Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 48, No 4, Winter 2018 (779-789)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.214517.1070

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۶ (ص ۷۸۹-۷۷۹)

تأثیر کاربرد زئولیت جاذب اتیلن بر کیفیت گل‌های شاخه بریدهٔ میخک

عزیزاله خندان میرکوهی[1*] و زهرا عربی[2]
۱. استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۳)

چکیده

تولید درونی گاز اتیلن و افزایش تنفس و حضور بیرونی این گاز در محیط به‌عنوان اصلی‌ترین دلایل و عامل‌های کاهش ماندگاری گل شاخه بریدهٔ میخک مطرح است و کاربرد جاذب‌های اتیلن می‌تواند در این رابطه مؤثر باشد. در این تحقیق تأثیر کاربرد زئولیت در سه سطح ۰، ۰/۵ و ۱ گرم پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم (۱ میلی‌مولار) به‌عنوان جاذب اتیلن در چهار سطح ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی در کیفیت گل‌های شاخه بریدهٔ میخک رقم مهندسی قرمز (*Dianthus caryophyllus* L. 'Red') بررسی شد. سطوح تیماری پرمنگنات پتاسیم طوری انتخاب شد که بتواند کل حجم زئولیت در هر تیمار را به‌طور کامل خیس کند. در هر ظرف محدود یا ایزوله (هر ظرف از روی هم قرارگرفتن دو لیوان شفاف پلاستیکی هرکدام به حجم ۰/۵ لیتر به دست آمد و محل اتصال با چسب شفاف به‌کلی بسته شد) به حجم ۱ لیتر، یک شاخه گل به طول ۳۰ سانتی‌متر به همراه محفظهٔ تیمار حاوی جاذب غنی‌شده قرار گرفت و آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شد (تیمار شاهد بدون زئولیت و پرمنگنات پتاسیم بود). صفاتی مانند وزن تر و وزن خشک شاخه، عمر گلجایی، شاخص ثبات غشای یاخته‌ای، میزان تولید اتیلن، میزان سبزینه (کلروفیل)های برگ و آنتوسیانین‌های گلبرگ‌ها ارزیابی شد. نتایج نشان داد، استفاده از زئولیت ۰/۵ گرم پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد بیشترین عمر گلجایی را نسبت به شاهد داشت. افزون بر این دیگر ویژگی‌های کیفی از جمله وزن تر، وزن خشک، کاهش وزن تر، ثبات غشای یاخته‌ای، میزان آنتوسیانین‌ها، سبزینه‌ها و میزان اتیلن تولیدشده نیز تحت تأثیر معنی‌دار تیمار زئولیت سطح ۰/۵ گرم پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم قرار گرفتند. بنابراین، این سطح از تیمار برای حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده میخک رقم قرمز در چرخهٔ حمل ونقل پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین‌های گلبرگ، تنظیم‌کننده‌های رشد، سوپر جاذب، سبزینهٔ برگ، گیاهان زینتی، نشت الکترولیت.

Effect of ethylene absorbent zeolite application on keeping cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L. 'Red') quality

Azizollah Khandan-Mirkohi[1*] and Zahra Arabi[2]
1. Assistant Professor, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2. Former M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran
(Received: Aug. 27, 2016 - Accepted: Jan. 2, 2017)

ABSTRACT

The climacteric rises of ethylene production and respiration or exposure to the exogenous ethylene are more responsible for the relatively short life of carnations cut flowers. Applications of superabsorbents could lead to the decrease in the ethylene concentration. Zeolite at three levels of 0, 0.5 and 1 g coated with potassium permanganate (one mM) at 4 levels of 0, 1, 2 and 3% (weight basis) applied as treatments for the evaluation of carnation cut flowers (*Dianthus caryophyllus* L. 'Red') performance in isolated containers (one 30 cm cut flower per isolated container). The chosen levels of potassium permanganate were able to cover each of the zeolite treatments. The control treatment was without zeolite and potasium permanganate. A factorial experiment based on completely randomized design conducted with three replications. Characters such as fresh and dry weight of cut flowers, vase life, cell membrane maintenance index (electrolyte leakage), ethylene concentration, leaf chlorophylls content, and petal anthocyanins were evaluated. Results revealed that 0.5 g of zeolite coated with 2% of potassium permanganate was effective treatment to improve the vase life of cut flowers, to decrease the ethylene concentration in container, to maintain the membrane stability, leaf chlorophylls and petal anthocyanins. Results of this research could be used to improve the vase life of carnation cut flowers during transport or marketing.

Keywords: Electrolyte leakage, growth regulators, leaf chlorophyll, ornamental plants, petal anthocyanins, superabsorbents.

* Corresponding author E-mail: khandan.mirkohi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بررسی فرآیند پیری و روند تکاملی گل‌های شاخه بریده امروزه اهمیت زیادی دارد. میخک با نام علمی (*Dianthus caryophyllus*) از خانوادهٔ Caryophyllaceae یکی از مهم‌ترین گل‌های تجاری در جهان است که پس از گل رز در جایگاه دوم بازار جهانی گل و گیاه قرار دارد (Kumar *et al*., 2015). این گل نسبت به گاز اتیلن بسیار حساس است (Woltering & Van Doom, 1988). تولید اتیلن در میخک‌های گلدانی گویای الگوی تنفسی فرازگرا بوده و به‌شدت به رقم بستگی دارد و با افزایش سن این حساسیت بالا می‌رود (Obsuwan & Uthairatanakij, 2007). تولید اتیلن در چرخهٔ حمل‌ونقل گل‌های زینتی، باعث افزایش ریزش جوانه‌های گل، تسریع در باز شدن گل‌ها، زرد شدن و ریزش برگ‌ها و در نهایت کاهش عمر گلجایی می‌شود (Bhattacharjee & De, 2005). در سال‌های اخیر برای کاهش سطح اتیلن و یا جلوگیری از فعالیت آن تلاش‌های زیادی صورت گرفته است. استفاده از پرمنگنات پتاسیم برای مهار (کنترل) سطح اتیلن موفقیت‌آمیز بوده و گزارش شده است که سطح اتیلن را در سردخانه‌های تجاری پایین نگه می‌دارد (Thompson, 1994).

پرمنگنات پتاسیم، حذف‌کننده و اکسیدکنندهٔ گاز اتیلن است که در طی این فرآیند، رنگ از ارغوانی به قهوه‌ای تغییر می‌یابد (Vermeiren *et al*., 1999) و در این فرایند شمار چهار مولکول پرمنگنات پتاسیم برای اکسید شمار سه مولکول اتیلن تا محصول نهایی نمک استات پتاسیم لازم است ($3CH_2CH_2 + 4KMnO_4 = 3KCOOCH_3 + 4MnO_2 + KOH + H_2O$). در فرآیند کاهش سطح اتیلن و افزایش میزان دی‌اکسیدکربن، خاصیت اتوکاتالیزوری اتیلن و میزان تنفس کاهش یافته و در نتیجه می‌تواند منجر به کاهش ساخت (سنتز) اتیلن شود. افزایش سطح دی‌اکسید کربن سبب کاهش اتصال اتیلن به مولکول‌های بزرگ در گیاه می‌شود (Reid, 1994).

به‌منظور افزایش سطح تماس پرمنگنات پتاسیم با اتمسفر محیط، این ماده را در روزنه‌های ریز مواد کانی بی‌اثر مانند زئولیت (یا نانوزئولیت)، آلومینا و رس نفوذ می‌دهند (Jayamaran & Raju, 1992; Oh *et al*., 1996). نانو ذرات زئولیت نسبت سطح به وزن بالایی دارند (Azeredo, 2009). نخستین بار در سیب ثابت شد که پرمنگنات پتاسیم باعث کاهش میزان اتیلن شده است (Abeles *et al*., 1992). در تحقیقی توانایی جذب اتیلن توسط پرمنگنات پتاسیم در بستر آلومینا در فضای آزاد بررسی و نتایج نشان داد، با افزایش میزان آلومینا حذف اتیلن به‌صورت خطی افزایش یافته است، به‌طوری‌که میزان جذب اتیلن در ۱ گرم آلومینا از ۳۰درصد به ۹۰درصد در ۵۰ گرم آلومینا رسیده است (Wills & Warton, 2004). همچنین این جذب متأثر از میزان رطوبت نسبی نیز بوده است و با افزایش رطوبت نسبی میزان جذب کاهش یافته است. بیشترین کارایی جذب اتیلن توسط پرمنگنات پتاسیم در جاذب بر پایهٔ آلومینا به میزان ۶-۲ درصد وزنی بیان شده است. زئولیت‌ها خانوادهٔ بزرگی از کانی‌های سیلیکات را تشکیل می‌دهند که نسبت سطح به وزن بالایی دارند و به‌عنوان یک سوپر جاذب کاربرد بسیاری در کشاورزی دارند. این ماده در بهبود ساختار شکننده و غیریکنواخت خاک، کاهش آبشویی و افزایش ماندگاری آب در منطقه توسعهٔ ریشه نیز می‌شود (Huang & Petrovic, 1995).

با توجه به گزارش‌های مثبت تأثیر سوپر جاذب‌ها در کاهش سطح اتیلن در گیاهان و محصولات مختلف و با در نظر گرفتن این موضوع که میخک از جمله گیاهان زینتی حساس به اتیلن است، در این تحقیق سطوح مختلف زئولیت با میزان متفاوتی از پرمنگنات پتاسیم پوشش داده شد و تأثیر آن به‌عنوان جاذب اتیلن در یک محیط بسته و محدود (ایزوله) در کیفیت گل شاخه بریدهٔ میخک رقم مهندسی قرمز ارزیابی شد تا در صورت تأثیر مثبت سطح مؤثر زئولیت و میزان پوشش با پرمنگنات پتاسیم برای هر شاخه و سطح کاهش اتیلن در هر تیمار مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملا تصادفی در گل‌های شاخه بریدهٔ میخک رقم مهندسی قرمز (*Dianthus caryophyllus* L. 'Red')

Archive of SID

www.SID.ir

با دو تیمار زئولیت در سه سطح (۰، ۰/۵ و ۱ گرم) و پرمنگنات پتاسیم در چهار سطح (۰، ۱ ، ۲ و ۳ درصد وزنی) در سه تکرار انجام شد. برای برآورد میزان مورد نیاز محلول پرمنگنات پتاسیم که بتواند حجم زئولیت را خیس کند و در ضمن فضاهای خالی کامل پر نشود (چون سطح جاذب زیاد نقطهٔ قوت زئولیت مورد استفاده بود)، یک آزمایش اولیه انجام گرفت و بر پایهٔ آن سطوح تیماری میزان کاربرد محلول برای خیس کردن هریک از سطوح تیمار زئولیت طراحی شد. برای تیمار ۰/۵ گرم زئولیت سطوح تیماری ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی معادل ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میکرولیتر، و برای تیمار ۱ گرم زئولیت سطوح تیماری ۰، ۱، ۲ و ۳ درصد وزنی معادل ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میکرولیتر محلول استفاده شد.

برای جایگذاری زئولیت خیس‌شده با پرمنگنات پتاسیم یک ظرف یک‌بار مصرف کوچک لاکی شفاف (طلقی) تهیه و در ته هر یک از ظرف‌ها چسبانده شد. هر ظرف تیمار به حجم ۱ لیتر از روی هم قرار گرفتن دو لیوان پلاستیکی ۰/۵ لیتری به دست آمد. هر واحد آزمایشی شامل دو ظرف مجزا هرکدام حاوی یک شاخه گل به طول ۳۰ سانتی‌متر و یک محفظه تیمار چسبانده شده در ته هر ظرف بود. پس از قرار دادن شاخه در ظرف، محل اتصال ظرف‌ها با چسب شفاف پهن بسته شدند. درمجموع شمار ۱۰۸ شاخه گل در تحقیق استفاده شد (تیمار شاهد، بدون زئولیت و پرمنگنات پتاسیم بود).

گل‌ها در اوایل صبح در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه انتقال یافتند و تا زمان تیمار در دمای اتاق (۲±۲۵ درجهٔ سلسیوس) نگهداری شدند. به‌منظور کاهش اختلاف‌ها میان شاخه‌های گل و به کمترین رساندن خطای آزمایش، شاخه‌های گل از نظر طول ساقه همگن شدند (۳۰ سانتی‌متر). برای این کار قسمت انتهایی ساقه در ظرفی حاوی آب قرار گرفت و با قیچی باغبانی به‌صورت مایل برش داده شد. همهٔ گل‌ها به‌صورت یک شاخه در یک بطری دربسته (بدون دخالت هوا) حاوی تیمارهای موردنظر در محیط آزمایشگاه قرار گرفتند. تیمارهای مورد آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. تیمارهای مورد آزمایش

Table 1. Experiment teatments

Treatment number	Type of treatment
1	Zeolite 0 g + Potassium permanganate 0%
2	Zeolite 0 g + Potassium permanganate 1%
3	Zeolite 0 g + Potassium permanganate 2%
4	Zeolite 0 g + Potassium permanganate 3%
5	Zeolite 0.5 g + Potassium permanganate 0%
6	Zeolite 0.5 g + Potassium permanganate 1%
7	Zeolite 0.5 g + Potassium permanganate 2%
8	Zeolite 0.5 g + Potassium permanganate 3%
9	Zeolite 1 g + Potassium permanganate 0%
10	Zeolite 1 g + Potassium permanganate 1%
11	Zeolite 1 g + Potassium permanganate 2%
12	Zeolite 1 g + Potassium permanganate 3%

عمر گلجایی فاصلهٔ زمانی بین خروج از انبار تا مرحلهٔ پیری است که در میخک نشانه‌های پیری شامل لوله شدن حاشیهٔ گلبرگ‌ها و پژمردگی گل بود که همزمان با تولید اتیلن مشخص می‌شد (Teixeira *et al.*, 2003). تعیین ماندگاری گل بر پایهٔ مشخصات ظاهری مورد نظر قرار گرفت، یعنی حالتی از گلبرگ‌ها که نخستین نشانه‌های کاهش آماس (تورژسانس) و پژمردگی در آن ظاهر شود. این ویژگی به‌صورت روزانه ثبت شد.

یکی از صفات کیفی گل بریده که در زیبایی و بازارپسندی آن اهمیت دارد، رنگ برگ‌ها و ظاهر آن‌ها است. به این منظور در پایان آزمایش میزان سبزینه (کلروفیل)های برگ‌ها اندازه‌گیری شد. به این صورت که میزان ۰/۵ گرم نمونه برگ تر ریزشده درون لولهٔ فالکون ۱۵ میلی‌لیتری حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰درصد، ریخته شد و بی‌درنگ درب فالکون بسته شد و به مدت۲۴ ساعت در محیط تاریک در دمای ۵ درجهٔ سلسیوس نگهداری شد. پس از گذشت مدت‌زمان لازم نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه در سانتریفیوژ ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت، در نهایت عصارهٔ جداشده با استون ۸۰درصد به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و با استفاده از طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) در دو طول‌موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر خوانده شد و میزان سبزینه‌های موجود در برگ‌ها با روش مرسوم محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر به شرح زیر بیان شد (Arnon, 1949):

$$Chl_a\ (mg\ g^{-1}\ F.M) = \quad (1)$$
$$(12.7\times A_{663}) - (2.69\times A_{645})\times(V/W)\times(0.001)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$Chl_b\ (mg\ g^{-1}\ F.M) = (22.9\times A_{645}) - (4.68\times A_{663}) \times (V/W)\times(0.001) \quad (۲)$$

$$Total\ Chl\ (mg\ g^{-1}\ F.M) = (20.2\times A_{645}) - (8.02\times A_{663}) \times (V/W)\times(0.001) \quad (۳)$$

که در آن A_{645} و A_{663} به ترتیب میزان جذب در ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر، V حجم محلول به میلی‌لیتر و W وزن نمونه به گرم را نشان می‌دهد.

برای اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین‌های گلبرگ‌ها، ۰/۵ گرم گلبرگ به کمک نیتروژن مایع درون هاون چینی به‌صورت همگن (هموژن) در آمد و سپس در لولهٔ فالکون حاوی محلول استخراج شامل ۱۰ میلی‌لیتر متانول و کلریدریک اسید ۱ نرمال (به نسبت حجمی ۱:۹۹) ریخته شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجهٔ سلسیوس نگهداری شدند و پس از گذشت این مدت، نمونه‌ها به مدت پنج دقیقه در سانتریفیوژ ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت و در نهایت عصارهٔ جداشده و با استفاده از طیف‌سنج نوری در دو طول‌موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر خوانده شد. میزان آنتوسیانین‌های موجود در گلبرگ‌ها بر حسب تفاوت جذب بر گرم وزن تازه بیان شد (Wagner, 1979).

به‌منظور محاسبه درصد ثبات غشای یاخته‌ای یا نشت الکترولیت[1] (EL)، در آغاز ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر را در لولهٔ فالکون ریخته و پس از آن ۰/۵ گرم گلبرگ خردشده به آن اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۱ ساعت در بن ماری ۳۰ درجهٔ سلسیوس قرار داده شدند و پس از خروج از بن ماری میزان EC توسط دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج (EC) متر خوانده شد که میزان EC1 را نشان می‌دهد. سپس لوله‌های فالکون به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو ۱۲۰ درجهٔ سلسیوس با فشار ۱/۲ اتمسفر قرار داده شد و پس از سرد شدن میزان EC2 خوانده شد. در نهایت برای محاسبهٔ درصد شاخص ثبات غشای یاخته، اعداد به‌دست‌آمده را در رابطهٔ زیر جایگزین و بر حسب درصد بیان شد (Sairam *et al.*, 2003).

$$EL= \{1-(EC1/EC2\} \times 100$$

1. Electrolyte Leakage

برای اندازه‌گیری میزان اتیلن، هوای درون ظرف‌های بسته به‌صورت تخلیهٔ مستقیم با سرنگ مخصوص دوسر در لوله‌های ونوجکت (EDTA K3) با حجم خلأ ۶ میلی‌لیتر به‌طور مستقیم نمونه‌گیری شد (مدت‌زمان آزمایش با توجه به عمر گلجایی در هر تیمار از ۶ تا ۱۲ روز متغیر بود). برای هر مشاهده یک نمونه لوله ونوجکت نمونه‌برداری شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از هوای درون لوله‌های ونجوکت با سرنگ (سرنگ انسولین) به درون دستگاه فام‌نگار (GC کروماتوگرافی) گازی تزریق و میزان اتیلن موجود در لوله‌های مربوط به هر نمونه خوانده شد (اتیلن موجود در لوله‌های ونوجکت پیش از نمونه‌گیری در محاسبه در نظر گرفته شد). درصد تغییر وزن تر با اندازه‌گیری وزن تر گل شاخه بریده در آغاز و انتهای آزمایش محاسبه شد.

داده‌های به‌دست‌آمده از این اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخهٔ ۹/۳) تجزیهٔ آماری شد و میانگین‌های به‌دست‌آمده با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵درصد مقایسه شدند. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار MicrosoftOffice Excel 2010 رسم شد.

نتایج

نتایج تجزیهٔ واریانس اثر زئولیت و پرمنگنات پتاسیم در غلظت‌های مختلف بر درصد کاهش وزن تر، عمر گلجایی، ثبات غشای یاخته‌ای، میزان سبزینه‌ها، میزان آنتوسیانین‌ها و میزان اتیلن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد، بیشترین کاهش وزن تر (۲۹/۳۵ درصد) مربوط به تیمار زئولیت ۱ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد بود که از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد، زئولیت ۱ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۱ و ۲ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (۲۲/۷۴ درصد) مربوط به تیمار زئولیت ۰/۵گرم و پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد بود که با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

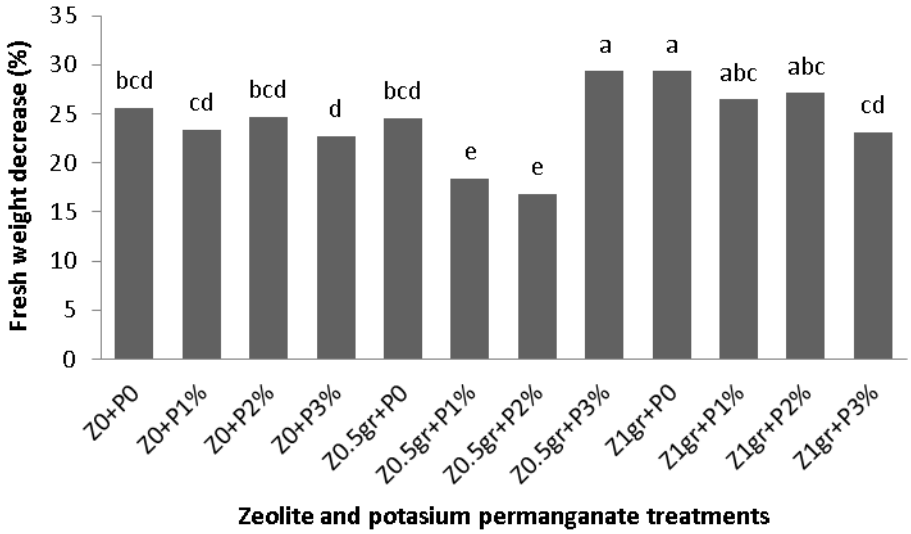
جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر زئولیت پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم بر برخی صفات گل شاخه بریدهٔ میخک

Table 2. Results of analysis of variance effect of different zeolite and potasium permanganate treatments on some the properties of Carnation cut flowers

Source of variation	Degrees of freedom	Mean squares					
		Decrease in fresh weight	Vase life	Cell membrane maintenance index	Total chlorophyll	Anthocyanins	Ethylene concentration
Treatments	11	47.35**	15.72**	314.75**	0.16**	0.0005**	575849**
Error	24	3.76	0.044	72.7	0.0091	0.0004	7434
Coefficient variance (%)		8.33	7.66	17.95	7.15	13.52	15.55

** Significantly difference at 1% of probability level.

** معنی‌داری در سطح ۱درصد است.



شکل ۱. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر کاهش وزن تر گل میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 1. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on fresh weight decrease of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.

می‌توان کاهش وزن تر را به کاهش میزان تنفس گل با توجه به کاهش سطح اتیلن در مجاورت زئولیت غنی‌شده با پرمنگنات پتاسیم مربوط دانست. از دست دادن رطوبت اصلی‌ترین علت کاهش وزن محصولات باغی است. از دیگر دلایل افت وزن، تنفس و سوختن مواد آلی از جمله قندها است (Wills *et al.*, 1998).

نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد، بیشترین عمر گلجایی (۱۲/۳۳ روز) در تیمار زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد بود که البته از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۱ درصد و زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (شش روز) مربوط به تیمار شاهد بود که از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد و زئولیت ۱ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲).

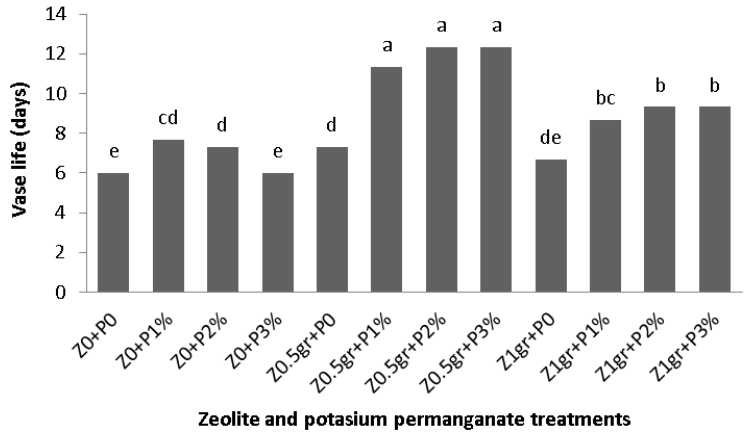
دمای سردخانه، غلظت اتیلن داخلی و محیط نگهداری میزان آلودگی سطحی یا شبکهٔ آوندی شاخه‌های گل به ریزجانداران (میکروارگانیسم‌ها) از عامل‌های پس از برداشت هستند که به‌شدت عمر گلجایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dole & Wilkins, 1999). به‌طورکلی پیری در گل‌ها با افزایش نفوذپذیری غشاهای یاخته‌ای در نتیجهٔ حملهٔ گونه‌های فعال اکسیژن تسریع می‌یابد، که به‌طورمعمول با کاهش پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در نتیجهٔ فعالیت پروتئازها و نوکلئازها همراه است (Zhang & Kirkham, 1996). به‌طورکلی وجود اتیلن در هوای پیرامون گل‌ها یکی از مهم‌ترین عامل کاهش ماندگاری

Archive

www.SID.ir

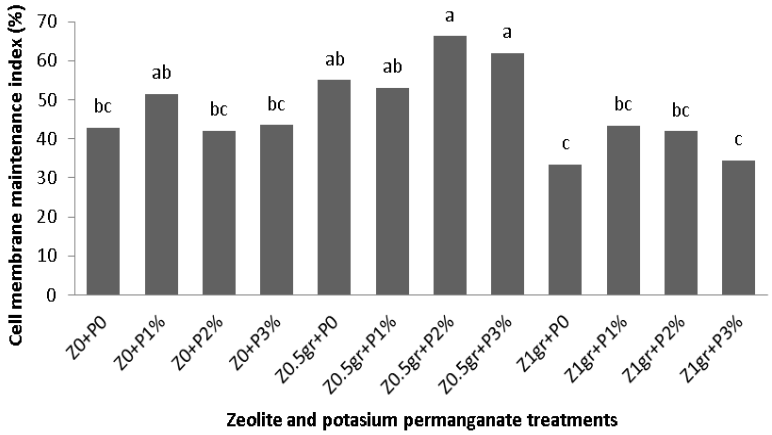
آن‌ها است (Blankenship & Dole, 2003). طول ماندگاری گل‌های بریده کامل به میزان تنفس گل در سردخانه مربوط بوده و کاهش میزان تنفس، ماندگاری آن‌ها را افزایش می‌دهد (Reid, 1997). افزایش ماندگاری گل میخک تحت تأثیر تیمار زئولیت و پرمنگنات پتاسیم را می‌توان به تأثیر آن‌ها در کاهش میزان اتیلن (شکل ۶) نسبت داد و ازآنجایی‌که میخک حساس به اتیلن است (Woltering & VanDoom, 1998) این نتیجه قابل توجیه است. به‌عبارت‌دیگر زئولیت غنی‌شده با پرمنگنات پتاسیم جاذب اتیلن بوده در نتیجه بازدارندهٔ تجمع اتیلن و فعالیت آن شده و تسریع رشد و پیری را در گل کاهش داده است.

نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد، بیشترین ثبات غشای یاخته‌ای (۶۶/۴۲ درصد) مربوط به تیمار زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد بود که از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان آن (۳۳/۴۸ درصد) مربوط به تیمار زئولیت ۱ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد بود (شکل۳).



شکل ۲. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر ماندگاری گل میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 2. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on vase life of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.



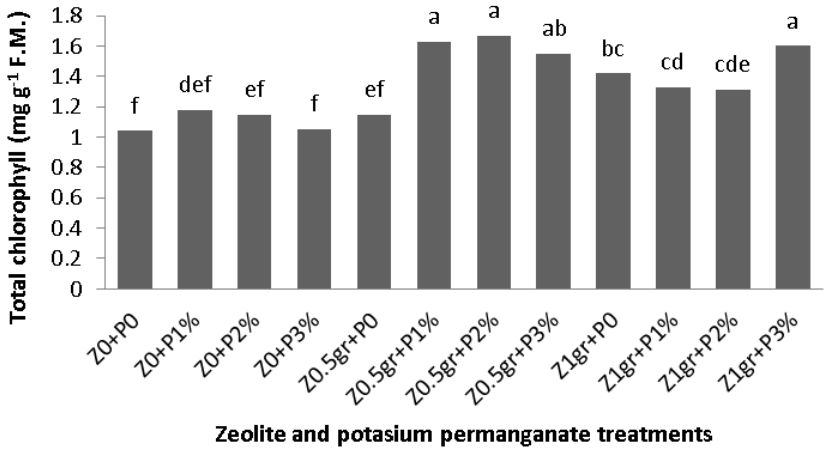
شکل ۳. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر شاخص ثبات غشای یاخته‌ای در گل شاخه بریدهٔ میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 3. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on cell memberane maintenance of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.

www.SID.ir

سوپر جاذب اتیلن (زئولیت غنی‌شده با پرمنگنات پتاسیم) از طریق جلوگیری از تأثیر القایی اتیلن خارجی باعث کاهش نشت الکترولیتی شده و بازدارندهٔ کاهش میزان پروتئین‌های غشای یاخته‌ای و سیال بودن چربی (لیپید)ها شده است. گزارش شده است، تیمار پرمنگنات پتاسیم ۰/۱ درصد در میوهٔ خلال خرمای زغلول منجر به کاهش نشت الکترولیت و نرم شدن بافت میوه شده است (Farag, 1998). نشت الکترولیت در بسیاری از محصولات باغی با تغییر چربی‌های غشای یاخته‌ای در مرحلهٔ رسیدگی همراه است (Antunes & Sfakiotakis, 2008). هدررفت آب، کاهش آماس یاخته‌ای و پژمردگی میوه‌ها نیز سبب افزایش نشت الکترولیت می‌شود. جاذب‌های اتیلن با کاهش متابولیسم و هدررفت آب از تخریب ساختار غشای یاخته‌ای جلوگیری کرده و نشت الکترولیت را کاهش می‌دهد (Sammi & Masud, 2007).

بیشترین میزان سبزینه‌ها (۱/۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در برگ، گل‌های میخک موجود در تیمار زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۱ درصد، زئولیت ۱ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین میزان سبزینه‌ها مربوط به شاهد و تیمار زئولیت ۰ با پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد بود (شکل ۴). به‌نقش مهم اتیلن در تخریب سبزینه‌ها در گزارش Abeles *et al.* (1992) اشاره شده است. آنان بر این باورند استفاده از ترکیب‌های بازدارندهٔ اتیلن در جنس براسیکا عمر انباری این گیاهان را افزایش می‌دهد. در واقع زئولیت و پرمنگنات پتاسیم از تخریب سبزینه‌ها جلوگیری کرده و در نتیجه سبب بهبود وضعیت گل‌ها شده و ماندگاری شاخه بریده‌ها را افزایش داده است. کاهش سبزینه‌های برگ گل بریدنی همزمان با پیری می‌تواند ناشی از تخریب سبزینه‌ها، کاهش هورمون‌های درونی گیاه و یا بر هم خوردن تعادل بین آن‌ها باشد. افزایش سبزینه‌ها دلیل بر فعال بودن یاخته‌ها و افزایش تولید مواد قندی است و افزایش مواد قندی با تنظیم فشار اسمز و تنفس موجب کاهش از دست رفتن سبزینه‌ها می‌شود (Lise *et al.*, 2004). کلروفیلاز نخستین آنزیم در مسیر شکستن سبزینه‌ها در برگ‌های پیر است و باعث شکسته شدن هر دو سبزینهٔ a و b می‌شود و نسبت سبزینه‌های a به b (cha/chb) افزایش می‌یابد (Ferrante *et al.*, 2002). جاذب‌های اتیلن به دلیل به تأخیر انداختن تجزیهٔ سبزینه‌ها و پروتئین‌ها در برگ موجب به تأخیر انداختن پیری در گل‌ها می‌شوند (Arteca, 1996).



شکل ۴. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر سبزینه‌های برگ در گل شاخه بریدهٔ میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 4. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on total leaf chlorophyll content of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.

Archive of SID

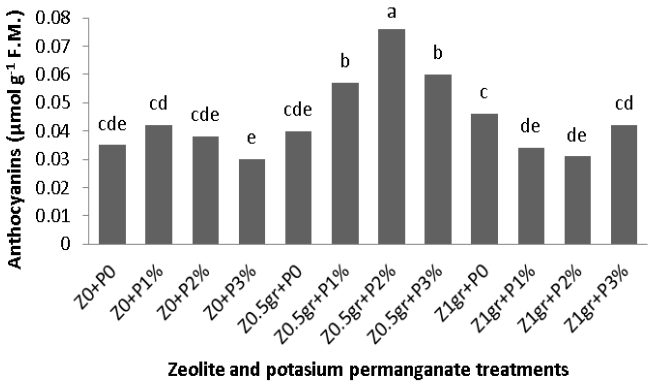
www.SID.ir

بیشترین میزان آنتوسیانین‌ها در گلبرگ‌ها (۰/۰۷۶ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به تیمار زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد مشاهده شد و کمترین میزان آن (۰/۰۳۰ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به تیمار زئولیت ۰ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۳ درصد بود.

آنتوسیانین‌ها رنگدانه‌های فلاونوئیدی هستند که در واکوئل یاخته‌های بیرونی یا پوست (اپیدرمی) گلبرگ‌ها تجمع پیدا می‌کنند (Meng & Wang, 2004). از میان رنگیزه‌ها، آنتوسیانین‌های موجود در گلبرگ‌ها در مرحلهٔ پس از برداشت تغییرات ظاهری زیادی را نشان می‌دهند. کاهش آنتوسیانین‌ها در گلبرگ‌ها رابطهٔ مستقیمی با کاهش ماندگاری و بازارپسندی گل دارد. دما مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر تجمع آنتوسیانین‌ها در گل‌ها است. به‌طوری‌که از تأثیر غیرمستقیم دمای بالا و کاهش شدت نور بر ویژگی‌های ظاهری گیاه، جلوگیری از ساخت رنگیزه‌ها، رنگ‌پریدگی گل‌ها و تجزیهٔ رنگیزه‌ها است (Weiss *et al.*, 1992; Mortensen & Moe, 1992; Jamal *et al.*, 2001). در واقع تغییر رنگ در نتیجهٔ رخداد همزمان کاهش زیست‌ساخت (بیوسنتز) و افزایش تجزیهٔ آنتوسیانین‌ها صورت می‌گیرد (Oren-shamir, 2009). این رنگدانه‌ها نقش مهمی در سامانهٔ پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) گیاهان ایفا می‌کنند و کاهش این ترکیب‌ها سبب حساسیت گل‌ها به تنش اکسیدکنندگی و در نهایت پیری گلبرگ‌ها می‌شود (Sakihama *et al.*, 2002).

بیشترین میزان اتیلن در میخک (۱۳۰۰ نانولیتر در لیتر) در تیمار زئولیت ۰ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمارهای زئولیت ۰/۵ گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد، زئولیت ۱گرم و پرمنگنات پتاسیم ۰ درصد اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین کمترین میزان اتیلن تولیدشده در تیمار زئولیت ۰/۵ گرم با پرمنگنات ۳ درصد بود (شکل ۶).

با تیمار زئولیت پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم سطح اتیلن کاهش یافته و در فرآیند آن دی‌اکسید کربن تولید می‌شود. افزایش سطح دی‌اکسید کربن، خود سبب کاهش اتصال اتیلن به مولکول‌های بزرگ در گیاه می‌شود (Reid, 1994). در نتیجه این امکان وجود دارد که محصول نهایی و شاید در سازوکار خود محرکی (اتوکاتالیزوری) از ساخت اتیلن نیز جلوگیری شده و در نتیجه از فعالیت آن کاسته شده و در مقابل ماندگاری هم افزایش یافته است. در فرآیند کاهش سطح اتیلن و افزایش میزان دی‌اکسیدکربن، ویژگی خودمحرکی اتیلن و میزان تنفس کاهش یافته و در نتیجه می‌تواند منجر به کاهش ساخت اتیلن شود. نتایج پژوهش‌ها نشان داده‌اند، پیری گل‌های بریدهٔ میخک ارتباط مستقیمی با تولید اتیلن دارد (Satoh *et al.*, 2005).

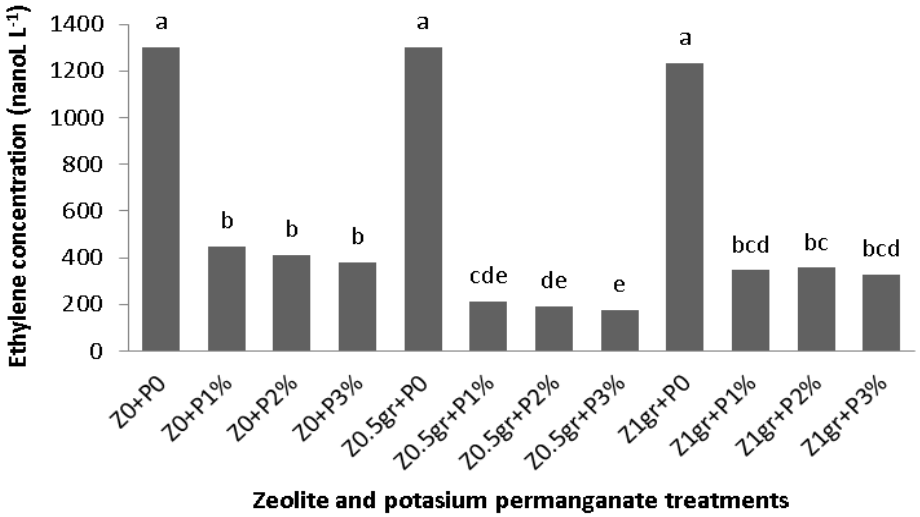


شکل ۵. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر میزان آنتوسیانین‌های گلبرگ در گل شاخه بریدهٔ میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 5. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on petal anthocyanins of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶. تأثیر تیمارهای زئولیت (Z) و پرمنگنات پتاسیم (P) در غلظت‌های مختلف بر میزان اتیلن در ظرف‌های حاوی گل شاخه بریدهٔ میخک. حرف‌های همسان نشانگر نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

Figure 6. Effects of different levels of Zeolite (Z) and potassium permanganate (P) on ethylene concentration in container of Carnation cut flower. Means with similar letters are not significantly different at the P≤0.05 using Duncan Multiple Range Test.

هورمون اتیلن نقش مهمی در پیشبرد فرآیند پیری در دیگر محصولات باغی از جمله گل‌های بریده دارد و ترکیب‌هایی که از تولید و فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کنند، در افزایش دوام و حفظ کیفیت گل بریده تأثیرگذار هستند. در واقع اتیلن سبب افزایش شاخص میزان تنفس شده و رسیدگی را تسریع می‌کند و در نتیجه باعث کاهش کیفیت و ماندگاری گل‌های بریده خواهد شد (Dey, 1993). استفاده از زئولیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم در بسیاری از میوه‌ها از جمله خربزهٔ درختی (پاپایا)، گیلاس، کاهوی سالادی و کلم چینی با کاهش سطح اتیلن سبب تأخیر در فرآیند رسیدگی، پیری و نابسامانی‌های دیگر شده است و در نهایت کیفیت میوه را حفظ کرده است (Jayathung *et al.*, 2011). نقش پرمنگنات پتاسیم در کاهش سطح اتیلن از پیش مشخص شده است (Sherman, 1985). در چرخهٔ حمل‌ونقل گل‌های زینتی، اتیلن تولید می‌شود که باعث افزایش ریزش جوانه‌های گل، تسریع باز شدن گل‌ها، زرد شدن و ریزش برگ‌ها شده و بدین ترتیب ماندگاری گل‌ها را کاهش می‌یابد (Bhattachajee & De, 2005). میخک به اتیلن بسیار حساس بوده و پیشرفت پیری در این گیاه حساسیت آن را نسبت به اتیلن افزایش می‌دهد. یکی از مهم‌ترین تدابیر افزایش ماندگاری گل‌های بریده جلوگیری از ساخت و فعالیت اتیلن است که جاذب‌ها و بازدارنده‌های اتیلن از جمله زئولیت پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم این کار را انجام می‌دهند (Dole & Wilkins, 1999) که در این پژوهش به‌خوبی مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

در این آزمایش نقش جاذب‌ها و بازدارنده‌های اتیلن از جمله زئولیت پوشش داده شده با پرمنگنات پتاسیم (زئولیت ۰/۵ گرم با پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد) در جلوگیری از تجمع و فعالیت اتیلن، افزایش ماندگاری، ثبات وزن تر، ثبات غشای یاخته‌ای و پایداری رنگیزه‌ها به‌عنوان تدابیری مهم در افزایش ماندگاری و کیفیت گل‌های بریدهٔ میخک رقم مهندسی قرمز به‌خوبی مشاهده شد و تأثیر آن بیش از تیمارهای حاوی مقادیر زیاد زئولیت و پرمنگنات پتاسیم بود که شاید با سطح رطوبت نسبی زیاد محیط محدود در این تیمارها مرتبط باشد که نیاز به بررسی بیشتر دارد. بنا بر نتایج به‌دست‌آمده تیمار زئولیت ۰/۵ گرم با پرمنگنات پتاسیم ۲ درصد برای کمک به حفظ کیفیت گل شاخه بریدهٔ این رقم از میخک پیشنهاد می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Abeles, F. B., Morgan, P. W. & saltveit, M. E. (1992). *Ethylene in plant biology*. Zed Academic press, New York.
2. Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 4, 1-150.
3. Antuness, N. D. & Sfakiotakis, E. M. (2008). Changes in fatty acid composition and electrolyte leakage of Hayward kiwifruit during storage at different temperature. *Food Chemistry*, 110, 891-896.
4. Arteca, R. N. (1996). *Plant Growth Substances: Principle and Applications*. New Yourk. Chapman & Hall.
5. Azeredo, H. M. C. D. (2009). Nanocomposites for food packaging application. *Food Research International*, 42, 1240-1253.
6. Bhattachajee, S. K. & De, L. C. (2005). *Postharvest Technology of Flowers and Ornamental Plants*. Pointer Publisher. Jaipur, India.
7. Blankenship, S. M. & Dole, J. M. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology and Technology*, 28, 1 - 25.
8. Day, B. P. F. (1993). Fruit and vegetables. In: Parry R.T. (Ed), *Principles and Applications of MAP of Foods*. (pp. 114-133) Blackie Academic and Professional. Gaithersburg, Maryland.
9. Dole, J. M. & Wilkins, H. F. (1999). *Floricuhture: Principles and Species*. Prentice Hall. NewJersey.
10. Farag, R. M. (1998). Development to the Rutab stage without accompanied fruit softening of Zaghloul dates by some postharvest treatments. In: *Proceedings of First International Conference on Date Palms*, March 8-10, Al-Ain, UAE, pp. 417-425.
11. Ferrante, A., Mensuali-Sodi, A., Serra, G. & Yognoni, F. (2002). Effects of ethylene and cytokinins on vase life of cut *Eucalyptus parvifolia* cambage branche. *Plant Growth Regulation*, 38, 119-125.
12. Huang, Z. T. & Petrovic, A. M. (1995). Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management*, 1(1), 1-15.
13. Jamal uddin, A. F. M., Hashimoto, F., Kaketani, M., Shimizu, K. & Sakata, Y. (2001). Analysis of light and sucrose potencies on petal coloration and pigmentation of lisianthus cultivars (in vitro). *Scientia Horticulturae*, 89, 73- 82.
14. Jayamaran, K. S. & Raju, P. S. (1992). Development and evaluation of a permanganate-based thylene scrubber for extending the shelf life of fresh fruite and vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 29, 77-83.
15. Jayanthung K. G. L. R., Prasad, H. U. K. C., Fernando, M. D. & Palipane, K. B. (2011). Prolonging the postharvest life of papaya using modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural Technology*, 7(2), 507-518.
16. Kumar, B. S., Kameswari, P. L., Pratap, M. & Venkateswarrao, P. (2015) Studies on vase life of tinted spikes of gladiolus cultivar white prosperity. *Indian Journal of Agricultural Research*, 49, 71-76.
17. Lise, A., Michelle, H. & Serek, M. (2004). Reduced water availability improves drought tolerane of potted miniature roses: Is the ethylene pathway involved. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 99(4), 95-105.
18. Meng, X. & Wang, X. (2004). Relation of flower development and anthocyanin accumulation in Gerbera hybrida. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 131-137.
19. Mortensen, L. M. & Moe, R. (1992). Effects of CO_2 enrichment and different day/night temperature combinations on growth and flowering of *Rosa* L. and *Kalanchoe blossfeldiana* v. poelln. *Scientia Horticulturae*, 51, 145-153.
20. Obsuwan, K. & Uthairatanakij, A. (2007). Responses of different cut inflorescence of orchid hybrids to various 1-MCP concentrations. *Acta Horticulturae*, 755, 465-470.
21. Oh, S. Y., Shin, S. S., Kim, C. C. & Lim, Y. J. (1996). Effect of pachaging films and freshness keeping on fruit quality of Yumyung peaches during MA storage. *Journal of Korean Scocity for Horticultural Sciences*, 37, 781-786.
22. Oren-shamir, M. (2009). Does Anthocyanin degradation play a significant role in determining pigment concentration in plant? *Plant Science*, 177, 310-316.
23. Reid, M. S. (1994). Biology of ethylene production and action. *Perishables Handling Newsletter*, 80, 3-4.
24. Reid, M. S. (1997). A summary of CA and MA requirements and recommendations for ornamentals and cut flowers. *Postharvest Horticulture Series Department of Pomology*, University of California, 18, 129-136.
25. Sairam, R., Singh, D. & Srivastava, G. (2003). Changes in activities of antioxidant enzymes in sunflower leaves of different ages. *Biologia Plantarum*, 47, 61-66.
26. Sakihama, Y., Michael, F., Cohen, S., Grace, C. & Hideo, Y. (2002). Plant phenolic antioxidant and peroxidase activities: phenolic induced oxidative damage mediated by metal in plants. *Toxicology*, 177, 67-80.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Sammi, S. & Masud, T. (2007). Effect of different packaging systems on storage life and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* var. Rio Grande) during different ripening stages. *Journal of Food Safety*, 9, 37-44.
28. Satoh, S., Shibuya, K., Waki, K. & Kosugi, Y. (2005). Mechanism of senescence in carnatiom flowers. *Acta Horticulturrae*, 669, 191-198.
29. Sherman, M. (1985). Control of ethylene in the postharvest environment. *HortScience*, 20, 57-60.
30. Thompson, J. F. (1994). Ethylene control in facilities. *Perishables Handling Newsletter*, 80, 7.
31. Teixeira de Silva & Jaime A. (2003). The cut flower, post harvest consideration. *Journal of Biological Sciences*, 3(4), 406-442.
32. Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology*, 64, 88-93.
33. Wesis, D., Van Blokland, R., Kooter, I. M., Mol, J. N. M. & van Tunen, A. J. (1992). Gibberellic acid regulates chalcon synthase gene transcription in the corolla of petunia hybrida. *Plant Physiology*, 98,191-197.
34. Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. & Joyce, D. (1998). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handing of Fruit, Vegetables and Ornamentals* (4th ed.). New York: CAB International.
35. Wills, R. B. H. & Warton, M. A. (2004). Efficacy of potassium permanganate impregnated into alumina beads to reduce atmospheric conditions. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 129(3), 433-438.
36. Woltering, E. J. & Van Doorn, W. G. (1998). Role of ethylene in senescence of petals-Morphological and Taxonomical Relationships. *Journal of Experimental Botany*, 39(11), 1605-1616.
37. Zhang, J. & Kirkham, M. B. (1996). Antioxidation responses to drought in sunflower and sorghum seedling. *New Phytologist*, 132, 361-373.

Archive of SID

www.SID.ir