



علوم و تحقیقات بذر ایران
سال سوم / شماره چهارم / ۱۳۹۵ (۴۱ - ۲۹)



اثر اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای سه رقم تربچه در شرایط تنش شوری

نرجس سادات روحانی^{۱*}، سید حسین نعمتی^۲، محمد مقدم^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۸

چکیده

برای کاهش اثرات تنش شوری در گیاهان از روش‌های متفاوتی در مراحل مختلف رشدی گیاه از جمله جوانه‌زنی استفاده می‌شود. اسیدهیومیک ماده‌ای طبیعی است که تأثیر مثبتی بر رشد گیاهان داشته و به‌عنوان پیش‌تیمار در تحقیقات جوانه‌زنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هدف از این آزمایش بررسی تأثیر اسیدهیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی ارقام مختلف تربچه در شرایط تنش شوری بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه رقم تربچه (چریبل، اسپاکلر و اسکارلت سین‌سیناتی به‌عنوان فاکتور اول و اسیدهیومیک در چهار سطح (شاهد، ۰/۵، ۱/۵ و ۲ گرم بر لیتر) به‌عنوان فاکتور دوم و تنش شوری در چهار سطح (شاهد، ۱/۵، ۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک طعام) به‌عنوان فاکتور سوم بودند. در این آزمایش صفات جوانه‌زنی نظیر طول ساقه چه و ریشه چه، وزن تر و خشک گیاهچه، ضریب آلومتری، سرعت و درصد جوانه‌زنی مورد بررسی قرار گرفت. در شرایط تنش شوری، کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی در ارقام تربچه گردید، ولی بر صفات طول ریشه چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و درصد جوانه‌زنی غیرمعنی‌دار شد. در شرایط تنش شوری، کاربرد اسیدهیومیک به مقدار ۱/۵ گرم بر لیتر بیش‌ترین افزایش را بر روی طول ریشه‌چه و وزن تر گیاهچه داشت و غلظت ۲ گرم بر لیتر سرعت جوانه‌زنی را افزایش داد. نتایج نشان داد ارقام مختلف تربچه واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند. بیش‌ترین میزان طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی مربوط به رقم اسکارلت سین‌سیناتی و بیش‌ترین میزان طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه مربوط به رقم اسپاکلر بود. رقم چریبل کم‌ترین خصوصیات جوانه‌زنی را در شرایط تنش شوری حتی با کاربرد اسیدهیومیک داشت.

واژه‌های کلیدی: اسیدهیومیک، ارقام تربچه، تنش شوری، جوانه‌زنی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

۲- استادیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

* نویسنده مسئول: narsy.rohani@gmail.com

مقدمه

شرایط شور و رطوبت نسبی ۴۵ درصدی هوا، میزان عملکرد بعد از آستانه شوری (۱/۳ دسی‌زیمنس بر متر) در ازای افزایش هر واحد شوری ۱۳ درصد کاهش می‌یابد ولی در رطوبت نسبی ۹۵ درصد، حد آستانه شوری تریچه به ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر افزایش می‌یابد. میزان هدایت الکتریکی برای جوانه‌زنی پنجاه درصد از بذره‌های تریچه نسبت به ارقام مختلف بین ۱۴ تا ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد (Jalili Marandi, 2010). در طی آزمایشی بذره‌های خربزه را با کلرید سدیم پیش‌تیمار نمودند و پس از کشت در محیط شور، درصد و سرعت خروج ریشه‌چه در شرایط تنش شوری در بذره‌های پیش‌تیمار شده افزایش یافت (Sirritepe et al., 2003). استفاده از مواد هیومیک، قابلیت باروری خاک را از ۱۲٪ تا ۷۰٪ بالا می‌برد که دیگر نیازی به استفاده از هورمون‌ها نخواهد بود و مهم‌ترین مزیت استفاده از ترکیبات هیومیکی رسیدن به سطح محصولات بسیار استاندارد و با کیفیت عالی و تأثیر بسیار مثبت آن‌ها در افزایش قابلیت سنتز پروتئین و هیدرات کربن گیاه و متابولیسم آن‌ها است (Samavat and Malakuti, 2005). مکانیزم (Malakuti, 2005) عمل مواد هیومیکی برای تحریک جوانه‌زنی قابل تشخیص نیست ولی می‌تواند به خاطر دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمون‌های گیاهی به خصوص اسید جیبرلیک) و غیرمستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) بر جوانه‌زنی و رشد گیاه باشد (Muscolo et al., 2005). عمده تحقیقاتی که در ارتباط با ماده اسیدهیومیک صورت گرفته است، کاربرد آن بر روی جوانه‌زنی بذرها می‌باشد (Kafi et al., 2009). پیش‌تیمار بذر با ۶۰ گرم اسیدهیومیک به ازای هر ۱۰۰ دانه سبب حصول حداکثر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان شد (Kolsarıci et al., 2005). جانشینی ورمی‌کمپوست به جای مواد غذایی کودی در گلخانه باعث افزایش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، گلدهی و عملکرد سبزیجات می‌شود (Ateyeh et al., 2000). اگرچه گزارش‌هایی در خصوص تأثیر مثبت کاربرد مواد آلی حاوی ترکیبات هیومیکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهان مختلف در شرایط تنش وجود دارد، ولی گاهی از بی‌اثر بودن این ترکیبات در برخی گیاهان مطالبی منتشر می‌شود. عصاره ورمی‌کمپوست بر روی درصد جوانه‌زنی و کاهش اثرات تنش شوری در رقم درخشان لوبیا قرمز تأثیر معنی‌داری نداشت (Bic Khurmizy, 2011).

شوری خاک یا آب از جمله عوامل تنش‌زای محیطی برای گیاهان به شمار می‌آید. گیاهان در مراحل مختلف رشد، حساسیت‌های مختلفی به شوری از خود بروز می‌دهند. اثرات منفی شوری در یک مرحله رشدی، در مراحل بعدی نیز اثر خواهد گذاشت. معمولاً گیاهان در اوایل رشد نسبت به شوری، حساس‌تر از مراحل بعدی هستند. افزون بر اختلاف گیاهان در مقاومت به شوری، رقم‌های یک گونه نیز تحمل متفاوتی به شوری دارند (Kafi et al., 2009). پوری و همکاران در پژوهشی نشان دادند با افزایش شوری و شدت زوال بذر، سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه در بذره‌های زوال‌یافته پنبه در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهش یافت (Puri et al., 2012). شوری آب و خاک به دو طریق روی جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد. مسمومیت جنین بذر یا گیاهچه که ناشی از بعضی از یون‌ها یا املاح موجود در محلول خاک است و تأثیر دیگر آن بالا رفتن پتانسیل اسمزی محیط که بذر یا ریشه گیاه در آن قرار دارد که در این حالت جذب آب توسط بذر یا ریشه در صورت وجود املاح بالا متوقف می‌شود. اثرات شوری می‌تواند به دلیل مشکلات اسمزی، به هم خوردن تعادل غذایی، تأثیر یون‌های خاص، سمیت یونی و یا ترکیبی از این چهار عامل باشد (Ashraf and Harris, 2004). در بیش‌تر گیاهان زراعی مرحله جوانه‌زنی، حساس‌ترین مرحله به تنش شوری تلقی می‌گردد. شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و همچنین از طریق اثرات سمی یون‌هایی چون سدیم و کلر جوانه‌زنی بذرها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Munns, 2002). در آزمایشی اثرات مختلف قابلیت هدایت الکتریکی خاک بر روی رشد ۱۸ رقم از نه محصول سبزی ریشه‌ای و برگی، مورد بررسی قرار گرفت. جوانه‌زنی کلم و کاهوی برگی در خاکی با قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر کاهش یافت و انواع پیازها در شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر حدود ۳۵ درصد جوانه‌زنی آن‌ها کاسته شد. تریچه و هویج تحمل نسبتاً خوبی نسبت به سایر گیاهان از خود نشان دادند ولی به‌طور کلی شوری ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر به بالا باعث کاهش جوانه‌زنی بذره‌های سبزیجات گردید (Young Jun et al., 2003). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که در صورت پرورش تریچه در

هدف از انجام این تحقیق بررسی و مقایسه اثر کاربرد اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی سه رقم تجاری تربچه در شرایط تنش شوری بود. از آنجایی که مشکل بسیاری از زمین‌های کشاورزی ایران طی سال‌های اخیر، شوری خاک می‌باشد، بنابراین برای کاشت گیاهان با عملکرد مناسب باید گیاهانی را مدنظر داشت که شرایط شوری خاک را به خوبی تحمل می‌کنند و مقاوم می‌باشند. همچنین می‌توان از مواد ضد تنش شوری مانند اسیدهیومیک به‌منظور کاهش اثرات مضر تنش شوری استفاده کرد. گیاه مورد بررسی در این آزمایش گیاه تربچه می‌باشد که می‌توان از آن به‌عنوان گیاه مدل در تحقیقات مربوط به گیاهان غده-ای و سبزیجات استفاده کرد و چون این گیاه جزء خانواده براسیکاسه می‌باشد، در نتیجه از گیاهان با ارزش و ضد سرطان محسوب می‌گردد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه فیزیولوژی گروه باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. تیمارها شامل سه رقم تجاری تربچه چریبل^۱، اسپارکلر^۲، اسکارلت سین‌سیناتی^۳ به‌عنوان فاکتور اول که در تاریخ ۲۰۱۴/۸ تولید شده‌اند. رقم چریبل به‌دلیل گستردگی در بازار ایران به رنگ قرمز درخشان با نام تربچه نقلی بین کشاورزان شناخته شده است، رقم اسپارکلر به شکل کروی و رنگ قرمز با انتهای سفید با نام تجاری تربچه دورنگ بعد از چریبل دومین رقم مورد کشت و کار در ایران می‌باشد که وسعت کشت آن محدود بوده و رقم اسکارلت سین‌سیناتی به رنگ قرمز درخشان با ظاهری کشیده که رقم جدید بوده و هنوز مورد کشت در ایران قرار نگرفته است و جنبه تحقیقاتی دارد. اسیدهیومیک با خلوص ۸۵٪ در چهار سطح (شاهد، ۰/۵، ۱/۵ و ۲ گرم در لیتر) به‌عنوان فاکتور دوم و تنش شوری در چهار سطح (شاهد، ۰/۵، ۱/۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر نمک طعام) به‌عنوان فاکتور سوم بودند. ۲۵ عدد بذر ارقام مختلف تربچه بعد از ضدعفونی توسط هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۲۰ دقیقه و

سپس شستشو با آب مقطر به مدت ۵ دقیقه در پتری-دیش‌های با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر بر روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند. سپس مقدار ۵ میلی‌لیتر از محلول-های مورد نظر به آن‌ها اضافه گردید. جهت جلوگیری از تبخیر آب پتری‌دیش‌ها با پارافیلیم بسته شدند. سپس در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در دستگاه ژرمیناتور قرار داده شدند. ثبت جوانه‌زنی به‌صورت روزانه صورت گرفت

خروج ریشه‌چه به اندازه دو میلی‌متر یا بیش‌تر به‌عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد. شمارش زمانی پایان یافت که تعداد بذور جوانه‌زده در طی سه روز متوالی ثابت باقی ماند. در پایان آزمایش، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به وسیله دستگاه کولیس اندازه‌گیری گردید. طول ریشه‌چه از انتهای ریشه‌چه تا خط اتصال به ساقه‌چه که کاملاً در گیاهچه تربچه واضح می‌باشد و همچنین طول ساقه‌چه از محل اتصال ساقه‌چه به ریشه‌چه تا محل رویش اولین برگ‌های گیاهچه اندازه‌گیری شد. وزن تر و خشک گیاهچه به‌وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت بالا معادل ۰/۰۰۱ گرم از شرکت آدام لب انگلستان PW254 اندازه‌گیری شدند. جهت تعیین وزن خشک، گیاهچه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد داخل آون قرار داده شدند. درصد نهایی جوانه‌زنی برای کلیه ارقام (GP) و سرعت جوانه‌زنی (FGP) نیز محاسبه گردید. محاسبه سرعت جوانه‌زنی با استفاده از فرمول زیر صورت گرفت (Ellis and Robert, 1981).

$$GR = \frac{\sum N}{\sum (n \cdot g)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این فرمول GR سرعت جوانه‌زنی، n تعداد بذره‌های جوانه‌زده در روز g ام و N تعداد کل بذره‌های جوانه‌زده می‌باشد.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی رابطه زیر استفاده گردید (Nicols and Heydecker, 1968).

$$GP = 100(S/T) \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن S تعداد بذره‌های جوانه‌زده و T تعداد کل بذرهاست.

ضریب آلومتری بین قسمت‌های هوایی و ریشه ارقام براساس وزن خشک آن‌هاست و معمولاً ضریب آلومتری در این قسمت‌ها کم است. افزون بر این برخی از منابع از این ضریب به‌عنوان نمایانگر نوعی از تحمل به تنش‌های

¹ Cherry belle

² Sparkler

³ Scarlett cicinnati

شد. کاربرد اسیدهیومیک در رقم چریبل تأثیر معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت ولی کاربرد اسیدهیومیک در ارقام اسکارلت سین‌سیناتی و اسپاکلر باعث افزایش طول ساقچه‌چه گردید (جدول ۴). همچنین در اثرات متقابل شوری و اسیدهیومیک بر میزان طول ساقچه‌چه، بیش‌ترین مقدار در تیمار شوری شاهد و کاربرد ۲ گرم بر لیتر اسیدهیومیک و کم‌ترین مقدار در تیمار شوری شاهد و بدون کاربرد اسیدهیومیک مشاهده گردید (جدول ۵). بررسی اثرات ساده تیمارهای مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است و از ذکر جزئیات در متن خودداری گردیده است.

در بررسی اثرات ساده رقم، شوری و اسیدهیومیک، بیش‌ترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه‌چه در رقم اسپاکلر و کم‌ترین در رقم چریبل مشاهده شد. با افزایش شوری از نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه‌چه نسبت به تیمار شاهد کاسته شد ولی نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. همچنین کاربرد ۱/۵ گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث افزایش این نسبت گردید (جدول ۲).

با افزایش شوری و کاهش جذب آب، ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها کم‌تر شده و رشد گیاه متوقف می‌گردد. اردلان یکی از علل کاهش طول ساقه را به کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه نسبت داد (Ardalan, 2011). در پژوهشی پیش‌تیمار اسیدهیومیک و اسیدفولویک بر روی دو رقم تریتیکاله موجب صد در صد جوانه‌زنی بذور در تمام تیمارها شد. بیش‌ترین طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک آن‌ها در تیمار با غلظت ۵۰ میلی‌لیتر بر لیتر، پیش‌تیمار اسیدفولویک در رقم ET89-15 تریتیکاله گزارش شد. به‌طور کلی پیش‌تیمار با اسیدهیومیک نیز باعث بهبود معنی‌دار خصوصیات جوانه‌زنی در ارقام تریتیکاله نسبت به شاهد گردید (Khazaie et al., 2012). به نظر می‌رسد یکی از مهم‌ترین اثرات مواد هیومیکی روی رشد یک گیاه اثر بر تولید هورمون‌های گیاهی به خصوص اسیدجیبرلیک است که این هورمون نقش حیاتی در جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست دارد. احتمال دارد کاربرد اسیدهیومیک در غلظت‌های متوسط باعث تحریک تولید هورمون اسیدجیبرلیک در دانه‌رست‌های جوانه‌زده می‌شود (Khazaie et al, 2012).

محیطی یاد نموده اند. ضریب آلومتری نیز از فرمول زیر محاسبه شد (Koochaki and Sarmadnia, 1993).

رابطه (۳) وزن خشک ریشه‌چه/وزن خشک ساقچه‌چه = ضریب آلومتری تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار JMP8 و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel و تست نرمال بودن داده‌ها قبل از نتایج تجزیه واریانس انجام شد. همچنین مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد بیان گردید.

نتایج و بحث

همان‌طور که نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تمامی اثرات دوگانه بر طول ساقچه‌چه معنی‌دار بود ولی بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال ۵ درصد غیرمعنی‌دار گردید. اثرات ساده رقم، شوری و اسیدهیومیک بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و اثرات متقابل آن‌ها بر این صفت غیرمعنی‌دار بود (جدول ۱).

همچنین تمامی اثرات ساده و متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک به غیر از اثر ساده اسیدهیومیک و اثرات سه‌گانه بر وزن تر گیاهچه معنی‌دار بود. همچنین تمامی اثرات ساده و متقابل بر وزن خشک گیاهچه غیرمعنی‌دار گردید. اثرات ساده رقم و شوری، اثرات متقابل رقم و شوری و اثرات سه‌گانه رقم، شوری و اسیدهیومیک بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر ساده رقم و اثرات متقابل تیمارها به غیر از اثرات متقابل رقم و شوری بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد. اثرات سه‌گانه رقم، شوری و اسیدهیومیک تنها بر دو صفت درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

طول ساقچه‌چه و ریشه‌چه و ضریب آلومتری

در بررسی اثرات متقابل رقم و شوری بیش‌ترین مقدار طول ساقچه‌چه در رقم اسپاکلر در سطح شوری ۵ دسی-زیمنس بر متر و کم‌ترین میزان در رقم چریبل در شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. افزایش شوری در رقم اسکارلت سین‌سیناتی تأثیر معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت (جدول ۳). در بررسی اثرات متقابل رقم و اسیدهیومیک بیش‌ترین طول ساقچه‌چه در رقم اسکارلت سین‌سیناتی و کاربرد ۱/۵ گرم بر لیتر اسیدهیومیک دیده

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات شوری و اسیدهیومیک بر ارقام مختلف تربچه در مرحله جوانه‌زنی

Table 1. Analysis of variance (Mean square) of humic acid and salinity effects on radish different varieties in germination stage

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	طول ساقه‌چه Shoot length	طول ریشه‌چه Radicle length	ضریب آلومتر Allometric coefficient	وزن تر گیاهچه Seedling fresh weight	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	سرعت جوانه زنی درصد نهایی جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه زنی درصد نهایی جوانه‌زنی Germination rate
رقم Cultivar	2	55.04**	52.29**	11.73**	2.78**	0.025 ns	31237.53**	146.27**
شوری Salinity	3	1.02ns	7.23ns	0.88**	0.62**	0.010 ns	1003.13**	2.97 ns
اسیدهیومیک Humic acid	3	12.80**	61.84**	1.11**	0.22 ns	0.004ns	26.43*	3.94 ns
رقم × شوری Salinity×Cultivar	6	3.05*	1.05ns	0.16ns	0.26**	0.020ns	69.91**	2.87ns
رقم × اسیدهیومیک Humic acid×Cultivar	6	2.62*	9.01ns	0.13ns	0.30**	0.018 ns	117.68**	9.43**
شوری × اسیدهیومیک Humic acid× Salinity	9	3.58**	6.60ns	0.10ns	0.22*	0.008 ns	149.47**	3.04*
رقم × شوری × اسیدهیومیک Humic × Salinity×Cultivar acid	18	1.11ns	4.99ns	0.15 ns	0.10ns	0.005 ns	399.95**	3.05*
خطای آزمایش Error	96	0.93	4.5	0.12	0.09	0.01	9.95	1.33
ضریب تغییرات CV		0.19	0.24	0.53	3.43	8.87	0.04	0.18

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *, **: non significant, significant at 5% and 1% probability level

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات ساده رقم، شوری و اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تربچه

Table 2. Mean comparison of simple effects of Cultivar, salinity and humic acid on radish germination characteristics

منابع تغییرات S.O.V	طول ساقچه‌چه (میلی‌متر) Shoot length (mm)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر) Radicle length (mm)	ضریب آلومتر Allometric coefficient	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling fresh weight (mg)	درصد نهایی جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) Germination rate (No. seed/day)
رقم Cultivar						
چریل Cherry bell	3.86 ± 1.30 b	2.29 ± 1.36 c	0.55± 0.24 c	0.97± 0.36 c	48.25± 7.7 c	3.77± 1.4 c
اسپاکلر Sparkler	5.79 ± 0.99 a	8.70 ± 3.07 a	1.52± 0.55 a	1.26± 0.37 b	98.45± 2.62 a	6.12± 1.45 b
اسکارلت سین‌سیناتی Scarlett cinnati	5.62 ± 1.40 a	6.65 ± 2.63 b	1.16± 0.36 b	1.44± 0.35 a	81.21± 7.21 b	7.18± 1.55 a
شوری Salinity						
شاهد Control	5.33 ± 1.64 a	6.48 ± 3.68 a	1.29± 0.66 a	1.07± 0.24 b	83± 4.58 a	5.98± 1.54 a
1.5	5.08 ± 1.62 a	5.90± 3.56 ab	1.06± 0.51 b	1.16± 0.36 b	74.53± 3.72 b	5.64± 1.96 ab
5	5.00 ± 1.55 a	5.47± 3.71 b	0.92± 0.51 b	1.32± 0.45 a	76.05± 7.46 b	5.83± 2.28 ab
7.5	4.96 ± 1.25 a	5.62± 3.68 ab	1.04± 0.54 b	1.35± 0.49 a	70.30± 5.85 c	5.31± 2.32 b
اسید هیومیک Humic acid						
شاهد Control	4.39 ± 1.23 b	5.03± 3.37 b	1.11± 0.62 b	1.23± 0.36 ab	76.36± 2.5 a	5.72± 1.96 ab
0.5	4.80 ± 1.4 b	5.00± 3.23 b	0.96± 0.50 bc	1.12± 0.42 b	74.83± 3.9 a	5.37± 1.65 b
1.5	5.62 ± 1.48 a	7.78± 3.79 a	1.31± 0.57 a	1.31± 0.5 a	76.83± 2.12 a	5.53± 2.2 b
2	5.55 ± 1.61 a	5.66± 3.56 b	0.92± 0.52 c	1.24± 0.33 a	75.86± 6.7 a	6.14± 2.31 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test.

مشاهده نشد. کم‌ترین وزن تر گیاهچه مربوط به رقم چریبل بود که کاربرد اسیدهیومیک در این رقم بر این صفت تأثیر معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت (جدول ۴). در بررسی اثرات متقابل شوری و اسیدهیومیک بیش‌ترین وزن تر گیاهچه در شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر بدون کاربرد اسیدهیومیک دیده شد. در صورتی که کم‌ترین مقدار آن در شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد ۰/۵ گرم بر لیتر اسیدهیومیک مشاهده شد (جدول ۵). تنش شوری روی ۱۱ رقم هویج مورد بررسی قرار گرفت. شوری در غلظت پایین باعث تحریک رشد بعضی از ارقام گردید، در حالی که از رشد ارقام دیگر جلوگیری به عمل آورد. این ۱۱ رقم در سطوح شوری مختلف، رفتارهای جوانه‌زنی متفاوتی را از نظر تحمل به شوری از خود نشان دادند (Yuan Min *et al.*, 2010).

درصد و سرعت جوانه‌زنی

اثرات متقابل رقم، شوری و اسیدهیومیک بر درصد جوانه‌زنی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در رقم اسپاکلر، تیمار شوری شاهد و بدون کاربرد اسیدهیومیک و کم‌ترین درصد در رقم چریبل، شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد غلظت ۲ گرم بر لیتر اسیدهیومیک دیده شد. بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی در رقم اسکارلت، شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد غلظت ۱/۵ گرم بر لیتر اسیدهیومیک و کم‌ترین میزان در رقم چریبل و شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر و کاربرد غلظت ۲ گرم بر لیتر اسیدهیومیک دیده شد (جدول ۶).

اسیدهیومیک به‌دست آمده از زباله شهری بر روی جوانه‌زنی سه گیاه جو، شاهی و توتون دارای اثرات نامنظمی نسبت به اسیدهیومیک لئوناردیت و پیت بود. اسیدهیومیک تمام خصوصیات جوانه‌زنی از جمله سرعت و درصد جوانه‌زنی این گیاهان را افزایش داد. همچنین اسیدهیومیک اثرات مضر شوری را بر روی جوانه‌زنی شاهی و رشد گیاه ذرت کاهش داد (Ayuso *et al.*, 1996; Masciandro *et al.*, 2002). در پژوهشی عصاره اسیدهیومیک جوانه‌زنی را در گیاهان تربچه و همیشه بهار کاهش داد (Warman and Anglopez, 2010).

نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش‌هایی که بر روی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه پنج رقم گوجه‌فرنگی و بامیه انجام شد، مطابقت داشت و شوری باعث کاهش طول محور جنینی در پنج رقم گوجه‌فرنگی شد و کاربرد توأم اسیدهیومیک و پتاسیم باعث افزایش خصوصیات جوانه‌زنی بامیه از جمله طول گیاهچه شد (Honglan *et al.*, 2008; Paksoy *et al.*, 2010). در پژوهشی کاربرد ۵۴ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث افزایش پارامترهای جوانه‌زنی گندم مانند افزایش طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید (Kausar *et al.*, 1985).

نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه یک خصوصیت انعطاف‌پذیری است که تحت تنش آب افزایش می‌یابد. با افزایش این نسبت، سطح تعرق‌کننده کاهش یافته ولی ریشه‌های گیاه، آب را از حجم وسیع‌تری از خاک جذب می‌کنند. گیاهان در هنگام کمبود آب نسبت رشد ریشه به ساقه را افزایش می‌دهند و این امر می‌تواند به علت ممانعت متفاوت هورمون اسیدآبسیزیک بر رشد ریشه و ساقه باشد (Lezi *et al.*, 1995). افزایش هورمون اسیدآبسیزیک در پتانسیل‌های پایین آب که می‌تواند به علت شوری در محیط ایجاد شود، اثر متفاوتی بر رشد ریشه و ساقه دارد. به‌طوری‌که رشد اندام هوایی را متوقف می‌کند ولی رشد ریشه ادامه می‌یابد. به همین دلیل نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش می‌یابد (Taize and Zaiger, 2002).

وزن تر و خشک گیاهچه

در بررسی اثرات دوگانه رقم و شوری، بیش‌ترین وزن تر گیاهچه در رقم اسکارلت سین‌سیناتی در سطح شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. همچنین با رقم اسپاکلر در همین سطوح شوری اختلاف معنی‌داری دیده نشد. کم‌ترین وزن تر گیاهچه در رقم چریبل در شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر دیده شد (جدول ۳).

در بررسی اثرات متقابل رقم و اسیدهیومیک، بیش‌ترین وزن تر گیاهچه در کاربرد ۱/۵ گرم بر لیتر اسیدهیومیک در رقم اسکارلت سین‌سیناتی مشاهده شد که با سطح ۲ گرم بر لیتر اسیدهیومیک در همین رقم و با سطح ۱/۵ گرم بر لیتر در رقم اسپاکلر اختلاف معنی‌داری

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات دوگانه رقم و شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تربچه

Table 3. Mean comparison of dual effects of Cultivar and salinity on radish germination characteristics

رقم Cultivar	شوری (دسی‌زیمنس بر متر) Salinity (dS/m)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling fresh weight (mg)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Shoot length (mm)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) Germination rate (No. seed/day)
چریبل Cherry bell	شاهد Control	1.01± 0.14 ef	4.50± 0.94 d	67.67± 1.21 c
	1.5	0.98± 0.31 ef	3.66± 1.49 e	45.42± 1.89 d
	۵	0.96± 0.45 ef	3.67± 1.39 e	42.25± 6.92 de
	7.5	0.91± 0.48	3.60± 1.26 e	37.67± 5.5 e
اسپاکلر Sparkler	شاهد Control	1.00± 0.22 ef	4.97± 1.32 cd	99.00± 1.81 a
	1.5	1.14± 0.34 def	5.88± 0.44 ab	98.66± 1.97 a
	۵	1.39± 0.37 abc	6.38± 0.78 a	99.00± 1.81 a
	7.5	1.52± 0.32 ab	5.92± 0.70 ab	97.17± 4.04 a
اسکارلت سین سیناتی Scarlett Cincinnati	شاهد Control	1.20± 0.29 cde	5.40± 1.39 bc	82.33± 3.4 b
	1.5	1.35± 0.35 bcd	5.44± 1.47 bc	79.5b± 7.6 b
	۵	1.59± 0.30 ab	5.94± 1.71 ab	86.92b± 6.9 b
	7.5	1.62± 0.33 a	5.71± 1.64 abc	76.08± 5.97 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی داری ندارند.
Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات دوگانه رقم و اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تربچه

Table 4. Mean comparison of dual effects of cultivar and humic acid on radish germination characteristics

رقم Cultivar	اسیدهیومیک (گرم بر لیتر) Humic acid (g/L)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) Shoot length (mm)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling fresh weight (mg)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) Germination rate (No. seed/day)
چریبل Cherry bell	شاهد Control	3.59± 1.06 g	1.02± 0.27 c	50.83 ± 6.15 d	3.61± 0.144 d
	1.5	3.72± 1.45 fg	1.04± 0.36 c	44.83± 4.9 e	3.70± 1.46 d
	۵	4.18± 1.19 fg	0.88± 0.52 c	52.5 ± 5.2 d	3.99± 1.33 cd
	7.5	3.93± 1.54 fg	0.93± 0.27 c	44.83 ± 2.6 e	3.77± 1.53 cd
اسپاکلر Sparkler	شاهد Control	5.14± 1.24 de	1.36± 0.41 b	99 ± 2.5 a	6.81± 1.07 b
	1.5	5.64± 0.75 bc	0.98± 0.41 c	98.67± 3.5 a	6.32± 0.51 b
	۵	5.94± 0.85 bc	1.41± 0.31 ab	98.17 ± 2.32 a	7.96± 1.56 a
	7.5	6.43± 0.60 ab	1.30± 0.19 b	98 ± 2.45 a	6.70± 1.74 b
اسکارلت سین سیناتی Scarlett cincinnati	شاهد Control	4.43± 0.89 ef	1.30± 0.31 b	79.25± 8.01 c	6.72± 1.32 b
	1.5	5.05± 1.22 de	1.33± 0.43 b	81± 6.5 c	6.08± 1.28 b
	۵	6.74± 1.04 a	1.65± 0.33 a	80 ± 4.35 c	4.65± 1.13 c
	7.5	6.27± 1.12 bc	1.49± 0.25 ab	84.58 ± 8.82 b	7.95± 1.26 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی داری ندارند.
Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test.

همچنین نوع و شکل بذر، مدت زمان تغییرات آنزیمی و مقدار اسیدهیومیک در این تغییرات مهم می‌باشند. به نظر می‌رسد چون گیاه تربچه مراحل جوانه‌زنی را سریع طی می‌کند، در نتیجه تنش شوری و همچنین کاربرد اسیدهیومیک بر روی سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر تربچه تاثیر قابل توجهی نگذاشته است.

نتایج این آزمایش با آزمایش سایر محققین مطابقت داشت. تاثیر اسیدهیومیک بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بسته به نوع گیاه فرق می‌کند و در برخی گیاهان از جمله تربچه کاهش این دو خصوصیت جوانه‌زنی مشاهده می‌شود و در بعضی دیگر مانند گندم و جو افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی را می‌بینیم. این مطلب به دلیل تغییراتی می‌باشد که درون بذر هنگام جوانه‌زنی اتفاق می‌افتد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات دوگانه شوری و اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تربچه

Table 5. Mean comparison of dual effects of salinity and humic acid on radish germination characteristics

شوری (میلی مولار) Salinity (mmol)	اسیدهیومیک		وزن تر گیاهچه (میلی گرم) Seedling fresh weight (mg)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) Germination rate (No. seed/day)
	(گرم بر لیتر) Humic acid (g/L)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر) (mm) Shoot length			
شاهد Control	شاهد Control	3.70± 0.42 g	0.91± 0.16 f	84.89 ±1.5 ab	6.03± 1.31 abc
	1.5	4.96± 0.99 def	1.04± 0.19 ef	80.22 ± 6.8 bcd	5.79± 0.99 abc
	۵	4.92± 1.13 def	1.13± 0.23 cdef	78.67 ± 9.8 cde	5.44± 2.03 cd
	7.5	6.24± 0.89 a	1.19± 0.29 bcdef	88.22± 8.62 a	6.64± 1.64 ab
1.5	شاهد Control	5.06± 0.99 cdef	1.32± 0.17 abcde	75.78±9.8 defg	6.53± 1.81 ab
	1.5	4.20± 1.94 fg	0.92± 0.51 f	76.22± 6.38 defg	5.40± 2.09 cd
	۵	5.86± 0.65 abc	1.35± 0.21 abcd	77.11 ±7.5 def	4.99± 1.64 cd
	7.5	4.86± 1.93 ef	1.05± 0.29 ef	71.11± 3.27 gh	5.65± 2.23 abc
5	شاهد Control	4.99± 1.13 cdef	1.48± 0.36 a	75.78 ±9.8 defg	5.76± 2.12 abc
	1.5	4.76± 1.63 fg	1.08± 0.39 def	72.89 ±9.8 fgh	5.05± 2.16 cd
	۵	6.00± 1.71 ab	1.40± 0.60 abc	83.11 ±1.92 abc	5.80± 1.52 abc
	7.5	5.58± 1.96 abcde	1.30± 0.40 abcde	72.44±5.9 fgh	6.67± 3.15 a
7.5	شاهد Control	3.80± 1.5 g	1.20± 0.43 abcde	71.11 ±3.2 gh	4.55± 2.21 d
	1.5	5.29± 0.69 bcde	1.43± 0.38 ab	70 ±3.8 h	5.20± 1.22 cd
	۵	5.71± 2.05 abcd	1.35± 0.78 abcd	68.44 ±4.53 h	5.90± 3.39 abc
	7.5	5.51± 1.40 abcde	1.42± 0.26 ab	71.67 ± 3.48 gh	5.58± 2.14 bcd

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test.

به بذور سایر سبزیجات حائز اهمیت است. در این آزمایش دیده شد که غلظت ۲ گرم بر لیتر اسیدهیومیک باعث سمیت گردیده و از درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه به شدت می‌کاهد، همچنین زود جوانه‌زدن بذرها را تربچه باعث شده که بسیاری از خصوصیات جوانه‌زنی گیاه تربچه تفاوت معنی‌داری کمی داشته یا اصلاً تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نداشته‌است.

افزایش جوانه‌زنی را می‌توان به افزایش متابولیسم RNA و پروتئین‌ها، افزایش فعالیت برخی از آنزیم‌ها مانند استروئاز، فسفاتاز و ۳-فسفو گلیسیرید دهیدروژناز که باعث متابولیسم چربی، پروتئین و کربوهیدرات در جنین می‌شوند، نسبت داد که با آماده‌سازی اسمزی بذرها اتفاق می‌افتد (Hosseini and Nassiri Mahalati, 2006).
در نتایج سرعت و درصد جوانه‌زنی گیاه تربچه دو نکته غلظت اسیدهیومیک و زود جوانه‌زدن گیاه تربچه نسبت

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات سه گانه رقم، شوری و اسیدهیومیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تربچه

Table 6. Mean comparison of triple effects of cultivar, salinity and humic acid on radish germination characteristics

رقم Cultivar	شوری (میلی مولار) Salinity (mmol)	اسیدهیومیک (گرم بر لیتر) Humic acid (g/L)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز) Germination rate (No. seed/day)	
چریبل Cherry bell	0	0	75.33 ± 3.05 fgh	4.48 ± 1 lmnop	
		0.5	61.33 ± 2.31 ij	4.73 ± 0.96 klmno	
		1.5	54 ± 2 jk	4.14 ± 0.23 mnopq	
		2	80 ± 4 efgh	5.36 ± 1.34 ijklm	
		0	51 ± 1 jkl	4.48 ± 1.22 lmnop	
		0.5	42 ± 2 lmn	3.88 ± 2.56 klmn	
	1.5	1.5	58.67 ± 9.24 j	4.07 ± 0.74 mnopq	
		2	30.00 ± 2 opq	2.77 ± 0.4 qrs	
		0	36.33 ± 3.51 mno	3.29 ± 1 opqrs	
		0.5	34 ± 5.3 nop	2.48 ± 0.34 rs	
		1.5	74 ± 3.5 igh	5.03 ± 1.98 ghijk	
		2	24.67 ± 1.15 pq	3.11 ± 1.92 qrs	
	5	0	40.67 ± 6.42 lmn	3.05 ± 0.40 pqrs	
		0.5	42 ± 3.5 lmn	3.74 ± 0.40 nopqr	
		1.5	23.33 ± 3.05 q	2.73 ± 0.40 qrs	
		2	44.67 ± 3.05 klm	3.85 ± 0.40 nopqr	
		7.5	0	100.00 ± 0 a	6.66 ± 0.11 defghi
		0.5	100.00 ± 0 a	6.11 ± 0 fghijk	
	اسپاکلر Sparkler	0	1.5	97.33 ± 2.31 a	4.11 ± 0.44 mnopq
			2	98.67 ± 2.31 a	6.88 ± 0.73 defgh
			0	100.00 ± 0 a	7.66 ± 1.09 bcde
			0.5	100.00 ± 0 a	6.89 ± 0.48 defgh
		1.5	1.5	97.33 ± 2.31 a	3.81 ± 0.13 nopqr
			2	97.33 ± 2.31 a	6.74 ± 0.28 defghi
0			100.00 ± 0 a	6.37 ± 1.19 efghij	
0.5			98.67 ± 2.31 a	6.40 ± 0.07 efghi	
5		1.5	98.67 ± 2.31 a	5.77 ± 1.54 hijkl	
		2	98.67 ± 2.31 a	6.83 ± 0.28 defgh	
		0	96.00 ± 4 ab	6.59 ± 1.49 efghi	
		0.5	96.00 ± 6.93 ab	5.89 ± 0.62 hijkl	
7.5	1.5	98.67 ± 2.31 a	4.92 ± 0.93 jklmn		
	2	98 ± 3.5 a	4.85 ± 0.36 klmn		
	0	79.33 ± 1.15 efgh	6.96 ± 0.61 defgh		
	0.5	79.33 ± 1.15 efgh	6.55 ± 0.58 efghi		
اسکارلت Scarlett cinnati	0	1.5	84.66 ± 1.15 cdef	8.07 ± 0.75 bcd	
		2	86 ± 2 bcde	7.70 ± 2.05 bcde	
		0	70 ± 2 h	7.47 ± 0.9 cdef	
		0.5	86.67 ± 2.31 bcde	6.38 ± 1.88 efghi	
	1.5	1.5	75.33 ± 1.15 ffgh	7.11 ± 0.19 defgh	
		2	86 ± 2 bcde	7.44 ± 0.80 cdefg	
		0	91 ± 1 abcd	7.63 ± 0.82 bcde	
		0.5	86 ± 2 bcde	6.37 ± 1.80 efghij	
	5	1.5	76.67 ± 1.15 efgh	6.62 ± 1 defghi	
		2	94 ± 2 abc	8.59 ± 0.75 bc	
		0	76.67 ± 1.15 efgh	4.85 ± 0.52 klmn	
		0.5	72 ± 4 h	6 ± 0.62 ghijk	
7.5	1.5	83.33 ± 1.15 defg	10.77 ± 1.22 a		
	2	72.33 ± 7.23 h	8.94 ± 1.5 b		

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Mean in each column followed by similar letter(s), are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test.

نتیجه‌گیری

طول ریشه‌چه به ساقه‌چه مربوط به رقم اسپاکلر و کم‌ترین میزان صفات جوانه‌زنی مربوط به رقم چریبل بود. البته در یک دید کلی باید گفت به دلیل این که بذر تربچه از جمله بذوری است که ریشه‌چه آن سریع رشد کرده و گیاهچه دوران جوانه‌زنی خود را طی مدت کوتاهی کامل می‌کند، بنابراین به نحوی توانسته‌است از شرایط تنش فرار کرده و به همین علت در بسیاری از خصوصیات جوانه‌زنی، اثرات شوری و اسیدهیومیک غیرمعنی‌دار گردید یا نسبت به تیمار شاهد اختلاف چندانی معنی‌داری نداشت. همچنین در بررسی اثرات ارقام مختلف به دلیل اینکه بیش‌ترین سطح زیر کشت تربچه در حال حاضر در ایران، رقم چریبل است و بنابر نتایج این آزمایش بذر این رقم کم-ترین خصوصیات رشدی را در شرایط تنش شوری داشت. به کشاورزان عزیز می‌توان توصیه کرد که این رقم را با دیگر ارقام تربچه که دارای خصوصیات جوانه‌زنی بهتری در این شرایط هستند، جایگزین کنند.

نتایج این آزمایش نشان داد که تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و افزایش وزن تر گیاهچه در ارقام مختلف تربچه شد در صورتی که بر طول گیاهچه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری نداشت. کاربرد اسیدهیومیک در سطح ۱/۵ گرم بر لیتر بر طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاهچه‌های تربچه افزود ولی بر بقیه صفات غیرمعنی‌دار شد. در شرایط تنش شوری، کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه و سرعت جوانه‌زنی ارقام تربچه گردید و بر صفات طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و درصد جوانه‌زنی غیرمعنی‌دار شد. همچنین بذور ارقام مختلف تربچه واکنش‌های متفاوتی از خود نشان دادند به طوری که بیش‌ترین طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه، درصد و سرعت جوانه‌زنی مربوط به رقم اسکارلت سین‌سیناتی و بیش‌ترین طول ریشه‌چه و نسبت

منابع

- Ardalan, H. 2011. Effects of seed priming on germination behavior and morphological and biochemical characteristics of pepper seedlings under salt stress conditions. Senior under Graduate Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)(**Thesis**)
- Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Journal of Plant Science, 166: 3-16. (In Persian)(**Journal**)
- Ayuso, M., Hernández, T. and García, T. 1996. Effect of humic fractions from urban wastes and other more evolved organic materials on seed germination. Journal of the Science of Food and Agriculture, 72(4): 461-468. (**Journal**)
- Atiyeh, R.M., Arancon, N.Q., Edwards, C.A. and Metzger, J.D. 2000a. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology, 75(3): 175-180. (**Journal**)
- Bic Khurmizy, A.S. 2011. Effect of vermicompost on growth and salt tolerance characteristics, the brilliant red beans. Senior under Graduate Thesis, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)(**Thesis**)
- Hosseini, H. and Nassiri-Mahalati, M. 2006. Effect of seed priming on germination of lentil genotypes. Journal of Agricultural Research, 4(1): 35-47. (In Persian)(**Journal**)
- Honglan, L., Jingfu, L., Xiangyang, X., Li, U. and CUI-Li, H. 2008. Influence of salt concentration on germination of different tomato seeds. Journal of Northeast Agriculture, 10(3): 54-67. (**Journal**)
- Jalili Marandi, B. 2010. Environmental stress physiology and mechanisms of resistance in horticultural plants (trees, fruits, vegetables, ornamental plants and herbs). SID West Branch. (In Persian)(**Book**)
- Kafi, M., Salehi, M. and Eshghizadeh, H. 2009. Saline Agriculture Environment : Strategies for the management of plants, soil and water. Ferdowsi University of Mashhad Press. (In Persian)(**Book**)
- Khazaei, H., Nezami, A., Eyshy-Rezaei, A., Saeed Nejad, A. and Pour Amir, P. 2012. Effect of humic substances concentrations as a pre-treatment on germination and seedling characteristics of two cultivars of triticale. Journal of Agricultural Ecology, 4(4): 273-281. (In Persian)(**Journal**)

- Kausar, A. Malik, F. and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth. *Environmental and Experimental Botany*, 25(3): 245-252. **(Journal)**
- Kolsarıcı, Ö., Kaya, M.D., Day, S., İpek, A. and Uranbey, S. 2005. Farklı hümik asit dozlarının ayçiçeğinin (*Helianthus annus* L.) çıkış ve fide gelişimi üzerine etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18:151-155. **(Journal)**
- Lezi, A., Fambrini, M., Barotti, S., Pugliesi, C. and Vernieri, P. 1995. Seed germination and seedling growth in wilty mutant of sunflower (*Helianthus annus* L.): Effects of abscisic acid and osmotic potential. *Environmental and Experimental Botany*, 35: 427-434. **(Journal)**
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S. and Howard, L. 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. *Plant Analysis*, 33(3&4): 365-378. **(Journal)**
- Musco, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F. and Nardi, F. 2005. Earthworm humic matter produces auxin-like effects on *Daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology and Biochemistry*, 31: 1303-1311. **(Journal)**
- Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25: 239-250. **(Journal)**
- Paksoy, M., Türkmen, Ö. and Dursun, A. 2010. Effects of potassium and humic acid on emergence, growth and nutrient contents of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) seedling under saline soil conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9 (33): 5343-5346. **(Journal)**
- Puri, K., Akbari, P. and Ghaderi Far, F. 2012. Deteriorated seeds reaction to salt stress during germination and seedling growth of cotton. *Journal of Plant Production Research*, 19(2): 53-66. (In Persian)**(Journal)**
- Sirritepe, N., Sivritepe, H.O. and Erif, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedling grown under saline condition. *Scientia Horticulture*, 97: 229-237. **(Journal)**
- Taize, L. and Zaiger, E. 2002. *Plant Physiology*. 660 pp. **(Book)**
- Warman, P.R. and Anglopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feed stocks as a plant growth medium. *Bioresource Technology*, 101: 4479-4483. **(Journal)**
- Young Jun, C., Dong Chan, W. and Hee-Don, C. 2003. Effects of soil EC on emergence rate, seedling growth, and physiological disorders of leafy and root vegetable crops, and diminishing effect of soil EC level by washing with water or manure addition. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 44(5): 575-581. **(Journal)**
- Yuan-Min, C., Shi-Mao, C., Yan, Z. and Naosuke, F. 2010. Effect of NaCl stress on germination characteristics of carrot varieties in different region. *Journal of Inner Mongolia Agriculture*, 7(4): 91-109. **(Journal)**

Effect of humic acid on seed germination and seedling growth characteristics of three cultivars of radish in salinity stress conditions

Narjes Sadat Rohani^{1*}, Seyed Hosein Nemati², Mohammad Moghaddam³

Received: December 28, 2015

Accepted: March 8, 2016

Abstract

To reduce the effects of salt stress in plants used different ways at different stages of plant growth, including germination. Humic acid is a natural substance and has positive effects on plant growth. In this experiment was investigated the effects of humic acid on germination characteristics of three varieties of radish under salinity stress. A factorial experiment in a completely randomized design with three replications. Treatments include three varieties of radish (Cherry bell, Sparkler and Scarlett Cincinnati) as the first factor and humic acid on four levels (control, 0.5, 1.5 and 2 grams per liter) as the second factor and salinity at four levels (control, 1.5, 5 and 7.5 dS/m) as a third factor. In this experiment was evaluated germination characteristics such as Shoot and root length, fresh and dry weight of seedling, allometric coefficient, speed and percentage of germination. Under salt stress, the use of humic acid increased the shoot length, fresh weight of seedling and speed of germination in radish varieties but the length of root, allometric coefficient, dry weight of seedling and percentage of germination was a non-significant. In salt stress conditions, the use of humic acid at 1.5 g/L was increased maximal effect on root length and fresh weight of seedling and concentration of 2 g/L increased germination rate. The results revealed radish varieties showed different responses. Scarlett allocated to the highest shoot length, fresh weight of seedling, speed and percentage of germination and The highest root length and allometric coefficient was related to the Sparkler. Cherry bell had least germination characteristics in salinity salinity even with the application of humic acid.

Key words: Germination; Humic acid; Radish cultivars; Salinity stress

1. M.Sc. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2,3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

*Corresponding Author: narsy.rohani@gmail.com