نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۳۵۲-۳۳۹

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 339-352

اثرات کاربرد آب شور و معمولی توأم با کودهای آلی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و انباشت یون‌های معدنی در زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

جمیله باردل[1*]، احمد قنبری[2] و مصطفی خواجه[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۱۲

چکیده

تحمل شوری یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. به منظور مطالعه اثرات آب شور و معمولی توأم با کودهای آلی و شیمیایی بر زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی شامل رژیم آبیاری در دو سطح (آب معمولی و آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر) و عامل فرعی تیمارهای منفرد و تلفیقی کود شیمیایی کامل و کود دامی و تیمار شاهد بود. نتایج مشخص نمود با افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و بوته و عملکرد دانه کاهش یافت اما بر درصد و عملکرد اسانس افزوده شد. همچنین افزایش جذب یون سدیم منجر به کاهش غلظت پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم در دانه گردید.از میان تیمارهای مختلف کودی، کاربرد جداگانه کودهای معدنی و آلی مزیت چندانی نداشته، بلکه کاربرد توأمان کود شیمیایی و دامی بر بهبود اغلب صفات مورد مطالعه اثربخش‌تر بود. برهمکنش نوع آب و نوع کود بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، درصد اسانس و محتوای سدیم دانه معنی‌دار بود. در مجموع، به‌منظور کاهش آلودگی‌های ناشی از کودهای شیمیایی و جبران کمبود مواد آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک کاربرد توأم کود آلی و معدنی (کود شیمیایی به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی) در منطقه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: عملکرد و اجزای عملکرد، گیاه دارویی، هدایت الکتریکی، یون‌های معدنی

مقدمه

تنوع گیاهی فراوان و زمینه رشد گیاهان دارویی، باعث شده ایران یکی از بهترین مناطق جهان جهت تولید گیاهان دارویی به‌شمار آید. اما استفاده صحیح از گیاهان دارویی مشروط بر وجود اطلاعات دقیق و علمی است (Mirdavoodi & Babakhanlo, 2008). زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی یک‌ساله از خانواده چتریان بوده که عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور کشت می‌شود. دوره رشد کوتاه و نیاز آبی کم، این گیاه را در زمره گیاهان سازگار با اقلیم‌های خشک کشورهایی نظیر ایران درآورده است (Kafi, 2002).

یکی از مهم‌ترین مسائل در مناطق گرم و خشک جهان و از جمله ایران، مشکل آب است؛ بنابراین رویکرد جهانی به سمت گیاهانی است که از خصوصیت نیاز آبی پایین و سازگار به شرایط خاصبرخوردار باشند. با توجه به این‌که بخش قابل توجهی از اراضی کشور به خصوص در مناطق مرکزی، شرقی و جنوب دارای مشکل شوری آب و خاک می‌باشد، فائق‌آمدن بر شوری و سدیمی بودن خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک با مدیریت منابع آب، کشت گیاهان متحمل به شوری و به‌کارگیری آبشویی با تعبیه سیستم زهکشی میسر است (Davazdahemami et al., 2010). بر همین اساس و در صورت مقاوم بودن نسبی زیره سبز به شوری، می‌توان از آن در کشت با آب‌های شور بهره برد. بر اساس نتایج تحقیقات میدانی کافی و کشمیری (Kafi & Keshmiri, 2011) آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی پنج دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با آب با هدایت الکتریکی یک دسی‌زیمنس بر متر، منجر به کاهش عملکرد دانه و

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲- دانشیار گروه شیمی دانشگاه زابل
(*-نویسنده مسئول: E-mail: jamileh.bardel@yahoo.com)

بیولوژیک، تعداد دانه در چتر و وزن هزاردانه زیره سبز شد.

در بین فاکتورهای مؤثر در کشاورزی کاربرد متعادل کودهای شیمیایی بیش از سایر فاکتورها در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر بوده است (Aama Azghadi et al., 2010)، اما باید اضافه نمود که استفاده از کودهای شیمیایی تحت کشاورزی فشرده به‌تنهایی مفید نیست؛ زیرا منجر به تخریب خاک، کاهش ماده آلی، عدم تعادل اسیدیته خاک و عناصر غذایی می‌گردد. ازطرفی پاسخ گیاه به کود شیمیایی بستگی به ماده آلی خاک دارد (Sharma & Mittra, 1991). ثابت شده است که استفاده تلفیقی از کودهای دامی و معدنی یک راهبرد مدیریتی حاصلخیزی خاک در بسیاری از کشورهای جهان می‌باشد (Lombin et al., 1991; Bayu et al., 2006).

در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار، از منابع آلی کود جهت بهبود حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی استفاده می‌شود (Saeednejad & Rezvani-Moghadam, 2010). کودهای دامی یکی از منابع مواد آلی هستند که کاربرد آن اثرات مفیدی بر خواص فیزیکی خاک شامل افزایش نفوذپذیری، کاهش وزن مخصوص، افزایش قدرت نگهداری آب و میزان مواد غذایی موجود در خاک دارد. بنابراین استفاده توأم از کودهای آلی و معدنی نه تنها مقدارکاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی در خاک و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی نیز کمک خواهد نمود. از دیدگاه اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2003) عملکرد دانه، میزان و عملکرد اسانس گیاه زنیان (*Carum capticum*) در تیمارهای تلفیق کودهای دامی و شیمیایی، در مقایسه با به‌کارگیری جداگانه هر یک از آن‌ها بالاتر بود.

سازوکارهایی که گیاه برای جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذایی معدنی در شرایط شوری به کار می‌برد، ممکن است همانند شرایط عادی نباشد. در بعضی از خاک‌های شور غلظت‌های Na^+ و Cl^- همسان یا حتی چندین برابر عناصر پرمصرف بوده که این امر موجب کاهش فعالیت یونی و ایجاد نسبت‌های زیاد سدیم به کلسیم، پتاسیم و منیزیم می‌گردد (Grattan & Grieve, 1999). شوری، پتانسیل آب محیط را کاهش داده و سبب کم‌شدن توان جذب آب توسط گیاه می‌شود. به‌علاوه با افزایش شوری در محیط ریشه، جذب و انتقال یون‌های سمی به بافت‌های گیاه افزایش می‌یابد که کاهش جذب عناصر ضروری، به‌هم خوردن توازن یونی و سمیت ناشی از انباشتگی یون‌های سدیم و کلر را دنبال دارد (Rahimi & Kafi, 2010). در شرایط شور جذب پتاسیم توسط سلول‌های ریشه در اثر رقابت با سدیم کاهش می‌یابد. در این ارتباط رمضانی و همکاران (Ramezani et al., 2011) گزارش نمودند، واکنش گیاه گل‌گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch.) به سطوح شوری تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، به صورت کاهش غلظت پتاسیم، کلسیم و منیزیم در ریشه و اندام هوایی بود، درحالی‌که محتوای سدیم و کلر در ریشه و اندام هوایی افزایش نشان داد.

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت جامعه و اهمیت شناسایی گونه‌های قابل کشت در مناطق با اقلیم بحرانی، این پژوهش با هدف بررسی رفتار گیاه دارویی زیره سبز در شرایط آبیاری با کیفیت‌های متفاوت آب و ارزیابی عملکرد این گیاه تحت این شرایط و ارتباط آن با کودهای دامی و شیمیایی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به اجرا درآمد؛ به طوری‌که در هر تکرار دو کرت بزرگ مربوط به عامل اصلی و در هر کرت بزرگ چهار واحد آزمایشی کوچک به ابعاد ۲×۲ متر مربع به عامل فرعی اختصاص داده شد. به این صورت، دو عامل نوع آب و نوع کود به ترتیب در دو و چهار سطح مورد آزمایش قرار گرفت. عامل اصلی شامل کیفیت آب آبیاری در دو سطح ۱) آبیاری با آب معمولی و ۲) آبیاری با آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر و عامل فرعی نیز سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی، شامل: ۱) شاهد ۲) کود شیمیایی به میزان ۸۰ کیلوگرم اوره، ۴۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، ۳) کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار و ۴) تلفیق کود شیمیایی کامل و کود دامی به میزان نصف مقادیر یاد شده بود. جهت اعمال تیمار کیفیت پایین آب، از چاه موجود در محل پژوهشکده کشاورزی بقیه‌الله در منطقه چاه‌نیمه شهرستان زهک استفاده گردید و آب شور با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر توسط تانکر به محل اجرای طرح انتقال داده شد.

قبل از آماده‌سازی زمین ابتدا نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی جهت تعیین برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی ارسال

شد (جدول ۱). مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم عمیق، دیسک و لولر بود. در هر تکرار هشت کرت و در مجموع ۲۴ واحد آزمایشی به ابعاد ۲×۲ متر طبق نقشه کاشت آماده گردید. فاصله بین تکرارها یک متر و بین کرت‌های اصلی و فرعی نیم متر در نظر گرفته شد. قبل از کشت کودهای دامی و شیمیایی بر اساس نقشه کاشت در داخل کرت‌ها اعمال شده و عملیات کاشت توده بومی زیره سبز زابل در ۱۳۹۰/۰۹/۱۹ با ایجاد شش ردیف کاشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متری با دست به روش هیرم‌کاری انجام گرفت. بذرها در عمق نیم تا یک سانتی‌متری کشت و به منظور تسهیل جوانه‌زنی، توسط لایه‌ای از ماسه بادی پوشانده شد. برای جلوگیری از اثر سله بر سبزشدن و ظهور گیاهچه زیره سبز تا زمان خروج گیاهچه، مرتب پس از خشک‌شدن خاک آبیاری سطحی انجام شد. تیمار آبیاری با آب شور نیز از زمانی که ارتفاع گیاهان به حدود ۱۰ سانتی‌متر رسید (استقرار) تا انتهای حیات گیاه در چهار مرحله اعمال شد.

در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد نظیر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی انتخاب گردید. برای محاسبه وزن هزار دانه پنج نمونه ۲۰۰ تایی از بذرهای هر کرت با ترازوی دقیق توزین و میانگین آن‌ها در عدد پنج ضرب شد. عملکرد دانه از جمع‌آوری گیاهان هر کرت، خشک و بوجاری‌کردن آن‌ها بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. عمل استخراج اسانس از ۵۰ گرم دانه خشک و آسیاب‌شده زیره سبز به روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت در آزمایشگاه تحقیقات دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شده پس از محاسبه درصد وزنی اسانس در یک گرم نمونه (درصد اسانس)، عملکرد آن در واحد سطح (گرم در هکتار) تعیین شد.

جهت اندازه‌گیری عناصر سدیم و پتاسیم از روش خاکستر خشک استفاده شد؛ بدین منظور پس از هضم خاکستر نمونه‌ها در اسیدکلریدریک دو نرمال محلول‌های حاصل به کمک دستگاه نورسنج شعله‌ای مدل JENWAY PFP7 ساخت انگلستان قرائت گردید. طیف جذبی فسفر نمونه‌ها به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل BTS-45 در طول موج ۴۲۰ نانومتر محاسبه و سپس بر حسب قسمت در میلیون گزارش گردید. به منظور قرائت طیف جذبی عناصر کلسیم و منیزیم به ترتیب از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل JENWAY 6405 UV/Vis در طول موج ۵۸۰ نانومتر و دستگاه جذب اتمی مدل WOV M300 استفاده شد که در نهایت، غلظت عناصر بر حسب قسمت در میلیون با استفاده از جداول استاندارد به دست آمد.

در نهایت، داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و مقایسات میانگین با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: بر اساس نتایج، اثر رژیم آبیاری بر عملکرد دانه بسیار معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس میانگین‌های چنددامنه‌ای دانکن نشان داد با افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر، معادل ۳۶ درصد عملکرد را کاهش داد (جدول ۳). دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2010) نیز گزارش نمودند که اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد دانه زنیان به صورت روند کاهشی بود، به‌طوری‌که بالاترین و کمترین عملکرد به ترتیب از شوری ۰/۳ و ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Some physical and chemicalpropertiesof soil

بافت Texture	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	پتاسیم قابل دسترس Available potassium	فسفر قابل دسترس Available phosphorus	نیتروژن کل Total nitrogen	مادهآلی Organic matter	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
	(درصد) (Percent)			(قسمت در میلیون) (ppm)		(درصد) (Percent)			
رسی (Clay)	31.6	48	20.4	119	9.45	0.09	0.87	8.2	1.5

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس

Table 2- Analysis of variance of yield and yield components, percentage and yield of essences

منبع تغییرات (S.O.V.)	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Mean Square)							
		عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000-seed weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد چتر در بوته No. of umbrella per plant	تعداد دانه در چتر No. of seed per umbrella	تعداد دانه در بوته No. of seed per plant	درصد اسانس Percentage of essence	عملکرد اسانس Yield of essences
تکرار Replication	2	9.692^{ns}	0.032^{ns}	0.160^{ns}	1.125^{ns}	3.042^{ns}	145.542^{ns}	0.001^{ns}	1426.689^{ns}
رژیم آبیاری Irrigation regime	1	21720.169**	4.002**	325.680**	57.042**	51.042**	44032.667**	2.071**	3746.751^{ns}
خطای اصلی Main error	2	4.655	0.034	0.595	1.042	0.542	626.792	0.004	49.326
رژیم کود Fertilizer regime	3	3087.296**	0.383**	27.665**	5.819**	9.597^{ns}	3729.667**	0.132**	20229.364**
کود × آبیاری Fertilizer×irrigation	3	336.294*	0.121*	8.281**	0.708^{ns}	1.530^{ns}	191.444^{ns}	0.076**	1104.597^{ns}
خطای فرعی Sub error	12	79.986	0.023	0.695	0.806	3.625	405.722	0.007	2433.047
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	4.54	4.75	3.44	6.97	13.81	11.36	4.92	15.28

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: are nonsignificant, significant at the 1 and 5% probabilitylevels, respectively.

محققان معتقدند مشکل عمده شوری برای گیاهان در اثر مقادیر بیش از حد کلریدسدیم ایجاد فشار اسمزی، اختلال در جذب و انتقال یون‌های غذایی و اثرات سمیت مستقیم روی غشاءها و سیستم‌های آنزیمی می‌باشد که در کل موجب کاهش تولید در گیاه می‌گردد (Munns & Tester, 2008).

عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر ($p\leq$۰/۰۱) عامل کود قرار گرفت (جدول ۲). بنابراین، از لحاظ کاربردی و اقتصادی تأثیر تیمارهای کودی این آزمایش بر صفت عملکرد قابل چشم‌پوشی نیست. اگرچه بیشترین عملکرد دانه تولیدی (۲۲۴/۴۴ کیلوگرم در هکتار) در این آزمایش از تیمار کوددهی تلفیقی به‌دست آمد، اما بین این تیمار با کاربرد جداگانه کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). محققان معتقدند عملکرد دانه در تیمارهای تلفیق کود دامی و شیمیایی در مقایسه با به‌کارگیری جداگانه هر یک از آن‌ها بالاتر است (Akbarinia et al., 2003; Mallanaguda, 1995). مالاناگودا (Mallanaguda, 1995) نیز دلیل این افزایش عملکرد را نقش کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه ذکر می‌کند.

مطالعه برهمکنش رژیم آبیاری و کودهای مختلف نشان داد، آبیاری با آب معمولی در مقایسه با آب شور عملکرد دانه بالاتری در گیاهان ایجاد نمود. در شرایط آبیاری با کیفیت پایین آب نیز، گرچه کاربرد کود در مقایسه با شاهد منجر به افزایش عملکرد شد، اما اثر سیستم کوددهی تلفیقی کاراتر بود؛ به‌طوری‌که با میانگین ۱۸۵/۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیشتری در مقایسه با کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی داشت (شکل ۱). وجود شوری در محیط رشد گیاهان باعث برهم زدن تعادل تغذیه‌ای می‌شود. در این شرایط با تکمیل عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می‌توان وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشید (Grattan & Grieve, 1999).

وزن هزار دانه: اعمال رژیم‌های آبیاری در زیره سبز تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر وزن هزار دانه داشت (جدول ۲). به طوری‌که بیشترین مقدار این صفت در شرایط آبیاری با آب معمولی بوده و شوری آب آبیاری کاهشی معادل ۲۹ درصد در وزن هزار دانه ایجاد نمود (جدول ۳). کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه در شرایط شوری آب آبیاری توسط کافی و کشمیری (Kafi & Keshmiri 2011) در زیره سبز نیز گزارش گردیده است. سیمان و همکاران (Siman et al., 1993) معتقدند بروز تنش در مرحله پرشدن دانه با کاهش انتقال مواد به دانه منجر به کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد.

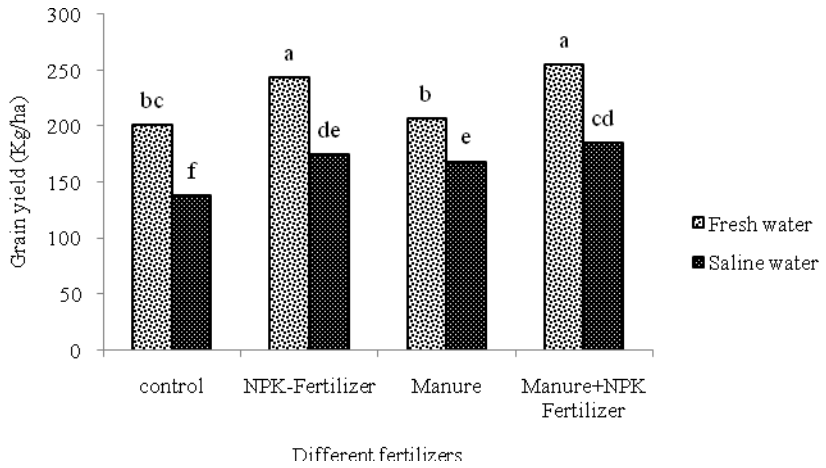
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر عملکرد و اجزای عملکرد، درصد و عملکرد اسانس زیره سبز

Table 3- Means comparison of Main and subsidiary effects on yield and yield components, percentage and yield of essence in cumin

عملکرد اسانس (گرم در هکتار) Yield of essences ($g.ha^{-1}$)	درصد اسانس (٪) Percentage of essence (%)	تعداد دانه در بوته No. of seed per plant	تعداد دانه در چتر No. of seed per umbrella	تعداد چتر در بوته No. of umbrella per plant	ارتفاع بوته (سانتی-متر) Plant height (cm)	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	صفات Characters
رژیم آبیاری Irrigation regime								
310.41a	1.40b	220.17a	15.25a	14.42a	28.00a	3.60a	226.98a	آب معمولی Fresh water
355.40a	2.00a	134.50b	12.33b	11.33b	20.60b	2.80b	166.81b	آب شور Saline water
رژیم کودی Fertilizer regime								
253.56b	1.56b	149.00c	12.50b	11.83b	21.70c	2.86c	169.61c	شاهد Control
364.47a	1.81a	182.50b	13.83a	13.00b	24.40b	3.21b	209.67a	کود شیمیایی Chemical fertilizer
296.48b	1.61b	169.33bc	13.33b	12.50b	24.03b	3.12b	187.88b	کود دامی Manure
376.75a	1.87a	208.50a	15.50a	14.17a	26.94a	3.46a	220.44a	کود تلفیقی Integrated fertilizer

* در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

* Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% probability level.



شکل ۱- اثر متقابل رژیم آبیاری و کودی بر عملکرد دانه زیره سبز

Fig. 1- Interaction of irrigation and fertilizer regimes on cumin's yield

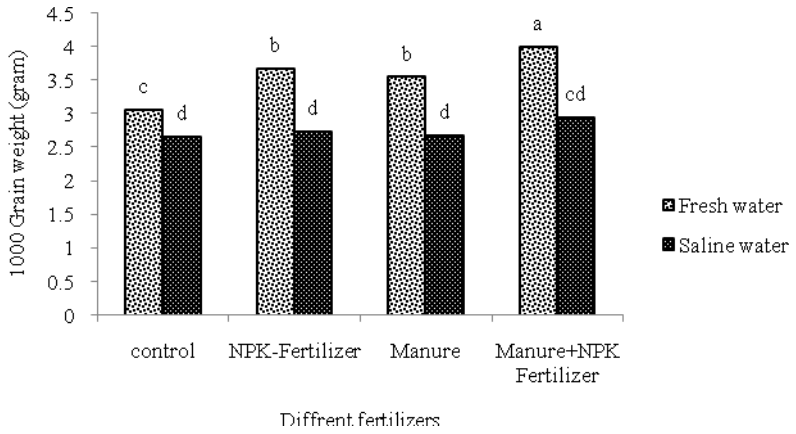
* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means in each column, followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه در سیستم‌های مختلف کودی به وضوح تأثیر مثبت کودهای به‌کاررفته را نشان داد. به‌طوری که مصرف کود در مقایسه با عدم کاربرد آن، موجب افزایش وزن هزار دانه شد (جدول ۳). کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی از نظر تأثیر بر وزن هزار دانه مزیت چندانی نسبت به یکدیگر نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفت. بالاترین وزن هزار دانه (۳/۴۶ گرم) از کاربرد ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم کود شیمیایی کامل در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار به‌دست آمد. به نظر می‌رسد که برتری تیمارهای حاوی کود دامی و کود شیمیایی در مقایسه با شاهد می‌تواند حاصل بهبود شرایط خاک و دسترسی به عناصر غذایی در نتیجه اثرات هم‌افزایی باشد. قابل ذکر است که تحقیقات اکبری نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2003) درگیاه زنیان مؤید این نظر است. با این حال، میبرگ و هنینگ (Myborg & Henning, 1969) از بررسی اثر کودهای شیمیایی بر جو (*Hordium vulgare*) و کلزا (*Brassica napus*) بیان نمودند، وزن هزار دانه در کنترل خصوصیات ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر کود قرار می‌گیرد. در این آزمایش وجود برهمکنش معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) میان رژیم آبیاری و کودی (جدول ۲) به بیان تغییرات وزن هزار دانه می‌پردازد (شکل۲). آب یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی کشتگاه است که تأثیر عمده‌ای بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان دارد. اثر متقابل نشان داد که کیفیت آب و نوع کود بر وزن هزار دانه تأثیرگذار است. به طوری که در شرایط آبیاری با آب معمولی و سیستم تغذیه تلفیقی وزن هزار دانه افزایش قابل‌توجهی (چهار گرم) یافت. در شرایط آبیاری با کیفیت پایین آب نیز گرچه از نظر تأثیر سیستم‌های مختلف کودی در شرایط آبیاری با آب شور طبیعی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما کوددهی تلفیقی منجر به تولید وزن هزار دانه بالاتری (۲/۹۵ گرم) نسبت به سایر تیمارهای کودی گردید (شکل ۲). بدیهی است در این زمینه اثرات هم‌افزایی کاربرد کود آلی در تلفیق با کودهای شیمیایی متصور است.

ارتفاع بوته: اثر تیمارهای مورد بررسی بر ارتفاع بوته معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری از شاهد تا سطح ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس برمتر موجب کاهش در ارتفاع بوته از ۲۸ به ۲۰/۶۰ سانتی‌متر گردید (جدول ۳). بر اساس نتایج تحقیقات دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2010) افزایش شوری آب آبیاری از صفر تا شش دسی‌زیمنس بر متر کاهشی از ۹۳/۲ به ۸۴/۸ سانتی‌متر در ارتفاع بوته زنیان ایجاد نموده است.

کاربرد کودهای شیمیایی و دامی ارتفاع بوته را به طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) افزایش داد. بیشترین ارتفاع بوته (۲۶/۹۴ سانتی‌متر) از تلفیق کودهای شیمیایی و دامی و کمترین آن به مقدار ۲۱/۷۰ سانتی‌متر در تیمار عدم مصرف کود بدست آمد. مصرف جداگانه کودهای شیمیایی و دامی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته و هر یک به ترتیب افزایشی معادل ۱۲ و ۱۱ درصد در مقایسه با شاهد ایجاد نمود (جدول ۳).



شکل ۲- اثر متقابل رژیم آبیاری و کود بر وزن هزار دانه زیره سبز

Fig. 2- Interaction of irrigation and fertilizer regimes on 1000-seed weight of cumin

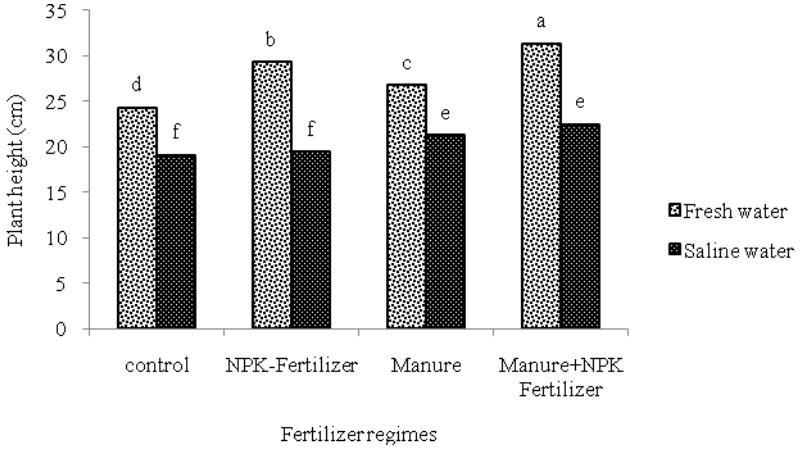
* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means in each column, followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

با توجه به بالاتر بودن میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی در تلفیق با ۴۰ کیلوگرم در هکتارکود شیمیایی نیتروژن و در نتیجه افزایش رشد رویشی گیاه، ارتفاع بوته‌ها در این تیمار افزایش یافت.

شکل ۳ اثرات متقابل رژیم آبیاری و کودی بر ارتفاع بوته زیره سبز را نشان می‌دهد. بر این اساس، بیشترین میزان ارتفاع بوته در تیمار تلفیق کودی و در آبیاری با آب معمولی با میانگین ۳۱/۳۹ سانتی‌متر و بعد از آن کاربرد جداگانه کود شیمیایی، دامی و عدم کود به ترتیب با ۷، ۱۷ و ۲۹ درصد کاهش قرار گرفت. در شرایط کیفیت پایین آب نیز ملاحظه شد، تغذیه تلفیقی و کاربرد جداگانه کود دامی کاراتر از دو تیمار دیگر بود، درحالی‌که بین این دو تیمار با هم و کاربرد کود شیمیایی با شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳). شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول‌ها خصوصاً در ساقه و برگ‌ها گردیده، به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر گیاهان به صورت اندازه کوچک برگ‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان مشاهده شد. به علاوه از آنجا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و برهم‌زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود (MirMohamadi-Meibodi & Ghareyazi, 2002) می‌توان کاهش رشد و توسعه ساقه را به کاهش جذب عناصر غذایی و بروز اختلالات تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد.

اجزای عملکرد (تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در بوته): کیفیت آب آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی اثر معنی‌داری ($p\leq۰/۰۱$) بر تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در بوته داشت. تعداد دانه در چتر نیز تحت تأثیر ($p\leq۰/۰۵$) رژیم آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). به طوری‌که افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب کاهشی معادل ۲۷، ۲۴ و ۶۴ درصد در تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در بوته ایجاد نمود. از اثرات شوری می‌توان به سمیت ویژه یونی و اختلالات تغذیه‌ای اشاره کرد که رشد اندام هوایی گیاه را متأثر می‌سازد. کافی و کشمیری (Kafi & Keshmiri, 2011) گزارش نمودند، یک‌بار آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی پنج دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش تعداد چتر در بوته زیره سبز از ۲۸/۵ به ۲۰/۵ می‌گردد. شوری از طریق جلوگیری از رشد و نمو طبیعی چترها، تعداد دانه در چتر را نیز کاهش می‌دهد. اثرات سمی ناشی از تجمع نمک نقش مهمی در تعداد دانه در چتر ایفا می‌کند. همچنین این کاهش می‌تواند به علت تنش آبی ناشی از شوری در مرحله پرشدن دانه‌ها نیز باشد. بدین معنی که گل‌های موجود در هر چتر به علت کمبود عناصر غذایی ناشی از شوری تکامل نیافته و چترهای حاوی بذر یا پر نمی‌شوند یا شامل بذوری می‌شوند که به مقدار جزئی توسعه یافته‌اند (Francois et al., 1994).



شکل ۳- اثرات متقابل رژیم آبیاری و کودی بر ارتفاع بوته زیره سبز

Fig. 3- Interaction of irrigation and fertilizer regimes on cumin plant height

* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means in each column, followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

از آنجا که تعداد چتر در هر بوته یا تعداد دانه در هر چتر به تنهایی نمی‌تواند عامل مناسبی برای بیان موفقیت گیاه در تولید دانه و عملکرد بیشتر باشد، استفاده از شاخص تعداد دانه در بوته می‌تواند برای مقایسه عملکرد زیره سبز در شرایط مختلف مفید باشد. تعداد دانه در بوته از حاصل‌ضرب تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر به دست می‌آید. بدیهی است که کاهش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر ناشی از آبیاری با آب شور به سبب اثرات سمی تجمع نمک یا تنش آبی ناشی از شوری منجر به کاهش تعداد دانه در بوته می‌شود.

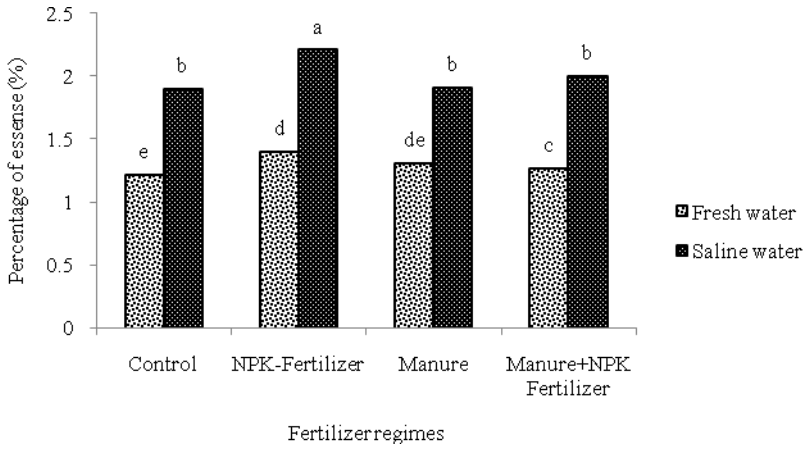
نتایج آزمایش نشان داد تعداد چتر در بوته تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۲). به طوری‌که بالاترین مقدار عددی این صفت (۱۴/۱۷ در بوته) از کاربرد کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد (جدول ۳). از دیدگاه سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (Saeednejad & RezvaniMoghadam, 2010) افزایش میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن و فسفر با افزایش رشد و سبزینگی گیاه منجر به افزایش تعداد چتر در هر بوته زیره سبز می‌گردد. از نظر صفت تعداد دانه در هر چتر گرچه اختلاف معنی‌داری بین شاهد و کاربرد جداگانه کود دامی مشاهده نشد، اما سیستم کوددهی تلفیقی، تعداد دانه در هر چتر را به طور قابل‌توجهی (۲۰۸/۵۰ دانه در گیاه) افزایش داد (جدول ۳). بدیهی است که تعداد دانه در بوته نیز تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفته و بالاترین مقدار آن در تیمار تلفیق کودی می‌باشد، زیرا از یک طرف افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته نیز در این تیمار بوده و از طرف دیگر اثرات هم‌افزایی متقابل که در نتیجه کاربرد تلفیقی ترکیبات آلی با کودهای معدنی به دست می‌آید نیز دلیلی بر افزایش تعداد دانه در بوته در تیمارهای ترکیبی است.

درصد اسانس: بر اساس نتایج، اثر نوع آب آبیاری و کودهای مختلف و برهمکنش دو عامل بر درصد اسانس، معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۲). شوری آب آبیاری معادل ۴۳ درصد موجب افزایش درصد اسانس زیره سبز شد (جدول ۳). در گیاه بابونه نیز کاربرد آب شور در آبیاری منجر به افزایش درصد اسانس شده است (Baghalian et al., 2008). با این حال دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2010) معتقدند، اثر افزایش املاح محلول در آب آبیاری، بر درصد اسانس زنیان به صورت روند کاهشی و غیرمعنی‌دار است.

گیاهان دارویی منابع غنی از متابولیت‌های ثانویه هستند. گرچه این مواد با هدایت فرآیندهای ژنتیکی سنتز می‌شوند، اما میزان آن‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد. مصرف جداگانه کود دامی به مقدار ۴۰ تن در هکتار تأثیری بر درصد اسانس دانه در مقایسه با شاهد نداشت، اما با کاربرد کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی، درصد اسانس افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2003) در پژوهشی میدانی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح کود دامی در تیمارهای سیستم کوددهی ارگانیک و تلفیقی، درصد اسانس زنیان افزایش معنی‌داری یافت.اسانس دانه زیره سبز تحت تأثیر برهمکنش کیفیت آب آبیاری و کودهای مختلف ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۲). به‌طوری که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود، اسانس دانه به طور معنی‌داری در معرض تنش آب بهبود یافت؛ این موضوع را می‌توان به عملکرد متابولیت‌های ثانویه در برابر تنش‌های محیطی نسبت داد. از نظر تأثیر سیستم‌های مختلف کودی بر درصد اسانس دانه در شرایط آبیاری با کیفیت پایین آب، اختلاف قابل‌توجهی از کاربرد جداگانه کود دامی و کوددهی تلفیقی مشاهده نگردید و بلکه کود شیمیایی کامل از طریق تأمین سریع عناصر غذایی اثر قطعی‌تری داشت.

عملکرد اسانس: عملکرد اسانس تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری قرار نگرفت (جدول ۲)، اما افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری معادل ۱۴ درصد سبب افزایش این صفت شد (جدول ۳). واکنش عملکرد اسانس دانه از شوری آب آبیاری یکسان نمی‌باشد. به‌طوری‌که بقالیان و همکاران (Baghalian et al., 2008) نیز معتقدند شوری آب آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس بابونه ندارد. دوازده‌امامی و همکاران (Davazdahemami et al., 2010) پس از بررسی سطوح مختلف شوری از صفر تا ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر، محدوده تغییرات عملکرد اسانس دانه زنیان را به صورت روند کاهشی از ۸/۳ به ۳/۵ میلی‌لیتر در متر مربع گزارش نمودند.

عملکرد اسانس تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه و درصد اسانس در تیمارهای مختلف، عملکرد اسانس نیز دارای روندی مشابه با عملکرد دانه و درصد اسانس بود.



شکل ٤- اثرات متقابل رژیم آبیاری و کود بر درصد اسانس زیره سبز

Fig. 4- Interaction of irrigation and fertilizer regimes on cumin percentage of essence

* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means in each column, followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

بر این اساس بالاترین میزان عملکرد اسانس دانه از سیستم کوددهی تلفیقی (۳۷۶/۷۵ گرم در هکتار) به دست آمد. کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی نیز ضمن قرارگرفتن در یک گروه آماری، هر یک به ترتیب عملکرد اسانس را ۴۴ و ۱۷ درصد در مقایسه با شاهد افزود (جدول ۳). افزایش عملکرد اسانس در شرایط کاربرد تلفیقی و جداگانه کودهای معدنی و آلی به این دلیل است که عملکرد اسانس تحت تأثیر درصد اسانس و عملکرد دانه می‌باشد و چون کودهای به کار رفته سبب افزایش درصد اسانس و عملکرد دانه گردید، عملکرد اسانس را نیز افزایش داد.

سدیم دانه: محتوای سدیم دانه تحت تأثیر کیفیت آب آبیاری ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس میانگین‌های چنددامنه‌ای دانکن نشان داد، افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری تا محدوده ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر افزایشی در حدود ۴۰ درصد در محتوای سدیم دانه ایجاد نمود (جدول ۴). گزارش‌ها نیز حاکی از افزایش جذب یون سدیم در نتیجه آبیاری با آب شور است (Ramezani et al., 2011; Rahimi & Kafi, 2010; Makizade-Tafti et al., 2008). شناخته‌شده‌ترین نتیجه افزایش ملکول‌های آلی در سیتوپلاسم تنظیم اسمزی می‌باشد که به منظور موازنه اسمزی در واکوئل و سیتوپلاسم و ایجاد تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و اجزای مختلف سلول استفاده می‌شود (Makizade-tafti et al., 2008).

محتوای سدیم دانه تحت تأثیر سیستم‌های مختلف کودی ($p\leq$۰/۰۵) قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین غلظت سدیم دانه تحت اثر تیمارهای مختلف کودی نشان داد با کاربرد کود دامی غلظت سدیم دانه کاهش می‌یابد. در مجموع اختلاف چشمگیری در انباشت یون سدیم تحت اثر عامل کود مشاهده نشد، اما در این بین، کود دامی در کاهش انباشت سدیم کاراتر بوده است. بر این اساس بیشترین غلظت یون سدیم در سیستم کوددهی تلفیقی (۱۰۲/۸۳ قسمت در میلیون) و کمترین آن در کاربرد جداگانه کود آلی از منبع کود دامی (۹۰/۱۷ قسمت در میلیون) مشاهده گردید (جدول ۵). فرانکویس و همکاران (Francois et al., 1994) معتقدند رقابت بین سدیم مازاد در محیط و پتاسیم بر سر جذب‌شدن توسط ریشه در شرایط وجود مقادیر بیش از حد سدیم موجب افزایش جذب سدیم نسبت به پتاسیم و کاهش نسبت سدیم به پتاسیم می‌گردد.

اثرات متقابل عوامل اصلی و فرعی آزمایش تأثیر معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) بر غلظت سدیم دانه داشت (جدول ۴). شکل ۵ اثر رژیم آبیاری و سیستم‌های کودی مختلف بر میانگین غلظت سدیم دانه را نشان می‌دهد. در مجموع محتوای سدیم دانه در تیمارهای تحت آبیاری با آب شور در مقایسه با آب معمولی افزایش نشان داد. در این بین تیمار عدم کود بیشترین (۱۳۲/۳ قسمت در میلیون) و کاربرد جداگانه کود دامی کمترین (۹۷ قسمت در میلیون) غلظت سدیم را در گیاهان ایجاد نمود.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس برخی عناصر در دانه زیره سبز

Table 4- Analysis of variance of some nutrition elements in cumin seed

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares				
		سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	کلسیم Calcium	منیزیم Magnesium
تکرار Replication	2	200.79^{ns}	632.63^{ns}	18213.50*	140.29^{ns}	3.17^{ns}
رژیم آبیاری Irrigation regime	1	6700.04**	11528.17**	46552.04*	57232.67**	73.51**
خطای اصلی Main error	2	108.79	505.29	116.17	60.792	1.507
رژیم کود Fertilizer regime	3	586.153*	1771.34**	379160.82**	209.61^{ns}	1.89*
کود × آبیاری Fertilizer×Irrigation	3	1498/82**	110.06^{ns}	3757.38^{ns}	115.44^{ns}	0.94^{ns}
خطای فرعی Sub error	12	151.40	182.51	13494.47	246.32	0.33
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	12.31	13.21	19.05	12.75	3.57

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ns, ** and *: are nonsignificant, significant at the 1% and 5% levels of probability, respectively.

جدول ٥- مقایسه میانگین اثرات اصلی و فرعی بر برخی عناصر دانه زیره سبز

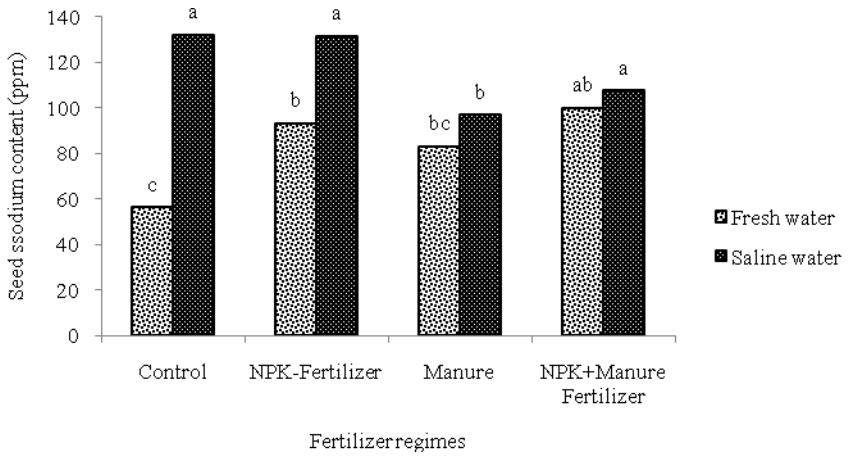
Table 5- Means comparison of main and subsidiary effects on some nutrition element in cumin seed

صفات Characteristics	سدیم Sodium	پتاسیم Potassium	فسفر Phosphorus	کلسیم Calcium	منیزیم Magnesium
	قسمت در میلیون (ppm)				
	رژیم آبیاری Irrigation regime				
آب معمولی Fresh water	83.25b*	124.17a	653.92a	171.92a	17.92a
آب شور Saline water	116.68a	80.33b	565.83b	74.25b	14.42b
	رژیم کودی Fertilizer regime				
شاهد Control	94.33b	82.33c	262.00c	118.83a	15.83b
کود شیمیایی NPK fertilizer	112.50a	110.83ab	793.33a	120.67a	15.83b
کود دامی Manure	90.17b	94.67bc	588.67b	121.00a	16.00b
تلفیق کود Integrated fertilizer	102.83ab	121.17a	795.50a	131.83a	17.00a

*در هر ستون و برای هر جزء، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

* Means in each column and component, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability.

پیشنهاد شده است در شرایط شور یا خاک‌های قلیایی اضافه کردن مواد آلی باعث آزاد شدن سدیم از مجموعه تبادلی خاک و در نتیجه افزایش آب‌شویی و کاهش غلظت آن در گیاهان می‌گردد (Qadiret al., 2001).



شکل ۵- اثرات متقابل رژیم آبیاری و کودی بر انباشت یون سدیم در دانه

Fig. 5- Interaction of irrigation and fertilizer regimes on sodium accumulation in seed

* میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

*Means in each column, followed by the same letters are not significantly different at α=0.05.

پتاسیم دانه: نتایج مقایسات میانگین نشان داد در صورت آبیاری با آب شور با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به آب معمولی و در شرایط پژوهش حاضر حدود ۵۵ درصد از محتوای پتاسیم دانه کاسته می‌شود (جدول ۵). به نظر می‌رسد شوری باعث اختلال در جذب سدیم شده است. تحت شرایط شوری نه تنها رقابت بین سدیم و پتاسیم به واسطه وجود روابط آنتاگونیستی بین آن‌ها (Ramezani et al., 2011)، بلکه به واسطه تغییر در نفوذپذیری غشاء یاخته‌های ریشه، ممکن است به کاهش جذب یون پتاسیم بیانجامد (Marschner, 1995).

نتایج نشان داد که مصرف کود در مقایسه با عدم کاربرد آن، محتوای پتاسیم دانه زیره سبز را به‌طور معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) افزایش می‌دهد (جدول ۵). به‌طوری‌که بالاترین محتوای پتاسیم دانه (۱۲۱/۱۷ قسمت در میلیون) از سیستم تغذیه تلفیقی به دست آمد و بین این تیمار با کاربرد جداگانه کود شیمیایی اختلاف چشمگیری وجود نداشت (جدول ۵). ابوالمجد و همکاران (Abou El-Magd et al., 2008) در مطالعات خود در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) به اثرات کود دامی مبنی بر افزایش دسترسی و قابلیت جذب پتاسیم، نیتروژن و فسفر اشاره دارد.

فسفر دانه: با توجه به اهمیت آنیون فسفات در بسیاری از ترکیبات مهم سلول‌های گیاهی از جمله اسیدهای نوکلئیک و فسفولیپیدهای غشاء محتوای فسفر دانه در ترکیبات مختلف تیماری با دقت سنجش گردید. غلظت فسفر دانه در تیمار شاهد آب آبیاری ۶۵۳/۹۲ قسمت در میلیون بود که در نتیجه آبیاری با آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهشی معادل ۱۶ درصد در ذخیره فسفر دانه در مقایسه با آب معمولی ایجاد شد (جدول ۵)، با این حال اثر متقابل نوع آب و نوع کود بر فسفر دانه معنی‌دار نگردید (جدول ۴). کاهش فسفر در شرایط شوری آب آبیاری توسط ابوالمجد و همکاران (Abou El-Magd et al., 2008) طی دو سال زراعی در رازیانه نیز گزارش گردیده است.کاهش فعالیت فسفر محلول به دلیل افزایش قدرت یونی محلول و کاهش غلظت فسفر محلول خاک به دلیل ایجاد کانی‌های کلسیم- فسفر از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور می‌باشد (Grattan & Grieve, 1992).

بین تمامی تیمارهای به‌کار رفته و تیمار شاهد از نظر فسفر دانه اختلاف معنی‌داری ($p\leq$۰/۰۱) وجود داشت (جدول ۴) و ترکیب تیماری تلفیق کودها بالاترین محتوای فسفر دانه (۷۹۵/۵۰ قسمت در میلیون) را ایجاد نمود. کاربرد جداگانه کود شیمیایی و دامی نیز در مراتب بعدی قرار گرفت (جدول ۵). با توجه به اینکه اختلاف سیستم کوددهی تلفیقی و کاربرد جداگانه کود شیمیایی معنی‌دار نمی‌باشد،این‌چنین به نظر می‌رسد که کود آلی از منبع کود دامی به خوبی با کاهش اسیدیته خاک و حل نمودن برخی عناصر غذایی تثبیت‌شده در خاک، شرایط بهتری برای جذب عناصر غذایی موجود

در کودهای شیمیایی فراهم کرده است.

کلسیم دانه: بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، محتوای کلسیم دانه در شرایط شوری آب آبیاری کاسته شد (جدول ۵). نتایج تحقیقات رمضانی و همکاران (Ramezani et al., 2011) و مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makizade-Tafti et al., 2008) نیز حاکی از کاهش غلظت کلسیم در اندام هوایی و ریشه گل‌گاوزبان در اثر روابط آنتاگونیستی بین سدیم و کلسیم است. واکنش گیاهان در شرایط شوری نسبت به جذب کلسیم با توجه به تفاوت در شرایط محل استقرار و عوامل دیگر، متفاوت است، اما در بیشتر گیاهان با افزایش شوری تجمع و انتقال کلسیم به دلیل افزایش سدیم کاهش می‌یابد؛ زیرا این دو یون در جذب و انتقال با هم رقابت دارند.

منیزیم دانه: منیزیم از اجزای تشکیل‌دهنده ساختمان کلروفیل بوده و به عنوان کوفاکتور در اکثر آنزیم‌هایی که فرآیند فسفوریلاسیون را فعال می‌کنند، نقش دارد (Ramezani et al., 2011). اثر رژیم آبیاری بر محتوای منیزیم دانه زیره سبز معنی‌دار ($p\leq۰/۰۱$) بود (جدول ۴) و مشابه منیزیم که افزایش هدایت الکتریکی آب آبیاری از محتوای منیزیم دانه کاست، به‌طوری که غلظت منیزیم در تیمار شاهد آب آبیاری (۱۷/۹۲ قسمت در میلیون) بالاتر از منیزیم دانه گیاهان آبیاری شده با کیفیت پایین آب (۱۴/۴۲ قسمت در میلیون) بود (جدول ۵). از دیدگاه رمضانی و همکاران (Ramezani et al., 2011) کاهش محتوای کلسیم در اندام هوایی و ریشه گیاه گاوزبان به دلیل افزایش جذب سدیم و ایجاد اختلال در جذب و انتقال کلسیم بوده است؛ به طوری‌که این کاهش در جذب منیزیم تدریجی بوده و تنها در بالاترین سطح شوری مورد مطالعه (۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) کاهش قابل توجه مشاهده گردید.

بیشترین غلظت یون منیزیم در سیستم کوددهی تلفیقی (۱۷ قسمت در میلیون) بوده و بعد از آن کاربرد جداگانه کود دامی و شیمیایی بالاترین محتوای منیزیم را ایجاد نمودند. با اینکه میزان کود دامی به کار رفته در سیستم کوددهی تلفیقی نصف مقدار آن در تیمار کاربرد جداگانه کود دامی بود، اما ملاحظه می‌شود که اختلاف محتوای نسبی منیزیم این تیمارها چندان چشمگیر نیست و این حکایت از سهم اعظم کود دامی در کمک به جذب و ذخیره یون منیزیم در دانه زیره سبز دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد آبیاری با آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر با کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و بوته منجر به کاهش عملکرد اقتصادی (۳۶ درصد) گردید؛ درحالی‌که اسانس دانه در حدود ۴۳ درصد افزایش یافت. عملکرد اسانس تحت شرایط آبیاری با کیفیت پایین آب معادل ۱۴ درصد افزایش نشان داد. با توجه به این‌که کلرید سدیم محلول‌ترین و فراوان‌ترین ترکیب در شرایط شوری آب است، محتوای سدیم دانه زیره سبز در شرایط کاهش کیفیت آب، افزایشی ۴۰ درصدی را نشان داده و محتوای عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم کاهش یافت. سیستم‌های کودی به‌کاررفته بر اجزای عملکرد در مقایسه با عدم کود تأثیر مثبت داشته و منجر به افزایش عملکرد، عملکرد اسانس و درصد اسانس دانه شد. از میان تیمارهای کودی به‌کاررفته مصرف کود شیمیایی کامل با نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار دارای اثر کاراتری بود. غلظت برخی عناصر دانه مورد بررسی در دانه زیره سبز در نتیجه کاربرد کود آلی (در نتیجه بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک) و کود شیمیایی (تأمین سریع عناصر غذایی پرنیاز) تحت تأثیر قرار گرفت و با کاهش محتوای سدیم دانه، منجر به افزایش جذب پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم گردید. در مجموع می‌توان گفت، پتانسیل آبیاری با آب شور طبیعی با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر در منطقه وجود دارد، اما زیره سبز در شرایط عدم تنش رشد مطلوب‌تری دارد. در راستای کاهش آلودگی‌های ناشی از کودهای شیمیایی، جبران کمبود مواد آلی خاک در مناطق خشک و نیمه خشک و صرفه اقتصادی ناشی از تولید نیز کاربرد توأمان کود آلی و معدنی (کود شیمیایی به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار با ۲۰ تن در هکتار کود دامی) در منطقه توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله ازریاست محترم پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل دکتر عیسی خمری و آقای محمدجواد ارشدی به‌جهت مساعدت‌ها و راهنمایی‌های بی‌دریغ در راستای اجرای پژوهش و نگارش آن قدردانی می‌گردد.

منابع

AamaAzghadi, A., Khorasani, R., Mokarram, M., and Moezi, A. 2010. Soil fertility evaluation based on soil K, P and organic matter factors for wheat by using Fuzzy Logic-AHP and GIS techniques. Water and Soil 24(5): 973-984. (In Persian with English Summary)

Abou El-Magd, M.M., Zaki, M.F., and Abou-Hussein, S.D. 2008. Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel. Australian Journal ofBasic and Applied Sciences 2(1): 90-98.

Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F., Rezaei, M.B., and SharifiAshourabadi, A. 2003. Effects of chemical fertilizers, manure and combining fertilizer on yield and components of essential oils of *Carum capticum*. Research and Development in Agriculture and Horticulture 61(4): 32-41. (In Persian with English summary)

Baghalian, K., Haghiri, A., and Naghavi, M.R. 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile *(Matricaria recutita* L.). Scientica Horticulture 116(4): 437-441.

Bayu, W., Rethman, N.F.G., Hammes, P.S., and Alemu, G. 2006. Effects of farmyard manure and inorganic fertilizers on sorghum growth yield and nitrogen use in semiarid area of Ethiopia. Plant Nutrition 29(2): 391-407.

Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M.R., and Mazaheri, D. 2010. Evaluation of water salinity effects on yield and essential oil content and composition of *Carum copticum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25(4):503-512. (In Persian with English Summary)

Francois, L.C., Grieve, M.E., Mass, V., and Lesch, S.M. 1994. Time of salt stress effect growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy 86(1): 100-107.

Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed.). Handbook of Plant and Cold Stress p. 203-226.

Grattan, S.R., and Grieve, C.M. 1999. Salinity-mineral relations in horticultural crops. Scientica Horticulture 78(1): 127-157.

Kafi, M. 2002. Cumin Production Technology. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. 195 pp. (In Persian)

Kafi, M., and Keshmiri, A. 2011. Changes in yield and yield components of cumin landraces and Hindi cultivar in drought and salinity conditions. Horticultural Sciences 25(3): 327-334. (In Persian with English Summary)

Lombin, L.G., Adepetu J.A., and Ayotade, K.A. 1991. Organic fertilizer in the Nigerian Agriculture: Present and future. F.P.D.D. Abuja, p. 146-162.

MakkizadehTafti, M., TavakolAfshari, R., MajnoonHosseini, N., and NaghdiBadi, H.A. 2008. Evaluation of salinity tolerance and absorption of salt by Borage (*Borago officinalis* L.). Medicinal and Aromatic Plants 24(3): 253-262. (In Persian with English Summary)

Mallanaguda, B. 1995. Effect of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medicinal and Aromatic Science 24: 916-918.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrient of Higher Plants. 2nd Academic Press, Ltd, London.

Mirdavoodi, H., and Babakhanlo, P. 2008. Identification of medicinal plants of Markazi province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32(4): 543-559. (In Persian with English Summary)

MirMohammadi-Meibodi, A.M., and Ghareyazi, B. 2002. Physiological Aspects of Salinity and Plant Breeding. Isfahan University Press, 288 pp. (In Persian)

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanism of salinity tolerance. Annual Review of Plant Physiology 59: 651-681.

Myborg, M., and Henning, A.M. 1969. Experimental with different placement of fertilizer for barely and rapeseed. Soil Sciences 49(1): 79-88.

Qadir, M., Ghafoor, A., and Murtaza, G. 2001. Use of saline-sodic water through phytoremediation of calcareous salin-sodic soils. Agricultural Water Management 50(3): 197-210.

Rahimi, Z., and Kafi, M. 2010. Effects of salinity and silicon application on biomass accumulation, sodium and potassium content of leaves and roots of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Journal of Water and Soil 24(2): 367-374. (In Persian with English Summary)

Ramezani, E., Ghajar-Sepanlo, M., and Naghdi-Badi, H.A. 2011. The effect of salinity on the growth, morphology and physiology of *Echium amoenum* Fisch. & Mey. African Journal of Biotechnology 10(44): 8765-8773.

Saeednejad, A.H., and RezvaniMoghaddam, P. 2010. Evaluation of biological and chemical fertilizer on

morphological characteristics, yield, yield components and percentage of essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Horticultural Science 24(1): 38-44. (In Persian with English Summary)

Sharma, A.R., and Mitra, B.N. 1991. Effect of different rates of application of organic and nitrogen fertilizers in a rice- based cropping system. Agricultural Sciences 117(3): 313-318.

Siman, B.J., Peacock, M., and Strick, P.C. 1993. Differences in development plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat. Journal of Plant and Soil 57: 155-160.