

اثر تنش شوری بر خصوصیات رویشی و عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف کلزا

کامی کابوسی^{*}، محمد شامیاتی^۱

۱. گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثر چهار سطح شوری آب آبیاری (۱/۱۵، ۰/۴ و ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) بر صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، اجزاء عملکرد، عملکرد، روغن و کارایی مصرف آب چهار رقم کلزا (سه رقم هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱ و رقم RGS 003)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد بیشترین تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین و قطر ساقه در رقم RGS م مشاهده گردید. همچنین بیشترین طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در رقم ۴۰۱ و بیشترین تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب دانه در رقم ۳۰۸ مشاهده شد. افزایش شوری از ۱/۱۵ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به افزایش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی (۶ روز) و کاهش معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی (به جز در رقم RGS) منجر شد. شوری موجب کاهش معنی‌دار صفات ارتفاعی بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب دانه گردید ولی تأثیر معنی‌داری بر قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و درصد روغن نداشت. بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم ۳۰۸ در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. با توجه به عدم برهمکنش شوری و رقم بر عمده صفات مورد بررسی، واکنش ارقام مختلف از نظر تحمل به شوری یکسان ارزیابی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روغن، عملکرد، فنولوژی، کارایی مصرف آب، مورفولوژی.

مقدمه

تعداد خورجین‌های بالغ و تعداد دانه است (Tajali et al., 2011). به همین دلیل کاهش عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا تحت شرایط تنش شوری گزارش گردیده است (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008; Zamani et al., 2010; Bybordi, 2010; Shahbazi et al., 2011; Tarinejad et al., 2013). به‌طور کلی اثرات زیان‌بار شوری بر رشد گیاهان از طریق کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک (تنش آبی)، اختلال (بر هم زدن تعادل) تغذیه‌ای، اثرات یون‌های خاص (تنش نمک) و یا ترکیبی از آن‌ها بروز پیدا می‌کند (Ashraf and Harris, 2004). در عین حال نشان داده شده است که اثرات منفی شوری بر کلزا عمدتاً به‌واسطه کاهش پتانسیل اسمزی بوده و روابط یونی از اهمیت کمتری برخوردار است (Schmidt et al., 1993;)

برآوردها نشان می‌دهد که حدود ۲۰٪ از زمین‌های کشاورزی و نزدیک به نیمی از اراضی فاریاب جهان تحت تأثیر شوری می‌باشند (Bybordi and Tabatabaei, 2012; Chinnusamy et al., 2005). وسعت اراضی دارای خاک‌های با درجات مختلف شوری کشور ۵۵/۶ میلیون هکتار معادل ۳۴ درصد مساحت کل کشور تخمین زده شده است که از این میزان ۶/۸ میلیون هکتار در دشت‌های کشاورزی می‌باشد (Moameni, 2011).

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 خصوصاً خورجین‌های جوان می‌شود که نتیجه آن کاهش

بر حسب دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد) به‌صورت تقریبی محاسبه گردید. سپس مقدار دقیق نمک مورد نیاز برای هر سطح شوری با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی به‌صورت سعی و خطا تعیین گردید. بر این اساس، برای تهیه سطوح شوری ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۶۰۸، ۱۲۴۹ و ۱۹۵۳ میلی‌گرم از هر نمک به هر لیتر آب تیمار اضافه شد.

پیش از پر کردن گلدان‌ها، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک اندازه‌گیری شد (جدول ۱) و بر اساس آزمون مواد غذایی، نیازی کودی تعیین گردید. سپس بر اساس ابعاد گلدان (ارتفاع ۳۶ و عرض دهانه ۳۱ سانتی‌متر) و جرم مخصوص ظاهری خاک، مقدار خاک موردنیاز برای پر کردن گلدان‌ها محاسبه گردید و این میزان خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مزرعه تهیه شد. پس از خشک‌کردن خاک در هوای آزاد و عبور از الک دو میلی‌متری، درصد رطوبت خاک به روش وزنی اندازه‌گیری شد. به‌منظور جلوگیری از تجمع نمک و آب در گلدان، پنج سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در کف آن‌ها به‌عنوان زهکش تعبیه گردید و در ته گلدان به ضخامت سه سانتی‌متر ماسه ریخته شد. وزن خاک لازم برای پر کردن گلدان‌ها به ارتفاع ۲۸ سانتی‌متر بر اساس درصد رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک محاسبه گردید. همچنین پنج سانتی‌متر فوقانی گلدان‌ها جهت آبیاری خالی گذاشته شد. جهت جلوگیری از نشست خاک در گلدان و رسیدن به جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پر کردن گلدان به‌صورت تدریجی و در لایه‌های پنج سانتی‌متری همراه با کوبش انجام شد. پس از پر کردن گلدان با یک آبیاری سنگین، ضمن تحکیم و آماده‌سازی بستر کشت بذر، رطوبت مورد نیاز برای کشت فراهم گردید.

در هر گلدان ۱۵ بذر کشت شد و بعد از استقرار بوته‌ها، طی چند مرحله تنک کردن، پنج بوته در هر گلدان باقی ماند (تراکم ۶۶ بوته در مترمربع). کودهای شیمیایی بر اساس توصیه کودی در زمان کشت و در طول فصل به گلدان‌ها داده شد. آبیاری تا مرحله شش برگگی با آب معمولی و پس از آن تا پایان فصل رشد با سطوح شوری مورد نظر به‌صورت هفتگی (بر اساس کاهش وزن گلدان) انجام گردید. مقدار آبیاری برای همه گلدان‌ها یکسان بود.

در طول فصل رشد و پایان آن، صفات فنولوژیکی (تعداد روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی)، مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، ارتفاع تا اولین شاخه فرعی، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی

Porcelli et al., 1995). آستانه کاهش عملکرد ارقام مختلف کلزا در استان گلستان شوری خاک حدود ۷-۵ دسی‌زیمنس بر متر است (Shahbazi et al., 2011). همچنین گزارش شده است که کلزا در اراضی نسبتاً شور گنبد و گرگان با هدایت الکتریکی حدود ۷/۷ دسی‌زیمنس بر متر محصول مناسبی تولید می‌کند (Azimi Gandomani et al., 2012). این در حالی است که آستانه تحمل به شوری دو رقم کلزا (طلایه و استقلال) در استان گلستان شوری خاک ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر (معادل شوری آب آبیاری ۶ دسی‌زیمنس بر متر) به دست آمد (Shahbazi et al., 2011).

یکی از روش‌های مقابله با مشکل شوری، کشت ارقام متحمل است. با توجه به شوری بخش زیادی از اراضی کشاورزی استان گلستان، کمبود منابع آب شیرین و اهمیت کلزا به‌عنوان یک گیاه روغنی از یک‌سو و واکنش متفاوت ارقام مختلف این گیاه به شوری از سوی دیگر، این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش شوری بر فنولوژیکی، مورفولوژیکی و عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف گیاه کلزا انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت کشت پاییزه باهدف بررسی اثر تنش شوری بر ارقام مختلف کلزا به شکل گلدانی و در شرایط نیمه کنترل‌شده 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 گیاه از بارندگی بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل شوری آب آبیاری در چهار سطح ۱/۱۵ (شاهد)، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر و رقم کلزا در چهار سطح رقم‌های هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱ و رقم RGS 003 بود.

به‌منظور شبیه‌سازی بهتر شرایط واقعی منابع آب و خاک شور (Akhtari et al., 2014) در این پژوهش جهت تهیه تیمارهای شوری از ترکیب چهار نمک NaCl ، CaCl_2 ، MgCl_2 و MgSO_4 با نسبت‌های وزنی برابر با آب معمولی استفاده شد. برای این منظور ابتدا مقدار نمک موردنیاز بر اساس رابطه تجربی $\text{TDS}=640 \times \text{EC}$ (که در آن TDS مقدار نمک بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و EC هدایت الکتریکی

یکسان است. نتایج مقایسه میانگین صفات در جدول‌های (۴) تا (۶) و نتایج آزمون همبستگی در جدول (۷) ارائه شده است.

تعداد روز تا گلدهی

نتایج نشان داد که اثر رقم بر تعداد روز تا گلدهی معنی‌دار بود و چهار رقم مورد بررسی در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند به طوری که به ترتیب ارقام RGS (بیشترین)، ۴۰۱، ۳۰۸ و ۴۸۱۵ (کمترین) از نظر این صفت رتبه‌بندی گردیدند. وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا گلدهی گزارش شده است (Rahnama and Makvandi, 2008; Bybordi, 2010; Rahnama, 2013).

شوری در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد روز تا گلدهی تأثیرگذار بود، به طوری که افزایش شوری از ۱/۱۵ به ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب موجب ۳/۲، ۵/۴ و ۶ روز افزایش این صفت گردید. نتایج پژوهش شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011) بر روی دو رقم کلزا نشان داد که با افزایش شوری تعداد روز تا گلدهی حدود ۵ روز کاهش یافت در حالی که مطابق پژوهش فرانکوئیس (Francois, 1994) زمان گلدهی در تیمارهای خیلی شور (بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) بین ۶ تا ۷ روز نسبت به تیمار شاهد به تأخیر افتاد. همچنین افزایش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی توسط بایبوردی (Bybordi, 2010) نیز گزارش گردیده بود.

و طول خورجین)، اجزاء عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی)، درصد روغن، عملکرد روغن، کارایی مصرف آب (WUE: Water Use Efficiency) دانه و روغن (به ترتیب نسبت عملکرد دانه و روغن به حجم آب مصرفی) اندازه‌گیری شد. تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ (IBM, 2010) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD (در سطح احتمال ۵ درصد) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در جدول‌های (۲) و (۳) ارائه شده است. اثر رقم بر صفات فنولوژیکی (به جز روز تا سبز شدن) و مورفولوژیکی، اجزاء عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه) و شاخص برداشت معنی‌دار بود در حالی که شوری فقط تعداد روز تا گلدهی، صفات ارتفاعی (ارتفاع بوته، اولین شاخه فرعی و اولین خورجین از سطح زمین) و تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار داد. برهمکنش شوری و رقم بر تعداد روز تا رسیدگی، طول خورجین و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار بود. عدم برهمکنش شوری و رقم بر عمده صفات مورد بررسی نشان می‌دهد که واکنش ارقام کلزا به سطوح مختلف شوری

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physical and chemical properties of soil.

ویژگی (Properties)	شن (Sand)	سیلت (Silt)	رس (Clay)	بافت خاک (Soil Texture)	درصد اشباع خاک (Soil Saturated Percent)
واحد (Unit)	درصد (%)	درصد (%)	درصد (%)	-	درصد (%)
مقدار (Amount)	24	50	26	Loam	۱
ویژگی (Property)	pH	تخلخل (Porosity)	جرم مخصوص ظاهری (Bulk Density)	جرم مخصوص حقیقی (Particle Density)	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC)
واحد (Unit)	-	درصد (%)	gr.cm ⁻³	gr.cm ⁻³	dS.m ⁻¹
مقدار (Amount)	8.0	45	1.40	2.56	3.1
ویژگی (Property)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	نیتروژن کل (Total N)	درصد مواد خنثی شونده (T.N.V.)	کل کربن آلی (Total Organic Carbon)
واحد (Unit)	ppm	ppm	درصد (%)	درصد (%)	درصد (%)
مقدار (Amount)	8.8	300	0.11	24	1.12

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی کلزا.

Table 2. Analysis of variance of phenological and morphological traits of canola.

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	روز تا سبز شدن Days to Seed Emergence	روز تا گلدهی Days to Flowering	روز تا رسیدگی Days to Maturity	ارتفاع بوته Plant Height	قطر ساقه Stem Diameter
Block	بلوک	2	0 ^{ns}	23.69 ^{ns}	3.58 ^{ns}	204.15 ^{**}	0.09 ^{**}
Cultivar	رقم	3	0.56 ^{ns}	2825.35 ^{**}	83.58 ^{**}	1071.17 ^{**}	0.13 ^{**}
Salinity	شوری	3	0.56 ^{ns}	90.74 [*]	11.02 ^{ns}	84.97 [*]	0.009 ^{ns}
Cultivar×Salinity	رقم × شوری	9	0.296 ^{ns}	29.09 ^{ns}	17.04 ^{**}	21.40 ^{ns}	0.005 ^{ns}
Error	خطا	30	0.2	25.24	4.74	22.52	0.008
CV (%)	ضریب تغییرات (%)	-	7.15	6.44	1.40	6.27	18.39

Table 2. Continued.

جدول ۲. ادامه

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	ارتفاع تا اولین شاخه فرعی Height of the First Secondary Branch	ارتفاع اولین خورجین Height of the First Silique	تعداد شاخه فرعی Secondary Branch No.	طول خورجین Silique Length
Block	بلوک	2	22.11 ^{ns}	86.58 ^{**}	0.22 ^{ns}	0.16 ^{ns}
Cultivar	رقم	3	795.35 ^{**}	777.40 ^{**}	2.55 ^{**}	0.62 ^{**}
Salinity	شوری	3	124.03 ^{**}	57.41 ^{**}	0.43 ^{ns}	0.15 ^{ns}
Cultivar×Salinity	رقم × شوری	9	11.27 ^{ns}	9.21 ^{ns}	0.25 ^{ns}	0.21 [*]
Error	خطا	30	20.30	9.24	0.28	0.09
CV (%)	ضریب تغییرات (%)	-	12.08	6.37	19.89	5.17

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد

ns, *, ** non-significant and significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

تعداد روز تا رسیدگی

(جدول ۷) نشان داد که به دلیل همبستگی مثبت معنی‌دار این صفت با تعداد روز تا گلدهی ($r=0.58^{**}$)، اختلاف ارقام مختلف از نظر این دو صفت از الگوی مشابهی تبعیت نمود. برهمکنش رقم و شوری بر تعداد روز تا رسیدگی معنی‌دار بود که با نتایج بایبوردی (Bybordi, 2010) و راهنما (Rahnema, 2013) همخوانی دارد. این موضوع نشان می‌دهد که واکنش ارقام کلزا به سطوح مختلف شوری از نظر این صفت متفاوت است. بر این اساس در حالی که افزایش شوری

اثرات رقم در سطح یک درصد بر تعداد روز تا رسیدگی معنی‌دار بود به طوری که رسیدگی فیزیولوژیکی ارقام RGS و ۴۰۱ به طور میانگین ۴/۵ روز دیرتر از ارقام ۴۸۱۵ و ۳۰۸ بود. وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا رسیدگی توسط راهنما و مکوندی (Rahnema and Makvandi, 2008)، بایبوردی (Bybordi, 2010) و راهنما (Rahnema, 2013) نیز گزارش شد. نتایج تحلیل همبستگی

در ارقام مختلف هایولا (۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱) منجر به کاهش تعداد روز تا رسیدگی گردید، در رقم RGS موجب افزایش این صفت شد (جدول ۶). همچنین کاهش معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی در اثر شوری توسط شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011) و تارینژاد و همکاران (Tarinejad et al., 2013) نیز گزارش شده است. همچنین میزان کاهش تعداد روز تا رسیدگی تحت تأثیر شوری در ارقام هایولا ۴۸۱۵ و ۴۰۱ بسیار بیشتر از رقم هایولا ۳۰۸ بود.

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات عملکردی و کیفی کلزا.

Table 3. Analysis of variance of yield and quality traits of canola.

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد خورجین در بوته Silique No. per Plant	تعداد دانه در خورجین Seed No. per Silique	وزن هزار دانه 1000 Seed Weight	عملکرد دانه Seed Yield	عملکرد بیولوژیکی Biological Yield
Block	بلوک	2	66.88 ^{ns}	0.68 ^{ns}	0.793 [*]	432220 [*]	3612062 [*]
Cultivar	رقم	3	462.07 ^{**}	31.89 ^{**}	0.838 [*]	155596 ^{ns}	452110 ^{ns}
Salinity	شوری	3	27.77 ^{ns}	15.17 [*]	0.313 ^{ns}	47163 ^{ns}	93845 ^{ns}
Cultivar×Salinity	رقم × شوری	9	56.84 ^{ns}	9.58 ^{ns}	0.352 ^{ns}	111026 ^{ns}	691900 ^{ns}
Error	خطا	30	74.54	5.27	0.226	92253	763642
CV (%)	ضریب تغییرات (%)	-	24.69	13.73	13.09	22.35	24.25

Table 3. Continued.

جدول ۳. ادامه

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	شاخص برداشت Harvest Index	درصد روغن [†] Oil Percent	عملکرد روغن Oil Yield	کارایی مصرف آب دانه Seed WUE	کارایی مصرف آب روغن Oil WUE
Block	بلوک	2	0.09 ^{ns}	-	72468 [*]	0.080 [*]	0.013 [*]
Cultivar	رقم	3	62.73 ^{**}	9.45 ^{ns}	15988 ^{ns}	0.029 ^{ns}	0.003 ^{ns}
Salinity	شوری	3	30.56 ^{ns}	4.48 ^{ns}	15852 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.003 ^{ns}
Cultivar×Salinity	رقم × شوری	9	17.93 ^{ns}	-	37786 [*]	0.021 ^{ns}	0.007 [*]
Error	خطا	30	13.20	-	16978	0.017	0.003
CV (%)	ضریب تغییرات (%)	-	9.56	-	22.91	22.26	22.32

[†] برای اندازه‌گیری صفت درصد روغن از ترکیب سه تکرار هر تیمار یک نمونه تهیه گردید (مجموعاً ۱۶ نمونه) و تجزیه به صورت طرح کاملاً تصادفی به ازای هر فاکتور به صورت جداگانه انجام شد.

One sample was prepared from a combination of three replications for each treatment (total of 16 samples) and the analysis was done in a completely randomized design for each factor separately.

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی‌داری و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد.

^{ns}، *، ** non-significant and significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

ارتفاع بوته، اولین شاخه فرعی و اولین خورجین

نتایج نشان داد که اثر رقم بر صفات ارتفاع بوته، اولین شاخه فرعی و اولین خورجین از سطح زمین معنی‌دار بود. اختلاف بین همه ارقام مورد بررسی از نظر این صفات معنی‌دار بود به طوری که رقم RGS بیشترین مقدار این صفات را داشت و به دنبال آن ارقام ۴۰۱، ۳۰۸ و ۴۸۱۵ قرار گرفتند. راهنما و مکنونی (Rahnama and Makvandi, 2008)، بایوردی (Bybordi, 2010)، زمانی و همکاران (Zamani et al., 2010)، شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011)، رمیه و همکاران (Rameeh et al., 2012)، راهنما (Rahnama, 2013) و نادری زرنقی و تورچی (Naderi, 2015) نیز اختلاف ارتفاع بوته بین ارقام مختلف کلزا را معنی‌دار گزارش کردند. همچنین برتری معنی‌دار رقم RGS نسبت به رقم هایولا ۴۰۱ از نظر ارتفاع بوته گزارش شده بود (Yazdani et al., 2016) که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

اثر شوری بر صفات ارتفاع بوته، اولین شاخه فرعی و اولین خورجین از سطح زمین معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که افزایش شوری از ۷ به ۱۰ دسی-زیمنس بر متر منجر به کاهش صفات ارتفاعی بوته گردید که با نتایج پژوهش یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2016) که کاهش ارتفاع بوته کلزا را در شوری بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده کردند همخوانی نزدیکی دارد. کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش شوری توسط حسینی و همکاران (Hoseini et al., 2009)، زمانی و همکاران (Zamani et al., 2010)، بایوردی (Bybordi, 2010)، شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011)، رمیه و همکاران (Rameeh et al., 2012)، راهنما (Rahnama, 2013) و کاظمینی و همکاران (Kazemini et al., 2016) نیز گزارش شد. نتایج تحلیل همبستگی نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین ارتفاع اولین شاخه فرعی و ارتفاع بوته ($r=0/77^{**}$) و همچنین بین ارتفاع اولین خورجین با صفات ارتفاع بوته ($r=0/94^{**}$) و ارتفاع اولین شاخه فرعی ($r=0/83^{**}$) وجود دارد و به همین دلیل تغییرات این صفات در ارقام و سطوح شوری مختلف از روند مشابهی تبعیت می‌کند.

تعداد شاخه فرعی

اثر رقم در سطح یک درصد بر صفت تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود که با نتایج تارینژاد و همکاران (Tarinejad et al., 2013) همخوانی دارد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، تعداد شاخه فرعی ارقام RGS و ۴۰۱ (با متوسط ۲/۲۵ عدد) با اختلاف ۰/۷۹ عدد در هر بوته به طور معنی‌داری کمتر از دو رقم دیگر (با متوسط ۳/۰۴ عدد) بود. وجود همبستگی منفی معنی‌دار بین تعداد شاخه فرعی با تعداد روز تا گلدهی ($r=-0/51^{**}$) نشان می‌دهد که کوتاه شدن دوره رشد رویشی منجر به کاهش تعداد شاخه فرعی می‌گردد و به همین دلیل روند تغییر این صفات در ارقام مختلف کاملاً برعکس یکدیگر بود. همچنین شوری موجب تغییر معنی‌دار صفت تعداد شاخه فرعی نگردید که با نتایج تارینژاد و همکاران (Tarinejad et al., 2013) مطابقت دارد.

قطر ساقه

قطر ساقه تحت تأثیر رقم قرار گرفت ولی شوری موجب تغییر معنی‌دار آن نشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام RGS و ۴۸۱۵ با ۰/۶۲۹ و ۰/۳۸۱ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین و کمترین قطر ساقه را دارا بودند. برخلاف تصور، همبستگی بین قطر ساقه و صفات ارتفاعی بوته شامل ارتفاع بوته ($r=0/78^{**}$)، ارتفاع اولین شاخه فرعی ($r=0/52^{**}$) و ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین ($r=0/69^{**}$) مثبت بود.

طول خورجین

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ساده رقم و برهمکنش رقم و شوری بر طول خورجین معنی‌دار بود در حالی که اثر شوری بر این صفت معنی‌دار نبود. برهمکنش رقم و شوری بر طول خورجین توسط شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008) گزارش شده بود. نتایج جدول (۶) نشان داد که رقم ۴۰۱ و RGS به ترتیب در شوری ۴ و ۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۶/۴ سانتی‌متر بیشترین طول خورجین را دارا بودند و این تیمارها نسبت به همه سطوح شوری در رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و ۳۰۸ و همچنین نسبت به سایر سطوح شوری در رقم RGS از برتری معنی‌داری برخوردار بود.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی کلزا.

Table 4. Mean comparison of phenological and morphological traits of canola.

عامل	سطح	روز تا سبز شدن	روز تا گلدهی	ارتفاع بوته	ارتفاع تا اولین شاخه فرعی	ارتفاع اولین خورجین	قطر ساقه	تعداد شاخه فرعی
Factor	Level	Days to Seed Emergence	Days to Flowering	Plant Height (cm)	Height of the First Secondary Branch (cm)	Height of the First Silique (cm)	Stem Diameter (cm)	Secondary Branch No.
رقم (Cultivar)	H. 4815	6.25 a	63.25 d	63.17 c	27.29 d	36.90 d	0.381 c	3.00 a
	H. 308	6.25 a	68.92 c	75.38 b	34.40 c	47.29 c	0.459 b	3.08 a
	H. 401	6.17 a	82.42 b	78.38 b	41.88 b	50.57 b	0.477 b	2.19 b
	RGS 003	6.33 a	97.67 a	85.87 a	45.63 a	56.02 a	0.629 a	2.31 b
شوری (Salinity) (dS.m ⁻¹)	1.15	6.333 a	74.00 b	74.56 ab	34.79 b	45.90 c	0.517 a	2.56 a
	4	6.25 a	78.83 a	77.23 a	37.08 b	48.44 ab	0.481 a	2.63 a
	7	6.25 a	79.42 a	78.46 a	41.90 a	50.46 a	0.494 a	2.48 a
	10	6.17 a	80.00 a	72.54 b	35.42 b	45.98 bc	0.453 a	2.92 a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different.

تعداد خورجین در بوته

بر اساس جدول (۴)، رقم ۳۰۸ با ۴۱/۷۳ عدد بیشترین تعداد خورجین در بوته را دارا بود و اختلاف معنی‌داری با دو رقم ۴۰۱ و ۴۸۱۵ داشت ولی تفاوت آن با رقم RGS معنی‌داری نبود. راهنما و مکوندی (Rahnama and Makvandi, 2008)، شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin, 2008)، شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin, 2008)، بایوردی (Bybordi, 2010)، (Saied and Farahbakhsh, 2008)، شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011)، تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011)، رمیه و همکاران (Rameeh et al., 2012)، تازی‌نژاد و همکاران (Tajinejad et al., 2013) و راهنما (Rahnama, 2013) نیز اختلاف ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد خورجین در بوته را معنی‌دار گزارش کردند. شوری موجب کاهش تعداد خورجین در بوته شد اما این کاهش معنی‌دار نبود در حالی که کاهش این صفت در اثر شوری گزارش شده بود (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008; Shahbazi et al., 2011; Tajali et al., 2011; Rahnama, 2013).

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر رقم قرار گرفت به طوری که

بین رقم‌های هایولا ۴۰۱ (بیشترین) و ۴۸۱۵ (کمترین) به میزان ۳/۷۶ دانه در خورجین تفاوت وجود داشت. وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام مختلف کلزا از نظر تعداد دانه در خورجین توسط راهنما و مکوندی (Rahnama and Makvandi, 2008)، شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008)، بایوردی (Bybordi, 2010)، زمانی و همکاران (Zamani et al., 2010)، تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011) و راهنما (Rahnama, 2013) نیز گزارش گردیده بود. بر اساس جدول (۷)، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول خورجین و تعداد دانه در خورجین ($r=0.60^{***}$) مشاهده می‌گردد که با نتایج شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008) و جباری و همکاران (Jabbari et al., 2015) همخوانی دارد. این همبستگی اختلاف بین ارقام مختلف از نظر صفت تعداد دانه در خورجین را به تفاوت آن‌ها از نظر طول خورجین مرتبط می‌نماید.

شوری موجب کاهش معنی‌دار تعداد دانه در خورجین شد که با نتایج فرانکوئیس (Francois, 1994)، شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008)، بایوردی (Bybordi, 2010)،

زمانی و همکاران (Zamani et al., 2010)، شهبازی و همکاران (Shahbazi et al., 2011)، تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011) و راهنما (Rahnama, 2013) مطابقت دارد. هنگامی که تنش‌های محیطی شدید باشد، رقابت برای مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد که به واسطه سقط‌جین منجر به تلفات دانه در خورجین می‌گردد (Francois, 1994). با توجه به تأثیر منفی شوری بر طول خورجین و همبستگی طول خورجین با تعداد دانه در خورجین، لذا می‌توان انتظار داشت که تعداد دانه در خورجین در اثر شوری کاهش یابد.

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی کلزا.

Table 5. Mean comparison of quantitative and qualitative traits of canola.

عامل Factor	سطح Level	تعداد خورجین در بوته Silique No. per Plant	تعداد دانه در خورجین Seed No. per Silique	وزن هزار دانه 1000 Seed Weight (gr)	عملکرد دانه Seed Yield (Kg/ha)
رقم (Cultivar)	H. 4815	34.31 b	14.91 c	3.668 ab	1316.5 b
	H. 308	41.73 a	17.30 ab	3.279 b	1528.4 a
	H. 401	26.88 c	18.67 a	3.919 a	1287.2 b
	RGS 003	36.94 ab	16.00 bc	3.662 ab	1302.0 b
شوری (Salinity) (dS.m ⁻¹)	1.15	35.19 a	18.36 a	3.393 a	1448.9 a
	4	35.21 a	16.47 ab	3.687 a	1347.3 ab
	7	36.56 a	15.84 b	3.744 a	1305.3 b
	10	32.90 a	16.20 b	3.705 a	1332.6 ab

Table 5. Continued.

جدول ۵. ادامه

عامل Factor	سطح Level	عملکرد بیولوژیکی Biological Yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest Index (%)	درصد روغن Oil Percent (%)	کارایی مصرف آب دانه Seed WUE (Kg/m ³)
رقم (Cultivar)	H. 4815	3418.8 b	39.62 a	42.58 a	0.568 b
	H. 308	3822.1 a	39.95 a	40.08 a	0.659 a
	H. 401	3462.4 b	37.30 ab	40.99 a	0.555 b
	RGS 003	3709.4 a	35.04 b	43.49 a	0.561 b
شوری (Salinity) (dS.m ⁻¹)	1.15	3702.5 a	40.22 a	42.16 a	0.625 a
	4	3516.0 b	37.94 ab	42.98 a	0.581 ab
	7	3542.7 b	37.18 b	40.47 a	0.563 b
	10	3651.4 ab	36.57 b	41.52 a	0.574 ab

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different.

وزن هزار دانه

اثر رقم بر وزن هزار دانه معنی دار بود به طوری که ارقام هایولا ۴۰۱ و ۳۰۸ به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار این صفت را داشتند ولی اختلاف آن‌ها با دو رقم دیگر معنی دار نبود. وجود تفاوت معنی دار بین ارقام مختلف کلزا از نظر وزن هزار دانه توسط راهنما و مکوندی (Rahnama and Makvandi, 2008)، شمس‌الدین سعید و فرحبخش (Shamseddin, 2008)، زمانی و همکاران (Saied and Farahbakhsh, 2008)، شهبازی و همکاران (Zamani et al., 2010)، تجلی و همکاران (Tajali et al., 2011)، راهنما (Rahnama, 2013) و نادری زرنقی و تورچی (Naderi Zarnaghi and Toorchi, 2015) نیز گزارش شده بود. نتایج تحلیل همبستگی (جدول ۷) نشان داد که همبستگی منفی معنی داری بین وزن هزار دانه با تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین (هر دو $r = -0.42^{**}$) وجود دارد. همبستگی منفی معنی دار بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین توسط جباری و همکاران (Jabbari et al., 2015) نیز گزارش شده بود. این موضوع تفاوت بین ارقام مختلف این آزمایش از نظر وزن هزار دانه را توجیه می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که شوری موجب کاهش وزن هزار دانه نگردید که با نتایج پژوهش فرانکوئیس (Francois, 1994) مطابقت دارد.

عملکرد و کارایی مصرف آب دانه

بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) اختلاف معنی داری بین ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد و کارایی مصرف آب دانه وجود داشت به طوری که بیشترین میزان این صفات در رقم ۳۰۸ به ترتیب با ۱۵۲۸ کیلوگرم بر هکتار و ۰/۶۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب مشاهده گردید. عملکرد دانه تحت تأثیر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه می‌باشد. بر اساس جدول (۷)، در این آزمایش عملکرد دانه همبستگی مثبت معنی داری با صفات تعداد خورجین در بوته ($r = 0.62^{**}$) و تعداد شاخه فرعی ($r = 0.43^{**}$) داشت و همبستگی آن با دو عامل دیگر اجزاء عملکرد (تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه) معنی دار نبود که با نتایج جباری و همکاران (Jabbari et al., 2015) مطابقت دارد. همبستگی مثبت معنی دار عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته توسط فاضلی کاخکی و همکاران (Fazeli

Kakhki et al., 2015) نیز گزارش شده است. با توجه به همبستگی مثبت معنی دار عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته و تعداد شاخه فرعی از یک سو و برتری قابل توجه رقم ۳۰۸ نسبت به سایر ارقام از نظر این صفات از سوی دیگر، اختلاف معنی دار عملکرد و کارایی مصرف آب دانه رقم ۳۰۸ را می‌توان به توانایی این رقم در ایجاد تعداد خورجین در بوته و تعداد شاخه فرعی بیشتر نسبت به سایر ارقام مربوط دانست. پژوهشگران متعددی تفاوت معنی دار ارقام کلزا از نظر عملکرد دانه (Francois, 1994; Rahnama and Makvandi, 2008; Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008; Vafabakhsh et al., 2009; Bybordi, 2010; Baibordi et al. 2010; Zamani et al., 2010; Shahbazi et al., 2011; Tajali et al., 2011; Rameeh et al., 2012; Rahnama, 2013; Tarinejad et al., 2013; Naderi Zarnaghi and Toorchi, 2015) و کارایی مصرف آب دانه (Vafabakhsh et al., 2009; Yazdani et al., 2015) را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. میزان عملکرد کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد (Faraji and Soltani, 2014; Rabiei and Rahimi, 2014). عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند و عکس‌العمل ارقام مختلف کلزا نسبت به این عوامل متفاوت است (Faraji and Soltani, 2007).

آخوندی و همکاران (Akhoundi et al., 2009) تفاوت ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد دانه و شاخص برداشت را به عوامل ژنتیکی و سازگاری با شرایط آب و هوایی نسبت دادند. تفاوت در سازگاری فیزیولوژیکی ارقام مختلف و تطبیق مراحل رشدی با شرایط آب و هوایی علت تفاوت عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا اعلام شده است (Khatamain et al., 2011). بنابراین، تفاوت بین ارقام مورد بررسی را می‌توان به عکس‌العمل آن‌ها نسبت به شرایط آب و هوایی و تفاوت ژنتیکی آن‌ها مربوط دانست.

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که بین سطوح مختلف شوری از نظر صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه اختلاف معنی داری وجود دارد به طوری که بیشترین میزان این صفات در سطح شوری ۱/۱۵ (تیمار شاهد) به میزان به ترتیب ۱۴۴۹ کیلوگرم بر هکتار و ۰/۶۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد و افزایش شوری منجر به کاهش معنی دار این صفات گردید.

جدول ۶. مقایسه میانگین برهمکنش رقم و شوری بر صفات مختلف کلزا.

Table 6. Mean comparison of interaction effects of cultivar and salinity on different traits of canola.

رقم Cultivar	شوری Salinity (dS.m ⁻¹)	روز تا رسیدگی Days to Maturity	طول خورجین Silique Length (cm)	عملکرد روغن Oil Yield (Kg/ha)	کارایی مصرف آب روغن Oil WUE (Kg/m ³)
H. 4815	1.15	154.67 bc	5.82 bcd	525.6 bc	0.227 bc
	4	151.33 cd	5.54 de	458.94 c	0.198 c
	7	151.33 cd	5.31 e	642.02 abc	0.277 abc
	10	149.96 d	5.61 de	621.29 abc	0.268 abc
H. 308	1.15	153.67 bc	5.65 de	568.60 bc	0.245 bc
	4	154.01 bc	5.77 cde	815.55 a	0.352 a
	7	153.00 cd	5.58 de	537.65 bc	0.232 bc
	10	152.33 cd	5.84 bcd	545.18 bc	0.235 bc
H. 401	1.15	159.04 a	5.96 bcd	654.83 abc	0.282 abc
	4	158.97 a	6.49 a	528.34 bc	0.228 bc
	7	156.67 ab	5.78 bcde	466.45 c	0.201 c
	10	153.67 bc	6.18 abc	463.04 c	0.200 c
RGS 003	1.15	152.33 cd	6.28 ab	699.60 ab	0.302 ab
	4	159.33 a	5.60 de	524.43 bc	0.226 bc
	7	157.67 ab	5.96 bcd	465.27 c	0.201 c
	10	158.33 a	5.57 de	584.14 bc	0.252 bc

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different.

طریق جریان تعرق به اندام‌های هوایی منتقل می‌شود. افزایش این هورمون در اندام‌های هوایی باعث کاهش هدایت روزنه‌ها و به تبع آن کاهش تعرق می‌شود. در نهایت به دلیل کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن میزان فتوسنتز و رشد و در نتیجه عملکرد دچار اختلال می‌شود (Ashraf, 2001).

عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر رقم بر عملکرد بیولوژیکی معنی‌دار نبود ولی شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار داد. بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، بیشترین عملکرد بیولوژیکی در رقم‌های هایولا ۳۰۸ و RGS به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با دو رقم دیگر داشت. با این حال، علی‌رغم بالا بودن عملکرد بیولوژیکی این دو رقم، با توجه به اینکه رقم هایولا ۳۰۸ از بیشترین عملکرد دانه بین ارقام مورد بررسی برخوردار بود، افزایش عملکرد بیولوژیکی منجر به کاهش شدید شاخص برداشت این

پژوهشگران متعددی اثر منفی معنی‌دار شوری بر عملکرد دانه (Francois, 1994; Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008; Hoseini et al., 2009; Bybordi, 2010; Baibordi et al., 2010; Zamani et al., 2010; Tajali et al., 2011; Rahnama, 2013; Yazdani et al., 2016) و کارایی مصرف آب دانه (Hoseini et al., 2009; Shahbazi et al., 2011; Yazdani et al., 2015) را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. شوری با کاهش طول دوره رشد، افزایش رقابت درون گیاهی، عقیم شدن گل‌ها و ریزش خورجین موجب کاهش عملکرد دانه کلزا می‌گردد (Gutierrez Boem et al., 1994; Kumar, 1995).

تنش شوری در گیاهان مختلف باعث سمیت یونی و عدم توازن مواد غذایی می‌شود (Hoseini et al., 2009). وقتی گیاه در معرض شوری قرار می‌گیرد، در اثر کاهش پتانسیل اسمزی دچار نوعی خشکی فیزیولوژیکی می‌شود. در این شرایط ریشه مقدار اسید آبسازیک را افزایش می‌دهد که از

سعید و فرح‌بخش (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008)، عظیمی گندمانی و همکاران (Azimi Gandomani et al., 2012) و راهنما (Rahnema, 2013) گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. اثر شوری بر درصد روغن کلزا در پژوهش‌های مختلف متفاوت و متضاد گزارش شده است. برای مثال، درحالی که بعضی پژوهش‌ها اثر شوری را بر این صفت معنی‌دار گزارش نکردند (Francois, 1994; Shahbazi et al., 2011; Tarinejad et al., 2013)، برخی دیگر از پژوهش‌ها کاهش معنی‌دار آن را گزارش کردند (Shamseddin Saied and Farahbakhsh, 2008; Baibordi et al., 2010; Rahnema, 2013). بر اساس نتایج (جدول ۶)، اثر شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن ارقام مختلف متفاوت بود و این صفات از الگوی خاصی پیروی نکرد. باین حال می‌توان گفت در سطوح شوری کم (۱/۱۵ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر) رقم هایولا ۴۸۱۵ و در سطوح شوری زیاد (۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) رقم هایولا ۴۰۱ کمترین عملکرد و کارایی مصرف آب روغن را داشتند. بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم ۳۰۸ در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد که به دلیل همبستگی بسیار زیاد این صفات با عملکرد دانه (هر دو $r=0/97^{**}$)، برتری معنی‌دار رقم ۳۰۸ نسبت به سایر ارقام از نظر عملکرد دانه و همچنین عدم اثر معنی‌دار شوری و رقم بر این صفات می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین شاخه فرعی، ارتفاع اولین خورجین از سطح زمین و قطر ساقه مربوط به رقم RGS بود. درعین حال کمترین تعداد شاخه فرعی در رقم‌های RGS و هایولا ۴۰۱ مشاهده گردید. بیشترین طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در رقم ۴۰۱ و بیشترین تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت و کارایی مصرف آب دانه در رقم ۳۰۸ مشاهده گردید. در مجموع در بین رقم‌های مورد بررسی می‌توان رقم هایولا ۳۰۸ را به‌عنوان رقم برتر پیشنهاد نمود. بر اساس نتایج، افزایش شوری به افزایش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی منجر گردید درحالی که در همه رقم‌ها به‌جز رقم RGS، کاهش معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی را به دنبال داشت. شوری موجب کاهش معنی‌دار صفات ارتفاعی بوته،

رقم نگردید درحالی که شاخص برداشت رقم RGS کاهش یافت به‌طوری که اختلاف این رقم با سایر ارقام (به‌جز هایولا ۴۰۱) معنی‌دار بود. نتایج تحلیل همبستگی (جدول ۷) نشان داد که عملکرد بیولوژیکی همبستگی مثبت معنی‌داری با صفات عملکرد دانه ($r=0/93^{**}$)، تعداد خورجین در بوته ($r=0/55^{**}$) و تعداد شاخه فرعی ($r=0/39^{**}$) داشت. فاضلی‌کاخکی و همکاران (Fazeli Kakhki et al., 2015) همبستگی بین عملکرد بیولوژیکی با صفات عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته را معنی‌دار گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. با توجه به همبستگی عملکرد بیولوژیکی با این صفات و نظر به برتری قابل‌توجه رقم ۳۰۸ نسبت به سایر ارقام از نظر این صفات، برتری این رقم از نظر عملکرد بیولوژیکی را می‌توان انتظار داشت. وجود تفاوت معنی‌دار بین ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد بیولوژیکی توسط پژوهشگران متعددی گزارش شده بود (Baibordi et al., 2010; Tarinejad et al., 2013; Naderi Zarnaghi and Toorchi, 2015).

بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) بین سطوح مختلف شوری از نظر عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود داشت به‌طوری که بیشترین میزان این صفات در سطح شوری ۱/۱۵ (تیمار شاهد) به ترتیب ۳۷۰۳ کیلوگرم بر هکتار و ۴۰/۲۲ درصد بود و افزایش شوری به کاهش آن‌ها منجر شد. پژوهشگران متعددی اثر منفی معنی‌دار شوری بر عملکرد بیولوژیکی (Hoseini et al., 2009; Azimi Gandomani et al., 2012; Tarinejad et al., 2013; Kazemeini et al., 2016) و شاخص برداشت (Yazdani et al., 2016) را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تنش شوری در کلزا موجب کاهش تعداد و سطح برگ می‌گردد که در پی آن جذب نور کاهش یافته و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه و نهایتاً عملکرد را کاهش می‌دهد (Azimi Gandomani et al., 2012).

درصد، عملکرد و کارایی مصرف آب روغن

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثرات ساده رقم و شوری بر صفات درصد، عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار نبود ولی برهمکنش رقم و شوری بر صفات عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار گردید. برهمکنش معنی‌دار رقم و شوری بر عملکرد روغن کلزا توسط شمس‌الدین

دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌دار کارایی مصرف آب دانه و روغن به میزان به ترتیب ۵۰ و ۲۵ گرم بر مترمکعب گردید.

تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، عملکرد روغن و کارایی مصرف آب دانه و روغن گردید. افزایش شوری از ۱/۱۵ (تیمار شاهد) به ۱۰

منابع

- Akhoundi, N., Roshdi, M., Hasanzadeh Ghourttapeh, A.A., Ranji, H., 2009. Study of yield and its components in rapeseed genotypes in Miandoab areas of Azerbaijan. *Journal of Research in Crop Science*. 1(4), 25-38. [In Persian with English Summary].
- Akhtari, A., Homae, M., Hoseini, Y., 2014. Modeling plant response to salinity and soil nitrogen deficiency. *Journal of Water and Soil Resources Conservation*. 3(4), 33-50. [In Persian with English Summary].
- Ashraf, M., 2001. Relationships between growth and gas exchange characteristics in some salt tolerant amphidiploids *Brassica* species in relation to their diploid parents. *Environmental and Experimental Botany*. 45, 155-163.
- Ashraf, M., Harris, P.J.C., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*. 166, 3-16.
- Azimi Gandomani, M., Dehdari, A., Faraji, H., Movahhedi Dehnavi, M., Alinaghizadeh, M., 2012. Effects of salinity on some quantitative and qualitative characteristics of spring Rapeseed cultivars. *Electronical Journal of Crop Production*. 5(1), 53-70. [In Persian with English Summary].
- Baibordi, A., Seidtabtabai, S.J., Ahmadof, A., 2010. NaCl salinity effect on qualitative, quantitative and physiological attributes of winter canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Journal of Water and Soil*. 24(2), 334-346. [In Persian with English Summary].
- Bybordi, A., 2010. Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. *Notulae Scientia Biologicae*. 2(1), 81-83.
- Bybordi, A., Tabatabaei, S., 2012. Effect of different ratios of ammonium nitrate on photosynthesis and fatty acid composition in canola (*Brassica napus* L.) under saline conditions. *Journal of Crop Production and Processing*. 2(3), 83-92. [In Persian with English Summary].
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A., Zhu, J.K., 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science*. 45, 437-448.
- Faraji, A., Soltani, A., 2007. Evaluation of yield and yield components of canola spring genotypes in two years with different climate conditions. *Seed and Plant*. 23(2), 191-202. [In Persian with English Summary].
- Fazeli Kakhki, S.F., Goldani, M., Kamal, M., 2015. Investigation of mitigated effects of K⁺ on some physiological traits, yield and yield components in canola plant (*Brassica napus* L. var. Hyola 330) under salinity stress (NaCl). *Plant Production Technology*. 6(2), 17-32. [In Persian with English Summary].
- Francois, L.E., 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. *Agronomy Journal*. 86(2), 233-237.
- Gutierrez Boem, E.H., Scheiner, J.D., Lavado, R.S., 1994. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rape seed (*Brassica napus* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*. 43(3), 182-187.
- Hoseini, Y., Homae, M., Karimian, N.A., Saadat, S., 2009. The effects of phosphorus and salinity on growth, nutrient concentrations and water use efficiency in canola (*Brassica napus* L.). *Agricultural Research*. 8(4), 1-18. [In Persian with English Summary].
- IBM Corp. Released, 2010. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 19.0. Armonk, New York, IBM Corp.
- Jabbari, H., Akbari, Gh.A., Khosh Kholgh Sima, N.A., Shirani Rad, A.H., Alahdadi, I., Tajodini, F., 2015. Study of agronomical, physiological and qualitative characteristics of canola (*Brassica napus*) under water stress. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 8(1), 35-49. [In Persian with English Summary].
- Kazemeini, S.A., Alborzei Hagighi, M.H., Pirasteh-Anosheh, H., 2016. Evaluating

- salinity tolerance at different growth stages in rapeseed (*Brassica napus*) cv. Talaye. Environmental Stresses in Crop Sciences. 9(2), 185-193. [In Persian with English Summary].
- Khatamain, O.S., Modares Sanavy, S.A.M., Ghanati, F., Mostavafi, M., 2011. Evaluation of yield, its components and some morphological traits of sixteen rapeseed oil cultivars in arak region. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science. 21(3), 147-161. [In Persian with English Summary].
- Kumar, D., 1995. Salt tolerance in oilseed Brassica- present status and future prospects. Plant Breeding Abstract. 65(10), 1939-1447.
- Moameni, A., 2011. Geographical distribution and salinity levels of soil resources of IRAN. Iranian Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences). 24(3), 203-215. [In Persian with English Summary].
- Naderi Zarnaghi, R., Toorchi, M., 2015. Classification of spring rapeseed genotypes by morphological and physiological traits related to salt tolerance. Environmental Stresses in Crop Sciences. 7(2), 233-244. [In Persian with English Summary].
- Porcelli, C.A., Gutierrez Boem, F.H., Lavado, R.S., 1995. The K/Na and Ca/Na ratios and rapeseed yield, under soil salinity or sodicity. Plant and Soil. 175, 251-255.
- Rabiei, M., Rahimi, M., 2014. Selection of the best rapeseed genotypes as second crop in paddy fields of Guilan. Electronic Journal of Crop Production. 7(1), 201-213. [In Persian with English Summary].
- Rahnama, A., 2013. Comparison the yield and yield component of canola varieties and relative resistance in south salinity soil of Khouzestan province. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi). 99, 70-80. [In Persian with English Summary].
- Rahnama, A.A., Makvandi, M.A., 2008. Changes in yield and yield components of canola cultivars (*Brassica napus* L.) in different planting rate in salty soils. Iranian Journal of Dynamic Agriculture. 5(3), 339-348. [In Persian with English Summary].
- Rameeh, V., Cherati, A., Abbaszadeh, F., 2012. Salinity effects on yield, yield components and nutrient ions in Rapeseed genotypes. Journal of Agricultural Sciences. 57(1), 19-29.
- Schmidt, C., He, H., Cramer, G.R., 1993. Supplemental calcium does not improve growth of salt- stressed Brassicas. Plant and Soil. 155, 415-418.
- Shahbazi, M., Kiani, A.R., Raeisi, S., 2011. Determination of salinity tolerance threshold in two Rapeseeds (*Brassica napus* L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(1), 18-31. (In Persian)
- Shamseddin Saied, M., Farahbakhsh, H., 2008. Investigation of quantitative and qualitative parameters of canola under salty conditions for determining the best tolerance index. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 12(43), 65-78. [In Persian with English Summary].
- Tajali, T., Bagheri, A.R., Hosseini, M., 2011. Effect of salinity on yield and yield components of five canola cultivar. Journal of Plant Ecophysiology. 3, 77-90. [In Persian with English Summary].
- Tarinejad, A., Gayomi, H., Rashidi, V., Farahvash, F., Alizade, B. 2013. Evaluation of tolerance rate of canola cultivar to salinity stress. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science. 22(4.1), 29-43. [In Persian with English Summary].
- Vafabakhsh, J., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Azizi, M., 2009. Effects of water deficit on water use efficiency and yield of Canola cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Iranian Field Crop Research. 7(1), 285-292. [In Persian with English Summary].
- Yazdani, H., Ghahraman, B., Davari, K., Kafi, M., 2015. The Effect of salinity stress and deficit irrigation on water use efficiency index of two canola varieties. Water Engineering. 7(23), 67-84. [In Persian with English Summary].
- Yazdani, V., Davari, K., Ghahreman, B., Kafi, M., 2016. Modeling the effects of salinity and water deficit stress on growth and yield parameters of two cultivars of canola. Irrigation Science and Engineering. 38(4), 137-154. [In Persian with English Summary].
- Zamani, S., Nezami, M.T., Habibi, D., Baybordi, A., 2010. Study of yield and yield components of winter Rapeseed under salt stress conditions. Journal of Crop Production Research (Environmental Stresses in Plant Sciences). 1(2), 109-121. [In Persian with English Summary].

