نشریه تحقیقات بذر، سال دهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۹

بررسی اثر پرایمینگ هورمون اکسین بر شاخص جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی مرزه تحت تنش شوری (*Satureja hortensis*)

سیدعلی لطیفی[1*]، حشمت امیدی[2]

[1] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی،دانشگاه شاهد تهران، تهران، ایران

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۰۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار هورمون اکسین بر تحمل به تنش شوری بر رفتار جوانه‌زنی و ویژگی‌های رشد گیاهچه مرزه، این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد تهران به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد، عامل اول چهار سطح شوری کلرید کلسیم ($CaCl_2$) (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار) و عامل دوم هورمون اکسین (LAA) (ایندرول –۳– استیک اسید) در چهار سطح (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر) اعمال شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل تیمار اکسین و شوری بر صفات درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و نسبت آن‌ها، وزن خشک، محتوای رطوبت نسبی، و محتوای رنگیزه های فتوسنتزی گیاهچه معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به پیش تیمار اکسین با غلظت ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۶۳ درصد بود. تنش شوری باعث کاهش ویژگی‌های جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاه مرزه شد. نتایج نشان داد که پیش تیمار بذر با هورمون‌های اکسین در شرایط تنش شوری باعث افزایش جوانه‌زنی بذرهای گیاه دارویی مرزه شد.

واژه‌های کلیدی: پیش تیمار هورمونی (پرایمینگ)، شاخص‌های جوانه‌زنی، تنش شوری، گیاهان دارویی

مقدمه

مرزه با نام علمی (*Satureje hortensis* L.) یک‌ساله و علفی متعلق به خانواده نعناع است که به عنوان گیاه دارویی در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گیاه داری خاصیت ضدمیکروبی قوی علیه باکتری‌های بیماری‌زا است (Ozkalp and Ozcan, 2009). از جمله اثرات ضدمیکروبی این گیاه می‌توان به اثر مهارکنندگی روی سویه‌های مختلف اشریشیاکلی و سالمونلا اشاره کرد (Mihajilov-krstev et al., 2009). گیاهان در طول دوره رشدی خود با تنش‌های مختلفی که ناشی از عوامل زنده و غیرزنده هستند مواجه می‌شوند که شوری یکی از مهمترین عوامل غیرزنده می‌باشد که رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از مراحل حساس رشدی گیاه، مرحله جوانه‌زنی می‌باشد (Windauer et al., 2007). این مرحله در تعیین تراکم نهایی در واحد سطح مزرعه‌ای نقش اصلی را ایفا می‌کند. شرایط محیطی تنش‌زا از گیاهی به گیاه دیگر متفاوت است. (Ungar, 1995). تنش شوری می‌تواند در همه مراحل رشد گیاه رخ بدهد اما با توجه به اینکه استقرار اولیه در میزان عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد، تنش شوری می‌تواند در مرحله اولیه برای گیاه بسیار مضر باشد (Rauf et al., 2007). اثر بازدارنده تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا سمیت یونی است (Tobe and Omasa, 2004). گیاهان با مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مختلفی مانند ذخیره سدیم در

*نویسنده مسئول: s.latifi36@yahoo.com

واکوئل‌ها به‌منظور کاهش اثرات سمیت آن، تولید مواد اسمولیتی مثل بتائین گلایسین، پرولین، قندهای محلول، ترکیبات فنلی و ... با شوری مقابله می‌کنند. امروزه یکی از مشکلات اساسی سد راه بخش کشاورزی، کمبود منابع خاک و آب شیرین می‌باشد. با توجه به افزایش روزافزون جمعیت و لزوم توشعه کشاورزی، استفاده از منابع خاکی و آبی با کیفیت پایین و شور اجتناب ناپذیر می‌باشد (Jouyban, 2012). جوانه‌زنی از مراحل مهم و اساسی در زندگی اکثر گیاهان است و تحمل به شوری برای استقرار، جوانه زنی و سبز شدن گیاهانی که در خاک‌های شور رشد می‌کنند، اهمیت فوق العاده‌ای دارند (Hagighi and Milani, 2009).

استفاده از تکنیک‌های مناسب برای آماده‌سازی بذر در مقابل شرایط نامطلوب، به‌عنوان راهکاری جهت کاهش اثرات منفی تنش‌های محیطی بر گیاه و بهبود عملکرد به شمار می‌رود. یکی از روش‌هایی که امروزه توجه ویژه‌ای به آن شده، تکنیک پرایمینگ بذر است (Cavusoglu and Kabar, 2010; Yagmur and Kaydan, 2008; Bocian and Holubowicz, 2008; Guzman and Olave, 2006). در طی پرایمینگ فرآیندهای اولیه جوانه‌زنی بذر فعال می‌شود، اما مرحله نهایی جوانه‌زنی که خروج ریشه‌چه است، در آن‌صورت نمی‌گیرد (Sivritepe et al., 2005).

هورمون‌ها در ایجاد و کنترل جوانه‌زنی نقش کلیدی دارند، هورمون‌های رشدی که به‌طور معمول برای پرایمینگ بذر استفاده می‌شوند شامل اکسین‌ها (IAA, IBA, NAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین، اسید آبسزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، براسینولاید و سالیسیلیک اسید هستند (Ashraf and Foolad, 2005). اما برخی منابع دیگر معتقدند اکسین نیز می‌تواند در تحریک جوانه‌زنی بذرها نقش داشته باشد. به نظر می‌رسد اکسین نقش مهم‌تری را در جنین‌زایی ایفا می‌کند (Guan and Scandalios, 2002). لذا، در این تحقیق حاضر سعی شده است که پرایمینگ بذر و تغییرات تعدادی از شاخص‌های مورفولوژیکی گیاه مرزه در پاسخ به سطوح متفاوت شوری در شرایط آزمایشگاه مورد سنجش قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پیش تیمار هورمون اکسین و بر تحمل به تنش شوری بر رفتار جوانه‌زنی گیاهچه‌های مرزه، در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد تهران در سال ۱۳۹۸ به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد، عامل اول شامل چهار سطح شوری کلرید کلسیم ($CaCl_2$) (صفر، ۴۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار) و عامل دوم هورمون اکسین (LAA) (ایندرول –۳– استیک اسید) در چهار سطح (صفر، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر) بود. قبل شروع آزمایش بذرهای مرزه با هیپوکلریدسدیم یک درصد به مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس سه مرتبه با آب مقطر آبشویی شدند. برای پیش تیمار با ایندرول –۳– استیک اسید بذرهای ضدعفونی شده بعد از خشک شدن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد درون محلول قرار گرفتند (Parmoon et al., 2013). به‌منظور اجرای آزمایش، به تعداد ۵۰ عدد بذر تلقیح در داخل هر پتری‌دیش استریل شده با اسید (به ابعاد ۱۰×۱/۵ سانتی‌متر) روی کاغذ واتمن شماره یک قرار گرفت و به هر پتری‌دیش آب مقطر یا محلول مورد نظر (در مجموع ۱۰ میلی‌لیتر) بسته به نوع تیمار افزوده شد. به‌منظور کاهش میزان تبخیر آب، دور پتری‌ها با پارافیلم بسته شد، سپس پتری‌ها به درون ژرمیناتور با دمای ۱±۲۵ درجه و در تاریکی منتقل شدند (Zeng et al., 2013: Razak et al., 2014). شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعتی معین و در نهایت در پایان دوره ۱۰ روزه آزمایش درصد جوانه‌زنی انجام شد (Liopa-Tsakalidi et al., 2012). هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن‌ها ۲ میلی‌متر بیشتر بود. طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و طول گیاهچه‌ها برحسب میلی‌متر تعیین گردید.

وزن خشک گیاهچه، پس از خشک کردن آن‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در درون آون تعیین شد. با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، و هم‌چنین شاخص بنیه بذر، محتوای رطوبت نسبی، براساس روابط ۱ تا ۴ برآورد شدند (Fathi Amirkhiz et al., 2012).

رابطه ۱: $GP= (\sum G/N) \times 100$

Gp: درصد جوانه‌زنی، G: تعداد بذور جوانه‌زده، N: تعداد کل بذور

سرعت جوانه‌زنی بذر از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه ۲: $Rs= \sum^{n}=0 (si/Di$

Rs: سرعت جوانه‌زنی، Si- تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، Di- تعداد روز تا شمارش n ام و n- تعداد روزهای شمارش است (Maguirw, 1962).

شاخص بنیه بذر از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

رابطه ۳: $SVI= GP\times SL$

SVI : شاخص بنیه بذر، Gp- درصد جوانه‌زنی، Sl- میانگین طول گیاهچه (Fathi amirkhiz et al., 2012).

رابطه ٤ $RWC = [\frac{FW-DW}{SW-DW}] \times 100$

RWC: محتوای رطوبت نسبی، FW- وزن تازه برگ، DW- وزن خشک برگ و SW- وزن آماس برگ است (Imam& Pirasteh anosheh, 2014).

تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون Duncan در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. برای تعیین میزان کلروفیل‌های a، b، و کلروفیل a+b برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ، ۰/۵ گرم از برگ تازه به همراه ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد. پس از ۱۵ دقیقه سانترفیوژ در دور ۱۳۰۰۰ در دقیقه و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و جذب عصاره حاصل در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و در روابط زیر جهت اندازه‌گیری پارامتر وارد شد. در این روابط، V حجم محلول و W وزن نمونه برگ می‌باشد (**Arnon, 1949**).

رابطه ۵: کلروفیل a

$Cha=12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645}) \times V/1000W$ a

رابطه ۶: کلروفیل b

$Chb=22.9 (A_{645}) - 2.69 (A_{663}) \times V/1000W$

رابطه ۷: کلروفیل کل

$ChT=20.2 (A_{645}) + 8.02 (A_{663}) \times V/1000W$

تجزیه داده‌های حاصل توسط نرم افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین آن‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: تجزیه واریانس نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی از نظر آماری تحت تأثیر پیش تیمار قرار گرفت (جدول ۱). سطوح مختلف کلرید کلسیم (CaCl2) باعث کاهش درصد جوانه‌زنی رشد شد. کم‌ترین درصد جوانه‌زنی

گیاه مرزه در تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و در غلظت پیش تیمار ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۲۴ درصد بدست آمد. و در بین سطوح بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی ناشی از تلقیح پیش تیمار ۰/۲ و ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر و در تنش شوری ۴۰ میلی‌مولار دارای درصد جوانه‌زنی به ترتیب ۶۱ و ۶۵ درصد بود. در غلظت شوری ۸۰ (میلی‌مولار) نیز درصد جوانه‌زنی مرزه با تلقیح ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر دارای ۵۵ درصد بود. در خصوص اثرات مطلوب پرایمینگ، نتایج نشان داده که پرایمینگ، سنتز و فعال شدن اولیه آنزیم‌های هیدرولیتیک چون α و β آمیلاز را تحریک می‌کند (Varier et al., 2010) که این آنزیم‌ها با اکسیداسیون مواد غذایی ذخیره‌ای بذر، انرژی مورد نیاز برای جوانه‌زدن و ظهور گیاهچه را تأمین می‌کنند (Varier et al., 2010). لذا می‌توان چنین استنباط نمود که پیش تیمار بذرها با هورمون اکسین، برای دوره‌های زمانی، بر درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها در مراحل بعدی اثر مطلوبی دارد و این اثر مثبت، پس از خشک کردن مجدد بذر نیز حفظ می‌شود. Mirmahmoudi et al. (2013) نیز در مطالعه اثر پرایمینگ بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه سویا نشان دادند که پرایمینگ به‌نحوه مؤثری سبب بهبود صفات مرتبط با جوانه‌زنی بذر شده است.

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پرایمینگ و تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاهچه مرزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
اکسین	۳	۱۰۰/۹۱ *	۱۴/۷۲ *	۴۳۲/۰۲ **	۱۷۴/۷ **	۲۴۳/۳۱ **
شوری	۳	۳۸۵۷/۵۸ **	۲۰۵/ ۳۹ **	۲۸۲۹۱/۷ **	۳۶۴۸/۶ **	۹۸۴۳/۶ **
اکسین× شوری	۹	۸۶/۲۵ **	۸۴/۱۴ *	۲۸۸/۲**	۱۱۲/۶ **	۳۰۹/۷ **
خطا	۴۸	۴۳/۴۱	۵/۹۳	۶۹/۷۶	۰/۶۳	۰/۶
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۲/۹۳	۸/۳۳	۲۱/۱۵	۵/۴	۳/۴۸

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

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف پرایمینگ و تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاهچه مرزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	محتوای رطوبت برگ	کلروفیل کل	کاروتنوئید
اکسین	۳	۸۱۱/۴ **	۹/۳۴**	۸۲۶/۲۹**	۱۰۸/۸۳ **	۲/۲۹**
شوری	۳	۲۴۸۸۴/۸ **	۲۶۰/۹۷ **	۵۰۰۴/۱۱**	۴۵۳/۲۸**	۸۲/۹۲**
اکسین× شوری	۹	۷۲۰/۶ **	۳/۶۶ **	۲۸۷/۶۸**	۱۲۸/۴**	۱/۲۲**
خطا	۴۸	۰/۶۱	۱/۱۳	۸۷/۱۱	۱۰/۰۸	۰/۳۹
ضریب تغییرات(٪)	–	۲/۱	۱۸/۷۱	۱۴/۰۶	۲۲/۴۷	۲۳/۵۲

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

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات مربوط به اثر هم‌کنش پرایمینگ و تنش‌شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه مرزه

شوری (میلی‌مولار)	هورمون اکسین (میلی‌گرم بر لیتر)	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)
	شاهد	۶۶ a	۲۸ de	۶۸/۲۶ b	۳۸/۵ a	۵۶ a
	۰/۲	۶۱ abcd	۲۷ def	۱۰۱/۴۹ a	۳۴/۵ b	۵۱/۵ b
۰	۰/۴	۶۳ abc	۲۴/۵ f	۹۰/۶۰ a	۲۹ d	۳۶ e
	۰/۶	۶۰ abcd	۲۵/۵ ef	۹۳/۲۸ a	۳۸ a	۵۲/۵ b
	شاهد	۶۷ a	۲۷ def	۶۶/۶۲ b	۳۲/۷۵ c	۵۵ a
	۰/۲	۶۱ abcd	۲۷ def	۶۴/۵۱ b	۱۱ f	۲۰/۵ f
۴۰	۰/۴	۶۵ ab	۲۸/۵ cde	۴۸/۸۵ c	۱۵/۵ e	۳۹ c
	۰/۶	۵۶ bcde	۲۶ ef	۶/۳۶ b	۱۰/۷۵ f	۳۷/۷۵ d
	شاهد	۵۲ de	۲۸/۵ cde	۵/۱۵ e	۴/۶۵ g	۱ h
	۰/۲	۵۰ ef	۳۲ b	۲۰/۶۶ d	۴/۷ g	۸/۵ g
۸۰	۰/۴	۴۱ fg	۲۹/۵ bcd	۶/۳۱ e	۵/۶ g	۰/۹۵ h
	۰/۶	۵۵ cde	۲۷ def	۴/۶۶ e	۴/۷۵ g	۱/۰۵ h
	شاهد	۳۳ ghi	۳۲/۵ b	۰ e	۲/۹ h	۰ h
	۰/۲	۲۷ hi	۳۶/۵ a	۰ e	۱/۱ i	۰ h
۱۲۰	۰/۴	۳۴ gh	۳۱/۵ bc	۰ e	۱/۳۵ i	۰ h
	۰/۶	۲۴ i	۳۶/۵ a	۰ e	۱/۵ i	۰ h

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد (p> ۰/۰۵).

جدول ٤: مقایسه میانگین صفات مربوط به اثر هم‌کنش پرایمینگ و تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهچه مرزه

شوری (میلی‌مولار)	هورمون اکسین (میلی‌گرم بر لیتر)	طول گیاهچه (میلی‌متر)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)	محتوای رطوبت بافت برگ	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم)
	شاهد	۹۴/۵ a	۸/۲۲ d	۶۷/۵۹ def	۸/۲۹ c	۳/۸۶ bcd
	۰/۲	۸۶ d	۱۲/۴۵ a	۷۷/۶۵ bcd	۸/۴۹ c	۴/۴۸ abc
۰	۰/۴	۶۵ e	۹/۷۸ bc	۸۱/۷۵ abc	۸/۱۲ c	۳/۹۷ bcd
	۰/۶	۹۰/۵ b	۱۰/۶۳ b	۸۴/۱۸ abc	۱۱/۶۵ bc	۵/۰۳ a
	شاهد	۸۷/۷۵ c	۷/۹۵ d	۶۰/۷۳ fg	۱۱/۲ c	۳/۴۳ d
	۰/۲	۳۱/۵ h	۸/۳۵ cd	۷۷/۶۵ bcd	۱۱/۴۶ bc	۴/۰۲ bcd
۴۰	۰/۴	۵۴/۵ f	۶/۳۰ ef	۶۴/۰۲ efg	۱۰/۹۸ c	۳/۷۶ cd
	۰/۶	۴۸/۵ g	۷/۴۹ de	۶۱/۵۹ fg	۱۵/۹۱ b	۴/۷۱ ab
	شاهد	۴/۶۵ k	۲/۹۲ h	۶۱/۰۲ fg	۰ d	۰ f
	۰/۲	۱۳/۲ i	۵/۱۱ fg	۸۹/۵۵ ab	۱/۴۶ d	۱/۹۱ e
۸۰	۰/۴	۶/۵۵ j	۴/۳۶ gh	۷۵/۲ cde	۰ d	۰ f
	۰/۶	۵/۸ j	۲/۹۴ h	۹۳/۲ a	۰ d	۰ f
	شاهد	۲/۹ l	۱/۰۲ i	۴۳/۲۲ hi	۰ d	۰ f
	۰/۲	۱/۱ m	۱/۲۴ i	۵۴/۱۶ gh	۰ d	۰ f
۱۲۰	۰/۴	۱/۳۵ m	۱/۲۲ i	۳۴/۲۸ i	۰ d	۰ f
	۰/۶	۱/۵ m	۰/۹۰ i	۳۴/۲۶ i	۰ d	۰ f

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارد (p> ۰/۰۵).

سرعت جوانه‌زنی: اثر تنش شوری در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش پرایمینگ و تنش شوری اثر معنی‌داری بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد داشتند (جدول ۱). ضریب سرعت جوانه‌زنی بذور مرزه در شرایط تنش شوری کاهش یافت و کم‌ترین مقدار آن نیز در عدم تنش با غلظت پیش‌تیمار ۰/۴ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۲۴/۵ درصد بدست آمد (جدول ۳). بیش‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی مربوط به تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و پیش تیمار ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۳۶/۵ درصد مشاهده شد. در تنش شوری ۴۰ میلی‌مولار نتایج داده‌ها نزدیک به هم نشان داد. حساس‌ترین مرحله زندگی گیاه مرحله جوانه‌زنی و هنگامی است که گیاه هنوز به‌صورت گیاهچه است که اگر گیاه بتواند این مراحل را با موفقیت سپری می‌کنند، شانس زنده ماندن و استقرار آن زیاد است. سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در شرایط تنش، نقش مهمی را در رشد گیاه ایفا می‌کنند. سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های ارزیابی تحمل به تنش است، به‌طوری که ارقام دارای سرعت جوانه‌زنی بیش‌تر در شرایط تنش، از شانس بیش‌تری برای سبز شدن برخوردارند (Ajmelkhan et al., 2006). درصد جوانه‌زنی بالای بذر، یکنواختی در رویش و سرعت استقرار گیاه در بستر خاک نقش مهمی ازدیاد تولید محصول با کیفیت دارد. استقرار سریع ارتباط نزدیکی با سرعت جوانه‌زنی دارد (Ezadi Darband et al., 2012). محققان بیان کردند به دلیل اینکه پیش‌تیمار بذر تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر در محیط‌های شور دارد موجب می‌شود بذر کمتر تحت تأثیر اثر سمیت نمک و کمبود آب قرار گرفته و از این طریق باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی تحت تنش شوری می‌شود (Ashraf and foolad, 2005). Bybordi and Tabatabaei (2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس بذر اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود.

طول ساقه‌چه و ریشه‌چه: در بررسی نتایج مشخص شد که اثر برهم‌کنش پرایمینگ و شوری بر صفت طول ساقه‌چه در سطح احتمال ($P\leq$۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین روند کاهشی طول ساقه‌چه در تنش ۱۲۰ میلی‌مولار نشان می‌دهد و در سطح شاهد به بیش‌ترین مقدار خود با ۵۶ میلی‌متر رسید. تلقیح اکسین در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر و عدم تنش دارای بیش‌ترین مقدار طول ساقه‌چه با میانگین ۵۲/۵ میلی‌متر در این سطوح تنش شوری بودند. طی‌مرحله جوانه‌زنی بذر، آنزیم آلفاآمیلاز در لایه آلورون نقش مهمی در هیدرولیز نشاسته بازی می‌کند که گلوکز حاصل، انرژی لازم برای رشد ساقه‌چه را فراهم می‌آورد (Akazawa and Hara1985; Beck and Ziegler, 1989). در برخی منابع افزایش رشد به افزایش تولید آمونیم اشاره دارد (Yadav et al., 2010). در مطالعه طول ریشه چه نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی پرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر صفت طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که طول ریشه‌چه در تمام سطوح مورد بررسی در این آزمایش تنش شوری کاهش یافت. کاربرد هورمون اکسین در عدم تنش شوری و سطح شاهد با میانگین ۳۸/۵ سانتی‌متر دارای بیش‌ترین طول ریشه‌چه بود، کاهش طول ریشه‌چه در تنش شدید می‌تواند به علت محدودیت فشار تورگر باشد. ایجاد استحکام و سخت شدن دیواره سلول در دوره تنش سبب ایجاد گیاهان کوچک‌تر و کاهش تنفس می‌گردد (Akhundi et al., 2006). ریشه‌چه و ساقه‌چه شاخص‌های مهمی جهت ارزیابی واکنش گیاهان به تنش شوری می‌باشند و جلوگیری از رشد آن‌ها واکنش طبیعی به تنش است. کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌تواند به دلیل اثرات سمی ناشی از نمک و یا عدم توازن در مقادیر عناصر غذایی در بذر گیاه باشد (Basra et al., 2005).

طول گیاهچه: در بررسی نتایج مشخص شد که اثر برهم‌کنش پرایمینگ و شوری بر صفت طول گیاهچه در سطح احتمال (P≤۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین روند کاهشی طول گیاهچه در تنش ۱۲۰ میلی‌مولار نشان می‌دهد و در سطح شاهد به بیش‌ترین مقدار خود با ۹۴ میلی‌متر رسید. تلقیح اکسین در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر و عدم تنش دارای بیش‌ترین مقدار طول ساقه‌چه با میانگین به‌ترتیب ۹۰/۵ و ۹۴/۵ میلی‌متر در این سطوح تنش شوری نشان داد. طبق یافته‌های .Ataei Somagh et al(2016) تنش شوری باعث افزایش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و کاهش ضریب سرعت جوانه‌زنی گیاه دارویی عدس الملک شده که با نتایج بدست آمده از این پژوهش مطابقت داشت.

وزن خشک گیاهچه: طبق نتایج اثر پرایمینگ، تنش شوری و اثر برهم‌کنش پرایمینگ × شوری بر صفت وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال (P≤۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۲). وزن خشک گیاهچه مرزه تحت اثر افزایش تنش شوری کاهش یافت و بیش‌ترین روند در تنش شوری ۱۲۰ میلی‌مولار نشان می‌دهد. در سطح تنش ۴۰ میلی‌مولار وزن خشک گیاهچه نتایج داده‌ها نزدیک به هم نشان داد و در عدم تنش شوری در غلظت ۰/۲ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۱۲/۴۵ میلی‌گرم دارای بیش‌ترین وزن خشک گیاهچه مشاهده شد. ریشه اولین اندامی است که به دلیل جذب عناصر به طور مستقیم با تنش روبه‌رو می‌شود. در پژوهشی که بر روی گیاه سویا توسط (Dadras et al., 2010) صورت گرفت شوری موجب کاهش ارتفاع اندام هوایی به علت سمیت یونی عناصر زیان بار و اختلال در کلیه فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی گیاه و کاهش وزن اندام هوایی وریشه بدلیل از بین رفتن تعادل یونی و تعادل اسمزی شد.

محتوای رطوبت نسبی بافت برگ: نتایج نشان داد اثر پرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر محتوای رطوبت نسبی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق مشاهدات مقایسه میانگین با افزایش تنش شوری میزان محتوای رطوبت نسبی بافت برگ کاهش یافت. کاربرد هورمون اکسین در غلظت ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر و در تنش ۸۰ میلی‌مولار با میانگین ۹۳/۲۷ درصد بیش‌ترین افزایش را نشان داد. کم‌ترین محتوای رطوبت نسبی بافت برگ در تنش ۱۲۰ میلی‌مولار با میانگین ۳۴/۲۶ درصد بدست آمد. محتوای نسبی آب برگ بالاتر به معنی توانایی برگ در حفظ مقادیر بیشتری آب در شرایط تنش است. زمانی که RWC برابر ۷۰-۳۵ درصد باشد بازدارنده‌های غیر روزنه‌ای روی می‌دهد و انتقال الکترون در این حالت عامل محدود کننده‌تری است و در این شرایط بازیافت به کندی صورت می‌گیرد (Kafi et al., 2009).

شاخص بنیه بذر: نتایج مربوط به اثر پرایمینگ، تنش شوری و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۱) شاخص بنیه بذر با افزایش تنش شوری کاهش یافت. شاخص بنیه بذر در تنش ۴۰ میلی‌مولار در تمام سطوح پیش تیمار به جزء غلظت ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر افزایش قابل توجهی نشان داد و در ادامه تنش در سطح ۱۲۰ میلی‌مولار کاهش یافت. طبق نتایج در غلظت ۰/۲ هورمون اکسین در عدم تنش شوری با میانگین ۱۰۱/۴۹ بیش‌ترین شاخص بنیه بذر مشاهده شد. پرایمینگ بذرها باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیت بذرها به عوامل محیطی می‌گردد. علت این واکنش، افزایش در فعالیت‌های تنفسی، تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین سازی در بذرهای پرایم شده بیان شده است. استقرار سریع‌تر، بنیه بالاتر، توسعه سریع‌تر، گلدهی زودتر و عملکرد بالاتر از پیامدهای پرایمینگ بذرها می‌باشد (Hafeez et al., 2007).

محتوای کلروفیل کل: نتایج مربوط به اثر پرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش آن‌ها در سطح احتمال (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیماری پرایمینگ × تنش شوری بدست آمد حاکی از آن بود که،

بیش‌ترین محتوای کلروفیل کل در شرایط تنش ۴۰ میلی‌مولار با میانگین ۱۱/۴۶ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد و در تنش ۱۲۰ میلی‌مولار مقدار کاهش یافت. علی‌رغم اینکه گیاهان در میزان تحمل به شوری متفاوت می‌باشند، اما شوری در نهایت باعث می‌شود رشد آن‌ها کم شود. این کاهش به‌طور عمده در ارتباط با ظرفیت فتوسنتزی بوده که خود می‌تواند معلوم کاهش در محتوای کلروفیل باشد. مهم‌ترین دلیل این موضوع به ویژه در شرایط تنش شدید، کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در سنتز کلروفیل و تولید آن می‌باشد (Vieria Santos, 2004). اگرچه کلروفیل a در مقایسه با کلروفیل b از تراکم بالاتر در ساختار دستگاه فتوسنتز کننده گیاه برخوردار است اما این رنگدانه نسبت به کلروفیل b در مقابل تنش‌های محیطی به ویژه تنش شوری حساس تر است (Mitra and Banerjee, 2010).

کاروتنوئید: اثر پرایمینگ، تنش شوری و برهم‌کنش آن‌ها بر محتوای کاروتنوئید در سطح احتمال (P<۰/۰۱) معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیماری پرایمینگ × تنش شوری به‌دست آمد حاکی از آن بود که، بیش‌ترین محتوای کاروتنوئید در شرایط عدم تنش و غلظت ۰/۶ میلی‌گرم بر لیتر با میانگین ۵/۰۳ میلی‌گرم بر گرم بدست آمد و در تنش ۱۲۰ میلی‌مولار مقدار آن کاهش یافت. کاروتنوئیدها نقش بسیار مهمی در حفاظت نوری گیاهان در مقابل تنش دارند (Abdul Jaleel et al., 2009). تنش اکسیداتیو ایجاد شده در اثر تنش شوری در بافت‌های گیاهی، توسط فعالیت کاروتنوئیدها در هر سیستم آنزیمی و غیرآنزیمی آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌یابد. کاروتنوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان مؤثر در حفاظت از فرآیندهای فتوشیمیایی و پایداری آن‌ها نقش دارد. بنابراین بالاتر بودن کاروتنوئیدها به گیاه امکان می‌دهد که تنش شوری را بهتر تحمل کند (Abdul Jaleel et al., 2009).

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در این گیاه استفاده از تیمارهای پرایمینگ باعث شد در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی مشاهده نشود. شوری موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. به‌طوری کلی در شرایط تنش، رشد ریشه نسبت به ساقه رشد بیشتری داشت و می‌توان بیان کرد که گیاه با بیشتر کردن رشد ریشه نسبت به ساقه به منظور جذب بیشتر آب در شرایط تنش بهره می‌برد. استفاده از تیمارهای پرایمینگ توانست در بالاترین سطح شوری شاخص‌های جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دهد و این رویداد را می‌توان به نقش میکروارگانیسم‌ها در تولید هورمون‌های رشد برای مقابله با اثر تنش نسبت داد. اکسین‌ها (ایندول استیک اسید) از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی هستند که در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می‌دهند. در آزمایش با استفاده از هورمون اکسین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاه مرزه در مواجه با تنش شوری شد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده کشاورزی و آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد به خاطر فراهم کردن امکانات لازم برای انجام این پژوهش تشکر و قدردانی می‌شود.

Refrences

Ajmal khan, M., Zaher ahmed, M. and hameed, A. 2006. Effect of salt and ascorbic acid on the seed germination of halophytes. Journal of arid environments. 67: 535-540.

Akazawa, T. and Hara-mishimura, I. 1985. Topographic aspects of biosynthesis, extracellular section and intracellular storage of proteins in plant cells. Ann. Rev. Plant physiol. 70: 441-472.

Akhundi, M., Safarnejad, A. and Lahouti, M. 2006. Effect of drought stress on proline accumulation and element changes in Nikshahri, Yazdi and Ranger alfalfa. Agricultural Science Technology and Natural Resources. 8: 174-165.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoxidase in beta vulgaris. Plant physiology, 24(1): 1-15.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005 . Pre sowing seed treatment ashotgun approach to improve germination . Growth and crop yield under saline and none– saline conditions .advances in agronomy .88: 223-265.

Ataei somagh, H., Omidi, H., Aghighi shahverdi, M. and Mohebali, M. 2016. Effect of ga3 and aba on germination indexes of medicinal plant axe weed (*Securigera Securidaca* L.) Under salinity stress. Journal of seed research. 5(4): 21-30. (In persian).

Basra, S.M.A, Afzal, I., Rashid, R.A. and Hameed, A. 2005. Inducing salt tolerance in soybean by seed vigor enhancement techniques. Journal of biotech. Bioch. 1: 173-179.

Beck, E. and Ziegler, P. 1989. Biosynthesis and degradation of starch in higher plants. Annu rev. Plant physiol. Plant mol. Biol. 40: 95-117.

Bocian, S. and holubowicz, R. 2008. Effect of different ways of priming tomato (*Lycopersicon Esculentum* mill.) Seeds on their quality. Polish journal natural sciences. 23(4): 729-739.

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica Napus* L.). Notulae botanicae horti agrobotanici cluj-napoca, 37(2): 7176.

Cavusoglu, K. and kabar, K. 2010. Effects of hydrogen peroxide on the germination and early seedling growth of barley under nacl and high temperature stresses. Eurasian Journal of biosciences. 4: 7079.

Dadras, N., Besharaty, H. and Ketabchy, 2010. Effect of salinity stress induced by nacl on biological fixation in three soybean cultivars, journal of soilresearch. 2: 165-174.

Ezadi darband, A., Mohammadian, M., Yangh, A. and zarghani, H. 2012. The effect of temperature and salinity on germination and growth characteristics of sesame varieties (*Sesamum Indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 335-345. (In Persian)

Fathi Amirkhiz, K., Omidi, H., Heshmati, S. and Jafarzadeh, L. 2011. The effect of accelerators on seed vigor and germination characteristics of Nigella Sativa l under salinity stress. Iranian Journal of Crop Research: 10 (2): 310-299.

Fathi amirkhiz, K., Omidi, H., Heshmati, S. and Jafarzadeh, L. 2012. The effect of catalyst on the vigor and germination properties of the herb nigella (*Nigella Sativa* L.) Under salt stress. Iranian Journal of field crops research, 10: 299-310.

Guan, L. and Scandalios, J.G. 2002. Catalase gene expression in response to auxin-mediated developmental signals, physiologia plantarum, 114,2.

Guzman, M. and olave, J. 2006. Response of growth and biomass production of primed melon seed (*cucumis melon* l.cv. Primal) to germination salinity level and n-forms in nursery. Journal food agricultural environ. 4: 163-165.

Hafeez, F.Y., naeem, F.I., shaheen, N. and Malik, K.A. 2007. Nodulation of sesbania spp. By introduced rhizobia in competition with naturalized strains in different soil types. Pakistan J. of botany, 39(3): 919-929.

Hagighi, R.S. and Milani, M.S. 2009. Osmotic and specific ion effects on the seed germination of isabgol and psyllium. Journal of iranian field crop research. 7(1): 97-104. (In persian).

Imam, Y. and Pirasteh Anousheh, H. 2014. Field and laboratory methods in agricultural sciences, Mashhad University Jihad Publications.

Jaleel, C.A., Manivannan, P.A.R.A.M.A.S.I.V.A.M., wahid, A., Farooq, M., Al-juburi, H.J., Somasundaram, R.A.M.A.M.U.R.T.H.Y. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int. J. Agric. Biol, 11(1): 100-105.

Jouyban, Z. 2012. The Effects of salt stress on plant growth. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences. 2(1): 7-10.

Kafi, M., Borzoei, A., Salehi, M., Kamandi, A., Masoumi, A. and Nabati, C. 2009. Physiology of environmental stresses in plants. Publications University of Mashhad. 502 pages.

Lugtenberg, B., Chin-a-woeng, T. and Bloemberg, G. 2002. Microbe–plant interactions: principles and mechanisms. Antonie van leeuwenhoek. 81: 373-383.

Maguirw, I.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Sci. 2: 176-177.

Mihalilov-krstev, T., Radnovic, D., Kitic, D., Stojanovic-radic, Z. and Zlatkovic, B. 2009. Antimicrobial activity of saturja hortensis l. Essential oil against pathogenic microbial strains. Journal of Biotechnology and Biotechnological equipments. 23(4): 1492-1496.

Mir, M.T., and Khalili, A.N. 2013. Determination of the optimum time of seed harvesting in some wheat cultivars.

Mitra, A. and Banerjee, K. 2010. Pigments of heritiera fomes seedlings under different salinity conditions: perspective sea level rise. Mesopotamian journal of marine Science, 25(1): 1-10.

Ozkalp, B. and Ozcan, M.M. 2009. Antibacterial activity of several concentrations of saturja hortensis l. Essential oil on spoilage food-related microorganisms. World applied science journal, 6(4): 509-514.

Parmoon, Gh. Ebadi, AA., 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).

Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmad, M, and Afzal, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. African Journal of Biotechnology 6: 971975.

Razak, U.N.A.A., Ong, C.B., Yu, T.S. and lau, L.K. 2014. In vitro micropropagation of stevia rebaudiana bertoni in malaysia. Brazilian archives of biology and technology, 57(1): 23-28.

Sivritepe, H.O., Sivritepe, N., Eris, A. and Turhan, E. 2005. The effects of nacl pre-treatment on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. Science horticultural. 106: 568-81.

Tobe, K., Li, M.X. and Omasa, K. 2004. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of haloxylon ammodendron. Seed Science Research 14: 345-353.

Viera santos, C. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, 103(1): 93-99.

Windauer, L., Altuna, A. and Benech-arnold, R. 2007. Hydrotime analysis of lesquerellafendleriseed germination responses to priming treatments.industrial crops and products. 25: 70-74.

Yadav, J., Verma, J.P. and Tiwari, K.N. 2010. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on seed germination and plant growth chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Under in vitro conditions. Biol. Forum-ann. Int. J. 2: 15-18.

Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal Biotechnology. 7(13): 2156-2162.

Yari, L., Aghaalikani, M. and Khazaei, F. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat. Arpn Journal of Agricultural and Biological Science, 5(1): 5-8.

Zeng, J., Chen, A., Li, D., Yi, B. and Wu, W. 2013. Effects of salt stress on the growth, physiological responses, and glycoside contents of stevia rebaudiana bertoni. Journal of Agricultural and food chemistry. 61(24): 5720-5726.