علوم و تحقیقات بذر ایران
سال نهم/ شماره چهارم/ ۱۴۰۱ (۵۷ - ۴۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2023.6170

ارزیابی شاخص‌های جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز چهار گونه چمن گرمسیری در واکنش به تنش‌های خشکی و شوری

محمدرضا صالحی سلمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۷/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۹/۲۸

چکیده

پایداری فضاهای سبز به‌ویژه در مناطق خشک و گرمسیری با محدودیت منابع آبی، ایجاب می‌کند که از گیاهان مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی این مناطق استفاده شود. بنابراین، مطالعه در خصوص گونه‌های متحمل به تنش شوری و خشکی جهت احداث فضاهای سبز با رویکرد استفاده بهینه از منابع آب و افزایش بهره‌وری آن، مطالعه در خصوص گیاهان متحمل به تنش خشکی و شوری حائز اهمیت است. این آزمایش به‌منظور بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه‌زنی چهار گونه چمن انجام شد. به‌منظور بررسی اثرات تنش خشکی (صفر، ۲-، ۴-، ۸- و ۱۶- بار) و شوری (صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) بر چهار گونه چمن گرمسیری (*Buchloe dactyloides*، *Cynodon dactylon*، *Zoysia japonica* و *Paspalum vaginatom*) دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار، در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان باغی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال ۱۳۹۹ طراحی و انجام شد. نتایج نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش متوسط شوری و خشکی بین چهار گونه چمن گرمسیری مورد بررسی تفاوتی از نظر ویژگی‌های بررسی‌شده وجود نداشت، در صورتی‌که در تنش‌های شدید شوری و خشکی گونه *P. vaginatom* نسبت به سه گونه دیگر برتری داشت. به‌گونه‌ای که بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی با میانگین ۳/۸ و ۴/۶ عدد در روز در شدیدترین سطح خشکی و شوری مربوط به گونه *P. vaginatom* بود. همچنین در تنش شوری و خشکی شدید گونه *B. dactyloides* کم‌ترین درصد وسرعت جوانه‌زنی، کم‌ترین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دارا بود. بررسی میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بین گونه‌های مختلف و تنش شوری و خشکی، نشان داد که بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در تمامی گونه‌ها در سطح شاهد (بدون اعمال تنش) مشاهده شد. فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در گونه *B. dactyloides* در تمامی سطوح نسبت به سایر گونه‌ها کم‌تر بود. همچنین در سطوح شدید تنش گونه *P. vaginatum* فعالیت بالاتری از آنزیم آلفا آمیلاز را نشان داد. بنابراین شانس بیش‌تری جهت استقرار گیاه و شروع بهره‌برداری از امکانات محیط در شرایط تنش خشکی و شوری به آن خواهد بخشید.

واژه‌های کلیدی: اسمز، سازگاری، فضای سبز، گیاهچه، نمک

دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران. mrsalehisalmi@gmail.com
*نویسنده مسئول: mrsalehisalmi@gmail.com

مقدمه

از مهم‌ترین روش‌های کشت چمن در فضای سبز، استفاده از بذر است. عوامل محیطی متعددی به‌عنوان عوامل تعیین‌کننده کاشت بذر چمن عمل می‌کنند. در میان این عوامل، میزان آب با کیفیت یک عامل بسیار مهم حاکم بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (Salehi, 2016). شوری و خشکی تأثیر معنی‌داری بر پتانسیل و سرعت جوانه‌زنی دارد (Hamdaoui *et al*., 2021)، زیرا روی جذب آب و سرعت عمل متابولیک داخل بذر اثر می گذارد و اندامک‌های درون سلول‌های بذر برای فعالیت‌های خود به آب با کیفیت نیاز دارند و به‌همین دلیل خشکی و شوری مهم‌ترین فاکتورهای تعیین‌کننده موفقیت یا عدم موفقیت در استقرار چمن می‌باشند (Awan *et al*., 2014).

در چرخه زندگی گیاه، جوانه‌زنی و سبزشدن به‌عنوان مرحله اصلی برای تعیین بقای موفق و بهره‌برداری کارآمد از آب، مواد مغذی و سایر عوامل محیطی مطرح می‌باشند (Tanveer *et al*., 2020). به‌عبارت‌دیگر، جوانه‌زنی و سبز-شدن به‌عنوان کلید بقای مراحل فنولوژیک گیاه در محیط بوده و عموماً تحت تأثیر شرایط محیطی مانند رطوبت خاک، شوری خاک، اسیدیته خاک، شدت نور و دما قرار می‌گیرند (Awan *et al*., 2014). جوانه‌زنی در گیاهان به‌عنوان اولین مرحله انتقال در چرخه زندگی بر جنبه‌های مختلف رشدی آن مانند پویایی جمعیت، توزیع جغرافیایی و پاسخ به تغییرات آب و هوایی تأثیرگذار می‌باشد (Huang *et al*., 2016). همچنین تغییرات قابل‌توجهی در جوانه‌زنی گونه-های مختلف در شرایط یکسان رشدی ثبت شده است، که این اختلافات به ویژگی‌های ژنتیکی ارتباط کاملی دارد (Leiblein-Wild *et al*., 2014). بررسی تغییرات در جوانه‌زنی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی برای پیش‌بینی ظرفیت سازگاری گونه‌ها فراهم نماید (Dlugosch *et al*., 2015). بنابراین گام اول جهت درک بهتر از ظرفیت یک گونه به‌عنوان گیاه پوششی در فضای سبز یک منطقه شناخت جنبه‌های بوم‌شناسی جوانه‌زنی است، که بایستی اطلاعات دقیقی از پاسخ به شرایط محیطی مانند دما، شوری و خشکی مورد توجه قرار گیرد.

خشکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است (Almansoori *et al*., 2001)، که از طریق ممانعت از جذب آب به داخل بذر (Dahan *et al*., 2004) و ایجاد محدودیت در ترکیبات پروتئینی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر می‌شود (Ueda *et al*., 2004). از سوی دیگر تنش شوری نیز در مرحله اول باعث کاهش جذب آب توسط بذرها به-دلیل پایین بودن پتانسیل اسمزی محیط شـــده و در مرحله دوم باعث سمیت و ایجاد تغییر در فعالیت آنزیمی می‌شود و به‌نوبه خود بر جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد (Misra and Dwivedi, 2004). نتایج پاسخ‌های جوانه‌زنی سه گونه علف قناری به تنش‌های خشکی و شوری در شرایط آزمایشگاه و گلخانه نشان داد که وقوع تنش‌های خشکی و شوری جوانه‌زنی هر سه گونه را کاهش دادند. مشخص شد گونه minor قادر به جوانه‌زنی در سطوح بالاتر تنش خشکی و شوری در مقایسه با دو گونه دیگر بود (Rezvani *et al*., 2021). در بررسی دیگری مشخص شد که کمبود آب از ۰/۵۳- مگاپاسگال، باعث کاهش سرعت جوانه‌زنی (۱۱ درصد) گیاه اسطوخودوس می‌شود. همچنین نتایج استفاده از غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (NaCl) نشان داد که در غلظت بالاتر از ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، درصد جوانه‌زنی اسطوخودوس به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت (Hamdaoui *et al*., 2021). اکثر مناطق خوزستان، نواحی با بارش غیرقابل پیش‌بینی، تبخیر و تعرق پتانسیل بیش‌تر از بارش، سطح سفره آب بالا و دارای سرعت تبخیر زیاد می‌باشند، که همین دلیلی بر تجمع نمک‌های اضافی بر سطح خاک است. این وضعیت نامناسب و دشوار باعث شده است که گیاهان شورزی، بدین‌منظور استراتژی‌های سازشی متفاوتی برای افزایش سازگاری با محیط و بقای خود به‌کار گیرند (Zhang *et al*., 2021). در رویشگاه‌های شور، رطوبت و شوری خاک طی فصول سال نوسانات زیادی دارد، تجمع نمک در سطح خاک به‌دلیل تبخیر زیاد در ماه-های گرم سال باعث منفی شدن هر چه بیش‌تر پتانسیل اسمزی آب خاک می‌شود، افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و تأخیر در جوانه‌زنی می‌شود (Shrivastava and Kumar, 2015). با توجه به گسترش روزافزون شوری خاک و کمبود آب و در نتیجه اثرات محدودکننده آن بر رشد و نمو گیاهان فضای سبز، به‌ویژه گیاهان پوششی، هدف از این پژوهش مقایسه مقاومت چهار گونه چمن گرمسیری به تنش خشکی و شوری و بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه‌های آن‌ها بود.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان پژوهش: این مطالعه به‌صورت دو آزمایش جداگانه (اثر تنش خشکی و اثر تنش شوری بر چهار گونه چمن) در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان باغی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ انجام شد.

مواد گیاهی: بذور چهار گونه چمن گرمسیری شامل *B. dactyloides*، *C. dactylon*، *Z. japonica* و *P. vaginatom* در مهرماه ۱۳۹۸ از شرکت واردکننده بذر اسپانیایی Fitto خریداری گردید. بذور خریداری‌شده تا زمان شروع آزمایش در پاکت‌های اولیه غیرقابل نفوذ به رطوبت و در یخچال نگهداری شدند.

اعمال تنش خشکی: برای بررسی تأثیر تنش خشکی بر جوانه‌زنی چهار گونه چمن آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار (هر تکرار یک پتری-دیش حاوی ۱۰۰ عدد بذر) و پنج سطح پتانسیل اسمزی (صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ بار) انجام شد. محلول‌های مورد نظر به‌ترتیب با افزودن صفر، ۳۲/۵، ۴۷/۷۵، ۶۸/۷۵ و ۱۰۲/۲۵ گرم پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به دست آمدند. این مقادیر با استفاده از رابطه Michel (1983) محاسبه شد.

(رابطه

$$Ys=-(1/18\times10^{-2})C-(1/18\times10^{-4})C2+(2/67\times10^{-4})C(1$$
$$T+(8/39\times10^{-7})C2T$$

در این رابطه Ys: پتانسیل اسمزی برحسب بار، C: مقدار پلی‌اتیلن‌گلایکول برحسب گرم بر لیتر و T: دما برحسب درجه سلسیوس می‌باشد، که در این آزمایش معادل ۳۰ درجه سلسیوس انتخاب شد.

اعمال تنش شوری: به‌منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی چهار گونه چمن گرمسیری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار و پنج سطح شوری (صفر، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) انجام شد. برای اعمال تنش شوری از کلریدسدیم استفاده شد. محلول‌ها با اضافه‌کردن نمک کلریدسدیم و استفاده از دستگاه هدایت‌سنج آماده شد. برای تهیه محلول از رابطه زیر استفاده شد:

TDS= EC×0.64 (رابطه ۲)

در این رابطه TDS: مواد جامد محلول در آب و EC: هدایت الکتریکی آب می‌باشد.

شرایط جوانه‌زنی: تمامی تیمارهای جوانه‌زنی با قرار دادن ۱۰۰عدد بذر در پتری‌دیش شیشه‌ای ضدعفونی شده، با قطر ۱۲ سانتیم‌تر و حاوی دولایه کاغذ صافی واتمن شماره یک که با پنج میلی‌لیتر محلول تیمار مرطوب‌شده انجام شد. نمونه‌ها در دستگاه ژرمیناتور با دمای متغیر ۳۰/۱۵ درجه سلسیوس، شب/روز (۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) قرار داده شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده در شرایط روشنایی/تاریکی از ۲۴ ساعت پس از کاشت تا مرحله اطمینان از پایان جوانه‌زنی (۱۴ روز)، هر روز با شاخص روئیت ریشه‌چه ادامه داشت.

ویژگی‌های مورد بررسی: با توجه به این‌که پیش از روز دهم برخی از تیمارها ۱۰۰ درصد جوانه‌زنی داشتند و از روز دوازدهم تا چهاردهم جوانه‌زنی مشاهده نشد و همچنین پس از ۱۴ روز برخی از بذور شروع به کپک زدن کردند، پایان آزمایش ۱۴ روز پس از اعمال تیمارها در نظر گرفته شد. در طی این مدت هر ۲۴ ساعت یک‌بار جوانه‌زنی بذور شمارش گردید. شاخص جوانه‌زنی روئیت ریشه‌چه بود. طول گیاهچه و وزن تر گیاهچه در روز آخر (روز چهاردهم) اندازه گیری گردید. برای طول گیاهچه درون هر پتری‌دیش ۱۰ گیاه در نظر گرفته شد و در تیمارهای که تعداد بذرهای جوانه‌زده کم‌تر از ۱۰ عدد بود، هفت بذر مورد اندازه‌گیری شد. شاخص‌های درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962) به‌ترتیب از روابط زیر محاسبه گردید:

$$\text{Germination rate} = n/N \times 100$$ (رابطه ۳)

$$Rs=\sum_{i=1}^{n}\frac{Si}{Di}$$ (رابطه ۴)

در این روابط n: تعداد بذر جوانه‌زده در روز چهاردهم، N: تعداد کل بذر، Rs: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر جوانه‌زده در روز)، Si: تعداد بذر جوانه‌زده در شمارش iام و Di: تعداد روز تا شمارش iام است.

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز: بذرهای سالم به‌مدت ۴۸ ساعت در معرض تیمارهای مختلف شوری و خشکی مورد مطالعه قرار گرفتند. در پایان ۴۸ ساعت [زمان تقریبی جذب آب توسط بذر در مرحله I جوانه‌زنی (Carleton *et al.*, 1968)] نمونه‌هایی از بذور جهت اندازه‌گیری آنزیم آلفا آمیلاز استفاده شدند. یک گرم بذور با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم روی یخ سائیده شد و مخلوط حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سلسیوس قرار گرفت. مخلوط حاصل به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس با دور ۱۲۰۰۰ سانتریفیوژ (Hettich, German) شد. فعالیت

آنزیمی در قسمت رویی با استفاده از معرف ۳ و ۵ دی نیترو سالیسیلیک اسید (DNS) و با استفاده از نشاسته یک درصد به‌عنوان سوبسترا در جذب نمونه در ۵۴۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-2100, UK) اندازه‌گیری شد. مقدار جذب نمونه مورد آزمایش منهای مقدار جذب نمونه شاهد، به‌عنوان مقدار واقعی جذب در نظر گرفته شد. فعالیت آنزیم بر اساس واحد محاسبه شد. یک واحد برابر با میلی‌گرم مالتوز تولیدشده در یک دقیقه در یک گرم وزن‌تر بود. برای رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های متوالی مالتوز از صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد (Xiao *et al*., 2006).

واکاوی داده‌ها: وضعیت نرمال‌بودن تمامی داده‌ها توسط نرم‌افزار Mini Tab, 9.1 بررسی شد. سپس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS, 16 مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون LSD در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد و در نهایت نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel, 2017 رسم شدند.

نتایج

درصد جوانه‌زنی: به‌طورکلی با افزایش شدت خشکی، جوانه‌زنی هر چهار گونه روند کاهشی نشان داد و جوانه‌زنی گونه *B. dactyloides* بیش از همه تحت تأثیر سطوح خشکی قرار گرفت. در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل گونه و سطوح خشکی، علی‌رغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار در درصد و سرعت جوانه‌زنی سه گونه *C. dactylon*، *Z. japonica* و *P. vaginatom* در سطوح پایین خشکی (شاهد، ۲- و ۴- بار)، اختلاف معنی‌دار در درصد جوانه‌زنی گونه‌ها در سطوح شدید خشکی (۸- و ۱۶- بار) وجود داشت. مقایسه بین گونه‌ها در هر سطح خشکی نشان داد که بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی، به‌ویژه در خشکی شدید، در گونه *P. vaginatom* رخ داد (۵۳/۵ ردصد). بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در سطح شاهد و گونه‌های *C. dactylon* و *Z. japonica* و حداقل جوانه‌زنی (۱۰ درصد) در سطح خشکی ۱۶- بار و گونه *B. dactyloides* مشاهده شد (شکل ۱-الف). همچنین در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل گونه و سطوح شوری، در سطوح شدید شوری جوانه‌زنی بذور هر چهار گونه به‌شدت تحت تأثیر شوری قرار گرفت. در تمام سطوح شوری گونه *P. vaginatum* بالاترین درصد جوانه‌زنی و گونه *B. dactyloides* کم‌ترین درصد جوانه‌زنی را داشتند. همچنین در تمام سطوح شوری جوانه‌زنی گونه *Z. japonica* بیش از گونه *C. dactylon* بود. جوانه‌زنی گونه‌ها در سطح شاهد (بدون تنش شوری) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۱- ب).

سرعت جوانه‌زنی: اثر متقابل گونه و سطوح خشکی نشان داد که با افزایش سطوح خشکی، سرعت جوانه‌زنی هر چهار گونه روند کاهشی داشت، به‌جزء گونه‌های *C. dactylon* و *Z. japonica* که در سطوح ۰ و ۲- بار اختلاف معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی مشاهده نشد، در هر سطح خشکی اختلاف معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی هر چهار گونه مشاهده شد. در گونه *P. vaginatom* تنش خشکی ملایم، سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی گردید، به‌نحوی‌که در سطوح خشکی ۲- و ۴- بار سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد، افزایش یافت و سپس با تنش شدیدتر سرعت آن کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی گونه‌های *C. dactylon* و *Z. japonica* تحت تأثیر سطح ۲- بار خشکی قرار نگرفت. بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی گونه *C. dactylon* در سطح شاهد (۸/۳ عدد در روز) و کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی (۰/۹ عدد در روز) مربوط به گونه *B. dactyloides* در سطح ۱۶- بار خشکی بود (شکل ۱- ج). بررسی سرعت جوانه‌زنی چهار گونه چمن گرمسیری در سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که با اعمال تنش شوری از شاهد به ۲ دسی‌زیمنس بر متر، سرعت جوانه‌زنی در هر چهار گونه افزایش پیدا کرد، به گونه‌ای که بیش‌ترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به گونه *P. vaginatum* بود (۱۰/۳ میانگین روز)، ولی اختلاف معنی‌داری با گونه‌های *Z. japonica* و *C. dactylon* نداشت. با این وجود سرعت جوانه‌زنی در سطوح متوسط و شدید شوری روند کاهشی داشت. کم‌ترین سرعت جوانه‌زنی در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در این سطح کم‌ترین جوانه‌زنی مربوط به گونه‌های *B. dactyloides* و *C. dactylon* بود (۰/۹ عدد در روز). به‌طور کلی در تمامی سطوح شوری گونه *P. vaginatum* سرعت جوانه‌زنی بیش‌تری نسبت به ۳ گونه دیگر داشت (شکل ۱- د).

طول ریشه‌چه: به‌طورکلی طول ریشه‌چه چهار گونه با افزایش سطوح خشکی، به‌ویژه در سطوح شدید، کاهش

یافت. به‌جز در سطح شاهد در بقیه سطوح طول ریشه‌چه گونه *P. vaginatom* از طول ریشه‌چه بیش‌تری برخوردار بود، به گونه‌ای که بیش‌ترین طول ریشه‌چه (۱۳/۴ سانتی-متر) در گونه *P. vaginatom* در سطح تنش ۲- بار و کم‌ترین طول ریشه‌چه (۰/۸ سانتی‌متر) در گونه *B. dactyloides* در سطح ۱۶- بار مشاهده شد (شکل ۲- الف). نتایج تیمار شوری نشان داد که طول ریشه‌چه هر چهار گونه در سطوح شدید شوری کاهش یافت، با این وجود روند واکنش گونه‌های مختلف به افزایش سطوح شوری متفاوت بود. به‌طوری‌که در گونه‌های *B. dactyloides* و *C. dactylon* با افزایش تنش شوری طول ریشه‌چه روند نزولی نشان داد، ولی گونه *Z. japonica* تا سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر طول ریشه‌چه افزایش و سپس کاهش یافت. در گونه *P. vaginatum* نیز تا سطح شوری ۴ دسی-زیمنس بر متر افزایش طول ریشه‌چه مشاهده شد و سپس کاهش یافت. به‌طور کلی بیش‌ترین طول ریشه‌چه (۱۴/۸ سانتی‌متر) مربوط به گونه *P. vaginatum* در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بود (۱۴/۰۸ سانتی‌متر) ولی اختلاف معنی‌داری با سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس نداشت. کم‌ترین طول ریشه‌چه (۰/۳ سانتی‌متر) مربوط به گونه‌ی *B. dactyloides* در سطح شوری ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بود، با این وجود اختلاف معنی‌داری با طول ریشه‌چه گونه *C. dactylon* مشاهده نشد (شکل ۲- ب).

طول ساقه‌چه: نتایج نشان داد طول ساقه‌چه هر چهار گونه با افزایش شدت خشکی کاهش یافت و در هر سطح خشکی طول ساقه چه گونه‌های *C. dactylon* و *Z. japonica* اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند. در سطوح پایین خشکی شاهد و ۲- بار حداکثر طول ساقه چه در گونه *B. dactyloides* مشاهده شد، ولی با افزایش شدت خشکی طول ساقه‌چه گونه *P. vaginatom* در وضعیت بهتری قرار داشت (شکل ۲- ج). طول ساقه‌چه هر چهار گونه با افزایش سطوح شوری کاهش یافت و در سطوح شوری صفر دسی-زیمنس بر متر (شاهد) طول ساقه‌چه گونه *B. dactyloides* نسبت به سایر گونه‌ها برتری داشت، در سطح ۲ دسی-زیمنس برمتر طول ساقه‌چه گونه‌های *P. vaginatum* و *Z. japonica* بیش از دو گونه دیگر بود. در سطوح بالاتر شوری (۴، ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) طول ساقه‌چه گونه *P. vaginatum* با اختلاف معنی‌داری، بیش‌تر از سایر گونه‌ها بود (شکل ۲- د).

وزن خشک ریشه‌چه: به‌طور کلی در هر چهار گونه با افزایش سطوح خشکی، به‌ویژه در سطوح شدید، وزن خشک ریشه‌چه روند کاهشی داشت و در سطوح کم خشکی (شاهد) حداکثر وزن خشک در گونه *B. dactyloides* مشاهده شد، اما در سطوح بالاتر خشکی (منفی‌تر از ۲- بار) گونه *P. vaginatom* وزن خشک ریشه‌چه بالاتری نسبت به سه گونه دیگر داشت. حداکثر وزن خشک ریشه‌چه در سطوح ۲- بار در گونه *P. vaginatom* و حداقل وزن خشک در گونه *B. dactyloides* در سطح ۱۶- بار به‌دست آمد (شکل ۳- الف). نتایج متفاوتی در وزن خشک ریشه‌چه چهار گونه با افزایش سطوح شوری بوجود آمد. در سطح شوری شاهد اختلاف معنی‌داری بین گونه‌ها مشاهده نشد و با افزایش شوری تا ۲ دسی‌زیمنس بر متر وزن خشک ریشه گونه‌های *P. vaginatum* و *Z. japonica* افزایش و وزن خشک دو گونه *B. dactyloides* و *C. dactylon* کاهش یافت. بیش‌ترین وزن خشک مربوط به گونه *P. vaginatum* در سطوح ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر و کم-ترین وزن خشک مربوط به گونه *B. dactyloides* در سطح ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود (شکل ۳- ب).

وزن خشک ساقه‌چه: وزن خشک ساقه‌چه تمامی گونه‌ها با افزایش شدت خشکی به‌ویژه در سطوح بالای خشکی کاهش یافت و با وجود وزن خشک بالاتر گونه *B. dactyloides* در سطوح ملایم خشکی شاهد و ۲- بار، با افزایش تنش این گونه کم‌ترین وزن خشک را نسبت به سه گونه دیگر داشت. در سطوح شدیدتر خشکی (۴-، ۸- و ۱۶- بار) گونه *P. vaginatom* نسبت به گونه‌های دیگر وزن خشک ساقه‌چه بیش‌تری داشت (شکل ۳- ج). وزن خشک ساقه‌چه هر چهار گونه با افزایش سطوح شوری به‌ویژه در سطوح بالای شوری کاهش یافت. شدیدترین کاهش وزن در اثر شوری مربوط به گونه *B. dactyloides* بود. به‌گونه‌ای که بیش‌ترین وزن خشک در شاهد و کم‌ترین وزن خشک در سطح شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به این گونه بود. کم‌ترین کاهش وزن مربوط به گونه *P. vaginatum* بود، به‌طوری‌که تا سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری در وزن خشک مشاهده نشد و در سطوح ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بیش‌ترین وزن خشک در بین تمام گونه‌ها مربوط به گونه *P. vaginatum* بود (شکل ۳- د).

فعالیت آلفا آمیلاز: نتایج میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بین گونه‌های مختلف و تحت تنش خشکی نشان داد که بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در تمامی گونه‌ها در سطح شاهد (بدون خشکی اعمال خشکی) و تمامی گونه‌ها (بجز گونه *B. dactyloides*) سطح خشکی ۲- بار بود. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در گونه *B. dactyloides* در تمامی سطوح نسبت به سایر گونه‌ها کم‌تر بود. در سطوح شدید خشکی (۸- و ۱۶- بار) گونه *P. vaginatum* فعالیت بالاتری از آنزیم آلفا آمیلاز را نشان داد. همچنین به‌طور کلی با افزایش سطوح خشکی میزان فعالیت این آنزیم در چهار گونه کاسته شد (شکل ۴). مقایسه بین گونه‌های تحت شوری نشان داد که گونه *P. vaginatum* بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز را داشت (۵/۶۸ واحد)، با این وجود با گونه *Z. japonica* از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز مربوط به گونه *B. dactyloides* بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین این گونه و گونه *C. dactylon* از نظر میزان فعالیت این آنزیم وجود نداشت (شکل ۵- الف). نتایج تأثیر شوری بر میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نشان داد که با افزایش شدت شوری، فعالیت این آنزیم کاهش یافت. به گونه‌ای که بیش-ترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز مربوط به سطح شاهد (بدون شوری) و کم‌ترین مربوط به شوری ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر بود (شکل ۵- ب).

بحث

در این پژوهش مشخص گردید با منفی‌تر شدن پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی در هر چهار گونه کاهش یافت. آب مهم‌ترین عامل در شروع فرایندهای مربوط به جوانه‌زنی و بقای گیاهچه پس از ظهور می‌باشد (Sathiyamoorty and Nukamura, 2005)، با کاهش پتانسیل اسمزی، جذب آب به‌وسیله بذر کاهش‌یافته و قابلیت جوانه‌زنی پایین می‌آید. منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی رطوبت خاک با توجه به خصوصیت گونه می‌تواند زمان سبز شدن و تعداد گیاهچه‌های سبز شده آن را تحت تأثیر قرار دهد (Boyd and Acker, 2004). تنش خشکی علاوه بر محدود کردن جذب آب توسط بذر، با تأثیر روی سیالیت ذخایر و سنتز پروتئین‌های جنینی باعث کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر می-شود (Almansoori *et al*., 2001). هنگامی‌که آب قابل‌دسترس کاهش یابد، پتانسیل بالقوه جوانه‌زنی نیز کم می‌شود (Boyd and Acker, 2004). قابلیت جوانه‌زنی بالای گونه‌های چمن گرمسیری در طیف وسیعی از سطوح خشکی بیانگر تحمل به خشکی بالای این گونه‌ها در مراحل جوانه‌زنی و سبز شدن می‌باشد که کمک شایانی به استقرار سریع‌تر آن می‌کند. اختلاف در پاسخ به اغلب سطوح خشکی در بین گونه‌ها، شاید در اثر وجود تفاوت‌های ژنتیکی باشد. جمیل و همکاران (Jamil *et al*., 2016) در بررسی تأثیر پتانسیل ماتریک ناشی از تنش شوری در چهار سطح بر جوانه‌زنی سبزیجات برگی مشاهده کردند که با منفی‌تر شدن پتانسیل ماتریک درصد و سرعت جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت و زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی در هنگام مواجه با سطوح تنش به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در پژوهشی دیگر مشخص‌شده که بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی علف قناری در پتانسیل آبی صفر رخ می‌دهد و افزایش پتانسیل آب سبب کاهش این صفات می‌شود (Rezvani *et al*., 2021). در بررسی تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلیکول بر چمن لولیوم گزارش شد در اثر افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی لولیوم کاهش یافت (Liu *et al*., 2021). در پژوهشی اثر محیط گیاه مادری بر درصد جوانه‌زنی شیرتیغک معمولی تحت تنش خشکی را بررسی شد و نتایج نشان داد که توده اهواز در مقایسه با توده بیرجند مقاومت بیش‌تری در برابر تنش خشکی دارد (Abin and Eslami, 2009). تفاوت درون گونه در تحمل به خشکی ممکن است با تفاوت در شرایط محیطی زیستگاه‌های اصلی مرتبط باشد، که اغلب به‌عنوان نتیجه پاسخ به عوامل زیست‌محیطی تفسیر می‌شود (Tilki and Dirik, 2007).

همچنین در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل گونه و سطوح شوری، در سطوح شدید شوری جوانه‌زنی بذور هر چهار گونه به‌شدت تحت تأثیر منفی شوری قرار گرفت. گزارش شده که بذور اسطوخودوس در شرایط تنش شوری از جوانه‌زنی کم‌تری برخوردارند (Hamdaoui *et al*., 2021). نتایج مشابه نیز در رابطه با کاهش جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری توسط دیگر محققین گزارش شده است (Rezvani *et al*., 2021). در بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گندم مشاهده شد که با افزایش سطوح شوری جوانه‌زنی کاهش یافت، اما جوانه زنی تا سطح ۱۵- بار نیز ادامه داشت و در سطح ۶/۴- بار جوانه‌زنی جودره به‌میزان ۵۰ درصد کاهش یافت (Yan

et al., 2020). در پژوهشی دیگری به بررسی مقاومت ۵۰ رقم فستوکا به تنش شدید شوری پرداخته شد و نتایج این پژوهش نشان داد که فقط پنج رقم به تنش شوری مقاوم هستند (Shahabzadeh *et al*., 2020). همچنین در مطالعه دیگری ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر گیاه ارزن، در واکنش به سطوح مختلف شوری مشاهده شد که با وجود مقاومت به شوری، حداکثر جوانه‌زنی در آب مقطر رخ داد. حداکثر جوانه‌زنی تجمعی با میزان شوری محیط نسبت عکس داشته و با افزایش سطح شوری، علاوه بر کاهش تعداد کل بذور جوانه‌زده، زمان رسیدن به ثبات جوانه‌زنی نیز افزایش یافت (Zhang *et al*., 2021). در رابطه با پاسخ گونه‌های مختلف چمن به تنش شوری مشاهده شد که گونه‌های لولیوم چندساله، فستوکا قرمز و پوآ در غلظت ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم قادر به جوانه‌زنی نبودند، درحالی‌که گونه فستوکا بلند قادر به جوانه‌زنی بالای ۵۰ درصد پس از تیمار با محلول ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم بود (Tenikecier and Ates, 2022). در بررسی خصوصیات رشدی ۱۲ توده مختلف *Tylosema* جمع‌آوری‌شده از زیستگاه‌های مختلف گزارش شد که اختلاف معنی‌داری در ویژگی رشد بین جمعیت‌ها وجود دارد و با پارامترهای زیست‌محیطی به‌ویژه در گیاهان رشد کرده در شرایط استرس‌زا همبستگی دارد (Otieno *et al*., 2020). کاهش جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری، در اثر اختلال در فرآیند-های متابولیک است که به‌وسیله شوری القاشده و منجربه افزایش ترکیبات فنولیک می‌گردد (Hamdaoui *et al*., 2021). یکی از آنزیم‌های مهم و مؤثر بر درصد جوانه‌زنی، آنزیم آلفاآمیلاز می‌باشد. فعالیت این آنزیم با افزایش غلظت شوری، کاهش می‌یابد که در نتیجه کاهش فعالیت این آنزیم، نشاسته کم‌تر تجزیه‌شده و قندها برای تنفس و متابولیسم کم‌تر فراهم می‌شوند و درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (Chartzoulakis and Klapaki, 2000). شوری از طریق کاهش پتانسیل آب و بالطبع کاهش جذب آب توسط بذرها و همچنین سمیت یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جوانه‌زنی بذرها می‌شود (Tenikecier and Ates, 2022)، که این کاهش روند جوانه‌زنی در گیاهان هالوفیت معمولاً به خاطر اثر کاهش پتانسیل اسمزی و در گیاهان غیرهالوفیت حاصل اثر سمیت یونی می‌باشد (Bajji *et al*., 2002). به‌نظر می‌رسد که اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی بذور گونه‌های گرمسیری چمن هم به دلیل سمیت یونی و هم کاهش پتانسیل اسمزی بوده است. درصد جوانه‌زنی بالاتر حتی در سطوح بالای شوری، گونه *P. vaginatum*، نشانگر تحمل بالای بذور به شوری و استقرار سریع آن‌ها در محیط های دچار تنش می‌باشد و شاید یکی از دلایل موفقیت آن برای استقرار در محیط‌های نامساعد و نیز تبدیل‌شدن چمن رایج در فضای سبز خوزستان باشد. معمولاً اگر گیاه بتواند در مراحل اولیه رشد، تنش را تحمل کند، می‌تواند مراحل بعدی رشد را پشت سر بگذارد، اما آن‌ها این مسئله را نیز گوشزد می‌کنند، که مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه، مستقل از مراحل بعدی رشد بوده و شناخت و طبقه‌بندی کامل مقاومت به شوری به انجام آزمایش‌هایی در مراحل بعدی رشد نیز نیاز دارد (Ajmal Khan and Weber, 2006).

با افزایش سطوح خشکی، سرعت جوانه‌زنی هر چهار گونه روند کاهشی داشت و تقریباً در هر سطح خشکی اختلاف معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی هر چهار گونه مشاهده شد. در پژوهشی بیان شد که رابطه بین پتانسیل آب و سرعت جوانه‌زنی خطی بوده و با منفی‌تر شدن پتانسیل آب، سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد، همچنین منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی رطوبت خاک با توجه به خصوصیت گونه می‌تواند زمان سبز شدن و تعداد گیاهچه-های سبز شده آن را تحت تأثیر قرار دهد (Boyd and Acker, 2004). در مطالعات زیادی اختلاف سرعت جوانه-زنی بین گونه‌های مختلف شیرتیغک (Abin and Eslami, 2009) و رمیلک (Maraghni *et al*., 2010) در پاسخ به تنش خشکی گزارش شده است. با بررسی سطوح تنش خشکی روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اسطووخودوس گزارش شد که با منفی‌تر شدن سطوح تنش درصد و سرعت جوانه‌زنی، نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت (Hamdaoui *et al*., 2021). خشکی و معمولاً شوری خاک از مشخصه‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک هستند، بنابراین گیاهان این مناطق باید به عوارض جانبی شرایط این زیستگاه‌ها سازگار شده باشند (Epstein, 1972). توانایی بذور برخی از گونه‌ها در جوانه‌زنی با سرعت و درصد بالاتر در شرایط محیطی تنش‌زا، مزیت رقابتی را در گونه های متحمل‌تر فراهم می‌کند (Liu *et al*., 2021). همچنین بررسی سرعت جوانه‌زنی چهار گونه تحت سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که با اعمال تنش شوری از شاهد به ۲ دسی‌زیمنس بر متر، سرعت جوانه‌زنی در هر

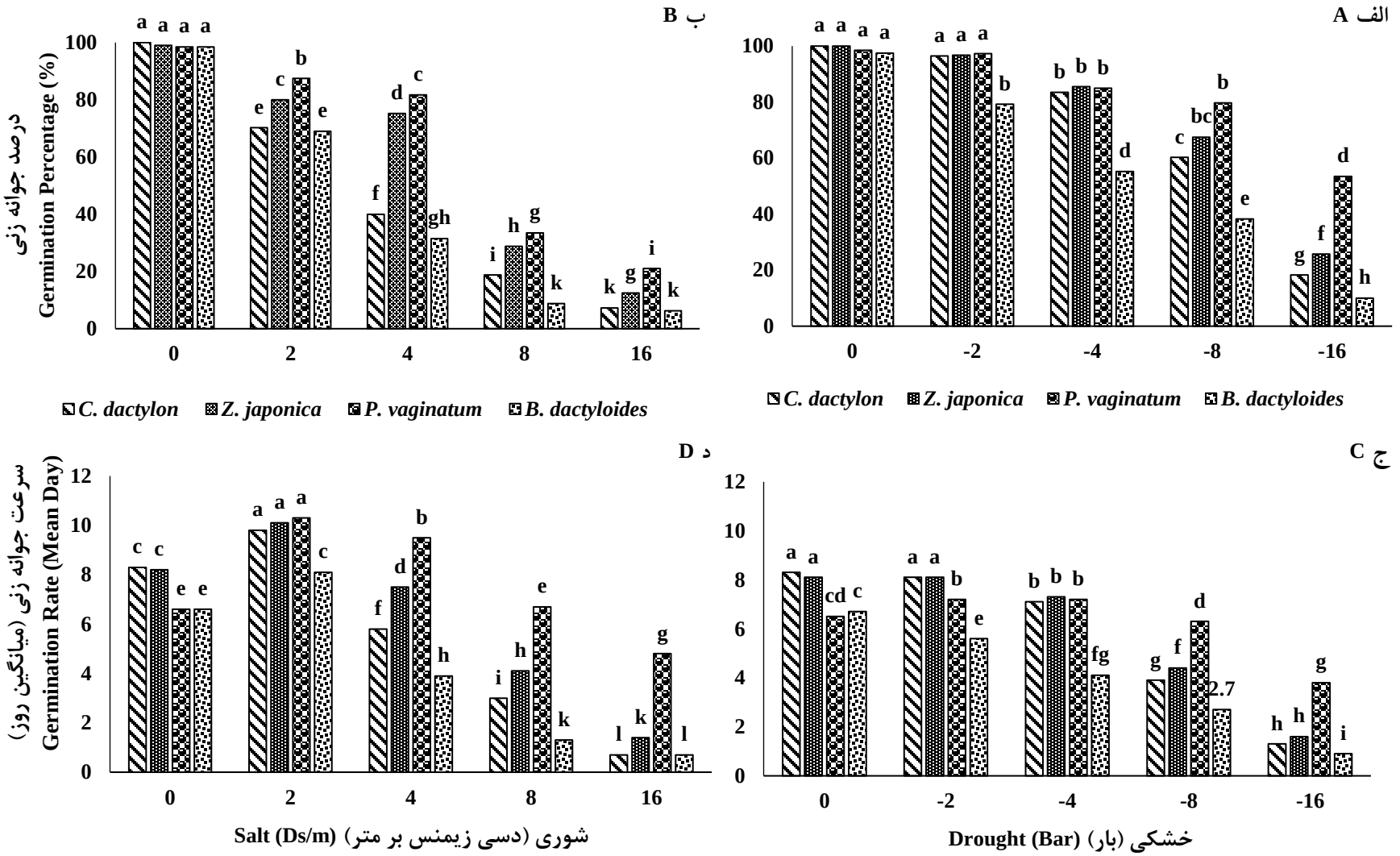
چهار گونه افزایش پیدا کرد. به نظر می‌رسد غلظت‌های پایین کلرید سدیم به‌عنوان عاملی محرک عمل کرده و بنابراین نسبت به شاهد سرعت جوانه‌زنی افزایش پیدا کرد.

با این وجود سرعت جوانه‌زنی در سطوح متوسط و شدید شوری روند کاهشی داشت. کاهش سرعت جوانه‌زنی با افزایش سطوح شوری در آزمایش‌های متعددی گزارش‌شده است (Rezvani *et al*., 2021)، اما پاسخ گیاهان مختلف به تنش شوری متفاوت است. در طی مطالعه اثر شوری بر ۲۱ اکوتیپ مختلف یولاف نشان داده شد که اکوتیپ‌های مناطق مرطوب در مقایسه با اکوتیپ‌های خشکی خواب سطحی‌تری داشته و تحمل به شوری بالاتری دارند. آن‌ها دلیل خواب کم‌تر و تحمل به شوری بالاتر بذور مناطق مرطوب نسبت به مناطق خشک را به‌اندازه بزرگ‌تر اندوخته بیش‌تر و در نتیجه افزایش فعالیت‌های متابولیک بذور مناطق مرطوب در مرحله گیاهچه‌ای نسبت دادند (Yan *et al*., 2008). چنین به‌نظر می‌رسد که کاهش جوانه‌زنی در اثر تنش شوری به‌دلیل کاهش پتانسیل اسمزی یا تخریب مراحل متابولیک جوانه‌زنی و افزایش ترکیبات فنولی باشد. افزایش این ترکیبات باعث کاهش جذب آب در طی مرحله آب‌نوشی شده و در نهایت باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Gholam and Fares, 2001).

افزایش سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد (آب مقطر) شاید به‌دلیل سازگاری اکولوژیک باشد، که باعث شده چمن‌های گرمسیری در شوری‌های ملایم جوانه‌زنی بالاتری داشته باشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد تفاوت در پاسخ گونه‌های مختلف به تنش در مطالعات متعددی (Volis *et al*., 2002) گزارش‌شده، آن‌ها اختلاف در شرایط محیطی گیاه مادری و همچنین تفاوت‌های ژنتیکی را به‌عنوان دلیل این اختلافات مطرح کردند. سرعت بالای جوانه‌زنی گونه *P. vaginatum*، توانایی آن در حفظ سرعت جوانه‌زنی و اختلاف کم سرعت جوانه‌زنی در سطوح بالای شوری نسبت به سطوح پایین نشان‌دهنده تحمل به شوری بالای آن در مراحل ابتدای رشد می‌باشد. با توجه به وجود سطح وسیعی از اراضی شور در خوزستان، شاید بتوان گفت این توانایی یکی از مهم‌ترین دلایل پیشنهاد کاشت این چمن در محیط‌های نامساعد و نیز تبدیل‌شدن به گیاه پوششی رایج در فضای سبز این مناطق باشد.

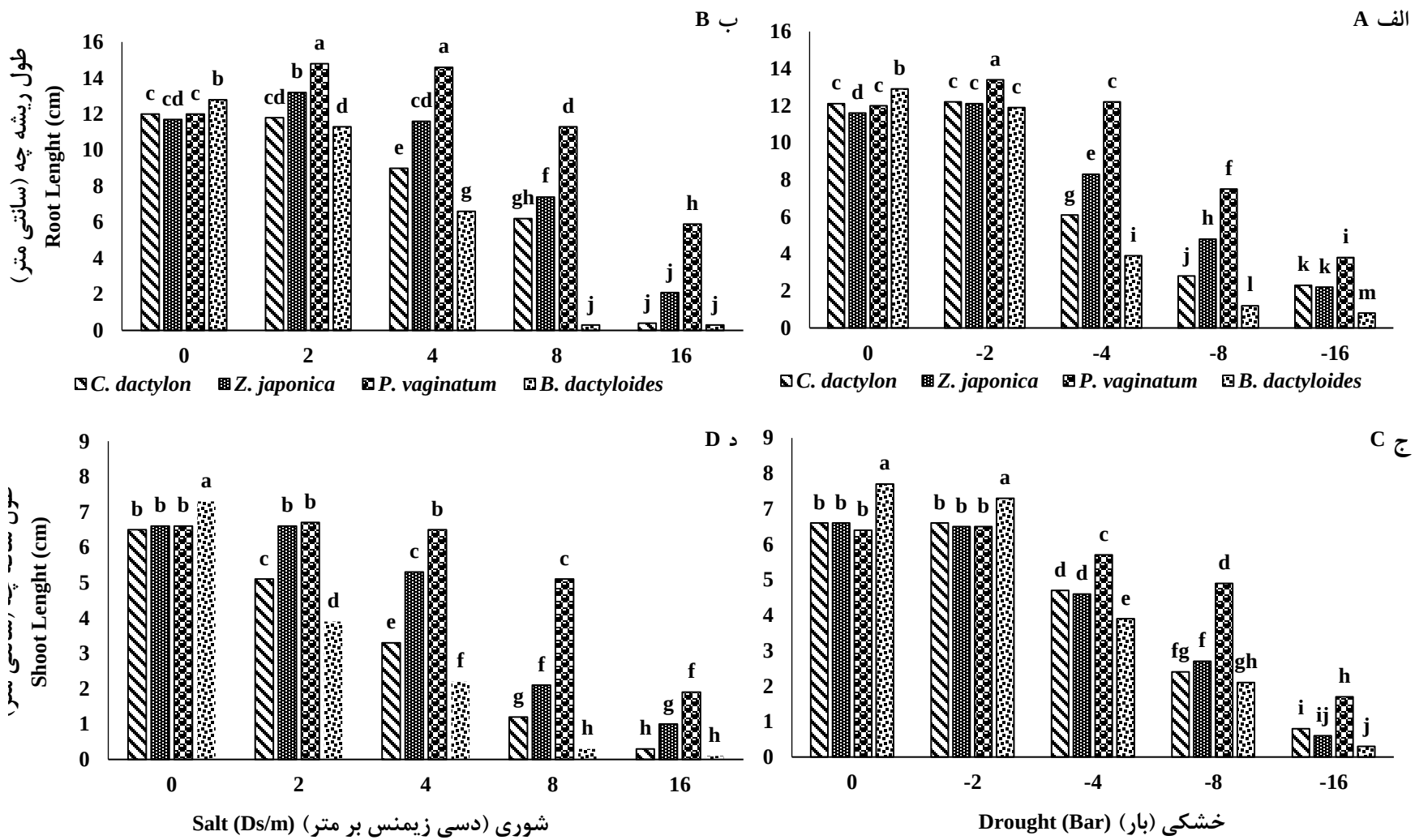
یکی از علل کاهش طول ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر گردیده است. به‌علاوه کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد (Tanveer *et al*., 2020). کاهش طول ریشه‌چه با افزایش پتانسیل آب گزارش گردیده است (Yan *et al*., 2020). نتایج مشابه در رابطه با پاسخ متفاوت رشد ریشه‌چه گونه‌های مختلف به تنش خشکی در گیاه آمبروسیا معمولی (Leiblein-Wild *et al*., 2014) و شیر تیغک (Abin and Eslami, 2009) گزارش شده است که واکنش متفاوت گونه‌ها به تنش ناشی از وجود تفاوت ژنتیکی و تأثیر شرایط محیطی و بیولوژیک روی گیاه مادری بود. با توجه به نقش کلیدی طول ریشه‌چه در استقرار اولیه گیاه، بالا بودن طول ریشه‌چه گونه *P. vaginatom* علاوه بر سطح شاهد، در سطوح بالای خشکی نسبت به سه گونه دیگر حاکی از تحمل بالاتر این گونه به سطوح بالای خشکی و بیش‌تر بودن قدرت آن در استقرار در مراحل اولیه رشد و درنتیجه کسب برتری رقابتی آن با استقرار سریع‌تر و بهره‌مندی از منابع موجود می‌باشد. همچنین نتایج تیمار شوری نشان داد که طول ریشه‌چه هر چهار گونه در سطوح شدید شوری کاهش یافت، با این وجود روند واکنش گونه‌های مختلف به افزایش سطوح شوری متفاوت بود. نتایج مشابه در رابطه با پاسخ متفاوت گیاهان مختلف به تنش شوری در طول ریشه‌چه گونه‌های چمن (Tenikecier and Ates, 2022) گزارش شده است.

در بررسی اختلافات ژنوتیپی گونه‌های مختلف در پاسخ به شرایط محیطی، گزارش شده است که اختلاف بیش‌تر به دلیل سازگاری‌های ژنتیکی به شرایط محیطی بوده است (Volis *et al*., 2002). کاهش طول ریشه‌چه با افزایش سطوح شوری آب نیز گزارش گردیده است (Zhang *et al*., 2021). تنش شوری کارایی انتقال و ماده‌سازی تولیدات فتوسنتزی را مختل می‌کند و موجب کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Huang *et al*., 2016). به‌طورکلی توانایی گونه *P. vaginatum* در رشد ریشه‌چه، حتی در سطوح بالای شوری، حاکی از تحمل به شوری



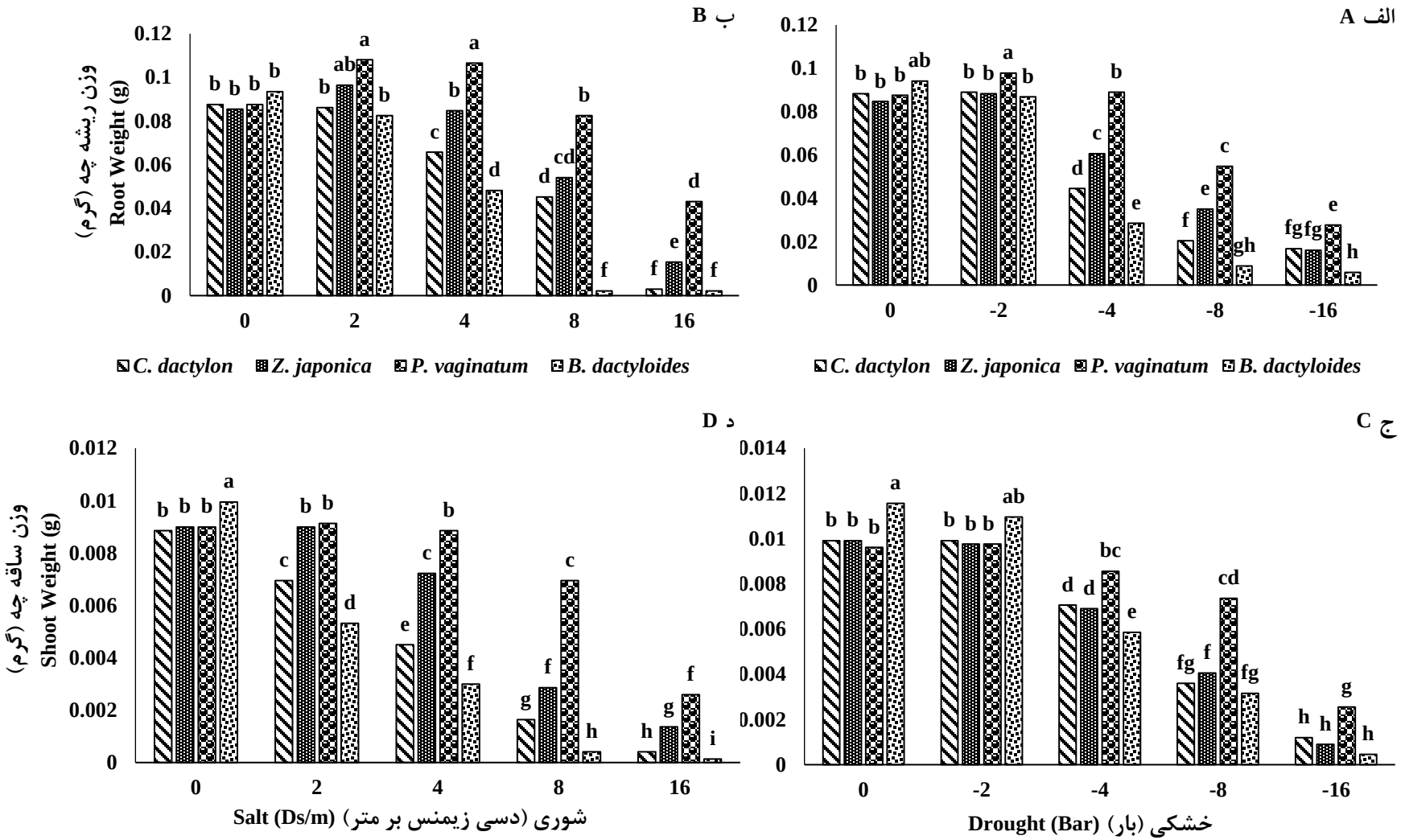
شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف خشکی و شوری بر درصد جوانه‌زنی (الف و ب) و سرعت جوانه‌زنی (ج و د) چهار گونه چمن گرمسیری. در هر نمودار، بین ستون‌های با حروف یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

Figure 1. Effect of different drought and salinity levels on germination percentage (a and b) and germination rate (c and d) of four tropical turfgrass species. In each chart, there is no significant difference between columns with the same letters at the 5% level of LSD test.



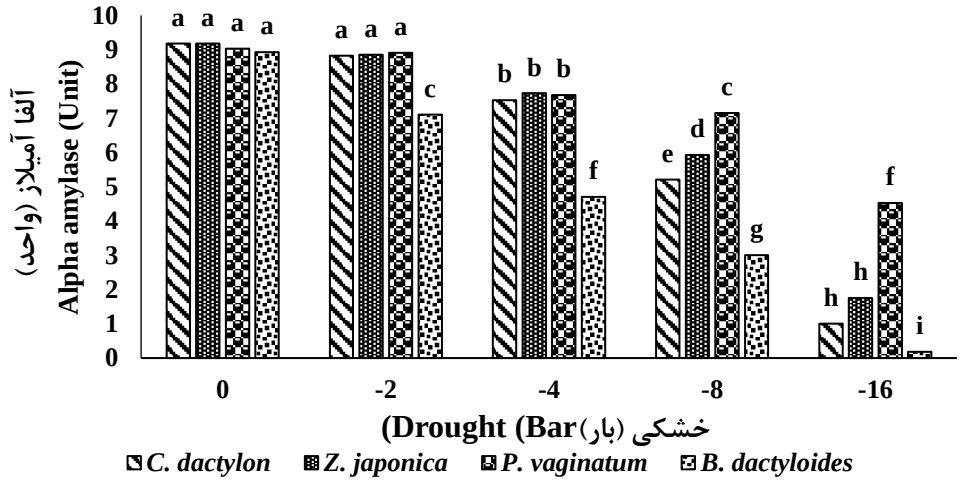
شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف خشکی و شوری بر طول ریشه‌چه (الف و ب) و طول ساقه‌چه (ج و د) چهار گونه چمن گرمسیری. در هر نمودار، بین ستون‌های با حروف یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

Figure 2. Effect of different drought and salinity levels on root lenght (a and b) and shoot lenght (c and d) of four tropical turfgrass species. In each chart, there is no significant difference between columns with the same letters at the 5% level of LSD test.



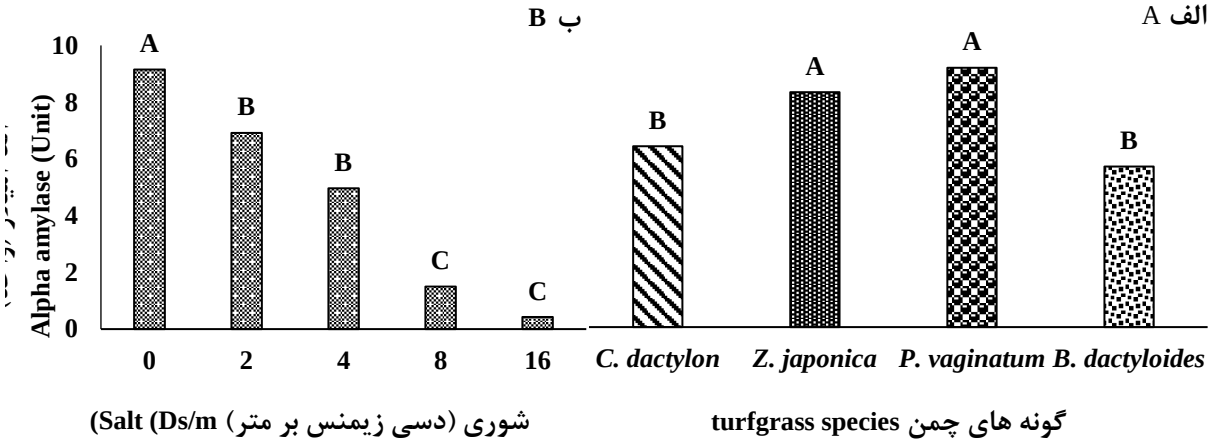
شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف خشکی و شوری بر وزن ریشه‌چه (الف و ب) و وزن ساقه‌چه (ج و د) چهار گونه چمن گرمسیری. در هر نمودار، بین ستون‌های با حروف یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

Figure 3. Effect of different drought and salinity levels on root weight (a and b) and shoot weight (c and d) of four tropical turfgrass species. In each chart, there is no significant difference between columns with the same letters at the 5% level of LSD test.



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف خشکی بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در چهار گونه چمن گرمسیری. بین ستون‌های با حروف یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

Figure 4. Effect of different drought levels on alpha amylase activity of four tropical turfgrass species. There is no significant difference between columns with the same letters at the 5% level of LSD test.



شکل ۵- تأثیر گونه (الف) و سطوح مختلف شوری (ب) بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز. در هر نمودار، بین ستون‌های با حروف یکسان، در سطح ۵ درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

Figure 5. Effect of turfgrass species (a) and different salt levels (b) and on alpha amylase activity. In each chart, there is no significant difference between columns with the same letters at the 5% level of LSD test.

بالای این گونه و توانایی بالای آن در استقرار موفق در شرایط تنش‌زا می‌باشد.

کاهش طول ساقه‌چه با افزایش پتانسیل آب نیز گزارش گردیده است (Yan *et al*., 2020). نتایج مشابه در رابطه با پاسخ متفاوت گونه‌های مختلف خانواده گندمیان به تنش خشکی در طول ساقه‌چه در مطالعه گیاه شیر تیغک (Abin and Eslami, 2009) گزارش شده است. از آن‌جا که بذرها توانایی جوانه‌زنی را حین نمو گیاه مادری کسب می‌کنند، بنابراین جوانه‌زنی به‌طور غیرمستقیم با محیط زندگی گیاه مادری آن‌ها همبستگی دارد و می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی و بیولوژیک نظیر دما، شدت و کیفیت نور، فتوپریود، تغذیه، موقعیت بذر در هنگام رشد آن روی گیاه مادری قرار بگیرد، ممکن است گونه‌های یک جنس دارای نیازهای جوانه‌زنی متفاوتی در واکنش به تنش باشند (Dlugosch *et al*., 2015). گزارش شده که رابطه بین پتانسیل آب و طول هیپوکوتیل خطی بوده و با افزایش پتانسیل آب طول هیپوکوتیل افزایش می‌یابد. یکی از علل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال

مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر گردیده است (Bradford, 2002). به‌علاوه کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌گردد (Tanveer *et al*., 2020). علت کاهش رشد طولی ساقه‌چه و ریشه‌چه در اثر تنش خشکی را مربوط به تحت تأثیر قرار گرفتن سلول‌های مریستمی این دو اندام و اختلال در فرایند تقسیم و طویل‌شدن سلولی است (Salehi, 2016). به‌نظر می‌رسد که طویل‌شدن سلول بیش‌تر از تقسیم سلولی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، زیرا در شرایط پتانسیل منفی جذب آب توسط سلول‌ها کاهش یافته و در نتیجه فشار تورژسانس لازم جهت بزرگ شدن سلول‌ها کاهش یافته و توقف و کند شدن رشد را سبب می‌شود. همچنین نتایج نشان داد طول ساقه-چه هر چهار گونه با افزایش سطوح شوری کاهش یافت، ولی در سطوح بالاتر شوری، طول ساقه‌چه گونه *P. vaginatum* بیش‌تر از سایر گونه‌ها بود. نتایج مشابه در رابطه با پاسخ متفاوت گونه‌های مختلف به تنش شوری در طول ساقه‌چه در مطالعه گیاه آمبروسیا معمولی (Leiblein-Wild *et al*., 2014) گزارش شده است. بیان شده که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه مهم‌ترین پارامترهای مؤثر در مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری است زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک است و آب را از خاک جذب کرده و ساقه نیز آب و مواد محلول را از ریشه به سایر نقاط منتقل می‌کند و شوری زیاد به‌علت کاهش جذب آب از طویل‌شدن ریشه و ساقه جلوگیری می‌کند (Jamil *et al*., 2016). به علاوه تنش شوری کارایی انتقال و ماده‌سازی تولیدات فتوسنتزی را مختل می‌کند و موجب کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود (Huang *et al*., 2016). به‌طورکلی توانایی هر گونه *P. vaginatum* در تولید ساقه‌چه، حتی در سطوح بالای شوری، حاکی از تحمل به شوری بالای آن و توانایی بالای آن در استقرار موفق در شرایط تنش‌زا می‌باشد.

به‌طورکلی در هر چهار گونه با افزایش سطوح خشکی، به‌ویژه در سطوح شدید، وزن خشک ریشه‌چه روند کاهشی داشت. پژوهش‌های پیشین نیز در بررسی اثر سطوح خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه نشان داده‌اند که با شدیدتر شدن تنش وزن‌تر ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش معنی‌داری می‌یابد (Yan *et al*., 2020). نتایج مشابه در رابطه با اختلاف پاسخ گونه‌های مختلف به تنش خشکی گزارش شده است (Dlugosch *et al*., 2015). همچنین نتایج متفاوتی در وزن خشک ریشه‌چه چهار گونه با افزایش سطوح شوری به‌وجود آمد. نتایج مشابه در رابطه با پاسخ متفاوت گونه‌های مختلف چمن به شرایط شوری گزارش شده است (Tenikecier and Ates, 2022). تأثیر منفی افزایش سطوح شوری بر وزن خشک ریشه‌چه توسط دیگر محققین (Yan *et al*., 2020) نیز گزارش شده است. تنش شوری کارایی انتقال و ماده‌سازی تولیدات فتوسنتزی را مختل می‌کند و موجب کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. وزن خشک متفاوت در اغلب سطوح شوری نشان-دهنده تأثیر شوری بر رشد و نمو گونه‌های مختلف و پررنگ-تر شدن احتمال وجود تفاوت ژنتیکی می‌باشد (Huang *et al*., 2016).

تحقیقات نشان داده‌اند که گیاهان یک گونه، زمانی که در محیط‌هایی با خصوصیات اقلیمی متفاوت رشد می‌کنند، بذوری را با خصوصیات متفاوت تولید کرده و گیاهان حاصله نیز از نظر عکس‌العمل به خصوصیات اقلیمی تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند (Salehi, 2016). کاهش وزن خشک ساقه-چه با افزایش سطوح خشکی توسط رضوانی و همکاران (Rezvani *et al*., 2021) نیز گزارش شده است. کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و آنزیم‌ها و در نتیجه آن اختلال در رشد گیاهچه می‌گردد (Tanveer *et al*., 2020). خشکی اثر نامطلوبی روی رشد گیاه دارد و اساساً رشد برگ و ریشه، انتقال روزنه‌ای و میزان فتوسنتز و تولید بیوماس را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Patané *et al*., 2013). کمبود آب سبب کاهش فشار آماس می‌گردد و ازآن‌جایی‌که توسعه و رشد سلول وابسته به فشار می‌باشد، نمو سلول‌ها کاهش و اندازه سلول‌ها کوچک‌تر می‌گردند (Maraghni *et al*., 2010). همچنین وزن خشک ساقه چه هر چهار گونه با افزایش سطوح شوری به‌ویژه در سطوح بالای شوری کاهش یافت. کاهش وزن خشک ساقه‌چه با افزایش سطوح شوری توسط دیگر محققین (Zhang *et al*., 2021) نیز گزارش شده است. تولید وزن خشک بالا، حتی در سطوح بالای شوری گونه *P. vaginatum* حاکی از تحمل به شوری بالا و سازگاری و توانایی بالای آن به رشد و نمو در سطوح بالاتر شوری می‌باشد که این ویژگی کمک شایانی به موفقیت در سازگاری این گونه می‌کند. توانایی تولید ماده خشک در سطوح بالاتر شوری این امکان را به این گونه می‌دهد که با

سرعت بالاتری استقرار یافته، از منابع موجود حداکثر بهره را برده و رقابتی‌تر عمل کند.

بررسی تغییرات آلفا آمیلاز در مراحل آبنوشی و جوانه‌زنی نشان داد که پس از مرحله آبنوشی میزان آلفا آمیلاز به‌طور معنی‌داری در بذرهای تیمارشده شوری و خشکی کاهش یافت. بر اساس تحقیقات انجام‌شده تغییرات فیزیولوژیک که در هنگام جوانه‌زنی بذر اتفاق می‌افتاد، باعث فعال‌شدن آنزیم آلفا آمیلاز یا سنتز آن می‌گردد. به‌عبارت دیگر در دمای مناسب، جذب آب صورت گرفته و تا مرحله دوم جوانه‌زنی ادامه می‌یابد. سپس با خشک‌کردن بذر فرایندهای فیزیولوژیک متوقف می‌گردد. در این مدت نسخه‌برداری اولیه DNA، سنتز RNA و پروتئین و قابلیت دسترسی بیش‌تر به ATP اتفاق می‌افتد (Sedghi and Nemati, 2010). همچنین سنتز برخی از آنزیم‌ها مانند آلفا آمیلاز و هیدرولیز اولیه ترکیبات ذخیره‌ای مانند نشاسته نیز اتفاق افتاده و کل قندهای محلول افزایش می‌یابد. در پژوهشی نشان داده شد که تغییرات فیزیولوژیک ایجادشده بذرهای شاهد نسبت به تحت تنش، باعث افزایش هیدرولیز نشاسته و تولید قندهای قابل‌دسترس بیش‌تر برای رشد جنین و تولید گیاهچه قوی‌تر، بهبود عملکرد دانه و کیفیت آن گردید (Farooq *et al*., 2006). در بذرهای یونجه نشان داده شد که درصد جوانه‌زنی بالا در شرایط بهینه، به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در مراحل اولیه است (Zhang *et al*., 2007).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده نشان داد که در سطح شاهد و تنش اندک شوری و خشکی بین چهار گونه چمن گرمسیری مورد بررسی تفاوتی از نظر ویژگی‌های جوانه‌زنی وجود نداشت و تقریباً در یک گروه آماری قرار داشتند. با اعمال تنش شوری و خشکی در سطوح متوسط و شدید تفاوت صفات جوانه‌زنی و فعالیت آنزمی در گونه‌ها بوجود آمد. اما گونه *P. vaginatom* کم‌تر تحت تأثیر قرار گرفت و نسبت به سه گونه دیگر برتری داشت. همچنین در شرایط شدید تنش شوری و خشکی گونه *B. dactyloides* کم‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، کم‌ترین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را دارا بود. در ارتباط با میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بین گونه‌های مختلف و تحت تنش شوری و خشکی، نتایج نشان داد که بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در تمامی گونه‌ها در سطح شاهد (بدون اعمال تنش) بود. فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در گونه *B. dactyloides* در تمامی سطوح نسبت به سایر گونه‌ها کم‌تر بود. همچنین در سطوح شدید تنش گونه *P. vaginatum* فعالیت بالاتری از آنزیم آلفا آمیلاز را نشان داد. بیش‌تر بودن شاخص‌های جوانه‌زنی گونه *P. vaginatom*، شانس بیش‌تری جهت استقرار تعداد بیش‌تری گیاه و شروع بهره‌برداری از امکانات محیط در شرایط تنش خشکی و شوری به آن خواهد بخشید.

تشکر و قدردانی

نتایج این تحقیق مستخرج از طرح پژوهشی به شماره ۱/۴۱۱/۱۴۰۴ می‌باشد. نگارنده این مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت تأمین اعتبار هزینه طرح تقدیر و تشکر می‌نماید.

منابع

Abin, A. and Eslami, S.V. 2009. Influence of maternal environment on salinity and drought tolerance of annual sowthistle (*Sonchus oleraceus* L.) at germination and emergence stage. Weed Research Journal, 1: 1-12. **(Journal)**

Ajmal Khan, M. and Weber, D.J. 2006. Ecophysiology of high salinity tolerant plants. Tasks for Vegetation Science, 40: Springer. Dordrecht. pp. 11-30. **(Book)**

Almansoori, M., Kinet, M. and Lutts, Y. 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Defs.). Plant and Soil, 231: 243-254. **(Journal)**

Awan, T.H., Chauhan, B.S. and Sta Cruz, P.C. 2014. Influence of environmental factors on the germination of *Urena lobata* L. and its response to herbicides. PLos One, 9: 90305. **(Journal)**

Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Canadian Journal of Botany, 80: 297-304. **(Journal)**

Boyd, N.S. and Acker, R.V. 2004. Seed germination of common weed species as affected by Oxygen concentration, light, and osmotic potential. Weed Science, 52: 589-596. **(Journal)**

Bradford, K.J. 2002. Application of hydrothermal time to quantifying and modeling seed germination and dormancy. Weed Science, 50: 248-260. **(Journal)**

Carleton, A.E., Cooper, C.S. and Wiesner, L.E. 1968. Effect of seed pod and temperature on speed of germination and seedling elongation of sainfoin. Agronomy Journal, 60: 81-84. **(Journal)**

Chartzoulakis, K.S. and Klapaki, G. 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticulturae, 86: 247-260. **(Journal)**

Dahan, S.S., Sethi, G.S. and Behel, R.K. 2004. Indices of drought tolerance in wheat geynotypes at early stages of plant growth. Journal of Agronomy and Crop Science, 190: 6-12. **(Journal)**

Dlugosch, K.M., Anderson, S.R., Cang, F.A. and Gillette, H.D. 2015. The devil is in the details: genetic variation in introduced populations and its contributions to invasion. Molecular Ecology, 24: 2095-2111. **(Journal)**

Epstein, E. 1972. Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives. New York: Wiley Press. 271 p. **(Book)**

Farooq, M., Basra, S.M.A., Khalid, M., Tabassum, R. and Mahmood, T. 2006. Nutrient homeostasis, metabolism of reserves and seedling vigor as affected by seed priming in coarse rice. Canadian Journal of Botany, 84: 1196-1202. **(Journal)**

Gholam, C. and Fares, K. 2001. Effect of salinity on seed germination and seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 29: 357-364. **(Journal)**

Hamdaoui, A.E., Mechqoq, H., Yaagoubi, M.E., Bouglad, A., Hallouti, A., Mousadik, A.E. and Aouad, N.E. 2021. Effect of pretreatment, temperature, gibberellin (GA_3), salt and water stress on germination of *Lavandula mairei* Humbert. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 24: 100314. **(Journal)**

Huang, Z., Liu, S., Bradford, K.J., Huxman, T.E. and Venable, D.L. 2016. The contribution of germination functional traits to population dynamics of a desert plant community. Ecology, 97: 250-261. **(Journal)**

Jamil, M., Lee, D., Jung, K.Y., Ashraf, M., Lee, S.C. and Rha, E.S. 2016. Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. Journal of Central European Agriculture, 7: 273-282. **(Journal)**

Leiblein-Wild, M.C., Kaviani, R. and Tackenberg, O. 2014. Germination and seedling frost tolerance differ between the native and invasive range in common ragweed. Oecologia, 174: 739-750. **(Journal)**

Liu, B., Liu, X., Liu, F., Ma, H., Ma, B. and Peng, L. 2021. Stress tolerance of Xerocomus badius and its promotion effect on seed germination and seedling growth of annual ryegrass under salt and drought stresses. AMB Express, 11: 15. **(Journal)**

Maas, E.V. and Grieve, C.M. 1990. Spike and leaf development in salt stress of wheat. Crop Science, 30: 1309-1313. **(Journal)**

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Journal of Crops Science, 2: 176-17. **(Journal)**

Maraghni, M., Gorai, M. and Neffati, M., 2010. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. South African Journal of Botany, 76: 453-459. **(Journal)**

Mayer, A.M. and Mayber, A.P. 1989. The Germination of Seeds. Pergamon press. Headington Hill Hall. Oxford. England. Pp. 44-50. **(Book)**

Michel, B.E. 1983. Evaluation of the water potentials of polyethylene glycol 8000 both in the absence and presence of other solutes. Plant Physiology, 72: 66-70. **(Journal)**

Misra, N. and Dwivedi, U.N. 2004. Genotypic difference in salinity tolerance of green cultivars. Plant Science, 166: 1135-1142. **(Journal)**

Otieno, V., Ulian, T., Nzuve, F. and Kimenju, J. 2020. Germination response to temperature and water potential for sprawling bauhinia (*Tylosema fassoglense*), a potential crop for Kenya. South African Journal of Botany, 132: 463-470. **(Journal)**

Patané, C., Saita, A. and Sortino, O. 2013. Comparative effects of salt and water stress on seed germination and early embryo growth in two cultivars of sweet sorghum. Journal of Agronomy and Crop Science, 199: 30-37. **(Journal)**

Rezvani, M., Nadimi, S., Zaefarian, F. and Chauhan, B.S. 2021. Environmental factors affecting seed germination and seedling emergence of three Phalaris species. Crop Protection, 148: 105743. **(Journal)**

Sadeghi, M. and Nemati, A. 2010. Influence of Different priming materials on germination and seedling establishment of milk thistle (*Silybum marianum*) under Salinity Stress. World Applied Science Journal, 11: 604-609. **(Journal)**

Salehi, M.R. 2016. Turfgrass. Jdm press. 188p. **(Book)**

Sathiyamoorty, P. and Nukamura, S. 2005. Effect of gibberlic acid and inorganic salts on breaking dormancy and enhancing germination of true potato seed. Seed Reserch, 23, 5-7. **(Journal)**

Shahabzadeh, Z., Darvishzadeh, R., Mohammadi, R. and Jafari, M. 2020. Isolation, Characterization, and Expression Profiling of Nucleoside Diphosphate Kinase Gene from Tall Fescue (*Festuca arundinaceous* Schreb.) (FaNDPK) under Salt Stress. Plant Molecular Biology Reporter, 38, 175-186. **(Journal)**

Shrivastava, P. and Kumar, R. 2015. Soil salinity: a serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi Journal of Biological Sciences, 22: 123-131. **(Journal)**

Tanveer, A., Khan, M.A., Ali, H.H., Javaid, M.M., Raza, A. and Chauhan, B.S. 2020. Influence of different environmental factors on the germination and seedling emergence of *Ipomoea eriocarpa* R. Br. Crop Protection, 130: 105070. **(Journal)**

Tenikecier, H.S. and Ates, E. 2022. Impact of Salinity on Germination and Seedling Growth of Four Cool-Season Turfgrass Species and Cultivars. Polish Journal Environmental Studies, 31, 1813-1821. **(Journal)**

Tilki, F. and Dirik, H. 2007. Seed germination of three provenances of *Pinus brutia* (Ten.) as influenced by stratification, temperature and water stress. Journal of Environmental Biology, 28: 133-136. **(Journal)**

Ueda, A., Kathiresan, A., Inada, M., Narita, Y., Nakamura, T., Shi, W., Takabe, T. and Bennett, J. 2004. Osmatic stress in barely regulates expression of a different st of genes than salt stress dose. Journal of Experimental Batony, 55: 2213-2218. **(Journal)**

Volis, S., Mendlinger, S., Turuspekov, Y. and Esnazarov, U. 2002. Phenotypic and allozyme variation in Mediterranean and desert populations of wild barley, *Hordeum spontaneum* Koch. Evolution, 56: 1403-1415. **(Journal)**

Xiao, Z., Storms, R. and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring alphaamylase and glucoamylase activities. Analytical Biochemistry, 351: 146-148. **(Journal)**

Yan, J., Chen, G., Jianping Cheng, J., Nevo, E. and Gutterman, Y. 2008. Phenotypic variation in caryopsis dormancy and seedling salt tolerance in wild barley, *Hordeum spontaneum*, from different habitats. Genetic Resources and Crop Evolution, 55: 995-1005. **(Journal)**

Yan, M., Xue, C., Xiong, Y., Meng, X., Li, B., Shen, R. and Lan, P. 2020. Proteomic dissection of the similar and different responses of wheat to drought, salinity and submergence during seed germination. Journal of Proteomics, 220: 103756 **(Journal)**

Zhang, D., He, Sh., Fu, Y., Yu, R., Gao, X., Wang, Zh., Liu, Z., Guo, Y. and Chen, M. 2021. Transcriptome analysis reveals key genes in response to salinity stress during seed germination in *Setaria italic*. Environmental and Experimental Botany, 191: 104604. **(Journal)**

Zhang, S., Hu, J., Zhang, Y., Xie, X.J. and Knapp, A. 2007. Seed priming with brassinolide improves lucerne (*Medicago sativa* L.) seed germination and seedling growth in relation to physiological changes under salinity stress. Australian Journal of Agricultural Research, 58: 811-815. **(Journal)**

Comparison of germination indices and alpha-amylase activity of four tropical turf grass species in response to drought and salinity stresses

Mohammadreza Salehi Salmi

Received: September 26, 2022 Accepted: December 19, 2022

Abstract

The sustainability of landscapes, especially in arid and sub-tropical areas with limited water resources, requires the use of suitable plants and adapted to the climatic conditions of these areas. Therefore, the study of species tolerant to salinity and drought stress for the construction of landscapes with the approach of optimal use of water resources and increase its productivity, the study of plants tolerant to drought and salinity stress is important. This study was performed to investigate the effects of salinity and drought stress on germination of four turfgrass species. In order to investigate the effects of drought stress (0, -2, -4, -8 and -16 Bar) and salinity (0, 2, 4, 8 and 16 dS/m) on four species of warm-season turfgrass (*Buchloe dactyloides*, *Cynodon dactylon*, *Zoysia japonica* and *Paspalum vaginatom*) were two separate experiments designed and performed in a completely randomized design with four replications in the Horticulture Physiology Laboratory of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan in 2020. The results showed that in conditions without stress and moderate salinity and drought stress, there was no difference between the four studied tropical grass species in terms of the studied characteristics, while in severe salinity and drought stresses, *P. vaginatom* ratio It excelled in three other ways. *P. vaginatom* had the highest germination rate with an average of 3.8 and 4.6 per day in the most severe drought and salinity levels. Also, in severe salinity and drought stress, *B. dactyloides* had the lowest percentage and germination rate, the lowest root and stem growth. Analysis of alpha-amylase activity among different species and salinity and drought stress showed that the highest activity of this enzyme was observed in all species at the control level (without stress). Alpha-amylase activity was lower in *B. dactyloides* at all levels than in other species. Also in severe levels of species strain P. vaginatum showed higher activity of alpha-amylase enzyme. Therefore, it will give it a better chance to establish the plant and start exploiting the facilities of the environment in conditions of drought and salinity stress.

Keywords: Landscape; Osmosis; Compatibility; Salt; Seedlings

How to cite this article
Salehi Salmi, M. 2023. Comparison of germination indices and alpha-amylase activity of four tropical turf grass species in response to drought and salinity stresses. Iranian Journal of Seed Science and Research, 9(4): 41-57. (In Persian)**(Journal)**
DOI: 10.22124/jms.2023.6170

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran. mrsalehisalmi@gmail.com
*Corresponding author: mrsalehisalmi@gmail.com