اثرجایگزین کردن نمک طعام با عصاره گیاه سیاه شور مصری در فرمولاسیون پنیر سفید ایرانی تولیدی به شیوه فراپالایش: با رویکرد رژیمی

صدیقه امیری[۱]، امیر شاکریان[۲*]، محمد حجت الاسلامی[۳]، ساحل سها[۴]

۱- دانش اموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد،دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد، ایران.
۲- دکترای تخصصی بهداشت مواد غذایی،استاد گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهر کرد،ایران.
۳- دکترای تخصصی علوم و صنایع غذایی، استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد، ایران
٤- دکترای تخصصی صنایع غذایی، پژوهشگر سازمان ملی استاندارد ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵ /۰۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰٤/۱٤)

چکیده

سیاه شور مصری (*Suaeda aegyptiaca*)، یک گیاه نمک‌دوست بومی اراضی شور ساحلی خلیج فارس است. هدف پژوهش جاری، امکان‌سنجی استفاده از پودر یا عصاره سیاه‌شور مصری به عنوان یک منبع نمکی سالم، برای جایگزینی بخشی از کلریدسدیم مورد استفاده در فرمولاسیون پنیر سفید ایرانی فراپالایش می‌باشد. بدین‌منظور، پنیر فراپالایش با درصدهای متفاوتی از عصاره (۰/۲۵ درصد عصاره و ۲ درصد نمک) یا پودر سیاه‌شور مصری (۱/۵ درصد پودر و ۱/۵ درصد نمک؛ ۲ درصد پودر و ۱ درصد نمک) تولید شد و تاثیر کاهش نمک و استفاده از پودر سیاه‌شور، بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی پنیرهای تولیدی، طی بازه‌های زمانی مختلف یک دوره ۲ ماهه انبارمانی (روز ۳، ۲۰ و ٦۰) و در مقایسه با نمونه شاهد مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج، به طور کلی، به موازات افزایش زمان انبارمانی، میزان ماده خشک و pH نمونه پنیر شاهد و نمونه‌های پنیر حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور مصری، متحمل کاهش شدند. در تمامی بازه‌های زمانی انبارمانی، نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، از درصد نمک به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند و از این نقطه‌نظر، بین نمونه حاوی ۲ درصد پودر و نمونه شاهد تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($p \geq ۰/۰۵$). بر اساس یافته‌های آزمون بافت، پارامترهای بافت تیمارهای مختلف، طی ۲۰ روز نخست دوره انبارمانی متحمل افزایش شدند و در انتهای دوره انبارمانی، مجددا کاهش یافتند. البته تغییرات نمونه شاهد در اغلب موارد معنی‌دار ($p \geq ۰/۰۵$) نبود. طی دوره انبارمانی، میزان استقبال مصرف‌کنندگان از طعم، آروما و رنگ و ظاهر تیمارهای مختلف کاهش پیدا کرد. در مجموع و با درنظرگرفتن تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی می‌توان عنوان داشت که نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد عصاره و ۲ درصد نمک از بهترین کیفیت (در بین تیمارهای حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور مصری) در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار می‌باشد.

کلید واژگان: پنیر فراپالایش، سیاه شور مصری، خواص بافتی، خواص حسی

*مسئول مکاتبات:amshakerian@yahoo.com

۱- مقدمه

نمک طعام یا همان کلرید سدیم یکی از اجزای اصلی فرمولاسیون بسیاری از غذاها به شمار می‌رود و از نقش مهمی در کیفیت میکروبی و حسی و همچنین شکل‌گیری بافت و ساختار آنها برخوردار می‌باشد. با این حال، شواهد و یافته‌های علمی، حکایت از آن دارند که سدیم موجود در نمک، خطر ابتلا به بیماری‌های فشار خون و سنگ‌کلیه را به شدت افزایش می‌دهد [۱]. میزان مجاز مصرف سدیم برای یک فرد بالغ، ۲/٤ گرم در روز می‌باشد [۲]. این در حالیست که میزان معمول مصرف سدیم در جوامع توسعه‌یافته چیزی حدود ۱۰ تا ۳۵ برابر بیشتر از حد مجاز است [۳]. بر این اساس، چاره‌اندیشی در ارتباط با کاهش کلرید سدیم مورد استفاده در فرمولاسیون‌های مختلف غذایی و یا جایگزینی آن با سایر منابع نمکی بی‌خطر، در جهت ارتقای سلامت عمومی جامعه، ضرورتی جدی به حساب می‌آید.

نمک یکی از اجزای اصلی فرمولاسیون بیشتر پنیرها را تشکیل می‌دهد و پنیرهای آب‌نمکی در این زمینه سرآمد هستند. پنیر سفید ایرانی، یکی از انواع پنیرهای آب‌نمکی می‌باشد و میزان نمک مورد استفاده در فرمولاسیون آن بین ۳ تا ۷ درصد متغیر است [٤]. کاهش کلریدسدیم پنیر و یا جایگزینی آن با نمک‌های دیگر، ممکن است به مطلوبیت بافت و ساختار پنیر ضربه وارد کند و به‌طور کلی ویژگی‌های حسی آن را به گونه‌ای منفی تحت تاثیر قرار دهد [۵] که نتیجه مستقیم این امر، کاهش استقبال مصرف‌کننده از این محصولات خواهد بود. بر این اساس، طی سال‌های اخیر، پژوهش‌های بسیاری در نقاط مختلف دنیا جهت جایگزنی کامل یا جزئی کلرید سدیم با سایر نمک‌های بی‌خطر و با هدف حفظ ویژگی‌های حسی مطلوب پنیر صورت گرفته است، که در بین آنها، کلرید پتاسیم بیش از سایر جایگزین‌ها مورد توجه قرار گرفته است. کلریدپتاسیم، نه تنها اثرات زیان‌باری بر سلامتی ندارد بلکه یون پتاسیم آن، فشار خون را نیز تعدیل می‌کند [٦]. در ارتباط با جایگزینی کلی یا جزئی کلرید سدیم پنیر با کلرید پتاسیم، تا کنون پژوهش‌هایی در مورد پنیرهای میناس[1] [۷]، موزارلا [۱]، نابولسی[2] [۸]، هالومی[3] [۹] و ... صورت پذیرفته است. در زمینه کاهش یا جایگزینی کلرید سدیم پنیر سفید ایرانی، پژوهش چندانی صورت نگرفته است. در یکی از این معدود پژوهش‌ها، درستی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که جایگزینی نیمی از کلرید سدیم پنیر سفید ایرانی با کلرید پتاسیم، منجر به تغییر معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافت و شدت پروتئولیز و لیپولیز نمی‌شود [٦]. علی‌رغم موفقیت‌هایی که درزمینه جایگزینی نمک پنیرهای مختلف با کلریدپتاسیم صورت گرفته است، تلاش‌ها در این زمینه همچنان ادامه دارد و البته، غایت نهایی تلاش صنعت‌گران و افق نگاه مصرف‌کنندگان همواره روسوی تولید انواعی از این محصولات بوده است که برای جایگزینی کلریدسدیم آنها از منابع طبیعی نمک استفاده شده باشد.

گیاه سیاه شور مصری (*Suaeda aegyptiaca*) گیاه شور مزه‌ای است که از محبوبیت بالایی در بین استان‌های جنوبی ایران برخوردار می‌باشد و مردمان این مناطق، از آن در کنار بسیاری از غذاها و به عنوان جایگزینی برای نمک طعام استفاده می‌کنند. در این مناطق، بیماران فشارخونی که معمولا از خوردن کلرید سدیم به عنوان نمک معمول غذاها منع شده‌اند نیاز نمک خود را با مصرف سیاه‌شور مصری برطرف می‌کنند. نتایج تنها پژوهشی که در زمینه شناسایی ترکیبات سیاه‌شور مصری انجام شده است، نشان می‌دهد که پتاسیم یکی از اصلی‌تری ترکیبات این گیاه شورزیست را تشکیل می‌دهد [۱۰]. با توجه به شوری بالای این گیاه، لذا از پتانسیل بالایی جهت استفاده به عنوان یک منبع‌طبیعی نمک در فرمولاسیون مواد غذایی مختلف و به‌ویژه پنیر برخوردار می‌باشد. این در حالیست که تاکنون هیچ پژوهشی در سطح ملی و بین‌المللی در زمینه استفاده از سیاه‌شور مصری در فرمولاسیون‌های غذایی مشاهده نشده است. بنابراین با توجه به مصرف پنیر فراپالایش در ایران و با نظر به بومی بودن گیاه‌سیاه‌شور مصری در ایران، پژوهش جاری با هدف امکان استفاده از پودر یا عصاره گیاه سیاه‌شور مصری به عنوان جایگزینی برای کلرید سدیم پنیر سفید ایرانی تولیدی به شیوه فراپالایش صورت پذیرفت. از آنجائیکه حضور پودر یا عصاره گیاه سیاه‌شور در فرمولاسیون پنیر ایرانی، ممکن است ساختار، بافت و به‌طور کلی ویژگی‌های حسی، آن را تحت تاثیر قرار دهد تاثیر درصدهای مختلف جایگزینی کلرید سدیم با پودر یا عصاره گیاه سیاه‌شور مصری، بر

1. Minas
2. Nabulsi
3. Halloumi

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، ویژگی‌های بافت و خصوصیات حسی پنیر فراپالایش طی یک دوره انبارمانی ۶۰ روزه مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

برای تولید پنیرسفید ایرانی به شیوه فراپالایش، از شیر کامل گاو با درصد کل ماده جامد: ۱/۱۴± ۱۲/۶، درصد چربی: ۰/۶۶± ۳/۶ و درصد پروتئین ۰/۳± ۳/۲ استفاده گردید. از رنت استاندارد Chy-Max شرکت لبنی هانسن دانمارک و آغازگر مزوفیل CHOOZIT 230 (محتوی سویه‌های *لاکتوکوکوس لاکتیس* زیرگونه *کرموریس* و *لاکتیس*) و ترموفیل YO-MIX 532 (محتوی سویه‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیرگونه *بولگاریس*) شرکت لبنی دانیسکوی آلمان استفاده شد. گیاه سیاه شور مصری یا همان کاکل (*S. aegyptiaca*) در اواسط فروردین‌ماه ۱۳۹۳، از مراتع استان خوزستان، شهرستان ماهشهر جمع‌آوری و پس از تایید گروه گیاهان دارویی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی شهرکرد و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، خشک گردید. نمونه‌های خشک‌شده، با آسیاب برقی مجهز به غربال یک میلی‌متری، پودر شده و تا زمان عصاره‌گیری، انجام آزمون تعیین ترکیبات و تولید پنیر، در بسته‌های پلاستیکی و در دمای ٤ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- عصاره‌گیری

عصاره پودر گیاه سیاه شور مصری بوسیله روش غوطه‌وری[1] و با کمک حلال الکلی اتانول استخراج گردید. بدین منظور، نمونه‌های آسیاب شده سیاه‌شور به نسبت ۱:٤ با اتانول ۷۰٪ به خوبی مخلوط شدند. جهت بیشینه استخراج عصاره، ظرف اتانول حاوی پودر سیاه‌شور به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ٤۰ درجه سلسیوس نگهداری شد پس از این بازه زمانی، لایه رویی این مخلوط به کمک کاغذ صافی جدا شده و در نهایت، برای جدا کردن حلال از ماده موثره گیاه، از یک روتاری تحت خلا (Model Heidolph laborta 4003, Germany) در دمای ۵۰-۵۵ درجه سلسیوس‌استفاده شد.

1. Maceration

۲-۲-۲- آنالیز عناصر شیمیایی

ترکیب عناصر شیمیایی عصاره سیاه‌شور مصری به روش نورسنجی جذب اتمی بوسیله یک دستگاه جذب اتمی (Perkin Elmer AA-400, USA) و مطابق با توصیه‌های AOAC تعیین شد [۱۱].

۲-۲-۳- ترکیب اسیدهای چرب

ترکیب اسیدهای چرب عصاره سیاه‌شور مصری، به منظور آماده‌سازی استر متیله اسیدهای چرب، قطره کوچکی از نمونه توزین‌شده و ۲ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی(ساخت شرکت مرک آلمان) ۱ نرمال به آن افزوده و حدود ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم ۵۰ درجه سلیسوس قرار داده شد. بعد از طی شدن این زمان به آن ۱ میلی لیتر آب مقطر و ۲ میلی لیتر هگزان(ساخت شرکت مرک آلمان) افزوده و به مدت چند دقیقه به حالت سکون قرار داده شد تا دو لایه آبی و آلی از هم جدا شوند. لایه رویی جدا و در ظرف کوچک و خشکی نگهداری شد. قبل از تزریق به دستگاه، حدود ۰/۲ گرم سولفات سدیم خشک جهت جذب آب به نمونه اضافه شد و سپس به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. دستگاه کروماتوگرافی گازی[2] (Agilent technologies 7890a, USA) مجهز به ستون‌های قطبی CPSill-88 (۱۰۰ متر طول، ۲۵۰ میکرومتر ضخامت داخلی، ۰/۲ میکرومتر ضخامت لایه داخلی) و یک آشکارساز یونی شعله‌ای[3] تعیین شد. در نهایت، سطح منحنی حاصل از تزریق هر نمونه با منحنی استاندارد مقایسه و نوع و مقدار اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن بر حسب درصد تعیین گردید.

۲-۲-٤- تولید پنیر

نمونه‌های پنیر فراپالایش در کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه خوزستان تولید شدند. نخست، شیر از تانک ذخیره به واحد[4] پاستور پمپ شده و با دمای ۷۲°C پاستوریزه گردید. این شیر با دمای ۵۰°C از واحد پاستور خارج شده، به سپراتور رفته و در

2. Gas Chromatograph (GC)
3. Flame Ionization Detector (FID)
4. Pilot

آن‌جا عمل جداسازی خامه از شیر انجام گرفت. شیر با چربی استاندارد طی دو مرحله باکتری‌زدایی[1] گردید و تا بیش از ۹۹ درصد از بار میکروبی آن کاسته شد. به منظور انجام عملیات فراپالایش، شیر ذخیره شده، در مبدل‌های حرارتی صفحه‌ای، تا دمای ۵۰°C پیش‌حرارت‌دهی شد و وارد بالانس‌تانک غشای فراپالایش گردید و با عبور از غشای مذکور شیر به دو بخش تراوه[2] یا بخش عبوری (آب پنیر) و ناتراوه[3] یا فاز ماندگار با دمای ۵۰°C تقسیم شد. شیر در این مرحله تغلیظ شده و بریکس آن به ۲۸ رسید. ناتراوه به واحد پاستور با دمای ۷۸°C رفته و به مدت ۱۶ ثانیه پاستوریزه گردید. سپس در دستگاه هموژنیزاسیون با فشار ۵۰ بار هموژن شد. در این حالت دمای خروجی ناتراوه ۳۸°C می‌باشد [۱۲]. در این مرحله، میزان ۳ درصد وزنی/وزنی نمک به ناتراوه افزوده شد و در فشار ۷۰ بار با استفاده از دستگاه هموژنایزر Ronghe machinery (مدل JHG-Q60-P60، ساخت چین)، هموژن شدند.پس از طی این مراحل، ناتراوه وارد تانک کشت آغازگر شده و با افزودن کشت آغازگر، pH شیر به ۶/۲ رسید. سپس مایه پنیر به نسبت مناسب در آب سترون حل شده و به همراه ناتراوه، به داخل ظروف پنیر منتقل شدند. در ادامه، نمونه‌ها به دستگاه گرمخانه با دمای ۳۷°C انتقال یافتند و پس از ۳۰ دقیقه، ناتراوه منعقد شده و به پیش‌پنیر تبدیل شد. در مرحله پیش‌رسانیدن یا انبار گرم، نمونه‌های پنیر تا رسیدن pH به ۴/۸ در دمای ۲۹°C گرمخانه گذاری شدند. پس از این مرحله، نمونه‌ها به سردخانه منتقل شده و به مدت ۶۰ روز در دمای ۵°C نگهداری شدند. آزمون‌های مختلف فیزیکوشیمیایی، بافت و حسی نمونه‌های پنیر فراپالایش در روزهای سوم، بیستم و شصتم دوره انبارمانی صورت پذیرفتند. روند تولید پنیرهای فراپالایش حاوی عصاره یا پودر سیاه شور مصری نیز دقیقا مشابه روند تولید نمونه شاهد بود. با این تفاوت که، میزان نمک و عصاره یا پودر سیاه شور برای تیمارهای مختلف، متفاوت بود. عصاره یا پودر سیاه شور نیز، در مرحله افزودن نمک، به ناتراوه افزوده شدند. تیمارهای مختلف پنیر فراپالایش حاوی عصاره یا پودر سیاه شور مصری، در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشند. در مرحله پیش تولید، تیمارهای ارائه‌شده در جدول ۱، مورد ارزیابی حسی اولیه قرار گرفتند و نمونه‌های ۱۹۲، ۳۹۴، ۳۸۵ و۸۲۳ به دلیل عدم برخورداری از استانداردهای اولیه یک پنیر از نقطه‌نظر ویژگی‌های حسی، از ادامه فرآیند پژوهش کنارگذاشته شدند.

۲-۲-۵- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

اندازه‌گیری pH با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (Jenway 3510, pH meter) انجام گرفت. محتوای رطوبت نمونه‌های پنیر، به وسیله آون تحت خلأ و تا رسیدن به وزن ثابت محاسبه گردید. نمک نمونه‌های پنیر در مجاورت دی‌کرومات-پتاسیم و تیتر کردن با نیترات نقره ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد [۱۳].

۲-۲-۶- بافت

به منظوربررسی ویژگی‌های بافتی پنیر فراپالوده از آزمون TPA[4] و دستگاه سنجش بافت (Texture analyzer Model CT3 4500, Brookfield, US) استفاده گردید. به منظور انجام آزمون سنجش ویژگی‌های بافت، نمونه‌های پنیر به مکعب‌هایی به ابعاد ۲۰ میلی‌متر بریده شدند و بوسیله یک پروب آلومینیومی TA 3/ 1000 با سرعت پیشانی و حرکت آزمون ۰/۵ میلی‌متر بر ثانیه، طی یک سیکل رفت و برگشت، تا ۵۰ درصد از ارتفاع اولیه خود، فشرده شدند. در این آزمون، ویژگی‌های بافت نمونه-های پنیر از جمله سختی[5]، چسبندگی[6]، انسجام[7] و ارتجاعی بودن[8] مورد ارزیابی قرار گرفتند [۱۴].

به منظور ارزیابی بافت نمونه‌های پنیر از نقطه‌نظر ویژگی‌های مقاومت به برش[9] و مقاومت به پانچ‌شدن[10]، به ترتیب از پروب-های TA/53 و TA/40 استفاده شد. بیشینه نیروی مورد نیاز برای برش نمونه‌ها در عمق ۱۵ میلی‌متری نمونه، به عنوان مقاومت به برش نمونه‌های پنیر و بیشینه نیروی مورد نیاز برای پانچ نمونه‌ها در عمق ۱۰ میلی‌متری، به عنوان میزان مقاومت به پانچ آنها گزارش شد [۱۴]. تمامی آزمون‌ها در سه تکرار صورت پذیرفتند.

1. Bactofugation
2. Permeate
3. Retentate

4. Texture profile analysis
5. hardness
6. adhesiveness
7. cohesiveness
8. springiness
9. Cutting
10. Punching

Table 1 Formulation of pre-production about Ultra-filtrated samples containing powder or extract of *Suaeda aegyptiaca*

formulation			Encoded control sample
extract of *Suaeda aegyptiaca* (٪)	powder of *Suaeda aegyptiaca* (٪)	salt (٪)	
0	0	3	
0	0.5	2.5	192
0	1	2	394
0	1.5	1.5	546
0	2	1	276
0.5	0	2.5	385
0.25	0	2	752
0.5	0	1.5	823

۲-۲-۷- ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر به‌وسیله یک گروه ارزیاب آموزش دیده ۱۰ نفره که از بین متخصصان شاغل در بخش تولید و کنترل کیفیت کارخانه فرآورده‌های لبنی پگاه انتخاب شده بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌های مختلف پنیر فراپالایش حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه شور مصری، به همراه نمونه شاهد، بوسیله اعداد سه رقمی کدگذاری شدند (جدول ۱) و از نقطه‌نظر ویژگی‌های حسی طعم و مزه، عطر وبو، رنگ و ظاهر و بافت مورد ارزیابی قرار گرفتند. از ارزیاب‌ها خواسته شد تا بر اساس استاندارد ارائه شده (استاندارد ملی ١٦٣٩٤)، کیفیت حسی نمونه‌ها را رتبه‌بندی کنند. بدین‌ترتیب که به نمونه‌ای که از مشخصات حسی از پیش‌تعیین شده انحرافی ندارد نمره ۱ و به نمونه‌ای که بیشترین انحراف را دارد نمره ۵ داده شود. جمع رتبه داده شده به هر نمونه بوسیله ده نفر اعضای پانل ارزیاب، به عنوان امتیاز نمونه موردنظر برای تحلیل آماری گزارش شد [۱۵].

۲-۲-۸ – طرح آزمایش ها و آنالیز آماری

تمامی آزمون‌ها در سه تکرار انجام شدند و نتایج به صورت میانگین ± انحراف از معیار ارائه شدند. تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بافتی نمونه پنیر شاهد و نمونه‌های مختلف پنیر حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه شور مصری در طی دوره انبارمانی (روز سوم، بیستم و شصتم)، با کمک آنالیز واریانس یک طرفه[1] و با استفاده از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مقایسه تیمارهای مختلف پنیر حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه شور مصری با نمونه شاهد از نقطه نظر پارامترهای فیزیکوشیمیایی و بافتی در مقطع یکسانی از دوره انبارمانی، از آزمون دانتو در در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) انجام شد. به منظور تحلیل آماری تغییرات ویژگی‌های حسی نمونه‌های پنیر طی دوره انبارمانی و همچنین مقایسه ویژگی حسی نمونه شاهد و تیمارهای مختلف در دوره‌های زمانی یکسان دوره انبارمانی، از آزمون مقایسه رتبه فریدمن استفاده شد. بر اساس این آزمون و با استناد به جداول "مقایسه تفاوت‌های مجموع رتبه‌های بحرانی مطلق کلیه تیمارها در سطح معنی‌داری ۵ درصد و ۱ درصد" برای ارزیابی حسی ٤ نمونه مختلف بوسیله یک پانل ارزیاب ۱۰ نفره، اگر اختلاف مجموع امتیاز رتبه‌های دو نمونه بیش از ۱۵ و ۱۸ باشد دو نمونه مورد نظر به ترتیب در سطح اطمینان ۹۵ درصد و ۹۹ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری دارند و بر این اساس "فرض صفر" آزمون فریدمن رد و "فرض یک" آن پذیرفته می‌شود.

H0 : بین تیمارها تفاوت وجود ندارد.

H1 : بین تیمارها تفاوت وجود دارد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-آنالیز ترکیبات گیاه سیاه شور مصری

یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری نوع و غلظت عناصر شیمیایی موجود در عصاره الکلی گیاه سیاه شور مصری در جدول ۲ ارائه شده است. همانطور که از جدول پیداست، طیفی وسیعی از

1. One-Way ANOVA

عناصر شیمیایی در عصاره این گیاه شورزیست موجود می‌باشند که در بین آنها، بیشترین میزان را پتاسیم و پس از آن، عناصری از قبیل ازت، کلسیم و فسفر به خود اختصاص داده‌اند. این در حالیست که بر اساس نتایج ریاسی و همکاران (۱۳۸٤)، پتاسیم، سدیم، کلر و کلسیم، عمده‌ترین عناصر سیاه‌شور می‌باشند [۱۰]. یکی دیگر از تفاوت‌های نتایج این دو تحقیق از نقطه‌نظر ترکیب شیمیایی سیاه شورهای مورد پژوهش، حضور عناصری مانند گوگرد، منگنز، روی و بور در ترکیب سیاه شورهای مورد بررسی در ابن پژوهش و عدم وجود آن‌ها در سیاه‌شورهای مورد بررسی در پژوهش ریاسی و همکاران (۱۳۸٤) و به جای آن حضور عناصری مثل منیزیوم و سلنیوم در ترکیب عناصر شیمیایی آنها بود. در توضیح این تناقض باید توجه داشت که مناطق برداشت سیاه شور در این دو پژوهش کاملاً متفاوت بوده است (خراسان جنوبی و خوزستان) و از آنجائیکه اصولاً ترکیب عناصر شیمیایی یک گیاه، بیش از هر عامل دیگری، از ترکیبات خاک محل رشد آن گیاه متاثر است، تفاوت ترکیبات شیمیایی گزارش شده برای سیاه‌شور مصری، در پژوهش‌های یاد شده کاملاً قابل توجیه است. اما نکته مشترک و ارزشمند یافته‌های هر دو پژوهش، حضور پررنگ عنصر پتاسیم در ترکیب عناصر شیمیایی سیاه‌شور مصری، علی‌رغم تفاوت جغرافیایی زیاد منطقه رشد آنها می‌باشد که به نوعی تائیدکننده پتانسیل بالای سیاه‌شور برای جایگزینی کلرید سدیم فرآورده‌هایی مانند پنیر می‌باشد.

Table 2 Chemical elements of alcoholic extract of suaeda aegyptiaca

Type and Concentration of Chemical Elements of Alcoholic Extract of suaeda aegyptiaca ($Mg.Kg^{-1}$)											
N	P	K	Ca	Cu	Mn	Zn	Fe	B	Na	Cl	S
10610±126	299±108	12280±225	9810±321	9.54±0.36	68.94±1.28	32.58±0.69	121.43±2.05	21.57±0.7	546.11±21.2	32.58±0.43	3.28±0.3

نتایج آنالیز اسیدهای چرب عصاره گیاه سیاه‌شور مصری در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده، بیش از نیمی از اسیدهای چرب این گیاه شورزیست را انواع غیراشباع به خود اختصاص می‌دهند که در بین آنها اسید لینولئیک با میزانی حدود ۳۰ درصد از کل اسیدهای چرب، بیشترین سهم را دارا می‌باشد. در بین اسیدهای چرب اشباع نیز، بیشترین میزان از آن اسید پالمیتیک با چیزی حدود ۲۵ درصد از کل اسیدهای چرب می‌باشد. بر اساس یافته‌های این پژوهش، علاوه بر دو اسید چرب یاد شده، اسیدهای چربی از قبیل اسید کاپریک، اسید اولئیک و اسید گادولین از دیگر اسیدهای چرب عمده این گیاه شورزیست به شمار می‌آیند (جدول ۳). در تنها پژوهش مشابه صورت گرفته در این ارتباط، اسدی و همکاران (۱۳۹۱) نیز عنوان داشتند که عمده‌ترین اسیدهای چرب تشکیل دهنده روغن بذر سیاه شور، اسید لینولئیک و اسید پالمتیک می‌باشند [۱٦]. البته در ارتباط با ترکیب کلی اسیدهای چرب، تفاوت‌هایی بین یافته‌های دو پژوهش مشاهده شد که می‌توان با توجه به این مهم که روغن مورد آنالیز در پژوهش اسدی و همکاران (۱۳۹۱) از بذر گیاه سیاه‌شور بدست آمده و ترکیب اسیدهای چرب پژوهش جاری در ارتباط با عصاره سیاه‌شور شناسایی شده است، آنها را تفسیر و توجیه نمود.

Table 3 combination of fatty acids in Alcoholic Extract of suaeda aegyptiaca

Type and percent of fatty acids of Alcoholic Extract of suaeda aegyptiaca								
Fatty acid	Caprylic acid (C_{10}: 0)	Palmitic acid (C_{16}: 0)	Stearic acid (C_{18}: 0)	Oleic acid (C_{18}: 1)	Elaidic acid (C_{18}: 1t)	Linoleic acid (C_{18}: 2)	Eicosenoic acid (C_{20}: 1)	docosanoic acid (C_{22}: 0)
Value (%)	15.87±1.24	25.49±3.33	3.37±2.49	9.20±0.25	0.87±0.16	29.25±3.04	10.81±1.63	4.72±5.24

۳-۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی

نتایج مقایسه میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی پنیر سفید ایرانی حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه‌شور مصری، در دوره‌های زمانی مختلف دوره انبارمانی و در مقایسه با نمونه شاهد (نمونه عاری از عصاره یا پودر گیاه سیاه‌شور مصری)، در جدول ٤ ارائه شده است. نمونه‌های حاوی عصاره یا پودر در تمامی بازه‌های زمانی

دوره انبارمانی، حاوی ماده خشک به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد بوده‌اند ($p < ۰/۰۵$). طی دوره انبارمانی، ماده خشک نمونه شاهد و تمامی تیمارهای مورد پژوهش پنیر حاوی سیاه-شور مصری، متحمل کاهش شده‌اند که البته چگونگی این کاهش از نقطه نظر آماری برای تیمارهای مختلف متفاوت بوده است. Karami و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند پنیرهای سفید ایرانی تولید شده به شیوه فراپالایش، طی ٦٠ روز دوره رسیدن، کاهش معنی‌داری را در ماده خشک تجربه می‌کنند. این پژوهشگران در توضیح مشاهدات خود عنوان داشتند که با افزایش زمان انبارمانی، در اثر تجزیه چربی به اسیدهای چرب و در نهایت مواد معطر، میزان چربی و ماده خشک کاهش می‌یابد [۱۷]. نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH نمونه ها نشان داد در تمامی بازه‌های زمانی دوره انبارمانی، اختلاف بین pH نمونه شاهد و سایر تیمارها، از نقطه - نظر آماری قابل چشم‌پوشی بود ($p \geq ۰/۰۵$). تغییرات pH نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور طی دوره انبارمانی، گذشت ۲۰ روز از انبارمانی، منجر به کاهش معنی‌دار pH همه نمونه‌ها، به استثنای نمونه حاوی ۲ درصد پودر شده است ($p < ۰/۰۵$). معمولا کاهش pH در طی دوره رسیدن را به فعالیت تخمیری باکتری های استارتر نسبت می‌دهند. این میکروارگانیسم‌ها با تولید اسید لاکتیک از قند موجود در پنیر pH را کاهش می‌دهند. در تطابق با نتایج این پژوهش رحیمی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که pH را در طول دوره رسیدن کاهش می‌یابد [۱۸]. نتایج یافته‌های آماری تغییرات میزان نمک نمونه شاهد و سایر نمونه‌های پنیر حاوی عصاره یا پودر سیاه شور طی مرحله انبارمانی نشان داد افزایش زمان انبارمانی منجر به تغییر معنی‌داری در میزان نمک پنیرهای مورد پژوهش نمی‌شود ($p \geq ۰/۰۵$). البته لازم به ذکر است که میزان نمک نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر و ۲ درصد پودر در تمامی بازه‌های زمانی دوره انبارمانی، به گونه معنی‌داری کمتر از نمونه شاهد بوده است. Karami و همکاران (۲۰۰۹) نیز، عدم تغییر معنی‌دار میزان نمک نمونه‌های پنیر فتای تولیدشده به شیوه فراپالایش را طی دو ماه دوره انبارمانی گزارش کردند [۱۹]. در پژوهش جاری، نمک به عنوان جزئی از فرمولاسیون، پیش از تشکیل لخته، به ناتراوه افزوده شد، عدم تغییر میزان نمک نمونه-های پنیر طی دوره انبارمانی، کاملا قابل پیش‌بینی بود. نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، در تمامی دوره-های زمانی انبارمانی، از درصد نمک به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند که این خود، دستاورد ارزشمندی به حساب می‌آید.

Table 4 Physicochemical variation of several kind of Ultra-filtrated cheeses in Storage period

Physicochemical properties	cheese	Storage period		
		Third day	Twentieth day	Sixtieth day
Dry matter (%)	control sample	34 ± 0.1^{aA}	33.5 ± 0.21^{aB}	33.2 ± 0.31^{aB}
	Extract 0.25% + salt 2%	31.5 ± 0.15^{cA}	31 ± 0.5^{cB}	29.5 ± 0.12^{cB}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	34 ± 0.10^{aA}	32 ± 0.15^{bB}	32 ± 0.26^{bB}
	Powder 2% + salt 1%	32.6 ± 0.15^{bA}	32 ± 0.10^{bA}	31.8 ± 0.1^{bB}
pH	control sample	4.7 ± 0.1^{aA}	4.6 ± 0.1^{aB}	4.5 ± 0.1^{aB}
	Extract 0.25% + salt 2%	4.8 ± 0.05^{aA}	4.6 ± 0.7^{aB}	4.5 ± 0.1^{aB}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	4.8 ± 0.08^{aA}	4.6٦ ± 0.03^{aB}	4.6 ± 0.05^{aB}
	Powder 2% + salt 1%	4.8 ± 0.05^{aA}	4.6 ± 0.1^{aA}	4.6 ± 0.15^{aA}
Salt (%)	control sample	3.57 ± 0.17^{aA}	3.63 ± 0.20^{aA}	3.4 ± 0.24^{aA}
	Extract 0.25% + salt 2%	2.9 ± 0.05^{bA}	2.7 ± 0.15^{bA}	2.8 ± 0.05^{bA}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	2.8 ± 0.09^{bA}	2.6 ± 0.09^{bA}	2.6 ± 0.17^{bA}
	Powder 2% + salt 1%	2.7 ± 0.1^{bA}	2.6 ± 0.1^{bA}	2.6 ± 0.3^{bA}

Different English lowercase indicate a significant difference between experimental cheeses at the same section of reaching a significant level ($p<0.05$).
Different English uppercase indicate a significant variations of each experimental cheese during the reach to a significant level ($P<0.05$).

۳-۳- ویژگی‌های بافت پنیر حاوی گیاه سیاه شور مصری

۳-۳-۱- سفتی

یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری میزان سفتی نمونه‌های پنیر در جدول ۵ نشان داد که میزان سفتی نمونه شاهد طی دوره ٦٠ روزه فرآیند انبارمانی، دچار تغییر محسوسی از لحاظ آماری نشده است. درحالی که نمونه حاوی پودر و عصاره در پایان دوره انبارمانی بافت نرمتری پیدا کردند ($p <$ ۰/۰۵). بخش دیگری از نتایج تحلیل آماری حکایت از آن دارند که در ابتدای دوره انبارمانی، بافت تمامی تیمارهای حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور، نسبت به نمونه شاهد به صورت معنی‌داری نرم‌تر بوده است ($p <$ ۰/۰۵) و البته در پایان دوره انبارمانی، سفتی نمونه حاوی ۲درصد پودر و نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت ($p \geq$ ۰/۰۵) و حتی نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، از سفتی به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند ($p <$ ۰/۰۵). درستی و همکاران (۱۳۸۹) نیز در یافته‌هایی مشابه عنوان داشتند که بافت پنیرهای سفید ایرانی که که کلرید سدیم آنها به صورت نسبی با کلرید پتاسیم جایگزین شده بود، از روز نهم دوره رسیدن به بعد، نرم‌تر شد [٦]. به طور کلی، علت کاهش سفتی پنیر طی دوره رسیدن را به دو پدیده خروج کلسیم کلوئیدی از لخته پنیر به آب‌نمک و پروتئولیز نسبت می‌دهند [۹]. در طی رسیدن پنیر، در اثر عمل تخمیری میکروارگانیسم‌ها و به دنبال آن، تولید اسید لاکتیک و کاهش pH، فسفات کلسیم کلوئیدی به حالت محلول در می‌آید و در نتیجه آن، دافعه الکترواستاتیک بین فسفر اسید آمینه‌های دو ساب‌مسیل متفاوت افزایش می‌یابد که برآیند نهایی آن، بازشدن و شل‌شدن ساختار میسل‌های کازئینی و به دنبال آن کاهش سفتی پنیر خواهد بود [۲۰]. در نتیجه فعالیت پروتئولیتیک میکروارگانیسم‌ها، رنت باقی‌مانده در لخته پنیر و آنزیم‌های پروتئاز میکروارگانیسم‌های سرمادوست طی دوره رسیدن نیز، پروتئین‌های پنیر به پپتیدها و اجزای پروتئینی مختلف شکسته می‌شوند که در نتیجه آن، ماتریکس پروتئینی پنیر ساختار منسجم خود را از دست داده و بافت پنیر نرم‌تر می‌شود [۲۱].

۳-۳-۲- چسبندگی

تغییرات میزان چسبندگی نمونه پنیر شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور مصری طی مرحله انبارمانی، در جدول ۵ نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست‌آمده، به موازات افزایش زمان انبارمانی، میزان چسبندگی نمونه شاهد به گونه معنی‌دار و پیوسته‌ای کاهش می‌یابد ($p <$ ۰/۰۵). برای تیمارهای حاوی عصاره یا پودر سیاه شور نیز، مقطع نخست فرآیند انبارمانی با کاهش میزان چسبندگی نمونه‌های پنیر همراه بود ولی در پایان مرحله انبارمانی، میزان چسبندگی مجددا افزایش پیدا کرد البته لازم به ذکر است که این تغییرات، برای نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، در هیچ‌کدام از دوره‌های زمانی انبارمانی معنی‌دار نبود ($p \geq$ ۰/۰۵). بر اساس نتایج مقایسه میزان چسبندگی تیمارهای مختلف با نمونه شاهد، نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، در هیچکدام از دوره‌های زمانی انبارمانی، تفاوت معنی‌داری از نقطه‌نظر میزان چسبندگی با نمونه شاهد نشان ندادند ($p \geq$ ۰/۰۵) میزان چسبندگی نمونه حاوی ۲ درصد پودر در ابتدا و انتهای مرحله انبارمانی، به گونه معنی‌داری بیش از نمونه شاهد بود ($p <$ ۰/۰۵). در تطابق با نتایج حاضرJuan و همکاران (۲۰۱۳) کاهش چسبندگی را طی دوره رسیدن گزارش کردند و البته هیچ‌گونه دلیلی برای داده‌های خود ارائه نکردند [۲۲]. در حالی که Ayyash و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند ویژگی چسبندگی تیمارهای پنیر، به گونه معنی‌داری طی دوره رسیدن افزایش پیدا کرد [۹]. Shafiei و همکاران (۲۰۱٤)،ویژگی‌های سفتی، چسبندگی، پیوستگی، ارتجاعی بودن، صمغی‌بودن، مقاومت به جویدن، مقاومت به برش و مقاومت به پانچ‌شدن پنیر سفید ایرانی فراپالایش‌شده حاوی غلظت‌های مختلفی از عصاره مالت را طی یک دوره دو ماهه رسیدن مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش نیز، روند چندان مشخصی برای تغییرات پارامترهای بافت طی دوره رسیدن گزارش نشد [١٤].

Table 5 Textural variation of several kind of Ultra-filtrated cheeses in Storage period

Textural properties (unit)	cheese	Storage period		
		Third day	Twentieth day	Sixtieth day
Hardness (gr)	control sample	232±4 ^{dA}	243.1±11^{bA}	248.17 ±40^{cA}
	Extract 0.25% + salt 2%	127.5 ±1.25^{bA}	605±60^{dC}	67.5±16^{bB}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	154±4.58^{cB}	149.5±34^{aB}	71.83±17^{aA}
	Powder 2% + salt 1%	98.1±4^{aA}	414/.5±21^{cB}	154.17±36^{cA}
Adhesiveness (gr/s)	control sample	0.06± 0.01^{aA}	0.03±0.007^{aB}	0.02±0.002^{aC}
	Extract 0.25% + salt 2%	0.08± 0.01^{aA}	0.02±0.006^{aC}	0.04±0.005^{abB}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	0.07± 0.01^{aA}	0.02±0.01^{aA}	0.08±0.04^{abA}
	Powder 2% + salt 1%	0.13±0.01^{bA}	0.05±0.2^{aB}	0.08±0.02^{bB}
Cohesiveness	control sample	0.52±0.01^{aA}	0.59± 0.02^{abA}	0.62±0.1^{aA}
	Extract 0.25% + salt 2%	0.77±0.03^{cC}	0.58±0.02^{aA}	0.7±0.05^{abA}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	0.71± 0.02^{bA}	0.74± 0.05^{cA}	0.76±0.03^{bA}
	Powder 2% + salt 1%	0.55± 0.04^{aA}	0.64± 0.02^{bB}	0.76± 0.02^{bA}
Springiness (mm)	control sample	3.17± 0.01^{aA}	3.09±0.15^{aA}	2.98±0.24^{aA}
	Extract 0.25% + salt 2%	4.01± 0.09^{cA}	3.7± 0.05^{bB}	3.01±0.18^{aC}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	3.65± 0.05^{bA}	3.96±0.47^{bA}	3.02±0.14^{aB}
	Powder 2% + salt 1%	3.12± 0.1^{aA}	4.11±0.23^{bB}	3. 13±0.32^{aA}

Different English lowercase indicate a significant difference between experimental cheeses at the same section of reaching a significant level (p<0.05).
Different English uppercase indicate a significant variations of each experimental cheese during the reach to a significant level (P<0.05).

۳-۳-۳- پیوستگی

جدول ۵، تغییرات میزان پیوستگی بافت نمونه‌های پنیر حاوی عصاره یا پودر سیاه شور را طی مرحله انبارمانی و در مقایسه با نمونه شاهد را نشان می‌دهد. تغییرات پیوستگی بافت نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی پودر سیاه شور از الگوی یکسانی پیروی کرده‌اند. بدین‌صورت که با افزایش زمان انبارمانی، میزان پیوستگی بافت آنها افزایش یافته است البته افزایش یاد شده، تنها برای نمونه حاوی ۲ درصد پودر، از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است ($p <۰/۰۵$). در ارتباط با تغییرات پیوستگی نمونه حاوی عصاره سیاه شور طی مرحله انبارمانی، ابتدا یک کاهش معنی‌دار ($p <۰/۰۵$) و سپس یک افزایش قابل توجه در میزان پیوستگی آن مشاهده شد ($p <۰/۰۵$). نمونه حاوی عصاره، در ابتدای مرحله انبارمانی، پیوستگی به مراتب بالاتری نسبت به نمونه شاهد از خود نشان داد ($p <۰/۰۵$) ولی تغییرات پیوستگی آن طی مرحله انبارمانی به گونه‌ای رقم خورد که بین پیوستگی آن و نمونه شاهد، در روز بیستم و شصتم انبارمانی، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p \geq ۰/۰۵$). در این ارتباط، نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر سیاه شور، در هیچ‌کدام از دوره‌های زمانی انبارمانی، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد ($p \geq ۰/۰۵$) نمونه حاوی ۲ درصد پودر نیز، تنها در پایان مرحله انبارمانی، اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد بروز داد ($p <۰/۰۵$). پیوستگی نمونه‌های پنیر به قدرت داخلی پیوندهای پنیر بستگی دارد [۲۳]. افزایش پیوستگی در طی دوره رسیدن نشان دهنده شکل گیری پیوندهای داخلی مستحکم‌تر به دلیل واکنش‌های لیپولیز و پروتئولیز می‌باشد. در تضاد با نتایج این پژوهش Ayyash و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که پیوستگی بافت تمامی تیمارهای پنیر حاوی کلرید پتاسیم و نمک طعام، به موازات افزایش دوره رسیدن، متحمل کاهش می‌شوند [۹]. در پژوهش دیگری نیز در ارتباط با ارزیابی تغییرات بافت طی دوره رسیدن، Cooke و همکاران (۲۰۱۳)، کاهش پارامترها پیوستگی را برای پنیر فتای فراپالایش‌شده طی ۲ ماه انبارمانی گزارش کردند [۲٤].

۳-۳-٤- ارتجاعی بودن

نتایج بررسی تغییرات میزان ارتجاعی‌بودن نمونه شاهد و نمونه‌های پنیر حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه شور مصری طی مرحله انبارمانی، در جدول ۵ ارائه شده است. همانطور که در جدول می‌توان دید، میزان ارتجاعی‌بودن بافت نمونه شاهد، متحمل تغییر

معنی‌داری طی دوره انبارمانی نشده است ($p \geq ۰/۰۵$). این در حالیست که نمونه حاوی عصاره، کاهش معنی‌داری را در میزان ارتجاعی بودن بافت خود طی مرحله انبارمانی تجربه کرده است ($p < ۰/۰۵$). تغییرات ارتجاعی بودن بافت نمونه‌های حاوی پودر سیاه شور، تقریبا از الگوی یکسانی پیروی کرد بدین صورت که در روز بیستم دوره انبارمانی، میزان ارتجاعی بودن بافت آنها افزایش نشان داد و در انتهای مرحله انبارمانی، مجددا کاهش پیدا کرد البته افزایش مشاهده شده در میزان ارتجاعی بودن در روز بیستم، تنها برای نمونه حاوی ۲ درصد پودر معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$). لازم به ذکر است که نمونه حاوی ۲ درصد پودر، درست در همین مقطع زمانی از فرآیند انبارمانی، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان داد ($p < ۰/۰۵$) و میزان ارتجاعی بودن آن در ابتدا و انتهای دوره انبارمانی، تفاوت محسوسی از نظر آماری با نمونه شاهد نداشت ($p \geq ۰/۰۵$). در ارتباط با دیگر نمونه‌ها (نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر)، در ابتدای مرحله انبارمانی و در روز بیستم، میزان ارتجاعی بودن به گونه معنی‌داری بیش از نمونه شاهد بود ($p < ۰/۰۵$) ولی در پایان دوره انبارمانی، کاهش ارتجاعی بودن بافت آنها، سبب‌ساز عدم تفاوت معنی‌دار آنها با نمونه شاهد شد ($p \geq ۰/۰۵$). در این ارتباط، Mistry و Kasperson (۱۹۹۸) در بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف نمک بر کیفیت پنیر چدار کم‌چرب، عنوان داشتند که با افزایش نمک، میزان ارتجاعی بودن نمونه‌ها افزایش می‌یابد [۲۵]. Ayyash و همکاران در دو پژوهش مجزا که در سال ۲۰۱۱ در ارتباط با جایگزینی کلرید سدیم پنیرهای نابولسی و هالومی با کلرید پتاسیم انجام دادند در بازه‌های زمانی یکسان دوره رسیدن، تفاوت معنی‌داری بین ارتجاعی بودن تیمارهای مختلف مشاهده نکردند [۸، ۹]. Gomez و همکاران (۲۰۱۱) نیز همین نتایج را در ارتباط با پنیر میناس (نوعی پنیر بومی برزیل) گزارش کردند [۷]. البته باید توجه داشت که در مطالعه این پژوهشگران، صرفا نوع نمک عوض شده است در حالیکه در پژوهش جاری، از پودر یا عصاره گیاهی استفاده شده که علاوه بر سدیم و پتاسیم، حاوی درصد بالایی از پروتئین، چربی و طیف وسیعی از عناصر شیمیایی می‌باشد که همگی می‌توانند در تغییرات بافت موثر باشند.

۳-۳-۵- مقاومت به برش

جدول ٦ نشان‌دهنده تغییرات میزان مقاومت به برش بافت نمونه پنیر شاهد و نمونه‌های حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور طی فرآیند انبارمانی می‌باشد. همانطور که در جدول می‌توان دید، الگوی یکسانی بر روند تغییرات مقاومت به برش همگی نمونه‌ها طی فرآیند انبارمانی حاکم می‌باشد. بدین‌ترتیب که مقاومت به برش آنها در روز بیستم دوره انبارمانی، افزایش و در انتها دوره انبارمانی، کاهش می‌یابد. البته این تغییرات برای نمونه حاوی ۲ درصد پودر در هر دو مقطع انبارمانی (روز بیستم و انتهای فرآیند) و برای نمونه شاهد، در مقطع اول انبارمانی (روز بیستم)، فاقد اهمیت آماری می‌باشند ($p \geq ۰/۰۵$). لازم به ذکر است که نمونه‌های حاوی پودر در انتهای فرآیند انبارمانی و نمونه حاوی عصاره در روز بیستم فرآیند، به گونه معنی‌داری از مقاومت به برش بالاتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بودند ($p < ۰/۰۵$) و در سایر موارد، تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($p \geq ۰/۰۵$).

Table 6 Textural variation of several kind of Ultra-filtrated cheeses in Storage period

Textural properties	cheese	Storage period		
		Third day	Twentieth day	Sixtieth day
Resistance to punching (gr)	control sample	31 ± 4^{bA}	39.1 ± 4^{aA}	34.16 ± 6.62^{bA}
	Extract 0.25% + salt 2%	34.5 ± 2.25^{bB}	55 ± 7.39^{bC}	24.16 ± 2.5^{aA}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	22.5 ± 2.23^{aA}	34.16 ± 6.65^{aB}	31 ± 1.32^{bB}
	Powder 2% + salt 1%	32.5 ± 3^{bA}	36 ± 4.27^{aA}	40.83 ± 3.44^{bA}
Resistance to cutting (gr)	control sample	30.5 ± 3.81^{aB}	34.5 ± 3.89^{aB}	22.33 ± 1.52^{aA}
	Extract 0.25% + salt 2%	28 ± 4.92^{aA}	50.5 ± 10.06^{bB}	21.16 ± 1.85^{aA}
	Powder 1.5% + salt 1.5%	26 ± 2.01^{aA}	39.02 ± 4.35^{aB}	30.5 ± 3.04^{bA}
	Powder 2% + salt 1%	30 ± 5.29^{aA}	32.33 ± 7.97^{aA}	29.33 ± 1.60^{bA}

Different English lowercase indicate a significant difference between experimental cheeses at the same section of reaching a significant level ($p<0.05$).
Different English uppercase indicate a significant variations of each experimental cheese during the reach to a significant level ($P<0.05$).

۳-۳-۶- مقاومت به پانچ‌شدن

تغییرات میزان مقاومت به پانچ‌شدن بافت نمونه‌های پنیرحاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور طی فرآیند انبارمانی و در مقایسه با نمونه شاهد در جدول ٦ ارائه شده است. نگاهی گذرا به نتایج ارائه شده در جدول، نشان می‌دهد که تغییرات مقاومت به پانچ‌شدن تیمارهای مورد پژوهش طی فرآیند انبارمانی، از روندی تقریبا مشابه با تغییرات مقاومت به برش آنها پیروی می‌کنند. بر اساس این نتایج، مقاومت به پانچ‌شدن تمامی نمونه‌ها پس از گذشت ۲۰ روز از دوره انبارمانی، افزایش یافت ولی در ادامه، نمونه‌های مختلف روند متفاوتی را در ارتباط با تغییرات مقاومت به پانچ-شدن طی کردند. بدین ترتیب که در انتهای فرآیند، نمونه شاهد، نمونه حاوی عصاره و نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر، متحمل یک کاهش در میزان شدند و در طرف مقابل، نمونه حاوی ۲ درصد پودر، مقاومت به پانچ‌شدن بالاتری از خود نشان داد البته باید توجه داشت که تغییرات نمونه شاهد و نمونه حاوی ۲ درصد پودر، در هیچکدام از دوره‌های زمانی انبارمانی دارای اهمیت آماری نمی‌باشند ($p \geq ۰/۰۵$). کاهش مشاهده شده در مقاومت به پانچ‌شدن نمونه حاوی عصاره در انتهای دوره انبارمانی نیز، از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد ($p \geq ۰/۰۵$).در ارتباط با مقایسه این ویژگی بافتی نمونه شاهد با تیمارهای مختلف نیز، بافت نمونه حاوی عصاره در ابتدای فرآیند انبارمانی، تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نشان نداد ($p \geq ۰/۰۵$) در ارتباط با تیمارهای حاوی پودر نیز، نمونه حاوی ۱/۵ درصد پودر در ابتدای دوره انبارمانی، از مقاومت به پانچ به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بود ($p < ۰/۰۵$).

۳-٤- ارزیابی حسی

مجموع امتیازات حاصل از رتبه‌بندی قابلیت پذیرش کلی نمونه شاهد و نمونه‌های مختلف پنیر حاوی عصاره یا پودر گیاه سیاه شور مصری که بوسیله یک پانل ارزیاب ۱۰ نفره انجام پذیرفت در جدول ۷ ارائه شده است. با مراجعه به جداول "مقایسه تفاوت‌های مجموع رتبه‌های بحرانی مطلق کلیه تیمارها در سطح معنی‌داری ۵ درصد و ۱ درصد" می‌توان عنوان داشت که در تمامی بازه‌های زمانی دوره انبارمانی، تیمارهای حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور مصری، از قابلیت پذیرش به مراتب کمتری نسبت به نمونه شاهد برخوردار بوده‌اند ($p < ۰/۰۵$) و در این میان، نمونه حاوی ۲٪ پودر و نمونه حاوی عصاره به ترتیب حائز بیشترین و کمترین اختلاف قابلیت پذیرش با نمونه شاهد بودند. اما در ارتباط با تاثیر دوره انبارمانی بر قابلیت پذیرش کلی نمونه-های پنیر مورد پژوهش، باید عنوان داشت افزایش زمان انبارمانی به گونه پیوسته‌ای کاهش مقبولیت نمونه‌های حاوی عصاره یا پودر سیاه شور مصری را نزد مصرف‌کنندگان به همراه داشت ($p < ۰/۰۵$) ولی برای نمونه شاهد، میزان افت قابلیت پذیرش کلی محصول، طی ۲۰ روز نخست از لحاظ آماری حائز اهمیت نبود و تنها در انتهای دوره رسیدن، کاهش چشمگیر استقبال مصرف‌کنندگان مشاهده شد ($p < ۰/۰۵$).

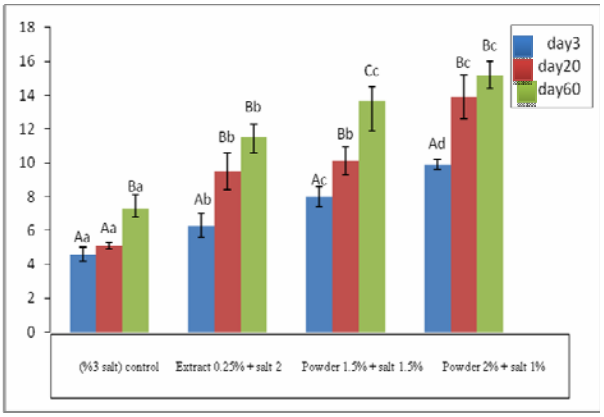

Fig 1 Total scores derived from the overall acceptance rating of different samples of cheese. Different English lowercase indicate a significant difference between experimental cheeses at the same section of reaching a significant level (p<0.05). Different English uppercase indicate a significant variations of each experimental cheese during the reach to a significant level (P<0.05).

۵- نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از عصاره یا پودر گیاه سیاه‌شور مصری -به عنوان یک منبع نمکی سالم‌تر نسبت به کلرید سدیم- در فرمولاسیون پنیر سفیدی ایرانی، ویژگی‌های مختلف بافتی و حسی این محصول را به گونه‌ای منفی تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مجموع و با درنظرگرفتن تمامی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی می‌توان عنوان داشت که نمونه حاوی ۰/۲۵ درصد عصاره و ۲ درصد نمک از بهترین کیفیت (در بین تیمارهای حاوی عصاره یا پودر سیاه‌شور مصری) در مقایسه با نمونه شاهد برخوردار بود.

٦- منابع

[1] Ayyash, M. M. and Shah, N. P. (2011). The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. Journal of Dairy Science, 94: 3761–3768.

[2] Kaplan, N. M. (2000). The dietary guideline for sodium: Should we shake it up? No. American Journal of Clinical Nutrition, 71: 1020–1026.

[3] Dillon, J. C. (1987). Cheese in the diet. Pages 499–512 in Cheese making: Science and Technology. A. Eck, ed. Lavoisier Publishing Inc., New York, NY.

[4] Madadlou, A., Khosrowshahi asl, A., Mousavi, M. E. and Farmani, J. (2007). The influence of brine concentration on chemical compositionand texture of Iranian White cheese. Journal of Food Engineering, 81: 330-335.

[5] Murtaza, M. A., Huma, N., Sameen, A., Murtaza, M. S., Mahmood, S., Mueen-ud-Din, G. and Meraj, A. (2014). Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. Journal of Dairy Science, 97: 6700–6707.

[6] Dorosti, s., Bazmi, A., Ghanbarzadeh, B. and Ayase, A. (2010). The effects of partial Substitution of NaCl by KCl on properties of Iranian White Cheese. Iranian Journal Food Science and Technology, 5 (3): 67-74.

[7] Gomes, A. P., Cruz, A. G., Cadena, R. S., Celeghini, R. M. S., Faria, J.A.F., Bolini, H. M. A., Pollonio, M. A. R. and Granato, D. (2011). Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. Journal of Dairy Science, 94: 2701–2706.

[8] Ayyash, M. M. and Shah, N. P. (2011). The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. Journal of Dairy Science, 94: 2471–2475.

[9] Ayyash, M. M., Sherkat, F., Francis, P. R.,Williams, P. W. and Shah, N. P. (2011). The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. Journal of Dairy Science, 94: 37–42.

[10] Riassi, A., Danesh Mesgaran, M., Nassiri Moghaddam, H. and Zamiri, M.J. (2005). Determination of Chemical composition, and degradability coefficients, ruminal- intestinal disappearance and digestion models of dry matter and protein species of halophytes (Kochia scoparia, Atriplex domorphostegia, Suaeda arcuata and Gamanthus gamocarpus). Agricultural Sciences and Technology, 19(1): 100-113.

[11] AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemist. 15th edition. Washington. DC.

[12] Hesari, J., Ehsani, M. R. and Khosroshahi, A. (2006) .Contribution of rennet and starter to proteolysis in Iranian UF white cheese. INRA, EDP Sciences, 86: 291–302.

[13] AOAC. (2000). Official Methods of Analysis. 17th ed, Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg. Maryland. USA.

[14] Shafiei, Z., Hojjatoleslamy, M., Soha, S. & Shariati, M. L. (2014). The influence of malt extraction adding to uf fresh low fat cheese on its textural properties. International Journal of Science and Engineering, 6 (1): 52-55.

[15] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. Milk and dairy products-Sensory analysis- The third part. ISIRI no 16394-2. 1rd, Karaj: ISIRI; 2013 [in Persian].

[16] Assadi, T., Bargahi, A., Mohebbi, G., barmak, A. R., Nabipour, I., Mohajeri Borazjani, S. and Kholdebarin, B. (2012). Determination of oil and fatty acids concentration in seeds of coastal halophytic Sueada aegyptica plant. Iranian South Medical Journal, 4: 341-7.

[17] Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, M.E., Rezaei, K. and Safari, M. (2008). Microstructural changes in fat during the ripening of Iranian ultrafiltered Feta cheese. Journal of Dairy Science, 91: 4147–4154.

[18] Rahimi, J., Khosrowshahi, A., Madadlou, A. and Aziznia, S. (2007). Texture of low-fat Iranian white cheese as influenced by gum tragacanth as a fat replacer. Journal of Dairy Science, 90: 4058–4070.

[19] Karami, M., Ehsani, M. R., Mousavi, S.M., Rezaei, K. and Safari, M. (2009). Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta

cheese during ripening. Food Chemistry, 112: 539–544.

[20] Lucey, J., Johnson, M. E. and Horne, D.S. (2003). Perspectivesion on the basis of the rheology and texture properties of cheese.Journal of Dairy Science, 86: 2725–2743.

[21] Beigomi, M., Ghods Rohani, M., Mohammadifar, M. A., Hashemi, M., Valizadeh, M. and Ghanati, K. (2013). Comparison of textural and sensory characteristics of ultrafiltrated white cheese produced by paneer bad (Withania coagulans) protease and fungal rennet. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology, 8(1): 253-262.

[22] Juan, B., Zamora, A., Quintana, F., Guamis, B. and Trujillo, A. J. (2013). Effect of inulin addition on the sensorial properties of reduced-fat fresh cheese. International Journal of Dairy Technology, 66 (4): 478-483.

[23] Zisu, B. and Shah, N. P. (2005). Textural and functional changes in low-fat Mozzarella cheese in relation to proteolysis and microstructure as influenced by the use of fat replacers, pre-acidification and EPS starter, International Dairy Journal, 15: 957-972.

[24] Cooke, D. R., Khosrowshahi, A. and McSweeney, P. L. H. (2013). Effect of gum tragacanth on the rheological and functional properties of full-fat and half-fat Cheddar cheese. Dairy Science and Technology, 93: 45–62.

[25] Mistry, V. V. & Kasperson, K. M. (1998). Influence of salt on the quality of reduced fat cheddar cheese. Journal of Dairy Science, 81: 1214–1221.

Substitution of NaCl with *Suaeda aegyptiaca* extract as a source of healthy salt in formulation of Iranian ultrafiltered white cheese

Amiri, S.[1], Shakerian, A.[2*], Hojjatoleslamy, M.[3], Soha, S.[4]

1. Graduated of Department of Food Science and Technology ,Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord ,Iran.
2. Professor Department of Food Hygiene, School of Veterinary Medicine, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord ,Iran.
3. Assistance Prof, Department of Food Science and Technology ,Faculty of Agriculture, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord ,Iran
4. Assistance Prof, 3Iranian National Standards Organization, Tehran, Iran

(Received: 2016/03/29 Accepted:2016/07/04)

Suaeda aegyptiaca is a halophyte plant native to salty coastal areas of Persian Gulf. The present research was aimed to reduce the sodium chloride content of ultrafiltration (UF) Iranian white cheese through its enrichment with powder or extract of *Suaeda aegyptiaca* as a rich source of healthy salts. Iranian UF white cheeses incorporated with different levels of powder (1.5% powder and 1.5% sodium chloride; 2% powder and 1% sodium chloride) or extract (0.25% extract and 2% sodium chloride) of *Suaeda aegyptiaca* were investigated for physicochemical, textural and organoleptic properties over a 2-month storage period (3, 20 and 60 day) in comparison with control sample (without powder or extract and containing 3% sodium chloride). The cheese samples all experienced a significant reduction in dry matter content and pH during storage ($p < 0.05$). The results demonstrated that fortified cheese samples had significantly lower salt content than control sample at the same storage days except for the sample containing 2% powder which showed no significant difference compared to control sample ($p \geq 0.05$). Generally, the instrumental texture parameters of experimental cheeses increased during after first 20 day of storage and decreased by the end of storing period; however, the changes of control sample for most textural characteristics did not reach statistical significance ($p \geq 0.05$). The consumer test revealed that the desirability of flavor, odor and appearance of all experimental cheeses were adversely affected with storage time. Furthermore, the sample enriched with 2% powder of *Suaeda aegyptiaca* was appreciated least among experimental cheeses by sensory panel. It was generally concluded that Iranian UF white cheese containing 0.25% extract and 2% sodium chloride is the best sample in terms of most examined attributes comparing to control sample.

Keywords: Ultra-filtrated cheese, Suaeda aegyptiaca, Texture properties, Organoleptic properties

* Corresponding Author E-Mail Address: amshakerian@yahoo.com