دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

تأثیر محلول‌پاشی روی و زمان انتقال نشاء بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک دو رقم کلزای بهاره

حمید جبّاری[۱]، سحر خادم[۲]، حمید مظفری[۳]، نادیا صفوی فرد[٤]

دریافت: ۹۷/۵/۱٦ پذیرش: ۹۸/۹/۱۳

چکیده

به منظور تأثیر محلول‌پاشی روی و مراحل انتقال نشاء در کشت نشایی دو رقم کلزای بهاره این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در سال زراعی ۹٦-۱۳۹۵ انجام شد. تیمارهای آزمایشی در این بررسی شامل ۱۰ تیمار (کشت مستقیم بذر هیبرید هایولا ٤۲۰ و رقم دلگان در ۱۵ اسفندماه، کشت نشایی هیبرید هایولا ٤۲۰ و رقم دلگان در مرحله دو و چهار برگی بدون محلول پاشی روی و همراه با محلول پاشی روی بود. نتایج نشان داد که بالاترین و پایین‌ترین میانگین عملکرد به ترتیب به تیمارهای کشت نشایی هیبرید هایولا ٤۲۰ در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی و کشت مستقیم بذر هیبرید هایولا ٤۲۰ به مقادیر ۲٦۲۸ و ۱۰٤٦ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. کشت نشایی هایولا ٤۲۰ در در مراحل دو و چهار برگی با محلول پاشی روی سبب افزایش ۵۱ و ۸٦ درصدی عملکرد دانه نسبت به کشت مستقیم شد. همچنین کشت نشایی رقم دلگان در مراحل دو و چهار برگی با محلول پاشی روی منجر به افزایش ۹۳ و ۳۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به کشت مستقیم شد. به‌طورکلی در کشت نشایی و به‌ویژه در تیمارمحلول‌پاشی روی، در مقایسه با کشت بذری کلزا تعداد دفعات آبیاری یک تا دو مرتبه کاهش یافت و به دلیل افزایش شاخص‌های سطح برگ و سبزینگی گیاه، جذب بهتر تابش و بالاتر بودن تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و شاخص برداشت بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: تعداد خورجین، شاخص سبزینگی، شاخص سطح برگ، عملکرد دانه

جباری، ح.، س. خادم، ح. مظفری و ن. صفوی فرد. ۱۳۹۹. تأثیر محلول‌پاشی روی و زمان انتقال نشاء بر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک دو رقم کلزای بهاره. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۲: ۵۲-٤۱.

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران- مسئول مکاتبات.
h.jabbari@areeo.ac.ir
۲- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
٤- دکتری زراعت، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گونه‌های دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد که این اهمیت به واسطه کیفیت بالای روغن و کنجاله آن است (رشیدی و همکاران، ۲۰۱۲).کشت نشایی کلزا به دلیل مزایایی چون فرصت کافی برای آماده سازی زمین، استقرار مطلوب بوته-ها، جلوگیری از خسارت سرمای زمستانه، تولید گیاهچه های قوی و انتقال گیاهچه‌ها در زمان مناسب به زمین اصلی، ایجاد تراکم و آرایش کاشت مناسب در زمین اصلی، ایجاد بهترین بستر کشت برای بذر کلزا در خزانه و عدم رقابت علف‌های هرز در حال گسترش می‌باشد (نصیری و ربیعی، ۱۳۸۲). از این رو کاربرد سیستم کاشت نشایی کلزا به منظور افزایش تولید در برخی از مناطق کشور مورد توجه قرار دارد (شیرانی‌راد و جباری، ۱۳۹۵).

اصولاً در زراعت کلزا پایین بودن مواد آلی خاک، سنگین بودن اراضی، وجود بارندگی در زمان کاشت و باقی ماندن قسمت زیادی از بقایای محصول قبلی موجب می‌شود تا تهیه زمین به نحو مطلوبی انجام نگردد. همچنین ریز بودن بذر کلزا و بستر نامناسب کشت به‌خصوص در کشت‌های تأخیری موجب می‌شود تا درصد بالایی از بذرها بعد از جوانه‌زنی از بین رفته و مزرعه دچار بدسبزی شود. از این جهت کشت نشایی کلزا در صورت بازیافت خوب نشاها علاوه بر فراهم ساختن امکان مدیریت متمرکز در ۳۰ روز اولیه کاشت و پوشش سریع سطح مزرعه و تولید اقتصادی با کاهش خسارت ناشی از تأخیر در کاشت یا بد سبزی ناشی از علل مختلف، امکان توسعه کشت کلزا را فراهم می‌کند (رهنما و بخشنده، ۱۳۸٤). راهنما و بخشنده (۱۳۸٤) با هدف مقایسه کشت مستقیم و نشایی کلزا هیبرید هایولا ۳۰۸ در استان خوزستان، پنج تاریخ کاشت ۲۰ و ۳۰ آبان و ۱۰ ، ۲۰ و ۳۰ آذر را با دو روش کاشت مستقیم و نشایی مقایسه کردند. نتایج آزمایش راهنما و بخشنده (۱۳۸٤) نشان داد که در کشت نشایی ۱/۹ روز طول دوره گل‌دهی، ۵۷ عدد تعداد خورجین در بوته و ۱/٤ عدد تعداد دانه در خورجین، ٤۹۲ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و ۱٦۳ کیلوگرم عملکرد روغن در هکتار بیشتر از کشت مستقیم بذر کلزا بود. متوسط عملکرد دانه و روغن در کلیه تاریخ های کاشت در کشت مستقیم معادل ۲۳۲۹/۰ و ۸۰۸/۷ کیلوگرم در هکتار و در کشت نشایی به ترتیب معادل ۲۸۱۷/۹ و ۹۸٤/۷ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین راهنما و بخشنده (۱۳۸٤) اشاره کردند که کشت نشایی کلزا برای ترمیم نقاط آسیب دیده مزرعه نیز کاربرد دارد.

در زمینه زمان انتقال نشای کلزا به زمین و سن نشاء، سینگ و سینگ (۲۰۱۲) گزارش کرده‌اند که زمان مناسب انتقال نشای کلزا از خزانه به مزرعه در بین ارقام مختلف از ۳۰ تا ٤۵ روز متغییر بوده و فاصله ۳۰ تا ٤۵ سانتی متر مناسب‌ترین فاصله ردیف برای مزارع کلزای نشایی می‌باشد. در مقابل رن و همکاران (۲۰۱٤) تأثیر سن گیاهچه کلزا را در بازه زمانی ۳۰، ۳۵، ٤۰، ٤۵، ۵۰، ۵۵ و ٦۰ روز بر عملکرد کلزا بررسی کردند و در این زمینه نتیجه گرفتند که ٤۰ روز پس از جوانه زدن کلزا، بهترین زمان ممکن برای انتقال نشاء به مزرعه می‌باشد که این موضوع تولید شاخه‌های فرعی و تولید خورجین بیشتر در تک گیاه را سبب خواهد شد.

روی (Zn) عنصری است که در مقادیر کم و حیاتی برای گیاه لازم است تا اجازه فعالیت‌های فیزیولوژیک را به گیاه داده و این فعالیت‌ها نقش مهمی در فرآیندهای فتوسنتز و تشکیل قند، سنتز پروتئین، حاصلخیزی رشد و مقاومت در برابر بیماری دارند (جامسون و همکاران، ۲۰۰۹). یافته‌های مولیاتی و همکاران (۲۰۰۹) نشان می‌دهد که گیاه کلزا در مراحل ترمیم پس از انتقال نشاء از سینی نشا به مزرعه به کمبود عنصر روی بسیار حساس هست. در مراحل انتقال نشاء به زمین اصلی صدمه به ریشه گیاهچه جز مهم‌ترین دغدغه کشاورزان می باشد. نتایج تحقیقات مولیاتی و همکاران (۲۰۰۹) در این زمینه نشان داد که گیاه کلزا پس از انتقال نشاء در سیستم کشت نشایی به مقادیر بسیار بیشتری از عنصر روی برای طویل شدن ریشه و افزایش وزن ماده خشک در مقایسه با کشت مستقیم بذر نیازمند هستند. در مقابل، اندام هوایی نشای کلزا برای افزایش ماده خشک به مقادیر کمتری از عنصر روی وابسته است. دلیل افزایش تقاضا برای جذب عنصر روی پس از انتقال نشای گیاهچه کلزا، صدمات ریشه در مراحل انتقال نشاءمی‌باشد. براین اساس کاربرد ۱۰۰ میکروگرم روی در یک کیلوگرم خاک سبب استقرار مناسب، بهبود در بازسازی ریشه خسارت دیده، نسبت بالاتر ریشه به ساقه و همچنین رشد مطلوب‌تر اندام رویشی نشاء کلزا خواهد شد (مولیاتی و همکاران، ۲۰۰۹). در این زمینه وانگ و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی واکنش یک رقم کلزا به کاربرد ٦/۸ کیلوگرم روی در هکتار گزارش دادند که میزان عملکرد دانه بین ۵ تا ۱٦ درصد و عملکرد روغن بین ٦ تا ۱۹ درصد در مقایسه با تیمار بدون کود افزایش یافت. همچنین کاربرد کود روی سبب افزایش کیفیت اسیدهای چرب روغن دانه کلزا شد (وانگ و همکاران، ۲۰۱٤). براین اساس هدف از این آزمایش ارزیابی پاسخ کشت

دو رقم کلزای بهاره به مراحل رشدی انتقال نشاء در شرایط کاربرد و عدم کاربرد عنصر روی در منطقه کرج بوده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک	بافت خاک	اسیدیته خاک (pH)	درصد کربن آلی	هدایت الکتریکی (دسی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب (میلی گرم	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم	روی (میلی گرم بر کیلوگرم)	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت
۰-۳۰	لومی	۷/۲۴	۰/۵۸	۲/۲۲	۰/۰۶	۱۲/۶	۲۵۶	۰/۳۲	۲۴	۲۷	۴۹

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با موقعیت طول جغرافیایی ´۷۵ و °۵۰ شرقی وعرض جغرافیایی ´۵۹ و °۳۵ شمالی وارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. براساس سیستم طبقه‌بندی کوپن، منطقه کرج دارای اقلیم سردنیمه خشک[1] با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۳ میلی‌متر ومتوسط درجه حرارت ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. بافت خاک مزرعه آزمایش، لومی رسی بود و مشخصات خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

تیمارهای آزمایشی در این بررسی شامل ۱۰ تیمار، کشت مستقیم بذر هیبرید هایولا ۴۲۰ و رقم دلگان در ۱۵ اسفند، کشت نشایی هیبرید هایولا ۴۲۰ و رقم دلگان در مرحله دو و چهار برگی بدون محلول‌پاشی روی و همراه با محلول‌پاشی روی بود. به منظور تولید نشاء، کشت بذرها در گلخانه درون سینی‌های نشاء پلی اتیلنی ۴۸ حفره‌ای (با ابعاد ۳۸۵×۵۴۰ میلی متر با عمق ۷۰ میلی‌متر) در دهه اول بهمن ماه در دو مرحله کاشت انجام شد تا برای هر مرحله انتقال، گیاهچه‌های دو و چهاربرگی موجود باشد. براین اساس سینی‌های کشت نشاء با کوکوپیت پوشانده و در هر خانه، ۲ تا ۳ بذر کشت شد. به منظور رشد مناسب‌تر و قوی تر گیاهچه‌های کلزا در خزانه از کود کامل (اسید هیومیک و اسید آمینه) به صورت محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری در چند مرحله با غلظت ۱۰۰ سی‌سی در لیتر پس از ظهور اولین برگ حقیقی استفاده شد. بعد از اینکه نشاها به مراحل دو و چهار برگی رسیدند انتقال نشاء به زمین اصلی انجام شد. همزمان با انتقال نشاء از خزانه به زمین اصلی، محلول‌پاشی کلات روی به میزان ۰/۶ کیلوگرم در هکتار روی نشاهایی که تیمار محلول‌پاشی داشتند انجام شد و در تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) محلول-پاشی با آب خالص صورت گرفت. محلول‌پاشی عنصر روی در ساعات اولیه صبح انجام شد و به منظور افزایش میزان نفوذ و جذب عنصر روی از مویان (توین ۲۰) با نسبت ۰/۵ درصد حجمی استفاده شد.

براساس نتایج تجزیه خاک مزرعه (جدول ۱) و توصیه کودی، اقدام به کود پاشی (کود اوره ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت ۶۰ کیلوگرم به صورت پایه، ۱۲۰ کیلوگرم در مرحله ساقه‌دهی و ۷۰ کیلوگرم در مرحله شروع گل‌دهی، کود فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم به ترتیب ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت پایه) شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط به طول چهار متر بود و فاصله خطوط کشت ۳۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت پنج سانتی‌متر و تراکم ۶۷ بوته در متر مربع درنظر گرفته شد. آبیاری براساس ۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A صورت گرفت و مقدار آب مصرفی در هر بار آبیاری ۸۰ درصد آب تبخیر شده بود. میزان آب ورودی به مزرعه با کنتور اندازه گیری شد. تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای کشت مستقیم بذر و کشت نشایی در مراحل دو و چهاربرگی به ترتیب ۵، ۴ و ۳ مرتبه و همچنین میزان آب مصرفی در تیمارهای مذکور به‌ترتیب ۳۲۰۰، ۲۵۶۰ و ۱۹۲۰ مترمکعب در هکتار بود.

به منظور ارزیابی شاخص سبزینگی برگ در مرحله گل‌دهی از ساعت ۱۲ تا ۱۴ از دستگاه کلروفیل‌متر دستی (مدل MINOLTA-502، ساخت کشور ژاپن) برای متوسط پنج نقطه از پنج برگ جوان و توسعه یافته استفاده شد (محدوده شاخص سبزینگی از ۳۴ تا ۴۹ بود). اندازه‌گیری میزان نفوذ تابش به درون سایه انداز و شاخص سطح برگ با دستگاه Sun Scan(type ss1 DELTA-T DEVICES Cambridge-England) در مرحله گل‌دهی از ساعت ۱۲ تا ۱۴ و در سه جهت در زیر سایه‌انداز و همچنین بالای سایه‌انداز (با آسمان بدون ابر) انجام شد.

1- Cold semi-arid climates (BSK)

در مرحله رسیدگی کامل صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و وزن خشک خورجین‌ها از ۸ بوته انتخابی از هر کرت اندازه گیری شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در مساحت ٤/٨ متر مربع از هر کرت آزمایشی به طور جداگانه کف‌بر شد و وزن دانه‌ها با رطوبت ۱۲ درصد با ترازوی دقیق توزین و محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر وزن ماده خشک برحسب درصد به‌دست آمد. اندازه گیری درصد روغن دانه با دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR) انجام شد.

در پایان تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی دار محافظت شده (FLSD)[1] در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات میزان تابش رسیده به کف کانوپی، شاخص سطح برگ، شاخص سبزینگی، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در شاخه فرعی، وزن خشک خورجین در تک بوته، درصد روغن و عملکرد دانه در سطح یک درصد و بر صفات ارتفاع بوته و شاخص برداشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقابل، وزن هزار دانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت (جدول ۲).

شاخص سبزینگی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کشت نشایی رقم دلگان در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی، بالاترین شاخص سبزینگی با میانگین ٤٨/٣ را به خود اختصاص داد (جدول ۳). این در حالی است که کمترین عدد این شاخص در کشت مستقیم هیبرید هایولا ٤٢٠ با میانگین ٣٤/٧ مشاهده شد (جدول ۳). به طور کلی نتایج نشان داد که رقم دلگان در مقایسه با هیبرید هایولا ٤٢٠ از شاخص سبزینگی بالاتری برخوردار بود و برگ‌های پر رنگ‌تری داشت (جدول ۳). همچنین این احتمال وجود دارد که محلول پاشی عنصر روی سبب افزایش سبزینگی و محتوی کلروفیل در کشت نشایی رقم دلگان در مرحله دو برگی نسبت به عدم کاربرد آن در این شرایط شده باشد. در این رابطه گزارش شده است که محلول پاشی عناصر غذایی باعث افزایش سنتز کلروفیل موجود در برگ می‌شود چرا که عناصر ریز مغذی ساختار اصلی موجود در اندامک کلروپلاست را تشکیل می‌دهند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۷). در آزمایش واسایا و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش شده است که محلول‌پاشی عنصر روی سبب افزایش معنی‌دار شاخص سبزینگی شد.

شاخص سطح برگ

در این بررسی تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص سطح برگ در کشت‌های مستقیم و نشایی مشاهده شد، به طوری که بیشترین شاخص سطح برگ در کشت نشایی هیبرید هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی در دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد روی، به ترتیب به میزان ۳/۷۰ و ۳/٥٦ مشاهده شد. این در حالی است که کمترین شاخص سطح برگ در تیمار کشت مستقیم هایولا ٤٢٠ و به میزان ۲/۷۳ مشاهده شد (جدول ۳). سطح برگ عامل اصلی دریافت تشعشع خورشید و آسیمیلاسیون کربن در گیاهان زراعی است (کیانی و فرجی، ۱۳۹۳). بر اساس نتایج ضرایب همبستگی بین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی-داری مشاهده شد و در مقابل تابش رسیده به کف کانوپی با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (جدول ٤). از آنجا که شاخص سطح برگ، معادل از نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که برگ روی آن سایه می‌اندازد، با انتقال نشای کلزا در مرحله دو برگی به مزرعه در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد روی، بیشترین شاخص سطح برگ مشاهده شد و کشت نشایی کلزا در مرحله دو برگی، تأثیر قابل توجهی بر افزایش شاخص سطح برگ نسبت به کشت مستقیم داشت. همچنین در این مطالعه، میزان شاخص سطح برگ در تیمارهای محلول‌پاشی روی، کمی بیشتر از شرایط بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۳). بالاتر بودن شاخص سطح برگ در کلزا (هیبرید هایولا ۳۰۸) در تیمار کاربرد روی (۲/٦٧) در مقایسه با تیمار عدم کاربرد (۲/٤٧) توسط جعفری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش شده است.

1- F test with the least significant difference

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سبزینگی	شاخص سطح برگ	تابش رسیده به کف کانوپی	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۲/۱۱^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۶۰۸^{ns}	۲۸/۴۳^{ns}
تیمار	۹	۵۶/۰۱**	۰/۲۷۹**	۲۷۹۵**	۳۰۱/۹۶*
خطا	۱۸	۴/۲۳	۰/۰۱۸	۴۷۲	۷۱/۵۸
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۳	۴/۳۹	۱۳/۷۵	۷/۷
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در شاخه فرعی	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه
بلوک	۲	۴/۴۳^{ns}	۱۱۶۳/۱۰^{ns}	۴/۹۳^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}
تیمار	۹	۱۱۰/۷۷**	۷۱۹۵/۶۹**	۱۳/۹۳**	۰/۰۷۴^{ns}
خطا	۱۸	۱۸/۱۷	۱۱۱۲/۵۴	۱/۹۷	۰/۰۵۴
ضریب تغییرات (درصد)		۲۰/۳	۲۰/۶	۴/۸	۹/۵
منابع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک خورجین در تک بوته	عملکرد دانه	درصد روغن	شاخص برداشت
بلوک	۲	۰/۳۲^{ns}	۲۶۷۱۲۴*	۱/۳۳۳^{ns}	۱۲/۰۹^{ns}
تیمار	۹	۴۷/۹۱**	۸۵۲۱۷۱**	۶/۳۰۴**	۴۷/۲۵*
خطا	۱۸	۳/۶۷	۶۵۵۴۹	۰/۹۶۵	۷/۵۰
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۱	۱۳/۹	۲/۳۹	۱۵/۴

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

تابش رسیده به کف کانوپی

کشت مستقیم و کشت نشایی مورد بررسی تفاوت معنی‌دار از نظر میزان نفوذ تابش به کف کانوپی داشتند (جدول ۳). بیشترین میزان نفوذ تابش در کف کانوپی با میانگین ۲۰۷ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه در کشت مستقیم رقم دلگان مشاهده شد (جدول ۳). این در حالی است که کمترین میزان نفوذ تابش در کف کانوپی در کشت نشایی هیبرید هایولا ۴۲۰ در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی با میانگین ۹۶ میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه ثبت شد (جدول ۳). به‌طور کلی میزان نفوذ تابش به کف کانوپی در کشت مستقیم بیشتر از کشت نشایی بود. احتمالاً کمتر بودن میزان شاخص سبزینگی و علی الخصوص شاخص سطح برگ، سبب افزایش نفوذ تابش به کف کانوپی در کشت مستقیم در مقایسه با کشت نشایی شده است.کوآی و همکاران (۲۰۱۵) نیز اظهار داشتند که همبستگی قوی بین شاخص سطح برگ و تابش تأبیده شده در کف کانوپی در گیاه کلزا وجود دارد و با افزایش شاخص سطح برگ و تراکم خورجین‌ها میزان تابش نفوذ کرده به کف کانوپی کمتر می‌شود. براساس نتایج ضرایب همبستگی در این آزمایش نیز، شاخص سطح برگ همبستگی منفی و معنی داری با تابش رسیده به کف کانوپی (r=-۰/۶۷) داشت.

ارتفاع بوته

تفاوت معنی‌دار در عکس العمل ارتفاع بوته کلزابه کشت-های مستقیم و نشایی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در هیبرید هایولا ۴۲۰ در شرایط کشت نشایی در مرحله چهار برگی همراه با محلول‌پاشی روی با میانگین ۱۲۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۳). این در حالی است که هیبرید هایولا ۴۲۰ در شرایط کشت مستقیم کمترین ارتفاع بوته را با میانگین ۱۰۱ سانتی‌متر نشان داد (جدول ۳). به‌طور کلی کشت نشایی کلزا (در مرحله چهار برگی) سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به کشت مستقیم شد. افزایش ارتفاع بوته در سیستم کشت نشایی احتمالاً به علت شرایط و بستر مناسب رشد نشاء در گلخانه و استفاده بهینه از شرایط آب و هوایی مزرعه با توجه به پیش‌رسی و جلوتر بودن مراحل نموی گیاه در مقایسه با شرایط کشت مستقیم بذربوده است. به علاوه کاربرد روی در شرایط کشت نشایی سبب افزایش بیشتر ارتفاع بوته شد (جدول ۳). در این رابطه گزارش شده است که در آزمایش خلیلی محله و رشیدی (۱۳۸۷) محلول پاشی عنصر روی، اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت. نتایج تحقیقات نشان داد که مصرف برگی عناصر ریز مغذی آهن، روی و منگنز با افزودن بر ارتفاع بوته، موجب افزایش عمکلرد ماده

خشک می‌گردد، اما کمبود روی به علت تأثیر سوء بر بیوسنتز اکسین می‌تواند باعث کاهش ارتفاع بوته و عملکرد آن شود.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات مورد مطالعه در پاسخ به تیمارهای آزمایش

تیمارها	شاخص سبزینگی		شاخص سطح برگ		تابش رسیده به کف کانوپی (میکرو مول بر متر مربع بر ثانیه)	
کشت مستقیم بذر هایولا ٤٢٠	٣٤/٧٣	e	٢/٧٣	e	١٨٧	ab
کشت مستقیم بذر دلگان	٤٠/٢٠	d	٢/٩٠	de	٢٠٧	a
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی	٤٠/٦٣	d	٣/٥٦	a	١٣٩	c
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	٤٥/٣٣	c	٣/٧٠	a	٩٦	d
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی	٤٦/٨٧	b	٣/٠٠	bcd	١٤٥	c
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	٤٨/٣٣	a	٣/٢٣	b	١٤٠	c
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی	٤٤/٦٣	c	٣/١٣	bcd	١٦٤	bc
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی همراه با محلول-پاشی روی	٤٧/٧٠	ab	٣/٢٠	bc	١٥١	bc
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی	٤٤/٩٧	c	٢/٩٠	de	١٧٥	abc
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی همراه با محلول‌پاشی روی	٤٦/٩٧	b	٢/٩٦	cde	١٦٩	bc

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)		تعداد خورجین در ساقه اصلی		تعداد خورجین در شاخه فرعی	
کشت مستقیم بذر هایولا ٤٢٠	١٠١/٠	c	٢٦/٦	c	٧٦/٧	d
کشت مستقیم بذر دلگان	١٠٦/٧	abc	٣٠/٠	bc	١٢٦/٧	cd
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی	١١٠/٧	abc	٣٤/٦	b	١٥٣/٣	c
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	١١٠/٠	abc	٤٨/٦	a	٢٣٦/٧	a
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی	١٠٦/٠	abc	٣٠/٦	bc	١٥٤/٣	c
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	١١٥/٧	ab	٣٢/٦	bc	٢١٣/٣	ab
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی	١١٤/٠	abc	٢٩/٠	bc	١٤٨/٣	c
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی همراه با محلول-پاشی روی	١٢٠/٣	a	٣٥/٠	b	٢١٣/٣	ab
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی	١٠٥/٠	bc	٣١/٠	bc	١٢٠/٠	cd
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی همراه با محلول‌پاشی روی	١١٤/٣	abc	32.3	bc	١٧٣/٣	cb

تیمارها	تعداد دانه در خورجین		وزن هزار دانه (گرم)		وزن خشک خورجین در تک بوته (گرم)	
کشت مستقیم بذر هایولا ٤٢٠	٢٨/٦٧	b	٢/٤٦٧	ns	١٦/٠٧	b
کشت مستقیم بذر دلگان	٢٨/٦٧	b	٢/٤٠٠	ns	١٧/٥٣	ab
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی	٢٧/٣٣	b	٢/٣٦٧	ns	٢٤/٣٠	ab
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	٣١/٣٣	a	٢/٧٣٣	ns	٢٥/٦٧	a
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی	٢٦/٦٧	b	٢/٤٦٧	ns	١٨/٧٧	ab
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	٣٢/٠٠	a	٢/٦٦٧	ns	٢١/٦٣	ab
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی	٢٨/٦٧	b	٢/١٦٧	ns	١٦/٥٠	b

کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی همراه با محلول-پاشی روی	a	٣٢/٠٠	ns	٢/٤٠٠	ab	٢٤/٣٣
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی	b	٢٦/٦٧	ns	٢/٤٠٠	ab	٢٠/٥٧
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی همراه با محلول‌پاشی روی	a	٣١/٣٣	ns	٢/٤٦٧	ab	٢٣/٨٧

تیمارها	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		درصد روغن دانه		شاخص برداشت (درصد)	
کشت مستقیم بذر هایولا ٤٢٠	h	١٠٤٦	ab	٤٢/٥٧	bc	١٤/٢٠
کشت مستقیم بذر دلگان	gh	١١٧٨	d	٣٨/٥٠	bc	١٣/٩٣
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی	ab	٢٤١٢	ab	٤٢/١٧	ab	٢٠/٥٠
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	a	٢٦٢٨	ab	٤٢/٦٠	a	٢١/٩٧
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی	bcd	٢١٠٩	c	٤٠/٣٣	a	٢٢/٢٣
کشت نشایی دلگان در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی	ac	٢٢٧٦	cd	٤٠/١٠	a	٢١/٩٣
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی	def	١٨٢٤	a	٤٢/٨٣	ab c	٢٢/٨٧
کشت نشایی هایولا ٤٢٠ در مرحله چهار برگی همراه با محلول-پاشی روی	cde	١٩٤٥	ab	٤٢/١٠	bc	١٦/٦٧
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی	fgh	١٣٩١	cd	٣٩/٩٣	bc	١٣/٧٠
کشت نشایی دلگان در مرحله چهار برگی همراه با محلول‌پاشی روی	fgh	١٥٨٧	c	٤٠/٢٧	a	١٣/٣٧

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

تعداد خورجین در ساقه اصلی

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کشت‌های مستقیم و نشایی در کلیه شرایط، تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد خورجین در ساقه اصلی داشتند و تیمارهای کشت نشایی به‌طور معنی‌داری تعداد خورجین در ساقه اصلی بیشتری در مقایسه با کشت مستقیم بذر داشتند (جدول ٣). بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی را هیبرید هایولا ٤٢٠ در شرایط کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی به خود اختصاص داد و کمترین میانگین این صفت در کشت مستقیم بذر هیبرید هایولا ٤٢٠ با میانگین ٢٦/٦ عدد مشاهده شد (جدول ٣). نتایج این آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی روی در تیمارهای کشت نشایی تنها در هیبرید هایولا ٤٢٠ سبب افزایش چشمگیر و معنی‌دار تعداد خورجین در ساقه اصلی در مقایسه با شرایط عدم محلول‌پاشی روی شد، درحالی‌که در رقم دلگان تأثیر محلول-پاشی روی، بر افزایش تعداد خورجین در ساقه اصلی محسوس نبود (جدول ٣). نتایج آزمایش مرشدی و نقیبی (٢٠٠٤) نیز نشان داد که محلول پاشی عنصر روی در کلزا باعث افزایش تعداد خورجین در بوته شد. عنصر روی در مناطق مریستمی، به علت کارآیی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا، باعث افزایش تعداد خورجین در بوته می‌شود (گودینگ و دیویس، ١٩٩٢). در این آزمایش تعداد خورجین در ساقه اصلی همبستگی مثبت و معنی-داری (r=٠/٧٨) با عملکرد دانه داشت (جدول ٤).

تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی

هیبرید هایولا ٤٢٠ در شرایط کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی، بیشترین تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی را با میانگین ٢٣٦/٧ داشت. در مقابل کمترین میزان این صفت در کشت مستقیم هیبرید هایولا ٤٢٠ با میانگین ٧٦/٧ مشاهده شد (جدول ٣). به نظر می‌رسد که محلول پاشی روی، در کشت نشایی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و افزایش تولید گل‌های بارور، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد خورجین را فراهم کرده است. نتایج ضرایب همبستگی نشان داد که تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی همبستگی مثبت و معنی-دار (r=٠/٨٠) با عملکرد دانه داشته است (جدول ٤). تعداد خورجین در بوته را می‌توان یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده عملکرد دانه محسوب آورد، زیرا خورجین‌ها حاوی دانه‌ها بوده و در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق انجام فتوسنتز در

رشد و تکامل دانه‌ها مشارکت می‌کنند (شیرانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸).

تعداد دانه در خورجین

نتایج به‌دست آمده از مقایسه کشت‌های مستقیم و نشایی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد عنصر روی از نظر تعداد دانه در خورجین نشان داد که در شرایط کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی، ارقام دلگان و هایولا ٤٢٠ به‌ترتیب با میانگین ۳۲ و ۳۱ و در شرایط کشت نشایی در مرحله چهار برگی همراه با محلول پاشی روی، ارقام هایولا ٤٢٠ و دلگان به ترتیب با میانگین ۳۲ و ۳۱ دانه در خورجین، بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). به طور کلی در شرایط کشت نشایی همراه با محلول پاشی روی، بیشترین تعداد دانه در خورجین حاصل شد. به نظر می‌رسد عنصر روی در مراحل دو و چهار برگی کشت نشایی کلزا با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی،امکان انتقال مستقیم مواد غذایی را به مخزن‌ها (دانه‌ها)فراهم می‌سازد و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. تعداد دانه در خورجین در واقع ظرفیت مخزن‌های گیاه را مشخص می‌کند، هرچه تعداد دانه‌ها بیشتر باشند، گیاه دارای تعداد مخزن‌های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد باعث افزایش عملکرد خواهد شد. در این زمینه مرشدی و نقیبی (۲۰۰٤)نیز گزارش کردند که محلول پاشی روی موجب افزایش تعداد دانه در گیاه کلزا شد.

وزن هزار دانه

تفاوت معنی‌داری از نظر وزن هزار دانه در سطوح تیماری مشاهده نشد (جدول ۳)، ولی با این وجود میانگین وزن هزار دانه در کشت نشایی در مرحله دو برگی در هر دو رقم کلزای مورد مطالعه کمی بیشتر از سایر تیمارها به‌خصوص کشت مستقیم بود (جدول ۳). در میان اجزای عملکرد مورد بررسی وزن هزار دانه کمترین همبستگی را با عملکرد دانه در مقایسه با تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن خشک خورجین‌ها داشت (جدول ٤).

وزن خشک خورجین در تک بوته

تفاوت معنی‌دار از نظر وزن خشک خورجین در تک بوته در کشت‌های مستقیم و نشایی نشان داد که بیشترین وزن خشک خورجین در تک بوته از هیبرید هایولا ٤٢٠ در کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی، با میانگین ۲۵/٦ گرم حاصل شد درحالی‌که کمترین میزان این صفت در هیبرید هایولا ٤٢٠ در کشت مستقیم و نیز کشت نشایی در مرحله چهار برگی به ترتیب با میانگین ١٦ و ١٦/٥ گرم مشاهده شد (جدول ۳). احتمال دارد که محلول پاشی عنصر روی، در کشت نشایی در مرحله دو برگی با کاهش تعداد خورجین‌های پوک و پر نشده و همچنین افزایش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه سبب افزایش وزن خشک خورجین در تک بوته نسبت به سایر تیمارها شده باشد. این موضوع می‌تواند یکی از دلایل افزایش عملکرد دانه هیبرید هایولا ٤٢٠ در کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی باشد.

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در کشت نشایی میانگین عملکرد دانه به طور معنی‌داری بیشتر از کشت مستقیم بود (جدول ۳). عملکرد دانه در کشت نشایی در مرحله دو برگی در ارقام هیبرید هایولا ٤٢٠ و دلگان به ترتیب ۱۳۱ و ۷۹ درصد بیشتر از کشت مستقیم بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در سیستم کشت نشایی گیاه کلزا با استفاده از شرایط مطلوب‌تر آب و هوایی و استفاده بهینه از بارندگی و دمای مناسب اسفند و فروردین به دلیل جلوتر بودن مراحل نموی زودرس‌تر از گیاهان موجود در تیمار کشت مستقیم شده و در نتیجه عملکرد دانه در تیمارهای کشت نشایی بسیار بیشتر از میانگین عملکرد دانه در کشت مستقیم بذر در ۱۵ اسفند ماه بوده است.

در این آزمایش محلول‌پاشی روی در افزایش عملکرد دانه در کشت نشایی تأثیر گذار بود، به‌طوری‌که عملکرد دانه در هیبرید هایولا ٤٢٠ در کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی و عدم کاربرد روی به ترتیب ٢٦٢٨ و ٢٤١٢ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). علاوه بر این، عملکرد دانه در رقم دلگان در کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی به میزان ١٦٧ کیلوگرم در هکتار بیشتر از شرایط عدم کاربرد روی بود (جدول ۳). دلیل این موضوع بالاتر بودن تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن خشک خورجین در تیمارهای محلول‌پاشی روی در مقایسه با تیمارهای عدم محلول-پاشی می‌باشد (جدول ۳).

در روش کشت نشایی، نشاها به‌دلیل ایجاد تنش در مرحله انتقال نشاء از خزانه به مزرعه، حداقل ۲۰ روز پس از انتقال شاهد توقف رشد جهت ترمیم و بازیابی ریشه‌های آسیب دیده و تعادل بین اندام‌ها می‌باشیم در حالی‌که در شرایط محلول‌پاشی

روی در کشت نشایی به دلیل تأثیر در بهبود توان رشدی گیاه و ترمیم پارگی ریشه افزایش عملکرد دانه کاملاً مشهود و چشمگیر بوده است. مولیاتی و همکاران (۲۰۰۹) در این زمینه گزارش دادند که گیاه کلزا پس از انتقال نشاء در سیستم کشت نشایی به مقادیر بسیار بیشتری از عنصر روی برای طویل شدن ریشه و افزایش وزن ماده خشک در مقایسه با کشت مستقیم بذر به‌منظورجبران صدمات ریشه خود در مرحله انتقال نشاء نیازمند هست. بایبوردی و ملکوتی (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی دارای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه (۲۶۰۶/۲ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزار دانه (۴/۴ گرم) و میزان روغن دانه (۴۳/۷ درصد) در گیاه کلزا شد. به طور کلی، عناصر کم مصرف مقدار مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهد (احمدی، ۲۰۱۰).

در این مطالعه در شرایط کشت نشایی، با وجود صرفه جویی در مصرف آب به دلیل کاهش یک تا دو مرتبه آبیاری در تیمارهای کشت نشایی در مرحله دو و چهار برگی، میزان عملکرد دانه به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط کشت مستقیم بذر بود که می‌تواند از نظر افزایش بهره وری و کارایی مصرف آب بسیار حائز اهمیت باشد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی موجود بین صفات مورد مطالعه

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- شاخص	۱											
۲- شاخص سطح	۰/۱۳	۱										
۳- تابش رسیده به	۰/۲۸	-۰/۶۷	۱									
۴- ارتفاع بوته	۰/۲۱	۰/۲۶ ns	-۰/۲۵	۱								
۵- تعداد خورجین	۰/۶۹**	۰/۳۷**	-۰/۴۵	۰/۳۳	۱							
۶- تعداد خورجین	۰/۶۶**	۰/۲۳ ns	-۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۳۰	۱						
۷- تعداد دانه در	۰/۴۴*	۰/۱۲ ns	-۰/۲۹	۰/۱۸	۰/۵۹**	۰/۳۰ns	۱					
۸- وزن خشک	۰/۴۹*	۰/۴۰*	-۰/۳۳	۰/۲۴	۰/۶۶	۰/۶۰	۰/۴۹ *	۱				
۹- وزن هزار دانه	۰/۴۵*	۰/۴۲*	-۰/۴۹	۰/۲۰	۰/۵۶	-۰/۴۴	۰/۵۶	۰/۴۱	۱			
۱۰- عملکرد دانه	۰/۲۰	۰/۴۰*	-۰/۴۳	۰/۲۹	۰/۷۸	۰/۸۰	۰/۵۴	۰/۶۹	۰/۴۳	۱		
۱۱- درصد روغن	۰/۳۱	۰/۴۷**	-۰/۴۵	۰/۱۶	۰/۳۳ns	۰/۳۱	۰/۱۱ns	۰/۰۹	۰/۸۶	۰/۳۷	۱	
۱۲- شاخص	۰/۲۲	۰/۴۱*	-۰/۴۱	۰/۲۸	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۵۳	۰/۶۸	۰/۴۲	۰/۹۵	۰/۱۲	۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

درصد روغن دانه

درصد روغن از مهم‌ترین خواص کمی دانه‌های کلزا است و براساس نتایج حاصل از این تحقیق درصد روغن دانه در کشت مستقیم به طور معنی‌داری کمتر از کشت نشایی بود (جدول ۳). به‌طوری که هیبرید هایولا ۴۲۰ در کشت نشایی در مرحله چهار برگی با میانگین ۴۲/۸ درصد و رقم دلگان در کشت مستقیم با میانگین ۳۸/۵ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان روغن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). راهنما و بخشنده (۱۳۸۴) نیزدر مقایسه روغن دانه کلزا در دو سیستم کشت مستقیم و نشایی هیبرید هایولا ۳۰۸ نتایج این آزمایش را تأیید کردند. نتایج نشان که محلول‌پاشی روی در شرایط کشت نشایی سبب تغییرات معنی‌دار درصد روغن دانه نسبت به عدم کاربرد آن در این شرایط نشد (جدول ۳).

شاخص برداشت

بیشترین شاخص برداشت در کشت نشایی ارقام دلگان و هایولا ۴۲۰ (در مرحله دو برگی) همراه با محلول پاشی روی و همچنین کشت نشایی رقم دلگان در مرحله دوبرگی با میانگین ۲۲ درصد مشاهده شد (جدول ۳). در مطالعات قبلی شاخص برداشت کلزا از ۲۵ تا ۳۵ درصد (والتون و همکاران، ۱۹۹۹) و در ارقام بهاره از ۱۹/۷ تا ۳۱/۳ درصد گزارش شده است (آروین و عزیزی، ۱۳۸۸). مطابق جدول ۴ تغییرات شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشت. با توجه به اینکه شاخص برداشت به عنوان یک خصوصیت فیزیولوژیک، پتانسیل گیاه در اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه را نشان می‌دهد، کشت نشایی کلزا در مرحله دو برگی در مقایسه با کشت

مستقیم، از لحاظ شاخص برداشت برتری داشت. به علاوه با نظر به اینکه بیشترین عملکرد دانه در شرایط کشت نشایی در مرحله دو برگی همراه با محلول‌پاشی روی حاصل شد، می‌توان به اهمیت نقش عنصر روی در افزایش کارایی سیستم کشت نشایی کلزا اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که در بین تیمارهای مورد مطالعه بیشترین میانگین عملکرد دانه در تیمار کشت نشایی هیبرید هایولا ٤٢٠ در مرحله دو برگی همراه با محلول پاشی روی مشاهده شد. به‌طورکلی در سیستم کشت نشایی گیاه کلزا با استفاده از شرایط مطلوب‌تر آب و هوایی و استفاده بهینه از بارندگی و دمای مناسب اسفند و فروردین به دلیل جلوتر بودن مراحل نموی، از گیاهان موجود در تیمار کشت مستقیم زودرس-تر بود و به دلیل افزایش شاخص‌های سطح برگ و سبزینگی گیاه، میزان جذب تابش نور خورشید افزایش یافت و اجزای عملکرد دانه نظیر تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین و بالطبع آن عملکرد دانه به طور معنی‌داری بیشتر بود. همچنین در شرایط کشت نشایی، با وجود صرفه جویی در مصرف آب به دلیل کاهش یک تا دو مرتبه آبیاری در تیمارهای کشت نشایی در مرحله دو و چهار برگی، میزان عملکرد دانه به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط کشت مستقیم بذر بود که می‌تواند از نظر افزایش بهره وری و کارایی مصرف آب بسیار حائز اهمیت باشد.

منابع

آروین، پ. و م. عزیزی. ۱۳۸۸. مقایسه عملکرد، شاخص برداشت و صفات مرفولوژیک در گونه‌های بهاره کلزا. مجلـه تولید گیاهان زراعی. جلد ۲، شماره ۲: ١٤-١.

امیدیان، ا.، س. ع. سیادت، ر. ناصری و م. مرادی. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پـروتئین دانـه چهـار رقـم کلـزا . مجلـه علـوم زراعی ایران. جلد ١٤، شماره ۱: ۲۸-١٦.

خلیلی محله، ج. و م. رشدی. ۱۳۸۷. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت سیلویی ۷۰٤ در خوی. جلد ٢٤، شماره ۲: ۲۹۳-۲۸۱.

جعفری، ن.، م. اصفهانی، ف. فلاح، غ. محسن آبادی و ع. کافی قاسمی. ۱۳۹۲. اثر مصرف توأم کودهای نیتروژن و سولفات روی و کود بیولوژیک حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم بر عملکرد و ویژگی‌های رشد کلزا (*Brassica napus* L.). مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۳ ، شماره ۷: ۷۱-٦١.

سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ٤٠٠ صفحه.

شیرانی‌راد، ا. ح. و ح. جبّاری. ۱۳۹۵. دستورالعمل فنی کشت نشایی کلزا به روش SRI. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه و نهال و بذر. ۱۱ صفحه.

شیرانی‌راد، ا. ح.، م. نعیمی و ش. نصراصفهانی. ۱۳۸۹. ارزیابی تحمل به خشکی انتهایی در ارقام بهاره و پاییزه کلزا. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۲، شماره ۲: ۱۲٦-۱۱۲.

راهنما. ع.ا. و ع.م. بخشنده. ۱۳۸٤. اثر تاریخ کاشت و شیوه کاشت مستقیم و نشایی بر خصوصیات زراعی و عملکرد دانه کلزا در شرایط اهواز. جلد ۷ ، شماره ٤: ۳۳٦-۳۲٤.

کیانی، ع. ر. و ا. فرجی. ۱۳۹۳. آبیاری پنبه. انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۵۰ صفحه.

نصیری، م. و م. ربیعی. ۱۳۸۲. نشریه زراعت کلزا در شالیزار. موسسه تحقیقات برنج کشور.

Ahmadi, M. 2010. Effect of zinc and nitrogen fertilizer rate on yield and yield components of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci. 7(3): 259-264.

Bybordi, A. and M.J. Malakouti. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops; Improving crop production and human health. 24-26 May

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant. Soil. 302: 1-17

Gooding, M. J. and W. P. Davies. 1992. Foliar urea fertilization of Cereals: A Review. Fert. Res. 32: 209-222.

Jamson, M., S. Galeshi, M.H. Pahlavani and E. Zeinali. 2009. Evaluation of zinc foliar application on yield components, seed yield and seed quality of two soybean cultivars in summer cultivation. J. Plant Prod. 16(1): 17-28.

Kuai, J., Y. Sun. Q. Zuo, H. Huang, Q. Liao, C. Wu, J. Lu, J. Wu and G. Zhou. 2015. The yield of mechanically harvested rapeseed (*Brassica napus* L.) can be increased by optimum plant density and row spacing. Sci. Rep. 5(18835):1-14.

Morshedi, A. and H. Naghibi. 2004. Effects of foliar application of Cu and Zn on yield and quality of canola grain (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Natur. Resour. 11(3): 15-22.

Mulyati, R., W. Bell and L. Huang. 2009. Root pruning and transplanting increase zinc requirements of canola (*Brassica napus*). Plant. Soil. 314 (1–2): 11–24.

Rashidi, S., A.H. Shirani Rad, A. Ayene Band, F. Javidfar and S. Lak. 2012. Study of relationship between drought stress tolerances with some physiological parameters in canola genotypes (*B. napus* L.). Ann Biol Res. 3 (1): 564-569.

Ren, Y., J. Zhu, N. Hussain, S. Ma, G. Ye, D. Zhang and S. Hua. 2014. Seedling age and quality upon transplanting affect seed yield of canola (*Brassica napus* L.). Can. J. Plant Sci. 94: 1461-1469.

Singh, T. and A. Singh. 2012. Performance of transplanted canola varieties in relation to age of nursery seedlings and inter-row spacings under late sown condition. Crop Res. 44 (3): 304-310.

Walton, G., N. Mendham, M. Robertson and T. Potter. 1999. Canola, Phenology, Physiology and Agronomy. Proceedings of the 10th international Rapeseed Congress, Canberra, Australia.

Wang, Y., J. Li, X. Gao, X. Li, T. Ren, R. Cong and J. Lu. 2014. Winter Oilseed Rape Productivity and Nutritional Quality Responses to Zinc Fertilization. Agron. J. 106: 1349-1357.

Wasaya, A., M. Shahzad Shabir, M. Hussain, M. Ansar, A. Aziz, W. Hassan and I. Ahmad. 2017. Foliar application of Zinc and Boron improved the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar plateau. J. Soil Sci. Plant Nutr. 17 (1): 33-45.

The effect of foliar application of zinc element and transplanting time on agronomic and physiological characteristics of two rapeseed cultivars

H. Jabbari[1], S. Khadem[2], H. Mozafari[3], N. Safavi Fard[4]

Received: 2018-8-7 Accepted: 2019-12-4

Abstract

In order to investigate the effect of Zinc (Zn) foliar application and transplanting stages in two spring rapeseed cultivars, this experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at research field of Seed and Plant Improvement Research Institute (SPII) in 2016-2017. There were 10 treatments including (seed planting of Hyola 420 hybrid and Delgan cultivar on 5 March, transplanting of Hyola 420 hybrid and Delgan cultivar in 2 and 4 leaf stage with and without foliar application of Zn). The results showed that the highest and lowest mean seed yields were belonged to Hyola 420 transplanting treatments at 2 leaf stage with Zn foliar appliction and seed planting of Hyola 420 hybrid as 2628 and 1046 kg ha^{-1}, respectively. Transplanting of Hyola 420 at 2 and 4 leaves with Zn foliar application increased by 51% and 86% seed yield compared to seed planting method. In addition, transplanting of the Dalgan cultivar at 2 and 4 leaves stage was significantly increased by 93% and 35% seed yield compared to seed planting method. Generally, in transplanting cultivation and especially in zinc spraying treatment, irrigation frequency was reduced one to two times compared to seed planting method. In transplanting cultivation and especially in zinc spraying treatment, harvest index was higher compared to seed planting method due to increased SPAD value and leaf area index (LAI), better absorption of light radiation, higher number of silique and number of seeds per siliques and seed yield.

Keywords: LAI, seed yield, silique number, spad value

1- Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- M.Sc. Agronomy, Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
4- Ph.D. Agronomy, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran