

اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان

براتعلی فاخری^{۱*}، سید محسن موسوی نیک^۲، رقیه محمدپور وشوایی^۳

۱- دانشیار اصلاح نباتات، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- دانشیار زراعت، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۳- دانشجوی دکتری آگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: ba_fakheri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۰۸ شهریور ۱۳۹۵، تاریخ بازنگری: ۱۱ آبان ۱۳۹۵، تاریخ پذیرش: ۰۹ اسفند ۱۳۹۵

چکیده

علی رغم اهمیت تنش خشکی در مراحل اولیه رشد و استقرار گیاه، این موضوع در برنامه های اصلاحی به عنوان معیار انتخاب نادیده گرفته شده است. بدین منظور آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه زابل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار، در شش شرایط تنش اسمزی (۱/۵، -۱/۹، -۳/۵، -۴/۸، -۶/۵ بار و شاهد) و برای دو ژنوتیپ رازیانه و زنیان به اجرا درآمد. برهمکنش تیمارهای ژنوتیپ و تنش اسمزی برای کلیه صفات به جز وزن خشک گیاه چه که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شده بود، در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد. رازیانه نسبت به زنیان دارای درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه، وزن تر و خشک گیاه چه و زنیان نسبت به رازیانه دارای میانگین مدت جوانه زنی بیشتر بود. بیشترین و کمترین مقادیر صفات، به جز برای میانگین مدت جوانه زنی (در سطح ۶/۵- بار تنش و شاهد)، به ترتیب در سطح عدم تنش (شاهد) و سطح ۶/۵- بار تیمار تنش اسمزی بدست آمد. برهمکنش ژنوتیپ و تنش اسمزی نشان داد که بیشترین مقدار درصد جوانه زنی (۹۴/۶۷)، طول ریشه چه (۷/۱۰ میلی متر)، طول ساقه چه (۱۰/۳۶ میلی متر)، وزن تر و خشک گیاه چه (به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۳۲۰ گرم) در تیمار عدم تنش (شاهد) برای رازیانه و برای صفت سرعت جوانه زنی (۱۰/۳۱) در زنیان حاصل شد. بیشترین میانگین مدت جوانه زنی در سطح ۶/۵- بار تیمار تنش اسمزی (۹/۸۱) برای زنیان بدست آمد. به طور کلی رازیانه نسبت به زنیان توانایی بالاتری برای جوانه زنی در تنش اسمزی داشت. صفت درصد جوانه زنی به نظر می رسد که مهم ترین صفت مربوط به جوانه زنی باشد.

کلمات کلیدی: تنش اسمزی، تنش خشکی، جوانه زنی، رازیانه، زنیان.

مقدمه

رشد جمعیت و کویرزایی کاهش مواد غذایی را تشدید می‌کند. یک سوم اراضی قابل کشت دنیا تحت شرایط کمبود آب به سر می‌برند، ۲۵ کشور دنیا که جمعیتی بالغ بر ۳۳۸ میلیون نفر را دارا می‌باشند، با تنش کم‌آبی رو به رو هستند. اراضی خشک و نیمه‌خشک ایران حدود ۱۰۰ میلیون هکتار است که ۶۴ درصد کشور را به خود اختصاص می‌دهد. این میزان با افزایش درجه حرارت کره زمین و کاهش نزولات آسمانی افزایش می‌یابد (Alizadeh and Keshavarz, 2005). متوسط بارندگی سالیانه در ایران ۲۴۸ میلی‌متر گزارش شده است که به علت پراکنش نامناسب و متغیر زمانی از جمله سرزمین‌های خشک دنیا محسوب می‌شود. کشاورزی در ایران تحت شرایط تنش‌های محیطی انجام می‌گیرد و به جز بخش شمالی کشور، در بقیه نقاط آن معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، سرما یا گرما وجود دارد. بنابراین ضروری است تا برای حل این مشکل اقدامات اساسی انجام گیرد. در گیاهان دارویی رشد و تولید اسانس تحت تأثیر عوامل محیطی مختلفی چون تنش آبی قرار دارد. عوامل محیطی علاوه بر تأثیر بر عملکرد بیولوژیک گیاه می‌توانند، تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان را نیز تغییر دهند و تنش آبی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سنتز محصولات طبیعی هستند (Solinas and Deiana, 1996). روند دقیق ساخت اسانس در گیاهان هنوز به خوبی مشخص نشده است، ولی اسانس‌ها به طور کلی بازمانده‌های ناشی از فرآیندهای اصلی متابولیسم گیاهان، به ویژه در پاسخ به تنش وارد شده به گیاه محسوب می‌شوند (Hassani and Omidbaigi, 2006).

رشد اولیه گیاه مهم‌ترین مرحله برای استقرار گیاه، به خصوص در شرایط تنش خشکی است.

زنیان با نام علمی (*Carum copticum L.*) یا چتریان (*Apiaceae* یا *Umbelliferae*) و جزء پیشرفته‌ترین گیاهان گلدار، علفی و یکساله است (Zargari, 2004). در طب سنتی زنیان به عنوان بادشکن، ضد تهوع، مقوی، ضد کرم، مدر، کاهنده کلسترول خون، خلط آور و تسکین دهنده اسپاسم استفاده می‌شود (Nagalakshmi et al., 2000; Kirshnamoorth and Madalageri, 1999; Rao, 1986). زنیان از قدیم به عنوان ادویه و نگهدارنده مواد غذایی و آنتی‌اکسیدان، ضد میکروب قوی (مشابه تیمول)، ضد قارچ پوستی، ضد نزله تنفسی، ضد کرم و ضد حشره استفاده می‌شود (Nagalakshmi et al., 2000; Rao, 1986).

رازپانه (*Foeniculum vulgare L.*) گیاهی علفی، معطر و چند ساله از خانواده چتریان (*Umbelliferae* یا *Apiaceae*) و از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین گیاهان دارویی ایران می‌باشد (Zargari, 2004). قسمت مورد استفاده رازپانه، ریشه، برگ و میوه آن است ولی معمولاً کلیه قسمت‌های آن مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hornok, 1992). رازپانه از قدیم به عنوان فعال کننده مراکز عصبی مغزی (آرام‌بخش)، تسکین دردهای قاعدگی، ضد سرفه، شیرافزایی، اشتها آور و محرک بکار می‌رود. رازپانه به صورت سبزی یک ماده غذایی بسیار مفید، سهل‌الهضم، آرام کننده معده و روده و ملین است (Javidtash, 1989).

هر ساله اثرات مخرب خشکی بر تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از نقاط جهان روی می‌دهد.

وسعت زمین‌های خشک و نیمه خشک دنیا ۳/۶ میلیارد هکتار می‌باشد که در این نواحی

گیاهان با بنیه اولیه قوی تر، سریع تر بر روی سطح خاک سایه اندازی می کنند و هدر رفتن آب را کاهش می دهند. هدر رفتن آب از طریق تبخیر از سطح خاک، کارایی مصرف آب را به خصوص در نواحی خشک، جایی که بیشترین بارندگی در اول فصل زراعی اتفاق می افتد، را تحت تأثیر قرار می دهد (Spielmeyer *et al.*, 2007). صفات ریشه ای به طور مستقیم در اجزای عملکرد گیاه در شرایط تنش نقش ایفا می نمایند و اصلاحگران مجبور خواهند بود، برای صفات ریشه ای به طور مستقیم گزینش انجام دهند (Waines and Ehdiae, 2007).

صفات دیگری از جمله درصد و سرعت جوانه زنی هم می توانند به نوعی در انتخاب برای مقاومت به خشکی در برنامه های به نژادی نقش داشته باشند. یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، درصد و سرعت جوانه زنی بذرها و استقرار گیاه چه های حاصل از بذور کشت شده است. به طور طبیعی هر چه سرعت جوانه زنی و درصد بذرهاى جوانه زده در مزرعه بیشتر باشد، استفاده از منابع رشد نظیر نور، آب و عناصر غذایی بهتر خواهد بود (Foti *et al.*, 2002). اما متأسفانه در بسیاری از مناطق دنیا به ویژه در کشاورزی معیشتی مناطق دیم، استقرار ضعیف گیاهان زراعی مشکل عمده ای محسوب می شود. تنش خشکی و شوری، دماهای پائین و بالا در هنگام جوانه زنی، سله بستن خاک، کشت بی موقع، آماده نبودن کافی بستر بذر و غیره از جمله عواملی هستند که استقرار گیاه چه ها را در مزرعه محدود می نمایند (Heydecker *et al.*, 1973). با توجه به این که زادآوری یا تجدید نسل گیاهان از طریق بذر یکی از مهم ترین ویژگی های گیاهان زراعی است، بنابراین بررسی های اکوفیزیولوژیک تولید مثل از طریق بذر از اهمیت خاصی برخوردار

خواهد بود. تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به بذرهاى برخوردار از جوانه زنی مناسب نیاز دارند تا با کشت آنها محصول قابل توجهی بدست آورند. جوانه زنی از مهم ترین مراحل رشد گیاه است، طوری که در این مرحله دوام، استقرار و عملکرد نهایی گیاهان زراعی تضمین می گردد (De and Kar, 1995). کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک باعث کاهش دسترسی بذر به آب می شود. بنابراین پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیم بر سرعت جذب آب و جوانه زنی بذر می گذارد (Aspinall and Paleg, 1981).

گیاهان در مرحله جوانه زنی و رشد اولیه دانهال (نهال حاصل از رویش دانه) حساسیت بیشتری به تنش های محیطی از جمله خشکی دارند (De and Kar, 1995). اثرات متقابل بین عوامل محیطی و مکانیزم های درونی یک بذر، جوانه زنی بذر را تحت شرایط خاص تعیین می کند (Michel and Kaufmann, 1973). آب یکی از مهم ترین احتیاجات رشد گیاه است. از آنجایی که جوانه زنی با جذب آب آغاز می شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه زنی می شود (Kafi *et al.*, 2005). از آنجایی که ایجاد و حفظ یک پتانسیل آب خالص در محیط خاک، کاری تقریباً مشکل است، برقراری شرایط تنش خشکی با استفاده از مواد اسمزی مختلف برای ایجاد پتانسیل های اسمزی، یکی از مهم ترین روش های مطالعه تأثیر تنش خشکی بر جوانه زنی تلقی می شود. با توجه به این که در بیشتر موارد بافت های گیاهی عکس العمل مناسبی در محیط های کنترل مصنوعی پتانسیل آب (نظیر محلول شکر و نمک) نشان نمی دهند و با دخالت در تغذیه بافت ها، پتانسیل اسمزی را تعدیل می کنند، توجه به سوی مواد با جرم مولکولی بالا که نقشی

شدت تنش، سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمامی گونه‌ها کاهش یافت (Bromand-Zadeh and Kochehi, 2005). صفایی و غدیری (Safaei and Ghadiri, 2006) در مطالعه شش رقم گندم بیان نمودند که سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش رطوبتی رابطه معکوس دارد. همچنین طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه بطور معنی‌دار تحت تأثیر پتانسیل‌های مختلف رطوبتی قرار گرفت و کمبود رطوبت باعث کاهش شدید این صفات شد. حسینی و حداد خدایرست (Hosseini and Hadad, 2004) در آزمایش خود بر روی گیاه نوروژک (*Salvia leriifolia* Benth.) مشاهده کردند که با اعمال تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافت. نتایج آزمایش رحیمیان مشهدی و همکاران (Rahimian Mashhadi et al., 1991) نیز حاکی از آن بود که طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی توده‌های مختلف گندم تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و با شدت تنش رابطه عکس داشت. دیومن (Duman, 2006) و رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2006) گزارش کردند که تنش خشکی درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش می‌دهد.

با وجود اهمیت تنش خشکی در مراحل بحرانی اولیه رشد و استقرار گیاه، در اکثر مطالعات نادیده گرفته شده است (Landjeva et al., 2008). بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثر تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان بوده است.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی و خصوصیات

در تغذیه بافت‌ها نداشته و جذب نمی‌شوند، جلب شده است (Michel and Kaufmann, 1973). در میان مواد با جرم مولکولی بالا، پلی‌اتیلن گلایکول (PEG) به دلیل ایجاد محلول دارای شرایط مشابه شرایط طبیعی بیشترین کاربرد را پیدا کرده است (Rade and Kar, 1995). این ماده به دلیل داشتن وزن مولکولی بالا نمی‌تواند از دیواره سلولی عبور کند و به همین دلیل از آن برای تنظیم پتانسیل آب در آزمایش‌های جوانه‌زنی استفاده می‌شود. پلی‌اتیلن گلایکول با وزن مولکولی بزرگ (PEG MW=6000) جهت ایجاد تنش خشکی در مقایسه با مولکول‌های کوچک‌تر آن مثل PEG MW=4000 مناسب‌تر است. زیرا درصد جوانه‌زنی بذر در محلول پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ و در حاکی با همان پتانسیل آب تقریباً برابر است (Emmerich and Hardgree, 1990). پلی‌اتیلن گلایکول ماده‌ای غیر سمی است که در بافت‌های گیاه نفوذ نمی‌کند. بنابراین، برعکس موادی همچون کلرید سدیم، مانیتول و ساکارز باعث صدمه به گیاه نمی‌شود. تحقیقات زیادی راجع به پاسخ گیاهان دارویی مختلف مانند ریحان (Hassani, 2005)، زوفا (Barzegar and Rahmani, 2004)، اسفرزه (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006) زنیان، رازیانه و شوید (Bromand-Zadeh and Kochehi, 2005) در مرحله جوانه‌زنی به تنش ناشی از پلی‌اتیلن گلایکول انجام شده است. کاهش مؤلفه‌های جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاه-چه) در محیط‌های اسمزی را می‌توان به کاهش سرعت و میزان جذب اولیه آب و نیز اثرات منفی پتانسیل‌های اسمزی پایین بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل سوخت و ساز جوانه‌زنی نسبت داد. در گیاهان زنیان، رازیانه و شوید با افزایش

۱۰ روز هر ۴۸ ساعت یک بار بذرهای جوانه زده شمارش شدند و صفات درصد جوانه زنی (PG)، سرعت جوانه زنی (GS)، میانگین مدت جوانه زنی (MGP)، طول ریشه چه (LR)، طول ساقه چه (LS)، وزن خشک گیاه چه (DWS) و وزن تر گیاه چه (FWS) مورد اندازه گیری قرار گرفتند. درصد جوانه زنی بذر با استفاده از رابطه (Agrawai, 1991) بدست آمد که در آن N تعداد بذر جوانه زده و K تعداد کل بذر کاشته شده می باشد. در روز آخر آزمایش ۱۰ گیاه چه به طور تصادفی نمونه برداری گردید و طول ریشه چه و ساقه چه برحسب میلی متر با خط کش با دقت ۰/۱ میلی متر اندازه گیری شد. وزن تر گیاه چه برحسب گرم با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه گیری و بعد از قرار گرفتن نمونه ها در آون ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن خشک گیاه چه تعیین شد. پس از میانگین گیری از داده ها (۱۰ نمونه اندازه گیری شده از هر پلات)، تجزیه های آماری (تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش دانکن) برای کلیه صفات با رویه GLM نرم افزار SAS نسخه ۹/۲ انجام گرفت. تجزیه کلاستر با نسخه ۲/۵ نرم افزار NTSYS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خصوصیات مربوط به جوانه زنی رازیانه و زنیان تحت سطوح مختلف تنش اسمزی پلی اتیلن گلیکول در جدول ۱ نشان داده شده است. ضریب تغییرات صفات مورد بررسی در دامنه ۰/۸۷ تا ۵/۵۳ درصد قرار داشت، بنابراین استنباط گردید که آزمایش با دقت بسیار خوبی انجام شده است.

مورفولوژیک رازیانه و زنیان، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه زابل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار، در پنج شرایط تنش اسمزی (۱/۵، -۱/۹، -۳/۵، -۴/۸، -۶/۵ بار) و بدون تنش (شاهد) برای دو ژنوتیپ رازیانه و زنیان به اجرا درآمد. بذور این دو گیاه از عطاری خریداری و به مدت ده ثانیه در الکل ۹۶ درصد و سپس به مدت ۵۰ ثانیه در محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد قرار گرفتند (وایتکس تجاری که دارای هیپوکلریت سدیم فعال با غلظت ۵/۲۵ درصد است با ۹ قسمت آب مقطر استریل رقیق شدند تا غلظت هیپوکلریت سدیم فعال به ۰/۵ برسد). پس از آن چندین بار با آب مقطر استریل شستشو شدند. سپس به مدت ۳۰ ثانیه در محلول یک در هزار بنومیل جهت ضد عفونی سطحی قرار داده شدند و سه مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس ۱۰۰ بذر در پتری دیش های ۱۵ سانتی متری استریل محتوی کاغذ واتمن شمار ۱ در شرایط تنش اسمزی ناشی از پلی اتیلن گلیکول (۱/۵، -۱/۹، -۳/۵، -۴/۸، -۶/۵ بار) و بدون تنش اسمزی (آب مقطر ۰/۰ بار) کشت شدند. میزان پلی اتیلن گلیکول مصرفی برای ایجاد پتانسیل لازم از رابطه [۱] (Michel Burlyn and Kaufmann, 1973) بدست آمد. که در آن φ پتانسیل اسمزی، C غلظت پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (PEG, MW=6000)

$$\varphi = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.18 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T \quad [1]$$

بر حسب گرم در لیتر و T دما بر حسب سانتی گراد می باشد. از روز دوم به بعد به مدت

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی رازیانه و زنیان تحت سطوح مختلف تنش اسمزی پلی‌اتیلن گلیکول

Table 1- Analysis of variance for germination characteristics of fennel and ajowan under different levels of polyethylene glycol osmotic stress

منابع تغییر S.O.V	درجات آزادی D.F	میانگین مربعات Mean of squares						
		درصد جوانه‌زنی PG	سرعت جوانه‌زنی GS	میانگین مدت جوانه‌زنی MGP	طول ریشه‌چه LR	طول ساقه‌چه LS	وزن گیاهچه خشک DWS	وزن تر گیاهچه FWS
تکرار Replication	2	11.08*	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.56*	0.000001 ^{ns}	0.0003 ^{ns}
ژنوتیپ Genotype	1	16.00*	11.37**	21.08**	26.61**	0.61 ^{ns}	0.000685**	0.1003**
تنش اسمزی Osmotic stress	5	2014.00**	20.32**	7.15**	10.96**	37.03**	0.000233**	0.0631**
ژنوتیپ×تنش اسمزی Genotype×Osmotic stress	5	12.33**	1.98**	1.12**	0.28**	0.66**	0.000004*	0.0231**
خطا Error	22	3.05	0.06	0.01	0.02	0.15	0.000001	0.0001
ضریب تغییرات /C.V	-	2.53	3.60	0.87	3.69	5.52	5.53	3.09

* ** و *** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار می‌باشد.

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively and ns is not significant.

درصد جوانه زنی

کاهش یافت. جوانه‌زنی شامل مراحل متابولیک هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای و ساخته شدن بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده است. اعمال تیمار تنش اسمزی سبب کاهش برخی از فرآیندهای متابولیتی می‌شود. با افزایش پتانسیل اسمزی جذب آب کند می‌شود. بنابراین درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. برهمکنش ژنوتیپ و تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۴/۶۷) در تیمار عدم تنش (شاهد) برای رازیانه بدست آمد و کمترین مقدار آن (۴۱/۰۰) در پتانسیل تنش اسمزی ۶/۵- بار برای زنیان حاصل شد (جدول ۳).

عکس‌العمل متفاوت ارقام به تنش را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله کاهش بیشتر

اختلاف بین ژنوتیپ‌ها (زنیان و رازیانه) برای درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱)، لذا استنباط گردید که زنیان و رازیانه برای درصد جوانه‌زنی اختلاف قابل ملاحظه‌ای دارند. رازیانه نسبت به زنیان درصد جوانه‌زنی بیشتری داشت (جدول ۲). بین سطوح متفاوت تنش اسمزی اختلاف معنی داری ($P \leq 0.01$) وجود داشت (جدول ۱) و سطوح متفاوت تنش اسمزی تأثیر متفاوتی بر درصد جوانه‌زنی داشتند. تیمار عدم تنش بیشترین درصد جوانه‌زنی و تیمار تنش اسمزی ۶/۵- بار کمترین درصد جوانه‌زنی را به خود اختصاص داده بود (جدول ۲).

در این مطالعه با افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی درصد جوانه‌زنی

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ (رازپانه و زنیان) و تنش اسمزی پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات مربوط به جوانه زنی

Table 2- Mean comparison of main effects of genotype (Fennel and Ajowan) and polyethylene glycol osmotic stress on germination characteristics

تیپها Treatments	سطوح Levels	درصد جوانه زنی PG	سرعت جوانه زنی GS	میانگین مدت جوانه زنی MGP	طول ریشه چه LR(mm)	طول ساقه چه LS (mm)	وزن خشک گیاه چه DWS (mg)	وزن تر گیاه چه FWS (mg)
ژنوتیپ Genotype	زنیان Ajowan	68.50b	6.40b	7.78a	3.35a	6.99a	0.0145b	0.27b
	رازپانه Fennel	69.83a	7.52a	6.25b	5.07b	7.25a	0.0232a	0.37a
تنش اسمزی Osmotic stress	شاهد Control	94.33a	9.99a	5.46f	5.26b	10.29a	0.0286a	0.49a
	۱/۵- بار -1.5 bar	81.33b	7.83b	6.27e	6.16a	9.20b	0.0230b	0.37b
	۱/۹- بار -1.9 bar	75.16c	7.13c	6.84d	4.50c	8.05c	0.0188c	0.32c
	۳/۵- بار -3.5 bar	64.66d	6.41d	7.29c	3.63d	6.25d	0.0177d	0.30d
	۴/۸- بار -4.8 bar	56.33e	5.64e	7.66b	3.10e	5.08e	0.0143e	0.24e
	۶/۵- بار -6.5 bar	43.16f	4.74f	8.58a	2.60f	3.85f	0.0113f	0.20f

در هرستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

In the each column for every treatment, similar letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels.

جوانه زنی بیشتری داشت (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر سرعت جوانه زنی اثر معنی دار داشتند (جدول ۱). تیمار عدم تنش بیشترین سرعت جوانه زنی و تیمار تنش اسمزی ۶/۵- بار کمترین سرعت جوانه زنی را به خود اختصاص داده بود (جدول ۲). بذور در هنگام کاشت زمان قابل توجهی را صرف جذب آب می کنند، با کاهش این زمان می توان سرعت جوانه زنی و خروج جوانه از خاک را افزایش داد. اگر جوانه زنی و به دنبال آن توسعه ریشه به سرعت انجام شود، احتمال بقای گیاه چه به علت افزایش احتمال جذب رطوبت از عمق بیشتری از خاک زیادتر می شود. از آنجایی که تنش اسمزی موجب عدم دسترسی آب به بذر می گردد، بنابراین، افزایش تنش موجب کاهش سرعت جوانه زنی می گردد. کاهش جذب آب و متعاقب آن کاهش فعالیت های آنزیمی

جذب آب در ارقام حساس نسبت داد (Kiani et al., 1999). در این آزمایش، به واسطه مقاومت احتمالی بیشتر رقم مورد استفاده رازپانه نسبت به زنیان میزان جذب آب در شرایط تنش در آن بیشتر و در نتیجه درصد جوانه زنی آن بیشتر بوده است. راد و کار (Rade and Kar, 1995) در ارقام مختلف ماش و بعلبکی و همکاران (Baalbaki et al., 1990) در ارقام مختلف گندم گزارش نمودند که با افزایش سطوح خشکی درصد جوانه زنی بطور معنی دار کاهش می یابد و بین ارقام از این حیث تفاوت هایی وجود دارد.

سرعت جوانه زنی

بین ژنوتیپ زنیان و رازپانه از نظر سرعت جوانه زنی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱). رازپانه نسبت به زنیان سرعت

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات برهمکنش ژنوتیپ (رازیانه و زنیان) و تنش اسمزی پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی

Table 3- Mean comparison of interaction effects of genotype (fennel and ajowan) and polyethylene glycol osmotic stress on germination characteristics

ژنوتیپ Genotype	تنش اسمزی Osmotic stress	درصد جوانه‌زنی PG	سرعت جوانه‌زنی GS	میانگین مدت جوانه‌زنی MGP	طول ریشه‌چه LR (mm)	طول ساقه‌چه LS (mm)	وزن خشک گیاه‌چه DWS (mg)	وزن تر گیاه‌چه FWS (mg)
زنیان Ajowan	شاهد Control	94.00a	10.31a	5.55j	4.33f	10.22a	0.0253c	0.35d
	-۱/۵ بار -1.5 bar	81.33b	7.62d	6.68g	5.22d	8.59b	0.0187e	0.28e
	-۱/۹ بار -1.9 bar	72.67d	6.71e	7.76d	3.41h	8.00b	0.0133fg	0.27ef
	-۳/۵ بار -3.5 bar	66.00e	5.44f	8.38c	2.62i	6.58c	0.0123g	0.26fg
	-۴/۸ بار -4.8 bar	56.00f	4.38g	8.53b	2.47i	4.68e	0.0097h	0.25gh
	-۶/۵ بار -6.5 bar	41.00h	3.92h	9.81a	2.05j	3.82f	0.0077i	0.18j
رازیانه Fennel	شاهد Control	94.67a	9.67b	5.37k	6.19b	10.36a	0.0320a	0.64a
	-۱/۵ بار -1.5 bar	81.33b	8.04c	5.86i	7.10a	9.82a	0.0273b	0.46b
	-۱/۹ بار -1.9 bar	77.67c	7.56d	5.93i	5.60c	8.11b	0.0243c	0.39c
	-۳/۵ بار -3.5 bar	63.33e	7.38d	6.21h	4.65e	5.93cd	0.0217d	0.35d
	-۴/۸ بار -4.8 bar	56.67f	6.91e	6.80f	3.74g	5.49d	0.0190e	0.23hi
	-۶/۵ بار -6.5 bar	45.33g	5.57f	7.36e	3.15h	3.87f	0.0150f	0.22i

در هر ستون برای برهمکنش تیمارها، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.

In the each column for every treatment, similar letters demonstrate not significant at 0.05 probability levels

مربوط به فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی، علت اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی است (Malik et al., 1986). در سطوح بالای تنش خشکی، آسیب‌های احتمالی ناشی از تخریب ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی باشد (Bradford et al., 1995). اگر میزان رطوبت محیط کاهش یابد، از سرعت و درصد جوانه‌زنی کاسته خواهد شد و با افزایش شدت تنش خشکی، سرعت و درصد جوانه‌زنی به شدت کاهش می‌یابد.

مربوط به فرایندهای بیوشیمیایی جوانه‌زنی، علت اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی است (Malik et al., 1986). در سطوح بالای تنش خشکی، آسیب‌های احتمالی ناشی از تخریب ساختمان سه بعدی آنزیم‌ها می‌تواند یکی از دلایل اصلی کاهش سرعت جوانه‌زنی باشد (Bradford et al., 1995). اگر میزان رطوبت محیط کاهش یابد، از سرعت و درصد جوانه‌زنی کاسته خواهد شد و با افزایش شدت تنش خشکی، سرعت و درصد جوانه‌زنی به شدت کاهش می‌یابد.

سرمدنیا و عزیز (Sarmadnia and Azizi, 1995) معتقدند که سرعت جوانه زنی یکی از شاخص های ارزیابی تحمل به خشکی است، بطوری که ارقام دارای سرعت جوانه زنی بیشتر، تحت شرایط تنش خشکی از شانس بیشتری برای سبز شدن برخوردارند. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین (به ترتیب ۱۰/۳۱ و ۳/۹۲) سرعت جوانه زنی به ترتیب در تیمار شاهد و پتانسیل اسمزی ۶/۵- بار متعلق به زنیان بود (جدول ۳). سرعت جوانه زنی یکی از شاخص های مهم در ارزیابی تحمل به خشکی در مرحله جوانه زنی است. در شرایط تنش خشکی، فرآیند تعدیل فشار اسمزی توسط گیاه با سنتز و تجمع موادی شبیه مواد آلی صورت می گیرد (Mullahey et al., 1996) و تجمع این مواد در گونه های مقاوم بیشتر از گونه های حساس است. سرعت جوانه زنی زنیان نسبت به رازیانه دارای تغییرات بیشتری بود. به عبارت دیگر زنیان در شرایط بدون تنش دارای سرعت جوانه زنی بالاتر و در شرایط تنش از سرعت جوانه زنی پایین تری برخوردار بود که به معنی حساسیت آن به تنش خشکی است. رازیانه احتمالاً مقاوم تر از زنیان بوده است و زمانی که در معرض تنش خشکی قرار می گیرد، توانایی تعدیل فشار اسمزی درون سلولی را دارا می باشد. این توانایی اجازه می دهد که بذر با سرعت بیشتری جوانه بزند و به رشد خودش ادامه دهد.

میانگین مدت جوانه زنی

طبق تعریف متوسط مدت زمان جوانه زنی، مدت زمانی (روز) است که ریشه چه خارج می گردد. هر چه مقدار عددی آن کوچک تر باشد، جوانه زنی

سریع تر خواهد بود. بین ارقام رازیانه و زنیان از نظر میانگین مدت جوانه زنی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱). رازیانه نسبت به زنیان دارای میانگین مدت جوانه زنی کمتری بود (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر میانگین مدت جوانه زنی اثر معنی دار داشت (جدول ۱). بیشترین میانگین مدت جوانه زنی به تنش اسمزی ۶/۵- بار و کمترین آن به تیمار عدم تنش تعلق داشت (جدول ۲). افزایش تنش اسمزی موجب افزایش میانگین مدت جوانه زنی شد. بذور در هنگام کاشت، زمان قابل توجهی را صرف جذب آب می کنند. با کاهش این زمان سرعت جوانه زنی و خروج جوانه از خاک افزایش و مدت زمان جوانه زنی کاهش می یابد. علاوه بر این کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی می گردد. در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیکی جوانه زنی تحت تأثیر قرار می گیرد و میزان و یا سرعت جذب آب کاهش می یابد (Kiani et al., 1997). اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی برای میانگین مدت جوانه زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین میانگین مدت جوانه زنی در پتانسیل اسمزی ۶/۵- بار در رقم زنیان (۹/۸۱) بدست آمد و کمترین میانگین مدت جوانه زنی (۵/۳۷) در تیمار عدم تنش اسمزی در رازیانه بدست آمد (جدول ۳). اگر جذب آب در بذر دچار اختلال شود و یا جذب آب به کندی صورت گیرد، فعالیت های متابولیکی جوانه زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه مدت زمان خروج ریشه چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه زنی نیز کاهش می یابد

(Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). از آنجایی که احتمالاً رازیانه نسبت به زنیان دارای مقاومت به خشکی بیشتری است، در نتیجه دارای میانگین مدت جوانه زنی کمتری بود. علاوه بر این افزایش میانگین مدت جوانه زنی زنیان نسبت به رازیانه شاید به خاطر بافت سخت آندوسپرم و تأخیر در جذب آب در آن باشد.

طول ریشه چه

رازیانه نسبت به زنیان طول ریشه چه بیشتری داشت و اختلاف بین طول ریشه چه آنها معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جداول ۱ و ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه چه اثر معنی دار داشتند (جدول ۱). سطوح تنش اسمزی $1/5-$ و $6/5-$ بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول ریشه چه بودند و با افزایش تنش اسمزی میزان رشد ریشه چه کاهش یافت (جدول ۲). آزمایش‌های مختلف نشان دهنده افزایش طول ریشه چه در تنش‌های جزئی و کم است چرا که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه چه می باشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می گیرد (Bagheri Kazemabad and Sarmadina, 2007). با افزایش پتانسیل اسمزی محلول‌ها پتانسیل آب آنها کاهش پیدا می نماید و آب کمتری در اختیار بذر قرار می گیرد. جذب کمتر آب نیز کاهش آماس سلول‌های جنین بذر را به دنبال دارد و با توجه به این که یکی از عوامل تقسیم سلولی آماس سلولی است، در نتیجه با کاهش آب قابل دسترس بذر و کاهش آماس، در نهایت رشد ریشه چه کاهش می یابد (Xirong et al., 2002). کاراکی (Karaki, 1998) اثر غلظت‌های مختلف

پلی اتیلن گلیکول را بر روی جوانه زنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب ابتدا طول ریشه چه افزایش و سپس کاهش می یابد. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه چه ($7/10$ میلی متر) مربوط به رقم رازیانه در تیمار تنش اسمزی $1/5-$ بار و کمترین مقدار آن ($2/05$ میلی متر) متعلق به زنیان در سطح $6/5-$ بار تنش اسمزی بود (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی، طول ریشه در ژنوتیپ مقاوم به تنش خشکی افزایش و در ژنوتیپ حساس به تنش خشکی کاهش می یابد (Bibi et al., 2009). در بررسی حاضر، کاهش رشد بخش ساقه ای بسیار محسوس تر از بخش ریشه بود و در بخش ریشه با افزایش میزان تنش خشکی، کاهش کمتری نسبت به بخش ساقه مشاهده گردید. این مطلب مؤید نقش سیستم ریشه ای در جذب حداکثر رطوبت، تحمل تنش خشکی و ایجاد مقاومت نسبت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های متحمل است (Bradford et al., 1995). کاهش رشد بخش ساقه چه و ریشه چه در اثر تنش خشکی، به دلیل کاهش جذب آب توسط بذر و متعاقباً کاهش انتقال مواد غذایی مورد نیاز برای رشد، به محور زیر لپه می باشد (Bibi et al., 2009). در گیاه دارویی زوفا با افزایش تنش خشکی طول ریشه چه کاهش معنی دار داشت به طوری که از $40/3$ میلی متر در تیمار شاهد (آب مقطر) به 5 میلی متر در تیمار $6-$ بار کاهش یافت (Barzegar and Rahmani, 2004).

طول ساقه چه

اختلاف بین ارقام رازیانه و زنیان از نظر طول ساقه چه معنی دار نبود (جدول ۱). با این حال

رازیانه نسبت به زنیان طول ساقه چه بیشتری داشت (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی بر صفت طول ساقه چه اثر معنی دار ($P \leq 0/01$) داشت (جدول ۱). سطوح پتانسیل اسمزی صفر و $-6/5$ بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول ساقه چه بودند (جدول ۲). با منفی تر شدن پتانسیل اسمزی طول ساقه چه کاهش پیدا کرد. از آنجایی که با منفی تر شدن پتانسیل اسمزی رشد ریشه چه کاهش می یابد و به دنبال آن نیز رشد ساقه چه ناقص می شود، در نتیجه طول ساقه چه کاهش می یابد. رشد اندام ریشه چه و ساقه چه وابسته به هم است و کاهش رشد هر کدام رشد دیگری را نیز متأثر می سازد. اولین فرآیند جوانه زنی بذور، جذب آب و آماس بذر است و آخرین مرحله تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول هاست که خروج ریشه چه و ساقه چه از بذر را سبب می شود. با کاهش آب قابل جذب برای بذر به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی اطراف بذر تقسیم سلولی کاهش و رشد گیاهچه ناقص می شود. از آنجایی که ریشه چه قبل از ساقه چه از پوسته بذر خارج می شود فرآیند رشد و نمو ریشه چه زودتر آغاز و در صورت کمبود آب، رشد ساقه چه بیشتر به تأخیر می افتد (Mударis and Jutzi, 1999).

اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین طول ساقه چه به ترتیب با مقادیر $10/36$ و $3/82$ میلی متر مربوط به رازیانه و زنیان در تیمار عدم تنش (شاهد) و تنش اسمزی $-6/5$ بار بود. به نظر می رسد که طول ساقه چه به تغییر پتانسیل خشکی حساسیت بسیار بالایی دارد و می تواند مثل ریشه چه پارامتر بسیار مناسبی جهت ارزیابی مقاومت به خشکی باشد. بنابراین ساقه چه دیرتر

از ریشه چه ظاهر می شود و نسبت به ریشه چه به تنش خشکی حساس تر است. یکی از دلایل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا نبود انتقال مواد غذایی از بافت های ذخیره ای بذر به جنین می باشد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). از آنجایی که رازیانه نسبت به زنیان دارای بذور بزرگتر می باشد، در نتیجه دارای بافت های ذخیره ای بزرگتر بوده و انتقال مواد غذایی به جنین بیشتر است. بنابراین دارای طول ساقه چه بزرگ تر است.

وزن تر و خشک گیاه چه

اختلاف بین وزن تر و خشک گیاه چه رازیانه و زنیان معنی دار ($P \leq 0/01$) بود (جدول ۱). ژنوتیپ رازیانه وزن تر و خشک گیاه چه بیشتری نسبت به زنیان داشت (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر و خشک گیاه چه اثر معنی دار داشت (جدول ۱). سطوح پتانسیل اسمزی صفر (شاهد) و $-6/5$ بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن تر و خشک گیاه چه بودند (جدول ۲). سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بالاتر سبب سنتز بیشتر ترکیبات با وزن مولکولی پایین مانند پرولین می شود و از سنتز ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر نظیر پروتئین ها می کاهد (Yama-mato et al., 1997). بنابراین با منفی تر شدن پتانسیل اسمزی به دلیل افزایش سنتز مولکول های با وزن مولکولی پایین تر مانند پرولین و کاهش سنتز ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر مانند پروتئین ها وزن تر و خشک گیاه چه کاهش یافت. نتایج بدست آمده در این آزمایش با نتایج آبسکر (Abeseker, 1992) در مورد پیاز مطابقت داشت. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی برای وزن تر و خشک گیاه چه معنی دار

همبستگی و تجزیه خوشه‌ای

همبستگی بین صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن تر و خشک گیاه چه مثبت معنی دار بود (جدول ۵). افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی تر شدن پتانسیل اسمزی منجر به کاهش این صفات گردید. این صفات با میانگین مدت جوانه زنی همبستگی منفی معنی دار داشتند. افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی تر شدن پتانسیل اسمزی منجر به افزایش میانگین مدت جوانه زنی گردید.

در بررسی روابط بین صفات مختلف باید تعدادی از صفات که پیامد منطقی سایر صفات می باشند، در نظر گرفته نشوند. در تجزیه ضرایب همبستگی چون صفات دارای همبستگی بالایی بودند، در نتیجه پاره‌ای از آنها پیامد منطقی صفات دیگر می باشند. برای تشخیص این روابط منطقی از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نمودار تجزیه خوشه‌ای سطوح مختلف تنش اسمزی پلی اتیلن گلیکول و صفات مربوط به جوانه زنی رازیانه و زنیان به

($P \leq 0.01$) بود (جدول ۱). بیشترین (به ترتیب 0.320 و 0.64 میلی گرم) و کمترین (به ترتیب 0.077 و 0.18 میلی گرم) وزن تر و خشک گیاه چه به ترتیب به ژنوتیپ رازیانه در تیمار عدم تنش و زنیان در تیمار تنش اسمزی $6/5$ - بار تعلق داشت (جدول ۳). از آنجایی که رازیانه نسبت به زنیان دارای اندازه بذر و در نتیجه طول ریشه چه و ساقه چه بزرگتری است، در نتیجه دارای وزن تر و خشک گیاه چه بیشتری بود. علاوه بر این، در شرایط تنش تجمع ماده خشک در بافت‌های ریشه چه و ساقه چه ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس است. بنابراین ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس دارای وزن گیاه چه بیشتری می باشند. از آنجایی که رقم رازیانه نسبت به زنیان احتمالاً دارای مقاومت بیشتری می باشد، در نتیجه دارای وزن تر و خشک گیاه چه بیشتری بود. در گیاه ریحان با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه زنی، طول ساقه چه و ریشه چه، وزن تر ریشه چه و ساقه چه و وزن تر دانه رست کاهش یافت (Hassani, 2005).

جدول ۴- همبستگی ساده صفات مربوط به جوانه زنی رازیانه و زنیان تحت سطوح متفاوت تنش اسمزی

Table 4- Simple correlations of germination traits of fennel and ajowan under polyethylene glycol osmotic stress

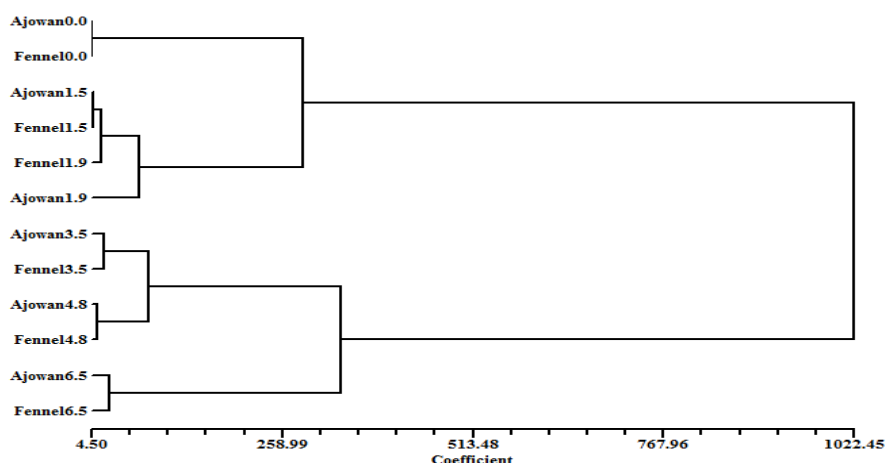
صفات Traits	درصد جوانه زنی PG	سرعت جوانه زنی GS	میانگین مدت جوانه زنی MGP	طول ریشه چه LR	طول ساقه چه LS	وزن خشک گیاه چه DWS
سرعت جوانه زنی GS	0.90**					
میانگین مدت جوانه زنی MGP	-0.78**	-0.92**				
طول ریشه چه LR	0.82**	0.88**	-0.92**			
طول ساقه چه LS	0.98**	0.88**	-0.75**	0.83**		
وزن خشک گیاه چه DWS	0.80**	0.91**	-0.95**	0.98**	0.79**	
وزن تر گیاه چه FWS	0.75**	0.71**	-0.70*	0.90**	0.76**	0.86**

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار می باشد.

* and ** significant at 5 and 1% probability level, respectively and ns is not significant.

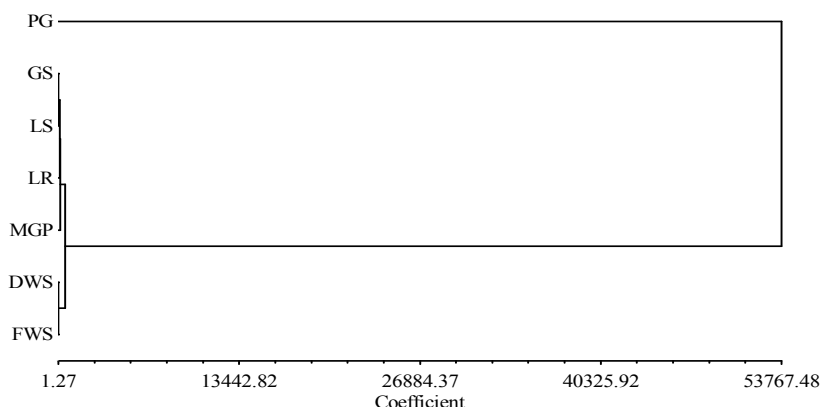
صفت درصد جوانه زنی که نشان دهنده قوه نامیه بذری می باشد، به نظر می رسد که مهم ترین صفت مربوط به جوانه زنی باشد. چنانچه بذور دارای درصد جوانه زنی بالایی باشند، مطلوب می باشند. درصد جوانه زنی پائین بذور موجب می گردد که درصد گیاهچه های سبز شده در مزرعه کمتر از حد مورد انتظار باشد و در نتیجه تراکم گیاه به پایین تر از حد مطلوب برسد. درصد جوانه زنی مطلوب موجب دوام، استقرار و تضمین عملکرد نهایی گیاهان می گردد (De and Kar, 1995).

ترتیب در اشکال ۱ و ۲ نشان داده شده است. هر یک از تیمارهای تنش در کلاستر جداگانه ای قرار گرفتند (شکل ۱). این مسئله بیانگر تأثیر متفاوت سطوح تنش اسمزی بر خصوصیات مربوط به جوانه زنی بود. صفات سرعت جوانه زنی، میانگین مدت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه و وزن تر و خشک گیاهچه در یک گروه و صفت درصد جوانه زنی در گروه مجزایی قرار یک گروه و صفت درصد جوانه زنی در گروه مجزایی قرار گرفته بود.



شکل ۱- نمودار تجزیه خوشه‌ای رازیانه و فانیان تحت سطوح متفاوت تنش اسمزی

Fig. 1- Dendrogram of cluster analysis for fennel and ajowan under different levels of polyethylene glycol osmotic stress



شکل ۲- نمودار تجزیه خوشه‌ای صفات مربوط به جوانه زنی رازیانه و فانیان تحت سطوح متفاوت تنش اسمزی

Fig. 2- Dendrogram of cluster analysis of germination traits of fennel and ajowan under different levels of polyethylene glycol osmotic stress

نتیجه گیری

به طور کلی بر اساس مجموع تجزیه تحلیل های فوق می توان بیان داشت که رقم رازیانه نسبت به زنیان توانایی بالاتری برای جوانه زنی در شرایط تنش خشکی داشت. افزایش پتانسیل

اسمزی یا منفی تر شدن پتانسیل اسمزی منجر به کاهش صفات مرتبط با جوانه زنی گردید. صفت درصد جوانه زنی به نظر می رسد که مهم ترین صفت مربوط به جوانه زنی باشد و برنامه انتخاب را باید بر نمود این صفت بنا نهاد.

REFERENCES

- Abeseker, D.E.D.J.** 1992. Seed Pre-treatment with Plant Growth Regulators and Osmoticum to Improve Temperature and Salinity Levels. La Guna College, Philippines, 181 pp.
- Agrawai, R.L.** 1991. Seed Technology. Oxford and IBH Pub, 658 pp.
- Alizadeh, A. and Keshavarz, A.** 2005. Status of agricultural water use in Iran. In: Water Conservation, Reuse, and Recycling: Proceedings of an Iranian-American Workshop. Committee on U.S-Iranian Workshop on Water Conservation, Reuse, and Recycling, Office for Central Europe and Eurasia Development, Security, and Cooperation, National Research Council. P:94-105.
- Aspinall, D., and Paleg, L.G.** 1981. Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants. American Press, New York.
- Baalbaki, R.Z, Zurayk, R.A, Bleik, S.N. and Talhuk, A.** 1990. Germination and seedling development of drought susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science and Technology*, 17: 291-302.
- Bagheri Kazemabad, A., Sarmadnia, Gh.** 2007. Studying ability to use polyethylene glycol 6000 to study drynees in (*Onobrychis viciolis* scoop) in plantlet stage. *Agriculture resources and Science Magazine*, 5(1): 1-9.
- Barzegar, A. and Rahmani, M.** 2004. The effects of environmental stresses on germination stimulation of *Hyssopus officinalis*. *The proceedings of the second conference on herbal plants, Shahed University, Tehran*. P. 67. (In Persian)
- Bibi N., Hamed, A., and Ali, H.** 2009. Water stress induced variations in protein profiles of germinating cotyledons from seedlings of chickpea genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 41: 731-736.
- Bradford, K.J., Kigel, J. and Galili, G.** 1995. Water Relations in Seed Germination, Seed Development and Germination. Mar-cel Dekker, p: 351-396.
- Bromand-Zadeh, F. and Kochehi, A.S.** 2005. Response of seed germination of fennel to osmotic and matric potentials due to sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures. *Iranian Journal of Crop Research*, 3: 207-217. (In Persian)
- De, R. and Kar, R.K.** 1995. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed Science and Technology*, 23: 301-308.
- Duman, I.** 2006. Effects of seed priming with PEG or K_3PO_4 on germination and seedling growth in Lettuce. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9(5): 923-928.
- Emmerich, W.E. and Hardgree, S.P.** 1990. Poly ethylene glycol solution contact affection seed germination. *Agronomy Journal*, 82:1103-1107.
- Foti, S., Cosentino, S.L., Patane, C. and Agosta, G.M.D.** 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low temperatures. *Seed Science and Technology*, 30: 521-533.
- 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)
- Hassani, A. and Omidbaigi, R.** 2006. Effect of water stress on some morphological and biochemical characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Biological Science*, 6(4): 163-167.
- Heydecker, W., Higgins, J. and Gulliver, R.L.** 1973. Accelerated by osmotic seed treatment. *Nature*, 246, 42-46.
- Hornok, L.** 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Akademiai Kiado, Budapest. 338 pp.
- Hosseini, M. and Hadad Khodaparast, M.H.** 2004. Effect of environmental agent on Nurozak (*salvia lerijfolia* Benth) germination in lab condition. *Pajouhesh-va-Sazandegi*, (10)37: 42-45. (In Persian)
- Hosseini, H. and Rezvani Moghadam, P.** 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination on Isabgol (*Plantago ovata*). *Iranian*

- Journal of Agricultural Researches*, 4(1): 15-22. (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)
- Karaki, G.N.** 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181(4): 229-235. (Abstract).
- Kiani, M., Bagheri, A.R. and Nezami, A.** 1997. Reactions genotypes to drought tension resulting from polyethylene glycol 6000 in seeding stage. *Agriculture Industry Science Magazine*, 2(1): 45-55.
- Kiani, M., Bagheri, A.R. and Nezami, A.** 1999. Response of lentil genotypes to drought stress induced by PEG 6000 at germination stage. *Journal of Agricultural Science and Industries*, 12 (1): 39-43.
- Kirshnamoorth, V. and Madalageri. M.B.** 1999. *Trachyspermum ammi* an essential crop for north Karnataka. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 4: 996-998. (In Persian)
- Javidtash, A.** 1989. From cultivation to harvesting of fennel. No. 41. *Research Center of Agriculture and Natural Resources, Breeding of specific plants Center*, Mashhad. (In Persian)
- Landjeva, S., Neumann, K., Lohwasser, U. and Borner, A.** 2008. Molecular mapping of genomic region associated with wheat seedling growth under osmotic stress. *Biology Plantarum*, 52: 259-266.
- Malik C.P., Gupta K. and Sharma, S.** 1986. Effect of water stress on germination and seedling metabolism of gram (*Cicer arietinum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*, 35: 11-16.
- Michel, B.E. and Kaufmann, M.R.** 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916.
- Michel Burlyn, E. and Kaufmann, M.R.** 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916.
- Mudaris, A. and Jutzi, S.C.** 1999. The influence of fertilizer-based seed priming treatments on emergence and seedling growth of *Sorghum bicolor* and *Pennisetum glaucum* in put trials under greenhouse conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182: 135-141.
- Mullahey, J.J., Westand, S.H. and Cornell, J.H.** 1996. Effects of simulated drought by polyethylene glycol on bahiagrass germination. *Seed Science and Technology*, 44: 219-224.
- Nagalakshmi, S., Shankaracharya, N.B., Naik, J.P. and Rao, L.J.M.** 2000. Studies on chemical and technological aspects of ajowan aspects (*Trachyspermum ammi*). *Journal of Food Science and Technology*, 37(3): 277-281.
- Rade, D. and Kar, R.K.** 1995. Seed germination and seedling growth of mangle bean (*vigna vadiata*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed Science and Technology*, 23:301-308.
- Rahimi, A., Jahansoz, M.R., Rahimian Mashhadi, H.R., Postini, K. and Sharifzade F.** 2006. Effect of iso-osmotic salt and water stress on germination and seedling growth of two Plantago species. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9: 2812-2817.
- Rahimian Mashhadi, H., Bagheri Kazem Abad, A. and Paryab, A.** 1991. The effect of different potentials of polyethylene glycol and NaCl and temperature on germination of rainfed wheat masses. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2: 41-55.
- Rao, T.S.R.** 1986. Two promising varieties of ajowan for Andhra Pradesh. *Indian-cocoa- Arecanut Spices Journal*, 9(4): 98.
- Safaei, H. and Ghadiri, H.** 2006. The effect of different moisture potentials on germination and seedling development in wheat. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 19(1,2): 37-42 (In Persian).
- Sarmadnia, A. and Azizi, M.** 1995. Study of the effects of long-term storage on the quality indices of soybean seeds. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9: 79-91.
- Solinas, V. and Deiana, S.** 1996. Effect of water and nutritional condition on the (*Rosmarinns officinalis* L.) phenolic fraction and essential oil yields. *Review of Italian Eposs*, 19: 189-198.
- Spielmeyer, W., Joaquim, J.P., Azanza, F., Bonnet, D., Ellis, M.E., Moore, C. and Richards R.A.** 2007. A QTL on chromosome 6A in bread wheat is associated with longer cloytles, greater seedling vigor and final plant height. *Theoretical and Applied Genetics*, 115: 59-66.
- Waines, J.G. and Ehdaie, B.** 2007. Domestication and crop physiology: roots of green revolution wheat. *Annales of Botany*, 100: 991-998.
- Xirog, O., Vootthuysen, T.V., Toorop, P.E. And Henkw, M.H.** 2002. Seed vigor, aging and osmopriming affect onion and suger leakage during imbibition of maiza (*Zea mays* L.) caryopses. *Intenational Journal of Plant Science*, 163(1): 107-112.
- Yamamoto, A., Turgeon, J. and Duich, J.M.** 1997. Seedling emergence and growth of solid matrix primed Kentucky bluegrass seed. *Crop Science*, 37: 225.
- Zargari, A.** 2004. Medicinal Plants. Vol. 1, Tehran University Publication, Tehran. (In Persian)

Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on germination and morphological properties of fennel and ajowan

Barat Ali Fakheri^{1*}, Seyed Mohsen Mousavi Nick², Roghayeh Mohammadpour Vashvaei³

1- Associate Professor of Plant Breeding, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

2- Associate Professor of Agronomy, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

3- Ph.D. Student of Agroecology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran

*Corresponding Author Email: ba_fakheri@yahoo.com

Receive: August 29, 2016; Revise: November 1, 2016; Accept: February 27, 2017

ABSTRACT

Despite the importance of drought stresses in the early stages of plant growth and establishment, it has usually been neglected as a selection criterion in breeding programs. Therefore, an experiment was carried out at Zabol University Research Laboratory in a factorial experiment, based on randomized complete block design with three replications, in 2013. Experimental factors were six osmotic stress conditions (control, -1.5, -1.9, -3.5, -4.8 and -6.5 bar) and two genotypes, fennel and ajowan. The interaction of genotype and drought stress treatments was significant at the 1% probability level for all studied traits, except for seedling dry weight that was significant at the 5% probability level. Fennel than ajowan for germination percentage, speed of germination, seedling length, seedling dry weight and seedling fresh weight had greater values and ajowan than fennel had greater mean germination period. The greatest and lowest values of attribute, except for the mean of germination period (in the -6.5 bar osmotic stress and control, respectively), were obtained in the absence of stress (control) and the -6.5 bar osmotic stress treatment, respectively. Osmotic stress and genotype interaction showed that the highest amount of germination percentage (94.67), root length (7.10 mm), seedling length (10.36 mm), seedling dry and fresh weight (0.64 and 0.0320 gr) was achieved in the absence of stress (control) for fennel and for seed germination rate (10.31) in ajowan genotype. The highest mean germination period (9.81) was achieved for ajowan in -6.5 bar osmotic stress. Generally, fennel than ajowan had higher ability to germinate in the osmotic stress. Seed germination percentage seems to be the most important traits related to germination.

Keywords: Ajowan, Drought Stress, Fennel, Germination, Osmotic Stress

How to cite this article

Fakheri BA, Mousavi Nick SM, Mohammadpour Vashvaei R. Effect of drought stress induced by polyethylene glycol on germination and morphological properties of fennel and ajowan. *J Crop Sci Res Arid Reg.* 2017; 1(1):35-50. DOI: 10.22034/csrar.01.01.04

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the JCSRAR Journal. The content of this article is distributed under JCSRAR open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0) License. For more information, please visit <http://cropscience.uoz.ac.ir/?lang=en>.