دانشگاه گنبدکاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هشتم، شماره هفدهم
http://pec.gonbad.ac.ir

علمی-پژوهشی

تغییرات فصلی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای نسبی آب برگ چندگونه‌ی گیاهی در مناطق خشک هرمزگان و جنوب کرمان

لعیا زارع[1]، یحیی اسماعیل‌پور[2*]، مرتضی یوسف‌زادی[3]، فرزین عبدالهی[4]، مهسا رحیم‌زاده[5]

[1] دانش‌آموخته‌ی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[2] استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[3] استاد گروه زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[4] استادیار گروه مهندسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[5] دانشیار گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان، بندرعباس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۱۰

چکیده

تولید انواع گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) از اثرات تنش خشکی در گیاهان است. گیاهان برای مقابله با اثرات مخرب (ROS) فعالیت آنزیم‌های آنتی‌کسیدانی را افزایش می‌دهند. در این پژوهش توان سازگاری و مقاومت به خشکی سه گونه‌ی بومی مناطق گرم و خشک جنوب ایران شامل: *Taverniera cuneifolia*، *Lycium shawii* و *Rhazya stricta* به‌عنوان گونه‌هایی باقابلیت حفاظت خاک، علوفه‌ای و دارویی موردبررسی قرار گرفت. نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی گیاهان یادشده در دو منطقه‌ی رودان در استان هرمزگان و جیرفت در جنوب کرمان به روش کاملاً تصادفی در فصل‌های تر و خشک انجام شد. متغیرهای محتوای نسبی آب برگ (RWC)، آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز با استفاده از روش عصاره‌گیری در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر مشاهده‌شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمون قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین بین دو فصل خشک و مرطوب، نشان داد محتوای آب نسبی برگ هر سه گونه در فصل خشک کاهش می‌یابد اما این کاهش معنی‌دار نبوده و گیاهان توانایی حفظ رطوبت در شرایط گرم و بی‌آب فصل خشک را داشته‌اند. نتایج حاکی از آن بود در نمونه‌های گیاهی مورد آزمایش از هر دو منطقه‌ی موردبررسی فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در هر سه گونه در دو منطقه مختلف افزایش معنی‌دار یافت. فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو گونه‌ی *R. stricta* و *L. shawii* در هر دو منطقه با اختلاف معنی‌داری افزایش و در گونه‌ی *T. cuneifolia* کاهش نشان داد. به‌طورکلی این سه گونه به‌عنوان گونه‌های بومی در مناطق خشک جنوب کشور در مقابله با

*نویسنده مسئول: y.esmaeilpour@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

تنش فصل خشک از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سازگاری یافته و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان گیاهان چندمنظوره و مقاوم در برابر خشکی در پروژه‌های احیاء و بهره‌برداری پوشش گیاهی مناطق بیابانی جنوب ایران بهره برد.

واژه‌های کلیدی:* گونه‌های اکسیژن فعال (ROS)، ویژگی‌های فیزیولوژیک، *Taverniera cuneifolia*، *Lycium shawii*، *Rhazya stricta

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌ها برای سازگاری گیاهان به شرایط تنش خشکی ناشی از اقلیم و کمبود رطوبت خاک تغییرات ساختار درونی و فیزیولوژیک، ازجمله با تولید ترکیبات و آنزیم‌های تنظیم‌کننده می‌باشد (Liu et al., 2014; Breda et al., 2006). تولید گونه‌های اکسیژن فعال ROS[1] ازجمله اثرات تنش خشکی در گیاهان است. هنگامی‌که گیاهان در معرض تنش‌های زیستی و غیرزیستی قرار می‌گیرند، میزان گونه‌های فعال اکسیژن بسیار افزایش‌یافته و می‌تواند نقش تخریبی داشته باشد. افزایش ROS متابولیسم سلول را تخریب نموده و درنهایت باعث مرگ سلول می‌گردد (Fu and Huang, 2001). برای کاهش اثرات رادیکال‌های آزاد، سلول‌های گیاهی دارای سیستم آنتی‌اکسیدان، شامل آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی با وزن مولکولی پائین و نیز آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی هستند (Srivalli et al., 2003). این سیستم دفاعی، شامل آنزیم‌هایی چون کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و پراکسیداز می‌باشد که اکنون موضوع مطالعات بسیاری بوده‌اند (He et al., 2011; Guo et al., 2018).

گیاهان بومی اکوسیستم‌های خشک و نیمه‌خشک، کارآمدترین مکانیسم‌ها برای زنده ماندن در خشکی و کمبود رطوبت را دارند که شامل استراتژی‌های مختلف و تغییرات سازگاری بر اساس ژنوتیپ می‌باشد (Chaves et al., 2003). این گیاهان با توجه به استراتژی مورداستفاده در دو گروه اصلی اکوفیزیولوژیک گیاهان مقاوم در برابر خشکی و گیاهان اجتناب‌کننده قرار می‌گیرند. گونه‌های مقاوم هنگامی‌که تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند، به شرایط تنش پاسخ می‌دهند و با پاسخ‌های مرفولوژیک و فیزیولوژیک با این شرایط سازگار می‌شوند (Wang and Han, 2009). عمیق بودن سیستم ریشه‌ای برای جذب آب از اعماق پایین‌تر خاک، خاردارشدن ساقه‌ها و کوچک شدن سطح برگ‌ها برای کاهش میزان تبخیر نمونه‌ای از تغییرات مرفولوژیک است (Boughalleb, 2015; Moreno et al., 2010). مطالعه‌ی واکنش‌های فیزیولوژیک گونه‌های این مناطق در ایران می‌تواند پتانسیل‌های فراوانی جهت بهره‌برداری و حفاظت آن‌ها در مناطق خشک و بیابانی و همچنین کاربردهایی در زمینه‌های مختلف ازجمله بیوتکنولوژی و احیاء و مدیریت پوشش گیاهی مناطق خشک داشته باشد.

[1] Reactive Oxygen Species

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

بر همین اساس در پژوهش حاضر چندگونه‌ی گیاهی انتخاب و برخی از مهم‌ترین فعالیت‌های آنزیمی مرتبط با واکنش و سازگاری آن‌ها در شرایط خشکی موردتوجه قرار گرفت. گونه‌ها بر اساس داشتن گستره‌ی پراکنش جغرافیایی وسیع و توانایی تشکیل تیپ گیاهی و قابلیت بهره‌برداری گزینش شدند. گونه‌ی *Taverniera cuneifolia* با داشتن برگ‌های کوچک، خزان و یا کاهش فوق‌العاده سطح برگی گیاه در فصل خشک‌سال و خشبی شدن گیاه در هنگام کمبود رطوبت خاک و استقرار در عرصه‌های شنی و به‌ویژه سنگریزه‌دار گیاه بیابانی شناخته‌شده است. گونه‌ی *Rhazia stricta* دارای برگ‌های بزرگ و چرمی شکل از عناصر بیابانی است که انتشار آن گاهی به آبراهه‌ها محدود می‌شود (جوانشیر، ۱۳۶۴؛ پیمانی‌فرد، ۱۳۶۸؛ جعفرپور و معتمد، ۱۳۷۰). *Lycium shawii* با نام محلی متنوع در خوزستان سَریم، در بلوچستان زیرْزَک (ثابتی، ۱۳۸۷) و در هرمزگان دَهیر گیاه شاخص و شناخته‌شده‌ای در فلور منطقه‌ی خلیج و عمانی با محدوده‌ی پراکنش وسیع است. هر سه گونه‌ی منتخب کاربردهای متعدد از قبیل دارویی، علوفه و حفاظت خاک دارند که اهمیت شناخت و مطالعه‌ی آن‌ها را دوچندان می‌سازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاهان موردبررسی در دو فصل خشک و مرطوب در دو رویشگاه با حداکثر فاصله‌ی جغرافیایی ممکن به‌منظور بهبود قابلیت تعمیم‌پذیری نتایج انتخاب شدند. رویشگاه اول در محدوده‌ی حوزه آبخیز معرف زوجی دهگین در استان هرمزگان (معرف اقلیم مناطق خشک کشور) و رویشگاه دوم در شمال شهرستان جیرفت حد بالایی پراکنش گونه‌های موردمطالعه در جنوب کشور قرارگرفته‌اند. حوزه آبخیز معرف و زوجی دهگین یکی از زیرحوزه‌های بالادست سد استقلال میناب در شهرستان رودان با مساحت بیش از ۴ کیلومترمربع و در حدود جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۱ دقیقه و ۲۲ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۹ ثانیه طول شرقی و ۲۷ درجه و ۴۴ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۲۷ درجه و ۴۶ دقیقه و ۶ ثانیه عرض شمالی واقع‌شده است. مختصات جغرافیایی مرکز محدوده‌ی نمونه‌برداری رویشگاه جیرفت نیز برابر ۲۸ درجه و ۴۴ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۴۶ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول شرقی بود. مشخصات مربوط به دو منطقه موردمطالعه در جدول شماره (۲) آورده شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

جدول ۱- اطلاعات اقلیمی رویشگاه‌های موردمطالعه (دوره آماری ده‌ساله ۸۵-۹۵)

منطقه	میانگین ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین بلندمدت بارندگی سالانه (میلی‌متر)	میانگین دمای سالانه °c		
			کمینه	بیشینه	کل
دهگین (رودان)	۵۲۰	۲۲۰	۷/۱	۴۳	۲۶/۵
جیرفت	۷۹۰	۱۹۳	۲۰/۶	۳۲/۶	۲۶/۷

مناطق خشک و نیمه‌خشک جنوبی ایران عمدتاً پوشش گیاهی بوته‌آی‌درختچه‌ای دارای گونه‌های گیاهی باارزش حفاظتی، علوفه‌ای و دارویی می‌باشند. شناخت و مطالعه‌ی این گونه‌های گیاهی اهمیت بالایی در برگزیدن روش‌های درست بهره‌برداری و حفاظت از این گیاهان دارد. در هر دو منطقه بنابر سیمای عمومی پوشش گیاهی ناحیه‌ی رویشی خلیج و عمانی گونه‌های یک‌ساله‌ی گندمی بارویش و پراکنش یکنواخت جغرافیایی در فصل رویش زمینه‌ی تشکیل یک ساوانای گرمسیری را فراهم می‌کنند. در فصل خشک‌سال تنها بقایایی از این گیاهان در سطح خاک دیده می‌شود و پوشش گیاهی محدود به حضور کم تعداد و نسبتاً تنک گندمیان چندساله، بوته‌ها و درختچه‌ها می‌شود. سه گونه‌ی انتخاب‌شده دائمی، تشکیل‌دهنده‌ی تیپ و با پراکنش گسترده‌ی جغرافیایی شامل گونه‌های: *Taverniera cuneifolia*[1] (Roth) Ali، *Lycium shawii* Roem. & Schult. و *Rhazya stricta* Decne. به ترتیب از تیره‌های *Fabaceae*، *Solanaceae* و *Apocynaceae* بودند. از جنس *Taverniera* چهار گونه در ایران رویش دارد. پراکنش جهانی گونه‌ی موردبررسی در جنوب و جنوب شرق ایران، جنوب پاکستان، هند و شبه‌جزیره‌ی عربستان است (مظفریان، ۱۳۸۸) و بوته‌ای است به ارتفاع ۴۰ تا ۷۰ سانتی‌متر، شاخه‌ها برافراشته، ابتدا با کمی کرک مخملی، خیلی زود بدون کرک شونده، به رنگ سبز و خاکستری تا زرد، برگ‌ها اغلب ساده با گوشوارک‌های ریز و به‌طول ۱ تا ۷ میلی‌متر (الوانی و همکاران، ۱۳۹۶). دوره‌ی رشد از اوایل آبان تا اواسط اردیبهشت و دوره‌ی دادن گل و دانه از میانه‌ی دی آغاز می‌شود. در سطح وسیعی از مراتع استان هرمزگان به‌عنوان یکی از عناصر تیپ ساز ظاهرشده و ازنظر حفاظت خاک و تولید علوفه دامی نقش بسزایی در مراتع استان هرمزگان دارد (اسدپور و همکاران، ۱۳۹۴) و هُرُش نامیده می‌شود. *Lycium shawii* در آفریقای شمالی، اردن، عربستان، کویت و جنوب ایران (از سد کرخه تا بندرعباس و چابهار) رویش دارد. برگ‌های اولیه منفرد، متناوب واژنیزه‌ای کشیده باقاعده باریک، ۲ سانتی‌متر طول و ۴ میلی‌متر عرض و دمبرگ‌دار، برگ‌های ثانویه کپه‌ای و شکل آن‌ها واژنیزه‌ای با نوک کشیده و یا واژ تخم‌مرغی و نمدی، دمبرگ کوتاه و یا بدون دمبرگ، با عرض ۲/۵ تا

[1] در بیشتر منابع فارسی این گونه با نام فارسی «هرش» و نام علمی *Taverniera cuneifolia* (Roth) Arnott یاد شده است. در منابع معتبر نام علمی تایید شده به صورت بالا ذکر شده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

۳/۵ و طول ۷ تا ۱۱ میلی‌متر یا بلندتر، گل‌ها منفرد سفید و قیفی شکل به طول ۱۰ تا ۱۶/۵ میلی‌متر، میوه سته و به رنگ نارنجی و قطر ۳ تا ۵ میلی‌متر است (ثابتی، ۱۳۸۷). *Rhazya stricta* درختچه یا نیمه‌درختچه‌ای، برگ‌ها متناوب، کامل و بدون دمبرگ، گل‌آذین گرزن کوتاه، گل‌ها سفید یا زرد با کاسه‌ی شکافته و ۵ بخشی، درون جام کرک‌دار، ۵ پرچمی، تخمدان شامل ۲ برچه‌ی در قاعده به‌هم‌پیوسته، میوه شامل دوبرگه‌ی استوانه‌ای با سطح صاف و نوک‌تیز. نام محلی آن اشوارک است (ثابتی، ۱۳۸۷).

روش نمونه‌برداری

اندام‌های هوایی گیاهان موردبررسی شامل برگ و سرشاخه‌های تازه در دو فصل مرطوب (اسفندماه) و خشک (شهریورماه) با انتخاب تصادفی ۹ پایه‌ی گیاه از هرگونه با استفاده از برش به‌وسیله‌ی قیچی برداشت و بلافاصله با بسته‌بندی در پوش‌برگ در نیتروژن مایع قرار داده شد. در مرحله‌ی آماده‌سازی نمونه‌ها بافت گیاهی برداشت‌شده از هر سه‌پایه با یکدیگر مخلوط شد و درنهایت سه تکرار در هر فصل و در هر منطقه برای سنجش آنزیم مورداستفاده قرار گرفت (celeste varela et al., 2016). متغیرهای موردانداز‌ه‌گیری در جدول شماره‌ی (۲) شرح داده‌شده است.

جدول ۲- متغیرهای اندازه‌گیری شده و روش اندازه‌گیری

متغیر	روش
محتوای آب نسبی برگ (RWC)	اندازه‌گیری وزنی در آب مقطر (Weatherley et al., 1950).
آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان	استخراج عصاره و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز (Bominathan and Doren, 2002).
	اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز توسط دستگاه اسپکتروفتومتر[1] (مدل UV/VIS ۲۸۰۰) (Bominathan and Doren, 2002).
آسکوربات پراکسیداز	اندازه‌گیری کاهش جذب آسکوربیک اسید در اثر فعالیت آنزیم در طول موج ۲۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV/VIS ۲۸۰۰) (Bominathan and Doren, 2002).
استخراج عصاره	تولید هموژنات از بافت گیاهی در بافر اسیدکلریدریک و سانتریفوژ در دمای ۴ درجه سلسیوس. محلول رویی مورداستفاده قرار گرفت (Kang et al., 2002).
آنزیم پراکسیداز	تهیه نمونه با استفاده از بافر فسفات و اندازه‌گیری جذب نمونه بر اساس اکسیداسیون گایاکول با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل UV/VIS ۲۸۰۰) (Upadhayaya *et al.*, 1985).

[1] Spectrophotometer

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

نتایج

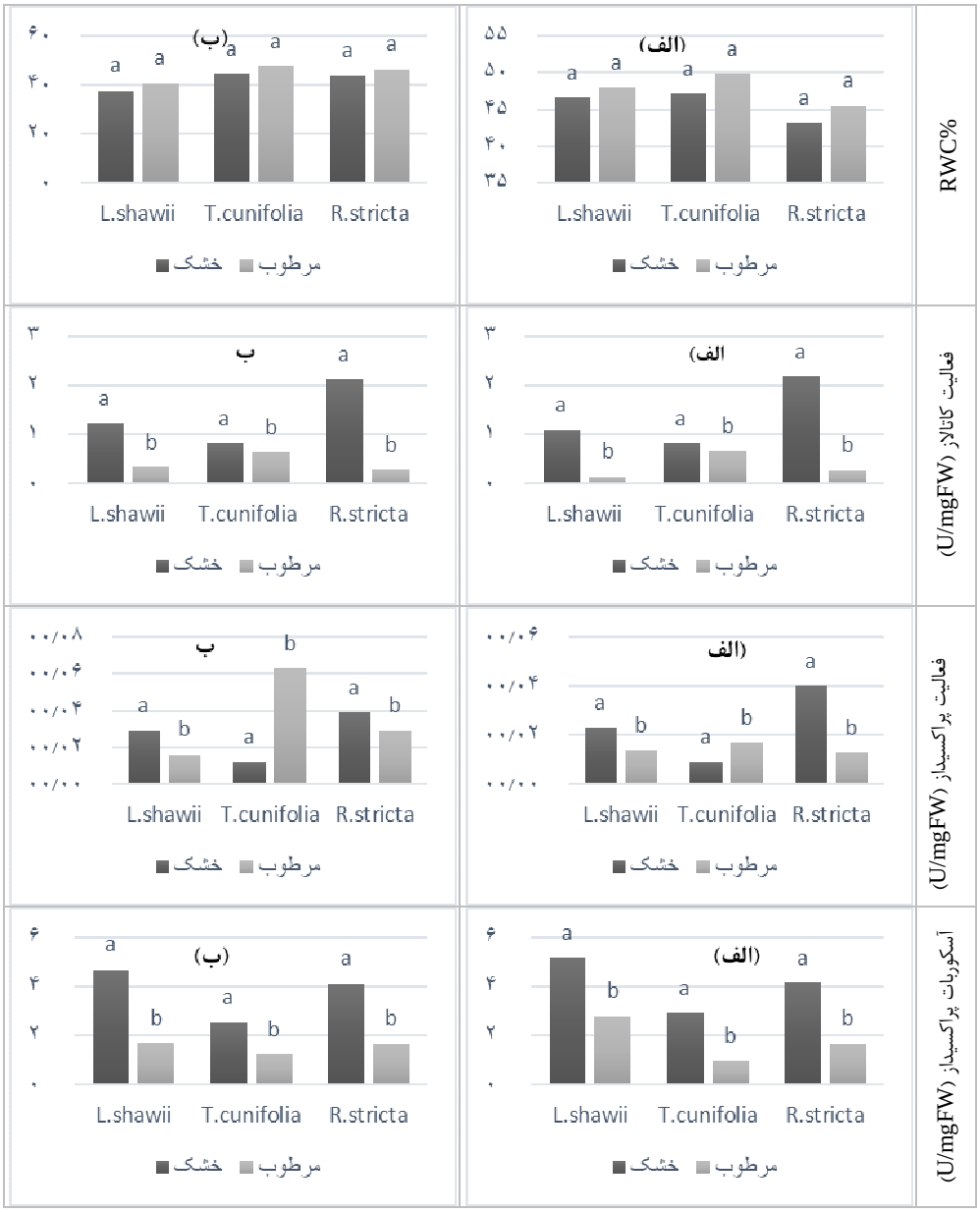
مقایسه‌ی واکنش گونه‌های موردبررسی در فصل‌های تر و خشک

تنش وارده در دوره‌ی خشکی در هر دو منطقه موردمطالعه همراه با کاهش درصد آب نسبی برگ هر سه گونه بوده است که دور از انتظار نبود؛ اما این کاهش ازنظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری در پی نداشت که نشان‌دهنده‌ی توان مقاومت و سازگاری بالای گیاهان در شرایط هر دو منطقه است.

آنالیز آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز نشان داد که در هر دو منطقه فصل خشک، منجر به افزایش فعالیت این آنزیم در گونه‌های موردمطالعه شده است و این اختلاف معنی‌دار است. این نتایج عیناً در مشاهدات مربوط به مقایسه میانگین میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز بین فصل خشک و مرطوب نیز در هر دو منطقه برای گونه‌های موردمطالعه با اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵ درصد تکرار شد.

به نظر می‌رسد معنی‌دار شدن تفاوت مشاهده‌شده در فعالیت آنزیمی در خلال فصل‌های تر و خشک و عدم معنی‌داری تفاوت محتوای نسبی آب برگ در بین فصل‌ها نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که گونه‌های موردبررسی به دلیل شرایط محیطی گرم و دوره‌ی طولانی فصل خشک ناتوان از افزایش فشار اسمزی و قدرت جذب ریشه‌ای بوده و اساساً آب چندانی برای جذب در محیط وجود ندارد لذا گیاهان موردبررسی تمام توان خود را صرف سازگاری با شرایط کم‌آبی و زنده ماندن از طریق تغییرات فعالیت آنزیمی کرده‌اند. البته لازم به توضیح است که این‌گونه سازگاری‌ها در گونه‌های مختلف تفاوت‌هایی دارد. در اینجا کیفیت تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز در گونه *T. cuneifolia* با دو گونه‌ی دیگر موردبررسی برعکس و توأم با کاهش در فصل خشک در هر دو منطقه بوده است. نتایج مربوط به مقایسات میانگین متغیرهای RWC، فعالیت آنزیم کاتالاز و فعالیت آنزیم پراکسیداز در شکل شماره‌ی (۱) نشان داده‌شده است. در تمام نمودارها «الف» مربوط به منطقه‌ی دهگین رودان و «ب» مربوط به منطقه‌ی جیرفت است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]



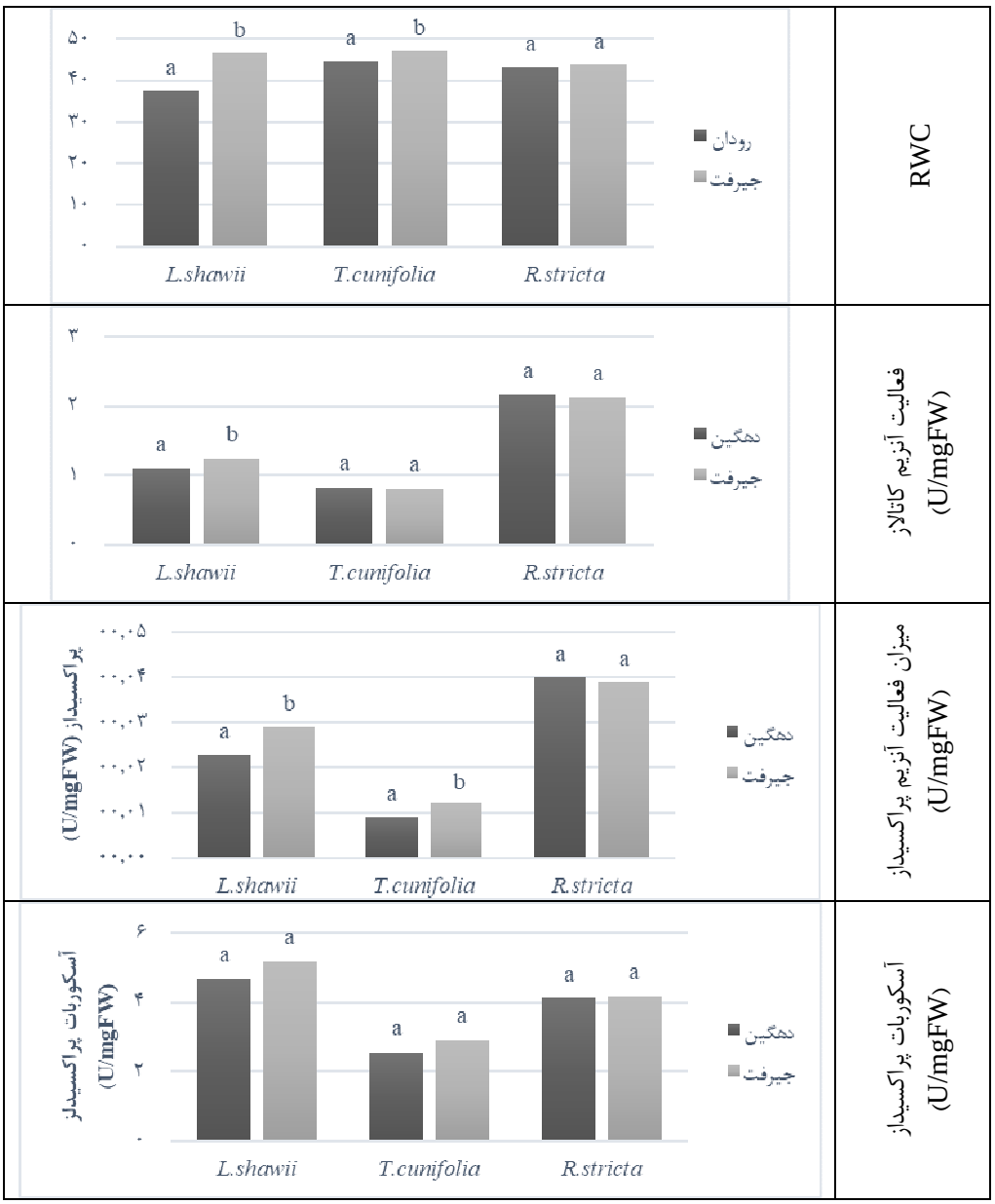
شکل ۱- تغییرات فصلی (زمانی) متغیرهای موردبررسی در منطقه‌های الف) دهگین رودان، ب) جیرفت

نتایج شکل (۱) زمانی تأثیر منطقه‌ی رویشی بـر متغیرهـای موردبررسـی مـورد آزمـون مقایسـه‌ی میانگین قرار گیرد گویاتر خواهد بود. مقادیر اندازه‌گیری شـده‌ی RWC در دو گونـه *L. shawii* و *T.*

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

cuneifolia در منطقه‌ی دهگین به‌طور معنی‌داری کمتر بوده است که نشان‌دهنده‌ی شرایط محیطی دشوارتر و محتوای آب کمتر در برگ این دو گونه است؛ اما نمونه‌های برداشت‌شده از جمعیت‌های این دو گونه بین فصل‌های خشک و تر در هر دو منطقه‌ی رویشی کاملاً پایداری خود را حفظ کرده‌اند و تفاوت معنی‌داری نداشته‌اند؛ اما مشاهدات حاصل از آنالیز نمونه‌های جمع‌آوری‌شده‌ی گونه‌ی *R. stricta* از دو منطقه نشان داد این‌گونه برخلاف دو گونه‌ی دیگر اختلاف معنی‌داری ازنظر محتوای آب نسبی برگ در دو منطقه نشان نداده است. این مسئله احتمالاً مربوط به سطح برگ بیشتر در این‌گونه است و به نظر می‌رسد نتوانسته است علیرغم بهره‌برداری دو گونه‌ی دیگر که برگ‌های کوچکی دارند، به دلیل ناتوانی از کنترل کافی تبخیر و تعرق از سطح برگ‌های بزرگ خود به افزایش محتوای نسبی آب برگ نائل شود. لازم به توضیح است که مقایسه‌ی میانگین کلیه مشاهدات بین دو منطقه‌ی نمونه‌برداری بین داده‌های حاصل از نمونه‌های فصل خشک صورت گرفته است. چراکه در فصل مرطوب گیاهان هر دو منطقه در شرایط مساعد دما و رطوبت بوده و اهداف تحقیق نیز به دنبال مقایسه‌ی چگونگی عملکرد گیاهان در برابر تنش‌های محیطی بوده است. مقایسه میانگین میزان فعالیت‌های آنزیمی کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز مربوط به فصل خشک نشان داد در نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری‌شده از گونه‌ی *R. stricta* از دو منطقه‌ی موردبررسی تفاوت معنی‌داری ازنظر فعالیت آنزیمی دیده نمی‌شود. یک فرضیه‌ی احتمالی در مورد عدم تفاوت متغیرهای موردبررسی در گونه‌ی *R. stricta* جیرفت و رودان می‌تواند نبود تنوع ژنتیکی قابل‌توجه بین جمعیت‌های این دو منطقه باشد که باعث شده است واکنش متفاوتی نداشته باشند. چگونگی و چرایی این فرضیه می‌تواند در تحقیقات بعدی موردتوجه قرار گیرد. دلیل به ذهن رسیدن این فرضیه این است که نتایج تغییرات فصلی متغیرها در این‌گونه در برخی موارد شدیدتر از دو گونه‌ی دیگر بوده است و نمی‌توان عدم تفاوت نمونه‌های دو منطقه را ناشی از عدم حساسیت کلی گونه دانست. درهرصورت لازم است با مطالعات و دقت بیشتری گونه‌ی فوق را موضوع بررسی‌ها و تحقیقات تکمیلی قرارداد. آنالیز نمونه‌های گونه‌های *L. shawii* و *T. cuneifolia* نشان داد که به این دو گونه از دو مسیر متفاوت فعالیت آنزیمی به تفاوت منطقه‌ی جغرافیایی واکنش نشان می‌دهند به طوریکه در گونه‌ی اول فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز توامان بالا بوده اما در گیاه دوم فقط فعالیت آنزیم پراکسیداز دیده می‌شود. این موضوع نشان‌دهنده‌ی حساسیت بیشتر گونه‌ی *L. shawii* است به‌گونه‌ای که تنش بیشتری داشته و فعالیت‌های آنزیمی خود را تشدید کرده است. دلیل این موضوع مورفولوژی گیاه *T. cuneifolia* است که در شرایط تنش برگ‌های کوچک خود را به‌سرعت از دست می‌دهد و فتوسنتز را از طریق ساقه‌های جوان انجام می‌دهد و به همین دلیل تنش کمتری را تجربه می‌کند و نیاز به کمتری به فعالیت آنزیمی دارد. فعالیت آسکوربات پراکسیداز در نمونه‌های دو منطقه تفاوت معنی‌داری نداشته است (شکل ۲).

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]



شکل ۱- تفاوت متغیرهای موردبررسی در نمونه‌های دو منطقه موردبررسی (مکانی) در فصل خشک

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

بحث و نتیجه‌گیری

رشد و نمو گیاهان، بستگی به‌سرعت تولید سلول‌های جدید و سرعت بزرگ شدن آن‌ها دارد. برای انجام این دو فرآیند، سلول‌ها باید در شرایط آماس مناسبی قرار داشته باشند. گیاهانی که قادرند در شرایط تنش خشکی، فشار آماس سلول‌های خود را حفظ کنند، می‌توانند به رشد طبیعی خود ادامه دهند (مصلح آرانی و همکاران، ۱۳۹۱). طبق مطالعات (Reedy et al., 2002) به‌طورمعمول گونه‌های مقاوم به خشکی در فصول با بارندگی کمتر، به دلیل سازگاری اسمزی به‌عنوان یک مکانیسم تحمل‌پذیری در برابر خشکی که باعث حفظ پتانسیل مثبت در گیاه می‌شود، کاهش زیادی درRWC نشان نمی‌دهند. به عبارتی در زمان مواجهه با خشکی، تغییرات کمی در پتانسیل آب برگ خود خواهند داشت (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه در دو منطقه موردمطالعه، هیچ‌کدام از گونه‌ها اختلاف معنی‌داری در مقدار آب نسبی گیاه‌نشان ندادند؛ می‌توان گفت که این سه گونه به‌خوبی به محیط‌های تحت تنش خشکی سازگار بوده و دارای مکانیسم تحمل به خشکی می‌باشند.

در شرایط تنش میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن از ظرفیت جاروب کردن آن‌ها توسط سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بیشتر شده و درنتیجه تنش اکسیداتیو رخ می‌دهد. برای مقابله با تنش اکسیداتیو تغییر ظرفیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی ضروری می‌باشد. اگرچه آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در خط مقدم دفاع علیه گونه‌های فعال اکسیژن عمل می‌نماید؛ اما محصول عمل آن یعنی H_2O_2 همچنان برای سلول سمی است و باید از سلول حذف شود (Laspina et al., 2005)، وظیفه‌ای که توسط آنزیم‌هایی نظیر کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات‌پراکسیداز انجام می‌شود (Sundhakar et al., 2001) افزایش تولید کاتالاز در اثر اعمال خشکی به‌صورت معنی‌داری در گیاهان و گونه‌های مقاوم به خشکی بیشتر از مقدار تولید آن در گیاهان حساس به خشکی است. این موضوع در پژوهش‌های پیشین ثابت‌شده است (Apel and Hirt, 2004). در این بررسی نیز، مقدار این آنزیم در هر سه گونه در دو منطقه مود مطالعه با اختلاف معنی‌داری افزایش یافت. این نتایج با تحقیقات جانگ (Jung, 2004) در بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه *Arabidopsis thaliana* و همچنین مطالعه گیو و همکاران (Guo et al., 2018)، در بررسی گونه *Lycium ruthenicum* مطابقت دارد. میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو گونه، *R. stricta* و *L. shawii* در هر دو منطقه با اختلاف معنی‌دار افزایش داشت. فعالیت این آنزیم در گونه *T. cuneifolia* کاهش نشان داد و همان‌طور که گفته شد این تفاوت عملکرد احتمالاً به دلیل این است که در این‌گونه فعالیت دو آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در مقایسه با آنزیم پراکسیداز نقش مؤثرتری در تجزیه پراکسید هیدروژن و کاهش خسارت اکسیداسیونی در شرایط تنش خشکی داشته است. در مطالعه‌ی حسن‌پور و نیکنام (۱۳۹۳) روی گونه‌ی پونه معطر تحت تنش کمبود آب، شرایط مشابهی ازنظر افزایش فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز همزمان با

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز مشاهده و گزارش‌شده است. از طرفی، در مطالعه‌ی گیو و همکاران (Gua et al., 2018)، در برسی گونه *L. ruthenicum* افزایش فعالیت این آنزیم (پراکسیداز) در شرایط تنش در مقایسه با شرایط غیر تنش اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نیز در هر سه گونه، در هر دو منطقه با اختلاف معنی‌داری در فصل خشک افزایش یافت که با نتایج به‌دست‌آمده توسط پیوندی و همکاران (۱۳۹۴) برای گیاه *Astragalus fridae* مطابقت دارد.

به نظر می‌رسد علیرغم رعایت حداکثر فاصله‌ی جغرافیایی بین نقاط نمونه‌برداری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دو منطقه‌ی موردبررسی کمتر از حد انتظار بوده است. بااین‌وجود نمی‌توان این موضوع را ناشی از تفاوت کم شرایط اکولوژیک بین دو رویشگاه دانست. به‌ویژه در مورد گونه‌ی *R. stricta* نبود اختلاف معنی‌دار در هیچ‌یک از متغیرهای موردبررسی می‌تواند حاصل نبود تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌های گونه در دو منطقه‌ی جغرافیایی باشد. دو گونه‌ی گیاهی دیگر به دلایل مختلف ازجمله تنوع ژنتیکی یا تفاوت شرایط محیطی فعالیت آنزیمی متفاوتی در دو منطقه نشان دادند. این موضوع توجه و تحقیقات بیشتر درزمینهٔ تنوع ژنتیکی جمعیت‌های گونه‌های گیاهی مناطق خشک و نیمه‌خشک را می‌طلبد. از سوی دیگر تفاوت ارتفاع از سطح دریا در منطقه‌ی جیرفت (۷۹۰ متر) نسبت به منطقه‌ی دهگین رودان (۵۲۰ متر) هم می‌تواند سبب‌ساز تفاوت‌های ثبت و مشاهده‌شده باشد. در این زمینه خلاصی اهوازی و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی را گزارش کردند و ممکن است در اینجا نیز چنین دلیلی وجود داشته باشد.

منابع

اسدپور، ر.، ذاکری، ا.، سلطانی‌پور، م. ا. ۱۳۹۴. بررسی برخی ویژگی‌های بوم‌شناسی گونه هرش Taverniera cuneifolia در استان هرمزگان، دومین کنگره ملی زیست‌شناسی و علوم طبیعی ایران ۱۳۹۴، تهران.

پیمانی‌فرد، ب. ۱۳۶۸. مطالعاتی پیرامون مناطق خشک بیابانی، مجموعه مقالات تحقیقات منابع طبیعی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع شماره ۵۵، ۶۷-۵۶.

پیوندی، م.، جانجانی، ن.، اربابیان، ص. ۱۳۹۴. تأثیر تنش دما بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و ساختمان تشریحی گیاه گون گچی *Astragalus fridae* Rech.f. در منطقه شمال غرب سمنان (روستای افتر). فرایند و کاربرد گیاهی، ۴ (۱۳): ۱۴۳-۱۳۳.

ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران (چاپ پنجم)، ناشر: دانشگاه یزد، ۸۸۶ ص.

جعفرپور، ا.، معتمد، ا. ۱۳۷۰. محیط بیابانی گرم. نشریه بیابان، شماره ۳۱، انتشارات مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.

جوانشیر، ک. ۱۳۶۴. اکوسیستم مناطق بیابانی، مجله زنیون، شماره ۵۵.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

حسن‌پور، ح.، نیکنام، و. ۱۳۹۳. بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاه پونه معطر (*Mentha pulegium* L.) در مرحله گلدهی، مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۳، شماره ۸، ۲۵-۳۴.

خلاصی اهوازی، ل.، حشمتی، غ.، ذوفن، پ.، اکبرلو، م. ۱۳۹۵. تأثیر عوامل محیطی بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه گیاهی *Gundelia tournefortii* (L.) در مراحل مختلف رویشی. مرتع. ۱۰ (۲) :۲۴۶-۲۳۷.

کافی، م.، کامکار، ب.، مهدوی‌دامغانی، ع. ۱۳۸۸. واکنش گیاهان زراعی به محیط رشد. ترجمه‌ی کتاب: Crop Responses to Environment، نویسنده: Anthony Elmit Hall، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۰۰ صفحه.

مصلح آرانی، ا.، احقاقی، ر.، عظیم‌زاده، ح.، زرگران، م. ۱۳۹۱. مقایسه برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی دو گونه اسکنبیل (*Calligonum persicum* و *C. stenopterum*) در شرایط طبیعی. دو فصل‌نامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۲۱(۱): ۴۴-۳۳.

مظفریان، و. ۱۳۸۸. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران (چاپ ششم)، ناشر: فرهنگ معاصر، ۷۴۰ ص.

الوانی، ف.، دیانتی تیلکی، ق.، ساداتی، ا. ۱۳۹۶. تأثیر پرایمینگ با اسیدآسکوربیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گونه*Taverniera cuneifolia* تحت تنش خشکی. مرتع. ۱۱ (۳) :۲۹۴-۳۰۵.

Apel, K., Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Plant Biology. 55: 373-399.

Boughalleb, F., Abdellaoui, R., Hadded, Z., Neffati, M. 2015. Anatomical adaptations of the desert species Stipa lagascae against drought stress. Biologia, 70(8), 1042-1052.

Bréda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E. 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. Annals of Forest Science, 63(6), 625-644.

Celeste Varela, M., Arslan, I., Reginato, M.A., Cenzano, A.M., Virginia Luna, M. 2016. Phenolic compounds as indicators of drought resistance in shrubs from Patagonian shrublands (Argentina), Plant Physiology and Biochemistry, 1-51.

Chaves, M. M., Maroco, J. P., Pereira, J. S. 2003. Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. Functional plant biology, 30(3), 239-264.

Fu, J. and Huang, B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. Environmental and Experimental Botany, 45(2), 105-114.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]

Guo, Y.Y., Yu, H.Y., Yang, M.M., Kong, D. S. Zhang, Y. J., 2018. Effect of drought stress on lipid peroxidation, osmotic adjustment and antioxidant enzyme activity of leaves and roots of Lycium ruthenicum Murr. seedling. Russian Journal of Plant Physiology, 65(2), 244-250.

He, F.L., Zhao, M., Wang, J.H., Yu, Q.S., Zhang, J.C. 2011. Response to droughty stresses and drought resistances evaluation of seed germination of four desert vegetation. Arid Land Geography, 1.

Jung, S. 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of Arabidopsis thaliana subjected to drought. Plant Science, 166: 459–466.

Kang, H.M., Saltveit, M. E. 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. Physiologia Plantarum, 115(4): 571-576.

Laspina N.V., Groppa, M.D., Tomaro, M.L., Benavides M.P. 2005. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. Plant Science, 169: 323–33

Liu, F., Andersen, M. N., Jensen, C. R. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. Field Crops Research, 85(2-3), 159-166.

Moreno, L., Bertiller, M. B., Carrera, A. L. 2010. Changes in traits of shrub canopies across an aridity gradient in northern Patagonia, Argentina. Basic and Applied Ecology, 11(8), 693-701.

Reedy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2002. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology 161: 1189-1202.

Srivalli, B., Sharma, G., Khanna-Chopra, R. 2003. Antioxidative defense system in an upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery. Physiologia Plantarum, 119(4), 503-512.

Sudhakar, C., Lakshmi, A., Giridarakumar, S. 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (Morus alba L.) under NaCl salinity. Plant Science, 161(3), 613-619.

Wang, X. S., Han, J. G. 2009. Changes of proline content, activity, and active isoforms of antioxidative enzymes in two alfalfa cultivars under salt stress. Agricultural Sciences in China, 8(4), 431-440.

Weatherley, P., 1950. Studies in the Water Relations of the Cotton Plant. I. The Field Measurement of Water Deficits in Leaves. New Phytologist. 81-97.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-03]