

اثرات اسموپرایمینگ بذر در دماهای مختلف، بر سبزشدن، رشد گیاهچه و درصد اسانس مرزه خوزستانی (*Satureja Khuzestanica Jamzad*) تحت تنش خشکی

حمید رضا عیسوند^{۱*} و اصغر شرفی^۲

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

چکیده

گونه‌های متعددی از جنس مرزه (*Satureja*) در مناطق مختلف ایران رویش دارند. در بخش‌های زیادی از کشور، تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل نامساعد برای استقرار و رشد گیاهان محسوب می‌شود. جوانه‌زنی و سبزشدن در اغلب گیاهان تحت تاثیر تنش‌های محیطی از جمله خشکی قرار گرفته و دچار اختلال می‌شود. یکی از راههای بهبود قدرت بذر و گیاهچه برای مقابله با شرایط تنش، پرایم کردن بذر بایکی از روشهای پرایمینگ و متناسب با تنش مربوطه است. این تحقیق به منظور بررسی تاثیر هیدرو و اسموپرایمینگ در دماهای مختلف برای بهبود نمود بذر و گیاهچه مرزه خوزستانی تحت تنش خشکی، انجام شد. آزمایش گلخانه‌ای و به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و سه فاکتور اجرا شد. فاکتور اول شامل دو سطح تنش خشکی (۰.۲۵٪ و ۰.۵۰٪ ظرفیت زراعی) به همراه شاهد (۰.۷۵٪ ظرفیت زراعی)، فاکتور دوم، سه سطح پرایمینگ (صفر، ۴- و ۸- بار با استفاده از PEG6000) و فاکتور سوم شامل دو سطح دمای پرایمینگ (۱۵ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد) بود. با افزایش سطح تنش خشکی، صفاتی نظیر درصد و سرعت، وزن تر و خشک گیاهچه، طول گیاهچه، شاخص بنیه و شاخص سطح برگ کاهش یافت اما درصد اسانس و طول ریشه افزایش یافت. اثر متقابل تنش خشکی و پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ بر درصد و سرعت سبزشدن و شاخص بنیه معنی‌دار بود و همچنین اثر متقابل دمای پرایمینگ و پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ نیز بر صفات درصد و سرعت سبزشدن، شاخص بنیه و وزن خشک بخش هوایی معنی‌دار بود. تیمار هیدروپرایمینگ در دمای ۱۵°C بیشترین اثر مثبت را بر درصد و سرعت سبزشدن، وزن خشک و تر گیاهچه، طول گیاهچه و ریشه، شاخص سطح برگ و شاخص بنیه داشت. در کل اثر مثبت پرایمینگ بر شاخص‌های کیفی بذر در حالتی که بذر در دمای پایین‌تر (۱۵°C) پرایم شده بودند بارزتر بود.

کلمات کلیدی: گیاهان دارویی، سبزشدن، تیمارهای بهبود دهنده بذر، مرزه.

مقدمه

ساله و چند ساله می‌باشد که نه گونه آن انحصاری هستند. یکی از گونه‌های انحصاری، مرزه خوزستانی (*Satureja Khuzestanica Jamzad*) است. گونه‌های این جنس بیشتر در دامنه‌های کوهستانی مناطق شمال، شمال غربی، شمال شرقی، مرکزی و جنوب ایران پراکندگی دارند (Rechinger, 2005; Sefidkon, 1982). استقرار گیاهچه مرحله‌ای حساس در فرآیند

جنس مرزه با نام علمی *Satureja* متعلق به تیره نعناعیان^۱، اغلب در مناطق مدیترانه‌ای پراکنش دارد. این جنس در ایران دارای ۱۴ گونه گیاه علفی یک

1 - Lamiaceae

*نویسنده مسئول: حمیدرضا عیسوند، نشانی: لرستان، خرم‌آباد، کیلومتر ۵ جاده تهران - دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح

نباتات، کدپستی ۶۸۱۵۱-۴۴۳۱۶

E-mail: eisvand.hr@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۰۱

تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۰۳/۰۶

افزایش عملکرد در گیاهان شده است (Harris *et al.*, 2001). امروزه اهمیت گیاهان دارویی بر کسی پوشیده نیست و خوشبختانه کشورمان به لحاظ تنوع گونه ای بالا، این امکان را فراهم آورده تا بتوان از گیاهان دارویی به عنوان یکی از پتانسیلهای توسعه اقتصادی، بهره برد. در صورتی که این گیاهان بخوبی مورد مطالعه قرار گرفته و امکان کشت و کار وسیع آنها در مناطق کم آب نیز فراهم شود (بخش اعظم کشور جز مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شوند) امکان ایجاد اشتغال و درآمدزایی در کشور با استفاده از این گیاهان در مناطق نامساعد (خشک یا شور) نیز فراهم خواهد شد. در این تحقیق سعی شد تا ضمن بررسی اثرات هیدرو و اسموپرایمینگ بر جوانه زنی مرزه خوزستانی تحت تنش خشکی، اثر دمای پرایمینگ نیز مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل سطوح پرایمینگ (۰، ۴- و ۸- بار)، سطوح دمای پرایمینگ (۱۵ و ۲۵ درجه سانتی گراد) و سطوح تنش خشکی (۷۵٪) (بعنوان شاهد)، ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی) بودند. برای محاسبه مقدار PEG مورد نیاز در تهیه محلول های پرایمینگ از فرمول میشل و کافمن استفاده شد (Michel and Kaufmann, 1973). بذرها از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تهیه گردید. قبل از شروع آزمایش، قوه نامیه آنها با استفاده از محلول ترازولیوم (۱ درصد)، ۸۴ درصد برآورد شد. دو سری محلول پرایمینگ با پتانسیل

تولید محصولات گیاهی است. یکنواختی و میزان درصد سبز شدن بذرها در کشت مستقیم می تواند تاثیر زیادی بر عملکرد و کیفیت تولید داشته باشد. به دلیل عدم امکان کنترل عوامل محیطی در شرایط مزرعه به ویژه ناهمگونی خاک، در بررسی حاضر انجام تحقیقات آزمایشگاهی و گلخانه در زمینه تنش خشکی نیز مورد توجه قرار گرفت. آب یکی از عوامل اصلی فعال کننده فرایند جوانه زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک کاهش می یابد. پتانسیل آب محیط، تاثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه جوانه زنی بذر دارد (Rahimian *et al.*, 1991). پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذرها پیش از قرارگرفتن در بستر اصلی و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه زنی را به دست می آورند؛ ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده، از خروج ریشه چه ممانعت به عمل می آید. در میان روش های پرایمینگ، اسموپرایمینگ اهمیت بسزایی دارد. در این روش آب بصورت کنترل شده و با استفاده از موادی همچون پلی اتیلن گلیکول (PEG) و پتاسیم نترات (KNO_3) و غیره در اختیار بذر قرار می دهند (Muhyaddin and Wiebe, 1989).

گزارش های مختلف حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی و سبز شدن بذر می گردد (Akram-Ghaderi *et al.*, 2008; Demir Kaya *et al.*, 2006; Murungu *et al.*, 2003). این تکنیک باعث افزایش جوانه زنی بذرها در دامنه ای از شرایط محیطی تنش زا از قبیل تنش شوری، خشکی و دما می شود (Ashraf and Foolad 2005; Demir Kaya *et al.*, 2006; Soltani *et al.*, 2008) پرایمینگ همچنین باعث

می‌شدند. پس از اتمام زمان پرایمینگ بذرها از محلولها خارج و محتوی رطوبتی آنها از طریق خشک کردن در دمای اتاق به حدود ۸ تا ۹ درصد کاهش داده شد.

از خاک مزرعه برای پرکردن گلدانها استفاده شد. مشخصات این خاک در جدول شماره ۱ آمده است. خاک به نسبت سه به یک با خاک برگ مخلوط شد. برای هر واحد آزمایشی دو گلدان با قطر ۱۵ سانتی متر و ارتفاع ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد.

صفر، ۴- و ۸- بار تهیه شد. انتخاب این سطوح از پتانسیل براساس آزمایش مقدماتی صورت گرفت که در آن مشخص شد سطح بذر در مواجهه با رطوبت ژلاتینی می شود لذا پتانسیل اسمزی پرایمینگ خیلی منفی در نظر گرفته نشد و در ضمن تا پنج روز در پتانسیل صفر بار جوانه نزدند. بعد از قرار دادن بذرها درون محلولها، یکسری از آنها به انکوباتور با دمای ۱۵ °C و سری دوم به انکوباتور با دمای ۲۵ °C منتقل و به مدت پنج روز نگهداری شدند. محلولهای پرایمینگ بصورت روزانه و با همزن شیشه‌ای همزده

جدول ۱- بافت و مشخصات فیزیکی شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان ها

Table 1. Texture and physicochemical characteristics of soil used in the experiment.

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (mmohs/cm) EC	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (ppm)	فسفر P(ppm)	بافت خاک Soil texture	درصد ماده آلی Organic matter percent
7.9	0.62	0.09	215	4.6	Silt clay	1.01

شد ولی برای سایر تیمارها دو روز یکبار میزان آب محاسبه شده و اضافه می شد. در هر گلدان ۲۵ بذر کشت شد.

=وضعیت آب گلدان نسبت به ظرفیت زراعی

$$100 \times \text{میزان آب موجود در گلدان قبل از آبیاری (گرم)}$$

$$\text{میزان آب موجود در گلدان در حد ظرفیت زراعی (گرم)}$$

در طی آزمایش، صفاتی نظیر درصد و سرعت سبز شدن، شاخص بنیه، طول ریشه، ساقه و گیاهچه، وزن تر و وزن خشک گیاهچه و شاخص سطح برگ در مرحله اولیه گیاهچه ای (۱۵ روز پس از سبز شدن) و درصد اسانس در مرحله شروع گلدهی اندازه گیری شد. نمونه‌های گیاهی قبل از اسانس گیری خرد شده و سپس عملیات آزمایشگاهی بر روی آن انجام گرفت. روش استفاده شده برای استخراج اسانس در این تحقیق تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر بود. عمل اسانس گیری به مدت ۳ ساعت ادامه یافته و مایع

قبل از کاشت، ابتدا خاک خشک گلدان های هر تیمار وزن گردید. گلدان ها آبیاری و پس از خروج آب ثقلی دوباره توزین شدند، اختلاف وزن حاصل، نشان دهنده وزن آب موجود در گلدان در حد ظرفیت زراعی^۱ است. بر همین اساس در هر نوبت آبیاری قبل از افزودن آب، گلدان ها توزین می شدند تا وضعیت میزان آب موجود در خاک در مقایسه با ظرفیت زراعی مشخص شده (فرمول زیر) و متناسب با تیمار مربوطه (۷۵٪، ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی) میزان آب لازم محاسبه و به آنها اضافه شود. از زمان کاشت تا پایان سبز شدن گیاهچه ها (عدم افزایش ظهور گیاهچه در سه شمارش متوالی) برای تیمار شاهد همه روزه میزان آب تعیین شده محاسبه و اضافه

1 - Field capacity

شدن معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین درصد سبز شدن از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی بدست آمد و به تدریج با افزایش تنش خشکی و کاهش آب از ظرفیت زراعی، درصد سبز شدن کاهش یافت (جدول ۴). بذرهایی که در دمای ۱۵ °C پرایم شده بودند درصد سبز شدن بیشتری نسبت به بذرهایی پرایم شده در دمای ۲۵ °C داشتند (شکل ۱-الف).

بررسی اثرات متقابل تنش خشکی × پرایمینگ نشان داد که بیشینه (۷۵/۸۳ درصد) و کمینه (۲۱/۲۴ درصد) درصد سبز شدن به ترتیب مربوط به بذرهایی هیدروپرایم شده‌ی کشت شده در تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی و بذرهایی اسموپرایم شده‌ی (۸- بار) کشت شده در تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی بودند (شکل ۱-ب). بهادری و جوانبخت (Bahadori and Javanbakht, 2006) نیز نشان دادند که پیش تیمار بذر زیره (*Bunium persicum*) با پلی اتیلن گلاکول تاثیری بر میزان سبز شدن و کیفیت بذر آن ندارد. در بین تیمارهای پرایمینگ نیز بیشترین درصد سبز شدن مربوط به هیدروپرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد (۶۴/۱۵ درصد) و پایین‌ترین آن مربوط به بذرهایی اسموپرایم شده در ۸- بار در دمای ۲۵°C بود.

روغنی بدست آمده توسط سولفات سدیم خشک شد. بدین ترتیب میزان اسانس مشخص شد. با استفاده از فرمولهای زیر، سرعت سبز شدن و شاخص بنیه محاسبه گردید:

فرمول سرعت سبز شدن (Agrawal, 2004):

$$\text{سرعت جوانه زنی} = \sum_{i=1}^j \frac{n_i}{D_i}$$

n_i تعداد گیاهچه سبز شده در روز i ام و D_i تعداد روز پس از کاشت

$$\text{درصد جوانه زنی} \times \text{میانگین طول گیاهچه (mm)} = \frac{\text{شاخص بنیه}}{100}$$

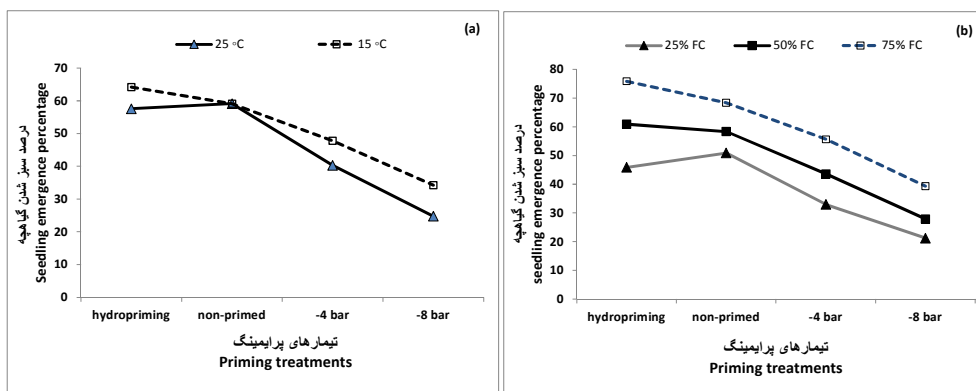
(Abdul-baki and Anderson, 1973).

تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس آزمایش فاکتوریل (سه فاکتوره) در قالب طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. داده‌های درصد سبز شدن با استفاده از روش زاویه ای تبدیل شدند. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد و گرافها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن

اثرات تنش خشکی، پرایمینگ و دمای پرایمینگ و همچنین اثر متقابل تنش خشکی × پرایمینگ و اثر متقابل دمای پرایمینگ × پرایمینگ بر درصد سبز



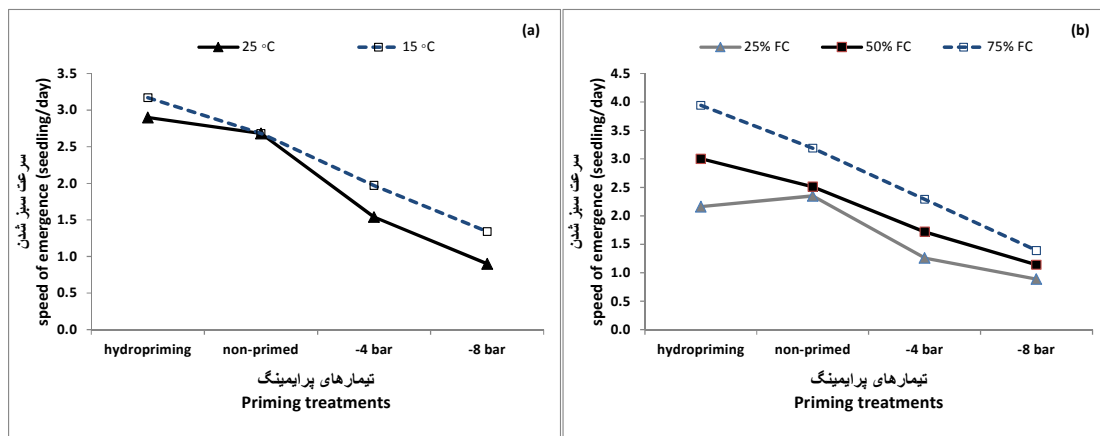
شکل ۱- اثر متقابل پتانسیل پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ (a) و اثر متقابل پتانسیل اسمزی پرایمینگ و تنش خشکی (b) بر درصد سبز شدن مرزه خوزستانی

Fig. 1. Interaction of priming osmotic potential with priming temperature (a) and Interaction of priming osmotic potential with drought (b) on emergence percentage of *S. Khuzestanica*.

سرعت سبز شدن

سرعت سبز شدن بطور معنی داری تحت تاثیر تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ قرار گرفت. همچنین اثر متقابل تنش خشکی و پتانسیل اسمزی پرایمینگ و اثر متقابل پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ برای این صفت معنی دار بودند (جدول ۲). بالاترین سرعت سبز شدن (۳/۹۴ بذر سبز شده در روز) از بذرهای هیدروپرایم شده در ۷۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین سرعت سبز شدن (۰/۸۹ بذر سبز شده در روز) از بذرهای اسموپرایم شده در محلول ۸- بار و کشت شده در ۲۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (شکل ۲-الف). مقایسه تیمارهای پرایمینگ نشان داد هیدروپرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد از نظر افزایش سرعت سبز شدن گیاهچه نسبت به سایر

تیمارهای پرایمینگ برتر بوده است. کندترین سبز شدن مربوط به تیمار پرایمینگ ۸- بار در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بود (شکل ۲-ب). تنش خشکی بر خصوصیات جوانه زنی از جمله میانگین سرعت جوانه زنی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) اثر معنی دار داشت و با افزایش تنش خشکی، سرعت جوانه زنی کاهش یافت (Barzgar, 2009). هیدرو پرایمینگ سبب بهبود سرعت جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی بذرهای تحت شرایط تنش شوری شد. به علاوه هیدروپرایمینگ سبب افزایش جوانه زنی شد (Srinivasan et al., 1999). گزارش شده است که هیدروپرایمینگ سبب افزایش سرعت و درصد جوانه زنی قهوه شد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Lima, et al., 2003).



شکل ۲- اثر متقابل پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ (a) و اثر متقابل تنش خشکی و پتانسیل پرایمینگ (b) بر سرعت سبز شدن گیاهچه مرزه خوزستانی.

Fig. 2. Interaction of priming osmotic potential with priming temperature (a) and Interaction of priming osmotic potential with drought (b) on speed of seedling emergence of *S. Khuzestanica*.

ارتفاع گیاهچه

اثرات تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ، دمای پرایمینگ و اثر متقابل پتانسیل اسمزی

پرایمینگ و دمای پرایمینگ بر ارتفاع گیاهچه معنی دار بود (جدول ۲). میانگین بلندترین گیاهچه ها (۵۸/۵۶ میلی متر) مربوط به تیمار ۷۵٪ ظرفیت

زراعی و کوتاه‌ترین گیاهچه‌ها مربوط به تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی (۵۱/۱۷ میلی‌متر) بود و با افزایش تنش خشکی از ارتفاع گیاهچه کاسته شد (جدول ۴). از علل کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین گزارش شده است (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). حسینی و رضوانی مقدم (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006) با بررسی بر روی گیاه اسفرزه متوجه شدند که با افزایش تنش شوری و خشکی به طور معنی‌داری از طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاسته شده است.

هیدروپرایمینگ در مقایسه با اسموپرایمینگ، و دمای پرایمینگ 15°C در مقایسه با 25°C ، از نظر تحریک رشد طولی بخش هوایی گیاهچه برتر بودند (جدول ۵ و ۶). کاور (۲۰۰۲) نشان داد که هیدروپرایمینگ (به مدت ۲۴ ساعت) و اسموپرایمینگ با مانیتول (۴٪) در بذر نخود باعث طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش وزن خشک و وزن تر گیاهچه در مقایسه با بذرهای پرایم نشده، شد (Kaur, 2002). بهادری و جوان بخت (۱۳۸۵) در بررسی اثر تیمارهای پیش‌رویشی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های زیره سیاه (*Bunium persicum* L.) نشان دادند که بیشترین طول گیاهچه مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ است که با نتایج این آزمایش همخوانی دارد. احتمالاً افزایش طول گیاهچه در تیمار هیدروپرایمینگ به دلیل افزایش در فعالیت تنفسی و در نتیجه تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین‌سازی در بذرهای هیدروپرایم شده است (Chojnowski and Come, 1997).

طول ریشه

اثرات تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ بر طول ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار

بودند و اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). بالاترین طول ریشه از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی (۱۰۳/۴ میلی‌متر) و کمترین طول ریشه از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی (۹۲/۰۸ میلی‌متر) به دست آمد (جدول ۴). بیشترین طول ریشه از تیمار هیدروپرایمینگ و پایین‌ترین از تیمار ۸- بار به دست آمد البته بین ۴- و ۸- بار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۵). دمای پرایمینگ نیز تاثیر معنی‌داری بر طول ریشه داشت و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد طول ریشه بیشتر بود (جدول ۶). نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی بر طول ریشه افزوده شده است که این احتمالاً به خاطر فعال بودن ریشه در شرایط تنش خشکی و جستجو به دنبال آب باشد. چراکه یکی از مکانیزم‌های مقابله با خشکی تقویت سیستم ریشه است (کافی و همکاران، ۱۳۸۴). کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه) می‌شود. گیاه مرزه در شرایط تنش از تعداد انشعابات و همچنین قطر ریشه‌ها کاست و بیشتر در رشد طولی ریشه سرمایه‌گذاری کرد. هیدروپرایمینگ (به مدت ۲۴ ساعت) و اسموپرایمینگ با مانیتول (۴٪) در بذر نخود باعث طویل شدن ریشه‌چه و ساقه‌چه و افزایش وزن خشک و وزن تر گیاهچه در مقایسه با بذرها پرایم نشده، شد (Kaur, 2002). در طی یک مطالعه دیگر طول ریشه بذری در خیار و فلفل در اثر هیدروپرایمینگ به طور معنی‌داری افزایش یافت (Sanchez et al., 2001). همچنین آرتولا و همکاران نیز به اثر مثبت هیدروپرایمینگ بر روی ویگور ریشه بذر لوتوس (*Lotus corniculatus* L.) اشاره کردند (Artola et al., 2003) که این با نتایج این بررسی همخوانی دارد.

درصد اسانس

اسموپرایمینگ ۸- بار به دست آمد. وقتی بذرها در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد پرایم شدند میزان درصد اسانس بالاتراز پرایمینگ در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد بود (جدول ۶). مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد اسانس از تیمار (۲۵٪ ظرفیت زراعی و تیمار هیدروپرایمینگ) به میزان (۳/۱۷ درصد) و کمترین درصد اسانس از تیمار (۷۵٪ ظرفیت زراعی و پرایمینگ در ۸- بار) به دست آمد (شکل ۳- الف).

اثرات تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ در سطح ۱٪ بر درصد اسانس معنی دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین درصد اسانس از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین درصد اسانس از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۴). همچنین بالاترین درصد اسانس (۲/۹ درصد) از تیمار هیدروپرایمینگ و کمترین درصد اسانس (۲/۳ درصد) از تیمار

جدول ۲- میانگین مربعات جدول تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه مرزه خوزستانی

Table 2. Mean squares of ANOVA table for some traits of *S. khuzestanica*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	ارتفاع گیاهچه	طول ریشه	درصد اسانس
S. O.V	Df	Emergence Percent	Emergence rate	Plant height	Root Length	Essential oil
تکرار						
Replication	3	393.72**	0.15 ^{ns}	144.04**	105.15*	0.33**
خشکی						
Drought (A)	2	3907.47**	8.66**	437.94**	1037.41**	1.31**
پتانسیل پرایمینگ						
Priming potential (B)	3	5179.16**	17.95**	1010.43**	1105.58**	0.85**
B × A	6	69.50**	0.62**	7.80 ^{ns}	54.14 ^{ns}	0.02 ^{ns}
دمای پرایمینگ						
Priming temperature (C)	1	831.26**	1.85**	250.35**	492.40**	0.16**
C × A	2	2.14 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.84 ^{ns}	3.04 ^{ns}	0.004 ^{ns}
B × C	3	101.33**	0.23*	51.01**	60.97 ^{ns}	0.042 ^{ns}
C × B × A	6	3.75 ^{ns}	0.02 ^{ns}	2.34 ^{ns}	4.94 ^{ns}	0.010 ^{ns}
Error	69	19.33	0.08	7.29	27.64	0.20
Total	95					
CV (%)		9.09	12.78	4.91	5.39	5.22

**، *؛ به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و ns نشان دهنده عدم معنی داری.

*, Statistically significant at 0.01 and 0.05 level respectively; ns means non significant. **, *

دفعات آبیاری تا ۱۲ روز یکبار درصد اسانس گیاه بدون توجه به زمان مصرف کود افزایش پیدا کرد. محققین در بررسی گیاه دارویی بابونه آلمانی تحت چهار سطح آبیاری (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) نشان دادند که بیشترین

امینی دهقی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که با تنش خشکی میزان تیمول و پرولین آویشن افزایش می یابد (۱). میر شکاری و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی رژیم های آبیاری (۶، ۱۲ و ۱۸ روز یکبار) و کود نیتروژنه به این نتیجه رسیدند که با کاهش تعداد

وزن خشک (۱۱۶/۶ میلی گرم) از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۴). بالاترین وزن خشک از تیمار هیدروپرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین وزن خشک از تیمار پرایمینگ در ۸- بار و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دست آمد (شکل ۳-ب). نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی از میزان وزن خشک کاسته شده و تیمار هیدروپرایمینگ دارای بالاترین وزن خشک می‌باشد. در آفتابگردان نیز هیدروپرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه و کاهش گیاهچه‌های غیرنرمال در شرایط تنش خشکی گردید (Demir Kaya et al., 2006). فرزانه و همکاران (Farzaneh et al., 2009) نیز با بررسی بر روی گیاه دارویی ریحان بیان کردند که با افزایش تنش خشکی وزن تر، وزن خشک و ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد.

وزن خشک ریشه

اثر تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ بر وزن خشک ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین وزن خشک ریشه (۶۷/۴۸ میلی گرم) از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین وزن خشک ریشه (۵۷ میلی گرم) از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۴). همچنین بالاترین وزن خشک ریشه از تیمار هیدروپرایمینگ و کمترین وزن خشک ریشه از بذور پرایم شده در پتانسیل اسمزی ۸- بار به دست آمد (جدول ۵). وقتی دمای پرایمینگ ۱۵ درجه سانتی‌گراد بود وزن خشک ریشه بالاتر از پرایمینگ در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود (جدول ۶). نتایج تحقیقات حیدری و پوریوسف (Heidari and Pooryosef, 2011) نشان داد که پیش تیمار بذرهای

عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود (پیرزاد و همکاران، ۱۳۸۷). سودان (Saudan, 2000) با اعمال تیمارهای آبیاری در چین دوم بر روی گیاه دارویی *Palmarosa* در حضور شاهد آزمایشی انجام داد و نشان داد که افزایش تعداد آبیاری از یکبار به سه بار پس از برداشت به ترتیب موجب افزایش ۳۱، ۹۰ و ۱۱۹ درصدی بیوماس تولیدی نسبت به شاهد گردید، اما عملکرد اسانس متفاوت از عملکرد بیوماس بود و بیشترین میزان اسانس در یکبار آبیاری پس از برداشت به دست آمد. امیدبگی و همکاران (۲۰۰۳) اثر سطوح مختلف رطوبت خاک معادل ۵۵، ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای بر روی ریحان (*Ocimum basilicum*) از خانواده نعناعیان را بررسی و گزارش نمودند که با کاهش رطوبت خاک عملکرد اسانس کاهش، ولی درصد اسانس افزایش پیدا کرد. گابلر (Gabler, 2002) نشان داد که تنش خشکی به شدت سبب کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد ریشه و وزن هزاردانه گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) گردیده ولی درصد اسانس به شدت افزایش یافت. بخش عمده اسانس‌ها شامل متابولیت‌های ثانویه است. گیاه برای انطباق با شرایط تنشی از جمله خشکی اقدام به سنتز این متابولیتها می‌کند.

وزن خشک بخش هوایی

اثرات تنش خشکی و پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ در سطح ۱٪ و اثر دمای پرایمینگ و اثر متقابل پتانسیل اسمزی محلول پرایمینگ × دمای پرایمینگ بر وزن خشک اندام هوایی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین وزن خشک (۱۳۱/۲ میلی گرم) از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین

انیسون (*Pimpinella anisum*) با پلی اتیلن گلیکول در سطوح (۵- و ۱۵- بار) موجب می شود که درصد و سرعت سبز شدن و همچنین وزن خشک گیاهچه ها به طور معنی داری کاهش یابد. دمیرکایا و همکاران (Demir Kaya et al., 2006) گزارش کردند که پرایمینگ درصد و سرعت جوانه زنی و وزن خشک گیاهچه آفتابگردان را در شرایط تنش خشکی افزایش و تعداد گیاهچه های غیر نرمال را کاهش داد.

درصد اسانس
(% essential oil)

Priming treatments	25% FC	50% FC	75% FC
hydropriming	~3.1	~2.8	~2.6
non-primed	~2.9	~2.7	~2.5
-4 bar	~2.7	~2.5	~2.3
-8 bar	~2.5	~2.3	~2.1

وزن خشک بخش هوایی shoot DW (mg/seedling)

Priming treatments	25 °C	15 °C
hydropriming	~132	~131
non-primed	~125	~124
-4 bar	~120	~121
-8 bar	~114	~120

شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی و پتانسیل اسمزی پرایمینگ بر درصد اسانس (a) و اثر متقابل دمای پرایمینگ و پتانسیل اسمزی پرایمینگ بر وزن خشک بخش هوایی گیاهچه (b) مرزه خوزستانی.

Fig. 3. Interaction of priming osmotic potential with drought (a) and interaction of priming osmotic potential with priming temperature (b) on essential oil content of *S. Khuzestanica*.

آویشن بیان کردند که تنش شوری و خشکی به طور معنی داری درصد، سرعت جوانه زنی و بنيه رویشی بذر را کاهش می دهد (Fateh and Alimohamadi, 2009) که با نتایج آزمایش ما همخوانی داشت. پرایمینگ بذر در شرایط تنش، رشد گیاهچه و قدرت بذر را افزایش می دهد (Foti et al., 2002). آرتولا و همکاران (Artola et al., 2003) گزارش کردند که هیدروپرایمینگ باعث افزایش شاخص بنيه بذر لوتوس (*Lotus corniculatus* L.) شد.

سطح برگ

اثر تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ و دمای پرایمینگ بر میزان سطح برگ در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین سطح برگ (۲۱/۷۴ سانتیمتر مربع در گیاهچه)

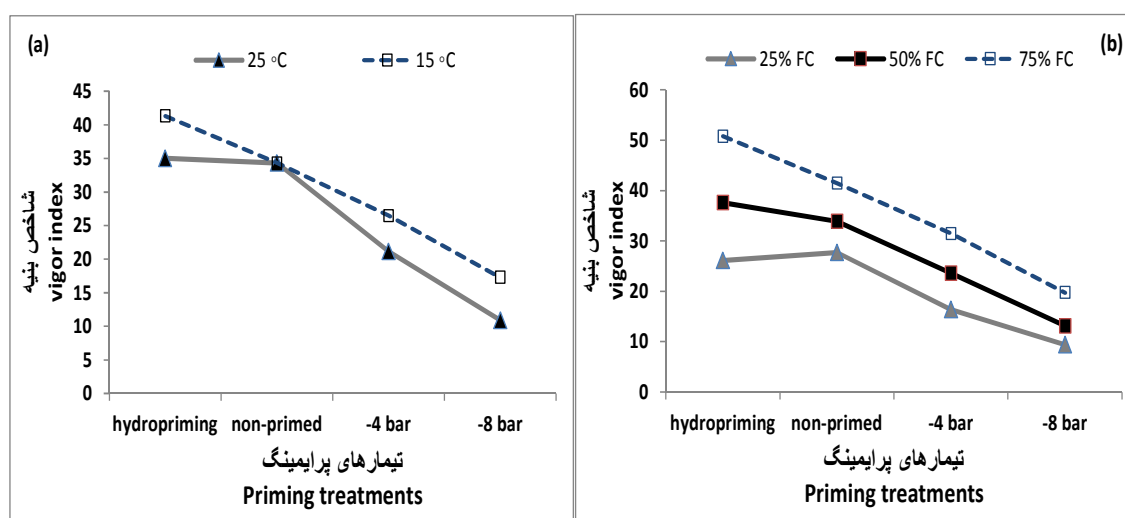
شاخص بنيه

اثر تنش خشکی، پتانسیل اسمزی پرایمینگ، دمای پرایمینگ، اثر متقابل تنش خشکی × پتانسیل اسمزی پرایمینگ و اثر متقابل پتانسیل اسمزی پرایمینگ × دمای پرایمینگ بر شاخص بنيه در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). بالاترین شاخص بنيه (۴۱/۳۴) مربوط به تیمار هیدروپرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد و همچنین پایین ترین شاخص بنيه (۱۰/۹۰) مربوط به تیمار پرایمینگ در پتانسیل اسمزی ۸- بار در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد بود (شکل ۴-ب). با افزایش تنش خشکی از شاخص بنيه کاسته شد. بالاترین شاخص بنيه از تیمار ۷۵٪ ظرفیت زراعی (۳۵/۸۸) و پایین ترین آن از تیمار ۲۵٪ ظرفیت زراعی (۱۹/۹۱) به دست آمده است (شکل ۴-الف). فاتح و علیمحمدی (۱۳۸۹) با بررسی بر روی گیاه دارویی

کردند. پرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد سطح برگ بالاتری نسبت به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد تولید کرد (جدول ۶).

از ۷۵٪ ظرفیت زراعی و کمترین آن (۱۸/۱۹) از ۲۵٪ ظرفیت زراعی به دست آمد (جدول ۴).

هیدروپرایمینگ بالاترین میزان سطح برگ و پتانسیل اسمزی -۸ بار کمترین سطح برگ را ایجاد



شکل ۴- اثر متقابل پتانسیل اسمزی و دمای پرایمینگ (a) و اثر متقابل پتانسیل اسمزی پرایمینگ و تنش خشکی (b) بر شاخص بنیه گیاهچه مرزه خوزستانی

Fig. 4. Interaction of priming osmotic potential with priming temperature (a) and interaction of priming osmotic potential with drought (b) on vigor index of *S. Khuzestanica*.

از پرایمینگ و ... پرداخته شده است. در این تحقیق مشخص شد که برای بذر مرزه خوزستانی انجام پرایمینگ در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به ۲۵ درجه سانتی‌گراد موثرتر است. همچنین مشخص گردید که هیدروپرایم برتر از اسموپرایم بوده و لذا نیازی به صرف هزینه اضافی جهت مصرف پلی اتیلن گلایکول نیست.

نکته دیگر اینکه برتری هیدروپرایمینگ نسبت به بذر پرایم نشده، تنها تا تنش ۵۰٪ ظرفیت زراعی تداوم داشت و با افزایش شدت تنش (رسیدن به ۲۵٪ ظرفیت زراعی)، تفاوتی بین بذر هیدروپرایم شده و پرایم نشده (شاهده) از نظر درصد و سرعت سبز شدن مشاهده نشد.

نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی از سطح برگ کاسته می‌شود و این کاهش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و پرایمینگ در پتانسیل اسمزی منفی تر بیشتر است. کوچکتر بودن و ریزش برگها در شرایط تنش خشکی از دلایل کاهش سطح برگ است. محققان گزارش کردند که کاهش تعداد برگ در زمان تنش می‌تواند به علت پیری زودرس، عاملی برای کاهش تعرق و رسیدگی زودتر گیاه در شرایط تنش خشکی باشد (Saxena and Sheldrake, 1980).

گرچه مطالعات متعددی در زمینه مزایای پرایمینگ انجام شده و عموماً بر مثبت بودن اثر آن بر کیفیت بذر و گیاهچه تاکید شده است اما کمتر به عوامل موثر بر پرایمینگ نظیر دما، پتانسیل محلول پرایمینگ، مدت پرایمینگ، دمای خشک کردن پس

جدول ۳- میانگین مربعات جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه مرزه خوزستانی

Table 3. Mean squares of ANOVA table for some traits of *S. khuzestanica*

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	شاخص بنیه	سطح برگ
S.O.V	Df	Shoot DM	Root DM	Vigor index	Leaf Area
تکرار Replication	3	804.66**	423.69**	138.35**	6277.70**
خشکی Drought (A)	2	1720.52**	879.37**	2046.38**	10053.43**
پتانسیل پرایمینگ Priming potential (B)	3	935.80**	413.96**	2830.97**	5880.09**
B × A	6	8.04 ^{ns}	5.37 ^{ns}	76.44**	150.60 ^{ns}
دمای پرایمینگ Priming temperature (C)	1	118.70*	184.38**	489.55**	1063.81**
C × A	2	14.48 ^{ns}	5.67 ^{ns}	8.18 ^{ns}	194.94 ^{ns}
C × B	3	54.10 ^{ns}	25.60 ^{ns}	55.87**	207.52 ^{ns}
C × B × A	6	19.39 ^{ns}	5.99 ^{ns}	1.86 ^{ns}	52.96 ^{ns}
Error	69	18.36	12.89	7.36	90.56
Total	95				
CV (%)		3.46	5.77	9.83	4.76

**؛ *؛ به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و ns نشان دهنده عدم معنی داری

*; Statistically significant at 0.01 and 0.05 level respectively; ns means non significant. **, *

جدول ۴- مقایسه میانگین های اثر تنش خشکی برخی صفات مورد مطالعه مرزه خوزستانی

Table 4. Means comparison for drought effects on some traits of *S. khuzestanica*

تنش خشکی	سطح برگ	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	درصد اسانس	طول ریشه	ارتفاع گیاهچه
Drought stress	Leaf area (cm ² /p)	Root DW (mg/p)	Shoot DW (mg/p)	Essential oil (%)	Root length (mm)	Seedling Height (mm)
۷۵٪ ظرفیت زراعی 75% FC	21.74 a*	67.48 a	131.2 a	2.48 b	92.08 c	58.56 a
۵۰٪ ظرفیت زراعی 50% FC	20.02 b	62.39 b	124 b	2.66 ab	97.15 b	55.16 b
۲۵٪ ظرفیت زراعی 25% FC	18.19 c	67 c	116.6 c	2.8 a	103.4 a	51.17 c

*میانگین های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار هستند. مقایسه میانگینها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است.

*Means with same letter in a column have not significant difference with each other, according to Duncan multiple range tests (P≤0.05). FC, represents the field capacity.

جدول ۵- مقایسه میانگین های اثر پتانسیل اسمزی پرایمینگ بر برخی صفات مورد مطالعه مرزه خوزستانی

Table 5. Means comparison for priming osmotic potential effects on some traits of *S. khuzestanica*

پتانسیل اسمزی پرایمینگ	وزن خشک ریشه	درصد اسانس	طول ریشه	ارتفاع گیاهچه
Osmotic potential of priming	Root DM (mg/p)	Essential oil (%)	Root Length (mm)	seedling height (mm)
پرایم نشده Non primed	64.42 b	2.9 a	92.24 b	57.59 b
هیدروپرایمینگ Hydro-priming	66.71 a	2.77 ab	103.7 a	61.8 a
-4 bar	60.77 c	2.56 ab	93.72 c	53.42 c
-8 bar	57.25 d	2.3 b	92.62 c	46.7 d

*میانگین های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار هستند. مقایسه میانگینها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است.

*Means with same letter in a column have not significant difference with each other, according to Duncan multiple range tests (P≤0.05).

جدول ۶- مقایسه میانگین های اثر دمای پرایمینگ بر برخی صفات مرزه خوزستانی

Table 6. Means comparison for priming temperature effects on some traits

دمای پرایمینگ Priming temperature	درصد اسانس Essential oil (%)	وزن خشک ریشه Root DM (mg/p)	طول ریشه Root Length (mm)	ارتفاع گیاه Plant height (mm)	سطح برگ (cm ² /p) Leaf area
C ^o 15	2.8 a	2.35 a	19.13 a	30.54 a	20.31 a
C ^o 25	2.6 b	2.03 b	18.62 b	27.99 b	19.64 b

*میانگین های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار هستند. مقایسه میانگینها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است.

*Means with same letter in a column have not significant difference with each other, according to Duncan multiple range tests ($P \leq 0.05$).

References

منابع مورد استفاده

- Abdul-baki, A. A., and J. D. Anderson. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. *Crop Sci.* 3, 630-633.
- Agrawal, R. L. 2004. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi.
- Akram-Ghaderi, F., E. Soltani, A. Soltani and A. A. Miri. 2008. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. (In Persian, with English Abstract) *J. Agric. Sci. Nat. Res.* 15(3):44-51.
- Amini, M., D. Zaviyeh, K. Babaei, R. Tatabaei, A.R. Dadkhah and S. Jalali. 2009. Study the effects of drought and salinity stresses on compatible solute, essential oil and ingredient of thyme. (In Persian with English Abstract) *First Nat. Conf. Iranian Plant Physiol.* Isfahan, Iran.
- Artola, A., G. Carrillo-Castaneda and G. D. L. Santos. 2003. Hydropriming: a strategy to increase *Lotus corniculatus* L. seed vigor. *Seed Sci. Technol.* 31: 455-463.
- Ashraf, M. and M. R. Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. *Adv. Agron.* 88: 223- 265.
- Bahadori, F., and A. Javanbakht. 2006. Effect of pre-treatments on seed germination and seedling growth of *Bunium persicum* of Semnan. (In Persian with English Abstract).
- Iranian J. Rang. Forests Plant Breed. *Genet. Res.* 14 (3): 163-169.
- Barzgar, A.B. 2009. The effects of some environmental stress stimulation of germination on *Hyssop (Hyssopus officinalis L.)*. (In Persian with English Abstract). *Iranian J. Med. Aromatic. Plants.* 24(4): 499-505.
- Chojnowski, F.C. and D. Come. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying. Storage and aging. *Seed Sci. Res.* 7: 323-331.
- Demir Kaya, M., G. Okçu Gamze, M. Atak, Y. Çikili and O. Kolsarici. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus L.*). *Eur. J. Agron.* 24: 291-295.
- Farzaneh, A., A. Ghani, and M. Azizi. 2009. The effect of water stress on morphological characteristic and essential oil content of improved sweet basil (*Ocimum basilicum L.*). (In Persian with English Abstract). 6th Cong. of Iranian Hortic. Sci. Rasht, 2-15 July, Iran.
- Fateh, A., and R. Alimohamadi. 2009. Evaluation of drought and salinity effects on germination of medicinal plant thyme (*Thymus vulgaris*). (In Persian with English Abstract). 11th Iranian Crop Sci. Congr. Shahid Beheshti Univ., Tehran, 24-26, July, Iran.
- Foti, S., S. L. Cosentiono, C. Patane, and D. Agosta. 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*) under low temperature. *Seed Sci Technol.* 30: 521-531.
- Gabler, J. 2002. Drought stress and nitrogen effects on (*Coriandrum sativum L.*). *J. Herbs Spices Med. Plants.* 44: 12-28.
- Harris, D., A. K. Pathan., P. Gothkar, A. Joshi, W. Chivasa, and P. Nyamudeza. 2001. On farm seed priming: using participatory method to revive and refine a key technology. *Agric. Syst.* 69:151-164.
- Heidari, N., and M. Poorjosef. 2011. Effect of seed priming with polyethylene glycol and sodium chloride on germination and growth indices of *Pimpinella anisum L.* (In Persian with English Abstract). *Iranian J. Med. Aromatic. Plants.* 27 (3): 509-516.
- Hosseini, H., and P. Rezvani Moghadam. 2006. Effect of drought and salinity on germination of *Plantago ovata*. (In Persian with English Abstract). *Iranian J. Field Crops Res.* 4 (1): 15-22.

- Kafi, M., A. Nezami, V. Hosseini, and A. Massumi. 2005.** The physiological effects of drought stress induced by PEG 6000 on germination of lentil genotypes. (In Persian with English Abstract). *Iranian J. Field Crops Res.* 3: 69-81.
- Kaur, S., A. K. Gupta, and N. Kaur. 2002.** Effect of osmo and hydro priming of chickpea seeds on seedling growth and carbohydrate metabolism under water deficit stress. *Plant Growth Regul.* 37: 17-22.
- Lima, W. A. A., D. C. F. C. Dias, and P. R. Cecon. 2003.** Controlled hydration for priming in coffee (*Coffea Arabica L.*) seeds. *Seed Sci. Technol.* 31: 29-37.
- Michel, B.E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* 51: 914-916.
- Muhyaddin, T., and H. J. Wiebe. 1989.** Effect of seed treatments with polyethylene glycol (PEG) on emergence of vegetable crops. *Seed Sci. Technol.*, 17:49-56.
- Murungu, F. S. P., C. Nyamugafata, L. Chiduzo, J. Clark and W. R. Whalley. 2003.** Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) and maize (*Zea mays L.*). *Soil and Tillage Res.* 74: 161- 168.
- Omidbaigi, R., A. Hassani, and F. Sefidkon. 2003.** Essential oil content and composition of sweet basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. *J. Essen. Oil Bearing Plants.* 6: 104-108.
- Rahimian Mashadi, H., A. Bagheri, and A. Paryab. 1991.** Effect of different potentials induced by polyethylene glycol and NaCl⁺ on germination of rainfed wheat landraces. (In Persian with English Abstract). *J. Agric. Sci. Ind.* 5(1): 37-42. (In Persian).
- Rechinger, K.H. 1982.** Satureja in Flora of Iranica. Austria: Akademische Druck Verlagsantalt Graz; 495–504.
- Sanchez, J. A., B. C. Munoz, and J. Fresneda. 2001.** Combine effects of hardening hydration dehydration and heat shock treatments on the germination of tomato, pepper and cucumber. *Seed Sci. Technol.* 29: 691-697.
- Saudan, S. 2000.** Studies on the frequency and time of irrigation application on herb and oil yield of palmrosa (*Cymbopogon martini* stapf var. motia). *Med. Aromatic. Plant Sci.* 22(1B): 491-493.
- Saxena, N. P., and A. R. Sheldrak. 1980.** Physiology of growth, development and yield of chickpeas in India. In proceeding of the Int. Workshop on Chickpea Imp. 28Feb-2March 1979.
- Sefidkon, F., L. Sadeghzadeh, M. Teimouri, F. Asgari and Sh. Ahmadi. 2007.** Antimicrobial effects of the essential oils of two Satureja species (*S. Khuzistanica* Jamzad and *S. bachtiarica* Bunge) in two harvesting time. (In Persian with English Abstract). *Iranian J. Med. Aromatic. Plants.* 23 (2): 174-182.
- Soltani, E., F. Akram-Ghaderi, and H. Maemar. 2008.** The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. (In Persian with English Abstract). *Agric. Sci. Nat. Res.* 14(5): 9-16.
- Srinivasan, K., S. Saxena, and B. Singh. 1999.** Osmo and hydropriming of mustard seeds to improve vigour and some biochemical activities. *Seed Sci. Technol.* 27:785-793.