نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳ (ص۱۴۹-۱۳۷)

تأثیر تیمار پوتریسین به روش غوطه‌وری تحت فشار بر کیفیت پس از برداشت دو رقم انگور (*Vitis vinifera*)

ساره رحیمی[1*]، سید حسین میردهقان[2] و مجید اسماعیلی‌زاده[3]
۱، ۲ و ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۸/۱ـ تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۱/۲۶)

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر تیمار پوتریسین بر کیفیت میوهٔ انگور طی دوره‌های انبارمانی اجرا شد. میوه‌های انگور ارقام ریش‌بابا و الحقی به‌روش غوطه‌وری تحت فشار با محلول‌های پوتریسین (۰، ۱ و ۲ میلی‌مولار) تیمار شدند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد پس از ۵۵ روز انبارمانی تیمار پوتریسین ۱ میلی‌مولار در رقم ریش‌بابا و غلظت ۲ میلی‌مولار در رقم الحقی به‌ترتیب با میانگین‌های ۰/۲۸ و ۰/۵۶ کیلوگرم نیرو مؤثرترین تیمارها برای حفظ سفتی بودند. همچنین تیمارهای ذکرشده در هر یک از ارقام پس از پایان دورهٔ آزمایش کمترین درصد کاهش وزن را نسبت به شاهد نشان دادند. در رابطه با فعالیت میکروبی پس از ۵۵ روز انبارمانی تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار با میانگین $3/59\ CFU\ g^{-1}$ در رقم ریش‌بابا به‌طور معناداری کمترین میزان آلودگی را نسبت به شاهد نشان داد. میوه‌های تیمارنشده کاهش در میزان ترکیبات فنلی‌کل، فعالیت ضداکسیداسیونی، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون، شاخص‌های مختلف رنگ، افزایش کاهش وزن، pH، مواد جامد محلول کل و شاخص رسیدگی (TSS/TA) را نشان دادند. تمامی این تغییرات به‌صورت معناداری تحت‌تأثیر تیمارهای پوتریسین به تأخیر افتادند.

واژه های کلیدی: انگور (*Vitis vinifera*)، پوتریسین (پلی‌آمین)، سفتی، فعالیت میکروبی.

مقدمه

انگور از مهم‌ترین و قدیمی‌ترین محصولات باغی در ایران و جهان است که کشت و تولید آن در ایران از قدمت بسیار زیادی برخوردار است. به‌رغم اینکه این محصول می‌تواند به‌منزلهٔ یکی از بزرگ‌ترین اقلام صادراتی کشور محسوب شود به‌دلیل ماهیت بسیار فسادپذیر آن همواره مشکلات جدی طی جابه‌جایی، انبارمانی پس از برداشت و نیز به هنگام فروش داشته است که ضررهای اقتصادی فراوانی به‌دنبال دارد. کاهش کیفیت انگورهای تازه‌خوری عموماً ناشی از کاهش وزن، نرم‌شدن سریع حبه‌ها، پوسیدگی‌های قارچی و تغییرات طعم و رنگ است که بدون تیمار و یا شرایط انباری مناسب کاهش کیفیت می‌تواند تسریع یابد (Lydakis & Aked, 2007; Roll *et al*., 2011). نرم‌شدن علاوه بر تأثیر بر کیفیت میوه می‌تواند عمر انباری، قابلیت حمل‌ونقل و مقاومت به بیماری‌ها را نیز تحت‌تأثیر قرار دهد (Deng *et al*., 2005). بین بیماری‌های قارچی کپک خاکستری که عامل آن قارچ *Botrytis cinerea* است به‌منزلهٔ یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های پس از برداشت میوهٔ انگور محسوب می‌شود که موجب تلفات بی‌شماری طی دوره‌های انباری می‌شود (Wu *et al*., 2005). علاوه بر نرم‌شدن حبه و پوسیدگی‌های قارچی کاهش وزن نیز به‌عنوان یکی دیگر از ناهنجاری‌های مهم گزارش‌شده طی دورهٔ پس از برداشت این محصول است. کاهش وزن منجر به تغییرات معناداری در ترکیب و متابولیسم میوهٔ برداشت‌شده می‌شود و حتی در صورت پژمرده‌نشدن، کاهش وزن می‌تواند کیفیت تغذیه‌ای را متأثر سازد (Rizzini *et al*., 2009). افزایش نسبت قند به اسیدهای آلی و کاهش نسبت گلوکز به فروکتوز در حبه‌هایی که کاهش وزن پیدا کرده‌اند مشاهده شده است. به‌علاوه بررسی فرایندهای متابولیسمی طی کاهش وزن، کاهش ترکیبات فنلی و مواد معطر را نیز آشکار ساخته است

تلفن: ۰۹۱۷۱۵۵۰۵۷۳
E-mail:sarehrahimi@ymail.com

(Chkaiban *et al.*, 2007). برای رفع این مشکلات استراتژی‌های بسیاری همانند انبار با CO_2 بالا (Retamales *et al.*, 2003) و انبارهای کم‌فشار (Romanazzi *et al.*, 2001) استفاده شده است اما آسیب‌هایی مانند بدطعمی در میوه‌های انگور تیمارشده رخ داد. گزارش شده است که بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل‌یافته (MAP) می‌تواند خصوصیاتی همانند عطر، طعم، بافت و رنگ انگورهای تیمارشده را حفظ کند اما غلظت CO_2 درون بسته‌ها معمولاً برای کنترل پوسیدگی‌های قارچی کافی نیست بنابراین، استفاده از دی‌اکسید گوگرد برای این منظور ضروری است (Artez-Hernandez, 2004). با توجه به مضرات گاز دی‌اکسید گوگرد و نگرانی‌ها دربارهٔ تأثیر این ترکیب بر سلامت انسان امروزه نظر پژوهشگران در راستای استفاده از استراتژی‌های جدیدی همانند استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی برای حفظ ویژگی‌های کیفی و نیز کنترل پوسیدگی‌های قارچی جلب شده است. یکی از این راهکارها برای افزایش عمر انباری فرآورده‌ها استفاده از پلی‌آمین‌هاست. پلی‌آمین‌ها یکی از قدیمی‌ترین مواد شناخته‌شده در بیوشیمی و به‌منزلهٔ یک گروه از ترکیبات طبیعی با وزن ملکولی پایین هستند که در تمام ارگانیسم‌های زنده یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای رشد و نمو مشارکت دارند (Evans & Malmberg, 1989). بسیاری از آزمایش‌های انجام‌شده نشانگر تأثیر مثبت پلی‌آمین‌ها بر حفظ کیفیت و کاهش ضایعات فرآورده‌های باغبانی است. گزارش شده است که تیمار برون‌زاد پلی‌آمین‌ها منجر به حفظ سفتی چندین میوه شامل سیب (Kramer *et al.*, 1991)، تکه‌های توت‌فرنگی (Ponappa *et al.*, 1993)، آلو (Perez-Vicent *et al.*, 2002) و هلو و شلیل (Bregoli *et al.*, 2006) شده است. اگرچه اثرات متفاوتی از پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین گزارش شده است به‌عنوان مثال غوطه‌وری تحت فشار با اسپرمیدین و اسپرمین سفتی تکه‌های توت‌فرنگی را افزایش داد درحالی‌که پوتریسین مؤثر نبود (Ponappa *et al.*, 1993). برخی اثرات پلی‌آمین‌ها بر سفتی میوه به تغییر ژن‌های درگیر در بیوسنتز اتیلن و نیز تعدیل آنزیم‌های مربوط به دیوارهٔ سلولی که در نرم‌شدن میوه مشارکت می‌کنند نسبت داده شده است (Khan *et al.*, 2007). پلی‌آمین‌ها همچنین به‌دلیل داشتن بار مثبت قادرند با اتصال به گروه فسفات فسفولیپیدهای غشاء و تثبیت آن از اختلال در غشاها، نشت محتویات سلولی و درنتیجه کاهش وزن فرآورده‌ها بکاهند (Lester, 2000). در رابطه با پلی‌آمین‌ها و پاسخ گیاهی به آلودگی‌های میکروبی مطالعات نسبتاً کمی انجام شده است. اولین‌بار Greenland و Lewis (1984) نشان دادند که متابولیسم پلی‌آمین‌ها در برهمکنش ناسازگار بین گیاه و پاتوژن تغییر می‌یابد. همچنین اثبات شده است که در تنش‌های زیستی مانند حملهٔ آفات، قارچ‌ها و نیز بیماری‌ها میزان پلی‌آمین‌ها از مقادیر کم به زیاد تغییر می‌کند (Torrigiani *et al.*, 1997) و این تغییر در میزان پلی‌آمین‌ها می‌تواند اثبات‌کنندهٔ نقش این ترکیبات در سیستم دفاعی گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا باشد. در این زمینه پژوهشگران چندین مکانیسم احتمالی دربارهٔ نقش مؤثر پلی‌آمین‌ها در کنترل آلودگی‌های قارچی و میکروبی بیان داشته‌اند. ازجملهٔ این مکانیسم‌ها می‌توان به افزایش فعالیت آنزیم‌های دی‌آمین اکسیداز و پلی‌آمین اکسیداز در برهمکنش‌های ناسازگار بین گیاه و پاتوژن اشاره کرد که منجر به تولید پراکسید هیدروژن می‌شود. این ترکیب در ساختار دفاعی به‌منزلهٔ سیگنال برای فعال‌کردن ژن‌های عامل مقاومت به بیماری یا به‌عنوان یک ترکیب ضدمیکروبی عمل می‌کند (Walters, 2003). طی گزارشی دیگر بیان شده است که تیمار دانهال‌های آرابیدوپسیس با پلی‌آمین‌ها منجر به افزایش نیتریک اکسید می‌شود (Tun *et al.*, 2006). نیتریک اکسید نیز همانند پراکسید هیدروژن یک ملکول سیگنالی است که طی سنتز آن مقاومت گیاهی به بیماری‌ها القا می‌شود (Neill *et al.*, 2003). همچنین با اتصال پلی‌آمین‌ها به اسیدهای فنلی ترکیباتی به نام هیدروکسی سینامیک اسیدآمیدها تولید می‌شوند که با اتصال به دیوارهٔ سلولی همانند حفاظی محکم عمل می‌کنند و مانع از تجزیهٔ آنزیمی می‌شوند به‌علاوه اثرات ضدقارچی این ترکیبات به‌دلیل ممانعت از رشد میسلیوم‌های قارچی نیز اثبات شده است (Walters, 2003). هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر تیمار پس از برداشت پوتریسین بر حفظ ویژگی‌های کیفی میوهٔ دو رقم انگور ریش‌بابا و الحقی طی انبارمانی است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های مورد نیاز برای این پژوهش شامل دو رقم انگور ریش‌بابا و الحقی از یک باغ انگور واقع در اطراف شهرستان آباده تهیه شدند. میوه‌ها براساس بلوغ باغبانی در ساعات اولیهٔ صبح برداشت و به‌صورت یک‌ردیفه در جعبه‌های پلاستیکی قرار گرفتند و سپس تحت مراقبت کامل به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر(عج) منتقل شدند. به‌منظور خنک‌سازی اولیهٔ خوشه‌های انگور به‌مدت ۱۸ ساعت در سردخانه با دمای ۱± ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از آن میوه‌های سالم، یکنواخت و عاری از هرگونه صدمه و آلودگی میکروبی برای اعمال تیمارها انتخاب شدند. مقداری از میوه‌های انتخابی قبل از تیمار برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر استفاده شدند. پس از تهیهٔ محلول‌های پوتریسین با غلظت‌های ۰ (آب مقطر)، ۱ و ۲ میلی‌مولار، خوشه‌ها همراه با محلول مورد نظر در یک محفظهٔ تعبیه‌شده قرار گرفتند سپس با استفاده از پمپ خلأ فشار داخل محفظه تا سطح ۰/۵ بار کاهش داده شد. در ادامه اجازه داده شد تا خوشه‌های تیمارشده قبل از قرارگیری در سردخانه خشک شوند. پس از آن دو خوشه از هر تکرار توزین و در سردخانه با دمای ۱± ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ±۹۰ درصد قرار گرفتند. در فواصل زمانی ۲۵ و ۵۵ روز پس از آغاز انبارمانی ویژگی‌هایی همانند میزان سفتی حبه‌ها، فعالیت میکروبی، درصد کاهش وزن، شاخص‌های مختلف رنگ پوست حبه، TSS، TA و pH آب میوه اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبهٔ میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسیداسیونی پس از پایان هر یک از دوره‌های انباری مقداری از میوه‌ها در ازت مایع منجمد و در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد.

صفات اندازه‌گیری‌شده

سفتی

به‌منظور اندازه‌گیری سفتی از هر واحد آزمایشی ۱۰ حبه به‌طور تصادفی انتخاب و سپس با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (Lutron model FG5020) سفتی میوه‌ها اندازه‌گیری شد و متوسط میزان سفتی ۱۰ حبه برحسب کیلوگرم نیرو بیان شد.

فعالیت میکروبی

برای اندازه‌گیری فعالیت میکروبی پس از تهیه‌کردن آگار و پپتون واتر با غلظت ۱درصد تحت شرایط استریل ۹۰ میلی‌لیتر از پپتون واتر به همراه ۱۰ گرم از خوشه (شامل میوه و چوب خوشه) درون کیسه‌های استریل ریخته شد و با استفاده از دستگاه stomacher (interscience 400p) به‌مدت ۹۰ ثانیه عمل مخلوط‌شدن انجام گرفت. پس از انجام مراحل رقیق‌سازی (رقت ۳-) از محتوای هر لولهٔ آزمایش ۱۰۰۰ میکرولیتر به پتری‌دیش‌های حاوی آگار استریل‌شده اضافه و به‌مدت ۵ روز داخل انکوباتور با دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت ۵ روز تعداد کلنی‌ها شمارش شد و میزان فعالیت میکروبی به‌صورت لگاریتم تعداد کلنی‌های شمارش‌شده در هر گرم وزن تازهٔ میوه محاسبه شد (Serrano *et al*., 2005).

ترکیبات فنلی‌کل و فعالیت ضداکسیداسیونی

برای ارزیابی میزان ترکیبات فنلی‌کل و فعالیت ضداکسیداسیونی ابتدا از هر تکرار ۵ گرم از میوه‌های انگور منجمدشده در ازت مایع که در دمای ۸۰- درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شده بود توسط ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار عصاره‌گیری شد و به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد با سرعت (rpm)۵۰۰۰ سانتریفیوژ شد سپس روشناور برای اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسیداسیونی استفاده شد. میزان ترکیبات فنلی برحسب میلی‌گرم معادل اسیدگالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه بیان شد (Serrano *et al*., 2005). برای اندازه‌گیری فعالیت ضداکسیداسیونی، به روشناور تهیه‌شده گلیسین، ABTS، پراکسید هیدروژن و پراکسیداز اضافه و از استاندارد اسیدآسکوربیک استفاده شد.

درنهایت فعالیت ضداکسیداسیونی برحسب میلی‌گرم معادل اسیدآسکوربیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه محاسبه شد (Serrano *et al*., 2005).

کاهش وزن

برای تعیین کاهش وزن، دو خوشه از هر تکرار قبل از ورود به سردخانه و در فواصل زمانی مشخص توزین و با استفاده از رابطهٔ ۱ درصد کاهش وزن محاسبه شد.

(رابطه ۱)

کاهش وزن (درصد) =((وزن اولیه/(وزن ثانویه- وزن اولیه))×۱۰۰

رنگ سطح پوست میوه

برای محاسبهٔ رنگ سطحی پوست میوه، با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Konica Minolta CR-400)، رنگ ۴ قسمت از پوست ۵ حبه در هر تکرار قرائت شد. دستگاه رنگ‌سنج، میزان رنگ را به‌صورت ۳ شاخص a^* (قرمز تا سبز)، b^* (زرد تا آبی) و L^* (درخشندگی) ارائه می‌دهد. شاخص‌های Chroma (شدت رنگ) و Hue angle نیز با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

(رابطه ۲)

$$\text{Chroma}= [(a^{*2}) + (b^{*2})]^{1/2} \quad \text{Hue angle}= \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

مواد جامد محلول کل، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون، pH آب میوه و شاخص رسیدگی (TSS/TA)

۲۰ حبه از قسمت‌های مختلف هر خوشه به‌طور تصادفی انتخاب و پس از گرفتن آب میوه و فیلترکردن آن برای تعیین میزان مواد جامد محلول کل، اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون و pH استفاده شد. میزان مواد جامد محلول کل آب میوه با استفاده از دستگاه قندسنج دستی (PAL-1 ATAGO Japan) اندازه‌گیری و برحسب درجهٔ بریکس بیان شد. میزان اسیدیته به‌روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. بدین منظور پس از رقیق‌سازی ۱۰ میلی‌لیتر از آب میوه توسط ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر، چند قطره معرف فنل فتالئین ۱درصد اضافه شد و سپس با سود ۰/۲ نرمال عمل تیتراسیون انجام گرفت. درنهایت با استفاده از رابطهٔ ۳ میزان اسیدیته برحسب درصد محاسبه شد.

(رابطه ۳)

اسیدیته (درصد) = (والانس گرم اسیدتارتاریک × نرمالیته سود × مقدار سود مصرفی) / (وزن نمونه×۱۰۰۰) × ۱۰۰

pH آب میوه مستقیماً به‌وسیلهٔ pH متر (Germany inolab 720, (WTW82362 در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. میزان شاخص رسیدگی نیز با محاسبهٔ نسبت مواد جامد محلول کل به اسیدیتهٔ قابل تیتر به‌دست آمد.

طرح آزمایشی و تجزیهٔ آماری

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل با طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با ۳ تیمار و ۴ تکرار طراحی شد. فاکتورها در این آزمایش شامل ۱. تیمار در سه سطح (پوتریسین ۱ میلی‌مولار، پوتریسین ۲ میلی‌مولار و ۰ (آب مقطر به‌عنوان شاهد)، ۲. رقم در دو سطح (ریش بابا و الحقی) و ۳. زمان در دو سطح (۲۵ و ۵۵ روز پس از انبارمانی) بودند و برای هر تکرار ۲ خوشه در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک نرم‌افزار MSTATC انجام شد و مقایسهٔ میانگین‌ها به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد انجام شد. جدول‌ها و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج

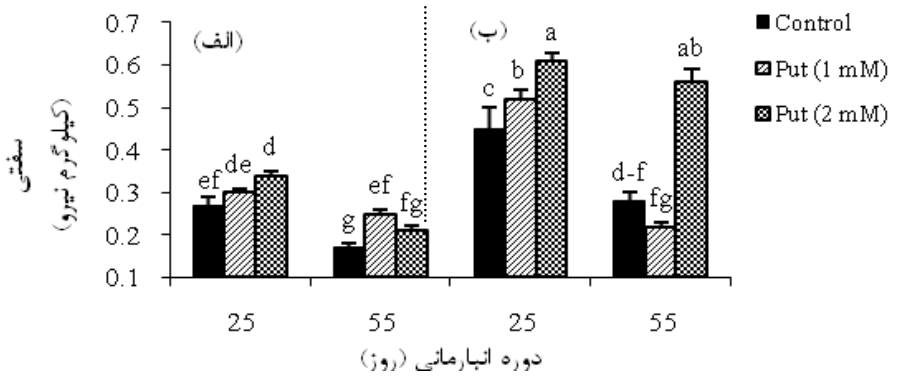
سفتی میوه

با بررسی مقایسهٔ میانگین‌های موجود در شکل۱ کاهش میزان سفتی میوه‌ها طی دوره‌های انبارمانی قابل مشاهده است. پس از اتمام دورهٔ آزمایش (روز ۵۵) هر یک از ارقام واکنش متفاوتی نسبت به غلظت‌های پوتریسین به‌کاررفته نشان دادند به‌گونه‌ای که در رقم ریش‌بابا غلظت ۱ میلی‌مولار پوتریسین با میانگین ۰/۲۸ کیلوگرم نیرو نسبت به سایر تیمارها مؤثرترین تیمار برای حفظ سفتی بافت میوه بود. این در حالی است که در رقم الحقی پوتریسین ۲ میلی‌مولار با متوسط میزان ۰/۵۶ کیلوگرم نیرو بهترین نتیجه را بر حفظ سفتی تا پایان زمان آزمایش نشان داد.

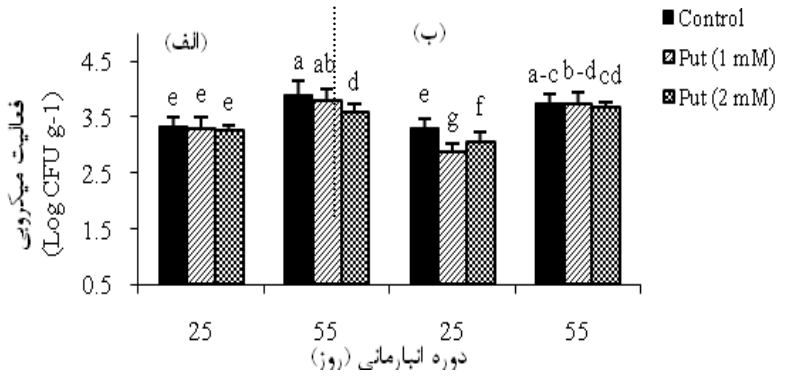
فعالیت میکروبی

مطابق با مقایسهٔ میانگین‌های برهمکنش سه‌جانبهٔ تیمار، رقم و زمان موجود در شکل۲ میزان فعالیت میکروبی

طی دوره‌های انباری افزایش یافته است. پس از ۵۵ روز انبارمانی کمترین میزان فعالیت میکروبی در هر دو رقم مربوط به پوتریسین با غلظت ۲ میلی‌مولار بود، اگرچه این تیمار در رقم الحقی تفاوت معناداری با سایر تیمارها نشان نداد.



شکل۱. برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر سفتی میوۀ انگور رقم ریش‌بابا (الف) و رقم الحقی (ب) Control: شاهد، Put: پوتریسین



شکل۲. برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر میزان فعالیت میکروبی میوۀ انگور رقم ریش‌بابا (الف) و رقم الحقی (ب) Control: شاهد، Put: پوتریسین

درصد کاهش وزن

طی دورۀ انبارمانی درصد کاهش وزن در تمام تیمارها افزایش یافت و واکنش هر یک از ارقام در برابر تیمار به‌کاررفته متفاوت بود. در رقم ریش‌بابا غلظت ۱ میلی‌مولار از پوتریسین در سراسر دورۀ انبارمانی کمترین درصد کاهش وزن را در مقایسه با شاهد به خود اختصاص داد درحالی‌که در رقم الحقی مناسب‌ترین تیمار غلظت ۲ میلی‌مولار بود (شکل۳).

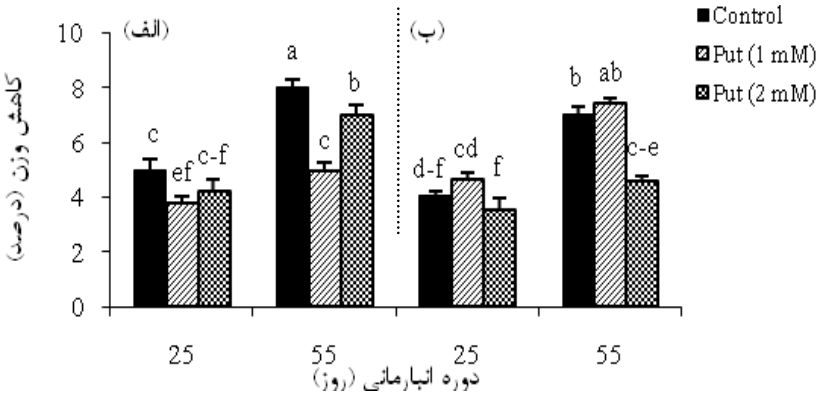
ترکیبات فنلی‌کل

براساس مقایسۀ میانگین‌های شکل۴ اگرچه مقدار ترکیبات فنلی در اوایل دورۀ انبارمانی در تیمارهای گوناگون متفاوت است ولی پس از گذشت ۵۵ روز از انبارمانی غوطه‌ورشدن تحت فشار با تیمار پوتریسین به‌طور مؤثری سبب حفظ ترکیبات فنلی در هر دو رقم میوۀ انگور شد که در رقم الحقی اختلاف معناداری با شاهد وجود دارد.

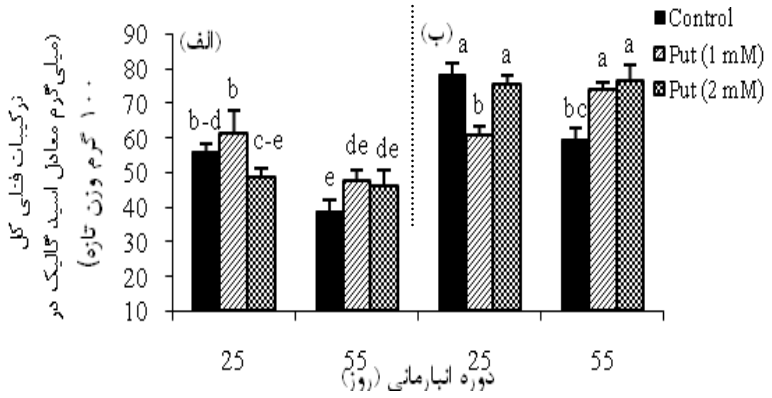
فعالیت ضداکسیداسیونی

اثر زمان در شکل ۵ الف، نشان‌دهندۀ کاهش فعالیت ضداکسیداسیونی طی مدت انبارمانی است. برهمکنش تیمار و رقم نیز مشخص کرد که در رقم ریش‌بابا بین تیمارهای پوتریسین و شاهد از لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود نداشت. در رقم الحقی پوتریسین ۲ میلی‌مولار به‌طور معناداری نسبت به سایر تیمارها میزان فعالیت ضداکسیداسیونی بالاتری نشان داد و بین

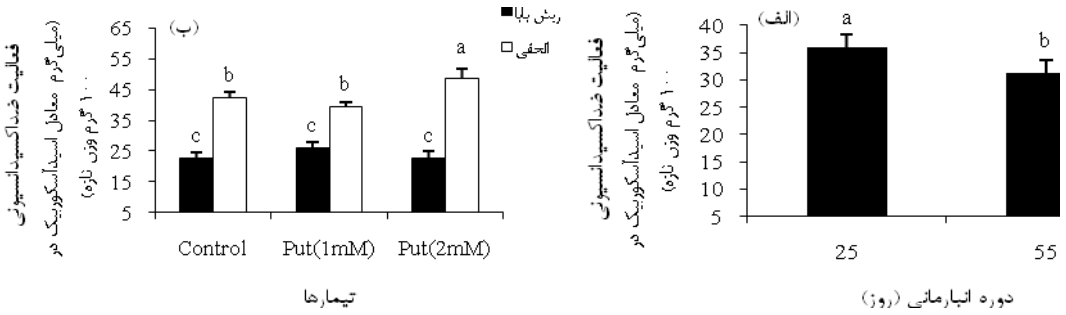
پوتریسین ۱ میلی‌مولار و شاهد تفاوت‌ها معنادار نبود (شکل۵، ب).



شکل۳. برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر میزان کاهش وزن میوهٔ انگور رقم ریش‌بابا (الف) و رقم الحقی (ب) Control: شاهد، Put: پوتریسین



شکل۴. برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر میزان ترکیبات فنلی‌کل رقم ریش‌بابا (الف) و رقم الحقی (ب) Control: شاهد، Put: پوتریسین



شکل۵. اثر زمان انبارمانی (الف) و برهمکنش تیمار و رقم (ب) بر میزان فعالیت ضداکسیداسیونی

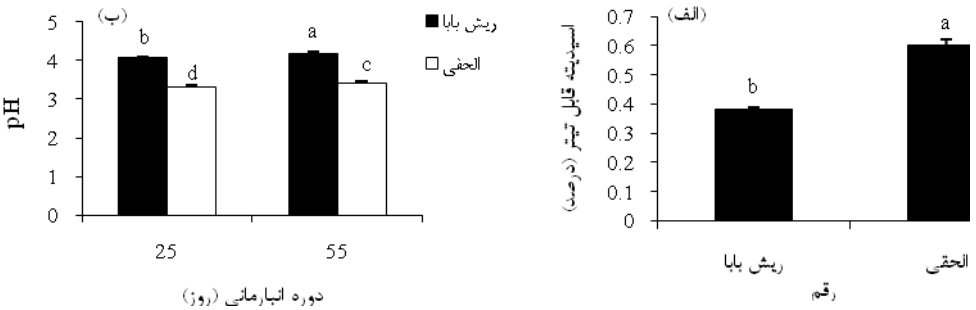
مواد جامد محلول کل

مقایسهٔ میانگین‌های برهمکنش تیمار و رقم بر میزان مواد جامد محلول کل در جدول۱ نشان می‌دهد که بالاترین مقدار در هر دو رقم مربوط به تیمار شاهد است. کمترین میزان مواد جامد محلول کل در رقم ریش‌بابا و الحقی با میانگین‌های ۱۴/۸ و ۱۶/۷ درجهٔ بریکس به‌ترتیب متعلق به تیمارهای پوتریسین ۱ و ۲ میلی‌مولار است که با سایر تیمارها اختلاف معناداری نشان می‌دهد.

تغییرات مواد جامد محلول کل طی مدت زمان انبارمانی تحت‌تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

اسیدیتهٔ قابل تیتر و pH آب میوه

اثر رقم در شکل۶ (الف) نشان می‌دهد که رقم الحقی با میانگین ۰/۶درصد نسبت به رقم ریش‌بابا با میانگین ۰/۳۸درصد میزان اسیدیتهٔ قابل تیتر بالاتری است. مقایسهٔ میانگین‌های موجود در شکل۶ (ب) نیز بیان می‌کند که در پایان ۵۵ روز انبارمانی رقم ریش‌بابا نسبت به رقم الحقی pH بالاتری به خود اختصاص داده است. برهمکنش تیمار و زمان در جدول۲ کاهش در میزان اسیدیته و افزایش pH در تیمارهای شاهد و پوتریسین ۱ میلی‌مولار را نشان می‌دهد. درحالی‌که غلظت ۲ میلی‌مولار از پوتریسین پس از پایان ۵۵ روز از انبارمانی سبب حفظ اسیدیتهٔ قابل تیتر و pH آب میوه شد.



شکل۶. اثر رقم بر میزان اسیدیتهٔ قابل تیتر (الف) و برهمکنش رقم و زمان بر میزان pH آب میوه (ب)

شاخص رسیدگی

مقایسهٔ میانگین‌های برهمکنش تیمار و رقم در جدول۱ نشان می‌دهد که کمترین شاخص رسیدگی در رقم ریش‌بابا به‌طور معناداری در مقایسه با شاهد متعلق به تیمارهای پوتریسین است. تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار در رقم الحقی کمترین میزان این شاخص را به خود اختصاص داد. برهمکنش تیمار و زمان در جدول۲ نشان می‌دهد که پس از پایان زمان انبارمانی میزان این شاخص در تیمارهای پوتریسین در مقایسه با شاهد به‌طور معناداری کمتر است.

جدول۱. مقایسهٔ میانگین برهمکنش تیمار و رقم بر میزان مواد جامد محلول کل (TSS)، شاخص رسیدگی (TSS/TA) و کروما (C*) طی انبارمانی

رقم	تیمار	TSS(Brix)	TSS/TA	C*
ریش‌بابا	شاهد	۱۶/۸۹bc	۴۹/۳۷a	۱۳/۰۷b
	پوتریسین (۱ میلی‌مولار)	۱۴/۸۱d	۳۹/۹۴b	۱۴/۸۷a
	پوتریسین (۲ میلی‌مولار)	۱۶/۲۳c	۳۹/۱۹b	۱۴/۱۶ab
الحقی	شاهد	۱۸/۲۸a	۳۲/۴۵c	۶/۰۴d
	پوتریسین (۱ میلی‌مولار)	۱۷/۶۶ab	۳۲/۱۰c	۹/۴۱c
	پوتریسین (۲ میلی‌مولار)	۱۶/۶۶c	۲۶/۵۰d	۹/۲۴c

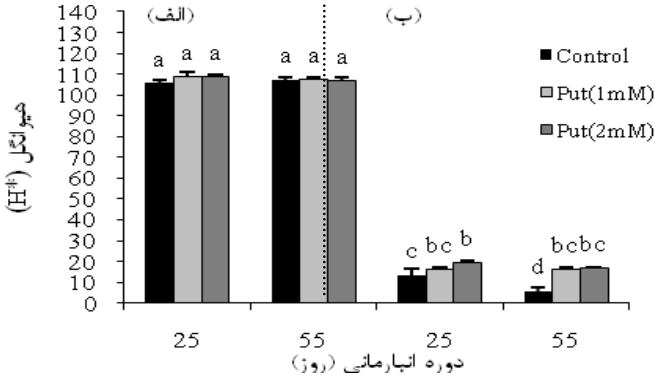
شاخص‌های مختلف رنگ سطح پوست میوه

در هر دو رقم بالاترین میزان کروما در مقایسه با شاهد در میوه‌های تیمارشده محاسبه شد اگرچه در رقم ریش‌بابا تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار تفاوت معناداری با شاهد نشان نداد (جدول۱). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل تیمار و زمان بر شاخص درخشندگی پوست میوه در جدول۲ نشان می‌دهد که پس از ۵۵ روز شدت درخشندگی انگورهای شاهد کاسته شده است اما میزان آن در هر دو سطح از تیمار پوتریسین در مقایسه با روز ۲۵ تغییر معناداری نداشت. طی دوره‌های انبارمانی بین

تیمارهای مختلف در رقم ریش‌بابا تغییر معناداری در میزان هیو انگل مشاهده نشد ولی رقم الحقی کاهش معناداری در تیمار شاهد در مقایسه با تیمارهای پوتریسین نشان داد (شکل۷).

جدول۲. مقایسهٔ میانگین برهمکنش تیمار و زمان بر میزان اسیدیتهٔ قابل تیتراسیون (TA)، pH، شاخص رسیدگی(TSS/TA) و شاخص درخشندگی پوست میوه (L*) طی انبارمانی

زمان انبارمانی (روز)	تیمار	TA (%)	pH	TSS/TA	L*
۲۵	شاهد	۰/۵۵a	۳/۷۳bc	۳۳/۱۵cd	۳۲/۱۸a
	پوتریسین (۱ میلی‌مولار)	۰/۵۲a	۳/۶۲c	۳۱/۹۸cd	۳۲/۳۵a
	پوتریسین (۲ میلی‌مولار)	۰/۵۴a	۳/۷۳bc	۲۹/۹۴d	۳۱/۷۵a
۵۵	شاهد	۰/۴b	۳/۹۲a	۴۸/۶۸a	۲۸/۵۶b
	پوتریسین (۱ میلی‌مولار)	۰/۴۳b	۳/۸۳ab	۴۰/۰۵b	۳۰/۹۰a
	پوتریسین (۲ میلی‌مولار)	۰/۵۱a	۳/۶۷c	۳۵/۷۵bc	۳۲/۴۸a



شکل۷. برهمکنش تیمار، رقم و زمان بر شاخص هیو انگل (H*) رقم ریش‌بابا (الف) و رقم الحقی(ب)Control: شاهد، Put: پوتریسین

جدول۳. صفات اندازه‌گیری‌شدهٔ میوه‌های انگور قبل از اعمال تیمار

صفات اندازه‌گیری شده / رقم	سفتی (کیلوگرم نیرو)	فعالیت میکروبی (Log CFU g^{-1})	ترکیبات فنلی کل (mg gallic acid/100g fw)	فعالیت ضد اکسیداسیونی (mg ascorbic acid/100g fw)	TSS (Brix)	TA (%)	TSS/TA	pH	L*	C*	H*
ریش بابا	۰/۴۲	۲/۷۲	۶۵/۰۳	۴۹/۸۷	۱۳/۲۶	۰/۳۷	۳۷/۴۶	۳/۲۳	۴۳/۲۳	۱۶/۵۶	۱۱۰/۱۹
الحقی	۰/۶۴	۲/۴۴	۸۹/۳۷	۳۱/۷۰	۱۵/۹۵	۰/۶۹	۲۳/۱۶	۲/۹۷	۲۵/۳۶	۷/۳۹	۱۴/۳۱

بحث

سفتی حبه معیاری از تازگی میوهٔ انگور و یکی از ویژگی‌های ارقام تجاری محسوب می‌شود (Rolle *et al.*, 2011). کاهش سفتی با تجزیهٔ ساختارهای دیوارهٔ سلولی و تیغهٔ میانی همبسته شده است. همان‌گونه که Brummell & Harpster (2001) در یک بررسی گزارش دادند کاهش سفتی میوهٔ انگور طی انبارمانی با کاهش همی‌سلولز، سلولز و پکتین همراه شده است و این تغییرات که مشخص‌کنندهٔ نرم‌شدن میوه است نتیجهٔ افزایش دپلی‌مریزه شدن و تجزیهٔ پلی‌ساکاریدهای دیوارهٔ سلولی است. از طرف دیگر یکی از اثرات اصلی و شناخته‌شدهٔ پلی‌آمین‌ها بر عمر پس از برداشت فرآورده‌ها حفظ سفتی گوشت آن‌هاست. در این رابطه گزارش‌های متعددی وجود دارد که با نتایج مطالعهٔ حاضر مبنی بر حفظ سفتی میوه‌های انگور تیمارشده با پوتریسین مطابقت می‌کنند. به‌عنوان مثال Valero *et al.* گزارش دادند طی دوره‌های انبارمانی میوه‌های لیموی تیمارشده با پوتریسین به روش تحت فشار میزان سفتی

بیشتری در مقایسه با شاهد نشان داده‌اند. همچنین نتایج آزمایش‌های انجام‌شده بر روی میوه‌های توت‌فرنگی (Ponappa *et al*., 1993)، گوجه‌فرنگی (Law *et al*., 1991) و سیب (Wang *et al*., 1993) نیز نشانگر آن است که کاربرد برون‌زاد پلی‌آمین‌ها در حفظ سفتی گوشت آن‌ها تأثیر بسزایی داشته است. ارتباط مؤثر پلی‌آمین‌ها در به تأخیرانداختن پیری و حفظ سفتی بافت‌ها استدلالی است که به بار مثبت پلی‌آمین‌ها در برابر بار منفی پکتین‌های دیوارهٔ سلولی نسبت داده شده است (Galston & Kaur-Sawhney, 1987). درحقیقت پلی‌آمین‌ها به‌دلیل داشتن بار مثبت می‌توانند با گروه کربوکسیل مواد پکتینی موجود در دیواره اتصال یابند (Valero *et al*., 2002) و این اتصالات مانع از دسترسی آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ دیوارهٔ سلولی (مانند اگزو پلی‌گالاکتروناز، اندو پلی‌گالاکتروناز و پکتین استراز) به مواد پکتینی‌شده که درنتیجه منجر به کاهش سرعت نرم‌شدن بافت میوه‌ها طی انبارمانی می‌شود (Slocum *et al*., 1984). علاوه بر این مشخص شده است که اتصالات پلی‌آمین‌ها می‌تواند فعالیت آنزیم‌هایی مانند پکتین استراز را نیز تحت‌تأثیر قرار دهد (Leiting & Wicker, 1997). بنابراین، با توجه به مطالب فوق چنین به نظر می‌رسد که در پژوهش حاضر تیمار پوتریسین با حفاظت از پلی‌ساکاریدهای دیوارهٔ سلولی و یا تنظیم فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده موجب حفظ سفتی بیشتر میوه‌های انگور در مقایسه با شاهد شده است.

بالابودن ترکیبات فنلی می‌تواند از رشد میسلیوم‌های قارچی بر روی میوهٔ انگور جلوگیری کند و میزان آلودگی را کاهش دهد (Teszlak *et al*., 2005). در بسیاری از مطالعات نیز نقش ضدمیکروبی فنل‌ها به اثبات رسیده است ازجمله اینکه Vesal talab *et al*. (2012) اظهار داشتند یکی از دلایل اصلی کاهش آلودگی انگورهای تیمارشده با عصارهٔ و اسانس میخک تأخیر در تخریب پلی‌فنل‌هاست. در پژوهش ما نیز با توجه به همبستگی معنادار در سطح احتمال ۵درصد (r=-۰/۳۱) بین ترکیبات فنلی و فعالیت میکروبی یکی از دلایل احتمالی کمتربودن فعالیت میکروبی انگورهای تیمارشده را می‌توان به حفظ بالاتر ترکیبات فنلی نسبت داد. به‌طورکلی، این احتمال وجود دارد که پلی‌آمین‌های برون‌زاد از طریق تغییر در متابولیسم و انباشته‌کردن فنل‌ها و یا اتصال به آن‌ها موجب تغییر در تحمل به تنش‌ها شوند (Groppa & Benavides, 2008). علاوه بر موارد ذکرشده گزارش شده است که پاتوژن‌ها توانایی تولید آنزیم‌های تخریب‌کنندهٔ ترکیبات دیوارهٔ سلولی را دارند (Ahmad *et al*., 2006) در مقابل با توجه به نقش پلی‌آمین‌ها در حفاظت از دیوارهٔ سلولی در برابر آنزیم‌های تجزیه‌کننده و حفظ سفتی بافت، نفوذ میسلیوم‌های قارچی به درون میوه در حضور پلی‌آمین‌ها با مشکل مواجه خواهد شد پس با توجه به این موضوع حفظ سفتی میوه‌های انگور تیمارشده را می‌توان به‌عنوان یکی دیگر از دلایل احتمالی کمتربودن فعالیت میکروبی قلمداد کرد. Zokaee Khosroshahi *et al*. (2007) و نیز Asghari & Khomeyri Sani (2010) طی گزارش‌های خود نتایج مشابهی مبنی بر کنترل آلودگی‌های قارچی در میوه‌های توت‌فرنگی و انگور تیمارشده با پوتریسین بیان داشتند.

به‌طورکلی، کاهش وزن میوه‌ها طی انبارمانی به‌واسطهٔ تبخیر از سطح فرآورده انجام می‌شود که سبب کاهش کیفیت و درنهایت پژمردگی فرآورده‌ها می‌شود (Gomez-Galindo *et al*., 2004). در پژوهش حاضر میوه‌های انگور تیمارشده طی مدت انبارمانی اتلاف وزن کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد نشان دادند و این نتایج با یافته‌های Singh (2005) & Malik مطابقت دارد. آنها اظهار داشتند میوه‌های انبهٔ تیمارشده توسط محلول‌هایی حاوی چندین غلظت از پوتریسین، اسپرمیدین و اسپرمین (۰/۰۱، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) درصد کاهش وزن کمتری در مقایسه با شاهد نشان داده‌اند. نتایج دیگر بررسی‌های انجام‌شده روی میوه‌های لیمو (Valero *et al*., 1998) و انار (Mirdehghan *et al*., 2007) نیز مبین کمتربودن کاهش وزن نمونه‌های تیمارشده با پلی‌آمین‌ها است. کنترل کاهش وزن در میوه‌های تیمارشده با پلی‌آمین‌ها به مقاومت، تثبیت و حفظ سیالیت غشاهای سلولی نسبت داده شده است (Woods, 1990). به‌علاوه گزارش شده است که آلودگی‌های پاتوژنی منجر به افزایش نشت یونی می‌شود و از طرفی نیز همبستگی بالایی بین کاهش وزن و نشت یونی وجود دارد (Kissinger *et al*., 2005). از آنجا که

در آزمایش ما نیز همبستگی معناداری در سطح احتمال ۱درصد (r= ۰/۶۵) بین کاهش وزن و فعالیت میکروبی مشاهده شد، بنابراین به نظر می‌رسد پوتریسین توانسته با حفظ غشاهای سلولی در برابر حمله پاتوژن‌های قارچی از میزان نشت یون و درنهایت از میزان کاهش وزن میوه‌های انگور بکاهد. در پژوهش حاضر نمونه‌های تیمارشده سطح بالاتری از ترکیبات فنلی‌کل و نیز فعالیت ضداکسیداسیونی را نشان دادند. همان‌گونه که میوه‌های انار تیمارشده با اسپرمیدین و پوتریسین به‌روش غوطه‌وری و تحت فشار میزان بالاتری از ترکیبات فنلی‌کل را در آریل‌ها نسبت به شاهد نشان داده بودند (Mirdehghan *et al.*, 2007). در پژوهشی دیگر تیمار قارچ‌های تکمه‌ای با پلی‌آمین‌ها منجر شد که مواد فنلی تا ۵ روز اول از انبارمانی نسبتاً ثابت باقی بمانند و سپس افزایش یابند و پس از آن میزان فنل‌های‌کل کاهش یافت اما در هر صورت به‌طور معناداری مقادیر بالاتری از فنل‌های‌کل تا پایان زمان انباری در تیمارشده‌ها حضور داشت (Jahangir *et al.*, 2011). کاهش تدریجی ترکیبات فنلی با گذشت زمان به‌علت فرایند پیری گزارش شده و میزان بالاتر این ترکیبات در نمونه‌های تیمارشده می‌تواند به ویژگی ضدپیری پلی‌آمین‌ها نسبت داده شود (Lester, 2000). در این آزمایش بالاتربودن میزان ترکیبات فنلی و همچنین فعالیت ضداکسیداسیونی رقم الحقی نسبت به رقم ریش‌بابا می‌تواند ناشی از ویژگی‌های رقم باشد. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که پلی‌فنل‌ها خاصیت ضداکسیداسیونی دارند و بین این دو ترکیب همبستگی‌های بالایی وجود دارد. در آزمایش ما نیز همبستگی مثبت و معناداری (r= ۰/۸۳) مشاهده شد که با نتایج Doshi *et al.* (2008) بر روی میوهٔ انگور هماهنگی دارد. بنابراین، با توجه به وجود این همبستگی قوی بالاتربودن میزان فعالیت ضداکسیداسیونی انگورهای تیمارشده را می‌توان به حفظ بهتر ترکیبات فنلی به‌علت ویژگی ضدپیری پوتریسین دانست. علاوه بر این موضوع ویژگی ضداکسیداسیونی پلی‌آمین‌ها توسط Drolet *et al.*, (1986) . به اثبات رسیده است. براساس گزارش‌های Valero *et al.* (1998)، Malik & Singh (2005) و Martinez-Romero *et al.* (2002) تیمار میوه‌های لیمو، انبه، و زردآلو با پلی‌آمین‌ها تغییر در شاخص‌های مختلف رنگ به تأخیر افتاد. آنها دلیل این تأخیر را به‌عنوان نتیجه‌ای از تأثیر مثبت پلی‌آمین‌ها بر کاهش از دست دادن وزن طی دوره‌های انباری گزارش دادند. نتایج حاصل از آزمایش ما نیز بیانگر به تأخیر افتادن تغییر در شاخص‌های درخشندگی (L*)، Chroma و هیو انگل در میوه‌های انگور تیمارشده است. کاهش میزان L* و Chroma دلالت بر تیرگی و کاهش شدت رنگ دارد و براساس گفتهٔ Nelson (1991) از دست دهی وزن و چروکیدگی بعدی رنگ حبه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. کاهش شدت درخشندگی در انگور «آتوم سیدلس»[1] نیز به‌دلیل از دست دهی رطوبت بافت گزارش شده است. درنهایت می‌توان کاهش وزن کمتر انگورهای تیمارشده در این آزمایش را دلیلی بر حفظ شاخص‌های مختلف رنگ در مقایسه با شاهد بیان کرد. در این پژوهش طی دورهٔ انبارمانی افزایش در میزان مواد جامد محلول کل، pH، شاخص رسیدگی و کاهش در میزان اسیدیته قابل مشاهده بود که با تیمار پوتریسین به تأخیر افتادند. کاهش اسیدیته طی انبار ممکن است بر اثر تغییرات متابولیکی در میوه‌ها یا به‌علت مصرف اسیدهای آلی در فرایند تنفس باشد. گزارش شده است استفاده از تیمارهای پلی‌آمین تنفس را کاهش می‌دهند و از این طریق مصرف اسیدهای آلی را به تأخیر می‌اندازند (Perez-Vicent *et al.*, 2002). به‌طورکلی، افزایش در میزان مواد جامد محلول کل به هنگام انبارمانی در میوهٔ انگور تأیید شده است (Meng *et al.*, 2008) و دلیل احتمالی افزایش میزان مواد جامد محلول کل با توجه به غیر کلیماکتریک بودن و وجودنداشتن نشاسته در میوهٔ انگور به‌علت از دست دادن رطوبت ذکرشده که منجر به تجمع قندها می‌شود (Dolati Bane, *et al.*, 2010). براساس روابط همبستگی در این پژوهش نیز بین مواد جامد محلول کل و کاهش وزن همبستگی در سطح احتمال ۰/۱درصد (r= ۰/۵۹) مشاهده شد که بر این اساس احتمال بالاتربودن میزان مواد جامد محلول کل برای انگورهای شاهد می‌تواند به‌عنوان نتیجه‌ای ازکاهش وزن بیشتر آن به‌وسیلهٔ از

1. Autumn seedless

دست دهی رطوبت باشد. به‌علاوه گزارش شده است که پلی‌آمین‌ها بر اثر ویژگی‌های ضد پیری قادرند فرایند بلوغ را در میوه‌های فرازگرا و نافرازگرا به تأخیر اندازند (Valero *et al*., 2002).

نتیجه‌گیری کلی

غوطه‌وری تحت فشار با پوتریسین به غلظت ۱ میلی‌مولار در رقم ریش‌بابا و نیز غلظت ۲ میلی‌مولار در رقم الحقی تأثیر بارزی بر حفظ سفتی و کاهش از دست دهی وزن داشت. از طرف دیگر سطوح بالاتر ترکیبات فنلی‌کل و ظرفیت ضداکسیداسیونی انگورهای تیمارشده به نحو مؤثری موجب کنترل فعالیت میکروبی طی مدت‌زمان انباری شد. همچنین تغییر در پارامترهای مختلف رنگ، مواد جامد محلول کل، اسیدیتهٔ قابل تیتر و شاخص رسیدگی در نتیجهٔ تیمار با پوتریسین به تأخیر افتاد. درنهایت با توجه به حفظ ویژگی‌های مختلف بر اثر کاربرد پوتریسین طی دورهٔ انبارمانی و تأخیر در رسیدگی و پیری پتانسیل عمر انباری با استفاده از این تیمارها قابل افزایش است.

REFERENCES

1. Ahmad, Y., Hameed, A. & Ghaffar, A. (2006). Enzymatic activity of fungal pathogens in corn. *Journal of Botany*, 38, 1305-1316.
2. Artes-Hernandez, F. & Aguayo, E. (2004). Alternative atmosphere treatments for keeping quality of autumn seedless table grapes during long term cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 31, 59-67.
3. Asghari, M. R. & Khomeyri Sani, M. (2010). Effect of postharvest putrescine and nitric oxid application on some quality attributes and total content phenolics on table grape (cv. Sefide bidane). *Iranian Journal of food Research,* 3 (2), 61-72. (In Farsi).
4. Bregoli, A. M., Ziosi, V., Biondi, S., Claudio, B., Costa, G. & Torrigiani, P.(2006). A comparison between intact fruit and fruit explants to study the effect of polyamines and aminoethoxvinylglcine (AVG) on fruit ripening in peach and nectarin (*Prunus persica* L. Batch). *Postharvest Biology and Technology*, 42, 31-40.
5. Brummell, D. A., & Harpster, M. H. (2001). Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Molecular Biology*, 47, 311–340
6. Chkaiban, L., Botondi, R., Bellincontro, A., De Santis, D., Rotondi, R. & Mencarelli, F. (2007). Influence of postharvest water stress on lipoxygenase and alcohol dehydrogenase activities, and on the composition of some volatil compounds of hygrometric conditions. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13, 142-149.
7. Deng, Y., Wu, Y. & Li, Y. (2005). Changes in firmness, cell wall composition and cell wall hydrolases of grapes stored in high oxygen atmospheres. *Food Research International*, 38, 769-776.
8. Doshi, P. J. & Adsule, P. G. (2008). Effect of storage on physicochemical parameters, phenolic compound and antioxidant activity in grapes. *Acta Horticulturae*, 785, 447-456.
9. Drolet, G., Dumbroff, E. B., Legge, R. L. & Tompson, J. E. (1986). Radical scavenging properties of polyamines. *Journal of Phytochemistry*, 25, 367-371.
10. Doulati, H., Samet, K., Jalili, R. & Henare, M. (2010). Effects of sulfur pads on decay control, storage shelf life and sulfite residue of grapevine (*Vitis vinifera*) Cv. Qzl Ouzum. *Journal of Horticultural Science*, 24(1), 21-28. (In Farsi).
11. Evans, P. T. & Malmberg, R. L. (1989). Do polyamines have roles in plant development? *Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology*, 40, 235-241.
12. Galston, A. W. & Kaur-Sawhney, R. (1987). Polyamines as endogenous growth regulators. In: Davies PJ (ed)*, Plant hormones and their role in plant growth and development.* Martinus Nijhoff, Dordrecht.
13. Gomez-Galindo, F., Herppich, W., Gekas, V. & Sjoholm, I. (2004). Factors affecting quality and postharvest properties of vegetables: Integration of water relations and metabolism. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44, 139-154.
14. Greenland, A. J. & Lewis, D. H. 1984. Amines in barley leaves infected with brown rust and their possible relevance to formation of green-islands. New Phytology, 96, 283–291.
15. Groppa, M. D. & Benavides, M. P. (2008). Polyamines and abiotic stress: recent advances. *Amino Acids*, 34, 35-45.
16. Jahangir, M. M., Jiang, T., Jiang, Z., Amjad, M. & Ying, T. (2011). Effect of Spermine on Bioactive Components and Antioxidant Properties of Sliced Button Mushroom (*Agaricus bisporus*) during Storage. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13, 771–775.

17. Khan, A. S., Singh, Z. & Abbasi, N. A. (2007). Pre-storage putrescine application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during low temperature storage in 'Angelino' plum. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 36-46.
18. Kissinger, M., Tuvia-Alkalai, S., Shalom, Y. & Fallik, E. (2005). Characterization of physiologycal and biochemical factors associated with postharvest water loss in ripe pepper fruit during storage. *Journal of the American Society for Horticutural Science*,14, 201-208.
19. Kramer, G. F., Norman, H. A., Krizek, D. T. & Mirecki, R. M. (1991). Influence of UV-B radiation on polyamines, lipid peroxidation and membrane lipids in cucumber. *Phytochemistry*, 30, 2101-2108.
20. Law, D. M., Davies, P. J. & Mutschler, M. A. (1991). Polyamine-induced prolongation of storage in tomato fruits. *Plants Growth Regulators*, 10, 283-290.
21. Leiting, V. A. & Wicker, L. (1997). Inorganic cations and polyamines moderate pectinesterase activity. *Journal of Food Science*, 62, 253-255.
22. Lester, G. E. (2000). Polyamines and their cellular anti-senescence properties in honey dew muskmelon fruit. *Plant Science*, 160, 105-112.
23. Lydakis, D. & Aked, J. (2007). Vapour heat treatment of sultanina table grapes. II; Effects on postharvest quality. *Postharvest Biology and Technology,* 27, 117-126.
24. Malik, A. U. & Singh, Z. (2005). Pre storage application of polyamines improves shelf life and fruit quality of mango. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80, 363-369.
25. Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F. & Valero, D. (2002). Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *Journal of Food Science*, 67, 1706-1712.
26. Meng, X., Li, B., Liu, J. & Tian, S. (2008). Physiological responses and quality attributes of table grape fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage. *Food Chemistry*, 106, 500-508.
27. Mirdehghan, S. H., Rahemi, M., Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D. & Valero, D. (2007). The application of polyamines by pressure or immersion as a tool to maintain functional properties in stored pomegranate arils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 755–760.
28. Neill, S. J., Desikan, R. & Hancock, J. (2003). Nitric oxide signalling in plants. *New Physiologist*, 159, 11–35.
29. Nelson, K.E. (1991). The grape. In: Eskin, N.M.M. (Ed.), *Quality and Preservation of Fruits*. CRC Press, Boston, USA.
30. Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelme ,F., Guillen, F. & Valero, D. (2002). Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. *Postharvest Biology and Technology*, 25, 25–32.
31. Ponappa, T., Scheerens, J. C. & Miller, A. R. (1993). Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberries slices under various storage conditions. *Journal of Food Science*, 58, 361-364.
32. Retamales, J., Defilippi, B.G., Arias, M., Castillo, O. & Manriquez, D. (2003). High CO controlled atmospheres reduce decay incidence in Thampson Seedless and Red Globe table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 177-182.
33. Rolle, L. Giacosa, S., Gerbi, V. & Novello, V. (2011). Comparative study of texture properties, color characteristics and chemical composition of ten white table-grape varieties. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62, 49-56.
34. Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A. & Salerno, M. (2001). Effect of short hypobaric treatments on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 1-6.
35. Rizzini, F. M., Bonghi, C. & Tonutti, P. (2009). Postharvest water loss induces marked changes in transcript profiling in skins of wine grape berries. *Postharvest Biology and Technology*, 52, 247-253.
36. Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S. & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2741-2745.
37. Serrano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. & Valero, D. (2005). The use of antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 115–123.
38. Slocum, R. D., Kaur-Sawhney, R. & Galston, A. W. (1984). The physiology and biochemistry of polyamines in plants. Archives of Biochemistry and Biophysics, 235, 283–303.
39. Teszlak, P., Gaul, K. & Shahin-Pour Nikfadjam, M. (2005). Influence of grapevine flower treatment with GA_3 on polyphenol content of *Vitis vinifera* L. wine. *Journal of Analytical Chemical Acta*, 543, 275- 281.

40. Torrigiani, P., Rabiti, A. L., Bortolotti, G., Betti, L., Marani, F., Canova, A, & Bagni, N. (1997). Polyamine synthesis and accumulation in the hypersensitive response to TMV in *Nicotiana tabacum*. *New Phytologist*, 145, 467-473.
41. Tun, N., Santa-Catarina, C., Begum, T., Silveira, V., Handro, W. & Floh, E. (2006). Polyamines induce rapid biosynthesis of nitric oxide (NO) in *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Plant Cell Physiology*, 47, 346-354.
42. Valero, D., Martinez-Romero, D. & Riquelme, F. (1998). Influence of postharvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamines, firmness, and abscisic acid in lemon (*Citrus lemon* L. Burm cv. Verna). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2102–2109.
43. Valero, D., Martinez-Romero, D. & Serrano, M. (2002). The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends in Food Science and Technology*, 13, 228-234.
44. Vesal Talab, Z. & Gholami. (2012). The effect of essential oil and extract of clov buds (Eugenia caryophyllata) on some quality characteristics of table grapes during storage. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 43(2), 255-265. (In Farsi).
45. Walters, D.R., (2003). Polyamines and plant disease. *Phytochemistry*, 64, 97–107.
46. Wang, C. Y., Conway, W. S., Abbott, A. J., Cramer, G. F. & Sams, C. E. (1993). Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118, 801-806.
47. Woods ,J. L. (1990). Moisture loss from fruits and vegetables. *Postharvest News Inf,* 1, 195-199.
48. Wu, T., Zivanovic, S., Draughon, F. A., Conway, W. S. & Sams, C. E. (2005). Physiochemical properties and bioactivity of fungal chitin and chitosan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 3888-3894.
49. Zokaee Khosroshahi, M. R., Esna-Ashari, M. & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) fruit, cultivar selva. *Scientia Horticulturae*, 114, 27-32.