



مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر هیدروکلئید پکتین بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری کشک مایع صنعتی طی نگهداری در یخچال

رویا محمدنژاد^۱، مریم قادری قهفرخی^{۲*}، مهدی زارعی^۳، محمد صادق عرب^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

اهواز، اهواز، اهواز، ایران

۲- استادیار گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

۳- استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

۴- دکتری علوم و صنایع غذایی، واحد تحقیق و توسعه، شرکت فرآورده های لبنی رامک، شیراز، اهواز، اهواز، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<p>تاریخ های مقاله :</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۰</p>	<p>کشک یک محصول لبنی اسیدی با ارزش غذایی بالا است که در ایران به طور گسترده مصرف می‌شود. مشکل اصلی کشک مایع جداسازی فازی است که به طور قابل ملاحظه‌ای ویژگی‌های رئولوژیکی، بافتی و کیفیت میکروبی آن را در طی ذخیره سازی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مطالعه‌ی حاضر، هیدروکلئید پکتین به عنوان پایدار کننده در فرمولاسیون کشک مایع مورد استفاده قرار گرفت. اثرات آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (pH، اسیدیته، ظرفیت نگهداری آب، سبزیس، رنگ)، بافتی (سفتی) و حسی محصول در طی ۶۰ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بررسی شد. چهار گروه کشک مایع شامل کنترل (بدون پایدار کننده) و P-0.1 و P-0.2 و P-0.3 به ترتیب حاوی ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ در صد (وزنی/وزنی) پکتین آماده‌سازی شدند. در طی نگهداری، افزودن پکتین باعث افزایش اسیدیته و کاهش بیشتر pH کشک نسبت به گروه کنترل شد. نمونه‌های P-0.2 و P-0.3 بیشترین ظرفیت نگهداری آب و کمترین سطح آب اندازه‌ی را نسبت به نمونه‌ی کنترل و P-0.1 در طول نگهداری نشان دادند. افزودن پکتین تاثیر مثبتی بر سفتی نمونه‌ها داشت. با افزایش سطح پکتین میزان سفتی نمونه‌ها افزایش یافت و از روز ۳۰ نگهداری به بعد سفتی فرمولاسیون‌های P-0.2 و P-0.3 به طور معنی‌داری بالاتر از P-0.1 و کنترل بود ($P < 0.05$). ویژگی‌های رنگی نمونه‌ها شامل روشنایی، زردی و اندیس سفیدی نمونه‌ها به طور معنی‌داری تحت تاثیر افزودن پکتین قرار گرفت ($P < 0.05$). شمارش کلی فرم و کپک و مخمر در تمامی تیمارها در طول زمان نگهداری منفی بود. در ارزیابی حسی، امتیازات آب اندازه‌ی ظاهری، بافت و قوام، رنگ و ظاهر و پذیرش کلی با غلظت پکتین تحت تاثیر قرار گرفت. بیشترین امتیاز پذیرش کلی در روزهای ارزیابی حسی متعلق به P-0.3 بود. نتایج نشان داد، افزودن پکتین می‌تواند ویژگی‌های کیفی کشک را به طور مطلوبی تحت تاثیر قرار دهد.</p>
<p>کلمات کلیدی:</p> <p>آب اندازه‌ی، بافت، پکتین، رنگ، کشک مایع، ویژگی‌های حسی</p> <p>DOI:10.22034/FSCT.21.149.171.</p> <p>* مسئول مکاتبات: m.ghaderi@scu.ac.ir</p>	

۱- مقدمه

کشک یکی از محصولات لبنی تخمیری شناخته شده است که حاوی میزان بالای پروتئین با کیفیت (۷۰-۵۵ در صد)، کلسیم و فسفر است که می‌تواند برای بیشتر گروه‌های سنی به ویژه کودکان و زنان باردار و شیرده به عنوان یک غذای فرا سودمند در نظر گرفته شود [۱]. در ایران کشک یکی از لبنیات پر طرفدار بوده و در واقع جزء جدا نشدنی بسیاری از غذاهای سنتی محسوب می‌شود. کشک در ایران به دو شکل مایع و خشک موجود است که در حالت دوم عموماً قبل از اینکه مصرف شوند، باید خیسانده و نرم شوند [۲]. کشک مایع و کشک مایع صنعتی متداول‌ترین انواع کشک‌های تولید شده در ایران هستند. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۵۲ [۳]، کشک مایع پس از خیساندن کشک خشک سنتی در مدت زمان کافی و سپس افزودن مقادیر مشخص از آب و در صورت نیاز نمک تهیه می‌شود و سپس کشک توسط دستگاه‌های صنعتی سائیده شده و قبل از بسته بندی تحت فرآیندهای حرارتی قرار می‌گیرد [۴]. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۱۲۷ [۵]، کشک مایع صنعتی که محصول فرعی کارخانه‌های لبنیات است، پس از تخمیر و تغلیظ شیر یا محصولات جانبی تخمیر شده آن (شیر کامل، شیر کم چربی، شیر بدون چربی، شیر باز ساخته، دوغ، پس آب کره، آب پنیر و یا مخلوطی از آنها) با روش‌های صنعتی تولید می‌شود و سپس با افزودن پودر آب پنیر و نمک، فرایند حرارتی و بسته بندی تکمیل می‌شود [۲، ۴].

یکی از چالش‌هایی که در زمینه تولید و نگهداری کشک‌های مایع پاستوریزه وجود دارد جدایش فازی^۱ و آب اندازی^۲ است که به تدریج در محصول رخ می‌دهد. این جدایش نه تنها طعم و ویژگی‌های حسی محصول را به صورت منفی تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه احتمال رشد میکروارگانیسم‌ها را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین، تولید کشک

مایع با قوام و ثبات مطلوب، یکی از چالش‌های صنایع لبنیات محسوب می‌شود [۶]. علاوه بر این، جدایش فازی به راحتی و به صورت کیفی با مشاهده‌ی بصری قابل تشخیص است و از این رو می‌تواند مشتری پسندی را تحت تأثیر قرار دهد [۷]. بنابراین صنایع لبنی همواره به دنبال یک راهکار موثر جهت کاهش احتمال جدایش فازی و آب اندازی و بهبود ویژگی‌های رئولوژیکی محصول بوده است. صمغ‌های پلی ساکاریدی به عنوان استبلازیر^۳ معمولاً به فرآورده‌های لبنی و سایر مواد غذایی حاوی پروتئین‌های شیر، با هدف بهبود ویسکوزیته و تغییر در ویژگی‌های بافتی افزوده می‌شوند. تأثیر این هیدروکلونیدها در افزایش ظرفیت نگهداری آب و ثبات بافتی، در فرآورده‌های لبنی اسیدی از قبیل ماست، دوغ، کفیر و ماست خشک شده به اثبات رسیده است [۸-۱۲]. اصلاح فرمولاسیون فرآورده‌های لبنی تخمیری با پلی‌ساکاریدهایی با قابلیت‌های غلیظ کنندگی و ژل کننده، نه تنها ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و ثبات نگهداری آن‌ها را بهبود می‌بخشد، بلکه ویژگی‌های ارگانولپتیکی آن‌ها را نیز در مدت زمان طولانی تری حفظ می‌کند [۶].

علی‌رغم این‌که کشک مایع یکی از فرآورده‌های لبنی پر مصرف در ایران است اما پژوهش‌های محدودی در زمینه‌ی بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و قابلیت ماندگاری این محصول با استفاده از استبلازیرهای غذایی صورت گرفته است. از جمله پژوهش‌های انجام شده در این حوزه می‌توان به کاربرد ژل هیدروکلونیدی پسیلیوم^۴ به میزان ۰/۷۵-۰/۱ در صد [۶]، نشاسته‌های اصلاح شده در سه سطح ۰/۵، ۱ و ۱/۵ در صد [۴] و صمغ کتیرا در سطح ۰/۳-۰/۱ در صد [۲] اشاره کرد که در تمامی مطالعات یاد شده تأثیر مثبت هیدروکلونیدها بر ویژگی‌های بافتی و کاهش جدایش فازی

3 - Stabilizer
4 - *Plantago ovata* Forsk

1 - Phase separation
2 - Syneresis

شیمیائی مورد استفاده شامل هیدروکسید سدیم، فنول فتالین نیز از کمپانی مرک (Merck, Darmstadt, Germany) و کلرید سدیم از مجتمع صنایع شیمیایی دکتر مجللی (تهران، ایران) تهیه شدند.

۲-۲- تهیه کشک

کشک مایع در کارخانه لبنیات رامک (شیراز، ایران) تهیه شد. کشک تهیه شده برای پژوهش حاضر از نوع کشک مایع صنعتی بود که بر اساس استاندارد ملی ایران به شماره ۶۱۲۷ [۵]، امکان استفاده از کشک خشک سنتی تا حداکثر ۵ در صد در آن مجاز است. کشک خشک سنتی خریداری و در کارخانه با استفاده از آسیاب آرتيسان ۵۰۰۰ (سینا تجهیز، تهران، ایران) به پودر تبدیل گردید. ماست نیز از قبل با استفاده از استارتر ماست از نوع X16 تهیه شد. کشک پودر شده (۲ در صد کل فرمول) به ماست (۹۱/۵) در صد کل فرمول) اضافه گردید. سپس پروتئین مخلوط حاصله با افزودن کنسانتره پروتئین شیر حاوی ۷۰ در صد پروتئین (۶/۵) در صد کل فرمول)، روی ۸ در صد تنظیم گردید. پکتین با غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ در صد وزنی/وزنی به صورت پودری و کم کم اضافه گردید. یک فرمولاسیون بدون مواد پکتین نیز به عنوان نمونه کنترل تولید شد. در ادامه، دمای مخلوط حاصله به ۶۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد و با استفاده از سیستم هموژنایزر دو مرحله‌ای در فشار ۱۵۰ بار هموژن گردید. فرآیند پاستوریزاسیون به صورت غیر مداوم در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد مدت ۳۰ دقیقه صورت گرفت. کشک‌های تهیه شده در ظروف پلی اتیلنی ۱۰۰ گرمی به روش پرکنی داغ درب بندی و سپس در دمای یخچال به مدت ۶۰ روز نگهداری شدند. ترکیبات شیمیائی کشک در روز تولید شامل در صد پروتئین، ماده خشک و نمک با روش‌های مربوطه تعیین گردید [۵ و ۱۴]. بنابراین در مجموع ۴ بچ ۳ کیلوگرمی از کشک تهیه شد که به صورت کنترل

و آب اندازی و غلظت‌های مناسب هر یک از آن‌ها جهت ایجاد ویژگی‌های مطلوب اشاره شده است.

هیدروکلئیدهای از قبیل پکتین از کاربردهای زیادی در صنایع لبنی برخوردارند. پکتین نیز یک هترو پلی ساکارید محسوب می‌شود که عمدتاً در دیواره‌ی سلول‌های گیاهی یافت می‌شود و از ساختار واحدی برخوردار نیست. پکتین از زیر واحدهائی از قبیل هموگالاکتورونان، رامنو گالاکتورونان I، رامنو گالاکتورونان II و زایلو گالاکتورونان تشکیل شده است و در صنایع غذایی به عنوان عامل ژل - کننده، غلیظ کننده، پایدار کننده و امولسیفایر مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۳]. گزارش می‌شود بر استفاده از صمغ پکتین در کشک در منابع علمی یافت نشد. با توجه به تاثیر قابل قبول این پایدار کننده در بهبود ویژگی‌های بافتی و کیفی سایر فرآورده‌های لبنی و مواد غذایی، در این مطالعه اثر غلظت‌های مختلف صمغ پکتین بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیائی، میکروبیولوژیکی و حسی کشک مایع در طول دوره نگهداری ۶۰ روزه در یخچال مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

محیط‌های کشت مورد نیاز برای انجام آزمون‌های میکروبی شامل محیط کشت YGC^۱ (ایبرسکو، کرج، ایران) و وایولت رد بایل آگار^۲ (VRBA) به ترتیب از شرکت ایبرسکو (کرج، ایران) و کمپانی مرک (Merck, Darmstadt, Germany) تهیه شدند. پکتین با نام تجاری Vidopectin FA 2750 از برند UNIPECTIN (Switzerland) خریداری گردید. طبق اطلاعات شرکت سازنده منشاء این پکتین پوست مرکبات بوده و از نوع آمیده شده با درجه متوکسیل پائین با قدرت واکنش پذیری بالا با کلسیم^۳ می‌باشد. طبقه توصیه شرکت سازنده این محصول برای کاربرد در لبنیات نظیر ماست مناسب است. سایر مواد

3 - LM amidated pectin, citrus, high calcium reactive

1 - Yeast Extract Glucose Chloramphenicol Agar

2 - Violet Red Bile Agar

(۵ ثانیه) ادامه یافت. مقدار TA بر حسب گرم اسید لاکتیک در ۱۰۰ گرم نمونه کشک با معادله‌ی زیر محاسبه گردید:

$$TA = \frac{N \times 0.009 \times 100}{M} \quad (۱) \text{ معادله}$$

که در رابطه‌ی فوق N مقدار میلی لیتر سود مصرفی و M وزن اولیه نمونه می‌باشد. همچنین ۰/۰۰۹ گرم اسید لاکتیک معادل یک میلی لیتر سود ۰/۱ نرمال مصرف شده طبق فرمول می‌باشد. TA نیز مقدار اسیدیته بر حسب درصد اسید لاکتیک می‌باشد [16].

۲-۳-۲-۲- آزمایش‌های فیزیکی

۲-۳-۲-۱- ظرفیت نگهداری آب (WHC) و آب اندازی اندازه گیری WHC نمونه‌های کشک با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ انجام شد. در هر اندازه گیری ۵ گرم نمونه درون فالكون توزین شد و وزن فالكون خالی، نمونه و مجموع وزن نمونه و فالكون یادداشت گردید. نمونه‌ها در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد با دور ۴۵۰۰ rpm به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ مدل TL 320 (Selecta lab, Barcelona, Spain) شد. در نهایت فاز رویی را با دقت خالی کرده و مجموع وزن فالكون و رسوب یادداشت شد. WHC با معادله‌ی ۲ محاسبه گردید:

$$WHC (\text{درصد}) = [1 - (M_p / M_i)] \times 100$$

که در آن M_i و M_p به ترتیب وزن اولیه نمونه و وزن روماندا جدا شده بودند [۱۷، ۱۸].

برای اندازه گیری آب اندازی نمونه‌های کشک نیز مانند اندازه گیری WHC عمل شد. با این تفاوت که عمل سانتریفیوژ کردن توسط دستگاه مدل MIKRO 22 R (Hettich Zentrifugen, Germany) در دمای ۴ درجه سانتی گراد و RCF معادل ۲۲۲ g به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. پس از آن سوپرناتانت دور ریخته شد و رسوب توزین

(بدون قوام دهنده)، P-0.1 (حاوی ۰/۱ در صد پکتین)، P-0.2 (حاوی ۰/۲ در صد پکتین) و P-0.3 (حاوی ۰/۳ در صد پکتین) نامگذاری شدند. جدول ۱ نوع فرمولاسیون‌های مختلف کشک و اجزای تشکیل دهنده‌ی آن‌ها را نشان می‌دهد. در طول زمان نگهداری آزمون‌های کیفی مختلف در فواصل زمانی ۱۵ روزه روی نمونه‌ها انجام شد.

۲-۳-۲-۳- آزمون‌های کیفی کشک

۲-۳-۲-۱- آزمون‌های شیمیایی کشک

ترکیب شیمیایی کلی کشک تولید شده بر اساس استاندارد ملی ایران [۱۵] تعیین گردید. در صد نمک، پروتئین و ماده خشک به ترتیب $۰/۳۲ \pm ۱/۴۵$ در صد، $۰/۶۰ \pm ۷/۵۳$ در صد و $۲۰/۴۱$ در صد بود. سایر آزمون‌های شیمیایی کشک در طول دوره‌ی نگهداری انجام شد که در ادامه ذکر شده است.

۲-۳-۲-۱- اندازه گیری pH

طبق دستور العمل استاندارد ملی ایران (شماره ۲۸۵۲، ۱۳۸۵)، جهت اندازه گیری pH، الکتروود دستگاه pH متر مدل PM12E (فن آزما گستر، کرج، ایران) به طور مستقیم در ظرف نمونه قرار گرفت. pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر که از قبل کالیبره شده بود و در دمای محیط، تعیین گردید. برای هر معادله (۲) الکتروود حدود ۱ دقیقه تا زمان ثابت شدن با نمونه در تماس بود [۱۵]. اندازه‌گیری‌ها روی سه ظرف مختلف از هر تیمار انجام شد.

۲-۳-۲-۱-۲- اندازه گیری اسیدیته‌ی قابل تیتر (TA)

اندازه گیری TA کشک با روش تیتراسیون با سود انجام شد. ۱۰ گرم از نمونه کشک در ارلن توزین و به آن ۱۰ میلی لیتر آب افزوده شد و نمونه به خوبی هم زده شد. سپس ۵ قطره معرف فنل فتالین (محلول ۱ در صد در اتانول)، اضافه شد و تیتراسیون با سود ۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی پایدار

گردید. جهت اندازه گیری آب اندازی از معادله ۳ استفاده شد:

$$\text{معادله (۳)} \quad [W_i - W_p]/W_i \times 100 = \text{آب اندازی (در صد)}$$

که در آن W_i و W_p به ترتیب وزن اولیه نمونه و وزن پلت باقیمانده بودند [۱۹].

۲-۳-۲- اندازه گیری رنگ

اندازه گیری رنگ بلافاصله پس از باز کردن بسته بندی ها صورت گرفت. نمونه های کشک در پلیت شیشه ای کاملاً تمیز دستگاه ریخته شد و رنگ نمونه ها با دستگاه رنگ سنج (Hunter Associates) Colorflex EZ (Laboratory, Inc, Virginia, United States) فاکتورهای L^* (روشنائی)، a^* (قرمزی) و b^* (زردی) پس از کالیبراسیون دستگاه با بشقابک سفید ($b^*=1/43$ ، $a^*=0/96$ - $L^*=91/06$) تعیین گردید. مقادیر گزارش شده میانگین ۳ اندازه گیری برای هر گروه در هر روز می باشند. اندیس سفیدی^۱ با معادله ی ۴ تعیین گردید:

$$\text{معادله (۴)} \quad WI = L^* - 3b^*$$

در این رابطه L^* و b^* به ترتیب مقادیر مربوط به روشنائی و زردی هر تیمار در هر زمان اندازه گیری می باشند [۲۰].

۲-۳-۲- تعیین خصوصیات بافتی

سنجش سفتی نمونه های کشک با استفاده از دستگاه بافت سنج مدل CT3 4500 (Brookfield, Middleboro, MA, USA) و در دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد صورت پذیرفت. دستگاه بافت سنج مجهز به پروب TA25/1000 با لود سل ۴/۵ کیلوگرمی بود. نمونه ها با روش بک اکستروژن^۲ و با سرعت ۰/۵ mm/s طی دو

سیکل compression-decompression آنالیز شدند. سفتی با استفاده نرم افزار دستگاه و از روی منحنی TPA محاسبه گردیدند. آزمون های بافت در ۳ تکرار مجزا برای هر فرمولاسیون کشک در روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ نگهداری انجام شد.

۲-۳-۲- آزمون های میکروبی

در این پژوهش آزمون های میکروبی انجام گرفته روی نمونه های کشک شامل شمارش کلی فرم و کپک و مخمر بودند که در روزهای ۱، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ نگهداری انجام شدند. در روزهای آزمایش ۳ نمونه از هر تیمار در شرایط سترون باز و از هر کدام ۱۰ گرم نمونه کشک با قاشقک استریل شده با الکل ۷۰ در صد توزین شد. ۹۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژیکی استریل به نمونه افزوده شد و توسط دستگاه شیکر مدل ZX3 (VELP Scientifica, Italy) به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق همگن گردیدند. در روزهای آزمایش رقت های مناسب (10^{-1} تا 10^{-3}) از نمونه ی همگن شده با استفاده از سرم فیزیولوژیکی استریل تهیه و جهت شمارش میکروارگانسیم ها مورد استفاده قرار گرفت. جهت شمارش کلی فرم از محیط کشت VRBA و روش پور پلیت استفاده شد. پلیت ها در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردیدند و سپس شمارش کلنی های قرمز تیره (با قطر تقریبی بزرگتر از ۰/۵ mm) انجام شد. نتایج بر حسب Log CFU در گرم نمونه گزارش شد [۲۱]. جهت شمارش کپک و مخمر از روش کشت سطحی و محیط کشت YGC آگار استفاده شد. پس از کشت رقت های مناسب، پلیت ها به

¹ - Whiteness index

² - Back extrusion

مدت ۳ روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند. نتایج بر حسب Log CFU/g در گرم نمونه گزارش شد [۲۲].

۲-۳-۴- آزمون‌های حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های کشک در روزهای ۱، ۳۰ و ۶۰ دوره نگهداری انجام شد. این آزمون توسط ۱۸ ارزیاب حسی شامل دانشجویان، کارکنان دانشگاه شهید چمران اهواز و نیز کارکنان شرکت رامک صورت گرفت (۷ مرد و ۱۱ زن با میانگین سنی ۳۷). جهت انجام ارزیابی حسی، نمونه‌های کشک با شماره‌های تصادفی در اختیار هر یک از ارزیاب‌ها قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا نمونه‌ها را از نظر رنگ و ظاهر، بو، طعم، بافت و قوام، آب اندازی ظاهری و پذیرش کلی ارزیابی کنند. ارزیابی نمونه‌ها توسط هر ارزیاب پس از باز کردن بسته بندی صورت گرفت. در فواصل بین نمونه‌ها از ارزیاب‌ها خواسته شد تا دهان خود را با آب شست و شو دهند. صفات کیفی یاد شده با روش هدونیک ۵ نقطه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. نحوه‌ی امتیاز دهی به این صورت بود: امتیاز ۵: خیلی خوب، امتیاز ۴: خوب، امتیاز ۳: قابل قبول، امتیاز ۲: بد، امتیاز ۱: خیلی بد. میانگین امتیاز ۳ به عنوان آستانه مقبولیت یا رد شدن نمونه از نظر ارزیاب‌های حسی در نظر گرفته شد.

۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

تأثیر غلظت‌های مختلف پکتین (۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ در صد)، زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های کیفی کشک با استفاده از تجزیه واریانس ANOVA (طرح کاملاً تصادفی) با رویه مدل خطی تعمیم یافته^۱ (GLM) مورد بررسی قرار گرفتند. مقایسه‌ی میانگین‌ها نیز با روش توکی^۲ در سطح اطمینان ۹۵ در صد با استفاده از نرم افزار مینی تب^۳ نسخه‌ی ۱۶ (Minitab Inc.; State College, PA, USA) انجام شد. کلیه‌ی آزمون‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی در

سه تکرار انجام شد (روی سه بسته مجزا). نتایج بر اساس میانگین \pm انحراف معیار گزارش شد. رسم نمودارها با نرم افزار اکسل انجام شد. در بخش ارزیابی حسی با توجه به این‌که پاسخ‌ها از نوع رتبه‌ای بودند، از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس^۴ استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون اختصاصی من-ویتنی^۵ صورت پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تغییرات pH و اسیدیته قابل تیترا

در نمونه‌های حاوی پکتین در روز ۱ اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ی کنترل از نظر مقادیر pH مشاهده گردید و در کل با افزایش محتوای پکتین pH نمونه‌ها کاهش بیشتری نسبت به نمونه‌ی کنترل نشان داد (شکل ۱). پس از ۱۵ روز نگهداری pH نمونه‌های حاوی پکتین کاهش یافت ($P < 0.05$) و این کاهش تا روز پایانی نگهداری ادامه یافت. در نمونه‌های حاوی پکتین اختلاف معنی‌داری بین pH روزهای مختلف نگهداری نمونه‌های P-0.1 و P-0.2 مشاهده شد و pH هر یک از این نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش یافت. اما تا روز ۴۵ نگهداری اختلاف معنی‌داری بین P-0.1 و P-0.2 از نظر مقادیر pH مشاهده نشد ($P > 0.05$). pH نمونه‌ی P-0.3 در روزهای ۱، ۱۵ و ۶۰ نگهداری به طور معنی‌داری کمتر از دو نمونه دیگر حاوی پکتین بود (شکل ۱). در روز ۶۰ نگهداری به ترتیب pH نمونه‌های کنترل، P-0.1، P-0.2 و P-0.3 به میزان ۰/۵۵، ۰/۵۴، ۰/۵۶ و ۰/۶۰ نسبت به روز ۱ کاهش یافت.

در نمونه‌های حاوی پکتین، در روز ۱ نگهداری اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ی کنترل و P-0.1 با P-0.2 و P-0.3 مشاهده شد ($P < 0.05$) (شکل ۲). از روز ۳۰ نگهداری به بعد، بیشترین میزان اسیدیته در نمونه‌ی P-0.3

1 - General linear model
2 - Tukey's test
3 - Minitab

4 - Kruskal Wallis test
5 - Mann-Whitney

مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری بین P-0.2 و P-0.1 مشاهده نشد ($P > 0.05$). در روز پایانی نگهداری مقادیر اسیدیتة نمونه‌های حاوی ۰/۳ و ۰/۲ در صد پکتین به طور معنی‌داری بالاتر از نمونه‌ی کنترل بود. در روز ۶۰ نگهداری مقادیر اسیدیتة نمونه‌های P-0.1، P-0.2 و P-0.3 به ترتیب ۵۶/۰۶، ۶۶/۹۳ و ۷۲/۱۴ در صد نسبت به روز ۱ افزایش یافت حال آنکه در نمونه‌ی کنترل میزان افزایش اسیدیتة ۵۲/۰۸ در صد بود. اختلاف معنی‌داری بین مقادیر اسیدیتة هر یک از نمونه‌های حاوی پکتین در روزهای ۱۵ و ۳۰ نگهداری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ [۱۵]، pH و اسیدیتة از جمله پارامترهای کیفی مهم کشک هستند که تغییرات آن‌ها بایستی در طول دوره‌ی نگهداری کشک مورد بررسی قرار گیرد. در این مطالعه pH و اسیدیتة رابطه‌ی معکوسی با یکدیگر داشتند. افزودن صمغ پکتین با کاهش جزئی pH نسبت به نمونه‌ی کنترل در روز ابتدائی نگهداری همراه بود که بخشی از این تفاوت را می‌توان به ویژگی‌ها و ماهیت پودر پکتین مورد استفاده نسبت داد. پکتین به دلیل وجود واحدهای گالاکتورونیک اسید تا حدودی دارای ویژگی‌های اسیدی است و pH این پودر طبق برگه آنالیز ارائه شده توسط شرکت سازنده ۴/۶-۴/۱ می‌باشد. در کل اسیدی بودن pH و بالا بودن اسیدیتة نمونه‌های کشک به دلیل این است که بخش اعظم فرمولاسیون این کشک‌ها را ماست (۹۱/۵ در صد) و مقدار کمی از آن را پودر کشک خشک (۲ در صد) تشکیل داده است که طبیعتاً دارای pH اسیدی می‌باشند. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۶۱۲۷ [۵] بیشینه‌ی pH و کمینه‌ی اسیدیتة (بر حسب درصد اسید لاکتیک) در کشک‌های مایع صنعتی به ترتیب بایستی ۴/۲ و ۱/۳ در صد باشد. طبق شکل‌های ۱ و ۲، pH و اسیدیتة‌ی تمامی نمونه‌های کشک مطابق با ویژگی‌های استاندارد ذکر شده می‌باشد.

بالا بودن افزایش اسیدیتة نمونه‌های کشک مربوط به ادامه تخمیر لاکتوز باقی مانده می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد علی‌رغم پاستوریزاسیون فرآورده‌های تخمیری، برخی از سویه‌های لاکتیکی مقاوم به حرارت زنده مانده و با فعالیت خود در طی دوره‌ی نگهداری سبب افزایش اسیدیتة و کاهش pH می‌شوند [۲۳].

در افزودن انواع نشاسته تاپیوکای اصلاح شده شامل نشاسته تاپیوکا فسفریله با اتصالات عرضی^۱ (CLTS)، نشاسته تاپیوکا با گروه‌های جایگزین اکتینیل سوکسنیل^۲ (OSTS) و نشاسته تاپیوکا با گروه‌های هیدروکسی پروپیل^۳ (HPTS) به فرمولاسیون کشک، در اولین روز از ذخیره سازی، افزودن نشاسته در سطوح مختلف (۰/۵، ۱ و ۱/۵ در صد) مقادیر اسیدیتة را به میزان قابل توجهی افزایش داد. pH و اسیدیتة نمونه‌های حاوی HPTS تغییرات چندانی را نشان نداد. محدوده‌ی تغییرات pH نمونه‌ها در روز اول از ۳/۸۷-۳/۷۸ بود که به ۳/۷۰-۳/۵۸ در روز ۶۰ نگهداری رسید و در مورد اسیدیتة محدوده‌ی تغییرات ۱/۸۰-۱/۷۲ در روز ۱ بود که به ۱/۸۸-۱/۸۰ در صد در پایان نگهداری رسید. اسیدیتة تمامی نمونه‌ها از روز ۱ به روز ۶۰ به طور قابل توجهی افزایش یافت که این مورد با کاهش مقدار pH در نمونه‌ها همراه بوده است. افزایش اسیدیتة در حضور ترکیبات پلی ساکاریدی به افزایش زنده‌مانی باکتری‌های اسید لاکتیک و تبدیل هر چه بیشتر لاکتوز به اسید لاکتیک نسبت داده شد [۴]. نمونه‌های کشک حاوی ژل هیدروکلوئیدی حاصل از پسلیوم (*Plantago ovata* Forsk) (PHG) در غلظت‌های ۰/۷۵ - ۰/۱ در صد و نسبت‌های مختلف پودر کشک خشک (DKP) (۱۵-۲۵ در صد) از نظر تغییرات pH مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد هر دو عامل تاثیر معنی‌داری بر مقادیر pH داشتند و بیشترین مقادیر pH در نمونه‌های حاوی ۱۵ در صد کشک خشک و ۰/۷۵ در صد از PHG مشاهده

1 - phosphorylated cross-linked tapioca starch
2 - Octenyl succinic anhydride substituted tapioca starch

3 - Hydroxypropylated tapioca starch

شد. تغییرات pH به تخمیر توسط باکتری‌های اسید لاکتیک نسبت داده شد و در نمونه‌های حاوی مقادیر کمتر DKP به دلیل محتوای لاکتوز کمتر، این تغییرات کمتر بود. افزایش مقدار PHG با افزایش مقادیر pH نمونه‌ها همراه بود که به افزایش ویسکوزیته‌ی محیط، فقدان اکسیژن و کاهش سرعت انتقال سوبستراهائی از قبیل لاکتوز به باکتری‌ها و در نتیجه کند شدن روند تخمیر لاکتیکی نسبت داده شد [۶].

۳-۲- ظرفیت نگهداری آب و آب اندازه‌ی

جدایش فازی یا آب اندازه‌ی به خروج خود به خودی آب از بدنه‌ی محصولاتی نظیر ماست یا کشک گفته می‌شود که خود ناشی از شبکه زلی ضعیف محصول می‌باشد. WHC نیز در واقع تمایل محصولات به حفظ آب یا مقاومت آن در برابر جداسازی فاز آبی است. تغییر در این دو ویژگی بایستی در طول زمان نگهداری پایش شود [۲۴]. نتایج آنالیز واریانس نشان داد نوع تیمار، زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر آب اندازه‌ی و WHC نمونه‌های کشک داشتند ($P < 0.05$). نمونه‌ی کنترل بیشترین میزان آب اندازه‌ی را در روزهای مختلف آزمایش نشان داد به طوری که میزان آب اندازه‌ی آن در روز ۱ آزمایش 1.02 ± 0.80 درصد بود و پس از ۶۰ روز نگهداری به طور معنی‌داری افزایش و به 1.06 ± 0.39 درصد رسید (شکل ۳). نمونه‌های حاوی پکتین توانستند روند آب اندازه‌ی را نسبت به نمونه‌ی کنترل به تعویق بیندازند. در روز ۱ آزمایش میزان آب اندازه‌ی در نمونه‌های حاوی پکتین بین $1.05/38 - 1.07/77$ درصد متغیر بود. در روز ۱۵ نگهداری میزان آب اندازه‌ی در نمونه‌ی P-0.1 اختلاف معنی‌داری با نمونه‌ی کنترل نداشت ($P > 0.05$) و در فاصله‌ی روزهای ۳۰ تا ۶۰ روز تغییرات معنی‌داری از نظر میزان آب اندازه‌ی در این نمونه مشاهده نشد ($P > 0.05$). در نمونه‌های P-0.2 و P-0.3 علی‌رغم کاهش معنی‌دار آب اندازه‌ی نسبت به نمونه‌ی کنترل، در صد آب اندازه‌ی طی روزهای آزمایش روند ثابتی نداشت و تا روز ۳۰ نگهداری افزایش و سپس کاهش یافت. در روز پایانی نگهداری میزان

آب اندازه‌ی در نمونه‌های P-0.1، P-0.2 و P-0.3 نسبت به نمونه‌ی کنترل به ترتیب $1/41$ ، $3/82$ و $59/75$ درصد کاهش یافت (شکل ۳).

نمونه‌های حاوی پکتین هم چنین دارای WHC بالائی بودند به طوری که در روز ۱ نگهداری، مقادیر WHC بین $95/19 - 91/36$ درصد متغیر بود که به طور معنی‌داری از نمونه‌ی کنترل بالاتر بود (0.72 ± 0.88 درصد) ($P < 0.05$). نمونه‌های حاوی پکتین در تمامی روزهای آزمایش مقادیر WHC بالاتری نسبت به نمونه‌ی کنترل داشتند ($P < 0.05$) و مقادیر WHC نمونه‌های P-0.1، P-0.2 و P-0.3 به ترتیب بین $92/81 - 90/02$ درصد، $94/76 - 93/30$ درصد و $96/47 - 95/19$ درصد متغیر بود (شکل ۴). اختلاف معنی‌داری بین مقادیر WHC هر یک از نمونه‌های P-0.3 و P-0.2 بین روزهای مختلف آزمایش مشاهده نشد ($P > 0.05$) و در واقع WHC آن‌ها تغییرات معنی‌داری در طول زمان نشان نداد. آب اندازه‌ی نمونه‌های کشک به ویژه نمونه‌ی کنترل در طول زمان نگهداری آن به تدریج افزایش یافت. یکی از دلایل اصلی آب اندازه‌ی در محصولاتی نظیر کشک به عنوان ماست تغلیظ شده حاوی درصدهای بالای نمک، آرایش مجدد شبکه کازئینی ماست موجود در فرمولاسیون به دلیل بر همکنش‌های شدید پروتئین-پروتئین می‌باشد که سبب کاهش WHC پروتئین‌ها و در نتیجه افزایش آب اندازه‌ی در طول زمان می‌شود [۲، ۲۵].

بالاتر بودن میزان آب اندازه‌ی در نمونه‌های حاوی پکتین در روزهای ابتدائی نگهداری را می‌توان به تشکیل تعداد کمتری پیوندهای هیدروژنی بین پکتین و آب نسبت داد. در طول دوره‌ی نگهداری و به ویژه از روز ۳۰ نگهداری به بعد، این پیوندها افزایش و میزان آب اندازه‌ی نسبت به روزهای ۱۵ و ۳۰ نگهداری کاهش یافت و پکتین عملکرد بهتری در کنترل روند آب اندازه‌ی نشان داد. در پلی ساکاریدهای نظیر پکتین که ماهیت آنیونی دارند، مکانیسم پایدار سازی فرآورده‌های لبنی متفاوت است. پکتین جزء

هیدروکلونیدهای است که با تشکیل ژل قادر به پایدارسازی فرآورده‌ی لبنی است. تشکیل ژل عبارت است از اتصالات تصادفی اجزای پلیمری پراکنده در یک دیسپرسیون به طوری که یک شبکه سه بعدی تشکیل داده که آب را در فواصل خود جای می‌دهد. شرط تشکیل این شبکه ژلی وجود نقاط اتصالی بین دو رشته پلیمری است. مکانیسم تشکیل ژل توسط پکتین که یک پلی ساکارید آنیونی می‌باشد، ژلی شدن یونی می‌باشد که در آن زنجیره‌های هیدروکلونیدی با کاتیون-ها اتصالات عرضی برقرار می‌کنند. پکتین می‌تواند ژل‌های برگشت پذیر حرارتی در pH های اسیدی تشکیل دهد [۲۶]. هم‌چنین این قبیل هیدروکلونیدهای آنیونی می‌توانند به دلیل وجود بار در ساختار خود با ذرات دارای بار مثبت نظیر بارهای موجود در میسل‌های کازئین واکنش داده و از طریق برهمکنش‌های پلی ساکاریدی-پروتئینی به قوی‌تر شدن شبکه کازئینی کمک نمایند [۴]. پکتین مورد استفاده در این مطالعه از نوع با درجه متوکسیل پائین می‌باشد. در پکتین‌های LM، حدود ۴۰-۲۰٪ از گروه‌های اسیدی کربوکسیل متیله شده است و بنابراین دارای تعداد زیادی از گروه‌های اسیدی آزاد برای اتصال به یون‌های دو ظرفیتی می‌باشند. این گروه در محدوده‌ی وسیعی از pH (۲-۶) هم در حضور و هم بدون حضور شکر قادر به تشکیل ژل هستند اما شرط لازم برای تشکیل ژل توسط این گروه حضور یون‌های کلسیم (Ca^{+2}) می‌باشد. در صورتی که اتصالات عرضی کافی بین گروه‌های اسیدی و یون‌های دو ظرفیتی برقرار گردد، یک شبکه سه بعدی حاصل شده که می‌تواند آب را به دام ببنداند و ژل تشکیل دهد [۲۷]. در مطالعه‌ی Shiroodi و همکاران [۲] تاثیر درصدهای مختلف صمغ کتیرا (۰/۱-۰/۵ در صد) بر بروز آب اندازی در کشک کم چرب مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد با افزایش غلظت کتیرا تاثیر آن بر مهار آب اندازی افزایش یافته و بیشترین میزان در کشک حاوی ۰/۱ در صد کتیرا مشاهده شد. عملکرد کتیرا به افزایش ویسکوزیته‌ی فاز پیوسته و به دام انداختن ذرات کازئینی

تجمع یافته نسبت داده شد. در پژوهش دیگری تاثیر افزودن فیبر مرکبات غنی از پکتین در دو سطح ۰/۱ و ۱ در صد به دو شکل پودر نرم و ذرات درشت، بر آب اندازی ماست قالبی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد در کل فیبرها در هر دو شکل توانستند آب اندازی را به طور قوی مهار کنند و به ویژه در ماست‌های حاوی فیبرهای با ذرات درشت هیچ آب اندازی تشخیص داده نشد و در نمونه‌ی کنترل بیشترین میزان آب اندازی مشاهده گردید. توانائی این فیبرها در مهار آب اندازی، به تثبیت آب توسط اجزای نامحلول شبکه‌ی فیبری و نیز تشکیل ژل اجزای پکتینی موجود در فیبر نسبت داده شد [۲۸].

۳-۳- پارامترهای رنگ

رنگ یکی از فاکتورهای بسیار مهم در بازارپسندی محصولات لبنی محسوب می‌شود. غنی سازی محصولات لبنی بایستی با حداقل تغییرات در ویژگی‌های ظاهری را در زمان فرآوری و نگهداری همراه باشد [۲۹، ۳۰]. جدول ۲ مقادیر اندازه گیری شده برای فاکتورهای L^* ، b^* و اندیس سفیدی (WI) فرمولاسیون‌های مختلف کشک مایع طی ۶۰ روز نگهداری را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است تغییرات a^* در طول زمان نگهداری در هیچ کدام از تیمارها معنی دار نبود ($P > 0/05$). نتایج آنالیز واریانس نشان داد نوع فرمولاسیون، زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها تاثیر معنی داری بر هر سه فاکتور رنگی مورد بررسی نمونه‌های کشک داشتند ($P < 0/05$). در نمونه‌های حاوی ۰/۲ و ۰/۳ در صد پکتین در روز ۱ و ۱۵ مقادیر فاکتور L^* به طور معنی داری نسبت به نمونه‌ی کنترل کاهش یافت ($P < 0/05$). در روز ۳۰ نگهداری، اختلاف معنی داری بین نمونه‌های کنترل با تمامی نمونه‌های حاوی پودر پکتین وجود داشت ($P < 0/05$) اما اختلاف بین مقادیر L^* نمونه‌های P-0.2 و P-0.3 مشاهده نشد (جدول ۲). در روزهای ۴۵ نگهداری L^* نمونه‌ی کنترل به طور معنی داری کمتر از نمونه‌های حاوی پکتین بود ($P < 0/05$) اما اختلاف معنی داری بین نمونه‌ی کنترل و P-0.2 در روز

۶۰ نگهداری مشاهده نشد ($P > 0/05$). هم چنین نتایج حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار بین مقادیر L^* در روزهای مختلف آزمایش برای هریک از نمونه‌های حاوی پکتین بود. در نمونه‌های کنترل بیشترین مقدار L^* مربوط به روزهای ۳۰ نگهداری بود و پس از آن کاهش یافت در حالی که در نمونه‌های حاوی پکتین این میزان در روز ۴۵ نگهداری مشاهده شد و پس از آن به تدریج کاهش یافت (جدول ۲).

افزودن پکتین به فرمولاسیون کشک با کاهش معنی‌دار فاکتور b^* نسبت به نمونه‌ی کنترل همراه بود. بخشی از تغییر رنگ مشاهده شده و افزایش b^* را می‌توان به رنگ سفید پودر پکتین مورد استفاده نسبت داد که در برگه آنالیز ارائه شده توسط شرکت سازنده رنگ آن Cream to white قید شده است. در روز ۱، کشک‌های حاوی پودر پکتین دارای مقادیر b^* کمتری نسبت به نمونه‌ی کنترل بودند اما اختلاف معنی‌داری بین تأثیر سطوح مختلف پودر پکتین بر این فاکتور مشاهده نشد ($P > 0/05$). در سایر روزهای آزمایش اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌های حاوی سطوح مختلف پکتین مشاهده شد ($P < 0/05$) به طوری که نمونه‌ی P-0.3 بیشترین و نمونه‌ی P-0.1 کمترین میزان b^* را به خود اختصاص دادند. به جز نمونه‌ی P-0.1، در دو نمونه‌ی دیگر حاوی پکتین، با افزایش زمان نگهداری b^* به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0/05$). تغییرات b^* در نمونه‌ی کنترل و P-0.3 روند مشخصی را نشان نداد، در نمونه‌ی P-0.1 نیز علی‌رغم کاهش جزئی b^* در فاصله بین روزهای ۱ تا ۱۵، در سایر روزهای آزمایش افزایش معنی‌داری در این مقادیر مشاهده گردید ($P < 0/05$). در نمونه‌های P-0.2 شاهد افزایش معنی‌دار b^* در طول دوره نگهداری بودیم

WI یکی از ویژگی‌های رنگی مهم در مواد غذایی با رنگ سفید می‌باشد و از آنجائی که کشک مایع با رنگ سفید متمایل به کرم شناخته شده است، لذا این شاخص با در دست داشتن مقادیر L^* و b^* محاسبه گردید. در تمامی روزهای آزمایش تیمار P-0.1 بیشترین مقادیر WI را به خود

اختصاص داد. هم چنین با افزایش در صد پکتین، شاخص WI در تمامی روزهای آزمایش کاهش یافت که به دلیل افزایش b^* و کاهش مقادیر L^* است. به جزء روز ۳۰ نگهداری، نمونه‌ی کنترل کمترین مقادیر WI را نشان داد و اختلاف معنی‌داری با نمونه‌های حاوی پکتین داشت. تغییرات WI نمونه‌ی P-0.1 در طول زمان روند منظمی نداشت اما بیشترین میزان آن در روز ۱۵ مشاهده گردید که اختلاف معنی‌داری با روز ۴۵ نداشت ($P < 0/05$). در روز P-0.3، P-0.2 و P-0.1 بیشترین مقادیر WI را به خود اختصاص دادند اما اختلاف معنی‌داری بین نمونه‌ی کنترل و P-0.2 مشاهده نشد ($P > 0/05$). در نمونه‌های P-0.2 و P-0.3 تا روز ۴۵ نگهداری افزایش تدریجی WI مشاهده شد، پس از آن به طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0/05$) (جدول ۲). در کل اگرچه ویژگی‌های رنگی نمونه‌های کشک با افزودن پکتین تغییرات معنی‌داری نشان داد، اما این تغییرات با چشم قابل تشخیص نبود. بنابراین قابلیت پذیرش محصول تحت تأثیر قرار نمی‌گیرد که در نتایج ارزیابی حسی مشهود است.

در مطالعه‌ی افزودن ژل هیدروکلونیدی پسلیوم (PHG) و پودر کشک خشک بر فاکتور L^* نمونه‌های کشک مایع در طی نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد در سطح ثابت کشک خشک، افزایش میزان PHG با کاهش قابل ملاحظه‌ی L^* همراه بود. محققین اذعان داشتند اندازه ذرات در یک سیستم کلونیدی به شدت قابلیت پراکنش نور را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در اثر بر هم کنش‌های الکترواستاتیکی بین PHG و میسل‌های کازئین، در سطح ۰/۵ در صد PHG، تعداد زیادی ذرات کوچک تشکیل گردید که قادر به پراکنش بیشتر نور می‌باشند. حال آنکه در غلظت‌های بالاتر هیدروکلونید به دلیل افزایش میزان پلی ساکاریدهای آنیونی جذب نشده روی میسل‌های کازئین، میزان دافعه افزایش و اندازه ذرات افزایش یافت و در نتیجه میزان L^* کاهش یافت [۶]. در مطالعه‌ی Ng و همکاران [۳۱] تأثیر پکتین، اینولین، بتاگلوکان و گالاتئولایگوساکارید بر

فاکتورهای رنگی ماست هم زده بدون چربی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد افزودن این ترکیبات تاثیری بر مقادیر a^* و b^* نداشت اما فاکتور L^* تحت تاثیر افزودن این ترکیبات قرار گرفت. نمونه‌های حاوی اینولین، گالاتکتوالیگوساکارید و بتاگلوکان و کنترل دارای L^* بیشتری نسبت به پکتین بودند.

۳-۴- سفتی^۱

بافت مواد غذایی عبارت است از کلیه جنبه‌های رئولوژیکی و ساختاری (هندسی و سطحی) محصول که با روش‌های مکانیکی، لمسی و گاهی دیداری و شنیداری قابل درک هستند [۳۲]. بافت کشک یکی از پارامترهای کیفی تعیین کننده محسوب می‌شود. معمولاً ارزیابی بافت مواد غذایی به صورت چشمی در زمان مصرف یا در دهان و طی جویدن آن رخ می‌دهد، هر چند برخی از جنبه‌های ظاهری محصول نیز در این ارزیابی اثر گذار خواهند بود [۲۳]. در نیم رخ بافتی نمونه‌های غذایی، سفتی عبارت است از مقدار نیروی مورد نیاز در اولین تغییر شکل [۳۳]. از بین ویژگی‌های تعیین شده در نیم رخ بافتی توسط دستگاه بافت سنج، تغییرات سفتی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مربوط به آنالیز نمونه‌های کشک در طول ۶۰ روز نگهداری در یخچال در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود تاثیر تیمار، زمان نگهداری و اثرات متقابل آن‌ها بر تغییرات سفتی نمونه‌ها معنی دار بود ($P < 0/05$). افزودن پکتین به فرمولاسیون کشک، تغییرات معنی‌داری در سفتی نمونه‌ها نسبت به گروه کنترل به دنبال داشت. ۱ روز پس از تولید، سفتی نمونه‌های P-0.1 و P-0.2 به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌ی کنترل بود ($P < 0/05$). پس از آن و طی دوره‌ی نگهداری سفتی تمامی نمونه‌ها افزایش یافت اما این افزایش برای همه نمونه‌ها از روز ۳۰ نگهداری به بعد معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). در تمامی روزهای اندازه‌گیری به جز روز ۳۰، بیشترین سفتی متعلق به نمونه‌ی P-0.3 بود (g -۱۹۰-

۱۲۷/۶۶). سفتی نمونه‌ی P-0.2 در روز ۳۰ بالاتر از P-0.3 و در روز ۱۵ اختلاف معنی‌داری با آن نداشت ($P > 0/05$). سفتی نمونه‌ی P-0.1 از روز ۱۵ نگهداری نسبت به نمونه‌ی کنترل بالاتر بود اما اختلاف آماری معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد ($P > 0/05$). مکانیسم تاثیر پکتین بر ویژگی‌های بافتی کشک ارتباط نزدیکی با بهبود WHC آن‌ها دارد که در بخش ۳-۲ مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات محدودی در زمینه بررسی ویژگی‌های بافتی کشک پس از افزودن هیدروکلونیدها انجام شده است که تاثیر آن‌ها بر خصوصیات بافتی با توجه به نوع هیدروکلونید، ویژگی‌ها و فرمولاسیون کشک و همچنین فرآیند تولید کشک متفاوت است. افزودن انواع نشاسته‌های اصلاح شده با افزایش قابل ملاحظه‌ی سفتی از g ۴۸/۳ در نمونه‌ی کنترل به g ۹۹۹۳/۳۳-۶۹۵/۰۰ در نمونه‌های حاوی انواع مختلف نشاسته تاپیوکای اصلاح شده همراه بود. افزایش سفتی نمونه‌ها در درجه‌ی اول به افزایش ماده‌ی خشک پس از افزودن نشاسته ارتباط داده شد. علاوه بر این بر گروه‌های فعال آمیلوز/آمیلوپکتین در زنجیره‌های نشاسته و جذب مقدار بیشتری آب و افزایش ویسکوزیته فاز پیوسته، سبب افزایش سفتی در نمونه‌ها شدند [۴]. افزودن پکتین زالزلک و پکتین تجاری به فرمولاسیون ماست هم زده در سطوح مختلف (۰/۲- ۰/۲۵ در صد) با تغییرات قابل ملاحظه‌ی ویژگی‌های بافتی نسبت به نمونه‌ی کنترل همراه بود. نتایج نشان داد در سطح ۰/۲ در صد پکتین، میزان سفتی ۵۱/۰۹ در صد نسبت به نمونه‌ی کنترل افزایش یافت و این پکتین توانست سبب تحکیم ساختار شبکه‌ی درونی ماست و به دنبال آن افزایش پایداری و کاهش آب اندازی شود. بین غلظت پکتین زالزالک و درجه سفتی بافت همبستگی مثبت وجود داشت اما در مورد پکتین تجاری سبب، ابتدا با افزایش غلظت، سفتی افزایش (تا غلظت ۰/۱ در صد) و سپس کاهش یافت [۳۴].

۳-۵- ویژگی‌های میکروبیولوژیکی

در طول زمان نگهداری هیچ گونه رشدی از کلی فرم، کپک و مخمر در نمونه‌ها مشاهده نشد که دلیل آن احتمالاً پاستوریزاسیون نمونه‌های کشک می‌باشد. طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۴۰۶ [۳۵] حدود مجاز میکروبی در شمارش کلی فرم، اشرشیا کلی، استافیلوکوکوس‌های کوآگولاز مثبت، کپک و مخمر و کلستریدیوم‌های احیاء کننده‌ی سولفیت به ترتیب 10^6 CFU/g، منفی، منفی و 10^6 CFU/g می‌باشد. تمامی فرمولاسیون‌های کشک مورد بررسی تا پایان دوره‌ی میکروبی حدود مجاز استاندارد ایران را از نظر رشد میکروارگانیسم‌های عامل فساد را دارا بودند.

۳-۶- ویژگی‌های حسی

ارزیابی حسی این امکان را فراهم می‌آورد که آنالیز کاملی از ویژگی‌های مختلف ماده غذایی که توسط حواس پنج گانه انسان درک می‌شود، به عمل آید [۳۶]. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، اختلاف معنی‌داری بین مقبولیت بوی تیمار نمونه‌های حاوی پکتین با نمونه‌ی کنترل در هیچ کدام از روزهای ارزیابی حسی مشاهده نشد و این امتیاز برای تمامی نمونه‌ها تا پایان دوره نگهداری کاهش معنی‌داری نشان داد ($P < 0.05$). از نظر مزه در کل تیمارهای حاوی پکتین نسبت به کنترل امتیاز طعم پائین‌تری داشتند و اکثر ارزیابان طعم اسیدی تری را در نمونه‌های حاوی پکتین درک کردند. این طعم اسیدی تر می‌تواند با اسیدیته بالاتر و pH پائین‌تر نمونه‌های حاوی پکتین مرتبط باشد. با این وجود اختلاف معنی‌داری بین امتیاز نمونه‌های حاوی پکتین با نمونه‌ی کنترل در روزهای ۱ و ۶۰ ارزیابی حسی مشاهده نشد ($P > 0.05$) اما در روز ۳۰، امتیاز مزه‌ی نمونه‌ی کنترل به طور معنی‌داری بالاتر از سایر فرمولاسیون‌ها بود ($P < 0.05$). اگر چه هم سو با نتایج کاهش pH و افزایش اسیدیته طی نگهداری نمونه‌ها، امتیاز حسی مزه و بوی نمونه‌ها نیز به تدریج کاهش یافت، با این وجود این امتیازات برای تمامی نمونه‌ها تا روز پایانی نگهداری در حد قابل قبول باقی ماند (امتیاز بالاتر از ۳) (جدول ۴). عدم تغییرات معنی‌دار امتیاز بو و مزه‌ی نمونه‌ها

نشان داد اگر چه اسیدیته نمونه‌ها در طول زمان نگهداری افزایش یافت که نشان دهنده ادامه تخمیر لاکتیکی در محصول است، اما این تخمیر با تولید ترکیباتی که سبب تغییر در مزه و بوی محصول یا ایجاد بوی ناخوشایند شوند، همراه نبوده است.

هم‌چنین آب اندازی ظاهری در نمونه‌های کنترل و P-0.1 نیز با امتیازات پائین‌تر ارائه شده به این ویژگی با نتایج مربوط به آزمون‌های تعیین آب اندازی مطابقت داشت. در روزهای ۱ و ۳۰، نمونه‌های P-0.2 و P-0.3 امتیاز بیشتری از نظر این ویژگی از نظر ارزیابان حسی دریافت کردند. در روز پایانی نگهداری P-0.1 کمترین امتیاز را از این نظر دریافت نمود که اختلاف معنی‌داری با سایر فرمولاسیون‌های حاوی پکتین داشت. امتیاز آب اندازی ظاهری برای تمامی نمونه‌ها در طول زمان نگهداری کاهش یافت. در تمامی روزهای ارزیابی بیشترین امتیاز رنگ و ظاهر به ترتیب مربوط به تیمارهای P-0.3 و P-0.2 و کمترین آن به ترتیب متعلق به تیمار Control و P-0.1 بود. یکی از دلایل این امتیاز بالا ظاهر یکنواخت نمونه در این دو تیمار بود که معمولاً اولین مبنای قضاوت کیفیت محصول می‌باشد و در کشک‌های حاوی غلظت‌های بالای پکتین به دلیل فقدان آب اندازی و ظاهری یکنواخت این کشک‌ها امتیاز بالاتری گرفتند. امتیاز رنگ و ظاهر نمونه‌های کنترل، P-0.2 و P-0.3 در طول زمان نگهداری اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P > 0.05$) اما این امتیاز برای نمونه‌ی P-0.1 در روزهای ۳۰ و ۶۰ نگهداری اختلاف معنی‌داری با روز ۱ داشت ($P < 0.05$) (جدول ۴). قوام کشک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی است که مصرف کنندگان آن را در زمان مصرف ارزیابی می‌کنند و ارتباط تنگاتنگی با میزان آب اندازی کشک دارد. هم‌چنین ارزیابی قوام و بافت نمونه‌ها توسط ارزیابان با نتایج به دست آمده در آنالیز سفتی نمونه‌ها مطابقت داشت. ارزیابان به خوبی توانستند این ویژگی کشک را ارزیابی و نمونه‌ها را از یکدیگر تفکیک نمایند. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بود که تأثیر

تیمار و زمان نگهداری بر امتیاز بافت و قوام تیمارهای مختلف کشک معنی دار ($P < 0/05$) اما اثرات متقابل آن‌ها این ویژگی حسی معنی دار نبود ($P > 0/05$). نمونه‌های کنترل و P-0.1 کمترین امتیاز بافت را به خود اختصاص دادند و در تمام روزهای آزمایش اختلاف معنی داری با نمونه‌ی P-0.3 نشان دادند. امتیاز بافت و قوام نمونه‌های کنترل و P-0.1 به ترتیب در در روزهای ۶۰ و ۳۰ نگهداری در حد قابل قبول باقی نماند (امتیاز کمتر از ۳). هم چنین تغییرات این امتیاز برای تمامی نمونه‌ها معنی دار نبود ($P > 0/05$) (جدول ۴). آنالیز واریانس نشان داد اثرات اصلی تیمار و زمان نگهداری بر امتیاز پذیرش کلی نمونه‌های کشک معنی دار بود ($P < 0/05$). در تمامی روزهای ارزیابی حسی بیشترین امتیاز ارزیابی حسی به ترتیب مربوط به تیمارهای P-0.1، P-0.2، P-0.3 و کنترل بود و اختلاف معنی داری بین P-0.3 با نمونه کنترل در روزهای ۱ و ۶۰ نگهداری مشاهده گردید. کاهش امتیاز پذیرش کلی در طول زمان نگهداری برای هیچ یک از نمونه‌ها معنی دار نبود. در روز پایانی آزمایش امتیاز پذیرش کلی تمامی نمونه‌ها بالاتر از حد پذیرش بود (جدول ۳).

تاثیر سه نشاسته تاپوکا اصلاح شده بر ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تفاوت معنی داری بین بوی همه گونه‌های کشک در طول دوره نگهداری وجود نداشت که همسو با نتایج این تحقیق است. امتیاز رنگ نمونه‌های مختلف نیز تغییرات قابل ملاحظه‌ای در زمان نگهداری نشان نداد. امتیازات مربوط به ارزیابی چسبندگی، احساس دهانی، طعم و پذیرش کلی به طور قابل توجهی در طول دوره ذخیره سازی کاهش یافت. نتایج هم چنین حاکی از آن بود افزایش غلظت هر یک از انواع نشاسته سبب افزایش امتیاز بافت، چسبندگی، احساس دهانی، طعم و پذیرش کلی گردید [۴].

۴- نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد پکتین به عنوان هیدروکلویید شناخته شده، مجاز و ایمن در محصولات غذایی قابل استفاده در فرمولاسیون‌های فرآورده‌های تخمیری شیر از جمله کشک می‌باشد و می‌تواند ویژگی‌های عملکردی و حتی تکنولوژیکی آن‌ها را اصلاح نمایند. نتایج این تحقیق نشان داد میزان بروز آب اندازی در کشک مایع صنعتی حاوی پکتین به مراتب از نمونه کنترل این محصول پائین‌تر است که با افزایش WHC این کشک‌ها در مقایسه با گروه کنترل قابل توضیح است. نتایج هم چنین نشان داد که یکی دیگر از اثرات مفید افزودن پکتین به کشک عملکرد چشمگیر و قابل ملاحظه این صمغ در بافت نهایی و سفتی محصول است که ویژگی‌های حسی و قابلیت پذیرش مصرف کننده را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. اگرچه افزودن پکتین سبب تغییرات معنی دار در فاکتورهای رنگ شامل L^* و b^* و WI گردید اما این تغییرات در آزمون حسی نظر ارزیابان را به طور معنی داری تحت تاثیر قرار نداد. افزودن پکتین به کشک در سطح ۰/۱ در صد، اثرات غیر قابل قبولی بر ویژگی‌های حسی نظیر بافت و قوام و آب اندازی ظاهری داشت و به طوری که امتیاز این ویژگی‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از سایر فرمولاسیون‌های حاوی پکتین بود. از آنجائی که توصیه شده است تولید محصولات لبنی حاوی هیدروکلوییدها بایستی با حداقل تغییرات در ویژگی‌های حسی و تکنولوژیکی محصول همراه باشد، توصیه می‌شود از هیدروکلویید پکتین در سطح ۰/۳ - ۰/۲ در صد در فرمولاسیون کشک مایع صنعتی استفاده شود.

۵- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد می‌باشد، لذا نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز به دلیل حمایت‌های مادی (شماره گرنت SCU.VF1401.38687) و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی کنند.

۶- منابع

- [1] Meybodi, N. M., Ebrahimi, M. T., & Mortazavian, A. M. (2016). Ethnic fermented foods and beverage of Iran. *Ethnic fermented foods and alcoholic beverages of Asia*, 309-322.
- [2] Shiroodi, S. G., Mohammadifar, M. A., Gorji, E. G., Ezzatpanah, H., & Zohouri, N. (2012). Influence of gum tragacanth on the physicochemical and rheological properties of kashk. *Journal of Dairy Research*, 79(1), 93-101.
- [3] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Liquid Kashk— Specifications and test methods. ISIRI no 2452. 1st revision, Karaj: ISIRI; 2015 [in Persian].
- [4] Hosseini, F., & Ansari, S. (2019). Effect of modified tapioca starch on the physicochemical and sensory properties of liquid kashk. *Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 5374-5385.
- [5] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Industrial Liquid Kashk— Specifications and test methods. ISIRI no 6127. 2nd revision, Karaj: ISIRI; 2015 [in Persian].
- [6] Amini, S., Yousefi, S., & Akbarian Moghari, A. (2018). Development and quality characterization of liquid Kashk by incorporating psyllium (*Plantago ovata* Forsk) hydrocolloid gel. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12, 1669-1677.
- [7] Mizrahi, S. (2010). Syneresis in food gels and its implications for food quality. In *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages* (pp. 324-348). Woodhead Publishing.
- [8] Azarikia, F., & Abbasi, S. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. *Food Hydrocolloids*, 24(4), 358-363.
- [9] Beirami-Serizkani, F., Hojjati, M., & Jooyandeh, H. (2021). The effect of microbial transglutaminase enzyme and Persian gum on the characteristics of traditional kefir drink. *International Dairy Journal*, 112, 104843.
- [10] Ghaderi-Ghahfarokhi, M., Yousefvand, A., Ahmadi Gavlighi, H., & Zarei, M. (2021). The effect of hydrolysed tragacanth gum and inulin on the probiotic viability and quality characteristics of low-fat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology*, 74(1), 161-169.
- [11] Haji Ghafarloo, M., Jouki, M., & Tabari, M. (2020). Production and characterization of synbiotic Doogh, a yogurt-based Iranian drink by gum arabic, ginger extract and *B. bifidum*. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1158-1166.
- [12] Ismail, E. A., Aly, A. A., & Atallah, A. A. (2020). Quality and microstructure of freeze-dried yoghurt fortified with additives as protective agents. *Heliyon*, 6(10).
- [13] Naqash, F., Masoodi, F. A., Rather, S. A., Wani, S. M., & Gani, A. (2017). Emerging concepts in the nutraceutical and functional properties of pectin—A Review. *Carbohydrate Polymers*, 168, 227-239.
- [14] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Yoghurt- Specifications and test methods. ISIRI no 695. 6nd revision, Karaj: ISIRI; 2022 [in Persian].
- [15] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and Milk products. Determination of titrable acidity and pH-Test method. ISIRI no 2852. 2nd revision, Karaj: ISIRI; 2022 [in Persian].
- [16] AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition, the Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- [17] Sahan, N. U. R. A. Y., Yasar, K., & Hayaloglu, A. A. (2008). Physical, chemical and flavour quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. *Food hydrocolloids*, 22(7), 1291-1297.
- [18] Mudgil, D., Barak, S., & Khatkar, B. S. (2014). Guar gum: processing, properties and food applications—a review. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 409-418.
- [19] Brennan, C. S., & Tudorica, C. M. (2008). Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(5), 824-833.
- [20] Vyhmeister, S., Geldsetzer-Mendoza, C., Medel-Marabolí, M., Fellenberg, A., Vargas-Bello-Pérez, E., & Ibáñez, R. A. (2019). Influence of using different proportions of cow and goat milk on the chemical, textural and sensory properties of Chanco-style cheese with equal composition. *LWT- Food Science and Technology*, 112, 108226.
- [21] Kiros, E., Seifu, E., Bultosa, G., & Solomon, W. K. (2016). Effect of carrot juice and stabilizer on the physicochemical and microbiological

- properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 69, 191-196.
- [22] Nottagh, S., Hesari, J., Peighamardoust, S. H., Rezaei-Mokarram, R., & Jafarizadeh-Malmiri, H. (2020). Effectiveness of edible coating based on chitosan and Natamycin on biological, physico-chemical and organoleptic attributes of Iranian ultra-filtrated cheese. *Biologia*, 75, 605-611.
- [23] Kaur Sidhu, M., Lyu, F., Sharkie, T. P., Ajlouni, S., & Ranadheera, C. S. (2020). Probiotic yogurt fortified with chickpea flour: physico-chemical properties and probiotic survival during storage and simulated gastrointestinal transit. *Foods*, 9(9), 1144.
- [24] Sakandar, H. A., Imran, M., Huma, N., Ahmad, S., Aslam, H. K. W., Azam, M., & Shoaib, M. (2014). Effects of polymerized whey proteins isolates on the quality of stirred yoghurt made from camel milk. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(7), 1.
- [25] Shaker, R. R., Abu-Jdayil, B., Jumah, R. Y., & Ibrahim, S. A. (2002). Rheological properties of set yogurt as influenced by incubation temperature and homogenization. *Journal of Food Quality*, 25(5), 409-418.
- [26] Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47, 587-597.
- [27] Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Vaclavik, V. A., & Christian, E. W. (2014). Pectins and gums. In: *Essentials of food science*. (pp. 53-61). Springer.
- [28] Kieserling, K., Vu, T. M., Drusch, S., & Schalow, S. (2019). Impact of pectin-rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. *Food Hydrocolloids*, 94, 152-163.
- [29] Zare, F., Champagne, C. P., Simpson, B. K., Orsat, V., & Boye, J. I. (2012). Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures. *LWT-Food Science and Technology*, 45(2), 155-160.
- [30] Acharjee, A., Afrin, S. M., & Sit, N. (2021). Physicochemical, textural, and rheological properties of yoghurt enriched with orange pomace powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15193.
- [31] Ng, S. B. X., Nguyen, P. T., Bhandari, B., & Prakash, S. (2018). Influence of different functional ingredients on physical properties, rheology, tribology, and oral perceptions of no fat stirred yoghurt. *Journal of Texture Studies*, 49(3), 274-285.
- [32] Foegeding, E. A., Daubert, C. R., Drake, M. A., Essick, G., Trulsson, M., Vinyard, C. J., & Van de Velde, F. (2011). A comprehensive approach to understanding textural properties of semi-and soft-solid foods. *Journal of Texture Studies*, 42(2), 103-129.
- [33] Trinh, K. T., & Glasgow, S. (2012). On the texture profile analysis test. In *Proceedings of the Chemeca* (Vol. 2012, pp. 23-26).
- [34] Jiang, Y., Du, J., & Zhang, L. (2020). Textural characteristics and sensory evaluation of yogurt fortified with pectin extracted from steeped hawthorn wine pomace. *International Journal of Food Engineering*, 17(2), 131-140.
- [35] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Microbiology of milk and milk product-Specifications and test methods. ISIRI no 2406. 3rd revision, Karaj: ISIRI; 2017 [in Persian].
- [36] Agrahar-Murugkar, D., Bajpai-Dixit, P., & Kotwaliwale, N. (2020). Rheological, nutritional, functional and sensory properties of millets and sprouted legume based beverages. *Journal of Food Science and Technology*, 57, 1671-1679.

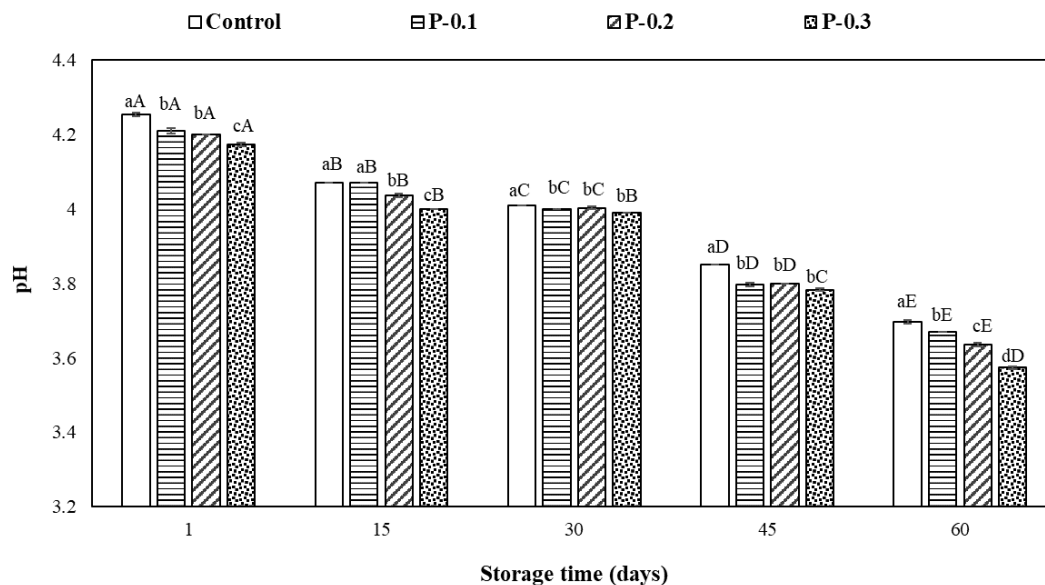


Fig 1 Effect of pectin concentration on pH values of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days

On each day, values with the different lowercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values with the different uppercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$).

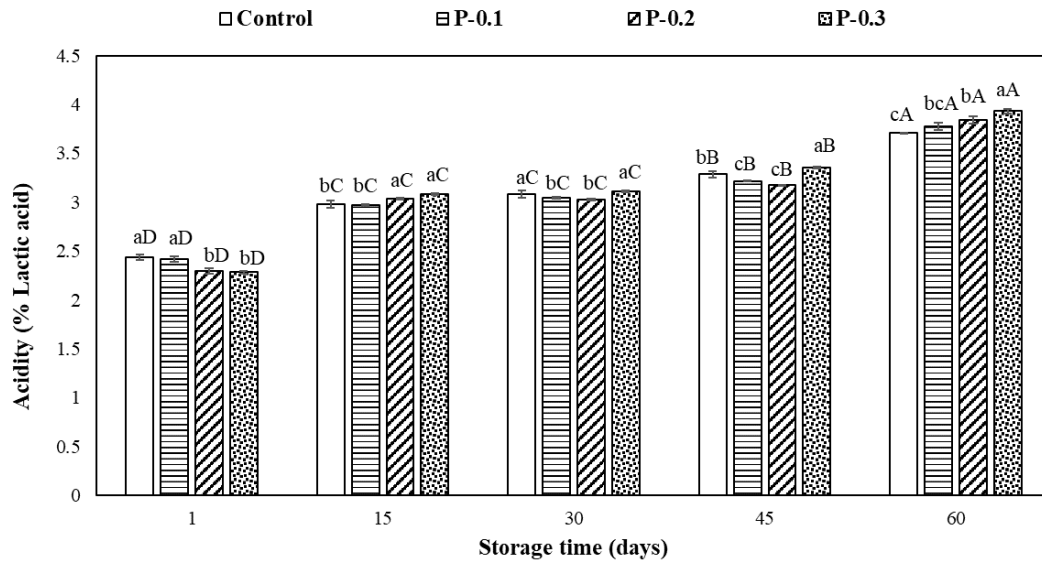


Fig 2 Effect of pectin concentration on titrable acidity values of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days

On each day, values with the different lowercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values with the different uppercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$).

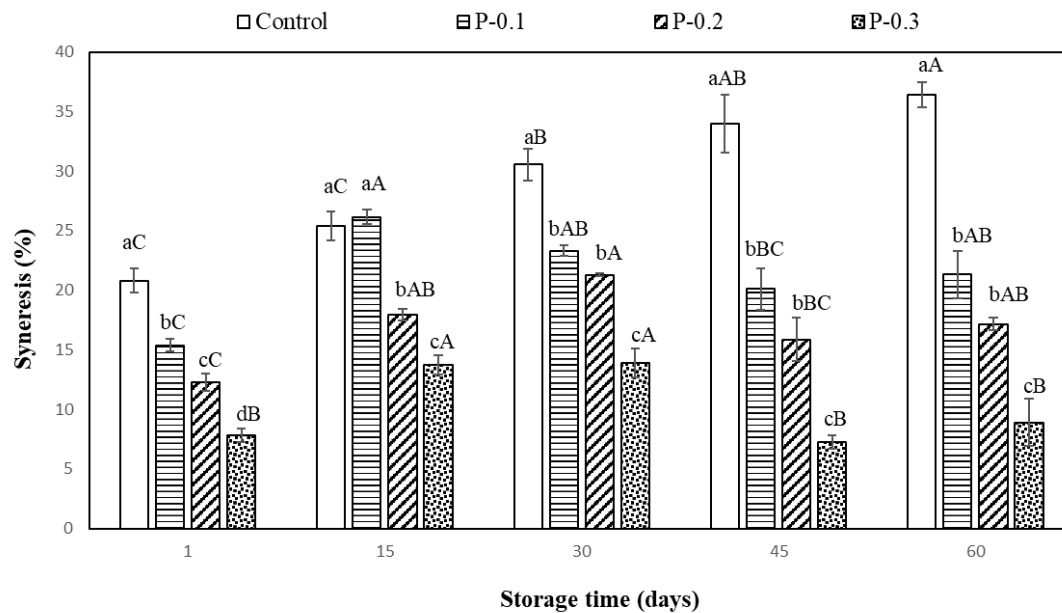


Fig 3 Effect of pectin concentration on syneresis values of Kashk samples during cold storage ($4 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$) for 60 days

On each day, values with the different lowercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values with the different uppercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$).

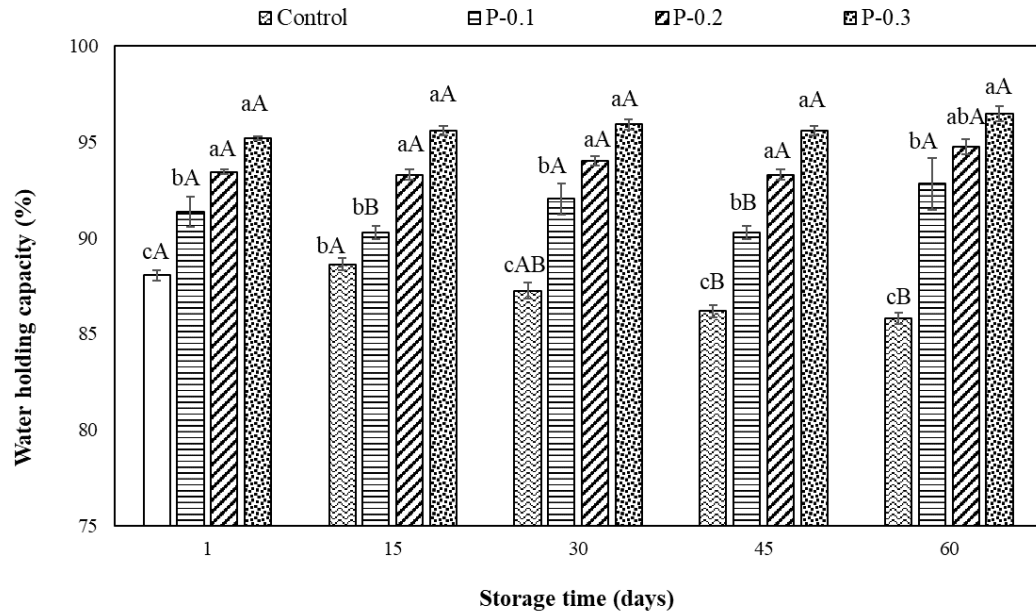


Fig 4 Effect of pectin concentration on water holding capacity of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days.

On each day, values with the different lowercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values with the different uppercase letters on the bars are significantly different ($P < 0.05$).

Table 1 Ingredients of different formulations of industrial liquid Kashk

Formulation	Ingredients			
	Dried Kashk (%)	Yogurt (%)	Milk protein concentrate (%)	Pectin
Control	2	91.5	6.5	0
P-0.1	2	91.5	6.5	0.1
P-0.2	2	91.5	6.5	0.2
P-0.3	2	91.5	6.5	0.3

Table 2 Effect of pectin concentration on color attributes of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days

Color parameter	Formulation	Storage time (days)									
		1		15		30		45		60	
Lightness (L^*)	Control	86.10 ± 0.00	aC	86.56 ± 0.01	aB	86.97 ± 0.04	aA	85.26 ± 0.00	cD	86.03 ± 0.00	cC
	P-0.1	86.06 ± 0.00	aC	86.86 ± 0.00	aA	86.38 ± 0.00	bB	86.86 ± 0.00	aA	86.48 ± 0.00	aB
	P-0.2	85.52 ± 0.38	bD	85.33 ± 0.01	bE	85.82 ± 0.00	cC	86.20 ± 0.00	bA	86.04 ± 0.01	cB
	P-0.3	84.99 ± 0.01	cE	85.42 ± 0.00	bD	85.82 ± 0.00	cC	86.49 ± 0.00	bA	86.16 ± 0.00	bB
Yellowness (b^*)	Control	11.34 ± 0.00	aC	11.22 ± 0.00	aE	11.32 ± 0.00	aD	11.37 ± 0.00	aB	11.45 ± 0.02	aA
	P-0.1	10.85 ± 0.00	bC	10.80 ± 0.01	cE	10.82 ± 0.00	dD	10.92 ± 0.01	dB	11.12 ± 0.00	dA
	P-0.2	10.85 ± 0.01	bE	10.88 ± 0.01	bD	10.91 ± 0.01	cC	10.99 ± 0.00	cB	11.17 ± 0.03	cA
	P-0.3	10.88 ± 0.02	bC	11.22 ± 0.00	aA	11.22 ± 0.00	bA	11.14 ± 0.02	bB	11.23 ± 0.01	bA
Whiteness index (WI)	Control	52.06 ± 0.05	cB	52.90 ± 0.04	bA	52.99 ± 0.03	bA	51.15 ± 0.02	cC	51.70 ± 0.13	cB
	P-0.1	53.60 ± 0.02	aCD	54.45 ± 0.04	aA	53.90 ± 0.00	aBC	54.09 ± 0.04	aAB	53.10 ± 0.09	aD
	P-0.2	52.96 ± 0.42	bAB	52.68 ± 0.02	bBC	53.08 ± 0.05	bA	53.22 ± 0.03	bA	52.78 ± 0.08	bC
	P-0.3	52.33 ± 0.07	cB	51.76 ± 0.02	cC	52.16 ± 0.02	cBC	53.06 ± 0.06	bA	52.42 ± 0.05	bB

Values are mean±standard deviation ($n=3$). For each color attribute on each day, values in the same column with the different lowercase letters are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values in the same row with the different uppercase letters are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3 Effect of pectin concentration on texture attribute (hardness) of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days

Texture property	Formulation	Storage time (days)									
		1		15		30		45		60	
Hardness (g)	Control	113.33 ± 5.63	bB	114.00 ± 0.81	cB	122.33 ± 4.64	cAB	134.33 ± 0.94	cAB	147.00 ± 4.26	cA
	P-0.1	97.66 ± 1.54	cB	129.16 ± 7.57	bA	132.66 ± 7.03	cA	140.83 ± 5.66	cA	153.00 ± 9.62	cA
	P-0.2	101.83 ± 0.94	cC	138.66 ± 7.30	aB	168.50 ± 4.70	aA	170.83 ± 8.42	bA	170.66 ± 8.58	bA
	P-0.3	127.66 ± 0.94	aB	141.66 ± 5.24	aB	148.66 ± 11.72	bAB	186.00 ± 7.78	aA	190.00 ± 12.72	aA

Values are mean±standard deviation ($n=3$). Values in the same column with the different lowercase letters are significantly different on each day ($P < 0.05$)., Values in the same row with the different uppercase letters for each formulation are significantly different ($P < 0.05$).

Table 4 Effect of pectin concentration on sensory attributes of Kashk samples during cold storage (4 ± 1 °C) for 60 days

Sensory attributes	Formulation	Storage time (days)					
		1		30		60	
Odor	Control	4.61 ± 0.48	aA	4.05 ± 1.02	aAB	3.77 ± 0.85	aB
	P-0.1	4.55 ± 0.49	aA	3.88 ± 1.04	aAB	3.77 ± 0.85	aB
	P-0.2	4.72 ± 0.44	aA	3.88 ± 0.80	aAB	3.66 ± 0.88	aB
	P-0.3	4.66 ± 0.66	aA	4.11 ± 0.87	aAB	3.61 ± 0.89	aB
Color and appearance	Control	4.00 ± 0.66	aA	3.52 ± 0.76	bA	3.61 ± 0.89	abA
	P-0.1	4.66 ± 0.47	aA	3.50 ± 0.89	bB	3.50 ± 0.89	bB
	P-0.2	4.62 ± 0.47	aA	4.05 ± 0.70	aA	4.00 ± 0.66	aA
	P-0.3	4.66 ± 0.47	aA	4.00 ± 0.81	aA	3.83 ± 0.89	abA
Texture and consistency	Control	3.16 ± 0.89	bA	3.11 ± 1.14	bA	2.83 ± 0.83	cA
	P-0.1	3.58 ± 0.75	bA	2.77 ± 0.85	bA	3.00 ± 0.88	cA
	P-0.2	3.77 ± 0.62	abA	3.94 ± 0.62	aA	3.58 ± 0.91	bA
	P-0.3	4.38 ± 0.75	aA	4.38 ± 0.59	aA	4.05 ± 0.77	aA
Visual syneresis	Control	3.88 ± 0.93	bA	3.44 ± 0.95	bAB	3.33 ± 0.66	abB
	P-0.1	3.83 ± 0.68	bA	3.22 ± 1.13	bB	3.05 ± 0.70	bB
	P-0.2	4.44 ± 0.68	aA	4.11 ± 0.73	aAB	3.66 ± 0.88	aB
	P-0.3	4.61 ± 0.48	aA	4.22 ± 0.78	aA	3.72 ± 0.86	aB
Taste	Control	4.33 ± 0.66	aA	4.22 ± 0.85	aA	3.50 ± 0.95	aB
	P-0.1	4.11 ± 0.73	aA	3.55 ± 1.06	bB	3.41 ± 1.00	aB
	P-0.2	4.27 ± 0.80	aA	3.55 ± 0.89	bB	3.33 ± 0.81	aB
	P-0.3	4.38 ± 0.59	aA	3.50 ± 0.89	bB	3.33 ± 0.81	aB
Overall acceptability	Control	3.72 ± 0.65	aA	3.33 ± 0.66	aA	3.33 ± 0.66	aA
	P-0.1	3.77 ± 0.71	aA	3.38 ± 0.75	aA	3.40 ± 0.66	aA
	P-0.2	4.16 ± 0.60	aA	3.50 ± 0.61	aA	3.51 ± 0.59	aA
	P-0.3	4.22 ± 0.62	aA	3.61 ± 0.75	aA	3.83 ± 0.68	aA

For each sensory attribute on each day, values in the same column with the different lowercase letters are significantly different ($P < 0.05$). For each formulation, values in the same row with the different uppercase letters are significantly different ($P < 0.05$).



Effect of Pectin Hydrocolloid on Quality Characteristics and Shelf-life of Industrial Liquid Kashk during Refrigeration Storage

Roya Mohammad Nezhad¹, Maryam Ghaderi Ghahfarokhi^{2*}, Mehdi Zarei³, Mohammad Sadegh Arab⁴

1 –MSc Graduate Student in Food Hygiene and Quality control, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

2 –Assistant Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, PO Box 61355-145, Ahvaz, Iran

3 –Professor, Department of Food Hygiene, Faculty of Veterinary Medicine, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

4 –Ph.D of Food Science and Technology, Department of Research and Development, Ramak Dairy Company, Shiraz, Iran

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/1/10

Accepted:2024/3/10

Keywords:

Color,
Liquid Kashk,
Pectin,
Sensory attributes,
Syneresis,
Texture.

DOI: 10.22034/FSCT.21.149.171.

*Corresponding Author E-Mail:
m.ghaderi@scu.ac.ir

ABSTRACT

Kashk is a well-known acid-fermented dairy product with high nutritional value widely consumed in Iran. The main problem with liquid Kashk is phase separation, potentially affecting its rheological textural and microbial quality during storage. In the present study, pectin hydrocolloid was used as a stabilizer in liquid Kashk formulation, and their effects on the physicochemical (pH, acidity, water holding capacity, syneresis, color), textural (hardness), and sensory attributes of the product were investigated during 60 days storage at 4 °C. Four batches of liquid Kashk were prepared using the following formulations: Control (without stabilizer), and P-0.1, P-0.2, and P-0.3 were incorporated with 0.1, 0.2, and 0.3 % (w/w) pectin, respectively. During storage, pectin addition resulted in higher acidity and lower pH of the Kashk, compared to Control. P-0.2 and P-0.3 samples exhibited the highest water-holding capacity and the lowest syneresis compared to the control and P-0.1 samples throughout the storage period. The addition of pectin positively affected the hardness of the samples. With an increase in pectin concentration, the hardness of the samples increased, and from day 30 of storage onwards, the hardness of the P-0.2 and P-0.3 formulations was significantly higher than that of P-0.1 and the Control ($P < 0.05$). Color attributes, including lightness, yellowness, and whiteness index of samples, were influenced considerably by fortification with pectin. Mold and yeast count, as well as the coliform count of samples, were negative during storage. In sensory evaluation, visual syneresis, texture and consistency, color and appearance, and overall acceptability scores were influenced by the concentration of the stabilizer. The highest overall acceptance scores during sensory evaluation belonged to the P-0.3. The results indicate that adding pectin can positively impact the quality characteristics of Kashk.