فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۶۲، مهر و آبان‌ماه ۱۴۰۳ صفحه: ۱۷-۳۲
https://doi.org/10.22034/13.62.17

مقاله پژوهشی

تأثیر کاربرد خارجی آب‌اکسیژنه و براسینواستروئید در حفظ کیفیت میوه‌های نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

مهدی ضیاءابراهیمی، زهرا پاک‌کیش * و سهیلا محمدرضاخانی

بخش باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۲۳)

چکیده

این پژوهش به جهت بررسی تأثیر آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر عمرانبارمانی پس از برداشت نارنگی رقم کینو بر پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار روی میوه نارنگی رقم کینو برداشت‌شده از باغات تجاری جیرفت واقع در کشت و صنعت جیرفت انجام شد. تیمارهای آزمایش به روش غوطه‌وری (به مدت ۵ دقیقه) شامل آب اکسیژنه با غلظت (۱۰ و ۱۵ میکرومول) و براسینواستروئید با غلظت (۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر لیتر) و تیمار آب‌مقطر (شاهد) بود. سپس میوه‌ها به سردخانه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۳۰ روز نگه‌داری شدند و هر ۱۰ روز یکبار میزان میوه‌های آسیب‌دیده، اسیدیته و اسید قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، پراکسیداسیون لیپیدها، میزان پراکسید هیدروژن، فعالیت آنزیم پراکسیداز و فعالیت آنزیم کاتالاز بررسی شدند. نتایج نشان داد، تأثیر هر دو تیمار روی بهبود عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی میوه‌های نارنگی در مقایسه با شاهد، معنی‌دار بوده است. بطوریکه، کاربرد براسینواستروئید و پراکسید هیدروژن سبب کاهش درصد میوه‌های آسیب‌دیده، پراکسیداسیون لیپیدها، میزان پراکسید هیدروژن و افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز و فعالیت آنزیم کاتالاز طی انبارمانی شدند و هورمون براسینواستروئید با غلظت ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس آب اکسیژنه ۱۵ میکرومول در مقایسه با سایر تیمارها، بیشترین تأثیر را طی انبارمانی روی بهبود عمر پس از برداشت میوه نارنگی رقم کینو داشتند.

واژه‌های کلیدی: پراکسیداسیون لیپیدها، میوه‌های آسیب‌دیده، آنزیم

مقدمه

حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد محصولات تولیدشده در اثر ضایعات حین و بعد از برداشت و در طول دوره انبارداری از بین می‌روند. امروزه متخصصان هم زمان با تلاش برای بالابردن تولید فراورده‌ها، نگه‌داری بعد از برداشت را مورد توجه قرار می‌دهند، چرا که هزینه کاهش ضایعات بسیار کمتر از هزینه بالابردن میزان تولید است (پناه و همکاران، ۱۳۹۱) از جمله عواملی که صنعت مرکبات را تهدید می‌کند شامل ضایعات که بخش قابل‌توجهی از محصول به دلایل آلودگی‌های قارچی پس از برداشت، مشکلات حمل و نقل و نیز عدم تعادل بین عرضه و تقاضا است. نارنگی از میوه‌های مهم خانواده Rotaceae است. نارنگی در دمای ۸ تا ۵ درجه سانتی‌گراد با رطوبت ۹۵ درصد برای چهار هفته به خوبی انبار می‌شود. طول دوره انبارداری به رقم، درجه رسیدگی و کنترل عوامل بیماری زا بستگی دارد (Burns, 2011). گیاهان به مقدار بسیار کم براسینواستروئیدها که در حدود مقادیر طبیعی آنها در گیاه است

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Zahrapakkish@uk.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

پاسخ می‌دهند. براسینواستروئیدها در اکثر قسمت‌های گیاه یافت می‌شوند و بیشترین میزان آنها دراندام‌های زایشی قرار دارد. این دسته از هورمون‌های گیاهی موجب افزایش رشد وتقسیم سلولی می‌شوند، همچنین بر بیان ژن، تولید اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌ها اثر می‌گذارند (احمدی موسوی و همکاران، ۱۳۸۴).

آب اکسیژنه (H_2O_2) یکی از ترکیبات سیگنالی کلیدی برای القای تحمل در برابر آسیب ناشی از سرما است (Neill *et al.*, 2002). هنگامی که گیاهان به تنش‌های محیطی پاسخ می‌دهند، H_2O_2 تولید می‌شود که باعث فعال‌شدن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود و منجر به تحمل سرمای بعدی می‌شود. کاربرد پراکسید هیدروژن منجر به افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی شد (Sairam and Srivastava, 2000).

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر آب‌اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید روی حفظ کیفیت و افزایش عمر انبارمانی در پس از برداشت میوه نارنگی رقم کینو است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های نارنگی (*Citrus reticulata* L.) رقم کینو از خانواده مرکبات Rotaceae مورد استفاده در این تحقیق، از یک باغ تجاری واقع در شهرستان جیرفت برداشت و سپس میوه‌های سالم، یکنواخت و عاری از هر نوع عامل بیماری‌زا به منظور اعمال تیمار بکار برده شدند. آزمایش در آزمایشگاه بخش مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گرفت. ابتدا میوه‌ها با آب معمولی کاملاً شسته تا تمام مواد زایدی که به سطح میوه چسبیده بودند از آن جدا، سپس با آب معمولی درجه سانتی‌گراد شستشو تا میوه‌ها از هر نوع عامل بیماری‌زایی سطحی تمیز شدند و در نهایت میوه‌ها به‌طور کامل خشک و با مواد مورد نظر تیمار شدند.

برای انجام تیمار، غلظت‌های ۰/۵ و یک گرم بر لیتر براسینواستروئید، ۱۰ و ۱۵ میکرومول آب‌اکسیژنه و آب‌مقطر (شاهد) به مدت ۵ دقیقه با روش غوطه‌ورکردن، استفاده شدند. در این آزمایش، برای هر تکرار، پنج میوه استفاده شد. بعد از تیمار، میوه‌ها از محلول خارج و در سبدهایی قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. بعد از خشک‌شدن و جذب‌شدن کامل مواد مذکور توسط میوه‌ها، آنها به سردخانه منتقل و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۳۰ روز نگهداری و هر ۱۰ روز یکبار میزان آسیب سرمازدگی، اسیدیته و اسید قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول، پراکسیداسیون لیپیدها، میزان پراکسید هیدروژن، فعالیت آنزیم پراکسیداز و فعالیت آنزیم کاتالاز بررسی شدند. پژوهش به در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار روی میوه نارنگی رقم کینو انجام شد.

ارزیابی صفات مورد بررسی، اندازه‌گیری میوه‌های آسیب‌دیده: ارزیابی میزان میوه‌های آسیب‌دیده در نارنگی هر ۱۵ روزی یکبار به مدت ۴۵ روز نگهداری در دمای پایین صورت گرفت. 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 بدین صورت محاسبه شد (Nilpraprucک *et al.*, 2008).

درصد میوه‌های آسیب‌دیده = (تعداد کل میوه – تعداد میوه سالم / تعدادکل میوه) × ۱۰۰

اندازه‌گیری نشت یونی: اندازه‌گیری شاخص پایداری غشا از روش Dhindsa و همکاران (۱۹۸۱) انجام شد. در این روش ابتدا ۰/۱ گرم از بافت میوه توزین و سپس به قطعات مساوی کوچک‌تر تقسیم و در لوله‌ای کوچک درپوشدار قرار داده شدند و در ادامه به هر کدام ۱۵میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه گردیده و به مدت ۲۴ ساعت در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند، پس از آن هدایت الکتریکی محلول حاصله با دستگاه EC متر (مدل Metrhom، ساخت سوئیس) اندازه‌گیری شد (EC_1). در مرحله بعد نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت فریز شده (دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد) و ۲۴ ساعت دیگر در محیط آزمایشگاه قرار داده شدند و مجدد هدایت الکتریکی محلول حاصله اندازه‌گیری شد (EC_2). در پایان میزان نشت یونی با استفاده از نسبت $EC_1/EC_2 \times 100$ محاسبه شد.

اندازه‌گیری پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء: برای سنجش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، غلظت مالون دی‌آلدئید حاصل از این واکنش به روش Dhindsa و همکاران (۱۹۸۱) اندازه‌گیری شد. بر طبق این روش ۰/۲ گرم از بافت تازه گیاهی وزن شده و در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر تری‌کلرو استیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد سائیده شد. عصاره حاصل با استفاده ازسانتریفیوژ (مدل NAPco2028R) به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰gسانتریفیوژ و به یک میلی‌لیتر از محلول رویی حاصل از سانتریفیوژ، ۴ میلی‌لیتر محلول 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 حمام آب گرم حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شده و دوباره مخلوط حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شد. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر Cary 50 در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد، ماده مورد نظر در این طول‌موج، کمپلکس قرمز رنگ (MDA-TBA) است، برای حذف ترکیبات اضافی، جذب نمونه‌ها در طول‌موج ۶۰۰ نانومتر خوانده و از جذب نمونه در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر کسر شد و برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی معادل $155\ mM^{-1}cm^{-1}$ و معادله زیر استفاده شد:

$A= \epsilon BC$

در این معادله، A جذب خوانده‌شده، ϵ ضریب خاموشی، B عرض کووت و C غلظت کمپلکس بر حسب میلی‌مولار است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بر حسب نانومول بر گرم وزن تر محاسبه شد.

اندازه‌گیری آب اکسیژنه: سنجش پراکسید هیدروژن با استفاده از روش Velikova و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. ۰/۱ گرم از بافت گیاهی را با ۳ میلی‌لیتر تری کلرور استیک اسید (۰/۱ درصد یعنی ۰/۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) در حمام یخ مخلوط بعد در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ نموده و سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره حاصل با ۰/۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی‌مولار با pH= ۷ و ۱ میلی‌لیتر یدید پتاسیم (KI) یک مولار مخلوط و سپس هر نمونه در طول‌موج ۳۹۰ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز: برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم ابتدا باید عصاره پروتئین تهیه نمود. پس از آماده‌سازی عصاره پروتیئنی، برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز به معرف‌های زیر نیاز است:

۲ میلی‌لیتر بافر تریس ۱۰۰ میلی‌مولار (PH=۷/۵)، 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 طول‌موج ۴۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Kochba *et al.*, 1977).

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز: سنجش فعالیت کاتالاز براساس کاهش جذب آب اکسیژنه در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر صورت گرفت (Dhindsa *et al.*, 1981). براساس این روش مخلوط واکنش (۳ میلی‌لیتر) شامل بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار (PH=۷)، آب اکسیژنه ۱۵ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با اضافه‌کردن آب اکسیژنه به مخلوط واکنش، واکنش شروع شد و کاهش در جذب آب اکسیژنه در مدت ۳۰ ثانیه در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری Cary 500 ساخت شرکت Varian اندازه‌گیری شد. یک واحد فعالیت آنزیمی مقدار آنزیمی است که یک میلی‌مول آب اکسیژنه را در مدت یک دقیقه تجزیه کند. چون میزان فعالیت آنزیم براساس غلظت آب اکسیژنه تجزیه‌شده محاسبه شد، غلظت آب اکسیژنه مصرف‌شده با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد.

اندازه‌گیری مواد جامد محلول: در این تحقیق اندازه‌گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی صورت گرفته است (Zokaee- Khosroshahi and Esna-Ashari, 2007). رفراکتومتر میزان قند عصاره میوه را به صورت بریکس و یا درصد نشان می‌دهد. بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه است. برای اندازه‌گیری قند میوه‌ها توسط رفراکتومتر، ابتدا با استفاده از آب‌مقطر صفحه مدرج را صفر شد. سپس سرپوس 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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

تنظیم کرده، بطوریکه روی صفحه مدرج، درصد محلول مواد جامد محلول در عصاره میوه را می‌توان مشخص نمود. معمولاً برای اندازه‌گیری قند از طریق رفراکتومتر باید دمای اتاق ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

اندازه‌گیری اسید آلی: برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را توسط پیپت داخل ظرف شیشه‌ای ریخته و به آن ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر 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. براساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرف‌شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید را در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه برحسب معادله زیر محاسبه گردید.

$$A=S.N.F.E/C\times100$$

A = مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S = مقدار سدیم مصرف‌شده برحسب 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 حل‌شده 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 ۰/۰۶۴ گرم است.

اندازه‌گیری میزان pH: جهت تعیین pH آب میوه از عصاره صاف‌شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر مدل ۳۳۲۰ ساخت شرکت جن‌وی (Jenway) انگلستان در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری انجام گرفت.

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و مقایسه میانگین انجام گرفت. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱)، بیشترین درصد میوه‌های آسیب‌دیده در ۳۰ روز بعد از انبارمانی و در تیمار شاهد حاصل شد. کمترین درصد میوه‌های آسیب‌دیده در ۳۰ روز بعد از انبارمانی مربوط به براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و آب اکسیژنه ۱۵ میکرومول بود. طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، کاربرد براسینواستروئید و آب اکسیژنه سبب بهبود عمر پس از برداشت میوه‌های نارنگی تیمارشده، شدند و با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (شکل ۱).

نتایج نشان داد (جدول ۲)، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر درصد نشت یونی در طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد. در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین نشت یونی مربوط به تیمار (شاهد) بود. کمترین درصد نشت یونی مربوط به تیمار یک میلی‌گرم در لیتر از براسینواستروئید بود (شکل ۲). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان نشت یون طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان نشت یون بسیار کم بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین نشت یون در میوه‌های تیمارشده با براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر دیده شد و بیشترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۲).

نتایج نشان داد که اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول در طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و افزایش یافت. در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول مربوط به تیمار شاهد بود. کمترین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول مربوط به تیمار یک میلی‌گرم در لیتر براسینواستروئید بود (جدول ۳). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول طی

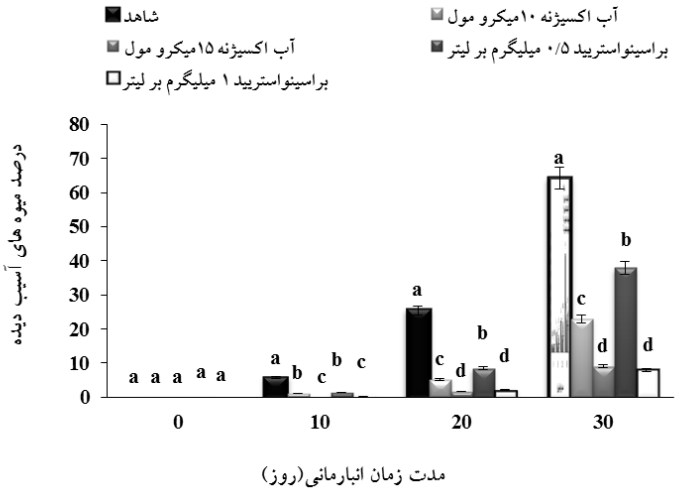
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان درصد میوه‌های آسیب‌دیده میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	-	۰/۳۱*	۰/۹۶*	۲/۲۴*
خطا	۱۰	-	۰/۶۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		-	۳/۲۱	۲/۰۷	۲/۰۸

****معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ns عدم معنی‌داری**



شکل ۱- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر میزان میوه‌های آسیب‌دیده نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان نشت یون میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

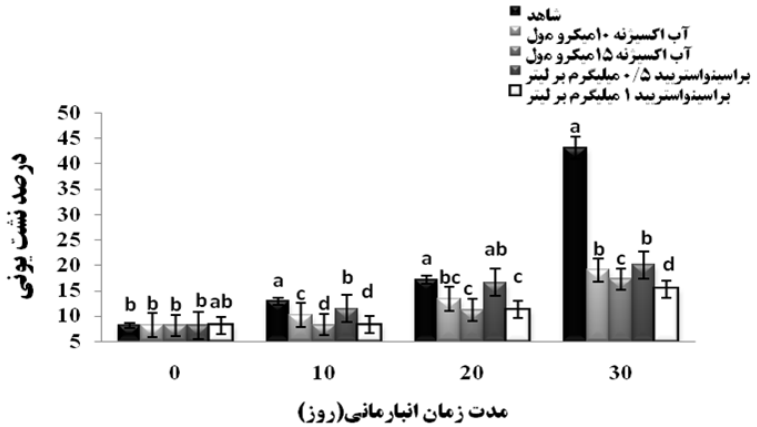
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۰/۰۰۱ns	۰/۱۷*	۰/۳۹*	۱/۰۰۷*
خطا	۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۴/۱۱	۱/۲۸	۸/۲۳	۱/۳۳

****معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ns عدم معنی‌داری**

دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول بسیار کم بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا سلول در میوه‌های تیمارشده با براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد و بیشترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳).

نتایج نشان داد، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان پراکسید هیدروژن طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

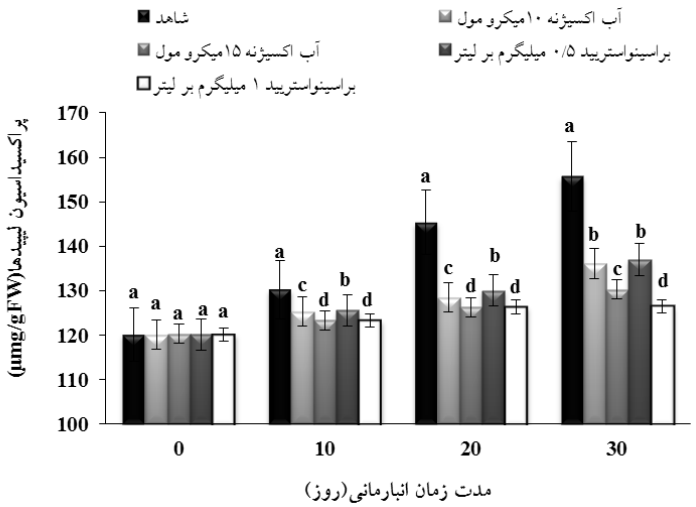


شکل ۲- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر درصد نشت یونی میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشای میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۱۱/۰۴^{ns}	۱۹/۳۹*	۳۰/۷*	۳۹/۱۸*
خطا	۱۰	۲/۰۲	۳/۳۹	۳/۰۳	۱/۱۱
ضریب تغییرات (٪)		۷/۰۱	۹/۲۷	۱۱/۰۸	۵/۲۵

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۳- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر میزان پراکسیداسیون لیپیدها میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

افزایش یافت. در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان پراکسید هیدروژن مربوط به تیمار شاهد بود. کمترین میزان

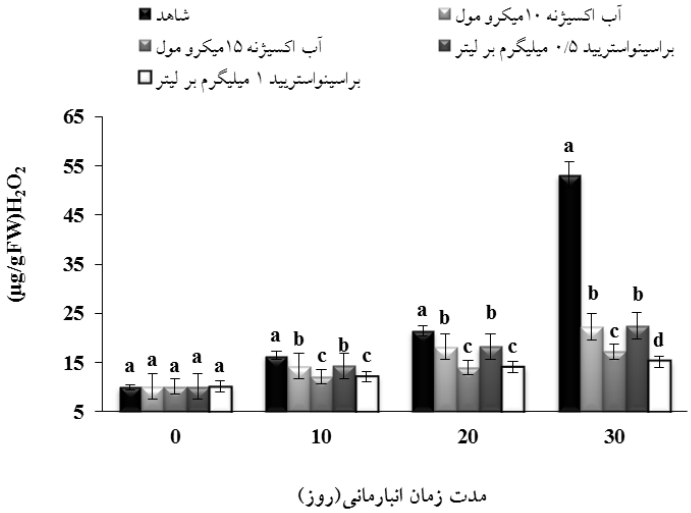
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان پراکسید هیدروژن میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۲۰*	۰/۰۰۳۵*	۰/۰۰۴۱*
خطا	۱۰	/۰۰۱۰	۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۱۱	۰/۰۰۱۰
ضریب تغییرات (٪)		۶/۰۴	۱۱/۹	۱۶/۲۸	۱۸/۰۷

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۴- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر میزان پراکسید هیدروژن میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

پراکسید هیدروژن مربوط به تیمار یک میلی‌گرم در لیتر از براسینواستروئید بود (شکل ۴). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان پراکسید هیدروژن طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان پراکسید هیدروژن بسیار کم بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان پراکسید هیدروژن در میوه‌های تیمارشده با براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد و بیشترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴).

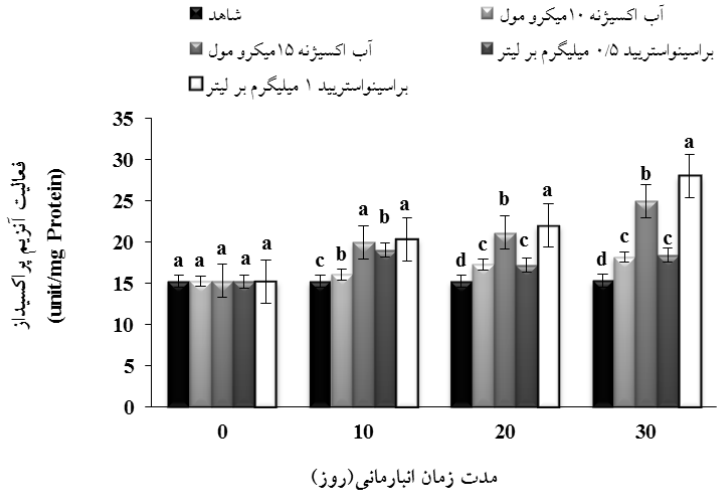
براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر (جدول ۵)، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و افزایش یافت. در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید و سپس ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه بود. کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۵). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز بیشتر بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در میوه‌های تیمارنشده (شاهد) و بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز، با تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد (شکل ۵).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۸*	۰/۱۱	۰/۲۷*
خطا	۱۰	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۹۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۰۸	۷/۰۸	۹/۲۳	۱۱/۳۱

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۵- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و افزایش یافت (جدول ۶). در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید و سپس ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه بود. کمترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز بیشتر بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) و بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، با تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد (شکل ۶).

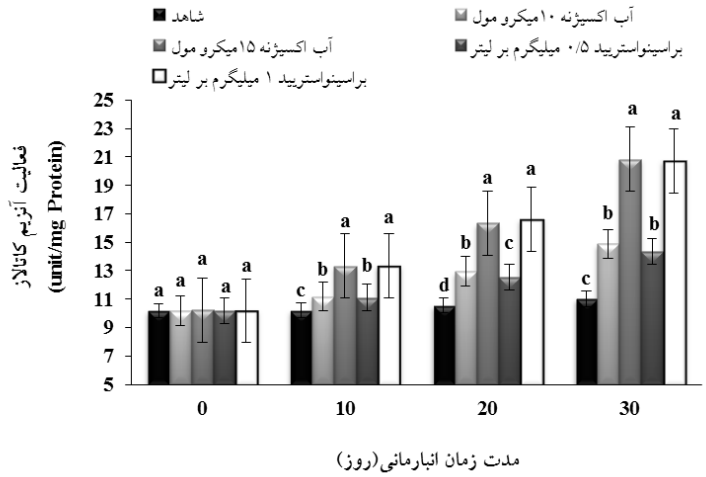
براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان اسید آلی طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و روند کاهشی داشت (جدول ۷). در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان اسید آلی مربوط به تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید و سپس ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه بود. کمترین میزان اسید آلی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۷). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان اسید آلی طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۰/۶۳^{ns}	۰/۷۸*	۰/۸۵*	۰/۹*
خطا	۱۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۰۹
ضریب تغییرات (٪)		۴/۱۹	۶/۰۷	۶/۲۸	۸/۰۰۱

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۶- تأثیر تیمار پس از برداشت آب اکسیژنه و هورمون براسینواستروئید بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان اسیدهای آلی میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

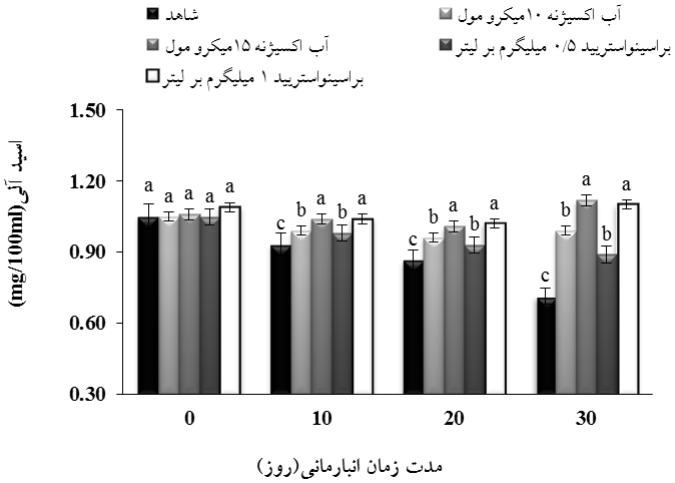
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۱۱/۰۱^{ns}	۱۵/۲۳*	۲۳/۰۲*	۲۹/۱۶*
خطا	۱۰	۶/۱۰	۷/۳۲	۸/۰۸	۹/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۰۴	۱۱/۱۹	۵/۰۵	۱۲/۳۲

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری

در میوه‌های شاهد روند کاهشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان اسید آلی بیشتر بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان اسید آلی در میوه‌های تیمارنشده (شاهد) و بیشترین میزان اسید آلی، با تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد (شکل ۷).

براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان pH طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و افزایش یافت (جدول ۸). در ۳۰ روز بعد از انبارمانی کمترین میزان pH مربوط به تیمار یک میلی‌گرم بر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

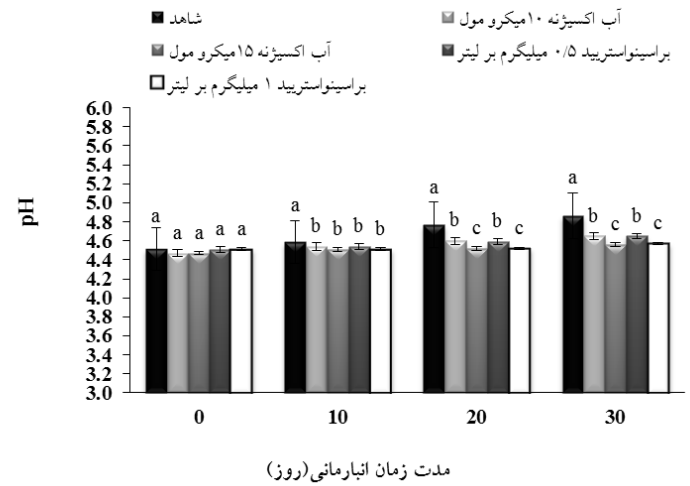


شکل ۷- تأثیر تیمار پس از برداشت هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان اسید آلی میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان pH میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۶/۷۰^{ns}	۶/۵۲*	۱/۳۳*	۲/۹۵*
خطا	۱۰	۲/۲۳	۲/۶۳	۳/۷۴	۲/۱۶
ضریب تغییرات (٪)		۵/۳۶	۷/۹۶	۹/۰۵	۶/۳۴

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۸- تأثیر تیمار پس از برداشت هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان pH میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

لیتر براسینواستروئید و سپس ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه بود. بیشترین میزان pH مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۸). طبق

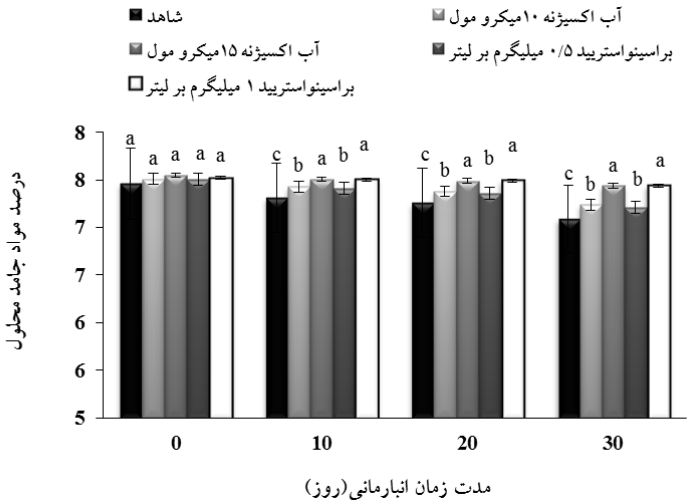
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

جدول ۹- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمار براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان مواد جامد محلول میوه نارنگی رقم کینو طی انبارمانی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		قبل از انبارمانی	۱۰ روز	۲۰ روز	۳۰ روز
تیمار	۴	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۹۰*	۰/۰۰۱۰*	۰/۰۰۱۰*
خطا	۱۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۳۲	۱۸/۰۵	۱۶/۱۷	۸/۴۷

**معنی‌دار در سطح ۱٪، *معنی‌دار در سطح ۵٪، ^{ns} عدم معنی‌داری



شکل ۹- تأثیر تیمار پس از برداشت هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر درصد مواد جامد محلول میوه نارنگی کینو. میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان pH طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند افزایشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان pH کمتر بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، بیشترین میزان pH در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) و کمترین میزان pH، با تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد (شکل ۸).

براساس نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر (جدول ۹)، اثر هورمون براسینواستروئید و آب اکسیژنه بر میزان مواد جامد محلول طی مدت انبارمانی معنی‌دار شد و روند کاهشی داشت. در ۳۰ روز بعد از انبارمانی بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار یک میلی‌گرم بر لیتر براسینواستروئید و سپس ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه بود. کمترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۹). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، میزان مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی هم در میوه‌های تیمارشده و هم در میوه‌های شاهد روند کاهشی داشت ولی در میوه‌های تیمارشده، میزان مواد جامد محلول بیشتر بود و با شاهد تفاوت معنی‌دار را نشان دادند. بطوریکه بعد از ۳۰ روز انبارمانی، کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه‌های تیمارنشده (شاهد) و بیشترین میزان مواد جامد محلول، با تیمار براسینواستروئید ۱ میلی‌گرم بر لیتر و سپس در تیمار ۱۵ میکرومول آب اکسیژنه، دیده شد.

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با افزایش مدت انبارمانی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

میزان خسارت سرمازدگی در میوه‌های نارنگی کینو افزایش می‌یابد. آسیب ناشی از سرما و حساسیت نسبت به دماهای کم در تیمارها با ظاهرشدن آثاری نظیر فرورفتگی در پوست، قهوه‌ای‌شدن پوست و افزایش درصد نشت الکترولیت‌ها و در ادامه آن ظهور پاتوژن‌های قارچی بود. غشاهای سلولی مکان‌های اولیه برای توسعه سرمازدگی هستند که افزایش مالون دی‌آلدئید و نشت یونی از علائم آسیب به غشاهای سلولی محسوب می‌شوند. بیان کردند که کاهش در پراکسیداسیون لیپیدی و نشت یونی موجب یکپارچگی بیشتر غشاهای سلولی شده و این امر سبب مقاومت به سرمازدگی می‌شود (Rapisarda *et al*., 2008). لذا اندازه‌گیری آلدئیدهای تولیدشده در طی پراکسیداسیون لیپیدها و اندازه‌گیری میزان نشت یونی شاخص خوبی برای اندازه‌گیری میزان آنتی‌اکسیداتیو واردشده به غشاء است (Bandeoglu *et al*., 2004). کاهش نشت یونی در میوه‌های تیمارشده با هورمون براسینواستروئید می‌تواند به دلیل تأثیر این عصاره بر کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا باشد. بر پایه تحقیقات انجام‌شده بر روی فرآورده‌های برداشت‌شده باغبانی، آسیب سرمازدگی همراه با نشت یون و پراکسیداسیون لیپیدها است.

کاربرد ۲۲ – اپی براسینولید تا حدودی مانع از تولید و پراکسیداسیون لیپیدها در زمان نگهداری ROS بیش ازحد میوه پرتقال تامسون ناول در انبار می‌شود. پراکسید هیدروژن برای سلول‌های گیاهی بسیار سمی است. آب اکسیژنه علاوه بر اینکه توسط آنزیم گلیکولات اکسیداز در چرخه C_2 تنفس نوری در پراکسیزوم تولید می‌شود؛ همچنین می‌تواند توسط آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در زنجیره انتقال الکترون در میتوکندری تولید گردد (مؤمن‌پور، ۱۳۹۴). افزایش در سطح پراکسید هیدروژن درونی و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ممکن است تا حدی مسئول آغازش پراکسیداسیون لیپیدها باشد، زیرا پراکسید هیدروژن یک اکسیدانت قوی است که باعث ایجاد پراکسیداسیون لیپیدهای غشا می‌گردد (Sairam and Srivastav, 2000). فعالیت کاتالاز در میوه‌های تیمارشده با ۲۲– اپی براسینولید بیشتر از میوه‌های شاهد طی مدت انبارمانی بود. آنزیم کاتالاز می‌تواند از تولید بیش از حد در بافت میوه جلوگیری کند و باعث کاهش ROS پراکسیداسیون لیپید می‌شود که مانع از دست‌دادن عملکرد غشا در نتیجه کنترل پیری در طول انبارمانی می‌شود (Aebi, 1983). طبق بررسی‌های صورت‌گرفته مشخص شده مصرف براسینواستروئیدها در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تغییر ایجاد کرده و فعالیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی از جمله پراکسیداز، سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز، گلوتاتیون پراکسیداز، گلوتیون ردوکتاز، دهیدرو آسکوربات ردوکتاز، آسکوربیت پراکسیداز و آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی نظیر آسکوربیک اسید، توکوفرول‌ها، کاروتنوئیدها، گلوتاتیون را تحت تنش‌های مختلف افزایش می‌دهد (Ogweno *et al*., 2008).

با افزایش انبارمانی میوه‌ها و از دست‌دادن آب میوه، غلظت مواد جامد محلول در میوه‌ها افزایش یافت. بیشترین میزان تغییرات مواد جامد محلول در میوه‌های تیمارشده با هورمون براسینواستروئید مشاهده شد. بیشترین مقدار مواد جامد محلول آب میوه مرکبات را قندها تشکیل می‌دهد. نتایج نشان داد مقدار قند با گذشت دوره انبارمانی برای تمامی نمونه‌ها روند افزایشی دارد که افزایش مقدار قند در مرکبات در طی فرآیند انبارمانی به خاطر ارتباط دیواره سلولی با آنزیم‌های مختلف است. بطورکلی براسینواستروئیدها با اثر بر روی تجمع مواد محلول، تنظیم اسمزی و افزایش کارتنوئیدها، باعث حفظ تورم و حجم سیتوزولی می‌شوند. لذا براسینواستروئیدها منجر به حفاظت گیاه در شرایط تنش و افزایش مقاومت می‌شوند (Ahmadi Mosavi *et al*., 2005). این ترکیب‌ها روند تغییرپذیری مواد جامد محلول را به دلیل کندشدن فرآیند رسیدن میوه و کاهش تنفس تعدیل می‌کنند. تیمار براسینواستروئید نیز با کاهش سرعت تنفس و فرآیند پیری، الگوی تغییر مواد جامد محلول را متعادل‌تر و افزایش داده است (Aghdam *et al*., 2012). همچنین، ۲۲ – اپی براسینولید با کاهش میزان تنفس و تأخیر در پیری مانع کاهش وزن در میوه‌ها شد. تنظیم‌کننده رشد ۲۲ – اپیبراسینولید از طریق کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

بیوسنتز اتیلن و سرعت تنفس باعث به تأخیر انداختن پیری می‌گردد (Zhao *et al*., 2009). طبق پژوهش صورت گرفته در گوجه‌فرنگی، مصرف براسینواستروئید موجب بالارفتن ترکیبات کربوهیدرات شد (Vidya *et al*., 2002).

در تحقیق دیگری برخلاف این نتایج گزارش کردند که 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 که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (Hong *et al*., 2014). به نظر می‌رسد کاربرد هورمون براسینواستروئید با تأثیر بر کاهش میزان تولید اتیلن و کاهش شدت تنفس نقش مهمی را در جلوگیری از مصرف قندها و اسیدها ایفا می‌کند. با وجود اینکه شدت تنفس محصولات باغبانی در دماهای پایین و به خصوص با اعمال برخی تیمارها کاهش می‌یابد، کاهش قندها و اسیدها در طول مدت انبارمانی، در اثر مصرف آنها، به عنوان سوبسترای اصلی در متابولیسم تنفسی باعث تغییراتی در مقادیر مواد جامد محلول کل، درصد اسید قابل تیتراسیون و pH می‌شود (Sha *et al*., 2011). براسینواستروئید چون پیری و شدت تنفس میوه را در دوره انبارداری کاهش می‌دهد، بنابراین به حفظ اسیدهای آلی در دوره انبارداری کمک می‌کند، که نتایج این تحقیق با یافته‌های پیشین همخوانی دارد (Sha *et al*., 2011). بیشتر مرکبات از اسیدیته قابل‌توجهی برخوردارند. از جمله عللی که اسیدیته قابل تیتراسیون در طی انبارداری و نیز بعد از آن کاهش می‌یابند حضور اسیدهای آلی در نقش سوبسترا طی فرآیند تنفس است. اسیدیته در میوه‌های پرتقال در نتیجه اسیدهای گوناگون مانند اسید سیتریک، اسید مالیک بنزوئیک اسید، تارتاریک اسید و اگزالیک اسید است (Nour *et al*., 2010).

اسیدیته آب میوه را از دو جهت میتوان بررسی نمود. اسیدیته کم از لحاظ مزه مناسب‌تر است و اسیدیته بالا یا اسیدی از لحاظ انبارداری بیشتر اهمیت دارد. به علت اینکه در این پژوهش کیفیت میوه در زمان پس از انبارداری مورد ارزیابی قرار گرفته لذا pH اسیدی‌تر مطلوب است. pH اسیدی هم در حفظ ویتامین ث مؤثر است و نیز در شرایط اسیدی، از رشد پاتوژن‌ها ممانعت می‌کند (Khosroshahi and Asna-Ashari, 2006).

از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا جهت واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسید آلی میوه کاهش یابد. نتایج آماری در این تحقیق همانند پژوهش محققان دیگر نشان داد که با گذشت زمان میزان اسیدیته در همه تیمارها کاهش یافته که ناشی از رسیدگی میوه‌ها است (Perez *et al*., 2002).

از آنجا که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به کار می‌روند، انتظار می رود طی دوره پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقدار pH آب میوه نارنگی کینو با گذشت زمان انبارمانی روند افزایش دارد. مطالعات قبلی نشان می‌دهد که افزایش pH در طی دوره انبارداری ممکن است به دلیل شکسته‌شدن و تجزیه اسیدهای آلی در فرآیند تنفس باشد. تنفس و مصرف اسیدهای آلی دلیل اصلی افزایش میزان pH است (Serrano *et al*., 2005). میزان اسید قابل تیتراسیون با توجه به همبستگی منفی با pH عصاره یک روند کاهشی را در طی مدت انبارداری نشان داد. اسیدهای آلی موجود در میوه نارنگی رقم کینو، در طول مدت نگهداری در انبار در اثر فعالیت تنفسی مصرف‌شده و کاهش می‌یابد. در رابطه با کاربرد عصاره آب اکسیژنه بر روی میزان اسیدهای قابل تیتراسیون و pH عصاره میوها پژوهش‌های زیادی صورت نگرفته است و احتمال می‌رود که استفاده از پوشش آب اکسیژنه سبب جلوگیری از میزان تنفس و همچنین تولید اتیلن در میوه نارنگی کینو شده و سبب حفظ بهتر اسیدهای آلی و pH عصاره نارنگی نسبت به شاهد شده است.

منابع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

احمدی موسوی، عفت السادات، منوچهری کلانتری، خسرو، و ترکزاده، مسعود (۱۳۸۴). اثر نوعی براسینواستروئید بر مقدار تجمع مالون دی‌آلدئید. *زیست‌شناسی ایران*، *۱۸*، ۲۹۵-۳۰۶.

پناه، زهرا، هنرور، مهرداد، و ابوطالبی، عبدالحسین (۱۳۹۱). اثر واکس کیتین سیل بر برخی از ویژگی‌های پس از برداشت نارنگی کینو. *فصلنامه فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی*، *۱*، ۱۰۳-۱۱۱.

مؤمن‌پور، علی (۱۳۹۴). اثر تنش شوری و براسنواستروئید بر خصوصیات رشدی برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام (*Prunus dulcis*) پیوندشده بر روی پایهGF677. دانشگاه گیلان.

Aghdam, M. S., Asghari, M., Farmani, B., Mohayeji, M., & Moradbeygi, H. (2012). Impact of postharvest brassinosteroids treatment on PAL activity in tomato fruit in response to chilling stress. *Scientia Horticulturae*, *144*, 116-120.

Aebi, H. (1983). Catalase. In: "Methods of Enzymatic Analysis 3. Verlag Chemie". (ed. Bergmeyer, H.) Pp. 273-277. Weinheim, Germany.

Ahmadi Mosavi, E., Kalantari, K. H., & Torkzade, M. (2005). "Effects of 24- epibrassinolide on lipid peroxidation,prolin, sugar and photosynthesis pigments content of canola (*Brassica napus* L.) under water stress". *Physiology*, *18*, 295-306.

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

Bandeoglu, E., Egidogan, F., Yucel, M., & Avni Oktem, H. (2004). Antioxidant responses of shoots and roots of lentil to NaCl salinity stress. *Plant Growth Regulation*, *42*(1), 69-77.

Burns, J. K. (2011). Citrus Research and Education Center IFAS, University of Florida, Lake Alfred, FL. Available at: http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/090 mandarin.

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

Hong, P., Hao, W., Luo, J., Chen, S., Hu, M., & Zhong, G. (2014). Combination of hot water, *Bacillus amyloliquefaciens* HF-01 and sodium bicarbonate treatments to control postharvest decay of mandarin fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *88*, 96-102.

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.

Khosroshahi, M., Asna-Ashari, M., Ershadi, A., & Amadi, A. (2006). Effect of p-utrysin on postharvest life of strawberry (Selva cultivar.). *Water and Soil Journal*, *6*(1), 15-24.

Nour, V., Trandafir, I., & Ionica, M. E. (2010). HPLC organic acid analysis in different citrus juice under reversed phase conditions. *Note Botanical and Horticulturae Agrobotanic*, *38*, 44-48.

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

Neill, S., Desikan, R., & Hancock, J. (2002). Hydrogen peroxide signalling. *Current Opinion in Plant Biology*, *5*, 388-395.

Ogweno, J. O., Song, X. S., Shi, K., Hu, W. H., Mao, W. H., Zhou, Y. H., Yu, J. Q., & Nogues, S. (2008). Brassinosteroid alleviate heat induced inhibition of photosynthesis by increasing carboxylation efficiency and enhancing antioxidant system in *Lycopersicon esculentum*. *Journal Plant Growth Regulation*, *27*, 49-57.

Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Carbonell, A., Serrano, M., Riquelma, F., Guillen, F., & Valero, D. (2002). Role of polyamines in extending shelf life and he reduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina*) storage. *Postharvest Biology and Technol*ogy, 25-32.

Rapisarda, P., Bianco, M. L., Pannuzzo, P., & Timpanaro, N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.)Osbeck]. *Postharvest Biology and Technology*, *49*, 348-354.

Sha, S. F., Li, J. C., & Zhang, S. L. (2011). Change in the organic acid content and related metabolic enzyme activities in developing Xinping pear fruit. *African Journal of Agricultural Research*, *6*, 3560-3566.

Sairam, R. K. & Srivastava, G. C. (2000). Induction of oxidative stress and antioxidant activity by hydrogen peroxide treatment in tolerant and susceptible wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, *43*, 381-386.

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

Vidya vardhini, B. & Ram Rao, S. S. (2002). Acceleration of tomato pericarp discs by brassinosteroids. *Phytochemistry*, *16*, 843-847.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

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

Zhao, D. Y., Shen, L., Fan, B., Liu, K. L., Yu, M. M., Zheng, Y., Dign, Y. & Sheng, J. P. (2009). Physiological and genetic properties of tomato fruits from 2 cultivars differing in chilling tolerance at cold storage. *Journal of Food Science*, *74*, 348-352.

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

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]

The effect of external applications of hydrogen peroxide and brassinosteroid on maintaining the quality of Kinnow mandarin fruits during storage

Mehdi Zia Ebrahimi, Zahra Pakkish* and Soheila Mohammadrezakhani

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

(Received: 2023/11/19, Accepted: 2024/02/12)

Abstract

This research was conducted in order to investigate the effect of hydrogen peroxide and brassinosteroid hormone on growth after harvesting Kino mandarin based on a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications on Kino mandarin fruit harvested from Jiroft Commercial Gardens located in Jiroft Agriculture and Industry. Test treatments were by immersion method (for 5 minutes) and included oxygenated water with concentrations of 10 and 15 µM; brassinosteroid with concentrations of 0.5 and 1 mg/l; and distilled water treatment (control). Then the fruits were transferred to the cold room and kept at 4 degrees Celsius for 30 days and every 10 days the amount of damaged fruits, acidity and titratable acid, amount of soluble solids, lipid peroxidation, amount of peroxide hydrogen, peroxidase enzyme activity and catalase enzyme activity were investigated. The results showed that the effect of both treatments on improving the post-harvest life and quality characteristics of tangerine fruits was significant compared to the control. Thus, the use of brassinosteroid and hydrogen peroxide caused a decrease in the percentage of damaged fruits, lipid peroxidation, the amount of hydrogen peroxide, and increased activity of peroxidase enzyme and catalase enzyme activity during storage, and brassinosteroid hormone with a concentration of 1 mg/l and then hydrogen peroxide (15 µM) compared to other treatments had the greatest effect during storage on improving the life after harvesting of Kino mandarin fruit.

Keywords: Lipid peroxidation, Damaged fruits, Enzyme

Corresponding author, Email: Zaharapakkish@uk.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.17]