اثرات براسینواستروئید بر کاهش اثرات نامطلوب سرما در میوه انگور رقم ریش بابا (*Vitis vinifera* L. Rish baba) طی دوره انبارمانی

بهاره قربانی[1]* و زهرا پاک‌کیش[2]

۱*-**نویسنده مسئول:** دانش‌آموخته کارشناس ارشد شهید باهنر کرمان و دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشگاه ارومیه (ghorbani.bahareh@ymail.com)
۲- دانشیار، پژوهشکده باغبانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۲۶

چکیده

انگور یکی از مهم‌ترین میوه هایی است که تولید آن در کشور ما از سابقه بسیار طولانی برخوردار است. میوه انگور به علت دارا بودن پوست نازک و بافتی نرم در برابر صدمات مکانیکی و انبارداری حساس است. در این پژوهش تأثیر تیمارهای براسینواستروئید روی میوه‌های انگور رقم تجاری ریش بابا مورد مطالعه قرار گرفت، که طی آن میوه‌های انگور با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۷۵، ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید تیمار و سپس در دمای صفر تا یک درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰-۸۵ درصد، به مدت ٦ هفته نگهداری شدند. نتایج نشان داد، کاربرد براسینواستروئید خسارت سرمازدگی را کاهش داد. طی دوره انبار مانی، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول میوه‌ها روند کاهشی داشته در صورتی که مقدار pH، اسیداسکوربیک و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز وآسکوربات پراکسیداز) این میوه‌ها روند افزایشی را نشان دادند. به‌طورکلی میوه‌های تیمار شده با ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید، بالاترین کیفیت ظاهری و کمترین خسارت سرمازدگی بودند.

کلید واژه‌ها: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، دوره انبارمانی، براسینواستروئید، انگور.

مقدمه

انگور یکی از مهم‌ترین میوه هایی است که علاوه بر میزان تولید بالا در کشور به علت دارا بودن حساسیت در فاصله برداشت تا مصرف، ضایعات بسیاری را متحمل می‌شود، که این مسئله اصلی‌ترین عامل کاهش کیفیت و بازار پسندی می‌باشد (Abdollahy *et al.*, 2014). در مجموع چنین صدماتی کیفیت محصول را کاهش و ضایعات آن را به دلیل فساد افزایش می‌دهد (Considine and Kriedemann, 1972). نگهداری، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است که به‌طور عمده با وضعیت بازار فروش ارتباط دارد. تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه افزایش عمرانبارمانی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از تیمارهای فیزیکی مانند پرتوUV و تیمار آب گرم و تیمارهای شیمیایی و کاربرد تنظیم‌کننده‌های گیاهی برای افزایش سود تجاری، حفظ کیفیت محصولات ضروری است (Schirra *et al.*, 2005؛ Odriozola *et al.*, 2007؛ Montesinos-Herrero and Palou, 2010؛ Mosymons *et al.*, 2006).

یکی از راه‌های تأمین تقاضای مصرف‌کننده برای انواع میوه‌ها در طول سال از طریق انبارداری طولانی مدت محصولات است. حساسیت به دمای پایین با ظهور

علایم سرمازدگی از مشکلات عمده پس از برداشت محصولات می‌باشد. این پدیده باعث محدود کردن عمرانبارداری و کاهش کیفیت محصولات حساس می‌گردد. تغییر واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی مختلف در داخل میوه به همراه وقوع نابسامانی‌های ظاهری از علایم سرمازدگی می‌باشد (Wang, 1990). استفاده از تکنولوژی سردخانه به‌عنوان ابزاری در جهت گسترش عمر نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها دارای اهمیت است. بدین منظور تکنیک‌های مختلفی شکل گرفته تا میزان سرمازدگی را کاهش دهند (Schirra *et al.*, 2005). براسینواستروئید گروه از هورمون گیاهی که نقش مهمی در گیاهان ایفا می‌کند. براسینواستروئید گیاهان را در برابر تنش‌های محیطی ازجمله خشکی، درجه حرارت کم و زیاد، فلزات سنگین، خسارت علف‌کش‌ها و شوری محافظت می‌کند. گیاهان دارای توانایی بیوسنتز انواع استروئیدها هستند و در سال ۱۹۷۹ مشخص شد، استروئیدها در گیاهان نیز دارای عملکرد هورمونی هستند (Khripach and Zhabinskii, 1998). اثر براسینواستروئیدها در سطح گیاه کامل شامل تقویت رشد، تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول، افزایش باروری، افزایش تعداد، اندازه و کیفیت میوه، افزایش محصول و بذر، افزایش مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌باشند. علاوه براین، بر خصوصیات الکتریکی، نفوذ پذیری ساختمان، پایداری و فعالیت آنزیم‌های غشا اثر می‌گذارند، هم‌چنین در سطح مولکولی براسینواستروئیدها موجب تغییر بیان ژن، متابولیسم و بیوسنتز اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها می‌گردند (Clous and Sasse, 1998). کاربرد خارجی براسینو استروئید سبب افزایش ماده خشک گیاهان تحت شرایط شوری و غیرشوری می‌شود اما به میزان زیادی بر غلظت سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر در برگ‌ها یا نسبت K/Ca در ریشه اثر ندارد (Shahbaz and Ashraf, 2007). نقش براسینواستروئید در خصوصیات کیفی و عمر پس از برداشت بسیاری از میوه‌ها از جمله نقش آن در زودرسی میوه‌های انگور و بهبودکیفیت میوه یا درکاهش خسارت قارچ پنیسلیوم و پیری میوه به وسیله کاهش تولید اتیلن و به‌طورکلی افزایش عمر انبارمانی میوه عناب ثابت‌شده است (Montesinos-Herrero, and Palou, 2010؛ Zhang *et al.*, 2010). Peng و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی مشخص کردند محلول پاشی برگ‌های گیاه لیچی قبل از شکوفایی با هورمون براسینواستروئید میزان ترک خوردگی میوه را در مقایسه با شاهد کاهش داد که نقش مهمی در افزایش تجاری میوه‌های لیچی داشت. تغییر در واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی مختلف در داخل میوه به همراه وقوع نابسامانی‌های ظاهری از عوامل کاهش بازارپسندی در میوه‌ها در دمای پایین و در طول انبارمانی می‌باشند.

اخیراً استفاده از موادی مانند براسینواستروئیدها، به منظور افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. زیرا، تحقیقات نشان داد، براسینواستروئیدها، از تشکیل رادیکال فعال اکسیژن که باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء می‌شوند، جلوگیری می‌نمایند که در تنش سرمازدگی، مرگ سلول بر اثر این‌گونه ترکیبات افزایش می‌یابد و علاوه بر نقش براسینواستروئیدها، در کاهش ناهنجاری‌های انباری، شواهد نشان داد که براسینواستروئیدها، نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی فرآورده باغبانی طی انبارمانی دارند، براسینواستروئیدها، با دخالت در بیان ژن‌های مختلف گیاهان را در برابر تنش‌های مختلف محافظت می‌کنند. خسارت سرمازدگی کیفیت انگور را به شدت تحت تأثیر قرار داده و کاهش می‌دهند، بنابراین از آن‌جا که انگور یکی از وسیع‌ترین سطح کشت‌ها را در بین محصولات باغی در سطح کشور دارد، شایسته است نسبت به ارائه راهکارهای علمی واجرائی در جهت کاهش خسارت سرمازدگی اقدام نمود. در بررسی پیش رو تلاش شده تأثیر براسینواستروئید

بر کاهش سرمازدگی و بررسی برخی تغییرات کیفی و بیوشیمیایی طی انبارمانی میوه انگور رقم ریش بابا مورد بررسی قرار گیرد (Schirra and Dhallewin,1997؛ Odriozola *et al.*, 2007).

مواد و روش‌ها

میوه انگور رقم ریش بابا در مرحله بلوغ و زمانی که میزان قند میوه درحدود ۱۸ درجه برکس رسیدند به‌طور تصادفی از یک باغ تجاری واقع در جنوب استان کرمان، شهرستان بردسیر در سال ۱۳۹۲ برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انتقال داده شدند ابتدا میوه‌ها با آب معمولی کاملاً شسته تا تمام مواد زایدی که به سطح میوه چسبیده‌اند از آن جدا، سپس با آب ۳۵ درجه سلسیوس شستشو و درنهایت میوه‌ها به‌طور کامل خشک و با براسینواستروئید تیمار شدند. برای انجام تیمار، غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر و آب مقطر (شاهد) به مدت ۵ دقیقه با روش غوطه‌ور کردن، استفاده شدند. بعد از تیمار میوه‌ها از محلول خارج و درسبدهایی قرار داده شد تا کاملا خشک شوند. بعد از خشک شدن و جذب شدن کامل مواد مذکور توسط میوه‌ها، آن‌ها به سردخانه با دمای ۱- ۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰- ۸۵ درصد، به مدت ۶ هفته نگهداری شدند. با فواصل زمانی هر ۵ روز یک‌بار، میزان خسارت سرمازدگی، اسید اسکوربیک، میزان مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، اسیدهای آلی، pH و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (سوپراکسید دیسموتاز و آسکوربات پراکسیداز) میوه‌های تیمارشده ارزیابی شدند. ارزیابی میزان سرمازدگی در طول ۶ هفته نگهداری میوه‌ها در دمای پایین صورت گرفت و درصد خسارت سرمازدگی بدین صورت محاسبه گردید (Nilpraprucک *et al.*, 2008):

درصد خسارت سرمازدگی= (تعداد کل میوه در هر تکرار - تعداد میوه سرمازده در هر خوشه) / تعداد کل میوه در هر تکرار × ۱۰۰

به‌منظور اندازه‌گیری نشت یون هدایت الکتریکی (EC)[1] محلول حاوی نمونه‌ها توسط دستگاه ECمتر سنجیده شد (Sairam *et al.*,997).

برای سنجش مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، غلظت مالون‌دی آلدئید حاصل از این واکنش به روش Heath and Packer (۱۹۶۹) اندازه‌گیری شد. برای سنجش پراکسیدهیدروژن ۰/۱ گرم از بافت گیاهی را با ۳ میلی‌لیتر تری‌کلروراستیک اسید در حمام یخ مخلوط، سپس در ۱۲۰۰۰ دور دردقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره حاصل با ۰/۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی‌مولار با pH=۷ و ۱ میلی‌لیتر یدید پتاسیم (KI) یک مولار مخلوط و سپس هر نمونه در طول موج ۳۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Cary 50-UV Visible خوانده شد (Velikova *et al.*, 2000).

برای اندازه‌گیری اسیدهای قابل تیتراسیون، ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه با ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطرمخلوط و سپس به محلول فوق چند قطره فنول فتالئین یک درصد اضافه گردید. درنهایت عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسیدسدیم ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH=7 انجام شد و جهت تعیین اسیدیته آب میوه از عصاره صاف شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر در دمای ۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری انجام گرفت (Burdurlu *et al.*, 2006).

جهت تعیین اسیدیته آب میوه از عصاره صاف‌شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر در دمای ۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری انجام گرفت. برای اندازه‌گیری اسید آسکوربیک، از روش بردورا و همکاران استفاده شد (Burdurlu *et al.*, 2006). در این تحقیق اندازه‌گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی (مدل MT-098P8A)، صورت گرفت. سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز بر اساس روش Asada and Nakano (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد.

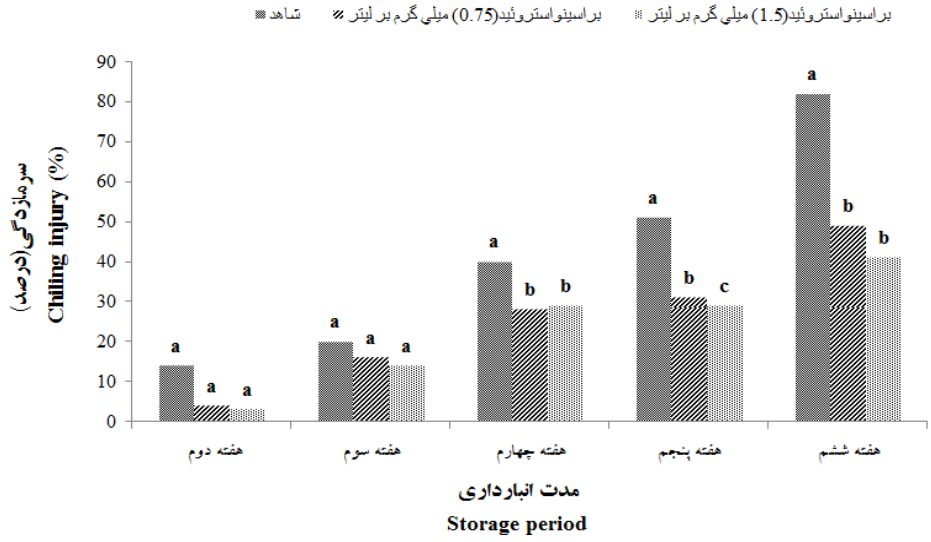
1. Electrical Conductivity

سپس میزان آنزیم بر اساس واحد بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بر اساس روش Giannopolitis and Ries (۱۹۷۷) اندازه‌گیری شد. سپس میزان آنزیم بر اساس واحد بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و در سه تکرار انجام گرفت. در هر تکرار ۱۰ عدد خوشه‌چه وجود داشت. تجزیه آماری نتایج به کمک نرم‌افزار SAS (Ver.9.1) و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

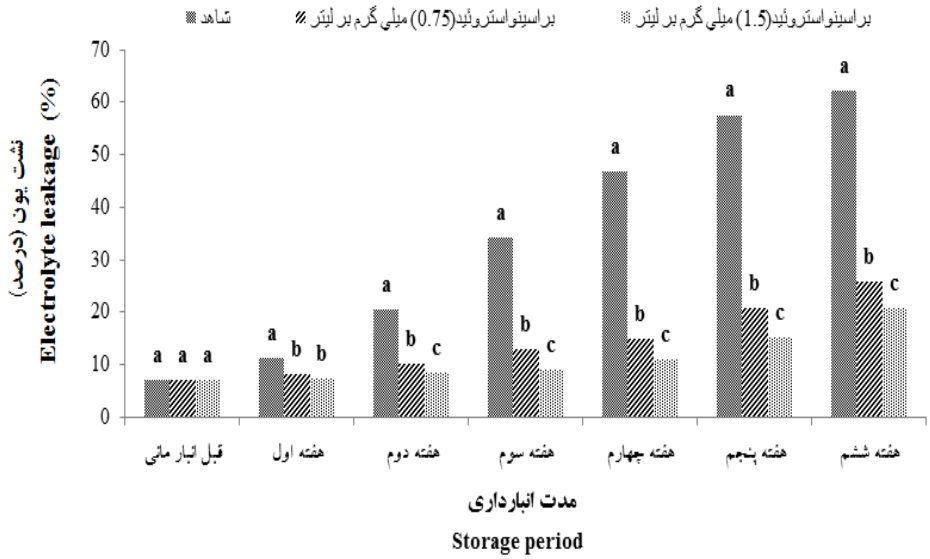
میوه‌های آسیب دیده و نشت یون

طبق نتایج به‌دست آمده، قهوه‌ای شدن پوست میوه‌ها، طی انبارمانی افزایش یافت و تیمار براسینواستروئید به‌طور معنی‌داری این خسارت را کاهش داد (شکل‌های ۲ و ۱). کاهش آسیب‌های ناشی از سرمازدگی طی انبارمانی، تحت تأثیر براسینواستروئید در تعدادی از میوه‌ها گزارش شده است (Zhu *et al.*, 2010). براسینواستروئید در انگور میوه‌های آسیب دیده را کاهش می‌دهد و اسپری گیاه در مرحله پیری رسیدن را سرعت می‌بخشد. تیمار گیاهان تمشک قرمز، تمشک سیاه و زغال‌اخته با براسینواستروئید عملکرد و مقاومت به سرما و بیماری‌ها را افزایش می‌دهد (Pipattanawong *et al.*, 1996). خسارت سرمازدگی هم‌بستگی مثبتی با غلظت‌های تیمار شده براسینواستروئید داشته و کمترین میزان آسیب میوه، مربوط به بالاترین غلظت براسینواستروئید بود و با شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. حفظ غشا یاخته و تحقیقات نشان داد، تیمار میوه‌های عناب با براسینواستروئید با غلظت ۵ میکرومتر قبل از انبار از خسارت قارچ پنیسیلیوم جلوگیری می‌کند (Zhu *et al.*, 2010). بنابراین این یافته‌ها با نتایج حاصل از پژوهش حاضر، مطابقت دارد. کاربرد این ماده باعث افزایش استحکام غشاء و تغییر در نفوذپذیری غشاء و انتقال فعال مواد از طریق آن می‌گردد (Zhang *et al.*, 2010؛ Zhu *et al.*, 2010). علاوه بر این، میوه‌های تیمارشده با براسینواستروئید دارای مواد آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به شاهد هستند که از اثرات منفی رادیکال‌های آزاد جلوگیری نموده و بدین ترتیب غشاء را حفظ می‌نمایند (Aghdam *et al.*, 2012؛ Kim and Wang, 2010).



شکل ۱- اثر تیمار براسینواستروئیدروی خسارت سرمازدگی (درصد) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 1. Effect of brassinosteroid on chilling injury (%) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.



شکل ۲- اثر تیمار براسینواستروئید روی نشت یون (درصد) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 2. Effect of brassinosteroid on ion leakage (%) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.

پر اکسیداسیون لیپیدهای غشاء و میزان پراکسید هیدروژن

طی انبارداری میوه انگور ریش بابا میزان پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسیدهیدروژن در میوه‌های تیمار شده و شاهد روند افزایشی داشت و بیشترین میزان پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسیدهیدروژن در میوه‌های شاهد مشاهده گردید. به‌طوری‌که میوه‌های تیمار شده با براسینواستروئید میزان پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسید هیدروژن کمتری را نشان دادند. میوه‌های تیمار شده با براسینواستروئید ۱/۵ میلی‌گرم برلیتر کمترین پر اکسیداسیون لیپیدها و پر اکسیدهیدروژن را نشان دادند که در مقایسه با تیمار شاهد وجود داشت (شکل۴ و ۳).

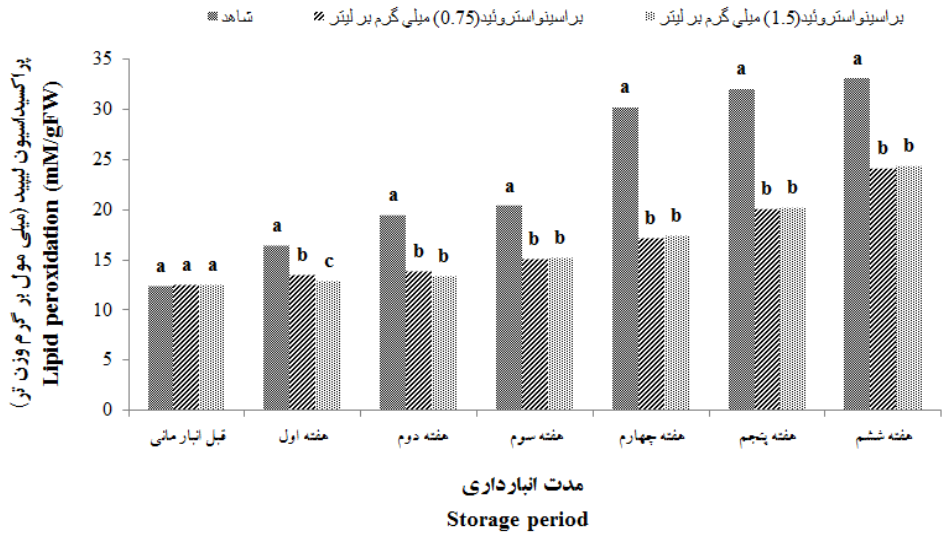
افزایش در نشت یون‌ها به خصوص پتاسیم باعث ایجاد حساسیت‌های سرمایی در بافت کالوس گریپ فروت شد (Forney and Peterson, 1990). براسینواستروئید به‌طور قابل توجهی میزان نشت یون را کاهش دادند. پژوهش‌های قبلی نیز نقش مثبت براسینواستروئید را روی کاهش نشت یون را طی تنش بررسی نموده‌اند و و نتایج حاصل از این تحقیق را تأیید می‌نمایند. افزایش علایم سرمازدگی به دلیل تنش اکسایشی گونه‌های فعال اکسیژن ایجاد می‌گرددکه پر اکسیده شدن و از بین بردن اسیدهای چرب غیراشباع در لیپیدهای غشا را تحریک می‌کنند (Cioroi, 2007). طی این تحقیق،کاربرد براسینواستروئید با جلوگیری از تولید پر اکسیدهیدروژن، میزان پر اکسیداسیون چربی‌های غشاء را کاهش داده که با نتایج پیشین هم‌خوانی دارد.

اسیدآسکوربیک، اسید قابل تیتراسیون و pH

در این پژوهش سیر افزایشی در میزان آسکوربیک اسید و pH (شکل۶ و ۵) و روند کاهشی اسیدهای‌آلی میوه (شکل ۷) در تمامی میوه‌های تیمار شده و شاهد در دوره انبارمانی مشاهده شد، به‌طوری‌که بیشترین میزان pH و میزان اسید اسکوربیک در انتهای دوره انبارمانی مشاهده گردید و روند این تغییرات در میوه‌های تیمار شده کمتر از شاهد بود. در بررسی تغییرات مقدار اسید آسکوربیک در طی دوره انبارمانی مشخص گردید،

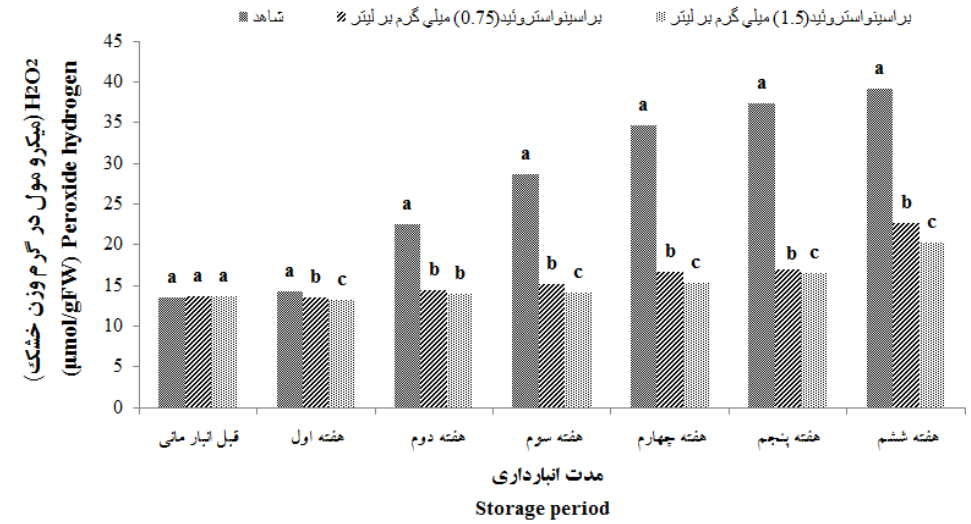
مقدار این ویتامین به مرور زمان در کلیه میوه‌های مورد تیمار و شاهد کاهش پیدا می‌کند اگر چه در مقایسه‌ی آماری در ۶ مرحله زمانی اندازه‌گیری کاملاً مشخص گردید که براسینواستروئید ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر بالاترین مقدار این اسید را به خود اختصاص داده بود. اگرچه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با غلظت ۰/۷۵ میلی‌گرم بر لیتربراسینواستروئید، در تمام دوره انبارمانی نداشت ولی این اختلاف با شاهد کاملاً معنی‌دار بود. اسید آسکوربیک از جمله آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی می‌باشد که در شرایط تنش در سلول‌های زنده سنتز می‌شود (Pignocchi and Foyer, 2003).

Burdurlu و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش کردند که کاهش برخی از مواد غذایی مانند اسید آسکوربیک یک فاکتور بحرانی در عمر انبارداری در بعضی محصولات مانند آب میوه مرکبات است. از آنجا که نقش براسینواستروئیدها در افزایش مقاومت سلول‌های زنده در انواع تنش‌ها به دلیل افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌هاست (Zhu *et al.*, 2010؛ Zokae-khosroshahi *et al.*, 2007). افزایش میزان اسید آسکوربیک ۶ هفته انبارداری میوه انگور در دمای پایین در این پژوهش را تأیید می‌نماید. روند تغییر میزان اسیدهای آلی در این تحقیق حاکی از کاهش مقدار این اسیدها در طی دوره انبارمانی بود. به گونه‌ای که در کلیه تیمارها و شاهد با افزایش طول دوره انبار مقدار اسیدهای آلی نیز کاهش پیدا کرد. مقایسه بین تیمارها در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری مشخص کرد، در بین تیمارهای به کار رفته بیشترین مقدار اسیدهای آلی در طول دوره انبارمانی متعلق به تیمار براسینواستروئید ۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر بود (شکل ۷). اسید تارتاریک به‌عنوان اسید غالب در میوه‌های انگور می‌باشد. از آنجای که بیشتر اسیدهای آلی در نتیجه چرخه اسیدتارتاریک به وجود آمده و در طی تنفس مصرف می‌شوند، بنابراین طی دوره انبارمانی، میزان اسیدهای آلی کاهش و اسیدیته افزایش می‌یابد و تیمار براسینواستروئید روند این تغییرات را معتدل می‌نماید چون پیری و شدت تنفس میوه را طی دوره انبارمانی کاهش می‌دهد که نتایج این تحقیق با یافته‌های پیشین هم‌خوانی دارد (Sha *et al.*, 2011؛ Aghdam *et al.*, 2012).



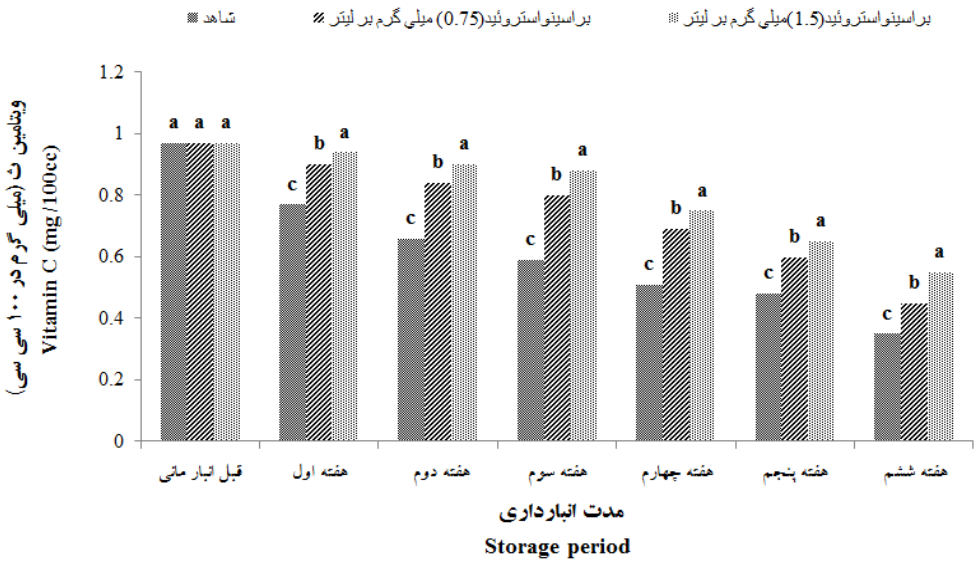
شکل ۳- اثر تیمار براسینواستروئید بر پراکسیداسیون لیپیدها (mM/g FW) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 3. Effect of brassinosteroid on lipid peroxidation (mM/g FW) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.



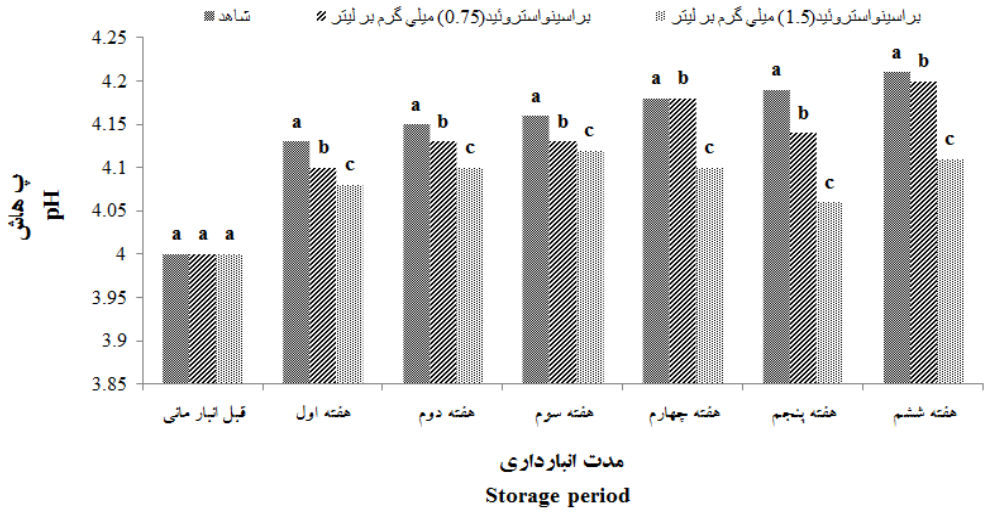
شکل ٤- اثر تیمار براسینواستروئید بر پراکسیدهیدروژن (µmol/g FW) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig .4. Effect of brassinosteroid on hydrogen peroxide (µmol /g FW) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.



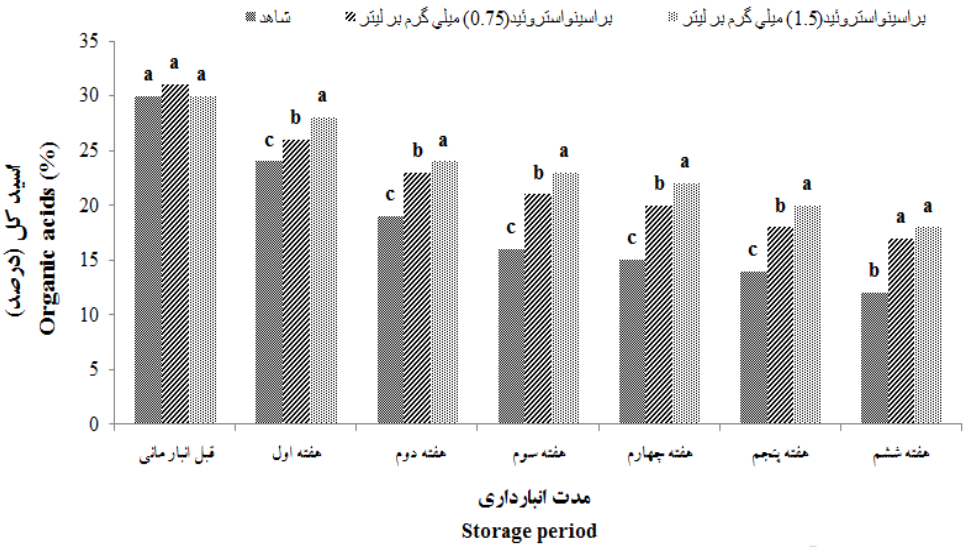
شکل ۵- اثر تیمار براسینواستروئید روی میزان اسید آسکوربیک (ویتامین ث) (mg/100 cc) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 5. Effect of brassinosteroid on ascorbic acid (vitamin C) (mg/100 cc) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.



شکل ٦- اثر تیمار براسینواستروئید روی pH میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ٥ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 6. Effect of brassinosteroid on pH of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.



شکل ۷- اثر تیمار براسینواستروئید روی اسید قابل تیتراسیون (درصد) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین‌هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ٥ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Fig. 7. Effect of brassinosteroid on organic acid (%) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.

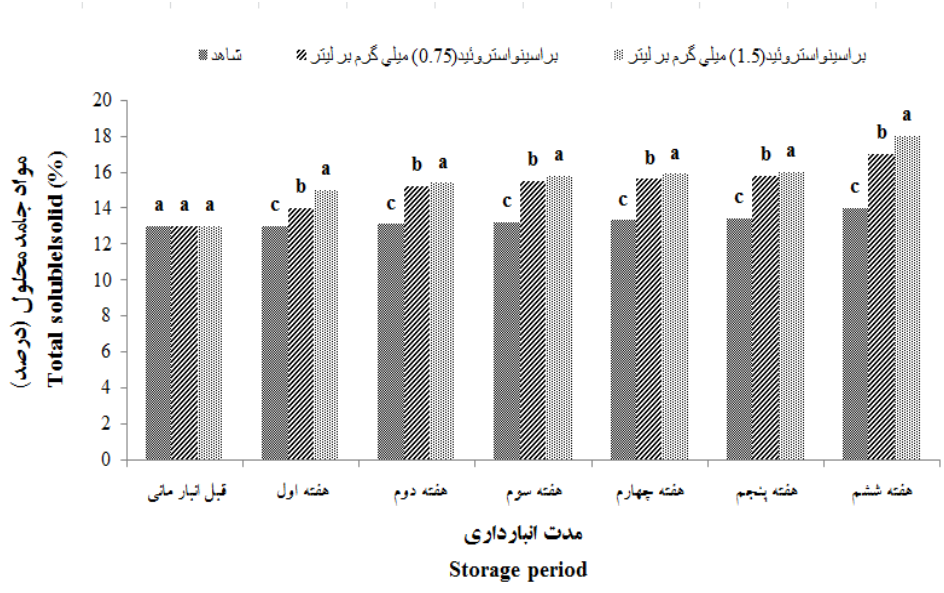
مواد جامد محلول میوه

طی ۶ هفته انبارمانی، مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده و نشده، افزایش یافت، به‌طوری‌که در بررسی‌های متوالی هر هفته، براسینواستروئید با غلظت

۱/۵ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین و شاهد کمترین درصد میزان مواد جامد محلول را دارا بودند (شکل ۸). میزان مواد جامد محلول، یکی از عوامل مهم در کیفیت میوه انگور می‌باشند و کاهش این مواد از کیفیت و بازارپسندی محصول می‌کاهد. تاکنون گزارشی مبنی بر اثر براسینواستروئیدها روی ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی میوه‌ها ارائه نشده است و این در حالی است که نتایج برخی از پژوهش‌ها حاکی از آن است که کاربرد تیمارهای شیمیایی مانند پلی‌آمین (پوترسین) و متیل جاسمونات روی میوه‌ها طی دوره انبارمانی باعث افزایش ویژگی‌های کیفی میوه‌ها می‌گردند زیرا این ترکیبات، روند کاهش مواد جامد محلول را به دلیل کند شدن فرآیند رسیدن میوه و کاهش تنفس تعدیل می‌نمایند و بدون تردید تیمار براسینواستروئید نیز با کاهش سرعت تنفس و فرآیند پیری، الگوی تغییر مواد جامد محلول را کمتر کاهش داده است (Aghdam *et al.*, 2012؛ Kelebek, 2009؛ Zokae-khosroshahi *et al.*, 2007).

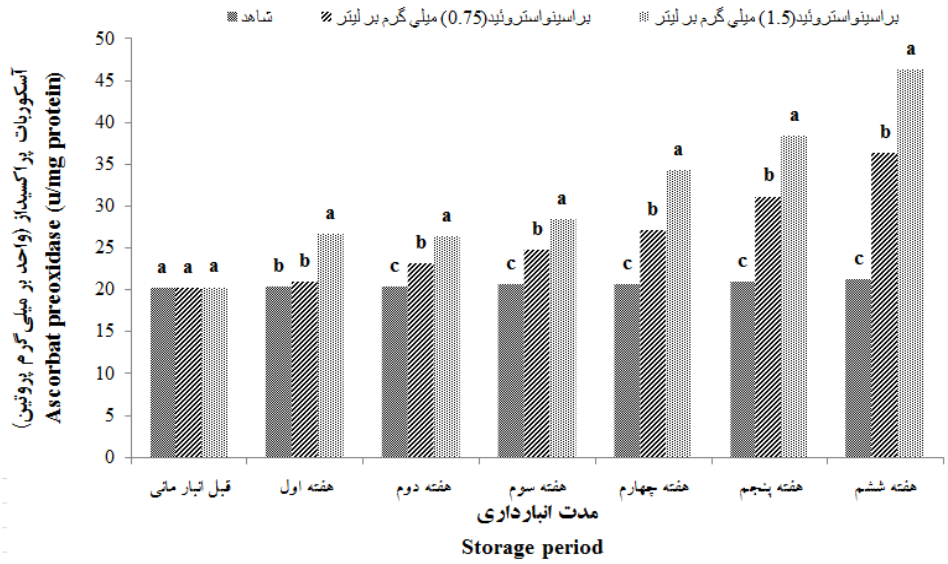
فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

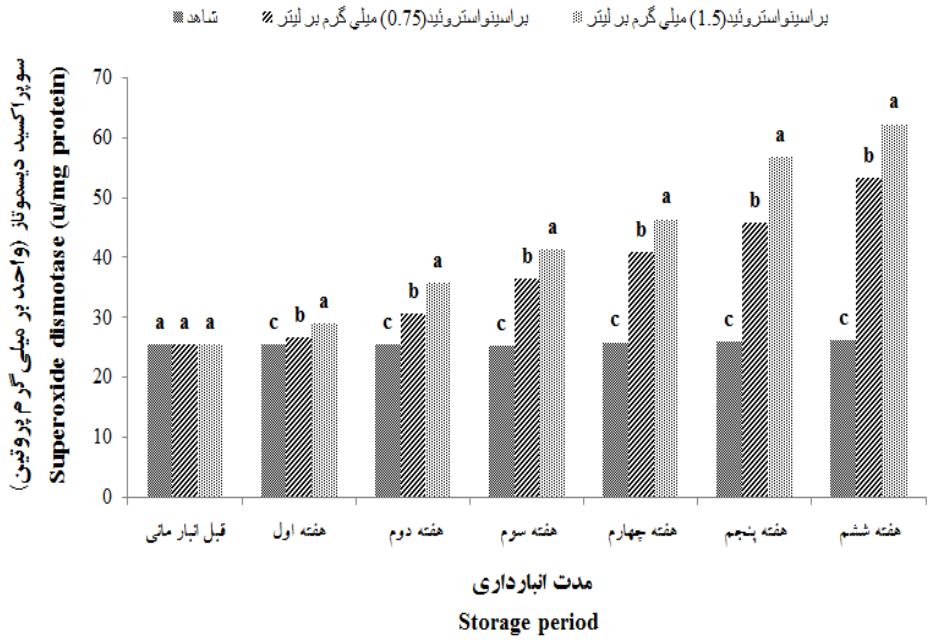
آسکوربات پراکسیداز آنزیم آنتی‌اکسیدانی است که در چرخه آسکوربات- گلوتاتیون شرکت می‌کند و فعالیت این چرخه در کلروپلاست، سیتوسول، پراکسی‌زوم و آپوپلاست گزارش شده است (Asada, 1999). طبق نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در میوه‌های شاهد و تیمار شده طی انبارداری افزایش یافت. به‌طوری که بیشترین میزان فعالیت آنزیمی در میوه‌های تیمار شده با براسینواستروئید به خصوص غلظت بالاتر براسینواستروئید (۱/۵میلی‌گرم بر لیتر) و کمترین میزان در میوه‌های شاهد دیده شد (شکل ۹).



شکل ۸- اثر تیمار براسینواستروئید بر مواد جامد محلول (درصد) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Fig. 8. Effect of brassinosteroid on soluble solids (%) of "Rish Baba" grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.





شکل ۹- اثر تیمار براسینواستروئیدبر میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز (U/mg protein) میوه انگور رقم ریش بابا. در هر هفته میانگین هایی که دارای حروف یکسانی هستند، در سطح ۵ درصدآزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی داری با هم ندارند.

Fig. 9. Effect of brassinosteroid on Activity of ascorbate peroxidase enzyme Activity of superoxide dismutase enzyme (U/mg protein) “Rish Baba” grape fruit during storage Means followed by same letter are not significantly different at P<0.05 according to Duncan's multiple range test.

طبق تحقیقات انجام شده، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی طی انواع تنش به خصوص تنش سرما افزایش می‌یابد (Pignocchi and Foyer, 2003). زیرا آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود، باعث حذف رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن شده و از تخریب غشاء سلول، نشت یون و پر

اکسیداسیون لیپیدهای غشا به‌طور معنی‌دار جلوگیری می‌نمایند و براسینواستروئیدها طی تنش باعث افزایش فعالیت این آنزیم‌ها می‌گردند. بنابراین، نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر یافته‌های دیگران را تأیید می‌نمایند.

نتیجه‌گیری

حساسیت به دمای پایین باعث محدود کردن عمر انبارمانی و کاهش کیفیت میوه‌ها می‌گردد. تغییر در واکنش‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژی مختلف در داخل میوه به همراه وقوع نابسامانی‌های ظاهری از عوامل کاهش بازارپسندی در میوه‌ها در دمای پایین و در طول انبارمانی می‌باشند. اخیراً استفاده از موادی مانند براسینواستروئیدها، به منظور افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها مورد توجه قرار گرفته است. زیرا، تحقیقات نشان داد، براسینواستروئیدها، از تشکیل رادیکال فعال اکسیژن که باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء می شوند، جلوگیری می‌نمایند که در تنش سرمازدگی، مرگ سلول بر اثر این‌گونه ترکیبات افزایش می‌یابد و علاوه بر نقش براسینواستروئیدها، در کاهش ناهنجاری‌های انباری، شواهد نشان داد که براسینواستروئیدها، نقش مهمی در بهبود ویژگی‌های کیفی و بیوشیمیایی فرآورده باغبانی طی انبارمانی دارند، براسینواستروئیدها، با دخالت در بیان ژن‌های مختلف گیاهان را در برابر تنش‌های مختلف محافظت می‌کنند.

در این تحقیق نیز کاربرد براسینواستروئید ۱/۵ میلی‌گرم برلیتر کمترین خسارت سرمازدگی را داشته و کیفیت انگور را به شدت تحت تأثیر قرار داده است، بنابراین ازآنجا که انگور یکی از وسیعترین سطح کشت‌ها را در بین محصولات باغی در سطح کشور دارد، شایسته است نسبت به ارائه راهکارهای علمی و اجرائی بیشتر در جهت کاهش خسارت سرمازدگی اقدام نمود.

References

1. Abdollahi, R., Dowlati Baneh, H., and Masoomi, A. 2014. Effect of nitric oxide on Askari grape during storage. Journal of Small Fruits, 2: 1-14. [In Farsi]

2. Aghdam, M.S., Asghari, M., Farmani, B., Mohayeji, M., and Moradbeygi, H. 2012. Impact of postharvest brassinosteroids treatment on PAL activity in tomato fruit in response to chilling stress. Scientia Horticulturae, 144: 116-120.

3. Asada, K. 1999. The water-water cycle in chloroplast: Scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 601-639.

4. Burdurlu, H.S., Nuray, K., and Feryal, K. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of Food Engineering, 74: 211-216.

5. Cioroi, M. 2007. Study on L-ascorbic acid contents from exotic fruits. Cercetari Agronomic in Moldova, 1: 23-27.

6. Clous, S.D. and Sasse, M. 1998. Brassinosteroids: essential regulators of plant

growth and development. Annual Physiology Reviews, 49: 427-451.

7. Considine, J.A. and Kriedemann, P.E. 1972. Fruit splitting in grapes: Determination of the critical turgor pressure. Australian Journal of Agricultural Research, 23: 17-24.

8. Forney, C.F. and Peterson, S.J. 1990. Chilling induced potassium leakage of cultured Citrus cells. Physiology Plant, 78: 193-196.

9. Giannopolitis, C.N. and Ries, S.K. 1977. Superoxide dismutase. I. Occurrence in higher plants. Plant Physiology, 59: 309-314.

10. Heath, R.L. and Packer, L. 1969. Photoperoxidationin isolated chloroplast, kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archive of Biochemistry and Biophysiology, 125: 189-198.

11. Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A., and Cabaroglu, T. 2009. HPLC determination of organic acids, sugars, phenolic composition and antioxidant capacity of orange wine made from a Turkish cv. Kozan. Microchemical Journal, 91: 187-192.

12. Kim, T.W. and Wang, Z.Y. 2010. Brassinosteroid signal transduction from receptor kinases to transcription factors. Annu Rev Plant Biol, 61: 681-704.

13. Khripach, V. and Zhabinskii, V. 1998. Brassinosteroids: A new class of plant hormones acadamic press. United States of Amenca, 460 P.

14. Montesinos-Herrero, C. and Palou, L .2010. Combination of physical and low-toxicity chemical postharvest treatments for the management of citrus fruit: A review. Stewart Postharvest Review, 54: 72-79.

15. Mosymons, G.M., Davies, C., Shavrukov, Y., Bodry, I., Reid, J.B., and Thomas, M. 2006. Graps on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. Plant physiology, 140: 150-158.

16. Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach choloroplast. Plant Cell Physiol, 22: 867-880.

17. Nilpraprucк, P., Authanithee, F., and Keebjan, P. 2008. Efeect of exogenous methyljasmonate on chilling injury and quality of pineapple. Silpakorn University Science and Techology, 2: 33-42.

18. Odriozola-Serrano, I., Hernndez-Jover, T., and Martn-Belloso, O. 2007. Comparative evaluation of UV-HPLC methods and reducing agents to determine vitamin C in fruits. Food Chem, 105: 1151-1158.

19. Peng, J., Tang, X., and Feng, H. 2004. Effects of brassinolide on the physiological properties of litchi pericarp (*Litchi chinensis* L.). Science Horticulturae, 101: 407-416.

20. Pignocchi, C.C. and Foyer, H. 2003. Apoplastic ascorbate metabolism and its role in the regulation of cell signaling. Current Opinion in Plant Biology, 6: 379-389.

21. Pipattanawong, N., Fujishige, N., Yamane, K., and Ogata, R. 1996. Effect of brassinosteroidon vegetative and reproductive growth in two day-neutral strawberries. Horticultural Science, 65: 651-654.

22. Sairam, R.K., Deshmukh, P.S., and Shukla, D.S. 1997. Tolerance to drought and temperature stress is relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. Journal of Agronomy Crop Science, 178: 171-177.

23. Sha, S.F., Li, J.C., and Zhang, S.L. 2011. Change in the organic acid content and releted metabolic enzyme activities in developing xinping pear fruit. African Journal of Agricultural Research, 6: 3560-3566.

24. Schirra, M. and D'hallewin, G. 1997. Storage performance of Fortune mandarins following hot water dips. Postharvest Biology and Technology, 10: 229-238.

25. Schirra, M., Mulas, M., Fadda, A., Mignani, I., and Lurie, S.2005. Chemical and quality traits of 'Olinda' and 'Campbell' oranges after heat treatment at 44 or 46 C for fruit fly disinfestations. Lebenson. Wiss. Plant Technology, 38: 519-527.

26. Shahbaz, M. and Ashraf, M. 2007. Influence of exogenous application of brassinosteroid on growth and mineral nutrients of wheat under saline conditions. Pak, 39(2): 513-522.

27. Velikova, V., Yordanov, I., and Edreva, A. 2000. Oxidaive stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Protective role of exogenous polyamines. Plant Science, 151: 59-66.

28. Wang, C.Y. 1990. Alleviation of chilling injury of horticultural crops. In: C.Y. Wang (Ed), Chilling injury of horticultural crops. CRC Press, Boca Raton, FL., pp: 281-320.

29. Zokaee-Khosroshahi, M.R. and Esna-Ashari, M. 2007. Postharvest putresciene treatments extend the storage-life of apricot (*Prunus armeniaca* L.) etokhm sefid, fruit. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82: 986-990.

30. Zokae-khosroshahi, M.R., Esna-Ashariand, M., and Ershadi, A. 2007. Effect of exogenous puterscine on post-harvest life of strawberry (*Fragari ananassa Duch*) fruit, cultivare selva. Scientia Horticulturae, 114: 27-32.

31. Zhang, A., Zhang, J., Ye, N., Cao, J., Tan, M., Zhang, J., and Jiang, M. 2010. ZmMPK5 is required for the NADPH oxidase-mediated self-propagation of apoplectic H2O2 in brassinosteroid-induced antioxidant defence in leaves of maize. Journal of Experimental Botany, 61: 4399-4411.

32. Zhu, Z., Zhang, Z., Qin, G., and Tian, S.P. 2010. Effects of brassinosteroids on post-

harvest disease and senescence of jujube fruit in storage. Postharvest Biology and Technology, 56: 50-55.