۳، ۶۷ و ۱۳۳ بوته در مترمربع)، به صورت فاکتوریل، به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل نشان داد که بین تیمارها از نظر صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. میانگین عملکرد دانه در ارقام بدون گلبرگ ۱۴/۶درصد بیشتر از رقم گلبرگ دار بود (به ترتیب ۳۴۴۱/۹۵ و ۲۹۳۸/۰۶ کیلوگرم در هکتار). در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع که از نظر عملکرد دانه برای هر دو رقم، تراکم مطلوب محسوب می‌شد (به ترتیب ۴۸۷۰ و ۴۲۹۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته در رقم بدون گلبرگ به طور معنی‌داری (به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد) بیشتر از رقم گلبرگ دار بود و این برتری در تراکم بالاتر (۱۳۳ بوته در مترمربع) محسوس‌تر بود (به ترتیب ۱۷/۵ و ۱۵/۵ درصد) و این نشان‌دهندة قابلیت بالاتر این رقم برای کشت متراکم‌تر می‌باشد. علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین شاخص‌های برداشت دو رقم، برتری ۴/۵ و ۱۱ درصدی این صفت در تراکم‌های ۶۷ و ۱۳۳ بوته در مترمربع نیز نشان‌دهندة قابلیت بالاتر انتقال مواد پرورده به دانه‌ها در رقم بدون گلبرگ در تراکم‌های بالاتر می‌باشد. محاسبه کارآیی مصرف تابش (RUE) نشان داد که احتمالاً دلیل اصلی برتری رقم بدون گلبرگ، بالاتر بودن کارآیی مصرف تابش آن (۲/۳۸ گرم بر مگاژول) در مقایسه با رقم گلبرگ دار (۲/۱۶ گرم بر مگاژول) بوده است.

واژه‌های کلیدی: آرایش کاشت، تراکم بوته، عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه، کارآیی مصرف تابش، کلزای بدون گلبرگ.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۳/۲۱

۱ـ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۲ـ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده)
۳ـ استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه گیلان
۴ـ محقق مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که روغن آن بسته به ترکیب اسیدهای چرب آن، برای مصارف انسانی و یا صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه‌های مختلف کلزا، برساختار سایه‌انداز گیاهی[1] و در نهایت عملکرد دانه و روغن تأثیر به سزایی دارد (زواره و امام، ۱۳۷۹). یکی از این صفات مورفولوژیک مهم در کلزا، صفت گل‌های بدون گلبرگ[2] است. در کلزاهای طبیعی در اکثر مراحل رشد و نمو، توده گل‌های زرد رنگ در لایه بالایی سایه‌انداز، سطح منعکس‌کننده‌ای را تشکیل می‌دهند، که باعث کاهش نفوذ تشعشعات خورشیدی و تغییر در کیفیت آن‌ها شده و در نتیجه سبب کاهش دوام سطح سبز برگ‌ها و کاهش میزان تجمع ماده خشک در طول دوره گل‌دهی می‌شود (Rao *et al.*, 1991). وجود تعداد زیادی گل در بالای خورجین‌ها می‌تواند نمو خورجین‌ها را تحت تأثیر قرار داده و با کاهش جذب نور، باعث کاهش عملکرد دانه شود، ولی در ژنوتیپ‌های بدون گلبرگ به دلیل عدم وجود گلبرگ‌ها، نفوذ نور به داخل سایه‌انداز بهتر صورت گرفته و به دلیل عدم وجود گلبرگ‌ها، قابلیت کشت در تراکم‌های بالاتر و امکان افزایش عملکرد در واحد سطح وجود دارد (Rao *et al.*, 1991).

در سال‌های اخیر، محققان زراعت دریافته‌اند که عملکرد دانه، نتیجه رقابت بین بوته‌ای[3] و درون بوته‌ای[4] برای عوامل رشد است. برای به حداقل رساندن این رقابت‌ها و دست یافتن به حداکثر عملکرد دانه، علاوه بر تراکم، نحوه توزیع بوته در واحد سطح نیز از اهمیت زیادی برخوردار است (زمانی و کوچکی، ۱۳۷۳). یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تأمین شرایط مطلوب جهت استفاده از تابش خورشیدی به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارآیی آن است (بهشتی و همکاران، ۱۳۸۱). دست‌یابی به این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته‌ها در واحد سطح زمین میسر است (گنجعلی و همکاران، ۱۳۷۹). توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح باعث توزیع مناسب نور دریافتی در درون سایه‌انداز گیاهی می‌شود، بنابراین اثر اصلی آرایش کاشت و تراکم گیاهی بر محصول، عمدتاً به علت تفاوت در چگونگی توزیع انرژی تابشی خورشید است و افزایش جذب تابش خورشیدی، منجر به افزایش عملکرد می‌شود (فتحی، ۱۳۸۴).

تراکم گیاهی، یکی از عوامل مهم و مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. افزایش عملکرد با افزایش تراکم تا حدی بالا می‌رود و از آن به بعد، افزایش تراکم تأثیری بر افزایش عملکرد نخواهد داشت (آلیاری و همکاران، ۱۳۸۱). شیرانی‌راد و همکاران (۱۳۷۵) گزارش کردند که در گیاه کلزا با افزایش تراکم گیاهی از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در مترمربع، تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه، تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین کاهش یافته، ولی ارتفاع گیاه افزایش یافت. اُزر (Ozer, 2003) نیز در تحقیقی که روی کلزا انجام داد نتیجه گرفت که از سه فاصله کشت ۱۵، ۳۰ و ۴۵ سانتی‌متر، فاصله کشت ۴۵ سانتی‌متر بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی را تولید کرد که سبب افزایش تعداد خورجین در گیاه شد. علی و همکاران (Ali *et al.*, 1996) در آزمایشی درباره اثر چهار تراکم گیاهی (۱۰، ۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع) روی کلزا نتیجه گرفتند که در تراکم ۱۰ بوته در مترمربع، ارتفاع و تعداد شاخه‌ها در گیاه افزایش یافت و در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع، بیشترین تعداد خورجین در واحد سطح تولید شد. کلزا در تراکم‌های کم، علی‌رغم شاخه‌بندی بیشتر، به علت کاهش تعداد بوته در واحد سطح، عملکرد در واحد سطح کمتری داشته و در مقابل، در

1- Canopy Architecture
2- Apetalous flowers
3- Interplant competition
4- Intraplant competition

تراکم‌های زیادتر، تعداد انشعابات شاخه در تک گیاه کاهش می‌یابد. علاوه بر این به علت رقابت، نرسیدن نور به اعماق سایه‌انداز گیاهی، عدم جریان هوا در داخل سایه‌انداز و افزایش رطوبت نسبی در خرد اقلیم در مزرعه، بوته‌ها در برابر بیماری‌ها حساس‌تر خواهند شد (امیرمرادی، ۱۳۷۸). توليت‌ابوالحسني (۱۳۷۴) نيز در بررسي اثر تراكم و آرايش كاشت بر خصوصيات زراعي و كيفي كلزاي زمستانه گزارش كرد كه عملكرد دانه تحت تأثير رقم و آرايش كاشت قرار گرفت، ولي سطوح مختلف تراكم بر عملكرد بي‌تأثير بود، اين واكنش را مي‌توان به قدرت تراكم‌پذيري بالاي كلزا نسبت داد. با توجه به ماهیت رقم بدون گلبرگ کلزا و قابلیت آن برای افزایش عملکرد در تراکم‌های بوته زیادتر، هدف از اجرای این تحقیق، مقایسه اثرات تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه و کارآیی مصرف تابش در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار طی سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعة تحقيقاتي مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت به اجرا در آمد. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی- رسی، pH= ۶/۹ ، EC= ۰/۶۳ ds/m و OC=%۱/۹ و زراعت قبلی آن برنج بود. دو تیمار آزمایشی (آرایش‌های کاشت مربع و مستطیل) به عنوان کرت اصلی و ارقام در دو سطح گلبرگ‌دار (Hyola 401) (بهاره) و بدون گلبرگ (Hylite, 201) (بهاره) و تراکم بوته (۳۳، ۶۷ و ۱۳۳ بوته در مترمربع)، به صورت فاکتوریل، به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. پیش از کاشت، عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان‌دار و دیسک در ماه مهر اجرا شد. از علف‌کش ترفلان به صورت قبل از کاشت، به مقدار سه لیتر در هکتار جهت کنترل علف‌های هرز استفاده شد و بلافاصله بعد از آن دیسک دوم زده شد. ابعاد واحدهاي آزمايشي ۹ = ۳×۳ مترمربع بود.کودهای شیمیایی پایه نیتروژن از منبع اوره و فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شدند. کود نیتروژن به صورت سرک در دو مرحله، قبل از ساقه‌دهی و قبل از گلدهی به مقدار ۴۶ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره مصرف شد. و با توجه به شرایط آب و هوایی شهرستان رشت و احتمال غرقاب شدن مزرعه در اثر نزولات جوی، در بین بلوک‌ها و واحدهای آزمایشی زه‌کش‌هایی ایجاد شد. کاشت بذر به صورت دستی در آبان ماه انجام شد. بعد از سپری شدن مرحلة چهار برگی بوته‌ها، به تنک کردن بوته‌های اضافی مبادرت شد، با تغییر فواصل بوته‌ها روی ردیف‌های کاشت، تراکم‌های مورد نظر و آرایش‌های کاشت مربع و مستطیل ایجاد شدند. با توجه به کفایت نزولات جوی در طول دوره رویش، آبیاری انجام نشد. پس از بسته شدن کامل سایه‌انداز گیاهی، در فاصله دو هفته یک بار، در ساعات وسط روز، میزان تابش فعال فتوسنتزی [1](PAR) در ناحیه بالا، وسط و عمق سایه‌انداز، با استفاده از دستگاه سنجش تابش (Skye Instruments LTD, UK)، اندازه‌گیری شد. برای تعیین درصد جذب تابش [2](LI) از رابطه زیر استفاده شد (Wells *et al.*, 1991):

$$LI\% = (1 - I/I0) \times 100 \qquad (1)$$

I = میزان تابش در زیر سایه‌انداز گیاهی

I0 = میزان تابش در بالای سایه‌انداز گیاهی

تابش ورودی روزانه بر اساس رابطه زیر و با استفاده از اطلاعات هواشناسی به دست آمده (Rietveld, 1987):

$$Rs = Ra [a + b (n/N)] \qquad (2)$$

Rs = تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین

Ra = میزان تابش در بالای جو (مگاژول در مترمربع در روز)

a و b = ضرایب مخصوص هر محل (برای عرض

1- Photosynthetically Active Radiation

2- Light Interception

جغرافیایی رشت به ترتیب ۰/۲۵ و ۰/۵)

n = تعداد ساعات آفتابی واقعی محل (براساس اطلاعات هواشناسی)

N = تعداد ساعات آفتابی بالقوه محل

تابش جذب شده در هر نمونه‌برداری از حاصل ضرب تابش ورودی محاسبه شده (Rs) در درصد تابش جذب شده (LI) به دست آمد و در نهایت مقدار کل تابش جذب شده به صورت تجمعی محاسبه شد (Keating *et al.*, 1993; Kiniry *et al.*, 2005). از مجموع تأثیر روزانه ۴۵ درصد آن به عنوان PAR در نظر گرفته شد (Montieth and Unsworth, 1990). کارآیی مصرف تابش (RUE)، از طریق محاسبه شیب خط رگرسیون ماده خشک کل (گرم در مترمربع) و تابش تجمعی (مگاژول بر مترمربع در روز) برآورد شد (Kiniry *et al.*, 1989; Kemanian *et al.*, 2004). در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، از هر تیمار در هر کرت، تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفي انتخاب و میانگین تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در گیاه، ارتفاع نهایی گیاه و طول خورجین اندازه‌گیری شدند. محصول هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها (دو خط کناری) از سطحی معادل پنج مترمربع به صورت غیرمستقیم[1] برداشت شده و پس از خشک شدن بوته‌ها، محصول مزرعه جمع آوری و خرمنکوبی شد و عملکرد دانه با رطوبت ۱۲ درصد، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک مربوط هر تیمار محاسبه شدند. برای تعیین وزن هزار دانه، تعداد ۱۰۰۰ عدد بذر ازبذرهای هرکرت فرعی به طور تصادفی جدا و شمارش شد و با استفاده از ترازوی دقیق (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) توزین شدند. برای تعیین درصد روغن دانه، از دستگاه سوکسله (Soxtec System HT, Tecator, Sweden) استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شدند.

نتایج و بحث

تعداد شاخه فرعی در گیاه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام، تراکم بوته و برهمکنش رقم * تراکم بوته از نظر تعداد شاخه فرعی در گیاه، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش رقم * تراکم نشان داد که رقم بدون گلبرگ در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع، بیشترین تعداد شاخه فرعی در گیاه را داشت، این امر نشان‌دهندهٔ خاصیت تراکم‌پذیری مطلوب این رقم است (جدول ۲). تعداد شاخه فرعی در این رقم در تراکم ۱۳۳ بوته در مترمربع با رقم گلبرگ‌دار تفاوتی نداشت که نشان می‌دهد برای رقم بدون گلبرگ، خاصیت تراکم‌پذیری تا حد معینی مطلوب بوده و بیشتر از آن، تعداد شاخه فرعی در گیاه کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسدکه رقم بدون گلبرگ در تراکم‌های مطلوب از طریق افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه و در نتیجه افزایش تعداد خورجین در گیاه، عملکرد بیشتری داشته باشد. با افزایش تراکم گیاهی، تعداد شاخه فرعی در گیاه کاهش پیدا کرد و در تراکم پایین، تعداد شاخه فرعی در گیاه افزایش یافت. تعداد مطلوب شاخه در واحد سطح به دو طریق حاصل می‌شود،کاهش تراکم بوته باعث افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه شده و در نهایت اثر کاهش تعداد بوته‌ها جبران می شود. در مقابل، افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد شاخه فرعی در گیاه خواهد شد (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). شیرانی‌راد و همکاران (۱۳۷۵) اظهار داشتند که در گیاه کلزا با افزایش تراکم گیاهی از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در مترمربع، تعداد شاخه فرعی در گیاه کاهش یافت. رائو و همکاران (Rao *et al.*, 1991) در آزمایشی در تاسمانی استرالیا بر روی یك رقم رایج گلبرگ‌دار کلزا به نام مارنو و یک لاین بدون گلبرگ، نتیجه گرفتند که لاین بدون گلبرگ در تراکم‌هاي ۳۳، ۶۷ و ۱۳۳ بوته در مترمربع در مقایسه با رقم مارنو، انشعابات ثانویه بارور بیشتري تولید کرد،

1- Swathing

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات تراکم بوته و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ

Table 1. Analysis of variance of yield and yield components as affected by plant density and planting pattern in apetalous and petalled rapeseed cultivars

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادي df.	Mean Squares میانگین مربعات									
		تعداد شاخه های فرعی در بوته No. of branch per plant	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته No. of silique per plant	تعداد دانه در خورجین No. of grain per silique	طول خورجین Silique length	درصد روغن Oil content	وزن هزار دانه 1000 grain weight	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication (R)	2	28.39 ns	3.69 ns	0.1838 ns	1.36*	0.0992 ns	0.151 ns	0.077 ns	12.232 ns	908242.2*	26588.85 ns
آرایش کاشت Planting pattern (PP)	1	13.44 ns	48.02**	3.725 ns	0.2704 ns	0.1393 ns	6.25**	0.056 ns	0.099 ns	351.6 ns	6185.3 ns
خطاي (a) Error (a)	2	9.361	2.86	1.639	0.584	0.0788	0.217	0.125	1.714	134075.5	3258.78
رقم Cultivar (C)	1	324**	220.02**	1808.517**	11.49**	1.27**	0.165 ns	4.41**	24.453 ns	10494900.2**	2285156.27**
تراکم Plant density (D)	2	507.11**	867.44**	25500.978**	14.33**	3.07**	2.5**	0.99*	416.543**	56802304.7**	21139765.79**
آرایش کاشت * رقم PP * C	1	1.78 ns	26.69*	16.214 ns	0.1936 ns	0.04 ns	1.06 ns	0.176 ns	8.653 ns	7296 ns	70438.93 ns
آرایش کاشت * تراکم PP * D	2	4.11 ns	16.44*	25.94 ns	0.0931 ns	0.052 ns	0.317 ns	0.115 ns	0.0832 ns	3997.4 ns	181.76 ns
رقم * تراکم C * D	2	58.33**	18.77*	668.5**	1.498*	0.721**	0.096 ns	0.451 ns	6.581 ns	1816228.3**	75410.32 ns
اثرات سه جانبه PP * D * C	2	14.11 ns	2.77 ns	16.09 ns	0.415 ns	0.028 ns	0.025 ns	0.477 ns	3.0195 ns	97816.8 ns	6056.87 ns
خطای (b) Error (b)	20	9.194	3.88	7.823	0.32	0.042	0.256	0.187	5.67	236565.1	50820.05
ضریب تغییرات (درصد) C.V %	_	15.91	1.63	3.252	2.32	3.128	1.399	10.169	7.555	4.946	7.066

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

* و ** : به ترتیب معني دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns: Non- significant

ns : غیر معني دار

جدول ۲- مقايسه ميانگين صفات گياهي در دو رقم كلزاي گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در تراكم‌هاي بوته

Table 2. Mean comparison of petalled and apetalous rapeseed cultivars in different plant densities

رقم Cultivar	تراكم بوته (بوته در مترمربع) Plant density (Plant m^{-2})	تعداد شاخه های فرعی در بوته (عدد) Branch number per plant (N)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height(cm)	تعداد خورجین در بوته (عدد) Number of silique per plant (N)	تعداد دانه در خورجین (عدد) Number of grain per silique (N)	طول خورجین (سانتی‌متر) Silique length (cm)	درصد روغن (%) Oil content (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (%) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)
گلبرگ دار (Hyola 401)	33	17.0 cd	113.5 e	90.3 b	23.7 c	6.3 cd	35.76 c	4.50 ab	31.47 b	8737.9 d	2749.8 d
	67	20.0 bc	124.2 c	73.6 d	24.6 a	6.7 b	36.66 ab	4.79 a	36.55 a	11736.9 b	4289.6 b
	133	11.2 e	131.7 a	14.2 e	23.1 c	6.2 d	35.94 c	4.52 ab	24.1 d	7372.6 e	1774.7 f
بدون گلبرگ (Hylite 201)	33	21.3 b	111.0 f	121.4 a	24.7 b	6.5 bc	36.09 bc	3.37 c	31.6 b	10654.2 c	3359.7 c
	67	31.0 a	116.7 d	81.8 c	26.4 a	7.6 a	36.77 a	4.21 b	38.26 a	12727.9 a	4869.8 a
	13	13.8 de	126.8 b	17.4 e	23.6 c	6.2 d	35.91 c	4.14 b	27.17 c	7716.3 e	2096.4 e
اثرات اصلي رقم Main effect of cultivar	گلبرگ دار (Hyola 401)	16.1 b	123.1 a	59.4 b	23.8 b	6.4 b	35.87 a	4.60 a	30.70 a	9571.8 b	2938.1 b
	بدون گلبرگ (Hylite 201)	22.1 a	118.2 b	73.5 a	24.9 a	6.8 a	35.66 a	3.90 b	32.35 a	10641.4 a	3441.9 a

ميانگين هايي, در هر ستون و تيمار, كه داراي حروف مشترك هستند, براساس آزمون دانكن در سطح احتمال ۵% با يكديگر تفاوت معني دار ندارند.

Means, in each column and treatment, followed by the same letter (s) are not significantly different at 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

در حالي‌كه در مارنو با افزايش تراكم، اين انشعابات كاهش يافته و در تراكم ۱۳۳ بوته در مترمربع به صفر رسيد كه عامل آن افزايش سايه‌اندازي در تراكم‌هاي بالا اعلام شد، ولي لاين بدون گلبرگ بدليل نفوذ بهتر و بيشتر تابش به درون سايه‌انداز گياهی، حتي در تراكم‌هاي بالا نيز انشعابات فرعی بيشتري توليد كرد.

ارتفاع گياه

تجزيه واريانس داده‌ها نشان داد كه بين ارقام و آرايش‌های كاشت و تراكم‌های ياد شده از نظر ارتفاع گياه اختلاف معنی‌داری در سطح يک درصد وجود داشت و اثر متقابل آرايش كاشت * رقم، آرايش كاشت * تراكم و رقم * تراكم بوته برای اين صفت در سطح ۵ درصد معني‌دار بود (جدول ۱). مقايسه ميانگين بر همكنش آرايش كاشت * رقم نشان داد كه ارتفاع گياه رقم گلبرگ‌دار در دو آرايش كاشت تفاوتی نداشت (جدول ۳)، ليكن ارتفاع گياه رقم بدون گلبرگ در دو آرايش كاشت تفاوت داشتند كه خود نشان دهندۀ پاسخ مثبت اين رقم نسبت به آرايش كاشت می‌باشد. ارتفاع گياه اين دو رقم در آرايش مستطيل نسبت به آرايش مربع بلندتر بود. در آرايش مستطيل، نفوذ بيشتر تابش نور به اعماق سايه انداز و بازتابش طول موج‌های بلندتر، باعث افزايش طول ساقه و نازكی آن‌ها شد و از طرفی در گياهان با ارتفاع بلندتر, خورجين‌ها عمدتاً در قسمت بالای گياه تشكيل می‌شوند (اميرمرادی، ۱۳۷۸)كه اين خاصيت مطلوب نبوده و احتمال وقوع ورس بوته ها افزايش يافته و در نتيجه عملكرد گياه كاهش می‌يابد (Degenhart *et al.*, 1984). رقم بدون گلبرگ در هر دو آرايش مربع و مستطيل، ارتفاع كوتاه‌تری نسبت به رقم گلبرگ‌دار داشت (جدول ۳). افزايش ارتفاع گياه در اثر رشد ميانگره‌ها صورت می‌گيرد كه ناشی از توليد هورمون جيبرلين در شرايط كمبود نور است (Degenhart *et al.*, 1984)، بنابراين به نظر می‌رسد كه نفوذ نور به درون سايه انداز گياهی اين رقم مطلوب‌تر بوده و در نتيجه تعداد خورجين در بوته آن بيشتر و در نتيجه عملكرد دانه آن نيز بيشتر بود (جدول ۳). مقايسه ميانگين بر همكنش آرايش كاشت * تراكم بوته (جدول ۴) نشان می‌دهد كه در تراكم ۱۳۳ بوته در مترمربع در هر دو آرايش كاشت، ارتفاع گياه نسبت به دو تراكم بوته ديگر بلندتر بود و برای دو تراكم ۳۳ و ۶۷ بوته در مترمربع، بوته‌ها در آرايش مستطيل نسبت به آرايش مربع ارتفاع بيشتری داشتند. مقايسه ميانگين بر همكنش رقم * تراكم بوته (جدول ۴) نشان می‌دهد كه رقم گلبرگ‌دار در تراكم ۱۳۳ بوته در مترمربع، بيشترين ارتفاع بوته (۱۳۱/۶۷ سانتی‌متر) را داشته و كمترين ارتفاع گياه نيز مربوط به رقم بدون گلبرگ در تراكم ۳۳ بوته در مترمربع بود. نوسانات ارتفاع گياه معمولاً بارزترين مشخصه از ساختار ژنتيكی و تغيير شرايط محيطی در اغلب گياهان است, گاهی اوقات افزايش ارتفاع گياه يک مزيت برای رقابت با ساير گياهان در جامعه گياهی محسوب می‌شود كه يكی از نتايج آن تشكيل برگ‌های جديد در بالای سايه‌انداز است اين خصوصيت كارآمدترين برگ‌ها را در بهترين موقعيت از نظر فتوسنتز قرار می‌دهد. نتايج به دست آمده از اين آزمايش با گزارشات بسياری از محققان از جمله شيرانی‌راد و همكاران (۱۳۷۵) و همچنين علی و همكاران (Ali *et al.*, 1996) كه گزارش كردند در گياه كلزا افزايش تراكم گياهی سبب افزايش ارتفاع بوته می‌شود، مطابقت دارد.

تعداد خورجين در گياه

تجزيه واريانس داده‌ها نشان داد كه بين ارقام كلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ و تراكم‌های مختلف كاشت از نظر تعداد خورجين در گياه و برهمكنش رقم در تراكم برای اين صفت، اختلاف معنی‌داری در سطح يک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقايسات ميانگين بر همكنش رقم * تراكم نشان داد كه بيشترين تعداد خورجين در گياه متعلق به رقم بدون گلبرگ در تراكم ۳۳ بوته در مترمربع (۱۲۱/۴ خورجين در گياه) بود (جدول۴). به نظر می‌رسد كه در رقم Hylite 201 به

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی در دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در دو آرایش کاشت مربع و مستطیل

Table 3. Mean comparison of plant traits in petalled and apetalous rapeseed in square (S) and rectangular (R) planting pattern

تیمار Combination treatment		تعداد شاخه های فرعی در بوته (عدد) No. og Branch number per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height(cm)	تعداد خورجین در بوته (عدد) No. of silique per plant	تعداد دانه در خورجین (عدد) No. of grain per silique	طول خورجین (سانتی‌متر) Silique length (cm)	درصد روغن (%) Oil content (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (%) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)
آرایش مربع (S)	گلبرگ دار (Hyola 401)	16.66 b	122.44 ab	58.37 b	23.94 b	6.5 b	36.36 al	4.6 a	30.26 b	9606.8 b	2906.9 b
	بدون گلبرگ (Hylite 201)	22.44 a	115.78 c	73.89 a	24.92 a	6.8 a	36.84 a	4.0 b	32.89 a	10642.0 a	3944.3 a
آرایش مستطیل (R)	گلبرگ دار (Hyola 401)	15.22 b	123.78 a	60.36 b	23.62 b	6.3 b	35.88 bc	4.6 a	31.13 ab	9536.0 b	2969.2 b
	بدون گلبرگ (Hylite 201)	21.67 a	120.56 b	73.19 a	24.89 a	6.7 a	35.66 c	3.8 b	31.8 ab	10643.4 a	3384.6 a
اثرات اصلی آرایش کاشت Main effect of planting pattern	آرایش مربع S.P.P	19.67 a	119.11 b	66.13 a	24.43 a	6.63 a	36.60 a	4.3 a	31.57 a	10144.8 a	3203.1 a
	آرایش مستطیل R.P.P	18.44 a	122.16 a	66.77 a	24.26 a	6.5 a	35.78 b	4.2 a	31.47 a	10095.7 a	3176.9 a

میانگین هايي, در هر ستون، که داراي حروف مشترك هستند, براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% با يکديگر تفاوت معني دار ندارند.

Means, in each column, with the same letter are not significantly different at 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی در دو رقم آرایش کاشت مربع و مستطیل و تراکم های بوته

Table 4. Mean comparison of plant traits in square (S) and rectangular (R) palntihng pattern in different plant densities

آرایش کاشت Planting pattern	تراکم بوته (بوته در مترمربع) Plant density (plant m^{-2})	تعداد شاخه های فرعی در بوته (عدد) No. og Branch number per plant	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Plant height(cm)	تعداد خورجین در بوته (عدد) No. of silique per plant	تعداد دانه در خورجین (عدد) No. of grain per silique	طول خورجین (سانتی‌متر) Silique length (cm)	درصد روغن (%) Oil content (%)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (g)	شاخص برداشت (%) Harvest index (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (Kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/ha)
آرایش مربع (S)	33	19.8 b	109.5 e	106.8 a	24.3 a	6.4 b	36.29	3.93 b	31.62 b	9711.2 b	3070.4 b
	67	26.7 a	119.0 c	80.2 b	24.5 a	7.3 a	37.31	4.47 ab	37.52 a	12322.8 a	4594.8 a
	133	12.5 c	128.8 a	15.7 c	23.5 a	6.2 b	36.21 bc	4.48 ab	25.58 c	7600.5 c	1944.2 c
آرایش مستطیل (R)	33	18.5 b	115.0 d	104.9 a	24.1 a	6.3 b	35.55 c	3.95 b	31.46 b	9661.2 b	3039.1 b
	67	24.3 a	121.8 b	79.7 b	25.5 a	7.0 a	36.11 bc	4.53 a	37.29 a	12241.9 a	4564.7 a
	133	12.5 c	129.7 a	15.8 c	23.2 a	6.2 b	35.64 bc	4.18 ab	25.66 c	7521.2 c	1926.9 c
اثرات اصلي تراكم Main effect of plant density	33	19.2 b	112.3 c	105.8 a	24.2 b	6.4 b	35.92 b	3.94 b	31.54 b	9704.7 b	3045.8 b
	67	25.5 a	120.4 b	77.7 b	25.5 a	7.1 a	36.72 a	4.49 a	37.40 a	12243.6 a	4579.7 a
	133	12.5 c	129.3 a	15.8 c	23.3 c	6.2 b	35.93 b	4.33 ab	25.62 c	7554.8 c	1935.6 c

ميانگين هايي, در هر ستون و تيمار, كه داراي حروف مشترك هستند, براساس آزمون دانكن در سطح احتمال ۵% با يكديگر تفاوت معني دار ندارند.

Means, in each column and treatment, with the same letter are not significantly different at 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

دلیل عدم وجود گلبرگ‌ها، نفوذ نور به داخل سایه‌انداز بهتر صورت گرفته و با افزایش فتوسنتز توسط اندام‌های فتوسنتزکننده و در نتیجه افزایش تجمع ماده خشک، عملکرد دانه از طریق تعداد خورجین در بوته افزایش یافته باشد، ولی در رقم Hyola 401 ، وجود گلبرگ‌های زرد رنگ در بالای سایه‌انداز از یک سو با ایجاد سطح منعکس‌کننده‌ای که باعث کاهش نفوذ تابش خورشیدی و تغییر در کیفیت آن‌ها شده و از سوی دیگر با جذب بخشی از مواد پرورده، نمو خورجین‌ها تحت تأثیر قرار گرفته و در نتیجه تعداد خورجین کمتری نسبت به ارقام بدون گلبرگ تولید شد. به همین دلیل رقم بدون گلبرگ توان بالایی در تولید خورجین داشت، اما با افزایش تراکم، این قابلیت کاهش یافت تا این‌که در تراکم ۱۳۳ بوته در مترمربع در این رقم و همچنین رقم Hyola 401، کاهش قابل توجهی مشاهده شد. در تراکم‌های زیادتر، به علت افزایش رقابت درون بوته‌ای و کاهش نفوذ نور به اعماق سایه‌انداز گیاهی، تعداد خورجین در بوته کاهش می‌یابد اما در تراکم‌های مطلوب، به علت بالا بودن سرعت رشد و بالا بودن شاخص سطح برگ، تعداد خورجین بیشتری در گیاه تشکیل می‌شود (Rao *et al.*, 1991). چای و همکاران (Chay *et al.*, 1989) و لیچ و همکاران (Leach *et al.*, 1999) طی آزمایشاتی که بر روی کلزا انجام داده بودند، گزارش کردندکه تعداد خورجین در گیاه با تعداد گیاه در واحد سطح، همبستگی منفی دارد. شیرانی‌راد و همکاران (۱۳۷۵) نیز اظهار داشتند که در گیاه کلزا با افزایش تراکم گیاهی از ۴۰ به ۱۲۰ بوته در مترمربع، تعداد خورجین در گیاه کاهش می‌یابد. از آنجا که عملکرد دانه در گیاه با تعداد خورجین در گیاه همبستگی دارد، تعداد خورجین در گیاه را می‌توان یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد به حساب آورد، زیرا خورجین‌ها حاوی دانه‌ها بوده و در مراحل اولیه پر شدن دانه ازطریق انجام فتوسنتز در رشد و تکامل دانه مشارکت می‌کنند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹).

تعداد دانه در خورجین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ و تراکم‌های بوته از نظر تعداد دانه در خورجین، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و برهمکنش رقم * تراکم بوته برای این صفت اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم * تراکم بوته نشان داد که رقم بدون گلبرگ درتراکم ۶۷ بوته در مترمربع بالاترین تعداد دانه در خورجین (۲۶/۴ دانه) را داشت (جدول ۴). توانایی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تشکیل دانه در داخل خورجین متفاوت است. با توجه به اینکه کاهش یکی از اجزای عملکرد معمولاً منجر به افزایش سایر اجزا می‌شود و همچنین با توجه به اینکه وزن هزار دانه معمولاً کمتر دستخوش تغییر می‌شود، بنابراین بیشترین تغییرات در تعداد دانه در خورجین مشاهده می‌شود. بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خورجین، همبستگی بسیار بالایی گزارش شده است (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴)، بنابراین انتخاب ارقامی که تعداد دانه در خورجین بیشتر و اندازه دانه‌های بزرگ‌تری تولید می‌کنند، برای حصول عملکرد بالا مفید است. با افزایش تعداد دانه در خورجین، مخزن بزرگتری برای مواد فتوسنتزی تولید شده توسط گیاه ایجاد می‌شود که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌شود (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹). برتری رقم بدون گلبرگ از نظر این صفت، یک ویژگی مطلوب برای افزایش عملکرد در این رقم محسوب می‌شود. رقم بدون گلبرگ در تراکم ۱۳۳ بوته در مترمربع با رقم گلبرگ‌دار ، در تراکم‌های ۳۳ و۱۳۳ بوته در مترمربع، از نظر تعداد دانه در خورجین، تفاوتی با هم نداشتند و از قابلیت تولید دانه در خورجین یکسانی برخوردار بودند، که نشان‌دهندهٔ قابلیت تولید دانه بیشتر در رقم بدون گلبرگ در تراکم‌های زیادتر می‌باشد. به طور کلی در هر دو رقم در تراکم‌های زیادتر، تعداد دانه در خورجین کاهش یافت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که در

تراکم‌های زیادتر بدلیل رقابت بین دانه‌های در حال نمو جهت دریافت مواد پرورده، بسیاری از این دانه‌ها در ابتدای تکامل چروکیده شده و از بین می‌روند و در نتیجه تعداد دانه در خورجین کاهش می‌یابد (Leach *et al.*, 1999). رائو و همکاران (Rao *et al.*, 1991) در آزمایش خود در تاسمانی استرالیا نتیجه گرفتند که لاین بدون گلبرگ در هر ۳ تراکم ۳۳، ۶۷ و ۱۳۳ بوته در مترمربع در مقایسه با رقم گلبرگ‌دار مارنو تعداد دانه در خورجین بیشتری تولید کرد. امیرمرادی (۱۳۷۸)، چای و همکاران (Chay *et al.*, 1989) و لیچ و همکاران (Leach *et al.*, 1999) نیز گزارش کردند که با کاهش تراکم بوته، تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. مندهام و همکاران (Mendham *et al.*, 1981) دریافتند که افزایش تعداد دانه در خورجین، یک عامل کلیدی در افزایش عملکرد ارقام جدید کلزای استرالیایی به شمار می‌رود. افزایش تعداد دانه در خورجین محدود بوده و بیشتر بستگی به طول خورجین دارد که این صفت اساساً تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه است (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹)

طول خورجین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام کلزا و تراکم بوته از نظر طول خورجین و برهمکنش رقم * تراکم برای این صفت، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم * تراکم (جدول ۲) نیز نشان داد که رقم بدون گلبرگ در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع با ۷/۶ سانتی‌متر، بیشترین طول خورجین را به خود اختصاص داد، اما این رقم در تراکم ۳۳ بوته در مترمربع با رقم گلبرگ‌دار در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع تفاوتی نداشت که نشان می‌دهد رقم بدون گلبرگ در تراکم زیادتر توان تولید خورجین‌هایی با طول بیشتر را دارد. با توجه به اینکه تعداد دانه در خورجین با صفت طول خورجین ارتباط دارد، از این ویژگی می‌توان در جهت افزایش عملکرد ارقام بدون گلبرگ استفاده کرد، زیرا درارقام بدون گلبرگ به علت عدم وجود گلبرگ‌ها، نور به داخل سایه‌انداز بهتر نفوذ کرده و در نتیجه رشد و نمو خورجین‌ها نیز بهتر صورت می‌گیرد. بنابراین به نظر می‌رسد که یکی از دلایل برتری عملکرد رقم بدون گلبرگ در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع، مربوط به طول بیشتر خورجین‌های آن بوده است. گلبرگ‌ها در ارقام گلبرگ‌دار فقط اندام‌های مصرف‌کننده مواد پرورده هستند و در ارقام بدون گلبرگ، این مواد می‌توانند برای رشد اندام‌های دیگر مانند خورجین‌ها مورد استفاده قرار گیرند. در تراکم زیادتر از حد مطلوب، خورجین‌ها دسترسی کاملی به مواد پرورده ندارند که علت این موضوع کاهش فتوسنتز برگ‌ها در اثر سایه‌اندازی، کاهش شاخص سطح برگ و کاهش میزان مادهٔ خشک در طول دورهٔ گل‌دهی و تشکیل میوه می‌باشد، بنابراین خورجین‌ها در طی دورهٔ تشکیل و نمو، ضعیف شده و به اندازهٔ مطلوب خود نمی‌رسند (Rao *et al.*, 1991). به نظر برخی از محققین (Leach *et al.*, 1999 و امیرمرادی ۱۳۷۸)، ارقامی از کلزا که دارای طول خورجین بیشتری هستند، عملکرد دانه بیشتری هم دارند و دلیل این موضوع، افزایش تعداد دانه در خورجین گزارش شده است. دیپنبروک (Diepenbrock, 2000)، افزایش عملکرد دانه کلزا از طریق افزایش طول خورجین را مورد تأیید قرار داده است.

درصد روغن

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام کلزا از نظر درصد روغن اختلاف معنی‌داری وجود نداشت, اما بین آرایش‌های کاشت و تراکم‌های بوته از این نظر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان روغن از آرایش کاشت مربع (۳۶/۶ درصد) و نیز تراکم ۶۷ بوته در مترمربع (۳۶/۷ درصد) به دست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع، فضا برای رشد و نمو و استفاده از شرایط محیطی

مناسب‌تر بوده و بنابراین، میزان روغن تولیدی نیز بیشتر شده باشد، اما در تراکم بالا، به دلیل رقابت شدید و در تراکم کم نیز به علت کاهش تعداد بوته از حد مطلوب، درصد روغن کمتر شده است. نتایج برخی از محققان از جمله شیرانی‌راد و همکاران (۱۳۷۵) نشان داده است که تراکم بوته تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن کلزا داشته و تراکم‌های ۴۰ و ۸۰ بوته نسبت به تراکم‌های ۱۲۰ بوته در مترمربع برتری داشتند. این پژوهشگران گزارش نمودند که میزان روغن با تغییر تراکم تغییر می‌یابد و با افزایش تراکم از حد مطلوب درصد روغن کاهش می‌یابد. در خلال گل‌دهی کلزا و بعد از آن، با ریزش برگها، مقدار زیادی از سطوح سبز فتوسنتزی گیاه از دست می‌رود و ساقه‌های سبز و خورجین‌ها جایگزین آن می‌شوند. نخستین قطره‌های روغن نیز در حدود ۱۸ روز بعد از گرده‌افشانی در لپه‌ها قابل تشخیص می‌شوند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹)، بنابراین به نظر می‌رسد عواملی مانند تراکم بوته بالا و آرایش کاشت مستطیل با افزایش رقابت بین گیاهان مجاور که سطوح فتوسنتزی آن‌ها نیز کاهش یافته، باعث کاهش درصد روغن دانه‌ها می‌شوند. گزارش شده است که میزان روغن دانه کلزا عمدتا تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است و گزارشات دیگری نیز نشان دادند که علاوه بر عوامل ژنتیکی، عوامل محیطی نیز بر درصد روغن دانه تأثیر دارند (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۹)

نتایج حاصل از آزمایش حاضر با یافته‌های سایر محققان مانند حسن و همکاران (Hassan *et al.*, 1996) و لیچ و همکاران (Leach *et al.*, 1999) و تولیت ابوالحسنی (۱۳۷۴) که گزارش دادند با افزایش تراکم گیاهی، در اثر رقابت بین گیاهان، درصد روغن کاهش می‌یابد، مطابقت داشت.

وزن هزار دانه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین دو رقم کلزا و تراکم‌های بوته از نظر وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم گلبرگ‌دار با وزن هزار دانه ۴/۶ گرم نسبت به رقم بدون گلبرگ برتری داشت (جدول ۳). با توجه به این که در رقم بدون گلبرگ، تعداد دانه در خورجین بیشتر است، به نظر می‌رسد که به دلیل رقابت بین دانه‌های در حال نمو جهت دریافت مواد پرورده، بسیاری از آن‌ها به حداکثر اندازه و وزن خود نرسیده و از وزن هزار دانه کمتری برخوردارند. وزن هزار دانه در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع نسبت به دو تراکم دیگر برتری داشت (جدول ۲). وزن هزار دانه از جمله مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد دانه محسوب شده و به شدت تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است و عوامل محیطی مانند نور، رطوبت و دما تأثیر کمتری برآن دارند (امیدی و همکاران، ۱۳۸۴). تفاوت وزن هزار دانه در ارقام و تراکم‌های مختلف بوته کلزا به وسیله سایر محققان نیز گزارش شده است (امیرمرادی، ۱۳۷۸ و قلی پور و همکاران، ۱۳۸۳).

عملکرد بیولوژیک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ارقام و تراکم‌های بوته و برهمکنش رقم و تراکم از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم بدون گلبرگ در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع از نظر عملکرد بیولوژیک از یک برتری نسبی برخوردار بود ولی دو رقم در تراکم ۱۳۳ بوته در مترمربع تفاوتی از نظر عملکرد بیولوژیک نداشتند(جدول ۲). به نظر می‌رسد در رقم بدون گلبرگ به علت عدم وجود گلبرگ‌ها نفوذ نور به داخل سایه‌انداز بهتر صورت گرفته و به لحاظ فتوسنتز بیشتر، میزان تجمع ماده خشک آن‌ها افزایش یافته باشد. در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع، گیاه کلزا با داشتن فضای مناسب جهت رشد، حداکثر سرعت رشد و حداکثر مادهٔ خشک را نسبت به سایر تراکم‌ها داشت. رائو و همکاران (Rao *et al.*, 1991) در آزمایشی که در تاسمانی استرالیا بر روی دو رقم کلزای

گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ انجام داده بودند، عملکرد بیولوژیک را در رقم گلبرگ‌دار آبیاری نشده، یک بار و ۳ بار آبیاری شده به ترتیب ۱۱۳۰۰، ۱۲۷۵۹ و ۱۳۴۶۷ کیلوگرم در هکتار و برای رقم بدون گلبرگ به ترتیب ۱۲۸۴۶، ۱۲۴۰۵ و ۱۳۳۱۰ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند. امیرمرادی (۱۳۷۸) گزارش کرد که بین تراکم‌های بوته کلزا از نظر صفت عملکرد بیولوژیک تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری‌که عملکرد بیولوژیک را برای تراکم‌های، ۲۰، ۲۶/۶، ۴۰ و ۸۰ بوته در مترمربع، به ترتیب ۸۰۲۲، ۹۷۰۴، ۱۱۸۴۹ و ۹۹۹۱ کیلوگرم در هکتار اعلام نمود. لیچ و همکاران (Leach, *et al.*, 1999) گزارش کردند که در تراکم‌های کمتر از حد مطلوب و تراکم‌های زیادتر از حد مطلوب، عملکرد بیولوژیک حداقل و در تراکم مطلوب، عملکرد بیولوژیک حداکثر بود.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین دو رقم کلزا و تراکم‌های بوته از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم بدون گلبرگ با تولید ۳۴۴۱/۹ کیلوگرم دانه در هکتار، دارای بیشترین عملکرد بود و در بین تراکم‌های مورد بررسی، تراکم ۶۷ بوته در مترمربع با ۴۵۷۹/۷ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد دانه نسبت به سایر تراکم‌ها از یک برتری نسبی برخوردار بود (جداول ۳ و ۴). علت برتری رقم بدون گلبرگ را می‌توان مطلوب بودن آن از نظر ویژگی‌هایی چون بیشتر بودن تعداد خورجین در گیاه، تعداد شاخه فرعی در گیاه و طول خورجین دانست و علت برتری تراکم ۶۷ بوته در مترمربع نسبت به سایر تراکم‌ها را می‌توان نفوذ بهتر نور به اعماق سایه انداز و استفاده مطلوب از تابش خورشیدی دانست. محققان اعتقاد دارند که در هر رقم، با افزایش تراکم بوته از حد مطلوب، عملکرد دانه کاهش می‌یابد و از تراکم کمتر تا حد مطلوب، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (شیرانی‌راد، ۱۳۷۳ و Leach, *et al.*, 1999). در تراکم‌های کمتر، تعداد خورجین‌ها، تعداد شاخه‌ها و وزن دانه در گیاه بیشتر است، ولی چون عملکرد دانه در واحد سطح به طور نسبی کمتر می‌باشد، بنابراین، عملکرد دانه نسبت به تراکم‌های دیگر در پایین‌ترین سطح قرار می‌گیرد. مقایسه نتایج حاصل از این آزمایش در رابطه با عملکرد دانه با یافته‌های بسیاری از محققان مطابقت داشت. شیرانی راد و همکاران(۱۳۷۵)، امیر مرادی (۱۳۷۸)، تولیت ابوالحسنی(۱۳۷۴) و لیچ و همکاران (Leach *et al.*, 1999) گزارش کردند که عملکرد دانه در تراکم‌هاي مختلف کاشت تفاوت معني‌داری با هم داشت و تراکم‌هاي مطلوب از حیث این صفت برتري داشتند.

شاخص برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما رقم بدون گلبرگ شاخص برداشت بیشتری نسبت به رقم گلبرگ‌دار داشت (جدول ۳). در بین تراکم‌های مورد بررسی از نظر شاخص برداشت، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۱). مقایسات میانگین‌ها نشان داد که تراکم ۶۷ بوته در مترمربع با ۳۷/۴ درصد نسبت به دو تراکم دیگر از نظر شاخص برداشت برتری داشت (جدول ۴). به نظر می‌رسد که درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن و ضریب تبدیل و کارآیی استفاده از تابش در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع بالاتر از تراکم‌های دیگر است، به همین دلیل این تراکم از شاخص برداشت بالاتری برخوردار بود. این نتایج با یافته‌های حاصل از آزمایش رائو و همکاران (Rao *et al.*, 1991) مطابقت داشت. آن‌ها گزارش کردند که در این سه تراکم، شاخص برداشت در رقم بدون گلبرگ به ترتیب ۳۹، ۳۹ و ۳۴ درصد بود در حالی که برای رقم مارنو به ترتیب ۳۴، ۲۹ و ۳۱ درصد بود که نشان می‌دهد شاخص برداشت لاین بدون

گلبرگ، در هر سه تراکم بیشتر از رقم گلبرگ‌دار بود. با افزایش تراکم بوته، شاخص برداشت کاهش یافت. شاخص برداشت نشان‌دهندهٔ درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن می‌باشد و بنابراین می‌تواند عامل مهمی در افزایش عملکرد باشد (تولیت ابوالحسنی، ۱۳۷۴).

کارآیی مصرف تابش

تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادکه کارآیی مصرف تابش در بین ارقام، تراکم‌ها، آرایش‌های کاشت و برهمکنش آن‌ها، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. مقایسه میانگین‌های برهمکنش رقم * تراکم نیز نشان داد که بیشترین میزان کارآیی مصرف تابش مربوط به رقم بدون گلبرگ در تراکم ۶۷ بوته در مترمربع بود (۲/۶۹ گرم بر مگاژول، تابش فعال فتوسنتزی)، در حالی که در همین تراکم کارآیی مصرف تابش رقم گلبرگ‌دار به طور معنی‌داری کمتر بود (۲/۳۳ گرم بر مگاژول، تابش فعال فتوسنتزی) (جدول ۵). در مجموع به نظر می‌رسد که دلیل اصلی برتری رقم بدون گلبرگ، بالاتر بودن کارآیی مصرف تابش آن (۲/۳۸ گرم بر مگاژول) در مقایسه با رقم بدون گلبرگ (۲/۱۶ گرم بر مگاژول) بود. اندرسون و همکاران (Andersen *et al.*, 1996) نیزگزارش کردند که در گیاه کلزا، بین عملکرد دانه و میزان جذب تابش فعال فتوسنتزی، در دورهٔ پرشدن خورجین‌ها، یک رابطه خطی وجود دارد. از راه‌های افزایش تولیدات گیاهی، افزایش میزان فتوسنتز از طریق افزایش دریافت تابش فعال فتوسنتزی و بهبود توزیع آن در داخل سایه‌انداز گیاهی و همچنین افزایش بازده تبدیل تابش فعال فتوسنتزی به ماده خشک است. بنابراین به نظر می‌رسد که صفت بدون گلبرگی در کلزا می‌تواند با افزایش بازده تبدیل تابش فعال فتوسنتزی به ماده خشک، به بهبود عملکرد آن در واحد سطح، به ویژه در مناطقی که تابش خورشیدی به دلیل ابري بودن (به ویژه در نیمهٔ دوم سال و در شرایط کشت دوم در گیلان) یک عامل محدودکننده می‌باشد، کمک کند.

جدول ۵- مقایسه میانگین کارآیی مصرف تابش دو رقم کلزای گلبرگ‌دار و بدون گلبرگ در تراکم‌های مختلف بوته در واحد سطح

Table 5. Mean comparison of radiation use efficiency in apetalous and petalled rapeseed cultivars in different plant densities

Cultivar	رقم	تراکم بوته (بوته در مترمربع) Plant density (Plant m^{-2})	کارآیی مصرف تابش (گرم بر مگاژول) Radiation use efficiency (gmj^{-1})
(Hyola 401)	گلبرگ دار	33	2.00 f
		67	2.33 b
		133	2.14 e
(Hylite 201)	بدون گلبرگ	33	2.25 c
		67	2.69 a
		133	2.20 d
اثرات اصلی رقم Main effect of cultivar	(Hyola 401) گلبرگ دار		2.16 b
	(Hylite 201) بدون گلبرگ		2.38 a

میانگین هایی, در هرستون و تیمار، که دارای حروف مشترك مي باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% با یکدیگر تفاوت معني دار ندارند.

Means, each column and treatment, followed by the same letter, are not significantly different at 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این تحقیق از محل اعتبارات معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان تأمین و پرداخت شد که بدینوسیله سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده **Referneces**

آلیاری، ه.، ا. ح. شیرانی‌راد. و ع. دهشیری. ۱۳۸۱. راهنمای کلزا. انتشارات نشرآموزش کشاورزی. تهران. ۱۱۳ صفحه.

امیدی، ح.، ز. طهماسبی سروستانی، ا. قلاوند و س. ع. م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۴. ارزیابی سیستم‌های خاک‌ورزی و فواصل ردیف بر عملکرد دانه و درصد روغن دو رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۷، شماره ۲، صفحه۱۱۱-۹۷.

امیرمرادی، ش. ۱۳۷۸. اثرات تراکم کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد برخی از شاخص‌های رشد ارقام کلزای پاییزه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد؛ دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان. ۱۶۱ صفحه.

بهشتی، ع.، ع. کوچکی. و م. نصیری‌محلاتی. ۱۳۸۱. تأثیر آرایش کاشت بر جذب و راندمان تبدیل نور در کانوپی سه رقم ذرت. مجله نهال و بذر.جلد ۱۸، شماره ۴، صفحه ۴۱۷-۴۳۱.

تولیت‌ابوالحسني، م. ۱۳۷۴. بررسي اثر تراكم و آرايش كاشت بر خصوصيات زراعي و كيفي كلزاي زمستانه در منطقه مشهد. پايان نامه كارشناسي ارشد؛ دانشكده كشاورزي دانشگاه تربيت مدرس. ۱۴۲ صفحه.

زمانی، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۳. اثر آرایش و تراکم بوته بر جذب تشعشع، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علوم و صنایع غذایی کشاورزی. جلد ۸ ، شماره ۲، صفحه ۳۰-۱۷.

زواره، م. و ی. امام. ۱۳۷۹. راهنمایی شناسایی مراحل زندگی در کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۱۴-۱.

شیرانی‌راد، ا. ح. و. م. ر. احمدی. ۱۳۷۵. اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر صفات زراعی، روند رشد و عملکرد دو رقم کلزای روغنی پاییزه در منطقه کرج. چکیده مقالات چهارمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشگاه صنعتی اصفهان. اصفهان. صفحه ۱۴۶.

عزیزی، م.، ا. سلطانی و س. خاوری. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی) (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد؛ مشهد.۲۳۰ صفحه.

قلی‌پور، ع.، ن. لطیفی، ک. قاسمی‌گلعذانی، ه. آلیاری و م. مقدم. ۱۳۸۳. مقایسه رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۱، صفحه۱۴-۵.

گنجعلی، ع.، س. ملک زاده و ع. باقری. ۱۳۷۹. بررسی تراکم بوته و آرایش بر روند تغییرات شاخص‌های رشد نخود تحت شرایط فاریاب در منطقه نیشابور. مجله علوم و صنایع غذایی کشاورزی. جلد ۱۴، شماره۲، صفحه۴۱-۳۳.

Ali, M. H., S. M. H. Zaman and S. M. A. Hossain. 1996. Variation in yield, oil and protein content of rapeseed *(Brassica campestris* L.) in relation to levels of nitrogen, sulphur and plant density. Indian J. of Agron. 41 (2): 290-295.

Andersen, M. N., T. Heidmann and F. Plavborg. 1996. The effects of drought and Nitrogen on light interception, growth and yield of winter oilseed rate. Soil and Plant Science. 46(1): 55-67.

Chay, P., and N. Thurling. 1989. Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus* L.) and its effect on seed yield and yield components. Journal of Agricultural Sciences, Cambridge. 113: 139- 147.

Degenhart, D. F. and Z. P. Kondra. 1984. Relationships between seed yield and growth characters, yield components, seed quality of summer-type oilseed rape (*Brassica napus* L.). Euphytica, 33(3): 885-889.

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): review. Field Crops Research, 67(1): 35-49.

Hassan, K. H. and M. S. El. Hakeem. 1996. Response of some rapeseed cultivars to nitrogen rates and plant density under saline conditions at Siwa Oasis. Annals of Agricultural Science Cairo, 41(1): 229-242.

Keating, B. A. and P. S. Carberry. 1993. Resource captures and use in intercropping solar radiation. Field Crops Research. 34: 273- 301.

Kemanian, A. R., C. O. Stockle and D. R. Huggins. 2004. Variability of barley radiation use efficiency. Crop Sci. 44: 1662- 1672.

Kiniry, J. R., C. A. Jones and D. A. Sparel. 1989. Radiation use efficiency in biomass accumulation prior to grain filling for five grain crop species. Field Crops Research. 20: 51-64.

Kiniry, J. R., C. E. Simpson, A. M. Schubert and J. D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency and harvest index at three sites in Texas. Field Crops Research. 91: 297- 306.

Leach, J. E., H. J. Stevenson, A. J. Rainbow and L. A. Mullen. 1999. Effects of high plant populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science,132(2): 173-180.

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.). Journal of Agricultural Sciences, Cambridge. 96: 389-416.

Montieth, J. and M. Unsworth. 1990. Principles of environmental physics. Edward Arnold. London, UK. 291pp.

Morgan, D. G., 1982. The regulation of yield components in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of the Science of Food and Agriculture, 33: 1266- 1268.

Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant Soil Environment. 49(9): 422-426.

Rao, M. S. S., N. J. Mendham and G. C. Buzza. 1991. Effect of the apetalous flower character on radiation distribution in the crop conopy, yield and its components in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science. Cambridge. 117: 189-196.

Rietveld, M.R., 1987. A new method for estimating the regression coefficient in the formula relating solar radiation to sunshine. Agricultural Meteorology. 19: 243- 252.

Sidlauskas, G., and S. Bernotas. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (Brassica napus L.). Agronomy Research,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 grain yield and its components of apetalous and petalled rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Ozoni Davaji[1], A., M. Esfahani[2], H. Sami Zadeh Lahiji[3] and M. Rabiee[4]

ABSTRACT

Ozoni Davaji, A., M. Esfahani, H. Sami Zadeh Lahiji and M. Rabiee. 2007. Effect of planting pattern and plant density on grain yield and its components of apetalous and petalled rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 9 (1): 60-76.

Apetalous flowers is an important morphological characteristic in rapeseed (*Brassica napus* L.), which cause response to higher planting population, more light transmition in canopy and radiation use efficiency, higher grain yield. In order to evaluate the effects of plant density and planting pattern on grain yield, yield components of apetalous and petalled rapeseed, a field experiment was conducted in Rice Research Institute of Iran, in 2005-2006 cropping season. The experimental design was arranged in a split plot factorial in a randomized complete block design with three replications. Planting pattern (Rectangular and Square) as the main plots and two rapeseed cultivars (petalled = Hyola 401 and apetalous = Hylite 201) and plant density (33, 67 and 133 plants per square metrer) as subplots, respectively. The number of secondary branch per plant, plant height, number of siliques per plant, number of seeds per silique, silique length, oil percentage, thousand grain weight, harvest index, biological yield and grain yield were measured. Results showed that there were significant differences between treatments in measured traits. The average grain yield in apetalous cultivar was 14.6% higher than the petalled cultivar (3441.95 and 2938.06 Kg/ha, respectively). Plant density of 67 plants per unit area was determined to be the optimum plant density for two cultivars (4870 and 4290 Kg/ha respectively). Grain yield and number of siliques per plant in apetalous rapeseed was significantly higher than the petalled rapeseed (10 and 12%, respectively). This superiority was more evident at higher density (133 plants per unit area) i. e. 17.5 and 15.5%, respectively), indicating that apetalous cultivar has higher capability for higher plant population. In spite of non significant differences between harvest indices, right harvest indices of 4.5 and 11% in apetalous rapeseed in 67 and 133 plant densities, showed its higher capability for assimilate transport to grain. It seems that the main reason of superiority of apetalous rapeseed cultivar may be due to higher radiation use efficiency (RUE) compared to petalled cultivar (2.38 vs. 2.16 $g.MJ^{-1}$, respectively).

Key words: Apetaluos, Petalled, Rapeseed (*Brassica napus* L.), Planting pattern, Plant density, Radiation use efficiency (RUE), Grain yield, Grain yield components.

Received: June, 2007

1- Former MSc. Student of Agronomy, Faculty of Agricultural Sciences, The University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Science, The University of Guilan, Rasht, Iran.(Corresponding author)
3- Assistant Prof., Faculty of Agricultural Science, The University of Guilan, Rasht, Iran.
4- Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.