نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۸۹ ، ص. ۸۲-۷۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 24, No. 1, Spring-Summer 2010, P. 75-82
ISSN: 2008 - 4730

اثرات متیل جاسمونات و پرتوتابی UV-C برکیفیت وعمر پس از برداشت میوه توت فرنگی رقم سلوا

(*Fragaria ×ananassa* Duch. cv. Selva)

رقیه طالبی حبشی[1*] - علیرضا عیوضی [2]

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۶

چکیده

به منظور افزایش کیفیت و عمر انباری میوه های توت فرنگی رقم سلوا، پرتوتابی UV-C در دو زمان (۵ و ۱۵ دقیقه ای) وغوطه وری در متیل جاسمونات با سه غلظت (شاهد، ۱و ۳ میکرومول برلیتر) بکارگرفته شد. پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل Dummy Plot در قالب طرح کاملاً تصادفی در۸ تکرار انجام شد. میوه های توت فرنگی پس ازبرداشت و بعد از انجام تیمارهای مورد نظر۱۴ روز در سردخانه در دمای ۲±۲°c+ و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگهداری شدند. بلافاصله بعد از تیمار و در پایان دوره انبارداری صفات کیفی از جمله: درصد مواد جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، ویتامین C، پوسیدگی و فنل کل مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثرات متقابل پرتوتابی پنج دقیقه ای و غوطه وری در متیل جاسمونات به غلظت یک میکرومول بر لیتر باعث کاهش پوسیدگی و افزایش فنل کل در طی ۱۴ روز انبارداری گردید. از طرفی تیمار پرتوتابی UV-C به همراه غوطه وری در متیل جاسمونات اثر معنی داری بر روی TA، TSS و ویتامین C نداشت.

واژه های کلیدی: توت فرنگی، پرتوتابی، UV-C، غوطه وری، متیل جاسمونات

مقدمه

میوه ی رسیده توت فرنگی (*Fragaria ×* Duch. cv. Selva *ananassa*) شامل تقریباً ۹۰٪ آب و۱۰٪ مواد جامد محلول بوده ومحتوی ترکیبات غذایی بسیار با ارزشی است (۲). اما متاسفانه تقریباً ۴۰٪ ازمحصول دراثر فساد آسیب می‌بیند، ازاین رو جابجایی وانتقال پس ازبرداشت این میوه یک مرحله حساس به شمار می‌آید (۲۱). در بسیاری از موارد، توت فرنگی های تازه خوری ازطریق حمل ونقل هوایی یا زمین به مسافتهای بسیار دورتر انتقال داده می‌شوند، بنابراین طول عمر قفسه ای یک پارامتربحرانی به حساب می‌آید. برای حفظ کیفیت میوه توت فرنگی درطول نگهداری از ترکیبات شیمیایی مختلفی استفاده می‌شود، اما ازآنجایی که استفاده ازتیمارهای شیمیایی به خاطرسرطان زایی و خطرناک بودن در بیشتر کشورها محدود شده است، ازطرفی افزایش آگاهی مصرف کنندگان واجتناب آنها ازمصرف محصولاتی که درنگهداری آن ازموادشیمیایی استفاده شده، و باتوجه به قیمت بالای محصولات ارگانیک دربازارهای جهانی، روشهای جایگزین غیرسمی مناسبی به منظورافزایش کیفیت وعمر قفسه ای توت فرنگی نیاز است. کاربرد پس ازبرداشت اشعه UV-C دراغلب محصولات کشاورزی درعرض این چند دهه افزایش یافته است (۲۱).

اشعه UV-C به عنوان یک تنش غیر زنده برای گیاه مطرح است. هدف از استفاده ی این اشعه درعلم پس از برداشت بهره جستن ازعکس العملهایی است که گیاه در برابر این استرس از خود بروز می‌دهد. دامنه ی شدتهایی که در تحقیقات روی محصول توت فرنگی استفاده شده است بین ۰/۵ تا ۱۵ کیلو ژول بر متر مربع می‌باشد. اما بهترین و موثرترین شدت ۰/۵ کیلو ژول بر متر مربع است. اگر چه شدتهای بالا اثرات بیشتری بر روی پاتوژنهای مخرب دارند، اما باعث بسیاری از نابسامانی های فیزیولوژیکی مثل قهوه ای شدن و خشک شدن کالیکس (کاسبرگ روی میوه) می‌شوند که از نظر ظاهری و بازار پسندی یک عیب محسوب می‌گردد (۲۱).

تیمار اشعه به همراه آب گرم روی میوه توت فرنگی با شدتهای

۱و۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی و استادیار اصلاح نباتات مرکز تحقیقات و منابع طبیعی آذربایجان غربی-ارومیه
(*- نویسنده مسئول: (Email: roghabashy@gmail.com

۰/۰۱ تا ۱/۵ ژول بر سانتی متر مربع باعث کاهش رشد *Botritis cinera* شد (۱۵). یکی دیگر از موادی که در تیمار UV-C روی گوجه فرنگی شناسایی شده ریشیتین می‌باشد تجمع ریشیتین بعد از تیمار باعث کاهش رشد میکروبی میوه می‌شود اما ماندگاری ریشیتین زیاد نیست و برای انبار داریهای طولانی مدت نمی تواند موثر باشد مطابق با این تحقیق می‌توان ازآن برای حفظ محصول در طول حمل و نقل بهره جست (۷). پرتوتابی UV باعث افزایش فعالیت PAL[1] می شود؛ این آنزیم یک آنزیم کلیدی در سنتز فنلها می‌باشد (۲۴). ارکان وهمکاران درسال ۲۰۰۸ با مطالعه اثر پرتوتابی روی توت فرنگی، به این نتیجه رسیدند که اشعه UV-C باعث حفظ مواد آنتی اکسیدان، فنلهای کل در میوه می‌شود (۸). میوه های کنار(*Ziziphus mauritiana*) قرار گرفته در معرض پرتوتابی UV-C ؛ TSS (مواد جامد محلول) و نسبت قند به اسید پایین و TA (اسیدیته قابل تیتراسیون) و ویتامین C بالاتری نسبت به میوه های شاهد داشتند (۱۸).

متیل جاسمونات به صورت گسترده در نهاندانگان، بازدانگان وجلبکها به صورت یک تنظیم کننده ی رشد گیاهی، بسیاری ازعکس العمل ها را درگیاه باعث میشود (۲۰). به دلیل کاربرد این تنظیم کننده رشد گیاهی درافزایش مقاومت محصولات باغی درزمان پس ازبرداشت درچند سال اخیر توجه ویژه ای به آن شده است. ونگ و همکاران درسال ۲۰۰۵ ثابت کردند که متیل جاسمونات باعث افزایش نسخه برداری از برخی پروتئینهای استرسی درسلول می‌شود، که نهایتاً منجربه افزایش مقاومت به پوسیدگی درگوجه فرنگی می‌گردد. این تیمار روی پاپایا باعث ثبات ویتامین C گردید (۱۰). مقدار اسیدهای قابل تیتراسیون با رسیدگی محصول در ارتباط بوده و موجب طعم ترش در میوه ها و سبزیها می‌گردند با رسیدن میوه، میزان اسیدهای آلی (به استثناء لیمو) کاهش می‌یابند (۱). در تحقیقی که روی توت فرنگی رقم Allstar شده میزان اسیدهای آلی در توتهایی که با متیل جاسمونات تیمار شده بودند بالا بود، میزان بالای اسیدهای آلی برای طعم خوب توت فرنگی لازم است (۴). جاسمونات از جمله موادی است که چشم انداز روشنی در حفظ انواع ویتامینها بخصوص ویتامین C، در علم پس از برداشت محصولات دارد مثلاً در هلو از سرعت تنزل این ویتامین در طول نگهداری محصول می‌کاهد (۱۴). در برخی کشتهای سلولی متیل جاسمونات باعث سنتز ویتامین C می‌شود (۲۹). در تحقیقی که آیالا درسال ۲۰۰۵ بر روی توت فرنگی ها انجام داد بطور واضح اثر متیل جاسمونات را بر روی فنل کل میوه نشان داد در این تحقیق متیل جاسمونات باعث افزایش معنی داری در میزان فنل کل میوه شد (۴). کاربرد متیل جاسمونات در زمان پس از برداشت از پوسیدگی های قارچی *Botritis cinera* در توت فرنگی و *Penicillinum digitatum* در انگور جلوگیری می‌کند (۱۲).

متیل جاسمونات باعث سنتز برخی از پروتئین های خاص می‌شود. تیمار گوجه فرنگی و فلفل با متیل جاسمونات باعث سنتز پروتئینهای HSP[2] (پروتئین های مربوط به تنش دمای بالا)، AOX[3] (پروتئین های خنثی کننده عمل اکسیدازها)، PR- (proteins پروتئین های مربوط به پاتوژنها) می‌شود. این پروتئینها باعث افزایش مقاومت به پوسیدگی و آسیبهای سرمازدگی می‌شود (۲۷).

این آزمایش با هدف بررسی اثرات پرتوتابی UV-C و متیل جاسمونات به عنوان تیمارهای بی خطر و موثر بر کاهش درصد پوسیدگی، افزایش فاکتورهای کیفی در زمان پس از برداشت میوه توت فرنگی طراحی، واثر هر کدام از تیمارها به تنهایی و در ترکیب با یکدیگر بررسی گردید.

مواد و روش ها

جهت بررسی اثرات تیمارهای مذکور میوه ها ازگلخانه ای واقع در ۱۱ کیلومتری شهر ارومیه تهیه شد. بوته های توت فرنگی در مکانی سرپوشیده به روش گلدانی طبقاتی پرورش داده شده بودند، تغذیه با محلولهای هیدروپونیک با فرمولاسیون مشخص انجام می‌گرفت، میوه های برداشت شده اندازه های مختلفی داشتند و از تمام قسمتهای گلخانه برداشت گردیدند، برای یکنواخت شدن اندازه‌ها اقدام به عمل درجه بندی[4] شد و میوه های درجه۱ توسط جعبه‌های مخصوص حمل توت فرنگی به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی- ارومیه انتقال یافت و در آنجا تیمارهای مورد نظر بر روی توت فرنگی ها انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل Dummy Plot در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۸ تکرارانجام شد. (فاکتوریل Dummy plot طرحی است که درآن یکی از فاکتورهای بکارگرفته شده فاقد شاهد حقیقی باشد؛ دراین آزمایش پرتوتابی به مدت صفر دقیقه بی معنی است وفقط در قالب تئوری می‌گنجد و درعمل نمی توان زمان صفررا تعریف کرد). حدود ۲۴ کیلوگرم میوه توزین شد؛ و به دو گروه مساوی تقسیم شدند.

گروه اول: میوه ها به مدت ۵ و۱۵ دقیقه تحت تاثیرپرتوتابی UV-C با لامپ مخصوص جرمیسیدال[5] ۹۰سانتیمتری، ۳۰ وات با

1 - Phenylalanin Amonialyas

2 - Heat shock proteins
3 - Alternative oxides
4 - Sorting
5 - Germicidal

طول موج ۲۵۴ نانومتر وشدت پرتوتابی؛ $۱/۴۳۵ \times ۱۰^{-۴}$ w.cm $^{-2}$ که در فاصله ۲۵ سانتیمتری از میوه ها تعبیه شده بود، قرارگرفتند. به منظور یکنواختی در پرتوتابی، میوه‌ها برگردانده می‌شدند تا اینکه هر دو سمت میوه به طور یکسان تحت تابش قرار گیرند. پس از پرتوتابی هرقسمت ازمیوه ها به سه گروه تقسیم شدند و در محلول متیل جاسمونات با سه غلظت صفر (شاهد)، ۱و۳ میکرومول برلیترغوطه ورشدند.

گروه دوم: میوه هایی بودند که تیمار متیل جاسمونات در سه سطح را دریافت کردند(بدون تیمارپرتوتابی)، سپس میوه ها به مدت ۱ دقیقه درجریان هوای آزاد خشک و در ظرفهای یکبار مصرف نیم کیلویی قرار داده شدند. برای هرتیمار ۸ تکرار درنظرگرفته شد. نمونه‌ها دردمای $۲\pm۲^{\circ}c$ و رطوبت نسبی ۹۵ درصد به مدت ۱۴ روز در این شرایط نگهداری شدند. نمونه برداری دردو زمان مشخص یعنی روز اول و روز چهاردهم صورت گرفت.

فاکتورهای کیفی ازجمله مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان ویتامین C ، میزان پوسیدگی، فنل کل بعد از ۱۴ روز انبارمانی مورد ارزیابی قرارگرفت. برای اندازه گیری مواد جامد قابل حل کل، از دستگاه رفراکتومتر[1] مدل (AtagoCo.Ltd.,Tokyo, Japan) استفاده گردید. جهت تعیین درصد اسید قابل تیتر، ازروش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد؛ برای این منظورعصاره میوه با آب مقطر به حجم رسانده شد، سپس توسط بورت اتوماتیک با سود ۰/۱ نرمال pH محلول روی عدد ۸/۲ ثابت و در نهایت حجم NaOH مصرفی معادل اسید داخل عصاره قرائت گردید. میزان اسید آسکوربیک به روش یدومتریک اندازه گیری شد(۱). ارزیابی درصد پوسیدگی به روش نمره دهی براساس تعداد میوه های آلوده نسبت به میوه های سالم انجام گرفت (۵). ترکیبات فنلی در عصار میوه با معرف Folin-ciocalteu مطابق با روش اسلینکارد و سینگلتن با استاندارد اسید گالیک تعیین شد. نتایج مطابق با میلی گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه بیان شد (۲۲).

نتایج و بحث

پرتوتابی UV-C

نتایج نشان داد که تیمار پرتوتابی بر درصد ویتامین C درسطح احتمال ۵٪ معنی دار است؛ همچنین اثر این تیمار بردرصد پوسیدگی و فنل کل درسطح احتمال ۱٪ بسیار معنی دار است (جدول ۱).

جهت اثبات موثر بودن زمان در روند زوال ویتامین C دو نوع شاهد درنظر گرفته شد: ۱- میوه های شاهد قبل از انبارمانی (Befor Storage Control) و۲- میوه های شاهد بعد ازانبارمانی (After Storage Control). ازنقطه نظرآماری جهت برآورد فاصله‌ای، از فرمول نمونه های زوج شده، جهت اثبات معنی داربودن درصد ویتامین C دو نوع شاهد بهره گیری شد.

مطابق با شکل (۱) بالاترین میزان ویتامین C مربوط به میوه‌هایی است که روز اول میزان ویتامین آنها اندازه گیری شد؛ بعد از۱۴روزانبارمانی تیمارپرتوتابی ۵ دقیقه ای نسبت به شاهد A.S.C ویتامین C بالاتری داشت؛ درحالی که پرتوتابی ۱۵دقیقه ای اثرمثبتی براین روند نداشت.

در تحقیقی نتیجه گیری شده است که میکروب زدایی آب میوه‌ها با پرتوتابی UV-C نتیجه بخش بوده چرا که بدون اثرگذاری بر ویتامین ها به خصوص ویتامین C عمل پاستوریزاسیون انجام گرفت (۳). به طور کلی پرتوتابی UV-C ظرفیت آنتی اکسیدانی میوه توت فرنگی را ثابت نگه می‌دارد. ویتامین C نیز جزئی از این آنتی اکسیدانهاست بنابراین می‌توان به سادگی نتیجه گرفت که این پرتو از تنزل ویتامینC در طول انبارمانی جلوگیری خواهد کرد(۸). پروهیت و همکاران در سال ۲۰۰۳ مشاهده کردند که میوه های کنار (*Ziziphus mauritiana*) قرار گرفته در معرض پرتو UV-C برای ۶ ساعت ویتامین C بالاترین نسبت به میوه های شاهد داشتند (۱۸).

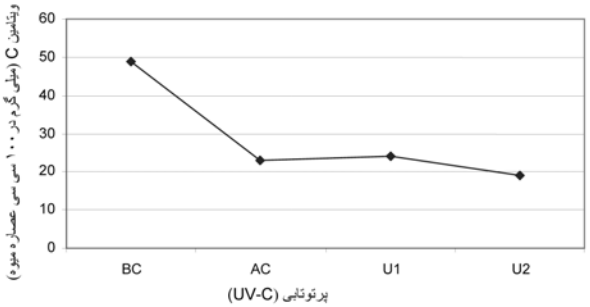
نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد که پرتوتابی UV-C اثر معنی داری بر درصد مواد جامد محلول کل واسیدیته قابل تیتراسیون ندارد. پرتوتابی ۰ تا ۴ کیلوژول بر مترمربع بر روی زغال اخته نیز اثر معنی داری بر روی TSS نداشت (۲۶). در تحقیقی مشابه ای که پن و همکاران در سال ۲۰۰۴ انجام دادند؛ پرتوتابی $۴/۶$ kj/m^2 بر روی توت فرنگی اثر معنی داری بر روی TSS نداشت. پرتوتابی UV-C برروی اسیدیته قابل تیتراسیون توت فرنگی (۱۶)، انگورهای تازه خوری (۶)، نیز اثر معنی دار نداشت.

شکل(۲) نشان میدهد تیمار پرتوتابی بر روی پوسیدگی میوه نسبت به شاهد اختلاف معنی دار دارد. بیشترین میزان پوسیدگی مربوط به شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار ۱۵ دقیقه پرتوتابی می‌باشد. تیمار پرتوتابی UV-C باعث مقاومت به پوسیدگی در میوه‌ها و سبزیها می‌شود (۷). در تحقیقی مشابه تیمارهای صفر، یک، پنج، ده دقیقه ای پرتوتابی بر میوه های توت فرنگی باعث کاهش پوسیدگی شد و بهترین کنترل پوسیدگی در ۱۰ دقیقه پرتوتابی گزارش شده است (۸). در سال ۲۰۰۰ گزارش شد که تیمارهای پنج، پانزده، سی دقیقه ای پرتوتابی UV-C باعث کاهش پوسیدگی در انگورهای تازه خوری، گردید و بهترین نتیجه با تیمار ۵ دقیقه پرتوتابی به دست آمد (۶).

دلایل متعددی برای توجیه مؤثر بودن پرتوتابی UV-C بر جلوگیری از رشد میکروبی وجود دارد. ماهیت این اشعه طوری است که اگر به DNA موجود زنده برخورد کند باعث ایجاد جهش در ژنها

1 - Refractometer

می‌شود.



شکل۱- اثرتیمارپرتوتابی UV-C برمیزان ویتامین C میوه ها قبل وبعد ازانبارمانی

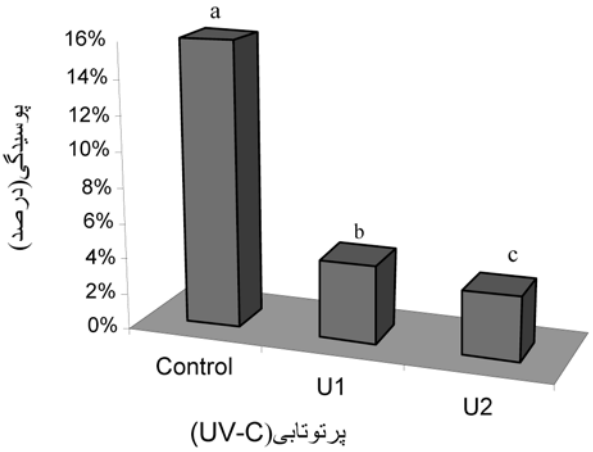
BC: Befor Storage Control (میوه های شاهد قبل ازانبارمانی)

AC : After Storage ContrOL(میوه های شاهد بعد ازانبارمانی)

U1 : پرتوتابی ۵ دقیقه ای

U2: پرتوتابی ۱۵ دقیقه ای

جهش در ژن باعث بروز بی نظمی پایدار در سلول موجود زنده می‌شود و در نهایت این بی نظمی منجر به مرگ سلول و موجود زنده خواهد شد (۲۳). پرتوتابی UV باعث تجمع یک سری از فیتوآلکسینها در بافتهای موجود زنده می‌گردد، فیتوآلکسینها موادی هستند که نقش موثری در مقاومت بافتها علیه حمله قارچها دارند (۲۱)؛ ازطرف دیگر پرتوتابی UV-C آنزیمهای دخیل در نرم شدن دیواره ی سلولی گیاهان (آنزیمهایی چون پکتین متیل استرازها، پلی گالاکترونازها و...) را غیرفعال می‌کند؛ مطابق باشکل (۳) تیمار پرتوتابی باعث افزایش فنل کل میوه می‌شود؛ یک نکته ی جالب توجه در مورد اشعه ی UV- C این است که این پرتو باعث افزایش فعالیت آنزیم PAL (فنیل آلانین آمونیالیاز) می‌شود؛ PAL یک آنزیم کلیدی درسنتز فنلها می‌باشد؛ یعنی UV باعث افزایش میزان فنل در بافتها میشود؛ فنلها از جمله مواد با ارزشی هستند که جزء متابولیتهای ثانویه گیاه محسوب شده و در هر محیطی (چه زنده و چه غیرزنده) باشند باعث کاهش رشد و فعالیت میکروارگانیسم ها خواهند شد. در سال ۱۹۹۲ گزارش شده که میزان PAL با تیمار پرتوتابی در میوه های پرتقال افزایش یافت (۵). در گریپ فروت فعالیت PAL در ۲۴ ساعت بعد از تیمار افزایش یافت. در تحقیقی مشابه اثر سه سطح پرتوتابی ۱-۵-۱۰ دقیقه ای که بر روی میزان فنل کل میوه توت فرنگی انجام شد، بالاترین میزان فنل مربوط به پرتوتابی ۵ دقیقه و بعد از آن ۱۰ دقیقه بود (۸).



شکل۲- اثرتیمارپرتوتابیUV-Cبرپوسیدگی میوه

میانگین ها با حروف غیرمتشابه با آزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی داردارند.

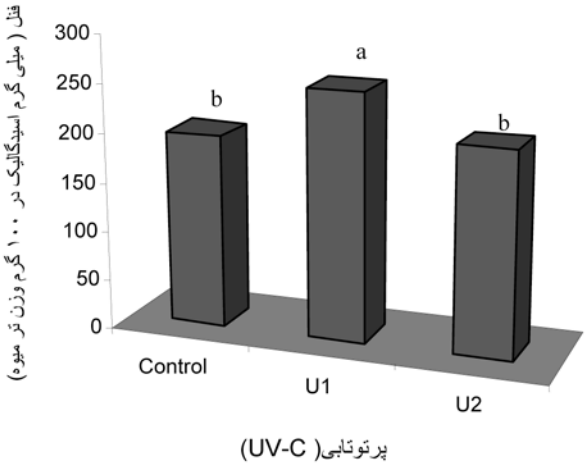
در سال ۲۰۰۷ نشان داده شد که اثر پرتوتابی بر روی زغال اخته بسته به رقم نتایج متفاوتی می‌دهد و در رقم Bluecrop باعث افزایش میزان فنل کل میوه می‌شود در حالیکه بر رقم Collins اثر معنی داری نداشت (۲۶). در تحقیقی مشابه توسط گنزالز و همکاران میزان فنل کل با پرتوتابی ۵ و ۱۰ دقیقه بر روی میوه انبه، افزایش معنی داری پیدا کرد. افزایش غلظت فنل در نتیجه پرتوتابی بر روی انگورها نیز گزارش شده است (۶).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در میوه توت فرنگی بعد از۱۴ روز نگهداری درسردخانه

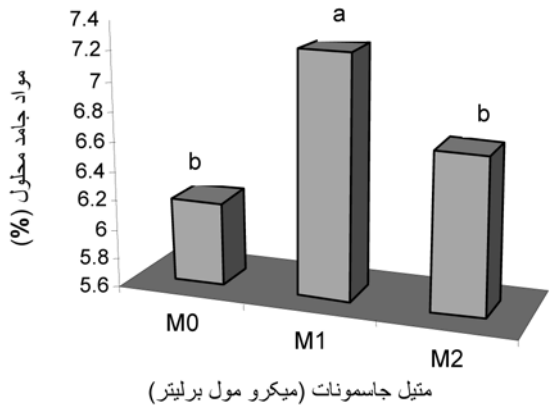
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعا ت				
		موادجامدمحلول (٪)	اسیدیته قابل تیتراسیون (٪)	ویتامین C (mg/100c.c juice)	فنل کل (mgGAE/ 100g fresh mass)	پوسیدگی (٪)
پرتوتابی UV-C	۱	۰/۱۳$^{n.s}$	۰/۰۱$^{n.s}$	۱۱۳/۳۰*	۸۵۱۰/۷۷**	۰/۷۳۷**
متیل جاسمونات	۲	۴/۵۸**	۰/۰۴۳**	۸/۲۹$^{n.s}$	۴۷۷۹/۰۳**	۰/۳۲**
پرتوتابی UV-C × متیل جاسمونات	۲	۰/۸۸$^{n.s}$	۰/۰۰۲$^{n.s}$	۸۱/۵۳$^{n.s}$	۲۳۵۷/۷**	۰/۳۴**
خطا	۴۲	۰/۵۴	۰/۰۰۱	۲۳/۷۵	۲۹۳/۳۶	۰/۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۰۳	۴/۵	۲۲/۶	۷/۴۵	۱۳/۲۰

**-درسطح ۱٪ اختلاف معنی داراست

*- درسطح ۵٪ اختلاف معنی داراست.
n.s اختلاف معنی دار نیست.



شکل ۳- اثر تیمارپرتوتابی برفنل کل میوه
میانگین ها باحروف متشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ با یکدیگرتفاوت معنی دار ندارند.



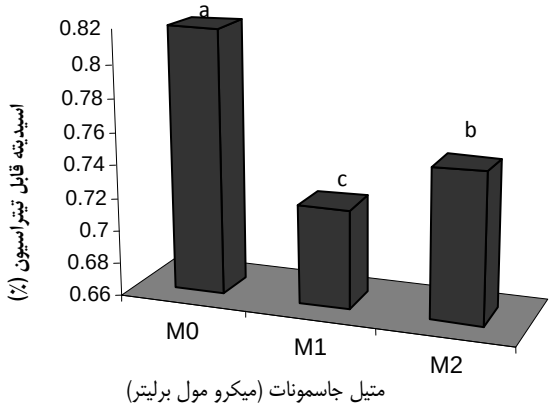
شکل٤- اثرتیمارمتیل جاسمونات برموادجامدمحلول میوه
میانگین ها باحروف غیرمتشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ با یکدیگرتفاوت معنی داردارند.

متیل جاسمونات

جدول (۱) نشان می‌دهد تیمار متیل جاسمونات بر درصد مواد جامد محلول واسیدیته قابل تیتراسیون وهمچنین درصد پوسیدگی میوه، فنل کل اثر بسیار معنی داری دارد. تیمار MJ برروند زوال ویتامین C معنی دار نبود. مطابق تحقیق پلایو و همکاران در سال ۲۰۰۳، اگر توت فرنگی هیچ تیماری دریافت نکرده باشد و به مدت ۰-۹-۱۱-۱۳ روز در سردخانه نگهداری شود، میزان مواد جامد محلول به صورت طبیعی کاهش پیدا خواهد کرد (۱۷). علت کاهش میزان TSS درطول انبارداری مربوط به میزان بالای تنفس وفرآیند پیری درمیوه می‌باشد؛ متیل جاسمونات باعث ثابت نگهداشتن میزان هیدراتهای کربن دربافت میوه می‌شود (۴).

مطابق با شکل (۴)، دراین تحقیق متیل جاسمونات اثر معنی دار بر درصد TSS دارد. البته غلظت یک میکرومول متیل جاسمونات بیشترین میزان قند را نسبت به شاهد نشان داد. نتیجه مشابه روی سیب (۱۹) به دست آمده است. همچنین گنزالز و همکاران نتیجه مشابه را با غلظتهای 10^{-4} و 10^{-5} مول متیل جاسمونات روی میوه گواوا در سال ۲۰۰۴ گرفته بودند. غلظت ۳ میکرومول متیل جاسمونات نسبت به شاهد اثر معنی داری نشان نداد. موثر بودن متیل جاسمونات در افزایش TSS میوه توت فرنگی در غلظت ۲۲/۴ mg/lit در سال ۲۰۰۵ گزارش شده است (۴). قاسم نژاد و همکاران در سال ۲۰۰۸ اثر MJ به غلظتهای ۲۴-۱۶-۸ میکرولیتر بر لیتر را بر روی TSS میوه تمشک بی اثر اعلام کردند؛ در عین حال درسال۲۰۰۷ بی‌اثر بودن متیل جاسمونات با همین غلظتها بر روی مواد جامد محلول میوه انار گزارش شده است.

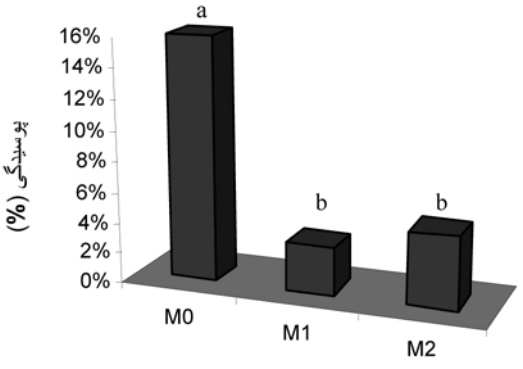
همان گونه که در شکل (۵) دیده می‌شود اثر متیل جاسمونات بر روی (TA) میوه معنی دار بود. نتیجه مشابه در تیمار MJ بر روی اسیدیته قابل تیتراسیون انار به دست آمده است؛ در این تحقیق MJ باعث کاهش TA میوه شد اما اثر آن معنی دار نبود (۳۱). با توجه به این مطلب که میزان TSS وTA خوش طعمی میوه را تعیین می‌کند؛ قضاوت درباره کمتر یا بیشتر بودن این دو فاکتور بستگی به ذائقه ی مصرف کننده دارد (۴). تیمار متیل جاسمونات بر درصد پوسیدگی میوه



شکل۵- اثرتیمارمتیل جاسمونات براسیدیته قابل تیتراسیون میوه
میانگین ها باحروف غیرمتشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی داردارند.

اثر معنی دار داشت (شکل۶). بیشترین میزان پوسیدگی مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار ۱ میکرومول بر لیتر می‌باشد. یعنی اینکه متیل جاسمونات با غلظت کم در ممانعت از

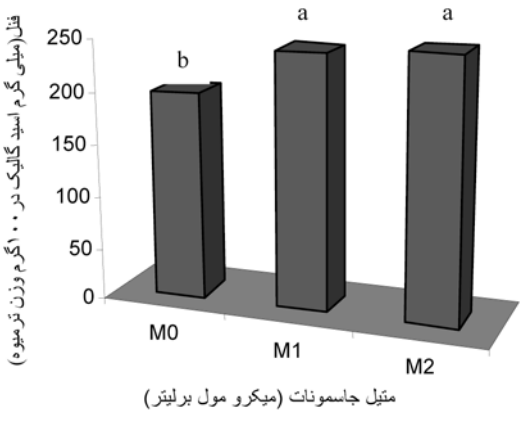
پوسیدگی کارآتر می‌باشد. نتیجه مشابه توسط بوتا و همکارانش در سال ۱۹۹۸ در غوطه وری تکه های کرفس و فلفل در غلظتهای 10^{-4} و 10^{-5} مول متیل جاسمونات گزارش شد، غلظت 10^{-5} موثرتر از غلظت 10^{-4} بود. مطالعات جین و همکاران بر اثر تیمارهای متیل جاسمونات به غلظتهای ۱- ۱۰- ۱۰۰- ۵۰۰ (میکرومول بر لیتر) بر روی هلوها نشان داد که بهترین و اقتصادی ترین غلظت برای از بین بردن رشد میکروبی ۱ میکرو مول بر لیتر می‌باشد. متیل جاسمونات میتواند سیستم های دفاعی سلول را فعال کند در واقع سلول را در برابر پاتوژنها قویتر سازد (۹)؛ همچنین متیل جاسمونات در برخی مواقع باعث تجمع پروتئینهای دفاعی گیاه علیه پاتوژنها می‌شود (۲۷). دلیل آخراینکه متیل جاسمونات باعث افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز در توت فرنگی میشود و در نتیجه سطح فنل کل میوه افزایش یافته؛ همانطور که قبلاً توضیح داده شده افزایش فنل در محیط باعث کاهش فعالیت میکروارگانیسم ها می‌شود؛ درنهایت پوسیدگی به نحو مطلوب کنترل می‌گردد (۳۰).



شکل٦- اثرتیمارمتیل جاسمونات برپوسیدگی میوه

میانگین ها باحروف غیرمتشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی دارند.

اثر تیمار متیل جاسمونات بر میزان فنل میوه های توت فرنگی بسیار معنی دار بود (شکل۷). با تیمار متیل جاسمونات تجمع مواد فنلی نیز در میوه ها افزایش یافت، متیل جاسمونات باعث افزایش فعالیت آنزیم PAL می‌شود این آنزیم یک آنزیم موثر در ساخت فنلهاست؛ البته بین تیمارهای ۱میکرومول و۳ میکرو مول تفاوت معنی داری دیده نمی شود. مطابق با این تحقیق افزایش معنی دار فنل کل میوه با اثر متیل جاسمونات به غلظت ۱ میکرومول در توت فرنگی گزارش شده است (۳۰). تیمار متیل جاسمونات به غلظت ۲۲/۴ میلی گرم در لیتر بر روی توت فرنگی باعث افزایش مواد فنلی میوه می‌شود (۴). متیل جاسمونات به غلظت های ۸-۱۶-۲۴ میکرولیتر بر لیتر باعث افزایش مواد فنلی در تمشک ها شد (۹). بر خلاف این نتایج گنزالز و همکاران در سال ۲۰۰۴ گزارش کردند متیل جاسمونات با غلظتهای 10^{-4} و 10^{-5} مول بر روی میوه گواوا اثر معنی داری بر روی فنل کل میوه نداشت (۱۳).



شکل۷- اثرتیمارمتیل جاسمونات برفنل کل میوه

میانگین ها باحروف متشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی دارندارند.

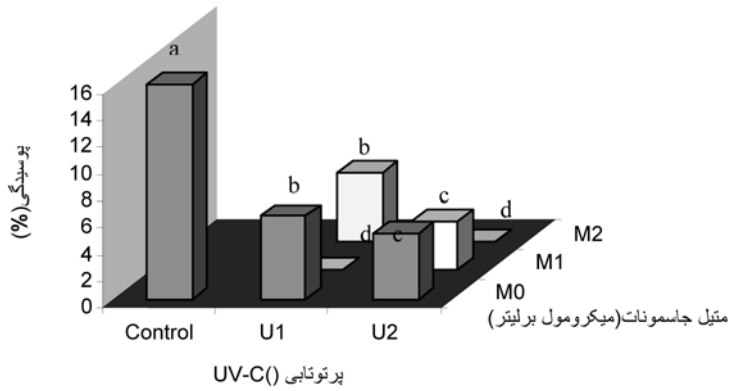
برهمکنش پرتوتابی UV-C ومتیل جاسمونات برمیوه:

جدول (۱) نشان می‌دهد که اثر متقابل پرتوتابی UV-C ومتیل جاسمونات بر درصد پوسیدگی، فنل کل میوه بسیار معنی دار است؛ این دو تیمار اثرات همسویی درکاهش درصد پوسیدگی و افزایش میزان فنل میوه ها داشتند (شکل ۸ و ۹). تیمارUV-C نقش موثری در کاهش بار میکروبی سطحی میوه ها دارد (۲۳). ازطرف دیگر متیل جاسمونات در غلظتهای بسیار کم باعث فعال شدن یکسری ازژنهای دفاعی گیاه علیه میکروارگانیسم ها میگردد (۲۷)؛ درواقع، براثر ترکیب این دو تیمار جلوی حمله و رشد میکروارگانیسم ها به نحو موثری گرفته می‌شود.

برهمکنش این دوتیمار بر میوه باعث افزایش میزان فنل کل میوه نسبت به شاهد شد؛ باید توجه داشت که هردو تیمار یعنی UV-C و متیل جاسمونات به تنهایی باعث افزایش فعالیت آنزیمPAL می‌شوند (۵ و۳۰)؛ درنتیجه این دو عامل محرک باهم به نحو موثری فعالیت آنزیمPAL را افزایش می‌دهند؛ و درنهایت محصول این آنزیم یعنی فنل کل در میوه ها بیشتر می‌گردد و پوسیدگی به نحو مطلوب کنترل می‌شود.

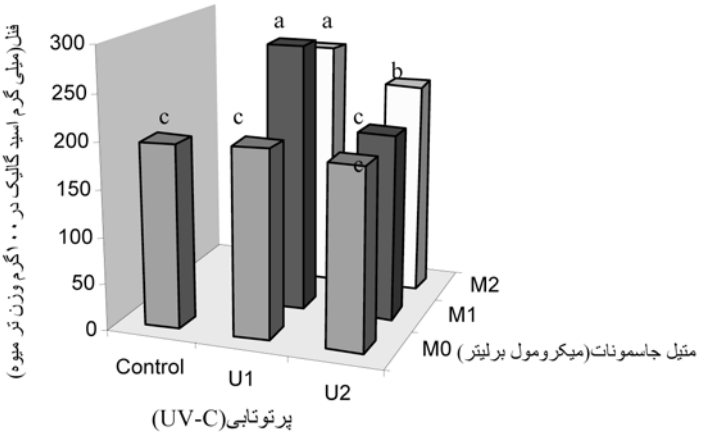
سپاسگزاری

بدین وسیله ازجناب آقای مهندس مهدی طالبی حبشی که در اجرای این پژوهش نقش مؤثری داشتند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.



شکل۸- اثرمتقابل تیمارهای پرتوتابی UV-C ومتیل جاسمونات برپوسیدگی میوه

میانگین ها باحروف غیرمتشابه باآزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی دارداند.



شکل۹- اثرمتقابل تیمارهای پرتوتابی UV-C ومتیل جاسمونات برفنل کل میوه

میانگین ها باحروف متشابه با آزمون دانکن درسطح احتمال۱٪ بایکدیگرتفاوت معنی دارندارند.

منابع

۱- جلیلی مرندی ر.۱۳۸۳.فیزیولوژی بعد از برداشت. انتشا رات جهاد دانشگاهی ارومیه.۲۷۶صفحه.

۲- منیعی ح.۱۳۸۵. توت فرنگی. تالیف: جیمزاف هانکوک.انتشارات دشت مشوش.۲۵۷ صفحه.

3- Anon. 1999. UV light provides alternative to heatpasteurisation of juices.Food Technology, 53,90.

4- Ayala-Zavala J.F., Wang S.Y., Wang C.Y. and Gonzalez-Aguilar G.A. 2005. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatments increased antioxidant capacity, aroma compounds and postharvest life of strawberry fruit.European Food Research International, 221(5):1438-1443.

5- Ben-Yehoshua S., Rodov V., Jin-Kim J., and Carmelis S. 1992. Performed and induced antifungal materials of citrus fruits in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatment.Journal of Agriculture and Food Chemistery, 40:1217-1221.

6- Cantos E., Garcia-Viguera C., Pascual-Teresa S., and Tomas-Barberan F.A. 2000. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of cv Napoeon table graps. Journal of Agriculture and Food Chemistery, 48:4606-4612.

7- Charles T.M., Mercier J., Makhlouf J., and Arul J. 2007. Physiological basis of UV-C-induced resistance to *Botrytis cinera* in tomato fruit I.Role of pre-and post-challenge accumulation of the phytoalexin-rishitin. Postharvest Biology and Technology, 47:27-40.

8- Erkan M., Wang Y.S., and Wang Y.C. 2008. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit.Postharvest Biology and Technology, 48:163-171.

9- Ghasemnezhad M., and Javaherdashti M. 2008. Effecte of Methyl jasmonate treatment on antioxidante capacity internal quality and Postharvest life of raspberry fruit. Caspian Jornal of Environmental Sciences, 6(1):73-78.

10- Gonzalez-Aguilar G., Buta J., and Wang C.Y. 2002. Methyl jasmonate reduces decay and maintains postharvest quality of papaya 'sunrise'.Postharvest Biology and Technology, 28:361-370.
11- Gonzalez-Aguilar G.A., Zavaleta-Gatica R., and Tiznado-Hernandez M.E. 2007. Improving postharvest quality of mango 'Haden' by UV-C Treatment, 45:108-116.
12- Gonzalez-Aguilar G., Tiznado-Hernandez M.E., and Wang C.Y. 2006. Physiological and biochemical responses of horticultural products to methyljasmonate.Stewart postharvest review.
13- Gonzalez-Aguilar G., Tiznado-Hernandez M.E, Zavaleta-Gaticar, and Martinez-Tellez M.A .2004. Methyl jasmonat treatment reduce chilling injury and activate the defence of guava fruits.Biochemical and biophysical research communication, 313:694-701.
14- Jin P., Zheng H.Y., Cheng M.C., Gao Y.H., Chen X.W., and Chen J.H. Effect of Methyl jasmonate treatment on fruit decay and quality in peaches during storage at ambient temperature. ISHS Acta Horticultur. 712:711-716.
15- Marquenie D., Schenk A., Nicolai B., Michiels C., Soontjens C., and Van I.J. 2002. Use of UV-C and heat treatment to reduce storage rot of strawberry.ISHS Acta Horticultur, 567:779-782.
16- Pan Jeronimo, Vicente R.A., Martinez A.G., Chaves R.A., and Civello M.P., 2004. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. 84:1831-1838.
17- Pelayo C., Ebeler S.E., and Kader A.A. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5C in air or air+20KPa co2.postharvest Biology and Technology, 27:171-183.
18- Purohit A.K., Rawat T.S. and Kumar A. 2003. Shelf life and quality of ber(*Ziziphus mauritiana lamk*) fruits cv.Umran in respons to postharvest application of ultraviolet radiation and paclobutrazol. Plant Food For Wuman Nutrition, 58:1-70.
19- Rudell D.R., Mattheis J.P., Fan X. and Fellman J.K. 2002. Methyljasmonate enhances anthocyanin accumulation and modifies production of phenolics and pigments in "fuji"Applles . Journal of the American and Horticultural Science, 3:435-441.
20- Schaller florian, Schaller Andreas, and Annick Stintzi.2005.Biosynthesis and metabolism of jasmonates.Journal of plant growth regulation, 23:179-199.
21- Shama G., and Alderson P. 2005.UVhormesis in fruit:a concept ripe for commercialization. Trends in Food Science & Technology, 16:128-136.
22- Slinkkard K., and Singleton VL. 1997. Total Phenol Analysis:Automation and comparison with Manual Methods.Am J Enol Viticult, 28:49-55.
23- Sommer R., Haider T., Cabaj A., Heidenreich E. and Kundi M. 1996. Increased inactivation of Saccharomyces cerevisiae by protection of UV irradiation. Appl. Environ. Microbiol, 62:1977-1983.
24- Stevens C., Khan V.A., Lu J.Y., Wilson C.L., Pusey P.L. and Kabwe M.K. 1998. The germicidale and hermetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches.Crop Protection, 17:75-84.
25- Tsao R., and Ting Zhou . 2000. Interaction of monoterpenoids, Methyljasmonate, and Ca in Controlling postharvest brown rot of Sweet cherry.Hortscience, 35(7):1304-1307.
26- Veazie P.P., Collins K.J., and Howard L. 2008.Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. Postharvest Biology and Technology, 47:280-285.
27- Wang C.Y., Fung R., and Ding C. 2003. Reducing chilling injury and enhancing transcript levels of heat Shock proteins, pr-proteins and alternative oxidase by methyl jasmonate and methyl salcylate in tomatoes and peppers.Meeting Abstract,V.38.P.860.
28- Wang, C.Y. 2005. Quality of tomato slices freshly cut from fruit treated with methyl jasmonate.Hortscience, 39:817-825.
29- Wolucka B.A., Goossens A. and Inze D. 2005. Methyl jasmonate stimulates the de novo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions.Journal of experimental Botany, 56:2527-2538.
30- Zhange F.S., Wang X.Q., Ma S.J., Cao N. Li, X.X., Wange Y.H., and Zheng. 2005. Effects of methyl jasmonate on postharvest decay in strawberry fruit and the possible mechanisms involved.ISHS Acta Horticulturae. 712:693-698.
31- Zolfagharinasab R., and Hadian J. 2007. Influence of Methyl Jasmonate on Inducing Chilling Tolerance in Pomegranate Fruits (Malase Save).Pakistan Journal of Biological Sciences,10(4):612-616.