بررسی صفات جوانه‌زنی بذرهای دو گونه *Agropyron desertroum* و *Agropyron pectiniforme* با پیش‌تیمار اسید آسکوربیک، تحت تنش خشکی

هادی کرمی[۱]، قاسمعلی دیانتی تیلکی[۲]*، امید اسماعیل‌زاده[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

[۲]دانشیار، گروه مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

[۳]استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۹

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی صفات جوانه‌زنی بذرهای گونه *Agropyron desertroum* و *Agropyron pectiniforme* با پیش‌تیمار اسید آسکوربیک تحت تنش خشکی در شرایط آزمایشگاهی در ژرمیناتور بود. تنش‌های محیطی به ویژه تنش خشکی از عوامل بازدارنده رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شوند. کمبود آب در مرحله جوانه‌زنی، بسته به شدت و طول مدت تنش موجب عدم جوانه‌زنی می‌شود. تحقیق حاضر بر روی دو گونه مهم مرتعی *A. desertroum* و *A. pectiniforme* که از با ارزش‌ترین گونه‌های علوفه‌ای برای بازسازی مراتع هستند انجام شد. تنش خشکی ایجاد شده توسط پلی‌اتیلن‌گلایکول در چهار سطح (صفر، ٤-، ٨- و ١٦- بار) و پرایمینگ با اسید آسکوربیک در چهار سطح (صفر، ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار) به مدت ٢٤ ساعت در چهار تکرار و ۵۰ عدد بذر در هر تکرار بود. نتایج نشان داد بیشتر صفات مورد بررسی (درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و شاخص بنیه) در هر دو گونه به جز میانگین زمان جوانه‌زنی با افزایش غلظت اسید آسکوربیک و سطح تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. این پژوهش نشان داد که آستانه تحمل در گونه *A. pectiniforme* پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر و ٤- بار بالاترین میزان درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه و ارزش جوانه‌زنی دارد که تفاوت معنی‌داری بین دو سطح تنش خشکی وجود نداشت. با توجه به این نتایج می‌توان گفت آستانه تحمل به خشکی گونه *A. pectiniforme*، ٤- بار بود و نسبت به گونه *A. desertroum* تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی داشت.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، شاخص بنیه

*نویسنده مسئول: Dianatitilaki@yahoo.com

مقدمه

خشکسالی یکی از عوامل مهم زیست محیطی است که بر جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاه‌چه با تغییر درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، بنیه و زنده‌مانی و در نهایت زوال بذر تأثیر می‌گذارد (Ribeiro et al., 2015; Brito et al., 2016 ;Lu et al., 2007). نیمی از کشورهای جهان در مناطق خشک و نیمه خشک (۳۳ درصد اراضی کره زمین) قرار دارند. در کشور ما نیز که ٦٥ درصد مساحت آن در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که تنها حدود ۳۵ درصد از سطح کشور سالانه به‌طور متوسط بیش از ۲۵۰ میلی‌متر بارندگی دارد که با توجه به این موارد می‌توان گفت تنش خشکی حاصل از کمبود آب یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان مرتعی در کشور ما محسوب می‌گردد (Malekshahi et al., 2009). تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش خشکی از عوامل بازدارنده رشد و نمو گیاهان محسوب می‌شوند (Greenwood and MacFarlane, 2009). که بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر انداختن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندام‌های هوایی و کاهش تولید ماده خشک می‌گردند (Saeedi Goraghani et al., 2017). کاهش پتانسیل اسمزی و پتانسیل کل آب، همراه با از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد از علائم مخصوص تنش آب است (Kafi and Keshmiri, 2011). بررسی‌ها نشان داده است که بین تحمل به خشکی در طی مرحله جوانه‌زنی و نیز مراحل بعدی رشد ارتباط مثبتی وجود دارد (Ramoliya et al., 2004).

جوانه‌زنی ترکیبی از فرآیندهای پیچیده است که منجر به آغاز رشد جنین در حال سکون در بذر، توسعه گیاه‌چه و سبز شدن از خاک می‌شود. به عبارت دیگر جوانه‌زنی عبارتست از خروج ریشه‌چه از بذر که با عمل پاره کردن پوسته بذر و تحت تأثیر عوامل محیطی و عوامل خارجی بذر صورت می‌گیرد (Zhang et al., 2017). جوانه‌زنی بذرها به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به ویژه دما، رطوبت و اکسیژن خاک قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2006). از آنجا که جوانه‌زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بسته به شدت و طول مدت تنش موجب عدم جوانه‌زنی می‌شود (Sabouri Rad et al., 2004). بنابراین، افزایش تحمل بذر و نهال به تنش‌های زیستی، به‌ویژه در مورد استقرار گونه‌های گیاهی یکی از خواسته‌های مطلوب محققین است (Vasconcelos et al., 2017). افزایش تحمل به تنش‌های زیست محیطی می تواند از طریق روش‌های پس از برداشت یا قبل از جوانه‌زنی حاصل شود (Paparella et al., 2015).

بر اساس پژوهش‌های انجام شده پیش‌تیمار یا پرایمینگ بذر (Seed priming) با مواد مختلف درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه را افزایش داد و منجر به کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی شد (Pantola et al., 2017; Saeedi Goraghani et al., 2017; Kumari et al., 2017). به‌طور مثال در پژوهشی تأثیر پرایمینگ بذرهای گونه *Zea mays* L. با سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم دریافتند که پرایمینگ با سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم باعث افزایش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی نسبت به بذرهای شاهد شده است (Kumari et al., 2017).

پرایمینگ با استفاده از مواد مختلف می‌تواند نتایج متفاوتی را داشته باشد، پرایمینگ با اسید آسکوربیک باعث مهار گونه‌های فعال اکسیژن، بالا بردن ظرفیت فتوسنتز، بهبود تحمل به سرما، گرما، شوری و خشکی است (Mohammadi et al., 2014). اسید آسکوربیک (Ascorbic acid) یک آنتی اکسیدان کوچک قابل حل در آب است که در سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن به ویژه پراکسید هیدروژن نقش دارد به علاوه به‌طور مستقیم در خنثی کردن رادیکال‌های

سوپراکسید، اکسیژن منفرد و به‌عنوان یک آنتی اکسیدان چربی دوست نقش ایفا می‌کند (Pignocchi and Foyer, 2003) و به عنوان پیش تیمار بذر، سبب افزایش در شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تیمار شده تحت شرایط نامساعد محیطی می‌شود (Ansari et al., 2017). بنابراین می‌توان با پیدا کردن مواد مداخله‌گر مناسب همچون اسید آسکوربیک، با تنش‌های محیطی، اثر عوامل تنش‌زا را تا حدودی کاهش داد. اسید آسکوربیک یک فاکتور مهم در بیوسنتز هورمون‌های گیاهی است که نه تنها منجر به کاهش اثرات منفی و تنش محیطی بر رشد گیاه بلکه باعث افزایش تحمل و سازگاری گیاهان را در مقابل عوامل محیطی می‌شود (Khan et al., 2011; Latif et al., 2016).

انجام تحقیقات پیرامون تأثیر تنش خشکی بر صفات جوانه‌زنی بذر گیاهان مرتعی ایران، راهکارهایی جهت کاهش تأثیر تنش فوق نظیر پرایمینگ نمودن بذر گونه‌های گیاهی با مواد مختلف ضروری می‌باشد و با توجه به این نکته که حساس‌ترین مرحلهٔ زندگی یک گیاه مرحلهٔ جوانه‌زنی و زمانی است که گیاه هنوز بصورت گیاهچه است که اگر گیاه بتواند این مراحل را با موفقیت سپری کند، احتمال زنده ماندن و استقرار آن بیشتر می‌شود. لذا لازم است که در رابطه با دامنهٔ بردباری گیاهان به تنش‌های خشکی و صفات جوانه‌زنی تحت تأثیر پرایمینگ با اسید آسکوربیک مطالعاتی صورت گیرد. بدین منظور و در راستای این اهداف، تحقیق حاضر بر روی دو گونهٔ مهم مرتعی *A. desertorum* و *A. pectiniforme* (هر دو گونه از خانواده Poaceae و علفی چند ساله و به صورت دسته‌ای انبوه، و دارای ساقه‌های زیرزمینی می‌باشند) که از با ارزش‌ترین گونه‌های علوفه‌ای برای بازسازی مراتع هستند انجام شد.

مواد و روش‌ها

بذر گونه‌های مرتعی *A. desertorum* و *A. pectiniforme* از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد. این آزمایش درآزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس در سال ۱۳۹٦ انجام شد. تمامی بذرها بوجاری (جداسازی بذرها از مواد خارجی، بذرهای نرسیده، پوک، و شکسته) شد و بذرهای با اندازه یکسان، رنگ یکنواخت و بدون شکستگی انتخاب شدند. منطقه جمع‌آوری بذرها مراتع اطراف استان البرز در ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا و بین ۳۵ درجه و ٤٦ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ٥٤ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و شیب عمومی ۰/۳۷ درصد با میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۲ میلی‌متر بود (Faraji- mehmani et al., 2016).

جهت تعیین رطوبت اولیه بذر قبل از شروع آزمایش با استفاده از آون در دمای ۱۰۳-۷۰ درجه سانتی‌گراد (به مدت ۱۷ ساعت) رطوبت بذرها با استفاده از رابطه زیر (۱) مشخص گردید (ISTA, 2003).

M2-M3/M2-M1×100 (۱)

M1: وزن ظرف بر حسب گرم، M2: وزن ظرف و بذرهای داخل آن قبل از خشک کردن، M3: وزن ظرف و بذر های داخل آن بعد از خشک کردن بر حسب گرم

سپس جهت بررسی قابلیت‌زیستی بذر گونه‌های *A. desertorum* و *A. pectiniforme* از داخل توده بذر گونه مورد نظر زیر نمونه جدا شد که حداقل دارای ۱۰۰ عدد بذر بودند این بذرها جهت انجام آزمون تترازولیوم یک درصد استفاده شدند (ISTA, 2003). بذرهای آماده شده جهت رنگ‌گیری در ظروف شیشه‌ای مخصوص قرار گرفتند. محلول تترازولیوم یک درصد تهیه شده در روی بذرها ریخته شد طوری‌که بذرها را آغشته شدند سپس به مدت ٢٤ ساعت آن‌ها را در انکوباتور یا در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم تا بذرها فرصت رنگ‌پذیری داشته باشند پس از ٢٤

ساعت بذرها را از انکوباتور خارج گردید، بذرهایی که دارای رنگ قرمز روشن و صورتی بودند دارای قابلیت زیستی بالایی بودند. با شمارش بذرها براساس رنگ پذیری آن‌ها، قابلیت زیستی آن‌ها مشخص شد. جهت بررسی صفات جوانه‌زنی بذر گونه‌های مرتعی *A. desertorum* و *A. pectiniforme* در پتری‌دیش و در ژرمیناتور انجام شد.

تمام بذرها در پتری‌دیش به مدت دو هفته جهت شکست خواب در درجه حرارت چهار درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت ٦٠-٨٠ درصد در ژرمیناتور قرار داده شد که برای مطالعه صفات جوانه‌زنی آماده شدند (Alizadeh and Nasiri, 2012). قبل از انجام پرایمینگ، نمونه‌ها با قارچ‌کش تیرام (Thiram) به نسبت ٠/٠٩ کیلوگرم برای ٢٥ کیلوگرم بذر گراس جهت جلوگیری از رشد قارچ ضدعفونی شدند.

برای اعمال پرایمینگ با اسیدآسکوربیک ابتدا با استفاده از روش استوکیومتری غلظت‌های مختلف محلول اسیدآسکوربیک با غلظت‌های صفر، ٠/٣، ٠/٥ و ٠/٨ میلی‌مولار تهیه شد. مقدار توده بذر (٥٠ عدد بذر از گونه مورد مطالعه در هر تکرار) که رطوبت آن‌ها از قبل مشخص شده در داخل محلول‌هایی با غلظت‌های صفر، ٠/٣، ٠/٥ و ٠/٨ میلی‌مولار اسیدآسکوربیک به مدت ٢٤ ساعت در داخل ژرمیناتور قرار داده شد، پس از ٢٤ ساعت آن‌ها را از ژرمیناتور خارج کرده و خشک نموده و در دمای اتاق به رطوبت اولیه رسانده شد. نمونه بذرهای پرایم شده پس از شستشو روی یک سینی پخش شدند. بذرهای تیمار شده روی یک غربال جهت خشک شدن گسترانده و هر روز وزن شدند، تا زمانی که میزان رطوبتشان به مقدار قبل از پرایم شدن رسید. به این ترتیب پرایمینگ بذر پایان یافت و بذرها برای بررسی‌های آزمایشگاهی آماده شدند.

با انجام پیش تست، غلظت‌های مختلف محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦٠٠٠ دالتون (PEG٦٠٠٠) جهت اعمال تنش خشکی مصنوعی روی بذرهای مورد آزمایش انجام شد. غلظت‌های صفر، ٤-، ٨- و ١٦- بار مختلف محلول پلی‌اتیلن‌گلایکول از رابطه زیر (٢) بدست آمد (Michel and Kaufman, 1973).

$$\psi_s = -(1.18\times10^{-2})\cdot C - (1.18\times10^{-4})\cdot C^2 + (2.67\times10^{-4})\cdot CT + (8.39\times10^{-7})\cdot C^2T \qquad (٢)$$

Ψs: پتانسل اسمزی پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦٠٠٠ بر حسب بار، C : مقدار گرم از پلی‌اتیلن‌گلایکول ٦٠٠٠ در یک کیلوگرم آب، T : دمای محلول برحسب درجه سانتی‌گراد

برای اعمال کلیه تیمارهای پرایمینگ این تحقیق از پتری‌دیش‌هایی با قطر نه سانتی‌متر و کاغذ صافی واتمن شماره یک استفاده شد. جهت ضد عفونی کاغذهای صافی ابتدا داخل دستگاه اتوکلاو در دمای ١٢٠ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت استریل شدند. در شروع کار ابتدا دست‌ها، ژرمیناتور، وسایل و میز کار با اتانول ٩٦ درصد ضد عفونی شدند. سپس مجموعه ظرف‌های پتری‌دیش در اتوکلاو استریل شده و بذرهای پرایم شده و پرایم نشده (شاهد) به تعداد ٥٠ عدد بذر، چهار تکرار در ظرف‌های پتری‌دیش و بر روی دولایه کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند. سپس محلول‌های تهیه شده با پتانسیل اسمزی مختلف (تیمارهای خشکی صفر، ٤-، ٨- و ١٦- بار) به میزان ١٠ میلی‌لیتر هر ٤٨ ساعت یک‌بار به تیمارها اضافه شده و پتری‌دیش‌ها توسط پارافیلم به‌منظور جلوگیری از تبخیر پوشانده شدند. سپس پتری‌دیش‌ها در داخل ژرمیناتور در درجه حرارت ٢٥ درجه سانتی‌گراد میزان رطوبت ٨٠ درصد و در تناوب نوری ١٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی قرار داده شد. ارزیابی جوانه‌زنی هر ٤٨ ساعت یک‌بار انجام شد و بذوری به عنوان جوانه‌زده محسوب شدند که دارای یک ریشه‌چه سالم بود و ساقه‌چه آن‌ها به اندازه دو میلی‌متر رشد کرده باشد (Joodi and Sharifizadeh, 2006). وقتی که ارزیابی جوانه‌زنی در سه شمارش متوالی تعداد بذور جوانه‌زده یکسان شد، عمل شمارش به پایان رسید (Joodi and Sharifizadeh, 2006).

این پژوهش (آزمایشات گونه، پرایمینگ و تنش خشکی) بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار و هشت تیمار به‌طوری که برای هر تیمار در هر تکرار ۵۰ عدد بذر (در کل ۱۲۸ پتری‌دیش) در نظر گرفته و انجام شد.

درصد جوانه‌زنی (Germination percentage) (GP) با شمارش تعداد گیاهچه‌های نرمال در پایان دوره جوانه‌زنی استاندارد از رابطه زیر (۳) به دست آمد.

$$GP = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه‌زده}}{\text{بذرهای کشت‌شده}} \times ۱۰۰ \qquad (۳)$$

سرعت جوانه‌زنی (Germination rate) با استفاده از رابطه زیر (٤)که GR سرعت جوانه‌زنی، n تعداد بذور جوانه‌زده در زمان و d تعداد روزها از زمان شروع آزمایش می‌باشد، محاسبه شد (Gairola et al., 2016).

$$GR=n_1/d_1+n_2/d_2+n_3/d_3+\ldots\ldots\ldots \qquad (٤)$$

طول ریشه‌چه (Radicle length) (RL) و طول ساقه‌چه (Plumule length) (PL) نیز با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری گردید.

شاخص بنیه (Vigor index) (VI) با استفاده از رابطه زیر (۵) به دست آمد (Abdul-Baki and Anderson, 1973).

$$VI = (RL + SL) \times GP \qquad (۵)$$

میانگین زمان جوانه‌زنی (Mean germination time) با استفاده از رابطه زیر (٦) که MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، GT تعداد بذرهای جوانه زده در روز t، Tt زمان مربوط به GT در روز می‌باشد (Kaya et al., 2008).

$$MGT=\Sigma (Gt\times Tt)/\Sigma G \qquad (٦)$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 22) صورت گرفت. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و همگنی واریانس داده‌ها به وسیله آزمون لون (Levene) انجام شد. برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از آزمون GLM (General Linear Model) استفاده شد. جهت مقایسه میانگین‌ها بر اساس ترکیب تیمارها در صورت همگنی واریانس‌ها از آزمون LSD و برای بررسی رفتار متفاوت صفات جوانه‌زنی دو گونه در تیمار پرایمینگ و تنش خشکی از آزمون T غیر جفتی و برای رسم نمودارها از ۲۰۱۳ Exsel و رسم جدول از ۲۰۱۳ Word استفاده گردید.

نتایج

با توجه به انجام تعیین قوه نامیه یا قابلیت زیستی بذر گونه‌های *A. pectiniforme* و *A. desertorum* با استفاده از تترازولیوم مشخص شد که بذر گونه‌های مورد مطالعه به‌ترتیب دارای ۸۰ و ۸٤ درصد قوه نامیه بوده است.

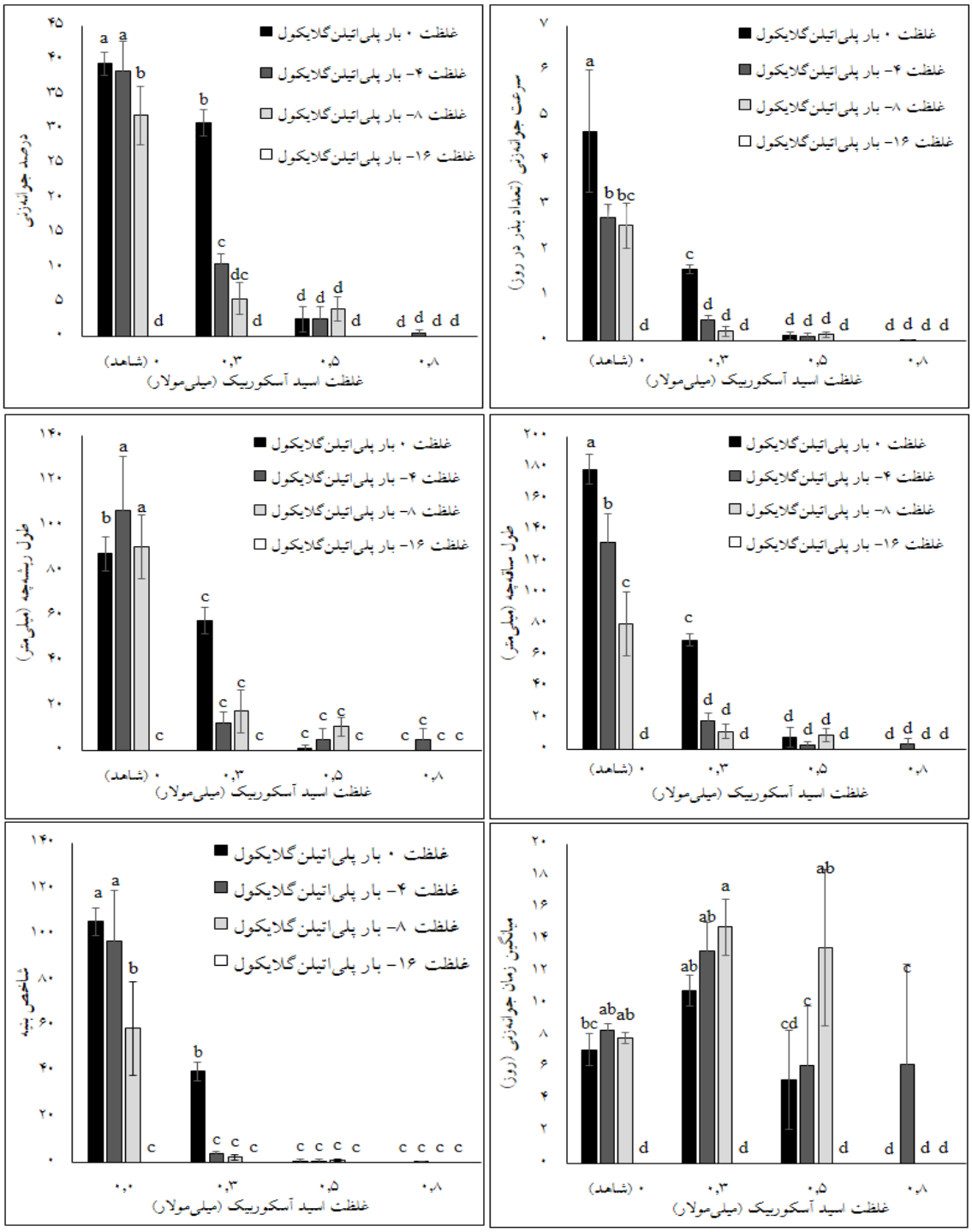
نتایج تجزیه واریانس دو طرفه (GLM) حاصل از تا حاصل از تأثیر پرایمینگ و تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنیه و میانگین زمان جوانه‌زنی بذر گونه *A. pectiniforme* و *A. desertorum* نشان داد که تأثیر سطوح پرایمینگ با اسید آسکوربیک و سطوح تنش خشکی حاصل از پلی‌اتیلن‌گلایکول و اثر متقابل پرایمینگ و تنش خشکی روی این صفات معنی‌دار بود فقط در گونه *A. pectiniforme*، نتایج مربوط به میانگین زمان جوانه‌زنی اثر متقابل پرایمینگ و تنش خشکی معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس دو طرفه حاصل از تأثیر پرایمینگ و تنش خشکی بر صفات جوانه‌زنی *Agropyron pectiniforme* و *Agropyron desertorum*.

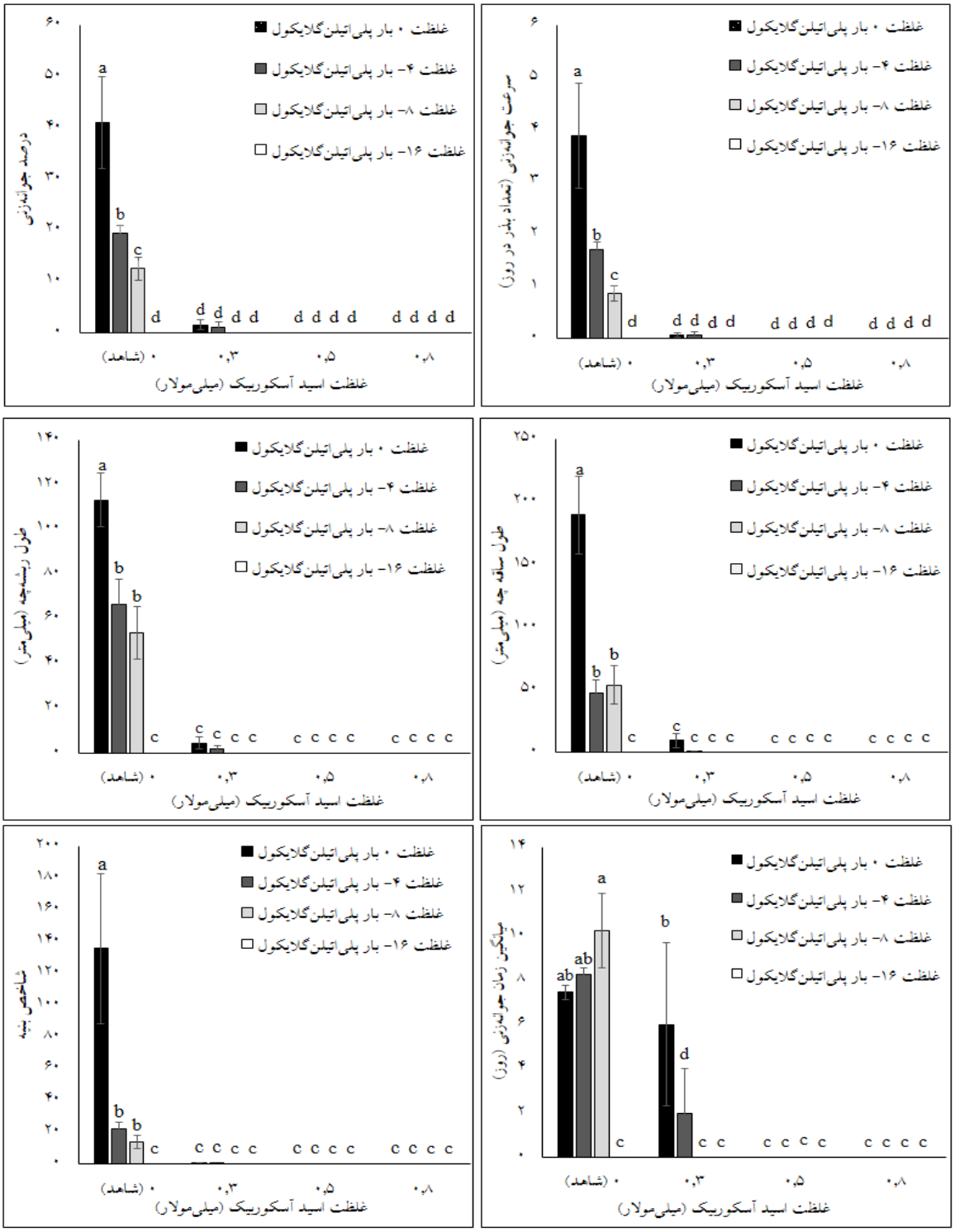
منابع تغییر		صفات جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه	میانگین زمان جوانه‌زنی
Agropyron pectiniforme	پرایمینگ	میانگین تیمار	۲٤۸٦/٥٦	۲۱/٦۲	۱٦۸۲۱/۰٦	۳۲۳۷۱/۸۹	۱٥٤٦۹/۳۷	۱۷۹/۹۸
		مربعات خطا	۱٥/۱۸	۰/٥٥	۲٦٤/۸۰	۲٤۲/۸۰	۲٤۰/۲٤	۲۳/۹۱
		آماره F	۱٦۳/۷۲*	۳۸/۸۱*	٦۳/٥۲*	۱۳۳/۳۲*	٦٤/۳۹*	۷/٥۲*
		درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	تنش خشکی	میانگین تیمار	۹٤۱/٥٦	٦/۷۷	٤٤۷٦/٦۸	۱۱٤۹۷/۹۳	۳۸۳۷/٦۸	۲۷٥/۲۹
		مربعات خطا	۱٥/۱۸	۰/٥٥	۲٦٤/۸۰	۲٤۲/۸۰	۲٤۰/۲٤	۲۳/۹۱
		آماره F	٦۱/۹۹*	۱۲/۱٦*	۱٦/۹۰*	٤۷/۳٥*	۱٥/۹۷*	۱۱/٥۱*
		درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	پرایمینگ × تنش خشکی	میانگین تیمار	۳۹٦/۸۹	۳/۲۸	۲٥۰۲/۷۹	٥۳۰۱/۲۱	۲۲۸۲/۷٤	٤۳/۱۷
		مربعات خطا	۱٥/۱۸	۰/٥٥	۲٦٤/۸۰	۲٤۲/۸۰	۲٤۰/۲٤	۲۳/۹۱
		آماره F	۲٦/۱۳*	٥/۹۰*	۹/٤٥*	۲۱/۸۳*	۹/٥۰*	۱/۸۰ ns
		درجه آزادی	۹	۹	۹	۹	۹	۹
ضریب تغییرات (درصد)			۱٤/٦	۱۹	۱٦	۱۷	۱۹/٥	۱۱/٦
Agropyron desertorum	پرایمینگ	میانگین تیمار	۱۳۰۳/۳۹	۱۰/۲۳	۱۳۳۲۸/۳٥	۲۰۷٤٦/۲۲	۷٤۲۰/۰۱	۱٤۹/٤۰
		مربعات خطا	۲۲/٦۸	۰/۲٦	۱۰٥/۹۰	۳٤٦/٤۲	٥٦٦/٥۷	٥/۱۲
		آماره F	٥۷/٤٥*	۳۸/٤۳*	۲٥/۸٥*	٦۱/٦٦*	۱۳/۰۹*	۲۹/۱٥
		درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	تنش خشکی	میانگین تیمار	۳۱۹/۲۲	۲/۸٦	۲۳۲٦/٤۳	۷٤۰۹/۹۳	۳۹۲۲/۸٥	۳٤/۲۲
		مربعات خطا	۲۲/٦۸	۰/۲٦	۱۰٥/۹۰	۳٤٦/٤۲	٥٦٦/٥۷	٥/۱۲
		آماره F	۱٤/۰۷*	۱۰/۷٤*	۲۱/۹٦*	۲۲/۰۲*	٦/۹۲*	٦/٦۷*
		درجه آزادی	۳	۳	۳	۳	۳	۳
	پرایمینگ × تنش خشکی	میانگین تیمار	۲۸۷/۷۸	۲/۷۳	۲۱۰۸/٦۱	٦٤۳۳/٥۹	۳۸۸۹/۷٤	۲٥/۹۸
		مربعات خطا	۲۲/٦۸	۰/۲٦	۱۰٥/۹۰	۳٤٦/٤۲	٥٦٦/٥۷	٥/۱۲
		آماره F	۱۲/٦۸*	۱۰/۲٥*	۱۹/۹۱*	۱۹/۱۲*	٦/۸٦*	٥/۰۷*
		درجه آزادی	۹	۹	۹	۹	۹	۹
ضریب تغییرات (درصد)			۲٤/٦	۲٦/۸	۲۲/٥	۲٦/٦	۳٦/۱	۱۹

* اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰٥، ns غیر معنی‌دار

بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی بذر گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (شاهد) و ٤- بار (به‌ترتیب با میانگین ۱/۷۱±۳۹/٥ و ٤/۱۹±۳۸/٥ درصد) و در گونه *A. desertorum* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (شاهد) (به‌ترتیب با میانگین ۹/۰۳±٤۱) بود و کمترین میزان درصد جوانه‌زنی در هر چهار سطح پرایمینگ با اسید آسکوربیک مربوط به تنش ۱٦- بار بود که جوانه‌زنی رخ نداد. با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول و اسید آسکوربیک، درصد جوانه‌زنی در هر دو گونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱: میانگین صفات جوانه‌زنی (± اشتباه معیار) بذر گونه *A. pectiniforme* تحت تیمار پرایمینگ با اسید آسکوربیک و تنش خشکی (حروف انگلیسی نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵ می‌باشد)



شکل ۲: میانگین صفات جوانه‌زنی(± اشتباه معیار) بذر گونه *A. desertorum* تحت تیمار پرایمینگ با اسید آکوربیک و تنش خشکی (حروف انگلیسی نشان دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح P<۰/۰۵ می‌باشد)

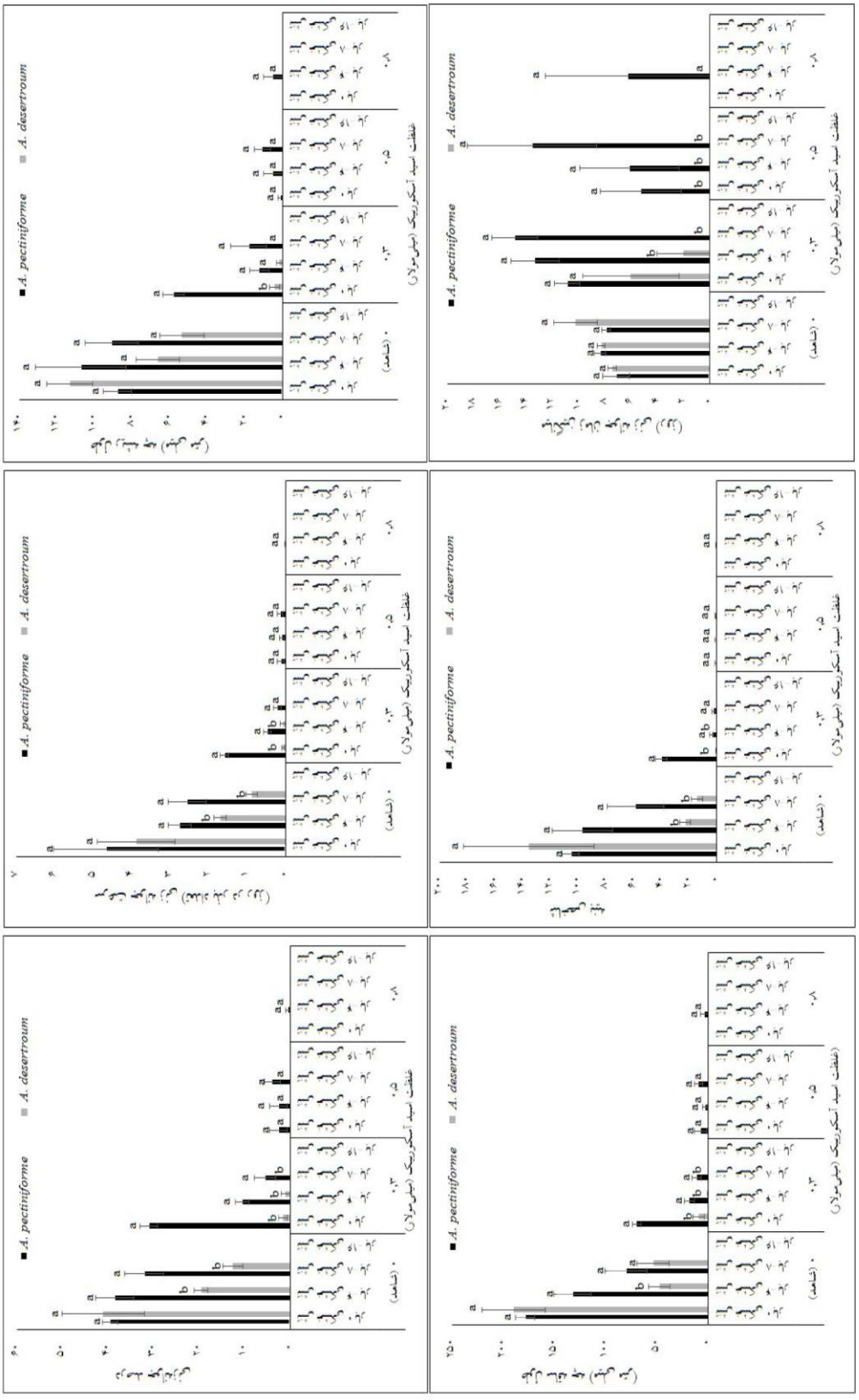
درصد جوانه‌زنی گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در پرایمینگ صفر میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ٤- و ٨- (به‌ترتیب با میانگین ٤/١٩±٣٨/٥ و ٤/٢٤±٣٢ درصد) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با

میانگین ۱/۵±۱۹ و ۲/۲±۱۲ درصد) بیشتر بود. در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های ۰، ٤- و ۸- بار نیز گونه *A. pectiniforme* (به‌ترتیب با میانگین ۱/۹۱±۳۱، ۱/۵±۱۰/۵ و ۲/۳٦±۵/۵ درصد) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ۰/۹٦±۱/۵، ۱±۱ و ۰±۰) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

حداکثر مقدار سرعت جوانه‌زنی بذر گونه *A. pectiniforme* و *A. desertorum* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (شاهد) (به‌ترتیب با میانگین ۱/۳٦±٤/٦٦ و ۱/۰۱±۳/۸۸ بذر در روز) بود و با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول و اسید آسکوربیک، سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱و ۲). سرعت جوانه‌زنی گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در پرایمینگ صفر میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ٤- و ۸- بار(به‌ترتیب با میانگین ۰/۲۹±۲/۷۵ و ۰/۵±۲/۵٦ بذر در روز) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ۰/۱٦±۱/۷۰ و ۰/۱۵±۰/۸۷ بذر در روز) بیشتر بود. در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ۰ و ٤- بار نیز گونه *A. pectiniforme* (به‌ترتیب با میانگین ۰/۱۰±۱/۵۹ و ۰/۱۰±۰/٤٦ بذر در روز) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ۰/۰٤±۰/۰٦ و ۰/۰٦±۰/۰٦ بذر در روز) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

بیشترین میزان طول ریشه‌چه بذر گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی ٤- و ۸- بار (به‌ترتیب با میانگین ۱۰/۲٤±۱۰۷ و ۲۳/۱٤±۹۰/۷۵ میلی‌متر) و در گونه *A. desertorum* در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (با میانگین ۱۲/۰۹±۱۱۳ میلی‌متر) بود و کمترین میزان طول ریشه‌چه در گونه‌های مورد بررسی در تمام سطوح خشکی پرایمینگ شده با اسید آسکوربیک ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار و تنش خشکی ۱٦- بار در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) بود که میزان طول ریشه‌چه صفر یا نزدیک به صفر بود. با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول و اسید آسکوربیک، طول ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱ و ۲). در بین تیمارهای ترکیبی فقط در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار تحت تنش خشکی صفر بار طول ریشه‌چه گونه *A. pectiniforme* (با میانگین ۵۸±۵/۷۳ میلی‌متر) به‌طور معنی‌داری از گونه *A. desertroum* (با میانگین ٤/۲۵±۲/٦٦ میلی‌متر) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری بین طول ریشه‌چه گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

بیشترین میزان طول ساقه‌چه بذر گونه *A. pectiniforme* و *A. desertorum* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (شاهد) (به‌ترتیب با میانگین ۹/٤۱±۱۷۸/۷۵ و ۳۱/۰۱±۱۸۹/۷۵) بود و کمترین میزان طول ساقه‌چه در تمام سطوح خشکی پرایمینگ شده با اسید آسکوربیک ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار و تنش خشکی ۱٦- بار در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) بود که میزان طول ساقه‌چه صفر یا نزدیک به صفر بود.



شکل ۳: مقایسه میانگین زمان جوانه‌زنی (± اشتباه معیار) دو گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* در تیمارهای ترکیبی پرایمینگ با اسید آسکوربیک تحت تنش خشکی
(حروف انگلیسی نشان دهنده اختلاف معنی داری در سطح P<۰/۰۵ می‌باشد)

با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول و اسید آسکوربیک، طول ساقه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱ و ۲). طول ساقه‌چه گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در پرایمینگ صفر میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های ٤- بار (با میانگین ۱۸/۱۹±۱۳۲/۲۵ میلی‌متر) از گونه *A. desertroum* (با میانگین ٤٧/٧٥±١٠/٤٤ میلی‌متر) بیشتر بود. در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ۰، ٤- و ۸- بار نیز گونه *A. pectiniforme* (به‌ترتیب با میانگین ٧٠±٤/٠٢، ١٨/٧٥±٤/٥٨ و ١١/٥±٤/٦٦ میلی‌متر) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ٩/٥٠±٥/٧٢، ٠/٥±٠/٥ و ٠±٠ بذر در روز) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری بین طول ساقه‌چه گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

بیشترین مقدار شاخص بنیه بذر گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (شاهد) و ٤- بار (به‌ترتیب با میانگین ١٠٥/٤٥±٥/٩٩ و ٩٧/٠٥±٢١/٩٦) و در گونه *A. desertorum* در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی صفر بار (با میانگین ١٣٥/٧٢±٤٧/٢٧) بود و کمترین میزان شاخص بنیه در تمام سطوح خشکی پرایمینگ شده با اسید آسکوربیک ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار و تنش خشکی ١٦- بار در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) بود که میزان شاخص بنیه صفر یا نزدیک به صفر بود. با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول و اسید آسکوربیک، شاخص بنیه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱ و ۲). شاخص بینه گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در پرایمینگ صفر میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ٤- و ۸- بار (به‌ترتیب با میانگین ٩٧/٠٥±٢١/٩٦ و ٥٨/٧٣±٢٠/٥٣) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ٢٢/٤٩±٣/٨١ و ١٤/٢٤±٤/١٣) بیشتر بود. در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار با اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ۰ و ٤- بار نیز گونه *A. pectiniforme* (به‌ترتیب با میانگین ٣٩/٩٠±٤/٠٩ و ٣/٦١±١/٣٢ بذر در روز) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ٠/٤٢±٠/٢٨ و ٠/٠٨±٠/٠٨ بذر در روز) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری بین شاخص بنیه گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

بیشترین مقدار میانگین زمان جوانه‌زنی بذر گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار در تنش خشکی ٤- بار (میانگین ٨/٣٤±٠/٤٤ روز) و در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار در تنش خشکی ۰، ٤- و ۸- (به‌ترتیب با میانگین ١٠/٨٥±٠/٩٦، ١٣/٣١±١/٨٢ و ١٤/٨٣±١/٧٥ روز) و در پرایمینگ ۰/۸ میلی‌مولار با سطح خشکی ۸- (با میانگین ١٣/٥٤±٤/٩١ روز) و در گونه *A. desertorum* به‌طور معنی‌داری در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی ۸- بار (با میانگین ١٠/٢٣±١/٦٧ روز) بود. کمترین میزان میانگین زمان جوانه‌زنی در گونه *A. pectiniforme* در سطوح پراینگ مربوط به تنش خشکی صفر بار (شاهد) و ١٦- بار (فاقد جوانه‌زنی) بود و در گونه *A. desertorum* در تمام سطوح خشکی پرایمینگ شده با اسید آسکوربیک ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار و تنش خشکی ١٦- بار در سطح پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) بود که میزان میانگین زمان جوانه‌زنی صفر یا نزدیک به صفر بود. با توجه به نتایج با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول در پرایمینگ صفر میلی‌مولار میانگین زمان جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱ و ۲).

میانگین زمان جوانه‌زنی گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری در پرایمینگ ۰/۳ میلی‌مولار اسید آسکوربیک در تنش‌های خشکی ٤- و ۸- بار (به‌ترتیب با میانگین ١٣/٣٢±١/٨٢ و ١٤/٨٤±١/٧٥ روز) از گونه *A. desertroum* (به‌ترتیب با میانگین ٢±٢ و ٠±٠ روز) بیشتر بود. در پرایمینگ ۰/۵ میلی‌مولار و تنش ۸- نیز گونه *A. pectiniforme* (با

میانگین ۱۳/۵٤±٤/۹۱ روز) از گونه *A. desertroum* (با میانگین ۰±۰ روز) بیشتر بود. در بقیه موارد تفاوت معنی‌داری میانگین زمان جوانه‌زنی گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* وجود نداشت (شکل ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

فرآیند جوانه‌زنی بذر دارای سه مرحله متوالی آبنوشی، متابولیسم و ظهور ریشه‌چه است که مطالعات نشان داده است که وجود آب برای متابولیسم و رشد جنین ضروری است (Zhang et al., 2017). بررسی نتایج پیشین نشان داد تنش خشکی، کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و وزن گیاه‌چه در انواع گیاهان، به دلیل کاهش سرعت جذب اولیه آب توسط بذور، کاهش می‌یابد (Yagmur and Kaydan, 2008; Ahmad et al.,2009; Moosavi et al., 2009; Mut et al., 2010).

نتایج این پژوهش نشان داد بیشترین مقدار درصد جوانه‌زنی در سطوح مختلف پرایمینگ در غلظت صفر میلی‌مولار اسید آسکوربیک بود (شاهد) و کمترین میزان در غلظت ۰/۳، ۰/۵ و ۰/۸ میلی‌مولار (فاقد جوانه‌زنی یا جوانه‌زنی کم) بود که نشان داد با افزایش غلظت اسید آسکوربیک درصد جوانه‌زنی بذر گونه‌های *A. desertroum* و *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که در این رابطه پژوهشی با بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ (آب مقطر) و اسموپرایمینگ (PEG ٦٠٠٠- و KNO_3) در شرایط آزمایشگاهی بر جوانه‌زنی گونه *Agropyron desertorum* و *Festuca arundinacea* تحت تنش شوری و خشکی به این نتیجه رسیدند که هیدرو و اسمو پرایمینگ اثرات مثبتی روی جوانه‌زنی *F. arundinacea* داشته است و هیچ کدام از روش‌های پرایمینگ بر گونه *A. desertorum* تأثیر مثبت نداشته است که مطابق با نتایج این پژوهش می‌باشد (Dianati Tilaki et al., 2010). در پژوهشی دیگر اثرات اسید آسکوربیک بر جوانه زنی بذر گونه *Elymus sibiricus* L. تحت پیش تیمار با اسید آسکوربیک با محتویات مختلف رطوبت دریافتند که کاهش جوانه‌زنی بذر مربوط به از دست دادن یکپارچگی غشا و پارگی ساختار سلولی بذرها بود به این صورت که اسید آکوربیک به هیچ وجه اثر محافظتی بر روی یکپارچگی سیستم غشایی و میتوکندری نداشت که درصد جوانه‌زنی دانه کاهش یافت (Yan et al., 2016). در بررسی دیگری درصد جوانه‌زنی بذرهای دو گونه در تیمار با اسید آکوربیک تحت تنش شوری، به این نتیجه رسیدند که اسید آکوربیک باعث بهبودی درصد جوانه‌زنی گونه *Eragrostis ciliaris* گردید اما جوانه‌زنی بذر گونه *Dichanthium annulatum* توسط تیمار اسید آکوربیک مهار شد که دریافتند که یک آنتی اکسیدان منفرد مسئول حفاظت موفق در برابر در تنش نیست و مجموعه ای کامل از سیستم های دفاع ضد عفونی برای افزایش تحمل تنش مورد نیاز است (Zehra et al., 2013). با توجه به اینکه با نتایج این پژوهش‌ها با نتایج پژوهش حاضر نیز هم‌خوانی داشت، نتایج این پژوهش را نیز می‌توان به این دلایل توجیه کرد.

تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، حرکت و انتقال ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین جنین جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shahbazi et al., 2016). کاهش درصد جوانه‌زنی در تنش خشکی می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها با انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاه‌چه باشد که با نتایج مطالعات Saeedi Goraghani و همکاران (2017) که روی بذر گونه‌های گونه زیره سیاه (*Bunium persicum* Boiss) انجام دادند مطابقت داشت. همچنین کاهش فرآیند جوانه‌زنی بذور در اثر خشکی نیز می‌تواند به دلیل کاهش جذب آب توسط بذرها باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد پذیرفت (Zheng et al., 2016) و همچنین

خشکی با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین جنین جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Channaoui et al., 2016). در مطالعه دیگری نیز با افزایش شدت تنش خشکی، سرعت و درصد جوانه‌زنی گونه Ceratoides arborescens کاهش یافت (Ge-le et al., 2017) که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت.

عکس‌العمل متفاوت درصد جوانه‌زنی گونه‌ها به تنش خشکی را می‌توان به عوامل مختلف از جمله کاهش بیشتر جذب آب در ارقام حساس نسبت داد. در این پژوهش نیز در اکثر تیمارهای ترکیبی، درصد جوانه‌زنی گونه‌های *A. desertroum* و *A. pectiniforme* با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی در بعضی موارد که درصد جوانه‌زنی گونه *A. pectiniforme* به‌طور معنی‌داری از *A. desertroum* بیشتر بود احتمالا دلیل این امر تفاوت در مکانیسم‌های جوانه‌زنی و مواد موجود در اطراف بذور گونه‌های مورد مطالعه باشد که باعث کاهش یا افزایش درصد جوانه‌زنی می‌گردد.

سرعت جوانه‌زنی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی ارقام در تحمل به خشکی است. به‌طوری که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش خشکی امکان سبز شدن سریع‌تری نسبت به سایر ارقام دارند (Yagmur and Kaydan, 2008). در پژوهش‌های پیشین مشخص شد اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد، فعالیت‌های متابولیکی 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 (Molor et al., 2017). که احتمالا بیشتر بودن سرعت جوانه‌زنی گونه *A. pectiniforme* از *A. desertroum* در برخی از تیمارها را به این دلایل می‌باشد.

در این بررسی با افزایش غلظت اسیدآسکوربیک طول ریشه‌چه و ساقه‌چه دو گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* کاهش پیدا کردند که نتایج با تحقیقات Mohammadi و همکاران (2014) بر گیاه *Dracocephalum moldavica*، Molor و همکاران (2017) روی دو گونه *Medicago* sativa و *Medicago falcate* مطابقت نداشت اما در این پژوهش با افزایش غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول نیز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت که با نتایج پژوهش‌های ذکر شده موافق می‌باشد. با افزایش میزان خشکی نیز طول ریشه‌چه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که این کاهش می‌تواند به علت محدودیت فشار تورژسانس و یا تجمع ماده خشک در بافت‌های ذخیره‌ای ریشه‌چه باشد. به نظر می‌رسد که اختلال در جذب آب بذر گونه‌های *A. pectiniforme* از *A. desertroum* به دلیل اعمال تنش خشکی، باعث کاهش و یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین شده که در نهایت، منجر به کاهش رشد ساقه‌چه می‌شود (Voigt et al., 2009; Soltani et al., 2002). علاوه بر این موارد کاهش جذب آب توسط بذر به‌دلیل کاهش ترشح هورمون‌های مؤثر در تنظیم رشد و نمو گیاه‌چه‌ها باعث اختلال در رشد و در نتیجه کاهش طول ساقه‌چه گردید (Sangin Abadi and Khorasani-Nezhad, et al., 2016). شرایط کم‌آبی و پتانسیل منفی محیط بر روی جذب آب سلول‌ها تأثیر گذاشته و در نتیجه فشار تورژسانس لازم جهت بزرگ شدن سلول‌ها کاهش یافته و توقف و کند شدن رشد را تسریع می‌کند (Kazempour et al., 2011).

از آنجایی که در سطوح بالای تنش خشکی علاوه بر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی نیز کاهش یافت، لذا شاخص بنیه بذر که از حاصلضرب این دو پارامتر به دست می‌آید نیز کاهش می‌یابد که حداکثر میزان شاخص بنیه این پژوهش در هر دو گونه *A. desertroum* و *A. pectiniforme* در غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول صفر بار بود و با افزایش تنش خشکی شاخص بنیه کاهش یافت که با توجه به این که شاخص بنیه بطور مستقیم به عواملی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه وابسته هست این صفت نیز در اثر شرایط کمبود رطوبت ناشی از اثرات پلی اتیلن

گلایکول تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرد و با کاهش پتانسیل شاخص بنیه بذر گونه‌های مورد مطالعه نیز کاهش یافت که با نتایج تحقیق خشکی و شوری، قادری و همکاران (Ghaderi et al., 2011) روی شاخص بنیه *Vicia villosa* L. مطابقت داشت. در پژوهشی نیز در بررسی هفت رقم *sorghum* تحت تنش خشکی و شوری به این نتیجه رسیدند که شاخص بنیه بذر شاخصی قابل قبول از عملکرد جوانه زنی در شرایط تنش شوری و خشکی نیست و تفاوت‌های ژنتیکی در تحمل تنش خشکی و شوری نقش مهمی ایفا می‌کند (Avci et al., 2017).

پتانسیل آب محیط مهم‌ترین پارامتر در شروع جوانه‌زنی بذر می‌باشد، در شرایط تنش خشکی، محدودیت دسترسی به آب موجب می‌شود فعالیتهای متابولیکی جوانه‌زنی در بذر به کندی انجام شود و مدت زمان خروج ریشه‌چه افزایش یابد (Muscolo et al., 2007). چنین به نظر می‌رسد که پیش تیمار بذر با اسید آکوربیک از طریق منع افزایش تولید مواد فنولیک در دیواره سلولی و در نتیجه افزایش نشت آب سلول‌ها باعث افزایش مدت زمان خروج جوانه از بذر نیز می‌شود (Yuan et al., 2008). Zavariyan و همکاران (2015) بیان نمودند که با افزایش تنش خشکی قدرت جذب آب توسط بذرها کاهش یافته و مدت زمان مورد نیاز برای جذب آب افزایش می‌یابد و در نتیجه آغاز فرآیندهای جوانه‌زنی با تاخیر رخ می‌دهد، همچنین ممکن است عامل کمتر بودن میانگین زمان جوانه‌زنی در پتانسیل‌های پایین‌تر (مثبت‌تر) مربوط به پیشرفت بیشتر مراحل جوانه‌زنی در آن‌ها باشد که با سرعت بیشتر جذب آب در ارتباط است. با کاهش پتانسیل آب سرعت جوانه‌زنی در تمامی تیمارهای کاهش یافت. به علاوه کاهش پتانسیل آب افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی را به دنبال داشت (Sabouri Rad et al., 2012). Channaoui و همکاران (Channaoui et al., 2016)، با بررسی تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه‌چه پنج گونه کلزا در هفت سطح تنش خشکی (۰، ۳-، ۵-، ۷-، ۹-، ۱۱- و ۱۳- بار) با استفاده از پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ دریافتند که درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه و طول ساقه با افزایش سطح تنش خشکی کاهش یافتند اما میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش یافت. به نظر می‌رسد سرعت پایین جوانه زنی در تیمار اسید آسکوربیک می‌تواند باعث کاهش سرعت استفاده از مواد ذخیره‌ای در بذر شده و کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی را به دنبال داشته باشد.

با توجه به این که پرایمینگ بذر عمدتا باعث بهبود صفات مورد مطالعه در آزمایشگاه می‌گردد، می‌توان آن را به عنوان یک استراتژی مهم جهت بهبود صفات جوانه‌زنی و توان رویش گیاه‌چه در مزرعه نیز به کار برد. از آنجا که یک ماده پرایم به تنهایی نمی‌تواند در یک گونه در افزایش تمام پارامترهای جوانه‌زنی مؤثر باشد، انتخاب بهترین ماده بر اساس اهداف کاربردی در تنش‌های محیطی مختلف می‌تواند تغییر کند. این پژوهش نشان داد که آستانه تحمل در گونه *A. pectiniforme* پرایمینگ صفر میلی‌مولار (شاهد) در تنش خشکی ۰ و ٤- بار بالاترین میزان درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه و ارزش جوانه‌زنی دارد که تفاوت معنی‌داری بین دو سطح تنش خشکی وجود نداشت که با توجه به این نتایج می‌توان گفت آستانه تحمل به خشکی گونه *A. pectiniforme*، ٤- بار بود و نسبت به گونه *A. desertroum* تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی دارد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گیری کرد که کاربرد ترکیب شیمیایی اسید آسکوربیک بر بذرهای گونه‌های مورد مطالعه تحت شرایط تنش خشکی منجر به عدم بهبود وضعیت جوانه‌زنی گیاهان گردید. بنابراین کاربرد چنین ترکیباتی در راستای کاهش اثرات سوء تنش خشکی و بهبود رشد بذرهای گونه‌های *A. desertroum* و *A. pectiniforme* مؤثر و سودمند ارزیابی نمی‌گردد و باید از دیگر روش‌های بهبود تکنولوژی بذر برای این دو گونه استفاده نمود.

References

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. Crop science, 13 (6): 630-633.

Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M.Y., Ashraf, M. and Waraich, E.A. 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pakistan Journal of Botany, 41 (2): 647-654.

Alizadeh, A. and Nasiri, M. 2012. Seed technology with emphasis on natural resource plants. Mehr-Matin Publication, p 192.

Ansari, O., Azadi, M.S., Sharif-Zadeh, F. and Younesi, E. 2013. Effect of hormone priming on germination characteristics and enzyme activity of mountain rye (*Secale montanum*) seeds under drought stress conditions. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 9 (3): 457-463.

Avci, S., Ileri, O. and Kaya, M.D. 2017. Determination of genotypic variation among *sorghum Cultivars* for seed vigor, salt and drought stresses. Traim Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Sciences, 23 (3): 335-343.

Brito, C., Loureiro, M.B., Ribeiro, P.R., Vasconcelos, P., Fernandez, L.G. and Castro, R.D. 2016. Osmoconditioning prevents the onset of microtubular cytoskeleton and activation of cell cycle and is detrimental for germination of *Jatropha curcas* L. seeds. Plant Biology, 18 (6): 1053-1057.

Channaoui, S., Elkahkahi, R., Mazouz, H., Charafi, J., El-Fechtali, M. and Nabloussi, A. 2016. Study of the effect of drought stress on germination and seedlings growth of five varieties of rapeseed (*Brassica napus*). Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings (pp. 990-995).

Dianati Tilaki, G.A., Behtari, B., Alizadeh, M.A. and Jafari, A.A. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth of *Festuca arundinacea* Schreb and *Agropyron desertorum* (Fisch. ex Link) JA Schultes. Journal of Povolzhky Enviromental, (3): 323-330.

Faraji- mehmani, A., Esmaielpour, B., Sefikon, F. and Khorramdel, S. 2016. Effects of foliar spraying with salicylic acid and putrescine on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 14 (1): 73-85.

Gairola, K.C., Nautiyal, A.R. and Dwivedi, A.K. 2011. Effect of temperatures and germination media on seed germination of Jatropha curcas Linn. Advances in bioresearch, 2 (2): 66-71.

Ge-le, Q., Togtokhbayar, N., Yu-Zhi, W., Jie, S. and Enkhchimeg, V. 2017. Effects of drought stress simulated by peg on seed germination of two ecotypes of *Ceratoides arborescens*. Mongolian Journal of Agricultural Sciences, 17 (1): 3-9.

Ghaderi, Sh., Ghorbani, J., Gholami, P., Karimzadeh, A. and Salariyan, F. 2011. Effect of drought stress and salinity on germination indices of cluster flower (*Vicia villosa* L.). Journal of Agricultural Ecology, 3 (1): 121-130.

Greenwood, M.E. and MacFarlane, G.R. 2009. Effects of salinity on competitive interactions between two Juncus species. Aquatic Botany, 90 (1): 23-29.

ISTA. 2003. International rules for seed testing association basserdorf switzerland, 24.

Joodi M. and Sharifizadeh F. 2006. Investigatiion of hydroperiming effects on barley cultivars. Journal of the desert, 11 (1): 99-109.

Kafi, M. and Keshmiri, E. 2011. Study of yield and yield components of iranian land race and indian RZ19 cumin (*Cuminum cyminum*) under drought and salinity stress. 327-334.

Kaya, M., Kaya, G., Kaya, M.D., Atak, M., Saglam, S., Khawar, K.M. and Ciftci, C.Y. 2008. Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Zhejiang University Science B, 9 (5): 371.

Kazempour, A., Jafari, A.A. and Riasat, M. 2011. The effects of osmotic potential on germination and seedling growth in several populations of *Elymus hispidus* and *Elymus pertenuis* species. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 18 (2): 307-321. (In Farsi)

Khan, T. Mazid, M. and Mohammad, F. 2011. A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. Journal of Agrobiology, 28 (2): 97-11.

Kumari, N., Rai, P.K., Bara, B.M. and Singh, I. 2017. Effect of halo priming and hormonal priming on seed germination and seedling vigour in maize (*Zea mays* L) seeds. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 6(4): 27-30.

Latif, M. Akram, N.A. and Ashraf, M. 2016. Regulation of some biochemical attributes in drought-stressed cauliflower *(Brassica oleracea* L.) by seed pre-treatment with ascorbic acid. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 91 (2): 129-137.

Lu, X.L,. Niu, A.L., Cai, H.Y., Zhao, Y., Liu, J.W., Zhu, Y.G. and Zhang, Z.H. 2003. Genetic dissection of seedling and early vigor in a recombinant inbred line population of rice. Plant Science. 172 (2): 212-220.

Malekshahi, F., Dehghani, H. and Alizadeh, B. 2009. Study of drought tolerance indices in some *Autumn canola* (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Soil and Water Sciences. 48: 77-89. (In Farsi)

Michel, B.E. and Kaufmann, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51 (5): 914-916.

Mohammadi, K., Moghadam, A.K., Aghaalikhani, M. and Vaziri, M. 2014. Effect of hydro-priming and priming with ascorbic and salicylic acid on Germination Traits of *Dracocephalum moldavica* L. Varieties. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17 (5): 936-943.

Molor, A. Khajidsuren, A. Myagmarjav, U. and Vanjildorj, E. 2017. Comparative analysis of drought tolerance of Medicago L. plants under stressed conditions. Mongolian Journal of Agricultural Sciences, 19 (3): 32-40.

Moosavi, A., Tavakkol Afshari, R., Sharif-Zadeh, F. and Aynehband, A. 2009. Effect of seed priming on germination characteristics, polyphenoloxidase, and peroxidase activities of four amaranth cultivars. Journal of Food Agriculture and Environment, 7 (3-4): 353-385.

Muscolo, A., Sidari, M., Mallamaci, C. and Attinà, E. 2007. Changes in germination and glyoxylate and respiratory enzymes of *Pinus pinea* seeds under various abiotic stresses. Journal of Plant Interactions, 2 (4): 273-297.

Mut, Z. Akay, H. and Aydin, N. 2010. Effects of seed size and drought stress on germination and seedling growth of some oat genotypes (*Avena sativa* L.). African Journal of Agricultural Research, 5 (10): 1101-1107.

Pantola, S., VIBHUTI, K.B., Bargali, K. and Bargali, S.S. 2017. Screening of three leguminous crops for drought stress tolerance at germination and seedling growth stage. Indian Journal of Agricultural Sciences, 87 (4): 467-472.

Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. and Balestrazzi, A. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant cell reports, 34 (8): 1281-1293.

Pignocchi, C. and Foyer, C.H. 2003. Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signalling. Current Opinion in Plant Biology, 6 (4): 379-389.

Ramoliya, P.J., Patel, H.M. and Pandey, A.N. 2004. Effect of salinization of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Salvadora persica* (Salvadoraceae). Forest Ecology and Management, 202 (1): 181-193.

Ribeiro, P.R., Willems, L.A., Mutimawurugo, M.C., Fernandez, L.G., de Castro, R.D., Ligterink, W. and Hilhorst, H.W. 2015. Metabolite profiling of *Ricinus communis* germination at different temperatures provides new insights into thermo-mediated requirements for successful seedling establishment. Plant Science, 239: 180-191.

Sabouri Rad, S. Kafi, M. Nezami, A. and Bannayan Aval, M. 2012. Study on seed germination behavior of *Kochia scoparia* L. Schard in response to temperature and water potential. Iranian journal of Range and Desert Reseach, 18 (4): 578-592. (In Farsi).

Saeedi Goraghani, H.R., Ranjbar Fordoei, A., Soleimani Sardo, M. and Mahdavi, M.J. 2017. Effect of salinity and drought stresses on germination stage and growth of black cumin (*Bunium Persicum* Boiss). Iranian Journal of Field Crops Research, 15 (1): 1-7. (In Farsi)

Sangin Abadi, H. and Khorasani-Nezhad. 2016. The effects of drought, salinity and salicylic acid pretreatment on seed germination characteristics of the indigenous right of lavender (*Lavandula stricta* Del). Journal of Horticultural Science, 30 (3): 423-430. (In Farsi)

Shahbazi, A., Khah, S.M., Bashari, H. and Esfahani, M.T. 2016. Evaluation of germination characteristics for *Hedysarum criniferum* Boiss in alternative temperature and drought stress conditions. Iranian Journal of Applied Ecology, 5 (15): 27-37.

Soltani, A. and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. Field Crops Research, 77 (1): 17-30.

Soltani, A. Gholipoor, M. and Zeinali, E. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55 (1): 195-200.

Vasconcelos, P.D.C.T., Loureiro, M.B., Lima, Á.M.M.F., Ribeiro, P.R., Bernal, D.T., Moreno, M.L.V., Fernandez, L.G. and de Castro, R.D. 2017. New insights into the mechanism underlying *Ricinus communis* L. tolerance to drought stress during germination. Industrial Crops and Products, 103: 99-106.

Voigt, E.L., Almeida, T.D., Chagas, R.M., Ponte, L.F.A., Viégas, R.A. and Silveira, J.A.G. 2009. Source–sink regulation of cotyledonary reserve mobilization during cashew (*Anacardium occidentale*) seedling establishment under NaCl salinity. Journal of Plant Physiology, 166 (1): 80-89.

Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology, 7 (13): 2156-2162.

Yan, H.F., Mao, P.S., Sun, Y. and Li, M.L. 2016. Impacts of ascorbic acid on germination, antioxidant enzymes and ultrastructure of embryo cells of aged *Elymus sibiricus* seeds with different moisture contents. International Journal of Agriculture & Biology, 18 (1).

Zavariyan, A.M., Rad, M.Y. and Asghari, M. 2015. Effect of seed priming by pyridoxine on germination and biochemical indices in *Silybum marianum* L. under drought stress. International Journal of Life Sciences, 9 (1): 17-22.

Zehra, A., Shaikh, F., Ansari, R., Gul, B. and Khan, M.A. 2013. Effect of ascorbic acid on seed germination of three halophytic grass species under saline conditions. Grass and Forage Science, 68 (2): 339-344.

Zhang, N., Zhang, H.J., Sun, Q.Q., Cao, Y.Y., Li, X. Zhao, B. Wu, P. and Guo, Y.D. 2017. Proteomic analysis reveals a role of melatonin in promoting cucumber seed germination under high salinity by regulating energy production. Scientific Reports, 7.

Zheng, M., Tao, Y., Hussain, S., Jiang, Q., Peng, S., Huang, J., Cui, K. and Nie, L. 2016. Seed priming in dry direct-seeded rice: consequences for emergence, seedling growth and associated metabolic events under drought stress. Plant growth regulation, 78 (2): 168-178.

Journal of Seed Research, Vol. 7, No. 4, Winter 2018

Study on seed germination traits of *Agropyron desertorum* and *Agropyron pectiniform* with ascorbic acid pre-treatment under drought stress

Karami, H.[1], Dianati Tilaki, Gh.A.[2*], Esmailzadeh, O.[3]

M.Sc ztudent, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University
Associate Professor Department of Rangeland Faculty of Natural Resources and Marine Sciences Tarbiat Modares University
Assistant Professor of Forestry Department, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University

Abstract

The aim of this study was to evaluate the seed germination characteristics of *A. desertorum* and *A. Pectiniforme* primed with ascorbic acid under drought stress on laboratory conditions in germinator. Environmental stress, particularly drought stress, are the factors inhibiting growth and development of plants. Lack of water in germination stage depends on the severity and duration of stress leads to lack of germination. The present study was conducted to two important species of *A. desertorum* and *A. Pectiniforme* rangelands, which are the most valuable forage species for rangeland regeneration. Drought stress induced by polyethylene glycol at four levels (Zero, -4, -8 and -16 bar) and priming with ascorbic acid at four levels (Zero, 0.3, 0.5 and 0.8 mM) for 24 hours in four replicates and 50 seeds per replicate. The results showed that the most studied traits (germination percentage and speed, radicle length, plumule length and vigor index) in both species, except the mean germination time, significantly decreased with increasing ascorbic acid concentration and drought stress. Tolerance threshold in species *A. Pectiniforme* at 0 mM (control) priming in zero and 4 bar drought stress had the highest percentage of germination, vigor index and germination value, that there was no significant difference between the two levels of drought stress. In general, it can be concluded that tolerance threshold of A. *Pectiniforme* to drought was -4 bar and had more tolerant to drought stress than *A. desertroum*.

***Keywords*:** Length, Germination percentage, Germination speed, Radicle plumule lengh, Seed priming, Vigor index.

*Corresponding author; dianatitilaki@yahoo.com