تأثیر ۱- متیل سیکلو پروپن و نانو ذرات پرمنگنات پتاسیم بر خصوصیات کیفی و ماندگاری دو رقم سیب

بهرام پاشازاده[a]، سید مهدی سیدین اردبیلی[b]*، حسن حاج نجاری[c]، فروغ شواخی[d]، غلامحسن اسدی[e]

[a] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه صنایع غذایی، تهران، ایران

[b] دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، تهران، ایران

[c] استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر، بخش تحقیقات باغبانی، واحد دانه دارها، کرج، ایران

[d] استادیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، بخش تحقیقات صنایع غذایی، کرج، ایران

[e] استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشکده علوم و مهندسی صنایع غذایی، گروه صنایع غذایی، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۴/۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۶/۱۲

چکیده

مقدمه: سیب از مهمترین محصولات باغبانی است که نگهداری و مسائل پس از برداشت آن به طور روز افزون مورد توجه محققان و صاحبان صنعت قرارگرفته است. در این تحقیق، اثر تیمار ۱- متیل سیکلو پروپن(1-methyl cyclopropen) و نانو جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم) به عنوان ترکیبی جدید، مؤثر و ارزان بر خصوصیات کیفی، ماندگاری و ضایعات انبارمانی سیب بررسی شد.

مواد و روش‌ها: رقم تجارتی ولتی(Wealthy) و رقم بومی دیر رس مشهد موجود در کلکسیون ملی ارقام تجارتی سیب ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر کرج انتخاب و با در نظر گرفتن شاخص نشاسته (۲/۵-۲) برداشت شد. تیمار ۱- متیل سیکلو پروپن با غلظت ppm ۱ در فضای غیر قابل نفوذ، به مدت ۸ ساعت در دمای محیط و یک روز پس از برداشت انجام گرفت. تیمار نانوجاذب‌های اتیلن با قرار دادن ساشه‌های ۵ گرمی در کارتن‌ها انجام گرفت. میوه‌های تیمار شده به همراه شاهد در انبار با دمای ۰/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد قرار گرفتند و در طول زمان نگهداری، هر ماه یک بار آزمایشات: کاهش وزن، سفتی بافت سیب، اسید آسکوربیک(AA)، کل مواد جامد محلول(TSS)، اسیدیته قابل تیتر(TA) و pH در ۳ تکرار انجام شد. در پایان دوره ۵ ماهه انبارمانی آزمون حسی سیب تیمار شده در مقایسه با شاهد انجام شد. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی بود. داده ها توسط نرم افزار SAS تحت آنالیز واریانس قرار گرفتند.

یافته‌ها: کاهش وزن و سفتی بافت هر دو رقم در هر دو تیمار نسبت به شاهد افت کمتری نشان داد. استفاده از متیل سیکلو پروپن اثر معنی‌داری ($p<0.05$) بر مقدار TSS،اسیدیته قابل تیتر و pH نشان داد و باعث جلوگیری از افزایش pH و کاهش اسیدیته طی دوره انبارمانی شد ولی استفاده از نانو جاذب اثر معنی‌داری ($p>0.05$) نداشت. میزان pH در رقم دیررس مشهد نسبت به رقم ولتی بیشتر بود. بیشترین میزان TSS مربوط به رقم دیررس مشهد با استفاده از نانو جاذب اتیلن و استفاده توأم متیل سیکلوپروپن و نانو جاذب بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که در هر دو رقم (ولتی، دیررس مشهد) اثر تیمار متیل سیکلوپروپن و نانو جاذب اتیلن بر اکثر صفات معنی‌دار ($p<0.05$) شد و اثر تیمارها بر روی ارقام نتایج متفاوتی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: *۱- متیل سیکلو پروپن (1- methyl cyclopropen)، پرمنگنات پتاسیم، سیب، ضایعات، ماندگاری*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: Mahdi-seyedain@yahoo.com

jftn.srbiau.ac.ir

مقدمه

سیب از خانواده گلسرخیان (Rosaceae)، زیر خانواده سیبیان (Pomoideae)، جنس Malus و گونه *Malus × domestica* Borkh. است (منیعی، ۱۳۸۰). مطابق آمار سازمان جهانی خواربار[1] میزان تولید جهانی سیب در سال ۲۰۱۰ معادل ۶۹۵۱۱۹۷۵ تن بوده است ایران در همین سال با تولید ۱۶۶۲۴۳۰ تن، هشتمین کشور تولید کننده سیب بود (FAO, 2012). علی رغم افت استثنائی سطح تولید در این سال این آمار مبین اهمیت این محصول در میان محصولات باغی کشور است

الگوی تنفسی میوه سیب، آن را جزء محصولات فرازگرا[2] قرار می‌دهد و میزان تنفس آن توسط دما، غلظت اکسیژن، دی اکسید کربن محیط انبار و غلظت اتیلن تحت تأثیر قرار می گیرد. اتیلن یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که در گیاه تولید شده و فرآیندهای گیاهی مثل رشد و نمو، بلوغ، رسیدگی و پیری را تنظیم می‌کند. همچنین این تنظیم کننده در ریزش اندام‌ها و جدا شدن آن ها از گیاه نقش اساسی دارد (راحمی، ۱۳۸۴).

۱- متیل سیکلوپروپن[3] (1-MCP) ترکیب جدیدی است که علی‌رغم داشتن ساختمانی شبیه اتیلن، خاصیت ضد اتیلنی از خود نشان می‌دهد. از مزایای آن نسبت به سایر روش‌های کاهش غلظت اتیلن می‌توان به سهولت کاربرد، سمی نبودن از نظر ملاحظات زیست محیطی، مقرون به صرفه بودن و در عین حال کارآیی بالا اشاره کرد. ۱- متیل سیکلو پروپن به عنوان ترکیبی جدید، مؤثر و ارزان برای جلوگیری از تخریب میوه‌های حساس به اتیلن در مراحل پس از برداشت و برای افزایش عمر انباری و کیفیت میوه‌های مختلف استفاده شده است. ۱- متیل سیکلوپروپن با کاهش تولید اتیلن، رسیدن و پیرشدگی میوه را به تأخیر می‌اندازد و نیز تنفس، نرم شدگی و تغییر رنگ را کاهش می‌دهد. تحت دمای محدود و فشار نرمال، ۱- متیل سیکلوپروپن گازی با فرمول C_4H_6 و جرم مولکولی ۵۴ است و قادر به حفظ کیفیت و کاهش بروز ناهنجاری‌های فیزیولوژیک می‌باشد (Pelayo *et al.*, 2003). از دیگر بازدارنده‌های اتیلن، استفاده از مواد جاذب اتیلن نظیر پرمنگنات پتاسیم وازن است که اکسیدکننده قوی هستند (جلیلی مرندی، ۱۳۸۷). در سال‌های اخیر برای جذب اتیلن، از مواد شیمیایی مختلف از جمله پرمنگنات پتاسیم استفاده شده است. این ماده علاوه بر از بین بردن اتیلن، غیر فرار نیز هست و می‌توان آن را به راحتی از فرآورده جدا کرد. برای حصول اطمینان از بر طرف شدن اتیلن، لازم است فرآورده در سطح گسترده‌ای در معرض پرمنگنات پتاسیم قرار داده شود (زمردی، ۱۳۸۴). به این منظور می‌توان محلول اشباع پرمنگنات پتاسیم را روی بسترهای مناسب و مواد معدنی بی‌ضرر مانند میکای متورم، سلنیت، سیلیکاژل، پلیت‌های آلومینا، پرلیت و شیشه‌های منبسط شونده قرار داد. پلیت‌های حاوی پرمنگنات پتاسیم در بسته، فیلترها و غیره قرار می‌گیرند و وقتی هوا از میان آنها عبور می‌کند، اتیلن به طورموثری بوسیله پاکت‌های کوچک[4] جذب می‌شود.

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر ۱- متیل سیکلوپروپن وگرانول‌های نانوجاذب اتیلن بر افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی میوه سیب انجام شد.

مواد و روش‌ها

- نحوه برداشت میوه

دو رقم سیب شامل رقم بومی دیر رس مشهد و رقم وارداتی ولثی[5] موجود در کلکسیون ملی ارقام تجارتی سیب ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر وابسته به موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرانتخاب شدند. نمونه برداری با در نظر گرفتن شاخص نشاسته (۲/۵-۲) انجام شد. برداشت هر دو رقم به دلیل همزمانی فنولوژیک زمان رسیدن در تاریخ ۹۰/۷/۱۵ صورت گرفت. میوه‌ها به آرامی و توسط کف دست با پیچاندن در جهت مخالف یا موافق عقربه‌های ساعت بدون وارد نمودن کمترین فشار با نوک انگشتان و یا ایراد ضربه از درخت چیده شد و به آرامی در جعبه‌های مناسب که در سایه درختان قرار گرفته بودند قرار داده شدند. نمونه‌های برداشتی در شرایط مناسب توسط خودرو به سردخانه در دمای ۰/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد موجود در بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری‌های پس از برداشت، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی منتقل شدند.

[1] FAO [2] Climacteric [3] 1-methyl cyclopropen [4] Sachets [5] *Wealthy*

ifn.srbiau.ac.ir

- روش تیماردهی

در این تحقیق تأثیر ۳ تیمار مختلف در مقایسه با نمونه شاهد بررسی شد. تیمار اول: ۱- متیل سیکلو پروپن با غلظت ppm ۱ با استفاده از گازساخت شرکت Lupofresh™ در محفظه غیر قابل نفوذ اسپری شد و به مدت ۸ ساعت در دمای محیط تبادل گازی انجام گرفت. میوه‌های تیمار شده پس از ۱ ساعت هوادهی، همراه با بسته‌های کوچک ۵ گرمی حاوی گرانول‌های نانو جاذب اتیلن ساخت شرکت Bioconservaction درون جعبه‌های میوه قرار داده شدند. تیمار دوم: سیب‌های تیمار شده توسط ۱- متیل سیکلو پروپن، بدون بسته‌های جاذب اتیلن بسته‌بندی شدند. تیمار سوم: سیب‌ها بدون اعمال ۱- متیل سیکلو پروپن همراه با بسته‌های جاذب اتیلن بسته‌بندی شدند. در تیمار شاهد، سیب‌ها در شرایط معمولی بدون تیمار ۱- متیل سیکلو پروپن و بدون بسته‌های جاذب اتیلن بسته‌بندی شدند. سپس، تکرارهای مربوط به تیمارها در شانه‌های مخصوص سیب درون جعبه منفذدار[1] قرار گرفتند و به سردخانه در شرایط دمای ۰/۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰ درصد منتقل شدند. در طول ۵ ماه انبارمانی سرد[2]، آزمایشات زیر در فواصل زمانی یک ماهه به صورت منظم انجام شد. در هر آزمایش از هر رقم ۳۰ عدد میوه به صورت تصادفی انتخاب شد و در سه تکرار ۱۰ تایی صفات کیفی و کمی ارزیابی گردید.

- درصد کاهش وزن

برای اندازه گیری کاهش وزن، میوه‌های موجود از هر رقم در جعبه‌های جداگانه ماهی یک بار وزن شدند و نسبت به وزن اولیه مقایسه شدند. وزن هر میوه با ترازوی دیجیتالی College مدل B502 با دقت دهم گرم ثبت گردید.

- اندازه گیری سفتی بافت میوه

درجه سفتی بافت میوه بر حسب کیلوگرم نیرو بر سانتی‌متر مربع، به وسیله دستگاه بافت سنج مدل Hounsfield–H5KS ساخت انگلستان صورت گرفت. این کار با برش لایه نازکی از پوست به قطر یک سانتی‌متر مربع در سه قسمت میوه به وسیله کارد تیز و تعیین ماکزیمم نیروی وارده بر سطح بر حسب نیوتن بر میلی‌متر مربع برای نفوذ میله‌ای به قطر ۶/۴ میلی‌متر و سرعت ۲۰ میلی متر در دقیقه در بافت سیب و با سه تکرار انجام شد (Finny *et al*., 1975).

- اندازه‌گیری اسید آسکوربیک

در این پژوهش برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش شیمیایی تیتراسیون با استفاده از شناساگر ۲، ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد استفاده شد. در این روش عصاره نمونه در اسید اگزالیک با معرف رنگ سدیم ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد تیتر می‌شود تا رنگ صورتی کمرنگ که به مدت ۵۰-۱۰ ثانیه باقی بماند، به دست آید(AOAC.1975).

- اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی

از ۱۰ عدد میوه موجود در هر تکرار هر کدام یک برش طولی به اندازه حدود یک پنجم حجم میوه جدا شده و قسمت های بافت تخمدان را از گوشت میوه جدا کرده و با دستگاه آب میوه‌گیری آبگیری شد؛ آب میوه پس از صاف شدن با کاغذ صافی درون ارلن جمع‌آوری شد (Pre-Aymard *et al*., 2005). آب میوه صاف شده برای اندازه‌گیری‌های لازم در آزمایش‌های شیمیایی شامل سنجش مقدار مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون و pH استفاده شد.

- سنجش مقدار کل مواد جامد محلول (TSS)

با قرار دادن چند قطره از عصاره صاف شده میوه بر سطح منشور رفراکتومتر دستی ATAGO مدل 20181MC با دامنه سنجش (Brix 0~32%) درجه بریکس تعیین شد (حسینی، ۱۳۶۹).

- اندازه‌گیری pH آب میوه

پس از کالیبره نمودن دستگاه pH متر با محلول‌های بافر ۴ و ۷، اندازه‌گیری به وسیله دستگاه pH متر دیجیتالی در مورد ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره خالص میوه انجام شد (حسینی، ۱۳۶۹).

[1] Perforated

[2] Cold Storage

jfn.srbiau.ac.ir

- **اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)**

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از محلول سود سوزآور ۰/۱ نرمال و با فرمول زیر محاسبه و بر حسب درصد اسید غالب گزارش شد (حسینی، ۱۳۶۹).

[(۱۰۰۰×حجم آب میوه خالص)/(نرمالیته سود × اکی والان اسید غالب×میزان سود مصرفی)]×۱۰۰=درصد اسیدیته

اسید غالب در سیب،اسید مالیک با اکی‌والان ۶۷ گرم است (Watkins, 2003).

- **ارزیابی ویژگی‌های حسی (آزمون پانل)**

میوه های مناسب از هر رقم پس از انتخاب، شسته شده و در اختیار۱۰ نفر آزمونگر آموزش دیده ثابت قرار گرفت و از آنها خواسته شد که با عمل دیدن، بوییدن و چشیدن و خوردن نمونه‌های ارائه شده نمره مورد نظر خود را در فرم‌های مخصوصی که از صفر تا ۱۰۰ به فواصل ۱۰ تایی درجه‌بندی شده بود در مورد هریک از خصوصیات عطر، طعم، شیرینی، ترشی، بافت (کیفیت خوراکی)، آبداربودن و قابلیت پذیرش کلی علامت بزنند. شاخص پذیرش کلی نمایانگر جمع بندی کلی آزمونگر از شاخص‌ها بوده و عدد ۰ بیانگر عدم رضایت آزمونگر و عدد ۱۰۰ رضایتمندی خیلی زیاد از رقم مورد آزمون بود.

- **تجزیه و تحلیل آماری**

به منظور بررسی تأثیر ۱- متیل سیکلو پروپن (1- methyl cyclopropen) برای افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی میوه سیب آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل با تیمار ۱- متیل سیکلو پروپن و جاذب اتیلن در دو رقم سیب (ولشی ودیررس مشهد) اعمال شد. آنالیز واریانس (ANOVA) با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با بهره‌گیری از آزمون دانکن انجام شد. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند.

یافته ها

نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات pH، TA، TSS، سفتی بافت درصد، کاهش وزن و ویتامین ث ارقام مورد بررسی در طول مدت انبارمانی با استفاده از تیمارهای متیل سیکلو پروپن و نانو جاذب اتیلن در جدول ۱ ارائه شده است.

در جدول ۲ مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو جاذب اتیلن و رقم طی دوره انبارمانی بر کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته، سفتی بافت و pH ارائه شده است.

در جدول ۳ مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن و رقم طی دوره انبارمانی بر کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته، سفتی بافت و pH و در جدول ۴ مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن و نانو جاذب اتیلن

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های کیفی سیب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		pH	TA	TSS	Fmax	درجه آزادی	کاهش وزن	درجه آزادی	ویتامین ث
زمان انبارمانی	۵	۰/۳۱ **	۰/۹۹ **	۲۸/۵۳ **	۱۷۹۰/۲ **	۴	۷/۵۴ **		
رقم	۱	۲/۹۶ **	۱۵/۷۹ **	۲۴۶/۱۲ **	۷۹۲۹/۱ **	۱	۰/۷۳ *	۱	۰/۰۵ **
نانو جاذب اتیلن	۱	۰/۱۱ ns	۰/۹۷ **	۱۹/۱۷ **	۱۴/۱۹ ns	۱	۰/۰۰۳۵ ns	۱	۰/۰۰۱۷ ns
متیل‌سیکلوپروپن	۱	۰/۱۲ ns	۰/۵۱ ns	۰/۵۷ ns	۴۲۷/۰۱ **	۱	۱/۰۲ **	۱	۰/۰۱۵ **
رقم×زمان	۵	۰/۱۴ **	۰/۵۱ **	۱۲/۵۹ **	۳۲۴/۱۵ **	۴	۱/۲۶ **		
نانو جاذب اتیلن ×زمان	۴	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۵۴/۰۲ **	۴	۰/۵۶ **		
متیل سیکلو پروپن ×زمان	۴	۰/۱۳ **	۰/۳۱ **	۳/۰۲ **	۰/۸۶ ns	۴	۰/۸۶ **		
نانو جاذب اتیلن ×رقم	۱	۰/۱۱ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۳۲/۸۷ **	۱۸/۸۵ ns	۱	۰/۰۲۹ ns	۱	۰/۰۰۳۷ ns
متیل سیکلو پروپن ×رقم	۱	۰/۱۱ ns	۰/۰۲۴ ns	۰/۲۵۷ ns	۱۲/۷۶ ns	۱	۰/۰۵۱ ns	۱	۰/۰۰۳۷ ns
نانو جاذب اتیلن × متیل سیکلو پروپن	۱	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۵۱ ns	۶/۵۴ **	۰/۰۰۶۷ ns	۱	۰/۰۰۶۷ ns	۱	۰/۰۰۱۷ ns
نانو جاذب اتیلن ×رقم×زمان	۴	۰/۰۵۹ **	۰/۱۳ **	۰/۰۰۴ ns	۲۹/۰۳ ns	۴	۱/۳ **		
متیل سیکلو پروپن ×رقم×زمان	۴	۰/۰۶۸ **	۰/۸۱ **	۳/۹۹ **	۵۰/۹۳ **		۱ **		
نانو جاذب اتیلن × متیل سیکلو پروپن×زمان	۴	۰/۰۲۶ **	۰/۵۱ **	۶/۱۲ **	۳۱/۹۷ ns	۴	۰/۵۹ **		
نانو جاذب اتیلن × متیل سیکلو پروپن×رقم	۱	۰/۰۸۸ **	۰/۱۸ **	۲/۳۴ **	۶/۱۷ ns	۴	۰/۱۳۹ ns	۱	۰/۰۰۳۷ ns
خطا	۸۸	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۶۹	۰/۰۷	۱۴/۳۵	۱	۰/۱۱۲	۱۶	۰/۰۰۱۱
ضریب تغییرات (% CV)		۱/۴۷	۲/۳۸	۱/۸	۲۵/۳۳	۸۴	۱۵/۷۲		۱۴

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار

jftn.srbiau.ac.ir

جدول ۲- اثر رقم و کاربرد نانو جاذب اتیلن طی دوره انبارمانی بر ویژگی‌های کیفی سیب

زمان	واریته	نانو جاذب	pH	اسیدیته	مواد جامد محلول	کاهش وزن	Fmax
شروع انبارمانی	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۵۶^{a}	۲/۹۶^{m}	۹/۶^{l}		۱۹/۷^{c}
	ولشی	بدون نانو	۴/۰۳^{fg}	۴/۷^{a}	۱۱^{k}		۱۹/۵^{c}
ماه اول	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۲۸^{d}	۳/۷۵^{ef}	۱۵/۵^{d}	۰/۳۰^{abc}	۲۵/۸^{a}
		با نانو	۴/۳۸^{bc}	۳/۴۸^{hi}	۱۶^{c}	۰/۱۱^{bc}	۲۷/۸^{a}
	ولشی	بدون نانو	۴/۴۲^{b}	۴^{bc}	۱۳/۵^{h}	۰/۴۳^{abc}	۱۳/۷^{de}
		با نانو	۱۷/۴^{e}	۴/۱^{b}	۱۳^{i}	۰/۶۵^{abc}	۱۳/۸^{de}
ماه دوم	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۳۲^{cd}	۲/۹۸^{lm}	۱۵/۵^{d}	۰/۵^{bc}	۱۵/۹^{d}
		با نانو	۴/۳۸^{bc}	۳/۲۶^{j}	۱۷/۶^{a}	۰/۴۶^{bc}	۱۶/۵^{d}
	ولشی	بدون نانو	۴/۰۹^{f}	۳/۴۳^{i}	۱۲/۶^{j}	۰/۰۵^{bc}	۱۰/۱^{fg}
		با نانو	۴/۰۴^{f}	۳/۷۳^{fe}	۱۲/۵^{j}	۰/۹۰^{ab}	۱۰/۵^{fg}
ماه سوم	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۴۵^{b}	۲/۹۸^{lm}	۱۶/۴^{b}	۰/۲۵^{abc}	۷/۳^{h}
		با نانو	۴/۳۱^{cd}	۳/۱^{kl}	۱۷/۳^{a}	۰/۴۲^{abc}	۱۰/۵^{fg}
	ولشی	بدون نانو	۴/۰۶^{f}	۳/۶۵^{fg}	۱۲/۳^{j}	۰/۲۹^{abc}	۴/۱^{i}
		با نانو	۳/۹۶^{g}	۴/۰۳^{bc}	۱۲/۳^{j}	۰/۱۳^{bc}	۳/۸^{i}
ماه چهارم	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۴۲^{b}	۳/۲۵^{j}	۱۶^{c}	۰/۲۹^{abc}	۲۸/۲^{a}
		با نانو	۴/۳۸^{bc}	۲/۹۵^{m}	۱۶/۶^{b}	۰/۳۹^{abc}	۲۳/۷^{b}
	ولشی	بدون نانو	۴/۱۰^{ef}	۳/۹۳^{cd}	۱۴/۶^{f}	۰/۴۱^{abc}	۱۲/۵^{ef}
		با نانو	۴/۰۴^{f}	۳/۸^{e}	۱۴^{g}	۰/۱۶^{bc}	۱۰/۹^{fg}
ماه پنجم	دیر رس مشهد	بدون نانو	۴/۲۶d	۲/۶^{n}	۱۵/۴^{d}	۰/۴۰^{abc}	۲۰/۱^{c}
		با نانو	۴/۱۷^{e}	۳/۱۶^{jk}	۱۷/۵^{a}	۰/۵۷^{abc}	۱۹/۱^{c}
	ولشی	بدون نانو	۳/۷۲^{h}	۳/۵۸^{gh}	۱۵^{e}	۰/۴۷^{abc}	۸/۸^{gh}
		با نانو	۳/۷۷^{h}	۳/۸۳^{ed}	۱۴^{g}	۱/۴۰^{a}	۱۰/۴^{fg}

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳- اثر رقم و کاربرد ۱- متیل سیکلو پروپن طی دوره انبارمانی بر ویژگی‌های کیفی سیب

زمان	واریته	متیل	pH	اسیدیته	مواد جامد محلول	کاهش وزن	Fmax
شروع انبارمانی	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۵۶^{a}	۲/۹۶^{n}	۹/۶^{k}		۱۹/۷^{c}
	ولشی	بدون متیل	۴/۰۳^{f}	۴/۷^{a}	۱۱^{j}		۱۹/۵^{c}
ماه اول	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۳۸^{bc}	۳/۳۵^{ij}	۱۵/۵^{d}	۰/۳۰^{ab}	۲۸/۴^{a}
		با متیل	۴/۲۷^{d}	۳/۸۸^{ed}	۱۶/۰۶^{c}	۰/۱۱^{ab}	۲۵/۲^{b}
	ولشی	بدون متیل	۴/۵۵^{a}	۳/۹۵^{cd}	۱۳/۵^{g}	۰/۳۷^{ab}	۱۴/۶^{d}
		با متیل	۴/۰۵^{f}	۴/۱۵^{b}	۱۳^{h}	۰/۷۱^{ab}	۱۲/۹^{de}
ماه دوم	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۴۳^{b}	۲/۸۵^{o}	۱۶^{c}	۰/۴۲^{ab}	۱۷/۸^{c}
		با متیل	۴/۲۷^{d}	۳/۴^{hi}	۱۷/۱^{a}	۰/۳۲^{b}	۱۴/۶^{d}
	ولشی	بدون متیل	۴/۰۷^{f}	۳/۵^{h}	۱۲/۵^{i}	۰/۰۳^{ab}	۱۰/۹^{ef}
		بامتیل	۴/۰۷^{f}	۳/۶۶j	۱۲/۶^{i}	۰/۹۱^{a}	۹/۷^{f}
ماه سوم	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۳۵^{c}	۳/۲۵^{ik}	۱۷/۴^{a}	۰/۲۷^{ab}	۱۱/۷^{ef}
		با متیل	۴/۴۱^{bc}	۲/۸۳^{o}	۱۶/۳^{a}	۰/۴^{ab}	۶/۱^{g}
	ولشی	بدون متیل	۳/۹۶^{g}	۳/۷^{fg}	۱۲/۳^{i}	۰/۲۹^{ab}	۴^{g}
		با متیل	۴/۰۶^{f}	۳/۹۸^{cd}	۱۲/۳^{i}	۰/۱۳^{ab}	۳/۹^{g}
ماه چهارم	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۳۸^{bc}	۳^{nm}	۱۶/۶^{b}	۰/۲۹^{ab}	۲۷^{ab}
		با متیل	۴/۴۱^{bc}	۳/۲^{lk}	۱۶^{c}	۰/۳۹^{ab}	۲۴/۸^{b}
	ولشی	بدون متیل	۴/۰۹^{f}	۳/۹۳^{d}	۱۵^{d}	۰/۳۵^{ab}	۱۱/۸^{ef}
		با متیل	۴/۰۵^{f}	۳/۸^{fe}	۱۳/۶^{g}	۰/۲۲^{ab}	۱۱/۷^{ef}
ماه پنجم	دیر رس مشهد	بدون متیل	۴/۱۸^{e}	۳/۱^{lm}	۱۷/۴^{a}	۰/۶۵^{ab}	۱۹^{c}
		با متیل	۴/۲۵^{d}	۲/۶۶^{p}	۱۵/۵^{d}	۰/۳۲^{ab}	۲۰/۲^{c}
	ولشی	بدون متیل	۳/۷۴^{h}	۳/۳۵^{ji}	۱۴/۱^{f}	۰/۹۵^{a}	۱۰/۴^{ef}
		با متیل	۳/۷۵^{h}	۴/۰۶^{bc}	۱۴/۹^{e}	۰/۹۲^{a}	۸/۸^{f}

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

jfn.srbiau.ac.ir

طی دوره انبارمانی بر کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته، سفتی بافت و pH ارائه شده است. در جدول ۵ اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن، نانو جاذب اتیلن و رقم بر کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته، سفتی بافت و pH ارائه شده است.

مقایسه میانگین درصد کاهش وزن میوه بین ارقام مورد بررسی نشان داد که رقم ولشی نسبت به رقم دیر رس مشهد کاهش وزن بیشتری داشت. همچنین مقایسه میانگین اثر نانو جاذب اتیلن و مدت زمان انبارمانی در کاهش وزن میوه نشان داد که میزان کاهش وزن با گذشت زمان در استفاده و بدون استفاده از نانو جاذب اتیلن (پرمنگنات پتاسیم) روند صعودی داشته است ولی اختلاف بین آن‌ها در ماه چهارم و پنجم معنی‌دار ($p<0.05$) است و بیشترین کاهش وزن مربوط به عدم استفاده نانو جاذب در ماه پنجم انبارمانی می‌باشد (نمودار۱). مقایسه میانگین اثر متیل سیکلو پروپن و مدت زمان انبارمانی بر کاهش وزن میوه نشان داد در شرایط استفاده از ۱-متیل سیکلو پروپن، در کلیه سطوح زمانی مورد بررسی، تا ماه سوم اختلاف معنی‌داری ($p>0.05$) در درصد افت وزن، مشاهده نشد ولی از ماه سوم تا پایان دوره انبارمانی اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) بین استفاده و بدون استفاده از متیل سیکلو پروپن مشاهده شد که نشان دهنده تاثیر این ترکیب بر حفظ وزن میوه است (نمودار ۲).

جدول ٤- اثر کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپن و نانو جاذب اتیلن طی دوره انبارداری بر ویژگی‌های کیفی سیب

زمان	نانو جاذب	متیل سیکلوپروپن	pH	اسیدیته	مواد جامد محلول	کاهش وزن	Fmax
شروع انبارمانی	بدون نانو	بدون متیل	۴/۳^{cd}	۳/۸^{b}	۱۰/۳^{g}		۱۹/۶^{ab}
ماه اول	بدون نانو	بدون متیل	۴/۵^{a}	۳/۷^{c}	۱۵^{c}	۰/۳۸^{a}	۲۱/۳^{a}
		با متیل	۴/۱^{gh}	۴^{a}	۱۴^{e}	۰/۳۶^{a}	۱۸/۲^{bc}
	با نانو	بدون متیل	۴/۳^{b}	۳/۶^{cde}	۱۴^{e}	۰/۲۹^{a}	۲۱/۸^{a}
		با متیل	۴/۱^{fgh}	۳/۹^{a}	۱۵^{c}	۰/۴۶^{a}	۱۹/۹^{ab}
ماه دوم	بدون نانو	بدون متیل	۴/۲^{cde}	۲/۹^{k}	۱۳^{f}	۰/۲۱a	۱۴/۲^{ef}
		با متیل	۴/۱^{gh}	۳/۵^{def}	۱۵/۱^{bc}	۰/۳۹a	۱۱/۸^{f}
	با نانو	بدون متیل	۴/۲^{def}	۳/۴^{gh}	۱۵/۵^{b}	۰/۲۴^{a}	۱۴/۵^{def}
		با متیل	۴/۱^{efgh}	۳/۵^{def}	۱۴/۶^{d}	۰/۱۹^{a}	۱۲/۵^{f}
ماه سوم	بدون نانو	بدون متیل	۴/۱^{efgh}	۳/۴^{efgh}	۱۴/۴^{d}	۰/۲۵^{a}	۷/۱^{gh}
		با متیل	۴/۳^{bc}	۳/۱^{j}	۱۴/۳^{ed}	۰/۲۸^{a}	۴/۴^{i}
	با نانو	بدون متیل	۴/۱^{h}	۳/۵^{efg}	۱۵/۳^{bc}	۰/۳۰^{a}	۸/۶^{g}
		با متیل	۴/۱^{gh}	۳/۶^{cd}	۱۴/۳^{ed}	۰/۲۵^{a}	۵/۶^{hi}
ماه چهارم	بدون نانو	بدون متیل	۴/۲^{cde}	۳/۵^{def}	۱۵/۵^{b}	۰/۳۴^{a}	۲۱/۳a
		با متیل	۴/۲^{cde}	۳/۶^{cd}	۱۵/۱^{bc}	۰/۳۷^{a}	۱۹/۳^{ab}
	با نانو	بدون متیل	۴/۲^{efg}	۳/۳^{ghi}	۱۶/۱^{a}	۰/۳۰^{a}	۱۷/۴^{bc}
		با متیل	۴/۲^{efg}	۳/۳^{hi}	۱۴/۵^{d}	۰/۲۵^{a}	۱۷/۲^{bcd}
ماه پنجم	بدون نانو	بدون متیل	۳/۹^{j}	۳/۳^{i}	۱۶/۱^{a}	۰/۴۳^{a}	۱۳/۳^{ef}
		با متیل	۴^{i}	۲/۸^{j}	۱۴/۴^{ed}	۰/۴۳^{a}	۱۵/۶^{cde}
	با نانو	بدون متیل	۳/۹^{ij}	۳/۱^{j}	۱۵/۴^{b}	۱/۱۷^{a}	۱۶^{cde}
		با متیل	۳/۹ij	۳/۸^{b}	۱۶^{a}	۰/۸۱^{a}	۱۳/۵^{ef}

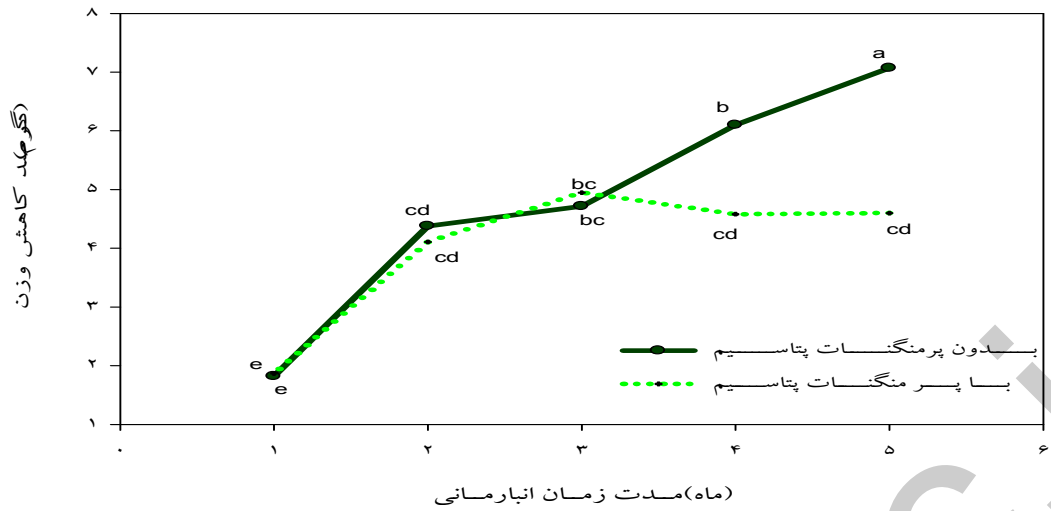
در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۵- اثر رقم و کاربرد ۱- متیل سیکلوپروپن و نانو جاذب اتیلن بر ویژگی‌های کیفی سیب

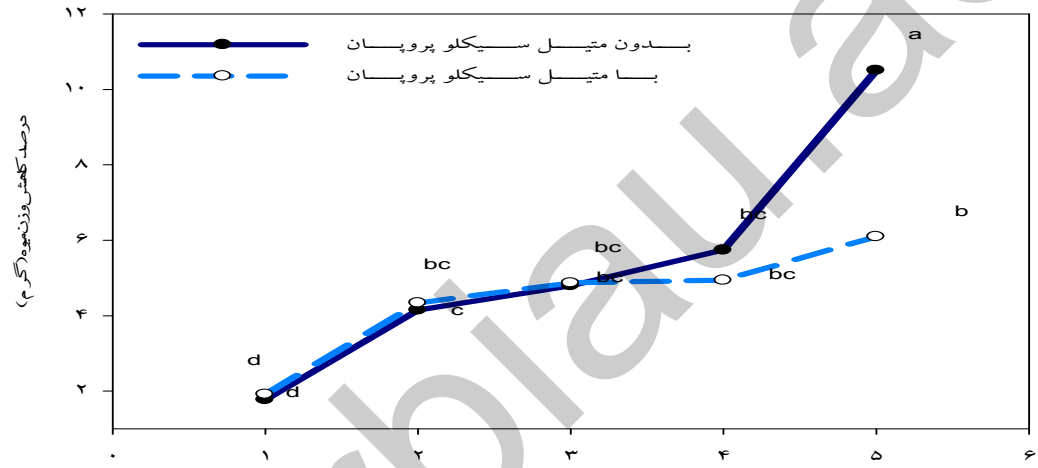
واریته	نانو جاذب	متیل	pH	اسیدیته	مواد جامد محلول	کاهش وزن	Fmax
دیر رس مشهد	بدون نانو	بدون متیل	۴/۳۶^{a}	۳^{e}	۱۴/۸^{d}	۰/۳۹^{ab}	۲۰/۶^{a}
		با متیل	۴/۳۶ ^{a}	۳/۱۲^{e}	۱۵/۷^{c}	۰/۳۳^{ab}	۱۸/۱^{b}
	با نانو	بدون متیل	۴/۳۶^{a}	۳/۱۱ ^{e}	۱۷/۳ ^{a}	۰/۳۸^{ab}	۲۰/۸^{a}
		با متیل	۴/۲۸ ^{b}	۳/۲۷^{d}	۱۶/۷^{b}	۰/۰۳^{b}	۱۸/۲^{b}
ولشی	بدون نانو	بدون متیل	۴/۱۴^{c}	۳/۸۳^{b}	۱۳/۳^{f}	۰/۲۵^{ab}	۱/۷^{c}
		با متیل	۴^{d}	۳/۷۸^{b}	۱۳/۵^{e}	۰/۴۰^{ab}	۶^{d}
	با نانو	بدون متیل	^{d}۴	۳/۷۱^{c}	۱۳/۲^{f}	۰/۵۴^{ab}	۱۰/۵^{cd}
		با متیل	۳/۹۹ ^{d}	۴^{a}	۱۳/۱ ^{f}	۰/۷۶^{a}	۹/۲^{d}

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

jftn.srbiau.ac.ir



نمودار ۱- اثر نانو جاذب اتیلن و مدت زمان انبارداری بر کاهش وزن سیب



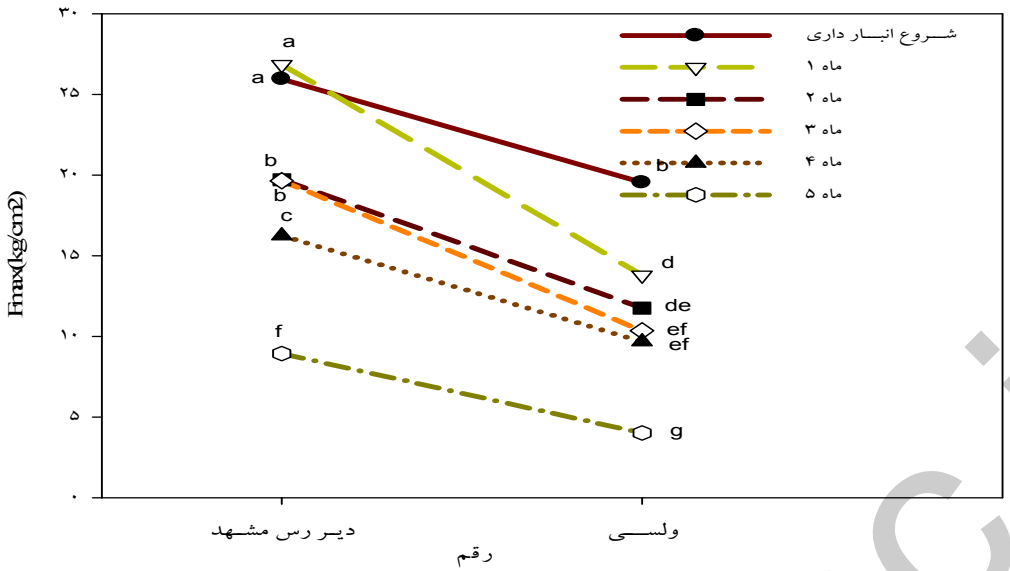
نمودار ۲ - اثر متیل سیکلوپروپن و مدت زمان انبارمانی بر کاهش وزن سیب

مقایسه میانگین درصد کاهش وزن میوه سیب با کاربرد متیل سیکلو پروپن و نانو جاذب اتیلن طی دوره انبارمانی بین دو رقم نشان داد بیشترین کاهش وزن مربوط به رقم ولشی در ماه پنجم در عدم استفاده از ۱- متیل سیکلوپروپن و استفاده از نانو جاذب بود ولی در ماه‌های ابتدای انبار مانی بین دو رقم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد جداول (۲ و۳). استفاده توام از هر دو تیمار طی دوره انبارمانی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴). هم‌چنین استفاده توام از هر دو تیمار بین دو رقم نشان داد بیشترین افت وزن مربوط به رقم ولشی و کمترین افت وزن مربوط به رقم دیر رس مشهد بوده است (جدول ۵).

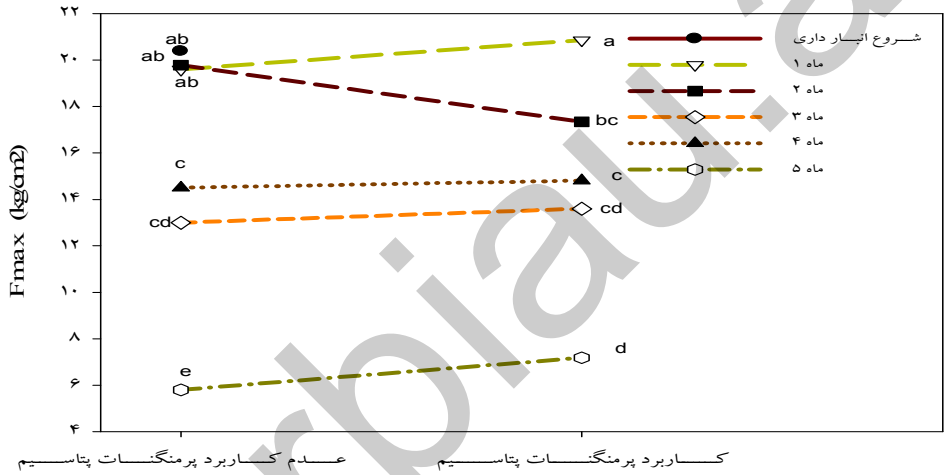
در مقایسه میانگین اثر مدت زمان انبارمانی و رقم بر مقدار سفتی بافت مشاهده شد که با گذشت زمان سفتی بافت در هر دو رقم کاهش یافت ولی سفتی بافت در رقم دیر رس مشهد در تمامی ماه‌ها بیشتر از رقم ولشی بود ضمن این که میزان این اختلاف در ماه‌های مختلف متفاوت بود (نمودار ۳). مقایسه میانگین اثر مدت زمان انبارمانی و جاذب اتیلن بر مقدار سفتی بافت نشان داد که سفتی بافت در استفاده از نانو جاذب اتیلن در تمامی ماه‌ها بیشتر از عدم استفاده از نانو جاذب اتیلن بود که بیشترین میزان سفتی بافت در پایان ماه اول انبارمانی با استفاده از نانو جاذب اتیلن با میانگین ۲۰/۸۶ و کمترین میزان مربوط به عدم استفاده از نانو جاذب اتیلن در ماه پنجم انبارمانی با میانگین ۵/۸ مشاهده شد (نمودار ۴).

jftn.srbiau.ac.ir

تأثیر ۱- متیل سیکلو پروپن و نانو ذرات پرمنگنات پتاسیم بر ماندگاری سیب



نمودار ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و رقم بر سفتی بافت سیب

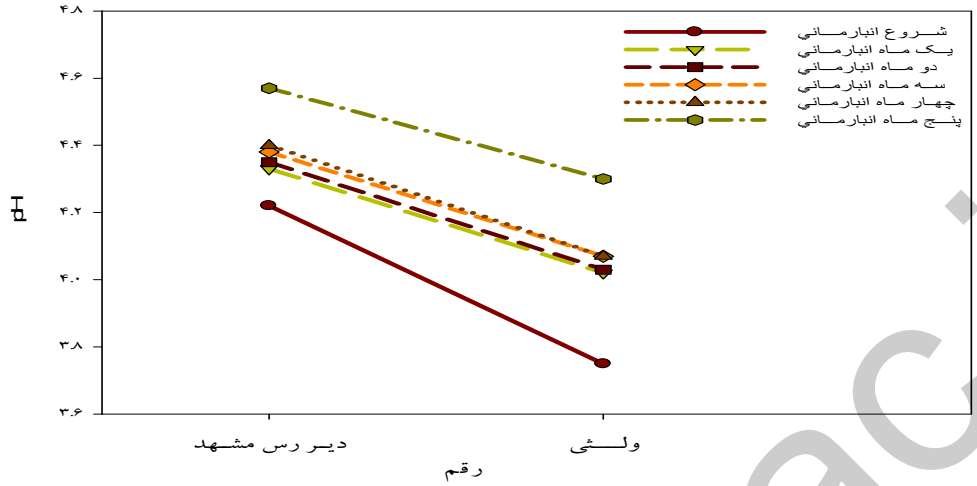


نمودار ٤-مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و پرمنگنات پتاسیم بر سفتی بافت سیب

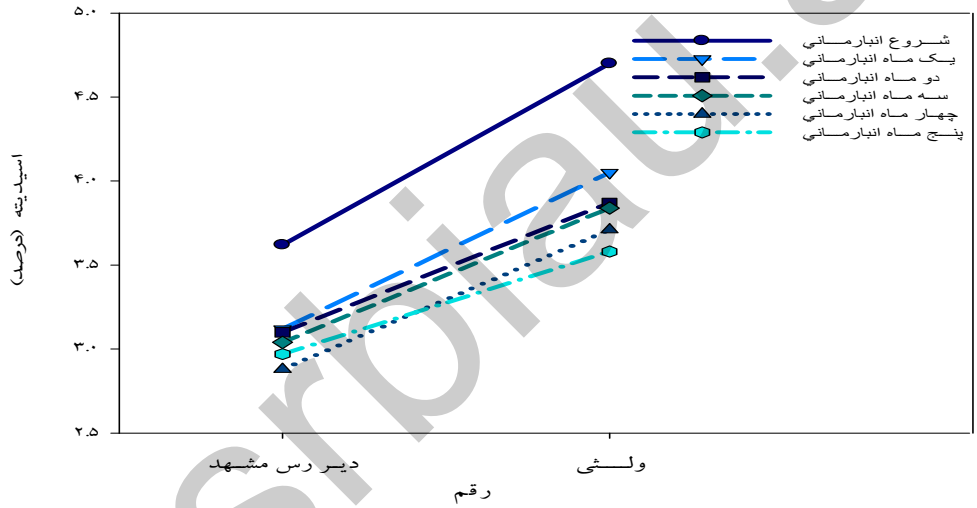
مقایسه میانگین اثرات متقابل مدت زمان انبارمانی و رقم در مقدار صفات pH، اسیدیته و میزان کل مواد جامد محلول نشان داد که با گذشت زمان میزان pH افزایش یافت و همچنین اختلاف معنی دار ($p<0.05$) بین دو رقم از نظر pH مشاهده شد. نتایج نشان داد که با گذشت زمان نگهداری در سردخانه اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش پیدا کرد و بین دو رقم اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) مشاهده شد. میزان کل مواد جامد محلول با گذشت زمان یک روند صعودی در هر دو رقم دیر رس مشهد و ولشی مشاهده شد (نمودارهای ۵، ۶ و۷). اثر متقابل مدت زمان انبارمانی و متیل سیکلوپروپن در مورد اسیدیته قابل تیتراسیون، pH و میزان کل مواد جامد محلول نشان داد که در استفاده و عدم استفاده از متیل در مورد pH اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) وجود دارد و متیل باعث جلوگیری از افزایش pH شد. در مورد اسیدیته قابل تیتراسیون نیز اختلاف معنی‌دار ($p<0.05$) مشاهده شد و متیل باعث جلوگیری از کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون شد. در مورد میزان کل مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری بین استفاده و عدم استفاده از ۱- متیل سیکلوپروپن مشاهده نگردید (نمودارهای ۸، ۹ و۱۰). مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو جاذب اتیلن و رقم در میزان کل مواد جامد محلول نشان داد که بیشترین میزان مربوط به استفاده از نانو جاذب اتیلن در رقم دیررس مشهد و کمترین میزان نیز مربوط به استفاده از جاذب اتیلن در رقم ولشی است (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو جاذب اتیلن و متیل سیکلوپروپن در میزان کل مواد جامد محلول نشان داد بیشترین سطح مربوط به استفاده

jftn.srbiau.ac.ir

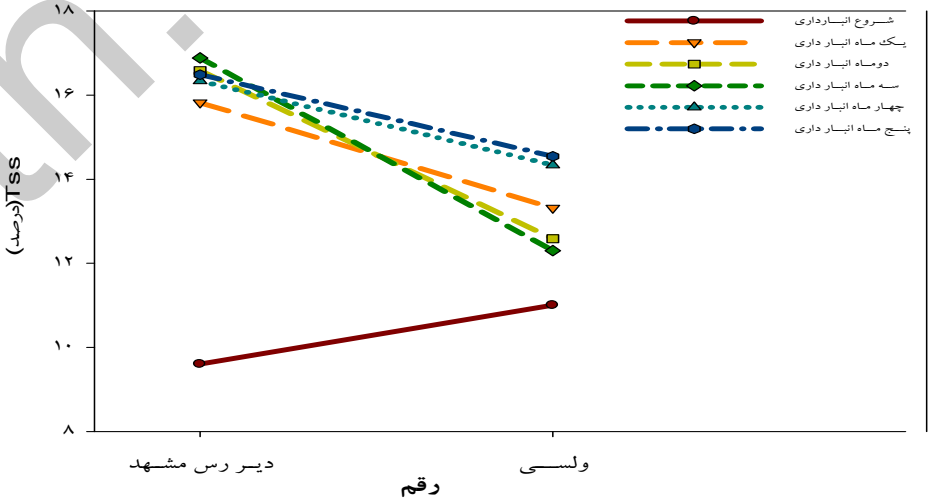
نانو جاذب اتیلن و کمترین مربوط به عدم استفاده از نانو جاذب و متیل (شاهد) بود که استفاده از نانو جاذب اتیلن با میانگین ۱۵/۳ و استفاده توام متیل با نانو جاذب با میانگین ۱۴/۹۱ باعث حفظ مواد جامد محلول شدند (جدول۹).



نمودار ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و مدت زمان انبارمانی بر pH سیب



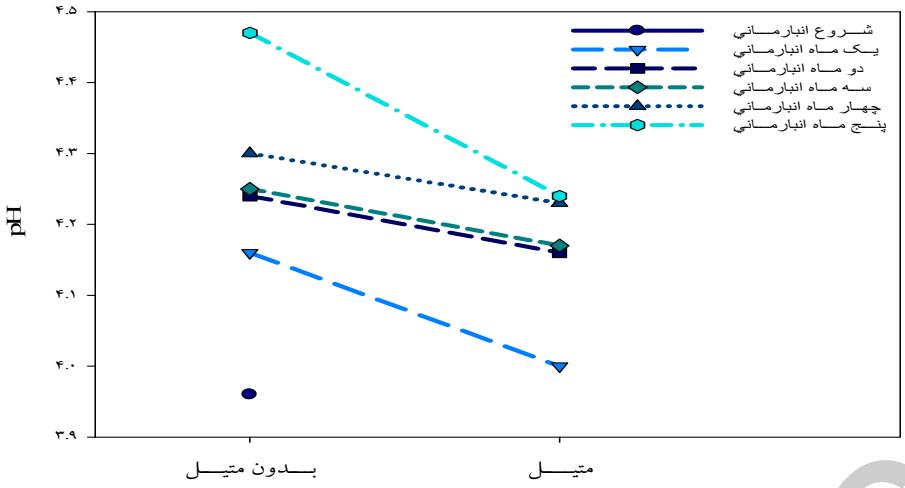
نمودار ٦-مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و مدت زمان انبارمانی بر اسیدیته قابل تیتر سیب



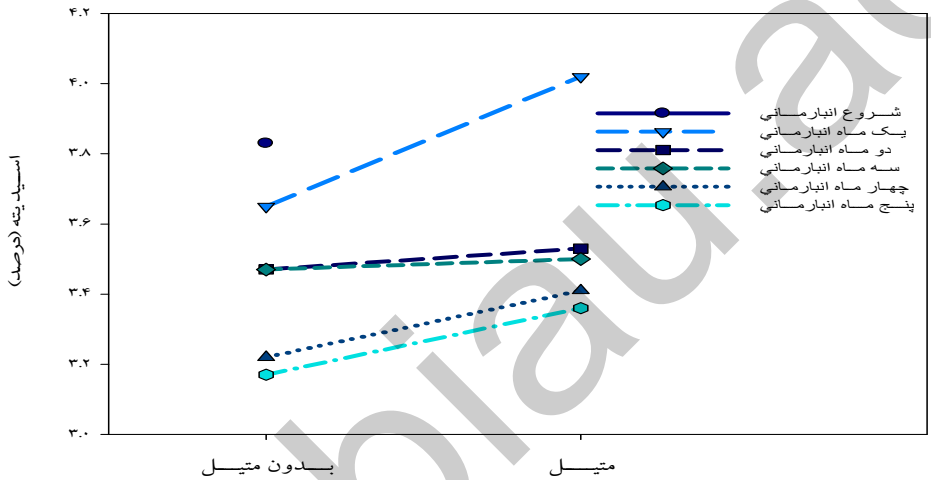
نمودار ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و مدت زمان انبارمانی بر مواد جامد محلول

jftn.srbiau.ac.ir

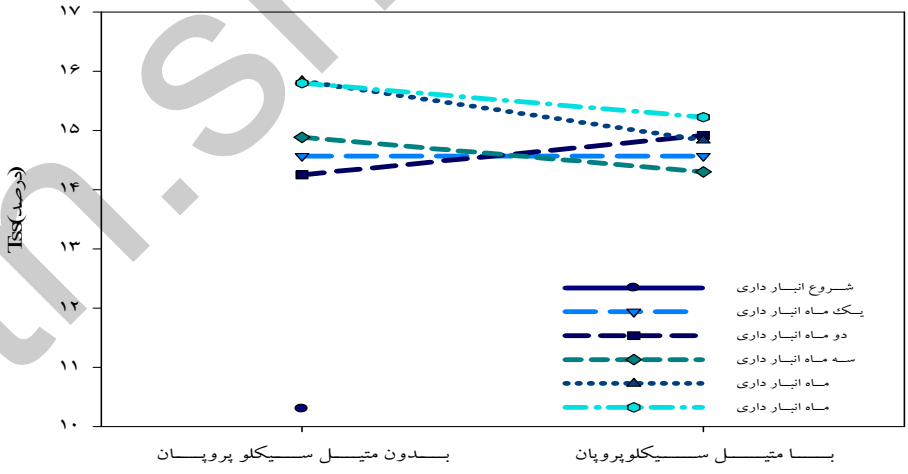
تأثیر ۱- متیل سیکلو پروپن و نانو ذرات پرمنگنات پتاسیم بر ماندگاری سیب



نمودار ۸ - مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن و مدت زمان انبارداری بر سطح pH سیب



نمودار ۹- مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن و مدت زمان انبارمانی براسیدیته سیب



نمودار ۱۰- مقایسه میانگین اثرات متقابل متیل سیکلو پروپن و مدت زمان انبارمانی بر مواد جامد محلول سیب

جدول ۸ - مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو جاذب اتیلن و رقم بر مواد جامد محلول سیب

رقم	بدون نانو جاذب اتیلن	با نانو جاذب اتیلن
دیر رس مشهد	۱۵/۲۳ b	۱۶/۳۶ a
ولتی	۱۳/۴ c	۱۲/۹۷ c

jftn.srbiau.ac.ir

همانطور که نتایج تجزیه واریانس مربوط به اسید آسکوربیک ارقام مورد بررسی در طول مدت انبارمانی با استفاده از تیمارهای متیل سیکلو پروپن و نانو جاذب اتیلن در جدول ۱ مشاهده شد نانو جاذب اتیلن اثر معنی‌داری بر روی اسید آسکوربیک نداشت.

نتایج مقایسه میانگین میزان اسید آسکوربیک در رقم‌ها نشان داد که میزان اسید آسکوربیک در رقم ولی بیشتر از رقم دیررس مشهد است (جدول ۱۰، نمودار۱۱).

مقایسه میانگین میزان اسید آسکوربیک در کاربرد و عدم کاربرد متیل سیکلو پروپن نشان داد که در شرایط استفاده از متیل سیکلو پروپن میزان اسید آسکوربیک بیشتر است (جدول ۱۱ و نمودار ۱۲).

جدول ۹- اثر نانو جاذب اتیلن و متیل سیکلوپروپن بر میزان کل مواد جامد محلول

	بدون متیل سیکلوپروپن	با متیل سیکلوپروپن
بدون نانو جاذب اتیلن	۱۴/۱ b	۱۴/۶۲ ab
با نانو جاذب اتیلن	۱۵/۳ a	۱۴/۹۱ ab

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

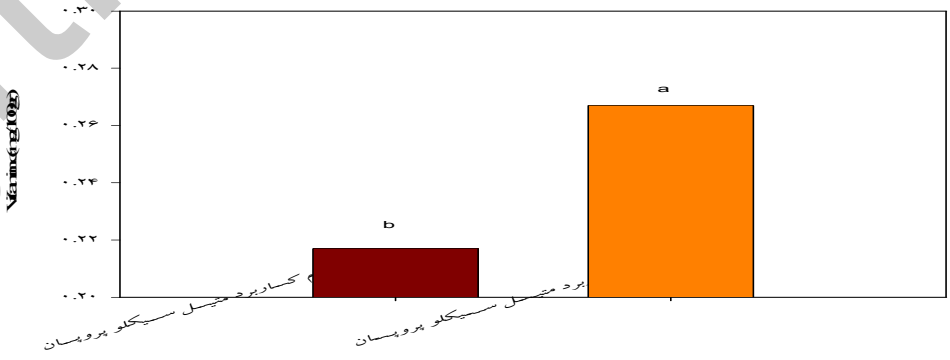
جدول ۱۰- مقایسه میانگین میزان اسید آسکوربیک ارقام مورد بررسی

رقم	میزان اسید آسکوربیک
ولی	۰/۲۸۷ a
دیر رس مشهد	۰/۱۹۶ b

نمودار ۱۱- مقایسه میانگین سطح اسید آسکوربیک ارقام مورد بررسی

جدول۱۱ - مقایسه میانگین میزان اسید آسکوربیک در کاربرد و عدم کاربرد متیل سیکلو پروپن

متیل سیکلو پروپن	میزان اسید آسکوربیک (mg/100gr)
کاربرد متیل سیکلو پروپن	۰/۲۶۷ a
عدم کاربرد متیل سیکلو پروپن	۰/۲۱۷ b



نمودار۱۲ - مقایسه میانگین سطح اسید آسکوربیک در کاربرد و عدم کاربرد متیل سیکلو پروپن

jftn.srbiau.ac.ir

در جدول ۱۰ تجزیه واریانس اثر کاربرد متیل سیکلوپروپن، نانوجاذب اتیلن و رقم بر ویژگی‌های حسی سیب نشان داده شده است.

بررسی‌ها نشان داد بیشترین میزان پذیرش کلی مربوط به استفاده از هر تیمار به تنهایی در رقم دیر رس مشهد و همچنین کمترین میزان پذیرش کلی مربوط به استفاده توام تیمارها در همین رقم ثبت گردید. بیشترین درصد عطر مربوط به کاربرد نانو جاذب اتیلن تنها در رقم دیر رس مشهد و کمترین درصد عطر مربوط به کاربرد متیل سیکلو پروپن در رقم ولئی و نیز مربوط به کاربرد توام متیل و جاذب اتیلن و همچنین عدم کاربرد هر دو تیمار (شاهد) در رقم دیر رس مشهد است. نتایج نشان داد بیشترین درصد طعم مربوط به استفاده نانو جاذب اتیلن تنها در رقم دیر رس مشهد و کمترین درصد طعم مربوط به نمونه شاهد بود (جدول۱۱).

بحث

بیشترین عامل کاهش وزن در انبار، از دست دادن رطوبت است که اگر به چروکیدگی بافت منجر شود از بازارپسندی و ارزش اقتصادی آن به شدت می‌کاهد که در موارد شدیدتر، میوه جزء ضایعات قرار خواهد گرفت. ارقامی که کمتر دچار افت وزن شوند از این نظر ارجحیت دارند. از دیگر دلایل افت وزن، تنفس میوه و سوختن مواد آلی از جمله قندها است (Wills *et al*., 1998). استفاده از ۱- متیل سیکلو پروپن و نیز نانو جاذب اتیلن باعث می‌شود میزان تولید و اثر اتیلن در سیب کاهش پیدا کند که در نتیجه باعث کاهش تولید مواد آلی از جمله قندها و کاهش میزان تنفس می‌شود که در کل باعث کاهش افت وزن میوه سیب طی دوره انبارمانی شود. از دلایل تفاوت ارقام در مقدار کاهش رطوبت پس از برداشت رامی‌توان به تفاوت در

جدول ۱۰- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های حسی سیب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طعم	عطر	رنگ گوشت	رنگ پوست	قهوه‌ای شدن	بافت	پذیرش کلی	جمع امتیازها
رقم	۱	۲/۱۶ ns	۹/۸۳ *	۳/۱۸ ns	۳/۳۸ ns	۱/۵۲ ns	۳/۰۸ ns	۰/۴۶ ns	۱۸/۳۶ ns
نانو جاذب اتیلن	۱	۰/۷۸ ns	۱/۳۸ ns	۰/۰۸۷ ns	۱/۲۶ ns	۰/۰۸۴ ns	۰/۴۴ ns	۰/۰۴ ns	۰/۱۳ ns
متیل‌سیکلوپروپن	۱	۳/۶۴ ns	۴/۰۱ ns	۱/۳۵ ns	۷/۲۹ ns	۳/۳۱ ns	۰/۱۲ ns	۱/۵۶ ns	۱۷/۰۸ ns
نانو جاذب اتیلن×رقم	۱	۰/۳۶ ns	۰/۷۱ ns	۰/۰۳۱ ns	۰/۱۳ ns	۱/۱۹ ns	۲/۶۶ ns	۰/۸۶ ns	۲/۹۸ ns
متیل سیکلو پروپن ×رقم	۱	۲/۵۱ ns	۱/۹۴ ns	۰/۲۷ ns	۰/۴۱ ns	۱/۴۷ ns	۰/۱۷ ns	۰/۴۴ ns	۲/۰۶ ns
نانو جاذب اتیلن× متیل سیکلو پروپن	۱	۱۷/۸ **	۷/۷۲ ns	۹/۱۳ ns	۲/۴ ns	۲/۴ ns	۵/۷۷ ns	۶/۳۹ ns	۴۸/۰۹ ns
نانو جاذب اتیلن× متیل سیکلو پروپن × رقم	۱	۳۴/۷ **	۲۰/۷ **	۵/۸۲ ns	۰/۲۸ ns	۵/۴ ns	۶/۶ ns	۱۶/۸۵ **	۴۸/ ns
خطا	۴۰	۲/۱۳	۲/۳۶	۳	۳/۶۴	۲/۶۸	۲/۸۱	۲/۱۵	۱۳/۲۷
ضریب تغییرات (CV %)		۲۱/۴۷	۲۲/۵۴	۲۵	۲۷/۴	۲۳/۴۳	۲۳/۸	۲۰/۶۸	۱۹/۶۷

**، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی دار

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثرات متقابل نانو جاذب اتیلن و متیل سیکلو پروپن و رقم بر ویژگی‌های حسی

رقم	نانو جاذب اتیلن	متیل سیکلو پروپن	طعم (درصد)	عطر (درصد)	پذیرش کلی
دیر رس مشهد	با نانو جاذب	بدون متیل	۷۵ a	۷۳/۳۳ a	۷۰ a
دیر رس مشهد	با نانو جاذب	با متیل	۳۳/۳ b	۴۰ c	۳۶/۷ b
دیر رس مشهد	بدون نانو جاذب	با متیل	۷۱/۷ a	۶۸/۳ ab	۶۸/۳ a
دیر رس مشهد	بدون نانو جاذب	بدون متیل	۳۱/۶۷ b	۴۰ c	۴۱/۶۷ b
ولئی	با نانو جاذب	بدون متیل	۵۱/۶۷ ab	۵۰ abc	۵۵ ab
ولئی	با نانو جاذب	با متیل	۴۵ b	۴۳ bc	۵۰ ab
ولئی	با نانو جاذب	با متیل	۳۳/۳ b	۳۰ c	۴۵ ab
ولئی	بدون نانو جاذب	بدون متیل	۵۳/۳ ab	۵۰ abc	۵۵ ab

در هر ستون حروف یکسان نشانه عدم تفاوت آماری معنی‌دار در آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

jftn.srbiau.ac.ir

ضخامت پوست و ترکیب شیمیایی، ساختار و ضخامت لایه‌های محافظ در میوه آن‌ها دانست (Veraverbeke *et al*., 2001) که میزان افت کاهش وزن رقم دیر رس مشهد به دلایل فوق نسبت به رقم ولئی کمتر بود.

عامل اصلی کاهش سفتی بافت سیب، تجزیه ترکیبات پکتینی در فرآیند رسیدن میوه در طول دوره انبارمانی می‌باشد و اثر رقم در کاهش سفتی بسیار قابل توجه است. با پیشرفت رسیدگی، بلوغ و پیری میوه و فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده و تأثیر آن‌ها بر پلی ساکاریدهای دیواره سلولی، انسجام دیواره سلولی از بین رفته و سبب کاهش سفتی بافت میوه می‌شود (Chen *et al*., 2006). استفاده از ۱-متیل سیکلو پروپن و نیز نانو جاذب اتیلن باعث می‌شود میزان تولید و اثر اتیلن در سیب کاهش پیدا کند که در نتیجه باعث تأخیر در رسیدگی و بلوغ میوه می‌شود که همین امر دلیل بر استحکام و سفتی بافت طی دوره انبارمانی می‌شود که آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق مطابق با آزمایش کامیل جزورک و همکاران در سال ۲۰۱۰ بود که تأثیر متیل سیکلو پروپن را بر پاسخ میوه‌های سیب رقم گلدن دلیشز بررسی نمودند. آنان نتیجه گرفتند که اثر متیل سیکلو پروپن موجب افزایش سفتی بافت گوشت میوه می شود (Jeziorek *et al*., 2010).

پلایو (۲۰۰۵) اظهار کرد ۱- متیل سیکلو پروپن به عنوان ترکیبی جدید، مؤثر و ارزان برای جلوگیری از تخریب میوه‌های حساس به اتیلن در مراحل پس از برداشت و برای افزایش عمر انباری و کیفیت میوه‌های مختلف قابل استفاده است. در کل، این ترکیب با کاهش سطح تولید اتیلن، زمان رسیدن و پیرشدگی را به تأخیر انداخت و نیز سطح تنفس را کاهش داد. علاوه بر این از نرم شدگی سریع بافت گوشت و تغییر رنگ میوه جلوگیری کرد که این موارد با نتایج این تحقیق همخوانی داشت.

همچنین علت تفاوت ارقام در میزان کاهش سفتی بافت را باید در تفاوت اتصالات سلولی به یکدیگر، مقدار فشردگی سلولی و تعداد سلول در واحد حجم، ضخامت دیواره های سلولی و تفاوت نوع سوخت و ساز آن‌ها جستجو نمود (Johnston, Hewett, 2002)، که میزان سفتی بافت رقم دیر رس مشهد به دلایل فوق نسبت به رقم ولئی بیشتر بود.

مقایسه میانگین میزان اسید آسکوربیک در کاربرد و عدم کاربرد متیل سیکلو پروپن نشان داد استفاده از متیل سیکلو پروپن از شدت کاهش اسید آسکوربیک طی دوره انبارمانی جلوگیری می‌کند که مطابق با تحقیقات سلوارجا و همکاران در سال ۲۰۰۱ بر روی میوه اناناس بود که نشان داد متیل سیکلو پروپن از شدت کاهش اسید اسکوربیک می‌کاهد.

در بررسی‌های انجام شده در خصوص مقایسه میانگین میزان کل مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی نشان داد که با گذشت زمان نگهداری میوه، درصد مواد جامد محلول افزایش پیدا کرد. بسیاری از پژوهشگران به افزایش درصد مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی اشاره کرده‌اند (Kvikliene, 2006) ولی در بررسی‌های برخی دیگر از جمله ناصری و همکاران (۱۳۸۰)، کاهش مواد جامد محلول در طول دوره انبارمانی رخ داده است. در این تحقیق،استفاده از تیمار ۱-متیل سیکلو پروپن اثر معنی‌داری ($p<0/05$) بر میزان کل مواد جامد محلول نداشت که مطابق با نتایج دیفیلیپی و همکاران (Defilippi *et al*., 2004) و موران و ماکمانوس (Moran and McManus, 2005) بود، ولی در استفاده از تیمار نانو جاذب اتیلن در مقایسه با شاهد نتایج نشان داد که میزان کل مواد جامد محلول طی دوره انبارمانی افزایش پیدا کرده است.

مقایسه میانگین صفت pH و اسیدیته قابل تیتر نشان داد که طی دوره انبارمانی میزان pH افزایش پیدا کرد و میزان اسیدیته قابل تیتر با گذشت زمان طی دوره انبارمانی کاهش یافت که این به دلیل مصرف اسید مالیک طی دوره انبارمانی در فعالیت‌های تنفسی می‌باشد. عموما" هر چه مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون میوه کمتر باشد pH آن بالاتر است و از آنجا که یکی از مواد اولیه مورد مصرف در تنفس، اسیدهای آلی است با توجه به کاهش اسیدیته و افزایش pH در طول نگهداری در سردخانه، به نظر می‌رسد این تغییرات به دلیل مصرف اسیدهای آلی در سوخت و ساز میوه یا تبدیل آنها به قند باشد (شیخ الاسلامی، ۱۳۸۴). محققین دریافتند تغییرات سطح اسیدیته قابل تیتر طی نمو میوه تا زمان رسیدن و نیز طی دوره انبارمانی روند کاهشی داشته و شتاب این کاهش به طور غالب متاثر از خصوصیات ژنتیکی رقم است (Soska, Tomala, 2006). سیب‌های تیمار شده توسط متیل سیکلو پروپن و نگهداری شده در شرایط اتمسفر کنترل شده، مهمترین مورد، کاهش

jfn.srbiau.ac.ir

اسیدیته قابل تیتراسیون در سطوح مختلف در شرایط متفاوت نگهداری بود. ۱- متیل سیکلو پروپن می‌تواند در سطوح متفاوت، مرتبط با فرآیند شدت تنفس باشد (Akbudad *et al*., 2009). استفاده از ۱-متیل سیکلو پروپن و نانو جاذب اتیلن باعث شد که میزان اسیدیته در هر دو رقم طی دوره انبارمانی کمتر کاهش پیدا کنند و متعاقباً باعث جلوگیری از افزایش pH نیز شدند که علت آن نیز تأثیر متیل و نانو جاذب بر اتیلن است که باعث کاهش تولید اسیدهای آلی در میوه سیب می‌شود.

به طور کلی وقتی میوه به مرحله رسیدن مناسب برسد دارای عطر، طعم و خصوصیات چشایی مطلوب می‌گردد و ارقام مختلف که در سرعت رسیدن با هم متفاوتند لذا در رسیدن به خواص حسی مطلوب نیز تفاوت نشان می دهند (Pelayo-zaldivar, 2005). در این بررسی می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً سیب رقم دیر رس مشهد به دلیل بیشتر بودن مواد فرار از قبیل الکل‌ها، آلدئیدها، استرهای کربوکسیلیک، کتون‌ها و اترها دارای عطر بیشتری نسبت به رقم ولتی است (Dixon and Hewett, 2000).

نتیجه‌گیری

وجود تفاوت‌ها در خصوصیات بین تیمارها، رقم‌ها، میوه‌های تیمار شده در مقایسه با شاهد نشان دهنده تأثیر گذاری تیمارها در اکثر خصوصیات کمی و کیفی میوه سیب است. بررسی‌های مقایسه‌ای انجام شده در تحقیق حاضر بر روند ماندگاری بین نمونه‌های شاهد، ۱- متیل سیکلو پروپن و گرانول‌های نانو جاذب اتیلن ثابت کرد می توان دوره نگهداری ارقام سیب در سردخانه را بسته به رقم افزایش داد. برای مثال در ماه پنجم انبارمانی، بیشترین سفتی بافت مربوط به استفاده از نانو جاذب اتیلن و کمترین کاهش وزن مربوط به ۱- متیل سیکلو پروپن بود.

از بین صفات اندازه‌گیری شده طی دوره انبارمانی، میزان تغییرات وزن، سفتی، اسیدیته قابل تیتر، مواد جامد محلول و میزان رنگ بیشتر قابل توجه بودند. سرعت تغییرات خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی و حسی میوه طی انبارمانی همبستگی مستقیم به عامل ژنتیکی رقم دارد. نتایج نشان داد که تغییرات رقم ولتی نسبت به رقم دیر رس مشهد بیشتر است و چون ارقامی که در واحد زمان دچار تغییرات کمتری می‌شوند و قدرت بیشتری در حفظ خصوصیات اولیه خود دارند در نتیجه از قدرت انبارمانی بالاتری سود می‌برند (Roth *et al*., 2007).

بررسی‌های انجام شده در این تحقیق نشان داد ۱- متیل سیکلو پروپن موجب حفظ صفات بسیار تعیین کننده اقتصادی و بازارپسندی محصول مانند وزن، سفتی بافت، حفظ شادابی رنگ پوست میوه شد همچنین گرانول‌های نانو جاذب اتیلن باعث حفظ سفتی بافت در مقایسه با نمونه شاهد گردید که با بررسی‌های انجام شده توسط محققین دیگر مطابقت دارد. بیشترین اختلاف معنی‌دار در اثر ۱- متیل سیکلو پروپن بر خصوصیات کیفی و کمی میوه در مقایسه با اثر نانو جاذب اتیلن و نیز تأثیر توام هر دو تیمار دیده شد که در کل می توان نتیجه گرفت ۱- متیل سیکلو پروپن به تنهایی باعث حفظ و ماندگاری بیشتر سیب و در نتیجه افزایش دوره انبارمانی می‌شود.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب قسمتی از پروژه تحقیقاتی بخش تحقیقات صنایع غذایی و فناوری پس از برداشت موسسه تحقیقات فنی مهندسی کشاورزی به اجرا در آمده است. بدینوسیله از کلیه پرسنل محترم آن بخش و آزمایشگاه‌های شیمی و بیوفیزیک مواد غذایی که در اجرای تحقیق همکاری نموده اند قدردانی می گردد.

منابع

جلیلی مرندی، ر. (۱۳۸۷). فیزیولوژی پس از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه

حسینی، ز. (۱۳۶۹). روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز.

راحمی، م. (۱۳۸۴). فیزیولوژی پس از برداشت: مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه، سبزی‌ها و گیاهان زینتی (ترجمه)، انتشارات دانشگاه شیراز.

زمردی، ش. (۱۳۸۴). تاثیرنوع بسته بندی و پرمنگنات پتاسیم بر کیفیت وعمر انبار مانی سه رقم سیب در سردخانه. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی جلد ۶شماره ۲۴، ۱۵۶-۱۴۳.

شیخ الاسلامی، م. (۱۳۸۴). اثر زمان برداشت و مدت زمان انبارمانی بر خواص کمی و کیفی زردآلو. مجله تحقیقات مهندسی

ناصری، ل.، بابالار، م.، عسگری، م. و طلایی، ع. (۱۳۸۰). اثر محلول پاشی برگی برخی ریز مغذی‌ها و انبار سرد بر کیفیت میوه سیب گلدن دلیشز، مجلهٔ علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶،

jftn.srbiau.ac.ir

شماره ۳, صفحه ۵۹۱ الی ۵۹۷کشاورزی. جلد ۶ شماره ۲۵.

Akbudak, B., Ozer, M. H., Erturk, U. & Cavusoglu, S., (2009). Response of 1-methylcyclopropene treated "Granny Smith" apple fruit to air and controlled atmospHere storage conditions. Journal of Food Quality, 32, 18-33.

A.O.A.C. (1975). Official method of analysis. Association of Official Agricultural Chemists Incorporated. 12th edition. Washington, D.C.U.S.A

Chen, J. L., Yan, S., Feng, Z., Xiao, L. & Hu, X. S. (2006). Changes in the volatile compounds and chemical and physical properties of *Yali* pear (Pyrus bertschneideri Rehd) during

storage. Journal of Food Chemistry, 97, 248-255.

Defilippi, B. G., Dandekar, A. M. & Kader, A. A. (2004). Impact of suppression of ethylene action or biosynthesis on flavor metabolites in apple (Malus domestica Borkh) fruits. Journal of Agircultural and Food Chemstry, 52, 5694-5701.

Dixon, J. & Hewett, E. W. (2000). Factors affecting apple aroma/flavor volatile concentration: a review. Journal of Crop and Horticultural Scienc, 28,155-173.

FAO. (2012). FAO Statistical Yearbook 2012, http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/yearbook2012/en/.

Finny, E. E. & Massie, D. R. (1975). Instromentation for testing the response of fruits to mechanical impact. Trans ASAE, 18(6), 1184-1187.

Jeziorek, K., Woźni, A. K. M. & Tolmala, K. (2010). Response of 'Golden Delicious' apples to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) in conditions of normal and controlled atmosphere. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 18(2), 223-237.

Johnston, J. W. & Hewett, E. W. (2002). Postharvest softening of apple (Malus domestica) Fruit: A review. Journal of Crop and Horticultural Science, 30, 145-160.

Moran, R. E. & MCManus, P. (2005a). Firmnessretention, and prevention of coreline browing and senescence in. "Macoun" apples with 1- methylcyclopropene on ripening of greenhouse tomatoes at three storage temperatures. Postharvest Biology and Technology, 27, 285-292.

Moran., R. E. & Mcmanus, P. (2005b). Firmness retention and provention of corelin browing and senesence in Macoune apples with 1- methylcyclopropen. Horticultural Science, 40(1): 161-163.

Perera, C. O., Balchin, L., Baldwin, E., Stanley, R. & Tian, M. (2003). Effect of 1-methl cyclopropen on the quality of fresh- cut apple slices. Journal of Food Science. 68(6):1910-1914. fruit. Postharvest Biology and Technology, 35,125-132.

Pre-Aymard, C., Fallik, E., Weksler, A. & Lurie, S. (2005). Sensory analysis and instrumentalmeasurements of 'Anna' apples treated with 1-methylcyclopropene. Journal of Postharvest. Biology and Technology, 36,135-142.

Pelayo-Zaldivar, C., Ebeler, S. E. & Kader, A. A. (2005). Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of California strawberries. Journal of Food Quality, 28, 78-97.

Roth, B. L. (2007). Fast Moving Fronts—Comments by Professor Bryan Roth. Essential Science Indicators (ESI), http://www.esi-topics.com/fmf/2007/july07-BryanRoth.html.

Soska, A. & Tomala, K. (2006). Internal quality of apples during storage. Agronomijas Vestis (Latvian Journal of Agronomy), 9,146-151.

Selvarajah, S., Bauchot, A. D. & John, P. (2001). Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. J.postharvest Biol. Technol. 23, 167-170.

Veraverbeke, E. A., Lammertyn, J., Saevels, S. & Nicolai, B. M. (2001). Changes in chemical wax composition of three different apple (Malus domestica Borkh.) cultivars during storage. Journal of Postharvest Biology and Technology, 23, 197-208.

Watkins, C. B. (2003). Principles and Practices of Postharvest Handling and Stress.In: Apples(Botany, Production and Uses) by Ferree, D. C. and I. J. Warrington.CABI Publishing.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, D. & Joyce, D. (1998). An Postharvest and Handling of fruit, Vegetables and Ornamentals, Cab International.

ifrn.srbiau.ac.ir