مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۶ شماره ۲ صفحه‌های ۱۸۵ تا ۲۰۰ (۱۴۰۴)
مقاله پژوهشی

تاثیر ملاتونین روی میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، اسمولیت‌ها و پراکسیداسیون لیپیدها در میوه‌های کیوی رقم هایوارد طی انبارمانی

The Effect of Melatonin on the Activity of Antioxidant Enzymes, Osmolytes and Lipid Peroxidation in Kiwi Fruits of Hayward Cultivar During Storage

زینب متصدی [۱]، زهرا پاک کیش*[۱] و سهیلا محمدرضاخانی [۳]

۱. بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، جیرفت، ایران.
نویسنده مسئول، پست الکترونیک: zahrapakkish@uk.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۹

چکیده

ملاتونین به عنوان یک ترکیب آلی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی که دارد، نقش مهمی در بهبود عمر انبارمانی محصولات باغبانی ایفا می‌کند. جهت بررسی تاثیر ملاتونین روی بهبود کیفی و عمر انبارمانی میوه کیوی رقم هایوارد، از چهار غلظت ملاتونین (۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱میلی‌مولار) برای تیمار میوه‌ها استفاده گردید. سپس میوه‌ها در دمای یک درجه سلسیوس، به‌مدت ۹۰ روز نگهداری شدند و به فاصله هر۳۰ روز یک‌بار، تعدادی از میوه‌ها را از سردخانه خارج نموده و عمر انبارمانی و تغییرات بیوشیمیایی میوه، مانند درصد میوه آسیب‌دیده، اسیدهای آلی، میزان مواد جامد محلول، pH، آنزیم پرکسیداز و آنزیم کاتالاز، پراکسیدهیدروژن، پراکسیداسیون لیپیدها و نشت یونی بررسی شدند. نتایج نشان داد، غلظت‌های مختلف ملاتونین سبب بهبود عمر پس از برداشت میوه کیوی در مقایسه با شاهد شدند. طبق نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، بیشترین میزان اسیدهای آلی، مواد جامد محلول، فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار، دیده شد و نیز کمترین درصد میوه‌های آسیب‌دیده، میزان پراکسیدهیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها وpH در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار مشاهده گردید .سایر غلظت‌های ملاتونین نیز سبب بهبود عمر انبارمانی و ویژگی‌های کیفی میوه کیوی در سردخانه در مقایسه با شاهد شدند. به‌طورکلی، بیشترین غلظت ملاتونین باعث بهبود صفات کیفی و افزایش عمر انبارمانی در میوه‌های کیوی شده است.

واژه های کلیدی: انبارمانی، آنتی‌اکسیدان، صفات کیفی.

مقدمه

کیوی جز میوه‌های فرازگرا می‌باشد که به صدمات مکانیکی در زمان برداشت، بسته‌بندی و انتقال حساس می‌باشد.آسیب‌های فیزیکی و مکانیکی باعث ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و افزایش شدت تنفس و تولید اتیلن خواهد شد (Burdon, 2020). از عوامل مهم در افزایش ضایعات و کاهش انبارمای محصولات کشاورزی مربوط به برداشت در زمان نامناسب، حمل ونقل غیر اصولی، نگهداری و بسته‌بندی نامناسب می باشد. اخیرا استفاده از درجه‌بندی، تیمارهای قبل از برداشت و انواع بسته‌بندی برای دستیابی به کیفیت بهتر و سالم محصولات کشاورزی مدنظر می‌باشد (Burdon, 2020). در گیاهان، ملاتونین به‌عنوان یک متابولیت باعملکردهای متعدد ایفای نقش می‌کند،که شامل پاسخ به تنش‌های گیاهی مانند شوری، سرما، خشکسالی، گونه‌های فعال اکسیژن و کمبود تغذیه‌ای می‌باشد و همچنین در فرآیندهای رشدو نموی شامل اندام‌زایی ریشه،گلدهی و پیری را تنظیم

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

می‌کند (Wang *et al*., 2012). به‌نظر می‌رسد که ملاتونین در میتوکندری و کلروپلاست‌های گیاهی سنتز می‌شود و مشخص شده است که درانواع گیاهان ازجمله گیاهان دارویی، محصولات کشاورزی و درختان میوه وجود دارد (Tan, 2013).
ملاتونین به‌عنوان یک ترکیب آلی در گیاه نقش‌های مختلفی را انجام می‌دهد و چون در غلظت کم عمل می‌کند به عنوان یک شبه هورمون مورد توجه می‌باشد (Mittler, 2002) .میزان ملاتونین در بین گونه‌های مختلف گیاهی بسیار متفاوت است ،اماتوزیع ملاتونین درون‌ز ادراندام‌های مختلف ودوره‌های رشدگیاهان مختلف مشابهاست (Hernandez-Ruiz *et al*., 2008. ملاتونین در گیاهان به عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل می‌کند و میزان گونه‌های فعال اکسیژن را در طی تنش کاهش می‌دهد (Arnao & Hernandez Ruiz, 2013). این نشان می‌دهد که افزایش ملاتونین با افزایش گونه‌های فعال اکسیژن مرتبط می‌شود. میزان ملاتونین در ریشه و برگ نهال انگور تحت تنش به‌میزان قابل توجهی افزایش پیدا می‌کند (Yandi, 2018). سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی به‌منظور از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن شامل، آنتی‌اکسیدان آنزیمی و غیرآنزیمی می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی شامل ملاتونین، ویتامین C، گلوتاتیون است. ملاتونین در مقایسه با سایر آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی قوی‌تر می‌باشد (Tan, 2013). گیاهان تحت تیمار با ملاتونین دارای محتوی پراکسیدهیدروژن کمی می‌باشد و عموما اعتقاد بر این است که نقش اصلی آن حذف مستقیم گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشد. آنتی‌اکسیدان آنزیمی شامل کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و ..... می‌باشند. این آنزیم‌ها در گیاهان تحت تنش افزایش پیدا می‌کنند (Mittler, 2002). ملاتونین می‌تواند میزان فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان را افزایش دهد. علاوه براین ملاتونین از طریق افزایش کارایی انتقال الکترون میتوکندری، نشت الکترون را کاهش داده و تولید گونه‌های فعال اکسیژن را کم و فعالیت آنزیم‌ها را در برابر خسارت اکسیداتیو افزایش دهد (Parida *et al*., 2005).
بنابراین هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین روی بهبود صفات کیفی و افزایش عمر انبارمانی کیوی رقم هایوارد بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

میوه کیوی رقم هایوارد مورد استفاده در این پژوهش، از یک مرکز تجاری در شهرستان کرمان (در آذرماه) خریداری شد و سپس میوه‌های سالم، یکنواخت و عاری از هر نوع عامل بیماری‌زا به منظور اعمال تیمار انتخاب شدند. سپس میوه‌ها به آزمایشگاه بخش مهندسی علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان منتقل شدند. ابتدا میوه‌ها با آب معمولی کاملا شسته تا تمام مواد زایدی که به سطح میوه چسبیده بودند از آن جدا و از هر نوع عامل بیماری زایی سطحی تمیز گردند و در نهایت میوه‌ها به طور کامل خشک و با مواد شیمیایی مورد نظر تیمار شدند.

روش انجام آزمایش

برای انجام تیمار، میوه‌های کیوی، باغلظت‌های ملاتونین (۰/۰۰۱، ۰/۰۱، ۰/۱ و ۱میلی‌مولار) و آب مقطر (شاهد) به‌مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. بعد از تیمار، میوه‌ها از محلول خارج و در سبدهایی قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند. بعد از خشک شدن و جذب شدن کامل مواد مذکور توسط میوه‌ها، آنها به سردخانه منتقل و در دمای ۱ درجه سلسیوس، به‌مدت ۹۰ روز نگهداری شدند و به فاصله هر۳۰ روز یک‌بار، تعدادی از میوه‌ها را از سردخانه خارج نموده و برخی ویژگی‌های میوه‌ها، مانند میزان میوه‌های آسیب‌دیده، اسیدهای آلی، میزان مواد جامد محلول، pH، آنزیم پرکسیداز و آنزیم کاتالاز، پراکسیدهیدروژن، پراکسیداسیون لیپیدها و نشت‌یونی اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری میوه‌های آسیب‌دیده

ارزیابی میزان میوه‌های آسیب‌دیده در کیوی‌فروت هر ۳۰ روزی یک‌بار به‌مدت ۹۰ روز نگهداری در دمای پایین صورت گرفت. وجود لکه‌های قهوه‌ای رنگ به همراه فرورفتگی‌های سطح میوه و پوسیدگی روی سطح میوه به عنوان میوه‌های آسیب دیده در نظر گرفته شد. میزان میوه‌های آسیب دیده بدین صورت محاسبه گردید (Nilprapruck *et al*., 2008).

۱۰۰×(تعدادکل میوه / تعداد میوه سالم - تعدادکل میوه) = درصد میوه‌های آسیب‌دیده (۱

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

اندازه‌گیری نشت‌یونی

ابتدا ۰/۱ گرم از بافت میوه توزین گردیده و سپس به قطعات مساوی کوچک‌تر تقسیم و در لوله‌ای کوچک در پوشدار قرار داده شدند و در ادامه به هر کدام ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردیده و به‌مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند، پس از آن هدایت الکتریکی محلول حاصله با دستگاه ECمتر مدل Metrhom (ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد (EC_1). در مرحله بعد نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت فریز شده (دمای ۲۰- درجه سلسیوس) و ۲۴ ساعت دیگر در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند و مجدد هدایت الکتریکی محلول حاصله اندازه‌گیری شد (EC_2). در پایان میزان نشت‌یونی با استفاده از نسبت $EC_1/EC_2 \times 100$ محاسبه گردید (Dhindsa *et al*., 1981).

اندازه‌گیری پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء

از بافت تازه گیاهی، ۰/۲ گرم وزن شده و در هاون چینی حاوی پنج میلی‌لیتر تری کلرو استیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد سائیده شد. عصاره حاصل با استفاده از سانتریفیوژ مدل NAPco2028R به‌مدت ۱۰ دقیقه در rpm ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ شد، به یک میلی‌لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ، چهار میلی‌لیتر محلول TCA ۲۰ درصد،که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتیوریک اسید (TBA) بود، اضافه شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سلسیوس حمام آب گرم حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شد و دوباره مخلوط حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه در rpm ۱۰۰۰۰ سانتریفیوژ گردید. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد، ماده مورد نظر در این طول موج، کمپلکس قرمز رنگ (MDA-TBA) است، برای حذف ترکیبات اضافی، جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر خوانده و از جذب نمونه در طول موج ۵۳۲ نانومتر کسر گردید و برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل $155\ mM^{-1}cm^{-1}$ و معادله زیر استفاده گردید (Dhindsa *et al*., 1981):

۲) $A= \epsilon BC$

در این معادله، A جذب خوانده شده، (€) ضریب خاموشی، Bعرض کووت و Cغلظت کمپلکس بر حسب میلی‌مولار است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بر حسب میلی‌مول بر گرم وزن تر محاسبه گردید.

اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را توسط پیپت داخل ظرف شیشه‌ای ریخته و به آن ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. داخل محلول فوق ۲ تا ۳ قطره فنول فتالئین یک درصد اضافه شد (Basiouny, 1996). سپس عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام داده شد. هنگامی که رنگ محلول حاوی عصاره میوه به قرمز روشن تبدیل شد، عمل تیتراسیون خاتمه یافت. برای تهیه محلول فنول فتالئین ۱ درصد مقدار یک گرم از پودر آن را در اتانول ۹۰ درصد حل کرده و حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بر اساس مقدار هیدرکسید سدیم مصرف شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید را در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه گردید. برای این منظور از معادله زیر استفاده شد:

۳) $A=S.N.F.E/C \times 100$

A =مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)

S =مقدار سدیم مصرف شده بر حسب میلی‌لیتر

N =نرمالیته NaOH

F =فاکتور NaOH

C =مقدار عصاره میوه (ml)

E =اکی والان اسید مورد نظر

نرمالیته عبارت است از تعداد اکی والان گرم از جسم حل شده در یک لیتر محلول، اکی‌والان گرم جسم برابر است با مولکول گرم جسم تقسیم بر ظرفیت موثر آن جسم.

فاکتور یا ضریب نرمال عبارت است از تعداد اکی والان جسم در یک لیتر. بنابراین، فاکتور محلول‌های نرمال مساوی یک می‌باشد.اکی والان اسید سیتریک برابر ۰/۰۶۴ گرم می‌باشد.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

اندازه‌گیری میزان pH

جهت تعیین pH آب میوه از عصاره صاف شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر(مدل ۳۳۲۰ساخت شرکت جن وی (Jenway) انگلستان) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انجام گرفت.

اندازه‌گیری آب اکسیژنه

۰/۱ گرم از بافت گیاهی را با سه میلی‌لیتر تری کلرور استیک اسید۰/۱ درصد (یعنی ۰/۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) در حمام یخ مخلوط بعد در ۱۲۰۰۰ دور به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره حاصل با ۰/۵ میلی لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی مولار با pH=7 و ۱ میلی‌لیتر یدید پتاسیم (KI) یک مولار مخلوط و سپس هر نمونه در طول موج ۳۹۰ نانومتر خوانده شد (Velikova *et al.,* 2000).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم ابتدا باید عصاره پروتئین تهیه نمود.

استخراج عصاره پروتئین

ابتدا ۱ گرم بافت گیاهی را در هاون حاوی پنج میلی‌لیتر بافر تریس-HCL ۰/۰۵ مولار با pH=۷/۵ سائیده تا محلول همگنی بدست آید. محلول را به لوله سانتریفیوژ منتقل نموده و بعد از ۱۰ دقیقه سکون به‌مدت ۲۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور و در دمای چهار درجه سلسیوس با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال دار،سانتریفیوژ نموده،سپس لوله‌ها به آرامی از دستگاه خارج و محلول رویی را در لوله آزمایش ریخته و عصاره پروتیئنی بدست آمد که برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز بکار رفت.

اندازه گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز

پس از آماده‌سازی عصاره پروتیئنی، برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز به معرف‌های زیر نیاز است:

۲ میلی‌لیتر بافر تریس ۱۰۰ میلی‌مولار (PH=7/5)

۳۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار

۲۰۰ میکرولیتر پیروگالل ۱۰ میلی‌مولار

که همگی آنها را در حمام یخ با هم مخلوط نموده و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی اضافه نموده و منحنی تغییرات جذب در طول موج ۴۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Kochba *et al*., 1997).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

براساس این روش مخلوط واکنش(سه میلی لیتر) شامل بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی مولار (PH=7.0)، آب اکسیژنه ۱۵ میلی مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با اضافه کردن آب اکسیژنه به مخلوط واکنش، واکنش شروع شد و کاهش در جذب آب اکسیژنه در مدت ۳۰ ثانیه در طول موج ۲۴۰ نانومتربا استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری Cary 500 ساخت شرکت Varian اندازه‌گیری شد. یک واحد فعالیت آنزیمی مقدار آنزیمی است که یک میلی مول آب اکسیژنه را در مدت یک دقیقه تجزیه کند. چون میزان فعالیت آنزیم براساس غلظت آب اکسیژنه تجزیه شده، محاسبه شد ، غلظت آب اکسیژنه مصرف شده با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه گردید (Dhindsa *et al*., 1981).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول

رفراکتومتر 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 آب مقطر صفحه مدرج را صفر شد. سپس درب منشور را کنار زده و چند قطره از عصاره میوه را روی آن ریخته و دوباره سرپوش منشور را گذاشته شد. برای مشاهده واضح صفحه مدرج، با دکمه‌های عدسی شیئی را تنظیم کرده، به طوری که روی صفحه مدرج، درصد محلول مواد جامد محلول در عصاره میوه را می‌توان مشخص نمود. معمولا برای اندازه‌گیری قند از طریق رفراکتومتر باید دمای اتاق ۲۰ درجه سلسیوس باشد..

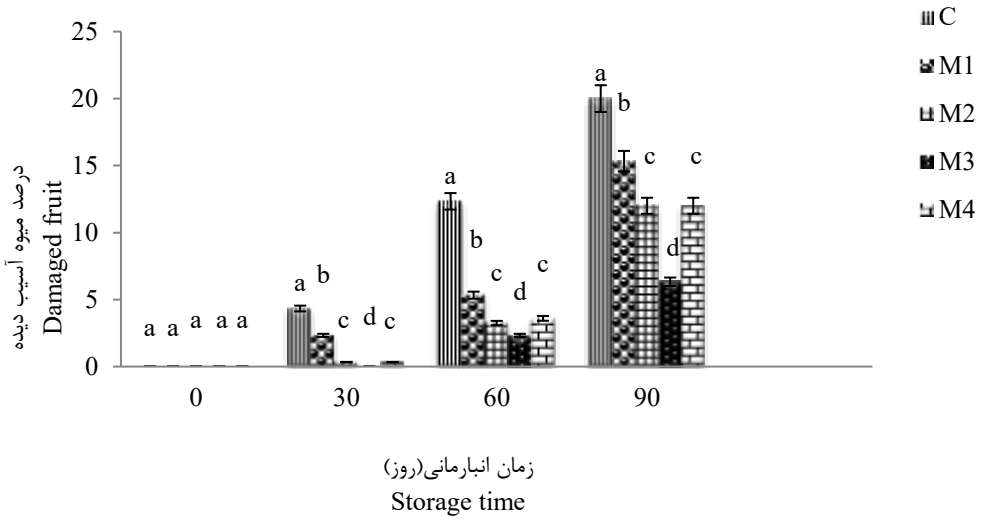
[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

واکاوی آماری داده ها

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار به اجرا درآمد. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و مقایسه میانگین اثرات متقابل توسط نرم افزار MSTATC انجام گرفت.نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد که درصد میوه‌های آسیب دیده در طی زمان انبارمانی در میوه‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد افزایش یافته است. بطوریکه در طی ۹۰ روز از انبارمانی بیشترین میزان مربوط به میوه‌های شاهد بوده است (شکل ۱).در پایان زمان انبارمانی بیشترین درصد میوه‌های آسیب‌دیده نسبت به شروع انبارمانی هم در میوه‌های شاهد و تیمار شده مشاهده گردیده است. اگر چه تیمار ملاتونین در هر دوره زمانی از انبارمانی باعث کاهش در درصد میوه‌های آسیب دیده شده است. کمترین میزان در میوه های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار در هر دوره از انبارمانی بوده است.



شکل۱- اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین بر درصد میوه‌های آسیب‌دیده طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی‌مولار و M2: ۰/۰۱ میلی‌مولار M3: ۰/۱ میلی‌مولار وM4: ۱ میلی‌مولار . میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 1. The effects of different concentrations of melatonin on percentage of fruits damaged during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

میزان پراکسید هیدروژن (شکل ۲) و پراکسیداسیون لیپیدها (شکل ۳) در میوه‌های کیوی‌فروت طی انبارمانی افزایش یافته است. بیشترین میزان پراکسیدهیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها در هر بازه زمانی از انبارمانی مربوط به شاهد می‌باشد. بطوریکه در ۳۰ روز پایانی از انبارمانی بیشترین میزان پراکسیدهیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها هم در میوه‌های شاهد و تیمار شده نسبت به دوره‌های قبلی مشاهده گردیده است. اگر چه تیمار با ملاتونین باعث کاهش در میزان تولید پراکسیدهیدروژن و پراکسیداسیون لیپیدها در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد در هر دوره زمانی شده است. کمترین میزان در هر دوره زمانی مربوط به میوه‌های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار می‌باشد (شکل۲).

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

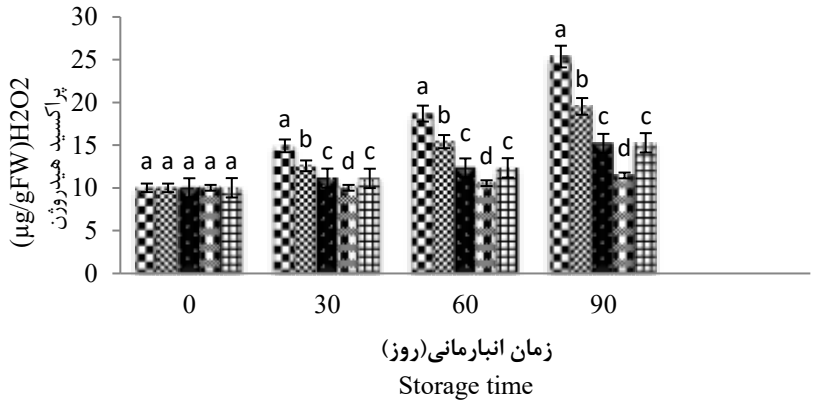
جدول۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(درصد میوه های آسیب دیده).

Table 1. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of 'Hayward' kiwifruit (percentage of damaged fruits).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0	3.21**	125.34**	412.17**
خطاError	10	0	2.1	4.19	9.03
ضریب تغییرات CV		0	11.41	9.24	13.52

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant



شکل ۲- اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین بر پراکسید هیدروژن طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی مولار و M2: ۰/۰۱ میلی مولار M3: ۰/۱ میلی مولار وM4: ۱ میلی مولار . میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 2. The effects of different concentrations of melatonin on percentage H_2O_2 the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

میزان نشت یونی در شروع انبارمانی پایین بوده است. اما بعد از ۳۰ روز از انبارمانی میزان نشت یونی در میوه‌های شاهد افزایش یافته است (شکل ۴). تیمار با ملاتونین منجر به کاهش در میزان نشت یونی طی انبارمانی در هر دوره زمانی شده است. بطوریکه کمترین در هر دوره انبارمانی مربوط به میوه‌های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی مولار می باشد. اگر چه سایر تیمارها هم نسبت به شاهد تغییرات معنی‌داری را نشان دادند.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

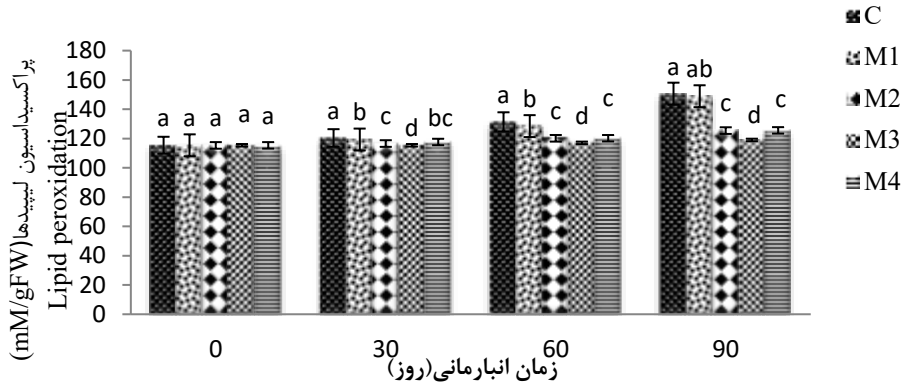
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(هیدروژن پراکسید).

Table 2. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of ‘Hayward’ kiwifruit (hydrogen peroxide content).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.011 ns	23.18**	38.02**	148.40**
خطاError	10	0.0018	0.0024	0.068	0.3280
ضریب تغییراتCV		8.89	2.84	7.32	12.54

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ns: عدم معنی دار بودن

**’*: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant



شکل ۳- اثرات غلظت های مختلف ملاتونین بر پراکسیداسیون لیپیدها طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی مولار و M2: ۰/۰۱ میلی مولار M3: ۰/۱ میلی مولار وM4: ۱ میلی مولار . میانگین هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 3. The effects of different concentrations of melatonin on peroxidation of lipids during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

میزان مواد جامد محلول در طی زمان انبارمانی در میوه‌های شاهد کیوی‌فروت رقم هایوارد کاهش یافته است. اگر چه ملاتونین با غلظت‌های مختلف منجر به افزایش در میزان مواد جامد محلول شده است (شکل ۵). روند تغیراتpH برعکس مواد جامد محلول بوده است، بطوریکه در میوه‌های شاهد در مقایسه با میوه‌های تیمار شده کاهش یافته است و بیشترین میزان در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین مشاهده گردید (شکل ۶).

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

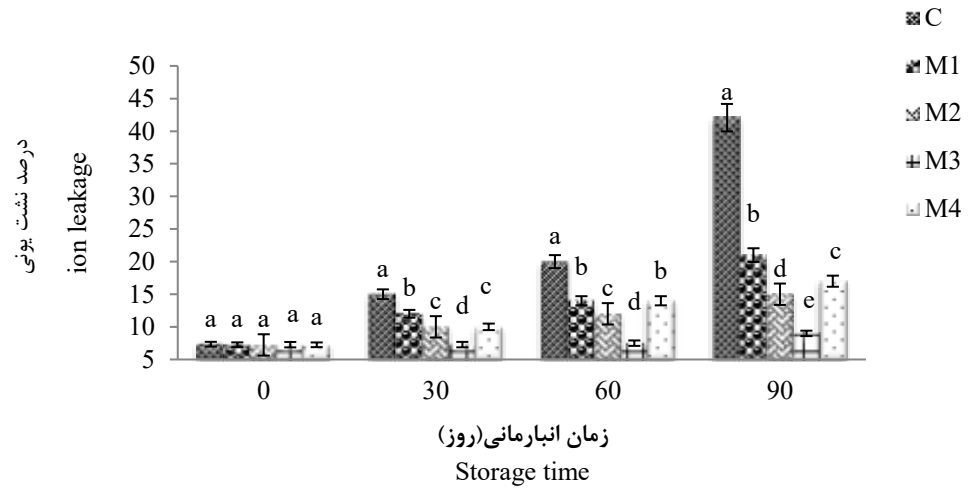
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء).

Table 3. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of 'Hayward' kiwifruit (membrane lipid peroxidation).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.008 ns	145.01**	198.35**	259.08**
خطاError	10	0.127	0.164	0.024	0.521
ضریب تغییرات CV		1.02	3.07	5.10	3.11

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant



شکل ۴- اثرات غلظت های مختلف ملاتونین بر نشت یونی طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی مولار و M2: ۰/۰۱ میلی مولار M3: ۰/۱ میلی مولار وM4: ۱ میلی مولار . میانگین هایی که دارای حروف مشابه می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

Fig. 4. The effects of different concentrations of melatonin on ion leakage during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(درصد نشت یون).

Table 4. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of 'Hayward' kiwifruit (ion leakage percentage).

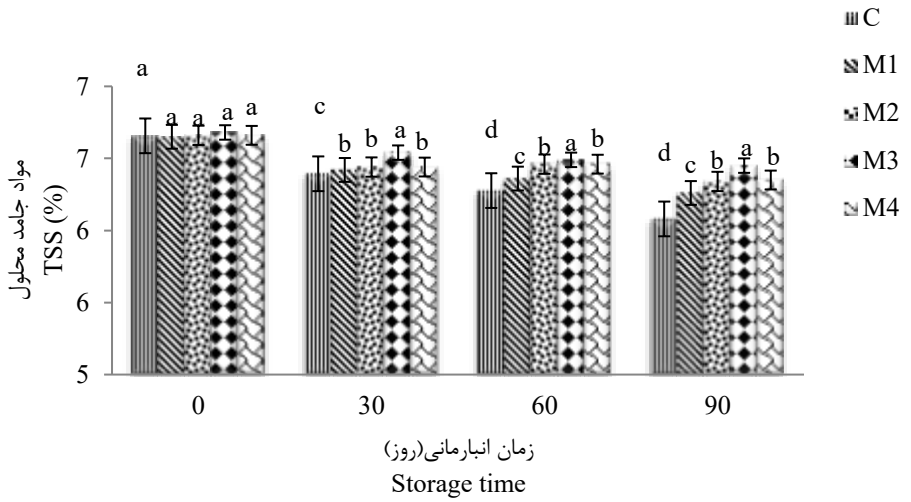
منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.0036 ns	0.124**	0.138**	0.238**

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

خطا Error	10	0.002	0.004	0.0057	0.0089
ضریب تغییرات CV		3.48	8.18	1.23	8.01

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant



شکل ۵- اثرات غلظت های مختلف ملاتونین برمواد جامد محلول طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی مولار و M2: ۰/۰۱ میلی مولار M3: ۰/۱ میلی مولار وM4: ۱ میلی مولار. میانگین هایی که دارای حروف مشابه می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

Fig. 5. The effects of different concentrations of melatonin on TSS during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد (مواد جامد محلول).

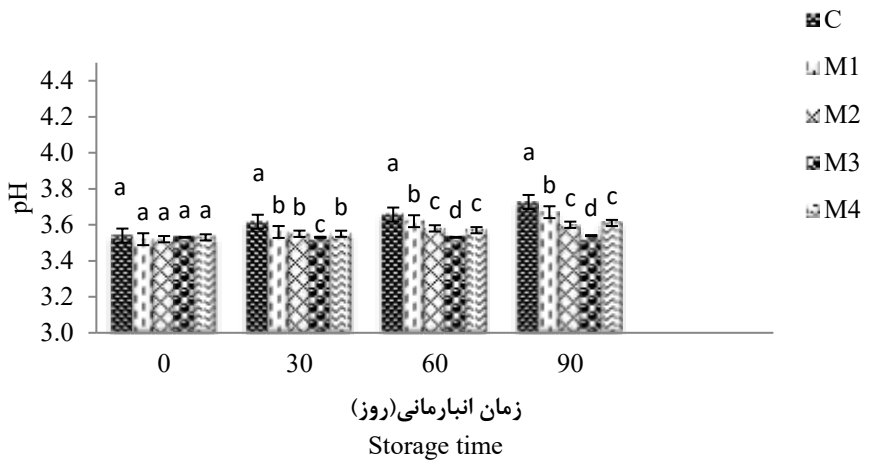
Table 5. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of ‘Hayward’ kiwifruit (soluble solids content).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.001 ns	0.033**	0.0579**	0.195**
خطا Error	10	0.0002	0.0041	0.0007	0.0060
ضریب تغییرات CV		2.20	0.98	0.52	1.78

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]



شکل ۶- اثرات غلظت های مختلف ملاتونین برpH طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی مولار و M2: ۰/۰۱ میلی مولار M3: ۰/۱ میلی مولار وM4: ۱ میلی مولار . میانگین هایی که دارای حروف مشابه می باشند از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

Fig. 6. The effects of different concentrations of melatonin on pH during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(pH) .

Table 6. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of 'Hayward' kiwifruit (pH).

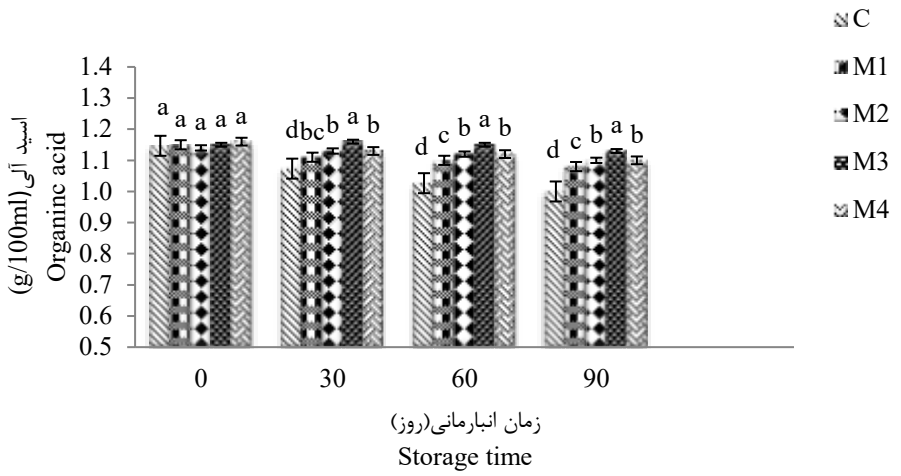
منابع تغییرات Sources of Variation			میانگین مربعات Mean Square		
	درجه آزادیdf	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.038 ns	1.36**	18.07**	85.08**
خطاError	10	0.023	0.036	0.052	0.200
ضریب تغییرات CV		2.03	2.94	2.32	1.03

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ns: عدم معنی دار بودن

**'*: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant

میزان اسیدهای آلی در میوه‌های کیوی‌فروت رقم هایوارد در طی انبارمانی در میوه های شاهد کاهش یافته است بطوریکه در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین در هر دوره زمانی از انبارمانی باعث افزایش در میزان اسیدهای الی شده است و بیشترین میزان در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار می‌باشد (شکل ۷).

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]



شکل ۷- اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین بر اسید آلی طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی‌مولار و M2: ۰/۰۱ میلی‌مولار M3: ۰/۱ میلی‌مولار وM4: ۱ میلی‌مولار . میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 7. The effects of different concentrations of melatonin on organic acid during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(اسیدهای آلی).

Table 7. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of ‘Hayward’ kiwifruit (organic acids).

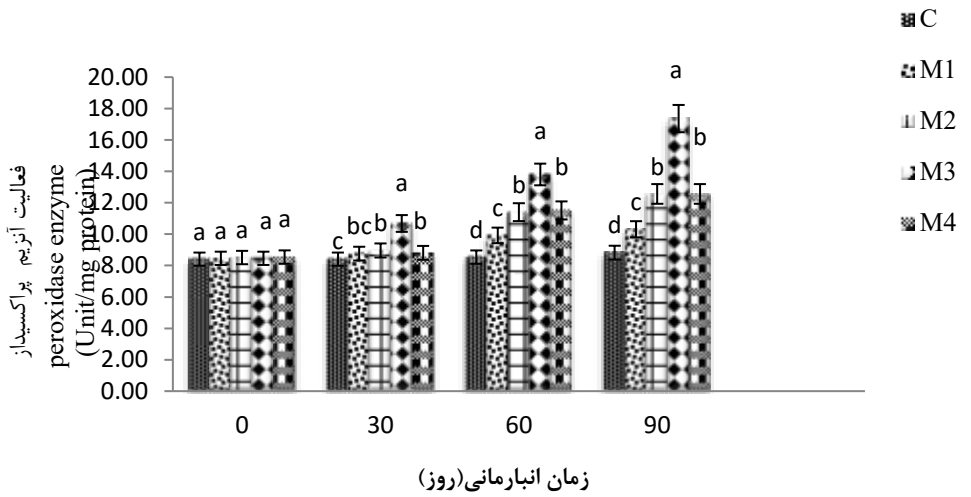
منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.0011 ns	1.080**	4.140**	10.03**
خطا Error	10	0.0015	0.0192	0.0121	0.0284
ضریب تغییرات CV		0.62٦	3.11	0.65	1.47

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant.

میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در میوه‌های کیوی‌فروت رقم هایوراد در طی انبارمانی افزایش یافته است (شکل ۸ و ۹). بطوریکه با شروع انبارمانی میزان فعالیت آنزیم‌ها در میوه‌های شاهد کاهش یافته و با تیمار ملاتونین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها افزایش یافته است. بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (شکل ۸) و کاتالاز (شکل ۹) در هر دوره زمانی مربوط به ملاتونین با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار می‌باشد.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]



شکل ۸- اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین بر فعالیت آنزیم پراکسیداز طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی‌مولار و M2: ۰/۰۱ میلی‌مولار M3: ۰/۱ میلی‌مولار وM4: ۱ میلی‌مولار . میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 8. The effects of different concentrations of melatonin on peroxidase enzyme activity during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(فعالیت آنزیم پراکسیداز).

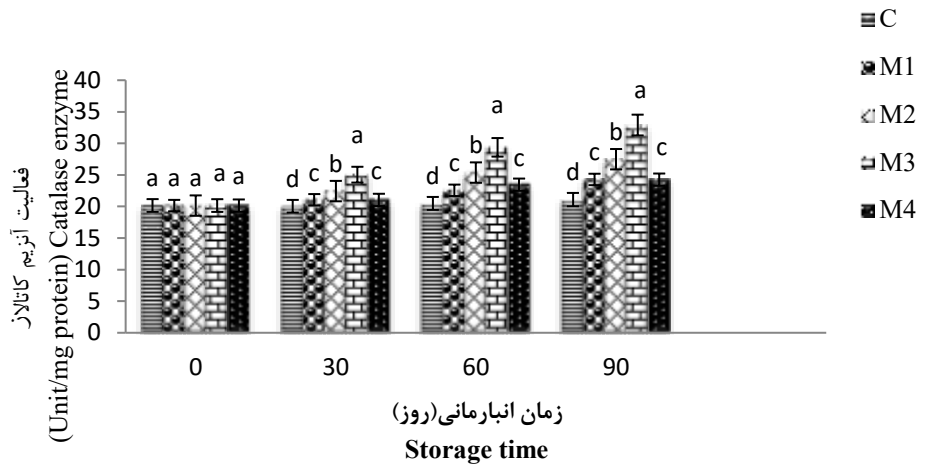
Table 8. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of ‘Hayward’ kiwifruit (peroxidase enzyme activity).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.002 ns	0.39**	0.080**	0.142**
خطاError	10	0.0018	0.0129	0.0218	0.0310
ضریب تغییرات CV		1.38	1.92	3.82	6.02

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]



شکل ۹- اثرات غلظت‌های مختلف ملاتونین بر فعالیت آنزیم کاتالاز طی عمر انبارمانی کیوی‌فروت رقم هایوارد.C: شاهد، M1: ۰/۰۰۱ میلی‌مولار و M2: ۰/۰۱ میلی‌مولار M3: ۰/۱ میلی‌مولار وM4: ۱ میلی‌مولار . میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

Fig. 9. The effects of different concentrations of melatonin on catalase enzyme activity during the storage life of kiwifruit cultivar Hayward. C: control, M1: 0.001 mM and M2: 0.01 mM, M3: 0.1 mM and M4: 1 mM. Averages with similar letters do not have a statistically significant difference at the 5% probability level of Duncan's multiple range test.

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس تاثیر غلظت های مختلف ملاتونین بر عمر پس از برداشت کیوی رقم هایوارد(فعالیت آنزیم کاتالاز).

Table 9. Analysis of variance results showing the effect of different melatonin concentrations on the postharvest life of ‘Hayward’ kiwifruit (catalase enzyme activity).

منابع تغییرات Sources of Variation		میانگین مربعات Mean Square			
	درجه آزادی df	قبل از انبارمانی Pre-storage	۳۰ روز 30 days	۶۰ روز 60 days	۹۰ روز 90 days
تیمار Treatment	4	0.003 ns	0.0238**	0.63**	1.01**
خطا Error	10	0.002	0.0057	0.033	0.049
ضریب تغییرات CV		2.39	1.05	1.84	1.03

*و **: به ترتیب معنی دار بودن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ ns: عدم معنی دار بودن

*,**: Significant at 5% probability level, Significant at 1% probability level, ns: Not significant

بحث

طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، کاربرد ملاتونین تأثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی پس از برداشت میوه کیوی داشت.ملاتونین به عنوان یک خنثی‌کننده قدرتمند رادیکال‌های آزاد عمل می‌کندو بنابراین فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی دارد (Tan, 2013). یافته‌های این پژوهش نشان داد، که کاربرد ملاتونین تاثیر معنی‌داری بر صفات کمی و کیفی پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد داشت.ملاتونین به عنوان یک ماده غذایی سالم در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات مانند گوجه فرنگی، سیب، گیلاس، موز وتوت فرنگی وجود دارد (Arnao & Hernandez Ruiz, 2019). اخیرا ملاتونین به عنوان یک تیمار مؤثر در بهبود کیفیت، تاخیر در پیری و افزایش انبارمانی در سردخانه در گوجه فرنگی (Ding*et al*., 2017) و همچنین استفاده از غلظت‌های متفاوت ملاتونین جهت کاهش زوال پس از برداشتی و جلوگیری از پوسیدگی قارچی در سردخانه گزارش شده است (Arnao & JHernandez Ruiz, 2019). تیمار پس از برداشت ملاتونین بر کیفیت و عمر پس از برداشت فلفل را بررسی

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

کردند و دریافتند تیمار پس از برداشت ملاتونین موجب کاهش از دست‌دهی آب میوه، تاخیر در پیری میوه، همچنین بر رنگ و سفتی میوه طی نگهداری در سردخانه تاثیرگذار بود (Kaya *et al*., 2019). در این تحقیق از تیمار ملاتونین به منظور حفظ کیفیت و افزایش انبارمانی کیوی رقم هایوارد استفاده شده است. تفاوت‌های معنی‌داری در میوه‌های تیمار شده با ملاتونین در مقایسه به میوه‌های شاهد نشان دادند. میزان مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در نتیجه استفاده از ملاتونین افزایش پیدا کردند. ملاتونین بعنوان یک محرک زیستی در برابر تنش‌های محیطی افزایش و باعث ایجاد مکانیسم‌های دفاعی در برابر تنش‌ها می‌شود (Sarafi *et al*., 2017). برای خنثی کردن اثرات گونه‌های فعال اکسیژن، میزان ROS/RNS و ژن‌های مربوط به آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی از جمله کاتالاز و پراکسیداز و همچنین اسمولیت‌ها از جمله پرولین را تنظیم می‌کنند و از این طریق آسیب اکسیداتیو را کاهش می‌دهد (Sharma *et al*., 2020).گیاهان تحت تیمار با ملاتونین افزایش در کربوهیدرات‌ها (گلوکز، مالتوز، فروکتوز، ساکارز) را نشان می‌دهد و از این طریق در شرایط تنش اثرات مفیدی را ایجاد می‌کند (Arnao & Hernandez Ruiz, 2019).در شرایط تنش محتلف که میزان پراکسیدهیدروژن افزایش پیدا می‌کند ملاتونین مسیول بیان گیرنده القا کننده خود و پاسخ‌های واسطه‌ای آن می‌باشد (Wei *et al*., 2018).ملاتونین بعنوان تنظیم‌کننده در برابر حملات پاتوژن‌های گیاهی، ویروسی، قارچی و باکتریایی نیز عمل می‌کند و از طریق ارتباط با هورمون‌هایی مانند اتیلن، جیبرالین، آبسیزیک اسید و اسید جاسمونیک مسیر پاسخ به تنش‌را فعال می‌کند (Arnao & Hernandez Ruiz, 2019). در این مطالعه، تیمار با غلظت‌های مختلف ملاتونین منجر به کاهش در میزان پراکسیدهیدروژن، پراکسیداسیون لیپیدها، نشت‌یونی و آسیب‌دیدگی در میوه‌های کیوی رقم هایوارد طی زمان انبارمانی شده است که با یافته های پیشین روی گوجه فرنگی، فلفل و سایر محصولات باغی مطابقت دارد (Sharma *et al*., 2018).در گیاهان تیمار شده با ملاتونین میزان پراکسیداسیون لیپیدها و نشت یونی کاهش پیدا می‌کند که نشان‌دهنده کاهش اثرات خسارت‌های اکسیداتیو در گیاهان می‌شود. همچنین ملاتونین از طریق سنتز پلی‌آمین‌ها و پرولین باعث کاهش گونه‌های فعال اکسیژن و تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (Ding *et al*., 2017). ثبات غشا سلولی یا نشت الکترولیت بعنوان شاخص آسیب سلولی ناشی از تنش‌های غیرزیستی شناخته شده است (Siddiqui *et al*., 2019). صدمات ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن باعث تغییر در ساختار غشا نفوذ پذیری نسبی غشا را افزایش داده و باعث نشت یون‌ها می‌شود. ملاتونین از جمله ترکیباتی می‌باشد که از طریق کاهش در تجمع گونه‌های فعال اکسیژن باعث کاهش در میزان نشت یونی می‌شود (Siddiqui *et al*., 2019). کاهش در میزانپراکسیداسیون لیپیدها از طریق ملاتونین می‌تواند با از بین بردن اثر منفی تنش توسط ملاتونین و افزایش تحمل تنش گیاهان از طریق ملاتونین صورت می‌گیرد (Kaya *et al*., 2019)، که این پژوهش ها، نتایج حاصل از تحقیق حاضر را تایید می نمایند.

نتیجه‌گیری

میوه کیوی، به سرعت طی انبار مانی دچار فساد و آسیب می گردد. تاکنون تحقیقات زیادی جهت کاهش آسیب های میوه کیوی طی انبارمانی انجام شد ه است. ملاتونین با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی که دارد، از غشا سلول طی شرایط تنش محافظت می کند و بدین صورت باعث بهبود عمر سلول زنده می گردد. طبق نتایج تحقیق حاضر، تمام غلظت‌های ملاتونین استفاده شدئه نسبت به شاهد، درصد میوه های آسیب دیده را طی انبار مانی کاهش دادند و سبب بهبود ویژگی‌های کیفی میوه شدند. بنابراین، استفاده از ملاتونین به منظور حفظ بازارپسندی و کیفیت میوه کیوی و سایر میوه ها توصیه می‌گردد.

منابع References

Arnao, M.B., Hernandez Ruiz, J. (2013). "Growth conditions influence the melatonin content of tomato plants." *Food Chemistry*, *138*, 1212–1214.

Arnao, M.B., Hernandez-Ruiz, J. (2019). "Melatonin and reactive oxygen and nitrogen species: A model for the plant redox network." *Melatonin Research*, 2(3), 152–168.

Basiouny, F.M. (1996). "Blueberry fruit quality and storability influenced by postharvest application of polyamines and heat treatments." *Proceedings of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society*, 109, 269–272.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

Burdon, J. (2020). “Subtropical fruits: Kiwifruit.” In *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce*, 447–454.

Dhindsa, R.S., Dhindsa, P., Thorpe, T. (1981). “Leaf senescence correlated with increased level membrane permeability and lipid peroxidation and decrease levels of superoxide dismutase and catalase.” *Journal of Experimental Botany*, *32*, 93–101.

Ding, F., Liu, B., Zhang, S. (2017). “Exogenous melatonin ameliorates cold-induced damage in tomato plants.” *Scientia Horticulturae*, *219*, 264–271.

Hernandez-Ruiz, J., Arnao, M.B. (2008). “Distribution of melatonin in different zones of lupin and barley plants at different ages in the presence and absence of light.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*, 10567–10573.

Kaya, A., Doganlar, Z.B. (2019). “Melatonin improves the multiple stress tolerance in pepper (*Capsicum annuum*).” *Scientia Horticulturae*, *256*, 108509.

Kochba, J., Lavee, S., Spiegel-Roy, P. (1977). “Differences in peroxidase activity and isoenzymes in embryogenic and non-embryogenic shamouti orange ovular callus lines.” *Plant and Cell Physiology*, *18*, 463–497.

Mittler, R. (2002). “Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance.” *Trends in Plant Science*, *7*, 405–410.

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

Parida, A.K., Das, A.B. (2003). “Salt tolerance and salinity effects on plants: A review.” *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *60*, 324–349.

Sarafi, E., Tsouvaltzis, P., Chatzissavvidis, C., Siomos, A., Therios, I. (2017). “Melatonin and resveratrol reverse the toxic effect of high boron (B) and modulate biochemical parameters in pepper plants (*Capsicum annuum* L.).” *Plant Physiology and Biochemistry*, *112*, 173–182.

Sharma, A., Wang, J., Xu, D., Tao, S., Chong, S., Yan, D., Li, Z., Yuan, H., Zheng, B. (2020). “Melatonin regulates the functional components of photosynthesis, antioxidant system, gene expression, and metabolic pathways to induce drought resistance in grafted Carya cathayensis plants.” *Science of the Total Environment*, *713*, 136675.

Siddiqui, M.H., Alamri, S., Al-Khaishany, M.Y., Khan, M.N., Al-Amri, A., Ali, H.M., Alaraidh, I.A., Alsahli, A.A. (2019). “Exogenous melatonin counteracts NaCl-induced damage by regulating the antioxidant system, proline and carbohydrates metabolism in tomato seedlings.” *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(2), 353.

Tan, D.X. (2013). “Mitochondria and chloroplasts as the original sites of melatonin synthesis: a hypothesis related to melatonin's primary function and evolution in eukaryotes.” *Journal of Pineal Research*, *54*, 127–138.

Velikova, V., Yordanov, I., Edreva, A. (2000). “Oxidative stress and some antioxidant system in acid rain treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines.” *Plant Science*, *151*, 59–66.

Wang, P., Yin, L., Liang, D., Li, C., Ma, F., Yue, Z. (2012). “Delayed senescence of apple leaves by exogenous melatonin treatment: Toward regulating the ascorbate-glutathione cycle.” *Journal of Pineal Research*, *53*, 11–20.

Wei, J., Li, D., Zhang, J., Shan, C., Rengel, Z., Song, Z., Chen, Q. (2018). “Phytomelatonin receptor PMTR 1-mediated signaling regulates stomatal closure in Arabidopsis thaliana.” *Journal of Pineal Research*, *65*(2), e12500.

Yandi, W. (2018). “Changes in melatonin content in grape and prokaryotic expression analysis of its synthetic gene SNAT.” Academy of Agricultural Sciences, Beijing, China.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

Zokaee-Khosroshahi, M.R., Esna-Ashari, M. (2007). “Postharvest putrescine treatments extend the storage-life of apricot (*Prunus armeniaca* L.) Etokhm–Sefid fruit.” *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *82*, 986–990.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 26 (2): 185-200 (2025)
Research article

The Effect of Melatonin on the Activity of Antioxidant Enzymes, Osmolytes and Lipid Peroxidation in Kiwi Fruits of Hayward Cultivar During Storage

Zeynab Motesadi[1], Zahra Pakkish[1], Soheyla Mohammadrezakhani[2]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran

2. Jiroft Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, South Kerman Province, Iran

As an organic compound and its antioxidant properties, melatonin plays an important role in improving the shelf life of horticultural products. In order to investigate the effect of melatonin on the quality improvement and storage life of Hayward kiwi fruit, four concentrations of melatonin (0.001, 0.01, 0.1 and 1 mM) were used to treat the fruits. Then the fruits were stored at 1 degree Celsius for 90 days and every 30 days, a number of fruits were removed from the cold storage and the storage life and biochemical changes of the fruit, such as the percentage of damaged fruit, organic acids, amount of substances Dissolved solids, pH, peroxidase and catalase enzymes, hydrogen peroxide, lipid peroxidation and ion leakage were investigated. The results showed that different concentrations of melatonin improved the lifespan after harvesting kiwi fruit compared to the control. According to the results obtained from the present research, the highest amount of organic acids, soluble solids, peroxidase and catalase enzyme activity were seen in the fruits treated with 0.1 mM melatonin, and the lowest percentage of damaged fruits, the amount of hydrogen peroxide and lipid peroxidation and pH were observed in the fruits treated with 0.1 mM melatonin. Other concentrations of melatonin also improved the storage life and quality characteristics of kiwi fruit in cold storage compared to the control. In general, the highest concentration of melatonin improved the quality characteristics and increased the storage life of kiwi fruits of Hayward variety.

Keywords: Storage, Antioxidant, Quality attributes.

[Downloaded from mail.journal-irshs.ir on 2026-08-24]