

تأثیر نوع بسته‌بندی در ماندگاری خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus* L.)

گیتا حسینی^۱، عادل میرمجیدی هشتجین^۲، پژمان مرادی^۳، بهجت تاج الدین^۴

^۱ کارشناس بخش تحقیقات مهندسی گلخانه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

^۲ عضو هیات علمی بخش تحقیقات صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

^۳ دانشیار گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه

^۴ دانشیار بخش تحقیقات صنایع غذایی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

چکیده

امروزه با توجه به تغییر شرایط اقلیمی و زیست‌محیطی، طراحی بسته‌بندی مناسب برای افزایش ماندگاری و کاهش ضایعات آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسته‌بندی مناسب، ضمن کاهش ضایعات محصول، به حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصول کمک می‌کند. این تحقیق، به منظور بررسی تأثیر نوع ماده بسته‌بندی، اتمسفر تغییر یافته فعال (MAP) و غیر فعال (passive)، استفاده از جاذب رطوبت بر ماندگاری محصول گلخانه‌ای خیار انجام شد. بدین منظور محصول خیار در ۳ نوع فیلم بسته‌بندی شامل پلی‌اتیلن، پلی‌پروپیلن، فیلم نانویی و به دو شکل شامل با جاذب و بدون جاذب رطوبت، به روش اتمسفر فعال بسته‌بندی و طی مدت چهار هفته در دماهای ۶ و ۸ درجه سلسیوس نگهداری شد. شاخص‌هایی مانند pH، مواد جامد محلول (TSS)، افت وزن، درصد رطوبت، سفتی بافت، رنگ و آزمون‌های حسی هر یک از تیمارها در روز صفر (برداشت) و طی مدت نگهداری (هر هفت روز یکبار)، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که از ۳۶ تیمار مورد بررسی ۷ تیمار تا هفته چهارم قابل نگهداری بودند. تأثیر شرایط بسته‌بندی بر کیفیت این محصول با استفاده از طرح فاکتوریل برای هفته اول و طرح کاملاً تصادفی برای هفته دوم تا چهارم با سه تکرار به دست آمد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

واژه‌های کلیدی: خیار، ماندگاری، فیلم بسته‌بندی، جاذب رطوبت

مقدمه

میوه‌ها و سبزی‌های تازه معمولاً مورد پسند مشتری بوده و بازارپسندی خوبی دارند ولی به دلیل فسادپذیری ماندگاری پایینی دارند. مشکل عمده تولیدکنندگان و محققان کشاورزی در دنیا، حفظ کیفیت و کمیت محصولات، پس از برداشت آن‌ها است؛ به طوری که با به حداقل رساندن ضایعات بتوان محصولات را با بازارپسندی کافی به دست مصرف‌کننده رساند. خیار با نام علمی *Cucumis sativus* از خانواده کدوئیان (*Cucurbitaceae*) (خیار، هندوانه، خربزه، کدو تنبل و کدو) و با اسم لاتین *Cucumber* است. خیار محصولی است که در مناطق گرم و معتدل (با زمستان ملایم) کاشته می‌شود و محدوده درجه حرارت مورد نیاز آن بین ۲۴-۱۸ درجه سلسیوس است. اصل گیاه مانند دیگر گیاهان خانواده کدوئیان از جنوب و شرق آسیا (هندوستان و چین و ...) است. خیار گیاهی یک‌ساله است و اغلب خیارهایی که در گلخانه پرورش داده می‌شوند، بلند و کشیده و از نوع بی‌دانه (انگلیسی یا اروپایی) هستند (جعفرنیا و همایی، ۱۳۹۰). در صنعت بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته، اغلب بسته‌بندی‌ها برای میوه‌ها و سبزی‌های تازه، از چهار پلیمر پایه‌ای مانند پلی-وینیل کلراید، پلی‌اتیلن ترفتالات، پلی‌پروپیلن و پلی‌اتیلن ساخته می‌شوند. لازم به یادآوری است که در سال‌های اخیر، پژوهشگران به دنبال راه‌کارهایی جدید برای بسته‌بندی مواد غذایی بوده‌اند. فناوری نانو از جمله این راه‌کارها است.

سؤالات تحقیق

- آیا نوع ماده بسته‌بندی می‌تواند بر ماندگاری محصول خیار مؤثر باشد؟
- کدام نوع ماده بسته‌بندی برای نگهداری محصول خیار مناسب است؟
- بهترین زمان ماندگاری محصول خیار با کاربرد روش بسته‌بندی (فعال و غیرفعال) و نوع فیلم بسته‌بندی در مقایسه با شرایط عرف چگونه خواهد بود؟

فرضیه‌های تحقیق

- نوع فیلم بسته‌بندی می‌تواند بر ماندگاری خیار و حفظ خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آن مؤثر باشد.
- استفاده از روش بسته‌بندی با نوع فیلم بسته‌بندی مناسب می‌تواند موجب افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات فیزیکیوشیمیایی آن شود یا شرایط فوق را بهبود بخشد.

مبانی نظری

خیار

خیار گیاهی است یک ساله از خانواده کدوئیان که مانند دیگر گیاهان این خانواده از جنوب شرق آسیا یعنی در هندوستان، چین جنوبی و مرکزی و کاشت آن از ۳ تا ۴ هزار سال قبل معمول بوده است. خیار از جنس *Cucumis* و نام علمی آن *L. Cucumis sativus* و نام‌های دیگر آن به زبان فرانسه، انگلیسی و آلمانی به ترتیب کوکومبورو^۱، کیوکامبر^۲ و گورک^۳ می‌باشد. ریشه خیار سطحی و گسترده است. انشعابات زیاد اطراف ریشه باعث می‌شود تا سیستم ریشه‌ای این گیاه سطحی و در عمق کمی از خاک قرار گیرد ولی در خاک‌های سبک می‌توانند تا عمق ۸۰ سانتی‌متری نیز نفوذ کنند. ساقه خیار مانند سایر گیاهان خانواده کدوئیان خزنده و کرک‌دار بوده که در مقطع زاویه‌دار است و با ادامه رشد گیاه، زاویه‌ها کوچکتر می‌شوند. برگ بوته خیار نسبتاً پهن و رنگ آن سبز روشن است. بریدگی‌های کم عمق، برگ خیار را به پنج قسمت مثلثی شکل تقسیم می‌کند و قسمت وسط دارای نوک تیزی می‌باشد. از مشخصات بارز برگ‌ها وجود رگبرگ‌ها در پشت برگ است.

¹ Cucumero

² Cucumber

³ Gorack

برداشت خیار

برخلاف بعضی از سبزی‌های این تیره که باید میوه آن کاملاً رسیده باشد تا برداشت شود خیار را باید قبل از رسیدن کامل برداشت کرد. اولین برداشت ۶۰ الی ۷۰ روز پس از کاشت است. در صورتی که شرایط گلخانه عادی باشد میوه‌ها خیلی زود رشد می‌کنند و به همین دلیل حداقل ۲ تا ۳ بار برداشت در هفته ضروری است و هر چه فاصله برداشت طولانی‌تر باشد تعداد خیارهای درشت که خارج از اندازه مطلوب بازار است بیشتر می‌شود و از طرف دیگر ماندن خیارهای رسیده روی بوته مانع رشد خیارهای کوچک می‌شود و محصول کاهش می‌یابد. بنابراین فاصله طولانی بین برداشت‌ها، هم کیفیت خیار را کاهش می‌دهد و هم تعداد کل خیارهای قابل برداشت را کم می‌کند.

وسایل بسته‌بندی خیار

هر وسیله‌ای که در حین بسته‌بندی با خیار تازه تماس داشته باشد، یک وسیله در تماس غذایی محسوب می‌شود و این گونه وسایل باید تمیز بوده و ضدعفونی شوند. باید روش‌های پاک‌سازی و ضدعفونی وسایل بسته‌بندی خیار به‌طور روزانه انجام و مدارک مربوط به آن ثبت شوند.

گلخانه مناسب برای تولید خیار

امروزه که کشت‌های گلخانه‌ای توسعه یافته‌اند، در این میان خیار یکی از محصولاتی است که تولید آن در گلخانه‌ها مورد توجه بیشتری واقع شده است. خیار گلخانه‌ای را تقریباً در همه‌جا می‌توان کاشت زیرا هر جا که عوامل طبیعی مناسب نباشد می‌توان شرایط مناسب را مصنوعی و یا با استفاده از تأسیسات و دستگاه‌های لازم ایجاد نمود. بسیاری از گلخانه‌های که خیار در نزدیکی شهرهای بزرگ و بازارهای مصرف وجود دارند زیرا خیار تولیدی در وضعیت مطلوب با طراوت و تازگی کافی به بازار می‌رسد و نسبت به محصول تولیدی مناطق دور دست با قیمت مناسب‌تری به فروش می‌رسد. از نظر هزینه تولید، مناسب‌ترین منطقه برای کشت خیار گلخانه‌ای منطقه‌ای است که زمستان ملایم داشته باشد و در فصل سرد بتوان فقط با استفاده از انرژی آفتاب و بدون احتیاج به گرمای مصنوعی، حرارت کافی برای رشد خیار را در داخل گلخانه فراهم نمود.

بسته‌بندی مواد غذایی

امروزه با افزایش تقاضای بازار برای میوه‌ها و سبزی‌های تازه، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری این محصولات اهمیت ویژه‌ای داشته و در این راه اطمینان از رسیدن محصول به مشتری با حداقل افت کیفیت و خطرات ایمنی نکته‌ای کلیدی است. در این راستا یکی از راه‌های مناسب استفاده از بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته (MAP) است که متکی بر اثر متقابل بین تنفس محصول و نفوذپذیری پوشش بسته‌بندی است. یک اتمسفر تغییر یافته به طور طبیعی در یک بسته دربندی شده، نتیجه مستقیم دفع اکسیژن و تولید دی‌اکسید کربن با نفوذ گاز از میان مواد بسته‌بندی است. میزان افزایش دی‌اکسید کربن و کاهش اکسیژن درون بسته به انتخابی بودن پوشش و شرایط مطلوب یا نامطلوب محصول بسته‌بندی شده بستگی دارد (Mahajan *et al.*, 2008). مشخص شده که اتمسفر تغییر یافته می‌تواند از افت کیفیت در حین نگهداری محصول تا حد زیادی ممانعت کند (Kader *et al.*, 1988).

مواد بسته‌بندی

یک بسته مناسب باید بتواند باعث حفظ سلامت، کیفیت و سفتی محصول شده و علاوه بر جذابیت ظاهری برای مصرف‌کنندگان، سبب سهولت در انبارداری و توزیع بهتر محصول شود (Richard, 2003). برای حفظ ایمنی و کیفیت محصولات بسته‌بندی شده به روش اتمسفر تغییر یافته، انتخاب مواد بسته‌بندی مناسب ضروری است. از معیارهای اصلی برای انتخاب ماده بسته‌بندی مواردی چون، قابلیت نفوذپذیری ماده بسته‌بندی به گازهای خاص و بخار آب، سازگاری با ماده غذایی یا نوع محصول، داشتن خصوصیات ضد مه و انتقال حرارت مناسب، مقاومت در برابر عوامل فیزیکی، قابلیت درب‌بندی پایا،

شفافیت و قابلیت دیده شدن محصول و قابلیت بازیافت از نظر زیست محیطی می‌توان اشاره نمود. (Church and Parsons, 1995; Thompson, 2010)

پلاستیک‌ها به علت انعطاف‌پذیری برای بسته‌بندی مواد غذایی و محصولات مناسب‌تر می‌باشند (Coles *et al.*, 2003). پوشش‌های پلاستیکی مورد استفاده برای بسته‌بندی میوه‌ها باید نفوذپذیری کمی نسبت به رطوبت و نفوذپذیری زیادی به گازها داشته باشند. پوشش‌هایی که میزان نفوذپذیری دی‌اکسید کربن به اکسیژن در آن‌ها بالاتر باشد برای بسته‌بندی مناسب می‌باشند (Somogyi, 1996). به دلیل تولید بیشتر دی‌اکسید کربن در داخل بسته توسط فرآیندهای تنفسی محصول، پوششی مناسب است که اجازه دهد تا دی‌اکسید کربن بیشتری نسبت به اکسیژن خارج شود. قابلیت نفوذپذیری بسته‌ها به دی‌اکسید کربن باید ۳ تا ۵ برابر اکسیژن باشد. (Kader, 2003)

پیشینه تحقیق

سرعت تنفس در مرحله رسیدگی میوه‌ها و بسته‌بندی‌های میوه‌های دارای دوره فراز گرا (کلیماکتریک) از جمله سبب افزایش می‌یابد. در این میوه‌ها میزان تولید اتیلن از حدود 0.6 ml/kg/h به 10 و حتی 100 ml/kg/h افزایش می‌یابد (اورای کول استایلز، ۱۳۸۰). همچنین میزان تولید اتیلن در زمان رسیدگی و با افزایش دماهای انبار افزایش می‌یابد، وقتی میوه در معرض اتیلن قرار می‌گیرد رسیدن میوه‌ها را که علائم آن نرم شدگی و تغییرات رنگ از سبز به زرد است، تسریع کرده و همچنین ممکن است اتیلن رشد قارچ‌های عامل فساد را تقویت کند (Carlos and Kader, 1999).

از جاذب‌های اتیلنی مواد معدنی، کربن فعال تلقیح شده با کاغذ، مواد خاکستر بادی^۴ دو بار فرآیند شده و پورافیل (Purafil) و گرانول‌های ارغوانی پرمنگنات پتاسیم می‌توان نام برد که پورافیل نسبت به سایر جاذب‌ها تأثیر قوی در جذب اتیلن داشته و در طی ۱۵ دقیقه میزان اتیلن را تا حد صفر تقلیل داد (Reid and Linda, 1995).

زردی و نرمی زردآلوی سبز ژاپنی رقم Gojiro با قرار دادن آن‌ها در کیف‌های پلی‌اتیلنی با یک جاذب اتیلنی آهسته‌تر شده و میزان تنفس در بسته‌های حاوی جاذب اتیلنی کمتر از بسته‌های بدون جاذب بودند (Zhang and Iwata, 1991). برای نگهداری میوه‌های زردآلوی ژاپنی و رقم Kabosu از کیف‌های با فیلم پلاستیکی آب‌بندی شده (Sealed) همراه با یک عامل جاذب اتیلن و استالدئید (E+A) و یا بدون آن استفاده شد. استفاده از جاذب E+A به‌طور خیلی مؤثری صدمات فیزیولوژیکی ناشی از میزان بیشتر از ۲۰ درصد CO_2 را کاهش می‌دهد (Osjima and Ito, 1987). پیری، فرآیندی ناشی از افزایش شدت تنفسی و به تبع آن افزایش تولید اتیلن در بعضی محصولات که به فراز گرا (کلیماکتریک) معروف است، است. بنابراین می‌توان استدلال کرد که کاهش یا ثابت ماندن مقدار اتیلن به‌طور مؤثری پیری را به تأخیر می‌اندازد و بنابراین اثربخشی از اتمسفر تغییر یافته و کیفیت محصولات آن بستگی به ممانعت صدمه ناشی از اتیلن دارد (Reid and Linda, 1995).

در یک تحقیق اثر تیمارهای حرارت (۳۸ درجه سلسیوس)، اشعه ماوراء بنفش، موم و یا جاذب اتیلنی^۵ قبل از دربندی بسته در فیلم پلی‌اتیلنی و انبار ۱-۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۶۰ روز روی سیب رقم فوجی بررسی شد که محتوای اتیلنی بسته‌بندی دارای جاذب اتیلنی به‌طور معنی‌داری کمتر بود. در نهایت معلوم شد که تیمار دما و جاذب اتیلنی مؤثرترین روش برای افزایش عمر انباری و کیفیت مطلوب است (Kim-chong & Kim., 1997). جاذب‌های اتیلنی در بسته‌بندی میوه‌هایی مانند: کیوی، موز، آووکادو، خرمالو، سیب و زردآلو به صورت مؤثری استفاده شده و یا در مرحله آزمایشی هستند مانند پتاسیم پرمنگنات مخلوط با سلیکا، اشباع زئولیت با پتاسیم پرمنگنات و سپس اشباع شده با آمونیوم نوع ۴ مثبت. مثلاً سیستم جاذب اتیلنی مشتمل بر کربن فعال و Pdci به عنوان کاتالیست، فرایند نرم شدگی در کیوی و موز را به حداقل می‌رساند و کاهش میزان کلروفیل در برگ‌های اسفناج نگهداری شده در ۲۰ درجه سلسیوس را نشان می‌دهد. Evert - fresh (Evert - fresh).

⁴ Fly ash

⁵ Ethylene scrubber

...Evert از جمله سیستم‌های جاذب اتیلنی با نام‌های مختلف تجارتي است که می‌توان نام برد (Ozdemir and Floros, 2004).

بسته‌بندی فعال در جهت افزایش عمر انباری محصولات باغبانی و کیفیت تغذیه‌ای آن‌ها مؤثر است و مانع از رشد ارگانیزم‌های پاتوژن و فساد میکروارگانیسم‌ها می‌گردد. به این طریق امنیت غذایی تأمین می‌شود (Ozdemir and Floros, 2004)؛ تاج‌الدین، (۱۳۸۰).

مواد و روش‌ها

مواد

در جدول ۱ مشخصات مواد شیمیایی و مواد اولیه به‌کاررفته و در شکل ۱ انواع فیلم و جاذب رطوبت نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات مواد شیمیایی و مواد اولیه به‌کاررفته

مواد طبیعی		مواد شیمیایی	
میوه یا محصول خیار		پد یا جاذب رطوبت	
خریداری از		پوشش یا فیلم	
پلی اتیلن	پلی پروپیلن	نانو	فایبر
فروشگاه برادران	فروشگاه برادران	شرکت بسیار شریف آقای دکتر	شرکتی در ارومیه
مجیدی	مجیدی	رسول لسان خوش منفرد	آقای مهندس حجتی



شکل ۱- انواع فیلم و جاذب رطوبت

لوازم و تجهیزات

در جدول ۲ مشخصات دستگاه‌ها و لوازم آزمایشگاهی به‌کاررفته نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات دستگاه‌ها و لوازم آزمایشگاهی به‌کاررفته

نام دستگاه	شرکت سازنده / کشور	تنظیمات به‌کاررفته در این پروژه
سردخانه		دما ۶ و ۸ درجه سلسیوس رطوبت نسبی ۹۰٪ و ۸۰٪
MAP	Boxer 42 HenkelMan/هلند	-

لودسل ۵۰۰ و پروب ۵ میلی متری ته گرد با سرعت ۳۰۰ میلی متر بر دقیقه (۵ میلی متر بر ثانیه)	Housfiled-H5K-S / انگلستان	بافت سنج ^۶
-	KonicaMinolta-CR-400 / ژاپن	رنگ سنج
دمای محیط	Ramsey ,INDEX مدل England, PE261 /Cam	رفراکتومتر
روش ارائه شده در استاندارد شماره ۲۳۷ و ۱۱۶ ایران کالیبره کردن دستگاه با بافر ۴ و ۷ .	Metrohm-691 / سوئیس	pH متر
-	Moulinex / فرانسه	آب میوه گیری
-	EK-2000i- A&D / ژاپن	ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم
۲۲۰۷، ۳۰۰ W با درجه ۱۰	سپهر الکترونیک / ایران	دوخت حرارتی
-	واتمن	کاغذ صافی

تهیه محصول

نمونه‌های خیار با نام ایرانی سوپر سلطان از شرکت تولید کننده Seminis با نام تجاری Xtrem از گلخانه‌ای در منطقه هشتگرد (ساوجبلاغ) از گلخانه آقای مهندس کرم زاده خریداری گردید. پس از برداشتی که توسط کارگران آن گلخانه انجام شد میوه‌ها در ابتدا به منظور عملیات پیش سرد کردن^۷ جهت پایین آوردن شدت تنفس که معمولاً در ساعات اولیه برداشت بیشتر است در ظرف بزرگی از آب ۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه قرار گرفتند. سپس با هوای محیط توسط پنکه‌ای که با فاصله قرار داشت خشک گردیده و به ستاد موسسه انتقال داده شد.



شکل ۲- بسته‌های تهیه شده و مکان بسته‌بندی پیش از تیماردهی

پس از انتقال میوه‌ها به پایلوت تحقیقاتی موسسه، بر اساس یکنواختی از نظر اندازه و رنگ، خرابی، لکه‌دار و یا ضربه‌خوردگی جداسازی شدند و به آزمایشگاه‌های بخش تحقیقات مهندسی صنایع غذایی و فناوری‌های پس از برداشت منتقل گردید و سپس وزن میوه‌ها در هر بسته اندازه‌گیری و یادداشت شد.

⁶ Texture Analyzer

⁷ Pre – Cooling



شکل ۳- خیارهای خریداری شده پیش از تیماردهی

آماده سازی و بسته بندی محصول

هر یک از بسته ها با وزن تقریبی حدود ۵۵۰ تا ۶۵۰ گرم در یکی از انواع فیلم ها یا پوشش های پلیمری؛ (پلی اتیلن، پلی پروپیلن و نانو) بسته بندی گردیده و برای بسته بندی بصورت غیر فعال^۸ از دستگاه دوخت حرارتی برای درب بندی آنها استفاده شد ولی بسته هایی که با ترکیب های گازی پر می شدند توسط همان دستگاه اتمسفر تغییر یافته، در حین پر کردن گازها، درب بندی می شدند (شکل ۴).

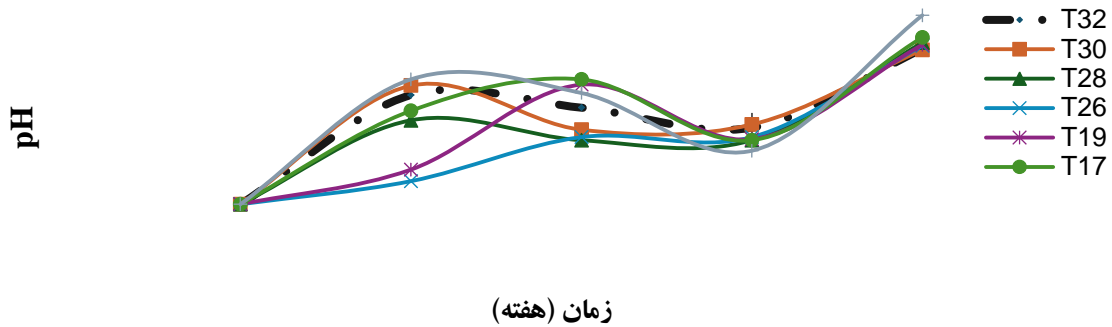


شکل ۴- آماده سازی برای تیماردهی با استفاده از دستگاه MAP

روند تأثیر مدت زمان نگهداری بر شاخصهای کیفی تیمارهای باقی مانده تا هفته چهارم

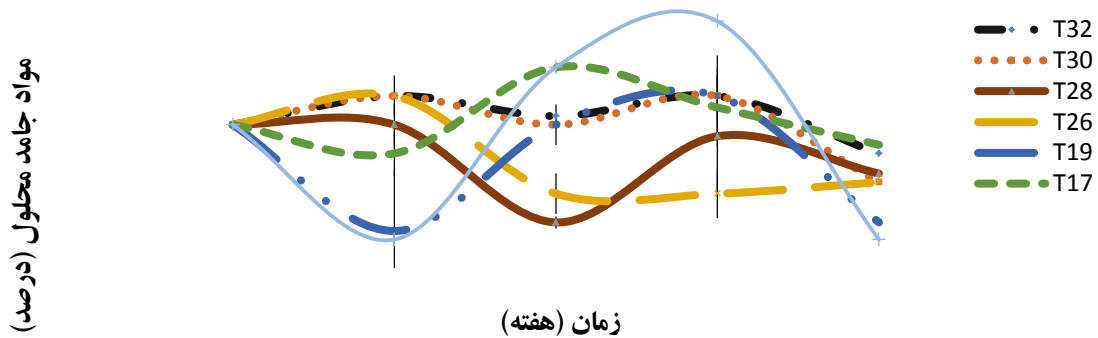
⁸ passive

در بین تیمارهای باقی مانده طی چهار هفته نگهداری pH به طور کلی روند افزایشی داشته است. گرچه در هفته‌های دوم و سوم بین تیمارها تفاوت وجود داشت، با گذشت زمان pH نمونه‌ها در تیمارهای مختلف به یکدیگر نزدیک شد (شکل ۵).



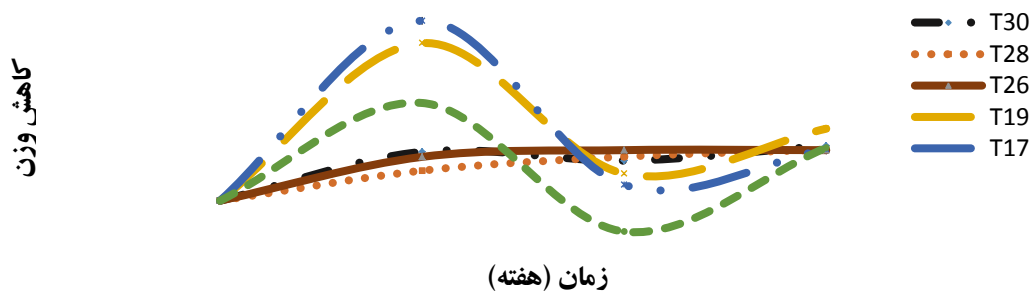
شکل ۵- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان pH

علی‌رغم تفاوت‌های موجود بین میزان مواد جامد محلول در تیمارهای مختلف به ویژه در هفته‌های دوم و سوم، میزان مواد جامد در هفته چهارم کمابیش مشابه و کمتر از مقدار آن در شروع آزمون بود. روند تغییرات در برخی تیمارها نظیر T_۵ در مقایسه با تیمارهایی نظیر T_{۲۶} نوسانات بیشتری داشت. (شکل ۶)



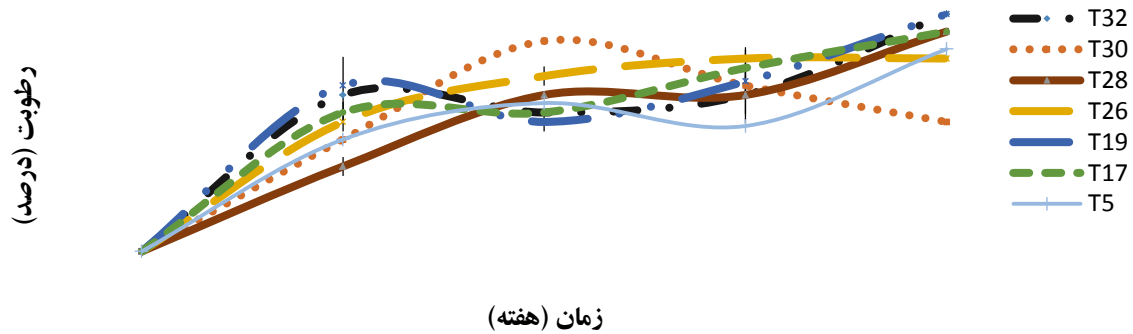
شکل ۶- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان مواد جامد محلول

بیشترین میزان افت وزن (شکل ۷) در هفته اول مشاهده شد و از این لحاظ بیشترین تفاوت میان تیمارهای مختلف نیز پس از یک هفته نگهداری اتفاق افتاد. در هفته دوم تیمار T_۵ افت وزن منفی داشت که می‌تواند به دلیل کندانس شدن بخار آب موجود در هوای اطراف نمونه باشد. در نهایت همانند pH و میزان مواد جامد محلول، پس از سه هفته نگهداری افت وزن در تمامی تیمارها تقریباً مشابه بود و به حدود ۲-۳ درصد رسید. این تفاوت بین هفته اول و هفته‌های دوم و سوم می‌تواند بیانگر تفاوت شدت فعالیت‌های متابولیسمی ایجاد شده در اثر ترکیبات مختلف گازی و بسته‌بندی باشد.



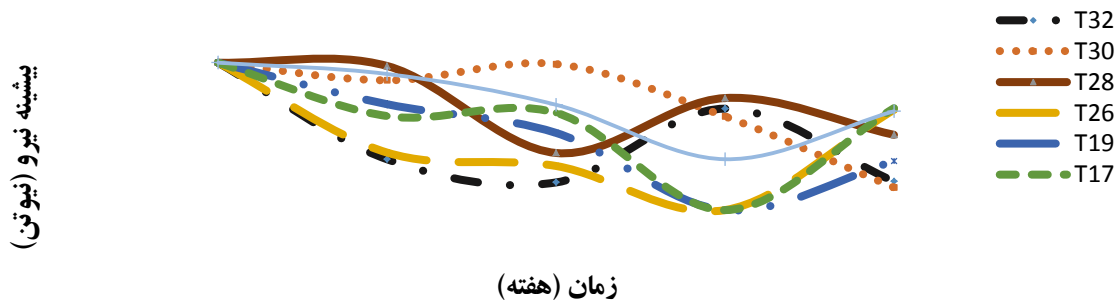
شکل ۷- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان افت وزن

همان طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، طی چهار هفته نگهداری، نمونه‌های خیار به تدریج نرم‌تر شده‌اند. روند کاهش در قالب موارد خطی نیست. به نظر می‌رسد افزایش‌های مختصر ثبت شده در هفته‌های مختلف برای هر تیمار، بیانگر ایجاد حالت چرمی و سفت شدگی در اثر از دست دادن رطوبت بوده است و نرم‌تر شدن پس از آن بیانگر پیشرفت روند پیری و گسیختگی میکروسکوپی بافت پوست خیار است. این نتایج با یافته‌های Manjunatha و Anurag در خصوص بسته بندی خیار در اتمسفر اصلاح شده و دمای نگهداری پایین همخوانی داشت. این محققان نیز کاهش سفتی بافت، با روندی مشابه تحقیق حاضر را گزارش کرده‌اند (Manjunatha and Anurag, 2014).



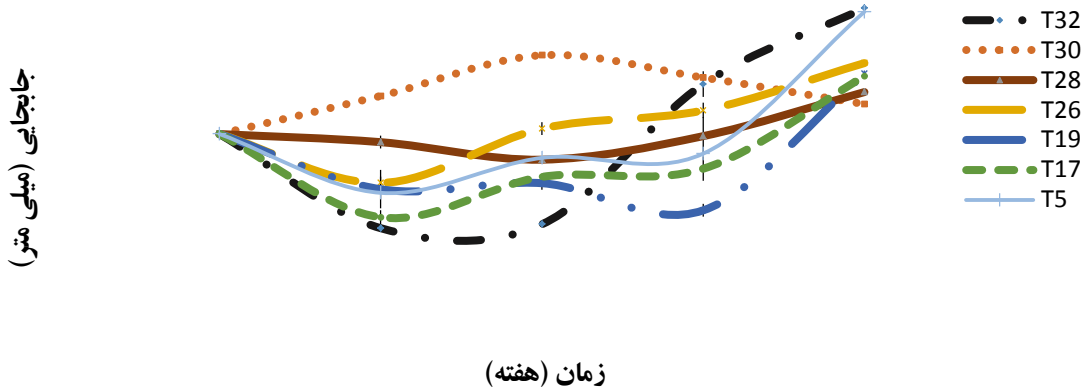
شکل ۸- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان رطوبت

به طور کلی میزان جا به جایی به ازای بیشینه نیرو در پایان چهار هفته نگهداری افزایش یافته است (شکل ۹) که بیانگر کاهش تردی بافت و ایجاد حالت چرمینگی در بافت نمونه‌ها است.



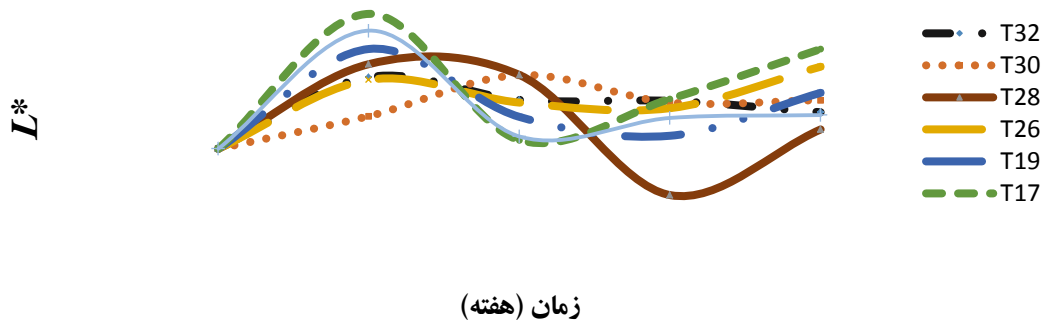
شکل ۹- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان بیشینه نیرو (سفتی بافت)

از لحاظ میزان روشنایی بیشترین تأثیر تیمارها در هفته دوم مشاهده شد که نشان دهنده تمایل به رنگ روشن‌تر و سفیدتر در مقایسه با هفته اول است. در مورد خیار این تغییر چندان مطلوب نیست. کاهش مجدد روشنایی با توجه به تغییرات a^* و b^* می‌تواند نشانه کدر شدن تدریجی رنگ در اثر رشد کپک و مخمر و فرایند پیری بافت باشد. در مجموع تغییرات روشنایی در تمامی تیمارهای باقی مانده در حد مناسبی بود (شکل ۱۰).



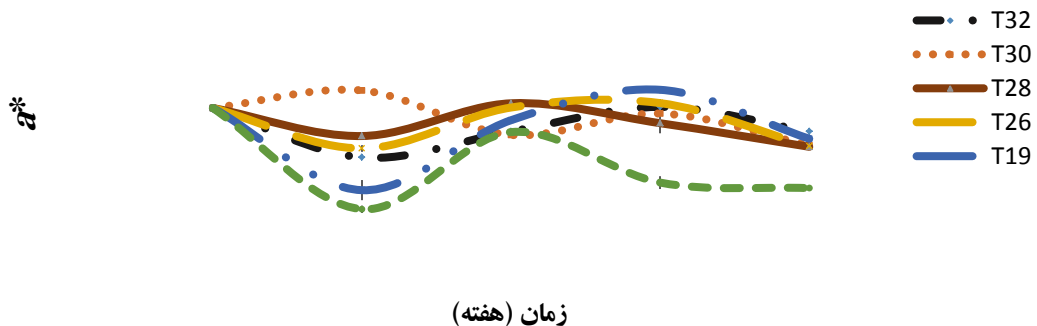
شکل ۱۰- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان جا به جایی به ازای بیشینه نیرو

تغییرات a^* در مجموع چهار هفته نگهداری قابل ملاحظه نیست. تیمارهایی نظیر T_5 و T_{17} که در سایر شاخص‌های پیشین نیز متناوباً در هفته‌های مختلف کم و زیاد شده بودند، در این شاخص نیز تغییراتی متناسب با سایر شاخص‌ها داشتند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان روشنایی (L^*)

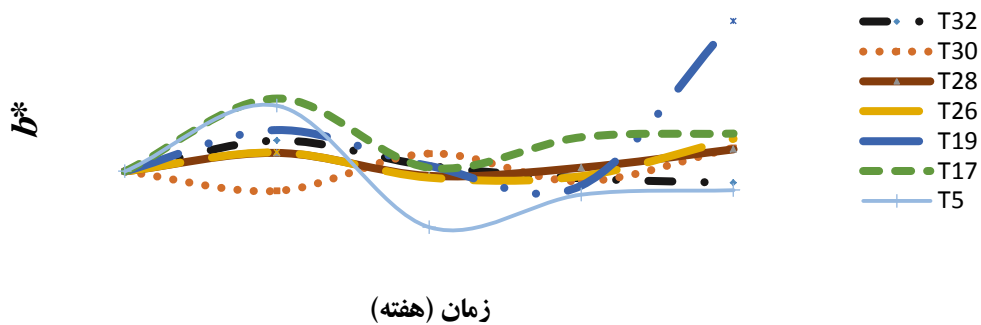
در بین تیمارهای باقی مانده تا هفته چهارم تغییرات b^* در مجموع قابل ملاحظه نیست (شکل ۱۲) و میزان زردی نمونه‌ها افزایش مختصری داشته است، به جز تیمار T_{19} که نمونه‌ها زردتر از سایر تیمارها و لحظه شروع نگهداری بوده‌اند.



شکل ۱۲- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان (a^*)

بیشترین تغییرات رنگ در هفته اول مشاهده شد. در این هفته اثر تیمارها بر شاخص کلی رنگ قابل ملاحظه و قابل تشخیص با چشم انسان معمولی بود. به تدریج اثر تیمارها مشابه شده است به جز تیمار T_{19} که دو تا سه واحد بیشتر از سایر تیمارها

بوده است، این تفاوت احتمالاً به دلیل زرد شدن پوست خیار در مقایسه با سایر تیمارها بوده است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- روند اثر زمان ماندگاری بر میزان (b^*)

این نتایج به طور کلی با یافته های پیشین در خصوص استفاده از روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده روی محصول فلفل دلمه ای مطابقت دارد. در این تحقیقات نیز استفاده از اتمسفر اصلاح شده ضمن ممانعت از خطر آسیب سرمازدگی در محدوده دمای سرد ۴ تا ۱۰ درجه سلسیوس باعث افزایش زمان ماندگاری و کاهش تنفس و به دنبال آن افزایش خواص کمی و کیفی نظیر سفتی رنگ، کاهش افت وزن و کاهش درصد رطوبت، کاهش تغییرات مواد جامد محلول و pH، کاهش تنفس و میزان آلودگی ظاهری یا بصری از نظر قارچ، کپک و بیماری های فیزیولوژیک شده است. (Nyanjagem *et al.*, 2005; Manolopoulou.,2010)

نتیجه گیری

- نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از روش بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده در دمای پائین می تواند موجب حفظ کیفیت محصول و افزایش طول دوره شود.
- بر اساس نتایج به نظر می رسد که پوشش پلی پروپیلن نسبت به پوشش های پلی اتیلن و نانویی توانایی بیشتری در حفظ خصوصیات کمی و کیفی خیار دارند. پوشش پلی پروپیلن بدلیل ضخامت کمتر و نفوذپذیری بیشتر به گاز اکسیژن نسبت به پوشش پلی اتیلن، باعث اتمسفر مطلوب و حفظ بهتر خصوصیات خیار شده است.

پیشنهادات

- پیشنهاد می شود اثر سایر پوشش ها و یا فیلم ها برای نگهداری خیار بررسی شود.
- اثر استفاده از پوشش ها یا فیلم های خوراکی و تغییر اتمسفری بر ارقام دیگر خیار مطالعه شود.
- اثر استفاده از پوشش ها یا فیلم های خوراکی و تغییر اتمسفری بر سایر محصولات گلخانه ای مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

۱. احمدی م، داوری نژاد غ، عزیزی م، صداقت ن، تهرانی فر ع، ۱۳۸۷. تأثیر بسته‌بندی با اتمسفر تغییر یافته بر خصوصیات کیفی و افزایش عمر انباری دو رقم آلبالو، مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۲، شماره ۲، ۱۵۵ تا ۱۶۶.
۲. اورای کول، بی، استایلز، ام، ای. ۱۳۸۰. "بسته‌بندی مواد غذایی با اتمسفر تغییر یافته (MAP)"، ترجمه بهجت تاج-الدین، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، ۴۰۱ صفحه.
۳. حسینی، ز. "روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی". انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۱۰ ص.
۴. دانشور، م. ح. ۱۳۷۳. "پرورش سبزی". چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
۵. راحمی، م. "فیزیولوژی پس از برداشت مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه و سبزی ها". ترجمه. چاپ اول. انتشارات دانشگاه شیراز.
۶. سوروکا، دبلیو. (۱۳۹۱). "مبانی فناوری بسته‌بندی". ترجمه حجت سلمانی، تهران: نشر هیراد.
۷. قربانی، م.، شهدادی ساردو، ع.، صداقت، ن.، میلانی، ا. و کوچکی، آ. ۱۳۹۳. تکنیک‌های بسته‌بندی جهت افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات تازه، اولین همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم غذایی، سیستان و بلوچستان
۸. کیانی، م. ۱۳۸۹. بسته‌بندی به روش MAP در صنایع غذایی. ماهنامه تحلیلی، خبری و آموزشی مهندسی کشاورزی، شماره ۱۲، ۴۹-۵۱.
9. Abdel-Bary, EM. (2003). Hand Book of Plastic Films". Rapra Technology Ltd., UK: Shawbury.
10. Adamicki, F. (1985). Effect of storage temperature and wrapping on the keeping quality of cucumber fruits. Acta Horticult 156:269-272.
11. Akbudak, B., Ozer, M.H., Uylaser, V., Karaman, B. (2007). The effect of low oxygen and high carbon dioxide on storage and pickle production of pickling cucumbers cv. 'Octobus'. J Food Eng 78:1034-1046.
12. Chapon, J., Blanc, C. & Varoquaux, P. (2004). A modified atmosphere system using a nitrogen generator. Postharvest Biology and Technology, 31:21-28.
13. Church, I. J. and Parsons, A. I. (1995). Modified atmosphere packaging technology: A Review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 67, 143-152.
14. Coles, R. and Kirwan, M.J., 2011. "Food and beverage packaging technology, Black Well Publishing. Ltd., UK: London,
15. Coles, R., McDowell, D., Kiirwani, M.J. and Mullan, M. (2003). Food Packaging Technology. Blackwell Publishing, CRC Press, London, UK, 362P.
16. Dewey, D.H., Stout, B.A., Matthews, R.H., Bakker-Arkema, F.W. and Herrick, J.F. (1966). Development of A Hyhrohandling System for Sorting and Sizing Apples for Storage in Pallet Boxes. Agricultural Research Service United States Department of Agriculture in Cooperation with Michigan State University Agricultural Experiment Station, 2(3): 1-31.
17. Dhall R.K, Sharma S.R, Mahajan B.V.C. (2010). Effect of shrink wrap packaging for maintaining quality of cucumber during storage. J Food Sci Technol. doi:10.1007/s13197-011-0284-5.
18. El. Goorani, M. A. and Sommen, N. F. (1981). Effects of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits & vegetables. Horticultural Review, 3: 412.
19. Farber, J.N., Harris, L. J., Parish, M. E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., and Busta, F.F. (2003). Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. Comprehensive

- Review in Food Science and Food Safety, 2, 142-160.
20. Femenia, A., E. S. Sanchez, S. Simal and C. Rossello. (1998). Developmental and ripening-related effects on the cell wall of apricot (*Prunus armeniaca*) fruit. *J.Sci.Food Agric.* 77:487-493.
 21. Gawad. 2013. "Effect of Hot Water Dips and Modified Atmosphere Packaging on Extend the Shelf Life of Bell Pepper Fruits". WULFENLA. JOURNAL KLAGEN FURT AUSTRIA ISSN; 1561-882X Vol 20, No. 3;Mar 2
 22. Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L. (1986). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28, 1-30.
 23. Kader, A. A., Zagory, D. and Kerbel, E. L. (1988). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Review in Food science and Nutrition*, 28: 1-30.
 24. Kader, A.A. (2003). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, Agriculture and Natural Resources, UCD Press, 535P.
 25. Kim-chong chon and Kim.C.C. 1997. Influence of heat ultraviolet and ethylene absorber treatments on storage life of Fuji apple. *Journal of the Korean society for horticultural science*. 38:2, 153-156.
 26. Mahajan, P., Oliveira, F., Montanez, J. and Frias, J. (2007). Development of user-friendly software for design of modified atmosphere packaging for fresh and fresh-cut produce. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8:84-92.
 27. Mahajan, P., Rodrigues, F. and Leflaive, E. (2008). Analysis of water vapour transmission rate of perforation mediated modified atmosphere packaging (PM-MAP). *Biosystem Engineering*, 100:555- 561.
 28. Mangaraj, S. Goswami, T. K. and Mahajan, P. V. (2009). Application of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A- Review. *Food Engineering Reviews*, 1, 133-158.
 29. Paine, Y. and Frank, A. (1992). *Hand Book of Packaging*. Chapman and hall. LTD.
 30. Pretel, M. T., M. Souty and F. Romojaro. (2000). Use of passive and active modified atmosphere packaging to prolong the postharvest life of three varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Eur Food Res Technol.* 211:191-198.
 31. Ranjeet Singh, S., Giri, K., Kotwaliwale, N. (2014). Shelf-life enhancement of green bell pepper. (*Capsicum annuum* L.) under active modified. atmosphere storage. *Food packaging and shelflife*, 101-112.
 32. Reid.M. and Linda.D.1995. New ethylene absorbents: No miracle are perishables handling neusdeter Issue no.83
 33. Richard, C. (2003). *Food Packaging Technology*. Blackwell Publishing. CRC Press, 363P.
 34. Rico, D., Marti'n-Diana, A., Barat, J. and Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18:373-386.
 35. Rodov, V., Ben-Yehoshua, S., Albagli, R., Fang, D.Q. (1995). Reducing chilling injury and decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*, 5: 119-127
 36. Saltveit, M. E., Jr. (1997). A summary of CA and MA requirements for harvested vegetables. In M.E. Saltveit (Ed), *Proceedings of the 7th International Controlled Atmosphere Research Conference: Vol. 4* (pp. 98-117), Davis, CA, USA.
 37. Salunkhe, D. K., Boun, H.R. and Reddy, N. R. (1991). *Storage Processing and Nutritional Quality of Fruits and Vegetables*. Boston, MA. USA. CRC Press Inc.

- pp.156-161.
38. Scetar, M., Kurek, M. and Galic, K. (2010). Trends in Fruit and Vegetable Packaging. A Review. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 5(3-4): 69-86.
 39. *Sci Hort* 36:25–35
 40. Selke. SEM. (1997). *Understanding Plastics Packaging Technology*. Hanser Publishing, Germany: Munich.
 41. Soliva- Fortuny, R. C., Grigelno- Miguel, N., Odrizola- Serrano, I., Gorinstein, S. and Martin- Belloso, O. (2001). Browning evaluation of ready-to-eat apples as affected by modified atmosphere packging. *Journal of Agriculture and food chemistry*, 49: 3685-3690.
 42. Somogyi, L. P., Barrett, D. M. and Hui, Y. H. (1996). *Processing Fruits: Science and Technology, Vol. 2: Major Processed Products*. Technomics Publ. Co. Inc.
 43. Soroka, W. (1999). *Fundamental of Packaging Technology*”, 2nd Ed, Herndon. VA: Institute of Packaging Professionals.
 44. Tano, K., K. Oul’, M., Doyon, G., W. Lencki, R. and Arul, J. (2007). Comparative evaluation of the effect of storage temperature fluctuation on modified atmosphere packages of selected fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 46: 212–221.
 45. Thompson, A. K. (2010). *Control Atmosphere Storage of Fruit and Vegetables*. 2nd. FSC Press. 289P.
 46. Tomkins RB, Cumming BA (1988) Effect of pre-packaging on asparagus quality after simulated transportation and marketing.
 47. Vargas, M, Ablors A, Chiralt A, Gonzalez Martinez C.2006. Quality of cold – sores strawberries as affecte by chitosan –eleic acid edible coatings *Postharvest Biol Technol* 41: 64-71.
 48. Wills, R., Meglasson, B., Graham, D. and Goyce, D. (1998). *Postharvest and Introduction to the PHysiology & Handling of fruit vegetables & Ornamentals*. New York: CAB International. 262P.
 49. Xiong, L. (2000). Extend shelf life of mushroom by using micro-perforated film. Department of Food Science. A Research Proposal. 1-6.