فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱٤، شماره ٦٥، فروردین و اردیبهشت‌ماه ۱٤۰٤ صفحه: ۱۹۷-۲۰۸
https://doi.org/10.22034/14.65.197

مقاله پژوهشی

تأثیر زمان کاربرد غلظت‌های مختلف پوتریسین بر برخی ویژگی‌های کیفی میوه هلو

جعفر حاجیلو*[۱]، سهیلا محمدرضاخانی[۲] و حامد پیام[۱]

[۱] بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، آذربایجان شرقی، ایران

[۲] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۱۰/۱۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱٤۰۳/۰٥/۱٦)

چکیده

هلو (*Prunus persica* L.) از خانواده گلسرخیان (Rosaceae) و از مهم‌ترین میوه‌های مناطق معتدله محسوب می‌شود. کیفیت میوه از عوامل مهم در گسترش و بازاریابی این محصول به شمار می‌رود. کاربرد برخی مواد شیمیایی و هورمونی نقش بسزایی در افزایش ماندگاری و کیفیت میوه‌ها دارند. به منظور بررسی زمان کاربرد پوتریسین روی حفظ کیفیت میوه هلو انجیری، این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با تیمار پوتریسین در دو زمان مختلف با سه تکرار روی رقم هلوی انجیری انجام شد. تیمارهای شیمیایی در سه سطح (صفر، ۱۰، ۱٥ میلی‌مولار) و به صورت محلول‌پاشی ۱٤ و ۲۸ روز قبل از برداشت میوه‌ها صورت گرفت. بعد از اعمال تیمارها میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و پارامترهای کیفی میوه نظیر مواد جامد محلول کل، اسیدیته، ویتامین ث، سفتی بافت میوه، pH عصاره میوه، فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان کل در حین برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت پوتریسین تا مقدار ۱۰ میلی‌مولار مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد افزایش یافت، در حالی‌که با افزایش بیشتر پوتریسین تا ۱٥ میلی‌مولار مقدار اسیدیته قابل تیتر تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان نداد. به‌طوری‌که با افزایش غلظت پوتریسین در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت، درصد مواد جامد محلول (TSS) نسبت به شاهد افزایش یافت. بیشترین مقدار مواد جامد حل‌شده بعد از تیمار شاهد در زمان ۲۸ روز قبل از برداشت، مربوط به تیمار پوتریسین ۱٥ میلی‌مولار است. با افزایش غلظت پوتریسین تا ۱۰ میلی‌مولار مقدار pH نسبت به شاهد ابتدا کاهش و سپس در مقدار ۱٥ میلی‌مولار افزایش یافت. مقدار آنتی‌اکسیدان کل نشان داد که هیچ کدام از غلظت‌ها و زمان‌های مورد استفاده، تأثیر معنی‌داری بر این خصوصیت نداشت. در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت با افزایش غلظت پوتریسین مقدار فلاونوئید افزایش و در زمان ۲۸ روز قبل از برداشت با افزایش پوتریسین مقدار فلاونوئید کاهش یافت. بیشترین میزان سفتی مربوط به ۱٤ روز قبل از برداشت است.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، برداشت، ترکیبات فنولی، کیفیت، مواد جامد محلول

مقدمه

بر اساس گزارش‌های موجود، تولید هلو و شلیل در جهان سالیانه حدود ۲٥ میلیون تن است که از حدود ٥/۱ میلیون هکتار باغ‌های هلو و شلیل جهان به دست می‌آید (FAO, 2023). ایران به دلیل شرایط خاص اقلیمی و آب و هوایی برای کشت درختان میوه از جمله هلو و شلیل، جایگاه ممتازی

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: J_hajilou@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

در سطح جهانی دارد و به عنوان یکی از کشـــورهای تولیدکننده عمده هلو و شـــلیل محسوب می‌شود. میوه هلو از نظر فیزیولوژی جز محصولات فرازگرا بوده که در دماهای معمولی به سرعت رسیده و فاسد می‌گردد. هلو بعد از برداشت در صورت نگهداری غیراستاندارد در انبار زود فاسد شده و تغییراتی نظیر قهوه‌ای‌شدن، کاهش وزن، پوسیدگی قارچی و تغییر در رنگ و طعم را نشان می‌دهد (Malik and Singh, 2006). بنابراین اندیشیدن تدابیری برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری میوه هلو ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به ویژگی ضدپیری پلی‌آمین‌ها تحقیقات مختلفی روی آنها متمرکز شده است، و نقش کاربردی پیش و پس از برداشت پلی‌آمین‌ها در حفظ سفتی بافت، کاهش تولید و سنتز اتیلن، به تأخیر انداختن پیری و افزایش عمر انباری در بسیاری از محصولات تأیید گردیده است. علاوه بر ویژگی‌های ذکر شده در برخی از گزارش‌های پلی‌آمین‌ها را کاهنده تجزیه کلروفیل اندام‌های گیاهی و کاهنده فعالیت‌های هیدرولیتیکی در غشای تیلاکوئید می‌دانند. بنابراین می‌توان گفت پلی‌آمین‌ها توانایی حفظ محصولات در برابر صدمات مکانیکی و صدمات ناشی از کاهش دما در سردخانه‌ها را دارا هستند (Valero *et al.*, 2002).

ترکیبات طبیعی مانند پلی‌آمین‌ها می‌تواند در فرمولاسیون‌های کشاورزی به صورت قبل از برداشت و پس از برداشت مورد استفاده قرار گیرند که از نظر اقتصادی به صرفه هستند (Serrano *et al.*, 2004). پلی‌آمین‌ها در گیاهان اغلب در ترکیب با مولکول‌های آنیونی نظیر اسید نوکلئیک، پروتئین، فسفولیپیدها و پلی‌ساکاریدها هستند (Tang and Newton, 2004). در طیف وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله رشد و نمو گیاهان (و جانوران)، تحریک تقسیم سلولی، سنتز DNA و پروتئین‌ها، شکستن رکود غده‌ها و جوانه‌زنی بذور، کنترل ریشه‌زایی، جنین‌زایی، پیری و ریزش بافت‌ها و اندام‌ها، گل انگیزی و نمو اندام‌های زایشی، تشکیل، رشد و رسیدن میوه‌ها و واکنش به تنش‌های محیطی (زنده و غیرزنده) نقش ایفا می‌کنند. از اثرات اصلی آن‌ها در میوه‌ها می‌توان به تأخیر در تغییر رنگ، افزایش سفتی میوه، تأخیر در تولید اتیلن و کاهش تنفس، القا مقاومت به بیماری‌ها و کاهش علائم سرمازدگی اشاره کرد (Galston and Kaure-Sawhney, 1990).

علاوه بر نقش متعدد پلی‌آمین‌ها در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان، شواهد زیادی وجود دارد که بر اساس آن‌ها گفته می‌شود بعضی از اثرات تنظیم‌کننده‌های رشد از طریق تغییر در بیوسنتز یا متابولیسم پلی‌آمین‌ها انجام می‌شود. عقیده بر این است که پلی‌آمین‌ها گروه جدیدی از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی هستند (Bagni and Tassoni, 2001). پوتریسین با جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد در حفظ غشا از تنش‌های اکسیداتیو مؤثر هستند و به عنوان یک آنتی‌اکسیدانت از خسارت اکسیداتیو در اجزای سلولی مانند غشاء سلول، اسیدهای نوکلئیک و از اسیدهای چرب غیراشباع محافظت می‌کنند (Shen *et al.*, 2000). پوترسین با اتصال به غشا سلولی باعث حفظ غشا و لایه کوتیکولی گردیده و همانند واکس سبب حفظ آب درون میوه‌های گردیده است (Serrano *et al*, 2004).

کاربرد قبل از برداشت به‌عنوان جایگزین مناسب برای افزایش ماندگاری و کیفیت میوه‌ها در نظر گرفته شده است. با این حال، در مورد کاربرد قبول از برداشت پلی‌آمین در گونه‌های مختلف درختان میوه اطلاعات کمتری در دسترس است. هدف از این پژوهش بررسی زمان کاربرد توأم با غلظت‌های مختلف پوتریسین در حفظ کیفیت درونی در هلوی انجیری است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد نیاز از ایستگاه تحقیقات کشاورزی خلعت‌پوشان وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز تهیه شدند. ارتفاع این منطقه از سطح دریا حدوداً ۱۵۸۵ متر و در عرض جغرافیایی ۳۸ درجه شرقی و طول جغرافیایی ٤٦ درجه قرار دارد. کودهی باغ بر اساس آنالیز خاک و گیاه و به صورت استفاده از کودهای کامل انجام شده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

این مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تیمار پوتریسین و دو زمان مختلف با سه تکرار روی هلوی انجیری (*Prunus persica* L.) ۱۰ ساله انجام شد. به این ترتیب که پس از انتخاب سه درخت برای هر زمان، از هر درخت سه بازو به عنوان سه تکرار انتخاب و اتیکت‌گذاری شدند. بعد از اتیکت‌گذاری شاخه‌های درختان به صورت تصادفی، تیمارهای شیمیایی در سه سطح (صفر، ۱۰، ۱۵ میلی‌مولار) (Zokaee Khosroshahi and Esna Ashari, 2008) و در سه تکرار برای هر زمان انجام شد. تیمارها به صورت محلول‌پاشی ۱٤ و ۲۸ روز قبل از برداشت میوه‌ها به وسیله محلول‌های از پیش تهیه‌شده با آب‌مقطر و محتوی ۲ گرم در لیتر توین ۸۰ صورت گرفت. بعد از اعمال تیمارها میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و پارامترهای کیفی میوه نظیر مواد جامد محلول کل (TSS)، اسیدیته، ویتامین ث، سفتی بافت میوه، pH عصاره میوه، فنل، فلاونوئید و آنتی‌اکسیدان کل در حین برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت.

سفتی بافت: آزمون سفتی بافت با استفاده از دستگاه پنترومتر مدل FT 011، بر روی سه عدد میوه در هر تکرار از دو سمت مقابل هم و بعد از برداشتن پوست میوه انجام شد. سفتی بافت بر اساس بیشترین نیروی لازم برای نفوذ میله (تا محل مشخص‌شده) در میوه بر حسب نیوتن بیان شد (شکراله فام و همکاران، ۱۳۹٤).

اسیدیته کل: جهت اندازه‌گیری اسیدیته کل میوه از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. برای این منظور ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره صاف‌شده میوه‌ها را در بشر ریخته و ۲۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر به آن اضافه گردید. پس از افزودن یک یا دو قطره معرف فنل‌فتالین با سود ۰/۱ نرمال تیتراسیون انجام شد و میزان سود مصرفی یاداشت گردید. اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد و به صورت گرم اسید غالب میوه در ۱۰۰ گرم وزن میوه بیان شد. پایان عمل تیتراسیون زمانی بود که رنگ عصاره به صورت ارغوانی قرمز در آمد. با استفاده ار رابطه زیر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه گردید (Mostofi and Najafi, 2005).

$$A=S\times N\times F\times E/C\times 100$$

A) مقدار اسید عصاره میوه بر حسب گرم در ۱۰۰ سی‌سی (درصد)، S) حجم سود مصرف‌شده در تیتراسیون (میلی‌لیتر)، N) نرمالیته سود مصرفی، F) فاکتور سود (۱)، C)حجم عصاره میوه (میلی‌لیتر)، E) اکی‌والان اسید مالیک (۰/۰٦۷)

مواد جامد محلول: اندازه‌گیری مواد جامد محلول (بریکس) با دستگاه رفراکتومتر مدل PAL-1 انجام پذیرفت. دستگاه ابتدا با آب‌مقطر کالیبره شده و سپس چند قطره از عصاره میوه در عدسی دستگاه قرار داده شد و میزان مواد جامد محلول آن بر حسب درجه بریکس (Brix) تعیین گردید (Zokaee Khosroshahi and Esna Ashari, 2008).

ویتامین ث: برای اندازه‌گیری ویتامین ث ۱۰ گرم میوه با مخلوط‌کن برقی به همراه چند میلی‌لیتر اسید متافسفریک ۳ درصد کاملاً له گردیده، مخلوط‌کن با اسید متافسفریک ۳ درصد شستشو داده و حجم کل مخلوط با اسید متافسفریک به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بعد از عبوردادن از صافی ۱۰ میلی‌لیتر از محلول باقیمانده برداشته و با رنگ دی‌کلروفنل ایندوفنل ۰/۰٤ درصد تیتر شد. پایان تیتراسیون زمان ظهور رنگ ارغوانی کم رنگ بود که به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه پایدار ماند. میزان رنگ مصرف‌شده در تیتراسیون یادداشت شده و از رابطه زیر میزان اسید آسکوربیک محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم میوه بیان شد (میردهقان و همکاران، ۱۳۹٤).

میزان اسید آسکوربیک (میلی‌گرم /۱۰۰ گرم میوه)= (حجم رنگ مصرفی × درجه رقت× اکی‌والان رنگ × ۱۰۰) / وزن نمونه میوه

عصاره سه عدد میوه با استفاده از دستگاه آب میوه‌گیری استخراج و پس از عبوردادن از صافی، pH عصاره میوه‌ها (مخلوط عصاره سه میوه برای هر تکرار) با استفاده از pHمتر مدل HI 9811 اندازه‌گیری شد (شکراله‌فام و همکاران، ۱۳۹٤).

آنتی‌اکسیدان کل: به منظور اندازه‌گیری آنتی‌اکسیدان کل باید توانایی ماده مورد نظر در احیای یون‌های فریک (Fe^{3+}) به فرو (Fe^{2+}) با استفاده از معرفی به نام TPTZ (2,4,6-Trypyridyl-S-Triazine) است. در حضور آنتی‌اکسیدان یون‌های فریک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

(Fe^{3+}) به فرو (Fe^{2+}) احیا می‌شود و در حضور معرف TPTZ، محلول به رنگ بنفش در می‌آید. نسبت به میزان قدرت احیاکنندگی، جذب به صورت وابسته به غلظت افزایش می‌یابد. با استفاده از این تغییر جذب می توان خاصیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات مختلف را سنجید. افزایش جذب در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر پس از گذشت ۱۰ دقیقه از شروع واکنش صورت می‌گیرد (Javanmardi, and Kubota, 2006).

فنل کل: مخلوط (۰/۱ میلی‌لیتر نمونه +۲ میلی‌لیتر ۲٪ W/V Na_2CO_3) تهیه و بعد از ۲ دقیقه ۰/۱ میلی‌لیتر واکنشگر ۵۰٪ فولین سیکالتو به مخلوط اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه نگهداری محلول تهیه‌شده در تاریکی و دمای اتاق میزان جذب توسط اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۷۲۰ نانومترخوانده شد. برای مقایسه و بدست آوردن منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف کرستین در حلال متانول استفاده شد و میزان فنول به صورت میلی‌گرم گالیک اسید در هر میلی‌لیتر عصاره میوه بیان شد (Serrano *et al*., 2005).

فلاونویید کل: محلول (۰/۲۵ نمونه + ۷۵ میکرولیتر (5% W/V) $NaNO_2$ + ۰/۱۵ میلی‌لیتر (10% W/V) $AlCl_3$ + ۰/۵ میلی‌لیتر NaOH ۱ مولار) را تهیه کرده و این محلول با آب‌مقطر به حجم ۲/۵ میلی‌لیتر رسانده شد بعد از پنج دقیقه جذب محلول میزان فلاونویید توسط اسپکتروفتومتر در ۵۰۷ نانومتر خوانده شد. برای مقایسه و به دست آوردن منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف کرستین در حلال متانول استفاده شد (Krizek *et al*., 1998).

داده‌ها پس از نرمال‌شدن با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سه غلظت پوتریسین (صفر، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار) و دو زمان مختلف (۱۴ و ۲۸ روز قبل از برداشت) بر اسیدیته قابل تیتراسیون معنی‌دار نبود و تنها اثر ساده تیمارها بر اسیدیته قابل تیتر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش غلظت پوتریسین تا مقدار ۱۰ میلی‌مولار مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون نسبت به شاهد افزایش یافت، در حالی‌که با افزایش بیشتر پوتریسین تا ۱۵ میلی‌مولار مقدار اسیدیته قابل تیتر تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد نشان نداد (شکل ۱).

معمولاً اسیدهای آلی به هنگام رسیدن میوه در اثر تنفس و یا تبدیل به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آنها رابطه مستقیم با فعالیت‌های متابولیکی دارد. در واقع اسیدها به عنوان یک منبع اندوخته انرژی میوه هستند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت‌وساز مصرف می‌شوند (راحمی و اکبری، ۱۳۸۲). محتوای اسیدهای آلی طی دوران نگهداری کاهش می‌یابد. این پدیده در میوه‌ها و سبزی‌های دیگر نیز گزارش شده است (Marsh *et al*., 2004). در این پژوهش تیمار پوتریسین بر میزان اسیدهای آلی میوه‌های هلوی انجیری اثر معنی‌داری داشت. در واقع می‌توان گفت که تأثیر پوتریسین بر اسیدیته می‌تواند به‌طورکلی به دو دلیل باشد، تأثیر بر فرآیند تجزیه و تحلیل مواد (پوترسین ممکن است در برخی از شرایط به عنوان یک ماده تشکیل‌دهنده آلی باشد که در فرآیند تجزیه و تحلیل مواد موجود در میوه‌ها نقش داشته باشد. این فرآیند ممکن است تأثیری بر میزان اسیدیته داشته باشد) و تأثیر بر فعالیت آنزیم‌ها (پوترسین ممکن است بر فعالیت آنزیم‌هایی که در فرآیندهای متابولیک میوه‌ها نقش دارند، تأثیر بگذارد. این تأثیر می‌تواند به تغییر در تجزیه و تحلیل اسیدها منجر شود.

میزان تنفس و تولید اتیلن در تیمار شاهد بالا بوده و در نتیجه منجر به مصرف اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود که کاربرد پوتریسین نیز منجر به کاهش کندتر اسیدهای آلی در میوه‌های توت‌فرنگی و انار شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمارشده با پوتریسین ۱۰ میلی‌مولار کاهش کمتری نسبت به شاهد داشت و به نظر می‌رسد با افزایش غلظت از ۱۰ به ۱۵

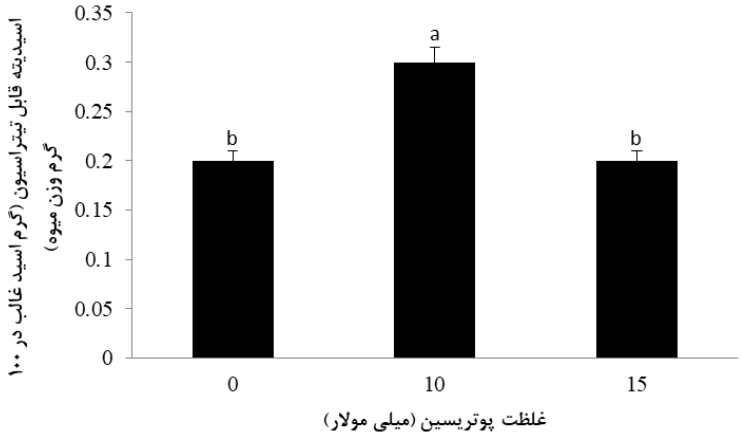
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی قبل از برداشت پوتریسین بر خصوصیات کیفی هلوی انجیری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		سفتی بافت (N)	اسیدیته قابل تیتراسیون	ویتامین C	مواد جامد محلول
بلوک	۲	۰/۰۰۳۳^{ns}	۰/۰۰۱۸^{ns}	۱/۰۵۵^{ns}	۲/٤۷۷^{ns}
تیمار	۲	۰/۳۷۳^{ns}	۰/۰۳**	۰/۰۹۷^{ns}	۸/٤٦۷**
زمان	۱	۱/۲۷٤*	۰/۰۰۳۵^{ns}	۱۳/۳٤۷*	۱۳/۸٦۸**
تیمار× زمان	۲	۰/۹۰۱^{ns}	۰/۰۰۳۸^{ns}	۲۰/٦۸**	۱۳/۷۹**
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۷/۳۳	۱۳/٦٦	۱۳/٦٦	۵/۳٦

**** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار**



شکل ۱- میانگین اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین بر اسیدیته قابل تیتراسیون

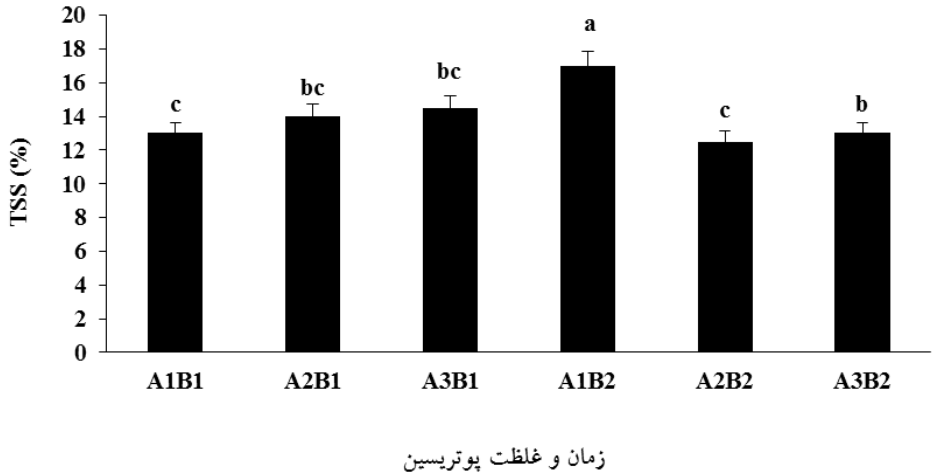
میلی‌مولار میزان تنفس افزایش می‌یابد که در نهایت منجر به مصرف اسیدهای آلی و کاهش اسیدیته می‌گردد. در یک آزمایش دیگری گزارش شده است که کاربرد قبل از برداشت پوترسین در دو زمان ۱۱۵ و ۱۱۸ روز بعد از مرحله تمام گل در شلیل استارک قرمز طلایی رنگ (*Prunus persica* L. Batsch)، زمان ۱۱۵ روز بعد از تمام گل غلظت ۲۰ میلی‌مولار بالاترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را نشان داد ولی در زمان ۱۱۸ روز پس از تمام گل غلظت ۱۰ میلی‌مولار بالاترین میزان اسیدیته را در مقایسه با دیگر تیمارها نشان داد. نتایج متفاوت به خاطر حساسیت مختلف رقم‌ها به مواد شیمیایی ذکر شده است (Torrigiani *et al.*, 2004). استفاده از پوتریسین تنفس را به شدت کاهش و در نتیجه کاهش اسیدیته میوه در میوه‌های نارنگی مشاهده شده است (Takahashi and Kakehi, 2010).

مواد جامد محلول (TSS): نتایج به دست آمده نشان داد که اثر متقابل کاربرد سه غلظت پوتریسین (صفر، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار) در دو سطح زمان (۱٤ و ۲۸ روز) قبل از برداشت بر درصد TSS در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱)، به‌طوری‌که با افزایش غلظت پوتریسین در زمان B1، درصد TSS نسبت به شاهد افزایش یافت، اما مقدار TSS در زمان B2 با در هر دو غلظت پوتریسین نسبت به شاهد پایین بود، به‌طوری‌که در غلظت ۱۰ میلی مولار کمترین میانگین را داشت (۱۳/۳٦). بیشترین مقدار TSS (۱۸/۵۳) در تیمار شاهد در زمان B2 به دست آمد (شکل ۲).

به‌طورکلی بیشترین مقدار مواد جامد حل‌شده بعد از تیمار شاهد در زمان B2، مربوط به تیمار پوتریسین ۱۵ میلی‌مولار در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد در زمان ۲۸ روز قبل از برداشت و تیمار ۱۰ میلی‌مولار در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]



شکل ۲- میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان بر درصد مواد جامد محلول (TSS). A1: شاهد (صفر میلی‌مولار)، A2: ۱۰ میلی‌مولار پوتریسین و A3: ۱۵ میلی‌مولار پوتریسین، B1: 28 روز و B2: 14 روز

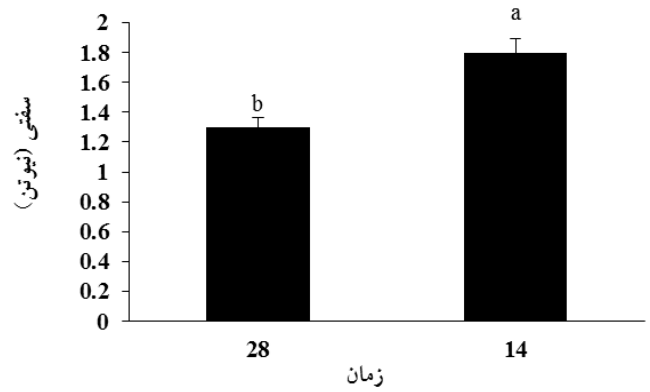
بیشترین تغییراتی که هنگام رسیدن میوه صورت می‌گیرد به شکسته‌شدن کربوهیدرات‌های پلیمری مربوط است که موجب تغییر در مزه و تغییر در بافت محصول می‌شود و به همین دلیل میزان مواد جامد قابل حل میوه با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (راحمی و اکبری، ۱۳۸۲). در زمان B2 میزان مواد جامد محلول میوه‌های شاهد (A1B2) بیشتر از تیمارها بود زیرا در میوه‌های شاهد به دلیل پیشرفت فرآیند پیری دیواره‌های سلولی هضم شده و به دلیل حل‌شدن پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی و نیز غشای سلولی مواد جامد محلول افزایش یافته است در حالی‌که تیمار پوتریسین باعث کاهش فعالیت‌های متابولیکی سلول و در نتیجه باعث حفظ غشاها و دیواره‌های سلولی می‌گردد که نتیجه آن جلوگیری از افزایش غیرعادی مواد جامد محلول است. اما در زمان B1 تیمار پوتریسین باعث افزایش مواد جامد محلول گردیده است که در میوه سیب اعمال تیمار ۵ میلی‌مولار باعث افزایش میزان TSS گردیده است و نیز اعمال پوتریسین در میوه لیچی در مرحله تمام گل (Full Bloom) باعث افزایش مواد جامد محلول گردیده است. (Zokaee Khosroshahi and Esna-Ashar, 2007). Torrigiani و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند که کاربرد قبل از برداشت پوترسین و اسپرمیدین در دو زمان ۱۱۵ و ۱۱۸ روز بعد از مرحله تمام گل در شلیل استارک قرمز طلایی (*Prunus persica* L. Batsch)، پس از برداشت در هر دو زمان میزان غلظت مواد جامد محلول در مقایسه با شاهد پایین‌تر بودند ولی تفاوت معنی‌داری میان غلظت‌های به کار برده شده دیده نشد (Torrigiani *et al*., 2004).

سفتی بافت: نتایج تجزیه واریانس در هلو نشان داد که اثر ساده زمان در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود درحالی‌که اثر ساده تیمار و اثر متقابل تیمار و زمان از از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین میزان سفتی مربوط به ۱٤ روز قبل از برداشت است (شکل ۳).

تجزیه و تبدیل پروتوپکتین نامحلول به اسید پکتیک محلول و پکتین‌ها به کاهش سفتی در میوه‌ها کمک می‌کند. این تغییرات در میوه مرکبات در مقایسه با میوه‌های فرازگرا به طور نسبی کند و آهسته‌تر انجام می‌گیرد (Pranamorkith, 2009). نرمی بافت میوه در نتیجه تغییرات در ساختار دیواره سلولی شامل کاهش همی‌سلولز، گالاکتوز و حل‌شدن و دپلیمریزه شدن پکتین صورت می‌گیرد و نتیجه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده دیواره سلولی است. مطابق گزارشات پوتریسین برون‌زاد عمر پس از برداشت و کیفیت میوه را از طریق حفظ سفتی بافت و کاهش تولید اتیلن بهبود می‌بخشد (Khan *et al*.,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]



شکل ۳- میانگین اثر زمان‌های مختلف پوتریسین بر سفتی

2008).

از نقش‌های مهم پوتریسین می‌توان به اثرات عمده و اصل این ترکیبات در افزایش قابل توجه در سفتی میوه و به تأخیر انداختن تغییر رنگ و حفظ کیفیت میوه اشاره کرد که از ویژگی و فاکتورهای اصلی پیری هستند و از لحاظ اقتصادی قابل توجه است. بهترین زمان کاربرد این مواد زمانی است که سطوح این هورمون‌های گیاهی رو به کاهش است مانند زمان آغاز تغییر رنگ در میوه‌ها (Serrano *et al*., 2004).

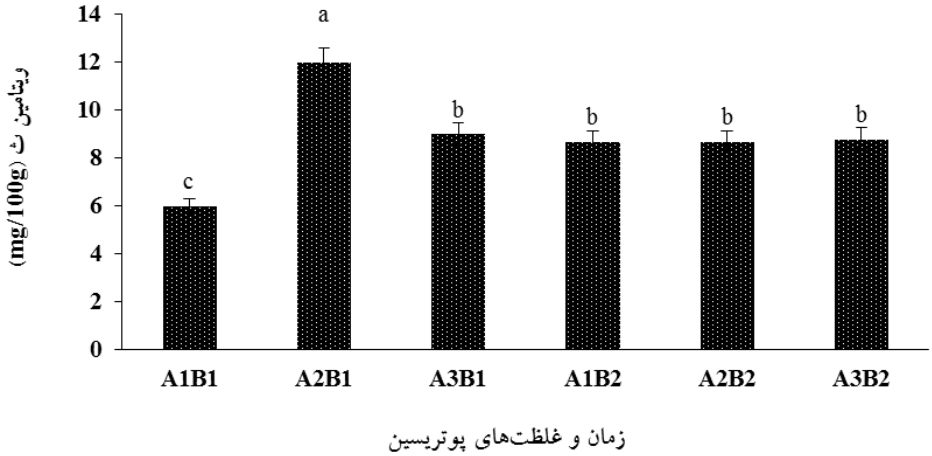
در کاربرد قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها بر روی میوه‌های هلو (Torrigiani *et al*., 2004)، انبه (Malik and Singh, 2006) و آلو (Khan *et al*., 2008) اعلام شد که فعالیت آنزیم‌های نرم‌کننده دیواره سلولی کاهش یافت و عارضه نرم‌شدگی به تأخیر افتاد.

ویتامین ث: در بررسی اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین (صفر، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار) در دو زمان مختلف بر کیفیت میوه هلو مطابق جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که اثر متقابل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و نیز اثر ساده زمان هم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیده است (جدول ۱). نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز نشان داد میزان اسید آسکوربیک در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت با اعمال پوتریسین با رسیدن میوه کاهش می‌یابد (شکل ٤).

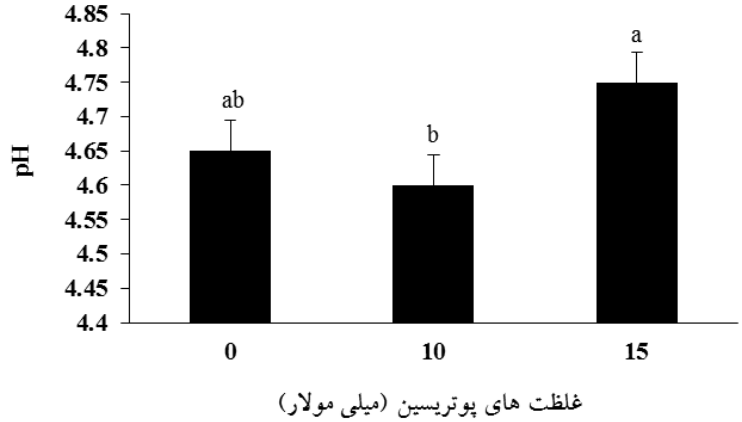
میزان اسید آسکوربیک که یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم است در طی نگهداری محصولات کاهش یافت که دلیل آن مصرف این ویتامین به عنوان دهنده الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد است (Zahoor and Faheem, 2009). در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو، گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابند که می‌توانند موجب تخریب غشاهای زیستی گردند. برای جلوگیری از خسارت گونه‌های فعال اکسیژن، گیاهان سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی خود را فعال می‌کنند که از جمله آن‌ها آنزیم‌هایی مثل آسکوربات پراکسیداز و یا سیستم‌های غیرآنزیمی مثل اسید آسکوربیک (ویتامین ث) را می‌توان نام برد. آنتی‌اکسیدان‌ها با دادن الکترون به گونه‌های فعال اکسیژن، اکسید شده و قدرت اکسیدکنندگی و ایجاد خسارت را در گونه‌های فعال اکسیژن از بین می‌برند (Spinardi, 2005). تیمار پوتریسین در مرحله رسیدن میوه آلو ممکن است به خاطر فعالیت آسکوربیک اکسیداز از غلظت آسکوربیک اسید آن کاسته شود (Khan *et al*., 2008). نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز نشان می‌دهد میزان اسید آسکوربیک در زمان ۱٤ روز قبل از برداشت با اعمال پوتریسین با رسیدن میوه کاهش می‌یابد. اثر پوترسین در حفظ ویتامین ث را می‌توان به نقش پلی‌آمین‌ها در کاهش تنفس و اتیلن و در نهایت کاهش فرایندهای متابولیکی نسبت داد (Zokaee Khosroshahi *et al*., 2007).

pH: در بررسی اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین (صفر، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مولار) در دو زمان مختلف بر pH میوه هلو

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]



شکل ٤- میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان بر مقدار ویتامین ث. A1: شاهد (صفر میلی‌مولار)، A2: ۱۰ میلی‌مولار پوتریسین و A3: ۱۵ میلی‌مولار پوتریسین. B1: ۲۸ روز و B2: ۱٤ روز



شکل ٥- میانگین اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین بر pH

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی قبل از برداشت پوتریسین بر خصوصیات کیفی هلوی انجیری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		فنول	pH	فلاونوئید	آنتی‌اکسیدان کل
بلوک	۲	۱/۳٤۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱۸/٦۷٦^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
تیمار	۲	۰/۰٥٦^{ns}	۰/۰٦۹٤*	٦/۳۰۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
زمان	۱	۰/۹۸^{ns}	۰/۰۲^{ns}	٦/٤٥٦^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}
تیمار× زمان	۲	۰/٥۱۷^{ns}	۰/۰٤٤^{ns}	٥۱/۱۷۳**	۰/۰٤۳^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۰	۰/۳۰۹	۰/۰۱٦	۳۷/۰۷۷	۰/۰۳۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۷/۱۲	۲/۷٤	۱۳/٦٥	۲/۷٤

**** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ٥ درصد و ns غیر معنی‌دار**

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

مطابق جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که اثر متقابل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان معنی‌دار نبوده است (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تأثیر غلظت‌های مختلف پوتریسین بر pH در سطح احتمال ۵ درصد بود (شکل ۵). به‌طوری‌که با افزایش غلظت پوتریسین تا ۱۰ میلی‌مولار مقدار pH نسبت به شاهد ابتدا کاهش و سپس در مقدار ۱۵ میلی‌مولار افزایش یافت. با توجه به شکل ۵، بیشترین مقدار pH مربوط به تیمار ۱۵ میلی‌مولار پوتریسین و کمترین مقدار pH به پوتریسین ۱۰ میلی‌مولار بود.

به نظر می‌رسد تأخیر موقتی در سنتز پروتئین‌ها و آنزیم‌ها مانع تجزیه اسیدهای آلی و تبدیل آن‌ها به قند شده است (راحمی و اکبری، ۱۳۸۲). تیمار با پلی‌آمین‌ها روند افزایشی pH و کاهشی اسیدیته را کند می‌کند. از آنجا که نقش پلی‌آمین‌ها در به تأخیر انداختن رسیدن میوه و کاهش تولیدات اتیلن و سرعت تنفسی به اثبات رسیده است، سبب کاهش سرعت تغییرات pH و اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شوند.

آنتی‌اکسیدان: برای بررسی اثرات غلظت‌های مختلف پوتریسین در زمان‌های مختلف بر روی کیفیت میوه هلو با توجه به جدول تجزیه واریانس، نشان داد که هیچکدام از غلظت‌ها و زمان‌های مورد استفاده، تأثیر معنی‌داری بر آنتی‌اکسیدان نداشته است (جدول ۲). در گزارشی در مرحله پس از برداشت تیمار برون‌زاد اسپرمیدین و اسپرمین باعث افزایش معنی‌دار در سفتی بافت میوه سیب و نیز ممانعت از توسعه آسیب سرمازدگی (قهوه‌ای‌شدن مغز میوه) گردیده است. این نتایج حاکی از آن است که کاهش آسیب سرمازدگی به وسیله پلی‌آمین‌ها می‌تواند ناشی از خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها باشد. در واقع پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از پراکسیداسیون لیپید از آسیب سرمازدگی ممانعت می‌کنند (اثنی‌عشری و زکائی خسروشاهی، ۱۳۸۷). با توجه به بررسی منابع صورت گرفته تا کنون گزارشی در مرحله قبل از برداشت بر محتوای آنتی‌اکسیدان گزارش نشده است.

فنل کل: با توجه به جدول واریانس داده‌ها (جدول ۲)، آنالیز داده‌های حاصل از بررسی اثر غلظت‌های مختلف پوتریسین در زمان‌های مختلف بر فنول کل نشان داد که هیچ یک از تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این خصوصیت میوه هلو نداشت. نتایج مشابهی در کاربرد قبل از برداشت پوترسین در توت‌فرنگی رقم سلوا گزارش گردیده بود و در این آزمایش تیمار پوترسین تأثیر معنی‌داری بر روی فنول کل نداشت. در گزارشی کاربرد تیمار پوترسین در مرحله پس از برداشت در روی توت‌فرنگی رقم سلوا سبب حفظ فنول کل میوه گردیده بود (عبدالهی و همکاران، ۱۳۸۹).

گزارش کردند که پلی‌آمین‌ها سبب تأخیر در فرایند پیری شده و درنتیجه سبب حفظ ترکیبات فنلی خواهند شد. افزایش فعالیت ضداکسیدانی را هم می‌توان به افزایش در میزان ترکیبات فنلی کل نسبت داد (Razzaq *et al.*, 2014).

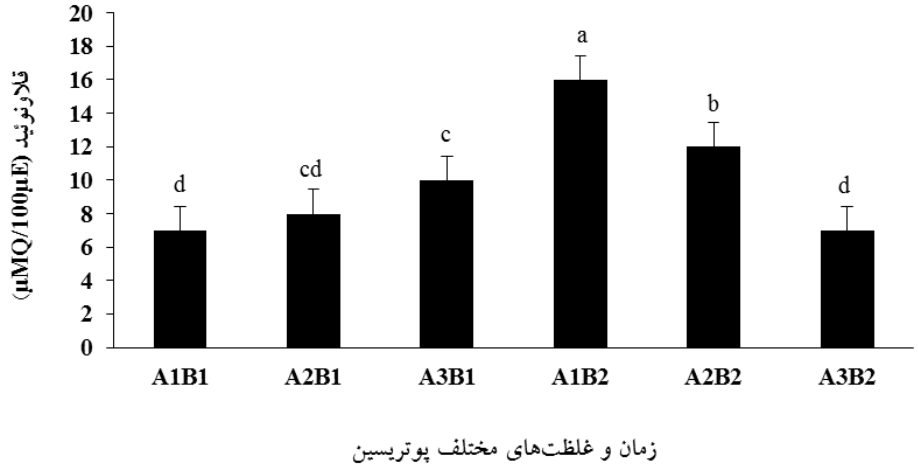
فلاونوئید کل: بر اساس جدول تجزیه واریانس اثر متقابل سه غلظت پوتریسین و دو سطح زمان بر مقدار فلاونوئید در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود ولی اثرات ساده آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش غلظت پوتریسین در مرحله ۲۸ روز قبل از برداشت، میزان فلاونوئید افزایش و در ١٤ روز قبل از برداشت با افزایش غلظت پوتریسین میزان فلاونوئید کاهش یافته است.

بیشترین مقدار فلاونوئید در تیمار A1B2 (تیمار شاهد در زمان ١٤ روز) و کمترین مقدار در تیمار A1B1 (تیمار شاهد در زمان ۲۸ روز) به دست آمد (شکل ٦).

مقدار فلاونوئید در میوه‌های نارس به مراتب بیشتر از مقدار آن در در میوه‌های کاملاً رسیده است. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که اقلیم، نوع کولتیوار و پایه روی مقدار فلاونوئیدها تأثیر دارد. بنابر این به نظر می‌رسد که استفاده از پوتریسین در اواخر مرحله رسیدن باعث کاهش روند رسیدن میوه و جلوگیری از بین‌رفتن فلاونوئید میوه‌ها گردیده است. براساس بررسی منابع صورت گرفته گزارشی مبنی بر اثر پلی‌آمین‌ها بر روی فلاونوئید گزارش نشده است (Saffari *et al.*, 2016). می‌توان گفت که محرک‌هایی مثل پوتریسین ممکن است ژن‌های جدیدی را فعال کنند که آنزیم‌ها و در نهایت مسیرهای بیوسنتزی مختلفی را راه‌اندازی کنند و باعث تشکیل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]



شکل ٦- میانگین اثر متقابل غلظت‌های مختلف پوتریسین و زمان بر مقدار فلاونوئید. A1: شاهد(صفر میلی‌مولار)، A2: ١٠ میلی‌مولار پوتریسین و A3: ١٥ میلی‌مولار پوتریسین. B1: ٢٨ روز و B2: ١٤ روز.

متابولیت‌های ثانویه شوند (Rezaei *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد قبل از برداشت پوتریسین در هلوی رقم انجیری منجر به بهبود صفات فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش در میزان مواد جامد محلول شده است. پوتریسین به عنوان یک اسمولیت و آنتی‌اکسیدان منجر به کاهش در میزان اثرات تنش‌ها و افزایش در مکانیسم‌های دفاعی شده است. به‌طورکلی تیمار پوتریسین با غلظت ١٠ میلی‌مولار در هر دو زمان ١٤ و ٢٨ روز قبل از برداشت میوه‌ها باعث بهبود و حفظ کیفیت در درختان هلوی انجیری شده است.

منابع

اثنی‌عشری، محمود، و زکائی خسروشاهی، محمدرضا (١٣٨٧). پلی‌آمین‌ها و علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه همدان.

راحمی، مجید، و اکبری، حسین (١٣٨٢). اثرهای تیمار دمایی و نوع بسته‌بندی بر کیفیت و طول انبارداری میوه بِه. *مجلهٔ علوم و فنون باغبانی ایران*، ٤، ٩٤-٨٣.

عبدالهی، رحیم، اصغری، محمدرضا، و اسمعیلی، محسن (١٣٨٩). تأثیر نیتریک اکسید و پوترسین بر خواص کیفی و عمر پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا. *پژوهش‌های صنایع غذایی*، ٣، ١٧٥-١٨٨.

شکراله فام، صبا، حاجیلو، جعفر، و زارع نهندی، فریبرز (١٣٩٤). تأثیر نوع پلی‌آمین بر انبارمانی میوه آلو، رقم شابلون. *علوم باغبانی ایران*، ٤٦، ٦٤٩-٦٥٨.

میردهقان، سیدحسین، اسمعیل‌زاده، مجید، و پیرزاد، فرهاد (١٣٩٤). کاربرد قبل از برداشت پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های کیفی و عمر پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد. *علوم باغبانی ایران*، ٤٦، ٣٨٧-٣٩٨.

Bagni, N, & Tassoni, A. (2001). Biosynhesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plants. *Amino Acids. Plant Physiology*, *20*, 301-317.

FAO. (2023). The State of Food and Agriculture (2023). Overcoming water challenges in agriculture. Rome. https://doi.org/10.4060/cb1447en

Galston, A. W, & Kaure-Sawhney, R. K. (1990). Polyamine in plant physiology. *Plant Physiology*, *94*, 406-410.

Javanmardi, J, & Kubota, C. (2006). Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, *41*, 151-155.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

Khan, A. S., Zora, S., & Abbasi, N. A. (2008). 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.

Krizek, D. T., Brita, S. J., & Miewcki, R. M. (1998). Inhibitory effects of ambient level of solar UV-A and UV-B on growth of cv. New Red Fire lettuce. *Physiology Plant*, *103*, 1-7.

Marsh, K., Attanayake, S., Walker, S., Gunson, A., Boldingh, H., & Macrae, E. (2004). Acidity and taste in Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, *32*, 159-168.

Malik, A. U, & Singh, Z. (2006). Improved fruit retention, yield and fruit quality in mango with exogenous application of polyamines. *Scientia Horticulturae*, *110*, 167-174.

Mostofi, Y, & Najafi, F. (2005). Laboratory Analytical Methods in Horticultural Sience. Tehran University Press, Tehran, Iran.

Pranamorkith, T. (2009). Effects of postharvest treatments on storage quality of Lime (*Citrus latifolia* Tanaka) fruit. Ph. D. Thesis. Massey University, Newzealand.

Razzaq, K., Khan, A. S., Malik, A. U., Shahid, M., & Ullaha, S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango'' *Journal of Postharvest Biology and Technology*, *96*, 23-32.

Rezaei, S., Mohammadian, A., & Bakhshi, D. (2014). An investigation on some medicinal compounds and PAL activity in two olive cultivars under cold stress, *Iranian Journal of Plant Biology*, *6*, 1-16.

Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., & Valero, D. (2004). Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivar. *Postharvest Biology and Technology*, *30*, 259-271.

Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S., & Valero, D. (2005). Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stage. *Agricultural Food Chemistry*, *53*, 2741-2745.

Shen, W., Nada, K., & Tachibana, S. (2000). Involvement of polyamines in the chilling tolerance of cucumber cultivars. *Plant Physiology*, *124*, 431-439.

Saffari, M., Oveysi, M., & Zarghami, R. (2016). Effect of putrescine polyamine on some traits of the herb thyme (*Thymus vulgaris* L.) under water deficit stress. *Agronomic Reaserch in Semi Desert Regions*, *12*(4), 279-289.

Spinardi, A. M. (2005). Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. *Acta Horticulturae,* 682, 135-140.

Tang, W, & Newton, R. J. (2004). Increase of polyphenol oxidase and decrease of polyamines correlate with tissue browning in Virginia pine (*Pinus virginiana* Mill.). *Plant Science*, *67*, 621-628.

Takahashi, T, & Kakehi, J. I. (2010). Polyamine: Ubiquitous placations with unique roles in growth and stress responses. *Annals of Botany*, *105*, 1-6.

Torrigiani, P., Bregoli, A. M., Ziosi, V., Scaramagli, S., Ciriaci, T., Rasori, A., Biondi, S., & Costa, G. (2004). Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (AVG) applications modulate fruit ripening in Stark Red Gold nectarines (*Prunus persica* L. Batsch). *Postharvest Biology and Technology*, *33*(3), 293.

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.

Zokaee Khosroshahi, M. R., Esna-Ashari, M., & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Scientia Horticulturae*, *114*, 27-32.

Zokaee Khosroshahi, M. R, & Esna-Ashari, M. (2008). Effect of exogenous putrescine treatment on the quality and storage life of peach (*Prunus persica* L.) fruit. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, *1*, 278-287.

Zahoor, A. S, & Faheem, A. (2009) Amelioration of salinity tolerance in *Solanum tuberosum* L. by exogenous application of ascorbic acid. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, *45*, 540-549.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]

The effect of application time of different concentrations of putrescine on some quality characteristics of peach fruit

Jafar Hajilou[*1], Soheila Mohammadrezakhani[2]and Hamed Peyam[1]

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2] South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Jiroft, Iran
(Received: 2024/01/02, Accepted: 2024/08/06)

Abstract

Peach (*Prunus persica* L.) belongs to the Rosaceae family and is considered one of the most important fruits in temperate regions. Fruit quality is one of the important factors in the development and marketing of this product. The use of some chemicals and hormones play a significant role in increasing the shelf life and quality of fruits. To investigate the impact of putrescine application timing on maintaining the quality of fig peach fruit, this research was conducted in a factorial design using a randomized complete block design. Putrescine treatments were administered at two different times, each with three replications, on the fig peach variety. Chemical treatments were applied at three levels (0, 10, 15 mM) through foliar spraying 14 and 28 days before harvesting the fruits. Following the application of treatments, the fruits were harvested at the stage of commercial maturity, transported to the laboratory, and evaluated for various quality parameters, including total soluble solids, acidity, vitamin C, firmness of the fruit tissue, pH of the fruit extract, phenol, flavonoid, and total antioxidant levels during harvest. The average data indicated that increasing the concentration of putrescine up to 10 mM resulted in a higher titratable acidity compared to the control. However, with a further increase in putrescine up to 15 mM, the titratable acidity did not show a significant difference compared to the control. Moreover, increasing the concentration of putrescine 14 days before harvest led to an increase in the percentage of total soluble solids compared to the control. The highest amount of dissolved solids, following the control treatment, was observed with the 15 mM putrescine treatment 28 days before harvesting. The total antioxidant levels showed that none of the concentrations and timings used had a significant effect on this characteristic. At time B1, the amount of flavonoids increased with the rise in putrescine concentration, while at the time 28 days before harvest, the amount of flavonoids decreased with increasing putrescine concentration. The highest level of hardness was observed 14 days before harvest.

Keywords: Antioxidant, Compound phenolic, Harvest, Quality, TSS

Corresponding author, Email: J_hajilou@tabrizu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: DOI: 10.22034/14.65.197]