برهم‌کنش نوع، مقدار و تقسیط کودهای نیتروژنی با تراکم کشت بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه‌ی ششده فسا

فصلنامه بوم‌شناسی گیاهان زراعی
جلد ۱۷، شماره ۱، صفحات ۱۳-۱
(بهار ۱۴۰۰)

بهنام حسینی نسب، فرهاد مهاجری✉، محمد رحیم اوجی، مهدی مدندوست
گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران.
(✉: نویسنده مسئول: fmohajeri1397@gmail.com)

چکیده

به منظور بررسی برهم‌کنش نوع، مقدار و تقسیط کودهای نیتروژنه با تراکم کشت بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در منطقه‌ی ششده شهرستان فسا اجرا شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، اجرا گردید. نتایج نشان دادند که اثر کود بر تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی و بوته در سطح ۵ درصد، معنی‌دار بوده و اثر تراکم کاشت بر وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد و بر عملکرد زیستی، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح یک درصد، معنی‌دار شده است. استفاده از کود سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) در مراحل ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، بیشترین تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی (۴۸/۶ عدد در هر شاخه‌ی فرعی) و تعداد خورجین در هر بوته (۷۳/۵ عدد در بوته) را داشت. بیشترین عملکرد زیستی و عملکرد دانه (به ترتیب ۱۲۸۴۰ و ۴۲۵۸ کیلوگرم در هکتار)، در تراکم کاشت ۵۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد. تراکم ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. بر اساس نتایج این پژوهش، تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و نیز استفاده از کود سولفات آمونیوم در مراحل ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، بیشترین عملکرد کلزا را به همراه داشته است.

شناسه مقاله

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷

واژه‌های کلیدی

- اوره
- تراکم کاشت
- سولفات آمونیوم
- عملکرد دانه
- کلزا

این مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و قوانین The Creative Commons of BY- NC- ND انتشار یافته است.

10.22034/AEJ.2022.696771

مقدمه

گیاه کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی دنیا است که به‌دلیل دارا بودن ویژگی‌های خاص از جمله کیفیت و درصد بالای روغن و انعطاف‌پذیری مناسب جهت کشت در اقلیم و مناطق مختلف آب و هوایی، می‌تواند تا حدود بسیار زیادی کمبودها را در زمینه‌ی تأمین روغن در کشور جبران نماید. کلزا گیاهی است که از قدرت شاخه دهی خوبی برخوردار است و در تراکم های کم، می‌تواند تا حدود زیادی کمبود تعداد گیاه در واحد سطح را با افزایش تعداد شاخه‌ی فرعی، جبران کند. انتخاب تراکم بوته‌ی مطلوب در کلزا، با توجه به شرایط اقلیمی و خاک منطقه، سبب می شود که گیاه از تمامی عوامل محیطی نظیر آب، هوا، نور و خاک به طور کامل استفاده نماید (Kimber *et al.*, 1995).

انگادی و همکاران (۲۰۰۳)، گزارش کردند که کلزا می‌تواند عملکرد خود را در دامنه‌ی وسیعی از تراکم تنظیم نماید. اگرچه کلزا به‌طور کامل نمی‌تواند تراکم‌های پایین را جبران کند، اما شرایط محیطی نقش قابل ملاحظه‌ای در قدرت جبران کنندگی عملکرد دارد (Angadi *et al.*, 2003). فتحی و همکاران (۲۰۰۲)، نشان دادند که افزایش تعداد بوته در واحد سطح سبب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی در بوته می‌شود و تعداد خورجین در واحد سطح مهمترین شاخصی است که افزایش می‌یابد (Fathi *et al.*, 2002). نحوه‌ی تغذیه‌ی کلزا یکی از عوامل تاثیرگذار بر عملکرد دانه، درصد روغن و کیفیت دانه‌ی آن می‌باشد. گان (۲۰۰۳)، گزارش نمود که تراکم مطلوب گیاهی کلزا بسته به شرایط محیطی متفاوت است و هرچه دوره‌ی بعد از گلدهی طولانی تر باشد، افزایش عملکرد بحرانی‌تر است. تغذیه کلزا با کودهای نیتروژنه از مهمترین مراحل داشت کلزا می‌باشد (Gan, 2003).

جکسون (۲۰۰۰)، ملاحظه کرد که عملکرد دانه و روغن کلزا در اثر مصرف ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، به حداکثر رسید (Jackson, 2000). علاوه بر میزان مصرف کود نیتروژن، زمان مصرف بهینه نیز تاثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد دانه و روغن کلزا دارد. بالاترین نیاز کلزا به کود نیتروژن در مراحل آغاز ساقه دهی و گلدهی می‌باشد (Hocking and Stapper, 2003). خان و همکاران (۲۰۱۱)، در مقایسه‌ی سولفات آمونیوم و اوره جهت افزایش عملکرد کلزا، نشان دادند که سولفات آمونیوم بیشتر از اوره عملکرد کلزا را افزایش می دهد. در خاک‌های قلیایی، سولفات آمونیوم در اسیدیته شدن ناحیه‌ی ریشه موثر است و همین عامل باعث بهبود جذب عناصری مانند فسفر، نیتروژن و عناصر میکرو می‌گردد (Khan *et al.*, 2011).

انجم و همکاران (۲۰۱۶)، گزارش نمودند که عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در کاربرد کود سولفات آمونیوم افزایش نشان داد. بنابراین برای بهبود عملکرد کلزا، کاربرد این کود نسبت به دیگر منابع کود نیتروژن ارجحیت دارد (Anjum *et al.*, 2016). در آزمایشی، افت عملکرد کلزا تحت شرایط کمبود نیتروژن و تراکم مختلف گیاه بررسی گردید. نتایج نشان دادند که عملکرد کلزا با افزایش تراکم در زمان برداشت، افزایش یافت و عملکرد هر بوته با افزایش نیتروژن افزایش یافت. با افزایش تراکم، عملکرد تک بوته کاهش یافت اما مجموع تولید در واحد سطح افزایش یافت. کمبود نیتروژن، تراکم جمعیت گیاه در زمان برداشت را کاهش داد که به ترتیب منجر به ۳۵/۱ و ۱۷/۱ درصد افت عملکرد در تیمارهای عدم کاربرد نیتروژن و تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار گردید (Liu *et al.*, 2019). این پژوهش با هدف بررسی برهم‌کنش نوع، مقدار و تقسیط کودهای نیتروژنی با تراکم کشت بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در منطقه‌ی ششده شهرستان فسا در استان فارس، انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی برهم‌کنش نوع، مقدار و تقسیط کودهای نیتروژنی با تراکم کشت بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در منطقه‌ی ششده در ۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان فسا (با طول جغرافیایی ´۵۷ °۲۸ شمالی و عرض جغرافیایی ´۵۸ °۵۳ شرقی) اجرا شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور **A**: نوع، مقدار و تقسیط کودهای نیتروژنه در ۱۲ سطح شامل a_1: اوره (توصیه‌ی کودی) زیرکاشت و ساقه دهی، a_2: اوره (توصیه‌ی کودی) زیرکاشت، ساقه دهی و غنچه دهی، a_3: اوره (توصیه‌ی کودی) ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، a_4: اوره (زیر توصیه‌ی کودی) زیرکاشت و ساقه‌دهی، a_5: اوره (زیر توصیه‌ی کودی) زیرکاشت، ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، a_6: اوره (زیر توصیه‌ی کودی) ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، a_7: سولفات آمونیوم (توصیه‌ی کودی) زیرکاشت و ساقه دهی، a_8: سولفات آمونیوم (توصیه‌ی کودی) زیرکاشت، ساقه دهی و غنچه‌دهی، a_9: سولفات‌آمونیوم (توصیه‌ی کودی) ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، a_{10}: سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) زیرکاشت و ساقه‌دهی، a_{11}: سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) زیرکاشت، ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، a_{12}: سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) ساقه‌دهی و غنچه‌دهی و فاکتور **B**: تراکم کاشت در سه سطح شامل b_1: ۵۰، b_2: ۷۰ و b_3: ۹۰ بوته در متر مربع می‌باشد. برای انجام این آزمایش، قطعه زمینی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌ها ۵×۲ متر بود. فاصله‌ی بین هر بلوک ۱ متر و فاصله بین هر کرت ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. هر بلوک شامل ۳۶ واحد آزمایشی (کرت) و کل آزمایش مشتمل بر ۱۰۸ واحد آزمایشی (کرت) بود. نوع بذر کلزا هایولا ۵۰ و تاریخ کاشت ۹۷/۸/۱ بود. در مرحله‌ی برداشت، از مرکز هر کرت (یک متر × یک متر)، نمونه برداری انجام شده و صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ی فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی، تعداد خورجین در شاخه‌ی اصلی، تعداد خورجین در کل بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه، عملکرد زیستی (بیولوژیکی)، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. یک نمونه‌ی ۱۰۰ گرمی دانه‌ی کلزا از هر کرت برای تعیین درصد روغن برداشته شد و ضمن اندازه گیری درصد روغن، عملکرد روغن نیز اندازه گرفته شد. در پنج مرحله از مراحل رشد، از زمان ساقه‌دهی تا مرحله‌ی پرشدن دانه در خورجین، به فاصله‌ی هر ۲۰ روز یکبار، سطح برگ و وزن خشک بوته اندازه گرفته شد.شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) با استفاده از روابط زیر اندازه‌گیری شدند.

$$LAI = (L_{A۲} + L_{A۱})/۲ \times (۱/G_A)$$
$$CGR = (۱/G_A)\,(W_۲ - W_۱)\,(T_۲ - T_۱)$$
$$NAR = (W_۲ - W_۱)\,(T_۲ - T_۱) \times (\ln L_{A۲} - \ln L_{A۱})\,(L_{A۲} - L_{A۱})$$

LA=سطح برگ

GA=سطح زمین

W= وزن

T=زمان

تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزارهای SAS 9.1.3 و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمالات ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر سطح برگ نشان دادند که اثر کود معنی‌دار نبود اما اثر تراکم در مراحل اول، سوم و چهارم نمونه‌برداری معنی‌دار شد (جدول ۱). بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان داد که شاخص سطح برگ کلزا در طی دوره‌ی رشد، در تمامی تراکم‌ها روند مشابهی داشت (شکل a_1). با فرا رسیدن دوره‌ی رشد سریع گیاه زراعی همراه با مرحله‌ی ساقه رفتن گیاه (اولین مرحله‌ی نمونه‌برداری) و افزایش تعداد برگ، شاخص سطح برگ روندی افزایشی نشان داد و در مرحله‌ی گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید، پس از آن به دلیل سایه‌اندازی برگ‌های بالایی، زرد شدن و پیری برگ‌های پایینی و فرآیند انتقال مجدد مواد به سمت اندام‌های زایشی، شاخص سطح برگ کاهش یافت. در طول دوره‌ی رشد و مراحل مختلف نمونه‌برداری، به علت رقابت کمتر بین کلزا، شاخص سطح برگ در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ تفاوت چندانی نداشت. در مراحل نمونه‌برداری خصوصاً از مرحله‌ی گلدهی به بعد باتوجه به بیشتر شدن رقابت کلزا بر سر منابع، تفاوت بین شاخص سطح برگ در سطوح تراکم ۵۰ و ۷۰ با تراکم ۹۰ بوته در متر مربع مشهودتر شد. هم‌چنین در آخرین مرحله‌ی نمونه‌برداری (رسیدگی کلزا)، به دلیل پیر شدن و ریزش برگ‌ها در اواخر دوره‌ی رشد، نمودارهای شاخص سطح برگ تقریبا بر یکدیگر منطبق شدند. بیشترین شاخص سطح برگ (۴/۱) در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و در ۱۶۰ روز پس از کاشت و به عبارتی در زمان ظهور خورجین و ابتدای تشکیل دانه در خورجین به دست آمد در حالیکه در همین مرحله‌ی شاخص سطح برگ در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع ۲/۸ بود (شکل a_1). به نظر می‌رسد که علیرغم افزایش شاخص سطح برگ کلزا در سطح تراکم ۹۰ بوته در متر مربع، این تراکم سبب افزایش رقابت کلزا و اثرات منفی آن بر این شاخص شد، با این وجود، کلزا در تراکم ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع نسبت به تراکم ۹۰ بوته در متر مربع، از توان رقابتی بالاتری برخوردار بود.

سرعت رشد محصول[1] (CGR)

سرعت رشد محصول، میزان تجمع ماده خشک در طی زمان در واحد سطح زمین را نشان می‌دهد (Koocheki and Sarmadnia, 2006). الگوی سرعت رشد کلزا در تمامی تراکم‌ها نسبتاً یکسان بود، سرعت رشد کلزا در ابتدای فصل به دلیل کوچک بودن گیاهان، به کندی افزایش یافت و سپس به علت افزایش سطح برگ، این شاخص تا مرحله‌ی اوایل گلدهی–اوایل ظهور خورجین افزایش پیدا کرد و به حداکثر خود رسید. پس از آن به علت اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه،کاهش سطح برگ (پیر شدن و ریزش برگ)، این شاخص روند نزولی پیدا کرد (شکل b_1). به علت بالاتر بودن شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد کلزا در شرایط تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، به میزان ۲۸/۴ گرم بر متر مربع در روز به دست آمد (شکل b_1)، که نسبت به تراکم ۹۰ بوته در متر مربع در همین مرحله، ۵۰ درصد افزایش نشان داد. با گذشت زمان، سرعت رشد کلزا در کلیه‌ی تراکم‌ها افزایش یافت. شیب افزایشی سرعت رشد کلزا در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع بسیار بیشتر از تراکم ۹۰ بوته در متر مربع بود در حالیکه افت سرعت رشد کلزا در تراکم ۹۰، کمتر از تراکم ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع بود.

1- Crop growth rate (CGR)

سرعت جذب خالص[۲] (NAR)

سرعت جذب خالص عبارتست از مقدار ماده خشک تولید شده در واحد سطح برگ در واحد زمان که شباهت خیلی زیادی به سرعت رشد محصول دارد. سرعت جذب خالص، تخمینی از فتوسنتز خالص برگ است. سرعت جذب خالص زمانی در حداکثر مقدار خود است که تمامی برگ ها به طور کامل تابش خورشیدی را دریافت کنند. این مقدار با زمانی که اندازه‌ی گیاهان کوچک است و برگ‌ها به اندازه‌ای هستند که روی یکدیگر سایه‌اندازی ندارند، منطبق است. شکل منحنی سرعت جذب خالص به صورت نزولی است و با افزایش سن گیاه، به علت سایه اندازی برگ ها روی هم و پیر شدن برگ‌ها، فتوسنتز خالص برگ کم می‌شود.

محققان اظهار داشته‌اند که نوع الگوی پوشش گیاهی، حتی در صورت ثابت‌بودن تعداد گیاهان در واحد سطح، بر سرعت جذب خالص مؤثر است و بنابراین کارایی فتوسنتز جامعه گیاهی در الگوهای مختلف کاشت، متفاوت خواهد بود (Ganjali *et al.*, 2000). منحنی تغییرات سرعت جذب خالص در تراکم‌های مختلف کلزای مورد مطالعه نشان داد که در مراحل ابتدایی رشد گیاه به دلیل کم بودن سطح برگ و عدم سایه اندازی آنها روی یکدیگر و در نتیجه حداقل رقابت نوری، به ویژه در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، سرعت جذب خالص حداکثر بود، اما با گذشت زمان و افزایش سطح برگ و سایه اندازی برگ‌ها روی یکدیگر، منحنی سرعت جذب خالص با شیب تندتری کاهش یافت و در نهایت با پیر شدن برگ ها، راندمان تولید در هر برگ کاهش یافت و سرعت جذب خالص به ویژه در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع به حداقل مقدارخود رسید (شکل c_1).

عملکرد و اجزای عملکرد

نتایج تجزیه واریانس نشان دادند که اثرات کود و تراکم بر ارتفاع بوته کلزا معنی‌دار نشد. اثر کود بر تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی و در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود ولی بر سایر صفات اندازه گیری شده معنی‌دار نبود. اثر تراکم کشت بر وزن هزاردانه در سطح ۵ درصد و بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد روغن، در سطح یک درصد معنی‌دار شد ولی بر سایر صفات اندازه گیری شده معنی‌دار نبود. اثرات متقابل کود و تراکم کاشت معنی‌دار نبودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار کود بر تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی و تعداد خورجین در هر بوته نشان دادند که مصرف سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) در مراحل ساقه‌دهی و غنچه‌دهی باعث افزایش بیشتر تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی (۴۸/۶ عدد در هر شاخه فرعی) و تعداد خورجین در هر بوته (۷۳/۵ عدد در بوته) شد و استفاده از سولفات آمونیوم (زیر توصیه‌ی کودی) در سه مرحله کاشت، ساقه‌دهی و غنچه‌دهی کمترین تعداد خورجین در شاخه فرعی (۳۰/۶ عدد در هر شاخه‌ی فرعی) و تعداد خورجین در هر بوته (۴۶/۵ عدد در بوته) را داشت. سایر تیمارهای کودی از نظر تعداد خورجین در بوته تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل a_2،b_2)

نتایج تأثیر تراکم بوته بر وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد روغن نشان دادند که به طور کلی با افزایش تراکم بوته تا ۹۰، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و دانه و عملکرد روغن کاهش یافته است. به طوریکه بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه (به ترتیب ۱۲۸۴۰ و ۴۲۵۸ کیلوگرم در هکتار) در تراکم کاشت ۵۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد. تراکم ۵۰ و ۷۰ از نظر عملکرد دانه، تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (شکل a_4). بیشترین عملکرد روغن در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع و کمترین عملکرد روغن در تراکم ۹۰ بوته در متر مربع به دست آمد (شکل a_4،b_4). وزن هزاردانه یکی از اجزای مهم و تعیین کننده‌ی عملکرد دانه است و نقش

2- Net assimilation rate (NAR)

مهمی در پتانسیل عملکرد یک رقم دارد. اجزای عملکرد تحت تأثیر عواملی نظیر استفاده‌ی بهینه از نور، مواد غذایی، تراکم مناسب، فتوسنتز کارآمد و رسیدن مواد آسیمیلاسیونی کافی به گیاه می‌باشد که همگی در افزایش عملکرد دانه مؤثر می‌باشند. افزایش تراکم بوته باعث ایجاد رقابت شدید درون گونه‌ای شده و اختصاص مواد پرورده به دانه کاهش یافته است و بنابراین عملکرد کاهش می‌یابد (Sana *et al.*, 2003). در تحقیقی که صداقت و همکاران (۲۰۰۳)، انجام دادند، اثر افزایش تراکم بر کاهش وزن هزاردانه را گزارش نمودند (Sedaghat *et al.*, 2003). نورمحمدی و همکاران (۲۰۰۱)، نشان دادند که با افزایش تراکم بوته، عملکرد دانه تا حد معینی افزایش می‌یابد و افزایش تراکم بوته بیش از آن، باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. در این تحقیق نیز با افزایش تراکم از ۵۰ به ۷۰ و ۹۰ بوته در متر مربع، عملکرد دانه کاهش یافت (Noormohammadi *et al.*, 2001).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان دادند که اثر تیمار کودی بر صفات اندازه‌گیری شده‌ی کلزا به استثنای تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی و بوته، معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج این پژوهش، تراکم مطلوب بوته، تراکم ۵۰ بوته در متر مربع می‌باشد. هرچند که تراکم ۵۰ بوته در متر مربع از نظر بعضی صفات از جمله شاخص‌های رشد، وزن هزاردانه و عملکرد روغن تفاوت معنی‌داری با تراکم ۷۰ بوته در متر مربع نداشت، تراکم ۹۰ بوته در متر مربع، باعث کاهش چشمگیر شاخص‌های رشدی کلزا و به دنبال آن عملکرد و اجزای عملکرد کلزا گردید. دلیل آن رقابت شدیدی است که بین بوته‌های کلزا در این تراکم ایجاد می‌گردد. با توجه به اینکه مصرف سولفات آمونیوم زیر توصیه‌ی کودی در دو مرحله‌ی ساقه‌دهی و غنچه‌دهی، باعث بیشترین تعداد خورجین در بوته شد، بنابراین بر اساس نتایج این بررسی، جهت دستیابی به بیشترین عملکرد در منطقه‌ی مورد آزمایش، استفاده از این نوع و مقدار کود در مرحله‌ی ساقه‌دهی و غنچه‌دهی و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع، پیشنهاد می‌گردد.

References

Angadi S.V, Cutforth H.W, McConkey B.G, Gan Y. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop Sci*. **2003**, 43: 1358-1366.

Anjum M.M, Zahir Afridi M.M, Owais Iqbal Akhtar K, Kamran Khan S.H, Zahid M. Foliar spray of ammonium sulphate on yield and yield components of canola. *International Journal of Current Trends in Pharmacobiology and Medical Sciences*. **2016**, 1 (1): 56-60

Fathi G.H, Banisaeidi H, Siadat A, Ebrahimpour F. Effect of different nitrogen levels and plant density on yield of canola PF7045 under Khuzestan climatic conditions. *Journal of Agricultural Science*. **2002**, 25 (1): 57-43.

Gan A. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. *Crop. Sci*. **2003**, 43: 1358-1366.

Ganjali A, Malekzadeh S, Bagheri A. Effect of plant population and planting pattern on trend of growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Neishabour region. *J. Agric. Sci. Technol*. **2000**, 12(9): 33-41.

Hocking P.J. and Stapper M. Effect of sowing time and nitrogen fertilizer rate on growth, yield and nitrogen accumulation of canola, mustard and wheat. In: Wratten N, Mailer R.J (Eds), *Proceeding of 9th Australian Research Assembly on Brassicas*, New South Wales. **1993**, pp: 33-46.

Jackson G.D. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agronomy Journal*. **2000**, 92: 644-649.

Khan T.A, Norton R, Edis R, Walker C.H, Chen D. Comparing N and S sources to improve yield and nutrient efficiency in canola cropping systems in south-eastern Australia. *17th Australian Research Assembly on Brassicas* (ARAB). **2011**.

Kimber M. and Gregor K.L. Pattern of flower and pod development in rapeseed. *Canadian Journal of Plant Science*. **1995**, 61: 275-282.

Koocheki A. and Sarmadnia G. Physiology of crop plants (Translated). *Mashhad Jihad University Press*. **2006**, 400pp. (In Persian).

Liu Q.T, Rena B.Y, Zhang X, Lia R.C, Whitec P.J, Lua J. Yield loss of oilseed rape (*Brassica napus* L.) under nitrogen deficiency is associated with under-regulation of plant population density. *European Journal of Agronomy*. **2019**, 103: 80-90.

Noormohammadi G.H, Siadat A, Kashsni A. Cereal agronomy. *University of Shahid Chamran Ahvaz Publication*. **2001**, Volume 1, pp: 446. (In Persian).

Sana M, Maleki A.M, Saleem M, Rafigh M. Comparative yield potential and oil contents of different canola cultivar. *Pakistan Journal of Agronomy*. **2003**, 2: 1-10.

Sedaghat H.A, Nadeem Tahir M.H, Tanveer Hussain M. Physiogenetic aspects of drought tolerance in canola. *International Journal of Agriculture and Biology*. **2003**, 4: 611-614.

Interaction between type, amount and split application of nitrogen fertilizers with plant density on morphophysiological characteristics, yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) in Sheshdeh region, Fasa

Agroecology Journal

Vol. 17, No. 1 (1-13)
(Spring 2021)

Behnam Hosseininasab, Farhad Mohajeri✉,Mohammad Rahim Owji, Mehdi Madandoust
Department of Agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran.

✉ fmohajeri1397@gmail.com **(*corresponding author*)**

Received date: 04.02.2020 Accepted date: 06.01.2021

Abstract

In order to investigate the interaction of type, amount and split application of nitrogen fertilizers with plant density on morphophysiological characteristics, yield and yield components of canola, an experiment was conducted in the Sheshdeh of Fasa in 2018-2019. Experiment was carried out as a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. The results showed that the effect of fertilizer on number of silique per sub-branch and per plant was significant at 5% level and the effect of plant density on 1000 seed weight, biological yield, seed yield and oil yield was significant. Ammonium sulfate (following fertilizer recommendation) had the highest number of silique per sub-branch (48.6 per sub-branch) and silique per plant (73.5 per plant) in the shoot and bud stages. The highest biological and grain yield (12840 and 4258 kg/ha, respectively) were obtained at plant density of 50 plants /m^2. Densities of 50 and 70 were significantly different in grain yield. Based on results, the density of 50 plants/m^2 and the use of ammonium sulfate in the shoot and bud stages had the highest yield of canola.

Keywords

- Ammonium sulfate
- Canola
- Grain yield
- Plant density
- Urea

This open-access article is distributed under the terms of the Creative Commons-BY-NC-ND which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

10.22034/AEJ.2022.696771

جدول ۱- میانگین مربع اثرات کود و تراکم کشت بر سطح برگ و وزن خشک کلزا

Table 1. Square mean of fertilizer and planting density effects on leaf area and dry weight of canola

Source of variation	d.f	Leaf area					Dry weight				
		Stage1	Stage2	Stage3	Stage4	Stage5	Stage1	Stage2	Stage3	Stage4	stage
Replication	2	4306.3 ns	20977.8 ns	79078.8 **	31072.4 **	22970.3 ns	26631.6 **	20786.9**	4492.7ns	4490.1ns	2492.5ns
Fertilizer	11	7514.3 ns	7133.7 ns	14915.4 ns	14516.3 ns	7233.5 ns	1317.0 ns	2131.9ns	2832.0ns	2230.0ns	2030.0ns
Density	2	8479.2 *	5636.2 ns	15978.9 *	13970.3 *	5836.2 ns	3738.6 *	3095.6*	3375.8ns	3170.8ns	3075.5ns
Fertilizer × Density	22	5664.1ns	5041.4 ns	14860.6 ns	16870.6 ns	5440.3 ns	1029.1 ns	632.4ns	2608.3ns	2508.2ns	2008.2ns
Error	70	6440. 7	7145.01	14466.5	13460.5	7245.01	1378.5	1279.2	4769.6	4169.6	3069.5
C.V (%)	-	25.4	29.9	31.3	30.1	28.9	25.9	24.8	28.31	29.30	30.32

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

جدول ۲- میانگین مربع اثرات کود و تراکم کشت بر برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

Table 2. Square mean of fertilizer and planting density effects on some agronomic traits, yield and yield components of canola

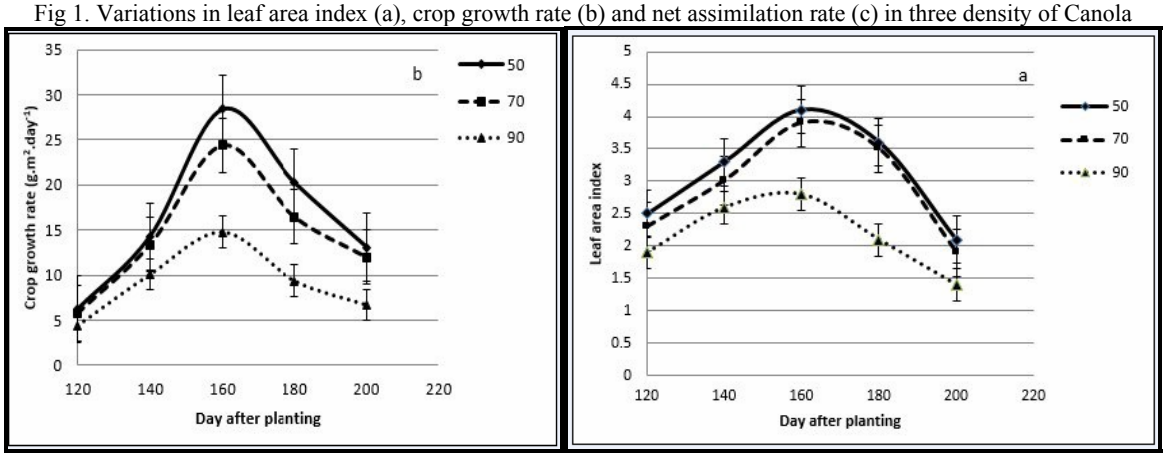
Source of variation	d.f	Plant height	Number of sub-branches	Number of silique/sub-branch	Number of silique/branch	Number of silique/plant	Silique length	Seed number/ silique	Seed thousand weight	Biological yield	Seed yield	Oil%	Oil yield
Replication	2	1613.4*	42.7 *	2031.6 **	214.8 *	3372.5 *	6.56 **	53.34 **	0.008 ns	305626369.4 **	11956235.2 **	35.8*	3590323.8**
Fertilizer	11	140.5 ns	0.99 ns	218.7 ns	79.4 ns	520.1 *	0.30 ns	5.57 ns	0.15 ns	3775381.8 ns	1791087.2 ns	13.1ns	525657.3 ns
Density	2	61.1 ns	2.33 ns	34.7 ns	79.2 ns	9.6ns	0.28 ns	10.17 ns	0.59 *	314461586.1**	39006405.8 **	3.6ns	5391475.4**
Fertilizer × Density	22	94.6 ns	1.06 ns	144.2 ns	52.03 ns	306.1ns	0.22 ns	7.18 ns	0.30 ns	12875325.5 ns	1700274.8 ns	5.9ns	447631.08ns
Error	70	130.3	1.59	138.5	58.5	302.4	0.22	6.13	0.23	10838493	1675697.8	10.3	486258.2
C.V (%)	-	13.58	24.86	30.4	34.4	29.31	8.87	13.20	12.31	30.00	31.2	8.77	27.87

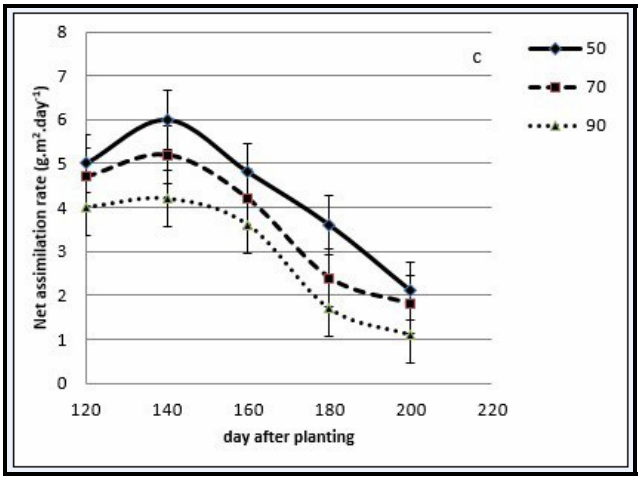
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

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

شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ (a)، سرعت رشد محصول (b) و سرعت جذب خالص (c) در سه تراکم کشت کلزا

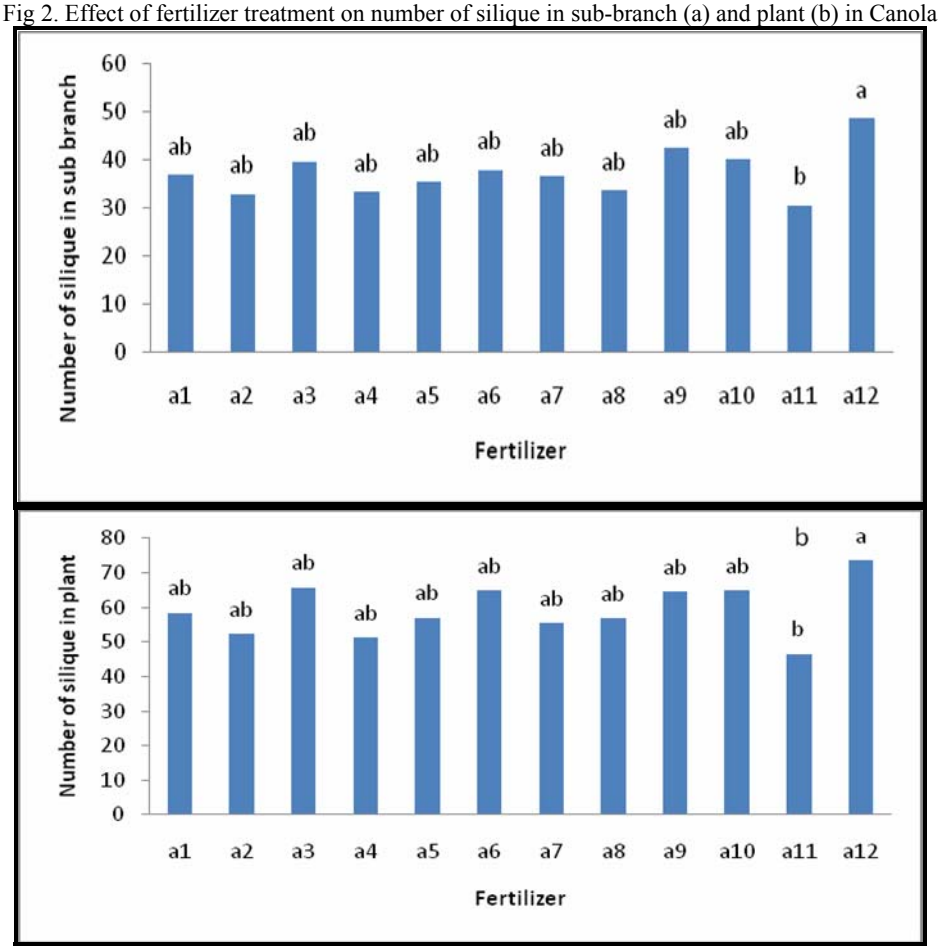
Fig 1. Variations in leaf area index (a), crop growth rate (b) and net assimilation rate (c) in three density of Canola





شکل ۲- تأثیر تیمار کودی بر تعداد خورجین در شاخه‌ی فرعی (a) و بوته (b) کلزا

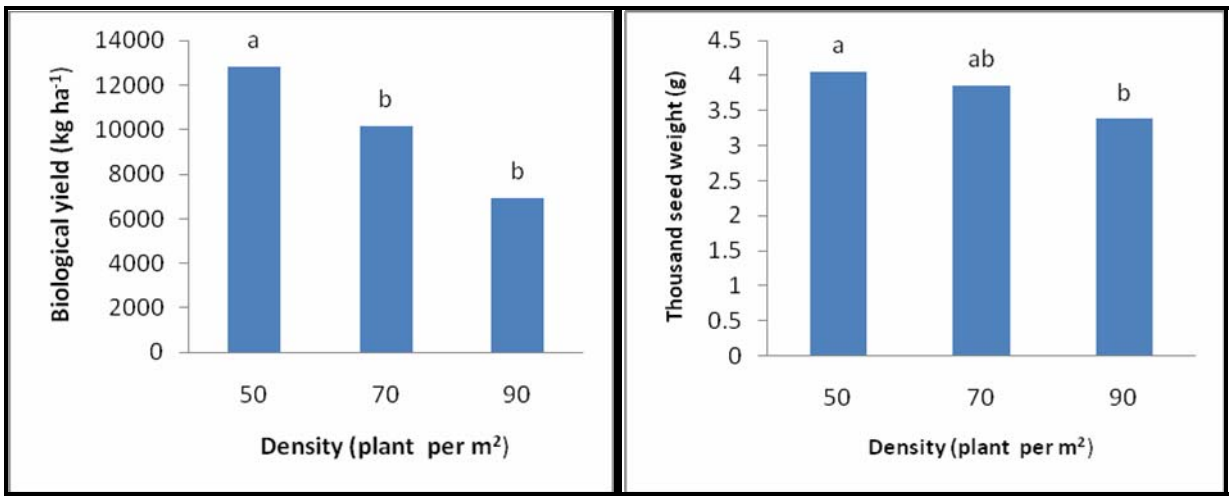
Fig 2. Effect of fertilizer treatment on number of silique in sub-branch (a) and plant (b) in Canola



شکل ۳- اثر تراکم گیاه بر وزن هزاردانه (a) و عملکرد زیستی (b) کلزا

Fig 3. Effect of plant density on thousand seed weight (a) and biological yield (b) of canola

a **b**



شکل ۴- اثر تراکم گیاه بر عملکرد دانه (a) و عملکرد روغن (b)کلزا

Fig 3. Effect of plant density on grain yield (a) and oil yield (b) of canola

a **b**