نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۲۷-۲۱۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 2, Summer 2014, P. 218-227
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر اتانول و متانول بر برخی صفات کمی و کیفی گل شاخه بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* cv. 'Sensi')

شنو امینی[۱]- مصطفی عرب[۲]- مجید راحمی[۳]- عبدالرحمان رحیمی[۴*]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۹/۶
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۳/۲۴

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف (صفر، ۴، ۶ و ۱۲ درصد) اتانول و متانول و تیمار کوتاه مدت (۱۲ و ۲۴ ساعت) بر عمر گلجایی میخک استاندارد رقم 'Sensi' به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، در گروه باغبانی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثرات تیمار الکل‌ها و اثرات متقابل الکل در پالس بر روی طول‌عمر میخک معنی‌دار بود، درحالی‌که وزن تر نسبی و جذب محلول نسبی کل تحت تأثیر تیمارهای مذکور قرار نگرفتند. بیشترین (۱۷/۳۳ روز) و کمترین (۱۱ روز) میزان طول عمر میخک به‌ترتیب توسط تیمارهای اتانول ۱۲ درصد در پالس ۱۲ ساعت و شاهد بدست آمد. اتانول ۶ درصد در پالس ۲۴ ساعت، اتانول ۱۲ درصد و متانول ۶ درصد در پالس ۱۲ ساعت نسبت به پالس دیگر، تأثیر بیشتری را در افزایش طول‌عمر میخک داشتند. در حالی‌که در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری بین دو زمان پالس مشاهده نشد. علاوه بر این بیشترین میزان تولید اتیلن توسط شاهد تولید شد در حالی‌که اتانول ۴ درصد و ۶ درصد در پالس ۲۴ ساعت، اتانول ۱۲ درصد و متانول ۱۲ درصد در پالس ۱۲ ساعت و متانول ۶ درصد در هر دو زمان پالس به‌طور چشمگیری میزان تولید اتیلن را کاهش دادند و منجر به افزایش معنی‌دار طول عمر شدند. وزن تر نسبی و توسعه نسبی گل‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری را با طول‌عمر داشتند. در صورتیکه، جذب محلول نسبی کل عدم همبستگی و یا همبستگی منفی را با سایر صفات داشت.

واژه‌های کلیدی: اتانول، اتیلن، طول‌عمر، متانول، میخک

مقدمه

میخک *Dianthus caryophyllus* گیاهی است از تیره میخک[۵] که به‌عنوان گل شاخه‌بریده کشت و کار می‌شود و انواع استاندارد و خوشه‌ای آن از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده می‌باشند (۲۲).

در میخک، پیری گلبرگ‌ها با یک افزایش شبه فرازگرا در تولید اتیلن در طول مرحله آخر همراه است. هم‌چنین این افزایش در تولید اتیلن، با پیچیدگی برگشت ناپذیر گلبرگ‌ها و پژمردگی و ریزش گلبرگ‌ها همراه است (۱۱ و ۱۲).

برای اولین بار هینس در سال ۱۹۸۰ کشف کرد که اتانول موجب توقف سنتز اتیلن در میخک می‌شود و همچنین پی برد به اینکه اتانول از تبدیل ACC[۶] به اتیلن جلوگیری می‌کند و همچنین تشکیل ACC را هم متوقف می‌کند (۸ و ۲۶). پیری گل‌های میخک یک فرایند به‌هم پیوسته است که به دو دلیل اتفاق می‌افتد: ۱- تولید اتیلن ۲- تکامل تخمدان که به‌عنوان مخزنی برای کربوهیدرات می‌باشد و گلبرگ‌ها را به‌عنوان منبع به‌خدمت می‌گیرد (۶). تحقیقات انجام شده حاکی از آن است که اتانول یک ماده مؤثر در پس از برداشت میخک است و از فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کند (۱۵). همچنین تحقیقات نشان می‌دهد که اتانول با توقف تولید و فعالیت اتیلن منجر به افزایش طول‌عمر میخک شد (۱۶). مطالعات صورت گرفته در این خصوص بیانگر تأثیر مثبت اتانول بر روی طول‌عمر گل‌های شاخه‌بریده می‌باشد. به‌عنوان مثال وو و همکاران (۲۶) در میخک، پون و همکاران (۱۷) در میخک، فرخزاد و همکاران (۷) در لیسیانتوس و همچنین پون و همکاران (۱۸) با کاربرد استآلدهید در میخک، پتریدو

۱ و ۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران
۳- استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه شیراز
۴- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
(*- نویسنده مسئول: Email: abdolrahmanrahimi60@gmail.com)

5 - Caryophyllaceae

6 - 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid

و همکاران، (۱۴) با کاربرد اتانول و متانول در داوودی؛ پتریدو و همکاران، (۱۳) در میخک، افزایش طول‌عمر گل‌های مذکور را در اثر کاربرد الکل‌های مورد استفاده گزارش نمودند.

مطالعات صورت گرفته در خصوص الکل‌ها حاکی از آن است که تأثیر الکل‌ها بر دوام عمر گل میخک به نوع الکل مصرفی، غلظت، رقم و نحوه کاربرد الکل (مداوم و کوتاه مدت یا پالس) بستگی دارد (۱۳، ۱۴ و ۲۶).

لذا این تحقیق ما را بر آن داشت تا گامی در جهت پاسخگویی به موارد ذیل داشته باشیم. ۱- کدام یک از غلظت‌های اتانول و متانول، تأثیر بیشتری در کاهش میزان اتیلن و افزایش دوام عمر میخک دارد. ۲- کدام زمان پالس و در کدام غلظت، بیشترین تأثیر را در کاهش میزان اتیلن و افزایش دوام عمر میخک دارد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور مطالعه اثر غلظت‌های مختلف اتانول و متانول و تیمار کوتاه مدت (پالس) بر طول‌عمر میخک استاندارد رقم 'Sensi' به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، در پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۹ انجام گرفت.

گل شاخه بریده میخک از گیاهان مادری با ۱۳ ماه سن از یک گلخانه پرورش دهنده میخک در پاکدشت تهران تهیه شدند. برداشت گل‌ها در مرحله قبل از توزیع تجاری (نیمه باز) در خردادماه ۱۳۸۹ انجام گردید. گل‌ها در شرایط سایه دسته‌بندی و بلافاصله در غروب همان روز به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از انتقال گل‌ها به آزمایشگاه، انتهای ساقه گل‌ها بریده شدند و طول آن‌ها به ۴۰ سانتی‌متر کاهش یافت. همچنین تمامی برگ‌ها به غیر از برگ‌های سه گره نزدیک به گردن گل حذف شدند و سپس برای هر واحد آزمایشی چهار گل در شیشه‌های ۵۰۰ میلی‌لیتری حاوی ۳۰۰ میلی‌لیتر محلول نگهدارنده قرار گرفتند. همچنین در طول آزمایش، پایین ساقه گل‌ها به فاصله دو روز یکبار قطع شدند (۱۶).

تیمارهای مورد استفاده در این آزمایش شامل ۷ تیمار اصلی {اتانول (با غلظت‌های ۴، ۶ و ۱۲ درصد به‌همراه ۴ درصد ساکارز)، متانول (با غلظت‌های ۴، ۶ و ۱۲ درصد به‌همراه ۴ درصد ساکارز) و آب مقطر به‌عنوان شاهد} با دو تیمارهای کوتاه مدت (پالس) شامل دو زمان ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت بودند. صفات مورد بررسی عبارت بودند از طول‌عمر، جذب محلول نسبی کل، وزن تر نسبی، توسعه نسبی گل‌ها، میزان آنتوسیانین و اتیلن.

طول عمر: در هر واحد آزمایشی تعداد روز تا شروع پژمردگی ۵۰ درصد از گل‌ها به‌عنوان طول‌عمر پس از برداشت گردید.

میزان جذب محلول نسبی کل: میزان جذب محلول با اختلاف وزن شیشه‌های حاوی محلول نگهدارنده (بدون گل) و کسر میزان تبخیر از آن محاسبه و با تقسیم بر وزن تر اولیه گل‌ها تحت عنوان جذب محلول نسبی کل بر حسب واحد میلی‌لیتر بر گرم وزن تر اولیه بیان گردید (۳).

وزن تر نسبی: محاسبه وزن تر گل‌ها با کسر وزن شیشه حاوی محلول نگهدارنده (بدون گل) از وزن شیشه‌های حاوی محلول نگهدارنده به‌همراه گل انجام پذیرفت و سپس با تقسیم بر وزن اولیه گل‌ها تحت عنوان وزن تر نسبی بر حسب واحد گرم بر گرم وزن تر اولیه بیان گردید (۳).

توسعه نسبی گل‌ها: قطر گل‌ها به‌عنوان شاخصی برای توسعه قطر گل و یا جمع شدن آن‌ها توسط کولیس اندازه‌گیری شدند و سپس با تقسیم بر قطر اولیه گل‌ها تحت عنوان توسعی نسبی گل‌ها بر حسب واحد میلی‌متر بر میلی‌متر قطر اولیه در روز بیان شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین: تعیین مقدار آنتوسیانین‌ها بر طبق روش وانگر (۲۵) صورت گرفت. میزان جذب عصاره متانولی گلبرگ‌ها با استفاده از اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد و به‌عنوان میزان آنتوسیانین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

اندازه‌گیری اتیلن: اندازه‌گیری اتیلن با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی[1] مدل Shimadzu, 14A و مجهز به دتکتور FID انجام شد. ستون مورد استفاده Plot fused silics coating poraplot Q با طول ۲۵ متر و قطر ۳۲ بود. همچنین سرعت جریان نمونه‌ها، ۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع؛ دمای ایزوکراتیک، ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد؛ دمای دتکتور، ۱۴۰ درجه سانتی‌گراد و دمای محل تزریق ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد بود.

نمونه‌گیری جهت اندازه‌گیری اتیلن هر دو روز یک بار انجام شد. بدین‌صورت که برای هر تیمار یک گل به‌صورت اتفاقی برداشت و سپس وزن گردید. گل‌های انتخاب شده به مدت سه ساعت در ظروف ۳۰۰ میلی‌لیتری کاملاً مسدود قرار گرفته و سپس هوای موجود در آن در طی ۳ دقیقه به داخل ویال‌های خلاء کشیده شدند و تا زمان تزریق به دستگاه GC در یخچال نگهداری شدند. بنابراین برای اندازه گیری اتیلن ۱۰۰ میکرولیتر از هوای ویال‌ها با سرنگ برداشته و به دستگاه GC تزریق و سطح زیر منحنی مربوطه قرائت گردید. سپس با توجه به معادله منحنی استاندارد میزان اتیلن موجود در هوای تزریق شده تعیین گردید و نهایتاً مقدار اتیلن موجود در نمونه‌ها به‌صورت نانولیتر بر گرم در ساعت محاسبه و بیان شد.

به‌منظور تهیه نمودار کالیبراسیون و معادله خط مربوطه غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میکرولیتر اتیلن به دستگاه کروموتوگرافی گازی تزریق گردید و سپس با استفاده از مساحت سطح

1 -Gas Chromatography (GC)

زیر منحنی هر یک از استانداردها نمودار کالیبراسیون مربوطه رسم و معادله خط حاصله به‌دست آمد (شکل ۱).

آزمایش تحت شرایط دمایی ۱±۲۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۵-۶۵ درصد و مدت زمان روشنایی یا فتوپریود ۱±۱۲ ساعت انجام شد.

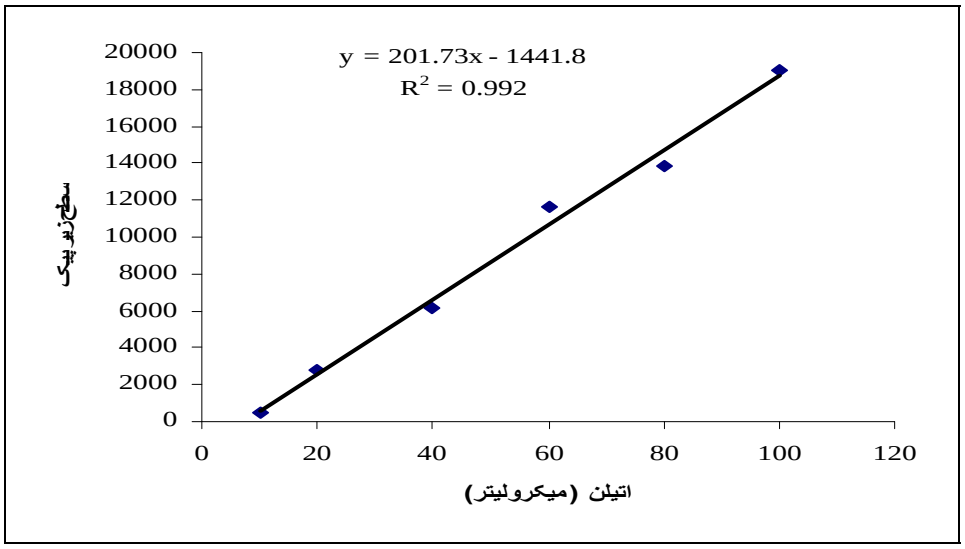
داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. همچنین مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. در خصوص تجزیه واریانس‌ها، برای صفاتی که اثرات متقابل معنی‌دار بود تجزیه برش‌دهی نیز انجام شد. تجزیه برش‌دهی روشن می‌سازد که در کدام سطوح a، سطوح b با هم‌دیگر تفاوت معنی‌داری دارند (۲).

نتایج و بحث

طول‌عمر

نتایج تجزیه واریانس و برش‌دهی اثرات متقابل تیمارهای مختلف بر میزان طول‌عمر گل شاخه‌بریده میخک رقم 'Sensi'در جدول ۱ نشان داد که اثرات تیمارها و اثرات متقابل تیمار در پالس در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. در بررسی بیشتر نتایج برش دهی اثرات متقابل نیز نشان داد که سطوح مختلف پالس (۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت) فقط در تیمارهای اتانول ۶ درصد و ۱۲ درصد (در سطح ۱ درصد) و متانول ۶ درصد (در سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با هم دارند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در خصوص بررسی اثرات غلظت‌های مختلف اتانول و متانول بر روی طول‌عمر میخک رقم 'Sensi' (جدول ۲) بیانگر این است که تمامی تیمارها بجز اتانول ۴ درصد و ۶ درصد و متانول ۴ درصد در پالس ۱۲ ساعت و اتانول ۱۲ درصد و متانول ۱۲ درصد در پالس ۲۴ ساعت، طول‌عمر میخک را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین (۱۷/۳۳ روز) و کمترین (۱۱ روز) میزان طول‌عمر به ترتیب در اثر اتانول ۱۲ درصد در پالس ۱۲ ساعت و شاهد به‌دست آمد. با افزایش غلظت اتانول در پالس ۱۲ ساعت، طول‌عمر افزایش پیدا کرد همچنین در پالس ۲۴ ساعت تا غلظت ۶ درصد اتانول از روند مشابهی برخوردار بود ولی در غلظت ۱۲ درصد میزان طول عمر کاهش یافت. همچنین در خصوص مدت زمان پالس لازم به ذکر است که در اتانول ۶ درصد با افزایش مدت زمان قرارگیری گل‌ها در محلول نگهدارنده (۲۴ ساعت) میزان طول‌عمر نسبت به زمان ۱۲ ساعت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت درحالی‌که در غلظت‌های بیشتر اتانول (۱۲ ساعت) میزان آن به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در غلظت پایین‌تر یعنی ۴ درصد اتانول اگرچه با افزایش مدت زمان قرارگیری در محلول طول‌عمر افزایش پیدا کرد ولی تفاوت معنی‌داری بین دو زمان مشاهده نشد. در تیمار متانول بیشترین اثر بر روی افزایش طول عمر در اثر غلظت ۶ درصد در مدت زمان ۱۲ ساعت بدست آمد و از این لحاظ با تمامی غلظت‌ها در هر دو زمان پالس تفاوت معنی‌داری وجود داشت. همچنین با افزایش مدت زمان قرارگیری در محلول ۶ درصد متانول به‌طور معنی‌داری طول‌عمر کاهش یافت و سایر غلظت‌ها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.



شکل ۱- نمودار استاندارد اتیلن

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف و برش‌دهی اثرات متقابل بر میزان آنتوسیانین و طول‌عمر میخک رقم 'Sensi'

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		آنتوسیانین	طول‌عمر
تیمار الکل	۶	۰/۰۲۲ **	۱۵/۵۳۹ **
پالس	۱	۰/۰۰۹ ns	۰/۲۱۴ ns
تیمار الکل×پالس	۶	۰/۰۱۶ **	۱۲/۸۲۵ **
خطا	۲۸	۰/۰۰۳	۲/۳۰۹
ضریب تغییرات (CV %)		۵/۵۱	۱۱/۰۲۳

برش دهی اثرات متقابل[۱]: سطوح مختلف پالس برای هر تیمار

تیمار	درجه آزادی	آنتوسیانین	طول عمر
اتانول ۴ درصد	۱	۰/۰۰۵ ns	۸/۱۷۷ ns
اتانول ۶ درصد	۱	۰/۰۱۷ *	۲۰/۱۷۷ **
اتانول ۱۲ درصد	۱	۰/۰۵۰ **	۲۴/۰۰۰ **
متانول ۴ درصد	۱	۰/۰۰۰ ns	۶/۰۰۰ ns
متانول ۶ درصد	۱	۰/۰۳۳ **	۱۰/۶۶۷ *
متانول ۱۲ درصد	۱	۰/۰۰۰ ns	۸/۱۷۷ ns
شاهد (آب مقطر)	۱	–	–

۱- برش دهی اثرات متقابل به عنوان تجزیه واریانس تکمیلی بیانگر این است که در کدام یک از غلظت‌های اتانول و متانول، بین دو زمان پالس (۱۲ و ۲۴ ساعت) از لحاظ صفت مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

وزن تر نسبی و جذب محلول نسبی کل

نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اتانول و متانول بر میزان وزن تر نسبی و جذب محلول نسبی کل گل شاخه‌بریده میخک در جدول ۳ حاکی از آن است که تیمارها، مدت زمان پالس و اثرات متقابل بین آن‌ها تأثیر معنی‌داری را بر روی صفات مذکور نداشتند.

توسعه نسبی گل‌ها (قطر گل‌ها)

نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف اتانول و متانول بر میزان توسعه نسبی گل‌ها در میخک رقم 'Sensi' در جدول ۳ نشان دهنده این است که اثرات تیمارها و پالس بر میزان توسعه نسبی گل‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. در این خصوص نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که در تمامی غلظت‌های مورد استفاده اتانول و متانول، تفاوت معنی‌داری بین زمان پالس ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت مشاهده نشد و همچنین در هر زمان پالس نیز تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های اتانول با هم‌دیگر و متانول با هم‌دیگر وجود نداشت و بعد از ۱۰ روز از شروع آزمایش تمامی تیمارها غیر از متانول ۴ درصد و ۱۲ درصد باعث توسعه نسبی مثبت گل‌ها شدند و میزان آن را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دادند. همچنین بیشترین میزان توسعه نسبی گل‌ها در اثر اتانول ۴ درصد و کم‌ترین آن در اثر تیمار شاهد به‌دست آمد.

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف الکلی بر طول‌عمر میخک رقم 'Sensi' با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد

تیمار	طول عمر (روز)		
	پالس ۱۲ ساعت	پالس ۲٤ ساعت	الکل‌ها (LSD= ۱/۷۹۷)
اتانول ۴ درصد	۱۲/۳۳ def	۱۴/۶۷ bcd	۱۳/۵۰ BC
اتانول ۶ درصد	۱۳/۳۳ def	۱۷/۰۰ ab	۱۵/۱۷۰ AB
اتانول ۱۲ درصد	۱۷/۳۳ a	۱۳/۳۳ def	۱۵/۳۳ A
متانول ۴ درصد	۱۲/۰۰ ef	۱۴/۰۰ de	۱۳/۰۰ C
متانول ۶ درصد	۱۶/۶۷ abc	۱۴/۰۰ de	۱۵/۳۳ A
متانول ۱۲ درصد	۱۴/۳۳ cde	۱۲/۰۰ ef	۱۳/۱۷ C
شاهد (آب مقطر)		۱۱/۰۰ f	۱۱/۰۰ D
پالس (LSD= ۰/۹۶۱)	۱۳/۸۶ A	۱۳/۷۱ A	

حروف مشابه (حروف کوچک برای اثرات متقابل تیمار الکل در پالس و حروف بزرگ برای اثرات ساده الکل‌ها و پالس) به معنی عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف الکلی بر جذب محلول نسبی کل، وزن تر نسبی و توسعه نسبی گل‌ها در میخک رقم 'Sensi' در ۱۰ روز بعد از شروع آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		جذب محلول نسبی کل	وزن تر نسبی	توسعه نسبی گل‌ها
تیمار الکل	۶	/۰۰۵ ns	/۰۰۱ ns	۰/۰۳۱ *
پالس	۱	/۰۰۵ ns	/۰۰۱ ns	۰/۰۴۷ *
تیمار الکل×پالس	۶	/۰۰۴ ns	/۰۰۱ ns	۰/۰۰۸ ns
خطا	۲۸	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۲۸۴
ضریب تغییرات (CV %)		۷/۴۰۱	۳/۳۸۴	۸/۱۸۳

**، * و ns- به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف الکلی بر توسعه نسبی گل‌های میخک رقم 'Sensi'

تیمار	توسعه نسبی گل‌ها (میلی‌متر بر میلی‌متر قطر اولیه)		
	پالس ۱۲ ساعت	پالس ۲٤ ساعت	الکل‌ها (LSD= ۰/۰٦٤)
اتانول ۴ درصد	۱/۲۸۴ ab	۱/۲۸۰ abc	۱/۲۸۲ AB
اتانول ۶ درصد	۱/۳۰۲ ab	۱/۳۳۳ a	۱/۳۱۷ A
اتانول ۱۲ درصد	۱/۳۲۴ ab	۱/۲۱۲ abcd	۱/۲۶۸ AB
متانول ۴ درصد	۱/۲۱۹ abcd	۱/۱۱۴ cd	۱/۱۶۷ BC
متانول ۶ درصد	۱/۳۲۹ ab	۱/۱۶۷ abcd	۱/۲۴۸ AB
متانول ۱۲ درصد	۱/۲۸۱ abc	۱/۱۶۴ bcd	۱/۲۲۳ ABC
شاهد(آب مقطر)		۱/۱۱۰ d	۱/۱۱۰ C
پالس (LSD= ۰/۰۶۴)	۱/۲۶۴ A	۱/۱۹۷ B	

حروف مشابه (حروف کوچک برای اثرات متقابل تیمار الکل در پالس و حروف بزرگ برای اثرات ساده الکل‌ها و پالس) به معنی عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

نتایج همبستگی

به‌منظور تعیین ارتباط بین طول‌عمر، توسعه نسبی گل‌ها، وزن تر نسبی و جذب محلول نسبی کل در دو رقم میخک در اثر غلظت‌های مختلف اتانول و متانول، ضرایب همبستگی در مجموع ۱۳ تیمار محاسبه گردید (جدول ۵). نتایج حاکی از آن است که وزن تر نسبی و توسعه نسبی گل‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری (به‌ترتیب ۷۶ درصد و ۶۸ درصد) را با طول‌عمر میخک داشتند. همچنین همبستگی بین وزن تر نسبی و توسعه نسبی گل‌ها مثبت و معنی‌دار (۵۹ درصد) بود. جذب محلول نسبی کل کمترین همبستگی را با توسعه نسبی گل‌ها داشت (۱۷ درصد) درحالی‌که فاقد همبستگی با طول‌عمر (صفر درصد) بود و همچنین همبستگی منفی و ناچیزی را با وزن تر نسبی (۰/۰۵-) داشت. نتایج این آزمایش دال بر همبستگی بالای توسعه نسبی گل‌ها و وزن تر نسبی و همچنین همبستگی پایین جذب محلول نسبی با طول‌عمر دارد. بنابراین نتایج حاصله، ضرورت حفظ و اهمیت وزن تر نسبی را در ماندگاری و افزایش طول‌عمر گل‌های شاخه بریده تأیید می‌نماید.

همچنین ما در مطالعات قبلی خود با بررسی اثر اسانس آویشن در میخک نشان دادیم که همبستگی پایین و غیر معنی‌داری (۴۲ درصد و ۲۱ درصد به‌ترتیب برای رقم‌های 'Sensi' و 'Beaumonde') بین میزان جذب محلول نسبی کل و طول‌عمر میخک وجود دارد. درحالی‌که همبستگی مثبت و بالایی (۶۸ درصد و ۶۹ درصد به‌ترتیب برای رقم‌های 'Sensi' و 'Beaumonde') بین طول‌عمر و وزن تر نسبی وجود داشت (۱). بنابراین به‌نظر می‌رسد که حفظ وزن تر نسبی از اهمیت بیشتری به نسبت جذب محلول برای افزایش طول‌عمر و ماندگاری گل‌ها برخوردار است. در سایر مطالعات آنجوم (۵)، با کاربرد غلظت‌های مختلف نیترات‌نقره، اسیداسکوربیک Tri-Miltox و $CaCl_2.2H_2O$، عدم همبستگی را بین میزان جذب آب و طول‌عمر در گل مریم[1] گزارش نمود. همچنین سلگی (۳) نیز اظهار داشت که به‌نظر می‌رسد رابطه تنگاتنگی بین افزایش عمر گلجایی و افزایش وزن تر نسبی در دوره پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده ژربرا وجود دارد درحالی‌که در اغلب موارد چنین رابطه‌ای بین عمر گلجایی و میزان محلول جذب شده متصور نیست.

با توجه به موارد مذکور می‌توان گفت که نتایج همبستگی یا میزان تأثیر صفات ممکن است توسط نوع و یا غلظت محلول

1 - Tuberose (*Polianthes tuberose* L.)

نگهدارنده تحت تأثیر قرار گیرد. زیرا، در محلول نگهدارنده غیر از آب ترکیبات شیمیایی دیگری نیز به‌عنوان ماده نگهدارنده وجود دارد که قاعدتاً با افزایش جذب محلول میزان جذب آن ترکیبات نیز افزایش می‌یابد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که عکس‌العمل و پاسخ‌های فیزیولوژیکی و یا بیوشیمیایی گل یا گیاه نسبت به مواد نگهدارنده مختلف و یا غلظت‌های مختلف آن، نوع اثر را مشخص می‌کند و این نیز می‌تواند بسته به نوع ژنوتیپ متفاوت باشد.

آنتوسیانین

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر غلظت‌های مختلف اتانول و متانول بر میزان آنتوسیانین در گلبرگ‌های گل شاخه بریده میخک نشان داد که اثر تیمارها و اثرات متقابل تیمارها در پالس در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری را بر روی میزان آنتوسیانین داشتند. همچنین نتایج حاصل از برش‌دهی اثرات متقابل نشان داد که در تیمارهای اتانول ۶ درصد و ۱۲ درصد و متانول ۶ درصد بین سطوح پالس ۱۲ ساعت و ۲۴ ساعت تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها در خصوص بررسی اثرات غلظت‌های مختلف اتانول و متانول بر روی آنتوسیانین در گلبرگ‌های میخک رقم ’Sensi‘ (جدول ۶) بیانگر این است که تمامی غلظت‌های اتانول در پالس ۱۲ ساعت و اتانول ۴ درصد در پالس ۲۴ ساعت میزان آنتوسیانین را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند درحالی‌که سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند.

با افزایش غلظت اتانول در هر دو سطوح پالس میزان آنتوسیانین افزایش یافت ولی تنها در پالس ۲۴ ساعت، غلظت ۱۲ درصد نسبت به غلظت‌های ۴ درصد و ۶ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت و در پالس ۱۲ ساعت در بین غلظت‌های مختلف اتانول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در تمامی غلظت‌های اتانول با افزایش مدت زمان قرارگیری گل‌ها در محلول نگهدارنده (۲۴ ساعت) میزان آنتوسیانین افزایش یافت ولی چنان‌چه در نتایج تجزیه برشی ذکر گردید این افزایش فقط در غلظت‌های ۶ درصد و ۱۲ درصد معنی‌دار بود. در خصوص تأثیر متانول روند قابل ملموسی در بین غلظت‌های مختلف آن و سطوح مختلف پالس مشاهده نشد. ولی در غلظت ۶ درصد آن، با افزایش زمان پالس از ۱۲ ساعت به ۲۴ ساعت میزان آنتوسیانین به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

جدول ۵- تجزیه همبستگی بین صفات طول‌عمر، توسعه نسبی گل‌ها، وزن تر نسبی و جذب محلول نسبی کل در میخک رقم ’Sensi‘ در اثر کاربرد غلظت‌های مختلف اتانول و متانول

	طول عمر	توسعی نسبی گل‌ها	وزن تر نسبی	جذب محلول نسبی کل
طول عمر	۱			
توسعه نسبی گل‌ها	۰/۶۸ *	۱		
وزن تر نسبی	۰/۷۶ **	۰/۵۹ *	۱	
جذب محلول نسبی کل	۰/۰۰ ns	۰/۱۷ ns	−۰/۰۵ ns	۱

**،* و ns – به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر میزان آنتوسیانین میخک رقم ’Sensi‘

	آنتوسیانین (میزان جذب)		
تیمار الکل	پالس ۱۲ ساعت	پالس ٢٤ ساعت	الکل‌ها (LSD= ۰/۰٦۰)
اتانول ۴ درصد	۰/۷۹۰ d	۰/۸۴۸ cd	۰/۸۱۹ E
اتانول ۶ درصد	۰/۸۱۱ d	۰/۹۱۹ bc	۰/۸۶۵ DE
اتانول ۱۲ درصد	۰/۸۵۳ cd	۱/۰۳۵ a	۰/۹۴۴ ABC
متانول ۴ درصد	۰/۹۱۰ bc	۰/۹۰۸ bc	۰/۹۰۹ CD
متانول ۶ درصد	۱/۰۵۴ a	۰/۹۰۵ bc	۰/۹۸۰ AB
متانول ۱۲ درصد	۰/۹۱۷ bc	۰/۹۲۷ bc	۰/۹۲۲ BCD
شاهد(آب مقطر)		۰/۹۸۷ ab	۰/۹۸۷ A
پالس (LSD= ۰/۰۳۲)	۰/۹۰۳ A	۰/۹۳۳ A	

حروف مشابه (حروف کوچک برای اثرات متقابل تیمار الکل در پالس و حروف بزرگ برای اثرات ساده الکل‌ها و پالس) به معنی عدم داشتن تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

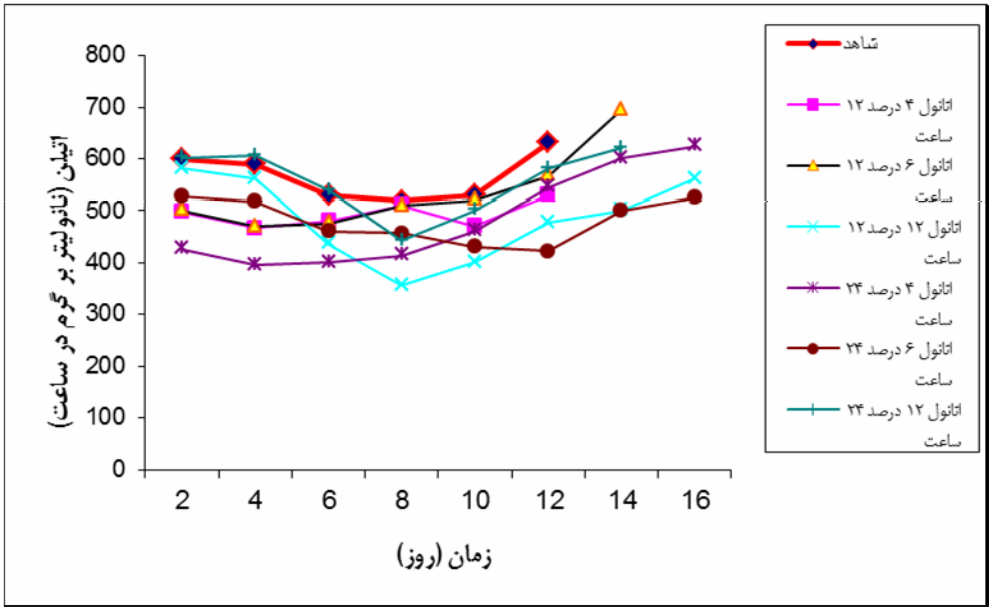
اتیلن

در اثر کاربرد غلظت‌های مختلف اتانول در رقم 'Sensi' پیک تولید اتیلن مشاهده نشد و میزان تولید اتیلن در تمامی تیمارها در اوایل آزمایش بالا بود که بعد به تدریج کاهش یافت (شکل ۲). در تمامی مراحل بیشترین میزان تولید اتیلن مربوط به شاهد بود ولی در سایر تیمارها با نوساناتی همراه بود. در ابتدای آزمایش غلظت بالای اتانول (۱۲ درصد) میزان اتیلن بیشتری را نسبت به سایر غلظت‌ها تولید نمود و این افزایش تولید اتیلن معمولاً با افزایش زمان قرارگیری گل‌ها در محلول افزایش یافت به‌نحوی که در پالس ۲۴ تقریباً مشابه با شاهد بود. همچنین لازم به ذکر است که در ابتدای آزمایش کمترین میزان تولید اتیلن در اثر غلظت‌های پایین اتانول (۴ و ۶ درصد) خصوصاً غلظت ۴ درصد در پالس ۲۴ ساعت به‌دست آمد. از روز ششم به بعد تا انتهای آزمایش کمترین مقدار تولید اتیلن در اثر غلظت ۱۲ درصد با پالس ۱۲ و همچنین غلظت‌های۶ درصد و ۴ درصد با پالس ۲۴ ساعت به‌دست آمد که در تطبیق با نتایج طول‌عمر تیمارهای مذکور به‌ترتیب بیشترین تأثیر را در افزایش طول‌عمر میخک داشتند و مابقی تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشتند.

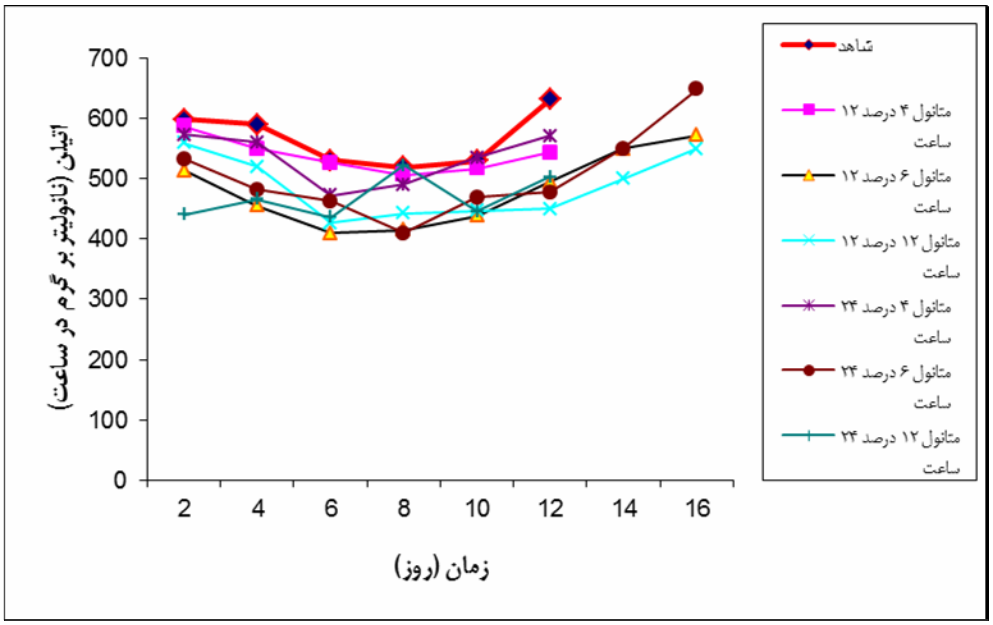
نمودار روند تغییرات تولید اتیلن در رقم 'Sensi' (شکل ۳) در اثر کاربرد غلظت‌های مختلف متانول در دو سطوح پالس بیانگر این است که غیر از متانول۱۲ درصد با سطوح پالس ۲۴، در هیچ‌کدام از تیمارهای اعمال شده پیک تولید اتیلن مشاهده نشد. بیشترین میزان تولید اتیلن در طی آزمایش در اثر شاهد به‌دست آمد و در بین غلظت‌های مختلف متانول بیشترین میزان تولید اتیلن مربوط به غلظت ۴ درصد با پالس ۱۲ ساعت بود. همچنین مورد قابل توجهی که در اثر این آزمایش به‌دست آمد این است که کاربرد متانول ۱۲ درصد با سطوح پالس ۲۴ ساعت در روز ششم به‌طور ناگهانی افزایش یافت و منجر به تولید پیک اتیلن شد. این درحالی‌ست که دو تیمار مذکور (متانول ۴ درصد در پالس ۱۲ ساعت و ۱۲ درصد در پالس ۲۴ ساعت) تفاوت معنی‌داری را از لحاظ طول‌عمر با تیمار شاهد نداشتند و به میزان اندکی (۱ روز) میزان آن را نسبت به شاهد افزایش دادند.

همچنین نتایج (شکل ۳) نشان داد که تیمارهای متانول ۶ درصد در هر دو زمان پالس و متانول ۱۲ درصد با پالس ۱۲ ساعت اتیلن کمتری نسبت به سایر تیمارها تولید نمودند. بنابراین تیمارهای مذکور به‌خوبی کنترل اتیلن، میزان طول‌عمر را نیز افزایش دادند و همان‌طور که قبلاً نشان داده‌شد غلظت‌های ۶ درصد و ۱۲ درصد متانول با پالس ۱۲ ساعت به‌ترتیب از طول‌عمر بیشتری نسبت به سایر غلظت‌های متانول و شاهد برخوردار بودند.

روند تغییرات اتیلن در اثر تیمارهای مختلف و همچنین موارد مذکور در تطبیق با طول‌عمر قبلاً ذکر گردید. همچنین نشان داده شد که تیمارهای موفق در افزایش طول‌عمر میخک، به‌خوبی میزان تولید اتیلن را کاهش و یا متوقف نمودند. اتیلن نقش مهمی را در پیری و کاهش طول‌عمر میخک دارد. در میخک نشان داده شده که پیری گلبرگ‌ها با یک افزایش شبه‌فرازگرا در تولید اتیلن در طول مرحله آخر همراه است. همچنین این افزایش در تولید اتیلن، با پیچیدگی برگشت‌ناپذیر گلبرگ‌ها، پژمردگی و ریزش گلبرگ‌ها همراه است (۱۱ و ۱۲). افزایش طول‌عمر میخک را در اثر کاربرد اتانول، می‌توان به نقش آن در جلوگیری از سنتز و تولید اتیلن مربوط دانست.



شکل ۲- تأثیر غلظت‌های مختلف اتانول بر روی تولید اتیلن میخک رقم 'Sensi'



شکل ۳- تأثیر غلظت‌های مختلف متانول بر روی تولید اتیلن میخک رقم 'Sensi'

در این خصوص مطالعات حاکی از آن است که اتانول تشکیل ACC را متوقف نموده و همچنین از تبدیل ACC به اتیلن جلوگیری می‌کند (۸ و ۲۶). همچنین وو و همکاران (۲۶) کاهش تولید اتیلن، کاهش حساسیت به اتیلن خارجی و کاهش در افزایش طبیعی ACC و EFE[1] را در اثر کاربرد اتانول گزارش نمودند. در سایر بررسی‌ها، پون و همکاران (۱۹) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف استآلدهید در ارقام 'Yellow candy' و 'Sandrosa' در میخک، افزایش طول‌عمر ارقام مذکور را در غلظت ۰/۰۵ درصد از استآلدهید گزارش نمودند و اظهار داشتند که استآلدهید با جلوگیری از تولید اتیلن و یا کاهش حساسیت به اتیلن، باعث افزایش طول‌عمر ارقام مذکور شده است. همچنین نشان داده شده که کاربرد اتانول در محلول نگه دارنده میخک موجب افزایش طول‌عمر آن می‌شود، این به‌دلیل این است که اتانول مانع تشکیل و جابه‌جایی اتیلن می‌شود (۱۵). علاوه بر این یکی دیگر از مکانیسم‌های تأثیر اتانول را در کاهش تولید اتیلن و افزایش طول‌عمر میخک، می‌توان به نقش آن در جلوگیری از توسعه تخمدان مربوط دانست. در این خصوص گزارشات بیانگر این است که اتیلن در میخک ابتدا در مادگی تولید می‌شود (۲۳) و اتانول نیز از توسعه تخمدان در میخک جلوگیری می‌نماید (۹).

بیشتر مطالعات صورت گرفته در خصوص الکل‌ها، مربوط به اتانول می‌باشد و گزارشات اندکی در مورد متانول در دسترس می‌باشد. بنابراین مکانیسم تأثیر آن به‌درستی برای ما آشکار و قابل بحث نیست. در این خصوص پتریدو و همکاران (۱۴) افزایش طول‌عمر و بهبود کیفیت طول‌عمر گل شاخه‌بریده داوودی را در اثر تیمار با اتانول و متانول گزارش نمودند. ایشان همچنین نشان دادند که متانول ۴ درصد به‌صورت پالس ۲۴ ساعته، بیشترین تأثیر را در افزایش طول‌عمر، کاهش وزن تر و افزایش کلروفیل کل نسبت به اتانول و سایر تیمارهای پالس و غلظت‌ها داشت و طول‌عمر را حدود ۴/۵ برابر افزایش نمود. همچنین متانول در رقم‌های مختلف میخک تأثیری متفاوت داشت، به‌طوری که سبب افزایش طول‌عمر رقم "فیگارو" گردید، اما تأثیری در طول‌عمر رقم "بوفالو" نداشت (۱۳).

مسئله قابل توجهی که در این مطالعه مشاهده شد افزایش میزان اتیلن در اوایل آزمایش بود که تقریباً در تمامی تیمارهای اعمال شده میزان آن در اوایل آزمایش بالا بود و بعد کاهش یافت. این موضوع احتمالاً می‌تواند به اثر تنش‌های فیزیکی، آبی و مواد غذایی وارد شده به آن باشد که با قطع ارتباط با گیاه مادری به‌عنوان تغذیه‌کننده و همچنین تنش‌های فیزیکی در حین برداشت و حمل و نقل مربوط باشد.

همان‌طور که بحث شد تیمارهای اعمال شده حاوی ۴ درصد ساکارز بودند. بنابراین نقش ساکارز را در افزایش طول‌عمر میخک نباید نادیده گرفت. زیرا نشان داده شده که ساکارز اثر اسیدآبسزیک را که محرک پیری است، خنثی می‌نماید (۳ و ۲۱). همچنین به‌عنوان یک منبع غذایی یا سوبسترای تنفسی عمل نموده و سبب به تأخیر انداختن تجزیه پروتئین‌ها شده (۳) و در حفظ ساختار میتوکندری‌ها نیز نقش دارد (۱۰). همچنین استفاده از قندها از تولید اتیلن در گل‌ها جلوگیری کرده و حساسیت به اتیلن را کاهش می‌دهد (۴ و ۲۵). در میخک نشان داده شده که ساکارز، حساسیت گل‌ها را به اتیلن کاهش

1 - Ethylene-forming enzyme (EFE)

می‌دهد و موجب تأخیر و سرکوب افزایش پیک فرازگرا در سنتز اتیلن و تأخیر در مکانیزم فرازگرایی پیک تنفس می‌شود که از این جهت باعث افزایش طول‌عمر میخک گردید (۲۵).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از این مطالعه بیانگر تأثیر مثبت اتانول و متانول در کاهش تولید اتیلن و افزایش طول‌عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک می‌باشد. بنابراین استفاده از الکل‌های مذکور (به‌صورت تیمارهای کوتاه‌مدت) در فاصله زمانی برداشت تا عرضه به بازار، می‌تواند به‌عنوان گامی مؤثر و کاربردی جهت افزایش ماندگاری گل میخک و همچنین کاهش ضایعات آن مورد استفاده قرار گیرد. پس باتوجه به نتایج یافت شده در این بررسی، استفاده از اتانول ۴ درصد و ۶ درصد در پالس ۲۴ ساعت، اتانول ۱۲ درصد و متانول ۱۲ درصد در پالس ۱۲ ساعت و متانول ۶ درصد در هر دو زمان پالس در پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک قابل پیشنهاد می‌باشد.

منابع

۱- امینی ش. ۱۳۹۰. بررسی اثر اسانس آویشن، اتانول و متانول بر طول‌عمر و تولید اتیلن در دو رقم گل شاخه‌بریده میخک (*Dianthus caryophyllus*)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان، گروه علوم باغبانی.

۲- سلطانی ا. ۱۳۸۶. کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه‌های آماری (برای رشته های کشاورزی). ویرایش دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۳- سلگی م. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر نانو ذرات نقره و اسانس‌های آویشن باغی و آویشن شیرازی بر شاخص‌های کیفی پس از برداشت گل بریدنی ژربرا (*Gerbera jamesonii* L.). رساله دکتری، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده علوم باغبانی و گیاه پزشکی، گروه علوم باغبانی.

۴- کرمی غ.ع. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تیمارهای مختلف شیمیایی و عصاره‌های گیاهی بر افزایش طول عمر و برخی صفات کیفی گل‌های بریده گلایل رقم White Prosperity و مریم پاکوتاه رقمDouble . پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اسلامی واحد جهرم، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی.

5- Anjum M.A., Naveed F., Shakeel F. and Amin S. 2001. Effect of some chemicals on keeping quality and vaselife of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flowers, Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan, 12(1):1-7.

6- Cook E.L. and van Staden J. 1983. Senescence of cut carnation flowers: Ovary development and CO2 fixation. Plant Growth Regulation, 1:221-232.

7- Farokhzad A., Khalighi A., Mostofi Y. and Naderi R. 2005. Role of ethanol in the vase life and ethylene production in cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Mariachii. cv. Blue) Flowers, Journal of Agriculture and. Social Sciences, 1: 309-312.

8- Heins D. 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol, Journal of the American Society for Horticultural Science, 105:141-144.

9- Heins R.D. and Blakely N. 1980. Influence of ethanol on ethylene biosynthesis and flower senescence of cut carnation, Scientia Horticulturae, 13:361-369.

10- Kalthaler R.E.L. and Steponkos R.L. 1976. Factors affecting respiration in cut roses, Journal of the American Society for Horticultural Science, 101:352-354.

11- Kim H.J., Craig R. and Brown K.M. 2005. Genetically enhanced postproduction in quality in regal pelargonium, Acta Horticulture, 669:135-42.

12- Nichols R. 1979. Ethylene, pollination and senescence, Acta Horticulture, 91: 93-96.

13- Petridou M., Voyiatzi C. and Voyiatzi D. 1999. Aspirin, metanol and some antibacterial compounds prolong the vase life of cut carnation, Advances in Horticultural Science, 13:161-164.

14- Petridou M., Voyiatzi C. and Voyiatzis D. 2001. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers, Postharvest Biology and Technology, 23:79-83.

15- Podd L.A. and van Staden J. 1999. The use of acetaldehyde to control carnation flower longevity, Plant Growth Regulation, 28:175-178.

16- Podd L.A., Hills P.N. and van Staden J. 2002. Physiological response and extension of vase life of cut carnation flowers treated with ethanol and acetaldehyde. II. Protein content and enzyme activity, Plant Growth Regulation, 38:107-117.

17- Pun U.K., Rowe R.N., Rowarth J.S., Barnes M.F., Dawson C.O. and Heyes J.A. 1999. Influence of ethanol on

climacteric senescence in five cultivars of carnation, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 27:69-77.
18- Pun U.K., Rowarth J.S., Barnes M.F., Heyes J.A., Rowe R.N. and Dawson C.O. 2001. The influence of exogenous acetaldehyde solution on the vase life of two carnation (*Dianthus caryophyllils L.*) cultivars in the absence or presence of exogenous ethylene, Plant Growth Regulation, 34:267-272.
19- Pun U.K., Rowarth J.S., Barnes M.F. and Heyes J.A. 2001. The role of ethanol or acetaldehyde in the biosynthesis of ethylene in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. Yellow candy, Postharvest Biology and Technology, 21:235-239.
20- Solgi M., Kafi M., Sadat-Taghavi T. and Naderi R. 2009. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') flowers, Postharvest Biology and Technology, 53: 155-158.
21- Steinitz B. 1982. Role of sucrose in stabilization of cut gerbera flower stalks. Garten bouwissenschaft, 47(2): 77-81.
22- Teixeira da Silva J.A. 2003. The cut flower: Postharvest considerations, Journal of Biological Sciences, 3: 406-442.
23- Ten Have A. and Woltering E.J. 1997. Ethylene biosynthetic genes are differently expressed during carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flower senescence, Plant Molecular Biology, 34: 89-97.
24- Wanger G.J. 1979. Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast, Plant Physiology, 64: 88-93.
25- Weerts J.A. 2002. The effect of sucrose pulsing on cut carnation and freesia flowers. M. Sc. Thesis in botany, faculty of science, Rand Afrikaans University, Johannesburg, South Africa.
26- Wu M.J., Zacarias L., Saltveit M.E. and Reid M.S. 1992. Alcohols and carnation senescence, HortScience, 27:136-138.