نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۲(۴۶)، تابستان ۱۳۹۷، صفحه ۲۸۶-۲۶۹

اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست بر صفات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus* L.) در دو تاریخ کاشت

الناز صمدزاده قلعه جوقی[۱]، اسلام مجیدی هروان[۲*]، امیرحسین شیرانی‌راد[۳] و قربان نورمحمدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱/۱۸ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۶/۷

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست بر صفات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام گردید. در این آزمایش فاکتور تاریخ کاشت در دو سطح شامل: تاریخ کاشت بهینه منطقه: ۲۵ مهرماه و تاریخ کاشت تأخیری: ۵ آبان ماه و کود ورمی‌کمپوست در دو سطح شامل: عدم کاربرد کود (شاهد) و کاربرد کود (۲۰ تن در هکتار) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا شامل: BAL104، DIE710.08، BAL102، FJL330، FJL290 و Okapi در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، که صفات عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن دانه و ترکیب اسیدهای چرب در ژنوتیپ‌های مختلف متأثر از تاریخ‌های مختلف کاشت بوده است. بیشترین عملکرد دانه (۵۸۵۳ و ۵۷۶۲ کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن دانه (۴۳/۹۸ و ۴۳/۸۵ درصد)، اولئیک اسید (۶۵/۲۳ و ۶۴/۹۳ درصد) و لینولئیک اسید (۲۰/۵۱ و ۲۰/۳۷ درصد) در تاریخ کاشت بهینه و لاین‌های FJL290 و BAL102 به‌دست آمد که نشان‌دهنده پتانسیل بالای عملکرد این لاین‌ها در این تاریخ کاشت بود. همچنین، کاربرد تیمار کودی ورمی‌کمپوست باعث افزایش کلیه صفات مورد مطالعه گردید. نتایج نشان داد که لاین‌های FJL290 و BAL102 در تاریخ کاشت بهینه (۲۵ مهرماه) همراه با به کارگیری کود ورمی‌کمپوست می‌توانند با حداکثر رشد، مطلوب‌ترین عملکرد دانه و روغن را در اقلیم مورد مطالعه تولید نمایند.

واژگان کلیدی: اسیدهای چرب، تاریخ کاشت، درصد روغن دانه، ژنوتیپ، عمکلرد دانه، ورمی‌کمپوست.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه علوم زراعی و باغی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲- استاد گروه علوم زراعی و باغی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۳- استاد مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی کرج، ایران.
* نگارنده‌ی مسئول majidi_e@yahoo.com

مقدمه

به موازات افزایش جمعیت جهان، تقاضا برای خرید مواد غذایی روز به روز افزایش می‌یابد، اگرچه ذخایر جهانی بر حسب گندم، برنج و ذرت به‌عنوان غذاهای اصلی مورد بحث قرار می‌گیرد ولی نقش دانه‌های روغنی را در این میان نمی‌توان انکار کرد (Fathi, 2017). دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی به‌شمار می‌روند. یکی از منابع روغنی، کلزا می‌باشد که بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تأمین روغن گیاهی جهان دارد و از نظر پروتئین مقام پنجم را به خود اختصاص داده است (Maleki *et al*., 2013; Jaberi *et al*., 2015). تاریخ کاشت، اولین نقطه محوری در تصمیمات مدیریت تولید گیاهان زراعی است، به ویژه در مناطقی که دارای محدودیت‌های محیطی همچون سرمای زودرس یا دیرهنگام ابتدا و انتهای فصل و گرمای شدید اواسط تابستان می‌باشند. از آن‌جایی که این گیاه دارای تیپ‌های بهاره، پاییزه و حد واسط بهاره-پاییزه است، لذا امکان کشت آن در شرایط مختلف آب و هوایی کشور وجود دارد و به همین دلیل کشت کلزا در ایران به عنوان یکی از امیدهای کاهش وابستگی به واردات روغن مورد توجه قرار گرفته است (Esmaeilasadi and Faraji, 2009). ورمی‌کمپوست، نوعی کمپوست تولید شده به‌وسیله‌ی کرم‌های خاکی است که به علت داشتن ویژگی‌هایی نظیر تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر تدریجی آنها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می‌باشد. مهم‌ترین هدف تولیدکنندگان و به‌نژادگران کلزا، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد که این صفت به شدت تحت تأثیر اثر متقابل محیط و رقم قرار می‌گیرد (Marjanovic-Jeromela *et al*., 2008). رفیعی و همکاران (Rafiei *et al*., 2011) با بررسی ارقام در تاریخ‌ها و تراکم‌های مختلف، تأخیر در تاریخ کاشت را از عوامل عمده کاهش عملکرد دانه برشمردند. عده‌ای از محققان گزارش کردند که با تأخیر در کاشت، روزت ضعیف‌تر شده و باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود (Fanaei *et al*., 2008). اوزر (Ozer, 2003) گزارش داد که کاشت تأخیری سبب افت درصد روغن دانه کلزا گردید. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که شرایط محیطی مناسب برای افزایش عملکرد دانه ممکن است با شرایط محیطی مطلوب برای افزایش درصد روغن دانه متفاوت باشد، ثانیاً افزایش عملکرد روغن در هکتار بیشتر ناشی از افزایش عملکرد دانه در هکتار می‌باشد. وزن هزار دانه از پایدارترین اجزای عملکرد دانه کلزا است که تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نداشته و یک صفت ژنتیکی است (Angadi *et al*., 2002). کاشت دیرهنگام کلزا با محدود کردن دوره رشد باعث ایجاد بوته‌هایی با سطح سبز کم و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Faraji *et al*., 2009). میزان روغن دانه صفتی با وراثت پذیری بالا می‌باشد که البته تا حدودی هم تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد. در میان عوامل محیطی مؤثر بر مقدار روغن، دما مهم‌ترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن، افت شدیدی در درصد روغن دانه آشکار می‌شود (Fanaei *et al*., 2008). نتایج پژوهشی نشان داد که میزان عملکرد دانه، روغن و ترکیب اسیدهای چرب، متأثر از عامل‌هایی نظیر نوع رقم، آب و هوا، مورفولوژی، فیزیولوژی و مدیریت در طول داشت گیاه است (Arsalan, 2007). ورمی‌کمپوست، کود

زیستی غنی شده با ریزموجودات مفید بوده و دارای مقادیر قابل توجه عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد (Sinha *et al*., 2010). ورمی‌کمپوست دارای فعالیت میکروبی و آنزیمی بالا و حاوی مقادیر زیادی از مواد تنظیم کننده رشد گیاه می‌باشد و استفاده و مدیریت مناسب آن می‌تواند با بهبود خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه اثرات مفیدی را روی رشد و عملکرد گونه‌های گیاهی داشته باشد (Parthasarthi *et al*., 2008). وادیراج و همکاران (Vadiraj *et al*., 1998) در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی زردچوبه نشان دادند که مصرف ده تن ورمی‌کمپوست سبب بهبود عملکرد آن می‌گردد. ورمی‌کمپوست و کمپوست قادر است با تأمین بخشی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش دهند (Jat and Ahllawat, 2008). در تحقیقی که روی گیاه نخود انجام شد، آشکار گردید که مصرف سه تن ورمی‌کمپوست در واحد سطح باعث افزایش چشمگیر تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با شاهد می‌گردد (Jat and Ahllawat, 2004; Jat and Ahllawat, 2006). درزی (Darzi, 2008) در مطالعه بر روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgar*) گزارش کرد که عملکرد دانه، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در پژوهشی دیگر بیشترین عملکرد گل در بابونه شیرازی (*Matricaria recutita* L.) با کاربرد ده تن ورمی‌کمپوست در هکتار به‌دست آمد (Salehi *et al*., 2012). آرگوئلو و همکاران (Arguello *et al*., 2006) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد در گیاه دارویی سیر (*Allium sativum*) شد. در همین راستا نتایج مطالعه محققان نشان داد که کاربرد کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته و زیست توده به ترتیب به مقدار ۹۳،۶ و ۵۵ درصد نسبت به تیمار شاهد در کنجد گردید (Rezvani Moghadam *et al*., 2011). این آزمایش با هدف بررسی اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف و گزینش ژنوتیپ‌های سازگار با شرایط محیطی، جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک کشور اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های زراعی ۹۴ -۹۳ و ۹۵-۹۴ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا انجام شد. میزان بارندگی و میانگین دما در ماه‌های رشد کلزا در دو سال آزمایش در (جدول۱) ارایه شده است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال اجرا گردید. در این تحقیق تیمار تاریخ کاشت در دو سطح شامل کاشت بهینه منطقه (۲۵ مهر ماه) و کاشت تأخیری (۵ آبان ماه) و تیمار کود ورمی‌کمپوست در دو سطح شامل عدم کاربرد کود (شاهد) و کاربرد کود (۲۰ تن در هکتار) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا (BAL104، DIE710.08، BAL102، FJL330، FJL290 و Okapi) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند (جدول ۲). به‌منظور آماده‌سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین

مورد نظر آبیاری گردید و پس از گاورو شدن، به وسیله گاوآهن برگرداندار شخم زده و سپس جهت خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. سپس اقدام به‌نمونه‌گیری از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰-صفر و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر گردید. نتایج تجزیه خاک در (جدول ۳) ارایه شده است. بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع فسفات آمونیوم) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) به‌صورت پایه همزمان با آماده سازی بستر بذر و کود نیتروژن (از منبع اوره) در سه مرحله ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در زمان کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مرحله ساقه‌دهی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مرحله غنچه‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد. سپس، پخش کود ورمی‌کمپوست به‌میزان ۲۰ تن در هکتار پس از آماده‌سازی زمین قبل از کاشت بذر کلزا در کرت‌های آزمایشی مربوطه صورت گرفت. مشخصات کود ورمی‌کمپوست در (جدول ۴) ارایه شده است. کشت بذور برای هر کرت آزمایشی به‌صورت مکانیزه، توسط دستگاه بذرکار انجام گردید. به این صورت که دو طرف هر پشته و به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر بذور (به میزان چهار کیلوگرم در هکتار) به‌صورت خطی کاشته شدند. کنترل علف‌های هرز با استفاده از علف‌کش‌های گالانت سوپر و لونترل هر کدام به میزان یک لیتر در هکتار در مرحله چهار تا هشت برگی کلزا صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط ۵ سانتی‌متر با میانگین تراکم ۷۰ هزار بوته در هکتار تثبیت گردید. به منظور تعیین صفات کمّی از جمله تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی، پس از این‌که گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نزدیک گردید از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از حذف ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای خطوط با رعایت خط اول و ششم به عنوان حاشیه، نمونه‌برداری انجام و صفات مورد نظر اندازه‌گیری گردید. برای تعیین درصد روغن، نمونه دانه‌های ۱۰۰ گرمی از هر تیمار تهیه و در آزمایشگاه بخش‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با استفاده از روش اسپکترومتری و با دستگاه NMR (Mq20, Bruker, Germany) اندازه‌گیری شد (Anonymous, 1998). اندازه‌گیری اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه HPLC (کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا) انجام گردید (Thies, 1974). جهت اطمینان از همگنی واریانس‌های داده‌های دو سال، آزمون یکنواختی واریانس‌های آزمایش از طریق آزمون بارتلت انجام شد. نتایج آزمون نشان داد که برای کلیه صفات مورد بررسی واریانس‌ها یکنواخت بودند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.0 و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات تاریخ کاشت، تیمار کودی اعمال شده، برهمکنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ و برهمکنش سال و تاریخ کاشت (به استثنای عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه) سبب معنی‌دار شدن کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک و پنج درصد گردید. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت و کود

ورمی‌کمپوست همچنین برهمکنش کود ورمی‌کمپوست و ژنوتیپ بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول ۵).

تعداد خورجین در بوته: مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته در سال دوم و تاریخ کاشت بهینه با میانگین (۲۳۴/۱۰) به‌دست آمد (جدول ۶). این افزایش به دلیل تغییرات آب و هوایی و بارندگی مساعد در سال دوم بود. این صفت را می‌توان یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده دانه به‌حساب آورد به این دلیل که در برگیرنده تعداد دانه‌ها و نیز تولید کننده آسیمیلات مورد نیاز برای افزایش وزن دانه‌ها می‌باشد. زیرا در مراحل اولیه پرشدن دانه از طریق فتوسنتز در رشد و تکامل دانه مشارکت می‌کنند. مقایسه میانگین تعداد خورجین در بوته ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که به‌ترتیب تیمارهای تاریخ کاشت بهینه و لاین‌های FJL290 و BAL102 و کاشت تأخیری و هیبرید DIE710.08 بیشترین (۲۵۱/۳۰ و ۲۴۶/۵۴) و کمترین (۸۹/۶۵) میزان این صفت را دارا بودند (جدول ۷). به‌نظر می‌رسد کشت دیرهنگام کلزا باعث کاهش دوره رشد و برخورد مراحل پایانی رشد با شرایط محیطی نامناسب گردیده به‌طوری‌که تعداد گلچه‌های کمتری به خورجین تبدیل شد. اوزر (Ozer, 2003) گزارش داد که دلیل کاهش تعداد خورجین در بوته کلزا در تاریخ کاشت‌های دیرتر که عامل اصلی در کاهش عملکرد دانه است ضعیف بودن بوته‌ها در زمان گلدهی بود. بیشترین تعداد خورجین در بوته در سال دوم آزمایش و در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین (۱۸۱/۸۰) بود (جدول ۹). در تحقیقی که روی گیاه نخود انجام شد، آشکار گردید که مصرف سه تن ورمی‌کمپوست در واحد سطح باعث افزایش چشمگیر تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با شاهد گردید (Jat and Ahllawat, 2004; Jat and Ahllawat, 2006).

تعداد دانه در خورجین: عملکرد دانه‌ی کلزا تابع سه جزء تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد دانه در هر خورجین و وزن هزار دانه است و بین اجزای عملکرد دانه کلزا ساز و کار جبرانی وجود دارد (Habekotte, 1993). مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین در سال دوم و کاشت بهینه با میانگین (۲۴/۴۴) به‌دست آمد (جدول ۶). تعداد دانه در خورجین با افزایش وزن خشک گیاه در گلدهی که به‌صورت میلی‌گرم به ازای هر خورجین بیان می‌شود، افزایش پیدا می‌کند. مقایسه میانگین تعداد دانه در خورجین ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین در تاریخ کاشت بهینه منطقه و لاین‌های FJL290 و BAL102 با میانگین‌های (۲۴/۳۱ و ۲۳/۸۳) به دست آمد و کمترین در کاشت تأخیری در هیبرید DIE710.08 و لاین BAL104 با میانگین‌های (۱۴/۳۰ و ۱۴/۵۹) که با رقم Okapi اختلاف معنی‌داری نداشتند، به‌دست آمده است (جدول ۷). در این زمینه تعدادی از پژوهشگران گزارش کردند که توانایی‌های مختلف کلزا در تشکیل دانه

در داخل خورجین متفاوت است و تعداد دانه در خورجین از عوامل مؤثر و تعیین کننده عملکرد دانه در کلزا است (Rao and Mendham, 1991). البته افزایش تعداد دانه در خورجین دارای محدودیت نیز است، زیرا که ظرفیت تولید این جزء عملکرد بیشتر تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی است. مقایسه میانگین تیمار کودی نشان داد که کلزا در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بیشترین تعداد دانه در خورجین (۱۹/۹۳) را دارا بود (جدول ۸). در همین راستا نتایج مطالعه تعدادی از محققان نشان داد که کاربرد کود ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد دانه در کپسول، تعداد کپسول در بوته و زیست توده به ترتیب به مقدار ۶، ۹۳ و ۵۵ درصد نسبت به تیمار شاهد در کنجد شد (Rezvani Moghadam *et al*., 2011).

وزن هزار دانه: مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در سال دوم و کاشت بهینه منطقه با میانگین (۵/۱۹) به‌دست آمد (جدول ۶). مقایسه میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای کاشت بهینه و لاین‌های، FJL290 و BAL102 و کمترین مربوط به کاشت تأخیری و هیبرید DIE710.08 بود که با BAL104 و Okapi تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۷). در اختلاف بین ژنوتیپ‌ها علاوه بر عوامل ژنتیکی شرایط محیطی حاکم در مراحل آخر رشد نیز می‌تواند مؤثر باشد. به نظر می‌رسد با توجه به افت سریع‌تر سبزینگی برگ سایر ژنوتیپ‌ها در اواخر فصل رشد نسبت به لاین‌های FJL290 و BAL102، طول دوره پرشدن دانه کوتاه‌تر می‌گردد و فرصت محدودتری برای پر شدن دانه فراهم می‌شود که اثر آن در کاهش وزن دانه کاملاً مشهود است. وزن هزار دانه تا حد زیادی بر روغن استحصالی اثر دارد. دانه‌های سبز، نارس، چروکیده و لاغر دارای درصد روغن کمتری می‌باشند. در مقابل دانه‌هایی که مدت زمان پرشدن مطلوبی داشته‌اند، از وزن مناسبی برخوردار بوده و دارای درصد روغن بیشتری می‌باشند. نتایج پژوهشی نشان داد که با تأخیر در تاریخ کاشت، محتوی روغن دانه و وزن هزار دانه کاهش یافت (Adamsen and Coffelt, 2004). برهمکنش اثر متقابل سال در ورمی‌کمپوست نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در سال دوم و در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین (۴/۳۰ گرم) به‌دست آمد (جدول ۹). درزی (Darzi, 2008) در مطالعه بر روی گیاه دارویی رازیان (*Foeniculum vulgar*) گزارش کرد که عملکرد دانه، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

عملکرد دانه: مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تاریخ کاشت بهینه مربوط به لاین‌های FJL290 و BAL102 با میانگین‌های (۵۸۵۳ و ۵۷۶۲ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که با سایر ژنوتیپ‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول ۷). پایدارترین ژنوتیپ از لحاظ عملکرد دانه بین تاریخ‌های کاشت متفاوت، لاین FJL330 بود که نسبت به شرایط نرمال افت کمتری داشت که این موضوع می‌تواند ناشی از تفاوت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و قابلیت بیشتر لاین FJL330 در بهره‌برداری از منابع رشد در جهت افزایش عملکرد دانه در واحد سطح باشد. ارقام کلزای پاییزه در تاریخ‌های مختلف کاشت واکنش

مختلفی به شرایط دمای پایین نشان می‌دهند و برای ارزیابی عملکرد ارقام مناطق معتدل سرد و سرد باید به مسئله تاریخ کاشت توجه کامل شود، زیرا بوته‌ها در شرایط تاریخ کاشت به موقع، به دلیل استقرار مناسب آنها شرایط برای زمستان‌گذرانی آنها مطلوب‌تر بوده و وضعیت مناسب‌تری نسبت به تاریخ‌های کاشت بعدی یعنی کاشت با تأخیر دارند. درغیر این‌صورت خسارت سرما افزایش یافته و عملکرد نقصان می‌یابد (Pasban Eslam, 2008). نتایج این پژوهش با یافته‌های (Rafiei *et al*., 2011) مطابقت داشت. بیشترین عملکرد دانه در شرایط کاربرد ورمی کمپوست با میانگین (۴۳۹۴ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (جدول ۸). آرگوئلو و همکاران (Arguello *et al*., 2006) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد در گیاه دارویی سیر (*Allium sativum*) گردید.

عملکرد بیولوژیکی: مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیکی ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که در تاریخ کاشت بهینه، لاین‌های FJL290 و BAL102 و در تاریخ کاشت تأخیری، هیبرید DIE710.08 به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد (جدول ۷). به نظر می‌رسد لاین‌های FJL290 و BAL102 به دلیل ارتفاع بلندتر، استفاده بهینه از نور خورشید و سرعت رشد بالاتر توانستند ماده‌ی خشک بیشتری را تولید کنند. تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد که واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی به پتانسیل ژنتیکی آنها و سپس عوامل به‌زراعی مربوط می‌شود. تاریخ کاشت مناسب سبب می‌شود که گیاه به‌دلیل مناسب بودن شرایط محیطی، فرصت کافی برای تکمیل کلیه مراحل رویشی و زایشی خود داشته و در نهایت بوته‌های قوی‌تر و با عملکرد زیستی بیشتری را تولید کند (Hocking and Stapper, 2001). بیشترین عملکرد بیولوژیکی در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین (۱۵۵۷۳ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۸). عملکرد بیولوژیک، از چند جنبه حایز اهمیت است از طرفی به‌دلیل این که در برگیرنده عملکرد کاه است، می‌تواند از لحاظ اقتصادی مورد توجه قرار گیرد. چرا که علوفه کلزا از نظر پروتئین قابل هضم کیفیت خوبی برای دام دارد (Khajepour, 2007). به نظر می‌رسد افزودن ورمی‌کمپوست به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، افزایش رشد اندام هوایی و عملکرد بیولوژیک می‌شود. پژوهشگران در مطالعه‌ای بر روی گیاه دارویی زردچوبه نشان دادند که مصرف ده تن ورمی‌کمپوست سبب بهبود آن می‌گردد (Vadiraj *et al*., 1998).

درصد روغن دانه: مقایسه میانگین درصد روغن دانه ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که در تاریخ کاشت بهینه و لاین‌های FJL290 و BAL102 بالاترین مقدار روغن دانه به‌دست آمد و کمترین مقدار آن مربوط به تاریخ کاشت تأخیری و هیبرید DIE710.08 با میانگین ۴۰/۲۸ درصد بود که با BAL104 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۷). این نتیجه تعیین کننده این مطلب است که درصد روغن دانه تا حد زیادی به‌صورت ژنتیکی تعیین می‌گردد که البته تا حدودی هم تحت تأثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد. درصد روغن دانه صفتی با وراثت پذیری بالا می‌باشد. میزان روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا به واریته گیاهی، موقعیت مکان، حاصل‌خیزی خاک و ... بستگی دارد و از میان عوامل محیطی

مهمی که بر درصد روغن دانه تأثیرگذار است، دما می‌باشد که با افزایش آن افت شدیدی در درصد روغن دانه آشکار می‌شود (Fanaei *et al*., 2008). عده‌ای از محققان گزارش کردند که کاشت تأخیری سبب افت میزان روغن دانه کلزا گردید (Pritchard *et al*., 2000). مقایسه میانگین میزان روغن دانه در سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف آن وجود دارد. بیشترین میزان روغن دانه در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با میانگین (۴۲/۳۵ درصد) می‌باشد (جدول ۸). گزارش شده که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به صورت منفرد باعث افزایش درصد روغن دانه می‌شود (Mohammadi *et al*., 2012).

ترکیب اسیدهای چرب روغن دانه:

ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ اسیدهای چرب غیراشباع تفاوت معنی‌داری داشتند. ماهیت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در این تفاوت‌ها تأثیر زیادی دارند. مقایسه میانگین مقدار اسیدهای چرب ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمار تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین میزان اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک در کاشت بهینه منطقه و لاین‌های FJL29 و BAL102 به‌دست آمد (جدول ۷). این موضوع نشان‌دهنده انجام کار به‌نژادی بیشتر روی آنها نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها در جهت بالا بردن کیفیت روغن می‌باشد. زیرا کاهش میزان اسیدهای چرب با زنجیره طویل و تعداد زیاد باندهای اشباع نشده از اهداف مهم اصلاحی کیفیت روغن می‌باشد.

تاریخ کاشت عامل مهمی است که عملکرد دانه، درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. توران و همکاران (Turhan *et al*., 2011) اثر تاریخ کاشت و ژنوتیپ‌های مختلف را بر سنتز اسیدهای چرب کلزا (اولئیک، لینولئیک و لینولنیک) گزارش دادند. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تاریخ کاشت نشان داد که بیشترین مقدار لینولئیک اسید در سال اول و کاشت بهینه با میانگین (۲۱/۱۸) در حالی که بیشترین مقدار اولئیک اسید در سال دوم و کاشت بهینه منطقه با میانگین (۶۵/۶۷) به‌دست آمد (جدول ۶). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان اسید چرب لینولئیک و اولئیک در شرایط کابرد کود ورمی‌کمپوست مشاهده گردید (جدول ۸).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از ارزیابی صفات طی دو سال اجرای آزمایش نشان داد که علاوه بر عملکرد دانه سایر خصوصیات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و همچنین اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک) نیز تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند. بیشترین عملکرد و درصد روغن دانه در تاریخ کاشت بهینه منطقه و لاین‌های، FJL290 و BAL102 به‌دست آمد. تأخیر در کاشت خارج از این بازه‌ی زمانی با افت معنی‌دار عملکرد همراه خواهد بود. در این پژوهش مصرف کود ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر عمکلرد و درصد روغن دانه و اسیدهای چرب ضروری اولئیک و لینولئیک اسید داشت به‌نحوی که مصرف کود ورمی‌کمپوست موجب بهبود عملکرد و کلیه صفات مورد مطالعه گردید. در نتیجه کاربرد ورمی‌کمپوست در تاریخ کاشت‌های مختلف به همراه ژنوتیپ‌های مورد بررسی در مناطقی مشابه منطقه اجرای آزمایش (کرج و اطراف) توصیه می‌شود.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی کرج قدردانی می‌شود.

جدول ۱- مقایسه میانگین دما و بارش ماهانه ایستگاه سینوپتیک کرج در سال‌های زراعی ۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴

Table 1- Monthly average temperature and precipitation sinoptik station of Karaj in 2014-2015 and 2015-2016 years

Month (ماه)	مهر		آبان		آذر		دی		بهمن	
	October		November		December		January		February	
Year (سال)	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2015	2016	2015	2016
بارندگی Rainfall (mm)	13.4	3.5	13.7	77.4	31.6	28.6	6	15.6	47.8	8.7
میانگین دما Average Temp (°C)	18.1	19.4	18.2	10.5	6.3	4.6	5.2	5.1	7.3	4.9
Month (ماه)	اسفند		فرودین		اردیبهشت		خرداد		تیر	
	March		April		May		June		July	
Year (سال)	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
بارندگی Rainfall (mm)	21.3	17.8	45.4	75.5	2.2	13	6.6	-	-	-
میانگین دما Average Temp (°C)	6.7	11.8	13.8	11.7	20	19.9	26.4	24.2	30.9	28.9

جدول ۲- تیپ رشدی و مبدأ ژنوتیپ‌های کلزای مورد مطالعه

Table 2- Growth type and origin of studied rapeseed genotypes

نام Name	مبدأ Origin	تیپ رویشی Growth type	هیبرید Hybrids	رقم Cultivars	لاین Lines	Lines Genealogy
BALl104	ایرانی (Iran)	زمستانه (Winter)			*	RNX-3621 Selfing
DIE710.08	آلمانی(Germany)	زمستانه (Winter)	*			-
BAL102	ایرانی (Iran)	زمستانه (Winter)			*	Bristol Selfing
FJL330	ایرانی (Iran)	زمستانه (Winter)			*	Sunday× Geronimo
FJL290	ایرانی (Iran)	زمستانه (Winter)			*	Sunday× Geronimo
Okapi	فرانسوی (France)	زمستانه (Winter)		*		-

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 3- Result of chemical and physical analysis of soil

سال Year	عمق Depth (cm)	هدایت الکتریکی Ec(ds m^{-1})	اسیدیته کل اشباع pH	کربن آلی O.C (%)	نیتروژن قابل جذب N (%)	فسفر قابل جذب P (%)	پتاسیم قابل جذب K (%)	بافت خاک Soil Texture
۹۴-۹۳	0-30	1.45	7.9	0.91	0.09	14.7	197	لومی-رسی
2014-15	30-60	1.24	7.2	0.99	0.07	15.8	155	Clay loam
۹۵-۹۴	0-30	1.33	7.8	0.83	0.08	14.2	165	لومی-رسی
2015-16	30-60	1.15	7.4	0.96	0.06	15.3	148	Clay loam

جدول ۴- مشخصات کود ورمی‌کمپوست

Table 4- Vermicompost fertilizer characteristics

نمونه Sample	نیتروژن N-total (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	کربن آلی O.C (%)	هدایت الکتریکی EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته کل اشباع pH
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.5	0.81	0.75	15.2	7.2	6.5-8.5

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب صفات ژنوتیپ‌های کلزا تحت تیمارهای تاریخ کاشت و ورمی‌کمپوست

Table 5- Combined analysis of variance for rapeseed genotypes traits under sowing date and vermicompost treatments

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	تعداد خورجین در بوته Silique number per plant	تعداد دانه در خورجین Seed number per silique	وزن هزار دانه 1000 seed yield	عملکرد دانه Seed yield
سال (Year)	1	5912.32**	263.79**	39.20**	17768332**
خطا (Error)	4	443.44	2.51	0.12	788964
تاریخ کاشت (Sowing Date)	1	540237.25**	1947.01**	110.21**	223868925**
سال× تاریخ کاشت (Y×SD)	1	920.61**	11.05**	9.41**	225862ns
ورمی کمپوست (Vermicompost)	1	14190.76**	92.96**	4.28**	7660440**
سال× ورمی کمپوست (Y×V)	1	345.65*	4.30ns	0.71**	283112ns
تاریخ کاشت× ورمی کمپوست(SD×V)	1	799.47ns	0.06ns	0.005ns	23180ns
سال× تاریخ کاشت×ورمی کمپوست (Y×SD×V)	1	122.65ns	0.18ns	0.01ns	60639ns
خطا (Error)	12	180.30	1.35	0.16	281457
ژنوتیپ (Genotype)	5	4413.31**	16.75**	0.98**	18206990**
سال× ژنوتیپ (Y×G)	5	38.84ns	0.02ns	0.04ns	722ns
تاریخ کاشت×ژنوتیپ (SD×G)	5	2410.22**	8.04**	0.56**	993629**
سال× تاریخ کاشت×ژنوتیپ (Y×SD×G)	5	43.42ns	0.01ns	0.08ns	7293ns
ورمی کمپوست× ژنوتیپ (V×G)	5	36.05ns	0.55ns	0.01ns	88583ns
سال× ورمی کمپوست× ژنوتیپ (Y×V×G)	5	35.95ns	0.26ns	0.01ns	43651ns
تاریخ کاشت×ورمی کمپوست× ژنوتیپ (SD×V×G)	5	57.85ns	1.47ns	0.01ns	48273 ns
سال×تاریخ کاشت×ورمی کمپوست× ژنوتیپ(Y×SD×V×G)	5	54.57ns	0.66ns	0.01ns	27939 ns
خطا (Error)	80	71.42	1.15	0.08	173743
کل (Total)	143				
ضریب تغییرات (C.V%)		5.15	5.62	8.01	10.01

ns ,*و** به ترتیب نمایانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, * and ** non-significant and significant at 5 and 1%, respectively

ادامه جدول ۵

Table 5- Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	درصد روغن دانه Seed oil percentage	لینولئیک اسید Linoleic acid	اولئیک اسید Oleic acid
سال (Year)	1	141973183**	6.11**	86.95**	243.12**
خطا (Error)	4	2246166	0.18	4.31	1.34
تاریخ کاشت (Sowing Date)	1	2577821370**	254.16**	400.20**	293.12**
سال× تاریخ کاشت (Y×SD)	1	235953ns	0.33ns	29.62**	14.49**
ورمی کمپوست (Vermicompost)	1	76908515**	8.73**	5.55**	28.72**
سال× ورمی کمپوست (Y×V)	1	12192ns	0.05ns	0.21ns	0.27ns
تاریخ کاشت× ورمی کمپوست(SD×V)	1	2240261ns	0.06ns	0.07ns	0.08ns
سال× تاریخ کاشت×ورمی کمپوست (Y×SD×V)	1	702104ns	0.15ns	0.01ns	0.03ns
خطا (Error)	12	653157	0.13	1.16	1.24
ژنوتیپ (Genotype)	5	28119505**	2.70**	۲/٦۹**	2.55**
سال× ژنوتیپ (Y×G)	5	150910ns	0.01ns	0.11ns	0.09ns
تاریخ کاشت×ژنوتیپ (SD×G)	5	14945816**	1.25**	1.45**	1**
سال× تاریخ کاشت×ژنوتیپ(Y×SD×G)	5	405546ns	0.02ns	0.07ns	0.08ns
ورمی کمپوست× ژنوتیپ (V×G)	5	134677ns	0.01ns	0.01ns	0.23ns
سال× ورمی کمپوست× ژنوتیپ(Y×V×G)	5	200166ns	0.02ns	0.007ns	0.07ns
تاریخ کاشت×ورمی کمپوست× ژنوتیپ (SD×V×G)	5	326366ns	0.01ns	0.05ns	0.26ns
سال×تاریخ کاشت×ورمی کمپوست× ژنوتیپ (Y×SD×V×G)	5	292549ns	0.06ns	0.009ns	0.16ns
خطا (Error)	80	601377	0.10	0.35	0.30
کل (Total)	143				
ضریب تغییرات (C.V%)		5.22	0.75	3.23	0.86

ns ,*و** به ترتیب نمایانگر غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

ns, * and ** non-significant and significant at 5 and 1%, respectively

جدول ۶- اثر متقابل سال و تاریخ کاشت بر اجزای عملکرد کلزا

Table 6- Interaction effect of year and sowing date on rapeseed yield components

سال Year	تاریخ کاشت Sowing Date	تعداد خورجین در بوته Silique number per plant	تعداد دانه در خورجین Seed number per silique	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	لینولئیک اسید Linoleic acid (%)	اولئیک اسید Oleic acid (%)
۹۳-۹۴ (2014-2015)	۲۵ مهر (17October)	216.23a±3.29	21.18a±0.28	3.63a±0.06	21.18a±0.20	63.70a±0.16
	۵ آبان (27October)	98.78b±2.57	14.38b±0.22	2.40b±0.04	16.94b±0.11	60.21b±0.14
LSD (5%)		2.24	0.70	0.29	0.72	0.81
۹۴-۹۵ (2015-2016)	۲۵ مهر (17October)	234.10a±4.82	24.44a±0.28	5.19a±0.08	18.72a±0.09	65.67a±0.11
	۵ آبان (27October)	106.54b±2.73	16.53b±0.28	2.93b±0.08	16.29b±0.09	63.45b±0.13
LSD (5%)		10.72	0.64	0.17	0.51	0.42

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه معنی‌دار نیست (P≥٪۵). میانگین همراه با خطای معیار ($\bar{x} + SE$) است.

Values followed by the same letter within column are not significantly different (p≤5%). Means± standard error of mean

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های کلزا در تاریخ‌های کاشت مختلف

Table 7- Mean comparison of rapeseed genotypes traits in different sowing date

تاریخ کاشت Sowing Date	ژنوتیپ Genotypes	تعداد خورجین در بوته Silique number per plant	تعداد دانه در خورجین Seed number per silique	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
۲۵ مهرماه October 17	BAL104	223.52b±5.30	22.60b±0.58	4.37b±0.28	5352b±228.49
	DIE710.08	215.70c±6.03	22.33bc±0.64	4.30bc±0.25	5280b±183.82
	BAL102	246.54a±5.65	23.83a±0.67	4.67a±0.27	5762a±161.98
	FJL330	203.88d±4.91	21.75c±0.60	4.14c±0.23	5049b±169.65
	FJL290	251.30a±6.16	24.31a±0.72	4.72a±0.24	5853a±185.30
	Okapi	210.02cd±5.98	22.01bc±0.62	4.26bc±0.26	5163b±187.57
LSD (%۵)		7.78	0.84	0.23	324.98
۵ آبان 27 October	BAL104	90.45cd±3.37	14.59b±0.44	2.42b±0.09	2608b±146.18
	DIE710.08	89.65d±2.96	14.30b±0.36	2.34b±0.08	2492b±148.66
	BAL102	110.50b±2.79	16.01a±0.55	2.78a±0.14	3130a±181.41
	FJL330	118.90a±3.80	16.66a±0.58	2.99a±0.16	3353a±156.46
	FJL290	114.45c±3.04	16.31a±0.51	2.91a±0.12	3209a±155.98
	Okapi	95.01c±2.52	14.83b±0.39	2.51b±0.39	2706b±156.21
LSD (%۵)		5.30	0.77	0.21	294.38

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه معنی‌دار نیست(P≥٪۵). میانگین همراه با خطای معیار ($\bar{x} + SE$) است.

Values followed by the same letter within column are not significantly different (p≤5%). Means± standard error of mean

ادامه جدول ۷

Table 7- Continued

تاریخ کاشت Sowing Date	ژنوتیپ Genotypes	عملکرد بیولوژیکی Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد روغن دانه Seed oil percentage (%)	لینولئیک اسید Linoleic acid (%)	اولئیک اسید Oleic acid (%)
۲۵ مهرماه October 17	BAL104	18812b±449.12	43.34b±0.14	19.89bc±0.43	64.65bc±0.39
	DIE710.08	18328bc±438.28	43.24bc±0.10	19.77c±0.45	64.41c±0.29
	BAL102	20738a±372.68	43.85a±0.13	20.37ab±0.46	64.93ab±0.36
	FJL330	17420d±510.68	43.05c±0.12	19.48c±0.46	64.37c±0.45
	FJL290	21245a±422.54	43.98a±0.13	20.51a±0.44	65.23a±0.36
	Okapi	17896cd±510.73	43.15bc±0.12	19.63c±0.47	64.48c±0.37
LSD (5%)		659.56	0.25	0.52	0.41
۵ آبان 27 October	BAL104	9709cd±375.29	40.40cd±0.13	16.26b±0.15	61.44b±0.54
	DIE710.08	9364d±369.73	40.28d±0.16	16.12b±0.13	61.34b±0.56
	BAL102	11192a±426.30	40.99b±0.15	16.84a±0.18	62.06a±0.25
	FJL330	11923a±430.93	41.29a±0.10	17.12a±0.18	62.32a±0.51
	FJL290	11531ab±454.66	41.16ab±0.11	16.97a±0.18	62.22a±0.51
	Okapi	9947c±383.29	40.54c±0.14	16.34b±0.17	61.57b±0.55
LSD (5%)		531.51	0.24	0.35	0.43

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه معنی‌دار نیست(۵٪≥P). میانگین همراه با خطای معیار ($\bar{x} + SE$) است.

Values followed by the same letter within column are not significantly different (p≤5%). Means± standard error of mean

جدول ۸- مقایسه میانگین اجزای عملکرد کلزا در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست

Table 8- Mean Comparison of yield components for different levels vermicompost

ورمی‌کمپوست Vermicompost	تعداد دانه در خورجین Seed number per silique	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد روغن دانه Seed oil percentage (%)	لینولئیک اسید Linoleic acid (%)	اولئیک اسید Oleic acid (%)
عدم کاربرد Non Application	18.32^{b}±0.48	3933b±165.26	14111b±529.70	41.86b±0.16	18.08b±0.24	62.81b±0.24
کاربرد Application	19.93^{a}±0.51	4394a±164.42	15573a±555.31	42.35a±0.17	18.47a±0.25	63.70a±0.25
LSD (5%)	0.42	192.65	293.48	0.13	0.39	0.40

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه معنی‌دار نیست(۵٪≥P). میانگین ها همراه با خطای معیار($\bar{x} + SE$) است

Values followed by the same letter within column are not significantly different (P≤5%). Means±standard error of mean.

جدول ۹- اثر متقابل سال و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد کلزا

Table 9- Interaction effect of year and Vermicompost on rapeseed yield components

سال Year	ورمی‌کمپوست (Vermicompost)	تعداد خورجین در بوته Silique number per plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)
۹۳-۹۴(2014-2015)	عدم کاربرد(Non Application)	149.13b±10.05	2.91a±0.11
	کاربرد(Application)	165.88a±10.45	3.12a±0.12
LSD (5%)		2.24	0.29
۹۴-۹۵(2015-2016)	عدم کاربرد(Non Application)	158.84b±10.75	3.82b±0.20
	کاربرد(Application)	181.80a±11.83	4.30a±0.20
LSD (5%)		10.72	0.17

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه معنی‌دار نیست(۵٪≥P). میانگین ها همراه با خطای معیار($\bar{x} + SE$) است

Values followed by the same letter within column are not significantly different (P≤5%). Means±standard error of mean

References منابع مورد استفاده

- Adamsen, F.J., and Coffelt, T.A. 2004. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and cramb cultivars. *Industrial Crop Production.* 21: 293-307.
- Angadi, S.V., H.W. Cutforth, B.G. Mc Conkey, and Y. Gan. 2002. Canola yield formation under different plant populations and water use levels. In Proc., Soils and Crops Workshop, Saskatoon, SK. 21 22 Feb. 2002. Univercity of Saskatchewan Ext. Press, Saskatoon, SK, Canada.
- Anonymous. 1998. International Standard Organization. Simultaneus determination of oil & water contents method using pulsed nuclear magnetic resonance spectrometry. ISO: 10565.
- Arguello, J.A., A. Ledesma, S.B. Nunez, C.H. Rodriguez, and M.D.D. Goldfarb. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. *Horticulture Science*. 41(3): 589-592.
- Arsalan, B., 2007. The Determination of oil and fatty acid compositions of dome stic and exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes and their interactions. *Journal of Agronomy*. 6(3): 415-420.
- Darzi, M.T. 2008. Effect of biological crop yield and quality of fennel in order to achieve a sustainable farming system. PhD thesis of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, page 165 (In Persian).
- Esmaeilasadi, M., and A. Faraji. 2009. Applied principles of oilseeds cultivation. Agricultural Science Publication. 84 pp. (In Persian).
- Fanaei, H.R., M. Galavi, A. Ghanbari Bongar, M. Solouki, and M.R. Naruoei-Rad. 2008. Effect of planting date and seeding rate on grain yield and yield components in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under Sistan conditions. *Iranian Journal of Crop Science*. 10(2): 15-30. (In Persian).
- Faraji, A., N. Latifi, A. Soltani, and A.H. Shiranirad. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. *Agricultural Water Management*. 96: 132-140.
- Fathi, A. 2017. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *Scientia Agriculturae.* 18(3): 66-69.
- Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation. *Field Crop Research*. 38: 21-33.
- Hocking, P.J., and M. Stapper. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat, and nitrogen fertilizer on Indian mustard. I. dry matter production, grain yield, and yield components. *Australian Journal of Agricultural Research*. 52: 623-634.
- Jaberi, H., B. Lotfi, T. Jamshidnia, A. Fathi, R. Olad, and A. Abdollahi. 2015. Survey ofyield of winter canola cultivars under drought stress on the yield at four different phonological stages. *Scientia*. 12(3): 144-148.

- Jat, R.S. and I.P.S. Ahlawat. 2008. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpeafodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture*. 28(1): 41-54.
- Jat, R.S., and I.P.S. Ahlawat. 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences.* 74 (7): 359-361.
- Jat, R.S., and I.P.S. Ahlawat. 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. *Journal of Sustainable Agriculture*. 28(1): 41-54.
- Khajepour, M.R. 2007. Industrial crops. JD Press. Isfahan University.p p. 562.
- Maleki, A., A. Naderi, R. Naseri, A. Fathi, S. Bahamin, and R. Maleki. 2013. Physiological performance of soybean cultivars under drought stress. *Bulletin of Environment Pharmacology Life Science*. 2(6): 38-44.
- Marjanovic-Jeromela, A., R. Marinkovic, A. Mijic, Z. Zdunic, S. Ivanovska, and M. Jankulovska. 2008. Correlation and path analysis of quantitative traits in winter rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculture Conspectus Science.* 73: 13-18.
- Mohammadi, K.H., B. Pasary, A. Rakhzady. A. Ghalavand, M. AgaAlikhani, and M. Eskandari. 2012. Response of rapeseed yield and quality of manure, compost and fertilizer in Kurdistan. *Electronic Journal of Crop Production*. 4(2): 101-81. (In Persian).
- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy*. 19: 453-463.
- Parthasarathi, K., M. Balamurugan, and L.S. Ranganathan. 2008. Influence of vermicompost on the physico-chemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse crop-blackgram. *Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering*. 5(1): 51-58. (In Persian).
- Pasban Eslam, B. 2008. Evaluation of yield and its components of superior winter oilseed rape genotypes under normal and late planting dates. *Journal of Agricultural Science.* 18: 2. 37-47. (In Persian).
- Pritchard, F.M., H.A. Eagles, R.M. Norton, S.A. Salisbury, and M. Nicolas. 2000. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 40: 679-685.
- Rafiei, S., B. Delkhosh, A.H. Shirani Rad, and P. Zandi. 2011. Effect of sowing dates and irrigation regimes on agronomic traits of Indian mustard in semi-arid area of Takestan. *Journal of American Science*. 7(10): 721-728.
- Rao, M.S.S., and N.J. Mendham. 1991. Comparison of canola (*B. campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators plant population densities and irrigation treatments. *Journal of Agricultural Science*. 177: 177-187.
- Rezvani Moghaddam, P.A., A. Mohammad Abadi, and R. Moradi. .2011. The effect of organic fertilizers on yield and yield components of sesame (*sesamum indicum* L.) in different densities. *Journal of Agricultural Ecology*. 2 (3): 256-265. (In Persian).

- Salehi. A, A. Ghalavand, F. Sefidkon, and A. Asgharzadeh. 2012. Effect of zeolite, microbial inoculation liquid vermicompost on concentrations of K, P, N of essential oils and essential oil yield in organic farming German chamomile (*Matricaria chamomilla*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 27 (2): 207-188. (In Persian).
- Sinha, R.K., V. Dalsukh, C. Krunal, and A. Sunita. 2010. Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Journal of Agriculture Biotechnology and Sustainable Development*. 2(7): 113-128.
- Thies, W. 1974. New methods for the analysis of rapeseed constituents. Proceedings of the 4th Rapeseed Congress. GCIRC Giessen, 275282.
- Turhan, H., M. Gul, C. Egesel, and F. Kahriman. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in Rapeseed. *Turkish Journal of Agriculture*. 35: 225-234.
- Vadiraj, B.A., S. Gangaiah, and N. Poti. 1998. Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. *South Indian Horticulture.* 46: 176 – 179.

Effect of Vermicompost Fertilizer Application on Physiological Characteristics of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes in Two Sowing Dates

Elnaz Samadzadeh ghale joughi[1], Eslam Majidi Hervan[2*], Amir Hoseain Shirani Rad[3], and Ghorban Noormohammadi[2]

Received: April 2017 , Revised: 11 July 2018, Accepted: 29 August 2018

Abstract

To investigate the effect of vermicompost fertilizer application on physiological characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes in different sowing dates, an experiment was conducted using randomized complete block design arranged in factorial split plot with three replicates. The factorial combination of two sowing dates 17 and 27 October, considered as optimum and late sowing dates, respectively and two vermicompost rates, 0 and 20 $t.ha^{-1}$ were allocated to the main plots and six canola genotypes (BAL104, DIE710.08, BAL102, FJL290, FJL330, Okapi) were randomized in sub-plots. The results indicated that seed yield, yield components, seed oil percentage and fatty acid compositions increased in all genotypes by different sowing dates. The highest seed yield (5853 and 5762 $kg.ha^{-1}$), seed oil percentage (43.98 and 43.85%), oleic acid (65.23 and 64.93%) and linoleic acid (20.51 and 20.37%) were produced at optimum sowing date by FJL290 and BAL102 lines, which represent a high potential of this genotypes under this sowing date. In addition, application of vermicompost increased all traits under study. The result olso indicated that FJL290 and BAL102 lines can produce the highest seed and oil yields in the region, if the seeds were sown at 17 October 17^{th} and application of 20 $t.ha^{-1}$ of vermicompost.

Key words: Fatty acids, Genotype, Sowing date, Seed Oil percentage, Seed yield, Vermicompost.

1- Ph.D. Student, Department of Agronomy and Horticultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2- Prof., Department of Agronomy and Horticultural Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
3- Prof., Department of Agronomy, Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran.
* *Corresponding Author: majidi_e@yahoo.com*