

اثر آب و عصاره میوه‌های انار، انگور و کیوی بر کیفیت پس از برداشت میوه‌های گلابی

الهه اکبری^۱، مهدیه غلامی^{۲*} و سیروس قبادی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۱۲)

چکیده

میوه‌ها و سبزی‌ها مقادیر زیادی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان مختلف دارند. در این پژوهش تأثیر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی آب‌میوه و آب‌میوه‌های فراوری شده انار، انگور و کیوی، ترکیب آب‌میوه انار و انگور، ترکیب آب‌میوه انار و کیوی، ترکیب آب‌میوه انگور و کیوی و عصاره پوست انار روی کیفیت میوه‌های سالم گلابی رقم شاه‌میوه بررسی و با تیمار کیتوزان در غلظت ۱/۵ درصد و شاهد (آب مقطر) مقایسه شد. تغییر در میزان اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون، درصد کاهش وزن، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنول اکسیداز و سفتی میوه‌های سالم گلابی به مدت ۶۰ روز در سردخانه و در دمای 4 ± 2 درجه سانتی‌گراد ارزیابی شد. در میوه‌های گلابی تیمارهای ترکیب آب کیوی همراه با انار و یا انگور توانستند طی انبارداری سبب کاهش سرعت تخریب آسکوربیک اسید و میزان مواد جامد محلول کل، کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی‌فنول اکسیداز و پلی‌فنول اکسیداز نسبت به شاهد و بیشتر تیمارها و حفظ سفتی بافت میوه گلابی نسبت به شاهد شوند. نتایج این پژوهش نشان داد که آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در بافت میوه، پتانسیل لازم را برای استفاده به‌عنوان پوشش‌های آنتی‌اکسیدانی روی میوه‌های گلابی دارا هستند و باعث تأخیر در رسیدگی، زوال محصول و کاهش سرعت از بین رفتن مواد مغذی میوه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، آنتی‌اکسیدان، پراکسیداز، پلی‌فنول اکسیداز، تنش اکسیداتیو

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: mah.gholami@cc.iut.ac.ir

مقدمه

تنش اکسیداتیو یک پدیده پیچیده شیمیایی و فیزیولوژیکی است، که همراه با تنش‌های زیستی و غیر زیستی و در نتیجه‌ی تولید و تجمع گونه‌های فعال اکسیژن در گیاهان آلی ایجاد می‌شود (۸). روش‌های انبارداری و جابه‌جایی پس از برداشت نامناسب در میوه‌ها و سبزی‌های سالم، اغلب باعث القای درجه‌های مختلفی از تنش‌های اکسیداتیو می‌شود. تنش اکسیداتیو باعث تسریع در پیری، تغییر در سطوح آنتی‌اکسیدان‌های سلولی، توسعه آسیب‌های فیزیولوژیکی، کاهش اسیدهای آلی به‌ویژه آسکوربیک اسید، کاهش استحکام سلول‌ها و از هم پاشیدگی غشای سلولی و در نهایت کاهش کیفیت محصول می‌شود. تنش اکسیداتیو عامل ایجاد رنگدانه‌های قهوه‌ای حاصل از اکسیداسیون فنول‌ها، زردشدن، ایجاد حفره‌های سطحی و سوختگی سطحی در میوه‌ها است (۸).

تولید زیاد گونه‌های اکسیژن فعال از یک طرف و محدود شدن کربن مورد نیاز برای تولید انرژی از سوی دیگر زمینه‌ساز بروز پیری در اندام‌های گیاه می‌شوند. در تعدادی از میوه‌ها، رسیدن وابسته به افزایش تنفس و تولید اتیلن است و این تغییرات وابسته به افزایش در تولید گونه‌های فعال اکسیژن است (۲۱). در مرحله پیری با افزایش سرعت تنفس، سرعت مصرف اسیدهای آلی و قندها نیز افزایش می‌یابد (۱۵).

بسته‌بندی‌های ضد اکسیداسیون یکی از هدف‌های بزرگ در صنعت بسته‌بندی‌های فعال و تکنیکی امیدبخش برای طولانی کردن عمر قفسه‌ای مواد غذایی است. چرا که اکسیداسیون مواد غذایی سبب از بین رفتن ویژگی‌های کیفی غذا مانند طعم، عطر و رنگ می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از اکسیداسیون در مواد غذایی، به فیلم‌های بسته‌بندی شده آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مصنوعی اضافه می‌شود (۴۳). افزودن آنتی‌اکسیدان طبیعی آلفاتوکروپول به همراه آنتی‌اکسیدان مصنوعی بوتیلات دهیدروکسی تولوئن در فیلم پلی‌لاکتیک اسید به طور معنی داری باعث افزایش فعالیت به دام انداختن رادیکال‌های DPPH شد (۲۳).

تلاش برای کاهش ضایعات محصولات و نگهداری کیفیت میوه‌های تازه در مدت زمان نگهداری برای همه تولیدکنندگان اهمیت ویژه‌ای دارد. عطر، ظاهر میوه، سالم بودن و ارزش تغذیه‌ای بالای میوه از مهم‌ترین نشانه‌های میوه‌های تازه برای مشتریان است. برخی از شکل‌های زوال محصولات غذایی مانند از بین رفتن طعم، عطر و رنگ و کاهش مواد غذایی توسط اکسیداسیون ایجاد می‌شود. استفاده از تیمار آب یا عصاره میوه‌های با خواص آنتی‌اکسیدانی قوی در ترکیب با دمای پایین انبارداری می‌تواند به‌عنوان یک روش غیرشیمیایی مفید و غیرسمی در حفظ کیفیت میوه و گسترش عمر پس از برداشت آن محسوب شود. برای مثال زو و همکاران (۳۸) دریافتند، که استفاده از عصاره بذر انگور در مدت ۶۳ روز نگهداری میوه‌ی انگور در دمای دو درجه سانتی‌گراد باعث کاهش سرعت تنفس و تولید اتیلن، همچنین افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شد. شهید و همکاران (۲۸) نیز گزارش کردند استخراج آنتی‌اکسیدان‌های موجود در پوست و میوه انار و کاربرد آن به‌عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی می‌تواند به‌عنوان منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌ها برای پایداری سیستم‌های غذایی به‌ویژه روغن‌های گیاهی غیراشباع استفاده شود.

داشتن ویژگی‌های آنتی‌اکسیداسیونی و ضد میکروبی آنتی‌اکسیدان‌ها می‌تواند پتانسیل آنها را برای استخراج و استفاده از آنها در افزایش عمر محصولات باغبانی نشان دهد. بنابراین لزوم انجام چنین پژوهش‌های به‌منظور ارزیابی تأثیر آنتی‌اکسیدان‌ها در افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی به‌ویژه میوه‌ها، مطرح می‌شود.

مواد و روش‌ها

برای تهیه پوشش‌های خوراکی، پنج کیلوگرم از میوه‌های انار، انگور و کیوی با آب شسته شدند. سپس آب میوه‌های مورد نظر با استفاده از آب میوه‌گیری تهیه و به‌منظور خالص سازی از پارچه ملامل سه لایه عبور داده شد. از گلیسرول در غلظت

اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه و آب‌میوه‌ها

اسید آسکوربیک

۱۰۰ میلی‌گرم از بافت میوه همراه با یک میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید شش درصد همگن و سپس در دور ۱۵۶۰۰ سانتریفیوژ شد. ۲۰۰ میکرولیتر از عصاره با ۶۰۰ میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۰/۲ مولار (pH = ۷/۴)، ۲۰۰ میکرولیتر آب دیونیزه، یک میلی‌لیتر تری‌کلرواستیک اسید ۱۰ درصد، ۸۰۰ میکرولیتر ارتو فسفریک اسید ۴۲ درصد، ۸۰۰ میکرولیتر ۲-۲ بی‌پیریدیل چهار درصد و ۴۰۰ میکرولیتر کلرید آهن سه درصد ترکیب شد. سپس برای شروع واکنش، محلول نهایی به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-VIS AA ۶۳۰۰, Japan) در طول موج ۵۲۵ نانومتر اندازه‌گیری و از غلظت‌های مشخص اسکوربیک اسید برای رسم منحنی استاندارد استفاده شد (۹ و ۳۰).

اسید قابل تیتراسیون

میزان اسید غالب (مالیک اسید) در بافت میوه با استفاده از تیتراسیون ۱۰ میلی‌لیتر آب‌میوه با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به پ‌هاش ۸/۱ (AOAC۲۰۰۲) اندازه‌گیری و نتایج برحسب میلی‌گرم اسید غالب در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌میوه گزارش شد (۹ و ۲۴).

مواد جامد محلول کل

میزان مواد جامد محلول کل توسط رفرکتومتر (مدل K-0032، ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و به صورت درجه بریکس بیان شد (۹ و ۳۴).

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (مدل OSK-I-۱۰۵۷۶ و ساخت ژاپن) اندازه‌گیری شد. سر مخروطی دستگاه پس از جدا کردن پوست میوه تا عمق ۱۱ میلی‌متر در دو نقطه از بافت گلابی فشار داده شد و نیرو بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع گزارش شد (۲۴).

۰/۳ درصد (حجمی / حجمی) به‌عنوان عامل پلاستیکی کننده در پوشش خوراکی استفاده شد (۲۹).

به‌منظور تهیه عصاره از پوست انار، پس از شستشوی پوست میوه‌ها، آنها در آن با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها آسیاب و از الک با مش ۳۰ عبور داده شدند. بیست گرم از پودر خشک پوست انار، با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت همگن شدند. نمونه‌ها فیلتر شده و در دور ۳۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی در غلظت ۵:۱ استفاده شد. برای تهیه آب‌میوه فراوری شده، ۱۰۰ میلی‌لیتر از آب‌میوه توسط آب مقطر به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت همگن شد. نمونه‌ها فیلتر شده و در دور ۳۵۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی در غلظت ۵:۱ استفاده شدند. سپس از گلیسرول در غلظت ۰/۳ درصد (حجمی / حجمی) به‌عنوان عامل نرم‌کننده در پوشش خوراکی استفاده شد (۲۳). برای تهیه کیتوزان ۱/۵ درصد، ۱/۵ گرم کیتوزان در ۱۰۰ میلی‌لیتر استیک اسید یک درصد حل شد و پس از حل شدن کامل، اسیدیته آن با اضافه کردن سود یک نرمال به ۵/۲ رسانده شد (۲۰).

پس از شستشوی میوه‌های گلابی رقم شاه‌میوه و قرار گرفتن در دمای اتاق، میوه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه درون پوشش‌های خوراکی که طبق پاراگراف قبل آماده شدند غوطه‌ور شدند و میوه‌های شاهد درون آب مقطر قرار گرفتند. گلابی‌های تیمار شده روی دستمال حوله‌ای به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفتند. در هر ظرف پلی‌پروپیلن با ضخامت ۲۵ میکرومتر، سه گلابی قرار داده شد و به مدت ۶۰ روز در سردخانه و در دمای 4 ± 2 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (۷). بررسی‌های مورد نظر در زمان شروع آزمایش ۲۵، ۵۰ و ۶۰ روز پس از تیمار اندازه‌گیری شدند. برای هر زمان اندازه‌گیری سه ظرف پلی‌پروپیلن (سه تکرار) حاوی سه گلابی در نظر گرفته شده بود. به دلیل مشاهده تسریع در فرایند رسیدن فاصله زمانی اندازه‌گیری سوم در بازه ۱۰ روز در نظر گرفته شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز

۰/۵ گرم از بافت میوه در دو میلی لیتر بافر فسفات سدیم سرد ۰/۰۵ مولار (pH=7) حاوی دو درصد پلی وینیل پیرولیدین، هموزن شد. سه میلی لیتر از ترکیب واکنش حاوی ۲۵ میکرولیتر آنزیم، ۲/۷۷۵ میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۰۵ مولار (pH=7)، ۰/۱ میلی لیتر پراکسید هیدروژن ۲۵ میلی مولار (حل شده در بافر فسفات) و ۰/۱ میلی لیتر گایاکول ۲۰ میلی مولار (حل شده در بافر فسفات) بود. مقدار جذب در ۴۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-VIS AA ۶۳۰۰, Japan) به مدت دو دقیقه (هر ۳۰ ثانیه یکبار) قرائت شد (۶ و ۴۲).

فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز

یک گرم از بافت میوه با دو میلی لیتر بافر فسفات سدیم ۰/۰۵ مولار (pH=7) حاوی دو درصد پلی وینیل پیرولیدین، هموزن شد. سپس در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی گراد سانتریفیوژ شد. ۲/۹ میلی لیتر بافر واکنش حاوی بافر فسفات سدیم ۰/۰۵ مولار (pH=7) و کاتکول ۰/۱ مولار درون کووت ریخته و سپس ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیم به آن اضافه شد. جذب در ۴۲۰ نانومتر به مدت سه دقیقه و با فاصله هر ۳۰ ثانیه یکبار توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu (UV-VIS AA ۶۳۰۰, Japan) قرائت شد (۱۶).

محتوای فنل کل

یک گرم از بافت میوه همراه با ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد همگن و به مدت دو ساعت روی شیکر قرار داده شد. نمونه‌ها با دور ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. ۲۰۰ میکرولیتر از نمونه عصاره گیری شده به یک میلی لیتر فولین سیوکالتو ۱:۱۰ رقیق شده اضافه و پس از پنج دقیقه، ۸۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن اضافه شد. پس از یک ساعت قرارگیری در تاریکی و در دمای اتاق، جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-(VIS AA ۶۳۰۰, Japan)

اندازه گیری شد. (۱۶ و ۲۲)

فلانوئید

یک گرم از بافت میوه همراه با ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد همگن و سپس با دور ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. به عصاره شفاف رویی نیتريت سدیم پنج درصد اضافه شد و شش دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. سپس ۰/۵ میلی لیتر آلومینیوم کلرید ۱۰ درصد به آن اضافه شد و مجدداً شش دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. در نهایت با افزودن سدیم هیدروکسید یک مولار جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-VIS AA ۶۳۰۰, Japan) در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد (۱۳ و ۲۶).

فعالیت آنتی اکسیدانی

یک گرم از بافت میوه با ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد همگن و به مدت دو ساعت روی شیکر با دور ۲۰۰ دور بر دقیقه قرار گرفت. سپس با دور ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای چهار درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شد (۱۷). ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده همراه با ۲/۷ میلی لیتر محلول DPPH ۵-۱۰×۶ مول بر لیتر در متانول، ترکیب و محلول به شدت تکان داده شد. سپس ۳۰ دقیقه در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری و جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-VIS AA ۶۳۰۰, Japan) قرائت شد (۱۰ و ۱۴).

میزان آنتوسیانین کل

۰/۱ میلی لیتر از آب میوه همراه با ۱۰ میلی لیتر متانول:آب: HCl (۱:۲۰:۸۰) عصاره گیری شد. نمونه‌ها روی شیکر و در تاریکی به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. سپس جذب در طول موج‌های ۵۳۰ و ۶۵۷ قرائت و از طریق فرمول زیر میزان آنتوسیانین محاسبه شد (۱ و ۱۲):

(۱)

(جذب در ۶۵۷ نانومتر × ۰/۳۳) - (جذب در ۵۳۰ نانومتر) = آنتوسیانین

کاروتنوئید

۰/۲ میلی‌لیتر از آب میوه همراه با ۲۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. سپس میزان جذب عصاره توسط اسپکتروفتومتر (Schimadzu UV-VIS AA 6300, Japan) در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ اندازه‌گیری و از طریق فرمول میزان کاروتنوئید محاسبه شد (۳ و ۱۲):

$$(2) \quad \text{کاروتنوئید} =$$

$$198 / (0.02 \times 85 - 0.01 \times 47) \times 1000$$

درصد کاهش وزن میوه

درصد کاهش وزن از فرمول زیر محاسبه شد (۳۶):

که در آن، W_1 وزن اولیه نمونه گلابی و W_2 وزن ثانویه نمونه گلابی است.

$$(3) \quad 100 \times (W_1 - W_2 / W_1)$$

نتایج و بحث

برخی از ویژگی‌های شیمیایی پوشش‌های آب و عصاره میوه‌های مورد استفاده در جدول ۱ نمایش داده شده است. همان‌گونه که انتظار می‌رفت آب میوه و عصاره‌های میوه‌های مختلف از نظر ترکیبات آنتی‌اکسیدان و فعالیت آنتی‌اکسیدانی تفاوت‌های قابل مشاهده‌ای داشتند که همین امر سبب بروز تفاوت در پاسخ میوه‌های گلابی به تیمارهای متفاوت شد که در ادامه به آنها پرداخته خواهد شد. فراوری آب میوه به هدف حذف اثرات مستقیم آب میوه بر رنگ و مزه و سایر ویژگی‌های کیفی میوه انجام می‌شود و برای جلوگیری از کاهش ترکیبات فعال در اثر فرایندهای دخیل در فراوری، از حلال‌های آلی همچون اتانول استفاده می‌شود. با توجه به منع مصرف اتانول، در پژوهش حاضر فقط از آب مقطر به‌تنهایی برای فراوری استفاده شد که نتوانست از کاهش ترکیبات آنتی‌اکسیدان جلوگیری کند.

آسکوربیک اسید

پس از ۲۵ روز نگهداری محصول گلابی در انبار تفاوت

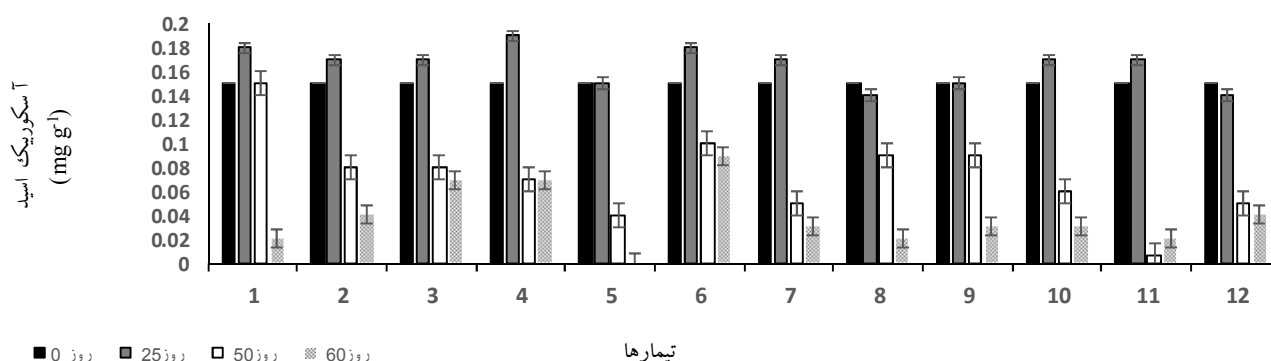
معنی‌داری در میزان آسکوربیک اسید بین تیمارهای مختلف و شاهد نسبت به زمان صفر مشاهده نشد (شکل ۱). ۶۰ روز پس از تیمار، ترکیب آب انگور و کیوی علاوه‌بر حفظ میزان آسکوربیک اسید نسبت به روز ۵۰ بیشترین میزان آسکوربیک اسید را در این روز به خود اختصاص داد.

دما، اسیدیته، محتوای اکسیژن، فلزات (آهن و مس) و نور پارامترهای مهمی در رابطه با تخریب آسکوربیک اسید هستند (۲). دمای پایین باعث توقف در تغییرات متابولیکی و حفظ کیفیت محصول می‌شود. از طرف دیگر دما می‌تواند به‌شدت برای گیاهان تنش‌زا باشد و باعث بروز تنش اکسیداتیو در محصول شود. گزارش شده است دمای پایین باعث تحریک اکسیداسیون آسکوربیک اسید از طریق فعالیت آنزیم آسکوربیک پراکسیداز می‌شود (۳۲). همچنین در سلول‌های گیاهی که در معرض دمای پایین قرار دارند، تولید گونه‌های فعال اکسیژن مانند سوپراکسید و پراکسید هیدروژن افزایش می‌یابد (۴۱). زوینینی و همکاران (۴۵) گزارش کردند تولید گونه‌های فعال اکسیژن در انبارهای سرد افزایش می‌یابد و این افزایش در گونه‌های حساس و میوه‌های نیمه‌گرمسیری بسیار قابل توجه است. پراکسید هیدروژن به‌عنوان یکی از گونه‌های فعال اکسیژن می‌تواند باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های به دام اندازنده اکسیژن مانند سوپر اکسید دسموتاز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و کاهش مقدار آنتی‌اکسیدان‌های درون سلولی مانند آسکوربیک اسید، گلوکاتایون و کاروتنوئید شود (۱۹). بدین علت میزان آسکوربیک اسید در گلابی‌های انبار شده در شاهد و سایر تیمارها در انتهای آزمایش نسبت به روز صفر کاهش معنی‌داری را نشان داد. همچنین در تیمار آب انار و انگور با افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در روز پنجاه، میزان آسکوربیک اسید آن کاهش یافت. بنا بر مطالعات ولتمن و همکاران (۳۵) گرچه مقدار آسکوربیک اسید میوه گلابی هم از نظر ارزش غذایی بسیار اهمیت دارد و هم تعیین‌کننده شروع فرایند قهوه‌ای شدن بافت در انبار سرد است ولی علت اصلی کاهش در مقدار آن کامل مشخص نیست و می‌تواند به زمان برداشت، شرایط انبار، طول مدت نگهداری و رقم بستگی داشته باشد. در انتهای آزمایش

جدول ۱. نتایج مقایسه میانگین ویژگی‌های شیمیایی آب و عصاره میوه‌های انار، انگور و کیوی مورد استفاده در میوه گلابی رقم "شاه میوه"

تیمار	کاروتنوئید (میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	محتوای فنل کل (میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ میلی لیتر)	فلاونوئید (میلی گرم روتین در ۱۰۰ میلی لیتر)	آسکوربیک اسید (میلی گرم در یک میلی لیتر)	درصد بازدارندگی رادیکال‌های آزاد DPPH
آب انار	۹۱/۵۰ ^a	۱۰۸/۳۶ ^b	۶۳/۴۰ ^{ab}	۰/۱۰۴۴ ^{de}	۸۴/۹ ^a
آب انگور	۳۶/۲۵ ^{cd}	۵۳/۸۲ ^d	۷۴/۶۵ ^a	۰/۲۰۹۸ ^b	۴۰/۶۵ ^c
آب کیوی	۹۹/۰۰ ^a	۳/۶۶ ^f	۱۶/۲۷ ^d	۰/۱۱۵۶ ^d	۱۵/۳۸ ^d
آب انار و انگور (۱:۱)	۵۲/۲۵ ^{bc}	۷۷/۹۵ ^c	۷۲/۵۵ ^a	۰/۲۴۰۸ ^a	۷۱/۵۵ ^b
آب انار و کیوی (۱:۱)	۷۲/۰۰ ^{ab}	۶۷/۴۶ ^{cd}	۴۰/۲۱ ^c	۰/۲۲۹۲ ^a	۶۳/۶۷ ^b
آب انگور و کیوی (۱:۱)	۴۱/۵۰ ^c	۲۲/۸۷ ^e	۴۳/۷۴ ^c	۰/۱۷۲۹ ^c	۴۳/۷۰ ^c
آب میوه فراوری شده انار	۷/۱ ^e	۲۳/۱۵ ^e	۱۱/۵۲ ^d	۰/۰۸۹۴ ^{ef}	۲۰/۳۴ ^d
آب میوه فراوری شده انگور	۷/۲۵ ^e	۱/۹۹ ^f	۱۰/۸۵ ^d	۰/۰۹۲۸ ^{ef}	۱۰/۱۷ ^d
آب میوه فراوری شده کیوی	۹/۷۵ ^{de}	۲۱/۳۲ ^e	۱۰/۱۷ ^d	۰/۰۸۵۰ ^f	۱۹/۸۴ ^d
عصاره پوست انار	۵۷/۷۵ ^{bc}	۱۲۷/۵۱ ^a	۵۴/۹۹ ^{bc}	۰/۰۲۹۷ ^g	۹۳/۶۱ ^a

اعداد با حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.



شکل ۱. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر میزان آسکوربیک اسید میوه‌های گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱=آب انار، ۲=آب کیوی، ۳=آب انگور، ۴=ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵=ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶=ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷=آب میوه‌ی فراوری‌شده انار، ۸=آب میوه فراوری‌شده کیوی، ۹=آب میوه فراوری‌شده انگور، ۱۰=عصاره پوست انار، ۱۱=کیتوزان و ۱۲=شاهد).

نهایت حفظ بهتر آسکوربیک اسید باشد (۴۴).

اسید قابل تیتراسیون

در روز بیست و پنجم درصد کاهش اسید قابل تیتراسیون در شاهد، ۲۳ و در مقابل در تیمارهای آب انار چهار، آب کیوی

استفاده از تیمار آب کیوی و انگور، بیشترین میزان آسکوربیک اسید را در گلابی نشان داد که می‌تواند به علت حفظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی محلول در طول نگهداری گلابی باشد. همچنین در این تیمار در روز ۶۰ کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز مشاهده شد که می‌تواند نشان‌دهنده تنش اکسیداتیو کمتر در محصول و در

میزان مواد جامد محلول کل نسبت به روز ۵۰ در شاهد و سایر تیمارها شد. در روز ۶۰ تیمارهای آب کیوی، ترکیب آب کیوی و انگور و ترکیب آب انار و کیوی بیشترین و تیمار آب میوه فراوری شده انگور کمترین میزان مواد جامد محلول کل را نشان دادند (شکل ۳).

در مرحله پیری با افزایش سرعت تنفس، سرعت مصرف اسیدهای آلی و قندها نیز افزایش می‌یابد (۱۵). کاربرد آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در مواد غذایی می‌تواند با مهار رادیکال‌های آزاد باعث کاهش سرعت پیری محصول، تنفس و تبدیل قند به انرژی در تیمارهای آب کیوی، ترکیب آب کیوی و انگور و همچنین ترکیب آب کیوی و انار شود. یانگ و همکاران (۳۹) بیان کردند که استفاده از کیتوزان روی میوه بلوبری نسبت به شاهد در طول مدت زمان نگهداری محصول از نظر میزان مواد جامد محلول کل تفاوت معنی‌داری نشان نداد. لین و همکاران (۱۸) با آزمایش روی گلابی دریافتند که در طول انبارداری میزان مواد جامد محلول کل میوه کاهش می‌یابد. درحالی‌که در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان مواد جامد محلول کل بیشتری نسبت به شاهد در طول انبارداری مشاهده شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد، تنها در روز بیست و پنجم نگهداری محصول در انبار تیمار کیتوزان میزان مواد جامد محلول کل بیشتری را نسبت به شاهد نشان داد. در عین حال استفاده از کیتوزان در روز ۵۰ و ۶۰ تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان نداد.

سفتی بافت

سفتی بافت میوه گلابی شاهد در طول انبارداری کاهش یافت. در روز پنجاهم، بیشترین میزان سفتی پوست در تیمارهای کیتوزان، آب میوه فراوری شده انار، آب انار، آب کیوی، آب انگور و ترکیب آب انار و کیوی نسبت شاهد مشاهده شد. در روز شصتم ترکیب آب انار و کیوی، ترکیب آب کیوی و انگور و آب میوه فراوری شده انار سفتی بیشتری را نسبت به شاهد نشان دادند (شکل ۴).

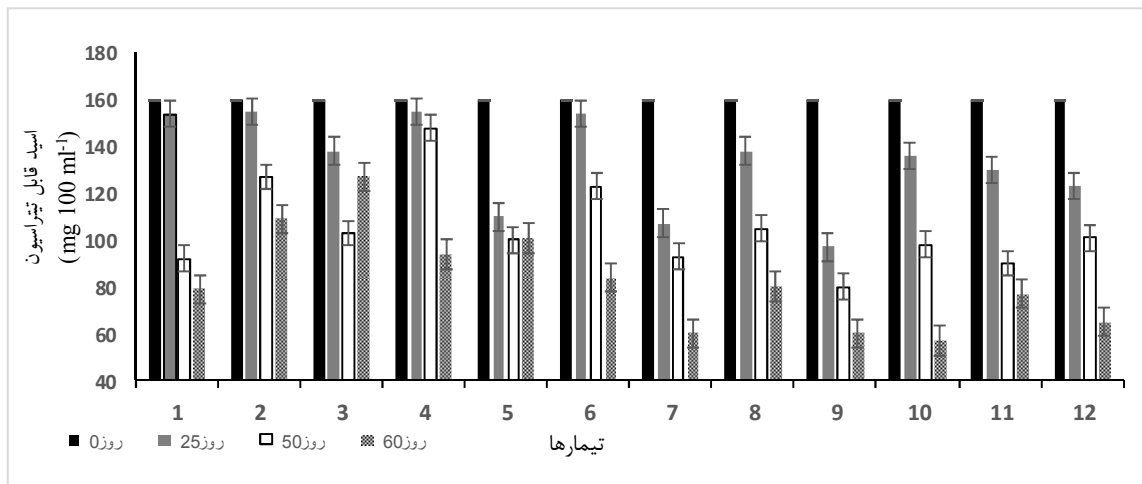
یکی از نشانه‌های بارز پیری در میوه، نرم شدن بافت و کاهش استحکام سلول‌ها است. افزایش تجمع گونه‌های فعال

۳/۲، آب انگور ۱۳/۸، ترکیب آب انار و کیوی ۳/۲، ترکیب آب کیوی و انگور ۴/۲، آب میوه فراوری شده کیوی ۱۳/۸، عصاره پوست انار ۱۵ و کیتوزان ۱۹ درصد مشاهده شد. نگهداری گلابی به مدت ۵۰ روز در سردخانه باعث کاهش میزان اسید غالب در آن شد. در روز ۵۰ تیمار ترکیب آب انار و کیوی بیشترین میزان اسید غالب را نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد (شکل ۲). در انتهای آزمایش بیشترین میزان اسید غالب در تیمارهای آب کیوی، آب انگور، ترکیب آب انار و کیوی و نیز ترکیب آب انار و انگور مشاهده شد.

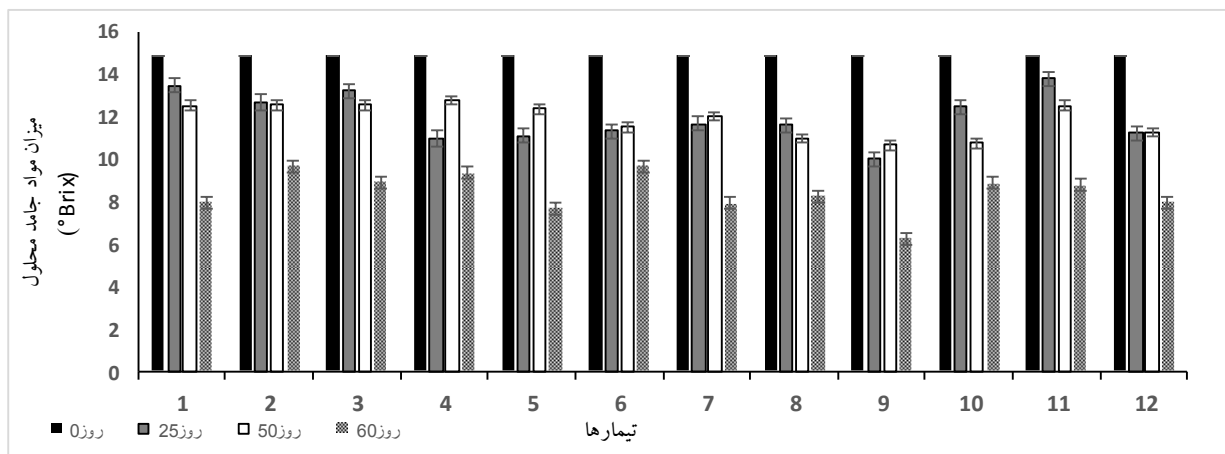
استفاده از منابع طبیعی آنتی‌اکسیدانی مانند آنتوسیانین، فلاونول‌ها و اپی‌کاتچین در انگور، ویتامین ث، کاتچین‌ها و پلی‌فنولیک اسیدها و نوع جدیدی از توکوفرول‌ها به نام توکومونوترول در میوه کیوی (۲۷) و نیز آسکوربیک اسید، کاروتنوئید، آنتوسیانین و فلاونوئید در ترکیب آب انار به همراه آب انگور و یا کیوی (مطابق جدول ۱) در انتهای آزمایش می‌تواند علت بیشتر بودن اسید قابل تیتراسیون در این تیمارها نسبت به شاهد باشد. پاسکوربیک و همکاران (۲۴) گزارش کردند، میزان اسید غالب در میوه گلابی انبار شده به مدت ۱۶ هفته در دمای دو درجه سانتی‌گراد ۵۰ درصد کاهش یافت. این کاهش مطابق با دیگر تحقیقات روی میوه گلابی و سیب بود (۱۱ و ۳۳). کاهش اسید غالب در زمان نگهداری محصول در انبار ممکن است به علت متابولیسم تبدیل اسید به قند تنفسی در میوه‌های جدا شده از درخت باشد (۳۳) که می‌تواند علت کاهش اسید قابل تیتراسیون در طول انبارداری گلابی در این پژوهش باشد. قاسم‌نژاد و همکاران (۱۱) گزارش کردند، که در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری در اسیدهای قابل تیتراسیون وجود نداشت. در این پژوهش نیز استفاده از تیمار کیتوزان در طول نگهداری محصول، میزان اسید غالب مشابهی را نسبت به شاهد نشان داد.

میزان مواد جامد محلول کل

انبارداری میوه گلابی به مدت ۶۰ روز باعث کاهش معنی‌داری در



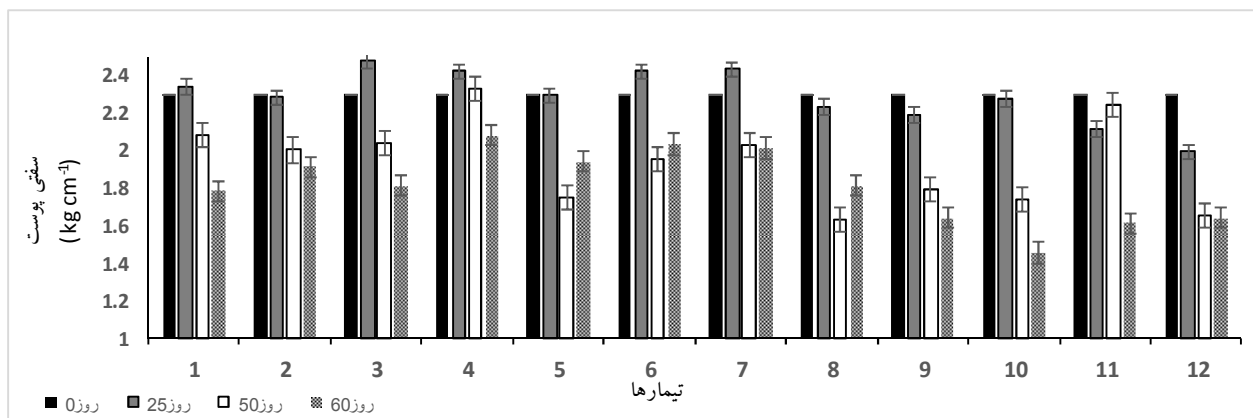
شکل ۲. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه‌های گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان و ۱۲= شاهد)



شکل ۳. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر میزان مواد جامد محلول در میوه‌های گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان و ۱۲= شاهد)

پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی آن ایجاد می‌کند (۳۳). آنزیم پلی‌گالاکتروناز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی است که باعث تجزیه پلی‌گالاکترونان (یک کربوهیدرات مهم در شبکه پکتین در دیواره سلولی) و نرمی بافت میوه در طول رسیدن می‌شود. این تغییرات ساختار و استحکام دیواره

اکسیژن ممکن است باعث پراکسیداسیون چربی و تسریع در ازهم‌پاشیدگی غشا، شروع پیری و تکامل تخریبات فیزیولوژیکی و در نهایت کاهش سفتی بافت گیاه شود (۷). در طی دوره انبارداری سرد در میوه گلابی، افزایش در فعالیت آنزیم‌های وابسته به رسیدگی توسط اتیلن تغییر زیادی را در



شکل ۴. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر سفتی بافت میوه گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان و ۱۲= شاهد)

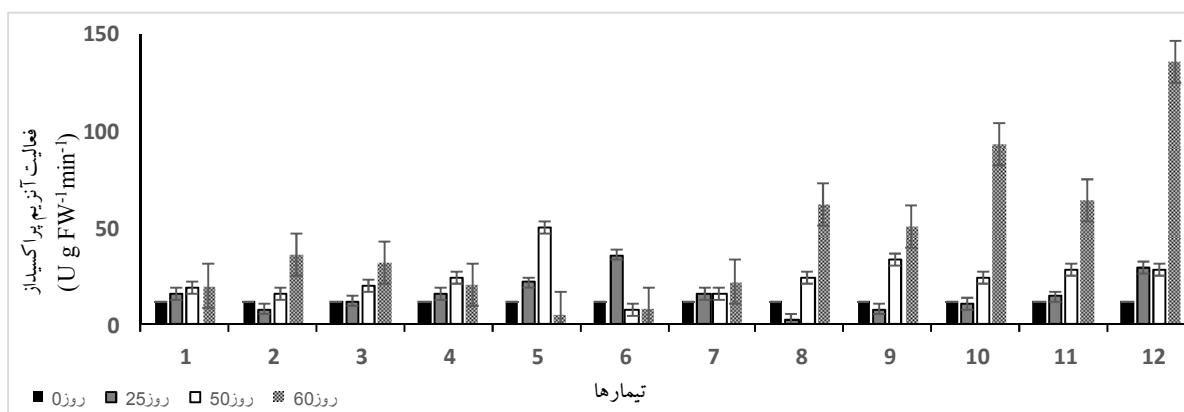
آب میوه فراوری شده کیوی، عصاره پوست انار و کیتوزان یافت شد. در انتهای آزمایش بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمارهای آب میوه فراوری شده کیوی، عصاره پوست انار، کیتوزان و نیز شاهد و کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در روز ۶۰ در تیمارهای آب انار و سه تیمار ترکیبی آب میوه‌ها مشاهده شد (شکل ۵).

پراکسیداز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که باعث سمیت‌زدایی رادیکال‌های اکسیژن در بافت‌های گیاهی می‌شود (۴۴). فعالیت کمتر پراکسیداز و کاتالاز در نگهداری گلابی در انبار، بیان‌کننده تنش اکسیداتیو کمتر در آن است (۴۱). بنابراین در تیمارهای آب انار و ترکیب آب میوه‌ها فعالیت پایین آنزیم پراکسیداز می‌تواند بیان‌کننده تأثیر این تیمارها در به دام انداختن گونه‌های فعال اکسیژن و کاهش تنش اکسیداتیو باشد. یزدانی و همکاران (۴۱) دریافتند، فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول نگهداری در انبار در گلابی‌های آسیایی افزایش یافت و ۶۰ روز پس از انبارداری به پیک خود رسید و در این زمان فعالیت آنزیم ۸۸ درصد بیشتر از زمان برداشت محصول بود و سپس فعالیت آنزیم ثابت ماند. در این پژوهش نیز فعالیت آنزیم پراکسیداز در شاهد و همه تیمارها به‌جز ترکیب آب انار و انگور در طول انبارداری محصول افزایش یافت.

سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۴). کیتوزان در کاهش فعالیت آنزیم‌های بتا-گالاکتوزیداز، پلی‌گالاکتروناز و پکتین متیل استراز که مهم‌ترین آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و همچنین مسئول نرم کردن میوه هستند، نقش دارد (۳۷). در این پژوهش نیز استفاده از تیمار کیتوزان در طول پنجاه روز نگهداری محصول در انبار باعث حفظ میزان سفتی بافت نسبت به زمان شروع آزمایش شد. در انتهای آزمایش تیمار کیتوزان همانند بیشتر تیمارها، به‌جز تیمارهای ترکیب آب انار و کیوی، ترکیب آب کیوی و انگور و آب میوه فراوری شده انار تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان ندادند. استحکام غشای سلولی میوه که باعث حفظ فشار تورژسانس می‌شود، می‌تواند توسط پراکسیدها در طول انبارداری تخریب شود. یک سیستم آنتی‌اکسیدانی مناسب می‌تواند باعث به تأخیر انداختن فرایندهای پیری به‌وسیله جلوگیری از فعالیت پراکسیدها شود (۴۴).

فعالیت آنزیم پراکسیداز

پس از ۵۰ روز انبارداری گلابی در میوه‌های شاهد، تفاوت معنی‌داری در فعالیت آنزیم پراکسیداز مشاهده نشد. کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در روز ۶۰ نسبت به روز ۵۰ در تیمار ترکیب آب انار و انگور و افزایش فعالیت آنزیم در تیمارهای



شکل ۵. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه‌های گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان و ۱۲= شاهد)

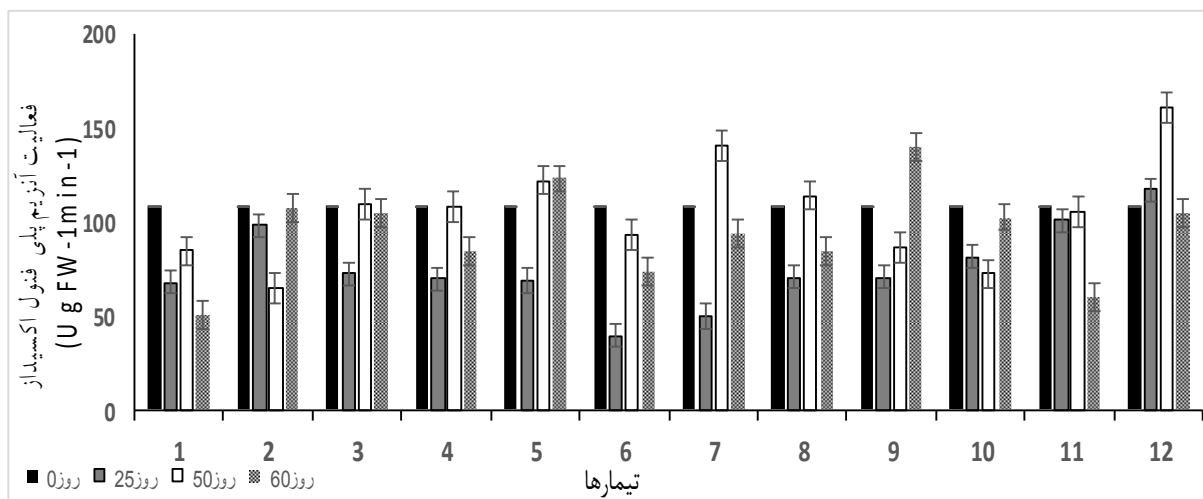
ا- کوئینون‌ها به دی‌فنول‌های پیشرو باعث جلوگیری از اثر آنزیم پلی‌فنول اکسیداز می‌شود (۲۵). ترکیبات اسیدی مانند سیتریک، اگزالیک، مالیک و فسفریک اسید می‌توانند از طریق کاهش اسیدیته و یا کلاته کردن مس در محصولات غذایی از فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز جلوگیری کنند (۲). سیتریک و آسکوربیک اسید به‌طور گسترده‌ای برای کنترل قهوه‌ای شدن آنزیمی در میوه‌ها و سبزی‌های کم فراوری شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۳۴). در این پژوهش در روز پنجاهم بیشترین فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در ترکیب آب انار و انگور، آب میوه فراوری شده انار و شاهد مشاهده شد که می‌تواند به‌علت کاهش میزان آسکوربیک اسید اندازه‌گیری شده در این تیمارها در روز پنجاهم باشد (شکل ۱). چیساک دانوگال و همکاران (۵) بیان کردند که آب آناناس به‌طور مؤثری باعث جلوگیری از فعالیت آنزیمی قهوه‌ای شدن در میوه موز شد که وابسته به بازدارندگی فعال اسیدهای آلی (سیتریک و مالیک اسید) موجود در آب میوه آناناس روی آنزیم پلی‌فنول اکسیداز بود. کیتوزان به‌تنهایی یا در ترکیب با کلرید سدیم اثر تشدیدکنندگی را بر فعالیت پلی‌فنول اکسیداز در قطعات برش خورده گلابی دارد. در این تحقیق نیز کیتوزان نتوانست مانع قهوه‌ای شدن گلابی شود (۳۶).

فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز

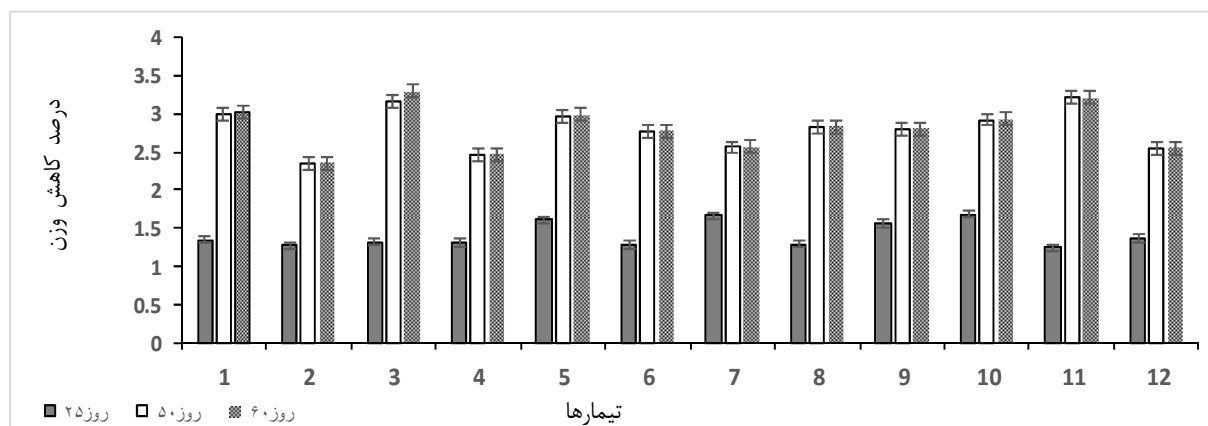
در روز ۲۵ بیشترین فعالیت آنزیم در شاهد مشاهده شد. در روز ۵۰ نیز بیشترین فعالیت آنزیم در شاهد و تیمار آب میوه فراوری شده انار و کمترین فعالیت آنزیم در تیمار کیوی دیده شد. در روز ۶۰ فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در همه تیمارها به‌جز، تیمار آب انار و کیتوزان تفاوت معنی‌داری را نسبت به شاهد نداشت. در انتهای آزمایش، کمترین فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در تیمارهای آب انار و کیتوزان بود (شکل ۶). به‌طورکلی طبق گزارش‌های در طول انبارداری گلابی سالم فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد و پس از رسیدن به پیک خود مجدداً کاهش می‌یابد (۴۰).

در این پژوهش نیز فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز در ابتدای نگهداری محصول در انبار کاهش می‌یابد و در طول نگهداری محصول در انبار سرد و سرمازدگی و تحریر mRNA پلی‌فنول اکسیداز (۳۱) در محصول گلابی افزایش و پس از رسیدن به پیک خود مجدداً کاهش می‌یابد.

آسکوربیک اسید به‌عنوان یک خشی‌کننده اکسیژن فعال عمل کرده که باعث حذف اکسیژن مولکولی در واکنش‌های پلی‌فنول اکسیداز می‌شود. همچنین آسکوربیک اسید از طریق تبدیل



شکل ۶. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز میوه گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان، ۱۲= شاهد)



شکل ۷. اثر تیمارهای مختلف پوشش خوراکی بر فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز میوه گلابی رقم "شاه میوه" در طول ۶۰ روز نگهداری. شاخص عمودی موجود روی میانگین‌ها بیانگر خطای استاندارد است (۱= آب انار، ۲= آب کیوی، ۳= آب انگور، ۴= ترکیب آب انار و کیوی (۱:۱)، ۵= ترکیب آب انار و انگور (۱:۱)، ۶= ترکیب آب انگور و کیوی (۱:۱)، ۷= آب میوه فراوری شده انار، ۸= آب میوه فراوری شده کیوی، ۹= آب میوه فراوری شده انگور، ۱۰= عصاره پوست انار، ۱۱= کیتوزان، ۱۲= شاهد)

روز پنجاهم نشان نداد (شکل ۷).

درصد کاهش وزن

انبارداری محصول در دمای پایین و آسیب‌سرمایی باعث افزایش در میزان کاهش وزن محصول می‌شود (۱۵)، زیرا قسمتی از فرایندهای آن شامل کاهش آب است. پاسکواریلو و همکاران (۲۴) نشان دادند، درصد کاهش وزن میوه گلابی در زمان انبارداری به‌مدت ۱۶ هفته و در دمای دو درجه

در طول ۵۰ روز نگهداری میوه گلابی در سردخانه، درصد کاهش وزن در شاهد و سایر تیمارها نسبت به روز ۲۵ افزایش یافت. در این روز کمترین درصد کاهش وزن در تیمارهای آب کیوی و ترکیب آب کیوی و انار مشاهده شد. در تمامی تیمارها درصد کاهش وزن در روز شصتم تفاوت معنی‌داری را نسبت به

کیتوزان در طول انبارداری نتوانست باعث کاهش در روند افزایشی درصد کاهش وزن نسبت به شاهد شوند.

نتیجه گیری

در میوه‌های گلابی تیمارهای ترکیب آب انار همراه با کیوی و یا انگور باعث کاهش سرعت تخریب آسکوربیک اسید و میزان مواد جامد محلول کل، کاهش پیک فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنول اکسیداز نسبت به شاهد و حفظ میزان سفتی گلابی در طول نگهداری محصول شدند. به صورت کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در بافت میوه پتانسیل لازم را برای استفاده به عنوان پوشش‌های آنتی‌اکسیدانی روی بافت میوه‌های سالم گلابی دارا هستند و از طریق کنترل تنش اکسیداتیو باعث تأخیر در رسیدگی و زوال محصول و حفظ و یا کاهش در سرعت از بین رفتن مواد مغذی میوه می‌شوند.

سانتی‌گراد، به شدت کاهش می‌یابد. کاهش وزن میوه به علت فرایندهای تبخیر ناشی از شیب فشار بخار آب در میوه و هوای پیرامون آن است. تبخیر به طور معمول توسط کوتیکول و لایه سلولی اپیدرمی کاهش می‌یابد (۲۴). زیائو و همکاران (۳۶) نشان دادند که استفاده از پوشش کیتوزان بر قطعات برش خورده گلابی در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز تأثیر معنی‌داری را بر درصد کاهش وزن نسبت به شاهد نداشت. آنها نشان دادند که استفاده از پوشش کیتوزان در قطعات برش خورده گلابی خاصیت ممانعت از خروج آب ضعیفی را نشان داد و نتوانست باعث کاهش در درصد کاهش وزن یا جلوگیری از تبخیر آب از سطح برش خورده گلابی شود که احتمالاً به علت تعادل آب‌دوستی کیتوزان و گروه‌های آب دوست قرار گرفته روی آن است. کاهش آب در محصولات بر اساس قوانین فیزیکی است و کمتر تحت تأثیر شرایط فیزیولوژیکی قرار می‌گیرد (۱۵). در این آزمایش نیز استفاده از تیمارهای مختلف آنتی‌اکسیدانی و

منابع مورد استفاده

- Alexieva, V., I. Sergiev, S. Mapelli and E. Karanov. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment* 24: 1337-1334.
- Altunkaya, A. and V. Gokmen. 2009. Effect of various anti-browning agents on phenolic compounds profile of fresh lettuce (*L. sativa*). *Food Chemistry* 117: 122-126.
- Ben Ghnaya, A., G. Charles, A. Hourmant, J. Ben Hamida and M. Branchard. 2007. Morphological and physiological characteristic of rapeseed plants regenerated in vitro from thin layers in the presence of zinc. *Plant Biology and Pathology* 330: 728-734.
- Brummell, D. A. 2006. Cell wall disassembly in ripening fruit. *Funct. Plant Biology* 33: 103-119.
- Chaisakdanugull, C., C. Theerakulkait and R. D. Wrolstad. 2007. Pineapple juice and its fraction in enzymatic browning inhibition of banana. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 4252-4257.
- Chen, Z., C. Zhub, Y. Zhang, D. Niub and J. Du. 2010. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on enzymatic browning and shelf-life of fresh-cut asparagus lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Postharvest Biology and Technology* 58: 232-238.
- Chiriboga, M. A., J. G. Bordonaba, W. C. Schotsmans, C. Larrigaudiere and I. Recasens. 2013. Antioxidant potential of Conference pears during cold storage and shelf life in response to 1-methylcyclopropene. *Food Science and Technology* 51: 170-176.
- Demidchik, V. 2014. Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chemistry to cell biology. *Environmental and Experimental Botany* 212-228.
- Djioua, T., F. Charles, F. Lopez-Lauri, H. Filgueiras, A. Coudret, M. Freire Jr, M. N. Ducamp-Collin and H. Sallanon. 2009. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. *Postharvest Biology and Technology* 52: 221-226.
- F. Vinha, A., R. C. Alves, S. V. P. Barreira, A. Castro, A. S. G. Costa and M. B. P. Oliveira. 2014. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. *Food Science and Technology* 55: 197-202.

11. Ghasemnezhad, M., M. A. Shiri and M. Sanavi. 2010. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences* 8: 25-33.
12. Gholami, M., M. Rahemi, B. Kholdebarin and S. Rastegar. 2012. Biochemical responses in leaves of four fig cultivars subjected to water stress and recovery. *Scientia Horticulturae* 148: 109-117.
13. Heimler, D., L. Isolani, P. Vignolini and A. Romani. 2009. Polyphenol content and antiradical activity of *Cichorium intybus* L. from biodynamic and conventional farming. *Food Chemistry* 114: 765-770.
14. Helena, S., R. C. Ferreira, A. L. Antonio, M. P. R. Queiroz, L. Barros and I. C. F. R. Ferreira. 2015. Nutritional value, bioactive compounds and antioxidant properties of three edible mushrooms from Poland. *Food Bioscience* 11: 48-55.
15. Hodges, M. 2004. *Postharvest Oxidative Stress in Horticultural Crops*. International Book Distributing. Co. India.
16. Hong, K., H. Xu, J. Wang, L. Zhang, H. Hu, Z. Ji, H. Gao, Q. He and D. Gong. 2013. Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. *Scientia Horticulturae* 151: 68-74.
17. Kubola, J., S. Siriamornpun and N. Meeso. 2011. Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thia wild fruits. *Food Chemistry* 126: 972-981.
18. Lin, L., B. Wang, M. Wang, J. Cao, J. Zhang, Y. Wu and W. Jiang. 2008. Effects of a chitosan-based coating with ascorbic acid on post-harvest quality and core browning of 'Yali' pears (*Pyrus bertschneideri* Rehd.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 877-884.
19. Lin, Y. F., H. T. Lin, S. Zhang, Y. H. Chen, M. Y. Chen and Y. X. Lin. 2014. The role of active oxygen metabolism in hydrogen peroxide-induced pericarp browning of harvested longan fruit. *Postharvest Biology and Technology* 96: 42-48.
20. Liu, J., S. Tian, X. Meng and Y. Xua. 2007. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 44: 300-306.
21. Oms-Oliu, G., I. Aguilo-Aguayo and O. Martin-Belloso. 2006. Inhibition of browning on fresh-cut pear wedges by natural compounds. *Food Science* 71: 216-224.
22. Osadee Wijekoon, M. M. J., R. Bhat and A. A. Karim. 2011. Effect of extraction solvents on the phenolic compounds and antioxidant activities of bunga kantan (*Etilingera elatior* Jack.) inflorescence. *Food Composition and Analysis* 24: 615-619.
23. Osorio, E., M. Flores, D. Hernandez, J. Ventura, R. Rodriguez and C. N. Aguilar. 2010. Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (*Larrea tridentate* Cov.) against plant pathogenic fungi. *Industrial Crops and Products* 31: 153-157.
24. Pasquariello, M. S., P. Rega, T. Migliozi, L. Rita Capuano, M. Scortichini and M. Petriccione. 2013. Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality traits of early ripening pear cultivars. *Scientia Horticulturae* 162: 341-350.
25. Ricoa, D., A. B. Martin-Diana, J. M. Barath and C. Barry-Ryan. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology* 18: 373-386.
26. Sameca, D., J. Piljac-Zegaraca, M. Bogovic, K. Habjanic and J. Gruz. 2011. Antioxidant potency of white (*Brassica oleracea* L. var. capitata) and Chinese (*Brassica rapa* L. var. pekinensis (Lour.)) cabbage: The influence of development stage, cultivar choice and seed selection. *Scientia Horticulturae* 128: 78-83.
27. Sarbu, C., R. D. Nascu-Briciu, A. Kot Wasik, S. Gorinstein, A. Wasik and J. Namiesnik. 2012. Classification and fingerprinting of kiwi and pomelo fruits by multivariate analysis of chromatographic and spectroscopic data. *Food Chemistry* 130: 994-1002.
28. Shahid, I., S. Haleem, M. Akhtar, M. Zia-ul-Haq and J. Akbar. 2008. Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. *Food Research International* 41: 194-200.
29. Silveira, A. C., E. Aguayo and F. Artes. 2013. Shelf-life and quality attributes in fresh-cut Galia melon combined with fruit juices. *Food Science and Technology* 50: 343-348.
30. Soliman, W. S., M. Fujimori, K. Tase and S. Sugiyama. 2012. Heat tolerance and suppression of oxidative stress: Comparative analysis of 25 cultivars of the C₃ grass *Lolium perenne*. *Environmental and Experimental Botany* 78: 10-17.
31. Stewart, R. J., B. J. Sawyer, C. S. Bucheli and S. P. Robinson. 2001. Polyphenol oxidase is induced by chilling and wounding in pineapple. *Australian Journal of Plant Physiology* 28: 181-191.
32. Tsaniklidis, G., C. Delis, N. Nikoloudakis, P. Katinakis and G. Aivalakis. 2014. Low temperature storage affects the ascorbic acid metabolism of cherry tomato fruits. *Plant Physiology and Biochemistry* 84: 149-157.
33. Valero, D. and M. Serrano. 2010. *Postharvest Biology and Technology for Preserving Fruit Quality*. Boca Raton, USA.
34. Velickova, E., E. Winkelhausen, S. Kuzmanova, V. D. Alves and M. Moldao-Martins. 2013. Impact of chitosan-bees wax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassacv* Camarosa) under commercial storage conditions. *Food Science and Technology* 52: 80-92.
35. Veltman, R. H., R. M. Kho, A. C. R. Van Schaik, M. G. Sanders, J. Oosterhaven. 2000. Ascorbic acid and tissue

- browning in pears (*Pyrus communis* L. cvs Rocha and Conference) under controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biology and Technology* 19: 129-137
36. Xiao, Z., Y. Luo, Y. Luo and Q. Wang. 2011. Combined effects of sodium chlorite dip treatment and chitosan coatings on the quality of fresh-cut d'Anjou pears. *Postharvest Biology and Technology* 62: 319-326.
37. Xu, W., K. L. Hunage, F. Guo, W. Qu, J. J. Yang, Z. H. Liang and Y. B. Luo. 2007. Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatment of table grapes to Control *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology* 46: 86-94.
38. Xu, W. T., X. L. Peng, Y. B. Luo, J. Wang, X. Guo and K. Huang. 2009. Physiological and biochemical responses of grapefruit seed extract dip on 'Redglobe' grape. *Food Science and Technology* 42: 471-476.
39. Yang, G., J. Yue, X. Gong, B. Qian, H. Wang, Y. Deng and Y. Zhao. 2014. Blueberry leaf extracts incorporated chitosan coatings for preserving postharvest quality of fresh blueberries. *Postharvest Biology and Technology* 92: 46-53.
40. Yan, S., L. Li, L. He, L. Liang and X. Li. 2013. Maturity and cooling rate affects browning, polyphenol oxidase activity and gene expression of 'Yali' pears during storage. *Postharvest Biology and Technology* 85: 39-44.
41. Yazdani, N., K. Arzani, Y. Mostofi and M. Shekarchi. 2011. α -Farnesene and antioxidative enzyme systems in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 59: 227-231.
42. Yingsangaa, P., V. Srilaonga, S. Kanlayanarat, S. Noichindab and W.B. McGlasson. 2008. Relationship between browning and related enzymes (PAL, PPO and POD) in rambutan fruit (*Nephelium lappaceum* Linn.) cvs. Rongrien and See-Chompoo. *Postharvest Biology and Technology* 50: 164-168.
43. Youngjae, B., Y. Teck-Kim and S. Whiteside. 2010. Characterization of antioxidant poly(lactic acid) (PLA) film prepared with tocopherol, BHT and polyethylene glycol using film cast extruder. *Food Engineering* 100: 239-244.
44. Zhou, R., Y. Li, L. Yan and J. Xie. 2011. Effect of edible coatings on enzymes, cell-membrane integrity and cell-wall constituents in relation to brittleness and firmness of Huanghua pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai, cv. Huanghua) during storage. *Food Chemistry* 124: 569-575.
45. Zubini, P., P. Bertolini and E. Baraldi. 2005. Variation of antioxidant enzyme gene expression during cold storage of aubergine. *Acta Horticulture* 682: 1287-1292

Effect of Pomegranate, Grape and Kiwifruit Juice and Extract on Postharvest Quality of Intact Pear Fruits

E. Akbari¹, M. Gholami^{2*} and C. Ghobadi²

(Received: December 30-2017; Accepted: June 2-2018)

Abstract

Fruits and vegetables contain an array of antioxidant compounds. In this experiment, the effect of pomegranate, grape and kiwifruit juice or extract viz., pomegranate husk on pear fruits were investigated and compared with chitosan 1.5% and distilled water (control). The changes in the ascorbic acid, total soluble solids, total acid, weight loss, firmness and peroxidase and polyphenol oxidase activity of fruits were monitored during 60 days storage at $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Combination of kiwifruit juice with pomegranate or grape juices reduced ascorbic acid and total soluble solids losses, suppressed peroxidase and polyphenol oxidase activity and maintained the firmness of intact pear fruits in storage compared to the control. Based on the findings of this study, natural fruit antioxidants can be recommended as a potent source of antioxidant coating for intact pears, as these compounds may delay pear fruit ripening and reduce the loss of fruit nutritional value.

Keywords: Antioxidant, Ascorbic acid, Peroxidase, Polyphenol oxidase, Oxidative stress

1, 2. Former MSc. Student and Assistant Professors, Respectively, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

*: Corresponding Author, Email: mah.gholami@cc.iut.ac.ir