تأثیر هیومیک اسید و فولیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*) در شرایط تنش شوری

فرشته آزاد بخت[1*]، مجید امینی دهقی[2]، خدیجه احمدی[3]

[1]کارشناس‌ارشد، علوم و تکنولوژی بذر، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[2]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[3]کارشناس‌ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۱۹

چکیده

به منظور بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولیک بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاه سرخارگل در شرایط تنش شوری طبیعی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل هیومیک اسید در سه سطح (۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، فولویک اسید در سه سطح (۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تنش شوری در چهار سطح (۰، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل اسید هیومیک، اسید فولیک، تنش شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر گیاهچه و شاخص بنیه بذر تأثیر معنی‌داری داشت. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۱۰۰ درصد در کاربرد هیومیک اسید و فولیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و عدم تنش شوری مشاهده شد. در شرایط تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر وجود هیومیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و فولیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر درصد جوانه‌زنی را به ۷۵/۵۵ درصد بهبود بخشید. با توجه به نتایج مقایسه میانگین بیش‌ترین شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه به‌ترتیب مربوط به عدم استفاده از اسید آلی و عدم تنش شوری با میانگین ۵۸/٦۳ و کاربرد هیومیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و فولیک اسید با غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۰/٦۸ مشاهده شد. کاربرد اسیدهای آلی باعث بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاه دارویی سرخارگل در شرایط تنش شوری شد.

واژه‌های کلیدی: اسید آلی، بنیه گیاهچه، سرخارگل، سرعت جوانه‌زنی.

مقدمه

رویکرد روزافزون استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن نقش این گیاهان را در چرخه‌های اقتصاد جهانی پررنگ‌تر کرده، به‌طوری که مصرف رو به افزایش آن‌ها علاوه بر کشورهای در حال توسعه، در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته است (Anwar et al., 2005). سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) از جمله گیاهان دارویی مهمی است که کاربرد وسیعی در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی دارد (Ceeh, 2006). فراورده‌های این گیاه دارویی از ریشه و اندام هوایی آن به دست می‌آید (Blumenthal et al., 2011). سرخارگل به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و بهبود بخش زخم با اثرات ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویرروسی باعث جلوگیری از عفونت شده و مانع رشد

*نویسنده مسئول: azadbakhtfereshteh@gmail.com

سلول‌های سرطانی می‌شود (Lee et al., 2010). تنش شوری مانند بسیاری از تنش‌های غیرزیستی دیگر، رشد گیاه را محدود می‌کند (Zhu, 2001). غلظت‌های بالای نمک از طریق کاهش مقدار آب و سمیت یون‌ها بر رشد و نمو گیاه اثر منفی می‌گذارند (Lopez-Gomez et al., 2007). مطالعات انجام شده نشان داده که شوری، سرعت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و افزایش سطوح شوری، از درصد جوانه‌زنی می‌کاهد (Miri et al., 2013). نتایج تحقیقی که در بررسی اثر هیدروپرایمینگ تحت تنش شوری بر گیاه دارویی سرخارگل انجام شد، نشان داد که درصد جوانه‌زنی این گیاه در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به عدم تنش کاهش یافت (Paravar et al., 2015). بذر سرخارگل توان رشد اندکی دارد و رشد اولیه آن نیز به شدت کند است (Omidbaigi, 2002). مطالعات نشان داده است که با استفاده از تیمارهای افزایش دهنده قدرت بذر می‌توان به جوانه‌زنی سریع، یکنواخت و استقرار قوی دست یافت (Harris et al., 2001). ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام‌های هیومیک اسید و فولویک اسید و جزء هومین‌ها هستند که از منابع مختلف خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می‌شوند و در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند (Asgari et al., 2011). هیومیک اسید موجود در خاک همانند یک اسفنج عمل کرده و بسیاری از املاح محلول کلر و سدیم را به خود جذب می‌کند و در موقع لزوم در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Haghprast, 2012). اسید هیومیک و فولیک اسید با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می‌دهد (Samavat and Malakoti, 2005). اسید هیومیک به طور مستقیم بر تعدادی از مسیرهای رشدی در گیاهان اثر مثبت دارد و جوانه‌زنی بذر، رشد نشاء، تشکیل و رشد ریشه، توسعه شاخه و جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف را در تعدادی از محصولات افزایش داده است (Mora et al., 2012). در آماده سازی بذرهای شعمدانی و همیشه بهار در محلول اسید هیومیک با غلظت‌های صفر تا ۱۵۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به مدت ۱۲ تا ٤٨ ساعت وزن تر ریشه، طول ریشه و درصد جوانه‌زنی را افزایش داد (Jack and Evans, 2000). پژوهش‌های اندکی تأثیر هیومیک اسید را بر گیاهان تحت تنش شوری انجام داده‌اند. در بررسی اثر هیومیک اسید و نیترات کلسیم در رشد گیاهچه فلفل تحت تنش شوری کاربرد این مواد منجر به افزایش رشد گیاهچه شد (Gulser et al., 2010). همچنین کاربرد مواد هیومیکی در مطالعه‌ای دیگر منجر به بهبود پارامترهای رشد گیاهچه فلفل در شرایط شوری شد (Turkman et al., 2005). با توجه به اثرات محدود کننده تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان دارویی، هدف از این تحقیق بررسی اثرات هیومیک اسید و فولیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی سرخارگل تحت تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر هیومیک اسید و فولویک اسید بر جوانه‌زنی بذر و برخی خصوصیات مرفولوژیک بذر گیاه دارویی سرخارگل تحت تنش شوری طبیعی صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با تیمارهایی شامل هیومیک اسید در سه سطح (۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، فولویک اسید در سه سطح (۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و تنش شوری در چهار سطح (۰، ٤، ۸ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در ۳۰ کیلومتری جنوب تهران در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. بذر سرخارگل از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و جهت تعیین مقدار بذر لازم برای کشت، قبل از کاشت درصد جوانه‌زنی بذرها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. هیومیک اسید و فولویک اسید نیز به

صورت پودر خالص از شرکت آریاشیمی ایران تهیه شدند، هم‌چنین جهت تهیه شوری از نمک طبیعی دریاچه قم استفاده گردید. در آغاز آزمایش ۳۰ عدد بذر سالم که قبلاً با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شده بودند درون پتری‌دیش حاوی کاغذ صافی واتمن شماره یک استریل شده قرار گرفتند. سپس ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های مورد نظر اسیدهای آلی و پس از آن نیز ۵ میلی‌لیتر شوری طبیعی به هر کدام از پتی‌دیش‌ها اضافه شد (Amiri et al., 2009). به منظور کاهش میزان تبخیر آب دور پتری‌دیش‌ها با استفاده از نوار پارافیلم بسته شده و به درون ژرمیناتور در دمای ۱±۲۵ درجه‌ی سلسیوس انتقال داده شدند. شمارش جوانه‌زنی تا ١٤ روز به صورت روزانه و بر اساس خروج ریشه‌چه ۲ میلی‌متری ادامه یافت (ISTA, 2010). برای اندازه‌گیری و محاسبه صفات مربوط به جوانه‌زنی و بنیه بذر ابتدا از هر پتری‌دیش به صورت تصادفی پنج گیاهچه بیرون کشیده و اندازه‌گیری صفات طولی (طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه) با استفاده از خط کش بر حسب سانتی‌متر و توزین آن‌ها با استفاده از ترازو بر حسب گرم صورت گرفت. در این آزمایش، وزن خشک گیاهچه با قرار دادن نمونه‌ها در درون آون با دمای ٦٠ درجه به مدت ٤٨ ساعت تعیین گردید (Parmoon et al., 2013). شاخص‌های بنیه گیاهچه (SVI1: شاخص طولی بنیه گیاهچه، SVI2: شاخص وزنی بنیه گیاهچه) از روابط زیر بدست آمدند (ISTA, 2010).

SVI (1) = (میانگین طول ریشه‌چه + میانگین طول ساقه‌چه) × جوانه‌زنی نهایی

SVI (2) = (درصد جوانه‌زنی نهایی × وزن خشک گیاهچه)

با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی [1](GP)، میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی [2](MGT) و سرعت جوانه‌زنی [3](GC) که عکس میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی است طبق روابط ۱، ۲ و ۳ تعیین گردیدند. متوسط مدت‌زمان جوانه‌زنی مرتبط با مدت‌زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌شود، هرچه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر است که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد (Bajji et al., 2002).

1) $GP = \frac{S}{T} \times 100$

2) $MGT = \frac{\sum Ti\ Ni}{\sum Ni}$

3) $GR = \sum \frac{Ni}{Ti}$

در این معادله، S: تعداد بذرهای جوانه‌زده، T: تعداد کل بذرها، Ti: تعداد بذرهای جوانه‌زده در هرروز و Ni: تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی است. تجزیه آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

1. Germination percentage
2. Mean germination time
3. Germination coefficient

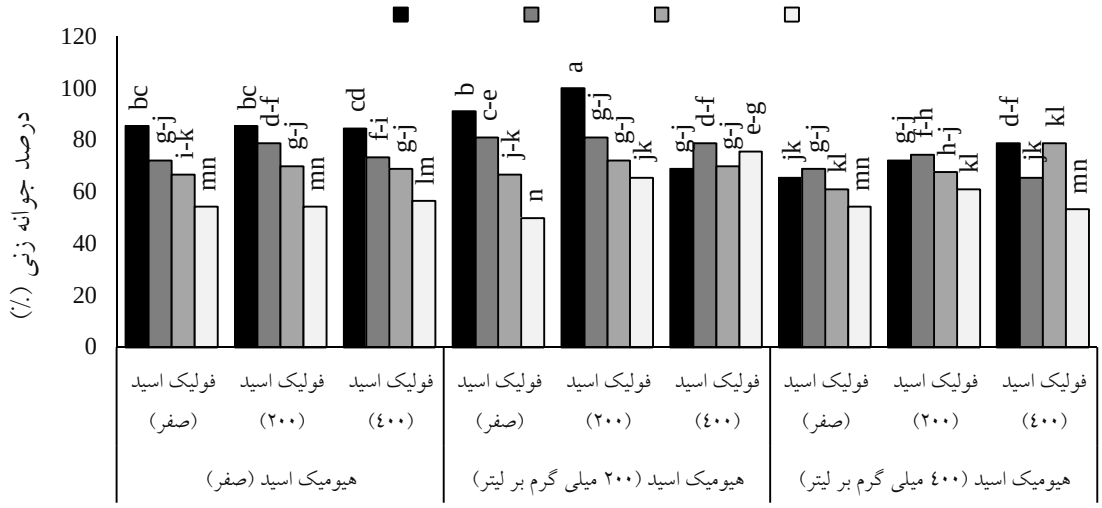
جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MSe)						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	بنیه وزنی بذر	بنیه طولی بذر
هیومیک اسید (H)	۲	۸۵۶/۵۰**	۰/۰۰۴۲۵**	۶/۴۳۵**	۰/۰۰۹۶ ns	۰/۰۸۳**	۰/۰۰۰۱۱ ns	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۷۸۰۷**	۱۱۸/۳۹۷**
فولویک اسید (F)	۲	۲۸۷/۳۵**	۰/۰۰۱۱۵*	۰/۴۰۵ ns	۰/۰۵۷ ns	۰/۰۵۰**	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۲۷۱۳*	۱۰۵/۱۹۰**
شوری (S)	۳	۲۶۵۷/۴**	۰/۰۰۱۲۴**	۴/۷۲۸**	۰/۲۰۳**	۰/۱۶۱**	۰/۰۰۳۶۵**	۰/۰۰۰۰۲۰**	۰/۰۶۴۴۴**	۱۷۹۸/۰۸۵**
H × F	۴	۲۷/۱۵ ns	۰/۰۰۰۱۸ ns	۰/۱۴۳ ns	۰/۰۹۴**	۰/۰۳۹**	۰/۰۰۰۶۳**	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۸۴۰ ns	۱۰۶/۲۹۱**
H× S	۶	۸۸/۷۲**	۰/۰۰۰۱۱ ns	۰/۳۲۹ ns	۰/۰۹۲**	۰/۰۳۷**	۰/۰۰۰۵۲**	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۱۲۷۷ ns	۱۵۳/۶۷۹**
F × S	۶	۷۳/۰۷**	۰/۰۰۰۳۹ ns	۰/۳۶۶ ns	۰/۱۱۰**	۰/۰۲۱*	۰/۰۰۰۵۰*	۰/۰۰۰۰۰۳*	۰/۰۲۶۸۶**	۱۴۰/۲۰۷**
H × F × S	۱۲	۱۷۹/۹۷**	۰/۰۰۰۲۷ ns	۰/۷۷۰**	۰/۰۳۳ ns	۰/۰۲۱**	۰/۰۰۰۳۸*	۰/۰۰۰۰۰۱ ns	۰/۰۱۶۷۵**	۱۱۱/۹۵۳**
خطا	۷۲	۱۲/۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۱۷۹۲	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۰۱۶۹	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۱۶	۲۰/۹۹۶۸
ضریب تغییرات (٪)		۴/۹۲	۹/۵۶	۹/۹۸	۱۴/۹۶	۱۱/۵۶	۱۲/۲۳	۱۴/۲۱	۱۵/۴۲	۱۲/۵۳

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

نتایج و بحث

درصد و سرعت جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اسید هیومیک، فولیک اسید، تنش شوری، ترکیب تیماری اسید هیومیک × تنش شوری، اسید فولیک × تنش شوری و اثر سه گانه آن‌ها بر صفت درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و شوری نشان می‌دهد که در تمام سطوح هیومیک اسید و فولویک اسید با افزایش سطوح شوری درصد جوانه‌زنی کاهش پیدا کرد. نتایج به دست آمده از تحقیق اثر تنش‌های اسمزی و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو گیاه دارویی آرتیشو و سرخارگل مبنی بر کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Amiri et al., 2009). همچنین در ترکیب تیماری هیومیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و فولویک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در عدم تنش شوری درصد جوانه‌زنی ٦۸/۸ درصد مشاهده شد که با افزایش تنش شوری در سطح ۱۲ دسی زیمنس بر متر درصد جوانه‌زنی به ۷۵/۵۵ درصد افزایش پیدا کرد. می‌توان نتیجه گرفت که هیومیک اسید و فولویک اسید باعث بهبود جوانه‌زنی گیاه سرخارگل در شرایط تنش شوری شد. همچنین بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۱۰۰ درصد مربوط به ترکیب تیماری هیومیک و فولویک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون اعمال تنش شوری بود و کم‌ترین آن مربوط به هیومیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بدون کاربرد فولویک اسید در تنش شوری ۱۲دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی

استفاده از انواع اسیدهای آلی (مانند اسید هیومیک و اسید فولیک) برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی رواج فراوان یافته است، مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارند. همچنین به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند. در ارتباط با اثرات مفید ترکیبات هیومیکی بر بهبود رشد گیاهان گزارش شده است که غلظت‌های کم (۵۰-٦۰ میلی‌گرم در لیتر) اسید هیومیک رشد گیاه را به صورت معنی‌دار افزایش می‌دهد (Xuenyuan et al., 2001). در مطالعه‌ای اثر اسید هیومیک بر جوانه‌زنی چهار رقم گندم پاییزه و بهاره بررسی شد که

نتایج نشان داد کاربرد اسید هیومیک منجر به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام مختلف گندم شده است (Sabzevari et al., 2011). با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس اثرات ساده اسید هیومیک، اسید فولیک و تنش شوری بر صفت سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شد به گونه‌ای که از ۱۵/٤ بذر در روز به ۱۷/۳ بذر در روز روبرو شد. بین سطوح ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر تفاوتی مشاهده نشد (جدول ۲). افزایشی جزئی در میزان سرعت جوانه‌زنی در استفاده از فولیک اسید نسبت به شاهد بدست آمد. به‌طوری که در عدم کاربرد اسیدهای آلی سرعت جوانه‌زنی ۱۱/٦ بذر در روز و در در غلظت‌های ۲۰۰ و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ۱۱/۷ بذر در روز بود (جدول ۲). سرعت جوانه‌زنی بذرهای گیاه سرخارگل با افزایش تنش شوری با کاهش روبرو شد به‌گونه‌ای که کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲: مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی بذر گیاه سرخارگل تحت اسیدهای آلی

هیومیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	فولیک اسید (میلی‌گرم بر لیتر)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)
۰	۱۵/٤b	۰	۱۱/٦b
۲۰۰	۱۷/۳a	۲۰۰	۱۱/۷a
٤۰۰	۱۷/۳a	٤۰۰	۱۱/۷a

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد هستند.

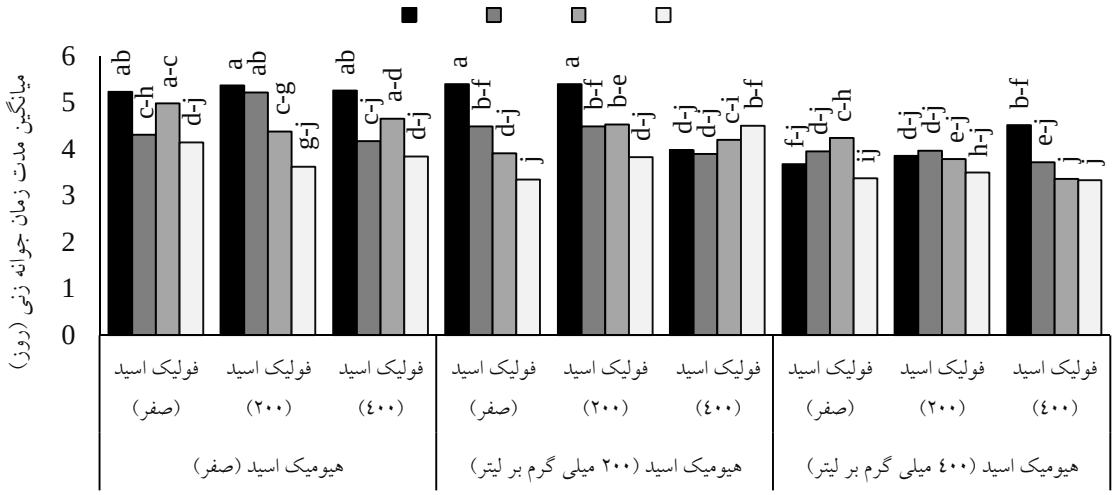
جدول ۳: مقایسه میانگین صفات گیاه سرخارگل تحت تنش شوری

تنش شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	وزن خشک گیاهچه (گرم)
۰	۱۷/۸a	۱/۰۳a	۰/۰۰٦b
٤	۱۷/۲a	۰/۹۵b	۰/۰۰۷a
۸	۱٦/۱b	۰/۸٦c	۰/۰۰۷a
۱۲	۱۵/۸b	۰/۸۵c	۰/۰۰۸a

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد هستند.

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی: نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار اسید هیومیک، تنش شوری و اثر سه گانه اسید هیومیک× اسید فولیک × تنش شوری در سطح احتمال یک درصد بر صفت میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که، سطوح فولیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و عدم کاربرد هیومیک اسید و همچنین عدم استفاده از فولیک اسید و فولیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در هیومیک اسید ۲۰۰ میلی‌گرم در عدم تنش شوری به ترتیب با میانگین‌های ۵/٤۱۱، ۵/۳۷۸ و ۵/۲٦٦ روز دارای بیش‌ترین میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بودند. استفاده از ترکیب تیماری اسیدهای آلی هیومیک اسید و فولیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۳/۳۳۳ روز کم‌ترین میانگین مدت زمان جوانه‌زنی مشاهده شد (شکل ۲). هر چه مقدار عددی میانگین مدت زمان جوانه‌زنی کم‌تر باشد مناسب‌تر است که نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر است و شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی می‌باشد. هیومیک اسید و فولیک اسید با غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زتی بذر گیاه سرخارگل شدند. به‌طوری که میانگین خروج ریشه‌چه کم‌تر شد و جوانه‌زنی سریع‌تر رخ داد و

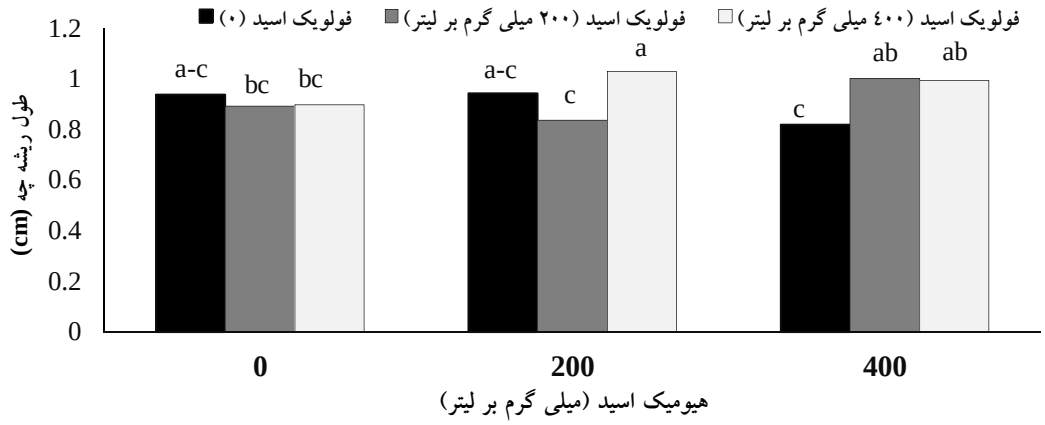
باعث استقرار زودتر گیاه می‌شود. در بررسی اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک به‌دست آمده از پسماندهای شهری و اسید هیومیک به‌دست آمده از منابع آلی روی جوانه‌زنی بذور تنباکو و جو دریافتند که اسید هیومیک نقش تنظیم کنندگی بیش‌تری در کاهش زمان لازم برای جوانه‌زنی بذرها داشتند (Sabzevari et al., 2011).



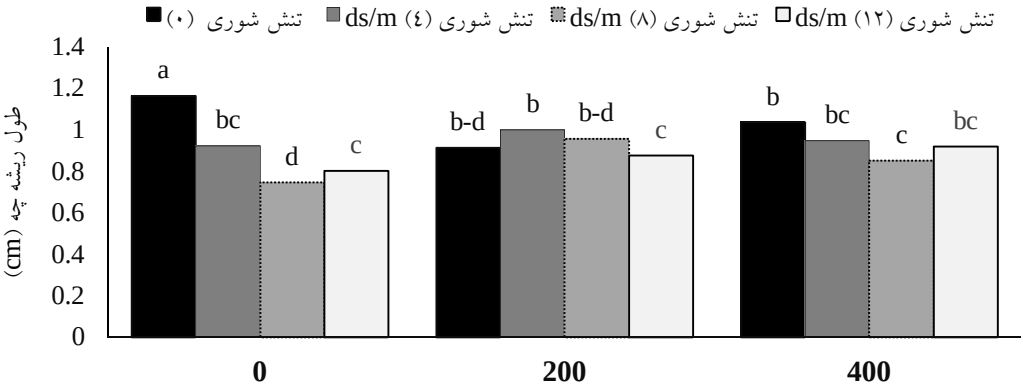
شکل ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی

طول ریشه‌چه، ساقه‌چه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس حاصل از این پژوهش اثر ساده تنش شوری، اثرات دوگانه اسیدهیومیک × اسید فولیک، اسیدهیومیک × تنش شوری و اسید فولیک × تنش شوری در سطح احتمال یک درصد بر صفت طول ریشه‌چه معنی‌دار شدند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که با افزایش شوری طول ریشه‌چه کاهش پیدا کرده است ولی بین تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل هیومیک اسید و فولویک اسید نشان داد که طول ریشه‌چه در عدم کاربرد هیومیک اسید با افزایش غلظت فولیک اسید کاهش یافت. در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید و ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر فولیک اسید شاهد افزاش در طول ریشه‌چه با میانگین ۱/۰۲۸ سانتی‌متر می‌باشیم. البته در غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم اسیدهای آلی نیز افزایش طول ریشه‌چه تیز مشاهده می‌شود اما از لحاظ آماری اختلاف ندارند (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین ترکیب تیماری هیومیک اسید و شوری نشان داد که تنش شوری در عدم کاربرد هیومیک اسی کاهش طول ریشه‌چه را در پی داشت. استفاده از هیومیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث افزایش آن در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر شد. بیش‌ترین طول ریشه‌چه با میانگین ۱/۱٦۳ سانتی‌متر در عدم تنش شوری و کاربرد هیومیک اسید مشاهده شد (شکل ٤).

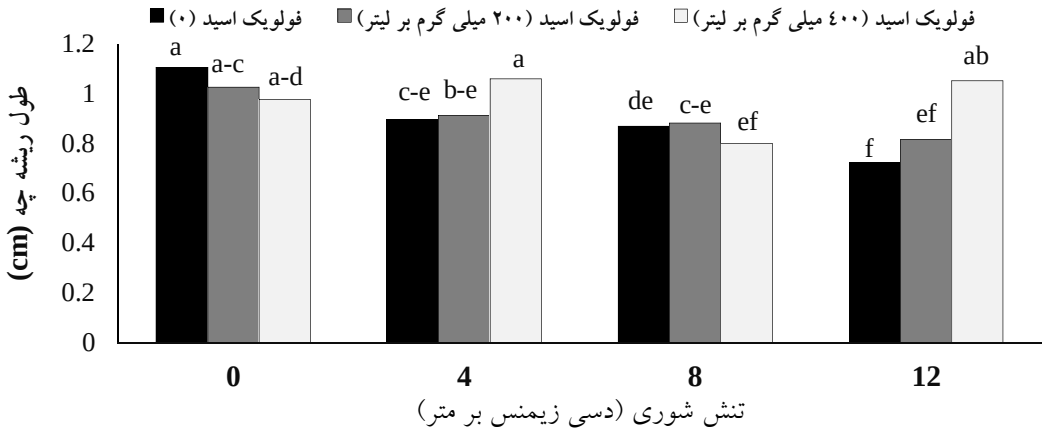
نتایج مقایسه میانگین ترکیب تیماری فولیک اسید و تنش شوری نشان داد که استفاده از کود آلی اسید هیومیک سطح ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث افزایش طول ریشه‌چه در سطوح تنش ٤ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و در تنش ۸ دسی‌زیمنس بر متر سطح ۲۰۰ میلی‌گرم بر گرم نسبت به شاهد (عدم کاربرد هیومیک اسید) شد (شکل ۵).



شکل ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید و فولویک اسید بر طول ریشه‌چه



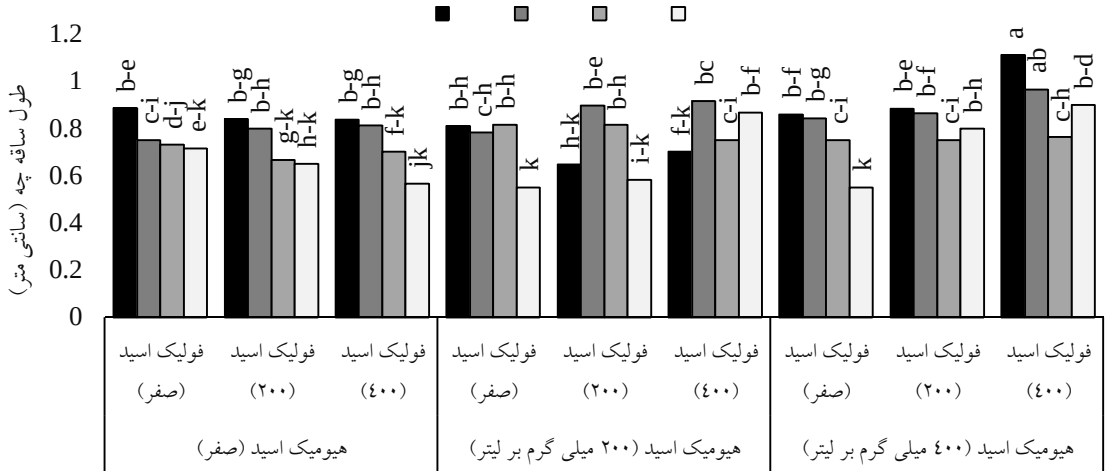
شکل ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید و تنش شوری بر طول ریشه‌چه



شکل ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل فولویک اسید و تنش شوری بر طول ریشه‌چه

نتایج حاصل از مقایسات میانگین حاکی از آن است که کاربرد هیومیک اسید و فولیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در تمام سطوح تنش شوری نسبت به عدم استفاده از اسیدهای آلی باعث افزایش طول ساقه‌چه گیاه دارویی سرخارگل

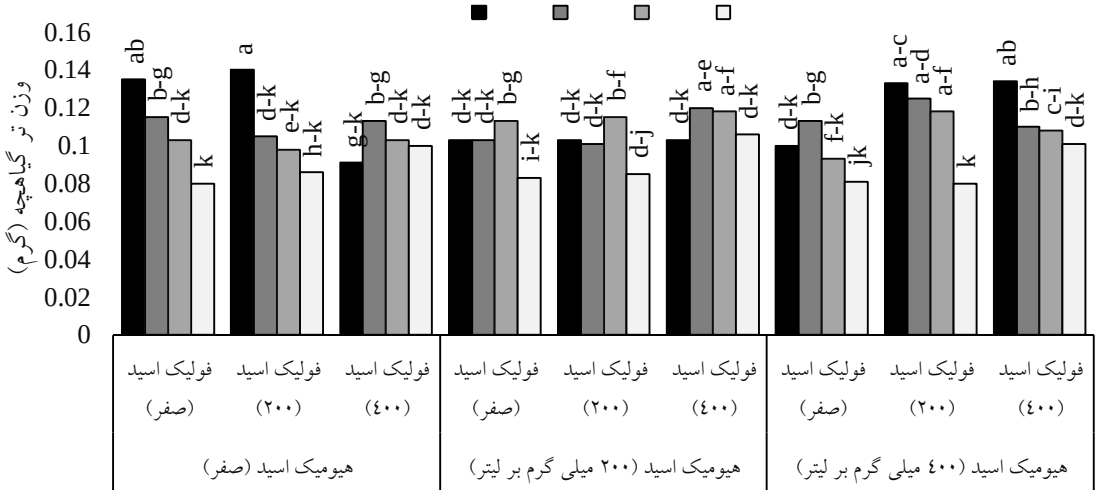
شدند. به‌طوری که طول ساقه‌چه با میانگین ۱/۱۱ سانتی‌متر در سطح ٤۰۰ میلی‌گرم اسیدهای آلی در عدم تنش مشاهده شد (شکل ٦).



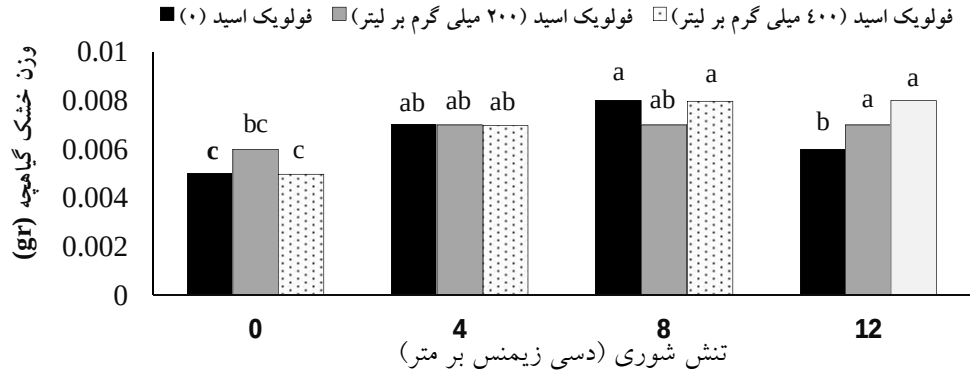
شکل ٦: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر طول ساقه‌چه

وزن تر و خشک گیاهچه: طی بررسی نتایج این آزمایش اثر ساده تنش شوری، اثرات دو گانه و سه گانه تیمارهای مورد پژوهش بر صفت وزن تر گیاهچه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. همچنین اثر تنش شوری و اثر دوگانه اسید فولیک × تنش شوری بر صفت وزن خشک گیاهچه تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). فولیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در عدم کاربرد هیومیک اسید و هیومیک اسید با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر باعث بهبود وزن تر گیاهچه شد، همچنین با افزایش تنش شوری میزان وزن تر گیاهچه نیز افزایش پیدا کرد. غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید در سطوح فولیک اسید با افزایش تنش شوری کاهش وزن تر گیاهچه را در پی داشت. بیش‌ترین میزان وزن تر گیاهچه با میانگین (۰/۱٤ گرم) در عدم استفاده از هیومیک اسید و غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر فولیک اسید در عدم تنش شوری مشاهده شد (شکل ۷). همچنین کاربرد مواد هیومیکی با غلظت‌های متوسط باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک دانه رست (*Lolium multiflorum* L.) شد، دلیل این افزایش جذب بیش‌تر عناصر غذایی مانند نیتروژن و فسفر نسبت به شاهد عنوان شد (Asenjo et al., 2000). در تیمار بذرهای کاهو و گوجه‌فرنگی در پتری‌دیش‌های حاوی اسید هیومیک وزن تر و خشک کاهو به طور معنی‌داری افزایش یافت که این اثر می‌تواند به طویل شدن سلول و کارایی بیش‌تر در جذب آب مربوط باشد (Piccolo et al., 1993).

تنش شوری باعث افزایش وزن خشک گیاهچه گیاه سرخارگل شد. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان وزن خشک گیاهچه به ترتیب مربوط به تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و عدم تنش شوری بدست آمد (جدول ۳). با توجه به شکل ۸، غلظت فولیک اسید ٤۰۰ میلی‌گرم بر گرم نسبت به عدم کاربرد آن در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر باعث بهبود وزن خشک گیاهچه شد. با افزایش سطوح تنش شوری و غلظت‌های مختلف فولیک اسید می‌توان افزایش وزن خشک گیاهچه را نسبت به عدم تنش شوری مشاهده کرد.

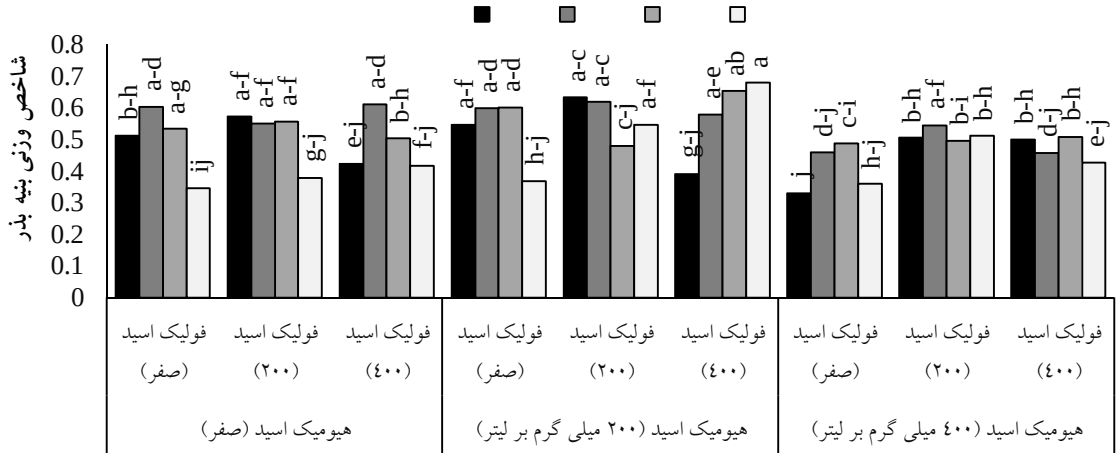


شکل ۷: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر وزن تر گیاهچه



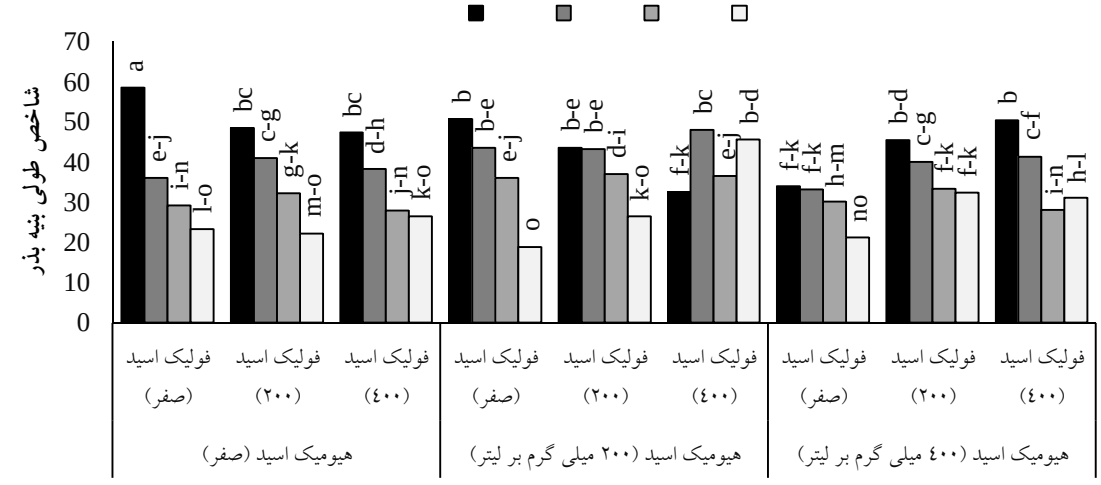
شکل ۸: مقایسه میانگین اثر متقابل فولویک اسید و تنش شوری بر وزن خشک گیاهچه

شاخص بنیه گیاهچه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر ساده هیومیک اسید، فولیک اسید، تنش شوری و ترکیب تیماری فولیک اسید × تنش شوری و اثر سه گانه هیومیک اسید × فولیک اسید × تنش شوری بر صفت شاخص وزنی بنیه بذر اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر برهمکنش هیومیک اسید، فولیک اسید و تنش شوری، بیش‌ترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه را در غلظت‌های ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید و ٤۰۰ میلی‌گرم فولیک اسید در تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۰/٦۸ و کم‌ترین آن نیز در غلظت ٤۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیویمک و عدم کاربرد فولیک اسید و تنش شوری با ۰/۳۳ بدست آمد (شکل ۹). بنیه بذر از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی طبیعی و طول گیاهچه به‌دست می‌آید و این شاخص نشان‌دهنده بنیه و قدرت گیاهچه است که حاصل آن ایجاد گیاه قوی و کامل می‌باشد (Aghighi Shahverdi et al., 2014). اسید هیومیک بر این شاخص اثر معنی‌دار و افزاینده‌ای بر اساس نتایج آزمایشات مختلف داشت که نتایج حاصل از این پژوهش را تأیید می‌کند (Sabzevari et al., 2011). افزایش شاخص وزنی بنیه گیاهچه را می‌توان به عنوان یک صفت مطلوب و مهم در جوانه‌زنی و استقرار گیاه تلقی کرد که سبب ایجاد سطح سبز و یکنواخت در مزرعه خواهد بود.



شکل ۹: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر شاخص وزنی بنیه بذر

همچنین بررسی‌های انجام شده حاکی از آن است که اثر هیومیک اسید، فولیک اسید، تنش شوری، اثرات دو گانه و سه گانه بر شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری شدند (جدول ۱). با توجه به نتایج مقایسه میانگین سه گانه هیومیک اسید × فولیک اسید × تنش شوری، غلظت ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیومیک اسید و فولیک اسید باعث افزایش شاخص طولی بنیه گیاهچه در سطوح تنش شوری بخصوص تنش ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر با میانگین ۴۵/۶۳۳ شد. بیش‌ترین میزان شاخص طولی بنیه گیاهچه را در عدم تنش شوری و عدم غلظت‌های اسیدهای آلی با میانگین ۵۸/۶۳۹ می‌توان مشاهده کرد (شکل ۱۰). مطالعات نشان داد است که با افزایش تنش شوری، درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه به صورت معنی‌داری کاهش یافت (Shiri et al., 2009).



شکل ۱۰: مقایسه میانگین اثرات متقابل هیومیک اسید، فولویک اسید و تنش شوری بر شاخص طولی بنیه بذر

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمارهای مورد آزمایش صفات جوانه‌زنی گیاه سرخارگل را تحت تأثیر قرار دادند. با بررسی صفات اندازه‌گیری شده می‌توان نتیجه گرفت که با اعمال مدیریت مناسب و استفاده از اسیدهای

آلی هیومیک اسید و فولویک اسید با غلظت کم، تا تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نتیجه مطلوبی را به دست آورد. سطوح مختلف هیومیک اسید و فولویک اسید سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه گردد. در اکثر صفات بهترین تیمار مربوط به هیومیک اسید بوده و چه بسا در اکثر موارد تأثیر هیومیک اسید بیشتر از فولویک اسید بود، دستاورد این تحقیق نشان داد که کاربرد ترکیبات هوموسی سبب بهبود صفاتی مانند درصد و سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه در شرایط تنش شوری می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده کشاورزی، آزمایشگاه‌های تکنولوژی بذر و زراعت دانشگاه شاهد به دلیل فراهم کردم امکانات این آزمایش تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

Aghighi Shahverdi, M., Memivand, B., and Ataei Somagh. H. 2014. Effects of seed primingwithplant growth promoting bacteria on germination indices under alt stress Basil. Seed Research, 4(4): 38-50. (In Persian).

Amiri, B.M., Rezvani Moghaddam, P., Ehyai, M.R., Fallahi, J., and Aqhhvany Shajari, M. 2009. Effect of osmotic stress on germination indices and seedling growth of two medicinal plants Rtyshv Purple coneflower. Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 3(2): 165-176. (In Persian).

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36: 1737-1746.

Asenjo, M.C.G., Gonzalez, J.L., and Maldonado, J.M. 2000. Influence of Humic extracts on germination and growth of ryegrass. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 31: 101-114.

Asgari, M., Habibi, D., and Naderi Brojerdi, Gh. 2011. Investigating the application of vermicompost, growth promoting bacteria and humic acid on growth parameters of pepper mint (*Mentha piperita* L.) in Markazi province. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 7(4):41-54. (In Persian).

Bajji, M., Kinet., J.M., and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of Saltbush (*Atriplex halimus* L.) (Chenopodiaceae), Canadian Journal of Botany, 80: 297-304.

Blumenthal, M., Lindstrom, A., Lynch, M.E., and Rea, P. 2011. Herb sales continue growth up 3.3% in 2010. HerbalGram, 90: 64-67.

Ceeh, R. 2006. Phytochemical variation within populations of Purple Coneflower (*Echinacea purpurea*) (Asteraceae). Biochem System Ecology, 30: 837-54.

Gulser, F., Sonmez, F., and Boysan, S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. Journal of Environmental Biology, 31: 873-876.

Haghprast, M. 2012. Study of the effect of low irrigation and application of natural materials (humic acid and seaweed extract) on Chickpea (*Circer arietinum*) cultivars. Graduate School of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahed University. (in Persian).

Harris, C., Pathan, A.K., Gothehkar, P., Soshi, A., Chivaasa, W., and Neyamudezep, P. 2001. On farm seed priming using participatory methods to and refine a key technology. Agricultural Systems, 69(1): 151-164.

International Seed Testing Association (ISTA), 2010. International Rules for Seed Testing, Bassersdorf, Switzerland.

Jack, H., and Evans, M. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development. Hort. Science, 35(7): 231–1233.

Lee, T.T., Huang, C.C., Shieh, X.H., Chen, C.L., Chen, L.J., and Yu, B. 2010. Flavonoid, phenol and polysaccharide contents of *Echinacea purpurea* L. and its immune ostimulant capacity in vitro. International Journal of Environment and Sustainable Development, 1: 5–9.

Lopez-Gomez, E., San, Juan, M.A., Diaz-Vivancos, P., Mataix Beneyto, J., Garcia-Legaz, M.F., and Hernandez, J.A. 2007. Effect of rootstocks grafting and boron on the antioxidant systems and salinity tolerance of loquat plants (*Eriobotrya japonica* Lindl.). Environmental Experimental Botany, 60(2): 151-158.

Miri, Y., and Mirjalili, S.A. 2013. Effects of Salinity Stress on Seed Germination and Some Physiological Traits in Primary Stages of Growth in Purple Coneflower (*Echinacea purpurea*). International journal of Agronomy and Plant Production, 4 (1): 142-146. (In Persian).

Mora, V., Bacaicoa, E., Zamarreno, A., Aguirre, E., Garnica, M., and Fuentes, M. 2010. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients. Journal of Plant Physiology, 167: 633–642.

Omidbaigi, R. 2002. Study of cultivation and adaptability of purple coneflower (*Echinaceae purpurea*) in the north of Tehran. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 6(2): 231-240. (In Persian).

Paravr, A., Omidi, H., Esanejad, N., and Amirzadeh, M. 2015. Effect hydropriming seed germination and seedling growth coneflower (*Echinaceac prupurea*) under salt stress. Journal Seed Ecology, 1 (1): 57-69. (In Persian).

Parmoon, Gh. Ebadi, A., Jahanbakhsh Godahkahriz, S. and Davari, M. 2013. Effect of seed priming by salicylic acid on the physiological and biochemical traits of aging milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. Europa Journal of Cancer Pre. 7(4): 223-234. (In Persian).

Piccolo, A., Celanoand, G., and Pietramellara, G. 1993. Effects of fractions of coal-derived humic substances on seed germination and growth of seedlings (*Lactuca sativa* and *Lycopersicon esculentum*). Biology and fertilizer of Soil, 16: 11-15.

Sabzevari, S., Khazaee, H., and Kafi, M. 2011. Study of the effect of humic acid on germination of four wheat cultivars in autumn and spring. Iranian Journal of Agronomy Research, 8(3): 480-473. (in Persian).

Samavat, S., and Malakoti, M. 2005. Necessity of produce and utilization of organic acids for increase of quality and quantity of agricultural products. Sana Publisher. Tehran. Iran, 52 pp. (in Persian).

Shiri, A.R.M., Safarnejad, A., and Hamidi, H. 2009. Morphological and biochemical characterization of Ferula assafoetidain response to salt stress. Iranian J of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 17: 38-49. (In Persian).

Turkman, O., Demir, S., Sensoy, S., and Dursun, A. 2005. Effect of Arbuscular Mycorrhizal fungus and Humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. Biological Sciences, 5: 565-574.

Xuenyuan, G., Xiaorong, W. Zhimany, G., Lemei, D., and Yijun, C. 2001. Effect of hemic acid speciation and bioavailability to wheat of rare earth elements in soil. Chemical Speciation and Bioavailability, 13(3):83-88.

Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6: 66-71.

Journal of Seed Research, Vol. 8, No. 3, Autumn 2018

Effect of Humic Acid and Folic Acid on Seed Germination Properties of *Echinacea Purpurea* under Salt Stress Conditions

Azadbakht, F.[1*], Amini Dehaghi, M.[2], Ahmadi, Kh.[3]
[1, 3]M.Sc., Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
[2]Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran. Iran

Abstract

In order to investigate the effect of humic acid and folic acid on seed germination of *Echinacea purpurea* under natural salinity stress, a factorial experiment based on completely randomized design was conducted in three replications at Seed Technology Lab of Shahed University in 2017. The experiment factors consisted of humic acid at three levels (0, 200 and 400 mg/lit), folic acid at three levels (0, 200 and 400 mg/lit) and salinity stress at four levels (0, 4, 8 and 12 ds/m). The results showed that there were significant differences in humic acid, folic acid and salinity stress interaction on germination percentage, germination average, stem length, seedling fresh weight and seedling index. The highest germination percentage (100%) was observed in the combination of humic acid and folic acid at 200 $mg.lit^{-1}$ and no salinity stress. Under stress conditions of 12 $dS.m^{-1}$, the amount of humic acid 200 $mg.lit^{-1}$ and folic acid 400 $mg.lit^{-1}$ improved germination to 75.55%. Maximum length and weight index of seedling straw was related to non-use of organic acids and lack of salt stress with a mean of 58.63 and the application of humic acid at 200 $mg.lit^{-1}$ and folic acid at concentration of 400 $mg.lit^{-1}$ in 12 $ds.m^{-1}$ stress with an average of 0.68. Application of organic acids improved seed germination characteristics and growth indices of coneflower plant in salt stress conditions.

***Keywords*:** Coneflower, Germination speed, Organic acid, Seedling vigor.

[*]Corresponding author; azadbakhtfereshteh@gmail.com