

## بررسی اثر پوشش خوراکی بر پایه پروتئین آب پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی بر ماندگاری میوه هلو (رقم انجیری)

ساناز اجنوردی<sup>۱</sup> - مجید جوانمرد<sup>۲\*</sup> - سیمین اسداللهی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۵

تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۲

### چکیده

به دلیل مخاطرات زیست محیطی ناشی از کاربرد فیلم های مصنوعی و تجزیه ناپذیر، پژوهشگران زیادی به تولید پوشش های خوراکی طبیعی برای نگهداری مواد غذایی از جمله میوه ها و سبزی ها روی آورده اند و یکی از منابع تهیه آنها پروتئین آب پنیر است. در این تحقیق، تاثیر همزمان پوشش دهی با پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی بر روی کیفیت هلو انجیری نگهداری شده در شرایط یخچال مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق طرح آماری روبه سطح پاسخ، ۲۰ تیمار با ۶ تکرار در نقطه مرکزی تعیین شد و اثر سه عامل پروتئین آب پنیر (۲/۵ تا ۵ درصد)، عصاره آویشن شیرازی (۰ تا ۵۰۰ میکرولیتر) و گلیسرول (۰/۳۷۵ تا ۲/۲۵ گرم) بر ویژگی های حسی و فیزیکوشیمیایی میوه هلو انجیری طی ۲۱ روز انبارمانی در دمای  $2 \pm 5$  درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۸۰ درصد بررسی گردید. نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره آویشن شیرازی و پروتئین آب پنیر در پوشش، میزان فساد میکروبی میوه کاهش یافت و موجب حفظ سفتی بافت میوه و درصد مواد جامد محلول و کاهش افت وزن میوه گردید. تغییر رنگ در پوست میوه های پوشش دار به میزان کمتری مشاهده شد و نمونه ها دارای رنگ شفاف و روشنی بودند. پوشش دهی هلو با این پوشش خوراکی باعث رسیدن طبیعی میوه شد و میوه های پوشش دار نسبت به میوه های بدون پوشش، نرم تر و آبدارتر گردیدند. فرمولاسیون پوشش های به کار رفته اثر معنی داری ( $P < 0.05$ ) بر مواد جامد محلول و اسیدیته داشت. نقاط بهینه متغیر ها برای دست یافتن به پوششی که حتی الامکان بیشترین تاثیر را بر بهبود ماندگاری هلو انجیری داشته باشد عبارت است از: پروتئین آب پنیر ۴/۷۴۷۵ گرم، عصاره آویشن شیرازی ۴۹۸/۰۰ میکرولیتر و گلیسرول ۰/۶۲۱۲ گرم.

**واژه های کلیدی:** پوشش خوراکی، هلو انجیری، پروتئین آب پنیر، آویشن شیرازی، ماندگاری، روبه سطح پاسخ

### مقدمه

مختلف محصولات کشاورزی در ایران بالغ بر ۱۷/۸ در صد برآورد شده است (Shahedy bagh khandan, 2007). میوه هلو دارای خاصیت انبارداری بسیار کمی است و کاهش کیفیت آن عمدتاً به علت تغییرات متابولیکی، آسیب های مکانیکی، نرم شدن بافت و چروکیدگی به دلیل از دست دهی آب و خرابی یا فساد می باشد که منجر به ضررهای اقتصادی بالایی می شود (Li and Girardi et al., 2005; Yu, 2000). پوشش های خوراکی به پوشش های پروتئینی، پلی ساکاریدی، لیپیدی تقسیم می شوند (Maftoonzad et al., 2008). پوشش های خوراکی با به تأخیر انداختن در کاهش آب و از دست رفتن ترکیبات معطر و کاهش تنفس و تأخیر در تغییرات ساختاری میوه، موجب افزایش مدت نگهداری محصولات غذایی می شوند. این پوشش ها نسبت به مواد سنتزی، غشاء تراوایی برای گاز های  $O_2$ ،  $CO_2$  ایجاد می کنند (Gontard et al., 1996). این پوشش ها موجب توسعه یک پارچه گی مکانیکی در حین جابجایی محصولات

میوه هلو<sup>۴</sup> از نظر گیاهشناسی متعلق به خانواده گل سرخیان<sup>۵</sup> و از جنس پرونوس (*Prunus*) می باشد. سالانه حدود ۲۰ میلیون تن در سال هلو و شلیل در جهان تولید می شود که در این میان ایران با تولید سالانه حدود ۵۰۰ هزار تن هلو و شلیل مقام هشتم را به خود اختصاص داده است (FAO, 2012). میزان ضایعات در بخش های

۱ و ۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، تهران - ایران

۲- استادیار گروه صنایع غذایی و تبدیلی، پژوهشکده فناوری های شیمیایی، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی، ایران - تهران

\*- نویسنده مسئول: (Email: javanmard@irost.ir)

4- *Perumus persica*

5- Rosaceae

(Nicoli et al., 1994) کاربرد اسانس آویشن هم در کنترل عامل پوسیدگی نرم<sup>۴</sup> و عامل کپک خاکستری<sup>۵</sup> در توت فرنگی موفق نشان داد (Reddy et al., 1997). رمضان و جوانمرد (۱۳۸۸) اثر پوشش‌های خوراکی بر پایه کنسانتره پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی را در جلوگیری از رشد قارچ *آسپرژیلوس فلاووس* بر روی مغز پسته بررسی کردند. بهرامیان و جوانمرد (۱۳۸۸) از پوشش‌های خوراکی تهیه شده از کنسانتره پروتئین آب پنیر و گلیسرول برای حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری برش‌های خربزه در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد استفاده کردند. پوسیدگی میوه هلو در انبار مربوط به آلودگی با قارچ‌های مونیلیا فروکتیکولا<sup>۶</sup> که موجب پوسیدگی قهوه‌ای می‌گردد و پوسیدگی کپک آبی با پنی سیلیوم اکسپانسونوم<sup>۷</sup> و پوسیدگی کپک خاکستری با بوتریتس سینرا می‌باشد که ممکن است در طی مراحل رشد و نمو میوه در باغ و یا در مواقع برداشت و جابه‌جایی در اثر آسیب‌های مکانیکی وارده به پوست مثل خراش‌های سطحی توسط ناخن، خراشیدگی و نیش حشرات تسریع گردد (Yao and Tian, 2005).

در سال ۲۰۰۴، افزایش طول عمر مفید میوه هلو و گلابی با استفاده از کربوکسی متیل سلولز (CMC) به دست آمده از سلولز چغندر قند بررسی شد. (Togrul and Arslan, 2004) در سال ۲۰۰۵ تأثیرات کاربرد متیل جاسمونات و *Cryptococcus laurentii* به تنهایی و یا به شکل ترکیبی با یکدیگر بر علیه عامل کپک قهوه‌ای میوه هلو و عامل کپک آبی میوه هلو بررسی شد. (Yao and Tian, 2005). در سال ۲۰۰۸ از دو نوع پوشش خوراکی متیل سلولز و آلزینات سدیم برای افزایش مدت زمان ماندگاری میوه هلو استفاده گردید (Maftoonazad et al., 2008).

هدف از این تحقیق استفاده از پوشش خوراکی تهیه شده از پروتئین آب پنیر در ترکیب با عصاره آویشن شیرازی در افزایش عمر انباری و کاهش فسادپذیری میوه هلو انجیری بود.

## مواد و روش‌ها

### انتخاب میوه و آماده‌سازی

میوه هلو رقم انجیری از یکی از باغ‌های تجاری دماوند تهیه و پس از انتخاب میوه‌های سالم، هم شکل و هم اندازه، ۳۰۰ میوه با هم مخلوط شد و تا زمان استفاده در دمای ۴°C نگه‌داری شد. گلیسرول به عنوان پلاستیسیایزر از شرکت مرک آلمان و کنسانتره پروتئین آب

می‌گردند و می‌توان به آنها ترکیبات آنتی‌اکسیدان و آنتی‌باکتریال اضافه نمود. (Krochta and DE Mulder-Johnston., 1997) پوشش‌های بر پایه پروتئین آب پنیر علاوه بر بهبود ارزش تغذیه‌ای ماده غذایی، ویژگی‌های مکانیکی و تراوایی بهتری نسبت به فیلم‌های تهیه شده از کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها دارند. (Cao et al., 2007) از اوایل دهه ۹۰ میلادی محققین دریافتند که پروتئین آب پنیر توانایی تشکیل فیلم را به عنوان یک ترکیب پلیمری طبیعی دارا بوده و می‌توان از این پلیمر طبیعی به عنوان جایگزین پلیمرهای مصنوعی و ساختگی در تهیه فیلم‌های پلیمری استفاده نمود. (Kaplan., 1986) در سال‌های بین ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۵، تحقیقات نشان داد که پروتئین آب پنیر، توانایی ایجاد فیلم‌های شفاف و انعطاف‌پذیر را داشته و چنین فیلم‌هایی دارای مقاومت بسیار عالی در برابر تراوایی اکسیژن، مواد معطر و روغن‌ها نسبت به انواع فیلم‌های پروتئینی، پلی‌ساکاریدی و بهترین انواع فیلم‌های ساختگی از خود نشان می‌دهند. (Mate et al., 1996).

بسته بندی ضد میکروبی باعث کاهش، مهار و یا به تعویق انداختن رشد میکروارگانیسم‌ها در بسته بندی و مواد غذایی می‌شود. به منظور کنترل میکروارگانیسم‌های نامطلوب در سطوح مواد غذایی مواد ضد میکروبی فرار و غیرفرار می‌توانند در داخل پلیمرهای بسته بندی به کار گرفته شوند. آویشن شیرازی<sup>۱</sup> متعلق به خانواده *Laminaceae* بوده و گیاه بومی ایران می‌باشد. این گیاه به طور سنتی به عنوان طعم دهنده در غذا به ویژه ماست به کار گرفته می‌شود. (Ali et al., 2000) ترکیب اصلی اسانس روغنی این گیاه شامل ترکیبات فنلی همانند کارواکرول<sup>۲</sup> و تیمول<sup>۳</sup> می‌باشد. (Aligiannis et al., 2001) عزیززی و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر اسانس گیاهان آویشن، نعنای، مرزه، زیره سبز و خوردانه را بر بیماری‌های قارچی پس از برداشت مرکبات مانند: *پنیسیلیوم ایتالیکوم*، *آلترناریا سیتری* و *پنیسیلیوم دیجیتاتوم* بررسی نمودند. نتایج آنها نشان داد که اسانس آویشن به غلظت ۵۰۰ قسمت در میلیون کاملاً از رشد *میسلیوم* های دو گونه *پنیسیلیوم* جلوگیری می‌نماید. غلظت ۱۰۰۰ قسمت در میلیون اسانس آویشن منجر به توقف کامل رشد *میسلیوم* های *آلترناریا* گردید. آنها در مجموع ترتیب اثرات بازدارندگی اسانس‌های مورد بررسی را به صورت آویشن < خوردانه < مرزه < زیره سبز < نعنای عنوان کردند. قهوه‌ای شدن آنزیمی در میوه و سبزیجات سبب تغییرات نامطلوب کیفی در حین جابجایی، بسته بندی و انبارداری می‌شود این واکنش اغلب در اثر فعالیت آنزیم‌های پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز است. کاربرد اسانس‌های گیاهی از قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌کند

4 - *Rhizopus Stoloifer*  
5 - *Butrytis cinerea*  
6 - *Monilinia fructicola*  
7 - *Penicillium expansum*

1- *Zataria multiflora* Boiss  
2 - Carvacrol  
3- Thymol

دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و به روش غوطه وری پوشش داده شده و به نمونه های هلو اجازه داده شد به مدت ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه (۲۰ درجه سانتی گراد) قرار گرفته تا پوشش بر روی میوه شکل گیرد و بعد از خشک شدن پوشش بر سطح میوه، در ظروف یکبار مصرف بدون درب قرار داده شده اند. در این تحقیق از شاهد الکلی استفاده شد به این صورت که ابتدا محلول آب/الکل (۷۵ درصد الکل و ۲۵ درصد آب) تهیه شد و میوه ها در این محلول به مدت ۳۰ ثانیه غوطه ور شدند. میوه های پوشش داده شده و میوه های بدون پوشش به مدت ۲۱ روز در دمای ۲ ± ۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد نگهداری شده و بطور منظم و هفتگی مورد آنالیز قرار گرفته اند.

#### روش اندازه گیری صفات مورد مطالعه

میوه های پوشش داده شده و میوه های بدون پوشش به مدت ۲۱ روز در دمای ۲ ± ۵ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد نگهداری شدند. آزمایش برای همه گروه های شاهد و تیمار ۳ مرتبه تکرار شد. آزمون های مورد نظر در فواصل ۷ روزه و در روز های ۰، ۷، ۱۴ و ۲۱ انجام گرفت.

#### تعیین افت وزن

نمونه ها قبل و بعد از نگهداری در سردخانه با ترازوی دیجیتالی (Ouauez GT ۲۱۰۰) با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و کاهش وزن آنها به علت از دست دادن آب (رطوبت) به صورت درصد، تعیین و گزارش شده است (پروانه، ۱۳۷۱).

#### درصد مواد جامد محلول<sup>۱</sup> (TSS)

درصد مواد جامد محلول با استفاده از رفاکتومتر با استفاده از رفاکتومتر دستی (مدل MC-20181 ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد محاسبه شد و با قرار دادن یک قطره آب هلو انجیری با تعداد ۳ تکرار روی منشور رفاکتومتر، درجه بریکس به صورت درصد از عدسی چشمی مدرج خوانده شد.

#### اسیدیته قابل تیتر<sup>۲</sup> (TA)

برای اندازه گیری اسیدیته کل، پس از صاف کردن، ۵ میلی لیتر از آب میوه تازه را با آب مقطر به حجم ۱۰۰ سی سی رسانده و در حضور فنل فتالین به عنوان معرف با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا ایجاد رنگ صورتی روشن تیتر گردید. هر میلی لیتر سود ۰/۱ نرمال معادل ۰/۰۰۶۷ گرم اسیدسیتریک می باشد (پروانه، ۱۳۷۱; Maftoonazad and Ramaswamy, 2005).

پنیر از شرکت Arla Foods دانمارک خریداری شد. عصاره الکلی آویشن شیرازی نیز در پژوهشکده کشاورزی سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران تهیه شد.

#### روش عصاره گیری

عصاره گیری بر اساس روش دورلینگ و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد. ۲۰ گرم از برگ و ساقه گیاه آویشن شیرازی را وزن کرده و پس از پودر کردن توسط آسیاب برقی، در داخل بشر با ۱۲۰ میلی لیتر حلال اتانول / آب (۷۵ درصد الکل و ۲۵ درصد آب) به نسبت ۶ قسمت محلول الکلی به ۱ قسمت پودر اضافه شده و سپس داخل انکوباتور لرزاننده در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳ ساعت قرار گرفت تا عصاره گیری انجام شود. سپس توسط خلاء بخش مایع از تفاله ها جدا و در دستگاه روتاری خلاء، حلال از عصاره جدا شد. پس از حذف کامل حلال در دستگاه روتاری تحت خلاء با توزین ماده خشک باقی مانده بازده استخراج عصاره الکلی آویشن شیرازی تعیین شد. ماده خشک باقی مانده به منظور استفاده در آزمایش ها رقیق شد، برای این منظور از حلال اولیه که توسط روتاری حذف شده استفاده گردید. پس از اضافه کردن حلال تا جایی که ماده خشک به طور کامل حل شود کار را ادامه داده و در نهایت با محاسبه میزان حلال الکلی افزوده شده به ماده خشک غلظت عصاره الکلی محاسبه شد، که در پژوهش حاضر غلظت عصاره الکلی آویشن شیرازی ۴۸ درصد بود. عصاره الکلی تهیه شده در داخل یک بطری سترون و تیره تا زمان استفاده در شرایط یخچال نگهداری شد.

#### روش آماده سازی پوشش های خوراکی

روش تهیه این پوشش بر طبق روش شاو و همکاران بوده است (Shaw et al., 2002). برای تهیه پوشش خوراکی، ابتدا پروتئین آب پنیر در آب دیونیزه ریخته شده و جهت حل شدن بهتر پروتئین در آب به مدت ۱۵ دقیقه از همزن مغناطیسی کمک گرفته شده است. محلول های پروتئین آب پنیر به منظور دناتوره شدن پروتئین ها مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب داغ (بن ماری) با دمای ۹۰ درجه سانتیگراد قرار گرفت، چرا که بدون دناتوره کردن پروتئینها شکل گیری فیلم ممکن نیست. (McHugh et al., 1993) محلول حاصله در دمای اتاق سرد شده و پس از تهیه محلول فیلم پروتئین آب پنیر، گلیسرول به عنوان پلاستیسیایزر به میزان ۱۵ تا ۴۵ درصد پروتئین به محلول های پوشش دهی افزوده شد و سپس عصاره آویشن شیرازی در مقادیر صفر تا ۵۰۰ میکرولیتر اضافه شده و مخلوط همگن گردید.

#### پوشش دهی میوه ها

متوسط وزن میوه های مورد بررسی ۱۶۶ گرم بود. هلوها در

1 -Total Soluble Solid

2 -Titratable Acidity

## سنجش سفتی بافت

سفتی بافت میوه با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل Testo M350-10CT ساخت انگلستان که متصل به کامپیوتر است اندازه گیری شد. پروبی به قطر ۲ میلی متر با سرعت ۲۰ میلی متر بر دقیقه و load cell برابر ۱۰ نیوتن به درون بافت میوه نفوذ کرده و میزان نیروی وارد شده بر بافت (N) در سه نقطه از سطح (A) آن اندازه گیری و سفتی بافت میوه بر حسب  $N/mm^2$  طبق رابطه ۱ محاسبه شده است (Maftoonazad and Ramaswamy, 2005).

$$F/A = \text{Firmness} \quad (1)$$

## سنجش رنگ

رنگ میوه با استفاده از سیستم Hunter Lab و یک رنگ سنج Minolta Konica (مدل CR-400<sup>TM</sup> ساخت ژاپن) اندازه گیری شد. هانت لبر بر اساس سه شاخص  $L^* a^* b^*$  برای ارزیابی رنگ به کار برده شد. نمونه بر روی صفحه شیشه ای شفاف قرار داده شد و اعداد مربوط به ۳ نقطه مختلف از نمونه خوانده شد و در آخر از آنها معدل گیری شد. با استفاده از این دستگاه رنگ پوست میوه پوشش دار و بدون پوشش قبل و بعد ننگه داری در یخچال در سه نقطه به طور تصادفی تعیین و میانگین آن گزارش شد. کاشی سفید با مشخصات  $L^*: 97.46; a^*: -0.02; b^*: 1.72$  به عنوان مرجع در نظر گرفته شده است. تغییر رنگ کلی  $(\Delta E)$  نیز با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (2)$$

## ارزیابی حسی

برای ارزیابی حسی از ۱۰ فرد آموزش دیده بزرگسال در رده سنی ۴۵-۲۵ سال (۵ زن و ۵ مرد) از روش رتبه بندی هدونیک ۵ نقطه ای استفاده شده است. در این روش، یک نمونه کد گذاری شده C (شاهد) و ۲۰ نمونه کد گذاری شده T (تیمار) در ظروف مشابه در اختیار ارزیاب ها قرار گرفت. ارزیاب ها باید نمونه ها را از نظر قابلیت پذیرش کلی، عطر و طعم و آبداری ارزیابی و امتیاز بندی می کردند. در این آزمون، امتیاز ۵ برای ویژگی بسیار قابل پذیرش و امتیاز ۱ برای ویژگی غیر قابل پذیرش در نظر گرفته شده است.

## ارزیابی فساد

برای ارزیابی فساد، میوه به ۵ قسمت مساوی تقسیم شد و فساد کل میوه با جمع فساد مربوط به هر قسمت از نمره ۱ تا ۵ در نظر گرفته شد با به این صورت که نمره ۱ برای میوه سالم، نمره ۲ برای میوه جزیی آلوده، نمره ۳ برای میوه دارای آلودگی کم، نمره ۴ برای

آلودگی متوسط و نمره ۵ برای آلودگی زیاد مورد ارزشیابی قرار گرفت. (Maskoki and Mortazavi, 2004)

## طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

از آنجا که هدف اصلی این پژوهش، بررسی آثار اصلی و متقابل فاکتورهای پروتئین آب پنیر، عصاره آویشن شیرازی و گلیسرول بر ویژگی های کیفی و انبار مانی میوه بود، طرح آماری رویه سطح پاسخ<sup>۲</sup> انتخاب شد (جدول ۱) از این رو نخست بر اساس تعداد فاکتورها و سطوح آنها مطابق جدول ۲، شرایط ۲۰ پوشش نهایی معین شد و سپس آزمایش ها تصادفی شدند، ۶ تکرار نقطه مرکزی جهت تعیین خطای آزمایش منظور گردید. روش صفحه پاسخ کمکی مضاعف برای یافتن حالت بهینه فاکتورها می باشد و نشان دهنده چگونگی تأثیر فاکتور ها (در دامنه مورد مطالعه) بر نتایج آزمایش هاست. به علاوه آثار متقابل فاکتورهای مزبور را نیز در برمی گیرد. با کمک طرح آماری RSM می توان به اهداف زیر دست یافت:

۱. کلیه ضرایب مدل رگرسیون درجه دوم با کمک این طرح قابل برآورد هستند.
۲. تعداد آزمایش ها کاهش می یابد.
۳. اثر متقابل فاکتور ها بر روی نتایج حاصل از آزمایش ها بررسی می گردد.
۴. آزمون عدم برازش (Lack of fit) را فراهم می سازد.
۵. مقادیر بهینه فاکتور ها را می توان با کمترین تعداد آزمایش تخمین زد.

جدول ۱- نمایش متغیر های مستقل فرآیند و مقادیر آنها

علامت	متغیر مستقل	+	۰	-
$X_1$	پروتئین آب پنیر	۵	۳/۷۵	۲/۵
$X_2$	عصاره آویشن شیرازی	۵۰۰	۲۵۰	۰
$X_3$	گلیسرول	۲/۲۵	۱/۳۱	۰/۳۷۵

در روش RSM برای هر متغیر وابسته مدلی تعریف می شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر جداگانه بیان می نماید. مدل چند متغیره به صورت زیر می باشد.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_i^2 X_i^2 + \sum \beta_{ij} X_i X_j \quad (3)$$

در مدل فوق  $\beta_0$  عرض از مبدا،  $\beta_i$  ضریب رگرسیون خطی فاکتور  $i$  ام،  $\beta_{ii}$  ضریب رگرسیون درجه دوم فاکتور  $i$  ام،  $\beta_{ij}$  اثر متقابل فاکتور  $i$  ام و فاکتور  $j$  ام و  $Y$  متغیر وابسته می باشد. تجزیه آماری معادلات چند متغیره با استفاده از نرم افزار آماری Minitab ۱۵ انجام شد و ضرایب مربوطه و آثار فاکتورها بر متغیرها معین گردید.

## نتایج و بحث

با توجه به شرایط تعیین شده، پوشش دهی انجام گرفت و آنالیز واریانس با نرم افزار آماری ۱۵ Minitab انجام شد. به کمک ضرایب رگرسیون اثر شرایط پوشش دهی بر روی متغیرهای وابسته محاسبه شد. جداول ۳ و ۴ نتایج حاصل از تجزیه آماری را نشان می دهد.

### تحلیل اثر متغیرها بر افت وزن

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می دهد که مدل بدست آمده از افت وزن، با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است ( $p \leq 0/001$ ). در نمودار ۱، اثرهای متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان افت وزن مورد بررسی قرار گرفته است. هر عامل اثر خطی معنی

داری بر میزان افت وزن دارد ( $p \leq 0/001$ ) به طوری که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی و کاهش غلظت گلیسرول، میزان افت وزن میوه، به حداقل مقدار خود می رسد. منفی بودن ضریب رگرسیون خطی پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و مثبت بودن ضریب رگرسیون گلیسرول مؤید این موضوع می باشد. میزان غلظت پروتئین آب پنیر، بیشترین تاثیر را بر میزان افت وزن می گذارد بدین ترتیب که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر، میزان افت وزن به حداقل مقدار خود می رسد ( $p \leq 0/001$ ). میزان آب در محصولات باغی بین ۷۵ الی ۹۶ درصد می باشد. در هنگام برداشت، معمولاً اکثر محصولات دارای حداکثر آب می باشند اما بعد از برداشت، در اثر تعرق مقدار آب محصول به تدریج کاهش می یابد.

جدول ۲ - تیمار های به کار گرفته شده در پوشش دهی

نمونه	کد	گلیسرول	کد	عصاره آویشن شیرازی	کد	پروتئین آب پنیر	نمونه	کد	گلیسرول	کد	عصاره آویشن شیرازی	کد	پروتئین آب پنیر
۱	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	۰	۳/۷۵	۱۱	۰	۰/۳۷۵	-۱	۲۵۰	۰	۳/۷۵
۲	+۱	۲/۲۵	-۱	۲۵۰	۰	۲/۵۰	۱۲	-۱	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	-۱	۳/۷۵
۳	+۱	۲/۲۵	+۱	۲۵۰	۰	۲/۲۵	۱۳	+۱	۲/۲۵	+۱	۲۵۰	+۱	۳/۷۵
۴	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	۰	۳/۷۵	۱۴	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	۰	۳/۷۵
۵	-۱	۰/۳۷۵	-۱	۵۰۰	+۱	۱/۳۱۲	۱۵	-۱	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	-۱	۳/۷۵
۶	-۱	۰/۳۷۵	-۱	۰	-۱	۲/۲۵	۱۶	+۱	۲/۲۵	+۱	۲۵۰	+۱	۵
۷	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	۰	۳/۷۵	۱۷	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	۰	۵
۸	۰	۱/۳۱۲	-۱	۲۵۰	۰	۳/۷۵	۱۸	۰	۱/۳۱۲	۰	۲۵۰	-۱	۲/۵۰
۹	-۱	۰/۳۷۵	+۱	۵۰۰	+۱	۰/۳۷۵	۱۹	-۱	۰/۳۷۵	-۱	۲۵۰	-۱	۲/۵۰
۱۰	۰	۱/۳۱۲	۰	۵۰۰	+۱	۲/۲۵	۲۰	۰	۲/۲۵	+۱	۲۵۰	۰	۲/۵۰

جدول ۳ - نتایج حاصل از تجزیه واریانس برآزش مدل درجه دو رگرسیون بر صفات مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات صفت					
		اسیدیتته قابل تیتر <sup>۳</sup>	مواد جامد محلول	تغییرات رنگ <sup>۲</sup>	سفتی <sup>۱</sup>	افت وزن <sup>۲</sup>	فساد و فرو پاشی
رگرسیون	۹	۰/۰۶۵۸***	۹/۷۳۷۰***	۲۷/۶۰۷۶***	۰/۹۸۴۰***	۰/۰۶۵۸***	۰/۴۱۴۷***
خطی	۳	۰/۰۸۴۶***	۱۲/۵۲۲۳*	۲۷/۲۸۰۴***	۱/۱۷۴۷***	۰/۰۸۴۶***	۰/۱۷۵۰***
درجه دوم	۳	۰/۰۷۵۲***	۱۰/۴۵۸۰***	۲۹/۶۶۵۶***	۱/۱۸۴۷***	۰/۰۷۵۲***	۰/۰۳۷۸ <sup>ns</sup>
برهم کنش	۳	۰/۰۳۷۵**	۶/۲۳۰۷***	۲۵/۱۷۷۵***	۰/۵۹۲۴**	۰/۰۳۷۵***	۰/۰۳۱۲۵ <sup>ns</sup>
خطای باقیمانده	۱۰	۰/۰۰۵۰	۰/۳۸۰۵	۱/۸۶۶۷	۰/۰۸۴۶۱	۰/۰۰۵۰	۰/۳۱۷۶
عدم برآزش	۵	۰/۰۰۸۸*	۰/۳۷۷۳ <sup>ns</sup>	۲/۷۴۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۸۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۱۸۶ <sup>ns</sup>
خطای خالص	۵	۰/۰۰۱۲	۰/۳۸۳۹	۰/۹۹۳۵	۰/۹۸۴۰	۰/۰۰۱۲	۰/۰۴۱۶۷
کل	۱۹						

ns، \* و \*\*\* به ترتیب نشان دهنده غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و معنی دار در سطح ۰/۰۰۱ می باشد.

۱. واحد سفتی بافت: N/mm<sup>2</sup>

۲. افت وزن، تغییرات رنگ و مواد جامد محلول بر حسب درصد گزارش شده است.

۳. واحد اسیدیتته قابل تیتر، گرم در صد گرم نمونه می باشد.



جدول ۴- مقادیر ضرایب رگرسیون برازش شده برای صفات مورد مطالعه

ضریب	اسیدیته قابل تیتر	تغییرات رنگ	سفتی بافت	کاهش وزن	مواد جامد محلول	فساد و فرو پاشی
$\beta_0$	۰/۳۱۱۰۷۳***	۹/۰۸۰۸***	۱/۳۴۱۸***	۱۱/۱۴۱۱***	۱۶/۰۷۵۰***	۲/۹۰۹۰***
$\beta_1$	۰/۱۰۹۵۴۰***	-۲/۳۳۲۰***	۰/۴۴۶۰***	-۲/۳۷۶۰***	-۱/۳۷۱۰***	-۰/۱۵۰۰ <sup>NS</sup>
$\beta_2$	۰/۱۰۲۹۶۰***	-۱/۳۱۶۰*	-۰/۳۵۳۱۰*	-۱/۸۱۶۰***	-۱/۱۶۰۰***	-۰/۸۰۰۰***
$\beta_3$	-۰/۰۵۲۹۸۰*	۱/۰۰۷۰*	-۰/۱۶۹۸ <sup>NS</sup>	۰/۶۸۶۰*	۰/۷۲۹۰**	-۰/۰۵۰۰ <sup>NS</sup>
$\beta_{11}$	-۰/۰۰۲۰۸۲ <sup>NS</sup>	۲/۱۱۰۵*	-۰/۳۷۲۵ <sup>NS</sup>	۱/۳۲۷۳*	۰/۸۱۰۰*	-۰/۰۲۲۷ <sup>NS</sup>
$\beta_{22}$	۰/۲۳۹۸۱۸***	-۵/۵۵۹۵***	۱/۱۱۰۹۵***	-۵/۸۱۲۷***	-۳/۱۹۵۰***	-۰/۲۲۷ <sup>NS</sup>
$\beta_{33}$	-۰/۰۴۹۸۸۳ <sup>NS</sup>	۱/۱۷۵۵ <sup>NS</sup>	-۰/۲۶۷۳ <sup>NS</sup>	۰/۶۹۷۳ <sup>NS</sup>	۰/۶۸۰۰ <sup>NS</sup>	-۰/۰۲۲۷ <sup>NS</sup>
$\beta_{12}$	-۰/۰۱۸۱۱۳ <sup>NS</sup>	۰/۹۹۵۰*	۰/۰۸۷۰ <sup>NS</sup>	۰/۳۸۵۰ <sup>NS</sup>	-۰/۶۰۶۲**	-۰/۰۶۳۵ <sup>NS</sup>
$\beta_{13}$	۰/۰۹۰۹۸۷**	-۰/۹۰۵۰**	۰/۳۰۱۷۵*	-۲/۲۴۷۵***	-۱/۰۵۶۳*	۰/۱۲۵ <sup>NS</sup>
$\beta_{23}$	-۰/۰۷۳۹۳۷*	-۲/۲۵۵۰***	-۰/۳۵۱۵۰**	۲/۰۵۰۰***	۰/۹۲۳۷**	-۰/۱۲۵ <sup>NS</sup>
$R^2$	۰/۹۲۱۳	۰/۹۳۰۱	۰/۹۱۲۸	۰/۹۸۱۶	۰/۹۵۸۴	۰/۸۸۵۰

NS، \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان دهنده غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و معنی دار در سطح ۰/۰۰۱ می‌باشد.

جذب رطوبت است. ساختار گلیسرول قطبی و آب دوست است و با افزودن گلیسرول، گروه‌های هیدروکسیل آبدوست در سطح فعال فیلم افزایش می‌یابند که در نتیجه آن نقاط فعال برای جذب رطوبت نیز افزایش می‌یابد. میتوان نتیجه گرفت که آبدوستی گلیسرول و غلظت آن مهم‌ترین تأثیر را بر تمایل فیلم به جذب رطوبت دارد. با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته، مدل خطی و درجه دوم (p ≤ ۰/۰۰۱) و برهم کنش (p ≤ ۰/۰۱) میزان افت وزن با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است و با توجه به R<sup>2</sup>، مدل پیش بینی شده کفایت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۲، بهترین معادله برای تعیین افت وزن با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است.

(۴)

$$WL = 11/1411 - 2/376 \cdot X_1 - 1/816 \cdot X_2 + 0/686 \cdot X_3 + 1/3273 \cdot X_1^2 - 5/8127 \cdot X_2^2 + 0/6973 \cdot X_3^2 - 0/385 \cdot X_{12} - 2/2475 \cdot X_{13} + 2/050 \cdot X_{23}$$

#### تحلیل اثر متغیرها بر سفتی بافت

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل بدست آمده از سفتی بافت، با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است (p ≤ ۰/۰۰۱). در نمودار ۲، اثرهای متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان سفتی بافت مورد بررسی قرار گرفته است. اثرات متقابل متغیرهای مورد بررسی در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد معنی دار بود و نشان دهنده تأثیر توأم متغیرها بر میزان سفتی بافت می‌باشد. هر عامل اثر خطی معنی داری بر میزان سفتی بافت دارد به طوری که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی و کاهش غلظت گلیسرول، میزان سفتی بافت میوه، به حداکثر مقدار خود می‌رسد.

اگر این کاهش بیشتر از مقادیر فوق باشد (یعنی میوه، بسته به نوع آن کمتر از ۹۶-۷۵ درصد آب داشته باشد)، محصول شادابی و طراوت خود را از دست می‌دهد و ارزش اقتصادی آن تقلیل می‌یابد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی دزفولی، ۱۳۷۶). معمولاً تغییرات وزن، پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها به دلیل از دست دادن آب در حین تنفس است. از دست دادن آب می‌تواند به پژمرده و چروک شدن و در نهایت، به کاهش قابلیت در بازار محصول منجر شود. فیلمها و پوششهای خوراکی با بوجود آوردن یک غشا نیمه تراوا که مانعی در مقابل گازها و بخار آب محسوب می‌شود، سبب کاهش تنفس، قهوه‌ای شدن آنزیمی و از دست رفتن آب می‌شوند (Guilbert, 1986; Baldwin et al., 1995). همچنین کاهش افت وزن را میتوان به استفاده از تیمارهای حرارتی کنسانتره پروتئین آب پنیر نسبت داد. اثر حرارت در بهبود خواص مکانیکی فیلم‌های پروتئین توسط سایر محققین به اثبات رسیده است. تیمار حرارتی محلول فیلم پروتئین به دلیل افزایش پیوند های عرضی بین زنجیره های پروتئینی و ایجاد شبکه پروتئینی فشرده تر و محکم تر می‌شود. (Liu et al., 2004) کاهش نفوذ پذیری به بخار آب در اثر استفاده از تیمار حرارتی به ایجاد پیوند های عرضی بیشتر و تشکیل شبکه فشرده تری از پروتئین نسبت داده شده است (Jangchud et al., 1994). پلاستیسایزرها از جمله گلیسرول، فیلم را از حالت شیشه ای به حالت انعطاف پذیر نزدیک می‌کنند. به همین دلیل در تولید اکثر فیلمهای خوراکی از گلیسرول به منظور افزایش انعطاف پذیری فیلم استفاده میشود. افزایش میزان گلیسرول منجر به افزایش تراوایی به بخار آب می‌شود. به طور کلی پلاستیسایزرها بر خاصیت آبدوستی فیلم اثر میگذارند که به علت تمایل زیاد این ترکیبات از جمله گلیسرول به

مورد بررسی در سطح احتمال ۰/۰۱ درصد معنی دار بود و نشان دهنده تاثیر توأم متغیرها بر میزان تغییرات رنگ می‌باشد. هر عامل اثر خطی معنی داری ( $p \leq 0/05$ ) بر میزان تغییرات رنگ دارد به طوری که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی و کاهش غلظت گلیسرول، میزان تغییرات رنگ میوه، به حداقل مقدار خود می‌رسد. منفی بودن ضریب رگرسیون خطی پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و مثبت بودن ضریب رگرسیون گلیسرول مؤید این موضوع می‌باشد. میزان غلظت پروتئین آب پنیر، بیشترین تاثیر را بر میزان تغییرات رنگ می‌گذارد بدین ترتیب که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر، میزان تغییرات رنگ به حداقل مقدار خود می‌رسد. با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته مدل خطی، درجه دوم و برهم کش تغییرات رنگ با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است ( $p \leq 0/01$ ) و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کیفیت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۴ بهترین معادله برای تعیین میزان تغییرات رنگ با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است:

$$(4) \Delta E = 9/0808 - 2/3320 X_1 - 1/3160 X_2 + 1/0070 X_3 + 2/1105 X_1^2 -$$

$$5/5595 X_2^2 + 1/1755 X_3^2 - 0/9950 X_1 X_2 - 0/9050 X_1 X_3 + 2/2550 X_2 X_3$$

به دلیل خاصیت آنتی اکسیدانی آویشن و جلوگیری از فعالیت آنزیم پراکسیداز و در واقع جلوگیری از قهوه ای شدن آنزیمی توسط این اسانس و همچنین ممانعت فیزیکی از ورود هوا به داخل بافت میوه توسط پوشش پروتئینی آب پنیر، میزان تغییرات رنگ در میوه‌های پوشش داده شده کمتر مشاهده شد.

#### تحلیل اثر متغیرها بر مواد جامد محلول

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل به دست آمده از مواد جامد محلول با متغیرهای مورد بررسی در سطح ۰/۰۱ معنی دار است. در نمودار ۳ (b) اثر متقابل متغیر پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر میزان مواد جامد محلول مورد بررسی قرار گرفته است. تمامی متغیرها اثر معنی داری بر میزان مواد جامد قابل حل دارند ( $p \leq 0/001$ ). به طوری که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و نیز کاهش غلظت گلیسرول میزان مواد جامد محلول کاهش خواهد یافت. منفی بودن ضریب رگرسیون خطی پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و مثبت بودن ضریب رگرسیون گلیسرول مؤید این موضوع می‌باشد. قسمت اعظم مواد جامد قابل حل در میوه شامل قندها و درصد کمی نیز شامل اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، ویتامین ها و مواد معدنی می‌باشد. مواد جامد قابل حل در طعم میوه تأثیر به سزایی دارد و از شاخصهای شیمیایی به شمار می‌آید. میزان مواد جامد قابل حل با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (جلیلی مرندي، ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی دزفولی، ۱۳۷۶). دلیل این افزایش تدریجی بریکس، کاهش تدریجی مقدار آب میوه است که با گذشت زمان و

مثبت بودن ضریب رگرسیون خطی پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و منفی بودن ضریب رگرسیون گلیسرول مؤید این موضوع می‌باشد. میزان غلظت پروتئین آب پنیر، بیشترین تاثیر را بر میزان سفتی بافت می‌گذارد بدین ترتیب که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر، میزان سفتی بافت به حداکثر مقدار خود می‌رسد. در خلال انبارداری با توجه به کاهش فشار تورژانس سلولی و از دست رفتن هوای بین سلولی و به تدریج شکستن دیواره و غشاء سلولی و خروج آب، میوه شروع به نرم شدن می‌کند (Somoggi et al., 1996).

از دست رفتن سفتی بافت میوه بطور شدیدی به تبدیل نشاسته به قندهای محلول مربوط است. حتی هنگامی که میوه در صفر درجه سانتیگراد نگهداری شود، تقریباً نیمی از سفتی بافت در مدت یک ماه از دست می‌رود. پوشش دهی میوه‌ها بوسیله پوشش‌های خوراکی روش موثری برای نگهداری آنهاست. این روش شبیه به بسته بندی انفرادی هر میوه به تنهایی است. این پوشش نازک می‌تواند با خصوصیات منحصر به فرد تبادلات گازی و در نتیجه سرعت تنفس را کنترل کند، افت مواد مغذی را کاهش داده و همچنین تبخیر آب که یکی از دلایل عمده ضایع شدن میوه‌ها و سبزیهاست را کم کند. (Xu et al., 2001) پروتئین‌ها می‌توانند در مقابل از دست رفتن آب میوه سدی ایجاد نمایند و بنابراین سبب جلوگیری از کاهش سفتی میوه در طول انبارداری شوند. گمان می‌رود پوشش دهی هلو با کم کردن میزان تنفس میوه از افزایش غلظت اتیلن، که ارتباط مستقیمی با میزان تنفس دارد، جلوگیری نموده و آن هم به نوبه خود باعث حفظ سفتی بافت میوه شده است. از سوی دیگر با توجه به اینکه پوشش دهی از تبخیر آب میوه به نحو موثری جلوگیری نموده است بافت میوه از صدمات ناشی از تبخیر آب مانند چروکیدگی، چرمی شدن و ... محفوظ مانده است. با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته مدل خطی و درجه دوم ( $p \leq 0/001$ ) و برهم کش ( $p \leq 0/01$ ) سفتی بافت با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کیفیت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۳ بهترین معادله برای تعیین میزان سفتی بافت با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است:

$$\text{Texture} = 1/2418 + 0/4460 X_1 + 0/3531 X_2 - 0/1698 X_3 - 0/3725 X_1^2 + 1/1109 X_2^2 - 0/2675 X_3^2 + 0/0870 X_1 X_2 + 0/30175 X_1 X_3 - 0/35150 X_2 X_3$$

#### تحلیل اثر متغیرها بر تغییرات رنگ

نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل به دست آمده از تغییرات رنگ، با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است ( $p \leq 0/001$ ). در نمودار ۳(a)، اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان تغییرات رنگ مورد بررسی قرار گرفته است. اثرات متقابل متغیرهای

تیترا افزایش خواهد یافت. دلیل عدم کاهش اسیدیته در گروه‌های تیمار پوشش دیده با غلظت‌های بالای پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی، تاثیر این پوشش‌ها در به تأخیر انداختن تنفس میوه است. مثبت بودن ضریب رگرسیون خطی پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و منفی بودن ضریب رگرسیون گلیسرول مؤید این موضوع می‌باشد. با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته مدل خطی و درجه دوم ( $p \leq 0/001$ ) و برهم کنش ( $p \leq 0/01$ ) میزان اسیدهای قابل تیترا با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کفایت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۶ بهترین معادله برای تعیین میزان اسید قابل تیترا با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است:

$$(6) \quad TA = 0/3110 + 0/1095X_1 + 0/1029 X_2 - 0/0529X_3 - 0/0020 X_1^2 + 0/2398X_2^2 - 0/0498X_3^2 + 0/0181X_1X_2 + 0/0909X_1X_3 - 0/0739 X_2X_3$$

#### تحلیل اثر متغیرها بر میزان فساد و فروپاشی میوه

نتایج حاصل از جدول ۴ نشان می‌دهد که مدل خطی بدست آمده از فساد، با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است ( $p \leq 0/001$ ). در نمودار ۲ (c)، اثرهای متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان فساد مورد بررسی قرار گرفته است. اثر خطی عصاره آویشن شیرازی بر میزان فساد معنی دار می‌باشد ( $p \leq 0/001$ ) به طوری که با افزایش غلظت عصاره آویشن شیرازی، میزان فساد میوه، به حداقل مقدار خود می‌رسد. منفی بودن ضریب رگرسیون خطی عصاره مؤید این موضوع می‌باشد.

میزان غلظت عصاره آویشن شیرازی، بیشترین تاثیر را بر میزان فساد میوه می‌گذارد. این نتایج با خاصیت ضدباکتریایی و ضد قارچی عصاره مطابقت دارد. جلوگیری اساس آویشن از رشد باکتری به دلیل وجود تیمول و کارواکرول می‌باشد که از اجزای ضد میکروبی بسیار مؤثر در اسانس‌ها هستند (Buchanan and Sheferd, 1981). اثر ضد میکروبی آنها به دلیل نفوذپذیر نمودن غشای سلول توسط آنهاست که می‌توانند با کاتیونهای سطح غشا کلاته شده و فعالیت‌های حیاتی را مختل کنند. (Ultee et al., 1999) با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته مدل خطی میزان فساد با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است ( $p \leq 0/001$ ) و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کفایت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۷ بهترین معادله برای تعیین فساد با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است:

$$\text{معادله ۷} \quad \text{Decay} = 2/9090 - 0/150X_1 - 0/0600X_2 - 0/0500X_3 - 0/0227X_1^2 - 0/0227X_2^2 - 0/0227X_3^2 + 0/125X_1X_2 - 0/125X_1X_3 + 0/0625X_2X_3$$

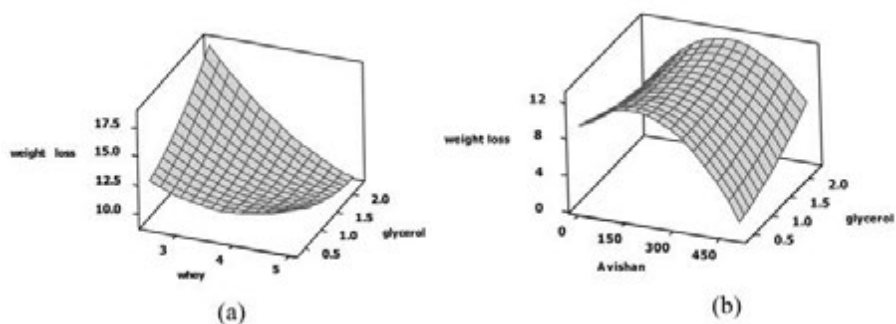
طی دوره انبارداری اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود مواد جامد محلول در میزان آب کمتری قرار داشته باشند و در نتیجه بریکس افزایش می‌یابد، به بیان دیگر هر چه میوه آب کمتری از دست بدهد، بریکس به میزان کمتری افزایش می‌یابد. کمترین میزان بریکس در مورد هلو‌های پوشش داده شده با غلظت پروتئین آب پنیر بالا مشاهده شده است، پوشش حاوی بیشترین میزان پروتئین آب پنیر باعث می‌شود میوه آب خود را بهتر حفظ نماید و در نتیجه بریکس به میزان کمتری بالا رود. با توجه به تحلیل واریانس انجام گرفته مدل خطی ( $p \leq 0/05$ )، درجه دوم و برهم کنش ( $p \leq 0/001$ ) میزان مواد جامد قابل حل با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کفایت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند. معادله ۵ بهترین معادله برای تعیین میزان مواد جامد محلول با در نظر گرفتن متغیرهای فرایند است:

$$(5) \quad TSS = 16/0750 - 1/3710X_1 - 1/1600 X_2 + 0/7290X_3 + 0/8100 X_1^2 - 3/1950 X_2^2 + 0/6800 X_3^2 - 0/6062X_1X_2 - 1/0563X_1X_3 + 0/9237 X_2X_3$$

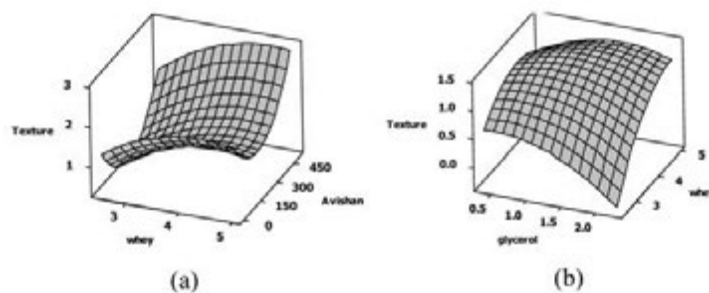
#### تحلیل اثر متغیرها بر اسیدهای قابل تیترا

میزان اسیدهای قابل تیتراسیون با رسیدگی میوه در ارتباط می‌باشد و موجب طعم ترش در میوه‌ها می‌گردند. با رسیدن میوه میزان اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. میزان اسیدهای آلی در دوره برداشت میوه به محتوای مواد جامد محلول و سرعت تجزیه اسیدها بستگی دارد. تجزیه اسیدهای آلی در دوره رسیدن میوه به سرعت تنفس وابسته می‌باشد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۳؛ میدانی و هاشمی دزفولی، ۱۳۷۶) به دلیل آنکه اسید سیتریک یکی از مواد اصلی تنفس است در طول مدت انبارداری میزان اسیدیته کل به دلیل عمل اکسیداسیون روی این اسید کاهش و در واقع در طول مدت انبارداری میزان درجه اسیدی میوه کاهش یافت. کاهش اسیدیته به علت تجزیه اسیدهای آلی در دوره انبارداری اتفاق می‌افتد و محتوای قندهای محلول میوه را بالا می‌برد. بالاترین سطح اسیدیته قابل تیترا در نمونه‌های پوشش داده شده که کمترین میزان بریکس را هم در میان هلو‌های پوشش داده شده داشته‌اند، مشاهده شد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که حفظ اسیدهای آلی میوه و عدم تجزیه آنها از افزایش بریکس پیشگیری نموده است. نتایج حاصل از جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل به دست آمده از اسیدیته قابل تیترا با متغیرهای مورد بررسی در سطح  $0/001$  معنی دار است. در نمودار ۳ (d) اثر متقابل متغیر پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر میزان اسید قابل تیترا مورد بررسی قرار گرفته است. تمامی متغیرها اثر معنی داری ( $p \leq 0/001$ ) بر میزان اسید قابل تیترا میوه دارند. به طوری که با افزایش غلظت پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن و نیز کاهش غلظت گلیسرول میزان اسید قابل

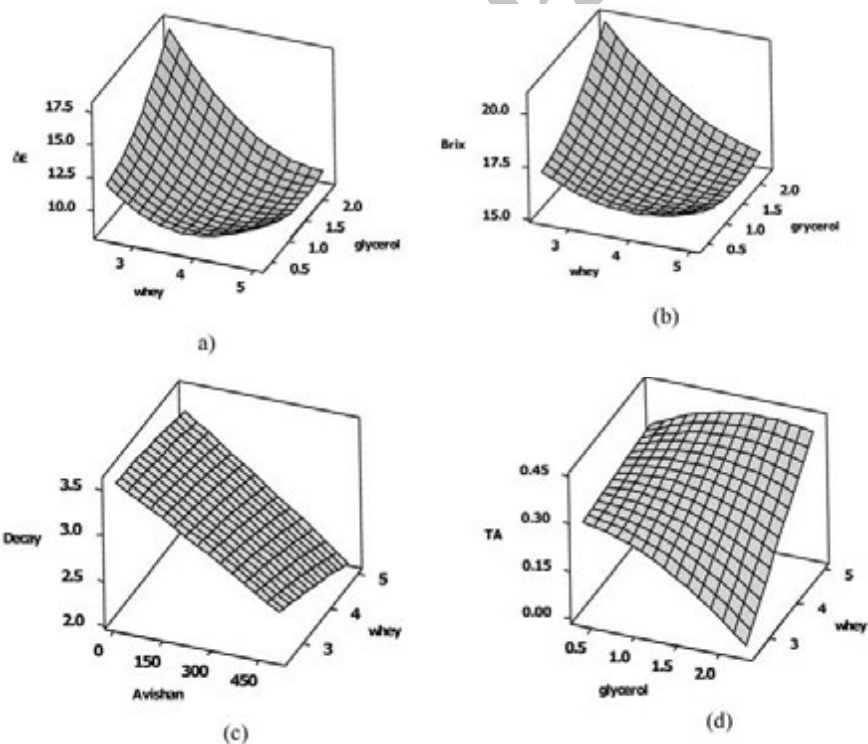




شکل ۱- منحنی های اثر (a) پروتئین آب پنیر و گلیسرول، (b) عصاره آویشن و گلیسرول بر افت وزن میوه پس از ۲۱ روز انبارمانی



شکل ۲- منحنی های اثر (a) پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن شیرازی، (b) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر سفتی بافت میوه پس از ۲۱ روز انبارمانی



شکل ۳- منحنی های اثر (a) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر تغییرات رنگ، (b) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر مواد جامد قابل حل، (c) پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن بر فساد و فروپاشی، (d) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر اسیدیته قابل تیتر پس از ۲۱ روز انبارمانی

جدول ۵- مقادیر ضرایب رگرسیون برازش شده برای ارزیابی حسی

ضرایب	عطر و طعم	آبداری	قابلیت پذیرش کلی
$\beta_0$	۴/۳۳۷۸***	۴/۵۲۴۲***	۴/۲۱۹۲***
$\beta_1$	۰/۱۵۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۷۰۰*	۰/۱۸۸۰۰**
$\beta_2$	۰/۳۰۰۰**	۰/۱۵۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۷۶**
$\beta_3$	۰/۰۵۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۲۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۲۱۲۰***
$\beta_{11}$	۰/۰۲۳۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۸۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۰۴ <sup>ns</sup>
$\beta_{22}$	۰/۰۱۴۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۲۳۶۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۶۹۵**
$\beta_{33}$	۰/۰۱۴۵۵ <sup>ns</sup>	۰/۱۲۳۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۰۴ <sup>ns</sup>
$\beta_{12}$	۰/۰۶۲۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۷۵*	۰/۱۷۲۵**
$\beta_{13}$	۰/۱۸۷۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۷۵*	۰/۲۹۷۵***
$\beta_{23}$	۰/۰۶۲۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۸۷۵*	۰/۲۰۲۵**
$R^2$	۰/۶۸۳۸	۰/۷۵۹۸	۰/۹۳۱

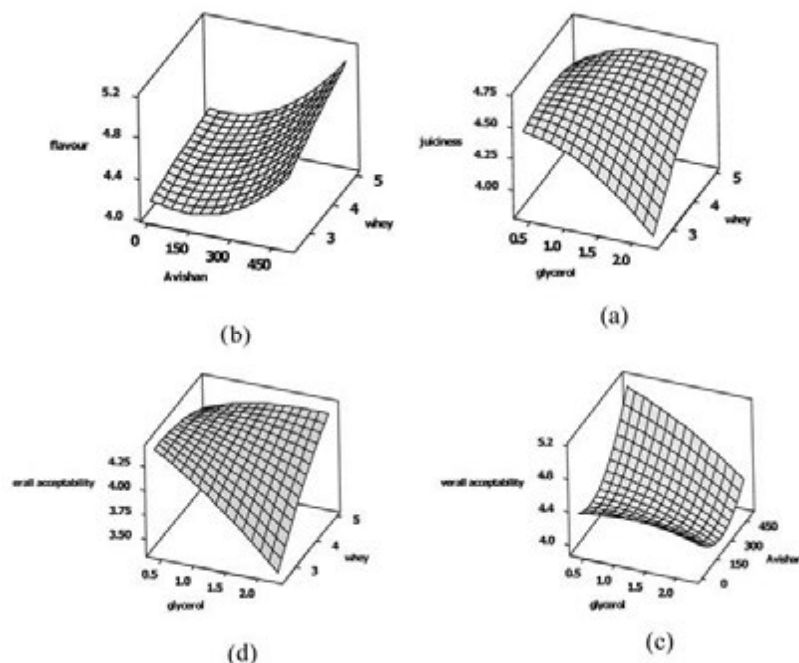
ns، \* و \*\* و \*\*\* به ترتیب نشان دهنده غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ و معنی دار در سطح ۰.۰۱۰۰ می‌باشد.

### نتایج ارزیابی حسی و چشایی

طبق نتایج حاصل از ارزیابی عطر و طعم، اثرات خطی عصاره آویشن شیرازی در سطح احتمال (0.01)  $p \leq$  معنی دار شد. ضریب عصاره آویشن نسبت به دو متغیر دیگر بالاتر می‌باشد که نشان دهنده تاثیر بیشتر عصاره در عطر و طعم میوه است. مثبت بودن ضریب عصاره نیز بیان گر این مطلب می‌باشد که با افزایش غلظت عصاره در پوشش، میزان عطر و طعم میوه بهبود یافته است. طبق نتایج بدست آمده از ارزیابی آبداری میوه، اثرات خطی کنسانتره پروتئین آب پنیر در سطح احتمال (0.05)  $p \leq$  معنی دار شد. ضریب پروتئین آب پنیر بیشتر از دو متغیر دیگر می‌باشد که تاثیر بیشتر این متغیر را در میزان آبداری میوه نشان می‌دهد. مثبت بودن این ضریب نشان دهنده اینست که با افزایش میزان کنسانتره پروتئین آب پنیر در پوشش، آبداری میوه بیشتر حفظ شده است و تیمارهای حاوی مقادیر بیشتر کنسانتره، از نظر آبداری نمره بالاتری دریافت کردند. نتایج حاصل از جدول ۵ نشان می‌دهد که مدل خطی بدست آمده از عطر و طعم، آبداری و قابلیت پذیرش کلی با متغیرهای مورد بررسی معنی دار است (0.001)  $p \leq$ ). در نمودار ۴، اثر متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان عطر و طعم، آبداری و قابلیت پذیرش کلی مورد بررسی قرار گرفته است و با توجه به  $R^2$ ، مدل پیش بینی شده کفایت و صحت آزمایش‌ها را تأیید می‌کند.

### نتیجه‌گیری

ایران یکی از کشورهای مهم تولید کننده هلو در دنیا بوده و دستیابی به روش‌های نوین و زیست سازگار در افزایش ماندگاری محصولات باغی یکی از نکات پراهمیت در تحقیقات اخیر می‌باشد. در این تحقیق بر آن شدیم تا امکان استفاده از پوشش خوراکی پروتئین آب پنیر حاوی عصاره آویشن شیرازی که اثر ضد میکروبی آن بر روی عوامل بیماری‌زای گیاهی مختلفی بررسی شده بود، را بر روی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی و انبارمانی میوه هلو بررسی و بهینه‌سازی کنیم. با کمک طرح آماری روش صفحه پاسخ می‌توان آثار اصلی و برهمکنش فاکتورها را بر متغیرهای وابسته، با حداقل آزمایش، تعیین نمود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد به کارگیری پروتئین آب پنیر در پوشش دهی میوه هلو انجیری باعث بهبود ویژگی‌های ماندگاری میوه گردیده و می‌توان با بکارگیری آن علاوه بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، از اثر توامان این ماده پوشش دهنده با آویشن شیرازی به عنوان ماده ضد میکروبی طبیعی نیز بهره جست. نقطه بهینه متغیرها برای دست یافتن به پوششی که حتی الامکان بیشترین تاثیر را بر بهبود ماندگاری هلو انجیری داشته باشد عبارت است از: پروتئین آب پنیر ۴/۷۴۷۵ گرم، عصاره آویشن شیرازی ۴۹۸/۰۰ میکرولیتر و گلیسرول ۰/۶۲۱۲ گرم.



شکل ۴- منحنی های اثر (a) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر آبداری، (b) پروتئین آب پنیر و عصاره آویشن بر عطر و طعم، (c) گلیسرول و عصاره آویشن بر قابلیت پذیرش کلی، (d) پروتئین آب پنیر و گلیسرول بر قابلیت پذیرش کلی پس از ۲۱ روز انبارمانی

## منابع

- بهرامیان، ف. و جوانمرد، م. ، ۱۳۸۹، ماندگاری برش های خربزه پوشش داده شده با پروتئین آب پنیر در شرایط سرد. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۵ (۲)، ۶۲-۵۳.
- پروانه، و. ، ۱۳۷۱، کنترل کیفی و آزمایشهای شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.
- جلیلی مرندی، ر. ، ۱۳۸۳، فیزیولوژی بعد از برداشت، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه.
- رمضان، ی. و جوانمرد، م. ، ۱۳۸۸، به کارگیری پوشش خوراکی حاوی عصاره الکلی آویشن شیرازی در جلوگیری از رشد قارچ آسپرژیلوس فلاووس بر روی مغز پسته. فصل نامه گیاهان دارویی، ۳۰ (۲)، ۶۱-۷۰.
- صادق زاده اهری، د. ، ۱۳۸۸، مجموعه دانستنی های میوه های مناطق معتدله (هسته دار ها)، انتشارات شهراب-آینده سازان.
- میدانی، ج. و هاشمی دزفولی، ا. ، ۱۳۷۶، فیزیولوژی بعد از برداشت، انتشارات آموزش کشاورزی وابسته به معاونت آموزش و تجهیز نیروی انسانی-سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- Ali, M. , Saleem, M. , Ali, Z. and Ahmad, V. U. , 2000, Chemistry of *Zataria multiflora* (Lamiaceae). *Phytochem*, 55, 933 - 936.
- Aligiannis, N. , Kalpoutzakis, E. , Chinou, I. B. , Mitakou, S. , Gikas, E. and Tsaibopoulos, A. , 2001, Composition and antimicrobial activity of the essential oils of *Wave taxa* of *Sideritis* from Greece. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 811 – 815.
- Azizi, M. , Farzad, S. , Jafarpour, B. , Rastegar, M. F. and Jahanbakhsh, V. , 2006, Inhibitory Effect of Some Medicinal Plants Essential Oils on Post-Harvest Fungal Disease of Citrus Fruits. *Journal of Science and Technology*, 6 (2), 685-691 (In Persian).
- Baldwin, E. A. , Nisperos-carriedo, M. O. and Baker, R. A. , 1995, Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 509-512.
- Batisse, C. , Buret, M. and Coulomb, P. J. , 1996, Biochemical differences in cell wall of cherry fruit between soft and crisp fruit. *Journal of Ageiculture and Food Chemestry*, 44, 453-457.
- Cao, N. , Fu, Y. and He, J. , 2007, Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. *Food Hydrocolloids*, 21, 1153-1162.
- Durling, N. E. , Catchpole, OJ. , Grey, JB. , Webby, R. F. , Mitchell, K. A. , Foo, L. Y. and Perry, N. B, 2007,

Extraction of phenolics and essential oil from dried sage (*Salvia officinalis*) using ethanol – water mixtures. Food Chemistry, 101, 1417 - 1424.

FAO. 2012. <http://faostat.fao.org>. Access 5 July 2012.

Girardi, C. , Corrent, A. , Lucchetta, L. , Zanuzo, M. , Dacosta, T. , Brackmenn, A. , Twyman, R. , Nora, F. , Nora, L. , SILVA, J. and Rombaldi, C. , 2005, Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv. chiripa) during cold storage. Journal of Postharvest Biology and Technology, 38, 25-33.

Gontard, N. , Thibault, R. , Cup, B. and Guilbert, S. , 1996, Influence of relative humidity and film composition on oxygen and carbon dioxide permeabilities on edible films. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 44, 1064-1069.

Guilbert, S. , 1986, Technology and application of edible protective films. In: Food packaging and preservation, M. Mathlouthi, ed, Elsevier Applied Science Publishers, New York, pp. 371-394.

Jangchud, A. and Chinnan, M. S, 1994, Peanut protein film as affected by drying temperature and pH of film forming solution. Journal of Food Science. 64 (1), 153-157.

Kaplan, H. J. , 1986, Washing, waxing and color adding. In: Fresh Citrus Fruits, Wardowdki, W. F. , Nagy, S. and Grierson, W, ed, Westport, CT: AVI Publishing Co, pp. 379.

Krochta, J. M. and DE Mulder-Johnston, C. , 1997, Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. Food Technology, 51 (2), 61-74.

Li, H. and Yu, T. , 2000, Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes of postharvest peach fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 269-274.

Liu, Ch. , Tellez-Garay, A. M. and Castell-Perez, M. E, 2004, Physical and mechanical properties of peanut protein films. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 37, 731-738.

Maftoonazad, N. and Ramaswamy, . H. S. , 2005, Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose based coating. LWT-Food Science and Technology, 38, 617-624.

Maftoonazad, N. , Ramaswamy, H. and Marcotte, M. , 2008, Shelf life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. International Journal of Food science and Technology, 43, 951-957.

Maskoki, A. M. and Mortazavi, S. A. , 2004, The effects of *Carum copticum* and *Thymus vulgaris* essential oils on *Aspergillus parasiticus* control in Pear shelf life. Olum and Fonon, 8 (2), 207-214 (In Persian).

Mate, J. I. , Frankel, E. N. and Krochta, J. M. , 1996, Whey protein isolate edible coatings: Effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44, 1736-1740.

McHugh, T. H. , Avena-Bustillos, R. and Krochta, J. M. , 1993, Hydrophilic edible films: Modified procedure for water vapour permeability and explanation of thickness effects. Journal of Food Science, 58, 899-903.

Nicoli, M. C. , Anese, M. and Severini, C, 1994, Combined effects preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruits. Journal of Food Quality, 17, 221-229.

Reddy, M. V. , Angers, P. , Gosselin, A. and Arul, J, 1997, Characterization and use of essential oil from *Thymus vulgaris* against *Botrytis cinera* and *Rhizopus stolonifer* in strawberry fruit, Phytochemistry, 47, 1515-1520.

Shahedy bagh khandan, M. , 2007, Comparison of postharvest waste of Fruits and Vegetables between Iran and other Asian countries and way to reduce it. Agriculture and Natural Resources Engineering Regulation, 98-116.

Shaw, N. B. , Monahan, F. J. , O'Riordan, E. D. and O'Sullivan, M. , 2002. Effect of soya oil and glycerol on physical properties of composite WPI films. Journal of Food Engineering. 51 (4), 299-304.

Somoggi, L. P. , Hui, Y. H. and Barret, D. M. , 1996, Processing fruits, science and technology (2).

Togrul, H. and Arslan, N, 2004, Extending shelf life of peach and pear by using cmc from sugar beet pulp cellulose as a hydrophilic polymer in emulsions. Journal of Food Hydrocolloids, 18, 215-226

Ultee, A. , Kets, T. P. W. and Smid, E. J, 1999, Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. Applied and Environmental Microbiology. 65, 4606-4610.

Yao, H. and Tian, S, 2005, Effect of biocontrol agent and methyl jasmonate on postharvest diseases of peach fruit and the possible mechanisms involved. Journal of Applied Microbiology, 98, 941-950.

Xu, S. , Xiufang, C. and Sun, D. W. , 2001, Preservation of kiwifruit coated with an edible film at ambient temperature. Journal of Food Engineering, 50, 211-216.