



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۴
صفحه‌های ۲۴۱-۲۵۵

اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

زیبده البرز*^۱، فریبرز حبیبی^۲ و سید نجم‌الدین مرتضوی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۰۹

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی قبل و پس از برداشت پلی آمین‌ها بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری' (*Alstroemeria aurantica cv. Sukari*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو نوع پلی آمین (پوتریسین و اسپرمین) در چهار سطح (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر) انجام گرفت. تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین عمر گلجایی را به ترتیب ۱۹ و ۲۲ روز، و تیمار ۱۰ میلی گرم به ترتیب ۱۴ و ۱۸ روز افزایش دادند. تیمار پوتریسین و اسپرمین در هر سه مرحله نمونه برداری اثر معناداری بر شاخص کلروفیل برگ داشت. در مرحله اول، نمونه برداری غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر اسپرمین اثر معناداری بر وزن تر و خشک داشت. غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به طور معناداری فعالیت آنزیم کاتالاز را در مراحل اول و دوم نمونه برداری افزایش داد و اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود. تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر اسپرمین به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز منجر شد و فعالیت آن را تا مرحله سوم نمونه برداری افزایش داد. پوتریسین و اسپرمین به طور معناداری سبب کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ و پکتیناز و فنل اکسیداز گل آلسترومریا شد و بهترین تیمار، ۲۰ گرم در لیتر اسپرمین بود. تیمارهای ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر معناداری بر افزایش مقاومت غشایی گلبرگ در مراحل اول و دوم نمونه برداری داشت. براساس نتایج تحقیق حاضر، اسپرمین ۲۰ میلی گرم در لیتر و پوتریسین ۱۰ میلی گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل‌های آلسترومریا داشتند. اسپرمین در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا مؤثرتر از پوتریسین بود.

کلیدواژه‌ها: پکتیناز، سوپراکسید دیسموتاز، فنل اکسیداز، کاتالاز، کلروفیلاز.

۱. مقدمه

آلسترومریا^۱ از تیره *Alstroemeriaceae*، بومی آمریکای جنوبی است که برای تولید گل شاخه بریده و گلدانی کشت می شود [۴۶]. آلسترومریا به عنوان گل شاخه بریده پس از برداشت با چند مشکل اساسی شامل زرد شدن برگ ها، کم شدن یا از بین رفتن آماس برگ، خشک شدن گلچه ها و ریزش گلبرگ ها مواجه می شود [۱]. زردی برگ ها بزرگ ترین مشکل در گل های آلسترومریاست. زردی برگ ها در نتیجه شکست کلروفیل آغاز می شود و ممکن است تحت تأثیر عوامل داخلی یا خارجی در گیاه اتفاق بیفتد [۳۲]. افزون بر کاهش کیفیت ظاهری، زردی برگ ها نشان دهنده اختلال در فرایند فتوسنتز است که برای رشد و ماندگاری گیاه حیاتی است [۲۰]. زردی برگ ها به سبب پیری و عدم توازن هورمون های داخلی به ویژه سایتوکینین ها در گیاه اتفاق می افتد [۱۷]. برای جلوگیری از زردی برگ ها اغلب از ترکیبات سایتوکینین و جیبرلین استفاده می شود و در بسیاری از گونه ها کاربرد جیبرلین تأثیری در به تأخیر انداختن پیری ندارد [۱۷].

پلی آمین ها، پلی کاتیون های آلی با وزن مولکولی کم و با گروه های نیتروژنی آلفاتیک هستند که دارای حلقه های هیدروکربنی متفاوت و دو یا چند گروه آمینی (عامل بارهای مثبت) هستند [۲۲]. این ترکیبات قابلیت باند شدن با ماکرومولکول های بیولوژیکی را دارند [۴۸]. پلی آمین ها در داخل گیاه به شکل آزاد یا به صورت ترکیب و پیوسته با ترکیبات دیگرند که در صورت پیوسته بودن ممکن است محلول یا نامحلول در آب باشند [۴۴].

اتیلن عامل اصلی پیری در بسیاری از گونه های گل های بریدنی است و گل های آلسترومریا به اتیلن بسیار حساس اند [۳۷]. اتیلن و پلی آمین ها تأثیرات متضادی در رسیدن و پیری دارند [۳]. کاهش سطوح پلی آمین ها با

افزایش تولید اتیلن مرتبط است که تعادل بین مقدار این دو تنظیم کننده برای تسریع یا تأخیر در فرایندهای بسیار مهم و حیاتی گیاه مؤثر است [۲۲]. ارتباط متضاد بین تولید اتیلن و پلی آمین ها به سبب سازوکار رقابتی بیوستز این دو ماده است که دارای پیش ماده مشترک S-آدنوزیل متیونین (SAM) هستند [۴۰]. بعد از برداشت مقدار پلی آمین ها کاهش می یابند. با کاربرد پلی آمین ها پس از برداشت مقدار اتیلن کاهش می یابد [۳۳]. استفاده از پوتریسین پیش و پس از برداشت، تولید اتیلن و میزان تنفس را به تأخیر می اندازد و متوقف می کند [۲۲]. پلی آمین ها با جلوگیری از نسخه برداری، تولید و فعالیت آنزیم ACC سنتاز تولید اتیلن را تحت تأثیر قرار می دهند. توانایی پلی آمین ها در متوقف کردن فعالیت آنزیم ACC اکسیداز با از بین بردن رادیکال های آزاد سوپراکسید که برای تبدیل ACC به اتیلن ضروری اند، به کاهش تولید اتیلن منجر می شود [۱۴]. تحقیقات در زمینه گوجه فرنگی نشان داد کاهش مقدار سه نوع پلی آمین (پوتریسین، اسپریمین و اسپرمیدین) با افزایش تولید اتیلن ارتباط دارد [۳]. اسپرمیدین پیری گل های میخک را به تأخیر انداخت و تولید اتیلن، مقدار ACC و فعالیت و رونویسی سنتز ACC و آنزیم ACC اکسیداز را در گلبرگ ها کاهش داد [۲۴]. محلول پاشی پلی آمین های مختلف یا بازدارنده های سنتز رزهای مینیاتوری، تأثیری بر افزایش عمر گل ها و تولید اتیلن نداشتند [۴۰]. کاربرد پس از برداشت پلی آمین ها به منظور افزایش عمر انباری در زردآلوی ژاپنی [۳۵]، مرکبات [۴۴]، گوجه فرنگی [۱۳]، آلو [۳۵]، کدو [۲۸]، هلو [۳] و انار [۳۱] مشاهده شده است.

تاکنون گزارش مشخص و معینی در مورد اثر پلی آمین ها در افزایش عمر پس از برداشت گل های شاخه بریده از جمله آلسترومریا یافت نشده است. با توجه به اهمیت پلی آمین ها در فیزیولوژی پس از برداشت و نیز اهمیت به کارگیری مواد ارگانیک به جای مواد شیمیایی،

1. *Alstroemeria aurantica*

تصادفی با دو نوع پلی آمین (پوتریسین و اسپرین) در چهار غلظت صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر به طور جداگانه در سه تکرار انجام گرفت. هر تکرار شامل سه شاخه گل (در مجموع ۷۲ شاخه گل برای هر دو نوع پلی آمین) بود.

برای اندازه گیری پارامترها، سه مرحله نمونه برداری در روزهای یکم، سوم و ششم بعد از محلول پاشی صورت گرفت. نمونه ها با توجه به نوع پارامتر مورد نظر از قطعات گلبرگ یا برگ یک شاخه گل هر تکرار بودند. نمونه های برگ از سه برگ میانی هر شاخه گل برای اندازه گیری پارامترهای مربوط انتخاب شدند. نمونه های گلبرگ نیز از گلبرگ های هر شاخه گل انتخاب و با هم مخلوط شدند و برای اندازه گیری پارامترهای مربوط به کار رفتند. اندازه گیری ها در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشگاه زنجان در سال ۹۱-۱۳۹۰ انجام گرفت.

در روزهای اول، سوم و ششم بعد از محلول پاشی، وزن تر نمونه های گلبرگ با استفاده از ترازوی دیجیتالی به دست آمد و برای اندازه گیری وزن خشک نمونه های گلبرگ در داخل ظروف آلومینیومی به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند.

عمر گلجایی گل های بریده براساس روش فرناندو و همکاران اندازه گیری شد، بدین منظور گل ها روزانه با استفاده از ارزیابی مشاهده ای، پلاستیدگی گلبرگ ها، تغییر رنگ گلبرگ ها، ریزش گلبرگ، خم شدن گردن گل ها و پژمردگی گل ها ارزیابی شدند و عمر گلجایی برحسب روز بیان شد [۱۵].

شاخص کلروفیل برگ در هر سه مرحله نمونه برداری با دستگاه کلروفیل متر (SPAD) مدل کونیکا مینولتا ۵۰۲ ساخت ژاپن^۲، میانگین سه برگ میانی هر شاخه گل برای اندازه گیری انتخاب و قرائت شدند. مقاومت غشایی گلبرگ

هدف پژوهش حاضر، یافتن بهترین نوع و غلظت پلی آمین پوتریسین و اسپرین در افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده آلسترومریا بود.

۲. مواد و روش ها

در پژوهش حاضر، شاخه گل های آلسترومریا رقم 'سوکاری'^۱ از یک گلخانه تجاری در مشکین دشت کرج تهیه شدند. یک هفته قبل از گلدهی، زمانی که اولین غنچه گل بزرگ ترین شاخه تشکیل شد، محلول پاشی با غلظت های مختلف پوتریسین و اسپرین (صفر، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر) به طور جداگانه توسط آبپاش یک لیتری بر روی برگ ها، گل ها و حتی ساقه تمام شاخه گل های رشد کرده از ریزوم انجام گرفت. از آنجا که آلسترومریا ریزوم دار است و تعداد زیادی پاجوش در یک زمان دارد، شاخه های بزرگ تر برای محلول پاشی انتخاب شدند.

شاخه گل ها با طول ساقه ۵۰ سانتی متر و تعداد برگ به نسبت یکسان در مرحله بلوغ تجاری هنگامی که رنگ بیشتر گلچه ها شروع به ظاهر شدن کرد، به روش کشیدن از روی ریزوم برداشت شده [۸] و در کمترین زمان ممکن به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان منتقل شدند. بعد از برداشت نیز برگ ها، گل ها و ساقه گل همان شاخه ها با همان غلظت های پوتریسین و اسپرین که قبل از برداشت به کار رفته بودند، جداگانه دوباره محلول پاشی شدند. هر شاخه گل داخل ظروف حاوی محلول پایه که ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ساکارز ۱ درصد بود، قرار داده شده و در دمای 21 ± 2 درجه سانتی گراد در روز و 14 درجه سانتی گراد در شب با رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و در شدت نور ۱۵ میکرومول بر متر مربع نگهداری شدند. این تحقیق به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً

محلول یک و ۴۳ میلی لیتر از محلول دو با هم مخلوط شد. اسیدیته محلول با اضافه کردن محلول یک یا دو روی ۵/۸ تنظیم شد. ۰/۵ گرم پکتین (Sigma, P2157) در ۲ میلی لیتر اتانول در بشر ریخته شد و برای همگن شدن روی همزن مغناطیسی به آرامی به مدت ۲ دقیقه حل شد. سپس ۸۰ میلی لیتر بافر ۰/۱ مولار اسید سیتریک اضافه شد و به منظور جلوگیری از تشکیل کف، همزدن ادامه یافت. سپس محلول در استوانه مدرج ریخته و با بافر ۰/۱ مولار اسید سیتریک به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. این بافر یک شب در یخچال معمولی در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد و روز بعد در ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد. ۰/۵ گرم نمونه گلبه در ۱۰ میلی لیتر بافر حل شد. برای اندازه گیری فعالیت آنزیم پکتیناز ۰/۱ میلی لیتر و سه میلی لیتر بافر، ۰/۳ میلی لیتر محلول پکتین و ۰/۲ مولار استاندارد آنزیم (Sigma P9179) مخلوط به دمای ۳۰ درجه سانتی گراد رسانده شدند. سپس جذب در طول موج ۲۳۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. در نهایت هر واحد فعالیت آنزیم برابر مقدار آنزیم هضم کننده ۱ میکرومول از پلی گالاکترونیک اسید در طی ۱ دقیقه محاسبه شد.

فعالیت آنزیم فنل اکسیداز گلبه ها به روش کاستنگ و همکاران انجام گرفت [۹]. ابتدا ۰/۲ گرم نمونه گیاهی (گلبه) در ۰/۱ مولار بافر فسفات پتاسیم حاوی یک درصد تریتول X-100 و pH=۷/۲ به مدت ۲ دقیقه همگن شد و در ۲ درجه سانتی گراد و ۵۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس ۳ میلی لیتر از مخلوط واکنش، ۰/۳ کاتکل و ۰/۲ عصاره آنزیم اضافه شد و فعالیت آنزیم براساس تغییرات جذب در دقیقه در طول موج ۴۲۰ نانومتر قرائت شد.

فعالیت آنزیم کاتالاز گلبه ها طبق روش آبی، براساس

براساس سنجش هدایت الکتریکی توسط EC متر اندازه گیری شد.

آنزیم کلروفیلاز برگ به روش کوستا و همکاران اندازه گیری شد [۱۰]. ۰/۵ گرم برگ نمونه ها با ۱۰ میلی لیتر بافر استخراج (بافر حاوی فسفات سدیم ۰/۱ مولار با pH=۶، حاوی ۰/۲ درصد (حجم به حجم) از تریتون X-100، ۰/۳ مولار پلی ونیل فسفات، ۱ میلی مولار فنیل متیل سولفونیل فلورید و ۵ میلی مولار سیستین بود) مخلوط شد و در ۴ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت. سپس در ۹۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد. محلول روشنر برای سنجش آنزیم کلروفیلاز استفاده شد. بدین منظور، ۰/۲ میلی لیتر از محلول استخراج برگ ها (محلول روشنر)، ۱ میلی لیتر بافر فسفات با pH=۷، ۰/۱۵ درصد تریتون X-100 و ۰/۲ میلی لیتر محلول حاوی کلروفیل در استن در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه قرار گرفت و با اضافه کردن سه میلی لیتر استن واکنش پایان پذیرفت. کلروفیل تخریب نشده با ۳ میلی لیتر هگزان از این محلول استخراج شد. این محلول به مدت ۲ دقیقه در ۹۰۰۰ دور و در دمای ۴ درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد و برای اندازه گیری فعالیت با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۷ نانومتر با استفاده از استاندارد آنزیم و ضریب خاموشی ۷۶/۷ میلی مول بر سانتی متر فعالیت آنزیم تعیین شد.

فعالیت پکتیناز گلبه به روش سوموگی [۳۹]، براساس مقدار د-گالاکترونیک اسید آزاد شده از پلی گالاکترونیک اسید در محلول بافری از استات با اسیدیته معادل ۵ ارزیابی شد. ابتدا بافر استخراج ساخته شد. بدین منظور، ۳۵/۶ گرم Na_2HPO_4 در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد (محلول یک). همچنین ۲۱ گرم اسید سیتریک در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر حل شد (محلول دو). سپس ۵۷ میلی لیتر از

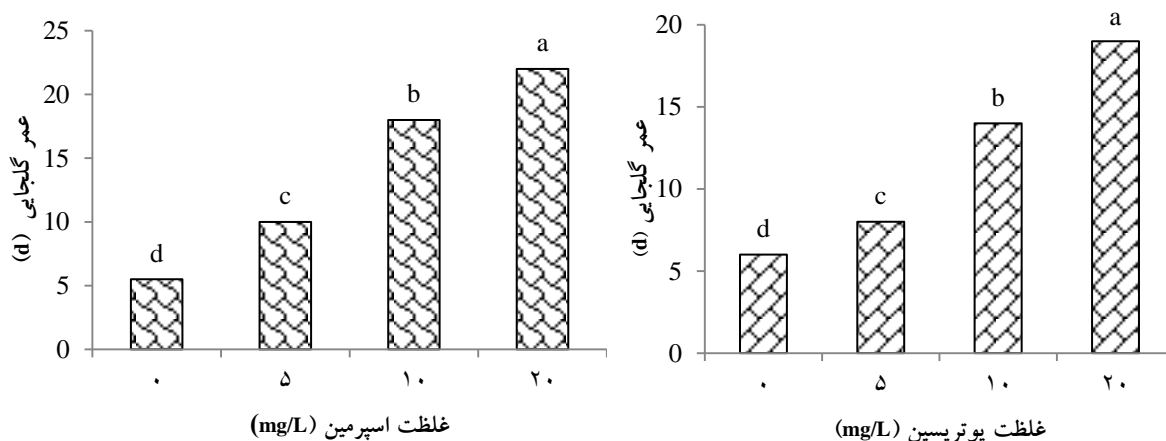
اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت و نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل رسم شد.

۳. نتایج و بحث

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین و پوتریسین به‌طور معناداری به افزایش عمر گلجایی گل‌های آلسترومریا منجر شد (شکل ۱). کمترین میزان عمر گلجایی در تیمار شاهد و بیشترین میزان عمر گلجایی در غلظت‌های بالا پوتریسین و اسپرمین مشاهده شد، به‌طوری که تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین ۱۹ روز و تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین ۲۲ روز عمر گلجایی گل‌های آلسترومریا را افزایش دادند (شکل ۱). تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به ترتیب ۱۴ و ۱۸ روز عمر گلجایی را افزایش دادند که این امر نشان‌دهنده توان بیشتر اسپرمین در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل‌های آلسترومریا است.

میزان تجزیه آب اکسیژنه (H_2O_2) انجام گرفت [۴]. محلول واکنش شامل بافر فسفات‌پتاسیم و پراکسید هیدروژن با غلظت ۲۰ میلی‌مولار بود. با افزودن ۵۰ میکرومول از عصاره آنزیمی در حجم نهایی ۱ میلی‌لیتر مخلوط، واکنش شروع شده و تغییر جذب پس از ۱ دقیقه در ۲۴۰ نانومتر محاسبه و با منحنی استاندارد، فعالیت آنزیم ارزیابی شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گلبرگ‌ها به روش مینامی و یوشیکاوا اندازه‌گیری شدند [۳۰]. محلول واکنش شامل بافر تریس با غلظت ۵۰ میلی‌مولار و اسیدیتیه ۸/۲ به همراه ۰/۱ میلی‌مول از EDTA، مقدار ۱/۴۲ درصد از تریتون X-100، ۰/۰۵ میلی‌مولار از نیترو بلوترازولیم، پیروگالول با غلظت ۱۶ میلی‌مولار بود. از ۱ میلی‌لیتر این محلول برای اجرای واکنش ۱۰۰ میکرولیتر عصاره بافت گیاه با ۱ میلی‌لیتر محلول واکنش اضافه شد و در حرارت آزمایشگاه بعد از ۱ دقیقه تغییر جذب نوری آن در ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. براساس منحنی استاندارد، مقدار فعالیت آنزیم مشخص شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۱۸)



شکل ۱. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

کاهش ماندگاری در اثر پیری در گل‌های شاخه‌بریده، نتیجه مجموعه‌ای از عوامل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی

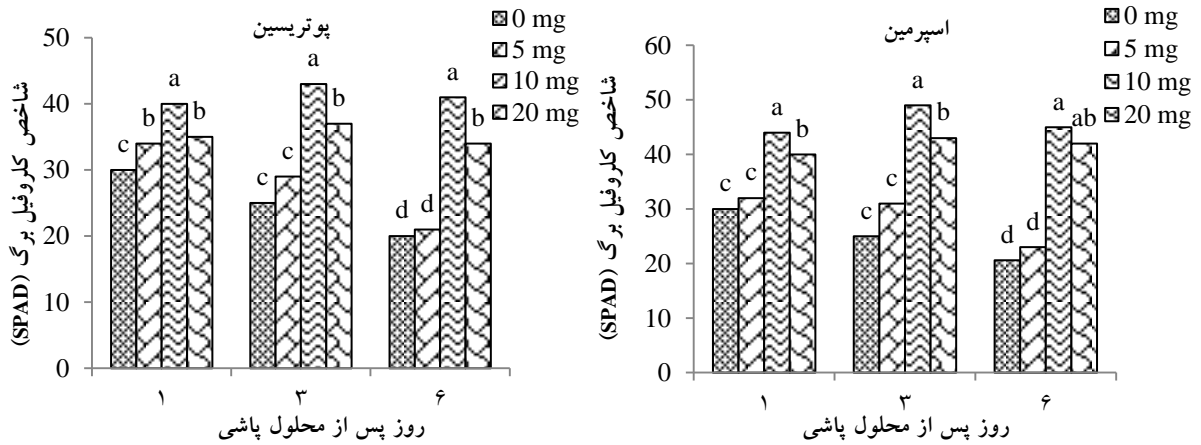
سبز است که علائم پیری و زوال را نشان می‌دهد که با تجزیه گرانوم‌ها و شکستن دیواره کلروپلاست مشخص می‌شود و به کار بردن سابتوکینین‌ها به صورت خارجی شروع این علائم را به تأخیر می‌اندازد [۷]. زردی برگ یکی از نشانه‌های پیری برگ است که تنها به سن بستگی ندارد، بلکه عامل‌های دیگری نظیر پاتوژن‌ها، آسیب‌های مکانیکی، برداشت یا استرس‌های غیرزیستی نیز موجب تحریک آن می‌شود. گل‌های شاخه‌بریده ممکن است حساسیت کم یا زیادی به زردی برگ داشته باشند که به وارپته‌ها و کولتیوارها بستگی دارد [۱۶].

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین در مرحله اول نمونه‌برداری، یعنی یک روز پس از محلول‌پاشی اثر معناداری بر وزن تر و خشک گلبرگ داشت (شکل‌های ۳ و ۴). در مرحله اول نمونه‌برداری، غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین اثر معناداری نسبت به تیمار شاهد و غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر بر وزن تر و خشک داشتند (شکل‌های ۳ و ۴). در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری، وزن تر و خشک در تمام تیمارها کاهش یافت، به طوری که کمترین وزن تر و خشک در مرحله سوم نمونه‌برداری بود (شکل‌های ۳ و ۴). در مرحله سوم نمونه‌برداری وزن تر، غلظت‌های مختلف اسپرمین اختلاف معناداری نداشتند (شکل ۳). تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و تیمار ۲۰ میلی‌گرم در لیتر اسپرمین وزن خشک را به ترتیب در مرحله دوم و مرحله اول نمونه‌برداری افزایش دادند. افزایش وزن تر سبب تورژسانس و شادابی و ماندگاری بیشتر گلبرگ‌ها و افزایش وزن خشک نیز سبب جذب بهتر و بیشتر مواد غذایی در گیاه می‌شود. کاربرد ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین در گل‌های گلاپول سبب افزایش وزن تر و خشک شد [۲] و مقدار وزن تر و خشک را در گل‌های شب‌بو رقم 'ماتیولا' نیز افزایش داد [۴۷].

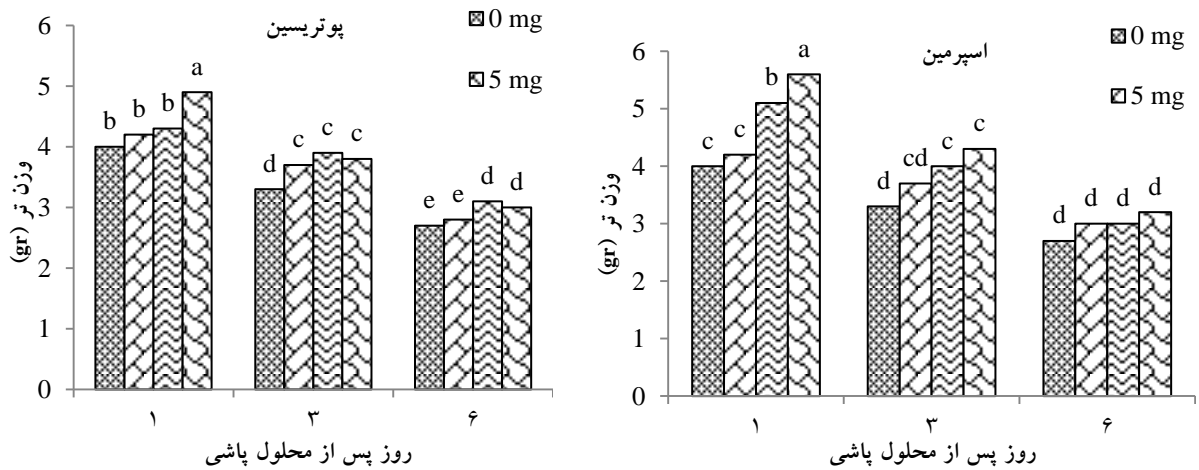
است که سبب کاهش کیفیت و در نتیجه مرگ گیاه می‌شود [۴۶]. پیری در گل‌های بریده به علت‌های گوناگون نظیر تنش آبی، کاهش سطح کربوهیدرات‌ها، میکروارگانیزم‌ها و در اثر تولید اتیلن اتفاق می‌افتد [۴۱]. مرگ زودهنگام گل‌های بریده اغلب به علت کاهش کیفیت و ماندگاری پس از برداشت گل‌ها اتفاق می‌افتد [۳۷]. نقش تنظیم‌کنندگی پلی‌آمین‌ها در ارتباط با واکنش در برابر استرس‌ها و پیری است که از طریق استحکام غشاهای سلولی و بازداری از فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده از پیری جلوگیری می‌کنند [۳]. تأثیر آنتی‌اکسیدان‌تی پلی‌آمین‌ها و مستحکم کردن غشا با یک‌رشته بارهای مثبت (گروه‌های آمینی) در ساختار مولکول مرتبط است و پلی‌آمین‌ها با افزایش تبدیل تیمیدین به تری‌کلرواستیک اسید موجب به تأخیر افتادن پیری می‌شوند که این تبدیل، نقش بازدارندگی پیری در برگ‌ها و پروتوپلاست‌های یولاف را نشان داد [۲۱]. پلی‌آمین‌ها از سنتز اتیلن در گیاهان جلوگیری کرده و از فعال شدن رونویسی ژن PG که بعد از سنتز اتیلن صورت می‌گیرد، جلوگیری می‌کنند [۳۵].

تیمار گل‌های آلسترومریا با غلظت‌های مختلف اسپرمین و پوتریسین موجب حفظ شاخص کلروفیل برگ شد (شکل ۲). کمترین میزان شاخص کلروفیل در تیمار شاهد و ۵ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین بود و در هر سه مرحله نمونه‌برداری، غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم پوتریسین و اسپرمین اثر معناداری بر شاخص کلروفیل برگ داشتند. غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر بیشتری بر شاخص کلروفیل داشتند، ولی از نظر عددی اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود (شکل ۲). پیری ناشی از کاهش کلروفیل سبب کاهش چشمگیر عمر پس از برداشت می‌شود [۳۲]. از بین رفتن کلروفیل به زرد شدن پهنای برگ که یکی از مهم‌ترین علائم پیری است، منجر می‌شود [۲۹]. کلروپلاست اولین اندامک در سلول‌های

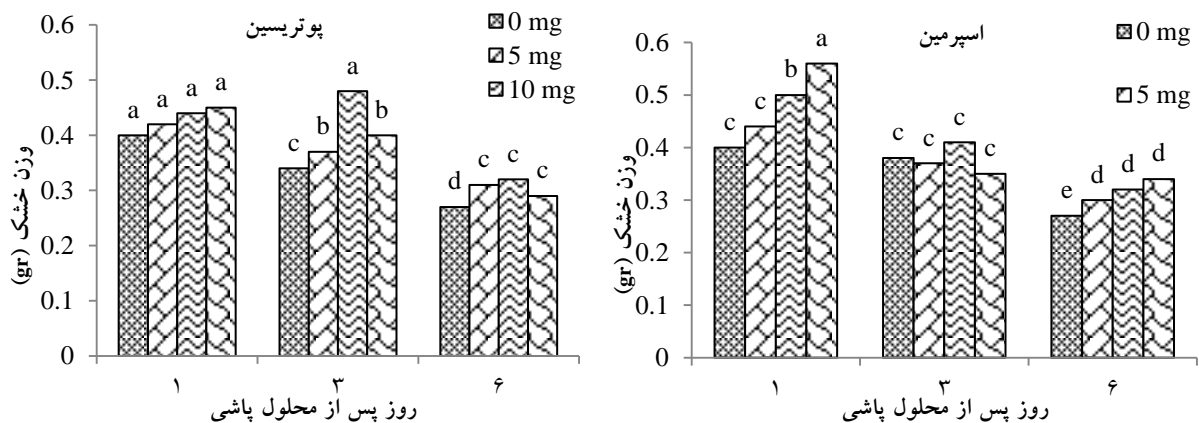
اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'



شکل ۲. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر میزان شاخص کلروفیل برگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'



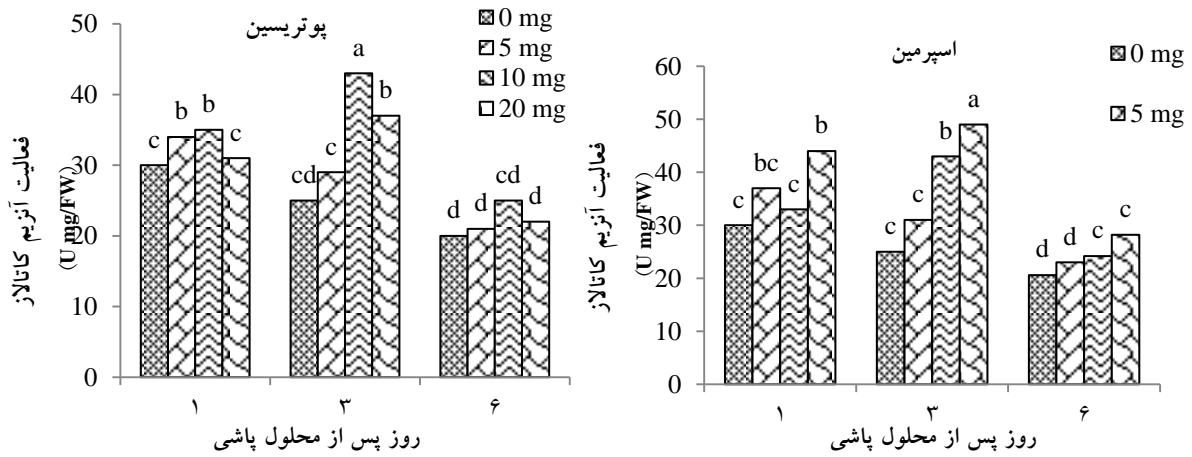
شکل ۳. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر وزن تر گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'



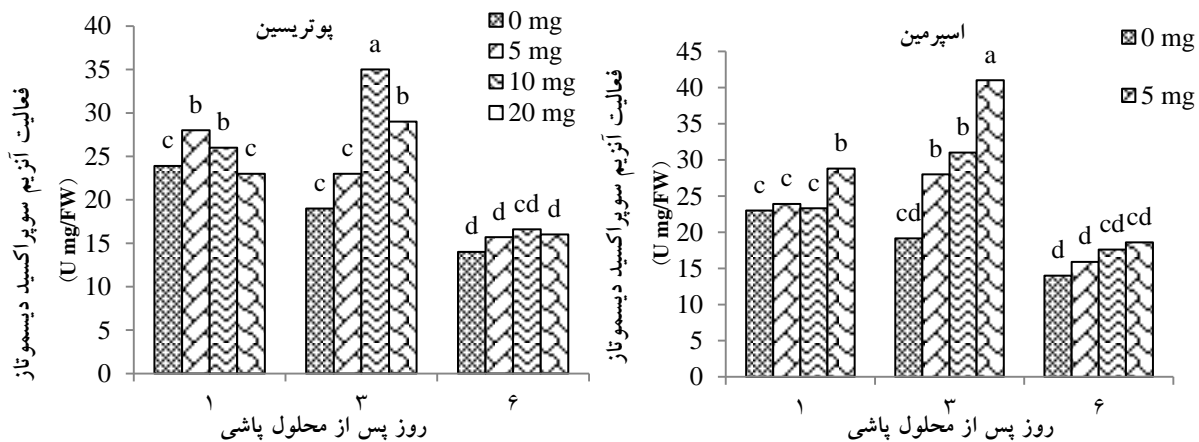
شکل ۴. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر وزن خشک گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

(شکل ۶). تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر اسپرمین به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز منجر شد و فعالیت آن را تا مرحله سوم نمونه برداری افزایش داد، اما در روز ششم فعالیت آنزیم مذکور کاهش پیدا کرد (شکل ۶). کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ۵ میلی گرم در لیتر پوتریسین در مرحله اول نمونه برداری اثر بیشتری نسبت به تیمار ۵ میلی گرم در لیتر اسپرمین داشت (شکل ۶). در کل غلظت های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر اسپرمین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را بیشتر از پوتریسین افزایش داد (شکل ۶).

فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت (کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز) نیز تحت تأثیر غلظت های مختلف پلی آمین قرار گرفت. تیمار ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به طور معناداری سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در مراحل اول و دوم نمونه برداری شد و اثر اسپرمین بیشتر از پوتریسین بود. در روز ششم فعالیت آن کاهش پیدا کرد (شکل ۵). تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین در مرحله دوم نمونه برداری سبب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شد و در روز ششم فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تمام غلظت های پوتریسین کاهش یافت



شکل ۵. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم کاتالاز گلبرگ آلسترومیا رقم 'سوکاری'

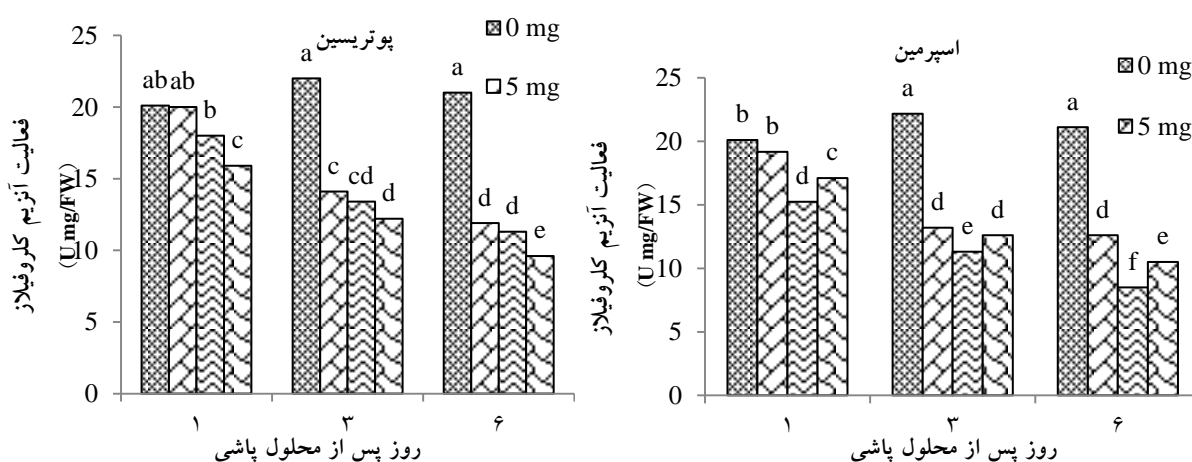


شکل ۶. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گلبرگ آلسترومیا رقم 'سوکاری'

پلی آمین ها را می توان ناشی از باند شدن پلی آمین ها با مولکول های پروتئین دانست که مانع شکسته شدن آنها می شود [۱۸]. کاربرد ۱-متیل سیکلو پروپان (I-MCP) بر روی فلفل دلمه ای سبب کاهش پیری و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت شد که دلیل آن به افزایش پلی آمین ها نسبت داده شد [۳۸]. همچنین کاربرد هورمون های گیاهی از جمله پلی آمین ها (اسپریمیدین) بر روی جلبک سبز سبب افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت نظیر کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز شد و سطح ROS را کاهش داد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد [۳۶].

محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین به طور معناداری به کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ آلسترومیا منجر شد، به طوری که بیشترین فعالیت آن در مرحله اول نمونه برداری، و کمترین آن در مرحله سوم نمونه برداری در هر دو نوع پلی آمین بود (شکل ۷). در تیمار شاهد فعالیت آنزیم کلروفیلاز افزایش یافت. غلظت های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپریمین توانایی بیشتری در کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ داشت (شکل ۷). اسپریمین فعالیت آنزیم کلروفیلاز را بیشتر کاهش داد (شکل ۷).

گیاهان برای حفاظت در برابر گونه های فعال اکسیژن (ROS) به دفاع آنتی اکسیدانتی نظیر ترکیبات آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) مجهزند [۵]. فعالیت این آنزیم ها موجب خنثی سازی فعالیت ROS تولید شده در سلول ها می شود [۱۲]. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در واقع رادیکال های هیدروکسیل را خنثی می کند و کاهش در کل سطح آنتی اکسیدانت ها به سبب افزایش فعالیت سیتوکروم اکسیداز، آسکوربیک اسید اکسیداز و آنزیم های پراکسیداز است [۴۰]. پلی آمین ها می توانند به عنوان غیر فعال کننده های رادیکال های آزاد و نیز با اتصال به مولکول های پروتئین که در ساختن آنزیم ها تأثیر دارند عمل کنند [۳۴]. پلی آمین ها به طور مستقیم یا از طریق کاهش گونه های فعال اکسیژن (ROS) سبب افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانت می شوند [۲۱]. اسپریمین با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر به طور معناداری موجب افزایش فعالیت این آنزیم ها شد و همچنین تأثیر پوتریسین بر فعالیت آنزیم کاتالاز براساس نتایج ما بیانگر آن است که پوتریسین با غلظت ۱۰ میلی گرم در مرحله دوم نمونه برداری اثر معناداری بر افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز داشت. افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانت در اثر کاربرد



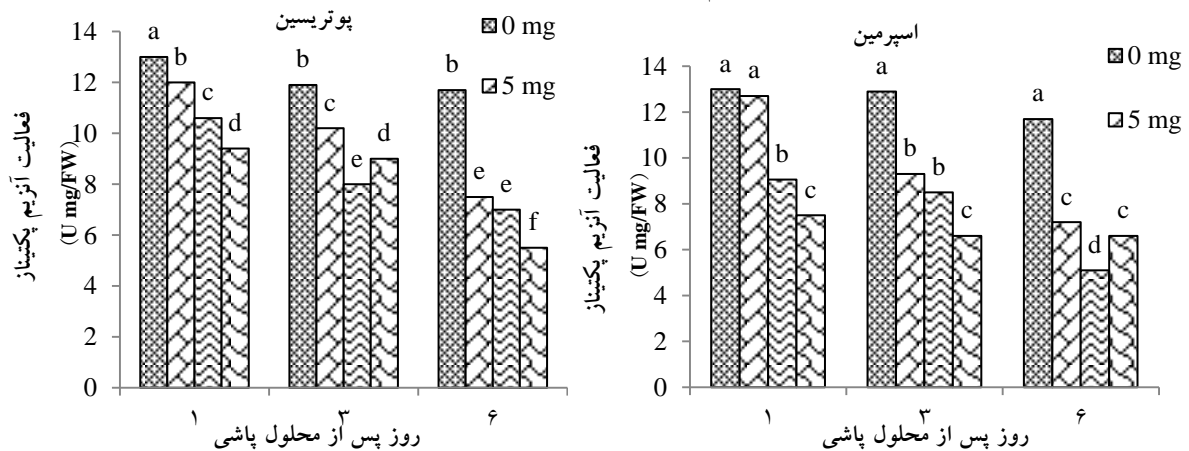
شکل ۷. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر فعالیت آنزیم کلروفیلاز برگ آلسترومیا رقم 'سوکاری'

در گل‌های شاخه‌بریده شد که از مرحله اول نمونه‌برداری تا روز ششم فعالیت آنزیم پکتیناز کاهش پیدا کرد (شکل ۸). این کاهش فعالیت توانست پیری را تا زمان طولانی‌تری به تعویق بیندازد. محلول‌پاشی با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین اثر بیشتری در کاهش فعالیت آنزیم پکتیناز داشت. محلول‌پاشی پوتریسین توانایی کمتری نسبت به اسپرمین در کاهش فعالیت پکتیناز داشت (شکل ۸).

باند شدن پلی‌آمین‌ها با مواد پکتیکی، دسترسی آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و هیدرولیتیکی را به مواد پکتینی کاهش می‌دهد. فعالیت آنزیم گالاکتروناز متناسب با غلظت پلی‌آمین‌ها کاهش می‌یابد [۲۸]. تأثیر پلی‌آمین‌ها بر استحکام میوه همانند تأثیر کلریدکلسیم است که ممکن است به دلیل توانایی مشابه این دو ترکیب در اتصال به دیواره‌ها و غشاهای سلولی باشد [۴۴]. پلی‌آمین‌ها با مولکول‌های آنیونی نظیر پروتئین، فسفولیپید و پکتیک اتصال می‌یابند که ممکن است دلیل کاهش فعالیت آنزیم پکتیناز باشد [۶]. اسپرمین پتانسیل بیشتری برای حفظ کیفیت گیاه نسبت به پوتریسین و اسپرمیدین دارد، هرچند مقدار زیاد اسپرمین ممکن است سبب مسمومیت در گیاه شود [۲۳]. در این آزمایش، محلول‌پاشی پوتریسین توانایی کمتری نسبت به اسپرمین در کاهش فعالیت پکتیناز داشت.

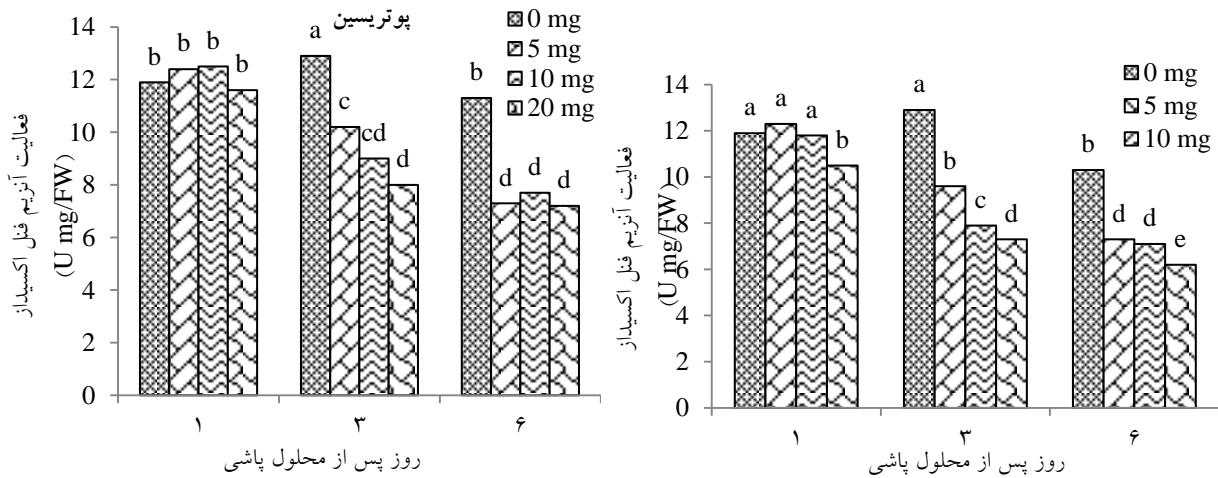
افزایش فعالیت کلروفیلاز سبب نابودی کلروفیل می‌شود و به‌طور کلی پلی‌آمین‌ها پیری را با جلوگیری از سنتز اتیلن به تأخیر می‌اندازند [۴۱]. گل‌های آلسترومریا نسبت به اتیلن بسیار حساس‌اند و اتیلن عامل اصلی زرد شدن برگ‌ها در گل‌های شاخه‌بریده آلسترومریا است. زرد شدن برگ‌ها به‌علت تخریب کلروفیل در پاسخ به حضور اتیلن اتفاق می‌افتد [۴۶]. جلوگیری از تجزیه کلروفیل توسط پلی‌آمین‌ها احتمالاً با جلوگیری از فعالیت پراکسیداز مرتبط است [۲۶]. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اسپرمین با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش معنادار فعالیت آنزیم کلروفیلاز در گل‌های آلسترومریا می‌شود. این نتیجه با یافته‌های تحقیق درباره جلبک سبز که اسپرمین تأثیر مثبتی در کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز داشت تأیید می‌شود [۳۶]. کاربرد اسپرمین بر روی برگ‌های گندم نیز مانع کاهش کلروفیل شد [۱۹]. کاربرد پوتریسین خارجی بر روی میخک، از دست دادن کلروفیل و پیری را به تعویق انداخت [۲۴]. تیمار فلفل دلمه با ۱- متیل‌سیکلو پروپان (1-MCP) از تجزیه کلروفیل و تنفس جلوگیری کرد و عامل اصلی به تأخیر انداختن پیری توسط 1-MCP را افزایش سطوح پلی‌آمین‌ها مثل پوتریسین و اسپرمین نسبت به تیمار شاهد می‌دانند [۳۸].

محلول‌پاشی گل‌های آلسترومریا با پوتریسین و اسپرمین به‌طور معناداری سبب کاهش فعالیت آنزیم پکتیناز



شکل ۸ اثر محلول‌پاشی پوتریسین و اسپرمین بر فعالیت آنزیم پکتیناز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

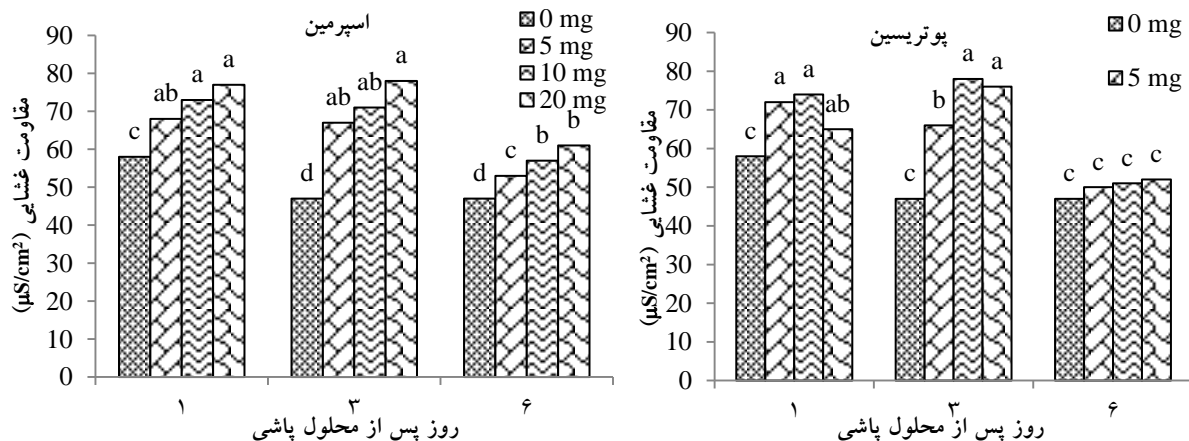
اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر افزایش عمر گلجایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'



شکل ۹. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین بر فعالیت آنزیم فنل اکسیداز گلبرگ آلسترومریا رقم 'سوکاری'

منجر شد که نشان دهنده کاهش فعالیت های آنزیم های فنل اکسیداز و در نتیجه کاهش قهوه ای شدن بود [۳۱]. تیمار گل های آلسترومریا با غلظت های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپریمین تأثیر معناداری بر افزایش مقاومت غشایی گلبرگ در مراحل اول و دوم نمونه برداری داشت (شکل ۱۰). اسپریمین ۲۰ میلی گرم در لیتر بیشترین اثر را در افزایش مقاومت غشایی داشت، ولی در روز ششم مقاومت غشایی کاهش یافت (شکل ۱۰). پلی آمین ها می توانند به عنوان غیرفعال کننده های رادیکال های آزاد عمل کرده و غشاهای سلولی را در برابر اکسید شدن حفظ کنند و بدین ترتیب مقاومت غشاها را افزایش دهند و می توانند سبب توقف سنتز اتیلن شوند و غشاهای سلولی را پایدار نگه دارند. اثرهای کمکی پلی آمین استفاده شده ممکن است به علت اثرهای آنتی اکسیدانی آن باشد که می تواند از تخریب غشای سلولی محافظت کند [۴۵]. نقش اسپریمیدین و اسپریمین در حفاظت از غشاها و جلوگیری از نشت الکترولیت ها و اسیدهای آمینه در طی تنش شوری در گیاه جو دیده شده است [۲۵].

محلول پاشی پوتریسین و اسپریمین به کاهش فعالیت آنزیم فنل اکسیداز در گل آلسترومریا منجر شد، به طوری که در طی شش روز بعد از برداشت کاهش معناداری در هر دو نوع پلی آمین (پوتریسین و اسپریمین) وجود داشت و بهترین تیمار، ۲۰ گرم در لیتر اسپریمین بود (شکل ۹). این نتایج بیانگر این است که پلی آمین ها می توانند بر فعالیت این آنزیم تأثیر بگذارند. قهوه ای شدن داخلی و خارجی مربوط به اکسید شدن ترکیبات فنولیک توسط آنزیم پلی فنل اکسیداز است [۱۱]. آنزیم پلی فنل اکسیداز عامل تبدیل ترکیبات فنلی به کوئینون هاست که تحت تابش نور می توانند به انواع رادیکال های آزاد تبدیل شده و موجب آسیب دیدگی سلول ها شوند [۲۷]. پلی آمین ها می توانند به عنوان غیرفعال کننده های رادیکال های آزاد عمل کرده و غشاهای سلولی را در برابر اکسید شدن حفظ کنند و با حفظ سیالیت غشا، افزایش سطح پلی آمین های داخلی، نشت یون و قهوه ای شدن پوست را نیز کاهش دهند [۴۲]. تیمار میوه های انار با پلی آمین ها به حفظ غلظت آسکوربیک اسید و افزایش ترکیبات فنولیکی در مقایسه با میوه های شاهد



شکل ۱۰. اثر محلول پاشی پوتریسین و اسپرمین بر مقاومت غشایی آلسترومریا رقم 'سوکاری'

- Abdel-Aziz G (2007) Some studies on the effects of putrescine on growth, flowering and some chemical constituents of gladiolus. *Ozona Applied Science*. 2: 1943-1956.
- Abu-Kpawoh JC, Xi YF, Zhang YZ and Jin YF (2002) Polyamine accumulation following hot-water dips influence chilling injury and decay in friar plum fruit. *Food Chemistry and Toxicology*. 67: 2649-2653.
- Aeby H (1984) Catalase *in vitro*. *Methods Enzymology*. 105: 121-126.
- Agarwal S, Sairam RK, Srivataava GC and Meena RC (2005) Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. *Biologia Plantarum*. 49: 541-550.
- Apel K and Hirt H (2004) Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*. 55: 373-399.
- Biswal UC and Biswal B (1988) Ultrastructural modification and biochemical changes during senescence of chloroplast. *International Review Cytoplasm*. 113: 317-321.

۴. نتیجه گیری

بر اساس پژوهش انجام گرفته می توان نتیجه گرفت که اسپرمین و پوتریسین بر فعالیت کلروفیلاز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز تأثیر معناداری در سطح ۱ درصد داشتند. اسپرمین با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر و پوتریسین با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر بهترین تیمار بودند، به طوری که تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر پوتریسین و اسپرمین به ترتیب عمر گلجایی را ۱۹ و ۲۲ روز افزایش داد. تیمار پوتریسین و اسپرمین در هر سه مرحله نمونه برداری موجب حفظ کلروفیل برگ شد. اسپرمین و پوتریسین بر فعالیت آنزیم های آنتی کسیدانت تأثیرگذار بودند و در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا نقش مؤثری داشتند. اسپرمین ۲۰ میلی گرم در لیتر و پوتریسین ۱۰ میلی گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گلجایی و کاهش پیری گل های آلسترومریا داشتند. در کل تیمار اسپرمین در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا مؤثرتر از تیمار پوتریسین بود.

منابع

- ناصری م و ابراهیمی گروی م (۱۳۸۱) تولید گل های پیازی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ۳۵۲ ص.

8. Chanasut U, Rogers H, Leverentz M, Griffiths G, Thomas B, Wagstaff C and Stead A (2003) Increasing flower longevity in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology*. 29: 325-333.
9. Coseteng MY (1987) Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. *Food Science*. 52: 985-989.
10. Costa A (2005) A simplified assay method of Chlorophyllase activity. *Chemistry Acta*. 205: 337-342.
11. Crisosto CH, Micham EJ and Kader AA (2007) Pomegranate: Recommendation for maintaining postharvest quality. Department of Plant Sciences. University of California.
12. Dat J, Vandenabeele S, Vranova E, Van Montagu M, Inze D and Van Breusegem F (2000) Dual action of active oxygen species during plant stress responses. *Cellular and Molecular Life Science*. 57: 779-795.
13. Dibble ARG, Davies PJ and Mutschler MA (1988) Polyamine content of long-keeping alcobaca tomato fruit. *Plant Physiology*. 86: 338-340.
14. Drolet G, Dumbroff EB, Legge RL and Thompson JE (1986) Radical scavenging properties of polyamines. *Phytochemistry*. 25: 367-371.
15. Fernando F, Campanha MM, Barbosa JG and Paulo Fonts CR (1999) Influence of ethephon silver thiosulfate and sucrose pulsing bird of paradise vase life. *Revista Brasileria de Fisiologia Vegetal*. 11: 119-122.
16. Ferrante A, Hunter DA, Hackett WP and Reid MS (2002) Thidiazuron a potent inhibitor of leaf senescence in *Alestromeria*. *Postharvest Biology and Technology*. 25: 333-338.
17. Ferrante A, Mensuali-Sodi A and Serra G (2009) Effects of Thidiazuron and gibberlic acid on leaf yellowing of cut stock flowers. *Central European Biology*. 4: 461-470.
18. Groppa MD and Benavides MP (2008) Polyamines and abiotic stress: recent advances. *Amino Acids*. 34: 35-45.
19. Heshmat S (2000) Change in chlorophyll, PAS and ultrastructure of *Puccinia strifom* is induced green island on detach leaves of triticum. *Plant Physiology*. 38: 613-620.
20. Jiang CZ, Wu L, Masnish AJ, King A, Yi Y and Reid MS (2009) Thidiazouron a nonmetabolized cytokine shows promise in extending the life of potted plants. *Postharvest Quality of Ornamentals Plants*. 847: 548-557.
21. Kakkar RK and Sawhney VK (2003) Polyamine research in plants- a changing perspective. *Physiolgia Plantarium*. 116: 281-292.
22. Khan AS, Singh Z, Abbasi NA and Swinny EE (2008) Pre or postharvest application of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of Agelino plum. *Science of Food and Agriculture*. 88: 1687-1695.
23. Kramer GF, Wang CY and Conway WS (1991) Inhibition of softening by polyamine application in 'Golden Delicious' and 'McIntosh' apples. *American Society for Horticulture Science*. 116: 813-817.
24. Lee M, Lee S and Park K (1997) Effect of spermine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence. *Plant Physiology*. 151: 68-73.
25. Liu JH, Honda C and Moriguchi T (2006) Involvement of polyamine in floral and fruit development. *JARQ*. 40: 51-58.

26. Ma JY, Zhou R and Cheng BS (1996) Effect of spermine on the peroxidase activity of detached wheat leaves. Shandong Agriculture University. 27: 176-180.
27. Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. 2nd Ed, Academic Press, London.
28. Martinez-Tellez MA, Ramos-Clamont MG and Gardea AA (2002) Effect of infiltrated polyamines on polygalacturonase activity and chilling injury responses in zucchini squash (*Cucurbita pepo* L.). Biochemical and Biophysical Research Communications. 295: 98-1010.
29. Matile P, Hortensteiner S, Thomas H and Krautler B (1996) Chlorophyll breakdown in senescence leaves. Plant Physiology. 112: 1403-3.
30. Minami M and Yoshikawa H (1979) A simplified assay method of superoxide dismutase activity for clinical use. Chemistry Acta. 92: 337-342.
31. Mirdehghan S, Rahimi M, Castillo S, Martinez-Romero D, Guillen F, Valverde JM, Zapata PJ, Serrano M and Valero D (2007) Reduction of pomegranate chilling injury during storage after treatment: role of polyamine. Postharvest Biology and Technology. 44: 19-28.
32. Mutui MT (2006) The effect of gibberellin on the vase life flower alstroemeria. Agriculture. 23: 159-167.
33. Paksasorn A, Hayasaka T, Matsui H, Ohara H and Hirata N (1995) Relationship of polyamine content to ACC content and ethylene evolution in Japanese apricot fruit. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 63: 761-766.
34. Pang X, Zhang Z, Wen X, Ban Y and Moriguchi T (2007) Polyamines, all-purpose players in response to environment stresses in plants. Plant Stress. 1: 173-188.
35. Perez-Vicente A, Martinez-Romero D, Carbonell A, Serrano M, Riquelme F, Guillen F and Valero D (2002) Role of polyamines in extending shelf life and reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* L.) storage. Postharvest Biology and Technology. 25: 25-32.
36. Piotrowska A (2011) Phytohormones as regulator of heavy metal biosorption in green algae *Chlorella vulgaris*. Plant Physiology and Biochemistry. 52: 52-56.
37. Reid MS (2004) Produce facts alstroemeria, peruvian lily. Postharvest Technology and Information Center. 424: 137-144.
38. Shifeng Cao (2012) Effect of 1-methylcyclopene on senescence and quality maintenance of green bell pepper fruit during storage at 20°C. Postharvest Biology and Technology. 70: 1-6.
39. Somogyi M (1952) Notes on sugar determination. Biology Chemistry. 195: 19-23.
40. Sood S and Nagar PK (2008) Postharvest alteration in PAS and ethylene two divers rose species. Acta Physiology Plant. 30: 243-248.
41. Suttle JC (1981) Effect of polyamines on ethylene production. Phytochemistry. 20: 1477-1489.
42. Tassoni A (1998) Characterization of spermidine binding to solubilized plasma membrane. Plant Physiology. 117: 971-977.
43. Valero D, Martinez-Romero D and Serrano M (2002) The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Trends in Food Science and Technology. 13: 228-234.
44. Valero D, Martinez-Romero D, Serrano M and Riquelme F (1998) Influence of postharvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamine, firmness, and abscisic

- acid in lemon (*Citrus lemon* L.) cv. Verna. Agriculture and Food Chemistry. 46: 2102-2106.
45. 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.
46. Wagstaff C, Chanasut U, Harren FJM, Laarhoven LJ, Thomas B, Rogers HJ and Stead AD (2005) Ethylene and flower longevity in alstromeria: relationship between tepal senescence, abscission and ethylene biosynthesis. Experimental Botany. 56: 1007-1016.
47. Youssef AA, Mona H, Mahgoub A and Talaat IM (2004) Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. Egyptian Journal of Applied Science. 19: 425-433.
48. Ziosi V, Bregoli AM, Fregola F, Costa G and Torrigiani P (2009) Ripening delay is associated with up-regulation of polyamine level in peach fruit. Plant Physiology. 166: 938-946.

