جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

تاثیر آلودگی هوا بر روی پراکسیداسیون غشاء و فعالیت آنزیمی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز) در اسطوخودوس و برگ نو در تهران

مه‌لقا قربانلی [۱] *، اعظم منفرد [۲]، غلامرضا بخشی‌خانیکی [۲]، کبری یزدانی [۳]

چکیده

مناطق آلوده و پاک تهران با استفاده از اطلاعات سازمان محیط زیست و اداره کنترل کیفیت هوا تعیین شد. در این تحقیق منطقه‌ی ۱۲ (بازار) به عنوان منطقه‌ی آلوده و منطقه ۱ (نیاوران) به عنوان منطقه پاک انتخاب شد.

برای انجام این تحقیق دو گونه‌ی گیاهی اسطوخودوس (*lavandula officinalis* Chaix.) و برگ نو (*ligustrum vulgare* L.) کاشته شده در حاشیه خیابان‌های مناطق آلوده و پاک تهران انتخاب شد.

تحقیق حاضر نشان می‌دهد که آلودگی هوا موجب افزایش معنی‌دار پراکسیداسیون غشاء (غلظت مالون د آلدیید) می‌شود.

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز) در درجات مختلفی در مناطق آلوده نسبت به مناطق پاک افزایش یافته است.

کلمه‌های کلیدی: آلودگی هوا - پراکسیداسیون غشاء سلولی - مالون دآلدیید - آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان – گیاه.

۱- گروه زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان. (مسئول مکاتبه) (E.Mail:Ghorbanli@Yahoo.Com)
۲- استادیار دانشگاه پیام نور واحد مرکز.
۳- کارشناس ارشد علوم گیاهی دانشگاه پیام نور.

تاریخ دریافت : پاییز ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش : زمستان ۱۳۸۷

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مقدمه

آلودگی هوا یک معضل اجتماعی است که ابتدا از فعالیت‌های انسان ایجاد می‌شود و اثرات مضری بر سلامتی و آسودگی اجتماعی دارد. بررسی‌های آلودگی هوا ماهیتی چند گانه دارند و مطالب کاملاً گسترده‌ای را در زمینه‌های علوم اجتماعی، فیزیک، حقوق و گیاه شناسی در بر می‌گیرد. در این میان گیاهان به عنوان موجودات غیر متحرک در مقایسه با جانوران و انسان بیش‌تر در معرض آلودگی‌های محیطی هستند به همین دلیل آن‌ها را می‌توان به عنوان شاخص‌های زیستی برای مواد سمی مختلف مورد استفاده قرار داد. شهر تهران بنا بر موقعیت جغرافیایی خاص دارای هوایی آلوده می‌باشد به طوری که می‌توان تهران را یکی از شهرهای بزرگ و آلوده دنیا دانست.

مقدار حساسیت گیاه و آسیب وارد شده به غشاء با اندازه‌گیری محتوای مالون‌دی‌آلدیید (MDA) که حاصل قرار گرفتن اسیدهای چرب غیر اشباع در معرض تنش است مشخص می‌شود. افزایش تنش با ایجاد تغییر در اسیدهای چرب غیر اشباع بر ساختار و ویژگی‌های غشاء سلولی اثر گذاشته و موجب ایجاد رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپیدهای و افزایش نفوذپذیری و تراوایی غشاء سلولی و در نتیجه تراوش اسمولیت‌ها در گیاهان حساس می‌شود. اسیدهای چرب غیر اشباع مرکب (PUFA) اعضای اصلی ترکیبات لیپیدی مستعد برای پراکسیداسیون و تنزل هستند. گونه‌های فعال اکسیژن می‌توانند با PUFA واکنش دهند و رادیکال‌های پروکسی لیپیدی، دینس مرکب و ترینس مرکب را به وجود آورند. پراکسیداسیون لیپیدها هم‌چنین می‌تواند تحریک فعالیت آنزیمی لیپو اکسیژناز (LOX) را شروع کند. LOX اکسیژن مولکولی را با لینولییک و لینولنیک اسید برای تشکیل هیدروپروکسیدهای لیپیدی ترکیب می‌کند (Elkahoui & All, 2005).

محتوای مالون‌دی‌آلدیید در برخی گونه‌های گیاهی از قبیل برخی گونه‌های حساس برنج با افزایش شوری افزایش یافت. تنش شوری هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری را در محتوای مالون‌دی‌آلدیید ریشه‌ی گونه‌ی هالوفیت Crithmum maritimum القا نکرده و سبب کاهش محتوای آن در اندام هوایی این گیاه شد. این می‌تواند نشان دهنده‌ی مقاوم بودن گیاه در برابر تنش باشد (Ben Amor & All, 2005).

پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی که نتیجه‌ی اثرات رادیکال‌های آزاد هستند نشان دهنده‌ی آسیب تنش در سطح سلولی می‌باشد. بنابراین محتوای MDA حاصل از پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی، بیش‌تر به عنوان یک شاخص برای آسیب اکسیداتیو به کار می‌رود (Demiral & Turkan, 2005).

تنش‌های زنده و غیر زنده سبب افزایش میزان رادیکال‌های آزاد از جمله اکسیژن‌های واکنش‌گر فعال می‌شوند که تمامی رادیکال‌های آزاد اثرات مخرب روی مولکول‌های آلی دارند و عوارض خطرناکی را ایجاد می‌کنند. گیاهان

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

در برابر این رادیکال‌های آزاد دارای مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی هستند (Zhu, 2001). هم‌چنین در اثر آلودگی هوا میزان فعالیت آنزیمی کاتالاز در مناطق آلوده نسبت به مناطق پاک افزایش یافته است (باکند، ۱۳۸۵).

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر آلودگی هوا (مجموعه‌ای از همه‌ی آلاینده‌ها به طور همزمان) روی صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و آناتومیکی گیاهان به ویژه ساختار اندام‌های هوایی در مکان‌های آلوده نسبت به مکان‌های پاک می‌باشد.

این تحقیق می‌تواند کمکی برای شناسایی گیاهان مقاوم‌تر به آلودگی هوا باشد که با گسترش کاشت آن‌ها در تصفیه هوای آلوده شهر مؤثر است. در این‌جا چون دو گیاه برگ نو و اسطوخودوس به شکل گسترده‌ای در سطح شهر کاشته شده‌اند لازم بود که میزان آسیب‌پذیری و یا مقاومت آن‌ها تعیین شود.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری

نمونه‌های گیاهی برای انجام هر کدام ازآزمایش‌ها به طور همزمان در یک روز از هر دو منطقه در دو فصل پاییز و بهار به طور کاملاً تصادفی از چهار گیاه کنار خیابان انتخاب و از هر کدام ۴ نمونه برگ و ساقه از قسمت‌های میانی و شاخه‌های هرس نشده برداشت شد.

استخراج پروتیین

یک گرم بافت تر در یک هاون چینی محتوی ۵ میلی‌لیتر بافر تریس، HCl ۵٪ مولار و Ph=۷/۵ مدت ۳۰ دقیقه کاملاً ساییده می‌شود، همگنای حاصل به لوله سانتریفوژ منتقل شده پس از ۱۰ دقیقه سکون مدت ۲۰ دقیقه در ۱۳۰۰۰ دور و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با استفاده از سانتریفوژ یخچال‌دار، سانتریفوژ می‌شود (Sudhake & All, 2001). در پایان مرحله سانتریفوژ لوله‌ها به آرامی از دستگاه سانتریفوژ خارج و محلول رویی از چند لایه پارچه عبور داده می‌شود و در چند ویال کوچک توزیع می‌شود. عصاره‌های پروتیینی برای سنجش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید، دسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز ویلی فنل اکسیداز به کار می‌رود.

روش سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز

پس از آماده‌سازی عصاره‌ی پروتیینی برای سنجش فعالیت سینتیکی آنزیم پراکسیداز معرف زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

بافر تریس PH =۷	۱۰۰ میلی‌مولار
آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار	پیرو گالل ۱۰ میلی‌مولار

۲/۵ میلی‌لیتر از مواد بالا را در حمام یخ با ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی مخلوط و منحنی تغییرات جذب در طول موج ۴۲۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر خوانده می‌شود. فعالیت آنزیمی بر حسب واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتیین محاسبه می‌شود (Mishra & kar, 1976).

روش سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز

پس از آماده‌سازی عصاره‌های پروتیینی، برای سنجش فعالیت سنتیکی‌آنزیم‌کاتالاز، معرف زیر مورد استفاده قرار گرفت:

بافر تریس PH =۷	۵۰ میلی‌مولار	۲/۵ میلی‌لیتر
آب اکسیژنه V/V	٪۳	۰/۳ میلی‌لیتر

مواد بالا را در حمام یخ با یکدیگر مخلوط کرده بلافاصله ۶۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به آن افزوده شد. تغییرات جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکترو فتومتر خوانده شد. فعالیت آنزیمی برحسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (Kar and Mishra 1976) .

روش سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

پس از آماده‌سازی عصاره‌های پروتیینی، برای سنجش فعالیت سنتیکی آنزیم آسکوربات پراکسیداز معرف زیر مورد استفاده قرار گرفت.

بافر فسفات PH = ۷	۰/۰۵M	۲ میلی‌لیتر
آب اکسیژنه V/V	٪۳	۰/۲ میلی‌لیتر
آسکوربات	۵۰ μM	۰/۲ میلی‌لیتر

مواد بالا را در حمام یخ با یکدیگر مخلوط کرده بلافاصله ۰/۰۲۵ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی به آن افزوده شد. تغییرات جذب در طول موج ۲۹۰ نانومتر خوانده شد. فعالیت آنزیمی بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر گرم وزن تر برگ محاسبه شد (Nakano & Asada, 1981).

سنجش میزان پر اکسیداسیون غشاء

بر اساس تشکیل کمپلکس مالون‌دآلدئید تشکیل شده در اثر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء با استفاده از تیوبار بیتوریک‌اسید (T.B.A) انجام شد. ترکیباتی همانند مالون‌دآلدئید قادر به تشکیل پیوند با T.B.A بوده که کمپکس تشکیل شده در ۵۳۲ نانومتر جذب دارد (Zhaho,1994).

۰/۲۵ گرم از بافت تازه گیاه با ۵ میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک‌اسید ۰/۱٪ در هاون چینی سائیده شد. عصاره به دست آمده به مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور سانتریفوژ شد. به ۱ میلی‌لیتر از محلول شفاف رویی، ۴ میلی‌لیتر TCA (حاوی ۰/۵ گرم TBA + تری‌کلرواستیک اسید ۲۰٪) افزوده شد. مخلوط به دست آمده به مدت ۳۰ دقیقه در حرارت ۹۵ درجه قرار گرفت و بلافاصله لوله‌های آزمایش در یخ خرد شده قرار داده شد. محتوی لوله‌ها دوباره به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفوژ شد و سپس جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. از آن‌جایی که بعضی ترکیبات، به عنوان ترکیبات مزاحم در محلول در طول موج ۵۳۲ جذب دارند، جذب این ترکیبات در ۶۰۰ نانومتر نیز خوانده شد و از جذب خوانده شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر کم شد. غلظت کمپکس TBA-MDA با استفاده از ضریب خاموشی Є=۱۵۵mmol/cm محاسبه شد (بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر برگ).

$$I = Є.B.C$$

I = (جذب خوانده شده در ۶۰۰- جذب خوانده شده در۵۳۲)

C = غلظت کمپلکس　　B = عرض کوت

روش آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به صورت یک طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل با یک عامل آلودگی محیط در دو فصل و یک عامل در دو فصل با با چهار تکرار انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار spss و روش آزمونT و آزمون دانکن در سطح ۹۵٪ و ۹۹٪صورت گرفت.

نتایج

نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین فعالیت آنزیمی کاتالاز در گیاه اسطوخودوس و برگ نو در دو منطقه‌ی آلوده و پاک نشان می‌دهد که میانگین فعالیت آنزیمی کاتالاز در منطقه‌ی آلوده نسبت به منطقه‌ی پاک در هر دو گیاه افزایش یافته که این افزایش از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۱ ، نمودار۱).

نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین فعالیت آنزیمی پراکسیداز در گیاه اسطوخودوس و برگ نو نشان می‌دهد که فعالیت آنزیمی پراکسیداز در منطقه‌ی آلوده نسبت به منطقه‌ی پاک افزایش داشته که این افزایش از نظر آماری در گیاه اسطوخودوس هم در سطح ۵٪ و هم در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده ولی در برگ نو معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۲ ، نمودار۲).

نتایج حاصل از مقایسه‌ی فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در گیاه اسطوخودوس و برگ نو در دو منطقه‌ی آلوده و پاک نشان می‌دهد که در منطقه‌ی آلوده میانگین فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز نسبت به منطقه‌ی پاک افزایش یافته که این افزایش در اسطوخودوس از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار نبوده ولی در برگ نو معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳ ، نمودار۳).

نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین میزان پراکسیداسیون غشاء در برگ‌های گیاه اسطوخودوس دو منطقه‌ی آلوده و پاک در دو فصل بهار و پاییز نشان می‌دهد که در فصل بهار میزان پراکسیداسیون غشاء در مناطق آلوده بیش‌تر از مناطق پاک بوده که این افزایش میزان پراکسیداسیون غشاء از نظر آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴ ، نمودار۴).

هم‌چنین نتایج حاصل از مقایسه‌ی میزان پر اکسیداسیون غشاء برای گیاه برگ نو در دو فصل بهار و پاییز نشان می‌دهد که میزان پراکسیداسیون غشاء در فصل بهار در منطقه‌ی آلوده کم‌تر از منطقه‌ی پاک بوده که این کاهش از نظر آماری هم در سطح ۵٪ و هم در سطح ۱٪ معنی‌دار نمی‌باشد. در مقایسه‌ی میانگین میزان پراکسیداسیون غشاء برای همین گیاه در فصل پاییز نشان می‌دهد که میزان پراکسیداسیون غشاء در منطقه آلوده بیش‌تر از منطقه پاک بوده که این افزایش از نظر آماری در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد (نمودار۴).

بحث

تنش‌های زنده و غیر زنده سبب افزایش میزان رادیکال‌های آزاد از جمله اکسیژن‌های واکنش‌گر فعال می‌شوند که تمامی رادیکال‌های آزاد اثرات مخرب روی مولکول‌های آلی دارند و عوارض خطرناکی را ایجاد می‌کنند. گیاهان در برابر این رادیکال‌های آزاد دارای مکانیسم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی هستند (Pell & All, 1997).

تحقیق حاضر نیز نشان می‌دهد میزان فعالیت آنزیمی کاتالاز، پراکسیداز آسکوربات پراکسیداز در مناطق آلوده نسبت به مناطق پاک افزایش یافته است که در هر دو گیاه میزان افزایش آنزیم کاتالاز در مناطق آلوده کاملاً معنی‌دار می‌باشد که با کارهای باکند (۱۳۸۵) که نشان داد میزان آنزیم کاتالاز در گونه‌ی خرزهره در مناطق آلوده افزایش دارد برابر است. افزایش فعالیت آنزیمی پراکسیداز در گیاه اسطوخودوس معنی‌دار ولی در برگ نو معنی‌دار نیست. افزایش فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در گیاه اسطوخودوس معنی‌دار نبوده ولی در گیاه برگ نو معنی‌دار می‌باشد. در تحقیق حاضر آلودگی هوا پراکسیداسیون غشاء را در هر دو گیاه افزایش داده است یعنی می توان گفت آلودگی هوا آسیب اکسیداتیو در هر دو گیاه به وجود می‌آورد.

مقدار حساسیت گیاه و آسیب وارد شده به غشاء با اندازه‌گیری محتوای مالون دی‌آلدیید (MDA) که حاصل قرار گرفتن اسیدهای چرب غیر اشباع در معرض تنش است مشخص می‌شود. افزایش تنش با ایجاد تغییر در اسیدهای چرب غیراشباع، بر ساختار و ویژگی‌های غشاء سلولی اثر گذاشته و سبب افزایش ایجاد رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون‌لیپیدهای و افزایش نفوذپذیری و تراوایی غشاء سلولی و در نتیجه تراوش اسمولیت‌ها در گیاهان حساس می‌شود. اسیدهای چرب غیراشباع مرکب (PUFA) اعضای اصلی ترکیبات لیپیدی مستعد برای پراکسیداسیون و تنزل هستند. گونه‌های فعال اکسیژن می‌توانند با PUFA واکنش دهند و رادیکال‌های پروکسی لیپیدی، دینس مرکب و ترینس مرکب را به وجود آورند. پراکسیداسیون لیپیدها هم‌چنین می‌تواند تحریک فعالیت آنزیمی لیپواکسیژناز (LOX) را شروع کند. LOX اکسیژن مولکولی را با لینولییک و لینولنیک اسید برای تشکیل هیدروپروکسیدهای لیپیدی ترکیب می‌کند (Elkahoui & All, 2005).

محتوای مالون دی‌آلدیید در برخی گونه‌های گیاهی از قبیل برخی گونه‌های حساس برنج با افزایش شوری افزایش یافت. تنش شوری هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری را در محتوای مالون‌دی‌آلدیید ریشه گونه هالوفیت Crithmum maritimum القا نکرده و سبب کاهش محتوای آن در اندام هوایی این گیاه شد. این می‌تواند نشان دهنده‌ی مقاوم بودن گیاه در برابر تنش باشد (Ben Amor & All, 2005).

پراکسیداسیون‌لیپیدهای غشایی که نتیجه‌ی اثرات رادیکال‌های آزاد هستند نشان دهنده‌ی آسیب تنش در سطح سلولی می‌باشد. بنابراین محتوای MDA حاصل از پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی، بیش‌تر به عنوان یک شاخص برای آسیب اکسیداتیو به کار می‌رود (Demiral & Turkan, 2005).

تحقیقات جعفری و همکاران (۱۳۸۵) نیز نشان می‌دهد که تنش سرما میزان پراکسیداسیون غشاء را در نهال‌های تحت تنش سرما افزایش داده است. کاهش رنگیزه‌ها می‌تواند به علت تأثیر سرما در افزایش میزان پراکسیداسیون غشاء باشد. این تخریب می‌تواند در غشاء کلروپلاست‌ها و تیلاکوئیدها رخ بدهد و به کاهش میزان رنگیزه ها منتهی شود (Sopher & All, 1999 ; Flexas & All, 1999).

جدول ۱- مقایسه میانگین فعالیت آنزیمی کاتالاز در برگ دو گیاه در دو منطقه پاک و آلوده در فصل بهار بر حسب تغییرات واحد جذب دردقیقه بر گرم وزن تر برگ

نام گیاه	منطقه پاک	منطقه آلوده	٪ تغییر	کاهش	افزایش	Sig
اسطوخودوس	۴/۹۶ ± ۰/۳۸	۵/۹۸ ± ۰/۲۸	۹/۳۴		*	P=۰/۰۵
برگ نو	۴/۲۳ ± ۰/۰۸	۶/۰۵ ± ۰/۲۴	۱۷/۷۶		*	P=۰/۰۰۰۱

جدول ۲- مقایسه میانگین فعالیت آنزیمی پراکسیداز در برگ دو گیاه در دو منطقه پاک و آلوده بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه بر گرم وزن تر برگ

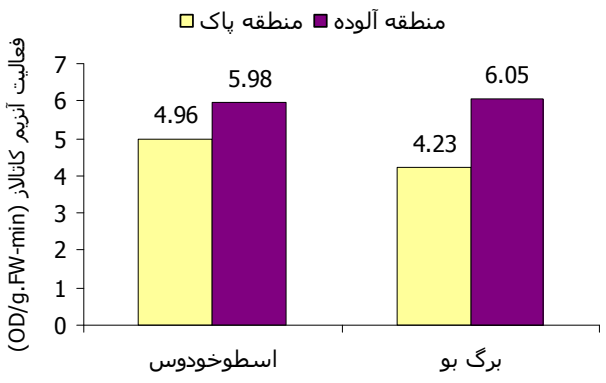
نام گیاه	منطقه پاک	منطقه آلوده	تغییر٪	کاهش	افزایش	Sig
اسطوخودوس	۴/۵۱ ± ۰/۷۱	۱۲/۲۶ ± ۰/۴۸	۴۶/۲		*	P=۰/۰۰۰۱
برگ نو	۸/۳۵ ± ۱/۳۸	۸/۹۶ ± ۱/۳۶	۳/۵۲		*	P=۰/۵۵

جدول ۳- مقایسه میانگین فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در برگ دو گیاه در دو منطقه آلوده و پاک بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه بر گرم وزن تر برگ

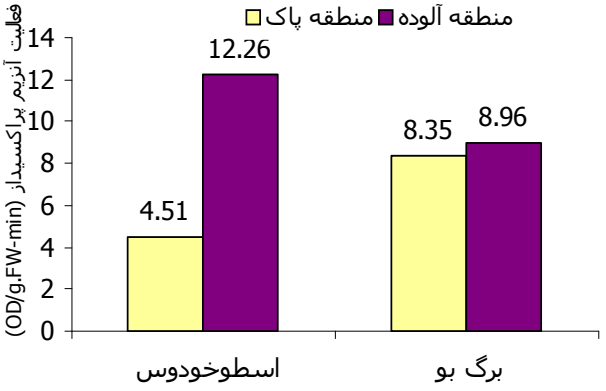
نام گیاه	منطقه پاک	منطقه آلوده	تغییر٪	کاهش	افزایش	Sig
اسطوخودوس	۶/۴۲ ± ۱/۵	۷/۷۷ ± ۰/۶۸	۹/۴۹		*	P=۰/۱۵۴
برگ نو	۴/۵۹ ± ۰/۰۸	۶/۵۵ ± ۰/۲۵	۱۴/۶		*	P=۰/۰۰۰۱

جدول ٤- مقایسه پر اکسیداسیون غشاء بر حسب غلظت مالون دآلدئید در برگ دو گیاه در دو منطقه آلوده و پاک در دو فصل بهار و پاییز (تمامی اعداد ضریب ٤-۱۰ دارند)

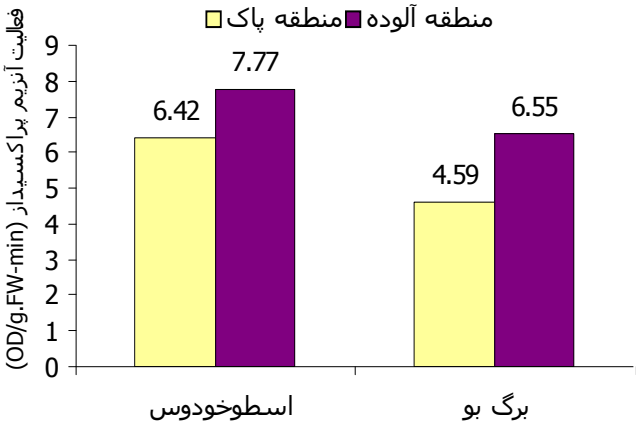
نام گیاه	فصل	منطقه پاک	منطقه آلوده	تغییر٪	کاهش	افزایش	Sig
اسطوخودوس	پاییز	۳۷/۵ ± ۵/۲۶	۶۶/۲۵ ± ۱/۵	۲۷/۷۱		*	P=۰/۰۰۰۱
اسطوخودوس	بهار	۲۹/۷۵ ± ۱/۷۰۸	۶۵/۰۰ ± ۱/۴۱	۳۷/۲۰		*	P=۰/۰۰۰۱
برگ نو	پاییز	۸۰/۵ ± ۱/۷۳۲	۸۲/۵ ± ۲/۰۸۱	۱/۲۱		*	P=۰/۱۹
برگ نو	بهار	۸۲/۷۵ ± ۰/۵	۷۷/۷۵ ± ۱/۸۴	۳/۱۱	*		P=۰/۴۶۱



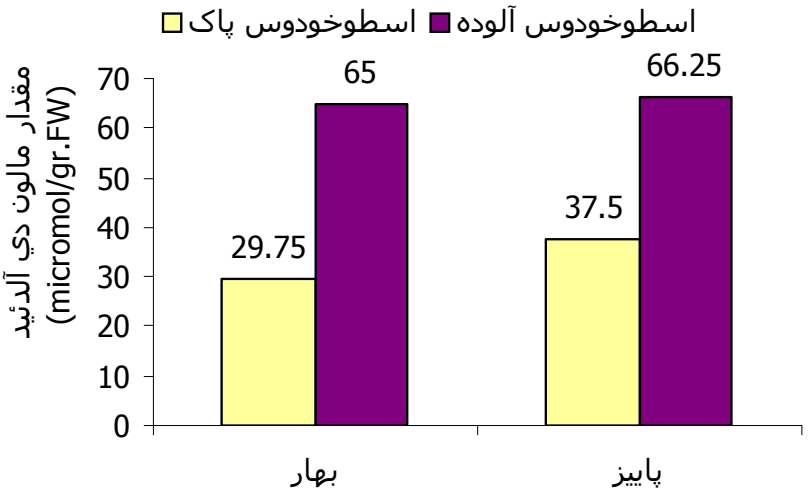
نمودار ۱- میانگین فعالیت آنزیمی کاتالاز در برگ دو گیاه در دو منطقه پاک و آلوده در فصل بهار

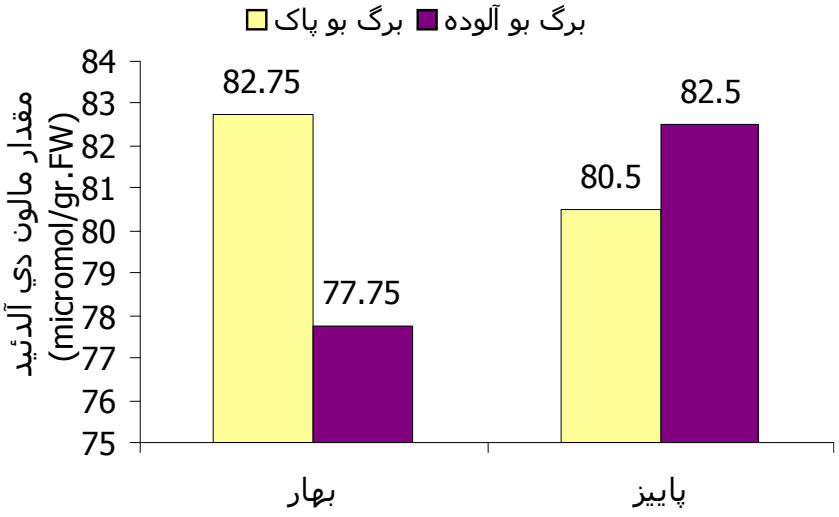


نمودار ۲- میانگین فعالیت آنزیمی کاتالاز در برگ دو گیاه در دو منطقه پاک و آلوده در فصل بهار



نمودار ۳- میانگین فعالیت آنزیمی آسکوربات پراکسیداز در برگ دو گیاه در دو منطقه پاک و آلوده در فصل بهار





نمودار ٤- پراکسیداسیون غشاء بر حسب مقدار مالون دی آلدئید در برگ اسطوخودوس و برگ بو دو منطقه در دو فصل بهار و پاییز

منابع

آزادبخت،م.، ۱۳۷۸، رده‌بندی گیاهان دارویی، مؤسسه فرهنگی انتشاراتی تیمورزاده.

باکند،ز.، ۱۳۸۵، بررسی آلودگی هوا روی دو گونه گیاهی کاشته شده در خیابان‌های تهران، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه پیام نور تهران.

ثابتی،ح،ا.، ۱۳۸۱، درختان و درختچه‌های ایران، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه یزد.

جعفری،ر.، کلانتری،خ.، ترک‌زاده،م.، ۱۳۸۵، بررسی اثرات پاکلوبوترازول بر افزایش مقاومت به سرما در نهال‌های گوجه فرنگی (*LycoPersicum esculentum* L.)، مجله زیست‌شناسی ایران: ۱۹(۳).

حمودی،ج.، ۱۳۷۹، اثر تنش خشکی بر روی برخی از صفات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاه آفتابگردان (رقم رکورد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه.

دبیری،م.، ۱۳۸۲، آلودگی محیط زیست، چاپ سوم، نشر اتحاد.

عطری،ش.، ۱۳۸۵، بررسی اثر آلاینده‌های هوای شهر تهران بر رشد و نمو برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گیاهان اسطوخودوس و اکلیل کوهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال.

قهرمان،ا.، ۱۳۷۳، کرموفیت‌های ایران، مرکز نشر دانشگاهی، جلد سوم.

قهرمان،ا.، ۱۳۷۳، کرموفیت‌های ایران، مرکز نشر دانشگاهی، جلد دوم.

Ben Amor , N. Ben Hamed , K. , Debez ,A. ,Grignon , C. and Abdelly , C. 2005. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte Crithmum Maritimum to salinity. Plant Science. 168:889-899.

Demiral , T. and Turkan , I. 2005 .Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and praline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance.Environmental and Experimental Botany.53:247-257.

Elkahoui , S. , Hernandez , J.E.A. , Abdelly , C., Ghrir ,R. and Liman , F. 2005 . Effects of salt on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of Cathatanthus roseus suspension cells.Plant Science.168:607-613.

Kar , M.,Mishra, D. 1976 .Catalase , peroxidase and polyphenol oxidase activity during rice leaf senescence. Plant physiology.57:315-319.

Nakano , Y. , Asada,K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate – specific peroxidase chloroplasts. Plant Cell Physiology. 22:867-880.

Sudhakar , C. , Lakshmi ,A. and Giridara kumar,S. 2001 .changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (mours alba L.) under NaCl salinity, Plant Science. 167: 613-619.

Zhu , J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in Plant Science.6:66-72.