فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱٤، شماره ٦٨، مهر و آبان‌ماه ۱٤۰٤ صفحه: ۱۷۱-۱۸۸
https://doi.org/10.22034/14.68.171

مقاله پژوهشی

بهبود عمر انبارمانی هلو با استفاده از عصاره برگ مورینگا

فاطمه صابرماهانی[۱]، فاطمه نصیبی[۱]، زهرا پاک‌کیش[۲]، حکیمه علومی[۳*] و سودابه نورزاد[٤]
[۱] بخش زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۲] بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۳] گروه اکولوژی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران
[٤] گروه کشاورزی، دانشگاه فنی‌وحرفه‌ای، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۱۱/۱۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱٤۰٤/۰۱/۲٦)

چکیده
در این پژوهش تأثیر عصاره آبی و الکلی ۳ و ۵ درصد برگ گیاه مورینگا اولیفرا در مقایسه با آب‌مقطر (به عنوان شاهد) جهت بهبود صفات کیفی میوه هلو طی عمر انبارمانی در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت فاکتوریل مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها پس از پنج دقیقه غوطه‌ورشدن در آب‌مقطر و یا عصاره‌های گیاهی به یخچال منتقل و به مدت سه هفته در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. عصاره آبی و الکلی میزان پراکسیداسیون لیپید را با توجه به محتوای MDA و سایر آلدئیدها نسبت به میوه‌های شاهد کاهش داد. در هفته سوم، تیمار الکلی باعث افزایش مقدار فنل‌ها در مقایسه با میوه‌های شاهد شد. محتوای اسیدهای آلی نیز در تیمارهای الکلی و آبی در مقایسه با شاهد افزایش یافت. تیمار با عصاره مورینگا به ویژه عصاره آبی ۵٪ منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز، گایاکل پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز شد. از طرفی این تیمار عصاره مورینگا به عنوان مؤثرترین تیمار در افزایش عمر انبارمانی هلو، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز را کاهش داد، درحالیکه تأثیر معنی‌داری بر محتوای ترکیبات فنلی نداشت. تیمار میوه هلو با عصاره‌های آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا علاوه بر افزایش عمر انبارمانی این میوه‌ها، سبب بهبود کیفیت بعد از برداشت آن‌ها نیز می‌شود. همچنین کاربرد عصاره آبی ۵ درصد برگ گیاه مورینگا مؤثرترین تیمار شناخته شد و استفاده از این ترکیب به مدت حداقل سه هفته جهت افزایش عمر پس از برداشت و حفظ کیفیت میوه هلو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آلی، پراکسیداسیون لیپید، کربوهیدرات محلول، کیفیت پس از برداشت

مقدمه
هلو با نام علمی *Prunus persica* میوه‌ای کلیماکتریک از خانواده رزاسه (Rosaceae) دارای هسته سخت، گوشت زرد، یا نسبتاً سفید و پوستی مخملی است. گونه‌های گیاهی با میوه‌های کلیماکتریک در برخی تیره‌ها از جمله رزاسه (سیب درختی)، سیب‌زمینی (گوجه‌فرنگی)، موز (موز)، برگ‌بو (آووکادو) و پسته (انبه) دیده می‌شوند (Fukano and Tachiki, 2021). رسیدگی میوه‌های کلیماکتریک پس از برداشت عمدتاً به دلیل تولید اتیلن، هورمونی که فرآیند رسیدگی میوه را تنظیم می‌کند؛ ادامه می‌یابد. میوه‌های کلیماکتریک از جمله هلو، در طول فرایند رسیدگی، در حضور اکسیژن به میزان قابل توجهی تولید اتیلن را تجربه می‌کنند که منجر به تغییر بافت، رنگ و

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: oloumi.ha@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

طعم میوه می‌شود (Alonso-Salinas *et al*., 2024). هلو بومی مناطق گرم چین است و در شرایط آب‌وهوایی با تابستان گرم، بهتر می‌روید و مقاومت زمستانه آن متوسط است (Abid *et al*., 2011). میوه هلو به دلیل داشتن آب زیاد و سرعت تنفس بالا دارای عمر انبارمانی بسیار کوتاهی است (Serra *et al*., 2020). پژوهش‌های پیشین نشان داده‌اند که استفاده از ترکیباتی که مانع دسترسی اکسیژن و در نتیجه کاهش تولید اتیلن شود، می‌تواند بر افزایش عمر انبارمانی میوه‌های کلیماکتریک مؤثر باشد. فیلم‌های پلی‌اتیلن و نانوکامپوزیت رس می‌توانند به کاهش نفوذ اکسیژن و کنترل تولید اتیلن کمک کنند (Alonso-Salinas *et al*., 2024). بر اساس مطالعات قبلی، برخی تیمارهای شیمیایی باعث افزایش عمر انبارمانی میوه هلو می‌شود. به طور مثال بررسی تأثیر بسته‌بندی با فیلم‌های پلی‌اتیلن و نانوکامپوزیت رس بر کیفیت و عمر پس از برداشت میوه هلو رقم آلبرتا نشان داد که هر دو نوع پوشش توانستند خصوصیات کمی و کیفی میوه هلو را بهتر از شاهد حفظ کنند (De Abreu *et al*., 2007). در یک بررسی علمی اثر عصاره‌های آویشن شیرازی، مرزه و مریم‌گلی به صورت غوطه‌وری و بخاردهی، بر رشد قارچ Rhizopus در میوه هلو مورد مطالعه قرار گرفت و مشاهده شد که عصاره آویشن شیرازی بیشترین اثر را در کاهش رشد قارچ دارد (Alizadeh, 2018). میوه‌های هلو تیمار شده با جاسمونیک اسید (ppm ۲۰۰ و ۱۰۰) و سالیسیلیک اسید (۱ و ۲ میلی‌مولار) در مقایسه با شاهد، کمترین میزان سرمازدگی، نشت یونی، پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسید هیدروژن و بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را داشته‌اند (Mohammadi, 2014). استفاده از پوشش آلوئه‌ورا غنی‌شده با اسانس گلپر به دلیل تأثیر بر روزنه‌ها و عدسک‌ها و کاهش سرعت عبور گازها از پوست میوه، موجب حفظ خواص کیفی و کاهش تخریب میوه هلو زعفرانی طی انبارداری شده است (Pirhayati *et al*., 2016).

در سال‌های اخیر استفاده از ترکیبات زیستی و آلی به جای ترکیبات شیمیایی برای نگهداری میوه‌ها و سبزیجات توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Shah *et al*., 2021). محرک‌های زیستی مواد بیولوژیکی هستند که از طریق تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه و مواد مغذی ضروری، منجر به بهبود بهره‌وری گیاه، از جمله عملکرد، کیفیت یا کارایی تولید و حفاظت گیاه می‌شود (Yakhin *et al*., 2017). مطالعات گذشته اثرات مثبت محرک‌های زیستی بر کیفیت محصول در شرایط عادی و تنش‌زا را گزارش کرده‌اند (Rehman *et al*., 2018; Maach *et al*., 2020). محرک‌های زیستی به دلیل ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالایی که دارند، برای خنثی‌کردن تنش اکسیداتیو و در نتیجه جلوگیری از کاهش عملکرد و کیفیت استفاده می‌شود (Desoky *et al*., 2019; Rady *et al*., 2019). بخش‌های مختلف گیاهان عالی، به عنوان مثال دانه‌ها، ریشه‌ها یا عصاره‌های برگ را می‌توان به عنوان ماده اولیه محرک زیستی استفاده کرد (Zulfiqar *et al*., 2020).

در میان ترکیبات زیستی به کار رفته، عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند و با مطالعات انجام‌شده عصاره برخی از گیاهان انتخاب بهتری برای نگهداری میوه‌ها و سبزیجات معرفی شده‌اند (Shah *et al*., 2021). برگ‌های درخت مورینگا اولیفرا (*Moringa oleifera*) از خانواده مورینگاسه (Moringaceae) سرشار از ویتامین‌ها، مواد معدنی و پروتئین‌ها است (Abd Rani *et al*., 2018). مطالعات نشان داده است که عصاره مورینگا اولیفرا حاوی ترکیبات فعال زیستی است که ویژگی آنتی‌اکسیدانی دارند. این ترکیبات به طور بالقوه می‌توانند تنش اکسیداتیو را کاهش دهند که با تولید اتیلن در میوه‌ها مرتبط است و بنابراین می‌تواند در مطالعات فیزیولوژی پس از برداشت مورد استفاده قرار گیرد (Alonso-Salinas *et al*., 2024). عصاره برگی گیاه مورینگا حاوی مقادیر بالایی از محافظ‌های اسمزی از جمله پرولین، اسیدهای آمینه، توکوفرول و گلوتاتیون (Zaki and Rady, 2015; Desoky *et al*., 2019)، فیتوهورمون‌ها، مواد معدنی، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، فنل‌ها (Sardar *et al*., 2021) و چندین ماده مغذی ضروری و غیرضروری از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، مس، آهن، روی، منگنز، سلنیوم و گوگرد (Garcia-Beltran *et al*., 2020) است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

بر اساس پژوهش‌های گذشته، استفاده از عصاره مورینگا در شرایط تنش شوری، فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی را القا می‌کند که ویژگی‌های کیفی محصولات تازه از جمله لوبیا سبز را ارتقا می‌دهد (Howlader, 2014; Ali *et al*., 2018). عصاره برگ مورینگا همچنین می‌تواند کیفیت میوه پس از برداشت را با کاهش رسیدن ناشی از اتیلن بهبود بخشد. به عنوان مثال، مطالعه‌ای بر روی آووکادوهای تیمارشده با عصاره مورینگا، تأخیر در رسیدگی میوه و کاهش تولید اتیلن را نشان داد (Ngubane *et al*., 2024). محققان کاربرد عصاره مورینگا را در فلفل شیرین ارزیابی کردند، گیاهان تیمارشده با عصاره مورینگا در غلظت‌های مختلف، طول، قطر و وزن میوه بالاتری را داشتند (Hala and Nabila, 2017). محلول‌پاشی عصاره ۳/۵ درصد مورینگا بر روی میوه انگور باعث شد که میزان سفتی خوشه‌ها به دلیل ترکیبات مفید موجود در عصاره مورینگا مانند مواد درشت‌مغذی‌ها، ریزمغذی‌ها و سیتوکینین افزایش یابد (Ali *et al*., 2020). محلول‌پاشی عصاره مورینگا به طور قابل توجهی سفتی میوه پرتقال را افزایش داد (Abo El-Enien *et al*., 2015). استفاده از ۱۰ درصد عصاره مورینگا همراه با ۲ درصد بور و ۳ درصد کلسیم استحکام میوه آلو را بهبود بخشید (Mahmoud *et al*., 2020). علاوه‌براین، پژوهشگران نشان دادند که افزایش سفتی میوه آلو ممکن است نتیجه سطح بالای کلسیم در عصاره مورینگا باشد (Thanaa *et al*., 2017).

از آنجا که تاکنون گزارش چندانی مبنی بر استفاده از عصاره برگ گیاه مورینگا بر عمر انباری میوه‌های هسته‌دار و خصوصاً هلو ارائه نشده است، لذا در این پژوهش اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر افزایش کیفیت و عمر پس از برداشت میوه هلو، رقم زعفرانی، به عنوان میوه کلیماکتریک مورد بررسی و مقایسه قرارگرفت. این نوع هلو به دلیل طعم شیرین و عطر دلپذیرش محبوبیت زیادی دارد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی که فاکتور اول زمان پس از برداشت (هفته اول و سوم) و فاکتور دوم استفاده از محلول تیماری (عصاره آبی و الکلی مورینگا با غلظت‌های ۳ و ۵ درصد در مقایسه با شاهد (آب‌مقطر) و در سه تکرار (در هر تکرار شش میوه) روی هلو (*Prunus persica*) رقم زعفرانی در تیرماه ۱۴۰۲ انجام شد. میوه‌های هلو مورد استفاده در این تحقیق، از باغی در ماهان، کرمان برداشت و پس از شستشوی سطحی با آب معمولی، خشک و با عصاره برگ گیاه مورینگا تیمار شد.

برای تهیه عصاره برگی ۱۰ گرم از برگ خشک و پودر شده مورینگا، تهیه‌شده از پارک زیست‌فناوری خلیج‌فارس (قشم)، به طور جداگانه در ۱۰۰ سی‌سی آب‌مقطر یا الکل اتیلیک ۷۰٪ ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد. سپس این عصاره با شیکر به مدت ۲۰ دقیقه به هم زده شد و از صافی رد و از این محلول‌های پایه غلظت‌های ۳ و ۵ درصد برای تیمار میوه‌ها مورد استفاده قرار گرفت، در هر تکرار تعداد پنج میوه در نظر گرفته شد.

برای تیماردهی، غلظت‌های ۳ و ۵ درصد عصاره‌های آبی و الکلی، به مدت پنج دقیقه با روش غوطه‌ور کردن میوه، استفاده شدند. برای تهیه عصاره الکلی، برگ‌های پودرشده در الکل اتیلیک ۷۰٪ به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و در این مدت دو بار به مدت ده دقیقه با شیکر بهم زده و سپس از صافی رد شدند. برای نمونه‌های کنترل، از قطر استفاده شد. سپس میوه‌ها خشک و به مدت سه هفته در یخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۷۰ درصد، نگهداری شدند. در پایان هفته اول و هفته سوم، میوه‌ها برای تخمین میزان آسیب‌دیدگی مورد بررسی قرار گرفت و از هر تیمار و تکرار یک میوه برای اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی استفاده شد.

بررسی میوه‌های آسیب‌دیده: برای تخمین میزان آسیب‌دیدگی، وجود لکه‌های قهوه‌ای رنگ به همراه فرورفتگی‌های سطح میوه و پوسیدگی روی سطح میوه به عنوان میوه‌های آسیب‌دیده در نظر گرفته شد. میزان میوه‌های آسیب‌دیده با رابطه (۱) محاسبه شد (Nilprapruck *et al*., 2008).

رابطه ۱

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

درصد میوه‌های آسیب دیده = (تعدادکل میوه- تعداد میوه سالم / تعدادکل میوه) × ۱۰۰

سنجش پارامترهای بیوشیمیایی، پراکسیداسیون لیپیدها: سنجش میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی، محتوای مالون دی‌آلدئید و سایرآلدئیدها که محصول پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع تحت شرایط مختلف هستند، اندازه‌گیری شد.

سنجش غلظت مالون دی‌آلدئید و سایر آلدئیدها: مقدار ۰/۲ گرم از برش‌های بافت مزوکارپ میوه با ۵ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد همگن شد. عصاره حاصل به مدت پنج دقیقه در ٤۰۰۰×g سانتریفیوژ شد. به ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ، ٤ میلی‌لیتر محلول تری کلرواستیک اسید (TCA) ۲۰ درصد که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید (TBA) بود، اضافه شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد در حمام آب گرم حرارت داده شده سپس بلافاصله در یخ، سرد شد و دوباره مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در ٤۰۰۰×g سانتریفیوژ شد. شدت جذب نوری این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس) در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ٤۵۵ نانومتر خوانده شد. ماده مورد نظر برای جذب در این طول‌موج، کمپلکس قرمز MDA-TBA است. جذب سایر رنگیزه‌های غیراختصاصی و مزاحم در ٦۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر شد. برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل ۱۵۵ $mM^{-1}cm^{-1}$ (Heath and Packer, 1969) و برای سنجش سایر آلدئیدها از ضریب خاموشی معادل ۰/٤۵۸×۱۰^{۵} $M^{-1}cm^{-1}$ که میانگین ضریب خاموشی برای آلدئیدهای مورد نظر است (Meir *et al.*, 1992) استفاده شد و نتایج حاصل با استفاده از رابطه‌های زیر بر حسب نانو مول بر گرم وزن‌تر محاسبه شد.

رابطه ۲

(A532-A600) / ۱۵۵) = غلظت MDA (میلی‌مول بر لیتر)

رابطه ۳

$((A_{455}-A_{600}) / (0.457\times 10^{5}))$ = غلظت سایر آلدئیدها

سنجش کربوهیدرات‌های محلول: مقدار ۰/۱ گرم بافت میوه با استفاده از ۲/۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد سائیده شد و در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٦۰ دقیقه قرار گرفت و کربوهیدرات‌های محلول استخراج شدند و عصاره‌ها با کاغذ صافی صاف شده و سپس الکل آن‌ها تبخیر شد. رسوب حاصل در ۲/۵ میلی‌لیتر آب‌مقطر حل شد. از هر نمونه ۵۰۰ میکرولیتر در یک لوله آزمایش ریخته و به آن ۵ میلی‌لیتر معرف آنترون (۰٪/۲ (w/v)) اضافه شد. پس از مخلوط شدن، به مدت ۱۷ دقیقه در حمام آب گرم ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از سردشدن شدت جذب نوری آن‌ها با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس) در طول‌موج ٦۲۵ نانومتر خوانده شد. غلظت هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد (Fales, 1951).

محتوای فنل کل: ۰/۱ میلی‌گرم از بافت میوه در سه میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد سائیده و به مدت ٤۸ ساعت در تاریکی قرار داده شد. سپس به ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه و با آب‌مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. به مخلوط حاصل، ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتو ۵۰ درصد و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد اضافه شد و مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری و سپس شدت جذب نوری هر نمونه در طول‌موج ۷۲۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس) خوانده شد. به منظور روش رنگ‌سنجی (فولین ـ سیوکالتو) نیز روی محلول‌های استاندارد اسید گالیک با غلظت‌های مختلف انجام شد. منحنی استاندارد در برابر جذب اسید گالیک رسم گردید (Y=0/00114X+0/01062، Y عدد جذب و X غلظت بر حسب ppm). برای تعیین غلظت فنل نمونه‌ها اعداد جذب به حسب ppm (X) محاسبه شد. (Malik and Singh, 1980).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول: در این بررسی اندازه‌گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی (Extech Portable Refractometer ساخت آمریکا) صورت گرفت. رفراکتومتر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

میزان قند عصاره میوه را به صورت بریکس و یا درصد نشان می‌دهد. بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه می‌باشد. برای اندازه‌گیری قند میوه‌ها توسط رفراکتومتر، ابتدا با استفاده از آب‌مقطر صفحه مدرج صفر شد. سپس سرپوش منشور را کنار زده و چند قطره از عصاره میوه روی آن ریخته شد. برای مشاهده واضح صفحه مدرج، با دکمه‌های عدسی شیئی را تنظیم کرده، به طوریکه روی صفحه مدرج، درصد محلول مواد جامد محلول در عصاره میوه را بتوان مشخص نمود. برای اندازه‌گیری قند از طریق رفراکتومتر دمای اتاق ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود (Zokaee khosroshahi *et al*., 2007).

اندازه‌گیری اسید آلی: برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا به ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه ۲۰ تا ٤۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شد. پس از افزودن دو تا سه قطره فنول فتالئین ۱ درصد الکلی (Basiouny, 1996) و عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام شد. هنگامی که رنگ محلول حاوی عصاره میوه به قرمز روشن تبدیل شد، عمل تیتراسیون خاتمه یافت. بر اساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرف شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه شد (رابطه ٤).

رابطه ٤

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

A = مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S = مقدار هیدروکسید سدیم مصرف‌شده بر حسب میلی‌لیتر، N = نرمالیته NaOH، F = فاکتور NaOH، C = مقدار عصاره میوه (ml)، E = اکی‌والان اسید مورد نظر، نرمالیته عبارت است از تعداد اکی‌والان گرم از جسم حل شده در یک لیتر محلول، اکی‌والان گرم جسم برابر است با مولکول گرم جسم تقسیم بر ظرفیت مؤثر آن جسم. فاکتور یا ضریب نرمال عبارت است از تعداد اکی‌والان جسم در یک لیتر. بنابراین، فاکتور محلول‌های نرمال مساوی یک است. اکی‌والان اسید سیتریک برابر ۰/۰٦٤ گرم است.

فعالیت آنزیمی: تهیه عصاره آنزیمی برای تمام آنزیم‌های بررسی‌شده در این مطالعه همانند استخراج پروتئین‌ها از بافت میوه انجام شد.

فعالیت کاتالاز (CAT): سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از محاسبه کاهش جذب H_2O_2 (کاهش مقدار H_2O_2) در ۲٤۰ نانومتر انجام شد (Dhindsa and Motowe, 1981). مخلوط واکنش با حجم کل ۳ میلی‌لیتر شامل بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷ و پراکسید هیدروژن ۱۵ mM بود. با اضافه‌کردن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به مخلوط ذکرشده، واکنش آنزیمی تجزیه آب اکسیژنه شروع شد (چون آنزیم کاتالاز به نور حساس است واکنش در تاریکی انجام می‌شود). محلول شاهد هم برای صفرکردن دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس) شامل مخلوط واکنش اما فاقد عصاره آنزیمی بود. تغییرات جذب در دقیقه، به‌صورت تفاضل جذب در بازه‌های زمانی ۳۰ ثانیه‌ای از زمان شروع واکنش تا یک دقیقه پس از شروع واکنش محاسبه شد. میزان H_2O_2 موجود در مخلوط واکنش پس از یک دقیقه با استفاده از ضریب خاموشی ($\varepsilon=40mM^{-1}cm^{-1}$) و رابطه $A=\varepsilon bc$ محاسبه شد که نشان‌دهنده میزان فعالیت آنزیم کاتالاز می‌باشد. A معادل جذب خوانده‌شده، ε ضریب خاموشی، c غلظت H_2O_2 و b عرض کووِت (یک سانتی‌متر) است. فعالیت آنزیم به‌صورت واحد آنزیمی بر حسب مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) موجود در ۱۰۰ میکرولیتر عصاره در یک دقیقه محاسبه شد (Bradford, 1976).

فعالیت گایاکل پراکسیداز (GPX): سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از اندازه‌گیری میزان جذب تتراگایاکل تشکیل‌شده از گایاکل در نتیجه فعالیت پراکسیداز، در ٤۷۰ نانومتر انجام گرفت. مخلوط واکنش شامل ۲/۷۷ میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷، ۱۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۱ درصد و۱۰۰ میکرولیتر گایاکل ٤ درصد بود. واکنش با افزودن ۳۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به مخلوط واکنش در ۲۵ درجه سانتی‌گراد آغاز شد. میزان جذب تتراگایاکل (حاصل از اکسیدشدن گایاکل) در ٤۷۰ نانومتر، در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

لحظه شروع واکنش پس از اضافه‌نمودن عصاره آنزیمی در بازه‌های زمانی۳۰ ثانیه‌ای و پس از یک دقیقه خوانده شد. با استفاده از تغییرات افزایش جذب در یک دقیقه در طول‌موج ٤۷۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس)، ضریب خاموشی تتراگایاکل (ε=۵/۲۵ $mM^{-1}cm^{-1}$) و رابطه A= εbc، مقدار تتراگایاکل تشکیل‌شده محاسبه شد. فعالیت آنزیم هم بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) موجود در ۳۰ میکرولیتر عصاره (حاصل از سنجش پروتئین کل) گزارش شد (Bradford, 1976).

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX): مخلوط واکنش با حجم کل ۳ میلی‌لیتر شامل بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با pH=۷، آسکوربات ۰/۵ میلی‌مولار، H_2O_2 ۰/۱ میلی‌مولار، EDTA ۰/۱ میلی‌مولار و ۱۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با شروع واکنش آنزیمی و به دنبال اکسیدشدن آسکوربات، کاهش جذب در ۲۹۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس)، دو دقیقه پس از شروع واکنش نسبت به زمان شروع واکنش محاسبه شد. با استفاده از تغییرات جذب در دقیقه، ضریب خاموشی آسکوربات (۲/۸ $mM^{-1}cm^{-1}$) و رابطه A= εbc، میزان آسکوربات برجای مانده پس از دو دقیقه انجام واکنش آنزیمی محاسبه شد. یک واحد آنزیمی آسکوربات پراکسیداز، مقدار آنزیمی است که یک میکرومول آسکوربات را در یک دقیقه اکسید می‌کند، فعالیت آنزیم بر حسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) موجود در ۱۵۰ میکرولیتر عصاره (حاصل از سنجش پروتئین کل) گزارش شد (Bradford, 1976).

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO): مخلوط واکنش شامل بافر تریس ۰/۲ مولار با pH=۷/٦ و پیروگالول ۰/۰۲ مولار بود. واکنش با ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی شروع شد. در حضور آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، پیروگالول موجود در مخلوط واکنش، به پورپوروگالین تبدیل می‌شود. کاهش در جذب پیروگالول در ٤۲۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Biochrom WPA Biowave II (ساخت انگلیس)، پس از پنج دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به زمان شروع واکنش، محاسبه شد و تغییرات جذب در دقیقه محاسبه شد. سپس با استفاده از ضریب خاموشی پیروگالول (٦/۲= $mM^{-1}cm^{-1}$) و رابطه A=εbc، مقدار برجای مانده پیروگالول در مخلوط واکنش به دست آمد. یک واحد آنزیمی پلی‌فنل اکسیداز شامل مقدار پیروگالولی است که در مدت یک دقیقه به پورپوروگالین تبدیل می‌شود. فعالیت آنزیمی برحسب واحد آنزیم در مقدار پروتئین کل (میلی‌گرم) موجود در ۱۰۰ میکرولیتر به دست آمده از روش Bradford (۱۹۷٦) عصاره محاسبه شد.

این مطالعه بر اساس طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (در هر تکرار پنج میوه) صورت گرفت. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و به روش آنالیز واریانس یک طرفه انجام گرفت و اختلاف میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه شدند. در پایان نمودارهای مربوطه نیز با نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی زمان پس از برداشت و عصاره مورینگا بر میزان آسیب میوه هلو، مالون دی‌آلدئید و سایر آلدئیدها در سطح احتمال یک درصد و بر کربوهیدرات و مواد جامد محلول در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، اثر متقابل تیمارها بر صفات فوق‌الذکر در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ایجاد کرد (جدول ۱).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی و متقابل تیمارهای زمان پس از برداشت و عصاره مورینگا بر اسیدهای آلی، فنل کل، کاتالاز، گایاکل پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز میوه هلو در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار نشان داد (جدول ۲).

آسیب‌دیدگی میوه: طبق نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، طی انبارمانی سه هفته‌ای میوه‌های هلو، بیشترین میزان آسیب‌دیدگی در میوه‌های شاهد (۷٦ درصد) مشاهده شد و در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی میوه هلو تحت اثر زمان پس از برداشت و عصاره مورینگا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		آسیب میوه	مالون دی‌آلدئید	سایر آلدئیدها	کربوهیدرات	مواد جامد محلول
زمان (هفته)	۲	٦۲/٤**	٤٥/۸**	۲۸/۷**	۱۸/۹*	۱٥/۲*
عصاره (تیمار)	٤	۸٥/۷**	٥۲/۳**	۳۲/٥**	۱٥/۳*	۱۲/٥*
زمان × عصاره	۸	۲٥/٦**	۱۸/۳**	۱۸/٦**	۱۲/۷**	۱۰/۳**
خطا	۳۰	۳/٥	۲/۸	٤/۳۰	۳/۸	۳/۱
CV%	–	۸/۷	۷/٥	۸/۸	۷/٥	٦/۲

**** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد است.**

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات فیتوشیمیایی و فعالیت آنزیمی میوه هلو تحت اثر زمان پس از برداشت و عصاره مورینگا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		اسیدهای آلی	فنل کل	کاتالاز	گایاکل پراکسیداز	آسکوربات پراکسیداز	پلی‌فنل اکسیداز
زمان (هفته)	۲	۳٤/٦**	۲٥/۳**	۳۸/۲**	٥۲/۷**	٥۸/۳**	۷۰/٥**
عصاره (تیمار)	٤	۳۸/٤**	۳۰/۱**	٤۲/٦**	٦٥/٤**	٥۰/۲**	٦۳/۸**
زمان × عصاره	۸	۲۰/٥**	۱٥/۸**	۲۲/٤**	۲۸/۹**	۲٤/۷**	۳۰/۲**
خطا	۳۰	۳/۷	۲/۳	٤/۱۰	٤/٥	٤/۲	٤/۸
CV%	–	۸/۲	٦/۹	۹/۸	۱۰/۱	۸/۹	۱۱/۳

**** بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد است.**

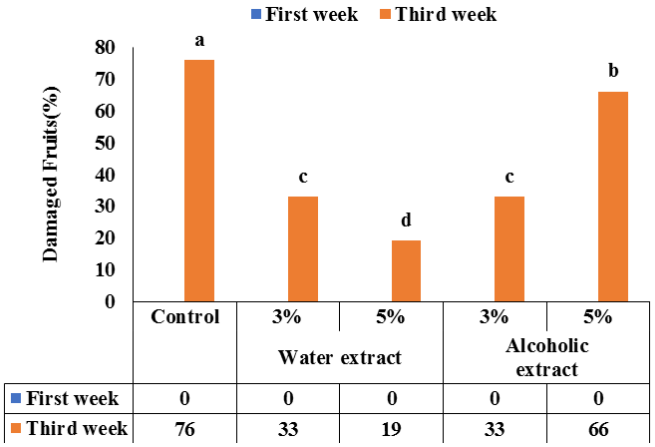
سایر تیمارها در هفته سوم میزان میوه‌های آسیب‌دیده به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود. در هفته سوم انبارمانی میوه‌های تیمارشده با عصاره آبی ۵ درصد برگ مورینگا کمترین میزان آسیب‌دیدگی را نشان دادند (شکل ۱).

پراکسیداسیون لیپیدی سلول‌های بافت میوه: نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد که در میوه‌های شاهد مقدار مالون دی‌آلدئید به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی طی دوره سه هفته‌ای انبارمانی، به میزان معنی‌داری و تقریباً سه برابر نسبت به هفته اول افزایش یافت. در هفته سوم، در میوه‌های تیمارشده با عصاره آبی و الکلی میزان مالون دی‌آلدئید نسبت به میوه‌های تیمار نشده (شاهد)، کمتر بود و اثر عصاره ۵ درصد آبی از همه تیمارها بهتر بود (به میزان ٤۰ درصد مالون دی‌آلدئید کمتر گزارش شد) و عصاره ۵ درصد الکلی کمترین تأثیر را داشت و حدود ۱۸ درصد مالون دی‌آلدئید کمتر بود (شکل ۲).

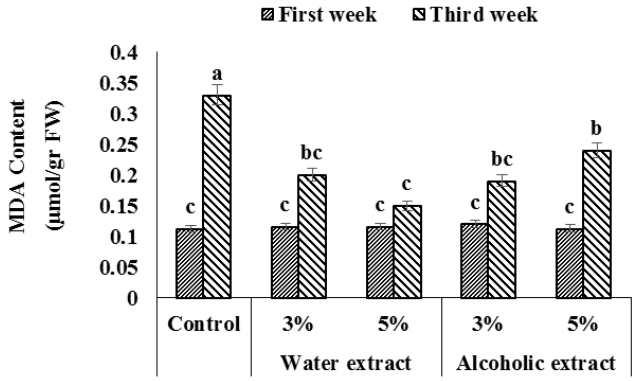
اندازه‌گیری مقدار سایر آلدئیدها در هفته سوم انبارمانی نیز نشان داد که تیمارهای به کار برده شده مقدار پراکسیداسیون در هفته سوم و در مقایسه با میوه‌های تیمارنشده کمتر بود، سطوح مختلف عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا در یک رده آماری قرار گرفت (شکل ۳).

محتوای کربوهیدرات‌های محلول: محتوای کربوهیدرات محلول در گروه شاهد، پس از سه هفته انبارمانی در مقایسه با هفته اول، افزایش یافت. اما تیمار با عصاره برگ گیاه مورینگا در هفته سوم انبارمانی باعث تغییر معنی‌داری در مقدار کربوهیدرات‌های محلول نشد. مقدار کربوهیدرات‌های محلول تنها در میوه‌های تیمارشده با عصاره الکلی ۵٪ و عصاره آبی

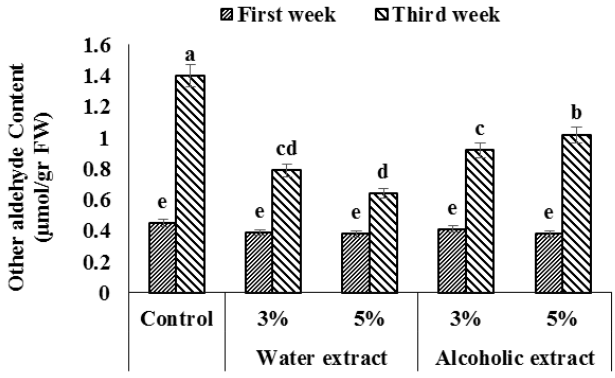
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]



شکل ۱- اثر تیمار پس از برداشت میوه‌های هلو با عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا بر میزان آسیب‌دیدگی میوه‌ها طی مدت انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



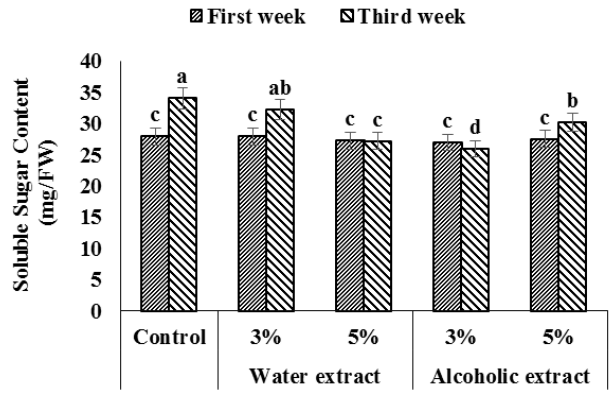
شکل ۲- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر محتوای MDA در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.



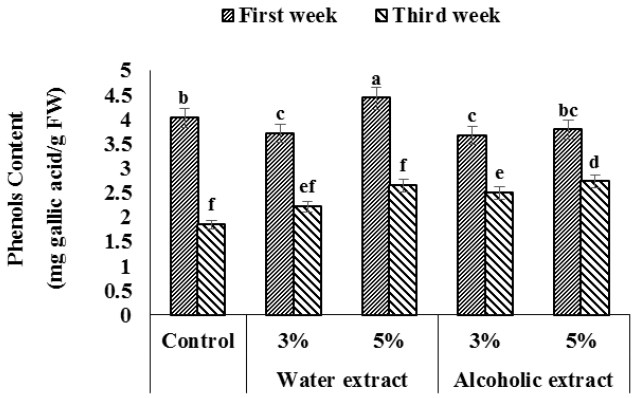
شکل ۳- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر محتوای سایر آلدئیدها در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]



شکل ٤- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر محتوای کربوهیدرات‌های محلول در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.



شکل ٥- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر محتوای ترکیبات فنلی محلول در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.

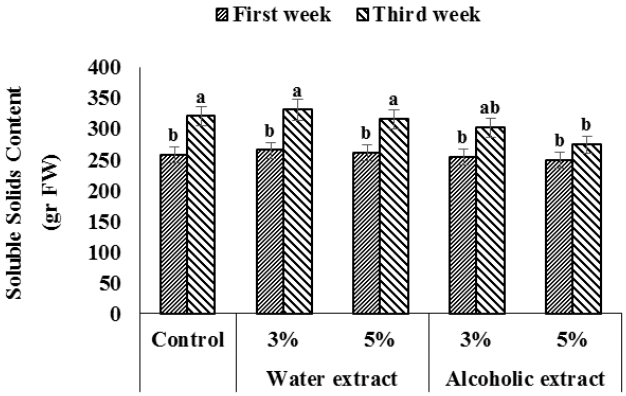
٣٪ در مقایسه با گروه شاهد بیشتر شد (شکل ٤).

محتوای فنل: طبق نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر در طی دوره انبارمانی سه هفته‌ای، مقدار فنل‌ها در میوه شاهد کمتر بود. در هفته سوم، تیمار با عصاره‌های آبی در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری بر مقدار فنل‌ها در میوه‌های هلو نداشت اما تیمارهای الکلی باعث افزایش مقدار فنل‌ها در مقایسه با میوه‌های شاهد شد و بیشترین مقدار فنل‌ها در هفته سوم، در میوه‌های تیمارشده با عصاره الکلی ۵ درصد مشاهده شد (شکل ٥).

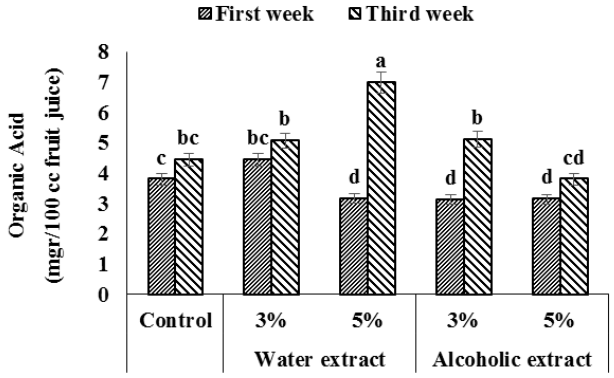
مقدار مواد جامد محلول: بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری مواد جامد محلول در میوه هلو، مقدار این مواد طی سه هفته انبارمانی میوه‌ها افزایش معنی‌داری داشت. تیمار میوه‌های هلو با عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا تقریباً تأثیر معنی‌داری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده نداشت و تنها در تیمار عصاره الکلی ۵ درصد مقدار مواد جامد محلول نسبت به شاهد کمتر بود (شکل ٦).

میزان اسیدهای آلی: نتایج به دست آمده از آزمایش حاضر، نشان داد که در طی سه هفته دوره انبارمانی مقدار اسیدهای آلی در تیمار عصاره آبی ۵ درصد تیمار نسبت به شاهد ۵۷/۲۱ درصد افزایش یافت. در دوره نگهداری هفته اول

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]



شکل ٦- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر محتوای مقدار مواد جامد محلول در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.



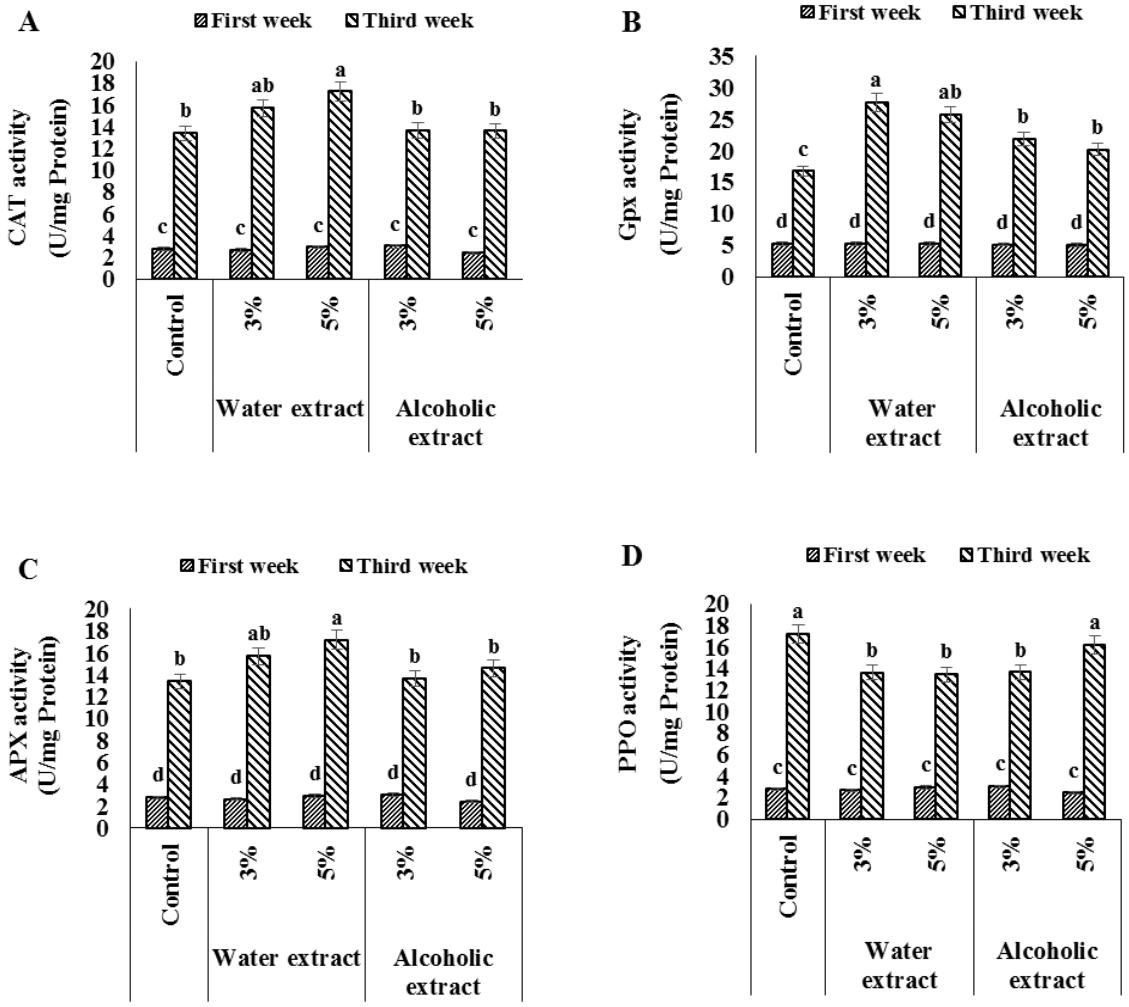
شکل ۷- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر مقدار اسیدهای آلی بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.

مقدار اسید آلی در تمامی تیمارها نسبت به انبارمانی سه هفته‌ای کمتر بود که بیانگر تولید اسید آلی با افزایش مدت نگهداری بود (شکل ۷).

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی: نتایج حاصل از اثر عصاره‌های آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا بر دوره انبارمانی هلو در شکل ۸ آمده است. فعالیت آنزیم کاتالاز طی مدت انبارمانی نسبت به هفته اول افزایش معنی‌داری داشت. در هفته سوم تنها عصاره آبی ۵ درصد اثر افزایشی معنی‌دار بر فعالیت آنزیم کاتالاز داشت که نسبت به شاهد ۲۸/۳٦ درصد افزایش پیدا کرد. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه در سایر تیمارها اثر معنی‌داری با یکدیگر نداشت. همچنین طبق نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، طی سه هفته انبارمانی در هلو فعالیت آنزیم گایاکل پراکسیداز افزایش یافت. تمام تیمارها در هفته سوم در میوه‌های هلو، اثر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم داشتند و اثر عصاره‌های آبی بیشتر از عصاره‌های الکلی بود. عصاره آبی ۳ درصد برگ مورینگا موجب افزایش ٦۵/۰۹ درصدی فعالیت آنزیم گایاکل پراکسیداز میوه هلو نسبت به شاهد شد (شکل ۸).

فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز طی سه هفته انبارمانی به میزان چهار برابر در میوه‌های شاهد افزایش یافت. فعالیت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]



شکل ۸- اثر عصاره آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا اولیفرا بر (A) فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)، (B) گایاکول پراکسیداز (GPX)، (C) آسکوربات پراکسیداز (APX) و (D) پلی‌فنل اکسیداز (PPO) در بافت میوه هلو طی دوره انبارمانی. ستون‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند. خطوط روی ستون‌ها نشان‌دهنده ± انحراف معیار است.

آنزیم APX در هفته سوم در میوه‌های هلوی تیمارشده با عصاره آبی ۵ درصد نسبت به بقیه تیمارها افزایش معنی‌داری (۲۸ درصد افزایش) داشت. سایر تیمارها در مقایسه با میوه‌های شاهد اثر معنی‌داری نشان نداد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز هم نشان‌دهنده افزایش شش برابری فعالیت این آنزیم در طی سه هفته انبارمانی نسبت به نمونه شاهد بود. در هفته سوم عصاره‌های آبی ۳ درصد و ۵ درصد به ترتیب باعث کاهش فعالیت آنزیم به میزان حدود ۲۱ درصد و ۲۸ درصد نسبت به نمونه‌های شاهد شد در حالیکه عصاره‌های الکلی ۳ و ۵ درصد فعالیت آنزیم به ترتیب تا حدود ۲۰ درصد و ٦ درصد کمتر بود. بنابراین در میوه‌ها بیشترین تأثیر مربوط به عصاره آبی ۵ درصد و کمترین تأثیر مربوط به عصاره الکلی ۵ درصد بود (شکل ۸).

بحث

در این پژوهش اثر تیمار عصاره ۳٪ و ۵٪ آبی و الکلی برگ گیاه مورینگا بر انبارمانی میوه‌ها پس از یک و سه هفته تیماردهی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. بر اساس نتایج، میوه‌های هلو در گروه شاهد بیشترین میزان آسیب‌دیدگی را

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]
[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

پس از سه هفته انبارمانی نشان دادند، در حالیکه در سایر تیمارها در هفته سوم میزان میوه‌های آسیب‌دیده به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کمتر بود که همسو با یافته‌های پیشین است (Kator *et al*., 2019, Liamngee *et al*., 2019). به عنوان مثال، بررسی‌ها نشان داده که غوطه‌وری میوه‌های گوجه‌فرنگی در عصاره آبی برگ مورینگا باعث افزایش عمر انبارمانی گوجه‌ها تا حدود پنج روز شد (Culver *et al*., 2012). این مطالعات نشان می‌دهد که خواص بیوشیمیایی عصاره برگ مورینگا و تأثیر آن بر متابولیسم میوه نقش مهمی در افزایش دوره نگهداری و حفظ کیفیت میوه‌ها ایفا می‌کند (Kator *et al*., 2019).

با توجه به نتایج پژوهش حاضر نیز به نظر می‌رسد که بهبود کیفیت میوه در تیمار عصاره آبی و الکلی می‌تواند به دلیل بهبود پارامترهای بیوشیمیایی میوه در شرایط تیمار مورینگا باشد. چنانکه نتایج نشان داد که عصاره آبی و الکلی میزان پراکسیداسیون لیپید با توجه به محتوای MDA و سایر آلدئیدها نسبت به میوه‌های شاهد کمتر بود. از طرفی در هفته سوم، هر چند تیمار عصاره‌های آبی در مقایسه با شاهد اثر معنی‌داری بر مقدار فنل‌ها در میوه‌های هلو نداشت اما تیمار الکلی باعث افزایش مقدار فنل‌ها در مقایسه با میوه‌های شاهد شد. مواد جامد محلول و محتوای اسیدهای آلی نیز در تیمارهای الکلی و آبی در مقایسه با شاهد در هفته اول و سوم تیماردهی افزایش نشان داد و بیشترین میزان اسیدهای آلی در تیمار عصاره آبی ۵٪ برگ مورینگا مشاهده شد. مطالعات پیشین نیز تأثیر عصاره مورینگا را بر ویژگی‌های بیوشیمیایی سبزیجات تأیید می‌کند (Arif *et al*., 2023; Olaoye *et al*., 2021). بررسی‌ها نشان داده است که عصاره مورینگا اولیفرا به عنوان محرک طبیعی گیاهی، ویژگی‌های مختلف بیوشیمیایی مانند محتوای فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و سطوح قند را در سبزیجات بهبود می‌بخشد که به رشد بهتر و کیفیت پس از برداشت کمک می‌کند (Arif *et al*., 2023). مطالعات همچنین نقش عصاره مورینگا بر محتوای اسیدهای آلی را تأیید می‌نماید. این بررسی‌ها نشان می‌دهد عصاره مورینگا اولیفرا، به دلیل غنی‌بودن از آنتی‌اکسیدان‌ها و اسیدهای آلی، بر ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه‌های تیمارشده تأثیر مثبت می‌گذارد (Yuniati *et al*., 2022). این مطالعه به افزایش محتوای اسید آلی و حفظ کیفیت میوه در طول انبارمانی محصولات کشاورزی اشاره دارد. با افزایش دوره انبارمانی، فعالیت متابولیکی میوه هلو ادامه می‌یابد و فرآیندهای تجزیه‌ای مانند هیدرولیز ترکیبات پیچیده به ترکیبات ساده‌تر افزایش می‌یابد. این فرآیندها منجر به تجمع اسیدهای آلی مانند اسید مالیک و اسید سیتریک در میوه می‌شود (Lurie and Crisosto, 2005). مشخص شده که استفاده از عصاره مورینگا در افزایش محتوای فنلی کلم بروکلی و تربچه هم مؤثر است (Ashraf *et al*., 2016). افزایش پلی‌فنل‌ها و محتوای فلاونوئید در ارقام مختلف کاهو تیمارشده با عصاره آبی ٦ درصد مورینگا (Yaseen and Takacs-Hajos, 2022) و برگ استویا تیمارشده با عصاره ۲۰ درصد مورینگا (Sardar *et al*., 2021) مشاهده شد. عصاره گیاه مورینگا به عنوان مهارکننده رادیکال آزاد عمل می‌نماید و جهت محافظت از فنل‌های کل مانند توکوفرول، به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی در برابر تنش اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدها نقش دارد (Sonam and Guleria, 2017). پژوهش‌های انجام‌شده بر روی تربچه (Merwad and Abdel-Fattah, 2016) و نخود (Irshad *et al*., 2022) نشان‌دهنده افزایش محتوای پروتئین و مواد جامد محلول در اثر محلول‌پاشی ۳ درصد عصاره مورینگا بود. میزان مواد جامد محلول با گذشت زمان انبارمانی به دلیل مصرف مواد جامد محلول و شکستن کربوهیدرات‌ها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئین‌ها و تجزیه گلیکوساکاریدها به واحدهای کوچکتر در طی فرآیند تنفس و تأمین انرژی برای فرآیندهای انرژی‌خواه، کاهش می‌یابد (دهقانی و همکاران، ١٤٠٠). هر تیماری که باعث کندی متابولیسم و پیری محصول شود، می‌تواند سرعت تغییرات اسیدهای آلی را در طول انبارمانی کاهش دهد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۲).

محتوای کربوهیدرات محلول در گروه شاهد، پس از سه هفته انبارمانی در مقایسه با هفته اول، افزایش نشان داد، اما

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

تیمار با عصاره برگ گیاه مورینگا در هفته سوم انبارمانی باعث تغییر معنی‌داری در مقدار کربوهیدرات‌های محلول نشد. از طرفی مقدار کربوهیدرات‌های محلول تنها در میوه‌های تیمار شده با عصاره الکلی ۵٪ و عصاره آبی ۳٪ در مقایسه با گروه شاهد بیشتر شد. قندهای محلول جز اسمولیت‌هایی هستند که در پاسخ به تنش برای تنظیم اسمزی در گیاهان تجمع می‌یابند و نقش آن‌ها در حفظ ساختار ماکرومولکول‌های سلول و از جمله ثبات بخشیدن به ساختار DNA گزارش شده است (Ehtesham Nia *et al*., 2022). اگر چه برخی مطالعات پیشین نشان داده که استفاده از عصاره برگ مورینگا اولیفرا (MLE) باعث افزایش محتوای قند محلول در شرایط تنش می‌شود (Arif *et al*., 2023; Farooq *et al*., 2021)، اما مطالعات دیگری تأثیر عصاره مورینگا بر کاهش قندهای محلول را تأیید می‌کنند. در یک بررسی نشان داده شده که مورینگا اولیفرا حاوی ترکیبات فعال زیستی مانند کوئرستین و کامفرول است که می‌تواند آنزیم‌هایی مانند α–آمیلاز و α–گلوکوزیداز را مهار کند. این آنزیم‌ها مسئول تجزیه کربوهیدرات‌های پیچیده به قندهای ساده هستند. با مهار این آنزیم‌ها، عصاره مورینگا می‌تواند تبدیل کربوهیدرات‌های پیچیده به قندهای محلول را کاهش دهد. همچنین ذکر شده فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالای عصاره مورینگا به دلیل محتوای فنلی غنی آن می‌تواند منجر به کاهش تنش اکسیداتیو در میوه‌ها شود. این کاهش تنش اکسیداتیو می‌تواند بر مسیرهای متابولیکی درگیر در سنتز و تخریب قند تأثیر بگذارد و به طور بالقوه منجر به کاهش محتوای قند محلول شود (Hajaji *et al*., 2024). بنابراین، به نظر می‌رسد اثر عصاره مورینگا، بر متابولیسم قند و محتوای ترکیبات محلول، یک تأثیر پیچیده و چندجانبه بوده و نیاز به مطالعات جامع و عمیق‌تری در این زمینه دارد.

سیستم آنتی‌اکسیدانی به وسیله سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن، میوه‌ها را از صدمات اکسیداتیو محافظت کرده و در حقیقت باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای و ظاهری میوه‌ها می‌شود (Sayyari *et al*., 2011). کاهش سرعت اکسیداسیون در نمونه‌های حاوی عصاره با ظرفیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات ارتباط مستقیمی دارد (Sonam and Guleria, 2017). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد، عصاره برگی مورینگا منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو می‌شود که این اثر می‌تواند باعث حفظ کیفیت میوه‌ها شود. بر اساس نتایج این پژوهش، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، گایاکل پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در هفته سوم طی مدت انبارمانی به طور قابل توجهی نسبت به شاهد و یک هفته پس از تیماردهی عصاره برگ مورینگا در میوه هلو افزایش یافت. بررسی‌های گذشته نیز نشان داده‌اند که عصاره برگ مورینگا اولیفرا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و پراکسیداز را افزایش می‌دهد که برای کاهش تنش اکسیداتیو بسیار مهم هستند (Arif *et al*., 2023). مطالعات نشان داده است که برگ‌های مورینگا اولیفرا حاوی مقادیر قابل توجهی پلی‌فنول است که به خواص آنتی‌اکسیدانی قوی آن‌ها کمک می‌کند (Mumtaz *et al*., 2021). در سلول‌های گیاهی معمولاً ترکیبات فنلی خصوصاً در سم‌زدایی پراکسید هیدروژن بسیار کارا عمل کرده و به عنوان سیستم پشتیبان چرخه آسکوربات–گلوتاتیون شرکت دارند (Sardar *et al*., 2021). بنابراین با توجه به نقش ترکیبات فنلی در کاهش یا مهار پراکسیداسیون لیپیدها، جاروب‌کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن، خاموش‌کردن اکسیژن یکتایی و یا تجزیه پراکسیدها، این ترکیبات به عنوان آنتی‌اکسیدان ضروری برای حفاظت علیه پیشروی زنجیره اکسیداسیون و دفاع علیه گونه‌های فعال اکسیژن عمل می‌نمایند و باعث به تأخیر انداختن انتشار رادیکال‌های آزاد در میوه می‌شوند (Yaseen and Takacs-Hajos, 2022). در یک بررسی، ترکیبات فنولی برگ‌های مورینگا اولیفرا، از جمله کوئرستین، اسید گالیک و اسید کافئیک شناسایی و ارزیابی شد. این ترکیبات به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و توانایی افزایش فعالیت آنزیم‌ها شناخته شده‌اند. نتایج تاییدکننده این مطلب است که برگ‌های مورینگا اولیفرا حاوی مقادیر قابل توجهی پلی‌فنل است که به خواص آنتی‌اکسیدانی قوی آن‌ها کمک می‌کند (Sreelatha and Padma, 2009). نتایج این پژوهش نشان داد که عصاره الکلی مورینگا باعث افزایش معنی‌دار ترکیبات فنولی در میوه هلو

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

می‌شود. اما عدم افزایش ترکیبات فنلی و در عین حال افزایش قابل توجه آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیدازها و کاهش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز در طی سه هفته انبارمانی در تیمار عصاره آبی، می‌تواند تأییدکننده وجود ترکیبات فنلی فراوان در عصاره آبی مورینگا باشد. ترکیبات فنلی موجود در عصاره آبی به نوبه، منجر به افزایش دفاع آنتی‌اکسیدانی میوه هلو شده است و باعث بهبود عمر انبارمانی این میوه شود.

همان‌طور که ذکر شد، نتایج این پژوهش تأییدکننده نقش مؤثر عصاره برگ مورینگا بر کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز بود. آنزیم پلی‌فنل اکسیداز یک آنزیم حاوی اتم مس است این آنزیم با کاتالیز واکنش قهوه‌ای شدن در میوه و تأثیر بر کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها به عنوان یک آنزیم زیان‌آور محسوب می‌شود (Yaseen and Takacs-Hajos, 2022). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از عصاره برگ مورینگا به ویژه عصاره آبی ۵ درصد فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز میوه هلو را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد. هر چند مطالعه‌ای تاکنون به طور مشخص در مورد اثر عصاره مورینگا بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز وجود ندارد، اما بررسی‌ها نشان داده است که عصاره برگ مورینگا اولیفرا دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی است و با دارابودن ترکیبات فنلی متعدد و آنزیم PPO (Agunbiade and Adewale, 2022)، در از بین بردن رادیکال‌های آزاد و مهار پراکسیداسیون لیپیدی مؤثر است. بیان شده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورینگا می‌تواند به محتوای بالای ترکیبات فنلی برگ‌ها نسبت داده شود (Sreelatha and Padma, 2009). بنابراین کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در تیمار عصاره مورینگا می‌تواند، به دلیل وجود ترکیبات فنلی فراوان در این گیاه باشد (Yaseen and Takacs-Hajos, 2022). کاهش فعالیت این آنزیم طی دوره انبارمانی می‌تواند یکی از دلایل کیفیت میوه‌های تیمارشده باشد. از این رو با شناخت اثرات آنتی‌اکسیدانی گیاه مورینگا می‌توان از آن برای استفاده صنعتی و جایگزینی با آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی بهره برد.

نتایج این پژوهش همچنین نشان‌دهنده اثرات متفاوت عصاره آبی و الکلی گیاه مورینگا بر انبارمانی میوه هلو بود. اثرات مختلف آب و عصاره الکلی برگ مورینگا بر ذخیره میوه را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله حلالیت ترکیبات زیست فعال، خواص ضدمیکروبی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و پایداری و نفوذ متفاوت این دو عصاره نسبت داد. چنانکه مشخص شده است آب و الکل مجموعه‌های مختلفی از ترکیبات زیست فعال را از برگ گیاه استخراج می‌کنند. عصاره‌های آبی سرشار از ترکیبات آبدوست مانند ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌های خاص هستند، در حالیکه عصاره‌های الکلی بیشتر حاوی ترکیبات چربی دوست مانند فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک هستند (Liamngee *et al.*, 2019). عصاره‌های الکلی اغلب خواص ضدمیکروبی قوی‌تری نسبت به عصاره‌های آبی دارند. زیرا الکل می‌تواند ترکیبات ضدمیکروبی قوی‌تری را استخراج کند که به کاهش فساد میکروبی و افزایش عمر مفید میوه‌ها کمک می‌کند (Hashemi *et al.*, 2018). از طرفی فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها می‌تواند متفاوت باشد. عصاره‌های الکلی به دلیل وجود ترکیبات فنلی بیشتر، عموماً دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری هستند و ممکن است به طور مؤثرتری نسبت به عصاره‌های آبی به سطح میوه نفوذ کنند (Kator *et al.*, 2019). در هر حال، علت تأثیرگذاری بیشتر عصاره آبی نیاز به مطالعات تکمیلی بیشتری دارد.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از عصاره برگ مورینگا، به‌ویژه عصاره آبی ۵ درصد، تأثیر قابل‌توجهی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه هلو طی دوره انبارمانی سه هفته‌ای دارد. در مقایسه با گروه شاهد که بیشترین آسیب‌دیدگی (۷٦ درصد) و افزایش پراکسیداسیون لیپیدی (افزایش سه برابری مالون دی‌آلدئید) را نشان داد، تیمار با عصاره آبی ۵ درصد مورینگا به‌طور معنی‌داری باعث کاهش آسیب‌های فیزیکی و بیوشیمیایی شد. این تیمار کمترین میزان آسیب‌دیدگی میوه و کاهش ٤۰ درصدی مالون دی‌آلدئید را در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

پی داشت که نشان‌دهنده نقش مؤثر آن در مهار استرس اکسیداتیو است. همچنین، عصاره آبی ۵ درصد موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز (۲۸/۳۶ درصد) و گایاکل پراکسیداز (۰۹/۶۵ درصد) شد، درحالی‌که فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز را تا ۲۸ درصد کاهش داد. از سوی دیگر، اگر چه عصاره‌های الکلی نیز تأثیراتی داشتند، اما اثر آن‌ها به‌ویژه در غلظت ۵ درصد، کمتر از عصاره‌های آبی بود. به‌طورکلی، این یافته‌ها حاکی از آن است که کاربرد عصاره آبی برگ مورینگا، به‌ویژه با غلظت ۵ درصد، می‌تواند با تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها، به عنوان یک روش مؤثر در افزایش عمر انباری و حفظ کیفیت میوه هلو مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

جلیلی‌مرندی، رسول (۱۳۹۲). فیزیولوژی پس از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه‌ها، سبزیجات و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.

دهقانی، بهزاد، قنبری‌جهرمی، مرضیه، و سعیدی‌سار، سکینه (۱۴۰۰). تأثیر اسانس آویشن شیرازی (*Zataria multiflora* boiss.) بر کیفیت انبارداری میوه گلابی (*Pyrus communis*) رقم 'Green anjou'. *پژوهش‌های میوه کاری*، ۶(۱)، ۱۲۹-۱۴۷.

Abd Rani, N. Z., Husain, K., & Kumolosasi, E. (2018). *Moringa* genus: A review of phytochemistry and pharmacology. *Frontiers in Pharmacology*, *9*, 108. doi.org/10.3389/fphar.2018.00108

Abid, W., Jiminez, S., Moreno, M. A., & Gogorcena, Y. (2011). Evaluation of antioxidant compounds and total sugar content in a nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) progeny. *International Journal of Molecular Sciences*, *12*(10), 6919-6935.

Abo El-Enien, M. M., El-Azazy, A. M., & El-Sayed, F. S. (2015). Effect of moringa leaves extract as a natural product compared with other synthetic compounds on yield production and fruit quality of navel orange trees. *Egyptian Journal of Horticulture*, *42*, 899-911.

Agunbiade, O. J, & Adewale, I. O. (2022). Studies on latent and soluble polyphenol oxidase from *Moringa oleifera* Lam. leaves. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *45*, 102515.

Ali, E. F., Hassan, F. A. S., & Elgimabi, M. (2018). Improving the growth, yield and volatile oil content of *Pelargonium graveolens* L. Herit by foliar application with moringa leaf extract through motivating physiological and biochemical parameters. *South African Journal of Botany*, *119*, 383-389. doi.org/10.1016/j.sajb.2018.10.003

Ali, M. A., Harhash, M. M., Bassiony, S. S., & Felifal, M. M. S. (2020). Effect of foliar spray of sitofex, moringa leaves extract and some nutrients on productivity and fruit quality of "Thompson seedless" grapevine. *International Journal of Advance Agricultural Research*, *25*, 112-129.

Alizadeh, S. (2018). Investigating the effect of some plant essential oils on increasing the storage life of peach fruit. PhD Thesis, Tarbiat Modares University.

Alonso-Salinas, R., Lopez-Miranda, S., Perez-Lopez, A. J., & Acosta-Motos, J. R. (2024). Strategies to delay ethylene-mediated ripening in climacteric fruits: Implications for shelf life extension and postharvest quality. *Horticulturae*, *10*, 840. doi.org/10.3390/horticulturae10080840

Arif, Y., Bajguz, A., & Hayat, S. (2023). *Moringa oleifera* extract as a natural plant biostimulant. *Journal of Plant Growth Regulation*, *42*, 1291-1306.

Ashraf, R., Sultana, B., Iqbal, M., & Mushtaq, M. (2016). Variation in biochemical and antioxidant attributes of *Raphanus sativus* in response to foliar application of plant leaf extracts as plant growth regulator. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *14*, 1-8.

Basiouny, F. M. (1996). Blueberry fruit quality and storability influenced by postharvest application of polyamines and heat treatments. *Preceding and State Horticultural Society*, *109*, 269-272.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Analytical Biochemistry*, *72*, 248-254. doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Culver, M., Fanuel, T., & Chiteka, A. Z. (2012). Effect of moringa extract on growth and yield of tomato, Green. *Journal of Agricultural Science*, *2*, 207-211.

De Abreu, D. P., Losada, P. P., Angulo, I., & Cruz, J. M. (2007). Development of new polyolefin films with nanoclays for application in food packaging. *European Polymer Journal*, *43*(6), 2229-2243.

Desoky, E. S. M., ElSayed, A. I., Merwad, A. R. M. A., & Rady, M. M. (2019). Stimulating antioxidant defenses, antioxidant gene expression and salt tolerance in *Pisum sativum* seedling by pretreatment using licorice root extract

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

(LRE) as an organic bio stimulant. *Plant Physiology and Biochemistry*, *142*, 292-302. doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.07.020

Dhindsa, R. S, & Motowe, W. (1981). Drought tolerance in two mosses: Correlation with enzymatic defense against lipid peroxidation. *Journal of Experimental Botany*, *32*, 79-91.

Ehtesham Nia, A., Taghipour, S., & Siahmansour, S. (2022). Effects of salicylic acid preharvest and *Aloe vera* gel postharvest treatments on quality maintenance of table grapes during storage. *South African Journal of Botany*, *147*, 1136-1145.

Fales, F. W. (1951). The assimilation and degradation of carbohydrates by yeast cells. *Journal of Biological Chemistry*, *193*, 113-124.

Farooq, B., Koul, B., Mahant, D., & Yadav, D. (2021). Phytochemical analyses, antioxidant and anticancer activities of ethanolic leaf extracts of *Moringa oleifera* Lam. varieties. *Plants*, *10*, 2348.

Fukano, Y, & Tachiki, Y. (2021). Evolutionary ecology of climacteric and non-climacteric fruits. *Biology letters*, *17*, 20210352. doi.org/10.1098/rsbl.2021.0352

Garcia-Beltran, J. M., Mansour, A. T., Alsaqufi, A. S., Ali, H. M., & Esteban, M. A. (2020). Effects of aqueous and ethanolic leaf extracts from drumstick tree (*Moringa oleifera*) on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) leucocytes, and their cytotoxic, anititumor, bactericidal and antioxidant activities. *Fish and Shellfish Immunology*, *106*, 44-55.

Hajaji, A. N., Heikal, Y. M., Hamouda, R. A., Abassi, M., & Ammari, Y. (2024). Multivariate investigation of *Moringa oleifera* morpho-physiological and biochemical traits under various water regimes. *BMC Plant Biology*, *24*, 505.

Hala, H. A. E. N, & Nabila, A. E. (2017). Effect of *Moringa oleifera* leaf extract (MLE) on pepper seed germination, seedling improvement, growth, fruit yield and its quality. *Middle East Journal of Agriculture Research*, *6*, 448.

Hashemi, J. M., Haridy, L. A., & Qashqari, R. J. (2018). The effect of *Moringa oleifera* leaves extract on extending the shelf life and quality of freshly sweet orange juice. *Journal of Biochemical Technology*, *9*, 63-76.

Heath, R. L, & packer, L. (1969). Photoperoxidation in isolated chloroplast. I kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, *125*, 189-198. DOI: 10.1016/0003-9861(68)90654-1

Howlader, S. M. A. (2014). Novel *Moringa oleifera* leaf extract can mitigate the stress effects of salinity and cadmium in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *100*, 69-75.

Irshad, S., Matloob, A., Iqbal, S., Ibrar, D., Hasnain, Z., Khan, S., Rashid, N., Nawaz, M., Ikram, R. M., & Wahid, M. A. *et al*. (2022). Foliar application of potassium and leaf extract improves growth, physiology and productivty of kabuli chickpea grown under varying sowing regimes. *PloS One*, *17*, e0263323.

Kator, L., Oche, O. D., Hosea, Z. Y., & Agatsa, T. D. (2019). Effect of aqueous extract of moringa leaves on postharvest shelf life and quality of tomato fruits inoculated with fungal pathogens in Makurdi. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research*, *3*, 1-13.

Liamngee, K., Terna, A. C., & Ussuh, M. W. (2019). Effect of *Moringa oleifera* leaf extract on the postharvest quality of tomato fruits during storage. *Journal of Postharvest Technology*, *7*, 45-55.

Lurie, S, & Crisosto, C. H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, *37*(3), 195-208.

Maach, M., Boudouasar, K., Akokad, M., Skalli, A., Moumen, A., & Baghour, M. (2020). Application of biostimulants improves yield and fruit quality in tomato. *International Journal of Vegetable Science*, *27*, 288-293.

Mahmoud, T. S. M., Shaaban, F. K. M., & El-Hadidy, G. A. E. M. (2020). Enhancement of antioxidant and storability of Hollywood plum cultivar by preharvest treatments with moringa leaf extract and some nutrients. *Bulletin of the National Research Centre*, *44*, 166.

Malik, C. P, & Singh, M. B. (1980). Plant Enzymology and Histo enzymology. Kalyani Publishers. New Dehli.

Meir, S., Philosophhadas, S., & Aharoni, N. (1992). Ethylene increased accumulation of fluorescent lipid peroxidation products detected during senescence of parsley by a newly developed method. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *117*, 128-132.

Merwad, A. R. M. A, & Abdel-Fattah, M. K. (2016). Improving productivity and nutrients uptake of wheat plants using *Moring oleifera* leaf extract in sandy soil. *Journal of Plant Nutrition*, *40*, 1397-1403.

Mohammadi, H. (2014). Investigating the effect of different levels of methyl jasmonate and salicylic acid on the reduction of biochemical changes in peach fruit during storage. Master Thesis, Shahid Bahonar University. Kerman.

Mumtaz, M. Z., Kausar, F., Hassan, M., Javaid, S., & Malik, A. (2021). Anticancer activities of phenolic compounds from *Moringa oleifera* leaves: In vitro and in silico mechanistic study. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, *10*, 1-11.

Ngubane, S., Tesfay, S., Magwaza, L.S., & Mditshwa, A. (2024). The effect of composite edible coatings on the postharvest quality of 'Hass' avocado fruit treated at different harvest maturities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, *8*, 1473731.

Nilprapruck, P., Authanithee, F., & Keebjan, P. (2008). Effect of exogenous methyl-jasmonate on chilling injury and quality of pineapple. *Silpakorn University Science and Technology*, *2*, 33-42.

Olaoye, A. B., Ologunde, C. A., Molehin, O. R., & Nwankwo, I. (2021). Comparative antioxidant analysis of *Moringa*

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

oleifera leaf extracts from South Western states in Nigeria. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 7*, 1-15. DOI:10.1186/s43094-021-00204-8

Pirhayati, A., Darai Garmekhani, A., Gholami, M., Mirzakhani, A., & Khalilzadeh Ranjbar, Q. (2016). The application of coating with aloe vera gel enriched with angelica essential oil in the storage of saffron peach fruit. *Journal of Nutritional Sciences and Food Industries of Iran*, *13*(4), 75-88.

Rady, M. M., Desoky, E. S. M., Elrys, A. S., & Boghdady, M. S. (2019). Can licorice root extract be used as an effective natural biostimulant for salt-stressed common bean plants? *South African Journal of Botany*, *121*, 294-305.

Rehman, H. U., Alharby, H. F., Alzahrani, Y., & Ready, M. M. (2018). Magnesium and organic bio stimulant integrative application induces physiological and biochemical changes in sunflower plants and its harvested progeny on sandy soil. *Plant Physiology and Biochemistry*, *126*, 97-105.

Sardar, H., Nisar, A., Anjum, M. A., Naz, S., Ejaz, S., Ali, S., Javed, M. S., & Ahmad, R. (2021). Foliar spray of moringa leaf extract improves growth and concentration of pigment, minerals and stevioside in stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Industrial Crops and Products*, *166*, 113485. doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113485

Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Diaz-Mula, H. M., & Serrano, M. (2011). Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, *60*, 136-142.

Serra, S., Anthony, B., Masia, A., Giovannini, D., & Musacchi, S. (2020). Determination of biochemical composition in peach (*Prunus persica* L. Batsch) accessions characterized by different flesh color and textural typologies. *Foods*, *9*(10), 1452.

Shah, S., Hashmi, M. S., Qazi, I. M., Durrani, Y., Sarkhosh, A., Hussain, I., & Brecht, J. K. (2021). Pre-storage chitosan-thyme oil coating control anthracnose in mango fruit. *Scientia Horticulturae*, *284*, 110139. DOI:10.1016/j.scienta.2021.110139

Sonam, K. S, & Guleria, S. (2017). Synergistic antioxidant activity of natural products. *Annals of Pharmacology and Pharmaceutics*, *2*(16), 1086.

Sreelatha, S, & Padma, P. (2009). Antioxidant activity and total phenolic content of *Moringa oleifera* leaves in two stages of maturity. *Plant Foods for Human Nutrition*, *64*, 303-311.

Thanaa, S. H. M., Kassim, N. E., Abou-Rayya, M. S., & Abdalla, A. M. (2017). Influence of foliar application with moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf extract on yield and fruit quality of Hollywood plum cultivar. *Journal of Horticulture*, *4*, 1-7.

Yakhin, O. L., Lubyanov, A. A., Yakhin, I. A., & Brown, P. H. (2017). Biostimulants in plant science, a global perspective. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 2049. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049

Yaseen, A. A, & Takacs-Hajos, M. (2022). Evaluation of moringa (*Moringa oleifera* L.) leaf extract on bioactive compounds of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown under glasshouse environment. *Journal of King Saud University – Science*, *34*, 101916.

Yuniati, N., Kusumiyati, K., Mubarok, S., & Nurhadi, B. (2022). The role of moringa leaf extract as a plant biostimulant in improving the quality of agricultural products. *Plants*, *11*, 2186.

Zaki, S. N. S, & Rady, M. M. (2015). *Moringa oleifera* leaf extract improves growth, physiochemical attributes, antixidant defence system and yields of salt-stressed *Phaseolus vulgaris* L. plant. *International Journal of ChemTech Research*, *8*, 120-134.

Zokaee khosroshahi, M., 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. doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.006

Zulfiqar, F., Casadesus, A., Brockman, H., & Munne-Bosch, S. (2020). An overview of plantbased natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Science*, *295*, 110194. doi: 10.1016/j.plantsci.2019.110194

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]

Improving peach shelf life using *Moringa* leaf extract

Fatemeh SaberMahani[1], Fatemeh Nasibi[1], Zahra Pakkish[2], Hakimeh Oloumi[3*], Soudabeh Nourzad[4]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Kerman Iran
[3] Department of Ecology, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran
[4] Department of Agricultural Science, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran
(Received: 2025/02/06, Accepted: 2025/04/15)

Abstract

Due to their high respiration rate, peaches are climacteric fruits that produce a significant amount of ethylene during ripening. In this study, the effects of 3% and 5% aqueous and alcoholic extracts of *Moringa oleifera* leaves were compared with distilled water (as a control) to improve the quality attributes of peach fruit during storage. The experiment was conducted in a completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement. After a five-minute immersion in distilled water or plant extracts, the fruits were transferred to a refrigerator and stored at 4°C for three weeks. Both aqueous and alcoholic extracts reduced lipid peroxidation, malondialdehyde (MDA) content, other aldehydes, soluble carbohydrates, phenolic compounds, soluble solids, and antioxidant enzyme activity. Both aqueous and alcoholic extracts reduced lipid peroxidation, as indicated by malondialdehyde (MDA) and other aldehyde contents, compared to the control fruits. By the third week, the alcoholic treatment increased phenolic content compared to the control. The organic acid content also increased in both aqueous and alcoholic treatments compared to the control. Treatment with *Moringa* extract, particularly the 5% aqueous extract, enhanced the activity of antioxidant enzymes, including catalase, guaiacol peroxidase, and ascorbate peroxidase. Additionally, the Moringa extract, as the most effective treatment, reduced polyphenol oxidase activity while not significantly affecting phenolic compound content. Treating peach fruits with aqueous and alcoholic extracts of *Moringa* leaves not only extended their shelf life but also improved their postharvest quality. The 5% aqueous *Moringa* leaf extract was identified as the most effective treatment, and its application for at least three weeks is recommended to enhance postharvest shelf life and maintain peach fruit quality.

Keywords: Organic acids, Lipid peroxidation, Soluble carbohydrates, Postharvest quality

Corresponding author, Email: oloumi.ha@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-26]

[DOI: DOI: 10.22034/14.68.171]