تاثیر فیلم‌های بسته بندی نانو و پوشش چیتوزان بر ویژگی‌های مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی بامیه خوراکی

آزاده حیدریان[1]، ابراهیم احمدی[2*]، فرشاد دشتی[3]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا؛ Azadeh.Heydarian8996@gmil.com
[2]دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه بوعلی سینا؛ eahmadi@basu.ac.ir
[3]دانشیار، گروه علوم باغبانی دانشگاه بوعلی سینا؛ fdashti@basu.ac.ir

چکیده

شرایط نگهداری محصول پس از برداشت و در طول دوره نگهداری از عوامل مهمی هستند که بر ویژگی‌های کیفی محصولات همانند خواص مکانیکی، شیمیایی و رنگ تاثیر بسزایی دارند. در این پژوهش تاثیر نوع بسته‌بندی، دما و پوشش خوراکی چیتوزان بر کیفیت پس از برداشت محصول بامیه مورد بررسی قرار گرفت. تیمارها شامل سه نوع فیلم بسته‌بندی پلی اتیلن سبک، نانو امولسیون سیلیکونی (تهیه شده از شرکت نانو بسپار آیتک)، نانو پلی اتیلن، پوشش خوراکی چیتوزان و دمای نگهداری۱±۴ و ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد بود. تاثیر تیمارهای مورد اشاره بر فاکتورهای مواد جامد محلول، pH، نیروی نفوذ و تغییرات رنگ در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل در۳ تکرار انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات پوشش و دما بر برخی فاکتورهای مورد اشاره در سطح ۱٪ معنی‌دار است. فیلم نانو امولسیون بافت محصول در طول دوره نگهداری را بهتر حفظ کرد. همچنین دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به دلیل کند نمودن کلیه فرآیندهای متابولیکی در حفظ مواد جامد محلول بهتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است.

کلمات کلیدی: فیلم بسته‌بندی، چیتوران، بامیه

The effect of nano packaging and chitosan coating on mechanical, chemical and physical properties of okra

[1]Azadeh Heydarian, [2]Ebrahim Ahmadi, [3]Farshad Dashti

[1]MSc student in Agricultural Mechanization, Bu Ali Sina University. Azadeh.Heydarian8996@gmil.com
[2]Associate Professor Department of Biosystems Engineeriny Bu Ali Sina University .eahmadi@basu.ac.ir
[3] Associate Professor Department of Horticultural Sciences Bu Ali Sina University. fdashti@basu.ac.ir

ABSTRACT

The product keeping conditions after harvesting and during the storage time are the important factors that affecting on product's qualitative properties, such as mechanical, chemical properties and color. In this research, the effect of packaging, temperature and chitosan coating on the post-harvest quality of okra was studied. Three types of packaging films (low density polyethylene, silicon nano emulsions and nano-polyethylene), chitosan solution as edible coating and temperature (1 ± 4 and 1 ± 25 °C) were used as treatments. The effect of treatments on total soluble solids, pH, penetration force and color changes was performed in a completely randomized design with factorial experiment, in 3 replications. The results of variance analysis showed that the coating and temperature have significant effects on some of the mentioned factors at 1% level. The nano film preserves the texture of the product better than others, during the storage time. Also, the temperature of 4 °C is better than the temperature of 25 °C due to slowdown all of metabolic processes in maintaining total soluble solids.

Keywords: PACKAGING FILM, CHITURAN, OKRA

* Email: eahmadi@basu.ac.ir

۱- مقدمه

بامیه یکی از محصولات کشاورزی است که علاوه بر اهمیت اقتصادی به دلیل ارزش غذایی بالا در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان مانند ایران، ژاپن و هند کشت می‌شود و منبع غنی از پروتئین، ویتامین و کربوهیدرات است که نقش مهمی در رژیم غذایی انسان دارد (Gemede et al., 2015). امروزه به دلیل افزایش تقاضای مصرف کنندگان برای استفاده از محصولات تازه و با طراوت، حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات کشاورزی یکی از چالش‌ها و مشکلات مهم در فرایند پس از برداشت به شمار می‌آید که به عوامل متعددی از قبیل شرایط نگهداری و دمای محیط بستگی دارد. با افزایش میزان تولید محصولات کشاورزی و اهمیت نگهداری در شرایط مناسب، برای جلوگیری از کاهش بازار پسندی و زیان اقتصادی می‌توان از فناوری نانو به عنوان یک ابزار موثر و کارآمد در صنعت بسته‌بندی نام برد که نقش مهمی در حفظ کیفیت مواد غذایی دارد. با توسعه فناوری نوآورانه، بسته بندی‌های نانو در طول دوره نگهداری شرایط نامساعد مانند فعالیت میکروارگانیسم‌ها را کنترل می‌نماید. پوشش‌های خوراکی به عنوان یکی از تکنیک‌های افزایش ماندگاری و گسترش عمر پس از برداشت محصولات هستند که به شکل لایه‌های نازک در سطح محصول قرار گرفته و حاوی ترکیباتی مانند پروتئین‌ها، پلی ساکاریدها و لیپیدها می‌باشد (Cerqueira., 2011). کیتوزان یکی از عمومی‌ترین پوشش‌های خوراکی طبیعی، غیر سمی، زیست تخریب پذیر است که در جهت حفظ خصوصیات ظاهری، کیفیت محصولات و جلوگیری از آلودگی میکروبی، افزایش عمر مفید، کنترل فساد پذیری موثر بوده و کاربرد تجاری دارد. کیتوزان به عنوان یک مانع دفاعی در برابر ورود آلودگی باکتریایی و از دست دادن رطوبت سطح محصولات عمل می‌کند. همچنین بر ویژگی‌های کیفی مانند کاهش وزن، سفتی، رنگ و مواد جامد محلول موثر است (Zahoorullah et al., 2017). چیتوزان به دلیل دارا بودن خاصیت نیمه تراوایی و نفوذپذیری نسبی به بخار آب مانع خوبی برای گاز اکسیژن به شمار می‌آید (Marguerite et al., 2006). (Zahoorullah et al., 2017) به منظور تعیین اثر پوشش کیتوزان بر ماندگاری بادمجان پژوهشی را انجام دادند. آنها بیان کردند که افزودن اسید لاکتیک ۱ درصد به محلول کیتوزان بر میزان pH، کاهش وزن، قندهای جامد و به تاخیر انداختن فرایند رسیدگی و کاهش وزن تاثیر دارد. در پژوهش (Hong et al., 2012) گزارش شد تیمارهای کیتوزان با کاهش فعالیت اتیلن باعث تاخیر در رسیدگی، پیری و کاهش سفتی میوه گواوا شده است. (Hernandz et al., 2006) اثر پوشش کیتوزان بر میوه توت فرنگی را مورد مطالعه قرار دادند نتایج بدست آمده کاهش تنفس، تاخیر پیری، کاهش پوسیدگی و کاهش افت وزن را نشان داد. (Emamifar et al., 2011) گزارش کردند که استفاده از نانو کامپوزیت به طور کلی اثر معنی داری بر کاهش میزان رشد عوامل میکروبی داشته است. در نتایج (Binesh et al., 2010) مشخص شد استفاده از فناوری نانو برای محصولاتی نظیر خرما که دارای آلودگی میکروبی بالایی هستند تاثیر قابل توجهی در کنترل آلودگی و افزایش ماندگاری ناشی از شرایط برداشت، حمل و نقل و بسته‌بندی داشته است. در پژوهش (Tohidian et al., 2013) تاثیر استفاده از بسته‌بندی نانو سیلیکات بر ماندگاری و خواص کیفی میوه هلو در طی ۳ دوره نگهداری نشان داد، استفاده از این بسته‌بندی تاثیر معنی داری در مقایسه با بسته‌بندی معمولی بر افزایش عمر ماندگاری و حفظ خواص هلو دارد. نتایج حاصل از تحقیق (Ling et al., 2011) بیانگر به تاخیر انداختن قهوه ای شدن و کاهش وزن قطعات سیب در طی دوره نگهداری شد. همچنین بسته‌بندی نانو نقره مانع فساد میکروبی شد. مطابق با پژوهش های انجام شده محصول بامیه دارای عمر مفید ۱۰-۷ روز است که به دلیل تنفس بالا مستعد فساد پذیری می‌باشد. لذا کاهش عمر قفسه‌ای و عمر انبارمانی در نگهداری محصول برای طولانی مدت محدودیت ایجاد می‌کند. با توجه به اینکه در رابطه با افزایش ماندگاری بامیه با فیلم‌های بسته‌بندی نانو و پوشش کیتوزان تحقیقی صورت نگرفته، هدف این پژوهش بررسی اثر فیلم‌های بسته‌بندی نانو، پوشش چیتوزان بر خواص مکانیکی محصول شامل نیروی نفوذ (F_{max})، pH، TSS و بررسی تغییرات رنگ بامیه تحت شرایط مختلف انبارمانی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

عملیات اجرای این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در محل آزمایشگاه خواص مکانیکی و رئولوژی گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام گرفت. بامیه‌های مورد استفاده در این پژوهش با کیفیت مطلوب از مزارع استان کرمانشاه تهیه و سعی شد تا حد امکان از بامیه‌های هم اندازه و یکسان برای پژوهش استفاده شود. در این پژوهش پوشش کیتوزان، سه نوع فیلم بسته‌بندی و دما به عنوان تیمار در نظر گرفته

شد. در انجام این پژوهش پوشش کیتوزان و دو نوع فیلم نانویی یکی از جنس نانو امولسیون سیلیکونی تولید شرکت نانو بسپار آیتک و یک نوع دیگر از جنس نانو پلی اتیلنی و یک فیلم معمولی از جنس پلی اتیلن سبک (LFO200) از بازار تهیه شد. نمونه‌ها برای اعمال پوشش کیتوزان آماده شدند. برای تهیه محلول کیتوزان با غلظت ۱ درصد، مقدار ۱۰ گرم پودر کیتوزان به ۱۰ میلی لیتر اسید استیک و ۹۸۰ میلی لیتر آب اضافه شد. بعد از حل شدن کامل کیتوزان نمونه‌ها به مدت ۱ دقیقه به روش غوطه‌وری در محلول قرار داده شدند. سپس بامیه‌ها داخل آبکش قرار داده شدند تا اضافه کیتوزان خارج شود و فرصت داده شد تا بامیه ها هوا خشک شوند. تعداد ۱۵ عدد از بین بامیه‌های سالم و بدون خراشیدگی داخل بسته‌های پلاستیکی نانویی و پلی اتیلنی قرار داده شد و عمل بسته‌بندی صورت گرفت. به منظور بررسی عمر انبارمانی، نمونه‌ها در دو دمای۱±۲۵ و ۱±۴ درجه نگهداری شدند. آزمایش‌های تعیین خواص مکانیکی، خواص شیمیایی و تغییرات رنگ بصورت یک روز در میان انجام شد.

۲-۱- میزان مواد جامد محلول (TSS) :

میزان مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل N1، ساخت شرکت آتاگو، ژاپن) با رزولوشن ۰/۱ درصدبریکس تعیین گردید. به همین منظور ابتدا آب میوه گرفته شد سپس با قرار دادن یک قطره از عصاره تهیه شده روی منشور دستگاه رفراکتومتر، میزان مواد جامد محلول به صورت درصد بریکس از صفحه نمایش دستگاه قرائت شد.

۲-۲- تعیین مقدار pH:

برای بررسی pH محصول از نمونه‌های مورد نظر با تیمار مشخص، آب گیری شد و سپس با استفاده از pH متر دیجیتالی مدل Eco Testr PH 2 Water proof Pocket Tester اندازه‌گیری صورت گرفت. برای این منظور با قرار دادن مقداری آب محصول در داخل محفظه pH متر، میزان pH محصول از صفحه نمایش دستگاه قرائت شد.

۲-۳- اندازه گیری تغییرات رنگ(ΔE):

برای ارزیابی تغییرات رنگ بامیه‌ها در طول دوره نگهداری از دستگاه رنگ سنج دیجیتالی مدل HP-200، ساخت کشور چین با دقت ۰/۰۱ درجه رنگی استفاده شد. در ابتدای هر آزمایش جهت کالیبره کردن دستگاه از پلیت‌های سفید و سیاه رنگ استفاده شد. برای تمام نمونه‌ها عمل رنگ سنجی در قسمت مرکزی بامیه انجام گرفت. مشخصه‌های رنگی شامل L* (میزان روشنایی)، a* (رنگ قرمز- سبز)، b* (رنگ زرد-آبی) تعیین شد. سپس ΔE (تغییرات رنگ) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$\Delta E=\sqrt{\Delta L^2{}_+\Delta a^2+\Delta b^2} \qquad (۱)$$

۲-۴-اندازه گیری نیروی نفوذ(Fmax):

برای تعیین خواص مکانیکی بامیه از دستگاه تست محوری مواد غذایی Zowick/roell مدل btl-fr0.5 th.d14 xforce hp مجهز به لودسل با ظرفیت ۵۰۰ نیوتن ساخت کشور آلمان استفاده شد. آزمون پانچری برای تعیین خواص مکانیکی تعریف شد. در این آزمون یک پروب فلزی بر روی دستگاه نصب شده و با سرعت ثابت عمل نفوذ روی محصول صورت گرفت. در آزمایش‌هایی که به روش آزمون نفوذ سنجی انجام شد از یک میله فلزی با قطر۳/۱ میلی متر و سرعت بار گذاری۲۰ میلی متر بر دقیقه بر اساس استاندارد ASAE S 368.3 MAR95 با توجه به میزان سفتی بافت بامیه استفاده شد. در هر تکرار با وارد کردن اعداد مربوط به قطر هر نمونه همزمان با نفوذ پروب درون نمونه، نیروی نفوذ (F_{max})، مستقیماً در قسمت نتایج محیط نرم افزار دستگاه تعیین شد.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۵-۲-تجزیه تحلیل آماری

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم افزار **SPSS Statistics20** انجام شد و برای رسم نمودارها از **EXCEL** استفاده شد و مقایسات میانگین داده‌ها به روش آزمون توکی انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات بسته بندی، پوشش و دما بر روی صفات مورد بررسی بامیه خوراکی در جدول (۱) آورده شده است. نتایج نشان داد که اثرات اصلی و برخی از اثرات فاکتورها بر روی صفات اندازه گیری شده در سطح احتمال ۵٪ یا ۱٪ معنی دار است.

۱-۳- تغییرات مواد جامد محلول:

بررسی نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است تیمار بسته بندی× دما و پوشش× دما در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول بامیه ایجاد نموده است (جدول۱). اثرات متقابل دما × بسته بندی نشان می‌دهد دمای ۴ درجه سانتی‌گراد درحفظ مواد جامد محلول بهتر از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. می‌توان بیان کرد میزان تنفس در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کمتر از دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد است (شکل۱). میزان مواد جامد محلول به ترتیب در فیلم نانو امولسیون سیلیکونی و نانو پلی اتیلن کمترین میزان افزایش را داشت. همچنین اثرات متقابل دما و پوشش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشته اما با تیمارهای ۲۵ درجه سانتی‌گراد دارای اختلاف معنی-دار در سطح ۱٪ هستند (شکل۲).

(Hong et al., 2012) تأثیر کیتوزان در میوه گوا را به خاطر کاهش سرعت تنفس و فعالیتهای متابولیکی، دخیل در کاهش روند افزایش مواد جامد محلول در میوه گواوا میدانند. (Clarke et al., 1997) نیز نشان دادند که پوشش‌های بسته بندی بر حفظ مواد جامد محلول و تاخیر در رسیدن محصول تاثیر گذار می‌باشند.

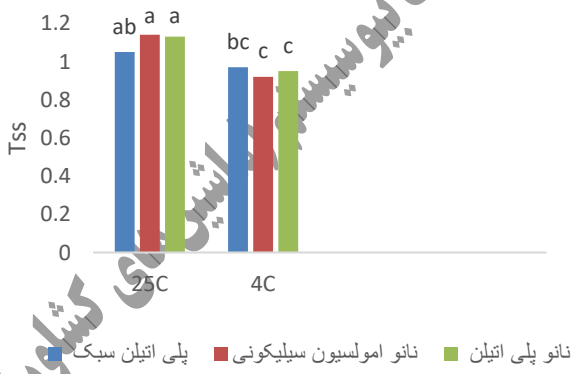

Figure 1. Interaction of packaging films and storage temperature on the amount of solids of okra solution

شکل۱- اثر متقابل فیلم‌های بسته‌بندی و دمای نگهداری بر میزان مواد جامد محلول بامیه

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

Figure 2. Interaction between coating and storage temperature on the amount of solids of okra solution

شکل۲- اثر متقابل پوشش و دمای نگهداری بر میزان مواد جامد محلول بامیه

۳-۲-تغییرات pH در طول دوره نگهداری:

pH عصاره بامیه در طول نگهداری آن تحت تاثیر بسته‌بندی، پوشش و دما بوده است. بسته بندی تاثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ و پوشش و دما تاثیر معنی‌داری در سطح ۱٪ داشتند. از میان اثرات متقابل دو گانه نوع بسته‌بندی و پوشش بر میزان pH، فیلم پلی اتیلن سبک و نمونه‌های پوشش دار شده با چیتوزان با فیلم نانو امولسیون سیلیکونی بدون پوشش معنی‌دار شد. همچنین در بررسی اثر متقابل پوشش و دما تیمار بدون پوشش نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد با ۵/۹۸ دارای کمترین مقدار و تیمار پوشش دار ۴ درجه سانتی‌گراد با ۶/۲۴ بیشترین مقدار pH را داشتند که دارای اختلاف معنی دار می‌باشند. اثر متقابل ۳ گانه نوع بسته‌بندی و پوشش و دما اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. (Kader et al., 2000) گزارش کردند که تفاوت pH به تاثیرات مختلف اکسیژن روی سرعت تنفس محصول وابسته است (شکل۳).

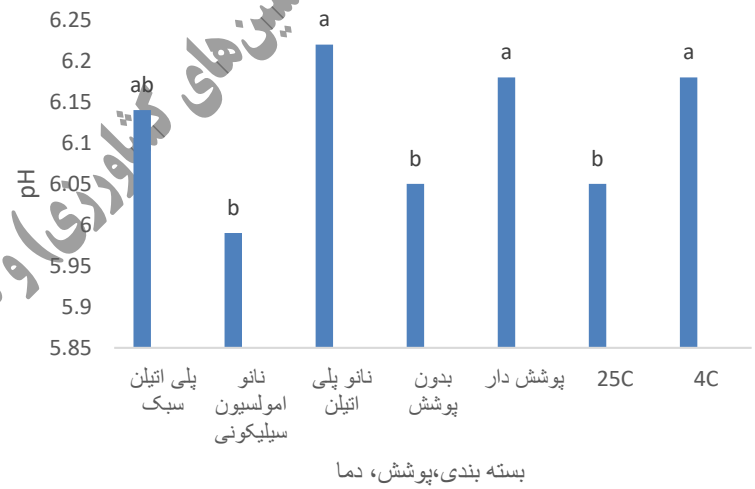

Figure 3: The effect of packaging film, coating, storage temperature on pH of okra

شکل۳- اثر فیلم بسته‌بندی، پوشش، دمای نگهداری بر میزان pH بامیه

۳-۳- روند تغییرات رنگ (ΔE):

نتایج تجزیه واریانس تغییرات رنگ نشان می‌دهد که فقط اثر دما در سطح ۱٪ معنی‌دار است که احتمالا به دلیل اثر مثبت دما بر میزان کلروفیل یا ماده سبز گیاهی می‌باشد. از میان اثرات متقابل دوگانه تنها اثر متقابل نوع بسته‌بندی و دما معنی‌دار شد که تیمارهای نانو امولسیون سیلیکونی نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد دارای اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها می‌باشد (شکل۴).

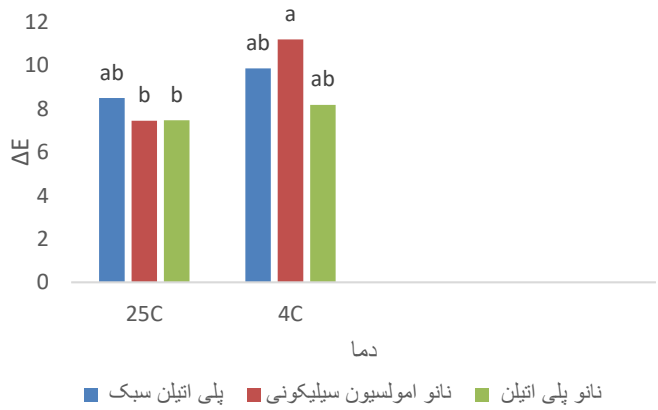

Figure 4 - Interaction of packaging films and storage temperature on color variations

شکل۴- اثر متقابل فیلم‌های بسته‌بندی و دمای نگهداری بر تغییرات رنگ

۴-۳- تغییرات نیروی نفوذ (Fmax) :

عوامل بسته‌بندی، اثر دوگانه پوشش و دما در سطح ۱٪ بر میزان نیروی نفوذ تاثیر معنی‌داری داشته است. نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس گویای آن است که تمامی تیمارها در مدت نگهداری نرم شده و از سفتی بافت آن‌ها کاسته شده است. تیمارهای فیلم پلی اتیلن سبک و بدون پوشش اثر معنی‌داری با نانو امولسیون سیلیکونی بدون پوشش دارد. اثر متقابل بسته‌بندی و دما فیلم پلی اتیلن سبک در دمای ۲۵ دجه سانتی‌گراد با ۱۲/۵۱بیشترین مقدار و نانو امولسیون سیلیکونی ۲۵ درجه سانتی‌گراد با ۹/۹۶ کمترین مقدار که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نداشته است. اثر دوگانه پوشش و دما و اثرات سه گانه معنی‌دار نشدند. کاهش تنفس وکاهش افت رطوبت در حفظ سفتی بافت در طول دوره انبارمانی نقش دارند. استفاده از پوشش و دمای مناسب در رسیدن به این هدف موثر می‌باشد (Tasdelen et al., 1998).

Figure 5. Interaction of packaging films and coating on the amount of penetration force

شکل۵- اثر متقابل فیلم‌های بسته‌بندی و پوشش کیتوزان بر میزان نیروی نفوذ

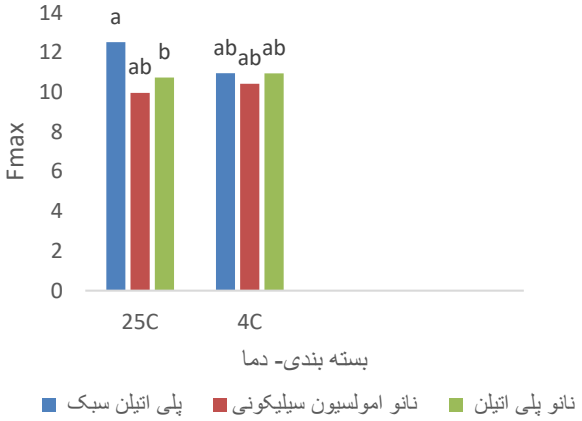

Figure 6. Interaction of packaging films and temperature on the amount of penetration force

شکل۶- اثر متقابل فیلم‌های بسته بندی و دما بر میزان نیروی نفوذ

جدول۱- تجزیه واریانس تاثیر بسته‌بندی، پوشش چیتوزان و دمای نگهداری بر خواص مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی بامیه

Table 1. Analysis of variance of packing effect, chitosan coating and storage temperature on mechanical, physical, chemical properties of okra

	درجه آزادی	TSS	pH	ΔE	Fmax
بسته‌بندی	2	0.002372^{ns}	0.16597**	8.209 ^{ns}	7.187**
پوشش	1	0.027774**	0.14180*	1.081 ^{ns}	0.271 ^{ns}
دما	1	0.232015**	0.14942*	33.956**	0.809 ^{ns}
بسته‌بندی × پوشش	1	0.003945^{ns}	0.04881 ^{ns}	0.734 ^{ns}	2.956 ^{ns}
بسته‌بندی × دما	1	0.013963**	0.01867 ^{ns}	7.687 ^{ns}	3.623 ^{ns}
پوشش × دما	1	0.019217**	0.00266 ^{ns}	2.987 ^{ns}	9.956**
بسته‌بندی × پوشش × دما	2	0.006997^{ns}	0.05645 ^{ns}	1.056 ^{ns}	1.913 ^{ns}
خطا	24	0.002795	0.03240	4.071	1.415

*در سطح احتمال۵ درصد معنی‌دار است. **در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. ns معنی‌دار نیست.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

۴- نتیجه‌گیری

بررسی نتایج بدست آمده از این پژوهش بیانگر آن است که پوشش نانو امولسیون نسبت به پوشش پلی اتیلن سبک توانایی بیشتری درحفظ برخی خصوصیات کمی و کیفی بامیه دارد. بر اساس پژوهش صورت گرفته نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه‌های نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به دلیل کند نمودن تنفس، تبخیر و تعرق در حفظ مواد جامد محلول موثرتر می‌باشد .نمونه‌های فیلم بسته بندی نانو امولسیون و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نسبت به نمونه‌های مشابه رنگ بهتری داشتند.

۵- مراجع

Conference Proceeding:

-Clarke, R., Moor, C. P. and Gorny, J. R.1997. The future in film technology, a tunable packaging system for fresh produce. *Proceedings of the 7th International Controlled Atmosphere Research Conference, California*, USA. 65-75

-Tohidian, M. and Asghari, M. R. 2013. Evaluating of nanosilica packaging on shelflife andqualityperoperties of peach (Alberta L.) M.Sc. *Thesis. University of Uromeih*. (in Persian)

Journal Article:

- Binesh M., Mortazavi S., Armin M., and Moradi. M. 2010. Evaluate the effect of silver and titanium dioxide nanocomposite on packaging used for holding Mazafati date on its microbial changes during storage life. *Journal of Food Science and Technology*. second year. 1: 1-8. (in Persian).

-Cerqueira, M.A. , 2011.Galactomannans usein the development of edible films/coatings for food applications. *Trends in Food Science & Technology*. 22(12): 662-671

- Emamifar A., Kadivar M., shahedi M., and Soleymanianzad S. 2011. Evaluation of the effect of silver and zinc oxide nanocomposite containing on the storage life of fresh orange juice. *Iranian Journal of Nutrition and Food Technology*. Sixth year. 1: 57-67. (in Persian)

- Gemede, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Beyene, F. (2015). Nutritional quality and health benefits of okra (Abelmoschus esculentus): a review. *J Food Process Techno*, 25, 16-25

- Hernandz- Munoz, P., E. Almenar, M. J. Ocio and R. Gavara. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life strawberries (*Fragaria × ananassa*). *Postharvest Biology and Technology* 39: 247-253.

- Hong, K., J. Xie, L. Zhang, D. Sun and D. Gong. 2012. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae* 144: 172–178

-Kader, A. A., and Watkins, C. B. 2000. Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond. *Hort. Technol.* 10(3):483–6.

- Ling Zhou, Sining Lv, Guiping He, Qiang He, and Bi Shi. 2011. Effect of PE/Ag_2O nanopackaging on the quality of apple slices. *Journal of Food Quality*, 34: 171-176

-Marguerite, R. (2006). Chitin and chitosan: properties and applications. Polymer Sci 31: 603-632

- 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

-Zahoorullah, S. M., Dakshayani, L., Rani, A. S., & Venkateswerlu, G. (2017). Effect of Chitosan Coating on the Physicochemical Characteristics of Brinjal Quality during Storage. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 13(3), 1-9

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران