نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، ص. ۱۳۳-۱۲۷
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 1, Spring 2015, P. 127-133
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر گل ژربرا رقم پینک الگانس (*Gerbera jamesonii* L., cv. Pink Elegance)

میثم منصوری[1*] - محمود شور[2] - علی تهرانی فر[3] - یحیی سلاح ورزی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۵

چکیده

ژربرا یکی از ده گل مهم شاخه بریده در جهان و ایران از نظر تولید و مصرف محسوب می‌شود. در مطالعه حاضر، به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین بر خصوصیات بیوشیمیایی گل ژربرا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل صفر (آب شهری؛ شاهد)، سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار و تیامین در غلظت‌های ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله و به فاصله دو هفته انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد استفاده تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات بیوشیمیایی داشتند. تیامین در غلظت ۲۵۰ میکرومولار سبب افزایش میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، به ترتیب با میانگین ۳۶/۶، ۱۷/۲ و ۶۱/۱ میکروگرم بر گرم وزن تر شد، در حالیکه بیشترین میزان کاروتنوئید ۷/۸ میکروگرم بر گرم وزن تر مربوط به تیامین ۵۰۰ میکرومولار می‌باشد. از سوی دیگر بیشترین میزان قندهای قابل احیا ۱۸۱/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد. در این آزمایش، بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۹۴/۵ و پراکسیداز ۷۰/۷ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن تر به ترتیب مربوط به تیمار ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید بودند. از اینرو به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید و تیامین می‌توانند سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گل ژربرا شوند.

واژه‌های کلیدی: پراکسیداز، قندهای قابل احیا، کلروفیل، کاروتنوئید، کاتالاز

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesonii* L. متعلق به تیره Asteraceae می‌باشد. این گل یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده می‌باشد (۹).

سالیسیلیک اسید (SA) یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید با فرمول شیمیایی $C_7H_6O_3$ یک فنل گیاهی است (۴) و در فرآیندهای فیزیولوژیکی مهمی نظیر رشد و توسعه گیاه، فتوسنتز، تعرق، جذب یون، سنتز پروتئین، رسیدن میوه و پیری نقش دارد (۵). بر اساس نتایج علائی و همکاران (۱) محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در مرحله قبل از برداشت گل رز، فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش داد. هم‌چنین کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش قندهای قابل احیا در گل‌های داوودی شاخه بریده شد (۱۴).

ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که برای انجام واکنش‌های خاص متابولیک ضروری اند بیشتر آنها به عنوان کوآنزیم یا جزیی از آنزیم در فعال کردن واکنش‌های ضروری شرکت می‌کنند تیامین هیدروکلرید (ویتامین B_1) یک پودر کریستال سفید مایل به زرد با طعم گردو می‌باشد (۲). این ویتامین به عنوان کوآنزیم ضروری در تنفس سلولی و در دکربوکسیله شدن پیروات به استیل‌کوآنزیمآ نقش داشته و سبب ورود مواد اکسیدکننده به سیکل کربس برای تولید انرژی و ایجاد مقاومت به تنش‌های زنده و غیر زنده در گیاهان می‌گردد (۲ و ۱۱).

بر اساس نتایج بدست آمده توسط محجوب و همکاران (۱۳) محلول‌پاشی تیامین باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی کوکب نسبت به گیاهان شاهد شده است. طبق نتایج ناهد و همکاران (۱۵) کاربرد تیامین در سینگونیوم رنگیزه‌های فتوسنتزی را افزایش داد. همچنین کاربرد تیامین در گلایول باعث افزایش کلروفیل a، b،

۱ ، ۲، ۳و ۴ - به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و مربی گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: mansoori.1388@gmail.com)

کلروفیل کل، کاروتنویید و قندهای محلول نسبت به گیاه شاهد شد (۱۶). در گزارش دیگری کاربرد تیامین سبب افزایش قندهای محلول گیاه نوش *(Thuja orientalis)* شد (۱۷).

بنابراین تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات بیوشیمیایی ایجاد شده در اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و تیامین در گل ژربرا صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود واقع در شهرک صنعتی توس شهر مشهد با ۱۰۶۵ متر ارتفاع از سطح دریا، طول جغرافیایی ۵۹/۳۷ درجه و عرض جغرافیایی ۳۶/۱۹ درجه در سال ۱۳۹۱ انجام پذیرفت. این پژوهش به صورت طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام شد، تیمارها شامل، آب شهر (شاهد)، سالیسیلیک اسید ۷۵ و ۱۵۰ میکرومولار و تیامین ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومولار می‌باشند. به مدت یک هفته قبل از محلول‌پاشی جوانه‌های گل حذف شدند و سپس محلول‌پاشی در دو مرحله و به فاصله زمانی دو هفته صورت پذیرفت. میانگین دمای روز ۲۶ و شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد بود. صفات مورد سنجش شامل کلروفیلa، b، کلروفیل کل، کاروتنویید، قندهای قابل احیا، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد.

کلروفیل و کاروتنوئید

اندازه‌گیری میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنویید و قندهای قابل احیا ده روز پس از دومین محلول‌پاشی و سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز ۲۴ ساعت پس از دومین محلول‌پاشی صورت گرفت.

جهت اندازه گیری کلروفیل و کاروتنویید از روش دِرِ و همکاران (۸) استفاده شد. مقدار ۰/۵ گرم از بافت برگ را وزن نموده و در هاون چینی با ۵ سی‌سی متانول ۹۶ درصد ساییده و سپس مواد را داخل لوله فالکون ریخته و در سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه، به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده، سپس محلول رویی را برداشته و با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Bio Quest,CE 2502,UK میزان جذب در طول موج‌های ۶۶۶ ، ۶۵۳ و ۴۷۰ قرائت گردید و در نهایت با استفاده از روابط زیر محاسبات انجام پذیرفت.

$$C_a = 15.65\,A_{666} - 7.340\,A_{653}$$
$$C_b = 27.05\,A_{653} - 11.21\,A_{666}$$
$$C_{x+c} = 1000\,A_{470} - 2.86\,C_a - 129.2\,C_b/245$$
$$C_t = C_a + C_b + C_{x+c}$$

C_a: میزان کلروفیل a، C_b: میزان کلروفیل b ، C_{x+c}: میزان کاروتنوئید و C_t: کلروفیل کل

قندهای قابل احیا

به منظور سنجش میزان قندهای قابل احیا ۰/۵ گرم نمونه گیاهی توزین و توسط ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد استخراج عصاره صورت پذیرفت سپس مقدار قندهای قابل احیا مطابق روش هج و هوفریتر(۱۲) اندازه گیری شد. شدت جذب محلول در طول موج ۶۳۰ نانومتر تعیین شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت قندهای قابل احیا بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد.

تهیه عصاره آنزیمی

به منظور سنجش میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز ابتدا عصاره آنزیمی استخراج شد. ۱۰۰ میلی‌گرم بافت تازه گیاهی در هموژنایزر توسط ازت مایع کاملا خرد و همگن شد سپس یک سی‌سی بافر فسفات پتاسیم (۵۰ میلی‌مولار با pH=۷/۸ حاوی EDTA) به عصاره افزوده شد. سپس محلول مورد نظر به مدت ۲۵ دقیقه و با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. پس از پایان سانتریفیوژ، محلول روشناور در میکروتیوب سترون توزیع و در فریزر ۸۰- نگه‌داری شدند. این نمونه‌ها برای تعیین فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز مورد استفاده قرار گرفتند.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (EC 1.11.1.6)

فعالیت این آنزیم به روش ولیکووا و همکاران (۲۲) مورد سنجش قرار گرفت. ابتدا بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی مولار با pH= ۷ (به همراه ۱۶۹ میکرولیتر۳۰ درصد H_2O_2) تهیه شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت ۱/۵ دقیقه و هر ۵ ثانیه یک بار قرائت شد در نهایت با توجه به ضریب خاموشی کاتالاز (۴۰ میلی‌مولار بر سانتی‌متر)، میزان واحد آنزیم در گرم بافت‌تر محاسبه گردید (۲۲).

سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (EC 1.11.1.7)

فعالیت این آنزیم به روش سرینیواس و همکاران (۲۱) با اندکی تغییر مورد سنجش قرار گرفت. ابتدا بافر فسفات پتاسیم ۲۰ میلی‌مولار با pH= ۶ (به همراه ۵/۱۵ میکرولیتر H_2O_2 ۳۰ درصد به عنوان پذیرنده الکترون و ۳۱/۰۵ میکرولیتر گایاکول به عنوان الکترون دهنده) تهیه شد و سپس با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۹۰ نانومتر به مدت ۱/۵ دقیقه و هر ۵ ثانیه قرائت صورت پذیرفت. در نهایت با توجه به ضریب خاموشی پراکسیداز (۲۶/۶ میلی‌مولار بر سانتی‌متر)، میزان واحد آنزیم در گرم بافت‌تر محاسبه شد (۲۱).

در پایان داده‌ها با نرم افزار JMP ۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد

محاسبه شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مورد استفاده در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل a داشت (جدول ۱). تیمارهای مورد آزمایش نسبت به شاهد میزان کلروفیل a را به طور قابل توجهی افزایش دادند (شکل ۱). محجوب و همکاران اظهار داشتند که تیامین باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گل کوکب شده است و تیمار ۱۰۰ پی.پی.ام نسبت به سایرین بیشتر موثر بوده است (۱۳). به نظر می‌رسد نقش تیامین به عنوان کاتالیزور در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها، سبب افزایش کلروفیل شده است (۳).

کلروفیل b

طبق نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس، تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل b داشتند (جدول ۱). تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین نسبت به شاهد میزان کلروفیل b را افزایش دادند و اثر تیمار ۲۵۰ میکرومولار تیامین نسبت به سایرین محسوس‌تر بود (شکل ۲). طبق گزارش ناهد و همکاران (۱۵) تیامین ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام از موثرترین تیمارها بر افزایش کلروفیل b نسبت به شاهد بودند همچنین آنها گزارش کردند که تیامین سبب تجمع عناصر غذایی N, P, K شده است که علت آن به آزاد سازی اسیدهای آلی در ناحیه ریشه و در نتیجه سهولت آزادسازی عناصر غذایی از بافت خاک و در نتیجه جذب و افزایش رشد گیاه برمی‌گردد (۱۵).

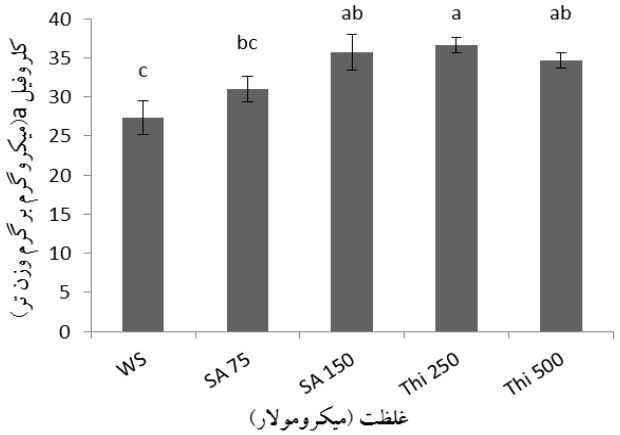
میزان کاروتنوئید

طبق نتایج بدست آمده اثر تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین سبب افزایش میزان کاروتنوئید نسبت به شاهد شدند. تیامین ۵۰۰ میکرومولار با ۷/۸۷ میکروگرم برگرم وزن تر اثر بیشتری بر میزان کاروتنوئید داشت (شکل ۳). ناهد و همکاران (۱۶) گزارش کردند که تیامین ۲۰۰ پی‌پی‌ام نسبت به شاهد سبب افزایش میزان کاروتنوئید در گلایول شد همچنین آن‌ها اظهار داشتند که با افزایش غلظت تیامین از ۵۰ به ۲۰۰ پی‌پی‌ام میزان کاروتنویئد نیز افزایش یافت و همچنین طی آزمایش دیگری ناهد و همکاران بیان کردند که تیامین ۵۰ پی‌پی‌ام نسبت به شاهد اثر معنی‌داری بر میزان کاروتنوئید در سینگونیوم داشت (۱۵). با توجه به نقش کوفاکتوری تیامین و همچنین اثر آن بر دکربروکسیله شدن پیروات به استیل‌کوآنزیم‌آ و تولید انرژی، اثر آن بر میزان کاروتنوئید دور از انتظار نیست (۲و۳).

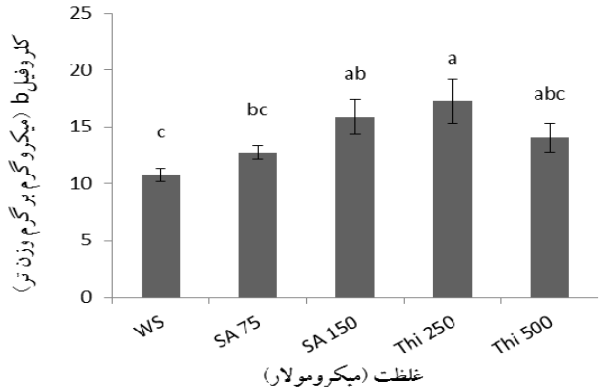
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر خصوصیات بیوشیمیایی ژربرا رقم پینک الگانس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنویید	قند های قابل احیا	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز
تیمار	۴	۵۸/۸ **	۲۶/۱۶**	۱۹۵/۵۱**	۲/۵۴*	۳۵۳/۵ **	۱۶۷۴**	۱۰۰/۷ *
خطا	۱۲	۱۳/۰۸	۷/۵۸	۱۵/۴۹	۰/۷۰۱۸	۱۳/۴۲	۷۱/۹۴	۲۳/۲۳

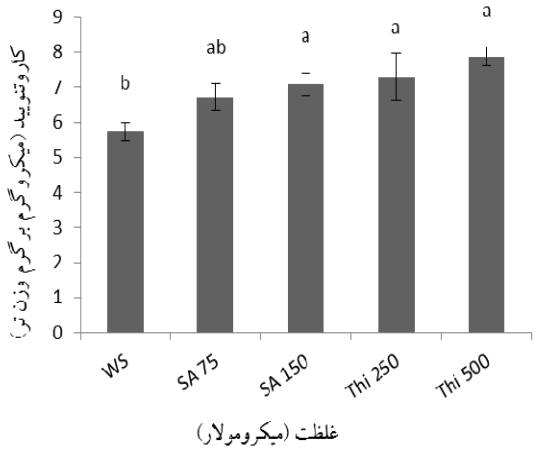
* و **- به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد بر اساس آزمون LSD



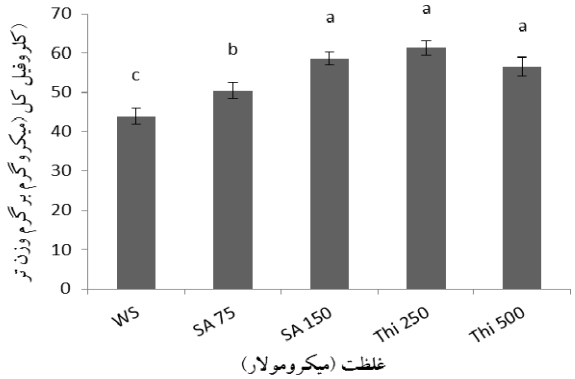
شکل ۱- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل a ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۲- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل b ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۳- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کاروتنویید ژربرا رقم پینک الگانس



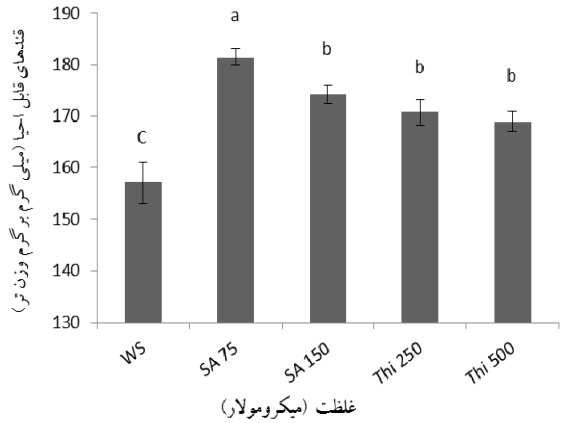
شکل ٤- مقایسه اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان کلروفیل کل ژربرا رقم پینک الگانس

کلروفیل کل

میزان کلروفیل کل نیز تحت تاثیر تیمار قرار گرفت (جدول ۱). طبق نتایج تیمارهای سالیسیلیک اسید و تیامین کلروفیل کل را نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۴). نتایج آزمایش بدور و همکاران (۷) نشان می‌دهد که کاربرد تیامین به تنهایی کمترین اثر مطلوب را بر رنگیزه‌های فتوسنتزی داشته که نتایج کار ما با آن‌ها مطابقت نداشت. تیامین فاکتور مهمی در انتقال واکنش‌های چرخه پنتوز فسفات می‌باشد که سبب سنتز نوکلئوتیدها و تولید NADP از مسیرهای مختلف می‌شود (۷). هم‌چنین افزایش میزان کلروفیل احتمالاً به نقش تیامین به عنوان کاتالیزور در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها برمی‌گردد (۳).

قندهای قابل احیا

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که میزان قندهای قابل احیا برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین میزان این صفت در تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۱۸۱/۵ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر و کمترین مقدار مذکور در تیمار شاهد با ۱۵۷ میلی‌گرم برگرم وزن‌تر مشاهده شد (شکل ۵). راویا و همکاران (۱۹) گزارش کردند که کاربرد تیامین روی یاسمن سبب افزایش میزان قندهای محلول، غیر محلول و کل نسبت به شاهد شد و با افزایش غلظت میزان قندها نیز افزایش یافتند. هم‌چنین منصوری (۱۷) اظهار داشت که کاربرد تیمارهای سالیسیلیک اسید تا سطح ۱۰ میکرومولار سبب افزایش میزان قندهای قابل احیا در گل‌های بریدنی داوودی شد و در غلظت‌های بیش از آن سبب کاهش میزان قندهای قابل احیا شد. به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید از طریق کاهش تنفس سلولی و بهبود شرایط فتوسنتزی میزان قندهای قابل احیا را افزایش می‌دهد (۱۷).



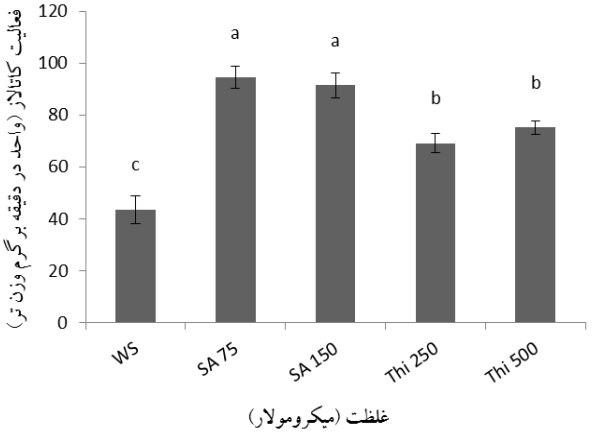
شکل ۵- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان قندهای قابل احیا ژربرا رقم پینک الگانس

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

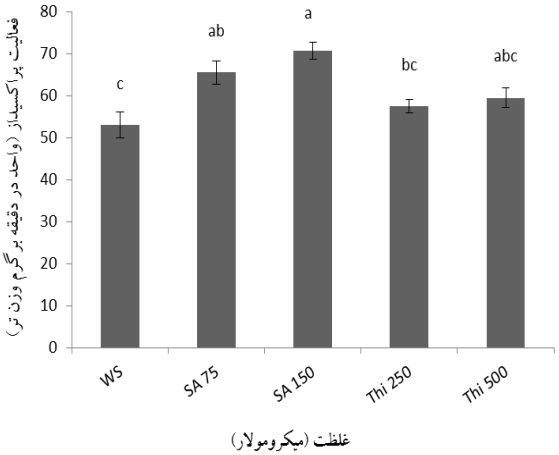
طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس صفات، اثر تیمار بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد ($P\leq ۰/۰۱$) معنی‌دار بود (جدول ۱). ۲۴ ساعت بعد از دومین محلول‌پاشی بیشترین تاثیر مربوط به تیمار ۷۵ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۹۴/۵ واحد آنزیم بر دقیقه درگرم وزن تر گزارش شد و این درحالی است که تیمار شاهد (آب شهر) با کمترین تاثیر، ۴۳/۶ واحد آنزیم بر دقیقه درگرم وزن تر مشاهده شد. سایر تیمارها نیز نسبت به شاهد از سطح بالاتری برخوردار بودند (شکل ۶). گزارشات متعددی در زمینه فعالیت آنزیم کاتالاز وجود دارد. طبق گزارش اعلایی و همکاران (۷) تیمارهای سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد میزان فعالیت آنزیم کاتالاز را افزایش دادند. باتوجه به اینکه آنزیم کاتالاز تحت شرایط تنش افزایش می‌یابد پرومیو و همکاران (۲۱) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گل آنتوریوم تحت شرایط سرمازدگی را افزایش داد. آنزیم های آنتی اکسیدانی باعث محافظت سلول‌ها می‌شوند و آنزیم کاتالاز در کنترل میزان پراکسید هیدروژن و پاک‌سازی آن از سلول نقش دارد (۶).

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتایج آزمایش نشان می‌دهد که اثر تیمار بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال پنج درصد ($P\leq ۰/۰۵$) معنی دار بود (جدول ۱). طبق نتایج بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ۲۴ ساعت بعد از محلول‌پاشی مربوط به تیمار ۱۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید با ۷۰/۷ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن تر بود و کمترین تاثیر مربوط به تیمار شاهد (آب شهر) با ۵۳ واحد آنزیم بر دقیقه در گرم وزن‌تر گزارش شد (شکل ۷). طبق گزارش شی و ژو (۲۲) که به بررسی تاثیر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر سمیت منگنز و سیستم آنتی اکسیدانی خیار پرداختند نشان دادند که کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز شد. هم‌چنین گرائی‌لو و قاسم نژاد (۱۲) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید در دوره پس از برداشت باعث کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در گل رز شد و پیری گلها را به تعویق انداخت. پراکسیداز نقش حیاتی در محافظت سلول در برابر پراکسید هیدروژن دارد (۲۲).



شکل ٦- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ژربرا رقم پینک الگانس



شکل ۷- اثر سالیسیلیک اسید و تیامین بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ژربرا رقم پینک الگانس

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد تیامین منجر به افزایش کلروفیل a، b، کاروتنوئید و کلروفیل کل شد و بیشترین میانگین را در صفات مذکور داشت که به نقش کاتالیزوری تیامین در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین ها اشاره دارد. همچنین کاربرد

سالیسیلیک اسید منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی (کاتالاز و پراکسیداز)، که باعث محافظت سلول‌ها گردید. در نهایت با توجه به اثر مطلوب سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میکرومولار بر فعالیت آنزیم ها و همچنین با توجه به این‌که اثر تیمارسالیسیلیک از نظر مقایسه میانگین تفاوت چندانی با تیامین بر رنگیزه‌های فتوسنتزی ندارد، تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۵۰ میکرومولار توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولین محترم شرکت گل‌آذین مقصود به خاطر همکاری در اجرای تحقیق و استفاده از گلخانه این شرکت، تشکر و قدردانی می‌نمائیم.

منابع

۱- اعلایی م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سالیسیلیک اسید در مرحله داشت و پس از برداشت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر پس از برداشت رز. رساله دکتری تخصصی گروه علوم باغبانی. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج.

۲- شاکرحسینی ر. و آزادبخت ل. ۱۳۸۳. ویتامین‌ها. نشر گرایش. ۱۹۷ صفحه.

۳- صادقی ح. و رجب نژاد ک. ۱۳۸۹. بررسی اثر کاربرد همزمان اسید بوریک، پراکسید هیدروژن و تیامین با ایندول بوتریک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌های زیتون "رقم رشید" . مجله علوم باغبانی ایران ۴۱(۲): ۱۷۸-۱۷۳.

۴- فتحی ق. و اسماعیل پور ب. ۱۳۸۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی، اصول و کاربرد. جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۸ صفحه.

۵- هاشمی م. ۱۳۸۹. تاثیرات سالیسیلیک اسید، متیل جاسمونات و اسانس‌های گیاهی بر کیفیت و عمر گل‌جایی گل‌های بریده. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، علوم باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.

6- Alaey M., Babalar M., Naderi R., and kafi M. 2011. Effect of pre and postharvest Salicylic acid treatment on physiochemical attributes in relation to vase life of Rose cut flowers." Postharvest Biology and Technology, 61(1): 91-94.

7- Bedour A., Leila A., and Rawia A., 2011. Improving gladiolus growth, flower keeping quality by using some vitamins application. Journal of American Science, 7(3); 169-174.

8- Dere S., Gunes T., and Sivaci R., 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll - a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Journal of Botany, 22: 13-17.

9- Dole J. M., and Wilkins F. H. 2006. Floriculture, Principles and Species. Prentice Hall Upper Saddle River New Jersey, 356-360.

10- Gerailoo S., and Ghasemnezhad M. 2011. Effect of Salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petel senescence in “Yellow island” cut rose flowers. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 19(1): 183-193.

11- Goyer A. 2010. Thiamine in plants: Aspects of its metabolism and functions. Phytochemistry, 71; 1615-1624.

12- Hedge J.E., and Hofreiter B.T. 1962. In: R. L. Whistler & B. Miller (Ed.), Carbohydrate Chemistry. Academic Press, New York. pp.17-22.

13- Mahgoub M., and Abdel aziz S. 2011. Response of *dahlia pinnata* L. plant to foliar with putrescine and thiamine on growth, flowering and photosynthetic pigments. *American*-Eurasian Journal Agriculture And Environment Science, 10 (5): 769- 775.

14- Mansouri H. 2012. Salicylic acid and Sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. Scientia Horticulturae, 145: 29–33.

15- Nahed G., Abdel aziz S., Fatma E. M., El- Quesni and Farahat M. 2007. Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Syngonium podophyllum* L. to foliar application of Thiamine, Ascorbic acide and kinetin at nubaria. World journal of Agricultural sciences, 3(3); 301- 305.

16- Nahed G., Abdel Aziz S., Taha Lobna M., Ibrahim Soad M. 2009. Some studies on the effect of Putrescine, Ascorbic acid and Tiamine on growth, flowering and some chemical constituents of Gladiolus plants at Nubaria. Ozean Journal of Applied Sciences, 2(2); 169- 179.

17- Nahed G., Abdel Aziz S., Azza A., Mazher M., and Farahat M. 2010. Response of vegetative growth and chemical constituents of *Thuja orientalis* L. plant to foliar application of different amino acids at Nubaria. Journal of American Science, 6:3. 295-301.

18- Promyou S., Ketsa S., and van Doorn. W. 2012. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. Postharvest Biology and Technology, 64: 104-110.

19- Rawia A.E., Lobna S.T., and Soad M. I. 2010. Physiological properties studies on essential oil of *Jasminum grandiflorum* L. as affected by some vitamins. Ozean Journal of Applied Sciences, 3(1): 87-96.

20- Shi Q., and Zhu Z. 2008. Effects of exogenous Salicylic acid on manganese toxicity, element contents and

antioxidative system in cucumber. Environmental and Experimental Botany, 63: 317–326.
21- Srinivas N. D., Rashmi K. R., and Raghavarao K. S. M. S. 1999. Extraction and purification of a plant peroxidase by aqueous two-phase extraction coupled with gel filtration. Process Biochemistry, 35 .43–48.
22- Velikova V., Yordanov I., and Edreva A. 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants Protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 151: 59–66.