بررسی تأثیر فشار خلأ و زمان ماندگاری بر خصوصیات کیفی گوجه فرنگی و هویج

آرش ابراهیمیان[۱]، رضا طباطبایی کلور[۲*]، جعفر هاشمی[۳]

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۸)

چکیده

در پژوهش حاضر، تأثیر فشار خلأ و زمان ماندگاری بر کیفیت پس از برداشت گوجه فرنگی و هویج در طول دوره نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. سه سطح فشار خلأ ۰/٦ بار، ۰/٤ بار و ۰/۲ بار در نظر گرفته شد و در طول ۱۲ روز نگهداری هویج به ازای هر سه روز یکبار و در طول ۲۰ روز نگهداری گوجه فرنگی به ازای هر پنج روز یکبار نمونه برداری انجام شد. تأثیر تیمارهای مورد اشاره بر فاکتورهای درصد کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH در هویج و گوجه فرنگی بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بررسی شد. نتایج نشان داد که تاثیر سطح فشار خلاء و زمان ماندگاری بر کلیه فاکتورهای اندازه گیری شده معنی دار است. میزان افت وزن در هر دو محصول در سطح فشار خلأ ۰/٤ بار کمتر بود. بعلاوه، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون و pH هر دو محصول در سطح فشار خلأ ۰/٤ بار بهتر حفظ شد. بالاترین میزان سفتی گوجه فرنگی و هویج در سطح فشار خلأ ۰/٤ بار مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده نگهداری محصولات در فشار خلأ بالا (۰/٦ بار) منجر به کاهش کیفیت محصول گردید. به طور کلی سطح فشار خلأ ۰/٤ بار موجب افزایش عمر ماندگاری هر دو محصول هویج و گوجه فرنگی گردید.

کلید واژگان: هویج، فشار خلأ، کیفیت، نگهداری، گوجه فرنگی

* مسئول مکاتبات: r.tabatabaei@sanru.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۱- مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌ها از جمله مهم‌ترین محصولات باغی هستند که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت انسان بازی می‌کنند. این گروه از محصولات کشاورزی به دلیل داشتن رطوبت زیاد فساد پذیر هستند و در دوره پس از برداشت بخش عمده ای از آن‌ها (بین پنج تا ۵۰ درصد) از بین می‌روند. میزان این ضایعات حتی در برخی موارد تا ۸۰ درصد نیز می‌رسد [۱]. در کشورهایی که سیستم کشاورزی پیشرفته‌ای دارند، پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه تکنولوژی پس از برداشت صورت گرفته است. چنین عملیاتی نه تنها ضایعات این گروه از محصولات را به حداقل می‌رساند بلکه کیفیت آن‌ها را نیز در طی حمل و نقل، جابجایی، انبارداری و توزیع حفظ خواهد کرد. در نتیجه یکی از چالش‌های مهندسین و محققین، در اختیار قرار دادن میوه‌ها و سبزی‌های تازه و بدون ضایعات به دست مصرف کننده و همچنین حفظ ماندگاری بیشتر آن‌ها می‌باشد.

متداول‌ترین روش برای طولانی کردن عمر نگهداری محصول تازه برداشت شده، نگهداری در شرایط سرد با رطوبت نسبی بالا می‌باشد. از مهم‌ترین راه‌های حفظ ماندگاری محصول استفاده از انبار با اتمسفر فشار پایین می‌باشد. شرایط انبارداری نقش بسیار مهمی در افزایش نگهداری محصولات باغی و کاهش ضایعات دارد. با استفاده از تکنولوژی محیطی انبارداری می‌توان ضایعات محصولات باغی را به حداقل رساند. استفاده از انبارهای کم فشار با تأثیر بر فرآیندهای تنفس و تولید اتیلن عمر نگهداری محصولات و ضایعات محصولات باغی در طی انبارداری را کاهش می‌دهد. بیورگ و همکاران (۱۹۷۵)، نشان دادند که انبارداری در خلأ، مانع از رسیدن گوجه فرنگی می‌شود. نتایج نشان داد که گوجه فرنگی‌ها را می‌توان در ۰/۱۶ بار به مدت ۱۰۰ روز نگهداری و پس از آن در ۰/۶۲ بار طی هفت روز رسانید [۲]. بنگرس (۱۹۸٤) تغییر در حساسیت به اتیلن در طول ذخیره-سازی سیب و موز تحت شرایط خلأ را مورد بررسی قرار داد. میوه‌های سیب ذخیره شده تحت فشار خلأ (٦٦ میلی بار) در طی یک دوره ذخیره‌سازی ۱۱ ماهه هرگز تولید اتیلن نکرد. فقط کاهش اندکی در استحکام میوه مشاهده شد. نتایج نشان داد که میزان اتیلن تولید شده بعد از ۲/۵، پنج، هفت و ۱۰ ماه پس از ذخیره سازی در فشار خلأ، ناچیز بود [۳]. نایر و تونگ (۱۹۸۸) گزارش کردند که موزهای پیسانگ ماس زمانی که در کیسه‌های پلی اتیلنی تحت خلأ با میزان خلأ ۰/٤ بار انبار شدند، زمان ماندگاری آن‌ها در دمای ۱۷ درجه سانتی‌گراد، چهار تا شش هفته افزایش یافت [٤]. فی تائو و همکاران (۲۰۰٦) اثر شرایط مختلف ذخیره سازی در خلأ سرد را بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی قارچ سفید مورد بررسی قرار دادند. خلأ سرد به عنوان یک روش سرد کردن سریع برای قارچ سفید مورد استفاده قرار گرفت. در مطالعه حاضر کاهش وزن، میزان تنفس، مواد جامد محلول و نفوذ پذیری غشاء مورد ارزیابی قرار گرفت. قارچ در سه شرایط مختلف: محیط سرد، محیط خلأ و بسته‌بندی در اتمسفر اصلاح شده (CA) ذخیره شد. نتایج نشان داد که از دست دادن وزن، میزان تنفس، مقدار مواد جامد محلول، نفوذ پذیری غشاء تفاوت قابل توجهی تحت شرایط مختلف در طول ذخیره‌سازی داشت [۵]. روچا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که ذخیره سازی هویج‌های خلال شده در سردخانه و در بسته‌های خلأ، سبب افزایش عمر انبارداری آن‌ها و همچنین حفظ خصوصیات کیفی و کمی هویج‌ها در پایان دوره انبارداری شد [٦]. ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) اثرات ذخیره‌سازی تحت خلأ را بر ویژگی‌های بیولوژیکی مارچوبه سبز و ذخیره‌سازی در درجه حرارت اتاق را مورد مقایسه قرار دادند. ذخیره‌سازی تحت خلأ به وضوح بهبود کیفیت، حفظ کلروفیل و ویتامین C و به تأخیر افتادن فرایند پیری پس از برداشت را نشان داد که باعث افزایش ماندگاری آن تا ۵۰ روز شد، درحالی‌که نمونه در یخچال و در دمای اتاق، به ترتیب تنها در ۲۵ و شش روز کیفیت خود را از دست داد[۷].

هدف این پژوهش مقایسه سطح فشارهای مختلف خلأ و تأثیر زمان ماندگاری بر فاکتورهای درصد کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH در طول دوره نگهداری گوجه فرنگی و هویج می باشد تا مناسب‌ترین شرایط برای افزایش عمر ماندگاری و حفظ کیفیت گوجه فرنگی و هویج بدست آید.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

۲- مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه صنایع پس از برداشت دانشکده مهندسی زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شد. گوجه فرنگی قرمز بالغ رقم وندور[1] و هویج رقم دانورز[2] مورد استفاده در این آزمایش از گلخانه گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تهیه شد. وزن متوسط گوجه فرنگی و هویج به ترتیب ٦٥ و ٣٧ گرم بدست آمد و هر دو محصول پس از برداشت بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و در یخچال در دمای ۱±٦ ^{o}C نگهداری شد. برای نگهداری در خلأ، تعداد شش عدد برای هر مخزن خلأ از میان هویج‌ها و گوجه فرنگی‌های سالم، بدون لک، آلودگی و آثار خراشیدگی انتخاب شد. تمام محصولات در نظر گرفته شده برای تیمارهای مختلف آزمایش دو بار با آب شستشو شده و پس از خشک شدن به مدت یک ساعت در دمای محیط آزمایشگاه، آماده قرار گرفتن در محیط با فشار خلأ مورد نظر شدند (شکل ۱). نمونه‌ها جهت اعمال تیمارهای دمایی به سردخانه و آزمایشگاه انتقال داده شدند. تیمارهای شاهد در ظروف یک‌بار مصرف از جنس پلی استیرن به تعداد دفعات نمونه‌برداری در آزمایش و در دمای آزمایشگاه ^{o}C ۲±۲۰ قرار گرفتند.

برای ایجاد خلأ مناسب در محفظه نگهداری محصول، ابتدا محفظه های استوانه‌ای شکل از جنس پلی اورتان با ابعادی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع استوانه ٤٠ سانتی‌متر که کاملاً آب‌بند شده ساخته شد. این ابعاد بر اساس مقیاس یک هزارم انبارهای خلأ مناسب برای نگهداری سبزی ها که توسط روچا و همکاران (۲۰۰۷) توصیه شده است در نظر گرفته شد. جهت ایجاد خلأ در محفظه ها از پمپ خلأ (JB مدل DV-42N-250 ساخت آمریکا) استفاده گردید. سنسور اندازه‌گیری فشار خلأ (SAGINOMIYA مدل SNS-C103X ساخت ژاپن) و شیر برقی (KLOD مدل 2w-025-08 ساخت چین) برای ثابت نگه‌داشتن سطح فشار خلأ در محفظه ها بکار برده شد. استفاده از شیر برقی و سنسور فشار سبب می‌شود تا بتوان در هر محفظه به طور جداگانه به سطح فشار خلأ مورد نظر رسید و در همان سطح فشار خلأ مورد نیاز باقی ماند. فشارسنج (مدل FG ساخت چین) سطح فشار درون محفظه ها را نشان داد. با مکش از سوی پمپ خلأ و دادن برنامه به سنسورها، میزان سطح فشار خلأ مورد نظر در هر محفظه ایجاد شد. فشار خلأ ایجاد شده برای هر محفظه بدین صورت انتخاب شد: محفظه شماره ۱، فشار خلأ ۰/٦ بار ؛ محفظه شماره ۲، فشار خلأ ۰/٤ بار و محفظه شماره ۳، فشار خلأ ۰/۲ بار.

شکل ۱ محفظه های خلأ و تجهیزات بکار رفته در آن

برای نمایش سطح فشار درون محفظه از خلاسنج (مدل FG ساخت چین) استفاده شد. نمونه‌ها برای بررسی صفات کیفی درصد کاهش وزن، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و pH عصاره در دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در حدود ۸۰-۷۰ درصد به ترتیب به مدت ۱۲ و ۲۰ روز برای هویج و گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفتند. وزن تک تک محصولات در محفظه های خلأ اندازه‌گیری و ثبت شد و نمونه‌ها جهت بدست آوردن تغییرات وزن در طول نگهداری و در زمان‌های تعیین شده توسط ترازوی دیجیتال (JADEVER, Taiwan) با دقت ۰/۰۱ مورد توزین قرار گرفتند. درصد کاهش وزن نیز از طریق فرمول زیر محاسبه گردید [۸].

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

برای تعیین میزان سفتی[3] میوه از یک دستگاه تست سفتی بافت میوه (مدل FG-5000A، شرکت لوترون، تایوان)، استفاده شد. نیروی فشاری توسط یک نفوذ کننده به شکل میله ای با نوک

1. Vendor
2. Danvers
3. Firmness

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

استوانه ای به قطر هشت میلی‌متر و ارتفاع پنج میلی‌متر که به انتهای نیروسنج متصل است اعمال می شود. نفوذ در هر میوه در چهار نقطه در راستای دو قطر عمود برهم و در دو طرف میوه صورت گرفت. متوسط حداکثر مقادیر ثبت شده توسط ثبات دیجیتالی بر حسب نیوتن گزارش شد. سرعت نفوذ برای اندازه گیری خواص مکانیکی میوه‌ها پنج میلی‌متر بر ثانیه در نظر گرفته شد [۹].

اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول[4] با دستگاه رفرکتومتر[5] مدل PR-101 انجام پذیرفت، دستگاه ابتدا با استفاده از آب مقطر کالیبره شده و سپس دو قطره از آب میوه در عدسی دستگاه قرار داده شد و میزان مواد جامد محلول آن بر حسب درجه بریکس[6] بیان گردید. درصد اسیدیته قابل تیتراسیون[7] آب میوه با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال محاسبه شده است. در این آزمون ۵ میلی لیتر آب میوه صاف شده با آب مقطر به حجم ۱۰۰cc رسانده شد و در حضور معرف فنل فتالئین، با سود ۰/۱ نرمال تیتر شده است. هر میلی متر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰٦۷ گرم اسید سیتریک در نظر گرفته شد [۱۰]. pH عصاره با استفاده از یک pH متر دیجیتال اندازه‌گیری شد. ابتدا pH متر با محلول‌های بافر ٤/۱، هفت و ۹/۲ کالیبره گردید، سپس عصاره میوه را در بشر ریخته و پس از قرار دادن الکترودها در محلول، pH مورد نظر قرائت شد. پس از هر قرائت الکترود را با آب مقطر شست‌وشو و با کاغذ صافی خشک گردید [۸]. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار طراحی شد. داده‌ها پس از جمع آوری، مرتب شده و به صورت فاکتور دو عامله با استفاده از نرم افزارهای SAS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح $P\leq 0.01$ انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای فشار خلأ در گوجه فرنگی و هویج به ترتیب در جدول (۱) و (۲) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود اثر زمان ماندگاری بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت.

درصد کاهش وزن

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان دهنده تأثیر مدت زمان نگهداری بر میزان کاهش وزن بوده که در سطح یک درصد معنی-دار شده است (جدول ۱و۲). به نظر می‌رسد که با گذشت زمان و در اثر تنفس و تعرق از وزن اولیه محصولات کاسته شده است. همچنین تأثیر تیمار سطح فشار خلأ و اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان در سطح یک درصد بر میزان کاهش وزن محصولات معنی‌دار شد. در بررسی تأثیر سطح فشار خلأ بر کاهش وزن گوجه فرنگی و هویج مشاهده شد که تیمار شاهد بیشترین و سطح فشار خلأ ۰/٤ بار کمترین میزان کاهش وزن را داشت که نشان دهنده میزان کمتر تنفس و تلفات آبی کمتر محصول در اثر تعرق کمتر در تیمار با سطح فشار خلأ ۰/٤ بار می‌باشد. به طوری که گوجه فرنگی و هویج‌های ذخیره شده در این تیمار پس از پایان دوره انبارداری در سطح محصول تازه باقی ماندند.

بررسی اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان نگهداری بر کاهش وزن گوجه فرنگی حاکی از آن است که درصد کاهش وزن گوجه فرنگی‌های نگهداری شده در هر سه سطح فشار خلأ به طور معنی داری پایین‌تر از تیمار شاهد بود (شکل ۲). همان طور که مشاهده می‌شود کاهش وزن گوجه فرنگی‌ها در سه سطح فشار خلأ با روند یکسانی صورت گرفت اما در تیمار شاهد بعد از روز دهم کاهش وزن با شدت بیشتری رخ داد که نشان از تنفس بالای محصول در تیمار شاهد و همچنین شروع مرحله پیری در گوجه فرنگی بود. نتایج این پژوهش با یافته های بیورگ و همکاران (۱۹۷۵) همخوانی دارد.

4. Total Soluble Solids Content
5. Refractometer
6. Brix
7. Titratable Acidity

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

جدول ۱ تجزیه واریانس تأثیر فشار خلأ بر روی صفات مورد بررسی درگوجه فرنگی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کاهش وزن (٪)	سفتی بافت (N)	مواد جامد محلول (Brix)	اسیدیته قابل تیترات (٪)	pH
زمان	٤	۳٦/۸۸**	۷/۲۲**	۰/۱۸٤**	۰/۰۲۸**	۰/۱۰٤**
خلأ	۳	۱۱٤/۳۵**	۱/۹۳**	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۲٦**	۰/۰۰۹**
خلأ × زمان	۱۲	۱۵/۱٤**	۰/۳۵٤**	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۵**
خطا	۳۹	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰٤
ضریب تغییرات		۲/۳۱	۳/٤۵	۳٤/۱٤	٤/٤٦	۱/۵۲

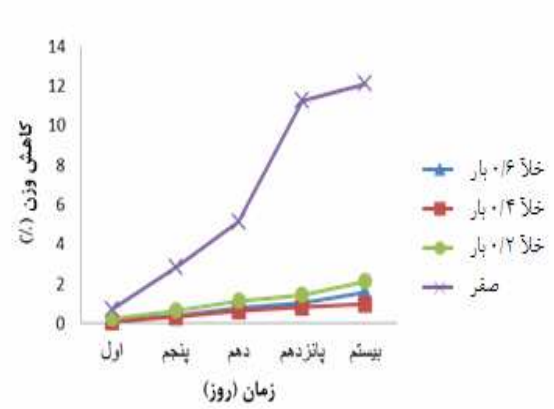
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول۲ تجزیه واریانس تأثیر فشار خلأ بر روی صفات مورد بررسی در هویج

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کاهش وزن (٪)	سفتی بافت (N)	مواد جامد محلول (Brix)	اسیدیته قابل تیترات (٪)	pH
زمان	٤	٤۳/۲۵**	٤/٤۳**	۰/۰٦٤**	۰/۰۱۲**	۰/۰۳٤۷**
خلأ	۳	۱٤۲/۷۳**	۰/٤۹**	۰/۰۰۰۹**	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۲۸**
خلأ × زمان	۱۲	۱۸/۳۹**	۰/۱۱۷**	۰/۰۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۰۰٤^{ns}	/۰۰۰۰۹^{ns}
خطا	۳۹	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰٤	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات		۰/۸۹۷	۱/٤٦	٤/۲۹	۹/٦۹	۷/٦۵

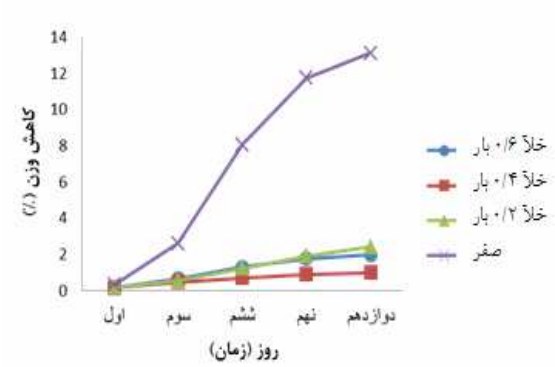
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

آنها نشان دادند که با نگهداری گوجه فرنگی در خلاء از میزان کاهش وزن کاسته شده و همچنین رسیدگی گوجه فرنگی به تاخیر می افتد [۲]. اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان در سطح یک درصد بر کاهش وزن هویج تأثیرگذار بود. همان طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود تیمار شاهد از روز اول به بعد اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای سطح فشار خلأ دیگر نشان داد که حاکی از تنفس بالای هویج در اتمسفر محیط و از دست دادن رطوبت محصول داشت. جلوگیری از کاهش وزن هویج در سطح فشارهای مختلف خلأ به دلیل عدم وجود هوا در محیط خلأ و در نتیجه جذب نشدن رطوبت از محصول توسط هوا می‌باشد. روچا و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که نگهداری محصول در شرایط خلأ با جلوگیری از تنفس نمونه‌ها منجر به کاهش در افت وزن آن‌ها شد [٦] .



شکل ۲ اثر متقابل فشار خلأ و زمان بر کاهش وزن گوجه فرنگی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

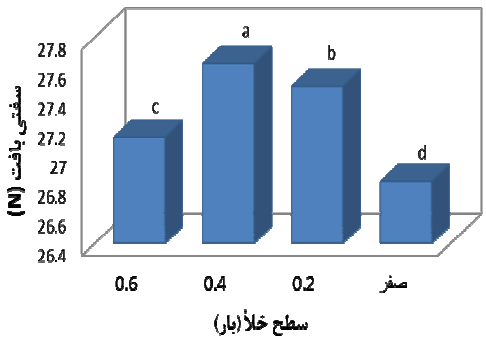


شکل ۳ اثر متقابل فشار خلأ و زمان بر کاهش وزن هویج

سفتی بافت

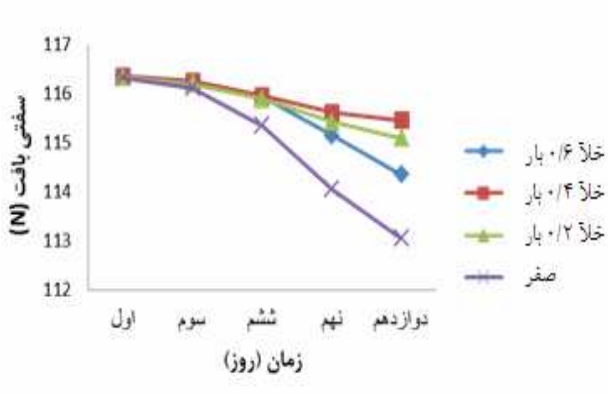
بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که زمان ماندگاری در سطح یک درصد بر میزان سفتی بافت گوجه فرنگی تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر میزان سفتی بافت گوجه فرنگی نشان می‌دهد که در طول مدت نگهداری به دلیل نرم شدن بافت در اثر فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده بافت، سفتی بافت کاهش یافته است. تیمار خلأ تأثیر معنی‌دار بر میزان سفتی بافت گوجه فرنگی داشت ($P\leq0.01$). همان طور که در شکل (٤) مشاهده می‌شود تیمار شاهد بیشترین میزان کاهش در سفتی بافت و تیمار خلأ ۰/٤ بار کمترین کاهش در سفتی بافت را داشت. در خلأ ۰/۲ بار با وجود اینکه میزان کاهش وزن بیشتری نسبت به خلأ ۰/٦ بار رخ داد اما سفتی بافت آن بهتر از خلأ ۰/٦ حفظ شد. به نظر می‌رسد که این امر به دلیل کاهش بیشتر رطوبت بافت گوجه فرنگی در خلأ ۰/۲ بار باشد و با اتلاف رطوبت پوسته چسبیده به بافت خاصیت الاستیسته بیشتری پیدا کرده و موجب می شود که بافت سنج عدد بزرگتری را نشان دهد. اثر متقابل خلأ و زمان در سطح یک درصد بر میزان سفتی بافت تأثیر گذار بود. در بررسی اثر متقابل خلأ و زمان بر میزان سفتی بافت مشاهده شد که تیمار شاهد و خلأ ۰/٦ بار در پایان دوره انبارداری میزان سفتی بافت پایینی دارند که در عدم بازار پسندی آن‌ها تأثیرگذار می‌باشد. در مقادیر بالاتر خلأ مستوفی و تویونن (۲۰۰٦) نشان دادند که میزان سفتی گوجه فرنگی با افزایش مدت زمان نگهداری به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۱۱].

بررسی نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها گویای آن است که عوامل مدت زمان نگهداری و همچنین تیمار سطح فشار خلأ و اثر متقابل آن‌ها در سطح یک درصد بر میزان سفتی بافت هویج تأثیر معنی‌داری دارد (جدول ۲). بررسی تأثیر سطح فشار خلأ بر میزان سفتی بافت هویج نشان داد که سطح فشار خلأ ۰/٤ بار در پایان دوره نگهداری کمترین میزان کاهش سفتی بافت را داشت. طوری که هویج‌های نگهداری شده در این سطح فشار خلأ در سطح هویج تازه بودند. در شکل (٥) اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان بر میزان سفتی بافت مشاهده می‌شود که سه سطح فشار خلأ تا روز ششم سفتی بافت تقریباً یکسانی داشتند اما از روز ششم به بعد کاهش بیشتری در هویج‌های نگهداری شده در سطح فشار خلأ ۰/٦ بار مشاهده شد. به نظر می‌رسد که نگهداری هویج در سطح فشار خلأ بالا (۰/٦ بار) سبب رشد باکتری‌های عامل مخمر در هویج می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های آیهان و همکاران (۲۰۰۸) و همچنین رشیدی و حسینی (۲۰۰۹) که نشان دادند سفتی بافت هویج (نیروی فشاری لازم برای نفوذ یک میله به قطر ۸ میلی متر و عمق نفوذ ٥ میلی متر که توسط یک بافت سنج اندازه گیری می شود) در طول مدت انبارداری کاهش می‌یابد، هم خوانی دارد [۱۲ و ۱۳].



شکل ٤ تأثیر فشار خلأ بر سفتی بافت گوجه فرنگی

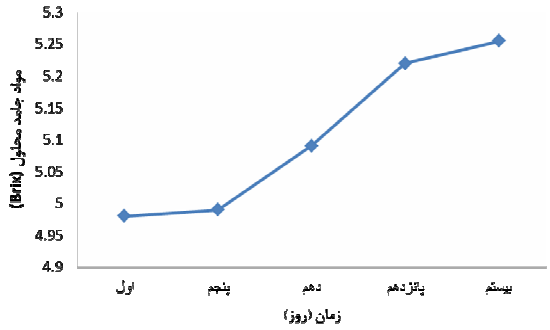
[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]



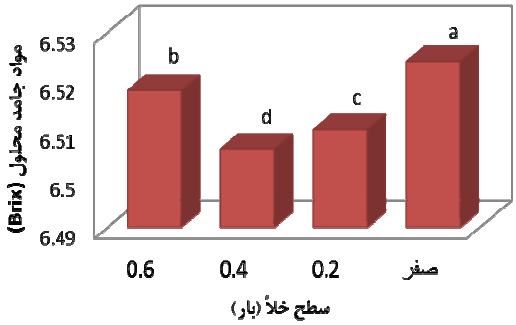
شکل ۵ اثر متقابل فشار خلأ و زمان بر سفتی بافت هویج

مواد جامد محلول

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن است که از میان عوامل مختلف تنها عامل زمان در سطح یک درصد بر میزان مواد جامد محلول گوجه فرنگی تأثیر معنی‌دار داشته است (جدول ۱) و همچنین مدت زمان نگهداری و سطح فشار خلأ در سطح درصد بر میزان مواد جامد محلول هویج تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۲). بررسی اثر مدت زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول گوجه فرنگی نشان می‌دهد که میزان مواد جامد محلول در طول دوره نگهداری افزایش یافت که احتمالاً به دلیل متابولیسم تبدیل نشاسته به قند بوده است (شکل ٦). مواد جامد محلول یک فاکتور مهم در بازار پسندی گوجه فرنگی می‌باشد. انتظار می‌رود که میزان مواد جامد محلول در طول رسیدن افزایش یافته و در مرحله انبارداری کاهش یابد [١٤]. در طول زمان نگهداری بر میزان مواد جامد محلول هویج افزوده شد. تأثیر سطح فشار خلأ بر مواد جامد محلول هویج نشان داد که تیمار شاهد بیشترین میزان افزایش مواد جامد محلول را داشت (شکل ۷). هویج‌های نگهداری شده در سطح فشار ۰/٤ بار مواد جامد محلول را بهتر حفظ کردند. بین دو سطح فشار خلأ دیگر هویج‌های نگهداری شده در سطح فشار خلأ ۰/٦ بار به میزان قابل توجهی مواد جامد محلول آن‌ها افزایش یافت. اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان تأثیر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول نشان نداد.



شکل٦ تأثیر زمان نگهداری بر مواد جامد محلول گوجه فرنگی



شکل ۷ تأثیر فشار خلأ بر مواد جامد محلول هویج

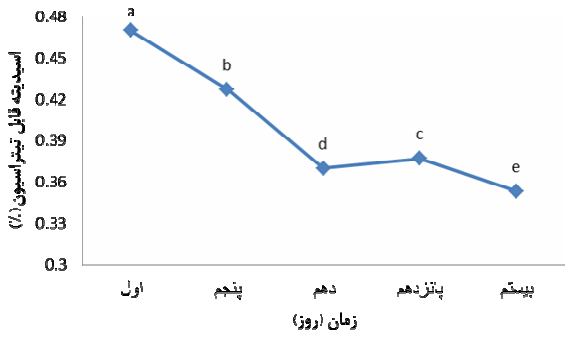
اسیدیته قابل تیتراسیون

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که طول مدت نگهداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون گوجه فرنگی تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد و میزان آن از ۰/٤۹ در روز شروع دوره به ۰/۳۵ در پایان دوره نگهداری یعنی نمونه برداری پنجم (روز بیستم) کاهش می‌یابد (شکل ۸). میزان اسیدیته قابل تیتراسیون یک روند کاهشی در طول نگهداری گوجه فرنگی داشته است که ناشی از مصرف اسیدهای آلی در طول تنفس می‌باشد.

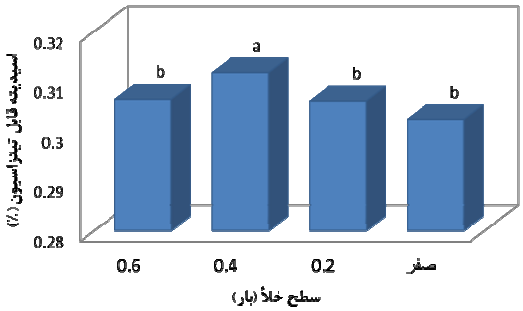
سطح فشار خلأ تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر اسیدیته قابل تیتراسیون داشت. در بررسی تأثیر سطح فشار خلأ بر اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده می‌شود که تیمار شاهد در فشار محیط بیشترین و سطح فشار خلأ ۰/٤ بار به دلیل ایجاد اتمسفر مطلوب و جلوگیری از تنفس زیاد محصول، کمترین میزان در کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون را داشتند. اثر متقابل سطح فشار خلأ در

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

زمان در سطح یک درصد بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون گوجه فرنگی معنی‌دار شد (جدول ۱). تیمار شاهد در روز بیستم بیشترین کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون را داشت. جیراردی و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که کاهش در اسیدیته قابل تیتراسیون در طول دوره انبارداری اجتناب ناپذیر است اما انبارداری با اتمسفر کنترل شده کمک کرد تا اسیدیته بهتر حفظ شود [۱۵]. بررسی نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها (جدول ۲) نشان می‌دهد که طول مدت نگهداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون هویج تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد و سطح فشار خلأ تأثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر اسیدیته قابل تیتراسیون هویج نشان داد. تأثیر سطح فشار خلأ بر اسیدیته قابل تیتراسیون هویج نشان داد که بین سطح‌های فشار خلأ ۰/٦ و ۰/۲ بار و فشار محیط اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما سطح فشار خلأ ۰/٤ بار از کاهش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون جلوگیری کرده و مقدار آن را بهتر حفظ کرد (شکل ۹). عامل اصلی حفظ اسیدیته قابل تیتراسیون هویج‌ها کاهش تنفس می‌باشد.



شکل ۸ تأثیر زمان نگهداری بر اسیدیته قابل تیتراسیون گوجه فرنگی

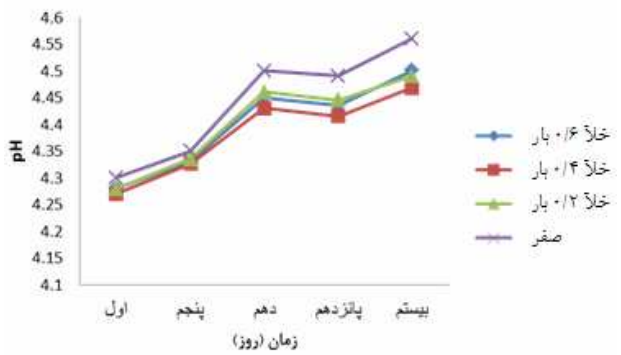


شکل ۹ تأثیر فشار خلأ بر اسیدیته قابل تیتراسیون هویج

pH

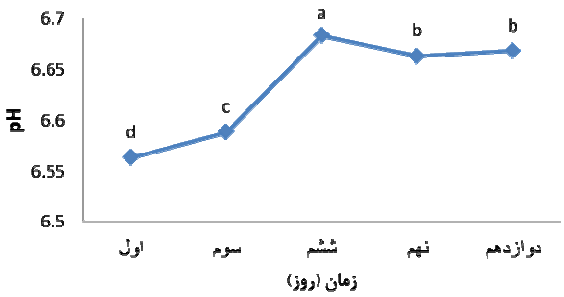
بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) داده‌های گوجه فرنگی بیانگر آن است که مدت زمان نگهداری بر تغییرات pH تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد و روند تغییرات pH بر خلاف اسیدیته قابل تیتراسیون صعودی است. در پژوهش‌های تانو و همکاران (۲۰۰۷) و تسدیلن و بایندریل (۱۹۹۸) بر روی گوجه‌فرنگی مقدار pH در طول نگهداری افزایش یافت [۱٦ و ۱٤]. تیمار سطح فشار خلأ و همچنین اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان بر اسیدیته قابل تیتراسیون در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان افزایش pH در تیمار شاهد رخ داد. در شکل (۱۰) اثر متقابل سطح فشار خلأ در زمان بر میزان pH گوجه فرنگی مشاهده می‌شود که سطح فشار خلأ ۰/٤ بار به دلیل تنفس کمتر و به تبع آن کاهش مصرف اسیدهای آلی محصول در این سطح فشار، میزان pH گوجه فرنگی را بهتر حفظ کرد.

بررسی نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های هویج بیانگر آن است که مدت زمان نگهداری بر تغییرات pH تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد دارد (جدول ۲). در شکل (۱۱) تأثیر زمان نگهداری بر pH هویج مشاهده می‌شود که میزان pH روند صعودی داشته است. این روند صعودی تا روز ششم ادامه داشت و بعد از روز ششم کمی روند نزولی نشان داد. همچنین بررسی نتایج نشان داد که تأثیر سطح فشار خلأ بر میزان pH در سطح یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان تغییرات pH در اتمسفر محیط (شاهد) مشاهده شد. سطح فشار خلأ ۰/٤ بار با ایجاد شرایط مطلوب در اتمسفر نگهداری هویج جهت کند کردن تنفس و جلوگیری از مصرف اسیدهای آلی، سبب حفظ بهتر pH شد.



شکل ۱۰ اثر متقابل فشار خلأ و زمان بر pH گوجه فرنگی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]



شکل ۱۱ تأثیر زمان نگهداری بر pH هویج

٤- نتیجه‌گیری

با بررسی خصوصیات گوجه فرنگی و هویج پس از نگهداری در شرایط خلأ می‌توان گفت که خلأ ۰/٤ بار میزان اسیدیته قابل تیتراسیون و pH هر دو محصول را بهتر حفظ کرد. بالاترین میزان سفتی گوجه فرنگی در خلأ ۰/٤ و ۰/۲ بار و همچنین در هویج در خلأ ۰/٤ بار مشاهده شد. میزان افت وزن نیز در هر دو محصول در خلأ ۰/٤ بار کمتر بود. همچنین نتایج نشان داد که نگهداری محصولات در خلأ بالا (۰/٦ بار) به دلیل افزایش تنفس بی هوازی سبب رشد باکتری‌های مخمر می‌گردد. به طوری که در پایان دوره نگهداری، هر دو محصول نگهداری شده در این خلأ کیفیت نامرغوبی داشتند. به طور کلی خلأ ۰/٤ بار به دلیل کند کردن فرایندهای متابولیکی و تنفس و تبخیر، مؤثرترین ترکیب در افزایش عمر ماندگاری هر دو محصول هویج و گوجه فرنگی می‌باشد. با توجه به تاثیر زمان ماندگاری بر کلیه فاکتورهای اندازه گیری شده در هویج و گوجه فرنگی مشخص شد که تغییرات این فاکتورها با زمان تا حد زیادی از یک روند مشخص افزایشی یا کاهشی تبعیت می کند اما نمی توان بطور دقیق گفت که کدام مدت زمان برای ماندگاری این دو محصول بهینه است.

٥- منابع

[1] Kader, A.A. 2003. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Agriculture and Natural Resources, UCD Press, 535P.

[2] Burg, S.P. 1975. Hypobaric storage and transportation of fresh fruits and vegetables. In: Haard NF. and Salunkhe DK (eds) Postharvest biology and handling of fruits and vegetables. AVI Publishing. Westpoint. Connecticut. PP:172-188.

[3] Bangerth, F. 1984. Changes in sensitivity for ethylene during storage of apple and banana fruits under hypobaric conditions. Stuttgart 70 W. Germany.

[4] Nair, H. and Tung, H.F. 1988. Postharvest physiology and storage of Pisang Mas. Proceeding of the UKM symposium Biologi Kebangsaan ketiga, Kuala Lumpur, pp. 22-24.

[5] Fei, T., Zhang, M. Hang-qing, Y. and Sun, J. 2006. The key laboratory of food science and safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, Jiangsu Province.

[6] Rocha, A.M., Coulon, E. and Morais, A.M. 2007. Effects of vacuum packaging on the pHysical quality of minimally processed potatoes. Food Serv. Technol. 3:81–88.

[7] Zhang, M., Li, W. and Wang, S.J. 2008. The state key laboratory of food science and technology, Jiangnan University, 214122 Wuxi, Jiangsu, China.

[8] Mostofi, Y. and Najafi, F. 1384. Experimental methods in horticultural sciences. Translation in Persian, first edition. Tehran. 324p.

[9] McGlone, V.A. and Jordan, R. 2000. Kiwifruit and apricot firmness measurement by the non-contact laser air puff method. Postharvest Biology and Technology, 19: 47-54.

[10] Maftoonazad, N. and Ramaswamy, H.S. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulosebased coating, Food Science and Technology, 38: 617–624.

[11] Mostofi, Y. and Toivonen, P.M.A. 2006. Effects of storage conditions and 1-methylcyclopropene on some qualitative characteristics of tomato fruits. International Journal of Agriculture and Biology, 8: 93-96.

[12] Ayhan, Z., Esturk, O. and Tas, E. 2008. Effect of modified atmosphere packaging on the quality and shelf life of minimally processed carrots. Journal of Turk J Agric. 3: 57-64.

[13] Rashidi, M. and Hosseini, B.M. 2009. Interactive effects of coating method and Storage period on quality of carrot (cv. nantes) during ambient storage. Journal of Agricultural and Biological Science. 4(3): 223-228.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

[14] Tasdelen, O. and Bayindirli, L. 1998. Controlled atmosphere storage and edible coating effects on storage life and quality of tomatoes, J. Food Proc. Pres 22: 303-320.

[15] Girardi, C.L., Corrent, L., Lucchetta, M.R., Zanuzo, T.S., Da Costa, A., Brackmann, R.M., Twyman, F.R., Nora, L., Nora, J.A. and Rombaldi, C.V. 2005. Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (Prunus persica cv. Chirip´a) during cold storage, Biology and Technology, 38: 25-33.

[16] Tano, K., Mathias, K.O., Gilles, D., Robert, W.L., and Arul, J. 2007. Comparative evaluation of the effect of temperature flunctuation on modified atmosphere of selected fruit and vegatables. Postharvest Biology and Technology, 46: 212-221.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]

Investigation of vacuum pressure and storage time on the quality of tomato and carrot

Ebrahimian, A. [1], Tabatabai Kaloor, R. [2*], Hashemi, J. [3]

1. Graduate student, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

(Received: 93/3/23 Accepted: 93/10/8)

In this research, the effect of vacuum pressure and storage time were investigated on the postharvest quality of tomato and carrot. Three levels of vacuum pressure, 0.6, 0.4 and 0.2 bar were considered and during 12 days of carrot storage every three days and during 20 days of tomato storage every five days the sampling were performed. The effects of these treatments on the factors such as weight loss, firmness, soluble solids, titrable acidity and pH in carrots and tomatoes were investigated as factorial test based on Completely Randomized Design. Analysis of variance results showed that the effect of vacuum pressure and storage time on all mentioned factors were significant. Weight loss of both products was low at vacuum pressure of 0.4 bar. Also, tirable acidity and pH of these products were preserved better at vacuum pressure of 0.4 bar. The highest firmness was observed at vacuum pressure of 0.4 bar. Based on the results, storage of these two products at high vacuum pressure (0.6 bar) reduced the quality. In general, vacuum pressure of 0.4 bar was resulted in higher storage time of tomato and carrot.

Keywords: Carrot, Vacuum pressure, Quality, Storage, Tomato

* Corresponding Author E-Mail Address: r.tabatabaei@sanru.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-24]