

مقاله پژوهشی:

تأثیر محلول پاشی اسید جیبرلیک و سولفات روی بر ترکیب میوه و خصوصیات کمی و کیفی انار رقم ملس ساوه

خدیجه کریمی^۱، جواد عرفانی مقدم^{۲*}، مسعود بازگیر^۲ و اورنگ خادمی^۳
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
۳. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۳)

چکیده

در این پژوهش، به منظور کاهش ترکیدگی و بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه، از تیمار اسیدجیبرلیک (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) و سولفات روی (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. محلول پاشی اسیدجیبرلیک و سولفات روی در سه مرحله از رشد میوه در اواخر بهار و اواسط تابستان صورت گرفت. نمونه‌های میوه و برگ در زمان رسیدگی کامل میوه‌ها، جمع‌آوری شدند و برخی از خصوصیات مورفوفیزیولوژی میوه و برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. نتایج نشان داد محلول پاشی اسیدجیبرلیک به تنهایی یا در ترکیب با عنصر روی، درصد ترکیدگی میوه را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش داد. کم‌ترین میزان ترکیدگی میوه به ترتیب مربوط به تیمارهای اسیدجیبرلیک با سطوح ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر عنصر روی با میانگین ۷/۷۳ و ۷/۸۰ درصد به دست آمد و بیش‌ترین میزان آن در نمونه‌های شاهد با میانگین ۳۰ درصد ثبت گردید. وزن، طول و قطر میوه، درصد رطوبت و ضخامت پوست میوه، مواد جامد محلول، غلظت عنصر روی و اسید آسکوربیک در تیمار ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدجیبرلیک و هم‌چنین ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به طور معنی‌داری در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش یافت. نتایج کلی نشان داد محلول پاشی درختان انار با اسیدجیبرلیک و سولفات روی باعث بهبود برخی از شاخص‌های مورفوفیزیولوژی میوه می‌گردد که در کنترل ترکیدگی و در نتیجه افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انار مؤثر هستند.

واژه‌های کلیدی: انار، اسید آسکوربیک، روی، وزن میوه.

Effect of gibberellic acid and zinc sulfate spraying on fruit cracking and quantitative and qualitative characteristics of pomegranate cv. 'Malase Saveh'

Kadijeh Karami¹, Javad Erfani-Moghadam^{2*}, Masoud Bazgir² and Orang Khademi³

1, 2. M.Sc. Student and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

3. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

(Received: Jan. 12, 2019- Accepted: May 23, 2020)

ABSTRACT

In the current study, for reducing of fruit cracking and improvement of quantity and quality of pomegranate fruit cv. 'Malase Saveh', gibberellic acid (0, 30 and 60 mg/l) and zinc sulfate (0, 1500 and 3000 mg/l) treatments were utilized as a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications. Gibberellic acid and zinc sulfate was sprayed in three stages of fruit development in the late of spring and midsummer. The fruit and leaf samples were harvested randomly from various parts of the pomegranate trees at fruit ripening and some morpho-physiological characteristics of fruit and leaf were measured. The results showed that the spraying of gibberellic acid alone or in combination with zinc element significantly reduced the fruit cracking percentage compared to the control. The lowest level of fruit cracking was related to gibberellic acid treatments with levels of 60 and 30 mg/l and 3000 mg/l zinc element with mean values of 7.73 and 7.80%, respectively. The highest amount of fruit cracking was observed in control samples (30 %). The fruit weight, length and diameter, moisture percentage and thickness of fruit peel, TSS, zinc element and ascorbic acid concentrations significantly were increased with application of 60 and 30 mg/l gibberellic acid, and 3000 mg/l zinc sulfate compared with the control samples. In general, the results showed that spraying of pomegranate trees with gibberellic acid and zinc sulfate can improved some morpho-physiological characteristics of the fruit, which are effective in controlling of fruit cracking and increasing the qualitative and quantitative characteristics of pomegranate fruit.

Keywords: Ascorbic acid, fruit weight, pomegranate, zinc.

* Corresponding author E-mail: J.erfani@ilam.ac.ir

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به تیره Lytraceae و یکی از میوه‌های مورد توجه مناطق نیمه‌گرمسیری است (Sheikh & Manjula, 2009; Yuan et al., 2018). سازگاری بالا به شرایط متنوع اقلیمی، امکان کشت و کار انار را در خاک‌های فقیر و کم‌توان فراهم کرده است (Khattab et al., 2011). در حدود ۸۲۰۰۰ هکتار از اراضی ایران، که عمدتاً در مرزهای بیابانی واقع شده‌اند به تولید تجاری انار اختصاص یافته است و سالانه ۹۴۱۰۰۰ تن انار در این کشور تولید می‌شود (Olyaie Torshiz et al., 2017). کشورهایمانند استرالیا، آرژانتین و آفریقای جنوبی در صدد افزایش سطح زیر کشت این محصول برآمده‌اند. بنابراین با حضور رقبای جدید در صحنه تولید و تجارت این میوه، افزایش کمیت و کیفیت محصول جهت صادرات اهمیت بیشتری دارد. ایران از مهم‌ترین کشورهای صادر کننده انار در جهان محسوب می‌شود. متأسفانه سالانه مقدار زیادی از انار تولید شده در ایران بازاریابی مناسبی نداشته و قابلیت عرضه به بازار و یا صادرات را ندارد (Zamani et al., 2007).

ترک‌خوردگی میوه یکی از مشکلات اصلی انار است که باعث خسارت اقتصادی زیادی می‌گردد (Khalil & Aly, 2013). کم آبی، نامنظم بودن دور آبیاری، وجود رقم حساس، تفاوت دمای شب و روز و سرمای زودرس پاییز، بویژه اگر توأم با ریزش باران باشد، عوامل اصلی در ایجاد عارضه ترک‌خوردگی میوه انار می‌باشند (Khadivi-Khub, 2015). عارضه ترک‌خوردگی میوه تقریباً در تمام مناطق انارکاری دنیا خصوصاً در مناطق گرم و خشک رواج دارد و یکی از راهکارهای مؤثر برای کاهش ترک خوردگی میوه، مدیریت مناسب باغ برای به حداقل رساندن تنش آبی، تغذیه مناسب، کنترل عوامل فیزیولوژی و انتخاب رقم‌های مقاوم است (Khadivi-Khub, 2015). کنترل آبیاری، پوشاندن میوه با کیسه و محلول پاشی انار با اسید جیبرلیک یا کائولین درصد ترک‌خوردگی میوه و آفتاب سوختگی را کاهش می‌دهد (El-Rhman, 2010). عواملی مانند آبیاری، تغذیه مناسب و کاربرد مواد تنظیم کننده رشد گیاهی شدت این عارضه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و از جمله

تنظیم‌کننده‌های رشد مؤثر بر کاهش ترک‌خوردگی میوه می‌توان به اسید جیبرلیک اشاره نمود. اسید جیبرلیک نقش مهمی در بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو گیاهان دارد و به طور گسترده‌ای در صنعت باغبانی به شکل تجاری به عنوان یک تنظیم کننده رشد برای بهبود اندازه و کیفیت میوه استفاده می‌شود (Khalil & Aly, 2013; Zang et al., 2016). اسید جیبرلیک با افزایش تقسیم سلولی و انعطاف‌پذیری پوست میوه، منجر به کاهش ترک‌خوردگی میوه می‌گردد (Ozturk et al., 2018; Rouhi & Esmailzadeh, 2013). محلول پاشی با اسید جیبرلیک علاوه بر کاهش ترک‌خوردگی میوه انار باعث افزایش وزن میوه نیز می‌گردد (El-Mahdy et al., 2010). اسید جیبرلیک بطور گسترده‌ای در محصولات مختلف باغبانی برای بهبود تشکیل میوه و هم‌چنین برای کنترل ترک‌خوردگی میوه انار (Lal et al., 2011)، لیچی (Yildirim & Sharma & Dhillon, 1986) و گیلاس (Koyuncu, 2013) استفاده شده است. اسید جیبرلیک با تأثیر بر دیواره سلولی از طریق افزایش کشسانی دیواره سلولی و انعطاف‌پذیری پوست میوه باعث کاهش ترک‌خوردگی میوه انار می‌گردد (Khalil & Aly, 2013; Yildirim & Koyuncu, 2013).

تغذیه مناسب گیاهی یکی از عوامل اصلی رشد درختان و در نهایت عملکرد و کیفیت میوه می‌باشد. در حال حاضر به خوبی ثابت شده است که گیاهان سالم و قوی، تحمل بیشتری در برابر تنش‌های محیطی دارند (Altieri & Nicholls, 2003). عنصر روی یکی از عناصر مهم کم مصرف است و آثار متعددی در فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهان عالی از جمله متابولیسم هورمون‌های گیاهی، تحریک تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول، جذب آب (Davarynejad et al., 2009)، حمل و نقل مواد مغذی و تقویت دیواره سلولی (Ahmed et al., 2014)، پایداری و استحکام غشاها با تشکیل پیوند با گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌های غشا، ایجاد ثبات در پلاسماالمای سلول ریشه و در تنظیم جذب یون‌های مختلف توسط ریشه‌های گیاه دارد (Cakmak, 2005). در پژوهشی، Davarpanah et al. (2016) اثر محلول پاشی عنصر بور به تنهایی یا در ترکیب با عنصر روی را بر میوه انار

در زمان رسیدن میوه، تعداد میوه‌های سالم، آفتاب‌سوخته و ترک‌خورده از هر درخت شمارش و از هر درخت تعداد ۱۵ میوه سالم، آفتاب‌سوخته و یا ترک‌خورده به صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ایلام منتقل شدند. همچنین تعداد ۴۰ برگ به صورت تصادفی از بخش‌های مختلف تاج جمع‌آوری شدند.

برای اندازه‌گیری درصد ترکیدگی و آفتاب‌سوختگی میوه از نسبت تعداد میوه‌های ترک‌خورده و یا آفتاب‌سوخته به تمام میوه‌های روی درخت استفاده شد (Hegazi et al., 2014). وزن تمام میوه‌های برداشت شده با استفاده از ترازوی دقیق دیجیتالی با دقت یک صدم گرم به دست آمد و میانگین وزن حاصل به عنوان وزن میوه در نظر گرفته شد. طول میوه (بدون احتساب کاسه گل) و قطر میوه (ماکزیمم قطر) با استفاده از کولیس با دقت یک صد میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد حاصل به عنوان طول و قطر میوه در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری درصد رطوبت پوست میوه، وزن تر و خشک چند قطعه از پوست میوه به دست آمد. بدین منظور وزن تر قطعات توزین و برای اندازه‌گیری وزن خشک، قطعات در پاکت گذاشته شد و به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از خشک‌شدن، نمونه‌ها توزین شدند و در نهایت درصد رطوبت پوست میوه محاسبه شد. ضخامت پوست میوه در چند نقطه میوه با استفاده از کولیس با دقت یک صدم میلی‌متر اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد حاصل به عنوان ضخامت پوست در نظر گرفته شد. از هر میوه تعدادی دانه انتخاب شد و طول و قطر آنها با استفاده از کولیس با دقت یک صد میلی‌متر اندازه‌گیری شد. میانگین اعداد حاصل به عنوان طول و قطر دانه در نظر گرفته شدند. صد دانه از هر میوه شمارش و با ترازوی دقیق الکترونیکی با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد مواد جامد محلول، pH و اسیدیته کل، عصاره چند میوه تهیه و مواد جامد محلول به وسیله رفراکتومتر دستی بر حسب درجه بریکس اندازه‌گیری شد (Hamouda et al., 2015). اسیدیته قابل تیتراسیون با تیتر کردن ۵ میلی‌لیتر عصاره میوه با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به ۸/۲ =

رقم اردستانی بررسی نمودند و تفاوت معنی دار در درختان میوه تیمار شده و شاهد به لحاظ وزن و طول میوه و همچنین ترکیدگی میوه را گزارش کردند. نتایج برخی محققین نشان داد کاربرد خاکی سولفات روی در باغ انار باعث کاهش ترکیدگی میوه انار می‌گردد و از طرفی دیگر باعث افزایش عملکرد میوه در هر درخت شده است (El-Khawaga, 2007). محلول‌پاشی عنصر روی بر میزان کلسیم میوه‌ها اثر مثبت می‌گذارد و رشد ریشه بعد از محلول‌پاشی با سولفات روی افزایش می‌یابد (Sheikh & Majula, 2012). از آنجایی که استان‌های عمده تولید کننده انار در مناطق گرم و خشک و در حاشیه کویر قرار دارند (Rouhi et al., 2015) بهبود صفات کمی، کیفی و کنترل ترکیدگی میوه انار کاملاً ضروری است. از این رو هدف از این پژوهش کارآیی اسید جیبرلیک و عنصر روی در کنترل ترکیدگی میوه انار و افزایش خصوصیات کمی و کیفی آن بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در یک باغ تجاری واقع در منطقه زرین آباد از توابع شهرستان دهلران انجام شد. زرین آباد با طول و عرض ۴۶ و ۳۳ درجه شمالی و در ارتفاع ۷۹۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. حداکثر دما در این منطقه ۴۰ و حداقل ۵- درجه سانتی‌گراد با متوسط بارندگی ۲۸۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. درختان انار دارای ۸ سال سن با فاصله کشت ۳ متر روی ردیف و ۴ متر بین ردیف بودند و سیستم آبیاری به شکل قطره‌ای و هر هفته یکبار آبیاری می‌شدند. اسید جیبرلیک (فرم تجاری-برلکس) در سه غلظت (صفر، ۳۰ و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر) و سولفات روی در سه غلظت (صفر، ۱۵۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در سه مرحله در پانزدهم خرداد، تیر و مرداد بر روی درختان محلول‌پاشی شدند. برای هر تیمار در تکرار دو نمونه درخت وجود داشت و این آزمایش در هر مجموع بر روی ۵۴ درخت انجام شد. محلول‌پاشی در هر مرحله تا جایی که درختان به شکل کامل خیس شدند و قطرات آب از برگ‌ها در حال چکیدن بود ادامه پیدا کرد.

شاخص‌های اندازه‌گیری شده در تیمارهای اسید جیبرلیک، عنصر روی و اثر متقابل بین آنها در مقایسه با شاهد وجود داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد کاربرد غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک به تنهایی یا در ترکیب با عنصر روی، درصد ترکیب میوه را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش داد. بیش‌ترین میزان ترکیب با میانگین ۳۰/۶۷ درصد مربوط به تیمار شاهد و کم‌ترین میزان ترکیب مربوط به تیمارهای اسید جیبرلیک با سطوح ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر عنصر روی با میانگین ۷/۷۳ و ۷/۸۰ درصد به دست آمد (شکل ۱). کاهش ترکیب میوه می‌تواند ناشی از نقش اسید جیبرلیک در کسسانی و انعطاف پذیری پوست میوه باشد (Sekse *et al.*, 2005; Ozturk *et al.*, 2018; Rouhi & Esmaeilzadeh, 2013; Mohamed, 2004; Yildirim & Koyuncu, 2013; Khalil & Aly, 2013). نتایج گزارش‌های زیادی نشان داد استفاده از اسید جیبرلیک برای کاهش ترکیب میوه انار مؤثر است (Yildirim & Koyuncu, 2013; El-Rhman, 2010; El-Mahdy *et al.*, 2010). نتایج برخی محققان نشان داد عنصر روی در تحریک تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول و تقویت دیواره سلولی (Ahmed *et al.*, 2014) پایداری و استحکام غشاها (Cakmak, 2005) نقش دارد. کمبود روی یکی از علل ترکیب میوه انار است (Sheikh & Majula, 2012) و نتایج نشان داد محلول پاشی با سولفات روی ترکیب میوه انار را کاهش می‌دهد (El-Khawaga, 2007; Ahmed *et al.*, 2014). در پژوهشی، تأثیر پاکت گذاری بر برخی صفات کمی و آفتاب‌سوختگی انار رقم رباب نیریز بررسی شد و نتایج نشان داد پاکت سفید باعث افزایش اندازه، وزن میوه و دانه در مقایسه با شاهد شده است و درصد آفتاب-سوختگی میوه انار را کاهش داده است (Ehteshami *et al.*, 2015).

pH اندازه‌گیری شد و با توجه به میزان سود مصرفی طی عمل تیتراسیون و با استفاده از روابط موجود میزان درصد اسیدیته کل محاسبه گردید (Mirdehghan & Rahemi, 2007). pH عصاره میوه با pH متر قرائت شد (Hamouda *et al.*, 2015). آسکوربیک اسید به روش تیتراسیون ید در یدور پتاسیم در حضور معرف نشاسته ۱ درصد اندازه‌گیری شد (Babazadeh Darjazi, 2013). برای اندازه‌گیری برخی از عناصر موجود در برگ و پوست میوه، نمونه برگ و پوست تهیه و در آن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. عصاره نمونه‌ها با استفاده از روش هضم خشک در حضور HCL تهیه شد. در نهایت غلظت عناصر Zn و Cu با استفاده از دستگاه‌های جذب اتمی و غلظت K و Ca با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر اندازه‌گیری گردید (Davarynejad *et al.*, 2009). هم‌چنین نمونه‌برداری از خاک برای ارزیابی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در باغ مورد آزمایش انجام شد (Shahid *et al.*, 2014). بدین منظور سطح خاک از بقایای گیاهی پاک شد و نمونه‌برداری در دو عمق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ و در سایه اندازه درخت صورت گرفت. نمونه‌برداری از چند قسمت مختلف در باغ و برای هر بلوک به شکل جداگانه انجام شد و در نهایت نمونه‌های هر بلوک مخلوط و یک نمونه مرکب برای هر بلوک تهیه شد و برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه ایلام اندازه‌گیری شد (جدول ۱). تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱/۳) و برای مقایسه میانگین از آزمون LSD استفاده گردید و برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میزان ترکیب میوه انار و برخی از

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در باغ مورد بررسی.

Table 1. Some of the soil physical and chemical properties in the tested garden.

Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Soil texture	Soil EC (ds/m)	SOC (Soil Organic Carbon) (%)	Soil pH	Nitrogen (%)	Potassium (%)
69.16	23.33	7.5	Sandy loam	2.85	1.67	7.89	0.169	0.453
Phosphor (%)	Calcium (%)	Magnesium (%)	Zink (ppm)	Copper (ppm)	Iron (ppm)	Boron (ppm)	TNV (Total Neutralizing Value) (%)	Gypsum (%)
0.077	0.096	0.097	0.78	0.53	0.61	0.89	44.25	4.12

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر اسید جیبرلیک و سولفات روی بر برخی صفات انار.

Table 2. Results of variance analysis effect of gibberellic acid and zinc sulfate on some traits of pomegranate.

Source of variation	d.f.	Mean of squares						
		Fruit cracking	Fruit weight	Fruit diameter	Fruit length	Seed length	Seed diameter	100 Aril Weight
Block	2	2 ^{ns}	330.3 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	0.97 ^{ns}
GA ₃	2	477.11 ^{**}	24748.6 ^{**}	3.96 ^{**}	5.79 ^{**}	0.68 ^{**}	0.001 ^{ns}	175.9 ^{**}
Zn	2	76.97 [*]	416.2 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.64 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.005 ^{ns}	9.585 ^{ns}
GA ₃ × Zn	4	68.46 [*]	1411 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.55 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.005 ^{ns}	2.31 ^{ns}
Error	16	15.39	857.2	0.21	0.26	0.005	0.002	12.92
C.V. (%)	-	29.49	12.89	7.45	8.33	5.78	7.64	17.03

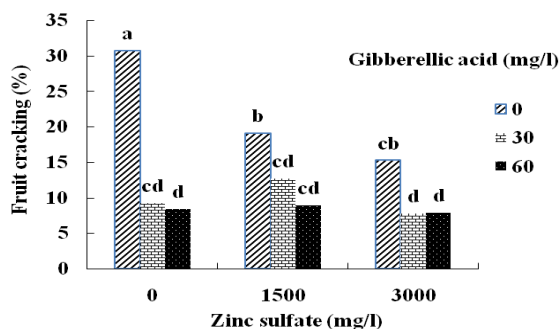
ns ، * ، ** : Non-significantly difference, significantly difference at 5 and 1% of probability level, respectively.

ادامه جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر اسید جیبرلیک و سولفات روی بر برخی صفات انار.

Continued table 2. Results of variance analysis effect of gibberellic acid and zinc sulfate on some traits of pomegranate.

Source of variation	d.f.	Mean of squares						
		Sun burning	Fruit peel moisture	Fruit peel thickness	TSS	pH	TA	Ascorbic acid
Block	2	1.53 ^{ns}	67.01 ^{ns}	0.52 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.04 ^{ns}	2.71 ^{ns}	13.59 ^{ns}
GA ₃	2	2.96 ^{ns}	893.8 ^{**}	1.49 [*]	12.52 ^{**}	0.001 ^{ns}	0.49 [*]	2622 ^{**}
Zn	2	7.98 [*]	167.3 [*]	1.96 [*]	3.75 [*]	0.005 ^{ns}	0.89 ^{ns}	5576 ^{**}
GA ₃ × Zn	4	2.12 ^{ns}	161.9 [*]	1.11 ^{ns}	2.68 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.32 ^{ns}	1839 ^{**}
Error	16	2	43.7	0.39	1.16	0.03	0.41	275.7
C.V. (%)	-	32.92	15.2	23.88	8.03	5.83	42.34	15.14

ns ، * ، ** : Non significantly difference, significantly difference at 5% and 1% of probability level, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل اسید جیبرلیک و سولفات روی بر درصد ترکیدگی میوه انار.

Figure 1. Mean comparison interaction effect of gibberellic acid and zinc sulfate on fruit cracking percentage in pomegranate.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، تفاوت معنی‌داری در وزن، طول و قطر میوه بین کاربرد غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید با شاهد در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد، اما اثر محلول‌پاشی عنصر روی در این شاخص‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیش‌ترین وزن، طول و قطر میوه در تیمار ۶۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک به ترتیب با مقدار ۲۵۹/۲ گرم، ۶/۸۰ و ۶/۷۱ سانتی‌متر مشاهده شد، در حالی که این شاخص‌ها در تیمار شاهد به ترتیب ۱۶۶/۴۷ گرم، ۵/۴۹ و ۵/۲۸ سانتی‌متر ثبت

در پژوهشی، با محلول‌پاشی عنصر سولفات روی با غلظت‌های مختلف از ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام در رقم انار Manfaluty تفاوت معنی‌دار در کاهش ترکیدگی میوه با گیاهان شاهد مشاهده شد. درصد ترکیدگی در تیمار ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام سولفات روی در حدود ۳۱٪ بود، در حالی که در نمونه‌های شاهد ۳۹ درصد ثبت شد (El-Khawaga, 2007). نتایج این محقق نشان داد محلول‌پاشی غلظت‌های دو و سه هزار پی‌پی‌ام نیز در کاهش ترکیدگی میوه انار مؤثر بود، ولی اثر غلظت ۴۰۰۰ پی‌پی‌ام بیشتر بود (El-Khawaga, 2007).

مقدار ۳/۸۶ و ۳/۶۶ درصد مشاهده شد، در حالی که این پارامتر برای شاهد ۵/۳۸ درصد بود. از آنجایی آفتاب سوختگی میوه ممکن است باعث ترکیب میوه نیز گردد کنترل و کاهش میزان این عارضه در میوه‌ها دارای اهمیت می‌باشد (Shakeri & Sadat Akhavi, 2004). در پژوهشی، تأثیر کائولین بر میزان آفتاب سوختگی و شاخص‌های کیفی انار رقم ملس ترش ساوه بررسی شد و نتایج نشان داد کائولین به‌طور معنی‌داری آفتاب سوختگی میوه انار را کاهش می‌دهد و باعث افزایش برخی از شاخص‌های کیفی میوه انار شده است (Meighani et al., 2015).

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، تفاوت معنی‌داری در ضخامت پوست میوه بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک و عنصر روی با شاهد در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده گردید، اما اثر متقابل بین آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیش‌ترین ضخامت پوست میوه در غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم سولفات روی (۳/۱۸ میلی‌متر) و بعد از آن در غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک با مقدار ۲/۹۸ میلی‌متر به دست آمد (جدول ۳). ترکیب میوه در رقم‌های مختلف بسیار متغیر و تابع شرایط رشد پوست میوه است. انتخاب برنامه زمان‌بندی مناسب محلول پاشی مواد مغذی و تنظیم کننده‌های رشد قبل از ترکیب در افزایش ضخامت پوست، افزایش مقاومت مکانیکی پوست و کاهش شکاف خوردن پوست کمک می‌کند (Khehra & Bal, 2014). مشاهده شده است که افزایش در ضخامت پوست هرچند به مقدار کم منجر به مقاومت بیشتر نارنگی ناول به ترکیب می‌شود (Garcia-Luis et al., 2001). تفاوت معنی‌داری در درصد رطوبت پوست میوه بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک، سولفات روی و اثر متقابل بین آنها با شاهد مشاهده شد (جدول ۲). نتایج این پژوهش نشان داد محلول پاشی اسید جیبرلیک در ترکیب یا عدم ترکیب با روی، باعث افزایش معنی‌داری در درصد رطوبت پوست شده است که با نتایج ارائه شده توسط Rouhi & Esmailzadeh (2013) و El-Mahdy et al. (2010) هم‌خوانی دارد. بیش‌ترین میزان رطوبت پوست میوه با میانگین

گردید. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک و هم‌چنین اثر متقابل اسید جیبرلیک و عنصر روی برای این سه شاخص وجود نداشت (جدول ۳). اثر محلول پاشی تیمارهای مورد بررسی در سه پارامتر قطر، طول و وزن صد دانه نشان داد وزن صد دانه و طول دانه تحت تأثیر اسید جیبرلیک قرار گرفت و بیش‌ترین مقدار وزن صد دانه در غلظت ۶۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک (۲۴/۶۶ گرم) ثبت شد و تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم اسید جیبرلیک مشاهده نشد. هم‌چنین جیبرلیک اسید باعث افزایش طول دانه در مقایسه با شاهد گردید. بیش‌ترین مقدار طول دانه (۱/۴۶ و ۱/۴۵ میلی‌متر) در غلظت ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک مشاهده شد و این پارامتر برای شاهد ۰/۹۸ میلی‌متر ثبت گردید. نتایج نشان داد اثر سولفات روی بر قطر، طول و وزن صد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). افزایش در وزن، طول و قطر میوه انار با محلول پاشی اسید جیبرلیک مشاهده شده است (Khalil & Aly, 2013; El-Mahdy et al., 2010; Hegazi et al., 2014; Rouhi & Esmailzadeh, 2013). هم‌چنین بر اساس تحقیقات انجام گرفته در میوه گیلان نیز افزایش در وزن میوه و کاهش میزان ترکیب در اثر محلول پاشی با جیبرلیک اسید گزارش شده است (Yildirim & Koyuncu, 2013). براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک باعث افزایش معنی‌دار وزن صد دانه نسبت به شاهد شد که با نتایج Rouhi & Esmailzadeh (2013) هم‌خوانی دارد. افزایش وزن صد دانه با توجه به تأثیر اسید جیبرلیک در افزایش طول دانه در پژوهش حاضر قابل توجیه می‌باشد، اما محلول پاشی با روی در این تحقیق بر خلاف نتایج برخی از محققین (El-Rhman, 2010; Zare et al., 2012) تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن دانه‌ها نداشت. آفتاب سوختگی میوه تحت تأثیر اسید جیبرلیک قرار نگرفت، اما نتایج نشان داد استفاده از سولفات روی در این پارامتر مؤثر و آنرا کاهش می‌دهد (جدول ۳). کم‌ترین درصد آفتاب سوختگی به ترتیب در غلظت ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر عنصر روی با

گرفته توسط برخی محققین، بالا بودن درصد رطوبت در پوست میوه در کاهش ترکیب میوه مؤثر است و مقدار آن در رقم‌های مقاوم بیشتر است (El-Rhman, 2010; Shiravand, 2014). نتایج نشان داد که میزان اسیدیته عصاره میوه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک قرار گرفته است (جدول ۲). بر اساس گزارش برخی محققین، میزان اسیدیته در میوه‌های سالم نسبت به ترکیده بیشتر است (Shiravand, 2014; El-Khawaga, 2007; Khalil & Aly, 2013). هم‌چنین تفاوت معنی‌داری در کاربرد اسید جیبرلیک و سولفات روی در مقدار مواد جامد محلول و درصد اسید آسکوربیک با شاهد مشاهده گردید. اثر متقابل کاربرد اسید جیبرلیک و سولفات روی در مقدار مواد جامد محلول معنی‌دار نبود و بیش‌ترین (۱۴/۵۲ درصد) و کم‌ترین (۱۲/۱۸ درصد) مقدار TSS در غلظت ۶۰ میلی-گرم در لیتر جیبرلیک اسید و نمونه شاهد ثبت گردید (جدول ۳).

۶۰/۴۲ درصد با کاربرد همزمان ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک به‌دست آمد و بعد از آن غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک با میانگین ۵۲/۷۸ درصد ثبت شد (شکل ۲). برخی از محققان نشان دادند قرار دادن کیسه رو میوه و یا کائولن شدت آسیب آفتاب سوختگی در میوه انار را کاهش می‌دهد (Khalil & Aly, 2013; Melgarejo et al., 2004; Palitha et al., 2010; Ergun, 2012; Melgarejo et al., 2004). به‌طور کلی، کاهش ترک‌خوردگی میوه‌هایی که داخل کیسه قرار گرفتند به دلیل اثر کیسه در کاهش تنش گرما در میوه و حفظ رطوبت پوست میوه است که باعث کاهش تعرق از سطح میوه می‌شود (Glenn et al., 1999; Ehteshami et al., 2015). براساس نتایج El-Rhman (2010) محلول‌پاشی با سولفات روی باعث افزایش رطوبت پوست انار می‌گردد و بر مبنای مطالعات صورت

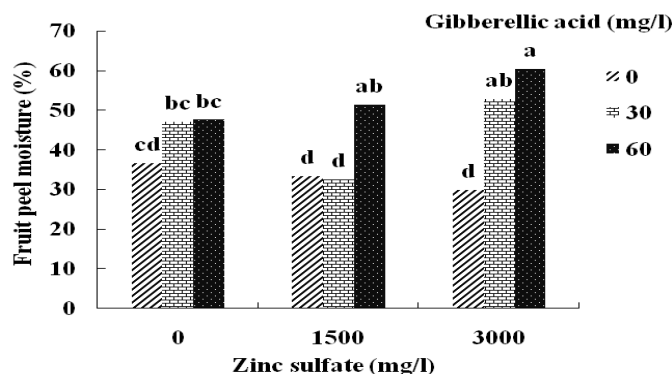
جدول ۳. مقایسه میانگین اثر اسید جیبرلیک و سولفات روی بر برخی شاخص‌های مورفو-فیزیولوژی میوه انار.

Table 3. Mean comparison of gibberellic acid and zinc sulfate effect on some morpho-physiological parameters of pomegranate.

Gibberellic acid (mg/l)	Sun burning (%)	Fruit weight (gr)	Fruit diameter (cm)	Fruit length (cm)	100 Aril Weight (gr)	Seed length (mm)	Seed diameter (mm)	Fruit peel thickness (mm)	pH	TA (%)	TSS (Brix)
0	4.94 ^a	166.47 ^b	5.49 ^b	5.28 ^b	16.15 ^b	0.98 ^b	0.64 ^a	2.19 ^b	3.22 ^a	1.29 ^b	12.18 ^b
30	4.12 ^a	255.5 ^a	6.71 ^a	6.53 ^a	22.48 ^a	1.45 ^a	0.64 ^a	2.76 ^{ab}	3.20 ^a	1.48 ^b	13.65 ^a
60	3.60 ^a	259.2 ^a	6.54 ^a	6.80 ^a	24.66 ^a	1.46 ^a	0.65 ^a	2.98 ^a	3.22 ^a	1.76 ^a	14.52 ^a
ZnSO ₄ (mg/l)											
0	5.38 ^a	223.5 ^a	6.12 ^a	6.02 ^b	19.91 ^a	1.31 ^a	0.65 ^a	2.35 ^b	3.19 ^a	1.82 ^a	12.78 ^b
1500	3.66 ^b	225.5 ^a	6.23 ^a	6.09 ^{ab}	21.71 ^a	1.29 ^a	0.65 ^a	2.39 ^b	3.21 ^a	1.53 ^a	13.5 ^{ab}
3000	3.86 ^b	234.8 ^a	6.39 ^a	6.51 ^a	21.67 ^a	1.28 ^a	0.61 ^a	3.18 ^a	3.24 ^a	1.19 ^a	14.07 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5% probability level.



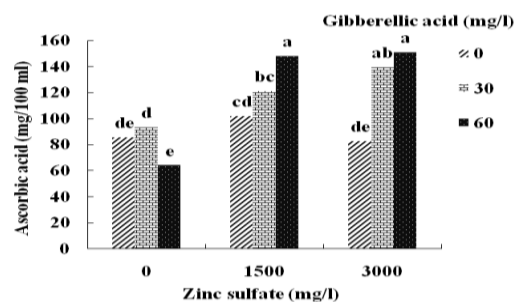
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل اسید جیبرلیک و سولفات روی بر درصد رطوبت پوست میوه انار.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of gibberellic acid and zinc sulfate on peel moisture in pomegranate fruit.

این اساس بیشترین مقدار عنصر پتاسیم (۰/۷۷ درصد) و کلسیم (۰/۸۷ درصد) در پوست میوه در غلظت ۶۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک مشاهده شد. بیشترین غلظت عنصر روی (۲۸/۳۹ و ۲۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر) در پوست میوه در تیمار ۳۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی مشاهده شد (جدول ۵). هم‌چنین کاربرد سولفات روی به تنهایی و یا ترکیبی با اسید جیبرلیک باعث افزایش غلظت این عنصر در برگ انار گردید. بیشترین میزان غلظت عنصر روی در برگ با میانگین ۵۸۹/۴۵ میلی‌گرم در لیتر با اعمال تیمار ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی و ۶۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک به دست آمد و بعد از آن تیمارهای ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی به تنهایی و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی در ترکیب با ۳۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید به ترتیب با میانگین ۵۲۲/۹۲ و ۵۰۷/۸۳ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۴). غلظت بالای نیتروژن و پتاسیم نسبت به عناصر کلسیم و روی، در میوه‌های انار، ترکیب را افزایش می‌دهد، زیرا وجود عناصر آمونیم و پتاسیم در خاک از جذب کلسیم جلوگیری می‌کند (Hepaksoy *et al.*, 2000). از طرفی کمبود پتاسیم نیز باعث ترکیب میوه‌های جوان انار می‌شود (El-Rhman, 2010). با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش مبنی بر اثر اسید جیبرلیک بر افزایش پتاسیم پوست میوه و اثر پتاسیم در منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سلول که ممکن است باعث ورود آب به میوه و در نهایت از طریق افزایش درصد رطوبت پوست میوه، باعث کاهش ترکیب میوه می‌گردد (Sheikh & Manjula, 2009).

نتایج گزارش‌ها نشان داد بالا بودن درصد کلسیم در بافت میوه باعث افزایش مقاومت در برابر ترکیب میوه (Hepaksoy *et al.*, 2000) و آفتاب سوختگی (Rouhi *et al.*, 2015) می‌گردد. کلسیم به دلیل نگهداری و ثبات غشا، تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولیکی و حالت نیمه تراوایی غشای سلولی، تقسیم سلولی، نشت یونی و افزایش سختی

بیشترین میزان آسکوربیک اسید با میانگین ۱۵۱/۲۳ و ۱۴۸/۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره با کاربرد همزمان غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات روی با غلظت ۶۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید مشاهده شد (شکل ۳). افزایش آسکوربیک اسید توسط محلول پاشی با سولفات روی قبلاً توسط برخی از محققین گزارش شده است (El-Rhman, 2010). به طور کلی تیمارهایی که دارای کمترین ترکیب بودند محتوی آسکوربیک اسید بالاتری نسبت به شاهد بودند که این نتیجه با نتایج گزارش شده توسط Shiravand (2014) مطابقت دارد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل اسید جیبرلیک و سولفات روی بر درصد اسید آسکوربیک میوه انار.

Figure 3. Mean comparison interaction effect of gibberellic acid and zinc sulfate on ascorbic acid in pomegranate fruit.

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در برگ و پوست میوه نشان داد تفاوت معنی‌داری در کاربرد اسید جیبرلیک با شاهد برای غلظت پتاسیم و کلسیم در پوست میوه وجود داشت. کاربرد سولفات روی علاوه بر اینکه در غلظت عنصر روی برگ و پوست میوه مؤثر بود باعث تغییراتی در غلظت عناصر کلسیم و پتاسیم میوه و یا برگ گردید، اما اثر متقابل بین اسید جیبرلیک و محلول پاشی سولفات روی در غلظت عناصر اندازه‌گیری شده شامل پتاسیم، کلسیم و مس برگ و پوست میوه معنی‌دار نبود، درحالی که غلظت عنصر روی موجود در برگ تحت تأثیر همزمان اسید جیبرلیک و محلول پاشی سولفات روی قرار گرفت (جدول ۴). بر

Davarynejad و همکاران (2009) مطابقت دارد. بطور کلی محلول پاشی با غلظت بالاتر سولفات روی، به طور معنی داری و به میزان بیشتری باعث افزایش غلظت عنصر روی در پوست میوه انار نسبت به شاهد گردید که در گزارش Zare *et al.* (2012) نیز منتشر شده است.

در غشای میانی دیوار سلولی (Ranjbar *et al.*, 2007) باعث کاهش ترکیب پوسه انار می گردد (Rouhi *et al.*, 2015; Hegazi *et al.*, 2014;) بر اساس نتایج به دست آمده محلول پاشی با سولفات روی بر میزان کلسیم پوست میوهها اثر مثبت می گذارد که با گزارش

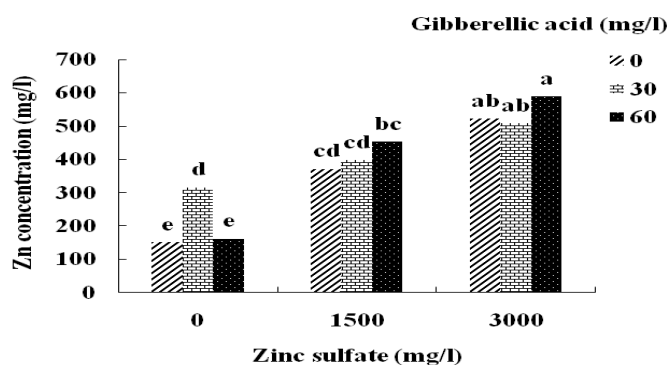
جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر اسید جیبرلیک و سولفات روی بر برخی از عناصر غذایی در برگ و پوست میوه انار.

Table 4. Results of variance analysis effect of gibberellic acid and zinc sulfate on some nutrient elements in leaf and fruit peel of pomegranate.

Source of variation	d.f.	Mean of squares							
		Fruit-K	Fruit-Ca	Leaf-K	Leaf-Ca	Fruit-Zn	Fruit-Cu	Leaf-Zn	Leaf-Cu
Block	2	0.01ns	0.02ns	0.01ns	0.02ns	6.08ns	2.49ns	5757.7ns	3285.6ns
GA ₃	2	0.01**	0.20*	0.026*	0.25*	2.83 ^{ns}	3.75 ^{ns}	9297.4 ^{ns}	7270.3 ^{ns}
Zn	2	0.11*	0.26**	0.002 ^{ns}	0.47**	946.7**	106.24 ^{ns}	248425.2**	2882.3 ^{ns}
GA ₃ *Zn	4	0.37 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.09 ^{ns}	27.13 ^{ns}	8.58 ^{ns}	13518.9**	664.6 ^{ns}
Error	16	0.004	0.04	0.008	0.06	32.14	19.06	2391.07	2214.8
C.V. (%)	-	10.1	29.65	17.09	25.14	30.02	21.78	12.67	29.93

ns, *, **: Non significantly difference, significantly difference at 5 and 1% of probability level, respectively.

ns, *, **: Non significantly difference, significantly difference at 5 and 1% of probability level, respectively.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل اسید جیبرلیک و سولفات روی بر غلظت عنصر روی در برگ انار.

Figure 4. Mean comparison interaction effect of gibberellic acid and zinc sulfate on Zn elements concentration in pomegranate leaf

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر اسید جیبرلیک و سولفات روی بر غلظت برخی عناصر غذایی در برگ و میوه انار.

Table 5. Mean comparison effect of gibberellic acid and zinc sulfate on some nutrient elements concentration in pomegranate leaf and fruit.

Gibberellic acid (mg/l)	Fruit-K	Fruit-Ca	Leaf-K	Leaf-Ca	Fruit-Zn	Fruit-Cu	Leaf-Zn	Leaf-Cu
0	0.54 ^c	0.59 ^b	0.48 ^b	0.86 ^b	18.67 ^a	19.63 ^a	384.8 ^a	170.4 ^a
30	0.69 ^b	0.63 ^b	0.50 ^{ab}	0.90 ^b	18.31 ^a	19.66 ^a	407 ^a	171.1 ^a
60	0.77 ^a	0.87 ^a	0.58 ^a	1.17 ^a	19.41 ^a	20.76 ^a	401.5 ^a	190 ^a
ZnSo ₄ (mg/l)								
0	0.65 ^{ab}	0.50 ^b	0.53 ^a	0.73 ^b	7.98 ^c	17.54 ^a	209.9 ^c	145.8 ^a
1500	0.63 ^b	0.79 ^a	0.50 ^a	1.01 ^a	20.01 ^b	18.57 ^a	407.3 ^b	147.9 ^a
3000	0.72 ^a	0.81 ^a	0.53 ^a	1.19 ^a	28.39 ^a	21.94 ^a	540.1 ^a	177.8 ^a

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5% probability level.

نتیجه‌گیری کلی

پوست میوه می‌گردد که در کنترل ترکیب میوه و در نتیجه بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه مؤثر هستند.

نتایج کلی نشان داد کم‌ترین میزان ترکیب میوه انار در تیمار ۶۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر عنصر روی مشاهده شد. محلول پاشی با اسید جیبرلیک و سولفات روی باعث افزایش میزان اسید آسکوربیک، وزن تر پوست، غلظت عناصر روی، کلسیم و پتاسیم پوست میوه، افزایش مواد جامد محلول، کاهش آفتاب سوختگی و ضخامت

سپاسگزاری

هزینه‌های این پژوهش از اعتبارات پژوهشی دانشگاه ایلام تامین شده است، که نگارندگان بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را اعلام می‌دارند.

REFERENCES

- Ahmed, F. F., Mohamed, M. M., Abou El-Khashab, A. M. A. & Aeed, S. H. A. (2014). Controlling fruit splitting and improving productivity of manfaloty pomegranate trees by using salicylic acid and some nutrients. *World Rural Observations*, 6, 87-93.
- Altieri, M. A. & Nicholls, C. I. (2003). Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Research*, 72, 203-211.
- Babazadeh Darjazi, B. (2013). Comparison of vitamin C in mandarin (*Citrus blanco*.) cultivars. *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 1, 82-93. (in Farsi).
- Cakmak, I. (2005). The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168, 521-530.
- Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadia, J. & Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 210, 1-8.
- Davarynejad, G. H., Azizi, M. & Akheratee, M. (2009). Effect of foliar nutrition on quality, quantity and of alternate bearing of pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of Horticultural Sciences*, 23, 1-10. (in Farsi).
- Ehteshami, S., Sarikhani, H., Ershadi, A. & Amiri Parian, J. (2015). Effect of bagging on fruit quality and reducing of sunburn in pomegranate cv. Rabab Neiriz. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45, 353-360. (in Farsi).
- Ehteshami, S., Sarikhani, H., Ershadi, A. & Amiri Parian, J. (2015). Effect of bagging on fruit quality and reducing of sunburn in pomegranate cv. Rabab Neiriz. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45, 353-360. (in Farsi).
- El-Khawaga, A. S. (2007). Reduction in fruit cracking in manfaloty pomegranate following a foliar application with paclobutrazol and zinc sulphate. *Journal of Applied Sciences Research*, 3, 837-840.
- El-Khawaga, A.S. (2007). Reduction in fruit cracking in manfaloty pomegranate following a foliar application with paclobutrazol and zinc sulphate. *Journal of Applied Sciences Research*, 3, 837-840.
- El-Mahdy, T. K., Mohamed, A. K. & Mohamed, N. I. (2010). Effect of flower thinning and spraying with gibberellic acid and ethephon on yield and fruit quality of manfaloty pomegranate cultivar. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 40, 69-91.
- El-Rhman, I. (2010). Physiological studies on cracking phenomena of pomegranates. *Journal of Applied Sciences Research*, 6, 696-703.
- Ergun, M. (2012). Postharvest quality of 'Galaxy' apple fruit in response to kaolin-based particle film application. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14, 599-607.
- Garcia-Luis, A., Duarte, A. M. M., Kanduser, M. & Guardiola, J. L. (2001). The anatomy of the fruit in relation to the propensity of citrus species to split. *Scientia Horticulturae*, 87, 33-52.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Byers, R. E. & Feldhake, C. (1999). Hydrophobic particle films: a new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92, 759-771.
- Hamouda, H. A., Elham, Z. A. M. & Nagwa, G. (2015). Nutritional status and improving fruit quality by potassium, magnesium and manganese foliar application in pomegranate shrubs. *International Journal of ChemTech Research*, 8, 858-867.
- Hegazi, A., Samra, N. R., El-Baz, E. E. T., Khalil, B. M. & Gawish, M. S. (2014). Improving fruit quality of manfaloty and wonderfull pomegranates by using bagging and some spray. *Journal Plant Production*, 5, 779-792.

18. Hepaksoy, S., Aksoy, U., Can, H. Z. & Ui, M. A. (2000). Determination of relationship between fruit cracking and some physiological responses, leaf characteristics and nutritional status of some pomegranate varieties. *Serie A. Seminaires Méditerranéens*, 42, 87-92.
19. Khadivi-Khub, A. (2015). Physiological and genetic factors influencing fruit cracking. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37, 1-14.
20. Khalil, H. A. & Aly, H. S. (2013). Cracking and fruit quality of pomegranate (*Punica granatum L.*) as affected by pre-harvest sprays of some growth regulators and mineral nutrients. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5, 71-76.
21. Khattab, M. M., Shaban, A. E., El-Shrief, A. H. & El-Deen Mohamed, A. S. (2011). Growth and productivity of pomegranate trees under different irrigation levels. II: fruit quality. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 3, 259-264.
22. Khehra, S. & Bal, J. S. (2014). Influence of foliar sprays on fruit cracking in lemon. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4, 124-128.
23. Lal, S., Ahmed, N. & Mir, J. I. (2011). Effect of different chemicals on fruit cracking in pomegranate under karewa condition of Kashmir Valley. *Indian Journal of Plant Physiology*, 16, 326-330.
24. Meighani, H., Ghasemnezhad, M. & Bakhshi, D. (2015). Effect of kaolin on the sunburn damage and qualitative characteristics of pomegranate fruit cv. Malas-e-Torsh-e-Saveh. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47, 491-499. (in Farsi).
25. Melgarejo, P., Martinez, J. J., Hernández, F. C. A., Martinez-Font, R., Barrows, P. & Erez, A. (2004). Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 100, 349-353.
26. Mirdehghan, S. H. & Rahemi, M. (2007). Seasonal changes of mineral nutrients and phenolics in pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit. *Scientia Horticulturae*, 111, 120-127.
27. Mohamed, A. K. A. (2004). Effect of gibberellic acid (GA₃) and benzyl adenine (BA) on splitting and quality of Manfalouty pomegranate fruits. *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 35, 11-21.
28. Olyai Torshiz, A., Goldansaz, S.H., Motesharezadeh, B., Asgari Sarcheshmeh, M.A. & Zarei, A. (2017). Effect of organic and biological fertilizers on pomegranate trees: yield, cracking, sunburning and infestation to pomegranate fruit moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Crop Protection*, 6(3), 327-340.
29. Ozturk, B., Bektas, E., Aglar, E., Karakaya, O. & Gun, S. (2018). Cracking and quality attributes of jujube fruits as affected by covering and pre-harvest Parka and GA₃ treatments. *Scientia Horticulturae*, 240, 65-71.
30. Palitha, W. J, Magdalena, M. & Rogers, J. (2010). The effect of maturity, sunburn and application of sunscreen on the internal and external qualities of pomegranate fruit grown in Australia. *Scientia Horticulture*, 124, 57-61.
31. Ranjbar, H., Hassanpour Asil, M., Asgari Sarcheshmeh, M. A., Sameeizadeh, Lahiji H. A. & Bani Asadi, A. (2007). The effects of calcium chloride, hot water treatment and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate (Cv: Malas-Saveh). *Iranian Journal of Food Science and Technology* 4(2), 1-10. (in Farsi).
32. Rouhi, V. & Esmaeilzadeh, A. (2013). Effect of gibberellin concentrations and spraying time on cracking of pomegranate fruit (*Punica granatum L.*) cv. "Malas Esfahan". *Journal of Horticultural Sciences*, 27, 310-317. (in Farsi).
33. Rouhi, V., Nikbakht, A. & Houshmand, S. (2015). Effect of sodium chloride concentrations and its foliar application time on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruit (*Punica granatum L.*) CV. "Malas Saveh". *Journal of Horticultural Sciences*, 29, 158-167. (in Farsi).
34. Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi, R., Ghorbani, H. Hadian, J. (2007). A review on medicinal characteristics of pomegranate (*Punica granatum L.*). *Journal of Medicinal Plants*, 6, 13-24. (in Farsi).
35. Sekse, L., Bjerke, K. L. & Vangdal, E. (2005). Fruit cracking in sweet cherries-An integrated approach. *In IV International Cherry Symposium*, 667, 471-474.
36. Shahid, S.A., Abdelfattah, M.A., Wilson, M.A., Kelley, J.A. & Chiaretti, J.V. (2014). *United Arab Emirates keys to soil taxonomy*. Dordrecht: Springer Netherlands.
37. Sharma, S. B. & Dhillon, B. S. (1986). Endogenous level of gibberellins in relation to fruit cracking in litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). *Journal Research Punjab Agricultural University*, 23, 432-434.
38. Sheikh, M. K. & Manjula, N. (2009). Effect of split application of N and K on growth and fruiting in Ganesh pomegranate (*Punica granatum L.*). *Asian Journal of Horticulture*, 4, 91-94.
39. Sheikh, M. K. & Manjula, N. (2012). Effect of chemicals on control of fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum L.*) var. Ganesh. In: *II International Symposium on the Pomegranate*, 19-21 Oct, Universidad Miguel Hernández Zaragoza, Madrid, Spain, pp. 1-133.
40. Shiravand, N. (2014). *The study of relationship between pomegranate fruit cracking with physiochemical characteristics of fruit and tree*. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran. (in Farsi).

41. Yildirim, A. N. & Koyuncu, F. (2010). The effect of gibberellic acid applications on the cracking rate and fruit quality in the '0900 Ziraat' sweet cherry cultivar. *African Journal of Biotechnology*, 9, 6307-6311.
42. Yuan, Z., Fang, Y., Zhang, T., Fei, Z., Han, F., Liu, C., Liu, M., Xiao, W., Zhang, W., Zhang, M., Ju, Y., Xu, H., Dai, H., Liu, Y., Chen, Y., Wang, L., Zhou, J., Guan, D., Yan, M., Xia, Y., Huang, X., Liu, D., Wei, H. & Zhang, M. (2018). The pomegranate (*Punica granatum* L.) genome provides insights into fruit quality and ovule developmental biology. *Plant Biotechnology Journal*, 3, 1-21.
43. Zamani, Z., Sarkhosh, A., Fatahi, R. & Ebadi, A. (2007). Genetic relationships among pomegranate genotypes studied by fruit characteristics and RAPD markers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82, 11-18.
44. Zang, Y. X., Chun, I. J., Zhang, L. L., Hong, S. B., Zheng, W. W. & Xu, K. (2016). Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry. *Scientia Horticulturae*, 200, 13-18.
45. Zare, M. R., Edhami, E., Oliaei, H. R. & Ramezani, A. (2012). Effects of foliar applications of iron and zinc on yield, fruit quantitative and qualitative characteristics and mineral composition of pomegranate (*punica granatum* L.) leaf. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 2, 189-198. (in Farsi).