اثر پرایمینگ بذر بر مولفه های جوانه‌زنی گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) تحت شرایط تنش خشکی و شوری

بیژن سعادتیان*[۱]، گودرز احمدوند[۲]، فاطمه سلیمانی[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۳. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۰۹ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۹/۱۵**

چکیده

گیاه مرزه یکی از گیاهان دارویی بومی منطقه همدان به شمار می‌رود. تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نمک نیترات پتاسیم بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر مرزه تحت شرایط تنش خشکی و شوری صورت گرفت. پژوهش به صورت دو آزمایش فاکتوریل مجزا و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل هیدروپرایمینگ با آب مقطر دوبار تقطیر و پرایمینگ با نیترات پتاسیم ٤ درصد (وزنی- حجمی) به مدت ۱۲ ساعت و بدون پرایم (شاهد) بودند. در آزمایش اول سطوح تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ در چهار سطح ۰، ۰/۲-، ۰/٤- و ۰/٦- مگاپاسکال اعمال شد. برای ایجاد شرایط تنش شوری در آزمایش دوم، از نمک کلرید سدیم در چهار غلظت ۰، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار استفاده شد. نتایج نشان داد که هر دو تنش خشکی و شوری اعمال شده اثر منفی و معنی‌داری بر صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه مرزه داشت. تحت شرایط عدم تنش، تیمار هیدروپرایمینگ اثر مثبت و معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت، اما به طور کلی با افزایش سطح هر دو تنش، از میزان اثرات مثبت هیدروپرایمینگ بذر مرزه کاسته شد. در مقابل، بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم از نظر صفات مورد بررسی، برتری معنی‌داری نسبت به بذور هیدروپرایم و شاهد نشان داد.

واژگان کلیدی: پتانسیل اسمزی، هیدروپرایمینگ، کلرید سدیم، مولفه‌های جوانه‌زنی، مرزه، نیترات پتاسیم

مقدمه

جوانه‌زنی بذر به خصوص در زمان مواجهه با تنش‌های محیطی، یکی از بحرانی‌ترین مراحل زندگی گیاه به شمار می‌رود (Yagmur and Kaydan, 2008; Afzal et al., 2008؛ Patade et al., 2009؛ Cavusoglu and Kabar, 2010). به نظر می‌رسد در صورت عبور بذر از مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش، گیاهچه‌های حاصل شانس بیشتری برای ادامه رشد و توسعه داشته و توانایی بالاتری جهت تحمل و غلبه بر شرایط نامساعد محیطی خواهند یافت (Kattimani et al., 1999؛ Ghana and Schillinger, 2003؛ Sivritepe et al., 2005؛ Guzman and Olave, 2006؛ Farhoudi and Sharifzadeh, 2006؛ Mohammadi, 2009).

Email:b.saadatian@gmail.com

یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی شوری است که بیشتر در مناطق خشک و نیمه خشک حادث می‌شود (Shannon and Grieve, 1999؛ Zhu, 2001). افزایش غلظت نمک و در نتیجه شوری حاصل از املاح در غلظت‌های سمی، منجر به کاهش جوانه‌زنی و تاخیر در فرآیندهای آن می‌گردد، آنچنان که ممکن است غلظت‌های بالای نمک باعث توقف کامل این مرحله از رشد شود (Guzman and Olave, 2006؛ Yagmur and Kaydan, 2008؛ Patade et al, 2009؛ Cavusoglu and Kabar, 2010). همچنین تنش شوری جذب و تجمع عناصر ضروری و مورد نیاز گیاه را با ایجاد رقابت توسط یون‌های سدیم و کلر دچار مشکل می‌نماید (Shannon and Grieve, 1999؛ Zhu, 2001).

یکی دیگر از عمده‌ترین عوامل محدود کننده جوانه‌زنی، تنش خشکی است (Demir and Van De Venter, 1999؛ Kaya et al., 2006؛ Patade et al., 2009). از آنجا که آب به عنوان یک محیط مناسب برای انجام فرایندهای آنزیمی به شمار می‌رود، کمبود آب قابل دسترس در مرحله جوانه‌زنی فعالیت‌های بیوشیمایی بذر را تحت تاثیر قرار داده و سبب کاهش یا حتی توقف آنها می‌شود (Yagmur and Kaydan, 2008؛ Patade et al., 2009)

استفاده از تکنیک‌های مناسب برای آماده‌سازی بذر در مقابل شرایط نامطلوب، به عنوان 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 (Sivritepe et al., 2003؛ Sivritepe et al., 2005؛ Guzman and Olave, 2006؛ Bocian and Holubowicz, 2008؛ Yagmur and Kaydan, 2008؛ Cavusoglu and Kabar, 2010). این تکنیک به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد، اما مبانی اصلی همه آنها یکسان است. در طی پرایمینگ فرایندهای اولیه جوانه‌زنی بذر فعال می‌شود، اما مرحله نهایی جوانه‌زنی که همراه با خروج ریشه‌چه است در آن صورت نمی‌گیرد (Bradford, 1986؛ Sivritepe et al., 2003؛ Sivritepe et al., 2005).

در سالیان اخیر محققین بسیاری در زمینه پرایمینگ بذور گیاهانی همچون گندم (*Triticum aestivum* L.) (Ghana and Schillinger, 2003; Bose and Mishra, 1992; Afzal et al., 2008)، جو (*Hordeum vulgare*) (Cavusoglu and Kabar, 2010)، تریتیکاله (*Triticale*) (Yagmur and Kaydan, 2008)، کلزا (*Brassica napus* L.) (Farhoudi and Sharifzadeh, 2006)، آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) (Kaya et al., 2006)، سویا (*Glycine max* L.) (Mohammadi, 2009)، گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* MILL.) (Bocian and Holubowicz, 2008)، نیشکر (*Saccharum officinarum*) (Patade et al., 2009)، هندوانه (*Citrillus lanatus*) (Demir and Van DeVenter, 1999) و خربزه (*Cucumis melon* L.) (Sivritepe et al., 2003؛ Sivritepe et al., 2005؛ Guzman and Olave, 2006) مطالعات مختلفی را انجام داده‌اند. به طور کلی، نتایج حاکی از اثرات سودمند انواع پرایمینگ است، که از میان آنها هالوپرایمینگ (Sivritepe et al., 2003؛ Bocian and Holubowicz, 2008; Sivritepe et al., 2005؛ Patade et al., 2009) و به خصوص استفاده از نمک نیترات پتاسیم (Atia et al., 2009; Bocian and Holubowicz, 2008; Kaya et al., 2006; Kattimani et al., 1999; Demir and Van De Venter, 1999) و هیدروپرایمینگ (Sung and Chiu, 1995؛ Yagmur and Kaydan, 2008؛ Mohammadi, 2009) کاربرد وسیع‌تری دارند و غالب تحقیقات صورت گرفته پیرامون این تکنیک‌هاست.

مرزه گیاهی یکساله و علفی است که دو گونه بسیار مشهور آن، شامل *Satureja hortensis* L. و *Satureja montana* L. به عنوان گیاه دارویی در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Omidbaigi and Hejazi, 2004). باتوجه به اهمیت گیاه زراعی فراموش شده مرزه و مواجهه روزافزون با تنش‌های محیطی به خصوص شوری و خشکی، لزوم مطالعه روش‌های پرایمینگ بذر جهت توسعه کشت و افزایش توانایی آن جهت استقرار در مناطق تنش‌خیز ایران بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

لذا در این تحقیق اثر تیمارهای هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم بر روی مولفه‌های جوانه‌زنی بذور مرزه در شرایط تنش شوری و خشکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی اثرات هیدرو پرایمینگ و پرایمینگ با نمک نیترات پتاسیم بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر مرزه تحت شرایط تنش خشکی و شوری، دو طرح آزمایشگاهی مجزا در بخش تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان در سال ۱۳۸۹ انجام شد. هر دو آزمایش، به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام گرفت. در هر دو آزمایش تیمارهای پرایمینگ شامل سه سطح بدون پرایم (شاهد)، هیدرو پرایمینگ با آب مقطر دوبار تقطیر و پرایمینگ با محلول نیترات پتاسیم ٤ درصد (وزنی- حجمی) بودند. در آزمایش اول، از پلی اتیلن گلایکول ٦۰۰۰ برای اعمال تنش خشکی استفاده شد. تنش خشکی در چهار سطح ۰، ۰/۲-، ۰/٤- و ۰/٦- مگاپاسکال و مطابق با معادله Michel and) (Kaufmann, 1973 تهیه و اعمال گردید. در آزمایش دوم، از نمک کلرید سدیم برای ایجاد تنش شوری استفاده شد. سطوح شوری شامل چهار غلظت ۰، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار بود. جهت تهیه سطح بدون تنش (سطح صفر) از آب مقطر دوبار تقطیر استفاده شد.

بذور مرزه بومی استان همدان از مرکز تحقیقات گیاهان دارویی و باغی همدان تهیه و پس از ضدعفونی با هیپوکلرید سدیم ۱٪ به مدت ۲ دقیقه، دو مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد. سپس بسته به تیمار پرایمینگ، بذرها در کاغذهای صافی آغشته به آب مقطر یا آغشته به محلول ٤ درصد نیترات پتاسیم، به مدت ۱۲ ساعت و در تاریکی مطلق قرار داده شدند. در پایان به مدت یک روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و تاریکی مطلق خشک شدند تا رطوبت بذرها به مقدار اولیه خود برسد.

در هر دو آزمایش، پتری‌دیش‌هایی با قطر دهانه ۹ سانتی‌متر تهیه و در هریک ۵۰ عدد بذر مرزه روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار داده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر از محلول‌های خشکی یا شوری تهیه شده، بسته به تیمار مورد نظر اضافه شد. سطح عدم تنش (تیمار شاهد) برای هر دو آزمایش مشترک بود. در پایان پتریدیش‌ها به داخل ژرمیناتور با دمای۲±۲۰ درجه سانتی-گراد و تاریکی مطلق منتقل گردیدند. شمارش روزانه بذور جوانه‌زده در ساعت معین صورت گرفت. معیار جوانه‌زنی، خروج ۱ میلی‌متر ریشه‌چه از بذر بود (ISTA, 2003). در روز دهم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور جوانه‌زده اندازه‌گیری شد. سپس گیاهچه‌ها به مدت ٤۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و وزن آن‌ها به وسیله ترازوی با دقت یک هزارم گرم اندازه‌گیری شد.

درصد جوانه‌زنی با معادله ۱ و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با معادله ۲ (Ellis and Roberts, 1981) در هر دو طرح محاسبه گردید.

$$MGT = \frac{\sum n.d}{\sum n} \qquad (۱)$$

$$FGP = (\frac{S}{T}) \times 100 \qquad (۲)$$

در فرمول اول، MGT میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، n تعداد بذر جوانه‌زده در روز، d تعداد روز بعد از شروع آزمایش و در فرمول دوم FGP درصد جوانه‌زنی، S تعداد بذور جوانه‌زده در روز پایانی شمارش و T تعداد بذور داخل پتری‌دیش بود. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارهای مختلف در سطوح تنش، از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

اثرات ساده پرایمینگ، تنش خشکی و همچنین اثرات متقابل آنها بر تمامی صفات مورد بررسی معنی‌دار شد (جدول۱). لذا اثرات متقابل صفات مورد ارزیابی قرار گرفت. در شرایط عدم تنش، بذور هیدروپرایم به طور معنی‌داری نسبت به شاهد (بدون پرایم) از درصد جوانه‌زنی نهایی بیشتری برخوردار بودند. اما، اختلاف معنی‌داری از نظر این صفت بین بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم و شاهد وجود نداشت (جدول۲). تحت شرایط تنش خشکی، تفاوت بین تیمارهای پرایمینگ بیشتر شد. به طوری که در فشار اسمزی ۰/۲- مگاپاسکال، جوانه‌زنی نهایی بذور هیدروپرایم و پرایمینگ با نیترات پتاسیم نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰/۵ و ۱٤/۵ درصد بالاتر بود و از این نظر اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نشان داد. هرچند تیمار هیدروپرایمینگ در فشارهای اسمزی منفی تر، اثرات مثبت و معنی‌داری بر صفت درصد جوانه‌زنی نهایی داشت، اما تیمار پرایمینگ با نیترات پتاسیم سبب بهبود بیشتر درصد جوانه‌زنی نهایی بذور مرزه نسبت به تیمار هیدروپرایم شد (جدول ۲).

میانگین مدت زمان کمتر برای جوانه‌زنی بذور گیاهان به عنوان یک صفت مطلوب به شمار می‌رود. میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذور مرزه با افزایش تنش خشکی بیشتر شد. در سطح تنش ۰/۲- مگاپاسکال تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای پرایمینگ از نظر میانگین مدت زمان جوانه‌زنی وجود نداشت، اما در فشارهای ۰/٤- و ۰/٦- مگاپاسکال، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم به طور معنی‌داری کمتر از دو تیمار دیگر بود (جدول۲). تیمار هیدروپرایمینگ تنها در شرایط عدم تنش سبب بهبود معنی‌دار مدت زمان جوانه‌زنی بذور مرزه شد و در سایر سطوح فشار اسمزی، اثر آن نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲).

تنش اسمزی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه گیاهچه‌های مرزه را به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول۲). هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم سبب افزایش معنی‌دار صفات طول ساقه‌چه و ریشه‌چه نسبت به شاهد در هر یک از سطوح تنش شد (جدول۲). اگرچه تفاوت آماری بین دو تیمار هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم در شرایط عدم تنش در دو صفت طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه وجود نداشت. اما در شرایط تنش، پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم اثرات مثبت بیشتری بر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نشان داد. به طوری که در فشار اسمزی ۰/٤- مگاپاسکال، طول ساقه‌چه بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم نسبت به بذور شاهد و هیدروپرایم به ترتیب ۷۳ و ۲۷ درصد برتری داشت و در صفت طول ریشه‌چه نیز این اختلاف به ترتیب به ۲/٦ و ۱/۳ برابر رسید (جدول۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده مرزه تحت تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه
پرایمینگ (P)	۲	۱۹۱۳**	۱/۱٤**	۳٥٤/۱**	۱٤۹**	۱/۹۷**
تنش خشکی (D)	۳	٦۳۹۳**	٤/۳۹**	٥۲۸۲/۸**	۱۱۸۱**	۱۲/۹۳**
P×D	٦	۳۰۷**	۰/۲۱*	۲٦/۷**	۸/۹**	۰/۲۰**
خطا	۳٦	۱٦/٤	۰/۰۸	٤/٤	۱/٦	/۰۱۷
ضریب تغییرات (CV)	–	٦/۱	٦/٥	۷/۹	۹/۲	۱۱/٤

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد است.

جدول ۲. اثر تیمارهای پرایمینگ بذر، بر مولفه‌های جوانه‌زنی گیاه مرزه در سطوح مختلف تنش خشکی

تیمار پرایمینگ	سطوح خشکی (مگاپاسکال)	جوانه‌زنی (درصد)	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)
شاهد	۰	۸۸/۰bc	۳/۹۸۸ef	٤۷/۵۰b	۲۳/۲۵b	۱/۹۲۵b
هیدروپرایمینگ	۰	۹٦/۵a	۳/۵۳۰g	٦۰/۲۵a	۲۹/۵۰a	۲/۹۵۰a
پرایمینگ نیترات پتاسیم	۰	۹۲/۵ab	۳/۷۷۳fg	۵۸/۲۵a	۲۷/۷۵a	۲/۹۰۰a
شاهد	-۰/۲	٦۹/۰f	٤/۳۷۹de	۲۲/۰۰e	۱۰/۰۷e	۰/۷۰۵d
هیدروپرایمینگ	-۰/۲	۷۹/۵de	٤/۲٤٤de	۲۸/۲۵d	۱۵/۵۰d	۱/٤۵۰c
پرایمینگ نیترات پتاسیم	-۰/۲	۸۳/۵cd	٤/۰٦۹ef	۳۳/۲۵c	۱۹/۰۰c	۱/٦۲۵c
شاهد	-۰/٤	٤۱/۰i	٤/۹۸٤bc	۹/۷۵g	٤/۵۵g	۰/۲۷۵fg
هیدروپرایمینگ	-۰/٤	۵۱/۵h	٤/۸۰۵c	۱٦/۲۵f	۸/۲۵f	۰/۵۰۰e
پرایمینگ نیترات پتاسیم	-۰/٤	۷٤/۰ef	٤/۳۱۹de	۱۹/۷۵e	۱۰/۷۵e	۰/۷۲۵d
شاهد	-۰/٦	۲٦/۵k	۵/۵٤۷a	۵/۵۰h	۲/۲۷h	۰/۱۵۰g
هیدروپرایمینگ	-۰/٦	۳۲/۵j	۵/۳۵۵ab	۷/۵۰gh	٤/۷۵g	۰/۳۰۰fg
پرایمینگ نیترات پتاسیم	-۰/٦	٦۱/۵g	٤/٦۰۱cd	۹/۵۰g	٦/۰۰g	۰/٤۵۰ef
LSD 5%	-	۵/۸	۰/٤۱٦	۳/۰۱	۱/۷۸	۰/۱۸۹

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

در بالاترین سطح تنش اسمزی، تیمار هیدروپرایمینگ در صفت طول ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. اما در صفت طول ریشه‌چه، هیدروپرایمینگ برتری معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول۲). تیمار پرایمینگ با نیترات پتاسیم در مقایسه با هیدروپرایمینگ در سطوح ۰/۲- و۰/٤- مگاپاسکال تاثیر معنی‌دار بیشتری بر صفات طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه مرزه داشت. با افزایش سطح تنش تا ۰/٦- مگاپاسکال، اثر مثبت پرایمینگ با نیترات پتاسیم کمتر شد به طوری که تیمار یاد شده با هیدروپرایمینگ از نظر صفات طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه اختلاف آماری نشان نداد.

تنش اسمزی سبب کاهش وزن خشک گیاهچه‌های مرزه شد. در هر یک از سطوح تنش، وزن خشک گیاهچه مرزه تحت تاثیر پرایمینگ بذر نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول۲). به طوری که در شرایط عدم تنش، بذور هیدروپرایم شده و پرایم شده با نیترات پتاسیم از نظر صفت یاد شده نسبت به بذور شاهد به ترتیب ۵۳/۲ و ۵۱ درصد برتری داشتند. با افزایش تنش خشکی اختلاف بین تیمارهای پرایمینگ از نظر صفت وزن خشک گیاهچه بیشتر شد. به طوری که در سطح تنش ۰/٤- مگاپاسکال وزن خشک گیاهچه تیمارهای هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم نسبت به شاهد به ترتیب به ۱/۸ و ۲/٦ برابر رسید (جدول۲). در بالاترین سطح فشار اسمزی، گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم بیشترین وزن خشک را داشتند و از این نظر اختلاف معنی‌داری با بذور شاهد نشان دادند (جدول ۲).

علاوه بر اثرات ساده تیمارهای پرایمینگ و تنش شوری، اثرات متقابل آنها نیز بر صفات درصد جوانه‌زنی نهایی، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه بذور مرزه معنی‌دار بود (جدول ۳). به دلایل معنی‌داری اثرات متقابل، از بررسی اثرات ساده به صورت مجزا اجتناب شد و اثرات متقابل تیمارها مورد بررسی قرار گرفت تا سطح شوری ۵۰ میلی مولار، تیمار هیدروپرایمینگ سبب افزایش معنی‌دار صفت درصد جوانه‌زنی نهایی بذور مرزه نسبت به شاهد شد (جدول ٤). با افزایش تنش شوری از سطح یاد شده، تفاوت معنی‌داری بین بذور هیدروپرایم و شاهد از نظر صفت یاد

شده مشاهده نشد، در حالی که در غلظت‌های ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم، درصد جوانه‌زنی نهایی بذر پرایم شده با نیترات پتاسیم نسبت به شاهد به ترتیب ۱۷/۵ و ۲۱/۵ درصد بیشتر بود و از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول٤). هیدروپرایمینگ بذور مرزه در شرایط عدم تنش باعث کاهش معنی‌دار میانگین مدت زمان جوانه‌زنی نسبت به بذور شاهد شد (جدول ٤). میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم در سطوح شوری صفر و ۵۰ میلی مولار تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان نداد. اما در سطوح بالاتر تنش، اثرات مثبت پرایمینگ با نیترات پتاسیم نسبت به هیدروپرایمینگ بر کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ٤).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده مرزه تحت تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		درصد جوانه‌زنی	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه
پرایمینگ (P)	۲	۷٤٥**	۱/۱۸**	٤۰۰/۸**	۱۲٦**	۱/۷٦**
تنش شوری (S)	۳	۹٦۱۳**	۵/۰۲**	۵۷۰۰/۸**	۱۲۷۹**	۱۳/۵٤**
P×S	٦	۱۱۹**	۰/۲۲**	۲۱/۹**	۱۰۸/۹**	۰/۲٤**
خطا	۳٦	۱۸/٤	۰/۰٤	۲/۵	۱/۳۳	۰/۰۱۷
ضریب تغییرات (CV)	–	۷/٤	٤/٦	٦/٤	۹/۲	۱۲/۲

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد است.

جدول ٤. اثر تیمارهای پرایمینگ بذر، بر مولفه‌های جوانه‌زنی گیاه مرزه در سطوح مختلف تنش شوری

تیمار پرایمینگ	سطوح شوری (میلی‌مولار)	جوانه‌زنی (درصد)	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)
شاهد	۰	۸۸/۰b	۳/۹۹۸ef	٤۷/۵۰b	۲۳/۲۵c	۱/۹۲۵b
هیدروپرایمینگ	۰	۹٦/۵a	۳/۵۳۱g	٦۰/۲۵a	۲۹/۵۰a	۲/۹۵۰a
پرایمینگ نیترات پتاسیم	۰	۹۲/۵ab	۳/۷۷۳fg	۵۸/۲۵a	۲۷/۷۵b	۲/۹۰۰a
شاهد	۵۰	٦۳/۵d	٤/٤۱۵cd	۱٦/۷۵d	۸/۰۰fg	۰/۵۰۰d
هیدروپرایمینگ	۵۰	۷۰/۰c	٤/۲۹۵d	۲۷/۰۰c	۱٤/۲۵e	۱/۳۲۵c
پرایمینگ نیترات پتاسیم	۵۰	۷٤/۰c	٤/۱۸۱de	۲۸/۰۰c	۱٦/۷۵d	۱/۳۷۵c
شاهد	۱۰۰	۳٦/۵f	۵/۳۰۸a	۷/۵۰fg	٤/۲۵Ij	۰/۲۵۰ef
هیدروپرایمینگ	۱۰۰	٤۰/۰f	٤/۹۰۷b	۱۳/۷۵e	٦/۷۵Gh	۰/٤۲۵de
پرایمینگ نیترات پتاسیم	۱۰۰	۵٤/۰e	٤/٤۳۸cd	۱۷/۰۰d	۹/۲۵F	۰/۵۵۰d
شاهد	۱۵۰	۲۰/۵۰g	۵/۵٦۱a	۳/۵۰h	۲/۰۰k	۰/۱۵۰f
هیدروپرایمینگ	۱۵۰	۲۲/۰g	۵/٤۱۵a	٦/۰۰g	۳/۲۵Jk	۰/۲۲۵f
پرایمینگ نیترات پتاسیم	۱۵۰	٤۲/۰f	٤/۷۱۲bc	۹/۰۰f	۵/۲۵Hi	۰/٤۵۰d
LSD 5%	–	٦/۱	۰/۳۰۲	۲/۲۷	۱/٦۵	۱/۸۹۳

در هر ستون تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار طول ساقه‌چه گیاه مرزه شد. طول ساقه‌چه تحت تاثیر تیمارهای پرایمینگ با آب و نیترات پتاسیم قرار گرفت. در هریک از سطوح تنش شوری، طول ساقه‌چه دو تیمار پرایمینگ نسبت به شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ٤). در دو سطح صفر و ۵۰ میلی‌مولار تفاوت آماری از نظر صفت طول ساقه‌چه بین بذور هیدروپرایم و پرایم شده با نیترات پتاسیم مشاهده نشد، اما در دیگر سطوح تنش شوری، پرایمینگ با نیترات پتاسیم نسبت به هیدروپرایمینگ برتری معنی‌داری داشت (جدول ٤).

علیرغم اثر منفی تنش شوری حاصل از نمک کلرید سدیم بر صفت طول ریشه‌چه مرزه، تیمارهای پرایمینگ با نیترات پتاسیم و هیدروپرایمینگ اثر مثبت و معنی‌داری بر صفت یاد شده داشتند (جدول ٤). در هر یک از سطوح تنش شوری، طول ریشه‌چه بذور پرایم شده با نمک نیترات پتاسیم برتری معنی‌داری نسبت به دو تیمار دیگر نشان داد. به غیر از سطح شوری ۱۵۰ میلی مولار، در سایر غلظت‌های نمک طول ریشه‌چه در تیمار هیدروپرایمینگ نسبت به شاهد به طور معنی‌داری بیشتر بود (جدول ٤).

با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم، وزن خشک گیاهچه‌های مرزه در تمامی تیمارهای پرایمینگ بذر کاهش معنی‌داری نشان داد. به طور کلی پرایمینگ بذر سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه در هر یک از سطوح شوری شد (جدول ٤). هر دو تیمار هیدروپرایمینگ و پرایمینگ با نیترات پتاسیم در سطوح شوری صفر و ۵۰ میلی‌مولار، وزن خشک گیاهچه مرزه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دادند، اما از نظر آماری اختلافی با یکدیگر نداشتند (جدول ٤). در سطوح تنش بالاتر، پرایمینگ با نیترات پتاسیم اثر مثبت و معنی‌داری بر صفت یاد شده داشت. به طوری که در ۱۵۰ میلی‌مولار وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم نسبت به تیمارهای هیدروپرایمینگ و شاهد به ترتیب ۱/۵ و ۳ برابر بیشتر بود (جدول ٤).

بحث

تحقیقات بر روی آفتابگردان (Kaya et al., 2006)، هندوانه (Demir and Van De Venter, 1999) و گوجه فرنگی (Bocian and Holubowicz, 2008) حاکی از اثر منفی فشار اسمزی و غلظت‌های نمک بر درصد و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی بذر بود و تیمارهای هیدروپرایمینگ (Demir and Van De Venter, 1999) و پرایمینگ با نیترات پتاسیم (Kaya et al., 2006; Demir and Van De Venter, 1999; Bocian and Holubowicz, 2008) تاثیر مثبت و معنی‌داری بر صفات یاد شده در شرایط تنش داشتند که با نتایج بدست آمده در این تحقیق منطبق بود. در تکنیک پرایمینگ به بذر اجازه داده می‌شود تا آب جذب کرده و فازهای آبنوشی و فعالیت‌های بیوشیمیایی در بذر انجام شود، اما بذر وارد فاز سوم و خروج ریشه‌چه نگردد (Bradford, 1986). از این رو به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی و سمیت عناصر در تنش شوری (مانند سدیم و کلر)، پیش افتادن فعالیت‌های بذر برای جوانه‌زنی موجب کاهش مدت زمان رویارویی با عوامل محدودکننده یاد شده گردیده و بذر به علت آمادگی بیشتر برای خروج ریشه‌چه، کمتر تحت تاثیر تنش قرار خواهد گرفت و جوانه‌زنی آن با سرعت بیشتری انجام خواهد شد و همین عامل بر درصد بذور جوانه‌زده نیز می‌تواند تاثیر مثبت داشته باشد. مشاهدات نشان داده که میانگین زمان جوانه‌زنی بذور هیدروپرایم شده بدون تغییر در جذب آب تسریع پیدا خواهد کرد (Sung and Chiu, 1995). محققین معتقدند که توانایی بالاتر جذب آب در بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده به علت تاثیر مثبت پرایمینگ بذر بر میانگین زمان جوانه‌زنی است (Ghana and Schillinger, 2003). همچنین تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده را می‌توان توسط افزایش سرعت تقسیم سلولی (Bose and Mishra, 1992) و تحریک برخی فعالیت‌های متابولیکی درگیر در فاز اولیه

جوانه‌زنی بذر توجیه نمود (Taylor and Harman, 1990؛ Bradford, 1986). به نظر می‌رسد که هرچه تنش شدیدتر گردد، اثرات مثبت پرایمینگ بذر بر درصد و مدت زمان جوانه‌زنی بذر افزایش خواهد یافت (Demir and Van De Venter, 1999؛ Kaya et al, 2006؛ Yagmur and Kaydan, 2008). همچنین برای موفقیت پرایمینگ بذر، کاربرد غلظت‌های مناسب نمک‌ها بسیار تعیین کننده است (Atia et al., 2009).

در آزمایشات انجام شده، پرایمینگ بذر با آب و نیترات پتاسیم طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌های بذور جوانه‌زده در گیاهان مختلف را تحت شرایط تنش‌های اسمزی، دما و شوری افزایش داده است (Demir and Van De Venter, 1999; Yagmur and Kaydan, 2008; Kattimani et al., 1999; Kaya et al, 2006; Guzman and Olave, 2006) که مشابه نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر بود. احتمالا تاثیر مثبت پرایمینگ بر سرعت جوانه‌زنی بذر، یکی از عوامل موثر بر استفاده بیشتر و سریعتر گیاهچه از عوامل رشد بوده و سبب افزایش توسعه طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش خواهد شد. همچنین فعالیت‌های متابولیکی انجام شده طی فرایند پرایمینگ، تولید ترکیباتی مانند آنتی اکسیدان‌ها را در پی دارد که نقش مهمی در کاهش اثرات تنش و رشد بهتر گیاهچه خواهند داشت (Afzal et al., 2008).

مطالعه اثرات تیمارهای پرایمینگ بذر سویا نشان داد که، بیشترین وزن خشک گیاهچه در میان تیمارهای مورد بررسی متعلق به گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم بود. همچنین تاثیر مثبت این تیمار در مراحل مختلف رشد گیاه زراعی بر وزن خشک و عملکرد معنی‌دار بود (Mohammadi, 2009). نتایج بررسی دیگر مبین کاهش اثرات منفی تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ترتیکاله از طریق پرایمینگ بذر بود. به طوری که تیمارهای هیدروپرایمینگ و هالوپرایمینگ در شرایط تنش شوری، رشد گیاهچه‌ها را نسبت به شاهد افزایش داد (Yagmur and Kaydan, 2008). همچنین محققین دریافتند که بذور پرایم شده با محلول‌های نیترات در مقایسه با بذور پرایم نشده، گیاهچه‌هایی با ویگور بالا تولید کرده و تجمع ماده خشک در آنها بیشتر بود (Kattimani et al., 1999). در تحقیقی دیگر، هرچند وزن خشک گیاهچه‌های خربزه در نتیجه افزایش غلظت نمک کلرید سدیم کاهش یافت. اما پرایمینگ بذر با نمک کلرید سدیم منجر به افزایش تحمل به شوری در گیاهچه‌ها شد، آنچنان که تحت تنش شوری وزن خشک گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده بیشتر بود (Sivritepe et al., 2003). تمامی یافته‌های فوق، اثر مثبت پرایمینگ بذر مرزه را تایید می‌نماید. به نظر می‌رسد که نقش پرایمینگ در افزایش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش، موجب بهبود وزن خشک گیاهچه‌های بذور پرایم شده مرزه نسبت به شاهد شده است. تحمل به تنش‌های شوری و خشکی القاء شده توسط پرایمینگ بذر علاوه بر افزایش متابولیسم ذخایر، مقادیر یون پتاسیم و کلسیم را بالا برده و تجمع یون سدیم را در گیاه کاهش خواهد داد (Afzal et al., 2008). همچنین افزایش تحمل به شوری گیاهان به دست آمده از بذور پرایم شده، با ظرفیت بالای تعادل اسمزی و حفظ هومئوستازی یونی از طریق بالا بردن تجمع پتاسیم و کلسیم مرتبط است (Farhoudi and Sharifzadeh, 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

درصد جوانه‌زنی نهایی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه مرزه در شرایط تنش خشکی و شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. همچنین صفت میانگین مدت زمان جوانه‌زنی با افزایش سطح هر دو تنش اعمال شده افزایش معنی‌داری نشان داد. تحت شرایط عدم تنش، تیمار هیدروپرایمینگ اثر مثبت و معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشت، اما به طور کلی با افزایش سطح هر دو تنش خشکی و شوری، بذور پرایم شده با نیترات پتاسیم از نظر صفات مورد بررسی برتری معنی‌داری نسبت به بذور هیدروپرایم و بدون پرایم نشان دادند. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد

که تحت شرایط تنش، پرایمینگ بذر با کاهش میانگین مدت زمان جوانه‌زنی موجب شده تا گیاهچه‌های حاصل از نظر صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک، دارای برتری معنی‌داری نسبت به بذور شاهد باشند. همچنین احتمالاً القاء آنزیم‌های مورد نیاز برای مواجهه با شرایط تنش در اثر پرایمینگ بذر با نمک نیترات پتاسیم سبب بروز مقاومت بیشتر در گیاهچه‌های حاصل در هر دو تنش خشکی و شوری شده است. می‌توان بیان داشت که تحت شرایط عدم تنش و تنش‌های پایین، تیمار هیدروپرایمینگ گزینه‌ای مناسب برای بهبود مولفه‌های جوانه‌زنی بذر مرزه خواهد بود و در سطوح تنش شوری و خشکی بالا، کاربرد تیمار پرایمینگ با غلظت مناسب نمک نیترات پتاسیم مطلوب‌تر است.

References

Afzal, I., Rauf, S., Basra, S.M.A. and Murtaza, G. 2008. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environ. 54(9): 382-388.

Atia, A., Debez, A., Barhoumi, Z., Smaoui, A. and Abdelly, Ch. 2009. ABA, GA3, and nitrate may control seed germination of *Crithmum maritimum* (Apiaceae) under saline conditions. C. R. Biologies. 332: 704-710.

Bocian, S. and Holubowicz, R. 2008. Effect of different ways of priming tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seeds on their quality. Pol. J. Natural Sci. 23(4): 729-739.

Bose, B. and Mishra, T. 1992. Response of wheat seed to pre sowing seed treatments with Mg (NO_3). Ann. Agric. Res. 13: 132-136.

Bradford, K.J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hor. Sci. 21: 1105-1112.

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 J. BioSci. 4: 70-79.

Demir, I. and Van De Venter, H.A. 1999. The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrillus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai) seeds under temperature and osmotic stress. Seed Sci. Technol. 27: 871-875.

Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

Farhoudi, R., and Sharifzadeh, F. 2006. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) seedlings grown under saline conditions. Indian J. Crop Sci. 1 (1–2): 74-78.

Ghana, S.G. and Schillinger, W.F. 2003. Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Sci. 43: 2135-2141.

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. J. Food Agric. Environ. 4: 163-165.

ISTA., 2003. International Seed Testing Association. ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd ed.

Kattimani, K.N., Reddy, Y.N. and Rajeswar Rao, B. 1999. Effect of pre-sowing seed treatment on germination, seedling emergence, seedling vigoure and root yield of Ashwagandha (*Withania somnifera* Daunal.). Seed Sci. Technol. 27: 483-488.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cıkılı, Y. and Kolsarıcı, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annus* L.). Europ. J. Agronomy. 24: 291-295.

Michel, B. and Kaufmann, E. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51: 914-916.

Mohammadi, G.R. 2009. The effect of seed priming on plant traits of late-spring seeded soybean (*Glycine max* L.). American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 5(3): 322-326.

Omidbaigi, R. and Hejazi, M. 2004. Essential oil content and composition of Satureja hortensis of two different origins. J. Ess. Oil Bear. Plants. 7 (2): 175–178.

Patade, V.Y., Bhargava, S. and Suprasanna, P. 2009. Halopriming imparts tolerance to salt and PEG induced drought stress in Sugarcane. Agric Ecosys. Environ. 134: 24-28.

Shannon, M.C. and Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Sci Hortic. 78: 5-38.

Sivritepe, N., Sivritepe, HO. and Eris, A. 2003. The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. Sci Hortic. 97: 229-37.

Sivritepe, HO., Sivritepe, N., Eris, A. and Turhan, E. 2005. The effects of NaCl pre-treatment on salt tolerance of melons grown under long-term salinity. Sci Hortic. 106: 568-81.

Sung, J.M. and Chiu, K.Y. 1995. Hydration effects on seedling emergence strength of watermelon seed differing in ploidy. Plant Sci. 110: 21-26.

Taylor, A.G. and Harman, G.E. 1990. Concepts and technologies of selected seed treatments. Ann. Rev. Phytopathol. 28: 321-339.

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. Afric. J. Biotechnol. 7 (13): 2156-2162.

Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance trends. Plant Sci. 6: 66-72.