دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و چهارم، ۱۳۹۷

ارزیابی اثر سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تاریخ‌های کشت مرسوم و تأخیری

عبدالرضا داودی[۱]، بهرام میرشکاری[۲]، امیر حسین شیرانی راد[۳]، فرهاد فرح وش[٤]، ورهرام رشیدی[٥]

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۲۷

چکیده

به منظور ارزیابی اثر سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تاریخ‌های کاشت مرسوم و تأخیری، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، طی دو سال زراعی۹۳-۱۳۹۲ و ۹٤-۱۳۹۳ اجراء گردید. عامل اول تاریخ کاشت، در سه سطح شامل کاشت در تاریخ ۱۵ مهرماه (کشت مرسوم)، ۲۵ مهر و ۵ آبان‌ماه (کشت تأخیری)، عامل دوم سلنیوم در دو سطح شامل عدم کاربرد و کاربرد آن و عامل سوم ژنوتیپ، در شش سطح شامل Opera,L72,KR1, GKH3705,GKH0224,Neptune که عامل اول و دوم به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل سوم به صورت اسپلیت پلات در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمایش اثر سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد بررسی و برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، اروسیک اسید و گلوکوزینولات دانه معنی‌دار بود. اگرچه کاربرد سلنیوم در هر سه تاریخ کاشت باعث افزایش عملکرد دانه گردید اما این افزایش درشرایط کشت مرسوم (۱۵مهر) در رقم Opera، ۸/۷٪ و درشرایط کشت تأخیری (۵ آبان) در لاین امیدبخش KR1، ۱۳/٤٪ بود، به‌طوری که مشخص شد کاربرد سلنیوم در شرایط کشت تأخیری، سبب ارتقای عملکرد دانه از ۲۵۳٦ به ۲۸۷٦ کیلوگرم در هکتار در لاین KR1 گردید.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، اروسیک اسید، تاریخ کاشت، درصد روغن، گلوکوزینولات دانه

داودی، ع.، ب. میرشکاری، ا. شیرانی راد، ف. فرح وش و و. رشیدی. ۱۳۹۷. ارزیابی اثر سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تاریخ‌های کشت مرسوم و تأخیری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳٤: ۱۳۱-۱۲۱.

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: mirshekari@iaut.ac.ir

۳- استاد، موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر، کرج، ایران

٤- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۵- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان تیره شب‌بو می‌باشد که دانه آن حاوی بیش از ٤٠٪ روغن و کنجاله آن نیز سرشار از پروتئین بوده و امکان کشت پاییزه آن وجود دارد. دانه‌های روغنی بعد از غلات دومین منبع مهم تأمین انرژی مورد نیاز جوامع انسانی به شمار می‌رود. روغن دانه کلزا پس از سویا و نخل روغنی در جایگاه سوم تولید جهانی قرار دارد (شیرانی راد و همکاران،۱۳۹۰). تاریخ کاشت عامل مهمی است که عملکرد دانه، میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کوتروبوس و پاپادوسکا، ۲۰۰۵). زمان کاشت مناسب با فراهم کردن میزان رشد لازم بوته‌های کلزا و کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر سرما، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه می‌گردد (پاسبان اسلام، ۱۳۹۰). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که اعمال تاریخ‌های کاشت زود یا دیرهنگام سبب کاهش محصول و اجزای عملکرد می‌شود و بالاترین عملکرد دانه از تاریخ کاشت مناسب به دست می‌آید (بشیر،۲۰۱۰). تاریخ کاشت تأخیری بر روی مراحل نموی و انتقال مواد از منبع به مخزن به‌طور فوق‌العاده اثر می‌گذارد و باعث کوتاه شدن ارتفاع بوته، کاهش فاصله بین گره‌ها، دوره پرشدن دانه و سرانجام کاهش عملکرد دانه می‌شود (آلیسیال و همکاران، ۲۰۰۵). فرجی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند، تأخیر در کاشت کلزا درنتیجهٔ کاهش دوره رشد رویشی، سبب تولید بوته‌هایی با زیست‌توده کمتر و به دلیل برخورد مرحله زایشی با درجه حرارت بالا موجب کاهش اجزاء عملکرد و عملکرد دانه می‌گردد. رابرتسون و هالند (۲۰۰٤) نیز گزارش نمودند تأخیر در کاشت کلزای پاییز درنتیجهٔ افزایش دمای محیط، سبب کاهش دوره گلدهی و درنتیجه برخورد گرمای انتهای فصل با دوره پرشدن دانه و موجب کاهش عملکرد دانه و روغن کلزا گردید. عملکرد کلزا را می‌توان با رعایت اصول به‌زراعی و به‌نژادی، بهبود بخشید. بدین منظور علاوه بر معرفی ارقام دارای عملکرد بالاتر، از حداکثر ظرفیت ژنتیکی ارقام موجود نیز در شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان استفاده نمود (اِپلین و همکاران،۲۰۰۰). سلنیوم عنصری غیرفلزی است که با تأثیر بر رشد و نمو گیاهان و به دلیل حضور در سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی یک عنصر اساسی برای سلامتی انسان و حیوان شناخته‌شده است. عناصر مفید هرچند به‌طور مستقیم در متابولیسم گیاهان و تکمیل چرخه زندگی آن‌ها دخالت ندارند، ولی در بهبود رشد رویشی و زایشی به‌ویژه در شرایط تنش‌های محیطی و یا زیستی نقش دارند (حاجی بلند، ۲۰۱۲). یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که در غلظت‌های کم، سلنیوم می‌تواند باعث افزایش تحمل به تنش اکسیداتیو از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسایشی گردد که این اثر مثبت سلنیوم، کاهش در پروکسیداسیون لیپید و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیوی را نشان می‌دهد (سپانن و همکاران،۲۰۰۳ و زو و همکاران، ۲۰۰۱). غلظت پایین سلنیوم اثر مفیدی روی رشد و مقاومت به تنش در گیاهان، از طریق ظرفیت آنتی‌اکسایشی آن‌ها دارد (توراکائین، ۲۰۰۷). سپانن و همکاران (۲۰۰۳) گزارش دادند سلنیوم باعث جلوگیری از تخریب کلروفیل در شرایط بروز تنش‌های محیطی می‌شود. از دیگر اثرهای سودمند سلنیوم می‌توان به افزایش رشد، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و افزایش مقاومت به تنش‌ها اشاره کرد (ژو و همکاران، ۲۰۰۹). حاجی بلند و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که اثر سلنیوم در افزایش تحمل خشکی و بهبود روابط آبی در گیاه کلزا مربوط به افزایش جذب آب به دلیل توسعه ریشه، افزایش فتوسنتز و تشکیل قندهای محلول بوده است.

با توجه اهمیت تاریخ کاشت و اینکه تأخیر در کاشت، ممکن است به دلایل مختلفی از قبیل شرایط بد آب و هوایی، بارندگی و عوامل پیش‌بینی نشده دیگر به وجود آید و این امر همواره از مهم-ترین عوامل محدودکنندهٔ تولید در بخش کشاورزی بوده و هست، به نظر می‌رسد با تحقیق در مورد شیوه‌های افزایش عملکرد در شرایط کشت تأخیری، می‌توان سازوکاری مناسبی در جهت بهبود بازده محصول ارائه داد. از این‌رو این پژوهش با هدف بررسی کاربرد سلنیوم برای کاهش اثرات سوء تنش ناشی از کشت تأخیری بر عملکرد دانه و روغن دانه در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا، صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی واقع در جاده ماهدشت کرج، طی دو سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹٤-۱۳۹۳ اجرا گردید. عامل اول تاریخ کاشت، در سه سطح شامل کاشت در تاریخ ۱۵ مهرماه (کاشت مرسوم)، ۲۵ مهر و ۵ آبان ماه (کشت تأخیری)، عامل دوم سلنیوم در دو سطح شامل عدم کاربرد و کاربرد آن و عامل سوم ژنوتیپ، در شش سطح شامل Opera,L72,KR1, GKH3705,GKH0224,

Neptune که عامل اول و دوم به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل سوم به‌صورت اسپلیت پلات در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. محل اجرای آزمایش دارای طول و عرض جغرافیایی به ترتیب ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، و ۵۱ درجه و ٦ دقیقه شرقی و ارتفاع آن ۱۳۲۱ متر از سطح دریا بود. پس از مشخص نمودن مزرعه آزمایشی اقدام به نمونه‌گیری از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی‌متر گردید و بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول۱) و توصیه کودی، حدود ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و حدود ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات خالص از دو منبع کودی اوره و فسفات آمونیوم و مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس خالص به‌صورت سولفات پتاسیم به همراه ۲/۵ لیتر در هکتار علف‌کش ترفلان (تری فلورالین) به خاک داده شده و با دو دیسک عمود بر هم و سبک، با خاک مخلوط گردید. سپس کرت-های آزمایش که درمجموع ۱۰۸ کرت بودند، به‌صورت ٦ ردیف ٦ متری بافاصله ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ٤ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کاشت کناری در هر کرت به‌عنوان حاشیه و ٤ ردیف میانی آن برای نمونه‌برداری و بررسی صفات مختلف، مورد استفاده قرار گرفت. برای جلوگیری از اختلاط تیمارهای مختلف، بین بلوک‌ها ۷ متر و بین کرت‌های اصلی در هر بلوک ۲/٤ متر فاصله منظور گردید. کاشت در تاریخ‌های ۱۵ مهر (کشت مرسوم)، ۲۵ مهر و ۵ آبان ماه (کشت تأخیری) و با دست صورت پذیرفت. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و با سیفون انجام شد. به‌منظور اعمال تیمار کاربرد سلنیوم، ۳۰ گرم در لیتر در هکتار سلنات سدیم، در دو مرحله، ۱۵گرم در لیتر در هکتار قبل از روزت (اوایل آذرماه) و ۱۵گرم در لیتر در هکتار در مرحله ساقه دهی (نیمه دوم اسفندماه) و محلول‌پاشی با آب خالص جهت اعمال تیمار عدم کاربرد سلنیوم، انجام پذیرفت (سپانن و همکاران، ۲۰۱۰). مقدار کاربرد سلنیوم (به‌صورت سلنات سدیم) براساس مقادیری که پژوهشگران مختلف قبلاً برای گونه‌های مختلف در آزمایش مزرعه‌ای بکار برده و اثرات مفید آن را مشاهده نمودند بودند، انتخاب شد.

جدول۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق نمونه برداری (Cm)	بافت خاک	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/Kg)	فسفر قابل جذب (Mg/Kg)	کربن آلی (%)	واکنش خاک (pH)	هدایت الکتریکی (ds/m)	رطوبت گل اشباع (%)
۳۰-۰	رسی لومی	۰/۰۹	۱۹۷	۱٤/۷	۰/۹۱	۷/۹	۱/٤۵	۳٦
٦۰-۳۰	رسی لومی	۰/۰۷	۱۵۵	۱۵/۸	۰/۹۹	۷/۲	۱/۲٤	۳۸

جدول ۲- میانگین دمای ماهانه و بارش ایستگاه سینوپتیک کرج در دوسال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ و ۹٤-۱۳۹۳

ماه	مهر		آبان		آذر		دی		بهمن	
سال	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳
بارش(mm)	۳/٤	۱۳/٤	۳۵/۸	۱۳/۷	۳۲/۹	۳۱/٦	۱/۷	٦	۳۷/۲	٤۷/۸
میانگین دما(°C)	۱۸/۹	۱۸/۱	۱۱/۳	۱۸/۲	٦	٦/۳	۱/۳	۵/۲	۸	۷/۳
ماه	اسفند		فروردین		اردیبهشت		خرداد		تیر	
سال	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹۳	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹۳	۱۳۹٤	۱۳۹۳	۱۳۹٤
بارش(mm)	۱۵/۷	۲۱/۳	٤۵/٤	۱۹/۹	۱۲/٦	۲/۲	۲۹	٦/٦	۰/۵	۰
میانگین دما(°C)	۹/۱	٦/۷	۱۳/۸	۱۲/۸	۲۰/۹	۲۰	۲٤/۳	۲٦//٤	۲٦/۲	۳۰/۹

همچنین دو مرحله نیتروژن سرک در مراحل ساقه دهی و غنچه دهی، هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره تامین شد. در بین ژنوتیپ‌ها، GKH0224, GKH3705 هیبرید مجارستانی، Neptune هیبرید فرانسوی جدید، L72 و KR1 لاین‌های امید بخش و Opera رقم تجاری و منشاء آن سوئد بود. جهت اندازه‌گیری صفات کمی از هر کرت آزمایش، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد خورجین در بوته، طول خورجین و تعداد دانه در خورجین

از میانگین آنها، اندازه‌گیری شد. به دلیل تفاوت در نمو ارقام و به منظور به حداقل رساندن ریزش دانه، از تاریخ هفدهم تا بیست و ششم خرداد، برداشت به موقع کرت‌ها، با کمباین مخصوص آزمایشات (وینتر اشتایگر) انجام شد. به منظور اندازه‌گیری صفات عملکرد، دانه‌ها از خورجین جدا و بوجاری شدند و وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق توزین و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. به‌منظور تعیین مقدار روغن دانه، از هر کرت یک نمونه ۵ گرمی بذر انتخاب و درصد آن توسط دستگاه NMR[1] تعیین شد. پس از تعیین درصد روغن دانه، از حاصل‌ضرب آن در عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری و تشخیص اسید اروسیک موجود در روغن دانه از روش کروماتوگرافی گازی (یانگ و همکاران، ۲۰۰۹) و برای اندازه‌گیری میزان کل گلوکوزینولات دانه از روش کروماتوگرافی مایع استفاده گردید. در این آزمایش محاسبات آماری تجزیه واریانس داده‌ها پس از آزمون یکنواختی، از طریق نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت. جهت مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی، از روش دانکن در سطح آماری پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر ساده سال، تاریخ کاشت، سلنیوم، رقم و برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و رقم، بر این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار کاهش تعداد خورجین در بوته در کشت تأخیری به رقمGKH3705 تعلق داشت به‌طوری‌که با تأخیر در کاشت از ۱۵ به ۲۵ مهرماه، ۳٦/۲٪ و از ۱۵ مهر به ۵ آبان‌ماه، ۵۹/۸٪ کاهش در تعداد خورجین در بوته مشاهده گردید. همچنین مشخص شد رقم Opera درکشت تأخیری (۲۵ مهر) نسبت به کشت مرسوم (۱۵ مهر) با کاهش ۱۲/۷ درصدی تعداد خورجین در بوته، دارای کمترین مقدار کاهش این صفت بود. بیشترین تعداد خورجین در بوته، در تاریخ کاشت ۱۵ مهر، مربوط به لاین امیدبخش L72 (میانگین ۲۵۱/٤ عدد) و در تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۵ آبان، مربوط به رقم Opera (به ترتیب با میانگین ۱۷۷/۹ و ۱۱۹ عدد) بود (جدول۵). تأخیر در کاشت کلزای پاییزه به سبب افزایش درجه حرارت طی دوره گلدهی و کاهش تعداد گل در بوته، موجب کاهش تعداد خورجین در بوته می‌گردد (ربیعی و همکاران، ۱۳۸۳). مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۹۱) نیز با بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم کلزای سازگار با مناطق سرد در اراک نتیجه گرفتند تأخیر در تاریخ کاشت به شدت تعداد خورجین در بوته را کاهش داد و به این ترتیب باعث کاهش عملکرد دانه در هکتار گردید.

تعداد دانه در خورجین

اثر ساده سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ، برهمکنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ و برهمکنش سال و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار شد (جدول۳). لاین امید بخش L72 در تاریخ کاشت ۱۵ مهر با میانگین ۲٤/۲۷ عدد بالاترین تعداد دانه در خورجین را دارا بود. در تاریخ کاشت ۲۵ مهر و ۵ آبان، در این رقم به ترتیب با ٦٪ و ۲۳/٤٪ کاهش نسبت به تاریخ کاشت مرسوم (۵ مهر) در تعداد دانه در خورجین مشاهده شد. کمترین تعداد دانه در خورجین (۱٤/۲۷ عدد) در تاریخ کاشت ۵ آبان و در رقم GKH0224 مشاهده گردید (جدول ۵).

وزن هزاردانه

سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ، همچنین برهمکنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول۳). بین دو سال اجرای این آزمایش، اختلاف معنی‌داری ازنظر وزن هزار دانه مشاهده شد. بیشترین مقدار وزن هزار دانه در سال دوم با میانگین ٤/۰۷ گرم مشاهده گردید (جدول ٤). بررسی مقایسه میانگین برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵مهرماه لاین امید بخش L72 با میانگین ٤/۷۲ گرم، بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد درحالی‌که در تاریخ کاشت‌های تأخیری ۲۵مهر و ۵ آبان‌ماه رقم Opera به ترتیب با میانگین ۳/۸۰ و۲/۹۹ گرم، بالاترین وزن هزار دانه را نشان داد. با بررسی جدول ۵ مشخص شد با تأخیر در کاشت از ۱۵ به ۲۵ مهر، کمترین نسبت کاهش وزن هزار دانه در رقم Opera با میانگین ۸/۲٪ مشاهده شد و این نسبت کاهش از ۱۵مهر به ۵ آبان ۲۷/۸٪ درصد بود. بیشترین نسبت کاهش وزن هزار دانه در رقم GKH0224 مشاهده گردید. به‌طوری‌که با

1 - Nuclear Magnetic Resonance

تأخیر در کاشت از ۱۵ به ۲۵ مهر، میانگین ۲۲/۸٪ و از ۲۵ مهر به ۵ آبان، میانگین ٤٥/٦٪، کاهش در وزن هزار دانه مشاهده گردید. رابرتسون و همکاران (۲۰۰٤) یکی از دلایل کاهش وزن هزار دانه در اثر تأخیر کاشت را افزایش دما در طول دوره پر شدن دانه عنوان کردند. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه رقم Opera زودرس‌تر از ژنوتیپ‌های دیگر مورد بررسی می‌باشد، با دمای بالای آخر فصل برخورد نکرده و این عوامل محیطی مناسب‌تر در دورهٔ پرشدن دانه آن، سبب افزایش وزن هزار دانه این رقم شد.

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر ساده سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ و برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول۳). بررسی اثر تیمارها نشان داد کاربرد سلنیوم نسبت به عدم کاربرد آن، سبب ارتقای عملکرد دانه از ٤۰۱۸ به ٤۳۳۲ کیلوگرم در هکتار، یعنی ۷/۲ درصد افزایش محصول گردید (جدول ٤). مقایسه میانگین‌های تاریخ کاشت برای صفت مورد مطالعه نیز حاکی از بالا بودن عملکرد دانه در تاریخ کاشت مرسوم نسبت به کشت تأخیری بود و متوسط عملکرد دانه در تاریخ کاشت ۱۵، ۲۵ مهر و ۵ آبان به ترتیب با میانگین ٥٤۱۰، ٤۱۹۹ و ۲۹۱٦ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ٤). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سال دوم آزمایش نسبت به سال اول، از میانگین عملکرد دانه بیشتری برخوردار بود. در تاریخ کاشت مرسوم بیشترین عملکرد دانه مربوط به لاین L72 با میانگین ۵۸۵۳ کیلوگرم در هکتار و در تاریخ‌های کاشت تأخیری ۱۵ مهر و ۵ آبان، مربوط به رقم Opera به ترتیب با میانگین ٤۵۹۵ و ۳۳۵۳ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). تأخیر در کشت کلزا موجب می‌شود که دوره رسیدگی گیاه با دمای بالای محیط مواجه شده و این امر باعث افزایش میزان تنفس خورجین‌ها می‌شود که در نتیجه کاهش مواد فتوسنتزی و کاهش وزن دانه‌ها و در نهایت کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت (گان و همکاران، ۲۰۰٤ و رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱). به نظر می‌رسد که کشت تأخیری کلزای پاییزه سبب وارد شدن گیاه به زمستان با روزت ضعیف می‌شود و در نتیجه بوته‌ها در اثر سرمای زمستانه، آسیب می‌بینند لذا بعد از زمستان با گرم شدن هوا نمی‌توانند به اندازه کافی از شرایط محیطی (تشعشع، درجه حرارت و...) جهت انجام فتوسنتز و تولید شیره پرورده کافی استفاده نمایند. همچنین پرشدن دانه‌ها زمانی واقع می‌شود که درجه حرارت محیط بالا بوده و گرمای زیاد مانع از پرشدن دانه‌ها می‌گردد و میزان مواد متابولیکی ذخیره‌ای با تشدید تنفس کاهش خواهد یافت (فلاح‌هکی و همکاران،۱۳۹۰). فرجی و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش نمودند که کشت دیرتر از موعد کلزا سبب کاهش دوره رشد و درنهایت کاهش عملکرد دانه می‌گردد.

مقدار روغن دانه

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها اثر معنی‌دار سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ بر مقدار روغن دانه را نشان داد (جدول۳). تأخیر در کاشت منجر به کاهش و افت عملکرد در گیاه و متعاقب آن درصد روغن دانه شده به طوری که نتایج نشان داد تاریخ کاشت مناسب در دستیابی به بیشترین مقدار روغن دانه تاثیر گذار بوده است. بیشترین مقدار روغن دانه در تاریخ کاشت ۱۵مهر با میانگین ٤۳/٤۳٪ و کمترین مقدار آن در تاریخ کاشت ۵ آبان با میانگین ٤۰/۷۸٪ مشاهده گردید. بیشترین مقدار روغن دانه در لاین امید بخش L72 یا میانگین ٤۲/٤۹ درصد مشاهده گردید (جدول٤). بر اساس مطالعات رابرتسون و هولند (۲۰۰٤)، مشخص گردید که به ازای هر درجه سانتی‌گراد افزایش درجه حرارت در زمان گلدهی و پرشدن دانه، میزان روغن دانه ۱/۷٪ کاهش می‌یابد. آدامسن و کافلت (۲۰۰۵) نیز کاهش مقدار روغن را در اثر کاشت تأخیری گزارش نمودند.

جدول ۳- میانگین مربعات و سطوح معنی‌دار صفات مورد مطالعه تحت تاثیر عوامل آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد خورجین در بوته	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	مقدار روغن دانه	عملکرد روغن دانه	اروسیک اسید	گلوکوزینولات دانه
سال	۱	۹۱۲۶/۰۰**	۸۱/٤۰**	٤۰۸/۳۷**	٦۱/۳۲**	۲۸۵۸٤۲۰۲ **	۸/۲۲ **	۵٦۳۱۸۷۸ **	۰/۰۷ **	۱۱/٤٤ **
سال / تکرار	۲	۳٤٦/۷۰	۱/۸۸	۰/۳۳	۰/۰۳	۹٤۹۰۰۰	۰/۲٦	٤٥٤٥٥٤	۰/۰۱	۲۰/۹۷
تاریخ کاشت	۲	۲۷۰/۷۹ **	۱۵۱/٤۲**	۹۷٤/۰۸**	٥٤/۹۷**	۱۱۱۹٦٤٦۰۲**	۱۲٦/۹٦ **	۲٦۲۲٦۳۷۲**	۱/۱٥ **	۷٦۳/۱٦ **
سال × تاریخ کاشت	۲	٤٥۲/۸۳ ns	۰/٦۲ ns	٥/٦۳*	٤/۷۰**	۱٤٦۷۱۷ ns	۰/۱۹ ns	٤۰۱۲۹ ns	۰/۰۰۹*	۲/۹۱ ns
سلنیوم	۱	۱۳۹۹۷/۳۰ **	۷/۳۷*	٤٥/۱۰*	۲/٦۸**	٥۳٥۲٤۸۱ **	۷/٦۹**	۱۱۸۳۲۱٥**	۰/۰٥ **	۳٦/٥۰ **
سال × سلنیوم	۱	٤/٥۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۸ ns	۰/۱۹ ns	۸٦٤ ns	۰/۰۲ ns	۹٤۰/٦٦ ns	۰/۰۰۰۰۱ ns	۰/۲۲ ns
تاریخ کاشت × سلنیوم	۲	۲٦٦/۲۲ ns	۰/۰۰۰٤ ns	۰/۰٦ ns	۰/۰۱ ns	۹٦۰۸ ns	۰/۰۷ ns	٦۱۱۳/۲۱ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۱۳ ns
سال × تاریخ کاشت × سلنیوم	۲	٥۹/۱٥ ns	۰/۰۰٥ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۸ ns	٦٥۳ ns	۰/۰۱ ns	۹٥/۰۲ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰٤ ns
خطایa	۱۰	۱۱۱/۸۷	۱/۱۲	۲/۱۳	۰/۲٤	۳۹٦۷٥۹	۰/۰۸	۷۷۲۷۷	۰/۰۰۲	۰/۷٤
ژنوتیپ	٥	٦٦۸۲/۳٥ **	٤/۳۲**	۲٦/۹۰**	۱/۳٥**	۲۹۲٤٥۰۳**	۳/۹۸**	٦۳٥۲۱۹**	۰/۰۳ **	۱۸/۸۹**
سال × ژنوتیپ	٥	۲٥/۹۳ ns	۰/۰۲ ns	۰/۱۲ ns	۰/۰٤ ns	۸٦۲ ns	۰/۰۱ ns	٥۱٤/۹٤ ns	۰/۰۰۰۰٦ ns	۰/۰۹ ns
تاریخ کاشت × ژنوتیپ	۱۰	۱۷۸٤/۱٦**	۰/۸٥ ns	٥/۷۳**	۰/۳٤**	٦۳۹۲۸۳*	۰/۸۱ ns	۱٤۲۱۹٦ **	۰/۰۰۷ **	٤/٥۱ **
سلنیوم × ژنوتیپ	٥	٦۳/۸٦ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰٥ ns	۰/۰۰٥ ns	٦۸۳۸ ns	۰/۰۰٤ ns	۹۹٥/۲۳ ns	۰/۰۰۰۰۹ ns	۰/۰٦ ns
سال × تاریخ کاشت × ژنوتیپ	۱۰	۲۷/۲٦ ns	۰/۰۰۹ns	۰/۰۳ ns	۰/۰٤ ns	٤۹۲۷ ns	۰/۰۲ ns	۸۰٤/٦٥ ns	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۱۱ ns
سال × سلنیوم × ژنوتیپ	٥	٤/۷۸ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۹ ns	٥۰٥٤ ns	۰/۰۱ ns	۱۱٤۱ ns	۰/۰۰۰۰۲ ns	۰/۰۲ ns
تاریخ کاشت × سلنیوم × ژنوتیپ	۱۰	۸۱/٤٥ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۷ ns	۱۹٤۲۳ ns	۰/۰۰۸ ns	۳۳٦۱/٥۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۱۷ ns
سال ×تاریخ کاشت × سلنیوم × ژنوتیپ	۱۰	۷/٥۲ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۸ ns	۰/۰۰۷ ns	۲٥۹٤ ns	۰/۰٤ ns	٦٥۱/۷۱ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۱٤ ns
خطایb	۱۳۰	۱۲۱/٤۱	۰/٥۲	۱/۷۱	۰/۱۱	۲٤۲٦۲۰	۰/۱٦	٤۳۷٦۱	۰/۰۰۰۹	۰/٥٤
ضریب تغییرات(٪)		٦/۸۰	۱۱/۳۸	٦/۸٤	۹/٥٦	۱۱/۷۹	۰/۹٦	۱۱/۸۰	۱۰/۰۷	٥/۸۱

n.s، * و ** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار درسطح ۵ درصد و۱ درصد می باشند

عملکرد روغن دانه

نتایج نشان داد که تیمار سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ بر عملکرد روغن دانه در سطح ۱٪ و برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول۳). عملکرد روغن دانه در سال دوم بیشتر بود و این مقدار از ۱۶۱۰ کیلوگرم در هکتار در سال اول، به ۱۹۳۳ کیلوگرم در هکتار در سال دوم تغییر یافت.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف تیمارهای مورد بررسی

سطوح مختلف تیمارهای مورد بررسی		صفات اندازه‌گیری شده		
		طول خورجین (سانتی متر)	عملکرددانه (کیلوگرم درهکتار)	مقدار روغن دانه (درصد)
سال	سال اول	b٥/٧٥	b٣٨١١	b٤١/٩٢
	سال دوم	a٦/٩٨	a٤٥٣٩	a٤٢/٣١
تاریخ کاشت	۱۵ مهرماه	a٧/٨٠	a٥٤١٠	a٤٣/٤٣
	۲۵مهرماه	b٦/٣٩	b٤١٩٩	b٤٢/١٢
	۵آبان ماه	c٤/٩٠	c٢٩١٦	c٤٠/٧٨
سلنیوم	عدم کاربرد سلنیوم	b٦/١٨	b٤٠١٨	b٤١/٩٢
	کاربرد سلنیوم	a٦/٥٥	a٤٣٣٢	a٤٢/٣٠
ژنوتیپ	Opera	a٦/٥٧	a٤٣٣٢	a٤٢/٣٠
	L72	a٦/٧٤	a٤٤٩٤	a٤٢/٤٩
	KR1	b٦/١٠	b٣٩٥٤	b٤١/٨٦
	GKH3705	b٦/٠٩	b٣٩٥٦	b٤١/٨٥
	GKH0224	b٥/٩٧	b٣٨٥٥	b٤١/٧٤
	Neptun	a٦/٧١	a٤٤٥٨	a٤٢/٤٣

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

برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه (کاشت مرسوم)، لاین امید بخش L72 با میانگین ۲۵۷٦ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن دانه را به خود اختصاص داد در حالی که در تاریخ کاشت‌های تأخیری ۲۵ مهر و ۵ آبان، بالاترین عملکرد روغن دانه در رقم Opera با میانگین به ترتیب ۱۹۵۷ و ۱۳۸۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید (جدول ۵). تأخیر در کاشت گیاه خصوصاً در تاریخ کاشت ۵ آبان‌ماه، به علت کاهش رشد گیاه، برخورد با گرما در طی مرحله پر شدن دانه‌ها در آخر فصل (گیلبرتسون و همکاران، ۲۰۰۷)، افزایش تنفس و کاهش تولید مواد فتوسنتزی (سپانن و همکاران، ۲۰۰۳) و در نتیجه کاهش عملکرد و درصد روغن دانه، سبب کاهش عملکرد روغن دانه، نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ مهرماه گردید. افزایش عملکرد روغن دانه در اثر تیمار سلنیوم در تحقیقات سپانن و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش گردیده است.

گلوکوزینولات دانه

نتایج نشان داد که میزان گلوکوزینولات دانه از لحاظ آماری تحت تاثیر سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ قرار دارد و برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر این صفت نیز معنی‌دار شد (جدول۳). بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد تأخیر در کاشت، از ۱۵ مهر به ۵آبان باعث افزایش معنی‌دار گلوکوزینولات دانه شد.

بررسی برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ نیز نشان داد در تاریخ کاشت تأخیری (۲۵مهر و ۵آبان) مقدار گلوکوزینولات نسبت به تاریخ کاشت مرسوم (۱۵مهر) افزایش داشت به طوری که این مقدار در لاین امید بخش L72 از میانگین ۸/۱۹ میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله در تاریخ کاشت ۱۵مهر به ۱۵/۲۲ میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله در تاریخ کاشت ۵آبان افزایش یافت. با این افزایش ۸۵/۸٪ افزایش در مقدار گلوکوزینولات دانه مشاهده شد که بیشترین افزایش در بین ژنوتیپ‌ها بود. کمترین افزایش گلوکوزینولات نیز مربوط به

رقم Opera با ۴۲/۹٪ بود (جدول۵). در گیاه، ترکیبات گلوکوزینولات‌ها حاوی دو اتم گوگرد، نیتروژن، گلوکز و گروه جانبی R است. از آنجایی که متابولیسم سلنیوم در گیاهان قابل مقایسه با متابولیسم سولفات می‌باشد و سلنیوم در واکنش‌های مختلف جایگزین گوگرد می‌شود، احتمالا همین امر باعث کاهش میزان گلوکوزینولات دانه در اثر تیمار سلنیوم گردیده است. در تحقیقات مشابه نیز افزایش ازت، مقدار گلوکوزینولات دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد (بای بوردی و ملکوتی،۱۳۸۲).

جدول۵- مقایسه میانگین برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر برخی از صفات مورد بررسی

تاریخ کاشت	ژنوتیپ	صفات						
		تعدادخورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار)	اروسیک اسید (درصد)	گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در
۱۵مهرماه	Opera	c۲۰۳/۸	c۲۱/۷۲	a٤/١٤	c٥٠٤٩	c۲۱۷٥	a۰/۲۲	a۱۰/٤۱
	L72	a۲٥۱/٤	a۲٤/۲۷	a٤/۷۲	a٥۸٥۳	a۲٥۷٦	c۰/۱۳	c۸/۱۹
	KR1	bc۲۰۹/۹	bc۲۱/۹۸	a٤/۲٤	c٥۱٦۳	c۲۲۲۹	ab۰/۲۲	ab۱۰/۰۸
	GKH370	b۲۲۳/٥	abc۲۲/٥۷	a٤/۳۷	abc٥۳٥۲	bc۲۳۲۰	b۰/۱۹	b۹/٥۲
	GKH022	bc۲۱٥/۷	bc۲۲/۳۰	a٤/۳۰	bc٥۲۸۰	c۲۲۸٤	ab۰/۲۰	ab۹/۸۱
	Neptun	a۲٤٦/٤	ab۲۳/۸۱	a٤/٦۷	ab٥۷٦۲	ab۲٥۲۷	c۰/۱٥	c۸/٤۱
۲۵ مهرماه	Opera	a۱۷۷.۹	a۲۰/٤۱	a۳/۸۰	a٤٥۹٥	a۱۹٥۷	b۰/۲٦	b۱۱/٦٤
	L72	b۱٦۷.٤	ab۱۹/۷۰	a۳/٦۷	abc٤٤۲۱	ab۱۸۷۲	b۰/۲۸	b۱۲/۱٤
	KR1	c۱٤۷.۷	bc۱۸/٤۷	a۳/٤۲	bcd۳۹۹٤	bc۱٦۷٤	a۰/۳۱	a۱۳/۲٤
	GKH370	c۱٤۲.٥	bc۱۸/۲۲	a۳/۳۹	cd۳۹۰۷	c۱٦۳٦	a۰/۳۲	a۱۳/٥۳
	GKH022	c۱۳۸.۹	c۱۷/۹۱	a۳/۳۲	d۳۷۹۲	c۱٥۸۲	a۰/۳٤	a۱۳/۷۷
	Neptun	ab۱۷۲.۸	a۲۰/۰۸	a۳/۷۱	ab٤٤۸۳	a۱۹۰٤	b۰/۲۷	b۱۱/۹۰
۵ آبان‌ماه	Opera	a۱۱۹.۰	a۱٦/٦۳	a۲/۹۹	a۳۳٥۳	a۱۳۸٥	b۰/۳۹	b۱٤/۸۸
	L72	ab۱۱٤.٤	a۱٦/۳۰	a۲/۹۱	a۳۲۰۹	a۱۳۲۲	b۰/٤۰	b۱٥/۲۲
	KR1	c۹٤.۹	bc۱٤/۸۰	bc۲/٥۱	bc۲۷۰٦	b۱۰۹۹	a۰/٤٦	a۱٦/٤۸
	GKH370	cd۹۰.٤	c۱٥/٥۳	c۲/٤۲	c۲٦۰۸	b۱۰٥٥	a۰/٤۷	a۱٦/٦۳
	GKH022	d۸٦.٦	c۱٤/۲۷	c۲/۳٤	c۲٤۹۲	b۱۰٦٦	a۰/٤۸	a۱٦/۷۹
	Neptun	b۱۱۰.٥	ab۱٥/۹۸	ab۲/۷۸	ab۳۱۳۰	a۱۲۸٤	b۰/٤۲	b۱٥/٤۹

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

اروسیک اسید

اثر سال، تاریخ کاشت، سلنیوم و ژنوتیپ، همچنین برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر مقدار اسید اروسیک معنی‌دار شد (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دوجانبه تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر اسید اروسیک نشان داد با تأخیر در کاشت از ۱۵مهر به ۵آبان، درصد اروسیک اسید افزایش یافت. همچنین کمترین مقدار اسید اروسیک در تاریخ کاشت ۱۵مهرماه با میانگین ۰/۱۳ درصد مربوط به لاین امید بخش L72 و در تاریخ کاشت ۵ آبان‌ماه مربوط به رقم Opera با میانگین ۰/۳۹ درصد بود. بیشترین میزان اسید اروسیک در کاشت تأخیری (۵آبان) مربوط به رقم GKH0224 با میانگین ۰/٤۸ درصد بود (جدول۵). سلنیوم در غلظتهای کم، احتمالاً از طریق افزایش میزان کلروفیل و متعاقب آن فتوسنتز و تثبت کربن و در نتیجه تجمع نشاسته در کلروپلاست‌ها، رشد گیاه را افزایش داده و به دلیل آنتی اکسیدان بودن، از غشاء سلولی این گیاهان در برابر پراکسیداسیون لیپیدها محافظت می-کند (هان و همکاران، ۲۰۱۰). شرایط آب و هوایی به خصوص درجه حرارت در طول فصل رشد و مراحل تکمیل دانه در ترکیب اسیدهای چرب تغییر ایجاد می کند (بدری و همکاران، ۲۰۱۱) و (کاماس و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج بدست آمده از این آزمایش با تحقیقات تایلین و همکاران (۲۰۰۱) نیز مطابقت دارد.

نتیجه گیری

تاریخ کاشت ۱۵ مهر به دلیل دریافت درجه روزهای رشد بیشتر، بالاترین طول خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه را تولید نمود بدین ترتیب گیاه از شرایط محیطی جهت تولید بیشتر، استفاده بهینه نموده است. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که تاریخ کاشت اثر زیادی بر عملکرد کلزا دارد و در تاریخ کاشت مناسب بوته‌هایی به وجود می‌آیند که دارای رشد رویشی خوب بوده و در نهایت عملکرد بهتری را می‌عنوان حاصل نمود. به‌طورکلی با توجه به بررسی درصد افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها، در شرایط

کاربرد سلنیوم نسبت به عدم کاربرد آن مشخص شد در تاریخ کاشت ۱۵ مهر رقم Opera با ۸/۷٪ بیشترین نسبت افزایش عملکرد دانه را داشت. همچنین در شرایط ۲۵ مهر و ۵ آبان، به ترتیب رقمGKH0224 با ۸/۸٪ و KR1 با ۱۳/٤ افزایش در عملکرد دانه بیشترین این مقدار را به خود اختصاص دادند.

منابع

بای بوردی، ا و م.ج. ملکوتی. ۱۳۸۲. اثرات سطوح ازت و منگنز بر عملکرد و کیفیت دو رقم کلزای پاییزه در شهرستان اهر آذربایجان شرقی. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۱: ۸-۱.

پاسبان اسلام، ب.۱۳۹۰. بررسی امکان کشت تاخیری کلزا (*Brassica napus* L.) در آذربایجان شرقی. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد۲۷. شماره ۳: ۲۸٤-۲٦۹.

حاجی بلند، ر. کیوانفر،ن. جودمند، ا. رضائی، ح. و م. یوسف نژاد. ۱۳۹۳. تأثیر تیمار سلنیوم روی تحمل تنش خشکی در گیاه کلزا. مجله پژوهش‌های گیاهی. جلد ۲۷. شماره ٤: ٥٦۸- ٥٥۷.

ربیعی، م. کریمی، م. و ف. صفایی. ۱۳۸۳. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و برخی صفات زراعی ارقام کلزای پاییزه به عنوان کشت دوم بعد از برنج در منطقه کوچصفهان. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵، شماره۱: ۱۸۷-۱۷۷.

شیرانی راد،ا.م.، عزیزی،م.، فرجی،ا. و ب. مجد نصیری. ۱۳۹۰. تدوین استانداردهای تعیین پتانسیل و ارزیابی خسارت به تفکیک عوامل مدیریتی و قهری در مزارع کلزا. گزارش نهایی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۳۵۰ صفحه.

فلاح‌هکی،م. یدوی،ع. موحدی‌دهنوی،م. و ح.ر.بلوچی. ۱۳۹۰. بررسی روغن، پروتئین و عملکرد دانه ارقام کلزا در تاریخ کاشت‌های مختلف در منطقه یاسوج. مجله تولید گیاهان زراعی.جلد٤: ۲۲۲-۲۰۷.

مصطفوی‌راد،م. شریعتی،ف. و س. مصطفوی‌راد. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد کمی و کیفی چهار رقم کلزای سازگار با مناطق سرد در اراک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد پنجم. شماره۲: ۱٦۷-۱٥۹.

Adamsen, F.J. and T.A. Coffelt. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield and oil content of rape and crambe cultivars. Ind. Crops Prod. 21: 293–307

Alisial, M., Arian, M. A., Khanzada, S., Nagvi., M. H., Lemardahat, M. and N. A. Nizamani. 2005.Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing date and high temperature stress. Pakistan J. of Bot. (3):576-584.

Badri, A.R., Shiran Rad, A.H., Sharifzadeh, S. and Z. Bitarafan. 2011. Sowing date effect on spring safflower cultivars. International J. of Science and Advanced Tech. 1(9): 139-144.

Bashir, M. U., Akbar, N., Iqbal, A., and Zaman, H. 2010. Effect of different sowing date on yield and yield components of direct seed coarse rice. Pakistan J. of Agri. Sci. 74 (4): 361-365.

Camas, N., Cirak, C. and E.Esendal. 2007. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. J. of Faculty of Agri. OMU, 22(1): 98-104.

Cirilo, A.G., Dardanelli, J., Balzarini, M. and H.M .Pedrol. 2009. Morpho-physiological traits associated with maize crop adaptations to environments differing in nitrogen availability. Field Crops Res.113:116–124.

Faraji, A., Latifi, N., Soltani, A., and A. H. Shirani-Rad. 2009. Seed yield and water use efficiency of canola (*Brassica napus* L.) as affected by high temperature stress and supplemental irrigation. Agri. W. Manag. 96: 132- 140.

Gan, Y., Angadi, S. V., Cutforth, H., Potts, D., Angadi, V.V., and , C. L. Mc Donald. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian J. of P. Sci. 84(3): 697-704.

Gilbertson, P.K., Johnson, B.L., Berti, M.T., and M.A. Halvorson. 2007. Seeding date and performance of speciality oilseeds in North Dakota. In: Janick, J., and A. Whipkey (eds.): Issues in New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria, VA.112: 105-110.

Hajiboland, R. 2012. Effects of micronutrient deficiencies on plants stress responses. In: A. Parvaiz, M.N.V. Prasad, (Eds.) Abiotic stress responses in plants: metabolism, productivity and sustainability. Springer Verlag, pp. 282–326.

Han-Wens S., Jing H., Shu-Xuan L., and K. Wei-Jun. 2010. Protective role of selenium on garlic growth under cadmium stress. Communications in Soil Sci. and P. Analy., 41: 1195-1204.

Koutroubas, S.D. and Papadoska, D.K. 2005. Adaptation, grain yield and oil content of safflower in Greece. Proceedings of the 5th International Safflower Conference, Istanbol, 6-10 June: 161-166.

Rafiei, S., Delkhosh, B., Shirani Rad, A.H. and P. Zandi. 2011. Effect of sowing dates and irrigation regimes on agronomic traits of Indian mustard in semi-arid area of Takestan. J. of American Sci., 7(10): 721-728.

Robertson, M. J. and Holland, J. F .2004. Production risk of canola in the semi-arid sub-tropics of Australia . Australian Journal of Agricultural Research

Seppänen, M.M., Kontturi, J., Lopez Heras, I., Madrid, Y., Cámara, C. and H. Hartikainen. 2010. Agronomic biofortification of *Brassica* with selenium enrichment of SeMet and its identification in Brassica seeds and meal. P. Soil. 337:273–283.

Seppanen M, Turakianen M and H.Hartikainen . 2003. The effect of selenium on photoxidative stress tolerance in potato. Plant Sci. 165: 311-319.

Tailin X., Hartikainen H., and V. Piironen. 2001. Antioxidative and growth-promoting effect of selenium on senescing Lettuce. Plant and Soil J. 237: 55-61.

Turakainen M. 2007. Selenium and its effects on growth, yield and tuber quality in potato. Crop Science, 30: 1-50.

Xue, T. L., Hartikainen, H., and V.Piironen. 2001. Antioxidative and growth-promoting effects of selenium on senescing lettuce. Plant soil J. 273: 55-61.

Yang, M., Shi, L., Xu, F.S., Lu, J.W. and Y.H. Wang. 2009. Effects of B, Mo, Zn and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Pedosphere, 19(1):53-59.

Zhu Y.G., Huang Y., Hu Y., Liu Y., and Christie P. 2004. Interaction between selenium and iodine uptake by spinach (*Spinacia oleracea L.)* in solution culture. Plant Soil J. 261: 99-105.

Effect of selenium on yields, yield components and oil yield of different rapeseed genotypes under normal and delayed planting conditions

A. Davoudi[1], B. Mirshekari[2], A. Shirani Rad[3], F. Farahvash[4], V. Rashidi[5]

Received: 2016-5-31 Accepted: 2016-10-18

Abstract

In order to Investigation of selenium effect on Seed yields and its components, oil yield of different genotypes under normal and delayed planting Conditions a field experiment a factorial split-plot experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at field experimental of seed and plant Improvement Institute, Iran, Karaj, during two growing seasons 2013-2015. The first factor is Planting date at three levels Including planting on 6 October (normal planting), 17 october and 26 october (delayed planting) and selenium including non application selenium (Sprayed with net water) and selenium application as second factor, on main plots and Six genotypes from canola including Opera ,L72 ,KR1 ,GKH3705 ,GKH0224, Neptune as Third factor, on sub plots. The results showed that the effect of selenium, planting date and varieties on all of the traits was significant. the interaction effect between planting date and genotypes was statistically significant on number of silique per plant, Thousand seed weight, seed yield, erucic acid and seeds glucosinolate. Although the selenium application in all planting dates increases the seed yield but the increase in normal planting condition (15 October) at the Opera was 8/7%, and in delayed planting conditions (5 November) in the line KR1 was 13/4%, So that it became clear the selenium application in delayed planting conditions, improving seed yield from 2536 to 2876 kg per hectare was in line KR1.

Key words: Erucic acid, glucosinolate, oil seed percentage, planting date, yield components

1- Ph.D student, Tabriz Barnch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Associate Professor, Tabriz Barnch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
3- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
4- Associate Professor, Tabriz Bransh, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
5- Assistant Professor, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran