نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد سیزدهم، شماره ۴(۵۲)، زمستان ۱۳۹۸، صفحه ۶۰۴-۵۸۹

اثر تاریخ کاشت زمستانه و محلول‌پاشی عنصر روی بر برخی صفات کیفی، اسیدهای چرب روغن و عملکرد ارقام بهاره کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه کرج

مجید ولی‌پور دستنائی [۱*]، امیرحسین شیرانی‌راد [۲]، سید علیرضا ولدآبادی [۳]، سعید سیف‌زاده [۴] و حمیدرضا ذاکرین [۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۱۸ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰

چکیده

اثر تاریخ کاشت زمستانه و محلول‌پاشی عنصر روی بر عملکرد و ترکیب اسیدهای چرب ارقام بهاره کلزا طی آزمایشی به صورت فاکتوریل‌اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مطالعه شد. در این آزمایش عامل تاریخ کاشت زمستانه دارای سه سطح شامل ۵ام ،۱۵ام و ۲۵ام اسفندماه و عامل عنصر روی در دو سطح، شامل محلول‌پاشی با سولفات روی و عدم کاربرد روی (محلول پاشی با آب خالص) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ارقام بهاره شامل Zabol 10, Jerry, Julius, Zafar, RGS003 و hyola4815 در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، تاریخ کاشت، محلول‌پاشی عنصر روی، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفات کیفی (میزان گلیکوزینولات دانه و اسیدهای چرب)، در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند. بیشترین عملکرد دانه در ارقام zafar با میانگین ۴۲۵۸ کیلوگرم در هکتار و hyola4815 با میانگین ۴۱۹۲ کیلوگرم در هکتار، در تاریخ کاشت ۵ اسفند مشاهده شدند. بیشترین و کمترین درصد اولئیک اسید، به‌ترتیب به ارقام zafar با میانگین ۶۶/۸۹ درصد و zabol10 با میانگین ۶۶/۰۲ درصد اولئیک اسید تعلق داشتند. همچنین، کمترین میزان گلوکوزینولات دانه در ارقام zafar با میانگین ۸/۳۱۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک کنجاله و hyola4815 با میانگین۸/۵۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک کنجاله در تاریخ کاشت ۵ اسفند به‌دست آمدند. نتایج آزمایش نشان داد که با تاخیر در تاریخ کاشت عملکرد دانه، عملکرد روغن، میزان پالمیتیک اسید، لینولئیک اسید و اولئیک اسید روغن دانه کاهش و درصد لینولنیک اسید، اروسیک اسید و میزان گلیکوزینولات دانه به‌طور معنی‌دار افزایش می‌یابند.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت زمستانه، کلزا، محلول‌پاشی روی.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران. (نگارنده‌ی مسئول) majid.valipoor@yahoo.com
۲- استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- دانشیار دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۴- استادیاردانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.

مقدمه

کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) از تیره شب‌بو می‌باشد و دانه آن حاوی بیش از ۴۰ درصد روغن و کنجاله آن نیز از لحاظ پروتئین غنی می‌باشد. کلزا یکی از دانه‌های روغنی مهم در جهان است و بعد از نخل‌روغنی و سویا سومین منبع تامین کننده روغن خوراکی به‌حساب می‌آید (Anonymous, 2011). روغن بذور این گیاه به علت میزان پایین اسید اروسیک و گولوکوزینولات، برای تغذیه انسان و دام مناسب می‌باشد (Munawar *et al.*, 2009). روغن کلزا دارای میزان بالای اولئیک اسید (۶۰٪)، و میزان متوسط لینولئیک اسید (۲۰٪) و لینولنیک اسید (۱۰ درصد) می‌باشد (Nasr *et al.*, 2006). با توجه به اینکه کلزا در مراحل پایانی رشد یعنی مراحل گلدهی و تشکیل خورجین و پرشدن دانه حساسیت زیادی به تنش خشکی و گرما دارد (Shirani rad, 2012)، لذا تاریخ‌کاشت یکی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریتی در به حداقل رساندن جنبه‌های منفی دمای بالا در طی دوره‌های فنولوژیکی حساس گیاه مانند گل‌دهی و پرشدن دانه می‌باشد (Seyed Ahmadi *et al.*, 2011). ارقام بهاره، دوره رشد کوتاه‌تری داشته و زودتر قابل برداشت هستند، هر چند که پتانسیل تولید کمتری دارند، لذا می‌توان با فرار از تنش‌های کم‌آبی، گرمازدگی و بادزدگی و با مصرف آب کمتر تولید قابل قبولی را به‌دست آورد (Shirani rad, 2012). در کشت دیرهنگام زمستانه در مناطق نیمه خشک، رشد اولیه گیاه کند بوده و باعث برخورد مراحل گلدهی و تلقیح با گرمای زودرس بهاره می‌شود و در انتها، دوره حساس پر شدن دانه با گرما و خشکی پایان فصل توأم شده و سبب افت شدید عملکرد خواهد شد. کورمی و کالیتا (Kurmi and Kalita, 1992) با بررسی اثر تاریخ کاشت و میزان بذر، روی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در هندوستان نتیجه گرفتند که تاریخ کاشت به طور معنی‌داری بر عملکرد گیاه کلزا تاثیر داشت. هاکینگ و استاپر (Hocking and Stapper, 2001) و رابرتسون و همکاران (Robertson *et al.*, 2004) گزارش دادند که تاخیر در تاریخ کاشت سبب کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه می‌شود.

روی یکی از عناصر غذایی ریز مغذی است که کمبود آن در بخش وسیعی از خاک‌های مزروعی به چشم می‌خورد و سبب کاهش تولید محصولات زراعی (Cakmak, 2000) و از جمله کلزا (Grewal and Graham, 1999) می‌شود. اهمیت وجود عنصر روی در مناطق مریستمی به علت دخالت آن در تولید هورمون اکسین در کلزا باعث افزایش شاخه‌بندی (Tandon, 1995) و تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه و درصد روغن می‌گردد (Grant and Baily, 1998). تغذیه گیاه با عنصر روی به‌دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده باعث افزایش طول عمر آن و در نتیجه موجب افزایش گرده‌افشانی و در نهایت تعداد دانه بیشتر در خورجین می‌شود (Sherma, 1992). بر اساس نتایج حاصله از پژوهش عزیزی و همکاران (Azizi *et al.*, 2006)، گیاه کلزا به مصرف کودهای سولفات روی و اسید بوریک پاسخ مثبت نشان داد. بر اساس نتایج مطالعه مرشدی و نقیبی (Morshedi and Naghibi, 2004)، بایبوردی و ملکوتی (Bybordi and Malakouti, 2007) و خیاوی و همکاران (Khayawi *et al.*, 2010) محلول‌پاشی روی در کلزا، درصد روغن را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین، مرشدی و نقیبی (Morshedi and Naghibi, 2004) گزارش

دادند که محلول‌پاشی روی به میزان ۲/۴ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با شاهد، ۳۸ درصد عملکرد دانه، ۹ درصد میزان روغن و ۶ درصد پروتئین دانه را افزایش داد. مطالعه شهسواری و همکاران (Shahsavari *et al*., 2014) نشان داد که استفاده از زئولیت و روی اثر معنی‌داری بر خصوصیات بیوشیمیایی کلزا دارد. با این حال، بالاترین عملکرد با استفاده از ترکیبی از زئولیت و روی بدست آمد. بر اساس نتایج این تحقیق با مصرف کم زئولیت و مصرف متوسط روی، افزایش عملکرد کلزا، به ویژه در مناطقی که در معرض استرس آب قرار دارند، حاصل می‌شود.

این آزمایش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر صفات کیفی ارقام بهاره کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف زمستانه و گزینش ارقام سازگار با شرایط محیطی، جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک کشور اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایشی به‌صورت فاکتوریل اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۹۴-۹۳ و ۹۵-۹۴) در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا با میانگین بارندگی منطقه ۲۴۳ میلی‌متر در سال، اجرا گردید. عامل تاریخ کاشت زمستانه در سه سطح شامل ۵، ۱۵ و ۲۵ اسفند و عامل روی در دو سطح شامل محلول‌پاشی با سولفات روی و عدم کاربرد روی (محلول‌پاشی با آب خالص) به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و ارقام بهاره شامل RGS003 , Jerry , Julius, Zafar, Zabol10 و Hyola4815 در کرت‌های فرعی قرارگرفت. به‌منظور آماده سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری شد و پس از گاورو شدن، به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. جهت خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. سپس اقدام به نمونه‌گیری از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰- صفر و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر گردید. بر اساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۳) و توصیه کودی، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع فسفات آمونیوم) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) به‌صورت پایه همزمان با آماده‌سازی بستر بذر و کود نیتروژن (از منبع اوره) در سه مرحله: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه‌دهی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله غنچه‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد. کاشت در سه مقطع زمانی اوایل اسفند ماه (۱۲/۰۵)، نیمه اسفند ماه (۱۲/۱۵) و اواخر اسفندماه (۱۲/۲۵) انجام گرفت. محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت دو در هزار و در اوایل اردیبهشت‌ماه و در مرحله خورجین‌دهی برای کرت‌های مورد نظر با رعایت عدم وزش باد در زمان محلول‌پاشی انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط ۴ سانتی‌متر بود. به‌منظور تعیین صفات کمّی از جمله عملکرد دانه 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 به‌عنوان حاشیه، نمونه‌برداری انجام و صفات مورد نظر اندازه‌گیری گردید. برای

تعیین درصد روغن، نمونه دانه‌های ۱۰۰ گرمی از هر تیمار تهیه و در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با استفاده از دستگاه NMR بر اساس القای مغناطیسی هسته اتم هیدروژن که یک روش اسپکتروفتومتری است، تعیین گردید. پس از تعیین میزان روغن دانه، از حاصل‌ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه محاسبه شد. پس از آن میزان و ترکیب اسیدهای چرب با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی و میزان گلوکوزینولات با استفاده از دستگاه HPLC بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک کنجاله تعیین گردید.

تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد. 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.

نتایج و بحث

عملکرد دانه و روغن

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر محلول پاشی روی و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه بیانگر این بود که بیشترین عملکرد دانه در رقم zafar با میانگین ۴۲۵۸ کیلوگرم در هکتار و رقم hyola4815 با میانگین ۴۱۹۲ کیلوگرم در هکتار، در تاریخ کاشت ۵ اسفند و کمترین عملکرد دانه در رقم Julius با میانگین ۱۹۳۹ کیلوگرم در هکتار و رقم jerry با میانگین ۱۸۹۸ کیلوگرم در هکتار و رقم zabol10 با میانگین ۱۸۱۴ کیلوگرم در هکتار در تاریخ ۲۵ اسفند به‌دست آمد (شکل ۱). تأخیر در کاشت کلزا سبب کوتاه شدن مرحله رویشی گیاه شده و در نتیجه گیاه در زمان مناسب به شاخص سطح برگ مطلوب نمی‌رسد، بنابراین، تعداد زیادی از دانه‌ها ممکن است به مرحله‌ی باروری نرسند به‌همین دلیل ریزش خورجین در کشت تأخیری افزایش می‌یابد،

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی و رقم و نیز اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند. بیشترین عملکرد روغن دانه در رقم zafar با میانگین ۱۸۷۰ کیلوگرم در هکتار و رقم hyola4815 با میانگین ۱۸۳۴ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت ۵ اسفند و کمترین آن در رقم Julius با میانگین ۷۹۷/۶ کیلوگرم در هکتار و رقم jerry با میانگین ۷۶۵/۶ کیلوگرم در هکتار و رقم zabol10 با میانگین ۷۳۰/۴ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند به‌دست آمد (شکل ۲). همچنین، محلول‌پاشی روی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد روغن و دانه نسبت به تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) گردید (شکل۳ و ۴). عده‌ای از محققان گزارش کردند که کاشت تأخیری سبب افت میزان روغن دانه کلزا گردید (Pritchard *et al*., 2000). 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). در اثر کمبود روی در گیاه به تدریج توقف رشد حاصل شده و در نتیجه اندام های رویشی به‌ویژه برگ به‌عنوان دستگاه فتوسنتزی دچار مشکل می‌شود. در نتیجه این امر ساخت مواد فتوسنتزی هم

مختل شده و تشکیل اندام زایشی آسیب می‌بیند و لذا تعداد و وزن دانه کاهش می‌یابد (Graham and Mc Donald, 2000).

پالمیتیک اسید و اولئیک اسید

نتایج تجزیه مرکب میزان پالمیتیک اسید نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر میزان پالمیتیک اسید روغن دانه در سطح ۱ درصد و اثر محلول‌پاشی روی بر میزان پالمیتیک اسید در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). بیشترین میزان پالمیتیک اسید با میانگین ۵/۳۷۵ درصد در تاریخ کاشت ۵ اسفند و کمترین میزان با میانگین ۴/۰۵۱ درصد در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند به‌دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که با تاخیر در کاشت زمستانه میزان پالمیتیک اسید به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۵). همچنین نتایج مقایسات میانگین اثر رقم بر درصد پالمیتیک اسید نشان داد که بیشترین درصد این اسید در رقم zafar با میانگین ۴/۹۳۲درصد، RGS003 با میانگین۴/۸۹۳ درصد، hyola4815 با میانگین ۴/۹۰۹ درصد و کمترین میزان پالمیتیک اسید در رقم zabol10 با میانگین ۴/۵۸۱ درصد، Julius با میانگین۴/۶۷۴ درصد، jerry با میانگین ۴/۶۵۳ درصد مشاهده شد (شکل ۶). پاسپیشیل و همکاران (Pospisil *et al.*, 2007) گزارش کردند که در روغن دانه کلزا مقدار پالمیتیک اسید ۵/۱ تا ۵/۵ است. خصوصیات کیفی هر نوع روغن بستگی به ترکیب اسیدهای چرب آن، علی‌الخصوص اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک و اروسیک دارد که به‌میزان زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارد (Enjalbert *et al.*, 2013). نتایج تجزیه مرکب میزان اولئیک اسید نشان داد که اثر تاریخ کاشت و رقم بر میزان اولئیک اسید روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثر رقم بر درصد اولئیک اسید نشان داد که بیشترین درصد اولئیک اسید در رقم zafar با میانگین ۶۶/۸۹ درصد، RGS003 با میانگین۶۶/۷ درصد، hyola4815 با میانگین ۶۶/۷۸ درصد و کمترین میزان در رقم zabol10 با میانگین ۶۶/۰۲ درصد، Julius با میانگین۶۶/۲۲ درصد، jerry با میانگین ۶۶/۱۹ درصد مشاهده شد (شکل ۷).

لینولئیک اسید و لینولنیک اسید

نوع و میزان اسیدهای چرب موجود در روغن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، کیفیت روغن را نشان‌می‌دهد. کانولا منبع خوبی از اسیدهای چرب اشباع نشده اولئیک، لینولئیک و لینولنیک است که برای تولید روغن‌های گیاهی بسیار مفید می‌باشند (Carvalho *et al.*, 2006; Dmytryshyn *et al.*, 2004). نتایج تجزیه واریانس میزان لینولئیک اسید نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم، اثر متقابل سال و تاریخ کاشت و اثر متقابل رقم و تاریخ‌کاشت بر میزان لینولئیک اسید روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد و اثر محلول‌پاشی روی بر میزان لینولئیک‌اسید در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر درصد لینولئیک اسید نشان داد که بیشترین میزان این اسید در رقم zafar با میانگین ۲۱/۳۵ درصد و رقم hyola4815 با میانگین ۲۱/۲۰ درصد و تاریخ کاشت ۵ اسفند و کمترین میزان آن در رقم‌های julius با میانگین ۱۷/۰۱ درصد، رقم jerry با میانگین ۱۶/۹۲درصد و رقم zabol10 با میانگین ۱۹/۷۸ درصد در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند ماه مشاهده شد (جدول ۲). همچنین، محلول‌پاشی روی سبب افزایش معنی‌دار میزان لینولئیک اسید شد (شکل ۸). نتایج بیانگر این است که تاخیر در

کاشت سبب کاهش معنی‌دار درصد لینولئیک اسید می‌شود. نتایج تجزیه واریانس میزان لینولنیک اسید نشان داد که اثر تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان لینولنیک اسید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان لینولنیک اسید نشان داد که بیشترین میزان این اسید در رقم‌های julius با میانگین ۶/۹۴۵ درصد، رقم jerry با میانگین ۷/۰۲۵ درصد و رقم zabol10 با میانگین ۷/۱۳۰ درصد در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند ماه و کمترین میزان آن در رقم zafar با میانگین ۴/۰۷۰ درصد و رقم hyola4815 با میانگین ۴/۱۷۱ درصد و تاریخ کاشت ۵ اسفند به‌دست آمد. همچنین، محلول‌پاشی روی سبب کاهش معنی‌دار میزان لینولنیک اسید شد (شکل ۹). نتایج مقایسات میانگین بیانگر این است که با تاخیر در تاریخ کاشت زمستانه، میزان درصد لینولنیک اسید به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (جدول ۲). در بررسی ناصر و همکاران (Nasr *et al.*, 2006) نیز اسیدهای‌چرب مهم اولئیک، لینولئیک و لینولنیک به‌طور مشترک در ۱۰ رقم کلزا بررسی و مقادیر اولئیک اسید در واریته‌های مختلف کلزا ۶۲-۵۱ درصد، لینولئیک اسید ۳۲-۱۸ درصد و لینولنیک اسید ۱۶-۲درصد تعیین گردید که به نوعی با دامنه نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین نتایج بررسی حاضر با نتایج بررسی جباری (Jabari, 2013) مطابقت دارد.

اروسیک اسید و میزان گلوکوزینولات دانه

اروسیک اسید یکی از مهم‌ترین اسیدهای چربی است که بیشتر در بین گونه‌های براسیکا یافت می‌شود. این اسید چرب ۲۲ کربنی برای سلامت انسان مضر است. میزان اسید اروسیک، شاخص مهمی برای روغن کلزا و مصارف خوراکی آن می‌باشد (Gecgel *et al.*, 2007). نتایج تجزیه واریانس میزان اروسیک اسید نشان داد که اثر تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان اروسیک اسید روغن دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان اروسیک اسید نشان داد که بیشترین میزان آن در رقم‌های Julius با میانگین ۰/۴۸۶۷ درصد، رقم Jerry با میانگین ۰/۴۹۳۴ درصد و رقم Zabol10 با میانگین ۰/۵۰۲۹ درصد در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند ماه و کمترین میزان آن در رقم Zafar با میانگین ۰/۱۴۰۴ درصد و رقم Hyola4815 با میانگین ۰/۱۵۵۸ درصد و تاریخ کاشت ۵ اسفند به دست آمد. نتایج مقایسات میانگین بیانگر این است که با تاخیر در تاریخ کاشت زمستانه، میزان درصد اروسیک اسید به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (جدول ۲). همچنین، محلول‌پاشی روی باعث کاهش معنی‌دار میزان اروسیک اسید شده است (شکل ۱۰). نتایج تحقیقات رایمر (Raymer, 2002) نیز بیان می‌کند که روغن کلزا شامل مقدار کمی اسید اروسیک، ۶-۵ درصد اسیدهای چرب اشباع‌شده که ۶۵-۶۰ درصد اسیدهای چرب مونواشباع شده می‌باشد و ۳۵-۳۰ درصد به صورت اسیدهای چرب پلی اشباع است.

افزایش گلوکوزینولات دانه باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی کنجاله‌ی دانه‌ی کلزا می‌شود (Salisbury, 2002)، که تحت تأثیر ریخته ارثی و عوامل محیطی قرار دارد (Fieldsend *et al.*, 1991). میزان این ماده در ارقام مختلف بسته

به ریخته ژنتیکی ژنوتیپ‌ها متغییر است. پژوهشگران تنوع ژنتیکی زیادی در بین ارقام کلزا از نظر میزان گلوکوزینولات دانه گزارش کرده‌اند (Burton *et al.*, 2004). نتایج تجزیه واریانس میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که اثر تاریخ کاشت، محلول‌پاشی روی، رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان گلوکوزینولات دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر میزان گلوکوزینولات دانه نشان داد که بیشترین میزان آن در رقم‌های Jerry، Julius و Zabol10 به‌ترتیب با میانگین ۱۶/۷۴، ۱۶/۹۲ و ۱۷/۰۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک کنجاله، در تاریخ کاشت ۲۵ اسفند ماه و کمترین آن در رقم Zafar و Hyola4815 به ترتیب با میانگین ۸/۳۱۳ و ۸/۵۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک کنجاله در تاریخ کاشت ۵ اسفند ماه به‌دست آمد. نتایج مقایسات میانگین بیانگر این است که با تاخیر در تاریخ کاشت زمستانه، میزان درصد گلوکوزینولات دانه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده است (جدول ۲). همچنین، محلول‌پاشی روی باعث کاهش معنی‌دار میزان گلیکوزینولات کنجاله شده است (شکل ۱۱). امروزه اصطلاح کلزا (*Brassica napus*) به یک گونه با میزان اسید اروسیک و گلوکوزینولات در حد استاندارد مربوط می‌شود به طوری‌که میزان اسید اروسیک آن کمتر از ۲ درصد و گلوکوزینولات حدود ۳۰ میلی‌مول در هر گرم می‌باشد (Codex, 1999).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از ارزیابی صفات طی دو سال آزمایش نشان داد که تاخیر در کاشت زمستانه ارقام بهاره کلزا در منطقه سرد و نیمه خشک کرج سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و روغن و نیز کیفیت روغن شد به‌طوری‌که کاشت زود هنگام (۵ اسفند) سبب افزایش عملکرد دانه و روغن و درصد اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک اسید و لینولئیک اسید و کاهش میزان اروسیک اسید و میزان گلوکوزینولات دانه گردید. همچنین، نتایج محلول‌پاشی روی بیانگر اثر معنی‌دار این عنصر بر افزایش عملکرد دانه و روغن و نیز افزایش اسیدهای چرب غیراشباع و کاهش اروسیک اسید و گلوکوزینولات دانه بود.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرایی و پژوهشی آزمایش قدردانی می‌گردد.

جدول ۱- تجزیه مرکب صفات مورد آزمون ارقام بهاره کلزا تحت تیمارهای تاریخ کاشت زمستانه و محلول پاشی روی

Table 1- Combined analysis of variance for spring rapeseed cultivars traits under winter planting date and and zinc spray application treatments

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد دانه Grain yield	پالمیتیک اسید Palmitic acid	اولئیک اسید Oleic acid	لینولئیک اسید Linoleic acid	لینولنیک اسید Linolenic acid	اروسیک اسید Erosic acid	گلیکوزینولات Glycosinolat
سال Year	1	2965957.042*	57.515**	7.970**	377.653**	135.359**	892.227 ns	6.279 ns	12.160 ns
خطا Ea	4	167697.718	0.296	0.126	0.628	3.653	192.134	1.135	11.449
تاریخ کاشت Planting date	2	12758839.13**	51.683**	32.346**	168.048**	216.693**	9080.109**	125.527**	789.527**
سال × تاریخ کاشت Y ×PD	2	21125.056 ns	4.754**	0.234 ns	8.102*	16.105**	27.199 ns	0.637 ns	3.015 ns
عنصر روی Zinc	1	624360.042**	2.348**	1.449 *	6.654 ns	9.809*	444.334**	4.832**	37.909**
سال× روی Y × Zinc	1	513.375 ns	0.243 ns	0.014 ns	0.331 ns	0.508 ns	0.602 ns	0.090 ns	0.243 ns
تاریخ کاشت× روی PD × Zinc	2	3230.889 ns	0.011 ns	0.036 ns	0.032 ns	0.058 ns	0.525 ns	0.113 ns	0.110 ns
سال× تاریخ کاشت × روی Y× PD × Zinc	2	49.056 ns	0.025 ns	0.074 ns	0.039 ns	0.018 ns	0.026 ns	0.068 ns	0.028 ns
خطا Eb	20	29144.201	0.164	0.227	1.631	1.368	11.344	0.351	1.178
رقم Cultivar	5	334549.982**	1.338**	0.860**	4.839 **	5.326**	257.548**	3.179**	19.536**
سال × رقم Y× C	5	270.533 ns	0.035 ns	0.029 ns	0.179 ns	0.338 ns	1.350 ns	0.085 ns	0.098 ns
تاریخ کاشت × رقم PD × C	10	74853.019**	0.375**	0.188 ns	0.804 ns	1.192**	56.871**	0.785**	4.701**
سال × تاریخ کاشت × رقم Y × PD × C	10	420.800 ns	0.029 ns	0.036 ns	0.079 ns	0.087 ns	0.480 ns	0.067 ns	0.133 ns
روی × رقم Z × C	5	529.264 ns	0.002 ns	0.006 ns	0.016 ns	0.010 ns	0.620 ns	0.046 ns	0.069 ns
سال × روی×رقم Y × Z × C	5	598.864 ns	0.023 ns	0.012 ns	0.012 ns	0.006 ns	0.054 ns	0.071 ns	0.020 ns
تاریخ کاشت× روی × رقم PD ×Z × C	10	1771.378 ns	0.010 ns	0.010 ns	0.009 ns	0.042 ns	1.127 ns	0.091 ns	0.189 ns
سال×تاریخ کاشت×روی×رقم Y ×PD×Z× C	10	342.578 ns	0.011 ns	0.006 ns	0.017 ns	0.009 ns	0.104 ns	0.066 ns	0.012 ns
خطا Error	120	23498.654	0.119	0.140	0.641	0.340	5.569	0.152	0.479
ضریب تغییرات % C.V.	-	11.92	9.93	3.07	1.20	7.84	5.37	12.16	4.19

ns , * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns , * and ** are insignificant, and significant in probabilities of five and one percent, respectively.

Notes. * – $P < 0.05$, ** – $P < 0.01$, ns – $P > 0.05$, Ea : Error a = rep(Year), Eb: Error b = rep(Year × planting date × Zinc).

جدول ۲- مقایسات میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر صفات مورد آزمون

Table 2- Mean comparison of the interaction effect of planting date by cultivar on palmitic acid, oleic acid, linoleic acid, linolenic acid, erucic acid and grain glycosinolate contents

تیمار Treatment		لینولئیک اسید Linoleic acid (%)	لینولنیک اسید Linolenic acid (%)	اروسیک اسید Erosic acid (%)	گلیکوزینولات دانه Grain glycosinolate ($mg.g^{-1}$ DW)
تاریخ کاشت Planting date	رقم Cultivar				
۵ اسفند February 24	RGS003	20.28 b	4.857 f	0.2357 e	10.60 f
	zafar	21.35 a	4.070 h	0.1404 f	8.313 h
	julius	20.43 b	4.747 fg	0.2258 e	10.26 fg
	jerry	20.69 b	4.558 g	0.2033 e	9.688 g
	zabol10	20.58 b	4.642 g	0.2114 e	9.987 g
	hyola4815	21.20 a	4.171 h	0.1558 f	8.567 h
۱۵ اسفند March 6	RGS003	19.57 c	5.242 e	0.2734 d	11.85 e
	zafar	19.27 c	5.417 e	0.2908 d	12.36 e
	julius	18.65 d	5.808 d	0.3316 c	13.48 d
	jerry	18.51 d	5.919 d	0.3420 c	13.77 d
	zabol10	18.37 d	6.00 d	0.3238 c	14.01 d
	hyola4815	19.43 c	5.340 e	0.2820d	12.12 e
۲۵ اسفند March 16	RGS003	17.82 e	6.376 c	0.4089 b	15.14 c
	zafar	17.66 e	6.454 bc	0.4231 b	15.49 bc
	julius	17.01 f	6.945 a	0.4867 a	16.74 a
	jerry	16.92 f	7.025 a	0.4934 a	16.92 a
	zabol10	16.78 f	7.130 a	0.5029 a	17.09 a
	hyola4815	17.53 e	6.589 b	0.4360 b	15.76 b

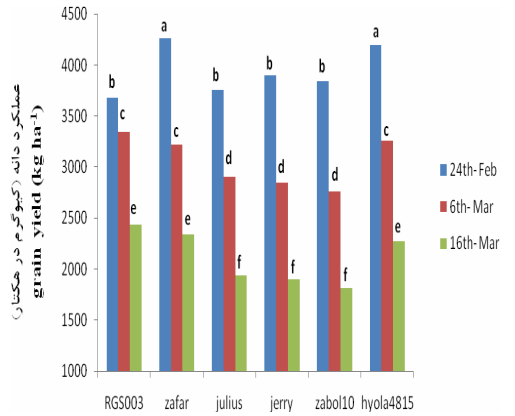
در هر ستون میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند با آزمون دانکن در سطح ۵ ٪ در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

In each column, averages that have at least one common alphabet, with the Duncan test at 5%, are in the same statistical group.

جدول ۳- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

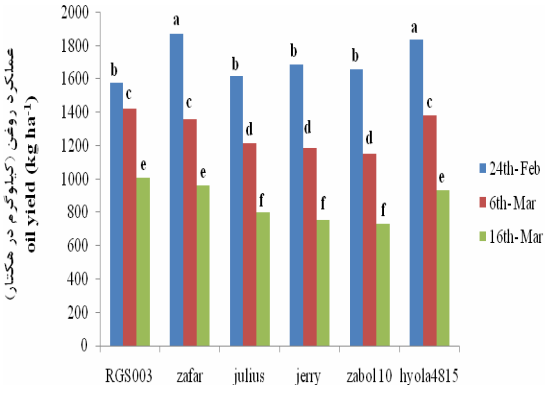
Table 3- Result of chemical and physical analysis of field soil

سال Year	عمق Depth	هدایت الکتریکی Ec ($ds\ m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع pH	کربن آلی O.C (%)	نیتروژن قابل جذب N (%)	فسفر قابل جذب P (%)	پتاسیم قابل جذب K (%)	بافت خاک Soil Texture
۱۳۹۳-۹۴	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
۱۳۹۳-۹۴	0-30	1.33	7.8	0.83	0.08	14.2	165	لومی - رسی
2014-15	30-60	1.15	7.4	0.96	0.06	15.3	148	Clay loam



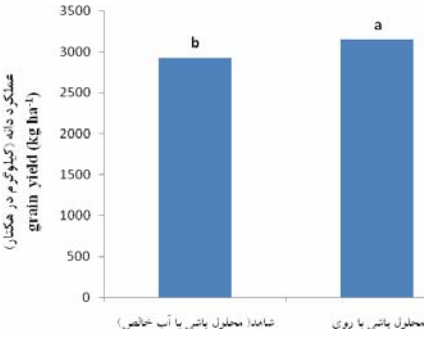
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه

Figure 1 -Mean comparison of the interaction effect of planting date by cultivar on grain yield



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد روغن

Figure 2 - Mean comparison of the interaction effect of planting date by cultivar on oil yield

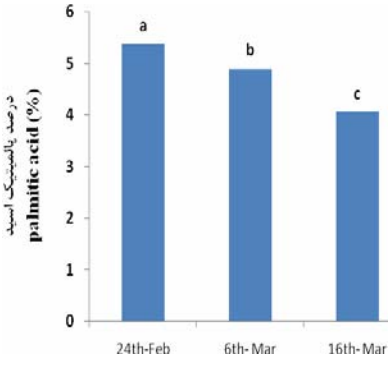


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر عملکرد دانه

Figure 3 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on grain yield

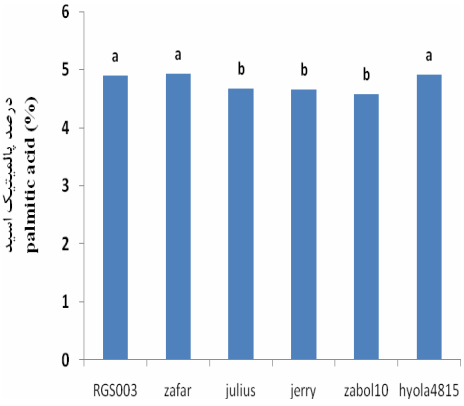
شکل ۴- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر عملکرد روغن

Figure 4 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on oil yield



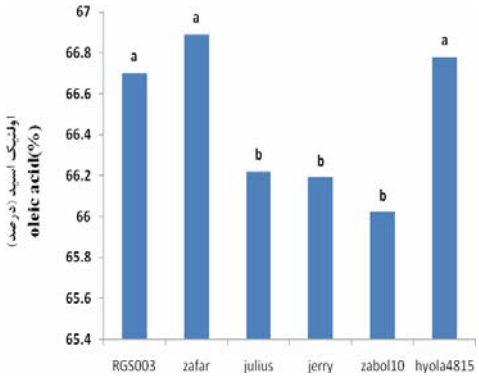
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر درصد پالمیتیک اسید

Figure 5- Mean comparison of the effect of planting date on palmitic acid percentage



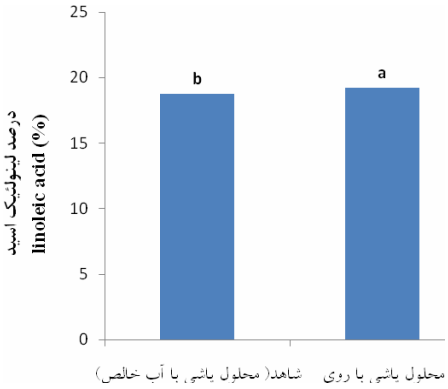
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد پالمیتیک اسید

Figure 6- Mean comparison of the effect of cultivar on palmitic acid percentage



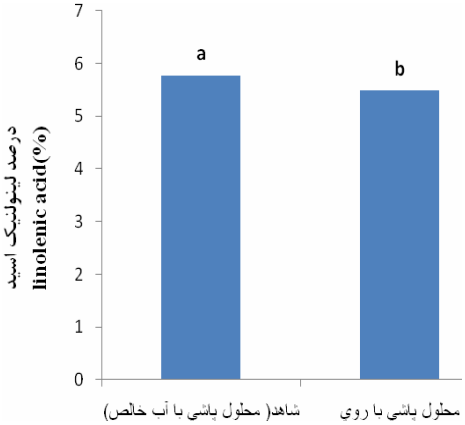
شکل ۷- مقـــایسه میانگین اثر رقـم بر درصـد اولئیک اسید

Figure 7 - Mean comparison of the effect of cultivar on oleic acid percentage



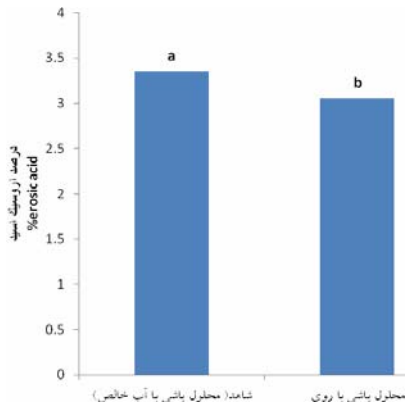
شکل ۸- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر درصد لینولئیک اسید

Figure 8 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on linoleic acid percentage



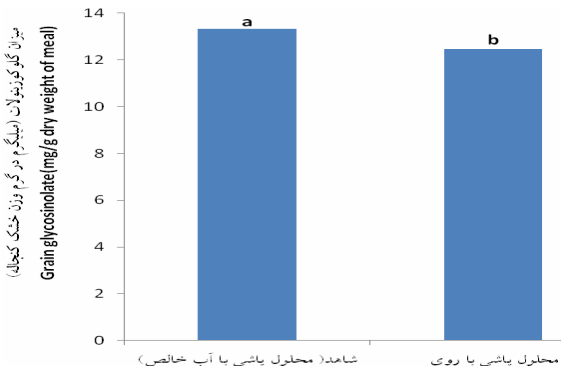
شکل ۹- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر درصد لینولنیک اسید

Figure 9 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on linolenic acid percentage



شکل ۱۰- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر درصد اروسیک اسید

Figure 10 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on erosic acid percentage



شکل ۱۱- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی عنصر روی بر گلیکوزینولات دانه

Figure 11 -Mean comparison of the interaction effect of zinc spraying on grain glycosinolate

References منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2011. Food outlook. Global Market Analysis. Available at http://www.fao.Food outlook.com (visited 15 April 2013).
- Azizi, M., A.S. Soltani, and V. Khori Khorasani. 2006. Culture, physiology, agriculture, breeding and biotechnology, translation. Compiled De Camerre and Mc Gregor. Mashhad University Press, 230 pages. (In Persian)
- Burton, W.A., V.L. Ripley, D.A. Potts, and P.A. Salisbury. 2004. Assessment of genetic diversity in selected breeding lines and cultivars of canola quality *Brassica juncea* and their implications for canola breeding. *Euphytica.* 136: 181-192.
- Bybordi, A., and M.J. Malakouti. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops. International Congress of Improving Crop Production and Human Health. 24–26 May. Istanbul. Turkey.
- Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *New Phytol*. 146: 185-205
- Carvalho, I.S., I. Miranda, and H. Pereira. 2006. Evaluation of oil composition of some crop suitable for human nutrition. *Indian Journal of Crop Production.* 24: 75-78.
- Codex. 1999. Codex standard for named vegetable oils. CODEX-STAN 210-1999, 1-16.
- Dmytryshyn, S.L., A.K. Dalai, S.T. Chaudhari, H.K. Mishra, and M.J. Reaney. 2004. Synthesis and characterization of vegetable oil derived estres evaluation for their diesel additive properties. *Journal of Biological Technology.* 92: 55-64.
- Enjalbert, J.N., S. Zheng, J.J. Johnson, J.L. Mullen, P.F. Byrne, and J.K. Mc Kay. 2013. Brassicaceae germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. *Industrial Crops and Products*. 47: 176–185.
- 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).
- Fieldsend, J.K., F.E. Murray, P.E. Bilsborrow, G.F.J. Milford, and E.J. Evans. 1991. Glucosinolate accumulation during seed development in winter sown oilseed rape (*B. napus*), In: Mc Gregor, D.I. (edn.). Proceedings of 8th International Rapeseed Congress, Canada Saskatoon, 686694-.
- Gecgel, U., M. Demirci, E. Esendal, and M. Tasan. 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 84: 47-54.
- Graham, A., and G.K. Mc Donald. 2000. Effects of zinc on photosynthesis and yield of wheat under heat stress. Austuralian Agronomy Conference. pp. 27-33
- Grant, G.A., and L.D. Baily. 1998. Fertility management in canola production. *Candian Joplin Science.* 73: 651-870

- Grewal, H.S., and R.D. Graham. 1999. Residual effects of sub soil zinc and oilseed rape genotype on the grain yield and distribution of zinc in wheat. *Plant and Soil.* 207: 29-36.
- Hocking, P.J., and M. Stapper. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertilizer on canola and wheat on Indian mustard. *Australian Journal of Agriculture Research*. 52: 635-644.
- Jabari, H. 2013. Identification of dehydration stress tolerance mechanisms in reproductive stage of rapeseed. Doctorate dissertation. Department of Agronomy and Plant Breeding. Abourihan Campus.University of Tehran. (In Persian).
- Khayawi, M., M.B. Khorshidi benam, M. Ismaili Aphtabdary, S. Azarabadi, A.S. Faramarzi, and J. Emaratpardaz. 2010. Effect of zinc and boron sulfate on yield and some qualitative traits of two canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Water and Soil Science*. 20(30): 45-31. (In Persian).
- Kurmi, K., and M.M. Kalita. 1992. Effects of sowing date, seed rate and method of sowing on growth, yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Agriculture Sciences*. 108: 195-200
- Morshedi, A., and H. Naghibi. 2004. Effects of foliar application of cu and zn on yield and quality of canola grain (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science and Natural Resources.* 11(3): 15-22. (In Persian).
- Munawar, M.S., S. Raja, M. Siddique, S. Niaz, and M. Amjad. 2009. The pollination by honebee (*Apismellifera* L.) increases yield of canola (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal of Entomology.* 31(2): 103-106.
- Nasr, N., M. Khayami, R. Heidari, and R. Jamei. 2006. Genetic diversity among selected varieties of *Brassica napus* (*Cruciferae*) based on the biochemical composition of seeds. *Journal of Agricultural Science and Technology* (*JUST).* 32(1): 37-40.
- 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
- Pospisil, M., D. Skevin, Z. Mustapic, N. Nakic, J. Butorac, and D. Matijevic. 2007. Fatty acid composition in oil of recent rapeseed hybrids and 00-cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus.* 72(3): 187-193.
- Raymer, 2002. Canola: an emerging oilseed crop. J. Janick and Whipkey (eds), Trend in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. 122-126
- Robertson, M.J., J.F. Holland, and R. Bambach. 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. *Australian Experimental Journal of Agriculture.* 44: 43-52.
- Salisbury, P.A. 2002. Genetically modified canola in Australia: agronomic and environmental considerations. Australian Oilseed Federation: pp 107.
- Seyed Ahmadi, A.R. M.H. Gharineh, A.M. Bakhshandeh, Gh. Fathi and A. Naderi 2011. Study of phenological and growth of canola cultivars to thermal unit

accumulation in three planting dates Ahvaz climate. *Journal of Plant Production Research*. 4(19): 116-97. (In Persian).

- Shahsavari, N., H.M. Jais, and A.M. Shiranirad. 2014. Effect of zeolite and zinc on the biochemical characteristics of canola upon drought stress. *Sains Malaysiana.* 43(10): 1549–1555.
- Sherma, D.K. 1992. Physiological analysis of yied variations mustard varieties under water stress and non stress conditions. *Annals Agricultural Research.* 13(2): 174-176.
- Shirani rad, A.M. 2012. The study of agronomical traits of spring rapeseed cultivars in condition of differentplantings dates (Karaj region in Iran). *Annals of Biological Research.* 3(9): 4546-4550.
- Tandon, K. 1995. Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.

Effect of Winter Planting Date on Qualitative Traits and Yield of Spring Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars by Using Zinc Spray in Karaj Region

Majid Valipour dastenaei[1*], Amir Hossein Shiranirad[2], Seyed Alireza Valadabadi[3], Saeed Seifzadeh[4] and Hamid Reza Zakerin[4]

Received: October 2018 , Revised: 17 February 2019, Accepted: 19 February 2019

Abstract

To study the effect of winter planting and zinc spraying on yield and yield components of canola (Brassica napus) cultivars, a factorial split plot experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted for two years (2014-2015 and 2015-2016 cropping seasons) at the experimental farm of Seed and Plant Improvement Institute of Agricultural Research, Education and Extension Organization of Karaj, Iran.. In this experiment, winter plantings with three levels (24th February, 6th, and 16th March) and Zinc factors with two levels, including application of zinc sulfate spray and spray with pure water assigned to main plots and spring cultivars, including RGS003, Zafar, Julius, Jerry, Zabol 10, Hyola 4815 to subplots. The results of combined analyses of data showed that the effect of year, planting date, zinc spray, cultivar and planting date × cultivar interaction effects on qualitative traits (grain glycosinolate content and fatty acid percentages) in different planting dates and cultivars were significant at 1% level of probabilities. According to the results, the highest (66.89%) and lowest (66.02%) oleic acid percentages belonged to zafar and zabol10 cultivars, respectively. Planting dates × cultivar interaction effect on the glucosinolate content indicated that the lowest glucosinolate content produced by Zafar (8.313 mg.g^{-1}) and hyola4815 (8.567 mg.g^{-1}), when they were sown on March 16th. The results of this experiment showed that delayed planting, decreased percentages of palmitic, linoleic and oleic acids of seed oil, while increased percentages of linolenic and erousic acids and glycosinolate contents.

Key words: Fatty acid, Rapeseed, Winter planting date, Zinc.

1- Ph.D. Student in Agronomy, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
2- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Promotion Organization, Karaj, Iran.
3- Associate Professor, Department of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan- Iran.
4- Assistant Professor, Department of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan- Iran.
**Corresponding Author: majid.valipoor@yahoo.com*