فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۶ ، شماره ۲۴ ، زمستان ۱۳۸۹

تغییرات فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان دو گلسنگ *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Physica dubia* (Hoffm.) Lettau در منطقه جنگلی بابل در دو فصل بهار و زمستان

مه‌لقا قربانلی[۱]*، مریم نیاکان[۱]، طناز امیرکیان[۱]

چکیده

تغییرات فصلی (زمستان و بهار) آنزیم‌های آنتی اکسیدان دو گونه‌ی گلسنگ از منطقه‌ی جنگلی بابل مورد بررسی قرار گرفته است. *Flavoparmelia caperata* از ارتفاع ۷۸۰ متری سطح دریا از منطقه جنگلی کوهستانی فیروزجا (ایران) با طول جغرافیایی E ۴۰' ۵۲° و عرض جغرافیایی N ۰۵' ۳۶° و *Physica dubia* از ارتفاع ۲۲۰ متری سطح دریا از منطقه‌ی جنگلی درون کلای شرقی (ایران) با طول جغرافیایی E ۴۳' ۵۲° و عرض جغرافیایی N ۲۱' ۳۶° بطور تصادفی جمع‌آوری شده است. در این مطالعه فصل بهار و زمستان به عنوان تنش در نظر گرفته شد و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی آن‌ها بررسی شد. نتایج بدست آمده از داده‌ها نشان داد که در هر دو گونه‌ی گلسنگ فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز در زمستان به شکل معنی‌داری بیش‌تر از بهار است. ولی فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در بهار به صورت معنی‌داری بیش‌تر از زمستان است. برتری این آنزیم در بهار در هر دو گونه گلسنگ دیده شده است. نتایج نشان می‌دهد سازگاری فصلی در گلسنگ‌ها به تغییرات آنزیم‌های آنتی اکسیدانی آن‌ها وابسته است.

کلمه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، فصل بهار و زمستان، *Flavoparmelia caperata , Physica dubia*

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گروه زیست‌شناسی، گرگان، ایران.
* مسئول مکاتبه. (mghorbanli@gorganiau.ir)

تاریخ دریافت : تابستان ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش : تابستان ۱۳۸۸

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گلسنگ‌ها دارای زندگی همزیستی بین میکوبیونت[1] هتروتروفیک و فوتوبیونت[2] اتوتروفیک هستند. متابولیسم فعال در هر زمانی از سال هنگامی که رطوبت هوا، شبنم یا باران به اندازه کافی برای هیدراسیون وجود داشته باشد ادامه می‌یابد، همچنین در عرض جغرافیایی معتدل شمالی گلسنگ‌ها با سازگاری فصلی می‌توانند فتوسنتز کنند و حتی در مدت فصل سرد نیز به رشد خود ادامه دهند (Lange, 2003)، ولی گیاهان عالی به صورت کمون باقی می‌مانند (Oquist & Hunter, 2003).

پراکندگی گلسنگ‌ها با افزایش عرض جغرافیایی افزایش می‌یابد (Longton, 1988)، مطابق با افزایش فصلی آن‌ها که در ارتباط با نور و دما است. این خصوصیات پیشنهاد می‌کند که گلسنگ‌ها از دما و رطوبت در شدت‌های مختلف نوری استفاده می‌کنند. اما آن‌ها ارگانیسم‌های بسیار انعطاف‌پذیری نیز هستند که به صورت مداوم به چرخه سازگاری هر ساله خود بر می‌گردند (Schofield *et al.,* 2003). انواع مختلف سازگاری فصلی در گلسنگ گزارش شده است (Mackenzie *et al.,* 2004) اما در کل سازگاری گلسنگ‌ها به صورت کامل مطالعه نشده است، سازگاری به وسیله‌ی میکوبیونت یا فوتوبیونت رخ می‌دهد. مطالعه‌های اخیر سازگاری میکوبیونت را نشان می‌دهد. برای مثال UV-B سبب سنتز قارچ گلسنگ و تولید رنگیزه‌های قشری مثل ترکیبات ملانیک (Nybakken *et al.,* 2004) و پاریتین می‌شود (Solhaug *et al.,* 2003).

در مقایسه با گیاهان عالی گلسنگ‌ها به دلیل اینکه قادر به همانندسازی مقدار مشخصی از کربن در پاییز و زمستان هستند در زمستان در دوره‌ای که نور شدید است، در معرض تنش اکسیداتیو کم‌تری قرار می‌گیرند (Lange, 2003). بنابراین گلسنگ‌ها نیاز به سازگاری فتوسنتزی کم‌تری در مقایسه با گیاهان دیگر در برابر نور اضافی در فصل‌های سرد دارند (Vrablikova *et al.,* 2006).

فیزیولوژی گلسنگ تحت تأثیر فاکتورهای میکروکلیما و ماکروکلیما است. رطوبت هوا و بارندگی دو منبع اصلی تأمین کننده‌ی آب برای این ارگانیسم‌ها است (Barkman, 1958).

در سال‌های اخیر مطالعه‌های زیادی نقش فاکتورهای آب و هوایی را در ارتباط بین فیزیولوژی گلسنگ و پراکندگی آن اشاره می‌کند (Brunialti & Giordani, 2003). هنگامی که گیاهی در معرض دمای پایین قرار می‌گیرد بسیاری از تغییرات در پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه رخ می‌دهد. تغییرات سطوح فعالیت آنزیم در مسیرهای متابولیتی سبب تجمع کربوهیدرات‌ها و آمینواسیدها و پروتیین‌های محلول می‌شود (Apostolova &Yaneva, 2006).

فعالیت پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در گیاهان در فصل زمستان افزایش نشان می‌دهد. این آنزیم‌ها با آمدن فصل بهار کاهش می‌یابند. این تغییر نقش دفاعی این آنزیم‌ها را در مقاومت به یخزدگی نشان می‌دهد، تغییرات در فعالیت آنزیم‌ها نشان دهنده‌ی پایان نهفتگی و آغاز رشد است (Citadin *et al.,* 2001). هم سیستم آنزیمی و هم سیستم غیرآنزیمی در دفاع گیاهان در برابر سمیت

۱- همزیست قارچی

۲- همزیست نوری

Archive of SID

www.SID.ir

اکسیژن نقش دارد (Pastori & Foyer, 2002). سیستم آنزیمی شامل یک سری از آنزیم‌ها مانند سوپر اکسیددیسموتاز (SOD)، پراکسیداز (POX) و کاتالاز (CAT) است درحالی که سیستم غیر آنزیمی شامل مقداری از آنتی اکسیدانت‌ها مثل آسکوربات، کاروتنوئیدها و پرولین است (Prasad, 1996).

خواص آنتی اکسیدانی گلسنگ‌ها به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته است و اطلاعات کمی در مورد فعالیت آنتی اکسیدانی آن‌ها گزارش شده است (Ozen& Kinalioglu, 2008). گلسنگ‌ها مقدار بسیار زیادی متابولیت‌های ثانویه تولید می‌کنند که نقش زیستی این مواد هنوز مشخص نشده است، اگرچه گاهی آن‌ها دارای عملکرد دفاعی برای گلسنگ‌ها می‌باشند(Ozen & Kinalioglu, 2008).

در این مطالعه تغییرات آنزیم‌های آنتی اکسیدان دو گونه‌ی گلسنگ را در فصل‌های زمستان و بهار بررسی و نقش آن‌ها را در سازگاری فصلی گلسنگ‌ها بیان می‌کنیم.

مواد و روش‌ها

Flavoparmelia caperata را از ارتفاع ۷۸۰ متری سطح دریا با شیب ۲۸٪ از منطقه‌ی جنگلی کوهستانی فیروزجا، جنوب غربی بابل (شمال ایران) و با عرض جغرافیایی N ۰۵' ۳۶° و طول جغرافیایی E ۴۰' ۵۲° بطور تصادفی از روی درختان به، توت جمع آوری و *physcia dubia* را از ارتفاع ۲۲۰ متری سطح دریا با شیب ۱٪ از منطقه‌ی جنگلی درون کلای شرقی، جنوب شرقی بابل (شمال ایران) و با عرض جغرافیایی N ۲۱' ۳۶° و طول جغرافیایی E ۴۳' ۵۲° بطور تصادفی از روی درختان افرا چناری جمع‌آوری شد. هر دو گونه‌ی گلسنگ را از این دو ارتفاع مختلف در فصل زمستان و بهار جمع‌آوری کردیم و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی آن‌ها با هم مقایسه شد.

تهیه عصاره آنزیمی (Korori, 1989)

یک گرم نمونه با ۴ میلی‌لیتر محلول عصاره‌گیری (۱/۲ گرم تریس، ۲ گرم اسید آسکوربیک، ۳/۸ گرم بوراکس، ۲ گرم $EDTANa_2$ و ۱۶/۶ گرم پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در یک لیتر) به مدت ۳۰ دقیقه همگن شد. قرار دادن محلول به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ نمودن محلول به مدت نیم ساعت با دور ۴۰۰g.

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (Korori, 1989)

با مخلوط کردن ۲ml بافر استات ۰/۲ مولار در pH ۵ با ۰/۴ ml آب اکسیژنه ۳٪ و ۰/۲ ml بنزیدین محلول در الکل ۵۰ درجه ۰/۰۱ M و سپس اضافه کردن ۰/۱ ml عصاره آنزیمی به مخلوط، جذب نوری در طول موج ۵۳۰ nm در مقابل شاهد خوانده شد، فعالیت آنزیم بر حسب $OD\text{min}^{-1}\ \text{g}^{-1}\ FW$ محاسبه شد، همه‌ی مراحل سنجش آنزیم در ظرف یخ انجام گرفت.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (Chance & Maehly, 1955)

۲/۵ ml بافر فسفات ۰/۰۵ M با ۰/۲ ml آب اکسیژنه ۳٪ مخلوط شد و ۰/۲ ml عصاره آنزیمی به آن اضافه و جذب نوری در ۲۴۰ nm خوانده شد (همه‌ی مراحل در ظرف یخ انجام شد).

فعالیت آنزیم بر حسب $OD\text{min}^{-1}\ \text{g}^{-1}\ FW$ محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

سنجش فعالیت آنزیمی پلی فنل اکسیداز (Manoranjan & Bandhumishra, 1975)

برای انجام این آزمایش ml ۱/۵ بافر فسفات ۰/۲M با pH ۷/۶ با ml ۰/۴ پیروگالول M ۰/۰۲ و ml۰/۱ عصاره‌ی آنزیمی مخلوط و در بن ماری ۲۸°C به مدت ۳ دقیقه قرار گرفت و سپس تغییرات جذب در طول موجب nm ۴۳۰ خوانده شد. فعالیت آنزیم برحسب $OD\text{min}^{-1}\ \text{g}^{-1}\ FW$ محاسبه شد.

سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیدازی (Arrigoni *et al.*, 1992)

در این سنجش ml۲ بافرفسفات M ۰/۰۵ با pH ۶/۵ را با ml ۰/۲ آب اکسیژنه ۳٪ و ml ۰/۲ آسکوربات ۵۰ میکرومولار در حمام یخ مخلوط کرده و بعد ml ۰/۱ عصار آنزیمی به آن اضافه شد. سپس تغییرات جذب در nm ۲۶۵ خوانده شد. فعالیت آنزیم برحسب $OD\text{min}^{-1}\ \text{g}^{-1}\ FW$ محاسبه شد.

آنالیز آماری

آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمونT انجام پذیرفت و نمودار با نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج

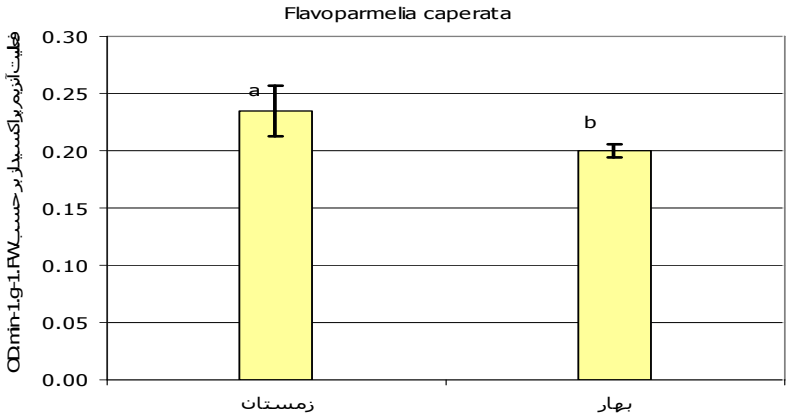
نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در گلسنگ *Flavoparmelia caperata* فعالیت آنزیم پراکسیداز در فصل زمستان به صورت معنی‌داری (در سطح ۰/۰۵) بیش‌تر از بهار است. فعالیت این آنزیم در گلسنگ *Physcia dubia* نیز در زمستان به شکل معنی‌داری و در سطح ۰/۰۵ نسبت به بهار بیش‌تر است (نمودارهای ۱ و ۵).

در گلسنگ *Flavoparmelia caperata* فعالیت آنزیم کاتالاز در فصل زمستان به صورت معنی‌داری (در سطح ۰/۰۵) بیش‌تر از بهار است. فعالیت این آنزیم در گلسنگ *Physcia dubia* نیز در زمستان به شکل معنی‌داری و در سطح ۰/۰۵ نسبت به بهار بیش‌تر است (نمودارهای ۲ و ۶).

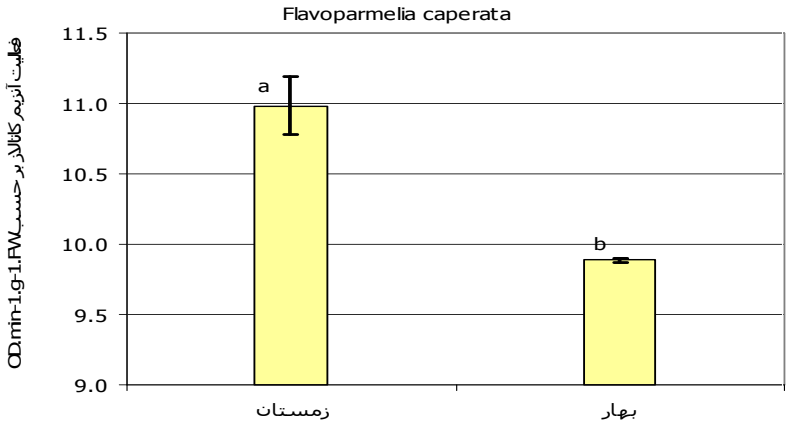
در گلسنگ *Flavoparmelia caperata* فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در فصل زمستان به صورت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ کم‌تر از بهار است. فعالیت این آنزیم در گلسنگ *Physcia dubia* نیز در زمستان به شکل معنی‌داری و در سطح ۰/۰۵ نسبت به بهار کم‌تر است (نمودارهای ۳ و۷). فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در *Flavoparmelia caperata* در فصل زمستان به صورت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ بیش‌تر از بهار است. فعالیت این آنزیم در *Physcia dubia* نیز در زمستان به شکل معنی‌داری و در سطح ۰/۰۵ نسبت به بهار بیش‌تر است (نمودارهای ۴ و ۸).

Archive of SID

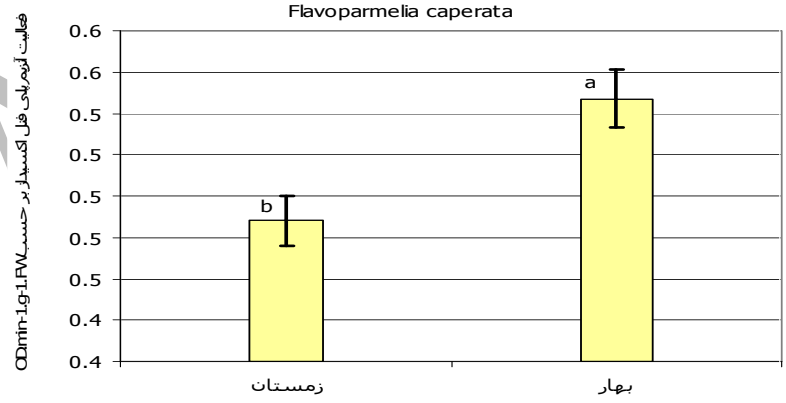
www.SID.ir



شکل ۱- میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو فصل مختلف سال

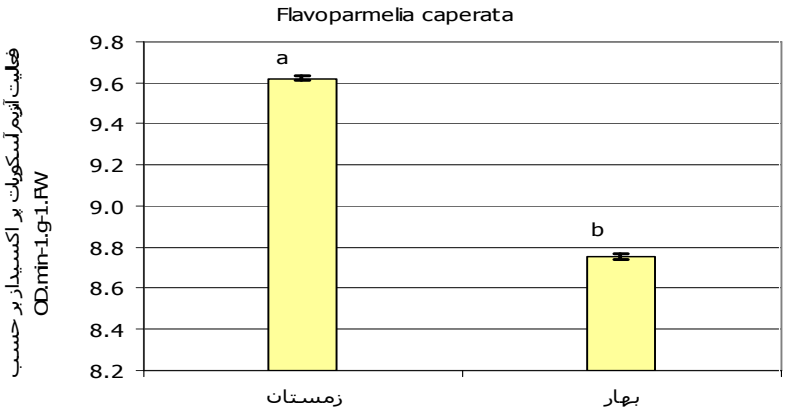


شکل ۲- میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در دو فصل مختلف سال

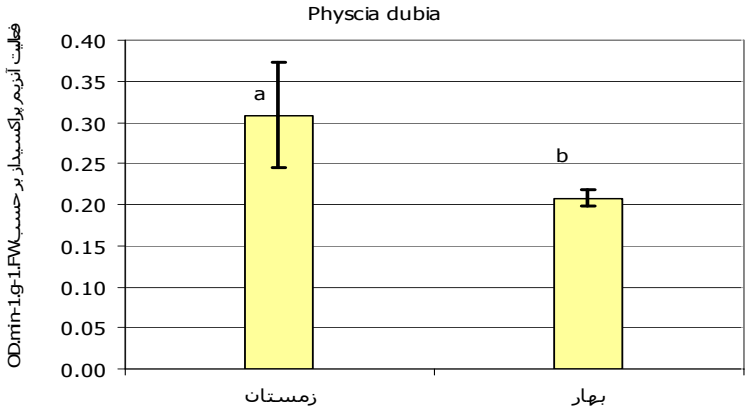


شکل ۳- میانگین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در دو فصل مختلف سال

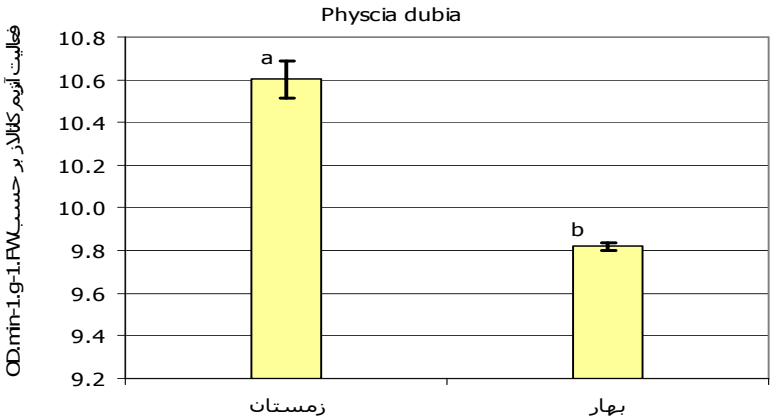
www.SID.ir



شکل ٤- میانگین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در دو فصل مختلف سال

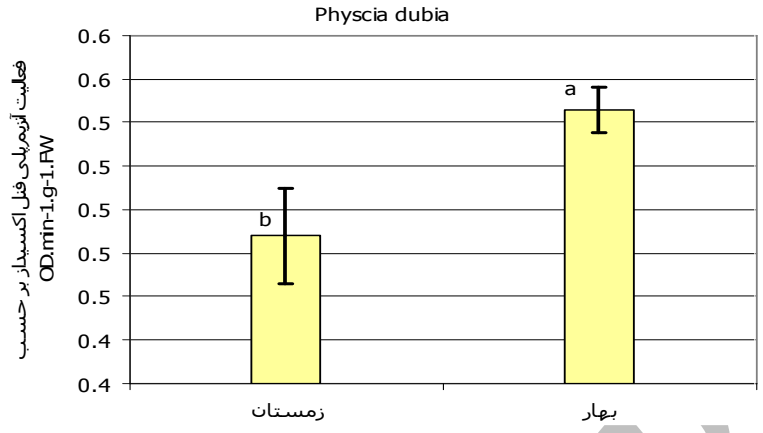


شکل ٥- میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در دو فصل مختلف سال

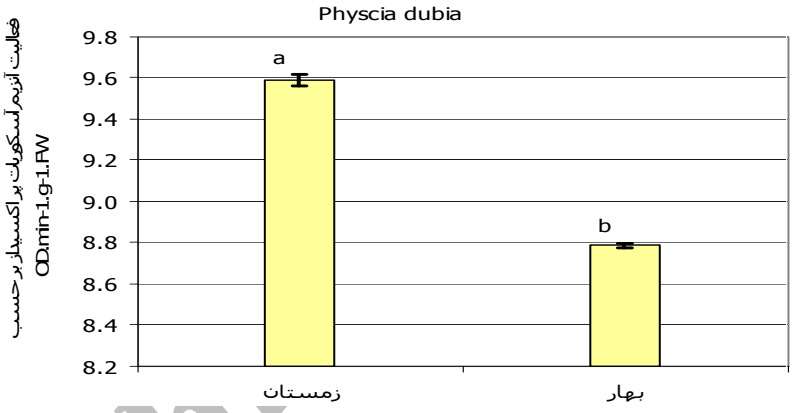


شکل ٦- میانگین فعالیت آنزیم کاتالاز در دو فصل مختلف سال

www.SID.ir



شکل ۷- میانگین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در دو فصل مختلف سال



شکل ۸- میانگین فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در دو فصل مختلف سال

بحث

در فصل زمستان دمای پایین (سرما و یخزدگی) تأثیر شدیدی را روی گیاهان دارد و سبب تغییرات بسیاری در پارامترهای بیوشیمیایی و فیزیولوژی گیاه می‌شود (Apostolova &Yaneva, 2006). دمای پایین سبب تولید گونه‌ی اکسیژن واکنشگر می‌شود که تخریب لیپیدها و پروتیین‌ها را به دنبال دارد (Sattler *et al.*, 2000). برای کاهش اثرات ROS گیاهان از آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند پراکسیداز، پلی- فنل اکسیداز، کاتالاز، آسکوربات پر اکسیداز استفاده می‌کنند. پراکسیدازهای دیواره‌ی سلولی با پاتوژن‌های عفونت القاء می‌شوند و نقش مهمی را در بلند شدن دیواره سلولی در مدت برهمکنش‌هایی با حساسیت بالا را دارند پراکسیدازها در واکنش‌های دفاعی در برابر H_2O_2 نقش دارند (Lamb & Dixon, 1997). همچنین مشخص شده است که آنزیم پراکسیداز در گلسنگ *Ramalina lacera* به عنوان جارو کننده پراکسید هیدروژن عمل می‌کند(Weissman *et al.*, 2005).

Archive of SID
www.SID.ir

فعالیت آنزیم پراکسیداز در ارگانل‌هایی که در فصل زمستان وجود داشتند با آمدن بهار کاهش یافته است. این تغییر نقش دفاعی این آنزیم را در مقاومت به یخزدگی نشان می‌دهد (Citadin *et al.,* 2001). در گلسنگ *Flavoparmelia caperata* که در ارتفاع بالا وجود دارد فعالیت آنزیم پراکسیداز در فصل زمستان نسبت به فصل بهار برتری معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ دارد. در گلسنگ *Physcia* نیز این تفاوت در زمستان نسبت به بهار وجود دارد، که با مطالعه‌های بالا برابری دارد.

کاتالاز یک آنزیم اصلی برای تخریب پراکسید هیدروژن است. این آنزیم غلظت پراکسید هیدروژن را در برگ‌های جو در هنگام سرما و یخزدگی کنترل می‌کند و مقدار این آنزیم در زمستان افزایش می‌یابد (Baek *et al.,* 2000). که این مسئله با پژوهش حاضر همخوانی دارد به علت این‌که آنزیم کاتالاز در زمستان نسبت به بهار در هر دو گونه‌ی گلسنگ بطور معنی‌داری فعالیت بیش‌تری داشته است. همچنین آنزیم کاتالاز در گلسنگ *Ramalina lacera* در برهمکنش با H_2O_2 به ترکیبات غیر فعال تبدیل می‌شود (Weissman *et al.,* 2005). در گلسنگ *Flavoparmelia caperata* و گلسنگ *Physcia dubia* فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در زمستان کم‌تر از بهار است در صورتی‌که در تحقیقات قبلی آنزیم پلی فنل اکسیداز مانند پراکسیدازها در ارگانل‌هایی که در زمستان وجود داشتند فعالیت معنی‌داری داشته است (Szalay *et al.,* 2005). بیش‌ترین فعالیت پلی فنل اکسیداز در جوانه‌ی ریشه آلو در آبان مشاهده شد و در اواخر دی به کم‌ترین مقدار خود رسید و دوباره در بهمن افزایش یافت (Szecsko *et al.,* 2002). تحقیقات دیگر برتری فعالیت پلی فنل اکسیداز را در ارگانل‌هایی که در زمستان وجود داشتند را نشان می‌دهد که با این پژوهش تفاوت دارد (Szalay *et al.,* 2005) .

آسکوربات پراکسیداز نیز جز سیستم آنزیمی گیاه است که از آن در برابر تنش محیطی مثل دمای پایین در زمستان حفاظت می‌کند. آسکوربات پراکسیداز در رفع سمیت H_2O_2 نقش دارد این آنزیم سبب افزایش مقاومت در برابر یخزدگی می‌شود (Asada, 1997)، مثلاً در برگ‌های جو که در برابرسرمای زمستان قرار می‌گیرند، فعالیت این آنزیم افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ی ما نیز در دو گونه‌ی گلسنگ *Flavoparmelia caperata* و *Physcia dubia* فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در زمستان به صورت معنی‌داری از بهار بیش‌تر است، بنابراین با پژوهش حاضر همخوانی دارد.

منابع

Apostolova,P. and I.Yaneva. 2006. Antioxidative defence in winter wheat plants during early cold acclimation. Plant Physiology, Special Issue: 101-108.

Arrigoni,O., L.Degara, and F.Tommasi. 1992. Changes in ascorbate system during seed development of *Vicia faba* L. Plant Physiol 99:235-238.

Asada,K. 1997. The role of ascorbate peroxidase and monodehydroascorbate reductase in H2O2 scavenging in plants; in oxidative Stress and the molecular biology of antioxidant defense, Scandalios, J.G. (ed), Cold Spring Harbor Lab. Press, Cold Spring Harbor, NY pp. 785-813.

Archive of SID

www.SID.ir

Baek,S.H., I.S.Kwon, T.I.Park, S.J.Yun, J.K.Kim, and K.G.Choi. 2000. Activities and Isozyme Profile of Antioxidant Enzymes in Intercellular Compartment of Overwintering Barley Leaves. Journal of Biochemistry and molecular Biology 33, 385-390.

Barkman,J.J. 1958. Phytosociology and ecology of Cryptogamic Epiphytes. Van Gorcum, Assen.

Brunialti,G. and P.Giordani. 2003. Variability of lichen diversity in a climatically heterogeneous area (Liguria, NW Italy). Lichenologist 35: 55-69.

Chance,B. and C.Maehly. 1955. Assay of catalase and peroxidase. Methods Enzymol. 11:764-755.

Citadin,I., M.C.B.Raseira, F.Augustin, F.Herter, A.D.Campos, and C.A.P.Silveira. 2001. Relation of peroxidase, 6-phosphoglucinolate dehydrogenase, phosphoglucoisomerase with endodormancy phase in peach. Abstract, 5th international Peach Symposium, July 8-11, 2001. Davis, California.

Korori,S.A.A. 1989. Gel elektrophorestische and spectral photometris choe unter zomein der temperature auf straktur and aktrits der amylase und peroxidase isoenzyme, Physiol veg. 20:15-23.

Lamb,C. and R.A.Dixon. 1997. Oxidative burst in plant disease resistance. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 48, 251-275.

Lange,O.L. 2003. Photosysnthetic productivity of the epilithic lichen *Lecanora muralis*: long-term field monitoring of CO2 exchange and its physiological interpretation II. Diel and seasonal patterns of net photosynthesis and respiration, Flora 198, 55-70.

Longton,R.E. 1988. Biology of polar Bryophyte and Lichens, Cambridge University Press, Cambridge.

Mackenzie,T.B.D., J.Johnson, and D.A.Campbell. 2004. Environmental change provokes rapid macromolecular reallocation within the photosynthetic system in a static population of photobionts in the lichen *Lobaria pulmonaria*, Lichenologist 36, 425-433.

Manoranjan,K. and D.Bandhumishra. 1975. Catalase, peroxidase and polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. Plant Biochemistry and Enzymology 57, P: 315-319.

Nybakken,L., K.A.Solhaug, W.Bilger, and Y.Gauslaa. 2004. The lichen *Xanthoria elegans* and *Cetraria islandica* maintain a high protection against UV-B radiation in Arctic habitats, Oecologia 140, 211-216.

Oquist,G. and N.P.A.Hunter. 2003. Photosysnthesis of overwintering evergreen plants, Annu. Rev. Plant Biol 54, 329-355.

Ozen,T. and K.Kinalioglu. 2008. Determination of antioxidant activity of various extracts of *Parmelia saxatilis***.** Biologia 63/2: 211-216.

Archive of SID

www.SID.ir

Pastori,G.M. and C.H.Foyer. 2002. Common components, networks, and pathways of cross tolerance to stress. The central role of "redox" and abscisic acid- mediated controls, Plant Physiol., 129, 460-468.

Prasad,T.K. 1996. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system, oxidation of proteins and lipids, and protease activities, Plant J., 10, 1017-1026.

Sattler,U., P.Calsou, S.Boiteux, and B.Salles. 2000. Detection of oxidative base DNA damage by a new biochemical assay, Arch. Biochem. Biochem. Biophys., 376, 26-33.

Schofield,S.C., D.A.Campbell, C.Funk, and T.D.B.Makenzie. 2003. Changes in macromolecular allocation in nondividing algal symbionts allow for photosynthetic acclimation in lichen *Lobaria pulmonaria,* New Phytol 159, 709-718.

Solhaug,K.A., Y.Gauslaa, L.Nybakken, and W.Bilger. 2003. UV-induction of sun-screening pigments in lichen, New Phytol 158, 91-100.

Szalay,L., A.Hegedus, and E.Stefanovits-Banyai. 2005. Presumable protective role of peroxidase and polyphenol oxidase enzymes against freezing stress in peach (*Prunus persica*/ L./Batsch). Acta Biologica Szegediensis 49(1-2): 121-122.

Szecsko,V., K.Hrotko, and E.S.Banyai. 2002. Seasonal variability in phenol content, peroxidase and polyphenoloxidase enzyme activity during the dormant season in plum rootstocks. Plant Physiology 46(3-4): 211-212.

Vrablikova,H., M.Bartak, and A.Wonisch. 2006. Changes in glutathione and xanthophyll cycle pigments in high light-stressed lichens *Umbilicaria antarctica* and *Lasallia pustulata*, J. Photochem. Photobiol. B 79, 35-41.

Wang,S.H., H.J.Jiao, and M.Faust. 1991. Changes the activity of catalase, peroxidase, and polyphenol oxidase in apple buds during bud break induced by thidiazuron. J. Plant Growth Regul 10: 33-39.

Weissman,L., J.Garty, and A.Hochman. 2005. Characterization of enzymatic antioxidants in the lichen *Ramalina lacera* and their response to rehydration. Appl. Environ. Microbiol 71/11: 6508-6514.

Archive of SID

www.SID.ir