تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد دهم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۶
۵۹۵-۶۰۴
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2017.634

اثر شوری و محلول‌پاشی روی و آهن بر عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و کیفی زنیان (*Carum copticum*)

محمدرضا رمضانی[۱]، محمدجواد ثقه‌الاسلامی[۲*]، محمدحسن سیاری زهان[۳]، سید غلامرضا موسوی[۲]،

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی.
۲. دانشیار گروه زراعت، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی.
۳. دانشیار علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر شوری آب آبیاری و محلول‌پاشی روی و آهن بر زنیان آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دشت خضری استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۸۹ انجام شد. تیمارهای شوری شامل سه نوع آب از سه چاه عمیق با شوری‌های ۹۷۰، ۳۵۰۰ و ۷۷۰۰ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر به‌عنوان کرت اصلی و تیمارهای محلول‌پاشی (شاهد، محلول‌پاشی آهن با غلظت ۳ در هزار، محلول‌پاشی روی ۴ در هزار و محلول‌پاشی آهن + روی) به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد شوری به‌طور معنی‌داری سبب کاهش عملکرد بذر و اسانس و ویژگی‌های مورفولوژیکی (به‌جز تعداد چترک در چتر) شد، اما اثر معنی‌داری بر درصد اسانس بذر نداشت. بیشترین عملکرد بذر (۲۳۶ گرم بر مترمربع)، عملکرد اسانس (۸/۵۷۸ گرم بر مترمربع)، ارتفاع بوته (۷۴/۸ سانتیمتر)، تعداد شاخه در بوته (۱۰/۸) و تعداد چتر در بوته (۲۳۶/۳) مربوط به تیمار شوری کم (۹۷۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر) بود. تیمارهای محلول‌پاشی اگرچه بر عملکرد بذر و درصد و عملکرد اسانس بذر اثر معنی‌داری نداشتند، اما اثر متقابل آن‌ها با تیمارهای شوری بر عملکرد بذر و اسانس معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بذر و اسانس مربوط به تیمار شوری کم و محلول‌پاشی با آهن بود. این در حالی است که در شرایط شوری زیاد محلول‌پاشی آهن و روی اثر معنی‌داری بر عملکرد بذر و اسانس نداشت. به‌طورکلی به نظر می‌رسد واکنش زنیان به محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بسته به شوری آب آبیاری متفاوت است.

***واژه‌های کلیدی*: ارتفاع، اسانس، چتر، ریزمغذی، شاخه‌زنی**

مقدمه

امروزه یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی که کشاورزی دنیا با آن روبروست تنش شوری و شور شدن خاک‌های زراعی است (Rhoades et al., 1992). غلظت زیاد نمک‌ها، یکی از ویژگی‌های مهم خاک‌های نواحی خشک و نیمه‌خشک دنیاست و تهدیدی مداوم برای کشاورزی به‌حساب می‌آید (Ashraf, 2002; Tester and Romola, 2003). چنین خاک‌هایی می‌توانند برای پرورش گیاهان متحمل به شوری مورداستفاده قرار گیرند. با افزایش میزان املاح، سرعت رشد گیاه کاهش می‌یابد. یکی از دلایل کاهش رشد گیاهان کاهش میزان آب بر اثر شوری گزارش شده است. تنش شوری موجب تغییراتی در تعداد و نوع مواد متابولیکی تنظیم‌کننده رشد گیاه شده و از این طریق سرعت رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mohammadian et al., 2001). براثر شوری میزان فعالیت هورمون‌های رشد مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، سیتوکینین‌ها و دیگر مواد تحریک‌کننده رشد کاهش یافته درحالی‌که مواد کاهنده رشد مانند آبسیزیک اسید افزایش می یابد. این تغییرات موجب کاهش رشد در گیاهان می‌شوند. در بررسی اثر درجات مختلف تنش شوری بر زیره سبز

* نگارنده پاسخگو: محمدجواد ثقه‌الاسلامی. پست الکترونیک: mjseghat@yahoo.com (mjseghat@iaubir.ac.ir)

(*Cuminum Cyminum*) گزارش‌شده صفات رویشی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر تحت تأثیر شوری ۴/۵ دسی زیمنس بر متر قرار نگرفت. علاوه بر این تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس بذر نداشت (Nabizadeh Marvdasht et al., 2003). همچنین در آزمایشی دیگر کاهش ارتفاع ساقه شوید بر اثر شوری گزارش شده است (Noorani Azad and Haji Bagheri, 2008).

پایین‌تر بودن فعالیت یون‌های غذایی در خاک‌های شور، عدم تعادل عناصر غذایی در گیاهان را موجب می‌شود و درنتیجه ممکن است عدم تعادل غذایی در آن‌ها تشدید شود (Garg and Gupta, 1997). در این شرایط به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب ضروری است که عناصر غذایی موردنیاز گیاه از طریق مصرف کود تأمین شود. در یک سطح شوری معین رشد گیاه را می‌توان با استفاده مناسب از کودها افزایش داد. در سطح شوری زیاد پاسخ گیاه به کود محدود می‌شود و حتی ممکن است افزودن کود اثرات شوری را تشدید کند و به کاهش عملکرد منجر گردد (Gupta and Gupta, 1997).

عناصر غذایی کم‌مصرف برای رشد طبیعی گیاهان و حصول عملکرد و کیفیت مناسب محصول ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند. به‌عنوان‌مثال عنصر آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی ضروری است. عنصر روی نیز در تولید هورمون اکسین و فتوسنتز نقش بسزایی دارد (Waraich et al., 2011a).

کمبود آهن غالباً در خاک‌هایی با pH بالا و همچنین خاک‌های آهکی نواحی خشک مشاهده می‌شود. زیادی بی کربنات در آب آبیاری و خاک ممکن است کمبود آهن را افزایش دهد. همچنین جذب آهن در خاک‌هایی که مواد آلی پایین دارند کاهش می‌یابد. روی و منگنز قابل‌دسترس گیاهان نیز با افزایش pH خاک کاهش می‌یابد (Havalin et al., 2005).

همچنین افزایش ارتفاع بوته گشنیز و تعداد چتر و شاخه های فرعی با مصرف نیتروژن، روی، پتاسیم، فسفر و مولیبدن گزارش شده است (Rahimi et al., 2007).

نتایج مطالعات بسیاری حاکی از آن است که مصرف کودهای ریزمغذی می‌تواند مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی و شوری را افزایش دهد (Baybordi, 2004). با توجه به گستردگی اراضی شور در ایران و همچنین به علت بهره‌برداری گسترده از منابع آب‌وخاک مسئله شوری به‌تدریج جدی‌تر می‌شود. به‌موازات انتخاب روش‌های اصلاحی برای احیاء خاک‌های شور، معرفی گونه‌ها و ارقام متحمل به شوری و اصلاح گیاهان برای تحمل به شوری می‌تواند یک روش اقتصادی و مفید جهت غلبه بر مشکل شوری باشد (Salami et al., 2006).

زنیان با نام علمی *Carum copticum* یک گیاه دارویی سنتی است که با عنوان علف نقرس یا اجوان معروف است (Purohit et al., 1995; Ekiert and Gomolka, 2000). بذر زنیان عطر خاصی دارد و در بسیاری از غذاها به‌عنوان طعم‌دهنده مورداستفاده قرار می‌گیرد. این گیاه همچنین خواص دارویی و نگه‌دارنده فوق‌العاده‌ای دارد (Abraham et al., 1996). مطالعات زیادی در مورد سازگاری این گیاه به شوری انجام نشده است. در این زمینه دوازده‌امامی و همکاران (Davazdah emami et al., 2007) در بررسی اثر شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های زنیان مشاهده کردند که اثر شوری بر درصد اسانس بذر معنی‌دار نبود، اما اثر آن بر ارتفاع گیاه، عملکرد اسانس بذر و عملکرد بیولوژیک گیاه معنی‌دار شد. با توجه به محدود بودن مطالعات انجام‌شده درزمینه واکنش زنیان به شوری و نقش آهن و روی در تعدیل اثرات شوری، این آزمایش با هدف بررسی اثر شوری و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و کیفی گیاه دارویی زنیان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان ۱۳۸۹ در استان خراسان جنوبی در دشت خضری به طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۱۵ دقیقه و ارتفاع ۱۵۵۸ متری از سطح دریا اجرا شد. حداکثر و حداقل درجه‌حرارت مطلق به ترتیب ۴۰+ تا ۲۰- درجه سانتی‌گراد است. این منطقه دارای موقعیت اقلیمی گرم و خشک با متوسط بارندگی سالانه ۱۱۸ میلی‌متر است. طرح آزمایشی کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. هر کرت دارای ۶ خط کاشت ۴ متری با فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتیمتر و بین ردیف ۴۰ سانتی‌متر بود. سطوح شوری آب آبیاری شامل ۹۷۰، ۳۵۰۰ و ۷۷۰۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر به‌عنوان کرت اصلی و تیمارهای محلول‌پاشی (شاهد بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با سولفات روی ۴ در هزار، محلول‌پاشی با

سولفات آهن ۳ در هزار و محلول‌پاشی با سولفات روی ۴ در هزار+ سولفات آهن ۳ در هزار) به‌عنوان کرت فرعی بود. سه نوع آب آبیاری از طریق چاه‌های عمیق نزدیک محل آزمایش به‌وسیله تانکر تأمین شد. جداول ۱ و ۲ به ترتیب نتایج تجزیه آب‌وخاک را نشان می‌دهد.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر ۱۰ روز قبل از کاشت انجام شد. زمین مورداستفاده سال قبل به‌صورت آیش بود. کودهای مصرفی شامل فسفات آمونیوم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت) و اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیمی از آن قبل از کاشت و باقیمانده در زمان ظهور اولین گل‌ها به خاک اضافه شد) بود. عملیات کاشت در اول فروردین انجام شد. آبیاری از ابتدا تا استقرار بوته‌ها هر ۴ روز یک‌بار و بعدازآن با توجه به شرایط جوی هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت. محلول‌پاشی در تیمارهای تغذیه برگی در دو مرحله (ظهور گل‌ها و دو هفته بعدازآن) انجام شد. کنترل علف‌های هرز نیز از طریق وجین دستی انجام شد.

عمل برداشت ۳۰ مردادماه انجام شد. عملکرد دانه از طریق برداشت یک مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای تعیین گردید. به‌منظور تعیین صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب‌شده و میانگین صفات موردنظر در آن‌ها تعیین شد. درصد اسانس بذر با استفاده از روش تقطیر و دستگاه کلونجر تعیین شد. میزان نمونه بذر مورداستفاده ۵۰ گرم و زمان تقطیر ۵ ساعت در نظر گرفته شد. اسانس به‌دست‌آمده پس از رطوبت‌زدایی توزین شد. عملکرد اسانس در واحد سطح از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد دانه به دست آمد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTAT-C و SPSS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی سه نوع آب مورداستفاده در آبیاری

Table 1. Chemical characteristics of three type of water used in irrigation

نمونه های آب	کلر	سدیم	منیزیم	کلسیم	کل نمک های محلول	نسبت جذب سدیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی
Water samples	Cl^-	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	T.D.S (mg/l)	SAR	pH	Ec (µS/cm)
	meq/l							
1	2	4.3	3.6	1.8	585	2.77	7.9	970
2	12.5	21	12	2.8	2160	8.3	7.35	3500
3	56.8	51	15.8	11.9	4588.8	13.7	7.2	7700

جدول ۲. خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر)

Table 2. Physico-chemical characteristics of soil in the study site (0-30 cm depth)

بافت	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد کربن آلی	درصد کربنات کلسیم	نسبت جذب سدیم	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته	روی	آهن	پتاسیم قابل دسترس	فسفر قابل دسترس	نیتروژن
Texture	Clay %	Silt %	Sand %	O.C %	$CaCo_3$ %	SAR	Sp%	Ec (dS/cm)	pH	Zn	Fe	Avail. K	Avail. P	N
										mg/kg				%
Loam	24	46	30	0.06	19.3	3.49	32.2	0.73	8.55	0.41	2.65	181.4	2.12	0.007

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می دهد که اثر شوری بر ارتفاع بوته و تعداد شاخه اصلی معنی‌دار بود. افزایش شوری سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته و تعداد شاخه اصلی در بوته گردید (جدول ۴). اگرچه جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) معنی‌داری اثر شوری بر تعداد چتر را نشان نداد اما در مقایسه میانگین اثر ساده مذکور (جدول ۴) مشخص شد شوری زیاد نسبت به شوری کم تعداد چتر در بوته را به‌طور معنی‌داری کاهش داد.

اثر شوری بر تعداد چترک در چتر و درصد و عملکرد اسانس بذر معنی‌دار نبود (جدول ۳).

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری و اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی قرار گرفت، اما اثر ساده محلول‌پاشی بر آن معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه (جدول ۶) نشان می‌دهد بیشترین (۲۵۸/۱۱ گرم بر مترمربع) و کمترین (۱۷۱/۵۶ گرم بر مترمربع) عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمار شوری کم با محلول‌پاشی آهن و شوری زیاد با محلول‌پاشی آهن و روی بود. در شرایط شوری زیاد که عملکرد دانه کاهش قابل‌توجهی نسبت به شوری کم و متوسط نشان داد بین سطوح محلول‌پاشی با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در حقیقت محلول‌پاشی با آهن در شوری کم (شاهد) سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بذر شد، اما محلول‌پاشی با آهن +روی در مقایسه با شاهد (بدون محلول‌پاشی) تغییر قابل‌ملاحظه‌ای را در عملکرد بذر ایجاد نکرد. از سوی دیگر در شوری متوسط تیمارهای محلول‌پاشی نتوانست افزایشی در عملکرد ایجاد کند، اما در شوری زیاد تیمارهای محلول‌پاشی عملکرد بذر را افزایش دادند. درمجموع بیشترین عملکرد بذر در شرایط شوری کم، متوسط و زیاد به ترتیب مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی با آهن، شاهد بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با روی بود.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و محلول‌پاشی آهن و روی بر صفات مورفولوژیکی و کیفی زنیان

Table 3. The result of analysis of variance related to the effect of salinity and foliar application of Fe and Zn on ajowan morphology and quality

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه اصلی Main branch number	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umbrella number per umbel	عملکرد دانه Seed yield	درصد اسانس بذر Seed essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	28.89 ^{ns}	0.339 ^{ns}	5889.5 ^{ns}	0.058 ^{ns}	9141.3**	0.075 ^{ns}	15.2*
شوری Salinity (A)	2	716.34**	3.81**	5544.6 ^{ns}	0.597 ^{ns}	8258.7**	0.131 ^{ns}	7.17 ^{ns}
خطای اول Error 1	4	17.81	0.275	878.9	0.614	334.7	0.069	1.464
محلول‌پاشی Foliar application (B)	3	16.04 ^{ns}	3.91*	1564.5 ^{ns}	24.12**	242.6 ^{ns}	0.132 ^{ns}	1.204 ^{ns}
A*B	6	5.49 ^{ns}	1.52 ^{ns}	1154.7 ^{ns}	0.723 ^{ns}	998.7**	0.015 ^{ns}	1.99*
خطای دوم Error 2	18	7.38	0.796	590.9	0.461	183.8	0.073	0.548
ضریب تغییرات Coefficient of variance (%)		4.05	8.71	11.45	4.83	6.42	7.34	9.52

ns و* و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

Ns: Non significant and * and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.

جدول ۴. اثر شوری بر صفات مورفولوژی و کیفی زنیان

Table 4. Effect of salinity on morphological traits and quality of ajowan

تیمارهای شوری Salinity Treatments ($\mu s.cm^{-1}$)	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه اصلی Main branch number	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umbrella number per umbel	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	درصد اسانس بذر Seed essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
شوری کم Low salinity (970)	74.84 a	10.78 a	236.3 a	14.11 a	236 a	3.625 a	8.578 a
شوری متوسط Mild salinity (3500)	67.14 b	9.65 b	205.84 ab	13.80 a	213 b	3.622 a	7.717 ab
شوری زیاد High salinity (7700)	59.39 c	10.29 ab	194.8 b	14.23 a	184 c	3.805 a	7.035 b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

-Means followed by the same letter within each column are not significantly different (P=0.05).

اثر محلول‌پاشی بر درصد و عملکرد اسانس بذر معنی‌دار نبود (جدول ۳)، اما همانند عملکرد بذر، عملکرد اسانس نیز در شرایط شوری زیاد نسبت به شوری کم کاهش پیدا کرد (جدول ۶). از سوی دیگر اگرچه در شرایط شوری متوسط و زیاد محلول‌پاشی نتوانست عملکرد اسانس را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد، اما در شرایط شوری کم محلول‌پاشی با آهن به‌طور معنی‌داری عملکرد اسانس بذر را افزایش داد.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد چتر در بوته و تعداد چترک در چتر بین برخی تیمارهای محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری داشتند. صفت ارتفاع بوته در تیمارهای محلول‌پاشی بیشتر از شاهد بوده و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت. این در حالی است که تعداد شاخه و چتر در بوته در این تیمارها کمتر از شاهد بود.

جدول ۵. اثر محلول‌پاشی بر روی صفات مورفولوژی و کیفی زنیان

Table 5. Foliar application effects on morphological traits and quality of ajowan

تیمار Treatments	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه اصلی Main branch number	تعداد چتر در بوته Umbel number per plant	تعداد چترک در چتر Umbrella number per umbel	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	درصد اسانس بذر Seed essential oil percent	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
شاهد (بدون محلول‌پاشی) Control	65.40 b	11.05 a	227.09 a	15.18 a	213.5 a	3.63 a	7.79 ab
محلول‌پاشی با آهن Fe Foliar application	67.06 ab	10.50 ab	217.14 ab	14.54 a	214.5 a	3.86 a	8.29 a
محلول‌پاشی با روی Zn Foliar application	68.64 a	9.76 b	209.16 ab	11.62 b	213.0 a	3.55 a	7.58 ab
محلول‌پاشی روی+ آهن Fe+Zn Foliar application	67.40 ab	9.65 b	195.89 b	14.84 a	203.5 a	3.67 a	7.46 b

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

-Means followed by the same letter within each column are not significantly different (P=0.05)

جدول ۶. اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر صفات مورفولوژی و کیفی گیاه زنیان

Table 6. Interaction of salinity and foliar application on morphological traits and quality of ajowan

Treatment	تیمار	عملکرد دانه Seed yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد اسانس Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
شوری Salinity ($\mu s.cm^{-1}$)	محلول‌پاشی Foliar application		
شوری کم Low salinity (970)	شاهد (بدون محلول‌پاشی) Control	222.56 b	7.94 b
	محلول‌پاشی با آهن Fe Foliar application	258.11 a	10.01 a
	محلول‌پاشی با روی Zn Foliar application	236.67 ab	8.16 b
	محلول‌پاشی روی+ آهن Fe+Zn Foliar application	227.09 b	8.20 b
شوری متوسط Mild salinity (3500)	شاهد (بدون محلول‌پاشی) Control	240.14 a	8.78 a
	محلول‌پاشی با آهن Fe Foliar application	194.23 b	7.21 a
	محلول‌پاشی با روی Zn Foliar application	207.40 b	7.26 a
	محلول‌پاشی روی+ آهن Fe+Zn Foliar application	211.33 ab	7.62 a
شوری زیاد High salinity (7700)	شاهد (بدون محلول‌پاشی) Control	177.47 a	6.64 a
	محلول‌پاشی با آهن Fe Foliar application	191.20 a	7.64 a
	محلول‌پاشی با روی Zn Foliar application	194.86 a	7.31 a
	محلول‌پاشی روی+ آهن Fe+Zn Foliar application	171.56 a	6.56 a

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر یک از سطوح شوری و در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

-Means followed by the same letter within each column and for each salinity levels are not significantly different (P=0.05)

بحث

کاهش عملکرد دانه در محیط شور را می‌توان ناشی از اثرات مضر شوری (اختلالات تغذیه‌ای و سمیت ویژه یونی) بر رشد اندام‌های هوایی گیاه دانست. با افزایش غلظت نمک در محیط رشد ریشه، رشد رویشی گیاهان به‌شدت تحت تأثیر قرارگرفته و سطح برگ گیاه به مقدار زیادی کاهش می‌یابد. با کاهش سطح اندام‌های فتوسنتز کننده و انتقال بخشی از مواد فتوسنتزی به ریشه جهت مقابله با شوری، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد (Lovelli et al., 2013).

تحقیقات نشان می‌دهد که اثر شوری بر رشد زنیان با افزایش شوری از صفر تا ۱۲۰ میلی مول بر لیتر کاهش معنی داری در ماده تر و خشک ساقه، ریشه و عملکرد بذر زنیان داشته است (Ashraf and Orooj, 2006) که در مورد عملکرد بذر با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

یکی از دلایل کاهش عملکرد دانه زنیان بر اثر شوری در این آزمایش کاهش تعداد چتر در بوته است. همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد چتر در بوته با عملکرد دانه (جدول ۷) نیز تائید کننده این موضوع است. تعداد چتر در گیاه به میزان رشد رویشی گیاه بستگی داشته و کاهش رشد رویشی (ازجمله ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته) بر اثر تنش شوری، منجر به کاهش تعداد چتر در گیاه شده است. کاهش تعداد چتر در بوته بر اثر شوری در زیره سبز نیز توسط نبی زاده

مرودشت و همکاران (Nabizadeh Marvdasht et al., 2003) گزارش شده است. همچنین بتاییب ربی و همکاران (Bettaieb Rebey et al., 2017) در آزمایش دیگری روی زیره سبز نشان دادند که افزایش شوری آب آبیاری تا ۱۲۵ میلی مول به‌طور معنی‌داری سبب کاهش تعداد چترک در چتر و تعداد چتر در بوته شد.

همانند عملکرد دانه، کاهش پارامترهای رشد ازجمله ارتفاع گیاه و تعداد شاخه ازجمله اثرات مشهود شوری بر گیاهان می‌باشد. دوازده‌امامی و همکاران (Davazdah Emami et al., 2007) گزارش کردند ارتفاع بوته زنیان بر اثر شوری (۲۱ دسی‌زیمنس بر متر) از ۹۳/۲ به ۵۲/۷ سانتی‌متر کاهش یافت. در آزمایشی دیگر روی تعدادی از گیاهان دارویی گزارش شده افزایش شوری آب آبیاری از ۳ به ۹ دسی زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری در ارتفاع بوته رازیانه و رزماری ایجاد نکرد، اما در گیاه روناس افزایش شوری از ۱/۵ به ۱۵ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع از ۵۷/۱ به ۱۴ سانتی‌متر شد (Davazdah Emami, 2002).

در شرایط شور، پتانسیل اسمزی محلول خاک ازنظر جذب رطوبت توسط گیاه مشابه حالتی است که از عمل خشکی نتیجه می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر با افزایش شوری خاک، پتانسیل اسمزی و درنتیجه انرژی آزاد آب کاهش‌یافته و گیاه در جذب آب و به دنبال آن جذب عناصر غذایی با مشکل مواجه می‌شود. به همین دلیل تنش شوری را نوعی تنش خشکی فیزیولوژیکی می‌دانند (Heidari Shariabad, 2001). از سوی دیگر با توجه به این‌که شاخه‌زنی زیاد سبب افزایش سطح تعرق‌کننده می‌شود، در شرایط خشکی صفتی نامطلوب به شمار می‌آید؛ بنابراین کاهش تعداد شاخه‌ها ممکن است یک نوع سازوکار سازگاری باشد که به‌وسیله آن گیاه تلاش می‌کند اتلاف آب را کاهش دهد.

یکی از صفات مهم گیاهان دارویی میزان ماده مؤثره کل در آن‌ها می‌باشد. اندام اقتصادی گیاه زنیان بذر آن می‌باشد که به‌واسطه داشتن اسانس از اهمیت بالایی برخوردار است. توجه به این نکته ضروری است که در این آزمایش علیرغم این‌که درصد اسانس بر اثر شوری کاهش نیافت، اما عملکرد اسانس در شرایط آبیاری با آب‌شور به دلیل کاهش قابل‌توجه عملکرد بذر، کم شد. در این زمینه محققین دیگری در گیاه خلاله شیطانی (Ashraf et al., 2004)، رازیانه (Ashraf and Akhtar, 2004) و زنیان (Ashraf and Orooj, 2006) به نتایج مشابهی دست‌یافته‌اند.

جدول ۷. ضرایب همبستگی برخی صفات زنیان

Table 7. Correlation coefficients of some traits of ajowan

	1	2	3	4	5	6	7
۱- ارتفاع بوته 1- Plant height	1						
۲-تعداد شاخه در بوته 2- Branch number per plant	0.058	1					
۳-تعداد چتر در بوته 3- Umbel number per plant	0.307	0.561 **	1				
۴- تعداد چترک در چتر 4- Umbrella number per umbel	-0.118	0.319	0.85	1			
۵- درصد اسانس 5- Essential oil percent	-0.309	0.28	0.108	0.239	1		
۶- عملکرد اسانس 6- Essential oil yield	0.205	0.236	0.686**	0.740**	0.405 *	1	
۷- عملکرد دانه 7- Seed yield	0.364 *	0.222	0.704**	-0.037	0.29	0.923 **	1

* و** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively.

تأثیر مصرف عناصر ریزمغذی بر گیاهان بسته به شرایط خاک، نوع گیاه و نوع عنصر متفاوت است. در این آزمایش به نظر می‌رسد که کاربرد ترکیبی عناصر آهن و روی چه در شرایط غیر شور و چه در شرایط تنش شوری احتمالاً به علت اثر آنتاگونیسمی و اختلال در جذب یکدیگر اثرات منفی روی عملکرد بذر داشته است. هنگامی‌که مقدار آهن قابل‌جذب خاک کم است این امکان وجود دارد که کاربرد عنصر روی، کمبود آهن را تشدید کند (Malakooti and Davoodi, 2002). تداخل منفی در کاربرد ترکیبی آهن و روی توسط ملکوتی و همکاران (Malakooti et al., 2002) و مارشنر (Marschner, 1995) نیز گزارش شده است. در آزمایشی دیگر کاربرد مس به‌تنهایی و یا با آهن و منگنز عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت را کاهش داد. محققین دلیل این امر را اثر آنتاگونیسمی شدید بین آهن و مس دانسته‌اند (Himayatullah and Khan, 1998). در آزمایش‌هایی روی لوبیا محلول‌پاشی روی به همراه مصرف پتاسیم عملکرد دانه را افزایش داد (Waraich et al., 2011b; Nasri et al., 2011).

تعداد زیادی از محققان معتقدند که اثر متقابل مثبت بین شوری و عناصر غذایی با افزایش شوری کاهش می‌یابد. باوجوداین، در یک سطح شوری معین رشد گیاه را می‌توان با استفاده مناسب از کودها افزایش داد. در این زمینه گزارش شده کاربرد روی در شرایط شور، غلظت سدیم و کلر را در گیاه برنج و باقلا کاهش و عملکرد را افزایش می‌دهد (Khoshgoftarmanesh, 2002; Saleh, 2009).

در سطح شوری زیاد پاسخ گیاه به کود محدود می‌شود و حتی ممکن است افزودن کود اثرات شوری را تشدید کند و به کاهش عملکرد منجر گردد (Gupta and Gupta, 1997). البته در این آزمایش محلول‌پاشی آهن و روی و یا ترکیب آن‌ها نتوانست تغییر معنی‌داری در عملکرد دانه ایجاد کند.

نتایج به‌دست‌آمده در آزمایش‌های مختلف در مورد تأثیر کود دهی بر صفات مورفولوژیکی گیاهان متفاوت است. نتایج مطالعات سپهر (Sepehr, 1998) نشان داد مصرف کودهای ریزمغذی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته آفتابگردان نداشت، این در حالی است که در آزمایشی دیگر در ذرت گزارش شده محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز سبب افزایش ارتفاع بوته شد (Whitty and Chambliss 2005). در آزمایشی دیگر روی گشنیز ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی به‌طور معنی‌داری در تیمارهای نیتروژن، روی، پتاسیم، فسفر و مولیبدن افزایش یافت (Rahimi et al., 2007).

نتایج این آزمایش نشان می‌دهد پاسخ صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته به تیمارهای محلول‌پاشی عکس یکدیگر است (جدول ۵). با توجه به این‌که در کلیه تیمارهای محلول‌پاشی ارتفاع بوته افزایش‌یافته است می‌توان گفت تأثیر محرک این تیمارها بر رشد طولی ساقه سبب ایجاد رقابت ساقه اصلی با شاخه‌های جانبی (به‌نوعی افزایش غالبیت انتهایی) شده است. لذا در تیمارهای محلول‌پاشی آهن یا روی تعداد شاخه در بوته کاهش یافته است. گزارش شده کمبود روی به علت تأثیر سوء بر بیوسنتز اکسین می‌تواند باعث کاهش ارتفاع ساقه و عملکرد گیاه شود (Malekoti and Tehrani, 1999).

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد با توجه به وجود اثر متقابل معنی‌دار بین شوری و محلول‌پاشی، عناصر کم‌مصرف باید با دقت و پس از بررسی‌های بیشتر در این گیاه مورداستفاده قرار گیرند. احتمالاً برخی پاسخ‌های گیاه به برهم‌کنش‌های محلول‌پاشی و شوری می‌تواند مربوط به وجود ترکیبات متفاوت در آب‌های مورداستفاده در تیمارهای شوری باشد. همچنین عدم پاسخ گیاه از جهت برخی پارامترهای رشدی مثل عملکرد و ارتفاع بوته به محلول‌پاشی می‌تواند ناشی از روابط پیچیده تغذیه گیاه با شرایط خاک ازجمله pH و غلظت سایر عناصر غذایی خاک باشد.

منابع

Abraham, W.R., Lowenstein, C., Stahl-Biskup, E., Hanssen, H.P., Sinwell, V., 1996. Mamajanes –Novel volatile diterpenes from *Ammi majus* L. (Apiaceae). Journal of Essential Oil Research. 8, 507-511.

Ashraf, M., 2002. Salt tolerance of cotton: Some new advances. Critical Reviews in Plant Sciences. 21, 1-3.

Ashraf, M., Akhtar, N., 2004. Influence of salt stress on growth, ion accumulation and seed

oil content in sweet fennel. Biologia Plantarum. 48(3), 461-464.

Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. Rha, E.S., 2004. Salt-induce changes in photosynthetic activity and growth in a potential plant bishops weed (*Ammi majus* L). Photosynthetica, 42(4), 543-550.

Ashraf, M., Orooj, A., 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajowan (*Trachyspermum ammi* L. Sprague). Journal of Arid Environments. 64, 209-220.

Baybordi, A., 2004. Effect of Fe, Mn, Zn and Cu on the quality and quantity of wheat under salinity stress. Journal of Water and Soil Science. 17, 140-150.

Bettaieb Rebey, I., Bourgou, S., Rahali, F.Z., Msaada, K., Ksouri, R., Marzouk, B., 2017. Relation between salt tolerance and biochemical changes in cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Journal of Food and Drug Analysis. 25, 391-402.

Davazdah Emami, S., 2002. Effect of salt stress on germination, emergence and growth of ten medicinal plant species. Final report of Research Project no. 81.145. Agricultural and Natural Resource Research Centre of Isfahan. [In Persian with English Summary].

Davazdah Emami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., Mazaheri, D., 2007. To study the effect of irrigation water salinity on quality and quantity yield of ajowan. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25(4), 504-512. [In Persian with English Summary].

Ekiert, H., Gomolka, E., 2000. Coumarin compounds in *Ammi majus* L. callus cultures. Pharmazie. 55, 684-687.

Garg, B.K., Gupta. I.C., 1997. Saline Wastelands Environment and Plant Growth. PAWAN Kumar. Scientific Publisher. 149 p.

Gupta, S.K., Gupta, I.C., 1997. Crop Production in Waterlogged Saline Soils. Scientific Publishers. India. 239p.

Havalin. J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., 2005. Soil Fertility and Fertilizer: An Introduction to Nutrient Management. Upper Saddle River, New Jersey. 515p.

Heidari Sharifabad, H., 2001. Plant and Salinity. Research Institute of Forests and Rangelands Publication, 199p. [In Persian].

Himayatullah, B., Khan, M., 1998. Response of irrigated maize to trace elements in the presence of N.P.K. Sarhad Journal of Agriculture. 14(2), 117-120.

Khoshgoftarmanesh, A.J., Khademi, Z., Balali, M.J., 2002. Effect of $ZnSo_4$ on the growth and yield of wheat in saline soils. 7th Iranian Soil Science Conference. 26-29 August, Shahr-e-Kord University. [In Persian with English Summary].

Lovelli, S., Sofo, A., Perniola, M., Scopa, A. 2013. Abscisic acid and biomass portioning on tomato under salinity. In: Parviz, A., Azooz, M. M., Prasad, M. N. V. (Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress. Springer Press, pp. 267-282.

Malakooti, M.J., Tehrani, M.M., 1999. Micronutrients Role in Increasing Yield and Quality of Agricultural Products. Tarbiat Modarres University Press, Tehran, 398p. [In Persian].

Malakooti, M.J., Davoodi, M.J., 2002. Zinc in Agriculture (A forgotten Element in the Life Cycles of Plant, Animal and Human). Sana Press, Ministry of Agriculture, Tehran, 209p. [In Persian].

Malakooti, M.J., Keshavarz, P., Saadat, S., Kholdebarin, B., 2002. Plant Nutrition in the Saline Conditions. Sana Press, Ministry of Agriculture, Tehran, 233p. [In Persian].

Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second edition, Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers. London, England.

Mohammadian, R., Khoyi, F. R., Rahimian, H., Moghaddam, M., Ghassemi Golezani, K., Sadeaghian, S.Y., 2001. The effects of early season drought on stomatal conductance, leaf-air temperature deference and proline accumulation in sugar beet genotypes. Journal of Agricultural Science and Technology. 3, 181-192.

Nabizadeh Marvdasht, M.R., Kafi, M., Rashed Mohassel, M.H., 2003. Effect of salinity on growth, yield, salt accumulation and essential oil percent of cumin. Iranian Journal of Crop Research. 1(1), 53-60. [In Persian with English Summary].

Nasri, M., Khalatbari, M., Aliabadi Farahani, H., 2011. Zn-foliar application influence on quality and quantity features in *Phaseolous Vulgaris* under different levels of N and K

fertilizers. Advances in Environmental Biology. 5(5), 839-846.

Noorani Azad, H., Haji Bagheri, M., 2008. Effect of salinity stress on some physiological traits of *Anethum graveolens* Anethum graveolens. Journal of New Agricultural Science. 12, 93-98. [In Persian with English Summary].

Purohit, M., Pande, D., Datta, A., Srivastava, P. S., 1995. In vitro flowering and high xanthotoxin in *Ammi majus* L. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology. 4, 77-76.

Rahimi, A., Mashaeekhi, K., Hemmati, K., Dordipoor, A., 2007. Effect of nutrients and salicylic acid on yield and yield components of *Coriandrum sativum*. Journal of Plant Production. 16(4), 149-156. [In Persian with English Summary].

Rhoades, J. D., Kandiah, A., Mashali, A. M., 1992. The use of saline water for crop production. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 48, Rome, Italy.

Salami, M.R., Safarnegad, A. Hamidi, H., 2006. Effect of salinity stress on some morphological traits of cumin and valerian. Pagoohesh-va-Sazandegi. 72, 77-83. [In Persian with English Summary].

Saleh, J., 2009. Effect of salinity and Zn on growth and chemical composition of *Oryza sativa* and *Vicia faba*. M.Sc. thesis, Shiraz University. [In Persian with English Summary].

Sepehr, A., 1998. Effect of K, Mg, S and microelement on yield and quality of sunflower. M.Sc. thesis, Tarbiat Modarres University. [In Persian with English Summary].

Tester, M., Romola, D., 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany. 91, 503-527.

Waraich, E. A., Saifullah, R. A., Ehsanullah, M. Y., 2011a. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian Journal of Crop Science. 5(6), 764-777.

Waraich, E. A., Amad, R., Ashraf M. Y., Saifullah, R. A., Ahmad M., 2011b. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management. Acta Agriculturae Scandinavica, Soil and Plant Science. 61(4), 291-304.

Whitty, E. N., Chambliss, C. G., 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication.21 p.