اثر کاربرد پوترسین بر عمر و فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس

محمدرضا زکائی خسروشاهی و محمود اثنی عشری[1*]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۹/۲۷)

چکیده

تأثیر غلظت‌های مختلف پوترسین برون زاد بر عمر پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس هر یک به صورت جداگانه، در قالب طرح‌های کاملاً تصادفی و در سه تکرار مطالعه شد. میوه‌ها در محلول پوترسین به غلظت‌های ۰/۳، ۰/۵، ۱و۲ میلی‌مولار به مدت ۵ دقیقه برای توت‌فرنگی و ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار به مدت ۱۰ دقیقه برای سایر میوه‌ها و نیز آب مقطر (شاهد) غوطه‌ور شده و سپس به یخچال منتقل گردیدند. طول انبارمانی با کاربرد پوترسین به طور معنی‌داری در تمامی میوه‌ها افزایش یافت. این ماده تولید اتیلن و میزان از دست دادن آب میوه‌ها را کاهش داد و از نرم شدن بافت آنها طی انبارداری جلوگیری نمود. در طول نگه‌داری، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های تیمار نشده روند کاهشی و pH آب میوه روند افزایشی نشان داد. با استفاده از پوترسین دو روند مذکور همچنان وجود داشت اما شتاب آنها نسبت به شاهد بسیار کمتر بود. استفاده از پوترسین مواد جامد محلول را در گیلاس افزایش و در سایر میوه‌ها کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، زردآلو، هلو، گیلاس، پوترسین، عمر پس از برداشت، اتیلن

مقدمه

توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس از میوه‌های گوشتی و آبدار هستند و به خاطر داشتن آب زیاد و سرعت بالای تنفس در دوره پس از برداشت، شدیداً در معرض فساد بوده و انبارمانی بسیار کوتاهی دارند. کاهش سرعت رسیدن و به تعویق انداختن مرحله پیری در این قبیل میوه‌ها به منظور افزایش انبارمانی آنها بسیار ضروری به نظر می‌رسد. با به کار بردن موادی مثل پلی‌آمین‌ها (Polyamines) که رسیدن میوه را به تأخیر می‌اندازند، می‌توان انبارمانی و نیز ویژگی‌های کیفی این میوه‌ها را تا حدودی بهبود بخشید (۲۲).

پلی‌آمین‌ها دسته‌ای از ترکیبات طبیعی با وزن ملکولی کم و دارای گروه‌های ازت‌دار خطی هستند که تقریباً در همه موجودات زنده یافت می‌شوند و در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان، جانوران و میکروارگانیزم‌ها نقش ایفا می‌کنند (۵ و ۱۹). پلی‌آمین‌های معمول که در هر سلول گیاهی یافت می‌شوند، عبارت از پوترسین (دی‌آمین)، اسپرمیدین (تری‌آمین) و اسپرمین (تترآمین) هستند. نشان داده شده است که پلی‌آمین‌ها به عنوان کاتیون‌های آلی همانند کاتیون‌های غیرآلی مثل کلریدکلسیم فعالیت آنزیم پکتین‌استراز را در گوشت میوه گریپ‌فروت کاهش داده و مانع از نرم شدن آن در انبار

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.esnaashari@basu.ac.ir

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]

می‌شوند (۸). هم‌چنین ممکن است که از طریق اتصال به اسیدهای فنولی نقش دفاعی در گیاه داشته باشند (۱۱).

عقیده بر این است که پلی‌آمین‌ها خاصیت ضدپیری دارند (۴). نقش ضدپیری پلی‌آمین‌های برون‌زاد برای اولین بار در پروتوپلاست‌های جدا شده از مزوفیل برگ یولاف مشاهده شد (۶). ممکن است تأثیر فوق با نقش ضد اتیلنی پلی‌آمین‌ها همراه باشد، زیرا نشان داده شده است که پلی‌آمین‌های برون‌زاد با ممانعت از تولید آنزیم‌های ضروری برای سنتز اتیلن از تولید و فعالیت اتیلن در شرایط *in vivo* جلوگیری می‌کنند (۴). ارقام گوجه‌فرنگی "Alcobaca" و "Liberty" که طول انبارمانی آنها به دلیل به تأخیر افتادن پیری بیشتر از سایر ارقام می‌باشد، پوترسین بیشتری تولید می‌کنند (۱۵ و ۱۶).

گزارش‌ها حاکی از آن است که پلی‌آمین‌های برون‌زاد عمر پس از برداشت و کیفیت میوه را از طریق حفظ سفتی بافت، کاهش تولید اتیلن و از دست دادن آب، به تأخیر انداختن تغییرات رنگ، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون و نیز محافظت میوه در برابر آسیب سرمازدگی و صدمات مکانیکی بهبود می‌بخشند (۲۲). یکی از آثار مهم تیمار برون‌زاد پلی‌آمین‌ها طی انبارداری سبزی‌ها و میوه‌ها افزایش سفتی بافت می‌باشد. افزایش سفتی و کاهش نرم شدن بافت در بسیاری از محصولات باغبانی از جمله سیب (۲۴)، توت‌فرنگی (۱۴)، گوجه‌فرنگی (۱۵)، لیمو (۲۱) و آلو (۱۸) گزارش شده است. میزان تأثیرگذاری پلی‌آمین‌ها بر سفتی میوه بستگی به تعداد بارهای مثبت آنها دارد. میوه‌هایی که محتوی مقادیر زیادی از ملکول‌های با ظرفیت کاتیونی بالا بودند، عمر پس از برداشت بیشتری نیز داشتند. ظرفیت کاتیونی پلی‌آمین‌ها به ترتیب زیر است: پوترسین < اسپرمیدین < اسپرمین (۲۲).

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پوترسین بر میزان تولید اتیلن، کاهش وزن، عمر پس از برداشت و تغییرات کیفی (سفتی بافت، pH آب میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون) در چهار میوه مورد آزمایش در خلال انبارداری آنها بوده است. برای این منظور از دو میوه فرازگرا (زردآلو، رقم تخم‌سفید و هلو، رقم زعفرانی) و دو میوه نافرازگرا (توت‌فرنگی، رقم Selva و گیلاس، رقم صورتی همدان) استفاده شد.

مواد و روش‌ها

میوه توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch.) رقم سلوا از یکی از گلخانه‌های تولیدکننده توت‌فرنگی شهرستان هشتگرد و میوه‌های زردآلو (*Prunus armeniaca* L.) رقم تخم سفید، هلو (*Prunus persica* L.) رقم زعفرانی و گیلاس (*Prunus avium*) رقم صورتی همدان از یک باغ شخصی در اطراف همدان تهیه شد. آزمایش‌ها، هر یک به صورت جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار و در سه تکرار انجام شد. برای هر تکرار ۲ کیلوگرم میوه در نظر گرفته شد. تیمارها شامل غلظت‌های متفاوت پوترسین (۰/۳، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی مولار برای توت‌فرنگی و ۰/۵، ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار برای سه میوه دیگر) و آب مقطر (شاهد) بود. در مورد توت‌فرنگی از تیمار خشک (بدون تیمار آب و پوترسین) نیز استفاده شد. پوترسین در بسته‌بندی صد میلی‌لیتری و با خلوص ۹۸ درصد از شرکت مرک (Merck) تهیه شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری (هنگامی‌که به اندازه کامل خود رسیده و آماده عرضه به بازار فروش بودند) با دست برداشت شده و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافتند. میوه‌های دارای شکل غیرطبیعی و آسیب‌های فیزیکی حذف شده و میوه‌های سالم و یک‌نواخت انتخاب گردیدند. تیمارهای پوترسین از طریق غوطه‌ور نمودن میوه‌ها (به مدت ۵ دقیقه برای توت‌فرنگی و ۱۰ دقیقه برای سه میوه دیگر) در محلول‌های از پیش تهیه شده (با آب مقطر ۱۸درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت. میوه‌ها پس از انجام تیمار، از محلول خارج و در سبدهایی ریخته شدند تا آب آنها گرفته شود. پس از ۲۰ دقیقه، میوه‌ها که تقریباً خشک شده بودند، به ظروف دو لیتری منتقل و درب آنها محکم بسته شد. ظروف در بسته حاوی میوه به یخچال (دمای ۵ درجه سانتی‌گراد برای توت‌فرنگی و ۲ درجه برای سه میوه دیگر) منتقل گردیدند. هر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]

پنج روز یک بار اندازه‌گیری‌های مربوطه روی میوه‌ها به شرح ذیل صورت گرفت:

میزان اتیلن تولید شده با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی مدل C-R 4A ساخت شرکت شیماتزو (Shimadzu) ژاپن و به روش سیستم بسته اندازه‌گیری شد. تعداد ۵-۲ میوه پس از تعیین حجم و وزن در ظرف شیشه‌ای یک لیتری قرار داده شدند و بعد از یک ساعت قرار دادن در درجه حرارت اتاق (۲۵-۲۰ درجه سانتی‌گراد، نمونه گازی داخل ظرف با استفاده از سوزن دوسر و ظرف خلأ (ونوژکت) ده میلی‌لیتری برداشت گردید. سپس ۱ میلی‌لیتر از نمونه گاز توسط سرنگ همیلتون از ونوژکت برداشته و به دستگاه کروماتوگراف گازی تزریق شد. میزان اتیلن تولید شده در زردآلو و هلو بر حسب نانولیتر بر گرم میوه در ساعت ($nl\ g^{-1}h^{-1}$) و در توت‌فرنگی و گیلاس بر حسب نانولیتر بر کیلوگرم میوه در ساعت ($nl\ kg^{-1}h^{-1}$) محاسبه گردید.

آزمون سفتی بافت توت‌فرنگی با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج مدل H5 KS ساخت شرکت هانزفیلد (Hounsfield) انگلستان و با دو بار نفوذ دادن میله نفوذ کننده با نوک ۶/۴ mm در هر میوه انجام شد. در مورد سه میوه دیگر از پنترومتر (Penetrometer) دستی مدل FDK 32 ساخت شرکت وگنر (Wagner) ایتالیا با نوک نفوذ کننده ۳ mm برای هلو و گیلاس و ۶ mm برای زردآلو استفاده شد.

برای تعیین میزان کاهش وزن، تعداد ۱۰ عدد میوه برای هر تیمار در شروع آزمایش و نیز طی دوره انبارداری به طور تصادفی انتخاب و وزن شدند و با توجه به وزن اولیه، درصد کاهش وزن میوه‌ها محاسبه گردید.

برای سنجش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (Titratable acidity) میوه‌ها، ۱۰ میلی‌لیتر آب میوه داخل ارلن ریخته شد و ۶۰ میلی‌لیتر آب مقطر بدان اضافه گردید و پس از اضافه کردن چند قطره فنل‌فتالئین، با سود ۰/۱ نرمال تیتره شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد اسید آلی غالب میوه (اسید سیتریک در توت‌فرنگی و اسید مالیک در سه میوه دیگر) محاسبه گردید. pH آب میوه‌ها با استفاده از pHمتر مدل ۳۳۲۰ ساخت شرکت جن‌وی (Jenway) انگلستان تعیین شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (soluble solids content) میوه‌ها از رفرکتومتر دستی مدل N_1 ساخت شرکت آتاگو (Atago) ژاپن استفاده شد.

تجزیه آماری نتایج به‌دست آمده به کمک نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت و مقایسه میانگین اثر تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

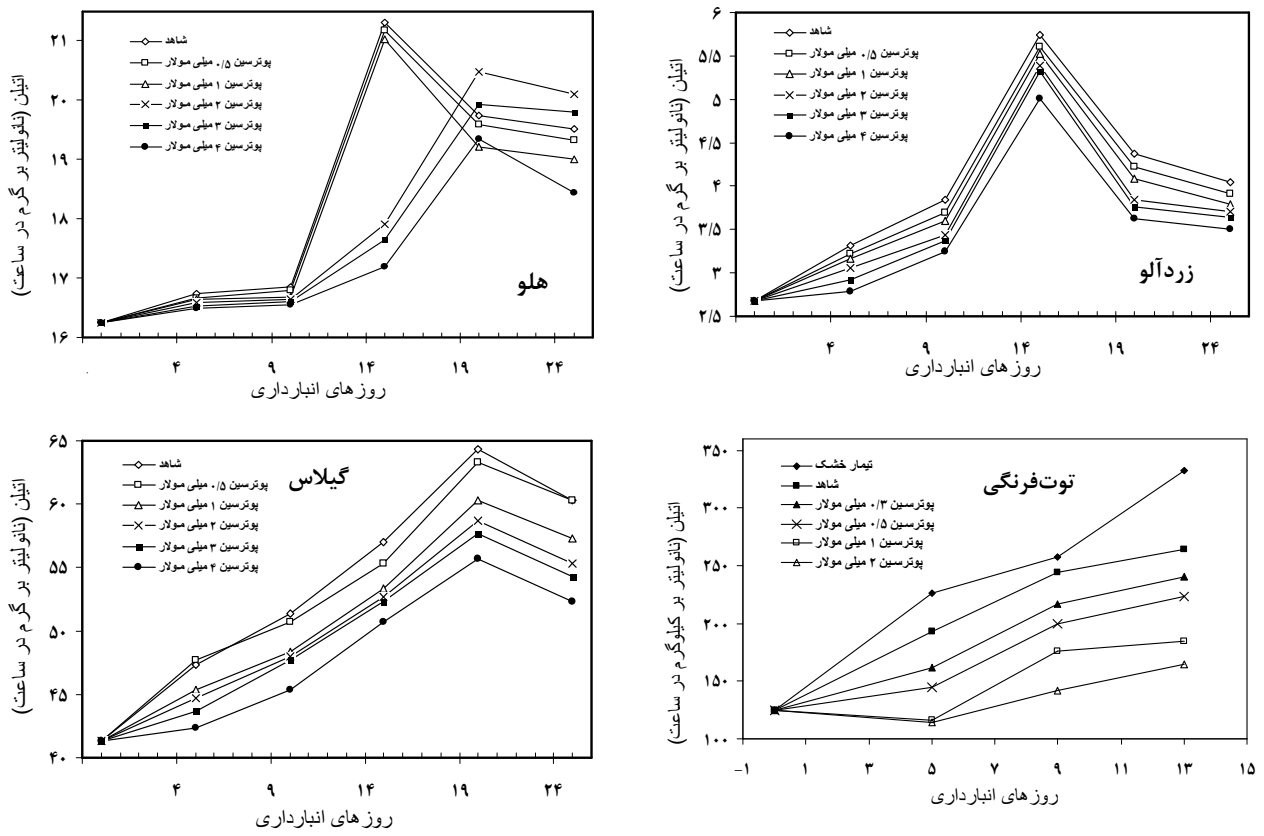
تأثیر پوترسین بر تولید اتیلن توسط میوه

اگرچه تولید اتیلن کلیه میوه‌ها طی انبارداری افزایش یافت، اما تیمار پوترسین به صورت معنی‌داری ($P<0/05$) تولید اتیلن را در میوه‌ها نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۱)، به طوری‌که بالاترین میزان تولید اتیلن مربوط به شاهد (تیمار خشک در توت‌فرنگی) و کمترین میزان آن مربوط به میوه‌هایی بود که با بیشترین غلظت پوترسین تیمار شده بودند. به عبارت دیگر با افزایش غلظت پوترسین از تولید اتیلن کاسته شد. با این حال اختلاف بین اثر غلظت‌های مختلف پوترسین در میوه‌های توت‌فرنگی در روز پنجم انبارداری و در میوه‌های گیلاس در هیچ یک از زمان‌های اندازه‌گیری معنی‌دار نبود. اگرچه توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگرا می‌باشد، ولی طی دوره پس از برداشت، اتیلن نسبتاً زیادی تولید می‌کند (۱۴). در توت‌فرنگی، زردآلو و گیلاس تولید حداکثر میزان اتیلن مستقل از غلظت‌های به کار برده شده پوترسین بود و به ترتیب ۱۳، ۱۵ و ۲۰ روز پس از شروع انبارداری اتفاق افتاد. در میوه‌های هلو تولید حداکثر اتیلن برای شاهد و تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار پوترسین ۱۵روز پس از انبارداری و برای سایر تیمارها در روز بیستم (با ۵ روز تأخیر) اتفاق افتاد.

ممانعت از تولید اتیلن بارزترین ویژگی پلی‌آمین‌ها می‌باشد و بسیاری از آزمایش‌های نقش ضداتیلنی پلی‌آمین‌ها را تأیید می‌کنند. در ارقام جهش‌یافته گوجه‌فرنگی که پلی‌آمین بیشتری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]



شکل ۱. تأثیر پوترسین بر تولید اتیلن توسط میوه‌های مورد آزمایش

تولید می‌کنند، سطوح تولید اتیلن در آنها پایین‌تر است (۳). هم‌چنین در گوجه‌فرنگی رقم "Liberty" افزایش پوترسین طی رسیدن میوه، با کاهش تولید اتیلن و افزایش انبارمانی میوه هم‌بستگی دارد (۱۶). تیمار برون‌زاد پلی‌آمین‌ها با ممانعت از فعالیت آنزیم ACC- سینتاز در آووکادو (۲۵) و گلابی (۲۰) و ACC-اکسیداز در گوجه‌فرنگی (۹)، بیوسنتز اتیلن را به شدت کاهش داده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که پلی‌آمین‌ها با از بین بردن رادیکال‌های آزاد سوپراکسید که برای تبدیل ACC به اتیلن ضروری هستند، از فعالیت آنزیم ACC- اکسید از و تولید اتیلن ممانعت می‌کنند (۱).

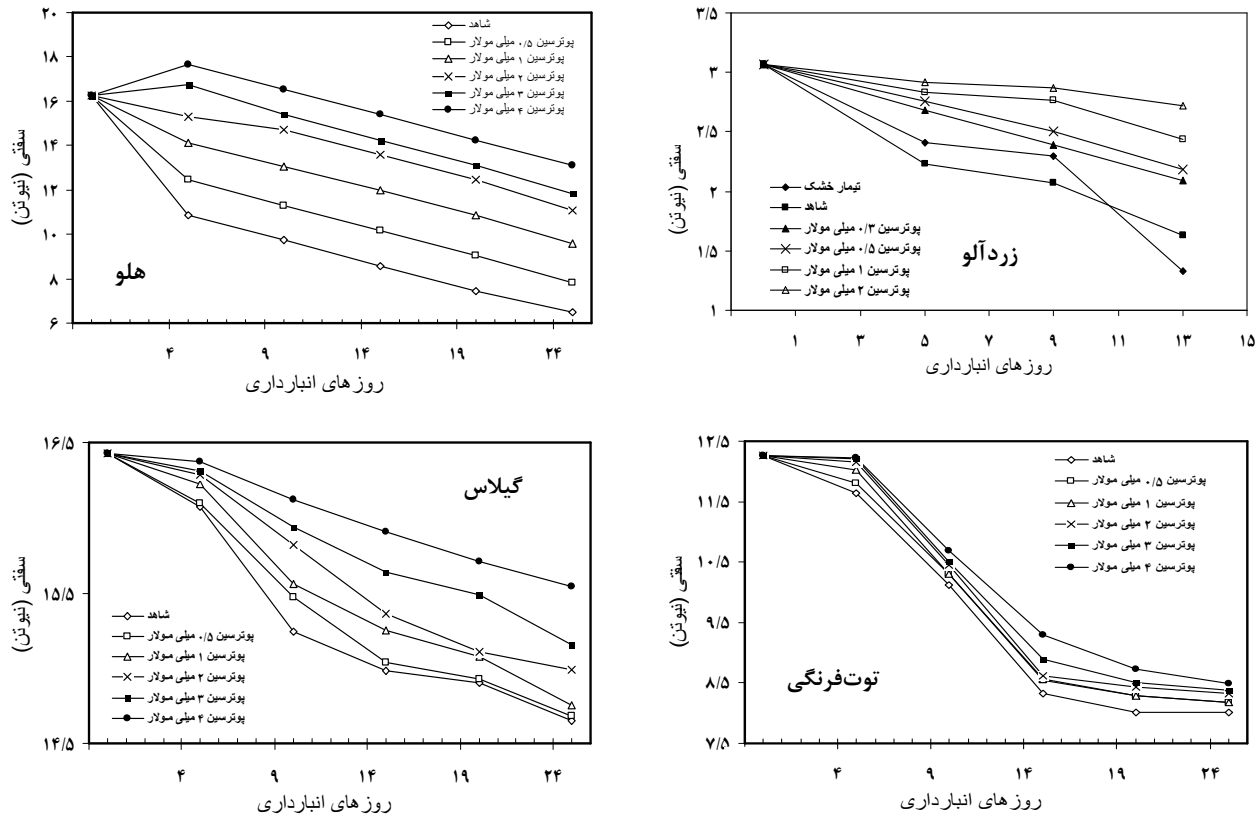
تأثیر پوترسین بر سفتی بافت میوه

سفتی بافت تمامی میوه‌ها طی انبارداری کاهش یافت و تیمار پوترسین به صورت معنی‌داری($P<0/05$) باعث حفظ سفتی میوه‌ها شد (شکل ۲). سفتی بافت میوه‌ها هم‌بستگی مثبتی با غلظت‌های تیمار شده پوترسین داشته و بیشترین میزان سفتی میوه مربوط به بالاترین غلظت پوترسین بود. در توت‌فرنگی اختلاف میانگین بین تیمارهای پوترسین و تیمار خشک و شاهد از نظر سفتی بافت میوه معنی‌دار بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف پوترسین از این نظر وجود نداشت. حفظ یا افزایش سفتی بافت تحت تأثیر پوترسین در بسیاری از میوه‌ها گزارش شده است. تیمار پیش از برداشت پوترسین بر میوه‌های هلو سفتی بافت میوه را افزایش داد و رسیدن آنها را به تأخیر انداخت (۲). هم‌چنین نفوذ دادن پلی‌آمین‌ها به داخل میوه باعث افزایش فوری در سفتی بافت و نیز کاهش نرم شدن میوه سیب (۷) و آلو (۱۸) در انبار گردیده است.

اثر پلی‌آمین‌ها در افزایش سفتی گوشت میوه را می‌توان به اتصال آنها به ترکیبات پکتیکی دیواره سلول نسبت داد. این

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]



شکل ۲. تأثیر پوترسین بر سفتی بافت میوه‌های مورد آزمایش

اتصال به ثبات و پایداری دیواره سلول منجر می‌شود که بلافاصله پس از تیمار قابل تشخیص است. اتصال مذکور هم‌چنین مانع از فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره از جمله پکتین استراز، پکتین متیل استراز و پلی‌گالاکتروناز می‌شود و نرم شدن میوه‌ها در انبار کاهش می‌یابد (۲۳). بررسی‌های صورت گرفته روی پلی‌آمین‌ها نشان داده است که مقادیر قابل توجهی از این ترکیبات توسط سلول‌ها جذب و به دیواره آنها متصل می‌شوند (۱۳).

تأثیر پوترسین بر کاهش وزن میوه

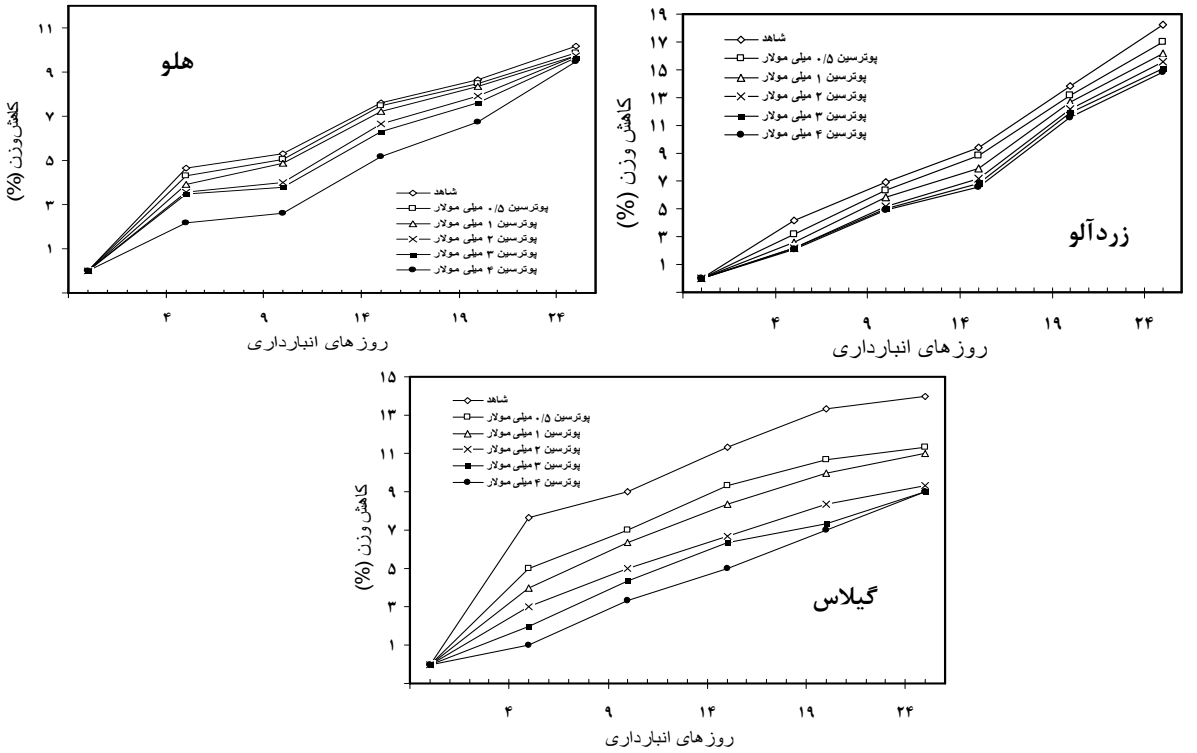
استفاده از پوترسین به طور معنی‌داری از کاهش وزن میوه‌های هلو جلوگیری نمود (P<۰/۰۵، شکل ۳). در گیلاس تفاوت بین غلظت‌های مختلف پوترسین از لحاظ میزان کاهش وزن فقط در روزهای ۱۰ و ۱۵ انبارداری معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). در زردآلو تفاوت بین شاهد با تیمارهای ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار پوترسین معنی‌دار بود، ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار وجود نداشت. بدیهی است کاهش وزن میوه طی دوره انباری نتیجه تبخیر آب از سطح میوه می‌باشد. همان‌طور که در نارنگی (۱۷)، زردآلو (۱۰) و آلو (۱۸) نیز گزارش شده است، پوترسین با اتصال به غشای سلولی باعث پایداری غشا و حفظ واکس لایه کوتیکول می‌شود و بدین ترتیب نقش مهمی در کاهش تبادلات آب از پوست میوه ایفا می‌کند.

تأثیر پوترسین بر اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) و pH آب میوه

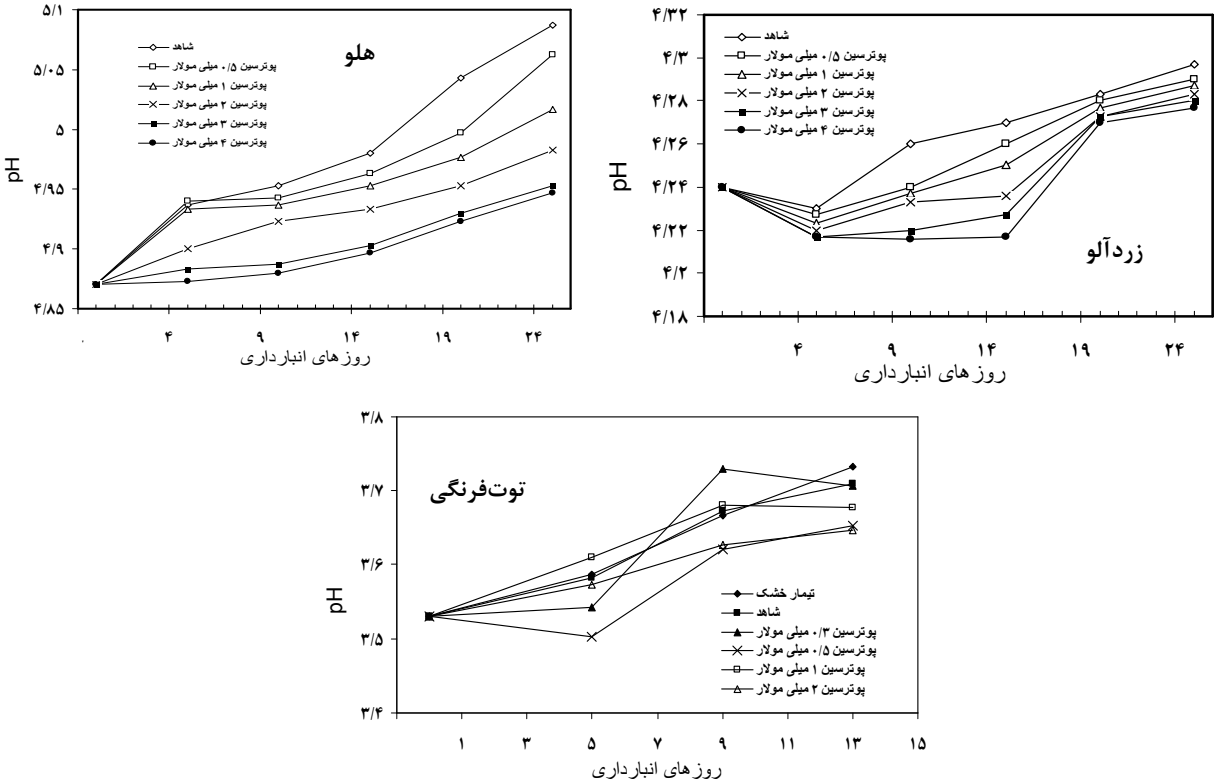
در طول انبارداری میوه‌ها، TA روند کاهشی و pH آب میوه روند افزایشی نشان داد. با استفاده از پوترسین نیز دو روند مذکور همچنان مشاهده شد اما شتاب آنها چه در pH آب میوه‌ها (P<۰/۰۵، شکل ۴) و چه در TA (P<۰/۰۵، شکل ۵)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]



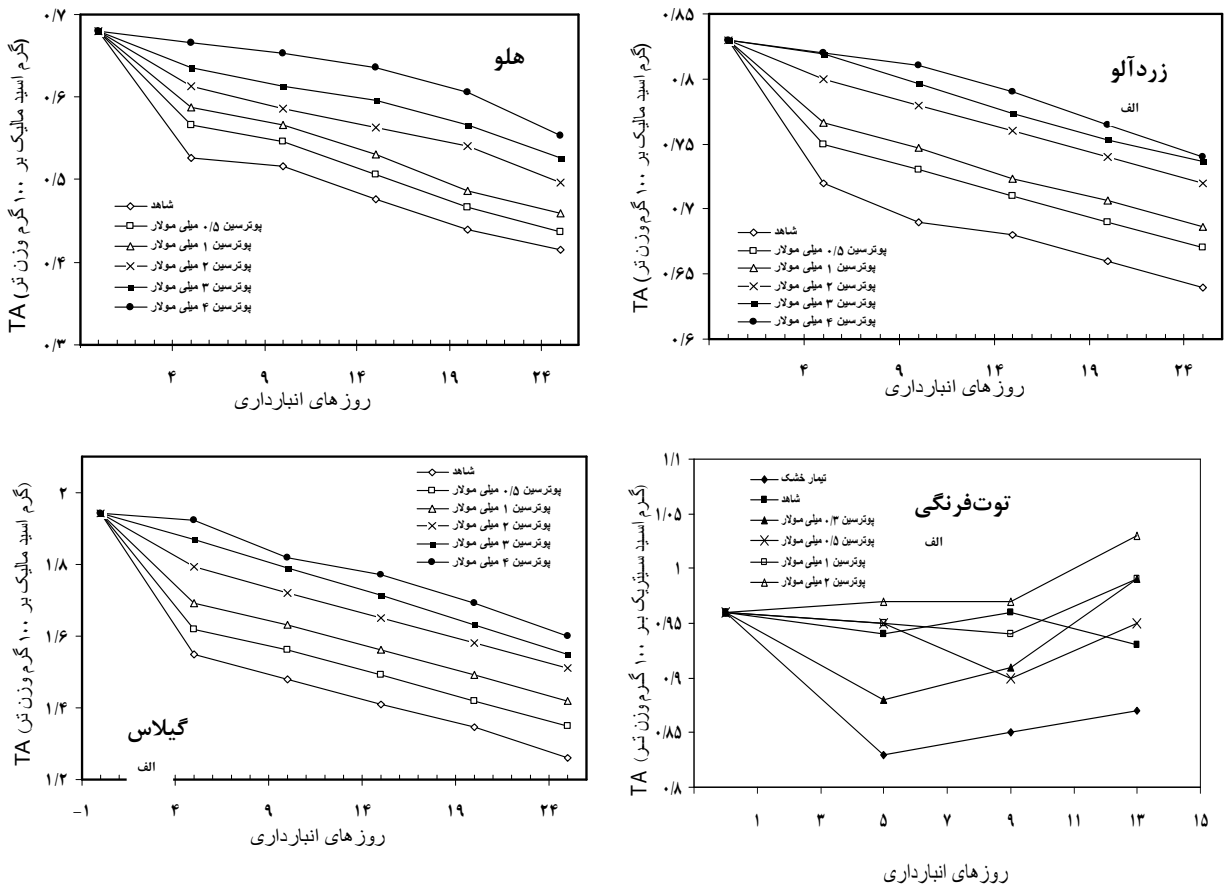
شکل ۳. تأثیر پوترسین بر کاهش وزن میوه‌های مورد آزمایش



شکل ۴. تأثیر پوترسین بر pH میوه‌های مورد آزمایش

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]



شکل ۵. تأثیر پوترسین بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های مورد آزمایش

بسیار کمتر بود. البته تأثیر پوترسین در کاهش TA در توت‌فرنگی و هلو، و افزایش pH در توت‌فرنگی و گیلاس معنی‌دار نبود. از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقادیر pH آن افزایش یابد. استفاده از پوترسین میزان تنفس میوه را کاهش داده (۱۰ و۱۲) و از این طریق مصرف اسیدهای آلی را به تأخیر می‌اندازد.

تأثیر پوترسین بر مواد جامد محلول (SSC) میوه

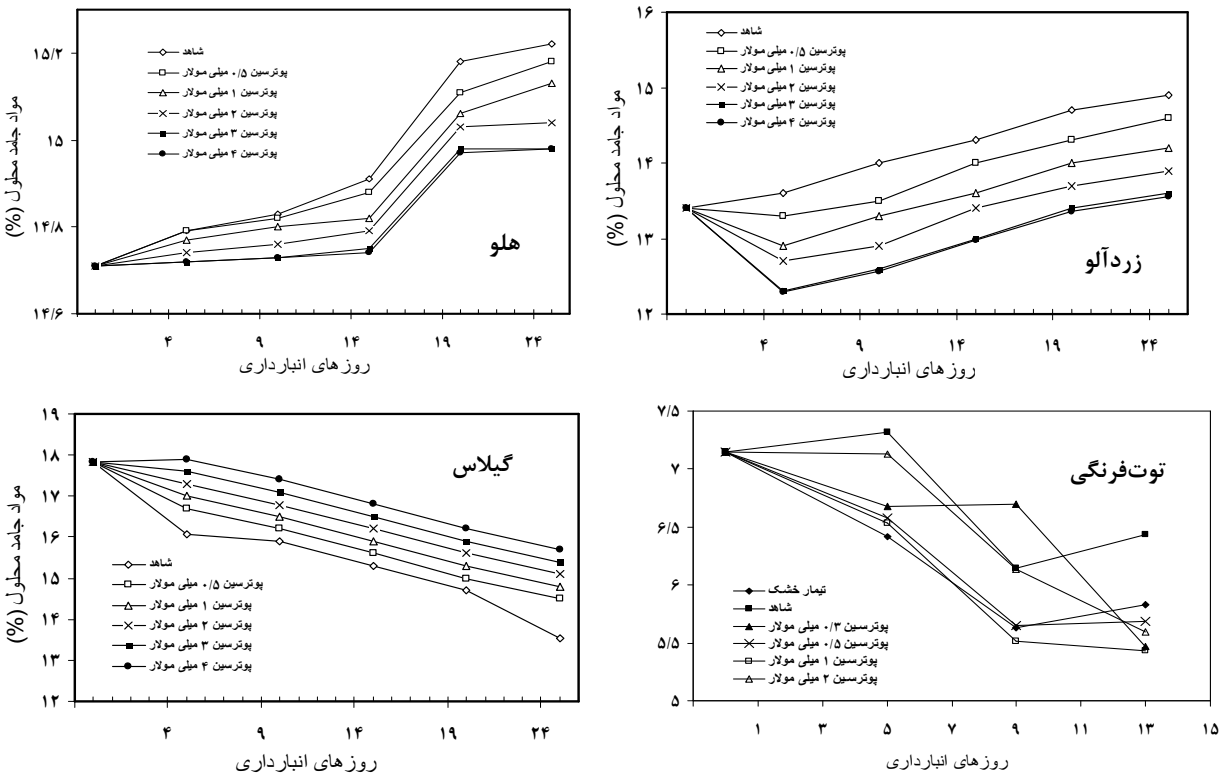
در طول مدت انبارداری، SSC در میوه‌های نافرازگرا (توت-فرنگی و گیلاس) کاهش و در میوه‌های فرازگرا (زردآلو و هلو) افزایش یافت. استفاده از پوترسین به طور معنی‌داری تغییرات SSC را کاهش داد ($P<0/05$، شکل ۶). لازم به ذکر است تیمار پوترسین تأثیر معنی‌داری در تغییرات SSC میوه‌های توت‌فرنگی نداشت. تغییرات اندک و تدریجی SSC میوه‌ها در اثر تیمار با پوترسین را می‌توان به کاهش تولید اتیلن و کند شدن آهنگ رسیدن میوه‌ها نسبت داد.

نتیجه‌گیری

استفاده از پوترسین به میزان قابل توجهی طول عمر پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس را افزایش داد (جدول ۱). طول انبارمانی بر اساس ویژگی‌های ظاهری میوه‌ها طی دوره انبارداری برآورد گردید. به نظر می‌رسد پوترسین با کاهش تولید اتیلن، افزایش سفتی بافت، کاهش از دست دادن آب از طریق پوست میوه و نیز کند نمودن آهنگ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]



شکل ۶. تأثیر پوترسین بر مواد جامد محلول میوه‌های مورد آزمایش

جدول ۱. تأثیر پوترسین بر انبارمانی میوه‌های توت‌فرنگی، زردآلو، هلو و گیلاس

تیمار	انبارمانی (روز)			
	توت‌فرنگی	زردآلو	هلو	گیلاس
خشک	۶[d]	–	–	–
شاهد	۹[c]	۱۴[d]	۱۱[e]	۱۷[d]
پوترسین (میلی‌مولار)				
۰/۳	۹[c]	–	–	–
۰/۵	۱۰[c]	۱۷[c]	۱۴[d]	۱۹[c]
۱	۱۲[b]	۱۹[b]	۱۷[c]	۲۰[c]
۲	۱۴[a]	۲۰[b]	۱۹[b]	۲۳[b]
۳	–	۲۲[a]	۲۱[a]	۲۷[a]
۴	–	۲۳[a]	۲۲[a]	۲۸[a]

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]

تغییرات TA و SSC، رسیدن و پیری میوه‌ها را به تأخیر انداخته و باعث حفظ کیفیت و افزایش انبارمانی میوه‌ها شده است.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله لازم می‌دانند از همکاری‌ها و مساعدت‌های بی‌شائبه جناب آقای دکتر مصباح بابالار و جناب آقای مهندس احمد احمدی اعضاء محترم هیئت علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران که در خصوص اندازه‌گیری اتیلن تعداد کثیری از نمونه‌ها مبذول داشتند تقدیر نموده، تشکر و سپاسگزاری نمایند.

منابع مورد استفاده

1. Bors, N., C. Langebartels, C. Mitchel and H. Sanderman. 1989. Polyamines as radical scavengers and protectants against ozone damage. Phytochemistry. 28:1589-1595.
2. Bregoli, A.M., S. Scaramagli, G. Costa, E. Sabatini, V. Ziosi, S. Biondi and P. Torrigiani. 2002. Peach (*Prunus persica* L.) fruit ripening: aminoethoxyvinylglycine (AVG) and exogenous polyamines affect ethylene emission and flesh firmness. Physiol. Plant. 114:472-481.
3. Dibble, A.R.G., P.J. Davies and M.A. Mutschler. 1988. Polyamine content of long-keeping *Alcobaca* tomato fruit. Plant Physiol. 86:338-340.
4. Galston, A.W. and R.K. Sawhney. 1990. Polyamines in plant physiology. Plant Physiol. 94:606-610.
5. Kakkar, R.K. and V.K. Sawhney. 2002. Polyamine research in plants: a changing perspective. Physiol. Plant. 116: 281-292.
6. Kaur-Sawhney, R., L.M. Shih, T. Cegielska and A.W. Galston. 1982. Inhibition of protease activity by polyamines Relevance for control of leaf senescence. FEBS LETTERS 145 (2):345-349.
7. Kramer, G.F., C.Y. Wang and W.S. Conway. 1991. Inhibition of softening by polyamine application in *Golden Delicious* and *McIntosh* apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:813-819.
8. Leiting, V.A. and L. Wicker. 1997. Inorganic cations and polyamines moderate pectinesterase activity. J. Food Sci. 62 (2):253-255.
9. Li, N., B.L. Parsons, D. Liu and A.K. Mattoo. 1992. Accumulation of wound-inducible ACC synthase transcript in tomato fruits is inhibited by salicylic acid and polyamines. Plant Mol. Boil. 48:477-487.
10. Martinez-Romero, D., M. Serrano, A. Carbonell, L. Burgos, F. Riquelme and D. Valero. 2002. Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. J. Food Sci. 67:1706-1712.
11. Martin-Tanguy, J. 1997. Conjugated polyamines and reproductive development: biochemical, molecular and physiological approaches. Physiol. Plant 100: 675-688.
12. Perez-Vicente, A., D. Martinez-Romero, A. Carbonell, M. Serrano, F. Riquelma, F. Guillen and D. Valero. 2002. Role of polyamines in extending shelf life and the reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl.) storage. Postharvest Biol. Technol. 25:25-32.
13. Pistocchi, R., N. Bagni and J. A. Creus. 1987. Polyamine uptake in carrot cell cultures. Plant Physiol. 84:374-380.
14. Ponappa, T., J. C. Scheerens and A. R. Miller. 1993. Vacuum infiltration of polyamines increases firmness of strawberry slices under various storage conditions. J. Food Sci. 58 (2):361-364.
15. Rastogi, R. and P. J. Davies. 1991. Polyamine metabolism in ripening tomato fruit II. Polyamine metabolism and synthesis in relation to enhanced putrescine content and storage life of alc tomato fruit. Plant physiol. 95:41-45.
16. Saftner, R. A. and B. G. Baldi. 1990. Polyamine levels and tomato fruit development: possible interaction with ethylene. Plant Physiol. 92:547-550.
17. Schirra, M. and G. D'Hallewin. 1997. Storage performance of 'Fortune' mandarins following hot water dips. Postharvest Biol. Technol. 10:229-238.
18. Serrano, M., D. Martinez-Romero, F. Guillen and D. Valero. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivar. Postharvest Biol. Technol. 30:259-271.
19. Tassoni, A., M.V. Buuren, M. Franceschetti, S. Fornale and N. Bagni. 2003. Polyamine content and metabolism in *Arabidopsis thaliana* and effect of spermidine on plant development. Plant Physiol. Biochem. 38: 383-393.
20. Tiburcio, A. F., J. L. Campos, X. Figueras and R. T. Besford. 1993. Recent advances in the understanding of polyamine functions during plant development. Plant Growth Regul. 12:331-340.
21. Valero, D., D. Martinez-Romero, M. Serrano and F. Riquelme. 1998. Postharvest gibberellin and heat treatment

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]

effects on polyamines, abscisic acid and firmness in Lemons. J. Food Sci. 63(4):611-615.
22. Valero, D., D. Martinez-Romero and M. Serrano. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. Trends Food Sci. Technol. 13:228-234.
23. Valero, D., A. Perez-vicente, D. Martinez-romero, S. Castillo, F. Guillen and M. Serrano. 2002. Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments: role of polyamines. J. Food Sci. 67 (7):2571-2575.
24. Wang, C. Y., W. S. Conway, J. A. Abbott, G. F. Kramer and C. E. Sams. 1993. Postharvest infiltration of polyamines and calcium influences ethylene production and texture changes in 'Golden Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:801-806.
25. Winer, L. and A. Apelbaum. 1986. Involvement of polyamines in the development and ripening of avocado fruits. J. Plant Physiol. 126:223-233.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2025-08-24]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1387.12.45.19.6]