Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 486-499

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۴۹۹-۴۸۶

برهمکنش شوری آب آبیاری، ورمی‌کمپوست و رقم بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۲

چکیده

با هدف بررسی برهمکنش شوری آب آبیاری (در چهار سطح ۱/۱۵، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، کود آلی ورمی‌کمپوست (در دو سطح صفر و ۱۰ تن بر هکتار) و رقم (در چهار سطح RGS، هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱) بر رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه گرگان انجام شد. اختلاف معنی‌دار رقم‌ها از نظر تعداد روز تا گلدهی به صورت RGS>۴۰۱>۳۰۸>۴۸۱۵ بود. برهمکنش سه‌گانه شوری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفت تعداد روز تا رسیدگی معنی‌دار بود. در عین حال، کاهش معنی‌دار این صفت تحت تأثیر ورمی‌کمپوست (به میزان ۲/۲ روز) و شوری (به میزان ۱/۹ روز) مشاهده شد. کاربرد ورمی‌کمپوست به افزایش معنی‌دار (۵۲/۲ درصد) تعداد شاخه فرعی منجر شد ولی این افزایش در رقم هایولا ۴۰۱ بیشتر بود. ورمی‌کمپوست منجر به کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه و طول غلاف رقم‌های مورد بررسی، به ترتیب بجز در رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و ۴۰۱ که افزایش معنی‌داری داشتند، شد. افزایش معنی‌داری قطر ساقه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه (از ۱۳۵۸/۵ به ۲۰۶۷/۱ کیلوگرم بر هکتار) و عملکرد بیولوژیکی (از ۳۶۰۳/۲ به ۵۳۱۸/۳ کیلوگرم بر هکتار) به ترتیب به میزان ۴۰، ۲۳، ۷۰، ۵۲ ، ۴۸ درصد تحت تاثیر ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در بین ارقام مورد بررسی رقم‌های هایولا ۳۰۸ و RGS به ترتیب با تولید ۱۸۵۵/۴ و ۱۵۷۲/۸ کیلوگرم بر هکتار بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. توانایی بیشتر رقم هایولا ۳۰۸ در تولید دانه در غلاف و غلاف در بوته و رقم ۴۰۱ در تولید دانه در غلاف و وزن هزار دانه منجر به برتری معنی‌دار عملکرد دانه آنها نسبت به رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و RGS شد. افزایش شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست منجر به افزایش وزن هزار دانه و کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شد ولی در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست این اثر معکوس بود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، کود آلی، هایولا، RGS

مقدمه

کلزا پس از سویا و نخل‌روغنی مهم‌ترین دانه روغنی جهان است (Hoseini et al., 2016). سطح زیر کشت و تولید کلزا در جهان به ترتیب ۷۰/۹۵ میلیون هکتار و ۳۸/۶ میلیون تن می‌باشد و رتبه ایران در بین کشورهای تولید کننده به ترتیب ۲۳ و ۲۰ است (FAO, 2017a). در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴، سطح زیر کشت و تولید کلزا به ترتیب ۵۲/۲۷ هزار هکتار و ۶۸/۲۸ هزار تن بود که به ترتیب ۱۵/۸ و ۱۹/۳ درصد آن به استان گلستان اختصاص دارد (MAJ, 2017). شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده می‌باشد. تخمین زده شده است که به ترتیب حدود ۱۹/۵ و ۲/۱ درصد از اراضی آبی و دیم دنیا با مشکل شوری مواجه است (FAO, 2017b). وسعت اراضی کشاورزی با شوری بیشتر از چهار دسی‌زیمنس بر متر در کشور حدود ۶/۸ میلیون هکتار می‌باشد (Moameni, 2011). همچنین شوری در ۲۸ درصد از وسعت اراضی کشاورزی استان گلستان بیشتر از شش دسی-زیمنس بر متر است (Kaboosi & Majidi, 2017) که نشان از وسعت مسئله شوری دارد.

زراعت در آب یا خاک شور نیاز به مدیریت مزرعه و تعیین ارقام متحمل دارد (Bybordi, 2016). کلزا در بین گیاهان دانه روغنی بهترین گزینه برای خاک‌های شور و سدیمی است به طوری که مقاومت به شوری آن با جو برابر اعلام شده است (Moravveji et al., 2017). با این حال اختلاف بین گونه‌ای (جنس براسیکا) و درون گونه‌ای قابل توجهی در تحمل به شوری کلزا مشاهده شده است (Anagholi et al., 2016). گزارش شده است که ارقام کلزا تا شوری کمی بیش از هفت دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌کنند (Moravveji et al., 2017). شوری خاک آستانه کاهش عملکرد ارقام مختلف کلزا بین ۴/۸ تا ۱۱ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده

۱-گروه مهندسی آب، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
۲-گروه مهندسی آب، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
۳-گروه مهندسی آب، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: kkaboosi@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

است (Shahbazi et al., 2011; Francois, 1994) و بر این اساس می‌توان آن را در گروه گیاهان متحمل به شوری محسوب نمود (Dehshiri et al., 2012). از جمله دلایل گستردگی این محدوده می‌توان به تنوع ژنتیکی رقم‌ها و تفاوت شرایط آزمایش‌ها از نظر نوع خاک و شرایط محیطی اشاره کرد (Yazdani et al., 2016; Shahbazi et al., 2011). پژوهش‌های متعددی برای بررسی و مقایسه واکنش ارقام مختلف کلزا در شرایط مختلف صورت گرفته است (Rameeh, 2017; Moravveji et al., 2017; Rameeh, 2016; Yazdani et al., 2016; Ehteshami et al., 2015; Fanaei et al., 2015; Naderi Zarnaghi & Toorchi, 2015). با این حال با توجه به تنوع ژنتیکی ارقام و شرایط متفاوت محیط‌های آزمایشی، انجام پژوهش‌های بیشتر جهت دستیابی به یک جمع‌بندی نهایی ضروری به نظر می‌رسد. عملکرد یک رقم به پتانسیل ژنتیکی رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد که در این میان عوامل ژنتیکی اهمیت فراوانی دارد (Rahimi et al., 2012). عملکرد کلزا موازنه بین رشد رویشی و ظرفیت گیاه از نظر تعداد گل، خورجین و دانه است و زمان پیدایش و طول هر یک از مراحل نموی اهمیت زیادی در عملکرد آن دارد (Rahimi et al., 2012).

شوری باعث برهم خوردن تعادل در عناصر غذایی می‌گردد. جذب زیاد نمک با جذب سایر یون‌های غذایی تداخل داشته و باعث اختلالات غذایی و سرانجام کاهش عملکرد می‌شود (Dehshiri & Modares Sanavy, 2017). از آنجا که قابلیت جذب برخی از عناصر ضروری در خاک‌های شور اندک است، عدم تعادل عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از مشکلات اراضی شور است که با کاربرد کود می‌توان آن را مرتفع نمود. از سوی دیگر، در این شرایط کاربرد کود ممکن است اثر اسمزی ناشی از شوری را تشدید کند. لذا در خاک‌های شور، آگاهی از برهمکنش شوری و حاصلخیزی از نظر تولید بهینه بسیار حائز اهمیت است (Hoseini et al., 2016). گزارش شده است که سالانه حدود ۳۸ میلیارد تن زباله آلی با منشاء انسانی، دامی و گیاهی تولید می‌شود که می‌تواند به عنوان منبع مناسبی از مواد آلی برای تولید زیست-کودهای آلی سرشار از مواد مغذی یعنی ورمی‌کمپوست مورد استفاده قرار گیرد (Jabeen & Ahmad, 2017). گزارش‌های متعددی مبنی بر سودمندی کودهای آلی از جمله ورمی‌کمپوست بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاهان مختلف وجود دارد (Truong et al., 2018; Azimzadeh et al., 2017). کاربرد کمپوست و به ویژه ورمی‌کمپوست در شرایط آبیاری نرمال و تنش متوسط و شدید خشکی بر ویژگی‌های مورفو- فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا تأثیر مثبت داشت (Rashtbari & Alikhani, 2012). گزارش شده است که اثرات زیان‌بار شوری بر گیاه چمانواش بلند (Adamipour et al., 2016)، سیب‌زمینی (Pérez-Gómez et al., 2017)، ذرت (Oo et al., 2015)، لوبیا قرمز (Beyk Khurmizi et al., 2010; Beyk Khurmizi et al., 2012)، آفتابگردان (Jabeen & Ahmad, 2017; Rafiq & Nusrat, 2009) و تمبر هندی (Oliva et al., 2008) با کاربرد ورمی‌کمپوست کاهش یافت. با این حال مطالعات محدودی در خصوص برهمکنش شوری و ورمی‌کمپوست بر رشد کلزا انجام شده است (Kaboosi et al., 2016).

با توجه به پتانسیل ورمی‌کمپوست در کاهش اثرات زیان‌بار شوری بر گیاهان و تفاوت رقم‌های مختلف کلزا از این نظر از یک سو و شوری زیاد بخش قابل توجهی از منابع آب و خاک استان گلستان از سوی دیگر، پژوهش حاضر با هدف بررسی برهمکنش شوری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفات مختلف زراعی کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت کشت پاییزه 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 سه عاملی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳۲ تیمار دربرگیرنده چهار سطح شوری آب آبیاری شامل ۱/۱۵ (شاهد)، ۴، ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر، چهار رقم کلزا شامل سه رقم هایولا ۴۸۱۵، ۳۰۸ و ۴۰۱ و رقم RGS و دو سطح ورمی‌کمپوست شامل عدم کاربرد و کاربرد ۱۰ تن بر هکتار در سه تکرار صورت گرفت. رقم‌های مورد بررسی توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان برای کشت در منطقه توصیه شده‌اند. به منظور جلوگیری از اثر سمیت یون‌های کلر و سدیم، برای تهیه تیمارهای شوری از ترکیب چهار نمک $CaCl_2$، NaCl، $MgCl_2$، $MgSO_4$ با نسبت‌های وزنی برابر با آب معمولی (تیمار شاهد) استفاده شد (Kaboosi et al., 2016). مقدار نمک مورد نیاز برای سطوح مختلف شوری آب بر اساس رابطه تجربی بین مقدار نمک و هدایت الکتریکی محاسبه گردید (Golestani et al., 2018). 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 ازای هر لیتر از آب به تیمار شاهد اضافه گردید. کیفیت شیمیایی آب شاهد (شهری) در جدول (۱) ارائه شده است.

مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست مورد استفاده اندازه‌گیری گردید (جدول ۲) و بر اساس آزمون مواد غذایی خاک، توصیه کودی توسط آزمایشگاه ارائه شد. مقدار خاک مورد نیاز برای پر کردن گلدان‌ها، بر اساس ارتفاع و عرض دهانه (۳۶ و ۳۱

www.SID.ir

Archive of SID

سانتی‌متر) آنها و درصد رطوبت و جرم مخصوص ظاهری خاک محاسبه شد. همچنین ورمی‌کمپوست به ۱۰ سانتی‌متر فوقانی خاک گلدان‌های این تیمار اضافه شد. 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 (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 با سطوح شوری مورد نظر به صورت هفتگی انجام گردید. مقدار آبیاری بر اساس کاهش رطوبت گلدان (روش وزنی) تعیین شد ولی مقدار آن برای همه تیمارها یکسان بود. در طول و انتهای فصل رشد صفات مختلف فنولوژیکی (تعداد روز تا ۵۰٪ سبز شدن، گلدهی و رسیدگی)، مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، ارتفاع تا اولین شاخه فرعی، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی و طول غلاف)، اجزاء عملکرد (تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی)، اندازه‌گیری شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (IBM, 2010) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD (سطح احتمال ۵٪) صورت گرفت.

جدول ۱- کیفیت شیمیایی آب تیمار شاهد (غلظت یون‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر می‌باشد)

CO_3^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	TDS (ppm)	EC ($ds.m^{-1}$)	pH
0.0	5.1	3.8	2.4	3.9	4.7	2.5	0.1	743	1.15	7.6

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست

Property	Unit	Soil	Vermi.	Property	Unit	Soil	Vermi.
Soil Texture	-	Loam	-	EC of Saturated Soil	$dS.m^{-1}$	1.1	3.7
Soil Saturation Percent	%	31	36	Total Organic Mass	%	-	38.6
Porosity	%	45	59	Total Organic Carbon	%	1.12	11.4
Bulk Density	$g.cm^{-3}$	1.40	0.64	Total N	%	0.11	1.9
Particle Density	$g.cm^{-3}$	2.56	1.55	P	ppm/percent*	8.8	0.65
pH	-	8.0	7.8	K	ppm/percent*	300	0.32

* Units are belonging to the soil and vermicompost, respectively

نتایج و بحث

نتایج آزمون تجزیه واریانس در جدول (۳) ارائه شده است. با توجه به وجود برهمکنش‌های دوگانه و سه‌گانه بین شوری، ورمی‌کمپوست و رقم در صفات مختلف، تحلیل اثرات ساده فقط در مواردی ارائه شده است که هیچیک از اثرات برهمکنشی معنی‌دار نبود. برهمکنش سه‌گانه شوری، ورمی‌کمپوست و رقم بر صفت تعداد روز تا رسیدگی، برهمکنش دوگانه شوری و ورمی‌کمپوست بر صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی و برهمکنش دوگانه ورمی‌کمپوست و رقم بر صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، تعداد شاخه فرعی، طول غلاف و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش شوری و رقم بر هیچیک از صفات مورد بررسی، بجز تعداد روز تا رسیدگی، معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده روند مشابه تاثیر شوری بر صفات مختلف رقم‌های مورد بررسی است. علاوه بر این، اثر ساده ورمی‌کمپوست بر صفات قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف و اثر ساده رقم بر صفات تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. همچنین هیچ‌یک از اثرات ساده و برهمکنشی عوامل مورد بررسی بر صفت تعداد روز تا سبز شدن معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثرات ساده رقم و ورمی‌کمپوست به ترتیب در جدول های (۴) و (۵)، برهمکنش سه‌گانه ورمی‌کمپوست، رقم و شوری در شکل (۱) و برهمکنش‌های دوگانه ورمی‌کمپوست و رقم و ورمی‌کمپوست و شوری به ترتیب در جدول‌های (۶) و (۷) ارائه شده است.

تعداد روز تا گلدهی: چهار رقم مورد بررسی از نظر تعداد روز تا گلدهی در گروه‌های آماری متفاوتی قرار گرفتند به طوری که رتبه‌بندی رقم‌ها به صورت RGS (بیشترین)، ۴۰۱، ۳۰۸ و ۴۸۱۵ (کمترین) بود (جدول ۴). اختلاف تعداد روز تا گلدهی بین رقم‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف هایولا بین ۶/۸ تا ۲۰/۸ روز و بین رقم RGS و رقم‌های مختلف هایولا بین ۱۴/۳ تا ۳۵ روز بود که نشان می‌دهد اختلاف درون‌ژنوتیپی کمتر از تفاوت بین‌ژنوتیپی است. وجود اختلاف معنی‌دار بین رقم‌های مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا گلدهی توسط Rameeh (2017)، Ehteshami et al. (2015)، Fanaei et al. (2015)، Rahnama (2013)، Bybordi (2010) و Rahnama & Makvandi (2008) گزارش شده بود. برتری معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی رقم RGS نسبت به هایولا ۴۰۱ توسط Fanaei et al. (2015) و Ehteshami et al. (2015) گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. گزارش شده است که طول دوره رویشی (تعداد روز تا گلدهی) تعیین کننده زمان رسیدگی است و هر چه این دوره طولانی‌تر باشد، طول دوره‌های بعدی (زایشی تا رسیدگی) کوتاه‌تر می‌شود. کوتاه‌تر شدن دوره زایشی نیز موجب کاهش عملکرد می‌شود (Rameeh, 2016). این موضوع با مقایسه تعداد روز تا گلدهی و عملکرد دانه رقم‌های مختلف در جدول (۴) مشاهده می‌گردد. برای مثال رقم RGS با بیشترین تعداد روز تا گلدهی از کمترین عملکرد دانه برخوردار است.

در بررسی برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری بر تعداد روز تا گلدهی، نتایج نشان داد تیمار بدون ورمی‌کمپوست و غیرشور (شاهد) با ۵/۳ روز گلدهی زودتر نسبت به میانگین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری با آنها داشت ولی اختلاف معنی‌داری بین سایر تیمارها مشاهده نشد. همچنین افزایش معنی‌دار تعداد روز تا گلدهی به مدت شش روز در اثر افزایش شوری از ۱/۱۵ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۷). در همین ارتباط نتایج پژوهش Francois (1994) نشان داد که زمان گلدهی در تیمارهای کاملاً شور (بیش از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر)، بین ۶ تا ۷ روز نسبت به تیمار شاهد به تأخیر افتاد که با نتایج این پژوهش کاملاً مطابقت دارد. همچنین افزایش معنی‌دار تعداد روزهای تا گلدهی توسط Bybordi (2010) گزارش شد.

تعداد روز تا رسیدگی: کاربرد ورمی‌کمپوست به طور میانگین با کاهش تعداد روز تا رسیدگی به میزان ۲/۲ روز تاثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و ۳۰۸ با ۱۵۱/۲ روز تا رسیدگی اختلاف معنی‌داری با رقم‌های هایولا ۴۰۱ و RGS با ۱۵۶/۲ روز تا رسیدگی داشتند. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های مختلف کلزا از نظر تعداد روز تا رسیدگی توسط Rameeh (2017)، Rameeh (2016)، Rahnama (2013)، Bybordi (2010) و Rahnama & Makvandi (2008) نیز گزارش گردیده بود. کاهش تعداد روز تا رسیدگی به میزان ۱/۹ روز موجب اختلاف معنی‌دار شوری‌های شاهد و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر گردید. در همین راستا Rahnama (2013) کاهش تعداد روز تا رسیدگی به میزان ۲/۵ روز تحت تاثیر شوری را گزارش کردند که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. همچنین کاهش تعداد روزهای تا رسیدگی با افزایش شوری توسط Tarinejad et al. (2013)، Shahbazi et al. (2011) و Bybordi (2010) نیز گزارش گردیده بود. به‌جز در تیمار شوری شاهد برای رقم RGS در شرایط بدون کاربرد ورمی‌کمپوست، تنش شوری در هر دو سطح ورمی‌کمپوست تقریباً اثر کاهشی مشابهی بر تعداد روز بر رسیدگی هر چهار رقم مورد بررسی داشت. کاهش معنی‌دار تعداد روز تا رسیدگی در اثر شوری توسط Shahbazi et al. (2011) و Tarinejad et al. (2013) نیز گزارش شده بود. کاهش طول دوره رسیدگی عمدتاً به کاهش مدت تشکیل خورجین و پر شدن دانه در اثر تنش شوری مربوط می‌باشد (Shahbazi et al., 2011). کمترین تعداد روز تا رسیدگی در تیمارهای آب شور در شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی-کمپوست در رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و ۳۰۸ و بیشترین مقدار این صفت در تیمارهای مختلف شوری رقم RGS در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (شکل ۱). این تفاوت را می‌توان به تفاوت معنی‌دار رقم‌ها از نظر روز تا گلدهی نسبت داد.

جدول ۳- میانگین مربعات صفات مورد بررسی

S.O.V.	df	Days to emerging	Days to flowering	Days to maturity	Plant height	Height of the first silique	Height of the first secondary branch	Secondary branch No.
Block	۲	۰٫۱۴ کغ	۸٫۲۶ کغ	۵٫۷۶ کغ	۲۱٫۶۱ کغ	۱۰٫۷۸ کغ	۱۰٫۴۶ کغ	۰٫۱۸ کغ
Salinity (A)	۳	۰٫۱۵ کغ	۲۵٫۲۲ کغ	۲۶٫۰۳ **	۶۸٫۰۹ کغ	۱۶٫۸۱ کغ	۳۵٫۸۰ کغ	۰٫۴۸ کغ
Vermicompost (B)	۱	۰٫۰۱ کغ	۳۵٫۰۴ کغ	۱۱۷٫۰۴ **	۴۴٫۹۶ کغ	۱۲۹٫۶۲ *	۱۵۳۶٫۰۰ **	۴۵٫۷۹ **
Cultivar (C)	۳	۰٫۰۷ کغ	۵۸۱۹٫۸۶ **	۲۱۴٫۲۸ **	۱۸۳۳٫۲ **	۱۹۱۸٫۹۴ **	۱۶۳۷٫۲۰ **	۳٫۸۸ **
A*B	۳	۰٫۰۴ کغ	۷۵٫۳۸ **	۴٫۲۴ کغ	۳۰٫۷۹ کغ	۵۴٫۳۹ کغ	۹۹٫۰۵ **	۰٫۳۸ کغ
A*C	۹	۰٫۳۷ کغ	۲۶٫۸۶ کغ	۱۱٫۷۱ **	۴۱٫۴۰ کغ	۱۸٫۸۵ کغ	۱۱٫۳۰ کغ	۰٫۲۷ کغ
B*C	۳	۰٫۰۷ کغ	۱۱٫۴۹ کغ	۱۲٫۴۹ *	۱۰۰٫۹۳ *	۸۷٫۱۳ **	۱۲٫۶۹ کغ	۰٫۸۹ *
A*B*C	۹	۰٫۱۷ کغ	۹٫۴۲ کغ	۸٫۴۹ *	۱۹٫۰۵ کغ	۱۰٫۳۰ کغ	۸٫۲۳ کغ	۰٫۰۹ کغ
Error	۶۲	۰٫۲۰	۱۷٫۸۶	۳٫۹۳	۴۰٫۵۰	۲۱٫۳۳	۱۸٫۴۶	۰٫۳۲
CV	-	۷٫۱۴	۵٫۳۷	۱٫۲۹	۸٫۴۸	۹٫۹۳	۱۲٫۹۰	۱۶٫۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. ادامه

S.O.V.	df	Stem diameter	Silique length	Seed No. per Silique	Silique No. per Plant	1000 seeds weight	Seed yield	Biological yield	Harvest Index
Block	۲	0.055 *	0.355 ns	5.70 ns	182.11 ns	0.550 *	349989 *	2570530 *	13.22 ns
Salinity (A)	۳	0.019 ns	0.158 ns	2.81 ns	193.84 ns	0.062 ns	179955 ns	2201422 *	21.82 ns
Vermicompost (B)	۱	0.929 **	30.420 **	354.93 **	14588.12 **	0.413 ns	12050403 **	70596511 **	28.57 ns
Cultivar (C)	۳	0.329 **	0.152 ns	112.06 **	757.09 **	3.313 **	384002 *	1528625 ns	206.74 **
A*B	۳	0.032 ns	0.029 ns	16.70 ns	133.18 ns	0.640 **	530093 **	3000529 *	13.22 ns
A*C	۹	0.005 ns	0.201 ns	7.15 ns	100.01 ns	0.266 ns	82582 ns	416054 ns	8.52 ns
B*C	۳	0.009 ns	0.723 **	10.73 ns	204.97 ns	0.896 **	208420 ns	1358926 ns	11.34 ns
A*B*C	۹	0.014 ns	0.255 ns	6.48 ns	68.66 ns	0.212 ns	137860 ns	1051774 ns	12.25 ns
Error	۶۲	0.015	0.172	8.06	92.85	0.155	105938	741834	11.02
CV	-	20.95	7.91	15.23	20.38	11.04	19.00	19.31	8.62

*, ** and ns shows significancy at 5% and 1% probability level and non-significancy based on ANOVA, respectively.

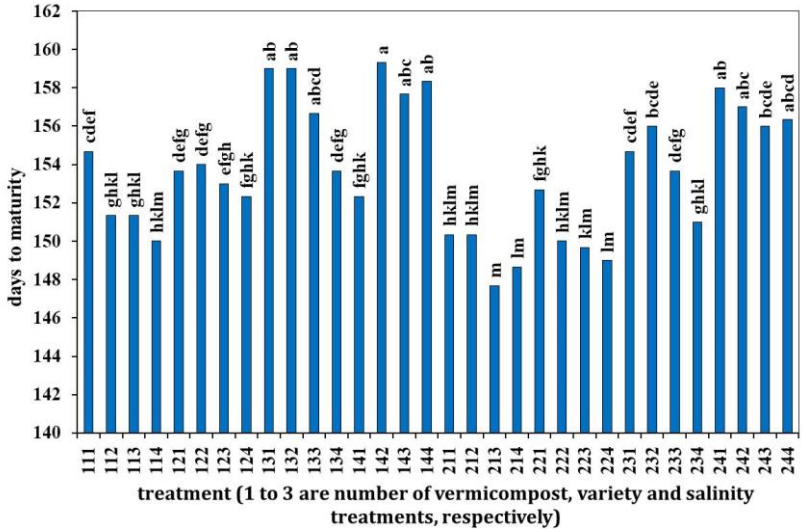
جدول ٤- مقایسه میانگین‌های برخی صفات مرفولوژیکی و عملکردی تحت تاثیر رقم

Varity	Days to flowering	Height of the first secondary branch	Stem diameter (mm)	Seed No. per Silique	Silique No. per Plant	Seed yield (Kg.ha^{-1})	Harvest Index (%)
Hyola 4815	63.01 d	22.59 d	4.68 c	15.84 c	49.16 ab	1648.1 bc	40.6 a
Hyola 308	69.79 c	31.42 c	5.36 b	19.69 ab	53.99 a	1855.4 a	40.9 a
Hyola 401	83.79 b	37.67 b	5.93 b	20.84 a	40.82 c	1774.9 ab	38.1 b
RGS	98.08 a	41.51 a	7.43 a	18.20 b	45.19 bc	1572.8 c	34.6 c

Means followed by similar letters in each column have not significant difference at 5% probability level (LSD test).

جدول ٥- مقایسه میانگین‌های برخی صفات مورد مطالعه تحت تاثیر ورمی‌کمپوست

Application rate (ton.ha^{-1})	Stem diameter (mm)	Seed No. per Silique	Silique No. per Plant
0	4.86 b	16.72 b	34.96 b
10	6.83 a	20.56 a	59.62 a



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد روز تا رسیدگی تحت تأثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست، رقم و شوری

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های برخی صفات موفولوژیکی و اجزاء عملکرد تحت تأثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست و رقم

Vermicompost	Variety	Plant height (cm)	Height of the first silique (cm)	Secondary branch No.	Silique length (cm)	1000 seeds weight (g)
No application	Hyola 4815	63.17 ^{d}	36.90 ^{e}	3.00 ^{b}	5.57 ^{b}	3.668 ^{b}
	Hyola 308	75.38 ^{c}	47.29 ^{cd}	3.08 ^{b}	5.71 ^{b}	3.279 ^{c}
	Hyola 401	78.38 ^{bc}	50.57 ^{bc}	2.19 ^{c}	6.10 ^{a}	3.919 ^{ab}
	RGS	85.87 ^{a}	56.02 ^{a}	2.31 ^{c}	5.85 ^{ab}	3.662 ^{b}
10 ton.ha^{-1}	Hyola 4815	62.13 ^{d}	31.04 ^{f}	4.33 ^{a}	4.69 ^{cd}	4.041 ^{a}
	Hyola 308	75.27 ^{c}	45.54 ^{d}	4.25 ^{a}	4.87 ^{c}	2.964 ^{d}
	Hyola 401	81.08 ^{b}	53.35 ^{ab}	4.13 ^{a}	4.52 ^{d}	3.861 ^{ab}
	RGS	78.83 ^{bc}	51.54 ^{b}	3.40 ^{b}	4.65 ^{cd}	3.137 ^{cd}

Means followed by similar letters in each column have not significant difference at 5% probability level (LSD test).

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های برخی صفات موفولوژیکی و عملکردی تحت تأثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری

Vermicompost	Salinity (dS.m^{-1})	Days to flowering	Height of the first secondary branch (cm)	1000 seeds weight (g)	Seed yield (Kg.ha^{-1})	Biological yield (Kg.ha^{-1})
No application	1.15	74.00 ^{b}	34.79 ^{b}	3.393 ^{bc}	1448.9 ^{c}	3702.5 ^{d}
	4	78.83 ^{a}	37.08 ^{b}	3.687 ^{ab}	1347.3 ^{c}	3516.0 ^{d}
	7	79.42 ^{a}	41.90 ^{a}	3.744 ^{a}	1305.3 ^{c}	3542.7 ^{d}
	10	80.00 ^{a}	35.42 ^{b}	3.705 ^{a}	1332.6 ^{c}	3651.4 ^{d}
10 ton.ha^{-1}	1.15	80.50 ^{a}	29.50 ^{c}	3.724 ^{a}	1737.1 ^{b}	4448.7 ^{c}
	4	78.33 ^{a}	29.10 ^{c}	3.345 ^{c}	2066.0 ^{a}	5220.7 ^{b}
	7	79.25 ^{a}	28.15 ^{c}	3.364 ^{c}	2264.3 ^{a}	5949.5 ^{a}
	10	79.00 ^{a}	30.44 ^{c}	3.570 ^{abc}	2201.0 ^{a}	5654.2 ^{a}

Means followed by similar letters in each column have not significant difference at 5% probability level (LSD test).

ارتفاع بوته: ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت تاثیر رقم قرار گرفت (جدول ۳) که با نتایج Rameeh (2017)، Rameeh (2016)، Ehteshami et al. (2015)، Naderi Zarnaghi & Toorchi (2015)، Naderi Arefi & Abedini Esfahlani (2014)، Rahnama (2013)، Dehshiri et al. (2012)، Ebrahimi et al. (2012)، Rameeh et al. (2012)، Shahbazi et al. (2011)، Bybordi (2010) و Rahnama & Makvandi (2008) مطابقت دارد. برتری معنی‌دار رقم RGS نسبت به هایولا ۴۰۱ از نظر ارتفاع بوته (جدول ۶) توسط Yazdani et al. (2016)، Ehteshami et al. (2015)، Fanaei et al. (2015) و Ebrahimi et al. (2012) و نسبت به رقم‌های دیگر توسط Dehshiri et al. (2012) گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. افزایش ارتفاع کلزا تا زمان گلدهی صورت می‌گیرد (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2014) و کوتاه شدن دوره رشد رویشی عامل مهمی در کاهش ارتفاع بوته کلزا می‌باشد (Ehteshami et al., 2015). به همین دلیل همبستگی مثبت معنی‌داری بین ارتفاع بوته و تعداد روز تا گلدهی کلزا گزارش شده است (Rameeh, 2016; Fanaei et al., 2015). بنابراین رقم‌هایی که از تعداد روز تا گلدهی بیشتری برخوردار باشند، ارتفاع بیشتری نیز خواهند داشت. بر این اساس، مقایسه ارتفاع بوته (جدول ۶) و تعداد روز تا گلدهی (جدول ۴) رقم‌های مورد بررسی نشان می‌دهد که اختلاف بین رقم‌ها از نظر این دو صفت از الگوی یکسانی تبعیت می‌کند.

برهمکنش ورمی‌کمپوست و رقم (جدول ۶) نشان داد هشت تیمار مورد بررسی در چهار گروه آماری مختلف قرار دارند به طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در رقم RGS در شرایط بدون ورمی‌کمپوست (۸۵/۹ سانتی‌متر) و رقم هایولا ۴۸۱۵ در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (۶۲/۶ سانتی‌متر) مشاهده شد. افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته کلزا در سطوح کاربرد زیاد ورمی-کمپوست و کاهش معنی‌دار آن در سطوح کاربرد کم ورمی‌کمپوست توسط Kaboosi et al. (2016) گزارش شده بود. افزایش ارتفاع بوته

www.SID.ir

Archive of SID

کلزا، آفتابگردان، ذرت و نخود در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش شده است (Rashtbari & Alikhani, 2012; Rafiq & Nusrat, 2009; Oo et al., 2015; Pezeshkpour et al., 2015). ارتفاع بیشتر بوته کلزا می‌تواند دلیلی بر وجود تعداد برگ و طول ساقه بیشتر و در نتیجه سطح فتوسنتز کننده بیشتر باشد که این عوامل منجر به افزایش تولید مواد فتوسنتزی و رشد گیاه می‌شود (Rashtbari & Alikhani, 2012). از سوی دیگر طویل شدن بوته احتمال ورس را افزایش داده که می‌تواند به دلیل شاخه‌دهی بیشتر یکنواختی را در رسیدگی و ریزش دانه‌ها افزایش دهد (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2014). با مقایسه ارتفاع بوته رقم‌های مشابه در شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست می‌توان دریافت بجز در رقم RGS، کاربرد ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر این صفت بوجود نیاورد. شوری تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت (جدول ۳) که با نتایج Kaboosi & Ehsani (2016) و Shabani et al. (2013) که کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته کلزا با افزایش شوری آب آبیاری به ترتیب از ۰/۶ به ۱۲ و از ۱/۴ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر را گزارش نکردند، همخوانی دارد.

ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین: به طور میانگین، کاربرد ورمی‌کمپوست با ۲۱/۵ درصد کاهش ارتفاع اولین غلاف تاثیر معنی‌داری بر این صفت داشت. نتایج نشان داد که برهمکنش ورمی‌کمپوست و رقم بر ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین تحت تاثیر صفت ارتفاع بوته می‌باشد به طوری که بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب در رقم RGS در شرایط بدون ورمی‌کمپوست و رقم هایولا ۴۸۱۵ در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۶). همچنین بجز در رقم هایولا ۴۰۱، کاربرد ورمی‌کمپوست در سایر رقم‌ها موجب کاهش ارتفاع اولین غلاف نسبت به شرایط عدم کاربرد شد که این کاهش در برخی موارد معنی‌دار و در برخی موارد غیرمعنی‌دار بود. در عین حال کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم هایولا ۴۰۱ موجب افزایش ارتفاع اولین غلاف شد ولی این اثر معنی‌دار نبود.

ارتفاع اولین شاخه فرعی از سطح زمین: از نظر ارتفاع اولین شاخه فرعی، چهار رقم مورد بررسی در چهار گروه آماری مختلف قرار گرفتند به طوری که رتبه‌بندی رقم‌ها به صورت RGS (بیشترین)، هایولا ۴۰۱، ۳۰۸ و ۴۸۱۵ (کمترین) بود که نشان می‌دهد این صفت نیز تحت تأثیر صفت ارتفاع بوته قرار دارد (جدول ۴). در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، ارتفاع اولین شاخه فرعی در رقم‌هایی که از تعداد شاخه فرعی بیشتری برخوردار بودند، کمتر بود (جدول ۶). گزارش شده است که با زیاد شدن تعداد شاخه فرعی کلزا ارتفاع تشکیل اولین شاخه فرعی کاهش می‌یابد که این امر مشکلات ناشی از رسیدگی غیریکنواخت محصول و برداشت مکانیزه آن را تشدید می‌کند (Naderi Arefi & Abedini Esfahlani, 2014).

برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری نشان داد که بیشترین ارتفاع اولین شاخه فرعی در تیمار شوری ۷ دسی‌زیمنس بر متر و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست بدست آمد ولی اختلاف سایر سطوح شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و هر چهار سطح شوری در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با یکدیگر معنی‌دار نبود. همچنین در همه سطوح شوری، کاربرد ورمی‌کمپوست موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع اولین شاخه فرعی نسبت به شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست شد.

تعداد شاخه فرعی: کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی به میزان ۵۲/۲ درصد شد. همچنین کمترین و بیشترین تعداد شاخه فرعی به ترتیب در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم‌های هایولا ۴۰۱ و RGS و در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم‌های هایولا مشاهده شد. وجود اختلاف معنی‌دار بین رقم‌ها از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته توسط Ehteshami et al. (2015)، Tarinejad et al. (2013) و Dehshiri et al. (2012) نیز گزارش شده بود. در هر چهار رقم کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه فرعی گردید ولی این افزایش در رقم هایولا ۴۰۱ بیشتر بود. همچنین در هر دو شرایط کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم RGS کمترین تعداد شاخه فرعی را داشت (جدول ۶). تاثیر غیرمعنی‌دار شوری بر تعداد شاخه فرعی توسط Tarinejad et al. (2013) گزارش شد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (جدول ۳).

قطر ساقه: بیشترین و کمترین قطر ساقه اصلی به ترتیب در رقم‌های RGS و هایولا ۴۸۱۵ مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و سایر رقم‌ها داشتند ولی اختلاف رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ۴۰۱ با یکدیگر معنی‌دار نبود (جدول ۴). کاربرد ورمی‌کمپوست قطر ساقه را بیش از ۴۰ درصد افزایش داد که این افزایش معنی‌داری بود (جدول ۵).

طول غلاف: برهمکنش ورمی‌کمپوست و رقم نشان داد که بیشترین و کمترین طول غلاف به ترتیب در رقم هایولا ۴۰۱ در شرایط بدون ورمی‌کمپوست و رقم‌های RGS و هایولا ۴۰۱ در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد. کاربرد ورمی‌کمپوست در هر چهار رقم مورد بررسی موجب کاهش معنی‌دار طول غلاف (به طور میانگین ۱۹/۴ درصد) شد (جدول ۶).

کاهش معنی‌دار طول غلاف در شرایط کاربرد ۹ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به عدم استفاده از آن توسط Kaboosi et al. (2016) نیز گزارش شد که با نتایج این پژوهش همخوانی نزدیکی دارد. تاثیر غیرمعنی‌دار شوری بر طول غلاف توسط Kaboosi & Ehsani (2016) گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد (جدول ۳).

تعداد دانه در غلاف: بیشترین تعداد غلاف در بوته در رقم هایولا ۴۰۱ مشاهد شد ولی اختلاف آن با رقم هایولا ۳۰۸ معنی‌داری نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

کمترین مقدار این صفت مربوط به رقم هایولا ۴۸۱۵ بود (جدول ۴). همچنین تعداد دانه در غلاف رقم هایولا ۴۰۱ از برتری معنی‌داری نسبت به RGS برخوردار است که با نتایج Moravveji et al. (2017) و Ehteshami et al. (2015) مطابقت دارد. وجود تفاوت معنی‌دار بین رقم‌های مختلف کلزا از نظر تعداد دانه در غلاف توسط Ehteshami et al.، Fanaei et al. (2015)، Rameeh (2017)، Tajali et al.، Rameeh (2012)، Rahnama (2013)، Bybordi (2010) و Rahnama & Makvandi (2008) گزارش گردیده بود. کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش تعداد دانه در غلاف به میزان حدود ۲۳ درصد شد که اختلاف معنی‌داری با تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست داشت (جدول ۵).

تعداد غلاف در بوته: در بین رقم‌های مورد بررسی، بیشترین تعداد غلاف در بوته به رقم هایولا ۳۰۸ اختصاص داشت اگرچه اختلاف معنی‌داری با رقم هایولا ۴۸۱۵ نداشت. کمترین مقدار این صفت نیز در رقم هایولا ۴۰۱ مشاهده شد ولی اختلاف آن با رقم RGS معنی‌دار نبود (جدول ۴) که با نتایج Fanaei et al. (2015) مطابقت دارد. برتری معنی‌دار رقم RGS نسبت به هایولا ۴۰۱ از نظر این صفت در سطوح مختلف شوری توسط Moravveji et al. (2017) و در تاریخ‌های مختلف کشت توسط Ehteshami et al. (2015) و Ebrahimi et al. (2012) نیز گزارش شده بود. تفاوت بین رقم‌های مختلف کلزا از نظر تعداد غلاف در بوته توسط Golestani et al. (2018)، Rameeh (2017)، Fanaei et al. (2015)، Tarinejad et al. (2013)، Shabani et al. (2013)، Rahnama (2012)، Rameeh et al.، Ebrahimi et al. (2012)، Tajali et al. (2011)، Bybordi (2010) و Rahnama & Makvandi (2008) نیز معنی‌دار گزارش شد.

کاربرد ورمی‌کمپوست با بیش از ۷۰ درصد افزایش تعداد غلاف در بوته موجب افزایش معنی‌داری این صفت شد (جدول ۵). افزایش این صفت تحت تاثیر ورمی‌کمپوست در کلزا توسط Azimzadeh et al. (2017) و Kaboosi et al. (2016) و در کنجد توسط Sajadi Nik et al. (2011) نیز گزارش شد که به فراهمی بهتر مواد غذایی نسبت داده شده است. شوری ۱/۱۵ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی‌دار بر طول غلاف نداشت (جدول ۳) که با نتایج Kaboosi & Ehsani (2016) در همین محدوده همخوانی دارد.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه تحت تاثیر رقم قرار گرفت (جدول ۳) که با نتایج Golestani et al. (2018)، Rameeh (2017)، Naderi Zarnaghi & Toorchi (2015)، Shabani et al. (2013)، Rahnama (2013)، Tajali et al. (2011) و Rahnama & Makvandi (2008) مطابقت دارد. برتری معنی‌دار رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم RGS از نظر وزن هزار دانه توسط Moravveji et al. (2017) و Fanaei et al. (2015) نیز گزارش شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. برهمکنش ورمی‌کمپوست و رقم نشان داد که بیشترین مقدار وزن هزار دانه در رقم هایولا ۴۸۱۵ در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست به دست آمد اگر چه اختلاف آن با رقم هایولا ۴۰۱ در هر دو تیمار ورمی‌کمپوست معنی‌دار نبود. همچنین کمترین وزن هزار دانه در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست در رقم هایولا ۳۰۸ و RGS مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به کاهش معنی‌دار طول غلاف و وزن هزار دانه در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست، به نظر می‌رسد که در این شرایط گیاه با تولید دانه‌های ریزتر انرژی خود را صرف افزایش تعداد دانه در غلاف می‌کند.

در بررسی برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری مشاهده گردید که در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست با افزایش شوری، وزن هزار دانه افزایش معنی‌داری داشت که با نتایج Dehshiri & Modares Sanavy (2017) در همین محدوده شوری همخوانی دارد. افزایش و کاهش غیرمعنی‌دار وزن هزار دانه کلزا تحت تأثیر شوری به ترتیب توسط Kaboosi & Ehsani (2016) و Francois (1994) نیز گزارش شده است. در عین حال در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست با افزایش شوری این صفت کاهش معنی‌داری نشان داد. 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 (Tajali et al., 2011). در مجموع بیشترین وزن هزار دانه در شوری‌های ۴ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و شوری‌های شاهد در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول ۷). در همین راستا نتایج پژوهش Moravveji et al. (2017) نشان داد که افزایش شوری تا سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تغییر معنی‌داری در وزن هزار دانه رقم هایولا ۴۰۱ بوجود نیاورد و نتایج پژوهش Dehshiri & Modares Sanavy (2017) نیز حاکی از عدم کاهش معنی‌دار این صفت تحت تاثیر افزایش شوری از ۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود.

عملکرد دانه: نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در رقم هایولا ۳۰۸ به دست آمد در حالی که اختلاف آن با رقم هایولا ۴۰۱ معنی‌دار نبود. همچنین کمترین عملکرد دانه در بین رقم‌های مورد بررسی به رقم RGS اختصاص داشت ولی اختلاف آن با رقم هایولا ۴۸۱۵ معنی‌داری نبود (جدول ۴). عملکرد رقم هایولا ۴۰۱ حدود ۱۳ درصد بیشتر از رقم RGS بود که با یافته‌های Moravveji et al. (2017)، Anagholi et al. (2016)، Yazdani et al. (2015)، Fanaei et al. (2015) و Rabiei & Rahimi (2014) که نشان دادند این اختلاف به ترتیب ۱۶، ۱۹، ۲۵، ۱۰ و ۴۰ درصد است، نسبتاً همخوانی دارد. پژوهشگران متعددی تفاوت معنی‌دار ارقام کلزا از نظر عملکرد دانه (Golestani et al., 2018; Rameeh, 2017; Naderi Zarnaghi & Toorchi, 2015; Tarinejad et al., 2013;

www.SID.ir

Archive of SID

Rahnama, 2013; Ebrahimi et al., 2012; Rameeh et al., 2012; Shahbazi et al., 2011; Tajali et al., 2011; Rahnama & Makvandi, 2008; Francois, 1994) را گزارش نمودند. میزان عملکرد کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعی بستگی دارد (Rabiei & Rahimi, 2014; Faraji & Soltani, 2007). عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین‌کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند و واکنش ارقام مختلف کلزا نسبت به این عوامل متفاوت است (Faraji & Soltani, 2007). تفاوت بین ارقام مختلف کلزا از نظر عملکرد دانه به عوامل ژنتیکی و سازگاری با شرایط آب و هوایی نسبت داده شده است (Ebrahimi et al., 2012; Akhoundi et al., 2009). همچنین تفاوت در سازگاری فیزیولوژیکی ارقام مختلف و تطبیق مراحل رشدی با شرایط آب و هوایی را می‌توان علت تفاوت عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا اعلام نمود (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. همچنین عملکرد دانه در کلزا تابعی از اجزاء عملکرد یعنی تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه است که مقادیر این اجزاء تحت تأثیر رقم تغییر می‌کند. شرایط محیطی نیز بر توانایی پتانسیل ژنتیکی رقم‌ها تأثیر می‌گذارد (Moravveji et al., 2017; Fanaei et al., 2015; Ebrahimi et al., 2012). لذا اختلاف رقم‌ها از نظر عملکرد دانه را می‌توان به تفاوت ژنتیکی آنها در اجزاء عملکرد مربوط دانست.

کاربرد ورمی‌کمپوست به طور میانگین بیش از ۵۲ درصد عملکرد دانه را افزایش داد (جدول ۷) که موجب اثر معنی‌دار ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه شد (جدول ۳). در همین راستا افزایش معنی‌دار عملکرد دانه کلزا به میزان ۲۵ درصد در شرایط کاربرد ۹ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به عدم کاربرد آن توسط Kaboosi et al. (2016) گزارش شد. افزایش معنی‌دار عملکرد دانه کلزا (Azimzadeh et al., 2017; Rashtbari & Alikhani, 2012) و کنجد (Sajadi Nik & Yadavi, 2013; Sajadi Nik et al., 2011)، گوجه‌فرنگی (Truong et al., 2018)، سیب‌زمینی (Pérez-Gómez et al., 2017)، ذرت (Oo et al., 2015) و نخود (Pezeshkpour et al., 2015) در شرایط استفاده از ورمی‌کمپوست گزارش شده است. این موضوع به افزایش میزان و فراهمی مواد غذایی (Truong et al., 2018; Adamipour et al., 2016; Oo et al., 2015; Sajadi Nik et al., 2011)، بهبود عملکرد آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد (Sajadi Nik & Yadavi, 2013; Sajadi Nik et al., 2011)، افزایش فعالیت میکروبی زیست توده خاک (Oo et al., 2015; Rashtbari & Alikhani, 2011)، تولید تنظیم کننده‌های رشد نظیر اسید آبسیسیک (Rashtbari & Alikhani, 2011) و افزایش قدرت جذب و نگهداری رطوبت در خاک (Pezeshkpour et al., 2015) نسبت داده شده است. برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری نشان داد که شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست موجب حدود ۹ درصد کاهش عملکرد شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود. در همین ارتباط نتایج Moravveji et al. (2017)، Kaboosi & Ehsani (2016)، Kaboosi et al. (2016)، Shabani et al. (2013)، Dehshiri et al. (2012) (در اغلب شرایط آزمایش)، Shahbazi et al. (2011)، Azimi Gandomani et al. (2009) و Porcelli et al. (1995) نشان داد که افزایش شوری به ترتیب تا ۵، ۱۰، ۷، ۶، ۱۵، ۶، ۱۰ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر منفی معنی‌داری بر عملکرد دانه کلزا نداشت و حتی نتایج Hoseini et al. (2016) و Dehshiri et al. (2012) (تقریباً در تمام شرایط آزمایش)، حاکی از افزایش عملکرد دانه کلزا در اثر افزایش شوری به ترتیب تا ۱۲ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر بود. در عین حال، در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست کمترین عملکرد در شوری شاهد مشاهده شد ولی بین سه تیمار شوری دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مجموع، بیشترین عملکرد دانه در شوری‌های بین ۴ تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست و کمترین مقدار آن در سطوح مختلف شوری در شرایط عدم استفاده از ورمی‌کمپوست به دست آمد.

عملکرد بیولوژیکی: کاربرد ورمی‌کمپوست با حدود ۴۸ درصد افزایش موجب تاثیر معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی شد (جدول‌های ۳ و ۷) که با پژوهش Kaboosi et al. (2016) که حدود ۲۶ درصد افزایش آن را با کاربرد ۹ تن بر هکتار ورمی‌کمپوست برای کلزا گزارش نمود همخوانی دارد. افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی کلزا (Azimzadeh et al., 2017; Rashtbari & Alikhani, 2012; Rashtbari & Alikhani, 2011)، کنجد (Sajadi Nik et al., 2011)، نیز گزارش شده است. افزایش عملکرد بیولوژیکی در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست به افزایش میزان مواد غذایی به ویژه نیتروژن (Sajadi Nik et al., 2011) و مواد هیومیکی (Rashtbari & Alikhani, 2012) ارتباط داده شده است.

برهمکنش ورمی‌کمپوست و شوری نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیکی در شوری ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و کمترین مقدار آن در سطوح مختلف شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۷). در همین راستا گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد عملکرد دانه و بیولوژیکی کلزا در شرایط شور حتی بیشتر از شرایط غیرشور است (Azimi Gandomani et al., 2009). افزایش عملکرد بیولوژیکی دو رقم کلزا در برخی تاریخ‌های کشت در تیمارهای کاملاً شور نسبت به تیمار غیرشور توسط Gul & Ahmad (2007) و افزایش غیرمعنی‌دار آن

www.SID.ir

Archive of SID

در شوری آب آبیاری ۷ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب توسط Kaboosi et al. (2016) و Kaboosi & Ehsani (2016) نیز گزارش شده است که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. همچنین Porcelli et al. (1995) گزارش کردند که افزایش شوری خاک از ۲/۳ به ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به کاهش معنی‌دار عملکردهای بیولوژیکی کلزا منجر نشد. عدم کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی و کاهش غیرمعنی‌دار آن تا شوری ۵ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب توسط Moravveji et al. (2017) و Hoseini et al. (2009) نیز گزارش شد. به نظر می‌رسد که جذب کمتر آب در اثر تنش شوری موجب کاهش جذب یون‌های سمی توسط گیاه گردید که این امر در کاهش اثرات زیان‌بار شوری موثر بود (Kaboosi et al., 2016; Hoseini et al., 2009).

شاخص برداشت: بر اساس نتایج، بیشترین شاخص برداشت در رقم‌های هایولا ۴۸۱۵ و ۳۰۸ و کمترین آن در رقم RGS مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با رقم هایولا ۴۰۱ داشتند. برتری معنی‌دار شاخص برداشت رقم هایولا ۴۰۱ نسبت به رقم RGS توسط Moravveji et al. (2017) نیز گزارش شده بود که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. تفاوت معنی‌دار ارقام کلزا از نظر شاخص برداشت توسط Rameeh (2017) نیز گزارش شد.

شوری اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشت (جدول ۳) که نشان می‌دهد اثر شوری بر صفات عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه کلزا از روند برخوردار بود (جدول ۷). عدم تأثیر معنی‌دار شوری بر شاخص برداشت کلزا توسط Kaboosi & Ehsani (2016)، Anagholi et al. (2016) و Kaboosi et al., 2016 در همین محدوده شوری گزارش شده است. در همین راستا پژوهش Moravveji et al. (2017) نیز نشان داد که افزایش شوری تا ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر موجب تغییر معنی‌دار شاخص برداشت هایولا ۴۰۱ نشد. همچنین عدم تاثیر معنی‌دار ورمی‌کمپوست بر شاخص برداشت کلزا (جدول ۳) توسط Kaboosi et al, (2016) نیز گزارش شده بود.

نتیجه‌گیری

کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌داری اجزاء عملکرد، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی کلزا شد. همچنین بیشترین عملکرد دانه در رقم‌های هایولا ۳۰۸ و ۴۰۱ و کمترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در رقم RGS بدست آمد. افزایش شوری در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست منجر به افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه و کاهش غیرمعنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی شد در حالی که در شرایط کاربرد ورمی‌کمپوست کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه و افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی را به دنبال داشت.

منابع

Adamipour, N, Heiderianpour, M.B., and Zarei, M. Application of vermicompost for reducing the destructive effects of salinity stress on tall fescue turfgrass. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 7(1): 35-47. (In Persian with English Summary)

Akhoundi, N., Roshdi, M., Hasanzadeh Ghourttapeh, A.A., and 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)

Anagholi, A., Rousta, M.J., and Azari, A. 2016. Selection of salt tolerance varieties of canola by using of tolerant indices. *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 6(2): 1-8. (In Persian with English Summery)

Azimi Gandomani, M., Faraji, H., Dehdari, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Alinaghizadeh, M., 2009. Evaluation of the effect of salinity stress on ion accumulation, quantitative and qualitative yield of spring rapeseed cultivars. *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 1(1): 27-37. (In Persian with English Summary)

Azimzadeh, S.J., Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A. 2017. Study on replacement probability of organic with chemical fertilizers in canola (*brassica napus*) under two deficit and full irrigation conditions. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 14(4): 587-598. (In Persian with English Summery)

Beyk Khurmizi, A., Abrishamchi, P., Ganjeali, A. and Parsa, M. 2010. The effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris L.*). *Journal of Agroecology*, 2(3): 474-485. (In Persian with English Summery)

Beyk Khurmizi, A., Ganjeali, A., Abrishamchi, P. and Parsa, M. 2012. Effect of vermicompost on photosynthesis and transpiration rate and water use efficiency of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) under salinity stress. *Journal of Agroecology*, 4(3): 223-234. (In Persian with English Summery)

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. 2016. Effect of zeolite, selenium and silicon on yield, yield components and some physiological

www.SID.ir

Archive of SID

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

Golestanian, J., Shargi, Y., Zahedi, H., Modares Sanavi, S.H., and Alavi Asl, S.A. Effect of calcium silicate on salt stress tolerance of four canola varieties. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 49(1): 179-188. (In Persian with English Summary)

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

Hoseini, Y., Homaee, M., and Asadi Kapoorchal, S. 2016. Interactive effect of nitrogen and salinity on yield, oil content and nitrogen use efficiency in canola. *Crop Production*, 9(2): 193-211. (In Persian with English Summery)

Hoseini, Y., Homaee, M., Karimian, N.A., and 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 Summery)

IBM Corp. Released, 2010. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 19.0. Armonk, New York, IBM Corp.

Kaboosi, K., and Ehsani, A. 2016. Effects of zeolite on canola under salinity stress. *Journal of Biosystems Engineering*, 5(3): 23-34. (In Persian with English Summary)

Kaboosi, K., and Majidi, O. 2017. Agro-ecological zoning of rainfed wheat in Golestan province based on meteorology, agronomy, soil and land properties. *Journal of Agroecology*, 7(2): 1-19. (In Persian with English Summery)

Kaboosi, K., Faraji, A., and Nejadhoseini, S.M.M. 2016. The effects of salinity and vermicompost on morphology, yield, yield component, oil and water productivity of canola. *Iranian Journal of Oilseed Plant*, 4(2): 41-58. (In Persian with English Summary)

Khatamain, O.S., Modares Sanavy, S.A.M., Ghanati, F., and 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*, traits of canola under salt stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 14(1): 154-170. (In Persian with English Summery)

Dehshiri, A., and Modares Sanavy, S.A.M. 2017. Effects of salinity on yield quantity and quality of three rapeseed (*brassicc napus*) cultivars under different atmospheric carbon dioxide concentrations. *Crop Production*, 9(4): 1-16. (In Persian with English Summery)

Dehshiri, A., Modares Sanevi, S.M.A., Rezaei, H., and Shirani Rad, A.H. 2012. Effect of elevated concentration of atmospheric carbon dioxide on some traits of three rapeseed (*Brassicc napus L.*) varieties under saline conditions. *Seed and Plant Production Journal*, 28(1): 35-52. (In Persian with English Summery)

Ebrahimi, M., Akbari, G.A., Akbari, G.A., and Samadi Firoozabad, B. 2012. Effect of sowing date on seed yield and its components of canola cultivars in Varamin region in Iran. *Seed and Plant Production Journal*, 28(1): 69-80. (In Persian with English Summery)

Ehteshami, S.M.R., Tehrani Aref, A., and Samadi, B. 2015. Effect of planting date on some phenological and morphological characteristics, yield and yield components of five rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Applied Field Crops Research*, 28(4): 111-120. (In Persian with English Summary)

Fanaei, H., Keikha, G.A., Davtalab, N., and Saravanie, F. 2015. Evalution of seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) genotypes in response to delay planting. *Applied Field Crops Research*, 28(3): 65-73. (In Persian with English Summary)

Faraji, A., and 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)

Food and Agriculture Organization (FAO). 2017a. FAOSTAT. Available at Web site http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC (Access 17 November 2017).

Food and Agriculture Organization (FAO). 2017b. FAO Soils Portal. Available at Web site http://www.fao.org/soils-portal/en/ (Access 17 November 2017).

www.SID.ir

Archive of SID

Pezeshkpour, P., Ardakani, M.R., Paknejad, F., and Vazan, S. 2015. Effects of vermicompost, microorganisms mycorrhiza and phosphate biofertilizer on some morphophysiological characteristics and seed protein percent of chickpea in autumn plantation. *Plant Ecophysiology*, 7(22): 190-204. (In Persian with English Summary)

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.

Rabiei, M., and Rahimi, M. 2014. Selection of the best rapeseed genotypes as second crop in paddy fields of Guilan. *Crop Production*, 7(1): 201-213. (In Persian with English Summary)

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.

Rahimi, M., Rabiee, B., and Rabiee, M. 2012. Important morphological traits on canola yield as second cultivation in Guilan. *The Plant Production*, 35(2): 85- 98. (In Persian with English Summery)

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., and 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. 2017. Response of commercial cultivars and new lines of oilseed rape to delayed sowing conditions in Mazandaran. *Seed and Plant Production Journal*, 33(1): 13-30. (In Persian with English Summary)

Rameeh, V. 2016. Effect of delayed sowing on reduction of agronomical traits and grain yield of rapeseed lines and varieties in Mazandaran. *Applied Field Crops Research*, 29(4): 13-24. (In Persian with English Summary)

Rameeh, V. 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12: 851-861.

21(3): 147-161. (In Persian with English Summary)

Jabeen, N., and Ahmad, R. 2017. Growth response and nitrogen metabolism of sunflower (*Helianthus annuus L.*) to vermicompost and biogas slurry under salinity stress. *Journal of Plant Nutrition*, 40(1): 104-114.

Ministry of Agriculture-Jahad (MAJ). 2017. Yearly statistical book: 2016. Available at Web site http://amar.maj.ir (Access 17 November 2017).

Moameni, A. 2011. Geographical distribution and salinity levels of soil resources of IRAN. *Iranian Journal of Soil Research- Soil and Water Science*, 24(3): 203-215. (In Persian with English Summery)

Moravveji, S., Zamani, G.R., Kafi, M., and Alizadeh, Z. 2017. Effect of different salinity levels on yield and yield components of spring canola cultivars (*Brassica napus L.*) and Indian mustard (*B. juncea L.*). *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 10(3): 445-457. (In Persian with English Summery)

Naderi Arefi, A., and Abedini Esfahlani, M. 2014. Effect of planting date on yield and yield components of spring and winter canola cultivars. *Applied Field Crops Research*, 27(105): 167-171. (In Persian with English Summary)

Naderi Zarnaghi, R., and 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)

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.

Oo, A.N., Iwai, C.B., and Saenjan, P. 2015. Soil Properties and maize growth in saline and nonsaline soils using cassava-industrial waste compost and vermicompost with or without earthworms. *Land Degradation and Developme*nt, 26(3): 300-310.

Pérez-Gómez, J.J., Abud-Archila, M., Villalobos-Maldonado, J.J., Enciso-Saenz, S., Hernández de León, H., Ruiz-Valdiviezo, V.M., and Gutiérrez-Miceli, F.A. 2017. Vermicompost and vermiwash minimized the influence of salinity stress on growth parameters in potato plants. *Compost Science and Utilization*, 25(4): 282-287.

www.SID.ir

Archive of SID

Internation Journal of Plant Production, 7: 313-340.

Shahbazi, M., Kiani, A.R., and 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 with English Summary)

Tajali, T., Bagheri, A.R., and 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., and 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)

Truong, H.D., Wang, C.H., and Kien, T.T. 2018. Effect of vermicompost in media on growth, yield and fruit quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentun Mill.*) under net house conditions, *Compost Science and Utilization*, 26(1): 52-58.

Yazdani, H., Ghahraman, B., Davari, K., and 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., and 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)

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

Rashtbari, M., and Alikhani, H.A. 2011. Evaluation the appropriate levels of vermicompost and municipal solid waste compost on nutrient uptake and yield of canola under drought stress conditions. *Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture)*, 34(2): 85-96. (In Persian with English Summary)

Rashtbari, M., and Alikhani, H.A. 2012. Effect and efficiency of municipal solid waste compost and vermicompost on morpho-physiological properties and yield of canola under drought stress conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(2): 113-127. (In Persian with English Summary)

Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phonological stages and grain yield of Sesame. *Crop Production*, 6(2): 73-99. (In Persian with English Summary)

Sajadi Nik, R., Yadavi, A.R., Balouchi, H.R., and Farajee, H. 2011. Effect of chemical (Urea), organic (vermicompost) and biological (Nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of Sesame (*Sesamum indicum L.*). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 21(2): 87-101. (In Persian with English Summary)

Shabani, A., Sepaskhah, A.R., and Kamgar-Haghighi, A.A. 2013. Responses of agronomic components of rapeseed (*Brassica napus L.*) as influenced by deficit irrigation, water salinity and planting method.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 2, Vol. 13, Jan.-Jul. 2019, p. 486-499

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۲، جلد ۱۳، خرداد - تیر ۱۳۹۸، ص. ۴۹۹-۴۸۶

The Interaction of Irrigation Water Salinity, Vermicompost and Cultivar on Growth, Yield and Yield Components of Canola

K. Kaboosi[*1], A. Nodehi[2] and M. Shamyati[3]

Recived: Fab.19, 2019 Accepted: Jun.02, 2019

Abstract

In order to investigate the interaction of irrigation water salinity (four levels including 1.15, 4.0, 7.0 and 10.0 dS.m^{-1}) and vermicompost organic fertilizer (two levels including zero and 10 Tons.ha^{-1}) and cultivar (including Hyola 4815, 308 and 401 and RGS) on growth, yield and yield components of canola, an experiment was designed as factorial based on complete randomized blocks with three replications in Gorgan region. Significant difference between four cultivars in term of days to flowering was in order of RGS>401>308>4815. The interaction of salinity, vermicompost and cultivar on the days to maturity was significant. However, the significant reduction of this trait was observed by vermicompost (2.2 days) and salinity (1.9 days). Application of vermicompost increased the number of secondary branches by 52.2% averagely; however, this increase was higher in Hyola 401 cultivar. Vermicompost resulted reducion in the 1000-seeds weight and silique length of the studied cultivars, except for the Hyola 4815 and Hyola 401 which increased significantly. There was observed increasing stem diameter, seeds per silique, silique per plant, seed yield (from 1358.5 to 2067.1 Kg.ha^{-1}) and biological yield (from 3603.2 to 5318.3 Kg.ha^{-1}) under the influence of vermicompost by 40, 23, 70, 52, and 48%, respectively. Among the studied cultivars, Hyola 308 and RGS cultivers had the highest and lowest seed yield, with 1855.4 and 1572.8 Kg.ha^{-1}, respectively. The higher ability of Hyola 308 in production of seed number per silique and siliques number per plant and Hyola 401 in seed number per silique and 1000-seeds weight resulted in their seed yield was significantly higher than Hyola 4815 and RGS. The interaction of vermicompost and salinity showed that increased salinity in the absence of vermicompost resulted in a significant increase in 1000-seeds weight and insignificant reduction in seed yield and biological yield but in vermicompost application condition, these effects were reverse.

Keywords: Hyola, Organic Fertilizer, RGS, Salinity Stress

1-Department of Water Engineering, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran
2-Department of Water Engineering, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran
3-Department of Water Engineering, Gorgan branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran
(* - Corresponding Author: Email: kkaboosi@yahoo.com)

www.SID.ir