اثر تنش‌های خشکی، شوری و تیمار اسیدآبسیزیک بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه دارویی شاهدانه (*Cannabis sativa* L.)

هاجر معتمدی شارک[۱]، خدایار همتی[۲*]، علی صالحی ساردویی[۳]

[۱]کارشناس‌ارشد، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

[۲]دانشیار، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

[۳]دانشجوی دکترای علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

تاریخ دریافت : ۹۸/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش : ۹۸/۰۵/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اسیدآبسیزیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر شاهدانه در شرایط یکسان خشکی و شوری، دو آزمایش مستقل همزمان در آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار سطح اسیدآبسیزیک (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و پنج سطح تنش (۰، ۱/۵-، ۳-، ٤/۵- و ٦- بار) به‌ترتیب برای تنش خشکی و شوری در سه تکرار انجام شد. از محلول‌های PEG و NaCl به‌ترتیب برای ایجاد تنش خشکی و شوری استفاده گردید. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی و شوری به‌طور معنی‌داری از درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه کاسته شد. اسید آبسیزیک اثر معنی‌داری بر صفات مورد ارزیابی داشت به‌طوری که در غلظت بالا اثر منفی بر خصوصیات جوانه‌زنی داشت. اثر متقابل اسیدآبسیزیک و تنش خشکی و شوری (به جز وزن تر گیاهچه) اثر معنی‌داری بر تمام صفات مورد ارزیابی در سطح یک درصد نشان داد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که جوانه‌زنی بذرهای شاهدانه تا حدودی شرایط تنش خشکی را بهتر از شرایط شوری تحمل می‌کند. همچنین تیمار اسید آبسیزیک بسته به سطح تنش و غلظت استفاده شده، اثر متفاوتی داشت به‌طوری که غلظت‌های پایین باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی شد.

واژه‌های کلیدی: اسیدآبسیزیک، بنیه بذر، ریشه‌چه، ساقه‌چه.

مقدمه

شاهدانه با نام علمی *Cannabis sativa* L از خانواده Cannabaceae است که مورد توجه جامعه علمی در سراسر جهان قرار گرفته است (Chandra et al., 2017). شاهدانه گیاهی دو پایه، یکساله به ارتفاع یک تا سه متر و دارای ارقام و فرم‌های مختلف با بوی مطبوع و قوی است (Nasrollah, 2015). جنس Cannabis در ایران یک گونه دارد که به صورت زراعی جهت استفاده از دانه کاشته می‌شود (Najafpoor Navai et al., 2008). گیاه شاهدانه برای انسان از جنبه‌های مختلف مورد توجه است. شاهدانه یکی از بهترین منابع فیبر طبیعی است. روغن دانه شاهدانه دارای اسیدهای چرب امگا ۳ و ٦ است و می‌تواند در تغذیه انسان جایگزین روغن ماهی شود. روغن دانه‌ها می‌تواند

*نویسنده مسئول: alisalehisardoei@gau.ac.ir

به‌ترمیم و مرطوب ماندن پوست کمک کند و به عنوان صابون، شامپو و لوسیون استفاده شود. استفاده‌های دارویی از شاهدانه تاریخچه طولانی دارد (Hazekamp, 2009; Pinarkara et al., 2004).

جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به‌شمار می‌آید. زیرا جوانه‌زنی نقش عمده‌ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه دارد. در شرایط تنش رطوبتی و شوری، جوانه‌زنی گیاه و تاثیر آن در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است (Alizadeh Ahmadabadi and khorasaninejad, 2016). گیاهان برای حفظ بقای خود، شیوه‌های مختلفی برای سازش با تغییرات محیطی دارند که از آن جمله می‌توان به سازوکارهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغییرات مولکولی اشاره کرد (Covarrubias and Reyes, 2010). در مناطق خشک و نیمه خشک که اغلب با تنش شوری نیز مواجه هستند، جوانه‌زنی بذر با مشکل مواجه می‌شود (Ashraf et al., 2008). این تنش‌ها با محدود کردن جذب آب، کاهش تجزیه مواد ذخیره‌ای بذر و اختلال در ساخت پروتئین‌های ذخیره‌ای موجب کاهش جوانه‌زنی بذور می‌شوند (Alizadeh Ahmadabadi and khorasaninejad, 2016). افزون بر این سمیت ناشی از یون‌های سدیم و کلر در تنش شوری نقش مهمی در کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی بذور دارند (Mallikarjuna et al., 1987). تنش شوری و خشکی می‌تواند بر فرایندهای فیزیولوژیکی، از جوانه‌زنی تا تکوین گیاه تاثیرگذار باشد.

رطوبت و جوانه‌زنی توسط عوامل محیطی و رشد و نمو تنظیم می‌شود (Finch-Savage and LeubnerMetzger, 2006). چندین هورمون گیاهی در این کنترل دخیل هستند (Kucera et al., 2005). اسید آبسیزیک (ABA) یکی از هورمون‌هایی است که نقش مهمی در کنترل خواب و جوانه‌زنی دارد (Kermode, 2005; Nambara et al., 2010). اکسوتروف ABA بسیاری از گونه گیاهی دارای پتانسیل جوانه‌زنی و گاهی اوقات تولید دانه‌های زنده می‌کند (McCarty, 1995). درحالی که جهش‌ها و خطوط ترانس ژنیک که ABA بیش از حد جذب می‌کنند، نشان‌دهنده افزایش خواب است (Okamoto et al., 2006, 2010). از طرفی هورمون ABA به‌عنوان یکی از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی معرفی شده است که در فرایندهای مختلف رشد و نمو گیاه از جمله بلوغ جنین، نمو و جوانه‌زنی دانه، تقسیم و طویل شدن سلولی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، نمو ریشه و پاسخ به تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری، سرما، حمله پاتوژن و اشعه ماورای بنفش نقش دارد (Mansoori and Asrar, 2014). در ارتباط گندم با اسیدآبسیزیک گزارشات متفاوتی شده است. در برخی تحقیقات حساسیت جنین‌ها به اسیدآبسیزیک رابطه نزدیکی با خواب بذر دارد (Kucera et al., 2005) و در برخی منابع رابطه‌ای بین اسیدآبسیزیک و خواب بذر گزارش نشده است (Gianinetti and Venier, 2007). در جوانه‌زنی بذر تلخه اسیدآبسیزیک نقشی در جلوگیری از شکست خواب بذر نداشت (Goggin et al., 2009).

تاکنون گزارشی در رابطه با اثر منفی تنش خشکی، شوری و نقش اسید آبسیزیک روی جوانه‌زنی بذر گیاه شاهدانه ارائه نشده است. به همین دلیل و با توجه به اهمیت این گیاه در زمینه دارویی و نساجی و دامنه وسیع زمین‌های خشک و نیمه‌خشک به‌ویژه در ایران، این پژوهش طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر اسیدآبسیزیک (به‌صورت افزودن به محلول‌های تنش خشکی و شوری) بر جوانه‌زنی گیاه دارویی شاهدانه در شرایط تنش خشکی و شوری، دو آزمایش جداگانه به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اجرا شد.

بذرهای مورد نظر از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. ابتدا بذرها با قارچ‌کش بنومیل به‌مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی، سپس با آب مقطر آبکشی شده و به تعداد ۱۰ عدد در پتری‌دیش‌های ضدعفونی حاوی کاغذ صافی قرار داده شد.

جهت انجام آزمایش خشکی از پلی‌اتیلن گلایکول ۸۰۰۰ (PEG 8000) و آزمایش شوری از سدیم کلرید (NaCl) استفاده گردید. تیمار اسیدآبسیزیک در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، آزمایش خشکی در پنج سطح (۰، ۱/۵-، ۳-، ٤/٥- و ٦- بار) و آزمایش شوری نیز در پنج سطح (۰، ۱/۵-، ۳-، ٤/٥- و ٦- بار) اجرا شد. سایر مراحل اجرای دو آزمایش مشابه هم بود. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم به‌صورت روزانه بعد از آغاز آزمایش و آخرین شمارش روز دهم بود. قابل ذکر است در طول این مدت شاهد با آب مقطر و پتری دیش‌های تحت تیمار با محلول‌های تنش‌زا، محلول‌دهی شدند. جوانه‌زنی در این آزمایش به‌صورت خروج ریشه‌چه به میزان ۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. روز دهم طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن تر و در نهایت وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری و ثبت گردید. سرعت جوانه‌زنی با استفاده از برنامه Germin محاسبه شد (Soltani et al., 2008). همچنین از روابط ۱ و ۲ به‌ترتیب برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر استفاده شد.

$$GP = (Ni/S) \times 100 \qquad \text{روابط (۱)}$$

که در آن: رابطه GP درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذور جوانه زده در روز iام و S تعداد کل بذور کشت شده هستند (Koo, 2006).

$$Vi = (Ls \times Pg) /100 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن: Vi شاخص ویگور (بنیه بذر)، Ls میانگین طول گیاهچه (مجموع ساقه و ریشه) و Pg درصد جوانه‌زنی هستند (Cutt and Klessig, 1992).

آنالیز آماری داده‌ها از نرم افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

آزمایش اول: تنش خشکی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی و اسیدآبسیزیک (به جز وزن تر گیاهچه) و اثر متقابل خشکی و اسیدآبسیزیک بر صفات مورد ارزیابی در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری گذاشته است (جدول ۱).

درصد و سرعت جوانه‌زنی: جدول مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی گیاه شاهدانه تحت تیمار ABA ۵ میلی‌گرم و عدم تنش خشکی (شاهد) و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌گرم ABA و عدم تنش خشکی است. و نیز بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر در تیمار شاهد، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم ABA که اختلافی با ۲۰ میلی‌گرم ABA ندارد و سطح تنش خشکی ۳- بار مشاهده شد به‌طوری که با افزایش تنش خشکی به بالاتر از ۳- بار سرعت و درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است. از آنجا که مرحله جوانه‌زنی با جذب آب شروع می‌شود، پس کمبود آب در این مرحله بسته به مدت و شدت تنش خشکی می‌تواند موجب عدم جوانه‌زنی و یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی شود (Kafi et al., 2005; Ebadi et al., 2011). مطابق با نتایج این تحقیق، در پژوهش‌های انجام شده در رابطه با اثر تنش خشکی، بیان کردند که با اعمال تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Abdi et al., 2015;

Fakheri et al., 2017). در بررسی اثر اسید آبسیزیک بر روی جوانه‌زنی گندم نان (*Triticum aestivum*) تیمار ۱۰۰ میکرومول اسیدآبسیزیک تاثیری در کاهش جوانه‌زنی و یا القای خواب بذر نداشت. اما غلظت ۲۰۰ میکرومول آن توانست جوانه‌زنی را ۵۲ درصد کاهش دهد (Tavakol Afshari et al., 2011). این آزمایش می‌تواند پیشنهاد کننده این موضوع باشد که غلظت‌های بالاتر این هورمون در افزایش سطح خواب بذر نقش مثبتی دارد. توجه به حساسیت پاسخ به هورمون‌های گیاهی نیز همانند غلظت هورمون‌ها دارای اهمیت زیادی است (Ogawa et al., 2003).

شاخص بنیه بذر: با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، بیشترین شاخص بنیه بذر در سطح تیمار اسیدآبسیزیک ۱۰ میلی‌گرم و خشکی ۱/۵- بار و کمترین میزان شاخص بنیه بذر در سطح تیمار اسیدآبسیزیک ۲۰ میلی‌گرم مشاهده شد. شاخص بنیه بذر تابعی از دو پارامتر درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه) می‌باشد. این شاخص نشان‌دهنده بنیه و قدرت گیاهچه است که حاصل آن ایجاد گیاه قوی و کامل می‌باشد (Aghighi Shahverdi et al., 2014). تحقیقات نشان داد که افزایش شدت تنش با تاثیر بر فرایند جذب آب توسط بذر و فرایندهای متابولیکی موجب کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Tsegazeabe and Teferii, 2012). همچنین وجود تنش باعث می‌شود که هیدرولیز مواد غذایی ذخیره شده از بافت‌های ذخیره‌ای و نیز انتقال آنها به‌محور جنینی در حال رشد کاهش یابد، که این امر موجب کاهش طول گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه) می‌شود (Turk et al., 2004). این نتایج در مورد گیاهانی همچون اسطوخودوس راست (Sanginabadi and khorasaninejad, 2016)، سرخارگل (Alizadeh Ahmadabadi and khorasaninejad, 2016) و خردل (Sharifi et al., 2017). نیز مشاهده شده است.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: بیشترین طول ریشه‌چه در سطح تیمار ABA ۱۰ میلی‌گرم با سطح تنش خشکی ۱/۵- و ۳- بار و ABA ۵ میلی‌گرم با عدم تنش خشکی و کمترین طول ریشه‌چه در سطح تیمار ABA ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. بیشترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار عدم مصرف (شاهد) و ۵ میلی‌گرم ABA و عدم تنش خشکی (شاهد)، کمترین طول ساقه‌چه مربوط به تیمار ۲۰ میلی‌گرم ABA و تنش خشکی ۴/۵- و ۶- بار مشاهده شد (جدول ۲). به نظر می‌رسد یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین باشد (Voigt et al., 2009). در بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نخود و اسطوخودوس دریافتند که با افزایش پتانسیل آب، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش می‌یابد (Macar et al., 2009; Sanginabadi and khorasaninejad, 2016). در شرایط تنش خشکی کاهش جذب آب توسط بذر، باعث کاهش سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر، کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه) شده است (Takel, 2000). یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش جذب بیشتر آب جهت جوانه‌زنی است که این امر خود باعث افزایش فعالیت متابولیکی در داخل بذر برای جوانه‌زنی می‌شود (Baghdadi et al., 2014). در این رابطه شارپ (Sharp, 2002) با بررسی رشد طولی ریشه و اندام هوایی ذرت در پتانسیل پایین آب ملاحظه نمود که در پتانسیل آبی که باعث توقف کامل رشد ساقه‌چه شد، رشد ریشه‌چه‌های ذرت همچنان ادامه یافت. شواهد موجود حکایت از این دارد که افزایش اسیدآبسیزیک در پتانسیل پایین آب اثرات متفاوتی بر رشد طولی ریشه و اندام هوایی دارد. به‌طوری که رشد اندام هوایی را متوقف می‌سازد، ولی رشد ریشه به رشد خود ادامه می‌دهد (Asghari, 1993).

جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر شاهدانه در شرایط تنش خشکی و تیمار اسیدآبسیزیک.

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن‌خشک گیاهچه
اسیدآبسیزیک	۳	۳۰۳/۸۹*	٤۳/٤٥*	٦۰۸/٦۱*	۲۲/٥۰*	٤/۳۷*	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۰۰۳*
خشکی	٤	۱۹۳۷/٥۰*	٦۷۳/٦۸*	۱۱۳۷/٤۱*	۲۷/۰٤*	٤۳/٥۲*	۰/۰۳۸*	۰/۰۰۲*
ABA× drought	۱۲	٥۳۸/٦۱*	۲٤/۲۳*	٥۱٤/۰۷*	۱۷/۹۸*	۲/۷٥*	۰/۰۷*	۰/۰۰۰٤*
خطا	۳۸	٥٦/۰٥	۱/۸۸	۷/٤٤	۰/٤۹	۰/۳۱	۰/۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب‌تغییرات(٪)	-	۱۰/٥۷	٤/۳۲	۱۳/۰۱	۱٤/۷۰	۲۱/۱۱	۲۸/٥۸	۱۹/۳۷

* و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و عدم معنی‌داری

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل اسیدآبسیزیک و تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی شاهدانه

تیمارها	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
ABA_1D_1	60^{f-h}	36^{ab}	24.48^{e-g}	5.74^{b}	6.18^{a}	0.61^{a-d}	0.03^{d-f}
ABA_1D_2	83.33^{a-d}	36^{ab}	39.19^{c}	6.74^{b}	4.30^{bc}	0.71^{ab}	0.06^{ab}
ABA_1D_3	86.67^{a-c}	36.67^{a}	21.45^{gh}	6.52^{b}	2.92^{de}	0.51^{a-d}	0.06^{a}
ABA_1D_4	70^{d-f}	26.33^{e}	28.70^{de}	5.61^{b}	1.98^{ef}	0.45^{c-f}	0.04^{b-d}
ABA_1D_5	73.33^{c-f}	33.69^{bc}	11.46^{ij}	3.44^{c}	0.71^{gh}	0.21^{fg}	0.04^{c-e}
ABA_2D_1	93.33^{a}	21.67^{f}	31.90^{d}	10.09^{a}	7.07^{a}	0.74^{a}	0.04^{c-e}
ABA_2D_2	86.67^{a-c}	36^{ab}	27.67^{d-f}	5.67^{b}	2.95^{de}	0.60^{a-d}	0.05^{a-c}
ABA_2D_3	83.33^{a-d}	38.17^{a}	18.69^{h}	3.47^{c}	1.63^{fg}	0.41^{d-f}	0.06^{ab}
ABA_2D_4	73.33^{c-f}	33^{cd}	20.34^{gh}	3.47^{c}	1.17^{f-h}	0.41^{d-f}	0.04^{c-e}
ABA_2D_5	70^{d-f}	33.29^{cd}	6.34^{kl}	1.80^{de}	0.39^{h}	0.14^{g}	0.02^{fg}
ABA_3D_1	46.67^{h}	12.80^{g}	9.13^{i-k}	3.30^{c}	4.25^{bc}	0.48^{b-e}	0.03^{e-g}
ABA_3D_2	83.33^{a-d}	36^{ab}	53.90^{a}	9.12^{a}	4.71^{b}	0.71^{ab}	0.06^{a}
ABA_3D_3	90^{ab}	36^{ab}	50.81^{b}	10.18^{a}	3.62^{cd}	0.69^{a-c}	0.06^{ab}
ABA_3D_4	53.33^{gh}	31^{d}	5.88^{kl}	2.32^{c-e}	0.83^{gh}	0.21^{fg}	0.02^{e-g}
ABA_3D_5	66.67^{e-g}	33.85^{bc}	7.59^{jk}	2.83^{cd}	0.64^{gh}	0.23^{e-g}	0.03^{d-f}
ABA_4D_1	26.67^{i}	38.40^{a}	2^{l}	1.57^{e}	3.33^{cd}	0.25^{e-g}	0.01^{g}
ABA_4D_2	63.33^{e-g}	36^{ab}	12.39^{ij}	3.64^{c}	2.67^{de}	0.55^{a-d}	0.05^{a-c}
ABA_4D_3	60^{f-h}	33.40^{b-d}	23.15^{f-h}	3.53^{c}	2.86^{de}	0.72^{ab}	0.05^{ab}
ABA_4D_4	70^{d-f}	14^{g}	8.54^{jk}	3.05^{cd}	0.36^{h}	0.23^{e-g}	0.03^{d-g}
ABA_4D_5	76.68^{b-e}	32^{cd}	13.75^{i}	3.16^{c}	0.38^{h}	0.24^{e-g}	0.03^{c-e}

تیمار اسیدآبسیزیک (ABA_1: صفر (شاهد)، ABA_2: ۵ میلی‌گرم در لیتر، ABA_3: ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، ABA_4: ۲۰ میلی‌گرم در لیتر). تیمار خشکی (D_1: شاهد (بدون تنش) D_2: ۱/۵- بار D_3: ۳- بار D_4: ٤/۵- بار D_5: ٦- بار). در هر ستون برای هر تیمار: حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

وزن تر و خشک گیاهچه: با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۲)، بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به ABA ۵ میلی‌گرم و عدم تنش خشکی که بین تیمارهای ABA اختلافی وجود نداشت، مشاهده شد و بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمار ABA شاهد (عدم مصرف) و تنش خشکی ۳- بار مشاهده شد به طوری که با افزایش تنش خشکی از وزن تر و خشک گیاهچه کاسته شده است. مطابق با این نتایج، گزارش کردند که در گیاه ریحان و شوید با کاهش پتانسیل آب، وزن تر و خشک گیاهچه تنزل یافت (Hassani, 2005; Gholinezhad, 2017). از سویی سیدی و همکاران (Seyedi et al., 2013) در بررسی صفات مرتبط با جوانه‌زنی از جمله وزن گیاهچه با افزایش تنش خشکی کاهش یافته است.

آزمایش دوم: تنش شوری

با توجه به جدول تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی (جدول ۳)، اسیدآبسیزیک، تنش شوری و اثر متقابل اسیدآبسیزیک و شوری (به جز وزن تر گیاهچه) اثر معنی‌داری بر تمام صفات مورد ارزیابی در سطح یک درصد داشت.

درصد و سرعت جوانه‌زنی: با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ٤)، بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر تحت تیمار شاهد ABA که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۵ و ABA۱۰ ندارد و سطح تنش خشکی ۳- بار مشاهده شد به طوری که با افزایش تنش به بیش از ۳ بار باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شد. بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار ۱۰ و ۲۰ ABA و سطح تنش ۱/۵- بار است. بذر شاهدانه مقاومت قابل توجه‌ای به تیمار شدید شوری را نشان داد که با نتایج بررسی اثر شوری بر گیاه شاهدانه توسط جوادی و همکاران (Javadi et al., 2014) مطابقت داشت. نتایج مطالعات انجام شده بر سایر گیاهان دارویی نظیر گل گاوزبان (Ramezani et al., 2012)، رازیانه (Safar Nezhad and Hamidi, 2009)، بابونه (Ghonavati et al., 2007; Dadkhah, 2011)، زنیان (Dadkhah, 2011) و سرخارگل (Amiri et al., 2011) نیز نشان داده شده است که با افزایش پتانسیل اسمزی صفات شاخص جوانه‌زنی کاهش یافته است. بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده است که اعمال تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌ها است، زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Karenzhadi et al., 2005). از نتایج سایر پژوهشگران مستدل می‌شود که در رابطه با اثرات زیانبار تنش شوری روی جوانه‌زنی و فعالیت آمیلاز با افزودن برون‌زا اسیدآبسیزیک و اسیدجیبرلیک در محیط کشت لوبیا برگشت داده شدند (Yurekli et al., 2004).

شاخص بنیه بذر: با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ٤)، بیشترین بنیه بذر مربوط به تیمار ۵ میلی‌گرم ABA و عدم تنش خشکی است و سایر تیمارهای ABA تاثیری بر افزایش بنیه بذر نداشته و کمترین میزان شاخص بنیه بذر در سطح تیمار ۲۰ میلی‌گرم ABA مشاهده شده است و همچنین با افزایش تنش خشکی از شاخص بنیه بذر کاسته شده است به‌طوری که کمترین میزان مربوط به سطح تنش ٦- بار می‌باشد. که با نتایج شریفی و همکاران (Sharifi et al., 2017) مطابقت داشت. اسیدآبسیزیک به‌عنوان یک واسطه در گیاه در پاسخ به تنش شوری عمل می‌کند. خسارت تنش ناشی از مواجهه با سطوح شوری در گیاهان با اعمال غلظتی از اسیدآبسیزیک قابل جبران است. همچنین تنش شوری منجر به افزایش شدید غلظت اسیدآبسیزیک می‌گردد که با اعمال اسید آبسیزیک، غلظت اسیدآبسیزیک افزایش و منجر به مهار رشد و کاهش بنیه بذر می‌گردد (Omidi, 2010).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه: با توجه به جدول ٤، بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در عدم مصرف ABA و عدم تنش خشکی مشاهده شده است و کمترین طول در سطح ۲۰ میلی‌گرم ABA و ٦- بار تنش خشکی است. قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2014) طی بررسی اثر شوری بر روی گیاه دارویی زوفا کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در سطح تنش شوری مشاهده کردند. با توجه به نقش اسیدآبسیزیک (ABA) به‌عنوان تنظیم کننده رشد در سازگاری گیاه به شرایط نامطلوب محیطی از جمله شوری و همچنین پاسخ بافت و اندام‌های گیاه به تاثیر متقابل هورمون‌ها، احتمال دارد که سطوح بالای اسید آبسیزیک سبب کاهش هورمون اکسین (IAA) و در نتیجه سبب کاهش رشد و تقسیم سلولی اندام‌های گیاه گردد (Saidi Poor et al., 2007).

وزن تر و خشک گیاهچه: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول۳)، اثر متقابل اسیدآبسیزیک و شوری اثر معنی‌داری بر وزن تر گیاهچه نداشت. در رابطه با وزن خشک گیاهچه (جدول ٤)، بیشترین وزن خشک در تیمار ۱۰ میلی‌گرم ABA و سطح ۳- بار تنش خشکی، به طوری که کمترین وزن خشک در تیمار ۲۰ میلی‌گرم ABA و ٦- بار تنش خشکی مشاهده شده است. که نشان دهنده تاثیر منفی غلظت بالای شوری و ABA بر گیاه می‌باشد. احتشامیا (Ehteshammia, 2007) گزارش کرد که وزن خشک گیاهچه گیاهان دارویی با افزایش شوری شروع به کاهش کرد. به نظر می‌رسد کاهش پتانسیل و اثرات سمیت یونی با افزایش سطوح شوری فرایند رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دچار اختلال نموده که خود کاهش وزن خشک گیاهچه را بدنبال خواهد داشت. اسیدآبسیزیک تحت شرایط شوری افزایش می‌یابد که موجب تغییر در نفوذپذیری غشاء می‌گردد (Ghorbani et al., 2011). زمانی که گیاه در معرض تنش آبی قرار می‌گیرد میزان هورمون اسیدآبسیزیک در ریشه گیاهان تنش دیده افزایش می‌یابد (Iqbal and Ashraf, 2010). با افزایش محتوای آبسیزیک تحت شرایط شوری گیاهان نسبت به فاکتور شوری محیط سازگار شده و در نهایت باعث افزایش مقاومت گیاه می‌گردد (Yurekli et al., 2004).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذر شاهدانه در شرایط تنش شوری و تیمار اسیدآبسیزیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن‌خشک گیاهچه
اسیدآبسیزیک	۳	742.22*	85.69*	1441.57*	95.91*	39.42*	0.20*	0.001*
شوری	٤	577.50*	693.57*	295.21*	18.16*	33.15*	0.22*	0.0008*
ABA× Salinity	۱۲	218.61*	26.70*	120.46*	4.68*	1.61*	0.03ns	0.0002*
خطا	۳۸	73.95	4.75	9.26	0.43	0.42	0.05	0.0001
ضریب‌تغییرات (٪)	-	14.83	8.16	18.51	15.52	16.19	38.36	18.62

* و ns : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و عدم معنی‌داری

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل اسیدآبسیزیک و تنش شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی شاهدانه

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
ABA_1S_1	53.33^{d-g}	29.60^{de}	27.79^{cd}	10.01^{a}	9.04^{a}	0.74^{a-c}	0.04^{d-g}
ABA_1S_2	56.67^{d-f}	23.33^{f}	23.40^{de}	7.91^{bc}	6.35^{bc}	0.70^{a-c}	0.03^{e-g}
ABA_1S_3	80^{a}	19.33^{gh}	23.95^{c-e}	6.25^{d}	6.50^{bc}	0.77^{ab}	0.05^{a-c}
ABA_1S_4	60^{c-f}	13.80^{j}	33.20^{ab}	4.93^{e}	4.26^{de}	0.53^{a-d}	0.05^{a-d}
ABA_1S_5	63.33^{b-e}	32.76^{a-d}	25.02^{c-e}	7.33^{c}	3.64^{e-g}	0.63^{a-c}	0.04^{a-e}
ABA_2S_1	66.67^{a-d}	17.73^{hi}	35.11^{a}	8.92^{b}	6.93^{b}	0.73^{a-c}	0.04^{d-g}
ABA_2S_2	66.67^{a-d}	20^{f-h}	21.78^{e}	4.48^{ef}	5.37^{cd}	0.46^{b-d}	0.05^{a-c}
ABA_2S_3	76.67^{ab}	30.80^{c-e}	29.47^{bc}	4.81^{e}	5^{d}	0.94^{a}	0.05^{ab}
ABA_2S_4	63.33^{b-e}	32.70^{a-d}	14.42^{f}	3.34^{fg}	2.72^{gh}	0.54^{a-d}	0.04^{b-f}
ABA_2S_5	50^{d-g}	32.40^{b-d}	8.07^{g-i}	3.50^{fg}	2.32^{h}	0.48^{b-d}	0.03^{d-g}
ABA_3S_1	56.67^{d-f}	34.43^{a-c}	13.79^{f}	3.76^{e-g}	4.19^{d-f}	0.44^{b-d}	0.03^{e-g}
ABA_3S_2	46.67^{e-g}	36.80^{a}	9.18^{f-h}	3.32^{fg}	5.04^{d}	0.62^{a-c}	0.03^{fg}
ABA_3S_3	73.33^{a-c}	35.20^{ab}	26.94^{c-e}	4.82^{e}	4.65^{de}	0.81^{ab}	0.05^{a}
ABA_3S_4	60^{c-f}	19^{gh}	11.30^{fg}	2.59^{gh}	2.95^{gh}	0.59^{a-d}	0.04^{c-g}
ABA_3S_5	40^{g}	22.67^{fg}	2.67^{ij}	1.33^{i}	1.05^{ij}	0.32^{cd}	0.02^{hi}
ABA_4S_1	43.33^{fg}	14.13^{ij}	5.82^{g-j}	1.62^{hi}	3.78^{e-g}	0.45^{b-d}	0.03^{gh}
ABA_4S_2	43.33^{fg}	36.76^{a}	4.02^{h-j}	1.35^{i}	1.97^{hi}	0.31_{cd}	0.01^{i}
ABA_4S_3	50^{d-g}	32.87^{a-d}	6.48^{g-j}	2.09^{hi}	3.05^{f-h}	0.60^{a-d}	0.04^{d-g}
ABA_4S_4	60^{c-f}	22^{fg}	4.42^{h-j}	0.93^{i}	1.14^{ij}	0.49^{b-d}	0.03^{gh}
ABA_4S_5	50^{d-g}	27.33^{e}	1.93^{j}	0.93^{i}	0.5^{j}	0.19^{d}	0.01^{i}

تیمار اسیدآبسیزیک (ABA_1: صفر (شاهد)، ABA_2: ۵ میلی‌گرم در لیتر، ABA_3: ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، ABA_4: ۲۰ میلی‌گرم در لیتر). تیمار شوری (S_1: شاهد (بدون تنش) S_2: ۱/۵- بار S_3: ۳- بار S_4: ٤/۵- بار S_5: ٦- بار). در هر ستون برای هر تیمار: حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نتایج دو آزمایش به‌دست آمده می‌توان نتیجه گرفت که شاهدانه در مرحله جوانه‌زنی در سطوح تنش شدید به خشکی و شوری حساس است که این حساسیت به شوری بیشتر است. به‌طوری که طول ساقه‌چه از حساسیت بالاتری به تنش برخوردار بود. تیمار اسیدآبسیزیک، با افزایش در سرعت جذب آب و افزایش حجم ریشه در تنش خشکی اثر مثبتی بر جوانه‌زنی و تداوم حیات گیاهچه دارد. که این نتایج بسته به غلظت اسیدآبسیزیک، تنش و حساسیت گیاه به هورمون اثر متفاوتی دارد.

References

Abdi, H., Bihamta, M.R., Aziz-Ov, E. and Chogan, R. 2015. Investigation effect of drought stress level of PEG 6000 on seed germination principle and its relation with drought tolerance index in promising lines and cultivars of bread wheat (*Triticum. aestivum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 12(4): 582-596. (In Persian)

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

Alizadeh Ahmadabadi, A. and khorasaninejad, S. 2016. The Effect of Humic acid Pretreatment on Germination of purple cornflower (*Echinacea purpurea*) plant under Drought and Salinity Conditions. Arid Biome Scientific and Research Journal, 6(2): 97-106. (In Persian)

Amiri, M.B., Rezvani Moghadam, P., Ehyaii, H.R., Falahi, J. and Aghhavani Shajari, M. 2011. The Effect of osmotic stress and salinity on germination indices and seedling growth of two medicinal plants (*Cynara scoolymus*) and (*Echinacea purpurea*). Journal of Environmental Stresses in Crop sciences, 2(3): 165-176. (In Persian)

Asghari, M. 1993. The Effect of ethylene on osmotic regulation and growth of axial and cotyledon tissues of sunflower seeds under drought stress conditions. Agricultural Sciences and Technology Journal, 7: 137-145. (In Persian)

Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C. and Kwon, T.R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advan. Agron., 97: 45–110.

Baghdadi, A., Ashraf Jafari, A., Alizade, M.A. and Gorji, A. 2014. The Effect of drought and cold stress on germination and seedling growth in populations of *Poa trivialis* and *Poa pratensis* in germinator and greenhouse conditions. Iranian Journal of Range and Desert Research, 20(4): 706-719. (In Persian)

Chandra, S., Lata, H. and ElSohly, M.A. 2017. *Cannabis sativa* L- Botany and Biotechnology, 1st ed.; Springer International Publishing AG: Cham, Switzerland, pp. ix–xi.

Covarrubias, A.A. and Reyes, J.L. 2010. Post- transcriptional gene regulation of salinity and drought responses by plant microRNAs. Plant, Cell and Environment, 33(4): 481-489.

Cutt, J.R. and Klessig, D.F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. Pharmaceutical Technology, 16: 25–34.

Dadkhah, A.R. 2011. Study of the effect of salt stress and salt Type on germination and seedling growth of four medicinal plants of Fenugreek, Sesame, Cannabis and Zinnian. Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants, 26(3): 319-358. (In Persian)

Ebadi, M.T., Azizi, M. and Farzaneh, A. 2011. Effect of drought stress on germination factors of four improved cultivars of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). Journal of Plant Production, 18(2): 119-131. (In Persian)

Ehteshamnia, A. 2007. The effects of salinity on seedling growth of 10 medicinal plant components. Conference Medicinal Plants. Shahed University Tehran. November. P123. (In Persian)

Fakheri, B.A., Mousavi Nick, S.M. and Mohammadpour Vashvaei, R. 2017. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on germination and morphological properties of fennel and ajowan. Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 1(1): 35-50. (In Persian).

Finch-Savage, W.E. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171: 501–523.

Ghasemi, A.A., Hamidi, H., Aroos, J. and Masoomi, A. 2014. The Effect of Salinity and Temperature on *Hyssopus officinalis* Germination. Journal of Crop Improvement, 15(3): 155-169. (In Persian)

Gholinezhad, E. 2017. The effect of different levels of drought stress on traits related to germination and seedling growth of dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Seed Research, 6(4): 57-71. (In Persian)

Ghonavati, M., Hooshmand, S. and Zeynali, H. 2007. Study the effect of different levels of salinity on germination of two species of chamomile. 9th Iranian Crop Sciences Congress. 597.

Ghorbani Javid, M., Sorooshzadeh, A., Moradi, F., Modarres Sanavy, S.A.M. and Allahdadi, I. 2011. The role of phytohormones in alleviating salt stress in crop plants. Crop Science, 5(6): 726-734.

Gianinetti, A. and Vernieri, P. 2007. On the role of abscisic acid in seed dormancy of red rice. Journal of Experimental Botany, 58: 3449-3462.

Goggin, D.E., Steadman, K.J., Neil Emery, R.J., Farrow, S.C., Benech-Arnold, R.L. and Powels, S.B. 2009. ABA inhibits germination but not dormancy release in mature imbibed seeds of *Lolium rigidum* Gaud. Journal of Experimental Botany, 60: 3387-3396.

Hassani, A. 2005. Polyethylene glycol induced water stress on basil seed. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran, 4(21): 535-544. (In Persian)

Hazekamp, A. 2009. Cannabis review. Depertment of plant metabolomics Leiden University. Leiden the Netherland.

Iqbal, M. and Ashraf, M. 2010. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany, 6(1): 521-536.

Javadi, H., Segheh Al Eslami, M.J. and Moosavi, Gh.R. 2014. Study of Salinity Effects on Germination and Seedling Growth of Four Medicinal Plants. Iranian Journal of Field Crops Research, 12(1): 53-64. (In Persian)

Kafi, M., Nezami, A., Hosseini, H. and Massumi, A. 2005. The physiological effects of drought stress induced by PEG 6000 on germination of lentil genotypes. Iranian Journal of Field Crops Researches, 3: 69-81. (In Persian)

Karenzhadi, A., Galeshi, S., Zeynali, A. and Zangi, M.R. 2005. Study of salinity tolerance of thirty cotton genotypes at germination stage. Agricultural Sciences and Technology Journal, 18(1): 109-126. (In Persian)

Kauser, A. and Azam, F. 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experimental Botany, 25: 245–252.

Kermode, A.R. 2005. Role of abscisic acid in seed dormancy. Journal of Plant Growth Regulation. 24: 319–344.

Koo, E.S. 2006. Humic acid or fulvic acid: which organic acid accelerates the germination of the green mung beans? California State Science Fair. 1617.

Kucera, B., Cohn, M.A. and Leubner-Metzger, G. 2005. Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. Seed Science Research, 15: 281-307.

Macar, T.K., Turan O. and Ekmekci, Y. 2009. Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. G.U. Journal of Science, 22: 5-14.

Mallikarjuna, M., Govindasamy, R. and Chandrasekaran, S. 1987. Effect of humic acid on *sorghum vulgare* var.CSH-9. Current Sciences, 56:12-73.

Mansoori, H. and Asrar, Z. 2014. The Effect of ABA on pigments and Tetrahydrocannabinol *Cannabis sativa* in flowering stage. Iranian Journal of Biology, 26(1): 82-88. (In Persian)

McCarty, D.R. 1995. Genetic control and integration of maturation and germination pathways in seed development. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology. 46: 71–93.

Najafpoor Navai, M., Sefid Kan, F.V. and Mirza, M. 2008. Introduction of Iranian Anticancer Drug Herbs. First edition, Research Institute for Forests and Rangelands of the Country, Agricultural Research and Education agricultural, Ministry of Agricultural Jihad, 34-35.

Nambara, E., Okamoto, M., Tatematsu, K., Yano, R., Seo, M. and Kamiya, Y. 2010. Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. Seed Science Research, 20: 55–67.

Nasrollah, S. 2015. The effect of electromagnetic waves on cannabis. Master thesis, Department of Biology, Faculty of Biology, Islamic Azad University, North Tehran Branch.

Ogawa, M., Hanada, A., Yamauchi, Y., Kuwahara, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S. 2003. Gibberellin biosynthesis and response during Arabidopsis seed germination. The Plant Cell, 15: 1591-1604.

Okamoto, M., Kuwahara, A., Seo, M., Kushiro, T., Asami, T., Hirai, N., Kamiya, Y., Koshiba, T. and Nambara, E. 2006. CYP707A1 and CYP707A2, which encode ABA 80-

hydroxylases, are indispensable for a proper control of seed dormancy and germination in Arabidopsis. Plant Physiology, 141: 97–107.

Okamoto, M., Tatematsu, K., Matsui, A., Morosawa, T., Ishida, J., Tanaka, M., Endo, T., Mochizuki, Y., Toyoda, T., Kamiya, Y., Shinozaki, K., Nambara, E. and Seki, M. 2010. Genome-wide analysis of endogenous abscisic acid-mediated transcription in dry and imbibed seeds of Arabidopsis using tiling arrays. Plant Journal, (In Press).

Omidi, H. 2010. Changes of Proline Content and Activity of Antioxidative Enzymes in Two Canola Genotype under Drought Stress. American Journal of Plant Physiology, 5: 338-349.

Pinarkara, E., Kayis, A.S., Hakki, E. and Sag, A. 2004. RAPD analysis of seizes marijuana (*Cannabis sativa* L.) in Turkey. Electronic Journal of Biotechnology, 12: 1-13.

Ramezani, A., Ghajar Sepanlo, M. and Naghdi Badi, H.A. 2012. Evaluation of germination potential of *Echium amoenum* Fisch. & Mey seedlings in salt conditions. Watershed Management Research, 91: 80-87. (In Persian)

Safar Nezhad, A. and Hamidi, H. 2009. Study of Morphological Characteristics of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under Salt Stress. Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(1): 125-140. (In Persian)

Saidi Poor, S., Moradi, F., Nabi Poor, M. and Rahimi Fard, M. 2007. The Effect of NaCl-induced salinity stress on the variation and distribution of ABA and IAA in seedlings of tolerant (IR 651) and sensitive (IR29) rice genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 8(3): 215-231. (In Persian)

Sanginabadi, H. and khorasaninejad, S. 2016. The Effect of Drought, Salinity Stresses and salicylic acid Pretreatment on seed germination factors *Lavandula stricta* Del. plant. Journal of Horticultural Science, 30(3): 423-430. (In Persian)

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

Sharifi, H., Goldani, M., Ghias-Abadi, M. and Sharifi, Z. 2017. The effect of seed coat colour on mustard (*Brassica compestris* Var. Parkland) seed germination under salinity and drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 3(4): 57-67. (In Persian)

Sharp, R.E. 2002. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscises acid in root and shoot growth response to water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 211–222.

Soltani, E., Akram-Ghaderi, F. and Soltani, A. 2008. Applications of germination modeling on the response to temperature and water potential in seed Science Research. 1st National Conference of Seed Sciences and Technology in Iran. Gorgan, Iran. 445p.

Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. Agronomy Journal. 48: 95-102.

Tavakol Afshari, R., Badri, S. and Abasi, A.R. 2011. Study of the effect of gibberellin and Abscisic acid on germination, induction of dormancy and activity of the enzymes of acid and alkaline phosphatase in wheat seed embryos (*Triticum aestivum*) variety RL4137. Iranian Journal of Field Crop Science, 41(4): 781-789. (In Persian)

Tsegazeabe, H.H. and Teferii, G. 2012. The Effect of salinity stress on germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) land race of tigray. Current Research Journal of Biological Sciences, 4: 578-583.

Turk, M.A., Tahawa, A.R.M. and Lee, K.D. 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. Asian Journal of Plant Sciences, 3: 394-397.

Voigt, E.L., Almeida, T.D., Chagas, R.M., Ponte, L.F.A., Viégas, R.A. and Silveira, J.A.G. 2009. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. Journal of Plant Physiology, 166: 80–89.

Yurekli, F., Banu Porgali, Z. and Turkan, I. 2004. Variations in abscisic acid, indole-3-acetic acid, Gibberellic acid and zeatin concentrations in two bean species subjected to salt stress. Acta biologica cracoviensia Series Botanica, 46(1): 201–212.