

## اثر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان

براتعلی فاخری<sup>۱\*</sup>، سید محسن موسوی نیک<sup>۲</sup>، رقیه محمدپور وشوایی<sup>۳</sup>

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

تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۲۰

### چکیده

علی‌رغم اهمیت تنش خشکی در مراحل اولیه رشد و استقرار گیاه، این موضوع در برنامه‌های 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 بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در شش شرایط تنش اسمزی (۱/۵-، ۱/۹-، ۳/۵-، ۴/۸- و 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 گیاه‌چه که در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده بود، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. رازیانه نسبت به زنیان دارای درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاه‌چه و زنیان نسبت به رازیانه دارای میانگین مدت جوانه‌زنی بیشتر بود. بیشترین و کمترین مقادیر صفات، به جز برای میانگین مدت جوانه‌زنی (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 جوانه‌زنی (۹۴/۶۷)، طول ریشه‌چه (۷/۱۰ میلی‌متر)، طول ساقه‌چه (۱۰/۳۶ میلی‌متر)، وزن تر و خشک گیاه‌چه (به ترتیب ۰/۶۴ و ۰/۳۲۰ گرم) در تیمار عدم تنش (شاهد) برای رازیانه و برای صفت سرعت جوانه‌زنی (۱۰/۳۱) در زنیان حاصل شد. بیشترین میانگین مدت جوانه‌زنی در سطح ۶/۵- بار تیمار تنش اسمزی (۹/۸۱) برای زنیان بدست آمد. به طور کلی رازیانه نسبت به زنیان توانایی بالاتری برای جوانه‌زنی در تنش اسمزی داشت. صفت درصد جوانه‌زنی به نظر می‌رسد که مهم‌ترین صفت مربوط به جوانه‌زنی باشد.

**واژگان کلیدی:** تنش اسمزی، تنش خشکی، جوانه‌زنی، رازیانه، زنیان.

## مقدمه

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

زنیان با نام علمی (*Carum copticum* L.) یا *Trachyspermum copticum* گیاهی از خانواده 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).

رازیانه (*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 رازیانه، ریشه، برگ و میوه آن است ولی معمولاً کلیه قسمت‌های آن مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hornok, 1992). رازیانه از قدیم به عنوان فعال کننده مراکز عصبی مغزی (آرام‌بخش)، تسکین دردهای قاعدگی، ضد سرفه، شیرافزایی، اشتها آور و محرک بکار می‌رود. رازیانه به صورت سبزی یک ماده غذایی بسیار مفید، سهل‌الهضم، آرام‌کننده معده و روده و ملین است (Javidtash, 1989).

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

با توجه به این که زادآوری یا تجدید نسل گیاهان از طریق بذر یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های گیاهان زراعی است، بنابراین بررسی‌های اکوفیزیولوژیک تولید مثل از طریق بذر از اهمیت خاصی برخوردار خواهد بود. تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به بذره‌ای برخوردار از جوانه زنی مناسب نیاز دارند تا با کشت آنها محصول قابل توجهی بدست آورند. جوانه‌زنی از مهم‌ترین مراحل رشد گیاه است، طوری که در این مرحله دوام، استقرار و عملکرد نهایی گیاهان زراعی تضمین می‌گردد (De and Kar, 1995). کاهش پتانسیل اسمزی و ماتریک باعث کاهش دسترسی بذر به آب می‌شود. بنابراین پتانسیل آب محیط، تأثیر مستقیم بر سرعت جذب آب و جوانه‌زنی بذر می‌گذارد (Aspinall and Paleg, 1981).

گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه دانه‌ها (نهال حاصل از رویش دانه) حساسیت بیشتری به تنش‌های محیطی از جمله خشکی دارند (De and Kar, 1995). اثرات متقابل بین عوامل محیطی و مکانیزم‌های درونی یک بذر، جوانه‌زنی بذر را تحت شرایط خاص تعیین می‌کند (Michel and Kaufmann, 1973). آب یکی از مهم‌ترین احتیاجات رشد گیاه است. از آنجایی که جوانه‌زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه‌زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود (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 پتانسیل‌های اسمزی، یکی از مهم‌ترین روش‌های مطالعه

(Hassani and Omidbaigi, 2006).

رشد اولیه گیاه مهم‌ترین مرحله برای استقرار گیاه، به خصوص در شرایط تنش خشکی است. گیاهان با بنیه اولیه قوی‌تر، سریع‌تر بر روی سطح خاک سایه‌اندازی می‌کنند و هدر رفتن آب را کاهش می‌دهند. 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 می‌افتد، را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Spielmeyer et al., 2007). صفات ریشه‌ای به طور مستقیم در اجزای عملکرد گیاه در شرایط تنش نقش ایفا می‌نمایند و اصلاحگران مجبور خواهند بود، برای صفات ریشه‌ای به طور مستقیم گزینش انجام دهند (Waines and Ehdaie, 2007).

صفات دیگری از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی هم می‌توانند به نوعی در انتخاب برای مقاومت به خشکی در برنامه‌های به‌نژادی نقش داشته باشند. یکی از عوامل دستیابی به عملکرد بالا در واحد سطح، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرها و استقرار گیاهچه‌های حاصل از بذور کشت شده است. به طور طبیعی هر چه سرعت جوانه‌زنی و درصد بذره‌های جوانه‌زده 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 عمده‌ای محسوب می‌شود. تنش خشکی و شوری، دماهای پائین و بالا در هنگام جوانه‌زنی، سله بستن خاک، کشت بی‌موقع، آماده نبودن کافی بستر بذر و غیره از جمله عواملی هستند که استقرار گیاهچه‌ها را در مزرعه محدود می‌نمایند (Heydecker et al., 1973).

مرحله جوانه‌زنی به تنش ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول انجام شده است. کاهش مؤلفه‌های جوانه‌زنی (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاه‌چه) 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 شویید با افزایش 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 teriifolia* 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

تأثیر تنش خشکی بر جوانه‌زنی تلقی می‌شود. با توجه به این که در بیشتر موارد بافت‌های گیاهی عکس‌العمل مناسبی در محیط‌های کنترل مصنوعی پتانسیل آب (نظیر محلول شکر و نمک) نشان نمی‌دهند و با دخالت در تغذیه بافت‌ها، پتانسیل اسمزی را تعدیل می‌کنند، توجه به سوی مواد با جرم مولکولی بالا که نقشی در تغذیه بافت‌ها نداشته و جذب نمی‌شوند، جلب شده است (Michel and Kaufmann, 1973). در میان مواد با جرم مولکولی بالا، پلی‌اتیلن گلیکول (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 گلیکول 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 گلیکول ۶۰۰۰ و در حاکی با همان پتانسیل آب تقریباً برابر است (Emmerich and Hardgree, 1990). پلی‌اتیلن گلیکول 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 شویید (Bromand-Zadeh and Kochehi, 2005) در

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 دیش‌های ۱۵ سانتی‌متری استریل محتوی کاغذ واتمن شمار ۱ در شرایط تنش اسمزی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ (۱/۵، -۱/۹، -۳/۵، -۴/۸ و -۶/۵ بار) و بدون تنش اسمزی (آب مقطر ۰/۰ بار) کشت شدند. میزان پلی‌اتیلن گلیکول مصرفی برای ایجاد پتانسیل لازم از رابطه [۱] Michel Burlyn and Kaufmann, (1973) بدست آمد. که در آن  $\varphi$  پتانسیل اسمزی، C غلظت پلی‌اتیلن گلیکول (PEG, MW=6000)

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

که در آن  $N$  تعداد بذر جوانه زده و  $K$  تعداد کل بذر کاشته شده می‌باشد. در روز آخر آزمایش ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی نمونه برداری گردید و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه برحسب میلی‌متر با خط‌کش با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. وزن تر گیاهچه برحسب گرم با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری و بعد از قرار گرفتن نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت وزن خشک گیاهچه تعیین شد. پس از میانگین‌گیری از داده‌ها (۱۰ نمونه اندازه‌گیری شده از

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 گلیکول بر جوانه‌زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان بوده است.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی و خصوصیات مورفولوژیک رازیانه و زنیان، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه تحقیقات دانشگاه زابل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در پنج شرایط تنش اسمزی (۱/۵، -۱/۹، -۳/۵، -۴/۸ و -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

بر حسب گرم در لیتر و  $T$  دما بر حسب سانتی‌گراد می‌باشد. از روز دوم به بعد به مدت ۱۰ روز هر ۴۸ ساعت یک بار بذره‌های جوانه زده شمارش شدند و صفات درصد جوانه‌زنی (PG)، سرعت جوانه‌زنی (GS)، میانگین مدت جوانه‌زنی (MGP)، طول ریشه‌چه (LR)، طول ساقه‌چه (LS)، وزن خشک گیاهچه (DWS) و وزن تر گیاهچه (FWS) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی بذر با استفاده از رابطه  $GP\% = (N/K) \times 100$  (Agrawai, 1991) بدست آمد

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.

هر پلات)، تجزیه‌های 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

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات مربوط به جوانه زنی رازیانه و زنیان تحت سطوح مختلف تنش اسمزی پلی اتیلن گلیکول  
Table 1- Analysis of variance for germination characteristics of fennel and ajowan under different levels of polyethylene glycol osmotic stress

| S.O.V<br>متغیر                                 | df<br>آزادی | MS میانگین مربعات       |                      |                                    |                      |                      |                             |                            |
|--|-------------|-------------------------|----------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
|  |             | PG<br>جوانه زنی<br>درصد | GS<br>سرعت جوانه زنی | MGP<br>میانگین<br>جوانه زنی<br>مدت | LR<br>طول ریشه<br>چو | LS<br>طول ساقه<br>چو | DWS<br>وزن<br>گیاهچه<br>خشک | FWS<br>وزن<br>گیاهچه<br>تر |
| تکرار<br>Replication                           | 2           | 11.08*                  | 0.01 <sup>ns</sup>   | 0.01 <sup>ns</sup>                 | 0.03 <sup>ns</sup>   | 0.56*                | 0.000001 <sup>ns</sup>      | 0.0003 <sup>ns</sup>       |
| ژنوتیپ<br>Genotype                             | 1           | 16.00*                  | 11.37**              | 21.08**                            | 26.61**              | 0.61 <sup>ns</sup>   | 0.000685**                  | 0.1003**                   |
| تنش اسمزی<br>Osmotic stress                    | 5           | 2014.00**               | 20.32**              | 7.15**                             | 10.96**              | 37.03**              | 0.000233**                  | 0.0631**                   |
| ژنوتیپ×تنش اسمزی<br>Genotype×Osmotic<br>stress | 5           | 12.33**                 | 1.98**               | 1.12**                             | 0.28**               | 0.66**               | 0.000004*                   | 0.0231**                   |
| خطا<br>Error                                   | 22          | 3.05                    | 0.06                 | 0.01                               | 0.02                 | 0.15                 | 0.000001                    | 0.0001                     |
| ضریب تغییرات<br>%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 می باشد.

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

(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 جوانه زنی داشتند. تیمار عدم تنش بیشترین درصد جوانه زنی و تیمار تنش اسمزی ۶/۵- بار کمترین درصد جوانه زنی را به خود اختصاص داده بود (جدول ۲).

## درصد جوانه زنی

اختلاف بین ژنوتیپها (زنیان و رازیانه) برای درصد جوانه زنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱)، لذا استنباط گردید که زنیان و رازیانه برای درصد جوانه زنی اختلاف قابل ملاحظه‌ای دارند. رازیانه نسبت به زنیان درصد جوانه زنی بیشتری داشت

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی ژنوتیپ (رازبانه 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

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

در هر ستون 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.

عکس العمل متفاوت ارقام به تنش را می توان به عوامل مختلفی از جمله کاهش بیشتر جذب آب در ارقام حساس نسبت داد (Kiani *et al.*, 1999). در این آزمایش، به واسطه مقاومت احتمالی بیشتر رقم مورد استفاده رازبانه 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.

در این مطالعه با افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی تر شدن پتانسیل اسمزی درصد جوانه زنی کاهش یافت. جوانه زنی شامل مراحل متابولیک هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره ای و ساخته شدن بافت های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده است. اعمال تیمار تنش اسمزی سبب کاهش برخی از فرآیندهای متابولیتی می شود. با افزایش پتانسیل اسمزی جذب آب کند می شود. بنابراین درصد جوانه زنی کاهش می یابد. برهمکنش ژنوتیپ و تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد جوانه زنی (۹۴/۶۷) در تیمار عدم تنش (شاهد) برای رازبانه بدست آمد و کمترین مقدار آن (۴۱/۰۰) در پتانسیل تنش اسمزی ۶/۵- بار برای زنیان حاصل شد (جدول ۳).

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

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

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

در هرستون 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

### سرعت جوانه زنی

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



ارزیابی تحمل به خشکی در مرحله جوانه‌زنی است. در شرایط تنش خشکی، فرآیند تعدیل فشار اسمزی توسط گیاه با سنتز و تجمع موادی شبیه مواد آلی صورت می‌گیرد (Mullahey *et al.*, 1996) و تجمع این مواد در گونه‌های مقاوم بیشتر از گونه‌های حساس است. سرعت جوانه‌زنی زنیان نسبت به رازیانه دارای تغییرات بیشتری بود. به عبارت دیگر زنیان در شرایط بدون تنش دارای سرعت جوانه‌زنی بالاتر و در شرایط تنش از سرعت جوانه‌زنی پایین‌تری برخوردار بود که به معنی حساسیت آن به تنش خشکی است. رازیانه احتمالاً مقاوم‌تر از زنیان بوده است و زمانی که در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرد، توانایی تعدیل فشار اسمزی درون سلولی را دارا می‌باشد. این توانایی اجازه می‌دهد که بذر با سرعت بیشتری جوانه بزند و به رشد خودش ادامه دهد.

#### میانگین مدت جوانه‌زنی

طبق تعریف متوسط مدت زمان جوانه‌زنی، مدت زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌گردد. هر چه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد، جوانه‌زنی سریع‌تر خواهد بود. بین ارقام رازیانه و زنیان از نظر میانگین مدت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱). رازیانه نسبت به زنیان دارای میانگین مدت جوانه‌زنی کمتری بود (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر میانگین مدت جوانه‌زنی اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بیشترین میانگین مدت جوانه‌زنی به تنش اسمزی ۶/۵- بار و کمترین آن به تیمار عدم تنش تعلق داشت (جدول ۲). افزایش تنش اسمزی موجب افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی شد. بذور در هنگام کاشت، زمان قابل توجهی را صرف جذب آب می‌کنند. با کاهش

آب و متعاقب آن کاهش فعالیت‌های آنزیمی 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 (Michael and Kaufman, 1973). کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی گردیده و در نتیجه فرایندهای فیزیولوژیک و متابولیک جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و میزان و یا سرعت انجام آنها کاهش می‌یابد. اگر جذب آب توسط بذر مختل و یا به کندی صورت گیرد، سرعت انجام فرایندهای متابولیکی در داخل بذر کاهش یافته و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه و متعاقباً سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. سرمدنیا و عزیززی (Sarmadnia and Azizi, 1995) معتقدند که سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های ارزیابی تحمل به خشکی است، بطوری‌که ارقام دارای سرعت جوانه‌زنی بیشتر، تحت شرایط تنش خشکی از شانس بیشتری برای سبز شدن برخوردارند. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین (به ترتیب ۱۰/۳۱ و ۳/۹۲) سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار شاهد و پتانسیل اسمزی ۶/۵- بار متعلق به زنیان بود (جدول ۳). سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم در

داشتند (جدول ۱). سطوح تنش اسمزی ۱/۵- و ۶/۵- بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه بودند و با افزایش تنش اسمزی میزان رشد ریشه‌چه کاهش یافت (جدول ۲). آزمایش‌های مختلف نشان دهنده افزایش طول ریشه‌چه در تنش‌های جزئی و کم است چرا که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش خشکی افزایش رشد ریشه‌چه می‌باشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می‌گیرد (Bagheri Kazemabad and Sarmadina, 2007). با افزایش پتانسیل اسمزی محلول‌ها پتانسیل آب آنها کاهش پیدا می‌نماید و آب کمتری در اختیار بذر قرار می‌گیرد. 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 ریشه‌چه کاهش می‌یابد (Xirong et al., 2002). کاراکی (Karaki, 1998) اثر غلظت‌های مختلف پلی‌اتیلن گلیکول را بر روی جوانه‌زنی گندم و جو مورد بررسی قرار داد و مشاهده نمود که با کاهش پتانسیل آب ابتدا طول ریشه‌چه افزایش و سپس کاهش می‌یابد. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۱). بیشترین طول ریشه‌چه (۷/۱۰ میلی‌متر) مربوط به رقم رازیانه در تیمار تنش اسمزی ۱/۵- بار و کمترین مقدار آن (۲/۰۵ میلی‌متر) متعلق به زنیان در سطح ۶/۵- 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 می‌یابد (Bibi et al., 2009). در بررسی حاضر، کاهش رشد بخش ساقه‌ای بسیار محسوس‌تر از بخش ریشه بود و در

این زمان سرعت جوانه‌زنی و خروج جوانه از خاک افزایش و مدت زمان جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. علاوه بر این کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی می‌گردد. در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیک و متابولیکی جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و میزان و یا سرعت جذب آب کاهش می‌یابد (Kiani et al., 1997). اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی برای میانگین مدت جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میانگین مدت جوانه‌زنی در پتانسیل اسمزی ۶/۵- بار در رقم زنیان (۹/۸۱) بدست آمد و کمترین میانگین مدت جوانه‌زنی (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، 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 (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). از آنجایی که احتمالاً رازیانه نسبت به زنیان دارای مقاومت به خشکی بیشتری است، در نتیجه دارای میانگین مدت جوانه‌زنی کمتری بود. علاوه بر این افزایش میانگین مدت جوانه زنی نسبت به رازیانه شاید به خاطر بافت سخت آندوسپرم و تأخیر در جذب آب در آن باشد.

### طول ریشه‌چه

رازیانه نسبت به زنیان طول ریشه‌چه بیشتری داشت و اختلاف بین طول ریشه‌چه آنها معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جداول ۱ و ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه‌چه اثر معنی‌دار

سلول‌هاست که خروج ریشه‌چه و ساقه‌چه از بذر را سبب می‌شود. با کاهش آب قابل جذب برای بذر به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی اطراف بذر تقسیم سلولی کاهش و رشد گیاهچه ناقص می‌شود. از آنجایی که ریشه‌چه قبل از ساقه‌چه از پوسته بذر خارج می‌شود فرآیند رشد و نمو ریشه‌چه زودتر آغاز و در صورت کمبود آب، رشد ساقه‌چه بیشتر به تأخیر می‌افتد (Mudaris and Jutzi, 1999).

اثر متقابل ژنوتیپ و تنش اسمزی معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۱). بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب با مقادیر ۱۰/۳۶ و ۳/۸۲ میلی‌متر مربوط به رازیانه و زنیان در تیمار عدم تنش (شاهد) و تنش اسمزی ۶/۵- بار بود. به نظر می‌رسد که طول ساقه‌چه به تغییر پتانسیل خشکی حساسیت بسیار بالایی دارد و می‌تواند مثل ریشه‌چه پارامتر بسیار مناسبی جهت ارزیابی مقاومت به خشکی باشد. بنابراین ساقه‌چه دیرتر از ریشه‌چه ظاهر می‌شود و نسبت به ریشه‌چه به تنش خشکی حساس‌تر است. یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا نبود انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین می‌باشد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). از آنجایی که رازیانه نسبت به زنیان دارای بذور بزرگتر می‌باشد، در نتیجه دارای بافت‌های ذخیره‌ای بزرگتر بوده و انتقال مواد غذایی به جنین بیشتر است. بنابراین دارای طول ساقه‌چه بزرگتر است.

### وزن تر و خشک گیاهچه

اختلاف بین وزن تر و خشک گیاهچه رازیانه و زنیان معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۱). ژنوتیپ رازیانه وزن تر و خشک گیاهچه بیشتری نسبت به زنیان داشت

بخش ریشه با افزایش میزان تنش خشکی، کاهش کمتری نسبت به بخش ساقه مشاهده گردید. این مطلب مؤید نقش سیستم ریشه‌ای 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 ساقه‌چه و ریشه‌چه 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 می‌باشد (Bibi *et al.*, 2009). در گیاه دارویی زوفا با افزایش تنش خشکی طول ریشه‌چه کاهش معنی‌دار داشت به طوری که از ۴۰/۳ میلی‌متر در تیمار شاهد (آب مقطر) به ۵ میلی‌متر در تیمار ۶- بار کاهش یافت (Barzegar and Rahmani, 2004).

### طول ساقه‌چه

اختلاف بین ارقام رازیانه و زنیان از نظر طول ساقه‌چه معنی‌دار نبود (جدول ۱). با این حال رازیانه نسبت به زنیان طول ساقه‌چه بیشتری داشت (جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی بر صفت طول ساقه‌چه اثر معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) داشت (جدول ۱). سطوح پتانسیل اسمزی صفر و ۶/۵- بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه بودند (جدول ۲). با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی طول ساقه‌چه کاهش پیدا کرد. از آنجایی که با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی رشد ریشه‌چه کاهش می‌یابد و به دنبال آن نیز رشد ساقه‌چه ناقص می‌شود، در نتیجه طول ساقه‌چه کاهش می‌یابد. رشد اندام ریشه‌چه و ساقه‌چه وابسته به هم است و کاهش رشد هر کدام رشد دیگری را نیز متأثر می‌سازد. اولین فرآیند جوانه‌زنی بذور، جذب آب و آماس بذر است و آخرین مرحله تقسیم سلولی و بزرگ شدن

دارای وزن تر و خشک گیاهچه بیشتری بود. در گیاه ریحان با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر دانه‌رست کاهش یافت (Hassani, 2005).

### همبستگی و تجزیه خوشه‌ای

همبستگی بین صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه مثبت معنی‌دار بود (جدول ۵).

افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی منجر به کاهش این صفات گردید. این صفات با میانگین مدت جوانه‌زنی همبستگی منفی معنی‌دار داشتند. افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی منجر به افزایش میانگین مدت جوانه‌زنی گردید.

در بررسی روابط بین صفات مختلف باید تعدادی از صفات که پیامد منطقی سایر صفات می‌باشند، در نظر گرفته نشوند. در تجزیه ضرایب همبستگی چون صفات دارای همبستگی بالایی بودند، در نتیجه پاره‌ای از آنها پیامد منطقی صفات دیگر می‌باشند. برای تشخیص این روابط منطقی از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. نمودار تجزیه خوشه‌ای سطوح مختلف تنش اسمزی پلی‌اتیلن گلايکول و صفات مربوط به جوانه‌زنی رازیانه و زنیان به ترتیب در اشکال ۱ و ۲ نشان داده شده است. هر یک از تیمارهای تنش در کلاستر جداگانه‌ای قرار گرفتند (شکل ۱). این مسئله بیانگر تأثیر متفاوت سطوح تنش اسمزی بر خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی بود. صفات سرعت جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه در

(جدول ۲). سطوح مختلف تنش اسمزی در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر و خشک گیاهچه اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). سطوح پتانسیل اسمزی صفر (شاهد) و  $-۶/۵$  بار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن تر و خشک گیاهچه بودند (جدول ۲). سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بالاتر سبب سنتز بیشتر ترکیبات با وزن مولکولی پایین مانند پرولین می‌شود و از سنتز ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر نظیر پروتئین‌ها می‌کاهد (Yamamoto *et al.*, 1997). بنابراین با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی به دلیل افزایش سنتز مولکول‌های با وزن مولکولی پایین‌تر مانند پرولین و کاهش سنتز ترکیبات با وزن مولکولی بالاتر مانند پروتئین‌ها وزن تر و خشک گیاهچه 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 گیاهچه معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بود (جدول ۱). بیشترین (به ترتیب  $0/320$  و  $0/64$  میلی‌گرم) و کمترین (به ترتیب  $0/077$  و  $0/18$  میلی‌گرم) وزن تر و خشک گیاهچه به ترتیب به ژنوتیپ رازیانه در تیمار عدم تنش و زنیان در تیمار تنش اسمزی  $-۶/۵$  بار تعلق داشت (جدول ۳). از آنجایی که رازیانه نسبت به زنیان دارای اندازه بذر و در نتیجه طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بزرگتری است، در نتیجه دارای وزن تر و خشک گیاهچه بیشتری بود. علاوه بر این، در شرایط تنش تجمع ماده خشک در بافت‌های ریشه‌چه و ساقه‌چه ارقام متحمل بیشتر از ارقام حساس است. بنابراین ارقام مقاوم نسبت به ارقام حساس دارای وزن گیاهچه بیشتری می‌باشند. از آنجایی که رقم رازیانه نسبت به زنیان احتمالاً دارای مقاومت بیشتری می‌باشد، در نتیجه

یک گروه و صفت درصد جوانه‌زنی در گروه مجزایی قرار گرفته بود.

جدول ۴- همبستگی ساده صفات مربوط به جوانه‌زنی رازیانه و زنبان تحت سطوح متفاوت تنش اسمزی

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

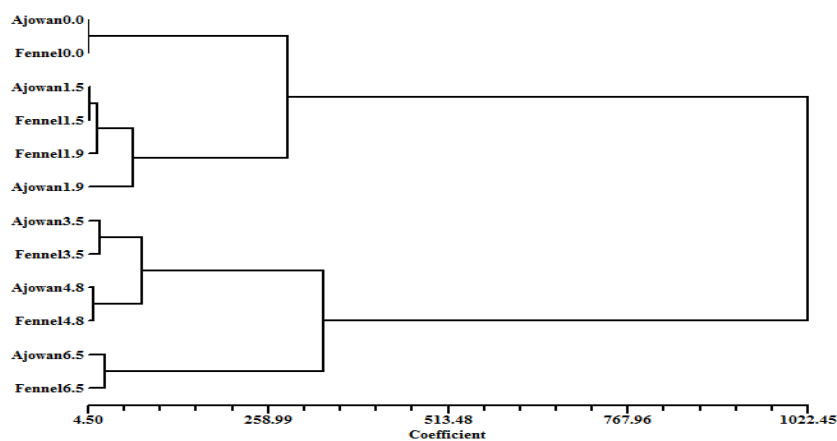
| صفات<br>Traits               | درصد<br>جوانه‌زنی<br>PG | سرعت<br>جوانه‌زنی<br>GS | میانگین مدت<br>جوانه‌زنی<br>MGP | طول<br>ریشه‌چه<br>LR | طول<br>ساقه‌چه<br>LS | وزن خشک<br>گیاه‌چه<br>DWS |
|------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| سرعت جوانه‌زنی<br>GS         | 0.90**                  |                         |                                 |                      |                      |                           |
| میانگین مدت جوانه‌زنی<br>MGP | -0.78**                 | -0.92**                 |                                 |                      |                      |                           |
| طول ریشه‌چه<br>LR            | 0.82**                  | 0.88**                  | -0.92**                         |                      |                      |                           |
| طول ساقه‌چه<br>LS            | 0.98**                  | 0.88**                  | -0.75**                         | 0.83**               |                      |                           |
| وزن خشک گیاه‌چه<br>DWS       | 0.80**                  | 0.91**                  | -0.95**                         | 0.98**               | 0.79**               |                           |
| وزن تر گیاه‌چه<br>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.

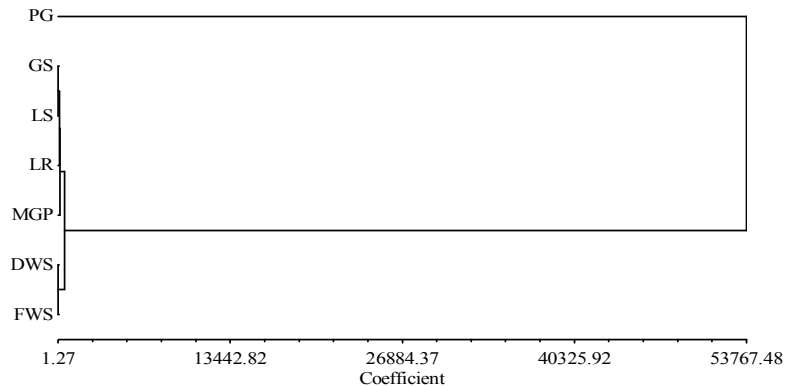
در مزرعه کمتر از حد مورد انتظار باشد و در نتیجه تراکم گیاه به پایین‌تر از حد مطلوب برسد. درصد جوانه‌زنی مطلوب موجب دوام، استقرار و تضمین عملکرد نهایی گیاهان می‌گردد (De and Kar, 1995).

صفت درصد جوانه‌زنی که نشان دهنده قوه نامیه بذر می‌باشد، به نظر می‌رسد که مهم‌ترین صفت مربوط به جوانه‌زنی باشد. چنانچه بذور دارای درصد جوانه‌زنی بالایی باشند، مطلوب می‌باشند. درصد جوانه‌زنی پائین بذور موجب می‌گردد که درصد گیاه‌چه‌های سبز شده



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

Figure 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 زنیان تحت سطوح متفاوت تنش اسمزی

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

پتانسیل اسمزی منجر به کاهش صفات مرتبط با جوانه‌زنی گردید. صفت درصد جوانه‌زنی به نظر می‌رسد که مهم‌ترین صفت مربوط به جوانه‌زنی باشد و برنامه انتخاب را باید بر نمود این صفت بنا نهاد.

#### نتیجه‌گیری

به طور کلی بر اساس مجموع تجزیه تحلیل‌های فوق می‌توان بیان داشت که رقم رازیانه نسبت به زنیان توانایی بالاتری برای جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی داشت. افزایش پتانسیل اسمزی یا منفی تر شدن

#### 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, Philippins, 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.

#### فهرست منابع

- 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 leriifolia* 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 pot 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.

**Spielmeier, 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 clefts, greater seedling vigor and final plant height. *Theoretical and Applied Genetics*, 115: 59-66.

**Waines, J.G. and Ehdai, 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. *Intennational 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<sup>1\*</sup>, Seyed Mohsen Mousavi Nick<sup>2</sup>, Roghayeh Mohammadpour Vashvaei<sup>3</sup>

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

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

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

Received: 2015/02/09

Accepted: 2015/08/01

### 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 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.

**Key words:** Ajowan, drought stress, fennel, germination, osmotic stress.

