"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸
(ص ۲۵۱-۲۴۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 8, No.: 1, Spring and Summer 2019
(pp: 241-251)
DOI: 10.22034/ijsst.2018.116869.1155
Research Article

اثر پیش‌تیمار سرمادهی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و تحمل تنش خشکی در گیاه دارویی وشاء (*Dorema ammoniacum*)

حمیدرضا ناصری[1*]، سید علیرضا حسینی[2]، ناطق لشکری صنمی[3]

۱. استادیار مرکز تحقیقات بین المللی بیابان، دانشگاه تهران
۲. دانشجوی دکتری بیابان، گروه مرتع و آبخیزداریری، دانشگاه هرمزگان
۳. دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۲۵)

چکیده

یکی از مسائل مهم در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آب است، بنابراین انتخاب گونه‌های گیاهی دارویی مقاوم به خشکی بویژه در مرحله جوانه‌زنی بذر و سبز شدن اهمیت زیادی دارد. در این تحقیق ابتدن تیمار سرمادهی مرطوب جهت شکست خواب بذور وشاء (*Dorema ammoniacum*) بررسی شد. سپس بذور تیمار شده در محیط کشت جوانه‌زنی همراه با تنش خشکی به مدت ۲۰ روز در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. آزمایش تنش خشکی، در قالب آزمایش فاکتوریل و به صورت طرح کاملا تصادفی در ۵ سطح، شامل ایجاد تنش اسمزی بر اساس پتانسیل‌های اسمزی محلول حاوی پلی‌اتیلن گلایکول ۴- ، ۸- ، ۱۲- و ۱۶- بار و بدون تنش یا شاهد استفاده شد. نتایج نشان داد با افزایش شدت تنش اسمزی به طور معنی‌داری ($P<0/01$) از سرعت و درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه چه کاسته می‌شود. متعادل‌ترین محدوده تنش اسمزی جهت بهبود جوانه‌زنی، پس از شرایط عدم تنش، حداکثر ۱۲- بار تنش در پتانسیل اسمزی بود. به نظر می‌رسد طول ساقه‌چه در بین سایر صفات مورد بررسی از حساسیت بالاتری نسبت به تنش اسمزی برخوردار است. در ضمن مناسب‌ترین دما برای جوانه‌زنی وشاء تحت تنش تیمار خشکی دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

کلمات کلیدی: *Dorema ammoniacum*، سرمادهی مرطوب، تنش خشکی، گیاه دارویی

Effect of cooling pre-treatment on germination criteria and drought stress resistance in *Dorema ammoniacum*

H.R. Naseri[1], S.A. Hosseini[2], N. Lashkari Sanami[3]

1. Assistant Professor, Department of Desert Management, International Desert Research Center, University of Tehran
2. PhD Student in Desert Management, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, University of Hormozgan
3. PhD Student in Range Management, Department of Range Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Received: Dec. 26, 2017 – Accepted: May. 15, 2018)

Abstract

Water deficiency is one of the important problems in arid and semi-arid regions. Thus, in germination and growing stages selection of resistant medicinal plant species is very important. In this investigation in order to seed dormancy breakage of *Dorema ammoniacum* seeds, wet cooling treatment was assessed first. After selection of the best cooling treatment (5 °C), treated seeds placed in germinating medium with drought stress; at a period of 20 days at 15 and 20 °C. Drought stress trial was conducted at 5 levels as factorial layout based on a completely randomized design including control, -4, -8, -12, and -16 bar treatments. PEG was used to make drought stress. Results showed germination rate and percentage, radicle length and stem length were significantly ($P<0/01$) decreased by increasing drought stress. The best range for germination in conditions of without stress was to -12 bar water potential. It appears that stem length was more vulnerable than other characters. In addition, 20 °C was the most appropriate temperature for germination under drought treatment.

Keywords: *Dorema ammoniacum*, wet cooling, drought stress, medicinal plant.

* Email: hrnaseri@ut.ac.ir

مقدمه

با توجه به اهمیت گیاهان داروئی به ویژه در صنعت داروسازی و کمبود آنها در طبیعت، بررسی جنبه‌های مختلف زراعی این گیاهان از اهمیت بسزایی برخوردار (Moazen & Najafi, 2013). به عبارت دیگر، قبل از کاشت هر گیاه لازم است ابتدا واکنش بذرها را در شرایط آزمایشگاه نسبت به برخی نیاز های فیزیولوژیکی مانند دما، شستشوی بذر و تنش های خشکی و سایرعوامل محیطی مورد بررسی قرار داد و پس از شناخت دامنه بردباری گیاه نسبت به عوامل ذکر شده در زمان مناسب اقدام به کشت آن نمود (Sathiyamoorty & Nukamura, 1995).

تنش‌های غیرزنده به عنوان منبع اصلی (۷۱ ٪) کاهش‌دهنده عملکرد به شمار می‌روند (Hussain, 2006). از مجموع پتانسیل کاهش عملکرد توسط تنش‌های غیرزنده، حدود ۱۷ ٪ مربوط به خشکی، ۲۰ ٪ شوری، ۴۰ ٪ دمای بالا، ۱۵ ٪ دمای پایین و ۸ ٪ مربوط به سایر عوامل است (Ashraf & Harris, 2005). خشکیِ خاک، یکی از مهمترین عوامل محدودکننده جوانه‌زنی و رشد و استقرار اولیه گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. تنش خشکی همچنین کمبود آب را با تأثیر بر آماس سلولی و درنتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرآیندهای فتوسنتز و تنفس و تعرق تحت تاثیر قرار داده و از طرف دیگر با تاثیر بر فرآیندهای آنزیمی که به طور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی می‌گذارد (Naghizadeh & Kabiry, 2017). مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه نسبت به تنش خشکی است (Sathiyamoorty & Nukamura, 1995). این مرحله از رشد بشدت تحت تاثیر عوامل محیطی به ویژه دما و رطوبت خاک است (Seefeldt *et al*., 2002). تحقیقات نشان داده هر گیاهی که بتواند در مرحله جوانه زنی مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی از خود نشان دهد، دوره اول رویش را موفق‌تر پشت سر خواهد گذاشت (Sathiyamoorty & Nukamura, 1995). وشاء (*Dorema ammoniacum*) گیاهی است متعلق به خانوادهٔ چتریان که یکی از مهمترین گیاهان دارویی و علوفه ای بومی در بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک آسیای مرکزی شامل ایران، افغانستان و پاکستان محسوب می‌شود و در ارتفاعات بین ۹۰۰ تا ۲۵۰۰ متر از سطح دریا دیده می‌شود (Irvani *et al*., 2012). مناسب‌ترین رشد این گونه در مناطق خشک با میانگین بارندگی سالانه ۱۷۰-۱۴۰ میلی‌متر و محدوده دمایی ۵- تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Irvani *et al*., 2012). در سال‌های اخیر تحقیقات فراوانی بر روی اثر تنش های مختلف بر متابولیسم گیاهان انجام شده است و وجود اطلاعات تفصیلی از پاسخ‌های گیاهان بومی به تنش خشکی می تواند در موفقیت برنامه‌های احیاء مفید واقع شود (Salehi Shajani *et al*, 2015). در مطالعه‌ای بر روی بذرهای کما (*Ferula ovina*) بیان شد که مدت ۷ هفته سرمادهی بذرها در دمای ۳ درجه سانتیگراد مناسب‌ترین تیمار برای شکست خواب بوده و درصد و سرعت جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش داده است (Amoaghaei, 2007). همچنین بررسی افزایش جوانه‌زنی با پیش تیمار سرمادهی بر روی بذر وشاء توسط قاسمی‌آرین و همکاران (Ghasemi arian *et al*., 2009) نشان داده است که مطلوب‌ترین درجه حرارت برای جوانه‌زنی بذر وشاء، دمای سه درجه سانتی‌گراد به مدت چهار هفته می‌باشد. در بررسی اثر تنش خشکی روی سه گونهٔ مرتعی یولاف ریش‌دار (*Avena barbata*)، علف گندمی (*Agropyron intermedium*) و ارزن پادزهری (*Panicum antidotale*) نیز گزارش شد که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار میزان تولید مادهٔ خشک (ساقه، برگ و ریشه)، رطوبت نسبی و پتانسیل آب (برگ) در این گونه‌ها شده است (Zehtabian *et al*., 2002). همچنین اعمال تنش اسمزی با شدت ۱۰- بار در مرحله جوانه‌زنی بر میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن خشک گیاهچه چمن گندمی بلند (*Agropyron elongatum*) تأثیر منفی یا کاهشی دارد

(Isvand *et al.*, 2010). در ارزیابی اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گونهٔ کور (*Capparis sninosal*) گزارش شد تنش خشکی از سطح ۲/۵ – مگا پاسکال، صفات درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاهچه را کاهش داده است (Ramzani-Gasak *et al.*, 2008). در بررسی تنش خشکی بر جوانه زنی و استقرار دو گونه نهال مرتعی (*Elymus junceus*) و جارو (*Kochia prostratea*) بیان شد که در اثر خشکی حاصل از دور آبیاری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روزه، جوانه زنی، رشد و وزن گونه ها کاهش می‌یابد و *E. junceus* از جوانه‌زنی بهتر و مقاومت به خشکی بیشتری نسبت به *K. prostrate* برخوردار بود (Askarian, 2004). صفوی (Safavi, 2010) اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی دو گونه قیاق (*Agropyron repens*) و چمن گندمی سیسیلی (*Agropyron tauri*) را در پنج سطح خشکی (صفر، ۰/۳–، ۰/۶–، ۰/۹– و ۱/۲– مگاپاسکال) مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی از ۰/۹– مگا پاسکال به مقادیر بالاتر، صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه چه و گیاهچه، شاخص بنیه بذر، وزن تر و خشک گیاهچه کاهش و در مقابل نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش پیدا کرد.

با توجه به تحقیقات انجام گرفته، پتانسیل آب در محیط، موثرترین عامل در جذب آب و آماس بذر است و تنش خشکی جذب آب را کاهش می‌دهد (Khan & Ungar, 2001). از آنجا که بین گونه‌ها و حتی ارقام مختلف از نظر حساسیت به تنش‌های محیطی اختلافاتی وجود دارد، لذا چنین مطالعاتی در مورد گونه‌های مختلف مرتعی نظیر وشاء ضروری می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر ارزیابی اثر پیش تیمار سرمادهی بر جوانه‌زنی و بررسی تحمل اسمزی این گونه دارویی مهم در مرحله جوانه‌زنی است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در آزمایشگاه بذر پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. بذور گیاه در این آزمایش از رویشگاه گیاه وشاء در منطقه شورجستان آباده استان فارس جمع‌آوری شدند. بذرها در تابستان ۱۳۹۱ برداشت شدند. کلیه بذور در ظروف دربسته پلاستیکی و در دمای ۱۵ $^{\circ}$ سانتیگراد و به دور از نور و رطوبت نگهداری شده و هیچ گونه تیماری روی آن‌ها انجام نگرفت.

آزمون جوانه‌زنی استاندارد

ابتدا تعداد ۷۵ بذر (۳ تکرار ۲۵ بذری از هر تیمار درون ظرف پلاستیکی درپوش‌دار) کشت شد. بذور در بستر کشت بین دو لایه کاغذ جوانه‌زنی قرار داده شدند و ظروف کشت شده درون ژرمیناتور به مدت ۱۵ روز تحت دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. جهت تامین رطوبت کافی، آب مقطر به بستر کشت اضافه شد. با شمارش روزانه تعداد بذرهای جوانه‌زده برخی از ویژگی‌های مرتبط با جوانه‌زنی به شرح ذیل تعیین شد.

الف: متوسط زمان جوانه‌زنی (*MGT*)[1] که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی محسوب می‌گردد با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Matthews & Khajeh-Hosseini, 2007):

$$MGT = \frac{\sum N_i D_i}{N} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه Ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام و Di تعداد روزها از شروع آزمون (هنگام کشت) تا شمارش i ام (پایان دوره آزمون) و N تعداد کل بذرهای جوانه‌زده می‌باشد.

ب: متوسط جوانه‌زنی روزانه (*MDG*)[2] که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می باشد و از رابطه (۲) محاسبه گردید (Hunter *et al.*, 1984):

[1] *Mean Germination Time*
[2] *Mean Daily Germination*

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$ رابطه (۲)

در این رابطه، FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا پایان دوره اجرای آزمون می‌باشد.

به منظور بررسی و ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه هر تیمار پس از پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد (پس از پایان ۱۵ روز شمارش بذرهای جوانه زده) ۱۰ نمونه (بذر جوانه زده) به صورت تصادفی از هر پتری‌دیش انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه چه آنها اندازه‌گیری شد و میانگین این تعداد به عنوان طول ریشه‌چه و ساقه چه ثبت گردید. ریشه‌چه و ساقه چه‌ها در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از مدت ۲۴ ساعت وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد. میانگین وزن گیاهچه از تعداد ۱۰ نمونه برداشت شده موجود در هر تکرار در نظر گرفته شد. با استفاده از روابط (۳) و (۴) شاخص‌های بنیه گیاهچه‌ای[1] A و B به دست آمده است (Abdul-Baki & Anderson, 1973):

رابطه (۳) $SVI\ (A) =$ درصد جوانه‌زنی نهایی× (میانگین طول ریشه‌چه اولیه+ میانگین طول ساقه‌چه اولیه)

رابطه (۴) $SVI\ (B) =$ وزن خشک گیاهچه × درصد جوانه‌زنی نهایی

تیمار سرمادهی

بذور وشا دارای خواب فیزیولوژکی می‌باشند و برای جوانه‌زنی نیاز به شکست خواب از طریق پیش‌تیمار سرمادهی دارند (Alijanpour *et al*., 2006). بدین منظور جهت اعمال تیمار سرمادهی مرطوب، بذور در جعبه‌های پلاستیکی با ابعاد ۲۰*۱۲ با عمق ۷ سانتی‌متر و بین دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۵ قرار داده شدند و برای تیمار رطوبتی به ازاء هر ۱۰۰ گرم بذر درون جعبه‌ها، ۲۰ سی‌سی آب مقطر اضافه شد و بعد از ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ هفته تیمار سرمادهی در ژرمیناتورهای ۳، ۵ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بذرها را وارد محیط جوانه‌زنی کردیم. تعداد ۲۵ بذر در پتری‌های شیشه‌ای ۱۰سانتی‌متری دارای دو لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۳ به همراه آب مقطر در ژرمیناتوری با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. طول دوره جوانه‌زنی بذور ۲۰ روزه اعمال گردید که هر ۲ روز یک بار تعداد بذرهای جوانه‌زده اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که تمام وسایل آزمایشگاهی مورد استفاده با دستگاه اتوکلاو مرطوب با دمای ۱۳۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۰۰٪ و فشار ۱/۵ اتمسفر ضدعفونی شدند. پس از پایان طول دوره جوانه‌زنی، شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد. داده‌های بدست آمده از جهت نرمال بودن با آزمون کولموگروف – اسمیرنوف (K-S) و از نظر همگنی واریانس ها با آزمون لوون[2] مورد کنترل قرار گرفتند و در صورت نیاز نرمال سازی داده ها انجام شد. جهت تحلیل داده‌ها تجزیه واریانس صورت گرفت و نهایتا مقایسه میانگین با آزمون حداقل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت. محاسبات با استفاده از برنامه آماری *SAS* (نسخه: SAS 9.4 M3 x64) صورت گرفت.

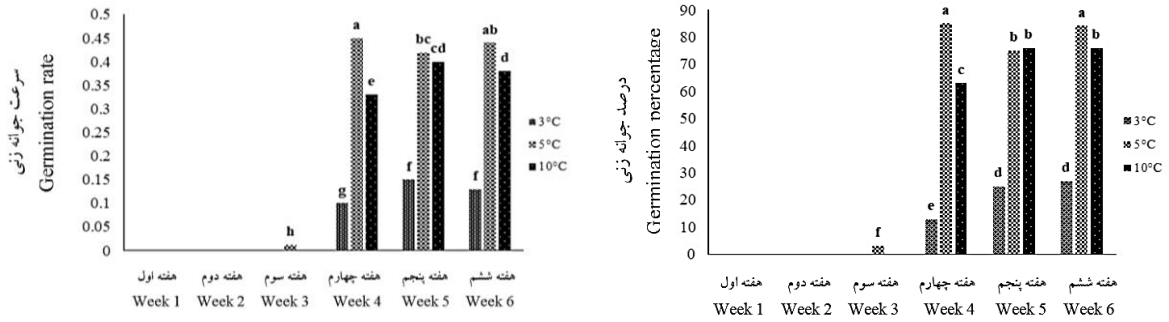
اجرای تنش‌های محیطی

سطوح تنش اسمزی برای اعمال شرایط مشابه تنش خشکی به کمک پلی‌اتیلن گلایکول (*PEG*) و شامل پتانسیل‌های اسمزی صفر ، ۴- ، ۸- ،۱۲- و ۱۶- بار بود. بعد از انتخاب مناسب‌ترین تیمار سرمادهی، بذور تیمار شده در محیط کشت جوانه‌زنی همراه با تنش محیطی قرار داده شد و جوانه‌زنی به مدت ۲۰ روز در دمای ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد بررسی و ثبت شد.

نتایج

اثر پیش‌تیمار سرما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بر بذر وشاء در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، شروع جوانه‌زنی از پیش‌تیمار سرما در هفته سوم در دمای ۵ درجه سانتی گراد شروع شده است. تیمار ۵ درجه سانتی‌گراد در سرعت و درصد جوانه زنی بیشترین تاثیر را داشته است. کمترین تاثیر سرمادهی مربوط به دمای ۳ درجه سانتی‌گراد است ($P<0/05$).

[1] *Seedling Vigor Index*
[2] *Levene*



شکل ۱-اثر پیش تیمار سرما بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر وشاء

Figure 1-Effect of cold pre-treatment on percentage and seed rate germination

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از این است که در سطح احتمال یک درصد (P<0/01) اختلاف معنی‌داری میان سطوح خشکی برای صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط سرعت جوانه‌زنی روزانه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه (A) و شاخص بنیه گیاهچه (B) وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱-تجزیه واریانس اثر متقابل دما و تنش خشکی بر بذر وشاء

Table 1-The analysis of Variance interaction between temperature and drought stress on *Dorema ammoniacum* seeds

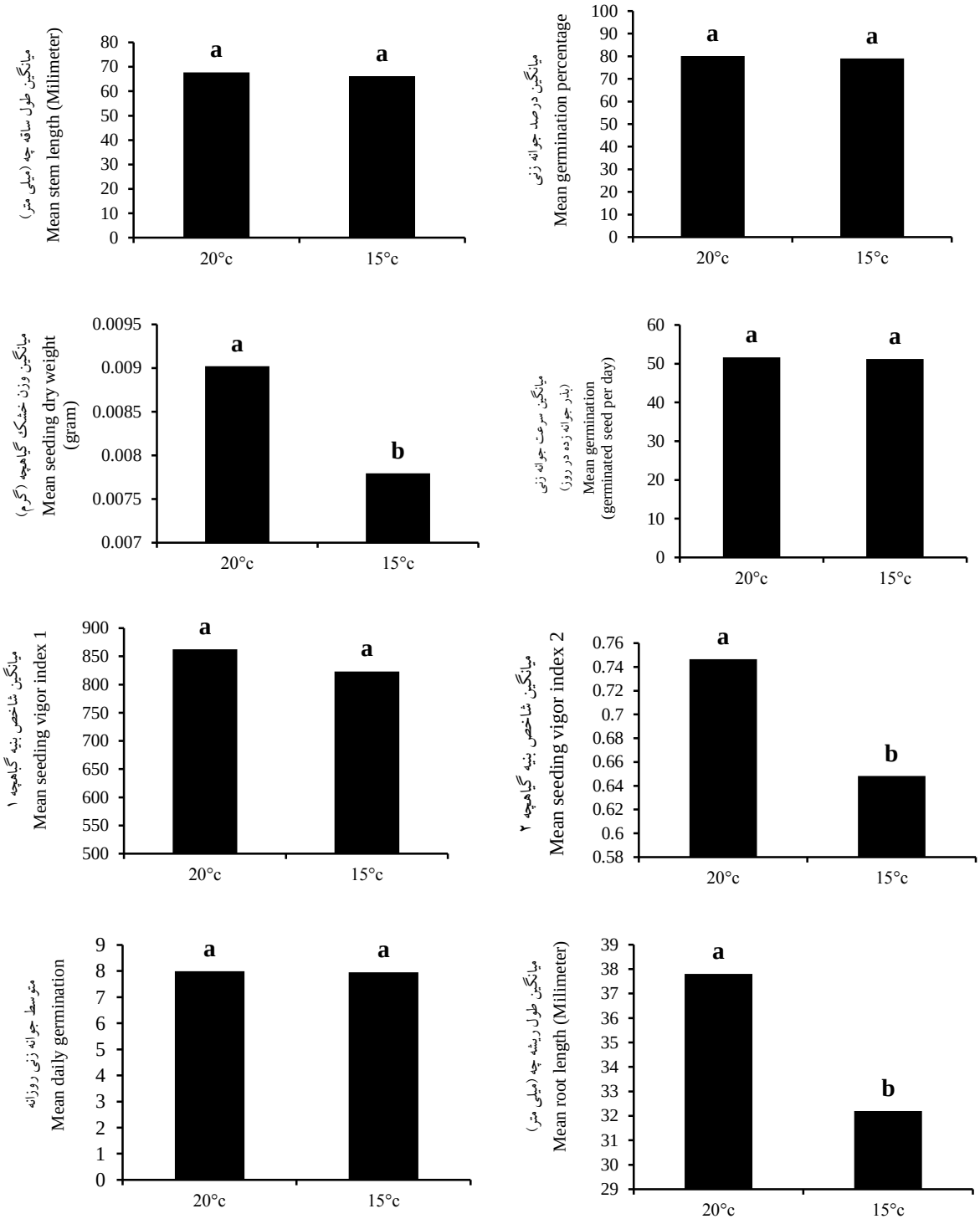
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)							
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	متوسط جوانه‌زنی روزانه Mean daily germination	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Seeding dry weight	طول ساقه‌چه Stem length	طول ریشه‌چه Root length	شاخص بنیه گیاهچه (A) Seedling vigor index A	شاخص بنیه گیاهچه (B) Seedling vigor index B
دما Temperature	1	9.63 ns	1.63**	1.28 ns	0.00011**	0.18 ns	2.35**	11532.60 ns	0.0722**
خشکی Drought stress	4	689.38**	4.28**	1533.11**	0.00038**	12.06**	4.68**	1804740.5**	0.466**
دما*خشکی Temperature* drought	4	14.21 ns	0. 03 ns	1.82 ns	0.00010 ns	0.31**	0.03 ns	19101.50 ns	0.00187 ns
خطا Erorr	20	6.56	0.06	12.10	0.00017	0.02	0.02	1508.00	0.00125
درصد ضریب تغییرات CV		3.22	4.467	6.763	4.942	2.31	4.14	4.60	5.077

ns عدم معنی‌داری؛ * معنی‌داری در سطح ۵٪؛ ** معنی‌داری در سطح ۱٪

ns: No significant; * Significant at 5% probability level; ** Significant at 1% probability level

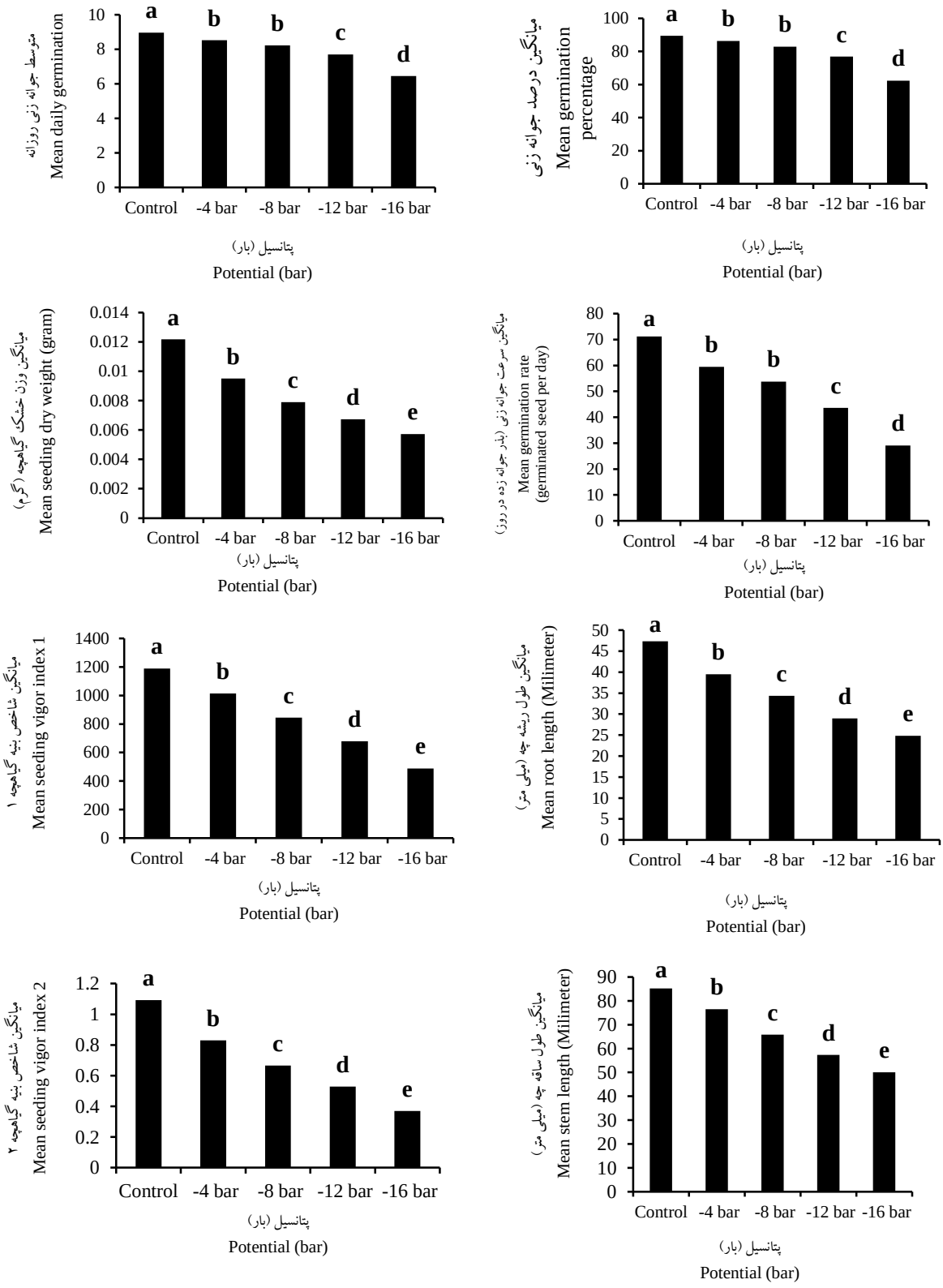
همچنین بین سطوح دمای جوانه‌زنی ۱۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد در سطح احتمال ۱ درصد، اختلاف معنی‌داری بین صفات متوسط جوانه‌زنی روزانه، طول ریشه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه B مشاهده شد و صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه گیاهچه A معنی‌دار نبودند. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با ۸۹ بذر جوانه‌زده، دمای مناسب‌تری برای

جوانه‌زنی است (شکل ۲). نتایج مقایسه میانگین جوانه‌زنی در تیمارهای تنش خشکی در شکل ۳ آمده است.



شکل۲-مقایسه میانگین اثر دماهای مختلف بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه (A) و شاخص بنیه گیاهچه (B) وشاء (اختلاف معنی‌داری با حروف نشان داده شده است.)

Figure2-Mean comparisons for the effect of different temperatures on germination percentage, germination rate, mean daily germination, root length, stem length, Seeding dry weight, Seedling vigor index A and Seedling vigor index B (significant differences are shown with the letters).



شکل ۳-مقایسه میانگین صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه (A) و شاخص بنیه گیاهچه (B) در تیمار تنش خشکی (اختلاف معنی‌داری با حروف نشان داده شده است.)

Figure 3-Mean comparisons of the germination percentage, germination rate, mean daily germination, root length, stem length, Seeding dry weight, Seedling vigor index A and Seedling vigor index B in drought stress (significant differences are shown with the letters).

با توجه به نتایج، بین تمام صفات و تمام سطوح تنش خشکی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. بیشترین درصد جوانه‌زنی متعلق به تیمار اول شاهد (۸۹ ٪) که با تیمار دوم ۴- بار (۸۶ ٪) و تیمار سوم ۸- بار (۸۲ ٪) اختلاف معنی‌داری ندارد و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار پنجم ۱۶- بار (۶۲ ٪) می‌باشد که این امر نشان‌دهنده حساسیت نسبتا کم گیاه وشاء در مرحله جوانه‌زنی نسبت به تنش اسمزی است. مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی حاکی از این است که بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به پتانسیل صفر (عدم تنش) و کمترین مقدار آن نیز مربوط به پتانسیل ۱۶- بار است (به ترتیب معادل ۷۱ و ۲۹ بذر جوانه‌زده در روز). البته بین پتانسیل ۴- و ۸ - بار از نظر آماری تفاوت معنی دار در سرعت جوانه‌زنی مشاهده نگردید (شکل ۳).

در مورد طول ریشه‌چه، طول ساقه چه، وزن خشک گیاه‌چه، شاخص بنیه گیاهچه (A) و شاخص بنیه گیاهچه (B)، تیمارها با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. به این ترتیب که با افزایش تنش خشکی، از مقادیر هر صفت کاسته شده، به گونه‌ای که بیشترین میزان صفات مورد نظر در شرایط عدم تنش و کمترین مقدار آن در پتانسیل ۱۶- بار مشاهده شد (شکل ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که با افزایش شدت تنش اسمزی، میانگین تمامی صفات جوانه‌زنی وشاء کاهش می‌یابد که با نتایج (Zehtabian *et* al. 2002; Isvand *et al*. 2010; Geravandi *et al*. 2010; Seyedi *et al*. 2013; Baghdadi *et al*. 2013) مبنی بر کاهش تمامی صفات مورد بررسی با افزایش تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی، همسو است. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش اسمزی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه، اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد .یکی از علل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش اسمزی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر گردیده است (Trautwein *et al*., 1997). کاهش فرآیند جوانه‌زنی (سرعت و درصد جوانه‌زنی) در اثر تنش اسمزی می‌تواند به کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. کاهش جذب آب علاوه بر آنکه تنفس گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد، می‌تواند با تأثیر بر فرایند آنزیم‌هایی که بطور مستقیم با آب کنترل می‌شوند، بر رشد گیاه اثر منفی بگذارد (Blum, 2005). ایجاد تنش اسمزی باعث افزایش فشار اسمزی در محیط اطراف بذر یا ریشه‌چه گیاه می شود که در این صورت جذب آب توسط بذر یا ریشه با اشکال مواجه می‌گردد (Abdi *et al*., 2015). اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلاف گردد و یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد (De & Kar, 1995; Marchner, 1995). از طرفی تنش اسمزی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود که می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها با انتقال آهسته‌تر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد (Weisz *et al*., 1985). با توجه به نتایج، در شرایط تنش اسمزی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت که این مورد ناشی از کاهش دسترسی به آب است. زیرا با کاهش دسترسی به آب و تنش اسمزی، خواه ناشی از PEG و یا املاحی نظیر NaCl که ایجاد خشکی فیزیولوژیکی می‌کنند، کاهش فعالیت‌های گیاهی اعم از تنفس و فتوسنتز امری است که در اکثر گیاهان قابل مشاهده است (Murillo-Amador *et al*., 2002). در چنین شرایطی گیاهان تخصص‌یافته که فشار اسمزی بالایی در ریشه دارند، قادر خواهند بود که با جذب آب فعالیت‌های حیاتی نظیر تنفس و فتوسنتز را انجام دهند و آنزیم‌های مورد نیاز را فعال نگه دارند و ادامه حیات دهند (Susiluoto & Berninger, 2007). سعیدی و همکاران (Saeidi *et al*., 2007) نیز برای صفات طول ریشه‌چه و

طول ساقه‌چه بین سطوح مختلف تنش خشکی (۰/۴-، ۰/۸-، ۱/۲- و ۱/۶- مگاپاسکال) اختلاف معنی‌داری مشاهده کردند. از طرفی رشد ساقه‌چه نسبت به رشد ریشه‌چه کمتر تحت تأثیر قرار گرفته است که با نتایج (Zehtabian *et al*. 2002; Isvand *et al*. 2010) مطابقت دارد. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد جوانه‌زنی بذرهای وشاء نسبت به تنش خشکی از حساسیت برخوردار می‌باشند، اما با توجه به این که تقریبا ۶۰ ٪ بذور در تیمار ۱۶- بار جوانه زدند می‌توان نتیجه گرفت که گیاه وشاء گیاه نسبتا مقاومی در برابر خشکی است و می‌تواند خشکی را تحمل کند. در شرایط خشکی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه گیاهچه (B) نسبت به سایر خصوصیات از حساسیت بالاتری به تنش برخوردار بودند. گراوندی و همکاران (Geravandi *et al*., 2010) بیان کردند با افزایش تنش خشکی بنیه جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. علاوه بر مطالب فوق نتایج نشان داد که بهترین محدوده تیمار خشکی جهت جوانه‌زنی بذرهای وشاء شرایط عدم تنش تا حداکثر پتانسیل آب ۱۲- بار می‌باشد.

همانطور که نتایج نشان می‌دهد پیش‌تیمار سرمادهی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد در هفته سوم به بعد منجر به جوانه‌زنی بذور گونه وشا شده است، علیجان‌پور و همکاران (Alijanpour *et al*., 2006) بیان می‌کنند که بهترین دما و زمان برای جوانه‌زنی حداکثری بذور وشای جمع‌آوری شده از رویشگاه دماوند به ترتیب ۳ تا ۴ درجه سانتی‌گراد و ۳۰ روز می‌باشد که از این نظر تفاوت‌هایی را با بذور وشای به کار گرفته شده در این تحقیق که مربوط به استان فارس می‌باشند نشان می دهد که این موضوع می‌تواند ناشی از رفتار یک گونه در رویشگاه‌های مختلف باشد، چرا که عوامل محیطی نیز بر چگونگی عملکرد یک گونه تاثیر خواهند گذاشت (Hermy *et al*., 1999). بدیهی است که هر چه زمان سرمادهی کوتاه تر باشد هزینه‌های رفع خواب بذور کمترخواهد بود و از این رو یافتن توام بهترین دما و کمترین دوره برای رفع خواب بذر گونه وشا در مطالعات بعدی می‌تواند کمک شایانی به توسعه رویشگاه‌های این گونه بنماید.

با انجام تحقیقاتی از این دست می‌توان گونه‌های مقاوم به تنش اسمزی را مشخص کرد و در زمینهٔ شناخت ساز و کار مقاومت گونه‌ها نسبت به خشکی اقدام نمود. از آنجاییکه بیشتر مراتع نیاز به اصلاح و احیا دارند، ضروری است که تحقیقات پایه‌ای در رابطه با گیاهانی که به این مناطق سازگارند، صورت گیرد و گونه‌های مقاوم معرفی شوند (Jafari, 1996). با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان این گیاه ارزشمند دارویی را برای بیشتر مناطق خشک و نیمه خشک کشور که بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلیمتر در سال است و پتانسیل کشت این گیاه را دارند پیشنهاد داد و گام مثبتی را در راستای پیشبرد صنعت گیاه دارویی و بیابان‌زدایی کشور انجام داد. کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی را می‌توان به کاهش سرعت جذب اولیه آب دانست. تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، تاثیر بر حرکت انتقال ذخایر بذر و با تاثیر مستقیم بر ساختمان آن بیشتر پروتئین در جنین جوانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران در قالب طرح پژوهشی به شماره پرونده ۲/۱/۲۸۷۰۵ به انجام رسیده است که بدین وسیله از ایشان تقدیر و تشکر می‌گردد.

Reference منابع

Abdi, H., M.R. Bihamta, E. Azizov, and R. Chogan. 2015. Investigation of drought stress levels of PEG 6000 on seed germination components and its relationship with drought tolerance indices in promising lines and cultivars of bread weheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian J. Field Crops Res. 12(4): 582-596 (In Persian, with English Abstract)

Abdul-Baki, A.A., and J.D. Anderson, 1973. Relationship between decarboxylation of glutamic acid and vigor in soybean seed. Crop Sci.13: 227–232.

Alijanpour, B., P. Babakhanlou, F. Ajir, and R. Habibi. 2006. Determination of the optimal cooling time and planting depth for *Dorema ammoniacum* D. Don. Iranian J. Med. Aromat. Plants Res. 21(4): 517- 534 (In Persian, with English Abstract)

Amoaghaei, R. 2007. The effect of GA_3 and moist-chilling on seed dormancy breaking of *Ferula ovina* Bois. JCCP. 11(40): 471-482(In Persian with English Abstract)

Askarian, M. 2004. The effects of salinity and dryness on germination and seedling establishment of *Kochia prostrate* and *Elymus junceus*. Pajouhesh-va.Sazandegi. 64:71-77. (In Persian with English Abstract)

Ashraf, M., and P. J. C. Harris, 2005. Abiotic Stresses: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. The Haworth Press, New York.

Baghdadi, E., A.A. Jafari, M.A. Alizadeh, and A.H. Gorji. 2013. Effect of drought stress and cold treatment on germination and seedling growth of *Poa pratensis* and *Poa trivialis* under germination and greenhouse condition. Iranian J. Rangeland Desert Res. 20(4): 706-718 (In Persian with English Abstract)

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential-are they compatible, dissonant, or mutually exclusive. Australian J. Agric. Res. 56: 1159-1168.

De, R., and R.K. Kar, 1995. Seed germination and seedling growth of Mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Sci. Technol. 23(2): 301–308.

Geravandi, M., E. Farshadfar, and D. Kahrizi. 2010. Evaluation of drought tolerance in bread wheat advanced genotypes in field and laboratory conditions. Iranian J. Seed Plant Impro. 26-1 (2): 233-252 (In Persian with English Abstract)

Ghasemi arian, A.R., J. Izadi, M.R. Afkham Alshoara, and R. Ejlali. 2009. Germination improvement in seeds of gum ammoniac *Dorema ammoniacum*. Iranian J. Rangeland Desert Res. 15(4): 455- 463(In Persian with English Abstract)

Hermy, M., O. Honnay, L. Firbank, C. Grashof-Bokdam, and J. E. Lawesson, 1999. An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for forest conservation. Biol Conserv. 91(1): 9-22.

Hunter, E.A., C.A. Glasbey, and R.E.L. Naylor, 1984. The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science. Cambridge 102: 207-213.

Hussain, S.S. 2006. Molecular breeding for abiotic stress tolerance. Drought perspective. P Pakistan Acad Sci. 43(3):189-210.

Irvani, N., M. Solouki, M. Omidi, A. Saidi, and A.R. Zare, 2012. Seed germination and dormancy breaking in *Dorema ammoniacum* D., an endangered medicinal plant. Trakia J. Sci. 10(1): 9-15.

Jafari, M. 1996. Relationship between salinity and K. proceeding of second national congress of desertification and different methods of combat desertification, N (175). Iranian Research Institute of Forest and Rangelands Publishers. Iran.

Khan, M.A., and I.A. Ungar, 2001. Seed germination of *Triglochin maritima* as influenced by salinity and dormancy relieving compounds. Biol. Plant. 44(2): 301-303.

Marchner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second ed. Academic Press. United States.

Matthews, S., and M. Khajeh-Hosseini, 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigor differences in seed lots of maize (*Zea mays*). Seed Sci. and Technol. 35(1): 200-212.

Moazen, M, and R. Najafi. 2013. Introduction and evaluation of the Therapeutic effects of *Aloe Vera* Proceedings of the First National Conference on Medicinal Plants and Sustainable Agriculture. 10 Oct 2013. Hamedan. Iran.

Murillo-Amador, B., R. Lopez-Aguilar, C. Kaya, J. Larrinaga-Mayoral, and A. Flores-Hernandez, 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. J. Agron. Crop Sci. 188(4): 235-247.

Naghizadeh, M, and R. Kabiry. 2017. Effect of salicylic acid on some physiological characteristics of corn (*Zea mays* L.) under dry stress. Environ. Stresses. Crop. Sci. 9(4): 315-327. (In Persian)

Ramzani-Gasak, M., M. Taghvaee, M. Masudi, A. Riahi, and N. Behbahani. 2008. Evaluation of drought and salinity effects on *Capparis sninosal* L. germination and growth. J. Rangeland 4: 411- 420. (In Persian)

Saeidi, M., A. Ahmadi, K. Postini, and M.R. Jahansooz. 2007. Evaluation of germination traits of different genotypes of wheat in osmotic stress situation and their correlations with speed of emergence and drought tolerance in farm situation. J. Water Soil Sci. 11(1): 281-294.

Safavi, y. 2010. Effects of drought stress on germination characteristics and seeding growth of *Agropyron tauri* and *Agropyron repens* under germinator and greenhouse conditions (In Persian). Msc. Thesis. Islamic Azad Univ. Borujerd, Iran. (In Persian, with English Abstract)

Salehi Shajani, P., M. Izadpanah, L. Fallah, M. Ramezani Yeganeh, L. Rasoulzadeh, A. Kavandi, and F. Sardabi. 2015. Comparison of the Effect of Drought Stress on Osmotic, Peroxidase, Polyphenol Oxidase and Pigment Adjustment in Different Seed Species of *Anthemis tinctoria* and *Tripleurospermum servanes* of the Iranian Natural Resources Gene Bank. J. Plant Res. 28(1): 126-139. (In Persian, with English Abstract)

Seefeldt, S.S., K.K. Kidwell, and J.E. Waller. 2002. Base growth temperatures, germination rates and growth response of contemporary spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars from the US Pacific Northwest. Field Crops Res. 75(1): 47–52.

Seyedi, M., J. Hamzei, A. Bourbour, V. Dadrasi, and F. Sadeghi. 2013. Effect of hydro-priming on germination properties and seedling growth of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under drought stress. J. Agron. Sci. 5(8): 63-76. (In Persian, with English Abstract)

Susiluoto, S., and F. Berninger, 2007. Interactions between morphological and physiological drought responses in *Eucalyptus microtheca*. Silva Fenn. 41(2): 221-233.

Trautwein, E.A., D. Reickhoff, and H.F. Erbershobler. 1997. The cholesterol-lowering effect of psyllium a source dietary fiber. Ernhurung Umschau. 44: 214-216.

Weisz, P.R., R.F. Denison, and T.R. Sinclair. 1985. Response to drought stress of nitrogen fixation (acetylene reduction) rates by field-grown Soybean. Plant Physiol. 78(3): 525-530.

Zehtabian, G.R., H. Azarnivand, and M.M. Sharifi Kashan. 2002. Effects of drought and salinity stress on *(Agropyron intermedium, Avena barbata and Panicum antidotale)*. J. Nat. Resour. 54(4): 409-421. (In Persian, with English Abstract)