Archive of SID

نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی/ جلد ۲۸ شماره ۱/ سال ۱۳۹۷/ صفحات ۹۳ تا ۱۰۴

اثر تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری میوه آلوی رقم قطره‌طلا

فرشته سلامی[۱] و جعفر حاجی‌لو[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱۷

[۱] دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[۲] استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

[*]نویسنده مسئول : Email: J_hajilou@tabrizu.ac.ir

چکیده

آلو از جمله میوه‌هایی است که به شکل مصارف تازه خوری و صنایع تبدیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر خصوصیات کیفی و عمرانبارمانی میوه آلوی رقم قطره طلا انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در٤ تکرار اجرا گردید. متیل جاسمونات در٥ سطح (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) به صورت اسپری روی شاخه‌های درختان اعمال شد. میوه‌ها پس از برداشت در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد و به مدت٦ هفته در سردخانه نگهداری شدند. هر هفته پارامترهای کیفی شامل سفتی، مواد جامد محلول، اسیدیته، ویتامین ث، فنل و فلاونوئید کل، آنتی‌اکسیدان کل وpH عصاره میوه مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان‌داد که متیل جاسمونات اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های کیفی و عمر انبارمانی میوه داشت. میزان pH عصاره میوه در میوه‌های تیمار شده کمتر از میوه‌های شاهد ومیزان مواد جامد محلول، سفتی، اسیدیته، ویتامین ث، فنل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتر از شاهد نشان دادند. متیل جاسمونات در غلظت ۲ میلی مولار سبب حفظ بهتر ویتامین ث، مواد جامد محلول، اسیدیته، سفتی، فنل و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با سایر غلظت‌ها گردید.

واژگان کلیدی: آلوی قطره طلا، ، قبل از برداشت، متیل جاسمونات، ویژگی‌های کیفی

مقدمه

آلو با نام علمی "*Prunus domestica*" که به دلیل داشتن اثرآنتی‌اکسیدانی قوی و همچنین دارا بودن ویتامین‌های آ و ب بسیار مورد توجه است. کشورهای چین، ایتالیا، آمریکا، رومانی، ترکیه، عربستان، شیلی، اسپانیا و ایران تولید کننده‌های اصلی این میوه هستند و ایران دارای مقام دهم تولید جهانی می‌باشد (فائو ۲۰۱۲). آلو یکی از میوه‌های مهم که به شکل مصارف تازه خوری و صنایع تبدیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در کنار ویتامین‌ها و کاروتنوئیدها، حاوی چند ترکیب غذایی مهم ازجمله فلاونوئیدها و اسیدهای فنلی می‌باشد (توماس باربران و همکاران ۲۰۱۱). این میوه به دلیل داشتن رطوبت زیاد فسادپذیر بوده ودوره پس از برداشت منجر به کاهش - کیفیت محصول می‌گردد که تغییرات فیزیولوژیکی ایجاد

www.SID.ir

Archive of SID

شده باعث تغییر در ظاهر، مزه یا بافت میوه می‌شود و فرآورده از نظر ظاهری کمتر مورد پسند مصرف کننده قرار می‌گیرد، بنابراین نیاز است تا با روش‌های مختلف، مدت انبارمانی میوه افزایش و هم ویژگی‌های کیفی محصول در طول دوره انبارمانی حفظ شود. برای حفظ کیفیت میوه‌ها و سبزیجات در طول نگهداری از ترکیبات شیمیایی مختلفی چه به صورت مواد افزودنی و چه به صورت پوشش های خوراکی استفاده می شود، که بعضا استفاده از این ترکیبات توام با علایق مصرف کننده نمی‌باشد. از طرفی با توجه به قیمت بالای محصولات ارگانیک دربازار های جهانی، روش های جایگزین غیرسمی مناسب به منظور افزایش کیفیت و عمر قفسه‌ای محصولات مورد نیاز می باشد. به دلیل تاثیر متیل جاسمونات به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی در افزایش و حفظ کیفیت محصولات باغی در زمان های قبل و پس از برداشت در چند سال اخیر توجه به خصوصی به آن معطوف شده است. (وانگ و زنگ ۲۰۰۵؛ وانگ و همکاران ۲۰۰۹؛ شیفنگ و همکاران ۲۰۰۹؛ مورنو و همکاران ۲۰۱۰؛ کارامان و همکاران ۲۰۱۲). به طوری که برخی محققان گزارش کردند کاربرد خارجی متیل جاسمونات‌درمیوه‌ها باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فلاونوئید، کیفیت میوه، تجمع آنتوسیانین و تشکیل ترکیبات فرار می‌شود (مورنو و همکاران ۲۰۱۰). متیل جاسمونات[1] مشتق شده از هورمون گیاهی اسید جاسمونیک است که به طور طبیعی در گیاه از ترکیب‌های ویژه حلقوی سیکلوپنتان تولید می‌شود و بیشترین میزان متیل جاسمونات و اسید جاسمونیک در گل‌ها و بافت‌های تازه تشکیل شده و کمترین میزان این ترکیبات در ریشه‌ها و برگ‌های بالغ گزارش شده است (میرچ و همکاران ۲۰۰٤). متیل جاسمونات نقش مهمی را در رشد و توسعه گیاه، رسیدن میوه و پاسخ به تنش‌های محیطی ایفا می‌کند (وانگ و همکاران ۲۰۰۹). متیل جاسمونات ازجمله موادی است که می‌تواند باعث تغییر در ظاهر فیزیکی (رنگ و حجم میوه)، خواص مکانیکی (استحکام) و ترکیبات بیواکتیو (مواد فنولیک و آنتی‌اکسیدان‌ها) در میوه شود (وانگ و زنگ ۲۰۰۵). در میوه‌های فرازگرا مثل آلو میزان تنفس و تولید اتیلن در موقع رسیدن میوه افزایش می‌یابد، متیل جاسمونات با افزایش فعالیت آنزیم ACC سنتاز و ACC اکسیداز بیوسنتز اتیلن را تحریک می‌کند و اثرات جاسمونات‌ها بر پیری برگ و رسیدن میوه به علت تحریک کنندگی آن در بیوسنتز اتیلن است (گنزالز آکویلار و همکاران ۲۰۰٦). هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تیمارهای قبل از برداشت متیل جاسمونات بر خصوصیات کیفی و دوره انبارمانی میوه آلوی رقم قطره طلا بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و نحوه انجام تیمارها

در تابستان۹۲، درختان آلوی رقم "قطره طلا" موجود در کلکسیون ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان وابسته به دانشگاه تبریز با متیل جاسمونات در غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار، یک هفته قبل از برداشت اسپری شدند. میوه‌ها بلافاصله پس از برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی بر اساس شاخص مهم مواد جامد محلول عصاره در جعبه‌های مخصوص میوه به آزمایشگاه بیولوژی گلدهی و فیزیولوژی رشد و نمو میوه منتقل شدند. نمونه‌ها در جعبه‌های میوه در دمای ۲ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد و به مدت ٦ هفته در سرد خانه نگهداری و طی هر هفته، نمونه‌برداری انجام و ویژگی‌های کیفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

صفات مورد ارزیابی

سفتی بافت میوه: آزمون سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه پنترومترمدل FT 011 با پروب هشت میلی-متری، بر روی سه عدد میوه در هر تکرار از دو سمت مقابل هم و بعد از برداشتن پوست میوه انجام شد. سفتی

1. $C_{13}H_{20}O_3$

www.SID.ir

Archive of SID

بافت بر اساس بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله (تا محل مشخص شده) در میوه بر حسب پوند بر سانتی متر مربع بیان شد.

pH عصاره میوه، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون[1] و مجموع مواد جامد محلول[2]: pH عصاره میوه با استفاده از pH متر دیجیتالی (HI 9811) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد (مستوفی و نجفی ۱۳۸٤). مجموع مواد جامد محلول میوه توسط دستگاه رفراکتومتر دیجیتالی (Atago Co., Model PR-1) اندازه-گیری گردید و به‌صورت درصد بیان شد.

مقدار اسید آسکوربیک میوه: جهت اندازه‌گیری میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها از روش تیتراسیون عصاره میوه با ۲ و ٦–دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد و مقدار آسکوربیک اسید برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن‌تر میوه محاسبه شد (بی‌نام ۲۰۰۰).

محتوای فنل کل: برای اندازه‌گیری فنل کل از روش فولین سیکالتو استفاده شد (مورنو ۲۰۱۰). عصاره میوه با واکنش گر فولین سیکالتو ترکیب شده و بعد از پنج دقیقه محلول بی‌کربنات سدیم اضافه شد، مخلوط حاصل به مدت دو ساعت در دمای اتاق رها شده و میزان جذب نوری آن در طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازه گیری شد. به منظور مقایسه از ترکیب فنلی گالیک اسید به عنوان استاندارد استفاده گردید. برای ارزیابی میزان ترکیبات فنلی کل عصاره‌ها، منحنی استاندارد گالیک اسید مبنا قرار گرفت و مقدار عددی ترکیبات فنلی کل به صورت معادله گالیک اسید محاسبه گردید. نتایج به صورت میلی گرم گالیک اسید در هر میلی لیتر عصاره بیان شد.

محتوای فلاونوئید کل: محتوای فلاونوئید کل با روش رنگ سنجی (کایس ۱۹۹۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. محلول (۰/۲۵ نمونه + ۷۵ میکرو لیتر سدیم نیتریت[3] 5% W/V + ۰/۱۵ میلی لیتر آلومینیوم کلراید[4](10% W/V) + ۰/۵ میلی لیتر سدیم هیدروکسید[5] یک مولار را تهیه کرده و این محلول با آب مقطر به حجم ۲/۵ میلی لیتر رسانده شد بعد از پنج دقیقه جذب محلول توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۷ نانومتر خوانده شد. برای مقایسه از منحنی استاندارد از کوئرستین در حلال متانول استفاده شد و نتایج به صورت میکرومول کوئرستین در صد میکرولیتر عصاره (µMQ/100µE) بیان شد.

فعالیت کل آنتی اکسیدانی: اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش FRAP استفاده شد (لاکمن و همکاران ۲۰۰۹). ۹۵۰ میکرولیتر محلول شامل (۲۵ میلی لیتر بافراستات، ۲/۵ میلی لیتر محلول کلرید آهن III و ۲/۵ میلی لیتر محلول TpTz) + ۵۰FRAP میکرولیتر نمونه تهیه و جذب محلول توسط اسپکتروفتومتر بعد از ۲۰ دقیقه در طول موج ۵۹۳ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه مقدار FRAP از منحنی استاندارد سولفات آهن استفاده شد.

طرح آماری مورد استفاده

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار انجام شد. فاکتور اول شامل غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات (۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) و فاکتور دوم مدت زمان انبارداری (۱، ۲، ۳، ٤، ۵، ٦ هفته) بود. داده‌ها پس از نرمال شدن با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

1. Titratable acidity (TA)
2Total Soluble Solids (TSS)
3. $NaNO_2$
4$AlCl_3$
5NaOH

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

سفتی بافت میوه

اثر تیمار و زمان انبارداری بر سفتی بافت میوه در سطح آماری۱ درصد و اثر متقابل بین آن‌ها در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). در طول دوره انبارداری از هفته اول تا ششم سفتی بافت میوه به تدریج در همه تیمارها کاهش یافت به طوری که مقایسه میانگین اثر زمان‌های مختلف انبارداری بر سفتی بافت میوه‌ها نشان داد بیشترین سفتی بافت در دو هفته اول انبارداری مشاهده شد و در هفته پایانی، میوه‌ها کمترین سفتی را دارا بودند. مقایسه میانگین اثر تیمارها بر سفتی بافت میوه‌ها نیز نشان داد که در تیمار غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات بیشترین سفتی و در تیمار شاهد کمترین سفتی مشاهده شد (جدول ۲). ترکیبات پکتینی، پلی‌ساکاریدهای ساختاری می‌باشند که مسئول سفتی بافت میوه‌ها می‌باشند و نرم شدن میوه زمانی رخ می‌دهد که اتصال این پلی‌مرهای پکتینی به دیواره سلولی در مرحله رسیدگی سست تر می‌شود (کوداچیکار و همکاران ۲۰۰۱). اثر متیل جاسمونات‌ها در افزایش سفتی گوشت میوه را می‌توان به اتصال آن‌ها به ترکیبات پکتیکی دیواره سلول نسبت داد. اتصال مذکور مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره از جمله پکتین استراز، پکتین متیل استراز و پلی گالاکتروناز شده در نتیجه نرم شدن میوه‌ها در انبار کاهش می‌یابد (فن و همکاران ۱۹۹۸). کوستا و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه تأثیر تیمار قبل از برداشت پروپیل دهیدروجاسمونات بر روی سیب فوجی و هلوی رقم "Stark Red Gold" به این نتیجه رسیدند که این تیمار باعث حفظ سفتی بافت میوه‌ها گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار با متیل جاسمونات در طول دوره انبارداری میوه آلو

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		سفتی	مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	اسید آسکوربیک	pH	فنل کل	فلاونوئید کل	آنتی‌اکسیدانی کل
بلوک	۳	۰/۱۸۶	۰/۰۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۱٤	۰/۰۰۱	۰/۰۰٦	۰/۰٦۲
تیمار	٤	۳/۱۱۳**	۱/۰۲**	۰/۲٦۱**	۱/۱۰٦**	۰/۰۲۳**	۱/۲۱۳*	۰/۲۲٦**	۱۹/۹٤۳**
زمان	٥	٦/۲۳۳**	۰/۰۷۷**	۱/۳۸۸**	۰/۳۹٦**	۰/۰٤٦**	۰/۳٤۲**	۰/۱۳٦**	۰/۲۱۳**
تیمار×زمان	۲۰	۰/۱۲*	۰/۱۲۷**	۰/۰۱**	۰/۰۲۱**	۰/۰۰٦ns	۰/۱۷٦*	۰/۰۲۸**	۰/۲۸٦*
خطا	۳۰	۰/۰۲٥	۰/۰۳٥	۰/۰۰	۰/۰۰٦	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات(درصد)		۱۳/۲۷	۸/۱۱	۹/۲۳۱	۹/۷۸۱	۱/۷۲۱	۱۰/۷۳	۷/٥۹	۱٥/۲۳۲

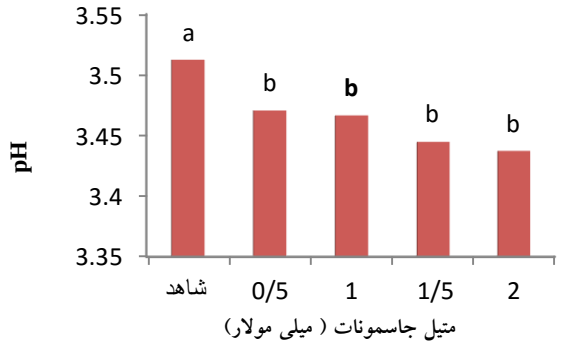
ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد

pH عصاره میوه

نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات و مدت زمان نگهداری بر میزان pH عصاره میوه در آلوی رقم قطره طلا نشان داد که اثرات ساده متیل جاسمونات و زمان انبارمانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند ولی اثرات متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین مقدار pH مربوط به میوه‌های شاهد و کمترین مقدار pH در میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات مشاهده شد و اختلافی بین غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات مشاهده نشد (شکل ۱).

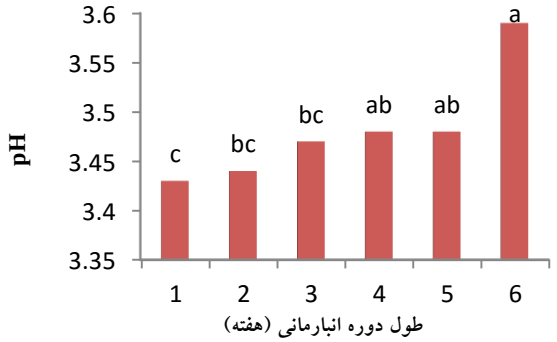
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثرغلظت‌های مختلف متیل جاسمونات بر pH عصاره میوه

(حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).



شکل ۲- اثر زمان‌های مختلف انبارداری بر pH عصاره میوه

(حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

مقایسه میانگین تأثیر زمان انبارداری بر pH عصاره میوه نشان داد که بیشترین pH در هفته ششم و کمترین pH در هفته اول انبارداری وجود داشت به طوری که مقدارpH در زمان حین برداشت میوه مشابه pH هفته اول بود (شکل ۲). افزایش pH در طول مدت انبارمانی، به واسطه شکسته شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس می‌باشد، به طوری‌که pH پایین میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات را می‌توان به نقش متیل جاسمونات در فرآیند تنفس و حفظ اسیدهای آلی بیان کرد، که نتایج مشابهی بوسیله تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر سیب رقم فوجی توسط بورهان و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده گردید.

مواد جامد محلول

اثر تیمار و زمان انبارداری بر مقدار مواد جامد محلول میوه‌ها در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). تیمار متیل جاسمونات باعث کندتر شدن روند کاهشی مواد جامد محلول در آلوی رقم قطره طلا در طول دوره انبارمانی گردید. بطوری که اختلاف معنی-داری بین غلظت‌های بالای متیل جاسمونات و شاهد مشاهده شد. متیل جاسمونات ۱/۵ و ۲ میلی مولار موثرترین و کارآمد ترین غلظت متیل جاسمونات در حفظ مواد جامد محلول در طول ٦ هفته انبارداری بود. در طول انبارداری (از هفته اول تا ششم) مواد جامد محلول به تدریج کاهش یافت به طوری که در هفته اول انبارداری بیشترین مقدار مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با ۲ میلی مولار ثبت گردیده است (جدول ۲). مواد جامد محلول به شکل مستقیم به عطر و طعم میوه آلو مربوط می‌شود. هرچه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کمتر و میزان مواد جامد محلول میوه بیشتر باشد، میوه طعم بهتر و مقبولیت بیشتری خواهد داشت و افزایش مواد جامد محلول افزایش رسیدگی میوه را نشان می‌دهد. کارامان و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسید ند که تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات بر میوه آلوی رقم Fortune در حفظ مواد جامد محلول تأثیر بیشتری گذاشت. از آنجایی که قندها و اسیدهای آلی لایه اصلی تنفسی متابولیسم هستند و نگهداری سطوح آن‌ها به وسیله متیل جاسمونات می‌تواند به دلیل کاهش تنفس میوه باشد که منجر به حفظ سطوح بالاتر محتویات آن‌ها می‌شود (شیفنگ و همکاران ۲۰۰۹). همچنین کاربرد متیل جاسمونات در دوره های قبل و پس از برداشت در تعدادی از محصولات باغبانی از جمله کیوی، تربچه و کدوی تابستانه باعث حفظ سطوح بالاتری از قندها و اسید های آلی گردید (وانگ و زنگ ۲۰۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد که اثر ساده تیمار متیل جاسمونات و زمان و همچنین اثر متقابل بین آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱). تیمار متیل جاسمونات باعث کند تر شدن روند کاهشی اسیدیته قابل تیتراسیون در آلوی رقم قطره طلا در طول انبار مانی گردید. به طوری که اختلاف معنی‌داری بین میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات و شاهد در میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار متیل جاسمونات در غلظت‌های ۱/۵ و۲ میلی مولار موثرترین و کارآمدترین تیمار در حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها بوده است. در حالی که تیمار شاهد بیشترین تغییر را در مقدار اسیدیته و باعث کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها شد. اسیدیته به طور مستقیم در ارتباط با غلظت اسید آلی غالب در میوه است که یک پارامتر مهم در نگهداری کیفیت میوه می‌باشد. اسیدهای آلی به صورت آزاد، آنیون‌ها (مالات) یا ترکیبی بصورت نمک (به عنوان مثال پتاسیم بی- تاتارات) و استر هایی نظیر ایزوپنتیل استات وجود دارند (کیجو و همکاران ۲۰۰۶). از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقادیر pH آن افزایش یابد. شیفنگ و همکاران (۲۰۰۹) به این نتیجه رسید ند که به دلیل تأثیر متیل جاسمونات در کاهش میزان تنفس است که منجر به کاهش استفاده از اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود. در نتیجه متیل جاسمونات باعث حفظ اسیدهای آلی در سطح بالاتر در مقایسه با شاهد می-گردد.

اسید آسکوربیک

اثر تیمار و زمان های مختلف انبارداری بر مقدار ویتامین ث میوه ها و همچنین برهم کنش آن‌ها در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). در بین تیمارها نیز شاخص ترین آن ها در حفظ ویتامین ث میوه‌ها متیل جاسمونات ۱ و۲ میلی مولار بوده است (جدول ۲). همچنین مقدار اسید آسکوربیک میوه‌ها در طول دوره انبارداری به تدریج کاهش یافته به طوری که بیشترین مقدار ویتامین ث در هفته اول و دوم و کمترین مقدار ویتامین ث در هفته ششم انبارداری مشاهده شد (جدول ۲).

جاسمونات‌ها از جمله موادی هستند که چشم انداز روشنی در حفظ انواع ویتامین‌ها به خصوص ویتامین ث در علم پس از برداشت محصولات دارد، برای نمونه در مطالعه‌ای که در هلو انجام شد متیل جاسمونات از سرعت تنزل این ویتامین در طول نگهداری محصول جلوگیری کرد (جین و همکاران ۲۰۰۶). همچنین در مطالعه‌ای دیگر تیمار متیل جاسمونات در مرحله پس از برداشت روی میوه پاپایا باعث ثبات ویتامین ث گردید (گنزالز و همکاران ۲۰۰۲). به‌طوری که بهبود ویژگی‌های کیفی میوه از طریق افزایش مواد جامد محلول، ویتامین ث و یا افزایش عمر انبارمانی میوه بدنبال تیمار متیل جاسمونات در آلو (جو و همکاران ۱۹۹۵)، سیب (آلتونتاس و همکاران ۲۰۱۲) و توت فرنگی (پیرز و همکاران ۱۹۹۷) گزارش شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار متیل جاسمونات و زمان انبارداری روی صفات اندازه گیری شده آلو

تیمار متیل جاسمونات (میلی مولار)	زمان	سفتی	مواد جامد محلول	اسید آسکوربیک	اسیدیته
شاهد	۱	٤/۰٥۰ cde	۱۳/۰۷٥ gh	٤/۹۱٥ hi	۰/۹۳۰ c
۰/٥	۱	٤/۳۲٥ ab	۱۳/٤۰۰ c	٤/۹۳۰ h	۱/۰۷۰ b
۱	۱	٤/٥۱۲ a	۱۳/٦۰۰ b	٥/۰۸۲ defg	۱/۰۷۰ b
۱/٥	۱	٤/٤٥۰ ab	۱۳/٦۷٥ ab	٥/۲۰۰ abcd	۱/۱٦۰ a
۲	۱	٤/٥۲٥ a	۱۳/۷۲٥ a	٥/۲٤٥ ab	۱/۱٦۳ a
شاهد	۲	٤/۰۲٥ de	۱۳/۰٥۰ h	٤/۸۰۷ ij	۰/۷٥۰ d
۰/٥	۲	٤/۳۰۰ abc	۱۳/۲۰۰ f	٥/۱۱٥ cdef	۰/۹۳۰ c
۱	۲	٤/۳۷٥ ab	۱۳/۲٥۰ def	٥/۱۷۷ abcde	۰/۹۳۰ c
۱/٥	۲	٤/٤٥۰ ab	۱۳/٦٥۰ ab	٥/۲۲٥ abc	۱/۰٦۰ b
۲	۲	٤/٥۲٥ a	۱۳/٦٥۰ ab	٥/۲۷٥ a	۱/۰۸۰ b
شاهد	۳	۳/۲۷٥ gh	۱۳/۰٥۰ h	٤/٦۰۷ k	۰/٥٤٥ e
۰/٥	۳	٤/۰۰ de	۱۳/۲٥۰ def	٥/۰۷۰ efg	۰/۷۳۳ d
۱	۳	٤/٤۰۰ ab	۱۳/۳۰۰ cde	٥/۱٤۲ bcde	۰/۷۳۳ d
۱/٥	۳	٤/۰۱۰ de	۱۳/۳٥۰ cd	٥/۱۸۰ abcde	۰/۹۳۰ c
۲	۳	٤/٤۷٥ ab	۱۳/۳٥۰ cd	٥/۱۸۷ abcde	۰/۹۳۰ c
شاهد	٤	۳/۲۷٥ gh	۱۲/۸۰۰ i	٤/٤۸۲ l	۰/٤۲۸ i
۰/٥	٤	۳/۹۷٥ a	۱۳/۲۷٥ def	٤/۹۸۰ gh	۰/٥٤۰ e
۱	٤	٤/۲۰۰ bcd	۱۳/۲۰۰ ef	٥/۰۰٥ fgh	۰/٥۱٥ f
۱/٥	٤	٤/۳۷٥ ab	۱۳/۲٥۰ def	٥/۱۲۰ cdef	۰/۷۳۰ d
۲	٤	٤/٤٥۰ ab	۱۳/۲۷٥ def	٥/۱۳۷ bcde	۰/۷۳۳ d
شاهد	٥	۲/۷۷٥ i	۱۳/۰۰ h	٤/٤۷٥ l	۰/۳۸۳ j
۰/٥	٥	۳/٥۰۰ fg	۱۳/۲۷٥ def	٤/۷۹۷ j	۰/٤۳۳ i
۱	٥	۳/٥۷٥ f	۱۳/۳۲٥ cd	٤/۸۱۲ ij	۰/٤۲۸ i
۱/٥	٥	۳/۷۷٥ ef	۱۳/۳۰۰ cde	٥/۰۱۷ fgh	۰/٥۳۳ d
۲	٥	۳/۷۰۰ f	۱۳/۳۲٥ cd	٥/۰۸٥ def	۰/٥۳۸ ef
شاهد	٦	۲/۱۰۰ j	۱۲/۷۲٥ i	٤/۳۷۰ m	۰/۳۸۰ j
۰/٥	٦	۲/۷٥۰ i	۱۳/۱۷٥ fg	٤/۷۷۰ j	۰/٤٤۳ hi
۱	٦	۳/۱۷٥ h	۱۳/۲۰۰ ef	٤/۷٥۲ j	۰/٤۳٥ i
۱/٥	٦	۳/۱۷٥ h	۱۳/۲۰۰ ef	٤/۹٤۷ h	۰/٤٦۰ gh
۲	٦	۳/٥۰۰ fg	۱۳/۲٥۰ def	٤/۹۷۰ gh	۰/٤۸۰ g

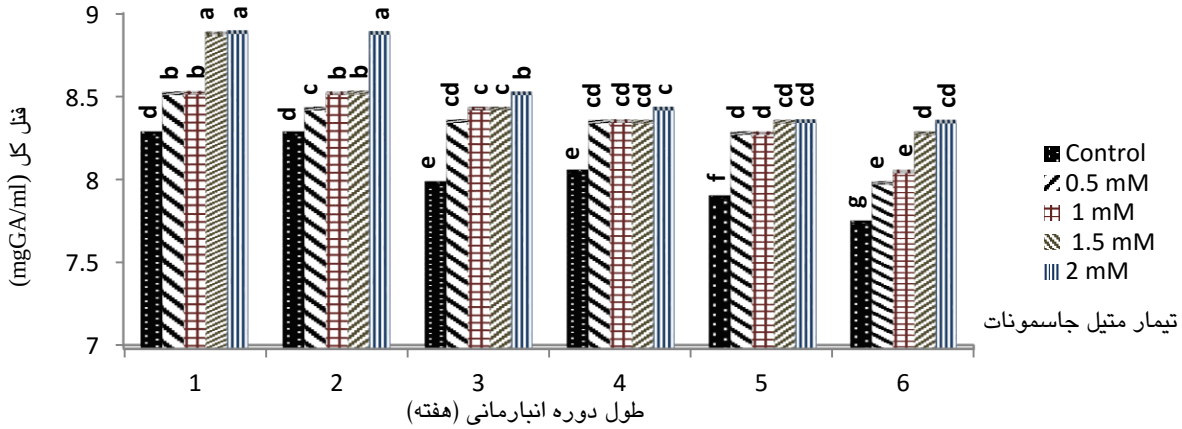
حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

فنل کل

نتایج تجزیه واریانس ویژگی مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که اثرات ساده زمان و تیمار متیل جاسمونات در سطح آماری ۱ درصد و همچنین اثر متقابل دوگانه بین زمان و تیمار در سطح ۵ درصد در تغییرات ترکیبات فنل میوه آلو معنی‌دار بودند (جدول ۱). میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات در مقایسه با میوه‌های شاهد میزان فنل کل بیشتری را در طول مدت انبارمانی نشان دادند. بالاترین میزان فنل در میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات در غلظت ۱/۵ و۲ میلی مولار در هفته اول و دوم و پایین‌ترین مقدار آن در میوه‌های شاهد در هفته ششم مشاهده گردید (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل تیمار متیل جاسمونات و زمان انبارداری در تغییرات فنل کل

(حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

کیم و همکاران (۲۰۰۳) وجود مقادیر بالایی از ترکیبات فنلی را در ارقام مختلف آلو گزارش نمودند مشتقات هیدروکسی سینامیک اسید ، نظیر کلرژنیک اسید و نئوکلرژنیک اسید به عنوان ترکیب فنلی غالب در آلو شناسایی شده اند، که متیل جاسمونات می‌تواند ژن‌ها یا پروتئین‌های دخیل در سنتز فنل‌ها را تنظیم کند. در گزارشی که توسط باسیلیوو سیسنروس (۲۰۰۹) ارائه شده است، کاربرد متیل جاسمونات مقدار ترکیبات فنلی را در برخی از گیاهان نظیر سیب زمینی، سیب قرمز، مارچوبه و لوبیا افزایش داده است. این محققین علت افزایش ترکیبات فنلی در تیمار با متیل جاسمونات را، اثر این ماده بر فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز و افزایش فعالیت این آنزیم ذکر نموده اند. این آنزیم به طور مستقیم در بیوسنتز ترکیبات فنلیکی شامل فنل‌ها، استیلبن‌ها و فلاونوئیدها شرکت می‌کند. گزارش کردند که میوه‌های تمشک تیمار شده با متیل جاسمونات به طور معنی‌داری دارای فلاونوئید بالاتری در مقایسه با میوه‌های شاهد در طول مدت انبارمانی بودند (جو و همکاران ۱۹۹۵و هیراتسکا و همکاران ۲۰۰۱).

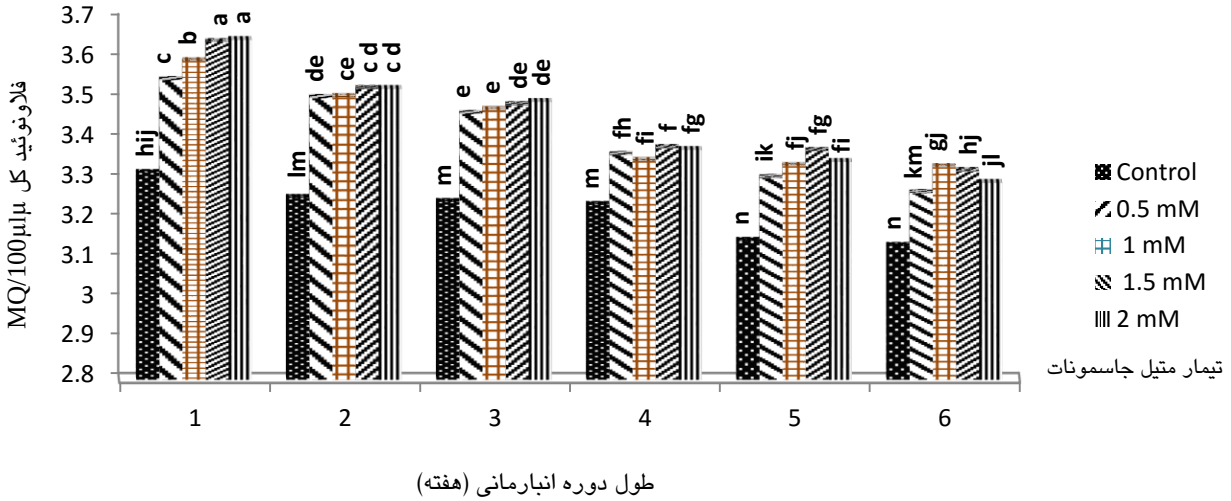
محتوای فلاونوئید کل میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده زمان و تیمار متیل جاسمونات و همچنین اثرات متقابل بین تیمار و زمان در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بودند. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل جاسمونات و زمان نشان داد که مقادیر فلاونوئید کل در میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات در طول انبارمانی به مراتب بیشتر از شاهد بود، به طوری که بیشترین‌مقدار فلاونوئید کل در هفته اول در میوه‌های تیمار شده با متیل جاسمونات در غلظت‌های ۱/۵ و۲ میلی مولار و کمترین مقدار آن در میوه‌های شاهد در

www.SID.ir

Archive of SID

هفته پنجم و ششم (بدون اختلاف معنی‌دار) مشاهده گردید. وانگ و همکاران ۲۰۰۹ گزارش کردند که میوه-های تیمار شده با متیل جاسمونات ممکن است به خاطر داشتن فعالیت بالای آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز میزان سطوح بالاتری از فلاونوئید را نشان داده باشند.



شکل ۴- اثر متقابل تیمار متیل جاسمونات و زمان انبارداری در تغییرات فلاونوئید کل بافت میوه

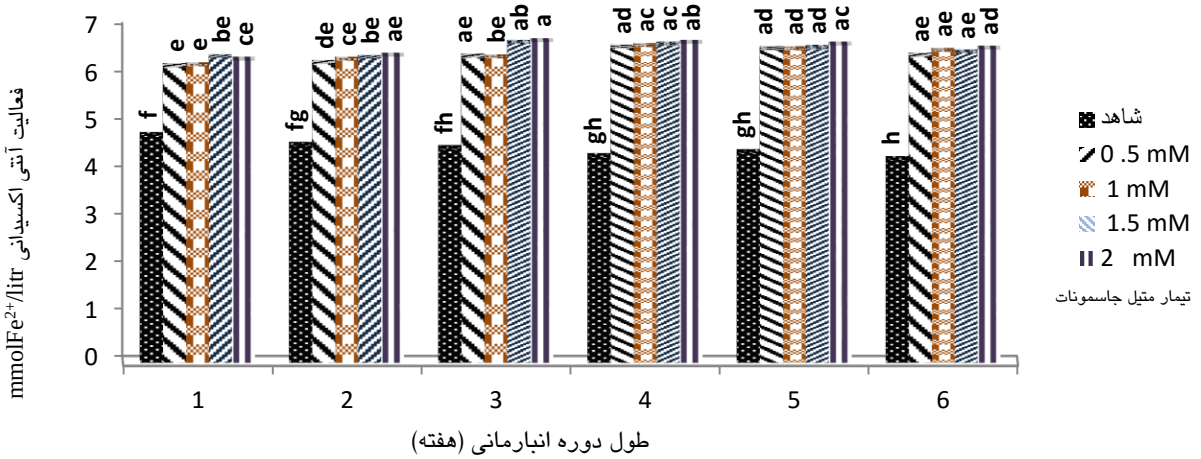
(حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

فعالیت آنتی اکسیدانی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آلوهای تیمار شده با غلظت‌های مختلف متیل جاسمونات ثبت شد. طی مدت زمان انبارمانی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های شاهد کاهش پیدا کرد ولی در میوه‌های تیمار شده با غلظت های مختلف متیل جاسمونات (بدون اختلاف معنی دار) میزان فعالیت آنتی اکسیدانی تا هفته ششم بالا بوده است. در حالت کلی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را در مقایسه با میوه‌های شاهد در انتهای مدت زمان انبارمانی نشان دادند (شکل ۵). ترکیبات فنلی انتشار وسیعی در گیاهان دارند و فعالیت بیولوژیک متنوع این ترکیبات از جمله خاصیت آنتی‌اکسیدانی، آنتی میکروبی و ضد التهاب بودن آن‌ها در بسیاری از بررسی‌ها گزارش شده است (شیفنگ و همکاران ۲۰۰۹). ترکیبات فنلی با داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی و آنتی رادیکالی می‌توانند نقش مهمی در نگهداری محصولات غذایی و حفظ سلامتی انسان ایفا نمایند، به طوری که فعالیت آنتی اکسیدانی در طول دروه انبارمانی میوه آلوی رقم Fortun توسط کارامان و همکاران (۲۰۱۲) مورد مطالعه قرار گرفت. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی میوه در هفته‌های انتهایی دوره انبارمانی افزایش یافت. نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که ترکیبات فیتوشیمیایی پلی فنلی آلوها ممکن است مقادیر قابل توجهی فعالیت آنتی اکسیدانی را نشان دهند که به نوبه خود می تواند نیازهای بهبود دهنده سلامتی مصرف کنندگان را تامین کند. بعلاوه استفاده از میوه آلو در فرآوری مواد غذایی ممکن است جایگزینی برای کاربرد آنتی اکسیدان‌های مصنوعی نظیر پروپیل – گالات و بوتیلات هیدروکسی – تولوئن باشد (یانگ و همکاران ۲۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اثر متقابل تیمار متیل جاسمونات و زمان انبارداری در تغییرات فعالیت آنتی اکسیدان

(حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد).

نتیجه گیری کلی

می‌توان نتیجه گرفت که در حفظ مواد جامد محلول، سفتی، اسیدیته، ویتامین ث، فنل و فلاونویید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تیمار قبل از برداشت متیل جاسمونات موفق تر از تیمار شاهد (آب مقطر) عمل کرد. به طوری که متیل جاسمونات ۲ میلی مولار بهترین تیمار از نظر حفظ ویژگی‌های کیفی میوه‌های آلو رقم قطره طلا نسبت به سایر غلظت‌های متیل جاسمونات شناخته شد.

منابع مورد استفاده

مستوفی ی و نجفی ف، ۱۳۸٤. روش‌های آزمایشگاهی تجزیه‌ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران.

Altuntas EB, Ozturk Y, Ozkan and Yildiz K, 2012. Physico-mechanical properties and color characteristics of apple as affected by methyl jasmonate treatments. International Journal of Food Engineering 8: 16-19.

Anonymous, 2000. Vitamins and other nutrients. Official Methods of Analysis (AOAC) (17th ed), Washington.

Anonymous, 2012. FAO Statistical Databases Agricultural. FAO.

Basilio HJ and Luism CL, 2009. The effects of exogenous ethylene and methyl jasmonate on the accumulation of phenolic antioxidants in selected whole and wounded fresh produce. Food Chemistry 115: 1500-1508.

Burhan O, Ebubekir A, Kenan Y, Yakup O and Onur S, 2013. Effect of methyl jasmonate treatments on the bioactive compounds and physicochemical quality of "Fuji" apples. Cienciae investigacion agrarian 40: 201-211.

Costa G, Costa F and Bregoli AM, 2008. Effect of exogenous application of jasmonates and 1- methyl cyclopropene for pre- and postharvest control of peach and apple fruit ripening. Proceedings of the XXVI international horticultural congress, endogenous and exogenous plant bioregulators. Acta horticulturae 774: 179-185.

Fan X, Mattheis JP and Fellman JK, 1998. Responses of apples to postharvest jasmonate tretments. American society for Horticultural Science 123: 421-425.

Gonzalez-Aguilar GA, Buta JG and Wang CY, 2002. Methyl jasmonate reduces decay maintains postharvest quality of papaya "Sunrise". Biology and technology 28: 361-370.

www.SID.ir

Archive of SID

Gonzalez-Aguilar G, Tiznado-Hernandez ME and Wang CY, 2006. Physiological and biochemical responses of horticultural products to methyl jasmonate. Biology and technology 19: 1-9.

Gonzalez-Aguilar, G., Tiznado-Hernandez, M. E. and Wang, C. Y. 2006. Physiological and biochemical responses of horticultural products to methyljasmonate. Stewart postharvest review 9: 1-9.

Hiratschke S, Onodera H, Kawai Y, Kubo T, Itoh H and Wada R, 2001. Enzyme activity changes during anthocyanin synthesis in "Olympia" grape berries. Horticultural science 90: 255-264.

Jin P, Zheng YH, Cheng CM, Gao HY, Chen WX and Chen HJ, 2006. Effect of methyl jasmonate treatment on fruit decay and quality in peaches during storage at ambient temperature. Acta horticulturae 712: 711-716.

Ju ZG, Yuan YB, Lieu CL and Xin SH, 1995. Relationships among phenylalanine ammonia–lyase activity, simple phenol concentrations and anthocyanin accumulation apple. Horticultural science 61: 215-226.

Karaman S, Ozturk B, Genc N and Celik SM, 2012. Effect of pre harvest application of methyl jasmonate on fruit quality of plum (*Prunus salicina lindell cv.* Fortune) at harvest and during cold storage. Food processing and preservation 37: 1745-4549.

Kaijv M, Sheng L and Chao C, 2006. Antioxidation of flavonoids of green rhizome. Food science 27: 110-115.

Kays SJ, 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van nostrand reinhold, New york.

Kim DO, Jeong SW and Lee CY, 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food chemistry 81: 321-326.

Kudachikar VB, Kulkarni SG, Vasantha MS, Prasad BA and Ramana KVR, 2001. Physicochemical changes during maturity of mango (*Mangifera indica*) variety "Neelum". Horticultural science and technology 38: 540-542.

Lachman J, Hamouz K, Sule M, Pives V, Hejtmankova A and Dvorak P, 2009. Cultivar differences of total anthocyanidins in red and purple-fleshed potatoes and their relation to antioxidant activity. Food chemistry 114: 836-843.

Mierch O, Weicher H, Stenzel I, Hause B, Maucher H, Feussner I, and Wasternack C, 2004**.** Constitutive over expression of allene oxide cyclase in tomato (*Lycopersicum esculentum cv*. Lukullus) elevates levels of some jasmonates and octadecanoids in flower organs but not in leaves. Plant physiology 65: 847-856.

Moreno FDLP, Blanch GP, Flores G and Ruiz del castillo ML, 2010. Impact of postharvest methyl jasmonate treatment on the volatile composition and flavonol content of strawberry. Chemical society 90: 989-994.

Perez AG, Sanz C and Olias M, 1997. Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening. Agricultural and food chemistry 45: 3733-3737.

Shifeng C, Younghua Z, Zhenfeng Y, Kaituo W and Huaijing R, 2009. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. Sci. Agricultural science 89: 2064-2070.

Singleton VL and Rossi JA, 1965. Colorimetric of total phenolics with phosphor molybdic phosphotun gestic acid reagents. Enology and viticulture 16: 144-158.

Tomas- Barberan FA, Gil MI, Cremin P, Wasterhouse AL, Hess- Pierce B and Kader AA, 2001. HPLC-analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. Agricultural and food chemistry 49: 4748-4760.

Wang K, Jin P, Cao SH, Shang H, Yang Z and Zheng Y, 2009. Methyl jasmonate reduces decay and enhances antioxidant capacity in Chinese Bayberries. Agricultural and Food Chemistry 57: 5809-5815.

Wang SY., and Zheng W, 2005**.** Pre harvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries. Science Technology 40: 187-195.

Yang. CS, Landau JM. Huang MT and Newmark HL, 2001. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. Annual review of nutrition. 21: 381- 406.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of pre-harvest application of methyl jasmonate on qualitative characteristics and storage life of plum "*Prunus domestica* cv. Golden Drop"

F Salami[1] and J Hajilou[2]

Received: November 21, 2016 Accepted: June 7, 2017

[1]Former MSc Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Professor of, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding author: Email: J_hajilou@tabrizu.ac.ir

Abstract

Plum as a fruit is used in fresh market or processed form. This research was conducted to evaluate the effect of pre-harvest application of methyl jasmonate on qualitative characteristics and shelf life of plum cv" Gold Drop". Experiment was carried out as a factorial based on randomized complete blocks design with four replications**.** Treatments were included in five levels of methyl jasmonate (0, 5.0, 1, 5.1, 2 mM) that were used as spray on selected branches of trees. After harvesting, fruits were stored at 2 °C and 95% relative humidity for 6 weeks. The qualitative characteristics including firmness, soluble solids, titratable acidity, vitamin C, total phenol- and flavonoid, total antioxidant activity and pH of fruit juice were measured every week. The results showed that methyl jasmonate had significant effects on qualitative traits and shelf life of fruits. The pH of fruit juice in treated fruits were less than control and the amount of soluble solids, firmness, titratable acidity, vitamin C, total phenol- and flavonoid and antioxidant activity in treated fruits were more than control fruits. Methyl jasmonate at 2 mM concentration were resulted in better preservation vitamin C, soluble solids, pH, firmness, phenol, flavonoid and antioxidant activity was compared to other concentrations.

Key words: Golden drop plum, Methyl Jasmonate, Pre-harvest, Qualitative traits

www.SID.ir