ارزیابی تأثیر اکسین و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی توده‌های مختلف زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

مهدی عقیقی شاهوردی*[1]، حشمت امیدی[2]

[1] دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد تهران، ایران.
[2] استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی و مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۰۱

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر هورمون اکسین و شوری بر صفات جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست‌های توده‌های مختلف زیره سبز (محلی خراسان-گناباد، اصفهان و کرمان) اجرا گردید. شوری در سه سطح صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار به همراه غلظت هورمون اکسین در سه سطح صفر (آب مقطر)، ۳ و ٦ میلی‌گرم بر لیتر به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار به کار برده شدند. صفات درصد جوانه‌زنی، تعداد جوانه نرمال و غیرنرمال، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن‌تر و خشک دانه‌رست اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اثر توده زیره، شوری، اکسین و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه مابین این تیمارها بر صفات درصد جوانه‌زنی، تعداد دانه رست‌های نرمال و غیرنرمال و طول ریشه‌چه معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹٤/٦٦ درصد) در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار در غلظت هورمون شاهد در توده محلی اصفهان بود. بیشترین تعداد دانه‌رست نرمال (۲٤/٦٦) در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون صفر (شاهد) در توده محلی اصفهان ایجاد شد. توده محلی اصفهان بدون اعمال شوری و عدم کاربرد هورمون اکسین با ۱۰/٤۸ سانتی‌متر بالاترین و توده محلی خراسان با ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با میانگین ۱/۹۸ سانتی‌متر کم‌ترین طول ریشه‌چه را داشت. به نظر می‌رسد که مقدار اکسین ۳ و ٦ میلی‌گرم در لیتر توانست اثرات منفی شوری روی جوانه‌زنی بذور زیره سبز در مرحله تولید دانه‌رست را تعدیل کند.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی غیرنرمال، دانه‌رست، درصد جوانه‌زنی، ریشه‌چه، ساقه‌چه.

*نویسنده مسئول: aghighim@yahoo.com

مقدمه

زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی است یک‌ساله علفی، از خانواده چتریان که ارتفاع آن بسته به شرایط محیطی بین ۱۵ تا ۵۰ سانتی‌متر متغیر است. ریشه آن دراز، باریک و سفید است و ساقه آن علفی، ظریف، راست، منشعب با تقسیمات دوتایی و به ندرت سه‌تایی است که این انشعابات در نهایت به گل آذین چتر مرکب ختم می‌شود (Omidbeigi, 2000). در فارماکوپه از گیاه زیره سبز به عنوان دارو یاد شده است و میوه آن خاصیت دارویی دارد. مواد مؤثره میوه زیره سبز معالجه کننده دل درد و ضد نفخ بوده و بدین لحاظ در تهیه فرآورده‌های دارویی بیماری‌های دستگاه گوارش استفاده گسترده‌ای دارد. همچنین زیره سبز مدر، معرق، اشتهاآور، بادشکن، ضداسپاسم (انقباض)، مسکن و تقویت‌کننده معده می‌باشد (Salami et al., 2004). عملکرد زیره به دلایل متعدد از جمله تنش‌های محیطی از مقادیر بسیار ناچیز تا ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند در نوسان باشد. متوسط عملکرد در شرایط دیم و آبی زیره کاری ایران بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است (Ehteramian, 2001).

زیره سبز به عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی اهلی کشور ما و از محصولات مهم صادراتی شناخته شده است. در حال حاضر این محصول به‌دلیل ارزش اقتصادی بالا در کشورهای معینی از جهان کشت و کار می‌شود. ویژگی‌های متعدد زیره سبز در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مانند انطباق فصل رشد آن با بارندگی فصلی، محصول اصلی الگوی کشت مناطق خشک و نیمه‌خشک، فصل رشد نسبتاً کوتاه ۱۲۰-۱۰۰ روزه، قرار گرفتن در تناوب با محصولات دیگر مانند سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum biocolor Var.Sudenense* L.)، هویج (*Daucus carota* L.)، نوعی ارزن (*Penicum arvensis* L.) و یا کنجد (*Sesamum indicum* L.)، ارزش اقتصادی بالا در مقایسه با محصولات زراعی مشابه، اطمینان خاطر کشاورزان از نوسانات کم قیمت آن، عدم تلاقی فصل کشت آن در مناطق مورد کشت با فصل کشت گیاهان زراعی دیگر و راندمان بالای مصرف آب در مناطقی با محدودیت آب کشاورزی (نیاز کم به آبیاری) سبب شده تا یکی از محصولات مطلوب از لحاظ صادرات، درآمد و نیز از نظر افزایش بهره‌وری و احیاء زمین‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک در نظر گرفته شود (Shahpasand, 2005).

تاکنون روش‌های قابل اعتمادی برای غربال سریع و آسان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری در شرایط مزرعه‌ای به کار گرفته نشده است (Munns and James, 2003). در حال حاضر استفاده از ارقام مقاوم به شوری یکی از مهم‌ترین روش‌های مؤثر در بهره‌برداری و افزایش عملکرد زمین‌های شور و کم شور نواحی خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود (Ekize and Yilmaz, 2003). مقاومت به شوری یک ویژگی ترکیبی شامل مکانیزم‌های مختلف است که توانایی گیاه را برای بقاء در شرایط شور و تکمیل چرخه رویشی و زایشی مشخص می‌کند (Ekize and Yilmaz, 2003). بررسی‌ها نشان داده که اغلب گیاهان در مرحله جوانه‌زنی به شوری حساس هستند (Ghoulam and Farres, 2001). برخی از محققان دلیل این امر را ممانعت غلظت بالای نمک از جذب آب توسط بذور گیاهان (Mansour, 2000) و برخی دیگر سمیت نمک (Khajeh-Hosseini and et al., 2002) ذکر می‌نمایند.

از دیدگاه فیزیولوژیست‌های بذر، هورمون‌های گیاهی یا مواد تنظیم کننده رشد در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاه شرکت دارند و امکان مداخله آن‌ها را در خواب بذر یا برطرف شدن آن قابل بررسی می‌باشد (Bewley and Black, 1994). تحقیقات نشان داده است که بسیاری از هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین، جیبرلین، سیتوکنین، اتیلن و آبسیزیک اسید در تحریک جوانه‌زنی و یا خواب بذر نقش دارند (Chiwocha et al., 2005). برخی منابع تأثیر اکسین‌ها را در شکست خواب بذر ناچیز می‌دانند اما برخی معتقدند اکسین‌ها نیز حداقل در تحریک جوانه‌زنی برخی

بذرها نقش دارند (Singh, 1990). از آنجا که اکسین در غلظت‌های پایین، رشد و نمو را تحریک می‌کند، غلظت‌های بالاتر آن می‌تواند برای گیاه سمی باشد. بنابراین کنترل دقیق غلظت اکسین برای آماده‌سازی نمو گیاه ضروری می‌باشد. امروزه اگرچه اکسین‌ها، از جنبه‌های بسیاری تنظیم کننده رشد و نمو گیاه می‌باشند، اما درک ما از چگونگی کنترل سطوح این هورمون ناکافی است. اکسین در غلظت‌های کم با افزایش رشد گیاه، مقاومت در برابر تنش‌های محیطی (تنش شوری) را افزایش می‌دهد (Bandurski et al., 1995 ; Rampey et al., 2004).

با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک ایران و افزایش تدریجی شرایط شوری خاک و آب، امکان توسعه کشاورزی پایدار و تولید محصول با کیفیت تنها با انتخاب گیاهان دارویی مقاوم به تنش‌های محیطی مانند شوری به خصوص در مراحل دانه‌رست می‌باشد. از آنجائی که گیاه زیره سبز یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که در این مناطق کشت و کار می‌شود و پژوهش‌های چندانی درباره جنبه‌های مختلف شوری بر خصوصیات زراعی توده‌های آن صورت نگرفته است، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر شوری و هورمون اکسین بر شاخص‌های جوانه‌زنی توده‌های بومی زیره سبز ایران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به منظور ارزیابی تأثیر هورمون اکسین و شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی دانه‌رست توده‌های مختلف بومی زیره سبز در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سه توده زیره سبز محلی خراسان-گناباد، اصفهان و کرمان، سطوح تنش شوری صفر، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار (mM) نمک طعام (مرک آلمان) و غلظت‌های هورمون اکسین (مرک آلمان) صفر، ۳ و ٦ (میلی‌گرم بر لیتر) در ۳ تکرار بودند. بذور زیره سبز از کلکسیون گیاهان دارویی دانشگاه شاهد تهیه گردید. بذور با هیپوکلریت سدیم (NaHCl) یک میلی‌گرم بر لیتر به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی سطحی شده سپس با استفاده از قارچ‌کش بنومیل با غلظت ۲ در هزار ضدعفونی شدند. برای اعمال تیمار سطوح هورمون اکسین با استفاده از رابطه وانت هوف (Agashe and Udgaonkar, 1995)، بذور به مدت ۸ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد در محلول‌های مورد نظر اکسین قرار داده شدند، سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. ۲۵ عدد بذر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ در پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر گذاشته و تحت تیمار شوری با غلظت‌های مشخص قرار گرفتند. پس از اعمال تیمارها، پتری‌دیش‌ها به داخل ژرمیناتوری با درجه حرارت ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و فتوپریود ۸ ساعت تاریکی و ١٦ روشنایی منتقل شدند و شمارش بذرهای جوانه زده از روز دوم و در ساعت معین به صورت روزانه یادداشت گردید، معیار جوانه‌زنی، خروج تقریباً دو میلی‌متری ریشه‌چه بود (Tabatabaei and Shakeri, 2014; Kafi, 2002). پس از ١٤ روز از شروع آزمایش ابتدا تعداد دانه‌رست‌های نرمال از غیرنرمال براساس معیارهایی همچون بدشکلی دانه‌رست، خروج ساقه‌چه قبل از ریشه‌چه، طول بیشتر ساقه‌چه از ریشه‌چه و غیره مشخص و سپس از هر واحد آزمایشی ۱۰ دانه‌رست به صورت تصادفی انتخاب گردید و صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن‌تر دانه‌رست و وزن خشک دانه‌رست اندازه‌گیری شد (Maleki-Farahani et al., 2015). برای تعیین وزن ماده خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ها ابتدا نمونه‌ها با آب مقطر شسته و به‌مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد داخل دستگاه آون قرار داده شدند. درصد جوانه‌زنی از رابطه ۱ محاسبه گردید (Maleki-Farahani et al., 2015).

رابطه ۱ $GP=(n/N)\times100$

که در این رابطه GP: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد بذور جوانه زده، N: تعداد کل بذرهای کشت شده

داده‌های آزمایش با نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

درصد جوانه‌زنی:نتایج نشان داد که اثر توده زیره، شوری، اکسین و اثرات متقابل توده زیره در شوری، توده زیره در اکسین، شوری در اکسین و اثر سه گانه توده زیره در شوری در اکسین بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) معنی‌داری بود (جدول ۱). توده خراسان در سطح شوری صفر میلی‌مولار (شاهد) و با میانگین ۸۹/۳۳ درصد، بیشترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص داد و توده محلی کرمان در تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار با ۷۱/۱۱ درصد کم‌ترین میزان را داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). غلظت شاهد هورمون اکسین در توده محلی اصفهان با میانگین ۸۸/۸۸ درصد بالاترین و غلظت ٦ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در توده محلی کرمان کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است). سطح شاهد شوری در هورمون با ۸۹/۳۳ درصد بیشترین و تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار در غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر در تیمار اکسین با ۷۲ درصد کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را دارا بوده است (داده‌ها نشان داده نشده است). در مقایسه میانگین اثر سه‌گانه، بیشترین درصد جوانه‌زنی (٩٤/٦٦ درصد) در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون شاهد، در توده محلی اصفهان بود و پایین‌ترین درصد جوانه‌زنی (٦٤ درصد) نیز در توده کرمان در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون ٦ میلی‌گرم بر لیتر به وجود آمد (جدول ۳).

تعداد دانه‌رست نرمال: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثرات توده زیره، شوری، اکسین و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه این تیمارها بر تعداد دانه‌رست نرمال معنی‌دار بود. توده خراسان در سطح شوری صفر میلی-مولار با تعداد ۲۳/۵۵ جوانه‌های نرمال بیشترین میزان را به خود اختصاص داد و توده محلی کرمان در تیمار شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با ۲۰/٦٦ جوانه نرمال کم‌ترین میزان را داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). غلظت شاهد هورمون اکسین در توده محلی اصفهان با ۲۳/۷۷ بالاترین و غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در توده محلی خراسان کم‌ترین میزان دانه‌رست نرمال را داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است). در مقایسه میانگین اثر شوری در هورمون اکسین، سطح شوری صفر میلی‌مولار در غلظت صفر و ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین (با ۲۳/٤٤ عدد) بیشترین و تیمار شوری ۱۵۰ میلی‌مولار در غلظت ۳ میلی‌گرم بر لیتر تیمار اکسین (با ۱۹/۸۸ عدد) کم‌ترین بذور جوانه‌زده نرمال را دارا بوده است (داده‌ها نشان داده نشده است). مقایسه میانگین اثر سه‌گانه نشان داد که بیشترین میزان جوانه‌های نرمال (٢٤/٦٦ عدد) در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون صفر (شاهد) در توده محلی اصفهان ایجاد شد. پایین‌ترین میزان جوانه‌های نرمال نیز در توده خراسان در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون اکسین ۳ میلی‌گرم بر لیتر به وجود آمد (جدول ۳).

جدول ۱: تجزیه واریانس پارامترهای جوانه‌زنی توده‌های زیره سبز تحت تأثیر غلظت هورمون اکسین و شوری

		میانگین مربعات (MS)						
منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	دانه‌رست نرمال	دانه رست غیرنرمال	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن‌تر دانه‌رست	وزن خشک دانه‌رست
توده زیره (L)	۲	۲۲۵/۳۸**	۱۰/۰۱**	۱/۸۲**	٤/۹٤**	٤/۷۹^{ns}	۰/۲۵۲**	۰/۰۰۰۰۱^{ns}
شوری (S)	۲	۸۱۸/۵٦**	۲٤/۱**	۸/۳۰**	۱٤۲/٦۱**	۱۲۰/۷۳**	۰/۷۰۳**	۰/۰۰۳**
اکسین (I)	۲	۳٤٦/۸٦**	٦/۳۰**	۹/۲۷**	٤۲/۸۳**	۱۰/۱٤*	۰/۱۰۳**	۰/۰۰۰۰۰۲^{ns}
L×S	٤	۱۲٤/۹۳**	۳/٦۷**	۰/۷۷**	۲/۳۷*	۱/۹۲^{ns}	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۰٤^{ns}
L×I	٤	۱۰٦/۵٦**	۱/٤۳*	۳/۲۳**	٤/۷۳**	۰/۸۰^{ns}	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۰۰۲^{ns}
S×I	٤	۷۰/٤۱**	٦/۳۰**	۵/۲۱**	۹/۷۲**	۱۰/۳۸**	۰/۰۲٦^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}
S×L×I	۸	۱۷۹/۰۱**	۲/۳۸**	٤/۷٦**	۳/٤۱**	٤/۹۷*	۰/۰۱٤ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}
خطا	۵۲	۱۳/۸۹	۰/۵۱	۰/۲۷	۰/۹٤	۲/۰٦	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۳/۱۵	۱۹/۱۸	۱۹/۵٦	۱۱/٤۵	۱۳/۱۲	۱۵/۱۵	۱۹/٤۳

ns ، *،** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲: مقایسه میانگین وزن تر و خشک دانه‌رست‌های توده‌های زیره سبز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف اکسین و سطوح شوری

	تیمار	وزن‌تر دانه‌رست (gr)	وزن خشک دانه‌رست (gr)
توده محلی	محلی کرمان	۱/۲۵۸a	–
	اصفهان	۱/۱۱۸b	–
	خراسان	۱/۰۷۲b	–
شوری (mM)	۰	۱/۲۸۷a	۰/۰۲٦a
	۱۵۰	۱/۱۹۰b	۰/۰۲۲b
	۳۰۰	۰/۹۷۱c	۰/۰۱۹c
اکسین (میلی‌گرم بر لیتر)	۰	۱/۰۸۲b	–
	۳	۱/۱٦۲a	–
	٦	۱/۲۰۳a	–

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

تعداد دانه‌رست غیرنرمال: جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرات اصلی (اکسین، شوری و توده زیره) و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه بر تعداد دانه‌رست‌های غیرنرمال معنی‌دار بود (جدول ۱). در مقایسه میانگین اثر متقابل توده زیره در شوری، توده محلی کرمان در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با میانگین ۳ عدد دانه‌رست غیرنرمال بیشترین میزان را به خود اختصاص داد و توده محلی خراسان در تیمار شوری صفر میلی‌مولار با ۱/۲۲ عدد دانه‌رست غیرنرمال کمترین میزان را داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). غلظت ٦ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در توده محلی اصفهان با ۳/٦٦ عدد بالاترین و غلظت صفر (عدم کاربرد) و ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در توده محلی اصفهان و غلظت صفر هورمون در توده محلی خراسان با ۱/۵۵ عدد کمترین میزان دانه‌رست غیرطبیعی را داشتند

(داده‌ها نشان داده نشده است). غلظت ٦ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در سطح شوری ۱۵۰ میلی‌مولار به میـزان ٤ عدد بیشترین و شوری صفر میلی‌مولار در تیمار اکسین شاهد (عدم کـاربرد هورمـون) بـا ۱/۱۱ عـدد کمتـرین بـذور جوانه‌زده غیرطبیعی را دارا بوده است (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ۳: مقایسه میانگین پارامترهای جوانه‌زنی توده‌های زیره سبز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف اکسین در سطوح شوری

توده زیره محلی	شوری (میلی‌مولار)	اکسین ($mg.l^{-1}$)	درصد جوانه‌زنی	تعداد دانه‌رست نرمال	تعداد دانه‌رست غیرنرمال	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)
کرمان	صفر (شاهد)	صفر (شاهد)	۹۳/۳۳ab	۲٤ab	۰/٦٦vg	۹/٤۱ab	۹/٤٦ bcd
		۳	۸۵/۳۳c..f	۲۳/۳۳a..d	۲def	٦/٦٤vcd	۱۲/۲۲۰a
		٦	۷۸/٦٦fgh	۲۲/۳۳c..f	۲/٦٦vbcd	۳/۸۷۳ef	۸/۰۷۸b..e
	۱۵۰	صفر (شاهد)	۸۲/٦٦d..g	۲۲/۳۳c..f	۱/٦٦d..g	٦/۵۸cd	۸/۹۲b..e
		۳	٦٦/٦٦jk	۱۹/۳۳hi	۲/٦٦bcd	۳/۷۰vefg	۸/۸۱۳b..f
		٦	٦٤/۰۰k	۲۰/۳۳gh	٤/۳۳a	۳/۰٤fg	۸/۸۱۳b..e
	۳۰۰	صفر (شاهد)	٦۸/۰۰jk	۲۱/۳۳fg	٤/۳۳a	۲/۸۸fg	۳/٤۱۳i
		۳	۷٦/۰۰ghi	۲۲/۳۳c..f	۳/۳۳b	۲/۸۱۳fg	٦/۰٦fgh
		٦	۸٤/۰۰c..f	۲۲/۳۳c..f	۱/۳۳efg	۳/۲۸۰fg	۸/۳٦b..f
اصفهان	صفر (شاهد)	صفر (شاهد)	۸۵/۳۳c..f	۲۳/۳۳a..d	۲def	۱۰/٤۸a	۱۲/۱a
		۳	۹۰/٦٦abc	۲۳/۳۳a..d	۰/٦٦g	۸/۸٤ab	۱۰/۸۹ab
		٦	۷۸/٦٦fgh	۲۳b..e	۳/۳۳b	۳/۸۳efg	۹/ ۷۷۳ abc
	۱۵۰	صفر (شاهد)	۸٦/٦٦b..e	۲۳/۳۳a..d	۱/ ٦٦ve..d	٦/۵۸۰cd	۹/ ۳۸vbcd
		۳	۸۱/۳۳efg	۲۱/٦٦ef	۱/۳۳۳efg	٦/ ۵۵۳cd	۱۰/٦۲۷ abc
		٦	۸۰/۰۰efg	۲۳/۳۳a..d	۳/ ۳۳۳b	۳/٦٦vefg	۹/۳۹۳bcd
	۳۰۰	صفر (شاهد)	۹٤/٦٦a	۲٤/٦٦a	۱/۰۰gf	۳/۱۹۳fg	٤/۵٤۰ih
		۳	۸۱/۳۳efg	۲۳/۳۳a..d	۲/٦٦ ٦bcd	۳/٤۸vfg	٦/۸٦۰ d..h
		٦	۷۰/٦٦ijk	۲۲def	٤/۳۳۳a	۲/۸٤۰fg	٦/۸۸۰ d..h
خراسان	صفر (شاهد)	صفر (شاهد)	۸۹/۳۳a..d	۲۳b..e	۰/٦٦vg	۸/٤۳۳b	۷/۹٦۰ c..g
		۳	۸۵/۳۳c..f	۲۳/٦٦abc	۲/۳۳۳ cde	۸/ ۵۱۳b	۱۰/٦٤۰ abc
		٦	۹۳/۳۳ab	۲٤ab	۰/٦٦vg	۷/۸۷۳bc	۹/٦۷۳ abc
	۱۵۰	صفر (شاهد)	۸۱/۳۳efg	۲۱/٦٦ef	۱/ ۳۳۳efg	٦/۰۹۳d	۹/۳۹۳bcd
		۳	٦۹/۳۳ijk	۱۸/٦٦i	۱/ ۳۳۳efg	۵/۳٦vde	۹/۹٦۷ abc
		٦	۷۲/۰۰hij	۲۲/۳۳cdef	٤/۳۳۳a	۳/۷۲۰ efg	۸/۳۹۳ b..f
	۳۰۰	صفر (شاهد)	۸۰/۰۰efg	۲۲/٦٦b..f	۲/٦٦vbcd	۳/۵۸۰fg	۵/٤۰ghi
		۳	۷٦/۰۰ghi	۲۲def	۳bc	۱/۹۸۰g	٦/۲۸efgh
		٦	۷۸/٦٦fgh	۲۱/٦٦ef	۲def	۲/۵٦۰fg	٦/۸۳۳d..h

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون مطابق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

در مقایسه میانگین اثر سه‌گانه، بیشترین میزان جوانه‌های غیرطبیعی در سطوح شوری ۱۵۰ میلـی‌مـولار در غلظـت هورمون ٦ میلی‌گرم بر لیتر در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار و غلظت هورمون صفر در ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در

توده محلی کرمان و شوری ۳۰۰ میلی‌مولار در غلظت ٦ میلی‌گرم بر لیتر هورمون در توده محلی اصفهان ایجاد شد. پایین‌ترین میزان جوانه‌های غیرطبیعی نیز در شاهد توده‌های کرمان و خراسان و در سطح شوری شاهد و غلظت هورمون ٦ میلی‌گرم بر لیتر توده محلی خراسان و غلظت هورمون ۳ میلی‌گرم بر لیتر توده محلی اصفهان بود (جدول ۳).

طول ریشه‌چه: با توجه به جدول ۱، اثرات اکسین، شوری، توده زیره و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه این تیمارها بر طول ریشه‌چه معنی‌داری بود. مقایسه میانگین اثر متقابل توده زیره در هورمون اکسین نشان داد که، عدم کاربرد هورمون (شاهد) بیشترین طول ریشه‌چه را بین همگی توده‌ها داشت ولی در هیچ کدام از ۳ توده اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته و بیشترین طول ریشه‌چه در توده محلی اصفهان مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده). در مقایسه میانگین اثر متقابل هورمون در شوری، عدم استفاده از هورمون (شاهد) در تیمار غیرشور (شاهد) با ۹/٤٤٦ سانتی‌متر بیشترین و سطح ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با ۲/۷٦۰ سانتی‌متر کم‌ترین طول ریشه‌چه را داشت (داده‌ها نشان داده نشده است). در مقایسه میانگین اثر سه‌گانه، توده محلی اصفهان بدون اعمال شوری و کاربرد هورمون با ۱۰/٤۸ سانتی‌متر بالاترین و توده محلی خراسان با ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با میانگین ۱/۹۸ سانتی‌متر کم‌ترین طول ریشه‌چه را داشت (جدول ۳).

طول ساقه‌چه: اثر شوری ($P<0.01$)، اکسین ($P<0.05$) و اثرات متقابل شوری در اکسین ($P<0.01$) و توده زیره در شوری در اکسین ($P<0.05$) بر طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). در مقایسه میانگین اثر متقابل بین شوری، بیشترین طول ساقه‌چه در ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین در سطح بدون شوری و کم‌ترین طول ساقه‌چه در سطح صفر (عدم کاربرد) هورمون در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار به‌ترتیب با ۱۱/۲۵ و ٤/٤۵ سانتی‌متر مشاهده گردید (داده‌ها نشان داده نشده است). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه بین توده زیره، شوری و اکسین نشان داد که، توده محلی کرمان در شرایط غیرشور (شاهد) در سطح اکسین ۳ میلی‌گرم بر لیتر هورمون با ۱۲/۲۲ سانتی‌متر بیشترین و همان توده زیره در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار و بدون اکسین (شاهد) با ۳/٤۱ سانتی‌متر کم‌ترین طول ساقه‌چه را داشت (جدول ۳).

وزن‌تر دانه‌رست: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر توده زیره، شوری و اکسین بر وزن‌تر دانه‌رست در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). در بین توده‌های مختلف، توده محلی کرمان با ۱/۲۵ گرم بالاترین وزن‌تر را داشته و بین توده محلی اصفهان و خراسان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، هر چند که وزن‌تر در توده محلی اصفهان بیشتر بوده است (جدول ۲). جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که با افزایش میزان شوری، وزن‌تر دانه‌رست کاهش می‌یابد به‌طوری‌که بیشترین وزن‌تر دانه‌رست در سطح شوری صفر میلی‌مولار با ۱/۲۸ گرم و کم‌ترین میزان در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار با ۰/۹۷ گرم مشاهده شد (جدول ۲). در سطح ٦ میلی‌گرم بر لیتر هورمون اکسین با ۱/۲۰ گرم بیشترین و سطح صفر (عدم کاربرد) با ۱/۰۸ گرم کمترین میزان وزن‌تر دانه‌رست بود (جدول ۲).

وزن خشک دانه‌رست: از بین تیمارهای اعمال شده تنها سطوح شوری در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن خشک دانه‌رست معنی‌دار بود (جدول ۱). با توجه به جدول مقایسه میانگین مشخص شد که با افزایش شوری وزن خشک دانه‌رست کاهش یافت. بیشترین و کم‌ترین وزن خشک دانه‌رست به‌ترتیب مربوط به تیمار صفر و ۳۰۰ میلی‌مولار با میانگین ۰/۰۲٦ و ۰/۰۱۹ گرم بود (جدول ۲).

بحث

افزایش غلظت شوری آبیاری، دانه‌رست‌های طبیعی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر دانه‌رست و وزن خشک دانه‌رست را کاهش داد، ولی میزان دانه‌رست‌های غیرطبیعی و بذرهای جوانه نزده (قدرت بازدارندگی) را افزایش داد و مقادیر بالای شوری به صورت معنی‌داری از جوانه‌زنی بذور جلوگیری کرد که این نتیجه با نتایج زو و همکاران (Zhu et al., 2004) مطابقت دارد. با افزایش غلظت شوری، به دلیل اثرات اسمزی و یا سمی آن، کاهش و یا کند کردن فرآیند جوانه‌زنی مشاهده می‌گردد (Waisel et al., 2004). محققان دیگر نیز گزارش کردند که شوری، موجب کاهش سرعت جذب آب (اثر اسمزی) و یا تسهیل ورود یون‌های تحریک کننده فعالیت‌های آنزیمی و یا هورمونی خاص می‌شوند و به همین دلیل سبب القای بازدارندگی جوانه‌زنی می‌گردند (Huang and Redmann, 1995). کاهش وزن‌تر و خشک نیز به نظر می‌رسد که در نتیجه کاهش جذب آب توسط دانه‌رست بوده است (Ashraf, 2002). مطالعات زیادی اهمیت جوانه‌زنی بذور مختلف گونه‌های گیاهی را تحت شرایط نرمال و تنش در پاسخ به پرایمینگ با هورمون‌های گیاهی یا دیگر مواد آلی نشان داده‌اند (Ashraf and Foolad, 2005). در این آزمایش، با افزایش غلظت هورمون اکسین، تعداد دانه‌رست‌های غیرنرمال و وزن‌تر دانه‌رست افزایش یافت اما طول ریشه‌چه کاهش محسوسی را نشان داد و با توجه به نتایج، اثرات مضر شوری با خیساندن بذور با اکسین کاهش یافت که این نتیجه با یافته‌های محققانی بر روی بذور گندم مطابقت دارد (Gulnaz et al., 1999). Akbari et al., (2007) نشان دادند که استفاده از غلظت ۲ میلی‌گرم در لیتر هورمون اکسین باعث کاهش طول ریشه‌چه و افزایش وزن‌تر در گیاهچه گندم گردید. تعدادی از محققین اعتقاد دارند که انتقال قطبی اکسین در فرآیندهای مهمی همچون رشد و توسعه شامل الگوی تشکیل جنین، مورفوژنز برگ و پاسخ گرانشی ریشه درگیر است که می‌تواند توجیهی برای کاهش طول ریشه‌چه باشد (Rampey et al., 2004). سرعت گیاهچه زنی بذور و استقرار گیاهچه از فاکتورهای اساسی تولید محصول در شرایط استرس‌زای شوری خصوصاً در مناطق نیمه‌خشک (جایی که شرایط نامساعد در منطقه بذور خلاصه می‌شود) می‌باشد. در تعدادی از گونه‌های گیاهی، جوانه‌زنی بذور و شروع رشد گیاهچه حساس‌ترین مرحله به استرس شوری است. پرایمینگ بذور با غلظت‌های مناسب هورمون‌های رشد نشان داده است که به‌طور مؤثری ایجاد دانه‌رست گونه‌های گیاهی مختلف را به خوبی در هر دو شرایط استرس و نرمال بهبود می‌بخشد. هورمون‌های رشدی که معمولاً برای پرایمینگ بذور استفاده می‌شود شامل اکسین‌ها (NAA, TBA, TAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین و آبسیزیک‌اسید می‌باشند. این مطالعه اثرات مثبت هورمون اکسین را روی خصوصیات جوانه‌زنی و گیاهچه از قبیل ظهور دانه‌رست، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن‌تر و خشک دانه‌رست را نشان داد. به نظر می‌رسد که مقدار اکسین ۳ و ٦ میلی‌گرم در لیتر توانست اثرات منفی شوری روی جوانه‌زنی بذور زیره سبز در مرحله تولید دانه‌رست را تعدیل کند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این بررسی نشان داد که مصرف اکسین در تعدیل شوری و ویژگی‌های جوانه‌زنی توده‌های زیره تأثیر معنی‌داری داشته است و جهت حصول حداکثر درصد جوانه‌زنی در واحد سطح، توده محلی زیره سبز کرمان و غلظت هورمون ٦ میلی‌گرم در لیتر در شرایط شوری ۱۵۰ میلی‌مولار توصیه می‌شود. در ضمن با توجه به میزان شوری ایران و نقش بسزای آن در کاهش تولید محصول زیره می‌توان با گسترش سطح زیر کشت ژنوتیپ‌های مقاوم به شوری گیاهان دارویی از جمله زیره برای رفع نیاز صنایع داروسازی داخلی و حتی صادرات آن گام برداشت.

Reference

Agashe V.R. and Udgaonkar, J. 1995. Initial hydrophobic collapse in the folding of barstar, Nature, **34:3286–3299.**

Akbari, G., Modares Sanavy, S.A. and Yousefzadeh, S. 2007. Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakestan Journal of Biological Science, 10: 2557-2561.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment- ashotgun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non saline condition. Adv. Agron., 88: 223-271.

Ashraf, M. 2002. Evaluation of genetic variation for improvement of saline agriculture. Ahmad, R. and K. A. Malik (Eds), Kluwer Academic Publisher, Netherlands, pp: 131-137.

Bandurski, R.S., Cohen, J.D., Slovin, J.P. and Reinecke, D.M. 1995. Auxin biosynthesis and metabolism. In: P.J. Davies, ed, Plant Hormones. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp 39-65.

Bewley, J.D. and Black, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. Second edition. Plenum Press, New York.

Chiwocha, S.D.S., Culter, A.J., Abrams, S.r., Ambrose, S.J., Yang, J., Ross, A.R.S. and Kermode, A.R. 2005. The ertl-2 mutation in Arabidopsis thaliana affects the abscisic acid, auxin, cytokinin and gibberellins metabolic pathway during maintenance of seed dormancy. Moist chilling and germination. Plant Journal. 42:35-45.

Ehteramian, K. 2001. The effect of nitrogen fertilization and sowing date on yield and yield components of *Cumin* in the Koshak region of Fars province, master's thesis, University of Shiraz.

Ekize, H. and Yilmaz, A. 2003. Determination of the tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turk J. Agric.27: 253 – 260

Ghoulam, C. and Fares, K. 2001. Eeffect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology. 29:357- 364.

Gulnaz, A., Iqbal, J. and Azam, F. 1999. Seed treatment with growth regulation and crop productivity.II.Responnse of critical growth stages of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. Cereal Research. 27:419-426.

Huang, J. and Redmann, R.E. 1995. Salt tolerance of Hordeum and Brassica species during germination Zidan and early seedling growth. Can. J. Plant Sci. 75: 815-819.

Kafi, M., 2002. Cumin (*Cuminum cyminum*). Production Technology.Ferdowsi University Press. P:195.

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A. and Bingham, I.J. 2002. Comparison of the seed germination and early seedling growth of soybean in saline conditions. Seed Science Research. 12: 165-172.

Maleki Farahani, S., Rezazadeh, A. and Aghighi Shahverdi, M. 2015. Effects of electromagnetic field and ultrasonic waves on seed germination of Cumin (*Cumin Cyminum* L.), Iranian Journal of Seed Research, 2(1): 109-118.

Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biological Plant, 43: 491–500.

Munns, R. and James, R.A. 2003. Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil. 253: 201-218.

Omidbegi, R. 2000. The approaches to the production and processing of medicinal plants, the first volume of Tarahan Nashr Publications, Tehran P:283.

Rampey, R.A., LeClere, S., Ljung, K. and Bartel, B. 2004. A family of Auxin conjugate hydrolases that contributes to free IAA levels during Arabidopsis germination. Plant Physiology, 135: 978-988

Rashotte, A.M., Brady, S.R., Reed, R.C., Ante, S.J. and Muday, G.K. 2000. Basipetal auxin transport is required for gravitropism in root of Arabidopsis. Plant Physiology, 122: 481–90.

Salami, M.R., Safarnezhad, A. and Hamidi, H. 2004. Effect of salinity stress on morphological characteristics Cumin (*Cumin cymene*) and Valerian (*Valerian officinalis*). Pazhohesh and Sazandeghi, 72: 83-77.

Shahpasandzadeh, H. 2005. Evaluate the performance of Cumin seeds and fertilizers combined and seeding levels in Kerman province. Master's thesis. Tarbiat Modares University.

Singh, V. 1990. Influence of indole acetic acid and indole butylic acid (IBA) on seed germination of spruce. The Indian Forester. 116: 450-455.

Tabatabaei, S.A. and Shakeri, E. 2014. Effects of seed priming on germination traits Cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stresses, Arid Biome Scientific and Research Journal, 4(2): 1-11.

Waisel, Z., Zhi, D., Xue, G., Zhang, H., Zhao, Y. and Xia, G. 2004. Enhanced salt tolerance of transgenic wheat(*Tritocum aestivum* L.) expressing a vacuolar Na^+/H^+ antiporter gene with improved grain yields in saline soils in the fioed an a reduced level of leaf Na^+. Plant Science, 167: 849-859.

Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q. and Yu, J. 2004. Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant. Enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). Plant Science, 167: 527–533.