مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۴ صفحه‌های ۴۳۵ تا ۴۴۶ (۱۳۹۸)
مقاله پژوهشی

اثر تیمار پس از برداشت گاماآمینوبوتیریک اسید بر عمر گلجای و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی آنتوریوم رقم سیریون در تنش سرما[1]

Effects of Postharvest γ-Aminobutyric Acid Treatment on Vase Life and Antioxidant Enzymes Activity of *Anthurium* cv. Sirion under Chilling Stress

فریما مهجوری، اصغر ابراهیم‌زاده*، محمدباقر حسنپور اقدم و محمد علی اعظمی موالو[2]

چکیده

نگهداری گل بریدنی آنتوریوم در دماهای زیر ۱۵ درجه سلسیوس سبب سرمازدگی و کوتاهی عمر گلجایی آن می‌گردد. در این پژوهش، اثر تیمار پس از برداشت گاماآمینوبوتیریک‌اسید (گابا) در غلظت‌های صفر (شاهد)، یک و پنج میلی‌مولار بر طول عمر گلجایی، پایداری غشا، میزان قهوه‌ای شدن اسپات و میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز و در نهایت میزان مالون‌دی‌آلدئید در گل بریدنی آنتوریوم در طول ۱۰ روز نگهداری در دماهای پنج و ۱۰ درجه سلسیوس به‌صورت طرح کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که بیشترین عمر گلجایی گل‌ها در غلظت یک میلی‌مولار گابا و در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مشاهده شد. گل‌های بدون تیمار گابا کمترین پایداری غشا و بیشترین مقدار مالون‌دی‌آلدئید را در دماهای سرمازدگی نشان دادند. تیمار با گابای پنج میلی‌مولار، سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز شد. گل‌های تیمار شده با گابای یک میلی‌مولار فعالیت بالای آنزیم کاتالاز را نشان دادند. تیمار گابا اثری بر کاهش قهوه‌ای شدن اسپات نداشت. به طور خلاصه می‌توان بیان کرد که تیمار گابا در هر دو غلظت یک و پنج میلی‌مولار به طور کارآمدی در ایجاد تحمل به تنش سرما در گل بریدنی آنتوریوم موثر بود.

واژه‌های کلیدی: آسیب سرمازدگی، عمرگلجای، کاتالاز، گابا، مالون‌دی‌آلدئید.

مقدمه

آنتوریوم گیاهی زینتی چندساله و همیشه‌سبز و منحصر به‌فرد بوده و در گروه گل‌های لوکس طبقه‌بندی می‌شود. این گل با نام علمی *Anthurium andraeanum* cv. Sirion و نام عمومی Flamingo lily و Tail flower به تیره Araceae تعلق داشته و بومی مناطق گرمسیری نواحی مرکزی و جنوب آمریکا، اکوادور، کلمبیا، پرو، کوبا، برزیل و ونزوئلا است (۹).

از میان گل‌های مناطق گرمسیری، گل آنتوریوم، پس از گل ارکیده، از نظر تجارت و ارزش اقتصادی دارای رتبه دوم است. در برخی از کشورها، آنتوریوم به‌عنوان گل گلدانی به فروش می‌رسد ولی در بسیاری از کشورهای دیگر، تمرکز بیشتری روی صنعت گل بریدنی آنتوریوم وجود دارد (۶). همواره پیشنهاد می‌شود که بیشتر گل‌های زینتی در دماهای نزدیک صفر نگهداری شوند، اما گل‌های گرمسیری مانند آنتوریوم، باید در دماهای بالاتر از ۱۰ درجه سلسیوس نگهداری شوند که نشانه‌های سرمازدگی در آن‌ها به صورت پژمردگی، کم‌سبزینگی و قهوه‌ای شدن براکته‌ها و گلبرگ‌ها است (۱۰). نابسامانی‌های یاد شده به دمای پائین و پیری مربوط می‌باشد و به‌عنوان شاخص سرمازدگی در نظر گرفته می‌شود (۱۳). در گیاهان بومی مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، آسیب سرمازدگی یک نابسامانی فیزیولوژیک پیچیده است که منجر به زیان‌های فراوان اقتصادی

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۱۰

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار (و دانشیار پژوهشی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی) و استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (acebrahimzadeh@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

در محصول‌های باغبانی می‌شود (۱۰). آسیب سرمازدگی در گونه‌های گیاهی حساس به سرما، در انبارهایی با دماهای بالاتر از نقطه انجماد و زیر ۱۵ درجه سلسیوس روی می‌دهد. باورهایی وجود دارد که غشاها اولین محل آسیب دیدگی در برابر سرمازدگی بوده و در محصول‌های حساس به سرما، افزایش در اکسایش لیپیدهای غشا در دماهای سرمازدگی (صفر تا ۱۵ درجه سلسیوس) به طور چشمگیری وجود داشته و سبب کاهش درجه غیراشباع بودن اسیدهای چرب شده و منجر به تغییر فاز لیپیدهای غشا از حالت مایع کریستاله به فاز جامد ژله‌ای می‌شود. به‌طور کلی، بین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع غشا و میزان تحمل به تنش سرمازدگی رابطه مثبتی وجود دارد (۴).

گاماآمینوبوتیریک‌اسید اسید (گابا) یک اسیدآمینه ۴ کربنه غیرپروتئینی است که در دامنه وسیعی از جانداران وجود دارد و برای اولین بار در سال ۱۹۴۹ در ژوخه سیب‌زمینی کشف شد و از آن زمان به بعد حضور گابا به‌طور چشمگیری در گیاهان عالی گزارش شده است. مقدارهای داخلی گابا در گیاهان در محدوده ۳۲/۵ - ۰/۰۳ میکرو مول بر گرم وزن تر گیاهی گزارش شده است (۸، ۱۶). گزارش‌هایی از افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز در اثر کاربرد برون‌زای گابا وجود دارد (۲۲). گابا سبب بیان ژن‌های کد کننده آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود. هم‌چنین این ترکیب سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)، گلوتاتیون S ترانسفراز (GST)، منو دهیدروآسکوربات ردوکتاز (MDHAR) و دهیدروآسکوربات ردوکتاز (DHAR) می‌شود و منجر به کاهش یافتن گونه‌های فعال اکسیژن (ROSs) می‌شود (۲۳). در یک پژوهش، Wang و همکاران (۲۲) گزارش کردند که کاهش تنش سرما در میوه‌های موز تیمار شده با گابا به‌دلیل افزایش فعالیت سیستم آنتی اکسیدانی می‌باشد. هم‌چنین Song و همکاران گزارش کردند که تیمار گابا سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنزیم‌های کاتاز و سوپراکسیددیسموتاز زیر تنش اکسایشی می‌شود (۲۱). تیمار گابا سبب تأخیر در کاهش مقادیر آدنوزین دی فسفات (ADP) و آدنوزین تری فسفات (ATP) و افزایش آدنوزین منو فسفات (AMP) شد و به این صورت سبب نگهداری سطوح انرژی و کنترل آسیب سرمازدگی گردید (۲۳). در پژوهش دیگری مشخص شد که تیمار قبل از برداشت با گابای یک میلی‌مولار و پنج میلی‌مولار در کاهش قهوه‌ای شدن اسپات و افزایش عمر گلجای گل‌های آنتوریوم در تنش سرما نقش دارد (۱، ۲۰).

با توجه به ضرورت بهره‌گیری از دماهای پائین در کنترل فعالیت ریزانداموارهها که زمینه‌ساز کاهش فعالیت میکروبی و افزایش عمر انباری گیاهان است و نیز حساسیت گل آنتوریوم به دماهای پائین، هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر تیمار گابا بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و برخی ویژگی‌های بارز فیزیولوژیک گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون در دماهای پنج و ۱۰ درجه سلسیوس انبار بوده است.

مواد و روش‌ها

ماده گیاهی

گل‌های بریدنی آنتوریوم سیریون[۱] از گلخانه‌های شرکت پارس فلور ورامین، ایران، تولید کننده آنتوریوم خریداری شدند. گل‌ها در ابتدای صبح و در شرایط یکنواخت از نظر شکوفایی و وضعیت ظاهری (در مرحله‌ای که ۷۵ تا ۸۰٪ گل‌های حقیقی روی اسپادیکس به‌طور کامل باز شدند) برداشت شدند و در بسته‌بندی‌های مناسب همراه با ویال مخصوص دارای آب و در مدت کمتر از ۷ ساعت زیر دمای ۱۵±۱ °C به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه مراغه منتقل شدند. به‌منظور یکنواخت ساختن طول ساقه، تمام گل‌ها از ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری و در زیر آب برش داده شدند. سپس در دمای اتاق، از تیمارهای صفر (شاهد)، یک و پنج میلی‌مولار گابا با نام تجاری γ – Aminobutyric acid و فرمول مولکولی $C_4H_9NO_2$ ساخت شرکت SIGMA به‌صورت محلول‌پاشی تا حد آب‌چک روی هر دو سطح اسپات گل استفاده شد. پس از آن، گل‌ها درون ظرف‌های مخصوص قرار داده شدند و سپس در دماهای پنج و ۱۰ درجه سلسیوس با دوره نوری ۱۲ ساعت به‌مدت ۱۰ روز در سردخانه با رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰٪ قرار گرفتند. پس از این مدت، تمامی گل‌ها از سردخانه خارج شده و به صورت جداگانه درون لوله‌های آزمایش حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند و برای جلوگیری از تبخیر مستقیم آب، سر لوله‌ها با پارافیلم مسدود شدند. برای بررسی ویژگی‌های ریخت شناسی، ۱۸ گل و زیست‌شیمیایی ۷۲ گل استفاده شد. نمونه‌برداری ویژگی‌های

۱- Sirion

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

کیفی به طور روزانه و نمونه‌برداری ویژگی‌های کمی و ویژگی پایداری غشا در روزهای صفر (اولین روز خروج از انبار)، ۷، ۱۴ و ۲۱ نمونه‌برداری انجام گردید.

عمر گلجای

عمر گلجای گل‌ها از زمان برداشت آن‌ها تا زمانی که اسپات درخشندگی خود را از دست داد و لکه‌های سیاه روی آن نمایان شد و پژمرده گردید، مورد ارزیابی قرار گرفت (۱۳).

پایداری غشا

شاخص پایداری غشا با استفاده از روش Promyou و همکاران (۱۳) اندازه‌گیری شد:

ده عدد دیسک به ضخامت ۲ میلی‌متر و قطر ۱۵ میلی‌متر از نمونه اسپات توسط چوب‌پنبه سوراخ کن جدا شد و سپس با آب مقطر شسته و با فیلتر کاغذی خشک شد. سپس با ۳۰ میلی‌لیتر مانیتول ۰/۴ مولار در فالکن‌های ۵۰ میلی‌لیتری در دمای ۲۴ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت روی شیکر انکوباتور (۱۰۰rpm) انکوبه شد. سپس با یک EC سنج میزان هدایت الکتریکی اولیه (C_1) اندازه‌گیری گردید. پس از قرارگیری نمونه‌ها در اتوکلاو ۱۲۱ $^{\circ}C$ به‌مدت یک ساعت، هدایت الکتریکی ثانویه (C_2) اندازه‌گیری گردید. شاخص پایداری غشا با استفاده از فرمول زیر محاسبه و به صورت درصد بیان شد.

رابطه ۱: $\text{شاخص پایداری غشا} = [1-\frac{C1}{C2}] \times ۱۰۰$

اندازه‌گیری شاخص مالون‌دی‌آلدئید

برای اندازه‌گیری میزان پراکسیداسیون لیپیدها، غلظت نشانگر زیستی مالون‌دی‌آلدئید با روش Hodges و همکاران (۷) مشخص شد. در این روش از تیو باربیتوریک اسید (TBA) ۰/۵٪ و تری‌کلرواستیک‌اسید (TCA) ۲۰ ٪ استفاده شد. میزان جذب در طول موج ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UNICO -2100 اندازه‌گیری شد و شاخص MDA بر اساس نانومول بر گرم وزن تر اسپات بیان گردید.

اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز از روش Aebi (۲) استفاده شد. آمیخته واکنش دارای بافر فسفات پتاسیم (۲۰۰۰ میکرولیتر، pH=۷) بود. با افزودن ۷۵ میکرولیتر از عصاره آنزیمی، واکنش شروع شد و کاهش جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۴۰ نانومتر در مدت یک دقیقه ثبت گردید و میزان فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس کاهش مقدار جذب نوری H_2O_2 در طول موج ۲۴۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر مدل UV1800/SHIMADZU تعیین گردید.

میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز با استفاده از روش Sen Gupta و همکاران (۱۴) اندازه‌گیری شد. در این روش آمیخته واکنش دارای ۰/۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۱/۵ مولار، ۰/۲ میلی‌لیتر متیونین ۰/۲ مولار، ۰/۱ میلی‌لیتر EDTA با غلظت ۳ میلی‌مولار، ۱/۵ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار، ۱ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰/۰۵ میلی‌لیتر آنزیم استخراجی بود. لوله‌های آزمایش بدون آنزیم سوپراکسیددیسموتاز به عنوان شاهد به کار رفت. واکنش با افزودن ۰/۱ میلی‌لیتر ریبوفلاوین ۶۰ میکرومولار و قرار دادن لوله‌های آزمایش در زیر لامپ‌های فلورسنتی ۳۰ وات، شروع شد. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۱۵ دقیقه در زیر نور نگهداری و پس از پایان این زمان با خاموش کردن لامپ و قرار دادن لوله‌های آزمایش در تاریکی کامل، واکنش آنزیمی متوقف شد. از آمیخته واکنشی بدون آنزیم که به‌مدت ۱۵ دقیقه در نور قرار گرفته بود برای ارزیابی توان تولید آمیخته سوپراکسید- نیتروبلوتترازولیوم و معیار سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر مدل UNICO-2100 یادداشت برداری شد.

قهوه‌ای شدن اسپات

آسیب سرمازدگی هر روز با بررسی نقاط قهوه‌ای رنگ روی اسپات با استفاده از راهنمای زیر از ۱ تا ۵ سنجیده شد. ۱= بدون آسیب سرمازدگی، ۲= آسیب بسیار خفیف (تغییر رنگ ۱ تا ۲۰٪ اسپات)، ۳= آسیب متوسط (تغییر رنگ ۲۱ تا ۵۰٪ اسپات)، ۴= آسیب شدید (تغییر رنگ ۵۱ تا ۸۰٪ اسپات) و ۵= آسیب بسیار شدید (تغییر رنگ ۸۱ تا ۱۰۰٪ اسپات). سرمازدگی به‌طور روزانه و با استفاده از رابطه زیر تخمین زده شد (۱۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

رابطه ۲:

عدد در مقیاس سرمازدگی× تعداد گل‌ها در این درجه از سرمازدگی اند/ تعداد کل گل‌ها در هر گروه = شاخص سرمازدگی

واکاوی آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح به‌طور کامل تصادفی اجرا شد. برای ویژگی‌های ریخت‌شناسی، تیمار دما در دو سطح (پنج و ۱۰ درجه سلسیوس) و گابا در سه سطح (صفر، یک و پنج میلی‌مولار) با سه تکرار و فاکتور زمان در چهار سطح (روز اول خروج از انبار، ۷ روز پس از خروج از انبار، ۱۴ روز پس از خروج از انبار و ۲۱ روز پس از خروج از انبار) برای بررسی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی انجام گردید. واکاوی و بررسی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (9) انجام گرفت. مقایسه میانگین ترکیب تیماری به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 رسم گردید.

نتایج و بحث

عمر گلجای

نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد که اثرهای اصلی دما و گابا روی ویژگی عمر گلجایی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین عمر گلجای مربوط به دمای ۱۰ درجه سلسیوس و کمترین عمر گلجای مربوط به دمای پنج درجه سلسیوس بود (شکل ۲). گل‌های آنتوریوم تیمار شده با غلظت یک میلی‌مولار گابا عمر گلجای بیشتری نسبت به تیمار پنج میلی‌مولار و شاهد داشتند (شکل ۱). در پژوهش Wang و همکاران (۲۲) مشخص شد که کاربرد گابا نقش مهمی در کاهش اثرهای سرمازدگی و افزایش ماندگاری میوه‌های موز داشت که این امر به‌دلیل انباشت پرولین و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بود. هم‌چنین بررسی فرآیند پیری در گل‌های آنتوریوم نشان داد، گل‌هایی که در شرایط تنش سرما بودند فرآیند پیری در آن‌ها سریع‌تر رخ داد که پژوهشگران این نتیجه را به‌دلیل فعالیت آنزیم‌های فسفولیپاز D و لیپوکسیژناز دانستند. به‌طوری‌که تیمار گابا با کاهش فعالیت این دو آنزیم سبب افزایش مقاومت گل‌ها به تنش سرما شد (۲۰). سلیمانی اقدم در سال ۱۳۹۴ اثر تیمار گابا روی گل‌های آنتوریوم را در زمان نگهداری در انبار با دمای ۴ درجه سلسیوس (به مدت ۲۱ روز) بررسی کرد و نشان داد، بیشترین عمر گلجای مربوط به گل‌های تیمار شده با گابای یک میلی‌مولار در مرحله قبل از برداشت و نیز تیمار شده با گابای پنج میلی‌مولار در مرحله پس از برداشت بود (۱). نتیجه‌های پژوهش اخیر با یافته‌های این پژوهشگران همخوانی داشت.

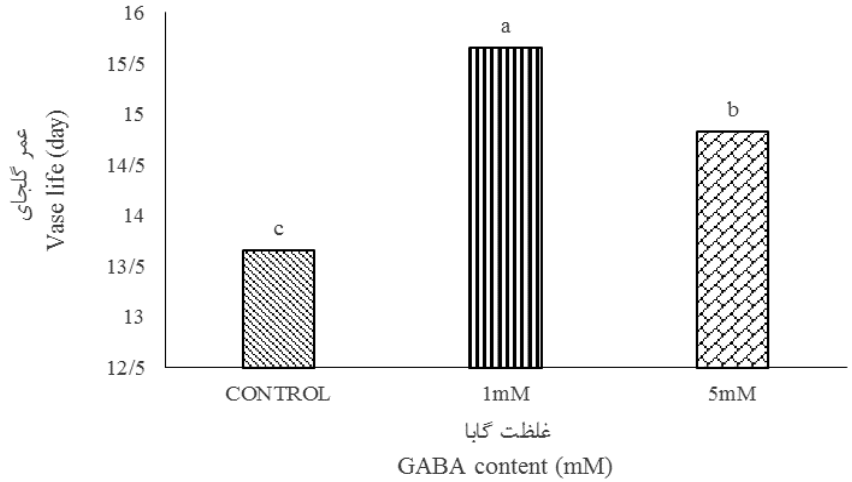


Fig. 1. Means comparison for the effect of GABA treatment on the vase life of *Anthurium andraeanum* cv. Sirion. columns with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test (P≤0.01).

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تیمار گابا بر عمر گلجای در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون. میانگین‌هایی که با حرف‌های مختلف در هر ستون نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌دار دارند(P≤۰/۰۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

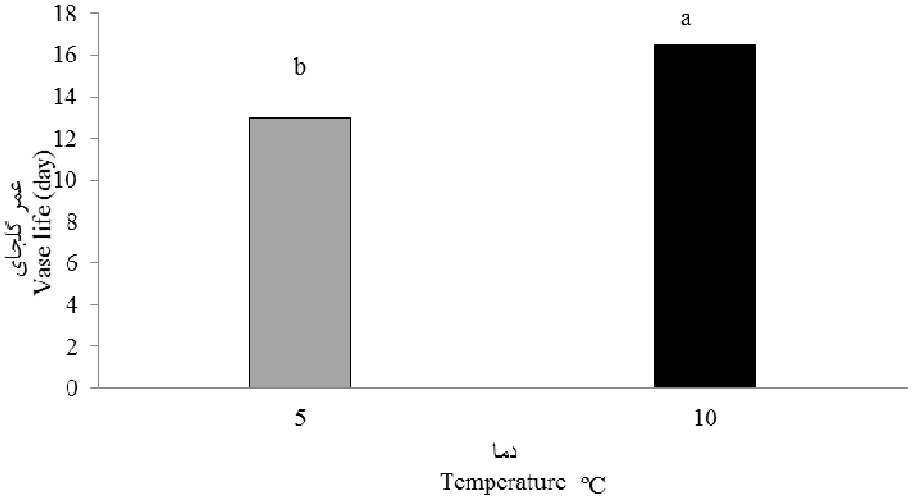


Fig. 2. Means comparisons for the effect of temperature treatment on the vase life of *Anthurium andraeanum* cv. Sirion. Different letters on the column are significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.01$).

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تیمار دما بر عمر گلجای در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون. میانگین‌هایی که با حرف‌های مختلف در هر ستون نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر تفاوت آماری معنی دار دارند ($P \leq ۰/۰۱$).

پایداری غشا

نتیجه‌های به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش زمان نمونه‌برداری، دما و گابا روی ویژگی پایداری غشا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتیجه‌های این مطالعه نشان داد که کمترین میزان پایداری غشا در گل‌های شاهد و دمای پنج درجه سلسیوس در نمونه‌برداری چهارم (روز بیست و یکم بعد از خروج از انبار) بود (جدول ۱). به عبارت دیگر، گل‌های بدون تیمار گابا که در دمای پنج درجه سلسیوس بودند با گذشت زمان نشت الکترولیت بیشتری داشتند و این نشان دهنده بهم ریختگی ساختار غشا در این نمونه‌ها بود. غشای یاخته از ساختارهای اولیه یاخته می‌باشد که از تنش سرمازدگی اثر می‌پذیرد. تغییر حالت غشای یاخته از حالت مایع کریستالی به ساختار ژله‌ای جامد که در دماهای پائین رخ می‌دهد سبب کاهش کنترل غشای یاخته در عبور ماده‌ها می‌شود. در دماهایی که سرمازدگی رخ می‌دهد، اکسایش اسیدهای چرب غشا، افزایش اشباع شدن این اسیدهای چرب، آسیب فسفولیپیدها و گالاکتولیپیدها و افزایش نسبت استرول به فسفولیپیدها منجر به کاهش سیالیت غشا و عملکرد آن می‌شود (۱۷، ۱۸). اگر بافت، اندام و یا کل گیاه به مدت بسیار طولانی در معرض دماهای آسیب‌رسان باشند، غشای یاخته دچار مشکل شده و نشت آب میان بافتی، یون‌ها و متابولیت‌ها رخ می‌دهد که می‌توان با اندازه‌گیری نشت الکترولیت آن را تخمین زد. نشت الکترولیت ویژگی مهمی برای تشخیص نفوذپذیری است و به‌عنوان شاخصی برای یکپارچگی غشا به کار می‌رود (۲۳). روند داده‌های به‌دست آمده از جدول (۱) نشان داد که بیشترین مقدار نشت الکترولیت غشا در دماهای سرمازدگی و نمونه‌های شاهد و مراحل پایانی آزمایش بود. نتیجه‌های مطالعه پیش‌رو با یافته‌های Soleimani Aghdam و همکاران (۱۹) در رابطه با کاهش نشت الکترولیتی در آنتوریوم‌های تیمار شده با گابا در تنش سرمازدگی همسو بود. به‌دلیل عدم وجود پژوهش‌های دیگر در زمینه سرمازدگی گل آنتوریوم، نتیجه‌های این پژوهش با یافته‌های بهدست آمده روی گیاهان حساس به سرمای دیگر مقایسه شد. در مطالعه‌ای دیگر Sevillano و همکاران (۱۵) گزارش کردند که سرمازدگی به عنوان یک تنش ثانویه منجر به آسیب غشا یاخته و انباشت گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود و یکپارچگی غشا یاخته از بین می‌رود. هم‌چنین Yang و همکاران (۲۳) بیان کردند که تیمار میوه‌های هلو با گابا در تنش سرما سبب بالارفتن فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز شده و از این راه موجب حفظ یکپارچگی یاخته در دماهای سرمازدگی می‌شود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

جدول ۱- برهمکنش دما، غلظت گابا و زمان نمونه‌برداری بر شاخص پایداری غشا (درصد) گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون.
Table 1. Interaction of temperature, GABA concentration and sampling time on membrane stability index (%) of *Anthurium andraeanum* cv. Sirion.

غلظت گابا GABA concentration	دما Temperature	روز خروج از انبار (نمونه‌برداری اول) 1st day out of storage (1st sampling)	۷ روز پس از خروج از انبار(نمونه‌برداری دوم) 7th day out of storage (2nd sampling)	۱۴ روز پس از خروج از انبار(نمونه‌برداری سوم) 14th day out of storage (3rd sampling)	۲۱ روز پس از خروج از انبار(نمونه‌برداری چهارم) 21st day out of storage (4th sampling)
control	5	100 ^{a}	80.1^{b}	27.1^{efg}	12.5^{h}
	10	100 ^{a}	100 ^{a}	51.5^{c}	24.4^{fg}
1 mM	5	100 ^{a}	100 ^{a}	33.5^{ef}	19.5^{gh}
	10	100 ^{a}	100 ^{a}	77.9^{b}	33.5^{e}
5 mM	5	100 ^{a}	100 ^{a}	43.8^{d}	28.9^{ef}
	10	100 ^{a}	100 ^{a}	82.0^{b}	42.8^{d}

Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P\leq0.01$).
میانگین‌های دارای حرف‌های یکسان نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد ($P\leq۰/۰۱$).

مالون‌دی‌آلدئید

تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش زمان نمونه‌برداری، دما و گابا بر ویژگی مالون‌دی‌آلدئید در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌های جدول ۲ نشان داد که بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدئید مربوط به گل‌های شاهد و دمای پنج درجه سلسیوس در نمونه‌برداری چهارم و در مراحل پایانی عمرگلجای بود. این نتیجه‌ها با یافته‌هایSoleimani Aghdam و همکاران (۱۹) در آنتوریوم‌های تیمار شده با گابا همخوانی دارد. فرآیند اکسید شدن لیپیدها سبب کاهش یکپارچگی غشا می‌شود که می‌تواند با شاخص تولید مالون‌دی‌آلدئید ارزیابی شود. مالون‌دی‌آلدئید فرآورده پایانی اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع غشا است و مقدار این ترکیب به‌عنوان نشانه‌ای برای بررسی تنش اکسایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بالا رفتن غلظت این ترکیب نشان‌دهنده آسیب‌دیدگی پایداری غشا یاخته است. نتیجه دو رخداد بالا، کاهش عملکرد غشا زنده یاخته می‌باشد (۱۵، ۱۸). به‌طور کلی مقدار نشت الکترولیت و غلظت مالون‌دی‌آلدئید، به‌عنوان نشانه فیزیولوژیکی کاهش نفوذپذیری انتخابی غشا یاخته و اکسیدشدن لیپیدها می‌باشد که بسیاری از پژوهشگران برای شناسایی پایداری غشا از آن استفاده می‌کنند.

جدول ۲- برهمکنش تیمارهای زمان نمونه‌برداری، دما و گابا بر ویژگی مالون‌دی‌آلدئید (nmol g^{-1} fw) در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون.
Table 2. Interaction of temperature, GABA treatments and sampling time on malondialdehyde (nmol g^{-1} fw) of *Anthurium andraeanum* cv Sirion.

غلظت گابا GABA concentration	دما Temperature	روزخروج از انبار (نمونه‌برداری اول) 1st day out of storage (۱st Sampling)	۷ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری دوم) 7th day out of storage (2nd sampling)	۱۴ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری سوم) 14th day out of storage (3rd sampling)	۲۱ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری چهارم) 21st day out of storage (4th sampling)
control	5	749.1^{m}	969.2^{f}	1225^{d}	2113.6^{a}
	10	663.1^{p}	676.5^{o}	786.3^{l}	885.5^{h}
1 mM	5	736.7^{m}	915.2^{g}	1054.7^{e}	1469.4^{c}
	10	592.8^{r}	597.7^{r}	858.7^{i}	893^{h}
5mM	5	636.7^{q}	711.7^{n}	841.1^{j}	1881.1^{b}
	10	573.2^{s}	593.9^{r}	658.7^{p}	825.3^{k}

Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P\leq0.01$).
میانگین‌های دارای حرف‌های یکسان نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد ($P\leq۰/۰۱$).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

غشایی که سیال است توانایی تنظیم نفوذپذیری را از راه اثر بر آرایش صحیح پروتئین‌های غشایی و تبادل آن دارد. افزایش سیالیت غشا سبب کاهش گرایش به تغییر فاز از حالت مایع به حالت ژله‌ای جامد شده و در نتیجه سبب بالا رفتن درجه تحمل به سرمازدگی می‌شود (۱۸). این نتیجه‌ها با یافته‌های Soleimani Aghdam و همکاران (۱۹) در آنتوریوم‌های تیمار شده با گابا همخوانی داشت.

جدول ۳- برهمکنش تیمارهای دما، گابا و زمان نمونه‌برداری بر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز(U mg^{-1} protein) در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون.

Table 3. Interaction of temperature, sampling time and GABA treatments on SOD activity (U mg^{-1} protein) of *Anthurium andraeanum* cv Sirion .

غلظت گابا GABA concentration	دما Temperature	روزخروج از انبار (نمونه‌برداری اول) 1st day out of storage (1st sampling)	۷ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری دوم) 7th day out of storage (2nd sampling)	۱۴ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری سوم) 14th day out of storage (3rd sampling)	۲۱ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری چهارم) 21st day out of storage (4th sampling)
control	5	2.23^{e}	1.26^{f}	1.21^{f}	0.77^{g}
	10	2.74^{bc}	0.76^{g}	0.56^{ghi}	0.41^{i}
1 mM	5	2.60^{cd}	2.23^{e}	0.54^{ghi}	0.46^{hi}
	10	2.84^{bc}	2.14^{e}	1.38^{f}	0.77^{g}
5mM	5	3.14^{a}	2.89^{b}	0.67^{gh}	0.63^{ghi}
	10	2.39^{de}	2.24^{e}	1.17^{f}	0.57^{ghi}

Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.01$).

میانگین‌های دارای حرف‌های یکسان نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد ($P \leq ۰/۰۱$).

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز

برهمکنش زمان نمونه‌برداری، دما و گابا روی فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز مربوط به گل‌های تیمار شده با گابای پنج میلی‌مولار در دمای پنج درجه سلسیوس در نمونه‌برداری اول بود که کمترین مقدار فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد و دمای ۱۰ درجه سلسیوس در نمونه‌برداری سوم و چهارم مشاهده شد (جدول ۳). پژوهشگران دریافتند که کاربرد گابا با افزایش ظرفیت سیستم آنتی‌اکسیدانی جاذب گونه‌های فعال اکسیژن مثل سوپراکسیددیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX) و گلوتاتیون ردوکتاز (GR) کارایی آن‌ها را افزایش می‌دهد و به‌عنوان اولین سد دفاعی در برابر ROS ها بوده و اکسیژن تک اتمی (O_2^-) را به H_2O_2 تبدیل می‌کنند. سپس H_2O_2 تولید شده توسط کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز حذف می‌شود. غلظت بالای کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز و گلوتاتیون ردوکتاز و فعالیت زیاد آن‌ها در گل‌های تیمار شده با گابا سبب کاهش انباشت H_2O_2 شده و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد (۲۰). افزون بر این، Cao و همکاران (۴) گزارش کردند که میزان فعالیت سوپراکسیددیسموتاز در هر دو گروه از میوه‌های ازگیل شاهد و تیمار شده با متیل جاسمونات با گذشت زمان افزایش یافت. افزایش در فعالیت سوپراکسیددیسموتاز می‌تواند توانایی بافت را در غیرفعال کردن O_2^- بالا ببرد و این در حالی است که افزایش فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در حذف قویتر H_2O_2 دخالت دارد که ممکن است در کنترل مقادیر O_2^- و H_2O_2 نیز نقش داشته باشد. فعالیت بالای آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز همراه با کاهش فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) سبب کاهش میزان H_2O_2 و O_2^- شده و تنش اکسایشی را کاهش می‌دهد (۲۳). به‌طور خلاصه نسبت بالای اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع، بالا بودن سطح انرژی و فعالیت پائین آنزیم‌های لیپوکسیژناز و فسفولیپاز D (PLD) و نیز فعالیت آنزیم‌های سیستم آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز ،گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتاتیون S ترانسفراز، آسکوربات پراکسیداز، دهیدروآسکوربات ردوکتاز و منو دهیدروآسکوربات ردوکتاز) در کاهش آسیب غشا و جلوگیری از انباشت ROSها سبب می‌شود تا گیاه در برابر سرمازدگی تحمل بیشتری داشته باشد (۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان فعالیت آنزیم

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

سوپراکسیددیسموتاز در مراحل اولیه آزمایش بیشتر از مراحل انتهایی بود. دلیل احتمالی این امر این است که پس از شروع دوره تنش و تولید گونه‌های فعال اکسیژن گیاه با بالا بردن سیستم آنتی‌اکسیدانی برای رفع این مشکل اقدام می‌کند ولی با گذشت زمان و انباشت گونه‌های فعال اکسیژن و پایان یافتن عمر گلجای فعالیت این آنزیم کاهش می‌یابد. با توجه به نتیجه‌های به دست آمده در این پژوهش روند فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز با یافته‌های Cao و همکاران (۴) در رابطه با کاهش اثر سرمازدگی در ازگیل ژاپنی با تیمار متیل‌جاسمونات و Yang و همکاران (۲۳) در رابطه با کاهش سرمازدگی با تیمار گابا در میوه‌های هلو و سلیمانی اقدم و بدبدک (۱۸) در رابطه با تأثیر تیمار گرمایی در کاهش سرمازدگی ازگیل، خیار، انار و نارنگی مطابقت داشت.

فعالیت آنزیم کاتالاز

برهمکنش زمان نمونه‌برداری، دما و گابا روی فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد گل‌های تیمار شده با گابای یک میلی‌مولار در دمای ۱۰ درجه سلسیوس در هنگام دومین مرحله نمونه‌برداری، بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز را نشان دادند. هم‌چنین کمترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، در گل‌های تیمار نشده با گابا (شاهد) در دمای پنج درجه سلسیوس در نمونه‌برداری سوم و چهارم و نیز گل‌های تیمار شده با گابای یک و پنج میلی‌مولار در دمای پنج درجه سلسیوس در نمونه‌برداری چهارم مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). تنش اکسایشی ناشی از ROSهایی مانند O_2^-، H_2O_2 و رادیکال هیدروکسیل در افزایش تنش سرمازدگی نقش دارند و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز ممکن است نقش مهمی در رفع سمیت رادیکال‌های آزاد و کاهش تنش سرمازدگی داشته باشند (۴). جلوگیری از تنش اکسایشی سبب بقای یاخته در شرایط تنش سرمازدگی می‌شود و ممکن است سازوکار اصلی مقاومت به تنش سرمازدگی باشد. در محصول‌های باغبانی، افزایش تحمل به سرمازدگی در مرحله پس از برداشت در رابطه با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گزارش شده است (۴).

جدول ۴- برهمکنش تیمارهای مختلف دما، گابا و زمان نمونه‌برداری بر فعالیت آنزیم کاتالاز(μmol H_2O_2 min^{-1} g^{-1} FW) در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون.

Table 4. Interaction of temperature, sampling time and GABA treatments on CAT activity (μmol H_2O_2 min^{-1} g^{-1} FW) of *Anthurium andraeanum* cv Sirion.

غلظت گابا GABA concentration	دما Temperature	روزخروج از انبار (نمونه‌برداری اول) 1^{st} day out of storage (1^{st} sampling)	۷ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری دوم) 7^{th} day out of storage (2^{nd} sampling)	۱۴ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری سوم) 14^{th} day out of storage (3^{rd} sampling)	۲۱ روز پس از خروج از انبار (نمونه‌برداری چهارم) 21^{st} day out of storage (4^{th} sampling)
Control	5	3.59^{d}	2.16^{g}	0.89^{lmno}	0.61^{o}
	10	4.31^{c}	2.27^{fg}	1.37^{hijk}	1.11^{jklm}
1 mM	5	3.17^{e}	2.31^{fg}	1.04^{klmn}	0.80^{mno}
	10	3.31^{de}	8.59^{a}	1.63^{h}	1.39^{hij}
5mM	5	4.26^{c}	2.5^{f}	1.30^{hijk}	0.74^{no}
	10	4.49^{c}	7.09^{b}	1.48^{hi}	1.18^{ijkl}

Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P\leq0.01$).

میانگین‌های دارای حرف‌های یکسان نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد ($P\leq۰/۰۱$).

سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز گونه‌های فعال اکسیژن تولید شده طی تنش سرما را کاهش داده و نقش مهمی در مهار آن‌ها دارد (۲۳). با توجه به نتیجه‌های به دست آمده، فعالیت آنزیم کاتالاز در گل‌های تیمار شده با گابا در دماهای سرمازدگی، در مقایسه با گل‌های شاهد بیشتر بود که این مورد با یافته‌های Yang و همکاران (۲۳) در میوه‌های هلو تیمار شده با گابا همسو بود. نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در مراحل ابتدایی آزمایش (نمونه‌برداری اول و دوم) بیشتر از مراحل دیگر بود که در این مراحل، واکنش گیاه به تنش سرما به‌صورت افزایش در فعالیت آنزیم کاتالاز نمود یافت. میزان فعالیت این آنزیم در دمای ۱۰ درجه سلسیوس بیشتر از دمای پنج درجه سلسیوس بود که احتمال می‌رود دلیل

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

آن کاهش فعالیت آنزیم در دمای پنج درجه سلسیوس باشد (۳). روند داده‌های حاصل از این پژوهش با نتیجه‌های Promyou و همکاران (۱۳) در آنتوریوم تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید دو میلی‌مولار به مدت ۱۵ دقیقه در انبار با دمای ۴ درجه سلسیوس و نتیجه‌های Cui و همکاران (۵) در گیاه توتون زیر تنش سرمازدگی همسو بود.



Fig 3. Comparison of spathe browning as one of the most important symptoms of chilling injury in anthurium plants treated with GABA at temperatures of 5 and 10 ° C.

شکل ۳- مقایسه قهوه‌ای شدن اسپات به‌عنوان یکی از نشانه‌های مهم آسیب سرمازدگی در گیاهان آنتوریوم تیمار شده با گابا در دماهای پنج و ۱۰ درجه سلسیوس.

قهوه‌ای شدن اسپات

نتیجه‌ها نشان داد تیمار دمای پنج درجه سلسیوس در هر سه تیمار گابا دارای بیشترین میزان سرمازدگی بود و کمترین مقدار قهوه‌ای شدن در دمای ۱۰ درجه سلسیوس در هر سه تیمار گابا مشاهده شد که از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند (شکل ۴). برهمکنش زمان و دما نشان داد تیمار دمای پنج درجه سلسیوس از روز پنجم تا بیستم و تیمار دمای ۱۰ درجه سلسیوس از روز چهاردهم تا بیستم با داشتن بیشترین میزان قهوه‌ای شدن، از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند. کمترین مقدار قهوه‌ای شدن اسپات نیز در دمای ۱۰ درجه سلسیوس از روز اول تا پنجم مشاهده شد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد در کاهش مقدار قهوه‌ای شدن اسپات، اثر تیمار دمایی بیش از تیمار گابا بوده است. در هنگام تنش سرما، مقدار ترکیب‌های فنولی آزاد کل، روند کاهشی می‌یابد که با درجه قهوه‌ای شدن مرتبط می‌باشد. احتمال می‌رود در واکنش‌های مربوط به قهوه‌ای شدن، ترکیب‌های فنولی آزاد به عنوان پیش ماده به کار روند. فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز (PPO) فاکتور اصلی در واکنش‌های مربوط به قهوه‌ای شدن می‌باشد (۱۱، ۱۲). اگر تنش سرما سبب به وجود آمدن آسیب در غشای اندامک‌هایی مانند واکوئل‌ها شود، ترکیب‌های فنولی موجود در واکوئل‌ها، در معرض آنزیم PPO قرار می‌گیرند. یاخته‌ها ممکن است در پاسخ به تنش سرما، ترکیب‌های فنولی را در دیواره خود ذخیره کنند که به دنبال آن با آنزیم PPO که در فضای آپوپلاستی وجود دارد واکنش می‌دهند. افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) نیز در ارتباط با نابسامانی‌های ناشی از تنش‌هایی مانند سرمازدگی می‌باشد. افزایش نشانه‌های سرمازدگی با مقدار ترکیب‌های فنولی آزاد رابطه عکس و با فعالیت آنزیم‌های PPO و PAL رابطه مستقیم دارد (۱۲). در پژوهش دیگری گل‌های تیمار شده با گابای یک و پنج میلی‌مولار در مراحل قبل و پس از برداشت، میزان PAL بیشتر و PPO کمتری را در انبار با دمای ۴ درجه سلسیوس از خود نشان دادند و نیز میزان فنول کل در گل‌های تیمار شده با گابای یک میلی‌مولار در مرحله قبل از برداشت، بالاتر از گل‌های شاهد بود (۱۹). نتیجه‌های پژوهش حاضر با یافته‌های این پژوهشگران همسو نبود. احتمال می‌رود این عدم هماهنگی در نتیجه‌ها به‌علت عدم اعمال تیمار قبل از

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

برداشت گابا و نقش آن در تحریک تولید گابای درون‌زا و دیگر ترکیب‌های آنتی اکسیدانی موثر در فرآیند مقابله با پیری در گل‌ها باشد.

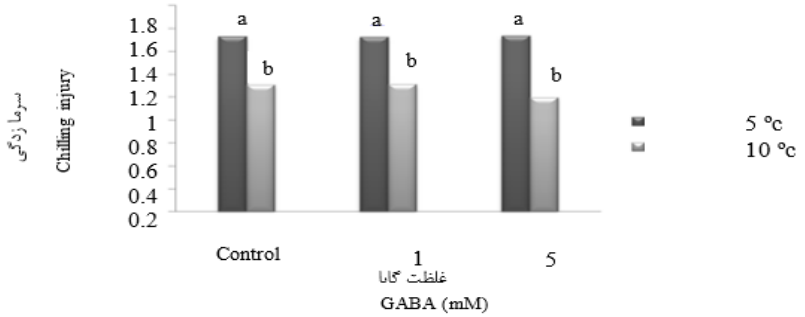


Fig. 4. Interaction of the GABA concentration and temperature on the spathe browning of *Anthurium andraeanum* cv. Sirion. Columns with different letters are significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.01$).

شکل ۴- برهمکنش غلظت‌های گابا و دما بر قهوه‌ای شدن اسپات در گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون. ستون‌های دارای حرف‌های متفاوت بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند($P \leq ۰/۰۱$).

جدول ۵- برهمکنش دما و زمان نمونه‌برداری بر سرمازدگی گل بریدنی آنتوریوم رقم سیریون.

Table 5. Interaction of temperature and sampling time on the chilling injury of anthurium cut flowers 'Sirion'.

روز Day	مقایسه میانگین دما ۵ درجه سلسیوس Means comparison of 5 °c	مقایسه میانگین دما ۱۰ درجه سلسیوس Means comparison of 10 °c
1	0.7 ^{h}	0.33 ^{j}
2	0.7 ^{h}	0.33 ^{j}
3	1.07 ^{e}	0.33 ^{j}
4	1.4 ^{cd}	0.36 ^{j}
5	1.67 ^{a}	0.36 ^{j}
6	1.67 ^{a}	0.51 ^{i}
7	1.67 ^{a}	0.55 ^{i}
8	1.67 ^{a}	0.77 ^{gh}
9	1.67 ^{a}	0.88 ^{fg}
10	1.67 ^{a}	0.96 ^{ef}
11	1.67 ^{a}	1.29 ^{d}
12	1.67 ^{a}	1.48 ^{bc}
13	1.67 ^{a}	1.59 ^{ab}
14	1.67 ^{a}	1.63 ^{a}
15	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}
16	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}
17	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}
18	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}
19	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}
20	1.67 ^{a}	1.67 ^{a}

Means with the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range test ($P \leq 0.01$).

میانگین‌های دارای حرف‌های یکسان نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد می‌باشد ($P \leq ۰/۰۱$).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

نتیجه‌گیری

در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناسی مانند عمر گلجای، غلظت یک میلی‌مولار گابا در دمای ۱۰ درجه سلسیوس، اثر بهتری نسبت به غلظت پنج میلی‌مولارداشت. در دمای ۱۰ درجه سلسیوس میزان قهوه‌ای شدن اسپات نسبت به دمای پنج درجه سلسیوس کمتر بود و در حالت کلی اثر تیمارهای دمایی مورد استفاده بیش از تیمار غلظت‌های مختلف گابا بود. فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز در نمونه‌های تیمار شده با گابا در مراحل ابتدایی آزمایش نشان داد که این تیمار در کاهش تنش ناشی از دماهای سرمازدگی موثر بود. کاهش شاخص مالون‌دی‌آلدئید و حفظ پایداری غشا نیز نشان دهنده اثر مثبت تیمار گابا در کاهش اثر منفی سرمازدگی در گل بریدنی آنتوریوم بود.

منابع References

۱. سلیمانی اقدم، م. ۱۳۹۴. رساله دکتری تاثیر تیمار قبل و پس از برداشت گاماآمینو بوتیریک اسید (GABA) بر سرمازدگی پس از برداشت گل شاخه بریده آنتوریوم. دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران. ۹۳ ص.

2. Aebi, H. 1984. Catalase *in vitro*. Meth. Enzymol. 105: 121- 126.

3.Arabaci, G. 2011. Partial purification and some properties of catalase from dill (*Anethum graveolens* L.). J. Biol. Life Sci. 2(1):11-15.

4.Cao, S., Y. Zheng, K. Wang, P. Jin and H. Rui. 2009. Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit. Food Chem. 115:1458- 1463.

5. Cui, C., Q Zhou, C.B. Zhang, L. J. Wang and Z.F. Tan. 2013. Effects of chilling stress on membrane lipid peroxidation and antioxidant system of *Nicotiana tabacum* L. Seedling. Afr. J. Agr. 8(47):6079- 6085.

6. Gopaulchan, D., A. M.Lennon and P. Umaharan. 2013. Identification of reference genes for expression studies using quantitative RT-PCR in spathe tissue of *Anthurium andraeanum* Hort. Sci. Hort. 153:1–7.

7.Hodges, D. M., J. M. DeLong, C. F. Forney and R. K. Prange. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207:604-611.

8.Kathiresan, A., P .Tung, C.C. Chinnappa and M. D. Reid. 1997. γ- Aminobutyric acid stimulates ethyIene biosynthesis in Sunflower. Plant Physiol . 115:129- 135.

9. Lalnunmawia, F. and N. Khawlhring. 2011. Cultivation of Anthurium in Mizoram, India: present scenario and future prospect. Sci Vis. 11(4):203-207.

10.Luengwilai, K., M. Saltveit and D. M. Beckles. 2012. Metabolite content of harvested Micro-Tom tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit is altered by chilling and protective heat-shock treatments as shown by GC–MS metabolic profiling. Post. Biol. Technol. 63:116- 122.

11. Luo, Z., C. Chen and J. Xie. 2011. Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. Postharvest Biol. Technol. 62:115-120.

12.Nguyen, T. B. T., S. Ketsa and W. G. Van Doorn. 2003. Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. Post. Biol. Technol. 30:187- 193.

13.Promyou, S., S. Ketsa and W. G. Van Doorn. 2012. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. Post. Biol. Technol. 64:104- 110.

14.Sen Gupta, A., R. P. Webb, A. S. Holaday and R. D. Allen. 1993. Overexpression of superoxide dismutase protects plants from oxidative stress. Plant Physiol.103:1067-1073.

15. Sevillano, L., M. T. Sanchez-Ballesta, F. Romojaro and F. B. Flores. 2009. Physiological, hormonal and molecular mechanisms regulating chilling injury in horticultural species. Postharves technologies applied to reduce its impact. J. Sci. Food Agr. 89: 555-573.

16. Shelp, B. J., R. T. Mullen and J. C. Waller. 2012. Compartmentation of GABA metabolism raises intriguing questions. Trends Plant Sci. 17:57-59.

17.Sirikesorn, L., W. Imsabai, S. Ketsa and W.G. van Doorn. 2013. Low temperature-induced water soaking of dendrobium inflorescences: relation with phospholipase D activity, thiobarbituric-acid-staining membrane degradation products, and membrane fatty acid composition. Post. Biol. Technol. 80:47–55.

18.Soleimani Aghdam, M. and S. Bodbodak. 2014. Postharvest heat treatment for mitigation of chilling injury in fruit and vegetable. Food Bioproc. 7:37- 53.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

19. Soleimani Aghdam, M., R. Naderi, R. A. Askari Sarcheshmeh and M. Babalar. 2015. Amelioration of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by γ- aminobutyric acid (GABA) treatments. Post. Biol. Technol. 110:70- 76.
20. Soleimani Aghdam, M., R. Naderi, A. Jannatizadeh, A. Askari Sarcheshmeh and M.Babalar. 2016. Enhancement of chilling tolerance of anthurium cut flowers by γ-Aminobutyric acid treatment. Sci Hort. 198:52- 60.
21Song, H., X. Xu, H. Wang, H. Wang and Y. Tao. 2010. Exogenous γ-aminobutyric acid alleviates oxidative damage caused by aluminium and proton stresses on barley seedlings. J. Food Sci. Technol. 90:1410-1416.
22.Wang, Y., Z. Luo, X. Huang, K. Yang, S. Gao and R. Du. 2014. Effect of exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) treatment on chilling injury and antioxidant capacity in banana peel. Sci. Hort. 168:132- 137.
23.Yang, A., S. Cao, Z. Yang, Y. Cai and Y. Zheng. 2011. γ-Aminobutyric acid treatment reduces chilling injury and activates the defense response of peach fruit. Food Chem. 129:1619- 1622.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (4): 435 – 446 2019)
Research article

Effects of Postharvest γ-Aminobutyric Acid Treatment on Vase Life and Antioxidant Enzymes Activity of *Anthurium* cv. Sirion under Chilling Stress

F. Mahjoory, A. Ebrahimzadeh*, M.B. Hassanpouraghdam and M.A. Aazami Mavaloo[1]

Keeping anthurium cut flowers under 15ºC leads to chilling damage and reduction in flower vase life. In this research, the effects of postharvest GABA treatments (0, 1 and 5 mM) on vase life, membrane stability, spathe browning, antioxidant enzymes activity (CAT, SOD), and MDA content during 10 days' storage at 5 and 10 ºC were studied. The results revealed that the longest vase life was observed in 1 mM GABA in 10 ºC. Untreated flowers showed the least membrane stability and the highest MDA content in chilling temperatures. SOD activity was increased using 5 mM GABA. The flowers treated with 1 mM GABA had more CAT activity. GABA treatment had no effect on spathe browning. Finally, it can be concluded that both concentrations of GABA (1 and 5 mM) were effective to induce chilling resistance in anthurium cut flowers.

Keywords: CAT, Chilling injury, GABA, MDA, Vase life.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.5.8]

1. Former M.Sc. Student, Assistant Professor, Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, University of Maragheh, (and Research Associate Professor, Islamic Parliament Research Center, Tehran,) and Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, University of Maragheh, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (acebrahimzadeh@gmail.com).