

# تأثیر محلول پاشی نمک‌های سیلیسیم بر صفات فیزیولوژیکی و آنزیمی گل رز (*Rosa hybrids*) رقم grand prix

زهرا ساکی<sup>۱</sup> و الهام دانائی<sup>۲\*</sup>

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران،

sakyy2017@yahoo.com

۲\* - استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران، dr.edanaee@yahoo.com

## Effect of silicium salts spray on physiological and enzymatic traits in *Rosa hybrids* cv. grand prix

Zahra Saki<sup>1</sup> and Elham Danaee<sup>2\*</sup>

1- Graduated MS.c, Department of Horticulture, Agriculture college, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, sakyy2017@yahoo.com

2\* - Assistant Professor, Department of Horticulture, Agriculture college, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran, dr.edanaee@yahoo.com

### Abstract

Study the effect of silicium spray in rosa flowers, experiment in a completely randomized design with 7 treatments included 3 replications and each replications with 3 pots were conducted. Treatments include sodium silicate, calcium silicate and potassium silicate, each with two levels of 25 and 50 ppm and the pot was considered as control without spraying. Pots, two times in the first week of spraying was conducted on the same basis and traits such as petals antocyanin, leaf total chlorophyll, phenyl alanin amonialyase activity and flowers longevity on plant were evaluated. The results showed that the treatment of CaSi 50 ppm had the greatest effect on correction the traits. Result at 1% statistical level had significant effect.

**Keywords:** Longevity, Phenylalanine ammonia lyase, Rose, Silicium

### چکیده

پژوهش به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی ترکیبات سیلیسیم با هفت تیمار، سه تکرار و هر تکرار شامل سه گلدان بر صفات فیزیولوژیکی و آنزیمی گل رز انجام شد. تیمارها شامل سیلیکات سدیم، سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم هر کدام با دو سطح ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و گلدان بدون محلول پاشی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. محلول پاشی گلدان‌ها و مرتبه در هفته اول در پایه‌های یکسان انجام گردید و صفاتی مانند آنتوسیانین گلبرگ، کلروفیل کل برگ، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیا لیاز، سیلیسیم برگ و ماندگاری گل روی بوته ارزیابی شد. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار سیلیسیکات کلسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را در بهبود صفات مورد ارزیابی داشت و نتایج در سطح یک درصد از نظر آماری معنی‌دار شدند.

**کلمات کلیدی:** رز، سیلیسیم، فنیل‌آلانین آمونیا لیاز، ماندگاری

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۴، دوره ۱۰، شماره ۳ و ۴، صص ۲۰-۱۳

فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۴، دوره ۱۰، شماره ۳ و ۴، صص ۲۰-۱۳

## مقدمه و کلیات

گل رز با نام علمی *Rosa Hybrida* متعلق به خانواده گل سرخیان *Rosaceae* می‌باشد. این تیره بیش از ۱۰۰ جنس و ۲۰۰۰ گونه علفی و چوبی است. اکثر ارقام امروزی به صورت گزینش، دورگ گیری و بیوتکنولوژی از گونه‌های مختلف حاصل شده‌اند. گیاهان خانواده رزاسه علفی، درختچه‌ای و درختی هستند. برگ‌ها متناوب، گاهی مرکب، گوشواره‌دار، اغلب به دمبرگ متصل، گل‌های منظم، ناجور گلپوش و به ندرت بدون گلبرگ، نهنج بشقابی شکل یا پیاله‌ای شکل، کاسبرگ‌ها، گلبرگ‌ها و پرچم‌ها اغلب در حاشیه نهنج قرار گرفته، زبرین یا میانی هستند.

سازگاری بالای این گیاه موجب گسترش محبوبیت و جذابیت آن شده است. گل رز در محدوده وسیع و گسترده‌ای از انواع خاک و آب و هوایی مختلف می‌روید و گل می‌دهد. مبدأ و منشأ گل رز کمی به قبل از تاریخ بر می‌گردد، به گفته زمین‌شناسان موجود در رابطه با هستی این گیاه به ۵۰ میلیون سال پیش حتی قبل از انسان باز می‌گردد (قاسمی قهساره و کافی، ۱۳۸۶). سیلیسیم، دی‌اکسید یا سیلیس جزء عناصر مفید برای گیاهان است. گیاهان تولید شده بدون سیلیس ضعیف‌ترند و رشد و تمایز غیرطبیعی نشان می‌دهند. کاربرد صحیح این عنصر می‌تواند موجب افزایش سازگاری و تحمل بیماری‌ها، کاهش بروز کمبودهای غذایی، بهبود کیفیت محصولات و در نهایت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی گردد. همچنین محلول‌پاشی با سیلیس موجب افزایش مقاومت به بیماری‌های گیاهی، افزایش مقاومت گیاه به سمیت فلزاتی نظیر آلومینیوم، منگنز، آهن، بهبود انتقال مواد غذایی کلسیم و سایر عناصر در گیاه و افزایش مقاومت به شرایط تنش و نامساعد محیطی

(شوری، خشکی، دمای بالا و غیره) می‌گردد (طباطبایی، ۱۳۸۵). در پژوهشی سعادتیان و همکاران در سال ۱۳۹۳ اثر استفاده از سیلیسیم به دو صورت سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل ژربرا را بررسی نمودند. محلول‌پاشی نانوسیلیس با دو غلظت ۱۲/۵ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر و محلول‌پاشی سیلیکات پتاسیم در دو غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد، بدون محلول‌پاشی در نظر گرفته شد. صفات مورد ارزیابی نیز شامل وزن تر و خشک گل، تعداد گل و ماندگاری گل بود. نتایج نشان داد که نانوسیلیس منجر به کاهش وزن تر گل و افزایش دی‌اکسید کربن زیر روزنه‌ای و افزایش تعداد گل ژربرا شد، در حالیکه سیلیکات پتاسیم نتوانست موجب بهبود صفات بررسی شده گردد. پژوهش نیز به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف کودهای کلسیم و سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل رز رقم *magiced* در قالب طرح آزمایشی کاملاً تصادفی و با تیمارهای نانوکلسیم (۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) و نانوسیلیسیم (۰، ۱۰، ۲۰، ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) در سه تکرار با ۳ واحد آزمایشی انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل ماندگاری گل روی بوته، وزن تر، محتوای آب نسبی، قطر گل، قطرساقه، خمیدگی ساقه، ارتفاع ساقه گلدهنده، کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گلبرگ، سیلیسیم در برگ، کلسیم در برگ، روی در برگ، فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیلایز بود. نتایج نشان داد که اثر تیمار بر تمامی صفات مورد ارزیابی به جز سیلیسیم در برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. همچنین مصرف ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوکلسیم بیشترین اثر را بر تمام صفات به جز صفت سیلیسیم در برگ داشته و کمترین میزان صفات نیز

ماندگاری گل بود. نتایج نشان داد که نانوسیلیس منجر به کاهش وزن تر گل و افزایش دی‌اکسیدکربن زیرروانه‌ای و افزایش تعداد گل ژبرها شد در حالی که سیلیکات پتاسیم نتوانست موجب بهبود صفات بررسی شده گردد (برکتین و همکاران، ۱۳۹۱).

#### فرآیند پژوهش

پژوهش بصورت طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار، سه تکرار و هر تکرار حاوی سه گیاه، در مجموع ۶۳ گلدان اجرا شد. تیمارها شامل سیلیکات سدیم، سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم هر کدام با دو سطح ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و گلدان بدون محلول پاشی بعنوان شاهد در نظر گرفته شد. محلول پاشی گلدان‌ها دو مرتبه در هفته اول در پایه‌های یکسان انجام گردید. صفات مورد ارزیابی شامل:

**آنتوسیانین گبرگ:** به منظور اندازه‌گیری آنتوسیانین گبرگ‌ها از ۰/۵ گرم گبرگ که به کمک محلول استخراج متانول و اسیدکلریدریک ۱ نرمال خرد گردید، استفاده شد. سپس نمونه‌های حاصل در لوله آزمایش به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت و پس از طی مدت زمانی لازم، نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در سانتریفیوژ ۵۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت در نهایت عصاره جدا شد. با استفاده از اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر قرائت گردید و آنتوسیانین موجود در گبرگ‌ها توسط فرمول زیر محاسبه گردید (Meng, 2004)

$$A_{530} - 1.4A_{657} = \text{آنتوسیانین گبرگ}$$

**کلروفیل کل برگ:** سنجش کلروفیل برگ از روش Arnon در سال ۱۹۴۹ انجام گردید، ابتدا قطعات ۰/۳ گرمی از برگ را جدا و در حلال استون ۸۰ درصد در

مربوط به تیمار شاهد به جز صفت خمیدگی می‌باشد (جلالی و همکاران، ۱۳۹۳). گل ژبرها از خانواده Compositae ارزش اقتصادی زیادی در صنعت بین المللی گل‌های بریده دارد. یکی از مشکلات این گل خمیدگی ساقه می‌باشد و محلول‌های غذایی از مهمترین عواملی است که در افزایش کمیت و کیفیت آن نقش دارد. در مطالعه حاضر، اثر استفاده از کودهای نانوکلسیم و نانوسیلیسیم در مرحله پیش از برداشت اعمال شده است. این کودها در تیمارهای جداگانه و در سطوح ۴۰ و ۲۰ و ۱۰ و شاهد (آب مقطر) در سه تکرار، طی دو مرحله محلول پاشی روی بوته‌ها صورت گرفته است. نتایج این بررسی نشان داد صفات ماندگاری گل روی بوته، قطر ساقه، ارتفاع ساقه گلدهنده، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گبرگ، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز گبرگ، آنزیم فنیل آلانین آمونیا لایاز گبرگ و کلسیم برگ همگی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شدند و بیشترین مقادیر خود را در تیمار کلسیم ۴۰ ppm نشان دادند. میزان سیلیسیم برگ هم در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد اما بیشترین میزان خود را در تیمار سیلیسیم ۴۰ ppm نشان داد. همچنین خمیدگی ساقه در سطح ۱٪ معنی دار شد و کمترین میزان خود را در تیمار کلسیم ۴۰ ppm نشان داد. اما قطر گل معنی دار نگردید (قشنگ و همکاران، ۱۳۹۳). در مطالعه‌ای اثر استفاده از سیلیسیم به دو صورت سیلیکات پتاسیم و نانوسیلیس بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل ژبرها انجام شد. محلول پاشی نانوسیلیس با دو غلظت ۱۲/۵ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر و محلول پاشی سیلیکات پتاسیم در دو غلظت ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد، بدون تیمار در نظر گرفته شد. صفات مورد ارزیابی نیز شامل وزن تر و خشک گل، تعداد گل و

تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از پژوهش توسط نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه دانکن، انجام گردید.

#### نتایج و بحث

**آنتوسیانین گلبرگ:** تیمار sica50ppm با 0/99 میلی‌گرم بر گرم وزن تر، بیشترین و تیمار control با 0/70 میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کمترین آنتوسیانین گلبرگ را دارند (نمودار ۱).

**کلروفیل کل برگ:** تیمار sica50ppm با ۲/۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، بیشترین و تیمار control با ۱/۵۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، کمترین کلروفیل کل برگ را دارند (نمودار ۲).

**فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاکاز:** تیمار sica50ppm با ۴۶۴/۶۹ میکروگرم سینامات تولیدی بر گرم وزن تر بر دقیقه، بیشترین و تیمار control با ۲۲۲/۱۵ میکروگرم سینامات تولیدی بر گرم وزن تر بر دقیقه، کمترین فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاکاز را دارند (نمودار ۳).

**سیلیسیم برگ:** تیمار sica50ppm با ۵/۵۶ درصد، بیشترین و تیمار control با ۰/۸۴ درصد، کمترین سیلیسیم برگ را دارند (نمودار ۴).

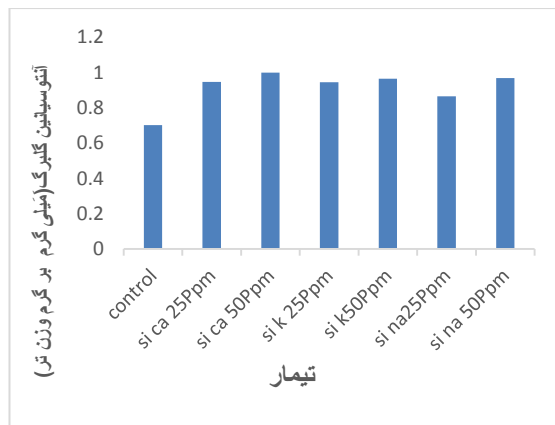
**ماندگاری گل روی بوته:** تیمار sica50ppm با ۹/۶ روز، بیشترین و تیمار control با ۶/۲ روز کمترین، ماندگاری گل روی بوته را دارند (نمودار ۵).

داخل هاون چینی سائیده و ترکیب حاصل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار داده شد. سپس جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ قرائت گردید و برای محاسبه محتوای کلروفیل از فرمول زیر انجام و در نهایت بصورت میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ بیان شد.

$20/2(A645_{nm})+8/02(A645_{nm})+(V1000*10)$   
**آنزیم فنیل آلانین آمونیاکاز:** میزان فعالیت PAL بر اساس روش Redman در سال ۱۹۹۹، اندازه‌گیری شد. ۱ گرم از نمونه‌های ساقه که قبلاً درون ازت مایع نگهداری شده بودند درون هاون چینی و ازت مایع خرد گردیده و سپس ۵ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۰۱ مولار با pH=6 اضافه گردید. پس از سانتریفوژ کردن نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه در دمای 4°C و بادور 10000(g)، ۵۰ میکرولیتر از محلول روی با ۱۹/۵ میلی‌لیتر از محلول واکنشی ۶μ M فنیل آلانین و ۰/۰۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۵ نرمال به هر نمونه واکنش متوقف گردید. از نمونه‌ای که واکنش آن توسط اسیدکلریدریک قبل از قراردادن در انکوباتور متوقف گردیده بود، به عنوان شاهد استفاده شد. در نهایت میزان فعالیت PAL در طول موج ۲۹۰ نانومتر در ازای یک گرم وزن تر گلبرگ اندازه‌گیری و بیان گردید.

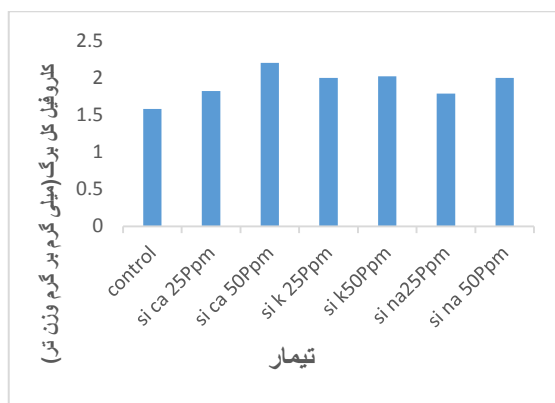
**سیلیسیم برگ:** سیلیسیم موجود در برگ طبق روش (Mengel et al, 2001) اندازه‌گیری شد و به صورت درصد بیان گردید.

**ماندگاری گل روی بوته:** از زمان باز شدن گل‌ها تا پژمردگی یا رنگ‌پریدگی گل‌ها محاسبه گردید و به صورت روز بیان شد (Ezhilmathi, 2007).



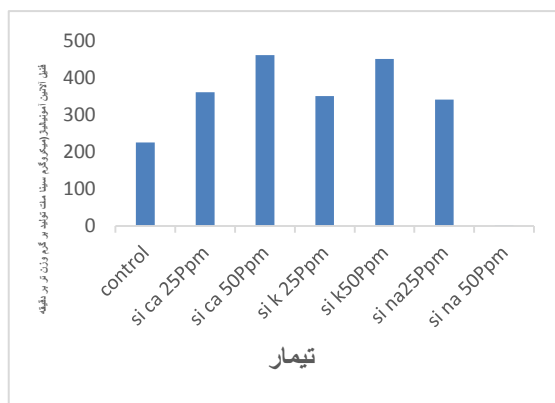
نمودار ۱: تغییرات آنتوسیانین گلبرگ

Table 1: Anthocyanin petals changes



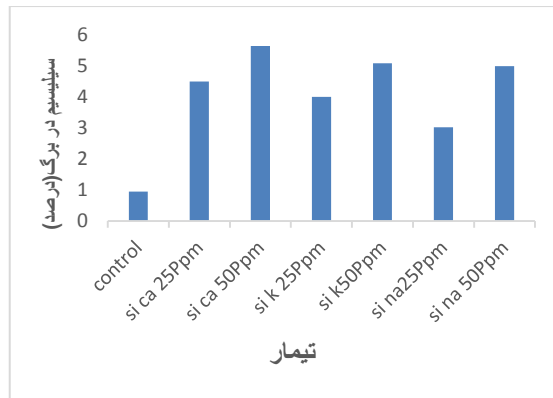
نمودار ۲: تغییرات کلروفیل کل برگ

Table 2: Leaf total Chlorophyll changes



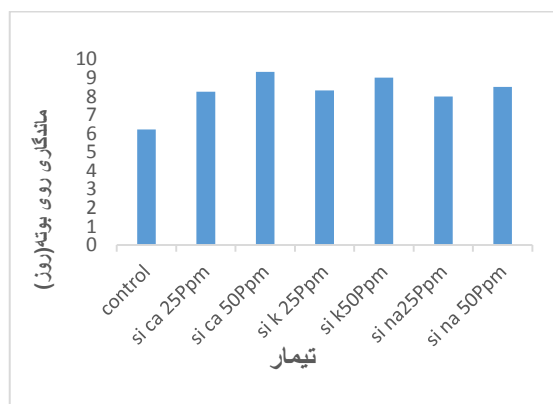
نمودار ۳: تغییرات فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لایاز

Table 3: Activity of the enzyme phenylalanine ammonia changes



نمودار ۴: تغییرات سیلیسیم برگ

Table 4: Leaf silicium changes



نمودار ۵: تغییرات ماندگاری گل روی بوته

Table 5: Longevity of flower on plant changes

آن می شود که سیلیسیم با افزایش استحکام دیواره سلولی، میزان نشت یونی را کاهش می دهد. توسعه پیگمان های سلول و سنتز آنتوسیانین با بالا رفتن میزان کربوهیدرات ها نسبت مستقیم داشته و هر عاملی که بتواند بر افزایش، جذب یا ساخته شدن قندها مؤثر باشد موجب افزایش میزان آنتوسیانین در گلبرگ ها می گردد. مواد معدنی مانند سیلیسیم نیز موجب افزایش میزان هیدرات کربن و در نتیجه توسعه پیگمان های سلولی و سنتز آنتوسیانین می شود. محلول پاشی گیاه با سطوح مختلف از ترکیبات حاوی سیلیسیم موجب افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ می گردد. لیگنین نیز بیانگر گروه بزرگی از پلیمرهای آروماتیکی است که از ترکیب و بهم پیوستن اکسیداتیو ۴-هیدروکسی فنیل پروپانویید

گیاهان سیلیس را به صورت اسید مونوسیلیسیک محلول در آب یا به صورت آنیون Si جذب می کنند. انتقال آن در گیاهان از درون آوند چوبی می باشد، بنابراین توزیع آن در شاخه و برگ ها و اندام های هوایی بوسیله میزان تعرق در اندام ها، تعیین می شود. در واقع بیشترین غلظت سیلیس در گیاه در محل هایی مشاهده می گردد که بیشترین تبخیر را دارند. شاخص ثبات غشاء سلول بیان کننده میزان نشت یونی بافت ها می باشد. نشت یونی ناشی از کاهش استحکام ساختار غشاء سلول است که در بافت های جوان ساختار دولایه لیپید بصورت کریستالی و در بافت های پیر بصورت ژل مانند می باشد که فرآیند پیری موجب القای پراکسیداسیون و جدایی بخش لیپیدی و اختلال در ساختار دولایه غشاء سلول و افزایش نفوذ پذیری

بیشترین و تیمار control با ۶/۲ روز کمترین، ماندگاری گل روی بوته را دارند.

### منابع

- ۱- برکتین، ل. نیکبخت، ع. خواجه‌علی، ج. ۱۳۹۱. اثر منبع و نحوه استفاده از سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و فیزیولوژیک گل ژربرا. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، سال چهارم، شماره سیزدهم.
- ۲- جلالی، م. دانائی، ا. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر محلول پاشی غلظت‌های مختلف کلسیم و سیلیسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل رز. هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران.
- ۳- طباطبایی، س. ج. ۱۳۸۵. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات مؤلف. تبریز.
- ۴- فتحی، م. عبدوسی، و. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر محلول پاشی پیش از برداشت غلظت‌های مختلف نانوکلسیم و نانوسیلیسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل میخک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار.
- ۵- قشنگ، ا. دانائی، ا. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر محلول پاشی غلظت‌های مختلف کلسیم و سیلیسیم بر میزان ماندگاری و خمیدگی ساقه ژربرا. سومین همایش بین‌المللی کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
- ۶- کافی، م. قاسمی قهساره، م. ۱۳۸۶. گلکاری علمی و عملی، انتشارات آبیژ.
- ۷- نکوئی، ع. فرجادی شکیب، م. دانائی، ا. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر محلول پاشی پیش از برداشت غلظت‌های مختلف نانوکلسیم و نانوسیلیسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گل میخک، هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران.
- 8- Arnon, DI., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in vulgaris. *Plant Physiol.*, **24**(1):1-15.
- 9- Ezhilmathi, K., Singh, V., Arora, P and R. K, sairam. 2007. Effect of 5-sulfocalicyclic acid on antioxidant in relation to vase life of gladiolus cut flower. *Plant Growth Regul.* 51: 99-108.
- 10- Meng, X. 2004. Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera* hybrid. *Hort. Sci. Biotech.* 79(1):131-137.
- 11- Mengel, K and Kirkby, E.A. 2001. *Principles of plant nutrition.* 5<sup>th</sup> Edition.

بدست می‌آید. فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلیاز به عنوان کلیدی‌ترین آنزیم دخیل در مسیر بیوستتزی فنیل پروپانویید با تأثیر روی اسید آمینه فنیل آلانین و تولید سینامیک بعنوان پیش‌ساز مواد فنلی مانند لیگنین منجر به افزایش لیگنین می‌شود. الگوی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی عامل بسیار مهمی در کنترل روند فرآیندهای پیری می‌باشد. در حقیقت ساگازی و غلبه بر تنش‌های اکسایش و ممانعت از تولید رادیکال‌های آزاد مستلزم تنظیم و تعدیل سنتز و احیای مجدد پروتئین‌ها و ارتقای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها می‌باشد. همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی موجب بهبود حفاظت گیاهان در برابر تنش‌های اکسایشی و پیری و مرگ سلول‌ها می‌گردد به این ترتیب که آنتی‌اکسیدان‌ها با دادن الکترون به رادیکال‌های آزاد گونه‌های اکسیژن فعال، اکسید شده و قدرت اکسیدکنندگی آنها را از بین برده و روند پیری را کند می‌نماید. نتایج حاصل از پژوهش با یافته‌های قشنگ و همکاران (۱۳۹۳)، پیرامون اثر استفاده از کودهای نانوکلسیم و نانوسیلیسیم در مرحله پیش از برداشت ژربرا، فتحی و همکاران (۱۳۹۳)، پیرامون اثر استفاده از کودهای نانوسیلیسیم و نانوکلسیم در مرحله پیش از برداشت گل میخک خوشه‌ای و نکوئی و همکاران (۱۳۹۴)، پیرامون محلول پاشی کودهای نانوسیلیسیم و نانوکلسیم در مرحله پیش از برداشت میخک، مطابقت داشت.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که تیمار سیلیکات کلسیم ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأثیر را بهبود صفات مورد ارزیابی داشت و نتایج از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. تیمار sica50ppm با ۹/۶ روز،

Kluwer Academic Publishers, Dordrecht,  
The Netherlands.

- 12- Redman, R.S., Freeman, S., Elifton, D.R.,  
Morre, D.J., Brown, G and R.J.  
Rodringuez. 1999. Biochemical analysis of  
plant protection afforded by a non  
pathogenic endophytic mutant of  
Colletrichum mangna. Plant Physiol.,  
1119:795-804.