دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره بیست و نه، ۱۳۹۶

تاثیر تنش شوری بر برخی صفات فنولوژیکی، مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های گوناگون کلزا

کامی کابوسی[۱]، اکبر نودهی[۲]، ابوالفضل فرجی[۳]

تاریخ دریافت: ۹٤/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۸

چکیده

تنش شوری از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان در سراسر جهان است. به منظور بررسی تاثیر چهار سطح شوری آب آبیاری (۱/۱۵، ٤، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر برخی صفات فنولوژیکی، مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم کلزا (*Brassica napus* L.) (هایولا ٤۸۱۵، ۳۰۸ و ٤۰۱ و رقم RGS 003) در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در منطقه گرگان انجام گردید. نتایج نشان داد که تاثیر رقم بر کلیه صفات، به جز تعداد روزهای تا سبز شدن و طول غلاف معنی‌دار بود. از نظر صفات ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین شاخه فرعی و غلاف از سطح زمین، قطر ساقه و تعداد دانه در غلاف، رقم هایولا ٤۸۱۵ با تفاوت معنی‌داری نسبت به سایر رقم‌ها، کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. کمترین تعداد شاخه فرعی و بیشترین تعداد روزهای تا گلدهی، روزهای تا رسیدگی و قطر ساقه در رقم RGS وجود داشت و تفاوت آن با سایر رقم‌ها از نظر این صفات معنی‌دار بود. رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ٤۸۱۵ با بیشترین تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی-داری با دو رقم ٤۰۱ و RGS داشتند. بیشترین وزن هزار دانه در رقم‌های هایولا ٤۸۱۵ و ٤۰۱ بدست آمد و تفاوت آن ها با دو رقم دیگر معنی‌دار بود. رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ٤۰۱ با بالاترین عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با رقم RGS داشتند، ولی تفاوت این سه رقم با رقم هایولا ٤۸۱۵ معنی‌دار نبود. شوری موجب کاهش معنی‌دار تعداد روزهای تا رسیدگی (۲/٦ روز) و کاهش وزن هزار دانه گردید. افزایش شوری از ۱/۱۵ تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته (۲۲٪) و عملکرد دانه (۳۰٪) گردید، اما با افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار این صفات کاهش یافت، اگر چه این کاهش معنی‌دار نبود. نتایج این پژوهش نشان داد که رقم هایولا ٤۰۱ در مقایسه با سایر رقم‌ها تقریباً در کلیه صفات از برتری نسبی برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: رقم، شوری آب، ورمی‌کمپوست، هایولا

کابوسی، ک.، ا. نودهی و ا. فرجی. ۱۳۹٦. تاثیر تنش شوری بر برخی صفات فنولوژیکی، مرفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد رقم‌های گوناگون کلزا . مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۹: ۱۰۲-۹۱.

۱- گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: kkaboosi@yahoo.com

۲- گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۳- دانشیار بخش زراعت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

مقدمه

شوری یکی از مهمترین تنش‌های غیرزیستی بوده و آثار منفی آن بر رشد گیاهان موجب افزایش پژوهش‌ها در زمینه تحمل آن با هدف بهبود تحمل گیاهان شده است. برآوردها نشان می‌دهد که حدود ٪۲۰ از زمین‌های کشاورزی و نزدیک به نیمی از زمین‌های تحت آبیاری جهان، تحت تأثیر تنش شوری می‌باشند (بای‌بوردی و طباطبایی، ۱۳۹۱؛ زوو، ۲۰۰۱؛ چینوسامی و همکاران، ۲۰۰۵). تخمین زده شده است که سالانه ۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار هکتار از زمین‌های کشاورزی جهان بر اثر شوری از چرخه تولید بیرون می‌رود (اسکگز و همکاران، ۲۰۰۶). وسعت زمین‌های دارای خاک‌های با درجات مختلف شوری کشور ۵۵/۶ میلیون هکتار معادل ۳۴٪ مساحت کل کشور است که ۶/۸ میلیون هکتار آن در دشت‌های کشاورزی می‌باشد (مؤمنی، ۱۳۸۹).

در بین گیاهان زراعی، کلزا به عنوان گیاهی متحمل به شوری شناخته شده است (شانون، ۱۹۹۸). این گیاه در هلند نخستین محصولی است که در زمین‌های جدا شده از دریا کشت می‌شود (انفراد و همکاران، ۱۳۸۲). در مورد آستانه تحمل شوری کلزا به دلیل تنوع ژنتیکی رقم‌ها و تفاوت شرایط آزمایش‌ها، نتایج متفاوت و بعضاً متناقض در گزارش‌ها وجود دارد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰). شوری خاک ظهور برگ‌ها و تشکیل نخستین میان گره‌ها را در کلزا به تأخیر انداخته و استقرار و درصد سبز گیاه را کاهش می‌دهد. (گوتیرس بووم و همکاران، ۱۹۹۴). شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که افزایش شوری آب آبیاری از ۰/۷ به ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش تعداد روزهای تا گلدهی به مدت ۵ روز و تعداد روزهای تا رسیدگی به مدت ۱۱/۵ روز گردید. اخیانی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تحمل به شوری هفت رقم کلزای بهاره نشان دادند که تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه تأثیر معنی‌داری دارد. همچنین سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) تاثیر شوری بر درصد ماده خشک گیاه کلزا را معنی‌دار گزارش کردند. تجلی و همکاران (۱۳۹۰) اظهار داشتند که آغاز تنش شوری از مرحله روزت و پیش از مرحله زایشی گیاه موجب می‌گردد که واکنش گیاه به تنش شوری بیشتر با کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف مشخص شده و تاثیر آن بر وزن هزار دانه کمتر از بقیه اجزای عملکرد باشد. کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه با افزایش شوری می‌تواند به دلایل کاهش مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه، کاهش شدت رشد در اثر پتانسیل اسمزی و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد. راهنما (۱۳۹۲) با هدف بررسی سازگاری ۱۲ رقم کلزا در شرایط بدون محدودیت شوری و در اراضی لب شور (با متوسط هدایت الکتریکی ۱۱/۲ دسی زیمنس بر متر) نشان داد که بین رقم‌ها از نظر عملکرد و اجزاء عملکرد در دو محیط تفاوت معنی‌داری وجود دارد. تنش شوری سبب شد متوسط فاصله زمان کشت تا سبز شدن رقم‌های کلزا ۲/۵ روز افزایش و متوسط جوانه‌زنی ۶/۵٪، طول دوره گلدهی ۲/۸ روز، فاصله زمانی کاشت تا رسیدگی ۲/۵ روز، ارتفاع بوته ۴۵/۶ سانتیمتر، تعداد غلاف در بوته ۲۳/۸ عدد، تعداد دانه در غلاف ۲/۱ عدد، وزن هزار دانه ۰/۹۵ گرم و عملکردهای دانه و روغن به ترتیب ۴۷/۹ و ۴۷/۳ درصد نسبت به شرایط بدون محدودیت شوری کاهش یابد. تاثیر منفی معنی‌دار شوری بر صفات روزهای تا گلدهی (بایبوردی، ۲۰۱۰)، روزهای تا رسیدگی فیزیولوژیکی (تاری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱)، ارتفاع بوته (زمانی و همکاران، ۱۳۸۸)، طول غلاف (شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷)، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه (شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷؛ زمانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تاری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱؛ بایبوردی، ۲۰۱۰)، شاخص برداشت (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰) و عملکرد روغن (شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷) رقم‌های گوناگون کلزا گزارش گردیده است.

انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش به دو روش مستقیم (اندازه‌گیری عملکرد) و غیرمستقیم (اندازه‌گیری صفات موفولوژیکی و فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل تنش) انجام می‌شود (آذری و همکاران، ۱۳۹۱). یک روش برای مطالعه تحمل به شوری گیاهان زراعی، تحلیل تفاوت بین رقم‌های گوناگون هر گیاه می‌باشد (کومار و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به شوری بخش زیادی از منابع آب و خاک استان گلستان و اهمیت کلزا به عنوان یک گیاه روغنی از یک سو و واکنش متفاوت رقم‌های گوناگون این گیاه نسبت به شوری از سوی دیگر، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فنولوژیکی و عملکردی گیاه کلزا انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به صورت کشت پاییزه با هدف بررسی تاثیر تنش شوری بر رقم‌های گوناگون کلزا

تحت شرایط استفاده از کود ورمی‌کمپوست به شکل گلدانی و در شرایط نیمه کنترل شده در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان انجام شد. گلدان‌ها در فضای آزاد و در زیر یک سایه‌بان نسبتاً بلند که هوای آزاد از اطراف به راحتی در آن جریان داشت نگهداری شدند. وجود سایه‌بان به دلیل ضرورت انجام آبیاری جهت اعمال تیمارهای شوری و محروم کردن گلدان‌ها از دریافت بارندگی بود. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل شوری آب آبیاری در چهار سطح [۱/۱۵ (شاهد)، ٤، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر] و چهار رقم کلزا (سه رقم هایولا ٤٨١٥، ۳۰۸ و ٤۰۱ و رقم RGS 003) بودند. این‌ها از رقم‌های رایج و برتر می‌باشند که توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان جهت کشت در منطقه معرفی و توصیه شده‌اند. لازم به ذکر است که به دلیل قرار گرفتن گلدان‌ها در زیر سایه‌بان و افتادن سایه در برخی ساعات بر روی گلدان‌های یک ضلع از محل آزمایش، پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی (به جای طرح کاملاً تصادفی) اجرا گردید.

در اکثر پژوهش‌ها در مورد تأثیر شوری بر رشد و عملکرد گیاه از آب شور مصنوعی که عموماً NaCl یا ترکیبی از NaCl و $CaCl_2$ است استفاده می‌شود و از تأثیر منفی سمیت برخی عناصر و اثر آن ها بر قابلیت فراهمی سایر عناصر غذایی از لحاظ جذب در سطح ریشه و انتقال آن درون گیاه صرفنظر گردیده است. این موضوع با شرایط واقعی منابع آب و خاک شور تطابق ندارد (جلالی و همکاران، ۱۳۸۷؛ اختری و همکاران، ۱۳۹۳). لذا در این پژوهش جهت تهیه تیمارهای شوری از ترکیب چهار نمک $CaCl_2$، NaCl، $MgCl_2$ و $MgSO_4$ با نسبت‌های وزنی برابر با آب معمولی (تیمار شاهد) استفاده شدند. برای این منظور ابتدا مقدار نمک مورد نیاز بر اساس رابطه تجربی TDS=640*EC (که در آن TDS کل مقدار نمک محلول بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و EC هدایت الکتریکی بر حسب دسی-زیمنس بر متر می‌باشد) به صورت تقریبی محاسبه گردید و سپس با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول‌های ساخته شده به صورت سعی و خطا مقدار دقیق نمک مورد نیاز تعیین گردید. بر این اساس، در نهایت برای تهیه سطوح شوری ٤، ۷ و ۱۰ دسی-زیمنس بر متر به ترتیب ٦۰۸، ۱۲٤۹ و ۱۹۵۳ میلی‌گرم از هر نمک به ازای هر لیتر از آب به تیمار شاهد اضافه گردید.

در این پژوهش مجموعاً از ۵۲ گلدان استفاده شد که ٤ گلدان (برای هر رقم یک گلدان) به عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شدند. تا در صورت عدم استقرار بوته‌های کافی در گلدان‌های اصلی، بوته‌های لازم برای گلدان‌های اصلی از آن‌ها تأمین گردد. پیش از پر کردن گلدان‌های پلاستیکی، مشخصه‌های فیزیکوشیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست مورد استفاده اندازه‌گیری گردید (جدول ۱) و بر اساس آزمون عناصر غذایی خاک، مقدار کود مورد نیاز مشخص شد. سپس بر اساس ابعاد گلدان (ارتفاع ۳٦ و عرض دهانه ۳۱ سانتی‌متر) و وزن مخصوص ظاهری خاک، مقدار خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان‌ها محاسبه گردید و این میزان خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه تهیه گردید. پس از خشک کردن خاک در مجاورت هوای آزاد و سپس عبور آن از الک ۲ میلی‌متری، درصد رطوبت خاک به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. ابتدا به منظور جلوگیری از تجمع نمک یا آب در گلدان‌ها، پنج سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در کف آن‌ها به عنوان زهکش تعبیه و در ته گلدان به ارتفاع ۳ سانتی‌متر ماسه ریخته شد. سپس با توجه به درصد رطوبت و وزن مخصوص ظاهری خاک، وزن خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان به ارتفاع ۲۸ سانتی‌متر محاسبه گردید.

جهت جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به وزن مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پر کردن خاک گلدان به صورت تدریجی و در لایه‌های ۵ سانتی‌متری همراه با کوبش انجام شد. همچنین ۵ سانتی‌متر فوقانی گلدان‌ها نیز جهت انجام آبیاری خالی گذاشته شد. لازم به ذکر است که کود ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار همراه با ۱۰ سانتی‌متر فوقانی خاک به گلدان اضافه گردید. کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده از یک کارگاه تولیدی بابایی در اطراف شهر گرگان با منشاء کود حیوانی (گاوی) تهیه گردید.

پس از پر کردن گلدان با یک آبیاری نسبتاً سنگین، ضمن تحکیم خاک و آماده‌سازی بستر کشت بذر، رطوبت مورد نیاز برای کشت آماده گردید. در هر گلدان تعداد ۱۵ بذر در عمق ۱/۵-۱ سانتی‌متری در تاریخ ۱٦ آذر ۱۳۹۳ کشت شد. بعد از جوانه‌زنی بذرها و استقرار آن ها، طی چند مرحله عملیات تنک کردن انجام شد، به نحوی که هر گلدان فقط ۵ بوته داشت (بر اساس تراکم ٦٦ بوته در متر مربع). کودهای شیمیایی مورد نیاز نیز، مطابق با توصیه کودی (مقدار ۲۰۰، ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم بر هکتار به ترتیب از کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم) در زمان کشت و در طول فصل رشد به گلدان‌ها داده شد. آبیاری گلدان‌ها تا مرحله شش برگی با آب معمولی و پس از آن تا پایان فصل رشد با سطوح شوری مورد نظر برای هر تیمار به صورت هفتگی انجام گردید. مقدار آبیاری بر اساس

کاهش رطوبت گلدان (روش وزنی) تعیین گردید، ولی مقدار آن برای همه تیمارها یکسان بود. به منظور جلوگیری از خروج آب آبیاری از کف گلدان، در هر آبیاری، این حجم آب به صورت تدریجی به گلدان اضافه می‌شد. بلافاصله پس از هر آبیاری عملیات وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام گردید. همچنین از آنجا که در طول فصل رشد، شواهدی از آفات و بیماری‌ها مشاهده نگردید، نیاز به استفاده از سموم شیمیایی نبود.

در طول فصل رشد صفات تعداد روزهای تا ۵۰٪ سبز شدن، تعداد روزهای تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روزهای تا ۵۰٪ رسیدگی فیزیولوژیکی ثبت گردید. در پایان فصل رشد پس از کف‌بر کردن کلیه بوته‌های هر گلدان، صفات ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین شاخه فرعی و غلاف از سطح خاک، تعداد شاخه فرعی، قطر ساقه، طول غلاف، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه (رطوبت ۱۲ درصد) اندازه-گیری گردیدند. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

جدول ۱- نتایج آزمایش ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک.

گروه	ویژگی	واحد	روش اندازه‌گیری	خاک	ورمی کمپوست	منبع
فیزیکی	شن	درصد	هیدرومتری	۲٤	–	گی و بودر (۱۹۸٦)
	سیلت	درصد		۵۰	–	
	رس	درصد		۲٦	–	
	بافت خاک	–		Loam	–	
	درصد اشباع	درصد	–	۳۱	۳٦	گاردنر (۱۹۸٦)
	تخلخل	درصد	–	٤۵	۵۹	دنیلسون و سودرلند (۱۹۸٦)
	وزن مخصوص ظاهری	g/cm^3	سیلندر	۱/٤۰	۰/٦٤	بلاک و هارتژ (۱۹۸٦a)
	وزن مخصوص حقیقی	g/cm^3	پیکنومتر	۲/۵٦	۱/۵۵	بلاک و هارتژ (۱۹۸٦b)
شیمیایی	pH	–	دستگاهی	۸/۰	۷/۸	–
	هدایت الکتریکی عصاره اشباع	dS/m	دستگاهی	۱/۱	۳/۷	–
	کل مواد آلی	درصد	–	–	۳۸/٦	والکلی و بلاک (۱۹۳٤)
	کل کربن آلی	درصد		۱/۱۲	۱۱/٤	
	نیتروژن کل	درصد	کجلدال	۰/۱۱	۱/۹	احیایی و اصغرزاد (۱۳۷۵)
	فسفر	ppm/درصد*	اولسن	۸/۸	۰/٦۵	گوپتا (۲۰۰۰)
	پتاسیم	ppm/درصد*	شعله‌سنجی	۳۰۰	۰/۳۲	بولتز و هاول (۱۹۸۷)

*واحدها به ترتیب برای خاک و ورمی‌کمپوست می‌باشند

نتایج و بحث

تاثیر رقم بر کلیه صفات مورد بررسی، بجز تعداد روزهای تا سبز شدن و طول غلاف معنی‌دار بود، در حالی که تاثیر شوری فقط بر صفات تعداد روزهای تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه معنی‌دار گشت. در عین حال برهمکنش شوری و رقم بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول‌های ۲ و ۳). این موضوع نشان‌دهنده روند مشابه تاثیر شوری بر صفات گوناگون رقم‌ها بود. برهمکنش شوری و رقم بر صفات روزهای تا رسیدگی، تعداد شاخه فرعی، طول غلاف و درصد روغن توسط تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، ارتفاع بوته توسط زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، عملکرد دانه توسط شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷) و حسینی و همکاران (۱۳۸۷) و شاخص برداشت توسط شهبازی و همکاران (۱۳۹۱) معنی‌داری گزارش نگردیده بود. نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نیز در جدول‌های (٤) و (٥) ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی رقم‌های کلزا.

منابع تغییرات	درجه آزادی	روزهای تا سبز شدن	روزهای تا گلدهی	روزهای تا رسیدگی	ارتفاع بوته	ارتفاع نخستین شاخه فرعی	ارتفاع نخستین غلاف	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی در بوته	قطر ساقه
بلوک		۰/۲۷۰۸^{ns}	٦/٥٢ ^{ns}	۲/۳۱۳^{ns}	۸۲/۸۰^{ns}	۳/۲۰^{ns}	۳۰/٥۰^{ns}	۱/۱۳**	۰/۱٥^{ns}	^{ns} ۰/۰۲٦
رقم	۳	۰/۰۷٦٤^{ns}	۳۰۰٥/۹۷**	۱٤۳/۱۸۸**	۸٦۲/۹٤**	۸٥٤/٥۳**	۱۲۲۸/٦۷**	۰/۲٦^{ns}	۲/۲۱**	۰/۲۰**
شوری	۳	۰/۱۳۱۹^{ns}	۹/۸٥^{ns}	۱۹/۲٤۳**	۱۳/۹۱^{ns}	۱۰/۸۲^{ns}	۱۳/۷۹^{ns}	۰/۰۳٥^{ns}	۰/٤۲^{ns}	۰/۰٤^{ns}
برهمکنش رقم و شوری	۹	۰/۲٤۳۱^{ns}	۷/۱۹^{ns}	۳/۱٦۹^{ns}	۳۹/۰٥^{ns}	۸/۲٦^{ns}	۱۹/۹٤^{ns}	۰/۲٤^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۱٤^{ns}
خطا	۳۰	۰/۲۰٤۲	۱۰/۲۱	۳/۱٦۹	٤۳/٥۰	۱٦/۸٦	۱۳/۷۹	۰/۲۰	۰/۳۷	۰/۰۱۹
ضریب تغییرات (درصد)	–	۷/۲۰	٤/۰۳	۱/۲۰	۸/۸۷	۱٤/۰۱٥	۱۱/٦۱	۹/٦	۱٥/۲۱	۲۰/۳

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح‌های ۵ و ۱ درصد و معنی‌دار نیست.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات عملکردی رقم‌های کلزا.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	٤۲٦/۸۹*	۱٦/۲۰^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	٤٦۰۹٤^{ns}
رقم	۳	٤۹۹/۹۸**	۹۰/۹۰**	۳/۳۷**	٤٤۰۰۳۸*
شوری	۳	۲۹۹/۲٥*	٤/۳٤^{ns}	۰/۳۸**	٦٦٤٤٥٦**
برهمکنش رقم و شوری	۹	۱۱۱/۸٤^{ns}	٤/۰٤^{ns}	۰/۱۲٥^{ns}	۱۱۰۲۱٦^{ns}
خطا	۳۰	۹٦/٥۸	۱۰/٦٥	۰/۰۷٥	۱۱۸٤۱۱
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱٦/٤۸	۱٥/۸٦	۷/۸۲	۱٦/٦٤

*، ** و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح‌های ۵ و ۱ درصد و معنی‌دار نیست.

جدول ٤- تاثیر رقم و شوری بر صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی رقم‌های کلزا.

فاکتور	روزهای تا گلدهی	روزهای تا رسیدگی	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	ارتفاع نخستین شاخه فرعی (سانتیمتر)	ارتفاع نخستین غلاف (سانتیمتر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	قطر ساقه (سانتیمتر)
رقم							
٤٨١٥	٦٢/٧٥	١٤٩/٢٥	٦٢/١٢	١٧/٩٠	٣١/٠٤	٤/٣٣	٠/٥٥٤
٣٠٨	٧٠/٦٧	١٥٠/٣٣	٧٥/٢٧	٢٨/٤٤	٤٥/٥٤	٤/٢٥	٠/٦١٢
٤٠١	٨٥/١٧	١٥٣/٨٣	٨١/٠٨	٣٣/٤٦	٥٣/٣٥	٤/١٣	٠/٧٠٩
RGS	٩٨/٥٠	١٥٦/٨٣	٧٨/٨٣	٣٧/٤٠	٥١/٥٤	٣/٤٠	٠/٨٥٦
شوری (dS/m)							
١/١٥	٨٠/٥٠	١٥٣/٩٢	٧٢/٨٨	٢٩/٥٠	٤٦/٩٦	٣/٧٥	٠/٦١٨
٤	٧٨/٣٣	١٥٣/٣٣	٧٥/٤٢	٢٩/١٠	٤٤/٧٩	٤/١٠	٠/٦٦٥
٧	٧٩/٢٥	١٥١/٧٥	٧٤/٧٥	٢٨/١٥	٤٤/٦٧	٤/١٧	٠/٧٦٠
١٠	٧٩/٠٠	١٥١/٢٥	٧٤/٢٧	٣٠/٤٤	٤٥/٠٦	٤/٠٨	٠/٦٨٩
LSD	٢/٦٦	١/٤٨	٥/٥٠	٣/٤٢	٣/١٠	٠/٥١	٠/١١٥

جدول ٥- تاثیر رقم و شوری بر صفات عملکردی رقم‌های کلزا.

فاکتور	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
رقم				
٤٨١٥	٦٤/٠١	١٦/٧٧	٤/٠٤١	١٩٨٠
٣٠٨	٦٦/٢٥	٢٢/٠٨	٢/٩٦٤	٢١٨٣
٤٠١	٥٤/٧٧	٢٣/٠١	٣/٨٦١	٢٢٦٣
RGS	٥٣/٤٤	٢٠/٤٠	٣/١٣٧	١٨٤٤
شوری (dS/m)				
١/١٥	٥٢/٨٣	١٩/٩٢	٣/٧٢٤	١٧٣٧
٤	٦٢/٢٤	٢٠/٣٦	٣/٣٥٤	٢٠٦٦
٧	٦٤/٢٧	٢١/٣٥	٣/٣٦٤	٢٢٦٤
١٠	٥٩/١٣	٢٠/٦٣	٣/٥٦٩	٢٢٠١
LSD	٨/١٩	٢/٧٢	٠/٢٢٨	٢٨٧

تعداد روزهای تا گلدهی

تاثیر رقم بر تعداد روزهای تا گلدهی معنی‌دار بود و چهار رقم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به نحوی که به ترتیب رقم‌های RGS (بیشترین)، ٤٠١، ٣٠٨ و ٤٨١٥ (کمترین) از نظر تعداد روزهای تا گلدهی رتبه‌بندی گردیدند. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر تعداد روزهای تا گلدهی توسط راهنما و مکوندی (١٣٨٧)، راهنما (١٣٩٢) و بایبوردی (٢٠١٠) نیز گزارش گردیده بود.

شوری موجب تغییر معنی‌دار تعداد روزهای تا گلدهی نگردید. نتایج پژوهش شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) روی دو رقم کلزا نشان داد که با افزایش شوری تعداد روزهای تا گلدهی حدود ۵ روز کاهش یافت. این در حالی است که نتایج پژوهش فرانکوئیس (۱۹۹٤) نشان داد که در تیمارهای کاملاً شور (بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، زمان گلدهی بین ٦ تا ۷ روز نسبت به تیمار شاهد به تأخیر افتاد. همچنین افزایش معنی‌دار تعداد روزهای تا گلدهی توسط بایبوردی (۲۰۱۰) نیز گزارش گردیده بود. لذا به نظر می‌رسد که در اثر شوری بر تعداد روزهای تا گلدهی در پژوهش‌های گوناگون از الگوی یکسانی تبعیت نمی‌کند.

تعداد روزهای تا رسیدگی

تاثیر رقم و شوری بر تعداد روزهای تا رسیدگی معنی‌دار بود. در بین رقم‌های گوناگون، رقم RGS بیشترین (با ۱٥٦/۸ روز) و رقم‌های ٤۸۱٥ و ۳۰۸ (با ۱٤۹/۸ روز) کمترین مقدار این صفت را دارا بودند. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر تعداد روزهای رسیدگی توسط راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، راهنما (۱۳۹۲) و بایبوردی (۲۰۱۰) نیز گزارش گردیده بود.

شوری موجب کاهش معنی‌دار تعداد روزهای تا رسیدگی گردید. در عین حال، افزایش شوری از ۱/۱٥ به ٤ و از ۷ به ۱۰ دسی‌زیمنس برمتر موجب کاهش معنی‌دار این صفت نگردید. کاهش تعداد روزهای تا رسیدگی با افزایش شوری توسط بایبوردی (۲۰۱۰)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) و راهنما (۱۳۹۲) نیز گزارش گردیده بود. بر اساس جدول (٤)، افزایش شوری از ۱/۱٥ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب ۲/٦ روز کاهش تعداد روزهای تا رسیدگی شد. کاهش طول دوره روزهای تا رسیدگی عمدتاً به کاهش مدت تشکیل خورجین و پر شدن دانه در اثر تنش شوری مربوط می‌باشد (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰).

ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین شاخه فرعی و غلاف از سطح زمین

تاثیر رقم بر صفات ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین شاخه فرعی و غلاف از سطح زمین معنی‌دار بود، به نحوی که تقریباً همه رقم‌ها از نظر این صفات با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. کمترین مقدار این سه صفت در رقم ٤۸۱٥ وجود داشت. از نظر صفات ارتفاع بوته و ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین تفاوت این رقم با رقم هایولا ٤۰۱ (بیشترین مقدار) به ترتیب ۱۸/۹٦ و ۲۲/۳۱ سانتی‌متر و از نظر صفات ارتفاع نخستین شاخه فرعی، تفاوت این رقم با رقم RGS (بیشترین مقدار) ۱۹/٥ سانتی‌متر بود.

راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، ارزانش و همکاران (۱۳۹۱)، راهنما (۱۳۹۲)، بایبوردی (۲۰۱۰) و رمیه و همکاران (۲۰۱۲) نیز تفاوت بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر ارتفاع بوته را معنی‌دار گزارش کرده‌اند. فزایش شوری به افزایش جزئی ارتفاع بوته و نخستین شاخه فرعی منجر گردید، اگر چه این تغییر معنی‌دار نبود. این در حالی است که حسینی و همکاران (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، ارزانش و همکاران (۱۳۹۱)، راهنما (۱۳۹۲)، بایبوردی (۲۰۱۰) و رمیه و همکاران (۲۰۱۲) کاهش ارتفاع بوته کلزا در اثر شوری را گزارش کرده‌اند. همچنین نتایج پژوهش فرانکوئیس (۱۹۹٤) نشان داد که ارتفاع بوته در اواسط فصل رشد در تیمارهای کاملاً شور بین ٤۰ تا ٥۰٪ از تیمار شاهد کمتر است. اگرچه تقریباً همه پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که ارتفاع کلزا در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد، پژوهش استفان و رانی (۲۰۰٥) نشان داد که در دو رقم کلزا افزایش شوری از ۱/٤ به ۳ و ٤ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش ارتفاع بوته به ترتیب به میزان ٥/٤ و ٤ سانتی‌متر گردید که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. شعبانی و همکاران (۲۰۱۳) نیز کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته کلزا در شوری آب آبیاری ۰/٦ تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر گزارش نکردند.

تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

تاثیر رقم بر صفت تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار بود که با نتایج تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد. تعداد شاخه فرعی رقم RGS (۳/٤۰ عدد) با تفاوت ۰/۸٤ عدد در هر بوته به نحو معنی‌داری کمتر از سه رقم دیگر (٤/۲٤ عدد) بود. نتایج این پژوهش با تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) همخوانی دارد. همچنین افزایش شوری از ۱/۱٥ به ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی نگردید، اما با افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار این صفت کاهش یافت، اگر چه این کاهش معنی‌دار نبود. تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) نیز تاثیر شوری بر تعداد شاخه فرعی را معنی‌دار گزارش نکرده بودند.

قطر ساقه

نتایج نشان داد که تاثیر رقم بر صفت قطر ساقه معنی‌دار بود، اما شوری موجب تغییر معنی‌دار این صفت نگردید. رقم RGS با ۰/۸۵۶ سانتی‌متر بیشترین قطر ساقه را دارا بود و تفاوت معنی-داری با سایر رقم‌ها داشت. تفاوت این رقم با رقم ٤٨١٥ (با کمترین مقدار) از نظر این صفت، ۰/۳۰۲ بود.

تعداد غلاف در بوته

تاثیر رقم و شوری بر صفت تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود. بر اساس جدول (۵)، رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ٤٨١٥ بیشترین تعداد غلاف در بوته (با میانگین ٦٥/١٣) را دارا بودند و تفاوت معنی‌داری با دو رقم ٤٠١ و RGS (با میانگین ٥٤/١١) داشتند. راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰)، تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، راهنما (۱۳۹۲)، بایبوردی (۲۰۱۰)، رمیه (۲۰۱۲) و رمیه و همکاران (۲۰۱۲) نیز تفاوت بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر تعداد غلاف در بوته را معنی‌دار گزارش کردند.

در شرایط تنش شوری، محدودیت جذب عناصر غذایی توسط ریشه، منجر به کاهش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش تخصیص آن به اندام‌های زایشی می‌شود. بنابراین کمبود منبع طی دوره گلدهی باعث ریزش اندام‌های زایشی و گل‌های بارور، بویژه غلاف‌های جوان می‌شود که نتیجه آن کاهش تعداد غلاف-های بالغ است (تجلی و همکاران، ۱۳۹۰). بر همین اساس شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰) و راهنما (۱۳۹۲) کاهش این صفت با افزایش شوری را گزارش کردند. این در حالی است که نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش شوری از ۱/۱۵ (تیمار آب معمولی) به ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار (حدود ۲۲٪) تعداد غلاف در بوته گردید، اما با افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار این صفت کاهش یافت، اگر چه این کاهش معنی‌دار نبود. همان‌طور که در جدول‌های ٤ و ٥ مشاهده می‌شود، الگوی تغییر دو صفت تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته در اثر شوری مشابه می‌باشد. بنابراین می-توان افزایش تعداد شاخه فرعی در اثر شوری را به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داد. در این راستا، نتایج پژوهش تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، رمیه و همکاران (۲۰۱۲) و بایبوردی (۲۰۱۰) نشان داد که در بیشتر رقم‌های کلزا، افزایش شوری به ترتیب تا ۳، ٤ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش تعداد غلاف در بوته گردید ولی پس از آن، افزایش شوری به کاهش این صفت منجر شد. همچنین پژوهش رمیه (۲۰۱۲) نیز نشان داد که در دو از هشت رقم کلزا، افزایش شوری آب آبیاری تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، به افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته منجر گردید، اگرچه در سایر رقم‌ها، کاهش این صفت را به دنبال داشت.

تعداد دانه در غلاف

تاثیر رقم بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که رقم ٤٨١٥ با ١٦/٧٧ عدد کمترین تعداد دانه در غلاف را داشت و تفاوت آن با سه رقم دیگر (با میانگین ۲۱/۸۳) معنی‌دار بود. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر تعداد دانه در غلاف توسط راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، شمس-الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰)، راهنما (۱۳۹۲)، بایبوردی (۲۰۱۰) و رمیه (۲۰۱۲) گزارش گردیده بود.

شوری تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف نداشت. این در حالی است که شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰)، راهنما (۱۳۹۲)، فرانکوئیس (۱۹۹٤)، بایبوردی (۲۰۱۰) و رمیه (۲۰۱۲) کاهش تعداد دانه در غلاف در اثر شوری را گزارش کرده بودند. شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول غلاف و تعداد دانه در غلاف گزارش کردند و اظهار داشتند که یکی از علل کاهش تعداد دانه در غلاف کلزا در اثر شوری کاهش طول غلاف‌ها است. با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار شوری بر طول غلاف در این آزمایش، لذا می‌توان انتظار داشت که تعداد دانه در غلاف نیز کاهش نیابد.

وزن هزار دانه

تاثیر رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود، به نحوی که رقم-های ٤٨١٥ و ٤٠١ بیشترین مقدار این صفت را داشتند و تفاوت آن ها با دو رقم دیگر معنی‌دار بود. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های گوناگون کلزا از نظر وزن هزار دانه توسط راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰) و راهنما (۱۳۹۲) نیز گزارش گردیده بود.

شوری بر وزن هزار دانه تاثیر معنی‌دار داشت و موجب کاهش آن گردید. کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه با افزایش شوری می‌تواند به دلایل کاهش مواد فتوسنتزی در مرحله پر

شدن دانه، کاهش شدت رشد در اثر پتانسیل اسمزی و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد (تجلی و همکاران، ۱۳۹۰). نتایج پژوهش فرانکوئیس (۱۹۹٤) نشان داد که شوری موجب تغییر معنی‌دار وزن هزار دانه نگردید، در حالی که پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۸۷)، شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰) و راهنما (۱۳۹۲) حاکی از کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه با افزایش شوری بود.

عملکرد دانه

تاثیر رقم و شوری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. عملکرد دانه رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ٤۰۱ (بیشترین با میانگین ۲۲۲۳ کیلوگرم بر هکتار) با رقم RGS (کمترین با ۱۸٤٤) تفاوت معنی‌داری داشت (۳۷۹ کیلوگرم بر هکتار معادل ۲۱٪)، ولی تفاوت این سه رقم با رقم هایولا ٤۸۱۵ معنی‌دار نبود (جدول ۳). یافته‌های یزدانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که عملکرد دانه رقم هایولا ٤۰۱ نسبت به رقم RGS در تیمارهای گوناگون شوری به طور متوسط ۲۵٪ بیشتر است که با نتایج این پژوهش (۲۱٪) همخوانی نزدیکی دارد. تفاوت رقم‌های گوناگون کلزا از نظر عملکرد دانه توسط راهنما و مکوندی (۱۳۸۷)، شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷)، وفابخش و همکاران (۱۳۸۸)، زمانی و همکاران (۱۳۸۸)، بایبوردی و همکاران (۱۳۸۹)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تجلی و همکاران (۱۳۹۰)، تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، راهنما (۱۳۹۲)، فرانکوئیس (۱۹۹٤)، احمدی و نیازی اردکانی (۲۰۰٦)، بایبوردی (۲۰۱۰)، رمیه (۲۰۱۲) و رمیه و همکاران (۲۰۱۲) نیز معنی‌دار گزارش شده بود.

اگرچه تقریباً همه پژوهش‌های پیشین نشان دهنده کاهش عملکرد دانه در اثر تنش شوری می‌باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷؛ شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷؛ زمانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بایبوردی و همکاران، ۱۳۸۹؛ تجلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ راهنما، ۱۳۹۲؛ یزدانی و همکاران، ۱۳۹۳؛ فرانکوئیس، ۱۹۹٤؛ احمدی و نیازی اردکانی، ۲۰۰٦؛ بایبوردی، ۲۰۱۰)، اما نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش شوری از ۱/۱۵ (شوری آب معمولی) به ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه به میزان حدود ۳۰٪ گردید، اما با افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر مقدار این صفت کاهش یافت، اگر چه این کاهش معنی‌دار نبود که با نتایج تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، رمیه و همکاران (۲۰۱۲) و شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) همخوانی نزدیکی دارد. نتایج آن ها نشان داد که افزایش شوری از صفر به ترتیب به ۳، ٤ و ٦ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش عملکرد دانه گردید و افزایش بیشتر شوری به کاهش این صفت منجر شد. پرچلی و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که افزایش شوری خاک از ۲/۳ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به کاهش معنی‌دار عملکردهای دانه و بیولوژیکی کلزا منجر نگردید. همچنین پژوهش استفان و رانی (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش شوری از ۱/٤ به ۳ دسی‌زیمنس بر متر موجب ۱۰٪ افزایش عملکرد دانه رقم‌های گوناگون کلزا شد. گل و احمد (۲۰۰۷) نیز افزایش عملکرد بیولوژیکی دو رقم کلزا در برخی تاریخ‌های کشت در تیمارهای کاملاً شور نسبت به تیمار غیرشور را گزارش کردند. با توجه به همبستگی مثبت معنی‌دار (جدول ارائه نشده است) عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته (۰/۵۹)، تعداد شاخه فرعی (۰/٤۷) و تعداد دانه در غلاف (۰/۳٤) به نظر می‌رسد که تغییرات عملکرد دانه ناشی از تغییر این صفات باشد. از طرف دیگر، نتایج جدول‌های ٤ و ۵ نشان داد که افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر به افزایش صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد شاخه فرعی و تعداد دانه در غلاف منجر شد. بنابراین می‌توان افزایش عملکرد دانه در اثر شوری را به افزایش این صفات در اثر شوری نسبت داد.

پژوهش شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) در استان گلستان نشان داد که آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا، شوری آب آبیاری ٦ دسی‌زیمنس بر متر است. در عین حال، نتایج پژوهش حاضر در همین منطقه نشان داد که شوری بیش از ۷ دسی‌زیمنس بر متر به تدریج موجب کاهش عملکرد دانه کلزا گردید و این کاهش تا شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر معنی‌دار نبود. لذا به نظر می‌رسد که کاربرد کود ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن بر هکتار از طریق بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک توانسته است به افزایش آستانه تحمل به شوری رقم‌های مورد بررسی کلزا منجر گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کلیه صفات به جز تعداد روزهای تا سبز شدن و طول غلاف تحت تاثیر رقم قرار گرفت. تقریباً در کلیه صفات، رقم هایولا ٤۰۱ در مقایسه با سایر رقم‌ها از برتری نسبی برخوردار بود و رقم RGS کمترین میزان عملکرد و اجزاء عملکرد را داشت. شوری منجر به کاهش معنی‌دار تعداد روزهای تا رسیدگی گردید. بالاترین عملکرد دانه در شوری آب آبیاری ۷ دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد و افزایش شوری بیشتر از این میزان به کاهش این صفت منجر گردید.

منابع

احیایی، م. و ع. اصغرزاد. ۱۳۷۵. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. نشریه فنی شماره ۹۸۳. موسسه تحقیقات خاک و آب کشور، تهران، ایران، ۱۲۸ صفحه.

اختری، آ.، م. همایی و ی. حسینی. ۱۳۹۳. مدل‌سازی پاسخ گیاه به تنش‌های شوری و کمبود ازت خاک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک. جلد ۳، شماره ٤: ۵۰-۳۳.

اخیانی، ا.، ح. رضایی و م. فرومدی. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنش شوری بر عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک کلزای پائیزه در استان سمنان. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد ۲، شماره ۳: ۱۳۸-۱۳۱.

آذری، آ.، س. ع. م. مدرس ثانوی، ح. عسکری، ف. قناتی، ا. م. ناجی و ب. علیزاده. ۱۳۹۱. اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دو گونه کلزا و شلغم روغنی (*Brassica napus* and *B. rapa*). مجله علوم زراعی ایران. جلد ١٤، شماره ۲: ۱۳۵-۱۲۱.

ارزانش، م. ح.، ن. بنی‌عقیل، م. ل. قربانلی و م. شهبازی. ۱۳۹۱. تاثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر پارامترهای رشدی و غلظت عناصر کم-مصرف در دو رقم کلزا تحت تنش شوری. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار. جلد ۲، شماره ۲: ۱۶۳-۱۵۳.

انفراد، ا.، ک. پوستینی، ن. مجنون حسینی، ع. ر. طالعی و ا. ع. خواجه احمد عطاری. ۱۳۸۲. واکنش‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در مرحله رشد رویشی نسبت به تنش شوری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۷، شماره ٤: ۱۱۳-۱۰۳.

بای‌بوردی، ا. و س. ج. طباطبایی. ۱۳۹۱. تأثیرات کاربرد نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم بر سرعت فتوسنتز و محتوی اسیدهای چرب دانه کلزا در شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۲، شماره ۳: ۹۲-۸۳.

بایبوردی، ا.، س. ج. طباطبایی و ع. احمداف. ۱۳۸۹. تأثیر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی، کمیت و کیفیت ارقام پاییزه کلزا. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ٢٤، شماره ۲: ٣٤٦-٣٣٤.

تاری‌نژاد، ع. ر.، ح. قیومی، و. رشیدی، ف. فرحوش و ب. علیزاده. ۱۳۹۱. ارزیابی میزان تحمل‌پذیری ارقام کلزا به تنش شوری. ویژه‌نامه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۲، شماره ٤: ٤٣-۲۹.

تجلی، ط.، ع. ر. باقری و م. حسینی. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد پنج رقم کلزا. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد ۳، شماره ۹: ۹۰-۷۷.

جلالی، و. ر.، م. همایی و س. خ. میرنیا. ۱۳۸۷. مدل‌سازی واکنش کلزا به شوری طی دوره‌های رشد زایشی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۲، شماره ٤٤: ۱۲۱-۱۱۱.

حسینی، ی.، م. همایی، ن. ع. کریمیان و س. سعادت. ۱۳۸۷. اثرات فسفر و شوری بر رشد، غلظت عناصر غذایی و کارایی مصرف آب در کلزا (*Brassica napus* L.). پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد ۸، شماره ٤: ۱۸-۱.

راهنما، ع. ا. ۱۳۹۲. مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و مقاومت نسبی ارقام کلزا در اراضی لب شور خوزستان. نشریه زراعت (پژوهش و سازندگی). جلد ۲۷، شماره ۹۹: ۸۰-۷۰.

راهنما، ع.ا. و م. ا. مکوندی. ۱۳۸۷. بررسی روند تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت اراضی لب شور. فصلنامه دانش کشاورزی ایران (مجله کشاورزی پویا). جلد ۵، شماره ۳: ۳٤۸-۳۳۹.

زمانی، ص. ع.، م. ط. نظامی، د. حبیبی و ا. بایبوردی. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزای پاییزه در شرایط تنش شوری. مجله تنش‌های محیطی در علوم گیاهی. جلد ۱، شماره ۲: ۱۲۱-۱۰۹.

سلطانی، س.، س. ف. موسوی و ب. مصطفی‌زاده‌فرد. ۱۳۸۷. اثر توأم کم‌آبیاری و شوری بر میزان عناصر غذایی و ماده خشک کلزا و پروفیل شوری خاک تحت شرایط گلخانه‌ای. مجله پژوهش آب ایران. جلد ۲، شماره ۳: ۷٦-٦۵.

شمس‌الدین‌سعید، م. و ح. فرح‌بخش. ۱۳۸۷. بررسی صفات کمی و کیفی عملکرد کلزا تحت شرایط تنش شوری و شناسایی بهترین شاخص مقاومت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۲، شماره ٤۳: ۷۸-٦۵.

شهبازی، م.، ع. ر. کیانی و س. رئیسی. ۱۳۹۰. تعیین آستانه تحمل به شوری در دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۳، شماره ۱: ۳۱-۱۸.

مؤمنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). جلد ٢٤، شماره ۳:

۲۱۵-۲۰۳.

یزدانی، ح.، ب. قهرمان، ک. داوری و م. کافی. ۱۳۹۳. اثرات تنش شوری و کم آبیاری بر شاخص کارایی مصرف آب دو رقم کلزا. مجله مهندسی منابع آب. جلد ۷، شماره ۲۳: ۸٤-٦۷.

Ahmadi, S. H., and J. Niazi Ardekani. 2006. The effect of water salinity on growth and physiological stages of eight canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Irr. Sci. 25: 11-20.

Blake, G. R., and K. H. Hartge. 1986a. Bulk density, In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, P. 363-376, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA.

Blake, G. R., and K. H. Hartge. 1986b. Particle density, In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, P. 377-382, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA.

Boltz, D. F., and J. A. Howel. 1978. Colorimetric determination of non-metals. John Wiley and Sons Press, New York, 564 p.

Bybordi, A. 2010. Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Not. Sci. Biol. 2: 81-83.

Chinnusamy, V., A. Jagendorf, and J. K. Zhu. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Sci. 45: 437-448.

Danielson, R. E., and P. L. Sutherland. 1986. Porosity, In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, P. 443-461, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA.

Francois, L. E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86: 233-237.

Gardner, W. H. 1986. Water content, In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, P. 493-544, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA.

Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle size analysis, In: Klute, A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, P. 383-411, Amer. Soc. Agron., Madison, Wisconsin, USA.

Gul, H., and R. Ahmad. 2007. Effect of different sowing dates on the vegetative and reproductive growth of canola (*brassica napus* L.) cultivars under different salinity levels. Pakistan J. Bot. 39: 1161-1172.

Gupta, P. K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios Press, Bikaner, India, 438 p.

Gutierrez Boem, F. H., J. D. Scheiner, and R.S. Lavadi. 1994. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 172: 182-187.

Kumar, G., R. S. Purty, M. P. Sharma, S. L. Singla-Pareek, and A. Pareek. 2009. Physiological responses among *Brassica* species under salinity stress show strong correlation with transcript abundance for SOS pathway-related genes. J. Plant Physio. 166: 507-520.

Porcelli, C. A., F. H. Gutierrez Boem, and R. S. Lavado. 1995. The K/Na and Ca/Na ratios and rapeseed yield, under soil salinity or sodicity. Plant Soil 175: 251-255.

Rameeh, V. 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. J. Soil Sci. Plant Nutr. 12: 851-861.

Rameeh, V., A. Cherati, and F. Abbaszadeh. 2012. Salinity effects on yield, yield components and nutrient ions in rapeseed genotypes. J. Agric. Sci. 57: 19-29.

Shabani, A., A. R. Sepaskhah, and A. A. Kamgar-Haghighi. 2013. Responses of agronomic components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as influenced by deficit irrigation, water salinity and planting method. Int. J. Plant Prod. 7: 313-340.

Shannon, M. C. 1998. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-120.

Skaggs, H. T., M. Th. Van Genuchten, P. J. Shouse, and J. A. Poss. 2006. Macroscopic approaches to root water uptake as a function of water and salinity stress. Agric. Water Manage. 86: 140-149.

Steppuhn, H., and J. P. Raney. 2005. Emergence, height, and yield of canola and barley grown in saline root zones. Can. J. Plant Sci. 85: 815-827.

Walkley, A., and I. A. Black. 1934. An examination of the method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 34: 29-38.

Zhu, J. K. 2001. Plant salt tolerance (review). Trends Plant Sci. 6: 66-71.

Effects of salinity stress on some morphological, physiological traits, yield and yield components of different rapeseed cultivars

K. Kaboosi[1], A. Nodehi[1], A. Faraji[2]

Received: 2015-5-30 Accepted: 2016-5-28

Abstract

Salinity stress is most important factor limiting crops growth and production in worldwide. The aim of this study was to determine the effects of four water salinity levels (1.15, 4, 7 and 10 $dS.m^{-1}$) on some traits of phonology, morphology, yield and yield components of four canola (*Brassica napus* L.) cultivars (Hyola 4815, 308 and 401 and RGS 003) under application of 10 $Ton.ha^{-1}$ vermicompost in 2014-15 in Gorgan region, Iran. The experiment was conducted as factorial arranged in randomized complete blocks design with three replications. The results showed that the all traits, except days to seed emergence and pod length were significantly affected by cultivar. The Hyola 4815 cultivar had the lowest total plant height, height of first pod and branch from ground, stem diameter and seeds per pod with a significant difference with other cultivars. The lowest number of branches and highest days to flowering and maturity and stem diameter were obtained from RGS cultivar with a significant difference with the other cultivars. The Hyola 308 and 4815 cultivars with the highest number of pods per plant were significantly different with Hyola 401 and RGS cultivars. The highest 1000- seed weight was found in Hyola 4815 and 401 with a significant difference with the other cultivars. Hyola 308 and 401 cultivars had the highest seed yield and their differences were significant with RGS cultivar. However, seed yield differences of these three cultivars were not significant with Hyola 4815 cultivar. Salinity significantly decreased the number of days to maturity (2.6 days) and 1000- seed weight. Increased salinity from 1.15 to 7 $dS.m^{-1}$ significantly increased pods per plant (22%) and seed yield (30%), but they decreased when salinity increased to 10 $dS.m^{-1}$, although this reduction was not significant. The results showed that Hyola 401 had a comparative advantage in almost all traits.

Keywords: Cultivar, hayola, vermicompost, water salinity

1- Department of Agriculture, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran
2- Agricultural and Natural Resources Research and Education- Center of Golestan Province