

## اثر محلول پاشی کلرید کلسیم و زمان مختلف محلول پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه

وحید روحی<sup>۱\*</sup> - علی نیکبخت<sup>۲</sup> - سعدالله هوشمند<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۷/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۸/۰۷

### چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی کلرید کلسیم بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه پژوهشی در سال ۱۳۹۰ در بخش جرقویه سفلی از توابع شهرستان اصفهان اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کلرید کلسیم (صفر، ۵ و ۱۰ در هزار) و زمان های مختلف محلول پاشی (۱۵، ۴۵ و ۷۵ روز قبل از برداشت) بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای اندازه گیری شده شامل درصد ترکیب میوه، درصد آفتاب سوختگی، وزن کل میوه، وزن تر دانه، وزن خشک دانه، استحکام پوست میوه، اسید کل، اسید پسته، کل مواد جامد محلول و ویتامین ث بود. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD (در سطح احتمال ۵ درصد) انجام شد. نتایج نشان دادند کاربرد کلرید کلسیم میزان ترکیب میوه انار را در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی داری کاهش داد. مراحل مختلف محلول پاشی کلرید کلسیم روی درصد ترکیب تفاوت معنی داری داشت، با نزدیک شدن به مرحله سوم و زیاد شدن غلظت کلرید کلسیم از میزان ترکیب میوه ها کاسته شد. اثر کلرید کلسیم در مراحل مختلف و غلظت های متفاوت بر روی وزن کل میوه و وزن تر دانه میوه معنی دار بود. میوه های تیمار شده با کلرید کلسیم میزان استحکام بافت میوه و مواد جامد محلول آن ها را افزایش و میزان ویتامین ث آن ها را کاهش داد. بطور کلی کلرید کلسیم باعث کاهش درصد ترکیب میوه و آفتاب سوختگی شد. غلظت بالاتر و محلول پاشی زودتر باعث افزایش فاکتورهای کمی میوه گردید و استحکام بافت پوست میوه با افزایش غلظت و محلول پاشی دیرتر افزایش یافت.

واژه های کلیدی: انار، ترکیب میوه، کلرید کلسیم، ملس ساوه

### مقدمه

کوبرها سطح بسیاری از مناطق ایران را دربر گرفته است. لذا کشت و کار گیاهان مقاوم به شرایط نامساعد محیطی از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. این موضوع از جنبه های مختلفی از جمله اقتصادی، فضای سبز و تغذیه برای ساکنین مناطق کویری حایز اهمیت می باشد. باتوجه به افزایش جمعیت کشور و افزایش مصرف سرانه و هم چنین اهمیت آن از نظر صادرات، لازم است در مورد مسائل مختلف آن تحقیقات وسیع و عمیقی صورت گیرد (۲۵). سالانه خسارات هنگفتی از ناحیه آفات، بیماری ها و عوارض فیزیولوژیک از جمله آفتاب سوختگی، ترکیب میوه، سرمازدگی به باغ های انار وارد می شود (۲۶). از مشکلات عمده تولید انار که در تمام مناطق انارکاری دنیا خصوصاً در نواحی گرم و خشک شایع است عارضه ترکیب میوه انار است. از آنجا که استان های تولید کننده انار در کشور ما در ناحیه گرم و خشک و حاشیه کویر قرار دارند لذا مطالعه ترکیب میوه کاملاً ضروری است. این عارضه نه تنها قبل از برداشت بر روی درخت بلکه طی مراحل حمل و نقل و انبارداری نیز خسارت عمده ای را به همراه

ایران به عنوان اولین و مهم ترین تولید کننده و صادر کننده انار در جهان شناخته شده است (۲۰). انار از خانواده Punicaceae که دارای یک جنس *Punica* و دو گونه به نام های *P. granatum* (گونه خوراکی) و *P. protopunica* (گونه غیر خوراکی) می باشد. انار درخت یا درختچه ای است که در اقلیم های نیمه گرمسیری و مدیترانه ای می روید. این میوه عمدتاً در مناطق حاشیه کویر که دارای تابستان های گرم و خشک، آفتاب سوزان، زمستان های نسبتاً سرد و آب و خاک نسبتاً شور دارند پرورش می یابد. مناطق مذکور برای تولید اقتصادی بسیاری از میوه های دیگر چندان مناسب نمی باشند. نواحی حاشیه ای و

۱ و ۲- استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

\*-نویسنده مسئول: (Email: v.rouhi@gmail.com)

۳- استاد گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

می‌کند. بر این اساس (۲۱) گزارش شده؛ محلول پاشی درختان انار با بوراکس (borax) و هیدروکسید کلسیم پس از تشکیل میوه و محلول پاشی درختان گیلاس با کلرید کلسیم (۳۵/۰-۱۰ درصد)، باعث کاهش درصد ترکیبگی میوه‌های این درختان می‌شود. با توجه به این که ترکیبگی یکی عوامل کاهش دهنده کیفیت میوه انار محسوب می‌شود و سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی را منجر می‌گردد، این تحقیق به منظور بررسی امکان استفاده از کلرید کلسیم در کاهش ترکیبگی و افزایش خصوصیات کمی و کیفی میوه انار اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰ و در در بخش جرقویه سفلی از توابع شهرستان اصفهان با طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی نسبت به خط گرینویچ و بلندی از آب‌های آزاد ۱۵۶۵ متر انجام شد. فاکتورها شامل کلرید کلسیم (صفر، ۵ و ۱۰ در هزار) و زمان‌های مختلف محلول-پاشی (۱۵، ۴۵ و ۷۵ روز قبل از برداشت) بودند. محلول پاشی کلرید کلسیم در سه زمان پانزدهم ماه‌های مرداد، شهریور و مهر سال ۹۰ به فاصله ۱۵ روز قبل از برداشت و با غلظت‌های مذکور (صفر و ۵ و ۱۰ در هزار) انجام گردید و درختان شاهد (غلظت صفر) با آب معمولی که برای ساخت محلول‌های دیگر بکار برده شده، محلول پاشی شدند. تیمارها روی درختان ۷ ساله که در ابعاد ۲ متر در ۴ متر و در خاک لومی شنی حاوی ۰/۱۴ درصد مواد آلی، ۰/۱ درصد ازت، ۱۳/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر، ۲۸۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم و  $\text{pH}=7/8$  کشت شده بودند اعمال گردید. با توجه به این که درختان انار در سه مرحله تولید گل می‌نمایند، تمام محلول پاشی‌ها روی میوه‌های انتخابی مرحله اول روی یک سوم میانی تاج درختچه صورت گرفت، جهت جلوگیری از تداخل گل‌های مراحل مختلف، گل‌های جدیدی که بعد از مرحله اول روی درخت تولید گردید، حذف شدند.

میوه‌ها در تاریخ ۳۰ مهر ۱۳۹۰، از درخت برداشت شدند. پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل و درصد ترکیبگی میوه، وزن کل میوه، وزن تر و خشک دانه، استحکام پوست ویتامین ث (۲۵) اندازه‌گیری گردید. همچنین استحکام و سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومتر (Penetrometer) یا فشارسنج دستی (مدل: FT327، کمپانی GFCECI و ساخت ایتالیا)، با دقت ۰/۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. به این صورت که دستگاه فشارسنج دستی را با فشار وارد پوست میوه کرده و عدد نشان داده شده، توسط دستگاه یادداشت شد. این عدد، بیان‌گر میزان استحکام و سفتی بافت میوه می‌باشد. مواد جامد محلول کل به وسیله دستگاه رفراکتومتر (مدل: ATAGO PAL-3،

دارد. یکی از علل ترکیبگی میوه فشار ناشی از بافت‌های داخلی و عدم انعطاف پذیری کافی پوست میوه بیان شده است (آبیاری پس از یک دوره خشکی). البته عواملی مانند رقم، مرحله رشد میوه و رطوبت خاک و محیط بر ترکیبگی میوه تاثیر بسزایی دارند. میوه‌های ترکیبده مستعد پوسیدگی می‌شوند، قابلیت انبارداری خود را از دست داده و در نتیجه ارزش اقتصادی خود را از دست خواهند داد (۵ و ۱۱). برای کاهش ترکیبگی و زیان اقتصادی ناشی از آن مطالعاتی صورت گرفته است. کاربرد چندین ماده شیمیایی از جمله جیبرلین و عناصر غذایی مثل بر، کلسیم و سولفات روی پیشنهاد شده است (۸ و ۹).

انار از جمله درختان میوه مهم بومی ایران محسوب می‌شود. کشور ما از نظر تولید این میوه مقام اول را در جهان به خود اختصاص داده است (۲۸). ترکیبگی انار یکی از عوارض فیزیولوژیکی است که باغداران با آن روبرو هستند. بر اساس گزارش‌ها در حدود ۷/۵ تا ۳۹ درصد میوه تولید شده در اصفهان دچار ترکیبگی می‌شوند (۲). تضعیف تدریجی اپیدرم، تشکیل توده‌های سلول‌های اسکلرانشیمی و حفره‌های هوا در بافت زمینه، انعطاف پذیری پوست را کاهش داده و سبب مستعد شدن پوست برای ترکیبگی می‌شود. محقق نامبرده در تحقیقی دیگر گزارش نمود انار رقم آک قرمز با حداکثر وزن دانه دارای کم‌ترین ترکیبگی بوده است (۲۶). طبق تحقیقات در استان یزد انار آبان ماهی حساس‌ترین رقم به ترکیبگی و ملس دانه سیاه، گبری دانه سیاه و شهوار دانه قرمز در گروه ارقام مقاوم قرار دارند (۲۶). گزارش شده که کمبود کلسیم و بر در میوه‌های سیب، گیلاس، آلو و گوجه فرنگی باعث ترکیبگی میوه‌های آن‌ها می‌شود (۸، ۱۲ و ۱۳). همچنین در تحقیقی مشاهده شده که استفاده از محلول پاشی کلسیم در میوه‌های هلو باعث افزایش سایز میوه‌ها و افزایش کیفیت میوه‌های هلو می‌گردد (۱۴). در تحقیقاتی دیگر بر روی گوجه فرنگی، استفاده از محلول پاشی کلسیم باعث کاهش ترکیبگی میوه شده است (۲۳). محلول پاشی کلسیم بر روی میوه‌های گیلاس قبل از برداشت باعث کاهش ترکیبگی آن‌ها می‌شود (۲۴). کلسیم به دلیل به تاخیر انداختن پیری دیواره سلولی و نگهداری و ثبات غشاء، تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولسمی و حالت نیمه‌تراوایی غشای سلولی، تقسیم سلولی، نشأت یونی و افزایش سختی در غشای میانی دیواره سلولی باعث کاهش درصد ترکیبگی میوه‌ها می‌شود (۲۲). محققین (۱۵) با بررسی رابطه بین ترکیبگی میوه‌های انار و فعالیت‌های فیزیولوژیکی و مواد غذایی گیاه روی چند رقم انار (۱- حساس به ترکیبگی Koycegiz و Siyah، ۲- مقاوم به ترکیبگی Kadi و Lefon، ۳- نیمه مقاوم Cekirdeksiz و Feyiz) دریافته‌اند که میزان غلظت بالای عنصر نیتروژن و نسبت  $\text{K}/(\text{Ca}+\text{Mg})$  در ارقام حساس دیده می‌شود. بنابراین غلظت بالای نیتروژن و پتاسیم نسبت به عناصر کلسیم و روی، در میوه‌های انار، ترکیبگی را افزایش می‌دهد. زیرا وجود عناصر آمونیم و پتاسیم در خاک از جذب کلسیم جلوگیری

می‌شود. عدم رشد پوست، همراه با افزایش حجم گوشت میوه در زمان رشد سریع آن و انتقال آب و مواد غذایی به درون میوه یکی از دلایل اصلی ترکیدگی میوه‌های انار می‌باشد (۲۷). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی در مرحله رشد سریع میوه، دارای بیشترین تاثیر در کاهش ترکیدگی میوه‌ها می‌باشد. بنابراین دانستن زمان رشد سریع میوه‌ها اهمیت بسیار دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم در مرحله اول و دوم که همزمان با رشد سریع میوه است باعث کاهش ترکیدگی میوه شده است (شکل ۱). در مرحله سوم بعد از رشد سریع میوه بوده و محلول‌پاشی با کلرید کلسیم باعث افزایش استحکام پوست و کاهش رشد آن می‌شود. با سخت‌تر شدن و کاهش رشد پوست میوه تحمل پوست به فشار ناشی از رشد و جذب آب بافت‌های داخل میوه کمتر شده و میوه در این مرحله بیشتر ترک می‌خورد (۲۳).

همچنین استفاده از کلرید کلسیم با غلظت ۵ و ۱۰ در هزار نسبت به شاهد باعث کاهش ترکیدگی میوه‌ها شده است، و غلظت ۱۰ در هزار بیشتر باعث کاهش ترکیدگی میوه انار شده است. با توجه به معنادار شدن اثر متقابل زمان و غلظت متفاوت کلرید کلسیم در این تحقیق کمترین درصد ترکیدگی در مرحله دوم محلول‌پاشی و با غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد. بنابراین به نظر می‌رسد که کلرید کلسیم به دلیل نقشی که در دیواره سلولی و ساختمان سلولی دارد (۴)، باعث کاهش ترکیدگی نسبت به شاهد شده باشد.

ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، اسید کل به روش تیتراسیون و اسیدیته آب میوه با pH متر اندازه‌گیری شد (۲۸). تجزیه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و برنامه آماری MSTAT-C به روش تجزیه مرکب انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد و نمودارهای مربوطه نیز با استفاده از نرم افزار اکسل رسم گردید.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر زمان و غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (داده‌ها آورده نشده است). بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب در سومین و دومین زمان محلول‌پاشی کلرید کلسیم به دست آمد (شکل ۱). همچنین مقایسه میانگین درصد ترکیدگی میوه انار در سه غلظت کلرید کلسیم نشان داد بیشترین درصد ترکیدگی در تیمار شاهد مشاهده گردید و کمترین درصد ترکیدگی در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر کلرید کلسیم حاصل شد (شکل ۱).

اثرات متقابل زمان و غلظت محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور نشان می‌دهد کمترین درصد ترکیدگی در مرحله دوم محلول‌پاشی و با غلظت ۱۰ گرم در لیتر بدست آمد (جدول ۱). بیشترین درصد ترکیدگی میوه‌ها، در زمان رشد سریع اتفاق می‌افتد. زیرا در این زمان میوه‌ها آبدار شده و در نتیجه پوست نازک

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات میوه انار رقم ملس ساوه تحت اثر متقابل زمان محلول‌پاشی و غلظت کلرید کلسیم

Table 1- Mean comparison of fruit traits of pomegranate cv. Malase Saveh under interaction effect of spraying time and calcium chloride concentration

زمان	غلظت	ترکیدگی	وزن تر دانه	استحکام بافت	کل مواد جامد محلول	ویتامین ث
Time (day)	Concentration (g/l)	Cracking (%)	Fresh seed weight (g)	Firmness (kg/cm <sup>2</sup> )	TSS (%)	Vitamin C (mg/g)
۱	۰	a <sub>۶۶/۲</sub>	c <sub>۱۳۰/۴</sub>	cd <sub>۸/۵</sub>	b <sub>۱۲/۴</sub>	a <sub>۱۱/۵</sub>
	۵	b <sub>۴۳/۶</sub>	a <sub>۱۷۵/۸</sub>	de <sub>۸/۰</sub>	a <sub>۱۴/۵</sub>	b <sub>۹/۱</sub>
	۱۰	b <sub>۳۳/۷</sub>	b <sub>۱۵۱/۱</sub>	bc <sub>۹/۱</sub>	a <sub>۱۴/۶</sub>	c <sub>۷/۷</sub>
۲	۰	a <sub>۶۶/۴</sub>	c <sub>۱۳۸/۶</sub>	e <sub>۷/۵</sub>	b <sub>۱۲/۶</sub>	a <sub>۱۱/۶</sub>
	۵	b <sub>۳۳/۸</sub>	bc <sub>۱۴۱/۵</sub>	cde <sub>۸/۴</sub>	a <sub>۱۴/۷</sub>	b <sub>۹/۱</sub>
	۱۰	b <sub>۳۳/۱</sub>	a <sub>۱۷۲/۴</sub>	cde <sub>۸/۲</sub>	a <sub>۱۵/۴</sub>	bc <sub>۸/۵</sub>
۳	۰	a <sub>۶۶/۴</sub>	c <sub>۱۳۸/۸</sub>	ab <sub>۱۰/۱</sub>	b <sub>۱۳/۱</sub>	a <sub>۱۱/۹</sub>
	۵	a <sub>۶۲/۸</sub>	c <sub>۱۳۶/۹</sub>	ab <sub>۹/۸</sub>	a <sub>۱۴/۵</sub>	a <sub>۱۱/۷</sub>
	۱۰	a <sub>۵۸/۵</sub>	b <sub>۱۳۵/۵</sub>	a <sub>۱۰/۱</sub>	a <sub>۱۴/۳</sub>	a <sub>۱۱/۹</sub>

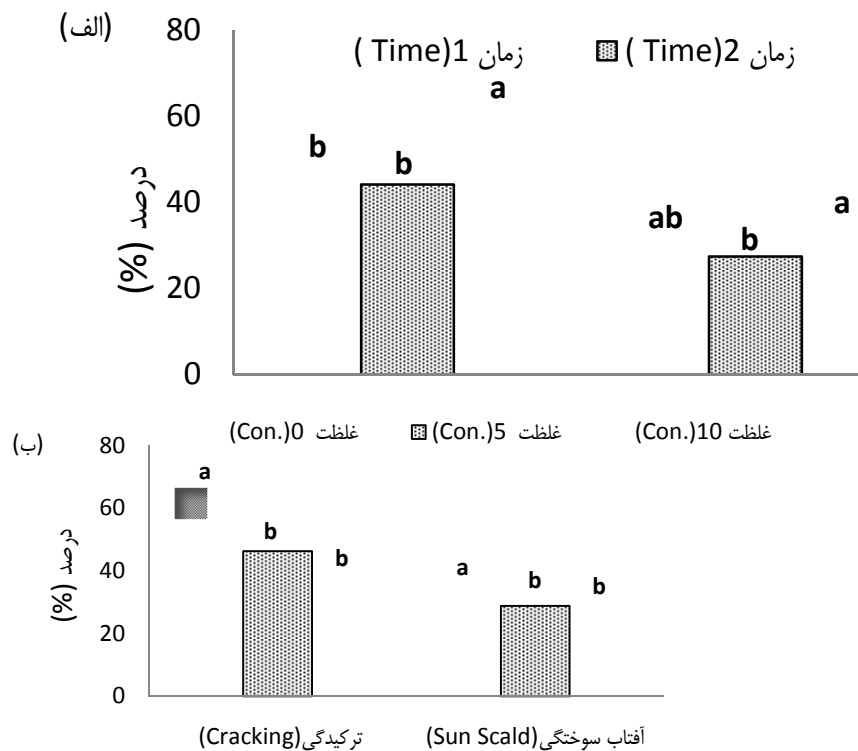
اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) نمی‌باشد.

Numbers followed by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ )

میوه رشد سریع خود را پشت سر گذاشته و مکانیزم‌هایی که باعث آفتاب سوختگی می‌شوند، قبل از این مرحله به وجود آمده‌اند، لذا آفتاب سوختگی افزایش یافته است. با افزایش غلظت کلرید کلسیم از میزان آفتاب سوختگی کاسته شده‌است، به طوری که کمترین میزان درصد آفتاب سوختگی در غلظت‌های ۵ و ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم حاصل شده‌است. هرچند بین دو غلظت مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌گردد (شکل ۱). کلسیم به سنتز و فعالیت اکسین کمک کرده و اکسین باعث رشد و نمو و توسعه شاخه و برگ‌ها و عدم ریزش برگ‌ها شده و میوه‌ها کمتر آفتاب سوخته می‌شوند (۱۰). ضمناً کلسیم از تولید اتیلن در گیاه جلوگیری می‌کند (۴). کلسیم از عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش استحکام دیواره سلولی و فعال شدن سیستم ایمنی گیاه در برابر تنش‌های محیطی از جمله آفتاب سوختگی می‌باشد (۲۵). اثرات متقابل غلظت و زمان بر درصد آفتاب سوختگی معنی‌دار نشد.

کلسیم از عناصر مهم و تأثیرگذار در افزایش استحکام دیواره سلولی و فعال شدن سیستم ایمنی در برابر تنش‌های محیطی از جمله ترکیدگی قبل از برداشت و از عوامل مهم در تعیین میزان مقاومت پوست در برابر فشارهای اعمال شده از طرف گوشت میوه می‌باشد (۶). کلسیم با جلوگیری از آنزیم پلی‌گالاکتوروناز سبب پایداری دیواره سلولی و حفظ الاستیسیته دیواره سلولی و کاهش ترکیدگی می‌شود (۱۹). فرهی آشتیانی (۱۱) بیان می‌کند کلسیم به دلیل به تاخیر انداختن پیری دیواره سلولی و نگهداری و ثبات غشاء، تنظیم بسیاری از فرآیندهای متابولسمی و حالت نیمه‌تراوایی غشای سلولی، تقسیم سلولی، نشست یونی و افزایش سختی در غشای میانی دیواره سلولی باعث کاهش درصد ترکیدگی میوه‌ها می‌شود (۲۲).

اثر مراحل محلول پاشی کلسیم بر آفتاب سوختگی معنی‌دار بود و کمترین درصد آفتاب سوختگی در دومین مرحله محلول پاشی کلسیم به دست آمد (شکل ۱) و در مرحله سوم بیشتر از دو مرحله قبلی بود. به نظر می‌رسد، به دلیل این که این مرحله به برداشت نزدیک شده،



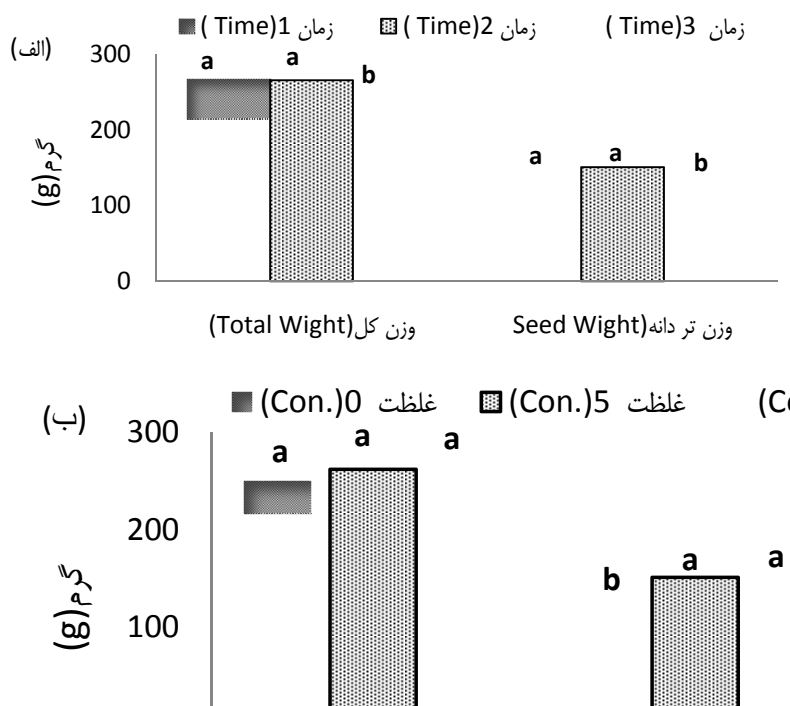
شکل ۱- اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول پاشی کلرید کلسیم بر درصد ترکیدگی و آفتاب سوختگی میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 1 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on cracking and sun scald percentage of pomegranate fruit cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

افزایشی بوده است به طوری که کمترین وزن تر دانه در تیمار شاهد و بیشترین میزان آن در غلظت ۱۰ گرم بر لیتر بدست آمد (شکل ۲). با توجه به جدول مقایسه میانگین ۱ اثر متقابل دو عامل مذکور بالاترین وزن تر دانه در مرحله اول و با غلظت ۵ گرم در لیتر بدست آمد. در تحقیقی (۱۸) محققان با محلول پاشی غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (۰/۱، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۵ درصد)، در دو زمان ریزش گلبرگ‌های سیب و بعد از تشکیل میوه مشاهده کردند کلرید کلسیم باعث افزایش وزن میوه‌های سیب رقم Anna می‌شود. نقش کلرید کلسیم در افزایش اندازه میوه شاید به دلیل انتقال کربوهیدرات‌ها از برگ به میوه و یا نقش آن در افزایش ریشه‌های موئین، تقسیم سلولی ریشه و مقاوم کردن ریشه به پوسیدگی باشد؛ که باعث افزایش جذب مواد غذایی و آب از آن می‌شود. محلول پاشی درختان انار با کلرید کلسیم در زمان تمام‌گل و یک‌ماه پس از تمام‌گل، سبب افزایش وزن کل میوه‌ها شد. محلول پاشی این درختان، در زمان تمام‌گل باعث کاهش وزن دانه و یک‌ماه پس از تمام‌گل باعث افزایش وزن دانه گردیده است (۲۱). تفاوت اثر زمان محلول پاشی و غلظت متفاوت کلرید کلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر وزن خشک پوسته معنی دار نبود.

اثر زمان مختلف محلول پاشی کلرید کلسیم بر وزن کل معنی‌دار گردید. نمودار مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان وزن کل در مرحله اول محلول پاشی به‌دست آمد و کمترین آن در سومین زمان محلول پاشی کلرید کلسیم به‌دست آمد و مرحله سوم محلول پاشی کلرید کلسیم تفاوت معناداری با مراحل اول و دوم داشته‌است (شکل ۲). به نظر می‌رسد کلرید کلسیم با نزدیک شدن به مرحله سوم باعث افزایش استحکام بافت میوه شده و در نتیجه با ممانعت از رشد و ابعاد میوه باعث عدم افزایش وزن میوه می‌گردد و ضمناً در این مرحله باتوجه به اینکه به مرحله برداشت خیلی نزدیک می‌باشد میوه حداکثر رشد و نمو خود را تا قبل از این مرحله انجام داده است و محلول پاشی در این مرحله اثر بارزی مثل مراحل اول و دوم نخواهد داشت. غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم و اثرات متقابل غلظت و زمان محلول پاشی بر وزن کل معنی‌داری نگردید.

اثر زمان و غلظت مختلف کلرید کلسیم و اثرات متقابل آن دو بر میزان وزن تر دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن تر دانه در اولین مرحله محلول پاشی و کمترین آن در مرحله سوم حاصل شد. یعنی هرچه به مرحله سوم نزدیک‌تر شده است از میزان وزن تر دانه کاسته شد. روند تغییرات وزن تر دانه با افزایش غلظت



شکل ۲ - اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول پاشی کلرید کلسیم بر وزن کل و وزن تر دانه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

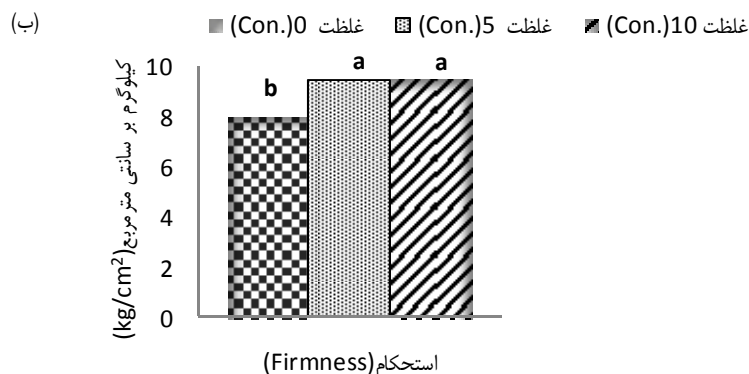
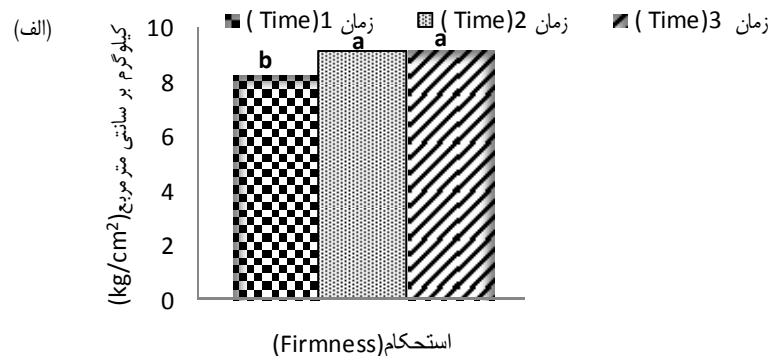
Figure 2 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on total fruit and fresh seed weight of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

کاهش تولید  $CO_2$  و  $C_2H_2$ ، جلوگیری از کاهش اسید آسکوربیک، کاهش خروج آب از سلول و در نتیجه کاهش پلاسمولیز و پیری میوه می‌دانند و بیان می‌کنند که کلسیم عامل اتصال‌دهنده بین سلولی است و به ترکیبات پکتین در تیغه میانی ثبات می‌بخشد (۲۷). در پلی‌مرهای پکتین دو زنجیره اسید گالاکترونیك از طریق پیوند کلسیم به هم متصل می‌شود. کلسیم با برقرار کردن اتصالات عرضی بین مولکولی درون قالب پلی‌مرهای پکتین مواد اولیه کم‌تر یا مقاوم‌تری را در برابر آنزیم پلی‌گالاکتروناز قرار می‌دهد (۶ و ۱۶).

اثر زمان محلول پاشی کلرید کلسیم بر میزان اسید کل معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین میزان اسید کل به ترتیب در اولین و سومین مرحله پاشی کلرید کلسیم به دست آمد (شکل ۴). در تحقیقی که روی انار رقم ملس ترش ساوه صورت گرفت، مشاهده شد اسیدیته آب میوه در ابتدای دوره رشد میوه بالا بوده، ولی به سرعت طی ۵۰ الی ۶۰ روز پس از تشکیل میوه کاهش می‌یابد و سپس با پیشرفت دوره رشد میوه و نزدیک شدن به مرحله بلوغ اسیدیته آب میوه به تدریج افزایش یافته و در انتهای دوره رشد به ۳/۴۸ می‌رسد (۳۰ و ۳۱). اثر کلرید کلسیم و اثرات متقابل دو فاکتور بر اسید کل میوه انار معنی‌دار نگردید.

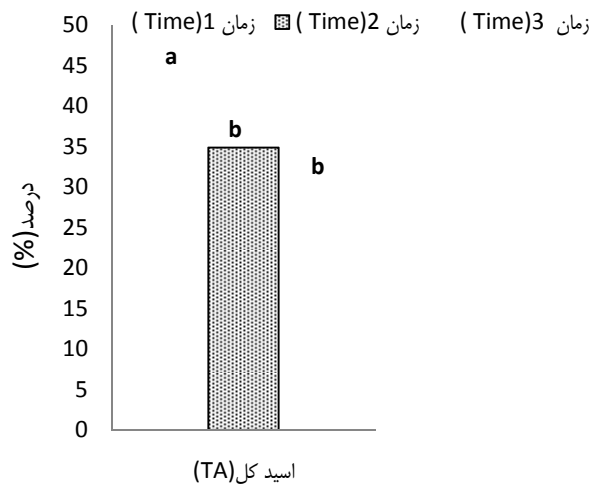
اختلاف اثر سه زمان مختلف محلول پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد به طوری که بیشترین و کمترین میزان این صفت به ترتیب در سومین و اولین زمان محلول پاشی کلرید کلسیم به دست آمد (شکل ۳).

اثر کلرید کلسیم بر استحکام بافت میوه‌ی انار در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. به طوری که بیشترین استحکام بافت در غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد (شکل ۳). اثرات متقابل زمان و غلظت محلول پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده است. با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور، بالاترین استحکام بافت در مرحله سوم محلول پاشی و با غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم به دست آمد (جدول ۱). کلسیم جزء اصلی ساختمان دیواره سلول می‌باشد و در تیغه‌ی میانی سلول نقش اساسی دارد، افزایش میزان کلسیم در سلول باعث افزایش میزان پکتات کلسیم و ضخامت دیواره سلول شده و در نتیجه استحکام بافت را افزایش می‌دهد. همچنین دلیل این امر را جلوگیری کلرید کلسیم از تبدیل پکتین نامحلول به محلول و کاهش استحکام بافت بیان کردند. علاوه بر این پژوهشگران دلیل افزایش استحکام بافت میوه توسط کلرید کلسیم را نقش کلیدی کلسیم در



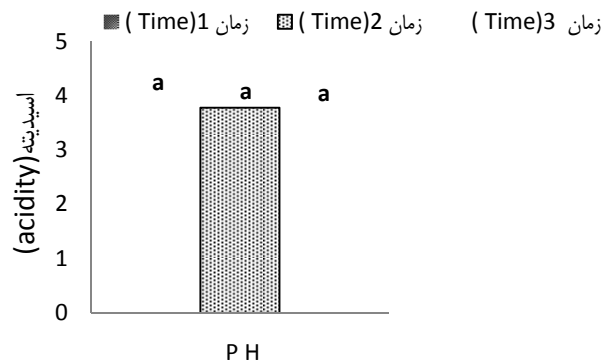
شکل ۳ - اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول پاشی کلرید کلسیم بر استحکام بافت میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 3 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit skin firmness of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر زمان محلول پاشی کلرید کلسیم بر اسید کل میوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Fig. 4. Mean comparison of effect of time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on total acid (TA) of pomegranate fruit cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

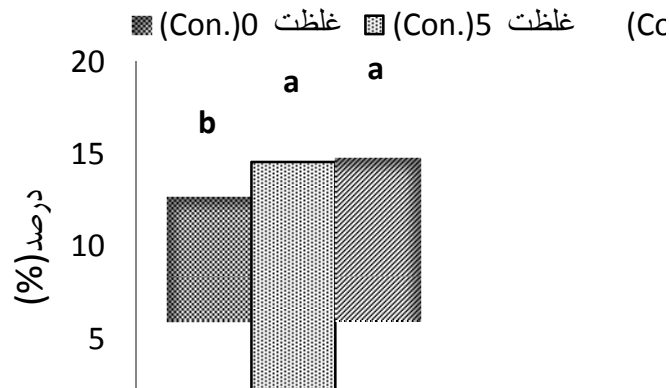


شکل ۵- اثر زمان محلول پاشی کلرید کلسیم بر pH میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 5 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit pH of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.

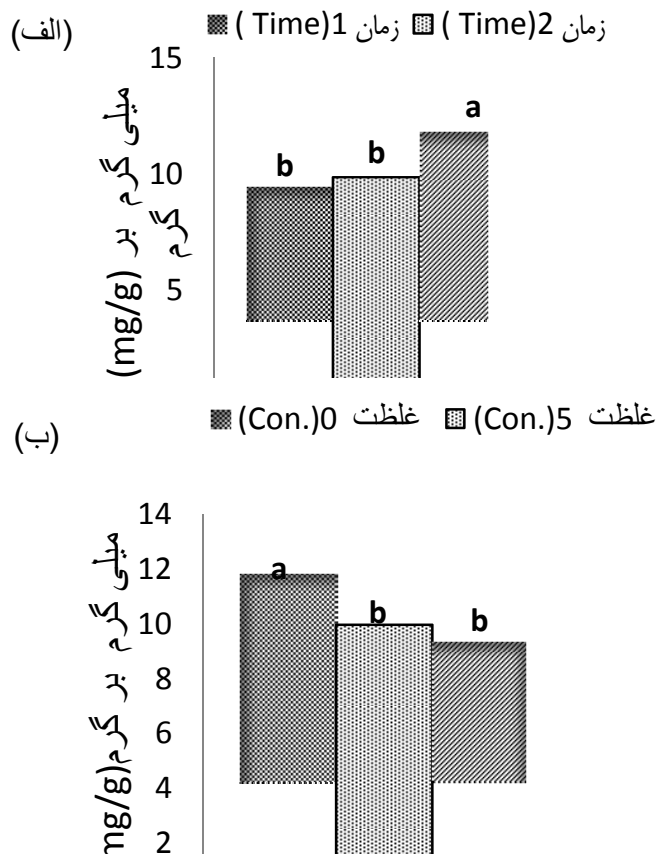
می‌اندازد (۷). لذا به نظر می‌رسد، کلسیم با به تاخیر انداختن فرایندها و مکانیزم‌هایی که در مرحله رسیدن میوه اتفاق می‌افتد، باعث جلوگیری از افزایش اسیدیته میوه می‌شود. اختلاف اثر سه غلظت مختلف کلرید کلسیم بر مواد جامد محلول میوه‌ی انار در سطح ۵ درصد نسبت به شاهد معنی دار بوده است. بیشترین مواد جامد محلول در غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرید کلسیم بدست آمد (شکل ۶). اثر زمان و اثرات متقابل دو تیمار بر میزان مواد جامد محلول در سطح احتمال ۵ درصد معنادار نبود.

اثر زمان محلول پاشی کلرید کلسیم بر میزان pH در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود. نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد تغییرات pH با نزدیک شدن به مرحله سوم روند کاهشی داشته است به طوری که بیشترین و کمترین میزان pH به ترتیب در اولین و سومین مرحله پاشش کلرید کلسیم به دست آمد (شکل ۵). اثر کلرید کلسیم و اثرات متقابل دو فاکتور بر میزان pH معنی دار نبوده است. کلسیم باعث کاهش تولید اتیلن، کاهش تنفس و در نتیجه تعویق پیری گیاه، رسیدن میوه، دوام فسفولپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه در گیاه می‌شود (۱) هم‌چنین بلوغ و رسیدن میوه را به تاخیر



شکل ۶ - اثر غلظت محلول پاشی کلرید کلسیم بر کل مواد جامد محلول (TSS) و نسبت اسید کل بر کل مواد جامد محلول (TSS/TA) میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 6 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit total soluble solid (TSS) and total acid (TA) to TSS ratio (TSS/TA) of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



شکل ۷ - اثر زمان (الف) و غلظت (ب) محلول پاشی کلرید کلسیم بر میزان ویتامین C میوه انار رقم ملس ساوه. حروف متفاوت نشان دهنده وجود تفاوت معنی دار در آزمون LSD در سطح ۵ درصد است.

Figure 7 - The effect of the time (a) and concentration (b) of calcium chloride spraying on fruit vitamin C amount of pomegranate cv. Malase Saveh. Means with different letter are significant in LSD test at 5% level.



نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت اثر زمان محلول-پاشی و غلظت متفاوت کلرید کلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان ویتامین ث در سطح ۵ درصد معنی دار شد. نمودار مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با نزدیک شدن به مرحله سوم محلول‌پاشی کلرید کلسیم بر میزان ویتامین ث افزوده شد و همچنین با محلول‌پاشی کلرید کلسیم و افزایش غلظت، تغییرات ویتامین ث روند کاهشی نسبت به شاهد داشته‌است به طوری که بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۷). با توجه به جدول مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل مذکور بالاترین میزان ویتامین ث در مرحله سوم و در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۱).

### نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی کلرید کلسیم باعث کاهش درصد ترکیب‌گی و آفتاب‌سوختگی شد و غلظت بالاتر و محلول‌پاشی زودتر باعث افزایش فاکتورهای کمی میوه گردید و استحکام بافت با افزایش غلظت و محلول‌پاشی دیرتر افزایش یافت.

رنجبر و همکاران (۲۲) با محلول‌پاشی قبل از برداشت غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (صفر، ۱ و ۲ درصد) روی میوه انار به این نتیجه دست یافتند که کلرید کلسیم پس از خروج میوه‌ها از انبار باعث کاهش اسید کل و افزایش نسبت مواد جامد محلول به اسید کل نسبت به شاهد می‌شود. در تحقیقی (۱۷) با محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم (۰/۱، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۵ درصد) در زمان ریزش گلبرگ‌های سیب و بعد از تشکیل میوه محققان دریافتند که کلرید کلسیم باعث افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسید کل (غلظت ۰/۵ درصد) میوه‌های سیب رقم Anna می‌شود. همچنین گزارش شده (۳) غوطه‌ور ساختن میوه‌های لاکووات (Loquat) در کلرید کلسیم باعث افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها می‌شود. محلول‌پاشی میوه‌های انار با پتاسیم و بر (۱/۵ و ۳ میلی‌گرم بر لیتر) باعث افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها نسبت به شاهد می‌شود. در حالی که اثر پتاسیم روی اسید کل افزایش یافته و اثر بر کاهنده می‌باشد (۲۹). محقق (۲۳) با محلول‌پاشی کلرید کلسیم با غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد در انار نشان داد که با افزایش غلظت میزان مواد جامد محلول و نسبت این مواد به اسید کل افزایش و میزان اسید کل کاهش می‌یابد.

### منابع

- 1- About J.A. and Conway W.S. 1989. Postharvest calcium chloride infiltration affects textural attributes of apples. *Journal of American Horticulture Sciences* 114:932-936.
- 2- Akhiyani A. 1988. Important pomegranate pests and diseases in Yazd and Esfahan providence. Seminar of pomegranate problem investigation in Iran. Jahad Daneshgahi publishers, Tehran University 47-62. (in Persian)
- 3- Akhtar A., Nadem A. and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of Loquat fruit during storage. *Pakistanian Journal of Botanny* 42(1):181-188.
- 4- Andris H. 2003. Preventing cherry cracking challenge for state's growers. Western Farm Press 3.
- 5- Asgari N. 1998. Pomegranate and society link. *Geographical Research*. (in Persian)
- 6- Atarzadeh M. and Mahdavinia Z. 2008. Pre-harvest fruit cracking problem in citrus. Agriculture Research, Education and Extension Organization, Agriculture Education Publisher, Karaj. (in Persian)
- 7- Basirat M., Dorodi S. and Malakooti M.J. 2001. Calcium Chloride spraying necessary and protocol applying in fruit orchard, tomato, strawberry and watermelon farm and ornamental flower. Special Paper 174, Agriculture Research, Education and Extension Organization, Agriculture Education Publisher, Karaj. (in Persian)
- 8- Brown G., Wilson S., Boucher W., Graham B. and Mcglason B. 2000. Effects of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). *Scientia Horticulturae* 62:75-80.
- 9- El-Khawaga A.S. 2007. Reduction in fruit cracking in manfaluty pomegranate following a foliar application with paclobutrazol and zinc sulphate. *Journal of Applied Sciences Research* 3(9):837-840.
- 10- Fageria M.S., Dhaka R.S. and Chaudhary N.L. 1995. Determination of maturity standards of dates. *Acta Horticulturae* 426-432.
- 11- Farahi Ashtiani S. 1994. Fruit cracking and mineral element of pomegranate skin in different cultivation condition. *Modares Technical and Engineering* 1(1): 5-13. (in Persian)
- 12- Farahi M.H., Aboutalebi A. and Panahi Kordlaghari Kh. 2008. Study on the changes of post harvest red and golden delicious apple flesh firmness in relation with rootstock, cultivar, and calcium chloride treatments. *Pajouhesh and Sazandegi* 78: 74-79. (in Persian with English abstract)
- 13- Ghrahshikh Biat R. 2005. Anatomy study of pomegranate fruit cracking in Malas Saveh cultivar. *Pajouhesh and Sazandegi Organization in Agronomy and Horticulture* 69. (in Persian)
- 14- Glenn A.S., Gregory M., Reddy N. and Poovaiah B.W. 1988. Effect of calcium on cell wall structure, protein

- phosphorylation and protein profile in senescing apples. *Plant and Cell Physiology* 29(4): 565-572.
- 15- Hepaksoy S., Aksoy U., Can. H.Z. and Uei M.A. 2000. Determination of relationship between fruit cracking and physiological responses, leaf characteristics and nutritional status of some Pomegranate varieties. *CIHEAM-Option Mediterranean* 1062: 87-92.
  - 16- Hepaksoy. S., Aksoy U. and Can H.Z. 1998. Determination of relationship between fruit cracking and some physiological responses, leaf characteristic and nutritional status of some pomegranate varieties. *CIHEAM- Options Mediterranean* 42:87-92.
  - 17- Kathryn C. and Brannen P. 2008. Effect s of foliar calcium application on peach fruit quality, shelf-life, and fruit rot. *Albion Conference on Plant Nutrition*. Utah. USA.
  - 18- Khalifa R. Kh.M., Omania M., Hafez S. and Abd-El khair H. 2009. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of anna apple trees. *World Journal of Agriculture Sciences* 5(2):237-349.
  - 19- Khoshgoftar Manesh A. 2007. *Principal of plant nutrition*. Isfahan University of Technology Publisher, First Edition, Esfahan. (in Persian)
  - 20- Mirjalili A. 2002. *Recognition of pomegranate*. Agriculture Education Publisher, Tehran.
  - 21- Ramezani A., Rahemia M. and Vazifehshenas M.R. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate Fruits. *Scientia Horticulturae* 121:171-175.
  - 22- Ranjbar H., Hassanpour Asil M., Asgari M.A., Sameeizadeh H. and Baniyadi 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.
  - 23- Rouhi V. and Esmilzde A. 2013. Effect of gibberellin concentration and spraying time on cracking of pomegranate fruit (*Punica granatum L.* CV. "Malas Esfahan"). *Journal of Horticultural Science* 27 (3): 310-317. (in Persian with English abstract)
  - 24- Sandesh K. 2010. Fruit cracking: A challenging problem of fruit industry. *Annals of botany company*. Committed to promote agriculture oxford journals. Oxford University Press 1095-8290.
  - 25- Shabani Sangtarashani A., Tabatabaei S.J. and Bolndnazar S. 2011. Effect of potassium on proline, lycopene and C vitamin concentration of cherry tomato under NaCl salinity conditions. p. 1236–1238. In *Proceedings of the 7th Iranian congress of Horticulture*, 9-11 Sep. 2011. Isfahan University of Technology, Esfahan, Iran. (in Persian with English abstract)
  - 26- Shakeri M. and Dehghani A. 2007. Comparison of 11 cultivars of Yazd province pomegranates. *Pajouhesh and Sazandegi* 77: 131-142. (in Persian with English abstract)
  - 27- Singh R.P. 1990. Influence of different cultural practice on premature fruit cracking of pomegranate. *Progressive Horticulture* 22:92-96.
  - 28- Tabatabaei Ardekani Z. 1997. Effect of soil applying of paclobutrazol and uniconazole on yield component and flower morphological of pomegranate "CV. Shahsavari and Zagh" in Yazd region. Msc. Thesis, Shiraz University, Shiraz.. (in Persian with English abstract)
  - 29- Tehranifar A. and Mahmoodi Tabar S. 2009. Foliar application of potassium and boron during pomegranate fruit development can improve fruit quality. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 50(3):191-196.
  - 30- Varasteh F. 2006. Physico-chemical seasonal changes of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit 'Malas-e-Torsh-e-Saveh' in Iran. *Acta Horticulturae* 769: 255-258.
  - 31- Varasteh F., Arzani K., Tabatabaei S.Z. and Zamani Z. 2008. Physico-chemical seasonal changes of pomegranate (*Punica granatum L.*) fruit 'Malas-e-Torsh-e-Saveh' in Iran. *Acta Horticulturae* 769:255-258.