

## بررسی اثر کلرید کلسیم و اشعه فرابنفش UV-C بر کیفیت پس از برداشت میوه کنار هندی (*Ziziphus mauritiana*)

محمد علی اکبر<sup>۱\*</sup>، عبدالعلی حسامی<sup>۱</sup>، فاطمه جمالی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

<sup>۲</sup>گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

\* نویسنده مسئول: m.akbar449@yahoo.com

### چکیده

کنار هندی از جمله میوه‌های مهم مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری است که پس از نخل و مرکبات به‌عنوان سومین محصول باغی استان بوشهر شناخته می‌شود. از این رو افزایش عمر انبارمانی کنار هندی از اهداف مهم این تحقیق است. بر همین اساس این پژوهش با هدف بررسی اثر تیمارهای کلرید کلسیم و اشعه ماوراء بنفش UV-C بر عمر انباری و کیفیت میوه کنار هندی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل غوطه‌وری میوه‌ها در سه سطح کلریدکلسیم (صفر، دو درصد و چهار درصد) و چهار سطح اشعه UV-C (صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ دقیقه) طی چهل روز انبارداری در ۴ زمان (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز) بود. نتایج نشان داد که تیمارهای شیمیایی اعمال شده نسبت به میوه‌های شاهد کیفیت میوه کنار هندی را در زمان برداشت بهبود بخشید. به‌طوری‌که میوه‌های تیمار شده مقدار ویتامین ث و TA بیشتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند و از طرفی درصد کاهش وزن در میوه‌های کنار تیمار شده کمتر مشاهده شد. با افزایش مدت زمان انبارداری نیز درصد کاهش وزن افزایش یافت اما میزان ویتامین ث و اسیدپتیک قابل تیتراسیون کاهش پیدا کرد. طبق نتایج دریافت شده مشخص شد که با افزایش غلظت کلرید کلسیم و مدت زمان تابش اشعه UV-C می‌توان میوه‌های کنار را به مدت بیشتری در انبار نگه‌داری کرد زیرا کلرید کلسیم و اشعه UV-C موجب حفظ و بهبود صفات کمی و کیفی میوه کنار در طی انبارداری شدند.

**واژه‌های کلیدی:** اسیدپتیک قابل تیتراسیون، کاهش وزن میوه، عمر پس از برداشت، ویتامین ث.

### مقدمه

کیفیت پایین میوه‌ها و درصد بالای ضایعات بعد از برداشت، یکی از مشکلات اساسی صنعت کشاورزی ایران است، به طوری‌که این مقدار گاهی از یک سوم محصول تولید شده نیز عبور می‌کند. بنابراین بهبود کیفیت آنها به‌منظور کاهش درصد تلفات محصول گامی مؤثر برای افزایش بهره‌وری و اقتصاد ملی می‌باشد. از طرفی دیگر عمر انبارمانی کنار کوتاه است و در زمان رسیدگی کامل، در طول مرحله برداشت و حمل و نقل به محل ذخیره‌سازی، کیفیت خود را از دست داده و در نتیجه عمر پس از برداشت آن کوتاه‌تر و امکان نگهداری میوه به راحتی امکان پذیر نمی‌باشد (Aboutalebi and Ramazani, 2014). یکی از ویژگی‌های میوه کنار این است که هم روی درخت به طور کامل می‌رسد و هم چنانچه در زمان نامناسب برداشت شود به سرعت به مرحله‌ی پیری رسیده و طول دوره انبارداری آن کاهش می‌یابد، بهترین راه برای حفظ کیفیت میوه این است که میوه قبل از رسیدن کامل از درخت برداشت گردد یا از مواد مختلف جهت حفظ کیفیت میوه استفاده شود. امروزه، به دلیل اثرات مضر مواد شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست استفاده از این مواد با محدودیت‌هایی روبرو است. از این رو یافتن مواد سالم برای استفاده در تکنولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها ضروری به نظر می‌سد. به‌تازگی استفاده از ترکیبات سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصولات کشاورزی در نظر گرفته شده است (Tembo et al., 2008)، بنابراین باید از روش‌هایی که ضمن افزایش عمر انبارداری، کیفیت میوه کنار را نیز حفظ می‌کند، استفاده شود. پرتو مصنوعی و غیریونیزه‌کننده فرابنفش یکی از فناوری‌های است که به‌طور وسیعی در ضدعفونی کردن و گسترش عمر انبارداری میوه‌ها و سبزی‌های تازه برداشت شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (Maharaj et al., 1999). کلسیم نیز مهم‌ترین عنصر کانی است که در تعیین کیفیت میوه دخالت دارد. بسیاری از منبع‌های دارای کلسیم، علاوه بر اینکه کیفیت میوه را بهبود می‌بخشند، بلوغ و رسیدگی میوه را به تأخیر می‌اندازند و باعث افزایش سفتی و مواد جامد محلول در میوه می‌گردد (خالصی و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای حمزه‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی اثرات اشعه فرابنفش UV-C و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر انباری میوه هلو رقم زعفرانی گزارش کردند که پرتوتابی با اشعه UV-C و غوطه‌وری در کلریدکلسیم قابلیت انباری میوه‌ها را افزایش و کیفیت میوه‌ها را در پایان دوره نگهداری

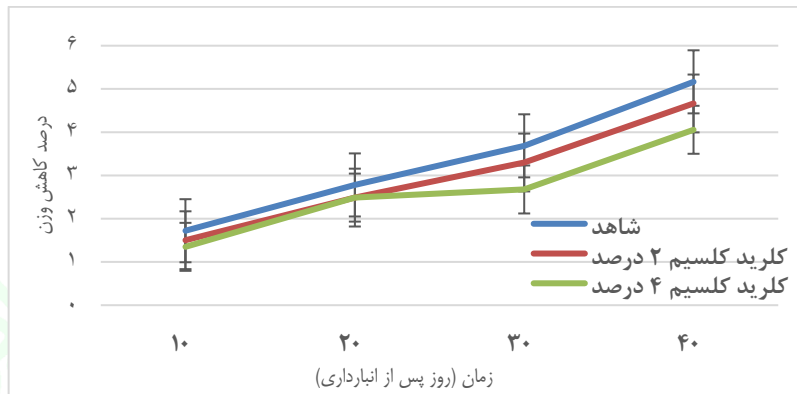
بهبود دادند. ضایعات پس از برداشت کنار هندی در ایران، به خصوص در استان بوشهر باعث می‌شود که میزان عرضه این محصول نسبت به سطح زیرکشت آن کم باشد. از این رو در این پژوهش تلاش شد که با بررسی اثر تیمارهای کلرید کلسیم و برهم کنش آن با پرتو UV-C بر عمر پس از برداشت میوه کنار، راهکاری علمی و کاربردی در رفع این مشکل و گسترش عمر تجاری این میوه ارائه شود.

### مواد و روش‌ها

میوه‌های کنار هندی در مرحله بلوغ تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی خلیج فارس منتقل شدند. در این مرحله کنارهای یکدست و سالم (به لحاظ عدم وجود آسیب‌های فیزیکی و پاتوژن‌های گیاهی) انتخاب و در ابتدا با آب معمولی و سپس با وایتکس دو درصد شست‌وشو داده شدند. تیمارها از طریق غوطه‌ور نمودن میوه‌های کنار هندی به مدت پنج دقیقه در محلول‌های از پیش تهیه‌شده، دو و چهار درصد کلرید کلسیم صورت گرفت. پس از خشک شدن، میوه‌ها به چهار گروه مساوی تقسیم گردید. یک گروه از میوه‌ها به طور مستقیم در یخچال قرار داده شدند (تیمارهای شاهد)، و سه گروه دیگر ابتدا در معرض پرتو UV-C تولید شده به وسیله لامپ UV مدل F20WT8GL با شدت ۰/۷۲ ژول بر متر مربع که در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از میوه‌ها نصب شده، به مدت ۱۵، ۳۰ و ۶۰ دقیقه، قرار گرفتند (برای آنکه سطوح کلیه کنارها در معرض اشعه قرار گیرد زمان‌های تعریف شده برای تابش نصف گردید و در هر نصف زمان بسته‌ها برگردانده شدند تا دو طرف آن‌ها به طور کامل تحت تابش قرار بگیرند). سپس میوه‌های تیمار شده به یخچال با دمای ۷ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پیش از گذاشتن نمونه‌ها در معرض تابش اشعه، کنارهای سالم به تعداد ۲۵ عدد در کیسه‌های پلاستیکی زیپ‌دار که هر کدام تعداد ۱۶ سوراخ روی آن ایجاد گردید در چهار تکرار بسته‌بندی شد. با توجه به اینکه مدت آزمایش یک دوره ۴۰ روز بود، هر ده روز یک بار صفاتی مانند درصد کاهش وزن (از طریق توزین میوه‌ها در ابتدا و انتهای دوره انبارمانی)، درصد اسید قابل تیتر (به روش تیتراسیون با استفاده از هیدروکسید سدیم یک دهم نرمال تا رسیدن به pH برابر ۸/۲) و ویتامین ث (به روش تیتراسیون با استفاده از ید در یدور پتاسیم تا حصول رنگ آبی تیره) اندازه‌گیری شدند. این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

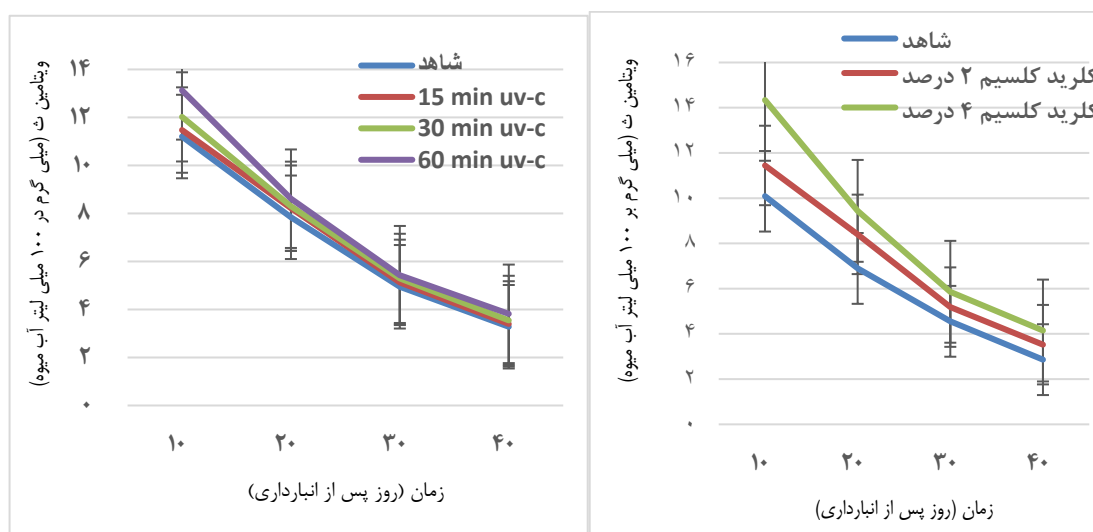
### نتایج و بحث

در بررسی مقایسه میانگین برهم‌کنش کلرید کلسیم و زمان انبارداری بر میزان کاهش وزن میوه کنار هندی، نتایج نشان داد که بیشترین درصد کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد (بدون کلرید کلسیم) در ۱۰ روز چهارم انبارداری به میزان ۵/۱۶ درصد بود و کمترین درصد کاهش وزن نیز مربوط به تیمارهای ۲ و ۴ درصد کلرید کلسیم به ترتیب با مقدار ۱/۵۰ و ۱/۳۴ درصد در ۱۰ روز اول انبارداری بود. به طور کلی با افزایش مدت زمان انبارداری، درصد کاهش وزن در تیمارهای مختلف به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. همچنین کلرید کلسیم در غلظت‌های بالاتر، تأثیر بیشتری بر روی کاهش وزن میوه در طول نگهداری داشتند، شکل ۱. مهم‌ترین عامل کاهش وزن، افزایش تخریب از سطح میوه در طول دوره انبارداری می‌باشد. علت کاهش وزن کمتر در میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم، حفظ سفتی میوه و استحکام بافت از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های مسئول از بین بردن ساختار سلولی است که تبادلات گازی را کاهش می‌دهد (Gupta et al., 2011). در تأیید این نتایج، گزارش شده است که طی انبارداری کنار، درصد کاهش وزن افزایش یافت درحالی‌که تیمار با کلرید کلسیم موجب کاهش کمتر در درصد کاهش وزن میوه کنار نسبت به میوه‌های شاهد در طول انبارداری شد (توکلی و فرار، ۱۳۹۳).



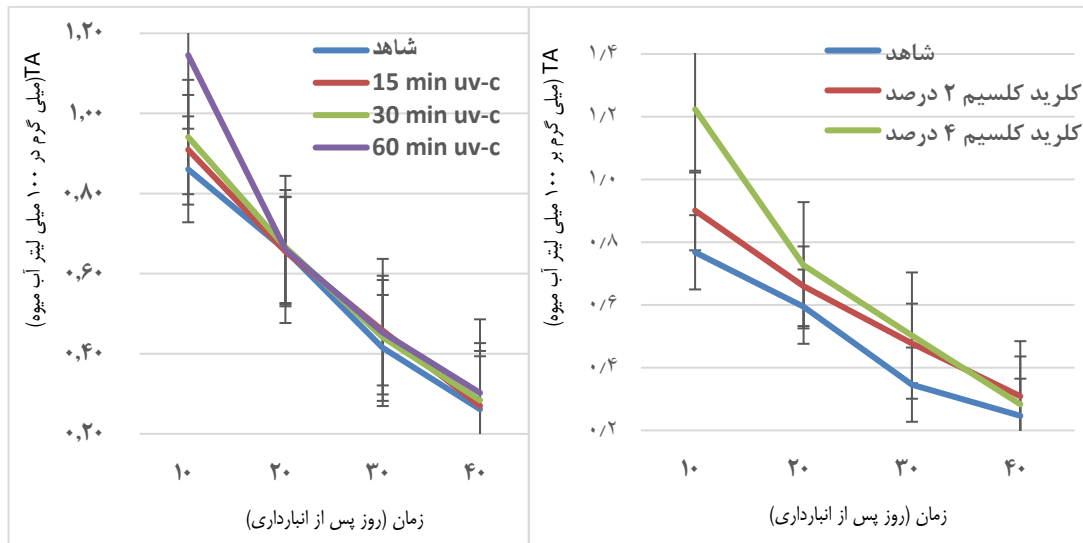
شکل ۱- برهمکنش کلرید کلسیم و مدت زمان انبارمانی بر درصد کاهش وزن

با بررسی نتایج برهمکنش اشعه UV-C و زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث میوه کنار هندی مشخص شد که بیشترین ویتامین ث در ۶۰ دقیقه پرتودهی UV-C و در ۱۰ روز اول نگهداری (۱۳/۱۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) مشاهده شده در حالی که کمترین میزان ویتامین ث در محدوده ۳/۲۸ تا ۳/۸۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مربوط به ۱۰ روز چهارم انبارداری در تیمار شاهد و سایر تیمارهای پرتودهی حاصل شد، در ۱۰ روز دوم، اشعه UV-C به مدت ۶۰ دقیقه، بیشترین اثر مثبت بر میزان ویتامین ث داشت، به طور کلی نتایج حاکی از تأثیر مثبت اشعه UV-C به خصوص در مدت زمان بالا می‌باشد، شکل ۲. در همین راستا Purohit و همکاران، (۲۰۰۳) گزارش کردند که میوه‌های کنار قرار گرفته تحت تیمار پرتو فرابنفش از ویتامین ث بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد برخوردار بودند. بالا بودن ویتامین ث در میوه‌های پرتوتابی شده با تأخیر در فرآیند رسیدن و کاهش در سرعت تنفس ارتباط دارد که به موجب آن غلظت اکسیژن داخلی کاهش یافته و سطح دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد و این مسئله منجر به بالا نگه‌داشتن ویتامین ث در میوه‌ها می‌گردد. نتایج حاصل از بررسی برهمکنش کلرید کلسیم و زمان انبارداری بر میزان ویتامین ث میوه به این صورت بود که بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به کلرید کلسیم ۴ درصد در ۱۰ روز اول انبارداری (۱۴/۲۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) و کمترین میزان آن در تیمار شاهد و در ۱۰ روز چهارم انبارداری (۲/۸۶ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) حاصل شد، در ۱۰ روز چهارم بیشترین میزان ویتامین ث مربوط به غلظت ۴ درصد کلرید کلسیم بود، به طور کلی همانگونه که انتظار می‌رفت با افزایش زمان انبارداری، ویتامین ث موجود در کنار هندی کاهش یافت و از طرفی دیگر با افزایش غلظت کلرید کلسیم محتوای ویتامین ث در شکل ۳ افزایش نشان داد. در واقع کلسیم با تأثیر بر این فرآیند و کاهش اکسیداسیون موجب افزایش ویتامین ث در طی انبارمانی میوه می‌شود. در پژوهش میغانی و همکاران (۱۳۹۷) نیز نشان داده شد که با افزایش مدت زمان انبارداری در همه تیمارها ویتامین ث میوه توت‌فرنگی کاهش یافت. همچنین در میوه‌های تیمار شده با پوشش کلرید کلسیم بطور معنی‌داری مقدار ویتامین ث بیشتر از میوه‌های شاهد بود، که با پژوهش حاضر همخوانی دارد.



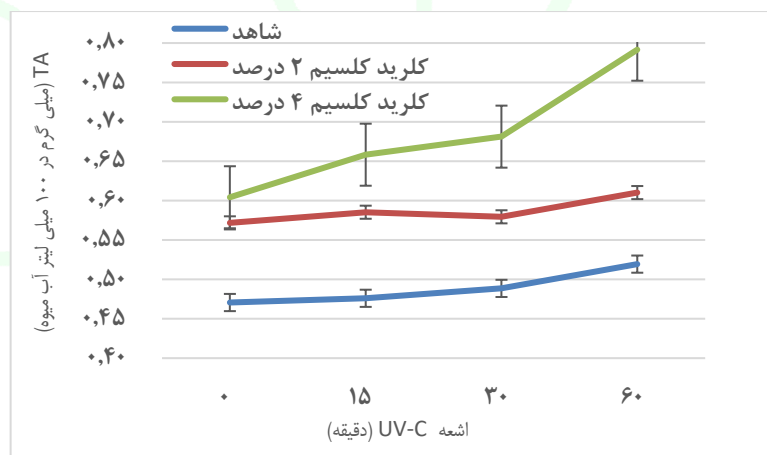
شکل ۲- برهمکنش اشعه UV-C و مدت زمان انبارمانی بر ویتامین ث  
شکل ۳- برهمکنش کلرید کلسیم و مدت زمان انبارمانی بر ویتامین ث

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش زمان انبارداری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌های کنار هندی کاهش یافت، به طوری که در پایان روز چهارم کمترین میزان اسیدیته در میوه‌ها ثبت شد که نسبت به ۱۰ روز اول به میزان ۷۲ درصد کاهش داشت. به نظر می‌رسد کاهش اسیدیته کل قابل تیتراسیون به دلیل شکسته شدن اسیدهای آلی و مصرف آن در واکنش‌های متابولیسم محصول بوده که باعث کاهش تدریجی اسیدیته قابل تیتراسیون در طول دوره انبارداری شده است. نتایج حاصل از برهمکنش اشعه UV-C و زمان انبارداری بر اسیدیته قابل تیترکنار هندی حاکی از این بود که بیشترین TA مربوط به تیمار ۶۰ دقیقه پرتودهی اشعه UV-C در ۱۰ روز اول انبارداری (۰/۱۴) و کمترین میزان آن در تمامی سطوح پرتودهی و در ۱۰ روز چهارم نگهداری مشاهده شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را از نظر آماری در شکل ۴ نشان داد. برهمکنش عامل‌های کلرید کلسیم و زمان انبارداری به این صورت بود که بیشترین TA میوه کنار هندی مربوط به تیمار ۴ درصد کلرید کلسیم در ۱۰ روز اول انبارداری (۰/۲۲) بود. کمترین TA نیز مربوط به ۱۰ روز چهارم انبارمانی در تیمارهای صفر و ۴ درصد کلرید کلسیم بود، شکل ۵. نتایج حاصل از بررسی برهمکنش فاکتورهای کلرید کلسیم و اشعه UV-C بر میزان اسیدیته میوه به این صورت بود که بیشترین میزان اسیدیته مربوط به تیمار کلرید کلسیم ۴ درصد به همراه ۶۰ دقیقه پرتودهی بود. کمترین TA نیز در تمام سطوح پرتودهی و در تیمار بدون کلرید کلسیم مشاهده شد. بطور کلی نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کلرید کلسیم و همچنین افزایش زمان پرتوتابی UV-C، اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش یافت، شکل ۶ ثابت شده که کلسیم با کم کردن تولید اتیلن و سرعت تنفس باعث پایین آوردن متابولیسم فرآورده و بالا بردن اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شود (Dris and Niskanen, 1999). در تایید این نتایج حمزه‌زاده و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهش خود مشاهده کردند که پرتوتابی با اشعه UV-C و غوطه‌وری در کلرید کلسیم اسیدیته قابل تیتراسیون را افزایش دادند، همچنین بیان کردند که طی انبارداری اسیدهای قابل تیتراسیون کاهش یافت، که با پژوهش حاضر همخوانی دارد.



شکل ۵- برهمکنش کلرید کلسیم و مدت زمان انبارمانی بر TA

شکل ۴- برهمکنش اشعه UV-C و مدت زمان انبارمانی بر TA



شکل ۶- برهمکنش کلرید کلسیم و اشعه UV-C بر TA کنار هندی

## منابع

توکلی، ک. و فرار، ن. ۱۳۹۳. بررسی اثر ژل آلوئه ورا (*Aloe vera L.*) و کلرید کلسیم ( $CaCl_2$ ) در افزایش عمر پس از برداشت میوه کنار (*Ziziphus mauritiana L.*) در استان بوشهر. دو ماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰: ۵۶۸-۵۶۱.

حمزه زاده، خ.، ربیعی، ل.، ناصری، ع. و همتی، س. ۱۳۸۸. اثرات پرتوتابی UV-C و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر انباری میوه هلو رقم زعفرانی. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰: ۵۳-۵۹.

خالصی، ر.، امیری، م. ا. و حبیبی، ف. ۱۳۹۷. تأثیر استات کلسیم بر انبارمانی، حفظ ویژگی‌های کیفی و کاهش پوسیدگی پس از برداشت میوه‌ی زردآلو رقم شکرپاره. علوم باغبانی ایران، ۴۹: ۵۰۳-۴۹۳.

میغانی، ح.، برومند، ن. و مقبلی، ا. ۱۳۹۷. اثر کیتوزان و کلرید کلسیم بر حفظ کیفیت پس از برداشت و ترکیب های پاد اکسنده میوه توت‌فرنگی. علوم و صنایع غذایی، ۷۶: ۳۱۷-۳۰۷.

Aboutalebi, A., Ramazani, M. 2014. Effect of temperature and storage duration on qualitative properties of Indian Ziziphus (*Ziziphus mauritiana Lam., cv.'Seb'*). Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 4: 93-96.

- Dris, R., Niskanen, R. 1999. Calcium chloride sprays decrease physiological disorders following long-term cold storage of apple. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54: 159-171.
- Gupta, N., Jawandha, S. K., Gill, P. S. 2011. Effect of calcium on cold storage and post-storage quality of peach. *Journal of food science and technology*, 48: 225-229.
- Maharaj, R., Arul, J., Nadeau, P. 1999. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Capello) by delaying senescence. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 13-23.
- Purohit, A. K., Rawat, T. S., Kumar, A. 2003. Shelf life and quality of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruit cv. Umran in response to post harvest application of ultraviolet radiation and paclobutrazol. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58: 1-7.
- Tembo, L., Chiteka, Z. A., Kadzere, I., Akinnifesi, F. K., Tagwira, F. 2008. Storage temperature affects fruit quality attributes of Ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) in Zimbabwe. *African Journal of Biotechnology*, 7.

## The effect of ultraviolet irradiation and calcium chloride on post harvest quality of *Ziziphus mauritiana*

Mohammad Ali Akbar<sup>1\*</sup>, Abdolali Hesami<sup>1</sup>, Fatemeh Jamali<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

<sup>2</sup> Department of Plant protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

\*Corresponding Author: m.akbar449@yahoo.com

### Abstract

*Ziziphus mauritiana* is one of the important fruits of tropical and subtropical regions, which is known as the third garden product of Bushehr province after palms and citrus. Therefore, increasing the shelf life and after harvesting fruit next to India is one of the important objectives of this study. Therefore, increasing the shelf life after harvesting *Ziziphus mauritiana* is one of the important objectives of this research. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of calcium chloride and UV-C radiation treatments on storage life and fruit quality of Indian fruit in a factorial design in a completely randomized design with 4 repetitions. This study was carried out as a factorial randomized complete block design in 1397. Treatments included fruit immersion in three levels of calcium chloride (0, 2% and 4%) and four levels of UV-C radiation (0, 15, 30 and 60 min). The results showed that the chemical treatments applied to the control fruits improved the quality of *Ziziphus mauritiana* fruit at harvest time. The treated fruits had higher amounts of vitamin C and TA than the control fruits and on the other hand, the percentage of weight loss was less in the treated fruits, increased as storage time increased but vitamin C and titratable acidity decreased during storage. The results show that by increasing the concentration of calcium chloride and the duration of UV-C irradiation, the side fruits can be stored in storage longer because calcium chloride and UV-C radiation maintain and improve quantitative traits and Qualities of fruit were stored during storage.

**Keywords:** Fruit weight loss, Postharvest life, Titratable acidity, Vitamin C.