تاثیر افزودن آب انار بر ویژگی های فیزیکی– شیمیایی، میکروبی و حسی پنیر فتای بدون آب‌گیری

حنان لشکری[۱]، محمد جواد وریدی[۲*]، محمد هادی اسکندری[۳]، مهدی وریدی[۴]

۱- دانشجوی دکتری گروه صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، گرایش تکنولوژی مواد غذایی
۲- دانشیار، گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی،دانشگاه فردوسی مشهد
۳- دانشیار، گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز
٤- دانشیار، گروه صنایع غذایی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۹٦/۰۸/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹٦/۱۰/۲۷)

چکیده

پنیر فتا به روش بدون آب‌گیری با استفاده از خامه، پروتئین شیر تغلیظ شده، پروتئین آب پنیر تغلیظ شده و شیر تازه تهیه شد و تاثیر سطوح مختلف آب انار و زمان نگهداری بر ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و میکروبی آن بررسی گردید. نمونه‌ها در ۵ سطح آب انار تولید و طی فواصل زمانی ۱۵ روز به مدت دو ماه آنالیز شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SPSS آنالیز و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گشتند. نتایج نشان داد که آب انار بر تمامی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و میکروبی پنیر تاثیر بسیار معنی‌دار ($P<۰/۰۰۰۱$) و زمان نگهداری بر همه ویژگی‌ها به جز خاکستر و حالت فنری تاثیر معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) داشت. افزودن آب انار موجب کاهش شاخص‌های بافت مانند سختی، پیوستگی، حالت صمغی، آدامسی و فنری و افزایش شاخص چسبندگی شد. در طول دوره نگهداری، سختی، پیوستگی و حالت صمغی پنیر ابتدا افزایش و سپس کاهش و حالت آدامسی و چسبندگی پنیر به ترتیب کاهش و افزایش را نشان دادند. آزمون رنگ‌سنجی نشان داد که آب انار شاخص a^* را افزایش و شاخص های L^* و b^* را کاهش داد. به عبارتی قرمزی آب انار موجب افزایش قرمزی و کاهش درخشندگی و زردی پنیر می‌شود. در طول نگهداری شاخص‌های L^* و b^* افزایش و a^* کاهش یافت. به عبارتی از قرمزی پنیر کاسته و بر درخشندگی و زردی آن افزوده شد. نمونه‌ها مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند نمونه حاوی۲۰٪ آب انار که دارای بالاترین امتیاز در پذیرش کلی بود، به عنوان بهترین نمونه انتخاب گردید.

کلید واژگان : آب انار، پنیر فتا، پروتئین آب‌پنیر، پروتئین شیر، ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی

*مسئول مکاتبات:mjvaridi@ferdowsi.um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۱- مقدمه

پنیر یکی از غذاهای اصلی در بسیاری از نقاط دنیا محسوب می‌گردد. تنوع و گوناگونی پنیرهای تولیدی دنیای امروز و ارزش بالای غذایی آنها موجب شده است که در برنامه غذایی بسیاری از کشورها از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد. طبق آخرین گزارش ارائه شده از فائو[1] تولید پنیر در ایران در سال ۲۰۱۱ بالغ بر ۰/۲۵ میلیون تن و مصرف سرانه پنیر در حدود ۵ کیلوگرم است درحالی‌که بیشترین مصرف سرانه مربوط به کشور فرانسه با ۲۶/۳ کیلوگرم است [۱]. این اختلاف موجود میان مصرف سرانه پنیر در ایران با کشورهای پیشرفته، لزوم اجرای اقدامات اساسی جهت افزایش تولید و ایجاد تنوع در آن و ارتقاء مصرف سرانه را برجسته‌تر می‌کند. در سال‌های اخیر فرآورده‌های لبنی زیادی با استفاده از آب میوه، تولید و به بازار عرضه شده است اما مطالعه خاصی در زمینه تولید پنیر حاوی آب میوه‌ها و از جمله انار صورت نگرفته است که علاوه بر ویژگی‌های سلامتی‌بخش، این محصول از نظر رنگ، مزه و دیگر ویژگی‌های حسی می‌تواند مورد پذیرش مصرف‌کنندگان قرار گیرد و شروع خوبی برای تولید فرآورده‌های متنوع در این زمینه باشد.

از طرفی محققان صنایع غذایی تلاش می‌کنند که راه کارهای جدیدی برای افزودن مولکول‌های عملگرا به غذا، پایدار کردن آنها و رها شدنشان در بدن را به دست آورند. برای دستیابی به مزیت واقعی این ترکیبات، آنها باید به آسانی از ماتریکس غذایی به درون مایع دستگاه گوارش آزاد شده و فرآیند هضم و جذب را طی کنند. فرآورده‌های لبنی از جمله پنیر، به دلیل توانایی تشکیل ژل، قادر به حمل ترکیبات عملگرا و رهاسازی آنها در بدن هستند [۲]. افزودن این ترکیبات به پنیر می‌تواند فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ویژگی‌های عملگرایی، رنگ و ارزش تغذیه‌ای آن را بهبود بخشد [۳].

در میان میوه‌ها، انار ترکیبات فنولیک بیشتری داشته و از ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردار بوده و توانایی زیادی در مهار کردن رادیکال‌های آزاد دارد[٤]. انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) متعلق به خانواده انارسانان و بومی ایران است. ایران به عنوان اولین و مهم‌ترین تولیدکننده و صادرکننده انار در جهان شناخته شده است. پژوهش‌ها نشان داده است که ترکیبات ویژه موجود در آب انار در کاهش فشار خون، کاهش اکسیداسیون کلسترول بد خون، جلوگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و انسداد رگ‌های خونی و پیشگیری از انواع سرطان‌ها مفید است [۲]. زربان و همکاران (۱۳۸٦) ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی و توانایی در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد آب انار و ۹ آب میوه تجاری را مطالعه و بررسی کردند و مشاهده کردند که بیشترین ترکیبات فنولی و بیشترین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی مربوط به آب انار است [٤]. هان و همکاران (۲۰۱۱) پنیر فراسودمند حاوی ترکیبات عملگرای فنولیکی تولید و بازده ماندگاری پلی‌فنول‌ها در پنیر و ویژگی آنتی-اکسیدانی نمونه‌ها را بررسی کردند. ترکیبات فنولی تک حلقه‌ای شامل کاتچین[2] و اسید تانیک[3] و اپی گلو کاتچین گالات[4] و اسید هموانیلیک[5] و هسپرتین[6] و فلاون‌ها[7] و ترکیبات خام طبیعی نظیر عصاره انگور، عصاره چای سبز و پودر کورن بری[8] به عنوان ترکیبات عملگرایی در تهیه پنیر استفاده کردند. لخته‌های پنیر حاوی ترکیبات پلی‌فنولیک به میزان ۰/۵ میلی‌گرم به میلی‌لیتر فعالیت جذب رادیکال‌های آزاد موثری از خود نشان دادند [۵].

به منظور تولید پنیر فتای حاوی آب انار نیاز است بخشی از شیر با آب انار جایگزین شود، ازطرفی افزودن مستقیم آب انار به شیر به دلیل pH پایین آب انار و افت شدید pH شیر امکان‌پذیر نیست، بنابراین برای افزایش خاصیت بافری شیر

1. Food and Agriculture Organization

2. Catechin
3. Tannic acid
4. Epigallocatechin gallate (EGCG)
5. Homovanillic acid
6. Hesperetin
7. Flavones
8. Cranberry

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

باید ابتدا مواد جامد شیر را با استفاده از پروتئین‌های شیر افزایش داد و سپس آب انار را به آن افزود. بدین منظور نیاز است که پنیر فتا به شیوه بدون آب‌گیری[9] تولید گردد. یک جایگزین مناسب برای تولید پنیر فراپالایش، تولید این فرآورده به شکل بازساخته یا بدون آبگیری است [٦]. در تولید پنیر به روش بدون آب‌گیری از نسبت‌های مختلف پودر تغلیظ شده پروتئین آب‌پنیر، پودر تغلیظ شده پروتئین شیر، کازئینات سدیم، پودر شیر خشک کامل، پودر شیر پس‌چرخ، خامه و شیر تازه می‌توان استفاده کرد و پنیر مشابه با پنیر حاصل از فراپالایش تولید کرد. پودر تغلیظ شده پروتئین شیر(MPC)[10]، حاوی پروتئین کازئین و آب‌پنیر به شکل طبیعی است و از آنجایی که فرآیند تولید به گونه‌ای است که آسیبی به پروتئین‌ها نمی‌رساند، در فرآورده‌های لبنی رفتار آن دقیقاً مشابه با خود شیر است. میستری و همکاران (۱۹۹٦) از MPC در تولید پنیر گودا استفاده کردند. آنها توانستند بازده تولید پنیر گودا را افزایش دهند. همچنین مشاهده کردند که افت pH سریع‌تر رخ می‌دهد و زمان تشکیل لخته کوتاه‌تر شده و لخته سفت‌تری حاصل می‌شود [۷]. رشیدی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از پودر پروتئین شیر پنیر فتای فراپالایشی کم‌چرب را تولید کردند [۸]. پودر تغلیظ شده پروتئین سرم شیر (WPC)[11] نیز در تولید انواع پنیر کاربرد دارد. پژوهش جوینده (۲۰۰۸) در مورد تأثیر افزودن تغلیظ شده تخمیری پروتئین آب پنیر (FWPC)[12] قبل و بعد از تشکیل لخته در پنیر نشان داد که افزودن FWPC به شیر به طور معنی‌داری سبب افزایش راندمان پنیر می‌شود که این موضوع می‌تواند مربوط به بهبود ظرفیت جذب نگهداری آب توسط FWPC باشد [۳]. نظری و حصاری (۲۰۱۳) پنیر فتای بدون آب پنیر را تولید و ویژگی‌های حسی آن را ارزیابی کردند و مشاهده نمودند که نمونه‌ی دارای ۳۰٪ پروتئین آب‌پنیر و ۷۰٪ کازئین نسبت به نمونه دارای ۲۰٪ پروتئین آب‌پنیر و ۸۰٪ کازئین از نظر ارزیابی حسی در روز ۳۰ و ٦۰ از دوره نگهداری مطلوبیت بیشتری دارد [۱۰]. در این پژوهش تاثیر آب انار بر ویژگی‌های پنیر فتای بدون آب‌گیری بهینه‌سازی شده بوسیله لشکری و همکاران (۱۳۹٦) [۱۱] بررسی گردید و تولید پنیر فتای میوه‌ای حاوی آب انار امکان‌سنجی شد. با تولید این فرآورده تنوعی در تولید پنیر سفید ایرانی ایجاد گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه

شیر و خامه تازه و پودر تغلیظ شده پروتئین شیر (MPC) از شرکت پگاه فارس (شیراز، ایران) و پودر تغلیظ شده پروتئین آب پنیر (WPC) از شرکت Glanbia آلمان تهیه شد. در جدول شماره ۱ ویژگی‌های شیمیایی این ترکیبات مشاهده می‌شود. انعقادگر مصرفی از نوع میکروبی با نام تجاری Microclerici-st:2040 (SaccoInternational Caglificio Clerici SpAClerici - ایتالیا) و آغازگر از نوع مایه کشت مستقیم به وت، لیوفلیزه[13] با نام تجاری FEM -Feferm (Optiferm GmbHآلمان) حاوی گونه‌های *استرپتوکوکوس ترموفیلوس*[14] و *لاکتوباسیلوس دلبروکی* زیر گونه بولگاریکوس[15] بود. نمک طعام تصفیه شده از شرکت دردانه شیراز و کلرید کلسیم از شرکت مرک آلمان و لیوان‌های ۱۰۰گرمی از شرکت گلیژه شیراز تهیه گردیدند.

آب انار مصرفی از انار رقم قصرالدشتی شیراز که در فارس مورد کشت قرار می‌گیرد، تهیه شد. در جدول شماره ۲ ذویژگی‌های شیمیایی آب انار مشاهده می‌شود.

9. Whey less
10. Milk Protein Concentrate
11. Whey Protein Concentrate
12. Fermented Whey Protein Concentrate

13. lyophilized direct-to-vat mixed culture
14. *Streptococcus thermophilus*
15. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 1 Chemical properties of principle material of cheese formula

Raw material	%Ash	%DM	%TP	%Fat	%Acidity (lactic acid)	pH
Milk	0.74	12.50	3.30	3.40	0.18	6.61
Cream	0.40	36.50	2.40	30.0	0.15	6.52
MPC	6.70	95.50	71.0	7.05	-	6.40
WPC	8.00	96.00	35.0	8.10	-	6.50

Table 2 Chemical properties of pomegranate juice.*

Properties	%Ash	%DM	Brix	%Acidity (citric acid)	pH	Total phenol (mg/100ml)	Total Anthocyanin (mg/100ml)
Pomegranate juice	0.29±0.05	19.22±0.22	18.12±0.1	1.5±0.02	3.2±.0.02	245±12	27.82±0.23

* Average numbers of three replies have been reported as mean ± standard deviation

۲-۲- روش تولید

۲-۲-۱- تهیه آب انار

بعد از شستشوی میوه و دانه‌گیری دستی، آب انار بوسیله پرس کردن تولید و به کمک فیلتر پارچه‌ای صاف و سپس تحت تیمار حرارتی با دمای ۷۰°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و در نهایت به صورت منجمد در دمای ۲۰°C- تا زمان تولید پنیر نگهداری شد.

۲-۲-۲- تولید پنیر

برای تولید پنیر، ابتدا مواد اولیه که شامل شیر تازه، خامه و پودرهای MPC و WPC است به ترتیب به نسبت‌های ٤٠، ٤٥/٦، ١١/٧ و ٢/٧٪ با هم مخلوط شدند. مخلوط در دمای ٤٥–٥٠°C حرارت داده و به مدت ١ ساعت به آن زمان داده شد تا پودرها آبگیری کرده و سپس در فشار ٧٠ بار هموژناسیون و در دمای ٦٣°C به مدت ٣٠ دقیقه پاستوریزاسیون صورت گرفت و پس از آن تا دمای ٤٠°C- ٣٥ سرد شد. آب انار به مقادیر تعیین شده به وت پنیرسازی اضافه و مخلوط شد. مایه کشت آغازگر (١٠واحد به ازاء ١٠٠٠ لیتر شیر)، نمک به میزان ١/٥گرم، کلرید کلسیم به میزان ٠/٠٢ گرم و رنت به میزان ٠/٠٠٤ گرم به ازاء ١٠٠ گرم به مخلوط افزوده شد. این مخلوط در ظروف پلاستیکی ١٠٠ گرمی ریخته و ٢٠ دقیقه در دمای ٣٥°C نگهداری شد تا لخته ایجاد گردد و در نهایت با پوشش آلومینیوم دربندی حرارتی صورت گرفت. پنیرهای تولیدی تا رسیدن به pH ٤/٦ در گرم‌خانه ٤٠°C نگهداری و سپس به مدت ٦٠ روز در سردخانه با دمای ٦°C قرار گرفتند. طی فواصل زمانی ١٥ روز، نمونه‌ها با استفاده از تست‌های فیزیکی- شیمیایی، حسی و میکروبی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲-۳- آزمون‌ها

۲-۳-۱-آزمون‌های فیزیکیی- شیمیایی

مواد جامد کل به روش وزنی، چربی به روش ژربر، اسیدیته قابل تیتراسیون بر مبنای اسید لاکتیک (w/w)، پروتئین خام به روش میکروکجلدال، خاکستر به روش سوزاندن درکوره الکتریکی، نمک به روش مور و pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال (AZ ، TES-1380K، تایوان) اندازه‌گیری شدند (١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٤). آب‌اندازی از طریق تعیین نسبت وزنی آب‌پنیر به دلمه بعد از خروج آب دلمه اندازه‌گیری شد (١٨). برای ارزیابی رنگ از سیستم عکس‌برداری با دوربین دیجیتال (canon power shotA540، ژاپن) استفاده و رنگ‌سنجی در فضای رنگی هانترلب انجام شد [١٩]. برای ارزیابی پیشرفت پروتئولیز از شاخص ازت غیرپروتئینی (NPN) یا همان ازت محلول استفاده گردید [٢٠]. لیپولیز از طریق تعیین اندیس اسیدی به وسیله تیتراسیون ارزیابی شد. چربی از نمونه‌های پنیر با استفاده از دی اتیل اتر استخراج و اندیس اسیدی آن (میلی اکی والان در ١٠٠ گرم چربی) از طریق تیتراسیون با پتاس الکلی تعیین شد (٢٠). برای تعیین اندیس اسید تیوباربیتوریک و عدد پراکسید ابتدا چربی نمونه با استفاده از حلال کلروفرم استخراج شد و سپس تحت آزمون قرار گرفت [٢١]. اندیس اسید تیوباربیتوریک برای اندازه‌گیری محصولات ثانویه اکسیداسیون به کار می‌رود که به روش جذب نوری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٥٣٥ نانومتر

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

تعیین می‌شود (۲۲). برای تعیین عدد پراکسید به روش یدومتری عمل شد (۲۲). برای اندازه‌گیری فنول کل و آنتوسیانین کل و تعیین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی نمونه‌های پنیر، ابتدا عصاره پنیر استخراج شد. ۵ گرم نمونه با ٤٠ میلی-لیتر متانول به خوبی مخلوط و به مدت ۱ ساعت بر روی شیکر قرار گرفت و سپس در g ٦٥٠٠ به مدت ۱۵دقیقه در دمای °C ٤ سانتریفیوژ شد. از عصاره رویی به عنوان عصاره پنیر در آزمون‌های جذب استفاده شد. مقدار کل ترکیبات فنولی موجود در نمونه‌ها توسط رنگ‌سنجی به روش فولین- سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت [۲۳]. اندازه‌گیری مقدار کل آنتوسیانین‌ها با استفاده از روش رنگ‌سنجی (اختلاف جذب در pHهای مختلف) صورت گرفت (٢٤). برای اندازه‌گیری ظرفیت جذب رادیکال‌های فعال از محلول DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار در حلال متانول استفاده شد. جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد و نتایج بر حسب گرم بر میلی‌لیتر گزارش گردید [۲۵].

۲-۳-۲- آزمون بافت

ارزیابی بافت توسط دستگاه بافت‌سنج (CT3 Brookfield، ساخت آمریکا) انجام شد. برای اینکار نمونه‌های پنیر ابتدا از یخچال خارج شده و برای هم‌دمایی با محیط، ۱۰ دقیقه زمان داده شد. سپس از هر کدام، نمونه‌ای به شکل استوانه به ترتیب با قطر و ارتفاع ۲۷ و ۲۰ میلی‌متر تهیه و در دستگاه قرار گرفت و توسط پروب فشارنده با قطر ۳۵ میلی‌متر تا ۲۰٪ ارتفاع اولیه فشرده شد. سرعت حرکت پیشانی ٦٠ میلی‌متر در دقیقه بود. هر آزمون حداقل در سه تکرار انجام شد. شاخص‌هایی مانند سختی[16]، پیوستگی[17]، چسبندگی[18]، حالت صمغی[19]، آدامسی[20] و فنری[21] از روی منحنی به دست آمده از دستگاه تعیین شدند [٢٦].

۲-۳-۳- آزمون‌های میکروبی

ارزیابی میکروبی جهت بررسی رشد میکروب‌های آلوده‌کننده و استارترها صورت گرفت. در همه موارد، نتایج بر حسب log cfu/g گزارش گردید. کلنی‌های قابل شمارش باکتری‌های غیرلاکتیکی بودند که بر اساس استاندارد شماره ۸۲٤۸ شمارش شدند [۲۷]. لاکتوباسیل‌های مزوفیل و ترموفیل در محیط MRS[22] آگار و به روش عمقی[23] کشت و به ترتیب، در دمای °C ۳۰ و °C ٤٥ به مدت ٤٨ ساعت نگهداری و شمارش شدند. شمارش لاکتوکوکسی‌های مزوفیل و ترموفیل در محیط M17 آگار به روش عمقی کشت و به ترتیب در دمای °C ۳۰ و °C ۳۷ به مدت ٤٨ ساعت نگهداری و شمارش شدند [۲۸].

۲-۳-٤- آزمون حسی

ارزیابی حسی نمونه‌ها، ۳۰ روز بعد از تولید انجام شد. نمونه‌ها به طور تصادفی رمزگذاری و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند تا به تعادل دمایی برسند و سپس توسط یک گروه ۱۰ نفره ارزیاب آموزش دیده بررسی شدند. نمونه‌ها بر اساس استاندارد شماره ٤٩٣٨ (ارزیابی حسی پنیر) از نظر رنگ سطح خارجی، رنگ سطح داخلی، وضعیت ظاهری سطح خارجی، وضعیت ظاهری سطح داخلی، عطر و طعم، بافت و در نهایت پذیرش کلی به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای (حداقل و حداکثر رضایت‌مندی به ترتیب با امتیاز ۱ تا ۵) امتیازدهی شدند[۲۹].

۲-۳-۵- تجزیه و تحلیل آماری

به هر ۱۰۰ گرم از فرمول پایه پنیر، به مقدار ۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سی‌سی آب انار افزوده شد و آزمون‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با حداقل ۲ تکرار انجام گرفت و داده‌های به دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SPSS آنالیز و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر آب انار بر ویژگی‌های مختلف پنیر

نتایج تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که آب انار بر همه پاسخ‌ها تاثیر بسیار معنی‌دار (P<۰/۰۰۰۱) دارد. در جدول ۳ نتایج تاثیر آب انار بر ویژگی های مختلف پنیر مشاهده می شود.

16. hardness
17. cohesiveness
18. adhesiveness
19. gumminess
20. chewiness
21. springiness

22. de Man, Rogosa and Sharpe
23. Pure plate

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Table 3 Effect of pomegranate juice on physicochemical properties of cheese*

Properties	0	5	10	15	20
Syneresis (%)	2^{a}	2.32^{b}	2.68^{c}	3.20^{d}	3.68^{e}
Dray matter (%)	37.33^{e}	36.77^{d}	36.14^{c}	35.35^{b}	34.88^{a}
Fat (%)	16.09^{e}	15.34^{d}	14.79^{c}	14.6^{b}	14.17^{a}
Acidity (lactic acid)	1.22^{a}	1.25^{a}	1.32^{b}	1.38^{c}	1.51^{d}
Salt (%)	1.38^{e}	1.35^{d}	1.31^{c}	1.19^{b}	1.11^{a}
pH	4.56^{a}	4.60^{b}	4.65^{c}	4.69^{d}	4.70^{d}
Ash (%)	3.47^{c}	3.39^{c}	3.24^{b}	3.11^{a}	3.06^{a}
Total protein (%)	12.28^{e}	11.79^{d}	11.26^{c}	10.88^{b}	10.2^{a}
NPN/TN	4.82^{c}	3.05^{ab}	3.23^{b}	3.11^{ab}	2.90^{a}
FFA(meq/100g fat)	0.516^{d}	0.302^{c}	0.284^{b}	0.253^{a}	0.244^{a}
Total phenol (mg/g cheese)	0.044^{a}	0.075^{b}	0.126^{c}	0.223^{d}	0.300^{e}
Anthocyanin (mg/g cheese)	0^{a}	0.004^{b}	0.012^{c}	0.028^{d}	0.035^{e}
Inhibition of DPPH (%)	7.930^{a}	14.820^{b}	20.420^{c}	26.330^{d}	30.040^{d}
Proxid value(meq g $o_{2/}$ kg fat)	0.209^{d}	0.203^{cd}	0.199^{c}	0.182^{b}	0.172^{a}
TBA Index (ppm)	1.11^{d}	1.09^{cd}	1.01^{bc}	0.945^{b}	0.762^{a}
Hardness (g)	1016.0^{d}	833.6^{c}	680.3^{b}	639.3^{b}	442.6^{a}
Cohesiveness	0.552^{c}	0.488^{b}	0.407^{a}	0.396^{a}	0.374^{a}
Gumminess (g)	570.3^{e}	428.5^{d}	301.5^{c}	248.7^{b}	189.7^{a}
Chewiness (mj)	31.30^{c}	31.17^{c}	26.83^{b}	23.52^{b}	14.53^{a}
Springiness (mm)	3.61^{c}	3.50^{c}	3.22^{b}	3.15^{b}	2.85^{a}
Adhesiveness (mj)	1.096^{a}	1.527^{b}	1.540^{b}	1.905^{c}	2.084^{c}
L^{*}	60.38^{e}	55.81^{d}	54.11^{c}	51.93^{b}	49.99^{a}
b^{*}	18.37^{d}	16.22^{c}	15.87^{c}	14.61^{b}	13.78^{a}
a^{*}	2.21^{a}	3.13^{b}	4.72^{c}	6.45^{d}	7.08^{e}
Total count ($\log_{10}$ cfu /g)	3.120^{a}	3.794^{b}	3.829^{b}	4.321^{c}	4.347^{c}
Viability of thermophilic lactobacilli ($\log_{10}$ cfu /g)	6.86^{d}	6.20^{c}	6.01^{c}	5.72^{b}	5.43^{a}
Viability of mesophilic lactobacilli ($\log_{10}$ cfu /g)	8.01^{e}	7.75^{d}	7.14^{c}	6.72^{b}	6.34^{a}
Viability of thermophilic lactococci ($\log_{10}$ cfu /g)	7.62^{c}	6.85^{b}	5.92^{a}	5.83^{a}	5.76^{a}
Viability of mesophilic lactococci ($\log_{10}$ cfu /g)	7.81^{d}	7.62^{d}	7.15^{c}	6.71^{b}	5.76^{a}

In each row, different letters indicate a significant difference between the samples ($P\leq0.05$).

با افزایش درصد آب انار محتوای ماده خشک و چربی کاهش و آب‌اندازی افزایش یافت. رطوبت آب انار نسبت به رطوبت تیمار کنترل بیشتر بود. بخشی از آب انار در لخته مانده و توسط WPC جذب می‌شود و بخشی خارج می‌گردد. ماده خشک و چربی آب انار نسبت به پنیر کمتراست. بنابراین هر چه درصد آب انار در فرمولاسیون و لخته بیشتر شود، در پی آن ماده خشک و چربی کاهش می‌یابد. فرآیند آب‌اندازی به آرایش مجدد گسترده شبکه کازئین بعد از تشکیل ژل اولیه بستگی دارد. آرایش مجدد در دمای بالاتر و pH کمتر (۵/۱<pH<۶/۵) شدت بیشتری می‌گیرد [۳۰]. آب انار سبب افزایش معنی‌دار اسیدیته (بر حسب اسید لاکتیک) و pH پنیر گردید. اسید موجود در پنیر اسید لاکتیک است و اسید غالب در آب انار اسید سیتریک و درجه دوم اسید مالیک است [۳۱]. این افزایش ناشی از حضور ترکیبی از اسیدهای آلی است ولی در نهایت اسیدیته بر حسب اسید لاکتیک گزارش می‌شود. این نتایج با نتایج سالوا و همکاران (۲۰۰٤) و کوشش و همکاران (۱۳۹٤) که به ترتیب از هویج و آب انار در تهیه ماست استفاده کرده بودند، مطابقت دارد [۳۲و ۳۳].

pH نمونه‌ها همواره پایین و زیر ٤/۷ بود اما با افزایش آب انار، pH روند افزایشی را نشان داد. این مسئله نشان‌دهنده این است که هر چه آب انار بیشتر باشد فعالیت استارترها کمتر و در پی آن تولید اسید لاکتیک کمتر صورت گرفته و pH نهایی بیشتر بود. بنابراین می‌توان گفت آب انار تاثیر منفی بر رشد آغازگرها داشته و از طرف دیگر با افزایش آب انار محیط رقیق‌تر شده و

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

دسترسی استارتر به لاکتوز کمتر می‌شود. از دلایل این مسئله می‌توان به ماهیت اسیدی آب انار و حضور غلظت بالایی از ترکیبات فنولی موجود در این آب میوه [۳٤] اشاره داشت. همچنین خاصیت ضدمیکروبی عصاره انار (به تانین‌هایی چون الاژی‌تانین و فلاوونوئیدها نسبت داده شده است) که بر روی باکتری‌های گرم مثبت خاصیت مهارکنندگی دارد [۳۵]، نیز فاکتور مورد تاثیر در کاهش رشد استارترها و در نهایت افزایش pH نمونه حاوی آب انار نسبت به نمونه کنترل است. یافته-های کوشش و همکاران (۱۳۹٤) که در تهیه ماست از آب انار استفاده کردند نیز تاییدی بر این مطلب است [۳۳].

آب انار سبب کاهش معنی‌دار نمک گردید. با ثابت بودن مقدار اولیه نمک، با افزایش آب انار و در پی آن رطوبت پنیر، درصد آن کم می‌شود و از ۱/٤ در نمونه کنترل به ۱/۱٪ در پنیر ۲۰٪ می‌رسد. آب انار سبب کاهش معنی‌دار خاکستر و پروتئین پنیر شد. این کاهش ناشی از پایین بودن درصد خاکستر و پروتئین آب انار نسبت به نمونه کنترل بود. کوشش و همکاران (۱۳۹٤) نیز در تولید ماست حاوی آب انار، در روند تغییرات پروتئین ماست به نتایج مشابه دست یافتند [۳۳]. آب انار باعث کاهش ازت غیرپروتئینی و اسیدهای چرب آزاد شد. ازت غیرپروتئینی شاخص فرآیند پروتئولیز است. این فرآیند مهم‌ترین عامل در رسیدن انواع پنیر است. پروتئازهای باکتری‌های آغازگر و رنت موجود در لخته مهم‌ترین آنزیم‌های پروتئولیتیک موجود در پنیرهای بدون آب پنیر هستند. به دلیل اینکه همه رنت افزوده شده در لخته پنیر فتای بدون آب باقی می‌ماند، رنت نقش مهمی در پروتئولیز دارد و مسئول پروتئولیز اولیه کازئین است و پروتئازهای باکتری‌های آغارگر بیشتر پروتئولیز ثانویه را انجام داده و α_{s1} را تجزیه می‌کند. در بررسی حصاری و همکاران (۲۰۰٦) نقش هر دو عامل در پروتئولیز پنیر فتا تایید شده است [۳٦]. در اینجا نمونه پنیر کنترل دارای بیشترین ازت غیرپروتئینی است که این مسئله نشان‌دهنده اثر بازدارندگی آب انار بر فرآیند پروتئولیز است. البته آب انار موجب افزایش رطوبت پنیر شد که در پی آن نسبت ازت غیر پروتئینی کاهش یافت.

میزان اسیدهای چرب آزاد در پنیر بیانگر گسترش فرآیند لیپولیز است. فرایند لیپولیز که در طی آن چربی‌ها به اسیدهای چرب و گلیسرول تجزیه می‌شوند نقش مهمی در توسعه عطر و طعم پنیر ایفا می‌کند. هیدرولیز چربی شیر طی تهیه پنیر و رسیدن به وسیله لیپازهای طبیعی شیر، آنزیم‌های لیپولیتیک باکتری‌های آغازگر و غیرآغازگر، لیپازهای باکتری‌های سایکروتروف صورت می‌گیرد. لیپازهای طبیعی شیر حساس به حرارت می باشند. بنابراین در پنیرهای تهیه شده از شیرهای پاستوریزه، غیرفعال می‌شوند و عامل اساسی لیپولیز در این پنیرها، آنزیم‌های آغازگرها و سایر باکتری‌ها خواهد بود [۳۷]. با توجه به جدول ۳ می‌توان گفت نمونه پنیر کنترل دارای بیشترین اندیس اسیدی است که این مسئله نشان‌دهنده اثر بازدارندگی آب انار بر فرآیند لیپولیز توسط باکتری‌ها به ویژه آغازگرها بود.

انار سرشار از ترکیبات فنولیک است که مقدار این ترکیبات بر اساس میزان گالیک اسید معادل‌سازی می‌شود. آنالیز نشان داد که آب انار مصرفی دارای ۱۲ ±۲٤٥ mg/100ml ترکیبات فنولی بود. در پژوهش دیگری، محققان دریافتند که آب انار دارای ۵ ±۲۰۵ mg/100ml ترکیبات فنولی بود و نسبت به سایر آب میوه‌ها دارای بیشترین میزان این ترکیبات بود [۳]. ترکیبات فنولی قادر هستند با پروتئین‌ها واکنش دهند که این امر به غلظت، pH و وزن مولکولی آنها بستگی دارد. ترکیبات فنولی با وزن مولکولی کم قادر به ایجاد اتصالات عرضی قوی نیستند ولی انواع پلیمره و سنگین وزن آنها در ایجاد اتصالات عرضی فعال‌تر بوده و سریع‌تر به وسیله پروتئین رسوب می‌کنند [۳۸]. بنابراین همان‌طور که انتظار می‌رفت افزایش آب انار موجب افزایش ترکیبات فنولی در پنیر گردید. بالاترین محتوای فنول در نمونه ۲۰٪ آب انار و کمترین مربوط به پنیر کنترل بود. با افزایش درصد آب انار محتوای ترکیبات فنولی افزایش یافت. نتایج با یافته‌های کوشش و همکاران (۱۳۹٤) مطابقت دارد [۳۳]. آنتوسیانین‌ها گروهی از رنگدانه‌های محلول در آب هستند. اینها در حد وسیعی در مایع سلول‌های گیاهی وجود دارند و رنگ‌های قرمز، آبی و بنفش را در بسیاری از میوه‌ها و سبزی‌ها به وجود می‌آورند. آنتوسیانین‌ها از طریق پیوندهای هیدروفوبی و هیدروژنی با هم و دیگر رنگدانه‌ها و پروتئین‌ها پیوند برقرار می‌کنند [۳۹]. آب انار مصرفی دارای ۰/۲۳mg/100ml ± ۲۷/۸۲ آنتوسیانین بود. بنابراین همان‌طور که انتظار می‌رفت افزودن آب انار به پنیر باعث حضور این رنگدانه در پنیر گردید. بنابراین افزایش آب انار موجب افزایش آنتوسیانین در تیمارهای پنیر شد تا جایی که در تیمار ۲۰٪ به مقدار ۰/۰۳۵ mg/g رسید.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی انار بیشتر به خاطر حضور اسید آسکوربیک و ترکیبات فنولی از قبیل پونیکالاژین، پونیکالین، اسید گالیک، اسید الاژیک و آنتوسیانین‌ها می‌باشد [٤۰]. ترکیبات پل فنولیک انار ۳ تا ۱۵ برابر؛ در از بین بردن و خنثی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

کردن رادیکال‌های آزاد موفق تر از سایر آنتی اکسیدان ها نظیر ویتامین C و E عمل می‌کنند [۳و ٤١]. خاصیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد با استفاده از محلول DPPH اندازه‌گیری شد. نتیجه آزمون به صورت درصد بازدارندگی[24] DPPH گزارش می‌شود. هرچه مقدار عددی آن بیشتر باشد، نشان‌دهنده بالاتر بودن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در نمونه است. آب انار مصرفی دارای درصد بازدارندگی ۷۵/۱۸ بود. زربان و همکاران (۱۳۸٦) در مطالعه خود دریافتند که آب انار نسبت به سایر میوه‌ها دارای اثر بازدارندگی (۹٦٪) بیشتری است [۳]. نتایج نشان داد آب انار سبب افزایش معنی‌دار درصد بازدازندگی DPPH می‌شود. یافته‌های هان و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که با استفاده از ترکیبات فنولی (به عنوان ترکیبات عمل‌گرا) در پنیر می‌توان خاصیت آنتی‌اکسیدانی آن را افزایش داد. آنها دریافتند که پنیر دارای ترکیب فنولی با غلظت mg/ml ۰/۵، دارای خواص ضدرادیکالی موثری است [٤]. کوشش و همکاران (۱۳۹٤) نیز در مورد نمونه ماست حاوی آب انار به نتایج مشابه دست یافتند و با افزایش آب انار توانستند خاصیت آنتی-اکسیدانی ماست را افزایش دهند (۳۳). ترکیبات فنولی با پروتئین کازئین و آب پنیر واکنش داده و بر ویژگی‌های عملگرایی آنها تاثیر می‌گذارد. گزارش‌های مختلف این مسئله را تایید می‌کنند که پروتئین‌ها در اثر برهم‌کنش با ترکیبات فنولی خواص آنتی‌اکسیدانی از خود نشان می‌دهند [۳۸].

پراکسید محصول اولیه اکسیداسیون چربی است و مالون دی آلدهید یکی از محصولات ثانویه اکسیداسیون چربی است که از تجریه هیدروپراکسیدها در مراحل آخر اکسیداسیون تولید می-شود. رایج‌ترین تست اندازه‌گیری مالون دی آلدهید در مواد غذایی، تست اسید تیوباربیتوریک است. این ترکیب در اثر واکنش با اسید تیوباربیتوریک، محصول قرمز رنگی ایجاد می-کند که در ۵۳۲ تا ۵۳۵ نانومتر جذب دارند. آب انار سبب کاهش معنی‌دار عدد پراکسید و شاخص TBA شد.

آب انار سبب کاهش سختی، پیوستگی، حالت صمغی، حالت آدامسی و حالت فنری و افزایش چسبندگی شد. با توجه به نتایج آب انار بر ماده خشک می‌توان گفت آب انار موجب کاهش ماده خشک می‌شود و در پی آن آب موجود در پنیر افزایش یافته، مولکول‌های آب به همراه گلبول‌های چربی در بین شبکه سه بعدی پروتئین قرار گرفته است و با افزایش آن ساختمان شبکه تضعیف می‌شود و برای پاره شدن در هنگام فشردگی مستعدتر می‌گردد (٤۲). بنابراین آب انار، سختی را کاهش داده و محصول را نرم‌تر می‌سازد. زیسو و همکاران (۲۰۰۵) علت کاهش پیوستگی را ضعف پیوندهای داخلی در ساختار پنیرهایی با رطوبت بالاتر و بافت نرم‌تر می‌دانند که در نتیجه فشار وارده در دستگاه، پنیر به راحتی و غیرقابل برگشت تغییر شکل می‌دهد [٤۳] که این مسئله تاییدی بر کاهش پیوستگی مشاهده شده در اثر افزودن آب انار بود. حالت صمغی عبارت است از انرژی لازم برای خرد کردن یک ماده غذایی نیمه جامد تا هنگامی که آماده بلع شود. با افزایش آب انار و افت ماده خشک پنیر، بافت پنیر نرم‌تر می‌شود و در پی آن انرژی لازم برای جویدن پنیر کاهش یافته و به عبارتی از حالت صمغی پنیر کاسته می‌شود. حالت آدامسی عبارت است از انرژی لازم برای جویدن یک ماده غذایی جامد تا هنگامی که آماده بلع شود. با افزایش آب انار از حالت آدامسی پنیر کاسته می‌شود. قابلیت ارتجاع یا فنری بودن، میزانی از ارتفاع اولیه است که ماده غذایی در طی زمان آن را بازیابی می‌کند. با افزودن آب انار از ارتجاعیت پنیر.کاسته شد و بر چسبندگی آن افزوده شد. رطوبت خاصیت پلاستیسیته ماتریکس پروتئین را افزایش و خاصیت الاستیسیته آن را کاهش می‌دهد. مولکول-های آب در بین شبکه سه بعدی پروتئین قرار گرفته و ساختمان شبکه را تضعیف می‌کنند. بنابراین افزایش رطوبت، سختی و سایر فاکتورها را کاهش داده و محصول را نرم‌تر می-سازد. در ضمن هر چه ساختار پروتئینی شبکه پنیر بازتر باشد، چسبندگی بیشتر می‌باشد و هر چه شبکه متراکم‌تر باشد چسبندگی کمتر و پیوستگی بیشتر می‌شود [٤٤].

رنگدانه غالب موجود در پنیر حاوی آب انار، آنتوسیانین است. پایداری رنگ آنتوسیانین‌ها تا حدود زیادی تحت تأثیر ساختمان شیمیایی و غلظت آنها، دمای نگهداری، حضور اکسیژن، نور، قندها، آنزیم‌ها و حضور ترکیبات کمپلکس‌شونده، pH، اسید اسکوربیک و دماهای مختلف نگهداری است [٤۵]. با افزایش آب انار شاخص L^* و b^* کاهش و شاخص a^* افزایش یافت. بنابراین می‌توان گفت آب انار روشنایی و زردی پنیر را کاهش و قرمزی آن را افزایش می‌دهد. آب انار به دلیل داشتن آنتوسیانین، قرمزی پنیر را بیشتر می‌کند. زردی در پنیر ناشی از پراکنش نور توسط پرکننده‌های شبکه کازئین (چربی و WPC) است. با افزایش آب انار و افزایش قرمزی از زردی کاسته شد. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های کراسالان و همکاران (۲۰۱۱) و کوشش و همکاران (۱۳۹٤) مطابقت داشت [۳۳و ٤٦].

24. % Inhibition

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

آب انار سبب افزایش جمعیت میکروب‌های آلوده کننده پنیر شد. از آنجایی که حرارت و دمای بالا باعث افت آنتوسیانین [٤٧] و تیره شدن آب انار می‌شود، آب انار مصرفی تنها تحت تیمار حرارتی با دمای ۷۰°C به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. بنابراین آب انار افزوده شده استریل نبوده و خود موجب افزایش بار میکروبی و شمارش کلی پنیر گردید. میزان زنده-مانی لاکتوباسیلوس‌های مزوفیل، ترموفیل، لاکتوکوکسی‌های مزوفیل و ترموفیل تحت تاثیر آب انار قرار گرفت و از تعداد این باکتری‌ها کاسته شد. با توجه به نتایج، تعداد مزوفیل‌ها همواره بیشتر است. تریگریووس و همکاران (۲۰۱۱) و راندهرا و همکاران (۲۰۱۲) نیز در مورد تاثیر آب انار بر زنده‌مانی آغازگرهای لاکتوباسیلوس به نتایج مشابه دست یافتند. آب انار موجب کاهش جمعیت سلول‌های زنده آغازگرها گردید. در این ارتباط، pH میوه استفاده شده، حضور اسیدهای آلی موجود در میوه و همچنین حضور ترکیباتی که بازدارنده رشد آغازگرها باشند از عوامل مهم در کاهش جمعیت آنها می‌باشد [٤٩و ٤٨]. ماهیت اسیدی آب انار و حضور غلظت بالایی از ترکیبات فنولی موجود در این آب میوه و خاصیت ضد میکروبی عصاره انار که به تانین‌هایی چون الاژی‌تانین و فلاوونوئیدها به ویژه در مورد باکتری‌های گرم مثبت نسبت داده شده است نیز به عنوان فاکتورهای موثر در کاهش جمعیت آغازگرها معرفی شده است [۳۵].

۳-۲- تاثیر زمان نگهداری بر ویژگی‌های مختلف پنیر

زمان نگهداری بر همه پاسخ‌ها به جز خاکستر و حالت فنری تاثیر معنی‌دار (P<۰/۰۵) داشت. نتایج در جدول ٤ ارائه شده است.

Table 4 Effect of storage time on physicochemical properties of cheese*

Properties	0	15	30	45	60
Syneresis (%)	3.36^{c}	3.6^{d}	3.76^{d}	2.62^{b}	0.54^{a}
Dray matter (%)	36.34^{c}	36.41^{cd}	36.54^{d}	35.91^{b}	35.28^{a}
Fat (%)	15.10^{c}	15.13^{c}	15.21^{c}	14.87^{b}	14.66^{a}
Acidity (lactic acid)	1.20^{a}	1.30^{b}	1.35^{c}	1.41^{d}	1.44^{d}
Salt (%)	1.26^{b}	1.24^{a}	1.23^{a}	1.28^{c}	1.33^{d}
pH	4.8^{e}	4.73^{d}	4.63^{c}	4.58^{b}	4.48^{a}
Ash (%)	3.28^{ab}	3.3^{b}	3.26^{ab}	3.24^{ab}	3.19^{a}
Total protein (%)	11.36^{c}	11.38^{c}	11.41^{c}	11.23^{b}	11.00^{a}
NPN/TN	1.97^{a}	2.61^{b}	3.38^{c}	4.2^{d}	5.0^{e}
FFA (meq/100g fat)	0.24^{a}	0.26^{b}	0.31^{c}	0.36^{d}	0.42^{e}
Total phenol (mg/g cheese)	0.254^{e}	0.206^{d}	0.143^{c}	0.092^{b}	0.073^{a}
Anthocyanin (mg/g cheese)	0.024^{e}	0.020^{d}	0.015^{c}	0.011^{b}	0.009^{a}
Inhibition of DPPH (%)	30.43^{e}	25.37^{d}	17.18^{c}	13.89^{b}	12.69^{a}
Proxid value (meq g $o_{2/}$ kg fat)	0.12^{a}	0.15^{b}	0.18^{c}	0.24^{d}	0.29^{e}
TBA Index (ppm)	0.154^{a}	0.431^{b}	0.959^{c}	1.515^{d}	1.855^{e}
Hardness(g)	705.6^{b}	788.3^{c}	799.9^{c}	690.9^{b}	626.7^{a}
Cohesiveness	0.44^{bc}	0.49^{cd}	0.53^{d}	0.41^{b}	0.34^{a}
Gumminess (g)	347.3^{ab}	364.4^{b}	357.3^{b}	351.3^{b}	318.4^{a}
Chewiness (mj)	31.40^{b}	25.56^{ab}	26.53^{ab}	23.33^{a}	20.52^{a}
Springiness (mm)	3.46^{b}	3.30^{ab}	3.24^{ab}	3.22^{ab}	3.10^{a}
Adhesiveness (mj)	1.51^{a}	1.50^{a}	1.66^{ab}	1.65^{ab}	1.85^{b}
L^{*}	52.8^{a}	53.6^{b}	54.7^{c}	55.3^{d}	55.9^{e}
b^{*}	15.06^{a}	15.32^{b}	15.62^{b}	16.18^{c}	16.67^{d}
a^{*}	5.48^{d}	5.13^{c}	4.81^{c}	4.37^{b}	4.38^{a}
Total count (log_{10} cfu /g)	2.74^{a}	3.71^{b}	4.00^{c}	4.33^{d}	4.63^{e}
Viability of thermophilic lactobacilli (log_{10} cfu /g)	6.64^{e}	6.39^{d}	6.09^{c}	5.79^{b}	5.32^{a}
Viability of mesophilic lactobacilli (log_{10} cfu /g)	7.63^{d}	7.52^{d}	7.27^{c}	6.99^{b}	6.55^{a}
Viability of thermophilic lactococci (log10 cfu /g)	7.31^{e}	6.97^{d}	6.53^{c}	5.83^{b}	5.34^{a}
Viability of mesophilic lactococci (log_{10} cfu /g)	7.61^{d}	7.51^{d}	7.07^{c}	6.73^{b}	6.29^{a}

In each row, different letters indicate a significant difference between the samples (P≤0.05).

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

آب‌اندازی و ماده خشک تا روز سی‌ام افزایش داشت، سپس روند کاهشی را نشان داد. بیشترین آب‌اندازی طی هفته‌های اول نگهداری رخ داده است که می‌تواند ناشی از افزایش اسیدیته و افت pH و همچنین افزایش اتصالات عرضی کازئین و انقباض شدید لخته در اثر سرد کردن باشد که همگی منجر به تراوش شبکه و افزایش آب‌اندازی و در پی آن افزایش ماده خشک شده است [۳۰]. بعد از گذشت ۳۰ روز، مجدداً آب خارج شده جذب پنیر گردید. به نظر می‌رسد این امر ناشی از افزایش فرایند پروتئولیز و در پی آن افزایش سطوح آب‌دوست درون شبکه و افزایش خاصیت جذب آب آن باشد [۳۰].

تغییرات چربی بعد از گذشت ۳۰روز روند کاهشی را نشان داد. می‌توان گفت به دلیل جذب آب مجدد، سهم چربی در پنیر کاهش می‌یابد و از طرفی در این شرایط فرایند لیپولیز تشدید یافته و چربی هیدرولیز و کم شد [۵۰]. در طی نگهداری، اسیدیته روند افزایشی و pH روند کاهشی را نشان داد. افزایش اسیدیته و کاهش pH ناشی از تخمیر لاکتوز و تولید اسید لاکتیک و همچنین تولید اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب در اثر فرآیندهای پروتئولیز و لیپولیز است که نقش اسید لاکتیک مهم‌تر می‌باشد [۵۰].

محتوای نمک در ابتدا روند کاهشی و سپس روند افزایشی رانشان داد. نتایج مربوط به آب‌اندازی تاییدی بر روند تغییرات نمک است. با افزایش آب‌اندازی مقداری از نمک از لخته خارج می‌شود و با جذب مجدد آب نمک، درصد نمک افزایش می‌یابد. تاثیر زمان بر میزان خاکستر پنیر معنی‌دار نبود. محتوای خاکستر در طول نگهداری بین ۳/۲ الی۳/٤ متغیر بود. تغییرات پروتئین کل خیلی اندک بود اما روند کاهشی نشان داد و از ۱۱/۳٦ در طی ٦۰ روز نگهداری به ۱۱٪ رسید که این امر ناشی از تجزیه پروتئین و تولید ازت محلول و خروج آن از لخته بود. در طول رسیدن مقدار ازت غیرپروتئینی و اسیدهای چرب آزاد افزایش نشان داد که این مسئله نشان‌دهنده فرآیند پروتئولیز و لیپولیز است. پپتیدهای درشت و متوسط مولکول تحت تاثیر آنزیم‌های رنت و آغازگر به اسیدهای آمینه و پپتیدهای به وزن مولکولی کم که در اسید تری کلرواستیک ۲٤٪ محلول هستند، شکسته شده و در صد ازت غیرپروتئینی را افزایش می‌دهند و افزایش اسیدهای چرب آزاد ناشی از ادامه فعالیت لیپازهای باکتریایی در دوره رسیدن یا نگهداری پنیر است [۳۷].

گذشت زمان باعث افت ترکیبات فنولی و آنتوسیانین‌ها شد. نتایج با یافته‌های کراسالان و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت [٤٦]. آنتوسیانین‌ها از نظر پایداری بسیار ضعیف هستند. هسته آنتوسیانین به دلیل کمبود الکترون دارای قابلیت واکنش زیادی است که این واکنش‌ها سبب تغییر رنگ این رنگدانه می‌شوند. همین عامل ممکن است کاربرد آنتوسیانین‌ها را به عنوان رنگدانه‌های غذایی محدود کند [٤۲]. با گذشت زمان آنتوسیانین پنیر کاهش یافته و تقریباً بعد از گذشت ٤۰ روز به نصف مقدار اولیه خود می‌رسد. پایداری آنتوسیانین‌ها به چندین فاکتور شیمیایی و فیزیکی بستگی دارد مانند؛ دما، نور، pH، فلزات، اکسیژن، اسید آسکوربیک، قندها و فرآورده‌های تجزیه‌ای آنها، واکنش‌های کوپیگمنت‌یشن، کندانس شدن و آنزیم‌ها. پژوهش‌های انجام شده بر روی میوه‌جات حاوی آنتوسیانین مؤید این است که اکسیژن و درجه حرارت از مهم‌ترین عوامل عدم ثبات این رنگدانه هستند [۵۱]. آنتوسیانین‌ها در محیط قلیایی (pH=٤-۷) به رنگ صورتی مایل به آبی در ظاهر می‌شوند. فرآیند آبدهی آنتوسیانین‌ها منجر به بی‌ثباتی ساختمان آنتوسیانین‌ها و از دست رفتن رنگ در این pH می‌شود. آنتوسیانین‌ها در محلول‌های اسیدی مقاومت بیشتری نسبت به محلول‌های قلیایی و خنثی دارند [۳۹]. زمان سبب کاهش معنی‌دار درصد بازدازندگی DPPH می‌شود. این کاهش می تواند ناشی از اکسید شدن آنتی‌اکسیدان‌های موجود در آب انار باشد. علاوه بر این به مرور زمان، برهم‌کنش‌های پلی‌فنول‌ها و پروتئین‌های موجود در لخته بیشتر می‌شود و از ویژگی آنتی‌اکسیدانی آنها کاسته می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است این ترکیبات به تنهایی دارای اثرات آنتی‌اکسیدانی و فیزیولوژی موثرتری هستند نسبت به زمانی‌که به پروتئین متصل هستند [۵۲]. در طول زمان، عدد پراکسید و شاخص TBA یک روند افزایشی را نشان داد. ایجاد پراکسید در مراحل اولیه بسیار به کندی صورت می‌گیرد و برحسب نوع چربی، شرایط نگهداری آن، درجه حرارت و ممکن است از چند هفته تا چند ماه متغیر باشد، پس از آن ایجاد پراکسید تسریع شده و خود به عنوان کاتالیزور در تسریع اکسیداسیون شرکت می‌کند. فربد و همکاران (۲۰۱۳) نیز با بررسی پنیر فتا در طول نگهداری، دریافتند که پراکسید و شاخص TBA افزایش می‌یابد [۵۳] و همچنین اسکندری و همکاران (۱۳۹۲) در پنیر آنالوگ نیز نشان دادند که در طول زمان عدد TBA پنیر افزایش می‌یابد [٥٤].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

زمان ابتدا سبب افزایش و سپس کاهش معنی‌دار سختی، پیوستگی، حالت صمغی در پنیر گردید. گاما (۱۹۹۰) با بررسی تغییرات بافت در دو نوع پنیر سنتی دومیاتی[25] و پنیر فراپالایش طی دوره نگهداری نشان داد که شاخص‌های بافتی ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابند. افزایش آنها را طی هفته‌های اول نگهداری به کاهش رطوبت و pH نسبت داده است که به ایجاد بافت سفت و متراکم‌تر در پنیر منتهی می‌شود، اما تغییرات ایجاد شده در انتهای دوره نگهداری را به تغییرات ماتریکس پروتئین و گسترش پروتئولیز نسبت داد که منجر به نرم‌تر شدن بافت و کاهش پیوستگی و حالت صمغی می‌شود [۵۵]. بیگمی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نتایجی مشابه با نتایج این پژوهش در پنیر فراپالایش تهیه شده با مایه پنیر قارچی به دست آوردند. آنها ویژگی‌های بافتی را بررسی کردند و دریافتند که سختی و پیوستگی تا روز ٤٠ نگهداری افزایش و سپس روند کاهشی را نشان داد. دوره رسیدن سبب کاهش حالت آدامسی پنیر می‌شود [٥٦]. اورد و همکاران (۲۰۰٦) بافت پنیر چدار را در طول نگهداری بررسی کردند و دریافتند که حالت آدامسی کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد زمان تاثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بر حالت فنری پنیر ندارد، با این وجود یک روند کاهشی در حالت فنری دیده شد. به طوری‌که میزان آن از ۳/٦ به ۳/۱ رسید. نتایج سیین ادی و همکاران (۲۰۱۰) بر روی پنیر ازین[26] نیز تاییدی بر این مطلب است که چسبندگی پنیر در طی نگهداری افزایش می‌یابد [٥٧].

پارامتر رنگی L^* و b^* در طول نگهداری افزایش و پارامتر a^* کاهش یافت. کاهش شاخص a^* در آب میوه‌ها از جمله؛ آب انگور، آب پرتقال قرمز و آب انار ناشی از حذف آنتوسیانین که مسوول ایجاد رنگ قرمز است، می‌باشد. در طی نگهداری پنیر تخریب رنگدانه در اثر عوامل مختلف نظیر پلیمرشدن با سایر ترکیبات نظیر پروتئین‌ها و یا با سایر رنگدانه‌ها و همچنین در اثر اکسیده شدن غیر مستقیم کوئینون‌های فنولی[27] که توسط پلی‌فنول‌اکسیداز و پراکسیداز تولید می‌شوند، صورت می‌گیرد و کاهش قرمزی و کاهش شاخص a^* را به دنبال دارد [٥٨]. نتایج با با یافته‌های سبیش و همکاران (۲۰۱۲)، کراسالان و همکاران (۲۰۱۱) و کوشش و همکاران (۱۳۹٤) مطابقت داشت [٥٩و ۳٥و ٤٦]. با تخریب آنتوسیانین‌ها و کاهش رنگ قرمزی، روشنایی (L^*) و زردی (b^*) افزایش یافتند. نتایج کوشش و همکاران (۱۳۹٤) در تولید ماست میوه‌ای حاوی آب انار هم این مسئله را تایید می‌کند [۳۳].

در طول نگهداری تعداد میکروب‌های آلوده‌کننده پنیر در حال افزایش است. نتایج با یافته‌های عدالتیان و همکاران مطابقت داشت [٦۰]. در طول نگهداری از تعداد لاکتو باسیل‌های مزوفیل و ترموفیل و لاکتوکوکسی‌های مزوفیل و ترموفیل کاسته شد. با توجه به نتایج تعداد مزوفیل‌ها همواره بیشتر بود. کاهش در تعداد سلول‌های زنده آغازگرها طی دوره زمانی به فعالیت آنها و در نتیجه مصرف لاکتوز و تولید اسید لاکتیک نسبت داده شده است. این مسئله موجب می‌گردد pH نمونه‌های تولیدی کاهش و هم‌زمان اسیدیته قابل تیتر افزایش یابد. دانشی و همکاران (۲۰۱۲) و کیلاسپتی و همکاران (۲۰۰۸) نیز به عوامل یاد شده به عنوان عوامل موثر بر تعداد سلول زنده طی دوره نگهداری اشاره داشتند [٦۲و ٦۱]. کاهش در تعداد باکتری‌ها را می‌توان به اثر آنتاگونیستی بین باکتری‌ها که باعث تولید ترکیبات ضدمیکروبی مانند باکتریوسین‌ها طی زمان نگهداری می‌شوند نیز مربوط دانست [٦۳].

۳-۳- ارزیابی حسی

از ویژگی‌های مهم در یک ماده غذایی جهت پذیرش و مقبولیت از طرف مصرف‌کننده، ویژگی‌های حسی آن می‌باشد. ارزیابی حسی نمونه‌ها ۳۰ روز بعد از تولید انجام گرفت. در این آزمون رنگ سطح خارجی، رنگ سطح داخلی، وضعیت ظاهری سطح خارجی، وضعیت ظاهری سطح داخلی، بافت، عطر و طعم و در نهایت پذیرش کلی نمونه‌های تولید شده، ارزیابی شدند (شکل ۱).

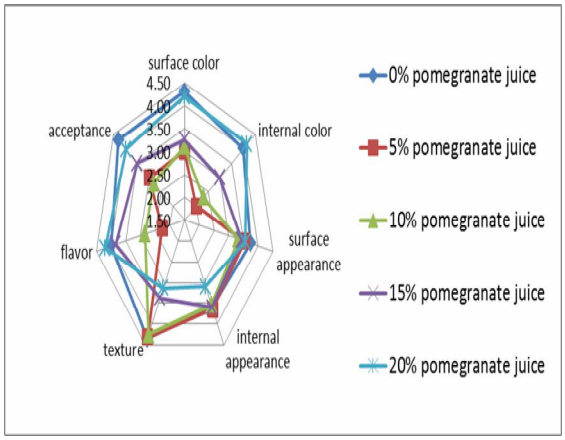

Fig 1 Sensory evaluation of various cheese samples after 30 days of production.

25. Domiati
26. Ezine
27. phenolic quinones

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

در بین نمونه‌های دارای آب انار، نمونه حاوی۲۰٪ آب انار دارای بالاترین امتیاز در پذیرش کلی، رنگ سطح پنیر، رنگ داخلی و وضعیت ظاهری سطح و طعم بود و تنها از نظر وضعیت ظاهری داخلی و بافت امتیاز کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها دارا بود. همان‌طور که در نتایج آنالیز بافت هم مشاهده شد این مسئله می‌تواند ناشی از کاهش جزئی در محتوای پروتئین و افزایش رطوبت و در پی آن کاهش سختی، پیوستگی و افزایش چسبندگی پنیر باشد. از آنجایی که مصرف‌کننده انتظار دارد رنگ پنیر حاوی آب انار متمایل به رنگ آب انار باشد، بنابراین هر چه شدت رنگ صورتی بیشتر باشد، امتیاز رنگ سطح بالاتر است. تنها نمونه‌های ۱۵٪ و ۲۰٪ بعد از گذشت ۳۰ روز رنگ را در داخل و سطح حفظ کردند. همواره در همه نمونه‌ها رنگ بافت داخلی کم رنگ‌تر از رنگ سطح پنیر بود. امتیازهای پایین‌تر رنگ داخلی نسبت به رنگ سطحی تاییدی بر این نکته است. نمونه ۲۰٪ رنگ صورتی مطلوب‌تری نسبت به ۱۵٪ داشت. سطح ظاهری نمونه‌ها از نظر داشتن خلل و فرج، صاف و یک دست بودن و عدم شکاف بررسی شدند. تقریباً امتیاز نمونه‌ها نزدیک به هم بود که نشان می‌دهد تفاوت خیلی اندک است، نمونه ۲۰٪ نسبت به سایرین امتیاز بالاتری دارد. سطح داخلی نمونه‌ها بعد از برش دادن از نظر داشتن خلل و فرج، صاف و یک دست‌بودن و عدم شکاف بررسی شدند. تقریباً امتیاز همه نمونه‌ها به جزء ۲۰٪ نزدیک به هم و بالا بود که این مسئله نشان می‌دهد وضعیت ظاهری داخلی در نمونه ۲۰٪ افت داشته است. امتیاز بافت نمونه‌ها نشان می‌دهد که هر چه آب انار بیشتر شده امتیاز بافت کمتر می‌شود، طوری که نمونه‌های دارای ۵ و ۱۰٪ آب انار از نظر ارزیاب‌ها بیشترین مقبولیت را داشته و نمونه ۲۰٪ آب انار دارای کمترین مقبولیت بود. یافته‌های آنالیز دستگاهی بافت که قبلاً بحث شد نیز افت بافت پنیر در نمونه ۲۰٪ را تایید می‌کند. البته این افت بافت نسبت به سایر نمونه‌ها و پنیر کنترل است. عطر و طعم پنیر تحت تاثیر اجزاء فرمولاسیون به ویژه شیر مصرفی و واکنش-های بیوشیمیایی پیچیده در طول نگهداری است که به وسیله آنزیم‌های موجود در شیر، مایه پنیر و میکروارگانیسم‌های طبیعی و استارترها صورت می‌گیرد. پروتئولیز، لیپولیز و گلیکولیز واکنش‌های عمده‌ای هستند که طی نگهداری رخ می-دهند. پروتئولیز، از طریق آزاد کردن پپتیدها و اسیدهای آمینه آزاد که ترکیبات عطر و طعم‌داری هستند مانند آمین‌ها، اسیدها، تیول‌ها و تیواسترها بیشترین تاثیر را بر عطر و طعم دارند (٦٤). در اینجا علاوه بر طعم خود پنیر، مصرف‌کننده انتظار دارد که طعم و مزه انار را نیز احساس کند. بر اساس نظر ارزیاب‌ها نمونه‌های ۱۵ و ۲۰٪ دارای بیشترین امتیاز بودند. نکته قابل توجه این است که حتی امتیاز آنها از پنیر کنترل هم بالاتر بود که این مسئله نشان می‌دهد که عطر و طعم پنیر حاوی آب انار می‌تواند از پنیر فتای بدون آب پنیر خوشمزه‌تر و دارای مقبولیت بیشتر بود.

٤- نتیجه‌گیری کلی

با بالا رفتن سطح دانش و آگاهی جامعه نسبت به مصرف غذاهایی که مستقیماً در سلامت افراد تاثیرگذار هستند، محققان را بر آن داشت تا در جهت تولید یک فرآورده لبنی فراسودمند حاوی آب انار گام بردارند. تولید پنیر میوه‌ای حاوی آب انار تنها از طریق تولید پنیر به روش بدون آب‌گیری امکان‌پذیر بود. آب انار سبب افزایش فنول کل، آنتوسیانین و اثر بازدارندگی DPPH پنیر در همه تیمارها نسبت به نمونه کنترل شد. در طول نگهداری محتوای فنول کل، آنتوسیانین و اثر بازدارندگی DPPH پنیر در همه تیمارها کاهش یافت. افزایش آب انار و زمان نگهداری هر دو موجب افزایش میکروب‌های آلوده‌کننده و کاهش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها و لاکتوکوکسی‌های آغازگر شدند. نمونه حاوی۲۰٪ آب انار بالاترین امتیاز در پذیرش کلی را به دست آورد. افزودن آب انار در مقادیر بالای ۱۵٪ تا حدودی موجب افت کیفیت بافت پنیر شد گرچه نتایج ارزیابی حسی نشان داد که ارزیاب‌ها از این افت بافت چشم پوشی کردند ولی در تولید صنعتی بهتر است که با استفاده از بافت‌دهنده‌ها و پایدارکننده‌ها این مشکل برطرف شود. در مورد مدت نگهداری این فرآورده نیاز به تحقیق و بررسی بیشتری است تا بتوان زمان تقریبی برای تخریب رنگ و از بین رفتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی پنیر تولیدی را به دست آورد. به تولیدکنندگان پنیر توصیه می‌شود، تولید پنیرمیوه‌ای را در دستور کار خود قرار دهند. پنیر حاوی آب انار دارای عطر و طعم جدیدی است که خوردن آن به افرادی که پنیر دوست ندارند توصیه می‌گردد، بافت پنیر حاوی آب انار صورتی رنگ است و عامل مناسبی برای تشویق کودکان به خوردن پنیر است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

۵- منابع

[1] FAO Statistical Yearbook, Asia and the Pacific Food and Agriculture.2014.Cheese production. p: 86.

[2] Turgeon, S. L., &, Rioux, L. 2011. Food matrix impact on macronutrients nutritional properties. Food Hydrocolloids, 25: 1915-1924.

[3] Salmaniyan, sh., Hossieni, H., &, Sadeghi Mahonak, A. 2011. Application of phenolic compounds in the production of pragmatic dairy products. First food safety seminar. Islamic Azad University of Sobodkou.

[4] Zarban, A., Malekane, M., &, Boghrati, M. R. 2007. Antioxidant properties of pomegranate juice and its ability to neutralization of free radicals. Journal of Birjand University of Medical Sciences, 14(3): 19-27.

[5)] Han, J., Michel, B, St-Gelais, D, Champagne, C. P., Fustier, P. Salmieri, S. &, Lacroix, M. 2011. Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese. Food Chemistry, 124: 1589-1594.

[6] Gholam Hossein Pour, A., Mazaheri Tehrani, M., Razavi, M. A., &, Rashidi, H. 2014. Study and optimization of chemical and sensory characteristics of different formulations Feta cheese analog by response surface methodology. Journal of Food Science and Technology Research, 10(2): 107-121.

[7] Mistry, V. V., and Pulgar, J. B., 1996. Use of high milk protein powder in the manufacture of Gouda cheese. International Dairy Journal. 6(2): 205-215.

[8] Rashidi, H., Mazaheri Tehrani, M., Razavi, M. A., & Ghodse Rohani, M. 2011. The effect of reducing the percentage of fat and calcium chloride on sensory and textural properties of Feta cheese from milk ultrafiltration retentate powder. Journal of Food Science and Technology Research, 7(3). PP: 218-226.

[9] Joyandeh, M. 2008. Effect of Whey Protein Concentrate on Cheese Function and Recycling of Protein and Fat of Feta Cheese. Eighteenth congress of food technology, Mashad.

[10] Nazari, M, & Hesari, J. 2013. Evaluating the sensory properties of produced whey less cheese, as an alternative UFcheese. Second National Conference on Food Science and Technology. Islamic Azad University, Quchan unit.

[11] Lashkari, H., Varidi, M. J., Eskandari, M. H., &, Varidi, M. 2018. Optimization of whey less Feta cheese production by using mixture design. Journal of Food Science and Technology, 15, pp: 283-298.

[12] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Cheese and processed cheese– determinationof total solids content (Reference method) Testmethod. ISIRI no: 1753. 1st. revision. Karaj: ISIRI;2002 [in Persian].

[13] Institute of Standards and Industrial Research ofIran, Cheese and processed cheese-determinationof total Fat content (Reference method) Testmethod. ISIRI no:760. 1st revision, 2th Edition. Karaj: ISIRI;1970 [in Persian].

[14] Institute of Standards and Industrial Research ofIran, Milk and milk products-determination of titrable acidity and value pH-Test method. ISIRI no:2852. 1st.Edition, Karaj: ISIRI; 2006 [in Persian].

[15] Institute of Standards and Industrial Research ofIran, Determination of the protein content of processed cheese. ISIRI no: 1811. 2th Edition.Karaj: ISIRI; 1998 [in Persian].

[16] Institute of Standards and Industrial Research ofIran, Determination of the ash content of processedcheese. ISIRI no: 1755. 1st. Edition, Karaj: ISIRI;1977 [in Persian].

[17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Determination of chloride content of cheese method Testmethod. ISIRI no:1809. 1rd revision, Karaj: ISIRI; 1974 [in Persian].

[18] Jimenez-Guzman, J., Flores-Najera, A., Cruz-Guerrero, A. E.,&, Garcıa-Garibay, M. 2009. Use of an exopolysaccharide-producing strain of Streptococcus thermophilus in the manufacture of Mexican Panela cheese. LWT - Food Science and Technology, 42, PP: 1508–1512.

[19] Farahnaki, A., Safari, Z., Ahmadi Gorji, F. &, Mesbahi, Gh., R. 2011. Use of gelatin as fat replacer in low-fat cream production. Journal of Food Science and Technology, 8(31), PP: 45-52.

[20] Nunez, M., Aser, G., Rodriguez-Martin, C., Medina, A., and M. P. Gaya. 1986. The effect of ripening and cooking temperatures on proteolysis in manchego cheese. Food Chemistry, 21: 115-123.

[21] Bligh, E. G., and Dyer, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry, 37(8): 911–917.

[22] Kirk, R. S. and Sawyer, R.1991. Pearson's Composition and Analysis of Foods. 9Th

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

Edition, Longman Scientific and Technical, London.
[23] Shahbaz, H. M., Jae-Jun, A., Akram, K., Hyo-Young, K., Eun-Joo, P., and Joong-Ho, K. 2014. Chemical and sensory quality of fresh pomegranate fruits exposed to gamma radiation as quarantine treatment. Food Chemistry, 145: 312-318.
[24] Cam, M., Hisil, Y., &, Durmaz, G. 2009. Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. Food Chemistry, 112: 721-726.
[25] Roussos, P. A. 2011. Phytochemicals and antioxidant capacity of orange (citrus sinensis (l.) Osbeck cv. Salustiana) juice produced under organic and integrated farming system in Greece. Scientia Horticulturae, 129: 253-258.
[26] Gunasekaran, S. and Mehmet, AkM. 2003. Cheese rheology and texture. 2nd ed. CRC Press.
[27] Institute of Standards and Industrial Research of Iran. no: 8248, Counting of microorganisms by total counting at 30 °C. Karaj: ISIRI;1384 [in Persian].
[28] Hashemi, M., Tabatabaei yazdi, F., Yavarmanesh, M, Milani, A., &, Pasban, A. 2013. Effect of rennet type, container and ripening time on microbial and physico-chemical properties of local kurdish cheese. Iranian Gournal of FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, 9(37), 135-147.
[29] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Sensory evaluation of cheese. No: 4938. ISIRI : 1998.
[30] Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A. and van boekel, M. A. J. S.1999. Dairy technology, principles of milk properties and processe. Markel Dekker.
[31] Poyrazog˘ lu, E., Gokmenw, V., and Artik, N. 2002. Organic acids and phenolic compounds in pomegranates (Punica granatum L.) grown in Turkey. Journal of Food Composition & Analysis, 15: 567-575.
[32] Salwa, A. A., Galal, E. A., and Elewa, N.A. 2004. Carrot yoghurt sensory, chemical, microbiological properties and consumer acceptance. Pakistan Journal of Nutrition, 3: 322-330.
[33] Koshesh, S. 2015. Physicochemical properties of fruit yogurt containing pomegranate juice during storage.
Master's degree Thesis, Shiraz University.
[34] Espirito-Santo, A., Perego, P., Converti, A., and Oliveira, M. N. 2011. Review on Influence of food matrices on probiotic viability focusing on the fruity bases. Trends
in Food Science & Technology, 22: 377-385.
[35] Basiri, S. 2013. Effect of methanolic extract of pomegranate peptide on inhibition of polyphenol oxidase enzyme and qualitative changes in shrimp stored near ice. PhD Thesis, Shiraz University.
[36] Hesari, J., Ehsani, R.M., Khosroshahi, A. andMcseweeny, P.L. 2006. Contribution of rennet and starter to proteolysis in Iranian UF white cheese, 86:291-302.
[37] Zare Jamshidi, N., &, Hesari, J. 2013. Effect of exopolysaccharide producing starter on proteolysis and lipolysis of ultrafilteration white cheese. Journal of Food Industry Research, 23(2): 249-257.
[38] Shuting, Z. 2015. Casein- plenolic intractions in food. MSc Thesis, McGill University.
[39)Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M.d.L., Páez-Hernández, M.E., Rodríguez, J.A., Galán-Vidal, C.A., 2009. Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chemistry, 113(4): 859-871.
[40] Gil MI, Tomás-Barberán, F. A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D. M. and Kader, A. A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(10):4581-9.
[41] Coı¨sson, J.D., Travaglia, F., Piana, G., Capasso, M., and Arlorio, M. 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. Food Research International, 38: 893–897.
[42] Lashkari, H., Khosrowshahi asl, A., Madadlou, A. and, Alizadeh, M. ٢٠١٤. Chemical composition and rheology of low-fat Iranian white cheese incorporated with guar gum and gum arabic as fat replacers. Journal of Food Science and Technology, 51: 2584-2591.
[43] 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.
[44] Ghodse Rohani, M., Mortazavi, A., Mazaheri Tehrani, M., & Razavi, M. A. 2012.Study of the impact of processing conditions on the properties of tissue Feta cheese produced from cow's milk and soy milk. Journal of Food Science and Technology Research, 36(9), PP: 65-76.
[45] Garcia-Viguera, C., Preze-Vicente, A., and Marti, N., 2001. Influence of storage

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

[55] Gomaa, E. A. 1990. Ultrafiltration in soft white (Domiati) cheese manufacture. PhD thesis, Michigan State University, East Lansing, MI.

[56)Beigomi, M, Ghods Rohani, M, Mohammadifar, MA, Hashemi, M.,Valizadeh , M., &, 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 & Food Technology, 1: 253-262.

[57] Seckin Aday, M., Cancer, C., &,Yuceer, Y., K .2010. Instrumental and sensory Measurment of Ezine cheese texture. Akademik Gida, 8(3): 6-10.

[58] khajei, F. 2012. Concentration of pomegranate juice with different methods and investigation of the effect of these methods on physicochemical properties of concentrate. Master's degree Thesis, Shiraz University.

[59] Scibisz, I., Ziarno, M., Mitek, M., and Zareba, D. 2012. Effect of probiotic cultures on the stability of anthocyanins in blueberry yoghurts. LWT- Food Science and Technology, 49, 208-212

[60] M, R,Edalatian M, B, Habibi Najafi., and A, Koocheki 2014 Evaluation of chemical and microbial properties of Iranian white cheese using kefir, yogurt and commercial cheese culture as a starter. Journal of Food and Bioprocess Engineering, 27-37.

[61] Daneshi, M., Ehsani, M. R., Razavi, S. H,. Labbafi, M., and Sheykh Rezaee, M. 2012. Effect of cold storage on viability of probiotic bacteria in carrot fortified milk. Journal of Nutrition & Food Science, 2: 1-4.

[62] Kailasapathy, K., Harmstorf, I., and Phillips, M. 2008. Survival of lactobacillus acidophilus and bifidobacterium animalis ssp. lactis in stirred fruit yogurts. LWT-Food Science and Technology, 41, 1317-1322.

[63] Ganesh, S. 2006. A novel yogurt product whit lactobacillus acidophilus. MSc Thesis, Louisiana State University. United States.

[64] Prieto B, Franco I, Fresno JM, Prieto JG, Bernardo A, and Carballo J.2004. Effect of ripening time and type of rennet (farmhouse rennet from kid or commercial calf) on proteolysis during the ripening of León cow milk cheese. Food Chemistry, 85(3):389-98.

temperature and ascorbic acid addition on pomegranate juice. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82: 217-221.

[46] Karaaslan, M., Ozden, M., Vardin, H., & Turkoglu, H. 2011. Phenolic fortification of yogurt using grape and callus extracts. LWT-Food Science and Technology, 44, 1065-1072.

[47] Farahmand, M. 2014. Study of physicochemical properties of pomegranate juice and industrial concentrates during different stages of production process and during storage time. Master's degree Thesis, Shiraz University.

[48] Trigueros, L., Viuda-Martos, M., Perez-Alvarez, J., A. and Sendra, E. 2012. Low fat yoghurt rich in pomegranate juice. Milchwissenschaft, 67: 177-180.

49)Ranadheera, S Evans, C., Adams, C. A., and Bines, S. K. 2012. Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk. Food Chemistry, 135: 1411-1418.

[50] Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M. and Mcsweeny, P. L. H. 2000. Fundamentals of Cheese Science. Aspen. USA, 638.

[51] Wang, Y., Lau, M., Tang, J., and Mao, R. 2004. Kinetics of chemical marker M-1 formation in whey protein gels for developing sterilization processes based on dielectric heating. Journal of Food Engineering, 64(1):111-118.

[52] Nayra Shaker M., Zakaria, M., Rezk, H, Hala, M. Faker El-Din, Abd-Elaziz, A., Ryszard, A., Tamer, M. 2014. Effect of Interaction Phenolic Compounds with Milk Proteins on Cell Line. Food and Nutrition Sciences, 5, 2130-2146.

[53] Farbod, F., Kalbasi, A. Moini, S., Emam-Djomeh, Z. Razavi, H., Mortazavi, A. and Behesht, H. R. 2013. The Effects of Storage Time on Physiochemical, Rheological, Micro-Structural and Sensory Properties of Feta Cheese Fortified with Fish and Olive Oils. Journal of Nutrition & Food Sciences. 3(5):1000230.

[54] Eskandari, M. H., Frahnaki, A., &, Razeghi, A. 2013. The production of an analogue cheese containing olive oil and study of its nutritional and chemical characteristics. The 21st National Congress of Food and Science of Iran. Shiraz.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]

The effect of adding pomegranate juice on physicochemical, microbial and sensory properties of whey less Feta cheese

Lashkari, H.[1], Varidi, M. J. [2*], Eskandari, M. H. [3], Varidi, M. [4]

1. Ph. D. student, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture. Ferdowsi University Of Mashhad.
2. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture. Ferdowsi University Of Mashhad.
3. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shiraz University.
4. Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture. Ferdowsi University Of Mashhad.

(Received: 2017/10/27 Accepted:2018/01/16)

Whey less Feta cheese was prepared using cream, milk protein concentrate, whey protein concentrate and fresh milk. The effects of various levels of pomegranate juice and storage time on its physicochemical and microbial properties were investigated. Samples were produced at five levels of pomegranate juice and analyzed at intervals of 15 days for two months. Data analysed with SPSS software and means were compared with duncan multiple range test. The results showed that pomegranate juice had very significant impact (P<0.0001) on physicochemical and microbial properties of cheese and storage time had significant impact (P<0. 05) on all properties except for ash and springiness. Pomegranate juice reduced the textural indexes of hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness, springiness and increased the adhesiveness index. During the storage time, hardness, cohesiveness and gumminess of cheese at first increased then decreased and chewiness and adhesiveness properties of the cheese respectively decreased and increased. The colorimetric test illustrated that pomegranate juice increased (a^*) index and decreased (L^*) and (b^*) indexes. In other words, red pomegranate juice can increase redness and reduce brightness and yellowness of cheese. During of storage, the indexes (L^*) and (b^*) increased and (a^*) reduced. In other words, redness of cheese was decreased and brightness and yellowness of it were increased. Samples were subjected to sensory evaluation and the sample containing 20% of pomegranate juice with the highest score in acceptance was selected as the best sample.

Keywords: Feta cheese, Physicochemical properties, Pomegranate juice, Milk protein, Whey protein

* Corresponding Author E-Mail Address: mjvaridi@um.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-23]