

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(3), 319-330  
<http://plantproduction.scu.ac.ir//>


ISSN (P): 2588-543X  
ISSN (E): 2588-5979

## Effect of Copper, Silicon, Fungicide Iprodione-Carbendazim, and Vermi Wash Spray on the Quality of Pomegranate cv. Shahvar

Ramezanali Hoseinian Rostami<sup>1</sup>, Hosein Sadeghi<sup>2\*</sup>, Kamran Ghasemi<sup>3</sup>

- 1- M.Sc. Student of Horticultural Sciences, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
- 2- **\*Corresponding Author:** Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran ([sadeghiah@yahoo.com](mailto:sadeghiah@yahoo.com))
- 3- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University Sari, Iran

**Citation:** Hoseinian Rostami, R., Sadeghi, H., & Ghasemi, K. (2021). Effect of copper, silicon, fungicide iprodione-carbendazim, and vermi wash spray on the quality of Pomegranate cv. Shahvar. *Plant Productions*, 44(3), 319-330.

 10.22055/ppd.2020.31943.1876

Received: 12 February, 2020

Accepted: 20 August, 2020

### Abstract

#### Introduction

Usually, pomegranate fruit in humid areas is under attack from fungal diseases. In addition to skin damage to the fruit, fungal diseases also reduce qualities and visual characteristics. Fruit cracking is another physiological disorder that causes a lot of damages to the crop and causes irreparable damage to the gardeners. Control of these diseases is very difficult, and the use of recommended treatments also has yielded different outcomes. Finding the appropriate solution based on nutritional and chemical products is necessary to overcome this problem.

#### Materials and Methods

This research was conducted in a commercial orchard located in Sorak city, 10 km from Sari city with a longitude of 53 degrees and 17 minutes and a latitude of 36 degrees and 61 minutes, and a height of 9 meters from the sea level in summer of 2017. The research was carried out as a factorial test in randomized complete block design with the aim of investigating the effects of Copper, Silicon, Vermiwash and Rovral TS on the quality of pomegranate fruit of Shavar cultivar. Experimental factors consisted mineral nutrition (in four levels of control, Copper nano-chelate, Silicon, and Copper+Silicon) and Fungicide (in two levels of vermiwash and Rovral TS). Foliar application was performed 4 times at intervals of 15 days and fungicidal treatments were carried



out at 3 times intervals of 20 days. Then morpho-physiological studies were carried out.

### Results and Discussion

The results of this experiment showed that the highest amount of flower conversion to fruit and the highest amount of dry weight (49.78 g) were obtained in Vermiwash and Silicon treatments. The least amount of infected fruit was observed in the application of Rovral TS+copper, Rovral TS+Silicon and Vermiwash+Si+Cu, and. Simultaneous treatment of Silicon and Copper significantly increased fruit size. The treatments of Silicon+Copper and Silicon alone led to a decrease in the number of cracked fruits compared to the control. The highest amount of anthocyanin pigment was observed in Vermiwash alongside with Silicon+Copper treatments. The percentage of free radical scavenger in all treatments was higher than the control. Overall, the results of this experiment showed that Vermiwash, Copper and Silicon alone improved the traits studied. Silicon is naturally present as a compound of the cell wall and hardly bonds with the cell wall mass, thereby elicits resistance against cracking. Silicon also has a fungicidal effect, as has been reported in plants such as rice and cucumbers that can delay the development of pathogens such as *Rhizoctonia solani* and *Pythium ultimum* after treatment with Silicon. It has also been reported that the use of Vermiwash in various plants did affect control up to 93% of the diseases.

### Conclusion

Vermiwash alongside with Si+Cu caused the lowest fungal infection, highest anthocyanin and appropriate fruit set, so this treatment can be strongly recommended. Besides, the results indicated that adding Si and Cu to chemical fungicide can boost its efficiency and decrease cracking significantly.

**Keywords:** Anthocyanin, Cracking, Rovral TS, Silicon, Vermiwash

## تأثیر محلول پاشی مس، سیلیسیم، قارچ کش ایپرودیون- کاربندازیم و ورمی واش بر کیفیت میوه انار رقم شهوار

رضانعلی حسینیان رستمی<sup>۱</sup>، حسین صادقی<sup>۲\*</sup> , کامران قاسمی<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران  
 ۲- \*نویسنده مسئول: دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران (sadeghiah@yahoo.com)  
 ۳- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۲۳

### چکیده

ترکیدگی میوه‌ی انار و بیماری‌های قارچی مرتبط با آن میوه، از مسائل مهم کشت و پرورش این محصول به‌ویژه در مناطق مرطوب است. این تحقیق به منظور بررسی اثر نانوکلات مس و سیلیسیم به همراه دو قارچ کش ورمی‌واش و رورال تی‌اس بر کاهش ترکیدگی و کیفیت میوه انار رقم شهوار در یک باغ تجاری در شهر سورک، استان مازندران، در بهار و تابستان ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل ۱- تغذیه معدنی (در چهار سطح شاهد، نانوکلات مس، سیلیسیم و مس + سیلیسیم) و ۲- قارچ کش (در دو سطح رورال تی‌اس و ورمی‌واش) بودند. محلول پاشی تیمارهای تغذیه‌ای در چهار نوبت به فاصله ۱۵ روز و تیمارهای قارچ کش در سه نوبت به فاصله ۲۰ روز انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان تبدیل گل به میوه (۶/۷۳ درصد) و وزن خشک میوه (۴۹/۷۸ گرم) در تیمار ورمی‌واش + سیلیسیم حاصل شد. کمترین میزان آلودگی بصری میوه هم در تیمار مس + سیلیسیم مشاهده شد. تیمار سیلیسیم + مس و سیلیسیم به تنهایی باعث گردید تعداد میوه‌های ترک‌خورده نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یابد. بیشترین میزان رنگیزه آنتوسیانین نیز در تیمار ورمی‌واش + سیلیسیم + مس مشاهده شد. درصد مهار رادیکال‌های آزاد در تمامی تیمارهای انجام‌شده نسبت به شاهد بیشتر بود. جمع‌بندی نهایی نشان داد ورمی‌واش + مس + سیلیسیم موجب افزایش تعداد و کیفیت میوه انار شد.

کلیدواژه‌ها: آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، ترک‌خوردگی، تغذیه برگ، قارچ کش

### مقدمه

یکی از رایج‌ترین آن‌ها ترک‌خوردگی میوه انار است. این عارضه به‌طور معمول بر اثر دور آبیاری نامنظم در مناطق خشک (یا در نواحی با بارندگی شدید بعد از یک دوره خشکی) و در نتیجه رشد ناگهانی گوشت میوه رخ می‌دهد (Patil et al., 2017).

در مناطق مرطوب علاوه بر ترکیدگی ناشی از عدم

انار یکی از مهم‌ترین میوه‌های نیمه‌گرمسیری باغبانی و بومی ایران و آسیای مرکزی می‌باشد. ایران مقام اول تولید جهانی را در بین کشورهای تولیدکننده انار، به خود اختصاص داده است. این محصول مانند سایر محصولات باغی در معرض انواع نابسامانی‌های فیزیولوژی قرار دارد که

مس یکی از عناصر معدنی است که دارای خاصیت قارچ کشی می باشد. باکتری کش ها و قارچ کش هایی مانند مخلوط بردو، که بر پایه مس معدنی تولید می شوند، از قدیمی ترین و پرمصرف ترین سموم در کشاورزی هستند. هم چنین سایر ترکیبات مسی مانند اولنات مس، اکسی کلرید مس، اکسی کلرید سولفات مس و ... جهت مبارزه با انواع بیماری های گیاهی بکار می روند. علاوه بر آن کاهش بیماری های برگ با کاربرد مس در خاک نیز گزارش شده است که گویای آن است که مس علاوه بر اثر مستقیم بر عوامل بیماری زا، منجر به افزایش مقاومت گیاه نیز می گردد (Datnoff et al., 2007). هر چند مصرف زیاد مس می تواند برای گیاهان مضر بوده و مشکلاتی نظیر اختلال در جوانه زنی و رشد لوله کرده را به وجود آورد (Sharafi, 2017).

عنصر سیلیسیم هم یکی از عناصر مفید برای گیاه می باشد که با تقویت سیستم حفاظتی گیاه، آن را در برابر انواع تنش های زیستی و غیرزیستی مقاوم می نماید. به عنوان نمونه، بیماری بلاست و لکه قهوه ای برنج که به ترتیب توسط قارچ *Magnaporthe grisea* و *Bipolaris oryzae* به وجود می آیند، بیماری هایی هستند که توسط سیلیسیم کنترل می شوند (Ning et al., 2014). هم چنین سیلیسیم می تواند در اپیدرم دیواره سلولی به عنوان پلیمر بی شکل هیدراته (اوپال) رسوب کند و به تشکیل لایه های دو گانه کوتیکول-سیلیس منجر شود (Liang et al., 2015). این نوع استحکام در پوست می تواند از نابسامانی هایی مانند ترک خوردگی میوه بکاهد. هم چنین سیلیسیم، به عنوان یک عنصر مفید، در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاهان تأثیر مثبت دارد (Ghasemi et al., 2020).

هدف از این پژوهش ارزیابی اثرات تغذیه ای دو عنصر سیلیسیم و مس به همراه ورمی واش در مقایسه با قارچ کش شیمیایی رایج رورال تی اس و به منظور افزایش کیفیت انار در مناطق مرطوب شمال کشور بوده است.

تنظیم دور آبیاری، بیماری های قارچی هم خسارت زیادی به انار وارد می کنند. دو نوع آسیب دیدگی پوست میوه ناشی از بیماری های قارچی از انارستان های شمال کشور گزارش شده است. در نوع اول لکه های یکپارچه و بدون هاله در پوست مشاهده می شود که ناشی از قارچ *Colletotrichum gloeosporioides* و در نوع دوم لکه های پراکنده با هاله قرمز روی پوست میوه در اثر فعالیت قارچ گونه *Alternaria alternaria* حادث می شود (Vakili Ardabili et al., 2016). این آسیب های پوستی موجب می گردد بازارپسندی میوه کاهش یافته و مصرف آن محدود به بازارهای محلی شود.

قارچ کش اپیرودیون- کاربندازیم که با نام تجاری رورال تی اس شناخته می شود از جمله سموم قدرتمند علیه قارچ های بیماری زا است. این قارچ کش از ترکیب دو قارچ کش اپیرودیون (۳۷ درصد) و کاربندازیم (۱۷/۵ درصد) تشکیل شده به ترتیب تماسی و سیستمیک هستند و مانع رشد قارچ ها می شوند (Ezazi et al., 2018). با این حال خطرات زیست محیطی مواد شیمیایی و زیان هایی که برای سلامت انسان دارند سبب شده که گرایش به سمت قارچ کش های غیرشیمیایی بیش تر شود که یکی از این ترکیبات ارگانیک، ورمی واش می باشد. ورمی واش مایعی است که در مراحل تولید ورمی کمپوست از بدن کرم ترشح می شود و حاوی ترشحات مخاطی و کولومیک کرم (mucous and coelomic discharges)، میکروارگانسیم های مفید و محرک های رشد گیاهی است. این ماده غنی از آمینو اسیدها، ویتامین ها، هورمون هایی نظیر اکسین و سیتوکینین و انواع عناصر غذایی نظیر نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن و مس می باشد (Zarei et al., 2018). گزارش شده است که کاربرد ورمی واش توانسته دو نوع پاتوزن *Phytophthora colocasiae* و *Sclerotium rolfsii* را در دو نوع سبزی غده ای تارو و یام تا اندازه ای کنترل کند و سبب افزایش رشد و عملکرد این گیاهان گردد (Veena et al., 2015).

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار و تابستان ۱۳۹۶، در باغ تجاری در شهر سورک، ۱۰ کیلومتری شهر ساری با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۶۱ دقیقه و ارتفاع ۹ متر از سطح دریای آزاد اجرا شد. پارامترهای هواشناسی منطقه طی دوره آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. این آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور تغذیه معدنی (در چهار سطح شاهد، نانوکلات مس، سیلیسیم، ترکیب مس-سیلیسیم) و قارچ کش (در دو سطح ورمی‌واش و رورال تی‌اس) در سه تکرار اجرا گردید؛ به طوری که هر واحد آزمایش یک درخت بود. محلول پاشی با تیمارهای تغذیه‌ای در ۴ نوبت به فاصله ۱۵ روز و تیمارهای قارچ کش در ۳ نوبت به فاصله ۲۰ روز و به صورت مستقل از هم و جداگانه انجام شد. سن درختان هشت سال و مجموع درختان مورد آزمایش ۲۴ اصله بوده است. اعمال تیمارها در فصل بهار همزمان با آغاز گلدهی درخت شروع و سپس در فواصل زمانی معین تکرار شد.

عنصر مس مورد استفاده از کود پودری نانو کلات مس تولیدی شرکت خضراء تهران با ۸ درصد مس خالص تهیه شد و با غلظت یک در هزار مورد استفاده قرار گرفت. کود مایع سوسپانسیون سیلیکون‌پاور تولیدی شرکت خوشه پروران زیست فناوری با ۲۰ درصد سیلیس خالص نیز در غلظت یک در هزار به عنوان منبع سیلیسیم استفاده گردید که حاوی سیلیکات پتاسیم بوده است. قارچ کش رورال تی‌اس ۵۲/۵ درصد (اپرودیون ۳۵٪ + کاربندازیم ۱۷/۵٪) تولیدی

شرکت «گیاه»، با غلظت یک در هزار محلول پاشی گردید. قارچ کش ارگانیک ورمی‌واش تهیه شده از کود حیوانی و ضایعات کشاورزی و کرم خاکی به غلظت ۱۵ درصد خریداری شده و مورد استفاده قرار گرفت. طرز تهیه ورمی‌واش به طور خلاصه بدین صورت بود که مخلوط کود حیوانی و ضایعات کشاورزی وارد ظرف‌های مخصوص شده و کرم به آن‌ها اضافه گردید. رطوبت بستر به اندازه ۷۰ تا ۸۰ درصد حفظ شد. بعد از حدود یک‌ماه از شیرابه خارج شده از این ترکیب به عنوان ورمی‌واش استفاده گردید. آنالیز شیمیایی ورمی‌واش مورد استفاده در جدول (۲) آورده شده است. درختان شاهد صرفاً با آب محلول پاشی شدند.

صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش شامل طول و قطر میوه، درصد تبدیل گل به میوه، وزن هزار دانه، درصد ماده خشک قسمت خوراکی به همراه آریل‌ها، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، pH عصاره میوه، درصد میوه‌های ترک‌خورده، درصد میوه‌های آلوده به علائم قارچی، فل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین عصاره میوه بودند. قبل از محلول‌پاشی، گل‌های سه شاخه جنوبی درخت جهت تعیین درصد تبدیل گل به میوه شمارش شد. طول و قطر میوه از طریق کولیس و وزن میوه از طریق ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم اندازه‌گیری شد. درصد ترک‌خوردگی و بیماری قارچی از نسبت میوه‌های ترک‌خورده و یا آلوده به تعداد کل میوه موجود در سه شاخه‌ی مورد بررسی، ضرب در ۱۰۰ بدست آمد به طوری که هرگونه ترک‌خوردگی و یا علائم خسارت قارچ هرچند کوچک به صورت چشمی بررسی و به عنوان میوه ناسالم محاسبه شد.

**Table 1. Meteorological parameters during the experiment conduction**

Meteorological parameters	20 March- 20 April	20 April-20 May	20 May-20 Jun	20 Jun-20 July	20 July-20 August	20 August-20 September
Average temperature (°C)	13.9	20	24.3	27.2	29	28
Average relative humidity (%)	77	75	71	70	69	69
Total rainfall (mm)	49.4	17.9	0.1	3.3	21.1	4.6

**Table 2. Chemical analysis of used vermiwash**

C (%)	N (%)	P (%)	K (%) (	pH
0.008	0.01	0.00017	0.0025	7.48

قرائت شدند. نتایج برحسب میلی گرم سیانیدین، ۳-گلوکوزید در لیتر عصاره میوه معادل رنگدانه اصلی آنتوسیانین محاسبه و گزارش گردید. داده‌ها پس از ارزیابی در نرم‌افزار اکسل 2010 وارد و با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل قارچ کش و تغذیه معدنی بر صفات درصد تشکیل میوه و آنتوسیانین در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل فاکتورهای مورد آزمایش بر صفات وزن خشک میوه، درصد آلودگی قارچی و درصد مهار رادیکال‌های آزاد در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. هم‌چنین اثر ساده (اصلی) تیمار تغذیه معدنی بر درصد تشکیل میوه، ترک خوردگی و آنتوسیانین در سطح احتمال آماری یک درصد و بر طول و قطر میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (جدول‌های ۳ و ۴). اثر ساده تیمار قارچ کش بر هیچ یک از صفات اندازه‌گیری شده بجز تشکیل میوه معنی دار نگردید (جدول ۳).

در این پژوهش طول و قطر میوه که بیانگر اندازه و شکل میوه است، تحت تأثیر تیمار تغذیه قرار گرفت به طوری که اندازه میوه در تیمار توام (سیلیسیم + مس) نسبت به شاهد و تیمار مس به‌طور معنی داری در سطح احتمال پنج درصد بیشتر بود (شکل‌های ۱ و ۲). گزارش شده است که عنصر سیلیسیم در شرایط تنش از طریق تأثیر بر دیواره سلولی می‌تواند رشد سلول و در نهایت رشد گیاه را افزایش دهد (Zhu and Gong., 2014). به نظر می‌رسد عامل اصلی در افزایش اندازه میوه انار سیلیسیم باشد و مس تنها دارای اثر جزئی بوده است زیرا مس به تنهایی بر اندازه میوه تأثیر معنی داری نداشت. هر چند تغذیه توأم مس + سیلیسیم سبب افزایش اندازه میوه نسبت به شاهد گردید اما بر وزن تر میوه تأثیر معنی داری نداشت؛ به عبارت دیگر در تیمار مس + سیلیسیم میوه‌ها حجیم‌تر شده اما چگالی کمتری داشتند.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل از طریق رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH) مورد ارزیابی قرار گرفت (Ebrahimzadeh et al., 2010). به‌طور خلاصه، به دو میلی لیتر آب میوه رقیق شده یک به صد، DPPH اضافه کرده و بعد از آماده شدن لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در محیط تاریک قرار داده و در نهایت جذب ترکیب فوق‌الذکر به همراه یک لوله حاوی DPPH خالص به‌عنوان شاهد، در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Cary 7000 UMS قرائت شد. اعداد جذب در نهایت به درصد مهار تبدیل شده و به‌صورت درصد مهار عصاره میوه گزارش شد. محتوای فنل کل با روش فولین سیو کالتیو اندازه‌گیری شد (Waterhouse and Laurie, 2006). بدین منظور ۲۰ میکرولیتر عصاره میوه با ۱۵۸۰ میکرولیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیو کالتیو مخلوط شده و در نهایت ۳۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم به آن افزوده شد. بعد از ۳۰ دقیقه، جذب این ترکیب در مقابل بلانک در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت گردید. با مراجعه به منحنی استاندارد اسید گالیک، مقادیر فنل کل معادل میلی گرم گالیک اسید در میلی لیتر عصاره میوه بدست آمد. میزان فلاونوئیدها نیز از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم اندازه‌گیری شد (Chang et al., 2002). مقدار ۵۰۰ میکرولیتر عصاره میوه با ۱۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم، ۱۰۰ میکرولیتر استات پتاسیم یک مولار و ۴/۳ میلی لیتر آب مقطر مخلوط شده و جذب آن بعد از ۳۰ دقیقه آنکوبه شدن در طول موج ۴۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. منحنی استاندارد کوئرستین رسم شده و مقادیر فلاونوئید کل معادل میلی گرم کوئرستین در میلی لیتر عصاره میوه بیان شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین به روش pH افتراقی انجام شد (Wrolstad, 1976). ابتدا دو سیستم بافری شامل بافر استات سدیم (pH=1) و بافر کلرید پتاسیم (pH=4.5) تهیه شد. مقدار ۵۰۰ میکرولیتر عصاره میوه با دو میلی لیتر از هر یک از بافرها به‌طور جداگانه مخلوط شده و هر یک در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر

**Table 3. Analyze of variance of Shahvar pomegranate morphological traits under fungicides, silicon and copper treatments**

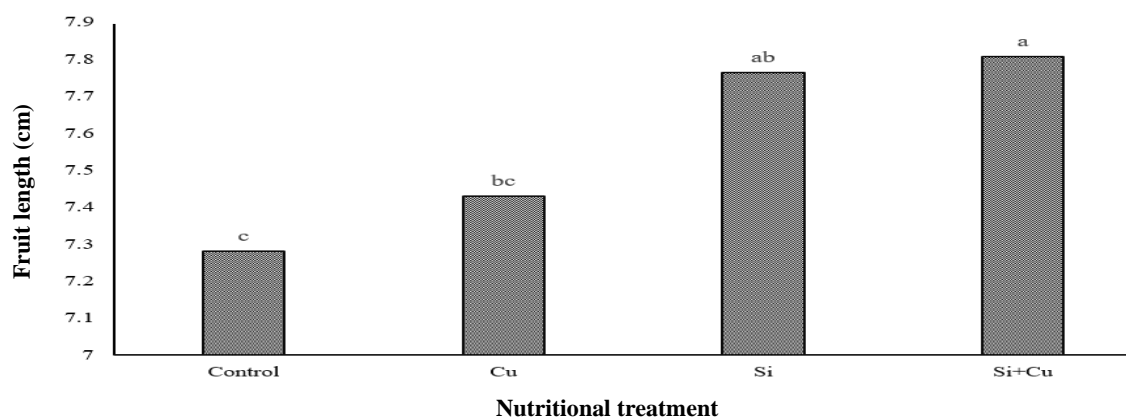
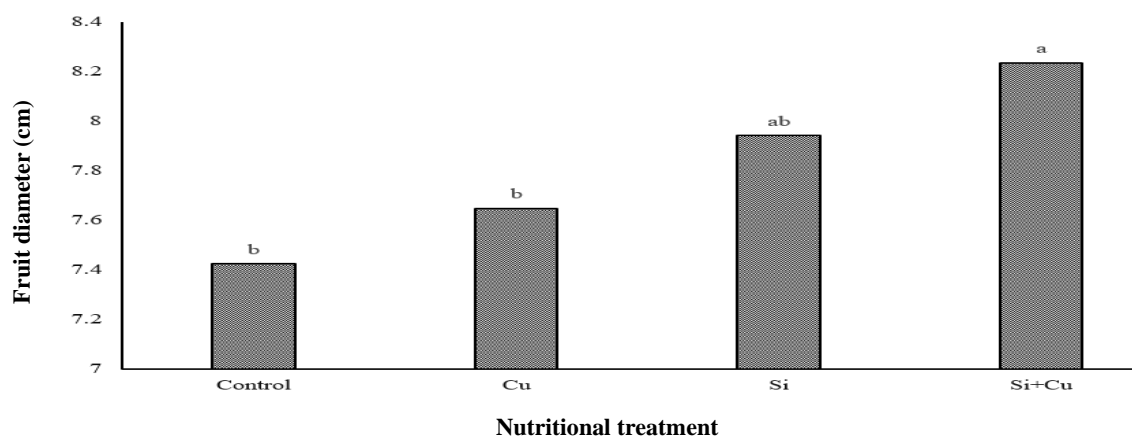
S.O.V.	df	Mean Square							
		Fruit set	Fruit fresh weight	Fruit length	Fruit diameter	one thousand seed weights	Fruit dry weight	Fungal contamination	Cracking
Block	2	0.0137 <sup>ns</sup>	13.782 <sup>ns</sup>	0.0451 <sup>ns</sup>	0.0467 <sup>ns</sup>	9284.66 <sup>ns</sup>	130.59*	18.233 <sup>ns</sup>	29.012 <sup>ns</sup>
Fungicides	1	0.3297**	301.04 <sup>ns</sup>	0.3082 <sup>ns</sup>	0.6733 <sup>ns</sup>	551.04 <sup>ns</sup>	6.26 <sup>ns</sup>	0.745 <sup>ns</sup>	0.027 <sup>ns</sup>
Mineral nutrition	3	2.923**	681.56 <sup>ns</sup>	0.3941*	0.7445*	1504.81 <sup>ns</sup>	16.088 <sup>ns</sup>	153.75*	105.26**
Interaction	3	0.592**	1142.84 <sup>ns</sup>	0.1330 <sup>ns</sup>	0.3989 <sup>ns</sup>	4068.04 <sup>ns</sup>	110.94*	112.70*	4.32 <sup>ns</sup>
Experiment error	14	0.0104	882.53	0.074	0.163	3285.57	25.62	28.04	11.52
C.V. (%)		1.836	12.85	3.61	5.180	13.55	12.11	34.03	42.45

ns, \*, \*\*; non-significant and significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

**Table 4. Analysis of variance of Shahvar pomegranate nutritional value under fungicides, silicon and copper treatments**

S.O.V.	df	Mean Square			
		Anthocyanin	Phenol	Flavonoid	Antioxidant capacity
Block	2	0.0045 <sup>ns</sup>	0.0026 <sup>ns</sup>	0.0031 <sup>ns</sup>	55.292 <sup>ns</sup>
Fungicides	1	0.0117 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	0.0672 <sup>ns</sup>	1.26 <sup>ns</sup>
Mineral nutrition	3	0.0724**	0.0083 <sup>ns</sup>	0.0855 <sup>ns</sup>	174.70*
Interaction	3	0.166**	0.0095 <sup>ns</sup>	0.0275 <sup>ns</sup>	205.58*
Experiment error	14	0.0075	0.0078	0.0377	46.90
C.V. (%)	-	23.85	21.04	7.50	7.79

ns, \* and \*\*; non-significant and significant at 5% and 1% level of probability, respectively.

**Figure 1. Effect of nutritional treatments on pomegranate cv. Shahvar fruit length****Figure 2. Effect of nutritional treatments on pomegranate cv. Shahvar fruit diameter**

مکانیکی دیواره سلولی را فراهم نموده و از این طریق مقاومت به ترک خوردگی حاصل گردد.

درصد تبدیل گل به میوه شاخص مهمی است که میزان باردهی و تعداد میوه تشکیل شده را تعیین می کند. همان طور که جدول ۵ نشان می دهد بیشترین درصد تشکیل میوه (۶/۷۳ درصد) در تیمار ورمی واش + سیلیسیم بدست آمد که به طور معنی داری نسبت به تمامی تیمارهای دیگر برتری داشته است. این تیمار در مقایسه با ورمی واش تنها حدود ۲/۲۱ درصد افزایش تشکیل میوه داشت که عدد قابل ملاحظه ای محسوب می شود. نتایج حاصل بیانگر آن است که در هر دو نوع قارچ کش ارگانیک (ورمی واش) و شیمیایی (رورال تی اس) وجود تیمار سیلیسمی به طور قابل توجه و معنی داری تشکیل میوه را افزایش می دهد.

تیمار سیلیسیم به تنهایی و سیلیسیم + مس سبب کاهش معنی دار تعداد میوه های ترک خورده نسبت به شاهد گردید؛ در حالی که محلول پاشی نانو کلات مس به تنهایی تأثیری در کاهش ترکیدگی میوه انار نداشت (شکل ۳). مدت هاست که رسوب عنصر سیلیسیم در دیواره سلول های گیاهی به صورت پلیمر اوپال (Opal) و تشکیل لایه های دو گانه سیلیسی کونیکول، اثبات شده است (Liang et al., 2015). به تازگی شواهد قانع کننده ای با استفاده از طیف سنجی جرمی پلازما (ICP-MS) و طیف سنجی فوتوالکترونی پرتو ایکس (XPS) ارائه شده است که نشان می دهد سیلیسیم به طور طبیعی به عنوان ترکیبی از دیواره سلولی بوده و به طور محکم با توده ی دیواره سلولی تشکیل پیوند می دهد (He et al., 2015). تشکیل پیوند همی سلولز با سیلیسیم در دیواره سلولی می تواند پتانسیل بهبود خواص

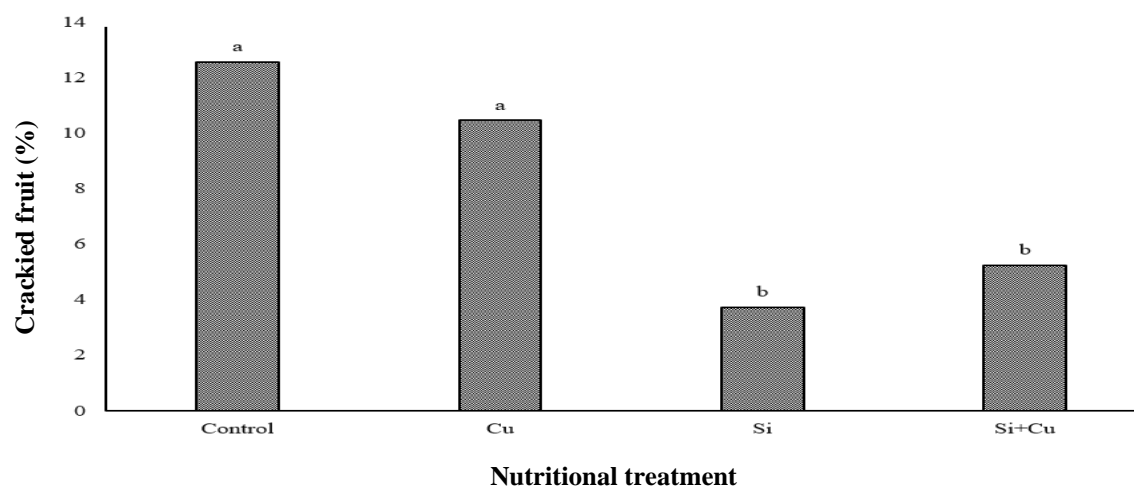


Figure 3. Effect of nutritional treatments on pomegranate cv. Shahvar fruit cracking

Table 5. Comparison mean effect of fungicide and nutrition on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate cv. Shahvar fruit

Treatment	Fruit set (%)**	Dry matter (%)*	Infected fruits percentage (%)*	Antioxidant capacity (% of DPPH radicals inhibited)*	Anthocyanin (mg cyaniding-3-glucoside equivalents/lit fruit juice)**
Rovral	4.69706 <sup>f</sup>	42.696 <sup>ab</sup>	25.614 <sup>a</sup>	89.267 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>
Rovral + Cu	5.79103 <sup>c</sup>	41.484 <sup>ab</sup>	8.839 <sup>b</sup>	89.333 <sup>a</sup>	0.37333 <sup>bc</sup>
Rovral + Si	5.75357 <sup>cd</sup>	36.696 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>	83.467 <sup>ab</sup>	0.27333 <sup>c</sup>
Rovral + Cu + Si	5.60177 <sup>d</sup>	44.225 <sup>ab</sup>	16.582 <sup>ab</sup>	88.633 <sup>a</sup>	0.24 <sup>c</sup>
Vermiwash	4.51958 <sup>f</sup>	36.222 <sup>b</sup>	18.576 <sup>ab</sup>	72.267 <sup>b</sup>	0.30333 <sup>c</sup>
Vermiwash+ Cu	5.40602 <sup>e</sup>	42.436 <sup>ab</sup>	11.301 <sup>b</sup>	93.967 <sup>a</sup>	0.21333 <sup>c</sup>
Vermiwash +Si	6.72682 <sup>a</sup>	49.779 <sup>a</sup>	22.223 <sup>a</sup>	89.967 <sup>a</sup>	0.25333 <sup>c</sup>
Vermiwash +Cu + Si	6.1288 <sup>b</sup>	40.751 <sup>ab</sup>	10.846 <sup>b</sup>	96.333 <sup>a</sup>	0.77333 <sup>a</sup>

ns, \* and \*\* non-significant and significant at 5% and 1% level of probability, respectively.



*Alternaria alternata* را در گیاه خیار کنترل نمود. علت خاصیت قارچ کشتی ورمی‌واش و ورمی‌کمپوست را می‌توان به ترکیبات آنتی‌بیوتیک و یا خاصیت آنتاگونیستی میکروارگانسیم‌های رقیب تحلیل نمود ( Veena et al., 2015). مشخص شده است که میزان آلودگی به پاتوژن‌های *Rhizoctonia solani* در برنج ( Rodrigues et al., 2003) و *Pythium ultimum* در خیار ( Cherif and Bélanger, 1992) با تیمار سیلیسیم به تأخیر افتاد. همچنین گزارشات متعددی در خصوص اثر سیلیسیم بر کاهش بیماری ناشی از عامل *Colletotrichum gloeosporioides* در سورگوم، نیلوفر آبی، مینای کاغذی و عامل *Alternaria* در جو گزارش شده است (Datnoff et al., 2007).

کمترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار ورمی‌واش تنها دیده شد ولی اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبوده است (جدول ۵). به نظر می‌رسد تغذیه مطلوب با عناصری نظیر مس و سیلیسیم می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه را بالا ببرد و قارچ‌کش رورال تی‌اس هم احتمالاً موجب تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی می‌گردد ولی ورمی‌واش به تنهایی توانایی چنین کاری را ندارد. احتمال دیگر آن که ورمی‌واش بدلیل آلی بودن نشی بر گیاه وارد نکرد ولی قارچ‌کش شیمیایی و عناصر معدنی به دلیل ایجاد یک تنش جزئی موجب تحریک فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شدند. در خصوص قارچ‌کش تریادیمفون گزارش شده است که می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوجه فرنگی در شرایط تنش خشکی را بهبود دهد (Mohammadi and Rajaei, 2013). نتایج مشابهی در خصوص قارچ‌کش مانب در تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گزارش شد (El Omari et al., 2018). هم‌چنین تقویت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه توسط قارچ‌کش‌های *azoxystrobin* و *epoxiconazole* نیز تأیید شده است (Wu, & Von Tiedemann, 2002).

(Wassel et al., 2015) اعلام کردند که سیلیکات پتاسیم به تنهایی و هم‌چنین در ترکیب با آمینواسیدها توانست تعداد میوه و تشکیل میوه انار رقم واندرپول را افزایش دهد. آن‌ها افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه و حفظ تعادل آبی گیاه را نیز گزارش نمودند.

درصد ماده خشک قسمت خوراکی در تیمارهای رورال تی‌اس + تغذیه نسبت به رورال تی‌اس اختلاف معنی‌داری نداشت ولی تیمار ورمی‌واش + سیلیسیم = درصد ماده خشک بیشتری نسبت به ورمی‌واش نشان داد (جدول ۵). درصد ماده خشک در تیمار ورمی‌واش + سیلیسیم به‌طور معنی‌داری از تیمار رورال تی‌اس + سیلیسیم هم بالاتر بود (جدول ۵). تحقیقات متعددی نشان داده‌اند که سیلیسیم موجب افزایش تجمع ماده خشک می‌شود (Hattori et al., 2005) لذا این احتمال وجود دارد که ورمی‌واش مانند یک کلات‌کننده آلی عمل کرده و نفوذ عنصر سیلیسیم محلول‌پاشی شده را به داخل بافت خوراکی میوه تسهیل نموده باشد و موجب افزایش ماده خشک میوه گردد.

زمانی که تنها از قارچ‌کش رورال تی‌اس استفاده شد، تعداد میوه‌های آلوده‌شده به قارچ‌های بیماری‌زا (*Alternaria alternaria* و *Colletotrichum gloeosporioides*) حداکثر بود هرچند اختلاف معنی‌داری با تیمار رورال تی‌اس + مس + سیلیسیم، تیمار ورمی‌واش + سیلیسیم و تیمار ورمی‌واش تنها نداشت (جدول ۵). چهار تیماری که تعداد میوه‌های آلوده‌ی کمتری نسبت به تیمار رورال تی‌اس داشتند عبارت بودند از رورال تی‌اس + مس، رورال تی‌اس + سیلیسیم، ورمی‌واش + مس و ورمی‌واش + مس + سیلیسیم. بنابراین مشخص می‌شود که می‌توان تأثیر قارچ‌کش‌ها را با افزودن برخی عناصر مانند مس و سیلیسیم افزایش داد. (Ansari 2008) اعلام نمود که عصاره ورمی‌کمپوست تهیه‌شده از گیاه دارویی ریحان مقدس (*Ocimum tenuiflorum*)، به‌طور معنی‌داری پاتوژن

این تیمار تنها در مناطقی که بیماری‌های قارچی شایع نیست می‌تواند مطلوب باشد. در باغات و مناطق آلوده بهتر است از تیمار ورمی‌واش به همراه تغذیه توام مس و سیلیسیم استفاده نمود زیرا این تیمار در عین حالی که از نظر تشکیل میوه وضعیت مناسبی داشت (رتبه دوم را در بین تیمارهای مورد آزمایش)؛ کمترین آلودگی قارچی و بیشترین آنتوسیانین میوه را نیز داشته است. از دیگر سو تیمار تغذیه‌ای مس + سیلیسیم موجب افزایش اندازه میوه و کاهش ترک خوردگی نیز شد که هر دو این صفات از نظر کیفی مهم می‌باشند. به‌طور خلاصه می‌توان با افزودن عناصر مس و سیلیسیم، کارایی قارچ‌کش شیمیایی رورال تی‌اس را افزایش داد و موجب کاهش ترک خوردگی میوه انار شد.

### سپاس‌گزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری برای حمایت از این پژوهش علمی تشکر نمایند.

بیشترین میزان رنگدانه آنتوسیانین در تیمار ورمی‌واش + مس + سیلیسیم تولید شد که به‌طور معنی‌داری از تمامی تیمارهای دیگر بیشتر بوده است (جدول ۵). گزارش شده است که برگ ارقام مختلف ذرت که در معرض غلظت‌های بالای مس بوده‌اند میزان بیشتری آنتوسیانین (در برخی ارقام تا ۱۰ برابر شاهد) تولید کردند (Tanyolac et al., 2007). غلظت‌های بالای مس موجب کاهش کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی گشته و بازدارندگی نوری ایجاد می‌کند؛ لذا افزایش بیوستتر آنتوسیانین‌ها که به‌عنوان آنتی‌اکسیدان قوی و فیلترکننده نور هستند را می‌توان به نوعی واکنش گیاه برای حفاظت از سیستم فتوسنتزی در مقابل گونه‌های فعال اکسیژنی در نظر گرفت (Tanyolac et al., 2007).

### نتیجه‌گیری

تیمار ورمی‌واش به همراه تغذیه سیلیسیم موجب تشکیل بیشترین تعداد میوه شد ولی همزمان بیشترین میزان آلودگی به بیماری‌های قارچی را نیز نشان داد لذا

## References

- Ansari, A. (2008). Effect of vermicompost and Vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). *World Journal of Agricultural Sciences*, 4(5), 554-557.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10(3), 178-182.
- Cherif, M., & Bélanger, R. R. (1992). Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Pythium ultimum* on long English cucumber. *Plant Disease*, 76(10), 1008-1011.
- Datnoff, L. E., Elmer, W. H., & Huber, D. M. (2007). *Mineral nutrition and plant disease*. Minnesota, USA: American Phytopathological Society (APS Press).
- Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., & Eslami, B. (2010). Antihemolytic and antioxidant activities of *Allium paradoxum*. *Central European Journal of Biology*, 5, 338-345.
- El Omari, R., Mrid, R. B., Amakran, A., & Nhiri, M. (2018). Effect of fungicide (Maneb) on antioxidant system and carbon assimilation in leaves of sorghum plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, 65(2), 237-243.
- Ezazi, R., Ahmadzadeh, M., Javan Nikkhah, M., Salehi Mohammadi, R., & Donati, C. (2018). Evaluation of the effects of fungicide Iprodione-Carbendazim (Rovral TS) on cucumber rhizosphere bacterial

- structure by Illumina MiSeq sequencing. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*, 6(2), 293-307. [In Farsi]
- Ghasemi, K., Ghajar Sepanlou, M., & Hadadinejad, M. (2020). Effect of silicon nutrition on strawberry cv. *camerosa* yield and growth in outdoor hydroponic system. *Plant Productions*, 43(1), 93-106. [In Farsi]
- Hattori, T., Inanaga, S., Araki, H., An, P., Morita, S., Luxova, M., & Lux, A. (2005). Application of silicon enhanced drought tolerance in *Sorghum bicolor*. *Physiolgia Plantarum*, 123(4), 459-66.
- He, C. W., Ma, J., & Wang, L. J. (2015). A hemicellulose-bound form of silicon with potential to improve the mechanical properties and regeneration of the cell wall of rice. *New Phytologist*, 206(3), 1051-62.
- Liang, Y., Nikolic, M., Belanger, R., Gong, H., & Song, A. (2015). *Silicon in agriculture*. Dordrecht, Netherland: Springer.
- Mohammadi, N., & Rajaei, P. (2013). Effect of Triamidefon fungicide on some growth parameters and antioxidant enzymes activity in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plant under drought stress. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(4), 341-350.
- Ning, D. F., Song, A. L., Fan, F. L., Li, Z. J., & Liang, Y. C. (2014). Effects of slag-based silicon fertilizer on rice growth and brown-spot resistance. *Plos One*, 9(7), e102681.
- Patil, H., Tank, R. V., & Patel, M. (2017). Significance of silicon in fruit crops-a review. *Plant Archives*, 17(2), 769-774.
- Rodrigues, F. A., Benhamou, N., Datnoff, L. E., Jones, J. B., & Belanger, R. R. (2003). Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. *Phytopathology*, 93(5), 535-546.
- Sharafi, Y. (2017). Effects of some heavy metals (copper and lead) on pollen germination and tube growth of some cherry. *Plant Productions*, 39(4), 79-86:79-86. [In Farsi]
- Tanyolac, D., Ekmekci, Y., & Unalan, S. (2007). Changes in photochemical and antioxidant enzyme activities in maize (*Zea mays* L.) leaves exposed to excess copper. *Chemosphere*, 67(1), 89-98.
- Vakili Ardabili, L., Babaeizad V., & Tajik Ghanbari M. A. (2016). *Identification and determination of pomegranate black fruit rot in Mazandran*. MSc thesis of plant pathology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources (SANRU), Sari, Iran. [In Farsi]
- Veena, S. S., Jeeva, M. L., Rajeswari, L. S., Sabna, A., Vidhyadaran, P., Nedunchezhiyan, M., Sreekumar, J., & George, J. (2015). Worm power against fungal diseases in aroids: prospects and future strategies. *Journal of Root Crops*, 39(2), 136-147.
- Wassel, A. H. M., Gobara, A. A., Ibrahiem, H. I. M., & Shaaban-Mai, M. (2015). Response of wonderful pomegranate trees to foliar application of amino acids, vitamins B and silicon. *World Rural Observations*, 7(3), 91-95.
- Waterhouse, A. L., & Laurie, V. F. (2006). Oxidation of wine phenolics: A critical evaluation and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 306-313.
- Wrolstad, R. E. (1976). *Color and pigment analyses in fruit products*. Station Bulletin: Agricultural experiment station, Oregon state university, 624.
- Wu, Y., & Von Tiedemann, A. (2002). Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. *Environmental Pollution*, 116(1), 37-47.
- Zarei, M., Abadi, V. A. J. M., & Moridi, A. (2018). Comparison of vermiwash and vermicompost tea

properties produced from different organic beds under greenhouse conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1), 25-32.

Zhu, Y. X., & Gong, H. J. (2014). Beneficial effects of silicon on salt and drought tolerance in plants. *Agronomy for Sustainable Development*, 34, 455-72.