Archive of SID

بررسی اثر تنش شوری و کود آلی بر عملکرد، روغن و کارایی مصرف آب ارقام مختلف کلزا

کامی کابوسی[۱]*، اکبر نودهی[۲]، محمد شامیاتی[۳]

چکیده

با توجه به شوری بخش زیادی از منابع آب و خاک استان گلستان و اهمیت کلزا به عنوان یک گیاه روغنی، آزمایشی گلدانی در محیط آزاد به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح مختلف شوری آب آبیاری (۱/۱۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، دو سطح کود آلی (صفر و ۱۰ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست) و چهار رقم کلزا (هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱ و RGS) با سه تکرار در گرگان انجام شد. نتایج نشان دادند که اثر شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و درصد روغن معنی‌دار بود در حالی که ورمی‌کمپوست همه‌ی صفات را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. همچنین اثر رقم فقط بر عملکرد و کارایی مصرف آب دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل شوری و کود آلی بر همه‌ی صفات، به‌جز درصد روغن، معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل شوری و رقم هیچ یک از صفات را تحت تاثیر قرار نداد. اثر متقابل رقم و کود آلی نیز بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار بود. اثر متقابل کود آلی، رقم و شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی-دار بود. تنش شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست موجب کاهش همه‌ی صفات شد ولی کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار آنها، به‌جز درصد روغن، شد. سودمندی ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری بیشتر از شرایط بدون تنش بود. بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم هایولا ۳۰۸ به‌دست آمدند در حالی که بیشترین درصد روغن در رقم RGS مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، شوری آب، ورمی‌کمپوست، هایولا، RGS.

[۱] گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
Email: kkaboosi@yahoo.com
[۲] گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
[۳] گروه کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

براوردها نشان می‌دهند که حدود ۲۰ درصد از زمین-های کشاورزی و نزدیک نیمی از اراضی فاریاب جهان تحت تأثیر شوری هستند (بای‌بوردی و طباطبایی، ۱۳۹۱؛ زو، ۲۰۰۱؛ چیسونامی و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین تخمین زده شده است که سالانه بین ۲۵۰ تا ۵۰۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی دنیا بر اثر شوری از چرخه‌ی تولید خارج می‌شوند (اسکگز و همکاران، ۲۰۰۶). بر اساس مطالعه مؤمنی (۱۳۸۹) وسعت اراضی دارای خاک‌های با درجات مختلف شوری کشور ۵۵/۶ میلیون هکتار معادل ۳۴ درصد مساحت کل کشور است که از این میزان ۶/۸ میلیون هکتار در دشت‌های کشاورزی قرار دارند.

در بین گیاهان زراعی کلزا به عنوان گیاه مقاوم به شوری شناخته می‌شود (شانون، ۱۹۹۸). در مورد آستانه-ی تحمل شوری کلزا به دلیل تنوع ژنتیکی ارقام و تفاوت شرایط آزمایش‌ها، نتایج متفاوت و متناقضی گزارش شده است (شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰). در حالی که فرانکوئیس (۱۹۹۴) حد آستانه‌ی کاهش عملکرد شوری دو رقم کلزا را شوری خاک ۱۱ و ۹/۷ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کرد، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) آن را برای دو رقم استقلال و طلایه، شوری خاک ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر (معادل شوری آب آبیاری ۶ دسی‌زیمنس بر متر) به‌دست آوردند. گزارش شده است که کلزا در اراضی نسبتاً شور گنبد و گرگان، با هدایت الکتریکی حدود ۷/۷ دسی زیمنس بر متر، محصول مناسبی را تولید می‌کند (عظیمی گندمانی و همکاران، ۱۳۹۱). اثر منفی شوری بر عملکرد دانه (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷؛ شمس-الدین‌سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷؛ اخیانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ زمانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ بایبوردی و همکاران، ۱۳۸۹؛ تجلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تاری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱؛ راهنما، ۱۳۹۲؛ فرانکوئیس، ۱۹۹۴؛ بایبوردی، ۲۰۱۰) و عملکرد روغن (شمس‌الدین‌سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷) کلزا گزارش شده است. گزارش‌های متعددی مبنی بر تفاوت ارقام کلزا از نظر عملکرد دانه (شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش، ۱۳۸۷؛ راهنما و مکوندی، ۱۳۸۷؛ زمانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ وفابخش و همکاران، ۱۳۸۸؛ بایبوردی و همکاران، ۱۳۸۹؛ تجلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تاری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱؛ راهنما، ۱۳۹۲؛ فرانکوئیس، ۱۹۹۴؛ بایبوردی، ۲۰۱۰؛ رمیه و همکاران، ۲۰۱۲) و کارایی مصرف آب دانه (وفابخش و همکاران، ۱۳۸۸) وجود دارد.

کاربرد کود ورمی‌کمپوست علاوه بر تأثیر بر غلظت عناصر غذایی موجود در خاک، بر ویژگی‌های شیمیایی خاک مانند pH، هدایت الکتریکی، درصد مواد آلی و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک نیز تاثیر می‌گذارد. همچنین بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی خاک مانند تخلخل، تهویه، زهکشی، قدرت جذب و نگهداری رطوبت و سطح ویژه خاک برای جذب آب و عناصر غذایی تحت تاثیر ورمی-کمپوست بهبود می‌یابد (میرزایی تالارپشتی و همکاران، ۱۳۸۸؛ احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ ماتوس و آروندا، ۲۰۰۳). رشتبری و علیخانی (۱۳۹۱) کاربرد کمپوست، به ویژه ورمی‌کمپوست را در شرایط آبیاری نرمال و تنش متوسط و شدید بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیکی و عملکردی کلزا مثبت ارزیابی نمودند. بر اساس پژوهش‌های انجام شده، در بعضی از گیاهان مانند آفتابگردان، ورمی‌کمپوست آثار زیان‌بار شوری را کاهش و رشد و تولید محصول را افزایش داد (رفیق و نصرت، ۲۰۰۹). عملکرد بیولوژیکی تمبر هندی در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست در محیط تحت تنش کلرید سدیم بیش از چهار برابر افزایش یافت و ورمی‌کمپوست توانست به مقدار زیادی اثرات منفی تنش شوری بر رشد گیاه تمبر هندی را محدود کند (اولیوا و همکاران، ۲۰۰۸). کاربرد ورمی‌کمپوست در شرایط تنش شوری به بهبود میزان فتوسنتز و کارایی مصرف آب لوبیا قرمز در مراحل گیاهچه‌ای و گلدهی منجر گردید (بیک‌خورمیزی و همکاران، ۱۳۹۱). در عین حال، در سطوح شوری پایین تمام نسبت‌های ورمی‌کمپوست و در سطوح شوری بالا نسبت‌های بالای ورمی‌کمپوست به کاهش اثر نامطلوب شوری کمک نمود (بیک‌خورمیزی و همکاران، ۱۳۹۱).

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 ارقام مختلف این گیاه نسبت به شوری از سوی دیگر، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر تنش شوری بر ارقام مختلف کلزا انجام شد. با توجه به توان ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات زیان‌بار شوری بر گیاهان، اثر این کود نیز مورد بررسی قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به صورت کشت پائیزه با هدف بررسی اثر تنش شوری و کود آلی از نوع ورمی‌کمپوست بر ارقام مختلف کلزا به صورت گلدانی و در شرایط نیمه‌کنترل شده 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 در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح شوری آب آبیاری شامل ۱/۱۵ (شاهد)، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، دو سطح کود آلی از نوع ورمی‌کمپوست شامل عدم کاربرد و کاربرد ۱۰ تن بر هکتار و چهار رقم کلزا شامل سه رقم هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱ و رقم RGS انجام شد. ارقام مورد بررسی از ارقام رایج استان گلستان است که به وسیله مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جهت کشت در منطقه توصیه شده بودند.

در اکثر پژوهش‌های انجام شده 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 شده و از تأثیر منفی سمیت برخی عناصر و اثر آنها 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). نتیجه پژوهش شمس‌الدین‌سعید و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که علاوه بر غلظت نمک (شوری)، نوع نمک (NaCl و $CaCl_2$) نیز بر درصد جوانه‌زنی بذور ارقام مختلف کلزا تاثیر معنی‌داری دارد به طوری که با افزایش شوری، کاهش درصد جوانه‌زنی در تیمار NaCl بیشتر از $CaCl_2$ بود که احتمالاً به علت سمیت بیشتر یون سدیم نسبت به کلسیم است. لذا در این پژوهش جهت تهیه‌ی تیمارهای شوری از ترکیب چهار نمک $CaCl_2$، NaCl، $MgCl_2$، $MgSO_4$ با نسبت‌های وزنی برابر با آب معمولی (تیمار شاهد) استفاده شد. برای این منظور ابتدا مقدار نمک لازم بر اساس رابطه‌ی تجربی TDS=640*EC (که در آن TDS مقدار نمک بر حسب میلی‌گرم بر لیتر و EC هدایت الکتریکی بر حسب دسی‌زیمنس بر متر است) به صورت تقریبی محاسبه گردید. سپس با اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول‌های ساخته شده، به صورت آزمون و لغزش، مقدار دقیق نمک تعیین گردید. بر این اساس، برای تهیه شوری ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۶۰۸، ۱۲۴۹ و ۱۹۵۳ میلی‌گرم از هر نمک به ازای هر لیتر از آب به تیمار شاهد اضافه گردید.

در این پژوهش مجموعاً از ۱۰۴ گلدان استفاده شد که ۸ گلدان (برای هر رقم و هر تیمار کود آلی یک گلدان) به عنوان نمونه شاهد در نظر گرفته شدند تا در صورت عدم استقرار بوته‌های کافی در گلدان‌های اصلی در مراحل اولیه‌ی رشد، بوته‌های لازم برای گلدان‌های اصلی از آنها تامین گردد. پیش از پر کردن گلدان‌های پلاستیکی، مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی-کمپوست مورد استفاده اندازه گرفته شدند (جدول ۱) و بر اساس آزمون مواد غذایی خاک، نیاز کودی مشخص شد. سپس بر اساس ابعاد گلدان (ارتفاع ۳۶ و عرض دهانه ۳۱ سانتی‌متر) و جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه، مقدار خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان‌ها محاسبه شد که این میزان خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی-متری مزرعه تهیه گردید. پس از خشک کردن خاک در مجاروت هوای آزاد و عبور آن از الک دو میلی‌متری، درصد رطوبت خاک به روش وزنی اندازه گرفته شد. به منظور جلوگیری از تجمع نمک یا آب در گلدان‌ها، پنج سوراخ به قطر یک سانتی‌متر در کف آنها به عنوان زهکش تعبیه گردید و در ته گلدان به ارتفاع سه سانتی-متر ماسه ریخته شد. سپس با توجه به درصد رطوبت و جرم مخصوص ظاهری، وزن خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان محاسبه گردید. جهت جلوگیری از نشست خاک و رسیدن به جرم مخصوص ظاهری خاک مزرعه، پر کردن خاک گلدان به صورت تدریجی و در لایه‌های ۵ سانتی‌متری همراه با کوبش انجام شد. لازم به ذکر است که ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن بر هکتار به ۱۰ سانتی‌متر فوقانی خاک گلدان اضافه شد. 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 کشت شد. بعد از جوانه‌زنی بذور و استقرار آنها، طی چند مرحله عملیات تنک کردن، تعداد بوته در هر گلدان به پنج عدد رسید. کودهای شیمیایی مورد نیاز نیز مطابق با توصیه کودی

www.SID.ir

Archive of SID

(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 لازم برای هر تیمار به صورت هفتگی انجام گردید. مقدار آبیاری بر اساس

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست.

ویژگی	واحد	روش اندازه‌گیری	منبع روش	خاک	ورمی‌کمپوست
شن	درصد	چگالی‌سنجی	گی و بوودر (۱۹۸۶)	۲۴	-
سیلت	درصد			۵۰	-
رس	درصد			۲۶	-
بافت خاک	-			لوم	-
درصد اشباع خاک	درصد	-	گاردنر (۱۹۸۶)	۳۱	۳۶
تخلخل	درصد	-	دنیلسون و شودرلند (۱۹۸۶)	۴۵	۵۹
جرم مخصوص ظاهری	gr/cm^3	استوانه	بلک و هارتژ (۱۹۸۶- الف)	۱/۴۰	۰/۶۴
جرم مخصوص حقیقی	gr/cm^3	جرم‌سنجی	بلک و هارتژ (۱۹۸۶- اب	۲/۵۶	۱/۵۵
pH	-	دستگاهی	-	۸/۰	۷/۸
هدایت الکتریکی عصاره اشباع	dS/m	دستگاهی	-	۱/۱	۳/۷
کل مواد آلی	درصد	-	والکی و بلک (۱۹۳۴)	-	۳۸/۶
کل کربن آلی	درصد			۱/۱۲	۱۱/۴
نیتروژن کل	درصد	کجلدال	احیایی و اصغرزاد (۱۳۷۵)	۰/۱۱	۱/۹
فسفر	ppm/درصد*	اولسن	گوپتا (۲۰۰۰)	۸/۸	۰/۶۵
پتاسیم	ppm/درصد*	شعله‌سنجی	بولتز و هاوول (۱۹۷۸)	۳۰۰	۰/۳۲

* واحدها به ترتیب برای خاک و ورمی‌کمپوست است.

کاهش رطوبت گلدان (روش وزنی) تعیین گردید ولی مقدار آن برای همه‌ی تیمارها یکسان بود. به منظور جلوگیری از خروج آب از کف گلدان، آبیاری به صورت تدریجی انجام شد. بلافاصله پس از هر آبیاری علف‌های هرز به صورت دستی وجین شد. در پایان فصل صفات عملکرد دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و کارایی مصرف آب دانه و روغن (نسبت عملکرد به ترتیب دانه و روغن به حجم آب مصرفی) اندازه گرفته شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD (سطح احتمال ۵٪) صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج آزمون تجزیه واریانس در جدول (۲) ارائه گردی‌ده است. اثر شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و درصد روغن معنی‌دار بود در حالی که ورمی-کمپوست همه‌ی صفات را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد. همچنین اثر رقم فقط بر صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه معنی‌دار بود. اثر متقابل شوری و کود آلی بر همه‌ی صفات، به‌جز درصد روغن، معنی‌دار بود در حالی که اثر متقابل شوری و رقم هیچ‌یک از صفات را تحت تاثیر قرار نداد که نشان می‌دهد تفاوت ارقام مورد بررسی در سطوح مختلف شوری از الگوی مشابهی پیروی می‌کند. اثر متقابل رقم و کود آلی نیز بر صفات عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار بود. اثر متقابل کود آلی، رقم و شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن معنی‌دار بود. نتایج آزمون مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای مورد بررسی در جدول (۳) و نتایج آزمون مقایسه میانگین اثرات متقابل در شکل‌های (۱) تا (۳) ارائه شده‌اند. همچنین درصد تغییر صفات ارقام مختلف در شوری‌های مختلف نسبت به تیمار شاهد (۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) تحت تیمارهای مختلف ورمی-کمپوست در جدول (۴) و درصد تغییر صفات ارقام مختلف در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست نسبت به عدم کاربرد آن تحت شوری‌های مختلف در جدول (۵) نشان داده شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس صفات مورد بررسی.

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	کارایی مصرف آب دانه	کارایی مصرف آب روغن
بلوک	۲	۵۶۴۹۰۲/۰*	۴/۸^{ns}	۵۵۱۷۵/۶**	۰/۰۶۵*	۰/۰۱۰*
شوری	۳	۲۸۱۶۳۴۹۶۷/۲*	۵۷/۶**	۸۸۶۰/۷^{ns}	۰/۰۳۳*	۰/۰۰۲^{ns}
کود آلی	۱	۳۴۹۹۸۹/۴**	۹۶۱/۸**	۶۱۵۷۰۸/۲**	۲/۲۳۹**	۰/۱۱۴**
رقم	۳	۱۷۹۹۵۵/۱**	۳۷/۲**	۳۲۲۸۸/۷^{ns}	۰/۰۷۱*	۰/۰۰۶^{ns}
شوری × کود آلی	۳	۱۲۰۵۰۴۰۲/۸**	۱۰/۵^{ns}	۴۴۰۸۷/۰*	۰/۰۹۹**	۰/۰۰۸*
شوری × رقم	۹	۳۸۴۰۰۱/۷^{ns}	۱۳/۴^{ns}	۱۹۰۳۴/۰^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}
رقم × کود آلی	۳	۵۳۰۰۹۲/۷^{ns}	۲۰/۳^{ns}	۴۶۶۵۱/۶*	۰/۰۳۹^{ns}	۰/۰۰۹*
شوری × کود آلی × رقم	۹	۸۲۵۸۱/۹^{ns}	۱۶/۴^{ns}	۳۴۸۳۵/۵*	۰/۰۲۶^{ns}	۰/۰۰۶*
خطای کل	۶۲	۲۰۸۴۲۰/۰	۸/۴۵	۱۶۲۵۴/۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات	-	۹/۳	۷/۱	۸/۶	۹/۰	۹/۵

*، ** و ^{ns} به ترتیب نشان دهنده اثر معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم وجود اثر معنی‌دار بر اساس آزمون تجزیه واریانس.

جدول ۳- نتایج آزمون مقایسه میانگین صفات مورد بررسی.

تیمار	سطح	عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	درصد روغن (٪)	عملکرد روغن ($Kg.ha^{-1}$)	کارایی مصرف آب دانه ($Kg.m^{-3}$)	کارایی مصرف آب روغن ($Kg.m^{-3}$)
شوری ($dS.m^{-1}$)	۱/۱۵	۱۵۹۳/۰^{b}	۳۹/۷^{ab}	۶۲۹/۸^{a}	۰/۶۸۷^{b}	۰/۲۷۲^{a}
	۴	۱۷۰۶/۷^{ab}	۴۰/۱^{a}	۶۷۵/۵^{a}	۰/۷۳۶^{ab}	۰/۲۹۱^{a}
	۷	۱۷۸۴/۸^{a}	۳۷/۰^{c}	۶۴۳/۱^{a}	۰/۷۷۰^{a}	۰/۲۷۷^{a}
	۱۰	۱۷۶۶/۸^{ab}	۳۷/۶^{bc}	۶۴۷/۲^{a}	۰/۷۶۲^{ab}	۰/۲۷۹^{a}
کود آلی ($Ton.ha^{-1}$)	۰	۱۳۵۸/۵^{b}	۴۱/۸^{a}	۵۶۸/۸^{b}	۰/۵۸۶^{b}	۰/۲۴۵^{b}
	۱۰	۲۰۶۷/۱^{a}	۳۴/۵^{b}	۷۲۹/۰^{a}	۰/۸۹۱^{a}	۰/۳۱۴^{a}
رقم	۴۸۱۵	۱۶۴۸/۱^{bc}	۳۷/۹^{ab}	۶۰۹/۵^{a}	۰/۷۱۰^{bc}	۰/۲۶۳^{a}
	۳۰۸	۱۸۵۵/۴^{a}	۳۷/۵^{b}	۶۸۶/۴^{a}	۰/۸۰۰^{a}	۰/۲۹۶^{a}
	۴۰۱	۱۷۷۵/۰^{ab}	۳۸/۷^{ab}	۶۷۳/۰^{a}	۰/۷۶۵^{ab}	۰/۲۹۰^{a}
	RGS	۱۵۷۲/۸^{c}	۴۰/۳^{a}	۶۲۷/۷^{a}	۰/۶۷۸^{c}	۰/۲۷۰^{a}

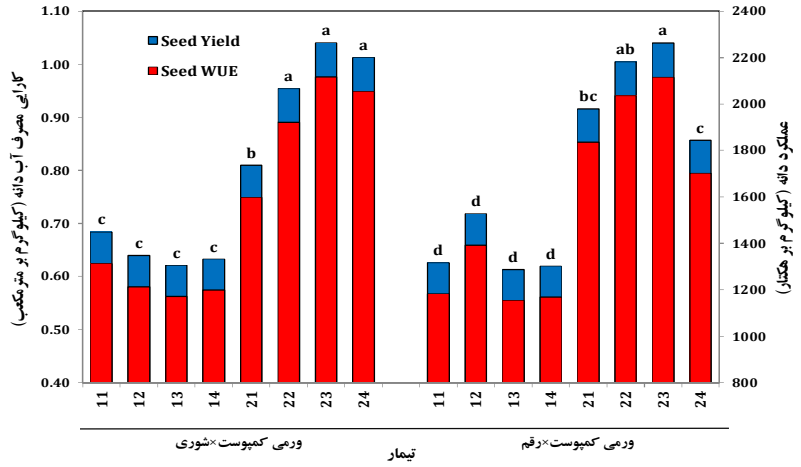
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

اثر شوری

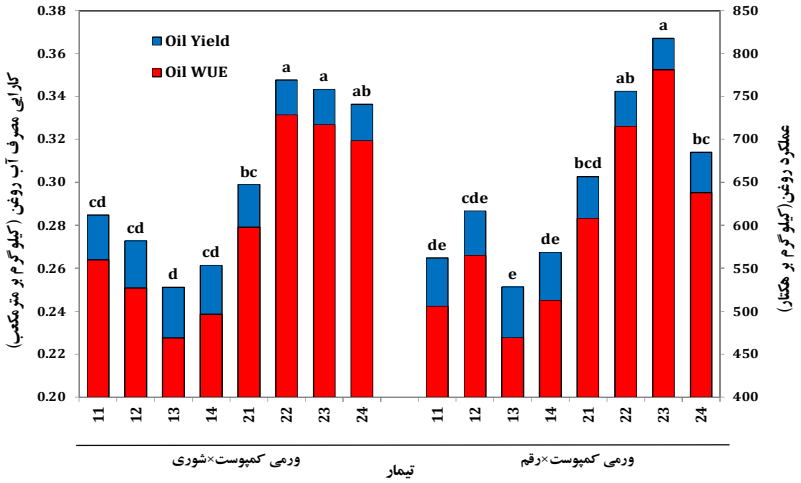
افزایش شوری از ۱/۱۵ به ۷ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش معنی‌دار (۱۲ درصد) عملکرد و کارایی مصرف آب دانه گردید ولی اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود (جدول ۳). اثر متقابل معنی‌دار شوری و ورمی‌کمپوست (جدول ۲) نشان می‌دهد که اثر شوری بر این صفات در حضور و عدم حضور ورمی‌کمپوست متفاوت است که این موضوع به خوبی در جدول ۴ دیده می‌شود. در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، با افزایش شوری آب آبیاری میانگین صفات ارقام مختلف کاهش یافت به طوری که شوری ۱۰ نسبت به ۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه، درصد روغن و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به ترتیب به میزان ۸، ۲ و ۱۰ درصد گردید (جدول ۴). شوری با کاهش طول دوره رشد، افزایش رقابت درون گیاهی، عقیم شدن گل‌ها و ریزش خورجین موجب کاهش عملکرد دانه کلزا می‌گردد (کومار، ۱۹۹۵؛ گوتیرس بوام و همکاران، ۱۹۹۴). تنش شوری در گیاهان مختلف باعث سمیت یونی و عدم

www.SID.ir

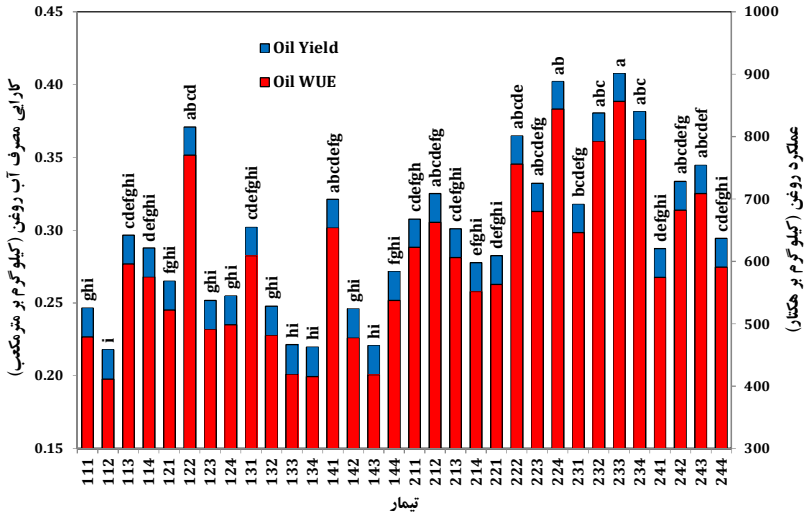
Archive of SID



شکل ۱- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و رقم (راست) و ورمی‌کمپوست و شوری (چپ) بر عملکرد و کارایی مصرف آب دانه[1].



شکل ۲- اثر متقابل ورمی‌کمپوست و رقم (راست) و ورمی‌کمپوست و شوری (چپ) بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن[1].



شکل ۳- اثر متقابل ورمی‌کمپوست، رقم و شوری بر عملکرد و کارایی مصرف آب روغن[1].

[1] رقم‌های اول، دوم و سوم در محور افقی به ترتیب نماینگر سطوح تیمار اول، دوم و سوم هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- درصد تغییر صفات ارقام در شوری‌های مختلف نسبت به شاهد تحت تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست.

کود	شوری (dS/m)	رقم	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	کارایی مصرف آب دانه	کارایی مصرف آب روغن
عدم کاربرد کود ورمی کمپوست	۴	۴۸۱۵	-۱۴	۲	-۱۳	-۱۴	-۱۳
		۳۰۸	۲۸	۱۲	۴۳	۲۸	۴۳
		۴۰۱	-۲۰	۱	-۱۹	-۲۰	-۱۹
		RGS	-۲۱	-۵	-۲۵	-۲۱	-۲۵
		میانگین	-۷	۲	-۵	-۷	-۵
	۷	۴۸۱۵	۱۲	۹	۲۲	۱۲	۲۲
		۳۰۸	۳	-۸	-۵	۳	-۵
		۴۰۱	-۲۸	۰	-۲۹	-۲۸	-۲۹
		RGS	-۲۱	-۱۵	-۳۳	-۲۱	-۳۳
		میانگین	-۱۰	-۴	-۱۴	-۱۰	-۱۴
	۱۰	۴۸۱۵	۱۲	۵	۱۸	۱۲	۱۸
		۳۰۸	-۳	-۱	-۴	-۳	-۴
		۴۰۱	-۲۰	-۱۲	-۲۹	-۲۰	-۲۹
		RGS	-۱۸	۲	-۱۷	-۱۸	-۱۷
		میانگین	-۸	-۲	-۱۰	-۸	-۱۰
کاربرد ده تن بر هکتار کود ورمی کمپوست	۴	۴۸۱۵	۱	۵	۶	۱	۶
		۳۰۸	۲۷	۴	۳۲	۲۷	۳۲
		۴۰۱	۳۶	-۱۱	۲۱	۳۶	۲۱
		RGS	۱۴	۳	۱۷	۱۴	۱۷
		میانگین	۱۹	۰	۱۹	۱۹	۱۹
	۷	۴۸۱۵	۱۲	-۱۲	-۲	۱۲	-۲
		۳۰۸	۴۶	-۱۸	۱۹	۴۶	۱۹
		۴۰۱	۴۵	-۱۰	۳۰	۴۵	۳۰
		RGS	۲۲	۰	۲۲	۲۲	۲۲
		میانگین	۳۰	-۱۰	۱۷	۳۰	۱۷
	۱۰	۴۸۱۵	۵	-۱۴	-۱۱	۵	-۱۱
		۳۰۸	۵۳	-۵	۴۶	۵۳	۴۶
		۴۰۱	۴۷	-۱۸	۲۱	۴۷	۲۱
		RGS	۵	-۲	۳	۵	۳
		میانگین	۲۷	-۱۰	۱۴	۲۷	۱۴

توازن مواد غذایی می‌شود (حسینی و همکاران، ۱۳۸۷). وقتی گیاه در معرض شوری قرار می‌گیرد، در اثر کاهش پتانسیل اسمزی دچار نوعی خشکی فیزیولوژیکی می‌شود. در این شرایط ریشه مقدار اسید آبسیسیک را افزایش می‌دهد که از 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 دی اکسید کربن میزان فتوسنتز و رشد و در نتیجه عملکرد دچار اختلال می‌شود (اشرف، ۲۰۰۱). اثر منفی شوری بر عملکرد دانه کلزا توسط تجلی و همکاران (۱۳۹۰)، شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)، تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، راهنما (۱۳۹۲)، فرانکوئیس (۱۹۹۴) و بایبوردی (۲۰۱۰) و بر عملکرد روغن کلزا توسط شمس‌الدین سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷) گزارش گردید که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. در عین حال، در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار ورمی-

www.SID.ir

Archive of SID

کمپوست به‌جز صفت درصد روغن، که ۱۰ درصد کاهش یافت، سایر صفات از افزایش قابل توجهی برخوردار بودند به طوری که صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به ترتیب ۲۷ و ۱۴ درصد افزایش نشان دادند. در همین راستا، پژوهش شهبازی و همکاران (۱۳۹۰)،

جدول ۵- درصد تغییر صفات ارقام در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست نسبت به عدم کاربرد تحت شوری‌های مختلف.

شوری (dS/m)	رقم	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	کارایی مصرف آب دانه	کارایی مصرف آب روغن
	۴۸۱۵	۴۸	-۱۴	۲۷	۴۸	۲۷
	۳۰۸	۱۶	-۸	۷	۱۶	۷
۱/۱۵	۴۰۱	۱۱	-۴	۶	۱۱	۶
	RGS	۹	-۱۹	-۱۱	۹	-۱۱
	میانگین	۲۰	-۱۱	۶	۲۰	۶
	۴۸۱۵	۷۴	-۱۱	۵۴	۷۴	۵۴
	۳۰۸	۱۵	-۱۵	-۲	۱۵	-۲
۴	۴۰۱	۸۷	-۱۵	۵۹	۸۷	۵۹
	RGS	۵۷	-۱۲	۳۹	۵۷	۳۹
	میانگین	۵۳	-۱۳	۳۲	۵۳	۳۲
	۴۸۱۵	۴۷	-۳۱	۲	۴۷	۲
	۳۰۸	۶۵	-۱۸	۳۵	۶۵	۳۵
۷	۴۰۱	۱۲۳	-۱۴	۹۳	۱۲۳	۹۳
	RGS	۶۹	-۴	۶۲	۶۹	۶۲
	میانگین	۷۳	-۱۷	۴۴	۷۳	۴۴
	۴۸۱۵	۳۸	-۳۰	-۴	۳۸	-۴
	۳۰۸	۸۳	-۱۱	۶۳	۸۳	۶۳
۱۰	۴۰۱	۱۰۳	-۱۱	۸۱	۱۰۳	۸۱
	RGS	۳۹	-۲۲	۹	۳۹	۹
	میانگین	۶۵	-۱۹	۳۴	۶۵	۳۴
	۴۸۱۵	۵۰	-۲۲	۱۷	۵۰	۱۷
	۳۰۸	۴۳	-۱۳	۲۳	۴۳	۲۳
میانگین	۴۰۱	۷۶	-۱۱	۵۵	۷۶	۵۵
	RGS	۴۲	-۱۵	۲۱	۴۲	۲۱
	میانگین	۵۲	-۱۵	۲۸	۵۲	۲۸

رمیه و همکاران (۲۰۱۲) و تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) بر روی کلزا نشان دادند که افزایش شوری به ترتیب از صفر به ۶، ۳ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر، افزایش عملکرد دانه را به دنبال داشت ولی افزایش بیشتر شوری به کاهش این صفت منجر شد. همچنین مطابق پژوهش حسینی و همکاران (۱۳۸۷) و شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) کارایی مصرف آب دانه کلزا تا شوری ۶ دسی-زیمنس بر متر افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد که با نتایج این تحقیق همخوانی نزدیکی دارد. پرچلی و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش کردند که افزایش شوری خاک از ۲/۳ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به کاهش معنی-دار عملکرد دانه کلزا منجر نگردید. همچنین پژوهش استفان و رانی (۲۰۰۵) نشان داد که افزایش شوری از ۱/۴ به ۳ دسی‌زیمنس بر متر موجب ۱۰ درصد افزایش عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا شد. به نظر می‌رسد افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش مواد غذایی محلول خاک، کاهش امکان آبشویی مواد غذایی از محلول خاک (به دلیل کاهش قابلیت حلالیت آب برای شستشوی مواد غذایی) و تحریک گیاه جهت مقابله با تنش شوری موجب افزایش عملکرد دانه گردیده است. نتایج بیک‌خورمیزی و همکاران (۱۳۹۱) نیز نشان داد که در برخی سطوح ورمی‌کمپوست افزایش تنش شوری به افزایش کارایی مصرف آب لوبیا قرمز منجر می‌شود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. بر اساس شکل‌های (۱) و (۲) سودمندی ورمی‌کمپوست در سطوح ۴ تا ۱۰ دسی-زیمنس بر متر از برتری معنی‌داری نسبت به شوری ۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر برخوردار است.

اثر شوری بر درصد روغن از الگوی مشخصی پیروی نکرد (جدول ۳). اثر شوری بر روغن متفاوت گزارش شده است. نتایج پژوهش تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی شوری صفر تا ۱۲ و شهبازی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی شوری ۰/۷ تا ۱۴ دسی‌زیمنس بر متر بر درصد روغن کلزا نشان داد که حداکثر این صفت به ترتیب در شوری ۳ و ۸ و حداقل آن به ترتیب در شوری ۹ و ۰/۷ اتفاق می‌افتد، اگر چه این تغییرات معنی‌دار نبودند. پژوهش‌های تاری‌نژاد و همکاران (۱۳۹۱)، فرانکوئیس (۱۹۹۴) و قسیم و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که شوری تاثیری بر درصد روغن کلزا ندارد در حالی که شمس‌الدین‌سعید و فرح‌بخش (۱۳۸۷) و بایبوردی و همکاران (۱۳۸۹) کاهش معنی‌دار آن را گزارش کرده‌اند.

اثر کود ورمی‌کمپوست

استفاده از ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار کلیه‌ی صفات بررسی شده به‌جز درصد روغن گردید (جدول ۳) ولی این افزایش در سطوح مختلف شوری و ارقام بررسی شده از نرخ متفاوتی برخوردار بود که نشان از وجود اثرات متقابل بین ورمی‌کمپوست و شوری و بین ورمی‌کمپوست و رقم است (جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲). کاربرد ورمی‌کمپوست به ترتیب موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و روغن به میزان ۵۲ و ۲۸ درصد و کاهش درصد روغن به میزان ۲۱ درصد شد (جدول ۳). اثر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر لوبیا قرمز (بیک-خورمیزی و همکاران، ۱۳۹۱)، گوجه فرنگی (کشاورز، ۱۳۹۲)، نخود (پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۴)، تمبر هندی (اولیوا و همکاران، ۲۰۰۸) و آفتابگردان (رفیق و نصرت، ۲۰۰۹) نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. وجود اثر متقابل بین شوری و ورمی-کمپوست (جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲) نشان می‌دهد که اثر ورمی‌کمپوست در شرایط وجود با عدم وجود تنش شوری متفاوت است. بر این اساس نتایج نشان دادند که سودمندی ورمی‌کمپوست در همه‌ی صفات مورد بررسی در شرایط تنش شوری به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط بدون تنش بود به طوری که کاربرد ورمی-کمپوست در شوری ۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به ترتیب به میزان ۲۰ و ۶ درصد گردید در حالی که در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، این صفات به ترتیب ۶۵ و ۳۴ درصد افزایش یافتند (جدول ۵). نتایج نشان دادند که با افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر، اثر مثبت ورمی‌کمپوست افزایش یافت اما با افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، از سودمندی ورمی‌کمپوست در افزایش این صفات کاسته شد (جدول ۵). کاربرد ورمی‌کمپوست منجر به کاهش درصد روغن شد. این امر با افزایش شوری شدت بیشتری یافت به طوری که با افزایش شوری از ۱/۱۵ به ۱۰ دسی-زیمنس بر متر، کاربرد ورمی‌کمپوست موجب کاهش درصد روغن از ۱۱ به ۱۹ درصد گردید. بر اساس شکل-های (۱) و (۲) بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و روغن کلزا در شرایط کاربرد ده تن بر هکتار ورمی-کمپوست در رقم‌های هایولا ۴۰۱ و ۳۰۸ حاصل شد.

اثر رقم

بین ارقام مختلف از نظر صفات بررسی شده تفاوت معنی‌داری وجود دارد به طوری بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم هایولا ۳۰۸ به‌دست آمد در حالی که بیشترین درصد روغن در رقم RGS مشاهده گردید (جدول ۳). یافته‌های یزدانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که عملکرد و کارایی مصرف آب دانه رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم RGS در تیمارهای مختلف شوری به طور متوسط ۲۵ درصد بیشتر است که با نتایج این تحقیق که نشان داد این نسبت در شرایط بدون و با ورمی‌کمپوست و به طور متوسط به ترتیب ۰/۹۹، ۱/۲۳ و ۱/۱۳ است،

www.SID.ir

Archive of SID

همخوانی نزدیکی دارند (جدول ۵). تفاوت ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد دانه (زمانی و همکاران، ۱۳۸۸؛ وفابخش و همکاران، ۱۳۸۸؛ بایبوردی و همکاران، ۱۳۸۹؛ تجلی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تاری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۱؛ راهنما، ۱۳۹۲؛ فرانکوئیس، ۱۹۹۴؛ بایبوردی، ۲۰۱۰؛ رمیه و همکاران، ۲۰۱۲)، کارایی مصرف آب دانه (وفابخش و همکاران، ۱۳۸۸) و کارایی مصرف آب روغن (زمانی و همکاران، ۱۳۸۸) نیز گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به وجود اثر متقابل بین رقم با دو عامل دیگر (جدول ۳)، واکنش ارقام کلزا به این عوامل متفاوت بود و به همین دلیل در ادامه هر رقم به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

رقم هایولا ۴۸۱۵: در شرایط عدم کاربرد ورمی-کمپوست، شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش و شوری ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن نسبت به تیمار شوری شاهد (۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) گردید. تحت این شرایط، شوری به افزایش درصد روغن منجر شد به طوری که بیشترین افزایش در سطح شوری ۷ دسی زیمنس بر متر مشاهده گردید. در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار کود ورمی-کمپوست، شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر تغییر قابل توجهی بر صفات مختلف نداشت در حالی‌که شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و کاهش درصد و عملکرد روغن و کارایی مصرف آب روغن شد. تحت این شرایط، بیشترین مقدار عملکرد و کارایی مصرف آب دانه در سطح شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر و کمترین مقدار درصد، عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در تیمار شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان دادند که اثر منفی و مثبت کاربرد کود ورمی‌کمپوست به ترتیب بر صفت درصد روغن و سایر صفات، با افزایش شوری تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت اما با افزایش بیشتر شوری، اثرگذاری آن کاسته شد. کاربرد کود ورمی-کمپوست در رقم هایولا ۴۸۱۵ در سطوح مختلف شوری به طور متوسط موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به ترتیب به میزان ۵۰ و ۱۷ درصد گردید در حالی که درصد روغن را ۲۲ درصد کاهش داد (جدول ۵).

رقم هایولا ۳۰۸: در شرایط عدم کاربرد ورمی-کمپوست، کلیه صفات در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شوری شاهد افزایش یافتند ولی با افزایش بیشتر شوری از خود کاهش نشان دادند. این در حالی بود که در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار کود ورمی‌کمپوست، با افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کلیه صفات به‌جز درصد روغن (که کاهش داشت)، افزایش یافتند (جدول ۴). نتایج نشان دادند که اثر منفی و مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست به ترتیب بر صفت درصد روغن و سایر صفات مورد بررسی با افزایش شوری افزایش یافت. کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم هایولا ۳۰۸ در سطوح مختلف شوری به طور متوسط موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به میزان به ترتیب ۴۳۵ و ۲۳ درصد گردید در حالی که می‌زان درصد روغن را ۱۳ درصد کاهش داد (جدول ۵).

رقم هایولا ۴۰۱: در شرایط عدم کاربرد ورمی-کمپوست، با افزایش شوری نسبت به تیمار شوری شاهد کلیه صفات به‌جز درصد روغن (که تغییر قابل توجهی نداشت) بین ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش یافتند. این در حالی بود که در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار کود ورمی-کمپوست، با افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر کلیه صفات به‌جز درصد روغن افزایش یافتند. افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در این شرایط تغییر قابل توجهی را در این صفات ایجاد نکرد. در عین حال، تحت شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست، افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به کاهش درصد روغن کلزا منجر گردید (جدول ۴). نتایج نشان دادند که اثر مثبت کاربرد ورمی‌کمپوست بر کلیه‌ی صفات به‌جز صفت درصد روغن با افزایش شوری تا سطح ۷ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت ولی این اثر در شوری آب آبیاری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش نشان داد. کاربرد کود ورمی‌کمپوست در رقم هایولا ۴۰۱ در سطوح مختلف شوری به طور متوسط موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به میزان به ترتیب ۷۶ و ۵۵ درصد گردید در حالی که درصد روغن را ۱۱ درصد کاهش داد (جدول ۵). بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم هایولا ۴۰۱ در سطح شوری ۷ دسی-

www.SID.ir

Archive of SID

زیمنس بر متر و کاربرد ده تن بر هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده شد اگرچه اختلاف آن با رقم هایولا ۳۰۸ در سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد ده تن بر هکتار ورمی‌کمپوست معنی‌دار نبود (شکل ۳).

رقم RGS: در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، با افزایش شوری نسبت به تیمار شاهد کلیه صفات به‌جز درصد روغن (که در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کمی افزایش داشت) کاهش یافتند. این در حالی بود که در شرایط کاربرد ۱۰ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست، با افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر کلیه صفات به‌جز درصد روغن (که تغییر زیادی نداشت) افزایش یافتند. افزایش شوری به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در این شرایط موجب کاهش کلیه صفات به میزان نزدیک به تیمار شاهد گردید (جدول ۴). نتایج پژوهش یزدانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که کاهش عملکرد دانه و کارایی مصرف آب دانه رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم RGS بر اثر شوری بیشتر است که با نتایج این تحقیق در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست همخوانی دارد. نتایج نشان دادند که اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر کلیه صفات به‌جز درصد روغن با افزایش شوری تا ۷ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت ولی این اثر در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش نشان داد. کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم هایولا ۴۰۱ در سطوح مختلف شوری به طور متوسط موجب افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به میزان به ترتیب ۴۲ و ۲۱ درصد گردید در حالی که می‌زان درصد روغن را ۱۵ درصد کاهش داد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

تنش شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست اثر منفی بر صفات کمی و کیفی کلزا داشت در حالی که در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست، به‌جز صفت درصد روغن (که کاهش یافت)، سایر صفات را به طور معنی‌داری افزایش داد. استفاده از ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار کلیه‌ی صفات بررسی شده به‌جز درصد روغن گردید ولی این افزایش در شرایط تنش شوری به طور معنی‌داری بیشتر از شرایط بدون تنش بود به طوری که کاربرد ورمی‌کمپوست در شوری ۱/۱۵ دسی‌زیمنس بر متر موجب افزایش صفات عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن به ترتیب به میزان ۲۰ و ۶ درصد گردید در حالی که در شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، این صفات به ترتیب ۶۵ و ۳۴ درصد افزایش یافتند. نتایج نشان دادند که بین ارقام کلزا در سطوح مختلف شوری و ورمی‌کمپوست متفاوت معنی-داری وجود دارد. در عین حال بیشترین عملکرد و کارایی مصرف آب دانه و عملکرد و کارایی مصرف آب روغن در رقم هایولا ۳۰۸ به‌دست آمد در حالی که بیشترین درصد روغن در رقم RGS مشاهده گردید.

منابع

۱) احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م.، و رحیمی آلاشتی، س. ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی؛ علوم آب و خاک ۱۵(۵۸): ۱۳۷-۱۲۵.

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

۳) اختری، آ.، همایی، م.، و حسینی، ی. ۱۳۹۳. مدل-سازی پاسخ گیاه به تنش‌های شوری و کمبود ازت خاک. نشریه حفاظت منابع آب و خاک ۳(۴): ۵۰-۳۳.

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

۵) بای‌بوردی، ا.، و طباطبایی، س.ج. 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 ۲(۳): ۹۲-۸۳.

۶) بایبوردی، ا.، طباطبایی، س.ج.، و احمداف، ع. 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) ۲۴(۲): ۳۳۴-۳۴۶.

۷) بیک‌خورمیزی، ع.ا.، ابریشم‌چی، پ.، گنجعلی، ع.، و پارسا، م. ۱۳۸۹. تاثیر ورمی‌کمپوست در بهبود تحمل به شوری گیاهچه‌های لوبیا قرمز رقم درخشان (Phaseolus vulgaris L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۲(۳): ۴۸۵-

www.SID.ir

Archive of SID

.۴۷۷

۸) بیک‌خورمیزی، ع.ا.، گنجعلی، ع.، ابریشم‌چی، پ.، و پارسا، م. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر میزان فتوسنتز، تعرق و کارایی مصرف آب لوبیا قرمز (Phaseolus vulgaris L.) تحت تنش شوری. نشریه بوم-شناسی کشاورزی ۴(۳): ۲۳۴-۲۲۳.

۹) پزشکپور، پ.، اردکانی، م.ر.، پاک‌نژاد، ف.، و وزان، س. ۱۳۹۴. بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست و ریزسازواره‌های میکروریزا و فسفات زیستی بر برخی خصوصیات موروفوفیزیولوژیک و درصد پروتئین دانه نخود به صورت کاشت پائیزه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی ۲۲: ۲۰۴-۱۹۰.

۱۰) تاری‌نژاد، ع.ر.، قیومی، ح.، رشیدی، و.، فرحوش، ف.، و علیزاده، ب. ۱۳۹۱. ارزیابی میزان تحمل‌پذیری ارقام کلزا به تنش شوری. ویژه‌نامه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲(۴،۱): ۴۳-۲۹.

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

۱۲) جلالی، و.ر.، همایی، م.، و میرنیا، س.خ. ۱۳۸۷. مدل‌سازی واکنش کلزا به شوری طی دوره‌های رشد زایشی. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۴): ۱۲۱-۱۱۱.

۱۳) حسینی، ی.، همایی، م.، کریمیان، ن.ع.، و سعادت، س. 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 ۸(۴): ۱۸-۱.

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

۱۵) راهنما، ع.ا.، و مکوندی، م.ا. 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) ۵(۳): ۳۴۸-۳۳۹.

۱۶) رشتبری، م.، و علیخانی، ح.ع. ۱۳۹۱. تاثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر روی ویژگی-های مورفو- فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۲(۲): ۱۲۷-۱۱۳.

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

۱۸) شمس‌الدین‌سعید، م.، و فرح‌بخش، ح. 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 ۱۲(۴۳ الف): ۷۸-۶۵.

۱۹) شمس‌الدین‌سعید، م.، فرح‌بخش، ح.، و مقصودی-مود، ع.ا. ۱۳۸۶. اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی، رشد رویشی و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام کلزای پائیزه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۱ الف): ۲۰۲-۱۹۱.

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

۲۱) عظیمی‌گندمانی، م.، دهداری، ا.، فرجی، ه.، موحدی‌دهنوی، م.، و علی‌نقی‌زاده، م. ۱۳۹۱. تاثیر تنش شوری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزای بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۵(۱): ۷۰-۵۳.

۲۲) کشاورز، پ. ۱۳۹۲. تغییرات شیمیایی خاک، ترکیب عناصر غذایی و عملکرد گوجه‌فرنگی در پاسخ به مصرف کمپوست پسماند شهری. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۷(۲): ۱۷۸-۱۶۹.

۲۳) مؤمنی، ع. ۱۳۸۹. پراکنش جغرافیایی و سطوح شوری منابع خاک ایران. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲۴(۳): ۲۱۵-۲۰۳.

۲۴) میرزایی تالارپشتی، ر.، کامبوزیا، ج.، صباحی، ح.، و دامغانی، ع. ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه‌فرنگی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۱): ۲۵۷-۲۶۷.

۲۵) وفابخش، ج.، نصیری محلاتی، م.، کوچکی، ع.ر.، و عزیزی، م. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب و عملکرد ارقام کلزا. مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷(۱): ۲۹۲-۲۸۵.

www.SID.ir

Archive of SID

۲۶) یزدانی، ح.، قهرمان، ب.، داوری، ک.، و کافی، م. ۱۳۹۳. اثرات تنش شوری و کم آبیاری بر شاخص کارایی مصرف آب دو رقم کلزا. مجله مهندسی منابع آب ۷(۲۳): ۶۷-۸۴.

27) 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.

28) Blake, G.R., and Hartge, K.H. 1986b. Particle density, In: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin 14: 377-382.

29) Blake, G.R., and Hartge, K.H. 1986a. Bulk density, In: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin 13: 363-376.

30) Boltz, D.F., and Howel, J.A. 1978. Colorimetric determination of non-metals. John Whily and Sons, New York, 197-202.

31) Bybordi, A. 2010. Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Notulae Scientia Biologicae 2(1): 81-83.

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

33) Danielson, R.E., and Sutherland, P.L. 1986. Porosity, In: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin 18: 443-461.

34) Francois, L.E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agronomy Journal 86(2): 233-237.

35) Gardner, W.H. 1986. Water content, In: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin 21: 493-544.

36) Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis, In: Klute A. (Ed.), Methods of soil analysis, Part 1: Physical and mineralogical methods. 2nd Edition, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin 9: 383-411.

37) Gupta, P.K. 2000. Soil, plant, water and fertilizer analysis. Agrobios pub. Bikaner, India.

38) Gutierres Boem, E.H., Scheiner, J.D., and 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.

39) Kumar, D. 1995. Salt tolerance in oilseed Brassica- present status and future prospects. Plant Breeding Abstract 65(10): 1939-1447.

40) Matos, G.D., and Arrunda, M.A.Z. 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochemistry 39: 81-88.

41) Oliva, M.A., Rincón, R., Zenteno, E., Pinto, A., Dendooven, L., and Gutierrez, F. 2008. Vermicompost role against sodium chloride stress in the growth and photosynthesis in tamarind plantlets (*Tamarindus indica* L.). Gayana Botanica 65(1): 10-17.

42) Porcelli, C.A., Gutierrez Boem, F.H., and 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.

43) Qasim, M., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Rehman, S.U., and Rha, E.S. 2003. Salt-induced changes in two canola cultivars differing in salt tolerance. Biologica plantarum 46(4): 629-632.

44) Rafiq, A., and Nusrat, J. 2009. Demonstration of growth improvement in sunflower (*Hellanthus Annuus* L.) by the use of organic fertilizers under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 41(3): 1373-1384.

45) Rameeh, V., Cherati, A., and Abbaszadeh, F. 2012. Salinity effects on yield, yield components and nutrient ions in rapeseed genotypes. Journal of Agricultural Sciences 57(1): 19-29.

46) Shannon, M.C. 1998. Adaptation of plants to salinity. Advance in Agronomy 60: 75-120.

47) Skaggs, H.T., Van Genuchten, M.Th., Shouse, P.J., and Poss, J.A. 2006. Macroscopic approaches to root water uptake as a function of water and salinity stress. Agricultural Water Management 86(1-2): 140-149.

www.SID.ir

Archive of SID

48) Steppuhn, H., and Raney, J.P. 2005. Emergence, height, and yield of canola and barley grown in saline root zones. Canadian Journal of Plant Science 85: 815-827.
49) Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 34: 29-38.
50) Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance (review). Trends in Plant Science 6(2): 66-71.

www.SID.ir