اثر نانوامولسیون کیتوسان بر برخی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه توت سیاه (*Morus* L. *nigra*)

وحید پرویزی[۱]، حبیب شیرزاد[۱]، ابوالفضل علیرضالو[۱*]، شیرین رحمن زاده ایشکه[۱]
[۱] گروه علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
*نویسنده مسئول: a.alirezalu@urmia.ac.ir

چکیده
استفاده از نانوامولسیون کیتوسان به عنوان پوشش دهنده خوراکی در افزایش انبارمانی و حفظ کیفیت محصولات باغبانی به عنوان ایدهای جدید در کشاورزی نوین مطرح می‌باشد .در همین راستا، آزمایشی به منظور مطالعه اثر نانوامولسیون کیتوسان بر برخی شاخص های فیزیکوشیمیایی و آنتی اکسیدانی میوه توت سیاه انجام شد. در این بررسی میوه‌های توت سیاه برداشت شده، با نانو امولسیون کیتوسان در غلظت‌های ۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر تیمار شد و به سردخانه‌ای با دمای ۲±۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵ درصد انتقال یافتند. میزان مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون ، **pH** ، رنگ ها و خصوصیات آنتی اکسیدانی به روش (DPPH) میوه‌ها هر سه روز یکبار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در مجموع نتایج این پژوهش بیانگرافزایش عمر انبارداری و حفظ ویژگی‌های کیفی و کمی در میوه‌های پوشش داده شده نسبت به میوه های بدون پوشش در طول دوره انبارداری بود.

کلمات کلیدی: آنتی اکسیدانی، ضدمیکروبی، اسیدیته قابل تیتراسیون، خصوصیات کیفی

مقدمه
توت سیاه با نام علمی (*Morus nigra* L.) و از خانواده Moraceae می‌باشد (Chen et al., 2015). توت سیاه، بومی شرق آسیا و در هند، پاکستان و ایران گسترده شده است (Ertekin and Yaldz, 2004). توت سیاه درختی است به ارتفاع ۴-۱۰ متر که به حالت طبیعی به ارتفاع ۲۰ متر نیز می رسد که با توجه به زیبایی درختش و میوه خوش طعمش در سراسر جهان پرورش داده می شود. میوه آن از توت سفید، بزرگتر به رنگ ارغوانی سیاه (پس از رسیدن کامل) و دارای طعم ترش و شیرین مطبوع است (زرگری، ۱۳۷۲). توت سیاه با توجه به داشتن مقادیر قابل توجهی از آنتوسیانین و رنگدانه به عنوان یک محصول صنعتی مورد توجه است. توت سیاه را می توان به صورت مربا، ژله، آب میوه، سس میوه، کیک، پودر میوه، رنگ غذا استفاده نمود (Brijki *et al*., 2010).

کیتوسان با فرمول شیمیایی (C6H11NO4) از استیل زدایی کیتین به دست می‌آید که به دلیل غیر سمی بودن، خاصیت جذب بالا، امکان تجزیه در طبیعت، سازگاری با محیط‌زیست، مقرون به صرفه بودن ازنظر اقتصادی، سینتیک سریع و درنهایت امکان تهیه مشتقات فراوان از آن، بسیار موردتوجه است (Fujita and kubo, 2004). پوشش کیتوسان قرارگرفته در اطراف محصولات تازه باعث ایجاد یک اتمسفر تغییریافته داخلی بدون شروع تنفس بی‌هوازی می‌شود. چون کتیوسان سطحی به‌طور انتخابی نسبت به اکسیژن در مقایسه با دی‌اکسید کربن نفوذپذیری بیشتری داشته و ضمن اینکه باعث افزایش بیشتر غلظت دی‌اکسید کربن می‌شود ولی از کاهش شدید غلظت اکسیژن که می‌تواند منجر به تنفس بی‌هوازی گردد جلوگیری می‌کند. در یک مطالعه با غوطه‌وری میوه توت‌فرنگی در محلول کیتوسان ۱/۰۰/۵ و ۱/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد باعث افزایش ماندگاری نسبت به شاهد شد. توت‌فرنگی فرنگی تیمار شده با کیتوسان دارای کیفیت بهتر و سطوح بالاتری از فنول ها، آنتوسیانین، فلاونوئیدها و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان‌ها گردید (Shiow *et al*., 2013). به دلیل کوتاه بودن فصل برداشت و ماندگاری پایین استفاده از پوشش دهنده‌های خوراکی در افزایش انبارمانی و حفظ کیفیت محصولات باغبانی به عنوان ایده‌ای جدید در کشاورزی نوین مطرح می‌باشد. در همین راستا، آزمایشی به منظور مطالعه اثر نانوامولسیون کیتوسان بر حفظ کیفیت و ماندگاری توت سیاه اجرا گردید.

IrHC2019

مواد وروش ها

تهیه میوه ها: میوه‌های مورد آزمایش در این تحقیق از شهرستان نقده تهیه شده و پس از شناسایی گونه مربوطه مورد استفاده قرار گرفت. و همچنین اندازه‌گیری شاخص‌های مربوط به نمونه‌های شاهد روز برداشت (صفر) و اعمال تیمارها در همان روز برداشت انجام گرفت.

تهیه نانوامولسیون کیتوسان: نانو امولسیون کیتوسان از شرکت دانش بنیان نانو نوین پلیمر واقع در شهر ساری خریداری شد.

فرایند اعمال تیمارها: برای تهیه غلظت‌ها از نانوامولسیون کیتوسان در مقادیر ۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر استفاد شد. میوه‌ها به مدت ۹ روز به سردخانه‌ای با دمای ۲±۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد انتقال یافتند. نمونه برداری برای اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نظر هر ۳ روز انجام شد.

شاخص‌های اندازه گیری شده: خصوصیات میوه توت سیاه در مراحل مختلف آزمایش (روزهای صفر ، ۳ ، ۶ و ۹) مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات موردمطالعه شامل درصد مواد جامد محلول (TSS) با دستگاه رفرکتومتر، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با روش تیتراسیون توسط هیدروکسید سدیم (NaOH)، pH عصاره میوه توسط دستگاه pH متر دیجیتالی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH)، و شاخص های رنگ اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری: در این آزمایش غلظت های مختلف نانوامولسیون کیتوسان در ۳ سطح و در سه زمان به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا خواهد شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS آنالیز خواهند شد و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده می‌شود.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری‌محتوای‌آنتی‌اکسیدانی‌کل‌میوه به روش DPPH

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی تیمارها در سطح احتمال یک درصد برمحتوای آنتی اکسیدانی کل معنی دار است.

مطابق جدول ۱- که نشان دهنده مقایسه میانگین اثر ساده نانو امولسیون کیتوسان برمحتوای آنتی اکسیدانی کل میوه است که بیشترین تاثیر در نمونه مربوط به ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو امولسیون کیتوسان بود و کمترین تاثیر مربوط به نمونه ۲۵۰۰میلی گرم بر لیتر و روزشاهد بود. همچنین می توان به طور کلی گفت که بین تیمار ۲۵۰۰میلی گرم بر لیتر و روز شاهد از سیر صعودی برخوردار بوده است.

مطالعات قبلی نشان داده‌اند که بری‌ها یک منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی می باشند (Kahkonen *et*., 2001 *al*.,). این آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی گیاهی تولید ترکیبات فنلی و آنتوسیانین‌ها را تحریک می‌کنند(Hassanpour *et al*., 2011) همچنین، Wang و همکاران (۲۰۰۰) عنوان کردند که ارتباط مثبتی بین ترکیبات فنلی‌وظرفیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. از سوی دیگر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها می‌تواند به وسیله‌ی فاکتورهایی از جمله شرایط محیطی تحت تاثیر قرار بگیرد (Eynadin and Hajilou, 2016).

میزان اسید قابل تیتراسیون (TA)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده نانو امولسیون کیتوسان و زمان نگهداری دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد دارد. و اثرات متقابل اسانس و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار هستند.

مطابق جدول۱- که نشان دهنده مقایسه میانگین اثر اصلی نانو امولسیون کیتوسان بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه است بیشترین میزان مربوط به غلظت های ۲۵۰۰و ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر نانوامولسیون کیتوسان می‌باشد و کمترین تاثیر مربوط به تیمارشاهد بود.

اسیدهای آلی به عنوان یک ذخیره انرژی میوه می‌باشند. اسیدهای آلی میوه، ماده‌های اولیه تنفس هستند. در آزمایش تأثیر کیتوسان (۰/۵ و ۱ درصد) درانگور رقم شاهرودی نیز میزان اسیدهای آلی تیمارشده با کیتوسان در مقایسه با انگورهای تیمار

IrHC2019

نشده بالاتر بود (Shiri *at el*., 2013). در پژوهش دیگری اثر کیتوسان بر صفات کیفی سه رقم توت‌فرنگی Jonica Candonga ,و Sabrina و همچنین اثر آن بر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت. میوه‌ها را با کیتوسان ۱درصد و ۲ درصد تیمار کرده و در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹ روز نگهداری کردند. نتایج نشان داد که تیمار با کیتوسان به طور قابل‌توجهی باعث کاهش از دست دادن آب و رنگ، اسیدیته قابل تیتراسیون و اسید آسکوربیک شد (Petriccione *et al*., 2015). پوشش‌های خوراکی (مثل کیتوسان) می‌تواند با جلوگیری از تولید اتیلن، فرایند رسیدن را به تأخیر بیاندازد (Zhao *et al*., 2005).

مواد جامد محلول(TSS)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تمامی تیمارها در سطح احتمال یک درصد بر میزان مواد جامد محلول معنی دار است.

نتایج جدول۱- نشان دهنده مقایسه میانگین اثر اصلی نانو امولسیون کیتوسان بر محتوای مواد جامد قابل حل میوه است که مطابق آن بیشترین میزان مربوط به غلظت ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر نانوامولسیون کیتوسان می‌باشد. و کمترین تاثیر مربوط به غلظت ۲۵۰۰ میلی گرم در لیتر نانوامولسیون کیتوسان بود.

پوشش های کیتوسان، به دلیل ایجاد یک لایه نیمه تراوا در اطراف میوه و نیز ایجادیک اتمسفر کنترل شده داخلی موجب کاهش تنفس و کاهش تولید اتیلن و نیز جلوگیری از اثر اتیلن و افزایش عمر انباری میوه ها شده و در نتیجه از مصرف و کاهش مواد جامد قابل حل جلوگیری می نمایند (Bautista-Banos *at el*., 2006 ; Abdolahi *at el*., 2010). تأثیر کیتوسان بر میزان مواد جامد قابل حل در میوه‌های مختلف متفاوت است. بطوریکه در هلو، باعث افزایش مواد جامد قابل حل می گردد در حالیکه در پاپایا (خربزه درختی) تأثیرمعنی داری نداشت (Du *at el*., 1997 ; Bautista-Banos *at el*., 2003). نتایج نیز نشان داد که با افزایش مدت نگهداری میوه انگور در سردخانه میزان مواد جامد قابل حل کل افزایش پیدا می کند افزایش TSS میوه ممکن است به علت فعالیت متابولیکی میوه باشد (خضری، ۱۳۹۱). همچنین pH کم میوه می‌تواند باعث افزایش قدرت مخزن (میوه) و تسهیل انباشت قندها شود (Iglesias *et al*., 2007). افزون بر این، تخریب پکتین، سلولز و همی‌سلولز دیواره‌یاخته‌ای بخش‌های میوه، ممکن است منجر به آزاد سازی ماده‌های محلول شود که می‌تواند بر مقدار TSS اثر مستقیم داشته باشد (Iglesias *et al*., 2007). تاثیر کیتوزان بر میزان مواد جامد محلول در میوه‌های مختلف متفاوت است. مثلاً در انبه باعث افزایش آن گردیده و در خربزه درختی تأثیر معنی داری نداشته است (فینی دخت و همکاران، ۱۳۹۱).

pH عصاره میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده زمان اختلاف معنی داری درسطح احتمال یک درصد نشان داد. پوشش‌های خوراکی یک سد دارای نفوذپذیری انتخابی در برابر گازهای تنفسی O_2 و CO_2 ایجاد کرده و با حفظ CO_2 در سطحی بالاتر از حالت طبیعی و کاهش O_2 یک اتمسفر تغییر یافته در اطراف محصول به وجود آورده و باعث کاهش تنفس، تولید و اثر اتیلن و درنتیجه کاهش سرعت فرآیند پیری شده و مصرف اسیدهای آلی وقندها کاهش یافته و از افزایش pH محصولات جلوگیری می کند (Serrano *et al*., 2005 ; Macheix *et al*., 1970 ; Cheng *et al*., 2009). بر اساس نتایج (مظفری و همکاران، ۱۳۹۶) با افزایش زمان انبارداری pH میوه کاهش یافت که همسو با نتایج ما (عبداللهی، ۱۳۸۷) اعلام کرد که با افزایش غلظت اسانس میزان pH میوه انگور در انبار افزایش می یابد. افزایش pH به علت فعالیت‌های بیوشیمیایی داخل میوه است که سبب میشود اسیدهای آلی میوه به ماده‌های قندی تبدیل شوند (Rabiei *et al*., 2011).

جدول۱- تاثیر نانوامولسیون کیتوسان روی شاخص های کیفی (TA، TSS، pH ، آنتی اکسیدانی) توت سیاه

شاخص های کیفی غلظت نانوامولسیون کیتوسان ($mg.L^{-1}$)	TA	TSS	pH	آنتی اکسیدانی(DPPH)
۰	۱/۶۹^{b}	۱۵/۰۶^{b}	۳/۹۶^{a}	۴۷/۲۰^{b}
۲۵۰۰	۲/۰۱^{a}	۱۴/۹۴^{b}	۳/۹۲^{a}	۴۷/۵۲^{b}
۵۰۰۰	۱/۹۱^{a}	۱۵/۵۸^{a}	۴^{a}	۵۱/۹۴^{a}

IrHC2019

انداه‌گیری شاخص های رنگ (Hue , a)

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرساده نانو امولسیون کیتوسان بر تمام شاخص رنگ از تفاوت معنی داری برخوردار نبوده‌اند.

جدول۲- نشان دهنده مقایسه میانگین اثر اصلی اسانس رازیانه بر شاخص رنگ (Hue) میوه است که مطابق آن بیشترین تاثیر مربوط به تیمارهای شاهد و اسانس رازیانه در غلظت ۷۵۰ میکرولیتر در لیتر که از نظر آماری در یک سطح قرار داشتند و کمترین تاثیر مربوط به غلظت ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر می‌باشد.

جدول۲- نشان دهنده مقایسه میانگین اثر اصلی اسانس رازیانه بر شاخص رنگ (a) میوه است که مطابق آن بیشترین تاثیر مربوط به میوه‌های تیمار شده با غلظت ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس رازیانه بود و کمترین هم میوه تیمار شده با غلظت ۷۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس شاهد داشت.

جدول۲- تاثیر نانو امولسیون کیتوسان روی شاخص‌های رنگی (Hue , a) توت سیاه

شاخص های کیفی غلظت نانوامولسیون کیتوسان($mg.L^{-1}$)	a	Hue
۰	۱/۵۰^{a}	۱/۰۳^{a}
۲۵۰۰	۱/۶۷^{a}	۱/۰۲^{a}
۵۰۰۰	۱/۶۱^{a}	۱/۰۲^{a}

رنگ میوه از مهم ترین شاخص های میوه از نظر پذیرش مصرف کننده است. رنگ مناسب میوه منجر به ایجاد ظاهر مطلوب میوه می شود بنابراین حفظ رنگ میوه در نگهداری آن اهمیت زیادی دارد. (مستوفی و همکاران، ۱۳۹۱) گزارش کردند با گذشت زمان شاخص(a) به طور معنی داری در انگور افزایش یافت. این افزایش ممکن است. به دلیل افزایش در سرعت تنفس و تحریک فعالیت‌های آنزیمی، شامل واکنش‌های قهوه‌ای شدن وسایر واکنش‌ها که مسئول کاهش کیفیت میوه هستند، بیان نمودند. (Chien *et al*., 2007) گزارش کردند شاخص a در نمونه های تیمار شده با کیتوزان نسبت به نمونه های شاهد پایین تر است، اما تغییر معنی داری در سه نمونه تیمار شده با کیتوزان (۰/۵، ۱، ۲) درصد در نمونه‌های انبه مشاهده نگردید. با کارگیری غلظت های مختلف کیتوزان بر روی انگور شاهرودی مشاهده شد که با گذشت زمان درخشندگی میوه ها به طور معنی داری کاهش یافته است. گزارش کردند توت فرنگی های تیمار شده با چیتوزان درخشندگی بیشتری نسبت به شاهد دارند(Hernandez-Munoz, 2008).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش و در راستای سیاست‌ها و اهداف توسعه بخش کشاورزی مبنی برجلوگیری از ضایعات بالای پس از برداشت، افزایش بهره وری و اتخاذ روش‌های مناسب علمی و عملی نگهداری میوه به منظور حفظ و توسعه بازارهای بزرگ مصرف داخل و خارج کشور و نیز استفاده از مواد و روش‌های طبیعی به جای استفاده از روش‌های شیمیایی، استفاده از نانوامولسیونکیتوسان به دلیل تأثیر مناسب در حفظ مطلوب خصوصیات ظاهری و فیزیکوشیمیایی توت سیاه در طی مدت نگهداری در انبار توصیه میگردد.

منابع

خضری، ر. (۱۳۹۱). تاثیر اسانس زنیان و ورقه های سولفورپد بر ماندگاری پس از برداشت انگور رقم سیاه سردشت، پایان نامه کارشناسی ارشدباغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه.

فینی دخت، س.ر.، اصغری، م.ر.، شیرزاد، ح. (۱۳۹۱). تاثیر کاربرد کیتوزان و کلرورکلسیم بر کاهش پوسیدگی پس از برداشت و تغییرات ویژگیهای کیفی گیلاس رقم سیاه مشهد. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ویژه علوم باغبانی.۲۶(۴):۳۸۴-۳۸۷ .

IrHC2019

مستوفی، ی.، دهستانی اردکانی، م. و رضوی، س.ه. (۱۳۹۰). اثر چیتوزان بر افزایش عمر پس از برداشت و ویژگی‌های کیفی انگور رقم شاهرودی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۸ (۳۰): ۹۳-۱۰۲.

مظفری، ع.ا.، رحیمی، ر. و عبدوسی، و. (۱۳۹۶). تأثیر اسانس گیاه دارویی خوشاریزه (*Echinophora platyloba*) بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه دو رقم توت فرنگی درطول مدت انبارداری. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی. ۲۷(۴): ۱۰-۸۷.

Chien, P.J., Sheu, F. and Lin, H.R. (2007). Coating citrus (Murcott tangor) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100: 1160–1164.

Serrano, M., Martinz-Romeo, D., Castillo, S., Guillen, F. and Valevo, D. (2005). The use natural anti-Fungal compound impound improves the beneficial effect of modified atmosphere packaging in sweet cherry storage. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 6: 115-123.

Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Bernoust, I. and Meshkatalsadat, M.H. (2010). Study on the potential use of essential oils for decay control and quality preservation of Tabarzeh table grape. Journal of Plant Protection Research, 50: 45-52.

Du, J., Gemma, H. and Iwahori, S. (1997). Effects of chitosan coating on the storage of peach, Japanese pear and kiwifruit. Journal Japan. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 66: 15-22.

Han, C., Lederer, C., McDaniel, M. and Zhao, Y. (2004). Sensory evaluation of fresh strawberries (*Fragariaananassa*) coated with chitosan-based edible coatings. Journal of Food Science, 70: 172–178.

Effect of chitosan nano-emulsion on Some Physicochemical Indices of *Morus nigra* L.

Vahid Parvizi[1], **Habib Shirzad**[1], **Abolfazl Alirezalu**[*1], **Shirin Rahmanzadeh Ishke**[1]
[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agricultural, Urmia University, Urmia, Iran
Corresponding Author: a.alirezalu@urmia.ac.ir

Abstract
The use of chitosan nanoemulsions as edible coating to increase storage and maintain the quality of horticultural products is a new idea in modern agriculture. In this regard, an experiment was conducted to study the effect of chitosan nanoemulsion on some physicochemical and antioxidant indices of *Morus nigra* fruit. In this study, harvested *Morus nigra* fruits were treated with chitosan nanoemulsions at concentrations of 0, 2500, 5000 µL/L and refrigerated at 4±2 °C and 90-95% relative humidity. The amount of total soluble solids and titrable acidity, pH, color and antioxidant properties (DPPH) of the fruits were evaluated every three days. Overall, the results of this study showed a bioavailability increase in shelf life and preservation of qualitative and quantitative characteristics in coated fruits compared to uncoated fruits during storage.

Keywords: Antioxidant, Antimicrobial, chitosan nano-emulsion, Fennel, *Morus nigra*

IrHC2019